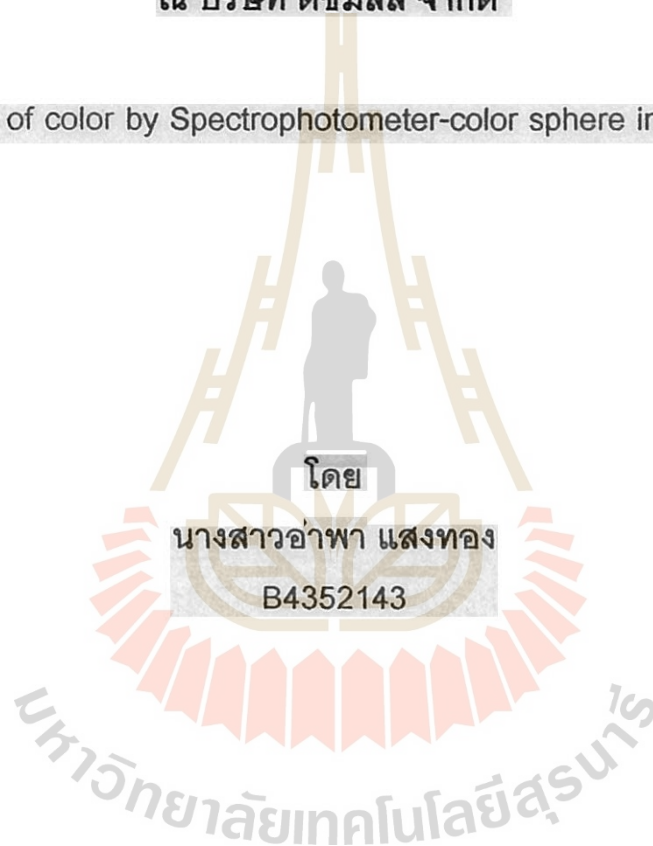


รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

‘การตรวจสอบคุณภาพสีโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer-color sphere
ณ บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด”

“Inspection of color by Spectrophotometer-color sphere in Dutch Mill”



โดย

นางสาวอำพา แสงทอง

B4352143

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสหกิจศึกษา (305497)

สาขาเทคโนโลยีอาหาร
สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
25 ธันวาคม 2546

รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

“การตรวจสอบคุณภาพสีโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer-color sphere
ณ บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด”

“Inspection of color by Spectrophotometer-color sphere in Dutch Mill”



โดย
นางสาวอำพา แสงทอง
B4352143

ปฏิบัติงาน ณ

บริษัทดัชมิลล์ จำกัด

137/6 ถนนพุทธมณฑลสาย 8 หมู่ที่ 1

ต.ขุนแก้ว อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม 73120

วันที่ 25 เดือน ธันวาคม พ.ศ.2546

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาเทคโนโลยีอาหาร

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาวอำพา แสงทอง นักศึกษาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 8 กันยายน ถึง วันที่ 26 ธันวาคม 2546 ในตำแหน่งพนักงานควบคุมคุณภาพ ณ บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด และได้รับมอบหมายจาก Job supervisor ให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง การตรวจสอบคุณภาพสีโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer-color sphere (Inspection of color by Spectrophotometer-color sphere)

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวอำพา แสงทอง)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

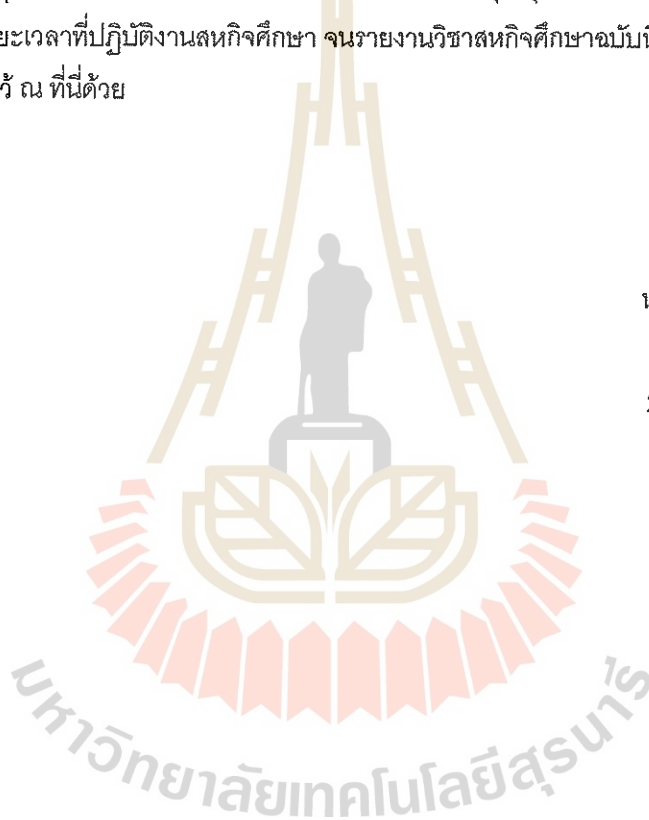
กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด ตั้งแต่วันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2546 ถึงวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2546 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมายสำหรับ รายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายท่าน ดังนี้

- | | | |
|-----------------|-----------------|--|
| 1. คุณบุญหา | สวัสดิ์ | ผู้จัดการแผนกประกันคุณภาพ |
| 2. คุณภมรวรรณ | เหลื่อมทองอร่าม | หัวหน้าฝ่ายประกันคุณภาพ
(Job supervisor) |
| 3. คุณสราญพัฒน์ | พงษ์เพียรกิจ | หัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ |

และบุคคลที่ท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษา เป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา จนรายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นางสาวอำพา แสงทอง
ผู้จัดทำรายงาน
25 ธันวาคม 2546



บทคัดย่อ

บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด เป็นบริษัทที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นมหลายประเภทที่เหมาะสมกับผู้บริโภค แต่ละกลุ่มอายุ จากการที่ได้เข้ามาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษาใน บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในตำแหน่งพนักงานควบคุมคุณภาพ ซึ่งจากการปฏิบัติงานนั้น ได้ทำการศึกษาในเรื่องวิธีการตรวจรับสีผงและกำหนดวิธีการตรวจสอบคุณภาพสีผงและสีของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มยูเอชที โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer-color sphere โดยทำการศึกษาทั้งในด้านสีผงและสีของผลิตภัณฑ์ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการควบคุมภาพสีผงและสีของผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาในด้านสีผง วัดค่า Transmittance ที่ระดับความเข้มข้น 0.001 % โดยวัดสีในระบบ L^*a^*b ส่วนด้านสีของผลิตภัณฑ์นั้นจะวัดค่า Reflectance โดยวัดสีในระบบ L^*a^*b ซึ่งพบสีผงและสีของผลิตภัณฑ์แต่ละรส จะมีช่วงการยอมรับอยู่แตกต่างกัน และได้ทำการศึกษาสถานะที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของสีผงและสีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าระยะเวลาและปริมาณที่ใช้ในการวัดมีผลต่อค่าสีที่ได้จากการวัด นอกจากการศึกษาในส่วนของการตรวจสอบคุณภาพสีโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer-color sphere แล้วนั้น ยังมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมต่างๆ ภายในบริษัท อาทิ เช่น การเข้าร่วมประชุมประจำสัปดาห์ของแผนกประกันคุณภาพ การฝึกซ้อมหนีไฟ และการเข้าร่วมแข่งขันกีฬาภายในเครือบริษัท เป็นต้น



สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่ง	1
กิตติกรรมประกาศ	2
บทคัดย่อ	3
สารบัญ	4
สารบัญรูป	5
บทนำ	6
- ประวัติบริษัท ดัชมิลล์ จำกัด	7
- ประวัติของการวัดสีในเชิงตัวเลข	9
- หลักการทำงานของเครื่อง Spectrophotometer-color sphere	11
- โปรแกรม auto-QC	14
- ระบบสี L*a*b	15
- วิธีการ Calibration Spectrophotometer-color sphere	16
ตอนที่ 1 การตรวจสอบคุณภาพสีโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer-color sphere	18
- ศึกษาวิธีการตรวจสอบคุณภาพสีผงโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer-color sphere	18
- การศึกษาระยะเวลาในการวัดสารละลายสี	19
- ผลการทดลอง	20
- สรุปผลการทดลอง	27
- วิเคราะห์ผลการทดลอง	27
ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพสีของผลิตภัณฑ์ โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer-color sphere	29
- การกำหนดมาตรฐานในการตรวจสอบคุณภาพสีของผลิตภัณฑ์	29
- การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์	33
- ผลการทดลอง	34
- สรุปผลการทดลอง	36
- วิเคราะห์ผลการทดลอง	37
สรุปผลการปฏิบัติงาน	38
ปัญหาและข้อเสนอแนะ	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	41
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ตอนที่ 1.2	42
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ตอนที่ 2.2	49

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 มาตรฐานมิติ (สีส้ม, ความสว่าง, ความอึดตัว)	10
รูปที่ 2 ไดอะแกรมแสดงการจำลองสเกลของตัวแปรสี	10
รูปที่ 3 แสดงส่วนประกอบของเครื่อง spectrophotometer –color sphere	13
รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างหน้าจอ โปรแกรม auto-QC	14



บทนำ

บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด เป็นบริษัทที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นมหลายประเภทที่เหมาะสมกับผู้บริโภคแต่ละกลุ่มอายุ เช่น นมสดพาสเจอร์ไรส์และนมเปรี้ยวยูเอชที (UHT) ที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหาร เหมาะสำหรับเด็กและคนในวัยทำงาน ส่วนโยเกิร์ตพร้อมดื่มซึ่งมีโปรตีนนมที่น้อยกว่าโปรตีนในนมทั่วไป จะช่วยให้ร่างกายสามารถให้ประโยชน์จากโปรตีนได้อย่างเต็มที่ เหมาะสำหรับทุกเพศทุกวัย ซึ่งผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดมีหลายรสชาติแตกต่างกันไป เช่น รสสตอเบอร์รี่ รสส้ม รสบลูเบอร์รี่ และรสกาแฟ เป็นต้น ซึ่งในผลิตภัณฑ์ มีการใช้ส่วนผสมอาหารร่วมกับ ตามอัตราส่วนที่กำหนด การเติมสีในผลิตภัณฑ์อาหารนั้น เพื่อให้สีของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีที่เป็นมาตรฐานเดียวกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งสีของผลิตภัณฑ์มีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ถึงแม้ว่าสีจะไม่บ่งบอกถึงคุณค่าทางโภชนาการและรสชาติของผลิตภัณฑ์ แต่สีให้ความสำคัญในแง่ของความชอบของลูกค้าและสียังเป็นปัจจัยสำคัญในการคัดเลือกวัตถุดิบควบคุมขั้นตอนการผลิตและจัดแบ่งชั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ในปัจจุบันการควบคุมคุณภาพและการตรวจรับสี มีวิธีตรวจรับโดยเปรียบเทียบสีของนมที่ใช้สีที่ต้องการตรวจสอบเทียบกับสีของนมที่ใช้สีมาตรฐาน (สี Control) ด้วยสายตา ส่วนสีของผลิตภัณฑ์สุดท้ายนั้นก็จะใช้วิธีดูสีของนมในถัง buffer ระหว่างการผลิตก่อนการบรรจุ วิธีการเปรียบเทียบสีด้วยสายตานั้นมีข้อดีคือรวดเร็วแต่ค่าความแตกต่างของสีมีความคลาดเคลื่อนได้สูง เนื่องจากการใช้สายตาในการตัดสินใจเรื่องสีจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความรู้สึก รวมทั้งสภาวะต่างๆ ที่มีผลต่อการปรากฏของสี เช่น แสงสว่าง, สายตาผู้สังเกต, ขนาดหรือปริมาตรที่ต่างกัน และทิศทางในการมองเห็นที่ต่างกัน ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพสีวัตถุดิบและสีผลิตภัณฑ์ เกิดความแม่นยำและเป็นมาตรฐานของวิธีการตรวจสอบสี จึงมีการใช้เครื่อง สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer-color sphere) ในการตรวจรับและควบคุมคุณภาพสีวัตถุดิบรวมทั้งสีของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเครื่องวัดสีสามารถตรวจพบความแตกต่าง ในการวัดสีที่มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยได้ นอกจากนั้น เครื่องวัดสียังสามารถแสดงความแตกต่างที่เกิดขึ้นเป็นตัวเลข ตามมาตรฐานสากลได้ทำให้ทุกคนเข้าใจสีได้ตรงกัน เครื่องวัดสีจะใช้หลักการการทำงานเหมือนสายตามนุษย์ แต่สามารถควบคุมแหล่งกำเนิดแสงและระบบการให้แสงในการตรวจวัดแต่ละครั้งได้ จึงทำให้การตรวจวัดตัวอย่างทุกครั้ง เป็น condition เดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นการวัดสีในเวลากลางวันหรือกลางคืน วัดในที่ร่มหรือ ในที่แจ้งก็จะให้ผลอย่างเที่ยงตรง ซึ่งถ้าสีของผลิตภัณฑ์หรือสินค้าเกิดการผิดเพี้ยนและได้ถูกส่งไปให้ลูกค้าแล้ว อาจทำให้ได้รับการตำหนิจากลูกค้า ทำให้ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อฝ่ายขาย หรือฝ่ายผลิตเท่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบต่อชื่อเสียงโดยรวมของบริษัทอีกด้วย ดังนั้นการควบคุมเรื่องสีจึงมีความสำคัญยิ่งในการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาดังกล่าวขึ้น

ในทุกขั้นตอนการผลิตมีความสำคัญต้องควบคุมคุณภาพตั้งแต่การรับวัตถุดิบที่มีคุณภาพดีที่สุด มาสู่กระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีอันทันสมัย จนถึงตรวจสอบคุณภาพทุกขั้นตอนก่อนถึงมือผู้บริโภค เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดี และตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและกำหนดวิธีการตรวจรับสีวัตถุดิบ โดยใช้เครื่องวัดสี สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer-color sphere) ตลอดจนศึกษาสีของผลิตภัณฑ์ ดังที่กล่าวมาแล้ว

ประวัติบริษัท ดัชมิลล์ จำกัด

บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด เดิมจดทะเบียนก่อตั้งเมื่อวันที่ 27 มกราคม 2527 ในนามบริษัท โปรฟู้ด จำกัด เพื่อประกอบกิจการโรงงานผลิตโยเกิร์ต และนมเปรี้ยวพร้อมดื่มภายใต้ชื่อผลิตภัณฑ์ ดัชมิลล์ (DUTCH MILL) โดยเริ่มจากอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่หมู่บ้านสหกรณ์คลองกุ่ม กรุงเทพมหานคร สินค้าตัวแรกที่ทำการผลิต คือ โยเกิร์ตชนิดเข้มข้น (SET YOGHURT) ซึ่งมี 4 รส คือ ส้ม สตรอเบอร์รี่ สับปะรด และรสธรรมชาติ ทำการตลาดวางตลาด โดยวางจำหน่ายในซูเปอร์มาร์เก็ตบนถนนสุขุมวิท และเพชรบุรีตัดใหม่ ซึ่งภายในระยะเวลาเพียง 3 เดือนก็ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในหมู่ชาวต่างชาติ โดยมีบริษัท โปรมาร์ท อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด เป็นผู้ดำเนินการด้านการตลาดในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ซึ่งบริษัทโปรมาร์ท อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ได้จดทะเบียนก่อตั้งเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2527

วันที่ 1 มกราคม 2529 ได้ย้ายโรงงานไปที่พุทธมณฑลสาย 8 อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม บนเนื้อที่ประมาณ 12 ไร่ ได้มีการนำเอาเครื่องจักรที่ทันสมัยเข้ามาใช้เพื่อเพิ่มกำลังการผลิต

ต่อมาเมื่อวันที่ 2 สิงหาคม 2534 ได้มีการเปลี่ยนแปลงในด้านการบริหาร คือ ได้ทำการเปลี่ยนชื่อบริษัท โปรฟู้ด จำกัด เป็นบริษัท ดัชมิลล์ จำกัด โดยได้รวมบริษัทดัชมิลล์ (ประเทศไทย) จำกัด เข้าเป็นบริษัทเดียวกัน และรวมบริษัท คัสตอมมาร์ท จำกัด กับบริษัท แดรี่ พลัส จำกัด เข้าด้วยกันภายใต้ชื่อบริษัท แดรี่ พลัส จำกัด เมื่อวันที่ 1 เมษายน 2543

ทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตเป็นไปอย่างพิถีพิถัน ตั้งแต่ขั้นตอนการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบให้มีคุณภาพดีที่สุด มาสู่กระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย จนถึงการตรวจสอบคุณภาพทุกขั้นตอนระหว่างการผลิตถึงผลิตภัณฑ์สุดท้ายก่อนถึงมือผู้บริโภค เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ดี สะอาดตามหลักโภชนาการ ด้วยปณิธานที่แน่วแน่ ที่ต้องการผลิตสินค้าที่ดี มีคุณภาพสู่ผู้บริโภค ส่งผลให้บริษัทมีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้องเพิ่มกำลังการผลิต มีการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของผู้บริโภคภายใต้ผลิตภัณฑ์ชื่อ " ดัชมิลล์ "

ปัจจุบันกลุ่มบริษัท ดัชมิลล์ ประกอบด้วยบริษัทในเครือ 3 บริษัท คือ

1. บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด (DUTCH MILL COMPANY LIMITED)

การดำเนินธุรกิจ : ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารนมทั้งพาสเจอร์ไรส์ และยูเอชที ตลอดจนการจัดจำหน่าย

สินค้าพาสเจอร์ไรส์

ที่ตั้งโรงงาน : เลขที่ 137/6 ถนนพุทธมณฑลสาย 8 หมู่ที่ 1 ต. ชุนแก้ว อ.นครชัยศรี จ. นครปฐม 73120

โทรศัพท์ : (034) 232222-4

โทรสาร : (034) 232755

2. บริษัท แดรี่ พลัส จำกัด (DAIRY PLUS COMPANY LIMITED)

การดำเนินธุรกิจ : ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารนมยูเอชที และจัดจำหน่าย

ที่ตั้งโรงงาน : เลขที่ 99 ถนนพหลโยธิน กม.203 หมู่ที่ 17 ต.ม่วงหัก อ. พุenteศรี จ. นครสวรรค์ 60130

