บทที่ 4 ผลการศึกษา

ในการทำการทดลองโครงงานเรื่อง "การจัดการสีบนบรรจุภัณฑ์โลหะ" ได้ผลการศึกษาดังนี้

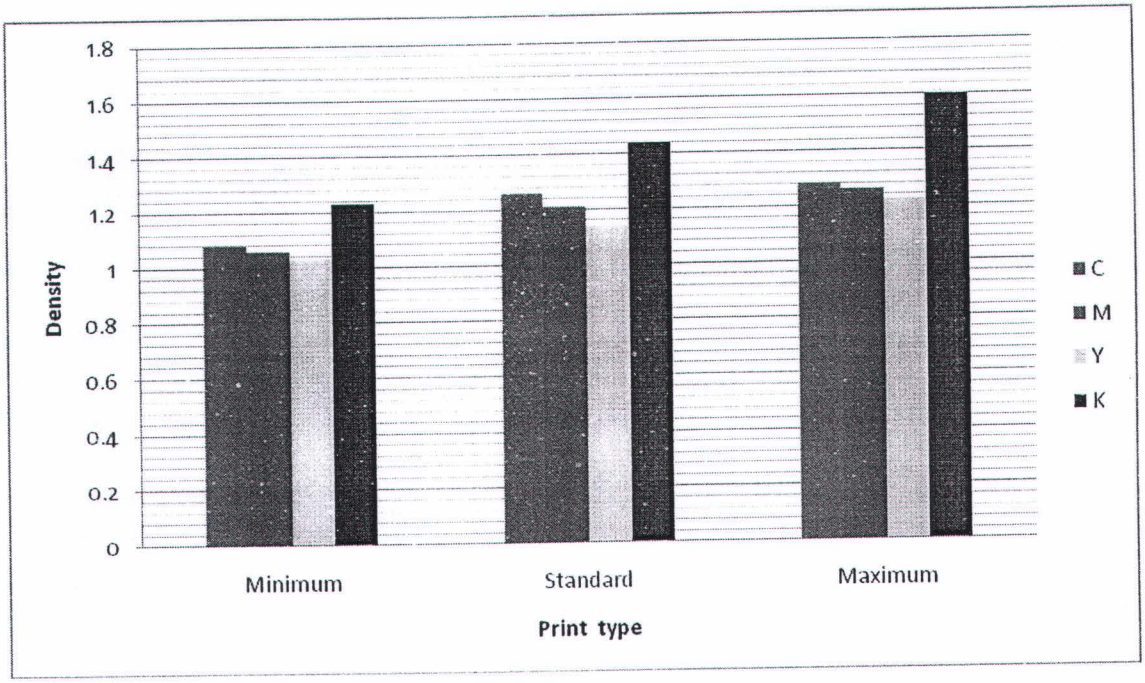
4.1 ผลการวัดค่าความดำ

ค่าความดำเป็นค่าปริมาณการจ่ายหมึกพิมพ์ วัดจากแถบพื้นตายของหมึกพิมพ์แต่ละสี

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความดำ (Density) ของงานพิมพ์ระบบออฟเซตเทียบกับค่ามาตรฐาน

สีบริเวณพื้นตาย	ค่าความดำโดยใช้มาตรฐานของโรงพิมพ์ (In-house Standard)	ค่าความดำที่วัดได้ Minimum	ค่าความดำที่วัดได้ Standard	ค่าความดำที่วัดได้ Maximum
C	1.35±0.1	1.08	1.26	1.28
M	1.30±0.1	1.06	1.21	1.26
Y	1.20±0.1	1.03	1.14	1.22
K	1.50±0.1	1.23	1.44	1.60

จากตารางที่ 4.1 แสดงค่าความดำพื้นตาย โดยใช้มาตรฐานของทางโรงพิมพ์ (In-house Standard) เทียบ กับงานพิมพ์ระบบออฟเซตที่ค่าความดำ 3 ระดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่างานพิมพ์ที่ค่าความดำระดับ Standard มีค่าอยู่ในขอบเขตที่โรงพิมพ์กำหนดไว้ คือ ค่าความดำที่ได้ของแต่ละสี จะสามารถผิดพลาดได้ไม่เกิน 0.1 ซึ่งเป็นขอบเขตตามค่าที่ทางโรงพิมพ์กำหนดไว้



