

การเก็บรักษาเปลือกมังคุดสำหรับการย้อมสีสิ่งทอโดยวิธีอบแห้ง

Preserving of Mangosteen Husk for Dyeing by Drying Method

คำนำ

โลกเราอยู่ทุกวันนี้เป็นโลกแห่งสีสันและความสวยงาม สีจึงมีอิทธิพลต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างมากตั้งแต่เกิดจนตาย สีมีอิทธิพลต่ออารมณ์ความรู้สึกของมนุษย์อย่างสำคัญถึงขนาดที่มีศาสตร์ที่ว่าด้วยเรื่องของสีในเกือบทุกแง่มุมของชีวิตมนุษย์ รวมไปถึงการใช้สีในการบำบัดโรค คนแต่ละหมู่เหล่า แต่ละภูมิภาคก็จะมีวัฒนธรรมในเรื่องของสีที่แตกต่างกันที่แสดงออกผ่านทางการแต่งเติมสีสันในข้าวของเครื่องใช้ เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม แต่เดิมมนุษย์รู้จักเลือกสรรสีจากธรรมชาติมาใช้ ไม่ว่าจะเป็นสีจากต้นไม้ สีจากสัตว์ สีจากดิน หิน แร่ธาตุต่างๆ ต่อมาเมื่อวิทยาการทางเทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าขึ้น สีสังเคราะห์จากสารเคมีก็ค่อยๆ เข้ามาแทนที่สีจากธรรมชาติ ทุกวันนี้เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มก็นิยมใช้สีสังเคราะห์มากขึ้น คงไม่ต้องเอ่ยถึงผลเสียที่อาจจะเกิดขึ้นได้ทั้งระยะสั้นและระยะยาวของการใช้สารเคมีสังเคราะห์ แต่มีน้อยคนนักที่จะรู้ว่าสีสังเคราะห์ในเสื้อผ้าก็สามารถก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพร่างกายของผู้สวมใส่ได้เช่นกัน (นิรนาม, 2544) ดังนั้นหากเลือกได้จึงควรหันมาหาสีจากธรรมชาติกันดีกว่า ในธรรมชาติรอบๆ ตัวมีต้นไม้ นานาพรรณเป็นต้นไม้ให้สีที่สามารถนำมาแต่งเติมสีสันในอาหารและเสื้อผ้าได้อย่างงดงามมีรสนิยมน่ารับประทานต่อทั้งมนุษย์เองและสภาพแวดล้อม

ปัจจุบันได้มีการรณรงค์การย้อมสีสิ่งทอด้วยสีธรรมชาติกันมากขึ้น เนื่องจากการย้อมสีธรรมชาติมีผลกระทบต่อทางด้านสภาพแวดล้อมน้อยกว่าสีสังเคราะห์ นอกจากนี้สีที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติมีสีสันสวยงาม ซึ่งมีสีนูนนวลไม่ฉูดฉาด และมีสีอ่อนเย็นตากว่าสีสังเคราะห์และเป็นโทนสีซึ่งมีลักษณะเฉพาะตัว (มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2543) ถึงแม้ว่าในปัจจุบันยังไม่สามารถใช้สีธรรมชาติย้อมผลิตภัณฑ์สิ่งทอในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ แต่ก็พบว่ามีผู้นำสีธรรมชาติมาใช้กับธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดเล็กเพิ่มมากขึ้น แต่ในกระบวนการย้อมสีสิ่งทอด้วยสีธรรมชาติ มีกรรมวิธีที่ยุ่งยาก และมีปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบในบางฤดูกาล วิธีการนำสีธรรมชาติมาแปรรูปให้อยู่ในรูปที่สะดวกในการใช้ สามารถเก็บได้นานและสะดวกในการเก็บรักษา ซึ่งรูปแบบการแปรรูปที่เหมาะสมที่สุด คือ การทำแห้ง

มังกุดเป็นผลไม้ที่มีปริมาณมาก รสชาติดี นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย มังกุดหนึ่งผลจะมีปริมาณเปลือกสูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผลสด ดังนั้นจึงมีการนำเปลือกมังกุดมาใช้ย้อมผ้ากันค่อนข้างมาก (วนิดา และคณะ, 2531; สุรจิตติ, 2531; ศิริ และคณะ, 2536; Hyatt, 1988)

งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากเปลือกมังกุด โดยมีขั้นตอนการเก็บรักษาน้ำสีที่อุณหภูมิต่ำโดยการแช่แข็งและแช่เย็น (ผ่องศรี, 2540) การเก็บรักษาน้ำสีนั้นมักเกิดการบูดเสียและน้ำสีจากเปลือกมังกุดจะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการเก็บทำให้ควบคุมสีย้อมได้ยากขึ้น ดังนั้นจึงควรศึกษาวิธีการเก็บรักษาวิธีอื่น ๆ การทำแห้งเปลือกมังกุดเพื่อเก็บไว้ให้นอกฤดูกาล เป็นวิธีที่น่าสนใจโดยนำไปใช้วิธีตากแดดหรือผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ซึ่งทำให้เปลือกมังกุดแห้งไม่สม่ำเสมอ การอบแห้งและการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมน่าจะเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการเก็บรักษาเปลือกมังกุดเพื่อใช้ในการย้อมสิ่งทอต่อไป

วัตถุประสงค์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาวิธีการเก็บถนอมรักษาเปลือกมังกุดเพื่อใช้ในการย้อมสิ่งทอ โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะ คือ ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังกุดแห้ง ระยะเวลาการเก็บเปลือกมังกุดแห้งต่อสีที่ได้เมื่อใช้ย้อมผ้าไหม และศึกษาผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาเก็บรักษา

ขอบเขตการวิจัย

1. ผ้าที่ใช้ในการทดลองย้อม คือ ผ้าไหม 100 เปอร์เซ็นต์ ที่มีโครงสร้างการทอแบบลายขัด ผ่านการซักขาว ทำความสะอาดและฟอกขาวแล้ว
2. อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองอบแห้งมี 2 ระดับ คือ 50 และ 70 องศาเซลเซียส
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองอบแห้งมี 2 ระดับ คือ 12 และ 14 ชั่วโมง

4. บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลองเก็บเปลือกมังคุดแห้งมี 3 ชนิด คือ ถังกระดาดสีน้ำตาล ฤงพลาตติก และฤงสุญญากาศ
5. ระยะเวลาในการทดลองเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมี 3 ระดับ คือ 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน
6. วิธีการข้อมที่ใช้ในการทดลองมีเพียงวิธีเดียว คือ ใช้สัดส่วนฝ้า:น้ำสี 1:30 อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 45 นาที
7. สารช่วยติด ที่ใช้ในการทดลองข้อมใช้เพียง 1 ชนิด คือ สารส้ม (aluminium potassium Sulfate) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยข้อมทับหลังจากการข้อมสีแล้ว
8. การประเมินค่าสีและความแตกต่างของสีที่ได้ ประเมินเฉพาะค่า L^* , a^* , b^* , C^* , h^* , K/S และ dE^* เมื่อเปรียบเทียบกับสีที่ได้จากการข้อมด้วยเปลือกมังคุดสด

สมมติฐานของการวิจัย

สมมติฐานสำหรับทดสอบค่า L^*

1. อุณหภูมิในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า L^*
2. ระยะเวลาในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า L^*
3. ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า L^*
4. ระยะเวลาในการเก็บเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า L^*
5. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้งไม่มีผลต่อค่า L^*
6. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับชนิดบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่า L^*
7. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า L^*
8. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้งกับชนิดบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่า L^*
9. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้งกับระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า L^*
10. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง และชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่า L^*

11. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า L^*

12. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า L^*

13. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาในการเก็บเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า L^*

สมมติฐานสำหรับทดสอบค่า a^*

1. อุณหภูมิในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า a^*

2. ระยะเวลาในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า a^*

3. ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า a^*

4. ระยะเวลาในการเก็บเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า a^*

5. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้งไม่มีผลต่อค่า a^*

6. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับชนิดบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่า a^*

7. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า a^*

8. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้งกับชนิดบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่า a^*

9. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้งกับระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า a^*

10. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง และชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่า a^*

11. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า a^*

12. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า a^*

13. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาในการเก็บเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า a^*

สมมติฐานสำหรับทดสอบค่า b^*

1. อุณหภูมิในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า b^*

2. ระยะเวลาในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า b^*

3. ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษามังคุดแห้ง ไม่มีผลต่อค่า b^*
4. ระยะเวลาในการเก็บเปลือกมังคุดแห้ง ไม่มีผลต่อค่า b^*
5. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้ง ไม่มีผลต่อค่า b^*
6. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับชนิดบรรจุภัณฑ์ ไม่มีผลต่อค่า b^*
7. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาการเก็บรักษา ไม่มีผลต่อค่า b^*
8. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้งกับชนิดบรรจุภัณฑ์ ไม่มีผลต่อค่า b^*
9. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้งกับระยะเวลาการเก็บรักษา ไม่มีผลต่อค่า b^*
10. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง และชนิดของบรรจุภัณฑ์ ไม่มีผลต่อค่า b^*
11. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง และระยะเวลาการเก็บรักษา ไม่มีผลต่อค่า b^*
12. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาการเก็บรักษา ไม่มีผลต่อค่า b^*
13. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาในการเก็บเปลือกมังคุดแห้ง ไม่มีผลต่อค่า b^*

สมมติฐานสำหรับทดสอบค่า C*

1. อุณหภูมิในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า C*
2. ระยะเวลาในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า C*
3. ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า C*
4. ระยะเวลาในการเก็บเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า C*
5. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้งไม่มีผลต่อค่า C*
6. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับชนิดบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่า C*
7. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า C*
8. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้งกับชนิดบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่า C*
9. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้งกับระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า C*
10. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง และชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่า C*
11. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า C*

12. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า C^*

13. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาในการเก็บเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า C^*

สมมติฐานสำหรับทดสอบค่า h^*

1. อุณหภูมิในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า h^*
2. ระยะเวลาในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า h^*
3. ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า h^*
4. ระยะเวลาในการเก็บเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า h^*
5. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้งไม่มีผลต่อค่า h^*
6. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับชนิดบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่า h^*
7. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า h^*
8. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้งกับชนิดบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่า h^*
9. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้งกับระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า h^*
10. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง และชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่า h^*
11. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า h^*
12. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า h^*
13. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาในการเก็บเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า h^*

สมมติฐานสำหรับทดสอบค่า K/S

1. อุณหภูมิในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า K/S
2. ระยะเวลาในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า K/S
3. ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า K/S
4. ระยะเวลาในการเก็บเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า K/S

13. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาในการเก็บเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า dE^*

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. เป็นแนวทางในการส่งเสริมการใช้สีธรรมชาติจากเปลือกมังคุด ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับมังคุด
2. เป็นแนวทางในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดไว้ใช้สำหรับการย้อมสีนอกฤดูกาล

การตรวจเอกสาร

มังคุด

ลักษณะทั่วไป

มังคุด “ราชินีแห่งไม้ผล” (Queen of fruits) ชื่อสามัญคือ Mangos teen อยู่ในตระกูล Guttiferac มีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Garcinia mangostana* Linn. (สมศักดิ์, ม.ป.ป.; สุรจิตติ, 2531) มังคุดเป็นไม้ผลขนาดกลาง ต้นโตเต็มที่สูง 10-25 เมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นประมาณ 25-35 เซนติเมตร เปลือกของลำต้นมีสีน้ำตาลเข้ม การเจริญเติบโตช้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออายุน้อย ทรงต้นมีลักษณะตั้งตรงและแข็งแรง ทรงพุ่มเป็นแบบปิรามิด มีการแตกกิ่งก้านออกจากลำต้นเป็นรัศมีรอบลำต้นเท่ากันทุกด้าน (นิวัฒน์, ม.ป.ป.) ผลมังคุดมีลักษณะค่อนข้างกลม ส่วนบนและส่วนล่างจะเป็นแผ่นเรียบเล็กน้อย มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6-8 เซนติเมตร ก้านผลสั้นอ้วน มีกลีบรอง กลีบดอก ซึ่งกลายเป็นจุดผลติดอยู่ที่ขั้ว มีเปลือกเรียบและหนาประมาณ 0.4-0.6 เซนติเมตร เปลือกจะเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็น สีม่วง-แดง หรือดำ เมื่อผลแก่ ภายในจะมีเนื้อสีข้างหรือสีเนื้อ 4-8 เมล็ด เนื้อและเมล็ดจะมีความยาวเฉลี่ย 2-2.5 เซนติเมตร กว้าง 0.7-1.2 เซนติเมตร และหนา 0.7-1.2 เซนติเมตร เมล็ดข้างในมีสีน้ำตาล เนื้อของมังคุดจะอ่อนนุ่ม มีรสหวานและจะสลายตัวภายใน 1 เดือน (สมศักดิ์, ม.ป.ป.; วนิดา และคณะ, 2531; ศิริ, 2535)

มังคุดที่ปลูกในปัจจุบันมีอยู่เพียงพันธุ์เดียวคือพันธุ์พื้นเมือง เนื่องจากมังคุดเป็นไม้ผลชนิดเดียวที่ไม่มีการกลายพันธุ์ จึงยังคงสภาพพันธุ์เดิมเอาไว้ พันธุ์มังคุดสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ มังคุดเมืองนนท์และมังคุดปักชำได้ ซึ่งมังคุดทั้งสองนี้จะมีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจนหลายลักษณะ คือ (สมศักดิ์, 2541)

มังคุดเมืองนนท์ มีใบค่อนข้างเรียวยาว ผลมีขนาดเล็ก ส่วนของขั้วผลจะเล็กและยาว เปลือกผลค่อนข้างบาง สีของกลีบที่ปลายขั้วผลมีสีแดง ผลเมื่อสุกจะมีสีม่วงดำให้คุณภาพของเนื้อดี

มังคุดปักชำได้มีลักษณะใบอ้วนป้อม ผลขนาดใหญ่กว่ามังคุดเมืองนนท์ ให้น้ำหนักผลดี ขั้วผลสั้น เปลือกผลหนา กลีบที่ปลายขั้วผลมีสีเขียวเข้ม ผลเมื่อสุกจะมีสีแดงอมชมพู ผลจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงได้ช้ากว่ามังคุดเมืองนนท์

สภาพพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกมังคุด คือ ที่มีสภาพอากาศแบบร้อนชื้นมีฤดูแล้งสั้น แหล่งปลูกในประเทศไทยจะอยู่ที่ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคกลาง ในจังหวัดชุมพร นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี จันทบุรี ตรัง ปราจีนบุรี และนนทบุรี (สมศักดิ์, ม.ป.ป.; สุรศักดิ์, 2531) มังคุดที่ปลูกในพื้นที่ที่แตกต่างกันออกดอกและติดผลในระยะเวลาที่ต่างกัน ดังนั้นในแต่ละปีจะมีมังคุดออกสู่ตลาดอยู่ 2 ช่วง คือ ปลายฤดูแล้ง (เมษายน – มิถุนายน) จะเป็นมังคุดที่ปลูกทางภาคกลางและภาคตะวันออก และต้นฤดูฝน (กรกฎาคม – กันยายน) จะเป็นมังคุดที่ปลูกทางภาคใต้ ทำให้ช่วงการจำหน่ายมังคุดยาวนานถึง 6 เดือน (สมศักดิ์, ม.ป.ป.) และช่วงที่ไม่มีมังคุด คือ ระหว่างเดือนตุลาคม-มีนาคม

อายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม

จากการศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวมังคุดของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้มีการแบ่งระดับสีของมังคุดเมื่อเริ่มเข้าระยะสุกแก่ไว้ 7 ระดับโดยมีความแตกต่างในแต่ละระดับดังนี้ (อัมพิกา, 2547)

ระดับสีที่ 0 ผลมีสีเขียวอมเหลืองสม่ำเสมอ หรือสีขาวอมเหลืองเต็มด้วยสีเขียวอ่อนหรือจุดสีเทา มียางสีเหลืองภายในเปลือกในระดับรุนแรงมาก เนื้อและเปลือกไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ผลที่เก็บเกี่ยวในระยะนี้ถึงแม้ว่าจะเปลี่ยนสีไปเป็นระดับสีที่ 6 ก็ตามแต่ผลที่ได้จะมีรสชาติไม่ดี

ระดับสีที่ 1 ผลมีสีเหลืองอ่อนอมเขียว มีจุดสีชมพูกระจายอยู่ตามรอยร้าวของผิว ผลภายในเปลือกยังคงมีอยู่ในระดับรุนแรง เนื้อและเปลือกยังไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ผลที่เก็บเกี่ยวในระยะนี้ถึงแม้ว่าจะเปลี่ยนสีไปเป็นระดับสีที่ 6 ก็ตามแต่ผลที่ได้จะมีรสชาติไม่ดี

ระดับสีที่ 2 ผลมีสีเหลืองอ่อนอมชมพู มีประสีชมพูกระจายไปทั่วทั้งผล ภายในเปลือกมีปริมาณปานกลาง การแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกทำได้ยากถึงปานกลาง เป็นระยะอ่อนที่สุดสำหรับการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ผลที่มีคุณภาพดี

ระดับสีที่ 3 ผลมีสีชมพูสม่ำเสมอ ประสีชมพูเริ่มขยายเข้ามารวมกันไม่แบ่งแยกกันอย่างชัดเจน เช่น ในระดับสีที่ 2 ภายในเปลือกยังคงมีอยู่น้อยถึงน้อยมาก การแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกปานกลาง

ระดับสีที่ 4 ผลมีสีแดงหรือน้ำตาลอมแดง บางครั้งมีแต้มสีม่วง ขางภายในเปลือกมีน้อยมากถึงไม่มีเลย การแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกดีมากเป็นระยะเกือบจะรับประทานได้

ระดับสีที่ 5 ผลมีสีม่วงแดงภายในเปลือกไม่มียางเหลืออยู่ เนื้อและเปลือกสามารถแยกออกจากกันได้ง่าย เป็นระยะที่รับประทานได้

ระดับสีที่ 6 ผลมีสีม่วงหรือม่วงเข้มจนถึงดำ ซึ่งบางครั้งพบว่าสีม่วงปนอยู่เล็กน้อยภายในเปลือกไม่มียางเหลืออยู่ เนื้อและเปลือกสามารถแยกออกจากกันได้ง่าย เป็นระยะที่เหมาะสมแก่การรับประทาน และเป็นระยะที่ให้สีดีที่สุด

อัมพิกา (2547) พบว่าอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของมังคุดเพื่อการส่งออกควรเป็นระยะที่ผลมังคุดเริ่มมีจุดประสีชมพูตลอดทั้งผล ซึ่งเทียบได้กับระดับสีที่ 2 เนื่องจากมังคุดที่เก็บในระยะนี้จะใช้เวลาประมาณ 4-5 วัน หลังเก็บเกี่ยวในการเปลี่ยนสีเป็นสีม่วงแดง และสามารถบริโภคได้ จึงทำให้อายุการวางจำหน่ายนานกว่าเมื่อเก็บเกี่ยวขณะที่มีสีม่วงแดงหรือม่วงเข้ม (ระดับสีที่ 5 หรือ 6) ซึ่งเหมาะสำหรับการจำหน่ายในตลาดภายในและภายนอกประเทศ

การเก็บรักษาผลมังคุด

วิธีเก็บรักษาความสดของผลมังคุด คือ เก็บไว้ในห้องเย็น ผลมังคุดที่สามารถนำมาเก็บรักษาไว้ได้นานที่สุดเป็นผลมังคุดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวจากต้นในระยะเวลาที่เหมาะสม คือ ในขณะที่ผลมีสีชมพูสม่ำเสมอหรือเริ่มมีสายเลือด และในขณะที่เก็บเกี่ยวจะต้องระมัดระวังให้ผลมังคุดได้รับความกระทบกระเทือนน้อยที่สุด อุณหภูมิในห้องเย็นที่สามารถเก็บรักษาผลมังคุดไว้ได้นานที่สุด คือ 2 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถเก็บมังคุดไว้ได้นาน 42 วัน โดยบรรจุไว้ในถุงพลาสติกไม่เจาะรูปิดปากให้แน่น (และมังคุดจะเน่าเสียหมดในระยะเวลา 49 วัน) และที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ก็เหมาะสมสำหรับเก็บรักษาผลมังคุด โดยนำผลมังคุดบรรจุในถุงพลาสติกเจาะรูและเก็บไว้ในสภาพเหมาะสม วิธีนี้สามารถเก็บมังคุดอยู่ในสภาพดีได้นานถึง 28 วัน (สมศักดิ์, ม.ป.ป.)

สารให้สีจากเปลือกมังคุด

เปลือกผลมังคุดมีสารสีเหลืองซึ่งละลายได้ในเอทานอล และสามารถนำไปย้อมผ้าได้ นอกจากนั้นเปลือกมังคุดผสมกับลูกสมอไทย เมื่อนำไปย้อมผ้าจะได้สีดำ (วนิดา และคณะ, 2531; สุรจิตติ, 2531; ศิริ และคณะ, 2536; Hyatt, 1988)

ในเปลือกของมังคุดมีสารให้สีชื่อ แอนโทไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งสามารถสกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกในเมทานอลและเอทานอล โครงสร้างของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนไปเมื่อความเป็นด่าง (pH) ของสารละลายสูงขึ้น (pH 1-6) ที่ pH ประมาณ 1 แอนโทไซยานิน ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของเกลือฟลาวิลเลียม (flavylium) ซึ่งมีสีแดงมีเสถียรภาพสูงและสามารถละลายได้ทั้งในน้ำและแอลกอฮอล์ (วรรณา และคณะ, 2532)

แอนโทไซยานินจัดอยู่ในกลุ่มของฟลาโวนอยด์ ซึ่งอยู่ในรูปของเกลือ เป็นสารประกอบที่มีหมู่ -OH เกาะอยู่ที่วงเบนซีนในตำแหน่งต่างๆ อีกหลายหมู่ สามารถละลายได้ในน้ำ มีการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นแตกต่างกัน ทำให้สารแอนโทไซยานินมีสีม่วง สีน้ำเงิน และสีแดง (วนิดา และคณะ, 2531; เทียนศักดิ์, 2536; Britton, 1983)

โครงสร้างและสมบัติของไหม

ไหมเป็นแมลงจำพวกหนึ่งในวงศ์ Bombycidae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Bombyx mori* จำแนกตามแหล่งกำเนิดเป็น 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ญี่ปุ่น พันธุ์จีน และพันธุ์ยุโรป รังไหมมีทั้งสีขาวและสีเหลือง น้ำหนัก 0.3-0.5 กรัม เส้นไหมมีขนาด 2.0-4.5 ดีเนียร์ (โมโดอิ และคณะ, 2530; มณฑา, 2541)

โครงสร้างของเส้นไหม

ไหมเป็นเส้นใยยาวต่อเนื่องตลอดเส้น มีผิวที่ราบเรียบแต่ไม่สม่ำเสมอตามความยาวของเส้นใย พื้นที่หน้าตัดเป็นสามเหลี่ยมมุมมน มีความละเอียดมาก ดังแสดงในภาพที่ 1 ไหมมีองค์ประกอบหลักทางเคมี คือ โปรตีนที่เรียกกันว่าไฟโบรอิน (fibroin) ประกอบด้วยธาตุที่สำคัญคือ C, H, O, N และปริมาณ S มีน้อยมากตามโมเลกุลข้างเคียง ลักษณะจะเป็นลูกโซ่โมเลกุลยาวเหยียด

ไม่พบตัวกันเหมือนขนสัตว์ โมเลกุลจึงเรียงตัวกันยาวและเกาะตัวกันได้แน่นกว่า (วีระศักดิ์, 2543; Hollen *et al.*, 1979; Nakamura, 2000)



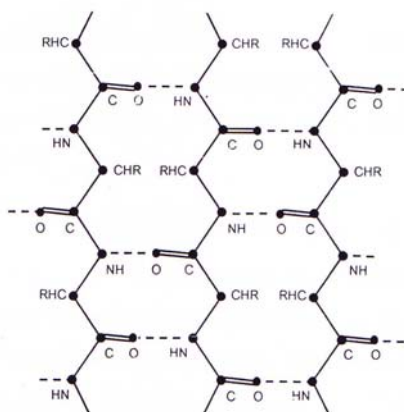
(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 ภาพถ่ายเส้นไหม ภาพ (ก) เป็นภาพตัดขวางและภาพ (ข) เป็นภาพถ่ายตามยาว
ที่มา: วีระศักดิ์ (2543); Hollen *et al.* (1979)

เส้นไหมประกอบด้วยโปรตีนธรรมชาติ 97 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นเป็นจีฟิ์ง
คาร์โบไฮเดรต วัตคูมีลี สารอนินทรีย์ โปรตีนของเส้นไหมเรียกว่า ไฟโบรอิน ในขณะที่
โปรตีนเซรีซิน (sericin) มีลักษณะเหนียวเหมือนกาวเคลือบติดกับเส้นไหม เพื่อช่วยยึดเส้นไหมไว้
ด้วยกันโปรตีนของไหมประกอบด้วยกรดอะมิโน (amino acids) ซึ่งเกาะกันเป็นโซ่โพลีเปปไทด์
(polypeptide chain) (อัจฉราพร, 2533; นวลแข, 2542; วีระศักดิ์, 2543; Morton and Hearle, 1975)
ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โมเลกุลที่ต่อกันเป็นลูกโซ่ยาวเหยียดของไหม
ที่มา: วีระศักดิ์ (2543); Morton and Hearle (1975)

สมบัติทางกายภาพ

ใยไหมมีความเหนียว 2.4-5.1 กรัม/ดีเนียร์ และมีการยืดตัวได้สูงสุด 15% ถ้ายืดตัวออกไป 2% จะหดตัวกลับได้ 90% การคืนตัวของใยไหมอยู่ในระดับปานกลาง ใยไหมมีความทนต่อการขัดถูได้ดีและทนต่อการขีดข่วนได้ดี เมื่อผ่านการซักผ้าจะหดแต่เมื่อคั่งและรีดก็จะคืนกลับเข้าสู่ขนาดเดิมได้ ใยไหมสามารถดูดความชื้นได้ 11% และมีความถ่วงจำเพาะ 1.25 (มณฑา, 2541)

สมบัติทางเคมี

ใยไหมจะไม่ทนต่อสารฟอกขาวชนิดที่มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบ รวมทั้งไม่ทนต่อแสงแดดและความร้อน เพราะจะลดความเหนียวและความแข็งแรงของเส้นใยได้ กรดและด่างเข้มข้นสามารถละลายใยไหมได้ กรดไนตริกทำให้ใยไหมมีสีเหลือง ในขณะที่ใยไหมจะทนต่อสารทำลายอินทรีย์ทุกชนิด ถ้าไหมเปียกแห้งจะเห็นรอยเปื่อยได้ง่ายและเมื่อแห้งจะเห็นคราบรอยเปื้อนได้ง่าย (มณฑา, 2541; ลีลี, 2541; วีระศักดิ์, 2543)

การย้อมสีไหม

ไหมมีความสามารถในการรับสีย้อมได้ดีมาก ในการย้อมสีไหมนั้นนิยมใช้ สีแอซิด และยังมีสีอื่นๆ คือ สีไคเรค สีเบสิก สีมอร์แดนท์ สิริแอคทีฟ และสีธรรมชาติ (วีระศักดิ์, 2543) ส่วนปฏิกิริยาต่อการย้อมสีเส้นใยไหมประกอบด้วยหมู่อะมิโนและหมู่คาร์บอกซิล กลไกการย้อมเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างกรดอะมิโนที่เป็นด่างของเส้นใยกับแอนไอออนของสีเป็นพันธะไอออนิก ระหว่างประจุบวกของโพลีเมอร์ใยไหมและประจุลบของสี (วีระศักดิ์, 2543; Aspland, 1993 a)

สีธรรมชาติและ การย้อม

สีธรรมชาติ เป็นสีที่ได้จากพืช สัตว์ และแร่ธาตุ ใช้กับอาหาร เครื่องสำอาง หรือผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น สิ่งทอ โดยส่วนใหญ่ได้จากส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ ลำต้น เปลือก ราก แก่น ใบ ดอก และผล สีธรรมชาติที่ใช้ในการย้อมสิ่งทอที่รวบรวมไว้มีดังนี้ (พนัส, 2540; นวพร, 2540)

สีเหลือง ได้จากแก่นแกลแล แก่นขนุน ขมิ้นชัน มะพุด

สีแดง ได้จาก ครั่ง ผาง รากยอ ดอกคำฝอย

สีน้ำเงิน ได้จากคราม ส้อม

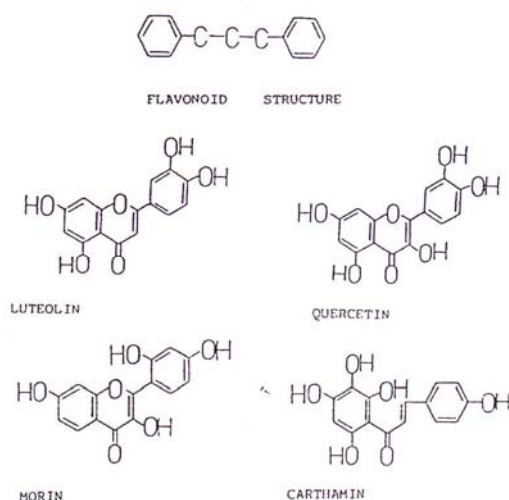
สีเขียว ได้จากใบหูกวาง ใบสมอ เปลือกทับทิม

สีม่วง ได้จากเปลือกมังคุด

สีดำ ได้จากถูกลมะเกลือ สมอไทย ถูกระเจาย

พืชแต่ละชนิดให้สีที่แตกต่างกัน เนื่องจากในพืชนั้นมีสารให้สีที่แตกต่างกันซึ่ง พยอม (2524); เทียนศักดิ์ (2539) และ Britton (1983) ได้กล่าวถึงสารให้สีที่สำคัญ 4 ชนิด ดังต่อไปนี้

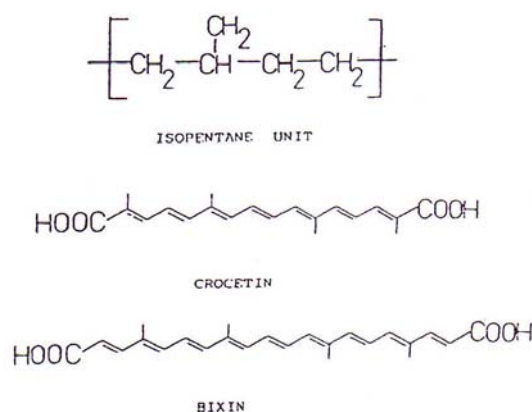
1. สารประกอบฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ชนิดนี้ใช้เป็นสีย้อมกันมาก มักให้สีเหลืองถึง ส้ม-เหลือง มีสูตรโครงสร้างพื้นฐานเป็น $C_6-C_3-C_6$ โดยที่ C_6 ส่วนมากเป็นวงเบนซีน (benzenering) ดังแสดงในภาพที่ 3 (เทียนศักดิ์, 2536)



ภาพที่ 3 โครงสร้างของสารให้สีฟลาโวนอยด์

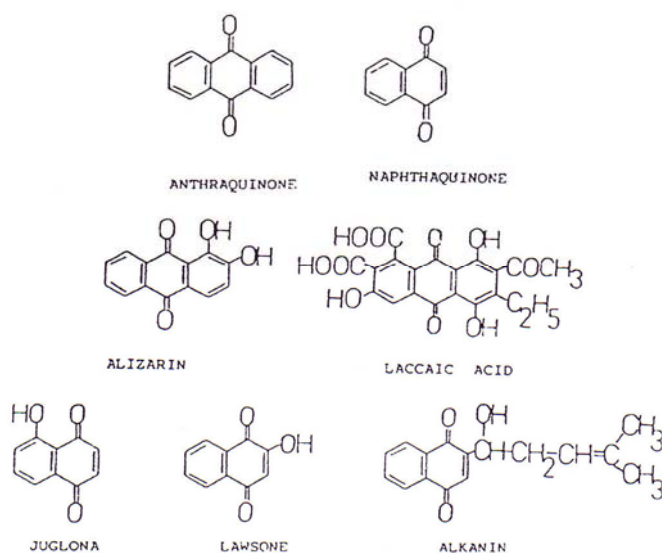
ที่มา: เทียนศักดิ์ (2536)

2. สารประกอบเทอร์ปีนอยด์ หรือไอโซปีนอยด์ (terpenoids or isoprenoids) สารในกลุ่มนี้เป็นสารที่มีชีวสังเคราะห์จากหน่วยไอโซเพนเทน (isopentane unit, C_5) เช่น crocetin จาก หญ้าฝรั่น (saffron) มีสีเหลือง bixin จากเมล็ดคำแสดให้สีส้ม-แดง มีสูตรโครงสร้าง ดังแสดงในภาพที่ 4



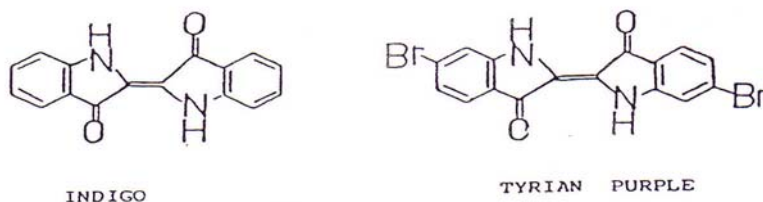
ภาพที่ 4 โครงสร้างของสารให้สีพวกเทอร์ปีนอยด์บางชนิด
ที่มา: วีระศักดิ์ (2543)

3. สารประกอบแอนทราควิโนน และแนฟทาควิโนน (anthraquinones and naphthaquinones) สารในกลุ่มนี้มักจะให้สีแดง แอนทราควิโนนที่ใช้เป็นสีย้อม เช่น alizarin จากรากต้น madder และจากแก่นของต้นยอ laccaic acid จากครั่ง ส่วนแนฟทาควิโนน เช่น juglone จากเปลือกมันฮ่อให้สีเขียวถึงน้ำตาล มีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 โครงสร้างของสารให้สีพวกแอนทราควิโนนและแนฟทาควิโนนบางชนิด
ที่มา: วีระศักดิ์ (2543)

