ปก. P

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้สีแดงจากข้าวแดงในเครื่องดื่มและอาหาร

(Application of the Red Pigment of Angkak in Model Beverage and Foods)

โดย

นางสาวพุทธชาติ	ชัดไพบูลย์	รหัสประจำตัว 40044495
นางสาวศศิภา	ชานนท์	รหัสประจำตัว 40044499

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..../..../.... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

( )

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17498

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้สีแดงจากข้าวแดงในเครื่องดื่มและอาหาร

(Application of the Red Pigment of Angkak in Model Beverage and Foods)

T096685

นางสาวพุทธชาติ ชัดไพบูลย์ รหัสประจำตัว 40044495
นางสาวศศิภา ชานนท์ รหัสประจำตัว 40044499

ปพ.
W831ก
2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96685.....
วัน,เดือน,ปี.....-4 มิ.ย. 2544.....

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)
พ.ศ.2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พุทธชาติ ชัตไพบูลย์ และ ศศิภา ชานนท์ 2543: การใช้สีแดงจากข้าวแดงในเครื่องดื่มและอาหาร (Application of the Red Pigment of Angkak in Model Beverage and Foods) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ข้าวแดงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักแห้งของเชื้อราสายพันธุ์ *Monascus* บนวัตถุดิบที่เป็นข้าว เชื้อราจะสร้างสารสีที่เส้นใยทำให้เกิดสีแดงทั่วเมล็ดข้าว โดยประโยชน์ของข้าวแดงที่เห็นได้ชัดคือใช้เป็นสารสีจากธรรมชาติ

จากการศึกษาความคงตัวโดยใช้สารสีที่สกัดได้จากข้าวแดงเพื่อแต่งสีในเครื่องดื่มตัวอย่างที่ pHตั้งแต่ 3 - 10 พบว่าสีจากข้าวแดงจะไม่ค่อยคงตัวในช่วง pH ที่เป็นกรดแต่จะคงตัวได้ดีในช่วง pH ที่เป็นกลางและเป็นด่าง(pH 7- 10) แต่อุณหภูมิในการเก็บจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีจากข้าวแดงยกเว้นที่ pH 3 การเก็บที่อุณหภูมิต่ำ จะช่วยทำให้การคงตัวของสีแดงดีขึ้น

เมื่อทดลองศึกษาความคงตัวของสีแดงจากข้าวแดงเปรียบเทียบกับสีสังเคราะห์ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ วุ้น เยลลี่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น จากการทดลองพบว่าในวุ้นและเยลลี่ที่ทำการเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นจะมีสีที่คงตัวมากกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง โดยพบค่า % Retention ที่สูงกว่า ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าในที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยลดการเปลี่ยนแปลงของสีได้ ในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าปริมาณสีที่เติมเพื่อทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีใกล้เคียงกับการเติมสีสังเคราะห์ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างทางการยอมรับด้านสี กลิ่น และรสชาติ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ใช้สีสังเคราะห์

พุทธชาติ ชัตไพบูลย์ — 19/3/46

ศศิภา ชานนท์ ลายมือชื่ออาจารย์ วัน เดือน ปี

ลายมือชื่อนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การนำเสนอและรวบรวมข้อมูลต่างๆของปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การใช้สารสีแดงจากข้าวแดงในเครื่องดื่มและอาหาร นี้ สำเร็จลงได้ด้วยดี ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ดร. พอใจ ถามากร ที่กรุณาให้คำปรึกษาให้ความเอาใจใส่ชี้แนะและช่วยแก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้รายงานฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท ซีพี อินเตอร์ฟูดส์(ไทยแลนด์ จำกัด) ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้าวแดงเพื่อใช้ในการทดลองในหัวข้อปัญหาพิเศษนี้ และขอขอบคุณเพื่อนๆที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆในการทดลองทำให้การทำงานเสร็จสิ้นลงด้วยดี

พุทธชาติ ชัตไพบูลย์

ศศิภา ชานนท์

6 มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาปัญหาพิเศษ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา ค้นคว้า สำหรับผู้ที่สนใจ โดยได้ศึกษาในเรื่องของการหาสภาวะที่เหมาะสมในการนำสารสีที่สกัดได้จากข้าวแดงมาใช้ในการให้สีในเครื่องดื่ม และอาหารได้แก่วุ้นและเยลลี่ ให้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด และเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อที่จะนำสารสีที่สกัดได้จากข้าวแดงนี้มาใช้ทดแทนการใช้สีสังเคราะห์เพื่อลดอันตรายที่มีอยู่ในสีสังเคราะห์

ในเนื้อหาประกอบด้วย ข้าวแดงและประโยชน์จากข้าวแดง กรรมวิธีที่ใช้ผลิต สีผสมอาหาร ความรู้เบื้องต้นในการใช้สีผสมอาหาร ขั้นตอนและวิธีการทดลอง ผลการทดลอง และสรุปสภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลอง

หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใดทางผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย และยินดีรับคำแนะนำเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

พุทธชาติ ชัตไพบูลย์
ศศิภา ชานนท์
6 มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
คำนำ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
2.1 ข้าวแดง	2
2.1.1 วิธีการผลิตข้าวแดง	3
2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิต	5
2.1.3 ชนิดของสารสีที่สร้างโดยเชื้อรา Mmonascus spp.	7
2.1.4 การใช้ประโยชน์จากเชื้อราโมแนสคัส	9
2.1.5 สิ่งที่ได้จากการผลิตข้าวแดงและการนำไปใช้ประโยชน์	10
2.2 การสกัดรงควัตถุจากพืช	12
2.3 สีผสมอาหาร	12
2.3.1 สีผสมอาหารโดยทั่วไปแบ่งได้ 2 ประเภท	12
2.3.2 ข้อควรปฏิบัติในการใช้สี	14
2.3.3 ปริมาณที่กำหนดในการใช้สีผสมอาหาร	15
2.3.4 มาตรฐานสีผสมอาหาร	15
2.3.5 อันตรายจากการใช้สี	16
3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้	17
3.1 วัตถุดิบ	17
3.2 สารเคมี	17
3.3 อุปกรณ์	17
3.4 วิธีการทดลอง	17
3.4.1 การสกัดสี	17
3.4.2 การวิเคราะห์ความคงตัวของสีแดงจากข้าวแดงในอาหารและเครื่องดื่ม	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.4.3 การศึกษาปริมาณการใช้และความคงตัวของสีแดงจากข้าวแดงในอาหาร ได้แก่วุ้นและเยลลี่ 18

3.5 การวิเคราะห์ความคงตัวของสีแดงจากข้าวแดงในอาหารและเครื่องดื่ม 19

4. ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง 20

4.1 ผลที่ได้จากการสกัดสี 20

4.2 ผลที่ได้จากการศึกษาความคงตัวของสารสีจากข้าวแดงในตัวอย่างเครื่องดื่ม 20

4.3 ผลที่ได้จากการศึกษาความคงตัวของสารสีจากข้าวแดงในตัวอย่างเครื่องดื่ม 27

4.3.1 ผลของตัวอย่างอาหาร วุ้น 27

4.3.2 ผลของตัวอย่างอาหาร เยลลี่ 30

4.3.3 ผลการประเมินคุณภาพการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของวุ้นและเยลี่ 39

5. สรุปผลการทดลอง 41

6. เอกสารอ้างอิง 42

7. ภาคผนวก 46

8. ประวัติผู้เขียน 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การศึกษาวัตถุดิบต่าง ๆ ที่ใช้ในการหมักแห้งต่อการผลิตสีและสร้าสปอร์ของเชื้อ M. kaoliang เมื่อบ่มเป็นเวลา 12 วันที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส	6
2.2 สมบัติของสีโมแนสคัส	9
2.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุและวิตามินในข้าวสารพันธุ์ขาวมะลิและข้าวแดงที่ผลิตได้	9
2.4 การใช้ประโยชน์ของสารสีจากข้าวแดงที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร	11
2.5 Codex list of color	14
4.1 แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของวุ้น	39
4.2 แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของเยลลี่	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงข้าวแดงทั้งเมล็ด	2
2.2 แสดงขั้นตอนการผลิตข้าวแดง	4
2.3 สาสรสีกลุ่มสีแดง	8
2.4 สารสีกลุ่มสีเหลือง	8
4.1 แสดงค่า Lในตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 3-10 ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a)และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	21
4.2 แสดงค่า aในตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 3-10 ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a)และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	22
4.3 แสดงค่า bในตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 3-10 ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a)และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	23
4.4 แสดงค่า Cในตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 3-10 ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a)และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	24
4.5 แสดงค่า Hในตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 3-10 ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a)และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	25
4.6 แสดงค่า % Retentionในตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 3-10 ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a) และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	26
4.7 แสดงค่า L ในวุ้นที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a)และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	27
4.8 แสดงค่า a ในวุ้นที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a)และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	28
4.9 แสดงค่า b ในวุ้นที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a)และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	29
4.10 แสดงค่า C ในวุ้นที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a)และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	30
4.11 แสดงค่า H ในวุ้นที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a)และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	31
4.12 แสดงค่า % Retentionในวุ้นที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a) และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	32
4.13 แสดงค่า L ในเยลลี่ที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a)และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	33
4.14 แสดงค่า a ในเยลลี่ที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a)และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	34
4.15 แสดงค่า b ในเยลลี่ที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a)และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	35
4.16 แสดงค่า C ในเยลลี่ที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a)และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	36
4.17 แสดงค่า H ในเยลลี่ที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a)และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	37
4.18 แสดงค่า % Retention ในเยลลี่ที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(a) และอุณหภูมิตู้เย็น(b)	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันนิยมนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธรรมชาติมาใช้ประโยชน์มากขึ้นเพราะพบว่าสารที่ได้จากการสังเคราะห์จากสารเคมีมีผลต่อการทำงานของร่างกายและเป็นสาเหตุที่สำคัญของอีกหลายๆ โรค สารสีที่ใช้ในปัจจุบันก็เช่นกันพบว่าสารสีที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นสารสีจากการสังเคราะห์ดังนั้นการนำสารที่ได้จากธรรมชาติจึงเป็นที่น่าสนใจในการศึกษา เพื่อที่จะนำสารสีจากธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุดเพื่อทดแทนการใช้สีสังเคราะห์

ข้าวแดง (red rice) หรือที่ชาวจีนนิยมเรียกว่า อังคัก (ang - kak) เป็นสีผสมอาหารที่ได้จากธรรมชาติโดยเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบในการผลิตใช้เวลาไม่มากในการผลิตประเทศไทยมีข้าวซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตและในด้านเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้พบว่าได้มีการค้นคว้าวิจัยเพื่อคัดเลือกเชื้อสายพันธ์ที่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิต กรรมวิธีผลิตง่าย ได้สีข้าวแดงเป็นจำนวนมากในระยะเวลาที่สั้น พบว่าข้าวแดงในลักษณะที่เป็นผงถือว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในเต้าหู้ยี้ ทั้งนี้เพราะในการผลิตเต้าหู้ยี้สีแดงไม่สามารถใช้สีสังเคราะห์ในการแต่งสีของผลิตภัณฑ์ได้จึงจำเป็นต้องใช้ข้าวแดงเพราะนอกจากข้าวแดงจะใช้สีแก่ผลิตภัณฑ์แล้วยังมีกลิ่นเฉพาะตัวอีกด้วย นอกจากในเต้าหู้ยี้แล้วได้มีการนำข้าวแดงมาใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก เพื่อประโยชน์ในด้านสี และเนื้อสัมผัสในลักษณะการใช้งานปัจจุบันมักจะใช้ในลักษณะข้าวแดงที่เป็นผง เพราะไม่สนใจในเรื่องของความขุ่น และการละลายของข้าวแดง ทางผู้จัดทำจึงได้ให้ความสนใจที่จะทำการสกัดสีเพื่อนำสีจากข้าวแดงมาใช้ในลักษณะของของเหลวที่มีความใส เพื่อจะได้ใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นกับผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายเช่นสามารถใส่ได้ในเครื่องดื่ม และในอาหารที่มีลักษณะใส เช่นในวุ้น และเยลลี่โดยได้ทำการทดลองสกัดสีและหาปริมาณที่เหมาะสมเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆเหล่านี้ เพื่อที่จะได้นำข้าวแดงมาใช้และเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งในการใส่สีในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาสภาวะความเป็นกรดด่างที่มีผลต่อความคงตัวของสีแดงจากข้าวแดงในตัวอย่างเครื่องดื่ม
2. หาปริมาณที่เหมาะสมของสีแดงจากข้าวแดงที่ใช้ในอาหารได้แก่วุ้น และ เยลลี่
3. ศึกษาความคงตัวของสีแดงจากข้าวแดงที่ใช้ในวุ้นและเยลลี่ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 ข้าวแดง

ข้าวแดงเป็นผลิตภัณฑ์จากการหมักแห้ง(Solid substrate fermentation)ด้วยเชื้อรา Monascus spp. โดยใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบเชื้อจะสร้างเส้นใยชอนไชและปกคลุมเมล็ดข้าว และสร้างสารสีขึ้นภายในเส้นใย หรือสารสีบางส่วนจะถูกปล่อยออกมาจากเส้นใยทำให้เมล็ดข้าวมีสีแดงเข้มดังภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 แสดงข้าวแดงทั้งเมล็ด
ที่มา : http://www.allok.com (2000)

ข้าวแดงมีต้นกำเนิดในประเทศจีนใช้ประโยชน์กันมานานและแพร่หลายมากในประเทศแถบเอเชีย ได้แก่ จีน ไต้หวัน ญี่ปุ่น ไทย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เพื่อปรุงแต่งสีของอาหาร และก่อให้เกิดกลิ่นเฉพาะในอาหารหมักดอง ตัวอย่างของอาหารที่ใช้สารสีจากข้าวแดงได้แก่ เต้าหู้ยี้ ปลาแป้งแดง เหล้าเกาเหลียง กะปิ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ไส้กรอก และโบโลนา นอกเหนือจากการปรุงแต่งอาหารแล้วข้าวแดงยังเป็นองค์ประกอบหนึ่งในสูตรยาจีนเพื่อรักษาโรค ให้สีแก่เครื่องสำอาง และเป็นส่วนผสมในน้ำยาย้อมสีผมอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวแดงมีชื่อเรียกจากภาษาจีนว่า อังคัก (ang-kak)ซึ่ง อัง (ang)แปลว่าแดง ส่วนคัก (kak) แปลว่า เมล็ดที่มีเปลือก นอกจากนี้ยังมีชื่อเรียกอย่างอื่นอีกดังนี้ : ไชนีสเรดไรส์ (chinese red rice) แอนคัก (ankak) แอนคา (anka) อังควอก (ang-quac) เบนิโคจิ (beni-koji) เอกาโคจิ (aga-koji) ข้าวแดงที่บดแล้วบางคนเรียก แป้งแดงหรือ ทรายแดง (จินดารัตน์,2522)

ข้าวแดงจัดเป็นโคจิ (เมล็ดธัญพืชที่มีเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นปกคลุมเพื่อใช้เป็นแหล่งของเอนไซม์ เป็นแหล่งของเอนไซม์หลายชนิดที่เชื้อรา Monascus spp. สามารถสร้างได้ เช่น เอนไซม์กลูโคอไมเลส เอนไซม์โปรติเอส เป็นต้น นอกเหนือจากการเป็นแหล่งของเอนไซม์แล้วข้าวแดงยังเป็นแหล่งของกลิ่น(Hesseltine,1965) Kranzและคณะ(1992) ได้รายงานว่าการสร้างกลิ่นของเชื้อรา *Momascus purpureus* เกิดจาก volatile metabolite ประเภทเมทธิลคีโตนซึ่งมีการสร้างและควบคุมการสร้างคล้ายกับการสร้าง เมธิลคีโตนของเชื้อรา Penicilium roquefortiiในโรควิฟอร์ทชีส (roquefort cheese)

2.1.1 <u>วิธีการผลิตข้าวแดง</u>

การผลิตข้าวแดงโดยการหมักแห้งด้วยเชื้อ Monascus spp. และใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบโดยเชื้อราที่นิยมใช้หมักข้าวแดงคือ *M. purpureus* และ *M. anka* มี 2 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อราอาจทำได้ 2 รูปแบบ

1.1 หัวเชื้อราชนิดแห้งทำโดยการเพาะเชื้อราลงบนข้าวร้อยละ40-45 ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 27-30 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4-6วัน แล้วนำไปคลุกกับข้าวที่เตรียมไว้สำหรับการทำข้าวแดงในอัตราส่วน 1:100 โดยน้ำหนัก

1.2 หัวเชื้อราชนิดเหลว โดยการเพาะเชื้อราลงในอาหารเหลวซึ่งมีข้าวผสมอยู่ ร้อยละ 3 บ่มที่อุณหภูมิ 30องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-7วัน แล้วนำไปคลุกกับข้าวที่เตรียมไว้สำหรับการทำข้าวแดงโดยใช้อัตราส่วน 1:20 โดยปริมาตร/น้ำหนักแห้งของข้าว

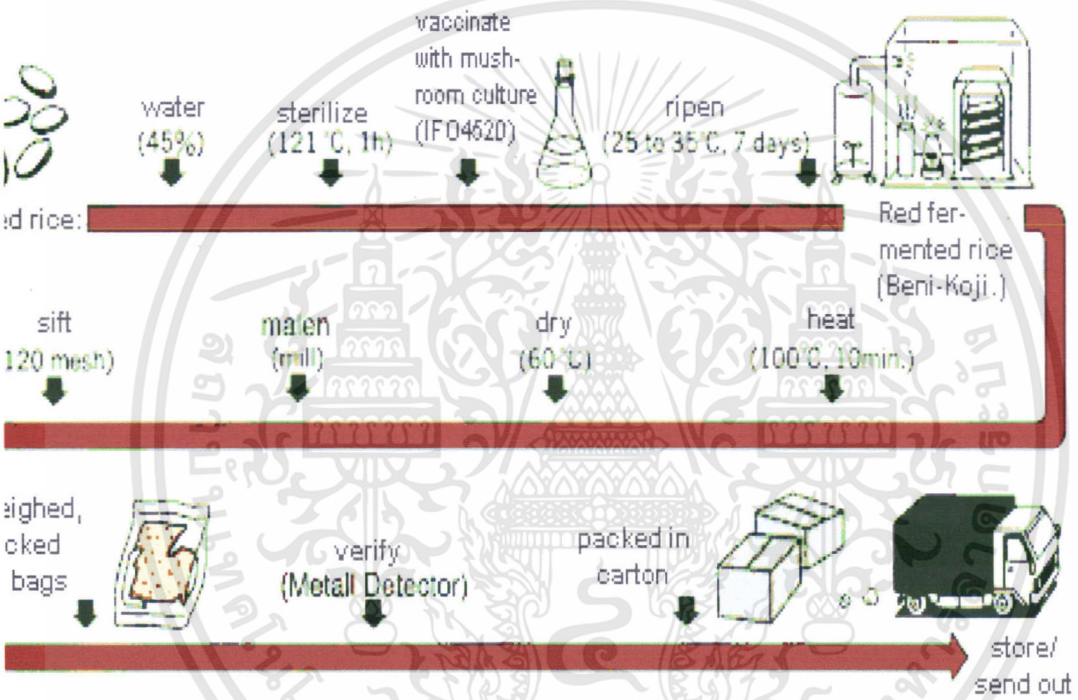
2. ขั้นตอนการผลิต

2.1 นำข้าวมาล้างให้สะอาด แช่น้ำไว้ 2 ชั่วโมงทำให้สะเด็ดน้ำจนเหลือความชื้นประมาณ ร้อยละ45 แล้วนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นขนาดจับได้

2.2 คลุกกับหัวเชื้อที่เตรียมไว้ ตั้งทิ้งไว้ 1 คืนที่อุณหภูมิ 40-42 องศาเซลเซียส นำไปเกลี่ยลงในห้องเพาะเชื้อโดยเฉพาะ ซึ่งมีอุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 40% แล้วหมักทิ้งไว้จนกระทั่งข้าวแดงทั้งเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ในขณะการหมักอาจต้องพ่นไอน้ำลงไปเป็นครั้งคราว เพื่อให้เมล็ดข้าวมีความชื้นเหมาะสม เมื่อข้าวมีสีแดงทั้งเมล็ดแล้วจึงนำไปให้แห้งโดยอบที่อุณหภูมิ100 องศาเซลเซียส 10นาที แล้วทำแห้งที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส จะได้ข้าวแดงตามต้องการ บางกรณีอาจนำข้าวแดงที่ได้ไปบดให้ละเอียด เพื่อสะดวกในการใช้เป็นสารสี ขั้นตอนการผลิตได้แสดงไว้ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการผลิตข้าวแดง

ที่มา : http://www.allok.com (2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิต

ในการผลิตข้าวแดงบนอาหารแข็งจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆที่จะทำให้เชื้อสามารถผลิตสารสีที่เราต้องการใช้ ได้ปริมาณที่มากๆ ในระยะเวลาสั้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตซึ่งก็คือการเพิ่มประสิทธิ์ภาพในการผลิตข้าวแดงนั่นเอง

ดังนั้นการผลิตข้าวแดง เราจะต้องรู้ปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการสร้างสีของเชื้อและต้องควบคุมปัจจัยต่างๆให้เหมาะสมสำหรับการสร้างสารสีของเชื้อด้วย โดยปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตมีดังนี้

1. สายพันธ์เชื้อรา Monascus spp โดยทั่วไปเชื้อรา Monascus spp จะมีการสร้างสีได้ภายหลังการบ่มไปได้นาน 3 วัน แล้วนำมาสกัดสารสีด้วยสารละลายเอทานอล พบว่าสารสีแดงทั่วไปจะมีค่าดูดกลืนแสงสูงสุด 2 จุด ที่ 420 และ 500 นาโนเมตร ซึ่งแต่ละสายพันธ์จะให้สีข้าวแดงต่างกัน บางสายพันธ์จะให้สีข้าวแดงสวย หรือแดงชมพูแก่ จะมีความโด่ง (Peakedness) ของจุด 500 นาโนเมตรสูงกว่า 420นาโนเมตร แต่บางสายพันธ์ อาจให้สีแดงคล้ำโดยมีความโด่งที่ 420 สูงกว่า 500 นาโนเมตร เป็นต้น

2. วัตถุดิบ วัตถุดิบที่ใช้ในการหมักสี โมแนสคัสแบบแห้งนั้นปกติจะเป็นข้าว (Palo และคณะ ,1960) หรือเมล็ดธัญพืช และ อื่นๆ (พลายแก้ว และบุษบา, 2534)

