การศึกษาสมบัติการเป็นสีย้อมของสารสกัดหยาบจากยอดอ่อนใบหูกวาง

จารุภรณ์ กันดา

การศึกษาอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเคมี

มีนาคม 2563

มหาวิทยาลัยพะเยา

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

คณะกรรมการสอบการศึกษาอิสระ อาจารย์ที่ปรึกษา และคณบดีคณะวิทยาศาสตร ได้พิจารณาการศึกษาอิสระ เรื่อง “การศึกษาสมบัติการเป็นสีย้อมของสารสกัดหยาบจากยอดอ่อนใบหูกวาง” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาเคมี ของมหาวิทยาลัยพะเยา

.....

(ดร.ชัยพัฒน์ ลาพินี)

ประธานกรรมการ

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัลยา จำปาทอง)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ดร.สรชัย คำแสน)

กรรมการ

.....

(รองศาสตรจารย์ ดร.ชยันต์ บุณยรักษ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

มีนาคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัลยา จำปาทอง อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำทางด้านการค้นคว้าข้อมูล ด้านวิธีการทดลอง การแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง ตรวจทานและแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองสำเร็จสมบูรณ์ได้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สรชัย คำแสน และอาจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ ลาพินี ที่ได้สละเวลา อันมีค่ามาเป็นคณะกรรมการสอบในครั้งนี้ พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ และตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ คำแนะนำในการใช้เครื่องมือและอำนวยความสะดวกต่างๆในระหว่างการทำการทดลอง ทำให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ และคอยให้ความช่วยเหลือตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่เปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจและยังคอยสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

จารุภรณ์ กันดา

ชื่อเรื่อง การศึกษาสมบัติการเป็นสีย้อมของสารสกัดหยาบจากยอดอ่อนใบหูกวาง

ผู้ศึกษาค้นคว้า นางสาวจารุภรณ์ กันดา

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัลยา จำปาทอง

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

คำสำคัญ ใบหูกวาง สีย้อมธรรมชาติ

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของสารสกัดหยาบจากยอดอ่อนใบหูกวาง พบว่ามีแทนนิน และสารประกอบฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบหลัก การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ทำได้โดยใช้เทคนิคทางสเปกโตรสโคปี ผลที่ได้พบว่าในสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง มีปริมาณฟีนอลิกรวม 4.5080 กรัม gallic acid equivalent (GAE) ต่อกรัมสารสกัด โดยใช้อลูมิเนียมเป็นมอร์แดนท์

Title Study on natural dye properties of crude extract from *Terminalia catappa* L. young leaves

Author Miss Jaruphron Gunda

Advisor Asst.Prof Dr. Kanlaya Jumpatong

Bachelor of Science Program in Chemistry

Keywords *Terminalia catappa* L. leave, Natural dye

ABSTRACT

The qualitative and quantitative analysis of crude extract from the young leaves of *Terminalia catappa* L. presented tannin and phenolic compound as the main components. The determination of total phenolic content were carried out on spectroscopic method. The results indicated that the crude extract from young leaves of *Terminalia catappa* L. contained total phenolic content with 4.5080 g GAE/g extract. Aluminium was used as mordants.

สารบัญ

หน้า

หน้าอนุมัติ.....ก
กิตติกรรมประกาศ.....ข
บทคัดย่อ.....ค
ABSTRACT.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ฌ
สารบัญภาพ.....ฏ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์.....2
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร

2.1 ยอดอ่อนใบหูกวาง.....4
2.2 ฝ้าย.....6
2.3 สีธรรมชาติ.....8
2.4 สารช่วยย้อม.....9
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....11

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ.....14

3.2 สารเคมี.....14

3.3 เครื่องมือ.....14

3.4 อุปกรณ์.....15

3.5 วิธีการทดลองการหาร้อยละของแข็ง (% Total solid).....16

3.6 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ.....16

3.6.1 การทดสอบแทนนิน.....16

3.6.2 การทดสอบแอนทราควิโนน และฟลาโวนอยด์.....16

3.6.3 การทดสอบฟีนอลิกโดยใช้รีเอเจนต์ฟอลิน–เดนนิส.....16

3.6.4 การทดสอบฟีนอลิกโดยใช้โซเดียมทังสเตต 17

3.7 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ.....18

3.7.1 การหาปริมาณแทนนิน.....18

3.7.2 การหาปริมาณฟีนอลิกรวม.....20

3.8 การหาสมบัติการเป็นสีย้อมของยอดอ่อนใบหูกวาง.....22

3.8.1 การทำความสะอาดด้ายฝ้ายก่อนการย้อม 22

3.8.2 การเตรียมน้ำย้อม.....23

3.8.3 การย้อมสีโดยใช้มอร์แดนท์.....23

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 การหาร้อยละของของแข็ง.....25

4.2 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ.....26

4.2.1 ผลการทดสอบแทนนิน.....26

4.2.2 ผลการทดสอบหาสารประกอบแอนทราควิโนนและ
ฟลาโวนอยด์.....27

4.2.3 ผลการทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกโดยใช้
ฟอลิน–เดนนิส รีเอเจนต์.....28

4.2.4 ผลการทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกโดยใช้
โซเดียมทังสเตต.....29

4.3 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

4.3.1 การหาปริมาณแทนนิน.....30

4.3.2 การหาปริมาณฟีนอลิกรวมโดยใช้วิธี Folin–Ciocalteu.....32

4.4 การหาสมบัติการเป็นสีย้อมของสารสกัดหยาบยอดอ่อนใบหูกวาง.....34

4.5 อภิปรายผลการทดลอง.....37

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

5.1 สรุปผลการศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณแทนนิน ปริมาณฟีนอลิกรวม
และสมบัติการเป็นสีย้อมจากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง.....38

5.2 ข้อเสนอแนะ.....38

บรรณานุกรม.....39

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.....41

ภาคผนวก ข.....45

ภาคผนวก ค.....50

ภาคผนวก ง.....53

ภาคผนวก จ.....56

ประวัติผู้ศึกษาวิจัย.....60

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

1 ผลการทดสอบหาสารประกอบแทนนิน.....26
2 ผลการทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกโดยใช้ฟอลิน–เดนิส รีเอเจนต์.....28
3 ผลการทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกโดยใช้โซเดียมทังสเตต.....29
4 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐานกรดแทนนิกที่ความเข้มข้นต่างกัน และสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวาง ที่ความยาวคลื่น 742 นาโนเมตร.....30
5 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐานกรดแกลลิกเฉลี่ย และสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางทำปฏิกิริยากับสารละลาย Folin–Ciocalteuที่ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร.....32
6 ผลการย้อมด้ายฝ้ายด้วยสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางโดยใช้การย้อมแบบการย้อม มอร์แดนท์พร้อมกับการย้อมสี ใช้อลูมิเนียมซัลเฟสเป็นมอร์แดนท์.....34
7 ผลการทดสอบการวัดสี ของสีที่ได้จากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางด้วยวิธีการย้อมพร้อม โดยใช้อลูมิเมียมซัลเฟตเป็นมอร์แดนท์.....35
8 ผลการทดสอบความคงทนต่อการซัก และความคงทนต่อแสง ของด้ายฝ้ายที่ผ่านการย้อมจากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง.....36
ก–1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิกที่ความยาวคลื่น 742 นาโนเมตร.....41
ก–2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร.....43
ค–1 แสดงค่าความยาวคลื่นต่ำสุดที่ใช้ได้ (Cut–off points) ของตัวทำละลายแต่ละชนิด.....51

สารบัญภาพ

ภาพ **หน้า**

1 ลักษณะของต้นหูกวาง....4
2 ลักษณะของใบหูกวาง....5
3 ลักษณะของดอกใบหูกวาง....5
4 ลักษณะของผลใบหูกวาง....6
5 โครงสร้างของเซลลูโลส....8
6 ผลการทดสอบหาสารประกอบแทนนินของสารสกัดหยาบจากยอดอ่อนใบหูกวาง....26
7 ผลการทดสอบหาสารประกอบแอนทราควิโนน และฟลาโวนอยด์จากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง....27
8 ผลการทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกโดยใช้ฟอลิน–เดนิส รีเอเจนต์ ของสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง....28
9 ผลการทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกโดยใช้โซเดียมทังสเตต ของสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง....29
10 กราฟมาตรฐานกรดแทนนิก แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแทนนิก กับค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยรวม....31
11 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแกลลิก กับค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยรวม....33
12 การทดสอบการวัดสีของด้ายฝ้าย การทดสอบความคงทนของสีต่อการซักและความคงทนของสีต่อแสง....35
ก–1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิก ที่ความยาวคลื่น 742 นาโนเมตร....42
ก–2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก ที่ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร....44

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพ **หน้า**

ง-1 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของแทนนิน.....54
ง-2 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของแอนทราควิโนน.....55
ง-3 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของฟลาโวนอยด์.....55
จ-1 แสดงตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ทดสอบความคงทนของสีย้อมต่อแสง.....58
จ-2 CIELAB Color.....59

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา[1]

การย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิตประจำวันของคนไทยมาเนิ่นนาน ตั้งแต่อดีตแต่ละครัวเรือนจะปั่นด้ายทอผ้า และย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติมีอยู่แทบทุกครัวเรือน กระจายอยู่ในทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ เพราะผ้าเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ (สิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวัน) ของทุกคน และปัจจุบันผ้าย้อมสีธรรมชาติได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิตของท้องถิ่น จะเห็นได้ว่าการย้อมผ้า ด้วยสีธรรมชาติเป็นสิ่งที่อยู่คู่สังคมไทยมาเนิ่นนาน ไม่เพียงแต่จะให้ประโยชน์ใช้สอยที่หลากหลายเท่านั้น ผ้าที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติยังเป็นสิ่งที่ใช้สะท้อนถึงเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรม วิถีชีวิต ความเชื่อ รวมถึงสุนทรียภาพของท้องถิ่นนั้น ๆ ในสมัยก่อนการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติจะผลิตเพื่อใช้ในชีวิตประจำวันของคุณย่า คุณยาย ซึ่งจะเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้การย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติให้แก่คนรุ่นหลัง และคนรุ่นหลังก็จะสืบสานงานการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติต่อมาเรื่อย ๆ ในสมัยก่อนการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติจะถูกผลิตเพื่อใช้ในครอบครัว ตัวอย่างเช่น เป็นเครื่องนุ่งห่มของทุก ๆ คนในครอบครัว หรือเพื่อใช้ประกอบงานพิธีกรรมที่สำคัญของท้องถิ่น การย้อมสีในอดีตจะย้อมด้วยสีธรรมชาติที่มีอยู่ในหมู่บ้าน ในท้องถิ่น เป็นการดำเนินชีวิตที่ผูกพันกับธรรมชาติได้อย่างผสมกลมกลืน รู้จักปรับวิถีชีวิต และความเป็นอยู่ให้เข้ากับสภาพแวดล้อม และนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ดังนั้นสีที่ใช้ย้อมจะได้มาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น เปลือก ใบ ผล ราก ส่วนวิธีการย้อมนั้นไม่มีมาตรฐานที่แน่นอน ส่วนประกอบทุกอย่างใช้วิธีการกะประมาณ หรือการคาดคะเนตามความพึงพอใจของผู้ย้อม โดยอาศัยประสบการณ์ และความชำนาญ หรือจากการสังเกตจากผู้อื่น ดังนั้นสีที่ได้จากการย้อมในแต่ละครั้งจะได้สีที่ไม่เหมือนกันทุกครั้งไม่สามารถย้อมให้เหมือนเดิมได้และพืชบางชนิดหาได้ยากมากขึ้น

ปัจจุบันมนุษย์ได้พัฒนาการย้อมสีโดยมีการใช้สีสังเคราะห์มาใช้แทนสีธรรมชาติมากขึ้น จึงทำให้สีธรรมชาติไม่ได้รับความสนใจ เพราะมีขั้นตอนการผลิตที่ยุ่งยากและซับซ้อนมากกว่า

สีสังเคราะห์ เนื่องจากสีสังเคราะห์มีเฉดสีให้เลือกที่หลากหลายและยังมีความคงทนต่อแสง ความคงทนต่อการขัดถูมากกว่าสีธรรมชาติ และยังมีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำ เวลาที่ใช้ในการผลิตก็ไม่นานเท่าสีย้อมธรรมชาติ แต่การใช้สีสังเคราะห์ในการย้อมผ้านั้นก็มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพราะสีสังเคราะห์เป็นสารเคมีที่ผลิตมาจากน้ำมันปิโตรเลียม หรือถ่านหิน ที่เมื่อผ่านการสกัดจะได้สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งสารไฮโดรคาร์บอนเหล่านี้จะถูกเปลี่ยนเป็นสีสังเคราะห์ด้วยเทคนิคต่างๆ และเมื่อปล่อยสารจำพวกไฮโดรคาร์บอนลงสู่แหล่งน้ำก็จะก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำได้ เช่น แหล่งน้ำเกิดการเน่าเสียทำให้น้ำส่งกลิ่นเหม็น เป็นต้น

ในปัจจุบันได้มีการตระหนักถึงผลกระทบและปัญหาที่เกิดจากการใช้สีสังเคราะห์มากขึ้น จึงทำให้ผู้คนส่วนใหญ่หันมาให้ความสนใจกับสีธรรมชาติและผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์จากสีธรรมชาติมีข้อด้อยในด้านของค่าการติดสีต่ำ สีซีด สีตก ในระหว่างการนำไปใช้งาน จึงมีการใช้สารช่วยยึดติดสีหรือมอร์แดนท์ (Mordants) มาใช้ในการย้อม ซึ่งเป็นสารจำพวกเกลือของโลหะ ได้แก่ สารส้ม (Aluminium sulfate, Alum) จุนสี (Copper sulfate) และเหล็ก (Ferrous sulfate) เป็นต้น เพื่อช่วยให้ติดสีสามารถยึดติดกับเส้นใยมีความคงทนต่อแสง ความคงทนต่อการซักมากขึ้น และยังให้เฉดสีที่หลากหลายอีกด้วย

งานวิจัยในครั้งนี้จึงสนใจศึกษาสีย้อมจากธรรมชาติ จากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางซึ่งถือว่าเป็นพืชท้องถิ่นในจังหวัดพะเยา เพื่อศึกษาคุณสมบัติในการเป็นสีย้อมและต้องการหาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติ ซึ่งมอร์แดนท์ที่ใช้ในการย้อม คือ สารส้ม โดยใช้เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นในการย้อมที่ต่างกัน และเปรียบเทียบความคงทนต่อแสง ความคงทนต่อการซัก และเปรียบเทียบเฉดสีแต่ละความเข้มข้นของมอร์แดนท์ที่กล่าวมาข้างต้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อทดสอบหาแทนนิน แอนทราควิโนน ฟลาโวนอยด์ และสารประกอบฟีนอลิกจากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติการเป็นสีย้อมจากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง โดยใช้มอร์แดนท์ คือ สารส้ม 5 ความเข้มข้น ได้แก่ 0.25, 0.5, 1, 1.5, 2 % w/v

1.2.3 เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม จากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1.3.1 สารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางมีสารประกอบ แทนนิน ฟลาโวนอยด์ แอน–ทราควิโนน และฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ

1.3.2 การใช้มอร์แดนท์ชนิดเดียวกันแต่ต่างความเข้มข้นมีผลต่อเฉดสีและความคงทนต่อแสงและต่อการซักของด้ายฝ้าย

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ด้านระยะเวลาการศึกษา

เริ่มต้นศึกษาเมื่อ พฤศจิกายน 2562

สิ้นสุดการศึกษาเมื่อ มีนาคม 2563

1.4.2 ด้านเนื้อหา

ได้ทำการศึกษา และทดสอบหาแทนนิน ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และแอน–ทราควิโนน จากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง ทดสอบการย้อมด้ายฝ้ายด้วยสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางโดยใช้มอร์แดนท์ คือ สารส้ม

1.4.3 ด้านพื้นที่

ทำการเก็บตัวอย่างยอดอ่อนใบหูกวางบริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.2 ทำให้ทราบได้ว่าในยอดอ่อนใบหูกวางมีปริมาณสารฟีนอลิกมากน้อยเพียงใด

1.5.3 ทำให้ทราบได้ว่าการย้อมด้ายฝ้ายโดยการใช้มอร์แดนท์ที่ต่างความเข้มขันกันเป็นอย่างไร

1.5.4 เพื่อปรับปรุงและพัฒนากระบวนการย้อมสีธรรมชาติจากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง

1.5.5 เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทำวิจัยมาเป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาคุณภาพของสีย้อมธรรมชาติ

บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

ภาพ 1 ลักษณะของต้นหูกวาง

2.1 ยอดอ่อนใบหูกวาง[2]

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Terminalia catappa* L.