4. สารประกอบแอลคาลอยด์ (alkaloids) สารในกลุ่มนี้มักจะได้จากพืชชั้นสูงและจะมีไนโตรเจนอะตอมอยู่ในโมเลกุล ได้แก่สี indigo จากต้นคราม ซึ่งให้สีน้ำเงิน มีสูตรโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 โครงสร้างของสารให้แอลคาลอยด์

ที่มา: เทียนศักดิ์ (2539)

กรรมวิธีในการย้อมสีธรรมชาติ

การดูดติดสีของเส้นใย

สีธรรมชาติ เป็นสีที่สามารถละลายได้ในน้ำ และมีสมบัติพิเศษที่สามารถติดเส้นใยได้ด้วยตัวเอง (substantivity) โดยไม่ต้องใช้สารอื่นช่วยในการย้อม มีลักษณะคล้ายสีสังเคราะห์ชนิดหนึ่ง คือ สีไคเรกท์ เป็นสีที่ติดง่ายและหลุดง่าย ความคงทนต่ำ เป็นสีที่ไม่สดใส (ขำญฤทัย และเดือนใจ, ม.ป.ป.; เทียนศักดิ์, 2539)

สีธรรมชาติเริ่มย้อมที่อุณหภูมิห้อง แต่จะย้อมติดสีได้ดีที่อุณหภูมิสูงประมาณ 80-100 องศาเซลเซียส ระหว่างการย้อมต้องหมั่นคนเพราะสีธรรมชาติตกตะกอนง่าย ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้การย้อมสีต่าง สีธรรมชาติมีสมบัติพิเศษ คือ สามารถกระจายตัวได้ดี ดังนั้นถ้าเกิดปัญหาสีต่างหรือสีไม่สม่ำเสมอเมื่อครบกำหนดเวลาย้อมแล้ว สามารถแก้ไขโดยการเติมน้ำย้อมเพื่อรักษาระดับน้ำย้อมเดิมและย้อมต่อจนกว่าจะหายต่าง (ขำญฤทัย และเดือนใจ, ม.ป.ป.; เทียนศักดิ์, 2539)

หลักการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ แบ่งออกได้ 3 หลักการคือ (พยอม, 2524; เทียนศักดิ์, 2539)

1. หลักการย้อมสีไดเรกต์ สีเบสิกและสีแอซิก (direct dyes, basic dyes and acid dyes) ในกรณีที่ใช้ย้อมใยฝ้ายและใยเซลลูโลสอื่นๆ สีย้อมจะเกิดพันธะเคมีโดยตรงกับเส้นใย คือ โมเลกุลของเซลลูโลสในเส้นใยจะเชื่อมกับสีโดยพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bonds) ส่วนในกรณีที่ใช้ย้อมเส้นใยโพลีเอสเตอร์ซึ่ง ได้แก่ ขนสัตว์และไหม โมเลกุลเส้นใยจะมีทั้งส่วนที่เป็นหมู่กรด (acidic group, -COOH) และหมู่เบส (basic group, -NH₂) ซึ่งทั้งสองส่วนนี้จะเกิดปฏิกิริยากับส่วนที่เป็นหมู่เบสหรือกรดในโมเลกุลของสีเกิดเป็นเกลือขึ้น (salt formation) ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวกันแบบไอออนิก (ionic interaction)

2. หลักการย้อมสีวัต (vat dyes) โดยวิธีย้อมสีที่เป็นสีในพืชให้เป็นสารที่ละลายน้ำได้ก่อน แล้วจึงนำผ้ามาย้อมในสารละลายนั้น หลังจากนั้นก็นำผ้าที่ย้อมแล้วไปผึ่งให้สัมผัสอากาศ การผึ่งทำให้โมเลกุลของสีเกิดการออกซิไดส์โดยออกซิเจนในอากาศกลับไปอยู่ในรูปเดิมที่เป็นสีไม่ละลายน้ำ โมเลกุลของสีจึงแข็งตัวอยู่ในเส้นใย

3. หลักการย้อมสีมอร์แดนต์ (mordant dye) การย้อมโดยวิธีนี้เป็นการย้อมที่ใช้สารช่วยติดเพื่อช่วยให้การยึดติดระหว่างสีกับเส้นใยดีขึ้น ทำให้สีมีความคงทน ไม่ตกสีหรือซีดง่าย สารช่วยติดที่ใช้ คือ สารละลายของเกลือโลหะ เช่น เกลือของอลูมิเนียม ทองแดง โครเมียม ดีบุก เหล็ก และแทนนิน เป็นต้น

การใช้สารช่วยติดในการย้อมทำได้ 3 ลักษณะ คือ (นิรนาม, 2544)

1. การใช้สารช่วยติดก่อนการย้อมสี (premordant method) เป็นการนำผ้า หรือเส้นใย ไปชุบสารช่วยติด เพื่อให้สารช่วยติดจับเกาะผิว หรือเส้นใยก่อนนำไปย้อมสี

2. การใช้สารช่วยติดขณะย้อมสี (metamordant method) เป็นการใส่สารช่วยติดลงในน้ำย้อมแล้วจึงนำเส้นใยลงย้อม

3. การใช้สารช่วยติดภายหลังการย้อมสี (aftermordant method) เป็นการนำผ้าหรือเส้นใยไปย้อมสีก่อนจะนำไปชุบสารช่วยติด

ข้อดีและข้อจำกัดของสิทธิธรรมชาติ

ข้อดีของสิทธิธรรมชาติ

สิทธิธรรมชาติไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ซื้อและผู้บริโภคเพราะทำมาจากพืชผักธรรมชาติและน้ำที่หล่ออยู่ก็ไม่มีอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และวัตถุดิบก็หาได้ในบริเวณบ้าน หมู่บ้านและในป่า ไม่ต้องเสียเงินซื้อ ทำให้ขาดดุลการค้าเมื่อสั่งซื้อจากต่างประเทศและผู้ที่สั่งซื้อจากต่างประเทศเป็นสิ่งที่ไม่มีคุณภาพด้วย สิทธิธรรมชาติสามารถเรียนรู้ได้ พัฒนาได้ด้วยตนเองเป็นภูมิปัญญาของชาวบ้าน ทำให้ชาวบ้านมองเห็นคุณค่าของต้นไม้ และรู้จักใช้ประโยชน์ของต้นไม้อย่างสูงสุด และสามารถควบคุมเทคโนโลยีของตนเองได้ แต่ถ้าเมื่อใดมีการซื้อสิเค็มก็ต้องมีการพึ่งพาตลาด สิทธิธรรมชาติทำให้เกิดสีใหม่ สีแก่ สีเข้ม สีอ่อน ได้หลากหลายตามการใช้ตัวดสี ได้แก่ สารส้ม ด่าง น้ำ สนิม หรือแม้แต่ใบไม้ ก็ให้สีแก่-อ่อนแตกต่างกันไป ส่วนในด้านความสัมพันธ์ระหว่างคนซื้อสีกับต้นไม้ คนซื้อสีมองเห็นคุณค่าของต้นไม้มากขึ้น เห็นคุณค่าประโยชน์และไม่ทำลายแต่จะใช้อย่างมีคุณค่าและปลูกทดแทนมากขึ้น (พูนทรัพย์, 2539)

ข้อจำกัดของสิทธิธรรมชาติ

ปัญหาด้านตลาด คือ ไม่สามารถผลิตได้ในปริมาณมากและไม่สามารถผลิตสีตามที่ตลาดต้องการได้ ผ้าที่ย้อมด้วยสิทธิธรรมชาติจะมีสีซีดจางและมีความคงทนต่อแสงน้อย ต้องพัฒนาให้มีคุณภาพสูงกวานี้ ผู้ซื้อไม่ยอมรับสิทธิธรรมชาติ ต้องมีมาตรฐานให้ผู้ซื้อยอมรับได้ และในการซื้อสิทธิธรรมชาติ ถ้าคิดถึงเรื่องธุรกิจมากเกินไปจะทำให้ไม่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม จะมีต้นไม้ตายมาก (พูนทรัพย์, 2539)

การเก็บวัสดุสีย้อม

ผลไม้สด ควรเก็บตอนสุกงอมจะให้สีมากที่สุด ถ้ายังไม่สุกจะไม่มีสี หรือมีสีน้อย ดอกไม้ ควรเก็บตอนเริ่มบานออกเต็มที่ ใบ กิ่ง ก้าน และลำต้น ควรเก็บในช่วงปลายฤดูก่อน ต้นไม้เหี่ยวแห้ง สีจากแร่ธาตุ ดินจะเก็บเมื่อไหร่ ช่วงไหนของปีก็ได้ พืช (เปลือกแข็งเช่น นัท) เก็บเมื่อแก่เต็มที่ ซึ่งส่วนใหญ่จะร่วงแล้ว จึงควรเก็บส่วนที่ร่วง หอยใช้เปลือก

การเก็บรักษาวัสดุที่ย้อม

1. การเก็บรักษาผลไม้สด ควรใช้วิธีทำแห้ง (ผึ่งให้แห้ง/อบลมร้อน) หรือแช่แข็ง การอบลมร้อนจะทำให้สูญเสียสี หรือทำให้เปลี่ยนสี ส่วนใหญ่เปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล วิธีที่ดีที่สุดควรผึ่งให้แห้งในที่ร่ม อาจวางหรือใส่ในถาด 1 วัน ควรมีการพลิกกลับด้าน เก็บในที่แห้ง วิธีแช่แข็ง ทำให้สีเปลี่ยนน้อยมากแทบจะไม่เปลี่ยนสี ควรชั่งน้ำหนักก่อนใส่ถุงพลาสติก เขียนวัน/เดือน/ปี ชนิด แล้วเก็บเข้าสู่ตู้แช่แข็งทันทีเมื่อจะใช้น้ำไปต้ม วิธีนี้จะใช้วิธีการสกัดสีโดยวิธีการต้ม (ไม่มีการสูญเสียสี)

2. การเก็บรักษาส่วนที่เป็นดอก ดอกไม้บางชนิดเก็บรักษาไม่ได้ ควรใช้สภาพดอกสด แต่บางชนิดเก็บรักษาได้โดยการผึ่งลมหรือใช้เตาอบที่อุณหภูมิไม่สูงนัก เช่น กลีบดอกดาวเรือง การนำดอกไม้ผึ่งลมต้องคลี่ให้กระจายตัวและพลิกระหว่างวันโดยการตากในที่ร่ม ถ้าไม่มีเตาอบสามารถทำได้โดยใช้ไฟอ่อนที่สุด ให้น้ำค่อย ๆ ระเหยไป ไม่ควรใช้วิธีแช่แข็ง

3. การเก็บรักษาส่วนที่เป็นเนื้อไม้ ลำต้น ราก ใช้วิธีผึ่งลมตากแห้งให้น้ำค่อย ๆ ระเหยไป อาจใช้เตาอบได้ ไม่ควรให้ความร้อนสูงเกินไป การเก็บควรเขียน วัน/เดือน/ปี ชนิด เก็บไว้ในถุงมีรู (อาจเก็บไว้ในถุงกระดาษหรือถุงผ้า) เก็บในที่แห้ง ถ้าเป็นราก กิ่งก้านใหญ่ ควรวางเรียงบนชั้น (หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ในถุง) เวลาเอาของที่แห้งออกมาใช้ต้องแช่น้ำก่อนในระยะเวลา 24-72 ชั่วโมง ก่อนนำย้อม อาจลดระยะเวลาได้ด้วยการต้ม ระยะเวลาแช่น้ำขึ้นอยู่กับขนาดวัสดุ ดังนั้น จึงควรหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ

4. ส่วนที่เป็นใบ ลำต้น กิ่ง ไม่ควรแช่แข็งแต่ทำให้แห้งโดยผึ่งลม อาจทำให้สูญเสียสีไปบ้างไม่ควรอบด้วยเตาอบ เวลาใช้น้ำมาแช่น้ำไม่นานเท่ารากกับต้นไม้ ขึ้นอยู่กับขนาด

5. โคลน เก็บโดยวิธีปล่อยให้แห้งตามธรรมชาติ การอบไม่มีผลซึ่งไม่จำเป็น เวลาจะใช้แค่เติมน้ำลงไป

6. เปลือกหอย เปลือกนัท ใช้วิธีผึ่งลมให้แห้งเป็นวิธีที่ดีที่สุด ส่วนเปลือกสามารถทุบแตกเป็นชิ้นเล็กๆ ละลายง่ายกว่า เวลาใช้ย้อมแช่น้ำทิ้งไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง (ขจิจรัส, 2547)

การทำแห้ง

การทำแห้งหรือการกำจัดน้ำ (drying) หมายถึง การใช้ความร้อนภายใต้สภาวะควบคุม เพื่อกำจัดน้ำส่วนใหญ่ออกในวัสดุ โดยการระเหยน้ำหรือการระเหิดของแข็งในการอบแห้งแบบ ระเหิด (freeze drying) จำจำกัดความนี้จะไม่รวมถึงการกำจัดน้ำออกจากวัสดุด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การ แยกโดยทางกล การทำให้ชื้นโดยใช้เมมเบรน การระเหย และการอบ เนื่องจากในกระบวนการ เหล่านี้จะมีการกำจัดน้ำน้อยกว่าการทำให้แห้ง วัตถุประสงค์ของการกำจัดน้ำคือการยืดอายุการ เก็บรักษาวัสดุโดยการลดค่าอัตราการเสื่อมสภาพ ซึ่งส่งผลยังการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และ การทำงานของเอนไซม์ โดยทั่วไปอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ในระหว่างกระบวนการมักจะต่ำพอที่จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนั้นการลดน้ำหนักและปริมาณของวัสดุยังช่วยลด ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและขนส่งเพิ่มความหลากหลายและความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค (วิลโล, 2546)

การถ่ายเทความร้อนและมวลสาร

ในการทำแห้งจะต้องมีการให้พลังงานแก่วัสดุ ทำให้น้ำในวัสดุเปลี่ยนสถานะเป็นไอ แล้ว เคลื่อนย้ายออกจากวัสดุ แสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อนจากธรรมชาติและกระแสลมที่พัดผ่าน วัสดุทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายไอน้ำ เนื่องจากพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ให้อุณหภูมิไม่ได้สูง นักและกระแสลมธรรมชาติไม่สูงพอ ทำให้การตากแห้งต้องใช้เวลานาน ดังนั้นจึงมีการพัฒนา เครื่องอบที่มีการให้พลังงานความร้อนในปริมาณที่ควบคุมได้ และมีอุปกรณ์ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำ ออกจากผิววัสดุ การถ่ายเทความร้อนและมวลสารเกิดได้เร็ววัสดุจึงแห้งได้เร็วขึ้น การถ่ายเท ความร้อนและมวลสารระหว่างการอบแห้งทำได้หลายวิธีคือ (วิลโล, 2546)

1. การให้กระแสลมร้อนเคลื่อนที่ผ่านวัสดุ กระแสลมร้อนทำหน้าที่ให้ความร้อนและ เคลื่อนย้ายไอน้ำ การถ่ายเทความร้อนแบบนี้เป็นแบบการพาความร้อน (convection)

2. การแผ่รังสีเป็นชั้นบางๆ บนพื้นผิวที่ให้ความร้อนวัสดุได้รับความร้อนแบบการนำ ความร้อน(conduction) ทำให้อุณหภูมิกระจายตัวได้ดี วัสดุจึงแห้งในเวลาสั้นๆ อาจมีระบบดูดอากาศ ออกจากผิววัสดุ ซึ่งทำให้สามารถลดความชื้นได้ต่ำลงอีกหรือไม่ต้องใช้อุณหภูมิที่สูงนัก

3. การให้ความร้อนแก่วัสดุในเครื่องอบด้วยการนำความร้อนหรือการแผ่รังสีร่วมกับการดูดอากาศที่มีไอน้ำออกไปควบแน่นข้างนอก

4. การปรับสภาพความดันและอุณหภูมิให้น้ำในวัสดุเป็นของแข็งที่ระดับต่ำกว่าจุดรวมสามสถานะ (triple point) แล้วให้พลังงานความร้อนหรือลดความดันลงอีกทำให้เกิดการระเหิดน้ำเปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นไอโดยตรง วิธีการนี้เรียกว่าการทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็ง (freeze drying หรือ lyophilization)

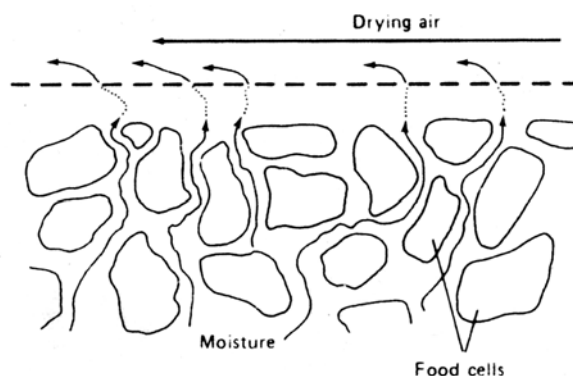
การเคลื่อนที่ของน้ำ

การเคลื่อนที่ของน้ำเมื่อได้รับพลังงานความร้อนจากภายในชั้นวัสดุออกมาที่ผิวของวัสดุ มี 2 วิธี คือ (สุคนธ์ชื่น, 2546)

1. การเคลื่อนที่ด้วยแรงผ่านช่องแคบ (capillary force) เป็นการเคลื่อนที่ในวัสดุที่มีเซลล์โปรง มีช่องว่างระหว่างเซลล์ต่อเนื่องกันเป็นทางแคบๆ เกิดแรงดันของน้ำขึ้นมาตามท่อ การเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นได้สะดวกรวดเร็วแต่จะหยุดเมื่อน้ำในทางแคบๆ นั้นขาดตอนลง

2. การเคลื่อนที่ด้วยการแพร่ (diffusion) ผ่านเซลล์เป็นการเคลื่อนที่ในวัสดุที่มีเนื้อแน่น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ที่ต่อเนื่องเป็นทางแคบๆ หรือเกิดในวัสดุที่อบแห้งไประยะหนึ่งที่แรงผ่านช่องแคบหมดไปแล้ว น้ำจะต้องแพร่ผ่านเซลล์จึงเคลื่อนที่ได้ช้า

เมื่อน้ำเคลื่อนที่มาที่ผิววัสดุแล้วจึงระเหยกลายเป็นไอ เคลื่อนย้ายออกไปกับกระแสลม หรือถูกดูดออกไปด้วยระบบสุญญากาศ (สุคนธ์ชื่น, 2546)



ภาพที่ 7 การเคลื่อนที่ของความชื้นระหว่างการทำแห้ง
ที่มา: วิไล (2546)

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง

การทำแห้ง คือ การเคลื่อนย้ายน้ำออกจากวัสดุ ปัจจัยใดๆ ที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายนี้จึงมีผลต่ออัตราเร็วการทำแห้ง ได้แก่ (สุคนธ์ชิน, 2546)

1. ธรรมชาติของวัสดุ วัสดุเนื้อโปรงมีการเคลื่อนที่ของน้ำภายในวัสดุแบบผ่านช่องแคบ ซึ่งเร็วกว่าการแพร่ในวัสดุเนื้อแน่น ดังนั้นวัสดุเนื้อโปรงจึงแห้งได้เร็วกว่าวัสดุเนื้อแน่น วัสดุที่มีน้ำตาลสูงจะเหนียวเหนอะหนะกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำจึงแห้งช้า วัสดุที่มีการลวก นวดคลึง ทำให้เซลล์แตกจึงแห้งได้เร็วขึ้น
2. ขนาดและรูปร่างของวัสดุ ขนาดและรูปร่างของวัสดุมีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนัก เช่น รูปร่างเหมือนกัน ขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่จึงแห้งได้เร็วกว่า แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศที่จะเกิดการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปได้ ถ้าชิ้นเล็กมากทับถมกัน การระเหยเกิดได้เฉพาะที่ผิวสัมผัสกับอากาศจึงเกิดได้ช้าต่างๆ ที่พื้นที่ต่อหน่วยน้ำหนักมาก
3. ตำแหน่งของวัสดุในเตา น้ำในวัสดุที่สัมผัสกับลมร้อนได้ดีกว่า หรือสัมผัสกับลมร้อนที่มีความชื้นต่ำย่อมระเหยได้ดีกว่า

4. ปริมาณวัสดุต่อถาด ถ้าปริมาณวัสดุต่อถาดมากเกินไป วัสดุส่วนล่างไม่ได้สัมผัสกับอากาศร้อน หรือได้รับความร้อนจากถาดแล้ว แต่ไอน้ำไม่สามารถแพร่กระจายผ่านชั้นวัสดุตอนบนออกมาได้จึงแห้งช้า

5. ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน อากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มากจะรับไอน้ำเพิ่มได้น้อย จึงมีผลในช่วงอัตราการทำแห้งคงที่

6. อุณหภูมิของอากาศร้อน ถ้าอากาศมีความชื้นสูงที่การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำ จึงมีผลต่อการทำแห้งในช่วงอัตราการทำแห้งคงที่ และอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้การแพร่กระจายของน้ำดีขึ้น จึงมีผลต่อการอบในช่วงอัตราการทำแห้งลดลงด้วย

7. ความเร็วของลมร้อนทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปด้วย เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจึงเคลื่อนย้ายได้ดีขึ้น การเคลื่อนย้ายเกิดขึ้นเต็มที่ที่ความเร็วลม 244 เมตรต่อนาที นอกจากนั้นความเร็วลมทำให้เกิดกระแสปั่นป่วนของอากาศในเตา อากาศจึงสัมผัสวัสดุได้ดีขึ้น

ประโยชน์ของการทำแห้ง

การทำแห้งมีประโยชน์ดังนี้

1. ป้องกันการเน่าเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ ปฏิกิริยาเคมีและเอนไซม์
2. ทำให้มีวัสดุสำหรับย้อมสีธรรมชาติใช้ในยามขาดแคลน และมีชั้นออกฤดูกาลหรือในแหล่งห่างไกล
3. เก็บวัสดุสีย้อมธรรมชาติไว้ได้นานโดยไม่ต้องใช้ตู้เย็นให้เปลืองค่าใช้จ่าย
4. ลดน้ำหนักวัสดุทำให้สะดวกในการบรรจุ เก็บรักษา และขนส่ง
5. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น สีย้อมจากเปลือกมังคุดอบแห้ง
6. ให้ความสะดวกในการใช้

การเก็บวัสดุแห้ง

สุคนธ์จีน (2546) ได้อธิบายหลักเกณฑ์การเก็บอาหารแห้ง ซึ่งสามารถประยุกต์กับการเก็บวัสดุอื่นๆ รวมทั้งเปลือกมังคุดแห้งได้ดังนี้

เปลือกมังคุดแห้งควรเก็บที่ค่าวอเตอร์แอกทिवิตีต่ำกว่า 0.70 จะปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ แต่ทั้งนี้ต้องรักษาวอเตอร์แอกทिवิตีไม่ให้เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามยังมีการเสื่อมเสียอื่นๆ อีก ทำให้ต้องเก็บเปลือกมังคุดแห้งที่ค่าวอเตอร์แอกทिवิตีต่ำกว่านี้มาก และหลีกเลี่ยงสภาวะที่ส่งเสริมการเสื่อมเสียของเปลือกมังคุดแห้ง ได้แก่

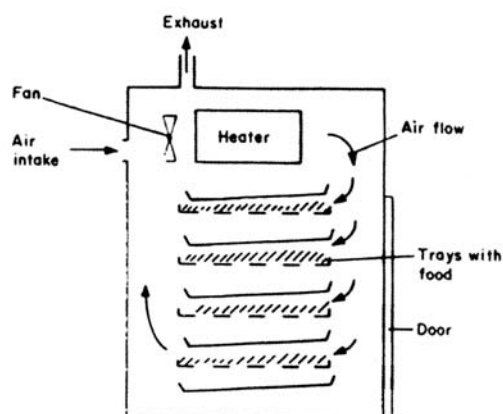
1. การออกซิไดส์เอง (autooxidation) เนื่องจากอากาศมักเกิดกับไขมันทำให้เหม็นหืน เกิดกับวิตามินเอ ซี ทำให้เสื่อมเสียคุณค่า เกิดกับคลอโรฟิลล์แอนโทไซยานิน ทำให้เกิดสีซีด เกิดกับน้ำมันหอมระเหยและสารให้กลิ่น ทำให้กลิ่นเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงปัจจัยที่เสริมปฏิกิริยาคือแสงและอุณหภูมิสูง
2. เนื่องจากเอนไซม์ที่อยู่ในเปลือกมังคุดแต่แรกหรือมาจากแหล่งอื่นภายหลัง จึงต้องมีการทำลายเอนไซม์
3. การเปลี่ยนสีเนื่องจากอุณหภูมิ หลีกเลี่ยงโดยไม่เก็บในที่ร้อนหรือเก็บในที่อากาศถ่ายเท
4. การเกาะจับตัวเป็นก้อน เนื่องจากความชื้นจากอากาศ หลีกเลี่ยงโดยการเก็บในภาชนะปิดสนิท

เครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dryers)

เครื่องอบแห้งแบบถาดประกอบด้วยถาดเดี่ยวๆ ที่มีช่องตาข่ายอยู่ด้านล่างและบุเครื่องด้วยฉนวน ในแต่ละถาดจะบรรจุวัสดุชิ้นบางๆ ขนาด 2-6 เซนติเมตร อากาศร้อนจะไหลหมุนเวียนอยู่ในตู้ที่ความเร็วลม 0.5-5 เมตร/วินาที/เมตร² ของพื้นที่ผิวของถาด มีระบบท่อหรือแบบเฟิล เพื่อนำลมร้อนขึ้นไปด้านบนผ่านแต่ละถาดเพื่อให้ลมร้อนกระจายอย่างสม่ำเสมอ อาจมีการติดตั้งเครื่องทำความร้อนเพิ่มด้านบนหรือด้านข้างของถาดเพื่อเพิ่มอัตราการทำแห้ง นิยมใช้เครื่องอบแห้งแบบถาด

ในการผลิตวัสดุในปริมาณต่ำ (1-20 ตัน/วัน) หรือสำหรับใช้ในโรงงานต้นแบบ เครื่องอบชนิดนี้ใช้เงินลงทุนและค่าดูแลรักษาต่ำแต่ควบคุมดูแลยาก และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่สม่ำเสมอ

ภาพที่ 8 แสดงการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบถาดทั่วไป (วิไล, 2546)



ภาพที่ 8 การทำงานของเครื่องอบแห้งแบบถาดทั่วไป

ที่มา: Karel and Labuza (1969)

กรรมวิธีผลิตวัสดุอบแห้ง

การผลิตวัสดุอบแห้งประเภทผลไม้ มีวิธีดังนี้

ผลไม้มีวิธีการเตรียม คือ การปอกเปลือก ตัดแต่งเป็นขนาดตามความนิยมหรือความสะดวกในการใช้ ผักผลไม้ที่ค้าง่ายเนื่องจากเอนไซม์ นิยมแช่สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1% หรือกรดซิตริก 0.5% หรือโซเดียมไบซัลไฟต์ 0.1% ผลไม้ นิยมใช้อุณหภูมิต่ำเพราะมีน้ำตาล ใช้ อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส ถ้าใช้สูงกว่านี้จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเข้มไม่สวย เวลาที่ใช้อบแห้งอาจจะหลายสิบชั่วโมง ความชื้นสุดท้ายของผลไม้ประมาณ 10-20% วิธีนี้สามารถใช้กับการผลิตเปลือกมังคุดแห้งได้ (สมชาติ, 2540)

บรรจุภัณฑ์

ประเภทของบรรจุภัณฑ์จำแนกตามวัสดุ

บรรจุภัณฑ์แยกตามวัสดุหลักที่ใช้ในการผลิตได้ 4 ประเภท คือ (สมพร, 2541)

1. เยื่อและกระดาษ

นับได้ว่าเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้มากที่สุดและมีแนวโน้มใช้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากการรีไซเคิลง่าย อันเป็นผลจากการรณรงค์สิ่งแวดล้อม กระดาษนับเป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ประเภทเดียวที่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้จากการปลูกป่าทดแทน กระดาษที่ใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์มีหลายประเภท และสามารถพิมพ์ตกแต่งได้ง่ายและสวยงาม นอกจากนี้ยังสะดวกต่อการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังผู้ใช้ เนื่องจากสามารถพับได้ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

2. พลาสติก

เป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงมาก คุณสมบัติของพลาสติก คือ มีน้ำหนักเบา ป้องกันการซึมผ่านของอากาศและก๊าซได้ระดับหนึ่ง สามารถต่อต้านการทำลายของแบคทีเรียและเชื้อรา มีคุณสมบัติหลายอย่างที่สามารถเลือกใช้งานที่เหมาะสม พลาสติกบางชนิดยังเป็นฉนวนกันความร้อนอีกด้วย พลาสติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์มีอยู่หลากหลายประเภท การศึกษาคุณสมบัติของพลาสติกแต่ละประเภทมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่เลือกใช้งานสามารถทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์

3. แก้ว

นับเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีความเฉื่อยต่อการทำปฏิกิริยากับสารเคมีชีวภาพต่างๆ เมื่อเทียบกับวัสดุบรรจุภัณฑ์อื่นๆ และรักษาคุณภาพสินค้าได้ดีมาก ข้อดีของแก้วคือความใสและทำเป็นสีต่างๆ ได้ สามารถทนต่อแรงกดได้สูงแต่เปราะแตกง่าย ในด้านสิ่งแวดล้อมแก้วสามารถนำกลับมาใช้ได้หลายครั้ง อาจจะถึง 100 ครั้ง และสามารถหมุนเวียนนำกลับมาหลอมใช้ใหม่ได้ สิ่งที่ยัง

ระวังในเรื่องการบรรจุ คือ ฝาขวดแก้วจะต้องเลือกใช้ฝาที่ได้ขนาด และต้องสามารถปิดได้สนิทแน่น เพื่อช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุของสินค้า

4. โลหะ

ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์อาหาร วัสดุโลหะที่ใช้มี 2 ชนิด คือ

1. เหล็กเคลือบดีบุก เป็นวัสดุที่แข็งแรง ป้องกันอันตรายจากสิ่งแวดล้อมและสภาวะอากาศ การลงทุนในการผลิตไม่สูงนักและไม่สลับซับซ้อน สามารถใช้บรรจุอาหารได้ดี เนื่องจากสามารถปิดผนึกได้สนิทและฆ่าเชื้อได้ด้วยความร้อน ในแง่ของสิ่งแวดล้อมสามารถแยกออกจากขยะได้ง่ายด้วยการใช้แม่เหล็ก

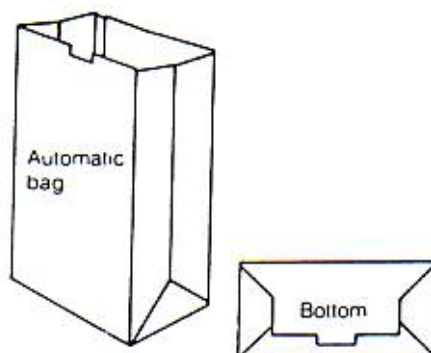
2. อะลูมิเนียม มักใช้ในรูปแบบอลูมิเนียม มีน้ำหนักเบา อีกทั้งความแข็งแรงต่อการซึมผ่านของอากาศ ก๊าซ แสง และกลิ่นรสได้ดี ในรูปของอลูมิเนียมมักใช้เคลือบกับวัสดุอื่นซึ่งให้ภาพลักษณ์ที่ดีเนื่องจากความเงาแวบของอะลูมิเนียมและเป็นตัวเหนียวนำความเย็นได้ดี

ถุงกระดาษ

ถุงกระดาษมีลักษณะโครงสร้างในทำนองเดียวกับถุงกระดาษหลายชั้น โดยทั่วไปถุงกระดาษจะใช้บรรจุสินค้าซึ่งมีน้ำหนักระหว่าง 0.25 ถึง 25 ปอนด์ หรือประมาณ 100 กรัม ถึง 11 กิโลกรัม อาจทำด้วยกระดาษ 1 ชั้น หรือ 2 ชั้น สามารถใช้บรรจุสินค้าได้มากมายหลายประเภท ตั้งแต่สินค้าชิ้นเดียว สินค้าหลายชิ้นรวมๆ กัน ไปจนถึงสินค้าที่เป็นผลหรือเมล็ด ตัวอย่างสินค้าที่มักบรรจุในถุงกระดาษ ได้แก่ อาหารสัตว์ แป้ง น้ำตาล เกลือ กาแฟผง เมล็ดพืช เป็นต้น (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2545)

รูปแบบพื้นฐานของถุงกระดาษที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แบ่งได้ดังนี้ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2545)

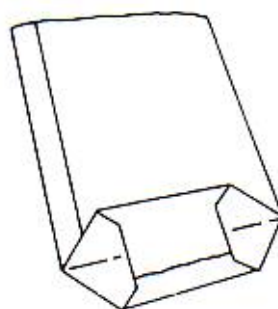
1. Automatic bottom bag หรือ self opening style ถุงชนิดนี้มีส่วนขยายข้างและมีก้นถุงเป็นสี่เหลี่ยม ทำให้วางตั้งตรงได้ดี มักใช้บรรจุอาหาร เช่น ข้าว ลูกเกด กาแฟ แป้ง น้ำตาล เกลือ อาหารสัตว์ ปุ๋ย และเมล็ดพืช เป็นต้น และใช้ทำเป็นถุงหิ้วใส่ของที่ใช้ตามห้างสรรพสินค้า ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 Automatic bottom bag หรือ self opening style

ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2545)