2.1 ข้าว Palo และคณะ (1960) ได้ศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการสร้างสีของ M. purpures และพบว่า สภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตข้าวแดงมีดังต่อไปนี้ ความชื้นไม่เกิน 50% pH ระหว่าง 3.0 - 7.5 อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส แต่สายพันธุ์ข้าวเหนียวได้ผลไม่ดีนัก ส่วนพันธ์ข้าวไทยที่สามารถใช้ทำข้าวแดงได้มีหลายชนิดด้วยกันคือพนธุ์เสาไห้ พันธุ์หอมมะลิ พันธุ์ธรรมดา และอื่นๆได้อีกหลายสายพันธุ์ซึ่งในแต่ละพันธุ์จะให้สีที่ต่างกันด้วย นอกจากนี้การดูดวามเหมาะสมในการเลือกใช้พันธุ์ข้าว อาจดูได้จากปริมาณ อะมิโลส พบว่าพันธ์ข้าวที่มี อะมิโลสสูงกว่า 24% เช่น พันธุ์เหลือง 148, กข23, กข 25 เหมาะสมในการผลิตข้าวแดง

2.2 พลายแก้วและบุษบา (2534 ก) ได้ศึกษาแหล่งวัตถุดิบชนิดต่างๆต่อการผลิตสีโมแนสคัสเปรียบเทียบกับการผลิตบนข้าวโดยใช้เมล็ดข้าวโพด มันเทศ มันสำปะหลัง มันฝรั่ง ถั่วเขียวถั่วเหลือง ข้าวฟ่าง ข้าวโอ๊ต ข้าวสาลี และขนมปัง แทนข้าวต่อการเจริญการสร้างสี และการสร้างสปอร์ ของ M. kaoliang พบว่าขนมปังให้ค่าการดูดกลืนแสงสีแดงมากที่สุด ซึ่งตรงกับผลการทดลองของ Lin และ Iizuka (1982) รองลงมาคือมันฝรั่ง และปลายข้าวหอมมะลิ นอกนั้นให้สีไม่ดีนัก ส่วนการสร้างสปอร์ของ M. kaoliang พบว่าถั่วเหลืองให้ปริมาณสปอร์สูงสุด รองลงมาคือ ถั่วเขียว ขนมปัง และปลายข้าวหอมมะลิตามลำดับ ส่วน Rashbaum และYueh (1983) ทดลองใช้ข้าวโอ๊ต ข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ เป็นวัตถุดิบแทนข้าวพบว่าได้ผลดี เช่นกันมีผลการทดลองของ พลายแก้วและบุษบาแสดงดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2.1 การศึกษวัตถุดิบต่างๆที่ใช้ในการหมักแห้งต่อการผลิตสีและสร้างสปอร์ของเชื้อ M. kaoliang เมื่อบ่มเป็นเวลา 12 วัน ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส

วัตถุดิบ	%ความชื้น		pH		ค่าสีที่ความยาวคลื่น 500 nm ต่อกรัมแห้ง	จำนวน สปอร์(10^6)/น้ำหนัก ตัวอย่าง (กรัม)	ชนิด สปอร์
	เริ่มต้น การหมัก	สิ้นสุด การหมัก	เริ่มต้น	สิ้นสุด			
ปลายข้าวหอมมะลิ	32.62	37.78	6.20	4.33	317	14.9	A
เมล็ดข้าวโพด	46.15	49.16	5.90	6.20	107	8.1	aC
ข้าวฟ่าง	34.64	37.01	6.25	5.40	105	2.5	A
ขนมปัง	46.23	78.94	5.85	6.80	862	22.0	A
ถั่วเหลือง	54.70	51.53	6.50	7.23	17.5	54.5	C
ถั่วเขียว	43.59	46.99	6.50	6.88	37.0	43.5	C
มันเทศ	68.95	82.21	5.50	5.18	213	0.83	AC
มันสำปะหลัง	51.25	50.99	6.05	4.80	153	0.49	A
มันฝรั่ง	72.93	83.05	5.70	5.80	502	2.2	aC

ที่มา : บุษบา (2540)

3. ค่า pH พบว่า pH ที่เหมาะสมต่อการสร้างสีแดงของ M. purpureus อยู่ในช่วง 3.0 - 7.5 Palo (1960)

4. อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อสร้างสีจะอยู่ระหว่าง 27 - 30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ 35 -37 องศาเซลเซียสเหมาะสมต่อการเจริญและการสร้างเอมไซม์กลูโคอะไมเลส (บุษบา, 2529) แต่ไม่เหมาะสมต่อการสร้างสี

5. อัตราส่วนของแก๊ส Han และ Mudgett (1992) เป็นรายแรกที่รายงานว่าสัดส่วนของแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์มีส่วนต่อการผลิตข้าวแดงด้วย โดยพบว่าความดันแก๊สออกซิเจน ต่อความดันคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับ 0.50 ต่อ 0.02 บรรยากาศ (atm) จะมีผลดีต่อการสร้างสีแดงของข้าวแดงมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ความชื้น ความชื้นที่เหมาะสมจะขึ้นกับสายพันธุ์ของเชื้อราโมแนสคัส ความชื้นต่ำกว่า 50% ให้ผลดีต่อการสร้างสีของเชื้อรา Monascus spp. (Pal และคณะ1960) ถ้าการหมักข้าวแดงในสภาพที่มีความชื้นมากไปนั้นเชื้อรา Monascus spp. จะสร้างเอนไซม์ย่อยแป้งได้สูง แต่สีกลับน้อยลง ความชื้นเริ่มต้นที่เหมาะสมต่อการผลิตข้าวแดงของเชื้อรา Monascus spp. N1 คือ 32% แต่ถ้าความชื้นเริ่มต้นเท่ากับ 39.6% นั้น อัตราการสร้างสีจะลดลงเพราะความชื้นต่ำเกินไปทำให้เชื้อราเจริญได้ไม่ดีส่งผลให้การสร้างสีไม่ดี คือ ความชื้นสูงเกินไป ทำให้เกิดการเจริญและสร้างเอนไซม์กลูโคอะไมเลส มากจึงเกิดการสะสมกลูโคส ซึ่งไปกดการสร้างสีได้ ความชื้นเริ่มต้นที่ต่ำกว่า 40% จะได้สีน้อยแต่ถ้าความชื้นเริ่มต้นที่ 50 - 56 %จะให้สีสูงสุดภายใน 8 วัน (Han,1990) ความชื้นเริ่มต้นประมาณ 41% เหมาะสมต่อการสร้างสีแดงของ *M. kaoliant* และสีเหลืองของ *M. barkari* (พลายแก้ว และ บุษบา , 2534ข)

2.1.3 <u>ชนิดของสารสีที่สร้าง โดยเชื้อรา Monascus spp.</u>

เชื้อรา Monascus spp. ผลิตสารสีชนิดต่างๆดังนี้

1. โมนาสโครูบริน (monascorubin) แยกได้ครั้งแรกโดย Nishikawa (1932) จากเชื้อรา M. *purpureus* เป็นสารสีในกลุ่มสีแดง มีสูตรโมเลกุล ได้แก่ $C_{23}H_{26}O_5$ โดยมีน้ำหนักโมเลกุล 382 สารสีโมนาสโครูบินสามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลแอมโมเนียมในอาหารได้ ได้สารโมนาสคามีน หรือ โมนาสโครูบรามีน(monascamine หรือ monascorubramine) ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับสังกะสีต่อได้เป็นสารโมนาสคามิโนนหรือ อโปโมนาสโครูบรามีน(monascaminion หรือapomonascorubramine)

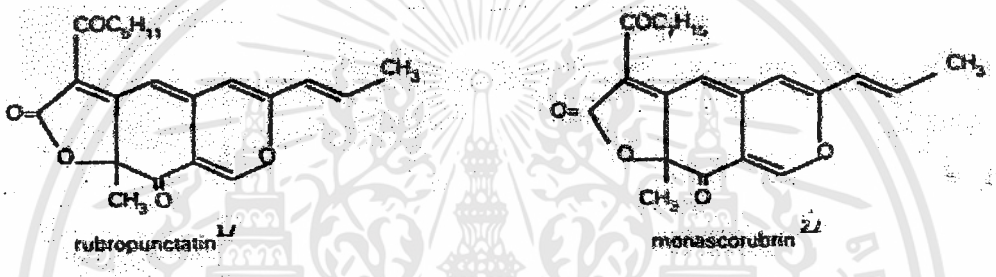
2. รูโบรพังทาทิน (rubropunctatin) แยกได้ครั้งแรกโดย Haws และคณะ (1959) จากเชื้อรา *M. rubropunctatin* Sato เป็นสารสีในกลุ่มสีแดงมีสูตรโมเลกุลคือ $C_{21}H_{22}O_5$และมีน้ำหนักโมเลกุล 354 สารสีรูโบพังทาทินสามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลแอมโมเนียม ในอาหารได้สารรูโบพังทามีน (rubropunctamine) ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยาต่อได้อีกกับสังกะสีและกรดแอซิติก ได้สารอโปรูโบรพังทามัน (aporubropunctamine) (Haws และ Holker,1961) สารสีนี้มีผลึกรูปเข็มสีแดง มีจุดหลอมเหลว 156-157 องศาเซลเซียส

3. โมนาสโคฟลาวิน (monascoflavin) แยกได้ครั้งแรกพร้อมกับสารสีโมนาสโครรูบรินโดย Nishikawa (1932)จากเชื้อรา*M. purpureus*Wentii อยู่ในกลุ่มสีเหลืองมีสูตรโมเลกุลคือ $C_{21}H_{26}O_5$ และน้ำหนักโมเลกุล 357 มีจุดหลอมเหลว 143 - 155 องศาเซลเซียส สารสีโมนาสโคฟลาวิน เป็นตัวเดียวกับสารสีโมนาสซิน (monascin) ซึ่งแยกได้โดยKarrer และ Saloman (1932)อ้างโดย Fielding และคณะ,(1961) จากเชื้อรา *M. rubiginousus* Sato อยู่ในกลุ่มสีเหลือง

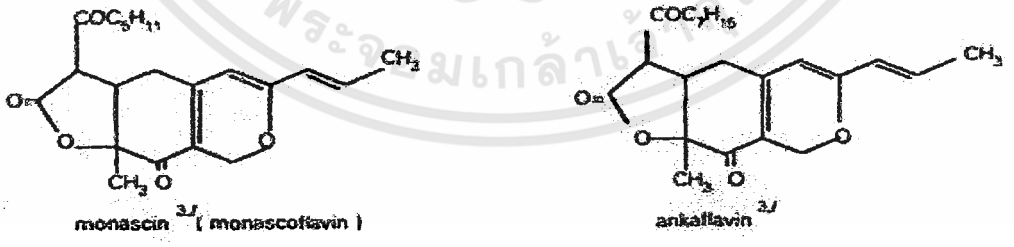
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อังคาฟลาวิน (ankaflavin) แยกได้โดย Machand และ Whalley (1973) จากเชื้อรา M. anka อยู่ในกลุ่มสีเหลือง มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{23}H_{30}O_5$ น้ำหนักโมเลกุล 384 จุดหลอมเหลว 120-121 องศาเซลเซียส Machand และ Whalley (1973) กล่าวว่าสารสีอังคาฟลาวินมีสูตรโครงสร้างสัมพันธ์กับสารสีโมนาสซีน เช่นเดียวกับสารสีรูโบรพังทาทิน ที่มีสูตรโครงสร้างสัมพันธ์กับสารสีโมนาสโครูบิน

สูตรโครงสร้างของสารสีดังกล่าวข้างต้นแสดงดังภาพที่ 2.3 และ 2.4 และคุณสมบัติของสีโมแนสคัสแสดงดังตารางที่ 2.2



ภาพที่ 2.3 สารสีกลุ่มสีแดง
ที่มา : ที่มา : Hadfield และคณะ (1967)



ภาพที่ 2.4 สารสีกลุ่มสีเหลือง
ที่มา : Manchand และ Whalley (1973)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 สมบัติของสีโมแนสคัส

สมบัติ	สีแดง	สีเหลือง
ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด	500	370
ความคงทนต่อพีเอช	4 - 11	2 - 11
การละลาย	เอทานอล น้ำ เมทานอล	น้ำ เอทานอล แอซิโตน
ความคงทนต่อความร้อน	ดีพอใช้	ดีกว่าสีแดง
ความคงตัวต่อแสง	พอใช้	ดี
ความปลอดภัย	ดี	ดี

ที่มา : บุษบา (2540)

2.1.4 การใช้ประโยชน์จากเชื้อราโมแนสคัส

ในประเทศแถบเอเชียได้มีการใช้เชื้อรา Monascus spp. ผลิตอาหารหมัก เช่น ข้าวแดง ซึ่งก่อให้เกิดสีสัน และกลิ่น นอกจากนั้นยังเป็นการเพิ่มุณค่าทางโภชนาการ เนื่องจากมีธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัสและวิตามินบีอยู่สูง จากการวิเคราะห์พบว่าในข้าวแดงมีปริมาณแร่ธาตุและวิตามินบีอยู่สูงกว่าข้าวสารมาก ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วเห็นได้ว่าข้าวแดงมีปริมาณวิตามินบีสองสสูงกว่าข้าวสารถึง 185 เท่าแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณแร่ธาตุและวิตามินในข้าวสารพันธุ์ขาวมะลิ และข้าวแดงที่ผลิตได้

รายการ	ข้าวสารพันธุ์ขาวมะลิ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	ข้าวแดงที่ผลิตได้ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)
แคลเซียม	4.30	18.70
ฟอสฟอรัส	86.70	326.00
วิตามินบีหนึ่ง	0.12	0.54
วิตามินบีสอง	0.04	9.28

ที่มา : กังสดาลย์ (2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 สิ่งที่ได้จากการผลิตข้าวแดงและการนำไปใช้ประโยชน์

1. สารสีในอุตสาหกรรมอาหาร การใช้ประโยชน์ของสารสีธรรมชาติชนิดนี้มีมานานกว่า พันปี ในประเทศจีน และการให้สีในอาหารถือเป็นจุดประสงค์หลักของข้าวแดง ตัวอย่างอาหาร และปริมาณของข้าวแดงที่แนะนำให้ใช้มีดังตารางที่ 2.4

2. ในอุตสาหกรรมยา

ใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องยาจีน ยาเม็ดและยาน้ำ นอกจากนี้ยังมีตัวยาที่สำคัญ ซึ่งในปัจจุบันพบว่ามีคุณสมบัติในการลดโคเลสเตอรอลในเลือดได้ ใช้มากในผู้ป่วยที่มีปริมารไขมันในเลือดสูง ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดโรคต่างๆมากมายเช่น โรคเส้นเลือดในสมองและหัวใจอุดตัน โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง และโรคอ้วนเป็นต้น

สารที่มีคุณสมบัติดังกล่าวนี้คือ Monakolin K จัดเป็นชนิดหนึ่งของ 3 – hydroxy-3-methylglutareyl coenzyme A (HMG –CO A) reductase inhibitors

ปฏิกิริยาการสังเคราะห์โคเลสเตอรอลในร่างกายเป็นปฏิกิริยาต้องใช้ เอนไซม์ช่วย และเอนไซม์ที่สำคัญของปฏิกิริยานี้คือ 3 – hydroxy-3-methylglutareyl coenzyme A (HMG –CO A) reductase ดังนั้นถ้าไม่ต้องการให้ร่างกายสังเคราะห์ โคเรสเตอรอลเราสามารถใช้ 3 – hydroxy-3-methylglutareyl coenzyme A (HMG –CO A) reductase inhibitorsเข้าสู่ร่างกายในการช่วยลดการสร้างโคเรสเตอรอลได้ จึงเป็นสาเหตุให้ข้าวแดงมีสรรพคุณในการลดโคเรสเตอรอล

Monacolin K มีผลต่อ total cholesterol (TC) ,triglyceride (TG) ,Low-density lipoprotein cholesterol (LDL-D) ,high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C)โดยที่ Low-density lipoprotein cholesterol (LDL-D) จัดเป็น bad cholesterol เพราะทำให้ เลือดมีการตกตะกอนเป็นลิ่มแล้วมาเกาะติดที่ผนังเส้นเลือดทำให้ผนังของเส้นเลือดภายในหนาขึ้น ทำให้การไหลเวียนของเลือดไม่สะดวก

high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) จัดเป็น good cholesterol เพราะช่วยนำพา choresterol ที่ไม่จำเป็นต่อร่างกายกลับไปสู่ตับ แล้วขับถ่ายออก เรียกกระบวนการนี้ว่า “Reverse Transportation of Cholesterol “

นักวิจัยได้ทดสอบคุณสมบัติของ Monacolin K โดยให้การศึกษากับคนไข้ 400 คน พบว่าสามารถลดระดับ total cholesterol (TC) 18% , Low-density lipoprotein cholesterol (LDL-D) 24%, triglyceride (TG)35.0% และลดการหนาตัวของเส้นเลือดได้ 30% และ มีส่วนในการเพิ่ม high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) ได้ 18.5% อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 การใช้ประโยชน์ของสารสีจากข้าวแดงในอุตสาหกรรมอาหาร

การใช้ประโยชน์	ปริมาณที่แนะนำ
1. เครื่องดื่มแอลกอฮอล์	
- ไวน์แดง	0.2 - 1%
- สาเก (sake หรือ rice wine)	
2. เครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์ เช่น น้ำหวาน น้ำนม น้ำนมเปรี้ยว น้ำผลไม้	0.002-0.005%
3. อาหาร	
- แยม	0.02-3%
- ขนมขบเคี้ยว	0.02-0.1%
- ไอศกรีม	0.02-0.1%
- ลูกกวาด	0.001-0.005%
- ซอสมะเขือเทศ	0.5-2%
- ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ไส้กรอก แฮม	0.005-0.025%
- ผลิตภัณฑ์ทะเล เช่น เนื้อปลาบด	0.1-0.2%
- เต้าหู้ยี้	*
- เนื้อเทียม	*
- ปลาแป้งแดง ปลาหมึก	*
- ขนมลูกชุบจากถั่ว	*
- ผลิตภัณฑ์ สุริมิ เช่นเนื้อปูเทียม	*

*ปริมาณที่ใช้ตามความเหมาะสมและความต้องการของผู้ใช้

ที่มา : บุษบา (2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การสกัดรงควัตถุจากพืช

การสกัดรงควัตถุจากพืชขึ้นใช้เอง มี 4 วิธีดังนี้

1. การใช้วัสดุจากธรรมชาติที่ให้สีผสมลงในอาหารโดยตรง เช่น การนำดอกโสนสดโม่บดพร้อมกับแป้งที่จะนำไปทำขนม ทำให้แป้งมีสีเหลืองนวล

2. การทำให้แห้งโดยการผึ่งแดด หรืออบอดละเอียด ร่อนด้วยตะแกรงจะได้ผงที่ละเอียด เช่น ขมิ้น

3. การใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ซึ่งอาจทำได้หลายวิธี เช่น

3.1 บดหรือตำให้ละเอียด เติมน้ำเล็กน้อยคั้น นำส่วนที่เป็นน้ำซึ่งมีสีไปใช้ได้ เช่น ดอก อัญชัน

3.2 นำวัสดุแช่น้ำที่อุณหภูมิปกติหรือน้ำร้อนสีจะละลายออกมา เช่น ครั่ง ฝาง

3.3 บดละเอียดแช่ในน้ำร้อน เมื่อละลายออกมา นำมากรองเอากากทิ้ง นำน้ำที่ได้มาทำให้สี ตกตะกอน รินน้ำทิ้ง ระเหยน้ำให้แห้ง จะได้ผงสีหรือสีที่มีลักษณะเป็นก้อน เช่นคำแสด

4. ใช้ตัวทำละลายอื่น ๆ เช่น เอทิลแอลกอฮอล์ โดยหั่นวัสดุให้มีขนาดเล็กบดหรือตำให้ละเอียดเติมเอทิลแอลกอฮอล์ คั้นกรองแล้วระเหยตัวทำละลายออกจะได้ผงสี

2.3 สีผสมอาหาร

<u>ความหมาย</u>

สีผสมอาหารคือสี (dye) หรือเม็ดสี (pigment) หรือสารประกอบอื่น ๆ ที่ได้จากผัก ผลไม้ สัตว์ หรือแร่ธาตุ หรือแหล่งอื่น ๆ ซึ่งสามารถทำให้เกิดสีหรือสร้างสีในอาหาร เครื่องสำอางหรือส่วนใด ๆ ของมนุษย์ได้

2.3.1 <u>สีผสมอาหารโดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ</u>

1. สีจากแหล่งธรรมชาติ (natural pigment)

เป็นสีที่พบในแหล่งธรรมชาติทั้งจากพืชและจากสัตว์ มักเป็นสีที่ไม่ค่อยคงตัว และมักใช้ในปริมาณมาก ใช้เติมในอาหารได้โดยไม่ต้องระบุลงในฉลากเพราะไม่มีพิษต่อผู้บริโภค เช่น สีเขียวจากใบเตย สีเหลืองจากขมิ้น สีน้ำเงินจากดอกอัญชัน สีน้ำตาลจากน้ำตาลเคี่ยวไหม้ สีดำจากถ่านกาบมะพร้าว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทสีแดงที่ได้จากธรรมชาติที่ใช้ในปัจจุบัน

ครั่ง (Lac) เป็นสีแดงที่ได้จากแมลงตัวเล็ก ๆ ชอบอาศัยอยู่ตามต้นก้ามปูโดยนำเอารังครั่งแช่ในน้ำร้อนสีครั่งจะละลายออกมาเป็นสีแดงใส กรอง ถ้าต้องการนำผงครั่งเก็บไว้ใช้ นำน้ำสีไประเหยให้แห้งจะได้ผงสีแดง สมัยก่อนนิยมใช้สีจากครั่งแต่งขนมชั้น เมล็ดทับทิม สลิ่ม ขนมน้ำดอกไม้

มะเขือเทศสุก (Love Apple) ใช้ผลมะเขือเทศสีแดงที่สุก สีในผลมะเขือเทศเป็นสารพวกแคโรทีนอยด์ ที่มีชื่อว่า Lycopepne นิยมใช้แต่งอาหารคาว เช่น ซ๊อสมะเขือเทศ

หัวผักกาดแดง (Beet root) ใช้ส่วนหัวที่อยู่ใต้ดิน ซึ่งมีสีแดงเข้ม รูปร่างคล้ายหัวมันแกว สีจากหัวผักกาดแดงเป็นสีแอนโธไซยานิน มีทั้งสีแดงและสีเหลืองรวมอยู่ด้วยกัน โดยสีจะคงตัวที่ pH 4 - 7 นิยมใช้แต่งสีขนมบัวลอย ไส้กรอกบด เนื้อบด

2. สีสังเคราะห์อาหาร (certified color)

เป็นสีที่สังเคราะห์ขึ้นจากสารเคมีต่าง ๆ เป็นสีที่ค่อนข้างคงตัว และใช้ในปริมาณที่เล็กน้อยก็จะให้สีตามต้องการได้ สีผสมอาหารที่ใช้ได้แก่สีผสมอาหารที่มีการกำหนดโดย Codex Committee on Food Additive and contaminant ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ปี พ.ศ. 2520 กระทรวงสาธารณสุขมีการประกาศอนุญาตให้ใช้สีอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์ในการผสมอาหาร 9 ชนิดคือ