โทรศัพท์ : (056) 316799

โทรสาร : (056) 316799

3. บริษัท โปรมาร์ท อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (PROMART INTERNATIONAL COMPANY LIMITED)

การดำเนินธุรกิจ : เป็นบริษัทแม่ (Holding company) ของกลุ่มบริษัทดัชมิลล์

ที่ตั้งโรงงาน : เลขที่ 226, 228 อาคารกรุงธนเมืองแก้ว ถนนสินธรแขวนบางพลัด กรุงเทพฯ 10700

โทรศัพท์ : 8810397-402

โทรสาร : 8810391

ประเภทของสินค้าที่ผลิต

1. นมสดพาสเจอร์ไรส์ ตรา ดัชมิลล์

เป็นนมสดที่ผลิตจากน้ำนมบริสุทธิ์จากแม่โคพันธุ์ดี นำมาผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ได้มาตรฐานจึงมีคุณค่าทางอาหารครบถ้วน ซึ่งนมสดพาสเจอร์ไรส์ ตรา ดัชมิลล์ มี 6 รส คือรสธรรมชาติ รสโกโก้ รสสตอเบอรี่ รสพว่องมันเนยและรสกาแฟ โดยบรรจุขวดขนาด 200, 450, 830 และ 2000 ซีซี. เพื่อจำหน่ายในประเทศ

2. นมเปรี้ยวยูเอชที (UHT) หรือ ที่เรียกว่าโยเกิร์ตพร้อมดื่ม

ผลิตจากนมสดมีคุณสมบัติไม่แตกต่างจากนมสด และมีคุณสมบัติเฉพาะตัวตรงที่ย่อยสลายง่าย โดยเติมจุลินทรีย์ 2 ชนิด คือ แลคโตบาซิลลัส บูลกา ริกัส (*Lactobacillus bulgaricus*) และสเตรปโตคอคคัส เทอร์โมฟิลลัส (*Streptococcus thermophilus*) ซึ่งจุลินทรีย์ 2 สายพันธุ์นี้มีคุณสมบัติในการย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสให้เป็นกรดแลคติก จึงเหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบย่อยอาหารให้โมเลกุลของนมเล็กลง ทำให้ดูดซึมเข้าร่างกายได้ง่ายและเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก

ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม หรือโยเกิร์ตดัชมิลล์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. โยเกิร์ตพร้อมดื่ม หรือ นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม ผลิตจากนมสดเกรดดี ผสมกับน้ำผลไม้แท้และผ่านการเติมเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดซึ่งมี 2 ประเภท คือ

1.1 นมเปรี้ยวพาสเจอร์ไรส์ ให้คุณค่าของรสชาติ อร่อย โดยเก็บไว้ในที่เย็น มีขนาด 120, 450 และ 830 ซีซี

1.2 นมเปรี้ยวยูเอชที (UHT) สะดวกในการเก็บรักษาสามารถเก็บได้นาน 6 เดือน โดยไม่ต้องแช่เย็นก่อนเปิด บรรจุในกล่องขนาด 180 ซีซี

2. โยเกิร์ตแบบครีม (Cream yoghurt) คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการเติมเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดที่กล่าวมาแล้ว ผสมด้วยเนื้อผลไม้ หรือผสมธัญพืชต่างๆ ผ่านการแช่ตัว บรรจุภาชนะ ซึ่งโยเกิร์ตด้วยแบ่งออกเป็น

2.1 โยเกิร์ตด้วยดัชชี (Dutchie yoghurt) ซึ่งเป็นโยเกิร์ตคนสำเร็จรูปชนิดผสมเนื้อผลไม้และชนิดผสมธัญอาหาร มีรสต่างๆ คือ รสส้ม รสสตอเบอรี่ รสผลไม้รวม รสธรรมชาติ รสผสมธัญอาหาร กับชนิดผสมวุ้นมะพร้าวมีคุณค่าช่วยบำรุงสุขภาพ ขนาดบรรจุ 150 กรัม

2.2 โยเกิร์ต ดัชชี (นมพว) สำหรับคุณหนู ขนาดบรรจุ 80 กรัม

2.3 โยเกิร์ต ดัชชี ทุโชน รวมความต่างในหนึ่งเดียวสำหรับความทันสมัยที่ลงตัว มีขนาดบรรจุ 130 กรัม และ 150 กรัม

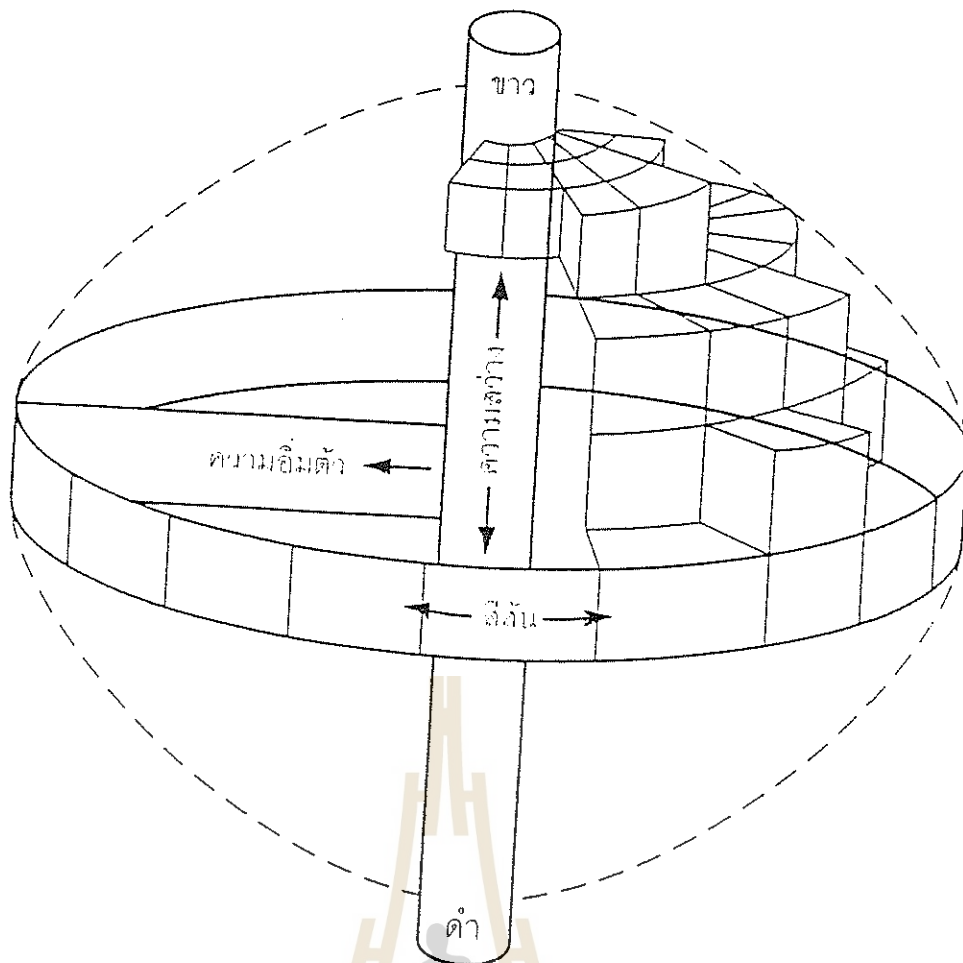
ประวัติของการแสดงสีในเชิงตัวเลข

ในอดีตคนมากมายได้ประดิษฐ์คิดค้นวิธีการในการจำแนกสี แต่ส่วนใหญ่จะใช้สูตรที่ซับซ้อนในการอธิบายสีและระบุออกมาเป็นค่าตัวเลข เพื่อให้สามารถสื่อสารในเรื่องสีได้ง่ายขึ้นและแม่นยำ วิธีการเหล่านี้ต่างพยายามหาทางที่จะอธิบายสีเป็นค่าตัวเลข เช่นเดียวกับวิธีการบอกระยะทางหรือบอกน้ำหนัก ในปี ค.ศ. 1905 นักศิลปินชาวอเมริกัน เอ.เอช.มันเชลล์ ได้คิดค้นวิธีการอธิบายสี โดยนำแผ่นกระดาษสีจำนวนมาก ในระบบสีของมันเชลล์จะบอกค่าของสีเป็น 3 ตัวแปร คือ สีลัน (Munsell Hue) ความสว่าง (Munsell Value) และความอิ่มตัว (Munsell Chroma) โดยแสดงค่าสีออกมาเป็นค่า ตัวอักษร/ตัวเลข เรียงกัน ซึ่งมีช่วงสเกลจาก 0-10 เช่น H V/C เป็นวิธีการประเมินด้วยสายตา เพื่อใช้ดูเปรียบเทียบกับสีตัวอย่าง ในเวลาต่อมา องค์การระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับเรื่องสีและแสง คือ The Commission International De l'Eclairage (CIE) ได้คิดค้นวิธีการอธิบายสีด้วยตัวเลขและได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากที่สุดมีอยู่ 2 ระบบ คือระบบ Yxy (แสดงตำแหน่งสี Yxy) ซึ่งเริ่มใช้เมื่อ ค.ศ. 1931 คำนวณจากค่าไตรสติมูลัส XYZ ตามมาตรฐานของ CIE และระบบ L*a*b (แสดงตำแหน่งสี L*a*b) เริ่มใช้เมื่อปี ค.ศ. 1976 ซึ่งทำให้ความแตกต่างของสีมีระยะที่สัมพันธ์ใกล้เคียงกับความแตกต่างที่มองเห็นด้วยสายตามากขึ้น ปริภูมิสีเหล่านี้ ถูกนำมาใช้ในการสื่อสารในระบบสีของโลกอยู่ในปัจจุบัน

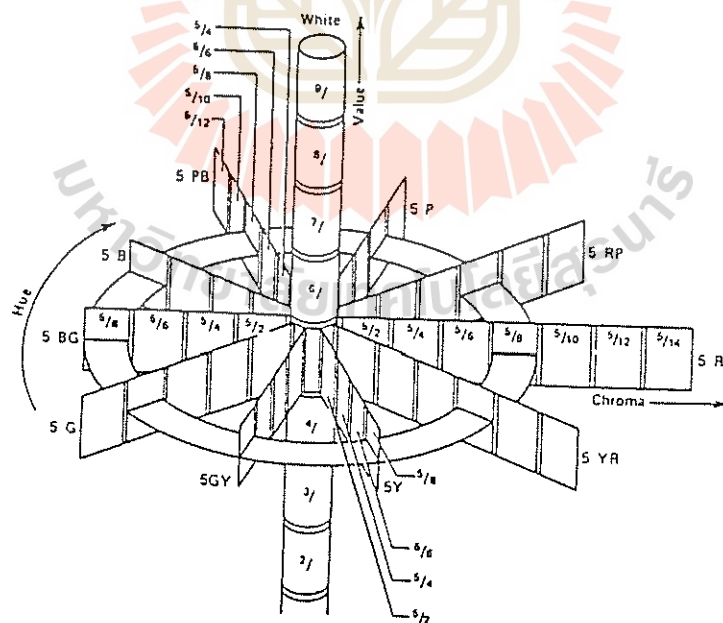
องค์ประกอบที่แสดงลักษณะของสีมี 3 ประการ คือ

1. สีลัน (Hue) ใช้เรียกสีซึ่งมีความแตกต่างกัน เช่น แอปเปิ้ลสีแดง ท้องฟ้าสีฟ้า มะนาวสีเหลือง เป็นต้น ซึ่งจะใช้สีลันหรือ Hue เป็นคำเรียกแยกแยะสีที่ปรากฏให้เห็นว่าเป็นสีอะไร
2. ความสว่าง (Value or Lightness) คือ ความสว่างของสี ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างแสงสะท้อนและแสงที่ถูกดูดกลืนโดยวัตถุ โดยไม่คำนึงว่าเป็นความยาวคลื่นใด ค่าความสว่างสามารถวัดแยกเป็นอิสระจากค่า Hue ได้
3. ความอิ่มตัว (Chroma) เป็นสีที่บอถึงการสะท้อนของแสงที่ความยาวคลื่นที่กำหนด โดยบอกเป็นความเข้มข้นของสี ซึ่งเปรียบเทียบว่าต่างจากสีเทาที่ค่า Value เดียวกันอย่างไร โดยค่ายิ่งมากแสดงว่ามีความเข้มข้นของแสงมาก

จากองค์ประกอบของสีที่กล่าวข้างต้นนั้น ได้แก่ สีลัน, ความสว่างและความอิ่มตัว สามารถนำมารวมกันเพื่อสร้างรูปทรงจำลองสีเป็นสามมิติ ดังรูปที่ 1 โดยสีลันเป็นส่วนที่อยู่รอบนอกของแบบจำลองนี้ ความสว่างจะเป็นศูนย์กลางทางแนวตั้งและความอิ่มตัวจะเป็นเหมือนซี่ล้อหรือรัศมีในแนวนอน ซึ่งถ้าเอาสีที่พบเห็นนั้นมาใส่เข้าไปในรูป ก็จะเกิดแบบจำลองในรูปที่ 2 แบบจำลองนี้มีความซับซ้อน เนื่องจากขนาดของลำดับขั้นของความอิ่มตัวจะแตกต่างกับไปตามค่าของสีลันและความสว่างในแต่ละค่า แต่แบบจำลองนี้มีส่วนช่วยให้เห็นภาพและเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสีลัน, ความสว่างและความอิ่มตัวได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 1 มาตรฐานมิติ (สีล้วน, ความสว่าง, ความมืด)



ปัจจัยในการเห็นสีมี 3 ประการ คือ

1. ต้นกำเนิดแสง ช่วงความยาวคลื่นที่ตาคนสามารถมองเห็นได้ คือ 380-770 นาโนเมตร แสงในแต่ละช่วงคลื่นต่างๆ กัน ในการวัดสีจำเป็นต้องใช้ต้นกำเนิดแสงอย่างเดียวกันทุกครั้ง ถ้าต้องการเปรียบเทียบผลของการวัดสีแต่ละครั้ง
2. วัตถุที่รับแสง เมื่อมีแสงมาตกกระทบวัตถุจะเกิดการดูดกลืนแสง หักเห หรือการทอนของแสง ขึ้นอยู่กับลักษณะสมบัติของวัตถุที่รับแสง ดังนั้นแสงซึ่งตกกระทบวัตถุแล้วกลับคืนมาสู่สายตา หรือเครื่องบันทึกปริมาณแสงจึงแตกต่างกันไป ทำให้เห็นสีต่างๆ กัน หรือความมัววาวแตกต่างกัน
3. ตัวบันทึกปริมาณแสง เมื่อมองดูวัตถุ สีที่เห็นคือตัวบันทึกปริมาณแสง โดยทั่วไปสีที่ตาคนจะสามารถบันทึกปริมาณแสงในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 380-770 นาโนเมตรเท่านั้น ถ้านัยน์ตามีความผิดปกติจะทำให้การมองเห็นสีผิดพลาดไปได้ ในกรณีของเครื่องมือวัดสี ตัวบันทึกปริมาณแสงคือชิ้นส่วนในเครื่องซึ่งมีความไวต่อปริมาณแสง เช่น photosensitive cell ในเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เป็นต้น

สภาวะต่างๆ ที่มีผลต่อการปรากฏของสี

1. แหล่งกำเนิดแสง วัตถุชนิดเดียวกันเมื่อมองภายใต้แหล่งกำเนิดแสง เช่น แสงจากดวงอาทิตย์, หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดทังสเตน และอื่นๆ แต่ละชนิดจะทำให้สีของวัตถุนั้นแตกต่างกัน
2. ผู้สังเกตคนละคน ความไวของสายตาค่ะแต่ละคนมีความแตกต่างกันเล็กน้อย แม้กระทั่งในคนสายตาสปกติ เมื่อมองสีก็ยังมีปัญหาแยกความแตกต่างระหว่างสีแดงหรือสีน้ำเงิน นอกจากนี้ความสามารถในการรับรู้สีจะเปลี่ยนแปลงไปตามอายุ ด้วยปัจจัยทั้งหลายดังกล่าว ทำให้ผู้สังเกตแต่ละคนมองเห็นสีต่างกัน
3. ขนาดและปริมาตรที่ต่างกัน วัตถุที่มีสีเหมือนกัน แต่ถ้าขนาดหรือปริมาตรแตกต่างกัน ทำให้สีที่ปรากฏต่างกันด้วย เช่น สีที่อยู่บนพื้นขนาดใหญ่มีแนวโน้มที่จะสว่างและสดกว่าสีเดียวกันที่อยู่บนพื้นขนาดเล็กซึ่งเป็นผลจากพื้นที่ (Area Effect)
4. ฉากด้านหลังที่ต่างกัน ถ้านำวัตถุชนิดหนึ่งไปวางบนฉากด้านหลังสว่าง ทำให้สีที่ปรากฏมีสีที่ทึบกว่าวางบนฉากด้านหลังที่เป็นสีมืด ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากความเปรียบต่างของฉากด้านหลัง (Contrast Effect) และทำให้การพิจารณาสีไม่มีความแน่นอน
5. ทิศทางการมองเห็นที่ต่างกัน เมื่อมองวัตถุในมุมมองที่ต่างกันเพียงเล็กน้อย สามารถทำให้เห็นที่จุดใดจุดหนึ่งมีความสว่างขึ้น หรือมืดลงได้ ซึ่งเป็นผลจากทิศทางการรับแสงของวัตถุนั้น ดังนั้นมุมที่ใช้สังเกตและมองของแหล่งกำเนิดแสงจะต้องคงที่ เพื่อให้การสื่อสารเรื่องสีมีความถูกต้อง

หลักการทำงานของเครื่อง สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer –color sphere)

Reflectance measurement

อาศัยหลักการการสะท้อนแสง โดยเกิดการตกกระทบที่ผิวหน้าของตัวอย่างทำมุม 8 องศา กับพื้นผิวของตัวอย่าง วัดในระบบ SCE คือการวัดโดยไม่รวมแสงสะท้อนสเปกคิวลาร์ซึ่งมีการสะท้อนเหมือนกระจกเงา

