



## รายงานการวิจัย

การพัฒนากระบวนการย้อมสีจากครั่งโดยใช้โลหะเป็นสารช่วยติดสี

**Development of Lac Dyeing by Using Metal as Mordant**

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว



## รายงานการวิจัย

การพัฒนากระบวนการย้อมสีจากครั่งโดยใช้โลหะเป็นสารช่วยติดสี  
**Development of Lac Dyeing by Using Metal as Mordant**

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร รัตนพานิช

สาขาวิชาเคมี

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2544

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

สิงหาคม 2546

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่สนับสนุนงบประมาณ โครงการวิจัยนี้ รวมทั้ง ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และสาขาวิชาเคมี สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ในการวิจัย

## บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาการเกิดอันตรกิริยาระหว่างโลหะไอออนบางตัว เช่น  $\text{Ni}^{2+}$  และ  $\text{Al}^{3+}$  กับสีครั้งที่ได้มาทางการค้าและที่สกัดได้รวมทั้งกับกรดแลคติก A และ B โดยศึกษาวิธี-วิธีเบิลสเปคตราของสีครั้งว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อเกิดอันตรกิริยา พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโลหะไอออนจะมีผลทำให้การเคลื่อนที่ของ  $\lambda_{\text{max}}$  ของแบนด์สีครั้งไปสู่ช่วงคลื่นที่มีพลังงานต่ำลง เช่นเดียวกับการเพิ่มพีเอชของสารละลายสีครั้งจาก 2 เป็น 10 จะเกิดการเคลื่อนที่ของแบนด์ไปสู่พลังงานต่ำลง การศึกษานี้ยังพบว่าแอมพลิจูดของแบนด์สีครั้งและกรดแลคติก A และ B จะเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของโลหะไอออนที่ใช้เพิ่มขึ้น ในส่วนการศึกษาการย้อมสีไหม พบว่าการใช้อะลัมเป็นสารช่วยติดสีในการย้อมไหม จะทำให้ได้ไหมที่มีเฉดสีต่างๆ กันเกิดขึ้น

## Abstract

Study of interaction of metal ions such as  $\text{Ni}^{2+}$  and  $\text{Al}^{3+}$  with laccic acids A and B was carried out. The effect of varying metal ions concentration and pH on a long wave absorption of UV-Vis spectrum at  $\lambda_{\text{max}}$  of lac dye were investigated. It was shown that increasing the metal concentration caused bathochromic shift of lac dye bands in both acids. Also as the pH of lac dye solution was increased from 2 to 10 substantial bathochromic shift of lac dye band was observed in both commercial and extracted lac dyes. The study also indicated that when the concentration of metal salts increased within the range of concentration studied, the intensity of the long wavelength absorption band of laccic acids A, B and commercial lac dye increased accordingly. In the study of silk dyeing with lac dye using alum as mordant, different color shades of silk were obtained.

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วิธีดำเนินการ	5
บทที่ 3 ผลการทดลอง	11
บทที่ 4 อภิปรายผลการทดลองและสรุป	30
บรรณานุกรม	32
ประวัติผู้วิจัย	34

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ผลของ pH ที่มีต่อการย้อมไหมด้วยสีครั้งสกัดจากต้นตำลา	18
ตารางที่ 2 ผลของความเข้มข้นที่มีต่อการย้อมไหมด้วยสีครั้งจากต้นตำลา	20
ตารางที่ 3 การย้อมไหมที่ผ่านการทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 30 °C	22
ตารางที่ 4 การย้อมไหมที่ผ่านการทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 60 °C	24
ตารางที่ 5 ไหมที่ย้อมที่อุณหภูมิ 30 °C และทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 70 °C	26
ตารางที่ 6 ไหมที่ย้อมที่อุณหภูมิ 60 °C และทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 70 °C	28

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของ laccaic acids	11
รูปที่ 2 ผลของ pH ที่มีต่อตำแหน่ง absorption band ของสีครั้ง	11
รูปที่ 3 ผลของความเข้มข้นของ Alum ที่มี absorption band ของ laccaic acid A	12
รูปที่ 4 ผลของความเข้มข้นของ Alum ที่มีต่อ pH ของ laccaic acid A และ B	12
รูปที่ 5 ผลของความเข้มข้นของ Alum ที่มีต่อ absorbance ของ Laccaic acid A and B ที่ $\lambda = 537 \text{ nm}$	13
รูปที่ 6 ผลของความเข้มข้นของ Alum ที่มีต่อ absorption band ของ Lac dyes (ที่ซื้อและที่สกัดได้)	13
รูปที่ 7 ผลของความเข้มข้นของ Alum ที่มีต่อ pH ของสารละลาย lacdye-alum	14
รูปที่ 8 ผลของความเข้มข้นของ Alum ที่มีต่อ absorbance ของ lac dye $\lambda = 537 \text{ nm}$	14
รูปที่ 9 ผลของความเข้มข้นของ Ni(II) ไอออนที่มีต่อ absorption band ของ laccaic acid A and B	15
รูปที่ 10 ผลของความเข้มข้น Ni(II) ที่มีต่อ pH ของสารละลาย laccaic acid A – Ni(II) และ laccaic acid B-Ni(II)	15
รูปที่ 11 ผลของความเข้มข้นของ Ni(II) ไอออน ที่มีต่อ absorbance ของ laccaic acid A และ B ที่ $\lambda = 562 \text{ nm}$	16
รูปที่ 12 ผลของความเข้มข้นของ Ni(II) ไอออน ที่มีต่อ absorption band ของ lac dyes	16
รูปที่ 13 ผลของความเข้มข้นของ Ni(II) ไอออนที่มีต่อ pH ของสารละลาย lac dye – Ni(II)	17
รูปที่ 14 ผลของความเข้มข้นของ Ni(II) ที่มีต่อ absorbance ของ lac dyes ที่ $\lambda = 562 \text{ nm}$	17
รูปที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การดูดซึมสีและพีเอชของสารละลายสีครั้ง	18

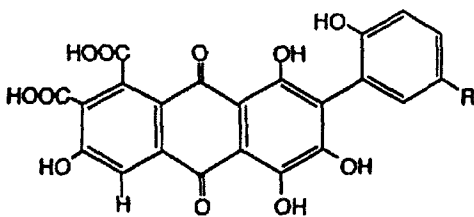


รูปที่ 16 สีของไหมหลังการย้อมด้วยสีครั้งที่ pH ต่างๆ	19
รูปที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การดูดซึมสีและความเข้มข้นของสารละลายสีครั้งที่	20
รูปที่ 18 สีของไหมหลังการย้อมด้วยสีครั้งที่สกัดจากต้นตำลึงที่ความเข้มข้นต่างๆ	21
รูปที่ 19 สีของไหมที่ย้อมโดยผ่านการทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 30 °C	23
รูปที่ 20 สีของไหมที่ย้อมโดยผ่านการทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 60 °C	25
รูปที่ 21 สีของไหมที่ย้อมที่อุณหภูมิ 30 °C และทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 70 °C	27
รูปที่ 22 สีของไหมที่ย้อมที่อุณหภูมิ 60 °C และทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 70 °C	29

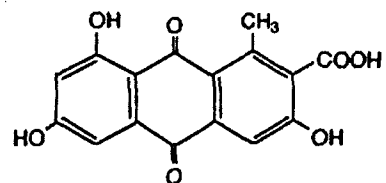
# บทที่ 1

## บทนำ

ครั่ง (Lac) เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติได้มาจากแมลง เป็นสารที่มีประโยชน์อย่างยิ่ง เช่น ใช้เป็นสีผสมอาหาร และใช้เป็นสีธรรมชาติในการย้อมไหมและฝ้ายได้เป็นอย่างดี สีครั่งซึ่งเป็นสีแดงที่ได้จากส่วนที่ละลายน้ำของครั่งมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญ คือ กรด laccaic A และ B (1-7) ส่วนประกอบย่อยที่เป็นกรด laccaic C และ D ก็ได้ถูกแยกออกมาเช่นกัน (8-9) การศึกษา UV-visible สเปกตรัมของกรด laccaic A พบว่าคล้ายคลึงกับกรด laccaic ในเอทานอล แสดงให้เห็นว่า chromophore ขององค์ประกอบในสารทั้งสองน่าจะเหมือนกัน โดยจะแสดงการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 230, 292, 340, 500 และ 530 nm ในเอทานอล (10) อินฟราเรด สเปกตรัมของกรด laccaic A แสดงการดูดกลืนแสงที่ 1692 และ 1715  $\text{cm}^{-1}$  ซึ่งน่าจะเป็นช่วงการสั่นสะเทือนของหมู่ carboxylic ส่วนที่ 1626  $\text{cm}^{-1}$  นั้น น่าจะเป็นของหมู่ quinone carbonyl การย้อมสีบนฝ้ายและไหมโดยใช้ครั่งเป็นภูมิปัญญาที่ชาวบ้านในแถบจังหวัดทางอีสานใต้ เช่น นครราชสีมา สุรินทร์ ทำกันมาเป็นเวลาช้านานแล้ว แต่ยังคงขาดเทคนิคบางอย่าง เช่น เมล็ดที่ได้ในการย้อมแต่ละครั้งไม่เหมือนกัน หรือการติดสีที่ยังไม่ทนนาน ได้มีการพัฒนาที่จะทำให้การติดสีคงทนขึ้น เช่น การเติมสารติดสี (mordants) บางชนิดลงไป ซึ่งสารติดสีที่ใช้ก็มีมากมายหลายชนิด เช่น โบมาะขาม สารส้ม โบเหมียด (11) และ สารที่มีโลหะเป็นองค์ประกอบบางชนิด เป็นต้น โครงสร้างของกรด laccaic ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของสีครั่งเป็นดังนี้



Laccaic acid A	$\text{R}=\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCOCH}_3$	M.W. 537
Laccaic acid B	$\text{R}=\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	M.W. 496
Laccaic acid C	$\text{R}=\text{CH}_2\text{CH}(\text{COOH})\text{NH}_2$	M.W. 539
Laccaic acid E	$\text{R}=\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	M.W. 495



Laccaic acid D M.W. 314

## งานวิจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับสีครั้ง

Haque, M.Z. และคณะ (12) ได้ทำการสกัดแยกรงควัตถุจากครั้งในประเทศบังกลาเทศด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้องแล้วตกตะกอนด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ทำการวิเคราะห์โดยโครมาโทกราฟีผิวบาง (TLC) พบค่า  $R_f$  ของ laccaic acid A ที่ 0.75 และ laccaic acid B และ C ที่ 0.85

Oka, H. และคณะ (6) ประสบความสำเร็จในการแยกองค์ประกอบของสีครั้งโดยใช้เทคนิค high-speed counter-current chromatography ด้วยระบบตัวทำละลาย 2 เฟสที่ประกอบด้วยเทอร์-เฮกซ์รีบีบิวทิลเมทิลอีเทอร์-เฮนบีทานอล-อะซีโตนไนไตรล์-น้ำ ในอัตราส่วน 2:2:1:5 และทำการวิเคราะห์โดย HPLC และ electrospray tandem mass spectrometry เป็นผลสำเร็จ

Sarkar, P.C. และคณะ (13) ได้ทำการหาปริมาณของ laccaic acid โดยใช้วิธีทาง spectrophotometry จากการทดลองทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างรงควัตถุจากครั้งที่มีความยาวคลื่น 488.5 nm

Hisada, K. และคณะ (14) ได้ทำการแยกสีจากครั้งในอาหารโดยการใช้เอธานอล-น้ำ-กรด ออกซาลิกในอัตราส่วน 30:10:10 และทำการแยกโดยใช้พอลิเอไมด์ และวิเคราะห์หาปริมาณโดยใช้เทคนิค TLC และ HPLC

Pandhare, E.D. และคณะ (15) ได้ทำการแยก laccaic acid ออกจากครั้งดิบโดยการใช้พอลิเอไมด์คอลัมน์ที่ใช้เฮนบีทานอลที่อิ่มตัวในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.3 N เป็นตัวชะ จากนั้นนำสารผสมของ laccaic acid มาทำ rechromatography อีกครั้งด้วยระบบเดิม ลำดับส่วนที่ 2 และ 3 ที่แยกได้ถูกนำไปสกัดด้วยโซเดียมอะซิเตท เพื่อแยก laccaic acid A และ B ตามลำดับ และได้ทำการวิเคราะห์โครงสร้างของ laccaic acid A และ B ด้วยเทคนิคทาง NMR เป็นผลสำเร็จ

Rama Rao, A.V. และคณะ (16) ได้ทำการแยก laccaic acid C และ E ออกจาก laccaic acid A และ B ด้วยคอลัมน์ที่บรรจุด้วย cellulose powder โดยใช้ระบบตัวทำละลายที่ประกอบด้วยเฮน-บีทานอล-กรดอะซิติก-น้ำ ในอัตราส่วน 6:1:2 เป็นตัวชะ พบว่าปริมาณของ laccaic acid C และ E ที่แยกได้คิดเป็นร้อยละ 5 ของปริมาณสีครั้งทั้งหมด จากนั้นได้ทำการแยก laccaic acid C ออกจาก laccaic acid E ด้วยการตกผลึกในเมธานอล และนำไปศึกษาโครงสร้างด้วยเทคนิค NMR พบว่ามีโครงสร้างคล้ายคลึงกับ laccaic acid A และ B แต่ต่างกันตรงที่ side chain เท่านั้น

Prasad, N. และคณะ (17) ได้ทำการศึกษา spectrophotometry ของ laccaic acid โดยนำ laccaic acid [60687-93-6] ในตัวทำละลายแตกต่างกัน 4 ชนิดไปตรวจวัดด้วยเทคนิค UV-Visible spectrophotometry จากผลการทดลองพบว่าสเปกตรัมการดูดกลืนแสง UV-Visible ของ laccaic acid ในตัวทำละลายเอธานอลหรือเมธานอลแสดงการดูดกลืนที่ความยาวคลื่นสูงสุดที่ 230, 292, 340, 500 และ 530 nm ในตัวทำละลายน้ำแสดงการดูดกลืนที่ความยาวคลื่นสูงสุดที่ 292 และ 490 nm และในตัวทำละลายอะซิโตนแสดงการดูดกลืนที่ความยาวคลื่นสูงสุดที่ 500 nm

