

เฉดสีของกระดาษและการลามิเนตชนิดเงาส่งผลต่อสีของงานพิมพ์ออฟเซต

Paper Color Shade and Gloss Lamination Affect the Print's Color of Offset Printing

พงศ์ยุทธ์ จันทอง
Phongyut Junthong

ภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนพระอาทิตย์ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140
phongyut.jun@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาสีของกระดาษ และการลามิเนตเงาส่งผลต่อสีของงานพิมพ์และการตัดสินใจยอมรับงานพิมพ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกกระดาษที่มีสีต่างกัน 3 ตัวอย่าง กระดาษชนิด A คือ กระดาษสีขาว กระดาษชนิด B คือ กระดาษสีขาวอมฟ้า และกระดาษชนิด C คือ กระดาษสีขาวอมแดง สร้างแม่พิมพ์ที่มีแบบทดสอบสีภาพพิมพ์และทำการพิมพ์ทดสอบลงบนกระดาษทั้ง 3 ชนิด จากนั้นนำตัวอย่างกระดาษทั้ง 3 ชนิดไปลามิเนตเงา นำมาเปรียบเทียบสี ขอบเขตสีของงานพิมพ์ และความแตกต่างสีของภาพพิมพ์บนกระดาษ 3 ชนิด ภาพพิมพ์ก่อนและหลังลามิเนตเงาบนกระดาษแต่ละชนิด ประเมินความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า สีของกระดาษมีผลต่อสีของงานพิมพ์ กระดาษเฉดสีขาวอมฟ้าให้ภาพพิมพ์แสดงขอบเขตสีช่วงสีน้ำเงินมากขึ้น ส่วนกระดาษที่มีสีขาวอมแดงก็จะทำให้ภาพพิมพ์ที่ได้แสดงขอบเขตสีช่วงสีแดงมากขึ้นเช่นกัน ส่วนการลามิเนตเงานั้นจะทำให้ภาพพิมพ์ที่ได้แสดงขอบเขตสีช่วงสีเหลืองเพิ่มขึ้น และจะมีผลกระทบต่อสีเขียวบนภาพพิมพ์มากที่สุด ภาพพิมพ์บนกระดาษชนิด A ก่อนและหลังลามิเนตเงามีค่าความแตกต่างสีน้อยที่สุด เมื่อนำภาพพิมพ์ที่ได้จากกระดาษทั้ง 3 ชนิด มาให้กลุ่มตัวอย่างเลือก พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มากกว่า ร้อยละ 50 เลือกภาพพิมพ์ที่ได้จากกระดาษชนิด A โดยส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่า ภาพพิมพ์ที่ได้จากกระดาษพิมพ์ชนิด A ให้สีของภาพพิมพ์ที่เป็นธรรมชาติมากที่สุด

คำสำคัญ: สีของกระดาษ, การลามิเนตเงา, ขอบเขตสี, ความแตกต่างสี

Abstract

The objective of this research was to study the effects of the paper color and gloss lamination on the color prints and the acceptance decisions of the sample group towards the color prints. The three different paper colors were selected in this study; Paper A was white paper, Paper B was bluish-white shade paper and Paper C was reddish-white shade paper. The offset plate with the color test form was made and used to print the samples on the three types of paper which were then taken to gloss laminated on the printed surface. The printed samples on the three types of paper before and after gloss lamination were compared in terms of color value, color gamut, and color difference. In addition, the printed samples were evaluated by a sample group of 30 people. The results of this research found that the color shades of the paper affected the color of the prints as follows: the bluish-white shade of the paper caused the print image to have wider blue gamut and the reddish-white shade of the paper also caused the printed image to have wider red gamut. As the gloss lamination on the printed paper increased the yellow gamut and most affected the green area of the prints. The printed image on Paper A both before and after gloss lamination gave minimal color differences. Whereas using the prints on three types of paper for the sample group to choose

from, it was found that more than 50 percent of the sample group opted for the prints on Paper A and the majority justified this by giving the reason that the prints from Paper A produced the most natural color.

Keywords: Color of Paper / Gloss lamination / Color gamut / Total color difference