Transmittance measurement

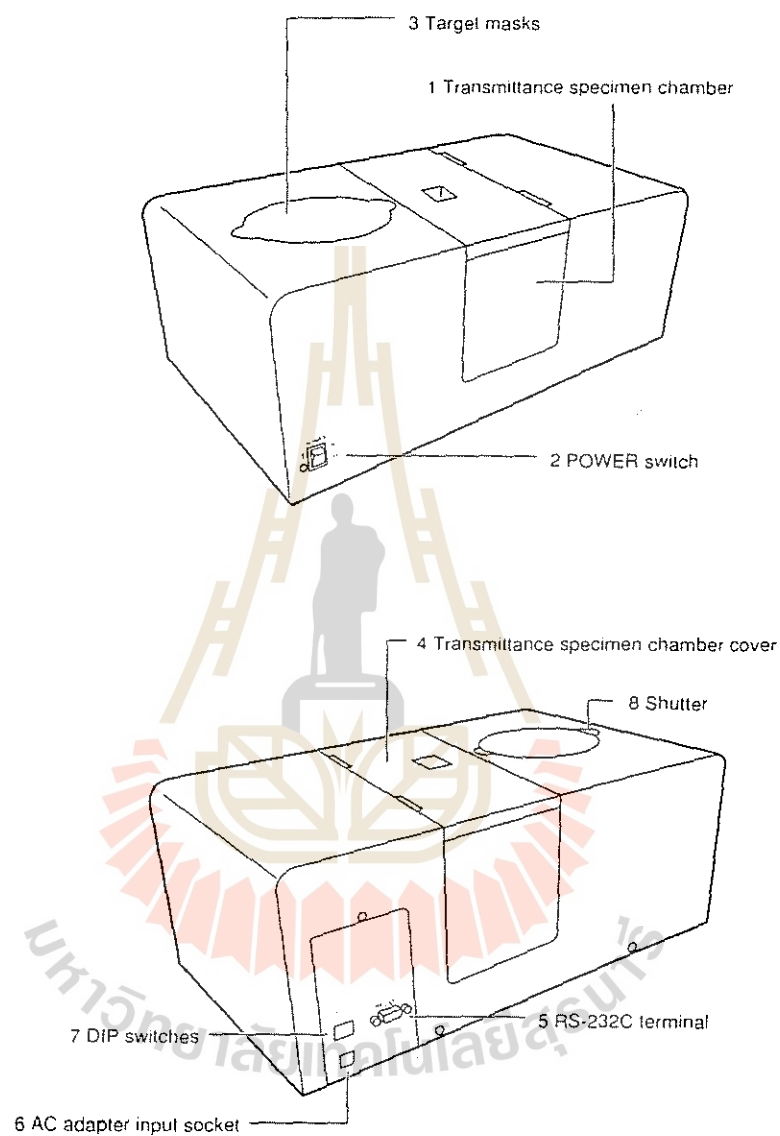
อาศัยหลักการการแพร่กระจายและการส่งผ่านแสงไปยังผิวหน้าของตัวอย่างโดยแสงจะผ่านในทิศทางปกติ วัดในระบบ SCI คือการวัดโดยรวมแสงสะท้อนสเปกคิวลาร์ซึ่งมีการสะท้อนเหมือนกระจกเงา

ส่วนประกอบของเครื่องวัดสี spectrophotometer Color-sphere

1. Transmittance specimen chamber คือ เป็นห้องลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งภายในจะมีตัวจับ glass cell เป็นตำแหน่งที่ใช้วัดการส่งผ่านของแสง(สเปกทรัล)
2. Power switch คือ เป็นส่วนที่ ปิด-เปิด เครื่องวัดสี spectrophotometer Color-sphere
3. Target masks คือ ตำแหน่งที่วาง masks โดย masks จะมี 4 แบบ แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องรับแสงและร่องของ Mask ซึ่งแต่ละแบบจะเหมาะสำหรับพื้นที่ของการวัดต่างกัน
 - ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องรับแสง 36 mm ใช้สำหรับการวัดพื้นที่ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 30 mm และใช้สำหรับ Petri dish
 - ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องรับแสง 11 mm ใช้สำหรับการวัดพื้นที่ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 8 mm
 - ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องรับแสง 3 mm ใช้สำหรับการวัดพื้นที่ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 3 mm
4. Transmittance specimen chamber cover คือ ฝาเปิด-ปิด เครื่องวัดสี spectrophotometer Color-sphere
5. RS-232C terminal คือ ขั้วไฟฟ้าที่ใช้สื่อสารข้อมูลเชื่อมต่อระหว่างเครื่องวัดสี spectrophotometer Color-sphere กับ computer
6. AC adapter คือ ปลั๊กที่ใช้เพื่อให้กระแสไฟฟ้า
7. DIP switch
8. Shutter จะเปิดเมื่อวัดสีใน mode Reflectance

อุปกรณ์ของเครื่อง spectrophotometer Color-sphere

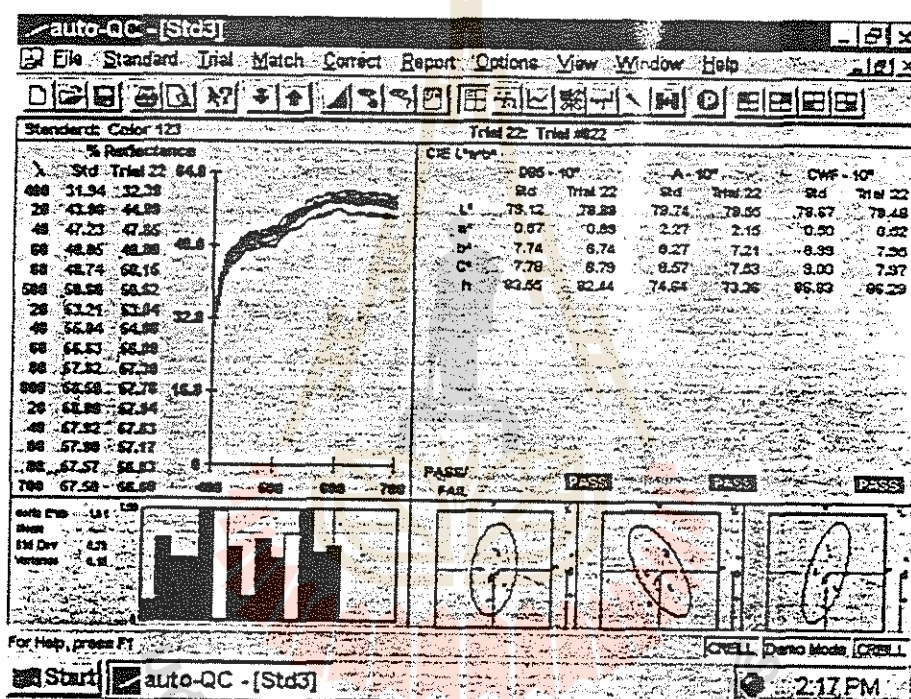
1. White Calibration Plate cat NO.6473
2. Target masks cat NO.6470 ใช้สำหรับการวัดในพื้นที่เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 8 mm
 Target masks cat NO.6471 ใช้สำหรับการวัดในพื้นที่เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 30 mm
 Target masks cat NO.6474 ใช้สำหรับการวัดในพื้นที่เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 3 mm
 Target masks cat NO.6475 เหมาะสำหรับการวัดโดยใช้ Petri Dish
3. zero Calibration Box cat NO.6471 ใช้ set zero สำหรับวัดการสะท้อนแสงโดยจะใช้ครอบตัวอย่าง
4. Transmittance specimen Holder cat NO.6479 เป็นอุปกรณ์สำหรับจับ Glass cell ที่ใส่ตัวอย่างของเหลวขณะวัดสี หรือ จับ Transmittance zero Calibration Plate
5. Glass cell cat NO. 6180 ใช้บรรจุตัวอย่างที่เป็นของเหลว เช่น สารละลายสี น้ำกลั่น เป็นต้น ซึ่งมี 5 ขนาด คือ 2.5, 4.0, 5.0, 10.0 และ 20.0 mm
6. Petri Dish set cat NO.6476
7. Transmittance zero Calibration Plate ใช้สำหรับ set zero ใน mode Transmittance เพื่อกันทางเดินของแสง
8. Calibration glass (สำหรับ Petri Dish) cat NO.6475 จะใช้แทนถ้วยแก้วในการ Calibrate ระหว่างกระบอกสีดำและกระบอกสีขาว ใน mode Reflectance
9. Petri Dish cat NO. 6477 (ถ้วยแก้ว) ใช้บรรจุตัวอย่างที่เป็นของเหลวและผง เป็นต้น วัดใน mode Reflectance



รูปที่ 3 แสดงส่วนประกอบของเครื่อง spectrophotometer-color sphere

โปรแกรม auto-QC

เป็นโปรแกรมที่เชื่อมต่อกับเครื่อง spectrophotometer – color sphere เพื่อให้เห็นข้อมูลที่ได้จากการวัดและสามารถจัดเก็บข้อมูลได้ โดยทำการ save ข้อมูลไว้ใน file ซึ่งโปรแกรมนี้จะสามารถกำหนดช่วงการยอมรับหรือกำหนดขอบเขตค่าสีแต่ละสีได้ และสามารถแสดงผลข้อมูลที่ได้ว่ายอมรับได้หรือไม่ โดยดูที่ค่าความแตกต่างของสี ΔE^*ab อยู่ในช่วงไหน เช่น นำตัวอย่างสีมาวัดค่าสี ถ้า ΔE^*ab อยู่ในขอบเขต หน้าจอ auto-QC จะโชว์ PASS ถ้าค่า ΔE^*ab ไม่อยู่ในขอบเขต หน้าจอ auto-QC จะโชว์ FAIL นอกจากนั้นยังสามารถแสดง % Transmittance , % Reflectance ค่าสัมประสิทธิ์สี ระบบ L^*a^*b ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างหน้าจอ โปรแกรม auto-QC

ระบบสี L*a*b*

การตรวจสอบคุณภาพสีโดยใช้เครื่องวัดสี Spectrophotometer ซึ่งวัดในระบบ L*a*b* เป็นระบบที่นิยมกันมากในการวัดค่าสีและใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยปริภูมิสี L*a*b* จะแสดงขอบเขตสีที่ให้สเกลที่มีความสม่ำเสมอ โดยค่าของ L* จะหมายถึงความสว่าง ส่วน a* และ b* จะเป็นสัมประสิทธิ์สี ค่า a* และ b* จะบอกถึงทิศทางของสี เช่น

-a* อยู่ในทิศของสีแดง , +a* อยู่ในทิศของสีเขียว , -b* อยู่ในทิศของสีเหลือง และ +b* อยู่ในทิศของสีน้ำเงิน โดยพื้นที่ตรงกลางจะไม่สามารถแยกสีได้ (achromatic) เมื่อค่า a* และ b* เพิ่มขึ้นและจุดดังกล่าวเคลื่อนที่ออกจากจุดศูนย์กลางความอิ่มตัวของสีก็จะเพิ่มขึ้น ซึ่งค่า L* , a* และ b* สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\text{ความสว่าง } L^* = 166 (Y/Y_n)^{1/3} - 16$$

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์สี } a^* = 500 [(x/x_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}]$$

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์สี } b^* = 500 [(x/x_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}]$$

โดยที่: X,Y,Z: ค่าไตรสติมูลัส XYZ (สำหรับมาตรฐานการมองเห็นที่ 2°) หรือ ค่า X₁₀, Y₁₀, Z₁₀ (สำหรับมาตรฐานเสริมการมองเห็นที่ 10°) ของตัวอย่าง

X_n, Y_n, Z_n: ค่าไตรสติมูลัส XYZ (สำหรับมาตรฐานการมองเห็นที่ 2°) หรือ ค่า X₁₀, Y₁₀, Z₁₀ (สำหรับมาตรฐานเสริมการมองเห็นที่ 10°) ของวัตถุที่มีการสะท้อนแสงกระเจิงอย่างสมบูรณ์ตัวอย่าง

ความแตกต่างของสี deltaE*ab ในปริภูมิสี L*a*b* จะแสดงถึงระดับความแตกต่างของสี เท่านั้นแต่ไม่ได้บอกทิศทางไว้ โดยกำหนดสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{deltaE}^*ab = (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2$$

โดยที่: ΔL*, Δa* และ Δb* แสดงถึงความแตกต่างในค่าของ L*, a* และ b* ระหว่างสีของตัวอย่างและสีหลักที่ใช้เทียบ

ลักษณะเด่นของเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer –color sphere)

1. แหล่งกำเนิดแสง มีการบันทึกข้อมูลของแหล่งกำเนิดแสง CIE ไว้หลายแบบ เพื่อให้สามารถเลือกได้ตามความต้องการ แหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน (Standard illuminates) เช่น แหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน D₆₅ ใช้ค่าเฉลี่ยการวัดในที่กลางแจ้ง (รวมคลื่นอัลตราไวโอเล็ต) ใช้วัดตัวอย่างภายใต้แสงกลางแจ้ง โดยรวมคลื่นอัลตราไวโอเล็ตเข้าไปด้วย แหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน C ใช้ค่าเฉลี่ยการวัดในที่กลางแจ้ง (ไม่รวมคลื่นอัลตราไวโอเล็ต) ใช้วัดตัวอย่างที่ได้รับแสงภายใต้แสงกลางแจ้ง โดยไม่ต้องรวมคลื่นอัลตราไวโอเล็ต และ แหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน A คือ แสงจากหลอดไฟ ใช้วัดตัวอย่างภายใต้แสงหลอดไฟชนิด incandescent lamps
2. โครงสร้างทิศทางแสงและมุมมอง กำหนดทิศทางแหล่งกำเนิดแสงและมุมมองให้คงที่ทำให้สภาวะการวัดคงที่เหมือนเดิม เช่น เครื่องวัดสีกำหนดทิศทางของมุมรับแสงที่ d/0 geometry หมายความว่าแหล่งกำเนิดแสงจะปล่อยแสงแสงกระเจิงไปยังตัวอย่าง และโฟโตเซลล์รับแสงสะท้อนในทิศทางปกติ (ที่ มุม 0 องศา)
3. มีตัวเซนเซอร์ อยู่เป็นจำนวนมากที่ใช้ในแต่ละช่วงความยาวคลื่นทำให้ค่าที่อ่านได้มีความแม่นยำ
4. แสดงปริภูมิสีได้หลายระบบ การวัดข้อมูลสามารถแสดงผลค่าสีได้หลายระบบ รวมทั้งระบบ Txy, L*a*b* หรือ Hunter lab และอื่นๆ
5. สามารถวัดความแตกต่างของสีได้ สามารถวัดสีและแสดงผลความแตกต่างของสีเป็นตัวเลขหรือเป็นกราฟการสะท้อนสเปกตรัลบนจอ computer ในโปรแกรม auto-QC ได้ทันที

วิธีการ Calibration Spectrophotometer –color sphere

Mode Reflectance (ใช้ด้วยแก้วสำหรับตัวอย่างนม UHT และ นม Soft) ซึ่งขั้นตอนดังนี้

1. เปิดเครื่อง Computer และเครื่องวัดสี color sphere
2. Double click ที่ Shortcut auto-QC บนหน้าจอ Computer
3. คลิกตรงกรอบสีดำ auto-QC จะปรากฏคำว่า Communication Parameters
4. คลิก OK ซึ่งจะปรากฏหน้าจอ auto-QC
5. เลือก Option แล้วเลือก Calibration จะปรากฏ Instrument setting
6. เลือก - flashes Per Measurement เป็น 1
 - Calibration mode เป็น Reflectance (%T)
 - Spceular Component เป็น Excluded (SCE)
 - Area View Lens เป็น Large (LAV)
 - Area View Mask เป็น Petri Dish
7. วาง Mask สีดำที่มีรูใหญ่และมีร่องเล็ก บนช่องวางตัวอย่างด้านบน
8. คลิก Calibrate จะปรากฏ "Perform zero Calibration"
9. วาง Glass plate ลงบน Mask แล้วครอบด้วยกระบอกลีดดำ จากนั้นคลิก OK เครื่องจะปรากฏคำว่า " Present white calibration sample. Use calibration plate 191019.
10. นำกระบอกลีดดำออก แล้วครอบด้วยกระบอกลีดขาว 191019 แทน จากนั้นคลิก OK
11. รอจนเครื่องปรากฏคำว่า "Calibration complete"
12. คลิก OK และคลิก OK อีกครั้ง
13. ยกกระบอกลีดดำออกช้าๆ เนื่องจากภายในเป็นสุญญากาศ

Mode Transmittances (ใช้ Glass cell สำหรับสารละลายสี และน้ำ) ซึ่งขั้นตอนดังนี้

1. เปิดเครื่อง Computer และเครื่องวัดสี color sphere
2. Double click ที่ Shortcut auto-QC บนหน้าจอ Computer
3. คลิกตรงกรอบสีดำ auto-QC จะปรากฏคำว่า Communication Parameters
4. คลิก OK ซึ่งจะปรากฏหน้าจอ auto-QC
5. เลือก Option แล้วเลือก Calibration จะปรากฏ Instrument setting
6. เลือก - flashes Per Measurement เป็น 1
 - Calibration mode เป็น Transmittances (%R)
 - Spceular Component เป็น Included (SCI)
 - Area View Lens เป็น Large (LAV)
 - Area View Mask เป็น Large
7. วาง Mask สีดำที่มีรูใหญ่และมีร่องน้อยบนช่องตัวอย่างด้านบน
8. คลิก Calibrate จะปรากฏ "To Perform zero Calibration block the light path an opaque material"
9. ครอบกระบอกลีดขาว 191019 บน Mask
10. เปิดฝาเครื่องทางด้านบน ใส่แผ่นสีเหลืองสีดำลงไปในห้องสี Cell เพื่อกันทางเดินของแสง แล้วจึงปิดฝาเครื่อง

11. คลิก OK จะปรากฏคำว่า "Present the clear Calibration sample "
12. นำแผ่นสี่เหลี่ยมสีดำออกจากช่องใส่ Cell
13. นำ Cell ที่ใส่น้ำกลั่นวางลงในช่องใส่ Cell แล้วปิดฝาเครื่อง
14. คลิก OK จะปรากฏคำว่า "Calibration complete "
15. คลิก OK และคลิก OK อีกครั้ง

วิธีการใช้เครื่องสำหรับวัดสีของตัวอย่าง

Mode Reflectance

1. Calibration เครื่องใน mode ของ Reflectance
2. คลิก file เลือก Open แล้วเลือกเพิ่มของตัวอย่างที่ต้องการตรวจวัดสี
3. กวาดด้วยแก้วตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น จากนั้น rinse ตัวอย่างที่ต้องการวัดสีอีกครั้งหนึ่ง
4. วางด้วยแก้วตัวอย่างลงบน Mask แล้วใส่ตัวอย่าง 20 ml
5. ปิดครอบบล็อกล้อม Mask
6. คลิก Trial แล้วเลือก measure
7. ตั้งชื่อของตัวอย่างที่ทำการวัดค่าสี แล้วคลิก OK
8. เมื่อต้องการดูสีของ standard เปรียบเทียบกับสีของ Sample ทำได้โดยเลือกที่ color plot จากนั้น Double click ที่รูปภาพ จะปรากฏหน้าจอ "Color plot properties"
9. คลิกเลือก Numeric แล้วคลิกเครื่องหมายถูกให้หมดทุกช่อง จากนั้นคลิก OK
10. บันทึกข้อมูล โดยคลิก File แล้วเลือก save