Bahrini, Z. และคณะ (18) ได้ทำการศึกษาทางจลนพลศาสตร์ทางเคมีของการย้อม ทำให้ทราบถึงเงื่อนไขของการย้อมสีพวก dichlorotriazinyl reactive dyes บนผ้าฝ้าย ผลการทดลองพบว่าสีถูกย้อมติดบนผ้าฝ้ายเพิ่มขึ้น เมื่อปรับปรุงวิธีการย้อม 1 ใน 4 วิธี ด้วยการใช้บัฟเฟอร์พีเอช 8 หรือ 9 แทนการใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต

Massafra, M.R. และคณะ (19) ได้ทำการศึกษาจลนพลศาสตร์ของการสลายตัวต่อแสงของสีกลุ่ม Azo ในสารละลายที่พีเอช 2-4.5 และที่ถูกย้อมบนไหมธรรมชาติ ผลการทดลอง พบว่าสีกลุ่ม Azo ในสารละลาย และสีที่ถูกย้อมบนไหมธรรมชาติส่องไวต่อแสงด้วยอัตราที่แตกต่างกัน

Nakamura, T. และคณะ (20) ได้ทำการศึกษาการย้อมไหมด้วยสีจากครั่ง โดยการใช้คีนุกเป็นสารช่วยติดสี พบว่าสมบัติการทนต่อแสงและการซักล้างของไหมดีขึ้นเป็นอย่างมาก

Tsatsaroni, E. และคณะ (21) ได้ทำการศึกษาผลการใช้เอนไซม์ที่มีต่อการย้อมสีลงบนผ้าฝ้าย และขนสัตว์ด้วยสีธรรมชาติ จากการทดลองพบว่าผ้าฝ้ายและขนสัตว์ที่ผ่านการ treat ด้วยเอนไซม์มีสมบัติการทนต่อแสง และการซักล้างได้ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายและขนสัตว์ที่ไม่ได้ผ่านการ treat ด้วยเอนไซม์

Wang, P.Y. และคณะ (22) ได้ทำการศึกษาและทดลองผลการใช้ UV-Absorber ที่มีต่อความเสถียรต่อแสงของ acid dye ที่นำมาย้อมไหม จากการทดลองพบว่าการเติม UV-Absorber ทำให้อัตราการเกิด photofading ของ acid dyes ที่ย้อมผ้าไหมลดลง

Lokhande, H.T. และคณะ (23) นำสีที่สกัดได้จากครั่งไปย้อมเส้นใยพอลิเอสเตอร์แบบใช้และไม่ใช้สารช่วยติดสีในเทคนิคการย้อม 2 วิธี พบว่าการติดสีของเส้นใยพอลิเอสเตอร์อยู่ในเกณฑ์ดีมาก และสามารถทนต่อแสงได้ดีเมื่อใช้คอปเปอร์และเหล็กเป็นสารช่วยติดสี

Patra, S.K. และคณะ (24) ได้นำสีครั่งที่สกัดได้ด้วยการแช่ในน้ำทิ้งไว้ 1 คืน ไปย้อมไหมและขนสัตว์ด้วยการใช้โลหะเป็นสารช่วยติดสี พบว่าไหมและขนสัตว์ที่ย้อมด้วยสีครั่งโดยการใช้โลหะเป็นสารช่วยติดสีทนต่อการซักล้างและแสงแดด นอกจากนี้การใช้โลหะเป็นการช่วยติดสีแตกต่างกันจะให้เฉดสีที่แตกต่างกันด้วย

Rastogi, D. และคณะ (25) ได้ทำการ treat ผ้าฝ้ายด้วย cationising agent; Discifix DBA ก่อนการย้อมด้วยสีครั่ง จากผลการทดลองพบว่าการติดสีครั่งของผ้าฝ้ายและสมบัติการทนต่อการซักล้างอยู่ในระดับที่ดีมากเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้โลหะเป็นสารช่วยติดสี

บุญล้อม และคณะ (26) ได้ทำการศึกษาวิธีการกำจัดโลหะไอออนบางตัว เช่น ทองแดงไอออน โดยใช้แร่ pyrite (ซึ่งมีมากใน จ.ลพบุรี) ที่อยู่ในรูปต่าง ๆ ได้เป็นผลสำเร็จ

เนื่องจากโลหะไอออนจัดได้ว่าเป็นสารช่วยติดสี (mordants) ที่สำคัญอย่างหนึ่ง การศึกษาอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการกระทำ (interaction) ระหว่างสีครั้งกับโลหะไอออนยังไม่ปรากฏ อย่างไรก็ตาม การกระทำระหว่างโลหะไอออนกับสีชนิดอื่น ๆ ได้มีผู้ศึกษามาบ้างแล้ว (27) การศึกษาวิธีเบิลสเปค ตรีมของ stilbazolium merocyanine ใน Cu (II) Co (II) และ Fe (III) พบว่าความเข้มและตำแหน่งสูงสุดของการดูดกลืน ( $\lambda_{max}$ ) จะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของโลหะไอออน Tarazi และคณะ (28) ได้ศึกษาลักษณะสเปคตรีมของ squarylium dye NN 525 ในสารละลายต่าง ๆ และสารเชิงซ้อนของมันกับ Fe (II) , Co (II) ไอออน พบว่าการเติม Fe (II) หรือ Co (II) ไอออนลงไปจะทำให้เกิด fluorescence quenching ของสีนี้ การศึกษาอัตราส่วนโมลของ metal – ligand และ stability constants ของสารเชิงซ้อน 2 – (5-bromo-2-pyridylazo)-5-diethylamino) phenol (5-Br-PADAP) กับ Cu (II), Co (II), Ni (II) และ Zn (II) พบว่าความเสถียรของสารประกอบเชิงซ้อนทุกตัวจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า pH และ ionic strength ยังมีผลต่อความเสถียรของสารประกอบเชิงซ้อนในสารละลาย aqueous – ethanol

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างโลหะไอออนกับแอนทราควิโนน (anthraquinone) ที่แยกได้จากครั้งเพื่อให้ได้เจดสีที่หลากหลาย รวมทั้งศึกษาผลการใช้โลหะไอออนเป็นสารช่วยติดสีในกระบวนการย้อมผ้าด้วยสีจากครั้ง

#### ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาสีครั้งที่ได้จากบริษัท Wako ประเทศญี่ปุ่น และที่สกัดได้จากครั้ง จากจังหวัดสุรินทร์ และใช้โลหะไอออนเป็นสารช่วยติดสี

#### ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ทำให้สามารถพัฒนาเจดสีที่หลากหลายได้โดยใช้สีที่สกัดจากครั้งที่ทำปฏิกิริยากับโลหะไอออน รวมทั้งพัฒนากระบวนการย้อมสีใหม่ให้คิดทอน และอาจนำไปพัฒนาการย้อมในครัวเรือน

## บทที่ 2

### วิธีดำเนินการ

#### สารเคมี

กรด laccaic A [124-04791] และกรด laccaic B [127-04801] ชื่อจากบริษัท Wako ประเทศญี่ปุ่น สารประกอบโลหะ  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  และ  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  ชื่อจากบริษัท Merck เป็นชนิด A.R. เกรด

#### การแยกสีครั้งจากรุ่ง

นำครั้งที่ได้จากต้นตำมาบดให้ละเอียด (18 mesh) แล้วแยกด้วย deionized water ที่  $60^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 1 ชม. กรองสารละลายที่ได้แล้วทำให้เข้มข้นขึ้นด้วยการระเหยโดยลดความดัน และจึงนำไปใช้

#### การศึกษาผลของ pH ที่มีต่อ absorption band ของสีครั้ง

ได้ทำการศึกษาผลของ pH ที่มีต่อ absorption band ของสีครั้ง โดยใช้กรด acetic ในช่วง pH 2.0-4.5 และใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในช่วง pH 6.0-11.0 วัด absorption bands ของสีครั้งโดยใช้ CA Cary IE UV-Vis spectrophotometer

#### การศึกษาผลของความเข้มข้นของโลหะไอออนต่อ absorption band ของ lac dye

ผลที่มีต่อกรด laccaic A และ B ใน deionised water

ความเข้มข้นสุดท้ายของกรด laccaic A และ B ในสารละลายที่วัด คือ  $9.3 \times 10^{-5}$  และ  $1.05 \times 10^{-4}$  M ตามลำดับ ความเข้มข้นของโลหะไอออนในกรด laccaic A และ B จะแปรผัน ดังนี้  $5.0 \times 10^{-5}$ ,  $2.0 \times 10^{-2}$ ,  $3.0 \times 10^{-2}$ ,  $3.5 \times 10^{-2}$  และ  $4.0 \times 10^{-2}$  M ใช้ pH meter (HACH, model E(30)) ในการวัด pH ของสารละลายทั้งหมด

#### ผลของความเข้มข้นของ alum ที่มีต่อ absorption band ของสีครั้งจากบริษัท Wako และที่สกัดจากรุ่งที่มาจากต้นตำ

ทำการเตรียมสารละลายสีครั้ง (จากบริษัท Wako และที่สกัดได้) ขึ้นใหม่ทุกครั้งก่อนการวัดค่า absorption นำเอาสีครั้ง (บ. Wako) 0.4978 g ละลายใน deionised water กรองและเจือจางให้ครบ 500 ml ด้วย deionised water กรองแล้วเจือจางให้ได้ 1000 ml. เตรียมขวด volumetric flask ขนาด 10 ml 11 ใบ ในแต่ละใบให้เติมสารละลายสีครั้ง 2.00 ml แล้วเติมสารละลาย  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  ลง

ในขวดแต่ละใบด้วยปริมาตรตามลำดับดังนี้ 0.10, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00, 5.00, 6.00, 7.00, 8.00 ml เจือจางขวดแต่ละใบด้วย deionised water ให้ได้ระดับ 10 ml. ปล่อยให้ทิ้งไว้ 30 นาที แล้วนำไปวัดค่า absorption ที่ 537 nm ด้วย Cary IE UV-Visible Spectrophotometer โดยใช้ deionised water เป็น blank ความเข้มข้นสุดท้ายของ Alum ในการทดลองนี้ คือ  $5.0 \times 10^{-4}$ ,  $2.5 \times 10^{-3}$ ,  $5.0 \times 10^{-3}$ ,  $7.5 \times 10^{-3}$ ,  $1.0 \times 10^{-2}$ ,  $1.5 \times 10^{-2}$ ,  $2.0 \times 10^{-2}$ ,  $2.5 \times 10^{-2}$ ,  $3.0 \times 10^{-2}$ ,  $3.5 \times 10^{-2}$ ,  $4.0 \times 10^{-2}$  M ตามลำดับ

ผลของ Ni (II) อีออน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีต่อ absorption band ของ Wako lac dye และ lac dye ที่สกัดได้

สารละลาย lac dye ที่ใช้ในหัวข้อนี้ได้เตรียมไว้แล้วในหัวข้อการทดลองข้างต้น (2.4.2) นำขวด volumetric flask ขนาด 10 ml มา 11 ใบ แล้วเติมสารละลาย lac dye ลงไปขวดละ 1.00 ml จากนั้นจึงเติมสารละลาย  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ลงไปในขวดทั้ง 11 ใบ ด้วยปริมาตร 0.10, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00, 5.00, 6.00, 7.00, 8.00 และ 9.00 ml ตามลำดับ เติม deionised water ลงไปในแต่ละขวดให้ได้ ปริมาตร 10 ml ทุกขวด หลังจากเกิด complex สมบูรณ์แล้ว วัด absorption spectra ของสารละลาย ทุกขวดที่ 562 nm ด้วยเครื่อง Cary IE UV-Vis Spectrophotometer โดยใช้น้ำเป็น blank ความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลาย nickel ในการทดลองนี้ คือ  $5.0 \times 10^{-4}$ ,  $2.5 \times 10^{-3}$ ,  $5.0 \times 10^{-3}$ ,  $7.5 \times 10^{-3}$ ,  $1.0 \times 10^{-2}$ ,  $1.5 \times 10^{-2}$ ,  $2.0 \times 10^{-2}$ ,  $2.5 \times 10^{-2}$ ,  $3.0 \times 10^{-2}$ ,  $3.5 \times 10^{-2}$ , และ  $4.0 \times 10^{-2}$  M ตามลำดับ

ผลของพีเอชที่มีต่อการย้อมไหมด้วยสีครั้งสกัดจากต้นตำลา

วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารละลายสีครั้งสกัดเข้มข้น 2000 ppm โดยการละลายสีครั้งผงสกัด 2.0042 กรัมใน น้ำ D.I.(deionised water) กรองสารละลายสีครั้งและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนมี ปริมาตรสุดท้ายเป็น 1 ลิตรในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร
2. ปิ่เปิดสารละลายสีครั้งที่เตรียมได้จากข้อ 1 ปริมาตร 50.00 ml ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml จำนวน 7 ขวด ปรับค่าพีเอชในแต่ละขวดด้วยกรดอะซิติก
3. ชั่งไหมหนัก 0.5000 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่จำนวน 7 ขวด นำขวดรูปชมพู่ที่บรรจุไหม และสารละลายสีครั้งที่ปรับพีเอชค่าต่างๆ ทั้ง 7 ขวด แช่ใน shaker bath (Heto-Holten A/S Denmark, Type SBD-50 cold) อุณหภูมิ  $60^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 30 นาที
4. ทำการย้อมไหมด้วยสีครั้งที่ปรับพีเอชค่าต่างๆ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใช้ความเร็วในการ เขย่า 200 รอบ/นาที นำไหมที่ผ่านการย้อมล้างด้วยน้ำเย็น และตากไว้ในที่ร่มไม่โดนแสง แดดและความร้อน วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีครั้งก่อนและหลังการย้อมที่ 489 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Cary IE UV-Vis Spectrophotometer กำหนดหาค่าความสามารถ

การดูดซึมสี และวัดสีของเส้นไหมที่ย้อมได้ด้วยเครื่อง Minolta CR-300 Series Chroma Meter,  $\Phi$  (measuring area) = 8 mm

