

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง
ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การวัดสีของอาหารเหลวชนิด
โปร่งใสและโปร่งแสงด้วยเครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสง
Color Measurement of Transparent and Translucent Liquid Food Using
Reflection Colorimeter



จัดทำโดย



T096847

นางสาวชลธิชา ธนฐิติพงษ์
นางสาววิภาคนตา วงศ์รัตนเมธี

อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร.กิตติชัย บรรจง

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2/11/09
52247
9549

2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 96847
วัน,เดือน,ปี..... - 5 Jun 2009

b. 11 777901
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง
การวัดสีของอาหารเหลวชนิด
โปร่งใสและโปร่งแสงด้วยเครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสง
(Color Measurement of Transparent and Translucent Liquid Food Using
Reflection Colorimeter)

จัดทำโดย

นางสาวชลธิชา ธนฐิติพงศ์ รหัสนักศึกษา 46041090
นางสาววิกานดา วงศ์รินทรามณี รหัสนักศึกษา 46041108

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก


..... 23 / 03 / 50

(ดร.กิตติชัย บรรจง)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวชลธิชา ธนฐิติพงศ์, นางสาววิภาดา วงศ์รินทรามณี. 2549 : การวัดสีอาหารเหลวชนิด โปร่งใสและโปร่งแสงด้วยเครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสง (Color Measurement of Transparent and Translucent Liquid Food Using Reflection Colorimeter) สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.กิตติชัย บรรจง

บทคัดย่อ

การทดลองวัดสีอาหารเหลวชนิดโปร่งใสและโปร่งแสงด้วยเครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสง (Minolta Colorimeter CR-300, Japan) นี้ ในขั้นแรกหาอิทธิพลของขนาดพื้นที่หน้าตัดของภาชนะใสของเหลว ที่มีต่อผลการวัดสี โดยนำชาเขียวซึ่งเป็นของเหลวชนิดโปร่งใสใส่ภาชนะที่ออกแบบขึ้นเป็นกล่องสี่เหลี่ยมทำจากอะคริลิกใสหนา 2 มิลลิเมตร ขนาดพื้นที่หน้าตัดด้านตั้งฉากกับหัววัดสี 10 X 10 ตารางเซนติเมตร 12 X 12 ตารางเซนติเมตร และ 14 X 14 ตารางเซนติเมตร มีความหนา 2 ขนาดคือ 1 และ 2 เซนติเมตร และด้านตรงข้ามกับหัววัดสีติดด้วยฉากหลัง 3 แบบ คือ สีขาว สีดำ และไม่มีฉากหลัง พบว่า ขนาดพื้นที่หน้าตัดของกล่อง ไม่มีผลต่อค่าสีของของเหลวที่วัดในระบบ L a b อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์


จากการทดลองหาอิทธิพลของความหนาของของเหลวและสีของฉากหลังต่อค่าการวัดสีของของเหลวโดยใช้ภาชนะที่ใสของเหลวขนาดพื้นที่หน้าตัด 8 X 8 ตารางเซนติเมตร ความหนา 1, 2, 4 และ 8 เซนติเมตร โดยใช้ตัวอย่างอาหารเป็นอาหารเหลวชนิดโปร่งใส 2 ตัวอย่างได้แก่น้ำชาดำสำเร็จรูปและน้ำส้มสำเร็จรูปเข้มข้น 25 % ซึ่งมีอัตราแสงทะลุผ่าน 0.66 และ 0.64 ตามลำดับ และตัวอย่างอาหารเหลวชนิดโปร่งแสง 3 ตัวอย่าง ได้แก่ นมเปรี้ยวพร้อมดื่มยูเอชที นมพร้อมดื่มยูเอชที และกาแฟนมกระป๋องสำเร็จรูป ใส่ในภาชนะข้างต้นแล้ววัดสี พบว่า ภาชนะที่เหมาะสมกับการวัดสีของอาหารเหลวโปร่งใสทั้ง 2 ตัวอย่าง ได้แก่ กล่องสี่เหลี่ยมขนาด 8 X 8 ตารางเซนติเมตร ที่มีความหนา 8 เซนติเมตร โดยผลการวัดค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ระดับความหนาภาชนะ 1 2 และ 4 เซนติเมตร ยังคงมีความแตกต่างกันเองเมื่อใช้ฉากหลังสีดำ ฉากหลังสีขาวและไม่มีฉาก แต่ค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ระดับความหนาของภาชนะ 8 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกันในทุกฉาก แสดงว่าไม่มีอิทธิพลของฉาก ส่วนตัวอย่างอาหารเหลวโปร่งแสงทั้ง 3 ตัวอย่าง พบว่าภาชนะที่เหมาะสม คือ กล่องสี่เหลี่ยมที่มีความหนาภาชนะ 1 เซนติเมตร โดยผลการวัดค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ทุกระดับความหนาภาชนะไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ย

สีที่วัดได้เมื่อใช้ฉากหลังสีดำ ฉากขาว และไม่มีฉาก แสดงว่าไม่มีอิทธิพลของฉากเข้ามาเกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทดลองวัดสีของน้ำชาที่ชงด้วยน้ำร้อน 98 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 , 2 , 4 , 8 และ 16 นาที ซึ่งมีอัตราแสงทะลุผ่าน 0.79, 0.72, 0.64, 0.62 และ 0.55 ตามลำดับ เพื่อศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของสีของเหลวชนิดโปร่งใสและสีของฉากหลังและความหนาของภาชนะพบว่ากล่องสีเหลี่ยมขนาด 8 X 8 ตารางเซนติเมตร ความหนา 1 และ 2 เซนติเมตร สีของฉากหลังมีอิทธิพลต่อผลการวัดสีที่ทุกระดับระยะเวลาการชงชา กล่องสีเหลี่ยมความหนา 4 เซนติเมตร สีของฉากหลังมีอิทธิพลต่อการวัดสีที่ระดับการชงชา 1 , 2 และ 4 นาที และกล่องสีเหลี่ยมความหนา 8 เซนติเมตร สีของฉากหลังไม่มีอิทธิพลต่อผลการวัดสีที่ทุกระดับระยะเวลาการชงชา



รชภัฏ ๒๕๖๒	ธนฐิติพงษ์		23 / 03 / 50
(นางสาวชลธิชา ธนฐิติพงษ์)	(ดร.กิตติชัย บรรจง)		วัน/เดือน/ปี
(นางสาววิกานดา วงศ์รินทรามณี)	อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ดร.กิตติชัย บรรจงที่ได้ให้คำปรึกษา และช่วยตรวจทวนรายงานฉบับนี้ จนกระทั่งทำให้รายงานฉบับนี้เสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมทั้งขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษาห้องสมุดกลาง ห้องสมุดคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้แหล่งข้อมูลในการทำรายงาน และให้คำแนะนำในการค้นหาเอกสารต่าง ๆ



นางสาวชลธิชา ธนจิตติพงษ์
นางสาววิภาคนดา วงศ์รินทรามณี
16 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
2.1 อาหารในอุตสาหกรรม	2
2.2 การเปลี่ยนแปลงแสงของเม็ดดกกระทบวัตถุ	3
2.3 วัตถุ	4
2.4 เครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสง(Minolta Colorimeter CR-300, Japan)	7
2.5 ระบบ CIE L* a* b* (CIELAB)	8
2.6 ฉาก	10
2.7 การวัดสีตัวอย่างแบ่งเป็น 3 แบบ	11
2.8 การวัดสีของตัวอย่างอาหารเหลวบางชนิด	14
บทที่ 3 วัตถุประสงค์ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	16
3.1 วัตถุประสงค์	16
3.2 อุปกรณ์	16
3.3 วิธีการทดลอง	17
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	20
4.1 ศึกษาปัจจัยพื้นที่ที่หน้าตัด ความหนาของภาชนะ และสีของฉากที่คาดว่าจะมีผลต่อการวัดสี	21
4.2 ศึกษาปัจจัยความหนาภาชนะและสีของฉากที่มีผลต่อการวัดสีของอาหารเหลวประเภทโปร่งใสและโปร่งแสง	24
4.3 ศึกษาปัจจัยความหนาภาชนะและสีของฉากที่มีผลต่อการวัดสีของอาหารเหลวประเภทโปร่งใส	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	57
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	60
ภาคผนวก ข	61



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงค่าเฉลี่ยสี L ของพื้นที่หน้าตัดโดยกำหนดความหนาของภาชนะและสีของฉลาก	21
4.2 แสดงค่าเฉลี่ยสี a ของพื้นที่หน้าตัดโดยกำหนดความหนาของภาชนะและสีของฉลาก	21
4.3 แสดงค่าเฉลี่ยสี b ของพื้นที่หน้าตัดโดยกำหนดความหนาของภาชนะและสีของฉลาก	21
4.4 แสดงค่าเฉลี่ยสี L a b ของน้ำชาดำสำเร็จรูป ตรา ยูนิฟ ที่ระดับความหนาของภาชนะ และสีของฉลากต่างๆ	25
4.5 แสดงค่าเฉลี่ยสี L a b ของน้ำส้มสำเร็จรูปเข้มข้น 25% ตรา มหาชัย ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ	28
4.6 แสดงค่าเฉลี่ยสี L a b ของนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม ยูเอชที กลิ่นสตอเบอร์รี่ ตรา ดัชมิลล์ ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ	32
4.7 แสดงค่าเฉลี่ยสี L a b ของนมพร้อมดื่ม ยูเอชที รสช็อคโกแลต ตรา โพรโมสต์ ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ	35
4.8 แสดงค่าเฉลี่ยสี L a b ของกาแฟมกรรเบืองสำเร็จรูป ตรา เบอร์ดี้ ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ	38
4.9 แสดงค่าเฉลี่ยสี L a b ของน้ำชาชงนาน 1 นาที ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ	42
4.10 แสดงค่าเฉลี่ยสี L a b ของน้ำชาชงนาน 2 นาที ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ	45
4.11 แสดงค่าเฉลี่ยสี L a b ของน้ำชาชงนาน 4 นาที ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ	48
4.12 แสดงค่าเฉลี่ยสี L a b ของน้ำชาชงนาน 8 นาที ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ	51
4.13 แสดงค่าเฉลี่ยสี L a b ของน้ำชาชงนาน 16 นาที ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	5
2.2	6
2.3	6
2.4	7
2.5	7
2.6	9
2.7	10
2.8	11
3.1	16
4.1	22
4.2	22
4.3	23
4.4	26
4.5	26
4.6	27
4.7	29
4.8	29
4.9	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม ยูเอชที	33
4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม ยูเอชที	33
4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม ยูเอชที	34
4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของนมพร้อมดื่ม ยูเอชที	36
4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของนมพร้อมดื่ม ยูเอชที	36
4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของนมพร้อมดื่ม ยูเอชที	37
4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของกาแฟนมกระป๋องสำเร็จรูป	39
4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของกาแฟนมกระป๋องสำเร็จรูป	39
4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของกาแฟนมกระป๋องสำเร็จรูป	40
4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของน้ำชาชงนาน 1 นาที	43
4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของน้ำชาชงนาน 1 นาที	43
4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของน้ำชาชงนาน 1 นาที	44
4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของน้ำชาชงนาน 2 นาที	46
4.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของน้ำชาชงนาน 2 นาที	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 2 นาที	47
4.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 4 นาที	49
4.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 4 นาที	49
4.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 4 นาที	50
4.28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 8 นาที	52
4.29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 8 นาที	52
4.30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 8 นาที	53
4.31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 16 นาที	55
4.32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 16 นาที	55
4.33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 16 นาที	56
1 ข การวัดสีตัวอย่างอาหารเหลวโดยไม่ใช้ฉาก	60
2 ข การวัดสีตัวอย่างอาหารเหลวโดยใช้ฉากขาว	60
3 ข การวัดสีตัวอย่างอาหารเหลวโดยใช้ฉากดำ	61
4 ข น้ำชาชงนาน 1, 2, 4, 8 และ 16 นาที ตามลำดับ	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในทางอุตสาหกรรมอาหารการวัดคุณลักษณะคุณภาพของอาหาร เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับอาหารทุกประเภท เพื่อตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบก่อนการผลิต คุณภาพผลิตภัณฑ์จากกระบวนการแปรรูป และระยะเวลาในการเก็บรักษา มีได้หลายวิธี เช่น การวัดขนาดรูปร่าง การวัดความหนืด การวัดสี โดยสีของอาหารเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงความสดของอาหาร ความแก่อ่อนรวมทั้งสามารถนำไปวิเคราะห์คุณภาพที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากกระบวนการแปรรูป การเก็บรักษา และจากปัจจัยอื่นๆ เมื่อผู้บริโภคเลือกซื้อสินค้า สิ่งแรกที่สังเกตได้ก็คือสีของอาหาร สีที่มีลักษณะที่ดี ดูแล้วเกิดความน่ารับประทาน และมีความสม่ำเสมอในแต่ละผลิตภัณฑ์ จะทำให้เกิดความเชื่อถือและการยอมรับจากผู้บริโภค การวัดสีในอุตสาหกรรมอาหารนิยมใช้เครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสง (Minolta Colorimeter CR-300, Japan) และใช้ระบบ L a b ซึ่งเครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสง วัตถุอาหารที่เป็นของแข็งและมีลักษณะทึบแสง สำหรับอาหารเหลวนิยมใช้เครื่องวัดสีที่มีความเฉพาะซึ่งมีราคาแพง แต่เครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสงอาจเกิดความเสียหายได้หากอาหารเหลวนั้นสัมผัสกับหัววัดโดยตรง ดังนั้นจึงประยุกต์ใช้เครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสงมาใช้วัดสีอาหารประเภทของเหลวโปร่งใสและโปร่งแสง เนื่องจากเป็นวัตถุที่ยอมให้แสงผ่านได้ และอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดสีได้ เราจึงต้องออกแบบภาชนะให้มีความหนา กว้างยาว ความสูง รวมถึงออกแบบฉากให้เหมาะสม เพื่อให้แสงมีการสะท้อนกลับโดยอาศัยตัวของของเหลวที่มีความหนามากพอที่จะเป็นฉากหรืออาจนำฉากมาช่วยในการวัดสี ซึ่งจะช่วยให้เครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสง มีข้อช่วยการใช้งานได้กว้างขึ้นกว่าการใช้วัดสีของอาหารที่เป็นของแข็งเพียงอย่างเดียว

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาปัจจัยพื้นที่หน้าตัด ความหนาของภาชนะ และสีของฉากที่คาดว่าจะมีผลต่อการวัดสีของอาหารเหลว
2. ศึกษาปัจจัยความหนาภาชนะและสีของฉากที่มีผลต่อการวัดสีของอาหารเหลว
3. ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการวัดสีของอาหารเหลวประเภทโปร่งใส ได้แก่ ความหนาของภาชนะและสีของฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 อาหารในอุตสาหกรรม (Hal Good, 2000)

อาหารในอุตสาหกรรมอาหาร แบ่งตามชนิดของอาหารที่ยอมให้แสงผ่านได้หรือผ่านไม่ได้ ในปริมาณต่างกัน ได้ 3 ประเภท

2.1.1 อาหารประเภททึบแสง (Opaque food) อาหารทึบแสงสามารถแบ่งตามลักษณะเนื้อสัมผัสหรือรูปร่าง ได้เป็นอาหารเหลว อาหารกึ่งของเหลวและอาหารที่เป็นของแข็ง ซึ่งมีลักษณะเป็นผง เม็ด เกลลี่ แผ่น แผ่นกลม ทรงกระบอก และลักษณะแผ่นเรียบ

การวัดสีอาหารทึบแสงที่เป็นของเหลวข้น ผง และอนุภาคขนาดเล็กที่เหมาะสม ใช้ระบบ 45/0 องศา โดยเครื่องมือที่มีความยาวแท่นวัด 25-50 มิลลิเมตร ซึ่งตัวอย่างเป็นอาหารไหลได้ง่าย ใส่ลงในภาชนะที่ใส่ตัวอย่างและนำไปวัด การวัดสีของอาหารเม็ดหยาบ เกลลี่ แผ่น และแผ่นกลม เช่น คุกกี้และแครกเกอร์ ใช้ระบบ 45/0 องศา ที่มีการให้แสงสว่างบนตัวอย่าง และใช้แท่นวัดขนาดยาวกว่า 90 มิลลิเมตร ซึ่งนำตัวอย่างใส่ภาชนะและนำไปวัดในเครื่องวัดสี

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก เช่น ไม้กรอก เครื่องวัดที่เหมาะสมมีพื้นที่วัดไม่แน่นอน สำหรับอาหารที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางเรียบ เช่น ชีส จีนเนื้อที่ตัดเป็นแผ่นบางจะใช้แท่นวางตัวอย่างขนาด 25-50 มิลลิเมตร และใช้ระบบ 45/0 องศา

2.1.2 อาหารประเภทโปร่งแสง (Translucent food) อาหารประเภทโปร่งแสงจะอยู่ในรูปของเหลวหรือของแข็ง เช่น น้ำผลไม้ โยเกิร์ต และน้ำสลัด เป็นต้น ตัวอย่างของอาหารประเภทโปร่งแสงต้องการเครื่องมือพิเศษในการวัดค่าสี สีของตัวอย่างอาหาร โปร่งแสงจะเปลี่ยนเมื่อเส้นทางความยาวแสงที่ทะลุผ่านตัวอย่างเปลี่ยน ดังนั้นเส้นทางความยาวแสงจะต้องกำหนดค่าคงที่ ตำแหน่งของแสงตกกระทบจะเดินทางทะลุตัวอย่าง พื้นหลังของตัวอย่างจะต้องคงที่และเป็นสีขาวอย่างในอุดมคติ ฮันเตอร์แลปได้พัฒนา “วงแหวนและแผ่นกลม” เพื่อที่จะวัดตัวอย่างชนิดนี้ วงแหวนสีดำเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ถูกสอดลงในถ้วยตัวอย่าง ถ้วยตัวอย่างเต็มไปด้วยตัวอย่าง แผ่นกลมเซรามิกสีขาวจะถูกดึงลงทะลุตัวอย่าง ไปจนกระทั่งติดอยู่ส่วนบนของวงแหวนสีดำ แผ่นเซรามิกนี้จะให้เส้นทางแสงคงที่และพื้นหลังสีขาว ถ้วยที่มีตัวอย่างจะถูกวางบนเครื่องมือในตำแหน่งสำหรับการวัด

2.1.3 อาหารประเภทโปร่งใส (Transparent food) อาหารประเภทโปร่งใสเป็นอาหารชนิดของเหลวหรือกึ่งแข็ง อย่างไรก็ตามตัวอย่างในกรณีนี้จะถูกวัดโดยการส่องผ่านแทนที่การสะท้อน ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ก็ได้แก่ น้ำผลไม้ใส น้ำอัดลม น้ำมันพืช และชาที่ชงแล้ว จะถูกทดลองในเซลล์ที่

ส่องผ่าน เส้นทางการยาวของแสงอยู่ในช่วง 10 มิลลิเมตรหรือ 20 มิลลิเมตร ในกรณีของเซลล์ และเจลาติน ตัวอย่างจะถูกกดลงไปบนเซลล์โดยต้องไม่มีช่องว่างหรือฟองอากาศ เซลล์ที่มี ตัวอย่างจะถูกวางในช่องที่ส่องผ่านของเครื่องด้วย sphere geometry ($d/8^\circ$) เครื่องมือส่วนใหญ่จะใช้หลักการทางเรขาคณิตเกือบทั้งหมดซึ่งสามารถวัดการส่องผ่านได้เป็นอย่างดี บ่อยครั้งที่ค่า haze จะสัมพันธ์กับความขุ่นของผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำผลไม้ใส ชาชง

2.2 การเปลี่ยนแปลงแสงของเมื่อตกกระทบวัตถุ (Roy S. Berns.,2000)

เมื่อแสงตกกระทบวัตถุจะเกิดลักษณะ ดังนี้

2.2.1 การทะลุผ่าน แสงจะสามารถทะลุปัจจัยที่ไม่เปลี่ยนแปลง โดยแสงทะลุผ่านวัตถุได้ ซึ่งเรียกว่า “transparent” ถ้าวัตถุมีสีน้อย แสงทั้งหมดจะทะลุผ่านเกือบทั้งหมด โดยมีส่วนน้อยที่จะเกิดการสะท้อนจากพื้นที่ผิวสัมผัสทั้ง 2 ชนิดของวัตถุ การสะท้อนนี้และการกระเจิงแสงที่สำคัญมากจะถูกอธิบายไว้ข้างล่าง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณที่เรียกว่า ดรรชนีหักเห (refractive index) ซึ่งวัดปริมาณแสงที่ลดลงเรื่อยๆของวัตถุ ความสัมพันธ์ของความเร็วแสงในอากาศ ทุกขอบเขตระหว่างวัตถุ 2 วัตถุด้วยความแตกต่างของดรรชนีหักเห แสงจะถูกเปลี่ยนเป็นความเร็ว ผลที่ตามมา แสงปริมาณน้อยก็จะถูกสะท้อนและทิศทางของค่าแสงก็จะเปลี่ยน วัตถุส่วนใหญ่จะมีดรรชนีหักเห ประมาณ 1.5 ปริมาณแสงที่สะท้อนประมาณ 4% ของแต่ละขอบเขตในอากาศสำหรับการตกกระทบปกติ การเปลี่ยนทิศทางของมุมตกกระทบด้วยขนาดก็บประมาณของความยาวคลื่น และการกระเจิงแสงเข้าไปยังสเปกตรัมโดยปริซึม