Mode Transmittances

1. Calibration เครื่องใน mode ของ Transmittances
2. คลิก file เลือก Open แล้วเลือกเพิ่มของตัวอย่างที่ต้องการตรวจวัดสี
3. กวาด Glass cell ด้วยน้ำกลั่น จากนั้น rinse Glass cell ด้วยตัวอย่างที่ต้องการวัดสีอีกครั้งหนึ่ง
4. ใส่ตัวอย่างลงใน Glass cell จนถึงระดับตัวหนังสือ
5. ปิดฝาเครื่องและใส่ Glass cell ลงในช่องใส่ cell
6. ปิดครอบบล็อกล้อม Mask แล้วปิดฝาเครื่อง
7. คลิก Trial แล้วเลือก measure
8. ตั้งชื่อของตัวอย่างที่ทำการวัดค่าสี แล้วคลิก OK
9. เมื่อต้องการดูสีของ standard เปรียบเทียบกับสีของ Sample ทำได้โดยเลือกที่ color plot จากนั้น Double click ที่รูปภาพ จะปรากฏหน้าจอ "Color plot properties"
10. คลิกเลือก Numeric แล้วคลิกเครื่องหมายถูกให้หมดทุกช่อง จากนั้นคลิก OK
11. บันทึกข้อมูล โดยคลิก File แล้วเลือก save

ตอนที่ 1

โครงการเรื่อง การตรวจสอบคุณภาพสีโดยใช้เครื่องวัดสี Spectrophotometer
(Inspection of color by Spectrophotometer)

จุดประสงค์

เพื่อศึกษาวิธีการตรวจสอบคุณภาพสีวัตถุดิบและเพื่อกำหนดวิธีการตรวจสอบสีรวมทั้งสภาวะที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าของสี โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer-color sphere

วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. แท่งแก้ว และถ้วยแก้ว
3. ปีกเกอร์
4. ช้อนตักสาร
5. ปิเปต ขนาด 1 ml
6. Volumetric flask ขนาด 50 และ 100 ml
7. น้ำกลั่น
8. ลูกยาง
9. เครื่องวัดสี Spectrophotometer Color- sphere
10. นาฬิกาจับเวลา
11. กระดาษทิชชู

วิธีการทดลอง

1.1 การศึกษาวิธีการตรวจสอบคุณภาพสีผง

1. สุ่มตัวอย่างสี ตาม lot ที่นำส่ง ว่าเป็น วันที่ผลิตใด
2. สุ่มตัวอย่างสี lot วันที่ผลิตละ 1 ถึง
3. เก็บตัวอย่างสี โดยใช้ช้อนเก็บตัวอย่างสีละประมาณ 20 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่สะอาดและแห้ง จากนั้นปิดปากถุงให้สนิท
4. ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ โดยดูลักษณะของถัง, ดูรหัสสินค้า, ดู Lot / วันที่ผลิตว่าตรงกับ Lot ที่นำส่งหรือไม่ และดูลักษณะผงว่าสีผงนั้นจับตัวกันเป็นก้อนหรือเปล่า
5. ชั่งสีผง (Apple green, Tartrazine, sunset yellow และ Ponceau 4R) 0.1000 กรัม (สำหรับ Erythrosine และ Brilliant blue ชั่งสีละ 0.0500 กรัม) ใส่ในถ้วยแก้ว
6. ละลายสีผงในถ้วยแก้วด้วยน้ำกลั่น แล้วเทใส่ Volumetric flask ขนาด 100 ml rinse ถ้วยแก้วด้วยน้ำกลั่นประมาณ 3-5 ครั้ง (ถ้าสีผงจะละลายจับตัวเป็นก้อนให้ใช้แท่งแก้วคน)
7. ปรับปริมาตรให้ได้ถึงขีดบอกรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ผสมสารละลายสีให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยกลับ Volumetric flask ไปมา ประมาณ 10 ครั้ง

8. ใช้ปิเปตขนาด 1 ml ปิเปตสารละลายสีในข้อ 7 (ระดับความเข้มข้น 0.1 %) มา 1 ml ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 ml (ก่อนใส่สารละลายสีลงใน Volumetric flask ควรใช้กระดาษทิชชูเช็ดที่ปลายปิเปต) ปรับปริมาตรให้ครบถึงขีดบอกริมาตรด้วยน้ำกลั่น ทำการผสมสารละลายสีให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยกลับ Volumetric flask ไปมาประมาณ 10 ครั้ง
9. นำสารละลายสีในข้อ 8 (ความเข้มข้น 0.001%) ไปวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Spectrophotometer Color-sphere ตามวิธีการวัดสีตัวอย่าง โดยวัดใน mode Transmittance ดังที่กล่าวข้างต้น
10. วิเคราะห์ค่า ΔL^* , Δa^* , Δb^* และ ΔE^*_{ab} ที่ได้จากการทดลองว่าอยู่ในช่วง UCL และ LCL โดยในการทดลองจะในช่วง ΔL^* , Δa^* , Δb^* เป็น UCL = 0.50 และ LCL = -0.50 ส่วน ΔE^*_{ab} กำหนด UCL = 1.00 และ LCL = 0.00
11. จากนั้นบันทึกค่าสีที่ได้

1.2 การศึกษาเวลาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี

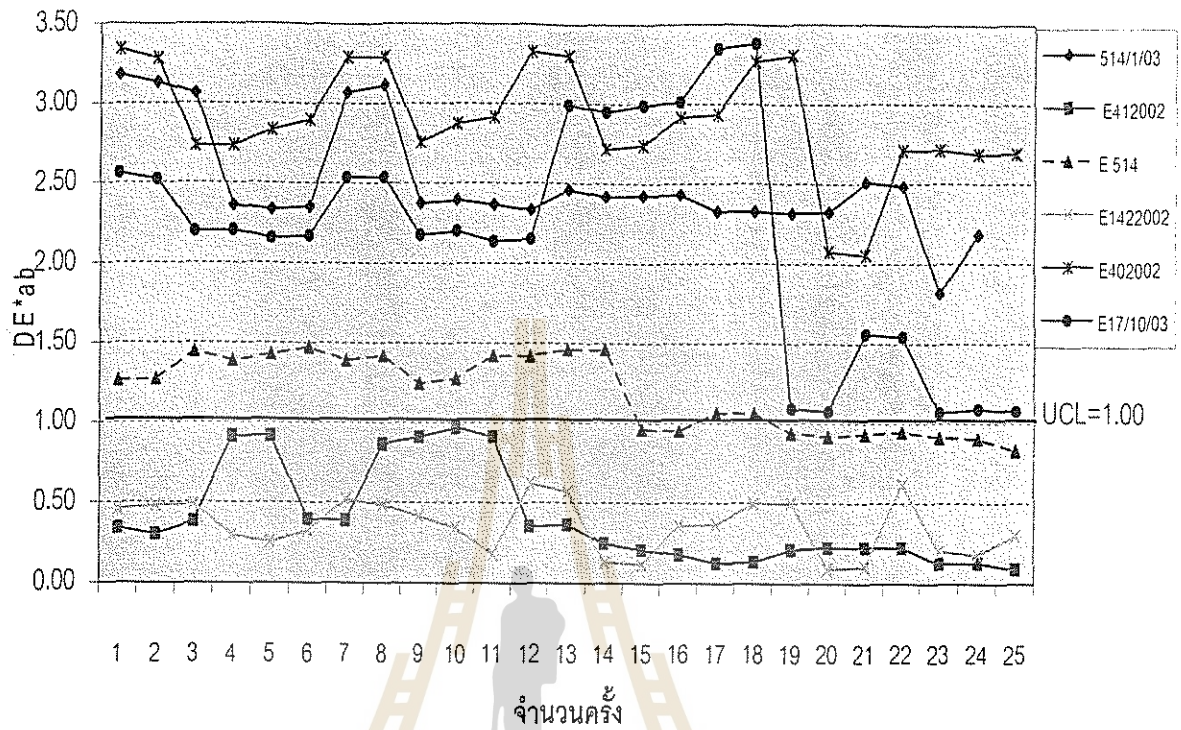
1. ทำการละลายสีผง โดยชั่งสีผง Apple green, Tartrazine, sunset yellow, Ponceau 4R และ Caramel มาอย่างละ 0.0500 กรัม ส่วน Erythrosine และ Brilliant blue ชั่งมาสีละ 0.0250 กรัมใส่ในถ้วยแก้ว
2. ละลายสีผงในถ้วยแก้วด้วยน้ำกลั่น แล้วเทใส่ Volumetric flask ขนาด 50 ml rinse ถ้วยแก้วด้วยน้ำกลั่นประมาณ 3-5 ครั้ง (ถ้าสีผงขณะละลายจับตัวเป็นก้อนให้ใช้แท่งแก้วคน)
3. ปรับปริมาตรให้ได้ถึงขีดบอกริมาตรด้วยน้ำกลั่น ผสมสารละลายสีให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยกลับ Volumetric flask ไปมาประมาณ 10 ครั้ง
4. ใช้ปิเปตขนาด 1 ml ปิเปตสารละลายสีในข้อ 3 (ระดับความเข้มข้น 0.1 %) มา 1 ml ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรให้ครบถึงขีดบอกริมาตรด้วยน้ำกลั่น ทำการผสมสารละลายสีให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยกลับ Volumetric flask ไปมาประมาณ 10 ครั้ง (ทำการ dilute ทุกสียกเว้นสี Caramel ไม่ต้องทำข้อ 7)
5. นำสารละลายสีในข้อ 4 ไปวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Spectrophotometer Color-sphere ตามวิธีการวัดสีตัวอย่าง โดยวัดใน mode Transmittance ดังที่กล่าวข้างต้น โดยทำการวัดสี 3 ช่วง คือ 1 นาที, 15 นาที และ 30 นาที
6. เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของแต่ละสี (ΔE^*_{ab}) ที่วัด ณ เวลาต่างกัน
11. บันทึกค่าสีที่ได้

ผลกาารทดลอง

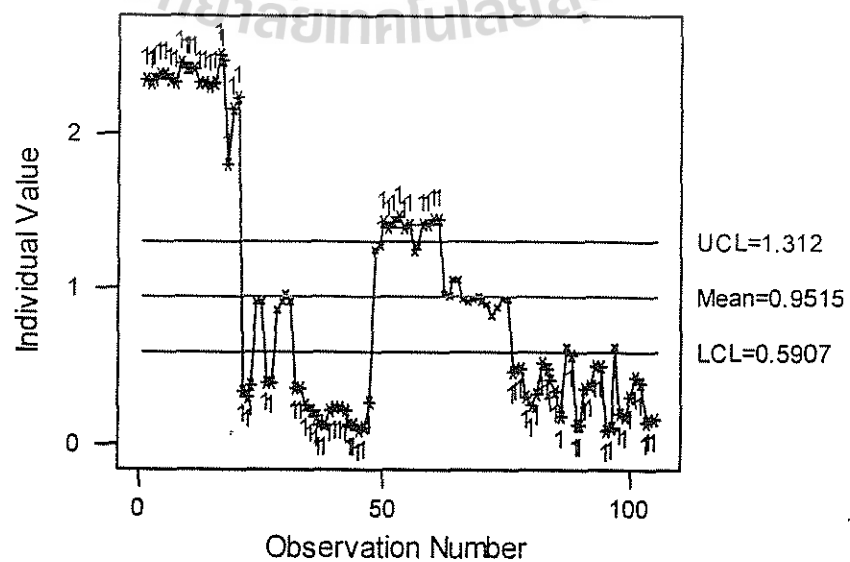
ตอนที่ 1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

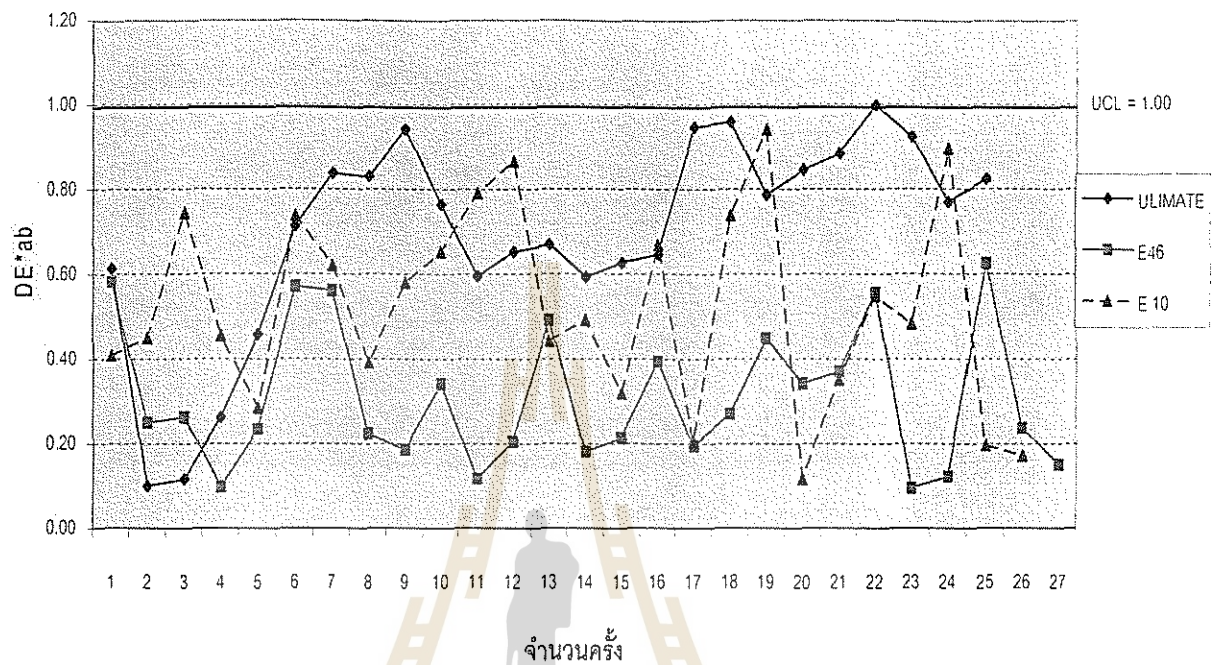
กราฟที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ΔE^*ab ต่างละ Lot No ของสี Ponceau 4R



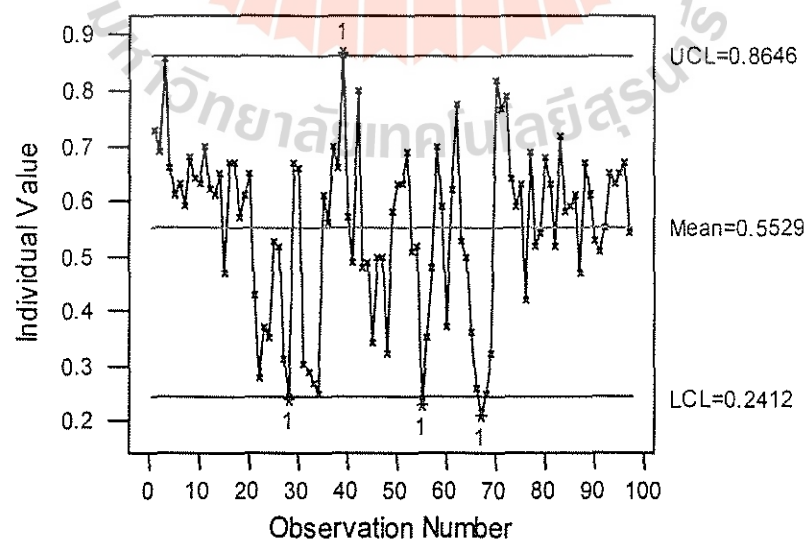
กราฟที่ 2 กราฟ I Chart แสดงช่วงขอบเขต ΔE^*ab ของสี Ponceau 4R



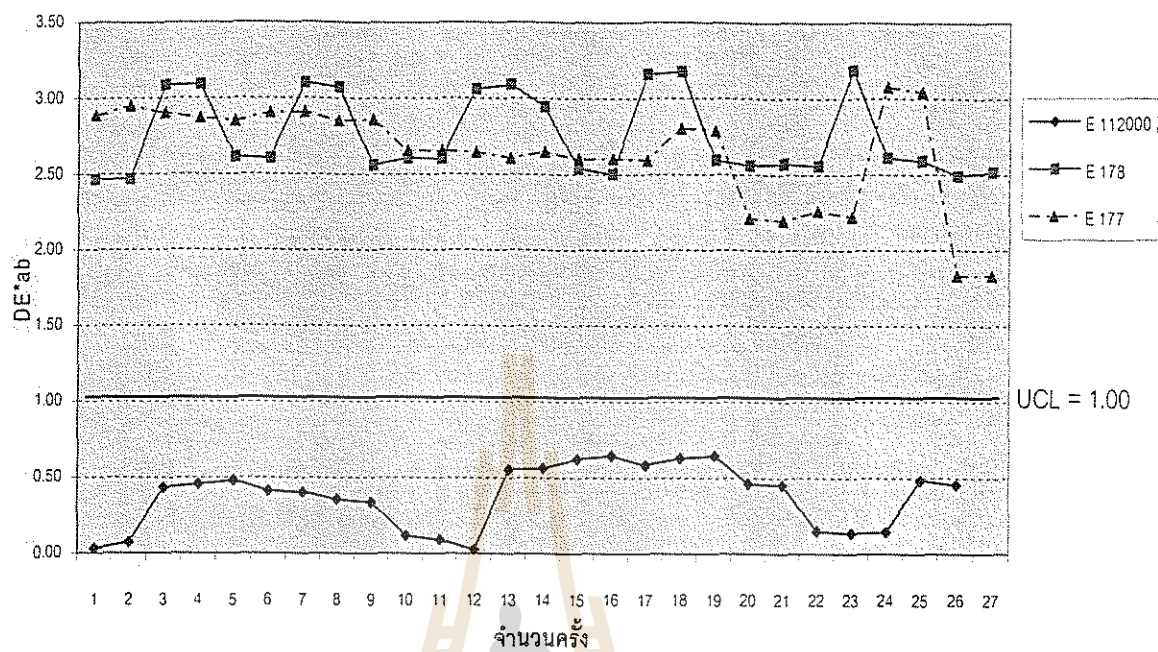
กราฟที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ΔE^*ab ต่างละ Lot No ของสี Brilliant blue