เงื่อนไขในการย้อม : MLR (material to liquor ratio) = 1:100  
Dye concentration = 20 % o.w.f.  
Time of dyeing = 1 hr  
Temperature = 60 °C

### การคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมสี

$$\% \text{ Exhaustion} = 100 (1 - A_1/A_0)$$

เมื่อ  $A_0$  และ  $A_1$  เป็นค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีก่อนย้อมและภายหลังย้อมตามลำดับ

### ผลของความเข้มข้นที่มีต่อการย้อมไหมด้วยสีครั้งสกัดจากต้นน้ำจืด

#### วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารละลายสีครั้งสกัดที่มีความเข้มข้น 1000 ppm, 500 ppm, 250 ppm และ 125 ppm ทำการปรับพีเอชของสารละลายดังกล่าวที่อุณหภูมิ 30 °C เปิดสารละลายสีครั้งความเข้มข้นต่างๆ ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml
2. ชั่งไหมหนัก 0.5000 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml 4 ขวด นำขวดรูปชมพู่ที่บรรจุไหมและขวดรูปชมพู่ที่บรรจุสารละลายสีครั้งความเข้มข้นต่างๆ แช่ใน shaker bath อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 30 นาที
3. ทำการย้อมไหมด้วยสารละลายสีครั้งความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยความเร็วในการเขย่า 150 รอบ/นาที นำไหมที่ย้อมเสร็จแล้วล้างด้วยน้ำเย็น ตากไว้ในที่ร่ม วัดค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีก่อนและหลังการย้อม และวัดสีของไหมที่ย้อมแล้ว
4. ทำการทดลองเหมือนข้างต้น แต่ปรับพีเอชของสารละลายสีครั้งที่อุณหภูมิ 60 °C และทำการย้อมที่อุณหภูมิ 60 °C แทน

เงื่อนไขในการย้อม : MLR (material to liquor ratio) = 1:100  
Dye concentration = 1.25 % o.w.f. (125 ppm), 2.50 % o.w.f. (250 ppm),  
5.00 % o.w.f. (500 ppm), 10.0 % o.w.f. (1000 pm)  
Time of dyeing = 1 hr, Temperature = 30 °C and 60 °C



## ผลของการทำ mordanting แบบต่างๆ ในการย้อมไหมด้วยสีครั้งสกัดจากต้นตำมา

ในการทดลองใช้สารช่วยติดสี คือ สารส้ม และทำ mordanting ในการย้อมไหมด้วยสีครั้งสกัด 2 วิธี คือ

1. pre-mordanting method
2. after-mordanting method

### 1. pre-mordanting method

#### วิธีการทดลอง

##### ขั้นตอนการทำ pre-mordanting

1. เตรียมสารละลายสารส้มความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้

% mordant	=	0.50 % o.w.f. (สารละลายสารส้มความเข้มข้น $1.05 \times 10^{-4}$ M)
		2.5 % o.w.f. (สารละลายสารส้มความเข้มข้น $5.27 \times 10^{-4}$ M)
		5.0 % o.w.f. (สารละลายสารส้มความเข้มข้น $1.05 \times 10^{-3}$ M)
		8.0 % o.w.f. (สารละลายสารส้มความเข้มข้น $1.69 \times 10^{-3}$ M)
		10 % o.w.f. (สารละลายสารส้มความเข้มข้น $2.11 \times 10^{-3}$ M)

เปิดสารละลายสารส้มความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 50.00 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml จำนวน 5 ขวด

2. ชั่งไหมหนัก 0.5000 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml 5 ขวด นำขวดรูปชมพู่บรรจุไหมและสารละลายสารส้มความเข้มข้นต่างๆ แช่ใน shaker bath อุณหภูมิ  $70^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 30 นาที ความเร็วในการเขย่า 150 รอบ/นาที
3. นำไหมลงแช่ในสารละลายสารส้มเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบ 1 ชั่วโมง นำไหมบีบน้ำสารส้มออก ตากไว้ในที่ร่ม 1 คืน โดยไม่ต้องล้างน้ำ เตรียมนำไปย้อมด้วยสีครั้งต่อไป
4. เตรียมไหมด้วยวิธีข้างต้นอีก 3 ชุด เพื่อทำการย้อมด้วยสารละลายสีครั้งความเข้มข้น 250 ppm, 500 ppm และ 1000 ppm

##### ขั้นตอนการย้อมไหมที่ผ่านการทำ pre-mordanting ด้วยสีครั้งสกัด

1. เตรียมสารละลายสีครั้งสกัดความเข้มข้น 125 ppm ปรับพีเอชด้วยกรดอะซิติกที่อุณหภูมิ  $30^{\circ}\text{C}$  ให้มีค่าพีเอชประมาณ 3.500 เปิดสารละลายดังกล่าวปริมาตร 50.00 ml ใส่ในขวดชมพู่ขนาด 125 ml จำนวน 6 ขวด
2. แช่ขวดรูปชมพู่ที่บรรจุสารละลายสีครั้งและขวดรูปชมพู่ที่บรรจุไหมที่ผ่านการทำ mordanting (จากขั้นตอนแรก) ใน shaker bath ที่อุณหภูมิ  $30^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 30 นาที

3. ทำการย้อมไหมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยความเร็วในการเขย่า 150 รอบ/นาที
4. นำไหมที่ได้จากการย้อมมาล้างน้ำเย็น ตากไว้ในที่ร่มไม่โดนความร้อนและแสงแดด
5. วัดสีของเส้นไหมที่แห้งแล้วด้วยเครื่อง Minolta CR-300 Series Chroma Meter,  $\phi$  (measuring area) = 8 mm
6. นำไหมที่เตรียมได้ (จากข้อ 4 ในขั้นตอนแรก) มาย้อมด้วยสารละลายสีครั้งที่มีความเข้มข้น 250 ppm, 500 ppm และ 1000 ppm (ปรับพีเอชที่อุณหภูมิ 30 °C) โดยย้อมอุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เช่นเดียวกันข้างต้น
7. เตรียมชุดการทดลองอีก 1 ชุด โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับข้างต้น แต่เปลี่ยนอุณหภูมิในการย้อมจาก 30 °C เป็น 60 °C

## 2. after-mordanting method

### วิธีการทดลอง

#### ขั้นตอนที่ 1 ย้อมไหมด้วยสารละลายสีครั้งที่

1. เตรียมสารละลายสีครั้งที่ความเข้มข้น 125 ppm, 250 ppm, 500 ppm และ 1000 ปรับพีเอชด้วยกรดอะซิติกให้มีค่าพีเอชประมาณ 3.500 ที่อุณหภูมิ 30 °C และ 60 °C
2. ปิเปตสารละลายสีครั้งที่ความเข้มข้น 125 ppm ที่ปรับพีเอชที่อุณหภูมิ 30 °C ปริมาตร 50.00 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml จำนวน 6 ใบ ปิเปตสารละลายสีครั้งที่ความเข้มข้นที่เหลือโดยทำเช่นเดียวกัน
3. ชั่งไหมหนัก 0.5000 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml นำขวดรูปชมพู่ที่บรรจุไหมและสารละลายสีครั้งที่ความเข้มข้นต่างๆ แช่ใน shaker bath เป็นเวลา 30 นาที
4. ทำการย้อมไหมด้วยสารละลายสีครั้งที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ความเร็วในการเขย่าเท่ากับ 150 รอบ/นาที ล้างไหมที่ย้อมเสร็จแล้วด้วยน้ำเย็น ตากไว้ในที่ร่มเพื่อนำไปทำ mordanting ต่อไป

#### ขั้นตอนที่ 2 การทำ mordanting ไหมที่ผ่านการย้อมแล้วด้วยสารส้ม

1. เตรียมสารละลายสารส้มความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้

% mordant	=	0.50 % o.w.f. (สารละลายสารส้มความเข้มข้น $1.05 \times 10^{-4}$ M)
		2.5 % o.w.f. (สารละลายสารส้มความเข้มข้น $5.27 \times 10^{-4}$ M)
		5.0 % o.w.f. (สารละลายสารส้มความเข้มข้น $1.05 \times 10^{-3}$ M)
		8.0 % o.w.f. (สารละลายสารส้มความเข้มข้น $1.69 \times 10^{-3}$ M)
		10 % o.w.f. (สารละลายสารส้มความเข้มข้น $2.11 \times 10^{-3}$ M)

ปีเปตสารละลายสารส้มความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 50.00 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml แต่  
หลอดที่เตรียมไว้ทั้ง 24 ใบ

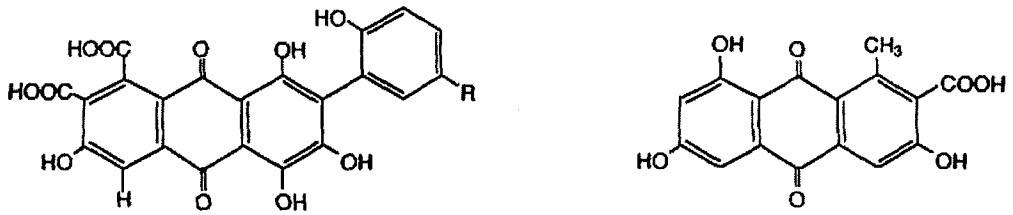
3. นำไหมที่ย้อมด้วยสีครั้งใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml แช่ขวดรูปชมพู่ที่บรรจุไหมและสาร  
ละลายสารส้มความเข้มข้นต่างๆ ใน shaker bath อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 30 นาที ความเร็วในการ  
เขย่า 150 รอบ/นาที
4. นำไหมลงแช่ในสารละลายสารส้มที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบ 1 ชั่วโมง นำไหม  
บีบน้ำสารส้มออก และล้างด้วยน้ำเย็น ตากไว้ในที่ร่ม 1 คืน นำเส้นไหมที่แห้งไปวัดสีด้วยเครื่อง  
Minolta CR-300 Series Chroma Meter,  $\phi$  (measuring area) = 8 mm

### บทที่ 3

#### ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อ absorption bands ของสีครั้ง แสดงไว้ในรูป ต่าง ๆ ดังนี้

รูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงโครงสร้าง laccaic acids ชนิดต่าง ๆ

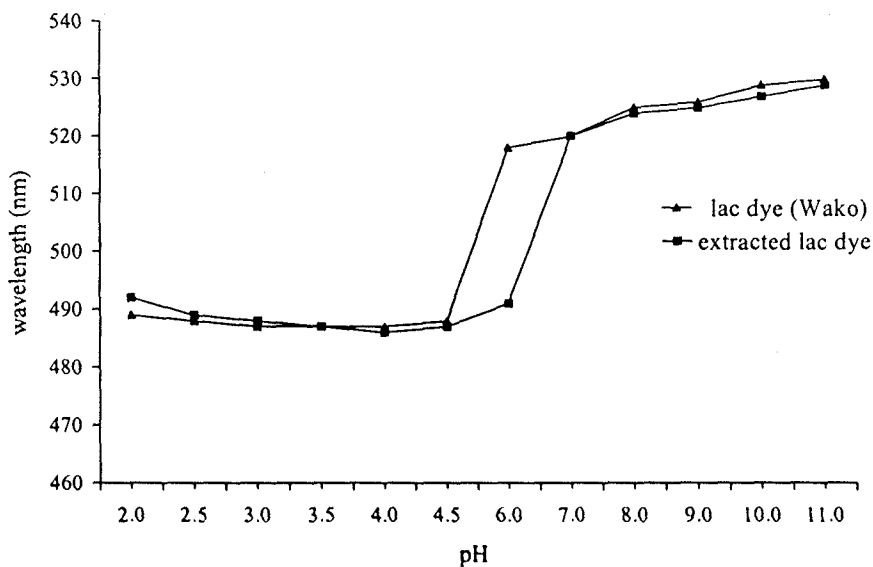


Laccaic acid A	R=CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NHCOCH <sub>3</sub>	M.W. 537
Laccaic acid B	R=CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	M.W. 496
Laccaic acid C	R=CH <sub>2</sub> CH(NH <sub>2</sub> )COOH	M.W. 539
Laccaic acid E	R=CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>	M.W. 495

Laccaic acid D M.W. 314

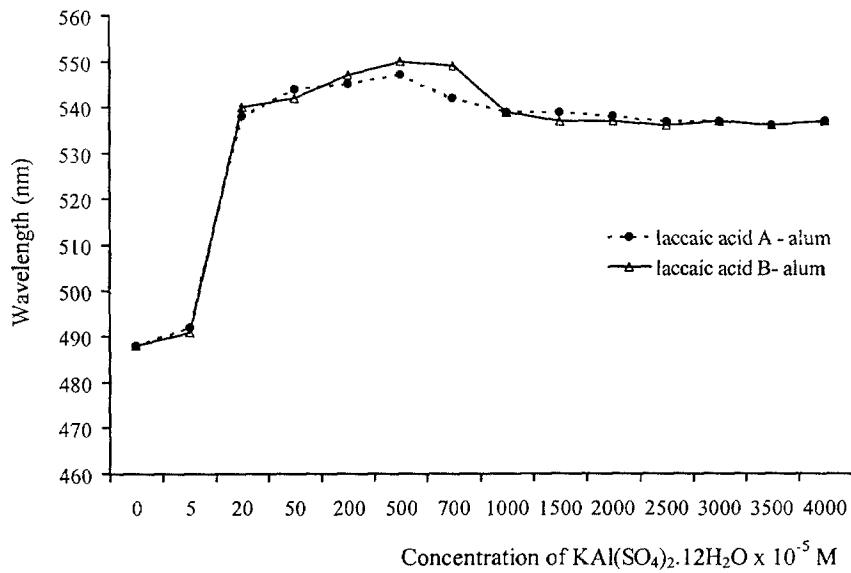
รูปที่ 1. โครงสร้างทางเคมีของ laccaic acids

รูปที่ 2 แสดงถึงผลของ pH ที่มีผลตำแหน่ง absorption band ของสีครั้ง ทั้งสีครั้งที่สกัดได้และที่สังเคราะห์



