แห้งใช้วิธีการย้อมตามข้อ 3.1.6.2.ข.1 แต่ใช้เวลาในการย้อมสีนาน 1 ชั่วโมง โดยใช้มอร์แดนท์ 10% $CuSO_4$, $FeSO_4$, และ $KAl(SO_4)_2$ และภาวะต่าง ๆ ดังนี้

- ภาวะการย้อมปกติไม่ใช้สารช่วยย้อม
- ใช้สารช่วยย้อม 2 %Stevioside เติมในน้ำย้อมก่อนการย้อมสี และทำการย้อมมอร์แดนท์หลังย้อมสี และ
- ใช้สารช่วยย้อม 2 %Tween 80 (Polyoxyethylene-Sorbitan-Monooleate) เติมในน้ำย้อมก่อนการย้อมสี และทำการย้อมมอร์แดนท์หลังย้อมสี

ผลการย้อมแสดงได้ดังรูปที่ 3.51

สีที่ย้อมได้

- ใช้สารส้มเป็นมอร์แดนท์
  - ใช้น้ำย้อมปกติ

L*	a*	b*	รหัส
+ 82.08	- 0.88	+ 16.69	MN99ADAC

  - ใช้น้ำย้อมเติม Stevioside 2%

L*	a*	b*	รหัส
+ 79.16	- 1.92	+ 15.48	MN9CADAC

  - ใช้น้ำย้อมเติม Tween 80 2%

L*	a*	b*	รหัส
+ 84.12	+ 0.46	+ 13.68	MN9DADAC

- ใช้จุนสีเป็นมอร์แดนท์
  - ใช้น้ำย้อมปกติ

L*	a*	b*	รหัส
+ 78.26	- 4.77	+ 15.37	MN99CDAC

  - ใช้น้ำย้อมเติม Stevioside 2%

L*	a*	b*	รหัส
+ 74.84	- 6.91	+ 15.13	MN9CCDAC

รูปที่ 3.51 ผลการย้อมด้ายฝ้ายด้วยน้ำย้อมจากใบจามจุรีแห้ง

สีที่ย้อมได้

- ใช้น้ำย้อมเติม Tween 80 2 %

L*	a*	b*	รหัส
+ 79.53	- 2.34	+ 14.90	MN9DCDAC

- ใช้เฟอรัสซัลเฟตเป็นมอร์แดนท์

- ใช้น้ำย้อมปกติ

L*	a*	b*	รหัส
+ 68.41	+ 4.69	+ 20.52	MN99FDAC

- ใช้น้ำย้อมเติม Stevioside 2%

L*	a*	b*	รหัส
+ 68.16	+ 3.82	+ 20.50	MN9CFDAC

- ใช้น้ำย้อมเติม Tween 80 2 %

L*	a*	b*	รหัส
+ 71.08	+ 5.32	+ 20.42	MN9DFDAC

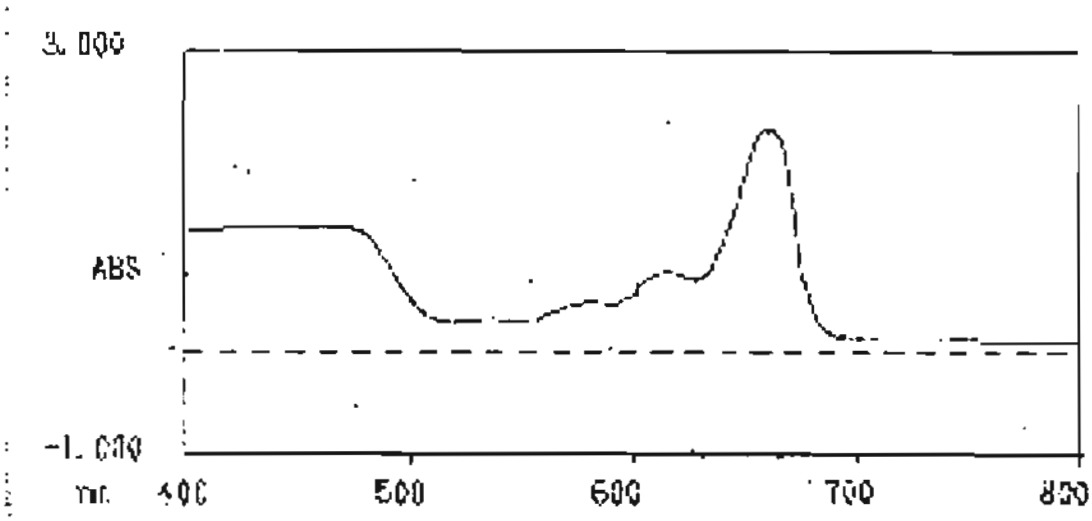
<u>รูปที่ 3.51</u> (ต่อ)

ผลการย้อมด้วยน้ำย้อมจากใบจามจุรีส่วนมากให้โทนสีอ่อน สีจะออกเหลือง เมื่อใช้อลูมิเนียมมอร์แดนท์ ให้สีเขียวอ่อนเมื่อใช้มอร์แดนท์เป็นทองแดง และให้สีน้ำตาลอ่อนกับมอร์แดนท์เหล็ก ใบจามจุรีจึงอาจใช้เป็นวัตถุดิบให้สีเขียวได้

3.13.2 <u>การหาปริมาณคลอโรฟิลล์</u>

ผลการวิเคราะห์คุณภาพที่พบว่ามีคลอโรฟิลล์ ในน้ำย้อมสกัดจากใบจามจุรี ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณของ

- คลอโรฟิลล์ในสารสกัดจากใบจามจุรี โดยใช้วิธีการตามข้อ 3.1.5.1 กราฟการดูดกลืนแสงแสดงได้ดังรูปที่ 3.52 และนำไปคำนวณหา ปริมาณของ chlorophyll a และ chlorophyll b ตามสมการที่ 3.1 – 3.3 ได้ผลดังตารางที่ 3.11



<u>รูปที่</u> 3.52 การดูดกลืนแสงของสารสกัดจากใบจามจุรี

<u>ตารางที่</u> 3.11 ปริมาณคลอโรฟิลล์ที่สกัดได้จากใบจามจุรี

ภาวะการสกัด: ต้มใบจามจุรีในน้ำเดือด เวลา 1 ชั่วโมง

การวิเคราะห์	ครั้งที่ 1
<u>คลอโรฟิลล์</u>	
- ค่าการดูดกลืนแสงที่ 646 nm	2.23
- ค่าการดูดกลืนแสงที่ 663 nm	1.65
- คลอโรฟิลล์รวม (%)	0.22
- คลอโรฟิลล์ เอ (%)	0.11
- คลอโรฟิลล์ บี (%)	0.11

3.13.3 <u>สรุปผลการย้อมด้วยจามจุรี</u>

ใบจามจุรีสดเหมาะสำหรับย้อมให้ได้สีเขียวโดยใช้ทองแดงเป็นมอร์แดนท์ ใบจามจุรีมีลักษณะคล้ายใบหญ้าหวาน คือ มีคลอโรฟิลล์ค่อนข้างมาก ละลายได้ง่ายในน้ำทำให้สกัดออกจากใบได้ง่าย นอกจากนี้สีเขียวจากใบจามจุรีมีสีที่สดใสกว่าสีเขียวจากวัสดุอื่น ๆ ที่ได้ทำการศึกษาในการวิจัยนี้

3.14 ฟ้าทะลายโจร

การย้อมด้ายฝ้ายด้วยใบฟ้าทะลายโจร (ดูภาคผนวก 2) ในที่นี้ สนใจส่วนที่เป็นใบสด และเป็นการทดสอบการย้อมด้วยวิธีการที่ใช้กับวัสดุอื่น

3.14.1 <u>การทดสอบการย้อม</u>

การทดสอบการย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากใบฟ้าทะลายโจร ได้ทำความสะอาดผ้าฝ้ายฟอกด้วยโซดาแอชตามวิธีการในข้อ 3.1.6.1.ก การย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากใบฟ้าทะลายโจร ใช้วิธีการย้อมตามข้อ 3.1.6.2.ก.3 ใช้มอร์แดนท์ 10% $CuSO_4$, $FeSO_4$, และ $KAl(SO_4)_2$ และใช้ภาวะต่าง ๆ ดังนี้

- ภาววะการย้อมปกติไม่ใช้สารช่วยย้อม
- ใช้สารช่วยย้อม 2 %Stevioside เติมในน้ำย้อมก่อนการย้อมสี และทำการย้อมมอร์แดนท์หลังย้อมสี

ผลการย้อมแสดงได้ดังรูปที่ 3.53

สีที่ย้อมได้

- ใช้สารส้มเป็นมอร์แดนท์

- ใช้น้ำย้อมปกติ

L*	a*	b*	รหัส
+ 74.46	- 0.81	+ 16.04	ZL99ADAB

- ใช้น้ำย้อมเติม stevioside 2%

L*	a*	b*	รหัส
+ 72.47	- 0.80	+ 15.94	ZL9CADAB

- ใช้จุนสีเป็นมอร์แดนท์

- ใช้น้ำย้อมปกติ

L*	a*	b*	รหัส
+ 66.08	- 2.52	+ 20.58	ZL99CDAB

- ใช้น้ำย้อมเติม stevioside 2%

L*	a*	b*	รหัส
+ 65.79	- 3.03	+ 17.51	ZL9CCDAB

<u>รูปที่</u> 3.53 ผลการย้อมด้วยน้ำย้อมจากใบฟ้าทะลายโจรสด

สีที่ย้อมได้

- ใช้เฟอรัสซัลเฟตเป็นมอร์แดนท์
- ใช้น้ำย้อมปกติ

L*	a*	b*	รหัส
+ 53.72	+ 1.79	+ 15.66	ZL99FDAB

- ใช้น้ำย้อมเติม stevioside 2%

L*	a*	b*	รหัส
+ 60.85	+ 1.24	+ 13.88	ZL9CFDAB

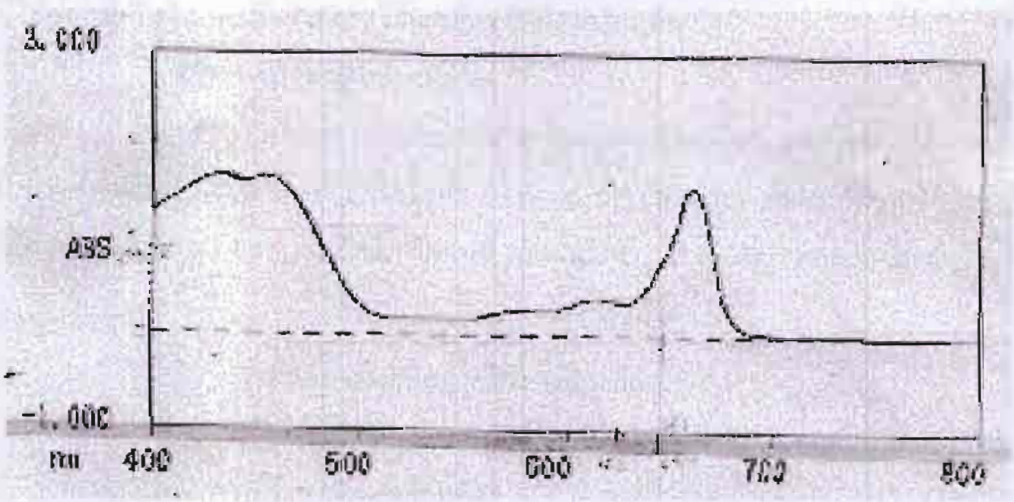
รูปที่ 3.53 (ต่อ)

ผลการย้อมให้โทนสีเขียวคล้ายกับสีที่ได้จากการย้อมด้วยใบจามจุรีสด

3.14.2 การหาปริมาณคลอโรฟิลล์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพพบว่ามีคลอโรฟิลล์ ในน้ำย้อมสกัดจากใบฟ้าทะลายโจร ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณของ

- คลอโรฟิลล์ในสารสกัดจากใบฟ้าทะลายโจรโดยใช้วิธีการตามข้อ 3.1.5.1 กราฟการดูดกลืนแสงแสดงได้ดังรูปที่ 3.54 และนำไปคำนวณหา ปริมาณของ chlorophyll a และ chlorophyll b ตามสมการที่ 3.1 – 3.3 ได้ผลดังตารางที่ 3.12



รูปที่ 3.54 การดูดกลืนแสงของสารสกัดจากใบฟ้าทะลายโจร

<u>ตารางที่</u> 3.12 ปริมาณคลอโรฟิลล์ ที่สกัดได้จากใบฟ้าทะลายโจร

ภาวะการสกัด: ต้มใบฟ้าทะลายโจรในน้ำเดือด เวลา 1 ชั่วโมง

การวิเคราะห์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
<u>คลอโรฟิลล์</u>		
- ค่าการดูดกลืนแสงที่ 646 nm	2.23	1.60
- ค่าการดูดกลืนแสงที่ 663 nm	1.65	0.80
- คลอโรฟิลล์รวม (%)	0.22	0.13
- คลอโรฟิลล์ เอ (%)	0.11	0.09
- คลอโรฟิลล์ บี (%)	0.11	0.04

3.14.3 <u>สรุปผลการย้อมด้วยฟ้าทะลายโจร</u>

สีเขียวที่ได้จากการย้อมด้วยใบฟ้าทะลายโจรอยู่ในระดับดีปานกลาง และอาจใช้เป็นวัตถุดิบให้สีเขียวได้ชนิดหนึ่ง

3.15 กระพังโหม

การย้อมด้ายฝ้ายด้วยใบกระพังโหม(ดูภาคผนวกที่ 2) การย้อมด้วยใบกระพังโหมในที่นี้ใช้ส่วนที่เป็นใบสด เพื่อทดสอบวิธีการย้อมที่ได้จากวัสดุอื่น

3.14.1 <u>การทดสอบการย้อม</u>

การทดสอบการย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากใบกระพังโหม ได้ทำความสะอาดผ้าฝ้ายฟอกด้วยโซดาแอชตามวิธีการในข้อ 3.1.6.1.ก การย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากใบกระพังโหม ใช้วิธีการย้อมตามข้อ 3.1.6.2.ก.3 ใช้มอร์แดนท์ 10% $CuSO_4$, $FeSO_4$, และ $KAl(SO_4)_2$ และภาวะต่าง ๆ ดังนี้

- ภาววะการย้อมปกติไม่ใช้สารช่วยย้อม
- ใช้สารช่วยย้อม 2 %Stevioside เติมในน้ำย้อมก่อนการย้อมสี และทำการย้อมมอร์แดนท์หลังย้อมสี

ผลการย้อมแสดงได้ดังรูปที่ 3.55

สีที่ย้อมได้

- ใช้สารส้มเป็นมอร์แดนท์

- ใช้น้ำย้อมปกติ

L*	a*	b*	รหัส
+ 78.51	+ 3.83	+ 4.52	KL99ADAB

- ใช้น้ำย้อมเติม stevioside 2%

L*	a*	b*	รหัส
+ 78.32	+ 3.30	+ 4.77	KL9CADAB

- ใช้จุนสีเป็นมอร์แดนท์

- ใช้น้ำย้อมปกติ

L*	a*	b*	รหัส
+ 77.75	+ 1.34	+ 6.67	KL99CDAB

- ใช้น้ำย้อมเติม stevioside 2%

L*	a*	b*	รหัส
+ 77.55	- 0.32	+ 7.36	KL9CCDAB

- ใช้เฟอรัสซัลเฟตเป็นมอร์แดนท์

- ใช้น้ำย้อมปกติ

L*	a*	b*	รหัส
+ 71.11	+ 6.35	+ 20.13	KL99FDAB

- ใช้น้ำย้อมเติม stevioside 2%

L*	a*	b*	รหัส
+ 70.56	+ 4.78	+ 17.49	KL9CFDAB

<u>รูปที่</u> 3.55 ผลการย้อมด้วยน้ำย้อมจากใบกระพังโหม

3.15.2 <u>สรุปผลการย้อมด้วยกระพังโหม</u>

สีที่ได้จากการย้อมด้ายฝ้ายในน้ำย้อมจากใบ(และเถา)กระพังโหม ให้สีอ่อนคล้ายกับที่ได้จากใบจามจุรีและฟ้าทะลายแต่โทนสีจะอ่อนกว่าทำให้ดูสีซีดจาง แม้จะมีรายงานไว้แต่เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว จะกล่าวได้ว่า ใบ(และเถา)กระพังโหมให้สีค่อนข้างอ่อนไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในงานย้อมสีเส้นใย

3.16 ขี้เหล็ก

กลุ่มทอผ้าบ้านนาคอเรือที่ร่วมในโครงการวิจัยนี้ได้ข้อมูลว่าการย้อมด้ายฝ้ายด้วยใบขี้เหล็ก (ดูภาคผนวก 2) จะได้สีเขียว และได้พยายามดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องทั้งที่เป็นการย้อมด้วยใบสดและใบหมัก ผลส่วนใหญ่ไม่เป็นไปตามที่คาด สีที่ได้มีแนวโน้มออกเหลืองมากกว่า ในที่นี้จึงได้ทดสอบวิธีการย้อมจากวัสดุอื่นกับน้ำย้อมจากใบขี้เหล็กสด

3.16.1 <u>การทดสอบการย้อม</u>

การทดสอบการย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากใบขี้เหล็ก ได้ทำความสะอาดผ้าฝ้ายฟอกด้วย NaOH ตามวิธีการในข้อ 3.1.6.1.ข การย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากใบขี้เหล็กใช้วิธีการย้อมตามข้อ 3.1.6.2.ข.1 หลังจากย้อมฝาดแล้ว 60 นาที เติมมอร์แดนท์ 2% $CuSO_4$ กับ 2 %HOAc ลงในอ่างย้อมฝาดทำการย้อมต่ออีก 30 นาที จากนั้นทำการย้อมสีนาน 1 ชั่วโมง น้ำย้อมที่ใช้มี 2 แบบ ดังนี้

- น้ำย้อมปกติ (วัตถุดิบต่อผ้าต่อน้ำ 1:1:10) และ
- น้ำย้อมที่ระเหยให้เข้มขึ้น 2 เท่า (วัตถุดิบต่อผ้าต่อน้ำ 2:1:10)

ผลการย้อมแสดงได้ดังรูปที่ 3.56

สีที่ย้อมได้

- ย้อมฝาดด้วยกรดแทนนิก

- น้ำย้อมปกติ

L*	a*	b*	รหัส
+ 45.54	+ 4.25	+ 19.37	K6060

- น้ำย้อมเข้มข้น 2 เท่า

L*	a*	b*	รหัส
+ 50.00	+ 3.40	+ 17.02	K6061

- ย้อมฝาดด้วยน้ำใบยูคาลิปตัส

- น้ำย้อมปกติ

L*	a*	b*	รหัส
+ 50.95	+ 3.44	+ 16.37	K6062

- น้ำย้อมเข้มข้น 2 เท่า

L*	a*	b*	รหัส
+ 48.17	+ 4.51	+ 16.08	K6063

<u>รูปที่</u> 3.56 ผลการย้อมด้วยน้ำย้อมจากใบขี้เหล็ก

3.16.2 <u>สรุปผลการย้อมด้วยขี้เหล็ก</u>

ผลการย้อมที่ได้ไม่ได้สีเขียวตามที่คาด ใบขี้เหล็กสดจึงไม่เหมาะที่จะนำมาย้อมให้ได้สีเขียว

3.17 ขี้เหล็กฝรั่ง

การย้อมด้ายฝ้ายด้วยใบขี้เหล็กฝรั่ง (ดูภาคผนวก 2) คาดว่าจะได้สีเขียวในที่นี้จึงสนใจศึกษาส่วนที่เป็นใบสด

3.17.1 <u>การทดสอบการย้อม</u>

การทดสอบการย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากใบขี้เหล็กฝรั่ง ได้ทำความสะอาดผ้าฝ้ายฟอกด้วย Teepol ตามวิธีการในข้อ 3.1.6.1.ค การย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากใบขี้เหล็กฝรั่งใช้วิธีการย้อมแบบย้อมเย็น โดยมีวิธีการดังนี้