ชื่อวงศ์ : COMBRETACEAE

ชื่อสามัญ : Bengal Almond, Indian Almond, Sea Almond, Singapore Almond, Tropical Almond, Olive–Bark Tree, Umbrella Tree

ชื่ออื่นๆ : โคน (นราธิวาส), ดัดมือ ตัดมือ (ตรัง), ตาปัง (พิษณุโลก, สตูล), ตาแปห์ (มลายู – นราธิวาส), หลุมปัง (สุราษฎร์ธานี)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ลำต้น

ต้นหูกวางเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งเป็นชั้นๆในแนวราบ เรือนยอดค่อนข้างกลมหรือเป็นรูปพีระมิดหนาทึบ เปลือกต้นมีสีเทา แตกเป็นร่องตื้นๆ และลอกออกเป็นสะเก็ดเล็กๆ

ภาพ 2 ลักษณะของใบหูกวาง

ใบ

ใบหูกวางจัดเป็นใบเดี่ยว มีสีเขียวอ่อนเมื่อแตกใบใหม่ และเมื่อแก่จะออกสีเหลืองถึงน้ำตาล ใบจะแตกเรียงสลับบริเวณปลายกิ่ง มีรูปไข่กลับด้าน กว้างประมาณ 8–15 เซนติเมตร ยาวประมาณ 12–15 เซนติเมตร ปลายใบมีติ่งแหลม ส่วนโคนใบมีลักษณะสอบแคบ เว้า และมีต่อม 1 คู่ แผ่นใบมีลักษณะหนา และมีขนนุ่มปกคลุม ขอบใบเรียบ ผลัดใบในฤดูหนาว ช่วงเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน

ภาพ 3 ลักษณะของดอกหูกวาง

ดอก

ดอกต้นหูกวางจะออกเป็นช่อบริเวณซอกใบหรือบริเวณปลายกิ่ง ดอกสีขาว–นวล ขนาดเล็ก ประกอบด้วยโคนกลีบเลี้ยงที่เชื่อมติดกัน ส่วนปลายแยกเป็น 5 แฉก รูปสามเหลี่ยม ช่อดอกมีรูปเป็นแท่งยาวประมาณ 8–12 เซนติเมตร ดอกมีสีขาว ไม่มีกลีบดอก ดอกเพศผู้จะอยู่ปลายช่อ โดยมีดอกสมบูรณ์เพศบริเวณโคนช่อ การออกดอกจะอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์–เมษายน และสิงหาคม–ตุลาคม

ภาพ 4 ลักษณะของผลใบหูกวาง

ผล

ผลมีลักษณะเป็นรูปไข่หรือรูปรี ป้อม และแบนเล็กน้อย ความกว้างประมาณ 2–5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 3–7 เซนติเมตร มีสีเปลือกผลสีเขียว เมื่อแก่จะมีสีเหลืองออก น้ำตาล และเมื่อแห้งจะเป็นสีดำคล้ำ และเมื่อเนื้อเปลือกหลุดออกหรือย่อยสลายจะเห็นเป็นเส้นใยกระจุกตัวแน่นทั่วผล ผล 1 ผล จะประกอบด้วยเมล็ดเพียง 1 เมล็ด ลักษณะเป็นรูปไข่เรียวยาว คล้ายอัลมอนด์ สามารถรับประทานได้ ให้รสหอม

2.2 ฝ้าย[3]

ฝ้าย (Cotton) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Gossypium* spp. จัดอยู่ในวงศ์ MALVACEAE ซึ่งเป็นพืชไร่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นวัตถุดิบหลักสำหรับผลิตเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม และข้าวของเครื่องใช้ต่างๆ ซึ่งมีการนำมาใช้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบจากเส้นใยชนิดอื่นๆ

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น

ฝ้ายเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก ลำต้นสูงประมาณ 1–2 เมตร ลำต้นมีสีเขียวหรือสีน้ำตาล แตกกิ่งเป็น 2 แบบ คือ กิ่งใบ (Vegetative) และกิ่งดอก (Fruiting) โดยเกิดจากตาที่มุมใบ จำนวนกิ่งมีน้อย

ใบ

ใบมีสีเขียว มีลักษณะเป็นแฉก 3–5 แฉก เว้าเป็นรูปหัวใจ บางชนิดมีขน บางชนิดไม่มีขน

ดอก

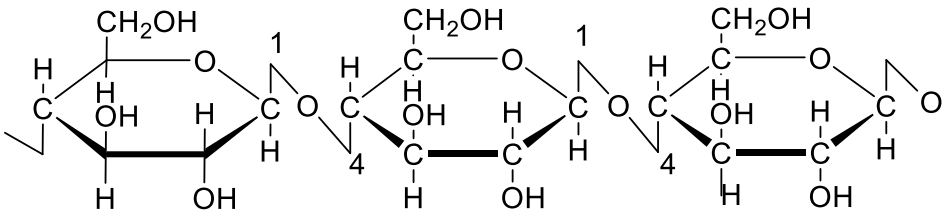
ดอกฝ้ายมีหลายสีขึ้นอยู่กับพันธุ์ ได้แก่ มีสีขาวครีม และสีเหลือง ซึ่งมีวงสีแดงหรือสีม่วงบริเวณฐานกลีบดอกด้านใน สีอื่น เช่น สีแดงม่วง ภายในดอกประกอบด้วยเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมีย ดอกเริ่มออกประมาณ 35–45 วัน หลังจากเมล็ดงอกและจะบานประมาณอีก 25 วัน โดยดอกจะบานในช่วงตอนเช้า และเหี่ยวในช่วงตอนเย็น และจะร่วงประมาณอีก 3 วัน หลังจากการบาน โดยการบานของดอกจะเริ่มบานจากดอกที่อยู่ด้านล่างของลำต้นจนถึงดอกที่อยู่บนสุด

ผล และ เมล็ด

ผล หรือเรียกว่า สมอฝ้าย มีรูปร่างแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ มีลักษณะกลม ผิวเรียบ และมีรูปไข่ มีสีเขียวอ่อน เมื่อแก่มีสีดำ และจะปริแตกออก มีระยะจากดอกบานจนถึงสมอแตกประมาณ 40–70 วัน ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์ และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมโดยผลหนึ่งจะมี 3–5 ช่อง แต่ละช่องจะมีเมล็ดฝ้ายเรียงเป็น 2 แถว ประมาณ 8 เมล็ดขึ้นไป แต่ละเมล็ดอัดแน่นด้วยเส้นใยสีขาว ซึ่งเป็นส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตเส้นใยฝ้าย

โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมี

เส้นใยฝ้ายมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน มีการจัดเรียงตัวที่ทำให้เส้นใยมีคุณสมบัติความแข็งแรง ยืดหยุ่น ดูดซึม และคุณสมบัติของเส้นใยอื่นๆ เยื่อหุ้มชั้นนอก ประกอบด้วยขี้ผึ้ง และแร่ธาตุ ในผนังเซลล์ประกอบด้วย ผนังชั้นนอก และผนังชั้นใน ที่เส้นใยเรียงตัวกันเป็นวงแหวนล้อมช่องว่างภายในเซลล์ หรือลู–เมน (Lumen) ที่เป็นส่วนในสุดของเส้นใย ลักษณะเป็นโพรง หากเส้นใยสดจะมีน้ำอยู่ แต่เมื่อแห้ง น้ำจะระเหยออกเหลือเป็นโพรงอากาศเส้นใยฝ้ายแก่จะมีวงแหวนจำนวนมากอัดแน่นจนผนังชั้นในหนา องค์ประกอบทางเคมีของด้ายฝ้ายจะประกอบด้วย เซลลูโลส 94.0% โปรตีน 1.3% เถ้า 1.2% ขี้ผึ้ง 0.6% น้ำตาล 0.3% พิกเมนต์ เล็กน้อย และอื่นๆ 2.6% เซลลูโลสของฝ้ายจะต่อกันเป็นโมเลกุลใหญ่ที่ประกอบด้วยกลูโคสในสายโซ่พอลิเมอร์ถึง 9,000–10,000 หน่วย



ภาพ 5 โครงสร้างของเซลลูโลส

ที่มา : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0612/cellulose/โครงสร้างเซลลูโลส

2.3 สีธรรมชาติ[4]

สีธรรมชาติ คือสีที่สกัดได้จากวัตถุดิบที่มาจาก พืช สัตว์ และแร่ธาตุต่างๆ ซึ่งเกิดขึ้นจากกระบวนการตามธรรมชาติ ซึ่งสามารถให้สีสันตามที่เราต้องการ และด้วยกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสวยงามและเฉดสีที่แตกต่างกัน หนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่นิยมมากคือ สีย้อมผ้า แหล่งวัตถุดิบสำหรับสีย้อมผ้าธรรมชาติที่มักนำมาใช้กันมักเป็น พืช สัตว์ และ แร่ธาตุ ที่มีอยู่ในแต่ละท้องถิ่น เพื่อเป็นการนำทรัพยากรท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

สีจากสัตว์ (Animal Dyes)

สีธรรมชาติจากสัตว์ คือ สารสีที่ได้จากสารที่ขับออกจากตัวสัตว์ หรือได้จากตัวสัตว์เอง เช่น โคชินีล (Cochineal) เคอร์มิส (Kermes) และครั่ง (Lac) ซึ่งโคชินีลจะให้สีแดงส้มที่ได้จากตัวแมลงตากแห้ง Dactylopius coccus จากแม็กซิโก โดยที่สี 1 กิโลกรัม ต้องใช้แมลงถึง 150,000 ตัว แมลงนี้อาศัยอยู่บนต้นของแคตตัส ส่วนเคอร์มิสจะให้สีแดง–แดงส้ม ที่ได้จากแมลงปีกแข็งขนาดเล็กของ Coccus illicis ตัวเมียตากแห้ง แมลงชนิดนี้พบมากในแถบยุโรปตอนใต้อาศัยอยู่บนต้นโอ๊ก สีธรรมชาติที่ได้จากสัตว์ทั้งสองชนิดนี้มีราคาแพงเนื่องจากหายาก และมีความยุ่งยากในการผลิต สำหรับประเทศไทยมีการใช้สีธรรมชาติที่ได้จากสัตว์คือ ครั่ง โดยครั่งจะดูดกินน้ำเลี้ยงของต้นไม้แล้วขับสารสีแดงที่เรียกว่า ยางครั่ง ออกมาหุ้มรอบตัวเป็นรัง สารสีแดงที่ถูกขับออกมาจากตัวครั่งดังกล่าวมานี้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ ทั้งในการย้อมสิ่งทอ ผสมในอาหาร และใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท สาหรับเส้นใยที่ย้อมด้วยครั่ง คือ ไหม ขนสัตว์ และฝ้าย เชื่อกันว่าคุณภาพของสีที่ได้จากการย้อมด้วยครั่งจะขึ้นกับชนิดของต้นไม้ที่ใช้เลี้ยงครั่ง

สีจากแร่ธาตุ (Mineral Dyes)

สีย้อมธรรมชาติจากแร่ธาตุ สีธรรมชาติประเภทนี้เป็นสีที่เกิดจากสารประกอบของโลหะจำพวก เหล็ก โครเมียม ตะกั่ว แมงกานีส ทองแดง โคบอลต์ และนิกเกิล ซึ่งในอดีตเป็นกลุ่มสีที่มีความสำคัญมากแต่ในปัจจุบันไม่ปรากฏแหล่งผลิตและการใช้สีกลุ่มดังกล่าว สำหรับประเทศไทยในปัจจุบัน ยังมีการใช้สีธรรมชาติจากแร่ธาตุในการย้อมสีสิ่งทออยู่แต่ไม่ค่อยเป็นที่นิยมมากนัก คือ สีจากโคลนและดินแดง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแร่ธาตุที่มีสารประกอบพวกอะลูมิโนซิลิเกตและสารประกอบโลหะอยู่

สีจากพืช (Vegetable Dyes)

สีธรรมชาติที่ได้จากพืช จัดเป็นกลุ่มสารสีหลักของสีย้อมธรรมชาติ โดยเป็นสีย้อมที่ได้จากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ราก เปลือก ลำต้น เนื้อไม้ ใบ ดอก ผล และเมล็ด ซึ่งสีย้อมกลุ่มนี้มีความหลากหลายทางด้านเฉดสีเป็นอย่างมาก เช่น

- สีชมพู ได้จาก แก่นฝาง
- สีคราม ได้จาก รากและใบของต้นคราม
- สีน้ำเงิน ได้จาก ใบฮ่อม
- สีน้ำตาลแดง ได้จาก เปลือกและแก่นประดู่

สีจากพืชสามารถจำแนกตามกระบวนการย้อมได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) การย้อมเย็น หรือการย้อมแบบหมัก เป็นสีย้อมที่ได้จากพืช เช่น ผลมะเกลือ ฮ่อม และคราม เป็นการย้อมสีจากพืชที่มีกรรมวิธีการย้อมโดยไม่ใช้ความร้อน แต่อาศัยคุณสมบัติธรรมชาติของสารสี และปฏิกิริยาเคมีทางธรรมชาติช่วยให้สารสีติดกับเส้นใย โดยจะหมักเส้นใยไว้ในน้ำย้อมที่อุณหภูมิปกติ ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะมีรายละเอียดกระบวนการย้อมที่แตกต่างกันตามชนิดของสารสีที่ได้จากพืช

2) การย้อมแบบร้อน สีย้อมธรรมชาติที่ใช้การย้อมแบบร้อน จะเป็นสีย้อมที่ได้จากพืชทั่วไป โดยจะนำวัตถุดิบย้อมสีมาสับให้ละเอียดแล้วต้มให้เดือดเพื่อสกัดสารสีออกจากพืช จากนั้นจึงทำการย้อมกับเส้นใย จะมีการใช้ความร้อน สารช่วยย้อม และกระบวนการย้อมที่แตกต่างกันตามชนิดของพืช ซึ่งจะช่วยทำให้สารสีติดกับเส้นใยธรรมชาติ

2.4 สารช่วยย้อม[5]

พืชแต่ละชนิดที่นำมาย้อมเส้นใยธรรมชาติมีการติดสีและมีความคงทนต่อการขัดถูหรือแสงไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในของพืชและเส้นใยที่นำมาใช้ย้อม จึงมีการใช้สารประกอบต่างๆ มาเป็นตัวช่วยในการทำให้เส้นใยดูดซับสีให้สีเกาะเส้นใยได้แน่นขึ้น มีความ

ทนทานต่อแสง และการขัดถูเพิ่มขึ้น ซึ่งเรียกว่า สารช่วยย้อม และสารช่วยให้สีติด สารเหล่านี้นอกจากจะเป็นตัวจับยึดสี และเพิ่มการติดสีในเส้นใยแล้วยังช่วยเปลี่ยนเฉดสีให้เข้มจาง หรือสดใส สว่างขึ้น

1. สารช่วยย้อม หรือ สารกระตุ้นสี เป็นสารที่ช่วยให้สีติดกับเส้นด้ายดีขึ้นและเปลี่ยนเฉดสีธรรมชาติให้เปลี่ยนแปลงไปจากสีเดิม ในสมัยโบราณจะใช้การเติมมูลหรือปัสสาวะสัตว์ลงไปในถังย้อม ปัจจุบันมีการใช้สารที่ได้จากทั้งสารเคมีและสารธรรมชาติดังนี้

1.1 สารช่วยย้อมเคมี (มอร์แดนท์)

หมายถึง วัตถุธาตุที่ใช้ผสมสีเพื่อให้สีติดแน่นกับผ้าที่ย้อม ส่วนใหญ่เป็นเกลือของโลหะ เช่น อลูมิเนียม เหล็ก ทองแดง ดีบุก โครเมียม สำหรับมอร์แดนท์ที่แนะนำให้ใช้สำหรับการย้อมระดับอุตสาหกรรมในครัวเรือนเป็นสารเคมีเกรดการค้า ซึ่งมีราคาถูก คุณภาพเหมาะสมกับงาน มีวิธีการใช้งานที่สะดวกโดยการชั่ง ตวง วัดพื้นฐาน แล้วนำไปละลายน้ำตามอัตราส่วนที่ต้องการและหาซื้อได้ง่ายจากร้านค้าสารเคมีทางวิทยาศาสตร์ หรือทางการแพทย์ทั่วไป สารมอร์แดนท์ที่ใช้กันทั่วไปคือ

