โครงงานวิจัยทางเภสัชศาสตร์

เรื่อง

การพัฒนาและประเมินผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ โดยใช้สารยึดเกาะที่แตกต่างกัน

The Development and Evaluation of Makeup Color Paper by Using Difference Binding Agents

โดย

นสภ.กนกพร	อัศวเรืองกิจกุล	รหัส 60210091
นสภ.ณัฐพร	สายสมร	รหัส 60210172
นสภ.ปิยะรัตน์	สีตะสิทธิ์	รหัส 60210270

โครงงานวิจัยทางเภสัชศาสตร์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาบัณฑิต ปีการศึกษา 2564

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

โครงงานวิจัยทางเภสัชศาสตร์

เรื่อง

การพัฒนาและประเมินผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษโดยใช้สารยึดเกาะที่แตกต่างกัน

The Development and Evaluation of Makeup Color Paper by Using Difference Binding Agents

โดย

นสภ.กนกพร	อัศวเรืองกิจกุล	รหัส 60210091
นสภ.ณัฐพร	สายสมร	รหัส 60210172
นสภ.ปิยะรัตน์	สีตะสิทธิ์	รหัส 60210270

โครงงานวิจัยทางเภสัชศาสตร์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาบัณฑิต ปีการศึกษา 2564
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

คำนำ

โครงงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาและประเมินผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษโดยใช้สารยึดเกาะที่แตกต่างกัน ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

เครื่องสำอางมีการพัฒนามาอย่างยาวนานตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ รวมถึงตกแต่งใบหน้าให้ดูดีสวยงามซึ่งจะช่วยปกปิดจุดบกพร่องและเสริมสร้างความรู้สึกมั่นใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งส่วนใหญ่ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางมักจะมีน้ำหนักมาก ขนาดไม่กะทัดรัด ไม่สะดวกต่อการพกพา

คณะผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษเพื่อความสะดวกต่อการพกพา และสามารถใช้ทดแทนผลิตภัณฑ์ในรูปแบบทั่วไปได้ โดยใช้พอลิเมอร์ชนิดละลายน้ำได้ (Water soluble polymer) เป็นสารยึดเกาะระหว่างเม็ดสีกับกระดาษ รวมถึงศึกษากระบวนการเตรียมที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้าในรูปแบบกระดาษ และสมบัติทางกายภาพของสูตรตำรับ ทางผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจ และสามารถนำไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางรูปแบบอื่น ๆ ได้ในอนาคต

คณะผู้วิจัย

นสภ.กนกพร อัศวเรืองกิจกุล

นสภ.ณัฐพร สายสมร

นสภ.ปิยะรัตน์ สีตะสิทธิ์

โครงงานวิจัยทางเภสัชศาสตร์ประจำปี 2564

เรื่อง การพัฒนาและประเมินผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษโดยใช้สารยึดเกาะที่แตกต่างกัน

ผู้จัดทำโครงงานวิจัยทางเภสัชศาสตร์

1. นสภ.กนกพร อัศวเรืองกิจกุล รหัส 60210091
2. นสภ.ณัฐพร สายสมร รหัส 60210172
3. นสภ.ปิยะรัตน์ สีตะสิทธิ์ รหัส 60210270

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิจัยทางเภสัชศาสตร์

1. เภสัชกรหญิง ดร.นปภัช รัตนะชิตธวัช (ที่ปรึกษาหลัก)
2. เภสัชกรอาจารย์พรรษพล เกิดทรัพย์ (ที่ปรึกษาร่วม)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษโดยใช้สารยึดเกาะชนิดพอลิเมอร์ที่ละลายน้ำได้ 3 ชนิด ได้แก่ PVA , PVP และ Acrylate copolymer จากการเตรียมสารละลายของสารยึดเกาะในความเข้มข้นต่าง ๆ โดยใช้ความเข้มข้นของเม็ดสี 0.5, 10 และ 25%w/v พบว่าความเข้มข้นของเม็ดสีที่ 25%w/v เม็ดสีสามารถกระจายตัวในสารละลายสารยึดเกาะได้อย่างสม่ำเสมอที่สุด ซึ่งการเตรียมผลิตภัณฑ์โดยการใช้แปรงทาสีทาสารละลายลงบนกระดาษไข พบว่าเม็ดสีมีความสม่ำเสมอ และยึดเกาะบนกระดาษได้ดี จากนั้นนำมาทำแห้งโดยการวางไว้บนถาดที่อุณหภูมิห้องจะให้ลักษณะทางกายภาพที่ดีกว่าการอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิสูงจะทำให้กระดาษงอเป็นคลื่น เมื่อนำผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษมาศึกษาสมบัติทางกายภาพ และพิจารณาเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารยึดเกาะชนิดต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา 5 ปัจจัย ประกอบด้วย ความเข้มของสีที่ติดบนผิวหนัง, เนื้อสัมผัสตอนทาผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ, ความกร่อนของผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ (25 rpm เวลา 4 นาที), ความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ และความเรียบเนียนหลังทาผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ จึงได้ผลว่า 0.1%w/v Acrylate copolymer เป็นสารยึดเกาะที่เหมาะสมที่สุดในการเตรียมผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ

(.....)

ภญ.ดร.นปภัช รัตนะชิตธวัช

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิจัย

Senior Project Academic Year 2021

: The Development and Evaluation of Makeup Color Paper by Using Difference Binding Agents

By

Miss Kanokporn Asavaruangkitkul ID 60210091

Miss Nattaporn Saisamorn ID 60210172

Miss Piyarat Setasith ID 60210270

Advisor

Dr. Napapat Rattanchitthawat

Co - Advisor

Mr. Punsapon Kirdsub

Abstract

This study aimed to develop and evaluate of makeup color paper by using different binding agents. Makeup color papers were prepared from binders including PVA, PVP, and Acrylate copolymer of 0.5, 10, and 25%w/v. It was found that in 25%w/v, the pigment was evenly dispersed in the binder solution. Used a brush to paint the solution evenly and the pigment dispersion adhered to the paper well. Then the paper was dried by placing it on a tray at room temperature. It had better physical properties than using a hot air oven at 40°C because high temperatures cause the paper warped. When studied the physical properties of makeup color paper and selected the appropriate concentrations of different types of binders by using the criteria of 5 factors including the intensity of color on skin, texture when applied the products, friability of the products (25 rpm 4 minutes), uniformity surface of the products and smoothness after applied the products. The result of this study was 0.1%w/v Acrylate copolymer is the most suitable binder for the preparation of makeup color paper products.

(.....)

Dr. Napapat Rattanchitthawat

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยเรื่องการการพัฒนาและประเมินผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษโดยใช้สารยึดเกาะที่แตกต่างกัน สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คำแนะนำ คำปรึกษาและความช่วยเหลือจาก ภญ.ดร.นปภัช รัตนะชิตวัช ซึ่งให้ความรู้คอยดูแลคณะผู้วิจัยในการทำวิจัยในครั้งนี้ ถ่ายทอดประสบการณ์ต่าง ๆ ในการทำวิจัย และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องในการเขียนโครงงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ ภก.อาจารย์พรรษพล เกิดทรัพย์ ที่ให้คำแนะนำ ถ่ายทอดประสบการณ์ และช่วยเหลือในโครงงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์พรพรรณ สีลาผอง ที่ให้คำปรึกษาและความอนุเคราะห์ในการใช้งานเครื่องมือและห้องปฏิบัติการกล้องจุลทรรศน์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่นักวิทยาศาสตร์คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือต่าง และผู้ที่เกี่ยวข้องที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานวิจัยนี้ให้เสร็จสมบูรณ์

คณะผู้วิจัย

นสภ.กนกพร อัศวเรืองกิจกุล

นสภ.ณัฐพร สายสมร

นสภ.ปิยะรัตน์ สีตะสิทธิ์

12 เมษายน พ.ศ.2565

สารบัญ

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

บทที่ 1
บทนำ

เครื่องสำอางมีการพัฒนามาอย่างยาวนานตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งวัตถุประสงค์ของการใช้เครื่องสำอาง ได้แก่ การทำความสะอาด ระงับกลิ่นกาย แต่งกลิ่นหอม รวมถึงตกแต่งใบหน้าให้ดูดีสวยงามซึ่งจะช่วยปกปิดจุดบกพร่องและเสริมสร้างความรู้สึกมั่นใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

อย่างที่ทราบกันดีว่าสภาพผิวของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันและในแต่ละวัน ใบหน้าต้องเผชิญกับฝุ่นละออง แสงแดด มลภาวะและเหงื่อรวมถึงความมันทำให้เครื่องสำอางบางส่วนไม่สามารถติดทนกับใบหน้าได้ตลอดวัน และหากต้องการเติมเครื่องสำอางระหว่างวันจะต้องนำผลิตภัณฑ์พกติดตัวไปด้วย ซึ่งส่วนใหญ่ผลิตภัณฑ์มักจะมีน้ำหนักมาก ขนาดไม่กะทัดรัด ไม่สะดวกต่อการพกพา โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้าที่มีลักษณะอัดแข็งซึ่งต้องพกร่วมกับแปรงแต่งหน้าเพื่อใช้งานอีกด้วย

ดังนั้นคณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่สะดวกต่อการพกพา และสามารถใช้ทดแทนผลิตภัณฑ์ในรูปแบบทั่วไปได้ คณะผู้วิจัยจึงพยายามค้นหาผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กน้ำหนักเบา โดยพบว่ามีผลิตภัณฑ์แป้งแต่งหน้าในรูปแบบกระดาษที่น่าสนใจซึ่งน่าจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้เตรียมเป็นผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้าในรูปแบบกระดาษได้

จากที่ผ่านมาไม่มีงานวิจัยที่ชัดเจนด้านการพัฒนาตำรับผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้าในรูปแบบกระดาษแต่พบว่าจะต้องมีการใช้สารยึดเกาะในการยึดเกาะระหว่างกระดาษกับผงสี ซึ่งสารยึดเกาะที่เหมาะสม คือ พอลิเมอร์ชนิดละลายน้ำได้ (Water soluble polymer) คณะผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารยึดเกาะ รวมถึงกระบวนการเตรียมที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้าในรูปแบบกระดาษในครั้งนี้

ซึ่งคณะผู้วิจัยคาดว่าผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้าในรูปแบบกระดาษที่พัฒนาขึ้นนี้จะเป็นที่สนใจ น่าดึงดูด รวมถึงเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคและยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางอื่น ๆ ต่อไปได้ในอนาคต

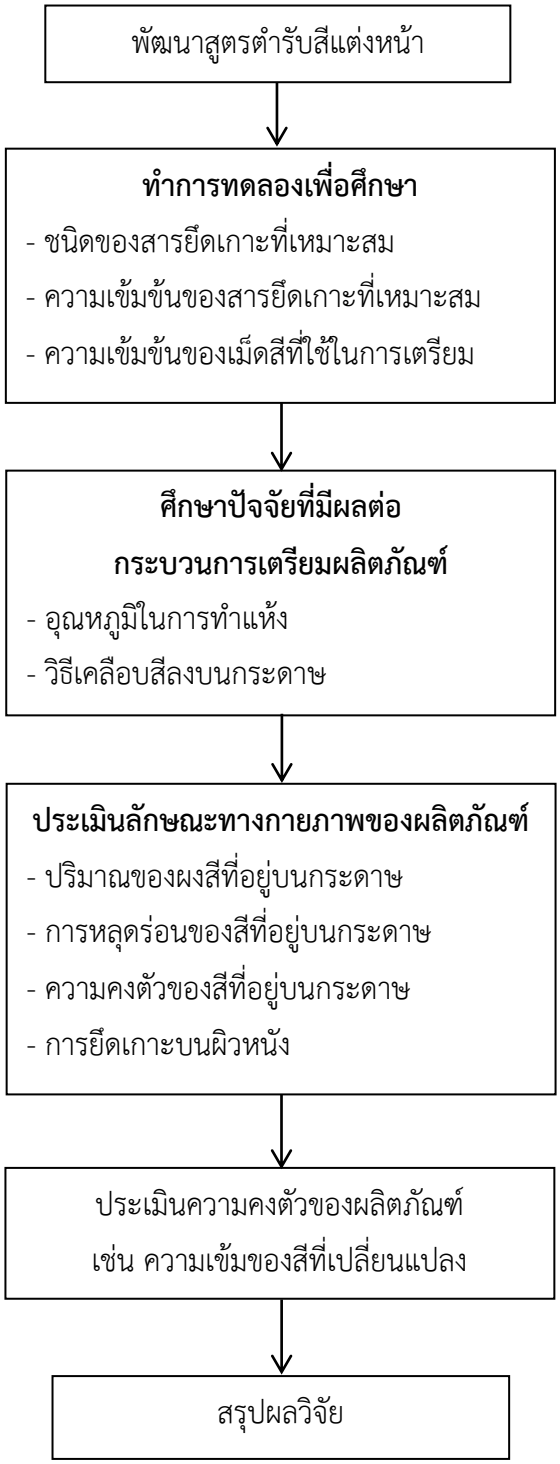
วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาสูตรตำรับสีแต่งหน้าในรูปแบบกระดาษโดยศึกษาชนิดและปริมาณสารยึดเกาะที่เหมาะสม
2. เพื่อศึกษาสภาวะและกระบวนการเตรียมผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้าในรูปแบบกระดาษที่เหมาะสม
3. เพื่อประเมินลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้าในรูปแบบกระดาษ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. องค์ความรู้ในการพัฒนาตำรับสีแต่งหน้าในรูปแบบกระดาษโดยใช้ชนิดและปริมาณสารยึดเกาะที่เหมาะสม
2. องค์ความรู้เรื่องสภาวะและกระบวนการที่เหมาะสมในการเตรียมผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้าในรูปแบบกระดาษ
3. ได้ผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้าในรูปแบบกระดาษต้นแบบ เพื่อนำไปต่อยอดในอนาคต
4. สร้างทางเลือกใหม่ เพิ่มมูลค่าและดึงดูดความน่าสนใจของเครื่องสำอางต่อผู้บริโภค

กรอบแนวคิด


พัฒนาสูตรตำรับสีแต่งหน้า
ทำการทดลองเพื่อศึกษา
- ชนิดของสารยึดเกาะที่เหมาะสม
- ความเข้มข้นของสารยึดเกาะที่เหมาะสม
- ความเข้มข้นของเม็ดสีที่ใช้ในการเตรียม
ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อ
กระบวนการเตรียมผลิตภัณฑ์
- อุณหภูมิในการทำแห้ง
- วิธีเคลือบสีลงบนกระดาษ
ประเมินลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์
- ปริมาณของผงสีที่อยู่บนกระดาษ
- การหลุดร่อนของสีที่อยู่บนกระดาษ
- ความคงตัวของสีที่อยู่บนกระดาษ
- การยึดเกาะบนผิวหนัง
ประเมินความคงตัวของผลิตภัณฑ์
เช่น ความเข้มของสีที่เปลี่ยนแปลง
สรุปผลวิจัย

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

2.1 เครื่องสำอาง

เครื่องสำอางตามพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ.2558 มาตรา 4 ได้ระบุว่า เครื่องสำอาง หมายความว่า

1. วัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้ทา ถู นวด โรย พ่น หยอด ใส่ อบ หรือกระทำด้วยวิธีอื่นใดกับส่วนภายนอกของร่างกายมนุษย์ และให้หมายความรวมถึงการใช้กับฟันและเยื่อบุในช่องปาก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อความสะอาด ความสวยงาม หรือเปลี่ยนแปลงลักษณะที่ปรากฏ หรือระงับกลิ่นกาย หรือปกป้องดูแลส่วนต่าง ๆ นั้น ให้อยู่ในสภาพดี และรวมตลอดทั้งเครื่องประทิ่นต่าง ๆ สำหรับผิวด้วย แต่ไม่รวมถึงเครื่องประดับและเครื่องแต่งตัวซึ่งเป็นอุปกรณ์ภายนอกร่างกาย

2. วัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางโดยเฉพาะ หรือ

3. วัตถุอื่นที่กำหนดโดยกฎกระทรวงให้เป็นเครื่องสำอาง[1]

ประเภทของเครื่องสำอาง[2] [3]

เครื่องสำอาง แบ่งออกได้เป็นหลายประเภท โดยแบ่งตามส่วนที่ใช้ในใบหน้า ดังนี้

2.1.1 เมคอัพเบส (Base Makeup)

เครื่องสำอางที่ทาเพื่อเตรียมผิว ช่วยปรับผิวให้เรียบสม่ำเสมอและมีสีกระจ่างใส ปกปิดปัญหาผิว เช่น ริ้วรอย รอยแดง รอยสิวได้ ทั้งยังช่วยให้แต่งหน้าได้ดีขึ้น ทำให้เครื่องสำอางในขั้นตอนอื่น ๆ ติดทน สามารถทาปกปิดทั้งใบหน้า หรือทาเฉพาะจุดที่มีปัญหา โดยใช้ลงหลังทาสกินแคร์ (Skincare) ซึ่งเมคอัพเบสมีหลายประเภทและมีลำดับขั้นตอนการใช้ที่ต่างกัน

1) ไพรเมอร์ (Primer)

ไพรเมอร์เป็นเมคอัพเบสที่ใช้ทาเป็นลำดับแรก มีหลายรูปแบบ เช่น ครีม เจล ช่วยปกปิดรูขุมขน เติมเต็มร่องต่าง ๆ ทำให้ผิวเรียบเนียนยิ่งขึ้น ช่วยควบคุมความมันบนใบหน้าและให้เครื่องสำอางติดทน

2) เบส (Base)

เบสมีลักษณะเป็นเนื้อครีม ทั้งเข้มข้นและบางเบา เป็นเม็ดสีที่ช่วยในการปรับสีผิว มีให้เลือกหลายสีตามสภาพและปัญหาผิว ใช้ก่อนลงเครื่องสำอางอื่น ๆ ทั้งรองพื้นและคอนซีลเลอร์โดยเบสแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ดังนี้

(1) เบสเนื้อขาว

ทาลงผิวเพื่อช่วยปกปิดริ้วรอยและรูขุมขนให้เรียบเนียนสม่ำเสมอ

(2) เบสแบบสี

สีเขียว สีม่วง สีเหลือง แต่ละสีเหมาะกับเฉดสีผิวที่แตกต่างกัน และมีหน้าที่ไม่เหมือนกัน เช่น สีเขียวช่วยลดรอยแดงรอยสิวบนใบหน้า สีเหลืองจะทำให้ผิวนวลมากขึ้น เป็นต้น

3) รองพื้น (Foundation)

รองพื้นใช้ทาทั่วทั้งหน้าหลังลงไพรเมอร์และเบส สามารถปกปิดจุดด่างดำและริ้วรอยได้เนียน ซึ่งมีหลายรูปแบบ ดังนี้

(1) รองพื้นแบบน้ำ (Liquid Foundation)

เป็นรองพื้นเนื้อเหลว ใช้งานง่าย เนื้อเข้มข้นทำให้ปกปิดมาก ติดทนนาน

(2) รองพื้นแบบครีม (Cream Foundation)

ปกปิดมากกว่ารองพื้นแบบน้ำ และทำให้ผิวดูฉ่ำวาวกว่า เหมาะสำหรับคนที่มีผิวแห้ง

(3) รองพื้นแบบแท่ง (Stick Foundation)

มีความเข้มข้นมาก ควรเกลี่ยตามด้วยนิ้วหรือแปรง ข้อดีคือสามารถลงซ้ำระหว่างวันได้

4) บีบีครีม (BB Cream)

บีบีครีมเป็นผลิตภัณฑ์ที่รวมครีมบำรุง ครีมกันแดด เบส และรองพื้นไว้ในตัวเดียวกัน ดังนั้นไม่ควรใช้ร่วมกับเบสและรองพื้นจะทำให้ผิวหน้ามีความหนาเกินไป เหมาะสำหรับการใช้ในวันที่เร่งรีบ หรือปกปิดริ้วรอยระดับบางเบา

5) ซีซีครีม (CC Cream)

ซีซีครีมเป็นเมคอัพเบสที่มี ส่วนผสมประกอบด้วยครีมบำรุง ครีมกันแดด เบส รองพื้น และมีสารควบคุมสีผิวเพิ่มขึ้นมาด้วย ทำให้ผิวกระจ่างใสขึ้น สีผิวไม่เปลี่ยนระหว่างวัน ควรลงหลังไพรเมอร์ และใช้ก่อนคอนซีลเลอร์

6) คุชชั่น (Cushion)

คุชชั่นคือรองพื้นรูปแบบหนึ่งที่รวมเอาจุดเด่นของ บีบีครีม รองพื้นเนื้อลิควิด ครีมกันแดด และแป้งผสมรองพื้น โดยบรรจุในรูปแบบตลับเนื้อคุชชั่นจะถูกซับไว้ในฟองน้ำ ทำให้พกพาง่าย ใช้งานง่ายสะดวกรวดเร็ว โดยจะมีพัฟแบบพิเศษที่เรียกว่า Air Puff สำหรับเนื้อคุชชั่นโดยเฉพาะ ทำให้หน้าได้รับการปกปิดพร้อมทั้งสารกันแดดพร้อมกัน

7) คอนซีลเลอร์ (Concealer)

คอนซีลเลอร์เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับปกปิดเฉพาะจุด โดยสามารถปกปิดรอยดำรอยแดง รอยหมองคล้ำใต้ตา ทำให้การแต่งหน้าเนียนมากขึ้น ใช้แต้มจุดที่มีปัญหาผิวหลังลงรองพื้น

8) แป้ง (Powder)

แป้งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการแต่งหน้า ใช้สำหรับคนที่ต้องการควบคุมความมัน ซึ่งมีหลายรูปแบบ ดังนี้

(1) แป้งผสมรองพื้น (Foundation Powder)

เป็นการนำรองพื้นมาทำในรูปแบบแป้ง จึงไม่จำเป็นต้องลงรองพื้นเพิ่มอีก

(2) แป้งอัดแข็ง (Pressed Power)

เป็นการนำแป้งฝุ่นมาอัดให้อยู่ในตลับ มีคุณสมบัติเกาะติดหน้ามากกว่าแป้งฝุ่นธรรมดา เหมาะกับการปกปิดผิวในระดับปานกลาง

(3) แป้งฝุ่น (Loose Power)

มีแบบโปร่งแสงและแบบที่มีสี ช่วยควบคุมความมัน และทำให้รองพื้นติดผิวมากขึ้น

2.1.2 เครื่องสำอางแต่งคิ้ว (Eyebrow)

1) ดินสอเขียนคิ้ว (Eyebrow Pencil)

ดินสอเป็นอุปกรณ์เขียนคิ้วที่ใช้ง่ายที่สุด มีแบบแท่งดินสอสำหรับเหลา และแบบแท่งสำหรับหมุนไส้ดินสอเข้าออก สามารถวาดไปตามโครงคิ้วให้ได้รูปทรงตามต้องการ

2) ที่เขียนคิ้วแบบฝุ่น (Eyebrow Powder)

ที่เขียนคิ้วแบบฝุ่นจะทำให้คิ้วดูเป็นธรรมชาติ ต้องอาศัยความชำนาญในการเขียน โดยใช้แปรงปัดฝุ่นมาเขียนโครงคิ้ว แล้วปัดระบายด้านในให้เต็ม

3) ปากกาเขียนคิ้ว (Eyebrow Pen)

มีลักษณะเหมือนปากกา ใช้งานง่าย ได้สีและเส้นที่ชัดเจนกว่าดินสอเขียนคิ้ว ทั้งยังติดทนนาน

4) เจลเขียนคิ้ว (Eyebrow Tattoo Gel)

เจลเขียนคิ้วจะทำให้การเขียนคิ้วติดทนนานขึ้น

5) มาสคาร่าคิ้ว (Eyebrow Mascara)

ใช้มาสคาร่าปัดคิ้วให้ได้ทรงที่สวยงามจะทำให้คิ้วดูเข้มขึ้น

2.1.3 เครื่องสำอางแต่งตา (Eye)

1) อายไลน์เนอร์ (Eyeliner)

อายไลน์เนอร์เขียนรอบดวงตา เพื่อทำให้ดวงตาดูคมชัดและกลมโตขึ้น มีหลายรูปแบบ ดังนี้

(1) อายไลน์เนอร์แบบดินสอ (Pencil Eyeliner)

เขียนง่าย ไม่ค่อยเลอะ ข้อเสียคือแห้งช้าและเส้นไม่คม

(2) อายไลน์เนอร์แบบเจล (Gel Eyeliner)

เหมาะกับการแต่งตาแบบคม เพราะเนื้อเจลจะให้สีที่ชัด เส้นทึบหนา ข้อเสียคือแห้งยากและเกลี่ยยาก ต้องใช้ความชำนาญ

(3) อายไลน์เนอร์แบบน้ำ (Liquid Eyeliner)

แห้งเร็ว ใช้งานง่ายเพราะมีปลายที่แหลมเล็ก ติดทนนาน

2) มาสคาร่า (Mascara)

มาสคาร่าทำให้ขนตาหนา ยาวเป็นแพ และงอนสวย มีหลายรูปแบบ เช่น แบบน้ำ ครีม ทินท์ ซึ่งจะช่วยให้ขนตาหนาและยาวขึ้น

3) อายแชโดว์ (Eye Shadow)

อายแชโดว์คือสีที่ช่วยแต่งแต้มเปลือกตา มีหลายรูปแบบ ดังนี้

(1) อายแชโดว์แบบฝุ่น (Powder Eye Shadow)

ใช้งานง่าย มีหลายสีให้เลือก แต่ไม่ค่อยติดทน

(2) อายแชโดว์แบบครีม (Cream Eye Shadow)

เนื้อครีมหนา และติดทนนานกว่าแบบฝุ่น

2.1.4 เครื่องสำอางแต่งแก้ม (Cheek) ทำให้ใบหน้ามีสีสันสดใส ดูมีมิติ

1) บลัชออน (Blush on)

บลัชออนคือเครื่องสำอางสำหรับปัดแก้มให้มีสีสันมากขึ้น มีหลายโทนสีให้เลือกตามความเหมาะสมของใบหน้า เช่น ส้ม ชมพู แดง มีหลายรูปแบบ ดังนี้

(1) บลัชออนแบบฝุ่น (Powder Blush)

มีสีให้เลือกหลายสี ใช้งานง่าย แบ่งลักษณะของเนื้อบลัชออนเป็นแบบเนื้อแมต (ด้าน) และแบบชิมเมอร์ที่จะมีประกายมุกทำให้ใบหน้าดูเงาวาว ข้อเสียของบลัชออน แบบฝุ่นคือไม่ติดทน

(2) บลัชออนแบบครีม (Cream Blush)

เป็นเนื้อเจลกึ่งเหลว ทำให้ติดทนกว่าแบบฝุ่น ข้อดีคือดูเป็นธรรมชาติ และไม่จำเป็นต้องคอยเติมระหว่างวัน

2) ไฮไลท์ (Highlight)

ไฮไลท์ คือ เครื่องสำอางที่มีลักษณะเป็นเนื้อฝุ่น หรือเนื้อครีม ต้องเลือกเฉดสีที่อ่อนกว่าสีผิวหนึ่งระดับ เพราะช่วยเพิ่มแสงให้กับส่วนที่ต้องการความโดดเด่น เช่น จมูก ขอบตาบน ขอบตาล่าง โหนกแก้มโหนกคิ้ว กลางหน้าผาก และกลางคาง

3) บรอนเซอร์ (Bronzer)

บรอนเซอร์ช่วยลดความโดดเด่น หรือทำให้ผิวดูเป็นธรรมชาติมากขึ้น เพราะช่วยให้ผิวดูเป็นผิวบ่มแดด เงาวาว

2.1.5 เครื่องสำอางแต่งปาก (Lip)

1) ลิปสติก (Lip Stick)

ลิปสติกเป็นเครื่องสำอางแต่งปากที่ได้รับความนิยมมาก มีหลายเฉดสีให้เลือก คือลิปสติกเนื้อแมตต์ ที่จะทำให้สีดูด้าน แต่ติดทนนาน และลิปสติกเนื้อเชียร์มีลักษณะคล้ายกับเนื้อครีม ทำให้ริมฝีปากดูเนียนสวย ไม่มันวาวจนเกินไป

2) ลิปกลอส (Lip Gloss)

ทำให้ริมฝีปากดูชุ่มฉ่ำ แวววาว มีเนื้อเหลว หนืด โปร่งแสง ทำให้ดูเป็นธรรมชาติกว่าลิปสติกธรรมดา

3) ลิปทินท์ (Lip Tint)

ลิปสติกชนิดนี้คล้ายกับลิปกลอส แต่เหลวมากกว่า นิยมใช้ทาบริเวณปากด้านในคู่กับลิปกลอส ทำให้มีมิติและเป็นธรรมชาติมากขึ้น

4) ลิปไลน์เนอร์ (Lip Liner)

ลิปไลนเนอร์หรือดินสอเขียนขอบปากจะช่วยให้ขอบปากเด่นชัดขึ้น ก่อนจะทาลิปสติกด้านใน

5) ลิปบาล์ม (Lip Balm)

ลิปบาล์มหรือลิปมัน มีคุณสมบัติในการบำรุงริมฝีปากให้ชุ่มชื่น มีส่วนผสมจากธรรมชาติ อาจมีการแต่งกลิ่นให้หอม ไม่มีสีหรือมีสีอ่อน

นอกจากนี้ยังมีเครื่องสำอางรูปแบบใหม่เพิ่มขึ้นในท้องตลาด ซึ่งรูปแบบที่มีความสะดวกในการใช้งานเหมาะกับการใช้ชีวิตในปัจจุบัน คือเครื่องสำอางรูปแบบกระดาษ (Makeup paper)

เครื่องสำอางรูปแบบกระดาษ[4]

เครื่องสำอางรูปแบบกระดาษ ออกแบบมาเพื่อเพิ่มความสะดวกโดยที่ไม่ต้องพกตลับเครื่องสำอางเพื่อไป เติมเพิ่มระหว่างวัน

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดปัจจุบัน[4]

Mai couture เครื่องสำอางที่มาในรูปแบบสมุดเล่มเล็ก จำนวน 50 แผ่น น้ำหนักเบา มีหลายรูปแบบ เช่น รองพื้น บลัชออน ไฮไลต์ และบลอนเซอร์ มีหลายเฉดสี และช่วยดูดซับความมันส่วนเกินบนใบหน้า

