

## การย้อมสีไหมด้วยเมล็ดมะขามและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม เพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงพาณิชย์

อรนุช นาคชาติ<sup>1</sup>, ธีระพงษ์ แกมแก้ว<sup>2</sup>, รัตนา แสนแสง<sup>3</sup>, นวรัตน์ พัวพันธ์<sup>4</sup>, ศิริกุล อัมพะวะสิริ<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup>สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

<sup>4,5</sup>สาขาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

### บทคัดย่อ

การย้อมสีเส้นไหมด้วยวัสดุธรรมชาติ มีมาตั้งแต่สมัยโบราณและกำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน แต่วัสดุธรรมชาติที่นำมาใช้ย้อมกลับมีจำนวนลดลง เพื่อศึกษาหาวัสดุที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาใช้ย้อมเส้นไหม คณะผู้วิจัยจึงทำการศึกษาการย้อมสีเส้นไหมด้วยเมล็ดและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามตลอดจนการนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตผ้าไหม วิธีการดำเนินงานวิจัย 1) สกัดน้ำย้อมจากเมล็ดและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม 2) ศึกษาผลของสารช่วยติดสี ได้แก่ ไบซิงโค โบมะขาม สารส้ม และโคลน ต่อคุณภาพการย้อมไหม และ 3) การนำไปประยุกต์ใช้ ผลการวิจัยพบว่า สกัคน้ำย้อมจากเมล็ดมะขาม และเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามโดยใช้อัตราส่วนเมล็ดมะขาม 1 กิโลกรัม ต่อน้ำสะอาด 7 ลิตร ต้มสกัดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที เมื่อนำไปย้อมเส้นไหมจะให้เฉดสีน้ำตาลทองถึงเทาขึ้นอยู่กับสารช่วยติดสี เส้นไหมมีความแข็งแรง คงทนต่อการกดทับด้วยความร้อน คงทนต่อการขัดถูและความคงทนต่อเหงื่อในระดับคุณภาพค่อนข้างดีถึงค่อนข้างดีมากที่สุด (2/3-4/5) แต่ความคงทนต่อการตกสีมีคุณภาพต่ำ สารช่วยติดสีที่ให้เส้นไหมที่มีคุณภาพความคงทนของสีโดยรวมดีที่สุด คือ สารส้มและโคลน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตผ้าไหมได้ จุดเด่นของงานวิจัยนี้ คือ การนำเมล็ดมะขามซึ่งเป็นวัสดุจากธรรมชาติที่เหลือทิ้งและมีอยู่เป็นจำนวนมากในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ สามารถผลิตสินค้าดังกล่าววางขายในท้องตลาดและเพิ่มมูลค่าของผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติ ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อสีย้อม ผู้ย้อมและผู้สวมใส่ผ้าไหมมีความปลอดภัย

**คำสำคัญ :** การย้อมไหม, สีย้อมธรรมชาติ, เมล็ดมะขาม, เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

## Dyeing Silk with Seed and Seed Coat of Tamarind for Enhancing Commercial Value

Oranuch Nakchat<sup>1</sup>, Teeraphong Keamkeaw<sup>2</sup>, Rattana Sansang<sup>3</sup>,

Nawarat Pourpan<sup>4</sup>, Sirikoon Ampawasiri<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup>Chemistry Program, Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University

<sup>4,5</sup>Home Economics Program, Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University

### ABSTRACT

Nowadays, the traditional silk dyeing practice is more popular while the natural material of dyeing is seldom used in the dyeing process. To figure out of finding a new natural material of dyeing, this research is aimed to 1) investigate the use of tamarind seeds as natural ingredient in silk dyeing through the process of seed extraction, 2) determine the effect of the mordant (purple-colored orchid, tamarind leaves, alum and mud) on the quality of dyeing and 3) apply in silk product. The results show that the extraction of water dyeing from tamarind seed and seed coat by using tamarind seed and seed coat 1 kilogram each with 7 liters of water and then boiling for one and a half hour. Silk fibers after dyeing with water dyeing from tamarind seed and seed coat show golden brown to gray color according to the mordant. Silk dyed is strength and color fastness to hot pressing, rubbing and perspiration are quite good to quite excellent (2/3-4/5) but the color resistant to fade is low quality. Also, silk dyeing combination with alum and mud are the best overall color fastness, which can be applied to silk production. Therefore, the outstanding of this research is the utilization from the abundance of tamarind seeds to support the silk product in terms of commercial value and could be served to the customer, save cost as well as the dyers and wearers are safe from chemical dyeing.