- สารส้ม (มอร์แดนท์อลูมิเนียม) จะช่วยจับยึดสีกับเส้นด้ายและ ช่วยให้สีสด สว่างขึ้น มักใช้กับการย้อมสี น้ำตาล–เหลือง–เขียว
- จุนสี (มอร์แดนท์ทองแดง) ช่วยให้สีติดและเข้มขึ้น ใช้กับการย้อม สีเขียว–น้ำตาล ข้อแนะนำสำหรับการใช้มอร์แดนท์ทองแดง คือ ไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากเกินไปเพราะจะทำให้เกิดการตกค้างของทองแดงในน้ำทิ้งหลังการย้อมได้
- เฟอรัสซัลเฟต (มอร์แดนท์เหล็ก) เหล็กจะช่วยให้สีติดเส้นด้ายและช่วยเปลี่ยนเฉดสีธรรมชาติเดิมจากพืชเป็นสีโทน เทา–ดำ ซึ่งมอร์แดนเหล็กมีข้อดี คือ สามารถควบคุมปริมาณการใช้ได้ แต่มีข้อควรระวังคือไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากเกินไปเพราะเหล็กจะทำให้เส้นด้ายเปื่อย

1.2 สารช่วยย้อมธรรมชาติ (มอร์แดนท์ธรรมชาติ)

หมายถึง สารประกอบน้ำหมักธรรมชาติ ที่ช่วยในการยึดสีและบางครั้งทำให้เฉดสีเปลี่ยน เช่น น้ำปูนใส น้ำด่าง น้ำโคลน และน้ำบาดาล

- น้ำปูนใส ได้จากปูนขาวที่ใช้กินกับหมาก หรือทำจากปูนจากการเผาเปลือกหอย โดยละลายปูนขาวในน้ำสะอาด ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน จะได้น้ำปูนใสมาใช้เป็นสารช่วยย้อมต่อไป
- น้ำด่าง หรือน้ำขี้เถ้า ได้จากขี้เถ้าพืช เช่น ส่วนต่างๆ ของกล้วย ต้นผักขม เปลือกของผลนุ่น กากมะพร้าว เป็นต้น เลือกพืชชนิดใดชนิดหนึ่งที่ยังสดๆ นำมาผึ่งแดดให้หมาด จากนั้นเผาให้เป็นขี้เถ้าสีขาว นำขี้เถ้าไปใส่ในอ่างที่มีน้ำอยู่ กวนให้ทั่วทิ้งไว้ 4 – 5 ชั่วโมงขี้เถ้าจะ

ตกตะกอน นำน้ำที่ได้ไปกรองให้สะอาดแล้วจึงนำไปใช้งาน เรียกว่า “น้ำด่างหรือน้ำขี้เถ้า” อีกวิธีหนึ่งนำขี้เถ้าที่ได้ไปใส่ในกระป๋องที่เจาะรูเล็กๆ รองก้นด้วยปุยฝ้าย หรือใยมะพร้าวใส่ขี้เถ้าจนเกือบเต็ม กดให้แน่นเติมน้ำให้ท่วมขี้เถ้า แขวนกระป๋องทิ้งไว้ รองเอาแต่น้ำด่างไปใช้งาน

- กรด ได้จากพืชที่มีรสเปรี้ยว เช่น น้ำมะนาว น้ำใบหรือฝักส้มป่อย
- น้ำบาดาล หรือ น้ำสนิมเหล็ก จะใช้น้ำบ่อบาดาลที่เป็นสนิม หรือนำเหล็กไปเผาไฟให้แดงแล้วนำไปแช่ในน้ำ ทิ้งไว้ 3 วันจึงนำน้ำสนิมมาใช้ได้ น้ำสนิมจะช่วยให้สีเข้มขึ้น ให้เฉดสีเทา–ดำเหมือนมอร์แดนท์เหล็ก แต่ถ้าสนิมมากเกินไปจะทำให้เส้นใยเปื่อยได้เช่นกัน
- น้ำโคลน เตรียมจากโคลนใต้สระ หรือบ่อที่มีน้ำขังตลอดปี ใช้ดินโคลนมาละลายในน้ำเปล่าสัดส่วนน้ำ 1 ส่วนต่อดินโคลน 1 ส่วนจะช่วยให้ได้โทนสีเข้มขึ้น หรือโทนสีเทา–ดำเช่นเดียวกับน้ำสนิม

การใช้สารช่วยย้อมในการย้อมผ้ามี 3 วิธี คือ

1. การใช้ก่อนการย้อมสี ซึ่งต้องนำเส้นด้ายไปชุบสารช่วยย้อมก่อนนำไปย้อมสีธรรมชาติ
2. การใช้พร้อมกับการย้อมสี เป็นการใส่สารช่วยย้อมไปในน้ำสีแล้วจึงนำเส้นด้ายลงย้อม
3. การใช้หลังย้อมสี นำเส้นด้ายไปย้อมสีก่อนแล้วจึงนำไปย้อมกับสารช่วยย้อมภายหลัง

1.3 สารช่วยให้สีติด

ในการย้อมสีธรรมชาติมีการใช้สารช่วยให้สีติดเส้นด้าย โดยสารดังกล่าวจะใช้ย้อมเส้นด้ายก่อนการย้อมสี หรือใช้ผสมในน้ำสีย้อม

- สารฝาด หรือ แทนนิน สารแทนนินจะมีอยู่ในส่วนต่างๆ ของพืชที่มีรสฝาดและขม เช่น ลูกหมาก เปลือกเพกา เปลือกสีเสียด เปลือกผลทับทิม เปลือกประดู่ ใบยูคา ใบเหมือดแอ เป็นต้น ซึ่งสารดังกล่าวมีคุณสมบัติช่วยให้สีติดกับเส้นด้ายได้ดีขึ้น โดยการต้มสกัด น้ำฝาดหรือแทนนินจากพืชดังกล่าว แล้วนำเส้นด้ายต้มย้อมกับน้ำฝาดก่อน จากนั้นจึงนำเส้นด้ายไปย้อมกับน้ำสีย้อมอีกครั้ง
- โปรตีนจากน้ำถั่วเหลือง ใช้ต้มกับเส้นด้ายก่อนการย้อมสีเพื่อช่วยในการเพิ่มโปรตีนบนเส้นด้ายทำให้สามารถย้อมสีติดได้ดีมากขึ้น ทางญี่ปุ่นจะชุบฝ้ายไหมด้วยน้ำถั่วเหลืองก่อนเสมอ โดยแช่ไว้ 1 คืน ยิ่งทำให้สีติดมาก ในญี่ปุ่นการสีธรรมชาติทั้งหมดแช่เส้นใยด้วยน้ำถั่วเหลืองเสมอ
- เกลือแกง จะใช้ผสมกับน้ำสีย้อมเพื่อช่วยให้สีติดเส้นด้ายได้ง่ายขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปี 2550 พันธุ์ทิพย์ และคณะ[6] ได้ศึกษาความคงทนของสีที่ได้จากน้ำย้อมใบหูกวาง เลือกใช้สารส้ม เกลือแกง และขี้เถ้าเปลือกหอยแมลงภู่เป็นสารช่วยติดสี แต่เนื่องจากเส้นไหมมีขี้ผึ้งเกาะทำให้การย้อมสีติดทนทานได้ยากจึงทำความสะอาดไหมให้ดีก่อนและเมื่อให้สีติดทนทานคงสภาพในการติดสีได้ดีจึงได้ศึกษาอัตราส่วนของการติดสีที่อยู่ในสภาพ กรด–เบส และสารที่มีฤทธิ์เป็นด่าง ได้แก่ เกลือแกง ขี้เถ้า เปลือกหอยแมลงภู่ สารที่มีสภาพเป็นกรดได้แก่ สารส้ม และยังศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำย้อมจากใบหูกวางกับสารติดสีทั้ง 3 ชนิด ดังกล่าวข้างต้นเพื่อให้ได้เส้นไหมเมื่อทอเป็นผืนแล้วสวยเป็นเงางามสีไม่ตก ทนต่อการทำความสะอาด ทนต่อแสงและยังศึกษาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี–วิสิเบิลสเปก-โตรโฟโตเมทรีเพื่อศึกษาร้อยละการตกสีของเส้นไหมในน้ำสบู่

ปี 2554 ศริกุล และคณะ[7] ได้ศึกษาความคงทนของสีต่อการซักของไหมที่ย้อมสีขั้นที่สองด้วยสีธรรมชาติโดยการทำการทดลองย้อมสีเขียว ด้วยคราม–ประโหด และประโหด–คราม ย้อมสีม่วงด้วยครั่ง–คราม และคราม–ครั่ง ย้อมสีส้ม ด้วยประโหด–ครั่ง และครั่ง–ประโหด วัดค่าสี L* a* b* C* และ h* ทั้งก่อนซักและหลังซัก การย้อมสีเขียว พบว่าการย้อมประโหด–คราม ให้ค่า L* a* b* C* และ h* สูงกว่าลำดับการย้อม คราม–ประโหด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สีมีความคงทนต่อการซักสูงกว่าการย้อมสีม่วง พบว่าลำดับการย้อม ครั่ง–คราม ให้ค่า a* b* C* และ h*สูงกว่า แต่ให้ค่า L* ต่ำกว่า ลำดับการย้อม คราม–ครั่ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความคงทนต่อการซักต่ำกว่า ถ้าพิจารณาจากการตกสี การย้อมสีส้ม พบว่าลำดับการย้อม ประโหด–ครั่ง ให้ค่า L* b* C* และ h*สูงกว่าแต่ให้ค่า a* ต่ำกว่า ลำดับการย้อม ครั่ง–ประโหด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความคงทนต่อการซักสูงกว่า ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนสี

ปี 2555 เกษสุดา และคณะ[8] ได้ศึกษาการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากใบและเปลือกต้นยางนา ศึกษาเฉดสีของเส้นไหมที่ไม่เคลือบนาโน-ซิงค์ออกไซด์ และเคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ ย้อมสีจากใบและเปลือกของต้นยางนา ผลการวิจัยพบว่าค่าการดูดกลืนคลื่นแสงสูงสุดของสีย้อมที่ได้จากใบยางนาคือ 401 นาโนเมตร และสีย้อมจากเปลือกยางนาคือ 425 นาโนเมตร เฉดสีของเส้นไหมที่เคลือบด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ให้เฉดสีที่เข้มกว่าเส้นไหมที่ไม่ได้

เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ และเมื่อนำสีย้อมไปย้อมและเติมสารช่วยติดสีชนิดต่างๆพบว่าเฉดสีที่ได้มีความแตกต่างกัน ขึ้นกับชนิดของสารช่วยติดสี และส่วนของพืช ที่นำมาใช้ในการย้อมการวิเคราะห์ความเข้มสีโดยใช้ colorimeter พบว่าค่าความเข้มสี (K/S) ของเส้นไหมที่ไม่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ แล้วย้อมด้วยสีจากใบและเปลือกต้นยางนามีค่าเท่ากับ 6.73 และ 13.89 ตามลำดับ เส้นไหมที่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์มีค่าเท่ากับ 8.87 และ 19.47 ตามลำดับ เส้นไหมที่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์มีพื้นผิวที่ขรุขระกว่าเส้นไหมที่ไม่ได้เคลือบนาโน–ซิงค์ออกไซด์ ค่าความคงทนของสีต่อแสงและความคงทนต่อการซักล้างเฉลี่ยมีค่าอยู่ในระดับ 4–5

ปี 2555 สุณีย์ บุญกำเนิด[9] ศึกษาการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีธรรมชาติจากเปลือกต้นเสม็ดแดงใบมน มีผลการศึกษากรรมวิธีการสกัดสีจากต้นเสม็ดแดงใบมน พบว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มสกัดสี และระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่ผ้าฝ้ายในน้ำสีคือ 120 นาทีเท่ากัน ผลการศึกษาชนิดของสารช่วยย้อมที่มีผลต่อคุณภาพของผ้าฝ้ายพบว่า การใช้เกลือ สารส้ม และจุนสี ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 ของน้ำหนักสีจะได้สีของผ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยการใช้เกลือ สารส้มในปริมาณร้อยละ 4 ผ้าย้อมมีสีเข้มที่สุดและการใช้จุนสีได้ค่าเฉลี่ยเข้มข้นสีย้อมสูงสุด ค่าความคงทนของสีต่อการซักด้วยมือ 8 ครั้ง สีของผ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยการใช้เกลือ สารส้ม ในปริมาณร้อยละ 4 ของน้ำหนักน้ำสีผ้าย้อมมีสีเข้มมากกว่าการใช้เกลือ สารส้ม ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1, 2 และ 3 และการใช้จุนสีทุกระดับผ้าย้อมมีสีเข้มสูงสุด ผลความคงทนของผ้าต่อแสงหลังผ่านการตากแสงจำนวน 20 ชั่วโมง มีผลไปในทิศทางเดียวกันการทดสอบการซัก

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

1. ยอดอ่อนใบหูกวาง

3.2 สารเคมี

1. เมทานอล (CH,OH), assay 98%
2. กรดแกลลิก
3. โฟลิน – เซียคัลธู
4. อลูมิเนียมซัลเฟต
5. 85% v/v กรดฟอสฟอริก
6. เฟอริกคลอไรด์ ($FeCl_3$)
7. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
8. กรดแทนนิน
9. กรดฟอสโฟโมลิบดิก
10. กรดไฮโดรคลอริก
11. โซเดียมคาร์บอเนต
12. โซเดียมทังสเตต
13. โซเดียมไนเตรต
14. ไครคลอโรอะซิติกแอซิด

3.3 เครื่องมือ

1. เครื่องยูวี–วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Jasco รุ่น V–530
2. เครื่องไลโอฟิไลค์เซอร์
3. เครื่องปั่นแข็ง
4. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น AB204–S/FACT
5. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น PB3002–L

3.4 อุปกรณ์

1. หลอดทดลอง ขนาด 10 มิลลิลิตร
2. บีกเกอร์ ขนาด 20 มิลลิลิตร
3. บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร
4. บีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร
5. บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร
6. บีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร
7. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มิลลิลิตร
8. บิเปต ขนาด 1 มิลลิลิตร
9. ปิเปต ขนาด 5 มีลลิลิตร
10. บิเปต ขนาด 10 มิลลิลิตร
11. กรวยกรอง เส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิลิตร
12. กระดาษกรองยี่ห้อ Whatman เบอร์ 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิลิตร
13. กระบอกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร
14. กระบอกตวง ขนาด 25 มิลลิลิตร
15. แท่งแก้วคนสาร
16. ช้อนตักสาร
17. ชุดกรองสูญญากาศ
18. หลอดหยด
19. กระจกนาฬิกา
20. เทอร์โมมิเตอร์
21. เซลล์ใส่สารตัวอย่าง
22. ฟลอยด์
23. ตะแกรงใส่หลอดทดลอง

3.5 วิธีการทดลองการหาร้อยละของแข็ง (% Total solid)

3.6.1 ชั่งขวดก้นกลม และบันทึกน้ำหนัก (ก่อน)

3.6.2 ใส่สารสกัดยอดอ่อนใบหูกวาง ปริมาตร 80 มิลลิลิตร ลงในขวดก้นกลมที่ชั่งแล้ว

3.6.3 นำเข้าเครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง ประมาณ 8 ชั่วโมง

3.6.4 นำสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวางออกจากเครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง จากนั้นชั่งน้ำหนักขวดก้นกลมและบันทึกน้ำหนัก (หลัง) เพื่อหาน้ำหนักสารสกัดจากใบหูกวางที่แท้จริง

3.6 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

3.6.1 การทดสอบแทนนิน

1) เตรียมหลอดทดลอง 4 หลอด เขียนหมายเลขหลอดทดลองเป็น 1 2 3 และ 4

2) หลอดที่ 1 และ 2 ใส่สารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวาง 10 มิลลิกรัม

3) หลอดที่ 3 และ 4 ใส่กรดแทนนิก 10 มิลลิกรัม

4) หยดสารละลายเฟอริกคลอไรด์ (1% w/v) จำนวน 4 หยด ลงในหลอดทดลองที่ 1 และ 3

5) หยดน้ำกลั่นจำนวน 4 หยด ลงในหลอดทดลองที่ 2 และ 4

6) เขย่าให้เข้ากัน แล้วพักไว้ 10 นาที สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง หากสารที่เกิดขึ้นเป็นสีดำ แสดงว่าสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวางมีแทนนินเป็นองค์ประกอบ

3.6.2 การทดสอบแอนทราควิโนน และฟลาโวนอยด์

1) เตรียมหลอดทดลอง 1 หลอด แล้วใส่สารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวาง 10 มิลลิกรัม

2) หยดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (5% w/v) จำนวน 4 หยด

3) เขย่าสารให้เข้ากันแล้วพักไว้ 10 นาที สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง และบันทึกผลการทดลอง หากสีที่เกิดขึ้นเป็นสีแดง แสดงว่าสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวางมีแอนทราควิโนนเป็นองค์ประกอบ หากสีที่เกิดขึ้นเป็นสีเหลือง แสดงว่าสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวางมีฟลาโว-นอยด์เป็นองค์ประกอบ