1. เตรียมน้ำย้อมโดยการบดปั่นด้วยเครื่องปั่นใช้ไฟฟ้า ใช้อัตราส่วน วัตถุดิบต่อผ้าต่อน้ำ 3:1:20 กรองแยกกากออกด้วยผ้าขาวบาง
2. นำผ้าที่ทำความสะอาดแล้วลงย้อมใช้เวลา 30 นาที ระหว่างย้อมทำการกวนต่อเนื่องด้วยแท่งกวนแม่เหล็ก
3. เมื่อทำการย้อมได้ 5 นาที เติมเกลือ NaCl ปริมาณ 10 %owf. ลงในอ่างย้อม
4. ตักผ้าขึ้น ซับให้แห้งด้วยกระดาษกรอง
5. นำผ้าลงย้อมในสารละลายมอร์แดนท์ 2 %$CuSO_4$ ที่อุณหภูมิ 80 – 90 ^{o}C เวลา 5 นาที
6. ตักผ้าขึ้น ผึ่งให้แห้ง ซักด้วยน้ำจนสีไม่ตก ผึ่งให้แห้ง
7. นำไปบันทึกภาพ ทำการวัดสี และทดสอบความคงทนของสีต่อแสงต่อไป

ผลการทดลองแสดงได้ดังรูปที่ 3.57

สีที่ย้อมได้

- ชิ้นที่ 1

L*	a*	b*	lightfastness	รหัส
+ 64.05	- 2.68	+10.43	1-2	CS99C2A1

- ชิ้นที่ 2

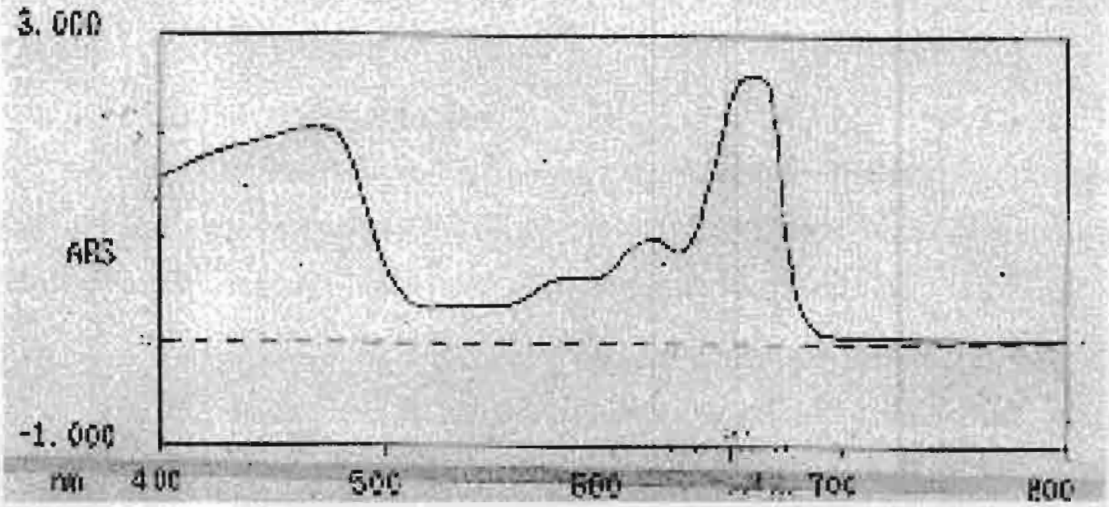
L*	a*	b*	lightfastness	รหัส
+ 66.76	- 2.47	+ 9.93	1-2	CS99C2A2

<u>รูปที่</u> 3.57 ผลการย้อมด้วยน้ำย้อมจากใบขี้เหล็กฝรั่ง

3.17.2 <u>การหาปริมาณคลอโรฟิลล์</u>

ผลการวิเคราะห์คุณภาพที่พบว่ามีคลอโรฟิลล์ ในน้ำย้อมสกัดจากใบขี้เหล็กฝรั่ง ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณของ

- คลอโรฟิลล์ในสารสกัดจากใบขี้เหล็กฝรั่งโดยใช้วิธีการตามข้อ 3.1.5.1 กราฟการดูดกลืนแสงแสดงได้ดังรูปที่ 3.58 และนำไปคำนวณหา ปริมาณของ chlorophyll a และ chlorophyll b ตามสมการที่ 3.1 – 3.3 ได้ผลดังตารางที่ 3.13



<u>รูปที่</u> 3.58 การดูดกลืนแสงของสารสกัดจากใบขี้เหล็กฝรั่ง

<u>ตารางที่</u> 3.13 ปริมาณคลอโรฟิลล์ ที่สกัดได้จากใบขี้เหล็กฝรั่ง

ภาวะการสกัด: ต้มใบขี้เหล็กฝรั่งในน้ำเดือด เวลา 1 ชั่วโมง

การวิเคราะห์	ครั้งที่ 1
<u>คลอโรฟิลล์</u>	
- ค่าการดูดกลืนแสงที่ 646 nm	2.10
- ค่าการดูดกลืนแสงที่ 663 nm	2.60
- คลอโรฟิลล์รวม (%)	0.28
- คลอโรฟิลล์ เอ (%)	0.13
- คลอโรฟิลล์ บี (%)	0.15

3.17.3 <u>สรุปผลการย้อมด้วยขี้เหล็กฝรั่ง</u>

ใบขี้เหล็กฝรั่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ค่อนข้างสูง สามารถใช้ย้อมให้ได้สีเขียวได้ และน่าจะสามารถใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับงานดังกล่าวได้ แต่จะมีปัญหาที่ความคงทนของสีต่อแสงอยู่ในเกณฑ์ต่ำเทียบเท่ากับผ้ามาตรฐานระหว่างเบอร์ 1 กับ เบอร์ 2 เท่านั้น

3.18 มังคุด

การย้อมด้ายฝ้ายด้วยเปลือกผลมังคุด มีรายงานว่าได้สีม่วงเมื่อใช้สารช่วยย้อมเป็นน้ำต้มใบฝรั่ง แต่เนื่องจากในเปลือกผลมังคุดมีสารแทนนินอยู่ด้วย จึงคาดว่าจะสามารถย้อมให้สีน้ำตาลได้

3.18.1 <u>การทดสอบการย้อม</u>

ในการทดสอบการย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากเปลือกผลมังคุดได้ทำความสะอาดผ้าฝ้ายฟอกด้วยโซดาแอช ตามวิธีการในข้อ 3.1.6.1.ก การย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากเปลือกผลมังคุดใช้วิธีการย้อมตามข้อ 3.1.6.2.ก.3 โดยใช้ 10 % $CuSO_4$ มอร์แดนท์ และน้ำย้อมที่ใช้มี 3 แบบคือ

1. น้ำย้อมจากการสกัดสารสีในเปลือกมังคุดแห้งด้วยสารละลาย 5.0 % NaOHใช้อัตราส่วน 1:2.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่ภาวะต้มเดือด นาน 5-10 นาที กรองแยกกากมังคุดออก
2. ทำการสกัดสารแมงโกสตินออกก่อน โดยการแช่เปลือกมังคุดบดแห้งในไดคลอโรมีเธน 1 คืน กรองแยกสารละลายออก นำกากไปสกัดซ้ำอีก 1 ครั้ง ทำให้กากแห้ง จากนั้นนำไปสกัดสารสีตามวิธีการในข้อ 1 และ
3. ทำการสกัดสารแมงโกสตินออกก่อนเหมือนกับข้อ 2 จากนั้นสกัดสารสีโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายสกัดใช้เวลาในการต้ม 1 ชั่วโมง กรองแยกกากทิ้งไป ส่วนสารละลายระเหยจนแห้ง นำผงสีที่ได้ไปละลายใน 5 %NaOH ผงสีต่อสารละลาย (อัตราส่วน 1:125) ทำการย้อมโดยย้อมมอร์แดนท์ 3 แบบคือ

   - ย้อมมอร์แดนท์ก่อนย้อมสี ที่อุณหภูมิ 70 ^{o}C
   - ย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี ที่อุณหภูมิห้อง และ
   - ย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี ที่อุณหภูมิ 70 ^{o}C

ผลการทดลองแสดงได้ดังรูปที่ 3.59

สีที่ย้อมได้

- ไม่สกัดสารแมงโกสตินออกก่อนย้อม

L*	a*	b*	รหัส
+ 31.56	+ 8.99	+ 16.44	K6111

- สกัดสารแมงโกสตินออกก่อนย้อมสกัดสารสีด้วย 5 %NaOH

L*	a*	b*	รหัส
+ 29.18	+ 7.84	+ 15.60	K6112

- สกัดสารแมงโกสตินออกก่อนย้อมและสกัดสารสีด้วยน้ำ

- ย้อมมอร์แดนท์ร้อนก่อนย้อมสี

L*	a*	b*	รหัส
+ 53.11	+ 6.33	+ 12.45	MT99CDPR

- ย้อมมอร์แดนท์ที่อุณหภูมิห้องหลังย้อมสี

L*	a*	b*	รหัส
+ 65.76	+ 0.21	+ 12.65	MT99CDA0

- ย้อมมอร์แดนท์ร้อนหลังย้อมสี

L*	a*	b*	รหัส
+ 67.85	- 0.55	+ 12.64	MT99CDA9

รูปที่ 3.59 ผลการย้อมด้วยน้ำย้อมจากเปลือกผลมังคุด

ได้ทำการย้อมสีด้ายฝ้ายด้วยน้ำย้อมเตรียมจากผงสีที่ได้จากการระเหยน้ำออกจากน้ำย้อมโดยใช้วิธีการตามข้อ 3.1.6.2.ค.1(ย้อมมอร์แดนท์หลังย้อมสี) และตามข้อ 3.1.6.2.ค.2 (ย้อมมอร์แดนท์พร้อมย้อมสี) ***ใช้อัตราส่วนผงสีต่อผ้าต่อน้ำ เป็น 4 :1:40*** สีที่ย้อมได้ ผลการวัดสีและผลการทดสอบความคงทนของสีต่อแสงแสดงได้ดังรูปที่ 3.60

สีที่ได้

- ใช้ Cu มอร์แดนท์

- ย้อมมอร์แดนท์หลังย้อมสี

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 52.27	+ 8.97	+ 24.21	3	MT99CFA1

- ใช้มอร์แดนท์ ผสมผงสี

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 57.10	+ 13.37	+ 30.34	2-3	MT99CFS1

- ใช้ Al มอร์แดนท์

- ย้อมมอร์แดนท์หลังย้อมสี

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 68.69	+ 6.46	+ 26.41	3	MT99AFA1

- ใช้มอร์แดนท์ผสมผงสี

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 62.35	+ 10.54	+ 26.58	2	MT99AFS1

- ใช้ Fe มอร์แดนท์

- ย้อมมอร์แดนท์หลังย้อมสี

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 40.88	+ 1.57	+ 11.83	3	MT99FFA1

- ใช้มอร์แดนท์ผสมผงสี

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 43.31	+ 2.74	+ 13.03	2	MT99FFS1

<u>รูปที่</u> 3.60 ผลของมอร์แดนท์และความเข้มข้นต่อสีด้ายฝ้ายย้อมด้วยน้ำย้อมจากผงสีเปลือกมังคุด

3.18.2 <u>สรุปผลการย้อมด้วยมังคุด</u>

เปลือกผลมังคุดสามารถใช้ย้อมให้ได้สีน้ำตาลและสีเทาได้ แต่เมื่อพิจารณาจากความง่ายในการจัดหาและปริมาณของวัตถุดิบเมื่อเทียบกับวัตถุดิบอื่นแล้วเชื่อว่ายังไม่เหมาะสม เว้นแต่จะมีเปลือกมังคุดวัตถุดิบที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการอื่น

3.19 ตะแบก

ได้ศึกษาการย้อมด้ายฝ้ายด้วยลูกตะแบก (ดูภาคผนวก 2) ซึ่งคาดว่าจะสามารถย้อมให้สีน้ำตาลหรือสีดำได้

3.19.1 <u>การทดสอบการย้อม</u>

ได้ทำการทดสอบการย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากลูกตะแบกสดที่ผึ่งลมให้แห้ง โดยทำความสะอาดผ้าฝ้ายฟอกด้วย Teepol ตามวิธีการในข้อ 3.1.6.1.ค การย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากลูกตะแบกสด ใช้วิธีการย้อมตามข้อ 3.1.6.2.ข.2 โดยใช้มอร์แดนท์ 10 %$FeSO_4$ และ $Al_2(SO_4)_3$

ผลการย้อมแสดงได้ดังรูปที่ 3.61

สีที่ได้

- ใช้ Fe มอร์แดนท์

- ย้อมมอร์แดนท์ก่อนและพร้อมการย้อมสีแล้วย้อมทับด้วยกรดแทนนิก

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 31.93	+ 1.05	+ 4.41	4	TB99FDM9

- ใช้ Al มอร์แดนท์

- ย้อมมอร์แดนท์ก่อนและพร้อมการย้อมสีแล้วย้อมทับด้วยกรดแทนนิก

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 59.17	+ 6.76	+ 24.45	1(3)	TB99ADM9

<u>รูปที่</u> 3.61 ผลการย้อมด้วยน้ำย้อมจากผลตะแบก

3.19.2 <u>การหาปริมาณแทนนิน และสารฟีนอลิก</u>

ผลการทดสอบทางกายภาพตามข้อ 3.2 นั้น สารละลายสกัดจากลูกตะแบกสดพบสารประเภทแทนนินและสารฟีนอลิก ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณของ

- แทนนินในสารสกัดจากลูกตะแบกสดโดยใช้วิธีการALCA ตามข้อ 3.1.5.2 และนำไปคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ตามสมการที่ 3.4– 3.9 ได้ผลดังตารางที่ 3.14 และ

- สารฟีนอลิกในสารสกัดจากลูกตะแบกสดโดยใช้วิธีการตามข้อ 3.1.5.3 และคำนวณหาปริมาณสารฟีนอลิก ตามสมการที่ 3.10 ได้ผลดังตารางที่ 3.14

<u>ตารางที่</u> 3.14 ปริมาณแทนนิน และสารฟีนอลิกที่สกัดได้จากลูกตะแบก

ภาวะการสกัด: ต้มลูกตะแบกบดละเอียดในน้ำเดือด เวลา 1 ชั่วโมง

การวิเคราะห์	ครั้งที่ 1
<u>แทนนิน</u>	
- % moisture ในวัตถุดิบ	8.65
- pH ของสารละลายสกัด	6
- % Total solids	13.33
% Soluble solids	10.67
% Insoluble solids	2.66
- % Nontannin	6.08
- % Tannin	4.59
- Gelatin-salt solution test	ใส ไม่มีตะกอน
<u>Phenolic compounds</u>	
- % Phenolic compounds	11.50

3.19.3 <u>สรุปผลการย้อมด้วยตะแบก</u>

ลูกตะแบกอาจเป็นวัตถุดิบให้สีย้อมธรรมชาติที่น่าสนใจตัวหนึ่งในการย้อมด้ายฝ้ายให้ได้สีน้ำตาล

3.20 รกฟ้า

ได้ศึกษาการย้อมด้ายฝ้ายด้วยรกฟ้า (ดูภาคผนวก 2) ซึ่งมีรายงานว่าสามารถย้อมให้สีน้ำตาลหรือสีดำได้ โดยส่วนที่ศึกษาได้แก่เปลือกต้นและเปลือกผล

3.20.1 <u>การทดสอบการย้อม</u>

ได้ทำการทดสอบการย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากเปลือกต้นและเปลือกผลรกฟ้า โดยทำความสะอาดผ้าฝ้ายฟอกด้วย Teepol ตามวิธีการในข้อ 3.1.6.1.ค การย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากเปลือกต้นและเปลือกผลรกฟ้าใช้วิธีการย้อมตามข้อ 3.1.6.2.ข.1 โดยไม่มีการย้อมฝาดรองพื้น และทำการย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี ใช้มอร์แดนท์ 10 %$CuSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$ และ $FeSO_4$

ผลการย้อมแสดงได้ดังรูปที่ 3.62

สีที่ย้อมได้					
	- ใช้ Cu มอร์แดนท์				
	- เปลือกต้น				
	L*	a*	b*	light fastness	รหัส
	+ 45.87	+ 13.39	+ 23.47	4	RF99CFA1
	- เปลือกผล				
	L*	a*	b*	light fastness	รหัส
	+ 56.47	+ 5.81	+ 24.13	3-4	RF99CFA2
	- ใช้ Al มอร์แดนท์				
	- เปลือกต้น				
	L*	a*	b*	light fastness	รหัส
	+ 61.24	+ 10.00	+ 17.60	1-2	RF99AFA1
	- เปลือกผล				
	L*	a*	b*	light fastness	รหัส
	+ 73.15	+ 1.32	+ 24.37	2-3	RF99AFA2
	- ใช้ Fe มอร์แดนท์				
	- เปลือกต้น				
	L*	a*	b*	light fastness	รหัส
	+ 17.85	+ 0.91	+ 2.19	3-4	RF99FFA1
	- เปลือกผล				
	L*	a*	b*	light fastness	รหัส
	+ 38.17	- 0.23	+ 9.63	3-4	RF99FFA2

<u>รูปที่</u> 3.62 ผลการย้อมด้วยน้ำย้อมจากเปลือกต้นและเปลือกผลรกฟ้า

3.20.2 <u>สรุปผลการย้อมด้วยรกฟ้า</u>

ผลการย้อมด้วยรกฟ้าพบว่าได้สีน้ำตาลเมื่อใช้ Al มอร์แดนท์ และได้สีดำเมื่อใช้ Fe มอร์แดนท์ และพบว่าสีดำที่ได้ค่อนข้างเข้ม เปลือกต้นรกฟ้าจึงเหมาะที่จะใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับย้อมให้ได้สีดำ

3.21 มะกอก

ได้ศึกษาการย้อมด้ายฝ้ายด้วยเปลือกและเนื้อของผลมะกอก (ดูภาคผนวก 2) ซึ่งคาดว่าจะสามารถย้อมให้สีน้ำตาลหรือสีดำได้

3.21.1 <u>การทดสอบการย้อม</u>

ได้ทำการทดสอบการย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากเปลือกและเนื้อของผลมะกอก โดยทำความสะอาดผ้าฝ้ายฟอกด้วย Teepol ตามวิธีการในข้อ 3.1.6.1.ค การย้อมใช้วิธีการย้อมตามข้อ 3.1.6.2.ข.1 โดยไม่มีการย้อมฝาดรองพื้น และทำการย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี ใช้มอร์แดนท์ 10 %$CuSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$ และ $FeSO_4$

ผลการย้อมแสดงได้ดังรูปที่ 3.63

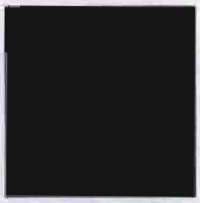
สีที่ได้

- ใช้ Cu มอร์แดนท์

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 55.71	+ 4.11	+ 24.01	3	KK99CFA1

- ใช้ Al มอร์แดนท์

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 72.33	+ 1.88	+ 21.16	3	KK99AFA1



- ใช้ Fe มอร์แดนท์

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 20.69	+ 1.05	- 4.32	3-4	KK99FFA1

<u>รูปที่</u> 3.63 ผลการย้อมด้วยน้ำย้อมจากเปลือกและเนื้อของผลมะกอก

3.21.2 <u>สรุปผลการย้อมด้วยมะกอก</u>

เนื้อและเปลือกผลมะกอกสดสามารถใช้ย้อมให้ได้สีน้ำตาลเมื่อใช้อลูมิเนียมเป็นมอร์แดนท์ และจะให้สีดำเมื่อใช้เหล็กเป็นมอร์แดนท์ สีที่ได้มีความคงทนต่อแสงในระดับดีเมื่อเทียบกับสีย้อมธรรมชาติด้วยกัน

3.22 ทะโล้

ได้ศึกษาการย้อมด้ายฝ้ายด้วยทะโล้ (ดูภาคผนวก 2) ซึ่งคาดว่าจะสามารถย้อมให้สีน้ำตาลหรือสีดำได้ โดยส่วนที่ศึกษาได้แก่เปลือกต้นและใบ