**Keywords :** silk dyeing, natural dye, tamarind seed, tamarind seed coat

## บทนำ

ผ้าไหมเป็นมรดกทางวัฒนธรรมของชาติไทย แต่ละท้องถิ่นจะมีเอกลักษณ์และลักษณะลวดลาย การทอที่ต่างกันอย่างเด่นชัด กระบวนการผลิต ผ้าไหมทั่ว ๆ ไปประกอบด้วย การเลี้ยงไหม การสาวไหม การย้อมสีเส้นไหมและการทอผ้าไหม การย้อมสีเส้นไหมเดิมจะใช้สีธรรมชาติจากพืช สัตว์และแร่ธาตุ เช่น สีแดงได้จากครั่ง สีเหลืองได้จากขมิ้นอ้อย สีน้ำตาลได้จากแก่นคูณ เปลือก สีสีเขียว สีส้มได้จากคราม ดอกอัญชัน สีเขียวได้จากใบบวบ ใบหูกวาง และสีดำได้จากผลมะเกลือ เป็นต้น (อนงค์พรรณและสุภาวรงค์, 2555) แต่การย้อมด้วยวัสดุจากธรรมชาติมีข้อด้อย คือ สีไม่คงทน ซีดจางง่าย ทำให้ผู้ผลิตผ้าไหมบางส่วนหันไปย้อมเส้นไหมด้วยสีสังเคราะห์ ซึ่งให้สีที่หลากหลาย มีราคาปานกลางและให้สีคงทน แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบันสีสังเคราะห์เริ่มมีราคาสูงขึ้น เนื่องจากวัตถุดิบและค่าใช้จ่ายในกระบวนการสังเคราะห์ ตลอดจนจนอาจก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม (Zarkogianni, M. et al., 2010) โดยเฉพาะน้ำทิ้งที่เกิดในขั้นตอนการย้อมสีไหม หากผู้ย้อมนำไปเททิ้งโดยไม่ผ่านการบำบัดอาจส่งผลกระทบต่อสภาพสิ่งแวดล้อม และระดับน้ำใต้ดินของชุมชน ทำให้บางพื้นที่ไม่สามารถใช้น้ำจากบ่อน้ำในชุมชนได้ (อรนิจ อูปรีและสัญญา; สิริวิทยาภรณ์, 2559) ด้วยเหตุนี้ผู้ผลิตผ้าไหมจึงหันกลับไปย้อมไหมด้วยวัสดุจากธรรมชาติเช่นเดิม และมีแนวโน้มจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากสีย้อมจากธรรมชาติให้สีสันงดงามสัมพันธ์กับรูปแบบของผ้าและที่สำคัญช่วยลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากสามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น อีกทั้งยังมีความปลอดภัยต่อผู้ย้อมและผู้สวมใส่ จึงทำให้วัสดุจากธรรมชาติถูกนำมาใช้เพิ่มมากขึ้น หากไม่มีการปลูกทดแทนอาจทำให้หมดไปได้ ดังนั้น การหาวัสดุจากธรรมชาติชนิดใหม่ ๆ มาใช้ย้อมไหมจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

มะขาม (*Tamarindus indica* L.) เป็นพืชที่ปลูกและจำหน่ายมากในประเทศไทย ทุก ๆ ส่วนของมะขามสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ต้นนำมาทำเฟอร์นิเจอร์ ผลนำมาบริโภคหรือประกอบอาหารเพื่อเพิ่มรสชาติ ใบนำมาปรุงอาหาร เมล็ดใช้รับประทานแก้ท้องเสียและขับพยาธิตัวกลม (Puksiri, S. and Maitree, S., 2011) เป็นต้น เมล็ดมะขาม (tamarind seed) ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) มีลักษณะสีน้ำตาลดำ ห่อหุ้มเมล็ดไว้ ในส่วนนี้จะมีประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดทั้งหมด อีก 70 เปอร์เซ็นต์ที่เหลือ คือ ส่วนที่เป็นเนื้อเมล็ด (kernel) ซึ่งมีลักษณะสีขาวนวล ในสมัยโบราณคนไทยตามชนบทมักจะนำเมล็ดมะขามมาคั่วไฟให้ร้อนซึ่งเรียกว่า ฟาลัน เพื่อกินเนื้อข้างใน ส่วนเปลือกหุ้มเมล็ดจะถูกทิ้งไปโดยไม่เกิดประโยชน์ ในแง่ของการนำไปย้อมผ้ามีผู้นำเอาส่วนต่าง ๆ ของมะขาม เช่น เนื้อ เมล็ดและเปลือกฝักมาใช้ย้อมผ้าฝ้ายและผ้าไหม พบว่าจะให้สีน้ำตาลถึงน้ำตาลแดง (สิริสินและคณะ, มปป.; อนงค์พรรณและสุภาวรงค์, 2555) Prabhu และ Teli (2014) สกัศสารแทนนินจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามเพื่อนำมาใช้เป็นสารช่วยติดสีในการย้อมผ้าฝ้าย ขนแกะ และผ้าไหมด้วยเปลือกมังคุดและขมิ้น พบว่า สารแทนนินจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามสามารถช่วยให้ผ้าเหล่านั้นติดสีได้ แต่อย่างไรก็ตามการนำเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามมาใช้ย้อมผ้าไหมยังมีรายงานน้อย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจนำเมล็ดและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามมาใช้ย้อมเส้นไหม โดยจะศึกษาวิธีการสกัด ผลของสารช่วยติดสีต่อคุณภาพของการย้อม ตลอดจนการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ผ้าไหม เพื่อให้เกิดประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่ม

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสกัดน้ำย้อมจากเมล็ดมะขามและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม
2. เพื่อศึกษาผลของสารช่วยติดสีต่อคุณภาพการย้อมไหมด้วยเมล็ดและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม
3. เพื่อนำไปประยุกต์ในผลิตภัณฑ์ผ้าไหม

### ระเบียบวิธีวิจัย

#### 1. วัสดุและอุปกรณ์

เส้นไหมเบอร์ 6 ซื้อมาจากบริษัทจุลไหมไทย สารส้มซื้อจากบริษัทศึกษาภัณฑ์ เมล็ดมะขามใช้เมล็ดมะขามพันธุ์เปรี้ยว ซื้อมาจากตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ โคลนได้จากหนองน้ำบ้านชายทุ่ง ตำบลพรหมเทพ อำเภอท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ ไบมะขามและไบชงโคได้จากบ้านท่าสว่าง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ สารเคมีและอุปกรณ์การทดสอบความคงทนของสีใช้จากห้องปฏิบัติการภาควิชาสิ่งทอ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

#### 2. ขั้นตอนการทดลอง

พัฒนาวิธีการย้อมไหมด้วยเมล็ดมะขามและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม จากข้อมูลการสัมภาษณ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นในจังหวัดสุรินทร์ ข้อมูลงานวิจัยจากบทความวิจัยต่าง ๆ มาวิเคราะห์และพัฒนาการย้อมไหมด้วยเมล็ดมะขามและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม ในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