2.1 สีแดง ได้แก่

- ป่องโซ 4 อาร์
- คาร์โมอีซีน หรือเอโซรูบิน
- เออริโธซิน

2.2 สีเหลือง ได้แก่

- ตาร์ตาร์ซีน
- ซันเซ็ท เยลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ
- ไรโบฟลาวิน

2.3 สีเขียว ได้แก่

- ฟาสต์กรีน เอ็ฟซีเอ็ฟ

2.4 สีน้ำเงิน ได้แก่

- อินดิโกคาร์มีน หรืออินดิโกติน
- บริลเลียนท์บลู เอ็ฟซีเอ็ฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 Codex list of color

Class	color
Quinoline yellow	Greenish yellow
Erythrosine	Red
Indigotine	Red/Blue
Brilliant Blue FCF	Blue
Patent blue V	Blue
Green S	Green/Blue
Fast green FCF	Green
Tartarzine	Yellow
Sunset yellow FCF	Orange
Ponceau 4R	Red
Red 2 G	Red
Azorubine	Red
Amaranth	Red/Blue
Brilliant black BN	Purple/Black
Brown FK	Yellow brown
Brown HT	Brown
Allura red AC	Red/yellow
Fast red E	Red

ที่มา : ศิวาพร (2535)

ข้อควรปฏิบัติในการใช้สี

1. ใช้สีที่กระทรวงสาธารณสุขประกาศใช้ โดยมีฉลากที่ชัดเจนดังนี้
   - สีผสมอาหาร
   - ชื่อสีและเลขดัชนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลขทะเบียน
- ชื่อสถานที่ผลิตและที่ตั้งของสถานที่ผลิต

ใช้สีในปริมาณพอสมควรไม่เกินปริมาณที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารสุข หลีกเลี่ยงการใช้สีผสมอาหารโดยไม่จำเป็น

2.3.3 ปริมาณที่กำหนดในการใช้สีผสมอาหาร

1. อาหารประเภทเครื่องดื่ม ไอศกรีม ลูกกวาด และขนมหวาน
   - สีปองโซ 4 อาร์ และสีบริลเลียนท์บลู เอ็ฟซีเอ็ฟ ให้ใช่ได้ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
   - สีประเภทอื่นให้ใช้สีได้ไม่เกิน 70 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
2. อาหารประเภทอื่น
   - สีปองโซ 4 อาร์ ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
   - สีเอโซรูบิน ไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
   - สีเออริโทรซิน ไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
   - สีตาร์ตราซีน ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
   - สีซันเซ็ต เยลโล่ เอ็ฟซีเอ็ฟ ไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร1 กิโลกรัม
   - สีฟาสต์กรีน เอ็ฟซีเอ็ฟ ไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
   - สีอินดิโกคาร์มีน ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
   - สีบริลเลียนบลู เอ็ฟซีเอ็ฟ ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

2.3.4 มาตรฐานของสีผสมอาหาร

การตรวจสอบสีที่ใช้ผสมอาหารด้วยตาเปล่า ไม่สามารถบอกได้ว่าสีที่ใช้ผสมอาหารเป็นสีที่ถูกต้องหรือไม่ ต้องทำการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทดลองเท่านั้น ดังนั้นการวิเคราะห์ไม่สามารถทำได้ทุกครั้ง เพื่อที่จะป้องกันอันตรายอันอาจเกิดขึ้นกับสุขภาพและชีวิต กระทรวงสาธารณสุขได้ประกาศให้สีผสมอาหารเป็นอาหารที่ควบคุม กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานการใช้ผสม และฉลากสำหรับสีผสมอาหาร ซึ่งมีมาตรฐานดังนี้

1. ไม่มีสารที่ทำให้เกิดพิษ
2. มีโครเมียม หรือแคดเมียม หรือปรอท หรือซีลีเนียม ได้ไม่เกิน 1 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มีสารหนูได้ไม่เกิน 5 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก
4. มีตะกั่วได้ไม่เกิน 20 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก
5. มีโลหะหนัก (Heavy metals) ชนิดต่าง ๆ นอกจากตะกั่วรวมกันได้ไม่เกิน 30 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก
6. มีเลขทะเบียนอาหารและเลขดัชนีสี (ถ้ามี)

2.3.5 <u>อันตรายจากการใช้สี</u>

วัตถุเจือปนอาหารที่สำคัญที่มีส่วนก่อให้เกิดอาการผิดปกติขึ้นในร่างกายของมนุษย์คือ สีผสมอาหาร ซึ่งอาจจัดว่าเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่เป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ มากที่สุด เพราะมีการใช้กันมากที่สุด อันตรายที่เกิดขึ้นนั้น อาจจะจากตัวสีเองหรืออาจจะจากสารปนเปื้อนหรือสารไม่บริสุทธิ์ที่มีอยู่ในสีนั้น ในกรณีที่สีผสมอาหารที่ใช้นั้นเป็นสีสังเคราะห์ หรืออาจจะมาจากการระเหยสารที่ใช้สกัดสีผสมอาหารธรรมชาติไม่หมด ส่วนอาการที่เกิดขึ้นอาจจะเป็นเพียงแต่อาการแพ้ เช่น ผื่นตามตัว จนกระทั่งถึงระบบการดูดซึมอาหารผิดปกติ เนื่องจากสีผสมอาหารไปชะงักการดูดซึมอาหาร ไปจนถึงอาการเป็นมะเร็งและเนื้องอก และถ้าสารปนเปื้อนเป็นพวกโลหะต่างๆ อาการของโรคจะรวมถึงโรคที่เกิดจากโลหะหนักต่าง ๆ ด้วย

1. พิษของสีในระยะยาว

สีเหลือง (Tratrazine) ถ้ารับประทานเกิน 7.5 มิลลิกรัม และสีแดง (Amaranth) ถ้ารับประทานเกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมจะทำให้เยื่อบุกระเพาะอาหารมีการดูดซึมบกพร่อง

สีส้ม (Sunset Yellow FCF) ถ้ารับประทานเกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมจะทำให้ท้องเดินและน้ำหนักตัวลด

1. พิษที่เกิดจากโลหะที่ปนมากับสี

ตะกั่ว ทำให้ร่างกายอ่อนเพลีย เบื่ออาหาร ปวดศีรษะ และโลหิตจาง อาการต่อมาคือเป็นอัมพาตตามแขนขา สมองไม่ปกติ ชักกระตุก เพ้อคลั่งและหมดสติ

สารหนู ทำอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง ระบบทางเดินอาหาร ทำให้ตับอักเสบและมีอันตรายต่อวงจรโลหิตที่ไปเลี้ยงหัวใจ อาจทำให้หัวใจวายได้

โครเมียม ทำให้เวียนศีรษะ กระหายน้ำอย่างรุนแรง ปวดท้อง อาเจียรจนหมดสติและเสียชีวิตเนื่องจากปัสสาวะเป็นพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

3.1 วัตถุดิบ

1. ข้าวแดง (Angkak) โดยขอความอนุเคราะห์จากบริษัท ซีพี อินเตอร์ฟูดส์(ไทยแลนด์ จำกัด)
2. น้ำตาลทรายตรามิตรผล
3. วุ้นตรานางเงือก
4. คาราจีแนน
5. สีสังเคราะห์ สีแดง ตราวินเนอร์

3.2 สารเคมี

1. 0.1 M citric acid
2. 0.2 M sodium phosphate
3. ethanol 70 %

3.3 อุปกรณ์

1. เครื่อง centrifuge
2. เครื่อง evaporator
3. เครื่อง colorimeter
4. เครื่อง pH - meter
5. เครื่องแก้วต่าง ๆ

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การสกัดสี

1. ชั่งผงข้าวแดง 10 กรัม ในบีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร เติม ethanol 70 % 990 มิลลิลิตร
2. คนจนผงข้าวแดงละลาย
3. แยกส่วนใสโดยเครื่องเหวี่ยง (centrifuge) โดยใช้ความเร็ว 7000 rpm นาน 15 นาที
4. เทสารละลายส่วนใสใส่ round bottom flask ของเครื่อง evaporator
5. นำ round bottom flask ต่อเข้ากับเครื่อง evaporator ที่ทำการควบคุมอุณหภูมิที่ 70°C
6. ทำการระเหย ethanol ด้วย evaporator นาน 45 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96685

7. ทำการแยกส่วนใส อีก 1 ครั้ง โดยวิธีเดิม

8. เก็บสีที่ทำการสกัดได้ไว้ที่ 4° C จนกว่าจะนำไปใช้

3.4.2 การศึกษาความคงตัวของสารสีจากข้าวแดงในตัวอย่างเครื่องดื่ม

1. เตรียมสารละลาย Citrate – Phosphate Buffer ที่ pH 3 4 5 6 7 8 9 และ 10 โดยเตรียมจาก 0.1 M citric acid และ 0.2M sodium phosphate ที่มีส่วนผสมของน้ำตาลอยู่ 13 %

2. ปิเปตสารละลายบัฟเฟอร์ที่เตรียมได้ใส่หลอดทดลองหลอดละ 15 มิลลิลิตร

3. เติมสีจากข้าวแดงที่สกัดได้ หลอดละ 15 มิลลิลิตร

4. นำไปพาสเจอร์ไรซ์ที่ 85 °C เป็นเวลา 30 วินาที แล้วปิดฝาให้แน่น

5. แบ่งตัวอย่างเก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4° C

6. นำออกมาวัดสีด้วยเครื่อง colorimeter ทุกวันเป็นเวลานาน 10 วัน

3.4.3 การศึกษาปริมาณการใช้และความคงตัวของสีจากข้าวแดงในตัวอย่างอาหารได้แก่วุ้นและเยลลี่

1. ละลายผงวุ้นลงในน้ำเดือดในอัตราส่วน ผงวุ้น 0.8 กรัมต่อน้ำเดือด 100 มิลลิลิตร โดยเติมน้ำตาลทราย 20 กรัม ในการทำเยลลี่ใช้คาราจีแนน 0.9 กรัม และทำเช่นเดียวกับวุ้น

2. เติมสีจากข้าวแดงที่สกัดได้ 5 ระดับคือ 1% 2% 3 % 4 % และ 5% และเติมสีสังเคราะห์ 2 ระดับคือ 1 % และ 2 %

3. เทวุ้น และเยลลี่ ที่เตรียมได้ลงในพิมพ์พลาสติก

4. แบ่งตัวอย่างเก็บที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 4° C

5. นำออกมาวัดสีด้วยเครื่อง colorimeter ทุกวันเป็นเวลานาน 10 วัน

6. ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ของวุ้น และเยลลี่ในวันแรกที่ เริ่มเก็บรักษา ใช้การวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส ให้ผู้ชิมทดสอบในด้าน สี กลิ่น และรสชาติ ของตัวอย่างวุ้นและเยลลี่ที่ทำการเติมสีที่สกัดได้จากข้าวแดงในตอนที่ 1 และการเติมสีสังเคราะห์ในระดับต่างๆ โดยใช้ผู้ชิม 15 คน และใช้การทดสอบแบบ 7 - point Hedonic Scale ซึ่ง 7 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวิเคราะห์ความคงตัวของสีแดงจากข้าวแดงในอาหารและเครื่องดื่ม

ตรวจวัดสีของวุ้น แยลลี่ และตัวอย่างเครื่องดื่ม โดยใช้หลักการสะท้อนแสงของเครื่อง colorimeter โดยตรวจวัดผ่านผิวหน้าของวุ้นและเยลลี่ที่บรรจุอยู่ในพิมพ์พลาสติก สำหรับตัวอย่างเครื่องดื่มใช้หลักการและเครื่องมือชนิดเดียวกัน โดยตรวจวัดผ่านด้านบนของฝาพลาสติกสีดำที่บรรจุเครื่องดื่ม วัดออกมาเป็นค่า L , a , b คำนวณค่าความแตกต่างการเปลี่ยนแปลงของสี โดยใช้สูตรดังนี้

ค่า C $= \sqrt{(a^2 + b^2)}$

ค่า H $= \tan^{-1}(b/a)$

$$\% \text{ color retention} = \frac{\text{ค่า C ที่เวลาเก็บที่ X} \times 100}{\text{ค่า C ที่เวลาเริ่มต้น}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

4.1 ผลที่ได้จากการสกัดสี

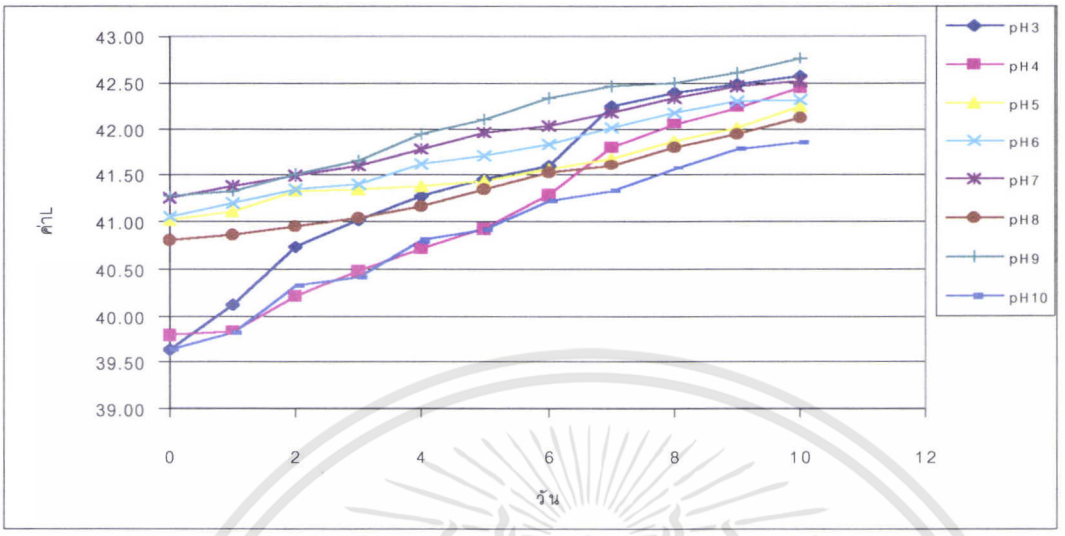
จากขั้นตอนในการสกัดสี ใช้ข้าวแดงผง 10 กรัม ละลายในแอทานอล 990 มิลลิลิตรจะได้สารละลายที่มีลักษณะขุ่นมีตะกอนนอนก้น เมื่อนำไปแยกส่วนใสด้วยเครื่องเหวี่ยง (centrifuge) จะได้สารละลายที่ใสขึ้น หลังจากนั้นนำไประเหยต่ออีก 45 นาที จะได้เป็นสารละลายสีแดงเข้มมีปริมาณที่เหลือ 200 มิลลิลิตร ที่ส่วนล่างของ round bottom flask จะพบตะกอนสีแดง ซึ่งเกิดจากการตกผลึกของสีแดงจากข้าวแดงเล็กน้อย เพื่อให้ได้สีที่ใส นำไปแยกส่วนใสอีกครั้งด้วยเครื่องเหวี่ยง จะได้สารสีที่สกัดได้จากข้าวแดงมาใช้ในการทดลองต่อไป

4.2 ผลที่ได้จากการศึกษาความคงตัวของสารสีจากข้าวแดงในตัวอย่างเครื่องดื่ม

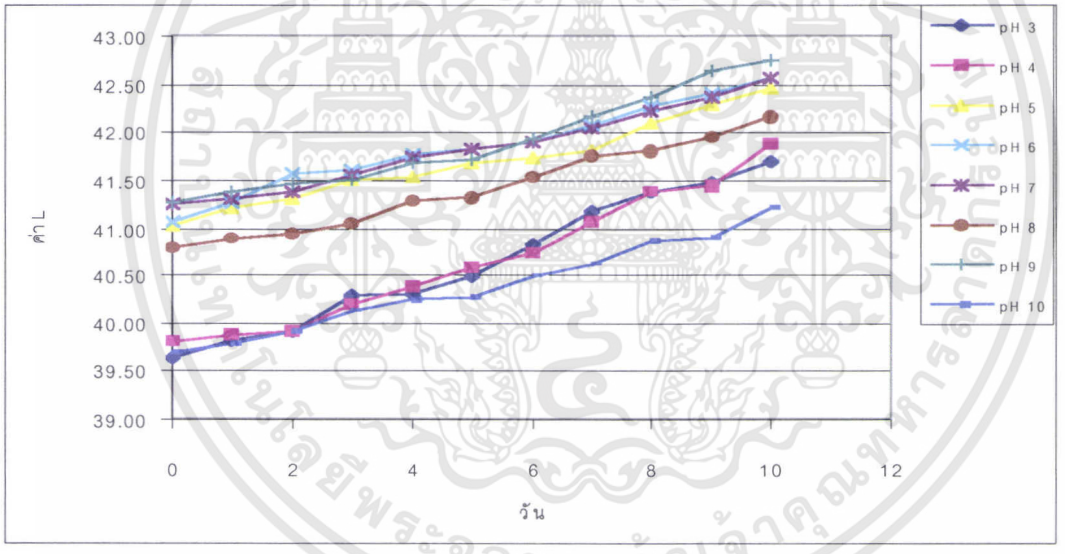
จากการศึกษา การใช้ Citrate - Phosphate buffer pH 3 - 10 ที่มีส่วนผสมของน้ำตาล 13 % เป็นตัวอย่างเครื่องดื่มที่เติมสีจากข้างแดง เมื่อทำการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 10 วัน พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของค่า L a b ของตัวอย่างเครื่องดื่มจากการวัดโดยเครื่อง colorimeter ดังแสดงในภาพที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17498



a : ที่อุณหภูมิห้อง

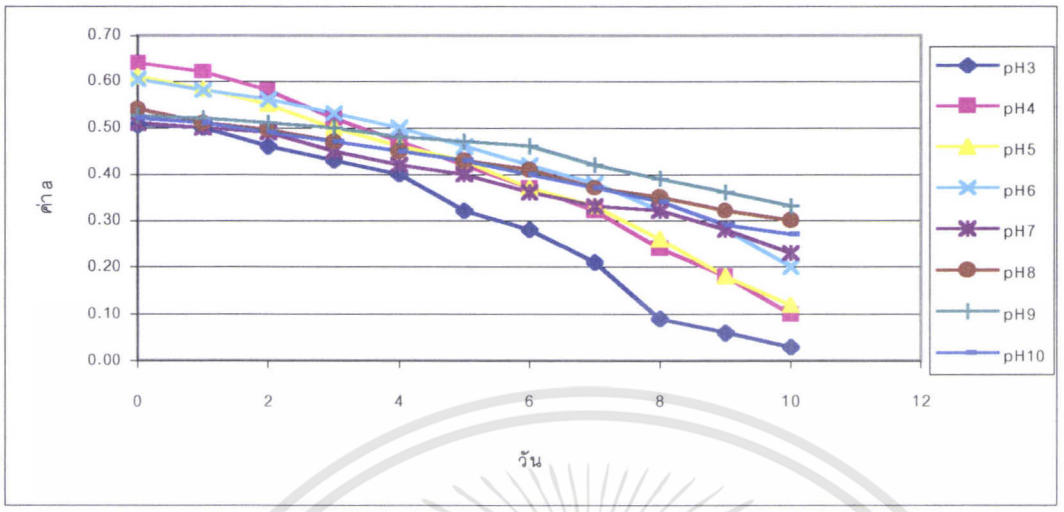


b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

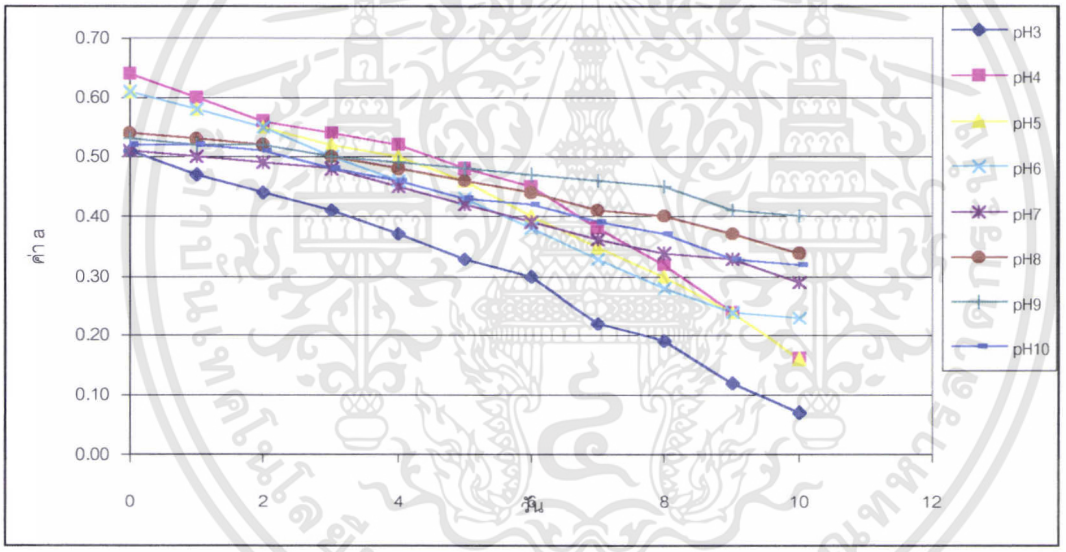
ภาพที่ 4.1 แสดงค่า L ในตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 3 - 10 เก็บที่อุณหภูมิห้อง (**a**) และ อุณหภูมิตู้เย็น (**b**)