2.2.2 การดูดกลืน นอกจากการทะลุ แสงยังอาจจะถูกดูดกลืนหรือหายไปเช่น คลื่นแสงที่มองเห็น (ถ้าปริมาณแสงมากจะถูกดูดกลืน โดยจะรู้สึกร้อนที่มีปริมาณแสงจำนวนน้อยจะถูกเปลี่ยนไปเป็นความร้อน) ถ้าวัตถุดูดกลืนแสงบางส่วน วัตถุก็จะปรากฏสีแต่มันก็ยังมีลักษณะโปร่งใส ถ้าแสงทั้งหมดถูกดูดกลืนวัตถุจะมีสีดำและมีลักษณะทึบแสง

สำหรับวัตถุโปร่งแสง ความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพของการดูดกลืนแสง เช่น การทำงานของความยาวคลื่นสามารถใช้หาค่าสีของวัตถุได้จากทฤษฎีของ Bouguer หรือ Lambert ถูกนำมาใช้ทำนายการเปลี่ยนแปลงสีเมื่อความหนาของวัตถุเปลี่ยน ทฤษฎีของ Beer ถูกใช้ทำนายการเปลี่ยนสี เมื่อความเข้มข้นของวัตถุเปลี่ยน ทฤษฎีเหล่านี้จะถูกใช้ในการทำนายการเปลี่ยนสีโดยนำมารวมกัน

2.2.3 การกระเจิงแสง แสงอาจจะกระเจิงเมื่อแสงทำปฏิกิริยากับวัตถุ แสงบางส่วนจะถูกดูดกลืนและไม่แพร่ออกไป ณ ความยาวคลื่นบางส่วน แต่เดียวกันแสงส่วนหนึ่งจะเดินทางไปทิศทางเดียว จนกระทั่งสุดท้ายแสงบางส่วนจะเดินทางในทิศทางที่แตกต่างกันหลายทิศทาง ผลของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระเจิงแสงที่เดินทางเป็นเส้นตรงและแสงที่เดินทางในทิศทางที่แตกต่างกันนั้นจะเป็นแบบปกติและส่วนสำคัญของการกระเจิงแสงโดยโมเลกุลของอากาศ สำหรับสีฟ้าของท้องฟ้า และการกระเจิงจากอนุภาคขนาดใหญ่สำหรับสีขาของก้อนเมฆ ควัน นม และเม็ดสีขาจำนวนมาก เมื่อแสงที่กระเจิงเพียงพอ แสงนั้นจะแพร่สะท้อนจากวัตถุ ถ้าแสงบางส่วนทะลุผ่านวัตถุแบบกระเจิง และแสงบางส่วนทะลุ ลักษณะดังกล่าววัตถุจะถูกรับเรียกว่า “โปร่งแสง” ถ้าเกิดการกระเจิงอย่างแรงนั้นหมายความว่า จะไม่มีแสงทะลุผ่านวัตถุ (การดูดกลืนจะเกิดมาก ณ ขณะนั้น) ลักษณะดังกล่าว จะถูกรับเรียกว่า “ทึบแสง” สีของวัตถุจะขึ้นกับปริมาณและชนิดของการกระเจิงและการดูดกลืนขณะนั้น ถ้าไม่มีการดูดกลืนแสงไม่มีปริมาณการกระเจิงในแต่ละความยาวคลื่น วัตถุก็จะเห็นเป็นสีขาวหรือไม่เช่นนั้นก็จะเห็นเป็นสีอื่นๆ

ผลของการกระจายเมื่อแสงตกกระทบอนุภาคขนาดเล็กด้วยดรรชนีหักเหที่แตกต่างกันที่แตกต่างจากสิ่งทีแวดล้อมวัตถุ ปริมาณแสงที่กระเจิงจะขึ้นตรงกับความแตกต่างของดรรชนีหักเหระหว่างวัตถุ 2 วัตถุโดยตรง เมื่อวัตถุ 2 วัตถุมีดรรชนีหักเหเหมือนกัน จะไม่มีแสงกระเจิงและไม่มีการดูดกลืนระหว่างวัตถุ 2 วัตถุนั้น เช่น อนุภาคที่มีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ปริมาณของการกระเจิงแสงจะขึ้นตรงกับขนาดของอนุภาคที่กระเจิงแสงเหมือนกัน อนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ก็จะกระเจิงแสงที่มีขนาดเล็กมาก ๆ การกระเจิงจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มขนาดของอนุภาคจนกระทั่งอนุภาคมีขนาดเท่ากับความยาวคลื่นของแสง และการกระเจิงลดลงอนุภาคก็ยังคงมีขนาดใหญ่

จากเหตุผลที่กล่าวไปแล้วทั้งหมด สีจะมีประสิทธิภาพการกระเจิงแสงสูงสุด เมื่อดรรชนีหักเหไม่ต่างจากเรซินและเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคเท่ากับความยาวคลื่นแสงเมื่อสีมีขนาดอนุภาคเล็กมาก ๆ และมีดรรชนีหักเหเท่ากับเรซิน สีก็จะถูกนำไปใช้ สีจะกระเจิงดังนั้นแสงจะน้อย จึงทำให้มองเห็นสีมีลักษณะ โปร่งใส การกระจายสามารถควบคุมโดยการเลือกสีด้วยความแตกต่างของดรรชนีหักเหที่เหมาะสมหรือควบคุมขนาดของอนุภาค สีแบบโปร่งแสงจะเคลือบด้วยอนุภาคของเม็ดสีของ iron oxide ที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ทั้งๆที่มีความแตกต่างของดรรชนีหักเหระหว่างเรซินกับสี การควบคุมขนาดของอนุภาคสีแบบกระเจิงด้วยสารสีอินทรีย์ต่างๆที่มีความสัมพันธ์แบบปิดกับดรรชนีหักเห เม็ดสีจะขึ้นกับขนาดของอนุภาค การเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเนื่องจากกระบวนการที่ไม่คงที่ มีผลกระทบมากกับอำนาจของการกระเจิงและการสะท้อนกลับของสี

2.3 วัตถุ (H. G., 2000)

สีและลักษณะปรากฏจะถูกรับมองเห็น ได้อย่างชัดเจนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจากแหล่งกำเนิดรังสีวัตถุจะดูดกลืนความยาวคลื่นแสงบางส่วนและสะท้อนหรือทะลุผ่านความยาวคลื่น ตัวอย่างเช่น วัตถุสีแดงจะสะท้อนความยาวคลื่นแสงสีแดงและดูดกลืนความยาวคลื่นแสงที่เหลือทั้งหมดวัตถุจะ

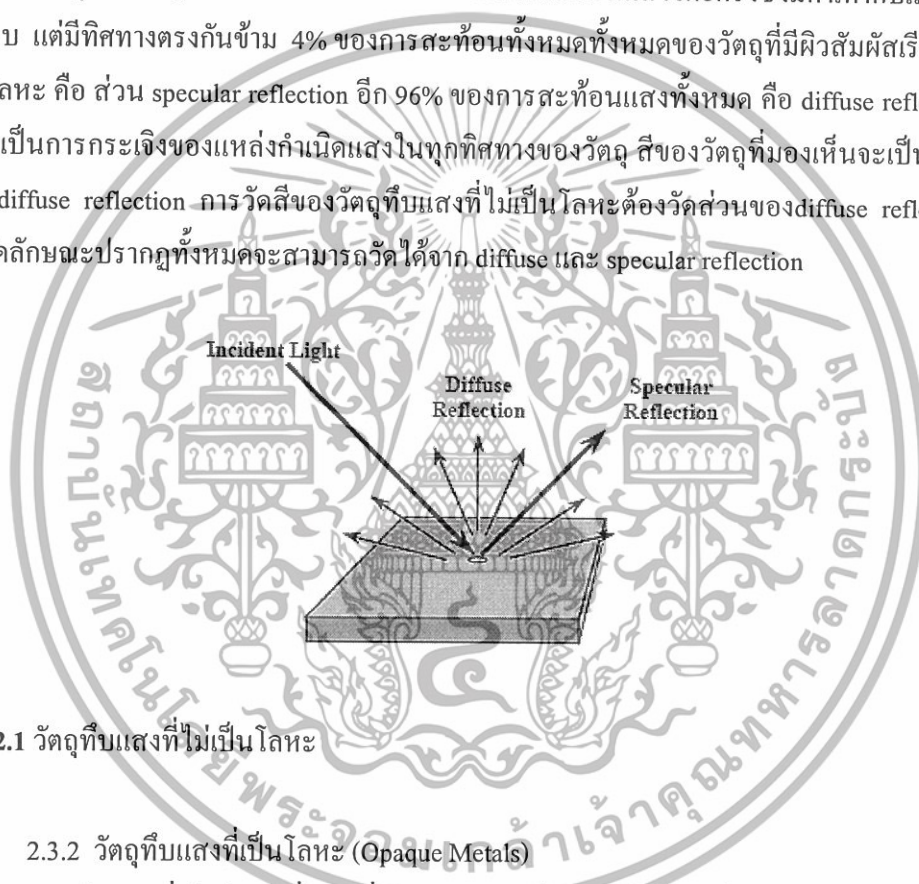
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะท้อนแสงสีแดงจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้วัตถุเป็นสีแดง ความขรุขระของพื้นผิวสัมผัสของวัตถุจะหาได้จากค่าแรกของการกระเจิงแสงซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวกับความมันเงาของวัตถุ

วัตถุแบ่งได้ 4 กลุ่ม โดยขึ้นกับแหล่งกำเนิดแสง มีดังนี้

2.3.1 วัตถุทึบแสงที่ไม่เป็นโลหะ (Opaque Nonmetals)

วัตถุทึบแสงที่ไม่เป็นโลหะ ซึ่งการที่วัตถุมีลักษณะไม่เป็นโลหะจึงทำให้วัตถุนี้ไม่ยอมให้แสงทะลุผ่าน ตัวอย่างเช่น พื้นโต๊ะไม้ พลาสติก เมื่อแสงตกกระทบวัตถุจะมีการสะท้อนแสง 2 แบบที่ปรากฏให้เห็น specular reflection เป็นส่วนที่มีการสะท้อนแสงโดยตรงซึ่งมีค่าเท่ากับแสงตกกระทบ แต่มีทิศทางตรงกันข้าม 4% ของการสะท้อนทั้งหมดทั้งหมดของวัตถุที่มีผิวสัมผัสเรียบไม่เป็นโลหะ คือ ส่วน specular reflection อีก 96% ของการสะท้อนแสงทั้งหมด คือ diffuse reflection ซึ่งจัดเป็นการกระเจิงของแหล่งกำเนิดแสงในทุกทิศทางของวัตถุ สีของวัตถุที่มองเห็นจะเป็นส่วนของ diffuse reflection การวัดสีของวัตถุทึบแสงที่ไม่เป็นโลหะต้องวัดส่วนของ diffuse reflection การวัดลักษณะปรากฏทั้งหมดจะสามารถวัดได้จาก diffuse และ specular reflection

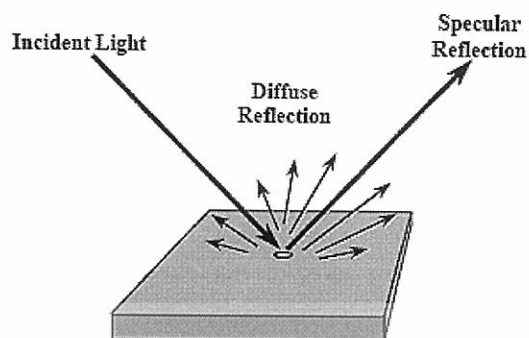


รูปที่ 2.1 วัตถุทึบแสงที่ไม่เป็นโลหะ

2.3.2 วัตถุทึบแสงที่เป็นโลหะ (Opaque Metals)

วัตถุทึบแสงที่เป็นโลหะซึ่งการที่วัตถุมีลักษณะเป็นโลหะจึงทำให้วัตถุไม่ยอมให้แสงทะลุผ่าน ตัวอย่างเช่น กระดาษอะลูมิเนียม หรือตะเกียบทอง สีของรถ เมื่อแสงตกกระทบวัตถุนี้จะมีการสะท้อนแสง 2 แบบ คือ specular reflection และ diffuse reflection แต่อย่างไรก็ตามสำหรับวัตถุที่เป็นโลหะสีและความมันเงาจะเห็นได้จากส่วนของ specular reflection ซึ่งเป็นส่วนที่มีการสะท้อนแสงมาก ส่วน diffuse reflection จะเป็นส่วนน้อยที่สะท้อนแสงเกิดจากความไม่สมบูรณ์ของผิวสัมผัสนั้นจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ส่วน specular reflection เป็นส่วนกระเจิงแสง วัตถุพวกนี้สีที่มองเห็นจะมาจากส่วนของ diffuse reflection

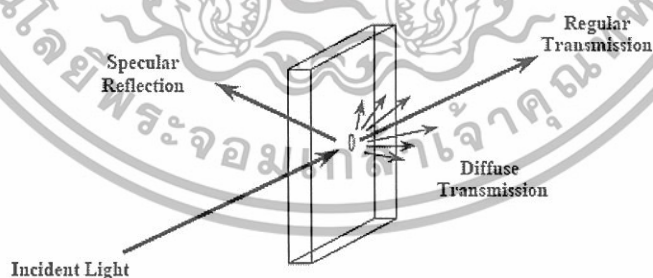
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 วัตถุทึบแสงเป็นโลหะ

2.3.3 วัตถุโปร่งใส (Transparent Materials)

วัตถุโปร่งใสจะยอมให้แสงส่วนที่มาจากแหล่งกำเนิดแสงทะลุผ่าน โดยปกติวัตถุเหล่านี้จะมีลักษณะใส อาจเป็นของแข็งหรือของเหลว ตัวอย่างเช่น กระจกหน้าต่าง น้ำ วัตถุเหล่านี้แสงบางส่วนจะเป็น specular reflection ซึ่งจะสะท้อนแล้วมองเห็นในรูปความมันเงาที่อยู่บนผิวสัมผัส และยังคงทะลุผ่านตัววัตถุไป regular transmission เป็นส่วนของแสงที่ทะลุผ่านตัววัตถุมาตรงๆ ผลรวมของค่า transmission คือ regular transmission รวมกับ diffuse transmission สีของวัตถุโปร่งใสมาจากส่วนของ regular transmission ถ้าเกิด diffuse transmission ก็ยังคงมีบางส่วนที่เป็นสี และมีลักษณะปรากฏ การวัดสีต้องวัดส่วนของ regular transmission หรือผลรวมของค่า transmission การวัด ความมันเงาจะวัดได้จากส่วนของ specular reflection การวัดลักษณะขุ่นจะวัดส่วนของ diffuse transmission



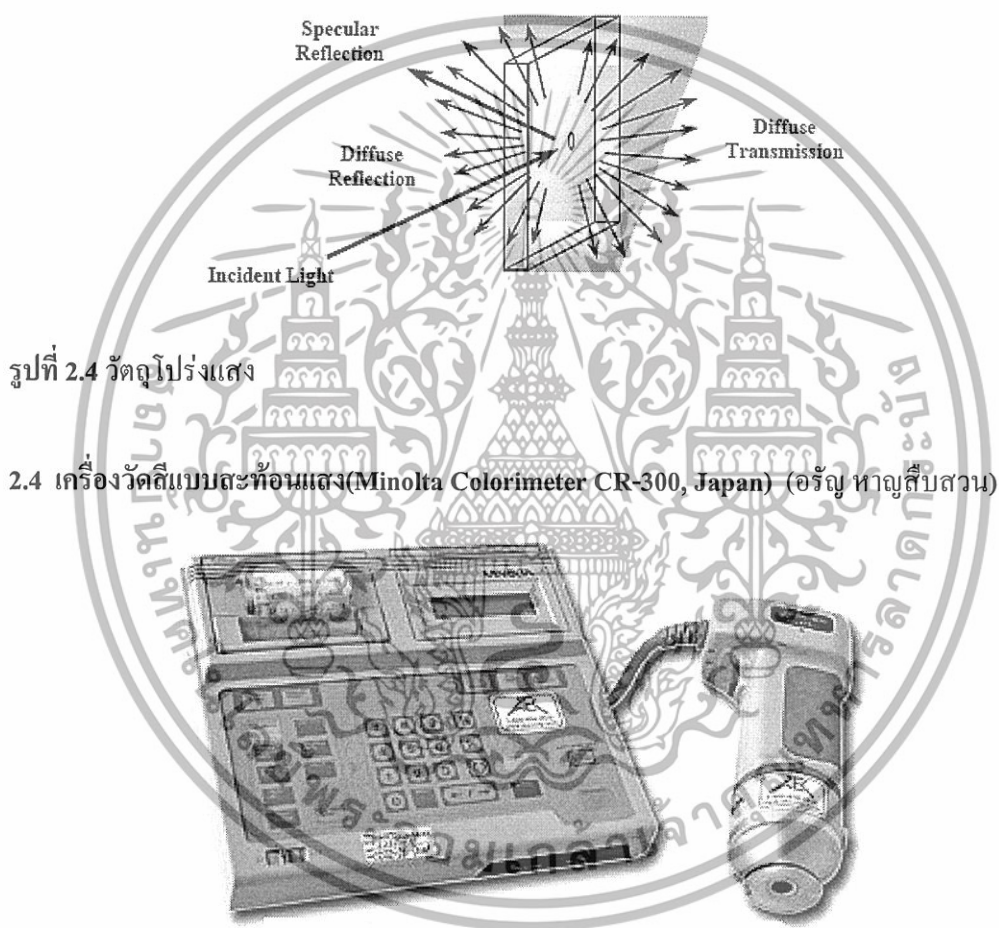
รูปที่ 2.3 วัตถุโปร่งใส

2.3.4 วัตถุโปร่งแสง (Translucent Materials)

วัตถุโปร่งแสงจะมีลักษณะเป็นของแข็งหรือของเหลวก็ได้ วัตถุพวกนี้จะยอมให้แสงบางส่วนทะลุผ่าน แต่ก็มีส่วนของ specular และ diffuse reflection เหมือนกัน แสงจะทะลุผ่านวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปร่งแสง แต่ไม่สามารถมองเห็นความใสที่ทำให้แสงทะลุผ่านไป ตัวอย่างเช่น แผ่นกระดาษ วัตถุพวกนี้จะมีลักษณะทางกายภาพทางการมองเห็นที่ซับซ้อน โดยจะรวมลักษณะของวัตถุทึบแสงไม่เป็นโลหะและวัตถุโปร่งใสเอาไว้ด้วยกัน ความมันเงาจะมองเห็นได้จากส่วนของ specular reflection และสีจะมองเห็นได้จากส่วนของ diffuse reflection เมื่อแสงอยู่ด้านหน้าของวัตถุ สีจากส่วนของ diffuse transmission เมื่อแสงอยู่ด้านหลังของวัตถุ วัตถุโปร่งจะไม่สามารถวัดได้ง่ายเนื่องจากมีความหนาและฉากหลังเข้ามาเกี่ยวข้องกับสีของวัตถุ



รูปที่ 2.4 วัตถุโปร่งแสง

2.4 เครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสง (Minolta Colorimeter CR-300, Japan) (อรุณ หาญสืบสวน)

รูปที่ 2.5 เครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสง (Minolta Colorimeter CR-300)

ลักษณะเด่นของเครื่องวัดสีแบบคัลเลอร์ริมิเตอร์ มีดังนี้

2.4.1 มีแหล่งกำเนิดแสงในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งกำเนิดแสงภายในและระบบแสงคู่ทำให้เกิดแสงสว่างที่สม่ำเสมอไปตกกระทบวัตถุ
ทุกครั้งของการวัดค่าสีสามารถคำนวณได้จากมาตรฐานแสง CIE ทั้งแบบ C หรือ D_{65}

2.4.2 เก็บความจำได้

ผลของการวัดจะถูกจัดเก็บโดยอัตโนมัติตามวันเวลาที่ใช้งานและสามารถพิมพ์รายงานได้

2.4.3 เชื่อมต่อข้อมูลได้

อุปกรณ์การสื่อสารข้อมูลมาตรฐาน RS-232C สามารถใช้แสดงผลหรือควบคุมเครื่องวัดสี
ได้

2.4.4 การแสดงผลข้อมูล

แสดงผลการวัดเป็นตัวเลขที่แม่นยำในปริภูมิสี (Color Space) ระบบต่างๆทำให้สามารถ
สื่อสารกับผู้อื่นได้ง่ายและถูกต้อง

2.4.5 กำหนดโครงสร้างทิศทางแสงและมุมมองที่แน่นอน

ทิศทางแสงและมุมมองได้กำหนดตายตัวทำให้เงื่อนไขการวัดมีความแน่นอนสม่ำเสมอ

2.4.6 ทำหน้าที่แทนตามนุษย์ได้คงที่

เครื่องวัดจะมีฟังก์ชันมาตรฐานของตามนุษย์ กำหนดโดยมาตรฐาน CIE ทำให้มีความ
แน่นอนสำหรับการวัดทุกครั้ง

2.4.7 กำจัดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากขนาดพื้นที่การวัดและสีพื้นฉากหลังของตัวอย่างสี
เนื่องจากเครื่องวัดสีจะวัดเฉพาะสีของตัวอย่าง (โดยการวัดบนพื้นที่ขนาดเล็ก) จึงไม่มี
ผลกระทบของขนาดตัวอย่างสีและพื้นฉากหลังของตัวอย่าง

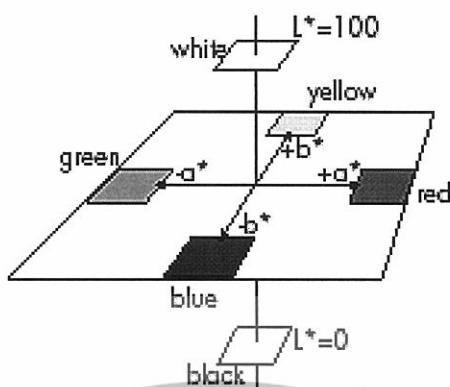
2.4.8 วัดความแตกต่างของสีได้

สามารถวัดความแตกต่างของสีเปรียบเทียบกับสีตัวอย่างและแสดงผลเป็นตัวเลขได้ทันที

2.5 ระบบ CIE $L^*a^*b^*$ (CIELAB) (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอสำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม)