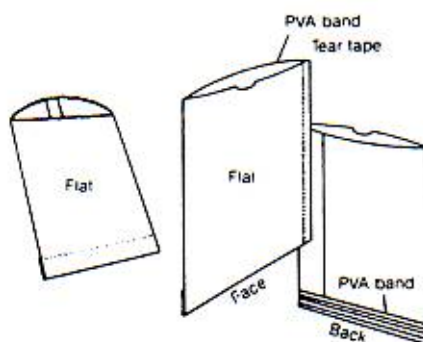
2. Satchel – bottom bag ก้นถุงพับเป็นรูปหกเหลี่ยม ตัวถุงเป็นแบบแบนราบ ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงแบบนี้ได้แก่ แป้ง เกลือ น้ำตาล และใช้เป็นถุงบรรจุสินค้าในซูเปอร์มาร์เก็ต เป็นต้น ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 Satchel – bottom bag

ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2545)

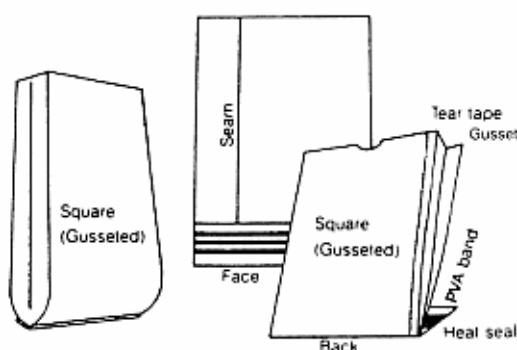
3. Flat bag เป็นถุงแบบแบนราบ ไม่มีส่วนขยายข้าง ก้นถุงพับปิดธรรมดาแบบง่าย ๆ ด้วยการทากาวหรือทาเทปพลาสติก PVC แล้วปิดผนึกด้วยความร้อน ใช้บรรจุของชิ้นเล็กๆ หรือน้ำหนักเบา และใช้เป็นถุงบูในกล่องกระดาษแข็ง ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 Flat bag

ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2545)

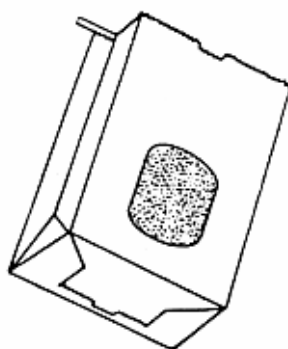
4. Square bag เป็นถุงที่มีส่วนขยายข้าง ก้นถุงพับปิดแบบ pinch bottom หรือปิดผนึกด้วยความร้อน ใช้บรรจุในกล่องกระดาษแข็ง ทำเป็นถุง baler และบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร



ภาพที่ 12 Square bag

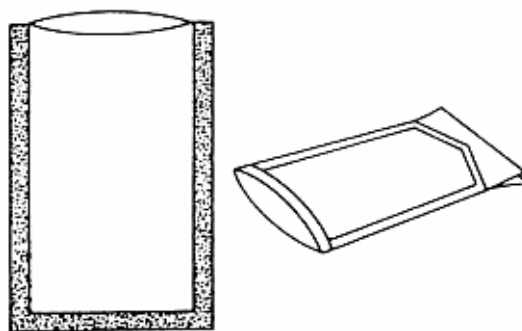
ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2545)

นอกเหนือจากรูปแบบพื้นฐานดังกล่าวแล้ว ถุงกระดาษยังมีรูปแบบอื่นๆ ที่ปรับให้เหมาะสมกับสินค้าและการวางขายให้มากขึ้น อาจมีการเจาะหน้าต่างแล้วติดด้วยแผ่นพลาสติกใส เพื่อให้มองเห็นสินค้าข้างใน ใช้มากกับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่และเครื่องเย็บปักถักร้อย เป็นต้น ดังภาพที่ 13 หรือเป็นแบบ preformed pouches ใช้กับเครื่องเทศ ผงซักฟอกและสินค้าที่เป็นผงชนิดอื่นๆ ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 13 Window bag

ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2545)



ภาพที่ 14 Preformed pouches

ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2545)

ถุงพลาสติก

ในบรรดาบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากพิกพลาสติก ถุงเป็นรูปแบบที่นับว่ามีการใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุด ประกอบกับวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีการหีบห่อ ซึ่งสามารถผลิตฟิล์มพลาสติกหลายชั้นหรือร่วมกับวัสดุอื่นด้วยวิธีการประกบ และรีดรวม ส่งผลให้ถุงพลาสติกมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันอย่างกว้างขวางจนทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกได้ตามลักษณะของการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นด้านราคา คุณภาพ และลักษณะปรากฏ

คำว่า “ถุงพลาสติก” ตรงกับภาษาอังกฤษได้หลายคำ ทั้ง bag, pouch, sachet และ sack ซึ่งมีความหมายแตกต่างกัน กล่าวคือ bag มักหมายถึง ถุงที่มีรอยปิดผนึกที่ด้านปลาย 2 ด้าน pouch หมายถึง ถุงที่มีรอยปิดผนึกทั้ง 4 ด้าน sachet หมายถึง ถุงขนาดเล็กซึ่งนิยมใช้บรรจุเครื่องหอมและเครื่องสำอาง ส่วน sack หมายถึงถุงที่มีขนาดใหญ่ มักใช้บรรจุสินค้าที่มีน้ำหนักมาก เพื่อการขนส่ง (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2533)

วัสดุที่ใช้ทำพลาสติกอาจแบ่งได้ดังนี้

1. ฟิล์มพลาสติกเดี่ยว (single plastic film)

มักใช้ทำถุงเอนกประสงค์ทั่วไปและมีราคาไม่แพงนัก เช่น ถุง LDPE ที่ชาวบ้านเรียกว่า “ถุงเย็น” ถุง CPP ที่ชาวบ้านเรียกว่า “ถุงร้อน” นอกจากนี้ยังใช้เป็นถุงชั้นในของกล่องกระดาษแข็งบรรจุอาหารสำเร็จรูปเพื่อการขายปลีก ถุงพลาสติกที่ใช้ในเชิงอุตสาหกรรมมักจะได้รับการพิมพ์เพื่อแจ้งรายละเอียดของสินค้าและบริษัทผู้ผลิต ในการเลือกใช้ถุงพลาสติกจำเป็นต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของสินค้า และฟิล์มพลาสติกควบคู่กันไป อาทิ ถุง CPP เหมาะกับการบรรจุอาหารแห้งต่างๆ เครื่องเขียน และของขั้วถุง ถุง LDPE และ LLDPE เหมาะกับการบรรจุเนื้อสด อาหารแช่แข็ง และอาหารแห้ง ถุง PVC เหมาะกับการบรรจุผักผลไม้สด เนื้อสด และถุง PS เหมาะกับการบรรจุไม้ตัดดอก เป็นต้น

2. फिल्मพลาสติกประกบ (laminated plastic film)

หมายถึง फिल्मพลาสติกต่างชนิดกันที่ประกบเข้าด้วยกัน หรือ फिल्मพลาสติกที่ประกบกับวัสดุอื่น เช่น กระดาษ แผ่นเปลวอะลูมิเนียม รวมทั้ง फिल्मพลาสติกที่ผ่านการเคลือบด้วยอะลูมิเนียม (metallization) แล้วประกบกับ फिल्मพลาสติก โครงสร้างของฟิล์มเหล่านี้ประกอบด้วยวัสดุตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป แต่จะประกบกันกี่ชั้นหรือใช้วัสดุอะไรขึ้นกับคุณสมบัติที่ต้องการ (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2533)

ถุงสุญญากาศ

การบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สุญญากาศ (vacuum packaging) หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สุญญากาศโดยการดึงเอาอากาศภายในภาชนะหรือภายในผลิตภัณฑ์ออกไป และไม่มี การพ่นก๊าซใดๆ เข้าไปแทนที่ ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันภายในและภายนอกภาชนะ สังเกตได้จากการหดตัวของภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว (flexible form) หรือการยุบตัวของภาชนะประเภทกึ่งคงรูป (semi-rigid form) โดยทั่วไป ความดันภายในภาชนะจะมีค่าประมาณ 0.5-8 mmHg ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดผลิตภัณฑ์และระบบการบรรจุ (ศราภา, 2539)

การบรรจุแบบสุญญากาศนี้ เป็นวิธีที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารทะเลที่เก็บในตู้เย็น ซึ่งกระบวนการผลิตจะถูกควบคุมคุณภาพและสุขอนามัยที่เข้มงวด เทคนิคในการบรรจุจะได้ผลดีกับผลิตภัณฑ์อาหารทะเลที่ไม่มีกระดูกหรือครีป อากาศจะถูกดูดออกหลังจากการบรรจุ จากนั้นก็จะถูกปิดผนึกด้วยความร้อน วัสดุจึงต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ ซึ่งจะช่วยชะลอการเสียของผลิตภัณฑ์และยืดอายุการเก็บรักษา วิธีนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันและทำให้ลักษณะปรากฏของอาหารดีขึ้น บรรจุภัณฑ์สุญญากาศสามารถทำมาจากพลาสติกที่ผ่านการขึ้นรูป ฟิล์มกึ่งแข็งที่ผ่านความร้อนและขึ้นรูปมีช่องอยู่ด้านในเพื่อใช้บรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร โดยฟิล์มที่ผ่านความร้อนอาจจะขึ้นรูปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารนั้น วิธีอื่นๆ ก็คือการคลุมผลิตภัณฑ์ด้วยฟิล์มยืดหยุ่นหรือใส่ถุงแล้วปิดผนึกด้วยความร้อนภายใต้สภาวะสุญญากาศ และผ่านเข้าไบนอูโมงค์ที่ทำให้ฟิล์มหดตัว ความสำเร็จของวิธีนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์และวิธีการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ การบรรจุแบบสุญญากาศสามารถประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำให้สุกแล้วแช่เย็น ซึ่งจะช่วยเพิ่มการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และสามารถใช้กับผลิตภัณฑ์ที่แห้ง เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา (มยุรา, 2546)

ระบบการวัดสี

สีที่ตาเรามองเห็นมีมากมายหลายสี จึงมีความจำเป็นต้องมีระบบจัดลำดับสีให้เป็นระเบียบ เพื่อให้ผู้ใช้สีสามารถสื่อสารแล้วเข้าใจความหมายของสีได้ตรงกัน มีการกำหนดค่าสีเป็นปริมาณที่วัดได้เพื่อนำไปประเมินเป็นตัวเลขที่แน่นอน ระบบการวัดสีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางมี 2 ระบบ คือ ระบบ Munsell และระบบ CIE (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ,2542)

1. ระบบ Munsell เป็นระบบพื้นฐานในการจัดลำดับสีอย่างง่าย โดยอาศัยคุณสมบัติการมองเห็น 3 ประการ (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ,2542) มีดังนี้

1.1 Hue คือ สีที่ปรากฏให้เห็น เช่น สีแดง สีเขียว เป็นต้น โดยจะเรียงเป็นเส้นรอบวงกลมอยู่โดยรอบแกน Value มีทั้งหมด 10 สี คือ แดง(R) แดงเหลือง(YR) เหลือง(Y) เหลืองเขียว(GY) เขียว(G) เขียวน้ำเงิน(BG) น้ำเงิน(B) น้ำเงินม่วง(PB) ม่วง(P) และม่วงแดง(PR) แต่ละสีจะแบ่งเป็น 10 สีย่อย ดังภาพที่ 15

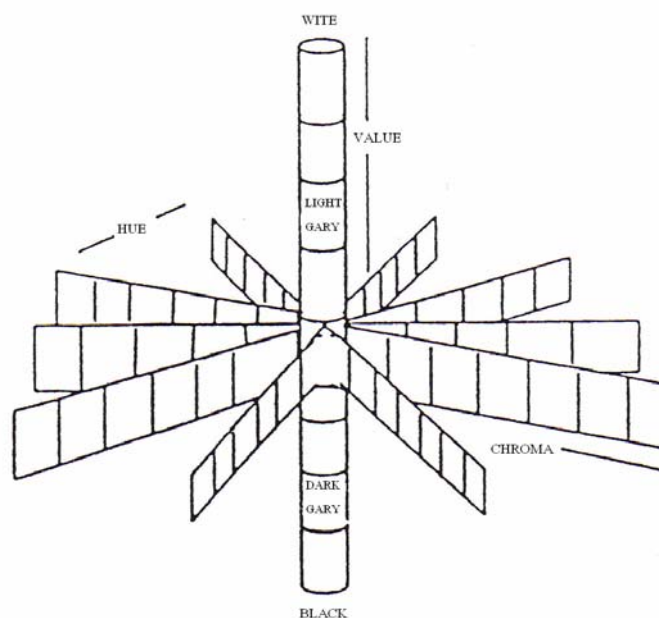
1.2 Value (lightness) หมายถึง ความสว่างของสีโดยกำหนดค่าความสว่างตามแนวตั้ง สีขาวจะอยู่ที่ปลายสุดของแกนบน สีดำจะอยู่ล่างสุด ดังภาพที่ 15

1.3 Chroma (saturation) หมายถึง ความเข้ม ความบริสุทธิ์ของสีโดยกำหนดค่าตามแนวนอน เริ่มต้นจากสีเทาใน value หนึ่งๆ แล้วเพิ่มเนื้อที่มากขึ้นเรียงออกมาตามลำดับ ที่ปลายด้านนอกสุดจะเป็นสีที่มีความเข้มสุด ดังภาพที่ 15 Chroma จะมีค่าตั้งแต่ 0 ไปถึง 12 หรือ 14 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าแต่ละสีจะสดที่สุดได้เท่าใด ณ ค่า value คงที่หนึ่งๆ

ในระบบ Munsell ระบุลักษณะสีของวัตถุโดยใช้ตัวเลขและตัวอักษรในลักษณะ Hue Value และ Chroma เช่น หมายเลข 7.5 R 9/2 หมายถึง

- Hue 7.5R เป็นสีแดงไปทางเหลือง (yellow – red)
 - Value 9 เป็นสีอ่อน (light color)
 - Chroma 2 เป็นสีไม่อมตัว (ไม่สดใส)
- ดังนั้น สีที่มีตัวเลขและอักษรดังกล่าวจึงเป็นสีชมพูซีด (pale pink)

แม้ว่าระบบ Munsell จะสามารถสื่อความเหมาะสมของสีได้ดี แต่ก็ยังมีข้อบกพร่อง เนื่องจากการบอกลักษณะสีหรือจัดลำดับสียังคงใช้ความนึกคิดประสบการณ์ของผู้มองแต่ละคน ดังนั้นอาจทำให้การบอกลักษณะของสีแตกต่างกันได้



ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ของการวัดลำดับสีระหว่าง Hue Chroma และ Value ตามระบบ Munsell

ที่มา: AATCC (1989)

2. ระบบ CIE (CIELAB) เป็นระบบการวัดสีที่คำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ประการ คือ (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2542)

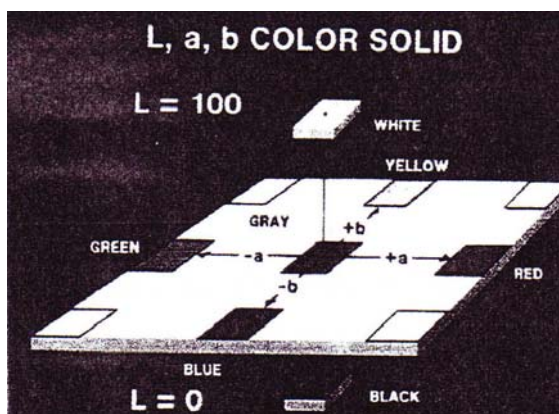
2.1 Light source คือ แหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน เช่น A B C หรือ D 56

2.2 Colour object คือ วัตถุมีสี เมื่อแสงตกกระทบจะสะท้อนหรือกระจายแสงมาสู่ตา หรือ เครื่องรับแสง

2.3 Observer คือ ผู้สังเกตการณ์

CIE $L^*a^*b^*$ (CIELAB) เป็นระบบการวัดสีที่พัฒนาจากระบบ CIE tristimulus values (x y และ z) และ CIE chromaticity coordinates (x y และ z) โดยปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงจนสามารถ

บอกความแตกต่างของสีได้อย่างสม่ำเสมอ ปัจจุบันสมการที่ใช้ในการระบุสีเป็นที่ยอมรับกว้างขวาง คือ CIELAB 1976 ซึ่งมีลักษณะของ color space ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 CIELAB 1976 แสดง CIE $L^*a^*b^*$ color space

ที่มา: ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2542)

L^* ใช้กำหนดค่าความสว่าง (lightness) ของสี

- ถ้า L^* มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง วัตถุสีดำ
- ถ้า L^* มีค่าเท่ากับ 100 หมายถึง วัตถุมีสีขาว

a^* ใช้กำหนดความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (red – green)

- ถ้า a^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีความเป็นสีแดง
- ถ้า a^* มีค่าเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีความเป็นสีเขียว

b^* ใช้กำหนดความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (yellow – blue)

- ถ้า b^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีความเป็นสีเหลือง
- ถ้า b^* มีค่าเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีความเป็นสีน้ำเงิน

นอกจากนี้ในระบบ CIELAB ได้เชื่อมค่า a^* และค่า b^* เข้ากับ hue และ chroma โดยกำหนดค่าสีอีก 2 ค่า คือ hue angle (h^*) และ chroma (C^*)

Hue angle เป็นตัวเลขที่ระบุว่า สีอยู่ในตำแหน่งใดใน color space มีหน่วยเป็นองศา

- ถ้า h^* มีค่าเท่ากับ 0 องศา (360 องศา) แสดงว่าเป็นสีแดง
- ถ้า h^* มีค่าเท่ากับ 90 องศา แสดงว่าเป็นสีเหลือง
- ถ้า h^* มีค่าเท่ากับ 180 องศา แสดงว่าเป็นสีเขียว
- ถ้า h^* มีค่าเท่ากับ 270 องศา แสดงว่าเป็นสีน้ำเงิน

ส่วน Chroma คือ ค่าความสดสีของสีที่มีความสว่างหนึ่งๆ โดย $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$

Chroma จะได้จากความยาวของเส้นตรงจากจุดกำเนิดที่ $a^* = b^* = 0$ ไปยังตำแหน่งของตัวอย่าง C^* จะใช้บอกค่าความสดสีของสีที่มีความสว่างหนึ่งๆ

โดยทั่วไปในการระบุสีของวัตถุในระบบ CIELAB นั้นมักจะระบุด้วยค่า L^*C^* และ h^* มากกว่า $L^*a^*b^*$ เนื่องจากจะทำให้ความเข้าใจและทราบลักษณะของสีได้ใกล้เคียงกับที่ตามนุษย์มองเห็นสี

การวัดความแตกต่างของสี

การวัดความแตกต่างของสีตัวอย่างกับสีมาตรฐาน ที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือ ระบบ CIE และระบบ CMC ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงแต่ระบบที่เกี่ยวข้องดังนี้

ระบบ CIE $L^*A^*B^*$ color difference equation

ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2542) ได้สรุปไว้ว่า การวัดความแตกต่างของสีตัวอย่างกับตัวอย่างมาตรฐานสามารถหาได้จากค่าความแตกต่างระหว่างค่าความสว่าง ความเป็นสีแดง-เขียว และความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน ดังนี้คือ

$dL^* = L^*$ ของผ้าตัวอย่าง - L^* ของตัวอย่างมาตรฐาน

- ถ้า dL^* มีค่าเป็น + แสดงว่า สีผ้าตัวอย่างมีความสว่างมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน (lighter)
- ถ้า dL^* มีค่าเป็น - แสดงว่า สีผ้าตัวอย่างมีความมืดมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน (darker)

$da^* = a^*$ ของตัวอย่าง - a^* ของตัวอย่างมาตรฐาน

- ถ้า da^* มีค่าเป็น + แสดงว่า สีฟ้าตัวอย่างมีความเป็นสีแดงมากกว่าตัวอย่าง

มาตรฐาน (redder)

- ถ้า da^* มีค่าเป็น - แสดงว่า สีฟ้าตัวอย่างมีความเป็นสีเขียวมากกว่าตัวอย่าง

มาตรฐาน (greener)

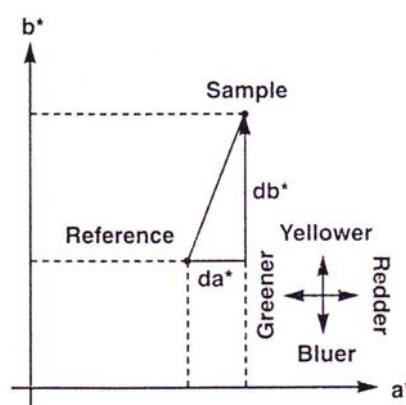
$db^* = b^*$ ของตัวอย่าง - b^* ของตัวอย่างมาตรฐาน

- ถ้า db^* มีค่าเป็น + แสดงว่า สีฟ้าตัวอย่างมีความเป็นสีเหลืองมากกว่าตัวอย่าง

มาตรฐาน (yellowier)

- ถ้า db^* มีค่าเป็น - แสดงว่า สีฟ้าตัวอย่างมีความเป็นสีน้ำเงินมากกว่าตัวอย่าง

มาตรฐาน (bluer) ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ค่า da^* และ db^* ในระบบ CIELAB

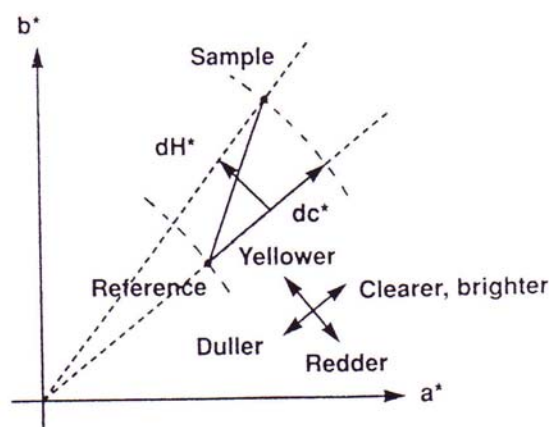
ที่มา: ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2542)

นอกจากจะบอกความแตกต่างด้วยค่า dL^* , da^* และ db^* แล้วยังกำหนดค่าความแตกต่างของสีโดยรวมระหว่างผ้าตัวอย่างกับผ้ามาตรฐาน คือ ค่า dE^* (total color difference) โดย

$$dE^* = (dL^{*2} + da^{*2} + db^{*2})^{1/2}$$

นอกจากนี้การวัดยังบอกค่าความแตกต่างของสีให้สอดคล้องหรือใกล้เคียงกับที่ตามองเห็นในแง่ของสีที่ปรากฏและความสดใสของสีได้จากค่า dH^* และ dC^* ดังภาพที่ 18 โดย

$$dE^* = (dL^{*2} + dC^{*2} + dH^{*2})^{1/2}$$



ภาพที่ 18 ค่า dH^* และ dC^* ในระบบ CIELAB

ที่มา: ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2542)

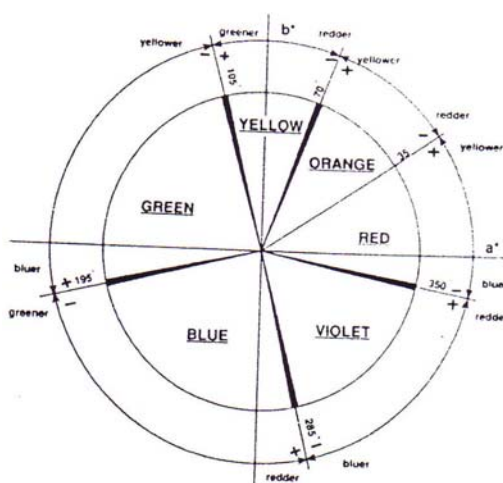
$dC^* = C^*$ ของตัวอย่าง $- C^*$ ของมาตรฐาน

- ถ้า dC^* มีค่าเป็น + แสดงว่า สีผ้าตัวอย่างมีความสดใสมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน (brighter)
- ถ้า dC^* มีค่าเป็น - แสดงว่า สีผ้าตัวอย่างมีความตุ่นมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน (duller)

สำหรับ $dH^* = H^0$ ของตัวอย่างมาตรฐาน จะแสดงความหมาย yellower, redder, bluer และ greener เท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าค่า dH^* นั้น จะมีค่าเป็น + หรือ - และสีมีค่า hue angle อยู่ในตำแหน่งที่เท่าไร ยกตัวอย่างเช่น

- ถ้า H^0 อยู่ในช่วงสีแดงและ dH^* มีค่าเป็น + แสดงว่าสีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีเหลืองมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน ถ้า dH^* มีค่าเป็น - แสดงว่าสีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีน้ำเงินมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน

- ถ้า H^0 อยู่ในช่วงสีแดงและ dH^* มีค่าเป็น + แสดงว่าสีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีน้ำเงินมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน ถ้า dH^* มีค่าเป็น - แสดงว่า สีผ้าตัวอย่างมีความเป็นสีเหลืองมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน ดังแสดงในภาพที่ 19



ภาพที่ 19 ความหมายของ dH^* ในระบบ CIELAB

ที่มา: ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2542)

การระบุความเข้มของสี

ค่า K/S คือ ค่าที่คำนวณจากค่าการสะท้อนแสงตามทฤษฎีของ Kubelka-Munk โดยทฤษฎีดังกล่าวจะมีค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ 2 ค่า คือ K และ S

K = ค่าการดูดกลืนแสงของชิ้นตัวอย่าง

S = ค่าการกระเจิงของแสงชิ้นตัวอย่าง

สำหรับวัสดุสิ่งทอจะถือว่าไม่มีการกระเจิงของแสงในวัสดุที่ข้อม เพราะสีที่ใช้ข้อมจะละลายและเข้าไปอยู่เป็นเนื้อเดียวกับวัสดุที่ใช้ข้อม ดังนั้น ค่า K และ S จะถือเป็นค่าเดียวกันค่า K/S ดังสมการ

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

เมื่อ R = ค่าการสะท้อนแสงของชิ้นตัวอย่างเป็นเปอร์เซ็นต์

จากค่าสะท้อนแสงที่ได้จากการวัดสีของชิ้นตัวอย่าง เราสามารถคำนวณค่า K/S ได้จากสมการดังกล่าว (Aspland, 1993 b)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กานดา (2540) ศึกษาการผลิตและการใช้ประโยชน์จากขมิ้นผงและโอลีโอเรซิน พบว่าการเตรียมขมิ้นผงที่เหมาะสม คือ การนำขมิ้นชันต้มในน้ำเดือด 30 นาที โดยใช้อัตราส่วนขมิ้นชัน 500 กรัม ต่อน้ำ 1.5 ลิตร จากนั้นหั่นเป็นท่อนและทำแห้ง 60-65 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง ซึ่งลดเวลาการอบแห้งขมิ้นชันสดที่ไม่ผ่านการต้มที่ใช้เวลานานถึง 22 ชั่วโมง จากนั้นนำขมิ้นชันที่ได้ไปบดเป็นผลขนาด 250-355 ไมโครเมตร จะได้ขมิ้นชันที่เป็นผงเมื่อนำไปวิเคราะห์ได้น้ำหอมระเหย 7.7 มิลลิเมตร/100 กรัม และเคอร์คิวมิน 5.47 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณผลผลิตคิดเป็น 21.93 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด

กัจจกร (2544) ศึกษาผลของน้ำสกัดจากกลีบดอกดาวเรือง โดยผลการศึกษาสภาวะการสกัดต่อลักษณะและสมบัติของน้ำสีจากกลีบดอกดาวเรือง พบว่าสภาวะที่ดีที่สุด โดยพิจารณาจากค่าปริมาณคาโรทีนอยด์ที่สูงที่สุดนั้น คือ การสกัดที่ใช้อัตราส่วนของกลีบดอกดาวเรืองต่อน้ำกลั่น 1 ต่อ 20 อุณหภูมิในการสกัด 80 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการสกัด 30 นาที ผลการศึกษาสภาวะการผลิตต่อลักษณะและสมบัติของน้ำสีจากกลีบดอกดาวเรือง พบว่าการเติมโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความหนาแน่น และค่าการดูดความชื้น การเติมโซเดียมซัลเฟต มีผลต่อค่าความเป็นกรด-เบส และค่าการละลาย ผลการศึกษาลักษณะและสมบัติของสีผ้าฝ้ายและผ้าไหมที่ย้อมด้วยน้ำสีจากกลีบดอกดาวเรือง พบว่าการเติมโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อค่าความเข้มข้นของสีผ้าฝ้ายและผ้าไหม มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้ายหลังการซัก การเติมโซเดียมซัลเฟตมีผลต่อค่าความเข้มของสีผ้าไหม

จารุวรรณ (2546) ศึกษาผลของวิธีสกัดความเข้มของน้ำสีและความเข้มของสีผ้าไหม โดยใช้อัตราส่วนขมิ้นชันแห้งต่อน้ำ 1:20 และ 1:30 อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียส เวลา 45 และ 60 นาที พบว่าวิธีสกัดน้ำสีจากขมิ้นชันแห้งที่เหมาะสม คือ การใช้อัตราส่วนขมิ้นชันแห้งต่อน้ำ 1:30 อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และระยะเวลา 45 นาที ผลการศึกษาสภาวะการย้อมที่เหมาะสมที่สุด คือ การย้อมที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 75 นาที

เจริญศรี (2541) ศึกษาผลของสารช่วยติดที่มีผลต่อการย้อมผ้าไหมด้วยเปลือกมะพร้าวอ่อน โดยใช้สารส้มและกรดน้ำส้มเป็นสารช่วยติดภายหลังการย้อม มีความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผ้าไหม ผลการทดลองพบว่าสีย้อมที่ได้แตกต่างกันเล็กน้อย และผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวมค่อนข้างสูง และมีสีเข้มขึ้น ส่วนความคงทนของสีต่อแสงซินอนอาร์ค พบว่าแสงทำให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีค่อนข้างสูง สีเข้มขึ้น แต่ไม่สดใส

นฤมล (2533) ศึกษาการย้อมไหมด้วยขมิ้นชัน โดยใช้สารช่วยติดขณะย้อม ได้แก่ เหล็ก จุนสี กรดน้ำส้ม และสารส้ม ในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 2, 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักไหม ระยะเวลาที่ใช้ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียส และเมื่อนำไหมที่ย้อมไปเทียบกับตารางสีของ Munsell (1979) พบว่าสีย้อมที่ได้แตกต่างกันตามชนิดของสารช่วยติดที่ใช้ เหล็ก, จุนสี ให้สีเหลืองอมน้ำตาลที่ระดับค่าของสี 2.5 Y 6/6 และสีเหลืองอมเขียวที่ระดับค่าของสี 7.5 Y 8/10 แต่เมื่อใช้กรดน้ำส้ม, สารส้ม 2, 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักไหม และไม่ใช้สารช่วยติด จะให้สีเหลืองทอง ซึ่งมีค่าความสว่างและความเข้มของสีสูงสุดที่ระดับค่าของสี 7.5 Y 8.5/12 ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักทั้ง 3 วิธี พบว่าเมื่อใช้เหล็ก 6 เปอร์เซ็นต์ จุนสี 2 เปอร์เซ็นต์ และสารส้ม 8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักไหมให้ค่าความคงทนของสีต่อการซักสูงสุด ส่วนการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง พบว่าการย้อมโดยใช้จุนสีเป็นสารช่วยติดในทุกระดับปริมาณจะให้ค่าความคงทนของสีต่อแสงสูงสุด

นุจิรา (2543) ศึกษาผลของสภาวะการย้อมต่อสี ความคงทนของสีต่อการซักและต่อแสงของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากกลีบดอกดาวเรืองที่อุณหภูมิ 30, 60 และ 80 องศาเซลเซียส โดยใช้ น้ำสีที่สกัดจากกลีบดอกดาวเรืองแห้งที่ปรับให้มีค่า pH 3, 5, 7 และ 9 ใช้เวลาในการย้อม 30, 60, 90 และ 120 นาที ใช้สารส้มเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์เป็นสารช่วยติดหลังย้อม พบว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ควรใช้เวลาย้อม 30 นาที และใช้ pH 5 การย้อมที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ควรใช้เวลา ย้อม 90 นาที และใช้ pH 5 การย้อมที่ 90 องศาเซลเซียส ควรใช้เวลาย้อม 30 นาที และใช้ pH ประมาณ 9

ผ่องศรี (2540) ศึกษาการย้อมผ้าไหมด้วยสีเปลือกมังคุดโดยศึกษาผลของวิธีและระยะเวลาการเก็บน้ำสีต่อความเปลี่ยนแปลงของสี โดยเก็บรักษา 2 วิธี คือ แช่เย็นและแช่แข็ง ระยะเวลาเก็บ 2 , 4 และ 6 เดือน ใช้สารช่วยติดเพียงชนิดเดียว คือ สารส้ม 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าน้ำสีที่แช่แข็งเมื่อนำมาย้อมจะคงคุณลักษณะเดิมของสีดีกว่าน้ำสีที่เก็บโดยวิธีแช่เย็น ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่าทุกการทดลองให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวมค่อนข้างสูง คือ มีสีหม่นและเข้มขึ้น ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อแสงซินอนอาร์ค พบว่าทุกการทดลองให้ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมค่อนข้างสูง มีสีเข้มขึ้นแต่ไม่สดใส

สุภาพ (2544) ศึกษาการย้อมไหมด้วยใบกล้วยโดยศึกษาผลของสารช่วยติด 4 ชนิด ได้แก่ สารส้ม กรดน้ำส้ม เหล็ก และโซเดียม ที่ระดับความเข้มข้น 4 ระดับ 2 , 4 , 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการใช้กรดน้ำส้มเป็นสารช่วยติดหลังการย้อมมีลักษณะของสีที่แตกต่างจากผ้าที่ไม่ใช้สารช่วยติดน้อยกว่าการใช้สารส้ม โซเดียมและเหล็กเป็นสารช่วยติด ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่าผ้าที่ใช้โซเดียมเป็นสารช่วยติดมีความคงทนสูงกว่าผ้าที่ใช้สารส้ม เหล็ก และกรดน้ำส้ม เป็นสารช่วยติด ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง โซเดียมและกรดน้ำส้มเป็นสารช่วยติด ในขณะที่การใช้กรดน้ำส้มเป็นสารช่วยติด ผ้าทดลองจะมีความคงทนของสีต่อการขัดถูมากกว่าการใช้สารช่วยติดชนิดอื่น ส่วนชนิดของสารช่วยติดมีผลต่อค่า dE^* และ dH^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของสารช่วยติดมีผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในการศึกษา

ผ้าทดลอง ผ้าที่ใช้ในการทดลอง คือ ผ้าไหม 100 เปอร์เซ็นต์ สีขาวที่ผ่านการซักขาวและฟอกขาวแล้ว โครงสร้างการทอแบบลายขัด

วัสดุสีย้อม วัสดุที่ใช้ในการทดลองย้อม คือ ใช้เปลือกมังคุดที่ปลูกในภาคตะวันออก

ตัวทำละลาย ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดน้ำสี คือ น้ำ

สารช่วยติด สารช่วยติดที่ใช้ในการทดลอง คือ สารส้ม (aluminium potassium Sulfate) โดยใช้น้ำสารส้มที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ในการย้อมผ้าทดลองจะใช้น้ำสารส้ม 50 มล. ต่อผ้าหนัก 1 กรัม

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

อุปกรณ์อบแห้ง ได้แก่ เครื่องอบแห้ง (Siam union product LTD. Part RT 31-000 DC 31-00)

อุปกรณ์สกัดน้ำสี ได้แก่

1. เครื่องชั่งละเอียด (Mettler Toledo PG 503-S)
2. เครื่องทดสอบการซัก (Launder-Ometer) รุ่น DWGA 11-4579, Atlas Electric Device

3. ผู้ดูแลความชื้น

4. นาฬิกาจับเวลา

อุปกรณ์การย้อมสี ได้แก่

1. เครื่องชั่งละเอียด (Mettler Toledo PG 503-S)

2. เครื่องย้อมสี (Infrared Dyer LA-650)

3. เครื่องแก้วขนาดต่าง ๆ

อุปกรณ์วัดสี ได้แก่ เครื่องวัดสี (Spectrophotometer Spectraflash 500 Xenon Flash Lamp, Diffuse/8)

วิธีการ

การอบแห้ง

วัสดุสีย้อมที่ใช้ในการทดลองนี้ คือเปลือกมังคุด เพื่อให้สามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น และสามารถเก็บไว้ชั่วนอกฤดูกาล จึงทำการอบแห้งเปลือกมังคุดโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ล้างเปลือกมังคุดให้สะอาด เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดมากับผลมังคุด

2. นำเปลือกมังคุดมาตัดชิ้นและกลีบเลี้ยงออก หั่นเปลือกมังคุดเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดกว้าง $\frac{1}{4}$ นิ้ว และยาว 1 นิ้ว

3. นำเปลือกมังคุดไปอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 12 และ 14 ชั่วโมง บรรจุเปลือกมังคุดสด 500 กรัม : 1 ถาด เมื่ออบแห้งแล้วจะเหลือน้ำหนักมังคุดแห้ง 200 กรัม : 1 ถาด และในการอบแห้ง 1 ครั้ง จะใส่เปลือกมังคุด 9 ถาด

การเก็บเปลือกมังคุดแห้ง

การเก็บเปลือกมังคุดแห้งที่ได้จากการอบแห้งใช้วิธีบรรจุใส่ในถุง 3 ชนิด ดังนี้

1. เก็บในถุงกระดาษสีน้ำตาล เป็นถุงใส่เอกสารสีน้ำตาล ขนาด 23x33 ซม. ปิดปากถุงด้วยสก็อตเทปใสโดยรอบ บรรจุเปลือกมังคุดแห้งถุงละ 200 กรัม และเก็บที่สภาวะอุณหภูมิห้อง
2. เก็บในถุงพลาสติก เป็นถุงซิปล็อก ขนาด 20x30 ซม. บรรจุเปลือกมังคุดแห้งถุงละ 200 กรัม และเก็บที่สภาวะอุณหภูมิห้อง
3. เก็บในถุงพลาสติกสุญญากาศ ขนาด 20x30 ซม. ความหนา 80 micron. บรรจุเปลือกมังคุดแห้งถุงละ 200 กรัม และเก็บที่สภาวะอุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน ทั้งนี้จากการตรวจเอกสารพบว่าในช่วงนอกฤดูกาลของมังคุด คือ ระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคม รวมเป็น 6 เดือน

การสกัดน้ำดี

จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่าเปลือกมังคุดสด 100 กรัม เมื่ออบแห้งแล้วจะเหลือน้ำหนักมังคุดประมาณ 40 กรัม ในการสกัดน้ำดีจากเปลือกมังคุดสดจะใช้สัดส่วนน้ำ:เปลือกมังคุด เท่ากับ 1:8 ในกรณีที่ใช้เปลือกมังคุดแห้งจะใช้สัดส่วน น้ำ 800 ซีซี ต่อเปลือกมังคุดแห้ง 40 กรัม ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนน้ำ:เปลือกมังคุดแห้งเท่ากับ 1:20

การสกัดน้ำดี มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ตั้งอุณหภูมิเครื่องทดสอบการชักที่ 80 องศาเซลเซียส
2. ชั่งเปลือกมังคุดแห้งและตวงน้ำตามอัตราส่วน เปลือกมังคุดแห้ง:น้ำ เท่ากับ 1:20 แล้วบรรจุลงในกระบอกชัก

3. นำกระบอกชักเข้าเครื่องทดสอบชัก ทำการสกัดเป็นระยะเวลา 15 นาที

4. นำน้ำสีที่สกัดได้ออกจากกระบอกชักแล้วกรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อกำจัดตะกอนจะได้ น้ำสีและนำไปทดลองย้อมต่อไป

การย้อมผ้าทดลอง

การย้อมสี ในการย้อมสีจะใช้สัดส่วน ผ้า:น้ำสี เท่ากับ 1:30 การย้อมมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ตั้งเครื่องย้อมสีที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส
2. ชั่งผ้าทดลอง และตวงน้ำสี ตามปริมาณที่กำหนด
3. แช่ผ้าทดลองในน้ำกลั่น 10 นาที บีบน้ำออกจากผ้าเพื่อใช้ในการย้อมสีต่อไป
4. บรรจุผ้าทดลองและน้ำสีในกระบอกย้อมและนำเข้าเครื่องย้อมอินฟาเรดและทำการย้อม ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที
5. เมื่อครบกำหนดนำผ้าทดลองออกจากกระบอกย้อม บีบน้ำสีส่วนเกินออกแล้วนำไป ย้อมทับด้วยน้ำสารส้มเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

การย้อมสารช่วยติด ในการย้อมสารช่วยติดใช้สัดส่วน ผ้า:น้ำสารส้ม เท่ากับ 1:50 การย้อมมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เตรียมสารละลายปริมาณที่กำหนด
2. นำผ้าที่ย้อมสีแล้วลงย้อมที่อุณหภูมิห้องใช้เวลา 30 นาที
3. เมื่อครบกำหนดนำผ้าไปล้างน้ำสะอาด (น้ำกรอง) 3 ครั้ง โดยใช้สัดส่วนผ้าทดลอง:น้ำ เท่ากับ 1:200 โดยนำหน้าผ้า ล้างครั้งละประมาณ 2 นาที แล้วนำผ้าขึ้นตากในที่ร่ม

การประเมินค่าสีและความแตกต่างของสีที่ได้จากเปลือกมังคุดสด

ในการทดลองนี้ประเมินค่าด้วยเครื่องวัดสี Spectrophotometer ในการเปรียบเทียบสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดที่อบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ ระยะเวลา ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาการเก็บเปลือกมังคุดแห้งที่แตกต่างกัน ใช้ค่า L^* , a^* , b^* , C^* , H^* , K/S และ dE^* (สิริรัตน์, 2537; Aspland, 1993 b)

ค่า L^* วัดความมืดความสว่างของสี มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 โดยค่า 0 หมายถึง ความเป็นสีดำ (มืด) ค่า 100 หมายถึง ความเป็นสีขาว (สว่าง)

ค่า a^* วัดความเป็นสีแดงเมื่อมีค่าเป็นบวก วัดความเป็นสีเขียวเมื่อมีค่าเป็นลบและความเป็นสีเทาเมื่อมีค่าศูนย์

ค่า b^* วัดความเป็นสีเหลืองเมื่อมีค่าเป็นบวก วัดความเป็นสีน้ำเงินเมื่อมีค่าเป็นลบและความเป็นสีเทาเมื่อมีค่าศูนย์

ค่า C^* (metric chroma) เป็นค่าที่บอกถึงความสดใสของสี สีที่มีความสดใสมากกว่าก็จะมีค่า C^* สูง

ค่า h^* (metric hue angle) เป็นค่าที่ระบุตำแหน่งของสีวัดดู

ค่า dE^* ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมระหว่างผ้าตัวอย่างกับผ้ามาตรฐาน

ค่า K/S คือค่าที่คำนวณจากค่าการสะท้อนแสงตามทฤษฎีของ Kubelka-Munk โดยทฤษฎีดังกล่าวจะมีค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ 2 ค่า คือ K และ S

K = ค่าการดูดกลืนแสงของชิ้นตัวอย่าง

S = ค่าการกระเจิงของแสงชิ้นตัวอย่าง

สำหรับวัสดุสิ่งทอ จะถือว่าไม่มีการกระเจิงของแสงในวัสดุที่ย้อม เพราะสีที่ใช้ย้อมจะละลายและเข้าไปอยู่เป็นเนื้อเดียวกับวัสดุที่ใช้ย้อม ดังนั้น ค่า K และ S จะถือเป็นค่าเดียวกันค่า K/S ดังสมการ

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

เมื่อ R= ค่าการสะท้อนแสงของชิ้นตัวอย่างเป็นเปอร์เซ็นต์

จากค่าสะท้อนแสงที่ได้จากการวัดสีของชิ้นตัวอย่าง เราสามารถคำนวณค่า K/S ได้จากสมการดังกล่าว (Aspland, 1993 b)

แผนการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้แผนการทดลองแบบ Factorial Experiment in Randomized Complete Block Design โดยศึกษาปัจจัย 4 ปัจจัย คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง มี 2 ระดับ คือ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการอบแห้งมี 2 ระดับ คือ 12 และ 14 ชั่วโมง ชนิดบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้ง ซึ่งมี 3 ชนิด คือ ถุงกระดาษสีน้ำตาล ถุงพลาสติก และสูญญากาศ และมีระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้ง 3 ระดับ คือ 2 เดือน, 4 เดือน และ 6 เดือน รวมสิ่งทดลองทั้งสิ้น 36 สิ่งทดลอง แต่ละสิ่งทดลองจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้เก็บเปลือกมังคุดอบแห้ง และระยะเวลาเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งต่อสีที่ได้เมื่อใช้ย้อมผ้าไหม ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล จากการประเมินค่าสีและความแตกต่างของสีโดยใช้ค่าเฉลี่ย L^* , a^* , b^* , C^* , h^* และ K/S ของสีผ้าทดลอง และ dE^* ของผ้าทดลอง (เมื่อเปรียบเทียบกับสีของผ้าควบคุม) โดยใช้ Analysis of Variance และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (อนันต์ชัย, 2542)

สถานที่ทำการวิจัย

1. ห้องปฏิบัติการวิจัยสิ่งทอ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร
2. ห้องปฏิบัติการทดสอบคุณภาพสิ่งทอ ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ก้าวหน้าไท กรุงเทพมหานคร

ระยะเวลาการทำวิจัย

เริ่มทำการศึกษาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2548 และสิ้นสุดการทดลองเมื่อเดือนธันวาคม 2548

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษา ผลของอุณหภูมิที่ใช้ออบแห้ง ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้ง ระยะเวลาในการเก็บเปลือกมังคุดแห้งต่อสีที่ได้เมื่อใช้ข้อมผ้าไหมและปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งต่อสีที่ได้เมื่อใช้ข้อมผ้าไหม ได้ผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

ผลต่อค่าความมืด-ความสว่างของสี (L*)

จากการข้อมผ้าไหมด้วยสีจากเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 และ 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุง 3 ชนิด คือ ถุงกระดาษ ถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศ เป็นเวลา 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน แล้ววิเคราะห์ค่าความมืด- ความสว่างของสี (L*) ได้ผลดังแสดงในตารางต่อไปนี้

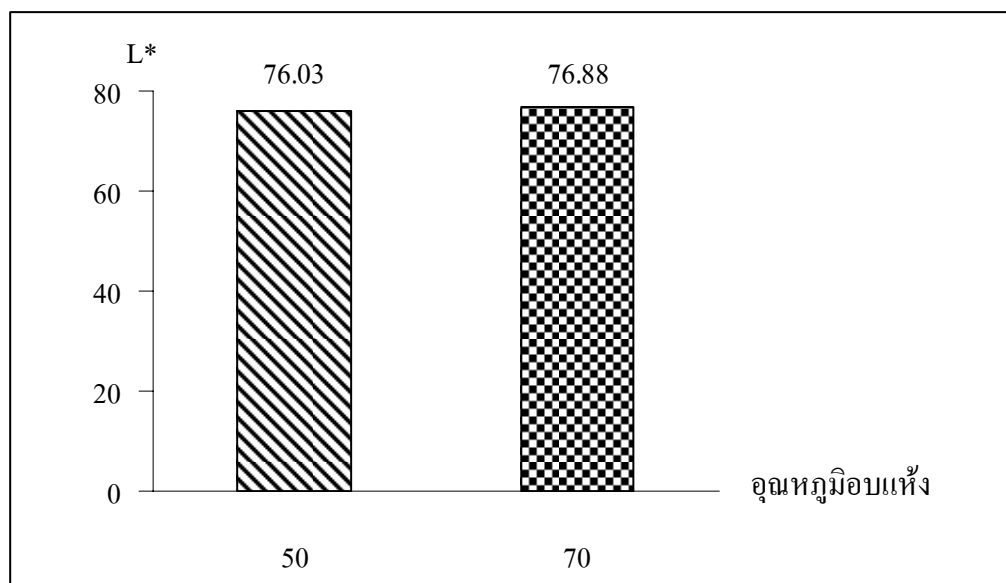
ตารางที่ 1 ค่าความมืด-ความสว่าง (L*) ของสีผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ใช้อุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาเก็บรักษาแตกต่างกัน

อุณหภูมิ/ระยะเวลา	ค่า L*								
	ถุงกระดาษ			ถุงพลาสติก			ถุงสุญญากาศ		
	2เดือน	4เดือน	6เดือน	2เดือน	4เดือน	6เดือน	2เดือน	4เดือน	6เดือน
50 °C									
12 ชั่วโมง	73.82	77.24	76.32	75.22	75.16	75.80	74.23	74.84	74.90
14 ชั่วโมง	76.68	78.20	77.05	76.47	77.00	76.19	76.45	76.69	76.33
70 °C									
12 ชั่วโมง	77.64	78.35	76.32	77.39	77.25	77.64	76.86	76.69	76.65
14 ชั่วโมง	76.56	77.96	77.25	74.35	77.06	77.13	75.41	76.54	76.63

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าค่าความมืด- ความสว่าง (L^*) ของสีผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 12 และ 14 ชั่วโมง เก็บด้วยถุงกระดาษ ถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศ นาน 2, 4 และ 6 เดือน มีค่าค่อนข้างสูงแต่ไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงว่าสีของผ้าไหมที่ข้อมได้เป็นสีอ่อน อย่างไรก็ตามการข้อมผ้าไหมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาในถุงกระดาษ นาน 2 เดือน ให้สีเข้มที่สุด

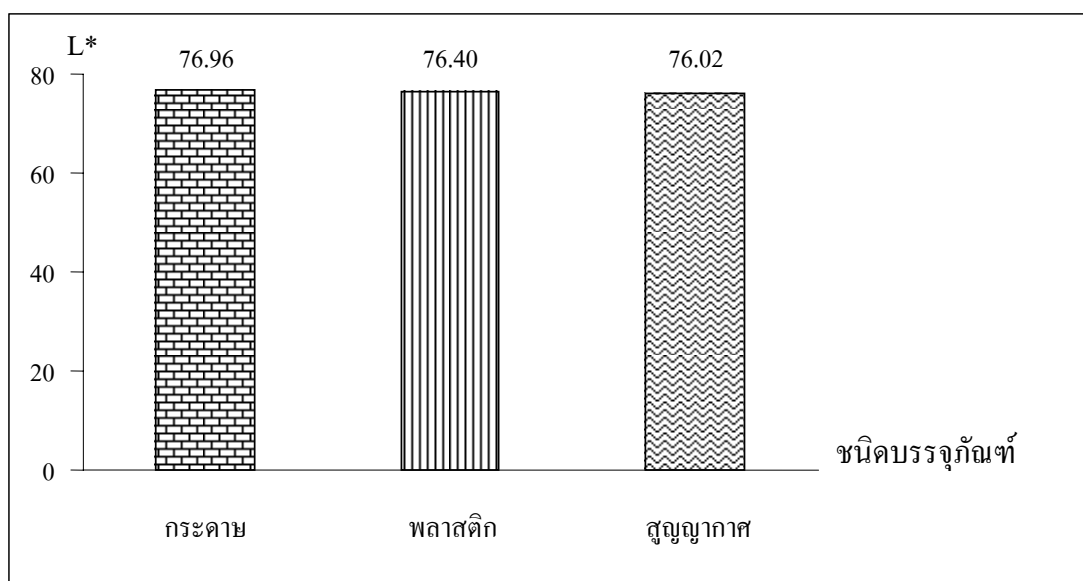
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความมืด- ความสว่าง (L^*) ของสีผ้าไหมที่ข้อมด้วยน้ำสีจากเปลือกมังคุดแห้ง (ตารางผนวกที่ ข1) พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อค่า L^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ว่าอุณหภูมิในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า L^* ชนิดของบรรจุภัณฑ์มีผลต่อค่า L^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า L^* ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า L^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 4 ที่ตั้งไว้ว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า L^*

นอกจากนี้ ยังพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาในการอบแห้งมีผลต่อค่า L^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 5 ที่ตั้งไว้ว่าอุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้งไม่มีผลต่อค่า L^* และปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้งและระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดมีผลต่อค่า L^* อย่างมีนัยสำคัญที่ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 11 ที่ตั้งไว้ว่าอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง และระยะเวลาการเก็บรักษาเปลือกมังคุดไม่มีผลต่อค่า L^* ตามลำดับ



ภาพที่ 20 ค่าความมืด-ความสว่าง (L^*) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่อค่าความมืด- ความสว่าง (L^*) ของสีผ้าไหมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 20 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีค่า L^* สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายถึงผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีความสว่างมากกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นเมื่อประเมินด้วยสายตาสีของผ้าไหมจึงมีความสว่างไม่แตกต่างกันมาก

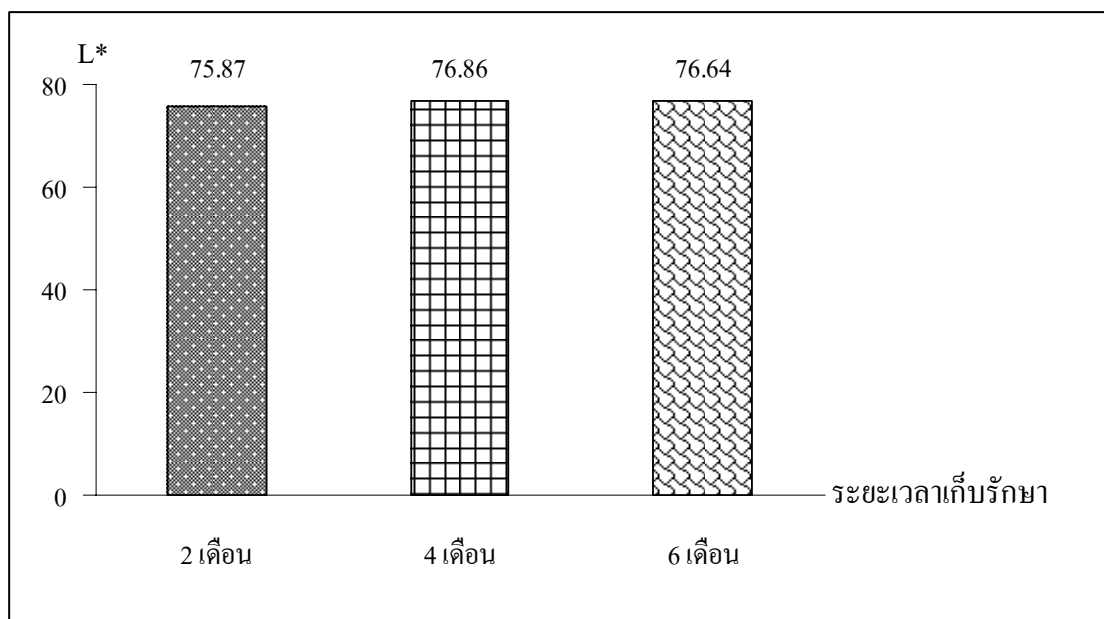


ภาพที่ 21 ค่าความมืด-ความสว่าง (L^*) ของสีผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดที่เก็บรักษาใน
ถุงกระดาษ ถุงพลาสติก และถุงสูญญากาศ

ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่าความมืด- ความสว่าง (L^*) ของสีผ้าไหมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 21 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาในถุงกระดาษมีค่า L^* สูงที่สุด รองลงมาคือ ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บในถุงพลาสติก และผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บในถุงสูญญากาศมีค่า L^* ต่ำที่สุด ซึ่งหมายถึงผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาในถุงกระดาษ มีความสว่างมากที่สุด (สีอ่อนที่สุด) ส่วนผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดที่เก็บรักษาในถุงสูญญากาศมีความสว่างน้อยที่สุด (สีเข้มที่สุด)

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ มีค่า L^* ก่อนข้างสูงและมีค่าใกล้เคียงกัน

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่า ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาในถุงสูญญากาศมีค่า L^* ต่ำกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาในถุงกระดาษ และในถุงพลาสติกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค1

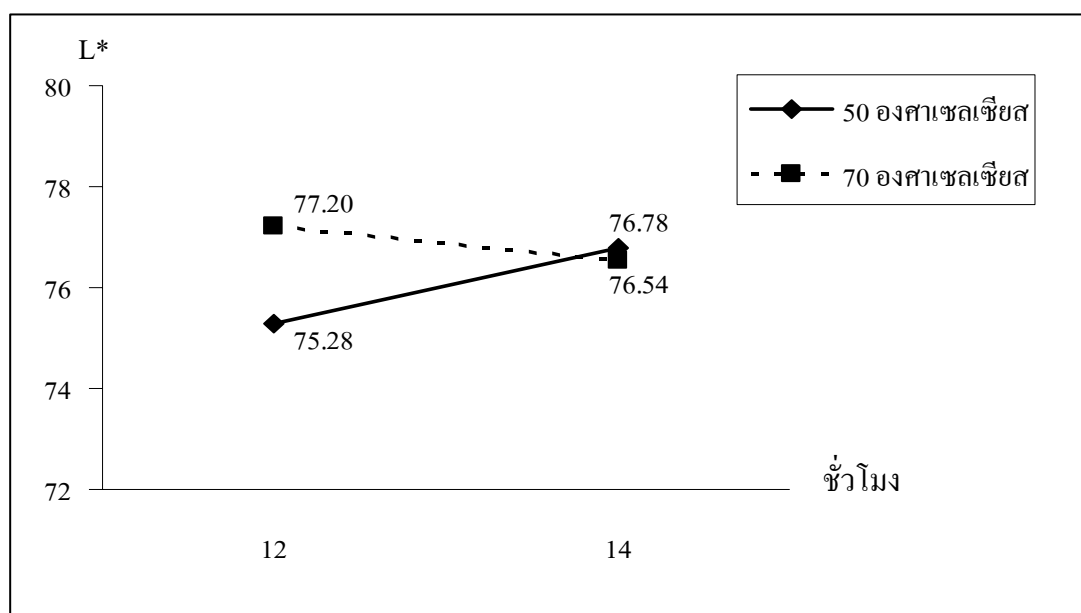


ภาพที่ 22 ค่าความมืด-ความสว่าง (L^*) ของสีผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน

ระยะเวลาเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่าความมืด- ความสว่าง (L^*) ของสีผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 22 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน มีค่า L^* สูงที่สุด รองลงมาคือ ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือน ส่วนผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า L^* ต่ำที่สุด ซึ่งหมายถึง ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษานาน 4 เดือน ได้สีอ่อนที่สุด อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันมาก สีของผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งจึงมีความสว่างไม่แตกต่างกันมากนัก

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า การข้อมผ้าไหมด้วยเปลือกมังคุดที่มีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกันมีความมืด- ความสว่างแตกต่างกัน โดยที่ระยะเวลาเก็บ 4 เดือน เป็นระยะเวลาที่ทำให้มีค่า L^* สูงที่สุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ ผ่องศรี (2540) ซึ่งศึกษาผลของระยะเวลาแช่เย็นและแช่แข็งน้ำสีจากเปลือกมังคุดต่อสีผ้าไหม พบว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยน้ำสีแช่เย็น ระยะเวลาเก็บ 4 เดือนมีค่าสูงสุดเช่นเดียวกัน

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือนมีค่า L^* ต่ำกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน และ 6 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค2

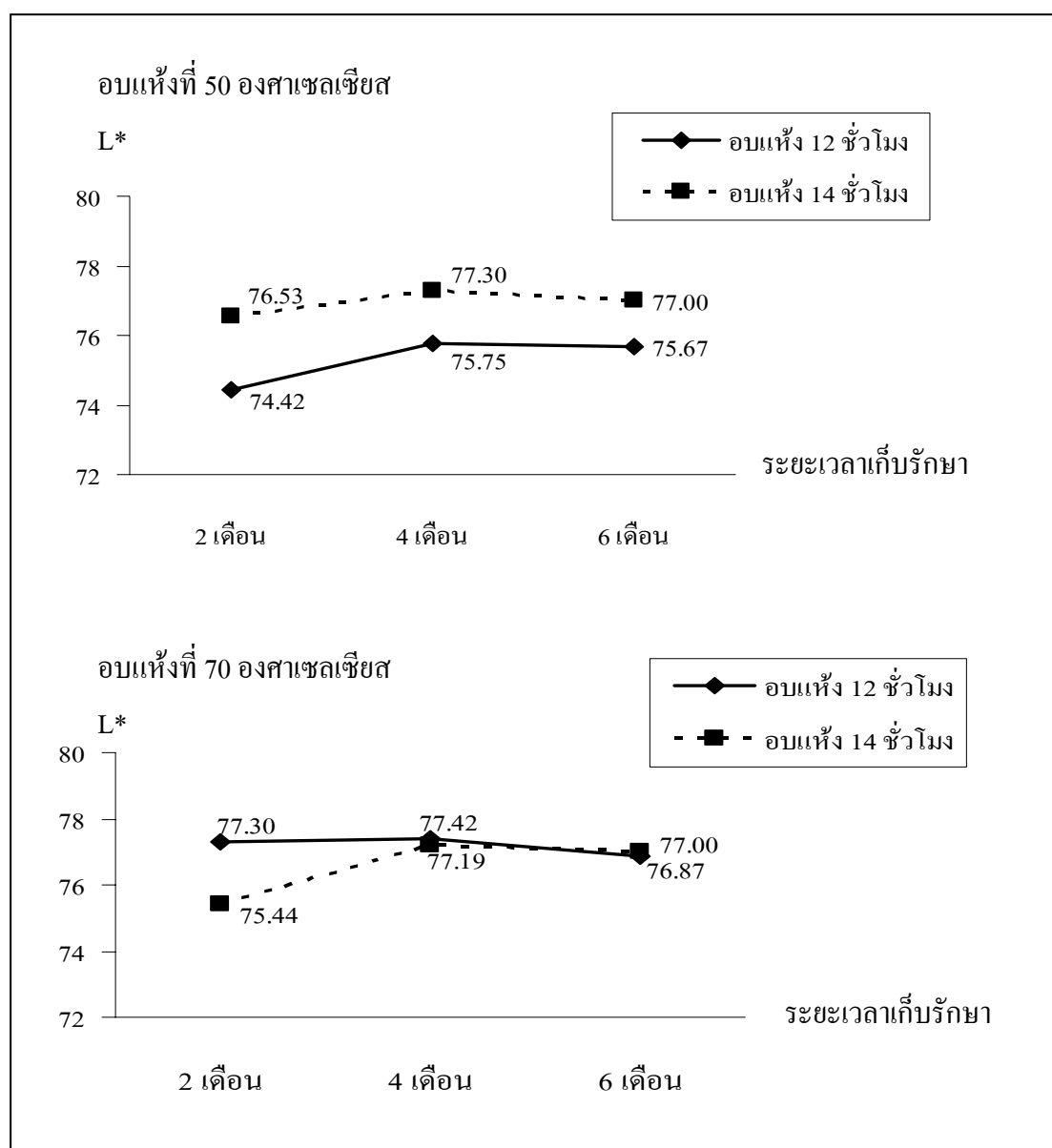


ภาพที่ 23 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งเปลือกมังคุดต่อค่าความมืด-ความสว่าง (L^*) ของสีผ้าไหม

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่อค่าความมืด-ความสว่าง (L^*) ของสีผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 23 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 14 ชั่วโมง มีค่า L^* สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง ในขณะที่ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง มีค่า L^* สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 14 ชั่วโมง ซึ่งหมายความว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง มีสีอ่อนกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง ในขณะที่ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง มีสีอ่อนกว่าผ้าไหมที่

ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามอุณหภูมิและระยะเวลาไม่แตกต่างกันมากนัก

ผลการศึกษา ชี้แนะว่าหากอบเปลือกมังคุดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ควรใช้ระยะเวลา 12 ชั่วโมง หากอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ควรใช้ระยะเวลา 14 ชั่วโมง แต่วิธีที่ดีที่สุดคือ การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง จะทำให้ย้อมได้สีเข้มที่สุด



ภาพที่ 24 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง และระยะเวลาเก็บรักษาเปลือกมังคุดอบแห้งต่อค่าความมืด-ความสว่าง (L*) ของสีผ้าไหม

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง และระยะเวลาเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่า L^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 24 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง มีค่า L^* เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มจาก 2 เดือน เป็น 4 เดือน และมีค่า L^* ลดลงเล็กน้อยเมื่อเพิ่มระยะเวลาเก็บเป็น 6 เดือน และเมื่อใช้เปลือกมังคุดอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง ให้ผลเช่นเดียวกัน

ส่วนผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง มีค่า L^* เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มจาก 2 เดือน เป็น 4 เดือน และลดลงเล็กน้อยเมื่อเพิ่มระยะเวลาจาก 4 เดือน เป็น 6 เดือน แต่ถ้าใช้เปลือกมังคุดอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง มีค่า L^* เพิ่มขึ้นมากเมื่อเพิ่มระยะเวลาเก็บรักษาจาก 2 เดือน เป็น 4 เดือน แต่ลดลงเล็กน้อยเมื่อเพิ่มระยะเวลาจาก 4 เดือน เป็น 6 เดือน

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้ง 12 และ 14 ชั่วโมง ระยะเวลาเก็บรักษาที่ดีที่สุดคือ 2 เดือน ส่วนผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง ระยะเวลาเก็บรักษาที่ดีที่สุดคือ 6 เดือน ส่วนระยะเวลาอบแห้ง 14 ชั่วโมง ระยะเวลาเก็บรักษาที่ดีที่สุดคือ 2 เดือน

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส อบแห้งที่ 12 และ 14 ชั่วโมง ระยะเวลาเก็บรักษา 2, 4 และ 6 เดือน ไม่มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อบแห้งที่ 12 ชั่วโมง ระยะเวลาเก็บรักษา 2, 4 และ 6 เดือน ไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อบแห้งที่ 14 ชั่วโมง ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า L^* ต่ำกว่าระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน และ 6 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค3

ผลต่อค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว (a^*)

จากการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 และ 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุง 3 ชนิด คือ ถุงกระดาษ ถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศ นาน 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน นำไปวัดค่าความเป็นสีแดง- สีเขียว (a^*) และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนได้ผลดังตารางต่อไปนี้

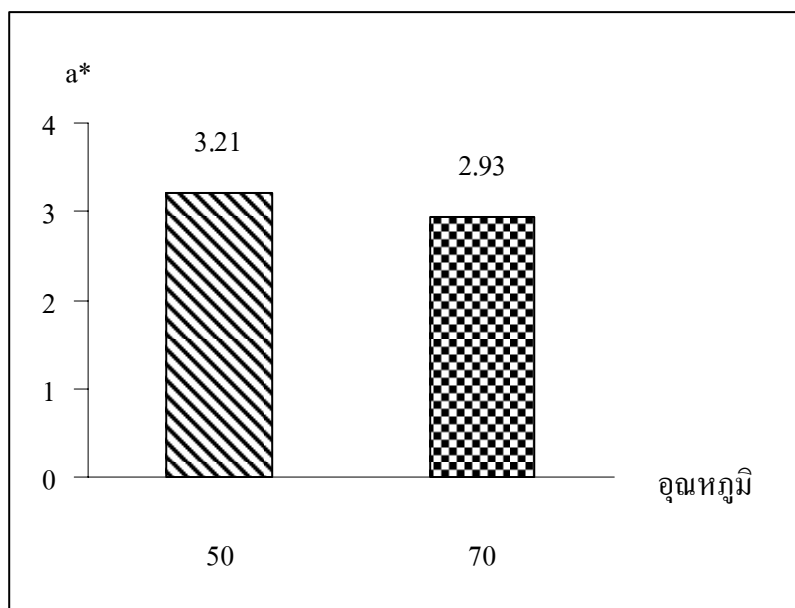
ตารางที่ 2 ค่าความเป็นสีแดง - สีเขียว (a^*) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ใช้อุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาเก็บรักษาแตกต่างกัน