จากภาพที่ 4.1 พบว่าค่า L ซึ่งแสดงถึงค่าความสว่างของสีในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ pH ต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 10 วันมีค่าเพิ่มขึ้นแสดงว่าสีที่เห็นมีความสว่างมากขึ้น สีแดงของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงนอกจากนี้ยังพบว่าที่อุณหภูมิตู้เย็นการเปลี่ยนแปลงของสีเป็นไปอย่างช้าๆเมื่อเปรียบเทียบการเก็บที่อุณหภูมิห้องซึ่งจะเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเมื่อเวลาเก็บรักษาผ่านไปเป็นเวลาตั้งแต่5 - 6 วันขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง



a : ที่อุณหภูมิห้อง

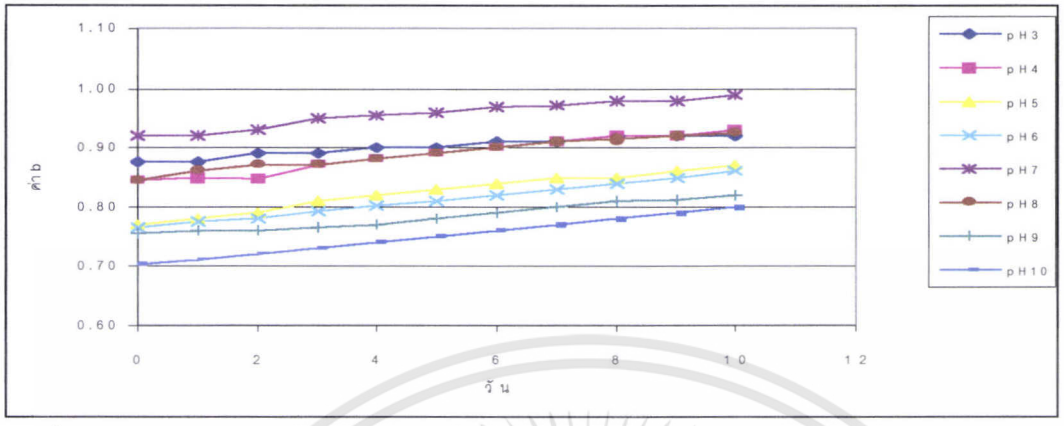


b: ที่อุณหภูมิตู้เย็น

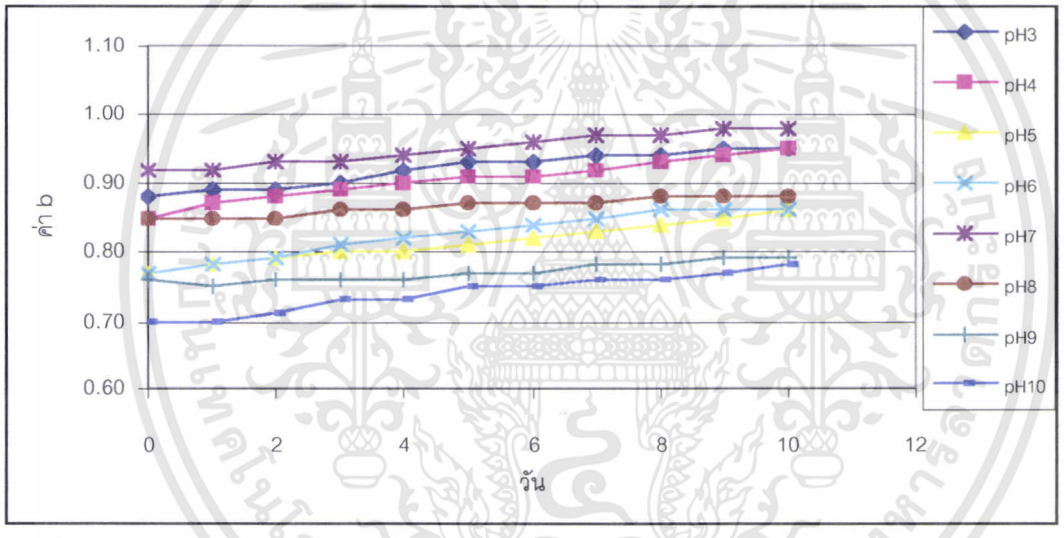
ภาพที่ 4.2 แสดงค่า a ในตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 3 - 10 เก็บที่อุณหภูมิห้อง (a) และ อุณหภูมิตู้เย็น (b)

จากภาพที่ 4.2 พบว่า ค่า a ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงสีแดงในสารละลายบัพเฟอร์ที่ pH ต่างๆมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งใน pH 3 4 และ5 ซึ่งพบในทั้งสองอุณหภูมิแต่ที่อุณหภูมิตู้เย็นการลดลงจะลดลงช้ากว่าที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a : ที่อุณหภูมิห้อง



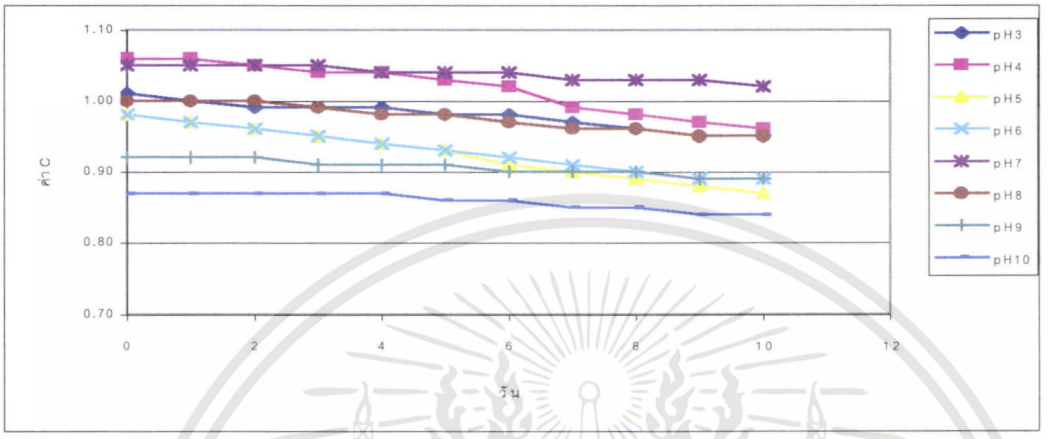
b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

ภาพที่ 4.3 แสดงค่า b ในตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 3 - 10 เก็บที่อุณหภูมิห้อง (a) และ อุณหภูมิตู้เย็น (b)

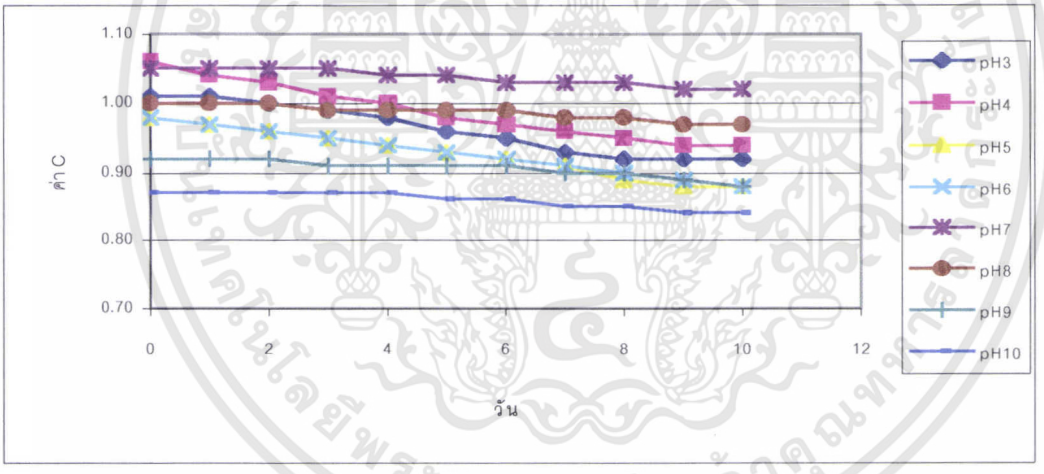
จากภาพที่ 4.3 พบว่าค่า bในตัวอย่างเครื่องดื่ม ที่ pH ต่างๆมีค่าเพิ่มขึ้นในลักษณะเดียวกันทั้งในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่า b แสดงให้เห็นถึงสีเหลืองที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นเพราะสีแดงที่สามารถเห็นได้ชัดกว่า มีค่าลดลงจึงสามารถเห็นสีเหลืองได้ชัดเจนขึ้นค่าสีเหลืองที่ได้จึงมีค่ามากขึ้นนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากค่า L a และ b ที่ได้สามารถนำไปคำนวนค่า C H และ %Retention ซึ่ง เป็นค่าที่ใช้ในการพิจารณาดูความคงตัวของสีที่สกัดได้จากข้าวแดงในตัวอย่างเครื่องดื่มที่การเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิเป็นเวลา 10 วัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงดังภาพที่ 4.4, 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ



a : ที่อุณหภูมิห้อง

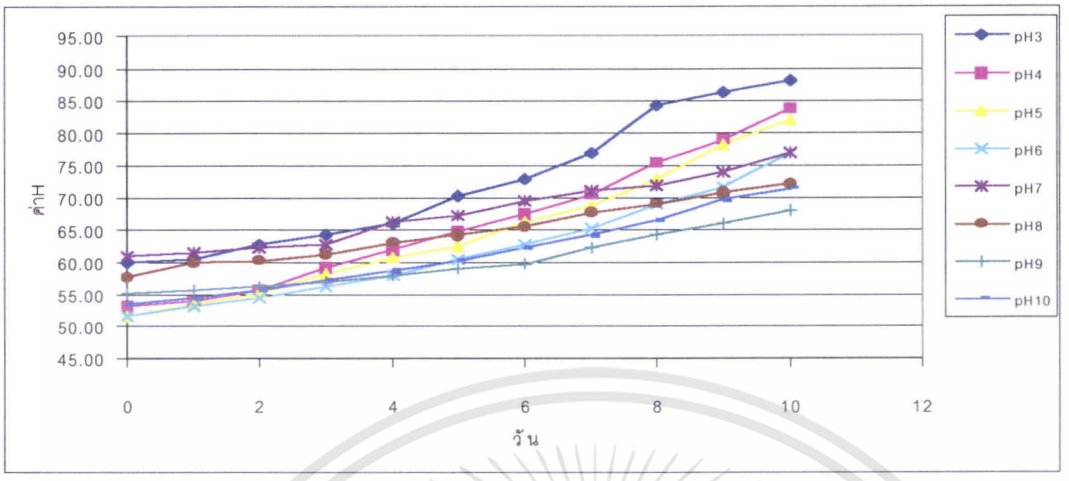


b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

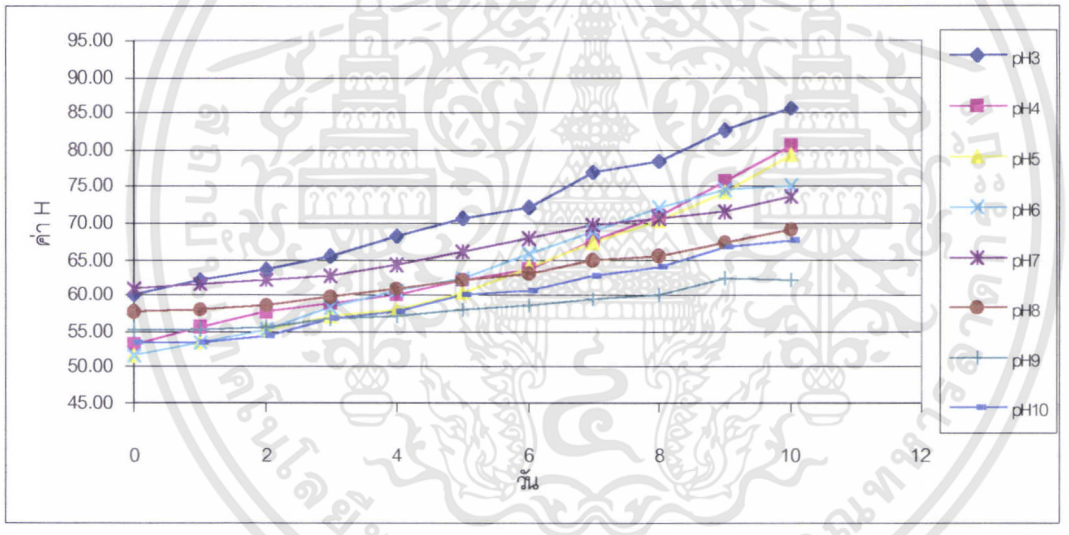
ภาพที่ 4.4 แสดงค่า C ในตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 3 - 10 เก็บที่อุณหภูมิห้อง (a) และ อุณหภูมิตู้เย็น (b)

จากภาพที่ 4.4 พบว่าค่า C ซึ่งแสดงถึงความอิ่มตัวของสีในตัวอย่างเครื่องดื่มมีค่าลดลงโดย pH ตั้งแต่7 - 10 ค่าการลดลงจะน้อยกว่าและมีการลดลงช้ากว่าที่ pH 3 - 5 ทั้งที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a : ที่อุณหภูมิห้อง

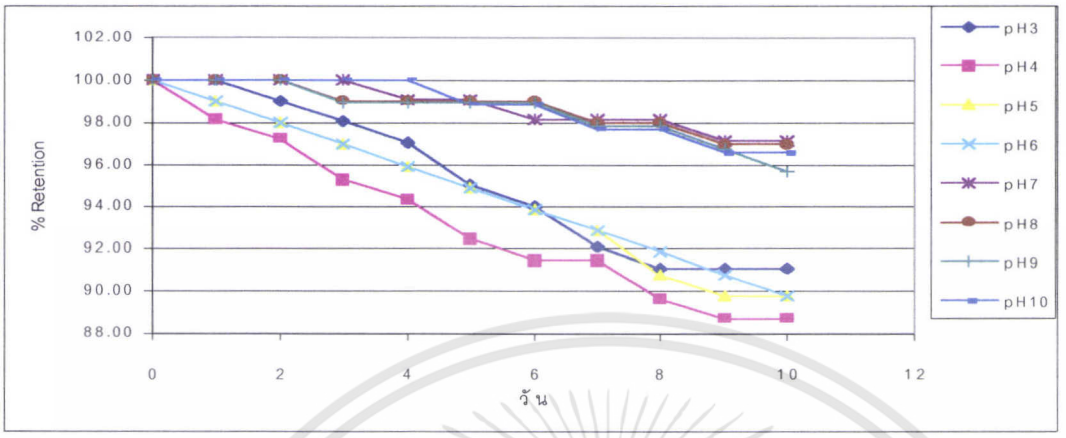


b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

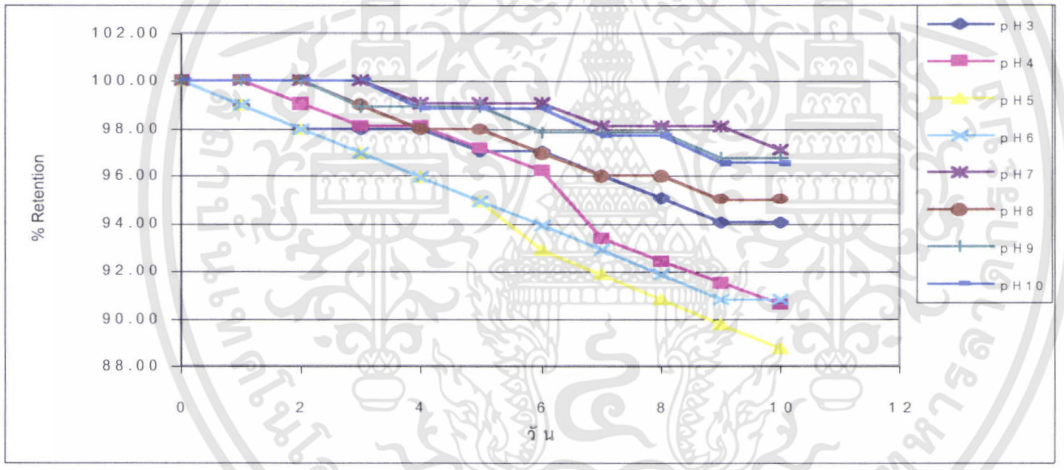
ภาพที่ 4.5 แสดงค่า H ในตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 3 - 10 เก็บที่อุณหภูมิห้อง (a) และ อุณหภูมิตู้เย็น (b)

จากภาพที่ 4.5 พบว่า ค่า H ซึ่งเป็นค่าที่ใช้บอกถึงค่ามุมของสีในตัวอย่างเครื่องดื่ม มีค่าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะที่ pH 3 - 6 ที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงกว่าแสดงว่าค่ามุมที่ได้มีค่าเข้าใกล้ 90 องศาแสดงว่าสีของตัวอย่างเครื่องดื่ม เปลี่ยนแปลงไปเข้าใกล้สีเหลืองมากขึ้น โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงจะใกล้เคียงกันทั้งที่อุณหภูมิห้องและในอุณหภูมิตู้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a : ที่ อุณหภูมิห้อง



b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

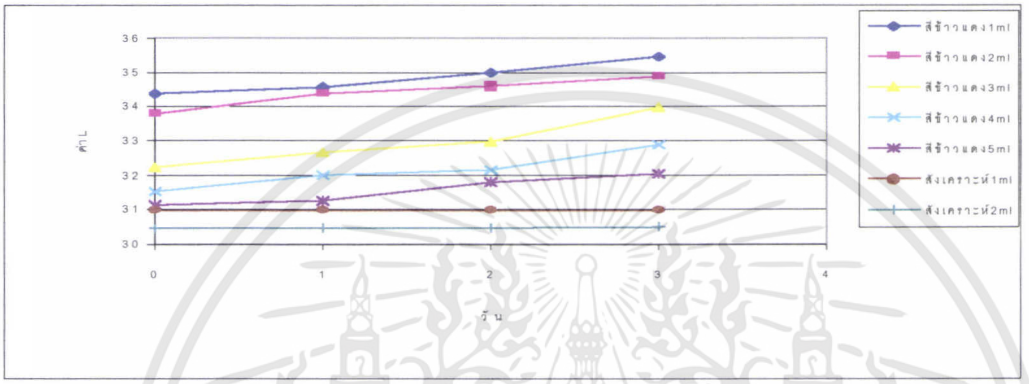
ภาพที่ 4.6 แสดง%Retention ในตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 3 - 10 เก็บที่อุณหภูมิห้อง (a) และ อุณหภูมิตู้เย็น (b)

จากภาพที่ 4 .6 พบว่า % Retention ของตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 7 - 10 มีการลดลงน้อยกว่า %Retention ที่ ตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 3 - 6 ที่ทั้งสองอุณหภูมิการเก็บซึ่งแสดงว่าที่สภาวะความเป็นด่างสีที่ได้จากข้าวแดงจะมีความคงตัวมากกว่าในสภาวะทีเป็นกรด และพบว่าที่อุณหภูมิตู้เย็นตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 3และ 4 จะมี %Retention สูงกว่าที่อุณหภูมิห้อง

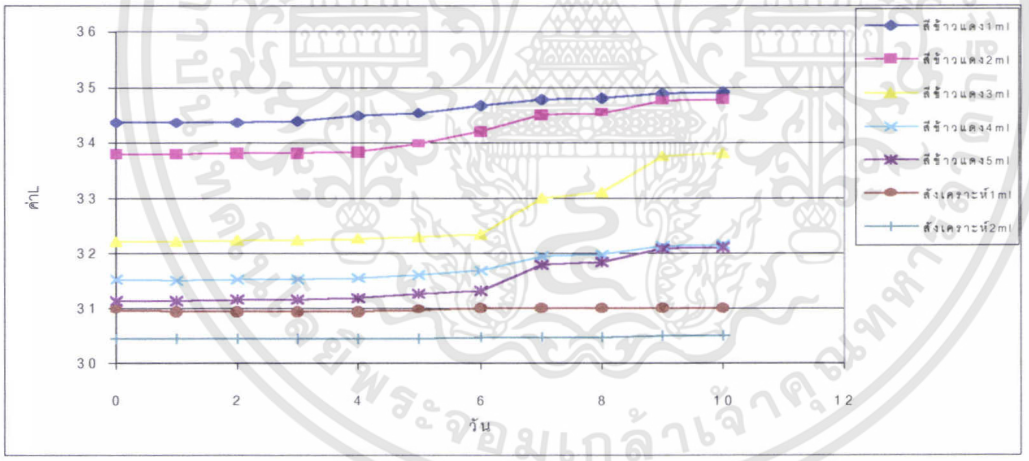
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลที่ได้จากการศึกษาความคงตัวของสารสีจากข้าวแดงในตัวอย่างอาหาร

4.3.1 **วุ้น** จากการศึกษา การใช้ วุ้นเป็นตัวอย่างอาหารที่เติมสีจากข้างแดง เมื่อทำการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 10 วัน พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของค่า L a b ของตัวอย่างเครื่องดื่มจากการวัดโดยเครื่อง colorimeter ดังแสดงในภาพที่ 4.7, 4.8 และ 4.9 ตามลำดับ



a : ที่อุณหภูมิห้อง

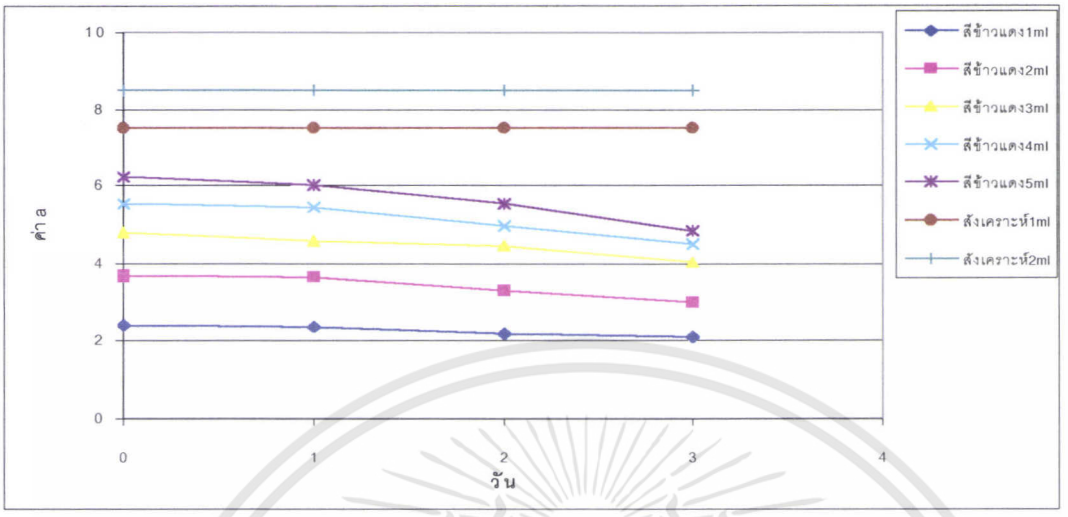


b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

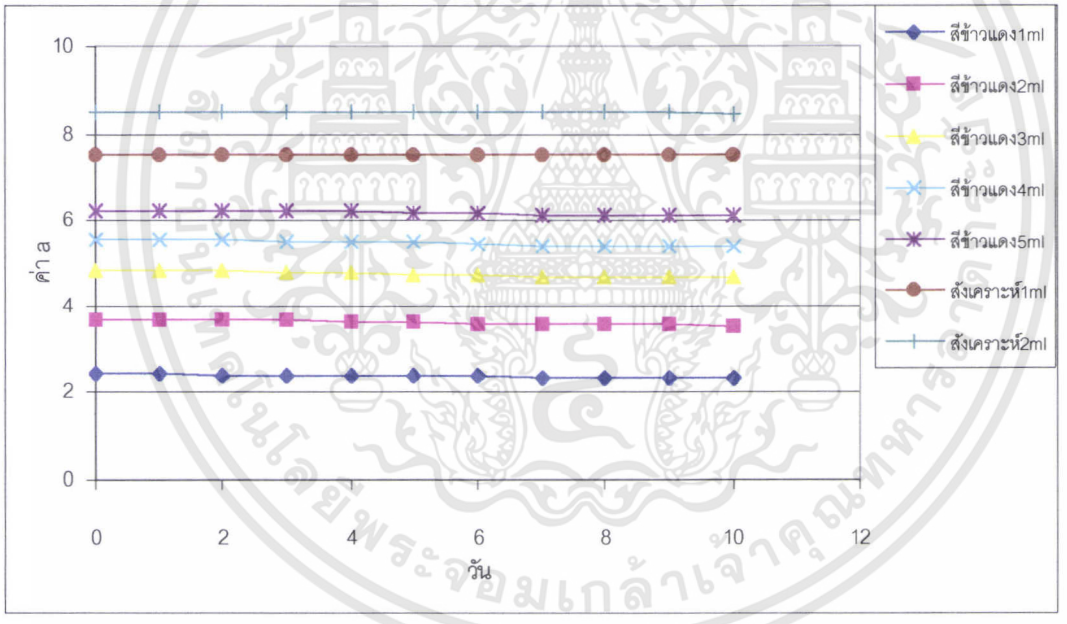
ภาพที่ 4.7 แสดงค่า Lในวุ้นที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิห้อง (**a**) และ อุณหภูมิตู้เย็น (**b**)