เนื่องจากการระบุสีเป็นตัวเลข 2 ระบบ คือ ระบบที่ระบุตัวเลขด้วยค่า CIE Tristimulus
Values (X, Y และ Z) และ CIE Chromaticity Coordinates (x, y และ Y) ยังมีข้อเสียดังกล่าวแล้ว
ข้างต้น จำเป็นต้องมีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง CIE Chromaticity Coordinates System ไปเป็น
ระบบใหม่หรือสมการใหม่ที่สามารถบอกความแตกต่างของสีได้อย่างสม่ำเสมอ (Uniform
Chromaticity System, UCS) ซึ่งก็ได้ทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกันอย่างมากมาย จนกระทั่ง
ปัจจุบันนี้สมการที่ใช้ในการระบุสีที่เป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางก็คือ CIELAB 1976 ซึ่งมีลักษณะ
ของ color space ดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 CIELAB 1976 ซึ่งแสดง L, a, b color space

โดย L^* ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness)

$L = 0 =$ perfect black sample

$L = 100 =$ perfect white sample

a^* ใช้กำหนดสีแดง หรือสีเขียว

a เป็น + วัตถุมีสีออกแดง

a เป็น - วัตถุมีสีออกเขียว

b^* ใช้กำหนดสีแดง หรือสีเขียว

b เป็น + วัตถุมีสีออกเหลือง

b เป็น - วัตถุมีสีออกน้ำเงิน

ซึ่ง $L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16$ (1)

$$L^* = 500(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3} \quad (2)$$

$$L^* = 200(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3} \quad (3)$$

โดยที่ X_n, Y_n, Z_n คือค่า Tristimulus Value ของ Reference white ภายใต้ Illuminant หนึ่ง เช่น D65 ($Y_n = 100$ เสมอ ส่วน $X/X_n, Y/Y_n,$ และ Z/Z_n จะมีค่ามากกว่า 0.01)

นอกจากนี้ในระบบ CIELAB ยังมีการปรับปรุงต่อไป โดยการเพิ่มค่า “a” และ “b” เข้ากับ “hue” และ “chroma” โดยกำหนด color term อีก 2 ตัว คือ hue angle (h^*) และ chroma (c^*)

hue angle เป็นตัวเลขที่ระบุว่ามีตำแหน่งอยู่ที่ใดในกราฟ มีหน่วยเป็นองศา

$$\text{โดย } h^* = \tan^{-1} \left[\frac{b^*}{a^*} \right] \quad (4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (5)$$

ถ้า $h^* = 0^\circ$	แสดงว่าเป็น	สีแดง
$h^* = 90^\circ$	แสดงว่าเป็น	สีเหลือง
$h^* = 180^\circ$	แสดงว่าเป็น	สีเขียว
$h^* = 270^\circ$	แสดงว่าเป็น	สีน้ำเงิน

ส่วน Chroma จะได้จากความยาวของเส้นตรงจากจุดกำเนิดที่ $a^* = h^* = 0$ ไปยังตำแหน่งของตัวอย่าง C^* จะใช้บอกค่าความสดโตของสีที่ค่าความสว่างหนึ่งๆ

โดยทั่วไป ในการระบุสีของวัตถุมีสีในระบบ CIELAB นั้น มีระบุด้วยค่า L^* , C^* และ h^* มากกว่า L^* , a^* และ b^* เนื่องจากจะทำให้เข้าใจและทราบลักษณะของสีได้ใกล้เคียงกับที่ตาของมนุษย์มองเห็นสี

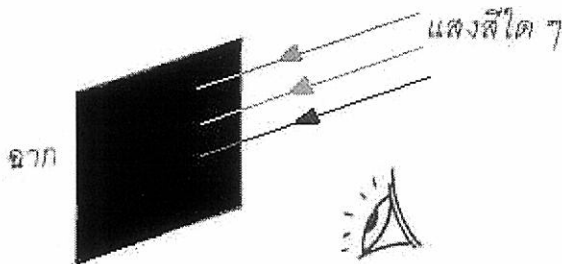
2.6 ฉาก



รูปที่ 2.7 ฉากขาว (คมกฤษณ์ ดินจินดา, 2539)

แสงสีขาวเมื่อกระทบบนฉากสีขาวจะเกิดการสะท้อนหมดทุกสีเข้าสู่เน็ยน์ตา เห็นฉากเป็นสีขาว (Paul G, Hewitt. 1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ฉากดำ (คมกฤษณ์ ตินจินดา, 2539)

แสงสีขาวเมื่อตกกระทบฉากสีดำจะไม่มีแสงสะท้อนกลับเข้าสู่สายตา เพราะถูกฉากสีดำดูดกลืนแสงสีขาวจึงเห็นฉากเป็นสีดำ (Paul G, Hewitt, 1998)

2.7 การวัดสีตัวอย่างแบ่งเป็น 3 แบบ ดังนี้

2.7.1 การวัดสีตัวอย่างที่มีลักษณะทึบแสง

ตัวอย่างในอุดมคติสำหรับลักษณะการวัดการสะท้อนก็คือลักษณะแบน สีตัวอย่างต้องเป็นเนื้อเดียวกัน ทึบแสง แสงสามารถแพร่ผ่านตัววัตถุได้ ความเป็นจริงของวัตถุทึบแสง ตัวอย่างอาหารที่มีสีมีน้อยมากที่เป็นลักษณะทึบแสงแบบ 100% เช่น ไข่ขาวและไข่แดง ผง กาแฟผงสำเร็จรูป และแผ่นมันฝรั่ง อาจมีลักษณะใกล้เคียงกัน (Berardi et.al., 1996) อย่างไรก็ตามเมื่อวัดมีลักษณะเป็นผงสามารถวัดได้โดยมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญก็คือขนาดของอนุภาคและการกระจายของอนุภาค ตัวอย่างเช่น การเพิ่มขนาดอนุภาคของแป้งมันฝรั่งจากที่มีขนาดน้อยกว่า 250 ไมโครเมตรไปถึงมากกว่า 1000 ไมโครเมตร ก่อให้เกิดการเพิ่มค่า L ของ Hunter จาก 71 เป็น 88.6 (Kent, 1987) วิธีการสำหรับบดอย่างกาแฟต้องทำให้ตลอดทั่วถึง โดยเป็นมาตรฐานซึ่งจะได้มารูปแบบของการกระจายขนาดของอนุภาคและควบคุมเงื่อนไขการสร้างอนุภาค (Little et.al., 1958b) ลักษณะที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันและตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่สามารถได้ด้วยวิธีการหมุน ซึ่งเป็นการนำเอาอาหารไปหมุนด้านหน้าช่องของการวัด วิธีนี้จะสร้างค่าเฉลี่ยสีของพื้นผิว บ่อยครั้งที่วิธีแบบนี้จะไม่สามารถช่วยหาค่าเฉลี่ยสีของวัตถุที่มี 2 สีได้ เช่น สีแดง และเขียวสุกของมะเขือเทศ ซึ่งจะไม่มี ความหมาย วิธีนี้จะไม่เกี่ยวกับลักษณะสำคัญของตัวอย่างเลย สำหรับผัก เช่น ผักกาด (Perkins-VeaZie, 1991) และผลไม้ เช่น ลูกพีช ซึ่งจะมีความหมายมากโดยนำไปสู่การวัดแยกบนพื้นที่ ความแตกต่างของสี การหมุน (Polesello et.al. 1974) และขนาดพื้นที่ซึ่งเป็นที่น่าพอใจ สำหรับการสร้างค่าเฉลี่ยสีสำหรับตัวอย่างที่มีสีเดียว เช่น ผักสีเขียว หรือตัวอย่างที่มีลักษณะแบน เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารเข้าประเภท ซึ่งเรียกบางชนิดค่าความผิดพลาดอาจจะเกิดขึ้นเมื่อการวัดของตัวอย่างที่มีความแตกต่างนั้นถูกเปรียบเทียบ บางครั้งตัวอย่างที่มีขนาดอนุภาคใหญ่อาจจะเบาจนอัดแน่นหรือตัดเข้าไปเป็นชิ้นที่เล็กกว่าพื้นผิวที่มีรูปแบบมากกว่า อย่างไรก็ตามความแตกต่างของสีตัวอย่างซึ่งอยู่ข้างในข้างตัวอย่างต้องไม่แสดงออกมา

พื้นที่การวัดที่มีขนาดใหญ่ของตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ เช่น แอปเปิ้ล มะเขือเทศ และตัวอย่างที่มีลักษณะอ่อนเช่น เนื้อดิบ ปัจจุบันมีปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตตลอดทั้ง การรับน้ำหนัก เข้ามาเกี่ยวข้อง เมื่อปล่อยตัวอย่างออกมาตลอดผ่านช่องรังสีสะท้อนจะขยาย เครื่องมือเรขาคณิตจะเป็นผลสำเร็จก็ต่อเมื่อมีการทำลายตลอดทั้งการเข้าแทนที่ของรังสี ตัวอย่าง และเครื่องตรวจจับความสัมพันธ์เกี่ยวกับระยะ เครื่องมือจะไม่วัดขนาดที่ยาวกว่า เพราะเครื่องมือไม่ได้สร้างมาเพื่อวัดขนาด ผลที่มีนัยของความโค้งของตัวอย่างต่อการอ่านค่าเครื่องวัดสีสามารถหลีกเลี่ยง ถ้าขนาดช่องถูกลดลงดังนั้นอัตราส่วนของพื้นที่ของพื้นผิวความโค้งตัวอย่างต่อพื้นผิวช่วงที่มีลักษณะแบบมีค่าน้อยกว่า 1.023 ถ้าค่าตัวเลขนี้ไม่สามารถใช้ได้หรือใช้ได้น้อยมาก ก็จะมีผลต่อค่า chroma แต่ไม่มีผลต่อค่า hue angle (Hung, 1990)

การวัดสีของพื้นผิวที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันบ่อยครั้งสิ่งที่แสดงไม่สามารถให้เหตุผลได้เนื่องจากความสามารถในการคัดลอกค่า ลักษณะเช่นนี้จะเกิดขึ้นเมื่อการถอดแบบการวัดซึ่งสร้างบนพื้นที่ความแตกต่างของคุณสมบัติทางกายภาพของการกระเจิงแสง ระหว่างการวัดบนเนื้อลักษณะเช่นนี้จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของอัตราการพ่อง ไจมันในเส้นทางของรังสีตกกระทบ การเปลี่ยนแปลงสามารถลดลงโดยการใช้ การตรวจแก้ไขการกระเจิงแบบหลากหลาย (MSC) บนตัวอย่างซึ่งคุณสมบัติให้มีลักษณะเหมือนกัน วิธีนี้เป็นพื้นฐานการสมมุติว่าลักษณะทางกายภาพของการกระเจิงแสงมีความยาวคลื่นซึ่งขึ้นกับความแตกต่างของแสงที่ดูคลิ่นสำหรับตัวอย่างที่นำมาพิจารณาก็อยู่ในประชากรทั้งหมดเช่นกัน การกระเจิงในแต่ละตัวอย่างหาได้โดยความสัมพันธ์ของการกระเจิงของตัวอย่างหรือตัวอย่างในอุดมคติ แลสเปรคทรัมที่ถูกต้องของปริมาณของการกระเจิงเช่น ตัวอย่างในอุดมคติซึ่งอาจจะเป็นค่าเฉลี่ยของประชากร การแก้ไขที่ดีที่สุดคือลดการเปลี่ยนแปลงในการสะท้อนสเปรคทรัมและต้นกำเนิดร่วมกันของสี (Iversen and Palm., 1985) วิธีปฏิบัตินี้ถือว่าประสบความสำเร็จในการวัดสีสร้างบนไจมันที่เนื้อเดียวกัน และเนื้อผสม การแก้ไขจะเพียงพอระหว่างความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการกระเจิงแสงจาก MSC และความจุไจมัน (Gelodi et al., 1985)

2.7.2 การวัดสีตัวอย่างที่มีลักษณะโปร่งใส

วิธีนี้เป็นเครื่องมือสำหรับการหาคุณสมบัติทางกายภาพการทะลุของวัตถุโปร่งใสได้เป็นอย่างดี Francis (1972) อ้างถึงตัวอย่างจากงานเขียน ซึ่งประกอบด้วยงานที่เกี่ยวข้องสารละลายชาที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ขุ่นของ Staples (1972) และแบบจำลองระบบไวน์ของ Robinson et. Al. (1996) อย่างไรก็ตาม ปัญหาหน้าจะเกิดขึ้นถ้าไม่มีการกระเจิงภายในผลิตภัณฑ์ก็สามารถตัดทิ้งได้ ตัวอย่างอาหารแบบ โปร่งใสจริงๆมีน้อยมาก ตัวอย่างนี้สามารถวัดสีจากผลรวมทั้งหมดที่ได้จากการวัดการทะลุตาม แบบธรรมดา (Little, 1977) ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสม

ตัวอย่าง โปร่งใสจำนวนมากจะเปลี่ยนความจุสีด้วยความลึก ลักษณะเช่นนี้คือ dichroism และจะเกิดขึ้นเมื่อตัวอย่างแสดงการเปลี่ยนของค่า hue ด้วยการเปลี่ยนแร่ธาตุบางตัวในการตรวจสอบ เช่น ความสว่างหรือการเจือจางตัวอย่างหรือความลึก ซึ่งการอธิบายถึงความจุสีเป็นเรื่องที่ซับซ้อน

2.7.3 การวัดสีตัวอย่างที่มีลักษณะ โปร่งแสง

อาหารส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะ โปร่งแสง อย่างไรก็ตาม มีก็ข้อยกเว้นพิเศษคือ บางตัวอย่างที่มีลักษณะ โปร่งแสง จะสามารถเป็นลักษณะทึบแสง ถ้าตัวอย่างสามารถแสดงความหนาที่เห็นด้วยตาเปล่าไม่มีที่สิ้นสุด ลักษณะเช่นนี้จะเกิดขึ้นเมื่อความลึกเพิ่มขึ้นซึ่งจะไม่เปลี่ยนแปลงการวัดสี ถ้าความลึกเพิ่มมากขึ้นอาจจะเป็นปัญหา ทำให้ลดความเป็นลักษณะ โปร่งแสงต่อการวัดสี ให้มีค่าน้อย ความลึกบางความลึกอาจจะเหมาะสมกับบางตัวอย่าง แต่การนำความลึกมาใช้วัดสี ควรจะใช้ด้วยความระมัดระวังโดยเฉพาะสำหรับตัวอย่างอาหารซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะ โปร่งแสงในระหว่างกระบวนการศึกษา สำหรับตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงตัวอย่างที่มีลักษณะขุ่น ควรจะรักษาระยะความลึกที่สุดที่ตามองเห็นเอาไว้ ด้านข้างและฝาปิดภาชนะของเซลล์ที่ใช้ในการวัดควรจะมีลักษณะทึบ(ขุ่น)เหมือนกันเพื่อป้องกันแสงรบกวนภายนอกเข้าไปภายในตัวอย่าง

Francis and Clydesdale (1975) ซึ่งให้เห็นถึงปัญหาในการเลือกการดูดกลืนแสงซึ่งแสงถูกดักจับ เมื่อน้ำมะเขือเทศสีแดงถูกนำมาเป็นตัวอย่าง จะเป็นส่วนของแสงสีแดงที่ถูกระงับที่สะท้อนแสงได้ดี ด้วยเหตุนี้ถ้าเกิดการดักจับแสงขึ้นไม่เพียงแต่การลดลงของค่าที่บันทึกอย่างมาก แต่ค่าวัดสีจะไม่เพียงพอต่อความถูกต้องของค่าสีแดง

ปัญหาอาจเกิดขึ้นในสีที่มีความเฉพาะของตัวอย่างที่มีลักษณะ โปร่งแสง โดยจะเกิดความซับซ้อนภายในตัวอย่าง สิ่งเหล่านี้ทำให้การสะท้อนแสงภายใน การดูดกลืนแสง การกระจายแสงภายใน และแสงที่หายเข้าไปภายในตัวอย่าง Little (1964) อ้างถึงตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง ซึ่งอาจจะมีความสะท้อนของชั้นที่มีความลึกเข้าไปใกล้เคียงกัน แต่ตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง อาจจะมี ความแตกต่างของความเข้มข้นของรงควัตถุและสี ตัวอย่างซึ่งมีความเข้มข้นของรงควัตถุต่ำอาจจะมีค่าการสะท้อนภายในที่สูงกว่า ลักษณะนี้จะนำไปสู่การสูญเสียการลอดผ่านของแสงมากกว่า ตัวอย่างที่มีรงควัตถุมากกว่าจะมีลักษณะทึบแสงมากกว่าและดูดกลืนแสงมากกว่า ด้วยเหตุนี้ถ้าจึงสามารถมองเห็นความแตกต่าง แต่เครื่องมืออาจจะมองไม่เห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การวัดสีของตัวอย่างอาหารเหลวบางชนิด

2.8.1 กาแฟ

กาแฟเป็นเครื่องดื่มที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่คิดว่ามีลักษณะคล้ายน้ำชา แต่ในการวัดสีของเครื่องดื่มทั้ง 2 ชนิดจะมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย สำหรับชาวความสำคัญของสีของน้ำชาจะมามากกว่าสีของใบชาแห้ง แต่กาแฟความสำคัญของการวัดสีจะอยู่ที่เมล็ดกาแฟคั่วบด เนื่องจากเกี่ยวข้องกับการพัฒนากลิ่นให้สอดคล้องกับสีของกาแฟในระหว่างการคั่ว ซึ่งสีอาจเป็นตัวกำหนดระดับของการคั่วและเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงกระบวนการคั่ว (Little, 1960) ดังนั้นการคั่วอย่างเพียงพอจะทำให้สีน้ำของกาแฟมีความเหมาะสม

คุณสมบัติของน้ำกาแฟขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง Little และ Mckinney (1956) ได้อธิบายผลที่เกิดขึ้นกับสีของกาแฟคั่วบดตั้งแต่เริ่มต้น อุณหภูมิในการคั่ว และระดับการคั่ว พวกเขาได้ทำการทดลองวัดค่าสีที่ระดับการคั่วต่างๆ พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง (Y value) โดยที่อุณหภูมิขนาดเล็กมีการสะท้อนมากขึ้น ส่วนอุณหภูมิขนาดใหญ่มีแนวโน้มความสว่างลดลง และถ้าใช้การคั่วระดับสูงค่าความสว่างเกิดการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

อุณหภูมิของการคั่วอาจบ่งบอกสีของกาแฟได้ แต่ในกรณีที่เมล็ดกาแฟถูกเก็บเกี่ยวมานาน ทำให้สีของเมล็ดกาแฟเข้มขึ้น เป็นผลให้สีของกาแฟหลังการคั่วมีสีเข้มขึ้นกว่าที่ควร

สีของน้ำกาแฟ ค่าสีของตัวอย่างต่างๆ ได้จากการวัดแสงที่มีความถี่ 400-700 nm ที่ส่องผ่านน้ำกาแฟ สังเกตได้ว่าค่าความสว่างลดลงขณะที่เพิ่มอุณหภูมิในการคั่วให้อยู่ในช่วง 390-411°F

2.8.2 นม

สีของผลิตภัณฑ์นมเป็นสิ่งสำคัญในอุตสาหกรรม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีของนมจะเกิดจากปฏิกิริยาบราวน์แบบนอนเฮนไฮเมติกที่เกิดจากการสะสมความร้อนระหว่างกระบวนการผลิตและขณะการเก็บรักษา การเกิดปฏิกิริยาบราวน์จะเกิดเพียงเล็กน้อย เมื่อการผลิตใช้เวลานานหรือใช้อุณหภูมิสูงกว่าปกติและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 50 °F หรือต่ำกว่า

เนื่องจากสารที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาบราวน์จะถูกดูดกลืนบนพื้นผิวของโปรตีนนม วิธีการสกัดอย่างง่ายจึงไม่สามารถจะกำจัดสารนี้ได้ Choi (1949) จึงได้พัฒนาขั้นตอนการไฮโดรไลซัมนมโดยใช้ ทริปซิน ทำให้ตะกอนของโปรตีนแตกตัวโดยใช้กรดไตรคลอโรอะซิติก และวัดการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ผ่านการกรอง ซึ่งใช้สารละลายไอโอดีนทดสอบแล้วเปรียบเทียบกับสี โดยการแยกสีด้วยผู้ทดสอบ ดังเช่นการทดสอบของ ทำการวัดโดยวิธีนี้และปรับปรุงการวัดให้ในช่วงกว้าง จึงสามารถใช้ทดสอบผลิตภัณฑ์นมได้ทั้งชนิดที่เป็นของแข็งและของเหลว (Patton, 1952)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 ชา

การวัดสีของน้ำชา มีปัจจัยหลายอย่างที่เป็นอุปสรรคในการวัดสี ตามที่ Staples (1972) ได้กล่าวว่ามีปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการวัดสีของน้ำชา ดังนี้

- ความเข้มข้นและความหนาของน้ำชา
- อุณหภูมิที่ใช้ในการชง
- เวลาที่ใช้ในการชง
- ค่า pH ของน้ำชา
- ความขุ่นของน้ำชา

ผลของปัจจัยต่างๆจะทำให้รงควัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งในชาดำจะมีรงควัตถุที่สำคัญอยู่ 2 ชนิด ได้แก่ สารที่ให้สีแดงส้มหรือ theaflavins และสารที่ให้สีแดงน้ำตาลหรือ thearubigins เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของคาเทชินในใบชาสตรระหว่างการผลิตชาดำ และไม่พบรงควัตถุ 2 ชนิดนี้ในชาเขียว