อุณหภูมิ/ระยะเวลา	ค่า a^*								
	ถุงกระดาษ			ถุงพลาสติก			ถุงสุญญากาศ		
	2เดือน	4เดือน	6เดือน	2เดือน	4เดือน	6เดือน	2เดือน	4เดือน	6เดือน
50 °C									
12 ชั่วโมง	1.67	2.67	3.71	2.95	2.92	3.63	3.13	3.41	3.61
14 ชั่วโมง	2.83	3.32	3.66	2.74	3.51	3.60	3.26	3.86	3.28
70 °C									
12 ชั่วโมง	1.90	2.60	2.82	2.24	2.97	2.33	2.11	2.88	3.22
14 ชั่วโมง	3.07	3.72	3.69	3.61	3.89	2.77	2.63	3.29	2.98

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าค่าความเป็นสีแดง- สีเขียว (a^*) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 12 และ 14 ชั่วโมง เก็บด้วยถุงกระดาษ ถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศ นาน 2 , 4 และ 6 เดือน ล้วนมีค่าเป็นบวกซึ่งแสดงความเป็นสีแดงและมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงว่าสีของผ้าไหมที่ย้อมได้มีความเป็นสีแดงใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามพบว่า การย้อมผ้าไหมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง และเก็บรักษาในถุงพลาสติก นาน 4 เดือน ให้ค่าความเป็นสีแดงสูงสุด

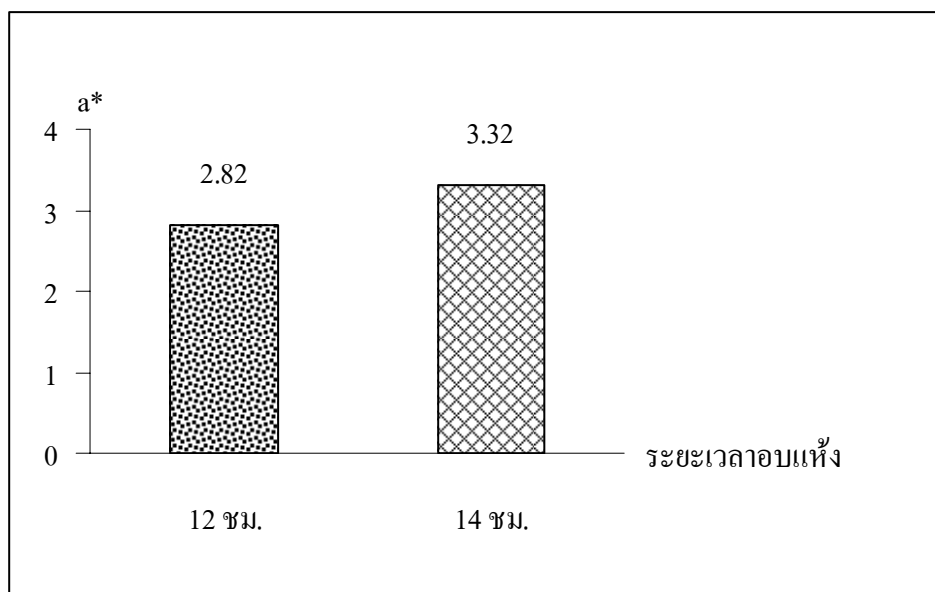
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นสีแดง- สีเขียว (a^*) ของสีฟ้าไหมที่ข้อมด้วยน้ำสีจากเปลือกมังคุดแห้ง (ตารางผนวกที่ ข2) พบว่าอุณหภูมิในการอบแห้งมีผลต่อค่า a^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ว่าอุณหภูมิในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า a^* ระยะเวลาในการอบแห้งมีผลต่อค่า a^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ว่าระยะเวลาในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า a^* ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า a^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 4 ที่ตั้งไว้ว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า a^*

นอกจากนี้ ยังพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาในการอบแห้งมีผลต่อค่า a^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 5 ที่ตั้งไว้ว่าอุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้งไม่มีผลต่อค่า a^*



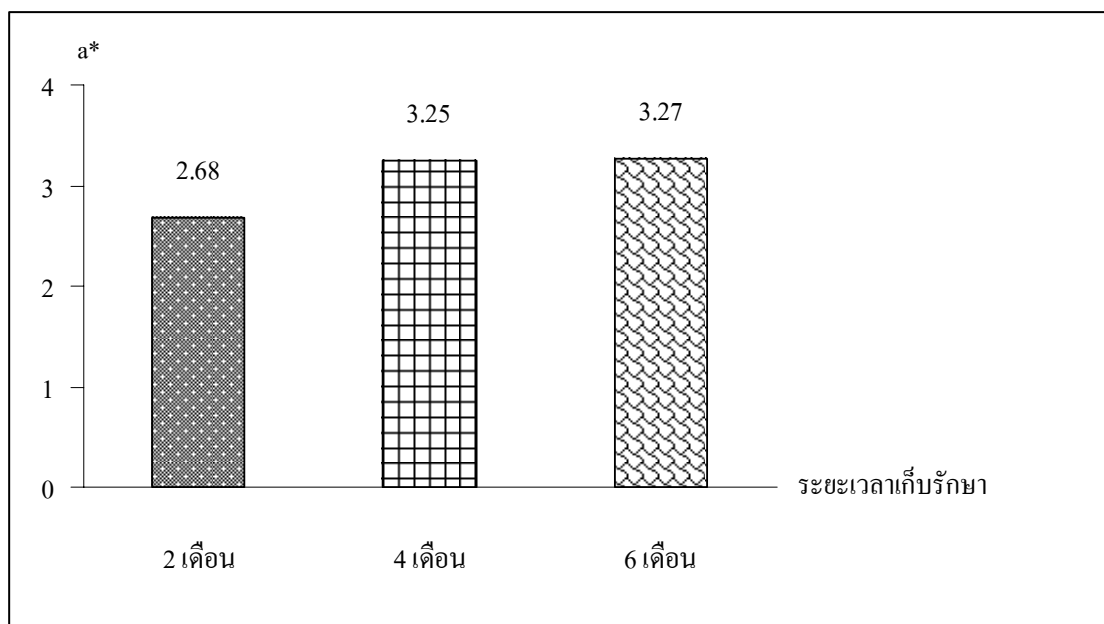
ภาพที่ 25 ค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว (a^*) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งเปลือกมังคุดมีผลต่อค่าความเป็นสีแดง- สีเขียว (a^*) ของสีผ้าไหมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 25 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีค่า a^* สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายถึงผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีความเป็นสีแดงมากกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นเมื่อประเมินด้วยสายตาของผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งจึงมีความเป็นสีแดงไม่แตกต่างกันมาก



ภาพที่ 26 ค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว (a^*) ของสีฟ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง และ 14 ชั่วโมง

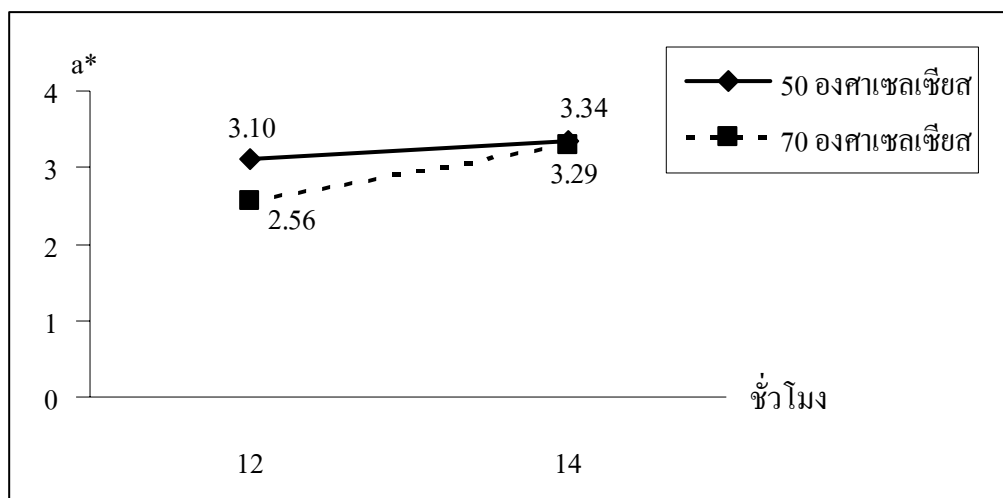
ระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่าความเป็นสีแดง- สีเขียว (a^*) ของสีฟ้าไหมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 26 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระยะเวลา 14 ชั่วโมง มีค่า a^* สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง หมายถึงผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ใช้ระยะเวลาอบแห้งที่ 14 ชั่วโมง มีความเป็นสีแดงมากกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ใช้ระยะเวลาอบ 12 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นเมื่อประเมินด้วยสายตาสีของผ้าไหมจึงมีความเป็นสีแดงไม่แตกต่างกันมากนัก



ภาพที่ 27 ค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว (a^*) ของสีฟ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน

ระยะเวลาเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่า a^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 จากภาพที่ 27 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือน มีค่า a^* สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน และ 4 เดือน แสดงว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือน มีค่าความเป็นสีแดงสูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน และ 4 เดือน

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาการเก็บรักษา 4 และ 6 เดือนมีค่า a^* สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค4



ภาพที่ 28 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งเปลือกมังคุดต่อค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว (a^*) ของสีผ้าไหม

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และระยะเวลาอบแห้ง มีผลต่อค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว (a^*) ของสีผ้าไหมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 28 จะเห็นว่าผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส หากใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 14 ชั่วโมง มีค่า a^* สูงกว่าผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แต่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 12 ชั่วโมงเล็กน้อย ส่วนผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสพบว่าหากใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 14 ชั่วโมง มีค่า a^* สูงกว่าผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แต่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 12 ชั่วโมงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งหมายความว่าผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และ 70 องศาเซลเซียส หากใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 14 ชั่วโมง มีความเป็นสีแดงมากกว่าผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 12 ชั่วโมง

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า เมื่อระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเปลือกมังคุดนานขึ้นมีผลทำให้ค่าความเป็นสีแดงสูงขึ้นด้วย ดังนั้นถ้าต้องการให้สีมีความเป็นสีแดงสูง ควรอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง

ผลต่อค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*)

จากการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 และ 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุง 3 ชนิด คือ ถุงกระดาษ ถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศ นาน 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน นำไปวัดค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*) และวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

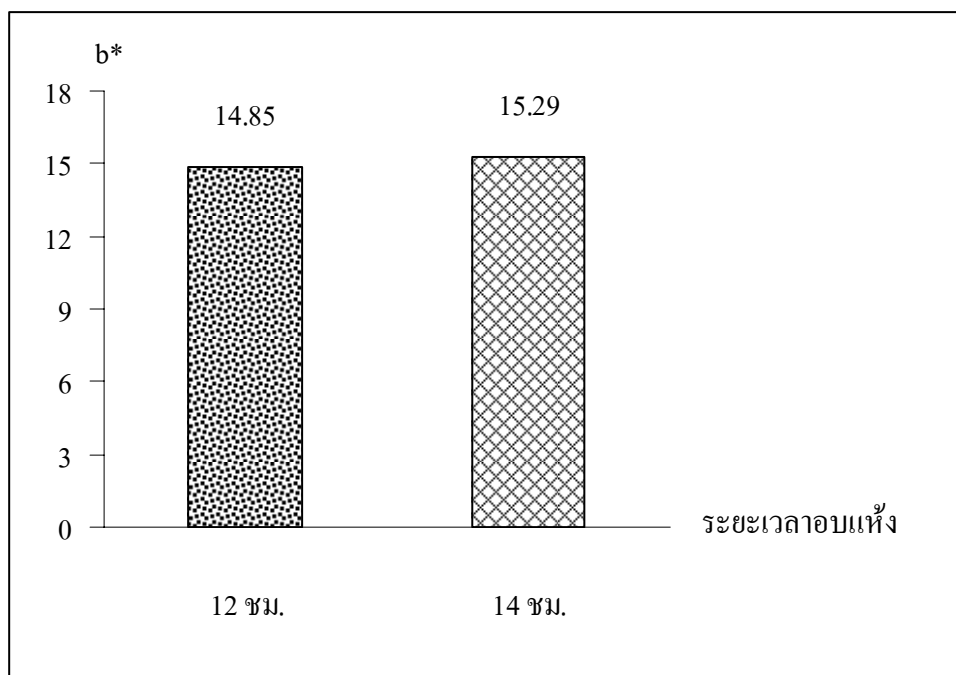
ตารางที่ 3 ค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ใช้ อุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลารักษาแตกต่างกัน

อุณหภูมิ/ระยะเวลา	ค่า b*								
	ถุงกระดาษ			ถุงพลาสติก			ถุงสุญญากาศ		
	2เดือน	4เดือน	6เดือน	2เดือน	4เดือน	6เดือน	2เดือน	4เดือน	6เดือน
50 °C									
12 ชั่วโมง	15.18	16.30	16.80	14.95	14.22	14.08	14.21	13.31	13.57
14 ชั่วโมง	16.31	16.61	17.73	15.92	14.99	16.00	16.37	15.35	14.63
70 °C									
12 ชั่วโมง	15.63	16.24	16.02	15.56	14.98	14.27	14.99	13.24	13.24
14 ชั่วโมง	16.82	17.76	16.38	16.26	15.95	14.65	15.73	14.34	12.84

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่าค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 12 และ 14 ชั่วโมง เก็บรักษาด้วยถุงกระดาษ ถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศนาน 2, 4 และ 6 เดือน ล้วนมีค่า b* เป็นบวก ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีเหลืองและมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย แสดงว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งมีความเป็นสีเหลืองใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามพบว่า การย้อมผ้าไหมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง และเก็บรักษาในถุงกระดาษนาน 4 เดือน ให้ค่าความเป็นสีเหลืองสูงสุด

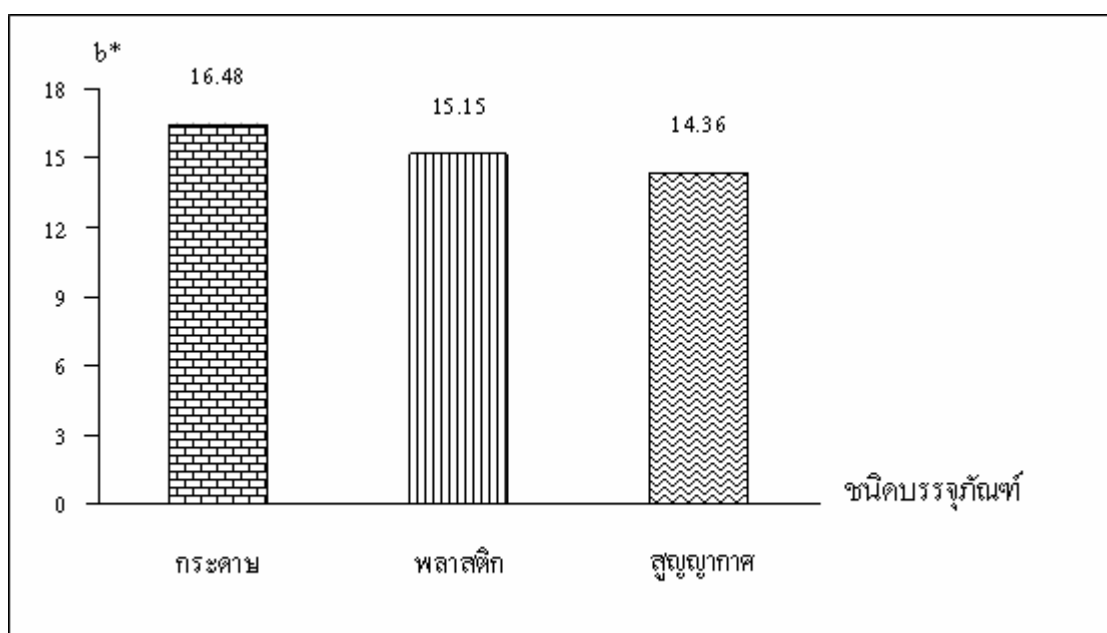
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นสีเหลือง- สีนํ้าเงิน (b^*) ของสีฟ้าไหมที่ ย้อมด้วยน้ำสีจากเปลือกมังคุดแห้ง (ตารางผนวกที่ ข3) พบว่าระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่า b^* อย่างมี นัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ว่าระยะเวลาอบแห้งไม่มีผลต่อค่า b^* ชนิดของบรรจุภัณฑ์มีผลต่อค่า b^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า b^* ระยะเวลาใน การเก็บรักษามีผลต่อค่า b^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 4 ที่ตั้งไว้ ว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า b^*

นอกจากนี้ยังพบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาในการอบแห้งมีผลต่อค่า b^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 5 ที่ตั้งไว้ว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้งไม่มีผลต่อค่า b^* ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาในการ เก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่า b^* อย่างมีนัยสำคัญที่ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 7 ที่ตั้งไว้ว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับระยะเวลาการเก็บรักษาเปลือกมังคุดไม่มีผลต่อค่า b^* และ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือก มังคุดแห้งมีผลต่อค่า b^* อย่างมีนัยสำคัญที่ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 12 ที่ตั้งไว้ว่า อุณหภูมิมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาการเก็บรักษา เปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า b^* ตามลำดับ



ภาพที่ 29 ค่าความเป็นสีเหลือง- สีนํ้าเงิน (b^*) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดที่มีระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง และ 14 ชั่วโมง

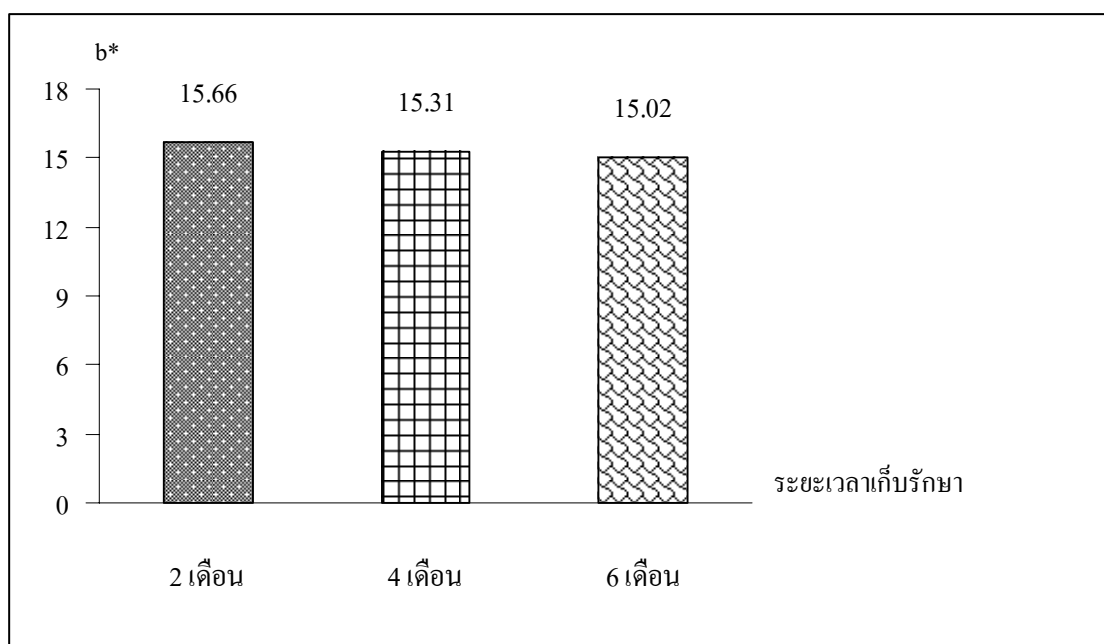
ระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลือง- สีนํ้าเงิน (b^*) ของสีผ้าไหมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 29 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ใช้ระยะเวลา 14 ชั่วโมง มีค่า b^* สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ใช้ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ซึ่งหมายถึงผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ใช้ระยะเวลา 14 ชั่วโมง สีของผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งมีความเป็นสีเหลืองมากกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ใช้ระยะเวลา 12 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามค่าที่ได้มีความแตกต่างกันเล็กน้อย ดังนั้นเมื่อประเมินด้วยสายตาสีของผ้าไหมจึงมีความเป็นสีเหลืองแตกต่างกันเล็กน้อย



ภาพที่ 30 ค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b^*) ของสีผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดที่เก็บรักษาใน ถุงกระดาษ ถุงพลาสติก และถุงสูญญากาศ

ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b^*) ของสีผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 30 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาในถุงกระดาษมีค่า b^* สูงที่สุด รองลงมาคือผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงพลาสติก และผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงสูญญากาศมีค่า b^* ต่ำที่สุด ซึ่งหมายถึงผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาในถุงกระดาษมีความเป็นสีเหลืองมากกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก และผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงสูญญากาศ

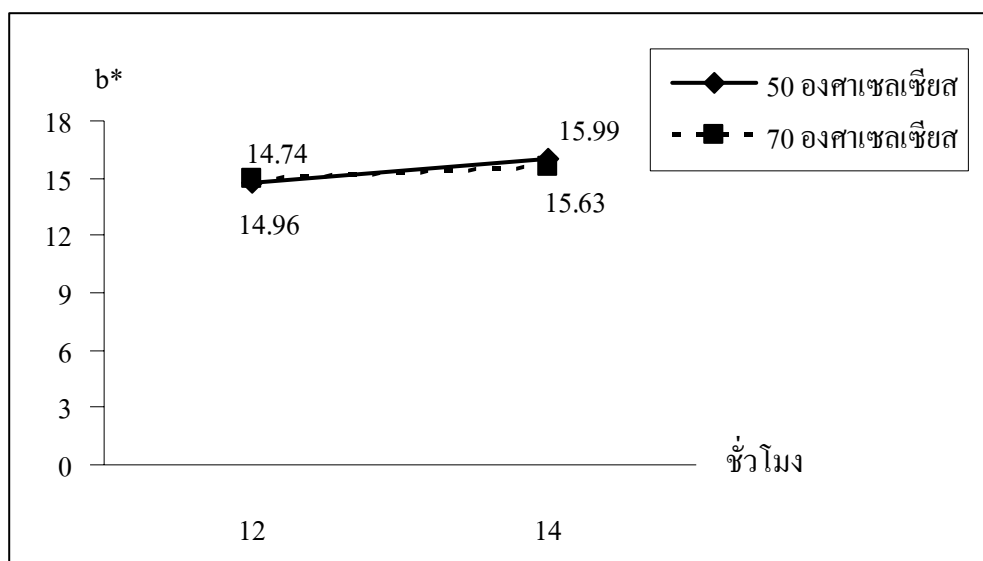
จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาในถุงกระดาษ ถุงพลาสติก และถุงสูญญากาศ มีค่า b^* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค5



ภาพที่ 31 ค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b^*) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน

ระยะเวลาเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b^*) ของสีผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 31 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า b^* สูงที่สุด รองลงมาคือผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน ส่วนผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือนมีค่า b^* ต่ำที่สุด หมายถึงผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน แสดงว่ามีค่าสูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 4 และ 6 เดือน ความเป็นสีเหลืองมากกว่า อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนักสีของผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งจึงมีความเป็นสีเหลืองไม่แตกต่างกันมากนัก

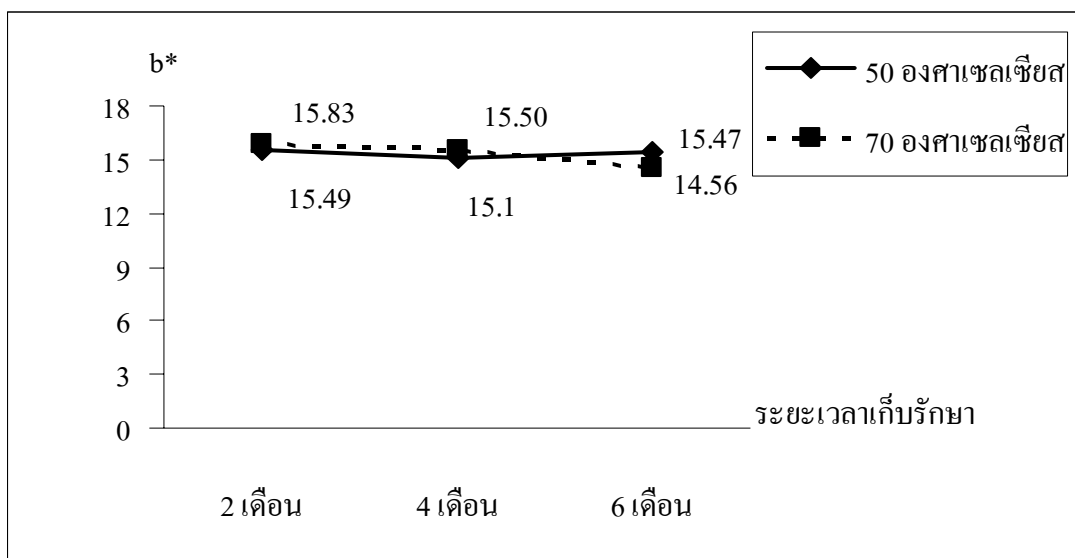
จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือนมีค่า b^* สูงกว่า ระยะเวลาเก็บรักษา 4 และ 6 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค6



ภาพที่ 32 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งเปลือกมังคุดต่อค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b^*) ของสีฟ้าไหม

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b^*) ของสีฟ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 32 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง มีค่า b^* ต่ำกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 14 ชั่วโมง ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง มีค่า b^* ต่ำกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 14 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน ซึ่งหมายความว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อบแห้งนาน 14 ชั่วโมง มีความเป็นสีเหลืองมากกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อบแห้งนาน 12 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามการอบแห้ง นาน 12 ชั่วโมง ถ้าใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จะได้ค่า b^* สูงกว่า ขณะที่การอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง พบว่า ถ้าใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะได้ค่า b^* สูงกว่า

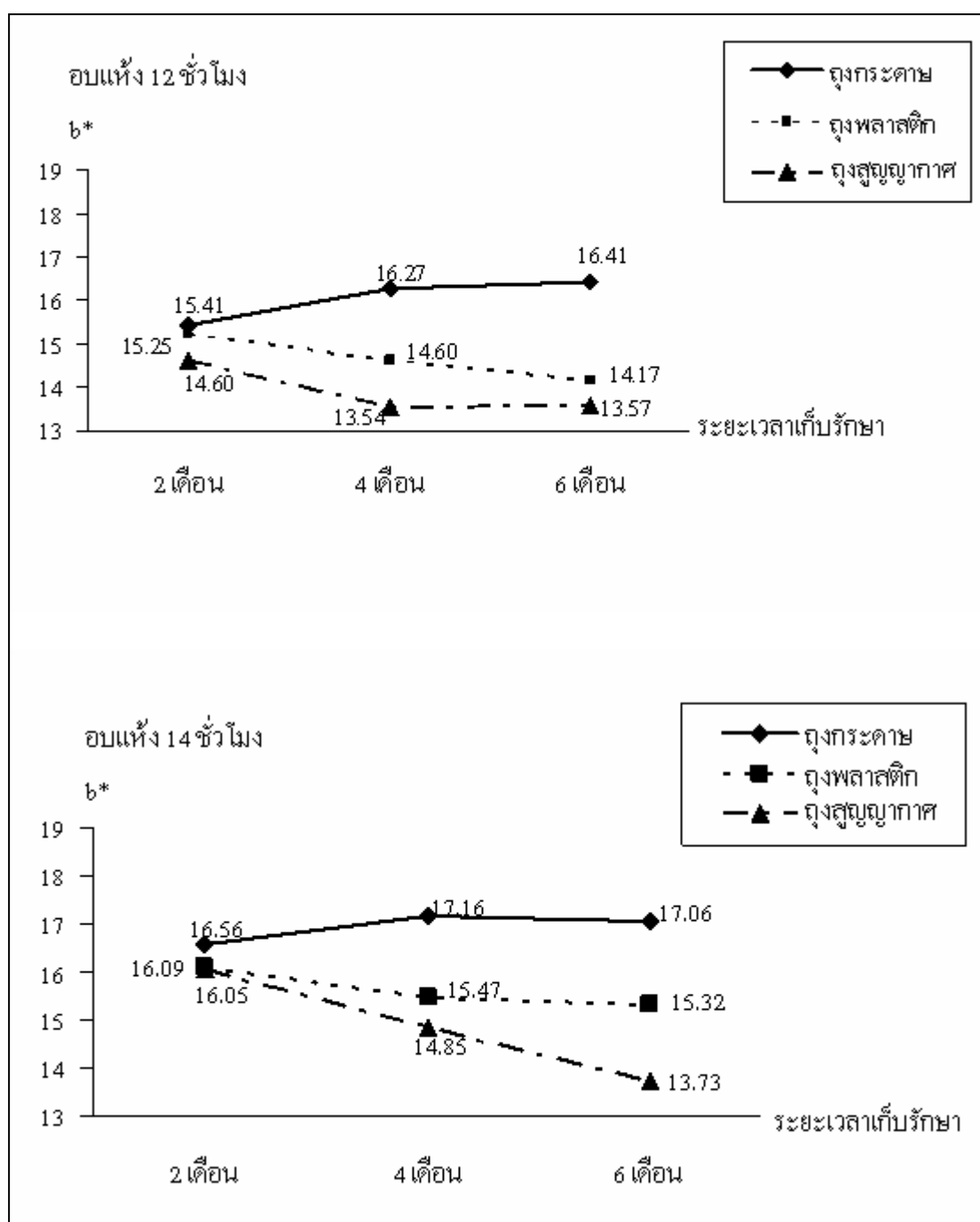
จากผลการทดลองสรุปได้ว่า เมื่อระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเปลือกมังคุดที่นานขึ้นมีผลทำให้ค่าความเป็นสีเหลืองสูงขึ้นด้วย ดังนั้นถ้าต้องการให้สีมีความเป็นสีเหลืองสูง ควรอบนาน 14 ชั่วโมง



ภาพที่ 33 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งต่อค่าความเป็นสีเหลือง- สีนํ้าเงิน (b^*) ของสีฟ้าใหม่

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลือง- สีนํ้าเงิน (b^*) ของสีฟ้าใหม่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 33 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จะให้ค่า b^* ต่ำลงเมื่อข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น กล่าวคือผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งจะมีความเป็นสีเหลืองลดลง ในขณะที่ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า b^* สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่เก็บรักษา 4 เดือน แต่มีค่า b^* ใกล้เคียงกับผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่เก็บรักษา 6 เดือน

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่า การอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน ไม่ทำให้ค่า b^* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในขณะที่การอบแห้งที่ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า b^* แตกต่างจากผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่มีระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค7



ภาพที่ 34 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาเก็บรักษา เปลือกมังกุดอบแห้งต่อค่าความเป็นสีเหลือง- สีนํ้าเงิน (b^*) ของสีฟ้าไหม

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาในการเก็บรักษา เปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลือง- สีนํ้าเงิน (b^*) ของสีฟ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 34 จะเห็นว่าในกรณีอบแห้งนาน 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษ ค่า b^* เพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น เมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติก ค่า b^* ลดลง เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น และเมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ ค่า b^* ลดลง เมื่อมีระยะเวลาเก็บรักษาจาก 2 เดือน เป็น 4 เดือน และค่า b^* เพิ่มขึ้นจาก 4 เดือน เป็น 6 เดือน

ส่วนในกรณีอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษ ค่า b^* เพิ่มขึ้น เมื่อมีระยะเวลาเก็บรักษาจาก 2 เดือน เป็น 4 เดือน และค่า b^* ลดลง จาก 4 เดือน เป็น 6 เดือน เมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติก ค่า b^* ลดลงตามลำดับ เมื่อมีระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น และเมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ ค่า b^* ลดลงตามลำดับเช่นกันเมื่อมีระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น

ผลการวิจัยสรุปได้ว่าระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษ ระยะเวลาเก็บรักษาที่ดีที่สุด คือ 6 เดือน ส่วนเก็บรักษาในถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศระยะเวลาเก็บรักษาที่ดีที่สุด คือ 2 เดือน และในกรณีอบแห้ง 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษ ระยะเวลาเก็บรักษาที่ดีที่สุด คือ 4 เดือน ส่วนเก็บรักษาในถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศระยะเวลาเก็บรักษาที่ดีที่สุด คือ 2 เดือน

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่าฟ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษ ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า b^* ต่ำกว่าระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือนและ 6 เดือน ในขณะที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน ไม่แตกต่างกัน และเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า b^* สูงกว่าระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน และ 6 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ฟ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระยะเวลาอบแห้ง 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษและเก็บรักษาในถุงพลาสติก ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน, 4 เดือนและ 6 เดือนไม่แตกต่างกัน ในขณะที่เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า b^* แตกต่างจากระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค8 , ค9 และ ค10

ผลต่อค่าความบริสุทธิ์- ความสดใสของสี (C*)

จากการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 และ 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุง 3 ชนิด คือ ถุงกระดาษ ถุงพลาสติก และถุงสูญญากาศ นาน 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน แล้วนำไปวัดค่าความบริสุทธิ์- ความสดใส (C*) และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