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาเรื่องสีของงานพิมพ์นั้นถือเป็นปัญหาหลัก ๆ ที่พบมากซึ่งสามารถเกิดได้จากหลายปัจจัย เช่น เกิดจากเครื่องพิมพ์ ช่างพิมพ์ หมึก แม่พิมพ์ สภาพในการพิมพ์ วัสดุพิมพ์ เป็นต้น การจะพิมพ์งานออกมาให้สีตรงตามรูปนั้นจึงจะต้องอาศัยความชำนาญในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์และมีความแม่นยำในการดูสีเป็นอย่างมาก ปัญหาสีที่เกิดจากวัสดุพิมพ์ระบบการพิมพ์ออฟเซตชนิดป้อนแผ่น ซึ่งก็คือ กระดาษ จะเห็นได้ว่า สีของกระดาษและการลามิเนตอาจส่งผลต่อสีของงานพิมพ์ได้ ประเทศไทยมีผู้ผลิตและจัดจำหน่ายกระดาษอยู่มากมายหลายบริษัทซึ่งแน่นอน คือ ส่วนผสมต่าง ๆ ในการผลิตของกระดาษแต่ละบริษัทย่อมไม่เหมือนกันอย่างสิ้นเชิง ปัจจัยเหล่านี้ทำให้สีของกระดาษนั้นต่างกัน หากนำกระดาษชนิดเดียวกันความหนาเท่ากัน แต่ต่างบริษัทกันมาวางเรียงกัน จะสังเกตได้ว่า สีของกระดาษแต่ละบริษัทนั้นมีความต่างกัน ถ้าหากเกิดการนำกระดาษที่ต่างบริษัทแต่ชนิดเดียวกันความหนาเท่ากันมาใช้แทนกันบางครั้งการมองด้วยตาเปล่าสีอาจจะใกล้เคียงกัน แต่เมื่อนำมาพิมพ์แล้วอาจเกิดปัญหาสีเพี้ยนได้ เฉดสีของกระดาษ คือ ลักษณะการแสดงสีของกระดาษซึ่งสามารถแสดงสีได้ต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตกระดาษ [1] ISO 12647-2 ได้กำหนดสีของกระดาษสำหรับการพิมพ์งานด้วยระบบออฟเซตไว้ โดยกระดาษเคลือบผิวมันควรมีค่า $L^* = 93$ $a^* = 0$ $b^* = -3$ [2] ระบบค่าสีซีแอลบี (CIELAB Color Space) เป็นปริภูมิสีประเภทสเกลสมมาตร (Uniform scale color space) กำหนดโดยองค์กร Commission International De L'Eclairage (CIE) เพื่อแก้ปัญหาการแปลงค่าสีในระบบ xyz ที่ปริภูมิสีไม่สมมาตร ไม่สอดคล้องกับความแตกต่างของสีที่เกิดจากการมองเห็นจริงระบบ CIE $L^*a^*b^*$ จะแสดงค่าสีด้วยค่า $L^*a^*b^*$ โดย L^* หมายถึงความสว่างของสี a^* หมายถึงช่วงสีอมแดงไปยังอมเขียว และ b^* หมายถึง ช่วงสีอมเหลืองไปยังอมน้ำเงิน [3] ค่าความแตกต่างสี (ΔE^*ab) คือ การหาความแตกต่างระหว่างสีสองสีใด ๆ เพื่อนำค่าความแตกต่างที่คำนวณได้ไปใช้ในเกณฑ์ในการผลิตสี โดยในการผลิตสีที่ต้องการผลิตสีให้ใกล้เคียงกับสีมาตรฐานก็สามารถนำค่าสี CIE ของสีมาตรฐานและของสีที่ผลิตได้มาเปรียบเทียบและคำนวณเป็นตัวเลข แล้วสังเกตดูว่าด้วยตัวเลขแสดงค่าความแตกต่างดังกล่าว สีที่ผลิตได้มองเห็นแตกต่างจากสีมาตรฐาน อยู่ในขอบเขตที่สามารถยอมรับได้หรือไม่ หากได้ก็สามารถใช้ค่าความแตกต่างของสีดังกล่าวเป็นค่ามาตรฐานในการผลิตสีต่อไปได้ในระบบ การวัดสีซีไออี การวัดการเปลี่ยนแปลงในการรับรู้ภาพของสองสีที่กำหนด ΔE^*ab เป็นตัวชี้วัดเพื่อทำความเข้าใจว่า ตาของมนุษย์รับรู้ถึงความแตกต่างของสีอย่างไร ค่า ΔE^*ab ได้จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ซึ่งความหมายของตัวแปรหรือฟังก์ชันของ ΔE^*ab นั้น E อ้างอิงมาจากคำในภาษาเยอรมันคำว่า Empfindung ซึ่งหมายถึงความรู้สึกในวงกว้าง และในระดับปกติค่า ΔE^*ab จะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 100 ซึ่งแสดงถึงความหมายการรับรู้ของระดับค่า ΔE^*ab ในแต่ละระดับ ดังนี้ 1) ≤ 1.0 ระดับการรับรู้คือ ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตามนุษย์ 2) 1-2 ระดับการรับรู้คือ สังเกตเห็นได้จากการสังเกตอย่างใกล้ชิด 3) 2-10 ระดับการรับรู้คือ เห็นได้อย่างรวดเร็ว [4] การตกแต่งงานพิมพ์บางรูปแบบก็อาจจะส่งผลต่อสีของงานพิมพ์เช่นเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น การลามิเนตเป็นวิธีการใช้แผ่นพิมพ์ แผ่นพลาสติกใส ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาอัดติดกันด้วยสารยึดติดหรือด้วยความร้อน ประกอบติดกันได้ด้วยแรงกดระหว่างลูกกลิ้งผิวโลหะและลูกกลิ้งหุ้มด้วยยาง ซึ่งต่างจากการเคลือบวาร์นิชกล่าวคือ การเคลือบวาร์นิชไม่มีการประกบวัสดุใช้ลามิเนต การลามิเนตจะมีราคาต้นทุนสูงกว่าการเคลือบวาร์นิช แต่ให้สมบัติด้านการป้องกัน และความมันวาวดีกว่า รวมทั้งสามารถทำลวดลายบนผิวภาพพิมพ์ได้ด้วย โดยการใช้ฟิล์มพลาสติกที่มีการทำลวดลายมาแล้วมาประกบ [5] นอกจากนี้การลามิเนตยังมีวัตถุประสงค์ในการลามิเนต เพื่อความสวยงาม คือ การลามิเนตช่วยให้ภาพพิมพ์ที่ได้รับการลามิเนตแล้วมองดูวาวหรือด้าน เป็นที่น่าสนใจ สะดุดตา นอกจากนี้ ยังป้องกันภาพพิมพ์และเพิ่มความแข็งแรงของวัสดุพิมพ์ [6] การเปรียบเทียบคุณภาพสีของเครื่องพิมพ์ออฟเซต [7] ได้ทดลองโดยเปรียบเทียบคุณภาพสีบนแผ่นพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ออฟเซตที่มีอายุการใช้งานต่างกัน กับแผ่นจำลองสีพิมพ์ ตามข้อกำหนด ISO 12647-2 บนกระดาษเคลือบผิว โดยนำแผ่นพิมพ์ที่มี ECI Color Test Chart พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ 2 เครื่อง อายุการใช้งาน 7 ปี และ 17 ปี หาค่า ΔE^*ab นำมาเปรียบเทียบ บนกระดาษเคลือบผิว พบว่า ค่า ΔE^*ab ที่ได้จากเครื่องพิมพ์ที่ 1 และเครื่องพิมพ์ที่ 2 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความแตกต่างสี ΔE^*ab มีค่าต่างกันเท่ากับ 1.10 ถือว่าเครื่องพิมพ์ทั้ง 2 เครื่องนี้พิมพ์งานออกมาสีใกล้เคียงกัน แม้ว่าทั้ง 2 เครื่องมีอายุการใช้