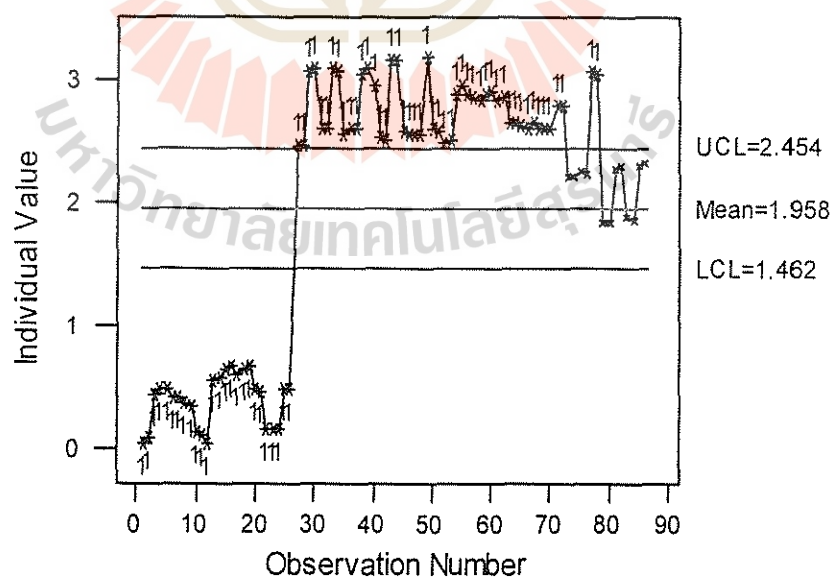
กราฟที่ 4 กราฟ I Chart แสดงช่วงขอบเขต ΔE^*ab ของสี Brilliant blue



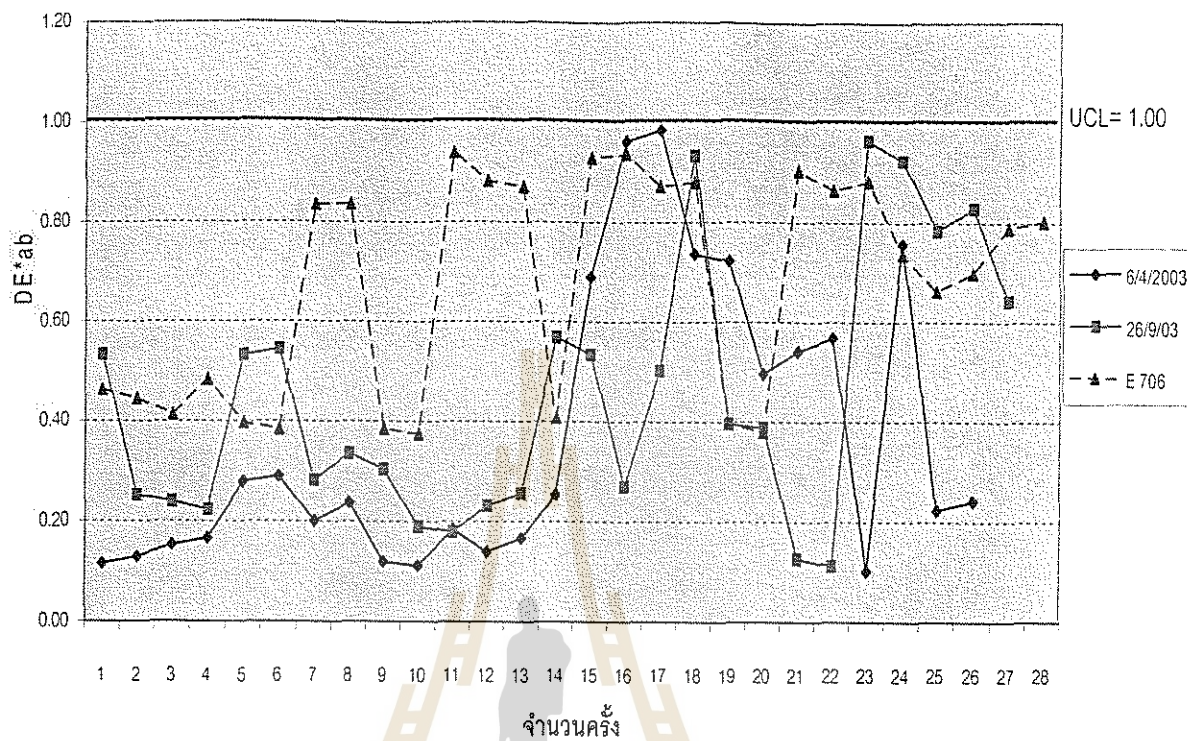
กราฟที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย ΔE^*ab ต่างละ Lot No ของสี Tartrazine



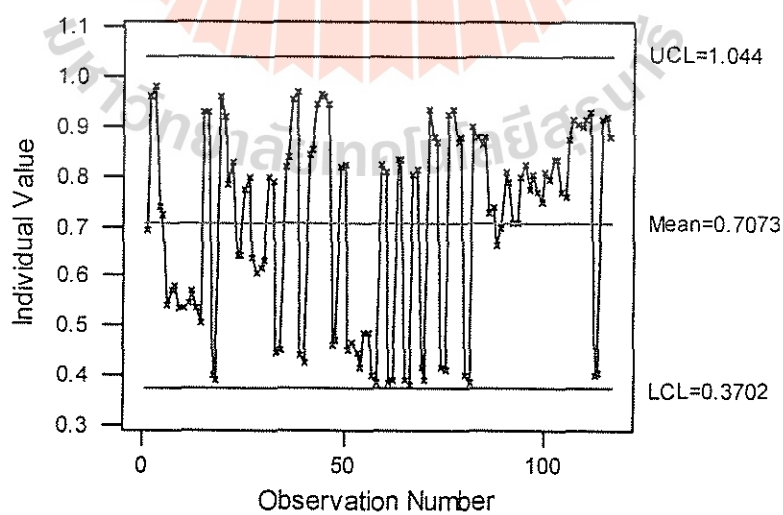
กราฟที่ 6 กราฟ I Chart แสดงช่วงขอบเขต ΔE^*ab ของสี Tartrazine



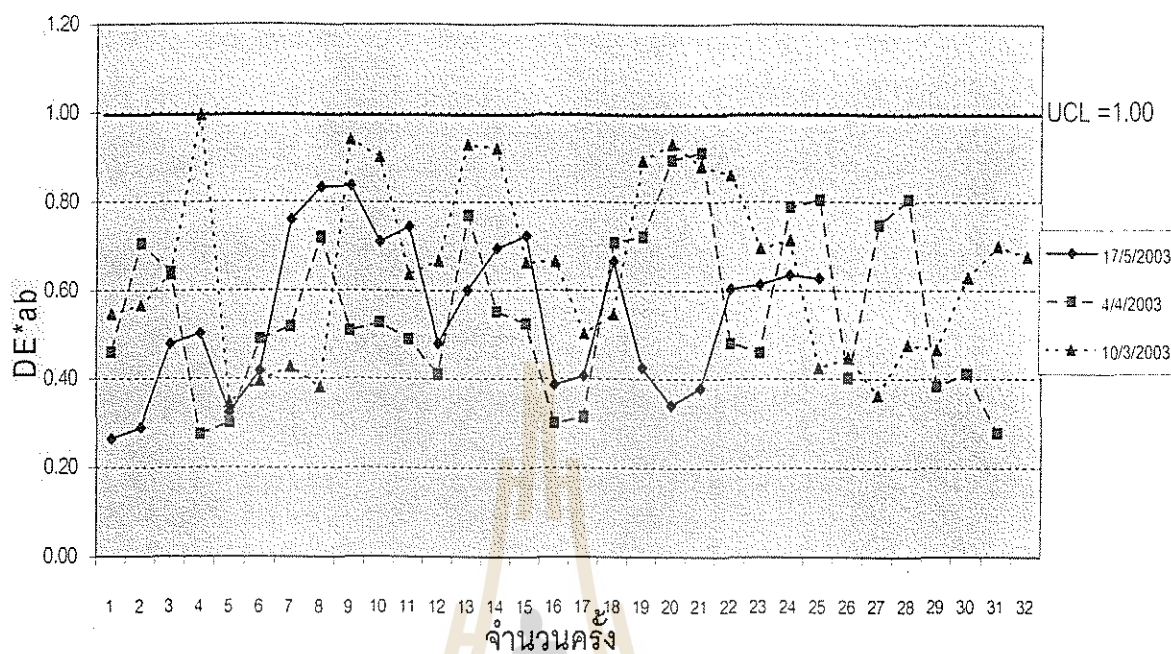
กราฟที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ย ΔE^*ab ต่างละ Lot No ของสี Apple green



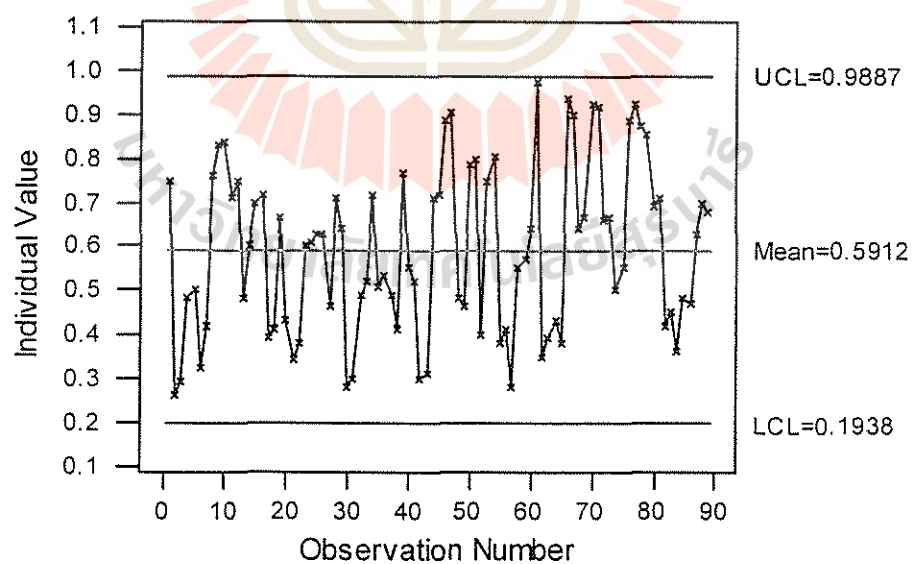
กราฟที่ 8 กราฟ I Chart แสดงช่วงขอบเขต ΔE^*ab ของสี Apple green



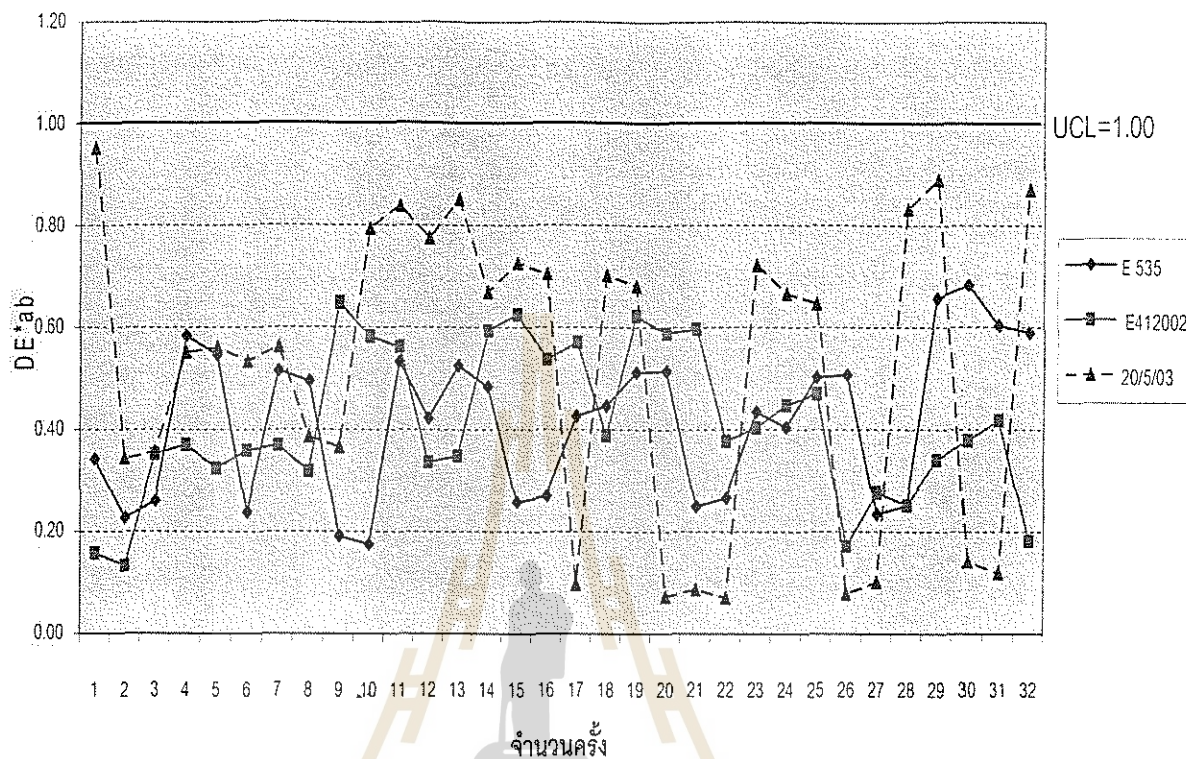
กราฟที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ย ΔE^*ab ต่างละ Lot No ของสี Sunset yellow



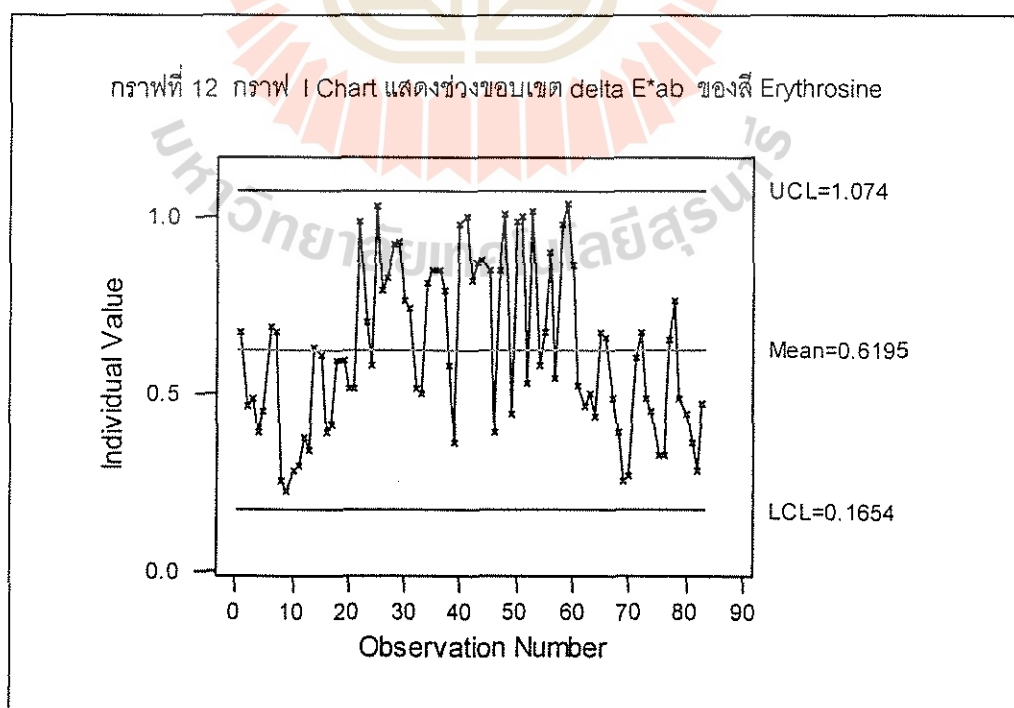
กราฟที่ 10 กราฟ I Chart แสดงช่วงขอบเขต ΔE^*ab ของสี sunset yellow



กราฟที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ย delta E*ab ต่างละ Lot No ของสี Erythrosine



กราฟที่ 12 กราฟ I Chart แสดงช่วงขอบเขต delta E*ab ของสี Erythrosine



สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองการตรวจรับคุณภาพสีวัตถุดิบ โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer Color-sphere ในระบบ L^*a^*b ซึ่งเป็นระบบที่แสดงขอบเขตสีที่ให้แสงที่มีความสม่ำเสมอ พบว่า วิธีการตรวจรับวัตถุดิบ ซึ่งได้กำหนดระดับความเข้มข้นและกำหนดขอบเขตค่า ΔL^* , Δa^* , และ Δb^* เป็น $UCL = 0.50$ $LCL = -0.05$ ส่วน ΔE^*_{ab} นั้น $UCL = 1.00$, $LCL = 0.00$ การตรวจสอบคุณภาพสีโดยซึ่งสีผง Sunset yellow, Ponceau 4R, Apple green, Tartrazine และ สีละ 0.1000 กรัม ต่อน้ำ 100 ml ส่วน Erythrosine และ Brilliant blue ซึ่งสีละ 0.0500 กรัม ต่อน้ำ 100 ml จากนั้นทำการ dilute สารละลายสี Sunset yellow, Apple green, Tartrazine และ Ponceau 4R ให้ได้ความเข้มข้น 0.001 % ส่วน Erythrosine และ Brilliant blue ให้ได้ความเข้มข้น 0.0005 % โดยการเปิดสารละลายที่เตรียมครั้งแรกมา 1 ml ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 ml จากนั้นนำสารละลายสีไปวัดสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer Color-sphere เมื่อพิจารณาระยะเวลาในการวัดสี จากการศึกษ พบว่าช่วงการยอมรับในเรื่องความแตกต่างของแต่ละสี ดูจาก UCL ของ ΔE^*_{ab} ดังนี้ Sunset yellow $UCL = 0.988$, Apple green $= 1.04$, Tartrazine $= 2.45$, Ponceau 4R $= 1.312$, Erythrosine $= 1.07$ และ Brilliant blue $= 0.867$ จากการทดลองพบว่า การวัดที่ระยะเวลา 1, 15 และ 30 นาที ค่า ΔE^*_{ab} จะไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % (ยกเว้น สี Brilliant blue ค่า ΔE^*_{ab} จะไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %)