##### 2.1 การย้อมไหมด้วยเมล็ดมะขาม

2.1.1 การสกัดสีน้ำย้อมจากเมล็ดมะขาม วิธีการสกัดสีย้อมจากเมล็ดมะขามประยุกต์จากการสัมภาษณ์ นางเตือนใจ นามวงศ์ ภูมิปัญญาท้องถิ่น บ้านปราสาท ตำบลตาอ้อ อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ โดยคัดเลือกเมล็ดมะขามสดที่มีลักษณะสมบูรณ์ ไม่มีแมลงเจาะ จำนวน 1 กิโลกรัม เติมน้ำสะอาด 3 ลิตร แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน จากนั้นเติมน้ำสะอาดลงไป 4 ลิตร นำไปต้ม

ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ให้คนทุก ๆ 15 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนด ทิ้งให้เย็น นำไปกรองด้วยผ้าขาวบางจะได้น้ำย้อมจากเมล็ดมะขามที่มีสีน้ำตาล

##### 2.1.2 การเตรียมสารช่วยติดสี

เตรียมสารช่วยติดสี 4 ชนิด ได้แก่ ไบมะขาม (40 กรัม) ไบชงโค (40 กรัม) สารส้ม (2 กรัม) และโคลน ใช้อัตราส่วนดินโคลน 1 กิโลกรัมต่อน้ำสะอาด 250 มิลลิลิตร

##### 2.1.3 การย้อมไหมด้วยเมล็ดมะขาม

นำเส้นไหมที่ฟอกขาวแล้ว จำนวน 2 กรัม ไปแช่ในน้ำสะอาดเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นบิดให้แห้งพอหมาดนำไปผึ่งลมประมาณ 5-10 นาที จากนั้นนำไปย้อมในน้ำย้อมที่สกัดได้จากเมล็ดมะขามที่เตรียมได้จากข้อ 2.1.1 โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุด ดังนี้ ย้อมเส้นไหมด้วยน้ำย้อมจากเมล็ดมะขามอย่างเดียว โดยไม่ใส่สารช่วยติดสี (ชุดที่ 1) ย้อมด้วยน้ำย้อมจากเมล็ดมะขามร่วมกับสารช่วยติดสี ได้แก่ ไบชงโค (ชุดที่ 2) ไบมะขาม (ชุดที่ 3) สารส้ม (ชุดที่ 4) และ ย้อมด้วยน้ำย้อมจากเมล็ดมะขามตามด้วยการหมักโคลน (ชุดที่ 5) ในการย้อมจะใช้น้ำย้อมจากเมล็ดมะขามจำนวน 200 มิลลิลิตร ใส่สารช่วยติดสีแต่ละชนิดลงไปต้มนานในน้ำย้อม 15 นาที จากนั้นนำไหมที่ผ่านการฟอกขาวแล้วลงไปย้อมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำกลับเส้นไหมทุก ๆ 15 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนดบีบน้ำย้อมออกจากไหมพอหมาด นำไปผึ่งลมประมาณ 15 นาที จากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำสะอาดจนกระทั่งน้ำล้างใสไม่มีสีนำไปผึ่งลมให้แห้ง กรณีหมักโคลนภายหลังจากย้อมไหมด้วยน้ำย้อมจากเมล็ดมะขามแล้วให้นำเส้นไหมไปหมักด้วยโคลนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำการนวดเส้นไหมทุกๆ 15 นาที เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดนำเส้นไหมไปผึ่งลม 5 นาที จากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำจนกระทั่งน้ำล้างใส ไม่ตกสีนำไปผึ่งลมให้แห้ง

## 2.2 การย้อมไหมด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

### 2.2.1 การสกัดสีน้ำย้อมจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

การสกัดสีน้ำย้อมจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยเลือกเมล็ดมะขามสดที่มีลักษณะสมบูรณ์ ไม่มีแมลงเจาะ จำนวน 1 กิโลกรัม นำไปคั่วในทรายสะอาด (1 กิโลกรัม) ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หรือจนกระทั่งเปลือกเมล็ดมะขามมีสีน้ำตาลเข้มหรือดำและมีกลิ่นหอม ทิ้งให้เย็น นำเมล็ดมะขามไปกะเทาะเอาเฉพาะส่วนเปลือกหุ้มด้านนอก นำไปต้มในน้ำสะอาด 7 ลิตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที หมั่นคนทุก ๆ 15 นาที เมื่อครบเวลาดำหนด ทิ้งให้เย็นนำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง จะได้น้ำย้อมจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่มีสีน้ำตาลดำเข้ม

2.2.2 การเตรียมสารช่วยติดสีเตรียมเช่นเดียวกับข้อ 2.1.2

### 2.2.3 การย้อมไหมด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

ทำการย้อมไหมด้วยน้ำย้อมที่สกัดได้จากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามอย่างเดียวและย้อมร่วมกับใส่สารช่วยติดสี 4 ชนิด ได้แก่ โบเมซามไบงโค สารส้มและ โคลน วิธีการย้อมทำเช่นเดียวกับข้อ 2.1.3

## 3. การทดสอบคุณภาพของเส้นไหมภายหลังย้อม

ทดสอบคุณภาพของเส้นไหมภายหลังย้อมด้วยน้ำย้อมจากเมล็ดมะขามและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยประเมินลักษณะสีของเส้นไหม ความแข็งแรงของเส้นไหม ความคงทนของสี ได้แก่ ความคงทนของสีต่อการขัดถู ความคงทนของสีต่อการกดทับด้วยความร้อน ความคงทนของสีต่อเหงื่อและการตกสี โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การประเมินลักษณะสีของเส้นไหม โดยนำเส้นไหมที่ย้อมแล้วไปประเมินลักษณะของ

สีในเส้นไหม โดยเทียบกับแผ่นสีมาตรฐาน (Pantone) ทำการประเมินจำนวน 3 ครั้ง แต่ละครั้งใช้ผู้ประเมิน 3 คน เกณฑ์การพิจารณาลักษณะสีที่ปรากฏใช้เกณฑ์ 2 ใน 3