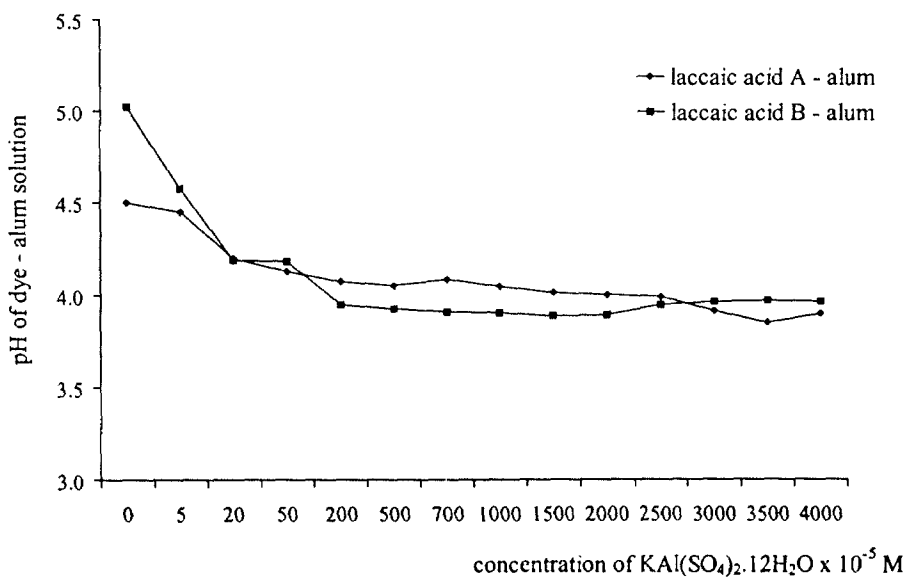
รูปที่ 2. ผลของ pH ที่มีต่อตำแหน่ง absorption band ของสีครั้ง

รูปที่ 3 แสดงถึงผลของความเข้มข้นของ Alum ที่มีต่อตำแหน่ง absorption band ของ laccaic acid A และ laccaic acid B



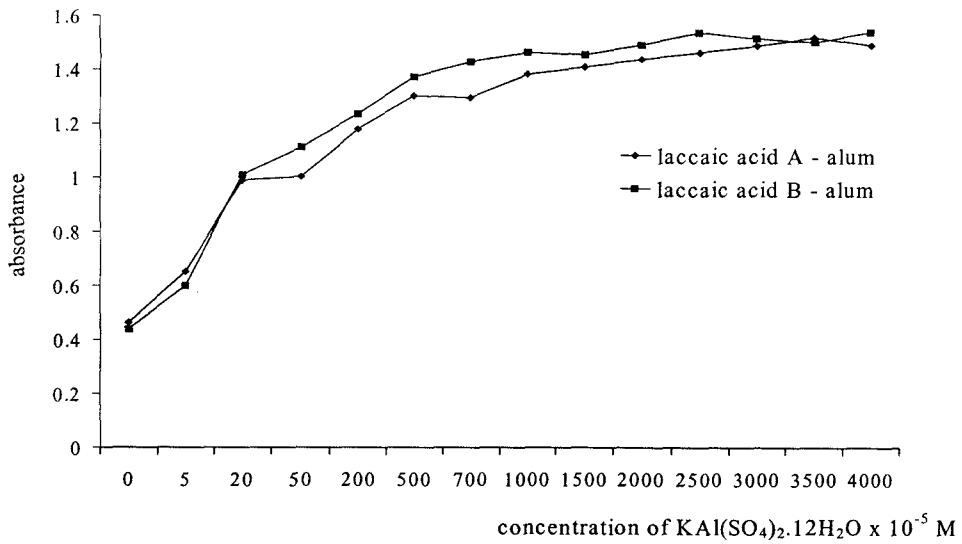
รูปที่ 3. ผลของความเข้มข้นของ Alum ที่มี absorption band ของ laccaic acid A

รูปที่ 4 แสดงให้เห็นผลของความเข้มข้นของ Alum ที่ค่อนข้างสูง จะไม่มีผลมากนักต่อการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายสีครั้ง



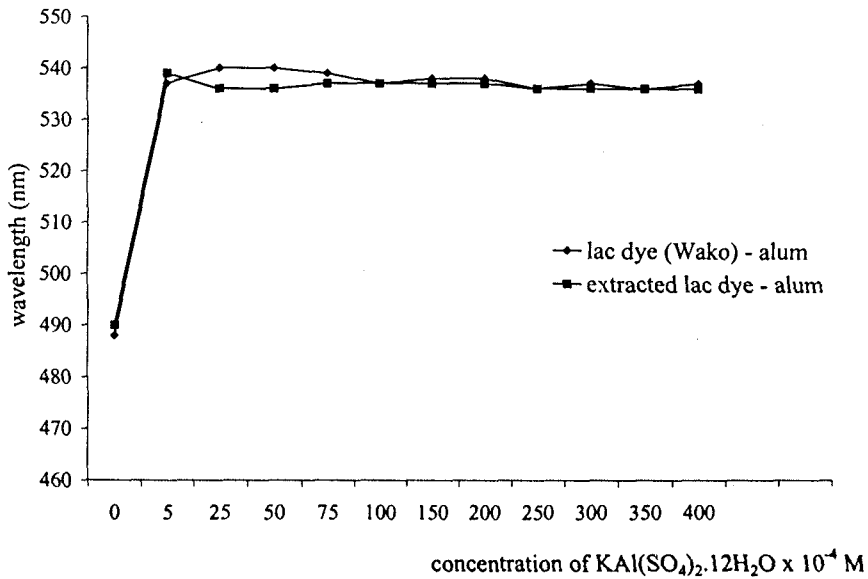
รูปที่ 4. ผลของความเข้มข้นของ Alum ที่มีต่อ pH ของ laccaic acid A และ B

รูปที่ 5 แสดงถึงผลของความเข้มข้นของ Alum ที่มีต่อ absorption ของ laccaic acid A และ B

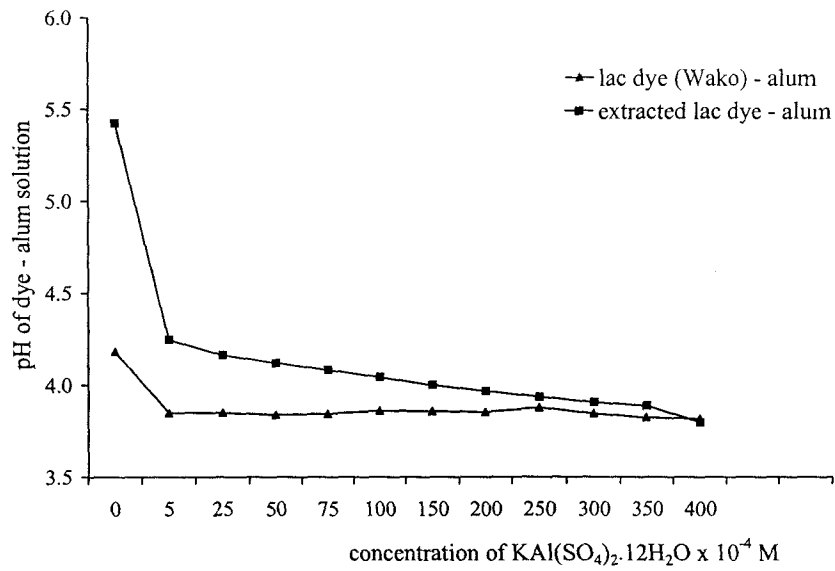


รูปที่ 5. ผลของความเข้มข้นของ Alum ที่มีต่อ absorbance ของ Laccaic acid A and B ที่  $\lambda = 537 \text{ nm}$

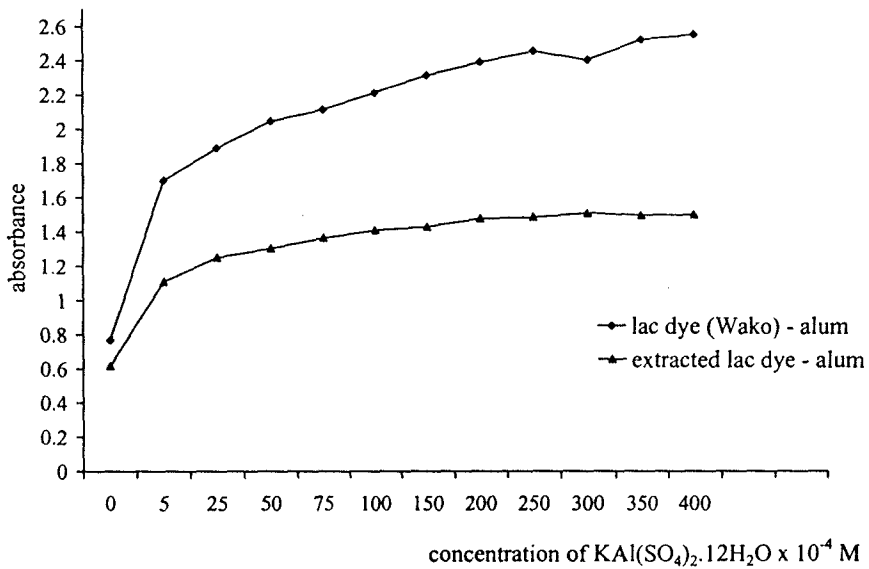
รูปที่ 6, 7, 8 แสดงให้เห็นถึงผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น ที่มีต่อตำแหน่งการ absorption, pH และ absorbance ของ Lac สีครั้งที่สังเคราะห์และที่สกัดได้



รูปที่ 6. ผลของความเข้มข้นของ Alum ที่มีต่อ absorption band ของ Lac dyes (ที่สังเคราะห์และที่สกัดได้)

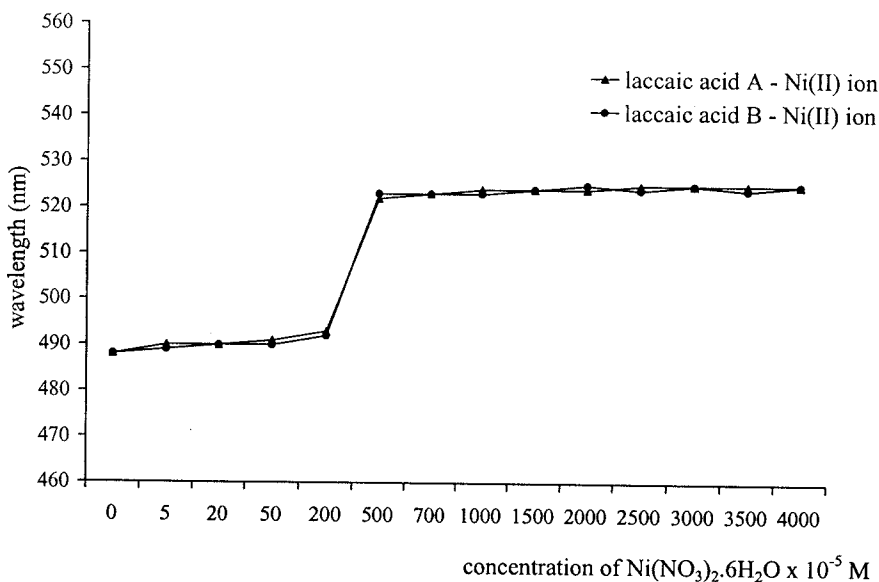


รูปที่ 7. ผลของความเข้มข้นของ Alum ที่มีต่อ pH ของสารละลาย lac dye-alum

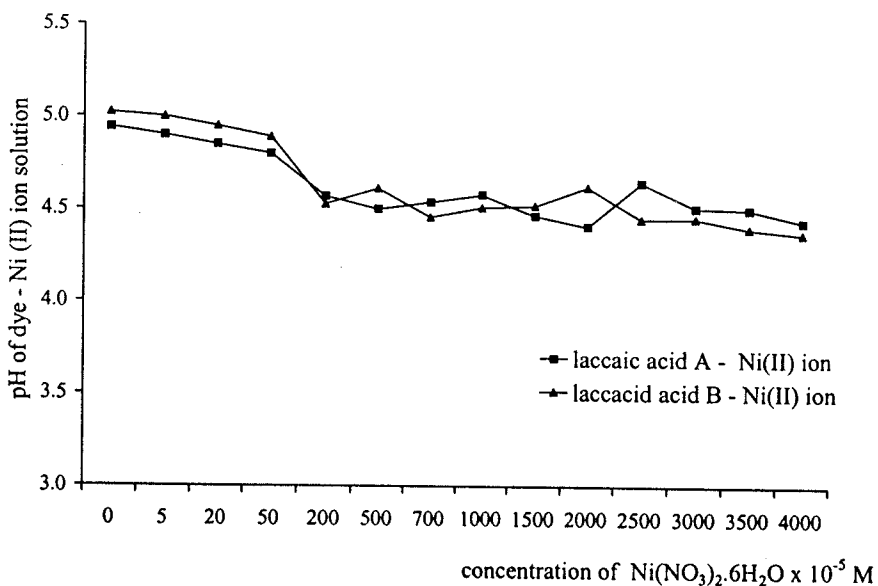


รูปที่ 8. ผลของความเข้มข้นของ Alum ที่มีต่อ absorbance ของ lac dye  $\lambda = 537 \text{ nm}$

รูปที่ 9-14 แสดงให้เห็นถึงผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Ni (II) ที่มีต่อตำแหน่ง absorption, pH และ absorbance ของ laccaic acid A , และ B, สีครั้งที่สังขึ้นและที่สกัดได้