รูปที่ 4.1 แสดงค่าความดำ (Density) ของงานพิมพ์ระบบออฟเซต ที่ 3 ระดับ

วัดจากงานพิมพ์ที่มีค่าความดำต่างกัน 3 ระดับกับค่าความแตกต่างของสี (ΔE_{ab}) พบว่าค่าความดำที่ระดับ Standard คือ C = 1.26, M = 1.21, Y = 1.14 และค่า K = 1.44 มีค่าอยู่ในขอบเขตที่โรงพิมพ์กำหนดไว้ (In-house Standard) คือผิดพลาดได้ไม่เกินสีละ 0.1 และมีค่า ΔE_{ab} เท่ากับ 7.77 ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าสีมาตรฐาน FOGRA39 มากที่สุด คือ ΔE_{ab} ไม่เกิน 5

4.2 ผลการวัดคุณภาพงานพิมพ์เทียบกับมาตรฐาน ISO 12647-2

4.2.1 มาตรฐานค่าสีวัสดุรองพิมพ์

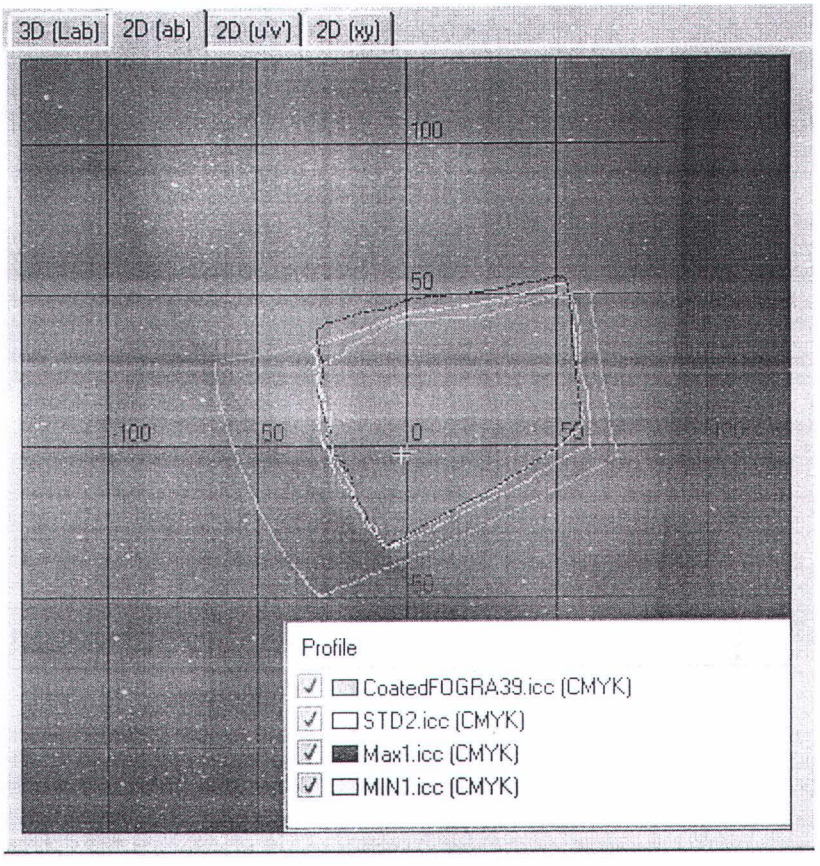
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าสี L*a*b* ของแผ่นโลหะเคลือบขาว เทียบกับมาตรฐาน ISO 12647-2

ค่าสี	มาตรฐาน ISO ของกระดาษประเภทที่1	แผ่นโลหะเคลือบขาว	ช่วงการยอมรับ
L*	93	99	±3
a*	0	0.04	±2
b*	-3	-1.21	±2

จากตารางที่ 4.2 แสดงค่าสีขาวของแผ่นโลหะ ซึ่งมีค่าความสว่างของสี (L*) เกินช่วงการยอมรับทำให้ความสว่างของสีขาวบนแผ่นเหล็กมีมากกว่า ความสว่างของสีขาวบนแผ่นกระดาษประเภทที่ 1