จากภาพที่ 4.7 พบว่าเมื่อทำการเก็บไประยะหนึ่งจะพบว่าค่า L ของวุ้นที่ใช้สีจากข้าวแดงจะมีการเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากสีที่ซีดลงทำให้มีความสว่างขึ้น โดยวุ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าวุ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น แต่ค่า L ของสีสังเคราะห์จะคงที่ ทั้งส่วนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและส่วนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a : ที่อุณหภูมิห้อง

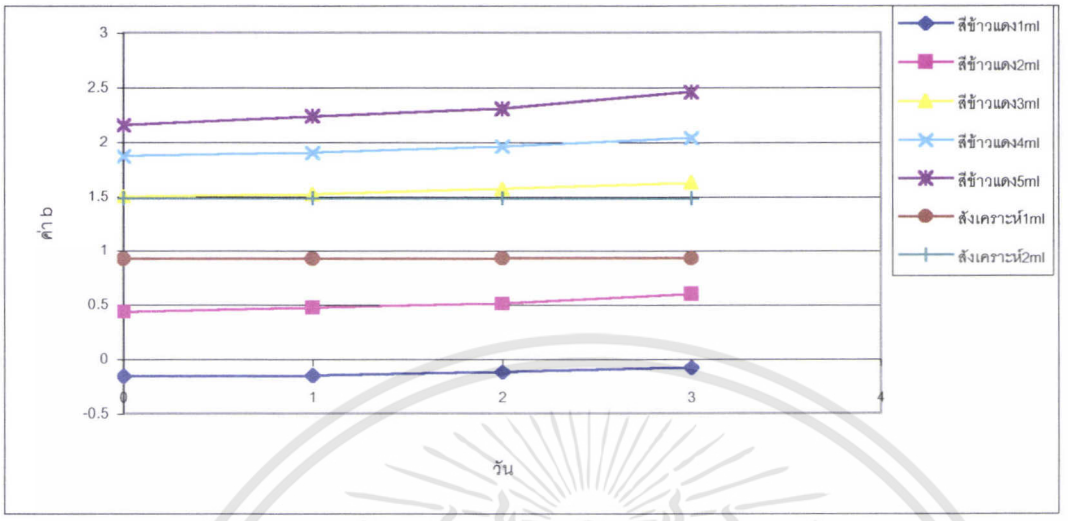


b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

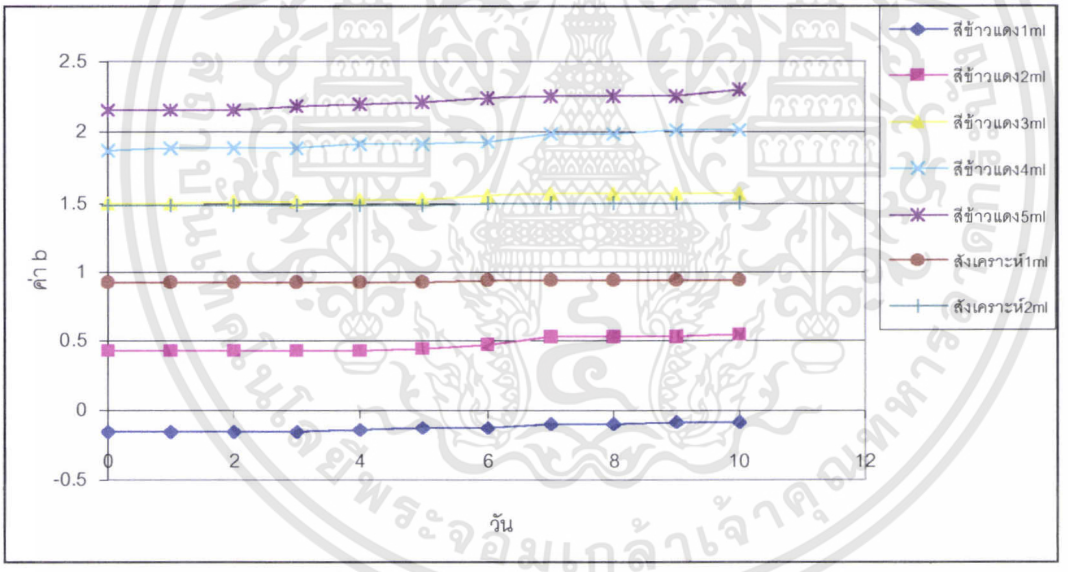
ภาพที่ 4.8 แสดงค่า a ในวุ้นที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิห้อง (a) และ อุณหภูมิตู้เย็น (b)

จากภาพที่ 4.8 พบว่าค่า a ของวุ้นที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีค่าลดลงอย่างชัดเจนตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บในขณะที่ค่า a ของวุ้นในอุณหภูมิตู้เย็นจะลดลงเพียงเล็กน้อยแต่ค่า a ของวุ้นที่ใช้สีสังเคราะห์จะคงที่ทั้งสองอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a : ที่อุณหภูมิห้อง



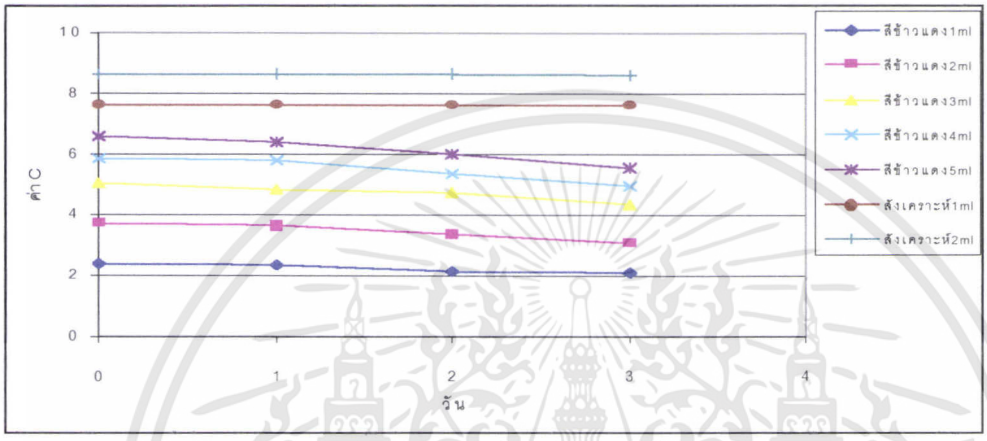
b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

ภาพที่ 4.9 แสดงค่า b ในวุ้นที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิห้อง (a) และ อุณหภูมิตู้เย็น (b)

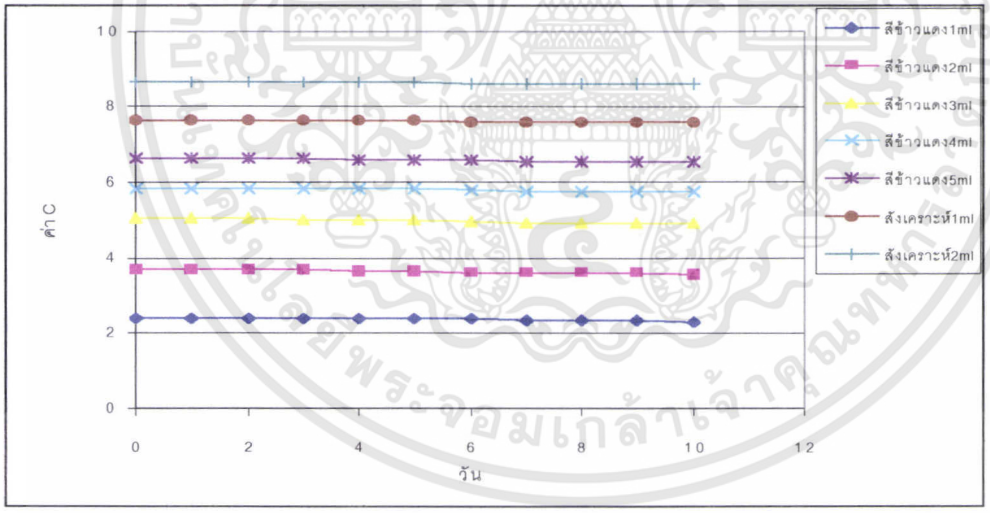
จากภาพที่ 4.9 พบว่าในขณะที่วุ้นมีค่า a ที่ลดลงแล้ว ค่า b ของวุ้นก็จะเพิ่มขึ้น โดยวุ้นที่ทำเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีค่า b ที่เพิ่มขึ้นมากกว่าวุ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น จากการมองด้วยสายตาจะเห็นสีของวุ้นซีดลง แต่ค่า b ของวุ้นที่ใช้สีสังเคราะห์จะเปลี่ยนแปลงน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากค่า L a และ b ที่ได้สามารถนำไปคำนวนค่า C H และ %Retention ซึ่ง เป็นค่าที่ใชกรพิจารณาความคงตัวของสีที่สกัดได้จากข้าวแดงใน วุ้นที่การเก็บรักษาในอุณหภูมิเป็นเวลา 3 วันและที่อุณหภูมิตู้เย็น เป็นเวลา 10 วัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงดังภาพที่ 4.10, 4.11 และ 4.12 ตามลำดับ



a : ที่อุณหภูมิห้อง

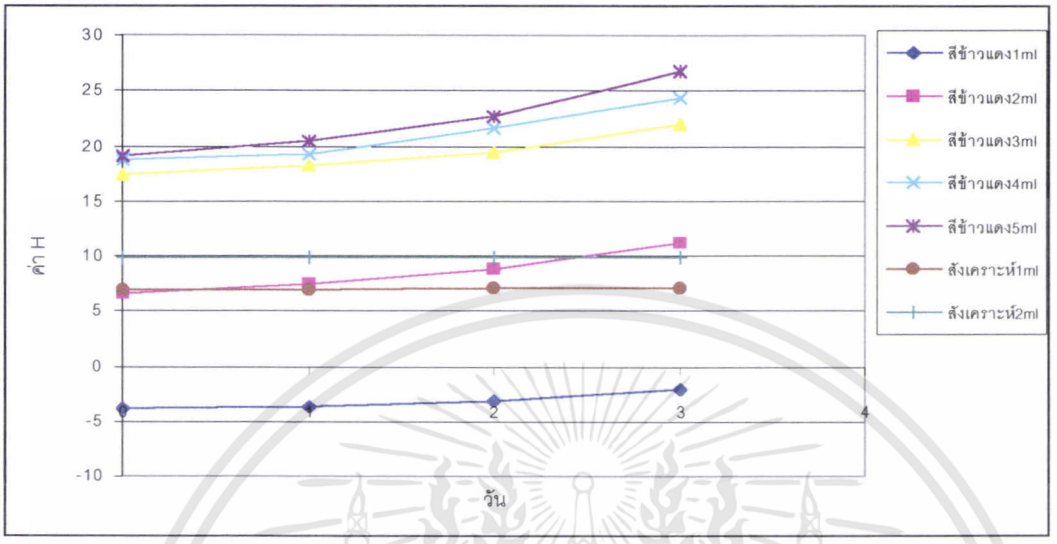


b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

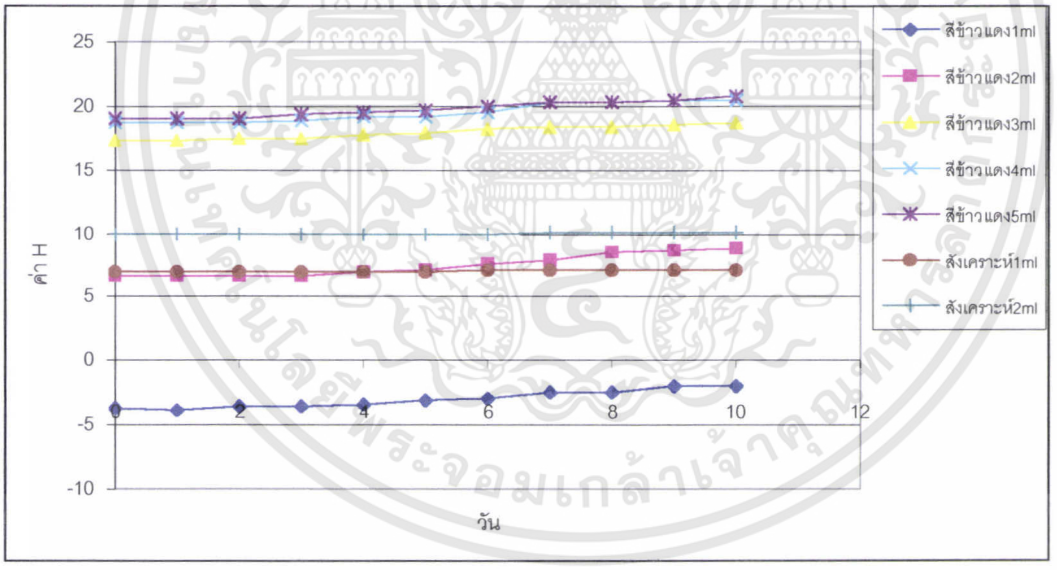
ภาพที่ 4.10 แสดงค่า C ในวุ้นที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิห้อง (a) และ อุณหภูมิตู้เย็น (b)

จากภาพที่ 4.10พบว่าวุ้นที่ใช้สีจากข้าวแดง เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นค่า C ค่อนข้างคงที่มากกว่าค่า C ของวุ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องซึ่งมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่วุ้นที่ใช้สีสังเคราะห์นั้น ค่า C จะคงที่ในการเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a : ที่อุณหภูมิห้อง

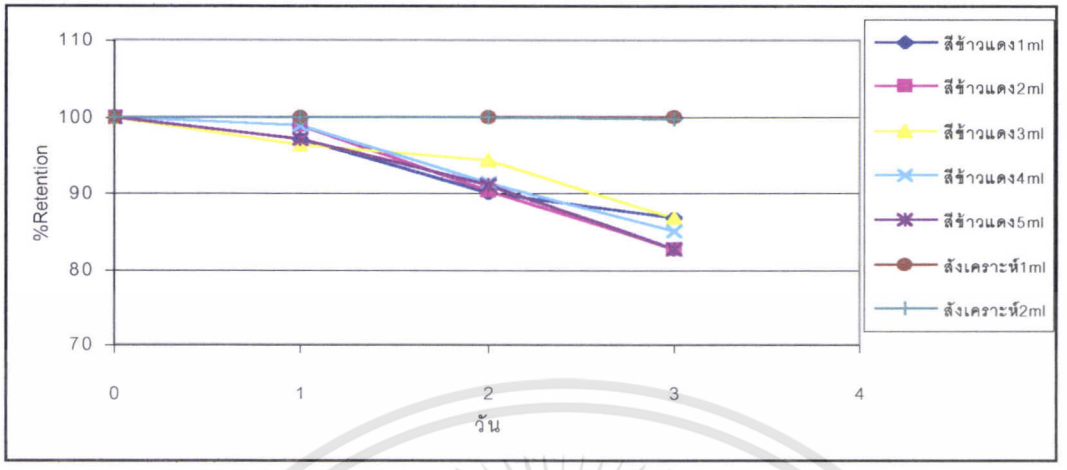


b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

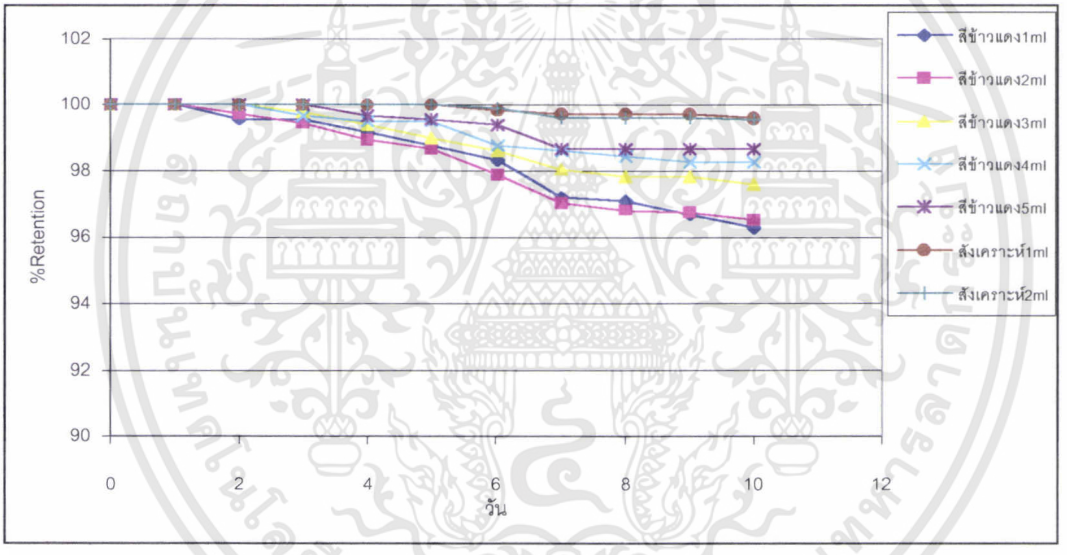
ภาพที่ 4.11 แสดงค่า C ในวุ้นที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิห้อง (a) และ อุณหภูมิตู้เย็น (b)

จากภาพที่ 4.11 พบว่าจากกราฟวุ้นที่ใช้สีจากข้าวแดง เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องค่า H จะมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าค่า H ของวุ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น ในขณะที่วุ้นที่ใช้สีสังเคราะห์นั้น ค่า H จะค่อนข้างคงที่ในการเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a : ที่อุณหภูมิห้อง



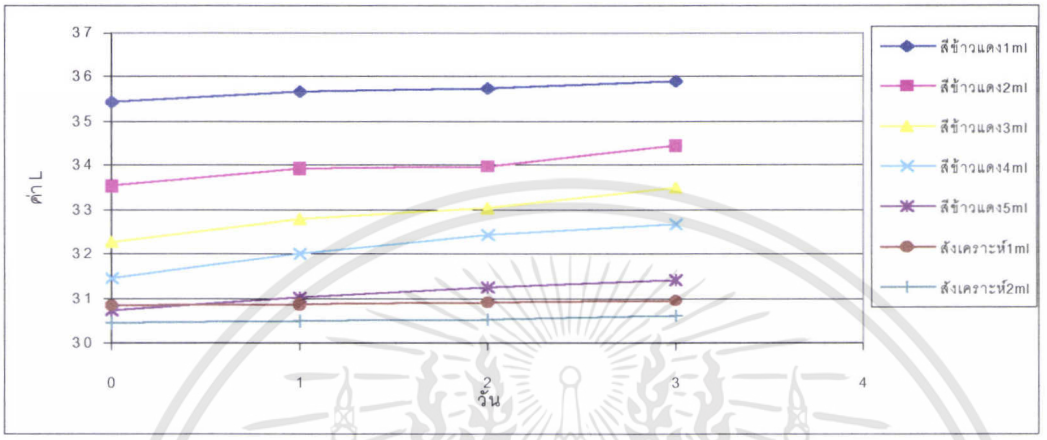
b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

ภาพที่ 4.12 แสดง%Retentionในวุ้นที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิห้อง (a) และ อุณหภูมิตู้เย็น (b)

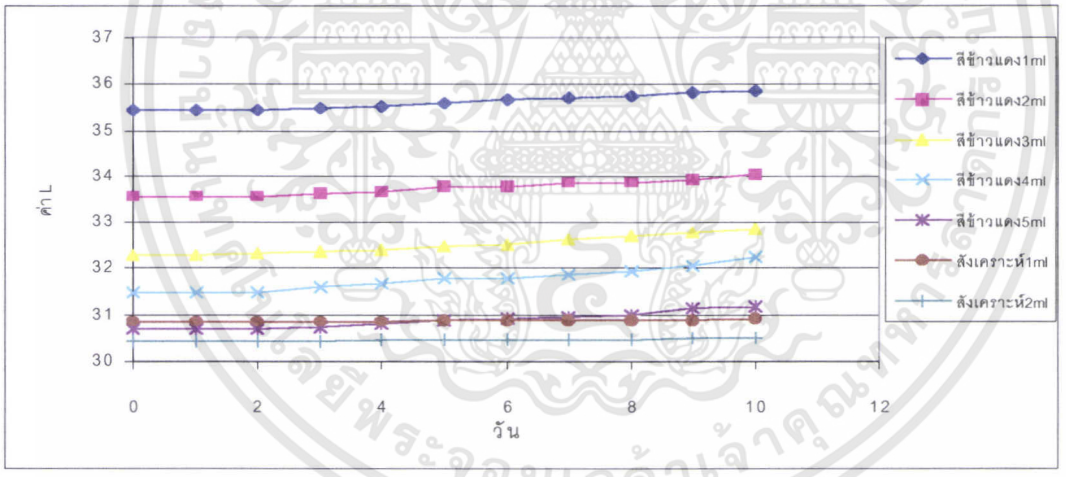
จากภาพที่ 4.12 พบว่า % Retention ของปริมาณสีของวุ้นที่ใช้สีจากข้าวแดงและสีสังเคราะห์ที่อุณหภูมิห้องจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่าวุ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น โดยดูได้จาก % Retention ที่ลดลงมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 เยลลี่ จากการศึกษา การใช้ เยลลี่เป็นตัวอย่างอาหารที่เติมสีจากข้างแดง เมื่อทำการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน และอุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 10 วัน พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของค่า L a b ของเยลลี่จากการวัดโดยเครื่อง colorimeter ดังแสดงในภาพที่ 4.13, 4.14 และ 4.15 ตามลำดับ



a : ที่อุณหภูมิห้อง

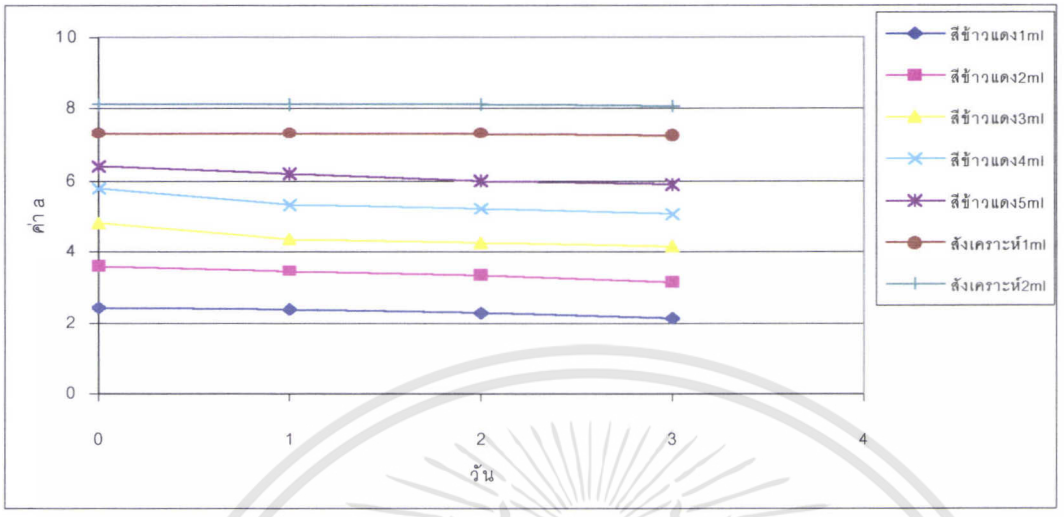


b: ที่อุณหภูมิตู้เย็น

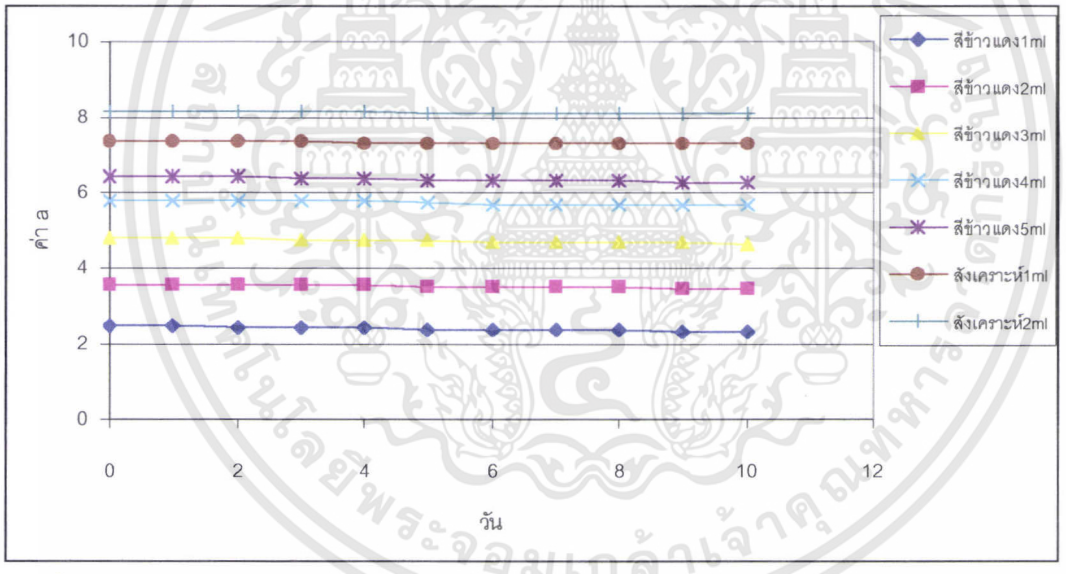
ภาพที่ 4.13 แสดงค่า Lในเยลลี่ที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิห้อง (a) และ อุณหภูมิตู้เย็น (b)