การใช้อุณหภูมิสูงในการชงชาจะเป็นการทำให้โครงสร้างของรงควัตถุในชาแตกตัว ซึ่งจะทำให้น้ำชามีสีเข้ม แต่ในทางกลับกันถ้าใช้อุณหภูมิต่ำรงควัตถุในชาก็จะไม่ละลายออกมา สีของน้ำชาจึงจาง และสีของชาที่เหมาะสมสำหรับการค้าต้องใช้เวลาในการชงสั้น แต่ใช้อุณหภูมิต่ำ

2.8.4 น้ำส้ม

สีของส้มเกิดจากรงควัตถุที่สำคัญ คือ แคโรทีนอยด์ ซึ่งพบได้ทั้งบริเวณเปลือกและเนื้อของส้ม Ting (1961) พบว่าปริมาณของแคโรทีนอยด์ในส้มที่เก็บเกี่ยวไม่นานมีสูงกว่าส้มที่เก็บเกี่ยวมานานกว่า

น้ำส้มเป็นของเหลวประเภทโปร่งแสง สามารถวัดสีได้โดยใช้สเปกโตรโฟโตมิเตอร์หรือใช้เครื่องวัดสีระบบไตรอะติมิสต์ได้ โดยสภาวะที่เหมาะสมกับการวัดขึ้นอยู่กับความหนาของน้ำส้ม ถ้าน้ำส้มมีความหนามากจะเกิดความผันแปรของค่าที่วัดได้ต่ำ

บทที่ 3

วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

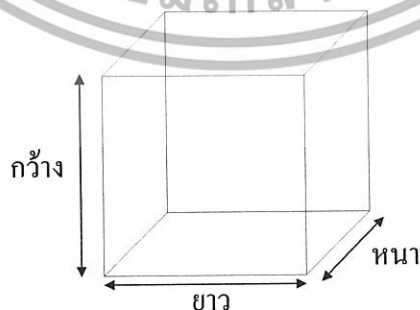
ตัวอย่างอาหารเหลวที่ใช้ในการทดลอง

- 3.1.1 ชาเขียว รสต้นตำรับ ตรา โออิชิ
- 3.1.2 ชาดำสำเร็จรูป ตรา ยูนิฟ (อัตราแสงทะลุผ่าน 0.66)
- 3.1.3 น้ำส้มสำเร็จรูปเข้มข้น 25% ตรา มหาชัย (อัตราแสงทะลุผ่าน 0.64)
- 3.1.4 นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม ยูเอชที กลิ่นสตอเบอร์รี่ ตราดัชมิลล์
- 3.1.5 นมพร้อมดื่ม ยูเอชที รสชอคโกแลต ตราโฟร์โมสต์
- 3.1.6 กาแฟโรบัสตากระป๋องสำเร็จรูป ตราเบอร์ดี
- 3.1.7 น้ำชาขงจากใบชาตรากระต่าย ในอัตราส่วนน้ำ 500 มิลลิลิตรต่อใบชา 20 กรัม โดยใช้อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการชงต่างๆกัน ได้แก่ 1 นาที (อัตราแสงทะลุผ่าน 0.79), 2 นาที (อัตราแสงทะลุผ่าน 0.72), 4 นาที (อัตราแสงทะลุผ่าน 0.64), 8 นาที (อัตราแสงทะลุผ่าน 0.62) และ 16 นาที (อัตราแสงทะลุผ่าน 0.55)

หมายเหตุ : อัตราแสงทะลุผ่านคำนวณมาจากวิธีการตั้ง ภาคผนวก ก

3.2 อุปกรณ์

- 3.2.1 กอล่องสี่เหลี่ยมที่ทำจากอะคริลิกใสหนา 2 มิลลิเมตร จำนวน 10 กอล่อง มีขนาดดังนี้
 - พื้นที่หน้าตัด 10 X 10 ตารางเซนติเมตร หน้า 1 และ 2 เซนติเมตร
 - พื้นที่หน้าตัด 12 X 12 ตารางเซนติเมตร หน้า 1 และ 2 เซนติเมตร
 - พื้นที่หน้าตัด 14 X 14 ตารางเซนติเมตร หน้า 1 และ 2 เซนติเมตร
 - พื้นที่หน้าตัด 8 X 8 ตารางเซนติเมตร หน้า 1, 2, 4 และ 8 เซนติเมตร



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะของกอล่องสี่เหลี่ยมที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 เครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสง (Minolta Colorimeter CR-300, Japan)

3.2.3 อะคริลิกหนา 1 มิลลิเมตร สีขาว ($L = 85.49$, $a = 1.09$, $b = -3.97$) และดำ ($L = 24.89$, $a = 0.23$, $b = -0.49$) ขนาด 8 X 8 ตารางเซนติเมตร

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 ศึกษาปัจจัยพื้นที่หน้าตัด ความหนาของภาชนะ และสีของฉากที่คาดว่าจะมีผลต่อการวัดสีของอาหารเหลว

3.3.1.1 ออกแบบภาชนะ

ออกแบบภาชนะที่จะนำมาใช้ในการทดลอง โดยให้มีลักษณะเหมาะสมต่อเครื่องวัดสีแบบสะท้อน (Minolta Colorimeter CR-300, Japan) ซึ่งพื้นผิวสัมผัสของภาชนะที่สัมผัสกับหัววัดสีต้องมีลักษณะเรียบเพื่อให้หัววัดอยู่ในแนวระนาบ โดยกำหนดให้ภาชนะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมทำจาก อะคริลิกหนา 2 มิลลิเมตร จำนวน 6 กล่อง มีขนาดดังนี้

- พื้นที่หน้าตัด 10 X 10 ตารางเซนติเมตร หนา 1 และ 2 เซนติเมตร
- พื้นที่หน้าตัด 12 X 12 ตารางเซนติเมตร หนา 1 และ 2 เซนติเมตร
- พื้นที่หน้าตัด 14 X 14 ตารางเซนติเมตร หนา 1 และ 2 เซนติเมตร

3.3.1.2 กำหนดสีของฉากที่ใช้ในการวัด ได้แก่ ฉากสีขาว ฉากสีดำ และไม่ใช้ฉาก

3.3.1.3 ขั้นตอนการวัดสี

1. นำตัวอย่างอาหารเหลว ได้แก่ น้ำชาเขียวใส่ลงในภาชนะกล่องสี่เหลี่ยมจนเต็มภาชนะ
2. นำหัววัดของเครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสงวางติดในแนวระนาบกับผิวสัมผัสของภาชนะด้านใดด้านหนึ่ง
3. วางฉากติดในแนวระนาบกับผิวสัมผัส โดยอยู่ด้านตรงข้ามบนภาชนะกับหัววัดสีของเครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสง
4. กดปุ่มวัดสี
5. บันทึกผลค่า L ค่า a ค่า b โดยการวัด 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย
6. ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนขนาดภาชนะที่ใช้ให้ครบทั้ง 6 กล่อง
7. นำข้อมูลที่ได้ ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบ Completely Randomized Design ด้วยโปรแกรม SPSS version 11 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และนำไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b กับพื้นที่หน้าตัด ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อ

เปรียบเทียบผลของปัจจัยพื้นที่หน้าตัด ความหนาของภาชนะ และสีของฉากที่คาดว่าจะมีผลต่อการวัดสีของอาหารเหลว ดังแสดงในรูปที่ 4.1-4.3.

หมายเหตุ ก่อนเริ่มต้นใช้เครื่องวัดสีควรนำเครื่องวัดสีแบบสะท้อนมาปรับค่า (calibrate) ทุกครั้ง

3.3.2 ศึกษาปัจจัยความหนาภาชนะและสีของฉากที่มีผลต่อการวัดสีของอาหารเหลว

3.3.2.1 ออกแบบภาชนะ

ออกแบบภาชนะที่จะนำมาใช้ในการทดลอง โดยให้มีลักษณะเหมาะสมต่อเครื่องวัดสีแบบสะท้อน (Minolta Colorimeter CR-300, Japan) ซึ่งพื้นผิวสัมผัสของภาชนะที่สัมผัสกับหัววัดสีต้องมีลักษณะเรียบเพื่อให้หัววัดอยู่ในแนวระนาบ โดยกำหนดให้ภาชนะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมทำจากอะคริลิกหนา 2 มิลลิเมตร จำนวน 4 กล่อง มีขนาดดังนี้

- ความหนา 1, 2, 4 และ 8 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด 8 X 8 ตารางเซนติเมตร

3.3.2.2 กำหนดสีของฉากที่ใช้ในการวัด ได้แก่ ฉากสีขาว ฉากสีดำ และไม่ใช่ฉาก

3.3.2.3 ขั้นตอนการวัดสี

1. นำตัวอย่างอาหารเหลวใส่ลงในภาชนะกล่องสี่เหลี่ยมจนเต็มภาชนะ ตัวอย่างอาหารเหลวที่ใช้ ได้แก่

-..อาหารเหลวชนิดโปร่งใส ได้แก่ ชาดำสำเร็จรูป ตรา ยูนิฟ น้ำส้มสำเร็จรูปเข้มข้น 25% ตรา มหาชัย

-..อาหารเหลวชนิดโปร่งแสง ได้แก่ นมพร้อมดื่ม ยูเอชที รสช็อคโกแลต ตรา โฟร์โมสต์ นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม ยูเอชที กลิ่นสตรอเบอร์รี่ ตรา คัมมิลล์ กาแฟโรบัสตดากะป๋องสำเร็จรูป ตรา เบอร์ดี

2. นำหัววัดของเครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสงวางติดในแนวระนาบกับผิวสัมผัสของภาชนะด้านใดด้านหนึ่ง

3. วางฉากติดในแนวระนาบกับผิวสัมผัส โดยอยู่ด้านตรงข้ามบนภาชนะกับหัววัดสีของเครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสง

4. กดปุ่มวัดสี

5. บันทึกผลค่า L ค่า a และค่า b โดยการวัด 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย

6. ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนขนาดภาชนะที่ใช้ให้ครบทั้ง 4 กล่องและเปลี่ยนตัวอย่างของเหลวจนครบทั้ง 5 อย่าง

7. นำข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b กับพื้นที่หน้าตัด ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อเปรียบเทียบผลของปัจจัยความหนาภาชนะและสีของฉากที่มีผลต่อการวัดสีของอาหารเหลว ดังแสดงในรูปที่ 4.4-4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลของความเข้มของสีอาหารต่อการวัดสีของอาหารเหลวประเภทโปร่งใส เมื่อใช้ความหนาของภาชนะและสีของฉากต่างกัน

3.3.3.1 ออกแบบภาชนะ

ออกแบบภาชนะที่จะนำมาใช้ในการทดลอง โดยให้มีลักษณะเหมาะสมต่อเครื่องวัดสีแบบสะท้อน (Minolta Colorimeter CR-300, Japan) ซึ่งพื้นผิวสัมผัสของภาชนะที่สัมผัสกับหัววัดสีต้องมีลักษณะเรียบเพื่อให้หัววัดอยู่ในแนวระนาบ โดยกำหนดให้ภาชนะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมทำจากอะคริลิกหนา 2 มิลลิเมตร จำนวน 4 กล่อง มีขนาดดังนี้

- ความหนา 1, 2, 4 และ 8 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด 8 X 8 ตารางเซนติเมตร

3.3.3.2 กำหนดสีของฉากที่ใช้ในการวัด ได้แก่ ฉากสีขาว ฉากสีดำ และไม่ใช่ฉาก

3.3.3.3 ขั้นตอนการวัดสี

1. นำตัวอย่างอาหารเหลวใส่ลงในภาชนะกล่องสี่เหลี่ยมจนเต็มภาชนะ ตัวอย่างอาหารเหลวที่ใช้ ได้แก่ น้ำชาชงจากใบชา ตรากระต่าย ในอัตราส่วนน้ำ 500 มิลลิกรัมต่อใบชา 20 กรัม โดยใช้อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการชงต่างๆกัน ได้แก่ 1, 2, 4, 8 และ 16 นาที

2. นำหัววัดของเครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสงวางติดในแนวระนาบกับผิวสัมผัสของภาชนะด้านใดด้านหนึ่ง

3. วางฉากติดในแนวระนาบกับผิวสัมผัส โดยอยู่ด้านหลังฉากบดภาชนะกับหัววัดสีของเครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสง

4. กดปุ่มวัดสี

5. บันทึกผลค่า L ค่า a และค่า b โดยการวัด 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย

6. ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนขนาดภาชนะที่ใช้ให้ครบทั้ง 4 กล่องและเปลี่ยนตัวอย่างน้ำชาชงเป็นระยะเวลาต่างๆจนครบ 5 อย่าง

7. นำข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b กับพื้นที่หน้าตัด ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อเปรียบเทียบผลของปัจจัยที่มีอิทธิพลของความเข้มของสีอาหารต่อการวัดสีของอาหารเหลวประเภทโปร่งใส เมื่อใช้ความหนาของภาชนะและสีของฉากต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.19-4.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาปัจจัยพื้นที่หน้าตัด ความหนาของภาชนะ และสีของฉากที่คาดว่าจะมีผลต่อการวัดสีของอาหารเหลว

จากการศึกษาปัจจัยพื้นที่หน้าตัด ความหนาของภาชนะ และสีของฉากที่คาดว่าจะมีผลต่อการวัดสีของอาหารเหลว ได้ผลดังแสดง ในตารางที่ 4.1 4.2 และ 4.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า กล้องที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 10 x 10 ตารางเซนติเมตร 12 x 12 ตารางเซนติเมตร และ 14 x 14 ตารางเซนติเมตร ให้ค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ฉากและความหนาระดับเดียวกันไม่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในทุกระดับของพื้นที่หน้าตัดจึงไม่มีผลต่อค่าสีของเหลวที่วัดในระบบ L a b จึงสามารถใช้น้ำหนักพื้นที่หน้าตัดที่มีขนาดเล็กเพื่อให้กล้องใส่ตัวอย่างมีขนาดเล็กกลงได้ ซึ่งจะทำให้ใช้ปริมาตรตัวอย่างอาหารน้อยลงเมื่อนำค่าที่ได้จากตารางที่ 4.1 4.2 และ 4.3 มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b กับพื้นที่หน้าตัดโดยกำหนดความหนาของภาชนะและสีของฉากไว้ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 4.2 และ 4.3 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b เมื่อไม่มีฉากความหนาของภาชนะ 1 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ฉากขาวความหนาของภาชนะ 1 เซนติเมตร และฉากดำความหนาของภาชนะ 1 เซนติเมตร พบว่าค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ได้มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าฉากมีผลต่อการวัดสีของค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ฉากขาวความหนาของภาชนะ 1 เซนติเมตร และฉากขาวความหนาของภาชนะ 2 เซนติเมตร พบว่าค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ได้มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าความหนามีผลต่อการวัดสีของค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b และในแต่ละเส้นกราฟเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ของทุกขนาดพื้นที่หน้าตัดพบว่า ค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าพื้นที่หน้าตัดไม่มีผลต่อการวัดสีของค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า L ของพื้นที่หน้าตัดโดยกำหนดความหนาภาชนะและสีของฉาก

พื้นที่หน้าตัด (ตร.ซม.)	ไม่มีฉาก	ไม่มีฉาก	ฉากขาว	ฉากขาว	ฉากดำ	ฉากดำ
	หนา 1 ซม. (n1) L bar ^{ns}	หนา 2 ซม. (n2) L bar ^{ns}	หนา 1 ซม. (w1) L bar ^{ns}	หนา 2 ซม. (w2) L bar ^{ns}	หนา 1 ซม. (b1) L bar ^{ns}	หนา 2 ซม. (b2) L bar ^{ns}
10 x 10	28.80	25.66	57.92	38.38	32.89	27.76
12 x 12	29.62	25.75	60.50	38.52	32.30	27.65
14 x 14	29.98	25.59	57.32	38.25	32.31	27.72

หมายเหตุ ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า a ของพื้นที่หน้าตัดโดยกำหนดความหนาภาชนะและสีของฉาก

พื้นที่หน้าตัด (ตร.ซม.)	ไม่มีฉาก	ไม่มีฉาก	ฉากขาว	ฉากขาว	ฉากดำ	ฉากดำ
	หนา 1 ซม. (n1) a bar ^{ns}	หนา 2 ซม. (n2) a bar ^{ns}	หนา 1 ซม. (w1) a bar ^{ns}	หนา 2 ซม. (w2) a bar ^{ns}	หนา 1 ซม. (b1) a bar ^{ns}	หนา 2 ซม. (b2) a bar ^{ns}
10 x 10	0.17	0.73	0.86	1.91	0.49	0.87
12 x 12	0.15	0.67	0.89	1.90	0.47	0.86
14 x 14	0.19	0.73	0.83	2.02	0.49	0.86

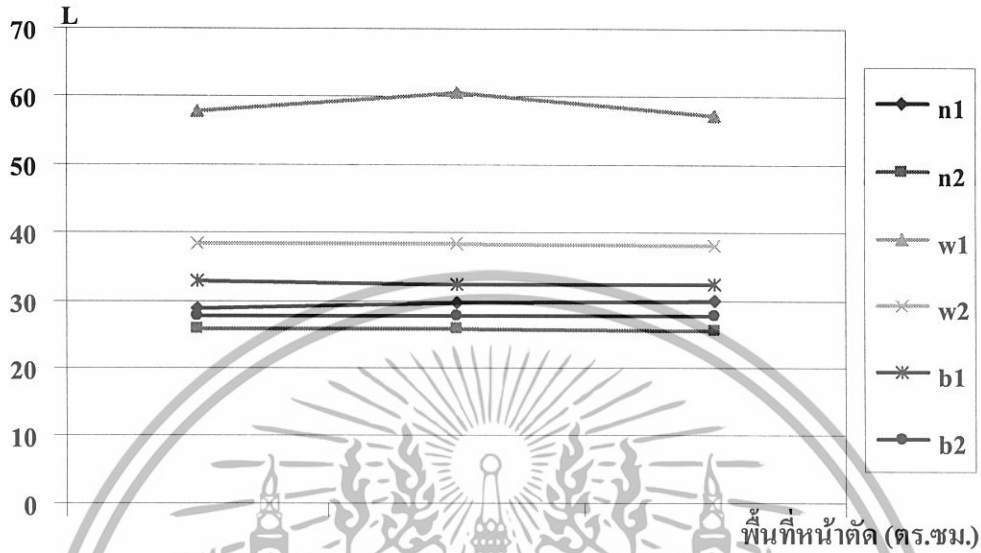
หมายเหตุ ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า b ของพื้นที่หน้าตัดโดยกำหนดความหนาภาชนะและสีของฉาก

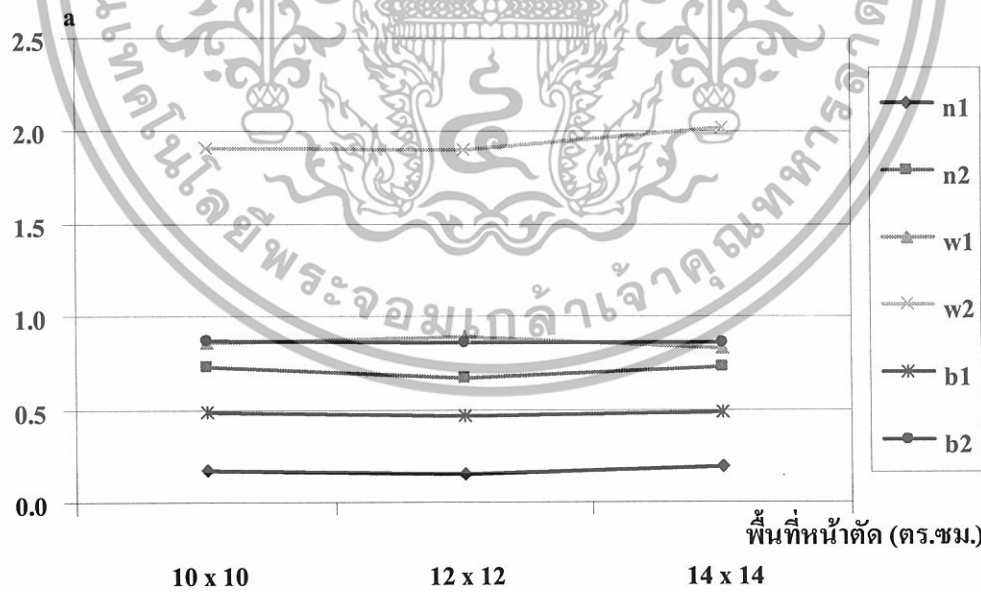
พื้นที่หน้าตัด (ตร.ซม.)	ไม่มีฉาก	ไม่มีฉาก	ฉากขาว	ฉากขาว	ฉากดำ	ฉากดำ
	หนา 1 ซม. (n1) b bar ^{ns}	หนา 2 ซม. (n2) b bar ^{ns}	หนา 1 ซม. (w1) b bar ^{ns}	หนา 2 ซม. (w2) b bar ^{ns}	หนา 1 ซม. (b1) b bar ^{ns}	หนา 2 ซม. (b2) b bar ^{ns}
10 x 10	3.37	4.68	11.32	14.82	4.99	5.74
12 x 12	3.33	4.40	11.21	14.86	4.98	5.84
14 x 14	3.34	4.30	11.60	15.35	4.95	5.78