3.2 การทดสอบความแข็งแรงของเส้นไหม (Tensile Test) โดยนำเส้นไหมที่ย้อมแล้วไปทดสอบความแข็งแรงของเส้นไหม โดยใช้เครื่อง tensile test ทำการทดลอง 3 ครั้ง เปรียบเทียบความแข็งแรงของเส้นไหมที่ย้อมกับเส้นไหมที่ไม่ย้อมสี

3.3 การทดสอบความคงทนของสี โดยนำเส้นไหมที่ผ่านการย้อมแล้วไปทดสอบความคงทนของสีจำนวน 4 พารามิเตอร์ ได้แก่ ทดสอบความคงทนต่อการกดทับด้วยความร้อน (Color Fastness to Hot Pressing) ตามมาตรฐาน ISO 150-X11 : 1994 ทดสอบความคงทนต่อการขัดถู (Color Fastness to Rubbing) ตามมาตรฐาน ISO 150-X12 : 2001 ทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อ (Color Fastness to Perspiration) ตามมาตรฐาน ISO 150-E04 : 2008 และทดสอบการตกสีด้วยสบู่มาตรฐานตามวิธีของกรมหม่อนไหม

4. การนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ผ้าไหม เลือกสูตรการย้อมไหมที่ให้คุณภาพดีที่สุดในประยุกต์ใช้ในการผลิตผ้าไหม โดยอาศัยการออกแบบและสวดลายจากภูมิปัญญาท้องถิ่น

## ผลการวิจัย

1. การสกัดสีน้ำย้อมและลักษณะสีของเส้นไหมหลังย้อมด้วยเมล็ดมะขามและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

สกัดน้ำย้อมจากเมล็ดมะขามโดยใช้เมล็ดมะขาม 1 กิโลกรัมต่อน้ำสะอาด 3 ลิตร แช่เป็นเวลา 1 คืน จากนั้นเติมน้ำสะอาดลงไปอีก 4 ลิตร ต้มสกัดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที สกัดน้ำย้อมจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามโดยใช้เมล็ดมะขาม 1 กิโลกรัม นำไปคั่วที่

อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หรือจนกระทั่งเปลือกเมล็ดมะขามมีสีน้ำตาลเข้ม และมีกลิ่นหอม กะเทาะเอาเฉพาะส่วนเปลือกหุ้ม ด้านนอกต้มในน้ำสะอาด 7 ลิตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที นำเส้นไหมไปย้อมด้วยน้ำย้อมที่สกัดจากเมล็ดมะขาม และเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม อย่างเดียวและย้อมพร้อมกับใส่สารช่วยติดสี 4 ชนิด ภายหลั้ย้อมนำเส้นไหมไปเปรียบเทียบกับแผ่นสีมาตรฐาน ผลการทดลองดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ลักษณะสีของเส้นไหมที่ย้อมด้วย เมล็ดมะขาม

ชุดการย้อม	ลักษณะของสี	
	สีมาตรฐาน (Pantone)	สีของเส้นไหม
1. เมล็ดมะขาม อย่างเดียว	16-1327TP (Toasted Nut)	
2. เมล็ดมะขาม + ไบซงโค	17-1422TP (Raw Umber)	
3. เมล็ดมะขาม + ไบมะขาม	16-1336TP (Biscuit)	
4. เมล็ดมะขาม + สารส้ม	14-1122TP (Sheepskin)	
5. เมล็ดมะขาม + โคลน	17-1410TP (Pine Bark)	

จากตารางที่ 1 ไหมที่ย้อมด้วยน้ำย้อมจาก เมล็ดมะขามอย่างเดียวและย้อมร่วมกับใส่

สารช่วยติดสีต่างชนิดกันจะให้สีของเส้นไหม แตกต่างกัน ส่วนใหญ่จะให้สีไหมอยู่ในเฉดสี น้ำตาลทองถึงเทา โดยไหมที่ย้อมร่วมกับไบซงโค จะมีสีน้ำตาลทอง Raw Umber ไบมะขามให้ไหม สีน้ำตาล Biscuit สารส้มให้ไหมสีน้ำตาลเหลืองทอง Sheepskin ส่วนไหมที่ย้อมด้วยเมล็ดมะขามอย่างเดียวจะมีสีน้ำตาลทอง Toasted Nut และไหมที่นำไปหมักโคลนจะมีสีเทา Pine Bark

ตารางที่ 2 ลักษณะสีของเส้นไหมที่ย้อมด้วยเปลือก หุ้มเมล็ดมะขาม

ชุดการย้อม	ลักษณะของสีไหม	
	สีมาตรฐาน (Pantone)	สีของเส้นไหม
1. เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม อย่างเดียว	18-1142TP (Leather Brown)	
2. เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม + ไบซงโค	17-1336TP (Bran)	
3. เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม + ไบมะขาม	18-1140TP (Mocha Bisque)	
4. เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม + สารส้ม	18-1154TP (Glazed Ginger)	
5. เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม + โคลน	19-1217TP (Mustang)	

จากตารางที่ 2 เส้นไหมที่ย้อมด้วยน้ำย้อม จากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่ไม่ใส่สารช่วยติดสี และใส่สารช่วยติดสีต่างชนิดกันจะให้สีของเส้น

ไหมแตกต่างกัน ส่วนใหญ่จะให้เส้นไหมอยู่ในเขต  
สีน้ำตาลทองถึงเทา โดยไหมที่ย้อมโดยใส่ใบชงโค  
ร่วมด้วยจะให้ไหมสีน้ำตาลทอง Bran ใบมะขาม  
ให้ไหมสีน้ำตาลแดง Mocha Bisque สารส้มจะ  
ให้ไหมสีน้ำตาลแดง Glazed Ginger ส่วนไหมที่  
ย้อมด้วยเมล็ดมะขามอย่างเดียวจะมีสีน้ำตาลแดง