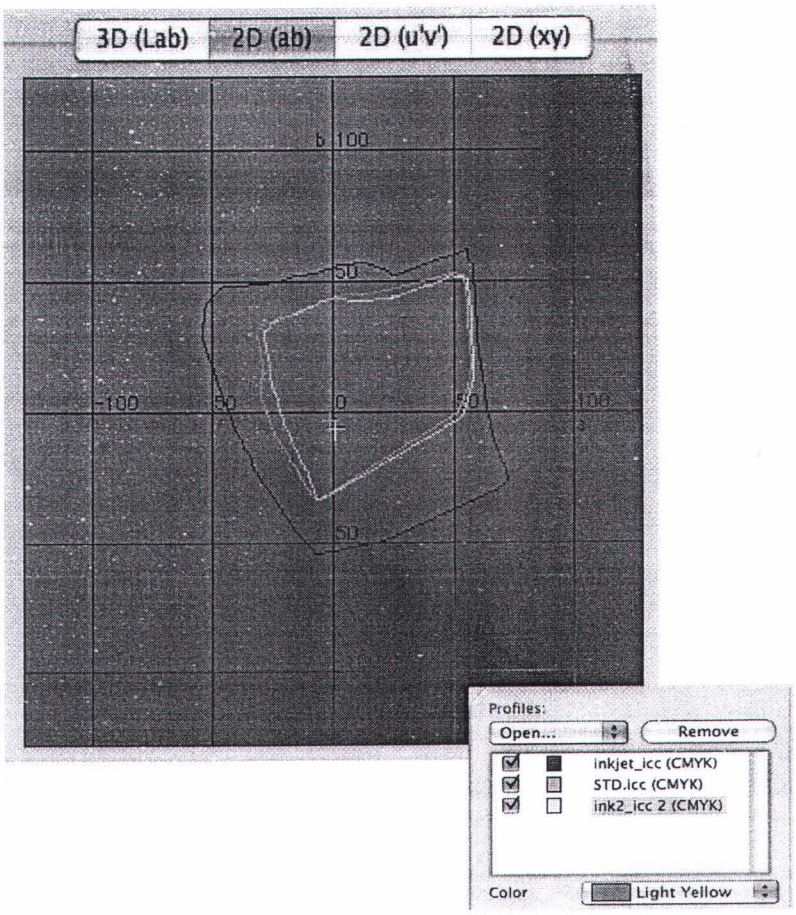
4.2.2 ผลการวัดขอบเขตสีของงานพิมพ์

4.2.2.1ในการวัดค่าจะทำการพิมพ์ลงบนแผ่นโลหะที่ค่าความดำต่างกัน 3 ระดับ โดยแผ่นโลหะจะผ่าน การเคลือบสีขาวที่มีค่า CIE L*a*b เท่ากับ 99.61, 0.04, -0.21 แล้วทำการวัดขอบเขตสี (Color Gamut) ที่แถบ ECI 2002 CMYK i1 ปรากฏว่าค่าความดำที่ระดับ Standard จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าสีมาตรฐาน FOGRA39 มากที่สุด คือ ΔE_{ab} เท่ากับ 7.77 ซึ่งจะแสดงผลออกมาดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงค่าขอบเขตสี (Color Gamut) ของแผ่นโลหะ 3 ระดับ เทียบกับ FROGA39

4.2.2.2 ในการวัดค่าจะทำการพิมพ์ลงบนแผ่นกระดาษที่ค่าcmsต่างกัน 3แผ่น โดยใช้กระดาษ semi glossyสีขาวที่มีค่า CIE L*a*b เท่ากับ 13.70,2.03 แล้วทำการวัดขอบเขตสี (Color Gamut) ที่แถบ ECI 2002 CMYK i1 ปรากฏว่าค่าcmsที่แผ่นที่ 3 จะมีค่าที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับค่าสีมาตรฐาน FOGRA39 มากที่สุด คือ ΔE_{ab} เท่ากับ 5 ซึ่งจะแสดงผลออกมาดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงค่าขอบเขตสี (Color Gamut) ของแผ่นกระดาษ 3 แผ่น เทียบกับ FROGA39