รูปที่ 1 แสดงผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ[5]

โดยเครื่องสำอางรูปแบบกระดาษมีส่วนประกอบที่สำคัญนอกจากส่วนประกอบที่เป็นแป้งและเม็ดสี ได้แก่ สารยึดเกาะ (binders) โดยเป็นองค์ประกอบที่ช่วยให้ส่วนประกอบที่เป็นแป้งและเม็ดสีสามารถยึดเกาะอยู่บนกระดาษได้ดีขึ้น ซึ่งสารยึดเกาะที่นิยมใช้คือพอลิเมอร์ชนิดละลายน้ำได้

2.2 สารยึดเกาะ (Binders)

สารยึดเกาะ คือ สารที่ช่วยเพิ่มการเกาะตัวของวัตถุดิบที่เป็นผง หรืออีกนัยหนึ่งคือ สารยึดเกาะเป็นสารที่ทำให้วัตถุต่าง ๆ ซึ่งเป็นผงรวมกันได้[6] โดยสารยึดเกาะทั่วไป มี 5 ประเภท คือ[7]

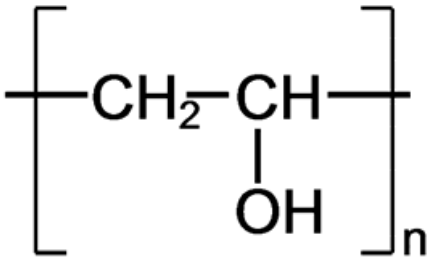
- สารยึดเกาะชนิดแห้ง (Dry Binder) เช่น Zinc stearate และ Magnesium stearate
- สารยึดเกาะชนิดน้ำมัน (Oil Binder) เช่น Mineral oil และ Isopropyl myristate
- สารยึดเกาะชนิดละลายน้ำ (Water-Soluble Binder) เช่น Tragacanth, CMC และ PVP

- สารยึดเกาะที่ไม่รวมตัวกับน้ำ (Water-repellent Binder) เช่น Mineral oil และ Fatty esters
- สารยึดเกาะชนิดอิมัลชั่น (Emulsion Binder) เช่น Triethanolamine stearate, non-ionic emulsifier และ Glyceryl monostearate

โดยงานวิจัยนี้ใช้สารยึดเกาะชนิดละลายน้ำ ได้แก่

2.2.1 พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol; PVA)

PVA คือพอลิเมอร์สังเคราะห์ประเภทชอบน้ำ (hydrophilic polymer) จึงสามารถละลายในน้ำได้ มีสมบัติทางกายภาพและความทนทานต่อตัวทำละลายอินทรีย์ที่สูง และมีความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น PVA ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในหลายผลิตภัณฑ์ รวมถึงนำมาใช้งานเกี่ยวกับทางการแพทย์และเภสัชกรรม เนื่องจากมีความเป็นพิษต่ำ และสมบัติทางด้านการยึดติดทางชีวภาพรวมถึงง่ายต่อการขึ้นรูป[8]



รูปที่ 2 แสดงสูตรโครงสร้างของ PVA[9]

ชื่อพ้อง: Airvol; Alcotex; Elvanol; Gelvatol; Gohsenol; Lemol; Mowiol; Polyvinol; PVA; vinyl alcohol polymer[10]

ลักษณะภายนอก: เกล็ดผงหรือเม็ดผงแกรนูล สีขาวใสถึงขาวทึบ ไม่มีกลิ่น[10, 11]

หน้าที่: Coating agent (สารเคลือบ); lubricant (สารหล่อลื่น); stabilizing agent (สารเพิ่มความคงตัว); viscosity-increasing agent (สารเพิ่มความหนืด)[11]

คุณสมบัติ:

PVA ละลายในตัวทำละลายที่มีความเป็นขั้วสูง เช่น น้ำ, ไดเมทิวซัลฟอกไซด์ (Dimethey sulfoxide; DMSO), เอธิลีนไกลคอล (Etheylene glycol; EG) และเอ็น-เมธิลไพโรลิโดน (N-Methyl pyrrolidone; NMP) เป็นต้น[8]

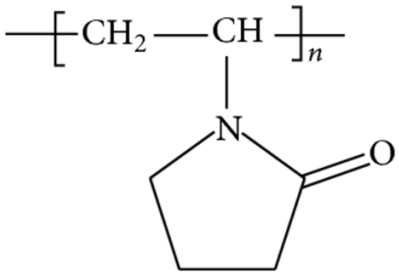
ความสามารถในการละลายน้ำของ PVA จะขึ้นกับระดับการเกิดพอลิเมอไรเซชั่น (Degree of polymerization; DP) การไฮโดรไลซิส และอุณหภูมิของสารละลาย โดย PVA ละลายอย่างช้า ๆ ในน้ำอุณหภูมิห้อง จะละลายหมดเมื่อเพิ่มอุณหภูมิจนถึง 90 °C จากนั้นตั้ง

ทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องจนอุณหภูมิเย็นลงปกติ โดยความสามารถในการละลายขึ้นกับระดับการไฮโดรไลซิสของโมเลกุล ซึ่ง PVA สามารถละลายในน้ำได้ดีที่สุดเมื่อระดับการไฮโดรไลซิสประมาณร้อยละ 80 และละลายน้ำได้มากขึ้นเมื่อน้ำหนักโมเลกุลลดลง[12]

ตารางที่ 1 แสดงสมบัติโดยทั่วไปของ PVA[8]

สมบัติ	ลักษณะ/ค่า	ข้อสังเกต
ลักษณะทางกายภาพ	มีลักษณะเป็นเกล็ดผงหรือเม็ดผง สีขาวใสถึงขาวทึบ	
ความถ่วงจำเพาะ	1.27-1.13	เพิ่มขึ้นตามระดับการเกิดผลึก
Tensile strength, MPa (ระดับการเกิดไฮโดรไลซิส 98-99%)	67-110	เพิ่มขึ้นตามระดับการเกิดผลึกและน้ำหนักโมเลกุล แต่จะลดลงตามความชื้นที่เพิ่มขึ้น
Tensile strength, MPa (ระดับการเกิดไฮโดรไลซิส 87-89%)	24-79	เพิ่มขึ้นตามน้ำหนักโมเลกุล แต่จะลดลงตามความชื้นที่เพิ่มขึ้น
อัตราการดึงยืด, %	0-300	เพิ่มขึ้นตามความชื้นที่เพิ่มขึ้น
สัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน, 1/°C	$7\text{-}12 \times 10^{-5}$	
ความร้อนจำเพาะ, J/(g·K)	1.67	
ค่าการนำความร้อน, W/(m·K)	0.2	
อุณหภูมิกลาสทรานสิชัน (T_g), K	358	ระดับการเกิดไฮโดรไลซิส 98–99%
	331	ระดับการเกิดไฮโดรไลซิส 87–89%
อุณหภูมิการหลอมผลึก (T_m), K	503	ระดับการเกิดไฮโดรไลซิส 98–99%
	453	ระดับการเกิดไฮโดรไลซิส 87–89%
สภาพต้านทานไฟฟ้า, Ω.cm	$(3.1–3.8) \times 10^{7}$	
ความเสถียรทางความร้อน	ค่อยๆ เกิดการเปลี่ยนสีที่อุณหภูมิสูงกว่า 100°C จากนั้นกลายเป็นสีดำอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงกว่า 150°C สุดท้ายจะสลายตัวที่อุณหภูมิสูงกว่า 200°C	
ดัชนีการหักเห (อุณหภูมิ 20°C)	1.55	
ระดับการเกิดผลึก	0-0.54	เพิ่มขึ้นตามระดับการให้ความร้อนและระดับการเกิดไฮโดรไลซิส
ความสามารถในการติดไฟ	เผาไหม้คล้ายกับกระดาษ	
ความคงทนต่อแสงอาทิตย์	ดีเยี่ยม	

2.2.2 โพลีไวนิลไพโรลิโดน (Polyvinylpyrrolidone; PVP)



รูปที่ 3 แสดงสูตรโครงสร้างของ PVP[13]

PVP เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่ละลายน้ำได้ เตรียมได้จาก N-vinyl pyrrolidone (monomer) มีความสามารถในการดูดซับน้ำ และเป็นสารช่วยเปียก (Wetting agent) ที่ดี โดยความแตกต่างของระดับการเกิดพอลิเมอไรเซชั่น (Degree of polymerization; DP) ทำให้พอลิเมอร์ชนิดนี้มีน้ำหนักโมเลกุลที่หลากหลาย โดยน้ำหนักโมเลกุลของ PVP นิยมบอกเป็นค่า K (K value; characteristic value related to the relative viscosity) ที่อยู่ระหว่างช่วง 10-120 ดังนี้[10] [11]

ตารางที่ 2 แสดงน้ำหนักโมเลกุลโดยประมาณของ PVP ที่มีค่า K ต่างกัน[10]

K-value	Approximate molecular weight
12	2 500
15	8 000
17	10 000
25	30 000
30	50 000
60	400 000
90	1 000 000
120	3 000 000

ชื่อพ้อง: povidone; E1201; Kollidon; Plasdone; poly[1-(2-oxo-1-pyrrolidinyl)ethylene]; polyvidone; polyvinylpyrrolidone; PVP; 1-vinyl-2-pyrrolidinone polymer[11]

ลักษณะภายนอก: ผงละเอียด สีขาวไปถึงขาวครีม ไม่มีกลิ่น PVP ที่มีค่า K เท่ากับหรือต่ำกว่า 30 จะถูกเตรียมด้วยเทคนิคพ่นแห้งจึงทำให้ได้อนุภาคที่มีลักษณะกลม สำหรับ PVP K90 ถูกเตรียมด้วยการทำแห้งบนแท่งทรงกลม (drum dryer) ทำให้ PVP ชนิดนี้มีลักษณะเป็นแผ่น[11]

หน้าที่: Disintegrant (สารช่วยแตกตัว); dissolution aid (สารช่วยละลาย); suspending agent (สารแขวน ตะกอน); tablet binder (สารยึดเกาะ)[11]

โดยความเข้มข้นของ PVP ที่ใช้ในทางเภสัชกรรมที่ใช้ตามหน้าที่ต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงความเข้มข้นของ PVP ที่ใช้ทำหน้าที่ต่าง ๆ ในทางเภสัชกรรม[10]

Use	Concentration (%)
Carrier for drugs	10-25
Dispersing agent	Up to 5
Eye drops	2-10
Suspending agent	Up to 5
Tablet binder, tablet diluent, or coating agent	0.5-5

คุณสมบัติ:

PVP ละลายในน้ำและตัวทำละลายที่มีความเป็นขั้วสูง เช่น เมทานอล (Methanol), เอทานอล (Ethanol), คลอโรฟอร์ม (Chloroform) และกลีเซอรอล (Glycerol) เป็นต้น และไม่ละลายในไดเมทิลอีเทอร์ (Dimethyl Ether; DME), เอทิล อะเซเตท (Ethyl acetate; EA), อะซิโตน (Acetone) และ mineral oil เป็นต้น[10]

ตารางที่ 4 แสดงสมบัติโดยทั่วไปของ PVP[10]

สมบัติ	ลักษณะ/ค่า	ข้อสังเกต
ลักษณะทางกายภาพ	ผงละเอียด สีขาวถึงขาวครีม ไม่มีกลิ่น	
ความเป็นกรด/ด่าง	pH = 3.0–7.0 pH = 4.0–7.0	5% w/v aqueous solution 5% w/v aqueous solution) for *Povipharm K90*
ความหนาแน่น (bulk), g/cm3	0.29–0.39	for *Plasdone*
ความหนาแน่น (tapped), g/cm3	0.39–0.54	for *Plasdone*

ความหนาแน่น (true), g/cm3	1.180	
ความสามารถในการไหล, g/s	20 16	for povidone K-15; for povidone K-29/32
จุดหลอมเหลว, °C	Softens at 150	
ความชื้น	ดูดความชื้นมาก	ปริมาณของความชื้นจะถูกดูดซับเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

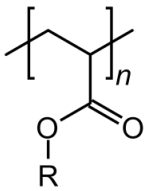
2.2.3 Acrylate copolymer[14] [15]

Acrylate คือ สารที่ประกอบด้วย ester, salt และอนุพันธ์ของ acrylic acid โดยผลิตจาก acrylate monomer ที่ประกอบด้วย ester ที่จับแบบ double bond กับ vinyl group และมีกลุ่ม carbonyl group จับที่หมู่ ester โดยคุณสมบัติที่ต่างกันของ Acrylate polymer ในแต่ละชนิดนั้น มาจากส่วนสุดท้ายของ polymeric chain

หน้าที่: Coating agent (สารเคลือบ); Lubricant (สารหล่อลื่น); Stabilizing agent (สารเพิ่มความคงตัว); Viscosity-increasing agent (สารเพิ่มความหนืด); Dispersant (สารช่วยกระจายตัว); Binder (สารยึดเกาะ)

คุณสมบัติ: Acrylate polymer ที่เป็นรูปของเกลือจะมีเป็นประจุลบสามารถละลายน้ำได้ โดยที่ใช้แอลกอฮอล์เป็นตัวเร่งในการเตรียมได้

การใช้งาน: Acrylate polymer มีการใช้อย่างแพร่หลายในด้านทันตกรรม ด้านชีวการแพทย์ เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับเล็บต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับผม



รูปที่ 4 แสดงสูตรโครงสร้างของ Acrylate polymer

(ที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/Acrylate_polymer#/media/File:Polyacrylate.svg)

Acrylates แต่ละชนิด ได้แก่

1. Polyacrylic acid
2. Methacrylate
3. Poly(methyl methacrylate)
4. Polyacrylamide

5. Polyacrylonitrile
6. Ethyl acrylate
7. 2-Ethyl hexyl acrylate
8. Hydroxyethyl methacrylate
9. Poly(2-hydroxyethyl methacrylate)
10. Butyl acrylate
11. Trimethylolpropane Triacrylate
12. Sodium polyacrylate
13. Poly (N-isopropylacrylamide)
14. N-butyl acrylate

2.3 สี[16]

สารให้สี (Colorant) ได้แก่ ผงสี (Pigment) และสีย้อม (Dye)

ผงสี คือ สารให้สีที่ไม่เกิดพันธะทางเคมีกับพอลิเมอร์ จึงเป็นสารให้สีที่ไม่ละลายเข้ากับพอลิเมอร์ ดำรงอยู่ของ pigment จะเป็นการกระจายตัวแทรกอยู่ใน polymer matrix

สีย้อม คือ สารให้สีที่สามารถจะเกิดพันธะทางเคมีกับพอลิเมอร์ได้ จึงเป็นสารให้สีที่สามารถละลายเข้ากับพอลิเมอร์ได้ การดำรงอยู่จึงเกิดเป็นกลุ่มข้างเคียง (Side group) ของพอลิเมอร์