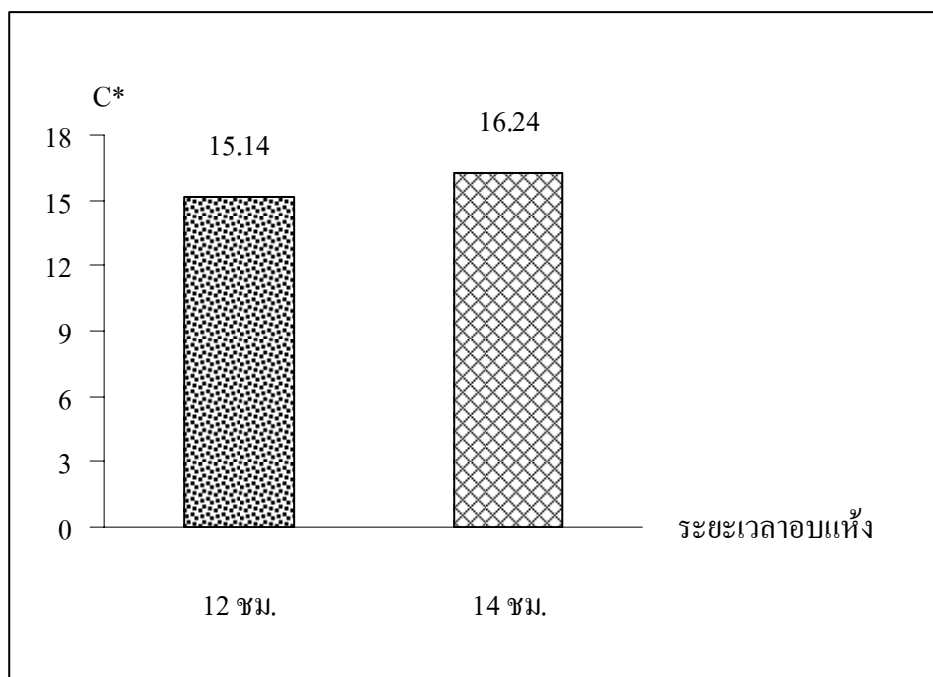
ตารางที่ 4 ค่าความบริสุทธิ์- ความสดใส (C*) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ใช้ อุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาเก็บรักษาแตกต่างกัน

อุณหภูมิ/ระยะเวลา	ค่า C*								
	ถุงกระดาษ			ถุงพลาสติก			ถุงสูญญากาศ		
	2เดือน	4เดือน	6เดือน	2เดือน	4เดือน	6เดือน	2เดือน	4เดือน	6เดือน
50 °C									
12 ชั่วโมง	15.29	16.52	17.22	15.24	14.50	14.53	14.56	13.76	14.05
14 ชั่วโมง	16.56	16.94	18.10	16.16	15.40	16.41	16.70	15.84	16.41
70 °C									
12 ชั่วโมง	15.76	16.45	16.27	15.72	15.28	14.46	15.15	14.06	13.63
14 ชั่วโมง	17.10	18.10	16.80	16.66	16.43	14.92	15.95	14.73	13.19

จากตารางที่ 7 ค่าความบริสุทธิ์- ความสดใสของสี (C*) พบว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งทุกชั้นมีสีค่อนข้างน้อยสดใส และมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันไม่มากนัก แสดงว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 12 และ 14 ชั่วโมง เก็บรักษาด้วยถุงกระดาษ ถุงพลาสติกและถุงสูญญากาศนาน 2, 4 และ 6 เดือน ล้วนมีความสดใสอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตามพบว่า การย้อมผ้าไหมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง และเก็บในถุงกระดาษนาน 4 เดือน ให้ค่า C* สูงสุด

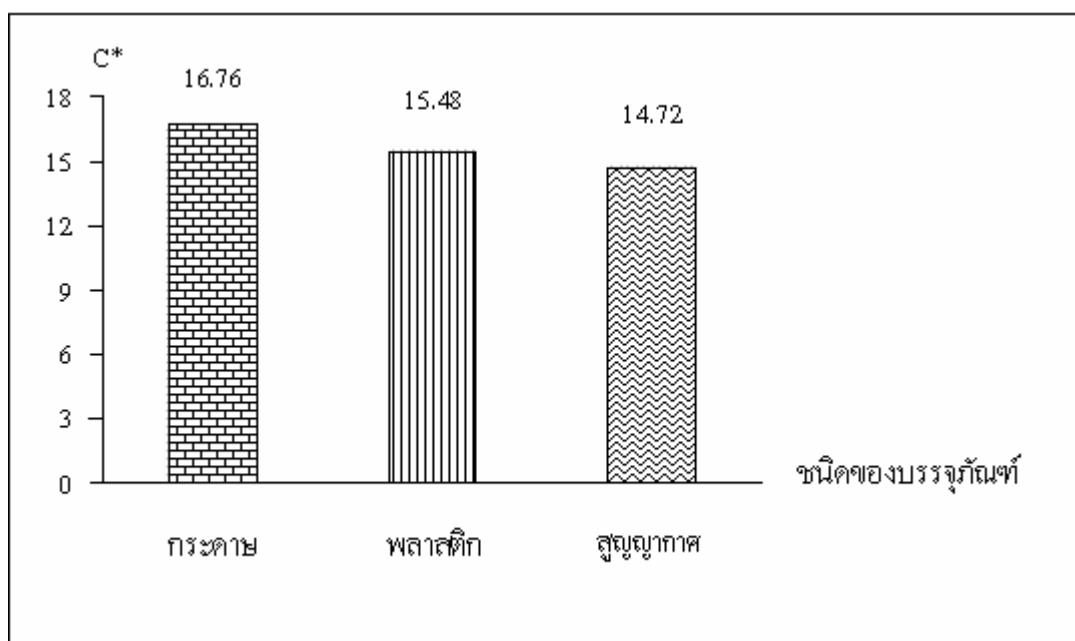
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความบริสุทธิ์- ความสดใส(C*) ของสีฟ้าไหมที่ย้อมด้วยน้ำสีจากเปลือกมังคุดแห้ง (ตารางผนวกที่ ข4) พบว่าระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่า C* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ว่าระยะเวลาอบแห้งไม่มีผลต่อค่า C* ชนิดของบรรจุภัณฑ์มีผลต่อค่า C* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า C* ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า C* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 4 ที่ตั้งไว้ว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า C*

นอกจากนี้ยังพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่า C* อย่างมีนัยสำคัญที่ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 7 ที่ตั้งไว้ว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับระยะเวลาการเก็บรักษาเปลือกมังคุดไม่มีผลต่อค่า C* และปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่า C* อย่างมีนัยสำคัญที่ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 12 ที่ตั้งไว้ว่าอุณหภูมิ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า C* ตามลำดับ



ภาพที่ 35 ค่าความบริสุทธิ์- ความสดใส (C*) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่มีระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง และ 14 ชั่วโมง

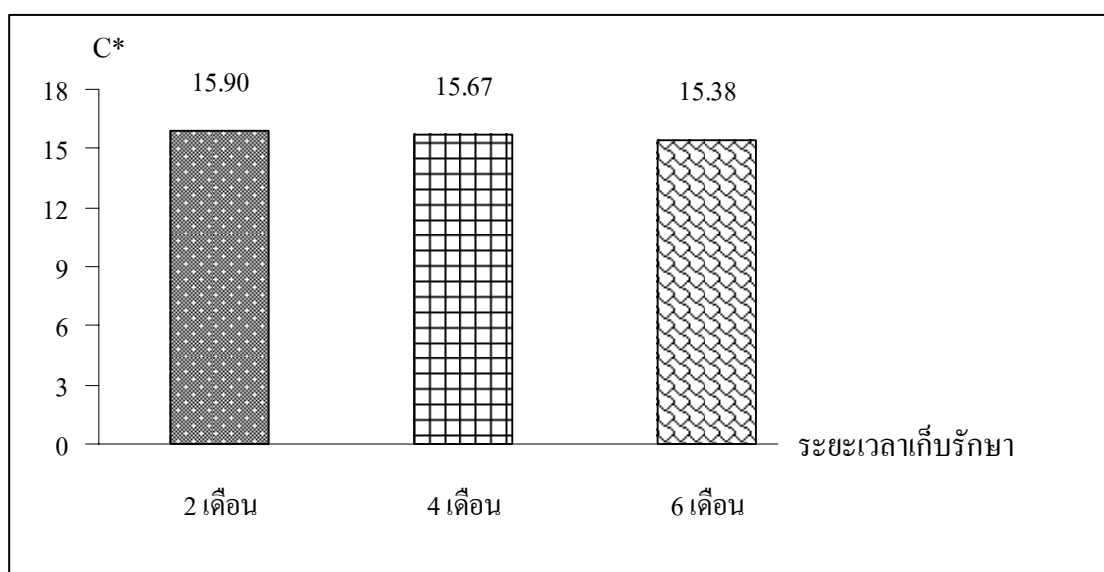
ระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่าความบริสุทธิ์- ความสดใส (C*) ของสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 35 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อบแห้งนาน 14 ชั่วโมง มีค่า C* สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อบแห้งนาน 12 ชั่วโมง กล่าวคือผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อบแห้งนาน 14 ชั่วโมง มีความสดใสมากกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งนาน 12 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามค่าที่ได้มีความแตกต่างกันเล็กน้อย ดังนั้นเมื่อประเมินด้วยสายตาสีของผ้าไหมจึงมีความสดใสแตกต่างกันเล็กน้อย



ภาพที่ 36 ค่าความบริสุทธิ์-ความสดใส (C*) ของสีผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดที่เก็บรักษาในถุง กระดาษ ถุงพลาสติก และถุงสูญญากาศ

ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่าความบริสุทธิ์- ความสดใส (C*) ของสีผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 36 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บในถุงกระดาษมีค่า C* สูงที่สุด รองลงมาคือผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บในถุงพลาสติก และผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บในถุงสูญญากาศมีค่า C* ต่ำที่สุด กล่าวคือผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาในถุงกระดาษ มีความสดใสมากกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกและถุงสูญญากาศ

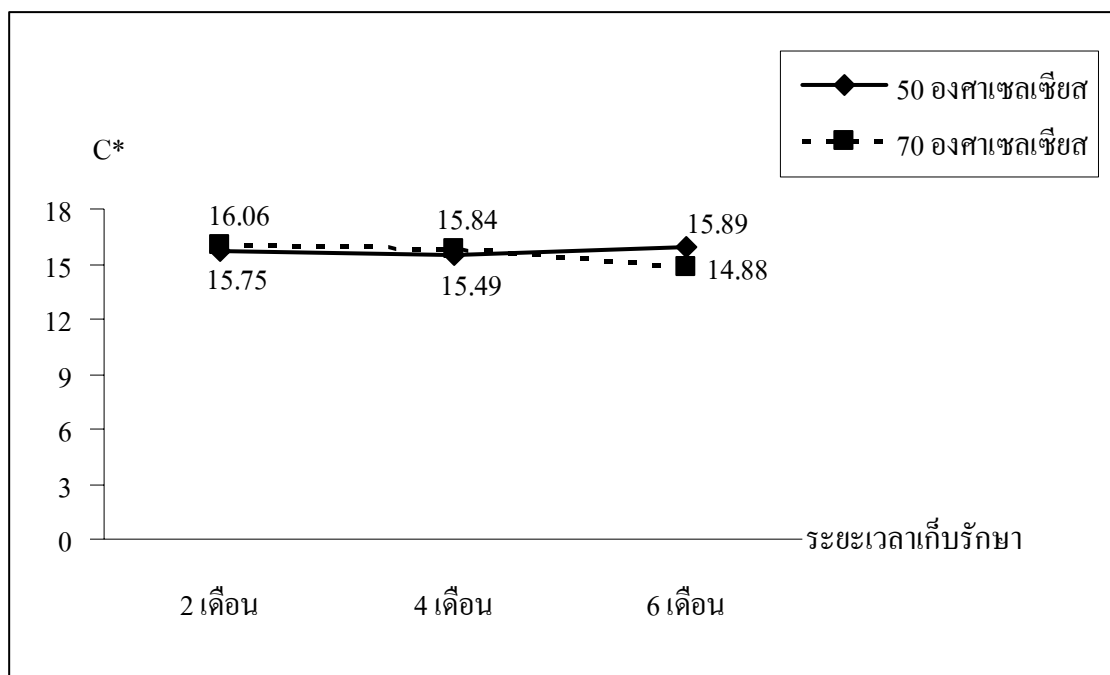
จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาในถุงกระดาษ ถุงพลาสติก และถุงสูญญากาศ มีค่า C* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค11



ภาพที่ 37 ค่าความบริสุทธิ์- ความสดใส (C*) ของสีผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน

ระยะเวลาเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่าความบริสุทธิ์- ความสดใส (C*) ของสีผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 37 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า C* สูงที่สุด รองลงมาคือผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน ส่วนผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือนมีค่า C* น้อยที่สุด อย่างไรก็ตามค่าที่ได้แตกต่างกันเล็กน้อยเมื่อดูด้วยสายตาของผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งจึงมีความสดใสแตกต่างกันเล็กน้อย

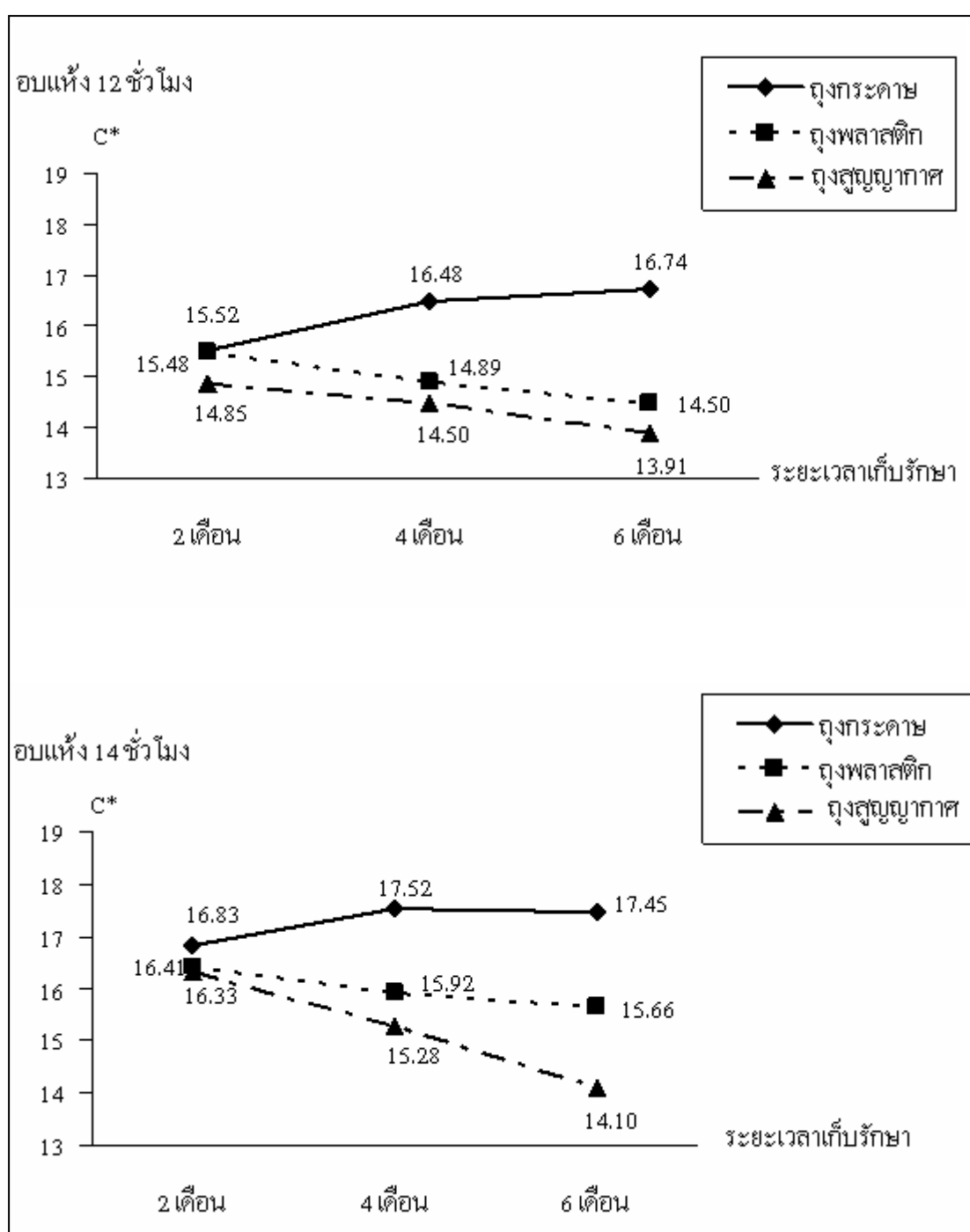
จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาในการเก็บรักษา 2 เดือนมีค่า C* แตกต่างจากผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษา 6 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค12



ภาพที่ 38 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาเปลือกมั่งคุดแห้งต่อค่าความบริสุทธิ์- ความสดใส (C*) ของสีผ้าไหม

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาเปลือกมั่งคุดแห้งมีผลต่อค่าความบริสุทธิ์- ความสดใส (C*) ของสีผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 38 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมั่งคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จะมีค่า C* ต่ำลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งหมายถึงสีของผ้าไหมจะมีความสดใสลดลง ในขณะที่ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมั่งคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะมีค่า C* ต่ำลงเมื่อมีระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มจาก 2 เดือน เป็น 4 เดือน และสูงขึ้น เมื่อมีระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจาก 4 เดือน เป็น 6 เดือน หมายถึงสีของผ้าไหมมีความสดใสลดลงในช่วงแรกและเพิ่มขึ้นในช่วงหลังของระยะเวลาเก็บรักษา

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่ากรณีที่ใช้เปลือกมั่งคุดอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 2 , 4 และ 6 เดือน ไม่ทำให้ค่า C* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในกรณีที่ใช้เปลือกมั่งคุดอบแห้งที่ 70 องศาเซลเซียส การเก็บรักษา 2 เดือน ให้ค่า C* แตกต่างจากการเก็บรักษา 6 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค13



ภาพที่ 39 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาเก็บรักษา เปลือกมังคุดอบแห้งต่อค่าความบริสุทธิ์-ความสดสี (C^*) ของสีฟ้าไหม

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่าความบริสุทธิ์-ความสดใส (C^*) ของสีฟ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 39 จะเห็นว่าในกรณีอบแห้งนาน 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษ ค่า b^* เพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น เมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศ ค่า b^* ลดลง เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น

ส่วนในกรณีอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษ ค่า C^* เพิ่มขึ้น เมื่อมีระยะเวลาเก็บรักษาจาก 2 เดือน เป็น 4 เดือน และค่า b^* ลดลง จาก 4 เดือน เป็น 6 เดือน เมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติก ค่า C^* ลดลงตามลำดับ เมื่อมีระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น และเมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ ค่า C^* ลดลงตามลำดับเช่นกันเมื่อมีระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น

ผลการวิจัยสรุปได้ว่าระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษ ระยะเวลาเก็บรักษาที่ดีที่สุดคือ 6 เดือน ส่วนเก็บรักษาในถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศระยะเวลาเก็บรักษาที่ดีที่สุดคือ 2 เดือน และในกรณีอบแห้ง 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษ ระยะเวลาเก็บรักษาที่ดีที่สุดคือ 4 เดือน ส่วนเก็บรักษาในถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศระยะเวลาเก็บรักษาที่ดีที่สุดคือ 2 เดือน

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่าฟ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษ ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า C^* ต่ำกว่าระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือน ในขณะที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน ไม่แตกต่างกันส่วนเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า C^* สูงกว่าระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน และ 6 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ฟ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระยะเวลาอบแห้ง 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษและเก็บรักษาในถุงพลาสติก ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า C^* ต่างจากระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค14 , ค15 และ ค16

ผลต่อค่าตำแหน่งสี (h^*)

จากการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 และ 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุง 3 ชนิด คือ ถุงกระดาษ ถุงพลาสติก และถุงสูญญากาศ นาน 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน นำไปวัดค่าตำแหน่งสี (h^*) และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

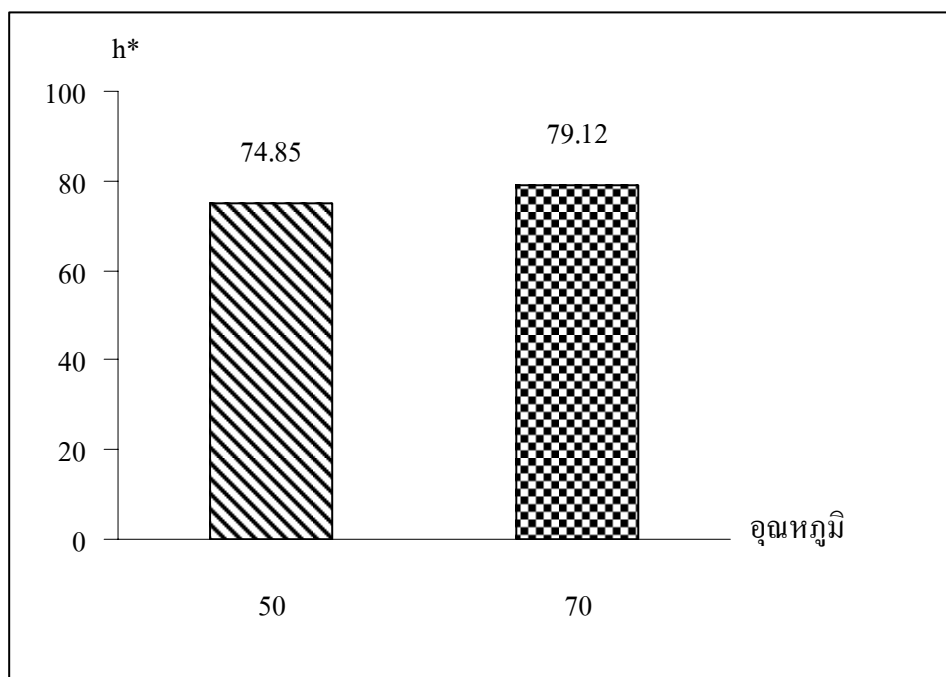
ตารางที่ 5 ค่าตำแหน่งสี (h^*) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ใช้อุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาเก็บรักษาแตกต่างกัน

อุณหภูมิ/ระยะเวลา	ค่า h^*								
	ถุงกระดาษ			ถุงพลาสติก			ถุงสูญญากาศ		
	2เดือน	4เดือน	6เดือน	2เดือน	4เดือน	6เดือน	2เดือน	4เดือน	6เดือน
50 °C									
12 ชั่วโมง	83.64	80.69	77.56	78.90	78.33	75.69	77.56	75.77	75.69
14 ชั่วโมง	80.14	78.71	78.31	80.18	76.75	77.30	78.76	75.88	77.44
70 °C									
12 ชั่วโมง	83.04	80.87	80.01	81.81	78.69	80.74	81.93	78.15	76.30
14 ชั่วโมง	79.62	78.14	77.28	77.43	76.29	79.27	80.59	77.22	76.82

จากตารางที่ 9 จะเห็นว่าค่าตำแหน่งสี (h^*) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งมีค่าอยู่ที่ระหว่าง 75.69-83.64 ตามหลักการวัดสี สีของผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งจะอยู่ในช่วงของสีส้มเหลือง อย่างไรก็ตามจากการมองด้วยสายตา พบว่าสีของผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเป็นสีน้ำตาลออกเหลือง และแตกต่างกันเล็กน้อย ระหว่างผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาเก็บรักษาแตกต่างกัน

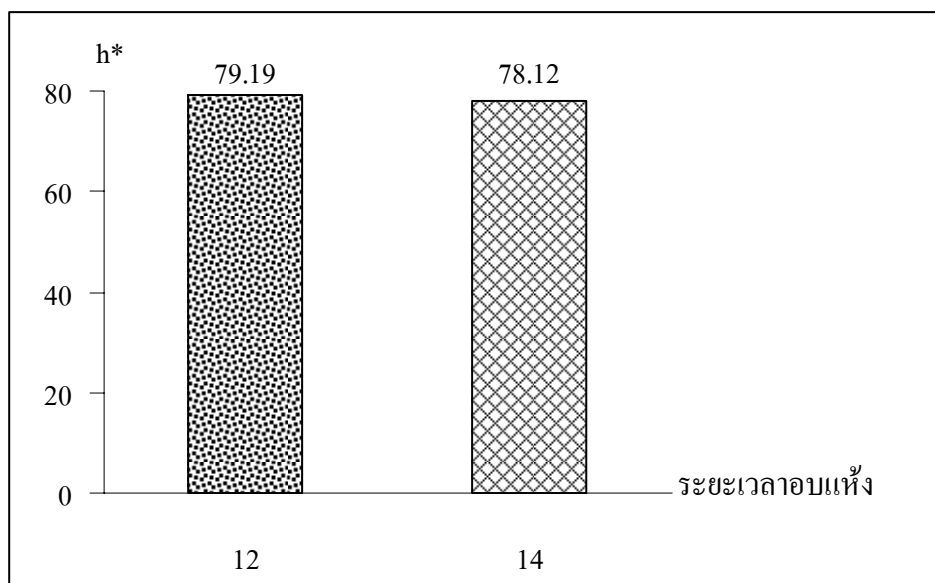
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าตำแหน่งสี (h^*) ของผ้าไหมที่ข้อมด้วยน้ำสีจากเปลือกมังคุดแห้ง (ตารางผนวกที่ ข5) พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่อค่า h^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ว่าอุณหภูมิในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า h^* ระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่า h^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ว่าระยะเวลาอบแห้งไม่มีผลต่อค่า h^* ชนิดของบรรจุภัณฑ์มีผลต่อค่า h^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า h^* ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า h^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 4 ที่ตั้งไว้ว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า h^*

นอกจากนี้ยังพบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่า h^* อย่างมีนัยสำคัญที่ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 7 ที่ตั้งไว้ว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับระยะเวลาการเก็บรักษาเปลือกมังคุดไม่มีผลต่อค่า h^* และ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง และชนิดบรรจุภัณฑ์มีผลต่อค่า h^* อย่างมีนัยสำคัญที่ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 8 ที่ตั้งไว้ว่าอุณหภูมิ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้งกับชนิดบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่า h^* ตามลำดับ



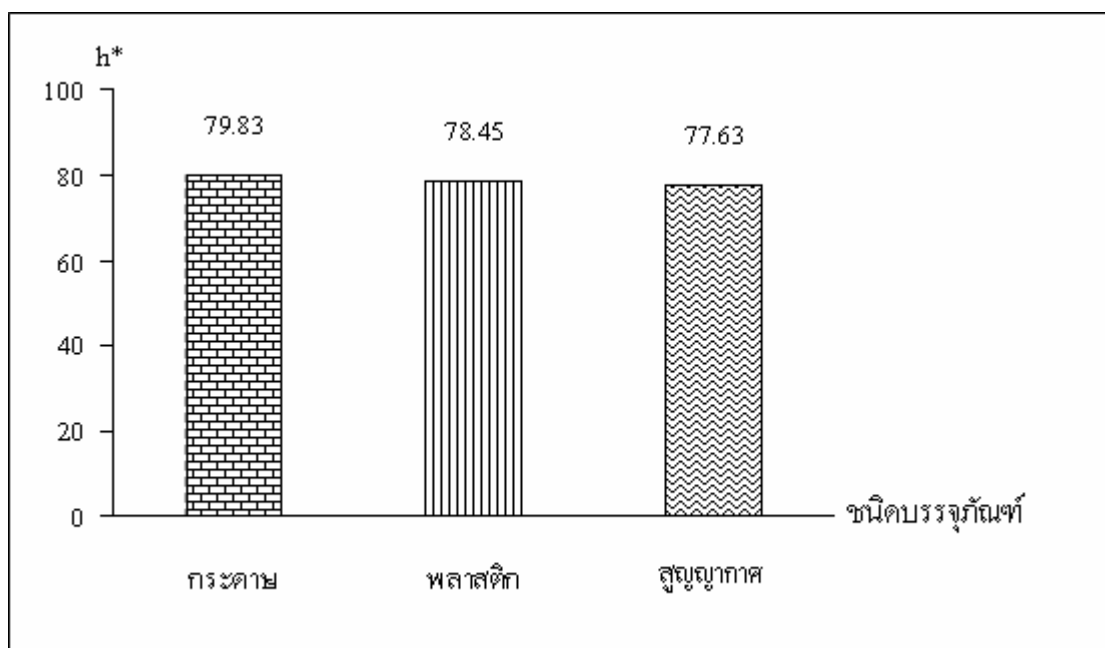
ภาพที่ 40 ค่าตำแหน่งสี (h^*) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งเปลือกมังคุดมีผลต่อค่าตำแหน่งสี (h^*) ของสีผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 40 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีค่า h^* สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายถึงผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีสีออกเหลืองมากกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นเมื่อประเมินด้วยสายตาของผ้าไหมจึงมีความเป็นสีส้มเหลืองไม่แตกต่างกันมาก



ภาพที่ 41 ค่าตำแหน่งสี (h^*) ของสีฟ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่มีระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง และ 14 ชั่วโมง

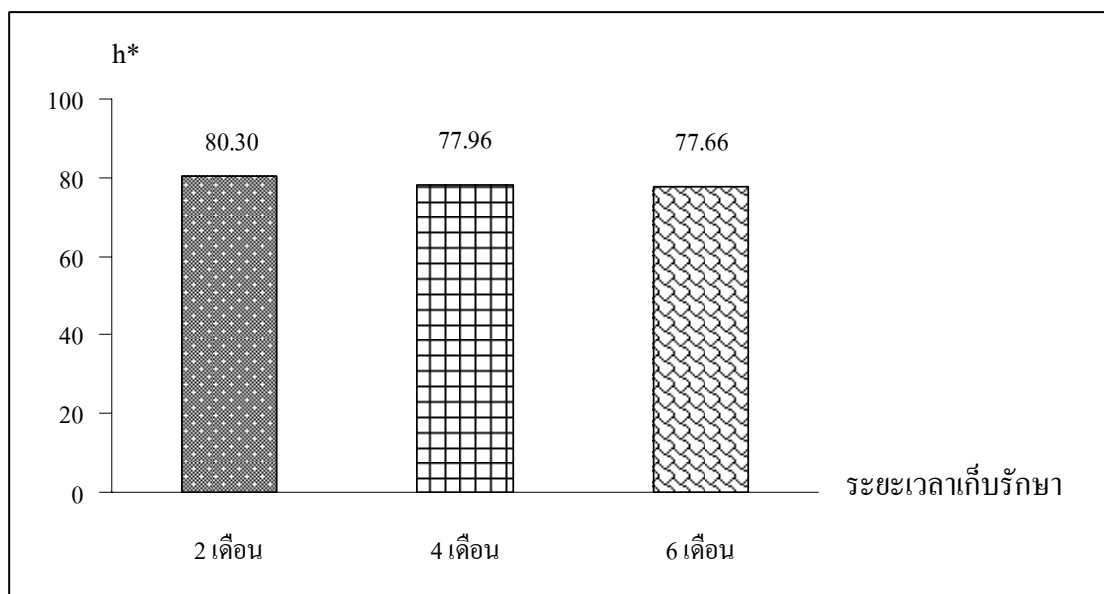
ระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่าตำแหน่งสี (h^*) ของสีฟ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 41 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อบแห้งนาน 12 ชั่วโมง มีค่า h^* สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อบแห้งนาน 14 ชั่วโมง ซึ่งหมายถึงผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดที่อบแห้งนาน 12 ชั่วโมง มีสีออกเหลืองมากกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามค่าที่ได้มีความแตกต่างกันเล็กน้อย ดังนั้นเมื่อประเมินด้วยสายตา สีของผ้าไหมจึงมีความเป็นสีส้มเหลืองแตกต่างกันเล็กน้อย



ภาพที่ 42 ค่าตำแหน่งสี (h^*) ของสีผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมั่งคุดที่เก็บรักษาในตู้กระจก ตู้พลาสติก และตู้สุญญากาศ

ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมั่งคุดแห้งมีผลต่อค่าตำแหน่งสี (h^*) ของสีผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 42 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมั่งคุดแห้งที่เก็บรักษาในตู้กระจกมีค่า h^* สูงที่สุด รองลงมาคือ ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมั่งคุดแห้งที่เก็บรักษาในตู้พลาสติก และผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมั่งคุดแห้งที่เก็บรักษาในตู้สุญญากาศมีค่า h^* ต่ำที่สุด ซึ่งหมายถึงผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมั่งคุดแห้งที่เก็บรักษาในตู้กระจกมีสีส้มเหลืองมากกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมั่งคุดแห้งที่เก็บรักษาในตู้พลาสติกและตู้สุญญากาศ

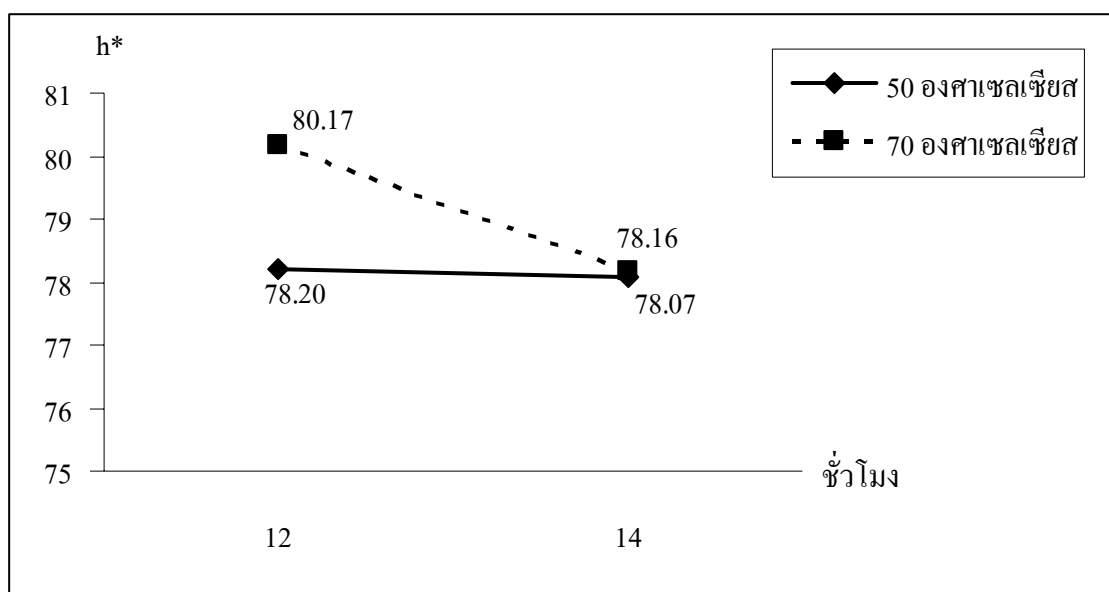
จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมั่งคุดแห้งที่เก็บรักษาในตู้สุญญากาศมีค่า h^* แตกต่างจากผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมั่งคุดแห้งเก็บรักษาในตู้พลาสติก และตู้กระจกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค17



ภาพที่ 43 ค่าตำแหน่งสี (h^*) ของสีผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน

ระยะเวลาเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่าตำแหน่งสี (h^*) ของสีผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 43 จะเห็นว่าผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า h^* สูงที่สุด รองลงมาคือ ผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน ส่วนผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือน มีค่า h^* ต่ำที่สุด แสดงว่าผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีสีส้มเหลืองมากกว่าผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 4 และ 6 เดือน

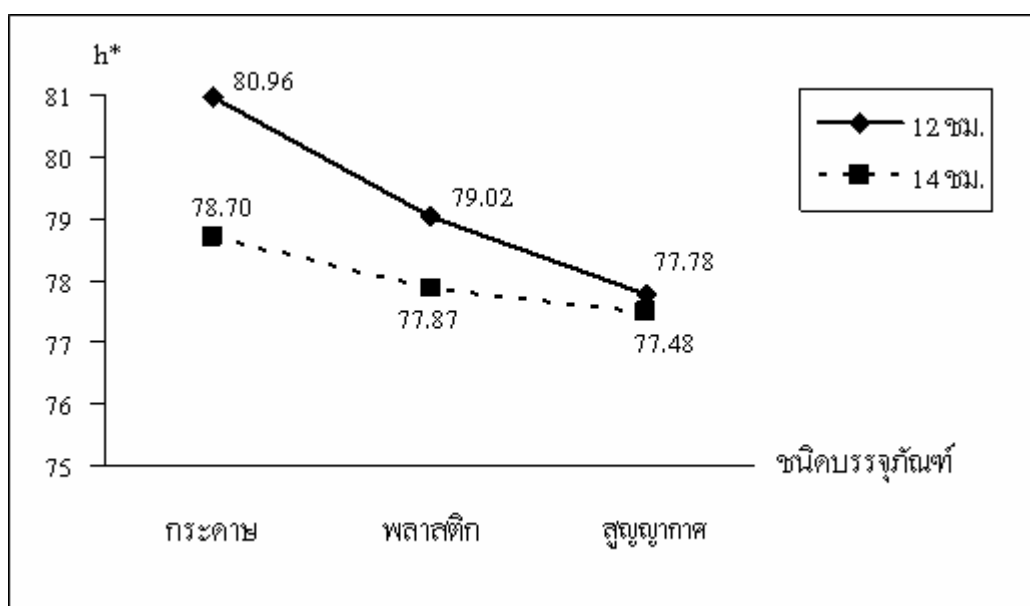
จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่าผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือน มีค่า h^* แตกต่างจากผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 และ 4 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค18



ภาพที่ 44 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งเปลือกมังคุดต่อค่าตำแหน่งสี (h^*) ของสีผ้าไหม

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่าตำแหน่งสี (h^*) ของสีผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 44 จะเห็นว่าผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง มีค่า h^* สูงกว่าผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง ในขณะที่ผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง มีค่า h^* สูงกว่าผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งหมายความว่า ผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้ง นาน 12 ชั่วโมง มีสีออกเหลืองมากกว่าผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า หากอบแห้งเปลือกมังคุดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ควรใช้ระยะเวลาเพียง 12 ชั่วโมง แต่ถ้าอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะใช้เวลา 12 หรือ 14 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับสีที่ต้องการ คือ ถ้าต้องการสีออกเหลืองมาก ควรใช้มังคุดอบแห้งนาน 12 ชั่วโมง ถ้าต้องการสีส้มออกเหลืองน้อยกว่าควรใช้เปลือกมังคุดอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง



ภาพที่ 45 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้งและชนิดบรรจุภัณฑ์ต่อค่าตำแหน่งสี (h^*) ของสีฟ้าใหม่

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้งและชนิดบรรจุภัณฑ์มีผลต่อค่าตำแหน่งสี (h^*) ของสีฟ้าใหม่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 45 จะเห็นว่าผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาอบแห้ง 12 และ 14 ชั่วโมง เก็บในถุงกระดาด ถุงพลาสติก และถุงยูคาลิปตัสมีค่า h^* แตกต่างกัน โดยผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงกระดาดมีค่า h^* สูงสุด รองลงมาคือผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงพลาสติก ส่วนผ้าไหมที่เชื่อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงยูคาลิปตัสมีค่า h^* ต่ำที่สุดอย่างไรก็ตามสีที่ได้แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย เมื่อประเมินด้วยสายตา

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่า ในกรณีที่ใช้ระยะเวลาอบแห้งเปลือกมังคุด 12 ชั่วโมง การเก็บในถุงกระดาด ให้ค่า h^* แตกต่างจากการเก็บในถุงพลาสติก และเก็บในถุงยูคาลิปตัส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกรณีที่ใช้ระยะเวลาอบแห้งเปลือกมังคุด 14 ชั่วโมง การเก็บในถุงกระดาด ถุงพลาสติก และถุงยูคาลิปตัส ให้ค่า h^* ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค19

ผลต่อค่าความเข้มของสี (K/S)

จากการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 และ 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุง 3 ชนิด คือ ถุงกระดาษ ถุงพลาสติก และถุงสูญญากาศ นาน 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน นำไปวัดค่าแสดงความเข้มของสี (K/S) และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

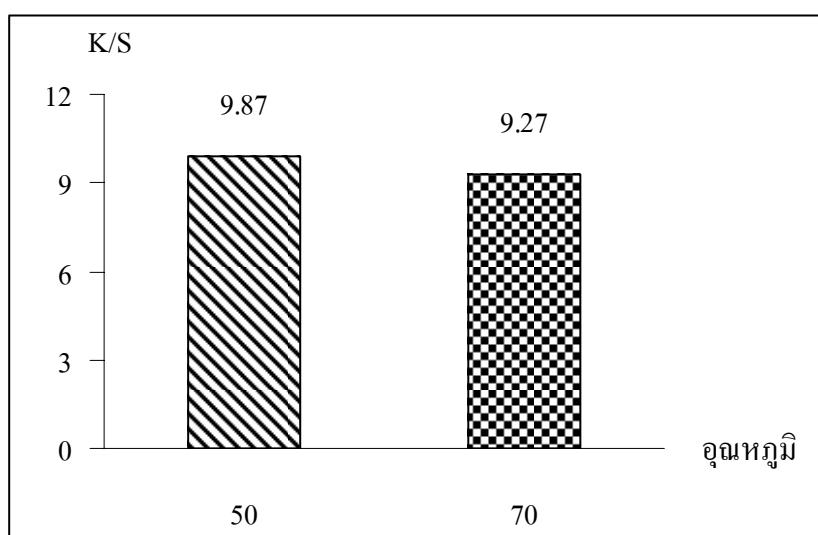
ตารางที่ 6 ค่าความเข้มของสี (K/S) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ใช้อุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาเก็บรักษาแตกต่างกัน

อุณหภูมิ/ระยะเวลา	ค่า K/S								
	ถุงกระดาษ			ถุงพลาสติก			ถุงสูญญากาศ		
	2เดือน	4เดือน	6เดือน	2เดือน	4เดือน	6เดือน	2เดือน	4เดือน	6เดือน
50 °C									
12 ชั่วโมง	10.21	9.23	10.05	10.55	10.33	9.72	11.17	10.44	10.43
14 ชั่วโมง	9.65	8.55	9.70	9.72	9.06	9.98	9.86	9.37	9.55
70 °C									
12 ชั่วโมง	9.28	8.42	8.83	8.96	8.92	8.27	9.26	9.13	8.94
14 ชั่วโมง	9.88	9.55	9.08	11.65	9.17	8.81	10.64	9.26	8.79

จากตารางที่ 11 ซึ่งแสดงค่าความเข้มของสี (K/S) ของสีผ้าไหม ที่คำนวณได้จากค่าการสะท้อนกลับ (reflectance) จากการทดลองจะเห็นว่าค่า K/S ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาเก็บรักษาเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระดับต่างๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 8.27-11.65 ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้ง 14 ชั่วโมง เก็บโดยใช้ถุงพลาสติกนาน 2 เดือน ให้ค่า K/S สูงสุด

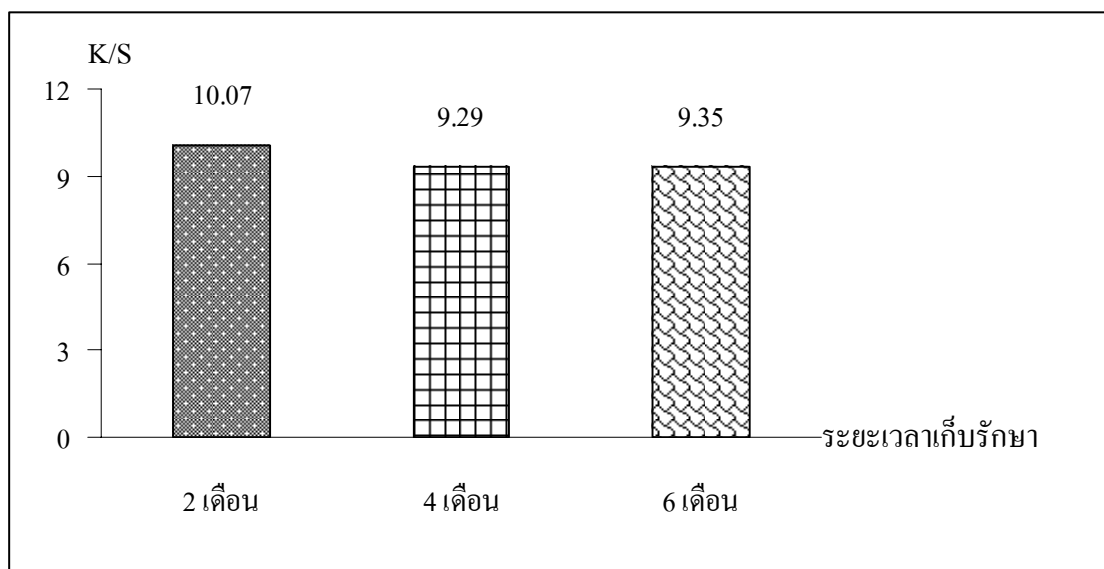
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเข้มของสี (K/S) ของสีฟ้าไหมที่ย้อมด้วยน้ำสีจากเปลือกมังคุดแห้ง (ตารางผนวกที่ ข6) พบว่าอุณหภูมิในการอบแห้งมีผลต่อค่า K/S อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ว่าอุณหภูมิในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า K/S ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า K/S อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 4 ที่ตั้งไว้ว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า K/S

นอกจากนี้ยังพบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่า K/S อย่างมีนัยสำคัญที่ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 5 ที่ตั้งไว้ว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้งไม่มีผลต่อค่า K/S ตามลำดับ



ภาพที่ 46 ค่าความเข้มของสี (K/S) ของสีฟ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส

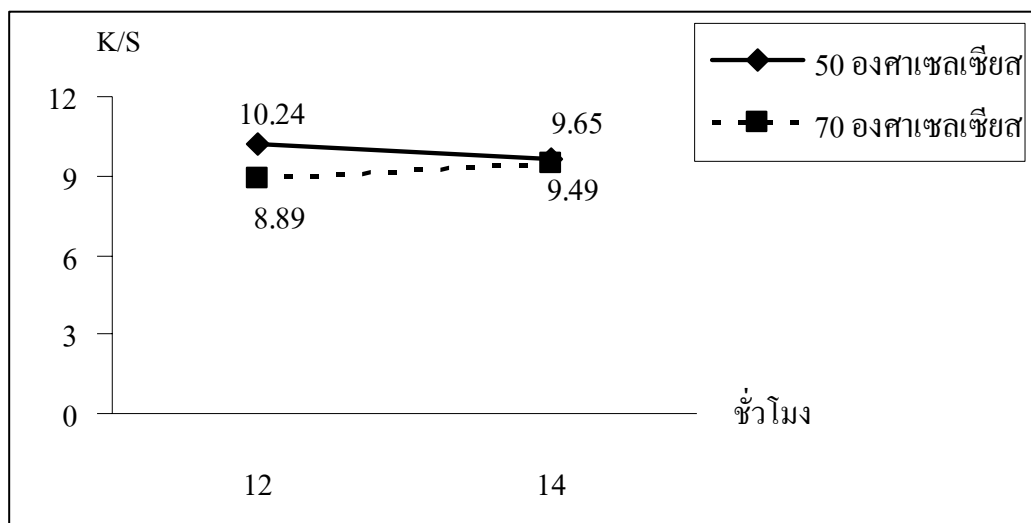
อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่อค่าความเข้มของสี (K/S) ของสีฟ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 46 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีค่า K/S สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนัก



ภาพที่ 47 ค่าความเข้มของสี (K/S) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน

ระยะเวลาเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่าความเข้มของสี (K/S) ของสีผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 47 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า K/S สูงที่สุด รองลงมาคือผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือน และผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน มีค่า K/S ต่ำที่สุด

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า K/S สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 4 และ 6 เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค20



ภาพที่ 48 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งเปลือกมังคุดต่อค่าความเข้มของสี (K/S) ของสีผ้าไหม

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่าความเข้มของสี (K/S) ของสีผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 48 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง มีค่า K/S สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 14 ชั่วโมง ในขณะที่ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 14 ชั่วโมง มีค่า K/S สูงกว่า ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง

ผลการศึกษาชี้แนะว่า ถ้าต้องการสีเข้มควรอบเปลือกมังคุดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ผลต่อค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (dE*)

จากการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 และ 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุง 3 ชนิด คือ ถุงกระดาษ ถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศ นาน 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน นำไปวัดค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (dE*) และวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

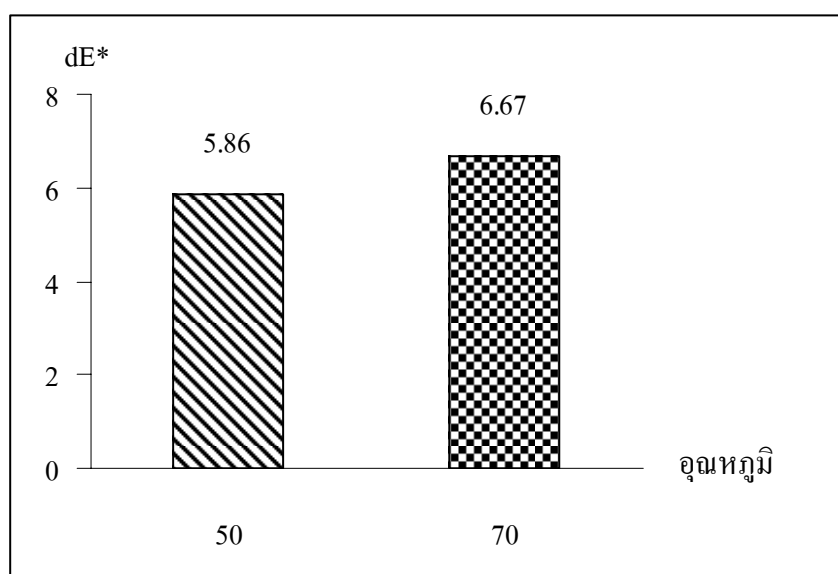
ตารางที่ 7 ค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (dE*) เมื่อเปรียบเทียบกับผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดสด ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ใช้อุณหภูมิระยะเวลา อบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาเก็บรักษาแตกต่างกัน

อุณหภูมิ/ระยะเวลา	ค่า dE*								
	ถุงกระดาษ			ถุงพลาสติก			ถุงสุญญากาศ		
	2เดือน	4เดือน	6เดือน	2เดือน	4เดือน	6เดือน	2เดือน	4เดือน	6เดือน
50 °C									
12 ชั่วโมง	6.07	6.97	5.98	4.92	4.96	5.35	4.06	4.74	4.66
14 ชั่วโมง	6.49	7.79	6.98	6.20	6.46	5.76	6.13	6.10	5.88
70 °C									
12 ชั่วโมง	7.01	8.05	7.26	7.19	6.86	7.57	6.74	6.42	6.41
14 ชั่วโมง	6.37	7.35	6.76	4.14	6.52	6.76	5.33	6.18	6.60

จากตารางที่ 13 ซึ่งแสดงค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (dE*) เมื่อเปรียบเทียบกับผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดสด (ซึ่งเป็นผ้าควบคุม) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ใช้อุณหภูมิระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาเก็บรักษาที่ระดับต่างๆ พบว่าค่า dE* ของผ้าทดลองทุกชิ้นมีค่าเกิน 2 หน่วย ซึ่งหมายถึงมีความแตกต่างของสีโดยทั่วไปค่า dE* ที่ทางอุตสาหกรรมสิ่งทอยอมรับได้มีค่าประมาณ 1-2 หน่วย ทั้งนี้พบว่าผ้าที่มีความแตกต่างของสีสูงสุดคือ ผ้าที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษ เป็นเวลา 4 เดือน ส่วนผ้าที่มีค่าความแตกต่างของสีต่ำสุดคือ ผ้าที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ เป็นเวลา 2 เดือน

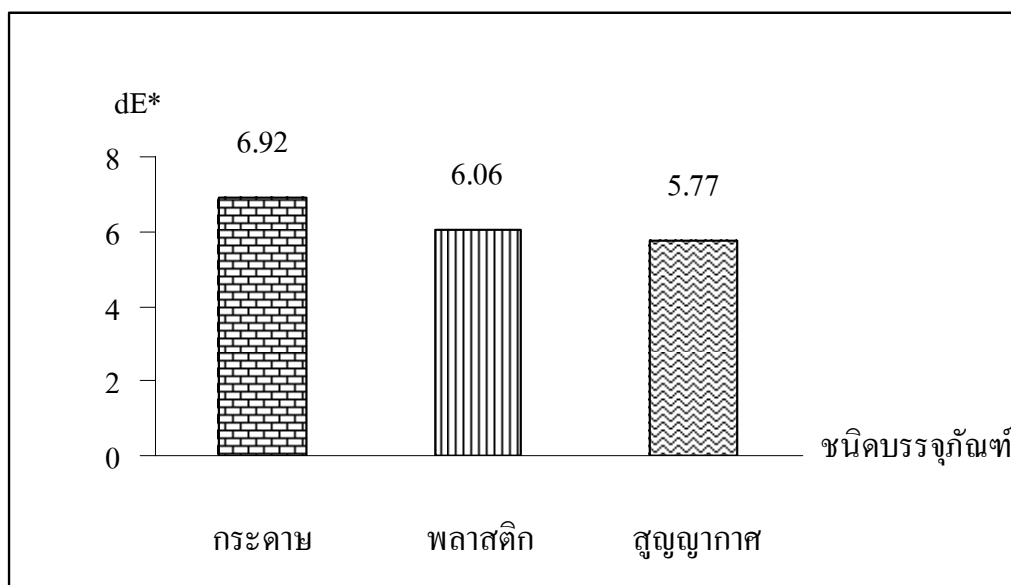
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (dE^*) ของสีผ้าไหมที่ข้อมด้วยน้ำสีจากเปลือกมังคุดแห้ง (ตารางผนวกที่ ข7) พบว่าอุณหภูมิในการอบแห้งมีผลต่อค่า dE^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ว่าอุณหภูมิในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่า dE^* ชนิดของบรรจุภัณฑ์มีผลต่อค่า dE^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า dE^* ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า dE^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 4 ที่ตั้งไว้ว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งไม่มีผลต่อค่า dE^*

นอกจากนี้ยังพบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่า dE^* อย่างมีนัยสำคัญที่ .01 เป็นการปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 5 ที่ตั้งไว้ว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้งไม่มีผลต่อค่า dE^* ตามลำดับ



ภาพที่ 49 ค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (dE^*) ของสีผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส

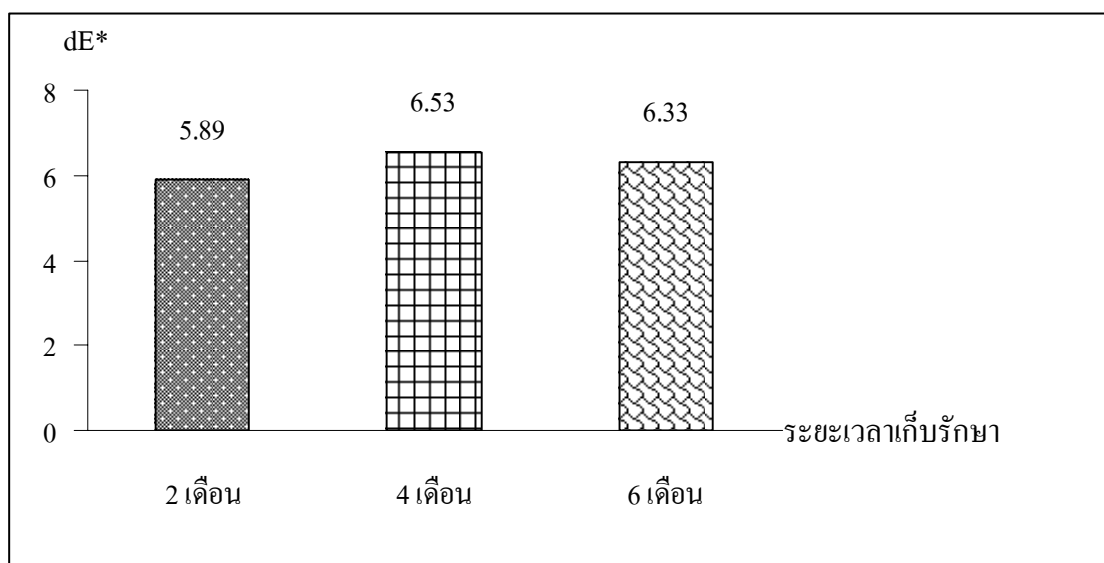
อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่อค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (dE^*) ของสีผ้าไหมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 49 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีค่า dE^* สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายถึงการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสทำให้สีเปลี่ยนไปมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 50 ค่าความแตกต่างของสียโดยรวม (dE*) ของสียผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดที่เก็บรักษาในถุงกระดาศ ถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศ

ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่าความแตกต่างของสียโดยรวม (dE*) ของสียผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 50 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงกระดาศมีค่า dE* สูงที่สุด รองลงมาคือผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงพลาสติก และผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงสุญญากาศมีค่า dE* ต่ำที่สุด แสดงว่าการเก็บมังคุดแห้งในถุงกระดาศ ทำให้สีเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ในขณะที่การเก็บเปลือกมังคุดแห้งในถุงสุญญากาศทำให้สีเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

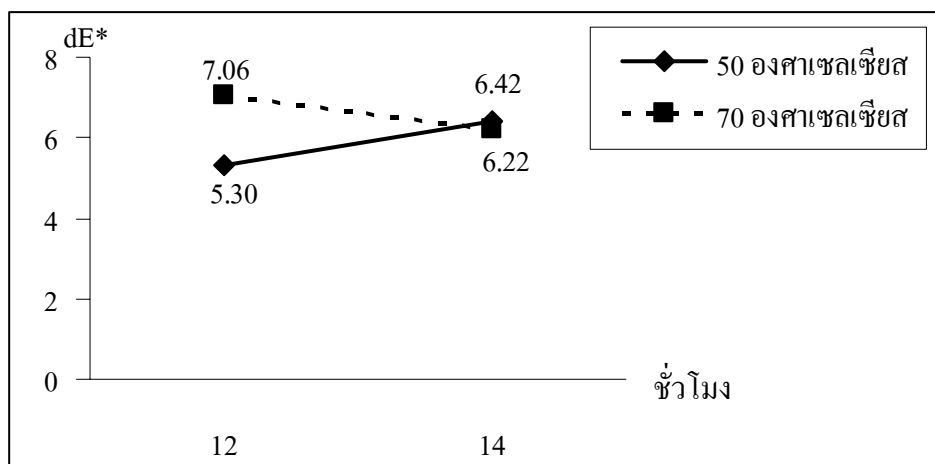
จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาในถุงกระดาศมีค่า dE* แตกต่างจากการเก็บรักษาในถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค21



ภาพที่ 51 ค่าความแตกต่างของสียโดยรวม (dE*) ของสียฟ้าย่อยที่ข้มด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน

ระยะเวลาเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมีผลต่อค่าความแตกต่างของสียโดยรวม (dE*) ของสียฟ้าย่อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากภาพที่ 51 จะเห็นว่าสียฟ้าย่อยที่ข้มด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน มีค่า dE* สูงที่สุด รองลงมาคือสียฟ้าย่อยที่ข้มด้วยเปลือกมังคุดแห้งระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือน และสียฟ้าย่อยที่ข้มด้วยเปลือกมังคุดแห้งระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า dE* ต่ำที่สุด แสดงว่าเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน ทำให้สีเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ในขณะที่การเก็บรักษา 2 เดือน ทำให้สีเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test พบว่าสียฟ้าย่อยที่ข้มด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า dE* แตกต่างจากระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค22



ภาพที่ 52 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งเปลือกมังคุดต่อค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (dE*) ของสีผ้าไหม

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (dE*) ของสีผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากภาพที่ 52 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 14 ชั่วโมง มีค่า dE* สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง ในขณะที่ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้ง 14 ชั่วโมงมีค่า dE* ต่ำกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาวิธีการเก็บถนอมรักษาเปลือกมังคุดเพื่อใช้ในการย้อมสีสิ่งทอ โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะ คือ ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้ง ระยะเวลาการเก็บเปลือกมังคุดแห้งต่อสีที่ได้เมื่อใช้ย้อมผ้าไหม และศึกษาผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาเก็บรักษา การทดลองครั้งนี้ใช้แผนการทดลองแบบ Factorial Experiment in Randomized Complete Block Design โดยศึกษาปัจจัย 4 ปัจจัย คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง มี 2 ระดับคือ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการอบแห้งมี 2 ระดับ คือ 12 และ 14 ชั่วโมง ชนิดบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งมี 3 ชนิดคือ ถุงกระดาษสีน้ำตาล ถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศ มีระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้ง 3 ระดับ คือ 2 เดือน 4 เดือน และ 6 เดือน

ในการศึกษาผลของอุณหภูมิ ระยะเวลาในการอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้เก็บเปลือกมังคุดอบแห้ง และระยะเวลาเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งต่อสีที่ได้เมื่อใช้ย้อมผ้าไหม วิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินค่าสี และความแตกต่างของสีโดยใช้ค่าเฉลี่ย L^* , a^* , b^* , C^* , h^* และ K/S ของสีผ้าทดลอง และ dE^* ของผ้าทดลอง (เมื่อเปรียบเทียบกับสีของผ้าควบคุม) โดยวิธี Analysis of Variance และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test ซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้

1. ผลต่อค่าความมืด-ความสว่างของสี (L^*)

จากผลการวิจัยพบว่า ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาในถุงกระดาษนาน 2 เดือน มีค่า L^* ต่ำที่สุด หรือให้สีเข้มที่สุด

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าอุณหภูมิ ชนิดบรรจุภัณฑ์ ระยะเวลาในการเก็บรักษา และปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่า L^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ

.01 กล่าวคือผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีค่า L^* ต่ำกว่า (สีเข้มกว่า) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ มีค่า L^* ต่ำกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงกระดาษและถุงพลาสติก ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษานาน 2 เดือน มีค่า L^* ต่ำกว่า ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษานาน 4 เดือนและ 6 เดือน กรณีย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส การใช้เปลือกมังคุดอบแห้งนาน 12 ชั่วโมง ให้สีที่มีค่า L^* ต่ำกว่าการใช้เปลือกมังคุดอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง แต่กรณีย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส กลับพบว่าการใช้เปลือกมังคุดอบแห้งนาน 12 ชั่วโมง ให้สีที่มีค่า L^* สูงกว่าการใช้เปลือกมังคุดอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง และระยะเวลาเก็บรักษามีผลต่อค่า L^* อย่างมีนัยสำคัญที่ .05 กล่าวคือผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง มีค่า L^* เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มจาก 2 เดือน เป็น 4 เดือน และมีค่า L^* ลดลงเล็กน้อยเมื่อเพิ่มระยะเวลาเก็บเป็น 6 เดือน และเมื่อใช้เปลือกมังคุดอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง ให้ผลเช่นเดียวกัน ส่วนผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง มีค่า L^* เพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มจาก 2 เดือน เป็น 4 เดือน และลดลงเล็กน้อยเมื่อเพิ่มระยะเวลาจาก 4 เดือน เป็น 6 เดือน แต่ถ้าใช้เปลือกมังคุดอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง มีค่า L^* เพิ่มขึ้นมากเมื่อเพิ่มระยะเวลาเก็บรักษาจาก 2 เดือน เป็น 4 เดือน แต่ลดลงเล็กน้อยเมื่อเพิ่มระยะเวลาจาก 4 เดือน เป็น 6 เดือน

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ถ้าต้องการให้ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งมีสีเข้ม กรรมวิธีในการอบแห้งที่ดีที่สุด คือ การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้งที่ดีที่สุด คือ ระยะเวลาอบแห้งนาน 12 ชั่วโมง การเก็บรักษาในถุงกระดาษเป็นวิธีที่ดีที่สุดและระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้ง 2 เดือน ดีที่สุด เพราะผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากเปลือกมังคุดแห้งมีค่าความมืด-ความสว่างต่ำที่สุด

2. ผลต่อค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว (a^*)

การย้อมผ้าไหมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง และเก็บรักษาในถุงพลาสติก นาน 4 เดือน ให้ค่าความเป็นสีแดงสูงสุด

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าระยะเวลาอบแห้ง ระยะเวลาเก็บรักษามีผลต่อค่า a^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กล่าวคือผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระยะเวลา 14 ชั่วโมง มีค่า a^* สูงกว่า ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษานาน 6 เดือน มีค่า a^* สูงกว่า ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษานาน 2 เดือนและ 4 เดือน

อุณหภูมิ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่า a^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กล่าวคือผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีค่า a^* สูงกว่า (มีความเป็นสีแดงมากกว่า) ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง มีค่า a^* สูงกว่า ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง และผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง มีค่า a^* สูงกว่า ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ถ้าต้องการให้ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งมีสีแดง กรมวิธีในการอบแห้งที่ดีที่สุด คือ การอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้งที่ดีที่สุด คือ ระยะเวลาอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง การเก็บรักษาในถุงพลาสติกเป็นวิธีที่ดีที่สุดและระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้ง 4 เดือน ดีที่สุด เพราะผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากเปลือกมังคุดแห้งมีค่าความเป็นสีแดง-สีเขียวสูงที่สุด

3. ผลต่อค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b^*)

ผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากเปลือกมังคุดแห้งอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง และเก็บรักษาในถุงกระดายนาน 4 เดือน ให้ค่าความเป็นสีเหลืองสูงที่สุด

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ ระยะเวลาในการเก็บรักษา ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาในการเก็บรักษา และปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อค่า b^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กล่าวคือผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ใช้ระยะเวลาอบแห้ง 14 ชั่วโมง มีค่า b^* สูงกว่า ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ใช้ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงกระดาย มีค่า b^* สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงพลาสติกและถุงสุญญากาศ ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษานาน 2 เดือน มีค่า b^* สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษานาน 4 เดือนและ 6 เดือน กรณีข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จะให้ค่า b^* ต่ำลงเมื่อข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้ง ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น กล่าวคือผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้ง จะมีความเป็นสีเหลืองลดลง ในขณะที่ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า b^* สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ เก็บรักษา 4 เดือน แต่มีค่า b^* ใกล้เคียงกับผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษา 6 เดือน ในกรณีอบแห้งนาน 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาย ค่า b^* เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น เมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติก ค่า b^* จะลดลง เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น และเก็บรักษาในถุงสุญญากาศค่า b^* จะลดลง เมื่อมีระยะเวลาเก็บรักษาจาก 2 เดือน เป็น 4 เดือน และค่า b^* เพิ่มขึ้นจาก 4 เดือน เป็น 6 เดือน ส่วนในกรณีอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาย ค่า b^* เพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะเวลาเก็บรักษาจาก 2 เดือน เป็น 4 เดือน และค่า b^* จะลดลง จาก 4 เดือน เป็น 6 เดือน เมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติก ค่า b^* ลดลงตามลำดับ เมื่อมีระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น และเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ ค่า b^* จะลดลงตามลำดับเช่นกันเมื่อมีระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาอบแห้ง มีผลต่อค่า b^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กล่าวคือผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง มีค่า b^* สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ถ้าต้องการให้ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งมีสีเหลืองกรรมวิธีในการอบแห้งที่ดีที่สุด คือ การอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้งที่ดีที่สุด คือ ระยะเวลาอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง การเก็บรักษาในถุงกระดาษเป็นวิธีที่ดีที่สุดและระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้ง 4 เดือน ดีที่สุด เพราะผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งมีค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงินสูงที่สุด

4. ผลต่อค่าความบริสุทธิ์-ความสดใสของสี (C*)

ผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากเปลือกมังคุดแห้งอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง และเก็บรักษาในถุงกระดาษนาน 4 เดือน ให้ค่าความบริสุทธิ์- ความสดใสสูงที่สุด