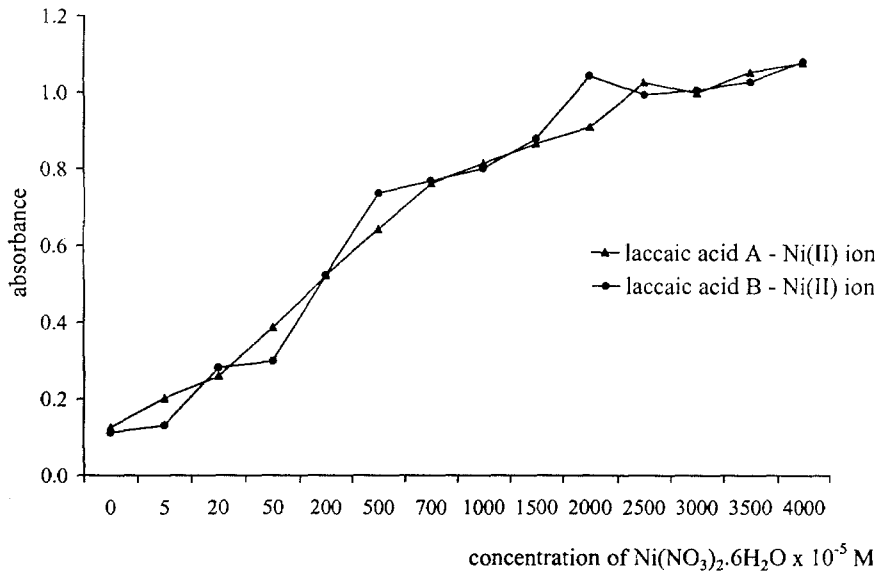


รูปที่ 9. ผลของความเข้มข้นของ Ni(II) ไอออนที่มีต่อ absorption band ของ laccaic acid A and B

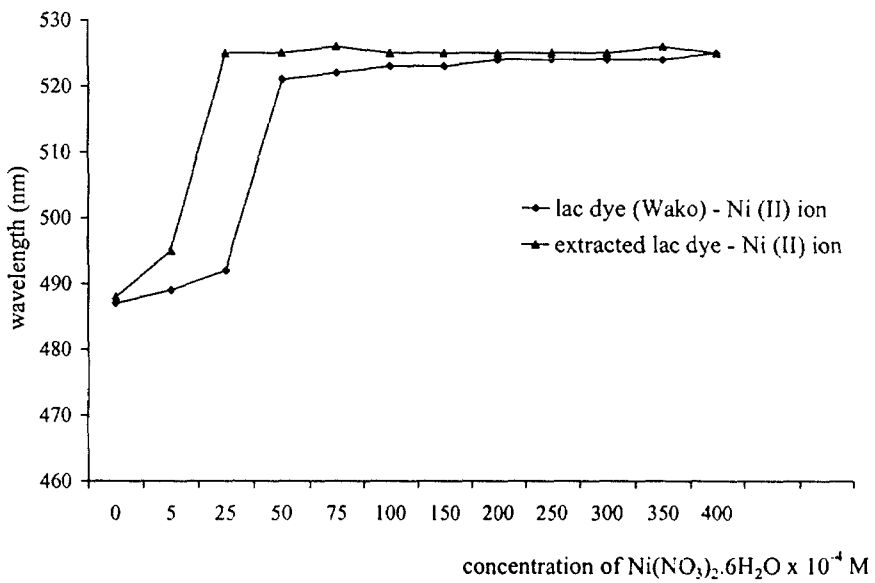


รูปที่ 10. ผลของความเข้มข้น Ni(II) ที่มีต่อ pH ของสารละลาย laccaic acid A – Ni(II) และ laccaic acid B-Ni(II)

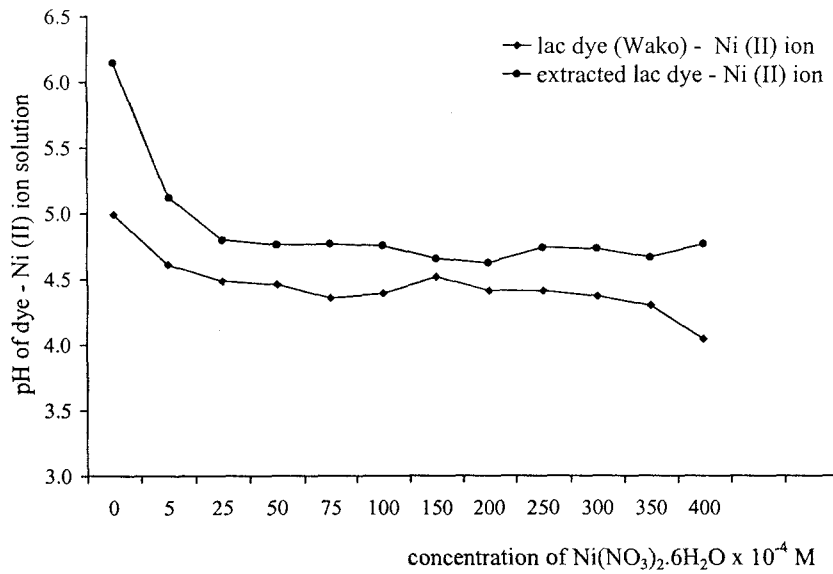




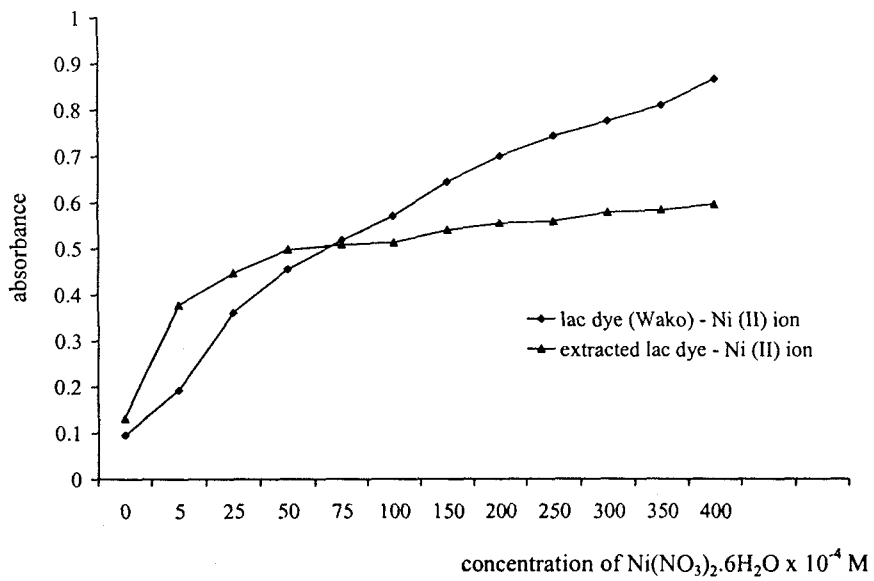
รูปที่ 11. ผลของความเข้มข้นของ Ni(II) ไอออน ที่มีต่อ absorbance ของ laccaic acid A และ B ที่  $\lambda = 562 \text{ nm}$



รูปที่ 12. ผลของความเข้มข้นของ Ni(II) ไอออน ที่มีต่อ absorption band ของ lac dyes



รูปที่ 13. ผลของความเข้มข้นของ Ni(II) ไอออนที่มีต่อ pH ของสารละลาย lac dye - Ni(II)

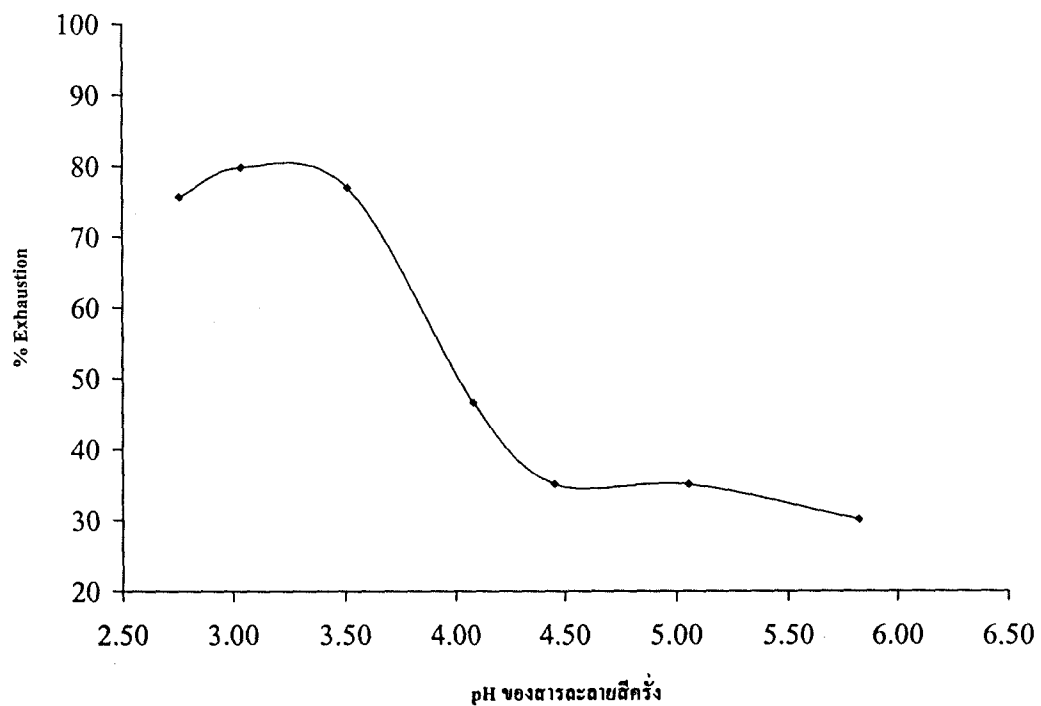


รูปที่ 14. ผลของความเข้มข้นของ Ni(II) ที่มีต่อ absorbance ของ lac dyes ที่  $\lambda = 562$  nm

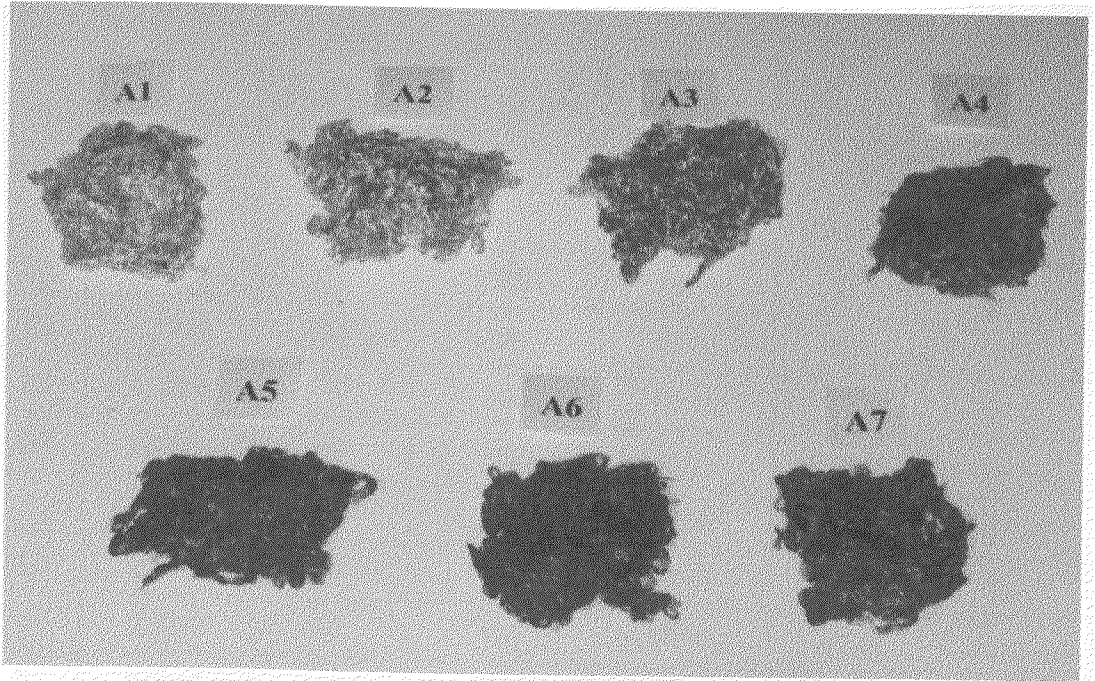
## ผลการทดลองการย้อมสี

ตารางที่ 1 ผลของ pH ที่มีต่อการย้อมไหมด้วยสีครั้งสกัดจากต้นน้ำจืด

No. ไหม	น้ำหนักไหม (กรัม)	ค่าพีเอช	% Exhaustion	ค่าการวัดสี		
				L (lightness)	C (Chroma)	h <sup>0</sup> (Hue angle)
A1	0.5099	5.826	30.17	75.15	13.65	35.3
A2	0.5074	5.055	35.13	69.09	13.65	25.7
A3	0.5045	4.455	35.14	60.70	20.09	15.6
A4	0.5061	4.084	46.58	42.44	27.21	11.7
A5	0.5034	3.513	76.94	43.20	29.21	12.0
A6	0.5046	3.038	79.82	44.08	29.04	10.7
A7	0.5074	2.759	75.62	42.41	28.57	12.4



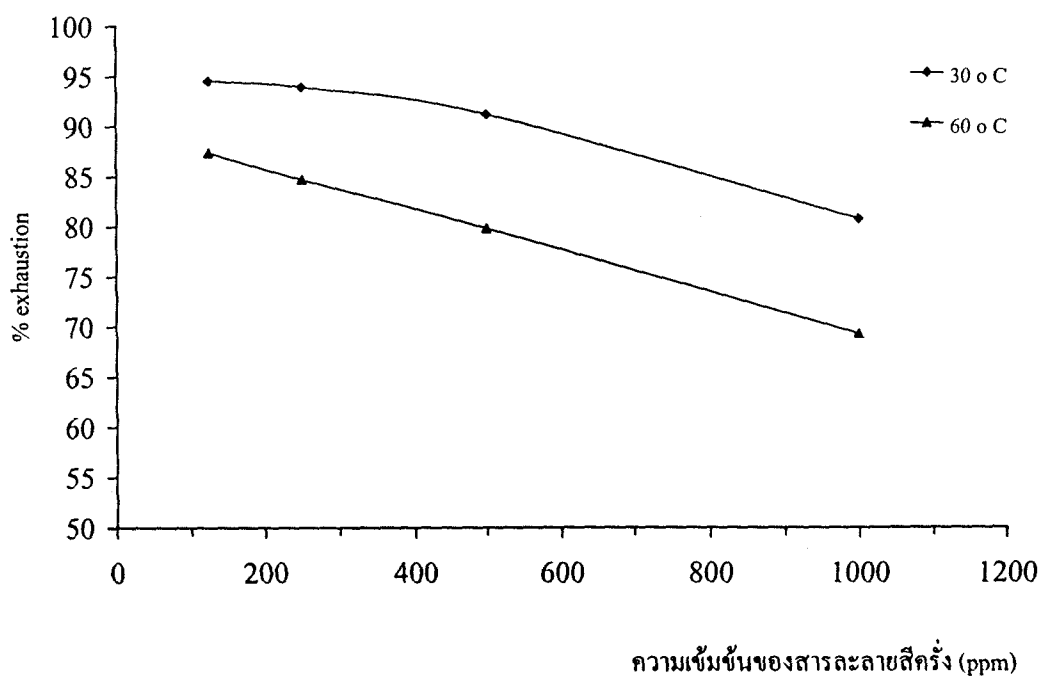
รูปที่ 15. ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การดูดซึมสีและพีเอชของสารละลายสีครั้ง