การใช้สารให้สีทั้ง 2 ลักษณะ พบว่าผงสีมีการใช้มากกว่าสีย้อม เพราะการใช้ไม่ต้องกังวลถึงความสามารถให้เกิดการปฏิกิริยากับพอลิเมอร์ การจัดชนิดของ ผงสี และ สีย้อมจะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสารอินทรีย์และกลุ่มสารอนินทรีย์ พบว่ากลุ่มอนินทรีย์เป็นกลุ่มที่มีการใช้มากกว่ากลุ่มอินทรีย์ เพราะสารให้สีกลุ่มอนินทรีย์จะให้ความเข้มของสีสูงกว่า มีความสามารถให้ความทนต่อความร้อนได้ดีกว่า หรือมีสมบัติด้านต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับพอลิเมอร์ได้ดีกว่า ถึงแม้ว่ากลุ่มสารอินทรีย์จะมีความหลากหลายของสีที่มากกว่า

2.3.1 องค์ประกอบของกระบวนการผลิตสี มี 4 ชนิด คือ

1) ผงสี (Pigment)

ของแข็งที่บดละเอียดจนมีขนาดเล็กมาก เป็นตัวทำให้เกิดสี เช่น สีเขียว สีแดง สีเหลือง เป็นต้น ที่มีอยู่ตามธรรมชาติและสังเคราะห์ขึ้น ทำหน้าที่บดบังสีที่ทำให้มีสีสันและเป็นตัวต้านทานการผุกร่อน

2) ตัวทำให้เกิดฟิล์มสี (Binder)

ทำหน้าที่ช่วยยึดผงสีให้เกาะติดแน่นกับพื้นที่ผิวที่ใช้ทา และเป็นตัวทำให้เกิดความเงา ความแห้งและทนต่อสภาพแวดล้อม การเลือกชนิดของตัวทำให้เกิดฟิล์มเป็นตัวกำหนดอายุการใช้งาน

3) ตัวทำละลาย (Solvent)

เป็นตัวทำให้สี ผงสี ตัวทำให้เกิดฟิล์ม และสารต่าง ๆ เข้ากัน เช่น ทินเนอร์ และน้ำ เป็นต้น

4) สารเติมแต่ง (Additive)

เป็นสารชนิดหนึ่งที่ทางผู้ผลิตใส่เข้าไปเพื่อให้ได้สีที่มีคุณสมบัติพิเศษบางประการ เช่น แม่สี ตัวเร่งความแห้งของสี สารกันเชื้อรา สารกันตะไคร่น้ำ เป็นต้น

2.3.2 ประเภทของผงสี จำแนกประเภทของผงสีตามแหล่งกำเนิดและส่วนประกอบได้ ดังนี้

1) ผงสีอนินทรีย์ (Inorganic Pigments) ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ชนิด คือ

(1) Earth Pigments

เป็นผงสีธรรมชาติที่ได้จากการนำเอาหินต่าง ๆ ไปบดล้างและทำให้แห้ง เช่น ดินเหลือง (Ochres), ดินสีน้ำตาลไหม้ (Umber) และ Green earths เป็นต้น

(2) Mineral Pigments

เป็นผงสีที่ได้จากแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น โดโลไมค์ (Dolomite) และแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นต้น

(3) ผงสีอนินทรีย์สังเคราะห์ (Synthetic Inorganic Pigments)

เตรียมได้โดยวิธีตกตะกอนจากปฏิกิริยาระหว่างสารเคมี 2 สาร ทำให้เกิดเป็นผงสีตกตะกอนลงมา แล้วกรองออก ตัวอย่างของผงสีชนิดนี้ได้แก่ ไทเทเนียมไดออกไซด์ ซิงก์ออกไซด์ และอัลตรามารีน (Ultramarine) เป็นต้น

(4) ผงสีโลหะ (Metallic Pigments)

เป็นผงสีที่ได้จากการบดโลหะให้ละเอียด เช่น ผงอลูมิเนียม ผงบรอนซ์ และผงสังกะสี เป็นต้น

2) ผงสีอินทรีย์ (Organic Pigments) แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

(1) Pigment Dyestuffs

คือ สารประกอบอินทรีย์ที่มีสีและ ไม่ละลายในตัวทำละลายต่าง ๆ ผงสีเหล่านี้ไม่มีหมู่ฟังก์ชันแนลที่จะเกิดเกลือได้ ตัวอย่างของผงสีชนิดนี้

ได้แก่ สารประกอบอะโซ (Azo) ที่เป็นสี เช่น โทลูอิดิน เรด (Toluidine reds) พาราเรด (Para reds) เป็นต้น

(2) โทนเนอร์ (Toner Pigments หรือ Toners)

คือ สีย้อมที่เป็นกรดหรือด่างที่ละลายน้ำได้ แต่ถูกเปลี่ยนเป็นผงสีโดยการตกตะกอนด้วยเกลือโลหะ หรือตกตะกอนด้วยกรด เกลือโลหะที่ใช้กัน ได้แก่ เกลือของตะกั่ว แคลเซียม แบเรียม และสตรอนเทียม เป็นต้น ส่วนกรดที่ใช้กัน ได้แก่ กรดแทนนิค (Tannic acid) กรดฟอสฟอทังสติก (Phosphotungstic acid) และกรดฟอสฟอโมลิบติก (Phosphomolybtic acid) เป็นต้น

(3) เลก (Lake Pigments หรือ Lakes)

คือ ผงสีที่ที่เตรียมจากสีย้อมที่ละลายน้ำได้ โดยทำให้ตกตะกอนลงบนตัวยึด (Substrate) ซึ่งเป็นสารอนินทรีย์ และโดยมากมักใช้อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ที่ละลายน้ำได้เมื่อเกาะบนตัวยึดแล้วจะทำให้ไม่ละลายน้ำ

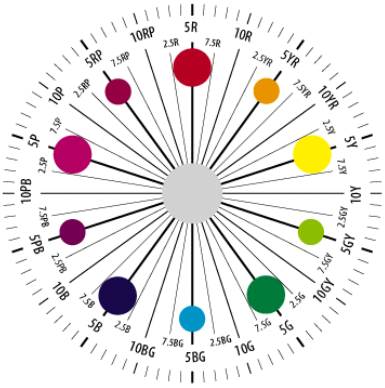
2.3.3 ระบบสี

การมองเห็นของมนุษย์ต่อวัตถุที่มีสี จะเป็นการมองเห็นที่แตกต่างกันไป ดังนั้นถ้าวัตถุที่มีสีหรือผลิตภัณฑ์ที่มีสีนั้นควรสม่ำเสมอและเป็นมาตรฐานสากลแล้ว การวัดสีจะบอกลักษณะของสีให้เป็นที่เข้าใจในระดับสากลได้ซึ่งมีหลายวิธีหลายระบบ ที่นิยมใช้กันอย่างนกว้างขวางคือระบบ Munsell และระบบ CIEL*a*b*[17]

1) ระบบ Munsell[17]

เป็นระบบที่ได้มีการพัฒนามาก่อนการนำเครื่องมือวัดสีมาใช้ในการวัดสีโดยการใช้สายตาดูและอาศัยคุณสมบัติของการมองเห็นสีคือ Hue, Value และ Chroma

Hue คือ เฉดสี เป็นคุณสมบัติที่ระบุว่าเป็นสีใดสีหนึ่ง และมีความแตกต่างจากสีอื่น และสีนั้นเป็นสีประเภท Chromatic Color เฉดสีในระบบ Munsell แบ่งออกเป็น 10 เฉดสีโดยเป็นเฉดสีหลัก 5 เฉดสีได้แก่ สีแดง สีเขียว สีเหลือง สีน้ำเงิน และสีม่วง และเฉดสีรองจากการผสมกันของเฉดสีหลัก 5 เฉดสี ได้แก่ สีส้ม สีเขียวเหลือง สีเขียวน้ำเงิน สีม่วงน้ำเงิน และสีม่วงแดง



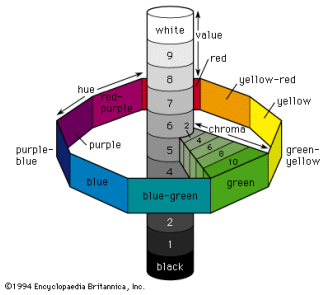
รูปที่ 5 แสดงเฉดสีหลักและเฉดสีรองวงสีในระบบ Munsell[17]

Value หรือ Lightness คือ ความสว่างของสีเป็นคุณสมบัติของค่าน้ำหนักอ่อนแก่ของสีประเภท Achromatic Color คือสีดำ สีเทา สีขาว โดยมีค่าน้ำหนักเริ่มจาก 0 คือน้ำหนักของสีดำจนถึงค่า 10 เป็นค่าน้ำหนักของสีขาว และระหว่างสีดำกับสีขาวแบ่งเป็นน้ำหนักของสีดำสีเทา สีขาว และสีเทา เรียกว่าสีกลาง (Neutral) คือเป็นสีที่ไม่มีคุณสมบัติของ Hue อยู่ แต่ค่าน้ำหนัก (Value) ของสีกลางนี้เมื่อนำไปผสมกับสี (Hue) ทำให้ได้ค่าน้ำหนักสีอ่อนแก่ของสี

Chroma หรือ Saturation คือ ความสดหรือความอิ่มตัวของสี คือคุณสมบัติของสี (Hue) ที่ถูกผสมกับสีกลาง (Neutral) ในระดับใดระดับหนึ่ง (1-9) ทำให้ค่า Chroma ของสีนั้นอ่อนลง (Weak) และไล่น้ำหนักจนกระทั่งสีนั้นมีความจัดของสีสูง (High Chroma) หรือมีความอิ่มตัวของสีสดใส (Saturation) ค่าจากความอ่อนจนถึงสดใสที่สุด

2) ระบบ CIEL*a*b*[18]

เป็นการกำหนดค่าสีโดยใช้หลักการตามทฤษฎีคู่ตรงข้ามซึ่งมีอยู่ 3 คู่ คือสีแดงกับสี เขียว สีเหลืองกับสีน้ำเงิน และสีขาวกับสีดำ ค่าสีในระบบ L*,a*,b*, Chroma และHueangle นี้พัฒนาขึ้นมาใช้โดยกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ซึ่งรวมกันเป็นคณะกรรมาธิการสร้างและพัฒนาระบบกำหนดสีให้เป็นมาตรฐานสากล (CIE) โดยค่าความสว่าง (L*) เป็นค่าบอกความสว่างของสีมีตั้งแต่ 0 ถึง 100 ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) มี ค่าตั้งแต่ -120 ถึง 120 ค่าความเป็นสีเหลืองหรือน้ำเงิน (b*) มีค่าตั้งแต่ -120 ถึง 120 จะแสดงในรูปที่ 5 สีจะแปรเปลี่ยนจากขาวไปจนถึงดำ และค่าฮู (Hue angle) หมายถึงชื่อของสี (แดงหรือเขียว) ค่าฮูมีมุมกว้างขึ้นจึงสามารถเห็นสีในลักษณะของสเปกตรัม (แดง, เหลือง, เขียว ,น้ำเงิน และสีอื่น ๆ)



รูปที่ 6 แสดงคุณสมบัติของสี 3 ลักษณะ คือ Hue angle ความสว่างของสี และความอิ่มตัวของสี[18]

2.3.4 การวัดสีโดยการเปรียบเทียบระบบวิเคราะห์เชิงภาพถ่าย[18]

1) ระบบวิเคราะห์เชิงภาพถ่าย (Computer vision system; CVS)

การนำข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของภาพถ่ายจากกล้องดิจิตอลมาผ่านการวิเคราะห์คุณลักษณะต่าง ๆ ของภาพ ผ่านการพัฒนาคุณสมบัติของภาพด้วยการประมวลผลทางภาพถ่าย (Image Processing) เช่น การปรับปรุงภาพ การแยกภาพ เป็นต้น จากนั้นนำมาประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์และแสดงผลออกมาในรูปแบบทางสถิติ เทคนิคนี้เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่รวดเร็วและมีคุณภาพ สามารถใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพระหว่างการผลิต แบบต่อเนื่องได้เนื่องจากสามารถช่วยลดความคลาดเคลื่อน พื้นฐานของระบบวิเคราะห์เชิงภาพถ่ายจะประกอบด้วย กล้องดิจิตอล และกล้องวีดีโอสำหรับการดึงข้อมูลภาพ แหล่งกำเนิด แสงอุณหภูมิสีที่ D65 จะให้ค่าาสีที่ใกล้เคียงกับค่าสีที่รับรู้โดยมนุษย์มากที่สุด และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ภาพ ขั้นตอนการเก็บรวบรวมภาพจะต้องกำหนดและออกแบบชุดควบคุมแสง เนื่องจากเป็นส่วนที่สำคัญที่ส่งผลต่อสีที่ปรากฏ ของวัตถุ ส่วนประกอบสุดท้ายของระบบวิเคราะห์เชิงภาพถ่ายคือโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ ภาพเป็นวิธีสำหรับการประมวลภาพเบื้องต้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ภาพมีหลายแบบ โดยนิยมใช้โปรแกรม MATLAB 6.5 หรือ Photoshop

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

วัสดุอุปกรณ์

สารเคมี

1. Acylate copolymer
2. D&C Red No.27 Lake EasyMix™ (MySkinRecipes®)
3. Polyvinyl alcohol (PVA)
4. Polyvinyl pyrrolidone (PVP)
5. Purified water

เครื่องมือ

1. Aluminum foil
2. Analytical balance
3. Beaker 25, 50, 100, 150 mL
4. Cylinder 10, 25, 50, 100 mL
5. Dispensing spoon
6. Foldable LED Ring Light Studio Box
7. Forceps
8. Hot air oven (Memmert รุ่น Une)
9. Hot plate
10. Mask brush
11. Stirring rod
12. Spray bottle
13. Test tube holder
14. Thermometer
15. Watch glass
16. Wax paper

3.1 ศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารยึดเกาะที่เหมาะสม

เตรียมสารละลายของสารยึดเกาะ (Binder solutions) 3 ชนิด ได้แก่ PVA, PVP และ Acrylate copolymer ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5%w/v โดยแต่ละชนิดมีวิธีเตรียมดังต่อไปนี้

3.1.1 การเตรียมสารละลายของสาร Polyvinyl alcohol (PVA)[19]

ชั่งน้ำหนักผง PVA ค่อย ๆ เติม PVA ลงในน้ำที่อุณหภูมิต่ำกว่า 38°C คนให้อนุภาค PVA กระจายตัวออกจากกัน จากนั้นนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 90°C จนได้สารละลาย และทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาทีจนอุณหภูมิปกติ ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ตามต้องการ

3.1.2 การเตรียมสารละลายของสาร Polyvinyl pyrrolidone (PVP)[10]

ชั่งน้ำหนักผง PVP จากนั้นค่อย ๆ โปรยใส่น้ำอุณหภูมิห้องแล้วคนให้สารละลายเข้ากัน ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ตามต้องการ

3.1.3 การเตรียมสารละลายของสาร Acylate copolymer[14]

ชั่งน้ำหนักผง Acrylate copolymer จากนั้นค่อย ๆ โปรยใส่น้ำอุณหภูมิห้อง จากนั้นคนให้สารละลายเข้ากัน ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ตามต้องการ