งานต่างกัน การลามิเนตสีงานพิมพ์ผิดเพี้ยนไปลูกค้าไม่ยอมรับทางโรงพิมพ์อาจจะถูกส่งงานคืนดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาสีเพี้ยนที่เกิดจากกระดาษและการลามิเนตขึ้นดังนั้นการจะทำให้โรงพิมพ์นั้นมีลูกค้าเพิ่มขึ้นต้องทำให้โรงพิมพ์น่าเชื่อถือซึ่งคือการพัฒนาคุณภาพงานพิมพ์ เช่น ปัญหาเรื่องระบบการทำงานและปัญหาเรื่องคุณภาพสีงาน เป็นต้น จากปัญหาดังกล่าวทางผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาเพื่อให้รู้สาเหตุของกระดาษและการลามิเนตนั้นส่งผลต่องานพิมพ์มากน้อยเพียงใด

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อวิจัยเนตสีของกระดาษพิมพ์ที่มีผลต่อสีของงานพิมพ์ระบบออฟเซตชนิดป้อนแผ่น
2. วิจัยว่าการลามิเนตชนิดเงาที่มีผลต่อสีของงานพิมพ์ระบบออฟเซตชนิดป้อนแผ่น
3. ประเมินความพึงพอใจ และความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่ได้ดูสีของงานพิมพ์ที่ผ่านการลามิเนต

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง โดยมีตัวแปรในการศึกษา คือ ตัวแปรต้น คือ สีของกระดาษ และการลามิเนตเงา ตัวแปรตาม คือ ความแตกต่างของค่าสี $L^*a^*b^*$ และขอบเขตสีของงานพิมพ์บนกระดาษทั้ง 3 ชนิด ตัวแปรควบคุม คือ เครื่องวัดสี Greta Macbeth และใช้โปรแกรม Profile Maker สร้างขอบเขตสี เครื่องวัดสี Spectroeye, หมึกพิมพ์ชุดสโตนี และปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่ส่งผลต่อคุณภาพสีของงานพิมพ์

3.1 เตรียมไฟล์ต้นฉบับ

1. ศึกษาข้อมูลเรื่องการพิมพ์ออฟเซต การออกแบบ Test Form
2. นำไฟล์ต้นฉบับที่เป็นตารางช่องสี ECI2002CMYK และ Ugra/Fogra-Medienkeil-CMYK EPS V3.0 มาจัดเรียงในโปรแกรม Adobe Illustrator CS5
3. รูปที่ใช้ตรวจสอบปรับความละเอียดภาพเป็นแบบ 300 dpi ใช้โหมดสี CMYK ในโปรแกรม Adobe Photoshop CS5 Colorprofile Fogra 39L ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพต้นฉบับที่ใช้ในงานพิมพ์ทดสอบ

3.2 การทำแม่พิมพ์

ผลิตแม่พิมพ์จากเครื่อง Computer to Plate Fujifilm ใช้ความละเอียดที่ 175 Lpi โดยใช้แม่พิมพ์ขนาด ตัด 2 (ขนาด 700 มิลลิเมตร x 1030 มิลลิเมตร)