ดังนั้นการตรวจคุณภาพสีวัตถุดิบที่นำเข้าว่ามีคุณภาพได้มาตรฐานหรือไม่ต้องนำตัวอย่างสีในแต่ละสีมาตรวจวัดค่าสีโดยเทียบกับมาตรฐานของแต่ละสีตามวิธีดังกล่าว ซึ่งทำการภายในระยะเวลา 30 นาที ด้วยเครื่อง Spectrophotometer Color-sphere สีที่ได้มาตรฐานควรมีค่า ΔE^*_{ab} เท่ากับหรือน้อยกว่า UCL ของแต่ละสี

วิจารณ์ผลการทดลอง

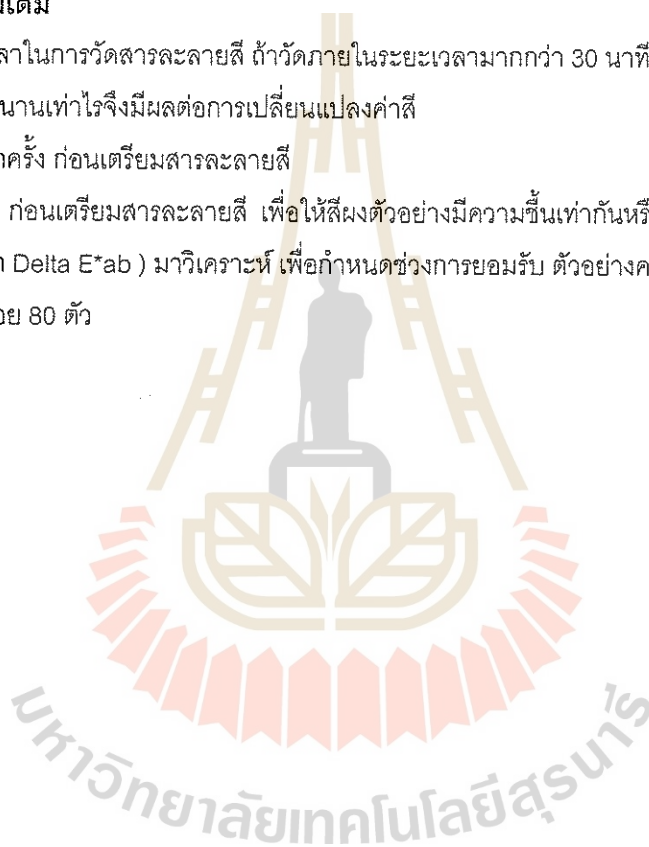
จากการทดลองเพื่อศึกษาวิธีการตรวจรับสี คือ สี Ponceau 4R, Sunset yellow, Erythrosine, Apple green, Tartrazine และ Brilliant blue โดยทำการวัดที่ระดับความเข้มข้น 0.001 % ยกเว้นสี Erythrosine และ Brilliant blue วัดที่ระดับความเข้มข้น 0.0005 % เนื่องจากทั้งสองสีมีความเข้มข้นของสีมากกว่าสีอื่นๆ สี Sunset yellow, Erythrosine, Apple green และ Brilliant blue ทุก Lot มีค่า ΔE^*_{ab} อยู่ในช่วงประมาณ 0 - 1.00 ซึ่งหมายความว่าสีของตัวอย่างที่นำมาเปรียบเทียบกับสีที่ใช้เป็นมาตรฐานมีค่าสีที่ใกล้เคียงกันซึ่งความแตกต่างสีไม่เกิน 1.00 แต่ เมื่อพิจารณาที่ค่า ΔE^*_{ab} ใน Lot เดียวกัน จะเห็นว่าการเตรียมสารละลายสีในแต่ละครั้ง ค่า ΔE^*_{ab} ที่ได้จะมีความแปรปรวนดังกราฟ แต่อยู่ในขอบเขตที่ควบคุม อาจเป็นผลจากการ เตรียมสารละลาย เพราะในการทดลองจะใช้ measuring pipette 1 ml ซึ่งมีความละเอียดน้อยจึงทำให้ปริมาตรที่ได้ไม่คงที่ และความชื้นของสีผงน่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า ΔE^*_{ab} เนื่องจาก ในการทดลองใช้การชั่งสีผงด้วยครั้งชั่ง 4 ตำแหน่งและน้ำหนักที่ชั่งเท่ากัน ถ้าสีผงมีความชื้นมากจะทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณสีผงจริงจะน้อยกว่าสีผงที่มีความชื้นน้อย ดังนั้นความเข้มข้นในการวัดสีจึงไม่ตรงกับสีที่ใช้เป็นมาตรฐาน ทำให้ค่าสีที่ได้จากการวัดไม่เท่ากัน ส่วนการวัดภายในระยะเวลา 30 นาที ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า ΔE^*_{ab} ซึ่งระยะเวลาในการศึกษาอาจน้อยเกินไป จึงไม่สามารถวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีภายในระยะเวลาที่ศึกษาได้ เนื่องจากสีมีอายุการเก็บนาน

ข้อเสนอแนะ

- ในขั้นตอนการ dilute ควรใช้ volumetric pipette ขนาด 1 ml เพื่อลดความคลื่อน (error) ในการสารละลาย เนื่องจาก volumetric pipette มีความละเอียดสูงและมีความแม่นยำมากกว่า measuring pipette จึงเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ปริมาตรที่แน่นอน
- ก่อนวัดสารละลายทุกครั้งควร rinse glass cell ด้วยน้ำกลั่นก่อน แล้ว rinse ด้วยสารละลายที่ต้องการวัดอีกครั้งหนึ่ง
- การวัดสีควรใส่สารละลายใน glass cell ให้อยู่ในระดับไม่ต่ำกว่าตัวหนังสือและควรใส่ในปริมาตรที่ใกล้เคียงกันทุกครั้ง
- หลังจากใส่สารละลายใน glass cell แล้วก่อนวัดสีควรใช้กระดาษทึบเช็ด glass cell ให้สะอาดทุกครั้ง
- หลังจากการใช้งานต้องล้าง glass cell ด้วยน้ำกลั่นทุกครั้ง และเช็ดให้แห้งก่อนเก็บเข้าที่
- ไม่ควรจับ glass cell แถบสีเพราะจะทำให้เป็นรอยเปื้อน ซึ่งอาจมีผลต่อค่าสีที่วัดได้ตามความเป็นจริง

ข้อมูลที่ควรศึกษาเพิ่มเติม

1. ทำการศึกษาระยะเวลาในการวัดสารละลาย ถ้าวัดภายในระยะเวลามากกว่า 30 นาที จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีหรือไม่ และที่ระยะเวลานานเท่าไรจึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี
2. ทำการวัดความเข้มข้นทุกครั้ง ก่อนเตรียมสารละลาย
3. ทำการบดสีผงทุกครั้ง ก่อนเตรียมสารละลาย เพื่อให้สีผงตัวอย่างมีความชื้นเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด
4. การที่จะนำข้อมูล (ค่า ΔE^{*ab}) มาวิเคราะห์ เพื่อกำหนดช่วงการยอมรับ ตัวอย่างควรมีค่าความแปรปรวนน้อย และควรมีข้อมูลอย่างน้อย 80 ตัว



ตอนที่ 2

โครงการเรื่อง การตรวจสอบคุณภาพสีของผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่องวัดสี Spectrophotometer
(Inspection of color product by Spectrophotometer)

2.1 การกำหนดมาตรฐานในการตรวจสอบคุณภาพสีของผลิตภัณฑ์

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการตรวจสอบคุณภาพสีของผลิตภัณฑ์ และกำหนดขอบเขตในการตรวจสอบคุณภาพสีของผลิตภัณฑ์

วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. แท่งแก้ว และถ้วยแก้ว
3. บีกเกอร์
4. ข้อนตักสาร
5. ปิเปต ขนาด 1 ml
6. Volumetric flask ขนาด 50 และ 100 ml
7. น้ำกลั่น
8. ลูกยาง
9. เครื่องวัดสี Spectrophotometer Color- sphere
10. กระดาษทิชชู
11. ตัวอย่างนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT รสผลไม้รวม
12. ถ้วยพลาสติก
13. ปิเปตขนาด 10 ml

วิธีการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบคุณภาพสีและการเลือกสีผสมที่จะใช้ในเตรียมสีแต่ละผลิตภัณฑ์

1. ชั่งสีผสม sunset yellow และ Ponceau 4R สีละ 0.1000 กรัม ส่วน Brilliant blue ชั่งมา 0.0500 กรัม ใส่ในถ้วยแก้ว
2. ละลายสีผสมในถ้วยแก้วด้วยน้ำกลั่น แล้วเทใส่ Volumetric flask ขนาด 100 ml กลั้วถ้วยแก้วด้วยน้ำกลั่นประมาณ 3-5 ครั้ง (ถ้าสีผสมขณะละลายจับตัวเป็นก้อนให้ใช้แท่งแก้วคน)
3. ปรับปริมาตรให้ได้ถึงขีดบอกปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ผสมสารละลายสีให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยกลับ Volumetric flask ไปมาประมาณ 10 ครั้ง
4. ใช้ปิเปตขนาด 1 ml ปิเปตสารละลายสีในข้อ 3 (ระดับความเข้มข้น 0.1 %) มา 1 ml ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรให้ครบถึงขีดบอกปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ทำการผสมสารละลายสีให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยกลับ Volumetric flask ไปมาประมาณ 10 ครั้ง
5. นำสารละลายสีในข้อ 4 ไปวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Spectrophotometer Color-sphere ตามวิธีการวัดสีตัวอย่าง โดยวัดใน mode Transmittance ดังที่กล่าวข้างต้น
6. เปรียบเทียบค่า ΔE^*ab ของสารละลายสีตัวอย่างกับสีที่ใช้เป็นมาตรฐาน ในแต่ละสี ซึ่งค่า ΔE^*ab ควรอยู่ระหว่าง 0 - 1.00
7. นำสีผสมแต่ละสีที่มีค่า ΔE^*ab อยู่ระหว่าง 0 - 1.00 มาเตรียมสารละลายตามความเข้มข้นที่ใช้ในแต่ละผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียม Standard สีของแต่ละผลิตภัณฑ์

- การเตรียมนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT รสส้ม (OR)

วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารละลายสี sunset yellow ความเข้มข้น 9.75 % โดยชั่งสี sunset yellow ที่ค่า ΔE^{*ab} อยู่ระหว่าง 0 - 1.00 มา 9.75 กรัม และชั่งน้ำร้อนอุณหภูมิ 55- 60 °C มา 90.25 กรัม แล้วละลายสีให้เป็นเนื้อเดียวกัน
2. ชั่งสารละลายสี sunset yellow ความเข้มข้น 9.75 % โดยเพิ่มสี 30 % จากสูตรปกติ ต่อนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT รสผลไม้รวม 2100 กรัม
3. ชั่งตัวอย่างนมรสส้มในข้อ 2 ใส่ในถ้วยพลาสติกใส ดังตาราง

ตัวอย่างนมในข้อ 2 (g)	น้ำหนักนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT รสผลไม้รวม (g)	% ความเข้มข้นสีในผลิตภัณฑ์
MAX 100.00	-	add 30
100.00	5.00	add 25
100.00	10.00	add 20
100.00	15.00	add 15
100.00	20.00	add 10
100.00	25.00	add 5
100.00	27.00	add 2.5
In Bomb 100.00	30.00	0
100.00	32.50	Reduces 2.5
100.00	35.00	Reduces 5
100.0	40.00	Reduces 10
100.00	45.00	Reduces 15
100.00	50.00	Reduces 20
100.00	55.00	Reduces 25
MIN 100.00	60.00	Reduces 30

4. ผสมตัวอย่างนมรสส้ม ในข้อ 2 กับนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT รสผลไม้รวม จากข้อ 3 ให้เข้ากัน
5. นำตัวอย่างนมรสส้ม ในแต่ละความเข้มข้นของสีที่เตรียมไปทดสอบ sensory เพื่อเลือกสีที่จะใช้เป็นมาตรฐาน (average) ระดับสีเข้มสุด (max) และระดับสีอ่อนสุด (min) ที่ยอมรับได้
6. จากนั้นนำตัวอย่างนมรสส้มในแต่ละความเข้มข้นของสีที่เตรียมไปวัดค่าสี โดยใช้ตัวอย่างที่เลือกเป็น average เป็น Standard ในเครื่อง Spectrophotometer ใช้ตัวอย่างระดับสีเข้มสุด (max) เป็น UCL และ ระดับสีอ่อนสุด (min) เป็น LCL

- การเตรียมนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT รสสตรอเบอร์รี่ (STR)

วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารละลายสี Ponceau 4R ความเข้มข้น 9.09 % โดยชั่งสีผง Ponceau 4R ที่ค่า ΔE^*ab อยู่ระหว่าง 0 - 1.00 มา 9.09 กรัม และชั่งน้ำร้อนอุณหภูมิ 55- 60 °C แล้วละลายสีผงให้เป็นเนื้อเดียวกัน
2. เตรียม Base สี 30 % จากสูตรของ RD โดยชั่งสารละลายสี Ponceau 4R ความเข้มข้น 9.09 % โดยเพิ่มสี 30 % จากสูตรปกติ ต่อนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT รสผลไม้รวม 2100 กรัม แล้งผสมให้เข้ากัน
3. ชั่งตัวอย่างนมรสสตรอเบอร์รี่ในข้อ 2 ใส่ในถ้วยพลาสติกใส ดังตาราง

ตัวอย่างนมในข้อ 2 RD (g)	น้ำหนักนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT รสผลไม้รวม (g)	% ความเข้มข้นสี ในผลิตภัณฑ์
MAX 100.00	-	add 30
100.00	5.00	add 25
100.00	10.00	add 20
100.00	15.00	add 15
100.00	20.00	add 10
100.00	25.00	add 5
100.00	27.00	add 2.5
In Bomb 100.00	30.00	0
100.00	32.50	Reduces 2.5
100.00	35.00	Reduces 5
100.0	40.00	Reduces 10
100.00	45.00	Reduces 15
100.00	50.00	Reduces 20
100.00	55.00	Reduces 25
MIN 100.00	60.00	Reduces 30

4. ผสมตัวอย่างนมรสสตรอเบอร์รี่ ในข้อ 2 กับนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT รสผลไม้รวม จากข้อ 3 ให้เข้ากัน
5. นำตัวอย่างนมรสสตรอเบอร์รี่ ในแต่ละความเข้มข้นของสีที่เตรียมไปทดสอบ sensory เพื่อเลือกสีที่จะใช้เป็นมาตรฐาน (average) ระดับสีเข้มสุด (max) และระดับสีอ่อนสุด (min) ที่ยอมรับได้
6. จากนั้นนำตัวอย่างนมรสสตรอเบอร์รี่ ในแต่ละความเข้มข้นของสีที่เตรียมไปวัดค่าสี โดยใช้ตัวอย่างที่เลือกเป็น average เป็น Standard ในเครื่อง Spectrophotometer ใช้ตัวอย่างระดับสีเข้มสุด (max) เป็น UCL และระดับสีอ่อนสุด (min) เป็น LCL

การเตรียมนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT รสผักและผลไม้ (MV)

วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารละลายสี Ponceau 4R ความเข้มข้น 9.09 % โดยชั่งสีผง Ponceau 4R ที่ค่า ΔE^*ab อยู่ระหว่าง 0 - 1.00 มา 9.09 กรัม และชั่งน้ำร้อนอุณหภูมิ 55- 60 °C มาโดยเพิ่มสี 30 % จากสูตรปกติ แล้วละลายสีผงให้เป็นเนื้อเดียวกัน
2. เตรียมสารละลายสี sunset yellow ความเข้มข้น 9.75 % โดยชั่งสีผง sunset yellow ที่ค่า ΔE^*ab อยู่ระหว่าง 0 - 1.00 มาโดยเพิ่มสี 30 % จากสูตรปกติ และชั่งน้ำร้อนอุณหภูมิ 55- 60 °C มา 90.25 กรัม แล้วละลายสีผงให้เป็นเนื้อเดียวกัน
3. เตรียม Base สี 30 % จากสูตรของ RD โดยชั่งสารละลายสี Ponceau 4R ความเข้มข้น 9.09 % มาโดยเพิ่มสี 30% จากสูตรปกติ และสารละลายสี sunset yellow ความเข้มข้น 9.75 % มาโดยเพิ่มสี 30 % จากสูตรปกติ ต่อนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT รสผลไม้รวม 2100 กรัม จากนั้นผสมให้เข้ากัน
4. ชั่งตัวอย่างนมรสผักและผลไม้รวมจาก ในข้อ 3 ใส่ในถ้วยพลาสติกใส ดังตาราง

ตัวอย่างสีในข้อ 3 (g)	น้ำหนักนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT รสผลไม้รวม (g)	% ความเข้มข้นสี ในผลิตภัณฑ์
MAX 100.00	-	add 30
100.00	5.00	add 25
100.00	10.00	add 20
100.00	15.00	add 15
100.00	20.00	add 10
100.00	25.00	add 5
100.00	27.00	add 2.5
In Bomb 100.00	30.00	0
100.00	32.50	Reduces 2.5
100.00	35.00	Reduces 5
100.0	40.00	Reduces 10
100.00	45.00	Reduces 15
100.00	50.00	Reduces 20
100.00	55.00	Reduces 25
MIN 100.00	60.00	Reduces 30

5. ผสมตัวอย่างนมรสผักและผลไม้ ในข้อ 3 กับนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT รสผลไม้รวม จากข้อ 4 ให้เข้ากัน
6. นำตัวอย่างนมรสผักและผลไม้ ในแต่ละความเข้มข้นของสีที่เตรียมไปทดสอบ sensory เพื่อเลือกสีที่จะใช้เป็นมาตรฐาน (average) ระดับสีเข้มสุด (max) และระดับสีอ่อนสุด (min) ที่ยอมรับได้

7. จากนั้นนำตัวอย่างนมรสผักและผลไม้ ในแต่ละความเข้มข้นของสีที่เติมไปวัดค่าสี โดยใช้ตัวอย่างที่เลือกเป็น average เป็น Standard ในเครื่อง Spectrophotometer ใช้ตัวอย่างระดับสีเข้มสุด (max) เป็น UCL และระดับสีอ่อนสุด (min) เป็น LCL

2.2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์นม

โดยทำการเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 1 พ.ค. 2546 - 31 พ.ค. 2546

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาวะ เช่น ปริมาตร , เวลา ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์นม