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาในการเก็บรักษา และปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า C* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กล่าวคือผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดที่อบแห้งนาน 14 ชั่วโมง มีค่า C* สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดที่อบแห้งนาน 12 ชั่วโมง ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงกระดาษ มีค่า C* สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงพลาสติกและถุงสุญญากาศ ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จะมีค่า C* ต่ำลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งหมายถึงสีของผ้าไหมจะมีความสดใสลดลง ในขณะที่ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะมีค่า C* ต่ำลงเมื่อมีระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มจาก 2 เดือนเป็น 4 เดือน และสูงขึ้นเมื่อมีระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจาก 4 เดือน เป็น 6 เดือน หมายถึงสีของผ้าไหมมีความสดใสลดลงในช่วงแรก และเพิ่มขึ้นช่วงหลังของระยะเวลาเก็บรักษา กรณีอบแห้งนาน 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษ ค่า b* เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น เมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศ ค่า b* จะลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น ส่วนในกรณีอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษ ค่า b* เพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะเวลาเก็บรักษาจาก 2 เดือน เป็น 4 เดือน และค่า b* ลดลง จาก 4 เดือน เป็น 6 เดือน เมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติก ค่า b* ลดลงตามลำดับเมื่อมีระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น และเมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ ค่า b* ลดลงตามลำดับเช่นกันเมื่อมีระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น

ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า C^* อย่างมีนัยสำคัญที่ .05 กล่าวคือผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า C^* สูงกว่า ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน และ 6 เดือน

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ถ้าต้องการให้ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งมีสีที่สดใสกรรมวิธีในการอบแห้งที่ดีที่สุด คือ การอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้งที่ดีที่สุด คือ ระยะเวลาอบแห้งนาน 14 ชั่วโมง การเก็บรักษาในถุงกระดาศเป็นวิธีที่ดีที่สุดและระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้ง 4 เดือน ดีที่สุด เพราะผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากเปลือกมังคุดแห้งมีค่าความบริสุทธิ์-สดใสสูงที่สุด

5. ผลต่อค่าตำแหน่งของสี (h^*)

ผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากเปลือกมังคุดแห้งมีค่าอยู่ที่ระหว่าง 75.69-83.64 ตามหลักการวัดสี สีของผ้าจะอยู่ในช่วงของสีส้มเหลือง อย่างไรก็ตามจากการมองด้วยสายตา พบว่าสีของผ้าทดลองเป็นสีน้ำตาลออกเหลือง และแตกต่างกันเล็กน้อย ระหว่างผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อุณหภูมิ ระยะเวลาในการอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าชนิดบรรจุภัณฑ์ ระยะเวลาในการเก็บรักษา และปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งมีผลต่อค่า h^* อย่างมีนัยสำคัญที่ .01 กล่าวคือผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงกระดาศ มีค่า h^* สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงพลาสติกและถุงสุญญากาศ ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า C^* สูงกว่า ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน และ 6 เดือน กรณีผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง มีค่า h^* สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมงอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง มีค่า H^* สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง น้อยมาก

อุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบแห้ง และชนิดบรรจุภัณฑ์ มีผลต่อค่า h^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จะเห็นว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีค่า h^* สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อบแห้งนาน 12 ชั่วโมง มีค่า h^* สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่อบแห้งนาน 14 ชั่วโมง กรณีผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาอบแห้ง 12 และ 14 ชั่วโมง เก็บในถุงกระดาษ มีค่า h^* สูงกว่าการเก็บรักษาในถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศ

6. ผลต่อค่าความเข้มของสี (K/S)

ผ้าไหมที่ข้อมโดยใช้อุณหภูมิ ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาในการเก็บเปลือกมังคุดแห้งที่ระดับต่างๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 8.27-11.65 ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้ง 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงพลาสติก นาน 2 เดือนให้ค่า K/S สูงสุด

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าอุณหภูมิ ระยะเวลาในการเก็บรักษา ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และระยะเวลาอบแห้ง มีผลต่อค่า K/S อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กล่าวคือผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีค่า K/S สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน มีค่า K/S สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน และ 6 เดือน กรณีผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง มีค่า K/S สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 14 ชั่วโมง ในขณะที่ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 14 ชั่วโมง มีค่า K/S สูงกว่าผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง

7. ผลต่อค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (dE^*)

ผ้าที่มีความแตกต่างของสีสูงสุดคือ ผ้าที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษ เป็นเวลา 4 เดือน ส่วนผ้าที่มีค่าความแตกต่างของสีต่ำสุดคือ ผ้าที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ เป็นเวลา 2 เดือน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าอุณหภูมิ ชนิดบรรจุภัณฑ์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้ง มีผลต่อค่า dE^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กล่าวคือผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีค่า dE^* สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงกระดาษ มีค่า dE^* สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งเก็บรักษาในถุงพลาสติกและถุงสุญญากาศ กรณีผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 14 ชั่วโมงมีค่า dE^* สูงกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง ในขณะที่ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้ง 14 ชั่วโมงมีค่า dE^* ต่ำกว่าผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง

ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า dE^* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กล่าวคือผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน มีค่า dE^* สูงกว่า ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน และ 6 เดือน

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ถ้าต้องการให้ผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งมีความแตกต่างของสีโดยรวมต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผ้าไหมที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดสด (เป็นผ้าควบคุม) กรรมวิธีในการอบแห้งที่ดีที่สุด คือ การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้งที่ดีที่สุด คือ ระยะเวลาอบแห้งนาน 12 ชั่วโมง การเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นวิธีที่ดีที่สุด และระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้ง 2 เดือน ดีที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำไปใช้

1. จากการทดลองอบแห้งเปลือกมังคุดที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ทำให้สูญเสียสีของเปลือกมังคุดน้อยที่สุด ดังนั้นถ้าต้องการรักษาสีในเปลือกมังคุด ควรอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส
2. จากการทดลองอบแห้งเปลือกมังคุดที่ระยะเวลา 12 และ 14 ชั่วโมง พบว่าการใช้ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง ทำให้สูญเสียสีของเปลือกมังคุดน้อยที่สุด ดังนั้นถ้าต้องการรักษาสีในเปลือกมังคุด ควรใช้ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง
3. จากการทดลองใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้ง พบว่าถุงกระดาษสีน้ำตาลจะเก็บรักษาเปลือกมังคุดแห้งได้ดีที่สุด เพราะเป็นบรรจุภัณฑ์ที่บดแสงสามารถเก็บเปลือกมังคุดไม่ให้โดนแสงแดด ดังนั้นการเก็บเปลือกมังคุดแห้งไว้ใช้นอกฤดูกาลจึงควรเก็บในถุงกระดาษสีน้ำตาล
4. จากผลการทดลองระยะเวลาในการเก็บรักษาเปลือกมังคุดอบแห้งพบว่าเปลือกมังคุดที่เก็บไว้ 2 เดือนให้สีใกล้เคียงกับสีจากเปลือกมังคุดสดมากที่สุด ไม่ควรเก็บนานเกินไป เพราะจะทำให้สีเปลี่ยนได้ อย่างไรก็ตามขึ้นอยู่กับสีที่ต้องการ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการทำวิจัยครั้งนี้ใช้มังคุดที่ปลูกในภาคตะวันออก ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรทดลองใช้มังคุดที่ปลูกในภาคใต้เพื่อเปรียบเทียบดูสีว่าเหมือนกันหรือไม่ เพราะผลมังคุดที่ปลูกในภาคใต้มีขนาดใหญ่กว่าผลมังคุดที่ปลูกในภาคตะวันออก และมีเปลือกหนากว่า
2. ในการทำวิจัยครั้งนี้ใช้สารช่วยติดเพียงชนิดเดียว คือ สารส้ม ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการนำสารช่วยติดชนิดอื่นมาทดลองใช้ เช่น โครม ดิบุก เหล็ก จุนสี เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้

3. ในการทำวิจัยครั้งนี้ทำการย้อมสารช่วยติดหลังย้อมผ้า ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรทดลองย้อมสารช่วยติดก่อนย้อมผ้า และย้อมสารช่วยติดพร้อมกับการย้อมผ้า เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้
4. ในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาทดลองนำผ้าชนิดอื่นมาลองย้อมบ้าง นอกจากการย้อมผ้าไหม เพื่อดูเปรียบเทียบผลที่ได้
5. ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผ้าที่ย้อมสีธรรมชาติให้มีความคงทนของสีต่อซักมากขึ้น
6. ในการทำวิจัยครั้งต่อไปในการย้อมสี ควรศึกษาเรื่องอุณหภูมิ และระยะเวลาในการย้อมสีที่ระดับต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้
7. ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรวิเคราะห์ความขึ้นของเปลือกมังคุดหลังการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง และ 14 ชั่วโมง เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กานดา วณิชกาญจนกุล. 2540. การผลิตและการใช้ประโยชน์ขมิ้นชันผงและโอลีโอเรซิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กัจจกร แซ่เจียง. 2544. พงสีย้อมจากกลีบดอกดาวเรือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ขจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริ. 2547. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีสีย้อมธรรมชาติ. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

ขวัญฤทัย คำขาว และ เตือนใจ สาวห่วย. ม.ป.ป. งานวิจัยสีย้อมธรรมชาติ. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ, กรุงเทพมหานคร.

จารุวรรณ ศิษวัฒน์. 2546. การย้อมผ้าไหมด้วยสีจากขมิ้นชันแห้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจริญศรี เบญจมาลา. 2541. ผลของสารช่วยติดสีที่มีต่อการย้อมไหมด้วยเปลือกมะพร้าวอ่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส. 2536. สารเคมีให้สีของพืช. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. 12 (1): 26-33.

_____. 2539. เคมีของสีธรรมชาติและ การย้อม. วารสารวิทยาศาสตร์ 15 (3): 155-161.

นฤมล ศราภพันธุ์. 2533. การใช้สารช่วยติดในการย้อมไหมด้วยขมิ้นชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นวพร โรจนนาค. 2540. สีจากธรรมชาติ. นิตยสารการทำเรือ. 44 (422): 43-47.

- นวลแข ปาลิวนิช. 2542. **ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใยฉบับปรับปรุงใหม่**. ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพมหานคร.
- นิรนาม. 2544. **เกษตรกรรมจากธรรมชาติ**. หจก. กรีนมีเดีย แอนด์ โปรดักส์, กรุงเทพมหานคร.
- นิวัฒน์ พรหมแพทย์. ม.ป.ป. **มังคุดเพื่อการส่งออก**. ชมรมไม้ผลแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.
- นุจิรา รัชมิไพบูลย์. 2543. **สถานะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมไหมด้วยกลีบดอกดาวเรือง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ผ่องศรี รอดโพธิ์ทอง. 2540. **การย้อมผ้าไหมด้วยสีจากเปลือกมังคุดสด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พยอม ดันติวัฒน์. 2524. **สีย้อมธรรมชาติ**. วารสารวิทยาศาสตร์. 25 (11): 795-802
- พนัส บุรณศิริปิ่น. 2540. **โคชินิล:สีธรรมชาติจากแมลง**. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 12 (1): 45-48.
- พูนทรัพย์ สวนเมือง. 2539. **ทางเลือกในการใช้สีย้อมที่เป็นสีธรรมชาติ**. ใน รายงานการประชุม **เชิงปฏิบัติการเรื่องเทคโนโลยีการย้อมสิ่งทอระดับชาวบ้าน 14-45 มีนาคม 2539**. ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- มณฑา จันท์เกตุเลียด. 2541. **วิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น**. หอรัตนชัยการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร.
- มยุรา ปราณาเปลี่ยน. 2546. **การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์อาหารทะเล**. วารสาร **สถาบันอาหาร**. 5 (31): 11-16.

มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2543. **ลวดลายและสีต้นบนผ้าทอพื้นเมือง**. โครงการพัฒนาผ้าและผลิตภัณฑ์ผ้าพื้นเมืองทั้งประเทศเพื่อส่งเสริมการผลิตและการส่งออก, กรุงเทพมหานคร.

โมโตอิ มินากาวะ, เออีอิชิ คาวาอิ และ เจ็มซัย เหมะจันทร์. 2530. **วิทยาการไหม เล่ม 1**. คณะกรรมการส่งเสริมสินค้าไหมไทย. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.

ลิเล่ โกศัยยานนท์. 2541. **คู่มือวิชาการสิ่งทอ**. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

วรรณา ตูลย์ชัย, สุวรรณา สุภิมารศ, อรไท สุขาเจริญ และสุภาพรรณ ดุลยพิรุฬหศิลป์. 2532. การสกัดแอนโทไซยานินส้จากเปลือกมังคุด. **อาหาร**. 19 (1): 25-32

วนิดา สุบรรณเสณี, สมควร ควิตชาติ และประเชิญ สร้อยทองคำ. 2531. **สีธรรมชาติจากพืชและสัตว์ในประเทศไทย**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

วิไล รังสาทอง. 2546. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.

วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543. **วิทยาศาสตร์เส้นใย**. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ศราภา จันธิกุล. 2539. **การผลิตกุ้งเลี้ยงปลาจากปลาดุกอุยเทศและการเก็บรักษา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริ ฬาสุก. 2535. **สมุนไพรให้สี**. เจริญวิทย์การพิมพ์, กรุงเทพมหานคร.

———, อัจฉรา ภานุรัตน์ และเกรือจิต ศรีบุญนาท. 2536. **สุรินทร์มรดกโลกทางวัฒนธรรมในประเทศไทย**. เอสแอนดีจี กราฟฟิค, กรุงเทพมหานคร.

ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. 2533. คู่มือการใช้พลาสติกเพื่อการหีบห่อ. สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2545. คู่มือการใช้กระดาษเพื่อการหีบห่อ. ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร.

สมชาติ โสภณธนฤทธิ์. 2540. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. พิมพ์ครั้งที่ 7. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. บรรจุอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์หิรัญแจ จำกัด. บริษัท แพคเมทส์ จำกัด, กรุงเทพมหานคร.

สมศักดิ์ วรรณศิริ. ม.ป.ป. มังคุด. ศูนย์ผลิตตำราการเกษตรเพื่อชนบท, กรุงเทพมหานคร.

_____. 2541. มังคุด. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์ ฐานเกษตรกรรม. บริษัท เอเชียแปซิฟิกพรินติ้ง จำกัด, กรุงเทพมหานคร.

ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ. 2542. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีวัดสี. cursภาลาดพร้าว, กรุงเทพมหานคร.

สิริรัตน์ จารุจินดา. 2537. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีการวัดสี. สิ่งทอ 3 (1): 6-11.

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. 2546 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สุภาพ ฐการ. 2544. การย้อมไหมด้วยใบกล้วย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สุรศักดิ์ ศรีสกุล. 2531. มังคุด เอกสารทางวิชาการศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพมหานคร.

อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2542. **หลักการวางแผนการตลาด**. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

อัญราพร ไสละสุต. 2533. **ความรู้เรื่องผ้า**. เทคนิค 19 การพิมพ์, กรุงเทพมหานคร.

อัมพิกา ปุณนจิต. 2547. **เอกสารวิชาการเรื่องมั่งคุด**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.

Aspland, J.R. 1993 a. The Application of Ionic Dyes to Ionic Fibers: Nylon, Silk and Wool and Their Sorption of Anions. **Textile Chem and Col.** 25(2) : 22-26.

———. 1993 b. Color, color measuremet and control. **Textile Chem. And Col.** 25 (11): 34-42.

Britton G. 1983. **The Biochemistry of Natural Pigments**. Cambridge University, Cambridge. 366 p.

Hallen, Norma, Jane Saddler and Annal langford. 1979. **Textiles**. Macmillan Publishing Co., Inc., New York.

Hyatt, C. 1988. **Natural dyes**. Sawddi 17: 27-32.

Karel, M. and T.P. Labuza. 1969. **MIT Report on Contract Research with U.S. Air Force School of Aerospace Medicine**. Brooks AF Base, Contract No. F41-609-68-C-0015.

Morton, W.E. and J.W.S. Hearle. 1975. **Physical Properties of Textiles Fibers**. William Heinemann Ltd, london.

Nakamura, A. 2000. **Fiber Science and Technology**. Science Publishers, Inc. Enfield (NH)
U.S.A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างฟ้าทดลอง

ผ้าไหมที่ข้อมด้วยสีจากเปลือกมังคุดสด (ผ้าควบคุม)



ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน

อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง 50 องศาเซลเซียส อบแห้ง 12 ชั่วโมง



เก็บรักษาในถุงกระดาษ



เก็บรักษาในถุงพลาสติก

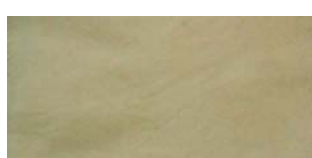


เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ

อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง 50 องศาเซลเซียส อบแห้ง 14 ชั่วโมง



เก็บรักษาในถุงกระดาษ



เก็บรักษาในถุงพลาสติก



เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ

อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง 70 องศาเซลเซียส อบแห้ง 12 ชั่วโมง



เก็บรักษาในถุงกระดาษ



เก็บรักษาในถุงพลาสติก



เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ

อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง 70 องศาเซลเซียส อบแห้ง 14 ชั่วโมง



เก็บรักษาในถุงกระดาษ



เก็บรักษาในถุงพลาสติก



เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ

ภาพผนวกที่ ก1 ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน และมีอุณหภูมิ
ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์แตกต่างกัน

ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน

อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง 50 องศาเซลเซียส อบแห้ง 12 ชั่วโมง



เก็บรักษาในถุงกระดาษ



เก็บรักษาในถุงพลาสติก



เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ

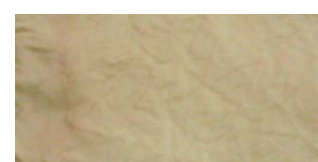
อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง 50 องศาเซลเซียส อบแห้ง 14 ชั่วโมง



เก็บรักษาในถุงกระดาษ



เก็บรักษาในถุงพลาสติก



เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ

อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง 70 องศาเซลเซียส อบแห้ง 12 ชั่วโมง



เก็บรักษาในถุงกระดาษ



เก็บรักษาในถุงพลาสติก



เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ

อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง 70 องศาเซลเซียส อบแห้ง 14 ชั่วโมง



เก็บรักษาในถุงกระดาษ



เก็บรักษาในถุงพลาสติก



เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ

ภาพผนวกที่ ก2 ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน และมีอุณหภูมิ
ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์แตกต่างกัน

ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือน

อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง 50 องศาเซลเซียส อบแห้ง 12 ชั่วโมง



เก็บรักษาในถุงกระดาษ

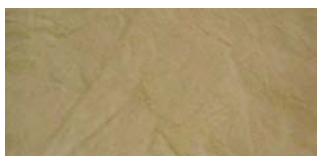


เก็บรักษาในถุงพลาสติก



เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ

อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง 50 องศาเซลเซียส อบแห้ง 14 ชั่วโมง



เก็บรักษาในถุงกระดาษ



เก็บรักษาในถุงพลาสติก



เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ

อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง 70 องศาเซลเซียส อบแห้ง 12 ชั่วโมง



เก็บรักษาในถุงกระดาษ

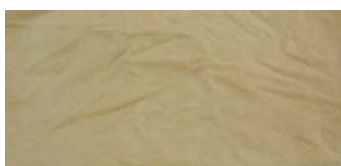


เก็บรักษาในถุงพลาสติก



เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ

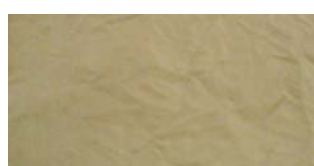
อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง 70 องศาเซลเซียส อบแห้ง 14 ชั่วโมง



เก็บรักษาในถุงกระดาษ



เก็บรักษาในถุงพลาสติก



เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ

ภาพผนวกที่ ก3 ผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือน และมีอุณหภูมิ
ระยะเวลาอบแห้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์แตกต่างกัน

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางผนวกที่ ข1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความมืด-ความสว่าง (L*) ของสีฟ้าไหม
ที่ย้อมด้วยน้ำสีจากเปลือกมังคุดแห้ง

Source of variation	df	SS	MS	F	P
Replications	2	.553	.277	.231	.794
อุณหภูมิ (Temp)	1	19.806	19.806	16.557	.000
ระยะเวลาอบแห้ง (Time)	2	3.131	3.131	2.621	.110
ชนิดบรรจุภัณฑ์ (Package)	2	16.190	8.095	6.775	.002
ระยะเวลาในการเก็บรักษา (Life)	2	19.522	9.761	8.170	.001
Temp x Time	1	37.505	36.505	30.553	.000
Temp x Package	2	2.359	1.180	.010	.990
Temp x Life	2	.784	.392	.328	.721
Time x Package	2	2.466	1.233	1.032	.362
Time x Life	2	.615	.308	.257	.774
Temp x Time x Package	2	.128	6.384	.053	.948
Temp x Time x Life	2	7.735	3.868	3.237	.045
Time x Package x Life	8	12.894	1.612	1.349	.234
Temp x Time x Package x Life	8	5.993	.749	.627	.752
Error	70	83.637	1.195		
Total	108	637657.955			

ตารางผนวกที่ ข2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นสีแดง- สีเขียว (a*) ของสีฟ้า
ไหมที่ข้อมด้วยน้ำสีจากเปลือกมังคุดแห้ง

Source of variation	df	SS	MS	F	P
Replications	2	.142	7.085	.185	.832
อุณหภูมิ (Temp)	1	2.125	2.125	5.538	.021
ระยะเวลาอบแห้ง (Time)	1	6.626	6.626	17.266	.000
ชนิดบรรจุภัณฑ์ (Package)	2	.552	.276	.720	.491
ระยะเวลาในการเก็บรักษา (Life)	2	.8272	4.136	10.778	.000
Temp x Time	1	1.486	1.486	3.874	.053
Temp x Package	2	1.447	.723	7.885	.159
Temp x Life	2	1.562	.781	2.036	.138
Time x Package	2	1.990	.995	2.593	.082
Time x Life	2	2.028	1.014	2.643	.078
Temp x Time x Package	2	.464	.232	.605	.549
Temp x Time x Life	2	.185	9.267	.242	.786
Time x Package x Life	8	2.949	.369	.961	.474
Temp x Time x Package x Life	8	3.456	.432	1.126	.357
Error	70	26.861	.384		
Total	108	1078.833			

ตารางผนวกที่ ข3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นสีเหลือง- สีนํ้าเงิน (b*) ของสี
ผ้าไหมที่ข้อมด้วยน้ำสีจากเปลือกมังคุดแห้ง

Source of variation	df	SS	MS	F	P
Replications	2	.365	.183	.303	.740
อุณหภูมิ (Temp)	1	.115	.155	.191	.663
ระยะเวลาอบแห้ง (Time)	1	24.854	24.854	41.152	.000
ชนิดบรรจุภัณฑ์ (Package)	2	82.262	41.131	68.102	.000
ระยะเวลาในการเก็บรักษา (Life)	2	7.472	3.736	6.186	.003
Temp x Time	1	2.367	2.367	3.920	.052
Temp x Package	2	2.082	1.041	1.724	.186
Temp x Life	2	9.445	4.723	7.891	.001
Time x Package	2	7.967	3.984	.066	.936
Time x Life	2	.944	.472	.781	.462
Temp x Time x Package	2	3.096	1.548	2.563	.084
Temp x Time x Life	2	1.505	.753	1.246	.294
Time x Package x Life	8	23.128	2.891	4.787	.000
Temp x Time x Package x Life	8	1.626	.203	.337	.949
Error	70	42.277	.604		
Total	108	25594.540			

ตารางผนวกที่ ข4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความบริสุทธิ์-ความสดใส (C*) ของสีฟ้า
ใหม่ที่ย้อมด้วยน้ำสีจากเปลือกมังคุดแห้ง

Source of variation	df	SS	MS	F	P
Replications	2	.413	.206	.329	.721
อุณหภูมิ (Temp)	1	.379	.379	.604	.440
ระยะเวลาอบแห้ง (Time)	1	28.768	28.768	45.837	.000
ชนิดบรรจุภัณฑ์ (Package)	2	76.418	38.209	60.880	.000
ระยะเวลาในการเก็บรักษา (Life)	2	4.906	2.453	3.909	.025
Temp x Time	1	1.599	1.599	2.547	.115
Temp x Package	2	2.581	1.290	2.056	.136
Temp x Life	2	10.711	5.355	8.533	.000
Time x Package	2	3.406	1.703	0.33	.997
Time x Life	2	1.440	.720	1.147	.323
Temp x Time x Package	2	3.310	1.655	2.637	.079
Temp x Time x Life	2	1.325	.663	1.056	.353
Time x Package x Life	8	23.679	2.960	4.716	.000
Temp x Time x Package x Life	8	1.946	.243	.388	.924
Error	70	43.933	.628		
Total	108	26670.572			

ตารางผนวกที่ ข5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าตำแหน่งสี (h*) ของสีฟ้าไหมที่ย้อมด้วย
น้ำสีจากเปลือกมังคุดแห้ง

Source of variation	df	SS	MS	F	P
Replications	2	.188	9.412	.019	.981
อุณหภูมิ (Temp)	1	25.346	25.346	5.047	.028
ระยะเวลาอบแห้ง (Time)	1	29.141	29.141	5.802	.019
ชนิดบรรจุภัณฑ์ (Package)	2	89.105	44.552	8.871	.000
ระยะเวลาในการเก็บรักษา (Life)	2	150.714	75.357	15.005	.000
Temp x Time	1	30.104	30.104	5.994	.017
Temp x Package	2	14.506	7.253	1.444	.243
Temp x Life	2	4.226	2.113	.421	.658
Time x Package	2	29.895	14.947	2.976	.057
Time x Life	2	19.475	9.737	1.939	.152
Temp x Time x Package	2	4.046	2.023	.403	.670
Temp x Time x Life	2	5.256	2.628	.523	.595
Time x Package x Life	8	23.317	2.915	.580	.791
Temp x Time x Package x Life	8	44.757	5.595	1.114	.365
Error	70	351.552	5.022		
Total	108	668745.750			

ตารางผนวกที่ ข6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเข้มของสี (K/S) ของสีฟ้าไหมที่
ย้อมด้วยน้ำสีจากเปลือกมังคุดแห้ง

Source of variation	df	SS	MS	F	P
Replications	2	5.716	2.858	.033	.967
อุณหภูมิ (Temp)	1	9.624	9.624	11.195	.001
ระยะเวลาอบแห้ง (Time)	1	2.133	2.133	.002	.960
ชนิดบรรจุภัณฑ์ (Package)	2	2.480	1.240	1.442	.243
ระยะเวลาในการเก็บรักษา (Life)	2	13.599	6.800	7.909	.001
Temp x Time	1	15.068	15.068	17.527	.000
Temp x Package	2	.734	.367	.427	.654
Temp x Life	2	3.798	1.899	2.209	.117
Time x Package	2	1.616	.808	.940	.396
Time x Life	2	1.520	.760	.884	.418
Temp x Time x Package	2	.381	.190	.221	.802
Temp x Time x Life	2	4.147	2.074	2.412	.097
Time x Package x Life	8	4.336	.542	.630	.749
Temp x Time x Package x Life	8	3.554	.444	.517	.840
Error	70	60.178	.860		
Total	108	10014.944			

ตารางผนวกที่ ข7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (dE*) ของ
สีฟ้าใหม่ที่ย้อมด้วยน้ำสีจากเปลือกมังคุดแห้ง

Source of variation	df	SS	MS	F	P
Replications	2	1.387	6.937	.001	.999
อุณหภูมิ (Temp)	1	16.456	16.456	18.121	.000
ระยะเวลาอบแห้ง (Time)	1	.556	.556	.613	.436
ชนิดบรรจุภัณฑ์ (Package)	2	25.838	12.919	14.225	.000
ระยะเวลาในการเก็บรักษา (Life)	2	7.857	3.929	4.326	.017
Temp x Time	1	25.677	25.677	28.273	.000
Temp x Package	2	1.823	.911	1.004	.372
Temp x Life	2	1.887	.943	1.039	.359
Time x Package	2	2.286	1.143	1.258	.290
Time x Life	2	1.881	.940	1.035	.360
Temp x Time x Package	2	1.414	.707	.779	.463
Temp x Time x Life	2	3.591	1.796	1.977	.146
Time x Package x Life	8	5.607	.701	.772	.629
Temp x Time x Package x Life	8	4.914	.614	.676	.711
Error	70	63.571	.908		
Total	108	4388.987			

ภาคผนวก ค

ผลการจัดกลุ่มความแตกต่างของค่าสี

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

ตารางผนวกที่ ค1 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความมืด-ความสว่าง (L*) ของสีฟ้าไหมที่
ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ค่าเฉลี่ย L*	Duncan's group
ถุงกระดาษ	76.96	A
ถุงพลาสติก	76.40	A
ถุงสุญญากาศ	76.02	B

ตารางผนวกที่ ค2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความมืด-ความสว่าง (L*) ของสีฟ้าไหมที่
ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย L*	Duncan's group
2 เดือน	75.87	B
4 เดือน	76.86	A
6 เดือน	76.64	A

ตารางผนวกที่ ค3 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความมืด-ความสว่าง (L*) ของสีฟ้าไหมที่
ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาอบแห้ง
14 ชั่วโมง และมีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย a*	Duncan's group
2 เดือน	75.44	B
4 เดือน	77.19	A
6 เดือน	77.00	A

ตารางผนวกที่ ค4 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว (a^*) ของสีฟ้าใหม่ที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย a^*	Duncan's group
2 เดือน	2.68	B
4 เดือน	3.25	A
6 เดือน	3.27	A

ตารางผนวกที่ ค5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b^*) ของสีฟ้าใหม่ที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ค่าเฉลี่ย b^*	Duncan's group
ถุงกระดาษ	16.48	A
ถุงพลาสติก	15.15	B
ถุงสุญญากาศ	14.36	C

ตารางผนวกที่ ค6 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b^*) ของสีฟ้าใหม่ที่ย้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย b^*	Duncan's group
2 เดือน	15.66	A
4 เดือน	15.31	A B
6 เดือน	15.02	B

ตารางผนวกที่ ค7 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*) ของสีของผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และมีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย b*	Duncan's group
2 เดือน	15.83	A
4 เดือน	15.50	A
6 เดือน	14.56	B

ตารางผนวกที่ ค8 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*) ของสีผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษและมีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย b*	Duncan's group
2 เดือน	15.41	B
4 เดือน	16.27	A
6 เดือน	16.41	A

ตารางผนวกที่ ค9 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*) ของสีผ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงสุญญากาศและมีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย b*	Duncan's group
2 เดือน	14.60	A
4 เดือน	13.54	B
6 เดือน	13.57	B

ตารางผนวกที่ ค10 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b^*) ของสีฟ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระยะเวลาอบแห้ง 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงสุญญากาศและมีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย b^*	Duncan's group
2 เดือน	16.05	A
4 เดือน	14.85	A B
6 เดือน	13.73	B

ตารางผนวกที่ ค11 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความบริสุทธิ์-ความสดใส (C^*) ของสีฟ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ค่าเฉลี่ย C^*	Duncan's group
ถุงกระดาษ	16.76	A
ถุงพลาสติก	15.48	B
ถุงสุญญากาศ	14.72	C

ตารางผนวกที่ ค12 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความบริสุทธิ์-ความสดใส (C^*) ของสีฟ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย C^*	Duncan's group
2 เดือน	15.90	A
4 เดือน	15.67	A B
6 เดือน	15.38	B

ตารางผนวกที่ ค13 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความบริสุทธิ์-ความสดใส (C*) ของสีฟ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และมีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย C*	Duncan's group
2 เดือน	16.06	A
4 เดือน	15.84	A
6 เดือน	14.88	B

ตารางผนวกที่ ค14 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความบริสุทธิ์-ความสดใส (C*) ของสีฟ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงกระดาษและมีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย C*	Duncan's group
2 เดือน	15.52	B
4 เดือน	16.48	A
6 เดือน	16.74	A

ตารางผนวกที่ ค15 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความบริสุทธิ์-ความสดใส (C*) ของสีฟ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงสุญญากาศและมีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย C*	Duncan's group
2 เดือน	14.85	A
4 เดือน	14.50	B
6 เดือน	13.91	B

ตารางผนวกที่ ค16 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความบริสุทธิ์-ความสดใส (C*) ของสีฟ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระยะเวลาอบแห้ง 14 ชั่วโมง เก็บรักษาในถุงสุญญากาศและมีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย C*	Duncan's group
2 เดือน	16.33	A
4 เดือน	15.28	A B
6 เดือน	14.10	B

ตารางผนวกที่ ค17 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าที่ระบุตำแหน่งสี (h*) ของสีฟ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ค่าเฉลี่ย h*	Duncan's group
ถุงกระดาษ	79.83	A
ถุงพลาสติก	78.45	A
ถุงสุญญากาศ	77.63	B

ตารางผนวกที่ ค18 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าที่ระบุตำแหน่งสี (h*) ของสีฟ้าไหมที่ข้อมด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย h*	Duncan's group
2 เดือน	80.30	A
4 เดือน	77.96	A
6 เดือน	77.66	B

ตารางผนวกที่ ค19 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าที่ระบุตำแหน่งสี (h^*) ของสีฟ้าไหมที่
ย้อมด้วยเปลือกมังคุดอบแห้งที่ระยะเวลาอบแห้ง 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาใน
บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ค่าเฉลี่ย h^*	Duncan's group
ถุงกระดาษ	80.96	A
ถุงพลาสติก	79.02	B
ถุงสุญญากาศ	77.48	B

ตารางผนวกที่ ค20 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความเข้มของสี (K/S) ของสีฟ้าไหมที่ย้อม
ด้วยเปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย K/S	Duncan's group
2 เดือน	10.07	A
4 เดือน	9.29	B
6 เดือน	9.35	B

ตารางผนวกที่ ค21 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของสีโดยรวม (dE^*) ของผ้าไหมที่ย้อมด้วย
เปลือกมังคุดที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ค่าเฉลี่ย H^*	Duncan's group
ถุงกระดาษ	6.92	A
ถุงพลาสติก	6.06	B
ถุงสุญญากาศ	5.77	B

ตารางผนวกที่ ค22 ผลการจัดกลุ่มความแตกต่างของสีโดยรวม (dE*) ของสีผ้าไหมที่ย้อมด้วย
เปลือกมังคุดแห้งที่มีระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย dE*	Duncan's group
2 เดือน	5.89	A
4 เดือน	6.33	A B
6 เดือน	6.53	B