

## บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

#### 5.1.1 สมบัติของสารสีที่ใช้

โครงการวิจัยนี้ใช้สารสี 2 ชนิด คือ ซิลิกา และแคลเซียมคาร์บอเนตคุณภาพระดับห้องปฏิบัติการ มีรูปร่าง ขนาดและพื้นผิวต่างกัน จึงส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพ และคุณภาพงานพิมพ์ที่แตกต่างกัน

ซิลิกา มีรูปร่างกลมมน มีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 3.79 ไมโครเมตร พื้นผิวมีรูพรุนมาก และมักจะเกาะกลุ่มกันเป็นก้อน แต่กระจายตัวได้ดีในสารเคลือบ

แคลเซียมคาร์บอเนต มีรูปร่างเป็นผลึกเหลี่ยม ขนาดอนุภาคเฉลี่ย 8.02 ไมโครเมตร พื้นผิวไม่มีรูพรุน

#### 5.1.2 สมบัติของสารเคลือบ

สารเคลือบที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณของแข็งที่ 15 16 17 20 25 และ 30% สารสีที่ใช้ในการทำสารเคลือบมีการเตรียมส่วนผสมของซิลิกา:แคลเซียมคาร์บอเนต เป็น 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 พบว่า การใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารสีร่วมในสารเคลือบ ให้ผลโดยรวมดีกว่าการใช้ซิลิกาเป็นสารสีชนิดเดียว เนื่องจากให้คุณสมบัติทางกายภาพเช่น ความขาวสว่างดีขึ้น และคุณภาพทางการพิมพ์ไม่แตกต่าง หรือแตกต่างน้อย ในทางเศรษฐกิจจึงสามารถใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นตัวช่วยลดปริมาณการใช้สารสีซิลิกาได้ แต่ให้ใช้ในปริมาณน้อยเท่านั้น เนื่องจากการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตในปริมาณมากกว่า 25% จะไม่เป็นผลดีต่อคุณภาพงานพิมพ์ ซึ่งได้แก่ เกิดเม็ดสกปรกบวม, ตัวอักษรไม่คมชัด เพอร์เซ็นต์การซึมเข้าหากันของสีมากขึ้น เป็นต้น

##### 5.1.2.1 การใช้ซิลิกาเป็นสารสีในสารเคลือบ (ร้อยละ 100)

###### ก. ทางด้านกายภาพของกระดาษ

- ทำให้กระดาษมีความขาวเพิ่มขึ้น เนื่องจากสีของสารซิลิกาส่งผลต่อกระดาษเคลือบ

###### ข. ทางด้านคุณภาพงานพิมพ์

- ทำให้ค่าความดำของหมึกพิมพ์สูงขึ้น
- ความคมชัดของตัวอักษรเพิ่มขึ้น
- การซึมเข้าหากันของหมึกพิมพ์ลดลง
- การเกิดเม็ดสกปรกบวมของหมึกพิมพ์สีดำลดลง

### 5.1.2.2 การใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารสีในสารเคลือบ (ร้อยละ 100)

#### ก. ทางด้านกายภาพของกระดาษ

- ทำให้ความขาวของกระดาษลดลง เนื่องจากแคลเซียมคาร์บอเนตมีสีขาวอมเหลืองจึงส่งผลกระทบต่อกระดาษเคลือบ

#### ข. ทางด้านคุณภาพงานพิมพ์

- ทำให้ค่าความดำของหมึกพิมพ์ต่ำ
- ความคมชัดของตัวอักษรลดลง แต่จะคมชัดขึ้นเมื่อมีปริมาณร้อยละของแข็งเพิ่มขึ้น
- การซึมเข้าหากันของหมึกพิมพ์เพิ่มขึ้น
- เกิดเม็ดสกปรกบนของหมึกพิมพ์สีดำลดลงเมื่อมีปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้น

### 5.1.2.3 การผสมกันระหว่างซิลิกา กับแคลเซียมคาร์บอเนต

ความสามารถในการนำแคลเซียมคาร์บอเนตมาใช้ทดแทนซิลิกาในการผลิตสารเคลือบสำหรับโครงการวิจัยนี้ได้จำแนกตามปริมาณของแข็งที่ใช้ ได้ดังนี้