วัสดุและอุปกรณ์

1. ตัวอย่างนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม พาสเจอร์ไรส์ และนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT รสส้ม, รสสตอเบอร์รี่ และรสบลูเบอร์รี่
2. ถ้วยพลาสติก
3. ปิเปตขนาด 10 ml
4. น้ำกลั่น
5. นาฬิกาจับเวลา
6. ลูกยาง
7. กระดาษทิชชู
8. เครื่องวัดสี Spectrophotometer Color- sphere

วิธีการทดลอง

1. ซักตัวอย่างนม UHT และ SOFT ใน Buffer tank ที่ผ่าน Spect แล้ว ทั้ง 3 รส คือ รสส้ม, รสสตอเบอร์รี่, และรสบลูเบอร์รี่ อย่างละประมาณ 50 ml ใส่ในถ้วยพลาสติก
2. ถอนตัวอย่างนมให้เข้ากัน
3. กลั้วถ้วยแก้วด้วยน้ำกลั่น และกลั้วด้วยตัวอย่างนมที่ต้องการวัดสีอีกครั้งหนึ่ง
4. วางถ้วยแก้วตัวอย่างลงบน Mask แล้วเปิดตัวอย่างนมที่ต้องการวัดสีใส่ลงในถ้วยแก้ว โดยแต่ละตัวอย่างจะทำการวัดค่าสีที่ปริมาตร 10 ,15 และ 20 ml
5. วัดสีของนมตัวอย่าง ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ใน mode Reflectance โดยทำการวัดทุก ๆ 1 นาที จนครบ 5 นาที
6. บันทึกข้อมูล
7. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการทดลอง

ตอนที่ 2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการทดลอง

ตอนที่ 2.1 การกำหนดมาตรฐานในการตรวจสอบคุณภาพสีของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ แสดงช่วงการยอมรับของสีผลิตภัณฑ์ส้ม, สตรอเบอรี่ และรสผักผลไม้รสรวม ด้วยเครื่อง

Spectrophotometer- color sphere

CIE L*a*b	UHT-OR			UHT-STR			UHT-MV		
	UCL	CL	LCL	UCL	CL	LCL	UCL	CL	LCL
L*	81.39	81.43	81.9	81.19	81.16	81.67	81.71	82.13	82.24
a*	16.83	16.36	16.23	18.09	18.07	17.28	14.75	13.96	13.52
b*	22.70	22.24	22.3	4.58	4.67	4.69	15.51	15	14.72
Delta L*	-0.07	—	0.47	0.03	—	0.52	-0.42	—	0.11
Delta a*	0.47	—	-0.73	0.00	—	-0.82	0.89	—	-0.44
Delta b*	0.46	—	0.06	-0.11	—	0.02	0.57	—	-0.29
Delta E*ab	0.66	—	0.49	0.11	—	0.97	1.13	—	0.52



สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาในด้านสีของผลิตภัณฑ์ พบว่า ขอบเขตการยอมรับสีของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รส คือ รสส้ม, รสผักผลไม้รวม และ รสสตอเบอรี่ ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ดังนี้

- รสส้ม ΔL^* อยู่ระหว่าง -0.7-0.47, Δa^* อยู่ระหว่าง -0.73 – 0.47, Δb^* อยู่ระหว่าง 0.06–0.46

และ ΔE^*ab ไม่เกิน 0.66

- รสผักผลไม้รวม ΔL^* อยู่ระหว่าง -0.42-0.11, Δa^* อยู่ระหว่าง -0.44-0.89, Δb^* อยู่ระหว่าง -0.29-0.59

และ ΔE^*ab ไม่เกิน 1.13

- รสสตอเบอรี่ ΔL^* อยู่ระหว่าง 0.03-0.52, Δa^* อยู่ระหว่าง -0.82-0.00, Δb^* อยู่ระหว่าง -0.02- -0.11

และ ΔE^*ab ไม่เกิน 0.97

ซึ่งขอบเขตการยอมรับของสีผลิตภัณฑ์แต่ละรสนี้ จะนำไปใช้เป็นแนวทางในการตรวจสอบคุณภาพสี และกรเก็บข้อมูลเพิ่มเติมของผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต ส่วนการศึกษาระยะเวลาและปริมาตรที่ใช้ใน การวัดสีของผลิตภัณฑ์ พบว่า การวัดสีของผลิตภัณฑ์ภายในระยะเวลา 1-5 นาที ค่าสีที่ได้จะไม่ต่างกันที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95 % การวัดสีของผลิตภัณฑ์โดยใช้ปริมาตร 15 และ 20 ml ค่าสัมประสิทธิ์สีและค่า ΔE^*ab จะไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้นในการตรวจวัดสีของผลิตภัณฑ์ควรใช้ปริมาตร 15-20 ml และวัดสีภายในระยะเวลา 5 นาที

เมื่อพิจารณาปริมาตรในการวัดสี พบว่า การวัดสีของผลิตภัณฑ์โดยใช้ปริมาตร 15 และ 20 ml ค่า สัมประสิทธิ์สีและค่า ΔE^*ab จะไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ส่วนการวัดสีของผลิตภัณฑ์โดยใช้ ปริมาตร 10 ml นั้น เมื่อเปรียบเทียบกับ การวัดโดยใช้ปริมาตร 15 และ 20 ml พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สีและค่า ΔE^*ab จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % การศึกษาระยะเวลาในการวัด พบว่า การ วัดสีของผลิตภัณฑ์ภายในระยะเวลา 1- 5 นาที ค่าสีที่ได้จะไม่ต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้นในการ ตรวจวัดสีของผลิตภัณฑ์ควรใช้ปริมาตร 15-20 ml และวัดสีภายในระยะเวลา 5 นาที

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษา การเตรียม Standard สีของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT และนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม พลัสเจอร์โรส (นม SOFT) จะใช้ปริมาตร 20 ml ในการวัดสี และจะวัดภายในระยะเวลา 5 นาที เนื่องจาก ในกรณีวัดค่าสีของนมซึ่งเป็นแขวนลอย เครื่องนี้ค่าสีจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและปริมาตร เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าการวัดที่ปริมาตร 15- 20 ml ค่าสีจะไม่แตกต่างกัน การวัดที่ปริมาตร 15 ml ค่าสีของตัวอย่างจะไม่แตกต่างจากการวัดที่ปริมาตร 20 ml ถึงแม้ว่าปริมาตรที่บรรจุในถ้วยแก้วจะไม่เต็ม 100% Reflectance จะใกล้เคียงกัน ดังกราฟแสดงการเปรียบเทียบ % Reflectance ส่วนการวัดสีภายในระยะเวลา 1-5 นาที หลังจากตักมาจากถัง Buffer ค่าสีที่วัดได้จะไม่แตกต่างกัน เนื่องจาก ระยะเวลาในการกักหนาดำน้อยเกินไป เนื่องจาก เกิดการตกตะกอนทำให้ผิวหน้าของตัวอย่างหนาขึ้นส่งผลให้ค่า % Reflectance มากขึ้น และค่าสีจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

ดังนั้นเพื่อควบคุมค่าความคลาดเคลื่อน จึงควรใช้ที่ปริมาตร 20 ml การวัดที่ 20 ml จะลดการกระเจิงของแสงเพราะว่าปริมาตร 20 ml จะพอดีกับถ้วยแก้วที่ได้ตัวอย่างในการวัดสี ซึ่งทำให้แสงที่ตกกระทบสามารถสะท้อนได้อย่างสมบูรณ์และสม่ำเสมอ และหลังจาก แผนก PRP ตักตัวอย่างนมมาให้เช็คควรทำการวัดค่าสีภายในระยะเวลา 5 นาที เพื่อหลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อน



สรุปผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานใน บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด ในแผนกประกันคุณภาพ นั้นส่งผลให้เกิดประโยชน์ในหลายๆ ด้าน ดังนี้

1. ด้านสังคม

- ได้รู้จักบุคคลต่างๆ มากขึ้นทั้งในแผนกและต่างแผนก
- ได้เข้าใจถึงระบบการทำงานร่วมกับแผนกอื่นๆ
- ได้เข้าใจถึงลักษณะของการทำงานจริงและชีวิตประจำวันในการทำงาน
- ได้ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น

2. ด้านทฤษฎี

- ได้รับความรู้เพิ่มในเรื่องระบบการวัดสีและการแปรค่าสี
- ได้รับความรู้ใหม่เพิ่มเกี่ยวกับเครื่อง Spectrophotometer-color sphere
- ได้รับความรู้ใหม่เพิ่มเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ โปรแกรม MINITAB
- ได้รับทราบถึงกระบวนการควบคุมคุณภาพตั้งแต่ขั้นตอนการรับวัตถุดิบจนถึงผลิตภัณฑ์สุดท้าย
- ได้ทราบถึงขั้นตอนการตรวจติดตาม (Audit) ภายในของบริษัท

3. ด้านปฏิบัติ

- ได้ฝึกซ่อมการหนีไฟ
- ได้ฝึกการปฐมพยาบาลเบื้องต้น
- ได้มีส่วนร่วมในการแก้ไขวิธีการตรวจสอบคุณภาพสีผงและสีของผลิตภัณฑ์
- ได้มีส่วนร่วมในการกำหนดของเขตการยอมรับช่วงของสีผงและสีของผลิตภัณฑ์
- ได้มีส่วนร่วมในการแข่งขันกีฬาภายในเครือบริษัท ดัชมิลล์ จำกัด
- ได้มีส่วนร่วมในการฝึกอบรมพนักงาน

ซึ่งการปฏิบัติงานในบางส่วน ได้ทำการบันทึกไว้ในข้างต้นของรายงานฉบับนี้แล้ว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการปฏิบัติงานในแผนกประกันคุณภาพ บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ นั้นนอก จากจะเป็นการนำความรู้ที่ได้รับจากมหาวิทยาลัยมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริงแล้วยังได้รับความรู้ใหม่ เพิ่มเติมอีกมากมาย ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ดีที่จะนำไปปรับปรุงในการทำงานจริงในอนาคตต่อไป ซึ่งในระหว่าง ปฏิบัติงานพบปัญหาและอุปสรรคบางประการ ได้แก่

1. เนื่องจากเป็นการปฏิบัติงานจริงเป็นครั้งแรก จึงทำให้ช่วงแรกยังทำงานได้ไม่เต็มที่นักและยังมีข้อ ยากหรืออยู่พอสมควร ต่อมาเมื่อสามารถปรับตัวและได้รับคำแนะนำจาก Job supervisor ส่งผลให้การทำงาน ได้ดีขึ้นตามลำดับ
2. เนื่องจากการปฏิบัติงานในแผนกประกันคุณภาพและเป็นพนักงานควบคุมคุณภาพต้องรับผิดชอบ ทั้งด้านการตรวจสอบคุณภาพสีวัตถุดิบ และสีของผลิตภัณฑ์ โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer-color sphere ซึ่งทางบริษัทเพิ่มจะนำมาใช้ในการตรวจสอบสีวัตถุดิบ และสีของผลิตภัณฑ์ เป็นครั้งแรก จึงทำให้ต้องศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องนี้ด้วยตัวเองและศึกษาวิธีการตรวจสอบที่เหมาะสมใหม่
3. เนื่องจากการวัดสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer-color sphere จะวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรม AutoQC ซึ่งเชื่อมต่อกับ computer ที่ใช้ร่วมกับการวิเคราะห์อื่นๆ ด้วย จึงทำให้การปฏิบัติงานช้า เนื่องจาก ต้องรอผลให้ computer



เอกสารอ้างอิง

คณะจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร: พิมพ์ครั้งที่ 3.

คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า52-58.

อรัญ หอญสืบสวดย: การสื่อสารสื่ออย่างแม่นยำ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก



ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ตอนที่ 1.2

- สารละลายสี Ponceau 4R

One-way ANOVA: DE*ab versus Time

H_0 = เวลาไม่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า delta E*ab

H_a = เวลาไม่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า delta E*ab

Analysis of Variance for DE*ab

Source	DF	SS	MS	F	P
Time	2	0.002	0.001	0.00	0.997
Error	45	16.313	0.363		
Total	47	16.315			

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev	
Level	N	Mean	StDev	-----+-----	
1 min	16	0.8775	0.6085	(------*-----)	
15 min	16	0.8625	0.5965	(------*-----)	
30 min	16	0.8725	0.6012	(------*-----)	
Pooled StDev = 0.6021				-----+-----+-----+-----	
				0.60 0.80 1.00 1.20	

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0.0500

Individual error rate = 0.0194

Critical value = 3.43

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1 min	15 min
15 min	-0.5013 0.5313	
30 min	-0.5113 0.5213	-0.5263 0.5063

- สารละลายสี Tartrazine

One-way ANOVA: DE*ab versus time

Analysis of Variance for DE*ab

Source	DF	SS	MS	F	P
time	2	0.003	0.002	0.00	0.998
Error	60	45.665	0.761		
Total	62	45.669			

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev	-----+-----+-----+-----+			
1 min	21	1.4862	0.9656	{-----*-----}			
15 min	21	1.5019	0.8792	{-----*-----}			
30 min	21	1.5019	0.8724	{-----*-----}			
Pooled StDev = 0.8724				-----+-----+-----+-----+			
				1.25	1.50	1.75	2.00

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0.0500

Individual error rate = 0.0193

Critical value = 3.40

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1 min	15 min
15 min	-0.6630 0.6316	
30 min	-0.6630 0.6316	-0.6473 0.6473

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- สารละลายสี Apple green

One-way ANOVA: DE*ab versus Time

H_0 = เวลาไม่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า delta E*ab

H_a = เวลาไม่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า delta E*ab

Analysis of Variance for DE*ab

Source	DF	SS	MS	F	P
Time	2	0.000	0.000	0.00	1.000
Error	27	3.952	0.146		
Total	29	3.952			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1 min	10	0.5580	0.3865	(-----*-----)
15 min	10	0.6570	0.3810	(-----*-----)
30 min	10	0.6540	0.3802	(-----*-----)
Pooled StDev = 0.3826				0.45 0.60 0.75 0.90

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0.0500

Individual error rate = 0.0196

Critical value = 3.51

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1 min	15 min
15 min	-0.4236 0.4256	
30 min	-0.4206 0.4296	-0.4216 0.4276

- สารละลายสี Brilliant blue

One-way ANOVA: DE*ab versus Time

H_0 = เวลาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า delta E*ab

H_a = เวลาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า delta E*

Analysis of Variance for DE*ab

Source	DF	SS	MS	F	P
Time	2	0.0150	0.0075	0.27	0.766
Error	27	0.7546	0.0279		
Total	29	0.7697			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1 min	10	0.6220	0.1798	(-----+-----+-----+-----+)
15 min	10	0.6650	0.1663	(-----+-----+-----+-----+)
30 min	10	0.6730	0.1545	(-----+-----+-----+-----+)
Pooled StDev = 0.1672				0.560 0.640 0.720 0.800

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0.0500

Individual error rate = 0.0196

Critical value = 3.51

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1 min	15 min
15 min	-0.2286 0.1426	
30 min	-0.2366 0.1346	-0.1936 0.1776

- สารละลายสี Erythrosine

One-way ANOVA: DE*ab versus Time

H_0 = เวลาไม่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า delta E*ab

H_1 = เวลาไม่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า delta E*

Analysis of Variance for DE*ab

Source	DF	SS	MS	F	P
Time	2	0.0045	0.0023	0.05	0.952
Error	75	3.4491	0.0460		
Total	77	3.4536			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1 min	26	0.3806	0.2199	(-----)
15 min	26	0.3985	0.2085	(-----)
30 min	26	0.3942	0.2148	(-----)
Pooled StDev =		0.2144		0.300 0.360 0.420 0.480

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0.0500
Individual error rate = 0.0194

Critical value = 3.38

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1 min	15 min
15 min	-0.1600 0.1243	
30 min	-0.1558 0.1285	-0.1379 0.1464

ตารางที่ 13 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ แบบ one way ANOVA

ตัวอย่างสี	sample (n)	F	P
Ponceau 4R	16	0.00	0.952
Brilliant blue	10	0.27	0.766
Tartrazine	21	0.00	0.998
Apple green	10	0.00	1.000
Sunset yellow	14	0.00	0.999
Erythrosine	26	0.05	0.952

หมายเหตุ: การวิเคราะห์ผลทางสถิติ ถ้า $P < 0.05$ จะยอมรับสมมุติฐาน (เวลาไม่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า delta E*ab)

- สารละลายสี Sunset yellow

One-way ANOVA: DE*ab versus Time

H_0 = เวลาไม่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า delta E*ab

H_a = เวลาไม่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า delta E*ab

Analysis of Variance for DE*ab

Source	DF	SS	MS	F	P
Time	2	0.0000	0.0000	0.00	0.999
Error	39	0.6554	0.0168		
Total	41	0.6554			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1 min	14	0.5064	0.1340	(-----)
15 min	14	0.5030	0.1245	(-----)
30 min	14	0.5064	0.1303	(-----)
Pooled StDev =		0.1296		0.440 0.480 0.520 0.560

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0.0500

Individual error rate = 0.0194

Critical value = 3.45

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1 min	15 min
15 min	-0.1181 0.1210	
30 min	-0.1195 0.1195	-0.1210 0.1181

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ตอนที่ 2.2

- นม UHT และ นม SOFT รสส้ม

H_0 = ระยะเวลาในการวัดสีมีผลต่อค่า ΔE^*_{ab}

H_0 = ระยะเวลาในการวัดสีไม่มีผลต่อค่า ΔE^*_{ab}

H_0 = ปริมาตรในการวัดสีมีผลต่อค่า ΔE^*_{ab}

H_1 = ปริมาตรในการวัดสีไม่มีผลต่อค่า ΔE^*_{ab}

One-way ANOVA: L* versus volume / time

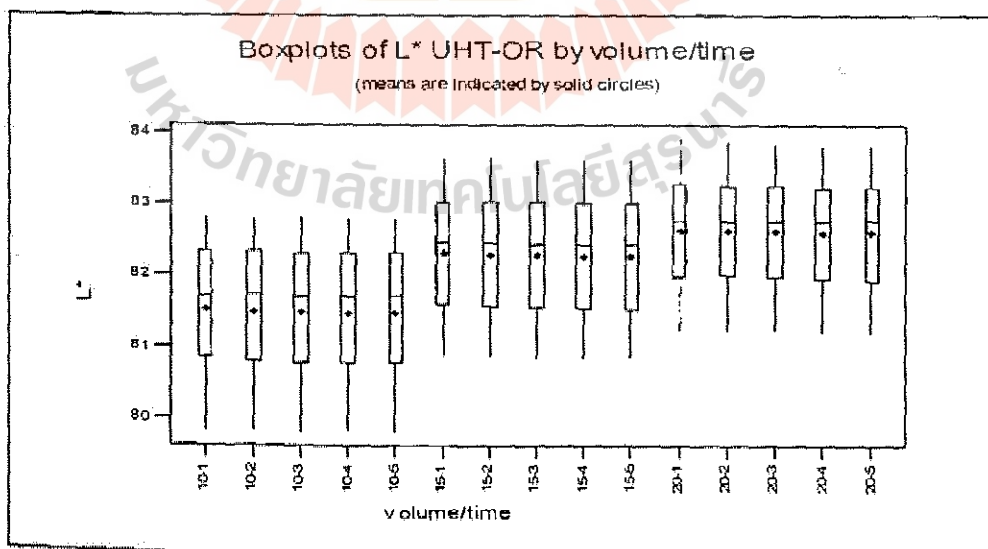
analysis of Variance for L* (adj R²)