จากภาพที่ 4.13 พบว่า เมื่อทำการเก็บไประยะหนึ่งจะพบว่าค่า L ของเยลลี่ที่ใช้สีจากข้าวแดงจะมีการเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากสีที่ซีดลง ทำให้มีความสว่างมากขึ้น โดยเยลลี่ในการเก็บที่อุณหภูมิห้องจะมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าเยลลี่ที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น ส่วนเยลลี่ที่ใช้สีสังเคราะห์ค่า L จะยังคงที่ทั้งสองอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a : ที่อุณหภูมิห้อง

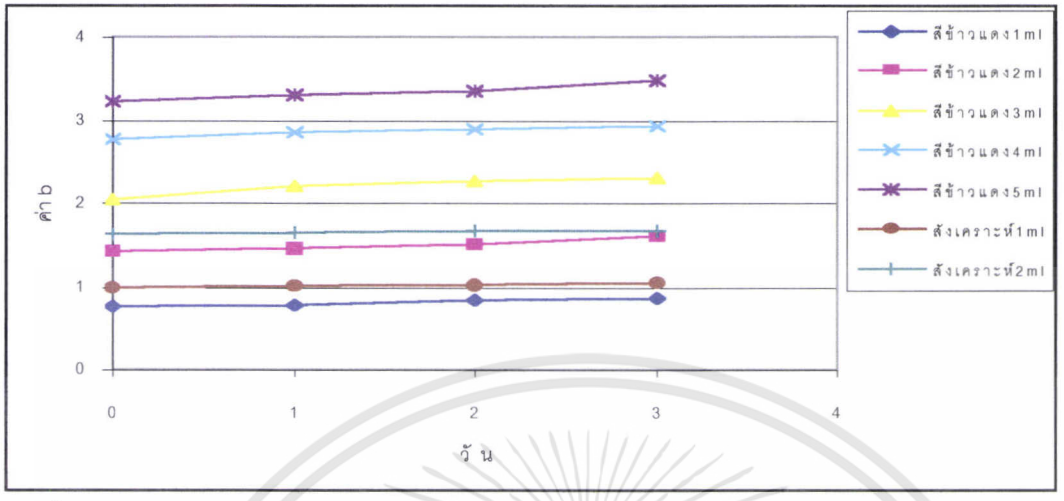


b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

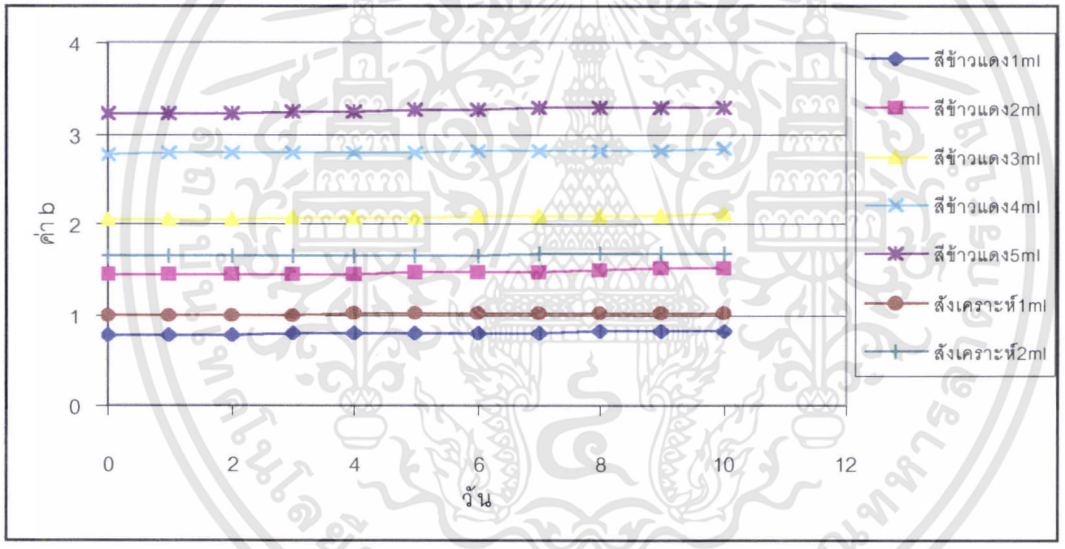
ภาพที่ 4.14 แสดงค่า a ในเยลลี่ที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิห้อง (a) และ อุณหภูมิตู้เย็น (b)

จากภาพที่ 4.14 พบว่าเยลลี่ ที่ใช้สีจากข้าวแดงจะมีค่า a ลดลง โดยตัวอย่างเยลลี่ที่เก็บที่อุณหภูมิห้องจะมีการลดลงของค่า a มากกว่าตัวอย่างเยลลี่ที่เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น แต่ ค่า aของเยลลี่ที่ใช้สีสังเคราะห์จะคงที่ทั้งสองอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a : ที่อุณหภูมิห้อง



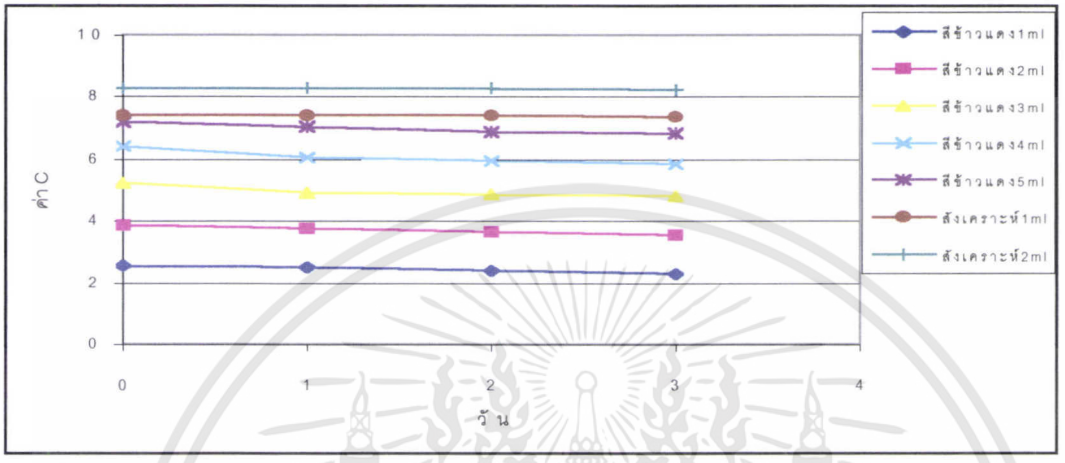
b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

ภาพที่ 4.15 แสดงค่า b ในเยลลี่ที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิห้อง (a) และ อุณหภูมิตู้เย็น (b)

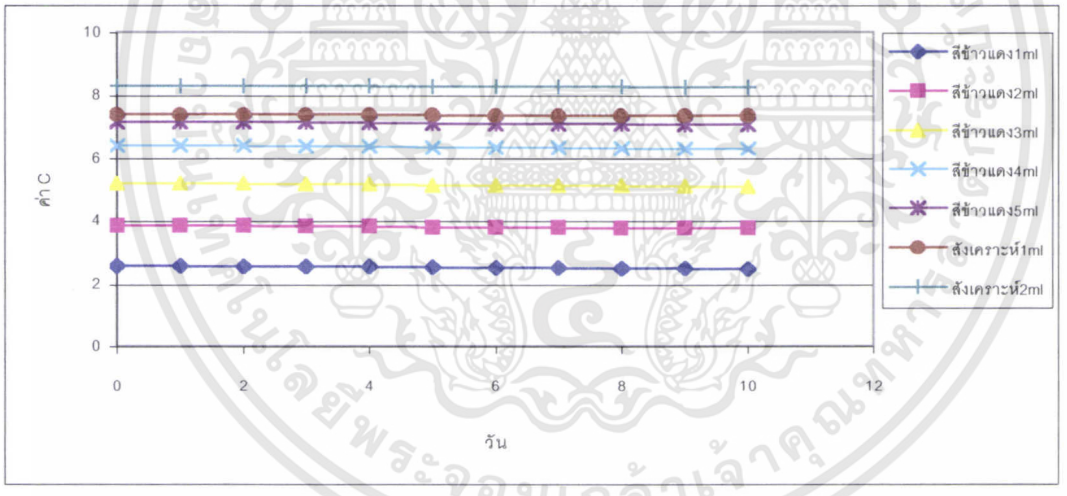
จากภาพที่ 4.15 พบว่าเมื่อเก็บรักษาเยลลี่ในอุณหภูมิห้องไประยะเวลาหนึ่ง ตัวอย่างที่ใช้สีจากข้าวแดงจะมีค่า b เพิ่มขึ้นแต่ตัวอย่างที่ใช้สีสังเคราะห์จะค่อนข้างคงที่ และเมื่อเก็บรักษาเยลลี่ในอุณหภูมิตู้เย็น ตัวอย่างที่ใช้สีจากข้าวแดงค่า b จะเพิ่มขึ้นน้อยมาก (ค่อนข้างคงที่) ซึ่งคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงของตัวอย่างที่ใช้สีสังเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากค่า L a และ b ที่ได้สามารถนำไปคำนวนค่า C H และ %Retention ซึ่ง เป็นค่าที่ใช้พิจารณาความคงตัวของสีที่สกัดได้จากข้าวแดงใน วุ้นที่การเก็บรักษาในอุณหภูมิเป็นเวลา 3 วันและที่อุณหภูมิตู้เย็น เป็นเวลา 10 วัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงดังภาพที่ 4.16, 4.17 และ 4.18 ตามลำดับ



a : ที่อุณหภูมิห้อง

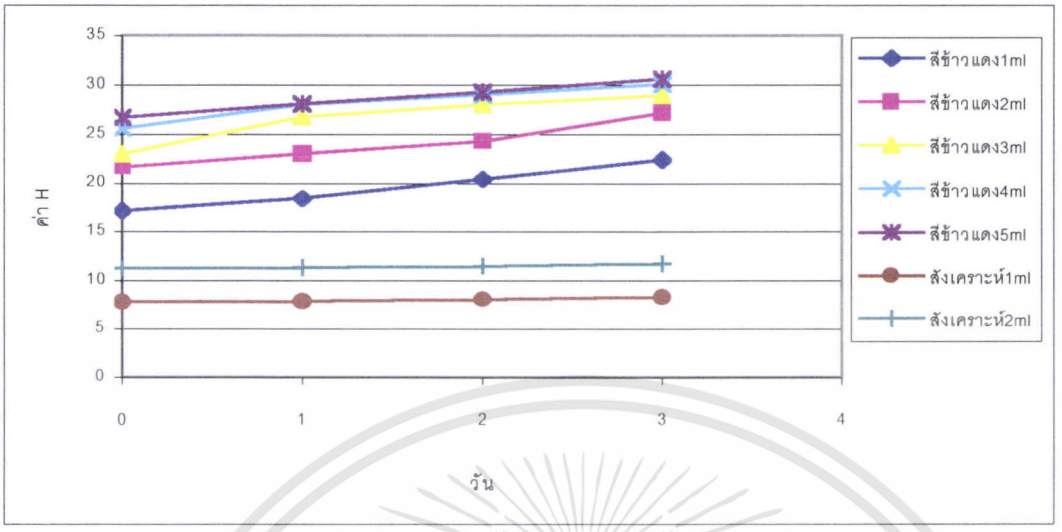


b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

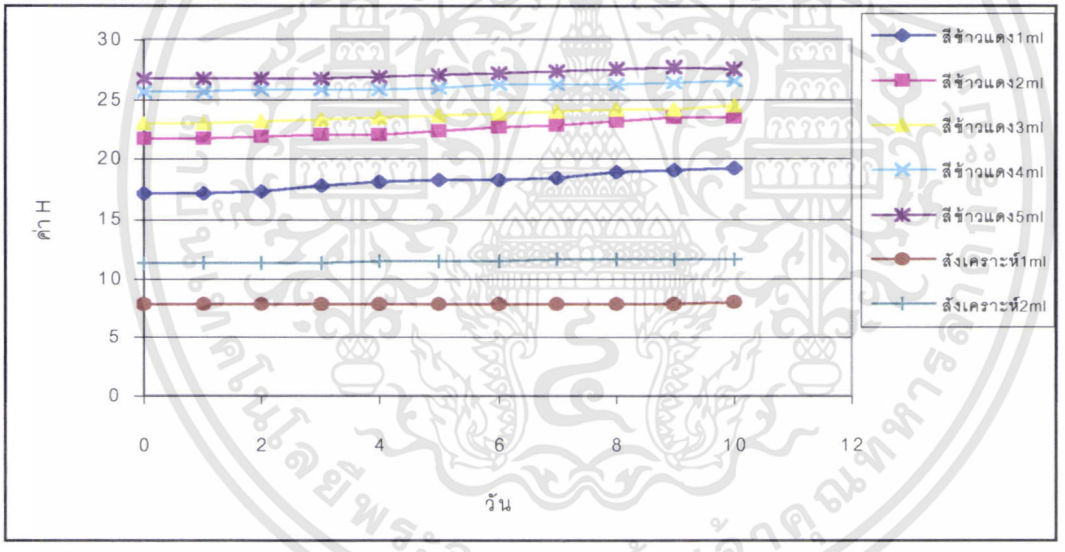
ภาพที่ 4.16 แสดงค่า Cในเยลลี่ที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิห้อง (**a**) และ อุณหภูมิตู้เย็น (**b**)

จากภาพที่ 4.16 พบว่า เยลลี่ที่ใส่สีจากข้าวแดง เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นค่า C ค่อนข้างคงที่มากกว่าค่า C ของเยลลี่ที่อุณหภูมิห้องซึ่งมีแนวโน้มลดลงและค่า C ของตัวอย่างเยลลี่ที่ใช้สีสังเคราะห์จะยังค่อนข้างคงที่ทั้งสองอุณหภูมิการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a : ที่อุณหภูมิห้อง

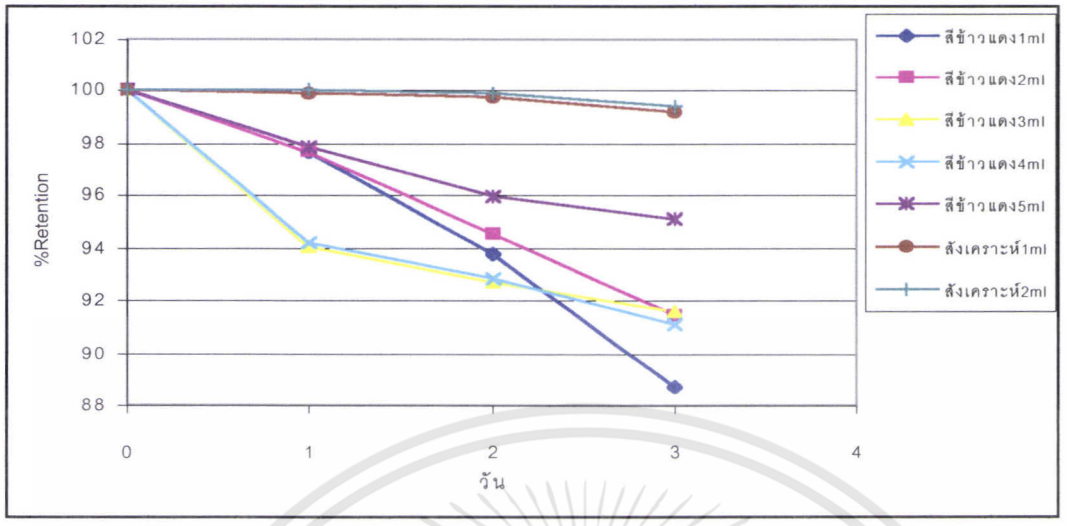


b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

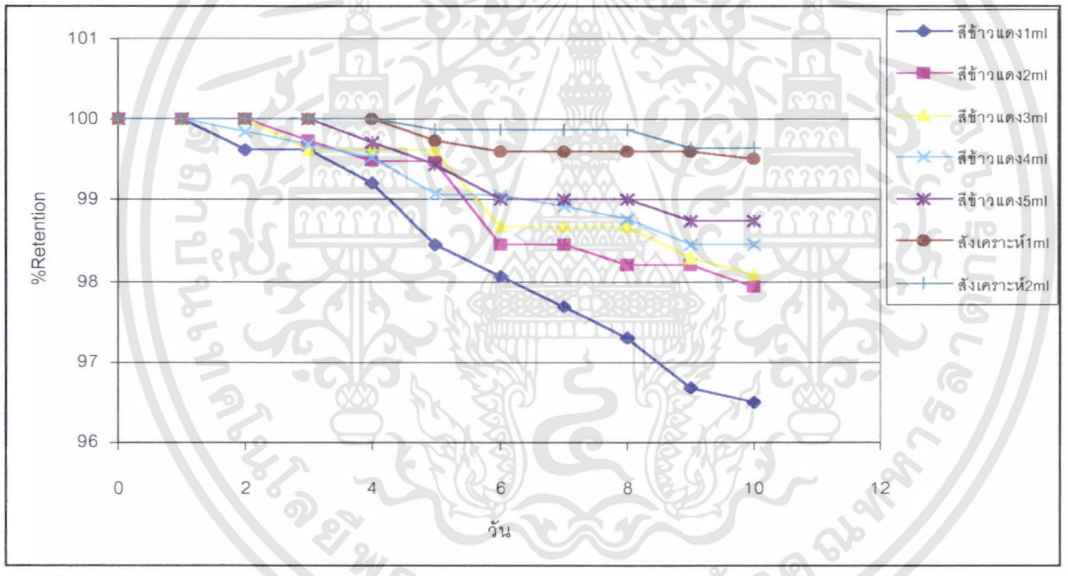
ภาพที่ 4.17 แสดงค่าHในเยลลี่ที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิห้อง (a) และ อุณหภูมิตู้เย็น (b)

จากภาพที่ 4.17 พบว่า ที่วันเริ่มต้น เมื่อทำการเพิ่มปริมาณสีจากข้าวแดง ค่า H จะมีค่าเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบค่า H ของเยลลี่ในขณะเก็บรักษา พบว่าเมื่อเก็บรักษาเยลลี่ในอุณหภูมิห้องไประยะเวลาหนึ่ง ตัวอย่างที่ใช้สีจากข้าวแดงจะมีค่า H เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน กว่าในตัวอย่างเยลลี่ที่เก็บในอุณหภูมิตู้เย็น และตัวอย่างที่ใช้สีสังเคราะห์จะมีค่า H ที่ค่อนข้างคงที่ทั้งสองอุณหภูมิการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a : ที่อุณหภูมิห้อง



b : ที่อุณหภูมิตู้เย็น

ภาพที่ 4.18 แสดง %Retention ในเยลลี่ที่ใส่สีในปริมาณต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิห้อง (a) และ อุณหภูมิตู้เย็น (b)

จากภาพที่ 4.18 พบว่าเยลลี่ที่ใช้สีจากข้าวแดงในปริมาณต่างๆ เมื่อเก็บรักษาเยลลี่ในอุณหภูมิห้อง %Retention ลดลงมากกว่า ที่การเก็บในอุณหภูมิตู้เย็น แสดงว่าการคงตัวของสีจากข้าวแดงในอุณหภูมิตู้เย็นจะคงตัวได้ดีกว่า ส่วนสีสังเคราะห์พบว่ามีความคงที่มากทั้งสองอุณหภูมิการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลการประเมินคุณภาพการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของวุ้นและเยลลี่ที่ใช้สีจากข้าวแดง

ผลการศึกษาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของวุ้นและเยลลี่เปรียบเทียบระหว่างวุ้นและเยลลี่ที่ทำการเติมสีจากข้าวแดงและสีสังเคราะห์ในระดับต่าง ๆ โดยใช้ผู้ชิม 15 คน และใช้การทดสอบแบบ 7 - point Hedonic Scale แสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของวุ้น