ก. ร้อยละของแข็งที่ 16% สูตรที่ 3 สามารถนำแคลเซียมคาร์บอเนตมาทดแทนการใช้ซิลิกาได้ 25% เนื่องจากได้คุณภาพงานพิมพ์ใกล้เคียงกับการใช้ซิลิกา 100% (สูตรที่ 2) คือ ค่าความดำพื้นที่บของสี C M Y K มากขึ้น มีความคมชัดของตัวอักษรดี เปอร์เซ็นต์การซึมเข้าหากันของหมึกพิมพ์น้อย และการเกิดเม็ดสกปรกบนน้อย

ข. ร้อยละของแข็งที่ 17% สูตรที่ 4 สามารถนำแคลเซียมคาร์บอเนตมาทดแทนการใช้ซิลิกาได้ 50% เนื่องจากได้สารเคลือบที่ไม่เหนียวเกินไป ลดการใช้ปริมาณสารเคลือบต่อแผ่นได้ ด้านคุณภาพงานพิมพ์จะให้ค่าความดำพื้นที่บของสีค่าสูงกว่า

### 5.1.3 สูตรที่ดีที่สุดที่ส่งผลดีต่อคุณภาพงานพิมพ์

สูตรสารเคลือบที่ดีที่สุดในการทดลองเพื่อให้ได้คุณภาพงานพิมพ์ที่ดีที่สุดคือสูตรที่ 3 ซึ่งมีสัดส่วนของสารสี (ซิลิกาและแคลเซียมคาร์บอเนต) สารยึดติด (พอลิไวนิลแอลกอฮอล์) และสารยึดร่วม (CMC) ในอัตราส่วน 100:30:2 สัดส่วนของสารสีที่ใช้คือ ซิลิกา 75 ส่วน และแคลเซียมคาร์บอเนต 25 ส่วน

## 5.2 อภิปรายผล

### 1. การใช้ซิลิกาเป็นสารสีในสารเคลือบ (ร้อยละ 100)

กระดาษเคลือบจะมีความขาวมากขึ้นเนื่องจากซิลิกาส่งผลต่อสีของกระดาษ ส่วนในด้านการพิมพ์ซิลิกา ลักษณะของซิลิกาที่มีรูพรุนจำนวนมากทำให้สามารถรับน้ำหมึกให้ติดอยู่บนชั้นสารเคลือบได้ดี หมึกพิมพ์จึงไม่กระจายไปสู่เยื่อกระดาษ

### 2. การใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารสีในสารเคลือบ (ร้อยละ 100)

กระดาษเคลือบมีความขาวลดลงเนื่องจากแคลเซียมคาร์บอเนตส่งผลต่อสีของกระดาษ ในด้านคุณภาพงานพิมพ์แคลเซียมคาร์บอเนตที่มีรูปร่างลักษณะเป็นเหลี่ยม ผิวหน้าเรียบไม่มีรูพรุน จึงไม่รับหมึกพิมพ์อิงค์เจ็ทได้ทันที ทำให้หมึกพิมพ์ซึมแทรกเข้าไปสู่เนื้อเยื่อของกระดาษ แต่ถ้าหากมีปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้น แคลเซียมคาร์บอเนตจะมีความหนาแน่นมากขึ้น (จากรูปที่ 4.10) ทำให้หมึกพิมพ์อิงค์เจ็ทไม่สามารถแทรกซึมไปยังชั้นเยื่อกระดาษได้ ค่าความค่าของสีค่าจึงสูงกว่าสารเคลือบที่มีปริมาณร้อยละของของแข็งน้อยกว่า

### 3. การผสมกันระหว่างซิลิกา กับแคลเซียมคาร์บอเนต (ร้อยละ 25-75)

ก. ความขาวของกระดาษเคลือบจะลดลง เมื่อมีสัดส่วนของแคลเซียมคาร์บอเนตมากกว่าซิลิกา เนื่องจากแคลเซียมคาร์บอเนตมีสีขาวอมเหลืองจึงส่งผลต่อกระดาษเคลือบ

ข. ค่าความดำพื้นที่บของสี C M Y จะต่ำลง เมื่อมีสัดส่วนของแคลเซียมคาร์บอเนตเท่ากับซิลิกา เนื่องจากโครงสร้างและอนุภาคของแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีขนาดใหญ่และไม่มีรูพรุน จึงทำให้การดูดซึมหมึกพิมพ์เข้าสู่ชั้นสารเคลือบได้ไม่ดี เกิดการกระจายของหมึกออกไปรอบๆ อนุภาคของแคลเซียมคาร์บอเนต