3.3 การพิมพ์

1. ใช้วัสดุพิมพ์คือ กระดาษอาร์ตมัน 120 แกรม ชนิด A, B และ C สาเหตุที่เลือกกระดาษ ชนิด A ในการตั้งสีเครื่องพิมพ์เพราะ กระดาษชนิดนี้สีของกระดาษมีค่าใกล้เคียงกับกระดาษที่ใช้ทำแผ่นปรู๊ฟสี และ ISO 12647-2 ที่สุด

2. พิมพ์ด้วยเครื่องออฟเซตขนาดตัด 2 Heidelberg CD102 ลำดับสีในการพิมพ์คือ K C M Y
3. ลำดับการพิมพ์ของชนิดกระดาษ คือ A, B และ C โดยพิมพ์ ชนิดละ 150 ใบ
4. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพิมพ์
 - การปรับตั้งแรงกด 0.09 มิลลิเมตร (mm)
 - การรองหนุนด้วยกระดาษหนา 0.40 มิลลิเมตร (mm)
 - ผ้าสำหรับงานพิมพ์ออฟเซตคุณภาพสูง ความหนาของผ้า 195 มิลลิเมตร (mm)
 - สภาวะไฟที่ใช้ดูงาน 5,000 องศาเคลวิน
 - ค่า pH น้ำยาฟาว์เทน 4.8
 - ปริมาณแอลกอฮอล์ 12-13% อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส
 - กระดาษที่ใช้ในการตั้งสีงานพิมพ์ จำนวน 100 ใบ

3.4 การลามิเนต

1. แบ่งงานจากกองที่พิมพ์เสร็จมาชนิดละ 50 ใบ
2. นำกระดาษที่แบ่งมาลามิเนตด้วยฟิล์มชนิดเงา ใช้อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส

3.5 การตรวจสอบและวิเคราะห์งานพิมพ์

1. การตรวจสอบขอบเขตสีงานพิมพ์ ในการอ่านค่าตารางสี ECI2002CMYK จากนั้นใช้โปรแกรม Profile Maker ในการสร้างขอบเขตสีของงานพิมพ์ โดยจะทำการวัดขอบเขตสีกระดาษที่ไม่ลามิเนตก่อนแล้วนำขอบเขตสีมาเปรียบเทียบกับกัน จากนั้นจึงวัดขอบเขตสีของกระดาษที่ลามิเนตมาเปรียบเทียบกับกระดาษชนิดเดียวกันที่ไม่ลามิเนตมาโดยใช้เครื่อง Gretagmacbeth lccolor ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 เครื่อง Gretagmacbeth lccolor

2. การวัดค่าความแตกต่างสี (ΔE^*ab) โดยสุ่มแผ่นพิมพ์ออกมาจากกองที่ไม่ได้ทำการลามิเนตชนิดละ 1 แผ่นและสุ่มจากกองที่ทำการลามิเนตชนิดละ 1 แผ่นโดยใช้เครื่องวัดสี Spectrophotometer วัดสีที่ 2 องศา วัดแถบสี Ugra/Fogra-Medienkeil-CMYK EPS V3. ซึ่งเป็นช่องตัวอย่างสีในการวัดค่าสีนั้นวัดสี C (Cyan), M (Magenta), Y (Yellow), K (Black), R (Red), G (Green), B (Blue) โดยทำการวัดค่าสี $L^*a^*b^*$ ของงานพิมพ์ที่ไม่ลามิเนตและวัด ΔE^*ab ของแถบสี CMYK, RGB ของงานที่พิมพ์ด้วยกระดาษชนิด A เทียบกับงานพิมพ์ที่พิมพ์ด้วยกระดาษ B และ C จากนั้นทำการวัดค่าสี $L^*a^*b^*$ และวัด ΔE^*ab แถบสี CMYK, RGB เปรียบเทียบระหว่างงานพิมพ์ก่อนการลามิเนตกับงานพิมพ์หลังการลามิเนต

3. แบบประเมินความพึงพอใจต่อสีของงานพิมพ์ แบบประเมินความพึงพอใจต่อสีของงานพิมพ์มีตัวอย่าง คือ นักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรณารักษ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีจำนวน 30 คน โดยการประเมินจะเป็นแบบประเมินปลายเปิดเพื่อให้ผู้ทำแบบประเมินแสดงความเห็นเกี่ยวกับสีของงานพิมพ์ โดยดูจากรูปบุคคล สีเส้น วิวทิวทัศน์ และโลหะ [8] ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 (ก) รูปบุคคล (ข) สีเส้น (ค) วิถีทัศน์ และ(ง) โลหะ

4. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลกระทบของเฉดสีของกระดาษและการลามิเนตชนิดเงา ต่อสีของงานพิมพ์ออฟเซต มีผลการวิจัยดังนี้

4.1 ค่าสีของกระดาษที่ใช้ในการทดลอง

ผลที่ได้จากการวัดค่าสีของกระดาษตัวอย่าง 3 ชนิด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าสีของกระดาษมาตรฐาน ISO 12647 ประเภทที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสี $L^*a^*b^*$ ของกระดาษมาตรฐาน ISO 12647-2 และกระดาษแต่ละชนิดที่นำมาทดลอง