Leather Brown และไหมที่นำไปหมักโคลนจะมี  
สีเทา Mustang

2. ผลการทดสอบความแข็งแรงของเส้นไหม  
นำเส้นไหมที่ผ่านการย้อม ไปทดสอบ  
ความแข็งแรงของเส้นไหมในห้องปฏิบัติการภาควิชา  
เทคโนโลยีสิ่งทอ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา  
สุรินทร์ ผลการทดสอบดังตารางที่ 3 และ 4

**ตารางที่ 3** ความแข็งแรงของเส้นไหมหลังย้อมด้วยน้ำย้อมจากเมล็ดมะขามอย่างเดียวและย้อมร่วมกับ  
สารช่วยติดสี แสดงค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

น้ำย้อมจากเมล็ด มะขาม	Strength (cN)	Elongation (mm)	Tenacity (cN/t)	Elongation rate (%)	Time (S)	Strength at Specified Elongation (cN)
1. ไหมไม่ย้อมสี	389.00 (39.17)	59.18 (12.81)	4.73 (0.47)	11.83 (2.56)	7.32 (1.55)	271.50 (6.50)
2. ไม้ใส่สารช่วยติดสี	471.83 (41.17)	51.87 (12.59)	5.75 (0.57)	10.37 (2.52)	6.44 (1.52)	358.00 (15.78)
3. ใส่ใบชงโค	383.00 (28.35)	58.66 (11.44)	4.66 (0.34)	11.72 (2.28)	7.26 (1.38)	272.00 (1.73)
4. ใส่ใบมะขาม	437.00 (56.17)	51.34 (17.16)	5.32 (0.68)	10.26 (3.43)	6.37 (2.06)	328.33 (15.27)
5. ใส่สารส้ม	451.50 (16.25)	61.76 (6.15)	5.50 (0.19)	12.35 (1.23)	7.63 (0.74)	317.00 (7.08)
6. หมักโคลน	398.00 (61.05)	50.79 (18.77)	4.85 (0.74)	10.15 (3.75)	6.31 (2.27)	307.50 (6.55)

จากตารางที่ 3 พบว่าเส้นไหมที่ย้อมด้วย  
เมล็ดมะขามส่วนใหญ่มีความแข็งแรงมากกว่าเส้น  
ไหมที่ไม่ย้อมสี โดยเส้นไหมที่ย้อมด้วยเมล็ด  
มะขามอย่างเดียวจะมีความแข็งแรงมากที่สุด  
รองลงมาได้แก่ เส้นไหมที่ย้อมร่วมกับ ใบมะขาม  
สารส้ม โคลน และใบชงโค โดยมีค่าความแข็งแรง  
เท่ากับ  $358.00 \pm 15.78$ ,  $328.33 \pm 15.27$ ,  
 $317.00 \pm 7.08$ ,  $307.50 \pm 6.55$  และ  $272.00 \pm$   
 $1.73$  cN ตามลำดับ ในขณะที่เส้นไหมที่ไม่ได้ย้อม  
สีมีความแข็งแรงเท่ากับ  $271.50 \pm 6.50$  cN

**ตารางที่ 4** ความแข็งแรงของเส้นไหมหลังย้อมด้วยน้ำย้อมจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามอย่างเดียวและย้อมร่วมกับสารช่วยติดสี แสดงค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

น้ำย้อมจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม	Strength (cN)	Elongation (mm)	Tenacity (cN/t)	Elongation rate (%)	Time (S)	Strength at Specified Elongation (cN)
1. ไหมไม่ย้อมสี	389.00 (39.17)	59.18 (12.81)	4.73 (0.47)	11.83 (2.56)	7.32 (1.55)	271.50 (6.50)
2. ไหมใส่สารช่วยติดสี	455.66 (22.96)	60.36 (7.95)	5.55 (0.28)	12.07 (1.58)	7.46 (0.96)	313.16 (1.75)
3. ใส่ใบขงโค	450.50 (44.11)	44.25 (8.91)	5.49 (0.53)	8.84 (1.78)	5.51 (1.08)	353.33 (5.79)
4. ใส่ใบมะขาม	456.16 (36.55)	45.34 (6.85)	5.55 (0.44)	9.06 (1.37)	5.64 (0.82)	353.16 (5.79)
5. ใส่สารส้อม	542.16 (17.90)	70.84 (7.09)	6.60 (0.22)	14.16 (1.42)	8.74 (0.85)	341.00 (2.46)
6. หมักโคลน	452.33 (28.04)	47.09 (6.44)	5.51 (0.34)	9.41 (1.29)	5.86 (0.75)	344.16 (2.75)

จากตารางที่ 4 พบว่าเส้นไหมที่ย้อมด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามทุกกลุ่มมีความแข็งแรงกว่าเส้นไหมที่ไม่ได้ย้อมสี โดยเส้นไหมที่ย้อมร่วมกับใบขงโคมีความแข็งแรงมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ไหมที่ย้อมร่วมกับใบมะขาม โคลน สารส้อม และย้อมด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามอย่างเดียว โดยมีค่าความแข็งแรง เท่ากับ  $353.33 \pm 5.79$ ,  $353.16 \pm 5.79$ ,  $344.16 \pm 2.75$ ,  $314.00 \pm 2.46$  และ  $313.16 \pm 1.75$  cN ตามลำดับ ในขณะที่

เส้นไหมที่ไม่ได้ย้อมสีมีความแข็งแรงเท่ากับ  $271.50 \pm 6.50$  cN

3. ผลการทดสอบความคงทนของสีภายหลังย้อม

ภายหลังย้อมเส้นไหมจะถูกนำทดสอบความคงทนของสี ได้แก่ ความคงทนต่อการกดทับ ด้วยความร้อน ความคงทนต่อการขัดถู ความคงทนต่อเหงื่อและการตกสี ผลการทดสอบดังตารางที่ 5 และ 6