ค. ค่าความดำพื้นที่บของสี K สูงขึ้น เมื่อมีสัดส่วนของแคลเซียมคาร์บอเนตเท่ากับซิลิกา เนื่องจากหมึกพิมพ์บางส่วนบนชั้นสารเคลือบถูกดูดซึมโดยซิลิกา และอีกบางส่วนกระจายอยู่โดยรอบของสารแคลเซียมคาร์บอเนต

ง. ความคมชัดของตัวอักษรจะลดลง เมื่อสัดส่วนของแคลเซียมคาร์บอเนต  $\geq$  ซิลิกา ถึงแม้จะมีสารซิลิกาที่มีคุณสมบัติการดูดซับเข้ามาเป็นส่วนผสม ก็ยังมีอัตราส่วนที่น้อยกว่าแคลเซียมคาร์บอเนต ทำให้หมึกพิมพ์อิงค์เจ็ทกระจายตัวออกไปตกส่วนรอบๆของสารแคลเซียมคาร์บอเนต ยังมีสัดส่วนของแคลเซียมคาร์บอเนตมาก การกระจายตัวของหมึกพิมพ์ก็จะมากขึ้นด้วย

จ. การซึมเข้าหากันของหมึกพิมพ์เพิ่มขึ้น เมื่อสัดส่วนของแคลเซียมคาร์บอเนต  $\geq$  ซิลิกา เนื่องจากแคลเซียมคาร์บอเนตมีพื้นผิวเรียบไม่มีรูพรุนจึงไม่สามารถดูดซับหมึกพิมพ์ได้ดีเท่าซิลิกา เมื่อมีสัดส่วนที่มากกว่าซิลิกาจึงทำให้หมึกพิมพ์กระจายไปได้ทุกพื้นที่

ฉ. เกิดเม็ดสกรีนบวมของทุกสีเพิ่มขึ้น เมื่อสัดส่วนของแคลเซียมคาร์บอเนต  $\geq$  ซิลิกา เนื่องจากโครงสร้างและอนุภาคของแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีขนาดใหญ่และไม่มีรูพรุน จึงทำให้การดูดซึมหมึกพิมพ์เข้าสู่ชั้นสารเคลือบได้ไม่ดี เกิดการกระจายของหมึกออกไปรอบๆ อนุภาคของแคลเซียมคาร์บอเนต

#### 4. สูตรที่ดีที่สุดที่ส่งผลดีต่อคุณภาพงานพิมพ์

สูตรสารเคลือบที่ได้ถึงแม้จะมีคุณภาพงานพิมพ์ค้อยกว่าการใช้ซิลิกาอย่างเดียวเล็กน้อย แต่จะเป็นการลดปริมาณการใช้ซิลิกาได้ถึง 25% ซึ่งแคลเซียมคาร์บอเนตมีมาก และหาได้จากทรัพยากรธรรมชาติภายในประเทศ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการใช้สารเคลือบลดลง และยังคงได้คุณภาพงานพิมพ์ที่ดี

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ในการนำไปใช้งาน

1) แคลเซียมคาร์บอเนตที่จะส่งผลต่อคุณภาพงานพิมพ์ที่ดีขึ้นควรมีอนุภาคที่เล็กกว่าที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้ อาจจะไปบดเพื่อลดขนาดของอนุภาค หรือใช้แคลเซียมคาร์บอเนตในรูปของสเลอรีโพรดักซ์ เพื่อจะได้ใกล้เคียงกับการเคลือบผิวกระดาษในอุตสาหกรรมกระดาษ

2) ในการผสมสารเคลือบ หากใช้อุปกรณ์การผสมสารที่เหมาะสมจะทำได้สามารถผลิตสารเคลือบได้หลายสูตรมากขึ้น เนื่องจากมีความสม่ำเสมอในการกวนสารและทำให้สารกระจายตัวได้ดีขึ้น

#### 5.3.2 ในการวิจัยครั้งต่อไป

สารเคลือบที่ดีที่สุดที่ได้จากโครงการวิจัยนี้มีศักยภาพในการนำไปทำการเคลือบกระดาษหนังสือพิมพ์ (Newsprint paper) สำหรับการวิจัยครั้งต่อไปเพื่อให้ได้คุณภาพงานพิมพ์ที่ดียิ่งขึ้น ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม ดังนี้

- 1) ต้องศึกษาถึงคุณสมบัติของสารเคลือบที่เหมาะสมกับระบบที่ใช้ในการเคลือบผิวกระดาษ
- 2) ทดลองดูผลของการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตในปริมาณต่างๆ
- 3) ทดลองใช้สารยึดติดชนิดอื่น
- 4) ทดลองใช้สารดูดซับหมึกชนิดอื่น