ชนิดกระดาษ	ค่าสี		
	L^*	a^*	b^*
กระดาษมาตรฐาน ISO 12647-2 ประเภท 1	93(±3)	0(±2)	-3(±2)
กระดาษชนิด A	95.22	0.95	-3.66
กระดาษชนิด B	93.91	0.17	-8.33
กระดาษชนิด C	93.51	1.49	-2.72

จากตารางที่ 1 กระดาษชนิด A นั้นมีค่า $L^*a^*b^*$ ใกล้เคียงกระดาษมาตรฐาน ISO 12647-2 ประเภท 1 กระดาษชนิด B ข้อมูลในตารางพบว่า มีลักษณะเฉดสีไปทางสีฟ้าเล็กน้อย (ดูจากค่า b^*) กระดาษชนิด C ข้อมูลในตารางพบว่า มีลักษณะเฉดสีไปทางสีแดงเล็กน้อย (ดูจากค่า a^*)

4.2 ผลการวัดค่า ΔE^*ab ของแถบสีเพื่อเปรียบเทียบกระดาษแต่ละชนิดโดยผลัดกันนำมาตั้งเป็นกระดาษอ้างอิง

ผลของการวัดค่า ΔE^*ab ของแถบสีเพื่อเปรียบเทียบกระดาษแต่ละชนิดโดยผลัดกันนำมาตั้งเป็นกระดาษอ้างอิง เพื่อดูความแตกต่างระหว่างสีที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ หรือกระดาษที่มีเฉดสีที่แตกต่างกัน วัดค่าสีจากแถบสี Ugra/Fogra-Medienkeil-CMYK EPS V3 แล้วมาคำนวณค่า delta E ให้ผลการวิจัยดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการวัดค่า ΔE^*ab ของแถบสีเพื่อเปรียบเทียบกระดาษแต่ละชนิดโดยผลัดกันนำมาตั้งเป็น กระดาษอ้างอิง

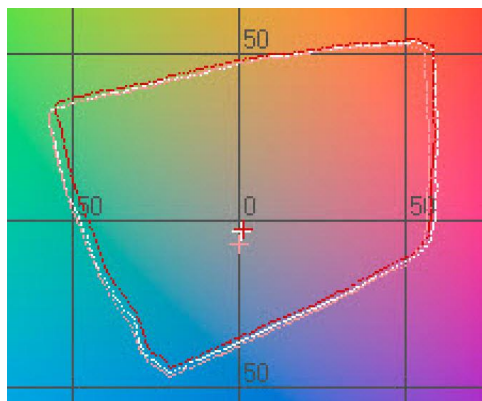
สี	กระดาษอ้างอิง A		กระดาษอ้างอิง B		กระดาษอ้างอิง C	
	B	C	A	C	A	B
C	2.45	2.12	2.62	4.42	0.99	4.35
M	1.90	1.12	1.92	1.45	0.99	1.32
Y	2.15	1.12	2.27	3.11	1.84	3.08
K	2.68	0.75	2.80	3.34	0.77	3.57
R	1.76	2.64	1.60	3.30	2.43	3.59
G	1.63	4.29	2.12	5.25	3.80	5.08
B	1.33	2.61	0.87	1.62	2.24	1.85

ΔE^*ab มากกว่า 3 มนุษย์สามารถแยกความแตกต่างของสีได้ [5]

จากตารางที่ 2 พบว่า เมื่อนำกระดาษชนิด A เปรียบเทียบกับ C โดยให้กระดาษชนิด A ตั้งเป็น กระดาษอ้างอิง เห็นความแตกต่างสีของสี Green เนื่องจากค่า $\Delta E^*ab = 4.29$ เมื่อนำกระดาษชนิด C ตั้งเป็น กระดาษอ้างอิง พบว่าเห็นความแตกต่างสีของสี Green มีค่า $\Delta E^*ab = 3.08$ เมื่อนำกระดาษชนิด B เปรียบเทียบกับกระดาษชนิด C โดยให้กระดาษชนิด B ตั้งเป็น กระดาษอ้างอิง เห็นความแตกต่างสีของสี Cyan, Yellow, Black, Red, Green ค่า $\Delta E^*ab = 4.42, 3.11, 3.34, 3.30, 5.25$ ตามลำดับ เมื่อนำกระดาษชนิด C มาตั้งเป็น กระดาษอ้างอิง พบว่าเห็นความแตกต่างของสีได้ชัดเจนของสี Cyan, Yellow, Black, Red, Green ค่า $\Delta E^*ab = 4.35, 3.08, 3.57, 3.59, 5.08$ ตามลำดับ โดยเฉพาะสีเขียวที่มีความแตกต่างมากที่สุด ΔE^*ab มากกว่า 5 ซึ่งค่า ΔE^*ab มากกว่า 3 มนุษย์สามารถแยกความแตกต่างของสีได้

4.3 ผลการเปรียบเทียบขอบเขตสีของงานพิมพ์ที่พิมพ์ลงบนกระดาษชนิด A, B และ C

ผลการเปรียบเทียบขอบเขตสีของงานพิมพ์ที่พิมพ์ลงบนกระดาษชนิด A, B และ C เพื่อตรวจสอบขอบเขตสีที่เกิดขึ้นจากเฉดสีของกระดาษที่แตกต่างกัน โดยวัดค่าสีจากตารางสี ECI2002CMYK และใช้โปรแกรม Profile Maker ในการสร้างขอบเขตสีของงานพิมพ์



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบขอบเขตสีของงานพิมพ์ที่พิมพ์ลงบนกระดาษทั้ง 3 ชนิด โดย A เส้นสีขาว B เส้นสีชมพู และ C เส้นสีแดง

จากรูปที่ 4 พบว่า กระดาษชนิด B ที่มีลักษณะเฉดสีไปทางสีฟ้า จะแสดงขอบเขตสีในช่วงสีน้ำเงินได้มากที่สุด และกระดาษชนิด C ที่มีลักษณะเฉดสีไปทางสีแดง จะแสดงขอบเขตสีในช่วงสีแดงได้มากที่สุด กระดาษชนิด A ที่มีลักษณะเฉดสีใกล้เคียงกับสีของกระดาษตาม ISO กำหนด จะแสดงขอบเขตสีของงานพิมพ์กว้างมากที่สุด

4.4 ผลการวัดค่า ΔE^*ab ของงานพิมพ์บนกระดาษแต่ละชนิดเปรียบเทียบระหว่างงานพิมพ์ก่อนลามิเนตกับงานพิมพ์หลังลามิเนต

ผลการวิจัยการวัดค่า ΔE^*ab ของงานพิมพ์บนกระดาษแต่ละชนิดเปรียบเทียบระหว่างงานพิมพ์ก่อนลามิเนตกับงานพิมพ์หลังลามิเนต เพื่อเปรียบเทียบสีของงานพิมพ์และผลกระทบที่เกิดขึ้นหลังจากการลามิเนตลงบนสิ่งพิมพ์มีผลดัง ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่า ΔE^*ab ของกระดาษแต่ละชนิดเปรียบเทียบระหว่างงานพิมพ์ก่อนลามิเนตกับงานพิมพ์หลังลามิเนต

แถบสี	ΔE		
	กระดาษชนิด A	กระดาษชนิด B	กระดาษชนิด C
K	1.80	2.05	5.68
C	0.95	0.79	1.89
M	2.29	1.56	2.34
Y	3.91	2.87	3.25
R	2.10	2.17	1.64
G	5.00	4.43	3.64
B	1.25	0.61	1.37

เลือกเฉพาะ ΔE^*ab มากกว่า 3 มนุษย์สามารถแยกความแตกต่างของสีได้

จากตารางที่ 3 แสดงค่า ΔE^*ab ของแถบสีที่พิมพ์ลงบนกระดาษแต่ละชนิด เปรียบเทียบระหว่างก่อนการลามิเนตกับหลังการลามิเนต กระดาษชนิด A มีค่า ΔE^*ab สี Y (Yellow), G (Green) = 3.91, 5.00 ตามลำดับ กระดาษชนิด B มีค่า ΔE^*ab สี G (Green) = 4.43 กระดาษชนิด C มีค่า ΔE^*ab สี K (Black), Y (Yellow), G (Green) = 5.68, 3.25, 3.64 ตามลำดับ

4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่องานพิมพ์ที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่มีเฉดสีแตกต่างกัน

สีของสิ่งพิมพ์ที่เกิดขึ้นจากวัสดุพิมพ์ที่มีเฉดสีแตกต่างกันส่งผลต่อความพึงพอใจสิ่งพิมพ์นั้น จากกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรณารักษ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 30 คน

ตารางที่ 4 แสดงผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่องานพิมพ์ที่พิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่มีเฉดสีแตกต่างกัน

รูปภาพ	ชนิดกระดาษ	จำนวนคน	คิดเป็นร้อยละ	เหตุผลประกอบ
บุคคล	A	9	30	สีเป็นธรรมชาติ, กระดาษชนิด B สีสื่อออกไปทางสีฟ้า และกระดาษชนิด C ออกไปทางสีเหลือง
	B	15	50	สีดูสว่างสดใส, สีเป็นธรรมชาติ
	C	6	20	สีเนื้อคนดูเป็นธรรมชาติ
สีเส้น	A	16	53.33	สีเป็นธรรมชาติ, สีดูสว่างสดใส
	B	5	16.67	สีเป็นธรรมชาติ
	C	9	30	สีเป็นธรรมชาติ, สีดูสว่างสดใส
วิว ทิวทัศน์	A	15	50	สีเป็นธรรมชาติ, ภาพท้องฟ้ากระดาษ B สีสื่อฟ้าไป
	B	7	23.33	สีเป็นธรรมชาติ, กระดาษ C ลักษณะสีภาพไปทางสีเหลือง
	C	8	26.67	สีเป็นธรรมชาติ
โลหะ	A	19	63.33	สีโลหะเป็นธรรมชาติ
	B	6	20	สีโลหะเป็นธรรมชาติ, กระดาษ A, C ลักษณะสีไปทางสีเหลือง
	C	5	16.67	สีโลหะเป็นธรรมชาติ, ความเงาโลหะสมจริง