3.2. ศึกษาความเข้มข้นของเม็ดสีในสารละลายสารยึดเกาะชนิดต่าง ๆ

ชั่งผงสีในปริมาณต่าง ๆ ให้ได้ความเข้มข้น 0.5, 10, 25%w/v จากนั้นนำผงสีที่เตรียมไว้ผสมกับสารละสารยึดเกาะแต่ละชนิดในข้อ 3.1 ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่อง Homogenizer จากนั้นนำไปพ่นหรือทาลงบนกระดาษแล้วประเมินสมบัติด้านต่าง ๆ ต่อไป

3.3. ศึกษากระบวนการเตรียมผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยใช้กระดาษไขแบบบางในการศึกษา โดยเป็นกระดาษชนิดเดียวกับผลิตภัณฑ์กระดาษซับมันที่วางจำหน่ายในท้องตลาด โดยมีวิธีเตรียมดังนี้

3.3.1 การพ่นลงบนกระดาษ

โดยใช้อุปกรณ์ที่สามารถพ่นละอองของเหลวได้ เช่น ขวดพลาสติกที่มีหัวสเปรย์ เป็นต้น พ่นเม็ดสีที่ผสมสารยึดเกาะลงบนกระดาษ

3.3.2 การใช้แปรงทาสี

โดยใช้แปรงทาสี หรือพู่กันทาสี จุ่มลงในสารผสมเม็ดสีที่ผสมสารยึดเกาะแล้วทาลงบนกระดาษ

3.4 ศึกษากระบวนการทำแห้งกระดาษ

3.4.1 นำกระดาษในข้อ 3.3 วางไว้บนถาดที่อุณหภูมิห้อง (ไม่เกิน 40°C) เป็นระยะเวลา 5 นาที เพื่อศึกษาลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์

4.2 นำกระดาษในข้อ 3.3 ไปอบที่อุณหภูมิ 40°C เป็นระยะเวลา 5 นาที เพื่อศึกษาลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์

3.5 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของสูตรตำรับผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ

3.5.1 ปริมาณผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษ

ชั่งน้ำหนักกระดาษก่อนและหลังป้ายสารละลายผสมเพื่อหาผลต่างของน้ำหนักผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษ

3.5.2 การหลุดร่อนของผงสีที่อยู่บนกระดาษ

ชั่งน้ำหนักผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษก่อนและหลังนำเข้าเครื่องวัดความกร่อนของเม็ดยา (Friability tester) ที่ 25 rmp เป็นเวลา 4 นาที เพื่อหาผลต่างของน้ำหนักผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษ

รูปที่ 7 แสดงเครื่อง Friability tester

3.5.3 ความสม่ำเสมอของอนุภาคผงสีบนแผ่นกระดาษ

นำผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษที่ใช้สารยึดเกาะแต่ละชนิดไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิด Scanning Electron Microscope (SEM)

3.5.4 ความคงตัวของสีที่อยู่บนแผ่นกระดาษ

ประเมินความเข้มของสีบนกระดาษโดยวางผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้องและถ่ายรูปเปรียบเทียบวันที่ 0 และวันที่ 7 โดยวางผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษลงในกล่องควบคุมแสงเพื่อควบคุมให้สภาวะแสงคงเดิมสำหรับทุกการทดลอง และถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตอลปรับตั้งแบบ manual ไม่ใช้แฟลช โดยกำหนดเงื่อนไขการทำงานของกล้องเหมือนกันทุกครั้ง[18] และนำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยระบบ CVS โดยใช้โปรแกรม Photoshop

3.5.5 การยึดเกาะของสีบนผิวหนัง

ทาผลิตภัณฑ์โดยหมุนวนผลิตภัณฑ์เป็นวงกลม ใช้แรงหมุนวนอย่างสม่ำเสมอให้มีพื้นที่ประมาณ 3x3 ซม.^{2} ลงบนผิวหนังบริเวณท้องแขนที่สะอาดและแห้งของผู้ทดสอบ

3.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.6.1 การวิเคราะห์สถิติของปริมาณผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษ

นำผลลัพธ์ของปริมาณผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษของแต่ละตัวอย่างมาวิเคราะห์โดยวิธี Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลองอย่างน้อย 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT)

ปริมาณผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษ (g) = น้ำหนักกระดาษหลังป้ายสี (g) - น้ำหนักกระดาษก่อนป้ายสี (g)

3.6.2 การวิเคราะห์สถิติของการหลุดร่อนของผงสีที่อยู่บนกระดาษ

นำผลลัพธ์ของปริมาณผงสีที่หลุดร่อนจากกระดาษของแต่ละตัวอย่างมาวิเคราะห์โดยวิธี Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลองอย่างน้อย 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT)

ปริมาณผงสีที่หลุดร่อนจากกระดาษ (g) = น้ำหนักผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษ (g) - น้ำหนักกระดาษหลัง Friability (g)

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารยึดเกาะที่เหมาะสม

ในการศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารยึดเกาะที่เหมาะสม โดยการเตรียมสารละลายของสารยึดเกาะชนิดต่าง ๆ ได้แก่ PVP, PVA และ Acrylate copolymer ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5%w/v โดยลักษณะทางกายภาพของสารละลายของสารยึดเกาะแสดงผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารยึดเกาะชนิดต่าง ๆ

ชนิดสารยึดเกาะ	**ความเข้มข้น (%w/v)**	**ลักษณะ**
PVP	0.1	สารละลายใสไม่มีสีเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่หนืดไหลได้ดี
	0.2	
	0.3	
	0.4	
	0.5	
PVA	0.1	สารละลายใสไม่มีสีเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่หนืดไหลได้ดี
	0.2	
	0.3	
	0.4	
	0.5	
Acrylate copolymer	0.1	สารละลายใสไม่มีสีเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่หนืดไหลได้ดี
	0.2	
	0.3	
	0.4	
	0.5	

จากตารางพบว่าเมื่อผสมสารละลายสารยึดเกาะแต่ละชนิดจะได้เป็นสารละลายใสไม่มีสี มีความเป็นเนื้อเดียวกัน ความหนืดต่ำไหลได้ดี ดังนั้นสารละลายทั้ง 3 ชนิดจึงมีความเหมาะสมกับการนำมาใช้ศึกษาการยึดเกาะต่อไป

4.2 ผลการศึกษาความเข้มข้นของเม็ดสีในสารละลายสารยึดเกาะชนิดต่าง ๆ

ในการศึกษานี้ ทำการชั่งเม็ดสีในปริมาณต่าง ๆ ผสมกับสารละลายของสารยึดเกาะ PVA, PVP และ Acrylate copolymer ได้เป็นความเข้มข้น 0.5, 10 และ 25%w/v ก่อนนำไปทาลงบนกระดาษ ซึ่งลักษณะทางกายภาพของสารยึดเกาะที่เตรียมได้มีลักษณะเหมือนกันในทุกชนิดของสารละลายของสารยึดเกาะ แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงลักษณะทางกายภาพของสารผสมเม็ดสีที่ความเข้มข้น 0.5, 10 และ 25%w/v

น้ำหนักเม็ดสี (g)	**ปริมาตรสารยึดเกาะ (mL)**	**ความเข้มข้นของเม็ดสี (%w/v)**	**ลักษณะ**
0.5	100	0.5	เม็ดสีผสมไม่เข้ากับสารละลายสารยึดเกาะ
1	10	10	เม็ดสีผสมไม่เข้ากับสารละลายสารยึดเกาะ
0.5	2	25	เม็ดสีที่ผสมเข้ากับสารละลายสารยึดเกาะ

ลักษณะที่ปรากฏของสารผสมเม็ดสีที่เตรียมได้มีลักษณะเหมือนกันในทุกชนิดของสารละลายของสารยึดเกาะ ดังรูปที่ 8

A B C

รูปที่ 8 แสดงลักษณะภายหลังผสมสารละลายสารยึดเกาะ PVP ในความเข้มข้นต่าง ๆ, A: 0.5%w/v, B: 10%w/v และ C: 25%w/v

จากผลการศึกษาความเข้มข้นของเม็ดสีในสารละลายสารยึดเกาะ พบว่าความเข้มข้นของเม็ดสีในสารละลายสารยึดเกาะที่เหมาะสมในทุกชนิดของสารละลายของสารยึดเกาะ คือ 25%w/v

4.3 ผลการศึกษากระบวนการเตรียมผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ

4.3.1 ผลการใช้วิธีพ่นลงบนกระดาษ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการพ่น ได้แก่ ขวดพลาสติกที่มีหัวสเปรย์ (รูปที่ 9A) ทำการพ่นสารผสมของเม็ดสีที่ผสมสารยึดเกาะลงบนกระดาษ ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 9B

A B

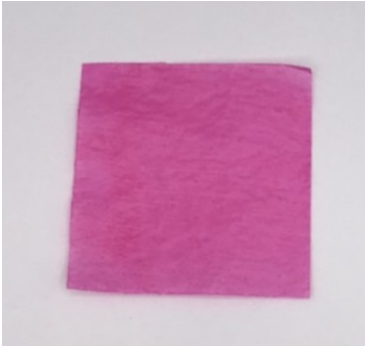
รูปที่ 9 แสดงขวดพลาสติกที่มีหัวสเปรย์ และผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษจากการเตรียมโดยการพ่นสีลงบนกระดาษ, A: ขวดสเปรย์ที่ใช้พ่นสี และ B: กระดาษที่ได้จากการพ่นสี

กระดาษที่ได้จากการพ่นสารละลาย พบว่าสีมีความไม่สม่ำเสมอ และสีของสารละลายไม่ค่อยติดกับกระดาษ

4.3.2 ผลการใช้แปรงทาสี

ทำการทดลองโดยใช้แปรงทาสี (รูปที่ 10A) จุ่มลงในสารผสมเม็ดสีที่ผสมสารยึดเกาะแล้วทาลงบนกระดาษ ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 10B

A



B

รูปที่ 10 แสดงแปรงทาสีและผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษจากการเตรียมโดยการใช้แปรงทาสี A: แปรงที่ใช้ทาสี และ B: กระดาษที่ได้จากการทาสี

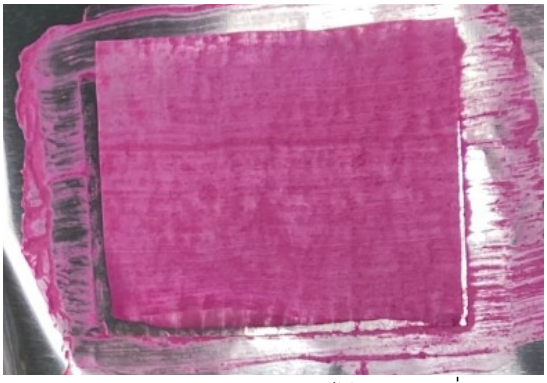
พบว่ากระดาษที่ได้จากการใช้แปรงทาสีทาสารผสมเม็ดสี พบว่า สีมีความสม่ำเสมอ และเม็ดสียึดเกาะบนกระดาษได้ดี

จากผลการเตรียมผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ พบว่าเมื่อเตรียมด้วยวิธีการพ่นลงกระดาษ ทำให้สารผสมเม็ดสีที่ผสมสารยึดเกาะไม่สามารถผ่านหัวสเปรย์มาได้ทั้งหมด และเกิดการอุดตันหัวสเปรย์ จึงเลือกการเตรียมผลิตภัณฑ์โดยการใช้แปรงทาสี ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์ที่เรียบเนียนและสีสม่ำเสมอกันมากกว่า

4.4 ผลการศึกษากระบวนการทำแห้งกระดาษ

4.4.1 การวางไว้บนถาดที่อุณหภูมิห้อง (ไม่เกิน 40°C)

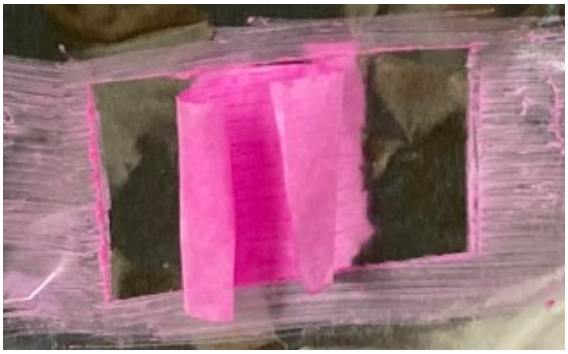
นำกระดาษที่ทาสารละลายสารยึดเกาะผสมเม็ดเม็ดสีวางไว้บนถาดที่อุณหภูมิห้อง (ไม่เกิน 40°C) เป็นเวลา 5 นาที พบว่ากระดาษแห้งสนิท และมีความสม่ำเสมอของสีบนกระดาษ ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงกระดาษหลังจากวางไว้บนถาดที่อุณหภูมิห้อง

4.4.2 การอบที่อุณหภูมิ 40°C

นำกระดาษที่ทาสารละลายสารยึดเกาะผสมเม็ดเม็ดสีไปอบที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 5 นาที พบว่ากระดาษแห้งสนิท มุมกระดาษมีการงอเล็กน้อย และมีความสม่ำเสมอของสีบนกระดาษ ดังรูปที่ 12



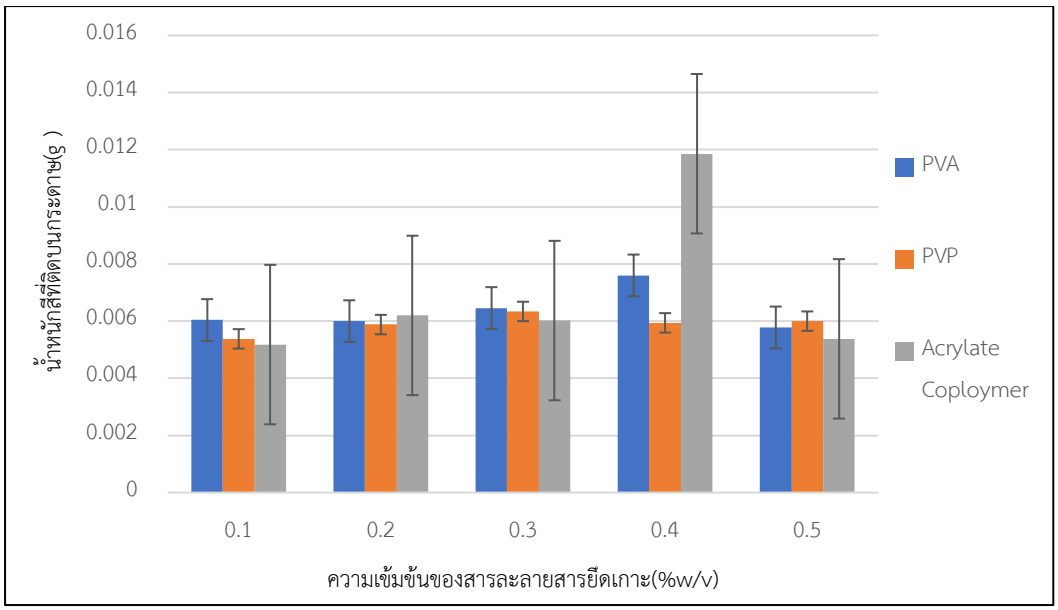
รูปที่ 12 แสดงกระดาษหลังจากอบที่อุณหภูมิ 40°C