3.22.1 <u>การทดสอบการย้อม</u>

ได้ทำการทดสอบการย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากทะโล้ โดยทำความสะอาดผ้าฝ้ายฟอกด้วย Teepol ตามวิธีการในข้อ 3.1.6.1.ค การย้อมใช้วิธีการย้อมตามข้อ 3.1.6.2.ข.1 โดยไม่มีการย้อมฝาดรองพื้น และทำการย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี ในการนี้ใช้มอร์แดนท์ 10 %$CuSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$ และ $FeSO_4$

ผลการย้อมแสดงได้ดังรูปที่ 3.64

สีที่ได้

- ใช้ Cu มอร์แดนท์

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 61.18	+ 6.87	+ 17.76	4	TL99CFA1

- ใช้ Al มอร์แดนท์

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 74.69	+ 8.51	+ 14.60	2	TL99AFA1

- ใช้ Fe มอร์แดนท์

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 49.66	+ 1.15	+ 12.63	3	TL99FFA1

<u>รูปที่</u> 3.64 ผลการย้อมด้วยน้ำย้อมจากเปลือกต้นทะโล้

การย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากใบทะโล้ที่อุณหภูมิห้อง โดยทำความสะอาดผ้าฝ้ายฟอกด้วย Teepol ตามวิธีการในข้อ 3.1.6.1.ค การย้อมใช้วิธีการย้อมโดยไม่มีการย้อมมอร์แดนท์และย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี ใช้มอร์แดนท์ เป็น 10 %$CuSO_4$ โดยมีวิธีการดังนี้

1. เตรียมน้ำย้อมโดยบดใบทะโล้ในน้ำให้ละเอียด ใช้อัตราส่วนใบทะโล้ต่อน้ำ 1:20
2. นำผ้าที่ทำความสะอาดแล้วลงย้อมใช้เวลา 30 นาที

3. ตักผ้าออก ซับให้แห้งด้วยกระดาษกรอง (ในกรณีที่ไม่ย้อมมอร์แดนท์ ผึ่งให้แห้ง ซักน้ำจนสีไม่ตก)
4. นำไปย้อมในสารละลายมอร์แดนท์ เวลา 15 นาที
5. นำไปบันทึกสี วัดสี และทดสอบความคงทนของสีต่อแสง

ผลการย้อมแสดงได้ดังรูปที่ 3.65

สีที่ได้

- ย้อมโดยไม่ใช้มอร์แดนท์

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 77.09	+ 3.67	+ 16.76	1-2	LL999901

- ย้อมโดยใช้ Cu มอร์แดนท์

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 62.12	+ 3.66	+ 19.14	3-4	LL99CFS1

<u>รูปที่</u> 3.65 ผลการย้อมเย็นด้วยน้ำย้อมจากใบทะโล้

3.22.2 <u>สรุปผลการย้อมด้วยทะโล้</u>

เปลือกและใบทะโล้สามารถย้อมให้เฉดสีน้ำตาลเมื่อใช้อลูมิเนียม และทองแดงเป็นมอร์แดนท์ และจะได้โทนสีเทาเมื่อใช้เหล็กเป็นมอร์แดนท์

3.23 กระโดน

ได้ศึกษาการย้อมด้ายฝ้ายด้วยกระโดน (ดูภาคผนวก 2) ซึ่งคาดว่าจะสามารถย้อมให้สีน้ำตาลหรือสีดำได้ โดยส่วนที่ศึกษาได้แก่เปลือกต้น

3.23.1 <u>การทดสอบการย้อม</u>

ได้ทำการทดสอบการย้อมด้วยน้ำย้อมสกัดจากเปลือกต้นกระโดนโดยทำความสะอาดผ้าฝ้ายฟอกด้วย Teepol ตามวิธีการในข้อ 3.1.6.1.ค การย้อมใช้วิธีการย้อมตามข้อ 3.1.6.2.ข.1 โดยไม่มีการย้อมฝาดรองพื้น และทำการย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี ใช้มอร์แดนท์ 10 %$FeSO_4$ เวลาการย้อมมอร์แดนท์ 15 นาที และทำการย้อมซ้ำ อีก 1 รอบ(ทั้งย้อมสีและย้อมมอร์แดนท์

ผลการย้อมแสดงได้ดังรูปที่ 3.66

สีที่ได้

- ใช้ Fe มอร์แดนท์ ย้อม 2 ครั้ง

L*	a*	b*	light fastness	รหัส
+ 23.36	+ 2.77	+ 4.23	3- 4	KD99FFA9

<u>รูปที่</u> 3.66 ผลการย้อมด้วยน้ำย้อมจากเปลือกต้นกระโดน

3.23.2 <u>สรุปผลการย้อมด้วยกระโดน</u>

เปลือกต้นกระโดนอาจใช้ย้อมสีดำได้ แต่ต้องย้อมมากกว่า 1 ครั้ง

บทที่ 4
การย้อมและการปรับปรุงกระบวนการ

ในการศึกษาวิจัยการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการย้อมด้ายฝ้ายในระดับอุตสาหกรรมครอบครัวนี้มุ่งเน้นการย้อมให้ได้สีเขียว สีน้ำตาล และสีดำ ซึ่งเป็นเฉดสีที่กลุ่มทอผ้าย้อมสีธรรมชาติมีความต้องการมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตภาคเหนือ

การย้อมสีสิ่งทอด้วยสีย้อมธรรมชาติในอุตสาหกรรมระดับครอบครัวในเขตภาคเหนือส่วนใหญ่เริ่มจากการย้อมสีเส้นด้ายฝ้าย ซึ่งที่นิยมใช้กันมีด้าย 3 ประเภทคือ ด้ายปั่นมือหรือที่นิยมเรียกกันว่า "ด้ายเมือง" และด้ายฝ้ายโรงงานอีก 2 ชนิด ด้ายฝ้ายโรงงานมีอยู่หลายชนิดตามขนาดของเส้นด้ายที่นิยมใช้กันในงานสิ่งทอท้องถิ่นได้แก่ด้ายเบอร์ 10 และ เบอร์ 40 ชนิดเกลียวคู่ เรียกกันว่า "ด้ายเบอร์ 40/2" หลังจากย้อมสีแล้วจะนำด้ายไปม้วนพันรอบแกน และเข้าสู่กระบวนการทอเป็นผ้าผืนต่อไป การย้อมด้ายเป็นการย้อมแบบแบตช์ ปริมาณของด้ายที่ย้อมแต่ละแบตช์จึงพูกพันอยู่กับงานที่จะทำต่อไปและขึ้นกับลักษณะของด้ายวัตถุดิบที่ได้มาซึ่งจะเป็นด้ายที่ม้วนขดเป็นวง ผูกแบ่งวงไว้ด้วยเศษด้ายเกลียว เรียกแต่ละขดว่า "บ่วง" และปลายของเส้นด้ายในวงจะผูกไว้กับด้ายเกลียวที่มัดแบ่งวงนั้น ด้ายหลาย ๆ บ่วงนำมาพันรวมกันโดยมีการบิดเป็นเกลียวเพื่อให้แน่น เรียกว่า "หัว" ด้ายหลาย ๆ หัว ถูกมัดรวมกันเป็นฟ่อน เรียกว่า "ลูก" ตัวอย่างเช่น ด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 (ด้ายฝ้ายเบอร์ 10 เส้นเดี่ยว) 1 ลูก มีน้ำหนักประมาณ 4.3 กิโลกรัม ในอดีตจะมีแบบ 12, 20 หรือ 24 หัวต่อลูก ปัจจุบันส่วนมากมีอยู่ 12 หัว แต่ละหัวมีด้าย 5 บ่วง การย้อมด้ายจึงนับเป็นจำนวนบ่วง จำนวนหัว หรือจำนวนลูกด้าย จะไม่มีการแบ่งด้ายย่อยกว่าบ่วงเพื่อความสะดวกในการพันแกนในภายหลัง

ในการศึกษาวิจัยด้านกระบวนการนี้จึงใช้วิธีการย้อมแบบแบตช์ และจำแนกตามขนาดเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

- การย้อมในระดับห้องปฏิบัติการ เป็นการย้อมโดยใช้ด้าย 25 กรัม ไปถึง ด้าย 1 ถึง 3 บ่วง (ด้าย 10/1 มีน้ำหนักต่อบ่วง ประมาณ 70 – 75 กรัม) ทำการย้อมในบีกเกอร์ ขนาด 1 –3 ลิตร ขึ้นอยู่กับปริมาณของด้ายและของน้ำย้อม ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิ ทำการกวนด้วยแท่งแก้วคน ใช้เตาไฟฟ้าแบบปรับตั้งระดับอุณหภูมิสูงสุดได้ถ้าต้องการให้ความร้อน และในกรณีที่ต้องการให้ความร้อนและควบคุมอุณหภูมิได้ใช้เตาไฟฟ้าแบบตั้งอุณหภูมิได้
- การย้อมในระดับต้นแบบ ใช้ทดลองย้อมด้ายปริมาณ ครั้งละ 3 บ่วงขึ้นไป ในหม้อเหล็กกล้าไร้สนิมหรือที่เรียกว่าหม้อสเตนเลส ขนาดความจุตั้งแต่ 5 ถึง 40 ลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของด้ายและของน้ำย้อม ระหว่างการย้อมทำการกวนโดยใช้ไม้พายที่มีขนาดหน้ากว้าง 1 ½ ถึง 2 นิ้ว การให้ความร้อนใช้เตาแก๊สที่ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง เตาแก๊สที่ใช้

เป็นเตาชนิดให้ความร้อนเร็ว มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด เปลวไฟซ้อนกัน 2 วง ปรับตั้งระดับความร้อนได้ด้วยวาลว์ที่ติดกับเตา

จากผลสรุปการศึกษาทางเคมี วัตถุดิบธรรมชาติที่ใช้ศึกษาการย้อมด้ายฝ้ายให้มีสีเขียวในครั้งนี้ ได้แก่ ใบหญ้าหวานตากแห้ง และ ใบติ้วแดงหรือใบติ้วขนตากแห้ง ใบสาบเสือ และใช้ภาวะที่เหมาะสมในการทดสอบการย้อมด้วยวัตถุดิบธรรมชาติอื่น ๆ ต่อไป สำหรับการย้อมให้ได้สีน้ำตาลนั้นใช้วัตถุดิบหลักเป็น ใบสะเดา กาบมะพร้าวแห้ง ใบหูกวาง และเปลือกแห้งของต้นยูคาลิปตัส ส่วนการย้อมสีดำได้ใช้ เปลือกแห้งต้นยูคาลิปตัส เปลือกต้นสมอไทย ใบสาบเสือ ใบสะเดา และกาบมะพร้าวแห้งเป็นวัตถุดิบหลัก และทดสอบภาวะของกระบวนการกับวัตถุดิบธรรมชาติอื่น ๆ บางชนิดเช่นเดียวกันกับกรณีการย้อมสีเขียว

4.1 <u>การทำความสะอาดด้าย</u>

การทำความสะอาดเส้นด้ายฝ้าย ใช้วิธีทำความสะอาด 2 แบบที่ได้ศึกษาไว้ในบทที่ 2 ดังนี้คือ

1. การทำความสะอาดด้วยสบู่และโซดาแอช
2. การทำความสะอาดด้วยเบสและฟอกขาว

4.1.1 <u>การทำความสะอาดด้วยสบู่และโซดาแอช</u>

การทำความสะอาดด้วยสบู่และโซดาแอช มีรายละเอียดดังนี้

อัตราส่วนที่ใช้ คือ ด้าย 50 กรัม : สบู่ 5 กรัม : Na_2CO_3 8 กรัม: น้ำ 500 cm^3

วิธีทำความสะอาด

- นำสบู่ที่ขูดเป็นฝอยหรือหั่นเป็นชิ้นบางและโซดาแอช (Na_2CO_3) ผสมกับน้ำตามอัตราส่วน
- นำมาต้มจนสารละลายใส
- ใส่ด้ายที่ต้องการทำความสะอาดลงไป ต้มเป็นเวลา 1 ชั่วโมง พลิกด้ายเป็นครั้งคราว
- นำด้ายขึ้น
- ซักในน้ำสะอาด 3 ครั้ง (หรือล้างด้วยน้ำเปล่าจนแน่ใจว่าล้างสบู่ออกหมด) บิดให้หมาด
- นำด้ายไปทำการทดลองขั้นตอนต่อไป หรือนำไปตากในที่ร่ม ผึ่งลมให้แห้ง

4.1.2 <u>การทำความสะอาดด้วยเบสและฟอกขาว</u>

การทำความสะอาดด้วยเบสและฟอกขาว ใช้น้ำยาทำความสะอาดที่มีเบสโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 6% owf. และสารฟอกขาว คือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

ชนิด 35% V ปริมาณ 5% owf. โดยมีส่วนประกอบของน้ำยาดังนี้

NaOH	6	% owf.
H_2O_2 (35% V)	5	% owf.
$MgSO_4.7H_2O$	0.005	% owf.
Citric acid	1	% owf.
DTPA(40% soln.)	0.2	% owf.

เตรียมน้ำยาทำความสะอาดแยกเป็น 2 ส่วน

ส่วนแรก ***น้ำยาเอ*** โดยละลายส่วนประกอบทั้งหมดในน้ำ ยกเว้น H_2O_2

ส่วนที่สอง ***น้ำยาบี*** คือ สารละลาย H_2O_2 ชนิด 35% V ปริมาณตามที่กำหนด

อัตราส่วนที่ใช้ คือ ด้าย 100 กรัม : น้ำยาทำความสะอาด 1000 cm^3

วิธีทำความสะอาด

- ตวงน้ำยาเอตามปริมาณที่ต้องการใส่ในภาชนะทำด้วยแก้วหรือสเตนเลส
- นำด้ายลงแช่ในน้ำยาเอแล้วนำไปต้มให้เดือด
- เมื่อสารละลายเดือด เติมน้ำยาบีลงไปช้า ๆ ทั้งนี้ต้องระวังไม่ให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดนเส้นด้ายฝ้ายโดยตรง
- ต้มต่ออีกครึ่งชั่วโมง ยกด้ายขึ้น
- ซักในน้ำสะอาด 3 ครั้ง (ล้างน้ำยาออกด้วยน้ำให้สะอาด)
- นำด้ายไปทำการทดลองขั้นตอนต่อไป หรือนำไปตากในที่ร่ม ผึ่งลมให้แห้ง

4.2 <u>การย้อมมอร์แดนท์</u>

การย้อมมอร์แดนท์ ได้ทำการศึกษาการย้อมมอร์แดนท์ 3 แบบ คือ

- การย้อมมอร์แดนท์ก่อนการย้อมในน้ำย้อมสีธรรมชาติ ที่เรียกว่า Premordanting
- การย้อมมอร์แดนท์พร้อมกับการย้อมสี ที่เรียกว่า Simultaneous mordanting และ
- การย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี ที่เรียกว่า After-mordanting

สำหรับการวิจัยนี้ มีส่วนผสมและวิธีการทั่วไปในการย้อมสีและ/หรือการย้อมมอร์แดนท์ ในกรณีที่ใช้อัตราส่วน **ด้าย : น้ำมอร์แดนท์ : น้ำย้อม = 1 : 10 : 10** โดยน้ำหนักต่อปริมาตรและต่อปริมาตรตามลำดับ และ **<u>ด้ายฝ้ายน้ำหนัก 25 g</u>** ดังต่อไปนี้

4.2.1 <u>การย้อมมอร์แดนท์ก่อนการย้อมสี</u>

- ละลายมอร์แดนท์ปริมาณที่กำหนดในน้ำกลั่น 250 cm^3 โดยให้ความร้อนพออุ่นแล้วคนให้ละลาย
- นำด้ายฝ้าย 25 g ที่ทำความสะอาดแล้ว ลงย้อมและคนอย่างสม่ำเสมอ
- ต้มนาน 30 นาทีนำด้ายขึ้นบิดพอหมาด
- นำน้ำย้อมปริมาตร 250 cm^3 มาให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่กำหนด หลังจากนั้นนำด้ายที่ย้อมมอร์แดนท์ไว้ลงย้อม
- รักษาอุณหภูมิให้คงที่ ทำการกวนอย่างสม่ำเสมอ จนครบตามเวลาที่ต้องการหรือทำการติดตามปริมาณสีที่ถูกดูดซับไปที่เวลาต่างๆกันจนถึง 120 นาที (แล้วแต่กรณี)
- นำด้ายขึ้นแล้วล้างให้สะอาด บิดด้ายให้แห้งหมาด คลี่ด้ายให้เส้นด้ายแยกจากกันและกระตุกด้ายให้คลายตัว แขวนตากให้แห้งในที่ร่ม

4.2.2 <u>การย้อมมอร์แดนท์พร้อมกับการย้อมสี</u>

- ละลายมอร์แดนท์ปริมาณที่กำหนดในน้ำย้อมปริมาตร 250 cm^3 แล้วให้ความร้อนจนอุณหภูมิถึงที่กำหนด
- นำด้ายฝ้าย 25 g ที่ทำความสะอาดแล้วลงย้อม
- รักษาอุณหภูมิให้คงที่ ทำการกวนอย่างสม่ำเสมอ จนครบตามเวลาที่ต้องการหรือทำการติดตามปริมาณสีที่ถูกดูดซับไปที่เวลาต่างๆกันจนถึง 120 นาที (แล้วแต่กรณี)
- นำด้ายขึ้นแล้วล้างให้สะอาด บิดด้ายให้แห้งหมาด คลี่ด้ายให้เส้นด้ายแยกจากกันและกระตุกด้ายให้คลายตัว แขวนตากให้แห้งในที่ร่ม

4.2.3 <u>การย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี</u>

- นำน้ำย้อมปริมาตร 250 cm^3 มาให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่กำหนด
- นำด้ายฝ้าย 25 g ที่ทำความสะอาดแล้วลงย้อม ตามวิธีการที่กำหนด ระหว่างย้อมทำการกวนอย่างสม่ำเสมอ
- นำด้ายขึ้นบิดพอหมาด
- ละลายมอร์แดนท์ปริมาณที่กำหนด ในน้ำกลั่น 250 cm^3 โดยให้ความร้อนพออุ่น คนให้ละลายหมด

- นำด้ายที่ย้อมสีแล้ว ลงย้อมในสารละลายมอร์แดนท์ที่เตรียมไว้เป็นเวลา 30 นาที ให้ความร้อนประมาณ 40 – 50 °C คนอย่างสม่ำเสมอ
- นำด้ายขึ้นแล้วล้างให้สะอาด บิดด้ายให้แห้งหมาด คลี่ด้ายให้เส้นด้ายแยกจากกันและกระตุกด้ายให้คลายตัว แขวนตากให้แห้งในที่ร่ม

4.3 การย้อมสีเขียว

4.3.1 การย้อมด้วยหญ้าหวาน

ได้ทำการสกัดหญ้าหวานด้วยน้ำ โดยใช้ภาวะดังนี้

อัตราส่วน หญ้าหวานแห้ง ต่อน้ำ = 1: 10 และ 1 : 20 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

แช่หญ้าหวาน 2 ชั่วโมงก่อนต้ม (หรือแช่ค้างคืน)

อุณหภูมิ : ต้มเดือด (~ 95 - 98°C)

เวลา : 1 ชั่วโมง

ผล : สารละลายที่ได้มีสีเขียวคล้ำ

: กากที่เหลือหลังจากผึ่งให้แห้งในที่ร่มนาน 3-7 วัน นำมาต้มซ้ำ ไม่พบสารสีเขียวอีก

: สารละลายให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 660 nm

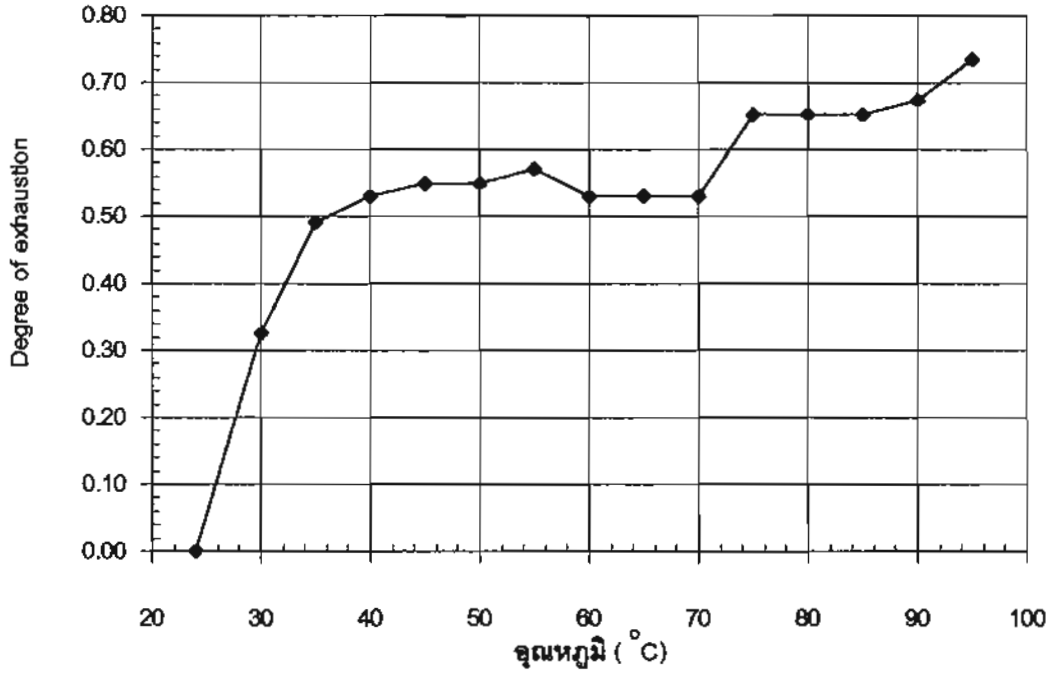
4.3.1.1 การหาอุณหภูมิที่เหมาะสม

การติดตามปริมาณสีที่ถูกใช้ไป (degree of exhaustion) เมื่อทำการย้อมด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 ทำความสะอาดด้วย NaOH 6% และ H_2O_2 (35 %v) 5 % owf. ก่อนทำการย้อมในน้ำย้อมสกัดจากหญ้าหวาน (ใช้อัตราส่วนหญ้าหวาน:น้ำ:ด้าย = 1:10:1) ทำการเพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตรา 2 °C ต่อนาที จากอุณหภูมิห้องถึงจุดเดือด ได้ผลดังรูปที่ 4.1

พบว่าการดูดซับสีมีแนวโน้มเข้าสู่ค่าคงที่เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 40 °C และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งเมื่อเข้าใกล้จุดเดือด (อุณหภูมิ ระหว่าง 95 - 98 °C ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ) ดังนั้น**อุณหภูมิที่เหมาะสมในการย้อมด้ายด้วยน้ำย้อมหญ้าหวานจึงควรจะเป็นช่วงกลางของช่วงอุณหภูมิที่กราฟมีค่าคงที่ คือที่ 70 °C** อย่างไรก็ตามในการศึกษาวิจัยนี้กำหนดอุณหภูมิที่จะใช้ในการศึกษาไว้ 3 ค่า ดังนี้คือ

1. อุณหภูมิ 45°C
2. 70°C และ
3. จุดเดือด (~ 95 - 98 °C) ซึ่งต่อไปนี้เรียกว่าที่ 95°C

ทั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบผลต่อไป

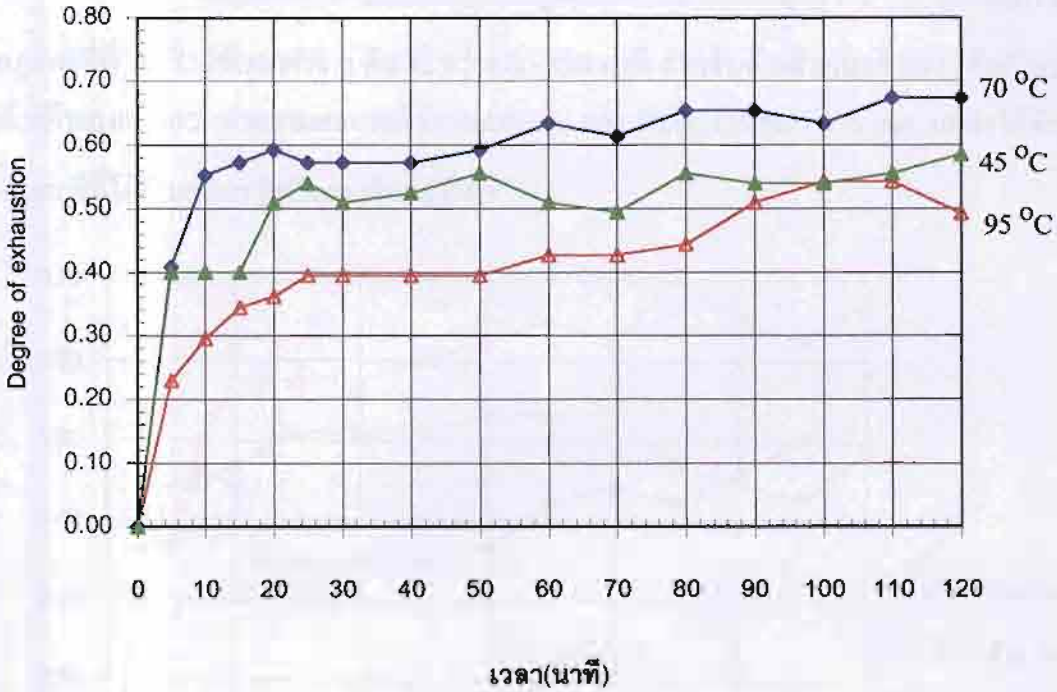


<u>รูปที่</u> 4.1 การดูดซับสีน้ำย้อมหญ้าหวานโดยเส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

4.3.1.2 <u>การหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับการย้อม</u>

การดูดซับสีน้ำย้อมหญ้าหวาน โดยการติดตามปริมาณสีที่ถูกดูดซับไปที่เวลาต่างๆ กันจนถึง 120 นาที ที่อุณหภูมิคงที่ที่กำหนดข้างต้น สำหรับด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 ทำความสะอาดด้วย NaOH 6% และ H_2O_2(35 %v) 5 %owf. ก่อนทำการย้อมในน้ำย้อมสกัดจากหญ้าหวานที่อุณหภูมิ 45, 70 °C และที่ภาวะต้มเดือด (***<u>ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่าที่ 95 °C</u>***) แสดงได้ดังรูปที่ 4.2

สีที่ย้อมได้ส่วนมากจะมีสีเขียวอ่อนอมเหลือง เส้นด้ายที่ทำการย้อมจนสิ้นสุดเวลาการย้อม 120 นาที ล้างทำความสะอาดและตากแห้งแล้วนั้น ได้นำไปทำการบันทึกภาพโดยวิธีสแกนด้วยเครื่องสแกนภาพ จัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลรูปภาพ และทำการวัดสีเส้นด้ายด้วยเครื่อง color different meter แบบดิจิตอล และเป็นเครื่องแบบพกพา ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์สีโดย CIELAB System 1976[40] ในเทอม L* a* b* ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 การดูดซับสีน้ำย้อมหญ้าหวานโดยด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 ที่เวลาต่าง ๆ

สีที่ได้

อุณหภูมิ 45 °C

L*	a*	b*	รหัส
+ 82.83	- 0.161	+ 16.77	ST4HTM40

อุณหภูมิ 70 °C

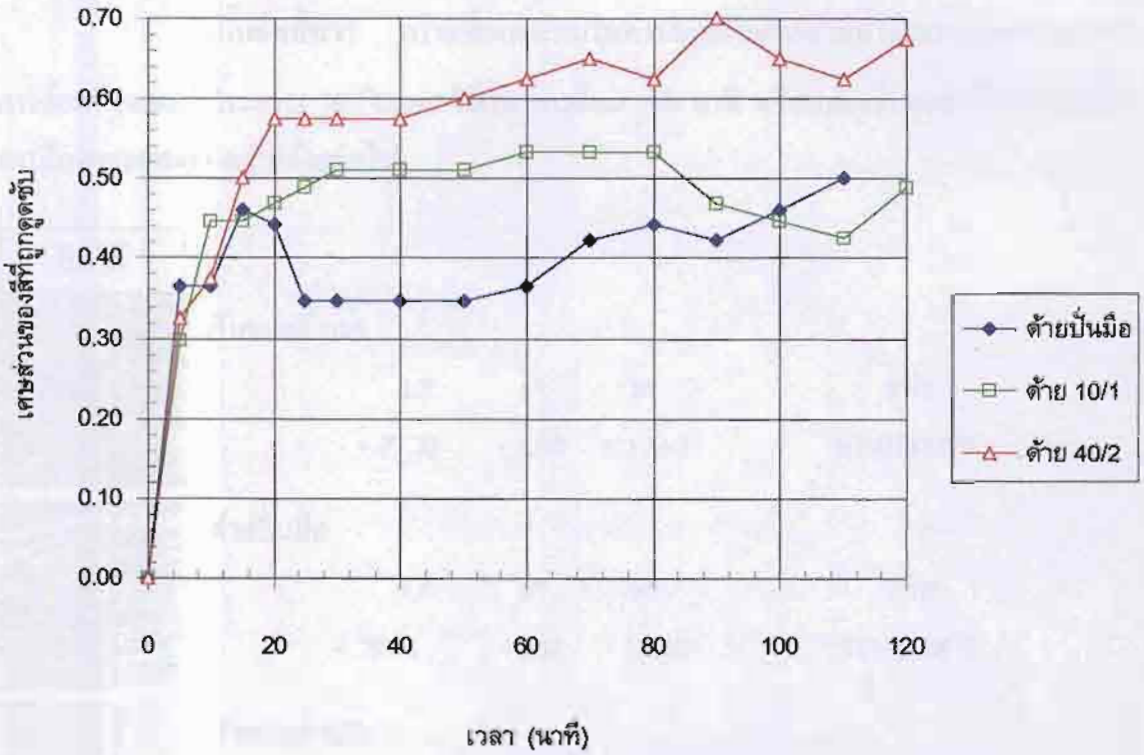
L*	a*	b*	รหัส
+ 77.73	- 1.07	+ 17.62	ST4HTM75

อุณหภูมิ 95 °C

L*	a*	b*	รหัส
+ 78.68	- 0.26	+ 15.57	ST4HTM90

รูปที่ 4.3 สีที่ย้อมได้และผลวิเคราะห์สีของด้ายที่ย้อมด้วยน้ำย้อมหญ้าหวาน 120 นาที

ผลของชนิดด้ายฝ้ายที่มีต่อการดูดซับสีจากน้ำย้อมหญ้าหวาน ภายใต้ภาวะที่อุณหภูมิคงที่ที่ 70 ^{o}C ใช้เวลาต่าง ๆ กัน ระหว่าง 0 - 120 นาที สำหรับด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 ด้ายปั่นมือ และด้ายฝ้ายเบอร์ 40/2 ทำความสะอาดด้วย NaOH 6% และ H_2O_2 (35 %v) 5 % owf. แสดงได้ดังรูปที่ 4.4 และสีที่ได้กับผลการวัดสีแสดงในรูปที่ 4.5



<u>รูปที่</u> 4.4 ผลของชนิดด้ายฝ้ายที่มีต่อการดูดซับสีน้ำย้อมหญ้าหวานที่อุณหภูมิคงที่ 70 ^{o}C

<u>ผลการศึกษา</u>

กราฟการดูดซับสีน้ำย้อมมีลักษณะคล้ายกันไม่ขึ้นกับชนิดของเส้นด้ายและอุณหภูมิที่ใช้ คือสีถูกดูดซับอย่างรวดเร็วในช่วง 20 นาทีแรกหลังจากนั้นมีแนวโน้มเข้าสู่ค่าคงที่ซึ่งเป็นผลจากการแพร่ลึกเข้าไปในเส้นใย ระยะเวลาที่เหมาะสมจึงควรมากพอที่จะให้เกิดการแพร่นี้แต่ก็ไม่ควรใช้เวลานานมากเกินไป เพราะเกิดการสิ้นเปลืองทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน เวลาการย้อม 60 นาทีจึงน่าจะเป็นเวลาที่เหมาะสม จากผลการวัดสีในรูปที่ 4.3 นั้นจะเห็นว่าด้ายเบอร์ 10/1 ทำการย้อมที่อุณหภูมิ 45 ^{o}C สีที่ได้มีความสว่างมากกว่าเมื่อย้อมที่อุณหภูมิสูง ทำให้เมื่อดูด้วยตาเปล่าแล้วสีที่ได้ดูอ่อนกว่าการย้อมที่อุณหภูมิ 70°C และที่ภาวะต้มเดือด แต่เมื่อดูจากกราฟรูปที่ 4.2 เส้นกราฟการดูดซับสีที่ 90 ^{o}C จะต่ำกว่าความเป็นจริงทั้งนี้น่าจะมากจากข้อผิดพลาดการวัดค่าการดูดกลืนแสงของน้ำย้อมที่จุดเริ่มต้น(A_o) น้อยกว่าความเป็นจริง ทำให้ค่าเศษส่วนของสีที่ถูกดูดซับ (1- A/A_o) มีค่าน้อยกว่าที่ควรจะเป็น แม้ว่า

การพิจารณาโดยรวมจะสามารถใช้อุณหภูมิการย้อมได้ในช่วงกว้าง ตั้งแต่ 45°C ถึงจุดเดือด การใช้ภาวะต้มเดือดมีปัญหาเรื่องการระเหยของน้ำที่เป็นตัวทำละลาย ส่วนการใช้อุณหภูมิต่ำเกินไปแม้จะมีข้อเด่นในด้านการใช้พลังงานแต่ก็อาจมีปัญหาในการทำซ้ำและนอกจากนี้เวลาที่ต้องการสำหรับการแพร่กระจายของสีเข้าไปในเนื้อเส้นใยจะต้องมากขึ้น เนื่องจากปกติแล้วอัตราการแพร่ของสารจะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของอุณหภูมิ

ดังนั้นจึงเห็นว่า ภาวะที่เหมาะสมในการย้อมด้ายฝ้ายด้วยน้ำย้อมหญ้าหวานควรทำการย้อมที่อุณหภูมิประมาณ 70 °C และใช้เวลาการย้อม 60 นาที หรือมากกว่า และได้ใช้ภาวะนี้ในการศึกษาผลของชนิดเส้นด้ายต่อไป

สีที่ได้

ด้ายเบอร์ 10/1

L*	a*	b*	รหัส
+ 77.73	- 1.07	+ 17.62	ST4HTM75

ด้ายปั่นมือ

L*	a*	b*	รหัส
+ 79.91	- 0.33	+ 16.60	ST1HTM75

ด้ายเบอร์ 40/2

L*	a*	b*	รหัส
+ 87.45	+0.20	+ 12.69	ST2HTM75

<u>รูปที่</u> 4.5 สีที่ได้และผลการวัดสีของด้ายที่ย้อมด้วยน้ำย้อมหญ้าหวานที่อุณหภูมิคงที่ 70 °C

พบว่าด้ายเบอร์ 40/2 ซึ่งเป็นด้ายที่ผลิตจากเส้นใยคุณภาพดีที่สุดในกลุ่มนั้น ดูดซับสีได้ดีกว่าด้ายเบอร์ 10/1 และด้ายปั่นมือ อย่างไรก็ตามเฉดสีที่ย้อมได้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน คือ สีเขียวอ่อนออกเหลือง ด้ายเบอร์ 40/2 ให้สีที่มีความสว่างมากที่สุด (ค่า L* มีค่าสูง) รองลงไปเป็นด้ายปั่นมือและด้าย 10/1 ซึ่งต่างจากกราฟการดูดซับสีรูปที่ 4.4 ซึ่งคาดว่าเป็นผลจากสีของด้ายก่อนย้อมนั้นด้าย 40/2 จะมีความขาวมากที่สุดรองลงไปเป็นด้านปั่นมือและด้าย 10/1 นอกจากนี้ด้ายปั่นมือซึ่งมีขนาดของเส้นด้ายไม่สม่ำเสมอนั้นเมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าพบว่าการติดสีดูไม่สม่ำเสมอกัน ส่วนที่มีขนาดหน้าตัดใหญ่มีลักษณะเส้นใยพองฟูที่สุดพบว่ามีแนวโน้มให้สีเข้มกว่าส่วนที่มีขนาดหน้าตัดเล็กกว่า ทำให้ผลตามรูปที่4.4 และ 4.5 ไม่สอดคล้องกัน

4.3.1.3 <u>การย้อมโดยใช้มอร์แดนท์และสารช่วยย้อม</u>

ผลการทดลองย้อมในระหว่างการศึกษาทางเคมีนั้น พบว่าการย้อมโดยใช้สารช่วยย้อม กรดแทนนิก หรือใช้น้ำสกัดจากใบยูคาลิปตัสย้อมรองพื้นก่อน หรือที่เรียกว่าการย้อมฝาด ก่อนการย้อมด้วยน้ำย้อมจากหญ้าหวานทำให้ได้สีเขียวเข้มขึ้น และนอกจากนี้การใช้มอร์แดนท์โลหะอิออนทองแดง มีแนวโน้มให้สีเขียวเข้มถึงเขียวขี้ม้ามากกว่าการย้อมในน้ำย้อมหญ้าหวานเพียงอย่างเดียว จึงได้ดำเนินการทดลองศึกษาการดูดซับสีช่วงเวลา 0-120 นาที ภายใต้ภาวะดังนี้ คือ

- ใช้มอร์แดนท์ (mordant) ช่วยในการย้อม โดยใช้
  - จุนสี ($CuSO_4$) กับน้ำส้มสายชู ความเข้มข้นของทองแดง 1, 3 และ 5% owf.
- ทำการย้อมสารช่วยย้อมก่อนย้อมในน้ำย้อมหญ้าหวาน โดยใช้ สารช่วยย้อม (หรือการย้อมฝาด) ด้วย
  - กรดแทนนิก (tannic acid)
  - น้ำย้อมจากใบยูคาลิปตัส และ
- กรณีใช้กรดแทนนิกในการย้อมฝาด
  - ใช้กรดแทนนิก : น้ำ : ด้าย = 1 : 10 : 1
  - ทำการย้อมสารช่วยย้อมที่ภาวะต้มเดือดอ่อนๆ ใช้เวลา 30 นาที จากนั้นเติมมอร์แดนท์แล้วต้มต่ออีก 30 นาที *(ย้อมมอร์แดนท์ก่อนการย้อมสี)*
  - นำด้ายออก ล้างน้ำให้สะอาดก่อนย้อมในน้ำย้อมหญ้าหวานต่อไป
- ในกรณีที่ใช้น้ำใบยูคาลิปตัส (เตรียมโดยใช้ใบยูคาลิปตัสสดต่อน้ำอัตราส่วน 1:10 ต้มเดือดนาน 1 ชั่วโมง) ในการย้อมฝาด
  - ใช้ภาวะต้มเดือนอ่อนๆ นาน 30 นาที โดยไม่มีการเติมมอร์แดนท์
  - นำด้ายออก ล้างน้ำให้สะอาดก่อนย้อมในน้ำย้อมหญ้าหวานต่อไป โดยใช้มอร์แดนท์ผสมลงในน้ำย้อม *(ย้อมมอร์แดนท์พร้อมกับการย้อมสี)*

- การย้อมในน้ำย้อมหญ้าหวาน
  - ใช้อัตราส่วนหญ้าหวาน : น้ำ : ด้าย = 1 : 10 : 1 และ 0.5 : 10 : 1
  - ให้ความร้อนแก่น้ำย้อมจนถึงอุณหภูมิที่กำหนด ใส่ด้ายลงย้อม ทำการควบคุมอุณหภูมิและระดับของน้ำย้อมให้คงที่
  - เมื่อครบเวลาที่กำหนดนำด้ายออก ล้างด้ายให้สะอาดผึ่งให้แห้งในร่ม
  - นำด้ายไปทำการบันทึกสี ทำการวัดสี และทดสอบความคงทนของสีต่อไป

สีของด้ายและผลการวัดสีด้ายเมื่อใช้กรดแทนนิกเป็นสารช่วยย้อม และใช้ Cu เป็นมอร์แดนท์ อัตราส่วนหญ้าหวาน : น้ำ : ด้าย = 1 : 10 : 1 ใช้ด้ายเบอร์ 10/1 ทำความสะอาดด้วย NaOH 6% และ H_2O_2 (35 %v) 5 % owf. ทำการย้อมที่อุณหภูมิ 95 ^{o}C ใช้เวลาในการย้อม 60 นาที แสดงได้ดังรูปที่ 4.6

สีที่ได้

ย้อมครั้งแรก

L*	a*	b*	รหัส
+ 51.21	+ 1.50	+ 20.57	ST45NAPR

ทำการย้อมด้ายในน้ำย้อมที่ใช้แล้ว 1 ครั้ง

L*	a*	b*	รหัส
+ 68.45	+ 0.40	+ 21.47	ST4H9992

รูปที่ 4.6 สีที่ย้อมได้และผลวิเคราะห์สีของด้ายย้อมด้วยน้ำย้อมหญ้าหวานใช้กรดแทนนิกเป็นสารช่วยย้อมและใช้ Cu มอร์แดนท์

ผลการย้อมเมื่อใช้น้ำสกัดจากใบยูคาลิปตัสในการย้อมฝาด และใช้ Cu-มอร์แดนท์ อัตราส่วน หญ้าหวาน : น้ำ : ด้าย เท่ากับ 1:10:1 เวลาในการย้อม 60 นาที โดยนำน้ำย้อมเดิมกลับมาใช้ย้อมด้ายใหม่รวมทั้งหมด 4 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.7 และผลของความเข้มข้น Cu มอร์แดนท์ ที่มีต่อการย้อมสีหญ้าหวาน (ใช้อัตราส่วน หญ้าหวาน : น้ำ : ด้าย เท่ากับ 0.5:10:1) ที่อุณหภูมิ 70 ^{o}C เวลาต่างๆกันระหว่าง 0-120 นาที สำหรับด้ายเบอร์ 10/1 ด้ายปั่นมือ และด้ายเบอร์ 40/2 แสดงได้ดังรูป 4.8-4.10 ตามลำดับ สีที่ได้และผลการวัดสีได้รวบรวมไว้ในรูปที่ 4.11

สีที่ได้

ครั้งที่ 1

L*	a*	b*	รหัส
+ 61.47	- 1.20	+ 22.30	STEVIA01

ครั้งที่ 2

L*	a*	b*	รหัส
+ 62.29	- 2.20	+ 24.69	STEVIA02

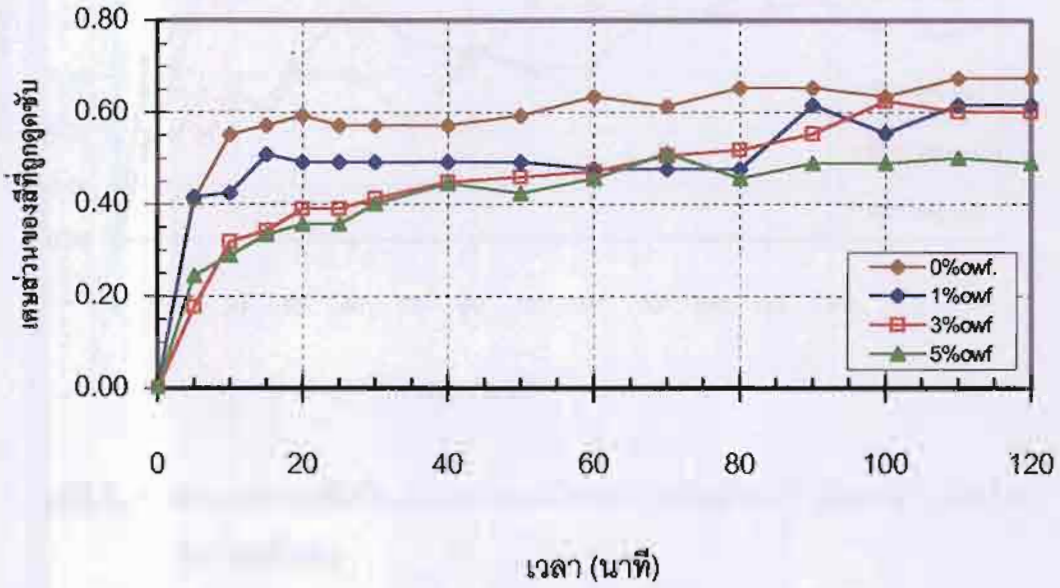
ครั้งที่ 3

L*	a*	b*	รหัส
+ 65.44	- 0.33	+ 22.60	STEVIA03

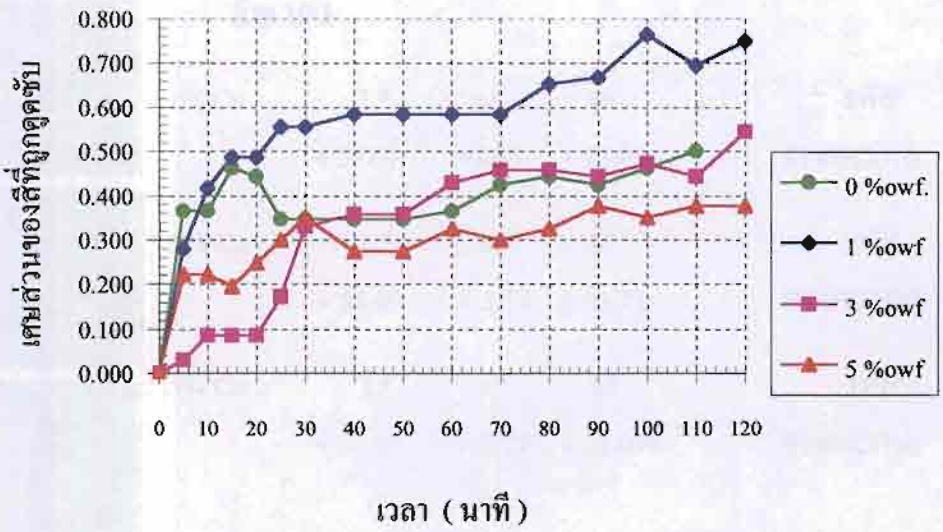
ครั้งที่ 4

L*	a*	b*	รหัส
+ 70.68	- 1.38	+ 21.10	STEVIA04

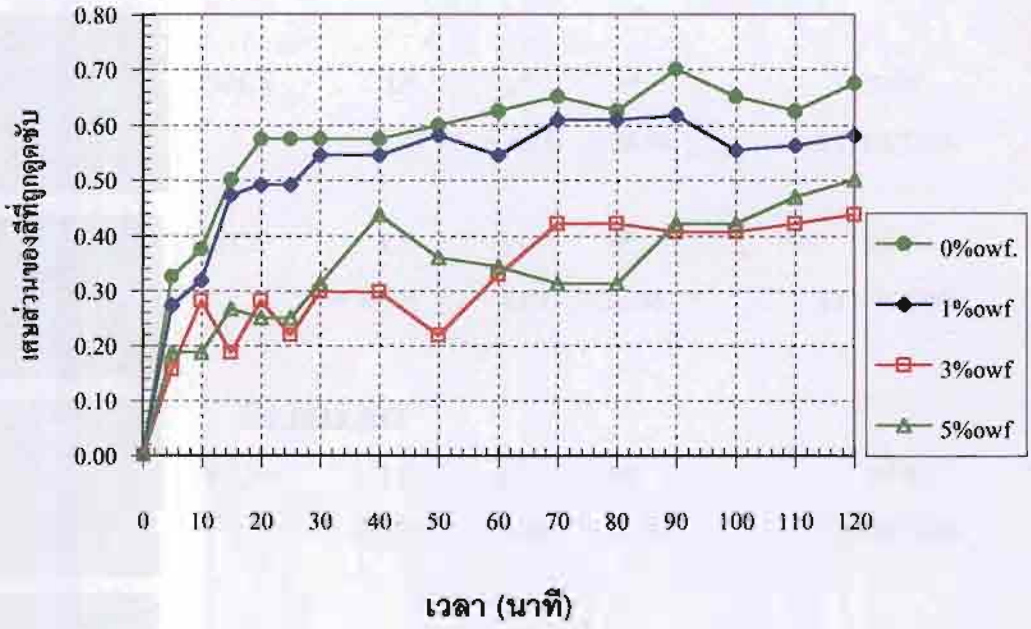
รูปที่ 4.7 สีและผลการวัดสีด้ายย้อมฝาดด้วยน้ำสกัดใบยูคาลิปตัสและย้อมด้วยน้ำย้อมหญ้าหวานใช้ Cu มอร์แดนท์



รูปที่ 4.8 ผลของความเข้มข้น Cu มอร์แดนท์ ต่อการดูดซับสีจากน้ำย้อมหญ้าหวานโดยด้าย 10/1



รูปที่ 4.9 ผลของความเข้มข้น Cu มอร์แดนท์ ต่อการดูดซับสีจากน้ำย้อมหญ้าหวานโดยด้ายปั่นมือ



รูปที่ 4.10 ผลของความเข้มข้น Cu มอร์แดนท์ ต่อการดูดซับสีจากน้ำย้อมหญ้าหวานโดยด้าย เบอร์ 40/2

สีที่ได้

ด้าย 10/1

1% Cu	L*	a*	b*	รหัส
	+ 57.67	+3.95	+ 23.09	ST4HCU10

3% Cu	L*	a*	b*	รหัส
	+ 54.60	+ 3.52	+ 21.72	ST4HCU20

5% Cu	L*	a*	b*	รหัส
	+ 52.69	+ 3.77	+ 21.078	ST4HCU30

ด้ายปั่นมือ

1% Cu	L*	a*	b*	รหัส
	+ 56.21	+ 3.23	+ 27.01	ST1HCU10

3% Cu	L*	a*	b*	รหัส
	+ 49.47	+ 4.74	+ 25.84	ST1HCU30

5% Cu	L*	a*	b*	รหัส
	+ 49.95	+ 4.07	+ 23.56	ST1HCU50

ด้าย เบอร์ 40/2

1% Cu	L*	a*	b*	รหัส
	+ 62.92	+ 4.59	+ 23.51	ST2HCU10

3% Cu	L*	a*	b*	รหัส
	+ 58.15	+ 4.57	+ 23.32	ST2HCU30

5% Cu	L*	a*	b*	รหัส
	+ 56.95	+ 4.45	+ 22.04	ST2HCU50

รูปที่ 4.11 สีและผลการวัดสีด้ายด้วยน้ำย้อมหญ้าหวานที่ชนิดด้ายและความเข้มข้น Cu มอร์แดนท์ ต่างๆ กัน

ผลการศึกษา มอร์แดนท์ทองแดงทำให้สีที่ย้อมได้มีสีเข้มขึ้น กราฟการดูดซับสีของด้ายทั้งสามชนิดมีลักษณะเหมือนกัน และมีแนวโน้มว่าการเพิ่มความเข้มข้นของมอร์แดนท์ไม่มีผลต่อสีที่ได้ ดังจะเห็นว่าค่าของ L* a* และ b* ของด้ายแต่ละชนิดนั้นเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นสัดส่วนกับการเปลี่ยนความเข้มข้นของมอร์แดนท์ การใช้มอร์แดนท์ทองแดงความเข้มข้นสูงทำให้มีโอกาสที่ทองแดงตกค้างบนเส้นใยสูงเกินกว่าที่กำหนด ดังนั้นหากสามารถลดลงให้ต่ำที่สุดได้ย่อมจะเหมาะสมกว่า การย้อมด้วยมอร์แดนท์ที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า 1 %owf. จึงเป็นสิ่งที่ต้องทำการศึกษาต่อไป

4.3.1.4 การย้อมโดยใช้มอร์แดนท์และไม่ใช้สารช่วยย้อม

การย้อมด้วยสารช่วยย้อมใช้เวลาและพลังงาน นอกจากนี้แทนนินที่มีในสารช่วยย้อมมีแนวโน้มให้สีน้ำตาลอ่อนแก่เส้นใย หากสามารถย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยย้อมได้ก็จะมีข้อได้เปรียบกว่า ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองโดยไม่ใช้สารช่วยย้อม และใช้วิธีการทำความสะอาดด้วยสบู่แทนเนื่องจากสีของด้ายก่อนย้อมจะมีสีออกน้ำตาลมากกว่าด้ายที่ทำการฟอกขาว โดยมีขอบเขตของการทดลองดังต่อไปนี้คือ

- ใช้มอร์แดนท์ (mordant) ช่วยในการย้อม โดยใช้
  - จุนสี ($CuSO_4$) ความเข้มข้นของทองแดง 0.25, 0.50, 0.75 และ 1% owf
  - ย้อมมอร์แดนท์ก่อน พร้อม และหลังการย้อมสี

- การย้อมในน้ำย้อมหญ้าหวาน
  - ใช้อัตราส่วนหญ้าหวาน : น้ำ : ด้าย = 1 : 10 : 1 และ 0.5 : 10 : 1
  - ให้ความร้อนแก่น้ำย้อมจนถึงอุณหภูมิที่กำหนด ใส่ด้ายลงย้อม ทำการควบคุมอุณหภูมิและระดับของน้ำย้อมให้คงที่
  - เมื่อครบเวลาที่กำหนดนำด้ายออก ล้างด้ายให้สะอาดผึ่งให้แห้งในร่ม
  - นำด้ายไปทำการบันทึกสี ทำการวัดสี และทดสอบความคงทนของสีต่อไป

สีของด้ายและผลการวัดสีด้ายเมื่อไม่ใช้สารช่วยย้อม ใช้ Cu เป็นมอร์แดนท์ อัตราส่วนหญ้าหวาน : น้ำ : ด้าย = 1 : 10 : 1 ใช้ด้ายเบอร์ 10/1 ทำความสะอาดด้วยสบู่ทำการย้อมที่อุณหภูมิ 70 ^{o}C ใช้เวลาในการย้อม 60 นาที แสดงได้ดังรูปที่ 4.12

สีที่ได้

- ผลของวิธีการย้อมมอร์แดนท์ ใช้มอร์แดนท์ Cu 1 % owf.

ย้อมมอร์แดนท์ก่อนย้อมสี

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 63.37	- 1.88	+ 20.11	ST4SC1P

ย้อมมอร์แดนท์พร้อมย้อมสี

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 63.84	- 2.43	+ 21.98	ST4SC1S

ย้อมมอร์แดนท์หลังย้อมสี

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 62.77	- 1.38	+ 20.19	ST4SC1A

- ผลของความเข้มข้นมอร์แดนท์ Cu ย้อมมอร์แดนท์หลังย้อมสี

ใช้มอร์แดนท์ 0.25 % owf.

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 66.41	- 3.31	+ 20.03	ST4SCAA

ใช้มอร์แดนท์ 0.5 % owf.

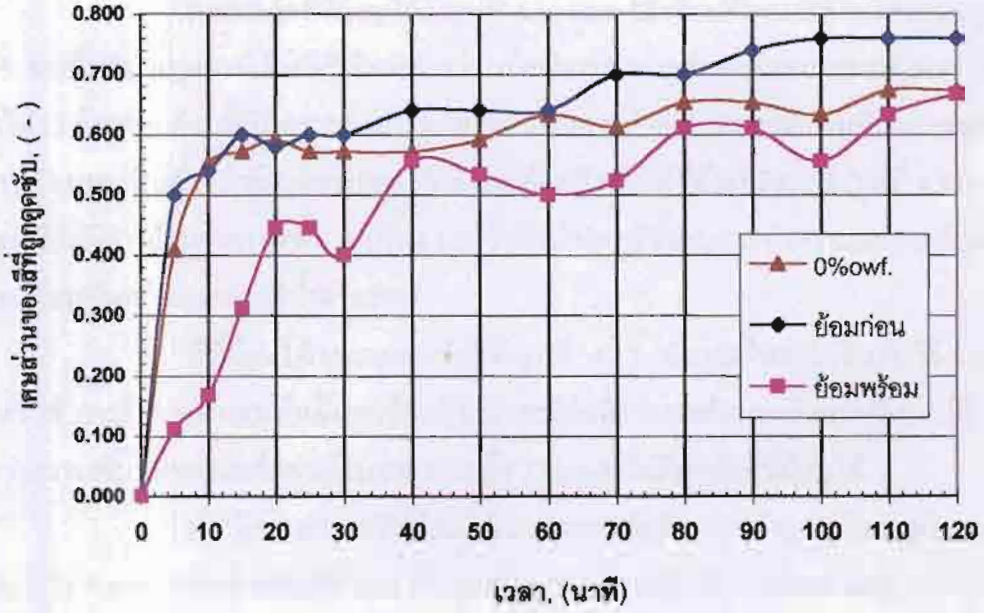
ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 62.68	- 3.26	+ 20.68	ST4SCBA

ใช้มอร์แดนท์ 0.75 % owf.

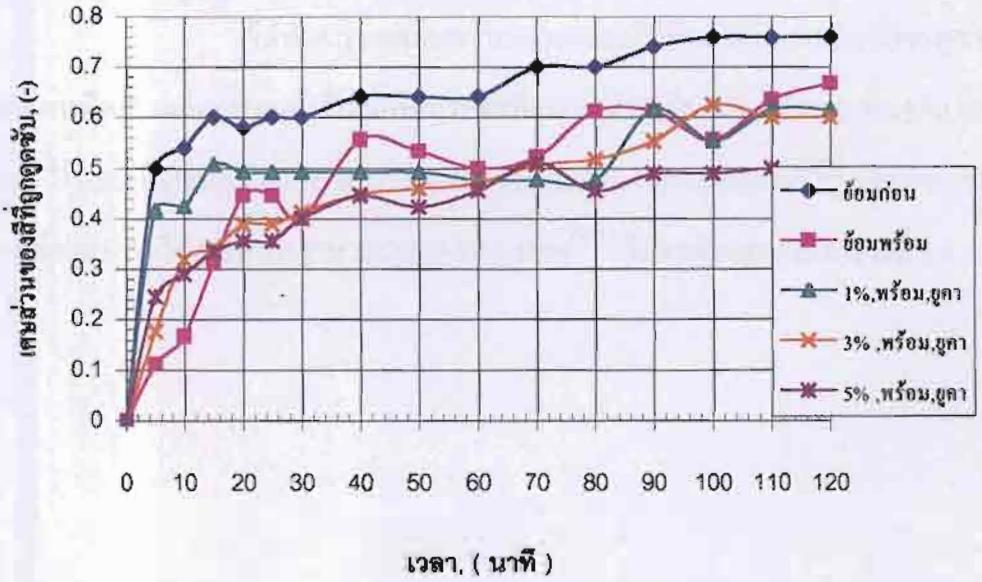
ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 61.33	- 3.20	+ 20.45	ST4SCCA

<u>รูปที่</u> 4.12 สีที่ย้อมได้และผลวิเคราะห์สีของด้ายย้อมด้วยน้ำย้อมหญ้าหวานใช้ Cu มอร์แดนท์

กราฟการดูดซับสีน้ำย้อมหญ้าหวาน เมื่อใช้ Cu มอร์แดนท์ความเข้มข้น 1.0 %owf. ทำการย้อมมอร์แดนท์ก่อนย้อมสีและย้อมมอร์แดนท์พร้อมกับการย้อมสีแสดงได้ดังรูปที่ 4.13 เทียบกับการดูดซับสีเมื่อไม่ใช้มอร์แดนท์ (0%owf.) และเปรียบเทียบกับกรณีย้อมมอร์แดนท์พร้อมการย้อมสีที่ความเข้มข้นมอร์แดนท์ 1, 3 และ 5 % owf. โดยทำการย้อมฝาครองพื้นด้วยน้ำย้อมยูคาลิปตัสก่อน ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.13 ผลของวิธีการย้อมมอร์แดนท์ต่อการดูดซับสีน้ำย้อมหญ้าหวานที่ 70 ^{o}C



รูปที่ 4.14 ผลของวิธีการย้อมและความเข้มข้นมอร์แดนท์ต่อการดูดซับสีน้ำย้อมหญ้าหวาน

ผลการศึกษา จากกราฟทั้งสองรูปจะเห็นว่าการย้อมมอร์แดนท์ทองแดงก่อนการย้อมสีช่วยให้การดูดซับสีดีกว่าการย้อมมอร์แดนท์พร้อมการย้อมสี และมีแนวโน้มจะดีกว่ากรณีที่ไม่ใช้มอร์แดนท์ การย้อมฝาครองพื้นนั้นเมื่อพิจารณาจากกราฟการดูดซับสีอย่างเดียวจะเห็นว่าไม่มีผลต่อการดูดซับสี สำหรับการย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสีนั้น กราฟการดูดซับสีจะเหมือนกันกับกรณีการย้อมแบบไม่ใช้มอร์แดนท์ดังรูปที่ 4.4 นั่นเอง

ผลการวัดสีที่ย้อมได้ดังรูปที่ 4.11 และ 12 เทียบกับกรณีที่ไม่ใช้มอร์แดนท์ดังรูปที่ 4.5 จะเห็นว่าในทุกกรณีด้ายมีสีเขียวเข้มกว่า เมื่อพิจารณาจากสีของด้ายและจากค่าความสว่าง L* กล่าวได้ว่า ด้ายก่อนย้อมที่มีสีขาวสว่างกว่าเนื่องจากผ่านการทำความสะอาดแบบที่มีการฟอกขาว เมื่อผ่านการย้อมรองพื้นด้วยน้ำย้อมจากใบยูคา หลังจากย้อมสีแล้วให้สีด้ายที่มืดกว่า (รูปที่ 4.11) เมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่มีการย้อมฝาดรองพื้น (รูปที่ 4.12) ซึ่งด้ายในกรณีนี้ผ่านการทำความสะอาดด้วยสบู่ทำให้มีสีก่อนย้อมเข้มกว่าและออกสีน้ำตาลอ่อน

สีที่ย้อมได้และผลการวัดสีดังรูปที่ 4.12 นั้นจะเห็นว่าไม่ขึ้นกับวิธีการย้อมมอร์แดนท์ที่ใช้ การย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสีจึงน่าจะมีข้อดีกว่าการย้อมมอร์แดนท์อีก 2 วิธี นอกจากนี้พบว่าความเข้มข้นของมอร์แดนท์ในช่วง 0.25 ถึง 1 %owf. ไม่มีผลต่อสีที่ย้อมได้

เมื่อพิจารณาจากสีที่ย้อมได้และผลการวัดสี การย้อมมอร์แดนท์ทองแดงความเข้มข้น 0.25 %owf. หลังการย้อมสีด้วนน้ำย้อมหญ้าหวานน่าจะเป็นวิธีการที่เหมาะสม

4.3.1.5 <u>ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก และต่อแสง</u>

ได้ทำการทดสอบความคงทนของสีที่ย้อมได้ต่อการซัก ซึ่งจะดูการซีดของสีและการติดสี(Staining)บนผ้าอื่นเมื่อทำการซักที่อุณหภูมิ 40 ^{o}C ตามวิธีการมาตรฐาน ISO 105-C01:1989[41] และที่อุณหภูมิ 60 ^{o}C ตามวิธีการมาตรฐาน ISO 105-C03:1989[42] และทำการความคงทนของสีต่อแสงตามวิธีการมาตรฐาน ISO 105-B02:1994[43] ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความคงทนของสีที่ย้อมได้จากหญ้าหวาน

ลำดับที่	อัตราส่วน หญ้าหวาน น้ำ	ชนิดของด้ายฝ้าย	วิธีทำความสะอาด	T (°C)	ย้อมฝาด	มอร์แดนท์ วิธี	มอร์แดนท์ ชนิด	มอร์แดนท์ %owf	ผลของสเกลเทา การซีดของสี 40 °C	การซีดของสี 60 °C	การติด สีบนฝ้าย 40 °C	การติด สีบนฝ้าย 60 °C	ติดสีบนwool 40 °C	ติดสีบนwool 60 °C	light fastness (Blue w.)
1	1:10	10/1	H_2O_2	45	-	-	-	-	4	4/5	4-3	4	5	5	1
2	1:20	10/1	H_2O_2	95	-	-	-	-	4	4	4	4	5	5	1-2
3	1:20	10/1	H_2O_2	70	-	-	-	-	3/4	3/4	4-3	4-3	5	5	1
4	1:20	ปั่นมือ	H_2O_2	70	-	-	-	-	4/5	4	4	4-3	5	5	1
5	1:20	40/2	H_2O_2	70	-	-	-	-	4	4/5	4	5-4	5	5	1
6	1:20	ปั่นมือ	H_2O_2	70	ยูคา	พร้อม	Cu	1	4	4	3	5-4	5	5	2-3
7	1:20	ปั่นมือ	H_2O_2	70	ยูคา	พร้อม	Cu	3	4	3/4	4	5-4	5	5	3-4
8	1:20	ปั่นมือ	H_2O_2	70	ยูคา	พร้อม	Cu	5	4	3/4	4	4	5	5	3-4
9	1:20	40/2	H_2O_2	70	ยูคา	พร้อม	Cu	1	4/5	4	5-4	5-4	5	5	3-4
10	1:20	40/2	H_2O_2	70	ยูคา	พร้อม	Cu	3	3/4	3/4	4	5-4	5	5	3
11	1:20	40/2	H_2O_2	70	ยูคา	พร้อม	Cu	5	4	3/4	5-4	5-4	5	5	3-4
12	1:10	10/1	H_2O_2	70	ยูคา	พร้อม	Cu	1	4/5	4/5	4-3	4	5	5	4
13	1:10	10/1	H_2O_2	70	ยูคา	พร้อม	Cu	1	4	4	4	4	5	5	3
14	1:20	10/1	H_2O_2	70	ยูคา	พร้อม	Cu	1	4/5	4	5-4	5-4	5	5	3
15	1:20	10/1	H_2O_2	70	ยูคา	พร้อม	Cu	3	4	4	4	4	5	5	3
16	1:20	10/1	H_2O_2	70	ยูคา	พร้อม	Cu	5	4	4	4	5-4	5	5	3
17	1:20	10/1	สบู่	70	-	ก่อน	Cu	1	3	3	4-3	4	5	5	2
18	1:20	10/1	สบู่	70	-	พร้อม	Cu	1	3	3	3	3	4	4	2*
19	1:20	10/1	สบู่	70	-	หลัง	Cu	1	3/4	3/4	4	3	5	4-5	2*
20	1:20	10/1	สบู่	70	-	หลัง	Cu	0.25	3/4	3	4	4-5	5	5	1-2
21	1:20	10/1	สบู่	70	-	หลัง	Cu	0.50	3/4	2/3	4	4-5	5	5	2
22	1:20	10/1	สบู่	70	-	หลัง	Cu	0.75	3/4	2/3	4	4-5	5	5	2

หมายเหตุ * สีเปลี่ยนเป็นสีออกน้ำตาล

ผลการทดสอบและสรุปผล

การซีดของสีด้ายหลังการซักส่วนมากอยู่ในเกณฑ์ ดี-ดีมาก คือผลของเสกลเทาระดับ 4-5 เป็นส่วนใหญ่สำหรับด้ายที่ทำความสะอาดด้วยNaOH และ H_2O_2ก่อนย้อม แต่จะมีค่าลดลงมาอยู่ในช่วงปานกลาง-ดี คือผลของสเกลเทามีค่าระดับ 3 ถึง 4 สำหรับด้ายที่ทำความสะอาดด้วยสบู่ นอกจากนี้การลดปริมาณ Cu มอร์แดนท์ต่ำกว่า 1 %owf. ในการย้อมด้ายที่ทำความสะอาดด้วยสบู่และย้อม

มอร์แดนท์หลังการย้อมสีมีแนวโน้มทำให้สีตกมากขึ้นเมื่อทดสอบการซักที่อุณหภูมิ 60 ^{o}C ผลสเกลเทาระหว่าง 2 กับ 3 ผลการทดสอบการติดสีพบว่าทุกภาวะการทดลองที่ใช้ไม่มีการติดสีบนผ้าขนสัตว์แต่อย่างใด (สเกลเทา ระดับ 4 - 5) ส่วนการติดสีบนผ้าฝ้ายนั้นส่วนมากอยู่ในเกณฑ์ดี-ดีมาก (สเกลเทาระดับ 4 ถึง 5) กล่าวคือไม่ติดสีเช่นกัน ยกเว้นบางตัวอย่างที่มีการติดสีบ้าง ผลของสเกลเทาลดลงเป็นระดับ 3

ผลความคงทนต่อแสงเมื่อย้อมสีโดยไม่ใช้มอร์แดนท์อยู่ในระดับต่ำ คือเทียบเท่ากับ blue wool เบอร์ 1 ไม่ขึ้นกับชนิดของด้ายและอุณหภูมิที่ใช้ย้อม มอร์แดนท์ทองแดงทำให้สีมีความคงทนต่อแสงมากขึ้นอีก 1 ระดับ แต่วิธีการย้อมมอร์แดนท์ไม่มีผลต่อค่าความคงทนต่อแสงดังผลการทดลองที่ 17-19 การย้อมฝาดรองพื้นด้วยน้ำย้อมจากใบยูคาลิปตัสให้ผลความคงทนต่อแสงดีขึ้นจาก blue wool เบอร์ 2 เป็น blue wool เบอร์ 3 ถึง 3-4

เมื่อพิจารณาโดยรวมด้านสีที่ย้อมได้ ผลการวัดสี ความคงทนของสีต่อการซักและต่อแสง การทำความสะอาดด้ายด้วยเบสและฟอกขาว ย้อมฝาดรองพื้นด้วยน้ำย้อมยูคาลิปตัส ย้อมในน้ำย้อมหญ้าหวาน และย้อมทับด้วยมอร์แดนท์ทองแดงจะให้ผลดีที่สุด

ภาวะที่เหมาะสมในการย้อมด้ายฝ้ายด้วยหญ้าหวาน สามารถสรุปได้ดังนี้

- **อัตราส่วน หญ้าหวาน:น้ำ: ด้าย = 0.5:10:1**
- **แช่หญ้าหวานแห้งในน้ำอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ก่อนต้มเดือดนาน 1 ชั่วโมง แยกกากหญ้าหวานออกก่อนนำไปย้อมด้าย**
- **ย้อมฝาดรองพื้นด้ายฝ้ายที่ทำความสะอาดแล้ว โดยการต้มด้ายในน้ำต้มใบยูคาลิปตัส นาน 30 นาที นำด้ายขึ้น บิดให้หมาด**
- **ย้อมต่อในน้ำย้อมหญ้าหวานที่อุณหภูมิ 70 ^{o}C เวลา 60 นาที นำด้ายขึ้น บิดให้หมาด**
- **ย้อมทับด้วย Cu มอร์แดนท์ความเข้มข้นระหว่าง 0.25 – 1.0 %owf. ที่อุณหภูมิ 40-50 ^{o}C เวลา 30 นาที นำด้ายขึ้น ล้างให้สะอาดด้วยน้ำ ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม**

<u>ผลที่คาดว่าจะได้</u>

- ด้ายสีเขียวออกเหลือง
- ความคงทนของสีต่อการซักประกอบด้วยการซีดของสี เทียบเท่าสเกลเทา ระดับ 2/3 ถึง 4 ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ซัก และการเตรียมด้ายก่อนย้อม
- การติดสีบนผ้าฝ้ายและบนผ้าขนสัตว์ อยู่ในระดับดีถึงดีมาก เทียบเท่าสเกลเทาระดับ 4 ถึง 5
- ความคงทนของสีต่อการแสง เทียบเท่า Blue wool เบอร์ 3 ถึง 3-4

การจัดหาสารเคมีสำหรับการฟอกขาว การใช้สารเคมี ความระมัดระวังในการใช้ การดูแลและการจัดการสารทิ้งในอุตสาหกรรมระดับครอบครัวยังมีปัญหาที่ต้องดูแลและแก้ไขกันอยู่ ดังนั้นการส่งเสริมการทำความสะอาดด้ายฝ้ายด้วยเบสพร้อมกับการฟอกขาวนี้นั้นจึงอาจไม่เหมาะสมทุกกรณีไป การทำความสะอาดด้ายด้วยสบู่น่าจะก่อให้เกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อมและต่อผู้ปฏิบัติน้อยกว่า แม้ว่า ความคงทนของสีที่ได้จะด้อยกว่าก็ตาม

4.3.1.6 <u>การย้อมซ้ำ</u>

ได้ทำการทดสอบการย้อมซ้ำ โดยใช้ด้ายฝ้ายที่ทำความสะอาดด้วยสบู่และใช้ภาวะการย้อมที่เหมาะสม การย้อมซ้ำที่ศึกษามี 2 แบบ ดังนี้คือ

1. การใช้น้ำย้อมที่ใช้แล้วในการย้อมด้ายใหม่ เพื่อหาการใช้ประโยชน์น้ำย้อมให้สูงสุด และ
2. การย้อมสีทับด้ายที่ย้อมสีแล้วเพื่อดูเฉดสีที่ได้

ด้ายที่ย้อมแล้วได้ส่งไปทอเป็นผืน ทำการบันทึกสีโดยการสแกนภาพ ทำการวัดสี และทำการทดสอบความคงทนของสีต่อไป

6.ก <u>การย้อมด้ายในน้ำย้อมใช้แล้ว</u>

1. ทำความสะอาดด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 น้ำหนัก ประมาณ 220 กรัม (ด้าย 3 บ่วง)ด้วยน้ำสบู่และโซดาแอช ตามวิธีการข้างต้น
2. นำด้ายลงย้อมในน้ำย้อมหญ้าหวาน ใช้อัตราส่วนหญ้าหวานแห้งต่อน้ำย้อมต่อด้าย 0.5:10:1 ทำการย้อมที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 60 นาที นำด้ายออก บิดให้หมาด
3. นำไปย้อมทับด้วยมอร์แดนท์ทองแดง ความเข้มข้น 0.25 %owf. นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 40-50 ^{o}C จากนั้นล้างด้ายให้สะอาด บิดให้แห้งหมาดและตากให้แห้งในที่ร่ม เก็บด้ายไว้เพื่อดำเนินการส่งไปทอเป็นผืนต่อไป
4. ทำซ้ำข้อ 1-3 อีก 2 ครั้ง โดยใช้วิธีเติมน้ำสะอาดลงในน้ำย้อมที่เหลือตามข้อ 2 ของการย้อมครั้งก่อนให้ปริมาตรคงเดิม ก่อนทำการย้อม
5. ทำการบันทึกภาพ และวัดสีด้ายและ/หรือผ้าทอ และทำการทดสอบความคงทนของสีต่อไป

6.ข <u>การย้อมซ้ำด้ายที่ย้อมสีแล้ว</u>

การย้อมสีทับด้ายที่ย้อมสีแล้วนั้นเพื่อศึกษาโทนสีที่ได้และทดสอบความคงทนของสีเปรียบเทียบกับการย้อมครั้งเดียว ในการศึกษานี้มีวิธีการศึกษา 2 แบบคือ

1. การย้อมซ้ำด้วยน้ำย้อมใหม่ทุกครั้ง และ
2. การย้อมซ้ำโดยใช้น้ำย้อมเดิม

ด้ายที่ย้อมแล้วได้ส่งไปทอเป็นผืน ทำการบันทึกสีโดยการสแกนภาพ ทำการวัดสี และทำการทดสอบความคงทนของสีต่อไป โดยมีขั้นตอนวิธีการย้อมดังนี้

ข.1 <u>การย้อมซ้ำด้วยน้ำย้อมใหม่</u>

1. ทำความสะอาดด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 น้ำหนัก ประมาณ 700-1000 กรัม (ด้าย 9 - 12 บ่วง)ด้วยน้ำสบู่และโซดาแอช ตามวิธีการข้างต้น
2. นำด้ายลงย้อมในน้ำย้อมหญ้าหวาน ใช้อัตราส่วนหญ้าหวานแห้งต่อน้ำย้อมต่อด้าย 0.5:10:1 ทำการย้อมที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 60 นาที นำด้ายออก บิดให้หมาด
3. นำไปย้อมทับด้วยมอร์แดนท์ทองแดง ความเข้มข้น 0.25 %owf. นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 40-50 ^{o}C จากนั้นล้างด้ายให้สะอาด บิดให้แห้งหมาดและตากให้แห้งในที่ร่ม แบ่งด้าย 3 บ่วงเก็บไว้เพื่อส่งไปทอเป็นผืนต่อไป
4. ส่วนที่เหลือทำการย้อมด้ายตามข้อ 1- 3 ซ้ำอีก 2 ครั้ง ในน้ำย้อมที่เตรียมใหม่
5. ส่งด้ายไปทอเป็นผืน
6. ทำการบันทึกภาพ และวัดสีด้ายและ/หรือผ้าทอ และทำการทดสอบความคงทนของสีต่อไป

ข.2 <u>การย้อมซ้ำในน้ำย้อมเดิม</u>

1. ทำความสะอาดด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 น้ำหนัก ประมาณ 700-1000 กรัม (ด้าย 9 - 12 บ่วง)ด้วยน้ำสบู่และโซดาแอช ตามวิธีการข้างต้น
2. นำด้ายลงย้อมในน้ำย้อมหญ้าหวาน ใช้อัตราส่วนหญ้าหวานแห้งต่อน้ำย้อมต่อด้าย 0.5:10:1 ทำการย้อมที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 60 นาที นำด้ายออก บิดให้หมาด
3. นำไปย้อมทับด้วยมอร์แดนท์ทองแดง ความเข้มข้น 0.25 %owf. นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 40-50 ^{o}C จากนั้นล้างด้ายให้สะอาด บิดให้แห้งหมาดและตากให้แห้งในที่ร่ม แบ่งด้าย 3 บ่วงเก็บไว้เพื่อส่งไปทอเป็นผืนต่อไป
4. ส่วนที่เหลือทำการย้อมด้ายตามข้อ 1- 3 ซ้ำอีก 2 ครั้ง ในน้ำย้อมหญ้าหวานที่เหลือจากข้อ 2 โดยแบ่งน้ำย้อมให้เป็นไปตามสัดส่วนตามข้อ 2
5. ส่งด้ายไปทอเป็นผืน
6. ทำการบันทึกภาพ และวัดสีด้ายและ/หรือผ้าทอ และทำการทดสอบความคงทนของสีต่อไป

6.ค <u>ผลการทดลองการย้อมซ้ำ</u>

พบว่าน้ำย้อมหญ้าหวานสามารถใช้ย้อมซ้ำได้ไม่เกิน 3 ครั้ง สีของด้ายที่ย้อมได้และผลการวัดสีแสดงได้ดังรูปที่ 4.15 และผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนต่อการขัดถู และความคงทนต่อแสงดังตารางที่ 4.2

สีที่ได้

- การใช้น้ำย้อมเดิมซ้ำ

ย้อมครั้งที่ 1

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 63.64	- 3.27	+ 18.78	ST3SCAX1

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	(วัดไม่ได้เนื่องจากทอลวดลาย)			ST4SCW11

ย้อมครั้งที่ 2

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 69.75	- 1.62	+ 15.83	ST3SCAX2

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	(วัดไม่ได้เนื่องจากทอลวดลาย)			ST4SCW12

ย้อมครั้งที่ 3

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 72.83	- 1.04	+ 13.14	ST3SCAX3

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 70.92	+ 1.08	+ 16.70	ST4SCW13

<u>รูปที่</u> 4.15 สีที่ย้อมได้และผลวิเคราะห์สีของด้ายในการย้อมซ้ำ

สีที่ได้

- การย้อมซ้ำด้วยน้ำย้อมใหม่

ย้อมครั้งแรก

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 72.83	- 1.04	+ 13.14	ST3SCAY1

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 72.65	+ 0.39	+ 15.05	ST4SCW21

ย้อมครั้งที่ 2

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 62.84	+0.23	+ 16.32	ST3SCAY2

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 72.48	+ 0.20	+ 14.73	ST4SCW22

ย้อมครั้งที่ 3

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 71.83	+ 1.05	+ 15.65	ST3SCAY3

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 70.00	-0.03	+ 15.70	ST4SCW23

<u>รูปที่</u> 4.15 สีที่ย้อมได้และผลวิเคราะห์สีของด้ายในการย้อมซ้ำ (ต่อ)

สีที่ได้

- การย้อมซ้ำด้วยน้ำย้อมเดิม

ย้อมครั้งที่ 1

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 71.60	- 1.43	+ 16.88	ST3SCAZ1

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 68.81	+ 1.25	+ 18.13	ST4SCW31

ย้อมซ้ำครั้งที่ 1

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 70.18	- 1.18	+ 16.96	ST3SCAZ2

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 71.85	- 0.04	+ 16.39	ST4SCW32

ย้อมซ้ำครั้งที่ 2

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 68.48	+ 0.25	+ 6.62	ST3SCAZ3

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 72.27	+ 0.28	+ 15.54	ST4SCW33

<u>รูปที่</u> 4.15 สีที่ย้อมได้และผลวิเคราะห์สีของด้ายในการย้อมซ้ำ (ต่อ)

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความคงทนของสีที่ย้อมได้จากหญ้าหวานในการย้อมซ้ำ

ลำดับที่	สิ่งที่ศึกษา	การย้อมครั้งที่	ลักษณะของด้ายที่ใช้	มอร์แดนท์			ผลของสเกลเทา						light fastness	Rubbing fastness	
							การซีดของสี		การติดสีบนฝ้าย		ติดสีบนwool				
				วิธี	ชนิด	%owf	40 °C	60 °C	40 °C	60 °C	40 °C	60 °C	(Blue w.)	wet	dry
1	การใช้น้ำย้อมเดิม	1	ใหม่	หลัง	Cu	0.25	3/4	3/4	5	5	5	5	1-2	-	-
2		2	ใหม่	หลัง	Cu	0.25	4/5	4	5	5	5	5	1-2	-	-
3		3	ใหม่	หลัง	Cu	0.25	3/4	3/4	5	5	5	5	1	4-5	5
4	ย้อมซ้ำในน้ำย้อมใหม่	1	ใหม่	หลัง	Cu	0.25	3/4	3/4	5	5	5	5	2	5	4
5		2	ย้อมทับ	หลัง	Cu	0.25	4	4	5	5	5	5	1-2	4	5
6		3	ย้อมทับ	หลัง	Cu	0.25	3/4	3/4	4-5	5	5	5	1-2	4-5	5
7	ย้อมซ้ำในน้ำย้อมเดิม	1	ใหม่	หลัง	Cu	0.25	4	4	4	4	5	5	2	4-5	5
8		2	ย้อมทับ	หลัง	Cu	0.25	3/4	3/4	5	5	5	5	2	4	5
9		3	ย้อมทับ	หลัง	Cu	0.25	4	4	5	5	5	5	1-2	4	5

ผลการศึกษา

การใช้น้ำย้อมหญ้าหวาน (อัตราส่วนหญ้าหวาน : น้ำ : ด้าย = 0.5 : 10 : 1) ที่ใช้แล้ว ในการย้อมด้ายใหม่ สีที่ได้จะซีดจางและมีแนวโน้มออกสีเหลืองมากขึ้น พบว่าการย้อมด้ายที่ผ่านการย้อมสีหญ้าหวานแล้วในน้ำย้อมหญ้าหวานที่เตรียมขึ้นใหม่ไม่ได้เพิ่มความเข้มของสีเขียว แต่มีแนวโน้มจะให้สีออกเหลืองมากกว่า ทำนองเดียวกันการย้อมด้ายที่ผ่านการย้อมแล้วซ้ำในน้ำย้อมเดิมนั้น พบว่าไม่ได้สีเขียวมากขึ้น และในทุกกรณีการย้อมซ้ำ 2 ถึง 3 ครั้งข้างต้นนี้พบว่าไม่มีผลต่อความคงทนของสีที่ย้อมได้ต่อการซีดของสี ต่อการติดสี ความคงทนต่อแสง และความคงทนต่อการซักถูแต่อย่างใด

การใช้อัตราส่วนหญ้าหวาน : น้ำ : ด้าย = 0.5 : 10 : 1 นี้ จึงควรใช้ย้อมเพียงครั้งเดียว แต่หากเพิ่มปริมาณวัตถุดิบต่อน้ำต่อด้ายเป็น 1 : 10 : 1 จะสามารถย้อมได้มากกว่า 1 ครั้ง (ดูข้อ 4.3.1.3)

สีที่ย้อมได้จากหญ้าหวานมีความคงทนต่อการขัดถูอยู่ในเกณฑ์ดีมากเกือบทุกตัวอย่าง กล่าวคือ ผลการทดสอบแบบแห้งไม่มีการติดสีบนผ้าทดสอบแต่อย่างใด (สเกลเทา = 5) ส่วนกรณีการทดสอบแบบเปียกนั้นค่าสเกลเทาส่วนมากอยู่ที่ระดับ 4-5 แสดงว่ามีการติดสีน้อยมาก

4.3.2 การย้อมด้วยใบติ้วแดง

ได้ทำการสกัดใบติ้วแดงด้วยน้ำ โดยใช้ภาวะดังนี้

อัตราส่วน : ใบติ้วแดงแห้ง ต่อน้ำ = 1 : 10 w/v

อุณหภูมิ : ต้มเดือด (~95 - 98°C)

เวลา : 1 ชั่วโมง

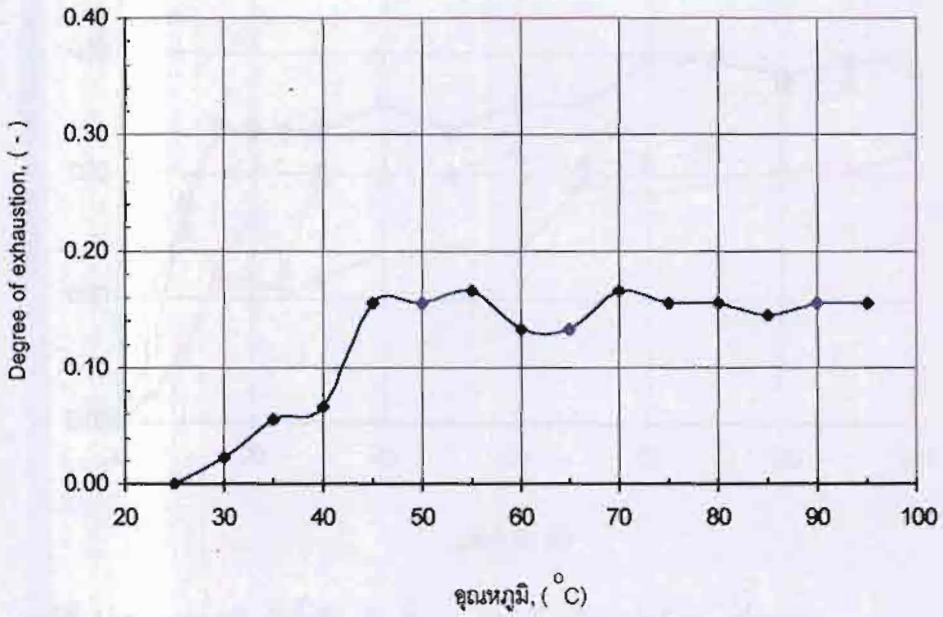
ผล : สารละลายที่ได้มีสีเหลืองอ่อนขุ่น

: สารละลายให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 360 nm

4.3.2.1 การหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม

1.ก การหาอุณหภูมิที่เหมาะสม

การติดตามปริมาณสีที่ถูกใช้ไป (degree of exhaustion) เมื่อทำการย้อมด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 ทำความสะอาดด้วย สบู่และ Na_2CO_3 ก่อนนำไปย้อมในน้ำย้อมสกัดจากใบติ้วแดง (ใช้อัตราส่วนใบติ้วแดง:น้ำ:ด้าย = 1:10:1) ทำการเพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตรา 2 °C ต่อนาที จากอุณหภูมิห้องถึงจุดเดือด ได้ผลดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 การดูดซับสีน้ำย้อมใบติ้วแดงโดยเส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

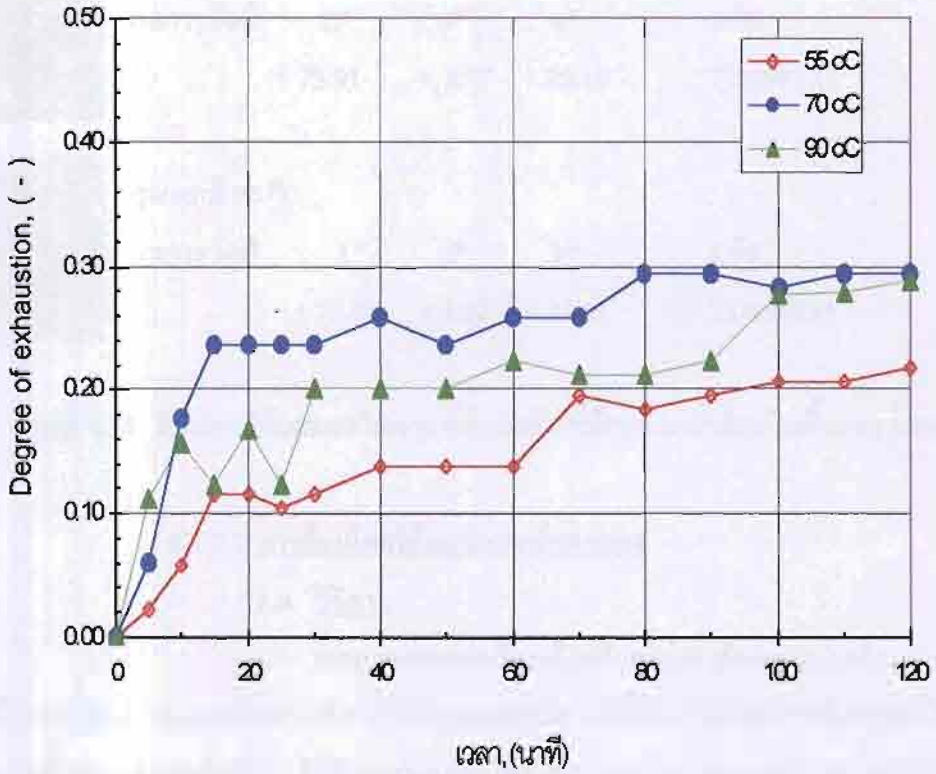
<u>ผลการวิเคราะห์</u> การดูดซับสีมีแนวโน้มเข้าสู่ค่าคงที่เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 45 °C ดังนั้น การย้อมด้ายด้วยน้ำย้อมใบติ้วแดงจึงกำหนดอุณหภูมิที่จะใช้ในการศึกษาไว้ 3 ค่า ดังนี้คือ

1. อุณหภูมิ 55 °C
2. 70 °C และ
3. 90 °C

เพื่อเปรียบเทียบผลต่อไป

1.ข. <u>การหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับการย้อม</u>

การดูดซับสีโดยการติดตามปริมาณสีที่ถูกดูดซับไปที่เวลาต่างๆ กันจนถึง 120 นาที ที่อุณหภูมิคงที่ที่กำหนดข้างต้น สำหรับด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 ทำความสะอาดด้วยสบู่และ Na_2CO_3 ก่อนทำการย้อมในน้ำย้อมจากใบติ้วแดงที่อุณหภูมิ 55, 70 และ 90 °C แสดงได้ดังรูปที่ 4.17



<u>รูปที่</u> 4.17 การดูดซับสีน้ำย้อมใบติ้วแดงโดยด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 ที่เวลาต่าง ๆ

สีที่ย้อมได้ส่วนมากจะมีสีเหลืองถึงสีน้ำตาลอ่อน ทั้งนี้สีที่ได้เมื่อสิ้นสุดเวลา 120 นาที และค่าผลการวิเคราะห์สีโดย CIELAB System 1976 ในเทอม L* a* b* แสดงไว้ในรูปที่ 4.18

สีที่ได้

อุณหภูมิ 28 ^{o}C - ต้มเดือด

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 78.64	+ 1.84	+ 19.07	TD4S9U0

อุณหภูมิ 55 ^{o}C

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 78.11	+ 2.19	+ 18.21	TD4S9T51

อุณหภูมิ 70 ^{o}C

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 73.91	+ 2.57	+ 25.19	TD4S9T71

อุณหภูมิ 90 ^{o}C

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 73.35	+ 1.62	+ 23.61	TD4S9T91

<u>รูปที่</u> 4.18 สีที่ย้อมได้และผลวิเคราะห์สีของด้ายที่ย้อมด้วยน้ำย้อมใบติ้วแดง 120 นาที

4.3.2.2 <u>การย้อมโดยใช้มอร์แดนท์ทองแดง</u>

2.ก <u>วิธีการ</u>

ผลการทดลองย้อมด้ายฝ้ายในน้ำย้อมจากใบติ้วแดงโดยใช้มอร์แดนท์โลหะอิออนทองแดงมีแนวโน้มให้สีเขียวแกมเหลือง สีที่ย้อมได้มีสีเขียวเข้มมากกว่าการย้อมในน้ำย้อมใบติ้วแดงเพียงอย่างเดียว ได้ทำการทดลองโดยใช้ความเข้มข้นของมอร์แดนท์ระหว่าง 0.25 – 1 %owf. ภายใต้ภาวะการทดลองต่าง ๆ ดังนี้ คือ

- ใช้มอร์แดนท์ Cu 1 % owf. โดยใช้จุนสี($CuSO_4$) ทำการย้อมมอร์แดนท์ 3 แบบ คือก่อนการย้อมสี พร้อมการย้อมสี และหลังการย้อมสี

- ใช้มอร์แดนท์ Cu 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 % owf. โดยใช้จุนสี ($CuSO_4$) ทำการย้อมมอร์แดนท์แบบย้อมหลังการย้อมสี (After- mordanting)
- ใช้ด้ายฝ้าย เบอร์ 10/1 ทำความสะอาดด้วยสบู่
- การย้อมในน้ำย้อมใบติ้วแดง
  - ใช้อัตราส่วนใบติ้วแดง: น้ำ : ด้าย = 1 : 10 : 1
  - ให้ความร้อนแก่น้ำย้อมจนถึงอุณหภูมิที่กำหนด ใส่ด้ายลงย้อม ทำการควบคุมอุณหภูมิและระดับของน้ำย้อมให้คงที่
  - เมื่อครบเวลาที่กำหนดนำด้ายออก ล้างด้ายให้สะอาดผึ่งให้แห้งในร่ม ในกรณีย้อมมอร์แดนท์หลังย้อมสี บิดด้ายให้หมาดแล้วนำลงย้อมมอร์แดนท์เลยโดยไม่ต้องล้างด้ายให้สะอาด
  - นำด้ายไปทำการบันทึกสี ทำการวัดสี และทดสอบความคงทนของสี

2.ข. สีที่ย้อมได้และผลการวัดสี

ผลการย้อมและผลการวัดสีแสดงไว้ในรูปที่ 4.19 ต่อไปนี้

สีที่ได้

อุณหภูมิ 70 ^{o}C <u>ย้อมมอร์แดนท์ก่อนย้อมสี</u>

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 60.42	+ 1.40	+ 33.81	TD4SC1P

อุณหภูมิ 70 ^{o}C <u>ย้อมมอร์แดนท์พร้อมย้อมสี</u>

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 62.05	+ 1.73	+ 30.51	TD4SC1S

อุณหภูมิ 70 ^{o}C <u>ย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี</u> (Cu 1 %owf.)

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 62.93	- 0.10	+ 32.12	TD4SC1A

อุณหภูมิ 70 ^{o}C <u>ย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี</u> (Cu 0.25 %owf.)

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 61.45	- 0.51	+ 28.73	TD4SCAA7

<u>รูปที่</u> 4.19 ผลของวิธีการย้อมและความเข้มข้นของมอร์แดนท์

สีที่ได้

อุณหภูมิ 70 ^{o}C ย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี (Cu 0.50 %owf.)

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 62.05	- 1.19	+ 28.17	TD4SCBA7

อุณหภูมิ 70 ^{o}C ย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี (Cu 0.75 %owf.)

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 64.84	- 1.38	+ 30.02	TD4SCCA7

รูปที่ 4.19 ผลของวิธีการย้อมและความเข้มข้นของมอร์แดนท์ (ต่อ)

4.3.2.3 ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักและต่อแสง

ได้ทำการทดสอบความคงทนของสีที่ย้อมได้ต่อการซัก ซึ่งจะดูการซีดของสีและ การติดสี(Staining)บนผ้าอื่นเมื่อทำการซักที่อุณหภูมิ 40 ^{o}C ตามวิธีการมาตรฐาน ISO 105-C01:1989 และที่อุณหภูมิ 60 ^{o}C ตามวิธีการมาตรฐาน ISO 105-C03:1989 และทำการความคงทนของสีต่อแสงตามวิธีการมาตรฐาน ISO 105-B02:1994 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความคงทนของสีที่ย้อมได้จากใบติ้วแดงต่อการซัก และต่อแสง

ลำดับที่	อัตราส่วนใบติ้วแดง น้ำ	ชนิดด้าย ฝ้าย	วิธีทำความสะอาด	T (°C)	มอร์แดนท์			ผลสเกลเทา						light fastness
								การซีดของสีด้าย		การติดสีบนฝ้าย		ติดสีบนwool		
					วิธี	ชนิด	%owf	40°C	60°C	40°C	60°C	40°C	60°C	Blue w.
1	1:10	10/1	สบู่	28-95	-	-	-	3	2/3	5	5	5	5	3
2	1:10	10/1	สบู่	55	-	-	-	3	2/3	5	5	5	5	1
3	1:10	10/1	สบู่	70	-	-	-	2/3	2/3	5	5	5	5	1-2
4	1:10	10/1	สบู่	90	-	-	-	3	2/3	5	5	5	5	3
5	1:10	10/1	สบู่	70	ก่อน	Cu	1	3/4	1	4	4-5	4	5	3
6	1:10	10/1	สบู่	70	พร้อม	Cu	1	3/4	1	4-5	5	4	5	3-4
7	1:10	10/1	สบู่	70	หลัง	Cu	1	3/4	2	4	5	5	5	3-4
8	1:10	10/1	สบู่	70	หลัง	Cu	0.25	2/3	2	4	5	5	5	3
9	1:10	10/1	สบู่	70	หลัง	Cu	0.5	2/3	2	5	5	5	5	3
10	1:10	10/1	สบู่	70	หลัง	Cu	0.75	2/3	2	5	5	5	5	3

ผลการทดสอบ

ผลการทดลองเมื่อพิจารณาจากสีที่ย้อมได้และจากเศษส่วนของสีที่ถูกดูดซับพบว่าภาวะที่เหมาะสมในการย้อมด้ายฝ้ายควรใช้อุณหภูมิ 70 ^{o}C เวลา 60 นาที พบว่าสีที่ย้อมได้เมื่อไม่ใช้มอร์แดนท์จะออกสีเหลืองถึงสีน้ำตาลอ่อน สีออกเหลืองมากกว่าที่ได้จากการใช้หญ้าหวาน แต่เมื่อใช้ Cu มอร์แดนท์จะมีสีเขียวแกมเหลือง ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้นของ Cu มอร์แดนท์ 0.25 ถึง 1.0 %owf. ไม่มีผลต่อโทนสีที่ได้

ผลการทดสอบการซัก พบว่าการซีดของสีด้ายหลังการซักส่วนมากอยู่ในเกณฑ์ ปานกลางถึงต่ำ คือผลของสเกลเทามีค่าระดับ 2 ถึง 3 อุณหภูมิการย้อมไม่มีผลต่อการซีดของสีหลังซักและต่อการติดสี ความคงทนของสีต่อแสงอยู่ในเกณฑ์ปานกลางคือเทียบเท่ากับ Blue wool No. 3เป็นส่วนใหญ่ มีแนวโน้มว่าความคงทนของสีต่อแสงเพิ่มตามการเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้ในการย้อม การย้อม Cu มอร์แดนท์หลังการย้อมสีจะได้สีออกเขียวมากกว่าการย้อมมอร์แดนท์ก่อนหรือพร้อมกับการย้อมสี จึงคาดว่าการย้อมด้ายฝ้ายในน้ำย้อมจากใบติ้วแดงควรใช้วิธีการย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี พบว่าผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก การติดสี และต่อแสง ไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของมอร์แดนท์ ในช่วง 0.25 – 1.00 %owf. แต่ผลทดสอบการซักแสดงว่าสีที่ได้จะตกง่ายกว่ากรณีที่ย้อมด้วยหญ้าหวานที่ภาวะการย้อมเดียวกัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าหลังซักสีจะซีดจางมากกว่า ความคงทนของสีต่อแสงที่ภาวะการย้อมเดียวกันจะดีกว่าที่ได้จากการย้อมด้วยหญ้าหวานประมาณ 1 เท่าตัว