หมายเหตุ ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

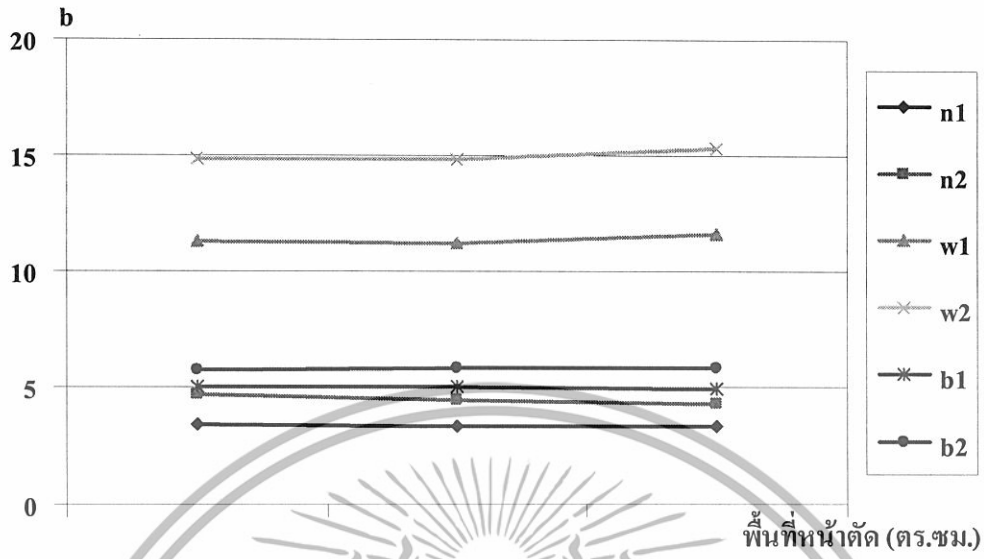


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าเฉลี่ยของค่า L กับพื้นที่หน้าตัด โดยกำหนดความหนาของภาชนะและสีของฉาก



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า a กับพื้นที่หน้าตัด โดยกำหนดความหนาของภาชนะและสีของฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าเฉลี่ยของค่า b กับพื้นที่หน้าตัดโดยกำหนดความหนาของภาชนะและสีของฉาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ศึกษาปัจจัยความหนาภาชนะและสีของฉลากที่มีผลต่อการวัดสีอาหารเหลว

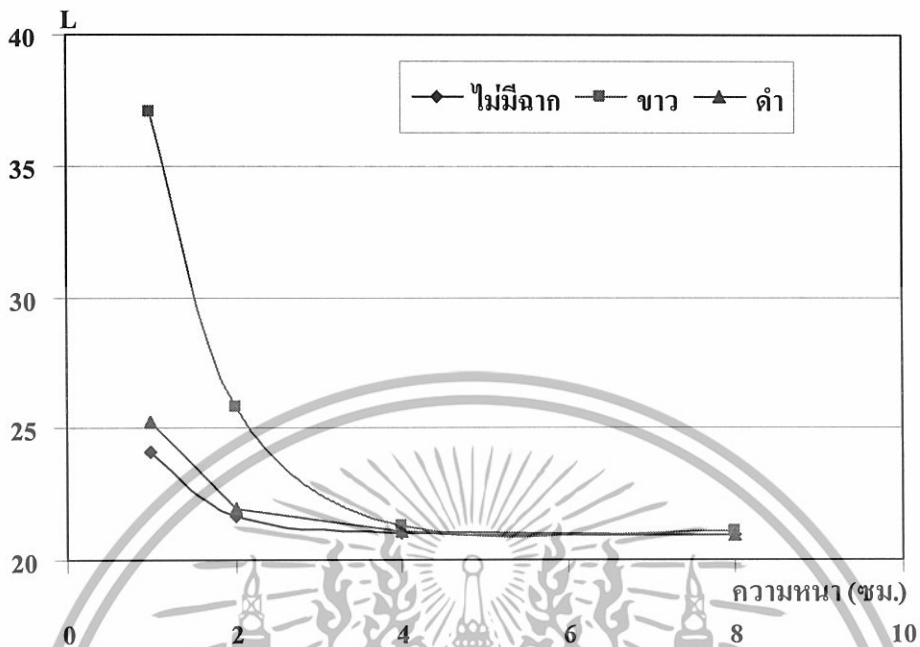
4.2.1 ผลต่อการวัดสีอาหารเหลวชนิดโปร่งใส

จากรูปที่ 4.4 4.5 และ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และ ค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาดำสำเร็จรูป พบว่าค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ภาชนะหนา 1, 2 และ 4 เซนติเมตร ยังคงมีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่วัดได้ของฉลากขาว ฉลากดำและไม่มีฉลาก แสดงว่าสีของฉลากมีอิทธิพลต่อการวัดค่า แต่เมื่อพิจารณาที่ความหนาของภาชนะ 8 เซนติเมตร ค่าการวัดสีของค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และ ค่า b มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าฉลากไม่มีอิทธิพลต่อค่าการวัดสี เมื่อตัวอย่างอาหาร โปร่งใสมีความหนาเพิ่มขึ้นจาก 4 เป็น 8 เซนติเมตร ส่วนในรูปที่ 4.7 4.8 และ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำส้มสำเร็จรูปเข้มข้น 25% พบว่าค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ภาชนะหนา 1 และ 2 เซนติเมตร ยังคงมีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่วัดได้ของฉลากขาว ฉลากดำ และไม่มีฉลาก แสดงว่าสีของฉลากมีอิทธิพลต่อการวัดค่าสี แต่เมื่อพิจารณาที่ความหนาของภาชนะ 4 และ 8 เซนติเมตร ค่าการวัดสีของค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าฉลากไม่มีอิทธิพลต่อค่าการวัดสี เมื่อตัวอย่างอาหาร โปร่งใสมีความหนาเพิ่มขึ้นจาก 2 เป็น 4 เซนติเมตร

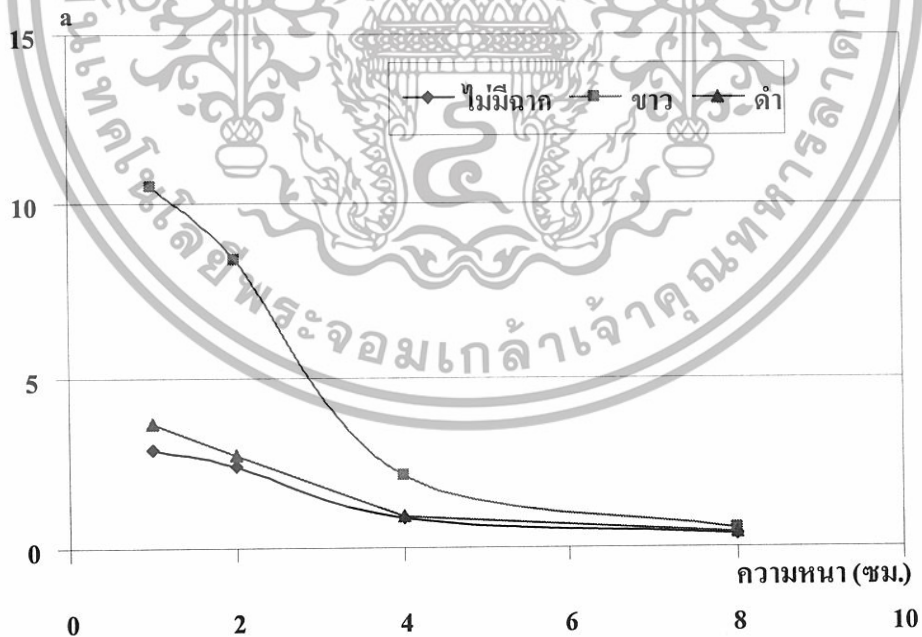
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ของน้ำชาดำสำเร็จรูป ตรา ยูนิฟ ที่มีอัตราแสงทะลุผ่าน 0.66 ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ

ฉลาก	ความหนา (ซม.)	น้ำชาดำสำเร็จรูป		
		Lbar	abar	bbar
ไม่มีฉลาก	1	24.12	2.92	4.52
	2	21.63	2.41	1.29
	4	21.02	0.89	-0.08
	8	20.93	0.41	-0.31
ขาว	1	37.08	10.52	23.14
	2	25.80	8.37	6.66
	4	21.27	2.13	0.36
	8	21.04	0.54	-0.29
ดำ	1	25.26	3.66	6.34
	2	21.91	2.74	1.58
	4	21.09	0.93	-0.01
	8	20.94	0.46	-0.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

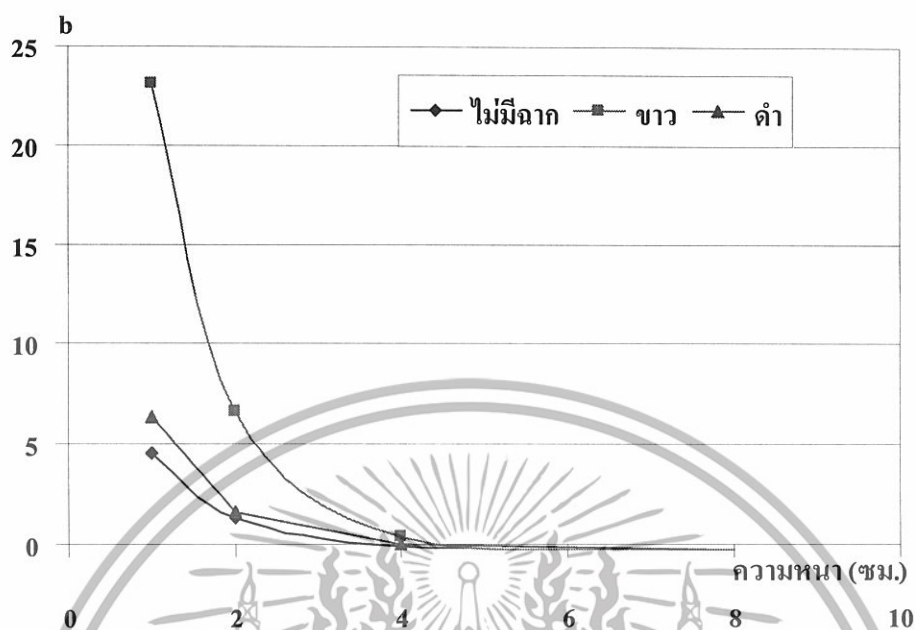


รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของน้ำชาดำสำเร็จรูป



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของน้ำชาดำสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



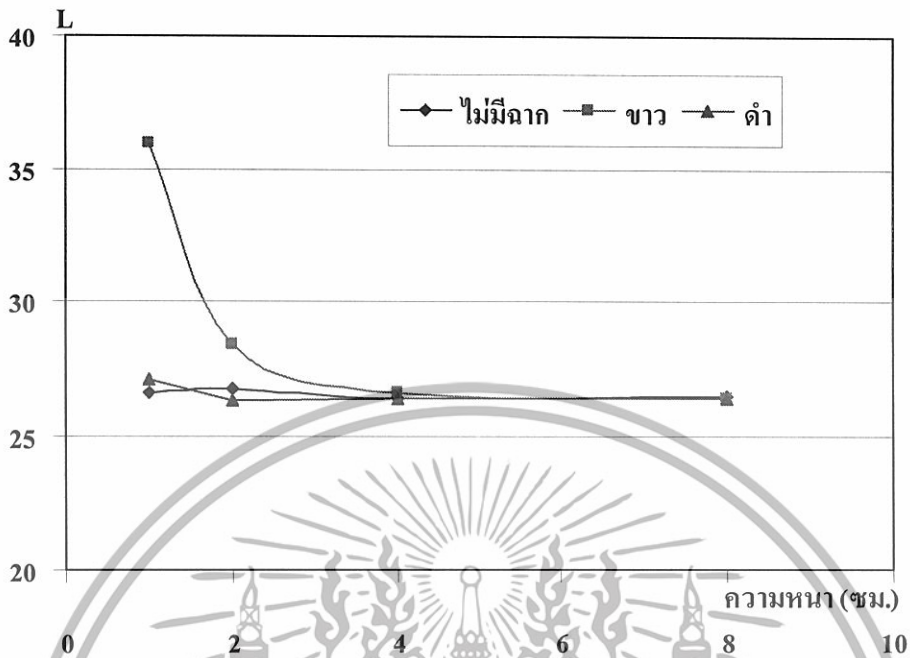
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างของน้ำชาดำสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

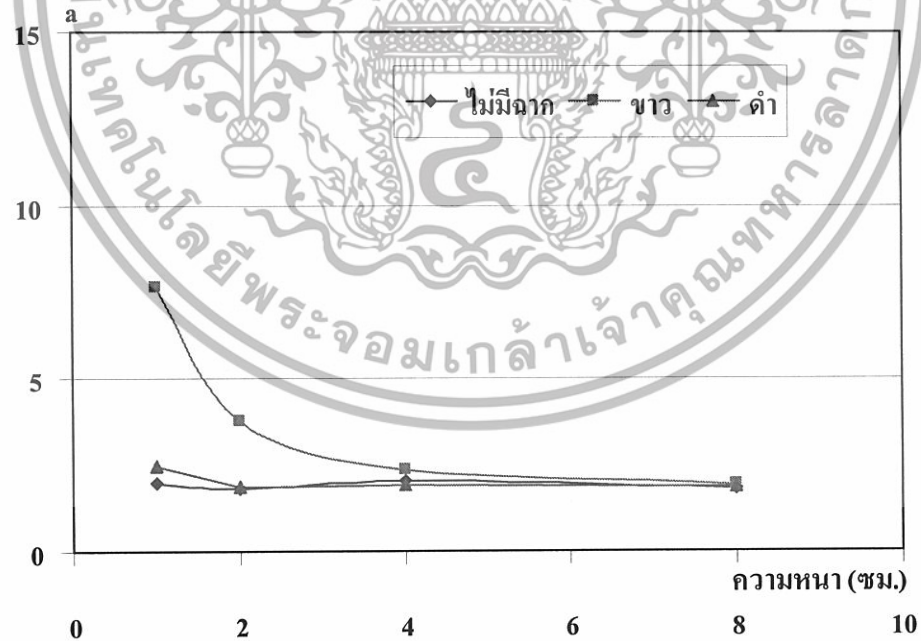
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ของน้ำส้มตำสำเร็จรูปเข้มข้น 25% ตรามหาชัย ที่มีอัตราแสงทะลุผ่าน 0.64 ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ

ฉลาก	ความหนา (ซม.)	น้ำส้มตำสำเร็จรูปเข้มข้น 25%		
		Lbar	abar	bbar
ไม่มีฉลาก	1	26.62	1.93	5.83
	2	26.73	1.80	5.34
	4	26.43	1.99	5.83
	8	26.49	1.81	5.83
ขาว	1	36.02	7.69	21.48
	2	28.36	3.73	8.12
	4	26.64	2.33	6.19
	8	26.40	1.92	5.87
ดำ	1	27.10	2.46	6.86
	2	26.35	1.85	5.65
	4	26.41	1.90	5.81
	8	26.40	1.85	5.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

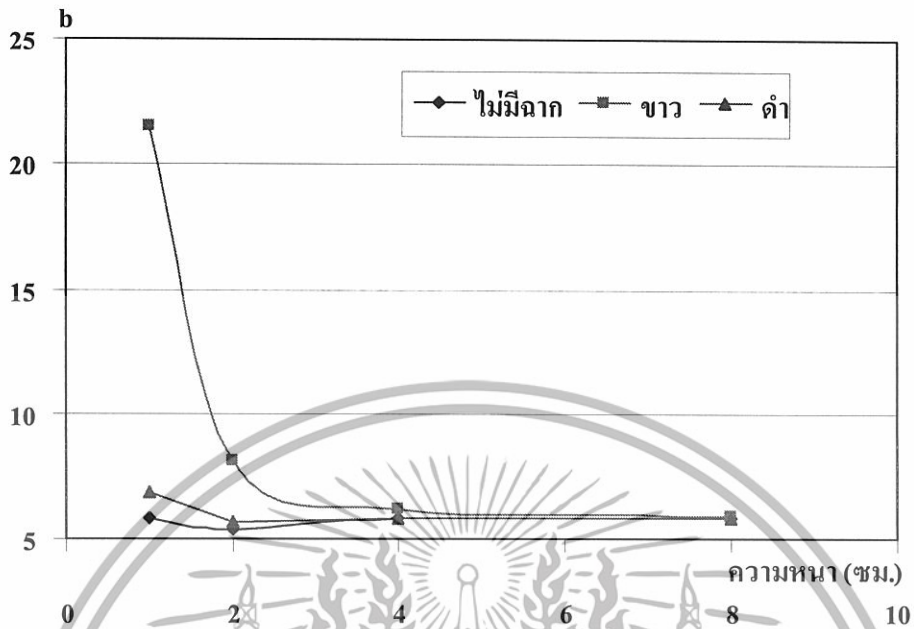


รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของน้ำส้มตำสำเร็จรูปเข้มข้น 25%



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของน้ำส้มตำสำเร็จรูปเข้มข้น 25%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

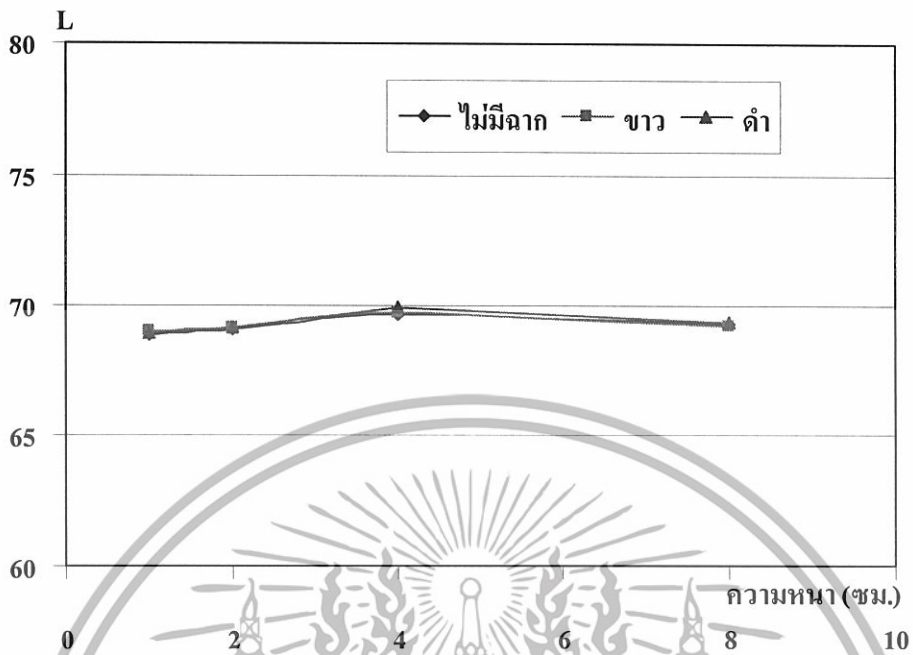


รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของน้ำส้มสำเร็จรูปเข้มข้น 25%

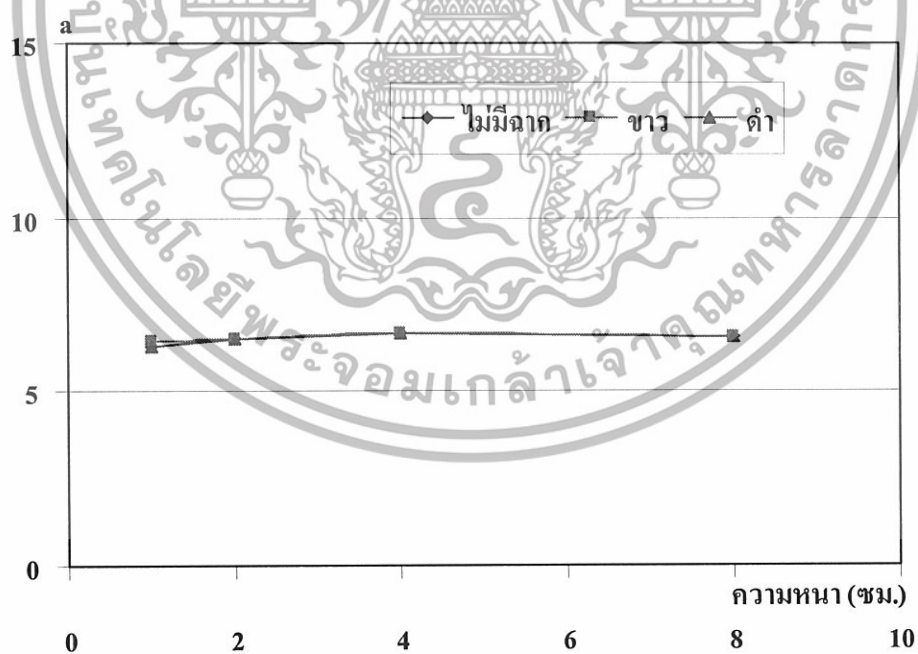
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลต่อการวัดสีอาหารเหลวชนิดโปร่งแสง

จากรูปที่ 4.10 4.11 และ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม ยูเอชที พบว่าค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ภาชนะหนา 1, 2, 4 และ 8 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่วัดได้ของฉากขาว ฉากดำ และไม่มีฉาก แสดงว่าฉากไม่มีอิทธิพลต่อการวัดค่าสี ส่วนในรูปที่ 4.13 4.14 และ 4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของนมพร้อมดื่ม ยูเอชที พบว่าค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ภาชนะหนา 1, 2, 4 และ 8 เซนติเมตรไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่วัดได้ของฉากขาว ฉากดำ และไม่มีฉาก แสดงว่าฉากไม่มีอิทธิพลต่อการวัดค่าสี ส่วนในรูปที่ 4.16 4.17 และ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของกาแฟนมกระป๋องสำเร็จรูป พบว่าค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ภาชนะหนา 1, 2, 4 และ 8 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่วัดได้ของฉากขาว ฉากดำ และไม่มีฉาก แสดงว่าฉากไม่มีอิทธิพลต่อการวัดค่าสี ดังนั้นในทุกระดับความหนาของภาชนะและสีฉากต่างกันจึงไม่มีผลต่อการวัดสีของตัวอย่างอาหารเหลวชนิดโปร่งแสง ที่วัดในระบบ $L a b$ จึงสามารถใช้ความหนาของภาชนะ 1 เซนติเมตร และไม่จำเป็นต้องใช้ฉากในการวัดสี