3.6.3 การทดสอบฟีนอลิกโดยใช้รีเอเจนต์ฟอลิน–เดนนิส

1) การเตรียมสารละลายฟอลิน–เดนนิส

1.1) ชั่งโซเดียมทังสเตต 50 กรัม แล้วละลายด้วยกรดฟอสฟอริก (85% w/v) 25 มิลลิลิตร

1.2) ชั่งกรดฟอสโฟโมลิบดิก 10 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 375 มิลลิลิตร

1.3) นำสารละลายที่เตรียมได้ในข้อ 1.1) และ 1.2) เทลงในขวดก้นกลมขนาด 500 มิลลิลิตร แล้วทำการรีฟลักซ์เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

1.4) เมื่อครบเวลา ตั้งสารทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 500 มิลลิลิตร เก็บรีเอเจนต์ไว้ในขวดสีชาที่หุ้มด้วยฟลอยด์ เก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อใช้ทดสอบต่อไป

2) การเตรียมสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคาร์บอเนต

2.1) ชั่งโซเดียมคาร์บอเนต 35 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 70–80 องศา–เซลเซียส แล้วคนจนกระทั่งโซเดียมคาร์บอเนตไม่ละลาย

2.2) เทลงในขวดวัดปริมาตรแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

3) การทดสอบฟีนอลิกโดยใช้รีเอเจนต์ฟอลิน–เดนนิส

3.1) เตรียมหลอดทดลอง 2 หลอด

3.2) หลอดที่ 1 ใส่สารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวาง 2 มิลลิกรัม

3.3) หลอดที่ 2 ใส่กรดแทนนิก 2 มิลลิกรัม

3.4) เติมรีเอเจนต์ฟอลิน–เดนนิส 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 1 และ 2

3.5) เติมสารละลายอิ่มตัวโซเดียมคาร์บอเนต 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่1และ 2

3.6) เขย่าสารให้เข้ากันแล้วพักไว้ 10 นาที สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง และบันทึกผลการทดลองหากสีที่เกิดขึ้นเป็นสีฟ้า แสดงว่าสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวางมีฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ

3.6.4 การทดสอบฟีนอลิกโดยใช้โซเดียมทังสเตต

1) เตรียมหลอดทดลอง 2 หลอด

2) ชั่งไตรคลอโรอะซิติกแอซิด 50 มิลลิกรัม ลงในหลอดทดลองที่ 1 และ 2

3) หลอดที่ 1 เติมสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวาง 1 มิลลิลิตร

4) หลอดที่ 2 เติมสารละลายกรดแทนนิก 1 มิลลิลิตร

5) เติมโซเดียมทังสเตต (10% w/v) 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 1 และ 2

6) เติม 0.5 โมลต่อลิตร กรดไฮโดรคลอริก 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 1 และ 2

7) เติมโซเดียมไนเตรต (5% w/v) 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 1 และ 2

8) เขย่าสารให้เข้ากันแล้วพักไว้ 10 นาที

9) เติม 0.5 โมลต่อลิตร โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3–5 หยด ลงในหลอดทดลองที่ 1 และ 2

10) เขย่าสารให้เข้ากันแล้วพักไว้ 10 นาที สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง และบันทึกผลการทดลอง หากสีที่เกิดขึ้นเป็นสีแดงส้ม แสดงว่าสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวางมีฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ

3.7 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

3.7.1 การหาปริมาณแทนนิน

1) การเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิก

1.1) ชั่งกรดแทนนิก 0.010 กรัม แล้วละลายด้วยน้ำกลั่น

1.2) ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานกรดแทนนิน ที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

2) การเตรียมสารละลายสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวาง

2.1) ชั่งสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวาง 0.010 กรัม แล้วละลายด้วยน้ำกลั่น

2.2) ปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวางที่มีความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

3) การเตรียมสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคาร์บอเนต

3.1) ชั่งโซเดียมคาร์บอเนต 8.7500 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 70–80 องศา–เซลเซียส จนกระทั่งโซเดียมคาร์บอเนตไม่ละลาย

3.2) ปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร

4) การหาความยาวคลื่นที่เหมาะสม

4.1) ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิก มา 1 มิลลิลิตร (ข้อ 1) ใส่ลงไปในขวดปรับปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร

4.2) เติมฟอลิน–เดนนิส 0.5000 มิลลิลิตร

4.3) เติมสารละลายอิ่มตัวโซเดียมคาร์บอเนต 1 มิลลิลิตร (ข้อ 3)

4.4) ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

4.5) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400–800 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวี–วิสิ–เบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แล้วบันทึกค่าการดูดกลืนแสง (ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง

5) การหาเวลาที่เหมาะสมของปฏิกิริยา

5.1) ปิเปตสารมาตรฐานกรดแทนนิก มา 1 มิลลิลิตร (ข้อ 1) ใส่ลงไปในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 6 ขวด

5.2) เติมฟอลิน–เดนนิส 0.5000 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรทั้ง 6 ขวด

5.3) เติมสารละลายอิ่มตัวโซเดียมคาร์บอเนต 1 มิลลิลิตร (ข้อ 3) ลงในขวดวัดปริมาตรทั้ง 6 ขวด

5.4) ปรับปริมาตรในขวดวัดปริมาตรทั้ง 6 ขวด ด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วพักไว้ในที่มืดเป็นเวลา 10 20 30 40 50 และ 60 นาที ตามลำดับ

5.5) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 742 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องยูวี–วิสิ–เปิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ทุก 10 นาที แล้วบันทึกค่าการดูดกลืนแสง (ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง)

5.6) สร้างกราฟระหว่างเวลากับค่าการดูดกลืนแสง โดยตำแหน่งยอดที่สูงสุดคือตำแหน่งของเวลาที่เหมาะสมของปฏิกิริยา

6) การเตรียมกราฟมาตรฐานกรดแทนนิก

6.1) เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิกให้มีความเข้มข้น 2 4 6 8และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยการปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิกที่มีความเข้มขัน 100มิลลิกรัมต่อลิตร มา 0.2000 0.4000 0.6000 0.8000 และ 1.000 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร 5 ขวด ตามลำดับ

6.2) เติมฟอลิน–เดนนิส 0.5000 มิลสิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรทั้ง 5 ขวด

6.3) เติมสารละลายอิ่มตัวโซเดียมคาร์บอเนต 1 มิลลิลิตร (ข้อ 3) ลงในขวดวัดปริมาตรทั้ง 5 ขวด

6.4) ปรับปริมาตรในขวดวัดปริมาตรทั้ง 5 ขวด ด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วพักไว้ในที่มืดเป็นเวลา 40 นาที

6.5) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 742 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง ยูวี–วิสิเปิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แล้วบันทึกค่าการดูดกลืนแสง (ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง)

6.6) นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ทั้ง 3 ครั้งไปหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปสร้างกราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นกับค่าการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐานกรด–แทนนิก สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณแทนนิน

7) การหาปริมาณแทนนินจากยอดอ่อนใบหูกวาง

7.1) ปิเปตสารสะลายสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวาง มา 1 มิลลิลิตร (ข้อ 2) ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร

7.2) เติมฟอลิน–เดนนิส 0.5000 มิลลิลิตร

7.3) เติมสารละลายอิ่มตัวโซเดียมคาร์บอเนต 1 มิลสิลิตร (ข้อ 3)

7.4) ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วพักไว้ในที่มืดเป็นเวลา 40 นาที

7.5) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 742 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องยูวี-วิสิ-เปิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แล้วบันทึกค่าการดูดกลืนแสง (ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง)

7.6) นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ทั้ง 3 ครั้งไปหาค่าเฉลี่ย สำหรับคำนวณหาปริมาณแทนนิน

3.7.2 การหาปริมาณฟีนอลิกรวม

1) การเตรียมสารละลายฟอลิน-เซียคัลธู 10% v/v

1.1) ปิเปตสารละลายโฟลิน-เซียคัลธู 5 มิลลิลิตร

1.2) ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายฟอลิน-เซียคัลธู 10% v/v

2) การเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก

2.1) ชั่งกรดแกลลิก 0.0002 กรัม

2.2) ปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยเมทานอล จะได้สารละลายมาตร-ฐาน กรดแกลลิกที่มีความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

3) การเตรียมสารละลายสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวาง

3.1) ชั่งสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวาง 0.0001 กรัม แล้วละลายด้วยเมทา-นอล

3.2) ปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยเมทานอล จะได้สารละลายสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวางที่มีความเข้มขัน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

4) การเตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 7.5% w/v

4.1) ชั่งโซเดียมคาร์บอเนต 3.7575 กรัม

4.2) ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายโซเดียม-คาร์บอเนต 7.5% w/v

5) การหาความยาวคลื่นสำหรับปฏิกิริยา

5.1) ปิเปตสารละลายโฟลิน-เซียคัลธู 10% v/v 1 มิลลิลิตร (ข้อ 1) ใส่ลงไปในหลอด-ทดลอง

5.2) เติมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก 0.2000 มิลลิลิตร (ข้อ 2) เขย่าให้กัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 4 นาที

5.3) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.4000 มิลลิลิตร (ข้อ 4) แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 50 – 60 นาที

5.4) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500–800 นาโนเมตร บันทึกค่าการดูดกลืนแสง (ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง)

6) การหาเวลาที่เหมาะสมของปฏิกิริยา

6.1) ปิเปตสารละลายโฟลิน– เซียคัลธู 10% v/v 1 มิลลิลิตร (ข้อ 1) ใส่ลงไปในหลอดทดลองจำนวน 6 หลอด

6.2) เติมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก 0.2000 มิลลิลิตร (ข้อ 2) ใส่ลงไปในหลอดทดลองทั้ง 6 หลอด เขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 4 นาที

6.3) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.4000 มิลลิลิตร (ข้อ 4) ใส่ลงไปในหลอดทดลองทั้ง 6 หลอด แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 10 20 30 40 50 และ 60 นาที ตามลำดับ

6.4) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องยูวี–วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ทุก 10 นาที แล้วบันทึกค่าการดูดกลืนแสง (ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง)

6.5) สร้างกราฟระหว่างเวลากับค่าการดูดกลืนแสง โดยตำแหน่งยอดที่สูงสุดคือตำแหน่งของเวลาที่เหมาะสมของปฏิกิริยา

7) การเตรียมกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

7.1) เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยชั่งกรดแกลลิกมา 0.0102 กรัม ปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยเมทา–นอล แล้วเจือจางให้มีความเข้มข้น 0 20 40 60 80 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มขัน 1.000 มิลลิกรัมต่อลิตร มา 0.0000 0.1000 0.20000.3000 0.4000 และ 0.5000 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 5 มิลลิลิตร ด้วยเมทานอล

7.2) ปิเปตสารละลายโฟลิน–เซียคัลธู 10% v/v 1 มิลลิลิตร ใส่ลงไปในหลอดทดลองจำนวน 6 หลอด

7.3) เติมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก 0.2000 มิลลิลิตร (ข้อ 7.1) ที่มีความเข้มขัน 0 20 40 60 80 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในหลอดทดลองทั้ง 6 หลอด ตามลำดับ เขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 4 นาที

7.4) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.4000 มิลลิลิตร (ข้อ 4) ลงในหลอดทดลองทั้ง 6 หลอด แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 20 นาที

7.5) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องยูวี–วิสิ–เบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แล้วบันทึกค่าการดูดกลืนแสง (ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง)

7.6) นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ทั้ง 3 ครั้งไปหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปสร้างกราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นกับค่าการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐานกรดแกลลิก สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกรวม

8) การหาปริมาณฟีนอลิกรวมจากยอดอ่อนใบหูกวาง

8.1) ปิเปตสารละลายโฟลิน–เชียคัลธู 10% v/v 1 มิลลิลิตร ใส่ลงไปในหลอดทดลอง

8.2) เติมสารละลายสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวาง 0.2000 มิลลิลิตร (ข้อ 3) ใส่ลงไปในหลอดทดลอง เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 4 นาที

8.3) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.4000 มิลลิลิตร (ข้อ 4) ใส่ลงไปในหลอดทดลอง แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 20 นาที

8.4) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องยูวี–วิสิ–เบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แล้วบันทึกค่าการดูดกลืนแสง (ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง)

8.5) นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ทั้ง 3 ครั้งไปหาค่าเฉลี่ย สำหรับคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกรวม

3.8 การหาสมบัติการเป็นสีย้อมของยอดอ่อนใบหูกวาง

3.8.1 การทำความสะอาดด้ายฝ้ายก่อนการย้อม

1) นำด้ายฝ้ายที่มีน้ำหนักประมาณ 75 กรัม มาแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที

2) ชั่งสบู่ลาย 7.5 กรัม

3) ชั่งโซเดียมคาร์บอเนต 12 กรัม

4) ตวงน้ำที่ผ่านการกรองด้วยเครื่องรีเวอร์สออสโมซิส (น้ำ RO) ปริมาตร 750 มิลลิลิตร ใส่ลงในภาชนะแตนเลส และนำไปให้ความร้อน

5) ใส่สบู่ลาย และโซเดียมคาร์บอเนตลงในภาชนะ คนให้ละลาย

6) นำด้ายฝ้ายจากข้อ 1) มาบิดให้หมาด นำลงในภาชนะแล้วหมั่นพลิกด้ายฝ้ายเป็นครั้งคราว ใช้เวลาในการทำความสะอาดเป็นเวลา 60 นาที

7) เมื่อครบ 60 นาที นำด้ายฝ้ายมาทำความสะอาด โดยนำมาซักด้วยน้ำสะอาดจนหมดฟอง แล้วนำไปผึ่งลมในที่ร่มให้แห้ง สำหรับเก็บไว้ใช้ในการย้อม

3.8.2 การเตรียมน้ำย้อม

1) ชั่งยอดอ่อนใบหูกวาง 1 กิโลกรัม นำมาฉีกเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปแช่ในน้ำ RO ปริมาตร 5 ลิตร เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

2) นำยอดอ่อนใบหูกวางที่แช่น้ำจากข้อ 1) ไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70–80 องศาเซลเซียส หรือต้มให้พอเดือด เป็นเวลา 60 นาที โดยคนน้ำย้อมอย่างสม่ำเสมอหรือคนทุกๆ 5 นาที และรักษาระดับน้ำให้คงที่

3) เมื่อครบ 60 นาที ให้นำน้ำย้อมไปกรอง เพื่อแยกกากกับน้ำย้อมออกจากกันด้วยผ้าขาวบาง โดยน้ำย้อมที่ได้จะต้องมีปริมาตร 5 ลิตรเหมือนตอนเริ่มต้น ถ้าหาก ปริมาตรน้ำย้อมไม่ถึง 5 ลิตร สามารถปรับปริมาตรด้วยน้ำ RO จนมีปริมาตรครบ 5 ลิตร จะได้น้ำย้อมจากยอดอ่อนใบหูกวาง

4) นำน้ำย้อมที่เตรียมเทใส่ขวดก้นกลมปริมาตร 500 มิลลิลิตร ไปปั่นแข็งแล้วแช่ตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ –40 องศา เป็นเวลา 1 คืน (ทำให้ครบทั้ง 5 ลิตร)

5) เมื่อครบ 1 คืน นำน้ำย้อมที่แช่แข็งเข้าเครื่อง Lyophilizer จะได้สารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวางที่ใช้สำหรับการย้อม

3.8.3 การย้อมสีโดยใช้มอร์แดนท์

2) การย้อมมอร์แดนท์พร้อมกับการย้อมสี

2.1) ชั่งน้ำหนักด้ายฝ้าย 25 กรัม (ที่ทำความสะอาดแล้ว) นำไปแช่น้ำสะอาดประมาณ 10 นาที

2.2) เตรียมมอร์แดนท์ที่เป็นสารจำพวกเกลือของโลหะ (อลูมิเนียมซัลเฟต) โดยชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วน ดังนี้

2.2.1) ความเข้มข้น 0.25% w/v ต้องใช้มอร์แดนท์ 0.625 กรัม

2.2.2) ความเข้มข้น 0.5% w/v ต้องใช้มอร์แดนท์ 1.25 กรัม

2.2.3) ความเข้มข้น 1.0% w/v ต้องใช้มอร์แดนท์ 2.5 กรัม

2.2.4) ความเข้มข้น 1.5% w/v ต้องใช้มอร์แดนท์ 3.75 กรัม

2.2.5) ความเข้มข้น 2.0% w/v ต้องใช้มอร์แดนท์ 5 กรัม

2.3) เตรียมน้ำ RO มา 250 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 600 มิลลิลิตร ให้ความร้อนจนอุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ประมาณ 70–80 องศาเซลเซียส ชั่งสารสกัดยอดอ่อนใบหูกวาง (จากข้อ 3.10.2) มา 2.5 กรัม จากนั้นใส่มอร์แดนท์ลงไปและคนจนละลาย นำด้ายฝ้ายจากข้อ 2.1) มาบิดให้หมาด แล้วนำลงไปย้อมเป็นเวลา 60 นาที ในระหว่างการย้อมควรรักษาอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ประมาณ 70–80 องศาเซลเซียส รักษาระดับน้ำให้คงที่ และทำการพลิกด้ายฝ้ายอย่างสม่ำเสมอหรือพลิกด้ายทุกๆ 5 นาที