สี / ลักษณะที่ทดสอบ	ปริมาณสีจากข้าวแดง (%)					ปริมาณสีสังเคราะห์ (%)	
	1	2	3	4	5	1	2
ความเข้มสี	2.67^{a}	3.27^{ab}	3.67^{bc}	4.40^{cd}	4.87^{d}	5.33^{d}	4.93^{d}
กลิ่น	3.87^{a}	4.20^{a}	4.00^{a}	3.73^{a}	4.27^{a}	4.27^{a}	4.13^{a}
รสชาติ	4.27^{a}	4.47^{ab}	4.40^{ab}	4.80^{ab}	4.67^{ab}	5.27^{b}	5.20^{ab}
ความชอบรวม	3.73^{a}	4.33^{ab}	4.20^{a}	4.53^{abc}	4.73^{abc}	5.47^{c}	5.27^{bc}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่มีลักษณะเหมือนกันในแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า ทางด้านความเข้มสีนั้นวุ้นที่ทำการเติมสีจากข้าวแดงในปริมาณ 4 และ 5 % จะไม่มีความแตกต่างกับวุ้นที่ทำการเติมสีสังเคราะห์ ทางด้านกลิ่นวุ้นที่ทำการเติมสีจากข้าวแดงในปริมาณต่าง ๆ จะไม่มีความแตกต่างกับวุ้นที่ทำการเติมสีสังเคราะห์ ทางด้านรสชาติ ผู้ชิมมีความชอบวุ้นที่เติมสีจากข้าวแดง 1 % น้อยที่สุดและชอบวุ้นที่เติมสีสังเคราะห์ 1 % มากที่สุด จากผลการทดสอบอาจเนื่องมาจากผู้ชิมมีอคติเพราะมีความชอบสีของวุ้นที่เติมสีสังเคราะห์ 1% จึงมีความรู้สึกว่าวุ้นนั้นอร่อย สำหรับความชอบรวม วุ้นที่ทำการเติมสีจากข้าวแดง 4 และ 5 % จะไม่มีคามแตกต่าง กับวุ้นที่เติมสีสังเคราะห์

โดยคะแนนของลักษณะที่ทำกากรทดสอบทั้งหมดอยู่ในช่วง เฉย ๆ - ชอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของเยลลี่

สี / ลักษณะที่ทดสอบ	ปริมาณสีจากข้าวแดง (%)					ปริมาณสีสังเคราะห์ (%)	
	1	2	3	4	5	1	2
ความเข้มสี	2.67^{a}	3.27^{ab}	3.80^{bc}	4.13^{bc}	4.67^{cd}	5.27^{d}	4.73^{cd}
กลิ่น	3.73^{a}	4.13^{a}	3.93^{a}	3.93^{a}	4.07^{a}	4.20^{a}	4.07^{a}
รสชาติ	3.60^{a}	3.87^{ab}	3.73^{ab}	4.20^{ab}	4.27^{ab}	4.67^{b}	4.30^{ab}
ความชอบรวม	3.47^{a}	3.73^{a}	3.60^{a}	4.07^{ab}	4.20^{ab}	4.80^{b}	4.40^{ab}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่มีลักษณะเหมือนกันในแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสพบว่า ทางด้านความเข้มสีของเยลลี่ที่ทำการเติมสีจากข้าวแดงปริมาณ 5 % จะไม่มีความแตกต่างกับเยลลี่ที่ทำการเติมสีสังเคราะห์ ทางด้านกลิ่นเยลลี่ที่ทำการเติมสีจากข้าวแดงและเยลลี่ที่ทำการเติมสีสังเคราะห์จะไม่มีความแตกต่างกัน ทางด้านรสชาติจมีลักษณะเดียวกับวุ้นคือผู้ชิมจะมีความชอบเยลลี่ที่ทำการเติมสีจากข้าวแดง 1 % น้อยที่สุดและชอบเยลลี่ที่ทำการเติมสีสังเคราะห์มากที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้ชิมมีอคติต่อผลิตภัณฑ์ ทางด้านความชอบรวม เยลลี่ที่ทำการเติมสีจากข้าวแดง 4 % และ 5 % จะไม่มีความแตกต่างกับเยลลี่ที่ทำการเติมสีสังเคราะห์

โดยคะแนนของลักษณะที่ทำการทดสอบทั้งหมดอยู่ในช่วงเฉย ๆ - ชอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

1. จากการทดลองใส่สีที่สกัดได้จากข้าวแดงลงในตัวอย่างอาหาร ได้แก่วุ้น และเยลลี่พบว่าปริมาณสีที่สกัดจากข้าวแดงที่เป็นที่ยอมรับของผู้ชิม 15 คน พบว่า ยอบรับที่ 4 - 5 % และไม่พบความแตกต่างทางประสาทสัมผัส ของกลิ่นและรสชาติเมื่อเปรียบเทียบกับวุ้นและเยลลี่ที่ใช้สีสังเคราะห์

2. จากการทดลองใส่สีที่สกัดได้จากข้าวแดงในตัวอย่างเครื่องดื่มโดยใช้เป็นสารละลายซิตริก ฟอสเฟตบัพเฟอร์ ที่ pH 3 - 10 พบว่า สีแดงจากข้าวแดงมีความคงตัวได้ดีในช่วงที่ pH เป็นกลางและ ด่าง (pH 7 - 10)

3. จากการทดลองพบว่า อุณหภูมิตู้เย็นที่ใช้ในการเก็บรักษามีส่วนช่วยในการ ชลอการลดลงของสีที่สกัดได้จากข้าวแดงทั้งในอาหารและเครื่องดื่ม

ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรทำการระเหยตัวทำละลายออกให้มากกว่านี้หรือนำสีจากข้าวแดงที่สกัดได้ไปทำแห้งเพื่อความสะดวกในการใช้และการเก็บรักษา
2. นำสีที่ได้จากการสกัดและการทำแห้งมาทำการเปรียบเทียบการใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ
3. ใช้ผลิตภัณฑ์ อื่นในการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กังสดาลย์ ศรแก้ว. 2538. การคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อราโมแนสคัสเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตข้าวแดง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพมหานคร.

จินดารัตน์ นีติวัฒนพงษ์. 2522. "การศึกษาจุลชีววิทยาของอาหารหมักพื้นเมืองไตปลาและปลาแป้งแดง." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

บุษบา ยงสมิทธิ์. 2540. สีโมแนสคัส. วิตามินและการหมักสารสีจากเชื้อจุลินทรีย์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

พเยาว์ เหมือนญาติวงษ์. 2525. สีธรรมชาติและสีสังเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: บริษัทสวิตาการพิมพ์จำกัด.

พัฒน์ สุจำนงค์. 2537. กฎหมายควบคุมอาหารและมาตรฐานอาหาร. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

พลายแก้ว ไชยเบญจรงค์ และบุษบา ยงสมิทธิ์. 2534ก. "การศึกษาเบื้องต้นการผลิตโคจิสีแดงของโมแนสคัสเตรียมจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ." น. 277 - 282. ในการประชุมวิชาการครั้งที่ 29 สาขาวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

พลายแก้ว ไชยเบญจรงค์ และบุษบา ยงสมิทธิ์. 2534ข. "ผลของการปรับวัตถุดิบต่อคุณภาพของอั้งก๊ก."น.283 - 292. ในการประชุมวิชาการครั้งที่ 29 สาขาวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2536. การวางแผนและการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส. เชียงใหม่. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. "ผลิตภัณฑ์ขนมหวาน." วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

Bassa. I.A., and Fransis,F. J. 1987. "Stability of Anthocyanin from Sweet Potatoes in a Model Beverage." J. Food Sci. 52, (6) : 1753 - 1754.

Cai, Y., and Corke, H. 1999. "Amaranthus Betacyanin Pigments Applied in Model Food Systems." J. Food Sci. 64, (5) : 1869-1873.

Fabre, C. E., Santerre, A. L., Lorte,M. O., Baberian, R., Pareilleux, A., Goma, G., and Blanc, P. J. 1993. "Production and Food Applications of the Red Pigments of *Monascus* ruber." J. Food Sci. 58, (5) : 1099 - 1102.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fielding, B.C., Jones, D.F., J.S.E., Powell, A.D.E., Richmond, K.W., Robertson, A., and Whalley, W .B. 1961. "The chemistry of fungi part XXXXIX the structure of *Monascus*." J. Chem. Soc: 4579-4589.

Hadfield, J. R., Holker, J.S.E., and Stanway, D.N. 1967. "The Biosynthesis of Fungal metabolites part II the β - Oxo - lactone equivalent in rubropunctatin and monascorubin." ." J. Chem. Soc: 751-755.

Han, O. 1990. "Optization of *Monascus* pigment production in solid state fermentation." In Hendry, G. A. F., and Houghton, J. D. Natural Food Colorants. 262 p. Blackies and sun Ltd., Glasgow.

Han, O., and Midges, R. E. 1992. "Effect of oxygen and carbondioxide partial pressure on Monascus growth and pigment production in solid-state fermentation." Biotechnolol. Prog. 8 : 5-10.

Haws, E. J., and Holker, J. S. A. 1961. "The chemistry of fungi part XXXVIII : Further evidence for the structure of rubropunctatin." J. Chem. Soc : 3820-3822.

Haws, E. J., Holker, J. S. A., Powell, K., and Robertson 1961. "The chemistry of fungi part XXXVIII the structure of rubropunctatin." J. Chem. Soc : 3598-3610.

Hesseltine, C. W. 1965. "A millennium of fungi, food and fermentation." Mycologia. 57 : 180-181.

John, M.R., and Stuart, D. M. 1991. "Production of pigment by *Monascus purpureus* in solid culture." J. Ind. Microbiol. 8: 23-28.

Kranz, S., Panitza, C., and Kunz, B. 1992. " Biotransformation of free fatty acid in mixture to methylketone by *Monascus purpureus*." Appl. Microbilo. Biotechnol. 36 : 436-439.

Lin, C. F., and Iizuka, H. 1982. " Production of extracellular pigment by mutant of *Monascus kaoliang* sp. " Appl. Environ. Microbiol. 43(3) : 671-676.

Manchand, P. S., and Whalley, W. B. 1973. " Isolation and structure of ankaflavin : a new pigment from *Monascus anka*. " Phytochemistry. 12 : 2531-2532.

"Monascus Red." 2000. [Online]. Available: http://allok.com

Nishikawa, H. 1932. "Study on the biochemistry of mould The pigments of *Monascus purpureus*." J. Agric. Chem. Soc. 8 : 1007-1014.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Palo, M. N., Vidal-Adeva, L., and Maceda, L. 1960. " Study on ang-kak and its production." Philipp. J. Sci. Soc. 89 : 1-22.

Rashbaum, S. A., and Yueh, M. 1983. "Natural red coloring prepared form wheat and barley substrate." U.S. Patent 4,418,081.

The, L. S., and Fransis,F. J. 1988. "Stability of Anthocyanin from Zebrina pendula and Ipomoea tricolor in Model Beverage." J. Food Sci . 53, (5) : 1580 - 1581.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบ.....เพศ ..... วันที่.....

ผลิตภัณฑ์

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา บ้วนปากระหว่างชิมตัวอย่างและให้คะแนนตามตัวเลขให้ตรงตามรหัสตัวอย่าง

7	ชอบมากที่สุด
6	ชอบมาก
5	ชอบ
4	เฉย ๆ
3	ไม่ชอบ
2	ไม่ชอบมาก
1	ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	ความเข้มสี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบรวม	เหตุผล
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์แบบ RCBD

ตัวอย่างอาหาร วุ้น

การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยของความเข้มสีในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส

source	df	SS	MS	F	Sig.
Treatment	6	87.048	14.508	10.172	0.000
Block	14	33.390	2.385	1.672	0.077
Error	84	119.810	1.426		
Total	104	240.248	2.310		

การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส

source	df	SS	MS	F	Sig.
Treatment	6	3.867	0.644	0.778	0.589
Block	14	23.105	1.650	1.993	0.028
Error	84	69.562	0.828		
Total	104	96.533	0.928		

การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยของรสชาติในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส

source	df	SS	MS	F	Sig.
Treatment	6	13.657	2.276	2.958	0.011
Block	14	64.705	4.662	6.007	0.000
Error	84	64.629	0.769		
Total	104	142.990	1.373		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยของความชอบรวมในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส

source	df	SS	MS	F	Sig.
Treatment	6	32.990	5.498	6.301	0.000
Block	14	96.705	6.907	7.913	0.000
Error	84	73.295	0.873		
Total	104	202.990	1.952		

ตัวอย่างอาหาร เยลลี่

การวิเคราห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยของความเข้มสีในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส

source	df	SS	MS	F	Sig.
Treatment	6	73.790	12.298	7.616	0.000
Block	14	37.962	2.712	1.679	0.075
Error	84	135.638	1.615		
Total	104	247.390	2.379		

การวิเคราห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส

source	df	SS	MS	F	Sig.
Treatment	6	2.190	0.365	0.356	0.904
Block	14	58.705	4.091	4.091	0.000
Error	84	86.095	1.025		
Total	104	146.990	1.413		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยของรสชาติในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส

source	df	SS	MS	F	Sig.
Treatment	6	12.781	2.130	2.662	0.021
Block	14	87.048	6.218	7.770	0.000
Error	84	67.219	0.800		
Total	104	167.048	1.606		

การวิเคราห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยของความชอบรวมในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส

source	df	SS	MS	F	Sig.
Treatment	6	20.248	3.375	3.262	0.006
Block	14	46.705	3.336	3.225	0.000
Error	84	86.895	1.034		
Total	104	153.848	1.479		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ความหมายของสีในระบบ Hunter

L คือค่า Value แสดงถึงความสว่างของสี

มีค่าระหว่าง 0 ถึง 100

a คือค่า Chroma แสดงถึงสีเขียวและสีแดง

มีค่าระหว่าง -60 ถึง 60

b คือค่า Chroma แสดงถึงสีน้ำเงินและสีเหลือง

มีค่าระหว่าง -60 ถึง 60

$C = (a^2+b^2)^{1/2}$

บ่งชี้ความบริสุทธิ์หรือความอิ่มตัวของสี

$H^0 = \tan^{-1}(b/a)$

บ่งชี้สีของตัวอย่างโดยแสดงค่าเป็นมุม คือ 0^0 และ 360^0 = สีแดง 90^0 = สีเหลือง

180^0 = สีเขียว 270^0 = สีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ค่าที่ได้จากการวัดสี ด้วยเครื่อง colorimeter ใน ตัวอย่างเครื่องดื่ม เป็นเวลา 10วัน ที่อุณหภูมิห้อง

pH3

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	39.63	0.51	0.88	1.01	59.91	100
1	40.70	0.50	0.88	1.01	60.4	100
2	40.74	0.46	0.89	1.00	62.67	99.01
3	41.02	0.43	0.89	0.99	64.21	98.02
4	41.10	0.40	0.90	0.98	66.04	97.03
5	41.32	0.32	0.90	0.96	70.43	95.05
6	41.41	0.28	0.91	0.95	72.9	94.06
7	41.95	0.21	0.91	0.93	77.01	92.08
8	42.13	0.09	0.92	0.92	84.41	91.09
9	42.07	0.06	0.92	0.92	86.27	91.09
10	42.33	0.03	0.92	0.92	88.13	91.09

pH4

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	39.80	0.64	0.85	1.06	53.02	100
1	39.83	0.63	0.82	1.04	52.5	98.11
2	40.22	0.58	0.85	1.03	55.69	97.17
3	40.32	0.52	0.87	1.01	59.13	95.28
4	40.58	0.47	0.88	1.00	61.89	94.34
5	40.70	0.42	0.89	0.98	64.74	92.45
6	40.77	0.37	0.90	0.97	67.65	91.51
7	40.91	0.32	0.91	0.96	70.63	91.5
8	41.14	0.24	0.92	0.95	75.38	89.63
9	41.34	0.18	0.92	0.94	78.93	88.68
10	41.74	0.10	0.93	0.94	83.86	88.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pH 5

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	41.02	0.61	0.77	0.98	51.61	100
1	41.10	0.58	0.78	0.97	53.37	98.98
2	41.32	0.55	0.79	0.96	55.15	97.96
3	41.34	0.50	0.81	0.95	58.31	96.94
4	41.38	0.46	0.82	0.94	60.71	95.92
5	41.44	0.43	0.83	0.93	62.61	94.9
6	41.56	0.37	0.84	0.92	66.23	93.88
7	41.66	0.33	0.85	0.91	68.78	92.86
8	41.87	0.26	0.85	0.89	72.99	90.82
9	42.01	0.18	0.86	0.88	78.18	89.8
10	42.25	0.12	0.87	0.88	82.15	89.8

pH6

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	41.06	0.61	0.77	0.98	51.61	100
1	41.20	0.58	0.77	0.97	53.01	98.98
2	41.34	0.56	0.78	0.96	54.32	97.96
3	41.40	0.53	0.79	0.95	56.14	96.94
4	41.62	0.50	0.80	0.94	57.99	95.92
5	41.71	0.46	0.81	0.93	60.41	94.9
6	41.83	0.42	0.82	0.92	62.88	93.88
7	42.01	0.38	0.83	0.91	65.4	92.86
8	42.33	0.32	0.84	0.90	69.15	91.84
9	42.68	0.28	0.85	0.89	71.77	90.82
10	42.77	0.20	0.86	0.88	76.91	89.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pH7

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	41.25	0.51	0.92	1.05	61	100
1	41.38	0.50	0.92	1.05	61.48	100
2	41.48	0.49	0.93	1.05	62.22	100
3	41.60	0.45	0.95	1.05	62.65	100
4	41.78	0.42	0.96	1.04	66.37	99.05
5	42.07	0.40	0.96	1.04	67.38	99.05
6	42.30	0.36	0.97	1.03	69.64	98.1
7	42.46	0.33	0.97	1.03	71.21	98.1
8	42.50	0.32	0.98	1.03	71.92	98.1
9	42.77	0.28	0.98	1.02	74.05	97.14
10	42.80	0.23	0.99	1.02	76.92	97.14

pH8

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	40.80	0.54	0.85	1.00	57.57	100
1	40.86	0.51	0.86	1.00	59.62	100
2	40.94	0.50	0.87	1.00	60.11	100
3	41.03	0.47	0.87	0.99	61.62	99
4	41.32	0.45	0.88	0.99	62.92	99
5	42.51	0.43	0.89	0.99	64.21	99
6	42.64	0.41	0.90	0.99	65.51	99
7	42.70	0.37	0.91	0.98	67.87	98
8	42.76	0.35	0.92	0.98	69.17	98
9	42.77	0.32	0.92	0.97	70.82	97
10	42.80	0.30	0.93	0.97	72.12	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pH9

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	41.27	0.53	0.76	0.92	55.11	100
1	41.32	0.52	0.76	0.92	55.62	100
2	41.50	0.51	0.76	0.92	56.14	100
3	41.64	0.50	0.77	0.91	57	98.91
4	41.95	0.48	0.77	0.91	58.06	98.91
5	42.10	0.47	0.78	0.91	58.93	98.91
6	42.34	0.46	0.79	0.91	59.79	98.91
7	42.46	0.42	0.80	0.90	62.3	97.83
8	42.50	0.39	0.81	0.90	64.29	97.83
9	42.61	0.36	0.81	0.89	66.04	96.74
10	42.77	0.33	0.82	0.88	68.08	95.65

pH10

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	36.69	0.52	0.70	0.87	53.39	100
1	39.82	0.51	0.71	0.87	54.31	100
2	40.32	0.49	0.72	0.87	55.76	100
3	40.40	0.47	0.73	0.87	57.23	100
4	40.80	0.45	0.74	0.87	58.7	100
5	40.92	0.43	0.75	0.86	60.17	98.85
6	41.22	0.40	0.76	0.86	62.24	98.85
7	41.32	0.37	0.77	0.85	64.33	97.7
8	41.56	0.34	0.78	0.85	66.45	97.7
9	41.78	0.29	0.79	0.84	69.84	96.55
10	42.01	0.27	0.80	0.84	71.35	96.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อุณหภูมิตู้เย็น

pH3

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	39.63	0.51	0.88	1.01	59.91	100
1	39.81	0.47	0.89	1.00	62.16	99.01
2	39.91	0.44	0.89	0.99	63.69	98.02
3	40.29	0.41	0.90	0.99	65.51	98.02
4	40.30	0.37	0.92	0.99	68.09	98.02
5	40.48	0.33	0.93	0.98	70.46	97.03
6	40.83	0.30	0.93	0.98	72.12	97.03
7	41.18	0.22	0.94	0.97	76.82	96.04
8	41.37	0.19	0.94	0.96	78.57	95.05
9	41.48	0.12	0.95	0.95	82.8	94.06
10	41.69	0.07	0.95	0.95	85.79	94.06

pH4

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	39.80	0.64	0.85	1.06	53.02	100
1	39.87	0.60	0.87	1.06	55.41	100
2	39.90	0.56	0.88	1.05	57.53	99.06
3	40.20	0.54	0.89	1.04	58.75	98.11
4	40.37	0.52	0.90	1.04	59.98	98.11
5	40.58	0.48	0.91	1.03	62.19	97.17
6	40.73	0.45	0.90	1.01	63.69	96.23
7	41.06	0.38	0.92	0.99	67.56	93.4
8	41.38	0.32	0.93	0.98	71.01	92.45
9	41.44	0.24	0.94	0.97	75.68	91.51
10	41.87	0.16	0.95	0.96	80.44	90.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pH5

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	41.02	0.61	0.77	0.98	51.61	100
1	41.21	0.58	0.78	0.97	53.37	98.98
2	41.30	0.55	0.79	0.96	55.15	97.96
3	41.50	0.52	0.80	0.95	56.98	96.94
4	41.53	0.50	0.80	0.94	57.99	95.92
5	41.68	0.46	0.81	0.93	60.41	94.9
6	41.74	0.40	0.82	0.91	64	92.86
7	41.81	0.35	0.83	0.90	67.14	91.84
8	42.10	0.30	0.84	0.89	70.35	90.82
9	42.30	0.24	0.85	0.88	74.23	89.8
10	42.46	0.16	0.86	0.87	79.46	88.77

pH6

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	41.06	0.61	0.77	0.98	51.61	100
1	41.27	0.58	0.78	0.97	53.37	98.98
2	41.57	0.55	0.79	0.96	55.15	97.96
3	41.60	0.50	0.81	0.95	58.31	96.94
4	41.77	0.46	0.82	0.94	60.71	95.92
5	41.82	0.43	0.83	0.93	62.61	94.9
6	41.90	0.38	0.84	0.92	65.66	93.88
7	42.07	0.33	0.85	0.91	68.78	92.86
8	42.28	0.28	0.86	0.90	71.97	91.84
9	42.41	0.24	0.86	0.89	74.41	90.82
10	42.57	0.23	0.86	0.89	75.03	90.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pH7