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม ยูเอชที



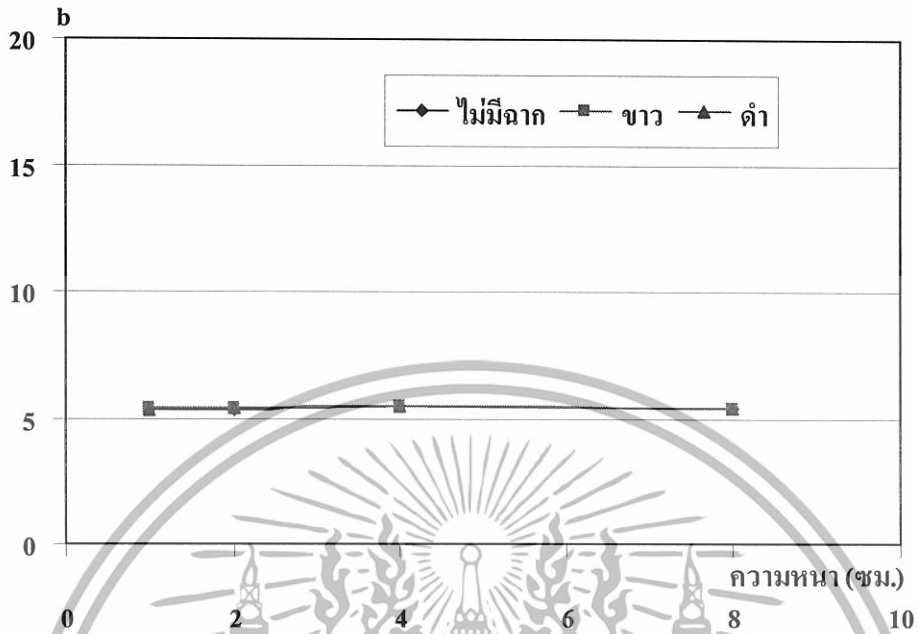
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม ยูเอชที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ของนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม ยูเอชที กลิ่น สตรอเบอร์รี่ ตรา คัมภีร์ ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ

ฉลาก	ความหนา (ซม.)	นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม ยูเอชที		
		Lbar	abar	bbar
ไม่มีฉลาก	1	68.79	6.32	5.31
	2	69.00	6.55	5.37
	4	69.63	6.69	5.49
	8	69.24	6.60	5.40
ขาว	1	68.99	6.48	5.38
	2	69.08	6.55	5.38
	4	69.67	6.70	5.50
	8	69.21	6.60	5.39
ดำ	1	68.90	6.33	5.31
	2	69.10	6.54	5.38
	4	69.86	6.71	5.51
	8	69.30	6.60	5.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



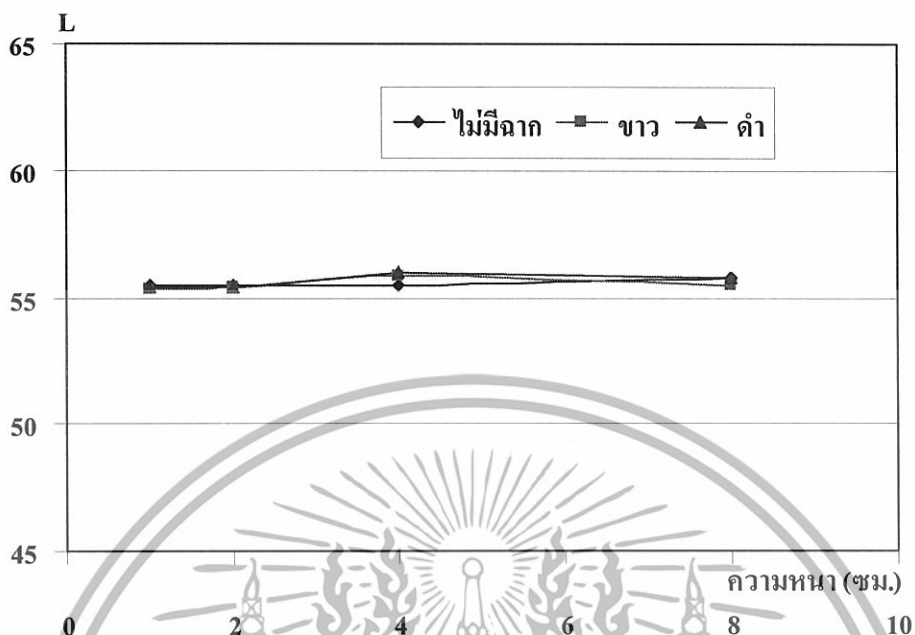
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม ยูเอชที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

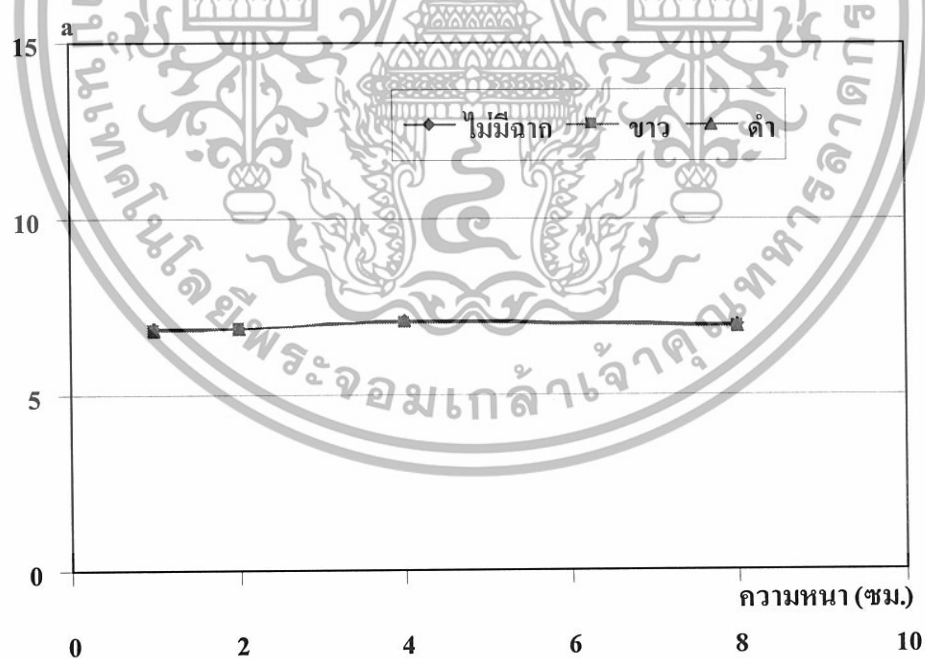
ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ของนมพร้อมดื่ม ยูเอชที รสชอคโกแลต ตรา โฟร์โมสต์ ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ

ฉลาก	ความหนา (ซม.)	นมพร้อมดื่ม ยูเอชที		
		Lbar	abar	bbar
ไม่มีฉลาก	1	55.47	6.86	10.32
	2	55.45	6.86	10.37
	4	55.45	7.08	10.56
	8	55.80	6.99	10.48
ขาว	1	55.32	6.82	10.30
	2	55.37	6.86	10.35
	4	55.87	7.07	10.59
	8	55.50	6.92	10.36
ดำ	1	55.44	6.85	10.37
	2	55.37	6.89	10.39
	4	55.97	7.09	10.61
	8	55.78	6.96	10.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

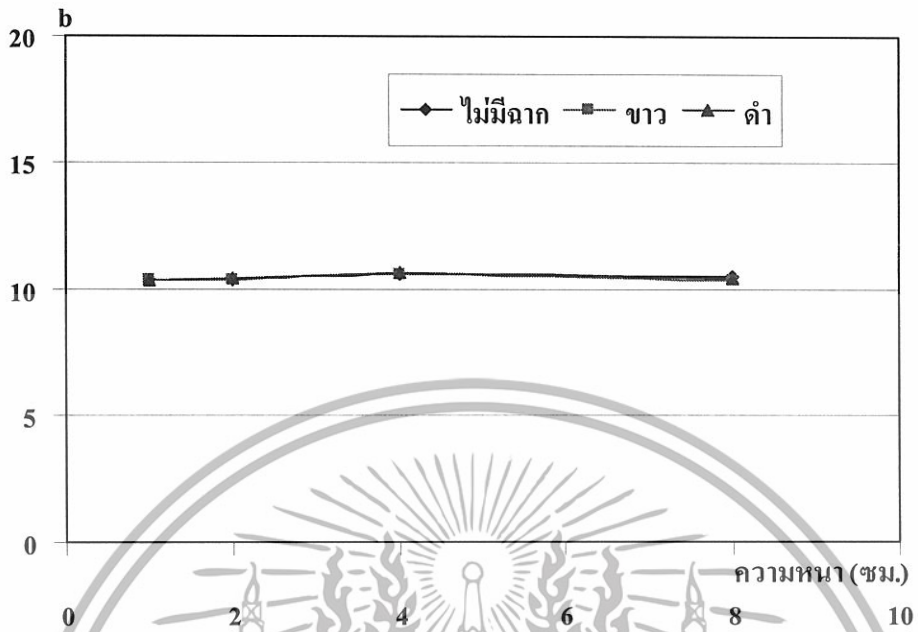


รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของนมพร้อมดื่ม ยูเอชที



รูปที่ 4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของนมพร้อมดื่ม ยูเอชที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



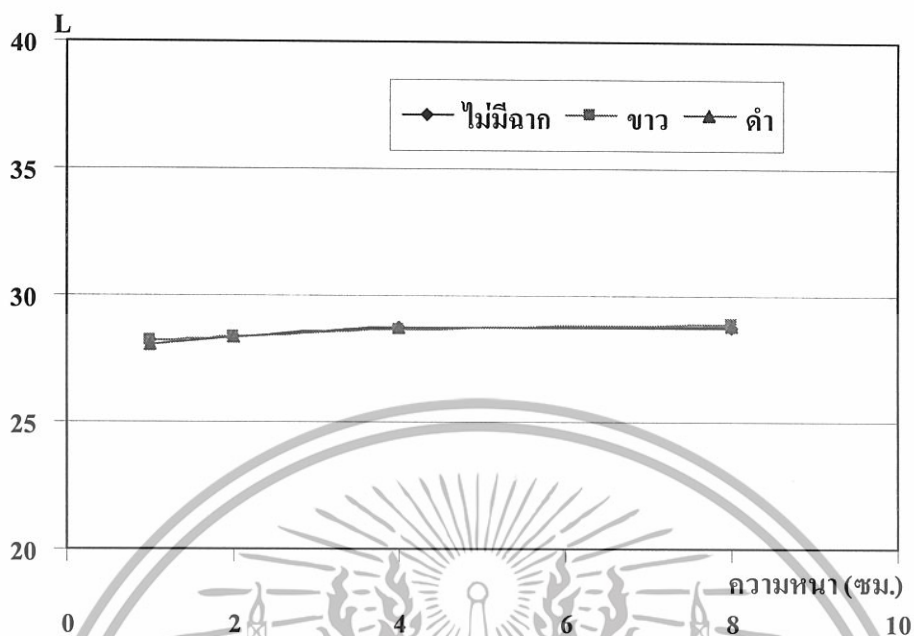
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ
ของนมพร้อมดื่ม ยูเอชที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

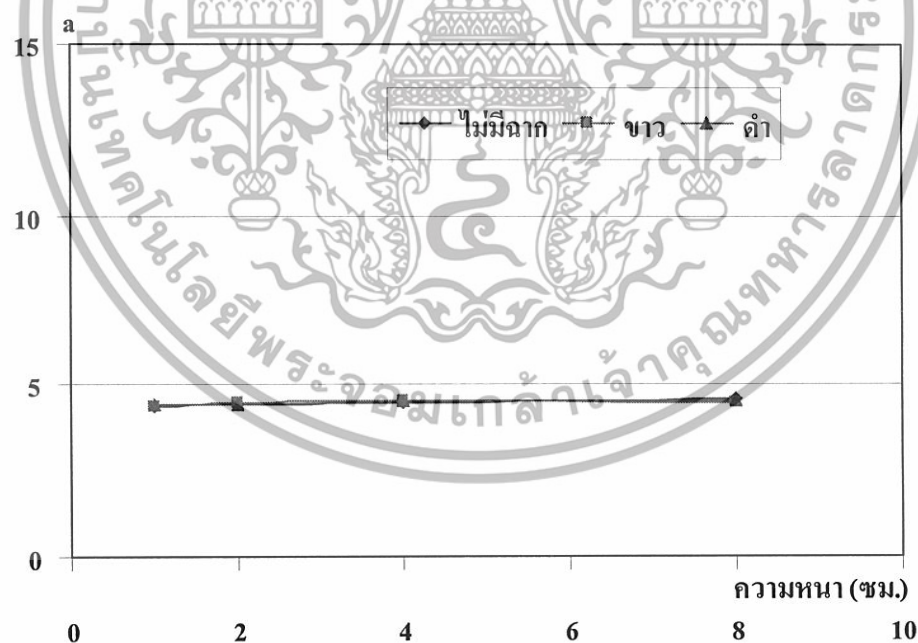
ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ของกาแฟโรบัสตากระป๋องสำเร็จรูป ตราเบอร์ดี ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ

ฉลาก	ความหนา (ซม.)	กาแฟนมกระป๋องสำเร็จรูป		
		Lbar	abar	bbar
ไม่มีฉลาก	1	28.16	4.38	7.70
	2	28.31	4.43	7.74
	4	28.74	4.48	7.76
	8	28.73	4.58	8.00
ขาว	1	28.16	4.37	7.67
	2	28.32	4.44	7.67
	4	28.65	4.51	7.80
	8	28.82	4.48	7.94
ดำ	1	28.08	4.41	7.70
	2	28.32	4.43	7.67
	4	28.70	4.54	7.74
	8	28.76	4.54	8.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

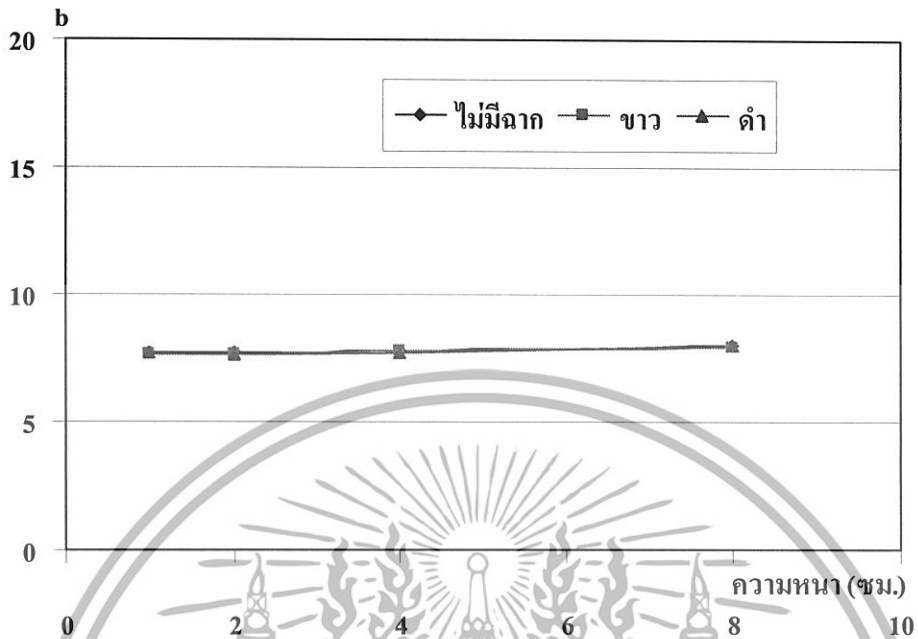


รูปที่ 4.16. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของกาแฟโรบัสตากะป๋องตำเร็จรูป



รูปที่ 4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของกาแฟโรบัสตากะป๋องตำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของกาแฟโรบัสตาคะป๊องสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลของเข้มข้นของสีอาหารต่อการวัดสีของอาหารเหลวประเภทโปร่งใส เมื่อใช้ความหนาของภาชนะและสีของฉากต่างกัน

จากรูปที่ 4.19 4.20 และ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 1 นาที พบว่าค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ภาชนะหนา 1, 2 และ 4 เซนติเมตร ยังคงมีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่วัดได้จากขาว ฉากดำ และไม่มีฉาก แสดงว่าสีของฉากมีอิทธิพลต่อการวัดค่าที่ระดับความหนานี้ แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่วัดได้จากขาว ฉากดำ และไม่มีฉาก ที่ความหนาของภาชนะ 8 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าฉากไม่มีอิทธิพลต่อค่า การวัดสีเมื่อตัวอย่างอาหารโปร่งใสมีความหนาเพิ่มขึ้นจาก 4 เป็น 8 เซนติเมตร

ส่วนในรูปที่ 4.22 4.23 และ 4.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 2 นาที และรูปที่ 4.25 4.26 และ 4.27 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 4 นาที พบว่าผลการทดลองเป็นไปในทำนองเดียวกันกับน้ำชาชงนาน 1 นาที กล่าวคือสีของฉากมีอิทธิพลต่อการวัดค่าสีของน้ำชาที่ระดับความหนา 1, 2 และ 4 เซนติเมตร แต่ไม่มีอิทธิพลต่อการวัดสี เมื่อตัวอย่างอาหาร โปร่งใสมีความหนาเพิ่มขึ้นจาก 4 เป็น 8 เซนติเมตร

ดังนั้นในการวัดสีค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ของน้ำชาชงนาน 1, 2 และ 4 นาที ควรใช้ภาชนะที่มีความหนา 4 เซนติเมตร

ส่วนในรูปที่ 4.28 4.29 และ 4.30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 8 นาที พบว่าค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ภาชนะหนา 1 และ 2 เซนติเมตร ยังคงมีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่วัดได้จากขาว ฉากดำ และไม่มีฉาก แสดงว่าสีของฉากมีอิทธิพลต่อการวัดค่า แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ความหนาของภาชนะ 4 และ 8 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าฉากไม่มีอิทธิพลต่อการวัดสี เมื่อตัวอย่างอาหาร โปร่งใสมีความหนาเพิ่มขึ้นจาก 2 เป็น 4 เซนติเมตร ส่วนในรูปที่ 4.31 4.32 และ 4.33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 16 นาที พบว่าค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ภาชนะหนา 1 และ 2 เซนติเมตรยังคงมีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่วัดได้จากขาว ฉากดำ และไม่มีฉาก แสดงว่าสีของฉากมีอิทธิพลต่อการวัดค่า แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่

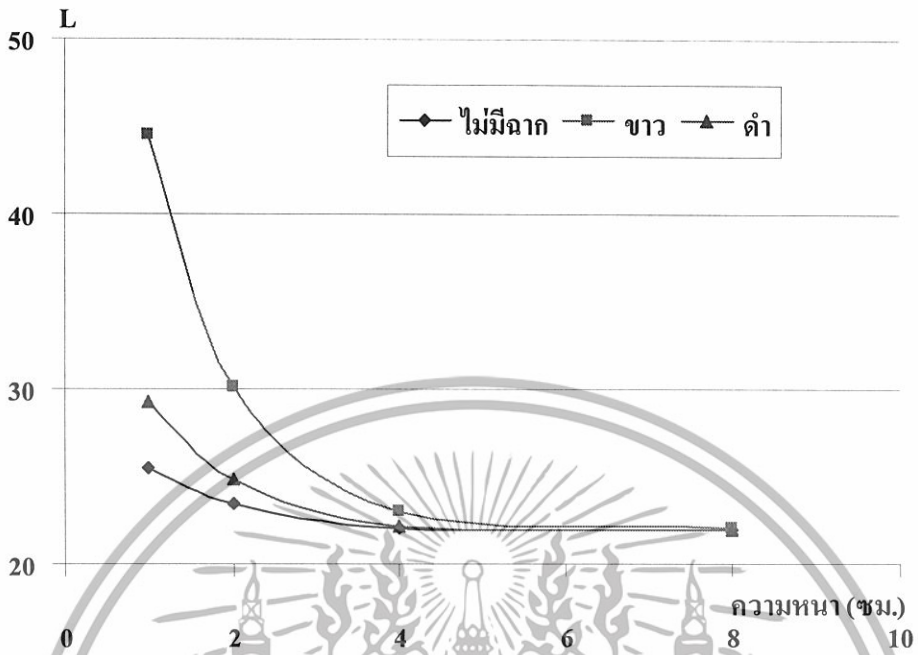
ความหนาของภาชนะ 4 และ 8 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าฉากไม่มีอิทธิพลต่อค่าการวัดสี เมื่อตัวอย่างอาหารโปร่งใสมีความหนาเพิ่มขึ้นจาก 2 เป็น 4 เซนติเมตร

ดังนั้นในการวัดสีค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ของน้ำชาชงนาน 8 และ 16 นาที ควรใช้ภาชนะที่มีความหนา 2 เซนติเมตร