2.4) เมื่อครบเวลานำด้ายฝ้ายขึ้นมาและบิดให้หมาด แล้วนำไปผึ่งลมในที่ร่มให้แห้ง

2.5) เมื่อด้ายฝ้ายแห้งแล้วทำการถ่ายภาพก่อนซักเพื่อเปรียบเทียบเฉดสี แล้วนำด้ายฝ้ายไปซักด้วยน้ำสะอาดจนไม่มีสีหลุดออกจากด้ายฝ้าย

2.7) นำด้ายฝ้ายจากข้อ 2.5) ไปผึ่งลมในที่ร่มให้แห้ง และทำการถ่ายภาพหลังซักเพื่อเปรียบเทียบเฉดสี

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัยและอภิปราย

4.1 การหาร้อยละของของแข็ง (Total solid)

ชั่งน้ำหนักขวดก้นกลมก่อนการทำแห้งแบบเยือกแข็ง และบันทึกน้ำหนัก จากนั้นนำสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางล 80 มิลลิลิตร เข้าสู่กระบวนการทำแห้งแบบเยือกแข็ง (Lyophilizer) จนน้ำระเหยออกจากสารตัวอย่างจนหมด แล้วนำขวดก้นกลมหลังการทำแห้งแบบเยือกแข็งมาชั่งน้ำหนัก และบันทึกผล ซึ่งนำมาหาร้อยละของของแข็ง จากสูตรคำนวณ ดังนี้

$$\text{สูตรหาร้อยละของของแข็ง} = \frac{\mathbf{m_{TS} \times V_{total} \times 100}}{\mathbf{m_0 \times V}}$$

โดย m_{TS} คือ น้ำหนักของสารแห้งหลังการทำแห้งแบบเยือกแข็ง

m_0 คือ น้ำหนักตัวอย่างของยอดอ่อนใบหูกวางที่ถูกสกัดด้วยวิธีการสกัดแทนนิน (กรัม)

V_{total}คือ ปริมาตรของสารสกัดยอดอ่อนใบหูกวางทั้งหมด (มิลลิลิตร)

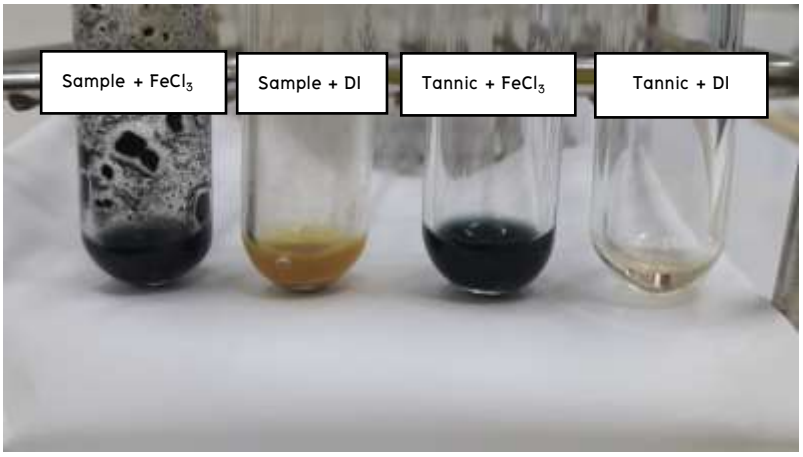
V คือ ปริมาตรของสารสกัดยอดอ่อนใบหูกวางที่ทำแห้งแบบเยือกแข็ง (มิลลิลิตร)

จากการคำนวณพบว่า สารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวางมีอนุภาคของของแข็งที่ผสมอยู่ในน้ำร้อยละ 27.6250

4.2 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

4.2.1 ผลการทดสอบแทนนิน

จากการทดสอบหาสารประกอบแทนนินของสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง โดยใช้ 1% w/v เฟอริกคลอไรด์ พบว่าในสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางปรากฏว่าเป็นสีดำ จึงสามารถสรุปได้ว่าสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางมีแทนนินเป็นองค์ประกอบ ดังแสดงในภาพ 6 และอธิบายผลดังตาราง 1



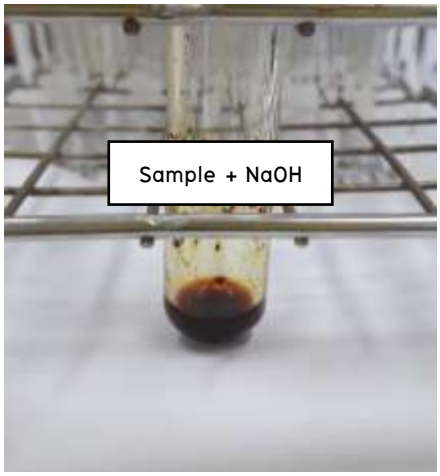
ภาพ 6 ผลการทดสอบหาสารประกอบแทนนินของสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง

ตาราง 1 ผลการทดสอบหาสารประกอบแทนนิน

สารที่ทดสอบ	ผลการทดสอบ
สารสกัดพืช + 1% w/v เฟอริกคลอไรด์	สีดำ
สารสกัดพืช + น้ำกลั่น	สีเหลืองเข้ม
กรดแทนนิก + 1% w/v เฟอริกคลอไรด์	สีน้ำเงินดำ
กรดแทนนิก + น้ำกลั่น	สีเหลืองอ่อน

4.2.2 ผลการทดสอบหาสารประกอบแอนทราควิโนนและฟลาโวนอยด์

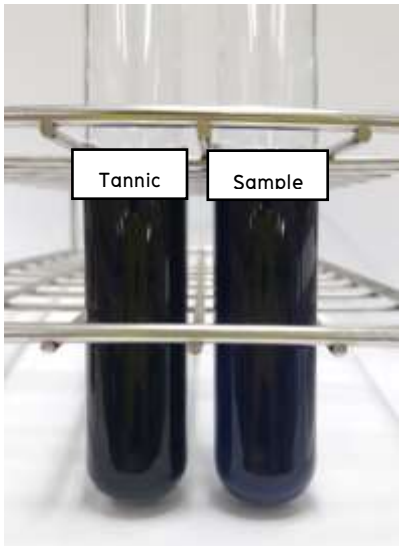
จากการทดสอบแอนทราควิโนนและฟลาโวนอยด์ของสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง โดยใช้ 5% w/v โซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางปรากฏว่าเป็นสีเหลืองเข้มปนส้ม จึงสามารถสรุปได้ว่าในสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางมีแอนทราควิโนน และฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบ ดังแสดงในภาพ 7



ภาพ 7 ผลการทดสอบหาสารประกอบแอนทราควิโนน และฟลาโวนอยด์ของสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง

4.2.3 ผลการทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกโดยใช้ฟอลิน–เดนนิส รีเอเจนต์

จากผลการทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง โดยใช้ฟอลิน–เดนิส รีเอเจนต์ พบว่าสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางปรากฏเป็นสีน้ำเงิน จึงสามารถสรุปได้ว่าสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางมีฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ ดังแสดงในภาพ 8 และอธิบายผลดังตาราง 2



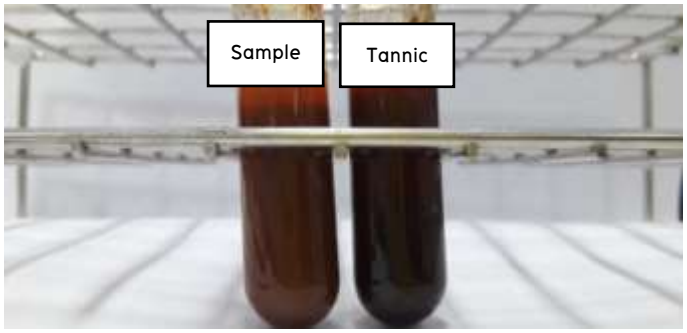
ภาพ 8 ผลการทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกโดยใช้ฟอลิน–เดนนิส รีเอเจนต์ ของสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง

ตาราง 2 ผลการทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกโดยใช้ฟอลิน–เดนนิส รีเอเจนต์

สารที่ทดสอบ	ผลการทดสอบโดยใช้ฟอลิน–เดนนิส รีเอเจนต์
กรดแทนนิก	ของเหลวสีน้ำเงินเข้มสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน
สารสกัดพืช	ของเหลวสีน้ำเงินสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

4.2.4 ผลการทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกโดยใช้โซเดียมทังสเตต

จากผลการทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง โดยใช้โซเดียมทังสเตต พบว่าสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางปรากฏเป็นสีส้มแดง สามารถสรุปได้ว่าในสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง มีฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ ดังแสดงในภาพ 9 และอธิบายผลดังตาราง 3



ภาพ 9 ผลการทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกโดยใช้โซเดียมทังสเตตของสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง

ตาราง 3 ผลการทดสอบหาสารประกอบฟีนอลิกโดยใช้โซเดียมทังสเตต

สารที่ทดสอบ	ผลการทดสอบโดยใช้โซเดียมทังสเตต
สารสกัดพืช	ของเหลวสีส้มแดงสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน
กรดแทนนิก	ของเหลวสีแดงเข้มปนส้มสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

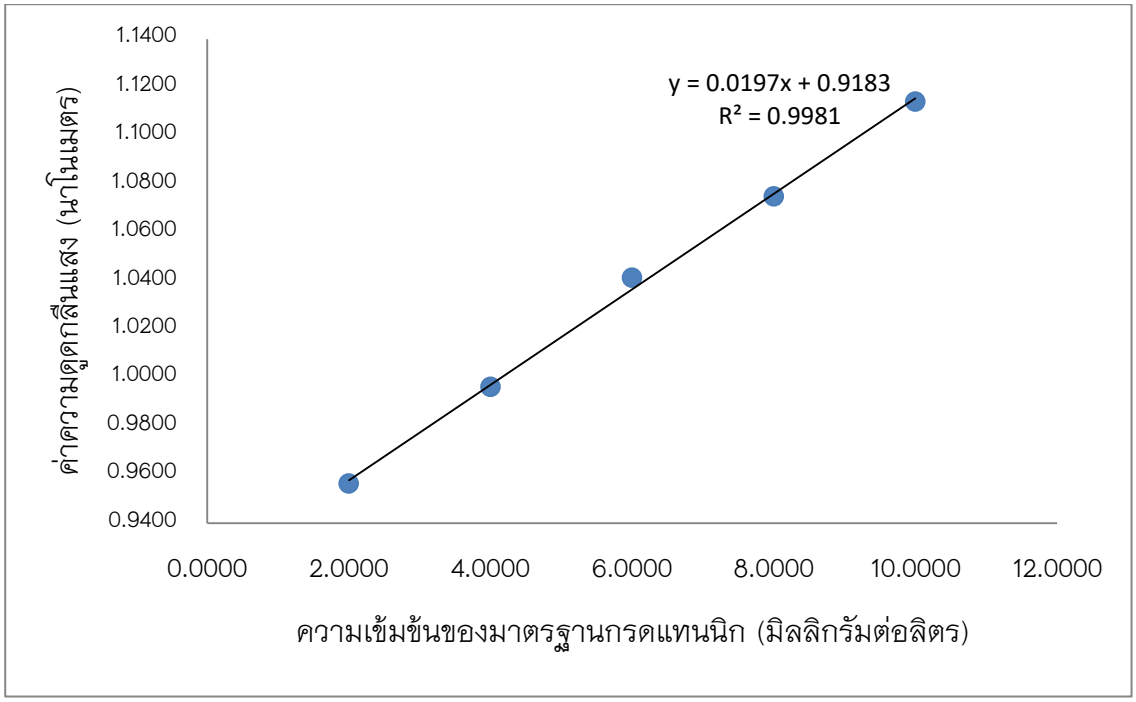
4.3 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

4.3.1 การหาปริมาณแทนนิน

การวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินของสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง ซึ่งใช้กรดแทนนิกเป็นสารมาตรฐาน นำไปวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 742 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวี–วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ จะได้ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงนำไปพล๊อตกราฟเพื่อคำนวณหาปริมาณแทนนิน

ตาราง 4 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐานกรดแทนนิกที่ความเข้มข้นต่างกันและสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง ที่ความยาวคลื่น 742 นาโนเมตร

ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสง				±SD
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
2.0000	0.9555	0.9562	0.9572	0.9563	0.0007
4.0000	1.0045	0.9940	0.9901	0.9962	0.0061
6.0000	1.0401	1.0424	1.0416	1.0414	0.0010
8.0000	1.0732	1.0742	1.0772	1.0749	0.0017
10.0000	1.1131	1.1141	1.1151	1.1141	0.0008
สารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง	1.5160	1.3893	1.4396	1.4483	0.0521



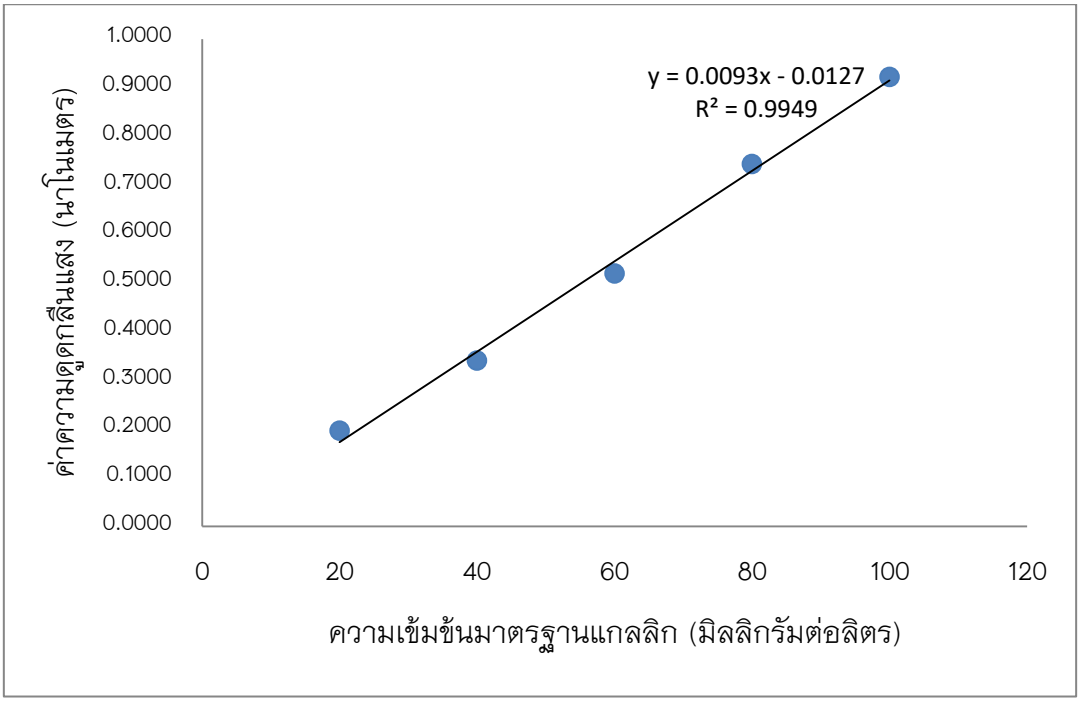
ภาพ 10 กราฟมาตรฐานกรดแทนนิกแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแทนนิกกับค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยรวม

4.3.2 การหาปริมาณฟีนอลิกรวมโดยวิธี Folin–Ciocalteu

การวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางในพื้นที่จังหวัดพะเยา วิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกรวมโดยวิธี Folin–Ciocolteu ซึ่งใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน นำไปวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยู–วี–วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ จะได้ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงนำไปพล๊อตกราฟเพื่อคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกรวม

ตาราง 5 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของมาตรฐานแกลลิกเฉลี่ย และสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางทำปฏิกิริยากับสารละลาย Folin–Ciocalteuที่ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร

ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าการดูดกลืน			ค่าดูดกลืนแสงเฉลี่ยรวม	± SD
	เฉลี่ย 1	เฉลี่ย 2	เฉลี่ย 3		
0	0.0246	0.0249	0.0247	0.0247	0.0001
20	0.2015	0.2005	0.1862	0.1960	0.0070
40	0.3495	0.3375	0.3331	0.3400	0.0069
60	0.5083	0.5236	0.5242	0.5187	0.0074
80	0.7432	0.7581	0.7292	0.7435	0.0118
100	0.9172	0.9242	0.9251	0.9221	0.0035
สารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง	0.4317	0.4218	0.4421	0.4319	0.0083