**ตารางที่ 5** ความคงทนของสีไหมที่ย้อมด้วยเมล็ดมะขาม

ชุดการย้อม	ความคงทนต่อการกดทับด้วยความร้อน		ความคงทนต่อการขัดถู		ความคงทนต่อเหงื่อ		ทดสอบการตกสี	
	แห้ง	เปียก	แห้ง	เปียก	กรด	ด่าง	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. เมล็ดมะขามอย่างเดียว	4	2/3	2/3	2	3/4	3	✓	
2. เมล็ดมะขาม + ใบขงโค	4/5	1/2	2/3	1	4	2/3		✓
3. เมล็ดมะขาม + ใบมะขาม	4	1	2/3	1	3	2/3		✓
4. เมล็ดมะขาม + สารส้อม	4/5	3	3	2	4/5	3		✓
5. เมล็ดมะขาม + โคลน	4	3	2	2/3	4/5	4		✓

จากตารางที่ 5 พบว่าเส้นไหมที่ย้อมด้วยเมล็ดมะขามทุกกลุ่มมีความคงทนของสีต่อการกด

ทับด้วยความร้อนในสภาวะแห้งอยู่ในระดับดีมากถึงค่อนข้างดีมากที่สุด (4-4/5) โดยไหมที่ย้อม



ร่วมกับใบชงโคและสารส้มมีความคงทนสูงที่สุด (4/5) ส่วนความคงทนของสีต่อการกัดทับด้วยความร้อนในสภาวะเปียกมีคุณภาพต่ำมากที่สุดถึงดี (1–3) ยกเว้นไหมที่ย้อมร่วมกับสารส้มและหมักโคลนมีความคงทนต่อการกัดทับด้วยความร้อนในสภาวะเปียกอยู่ในระดับคุณภาพดี (3) ความคงทนของสีต่อการขัดถูในสภาวะแห้งและในสภาวะเปียกทุกกลุ่มมีความคงทนในระดับ

คุณภาพต่ำ ความคงทนของสีต่อเหงื่อในสภาวะกรดพบว่าไหมที่ย้อมโดยใส่สารส้มและหมักโคลนมีความคงทนสูงที่สุด (4/5) ส่วนความคงทนของสีต่อเหงื่อในสภาวะต่างพบว่าเส้นไหมหมักโคลนมีความคงทนมากที่สุด (4) ทดสอบการตกสีพบว่าเส้นไหมที่ย้อมด้วยน้ำย้อมจากเมล็ดมะขามอย่างเดียวผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

**ตารางที่ 6** ความคงทนของสีไหมที่ย้อมด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

ชุดการย้อม	ความคงทนต่อการกัดทับด้วยความร้อน		ความคงทนต่อการขัดถู		ความคงทนต่อเหงื่อ		ทดสอบการตกสี	
	แห้ง	เปียก	แห้ง	เปียก	กรด	ต่าง	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	1. เปลือกหุ้มเมล็ดมะขามอย่างเดียว	4/5	1/2	3	2	4/5	3	
2. เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม + ใบชงโค	4	1/2	2	1/2	4	2		✓
3. เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม + ใบมะขาม	4	1	½	1	3	1/2		✓
4. เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม + สารส้ม	4/5	2	¾	2/3	4/5	3		✓
5. เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม + โคลน	4	2	2/3	2/3	4/5	3/4		✓

จากตารางที่ 6 พบว่าเส้นไหมมีความคงทนของสีต่อการกัดทับด้วยความร้อนในสภาวะแห้งอยู่ในช่วงระดับดีมากที่สุดค่อนข้างดีมากที่สุด (4–4/5) โดยไหมที่ย้อมร่วมกับสารส้ม และย้อมด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามอย่างเดียวมีความคงทนสูงที่สุด (4/5) ส่วนความคงทนของสีต่อการกัดทับด้วยความร้อนในสภาวะเปียกทุกตัวอย่างอยู่ในระดับต่ำมากที่สุดถึงต่ำ (1–2) ความคงทนของสีต่อการขัดถูในสภาวะแห้งและเปียกอยู่ในระดับต่ำมากที่สุดถึงค่อนข้างดี (1–2/3) ความคงทนของสีต่อเหงื่อในสภาวะกรดพบว่าเส้นไหมที่ย้อมร่วมกับใส่สารส้ม โคลน และย้อมด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามอย่างเดียวมีความคงทนสูงที่สุด (4/5) ความคงทนของสีต่อเหงื่อในสภาวะต่างพบว่า ไหมที่หมักโคลนมีความคงทนสูงที่สุดอยู่ในระดับดีค่อนข้างดีมากที่สุด (3/4) รองลงมา ได้แก่ สารส้มและเปลือกหุ้มเมล็ด

มะขามอย่างเดียว (3) ส่วนไหมที่ย้อมด้วยสารช่วยติดสีอื่น ๆ มีความคงทนอยู่ในระดับ 1 -1/2 ทดสอบการตกสีพบว่าทุกกลุ่มตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์

#### 4. การประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ผ้าไหม

นำสูตรการย้อมที่ให้คุณภาพความคงทนต่อการติดสีที่ดีที่สุด คือ ย้อมร่วมกับสารส้มและหมักโคลน ไปทดลองย้อมในระดับครัวเรือนและทอเป็นผืนผ้า ซึ่งออกแบบลวดลายโดยภูมิปัญญาท้องถิ่นบ้านตาโต ตำบลพรหมเทพ อำเภอท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ ผลการนำไปใช้ประโยชน์ได้รับการตอบรับจากผู้ผลิตเป็นอย่างดี เนื่องจากได้ผ้าไหมที่มีสีสวย สบายตา มีต้นทุนในการผลิตต่ำ ผู้ผลิตสามารถจำหน่ายสินค้าได้ในราคาสูง ผู้บริโภคให้ความสนใจต่อผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก



ภาพที่ 1 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ย้อมด้วย  
เมล็ดมะขามและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม  
ที่มา : ถ่ายโดยอรุณช นาคชาติและคณะ เมื่อวันที่  
21 ตุลาคม พ.ศ. 2559

### สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาการย้อมไหมด้วยเมล็ดมะขาม และเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม พบว่า เมล็ดมะขาม และเปลือกหุ้มมะขามสามารถนำมาใช้ย้อมไหมได้ โดยจะให้ไหมสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม ทั้งนี้ เนื่องจากเมล็ดมะขามและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม มีสารแทนนินเป็นองค์ประกอบ (Bhadoriya S.S. *et al.*, 2011; Puksiri, S. and Maitree, S., 2011; Prabhu, K.H. and Teli, M.D., 2014) สารแทนนินเป็นสารประกอบจำพวกโพลีฟีนอล (polyphenol) สามารถละลายได้ในน้ำและ แอลกอฮอล์ ให้สีเหลืองหรือสีน้ำตาล มีรสขม ผาด พบได้ในพืชทุกชนิดในส่วนของเปลือกและเมล็ด สารแทนนินมีคุณสมบัติเป็นสารช่วยติดสีเนื่องจาก ประกอบจำพวกโพลีฟีนอลที่มีหมู่ไฮดรอกซี (-OH) ที่สามารถสร้างพันธะกับโมเลกุลของสีและ เหนี่ยวนำให้เกิดการยึดติดกันของสีบนเส้นไหมได้ ส่วนไหมเป็นโปรตีนที่ประกอบด้วยไกลซีนและอะ ลานีน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่มีหมู่อะมิโน (-NH<sub>2</sub>) และหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) สารแทนนินมีหมู่ไฮ ดรอกซีสามารถให้โปรตอนและสร้างพันธะ

ไฮโดรเจนกับหมู่คาร์บอกซิลและหมู่อะมิโนบน โมเลกุลของไหม ทำให้เกิดการยึดกันระหว่างสีกับ เส้นไหม (Kozlovskaya, V. *et al.*, 2012; Prabhu, K.H. and Bhute, A.S., 2012) ดังนั้น จะเห็นว่าเมล็ดมะขามสามารถนำไปใช้ย้อมผ้าไหม ได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสิริสินและคณะ (มปป.) และ อนงค์พรรณและสุวภางค์ (2555) ที่ นำเอาเมล็ดมะขามไปใช้ในการย้อมผ้าไหมและผ้า ผ้าย โดยจะให้เฉดสีโทนน้ำตาลเช่นเดียวกันกับ งานวิจัยนี้

เมล็ดมะขามนอกจากจะมีสารแทนนินที่ ช่วยในการติดสีแล้ว เพื่อให้การย้อมไหมติดสีได้ มากยิ่งขึ้นบางครั้งจำเป็นต้องใช้สารช่วยติดสีชนิด อื่น ๆ มาช่วยในการย้อม ซึ่งสารช่วยติดสี (mordant) ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ สารส้ม ใบชงโค ใบมะขาม และโคลน โดยพบว่าสารส้มและโคลน เป็นสารช่วยติดสีที่ดีที่สุด สารส้ม (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) ช่วยให้การย้อมเส้นใยติดสีได้เนื่องจากสารส้มมี ไอออนของอลูมิเนียม (Al) ซึ่งทำหน้าที่รับ อิเล็กตรอนจากตัวให้อิเล็กตรอนที่อยู่ในสารสีเกิด เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่สามารถสร้างพันธะ โควเลนต์ระหว่างอะลูมิเนียมกับสี ทำให้โมเลกุล ของสีไม่ละลายน้ำ สีจึงติดเส้นใยได้ดีขึ้น (Bhattacharya, S.D. and Shah, A.K., 2000; Mongkhorrattanasit, R. *et al.*, 2013) ส่วน โคลนสามารถช่วยให้เส้นไหมมีความคงทนและ สามารถช่วยให้ไหมเปลี่ยนเฉดสีเป็นสีเทา-ดำได้ เนื่องจากโคลนเป็นสารอินทรีย์ที่มีเหล็ก (Fe) เป็น องค์ประกอบ ซึ่งเหล็กมีไอออนที่สามารถสร้าง พันธะโคออร์ดิเนชันที่แข็งแรง เกิดเป็น สารประกอบเชิงซ้อนกับสีและเส้นไหม ทำให้สี เกาะยึดกับเส้นไหมได้ดี สำหรับใบชงโค ใบ มะขามสามารถนำมาเป็นสารช่วยในการติดสีได้ เช่นกันเนื่องจากมีกรดซिटริก กรดมาลิก กรดทาทาลิก ซึ่งกรดเหล่านี้มีหมู่คาร์บอกซิลิกที่สามารถ แยกตัวเป็นประจุในน้ำ จึงสร้างพันธะไอออนิก

กับเส้นไหมได้ ทำให้เกิดการย้อมติดสี (Vankar, P.S., 2007; Uddin, M.G., 2014)

จากงานวิจัยนี้จะเห็นว่าเมล็ดมะขามสามารถนำมาใช้ย้อมไหมได้โดยไม่ต้องใช้สารช่วยติดสี เนื่องจากเมล็ดมะขามมีสารแทนนินซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารช่วยติดสีอยู่แล้ว การสกัดสีย้อมสามารถทำได้โดยใช้เมล็ดสดหรือนำไปคั่วเพื่อเอาเฉพาะเปลือกหุ้มเมล็ดก็ได้ โดยใช้อัตราส่วนเมล็ดมะขาม 1 กิโลกรัม ต่อน้ำสะอาด 7 ลิตร ต้มสกัดนาน 1 ชั่วโมง 30 นาที เมื่อนำไปย้อมไหมโดยใช้สารช่วยติดสีที่ต่างชนิดกัน จะให้สีของเส้นไหมโทนสีน้ำตาลแตกต่างกัน หากใช้เปลือกเมล็ดมะขามคั่วจะให้เส้นไหมสีน้ำตาลเข้มกว่าเมล็ดสดสำหรับคุณภาพความคงทนของสีภายหลังย้อมพบว่า ไหมที่ย้อมร่วมกับสารส้มหรือหมักด้วยโคลนจะช่วยให้ไหมมีความคงทนของสีต่อการขัดถูคงทนของสีต่อความร้อนในสภาวะแห้งและคงทนของสีต่อเหงื่อในสภาวะกรดอยู่ในระดับคุณภาพดีมากแต่อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบความคงทนของสีในสภาวะเปียกและในสภาวะต่างทุกกลุ่มตัวอย่างมีความคงต่ำและตกสี อาจเป็นเพราะในการวิจัยนี้ใช้สารสกัด และสารช่วยติดสีในปริมาณที่ไม่เหมาะสม และระยะเวลาในการต้มย้อมก็มีผลต่อการย้อมเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาความเหมาะสมของสารช่วยติดสี ระยะเวลาในการย้อมหรือเพิ่มขึ้นตอนการล้างด้วยน้ำต่าง ซึ่งการนำไหมที่ย้อมแล้วไปแช่ในน้ำต่างเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นสุรินทร์ที่สามารถช่วยลดการตกสีได้ จึงควรมีการศึกษาในครั้งต่อไป สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ พบว่า เส้นไหมที่ย้อมด้วยเมล็ดมะขามและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามสามารถนำไปทอเป็นผืนผ้า ให้สีสันสวยงาม สามารถจำหน่ายได้ในราคาสูง ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้ย้อมไหมสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อสร้างรายได้และสร้างผลิตภัณฑ์ผ้าไหมย้อมสีจาก

ธรรมชาติ ตลอดจนเป็นการช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่เมล็ดมะขามได้อีกแนวทางหนึ่ง

### ข้อเสนอแนะ

เมล็ดมะขามและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามสามารถนำไปใช้ย้อมไหมในระดับครัวเรือนและสามารถนำไปผลิตเพื่อจำหน่ายได้ โดยการย้อมควรย้อมร่วมกับสารส้มหรือหมักด้วยโคลนจะให้เส้นไหมที่มีความคงทนของสีดีที่สุด หากย้อมร่วมกับสารส้มจะให้เส้นไหมสีน้ำตาลทอง มันทง และสีสว่าง ถ้าหากต้องการให้เส้นไหมที่ย้อมมีสีเทาหลังจากย้อมแล้วควรนำไปหมักโคลน แต่ถ้าต้องการให้มีสีดำนากขึ้นควรนำไปหมักโคลนซ้ำหลายๆ ครั้ง แต่มีข้อควรระวัง คือ การหมักโคลนซ้ำหลายครั้งอาจทำให้เส้นไหมเปราะได้

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยภาควิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สิ่งทอ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา สุรินทร์ และศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ที่ให้ใช้เครื่องมือและสถานที่ในการทำวิจัย ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ (สุรินทร์) ที่ให้ความอนุเคราะห์เส้นไหมในการจัดอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี

### References

- Aupparee, O., & Sirivithayapakorn, S. (2016). Efficiency of bagasse and cassava rhizome activated carbon on dyed silk wastewater treatment. *Journal of Industrial Technology*, 4(2), 37-50.

- Bhadoriya, S.S., Ganeshpurkar, A.G., Narwaria, J., Rai, G., and Gain, A.P. (2011). **Tamarindus indica: Extent of explored potential**. *Pharmacogn Rev.*, 5(9), 73-81.
- Bhattacharya, S.D. and Shah, A.K. (2000). **Metal ion effect on dyeing of wool fabric with catechu**. *Coloration Technology*, 116(1), 10-12.
- Chumrum, S., Suesat, J., & Saebae, P. (n.d.). **Products from dyeing and printing from tamarind seed**. Department of Textile Science, Faculty of Agro-Industry, Agricultural University. Retrieved in 3<sup>rd</sup> October 2014 from [http://www.rdi.ku.ac.th/kasetresearch/52/03-foods/sirisin/food\\_00.html](http://www.rdi.ku.ac.th/kasetresearch/52/03-foods/sirisin/food_00.html).
- Hatthamart, A., & Srithep, S. (2012). **Products development from the cotton dyes from sweet tamarind**. Agricultural Research Report, Faculty of Agricultural Technology, Phetchabun Rajabhat University
- Kozlovskaya, V., Baggett, J., Godin, B., Liu, X., and Kharlampieva, E. (2012). **Hydrogen-bonded multilayers of Silk fibroin: from coatings to cell-mimicking shaped microcontainers**. *ACS Macro Lett*, 1, 384-387.
- Mongkhorrattanasit, R., Klaichoi, C., Rungruangkitkrai, N., Punrattanasin, N., Sriharuksa, K., and Nakpathom, M. (2013). **Dyeing studies with Eucalyptus, Quercetin, Rutin, and Tannin: A research on effect of ferrous sulfate mordant**. *Journal of textiles*, 1-7.
- Prabhu, K.H. and Bhute, A.S., (2012). **Plant based natural dyes and mordants: A review**. *J. Nat. Prod.*
- Prabhu, K.H. and Teli, M.D. (2014). **Eco-dyeing using Tamarindus indica L. seed coat tannin as a natural mordant for textiles with antibacterial activity**. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18, 864-872.
- Puksiri, S. and Maitree, S. (2011). **Biochemical properties and applications of tamarind (Tamarindus indica. Linn) seed**. *Naresuan Phayao Journal*, 4(2). *Resour*, 2(6), 649-644.
- Uddin, G.M. (2014). **Effect of different Mordants on silk fabric dyed with onion outer skin extracts**. *Journal of textiles*, 1-8.
- Vankar, P.S. (2007). **Handbook on Natural Dyes for Industrial Application**. National Institute of Industrial Research. Delhi.
- Zarkogianni, M., Mikropoulou, E., Varella, E., and Tsatsaroni, E. (2010). **Colour and fastness of natural dyes: revival of traditional dyeing techniques**. *Color.Technol.*, 127, 18-27.