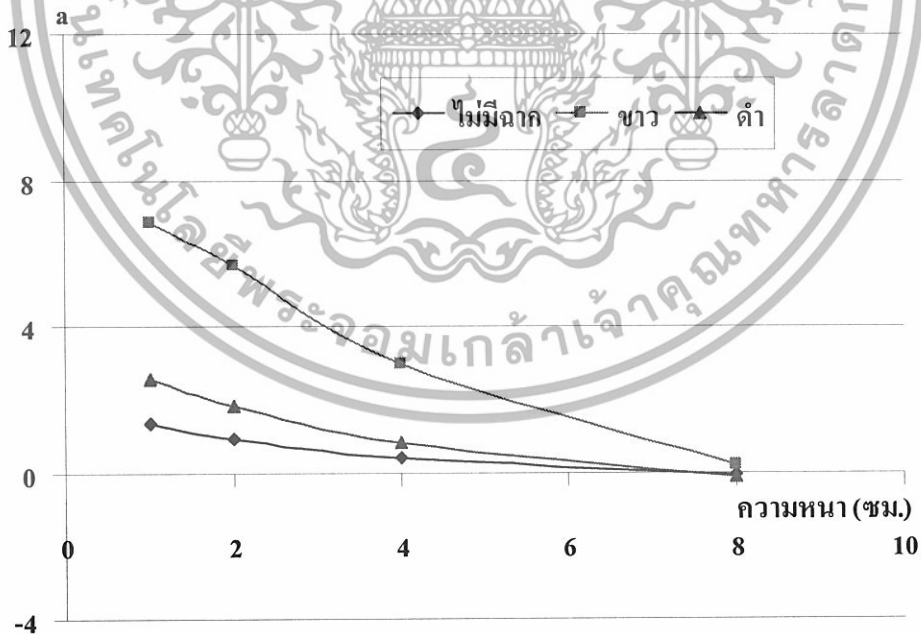
ตารางที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ของน้ำชาชงนาน 1 นาที ที่มีอัตราแสงทะลุผ่าน 0.79 ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉากต่างๆ

ฉาก	ความหนา (ซม.)	น้ำชาชงนาน 1 นาที		
		Lbar	abar	bbar
ไม่มีฉาก	1	25.49	1.33	4.95
	2	23.45	-0.92	2.74
	4	22.04	0.40	0.69
	8	21.90	-0.05	0.17
ขาว	1	44.56	6.87	26.52
	2	30.10	5.65	13.60
	4	22.98	2.93	2.53
	8	21.99	0.24	0.31
ดำ	1	29.27	2.55	9.42
	2	24.87	1.79	5.00
	4	22.14	0.84	1.11
	8	21.98	-0.11	0.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

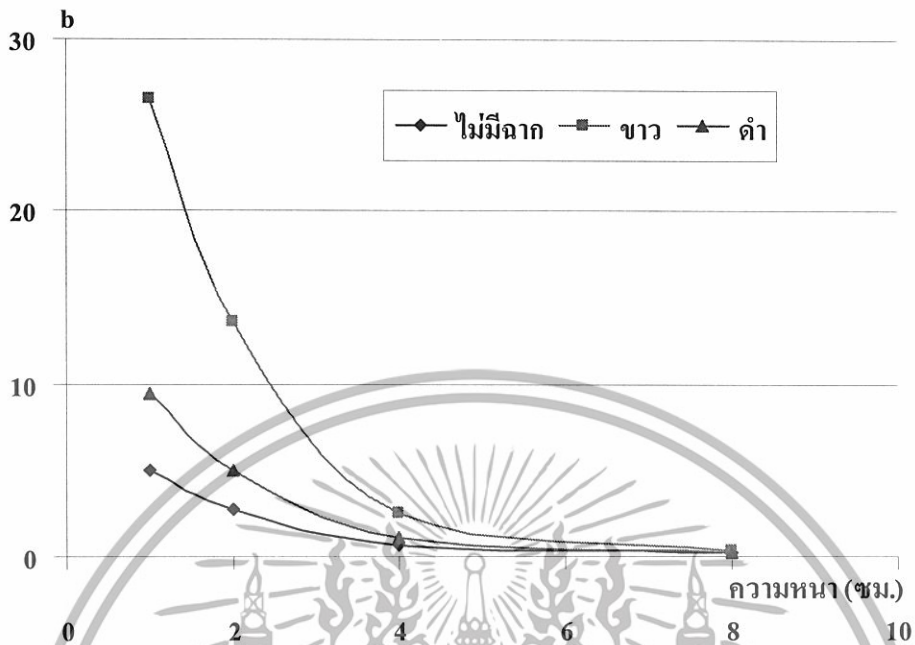


รูปที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 1 นาที



รูปที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 1 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



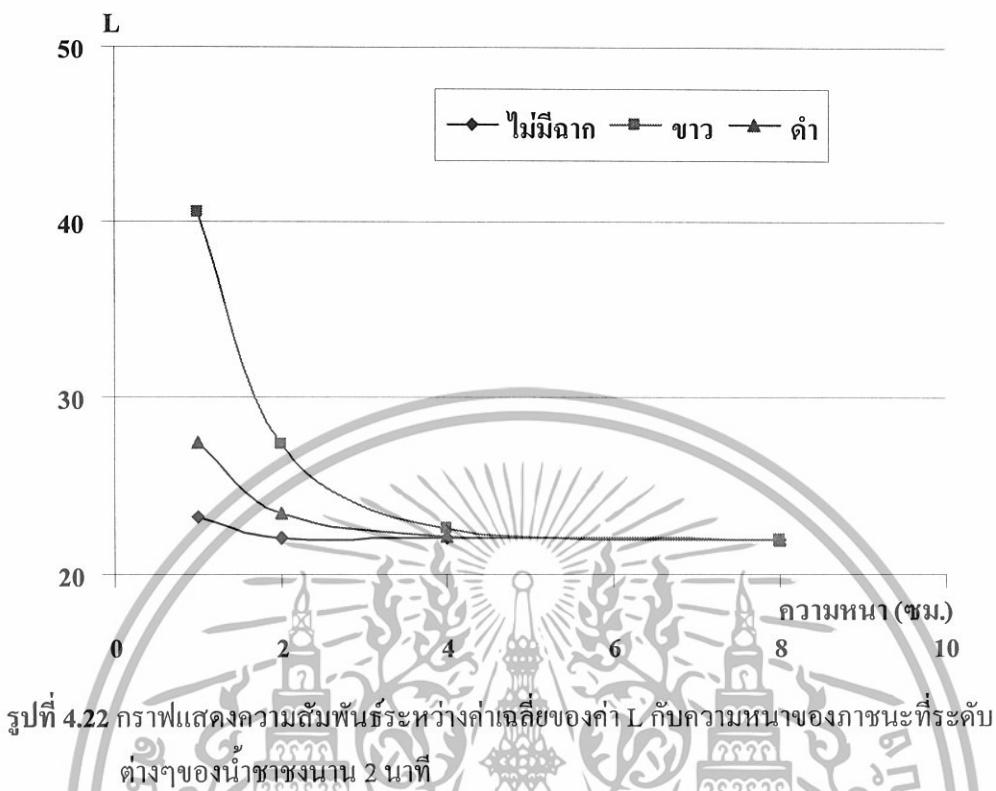
รูปที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของน้ำชาชงนานานานาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

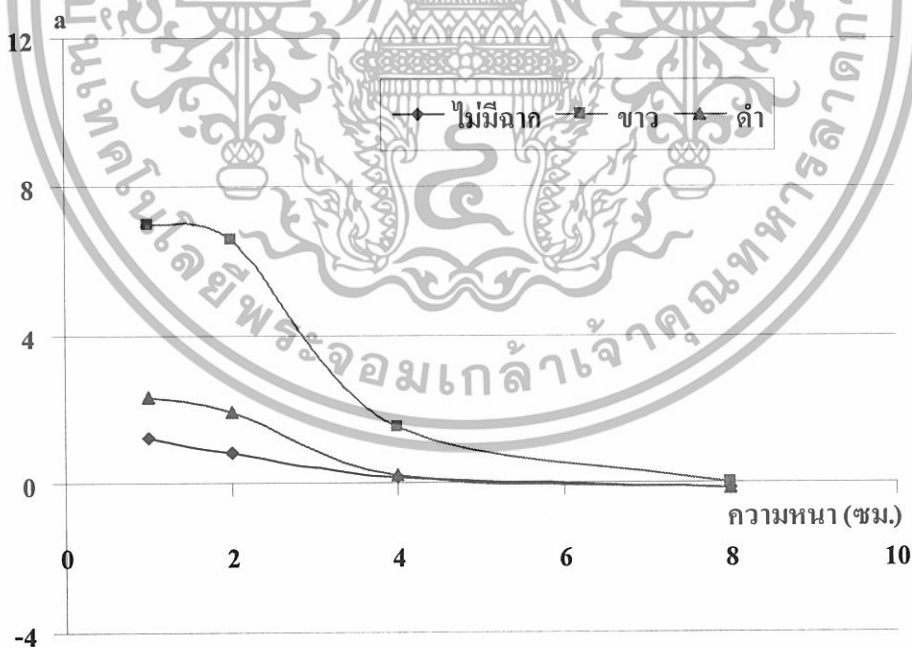
ตารางที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ของน้ำชาชงนาน 2 นาที ที่มีอัตราแสงทะลุผ่าน 0.72 ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ

ฉลาก	ความหนา (ซม.)	น้ำชาชงนาน 2 นาที		
		Lbar	abar	bbar
ไม่มีฉลาก	1	24.67	1.24	4.26
	2	22.74	0.82	1.58
	4	22.15	0.17	0.22
	8	21.91	-0.16	0.14
ขาว	1	40.54	6.97	25.97
	2	27.31	6.57	9.00
	4	22.54	1.50	1.00
	8	21.93	0.00	0.16
ดำ	1	27.38	2.32	8.26
	2	23.38	1.90	2.73
	4	22.10	0.21	0.36
	8	21.94	-0.16	0.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

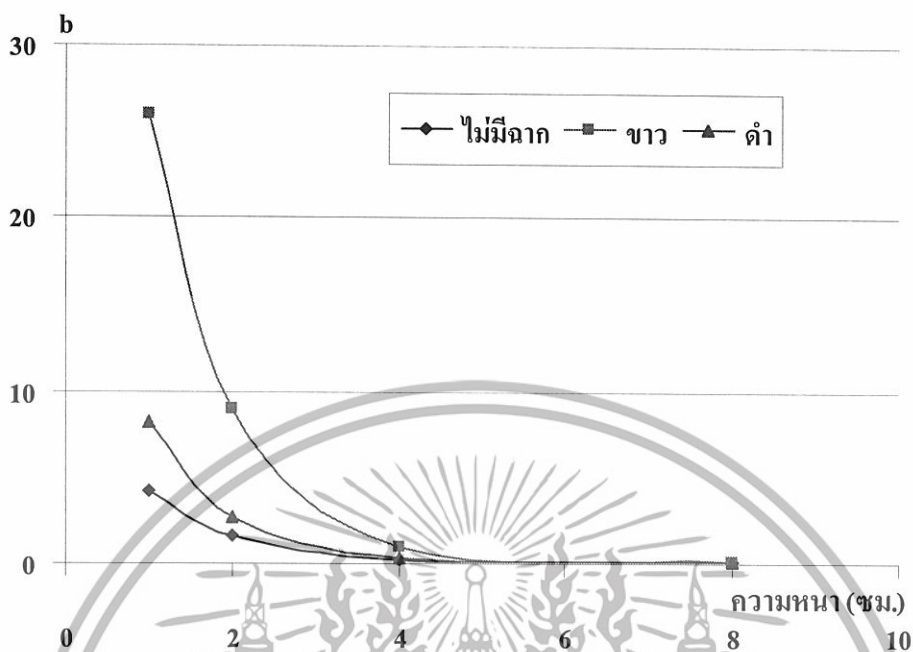


รูปที่ 4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 2 นาที



รูปที่ 4.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 2 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



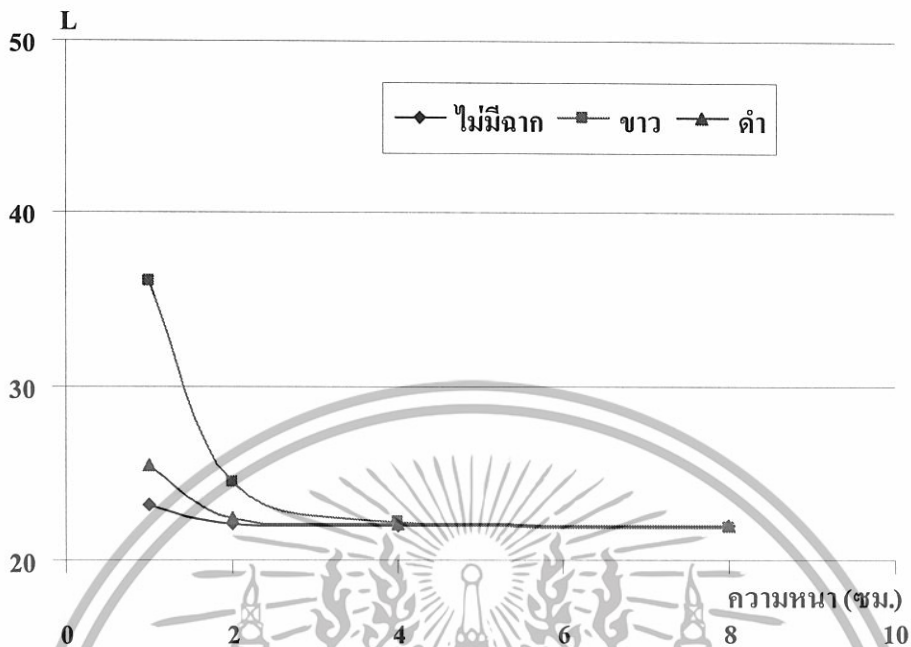
รูปที่ 4.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของน้ำชาชงนาน 2 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

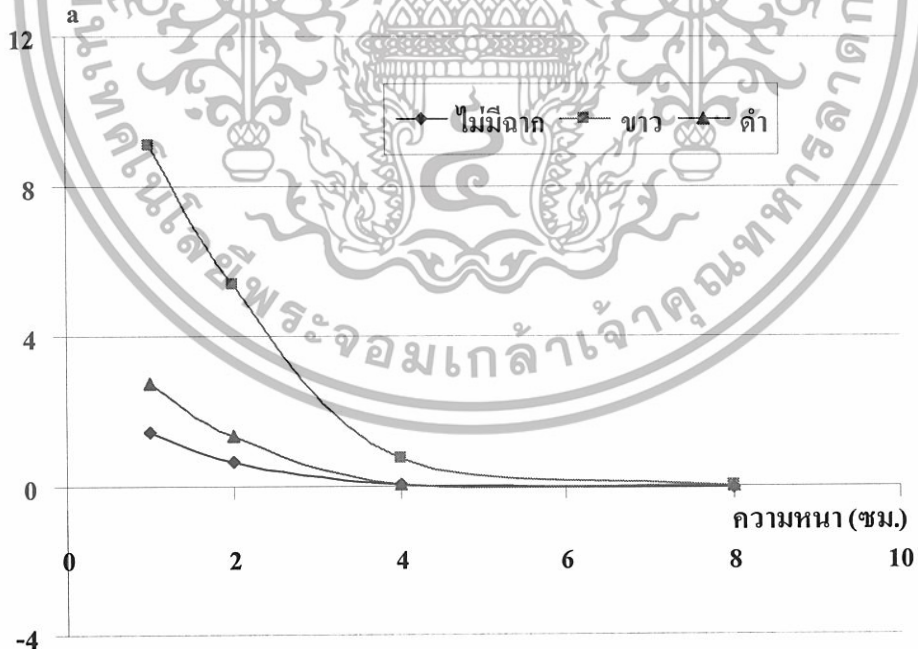
ตารางที่ 4.11 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ของน้ำชาชงนาน 4 นาที ที่มีอัตราแสงทะลุผ่าน 0.64 ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ

ฉลาก	ความหนา (ซม.)	น้ำชาชงนาน 4 นาที		
		Lbar	abar	bbar
ไม่มีฉลาก	1	23.17	1.43	3.33
	2	22.06	0.64	1.09
	4	22.00	0.05	0.39
	8	21.92	-0.08	0.36
ขาว	1	36.04	9.10	23.59
	2	24.45	5.38	5.22
	4	22.16	0.72	0.61
	8	21.89	-0.01	0.32
ดำ	1	25.45	2.76	6.30
	2	22.33	1.35	1.54
	4	22.03	0.04	0.49
	8	21.94	-0.05	0.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

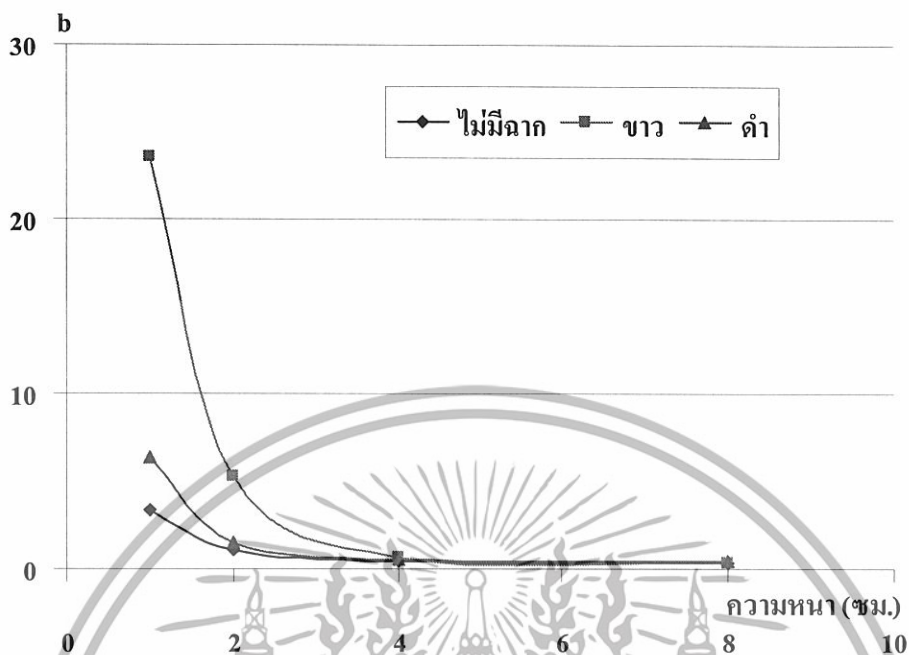


รูปที่ 4.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 4 นาที



รูปที่ 4.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 4 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



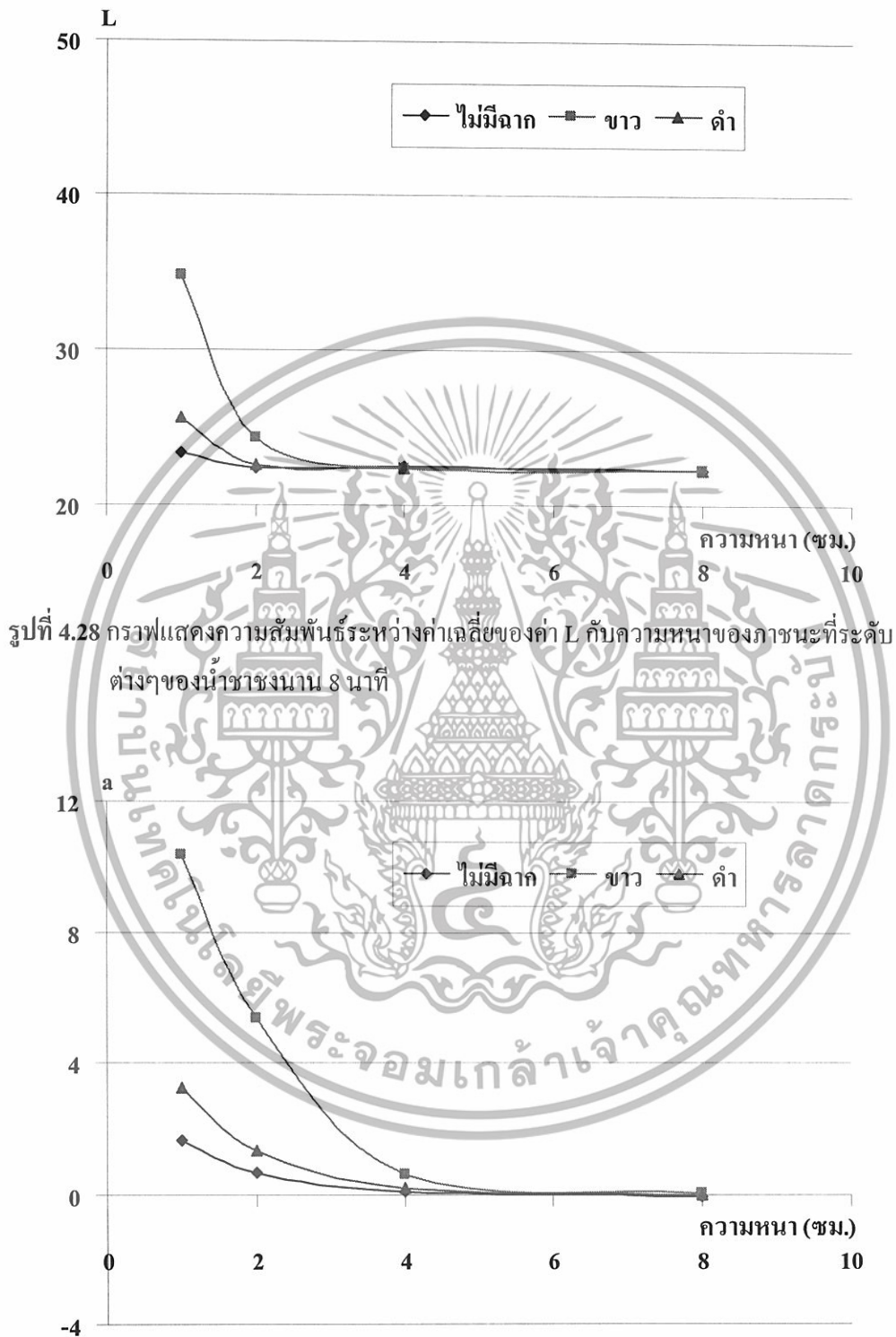
รูปที่ 4.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของน้ำชาขงนาน 4 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ของน้ำชาชงนาน 8 นาที ที่มีอัตราแสงทะลุผ่าน 0.62 ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉลากต่างๆ