จากผลการศึกษากระบวนการทำแห้งพบว่าการทำแห้งกระดาษโดยวางไว้บนถาดที่อุณหภูมิห้องและไปอบที่อุณหภูมิ 40°C ใช้ระยะเวลาที่ทำให้กระดาษแห้งสนิทไม่แตกต่างกัน และลักษณะของผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษที่ใช้วิธีการอบที่อุณหภูมิ 40°C มีลักษณะโค้งงอต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการวางไว้บนถาดที่อุณหภูมิห้องซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นเรียบตรง ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีการทำแห้งกระดาษโดยวางไว้บนถาดที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากเป็นการลดขั้นตอนและลดการใช้เครื่องมือรวมถึงให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์เหมาะสมกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ

4.5 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของสูตรตำรับผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ

4.5.1 ผลการศึกษาปริมาณผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษ

เตรียมผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษโดยนำสารละลายสารยึดเกาะผสมเม็ดสีทาลงบนกระดาษโดยใช้แปรงทาสี และทำให้แห้งโดยวางบนถาดที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นชั่งน้ำหนักกระดาษก่อนและหลังป้ายสารละลายผสมเพื่อหาผลต่างของน้ำหนักผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษ ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 13

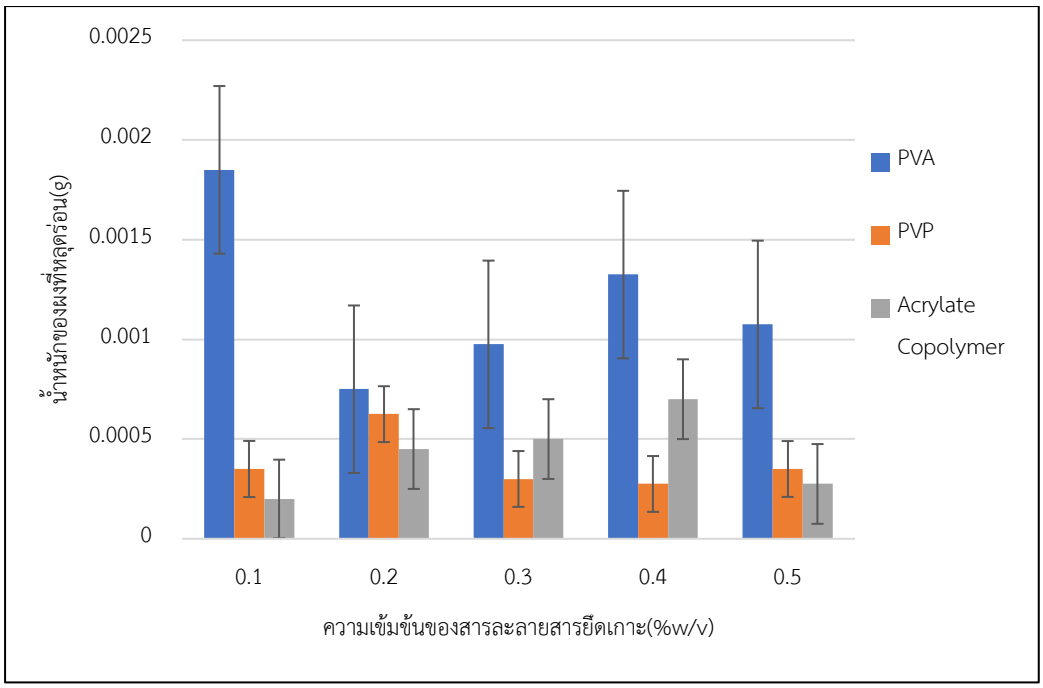


รูปที่ 13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารยึดเกาะ
และปริมาณผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษ

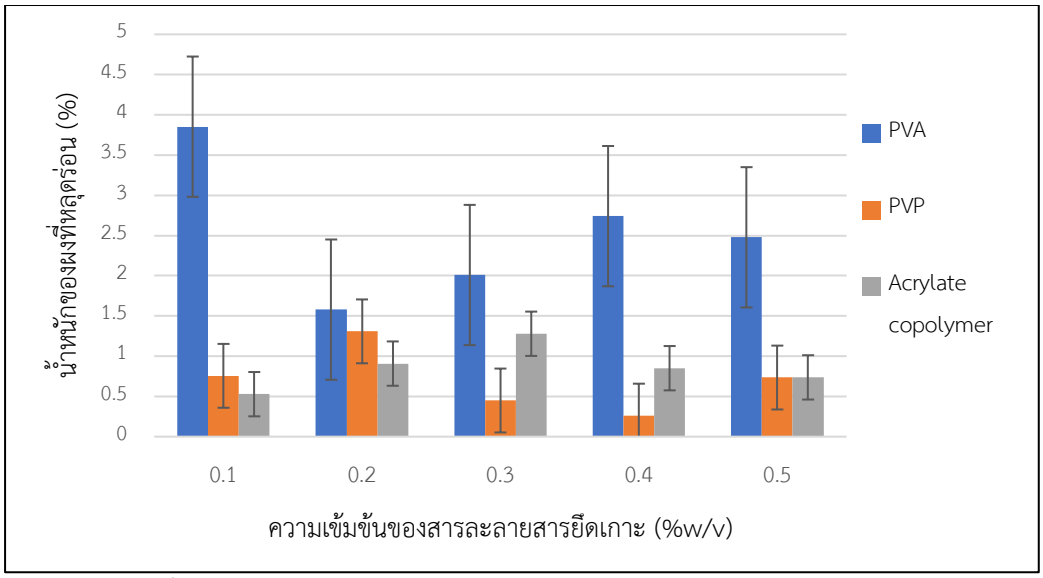
จากกราฟของสารละลายยึดเกาะ PVA, PVP และ Acrylate copolymer พบว่า ความเข้มข้นของสารละลายสารยึดเกาะที่ทำให้น้ำหนักสีที่ติดบนกระดาษมากที่สุด คือ 0.4, 0.3 และ 0.4%w/v ตามลำดับ โดยมีปริมาณสีที่เกาะอยู่บนกระดาษเท่ากับ 0.0076 ± 0.00113, 0.0065 ± 0.00074 และ 0.0119 ± 0.00214 กรัม ตามลำดับ โดยชนิดของสารยึดเกาะที่มีน้ำหนักสีที่ติดบนกระดาษมากที่สุด คือ 0.4%w/v Acrylate copolymer ซึ่งมีน้ำหนักสีที่ติดอยู่บนกระดาษมากกว่าสารอื่นและความเข้มข้นอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

4.5.2 ผลการทดสอบการหลุดร่อนของผงสีที่อยู่บนกระดาษ

เตรียมผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษโดยนำสารละลายสารยึดเกาะผสมเม็ดสีทาลงบนกระดาษโดยใช้แปรงทาสี และทำให้แห้งโดยวางบนถาดที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นชั่งน้ำหนักผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษก่อนและหลังนำเข้าเครื่องวัดความกร่อนของเม็ดยา (Friability tester) และหาผลต่างของน้ำหนักผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษ เพื่อจำลองการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารยึดเกาะ
และน้ำหนักของผงสีที่หลุดร่อน (g)



รูปที่ 15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารยึดเกาะ
และปริมาณผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษ (%)

จากกราฟของสารละลายยึดเกาะ PVA, PVP และ Acrylate copolymer พบว่า ความเข้มข้นของสารละลายสารยึดเกาะที่ทำให้น้ำหนักของผงสีหลุดร่อนจากกระดาษน้อยที่สุด คือ 0.2, 0.4 และ 0.1%w/v ตามลำดับ โดยปริมาณน้ำหนักของผงสีที่หลุดร่อน เท่ากับ

0.00075 ± 0.00049 (1.58%), 0.00028 ± 0.00024 (0.26%) และ 0.0002 ± 0.00008 (0.53%) กรัม ตามลำดับ และพบว่า PVA จะให้ปริมาณผงสีที่หลุดร่อนมากที่สุดเมื่อเทียบกับความเข้มข้นของสารละลายสารยึดเกาะที่เท่ากัน โดยชนิดของสารยึดเกาะที่ทำให้น้ำหนักของผงสีหลุดร่อนจากกระดาษน้อยที่สุด คือ 0.1%w/v Acrylate copolymer

4.5.3 ผลการศึกษายึดเกาะของสีบนผิวหนัง

ทาผลิตภัณฑ์ลงบนผู้ทดสอบโดยทาผลิตภัณฑ์หมุนวนเป็นวงกลม ใช้แรงหมุนวนอย่างสม่ำเสมอให้มีพื้นที่ประมาณ 3x3 ซม.^{2} ลงบนผิวหนังบริเวณท้องแขนที่สะอาดและแห้งของผู้ทดสอบ เพื่อนำมาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารยึดเกาะชนิดต่าง ๆ ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 15

A B C

รูปที่ 16 การยึดเกาะของสีบนผิวหนัง จากผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ

A: PVA, B: PVP และ C: Acrylate copolymer

จากผลการศึกษาการยึดเกาะของสีบนผิวหนังของสารละลายยึดเกาะ PVA, PVP และ Acrylate copolymer พบว่าความเข้มข้นของสารละลายสารยึดเกาะที่ทำให้ความเข้มสีที่ติดบนผิวหนังเข้มมากที่สุด คือ 0.1, 0.1 และ 0.5%w/v ตามลำดับ

จากนั้นนำมาพิจารณาเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารยึดเกาะชนิดต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาจาก 5 ปัจจัย ได้แก่

1. ความเข้มของสีที่ติดบนผิวหนัง
2. เนื้อสัมผัสตอนทาผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ
3. ความกร่อนของผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ (25 rpm เวลา 4 นาที)

4. ความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ
5. ความเรียบเนียนหลังทาผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ

โดยแต่ละปัจจัยให้คะแนน 1-5 (1 คือ ดีน้อยที่สุด และ 5 คือ ดีมากที่สุด) ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 7

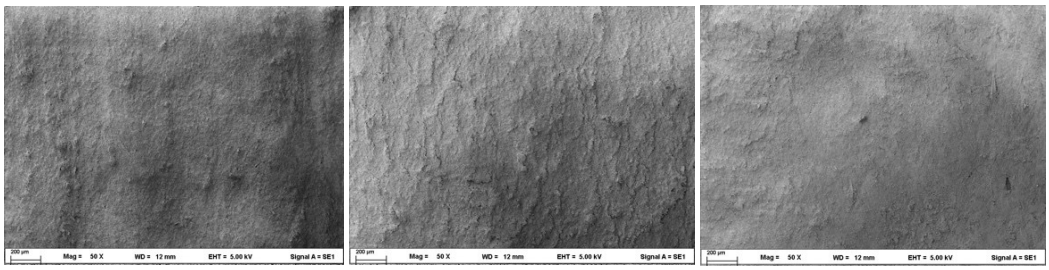
ตารางที่ 7 แสดงคะแนนการพิจารณาเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารยึดเกาะชนิดต่าง ๆ

สารยึดเกาะ	ความเข้มข้น (%w/v)	ความเข้มสีที่ติดบนผิว	เนื้อสัมผัสตอนทา	ความกร่อน	ความสม่ำเสมอ	ความเรียบเนียนหลังทา	Total
PVA	0.1	5	5	1	4	5	20
	0.2	4	4	5	1	4	18
	0.3	3	3	4	2	3	15
	0.4	2	2	2	3	2	11
	0.5	1	1	3	5	1	11
PVP	0.1	5	4	3	2	4	18
	0.2	4	3	2	1	2	12
	0.3	3	5	4	4	5	21
	0.4	2	2	5	5	3	17
	0.5	1	1	3	3	1	9
Acrylate copolymer	0.1	1	5	5	4	5	20
	0.2	2	4	3	1	4	14
	0.3	4	3	2	2	2	13
	0.4	3	2	1	3	3	12
	0.5	5	1	4	5	1	16

หลังจากการพิจารณาโดยใช้เกณฑ์การพิจารณาจาก 5 ปัจจัย พบว่าความเข้มข้นของสารยึดเกาะที่เหมาะสม คือ 0.1%w/v PVA, 0.3%w/v PVP และ 0.1%w/v Acrylate copolymer

4.5.4 ผลการศึกษาความสม่ำเสมอของผงสีบนกระดาษด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM)

จากการพิจารณาสารยึดเกาะชนิดต่าง ๆ จึงเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสม ได้แก่ 0.1%w/v PVA, 0.3%w/v PVP และ 0.1%w/v Acrylate copolymer จากนั้นนำมาเตรียมผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ และนำไปเคลือบทองเพื่อให้กระดาษมีคุณสมบัตินำไฟฟ้าซึ่งเป็นคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการนำไปทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 50, 100, 200 และ 500 เท่า (แสดงในภาคผนวก) โดยจากผลการทดสอบพิจารณาว่ากำลังขยาย 50 เท่า เป็นกำลังที่เหมาะสมที่สุดในการพิจารณาความสม่ำเสมอของผงสีบนกระดาษ ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 16



A B C

รูปที่ 17 พื้นผิวของสีบนกระดาษจากกล้อง SEM ที่กำลังขยาย 50 เท่า, A: PVA 0.1%w/v, B: PVP 0.3%w/v และ C: Acrylate copolymer 0.1%w/v

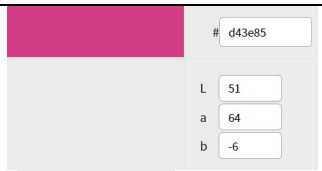
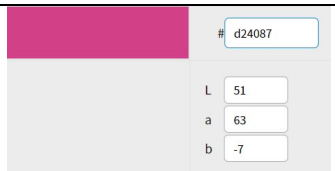
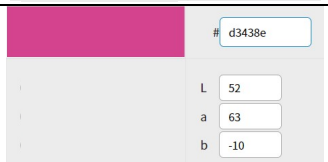
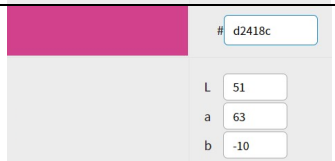
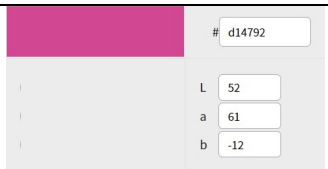
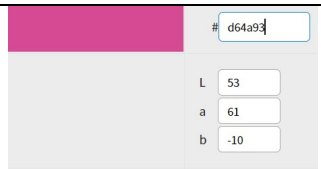
จากการศึกษาความสม่ำเสมอของผงสีบนกระดาษด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 50 เท่า พบว่ากระดาษที่ใช้ 0.1%w/v Acrylate copolymer เป็นสารยึดเกาะในผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอ และเรียบเนียนมากที่สุด ตามด้วย 0.3%w/v PVP และ 0.1%w/v PVA ตามลำดับ

4.5.5 ผลการศึกษาความคงตัวของสีที่อยู่บนแผ่นกระดาษ

จากการพิจารณาสารยึดเกาะชนิดต่าง ๆ จึงเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสม ได้แก่ 0.1%w/v PVA, 0.3%w/v PVP และ 0.1%w/v Acrylate copolymer จากนั้นนำมาประเมินความเข้มของสีบนกระดาษโดยวางผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้อง และถ่ายรูปเปรียบเทียบวันที่ 0 และวันที่ 7 โดยวางผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษลงในกล่องควบคุมแสงเพื่อควบคุมให้สภาวะแสงคงเดิม จากนั้นถ่ายภาพและนำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์