Source	DF	SS	MS	F	P
Volume/time	14	55.620	4.687	6.13	0.000
Error	285	217.992	0.765		
Total	299	293.612			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
10-1	20	81.520	0.941	(-----*-----)
10-2	20	81.492	0.932	(-----*-----)
10-3	20	81.483	0.933	(-----*-----)
10-4	20	81.474	0.928	(-----*-----)
10-5	20	81.462	0.926	(-----*-----)
15-1	20	82.303	0.877	(-----*-----)
15-2	20	82.294	0.874	(-----*-----)
15-3	20	82.279	0.877	(-----*-----)
15-4	20	82.271	0.872	(-----*-----)
15-5	20	82.259	0.876	(-----*-----)
20-1	20	82.611	0.826	(-----*-----)
20-2	20	82.612	0.812	(-----*-----)
20-3	20	82.602	0.804	(-----*-----)
20-4	20	82.567	0.807	(-----*-----)
20-5	20	82.575	0.812	(-----*-----)

Pooled StDev = 0.875



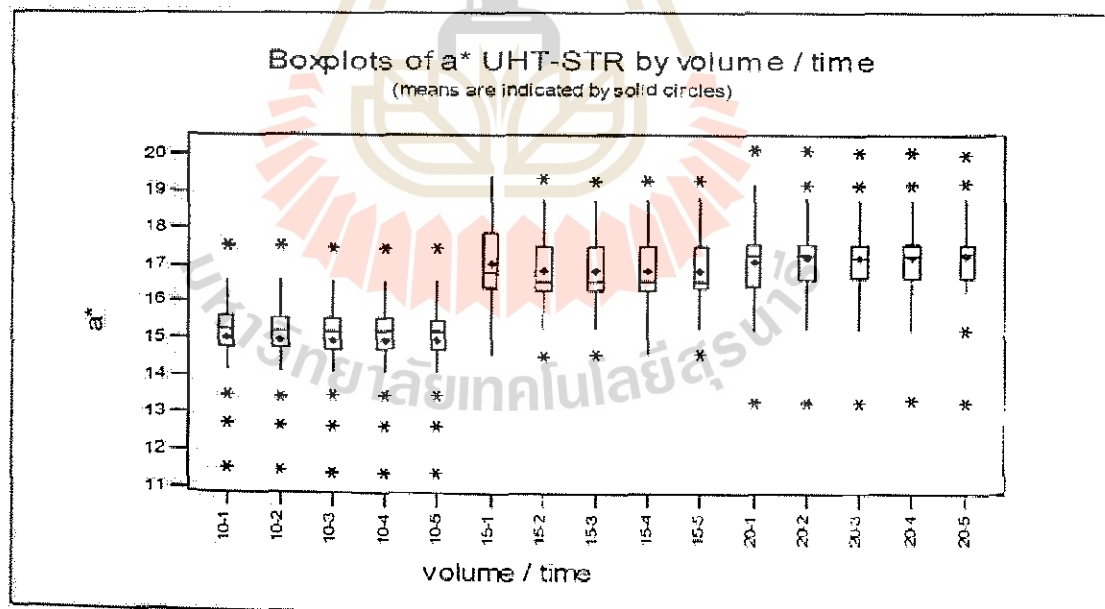
กราฟที่ แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า L* นม UHT- OR โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (means)

One-way ANOVA: a* versus volume/ time

Analysis of Variance for a* (รหัสตรวจใบออริ)

Source	DF	SS	MS	F	P
Volume/time	14	291.18	20.80	12.11	0.000
Error	280	480.75	1.72		
Total	294	771.93			

					Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev	
Level	N	Mean	StDev			
10-1	20	14.998	1.318	(-----*-----)		
10-2	20	14.978	1.329	(-----*-----)		
10-3	20	14.963	1.329	(-----*-----)		
10-4	20	14.957	1.322	(-----*-----)		
10-5	20	14.956	1.326	(-----*-----)		
15-1	19	17.033	1.204		(-----*-----)	
15-2	19	16.888	1.131		(-----*-----)	
15-3	19	16.878	1.117		(-----*-----)	
15-4	19	16.871	1.127		(-----*-----)	
15-5	19	16.886	1.126		(-----*-----)	
20-1	20	17.077	1.443		(-----*-----)	
20-2	20	17.195	1.452		(-----*-----)	
20-3	20	17.192	1.442		(-----*-----)	
20-4	20	17.199	1.445		(-----*-----)	
20-5	20	17.275	1.412		(-----*-----)	
Pooled StDev = 1.310						



กราฟที่ แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า a* นม UHT- STR โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (means)

One-way ANOVA: b* versus volume/ time

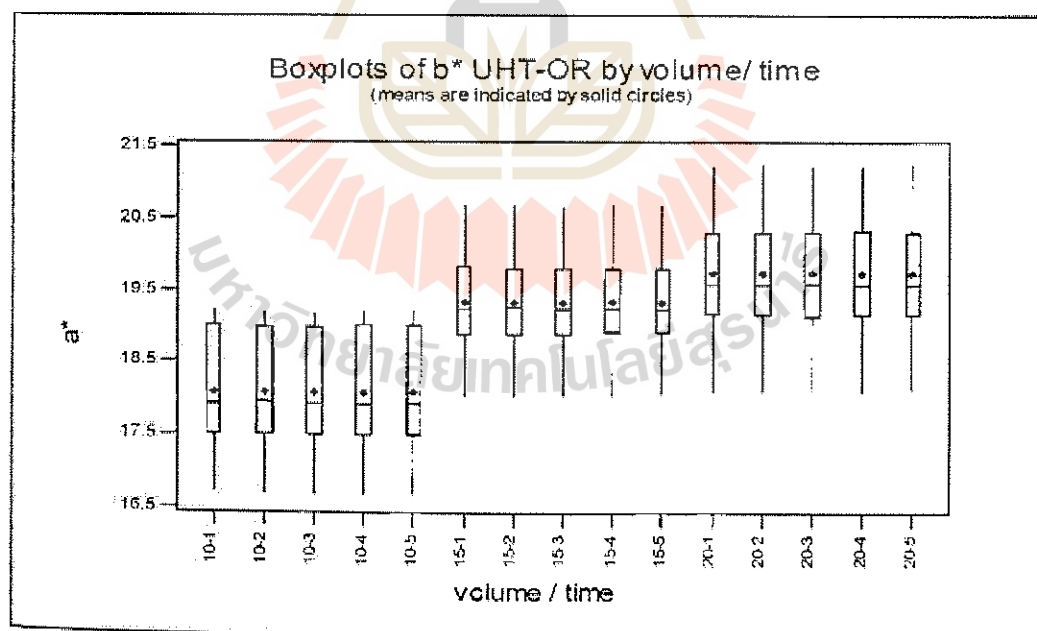
One-way ANOVA: b* versus volume / time

Analysis of Variance for b*(รหัส)

Source	DF	SS	MS	F	P
Volume/time	14	149.766	10.698	16.32	0.000
Error	285	186.806	0.655		
Total	299	336.571			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
10-1	20	18.077	0.840	(----*----)
10-2	20	18.076	0.838	(----*----)
10-3	20	18.075	0.838	(----*----)
10-4	20	18.080	0.841	(----*----)
10-5	20	18.079	0.843	(----*----)
15-1	20	19.323	0.760	(----*----)
15-2	20	19.318	0.758	(----*----)
15-3	20	19.317	0.759	(----*----)
15-4	20	19.326	0.766	(----*----)
15-5	20	19.329	0.761	(----*----)
20-1	20	19.730	0.925	(----*----)
20-2	20	19.736	0.926	(----*----)
20-3	20	19.743	0.925	(----*----)
20-4	20	19.745	0.928	(----*----)
20-5	20	19.751	0.924	(----*----)
Pooled StDev		0.810		



กราฟที่ แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า * นม UHT- OR โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (means)

One-way ANOVA: a* versus volume / time

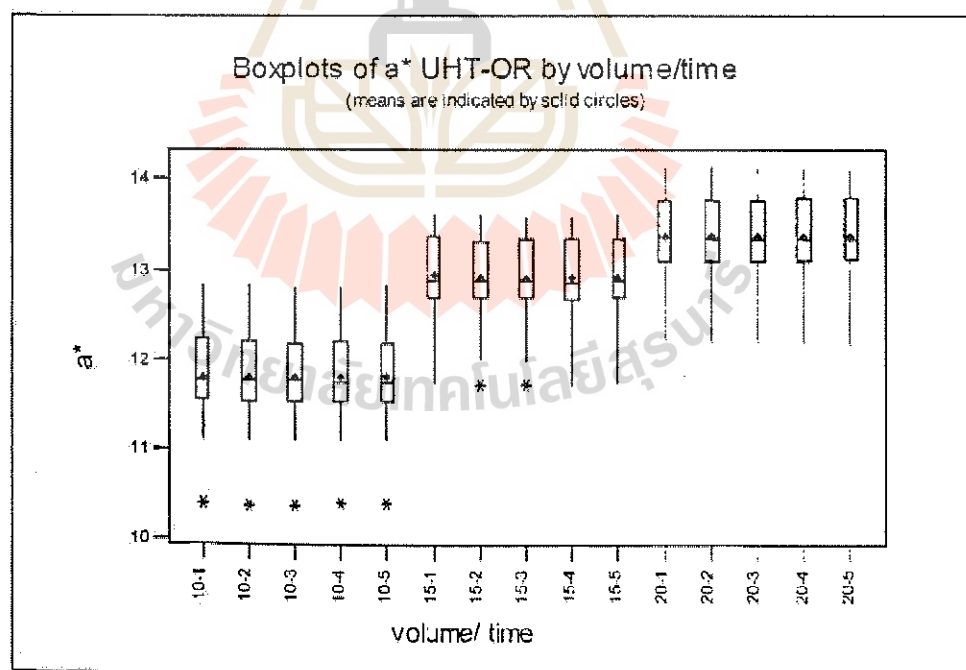
Analysis of Variance for a* (รวม)

Source	DF	SS	MS	F	P
Volume/time	14	130.151	9.297	31.65	0.000
Error	285	83.725	0.294		
Total	299	213.876			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
10-1	20	11.811	0.565	(---*---)
10-2	20	11.800	0.565	(---*---)
10-3	20	11.791	0.563	(---*---)
10-4	20	11.796	0.561	(---*---)
10-5	20	11.790	0.564	(---*---)
15-1	20	12.930	0.509	(---*---)
15-2	20	12.919	0.511	(---*---)
15-3	20	12.912	0.510	(---*---)
15-4	20	12.912	0.510	(---*---)
15-5	20	12.917	0.514	(---*---)
20-1	20	13.368	0.549	(---*---)
20-2	20	13.360	0.550	(---*---)
20-3	20	13.361	0.551	(---*---)
20-4	20	13.364	0.551	(---*---)
20-5	20	13.362	0.552	(---*---)

Pooled StDev = 0.542



กราฟที่ แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า a* นม UHT- OR โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (means)

- นม UHT และ นม SOFT รสสตอเบอร์รี่

One-way ANOVA: L* versus volume/ time

Analysis of Variance for L*(รสสตอเบอร์รี่)

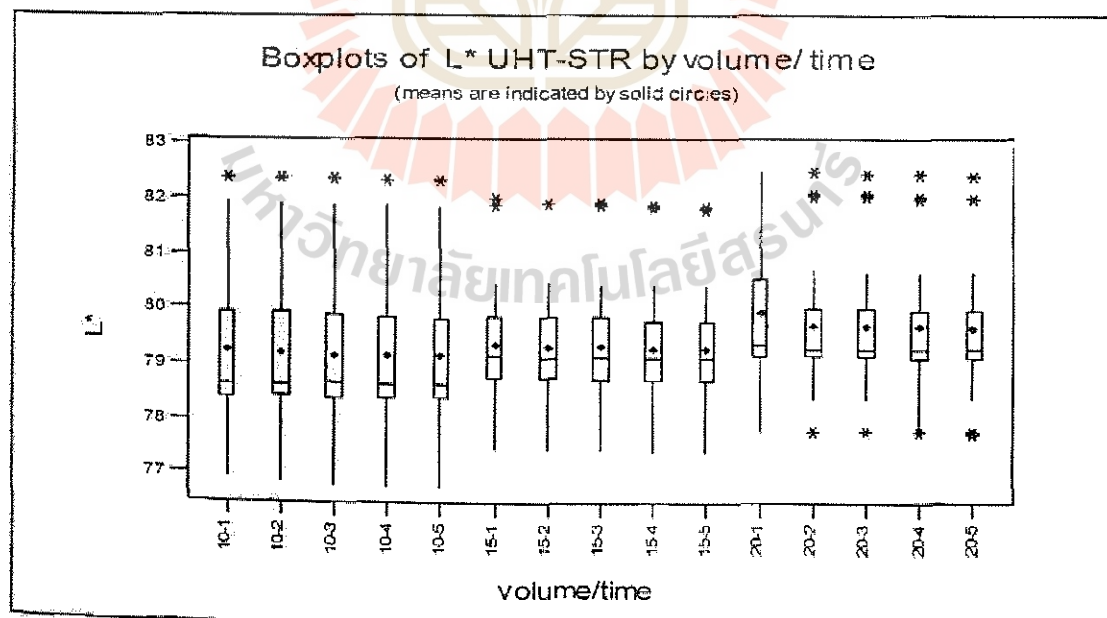
Source	DF	SS	MS	F	P
Volume/time	14	16.73	1.20	0.64	0.828
Error	280	520.66	1.86		
Total	294	537.40			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
10-1	20	79.229	1.562	(-----*-----)
10-2	20	79.203	1.557	(-----*-----)
10-3	20	79.185	1.553	(-----*-----)
10-4	20	79.175	1.551	(-----*-----)
10-5	20	79.158	1.544	(-----*-----)
15-1	19	79.371	1.221	(-----*-----)
15-2	19	79.336	1.211	(-----*-----)
15-3	19	79.321	1.209	(-----*-----)
15-4	19	79.303	1.198	(-----*-----)
15-5	19	79.288	1.193	(-----*-----)
20-1	20	79.918	1.324	(-----*-----)
20-2	20	79.700	1.302	(-----*-----)
20-3	20	79.686	1.294	(-----*-----)
20-4	20	79.678	1.288	(-----*-----)
20-5	20	79.662	1.290	(-----*-----)

Pooled StDev = 1.364

78.60 79.20 79.80 80.40



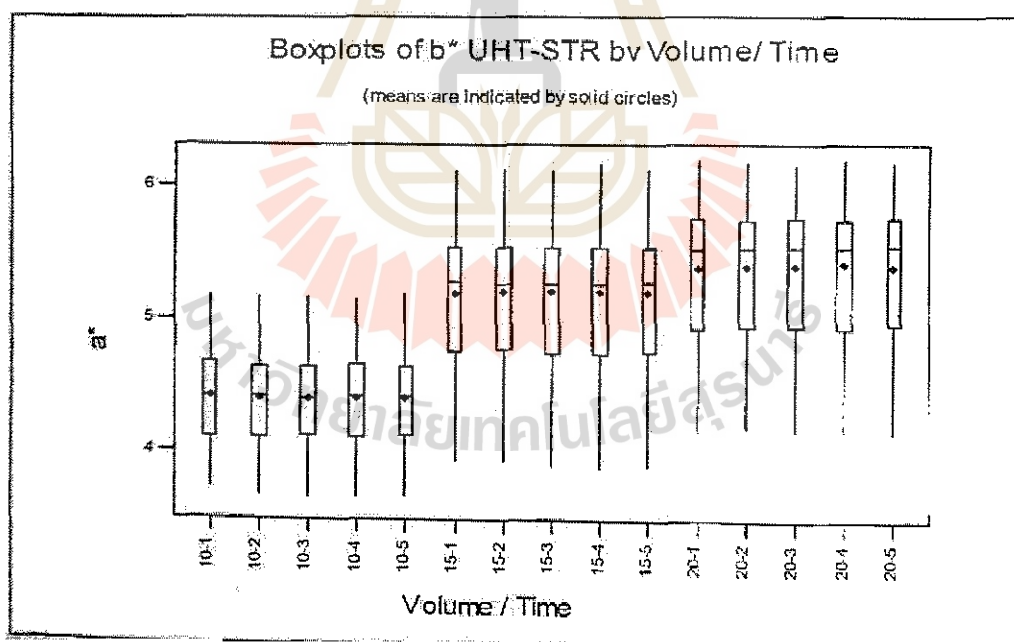
กราฟที่ แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า L* นม UHT- STR โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (means)

Analysis of Variance for b* (รหัสตรวจเบาะรถ)

Source	DF	SS	MS	F	P
Volume/Time	14	56.289	4.021	16.27	0.000
Error	280	69.204	0.247		
Total	294	125.492			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
10-1	20	4.4000	0.4097	(----*----)
10-2	20	4.3990	0.4076	(----*----)
10-3	20	4.3870	0.4125	(----*----)
10-4	20	4.3895	0.4094	(----*----)
10-5	20	4.3915	0.4169	(----*----)
15-1	19	5.1900	0.5394	(----*----)
15-2	19	5.2105	0.5314	(----*----)
15-3	19	5.2084	0.5373	(----*----)
15-4	19	5.2053	0.5421	(----*----)
15-5	19	5.2063	0.5332	(----*----)
20-1	20	5.3775	0.5424	(----*----)
20-2	20	5.3955	0.5358	(----*----)
20-3	20	5.3975	0.5286	(----*----)
20-4	20	5.4010	0.5371	(----*----)
20-5	20	5.3990	0.5320	(----*----)
Pooled StDev =		0.4971		



กราฟที่ แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า b* นม UHT-STR โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (means)