ฉลาก	ความหนา (ซม.)	น้ำชาชงนาน 8 นาที		
		Lbar	abar	bbar
ไม่มีฉลาก	1	23.34	1.65	2.99
	2	22.34	0.66	1.03
	4	22.48	0.08	0.65
	8	22.26	-0.10	0.52
ขาว	1	34.80	10.37	21.01
	2	24.33	5.33	4.47
	4	22.39	0.58	0.89
	8	22.24	0.03	0.47
ดำ	1	25.62	3.23	5.87
	2	22.58	1.34	1.45
	4	22.39	0.19	0.65
	8	22.24	-0.01	0.51

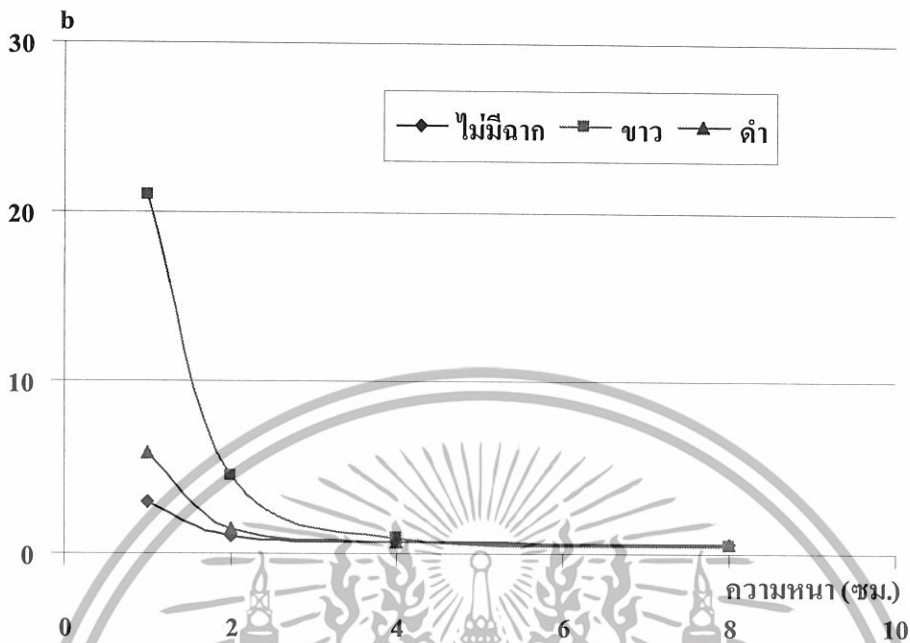
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 8 นาที

รูปที่ 4.29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 8 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



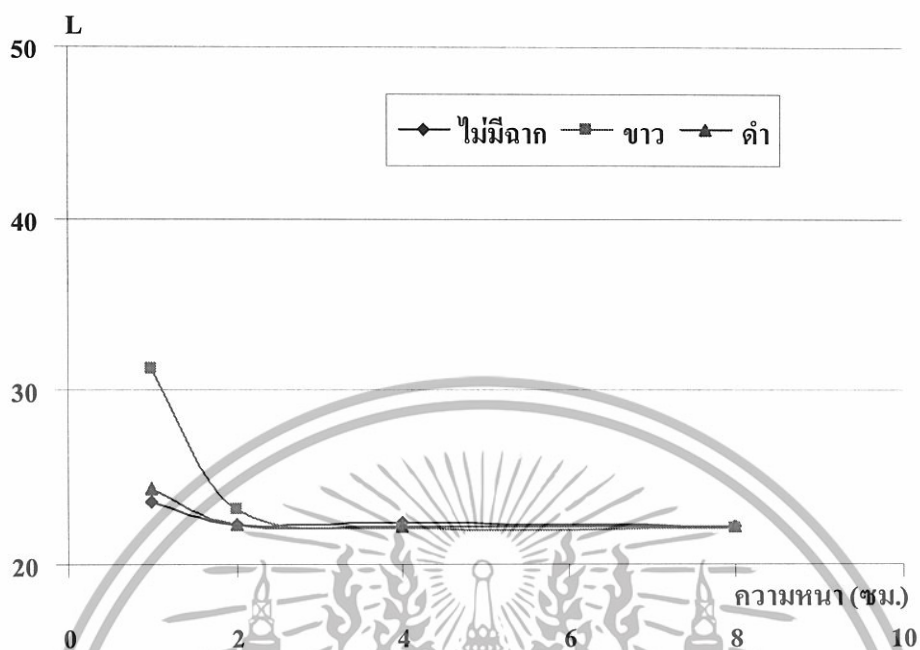
รูปที่ 4.30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของน้ำวางนาน 8 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

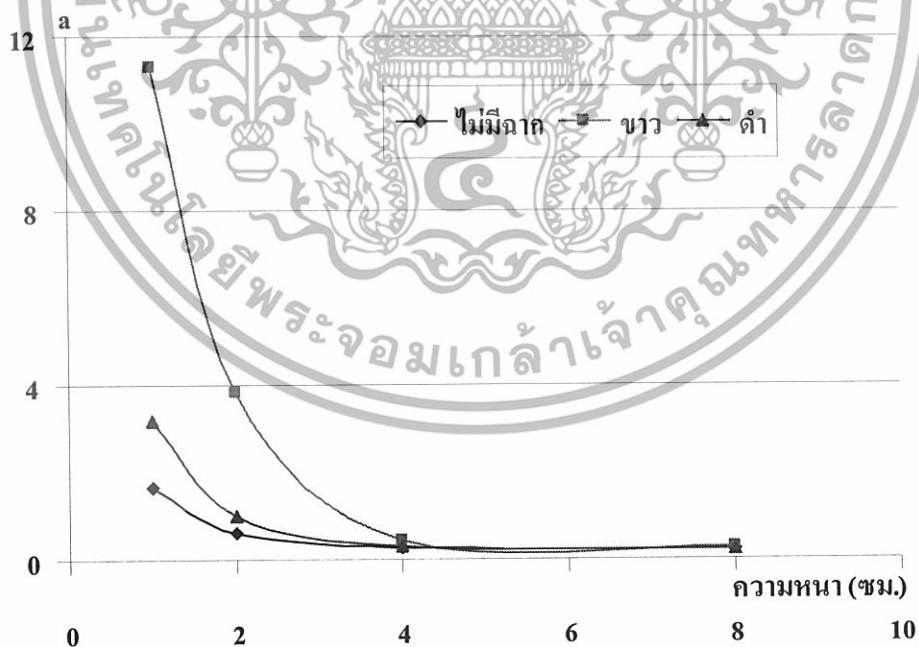
ตารางที่ 4.13 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ของน้ำซางนาน 16 นาที ที่มีอัตราแสงทะลุผ่าน 0.55 ที่ระดับความหนาของภาชนะและสีของฉากต่างๆ

ฉาก	ความหนา (ซม.)	น้ำซางนาน 16 นาที		
		Lbar	abar	bbar
ไม่มีฉาก	1	23.64	1.65	2.00
	2	22.32	0.61	0.71
	4	22.39	0.27	0.59
	8	22.15	0.20	0.41
ขาว	1	31.26	11.3	15.65
	2	23.17	3.82	2.44
	4	22.11	0.45	0.71
	8	22.10	0.28	0.40
ดำ	1	24.37	3.18	3.91
	2	22.29	1.00	0.91
	4	22.17	0.30	0.62
	8	22.16	0.22	0.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

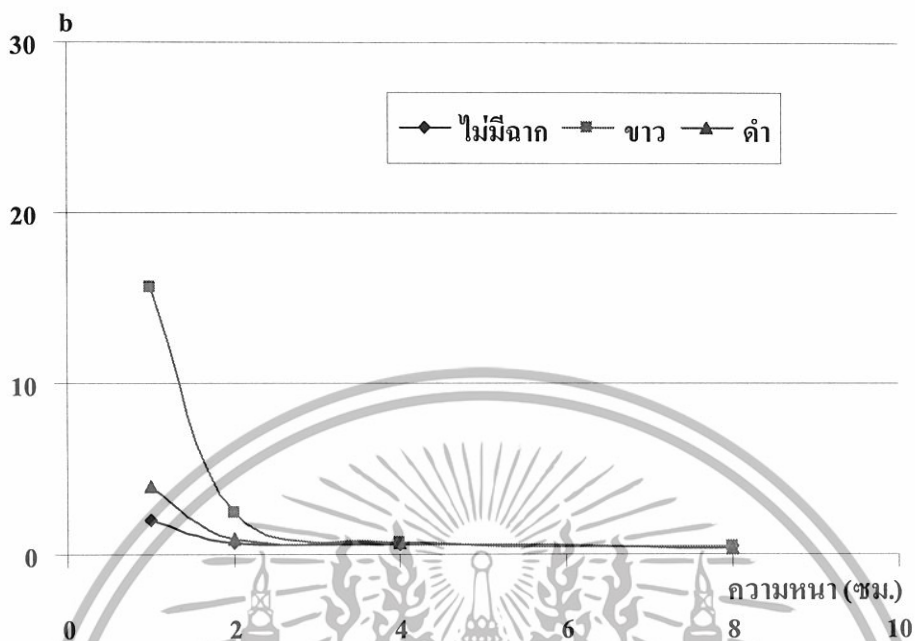


รูปที่ 4.31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า L กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 16 นาที



รูปที่ 4.32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า a กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆของน้ำชาชงนาน 16 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า b กับความหนาของภาชนะที่ระดับต่างๆ ของน้ำชาชงนาน 16 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 จากผลการศึกษาปัจจัยพื้นที่หน้าตัด ความหนาของภาชนะ และสีของฉาที่คาดว่าจะมีผลต่อการวัดสีของอาหารเหลว พบว่าที่ทุกขนาดพื้นที่หน้าตัด คือ 10 X 10 ,12 X12 แล 14 X 14 ตารางเซนติเมตร ทำให้ค่าเฉลี่ยของค่า L ค่า a และค่า b ที่ได้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ แสดงว่า ทุกขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยสีของของเหลวที่วัดในระบบ L a b

ดังนั้นในการวัดสีสามารถใช้ขนาดพื้นที่หน้าตัดได้ทุกขนาดซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้พื้นที่หน้าตัดที่มีขนาดใหญ่เนื่องจากไม่มีผลต่อการวัดสี

5.2 จากผลการศึกษาปัจจัยความหนาภาชนะ และสีของฉาที่มีผลต่อการวัดสีของอาหารเหลว พบว่า ภาชนะที่เหมาะสมกับการวัดสีของอาหารเหลวโปร่งใสทั้ง 2 ตัวอย่าง ซึ่งมีอัตราแสงทะลุผ่าน 0.66 และ 0.64 ตามลำดับ ได้แก่ กอล่งสี่เหลี่ยมขนาด 8 X 8 ตารางเซนติเมตร ที่มีความหนา 8 เซนติเมตรเพราะฉาไม่มีผลต่อการวัดสีที่ความหนานี้ ส่วนตัวอย่างอาหารเหลวโปร่งแสงทั้ง 3 ตัวอย่าง พบว่า ภาชนะที่เหมาะสม คือ กอล่งสี่เหลี่ยม ที่มีความหนาภาชนะ 8 เซนติเมตร โดยไม่ต้องใช้ฉา เพราะฉาและความหนาไม่มีผลต่อการวัดสีของของเหลวโปร่งแสง

ดังนั้นต้องทราบชนิดของอาหารว่าเป็นอาหารเหลวโปร่งใสหรือโปร่งแสงเพื่อที่จะเลือกขนาดภาชนะให้เหมาะสมกับตัวอย่างอาหารเหลว ซึ่งสามารถประยุกต์ความหนา 8 เซนติเมตรของภาชนะใช้กับของตัวอย่างอาหารเหลวที่มีลักษณะโปร่งใส เช่น น้ำผลไม้ใสอื่นๆ ที่มีอัตราแสงทะลุผ่านประมาณ 0.66 และตัวอย่างอาหารเหลวที่มีลักษณะโปร่งแสง เช่น พวกนม เป็นต้น

5.3 จากผลการศึกษาปัจจัยความหนาภาชนะและสีของฉาที่มีผลต่อการวัดสีของน้ำชาขงที่ระยะเวลา 1, 2, 4, 8 และ 16 นาที ซึ่งมีอัตราแสงทะลุผ่าน 0.79, 0.72 , 0.64, 0.62 และ 0.55 ตามลำดับ พบว่ากอล่งสี่เหลี่ยมขนาด 8 X 8 ตารางเซนติเมตร ความหนาภาชนะ 1 และ 2 เซนติเมตร สีของฉาหลังมีอิทธิพลต่อผลการวัดสีที่ทุกระดับระยะเวลาการชงชา ความหนาภาชนะ 4 เซนติเมตร สีของฉาหลังมีอิทธิพลต่อการวัดสีที่ระดับการชงชา 1, 2 และ 4 นาที และความหนาภาชนะ 8 เซนติเมตร สีของฉาหลังไม่มีอิทธิพลต่อผลการวัดสีที่ทุกระดับระยะเวลาการชงชา

ดังนั้นการเปรียบเทียบสีน้ำชาขงทุกระดับระยะเวลาของการชงชา ซึ่งมีความเข้มของสีตั้งแต่ระดับจางซึ่งมีอัตราแสงทะลุผ่าน 0.79-0.64 ควรใช้กอล่งสี่เหลี่ยมที่มีความหนาถึง 8 เซนติเมตร แต่ถ้าต้องการวัดสีของน้ำชาที่มีสีระดับค่อนข้างเข้มจนถึงระดับเข้มที่มีอัตราแสงทะลุผ่านน้อยกว่า 0.62 จึงใช้กอล่งสี่เหลี่ยมที่มีความหนา 4 เซนติเมตรได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- คมกฤษณ์ ดิณจินดาและคณะ. Concept in Physics ม.4. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด, 2539.
- ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอสำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขากรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีการวัดสี**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุุสภาลาดพร้าว
- อรัญ หาญสืบสวน. **การสื่อสารสีอย่างแม่นยำ**. กรุงเทพมหานคร
- Berardi L.C., Boudreaux G.J., and Frampton V.L., "Rapid reproducible procedure for wafers if dried foods." **Food Tech.**, Vol.20, 1966, pp. 124-127.
- Choi R.P., A. F. Koncus, C.M. O'Malley, and B.W. Fairbanks, "A proposed method for determination of color of dry products of milk." **J. Dairy Sci.**, Vol.32 , 1949, pp. 580-586.
- Eagerman B.A., "Orange juice color measurement using general purpose tristimulus colorimeters." **J. Food Sci.**, Vol.43, 1978, pp. 428-430.
- Elliott R.J., "Effect of optical systems and sample preparation on the visible reflection spectra of pork muscle." **J. Sci. Food Agric.**, Vol.18, 1967, pp. 332-338
- Francis F.J. and Clydesdale F.M., **Food Colorimetry: Theory and Applications**. The AVI Pub. Inc., Westport, Connecticut, 1975.
- Geladi P., MacDougall D.B., and Martens H., "Linearization and scatter-correction for near infrared and reflectance spectra of meat." **Appl. Spectrosc.**, Vol.39, 1985, pp. 491-500.
- H. G., "What is Color and How is Measured" Hunterlab The Color Management Company., Vol. 12, No. 5, 2000. pp.3-6.
- Hal Good. 2000. **Solving Color Measurement Challenges of the Food Industry**, HunterLab, Reston, VA.
- Hung Yen-Con, "Effect of curvature and surface area on colorimeter readings, a model study." **J. Food. Qual.**, Vol.13, 1990, pp. 259-269.
- Hunter Richard S., and Harold Richard W., **The measurement of Appearance**. John Wiley Pub., New York, 1987.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- John B. Hutchings, **Food Colour and Appearance**. Blackie Academic and Professional, London, 1992.
- Kent M., and Smith G.L., Collaborative experiments in colour measurement. In **Physical Properties of Foods-2**. eds, Ranald Jowitt, Felix Escher, Michael Kent, Brain McKenna, Michael Roques, Elsevier Applied Science, London, 1987.
- Little A.C., **Collaborative study of the measurement of color of ground coffee**. The Coffee Brewing Institute, Inc., Publication No. 51., 1960. 56
- Little Angela C. "Color measurement of translucent food samples." **J. Food Sci.**, Vol.29, 1964, pp. 782-789.
- Little A.C., and G. Mackinney, "On the color of coffee." **Food Tech.**, Vol.10, 1956, pp. 503-506.
- Little A.C., Chichester C.O., and G. Mackinney, "On the color of coffee II." **Food Tech.**, Vol.12, 1958, pp. 505-508.
- Patton S., "Studies on heated milk. IV. Observations on browning", **J Dairy Sci.** Vol.35, 1952, pp. 1053-1066.
- Paul G, Hewitt. 1998. **Conceptual Physics 8th ed**, Printed in the United States of America. www.atecorp.com/equipment/minolta/cr300.htm
- Perkins-Veazie P.M., "Color changes in waxed turnips during storage." **J. Food Qual.**, Vol.14, 1991, pp. 313-319.
- Polesello A., Gorini F.L., and Bertolo G., "Valutazione del colore mediante riflettanza dei frutti sferici." **Da Agricoltura**, Vol.11, pp. 173-177.
- Roy S. Berns., **Principles of Color Technology-3**, eds, A Wiley-Interscience Pub., John Wiley and sons inc., 2000.
- Staples L.C., **The problems involved with the color measurement of beverage products**. Presented at the 157th Annual Meeting of the American Chemical Society, Minneapolis, Minn. April, 1969, pp. 13-18.
- Staples L.C., "**Colorimetry of tea**." PhD thesis, Rutgers University, New Brunswick, New Jersey, 1972.
- Ting S.V., **The carotenoid and carotene content of Florida orange concentrate**. Proc. Fla. State Hort. Soc., Vol.74, 1961, pp. 262-267.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเปรียบเทียบอัตราแสงทะลุผ่าน

การเปรียบเทียบอัตราแสงทะลุผ่าน (Comparison of Transparency)

การเปรียบเทียบอัตราแสงทะลุผ่านเป็นการนำค่าเฉลี่ยของค่า L ของตัวอย่าง ($L_{\text{ตัวอย่าง}}$) กับค่าเฉลี่ยของค่า L ของน้ำกลั่น ($L_{\text{น้ำกลั่น}}$) มาคำนวณหาอัตราของแสงที่สามารถทะลุผ่านตัวอย่างได้ โดยมีวิธีการดังนี้

วิธีการ

1. นำน้ำกลั่นใส่ลงในภาชนะกล่องสี่เหลี่ยมขนาดพื้นที่หน้าตัด 8×8 เซนติเมตร มีความหนา 1 เซนติเมตร จนเต็มภาชนะ
2. นำหัววัดของเครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสงวางติดในแนวระนาบกับผิวสัมผัสของภาชนะด้านใดด้านหนึ่ง
3. วางฉากขาว ($L = 85.49$, $a = 1.09$, $b = -3.97$) ติดในแนวระนาบกับผิวสัมผัส โดยอยู่ด้านตรงข้ามบนภาชนะกับหัววัดสีของเครื่องวัดสีแบบสะท้อนแสง
4. กดปุ่มวัดสี
5. บันทึกผลค่า L โดยการวัด 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย
6. นำค่าเฉลี่ยของค่า L ของน้ำกลั่น ($L_{\text{น้ำกลั่น}}$) ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของค่า L ของของเหลวชนิดโปร่งใส ($L_{\text{ตัวอย่าง}}$) เพื่อหาอัตราแสงทะลุผ่าน (T) ที่วัดได้โดยใช้ภาชนะที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 8×8 เซนติเมตร ความหนา 1 เซนติเมตร และฉากขาว โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$T = \frac{L_{\text{ตัวอย่าง}}}{L_{\text{น้ำกลั่น}}}$$

ตัวอย่าง

ชาดำสำเร็จรูป ตรา ยูนิฟ	$T = 37.08 / 56.36 = 0.66$
น้ำส้มสำเร็จรูปเข้มข้น 25% ตรา มหาชัย	$T = 36.02 / 56.36 = 0.64$
ชาชงนาน 1 นาที	$T = 44.56 / 56.36 = 0.79$
ชาชงนาน 2 นาที	$T = 40.54 / 56.36 = 0.72$
ชาชงนาน 4 นาที	$T = 36.04 / 56.36 = 0.64$
ชาชงนาน 8 นาที	$T = 34.80 / 56.36 = 0.62$
น้ำชาชงนาน 16 นาที	$T = 31.26 / 56.36 = 0.55$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
 รูปภาพประกอบการวัดสีอาหารเหลว

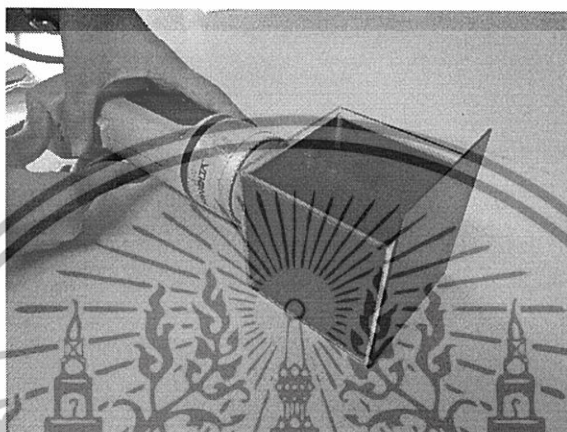


รูปที่ 1 ข การวัดสีตัวอย่างอาหารเหลวโดยไม่ใช้ฉาก



รูปที่ 2 ข การวัดสีตัวอย่างอาหารเหลวโดยใช้ฉากขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 ข การวัดสีตัวอย่างอาหารเหลวโดยใช้จากค่า



รูปที่ 4 ข น้ำชาชงนาน 1, 2, 4, 8 และ 16 นาที ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้