ภาพ 11 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแกลลิก กับค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยรวม

4.4 การหาสมบัติการเป็นสีย้อมจากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง

จากการทดสอบการย้อมด้วยผ้าฝ้ายด้วยสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง โดยการเปรียบเทียบการย้อมแบบใช้มอร์แดนท์ ซึ่งมีการย้อมแบบการย้อมมอร์แดนท์พร้อมกับการย้อมสี โดยในงานวิจัยนี้ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นมอร์แดนท์ให้ผลดังนี้

ตาราง 6 ผลการย้อมด้ายฝ้ายจากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางโดยใช้การย้อมแบบการย้อมมอร์แดนท์พร้อมกับการย้อมสี ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นมอร์แดนท์

มอร์แดนท์ %(w/v)	**ลักษณะของด้ายที่ย้อมได้ (ย้อมพร้อม)**	
	ก่อนซัก	**หลังซัก**
0.25% w/v		
0.5% w/v		
1.0% w/v		
1.5% w/v		
2.0% w/v		

4.5 การทดสอบการวัดสี

ตาราง 7 ผลการทดสอบการวัดสี ของสีที่ได้จากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางด้วยวิธีการย้อมพร้อม โดยใช้อลูมิเมียมซัลเฟตเป็นมอร์แดนท์

วิธีการย้อม	**ผลการวัดสี**						
	ความเข้มข้น (%w/v)	**ลักษณะของด้ายฝ้าย**	L^*	a^*	b^*	c^*	h^*
ย้อมพร้อม	0.25		68.79	0.48	41.33	41.34	89.33
	0.5		66.3	1.21	42.24	42.26	88.36
	1.0		69.08	0.01	41.54	41.54	89.99
	1.5		67.74	-0.2	40.83	40.83	90.29
	2		67.21	-0.88	39.31	39.32	91.29

ตาราง 8 ผลการทดสอบความคงทนต่อการซัก และความคงทนต่อแสง ของด้ายฝ้ายที่ผ่านการย้อมจากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง

ชนิดของมอร์แดนท์	วิธีการย้อม	ความเข้มข้น (%w/v)	การซีดของสี 40^0C	การติดสี						ค่า K/S ที่ 360 nm	ความคงทนของสีต่อแสง
				wo	arc	pol	nyl	cot	cel		
อลูมิเนียมซัลเฟต	ย้อมพร้อม	0.25	3	5	5	5	5	5	5	7.77	2
		0.5	3	5	5	5	5	5	5	7.85	2
		1.0	3/4	5	5	5	5	5	5	7.66	2
		1.5	3/4	5	5	5	5	5	5	9.53	2
		2	2/3	5	5	5	5	5	5	7.88	2

หมายเหตุ

wo = wool

acr = acrylic

pol = polyester

nyl = nylon

cot = cotton

cel = cellulose

ภาพ 12 แสดงผลการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง

จากตาราง 6-7 เป็นการเปรียบเทียบสีของด้ายฝ้ายก่อนซัก-หลังซัก และบอกค่าการวัดสีของด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางโดยการใช้มอร์แดนท์พร้อมกับการย้อมสี ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นมอร์แดนท์ พบว่าจะให้เฉดสีที่ใกล้เคียงกันมาก คือ สีเหลืองอ่อน ด้ายฝ้ายก่อนซักจะเป็นสีเหลืองอ่อน และเมื่อนำด้ายฝ้ายไปซักสีจะซีดลงจากเดิมเล็กน้อย

จากตางราง 8 เป็นผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก และความคงทนของสีต่อแสง จากการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักของด้ายฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง โดยใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นมอร์แดนท์หลายความเข้มข้นได้แก่ 0.25 0.5 1.0 1.5 และ 2 % w/v จากผลการทดสอบพบว่าด้ายฝ้ายที่ผ่านการย้อมจากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางที่ใช้มอร์แดนท์ 1.0 และ 1.5 % w/v ให้ผลของความคงทนต่อการซักอยู่ในระดับปานกลาง/ดี(3/4) แสดงถึงมีการซีดของเส้นด้าย การติดสีบนผ้าประเภทต่างๆ หลักการซักอยู่ในระดับ 5 (ดีมาก) หมายถึงการไม่มีสีติดบนผ้าขาวหลังการซัก

การทดสอบความคงทนของสีต่อแสงของด้ายฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นมอร์แดนท์ พบว่าการทดสอบอยู่ในระดับต่ำ (Pool)

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินการวิจัย

5.1 สรุปผลการศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณแทนนิน ปริมาณฟีนอลิกรวม และสมบัติการเป็นสีย้อมจากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง

จากผลการวิจัยพบว่าในสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางมีแทนนิน ฟีนอลิก แอน–ทราควิโนน และฟลาโวนอยด์ เป็นองค์ประกอบ เมื่อนำไปทดสอบหาปริมาณแทนนิน พบว่า ยอดอ่อนใบหูกวางมีปริมาณแทนนิน 1.3450 ร้อยละโดยน้ำหนักของสารสกัดหยาบ เมื่อนำสารสกัดหยาบไปทดสอบหาปริมาณฟีนอลิกรวม (Total phenolic content) พบว่า ยอดอ่อนใบหูกวางมีปริมาณฟีนอลิกรวม 4.5080 กรัม gallic acid equivalent(GAE) ต่อกรัมน้ำหนักของสารสกัดหยาบ เมื่อนำมาทดสอบสมบัติการเป็นสีย้อมของสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางพบว่า การย้อมสีจากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง โดยใช้มอร์แดนท์สีที่ย้อมได้ จะมีสีเข้มขึ้นและผ้าที่ย้อมได้มีเฉดสีเพิ่มมากขึ้น

การทดสอบสมบัติการเป็นสีย้อมจากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวางพบว่า การย้อมโดยใช้มอร์แดนท์เป็นสารส้มที่ความเข้มข้น 1.5 และ 1.0 % w/v โดยวิธีการย้อมพร้อมมีสีสวยและเป็นความต้องการของตลาด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1) การทำความสะอาดด้ายฝ้ายควรหมั่นพลิกด้ายฝ้ายอย่างสม่ำเสมอ เพื่อที่จะทำให้ไขมัน หรือสิ่งสกปรกที่ติดอยู่บนด้ายฝ้ายหลุดออกได้มากขึ้น

5.2.2) การย้อมด้ายฝ้ายควรพลิกด้ายฝ้ายอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ด้ายฝ้ายดูดซับสีได้ทั่วถึง และทำให้สีที่ย้อมได้มีความสม่ำเสมอกัน

5.2.3) ก่อนจะทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงในการทดลองแต่ละครั้ง ควรสแกนหาค่าความยาวคลื่นที่เหมาะสม (λ_{max}) ก่อนทำการทดลอง

5.2.4) เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาในแต่ละการทดลองจะไม่เท่ากัน ควรจะทำการทดลองเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมของการทำปฏิกิริยานั้นๆ ก่อน

บรรณานุกรม

{1} การศึกษาอิทธิพลของสารช่วยติดสีต่อเฉดสีของสีย้อมธรรมชาติสกัดจากใบหมี่บนเส้นใย-ไหมย้อมด้วยกระบวนการการย้อมแบบดูดซึม. สืบค้นเมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2563, จาก file:///C:/Users/HP-NB/Downloads/RMUTT-152412.pdf

[2] เพื่อพืชเกสรไทย ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ใบหูกวาง. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2563, จาก http://www.puechkaset.com / ต้นหูกวาง

[3] พืชเกษตรไทย. ฝ้าย ประโยชน์ สรรพคุณ และการปลูกด้าย. สืบค้นเมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2563,จากhttp://pvechkaset.com/%E0%B8%9D%E0%B9%E0%B8%B2%E0%A2

[4] Jutamas Pasalung. **การย้อมผ้าสีธรรมชาติ.** สืบค้นเมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://sites.google.com/site/jutamaspasalung/txy-xd/kar-yxm-pha-sithrrmchati

[5] อินทราภรณ์ เพ็ญจิตต์. **สารช่วยย้อม.** สืบค้นเมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://sites.google.com/site/intrapornspenjit/toryod/reuxng-na-ru-2

[6] พันธุ์ทิพย์ ทิมสุกใส. 2550. **การย้อมไหมจากใบหูกวางโดยใช้สารช่วยติดสี.** วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา สืบค้นเมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2563, https://dcms.thailis.or.th/dcms/dccheck.php?Int_code=4&RecId=312&obj_id=1253

[7] ศิริกลุ อัมพะวะสิริ, ขจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริและกุลขณิษฐ์ ราเชนบุณยวัทน์. 2554. **การซักของไหมที่ย้อมสีขั้นที่สองด้วยสีธรรมชาติ**. โครงงานคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สืบค้นเมื่อเมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2563

[8] เกษสุดา ภสวะดี, นริศรา สมตัวและสุดาพร ตังควานิช. 2555. **การย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อม ธรรมชาติจากใบและเปลือกต้นยางนา**. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ก.พ. 63

[9] สุณีย์ บุญกำเนิด. 2555. **พัฒนาการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีธรรมชาติจากเปลือกต้นเสม็ดแดงใบมน.** โครงงานวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ก.พ. 63

[10] แม้น อมรสิทธ์ และคณะ. (2554). **หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: ชวนพิมพ์

บรรณานุกรม (ต่อ)

[11] สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. วิธีการทดสอบสิ่งทอ เล่ม 3 ความคงทนต่อสีต่อการซักด้วยสบู่ หรือสบู่และโซดา. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2563, จาก http://www2.rid.go.th/research/vijais/moa/fulltext/TIS121_32552.pdf

[12] สุธิดา รัตนบุรี, วิลาวัลย์ มหาบุษราคัม. **องค์ประกอบทางเคมีจากกิ่งติ้วเกลี้ยง.** สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

[13] วันเซ็ง สิทธิกิจโยธิน. (2557). **การเตรียมแป้งพิมพ์ด้วยสารข้นจากเมล็ดพืชสำหรับการพิมพ์ผ้าไหมด้วยสีจากเปลือกมังคุด.** ชลบุรี: ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

[14] เยาวลักษณ์ โชติชัยธนากร. (2543). **การพัฒนากระบวนการย้อมสีธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว.** เชียงใหม่: ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาคผนวก ก

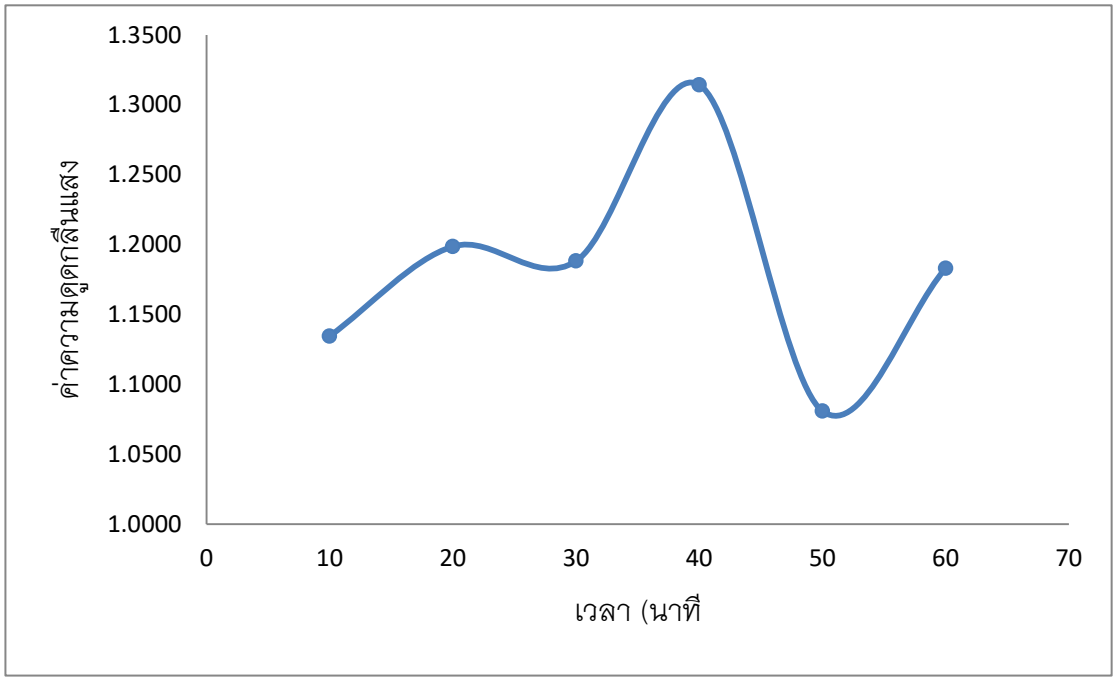
ผลการหาเวลาที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยา

1. ผลของเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาสำหรับหาปริมาณแทนนิน

การวิเคราะห์หาเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการทดสอบปฏิกิริยาสำหรับหาปริมาณแทนนิน โดยใช้สารละลายมาตรฐานกรดแทนนิกหนึ่งความเข้มข้น วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 742 นาโน-เมตร และแต่ละช่วงของเวลาตั้งแต่เวลาที่ 10 20 30 40 50 และ 60 นาที จากนั้นนำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยกับเวลา จุดสูงสุดของกราฟคือตำแหน่งของเวลาที่เหมาะสมของปฏิกิริยา

ตาราง ก-1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าการดูดกลืมแสงของสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิกที่ความยาวคลื่น 742 นาโนเมตร

เวลา(นาที)	ค่าการดูดกลืนแสง			ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย	±SD
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
10	1.2227	1.0388	1.1419	1.1345	0.0753
20	1.1797	1.2590	1.1572	1.1986	0.0437
30	1.2617	1.2678	1.0350	1.1882	0.1083
40	1.2961	1.2857	1.3608	1.3142	0.0332
50	1.1214	1.0868	1.0343	1.0808	0.0358
60	1.1465	1.2320	1.1708	1.1831	0.0359



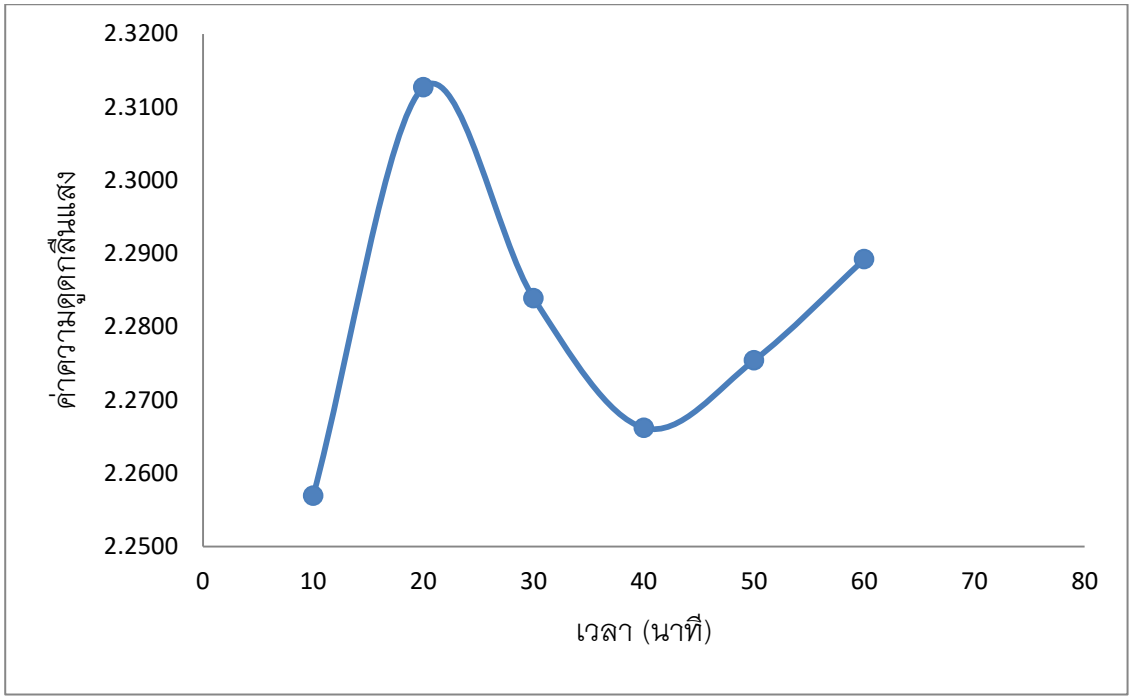
ภาพ ก–1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิก ที่ความยาวคลื่น 742 นาโนเมตร

2. ผลของเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาสำหรับปริมาณฟีนอลิกรวม