จากตารางที่ 4 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่องานพิมพ์ สีเส้น วิว ทิวทัศน์ และโลหะ ที่พิมพ์ลงบนกระดาษชนิด A มากที่สุด มากกว่าร้อยละ 50 โดยให้เหตุผลประกอบว่า กระดาษชนิด A เมื่อพิมพ์ภาพพิมพ์ลงไป จะทำให้ภาพที่ได้มีความเป็นธรรมชาติที่สุด และกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่องานพิมพ์ภาพบุคคล ที่พิมพ์ลงบนกระดาษชนิด B โดยให้เหตุผลประกอบว่า กระดาษชนิด B เมื่อพิมพ์ภาพพิมพ์ลงไป จะทำให้ภาพที่ได้มีสีดูสว่างสดใส และสีเป็นธรรมชาติ ร้อยละ 50

4.6 ผลการประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อภาพพิมพ์ก่อนและหลังลามิเนตเงา

ความแตกต่างสีของสิ่งพิมพ์ที่เกิดขึ้นจากวัสดุพิมพ์ที่มีเฉดสีแตกต่างกัน ผลการประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อภาพพิมพ์ก่อนและหลังลามิเนตเงาว่ามีความแตกต่างกันดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อภาพพิมพ์ก่อนและหลังลามิเนตเงา

ชนิดกระดาษ	รูปภาพ	ความคิดเห็น (คิดเป็นร้อยละ)		
		ไม่แตกต่าง	แตกต่างน้อย	แตกต่างมาก
A	บุคคล	53.33	46.67	0
	สีส้ม	66.67	30	3.33
	วิวทิวทัศน์	53.33	40	6.67
	โลหะ	23.33	70	6.67
B	บุคคล	10	70	20
	สีส้ม	30	46.67	23.33
	วิวทิวทัศน์	20	46.67	33.33
	โลหะ	10	46.67	43.33
C	บุคคล	16.67	53.33	30
	สีส้ม	23.33	53.33	23.33
	วิวทิวทัศน์	6.67	46.67	46.67
	โลหะ	6.67	43.33	50

จากตารางที่ 5 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่กระดาษชนิด A เมื่อผ่านการลามิเนต รูปบุคคล สีส้ม และวิวทิวทัศน์ กลุ่มตัวอย่าง มากกว่า 50 % ไม่เห็นความแตกต่างของรูปภาพ ส่วนรูป โลหะ กลุ่มตัวอย่างสามารถเห็นความแตกต่างน้อย 70 % ส่วนกระดาษชนิด B เมื่อผ่านการลามิเนต รูปบุคคล สีส้ม วิวทิวทัศน์ และโลหะ กลุ่มตัวอย่างสามารถเห็นความแตกต่างน้อย และกระดาษชนิด C เมื่อผ่านการลามิเนต รูปบุคคล สีส้ม กลุ่มตัวอย่างสามารถเห็นความแตกต่างน้อย ส่วนรูปวิวทิวทัศน์ และโลหะ กลุ่มตัวอย่างสามารถเห็นความแตกต่างของรูปภาพได้อย่างชัดเจน 50%

5. สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเกี่ยวกับสีของกระดาษที่มีผลต่อสีของสิ่งพิมพ์ สีของกระดาษที่มีสีขาว ค่าสี $L^*a^*b^*$ ตามที่ ISO 12647-2 เวลานำไปพิมพ์สิ่งพิมพ์ด้วยระบบออฟเซต จะมีขอบเขตสีที่กว้างกว่ากระดาษที่มีสีขาวยอมฟ้า หรือมีสีขาวยอมแดง และการที่สีของกระดาษพิมพ์มีสีที่แตกต่างกัน จะทำให้สีของงานพิมพ์มีความแตกต่างกันไปด้วย ค่าความแตกต่างสีของแถบสี C M Y K R G B บนกระดาษชนิด A ชนิด B และชนิด C ที่ใช้สลับกันเป็นค่าสีกระดาษอ้างอิงซึ่งจะพบว่า กระดาษชนิด A กับกระดาษชนิด B จะให้สีใกล้เคียงกัน กระดาษชนิด A กับกระดาษชนิด C ให้ความแตกต่างสีชัดเจนในช่วงสีเขียวเท่านั้น ส่วนกระดาษชนิด B และชนิด C ให้ความแตกต่างสีชัดเจนในทุกแถบสี ผลลักษณะนี้แสดงว่า กระดาษสีขาวตามมาตรฐานกับกระดาษสีขาวยอมฟ้าให้สีของภาพพิมพ์ใกล้เคียงกัน หรืออาจจะเป็นเพราะกระดาษสีขาวอาจจะมีสาร OBA ที่สะท้อนแสงสีน้ำเงินออกมา ด้วย การวัดค่าเปรียบเทียบความแตกต่างสี ΔE^*ab ของแถบสี C M Y K R G B บนกระดาษชนิด A ชนิด B และชนิด C ก่อนและหลังลามิเนต กระดาษชนิด A พบค่าความแตกต่าง ($\Delta E^*ab > 3$) ที่สีเหลือง Y และสีเขียว G กระดาษชนิด B พบค่าความแตกต่าง ($\Delta E^*ab > 3$) ที่สีเขียว G กระดาษชนิด C พบค่าความแตกต่าง ($\Delta E^*ab > 3$) ที่สีดำ K, สีเหลือง Y และสีเขียว G ซึ่งเป็นผลมาจากสีของฟิล์มลามิเนตจะมีสีเหลืองเมื่อมองด้วยตาเปล่า นอกจากนี้เมื่อนำรูปภาพที่ผ่านการพิมพ์และลามิเนตจากกระดาษทั้ง 3 ชนิดมาให้นักกลุ่มตัวอย่างเลือก กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจกับงานพิมพ์ที่พิมพ์ด้วยกระดาษชนิด A ที่มีสีของกระดาษที่มีสีขาว ค่าสี $L^*a^*b^*$ ตามที่ ISO 12647-2 กำหนดมากที่สุด ยกเว้นภาพบุคคล โดยให้เหตุผลว่า สีของงานพิมพ์มีความเป็นธรรมชาติมากที่สุด และเมื่อนำภาพพิมพ์ก่อนและหลังลามิเนตเงา มาประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อภาพพิมพ์ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ กลุ่มตัวอย่างประเมินว่า กระดาษชนิด A เมื่อนำภาพพิมพ์มาเปรียบเทียบก่อนและหลังลามิเนต สีของงานพิมพ์ไม่แตกต่างกัน ส่วนกระดาษชนิด B ที่มีสีขาวยอมฟ้า กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าภาพพิมพ์ก่อนและหลังลามิเนตแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อกระดาษชนิด C สีขาวยอมแดง เห็นว่าภาพวิวทิวทัศน์ และภาพโลหะ มีความแตกต่างกัน ซึ่งตรงกับ [6] ได้กล่าวว่า สีของกระดาษพิมพ์มีผลต่อสีของภาพพิมพ์ เพราะสีของกระดาษเป็น

ฐานรองรับหมึกพิมพ์ ความขาวของกระดาษจึงมีผลต่อสีของภาพพิมพ์โดยตรง ข้างพิมพ์ต้องคำนึงถึงสีของกระดาษควรมีสีเดียวกัน

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์, 2542, เอกสารการสอนชุดวิชาวัสดุทางการพิมพ์ (Printing Materials), พิมพ์ครั้งที่ 4, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, นนทบุรี, หน้า 7-9.
- [2] อรัญ หาดูสับสาย, 2547, มาตรฐานการพิมพ์ออฟเซต, บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ, หน้า 15-23.
- [3] บุญชัย วลีธรรมสวัสดิ์, 2548, เอกสารการสอนชุดวิชาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการพิมพ์ งานหลังพิมพ์, พิมพ์ครั้งที่ 1, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, นนทบุรี, หน้า 210-211.
- [4] เอกสารการฝึกอบรมวิชา การผลิตและควบคุมคุณภาพงานพิมพ์, การควบคุมคุณภาพงานหลังพิมพ์: โรงพิมพ์ไพ่กรรมสรรพสามิต, กรุงเทพฯ, 2549, หน้า 116-127.
- [5] ผกามาศ ผจญแก้ว, 2550, คุณภาพการพิมพ์ออฟเซตตาม ISO12627-2, ศูนย์ฝึกอบรมเทคโนโลยีการพิมพ์แห่งชาติ, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, นนทบุรี, หน้า 7-15.
- [6] พรทวี พึ่งรัศมี และอรัญ หาดูสับสาย, 2537, สารานุกรมเรื่องกระดาษพิมพ์, พิมพ์ครั้งที่ 2, บริษัทด้านอุตสาหกรรมพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ, หน้า 132.
- [7] พงศ์ยุทธ์ จันทอง, วุฒิพงศ์ กองอนันต์เดช และ อ้อมจันทร์ วงศ์วิเศษ, 2557, “การเปรียบเทียบคุณภาพสีบนแผ่นพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ออฟเซตที่มีอายุการใช้งานต่างกัน กับแผ่นจำลองสิ่งพิมพ์ ตามข้อกำหนด ISO 12647-2 บนกระดาษเคลือบผิว” The 1st Conference of Thailand Print and Media Academic Forum 2014, 27 กันยายน 2557, ศูนย์การประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพฯ. หน้า 77-80.
- [8] พงศ์ยุทธ์ จันทอง ปฎิภาณ โดดแซ และ นันทัช ปิยะนิจดำรง, 2556, “การเปรียบเทียบคุณภาพทางการพิมพ์ของหมึกพิมพ์ที่มีตัวทำละลายต่างชนิด” การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2556, 16-18 ตุลาคม 2556 พัทยา ชลบุรี, หน้า 186.