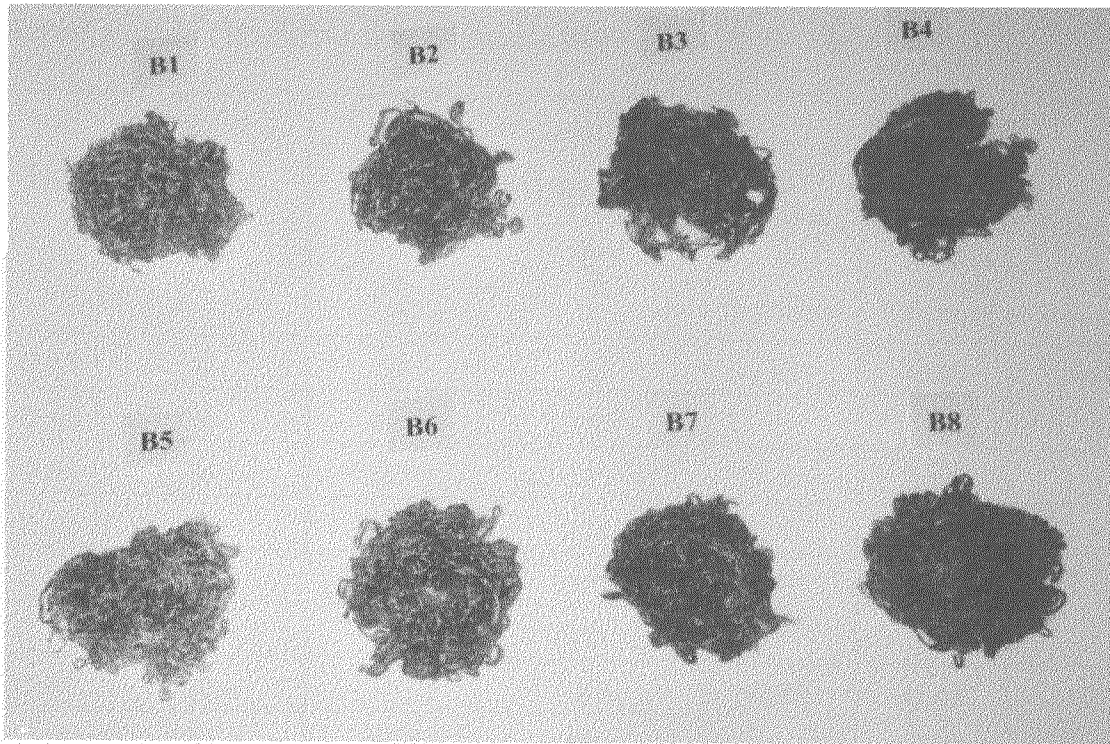
รูปที่ 16. สีของไหมหลังการเชื่อมด้วยสักรั้งที่ pH ต่างๆ

ตารางที่ 2 ผลของความเข้มข้นที่มีต่อการย้อมใหม่ด้วยสีครั้งจากต้นน้ำจืด

No. ใหม่	น้ำหนักใหม่ (กรัม)	อุณหภูมิในการย้อมใหม่ (°C)	ความเข้มข้นของสารละลายสีครั้ง (ppm)	% Exhaustion	ค่าการวัดสี		
					L (lightness)	C (Chroma)	h <sup>0</sup> (Hue angle)
B1	0.5026	30	125	94.54	63.73	40.05	45.6
B2	0.5008	30	250	93.91	42.03	45.43	43.5
B3	0.5088	30	500	91.16	52.49	51.22	46.4
B4	0.5043	30	1000	80.75	55.39	64.11	47.9
B5	0.5016	60	125	87.38	65.35	33.69	47.0
B6	0.5027	60	250	84.67	62.66	44.56	46.5
B7	0.5017	60	500	79.78	57.16	53.21	47.2
B8	0.5057	60	1000	69.26	54.22	62.26	47.4



รูปที่ 17. ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การดูดซึมสีและความเข้มข้นของสารละลายสีครั้ง



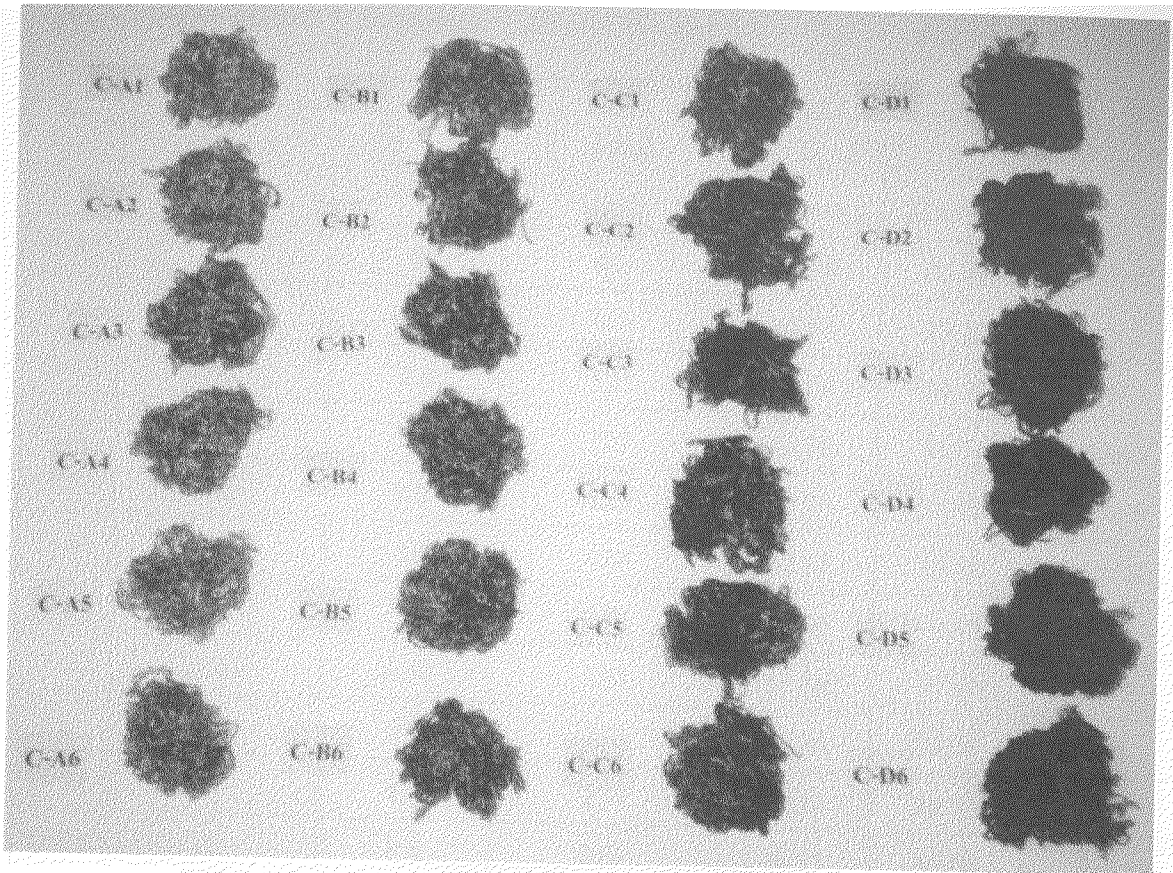
รูปที่ 18. สีของไหมหลังการเชื่อมด้วยสีครั้งที่สกัดจากดินน้ำตาที่ความเข้มข้นต่างๆ

ผลของการทำ mordanting แบบ pre – mordanting และ after – mordanting ในการย้อมไหมด้วยสีครั้ง โดยใช้สารส้ม (alum) เป็นสารช่วยติดสี

ตารางที่ 3 การย้อมไหมที่ผ่านการทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 30 °C

No. ไหม	อุณหภูมิในการ ย้อมไหม (°C)	% Mordant (o.w.f.)	ความเข้มข้นของ สารละลายสีครั้ง (ppm)	ค่าการวัดสี		
				L (lightness)	C (Chroma)	h° (Hue angle)
C-A1	30	0	125	63.73	40.05	45.6
C-A2	30	0.50	125	*	*	*
C-A3	30	2.5	125	*	*	*
C-A4	30	5.0	125	*	*	*
C-A5	30	8.0	125	*	*	*
C-A6	30	10	125	*	*	*
C-B1	30	0	250	42.03	45.43	43.5
C-B2	30	0.50	250	54.64	36.66	19.4
C-B3	30	2.5	250	48.08	32.64	0.1
C-B4	30	5.0	250	44.10	32.29	359.8
C-B5	30	8.0	250	43.63	33.84	359.4
C-B6	30	10	250	44.14	30.71	0.1
C-C1	30	0	500	52.49	51.22	46.4
C-C2	30	0.50	500	51.86	49.89	37.9
C-C3	30	2.5	500	38.95	39.69	12.5
C-C4	30	5.0	500	36.60	37.65	8.3
C-C5	30	8.0	500	36.03	34.62	4.1
C-C6	30	10	500	39.39	36.30	6.5
C-D1	30	0	1000	55.39	64.11	47.9
C-D2	30	0.50	1000	46.79	56.77	39.4
C-D3	30	2.5	1000	35.67	43.04	19.2
C-D4	30	5.0	1000	36.46	39.56	13.9
C-D5	30	8.0	1000	35.29	39.09	13.2
C-D6	30	10	1000	37.22	39.03	12.2

\* สีเส้นไหมไม่สม่ำเสมอ ไม่สามารถทำการวัดสีไหมที่ย้อมแล้ว

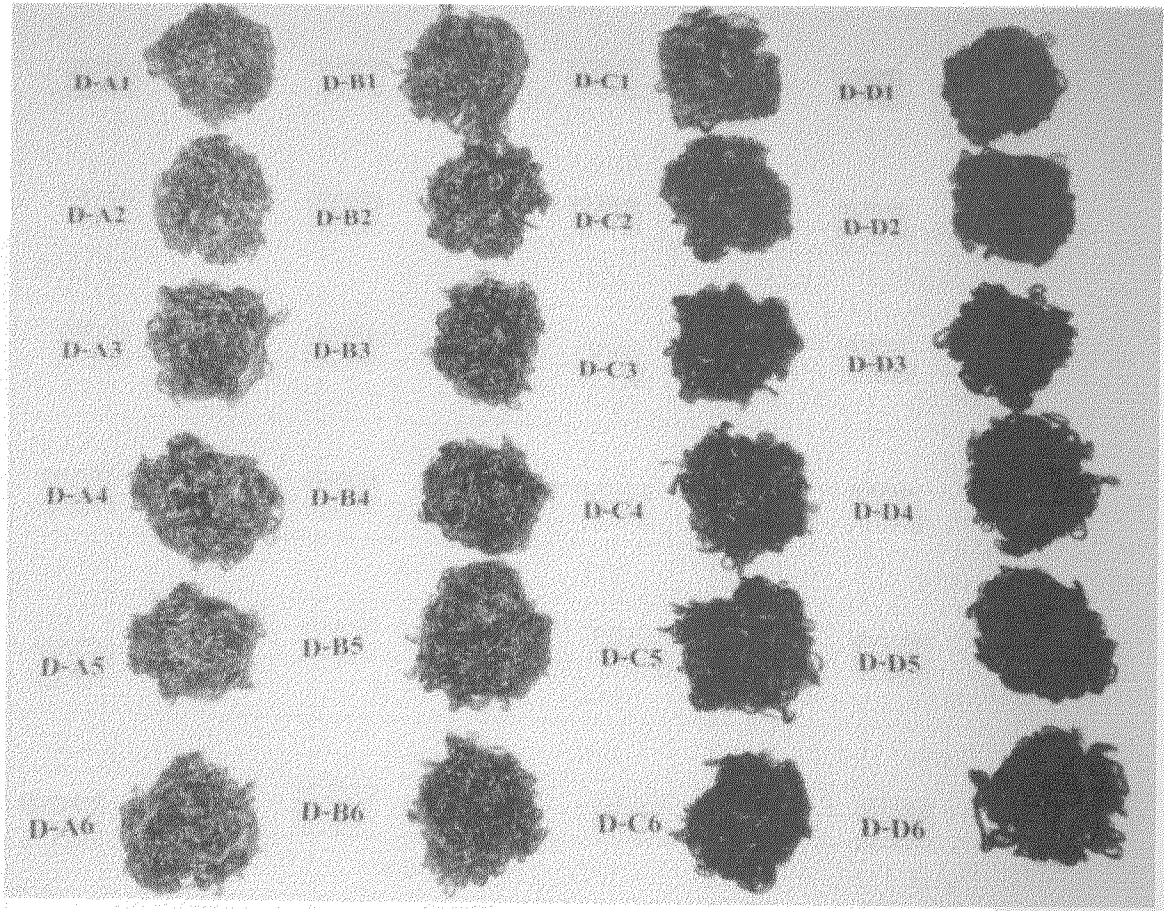


รูปที่ 19. สีของไหมที่ย้อม โดยผ่านการทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 30 °C



ตารางที่ 4 การย้อมไหมที่ผ่านการทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 60 °C