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	41.25	0.51	0.92	1.05	61	100
1	41.29	0.50	0.92	1.05	61.48	100
2	41.38	0.49	0.93	1.05	62.22	100
3	41.56	0.48	0.93	1.05	62.7	100
4	41.74	0.45	0.94	1.04	64.42	99.05
5	41.83	0.42	0.95	1.04	66.15	99.05
6	41.90	0.39	0.96	1.04	67.89	99.05
7	42.04	0.36	0.97	1.03	69.64	98.1
8	42.23	0.34	0.97	1.03	70.68	98.1
9	42.37	0.33	0.98	1.03	71.39	98.1
10	42.57	0.29	0.98	1.02	73.52	97.14

pH8

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	40.80	0.54	0.85	1.00	57.57	100
1	40.89	0.53	0.85	1.00	58.06	100
2	40.93	0.52	0.85	1.00	58.54	100
3	41.04	0.50	0.86	0.99	59.83	99
4	41.28	0.48	0.86	0.98	60.83	98
5	41.32	0.46	0.87	0.98	62.13	98
6	41.54	0.44	0.87	0.97	63.17	97
7	41.76	0.41	0.87	0.96	64.77	96
8	41.81	0.40	0.88	0.96	65.56	96
9	41.95	0.37	0.88	0.95	67.2	95
10	42.17	0.34	0.89	0.95	69.09	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pH9

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	41.27	0.53	0.76	0.92	55.11	100
1	41.38	0.52	0.75	0.92	55.27	100
2	41.46	0.52	0.76	0.92	55.62	100
3	41.50	0.50	0.76	0.91	56.66	98.91
4	41.68	0.49	0.76	0.91	57.19	98.91
5	41.72	0.48	0.77	0.91	58.06	98.91
6	41.93	0.47	0.77	0.90	58.6	97.83
7	42.16	0.46	0.78	0.90	59.47	97.83
8	42.37	0.45	0.78	0.90	60.02	97.83
9	42.64	0.41	0.79	0.89	62.57	96.74
10	42.75	0.40	0.79	0.89	63.15	96.74

pH10

วัน	L	a	b	c	H	%retention
เริ่ม	39.69	0.52	0.70	0.87	53.39	100
1	36.77	0.52	0.70	0.87	53.39	100
2	39.90	0.51	0.71	0.87	54.31	100
3	40.12	0.48	0.73	0.87	56.67	100
4	40.25	0.46	0.73	0.86	57.78	98.85
5	40.27	0.43	0.75	0.86	60.17	98.85
6	40.49	0.42	0.75	0.86	60.75	98.85
7	40.61	0.39	0.76	0.85	62.84	97.7
8	40.86	0.37	0.76	0.85	64.04	97.7
9	40.90	0.33	0.77	0.84	66.8	96.55
10	41.20	0.32	0.78	0.84	67.69	96.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตัวอย่างอาหาร

ค่าที่ได้จากการวัดสี ด้วยเครื่อง colorimeter ใน วุ้นที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน

วันเริ่มต้น

สี	L	a	b	c	H	%retention
1	34.36	2.41	-0.16	2.41	-3.8	100
2	33.79	3.68	0.43	3.71	6.66	100
3	32.21	4.8	1.5	5.03	17.35	100
4	31.53	5.54	1.87	5.84	18.65	100
5	31.14	6.24	2.16	6.6	19.09	100
1	30.97	7.53	0.92	7.59	6.97	100
2	30.46	8.51	1.48	8.64	9.87	100

วันที่1

สี	L	a	b	c	H	%retention
1	34.56	2.34	-0.15	2.34	-3.67	97.10
2	34.37	3.64	0.47	3.67	7.36	98.92
3	32.64	4.61	1.52	4.85	18.25	96.42
4	31.97	5.46	1.9	5.78	19.18	98.97
5	31.24	6.01	2.24	6.41	20.44	97.12
1	30.97	7.53	0.92	7.59	6.97	100.00
2	30.46	8.51	1.48	8.64	9.87	100.00

วันที่2

สี	L	a	b	c	H	%retention
1	34.98	2.17	-0.12	2.7	-3.17	90.04
2	34.21	3.31	0.51	3.35	8.76	90.27
3	32.97	4.47	1.57	4.74	19.35	94.23
4	32.14	4.96	1.96	5.33	21.56	91.27
5	31.99	5.55	2.31	6.01	22.58	91.06
1	30.99	7.52	0.93	7.58	7.05	99.83
2	30.48	8.5	1.48	8.63	9.87	99.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่3

สี	L	a	b	c	H	%retention
1	35.47	2.09	-0.08	2.09	-2.19	86.72
2	34.87	3.01	0.6	3.07	11.27	82.75
3	33.98	4.04	1.63	4.36	21.97	86.68
4	32.87	4.52	2.04	4.96	24.29	84.93
5	32.03	4.87	2.46	5.46	26.8	82.73
1	30.99	7.52	0.83	7.58	7.05	99.83
2	30.49	8.48	1.48	8.61	9.89	99.63

ที่อุณหภูมิตู้เย็นทำกรบันทึก 10 วันได้ค่าดังนี้

วันที่1

สี	L	a	b	c	H	%retention
1	34.36	2.4	-0.16	2.41	-3.81	100
2	33.8	3.68	0.43	3.71	6.66	100
3	32.21	4.8	1.5	5.03	17.35	100
4	31.51	5.53	1.88	5.84	18.78	100
5	31.14	6.24	2.16	6.6	19.09	100
1	30.96	7.53	0.92	7.59	6.97	100
2	30.46	8.51	1.48	8.64	9.87	100

วันที่2

สี	L	a	b	c	H	%retention
1	34.37	2.4	-0.15	2.4	-3.57	99.59
2	33.81	3.67	0.43	3.7	6.68	99.73
3	32.23	4.8	1.51	5.03	17.46	100
4	31.52	5.53	1.88	5.84	18.78	100
5	31.16	6.24	2.16	6.6	19.09	100
1	30.96	7.53	0.92	7.59	6.97	100
2	30.46	8.51	1.48	8.64	9.87	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่3

สี	L	a	b	c	H	%retention
1	34.4	2.4	-0.15	2.4	-3.57	99.59
2	33.81	3.66	0.43	3.69	6.7	99.46
3	32.25	4.79	1.51	5.02	17.49	99.8
4	31.53	5.51	1.88	5.82	18.84	99.66
5	31.16	6.23	2.18	6.6	19.29	100
1	30.96	7.53	0.92	7.59	6.97	100
2	30.46	8.51	1.48	8.64	9.87	100

วันที่4

สี	L	a	b	c	H	%retention
1	34.49	2.39	-0.14	2.39	-3.35	99.17
2	33.84	3.64	0.44	3.67	6.89	98.92
3	32.26	4.76	1.52	5	17.71	99.4
4	31.55	5.49	1.91	5.81	19.18	99.49
5	31.19	6.2	2.2	6.58	19.54	99.7
1	30.96	7.53	0.92	7.59	6.97	100
2	30.46	8.51	1.48	8.64	9.87	100

วันที่5

สี	L	a	b	c	H	%retention
1	34.55	2.39	-0.13	2.39	-3.11	98.76
2	33.97	3.63	0.45	3.66	7.07	98.65
3	32.29	4.74	1.53	4.98	17.89	99
4	31.61	5.49	1.91	5.81	19.18	99.49
5	31.27	6.19	2.21	6.57	19.65	99.58
1	30.97	7.53	0.92	7.59	6.97	100
2	30.46	8.51	1.48	8.64	9.87	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่6

สี	L	a	b	c	H	%retention
1	34.68	2.37	-0.12	2.37	-2.9	98.34
2	34.21	3.6	0.48	3.63	7.59	97.84
3	32.34	4.71	1.55	4.96	18.22	98.61
4	31.69	5.44	1.93	5.77	19.53	98.8
5	31.32	6.17	2.24	6.56	19.95	99.39
1	30.99	7.52	0.94	7.58	7.13	99.87
2	30.47	8.5	1.49	8.63	9.94	99.88

วันที่7

สี	L	a	b	c	H	%retention
1	34.79	2.34	-0.1	2.34	-2.44	97.18
2	34.52	3.56	0.53	3.60	7.84	97.01
3	33.01	4.68	1.56	4.93	18.43	98.01
4	31.94	5.4	1.99	5.76	20.23	98.63
5	31.78	6.11	2.26	6.51	20.3	98.64
1	30.99	7.51	0.94	7.57	7.13	99.74
2	30.48	8.48	1.5	8.61	10.03	99.65

วันที่8

สี	L	a	b	c	H	%retention
1	34.81	2.34	-0.1	2.34	-2.44	97.1
2	34.54	3.55	0.53	3.59	8.49	96.77
3	33.11	4.67	1.56	4.92	18.47	97.81
4	31.98	5.39	1.99	5.75	20.26	98.46
5	31.83	6.1	2.26	6.51	20.3	98.64
1	30.99	7.51	0.94	7.57	7.13	99.74
2	30.48	8.48	1.5	8.61	10.03	99.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่9

สี	L	a	b	c	H	%retention
1	34.9	2.33	-0.08	2.33	-1.97	96.68
2	34.76	3.55	0.54	3.59	8.67	96.76
3	33.77	4.66	1.57	4.92	18.62	97.81
4	32.14	5.38	2.01	5.74	20.49	98.29
5	32.07	6.1	2.28	6.51	20.49	98.64
1	30.99	7.51	0.94	7.57	7.13	99.74
2	30.51	8.48	1.5	8.61	10.03	99.65

วันที่10

สี	L	a	b	c	H	%retention
1	34.92	2.32	-0.08	2.32	-1.97	96.27
2	34.79	3.54	0.55	3.58	8.83	96.5
3	33.81	4.65	1.57	4.91	18.66	97.61
4	32.17	5.38	2.01	5.74	20.49	98.29
5	32.11	6.09	2.3	6.51	20.69	98.64
1	31.01	7.5	0.94	7.56	7.14	99.6
2	30.51	8.47	1.5	8.60	10.04	99.54

ค่าที่ได้จากการวัดสี ด้วยเครื่อง colorimeter ใน เยลลี่ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน

วันเริ่มต้น

สี	L	a	b	c	H	%retentoin
1	35.43	2.46	0.76	2.57	17.17	100
2	33.54	3.59	1.43	3.86	21.72	100
3	32.3	4.81	2.04	5.22	22.98	100
4	31.47	5.79	2.77	6.42	25.57	100
5	30.69	6.41	3.22	7.17	26.67	100
1	30.83	7.33	1	7.4	7.77	100
2	30.42	8.14	1.63	8.3	11.32	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่1

สี	L	a	b	c	H	%retentoin
1	35.67	2.38	0.79	2.51	18.36	97.67
2	33.92	3.47	1.47	3.77	22.96	97.67
3	32.81	4.38	2.21	4.91	26.77	94.06
4	31.99	5.34	2.84	6.05	28.01	94.21
5	31.04	6.19	3.3	7.01	28.06	97.83
1	30.86	7.32	1.01	7.39	7.86	99.86
2	30.47	8.14	1.68	8.31	11.39	100

วันที่2

สี	L	a	b	c	H	%retentoin
1	35.74	2.26	0.84	2.41	20.39	93.77
2	33.99	3.33	1.5	3.65	24.25	94.56
3	33.01	4.27	2.27	4.84	28	92.72
4	32.43	5.21	2.89	5.96	29.02	92.83
5	31.27	6.01	3.34	6.88	29.26	95.95
1	30.89	7.31	1.04	7.38	8.09	99.73
2	30.51	8.12	1.66	8.29	11.55	99.88

วันที่3

สี	L	a	b	c	H	%retentoin
1	35.89	2.11	0.87	2.28	22.41	88.72
2	34.46	3.14	1.61	3.53	27.15	91.45
3	33.51	4.18	2.31	4.78	28.93	91.57
4	32.67	5.06	2.93	5.85	30.07	91.12
5	31.43	5.87	3.47	6.82	30.59	95.11
1	30.94	7.27	1.06	7.35	8.29	99.19
2	30.58	8.08	1.68	8.25	11.75	99.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อุณหภูมิตู้เย็น วันเริ่มต้น

สี	L	a	b	c	H	%retentoin
1	35.43	2.46	0.76	2.57	17.17	100
2	35.55	3.59	1.43	3.86	21.72	100
3	32.3	4.81	2.04	5.22	22.98	100
4	31.48	5.79	2.78	6.42	25.65	100
5	30.69	6.41	3.22	7.17	26.67	100
1	30.83	7.33	1	7.40	7.77	100
2	30.42	8.14	1.62	8.30	11.32	100

วันที่2

สี	L	a	b	c	H	%retentoin
1	35.44	2.45	0.76	2.57	17.23	99.61
2	33.55	3.58	1.43	3.86	21.77	100
3	32.31	4.8	2.05	5.22	23.13	100
4	31.49	5.78	2.78	6.41	25.69	99.84
5	30.7	6.41	3.22	7.17	26.67	100
1	30.83	7.33	1	7.40	7.77	100
2	30.42	8.14	1.64	8.30	11.32	100

วันที่3

สี	L	a	b	c	H	%retentoin
1	35.48	2.44	0.78	2.56	17.73	99.61
2	33.6	3.57	1.44	3.85	21.97	99.74
3	32.34	4.78	2.06	5.20	23.31	99.62
4	31.6	5.77	2.78	6.40	25.72	99.69
5	30.73	6.4	3.23	7.17	26.78	100
1	30.83	7.33	1	7.40	7.77	100
2	30.42	8.14	1.64	8.30	11.32	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่4

สี	L	a	b	c	H	%retentoin
1	35.53	2.42	0.79	2.55	18.08	99.22
2	33.67	3.56	1.44	3.84	22.02	99.48
3	32.41	4.71	2.07	5.14	23.46	99.62
4	31.68	5.76	2.78	6.40	25.76	99.53
5	30.79	6.38	3.23	7.15	26.85	99.72
1	30.84	7.32	1.01	7.39	7.86	100
2	30.44	8.14	1.65	8.31	11.46	100

วันที่5

สี	L	a	b	c	H	%retentoin
1	35.6	2.4	0.79	2.53	18.22	98.44
2	33.77	3.52	1.45	3.81	22.39	98.7
3	32.49	4.73	2.07	5.16	23.64	99.85
4	31.77	5.72	2.79	6.36	26	99.07
5	30.88	6.35	3.25	7.13	27.1	99.44
1	30.86	7.31	1.01	7.38	7.87	99.73
2	30.45	8.13	1.65	8.30	11.47	99.88

วันที่6

สี	L	a	b	c	H	%retentoin
1	35.66	2.39	0.79	2.52	18.29	98.05
2	33.78	3.51	1.46	3.80	22.59	98.44
3	32.51	4.71	2.08	5.15	23.83	98.66
4	31.8	5.7	2.81	6.36	26.24	99.06
5	30.93	6.31	3.25	7.10	27.25	99.02
1	30.87	7.3	1.01	7.37	7.88	99.59
2	30.46	8.12	1.65	8.29	11.49	99.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่7

สี	L	a	b	c	H	%retentoin
1	35.71	2.38	0.79	2.51	18.36	97.67
2	33.83	3.5	1.47	3.80	22.78	98.44
3	32.64	4.71	209	209.05	23.78	98.66
4	31.88	5.69	2.81	6.35	26.28	98.91
5	30.96	6.31	3.27	7.11	27.39	99.02
1	30.87	7.3	1.01	7.37	7.88	99.59
2	30.47	8.12	1.66	8.29	11.55	99.88

วันที่8

สี	L	a	b	c	H	%retentoin
1	35.74	2.36	0.81	2.50	18.94	97.28
2	33.86	3.49	1.49	3.79	23.12	98.19
3	32.69	4.7	2.1	5.15	24.08	98.66
4	31.93	5.68	2.81	6.34	26.32	98.75
5	30.99	6.3	3.28	7.10	27.5	99.02
1	30.88	7.29	1.01	7.36	7.88	99.59
2	30.47	8.12	1.66	8.29	11.55	99.88

วันที่9

สี	L	a	b	c	H	%retentoin
1	35.81	2.35	0.81	2.49	19.02	96.68
2	33.92	3.48	1.51	3.79	23.46	98.19
3	32.77	4.68	2.1	5.13	24.17	98.28
4	32.04	5.66	2.82	6.32	26.48	98.44
5	31.13	6.28	3.27	7.08	27.65	98.74
1	30.59	7.29	1.01	7.36	7.88	99.59
2	30.48	8.1	1.67	8.27	11.65	99.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่10

สี	L	a	b	c	H	%retentoin
1	35.87	2.34	0.82	2.48	19.31	96.5
2	34.03	3.47	1.51	3.78	23.52	97.93
3	32.86	4.66	2.12	5.12	24.46	98.08
4	32.24	5.65	2.83	6.32	26.61	98.44
5	31.19	6.28	3.27	7.08	27.51	98.74
1	30.9	7.29	1.02	7.36	7.96	99.5
2	30.49	8.1	1.67	8.27	11.65	99.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

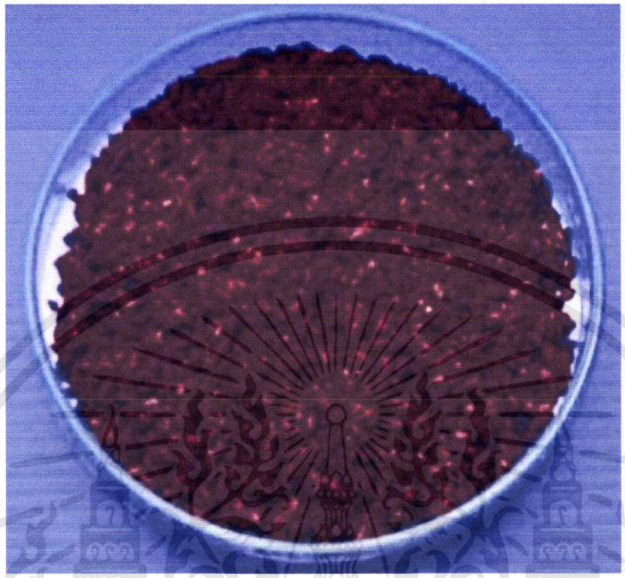
การเตรียมตัวอย่างเครื่องดื่ม

ปริมาณของ 0.1 M Citric acid และ 0.2 M Sodium Phosphate ที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างเครื่องดื่ม pH 3 - 10 ให้ได้ปริมาณ pH ละ 250 มิลลิลิตร เพื่อให้พอใช้ในการทดลอง

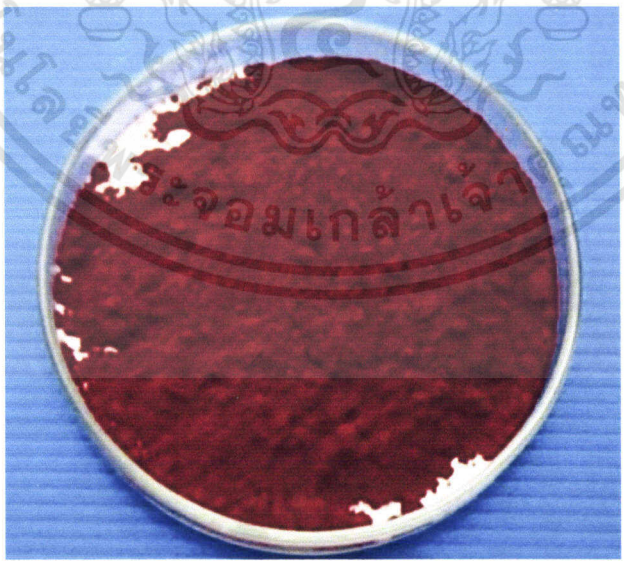
pH	0.1 M Citric acid (ml)	0.2 M Sodium Phosphate (ml)
3	217	33
4	191	59
5	169	81
6	147	103
7	125.75	124.25
8	119.25	130.75
9	114.25	135.75
10	110.75	132.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
ภาพวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลอง



ภาพที่ ฉ.1 ข้าวแดงทั้งเมล็ด



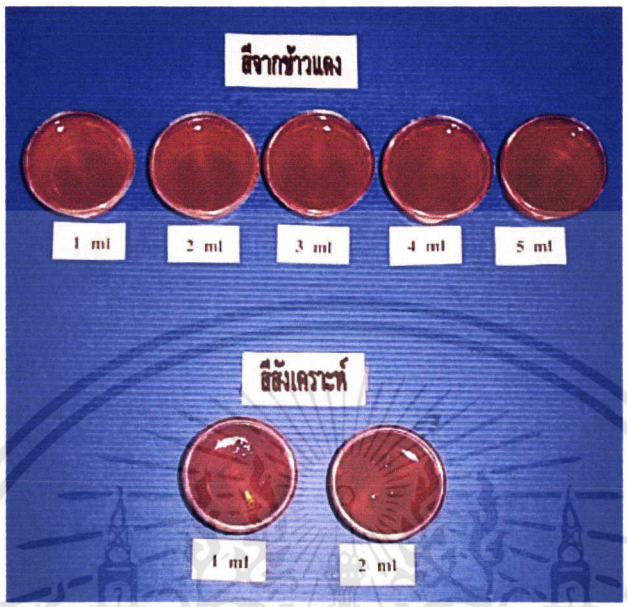
ภาพที่ ฉ.2 ข้าวแดงผงที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

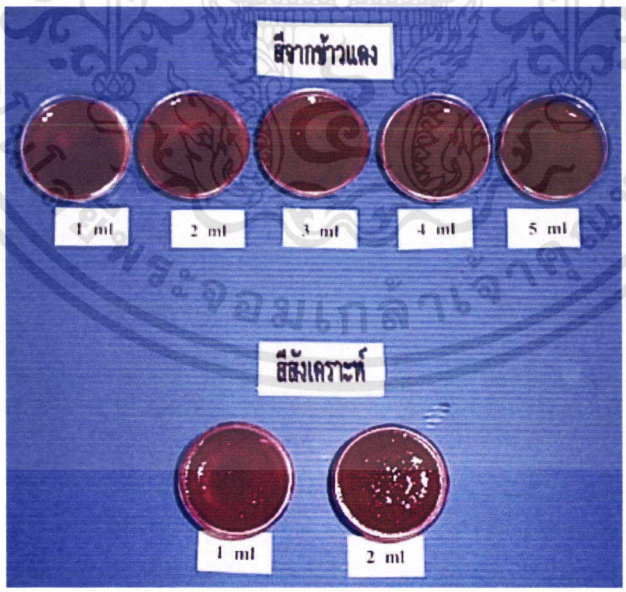
ภาพที่ ฉ.3 สีที่สกัดได้จากข้าวแดง

ภาพที่ ฉ.4 สีจากข้าวแดงเปรียบเทียบกับสีสังเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ฉ.5 วุ้นเมื่อใช้สีจากข้าวแดงและสีสังเคราะห์ในปริมาณต่าง ๆ



ภาพที่ ฉ.6 เยลลี่เมื่อใช้สีจากข้าวแดงและสีสังเคราะห์ในปริมาณต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวพุทธชาติ ชัตไพบูลย์ เกิดวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2522 จบการศึกษามัธยมปลายจากโรงเรียนพรตพิทยพยัต กรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับปริญญาตรีจากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร (วิทยาศาสตร์บัณฑิต) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ชื่อ นางสาว ศศิภา ชานนท์ เกิดวันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2521 จบการศึกษาชั้นมัธยมปลายจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ กรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับปริญญาตรีจากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร (วิทยาศาสตร์บัณฑิต) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้