ด้วยระบบ CVS โดยใช้โปรแกรม Photoshop โดยวิเคราะห์ในตำแหน่งภาพเดียวกันทุกครั้ง เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของสีได้ผลการทดลอง ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงความคงตัวของสีที่อยู่บนแผ่นกระดาษในวันที่ 0 และวันที่ 7

สารยึดเกาะ	**ความเข้มข้น (%w/v)**	**วันที่ 0**	**วันที่ 7**	**การเปลี่ยนแปลง**
PVA	0.1			L* 0 a* -1 b* -1
PVP	0.3			L* -1 a* 0 b* 0
Acrylate copolymer	0.1			L* +1 a* 0 b* +2

กำหนดให้ L* หมายถึง ค่าความสว่างของสี (0-100)

a* หมายถึง ค่าความเป็นสีแดง (-120) ถึงสีเขียว (120)

b* หมายถึง ค่าความเป็นสีเหลือง (-120) ถึงน้ำเงิน (120)

0 หมายถึง ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

\+ หมายถึง มีการเปลี่ยนแปลงทางบวก

\- หมายถึง มีการเปลี่ยนแปลงทางลบ

จากการศึกษาความคงตัวของสีที่อยู่บนแผ่นกระดาษ โดยพิจารณาจากระบบ CVS กำหนดสี CIE พบว่า ค่าของสีหลังจากวางผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้องและถ่ายรูปเปรียบเทียบวันที่ 0 และวันที่ 7 มีความแตกต่างกันเล็กน้อย โดยเกณฑ์กำหนดว่าควรมีการเปลี่ยนแปลงของค่า L*a*b* ไม่เกิน ± 48 ซึ่งจากผลการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด และไม่ได้ส่งผลต่อลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากงานวิจัยการพัฒนาและประเมินผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษโดยใช้สารยึดเกาะที่แตกต่างกัน เมื่อศึกษางานวิจัยเรื่อง Safety Assessment of Vinylpyrrolidone Polymers as Used in Cosmetics[20] เพื่อหาชนิดและความเข้มข้นของสารยึดเกาะที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางพบว่า PVA, PVP และ Acrylate copolymer เป็นพอลิเมอร์ที่สามารถใช้ได้ในเครื่องสำอาง โดยมีความเข้มข้นที่แนะนำไม่เกิน 0.5%w/v จึงเลือกใช้พอลิเมอร์ทั้ง 3 ชนิดเป็นสารยึดเกาะที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5%w/v โดยจากการเตรียมสารละลายสารยึดเกาะแต่ละชนิดได้เป็นสารละลายใสไม่มีสีเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่หนืดไหลได้ดี ดังนั้นสารละลายทั้ง 3 ชนิดเหมาะสมกับการนำมาใช้ศึกษาการยึดเกาะต่อไป

ผลการศึกษาความเข้มข้นของเม็ดสีในสารละลายสารยึดเกาะโดยใช้ความเข้มข้นของเม็ดสี 0.5, 10 และ 25%w/v พบว่าความเข้มข้นของเม็ดสีในสารละลายสารยึดเกาะที่เหมาะสม คือ 25%w/v เนื่องจากเมื่อผสมสารละลายสารยึดเกาะและเม็ดสีพบว่าเม็ดสีสามารถกระจายตัวในสารละลายสารยึดเกาะได้ดี คณะผู้วิจัยจึงนำความเข้มข้นของสารผสมเม็ดสีดังกล่าวมาเตรียมผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษโดยใช้กระบวนการเตรียมผลิตภัณฑ์ 2 วิธี ได้แก่ การพ่นสีลงบนกระดาษ และการใช้แปรงทาสี พบว่าเมื่อเตรียมด้วยวิธีการพ่นลงกระดาษ ทำให้สารผสมเม็ดสีที่ผสมสารยึดเกาะไม่สามารถผ่านหัวสเปรย์มาได้ทั้งหมด และเกิดการอุดตันหัวสเปรย์ จึงเลือกการเตรียมผลิตภัณฑ์โดยการใช้แปรงทาสี ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์ที่เรียบเนียนและสีสม่ำเสมอกันมากกว่า จากนั้นนำมาศึกษากระบวนการทำแห้งกระดาษโดยใช้กระบวนการทำให้แห้ง 2 วิธี ได้แก่ วางไว้บนถาดที่อุณหภูมิห้อง (ไม่เกิน 40°C) เป็นเวลา 5 นาที และอบที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 5 นาที พบว่าการทำแห้งกระดาษโดยวางไว้บนถาดที่อุณหภูมิห้องและไปอบที่อุณหภูมิ 40°C ใช้ระยะเวลาที่ทำให้กระดาษแห้งสนิทไม่แตกต่างกัน และลักษณะของผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษที่ใช้วิธีการอบที่อุณหภูมิ 40°C มีลักษณะโค้งงอต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการวางไว้บนถาดที่อุณหภูมิห้องซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นเรียบตรง ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีการทำแห้งกระดาษโดยวางไว้บนถาดที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากเป็นการลดขั้นตอนและลดการใช้เครื่องมือรวมถึงให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์เหมาะสมกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของสูตรตำรับผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ โดยศึกษาปริมาณผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษโดยใช้สารละลายยึดเกาะ PVA, PVP และ Acrylate copolymer พบว่าแนวโน้มของปริมาณผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษจะมีปริมาณมากขึ้นตามความเข้มข้นของสารละลายสารยึดเกาะที่เพิ่มขึ้น โดยผลการทดลองพบว่าความเข้มข้นของสารละลายสารยึดเกาะที่ทำให้น้ำหนักสีที่ติดบนกระดาษมากที่สุดของ สารละลายยึดเกาะ PVA, PVP และ Acrylate copolymer คือ 0.4, 0.3 และ 0.4%w/v ตามลำดับ โดยชนิดของสารยึดเกาะที่มีน้ำหนักสีที่ติดบนกระดาษมากที่สุด คือ 0.4%w/v Acrylate copolymer โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งความเข้มข้นของสารละลายสารยึดเกาะที่ทำให้น้ำหนักสีที่ติดบนกระดาษมากที่สุดไม่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายสารยึดเกาะที่มากขึ้น เนื่องจากเมื่อความเข้มข้นของสารละลายสารยึดเกาะมากขึ้น ทำให้ผงสียึดเกาะกับสารละลายสารยึดเกาะมากกว่าการยึดเกาะกับพื้นผิวกระดาษ รวมถึงเป็นผลจากแรงในการทาสารผสมเม็ดสีลงบนกระดาษของผู้วิจัยที่อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน และเมื่อศึกษาการหลุดร่อนของผงสีที่อยู่บนกระดาษของสารละลายยึดเกาะ PVA, PVP และ Acrylate copolymer พบว่าความเข้มข้นของสารละลายสารยึดเกาะที่ทำให้น้ำหนักของผงสีหลุดร่อนจากกระดาษน้อยที่สุด คือ 0.2, 0.4 และ 0.1%w/v ตามลำดับ โดยชนิดของสารยึดเกาะที่ทำให้น้ำหนักของผงสีหลุดร่อนจากกระดาษน้อยที่สุด คือ 0.1%w/v Acrylate copolymer โดยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการที่ PVA จะมีปริมาณผงสีที่หลุดร่อนมากที่สุด เนื่องจาก PVA มีคุณสมบัติในการเคลือบเม็ดสีมากกว่า เมื่อเกิดการหลุดร่อนจึงมีสารละลายสารยึดเกาะหลุดมาพร้อมกับเม็ดสีมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย Comparison of different type of polymer hybrid tomato seed coating จากนั้นนำมาศึกษาการยึดเกาะของสีบนผิวหนังของสารละลายยึดเกาะ PVA, PVP และ Acrylate copolymer พบว่าความเข้มข้นของสารละลายสารยึดเกาะที่ทำให้ความเข้มสีที่ติดบนผิวหนังเข้มมากที่สุด คือ 0.1, 0.1 และ 0.5%w/v ตามลำดับ เนื่องจาก PVA และ PVP ที่มีคุณสมบัติในการเคลือบพื้นผิว เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นทำให้สารผสมเม็ดสียึดเกาะอยู่บนพื้นผิวกระดาษมากกว่ายึดเกาะกับผิวหนัง แต่ Acrylate copolymer มีคุณสมบัติในการเคลือบพื้นผิวน้อยกว่า PVA และ PVP ทำให้เม็ดสีหลุดออกจากกระดาษได้

จากการพิจารณาเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารยึดเกาะชนิดต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาจาก 5 ปัจจัย ประกอบด้วย ความเข้มของสีที่ติดบนผิวหนัง, เนื้อสัมผัสตอนทาผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ, ความกร่อนของผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ (25 rpm เวลา 4 นาที), ความสวยงามของผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ และความเรียบเนียนหลังทาผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ จึงเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสม ได้แก่ 0.1%w/v PVA, 0.3%w/v PVP และ 0.1%w/v Acrylate copolymer เมื่อนำไปทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 50, 100, 200 และ 500 เท่า พิจารณาเลือกกำลังขยาย 50 เท่า เป็นกำลังที่

เหมาะสมที่สุดในการพิจารณาความสม่ำเสมอของผงสีบนกระดาษ เนื่องจากภาพที่ได้จากการใช้กำลังขยาย 100, 200 และ 500 เท่า มีความละเอียดของภาพที่มากเกินไปจนไม่สามารถบ่งบอกความแตกต่างของความสม่ำเสมอของผงสีบนพื้นผิวกระดาษได้ โดยจากการศึกษาพบว่ากระดาษที่ใช้ 0.1%w/v Acrylate copolymer เป็นสารยึดเกาะในผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอ และเรียบเนียนมากที่สุด ตามด้วย 0.3%w/v PVP และ 0.1%w/v PVA ตามลำดับ

จากการศึกษาความคงตัวของสีที่อยู่บนแผ่นกระดาษ โดยถ่ายภาพเปรียบเทียบวันที่ 0 และวันที่ 7 โดยมีการควบคุมให้สภาวะแสงคงเดิมในการถ่ายภาพทุกครั้ง และนำรูปถ่ายมาวิเคราะห์ด้วยระบบ CVS เนื่องจากเป็นระบบที่สามารถวิเคราะห์ที่รวดเร็วและมีคุณภาพ ให้ผลออกมาเป็นค่าที่สามารถนำมาประเมินความแตกต่างของความเข้มสีบนกระดาษได้ โดยใช้โปรแกรม Photoshop โดยจากการพิจารณาสารยึดเกาะชนิดต่าง ๆ จึงเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสม ได้แก่ 0.1%w/v PVA, 0.3%w/v PVP และ 0.1%w/v Acrylate copolymer เมื่อพิจารณาจากระบบกำหนดสี CIEL*a*b* พบว่าค่าของสีหลังจากวางผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้องและถ่ายรูปเปรียบเทียบวันที่ 0 และวันที่ 7 มีความแตกต่างกันเล็กน้อย โดย 0.1%w/v PVA มีความเป็นสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้น และ 0.3%w/v PVP มีค่าความสว่างของสีลดลง รวมถึง 0.1%w/v Acrylate copolymer มีค่าความสว่างของสีเพิ่มขึ้น และมีความเป็นน้ำเงินเพิ่มขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่ได้ส่งผลต่อลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์

จากงานวิจัยการพัฒนาและประเมินผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษโดยใช้สารยึดเกาะที่แตกต่างกันจะได้ว่า ผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษที่พัฒนาจากสารผสมเม็ดสีความเข้มข้น 25%w/v จากการเตรียมโดยสารละลายสารยึดเกาะ 0.1%w/v Acrylate copolymer ที่ใช้แปรงทาลงบนกระดาษไขแบบบาง และทำแห้งโดยการวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ไม่เกิน 40°C) จะให้ผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปพัฒนาต่อยอดสูตรตำรับต่อไปในอนาคต

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

1. ควรมีการศึกษาสารยึดเกาะเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาต่อยอดสูตรตำรับต่อไป
2. ควรมีการพัฒนาสูตรตำรับโดยมีส่วนประกอบอื่นเพิ่มเติมในตำรับ
3. ควรมีการศึกษาเทคนิคและเครื่องมือเพิ่มเติมสำหรับการทาสารผสมเม็ดสีลงบนกระดาษเพื่อลดความแปรปรวนจากผู้วิจัย (Human error)
4. ควรเพิ่มระยะเวลาในการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์
5. การศึกษาความคงตัวของสีที่อยู่บนแผ่นกระดาษควรมีการทดสอบเพิ่มเติมในตำแหน่งอื่น ๆ บนผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษ

6. การทดสอบการหลุดร่อนของผงสีที่อยู่บนกระดาษ ควรมีการคิดผลการทดสอบเป็นร้อยละของปริมาณผงสีที่ติดอยู่บนกระดาษ

เอกสารอ้างอิง

1. ปริยานุช ปณก. พระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. ๒๕๕๘ 2015 [Available from: http://www.krisdika.go.th/librarian/getfile?sysid=734574&ext=htm#_ftnref1.

2. นิตยสารไลฟ์สไตล์ออนไลน์. ประเภทของเมคอัพเบส (Base Makeup)...เรียงตามลำดับการใช้ 2021 [Available from: https://www.lifestyleissue.com/beauty/base-makeup-types/.

3. นิตยสารไลฟ์สไตล์ออนไลน์. ประเภทเครื่องสำอางแต่งหน้า/เมคอัพ (Makeup)...แบ่งตามส่วนที่ใช้. 2021.

4. Limited JGMC. เสกหน้าสวย ด้วยเครื่องสำอางกระดาษ 2017 [Available from: http://johjaionline.com/on-looker/เสกหน้าสวย-ด้วยเครื่องสำอางกระดาษ/.

5. nomad L. ล้ำ เครื่องสำอางในรูปแบบกระดาษ. 2017.

6. Team A. สารเพิ่มเนื้อ สารยึดเกาะ หรือสารอื่น ๆ ในวิตามินเสริมอาหารที่คุณควรรู้ 2016 [Available from: https://blog.arincare.com/2016/08/17/สารเพิ่มเนื้อ-สารยึดเกา/.

7. Cosmetic Powder 2013 [Available from: http://www.chemwinfo.com/private_folder/Uploadfiles2013December/face_Powder01_3095_from_SU_AC_TH_Co.pdf.]

8. พรหมนิมิตร์ อณฒ. การเตรียมและสมบัติของภาชนะบรรจุอาหาร PVA-Chitosan ที่มีการเติมเคลย์ที่ผ่านการปรับปรุงด้วยอนุภาคเงิน: มหาวิทยาลัยศิลปากร; 2014.

9. Majewski LA. Alternative Gate Insulators for Organic Field-Effect Transistors 2005 [Available from: https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure-of-polyvinyl-alcohol-PVA-cf-Chapter-1-Insulators_fig19_272168061.]

10. Rowe RC. Handbook of Pharmaceutical Exipients. 6th ed2009.

11. หวลบุตตา กม. พอลิเมอร์ที่ใช้ทางเภสัชกรรม (Pharmaceutical polymers). 2017.