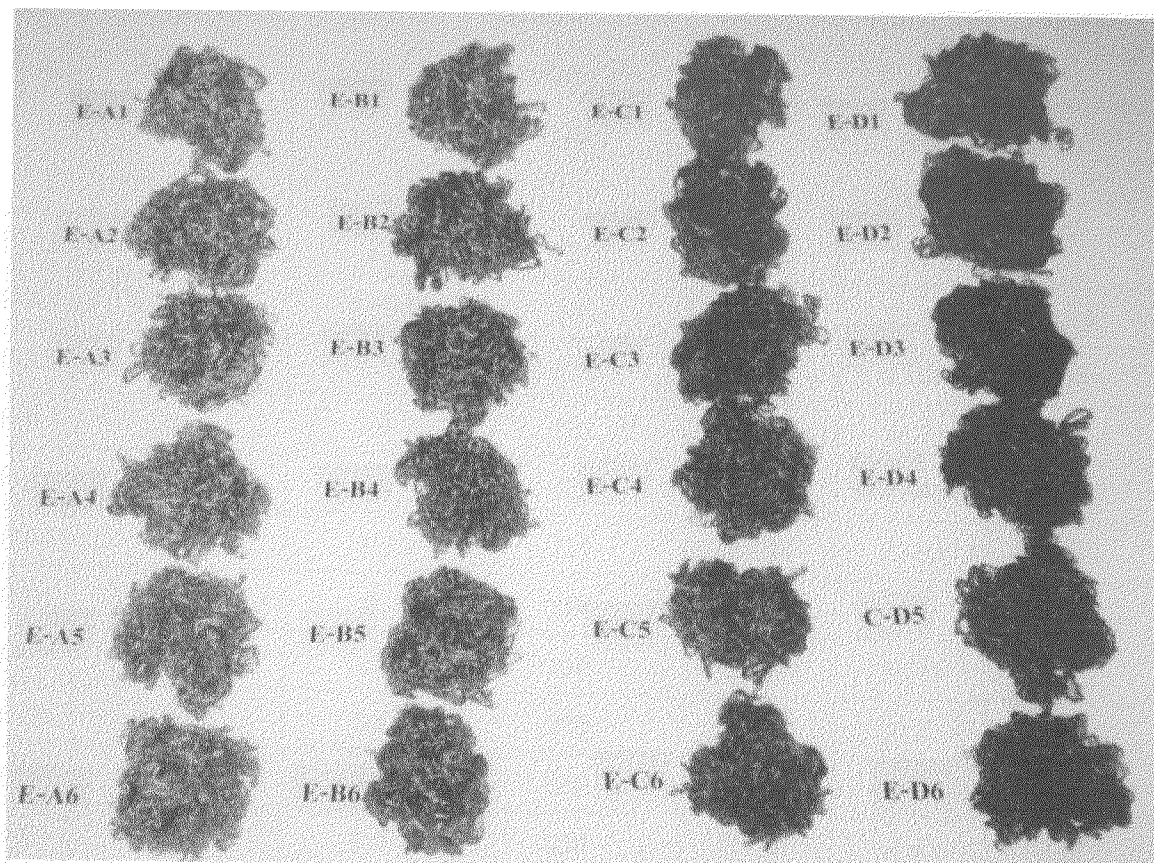
No. ไหม	อุณหภูมิในการ ย้อมไหม (°C)	% Mordant (o.w.f.)	ความเข้มข้นของ สารละลายสีครั้ง (ppm)	ค่าการวัดสี		
				L (lightness)	C (Chroma)	h° (Hue angle)
D-A1	60	0	125	65.35	33.69	47.0
D-A2	60	0.50	125	63.63	29.77	21.2
D-A3	60	2.5	125	55.60	29.52	359.1
D-A4	60	5.0	125	45.80	31.54	356.5
D-A5	60	8.0	125	57.16	28.82	354.9
D-A6	60	10	125	53.33	29.68	355.2
D-B1	60	0	250	62.66	44.56	46.5
D-B2	60	0.50	250	51.66	39.49	25.5
D-B3	60	2.5	250	36.80	36.06	1.6
D-B4	60	5.0	250	42.62	36.74	356.2
D-B5	60	8.0	250	44.51	36.09	356.0
D-B6	60	10	250	45.17	34.12	355.9
D-C1	60	0	500	57.16	53.21	47.2
D-C2	60	0.50	500	51.09	45.46	31.3
D-C3	60	2.5	500	37.20	40.47	6.7
D-C4	60	5.0	500	31.80	40.31	3.8
D-C5	60	8.0	500	35.00	38.95	1.8
D-C6	60	10	500	36.73	39.83	1.0
D-D1	60	0	1000	54.22	62.26	47.4
D-D2	60	0.50	1000	48.02	55.38	38.5
D-D3	60	2.5	1000	35.85	45.20	18.5
D-D4	60	5.0	1000	31.68	43.84	12.0
D-D5	60	8.0	1000	30.44	43.73	9.7
D-D6	60	10	1000	29.49	42.75	7.9



รูปที่ 20. สีของไหมที่ย้อมโดยผ่านการทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 60 °C

ตารางที่ 5 ไหมที่ย้อมที่อุณหภูมิ 30 °C และทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 70 °C

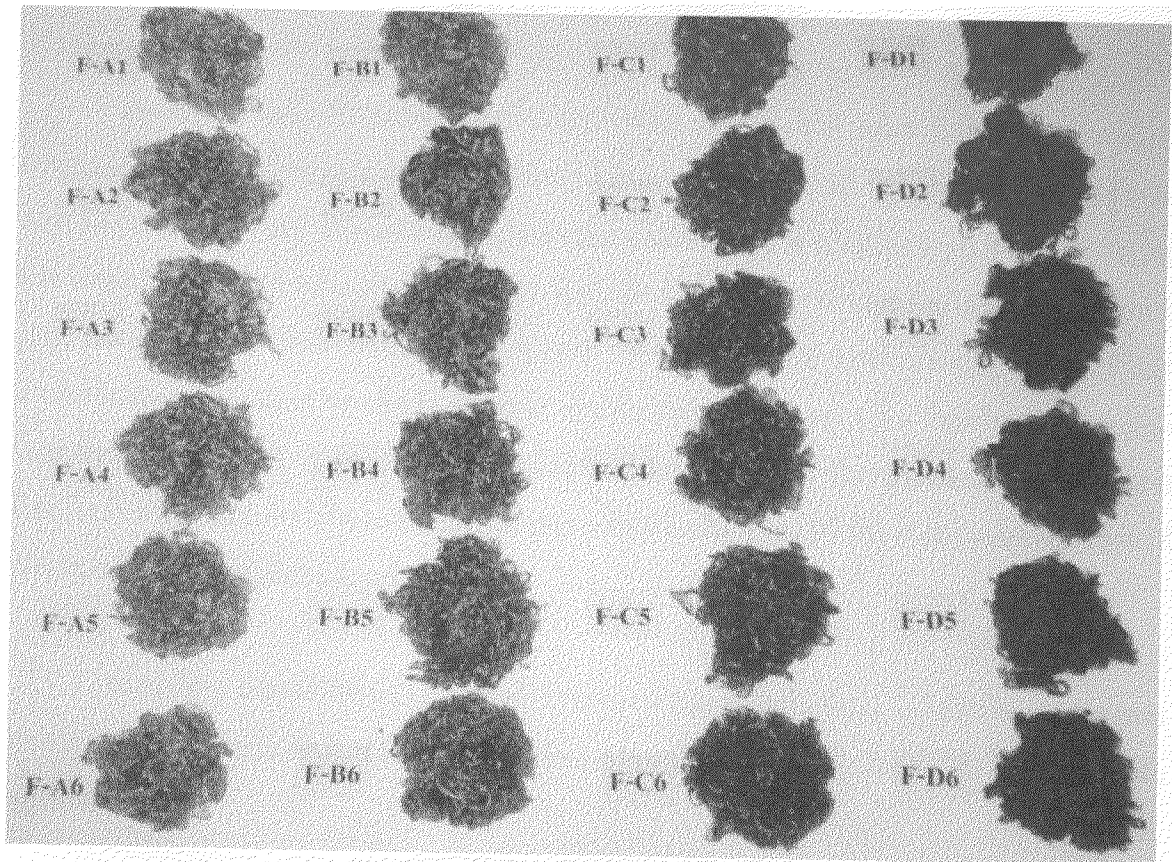
No. ไหม	อุณหภูมิในการ ย้อมไหม (°C)	% Mordant (o.w.f.)	ความเข้มข้นของ สารละลายสีครั้ง (ppm)	ค่าการวัดสี		
				L (lightness)	C (Chroma)	h° (Hue angle)
E-A1	30	0	125	63.73	40.05	45.6
E-A2	30	0.50	125	57.79	26.99	359.1
E-A3	30	2.5	125	56.37	28.25	354.1
E-A4	30	5.0	125	50.94	27.67	354.0
E-A5	30	8.0	125	54.50	29.59	353.0
E-A6	30	10	125	55.02	28.51	354.0
E-B1	30	0	250	42.03	45.43	43.5
E-B2	30	0.50	250	50.08	34.18	5.1
E-B3	30	2.5	250	48.87	31.68	352.2
E-B4	30	5.0	250	46.75	31.72	352.2
E-B5	30	8.0	250	44.39	32.48	351.7
E-B6	30	10	250	48.16	32.94	351.7
E-C1	30	0	500	52.49	51.22	46.43
E-C2	30	0.50	500	46.68	39.58	18.5
E-C3	30	2.5	500	43.44	35.31	353.4
E-C4	30	5.0	500	37.57	36.53	353.1
E-C5	30	8.0	500	41.76	35.11	351.8
E-C6	30	10	500	21.92	26.31	354.3
E-D1	30	0	1000	55.39	64.11	47.9
E-D2	30	0.50	1000	40.36	47.42	28.2
E-D3	30	2.5	1000	33.48	37.83	356.0
E-D4	30	5.0	1000	35.25	39.08	1.3
C-D5	30	8.0	1000	27.31	35.79	356.1
E-D6	30	10	1000	29.37	37.91	355.8



รูปที่ 21. สีของไหมที่ย้อมที่อุณหภูมิ 30 °C และทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 70 °C

ตารางที่ 6 ไหมที่ย้อมที่อุณหภูมิ 60 °C และทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 70 °C

No. ไหม	อุณหภูมิในการ ย้อมไหม (°C)	% Mordant (o.w.f.)	ความเข้มข้นของ สารละลายสีครั้ง (ppm)	ค่าการวัดสี		
				L (lightness)	C (Chroma)	h <sup>0</sup> (Hue angle)
F-A1	60	0	125	65.35	33.69	47.0
F-A2	60	0.50	125	59.08	27.55	2.7
F-A3	60	2.5	125	58.88	25.88	354.1
F-A4	60	5.0	125	59.26	26.76	353.1
F-A5	60	8.0	125	58.04	27.30	353.6
F-A6	60	10	125	60.28	27.68	351.4
F-B1	60	0	250	62.66	44.56	46.5
F-B2	60	0.50	250	50.41	30.93	6.5
F-B3	60	2.5	250	52.26	30.22	352.2
F-B4	60	5.0	250	50.83	30.33	351.5
F-B5	60	8.0	250	49.43	31.41	351.7
F-B6	60	10	250	49.04	32.21	351.0
F-C1	60	0	500	57.16	53.21	47.2
F-C2	60	0.50	500	43.86	37.45	17.7
F-C3	60	2.5	500	43.06	32.72	253.7
F-C4	60	5.0	500	43.03	33.87	352.2
F-C5	60	8.0	500	43.76	34.69	351.3
F-C6	60	10	500	43.60	35.64	351.2
F-D1	60	0	1000	54.22	62.26	47.4
F-D2	60	0.50	1000	45.68	45.29	27.9
F-D3	60	2.5	1000	37.40	37.11	358.8
F-D4	60	5.0	1000	37.45	36.23	354.6
F-D5	60	8.0	1000	35.51	37.36	353.9
F-D6	60	10	1000	37.24	37.24	353.6



รูปที่ 22. สีของไหมที่ย้อมที่อุณหภูมิ 60 °C และทำ mordanting ที่อุณหภูมิ 70 °C

## บทที่ 4

### อภิปรายผลการทดลองและสรุป

absorption band ที่เด่นชัดของสีครั้งจะอยู่ที่ 490 nm ซึ่งหาก band นี้เกิดการเคลื่อนที่ไปสู่ตำแหน่งที่ความยาวคลื่นสูงขึ้น จะนิยมเรียกกันว่า bathochromic shift พบว่าในการทดลองคู่มือของ การเปลี่ยนแปลงของ pH ที่มีผลต่อ absorption band ของสีครั้งพบว่า เมื่อเปลี่ยน pH จาก 2 ถึง 10 จะเกิด bathochromic shift อย่างเด่นชัด (รูปที่ 2) ทั้งกับสีครั้งที่ได้จากการค้ำและที่สกัดได้ พฤติกรรมการ shift ในลักษณะนี้พบได้ทั่วไปในสีย้อมอื่น ๆ (27) จากรูปที่ 3 ถึง 6 จะเห็นถึงผลของ Alum ที่มีต่อ ตำแหน่ง absorption band ของสีครั้ง ซึ่งพบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ Alum ก็จะทำให้เกิด bathochromic shift ทั้งกับ laccaic acid A และ B รวมทั้งสีครั้ง (Wako) และที่สกัดได้ ซึ่งการที่ laccaic acid A และ B และสีครั้ง มีพฤติกรรมการเกิด bathochromic shift คล้ายคลึงกัน แสดงให้เห็นว่า chromophore ขององค์ ประกอบของสารเหล่านี้ย่อมจะคล้ายกันมาก

จากรูปที่ 4 แสดงให้เห็นว่า เมื่อเพิ่มปริมาณของ Alum ลงไปในสีครั้ง ไม่ได้ทำให้ pH ของสาร ละลายเปลี่ยนไปมากนัก คือในช่วงความเข้มข้นของ Alum ที่  $200 \times 10^{-5}$  ถึง  $4000 \times 10^{-5}$  M ค่า pH จะ อยู่ที่ประมาณ 4.0

การที่ absorption band ที่ 490 nm ของสีครั้งเกิด bathochromic shift เนื่องจากผลของการ เปลี่ยน pH และความเข้มข้นของโลหะไอออน นั้นเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดกับสีทั่ว ๆ ไป ซึ่งอาจเนื่องมา จาก lone pair electron ของ donor atoms (N หรือ O) ของสีครั้ง ไปเกิดการ bonding กับ โลหะไอออน แล้วทำให้ excited state เสถียรขึ้น เมื่อเทียบกับ ground state พลังงานที่ใช้ในการเกิด transition จึงน้อยลง (29)

ในการศึกษาผลของ Ni(II) ไอออนที่มี absorption band ของ laccaic acids A และ B พบว่า เมื่อ ความเข้มข้นของ Ni(II) ไอออนเพิ่มขึ้น จะเกิด bathochromic shift อย่างเห็นชัดเจน ดังรูปที่ 9 ซึ่งพฤติ กรรมนี้ที่เกิดขึ้นเช่นเดียวกับสีครั้งดังแสดงในรูปที่ 12 การที่ความเข้มข้นของ Ni(II) ไอออน เพิ่มขึ้น ก็จะทำให้เกิด interaction มากขึ้นระหว่างโลหะและสีทำให้ excited state เสถียรขึ้น พลังงานที่ใช้ในการเกิด transition จึงน้อยลง

ในการศึกษา absorbance ของ lac dye bands จะพบว่า ในกรณีที่ผลของ Alum และของ Ni(II) อีออน ปรากฏว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ Alum absorbance ของ laccic acids A และ B จะเกิดเพิ่มขึ้น แต่ในกรณีของสีครั้งเฉพาะของสีครั้งที่ได้จากทางการค้า (Wako) เท่านั้น ที่ absorbance จะเพิ่มขึ้นเมื่อ ความเข้มข้นเพิ่ม ส่วนกรณีของสีครั้งที่สกัดได้ปรากฏว่า absorbance แทบจะไม่เพิ่มขึ้นเลยในช่วงความเข้มข้นที่ศึกษา (รูปที่ 5 และ 8) ในกรณีของ Ni(II) ion ก็เช่นเดียวกัน คือ absorbance ของ laccic acids A และ B จะเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของ Ni(II) เพิ่มขึ้น (รูปที่ 11) เฉพาะกับสีครั้งที่ได้จากการ สั่งซื้อเท่านั้นที่ absorbance จะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ Ni(II) เพิ่มขึ้น โดยสีครั้งที่ได้จากการสกัด แทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง absorbance เลย ในช่วงความเข้มข้นของ Ni(II) อีออน ที่เปลี่ยนแปลงไป (รูปที่ 14) เหตุผลที่เป็นไปได้คือสีครั้งที่สกัดได้ อาจจะยังไม่บริสุทธิ์มากพอ ทำให้เกิด interaction กับ โลหะอีออนได้น้อยกว่า

จากการศึกษาผลของสารติดสี (mordants) ที่มีต่อการย้อมไหมพบว่า เมื่อใช้สารติดสี (Alum) สี ของไหมที่ย้อมที่อุณหภูมิต่างๆ (ตารางที่ 3-6) จะมีลักษณะเด่นชัดสวยงามขึ้นดังแสดงในภาพ 19-22 การที่มี mordants อาจจะช่วยให้การติดสีของไหมดีขึ้นและทนทางต่อแสงและซักล้างดีขึ้น การทดลอง ในส่วนนี้จะได้นำผลการต่อไปในภายหน้า



## บรรณานุกรม

1. Pandhare, E.D., Rama Rao, A.V., Srinivasan, R. and Venkataraman, K., *Tetrahedron (Suppl.)* (1996), 8:229-239.
2. Pandhare, E.D., Rama Rao, A.V. and Shaikh, I.N., *Indian Journal of Chemistry* (1969), 7:977-986.
3. Pandhare, E.D., Rama Rao, A.V., Shaikh, I.N. and Venkataraman, K., *Tetrahedron Letters* (1967), 26:2437-2440.
4. Bhide, N.S., Pandhare, E.D., Rama Rao, A.V., Shaikh, I.N. and Srinivasan, R., *Indian Journal of Chemistry* (1969), 7:987-995.
5. Burwood, R., Read, G., Schofield, K. and Wright, D.E. , *J Chem Soc* (1967), 842-851.
6. Oka, H., Ito, Y., Yamasa, S., Kagami, T., Hayakawa, J., Harada, K., Suzuki, M., Odani, H., Maeda, K. Nakazawa, H. and Ito, Y., *Journal of Chromatography A* (1998), 813:71-77.
7. Oka, H., Ito, Y., Yamasa, S., Kagami, T., Hayakawa, J., Harada, I., Atsumi, E., Suzuki, M., Suzuki, M., Odani, H., Akahori, S., Maeda, K., Tanaka, T. and Mizuno, M., *J Mass Spectrom Soc Jpn* (1998), 46(1):63-68.
8. Rama Rao, A.V., Shaikh, I.N. and Venkataraman, K., *Indian J Chem* (1968) ,7:188-189.
9. Mehandale, A.R., Rama Rao, A.V., Shaikh, I.N. and Venkataraman, K., *Tetrahedron Letters* (1968), 18:2231-2234.
10. Prasad, N., Prasad, K.M., Ghosh, A.K. and Khanna, B.B., *J Oil Colour Chem Assoc.* (1984) ,67 (5):117-118.
11. Moeyes, M., *Natural dyeing in Thailand.* Bangkok:White Lotus, 1993.
12. Haque, M.Z., Faruq, M.O. and Ali, M.U., *J. Bangladesh Chem. Soc.* (1998), 45, 129-134.
13. Sarkar, P.C., Prasad, K.M. and Shrivastava, A.K., *J. Indian Chem. Soc.* (1998), 75(3), 183-184.
14. Hisada, K., Terada, H. and Miyabe, M., *Nagoya-shi Eisei Kenkyushoho* (1999), 45, 17-19.
15. Pandhare, E.D., Rama Rao, A.V. and Shaikh, I.N., *Indian J. Chem.* (1969), 7, 977-986.
16. Rama Rao, A.V., Shaikh, I.N. and Venkataraman, K., *Indian J. Chem.* (1969), 7, 188-189.
17. Prasad, N., *J. Oil Colour Chem. Assoc.* (1984) , 67(5), 177-118.
18. Bahrini, Z. and Burkinshaw, S.M., *Dyes and Pigments* (1995), 27(3), 169-182.
19. Massafra, M.R., *Dyes and Pigments* (1999), 40, 171-180.
20. Nakamura, T. and Matumoto, K., *Kaseigaku Zasshi* (1980), 31(1), 19-23.
21. Tsatsaroni, E. and Liakopoulou-Kyriakides, M., *Dyes and Pigments* (1995), 29(3), 203-209.
22. Wang, P.Y., Chen, Y. P. and Yang, P.Z., *Dyes and Pigments* (1996), 30(2), 141-149.

23. Lokhande, H. and Dorugade, V. A. and Naik, S. R., *Am. Dyest. Rep.* (1998), 87(9), 48-50.
24. Patra, S.K., *Colourage* (1998), 45(3), 37-38.
25. Rastogi, D., Gulrajani, M.L. and Gupta, P., *Colourage* (2000), 47(4), 36-40.
26. B. Purachat, S. Liawruangrath, P. Sooksamiti, S. Rattanaphani and D. Buddhasukh, " Study of Copper Adsorption on Lopburi and Synthetic Zeolites from Perlite", 27<sup>th</sup> Congress Sci. Tech, 2001, Songkla, Thailand.
27. Cegieski, R., Niedbalska, M. and Manikowski, H. *Dyes and Pigments* (2001), 50, 35-39.
28. Tarazi, L., Narayanan, N., Sowell, J., Patonay, G. and Streckowski, L., *Spectrochimica Acta (Part A)*, (2002), 58(2), 257-264.
29. Christie, R.M. *Colour Chemistry*, United Kingdom, Royal Society of Chemistry. (2001) p32-34.

## ประวัติส่วนตัว

ชื่อ – สกุล นายวิจิตร รัตนพานี่  
เกิด 20 มกราคม 2489 จังหวัดสงขลา  
การศึกษา มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร  
ปริญญาตรี วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2511  
ปริญญาเอก Ph.D. (เคมีอนินทรีย์) มหาวิทยาลัยแอสตัน อังกฤษ 2516

ตำแหน่งวิชาการ รองศาสตราจารย์

งานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ

1. V.Rattanaphani and W.R. McWhinnie, "A study of the Co-ordination Behaviour of Various 2-pyridylketone", *Inorg. Chim. Acta*, 239 (1974)
2. V.Rattanaphani and W.R. McWhinnie, "Diaryltelluride Complexes of Copper(I) Halides", *Inorg. Chim. Acta*, 153(1974)
3. V. Rattanaphani, "Rhodium (I) Complex of Diphenyltelluride", *J. Fac. Sci. CMU*, 2 (1975)
4. V. Rattanaphani, "Complexes of Rhodium (III) with Telluride Ligands" *J.Fac. Sci., CMU*. 3(1), 1 (1974)
5. V. Rattanaphani, U. Mattanapotjanart and P.Pomamorn," Synthesis and Characterisations of Some Stable Copper (II) Cyanide Complexes," *J. Fac. Sci. CMU*. 3(1) 1 (1976)
6. V. Rattanaphani and L. Montri, "Mixed Ligand Complexes of Bis (Acetylacetonato) Co (II) and Ni(II) with Various Ligands" *J. Fac. Sci. CMU*. 5 5(1987)
7. P. Techasirinukul and V. Rattanaphani, "First low Transition Metal Complexes of 2-acetylpyridine," *J. Fac. Sci. CMU*. 9 19 (1982)
8. Spectrophotometric Studies of Complexes Formation in Solution Between Heptamolybdate (6-) and Manganese (II), Cobalt(II), Copper(II), Iron(II), Nickel (II) and Chromium(II) Ions" *J. Fac. Sci. CMU*. 25(1) 40-44 (1998)
9. Teraboon Pojanagaroun, Surasate Watanesk, Vichitr Rattanaphani and Saisunee Liawrungrath, "Reverse Flow Injection Spectrophotometric Determination of iron using Norfloxacin", *Talanta* 58 (2002) 1293-1300

## งานวิจัยที่นำเสนอในการประชุมวิชาการ

1. V. Rattanaphani and S.Ruangsutinaluparp, "Some First Low Transition Metal Complexes of O-phenylenediamine," 4<sup>th</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand, 1977
2. V. Rattanaphani and S.Sunipattana, "Some First low Transition Metal Complexes of Morpholine", 4<sup>th</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand, 1977
3. P.Techasirinukul and V. Rattanaphani, "Studies of Some Transition Metal and Group IIB Complexes of 2-acetylpyridine," 6<sup>th</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand, 1979
4. Ni(II) Complexes of Schiff Base Ligand of Salicylaldehyde and 2-aminopyridine, 6<sup>th</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand, 1982
5. Co(II) and Cu(II) Complexes of Schiff Base Ligands of Salicylaldehyde and 2-aminopyridine, 14<sup>th</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand, 1987
6. Synthesis and physical properties studies of some Schiff bases complexes of nickel(II) including adducts formed from reactions between Schiff bases complexes and tin(IV) tetrachloride, 14<sup>th</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand, 1987
7. Complexes of Cobalt(II) Nickel(II) and Copper(II) with Aspirin, 19<sup>th</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand 1993
8. Fire retardant properties of Zinc hydroxystannate and Zinc stannate, 22<sup>th</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand, 1995
9. Monitoring of Some Heavy Metals in the Upper Reaches of the Ping River by Atomic Absorption Spectrophotometry, 22<sup>th</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand 1995
10. Synthesis of Zinc Hydroxystannate and Zinc Stannate from Cassiterite, 23<sup>rd</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand, 1997
11. Fire Retardant Properties of Zinc Stannate, 23<sup>rd</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand, 1997
12. Study of Some Water Quality Parameters in Water Samples from Chiang Mai Moat, 23<sup>rd</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand, 1997
13. Studies of Some Water Quality Parameters and Some Heavy Metals in Water Samples from Arng Kaew Reservoir, International Conference on Water Resources management in Intermontane Basins, Chiang Mai University, Thailand, 2-6 Feb. 1999
14. Determination of Some Heavy metals in Ore Samples by Titrimetry and Atomic Absorption Spectrophotometry, 24<sup>th</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand 1998
15. Preconcentration Procedure for Trace metal Analysis by Atomic Absorption Spectrophotometry, 24<sup>th</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand 1998

16. Flame atomic absorption spectrometric determination of Chromium (VI) by on-line preconcentration system using knotted reactor., 28<sup>th</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand 2002
17. Development of flow injection spectrophotometry for determination of Cu in tap water by using 4-(2-pyridylazo)-resorcinol as a complexing agent, 28<sup>th</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand 2002
18. Monitoring of organochlorine pesticide residues in Maekong river., 28<sup>th</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand 2002
19. Synthesis and Studies of effects of lead doping to the Superconductors of the Yttrium system , 28<sup>th</sup> Conf. Sci. Soc. Thailand 2002

### **International Conferences**

1. UV. Som-aum, S.Liawruangrath, B. Liawruangrath, V. Rattanaphani and UV. Oungpipat, "Flame Atomic Adsorption Spectrometric Determination of Chromium (VI) and total Chromium in Water samples by On-line Preconcentration System Using Knotted Reactor", Flow Analysis IX, 17-21 February 2003, Deakin University, Geelong, Australia
2. Vichitr Rattanaphani, Wasant Sirisungworawong, Saisunee Liawruangrath, "Determination of Mercury in Natural Water, Stream Sediments and Soil samples in Nam Mae Kuang's Catchment" Water Resources management for Safe Drinking Water" Chiangmai, Thailand, 25-29 March 2003
3. M. Chairat, J.B. Bremner, V.Rattanaphani and S. Rattanaphani, "Spectroscopic investigation of the Interaction of lac dyes with metal ions, The Inaugural Austral-Asian Biospectroscopy Conference (ABC) 3-7 february 2003, Suranaree University of Technology, Thailand
4. S. Liawruangrath, T. Pojanagaroon, P.Prasertgitwatana and V.Rattanaphani, "Flow Injection Spectrophotometric Determination of Nickel in Tea Samples, The Inaugural Austral-Asian Biospectroscopy Conference (ABC) 3-7 February 2003, Suranaree University of Technology, Thailand