การวิเคราะห์หาเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการทดสอบปฏิกิริยาสำหรับหาปริมาณฟีนอ-ลิกรวม โดยใช้สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกหนึ่งความเข้มข้น วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 762 นาโนเมตร และแต่ละช่วงของเวลาตั้งแต่เวลาที่ 10 20 30 40 50 และ 60 นาที จากนั้นนำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยกับเวลา จุดสูงสุดของกราฟคือตำแหน่งของเวลาที่เหมาะสมของปฏิกิริยา

ตาราง ก-2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร

เวลา(นาที)	ค่าการดูดกลืนแสง			ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย	±SD
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
10	2.2828	2.2561	2.2319	2.2569	0.0208
20	2.3463	2.3070	2.2849	2.3127	0.0254
30	2.2833	2.2929	2.2756	2.2839	0.0071
40	2.2766	2.2581	2.2641	2.2662	0.0077
50	2.2846	2.2748	2.2669	2.2754	0.0073
60	2.2983	2.2782	2.2912	2.2892	0.0083



ภาพ ก–2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานกรด–แกลลิก ที่ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร

ภาคผนวก ข
วิธีการคำนวณ

1. การหาร้อยละของของแข็งจากสารสกัดหยาบของยอดอ่อนใบหูกวาง

น้ำหนักขวดก้นกลมก่อนทำการเยือกแข็ง 167.0700 กรัม

น้ำหนักขวดก้นกลมหลังทำการเยือกแข็ง 171.4900 กรัม

จากสูตรหาร้อยละของของแข็ง = $$\frac{m_{TS} \times V_{total} \times 100}{m_0 \times V}$$

โดย m_{TS} คือ น้ำหนักของสารแห้งหลังการทำแห้งแบบเยือกแข็ง เท่ากับ 4.42 กรัม

m_0 คือ น้ำหนักของยอดอ่อนใบหูกวางที่ถูกสกัดด้วยวิธีการสกัดแทนนิน เท่ากับ 1,000 กรัม

V_{total} คือ ปริมาตรของสารสกัดยอดอ่อนใบหูกวางทั้งหมด เท่ากับ 5,000 มิลลิลิตร

V คือ ปริมาตรของสารสกัดยอดอ่อนใบหูกวางที่ทำแห้งแบบเยือกแข็ง เท่ากับ 80 มิลลิลิตร

แทนค่า ร้อยละของของแข็ง = $$\frac{4.42 \times 5{,}000 \times 100}{1{,}000 \times 80}$$

= 27.6250

ดังนั้น แสดงว่าในยอดอ่อนใบหูกวางมีร้อยละของของแข็ง เท่ากับ 27.6250

2. การหาปริมาณแทนนิน

ยอดอ่อนใบหูกวาง 1000 กรัม ได้สารสกัด 50 กรัม

ชั่งมา 0.0100 กรัม เตรียมเป็น 100 มิลลิลิตร

จากกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของกรดแทนนิน กับค่าการดูดกลืนแสงจะได้สมการเส้นตรง y = 0.0197x + 0.9183

ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดจากยอดอ่อนใบหูกวาง เท่ากับ 1.4483

แทนค่า y เท่ากับ 1.4483

จะได้ 1.4483 = 0.0197x + 0.9183

$$X = \frac{\mathbf{1.4483 - 0.9183}}{\mathbf{0.0197}}$$

= 26.9035 มิลลิกรัมต่อลิตร

ถ้าสารสกัด 1 มิลลิลิตร มีปริมาณแทนนิน $= \frac{\mathbf{1\ ml \times 26.9035\ mg}}{\mathbf{1000\ ml}}$

= 0.0269 มิลลิกรัม

ถ้าสารสกัด 100 มิลลิลิตร มีปริมาณแทนนิน $= \frac{\mathbf{100\ ml \times 0.0269\ mg}}{\mathbf{1\ ml}}$

= 2.69 มิลลิกรัม

ดังนั้นสารสกัดยอดอ่อนใบหูกวางชั่งมา 0.0100 กรัม มีปริมาณแทนนิน 2.69 มิลลิกรัม ถ้าสารสกัดยอดอ่อนใบหูกวางทั้งหมด 50 กรัม มีปริมาณแทนนิน

$$= \frac{\mathbf{50\ g \times 2.69\ mg}}{\mathbf{0.0100\ g}}$$

= 13450 มิลลิกรัม

เนื่องจากได้สารสกัดยอดอ่อนใบหูกวางทั้งหมด 50 กรัม สกัดจากยอดอ่อนใบหูกวาง 1000 กรัม

ดังนั้น ใบหูกวาง 1000 กรัม มีปริมาณแทนนิน 13.4500 กรัม

ถ้าใบหูกวาง 100 กรัม มีปริมาณแทนนิน $= \frac{\mathbf{100\ g \times 13.4500\ mg}}{\mathbf{1000\ g}}$

= 1.345 มิลลิกรัม

ดังนั้น แสดงว่ายอดอ่อนใบหูกวางมีปริมาณแทนนินคิดเป็น 1.345 ร้อยละโดยน้ำหนักของสารสกัดหยาบ

3. การหาปริมาณฟีนอลิกรวม

ยอดอ่อนใบหูกวาง 1000 กรัม ได้สารสกัด 50 กรัม

ชั่งมา 0.0001 กรัม เตรียมเป็น 10 มิลลิลิตร

จากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแกลลิก กับค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยรวม จะได้สมการเส้นตรง

$y = 0.0093x - 0.0127$

ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดใบหูกวาง เท่ากับ 0.4319

แทนค่า ค่า y เท่ากับ 0.4319

จะได้ $0.4319 = 0.0093x + 0.0127$

$$X = \frac{\mathbf{0.4319 - 0.0127}}{\mathbf{0.0093}}$$

= 45.0753 มิลลิกรัมต่อลิตร

สารละลาย 1,000 มิลลิลิตร มีปริมาณฟีนอลิกรวม 45.0753 มิลลิกรัม

ถ้าสารสกัด 0.2000 มิลลิลิตร มีปริมาณฟีนอลิกรวม $= \frac{\mathbf{0.2000 \times 45.0753}}{\mathbf{1000}}$

$= 9.0151 \times 10^{-3}$ มิลลิกรัม

สารละลาย 0.2000 มิลลิลิตร มีปริมาณฟีนอลิกรวม 9.0151×10^{-3} มิลลิกรัม

ถ้าสารละลาย 10 มิลลิลิตร มีปริมาณฟีนอลิกรวม $= \frac{\mathbf{10 \times 9.0151 \times 10^{-3}}}{\mathbf{0.2000}}$

= 0.4508 มิลลิกรัม

สารสกัดหยาบใบหูกวาง 0.0001 กรัม มีปริมาณฟีนอลิกรวม 4.5080×10^{-4} กรัม

ถ้าสารสกัดหยาบ 50 กรัม มีปริมาณฟีนอลิกรวม $= \frac{\mathbf{50 \times 4.5080\ x\ 10^{-4}}}{\mathbf{0.0001}}$

= 225.4 กรัม

ถ้าน้ำหนักสารสกัดหยาบใบหูกวาง 1 กรัม มีปริมาณฟีนอลิกรวม $= \frac{\mathbf{1 \times 225.4}}{\mathbf{50}}$

= 4.5080 กรัม

ดังนั้น แสดงว่าในยอดอ่อนใบหูกวางมีปริมาณฟีนอลิกรวมเป็น 4.5080 กรัม Gallic Acid Equivalents ต่อน้ำหนักของสารสกัดหยาบ

5. อัตราส่วนการทำความสะอาดด้ายฝ้าย การย้อม และการใช้มอร์แดนท์

อัตราส่วน ผ้า : น้ำ : วัตถุดิบ เท่ากับ 1 : 10 : 1

น้ำหนักผ้าที่ใช้ เท่ากับ 25 กรัม

น้ำหนักวัตถุดิบที่ใช้ เท่ากับ 25 กรัม

ปริมาณน้ำที่ใช้ เท่ากับ 250 มิลลิลิตร

อัตราส่วน ผ้า : น้ำ : สบู่ลาย : โซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 50 : 500 : 5 : 8

- คำนวณปริมาณน้ำ

จากน้ำหนักผ้า 50 กรัม ใช้น้ำ = 500 มิลลิลิตร

ถ้าน้ำหนักผ้า 25 กรัม จะใช้น้ำ = $\frac{\mathbf{25}\ \text{กรัม}\ \mathbf{x}\ \mathbf{500}\ \text{มิลลิลิตร}}{\mathbf{50}\ \text{กรัม}}$

= 250 มิลลิลิตร

- คำนวณปริมาณสบู่ลาย

จากน้ำหนักผ้า 50 กรัม ใช้สบู่ลาย = 5 กรัม

ถ้าน้ำหนักผ้า 25 กรัม จะใช้สบู่ลาย = $\frac{\mathbf{5}\ \text{กรัม}\ \mathbf{x}\ \mathbf{25}\ \text{กรัม}}{\mathbf{50}\ \text{กรัม}}$

= 2.5 กรัม

- คำนวณปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

จากน้ำหนักผ้า 50 กรัม ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ = 8 กรัม

ถ้าน้ำหนักผ้า 25 กรัม จะใช้โซเดียมไฮตรอกไซด์ = $\frac{\mathbf{8}\ \text{กรัม}\ \mathbf{x}\ \mathbf{50}\ \text{กรัม}}{\mathbf{50}\ \text{กรัม}}$

= 4 กรัม

- คำนวณปริมาณมอร์แดนท์

กำหนดให้ใช้ปริมาณมอร์แดนท์ เป็น 0.25, 0.5, 1, 1.5, 2 % w/v

จากปริมาตรน้ำ 100 มิลลิลิตร จะใช้ปริมาณมอร์แดนท์ = 0.25 กรัม

ถ้าปริมาตรน้ำ 250 มิลลิลิตร จะใช้ปริมาณมอร์แดนท์ $= \frac{\mathbf{250}\ \text{มิลลิลิตร}\ \mathbf{x}\ \mathbf{0.25}\ \text{กรัม}}{\mathbf{100}\ \text{มิลลิลิตร}}$

$=$ 0.625 กรัม

จะได้ว่าถ้าความบริสุทธิ์ของมอร์แดนท์ 100% จะใช้ปริมาณมอร์แดนท์เท่ากับ 0.62กรัม

- ปริมาณมอร์แดนท์เป็น 0.5 % wlv

จะได้ว่าถ้าความบริสุทธิ์ของมอร์แดนท์ 100% จะใช้ปริมาณมอร์แดนท์เท่ากับ 1.25กรัม

- ปริมาณมอร์แดนท์เป็น 1.00 % wlv

จะได้ว่าถ้าความบริสุทธิ์ของมอร์แดนท์ 100% จะใช้ปริมาณมอร์แดนท์เท่ากับ 2.5 กรัม

- ปริมาณมอร์แดนท์เป็น 1.50 % wlv

จะได้ว่าถ้าความบริสุทธิ์ของมอร์แดนท์ 100% จะใช้ปริมาณมอร์แดนท์เท่ากับ 3.75 กรัม

- ปริมาณมอร์แดนท์เป็น 2.00 % wlv

จะได้ว่าถ้าความบริสุทธิ์ของมอร์แดนท์ 100% จะใช้ปริมาณมอร์แดนท์เท่ากับ 5 กรัม

ภาคผนวก ค

เครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

1.หลักการ[10]

เครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS spectrophotometer) เป็นเครื่องมือสำหรับวัดค่าการดูดกลืนแสง หรือรังสีที่อยู่ในช่วงอัลตราไวโอเลตและวิซิเบิล ซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 190-800 นาโนเมตร (nm) ของสารเคมี โดยส่วนใหญ่ได้แก่สารอินทรีย์ (Orgonic compound) หรือสารประกอบเชิงซ้อน (Complex compound) หรือสารอนินทรีย์ (Inorganic compound) ทั้งที่มีสีและไม่มีสี สมบัติของสารดังกล่าวนี้ได้นำมาใช้วิเคราะห์ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณอย่างกว้างขวาง เพราะวิธีนี้ให้ความเที่ยงและความแม่นดี และมีสภาพไว (Sensitivity) สูง

2.ส่วนประกอบของเครื่องยูวี - วิซิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

2.1 ต้นกำเนิดแสง (Light Source)

2.2 โมโนโครเมเตอร์ (Monochromator)

2.3 ส่วนที่วางสารตัวอย่างเพื่อวัด (Cell Comportment)

2.4 เครื่องวัดแสง (Radiation Detector)

2.5 เครื่องขยาย/แยกสัญญาณและประมวลผล (Signal processors and data read out)

3. ขั้นตอนต่าง ๆ ของการวิเคราะห์โดยใช้ UV-VIS spectrophotometer

ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์สารตัวอย่างทั้งทางคุณภาพและปริมาณวิเคราะห์ ควรจะได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่าง ๆ เสียก่อนที่สำคัญคือ

3.1 ศึกษาการเตรียมสารละลายตัวอย่าง โดยเลือกตัวทำละลายให้เหมาะสม นั่นคือตัวทำละลายจะต้องไม่มีการดูดกลืนแสงในช่วงเดียวกับสารตัวอย่าง โมเลกุลไม่ควรมี conjugated system ในตาราง ค-1 เป็นตัวอย่างของตัวทำละลายที่ใช้เสมอ ใน UV-VIS spectroscopy และค่าความยาวคลื่นที่ต่ำที่สุดที่ใช้ได้ (Cut-off points)

ตาราง ค–1 แสดงค่าความยาวคลื่นต่ำสุดที่ใช้ได้ (Cut–off points) ของตัวทำละลายแต่ละชนิด

ตัวทำละลาย	Cut–off Points (นาโนเมตร)
Water	190
Isopropyl alcohol	210
Acetronitrile	190
Cyclohexane	210
Methanol	210
Chrofrom	250
Ethanol	210
1,4 Dioxane	220
n–Hexane	220

3.2 เลือกใช้สภาวะของเครื่องมือให้ถูกต้อง นั่นคือ หลอดกำเนิดแสง (light sources)ที่จะใช้อาจเป็น Tungsten lamp หรือ UV–lamp หรือ Deuterium lamp ตลอดจนการเลือกใช้สลิทให้ถูกต้องด้วย

3.3 ศึกษาสเปกตรัมการดูดกลืนแสงโดยสแกน (scan) ค่าการดูดกลืนแสงกับความยาวคลื่นจากสเปกตรัม จะทำให้เราทราบว่าควรเลือก λ_{max} ที่ความยาวคลื่นเท่าใด

3.4 ตัวแปรต่าง ๆ ที่จะทำให้ค่าการดูดกลืนแสงเปลี่ยนแปลงได้

3.4.1) ตัวทำละลาย

3.4.2) pH ของสารละลายซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวิเคราะห์

สารอนินทรีย์ ซึ่งอยู่ในช่วงวิสิบิล หรือใช้วิธีทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสี ซึ่งจำเป็นต้องควบคุม pH โดยใช้บัฟเฟอร์หรืออาจใช้วิธีวัดที่ Isobestic point หรือ Isoabsorptive point ซึ่งเป็นยาวคลื่นที่ค่าการดูดกลืนแสงคงที่เมื่อสารละลายมี pH ต่างกัน

3.4.3) ตัวรบกวน (interferences) มีหรือไม่ ถ้ามีต้องหาวิธีการแก้ไขหรือทางกำจัดให้หมดไปเสียก่อนจึงวัดค่าการดูดกลืนแสงไต้มิฉะนั้นจะได้ผลไม่ถูกต้อง

3.5 ในกรณีที่ใช้วิธีทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อน ควรจะศึกษาความเสถียรของสารประกอบเชิงซ้อนเสียก่อน ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการทำให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ผลการเติมสารละลายที่มากเกินพอ เป็นต้น

4. การวิเคราะห์หาปริมาณของสารด้วยการใช้เทคนิคทางยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

ในกรณีสารตัวอย่างมีสารที่จะวิเคราะห์เพียงสารเดียว อาจใช้วิธีทำกราฟมาตรฐานโดยเตรียมสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่าง กัน แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ λ_{max} โดยเทียบกับ Blank นำผลที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้น จะได้กราฟเป็นเส้นตรง เมื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างได้ ก็จะหาปริมาณของสารที่จะวิเคราะห์ได้โดยอ่านจากกรามาตรฐานและลักษณะของสเปกตรัม ในปัจจุบันนี้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ มักจะมีไมโครโปรเซสเซอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ประกอบอยู่ด้วย ใช้ทั้งในการควบคุม เก็บข้อมูล คำนวณผล และรายงานผล ทำให้สะดวกต่อนักวิเคราะห์ขึ้นอย่างมาก

ภาคผนวก ง

องค์ประกอบทางเคมีของสีย้อมธรรมชาติ

1.แทนนิน (Tannin)[11]

แทนนิน (tannin) เป็นสารที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมไม้อัด ไม้แปรรูป ที่นิยมนำมาใช้มากสำหรับการผลิตกาวสำหรับเกาะยึดไม้ รวมถึงมีการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ อย่างกว้างขวาง อาทิ อุตสาหกรรมฟอกหนัง อาหาร ยา และอื่นๆ

แทนนิน ถูกค้นพบครั้งแรกเมื่อ ค.ศ. 1796 เรียกว่า tannare ที่มาจากภาษาลาตินแปลว่า เปลือกต้นโอ๊ค เป็นสารประกอบจำพวกโพลีฟีนอล (polyphenol) ที่ละลายได้ในน้ำ และแอลกอฮอล์ ให้สีเหลืองหรือสีน้ำตาล มีน้ำหนักโมเลกุล 500–3000 ดาลตัน มีโครงสร้างที่สลับ ซับซ้อน และแตกต่างกันในแต่ละชนิดพืช แทนนินทั่วไปจะมีสีเหลืองหรือน้ำตาล มีรสขมฝาด พบได้ในพืชทุกชนิดในส่วนของเปลือก ใบ ผล ซึ่งพบปริมาณมากในเปลือกไม้

คุณสมบัติทางกาย และเคมี

– แทนนินส่วนมากไม่สามารถตกผลึกได้ แต่สามารถตกตะกอนได้กับสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต กรดโครมิค

–มีรสฝาด

– จับตัวกับโปรตีนของหนังสัตว์ได้ดี

– สามารถละลายได้ดีในน้ำ แอลกอฮอล์ อะซิโตน ไม่ละลายในอีเทอร์ คลอโรฟอร์ม

– ทำปฏิกิริยากับเกลือของเหล็กได้สารประกอบสีน้ำเงินหรือสีเขียว

– ในสารละลายที่มีคุณสมบัติเป็นด่างแทนนินจะดูดซับออกซิเจนเปลี่ยนสารละลายเป็นสีคล้ำขึ้น

– ทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมเฟอริดไซยาไนด์ และแอมโมเนียเปลี่ยนเป็นสีแดงเข้ม

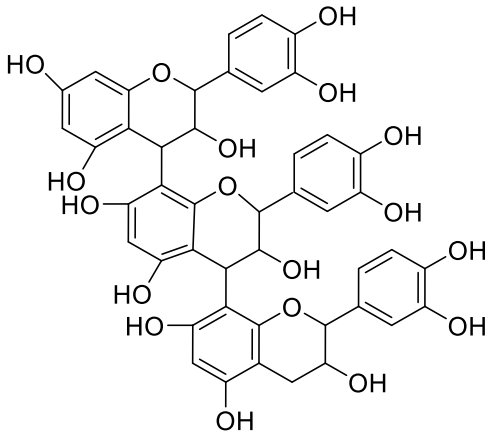
ชนิดของแทนนิน

1. ไฮโดรไลเซเบอ แทนนิน (Hydrolyzable tannins) เป็นชนิดของแทนนินที่ประกอบด้วยโครงสร้างของสาร 2 กลุ่ม คือ ส่วนที่เป็นน้ำตาล ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส และสารประกอบโพลี–ออล ส่วนที่เป็นกรดฟีนอลิก ได้แก่ กรดแกลลิก กรดเฮกซะไฮดรอกซิลไดฟีนิก อนุพันธ์ของ HHDP ทั้งนี้องค์ประกอบส่วนใหญ่จะพบส่วนกรดฟีนอลมากกว่าน้ำตาล แบ่งออกเป็นชนิดย่อยได้ 2 ชนิด คือ

– แกลโลแทนนิน (Gallotannins) เป็นสารที่ประกอบด้วยกรดแกลลิกเชื่อมต่อกับน้ำตาลด้วยพันธะเอสเทอร์ เมื่อสลายตัวจะได้กรดแกลลิก และน้ำตาลกลูโดส พบในพืช ได้แก่ โกศน้ำเต้า กานพลู กุหลาบแดง และเหลือก

– แอลลาจิกแทนนิน (Ellagitannins) เป็นชนิดที่ประกอบตัวยโครงสร้างของกรดเฮกซะไฮดรอคซิไดฟีนิก (Hexahydroxydiphenic acid) เช่น กรดซิบิวลิก และกรดไฮโดรเฮกซะไฮดรอกซิไดฟินิกที่รวมอยู่กับน้ำตาลแอลลาจิกแทนนิน เมื่อสลายตัวจะได้กรดเฮกซะไฮดรอกซิไดพี่นิก และเกิดปฏิกิริยาที่ได้กรดแอลลาจิกตามมา พบได้ในพืช เช่น ผลทับทิม ผลสมอไทยต้นโอ๊ค ต้นยูคาลิปตัส เป็นต้น

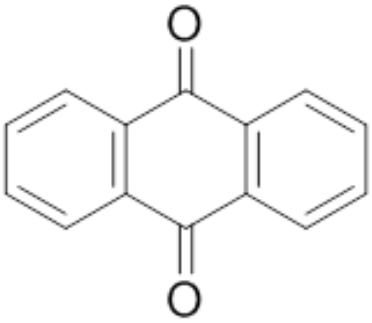
2. คอนเดนเซด แทนนิน (Condensed tannins) เป็นสารประกอบโพลีฟีนอล(polyphenol) ที่มีความซับซ้อน มีสภาพความคงตัวสูง สลายตัวด้วยน้ำยากกว่าชนิดไฮโดรไลซเบอ แทนนิน พบได้ในกลุ่มพืช อบเชย ชินโคนา หลิว โอ๊ค โกโก้ และใบชา



ภาพ ง–1 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของแทนนิน

2.แอนทราควิโนนน (Anthraquinone)

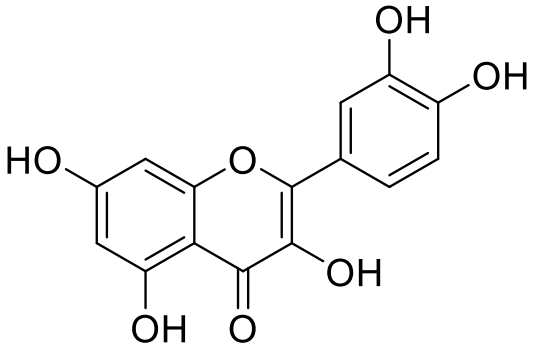
เป็นสารกลุ่มที่มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นวงแหวน 3 วง เรียงต่อกัน ให้สีได้ตั้งแต่สีแดงถึงสีส้ม แต่อาจพบในสีเหลือง และน้ำตาล สำหรับแอนทราควิโนเกือบทุกชนิดมีฤทธิ์เป็นยาระบาย พบในพืชสมุนไพรหลายชนิด นอกจากนี้ยังใช้เป็นตัวเร่งในอุตสาหกรรมกระดาษ และใช้เป็นสีย้อม ตัวอย่างของสารในกลุ่มแอนทราควิโนน เช่น Laccaic acid จากครั่ง และ Alizarin จากแก่นของต้นยอ



ภาพ ง-2 โครงสร้างโมเลกุลของแอนทราควิโนน

3.ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid)

เป็นสารให้สีที่นิยมใช้เป็นสีย้อมมาก ในธรรมชาติจะอยู่ในรูปของ Aglycone อิสระ หรือจับกับน้ำตาลเป็น Glycoside มีสีเหลืองถึงสีส้มเหลือง ประกอบด้วยสูตรโครงสร้างพื้นฐานของฟลาโวล และฟลาเวน ตัวอย่างของสารฟลาโวนอยด์ได้แก่ มอริน



ภาพ ง-3 โครงสร้างโมเลกุลของฟลาโวนอยด์

ภาคผนวก จ

การทดสอบความคงทนของสีย้อม

ผลิตภัณฑ์ด้ายฝ้ายที่ผ่านการย้อมสีมาแล้ว จะต้องนำมาทดสอบความคงทนของสีย้อม เพื่อศึกษาดูคุณภาพของสีย้อมที่ได้ การทดสอบคุณภาพสีย้อมมีหลายแบบจะทดสอบคุณภาพสีแบบใดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่จะนำเอาผลิตภัณฑ์นั้นไปใช้งาน โดยส่วนมากมักจะจะนำมาทดสอบความคงทนต่อการซัก ความคงทนต่อการขัดถู และความคงทนต่อแสง

1. ความคงทนต่อการซัก (Color fastness to washing)[12]

วิธีการทดสอบความคงทนต่อการซักในขั้นตอนแรกนั้น ตัดผ้าตัวอย่างให้ได้ขนาดประมาณ 10×4 เซนติเมตร แล้วเย็บประกบกับผ้ามาตรฐาน (ผ้ามาตรฐานที่ใช้จะมีหลายชนิดขึ้นกับอุณหภูมิที่ต้องการทดสอบ) แล้วนำไปซักในเครื่องซักผ้าที่สามารถตั้งอุณหภูมิ และโปรแกรมการซักได้ เช่น ที่อุณหภูมิ 40 60 และ 90 องศาเซลเซียส จากนั้นตากผ้าตัวอย่างให้แห้งแล้วจึงนำผ้าตัวอย่างออกจากผ้ามาตรฐาน นำผ้ามาตรฐานไปอ่านค่าการเปื้อนติดสีบนผ้าขาวด้วยแผ่นเทียบสีมาตรฐาน ส่วนตัวอย่างนำไปเปรียบเทียบดูการซีดจางของสีด้วยแผ่นเทียบสีมาตรฐาน

ระดับคุณภาพของ ความคงทนต่อการซักประเภทการเปื้อนติดสี และประเภทการเปลี่ยนแปลงสีจะอยู่ในช่วง 1 ถึง 5 โดยมีการแปลผลในแต่ละระดับ ดังนี้

ระดับ 5 ดีมาก แสดงถึงไม่มีการซีดของสีเส้นด้ายหลังการซัก หรือไม่มีสีติดบนผ้าขาวหลังการซัก

ระดับ 4/5 ดี/ดีมาก แสดงถึงมีการซีดของสีเส้นด้าย หรือมีสีติดบนผ้าขาวหลังการซักอยู่ในช่วง 4–5

ระดับ 4 ดี แสดงถึงมีการซีดของสี่เส้นด้าย หรือมีสีติดบนผ้าขาวหลังการซักเล็กน้อย

ระดับ 3/4 ปานกลาง/ดี แสดงถึงมีการซีดของสีเส้นด้าย หรือมีสีติดบนผ้าขาวหลังการซักอยู่ในช่วง 3–4

ระดับ 3 ปานกลาง แสดงถึงมีการซีดของสีเส้นด้าย หรือมีสีติดบนผ้าขาวหลังการซักปานกลาง

ระดับ 2/3 พอใช้/ปานกลาง แสดงถึงมีการซีดของสีเส้นด้าย หรือมีสีติดบนผ้าขาวหลังการซักอยู่ในช่วง 2–3

ระดับ 2 พอใช้ แสดงถึงมีการซีดของสีเส้นด้าย หรือมีสีติดบนผ้าขาวหลังการซักมากขึ้น

ระดับ 1/2 ใช้ไม่ได้ /พอใช้ แสดงถึงมีการซีดของสีเส้นด้าย หรือมีสีติดบนผ้าขาวหลังการซักอยู่ในช่วง 1–2

ระดับ 1 ใช้ไม่ได้ แสดงถึงมีการซีดของสีเส้นด้าย หรือมีสีติดบนผ้าขาวหลังการซักมาก

2. ความคงทนต่อการขัดถู (Rubbing fastness)[13]

ในกรณีที่สวมใส่เสื้อผ้าสองชั้นหากเสื้อตัวในเป็นสีขาวเสื้อตัวนอกเป็นสีดำ หากมีการขัดถู หรือเสียดสีกัน เสื้อตัวนอกและเสื้อตัวในจะเกิดการกินกัน หรือการติดสีนั่นเอง ซึ่งเหตุการณ์แบบนี้จะเกิดขึ้นในกรณีที่ผ้าที่ผ่านการย้อมมีความคงทนต่อการขัดถูไม่ดี ในการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูจะใช้เครื่อง Crock meter หลักการคือ นำผ้าขาวที่ไม่มีแป้งหุ้มมาขัดถูกับผ้าตัวอย่างบนเครื่องตามระยะเวลาที่กำหนด แล้วอ่านค่าการเปื้อนติดสีบนผ้าขาวที่ทดสอบโดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐาน

วิธีการทดสอบนั้นจะต้องนำผ้าขาวขนาดประมาณ 3x3 เซนติเมตร หุ้มไว้ที่แท่งขัดถู จัดให้ส่วนกลางของผ้าอยู่ตรงแท่งขัดถูพอดี แล้วนำผ้าตัวอย่างวางบนฐานของตัวเครื่อง จัดผ้าให้แนบสนิท แล้วหมุนเครื่องไปมาประมาณ 10 รอบ หากความคงทนของสีไม่ดีจะหลุดเปื้อนติดบนผ้าขาวเป็นรอยวงกลม การทดสอบวิธีนี้ทาทั้งในสภาพเปียกและสภาพแห้ง

3. ความคงทนของสีย้อมต่อแสง (Light fastness)

วิธีการทดสอบความคงทนของสีต่อแสง เป็นการทดสอบที่ดูการซีดจางของสีย้อมบนผ้าตัวอย่างเมื่อโดนแสง โดยวิธีการทดสอบจะนำผ้าตัวอย่างมาอาบแสงพร้อมกับผ้ามาตรฐาน (มีระดับอยู่ที่ 1–8) และทาการปิดเป็นชั้นๆ เมื่อเวลาผ่านไปค่อยสังเกตดูผ้าตัวอย่างว่าสีเปลี่ยนหรือไม่

ระดับคุณภาพของความคงทนสีย้อมต่อแสงโดยทั่วไปจะมีค่าความคงทนต่อแสงอยู่ในช่วงระดับ 1-8 ดังนี้

ระดับที่ 1 ต่ำมาก (Very pool)

ระดับที่ 2 ต่ำ (Pool)

ระดับที่ 3 พอใช้ (Moderate)

ระดับที่ 4 ดีพอใช่ (Fairly good)

ระดับที่ 5 ดี (Good)

ระดับที่ 6 ดีมาก (Very good)

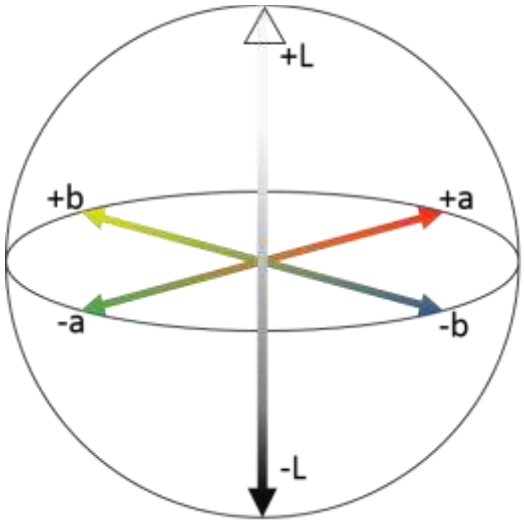
ระดับที่ 7 ดีเยี่ยม (Excellent)

ระดับที่ 8 ดีเลิศ (Outstanding)

ภาพ จ-1 แสดงตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ทดสอบความคงทนของสีย้อมต่อแสง

ที่ ม า : https://www.prlog.org/10220889-marks-spencer-endorse-qsun-lightfastness-testing.html

4. ระบบค่าของสี[14]



ภาพ จ-2 CIELAB Color

ที่มา : https://www.elvisualista.com/wp-content/uploads/2016/07/grafico-color-lab.png

L* ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness)-ของสี

ถ้า L* มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง สีดำ

ถ้า L* มีค่าเท่ากับ 100 หมายถึง สีขาว

a* ใช้กำหนดความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (Red-Green)

ถ้า a* เป็นค่าบวก หมายถึง ความเป็นสีแดง

ถ้า a* เป็นค่าลบ หมายถึง ความเป็นสีเขียว

b* ใช้กำหนดความเป็นสีเหลืองหรือน้ำเงิน (Yellow-Blue)

ถ้า b* เป็นค่าบวก หมายถึง ความเป็นสีเหลือง

ถ้า b* เป็นค่าลบ หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	จารุภรณ์ กันดา
วัดเดือนปีเกิด	23 กุมภาพันธ์ 2540
ประวัติการศึกษา	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านวังกวาง ตำบลวังกวาง อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ปีที่จบ 2556 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านวังกวาง ตำบลวังกวาง อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ปีที่จบ 2559
ที่อยู่ปัจจุบัน	34 หมู่ 7 ตำบลวังกวาง อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ 67260
เบอร์ติดต่อ	064-8066027
จีเมล์	jaruphron123aum@gmail.com