12. กาญจนานันท์ ว. ผลของยางธรรมชาติอิพ็อกไซด์ต่อสมบัติของฟิล์มและการยึดติดของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2012.

13. Sreekanth K, Siddaiah T, Gopal NO, Madhava Kumar Y, Ramu C. Optical and electrical conductivity studies of VO2+ doped polyvinyl pyrrolidone (PVP) polymer electrolytes. Journal of Science: Advanced Materials and Devices. 2019;4(2):230-6.

14. Ajekwene KK. Properties and Applications of Acrylates, Acrylate Polymers for Advanced Applications. IntechOpen. 2020:1-9.

15. Information NCfB. PubChem Compound Summary for CID 11199, Polyvinyl alcohol 2021 [Available from:https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Polyvinyl-alcohol.]

16. วิจารณรงค์ สพช. ผลของโอโซนต่อประสิทธิภาพการขจัดสี: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2007.

17. ชายเกตุ สรม. คหกรรมศาสตร์ มศว. 2014;1:6-7.

18. สุขเจริญ สพต. การวัดสีของเนื้อโคโดยการเปรียบเทียบระบบวิเคราะห์เชิงภาพถ่ายและเครื่องวัดสี. 2019:3-6.

19. Klingenberg SLBaEH. Using Poly (Vinyl Alcohol) as a binder. 1998;77:16-7.

20. Wilma F. Bergfeld. Safety Assessment of Vinylpyrrolidone Polymers as Used in Cosmetics. [Available from: https://www.cir-safety.org/sites/default/files/vinylp092018 tent.pdf]

ภาคผนวก

ภาคผนวก (1)

1. ปริมาณผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษ

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษของสารละลายสารยึดเกาะ PVA

		0.1%w/v PVA	0.2%w/v PVA	0.3%w/v PVA	0.4%w/v PVA	0.5%w/v PVA
น้ำหนัก PVA (g)		0.0392	0.0677	0.0989	0.1219	0.1565
น้ำหนักสี (g)		0.5004	0.5001	0.5003	0.5001	0.5003
น้ำหนักกระดาษก่อนป้ายสี (g)	Average	0.0419	0.04252	0.04184	0.0415	0.04182
	SD	0.00080	0.00126	0.00131	0.00060	0.00105
น้ำหนักกระดาษหลังป้ายสี (g)	Average	0.04794	0.04852	0.0483	0.0491	0.0476
	SD	0.00056	0.00163	0.00092	0.00151	0.00114
น้ำหนักสีที่ติดบนกระดาษ (g)	Average	0.00604	0.006	0.00646	0.0076	0.00578
	SD	0.000611	0.000543	0.001367	0.001134	0.001089

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษของสารละลายสารยึดเกาะ PVP

		0.1%w/v PVP	0.2%w/v PVP	0.3%w/v PVP	0.4%w/v PVP	0.5%w/v PVP
น้ำหนัก PVP (g)		0.0324	0.06	0.094	0.1216	0.156
น้ำหนักสี (g)		0.507	0.504	0.5044	0.5046	0.5071
น้ำหนักกระดาษก่อนป้ายสี (g)	Average	0.04112	0.0414	0.04168	0.04206	0.04224
	SD	0.000286356	0.000339116	0.001546609	0.001448447	0.00119708
น้ำหนักกระดาษหลังป้ายสี (g)	Average	0.0465	0.04728	0.04802	0.048	0.04824
	SD	0.000902774	0.00113446	0.001917551	0.001251	0.001312631
น้ำหนักสีที่ติดบนกระดาษ (g)	Average	0.00538	0.00588	0.00634	0.00594	0.006
	SD	0.000769415	0.001196662	0.00074027	0.001016366	0.000768115

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษของสารละลายสารยึดเกาะ Acrylate copolymer

		0.1%w/v Acrylate copolymer	**0.2%w/v Acrylate copolymer**	**0.3%w/v Acrylate copolymer**	**0.4%w/v Acrylate copolymer**	**0.5%w/v Acrylate copolymer**
น้ำหนัก Acrylate copolymer (g)		0.0369	0.0674	0.0971	0.128	0.1535
น้ำหนักสี (g)		0.5004	0.5002	0.5005	0.5007	0.5003
น้ำหนักกระดาษก่อนป้ายสี (g)	**Average**	0.03292	0.03258	0.03296	0.03216	0.03186
	SD	0.001096358	0.001087198	0.000461519	0.000756968	0.001490973
น้ำหนักกระดาษหลังป้ายสี (g)	**Average**	0.0381	0.03878	0.03898	0.04402	0.03724
	SD	0.000734847	0.00120499	0.000813634	0.001901841	0.001662227
น้ำหนักสีที่ติดบนกระดาษ (g)	**Average**	0.00518	0.0062	0.00602	0.01186	0.00538
	SD	0.000634035	0.000514782	0.000906642	0.002137288	0.000465833

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณผงสีที่เกาะอยู่บนกระดาษ

สารละลายสารยึดเกาะ	**ค่าเฉลี่ย (g) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**
0.1%w/v Acrylate copolymer	0.00518 ± 0.00063^{c}
0.1%w/v PVA	0.00604 ± 0.00061^{c}
0.1%w/v PVP	0.00538 ± 0.00077^{c}
0.2%w/v Acrylate copolymer	0.00620 ± 0.00051^{c}
0.2%w/v PVA	0.00600 ± 0.00054^{c}
0.2%w/v PVP	0.00588 ± 0.00120^{c}
0.3%w/v Acrylate copolymer	0.00602 ± 0.00091^{c}
0.3%w/v PVA	0.00646 ± 0.00137^{bc}
0.3%w/v PVP	0.00634 ± 0.00074^{bc}

0.4%w/v Acrylate copolymer	0.01186 ± 0.00214[a]
0.4%w/v PVA	0.00760 ± 0.00113[b]
0.4%w/v PVP	0.00594 ± 0.00102[c]
0.5%w/v Acrylate copolymer	0.00538 ± 0.00047[c]
0.5%w/v PVA	0.00578 ± 0.00109[c]
0.5%w/v PVP	0.00600 ± 0.00077[c]

2. การหลุดร่อนของผงสีที่อยู่บนกระดาษ

ตารางที่ 5 แสดงการหลุดร่อนของผงสีที่อยู่บนกระดาษของสารละลายสารยึดเกาะ PVA

		0.1%w/v PVA	**0.2%w/v PVA**	**0.3%w/v PVA**	**0.4%w/v PVA**	**0.5%w/v PVA**
น้ำหนักสีที่ติดบนกระดาษ (g)	**Average**	0.00604	0.006	0.00646	0.0076	0.00578
	SD	0.000611	0.000543	0.001367	0.001134	0.001089
น้ำหนักกระดาษหลัง Friability (g)		0.0481	0.0452	0.0468	0.0447	0.0438
น้ำหนังผงที่หลุดออกจากกระดาษ (g)		0.0001	0.0013	0.0023	0.0028	0.0037

ตารางที่ 6 แสดงการหลุดร่อนของผงสีที่อยู่บนกระดาษของสารละลายสารยึดเกาะ PVP

		0.1%w/v PVP	**0.2%w/v PVP**	**0.3%w/v PVP**	**0.4%w/v PVP**	**0.5%w/v PVP**
น้ำหนักสีที่ติดบนกระดาษ (g)	**Average**	0.00538	0.00588	0.00634	0.00594	0.006
	SD	0.000769	0.001197	0.00074	0.001016	0.000768
น้ำหนักกระดาษหลัง Friability (g)		0.0463	0.0458	0.0469	0.0494	0.0463
น้ำหนังผงที่หลุดออกจากกระดาษ (g)		0.0002	0.0004	0	0.0001	0.0003

ตารางที่ 7 แสดงการหลุดร่อนของผงสีที่อยู่บนกระดาษของสารละลายสารยึดเกาะ Acrylate copolymer

		0.1%w/v Acrylate copolymer	0.2%w/v Acrylate copolymer	0.3%w/v Acrylate copolymer	0.4%w/v Acrylate copolymer	0.5%w/v Acrylate copolymer
น้ำหนักสีที่ติดบนกระดาษ (g)	Average	0.00518	0.0062	0.00602	0.01186	0.00538
	SD	0.000634	0.000515	0.000907	0.002137	0.000466
น้ำหนักกระดาษหลัง Friability (g)		0.038	0.04	0.0399	0.0386	0.0396
น้ำหนังผงที่หลุดออกจากกระดาษ (g)		0.0001	0	0.0003	0.0016	0.0002

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยจากการคำนวณทางสถิติโดยใช้ UNIANOVA

สารยึดเกาะ	**ความเข้มข้น (%w/v)**	Mean	SD	N
PVA	0.1	0.00185000	0.002676440	4
	0.2	0.00075000	0.000493288	4
	0.3	0.00097500	0.001075097	4
	0.4	0.00132500	0.001330100	4
	0.5	0.00107500	0.001751904	4
PVP	0.1	0.00035000	0.000238048	4
	0.2	0.00062500	0.000170783	4
	0.3	0.00030000	0.000216025	4
	0.4	0.00027500	0.000236291	4
	0.5	0.00035000	0.000173205	4
Acrylate Copolymer	0.1	0.00020000	0.000081650	4
	0.2	0.00045000	0.000100000	4
	0.3	0.00050000	0.000230940	4
	0.4	0.00070000	0.000621825	4
	0.5	0.00027500	0.000150000	4

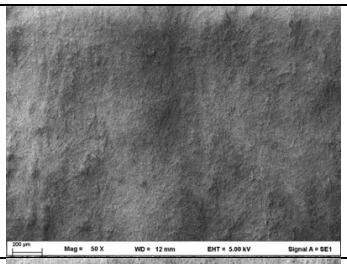
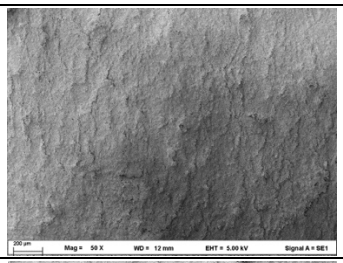
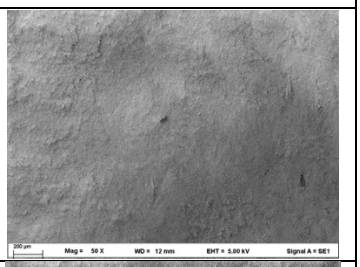
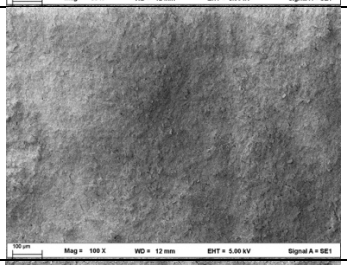
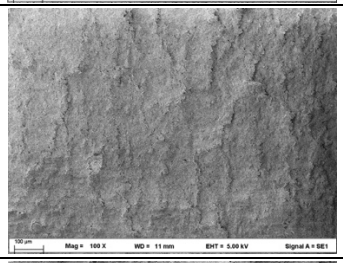
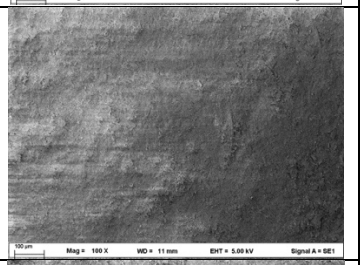
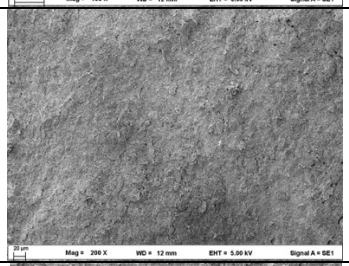
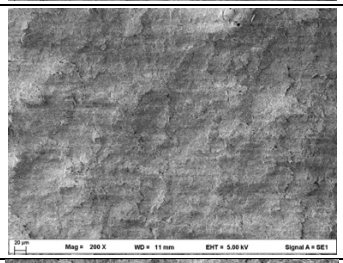
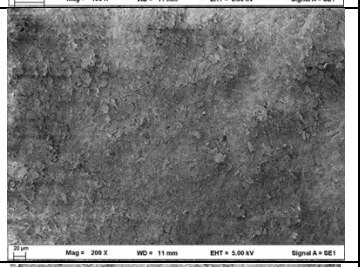
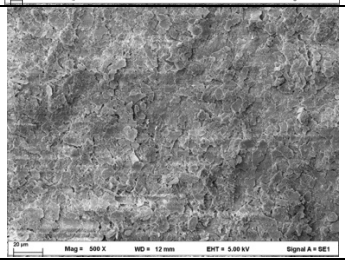
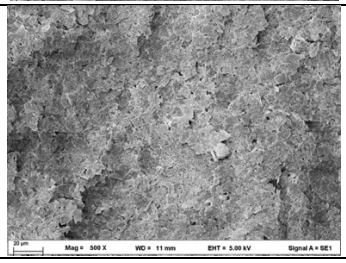
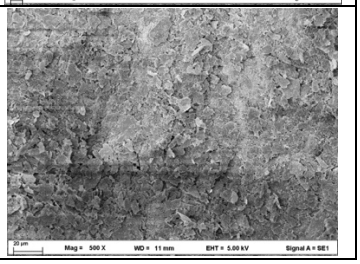
ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการหลุดร่อนของผงสีที่อยู่บนกระดาษ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.216E-5[a]	14	8.685E-7	0.924	0.541
Intercept	2.667E-5	1	2.667E-5	28.372	0.000
สิ่งทดลอง	1.216E-5	14	8.685E-7	0.624	0.541
Error	4.230E-5	45	9.399E-7		
Total	8.112E-5	60			
Corrected Total	5.44E-5	59			

a.R Squared = 0.223 (Adjusted R Squared = -0.18)

3. การทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM)

ตารางที่ 10 แสดงผลการทดสอบด้วย SEM กำลังขยาย 50 เท่า

กำลังขยาย	0.1% PVA	0.3% PVP	0.1% Acrylate Copolymer
50 เท่า			
100 เท่า			
200 เท่า			
500 เท่า			

ภาคผนวก (2)

แบบฟอร์มรายงานการเงิน

รายงานสรุปการเงิน

โครงงานวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2565 มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อโครงการ การพัฒนาและประเมินผลิตภัณฑ์สีแต่งหน้ารูปแบบกระดาษโดยใช้สารยึดเกาะที่แตกต่างกัน

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน เภสัชกรหญิง ดร.นปภัช รัตนะชิตธวัช

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ ถึงวันที่

ระยะเวลาดำเนินการ ปี เดือน ตั้งแต่วันที่

<u>รายรับ</u>

จำนวนเงินที่ได้รับ 15,000 บาท เมื่อ 18 มกราคม 2565

<u>รายจ่าย</u>

รายการ	งบประมาณที่ตั้งไว้ (บาท)	งบประมาณที่ใช้จริง (บาท)	จำวนวนเงินคงเหลือ/เกิน (บาท)
1.ค่าตอบแทน	2,000	2,000	0
2.ค่าจ้าง	3,000	3,000	0
3.ค่าวัสดุ	8,000	8,000	0
4.ค่าใช้สอย	1,000	1,000	0
5.ค่าครุภัณฑ์	1,000	1,000	0
6.ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	0	0	0
รวม	15,000	15,000	0

(.....)

ภญ.ดร.นปภัช รัตนะชิตธวัช

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิจัย