

# อิทธิพลของขนาดอนุภาคสารสีต่อการพิมพ์บนผ้าฝ้าย

## The Effect of Particle Size of Pigment on Cotton Printing

บุรินทร์ ยมนานนท์<sup>1</sup> และ บุญศรี คู่สุขธรรม<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

<sup>2</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์ : 0 2287 9633 E-mail:

burinyamana@gmail.com

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาอิทธิพลของขนาดอนุภาคสารสีต่อความเข้มของสีบนผ้าฝ้าย สารสีสีน้ำเงินถูกบดที่เวลา 6 ถึง 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นผ้าฝ้ายถูกพิมพ์โดยใช้สารสีที่มีขนาดอนุภาคต่าง ๆ ผลจากการศึกษาพบว่าขนาดอนุภาคเฉลี่ยของสารสีลดลงจาก 1.59 ไมครอน เป็น 0.58-0.59 ไมครอน เมื่อระยะเวลาในการบดสารสีเพิ่มขึ้นระหว่าง 6-24 ชั่วโมง การบดสารสีเป็นเวลา 6 ชั่วโมง เหมาะสมสำหรับการลดขนาดอนุภาคของสารสี โดยสารสีมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 0.59 ไมครอน นอกจากนี้สารสีที่มีอนุภาคขนาดเล็กทำให้ความเข้มของสีของผ้าฝ้ายที่ผ่านการพิมพ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 19.15-27.09

คำสำคัญ : สารสี การบด การพิมพ์ ขนาดอนุภาค

### Abstract.

This research studied of the effect of particle size of pigment on cotton printing. The blue pigment was milled at different time from 6 to 24 hour. After that the cotton fabrics were printed using pigment with different particle size. The result showed that the particle size of pigment decreased from 1.59 micron to 0.58-0.59 micron with increasing milling time between 6-24 hour. The milling time at 6 hour was

suitable for decreasing the particle size of pigment with mean particle size 0.59 micron. In addition, the pigment with small particle size increased the color depth of printed cotton fabrics in the range of 19.15-27.09%.

*Keywords : pigment, milling, printing, particle size*

## 1. บทนำ

สารสี (pigments) มีความสำคัญในอุตสาหกรรม- สิ่งทอ สามารถนำมาพิมพ์บนผ้าได้หลากหลายชนิดทั้งผ้าที่ทำจากเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ ปัจจุบันสารสีถูกใช้อย่างกว้างขวางในวงการสิ่งทอทั่วโลก การวิจัยและศึกษาสมบัติด้านต่าง ๆ ของสารสีจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาประสิทธิภาพของงานพิมพ์ สิ่งทอ การทำให้สารสีมีขนาดอนุภาคเล็กลงอาจทำได้โดยวิธีทางเคมี หรือการใช้วิธีทางฟิสิกส์ การปรับปรุงโดยวิธีทางเคมีได้แก่ การใช้สารช่วยการกระจายตัว (dispersants) ของสารสี เช่น ซีทิลไตรเมทิลแอมโมเนียมโบรมาด์ โซเดียมโดเดซิลเบนซีนซัลโฟเนต [1] วิธีทางเคมีเป็นวิธีที่ทำได้รวดเร็ว และไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษใด ๆ แต่การใช้สารเคมีอาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ส่วนวิธีการทางฟิสิกส์ ได้แก่ การบด (grinding) [2] การใช้คลื่นอัลตราโซนิก [3] การบดเป็นวิธีการที่ง่าย แต่ใช้เวลานานในการทำให้อนุภาคของสารมีขนาดเล็กลง ส่วนการใช้คลื่นอัลตราโซนิก จะทำให้อนุภาคมีขนาดเล็กกว่าการใช้วิธีการบด [3] การบด สารสีเป็นวิธีเชิงกลที่ทำให้ขนาดของสารสีมีขนาดเล็กลง ปัจจัยที่มีผลต่อการบด ได้แก่ ระยะเวลาในการบด และวิธีการบด จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า ในการบดเขม่าดำ (carbon black) เมื่อระยะเวลาในการบดเพิ่มขึ้น ขนาดอนุภาคของเขม่าดำจะมีขนาดเล็กลง และขนาดอนุภาคของเขม่าดำจะคงที่

เมื่อใช้ระยะเวลาในการบด 16 นาที [4] แมคแกรรี และคณะรายงานว่าเมื่อระยะเวลาในการบดสารสีเพิ่มขึ้น อนุภาคของสารสีจะมีขนาดเล็กลงเช่นเดียวกัน [5] วิธีการบดสารสีมีผลต่อขนาดอนุภาคของสารสี เช่น การบดโดยใช้ ฟัน เพ็ ง (planetary milling) ทำให้อนุภาคของสารสีมีขนาดเล็กลงมากกว่าการบดโดยวิธีการขัดสี นอกจากนี้ในการบดทั้งสองวิธีเมื่อระยะเวลาในการบดเพิ่มขึ้น อนุภาคของสารสีจะมีขนาดเล็กลงและมีแนวโน้มคงที่เมื่อใช้ระยะเวลา ในการบดเป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง [6] ขนาดอนุภาคของ สีย้อม (dyes) มีผลต่อความเข้มของสีย้อมบนผ้า [4], [7] การศึกษาเกี่ยวกับขนาดอนุภาคของสารสีต่อความเข้มของสีย้อมผ้าฝ้ายที่ผ่านการพิมพ์ในงานทางสิ่งทอจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงทำการศึกษาอิทธิพลของขนาดอนุภาคสารสีต่อความเข้มของสีย้อมผ้าฝ้าย โดยบดสารสีด้วยกระบวนการเชิงกล โดยวิธีการขัดสีด้วยเม็ดทรายแก้ว (sand mill) เพื่อลดอนุภาคของสีให้มีขนาดเล็กลงซึ่งจะทำให้ทราบถึงระยะเวลาบดสี ที่เหมาะสมที่สุดที่ก่อให้เกิดผลผลิตที่ดีที่สุด คือ สีย้อม มีความเข้มมากขึ้น

## 2. วิธีการทดลอง

นำ สารสี ชนิด สี น้ำเงิน (copper phthalocyanine; phthalocyanine blue บริษัท สตาร์ เทค เคมีคอล อินดัส-เทรียล จำกัด) ปริมาณ 20 กิโลกรัม น้ำปริมาณ 20

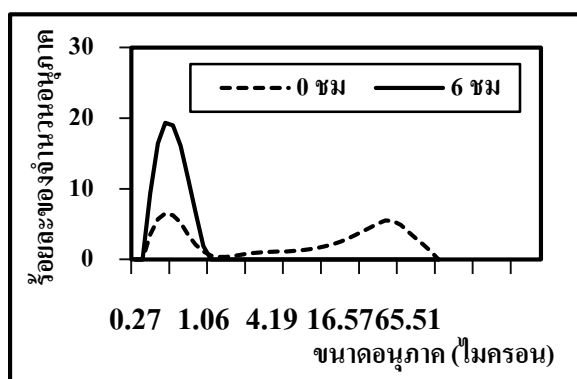
กิโลกรัม สารช่วยเปียก (wetting agent; fatty alcohol ethoxylate บริษัท สตาร์ เทค เคมีคอล อินดัสเทรียล จำกัด) ปริมาณ 0.5 กิโลกรัม และสารช่วยกระจายตัว (dispersing agent; polycarboxylate, sodium salt บริษัท สตาร์ เทค เคมีคอล อินดัสเทรียล จำกัด) ปริมาณ 0.5 กิโลกรัม มาผสมรวมกัน ในถังปั่นสารสี และนำไปบดด้วยเครื่องบดสี แบบแนวตั้ง (vertical sand mill) โดยวิธีการ ขัดสีด้วยเม็ดทรายแก้วที่มีขนาด 2.5 มิลลิเมตร เป็นระยะเวลา 6- 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา ตามที่กำหนดวัดขนาดอนุภาคของสารสีด้วย เครื่องวัดการกระจายขนาดอนุภาค (Laser Particle Size Distribution Analyzer Mastersizer S, Malvern Instrument Ltd., England) และนำสารสีพิมพ์ลงบนผ้าฝ้าย จากนั้นนำผ้าฝ้ายที่ผ่าน การพิมพ์ไปวัด ความเข้มสี ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer; Macbeth Model Color eye 3000)

การเปลี่ยนแปลงขนาดอนุภาคของสารสีชนิดสี น้ำเงินที่ผ่านการบดในระยะเวลาต่าง ๆ แสดง ดังในตารางที่ 1 และภาพที่ 1-4

**ตารางที่ 1** ขนาดอนุภาคเฉลี่ยของสารสีชนิดสี น้ำเงิน

ที่ผ่านการบดที่ระยะเวลาต่าง ๆ

| ระยะเวลาการบด<br>(ชั่วโมง) | ขนาดอนุภาคเฉลี่ย<br>(ไมครอน) |
|----------------------------|------------------------------|
| 0                          | 1.59                         |
| 6                          | 0.59                         |
| 12                         | 0.59                         |
| 18                         | 0.58                         |
| 24                         | 0.58                         |

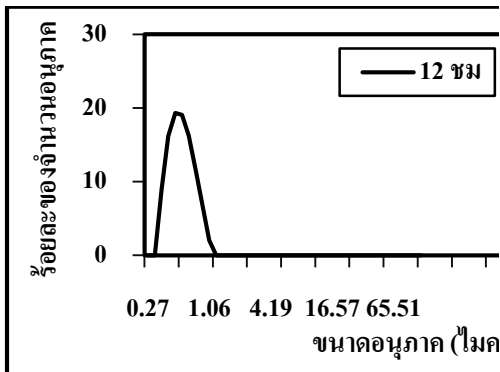


**ภาพที่ 1** การกระจายขนาดอนุภาคของสารสีสี น้ำเงินเริ่มต้น (0 ชั่วโมง) และสารสีที่ผ่านการ บดที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

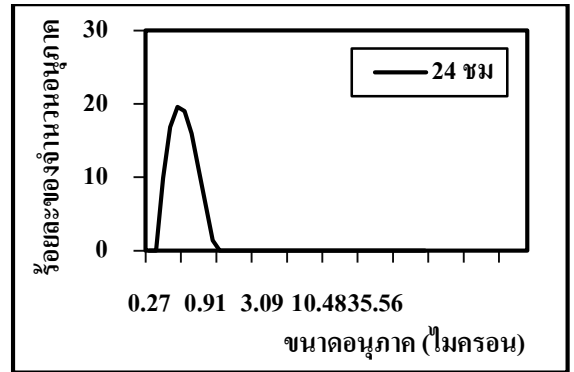
### 3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

#### 3.1 อิทธิพลของเวลาในการบดสารสีต่อ

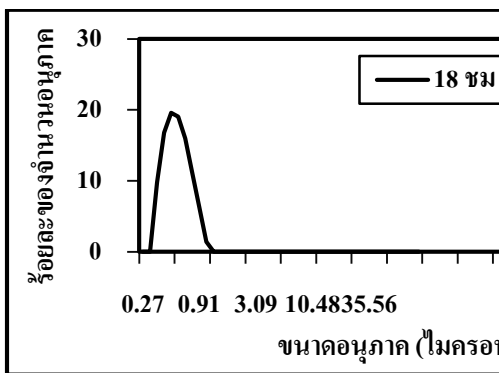
#### ขนาดอนุภาคของสารสี



ภาพที่ 2 การกระจายขนาดอนุภาคของสารสีติน้ำเงิน  
ที่ผ่านการบดที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง



ภาพที่ 4 การกระจายขนาดอนุภาคของสารสีติน้ำเงิน  
ที่ผ่านการบดที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง



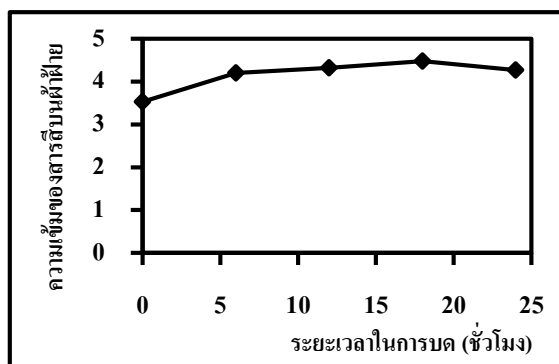
ภาพที่ 3 การกระจายขนาดอนุภาคของสารสีติน้ำเงิน  
ที่ผ่านการบดที่ระยะเวลา 18 ชั่วโมง

ผลการศึกษาพบว่าสารสีชนิดสีน้ำเงินที่ไม่ผ่าน การบดมีการกระจายขนาดอนุภาคระหว่าง 0.36-103.58 ไมครอน โดยมีการกระจายขนาดอนุภาคเป็น 2 ช่วงคือช่วงแรกมีการกระจายขนาดอนุภาคระหว่าง 0.36-1.24 ไมครอน ช่วงที่สองมีการกระจายขนาดอนุภาคระหว่าง 1.24-103.58 ไมครอน ภายหลังจากการบดอนุภาคของสารสีมีการกระจายขนาดอนุภาคเหลือเพียงช่วงเดียว เนื่องจากการบดเป็นการใช้แรงกระแทก (impact) กระทำบนอนุภาคของสาร ในงานวิจัยนี้เป็นการบดโดยใช้เม็ดทรายแก้ว อนุภาคของสารสีจึงแตกออกเป็นอนุภาค ที่มีขนาดเล็กลง โดยขนาดอนุภาคระหว่าง 0.36-1.06 ไมครอน มีการเปลี่ยนแปลงจากร้อยละ 6 ในสารสีที่ไม่ผ่านการบด เป็นร้อยละ 19 ในสารสีที่ผ่านการบด

ที่ระยะเวลาต่าง ๆ และมีขนาดอนุภาคเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงจาก 1.59 ไมครอน เป็น 0.58-0.59 ไมครอน เมื่อใช้ระยะเวลาในการบด 6-24 ชั่วโมง และขนาดอนุภาคของสารสีมีแนวโน้มคงที่เมื่อใช้ระยะเวลาในการบดมากกว่า 6 ชั่วโมง การบดสารสีทำให้อนุภาคของสารสี มีการกระจายตัวอยู่ในช่วงแคบ ๆ และมีขนาดเล็กลง ดังนั้นการบดจึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดอนุภาคของสารสีสีน้ำเงิน

### 3.2 การพิมพ์สารสีลงบนผ้าฝ้าย

สารสีชนิดสีน้ำเงินที่ผ่านการบดที่ระยะเวลาต่าง ๆ นำมาพิมพ์ลงบนผ้าฝ้าย และศึกษาความเข้มของสีบน ผ้าฝ้ายที่ผ่านการ



พิมพ์ ผลการศึกษาแสดงดังภาพที่ 5

**ภาพที่ 5** อิทธิพลของระยะเวลาในการบดสารสีสีน้ำเงินต่อความเข้มของสีบนผ้าฝ้ายที่ผ่านการพิมพ์

ผลการศึกษาพบว่า เมื่อระยะเวลาในการบดเพิ่มขึ้นความเข้มของสีบนผ้าฝ้ายเพิ่มขึ้น

และจะเริ่มคงที่เมื่อใช้เวลาในการบดเป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง เนื่องจากขนาดอนุภาคเฉลี่ยของสารสีไม่มีการเปลี่ยนแปลงถึงแม้ว่าระยะเวลาในการบดจะเพิ่มขึ้น

โดยทั่วไปเมื่อแสงในช่วงที่ตาของมนุษย์มองเห็นได้ (ช่วงความยาวคลื่นประมาณ 400-800 นาโนเมตร) มากระทบบนพื้นผิวของอนุภาคของสารสี แสงบางส่วนจะถูกดูดกลืนไว้ โดยอนุภาคของสารสีส่วนแสงที่เหลือจะสะท้อนออกมา เมื่อขนาดอนุภาคของสารสีมีขนาดเล็กลง พื้นที่ผิวของอนุภาคจะเพิ่มขึ้น การดูดกลืนแสงของสารสีจะเพิ่มขึ้น สารสีที่มีการดูดกลืนแสงไว้มาก จะสะท้อนแสง (reflect) ออกมาน้อย ซึ่งจะทำให้มองเห็นวัสดุสีเข้ม [8]

การบดสารสีทำให้อนุภาคของสารสีมีขนาดเล็กลง จำนวนอนุภาคของสารสีที่ปกคลุมบนผ้าฝ้ายที่ผ่าน การพิมพ์จึงมีมากกว่าการพิมพ์ผ้าฝ้ายด้วยสารสีที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ โดยมีรายงานว่าสารสีมี

อนุภาค ขนาดเล็กที่เคลือบอยู่บนพื้นผิวของวัสดุจะมีจำนวนอนุภาคของสารสีมากกว่าการเคลือบพื้นผิวด้วยสารสีที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ [9] นอกจากนี้สารสีที่มีอนุภาค ขนาดเล็กจะแทรกซึมเข้าไปใน ผ้า ฝ้าย ได้ ง่าย จากลักษณะดังกล่าวจึงทำให้ผ้าฝ้ายที่ผ่านการพิมพ์ ด้วยสารสีชนิดสีน้ำเงินที่ผ่านการบด

จนมีอนุภาค ขนาดเล็กมีสีเข้มมากกว่าการพิมพ์ด้วยสารสีที่ไม่ผ่าน การบด โดยมีรายงานการศึกษาพบว่าการย้อมสีผ้าฝ้ายด้วยสารสีที่มีอนุภาคขนาดเล็กทำให้ผ้าฝ้ายมีสีเข้มขึ้น [7] แต่เมื่อใช้ระยะเวลาในการบด 12-24 ชั่วโมง ความเข้มของสีบนผ้าฝ้ายมีแนวโน้มคงที่ โดยอนุภาคของสารสีที่ผ่านการบดในระยะเวลาที่นานขึ้น (12-24 ชั่วโมง) มีขนาดใกล้เคียงกับการบดเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง (ดูภาพที่ 1-4) จึงทำให้ความเข้มของสีบนผ้าฝ้ายมีแนวโน้มคงที่ ดังนั้นขนาดอนุภาคของสารสีมีผลต่อความเข้มของสีบนผ้าฝ้าย และระยะเวลา ที่เหมาะสมในการบดสารสีชนิดสีน้ำเงินคือ ระยะเวลา 6 ชั่วโมง สำหรับการบด สารสีแบบ แนวนตั้งด้วยเม็ดทรายแก้วที่ใช้ศึกษาในการวิจัยนี้

#### 4. สรุป

1. การบดสารสีทำให้อนุภาคของสารสีมีการกระจายตัวอยู่ในช่วงแคบและขนาดอนุภาคของสารสีมีขนาดเล็กลง
2. ระยะเวลาในการบดมีผลต่อขนาดอนุภาคของสารสี โดยเมื่อระยะเวลาในการบดเพิ่มขึ้น ทำให้สารสีมีขนาด เล็กลง และขนาดอนุภาคเฉลี่ยของสารสีจะคงที่เมื่อใช้ ระยะเวลาในการบด 6-24 ชั่วโมง โดยระยะเวลา ในการ

บดที่เหมาะสมต่อการลดขนาดอนุภาคของสารสีคือ ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

3. ผ้าฝ้ายที่ผ่านการพิมพ์ด้วยสารสีที่มีอนุภาคขนาดเล็กจะมีความเข้มของสีเพิ่มขึ้นร้อยละ 19.15-27.09

#### 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Wu, H., Gao, G., Zhang, Y. and Guo, S. 2012. "Coating Organic Pigment Particles with Hydrous Alumina Through Direct Precipitation" *Dyes and Pigments*. vol. 92, pp.548-553.
- [2] Weber, U. 2010. "The Effect of Grinding Media Performance on Milling a Water-Based Color Pigment" *Chemical Engineering Technology*. vol. 33, pp.1456-1463.
- [3] Yin, Y., Wang, C. and Wang, Y. 2012. "Preparation and Colloidal Dispersion Behaviors of Silica Sol Doped with Organic Pigment" *Journal of Sol-Gel and Technology*. vol 62, pp.1-7.
- [4] Wang, C. and Yin, Y. 2013. "Preparation, Characterization and Application of Ultra-Fine Modified Pigment in Textile Dyeing" *InTech*. vol 84, pp.77-101.
- [5] Magarvey, M., Magregor, D. and McKay, R.B. 1997. "Particle Size Analysis by Laser Diffraction in

Organic Pigment Technology” *Organic Coating*. vol.31, pp.223-228.

[6] Yungevis, H. and Ozel, E. 2013. “Effect of the Milling Process on the Properties of  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  Pigment” *Ceramics International*. vol.39 pp.5503-5511.

[7] Fu, S. and Fang, Ku. 2006. “Effect of Particle Size of Pigment Red 122 on Color and Dyeing Properties” Key Laboratory of Science&

Technology of Eco-Textile Ministry of Education, Southern Yangtze University, China.

[8] Duff, D.G. and Sinclair, R.S. 1989. **Giles’s Laboratory Course in Dyeing**. 4<sup>th</sup>ed. West Yorkshire: Society of Dyers and Colourists.

[9] Hamad, A.T. 2009. “Surface Coating Properties of Different Shape and Size Pigment Blends” *Progress in Organic Coating*. vol. 65, pp.322-327.