ภาวะที่เหมาะสมในการย้อมด้ายฝ้ายด้วยน้ำย้อมจากใบติ้วแดง คือ ย้อมด้ายฝ้ายที่อุณหภูมิ 70 ^{o}C เวลา 60 นาที หลังการย้อมสีทำการย้อมด้วย Cu มอร์แดนท์ความเข้มข้น 0.25 %owf. ที่อุณหภูมิประมาณ 50 ^{o}C เวลา 30 นาที

ภาวะที่เหมาะสมในการย้อมด้ายฝ้ายด้วยใบติ้วแดงแห้ง สามารถสรุปได้ดังนี้

- **อัตราส่วน ใบติ้วแดงแห้ง:น้ำ: ด้าย = 1:10:1**
- **แช่ใบติ้วแดงแห้งในน้ำอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ก่อนต้มเดือดนาน 1 ชั่วโมง แยกกากใบติ้วแดงแห้งออกก่อนนำไปย้อมด้าย**
- **นำด้ายฝ้ายที่ทำความสะอาดแล้ว ลงย้อมในน้ำย้อมที่อุณหภูมิ 70 ^{o}C เวลา 60 นาที นำด้ายขึ้น บิดให้หมาด**
- **ย้อมทับด้วย Cu มอร์แดนท์ความเข้มข้นระหว่าง 0.25 – 1.0 %owf. ที่อุณหภูมิ 40-50 ^{o}C เวลา 30 นาที นำด้ายขึ้น ล้างให้สะอาดด้วยน้ำ ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม**

ผลที่คาดว่าจะได้

- ด้ายสีเขียวออกเหลือง
- ความคงทนของสีต่อการซักประกอบด้วยการซีดของสี เทียบเท่าสเกลเทา ระดับ 2 ถึง 3/4 การติดสีบนผ้าฝ้ายและบนผ้าขนสัตว์ เทียบเท่าสเกลเทาระดับ 4 ถึง 5
- ความคงทนของสีต่อการแสง เทียบเท่า Blue wool เบอร์ 3 ถึง 3/4

4.3.2.4 <u>การย้อมซ้ำ</u>

ได้ทำการทดสอบการย้อมซ้ำเช่นเดียวกับการย้อมด้วยน้ำย้อมหญ้าหวาน โดยใช้ด้ายฝ้ายทำความสะอาดด้วยสบู่และใช้ภาวะการย้อมที่เหมาะสม ทำการย้อมซ้ำ 2 แบบ ดังนี้คือ

1. การใช้น้ำย้อมที่ใช้แล้วในการย้อมด้ายใหม่ เพื่อหาการใช้ประโยชน์น้ำย้อมให้สูงสุด และ
2. การย้อมสีทับด้ายที่ย้อมสีแล้วเพื่อดูเฉดสีที่ได้

ด้ายที่ย้อมแล้วได้ส่งไปทอเป็นผืน ทำการบันทึกสีโดยการสแกนภาพ ทำการวัดสี และทำการทดสอบความคงทนของสีต่อไป

4.ก <u>การย้อมด้ายในน้ำย้อมใช้แล้ว</u>

1. ทำความสะอาดด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 น้ำหนัก ประมาณ 220 กรัม (ด้าย 3 บ่วง)ด้วยน้ำสบู่และโซดาแอช ตามวิธีการข้างต้น
2. นำด้ายลงย้อมในน้ำย้อมติ้วแดง ใช้อัตราส่วนติ้วแดงแห้งต่อน้ำย้อมต่อด้าย 1:10:1 ทำการย้อมที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 60 นาที นำด้ายออก บิดให้หมาด
3. นำไปย้อมทับด้วยมอร์แดนท์ทองแดง ความเข้มข้น 0.25 %owf. นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 40-50 ^{o}C จากนั้นล้างด้ายให้สะอาด บิดให้แห้งหมาดและตากให้แห้งในที่ร่ม เก็บด้ายไว้เพื่อดำเนินการส่งไปทอเป็นผืนต่อไป
4. ทำซ้ำข้อ 1-3 อีก 2 ครั้ง โดยใช้วิธีเติมน้ำสะอาดลงในน้ำย้อมที่เหลือตามข้อ 2 ของการย้อมครั้งก่อนให้ปริมาตรคงเดิม ก่อนทำการย้อม
5. ทำการบันทึกภาพ และวัดสีด้ายและ/หรือผ้าทอ และทำการทดสอบความคงทนของสีต่อไป

4.ข <u>การย้อมซ้ำด้ายที่ย้อมสีแล้ว</u>

การย้อมสีทับด้ายที่ย้อมสีแล้วนั้นเพื่อศึกษาโทนสีที่ได้และทดสอบความคงทนของสีเปรียบเทียบกับการย้อมครั้งเดียว ในการศึกษานี้มีวิธีการศึกษา 2 แบบคือ

1. การย้อมซ้ำด้วยน้ำย้อมใหม่ทุกครั้ง และ
2. การย้อมซ้ำโดยใช้น้ำย้อมเดิม

ด้ายที่ย้อมแล้วได้ส่งไปทอเป็นผืน ทำการบันทึกสีโดยการสแกนภาพ ทำการวัดสี และทำการทดสอบความคงทนของสีต่อไป โดยมีขั้นตอนวิธีการย้อมดังนี้

ข.1 <u>การย้อมซ้ำด้วยน้ำย้อมใหม่</u>

1. ทำความสะอาดด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 น้ำหนัก ประมาณ 700-1000 กรัม (ด้าย 9 - 12 บ่วง)ด้วยน้ำสบู่และโซดาแอช ตามวิธีการข้างต้น
2. นำด้ายลงย้อมในน้ำย้อมติ้วแดง ใช้อัตราส่วนติ้วแดงแห้งต่อน้ำย้อมต่อด้าย 1:10:1 ทำการย้อมที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 60 นาที นำด้ายออก บิดให้หมาด
3. นำไปย้อมทับด้วยมอร์แดนท์ทองแดง ความเข้มข้น 0.25 %owf. นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 40-50 ^{o}C จากนั้นล้างด้ายให้สะอาด บิดให้แห้งหมาดและตากให้แห้งในที่ร่ม แบ่งด้าย 3 บ่วงเก็บไว้เพื่อส่งไปทอเป็นผืนต่อไป
4. ส่วนที่เหลือทำการย้อมด้ายตามข้อ 1- 3 ซ้ำอีก 2 ครั้ง ในน้ำย้อมติ้วแดงที่เตรียมใหม่
5. ส่งด้ายไปทอเป็นผืน
6. ทำการบันทึกภาพ และวัดสีด้ายและ/หรือผ้าทอ และทำการทดสอบความคงทนของสีต่อไป

ข.2 <u>การย้อมซ้ำในน้ำย้อมเดิม</u>

1. ทำความสะอาดด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 น้ำหนัก ประมาณ 700-1000 กรัม (ด้าย 9 - 12 บ่วง)ด้วยน้ำสบู่และโซดาแอช ตามวิธีการข้างต้น
2. นำด้ายลงย้อมในน้ำย้อมติ้วแดง ใช้อัตราส่วนติ้วแดงแห้งต่อน้ำย้อมต่อด้าย 1:10:1 ทำการย้อมที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 60 นาที นำด้ายออก บิดให้หมาด
3. นำไปย้อมทับด้วยมอร์แดนท์ทองแดง ความเข้มข้น 0.25 %owf. นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 40-50 ^{o}C จากนั้นล้างด้ายให้สะอาด บิดให้แห้งหมาดและตากให้แห้งในที่ร่ม แบ่งด้าย 3 บ่วงเก็บไว้เพื่อส่งไปทอเป็นผืนต่อไป
4. ส่วนที่เหลือทำการย้อมด้ายตามข้อ 1- 3 ซ้ำอีก 2 ครั้ง ในน้ำย้อมติ้วแดงที่เหลือจากข้อ 2 โดยแบ่งน้ำย้อมให้เป็นไปตามสัดส่วนตามข้อ 2
5. ส่งด้ายไปทอเป็นผืน
6. ทำการบันทึกภาพ และวัดสีด้ายและ/หรือผ้าทอ และทำการทดสอบความคงทนของสีต่อไป

4.ค ผลการทดลองการย้อมซ้ำ

พบว่าน้ำย้อมติ้วแดงสามารถใช้ย้อมซ้ำได้ไม่เกิน 3 ครั้ง สีของด้ายที่ย้อมได้และผลการวัดสีแสดงได้ดังรูปที่ 4.20 และผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ความคงทนของสีต่อการขัดถูและความคงทนต่อแสง ได้รวบรวมไว้ในตารางที่ 4.4

สีที่ได้

- การใช้น้ำย้อมเดิมซ้ำ

ย้อมครั้งที่ 1

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 65.40	- 0.87	+ 24.34	TD3SCAX1

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 66.84	- 1.01	+ 23.01	TD4SCW11

ย้อมครั้งที่ 2

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 65.89	+ 3.93	+ 34.00	TD3SCAX2

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 67.94	+ 2.29	+ 31.40	TD4SCW12

ย้อมครั้งที่ 3

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 71.57	+ 7.88	+ 24.02	TD3SCAX3

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 73.74	+ 5.66	+ 20.95	TD4SCW13

รูปที่ 4.20 สีที่ย้อมได้และผลวิเคราะห์สีของด้ายในการย้อมซ้ำ

สีที่ได้

- การย้อมซ้ำด้วยน้ำย้อมใหม่

ย้อมครั้งแรก

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 63.96	+ 0.28	+ 21.58	TD3SCAY1

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 63.48	+ 0.72	+ 19.51	TD4SCW21

ย้อมครั้งที่ 2

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 54.19	+ 2.23	+ 28.16	TD3SCAY2

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 54.99	+ 2.77	+ 26.79	TD4SCW22

ย้อมครั้งที่ 3

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 48.68	+ 3.74	+ 28.69	TD3SCAY3

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 50.99	+ 2.91	+ 26.73	TD4SCW23

รูปที่ 4.20 สีที่ย้อมได้และผลวิเคราะห์สีของด้ายในการย้อมซ้ำ (ต่อ)

สีที่ได้

- การย้อมซ้ำด้วยน้ำย้อมเดิม

ย้อมครั้งที่ 1

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 63.50	- 0.19	+ 28.36	TD3SCAZ1

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 67.71	- 0.53	+ 25.18	TD4SCW31

ย้อมซ้ำครั้งที่ 1

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 58.40	+ 2.49	+ 33.32	TD3SCAZ2

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 61.06	+ 0.99	+ 29.81	TD4SCW32

ย้อมซ้ำครั้งที่ 2

- ด้ายก่อนทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 58.11	+ 2.88	+ 34.06	TD3SCAZ3

- ผ้าทอ

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 58.51	+ 2.18	+ 29.83	TD4SCW33

<u>รูปที่</u> 4.20 สีที่ย้อมได้และผลวิเคราะห์สีของด้ายในการย้อมซ้ำ (ต่อ)

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบความคงทนของสีที่ย้อมได้จากติ้วแดงในการย้อมซ้ำ

ลำดับที่	สิ่งที่ศึกษา	การย้อมครั้งที่	ลักษณะของด้ายที่ใช้	มอร์แดนท์			ผลของสเกลเทา						light fastness	Rubbing fastness	
							การซีดของสี		การติดสีบนฝ้าย		ติดสีบนwool				
				วิธี	ชนิด	%owf	40 °C	60 °C	40 °C	60 °C	40 °C	60 °C	(Blue w.)	wet	dry
1	การใช้น้ำย้อมเดิม	1	ใหม่	หลัง	Cu	0.25	2/3	2/3	5	5	5	5	3	4	4-5
2		2	ใหม่	หลัง	Cu	0.25	2/3	2/3	5	5	5	5	1-2	3-4	5
3		3	ใหม่	หลัง	Cu	0.25	3	3	5	5	5	5	1-2	4	5
4	ย้อมซ้ำในน้ำย้อมใหม่	1	ใหม่	หลัง	Cu	0.25	3	3	5	5	5	5	1-2	4	5
5		2	ย้อมทับ	หลัง	Cu	0.25	2/3	2/3	5	5	5	5	3-4	3	4
6		3	ย้อมทับ	หลัง	Cu	0.25	3	3	4	4	5	5	3-4	3-4	3
7	ย้อมซ้ำในน้ำย้อมเดิม	1	ใหม่	หลัง	Cu	0.25	3	3	5	5	5	5	3	5	3
8		2	ย้อมทับ	หลัง	Cu	0.25	3	3	5	5	4-5	4-5	2	3-4	5
9		3	ย้อมทับ	หลัง	Cu	0.25	3	3	5	5	5	5	1-2	3-4	5

ผลการศึกษา

การใช้น้ำย้อมติ้วแดงที่ใช้แล้วในการย้อมด้ายใหม่ พบว่าสีที่ได้มีโทนออกทางน้ำตาลมากขึ้นเรื่อยๆ แสดงว่าคลอโรฟิลล์ส่วนใหญ่ถูกใช้หมดไปตั้งแต่การย้อมครั้งแรก คงเหลือเฉพาะส่วนของแทนนินและสารฟีนอลิกที่ให้สีน้ำตาลในการย้อมครั้งต่อๆไป ทำนองเดียวกันกับกรณีหญ้าหวาน การย้อมซ้ำในน้ำย้อมใหม่ และการย้อมด้ายซ้ำในน้ำย้อมเดิมที่ใช้แล้ว ไม่ได้ให้สีเขียวเพิ่มขึ้น แต่จะให้โทนสีน้ำตาลแทน และในทุกกรณีการย้อมซ้ำไม่มีผลต่อความคงทนของสี ต่อการซีด และต่อแสง รวมทั้งความคงทนต่อการขัดถูแต่อย่างใด

น้ำย้อมจากใบติ้วแดงสามารถใช้ได้หลายครั้งดังที่กล่าวแล้ว แต่การใช้น้ำย้อมในการย้อมด้ายใหม่หลาย ๆ ครั้งนั้น การใช้น้ำย้อมครั้งแรกจะได้สีออกเขียวแต่ครั้งต่อไปจะได้เฉดสีน้ำตาลแทนซึ่งถ้ามีการจัดการที่ดีเชื่อว่าน่าจะใช้ประโยชน์วัตถุดิบชนิดนี้ได้มาก เนื่องจากให้เฉดสีได้มากกว่า 1 สีและสีที่ย้อมได้นั้นมีความคงทนต่อแสงมากกว่าหญ้าหวาน ข้อสังเกตที่สสำคัญประการหนึ่งคือสีน้ำตาลรบกวนสีเขียวได้ ดังนั้นการย้อมด้ายฝ้ายซ้ำในน้ำย้อมจากใบติ้วแดงทั้งที่เป็นน้ำย้อมเตรียมใหม่และที่เป็นน้ำย้อมที่ใช้แล้วนั้นทำให้ได้เฉดสีทางน้ำตาลมากขึ้น การย้อมด้วยติ้วแดงจึงต้องระมัดระวังภาวะการย้อมโดยเฉพาะเวลาในการย้อมให้ดี

4.3.3 <u>การย้อมสีเขียวด้วยวัตถุดิบอื่น</u>

ได้ใช้ภาวะการย้อมสีเขียวที่เหมาะสมของน้ำย้อมหญ้าหวานและของติ้วแดง คือ ย้อมที่อุณหภูมิ 70°C นาน 60 นาที ก่อนย้อมทับด้วยมอร์แดนท์ทองแดงความเข้มข้น 0.25-1.0 %owf. ที่อุณหภูมิ 40-50°C นาน 30 นาที รวมทั้งภาวะการย้อม อื่น ๆ ในการย้อมด้ายฝ้ายในน้ำย้อมจากวัตถุดิบธรรมชาติอื่นที่มีรายงานว่าย้อมได้สีเขียวหรือที่คาดว่าให้สีเขียว ดังนี้

4.3.3.1 <u>ใบสาบเสือ</u>

ได้ทำการสกัดใบสาบเสือด้วยน้ำ โดยใช้ภาวะดังนี้

อัตราส่วน : ใบสาบเสือสด ต่อน้ำ = 1 : 10 w/v

อุณหภูมิ : ต้มเดือด (~ 95 - 98°C)

เวลา : 1 ชั่วโมง

ผล : สารละลายที่ได้มีสี*เหลืองอ่อนขุ่น*

: สารละลายให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 360 nm

1. ก <u>การย้อม</u>

- ใช้ด้ายฝ้าย เบอร์ 10/1 ทำความสะอาดด้วยสบู่
- **ภาวะการย้อม**
  - ใช้มอร์แดนท์ Cu 1 % owf. ย้อมมอร์แดนท์ก่อน พร้อม และหลังการย้อมสี
  - ใช้มอร์แดนท์ Cu 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 % owf. ย้อมหลังการย้อมสี
  - ย้อมฝาครองพื้นด้วยน้ำย้อมยูคาฯ ย้อมสีแล้วย้อมมอร์แดนท์Cu 0.25%owf.
  - ย้อมมอร์แดนท์ Cu 0.25%owf ย้อมสี แล้วย้อมทับอีกครั้งด้วยมอร์แดนท์ Cu 0.25%owf.
- การย้อมในน้ำย้อมใบสาบเสือ
  - ใช้อัตราส่วนใบสาบเสือ: น้ำ : ด้าย = 1 : 10 : 1
  - ให้ความร้อนแก่น้ำย้อมจนถึง 70°C ใส่ด้ายลงย้อม ทำการควบคุมอุณหภูมิและระดับของน้ำย้อมให้คงที่
  - ทำการย้อมนาน 60 นาที นำด้ายออก บิดด้ายให้หมาด
  - นำลงย้อมมอร์แดนท์ ที่อุณหภูมิ 40-50°C นาน 30 นาที
  - ล้างด้ายให้สะอาด ผึ่งให้แห้งในร่ม
  - นำด้ายไปทำการบันทึกสี ทำการวัดสี และทดสอบความคงทนของสี

1.ข <u>สีที่ย้อมได้และผลการวัดสี</u>

ผลการย้อมและผลการวัดสีแสดงไว้ในรูปที่ 4.21 และผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักและต่อแสงดังตารางที่ 4.5 ต่อไปนี้

สีที่ได้

อุณหภูมิ 70 ^{o}C <u>ย้อมมอร์แดนท์ก่อนย้อมสี</u> (Cu 1 %owf.)

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 65.22	+ 0.93	+ 28.10	SS4SC1P7

อุณหภูมิ 70 ^{o}C <u>ย้อมมอร์แดนท์พร้อมย้อมสี</u> (Cu 1 %owf.)

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 65.01	+ 0.78	+ 25.33	SS4SC1S7

อุณหภูมิ 70 ^{o}C <u>ย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี</u> (Cu 1 %owf.)

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 64.52	- 1.62	+ 26.34	SS4SC1A7

อุณหภูมิ 70 ^{o}C <u>ย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี</u> (Cu 0.75 %owf.)

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 68.25	- 1.68	+ 22.74	SS4SCCA7

อุณหภูมิ 70 ^{o}C <u>ย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี</u> (Cu 0.50 %owf.)

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 71.82	- 1.40	+ 22.78	SS4SCBA7

อุณหภูมิ 70 ^{o}C <u>ย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี</u> (Cu 0.25 %owf.)

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 70.62	+ 0.19	+ 21.39	SS4SCAA7

อุณหภูมิ 70 ^{o}C <u>ย้อมซูคาก่อนย้อมสี ย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี</u> (Cu 0.25 %owf.)

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 67.69	- 0.25	+ 27.6	SS4SUCAA

อุณหภูมิ 70 ^{o}C <u>ย้อมมอร์แดนท์ก่อนและหลังการย้อมสี</u> (Cu 0.25 %owf.)

ผลการวัดสี	L*	a*	b*	รหัส
	+ 68.48	-0.27	+ 29.64	SS4SCAPA

<u>รูปที่</u> 4.21 ผลของความเข้มข้นและวิธีการย้อมมอร์แดนท์ต่อสีด้ายย้อมด้วยน้ำย้อมใบสาบเสือ