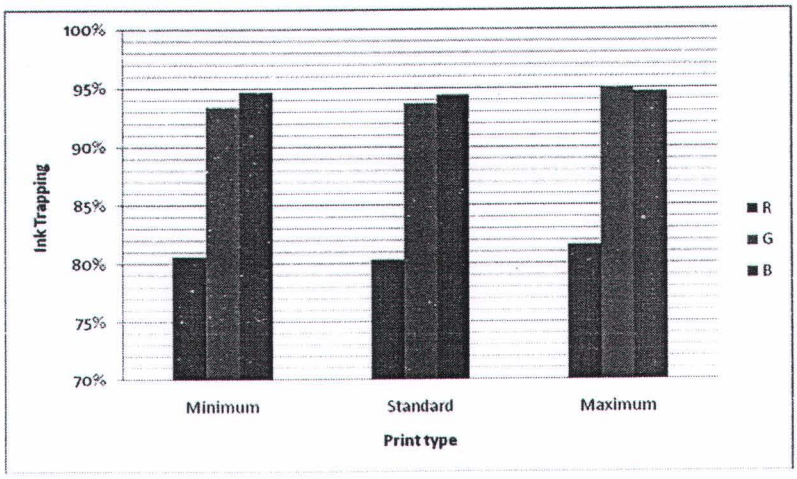
ผลการจัดการสีบนหน้าจอแสดงผลเครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึกซึ่งเป็นผลการแสดงค่าสีของโปรไฟล์เครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึก Epson Stylus Pro 9600 โดยพิจารณาจากกราฟ 2 มิติ ได้ผลดังนี้

- เส้นสีเขียว หมายถึง ค่า standard จะมีค่าใกล้เคียงมาตรฐานคือ 4.54
- เส้นสีแดง หมายถึง ขอบเขตของสีที่ยังไม่ได้ทำการจัดการสี จะมีค่าเกินมาตรฐานคือ 13.7
- เส้นสีเหลือง หมายถึง ขอบเขตของสีที่จัดการสีแล้วจะมีค่าใกล้เคียงกับค่า standard มากที่สุด คือ 2.03

ซึ่งผลที่ได้จากการทำ cms นั้นปรากฏว่าจะได้ค่า Color Gamut ในครั้งที่ 2 ใกล้เคียงกับมาตรฐานมากที่สุด และเมื่อเทียบกับรูปที่ 4.2 แล้วทำให้เห็นว่า หลังจากการทำ cms แล้วนั้นค่า Color Gamut จะใกล้เคียงกับมาตรฐานมากกว่าตอนที่ยังไม่ได้ทำการจัดการสี ซึ่งค่ามาตรฐานมีค่าเท่ากับ 5

4.2.3 ค่าการจับหมึก

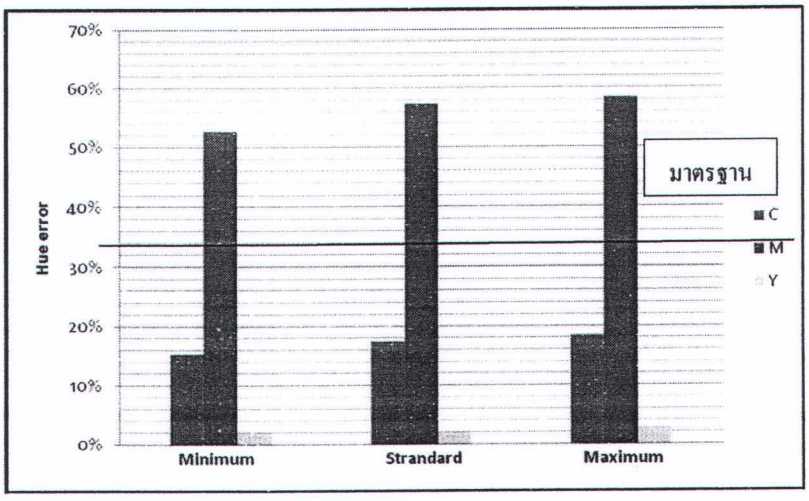
ค่าการจับหมึก (Trapping) งานพิมพ์แผ่นโลหะที่มีค่าความดำ (Density) ต่างกัน 3 ระดับ ถ้าค่าความดำสูงขึ้นค่าการจับหมึกหรือค่าการซ้อนทับก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงค่า Ink Trapping ของงานพิมพ์

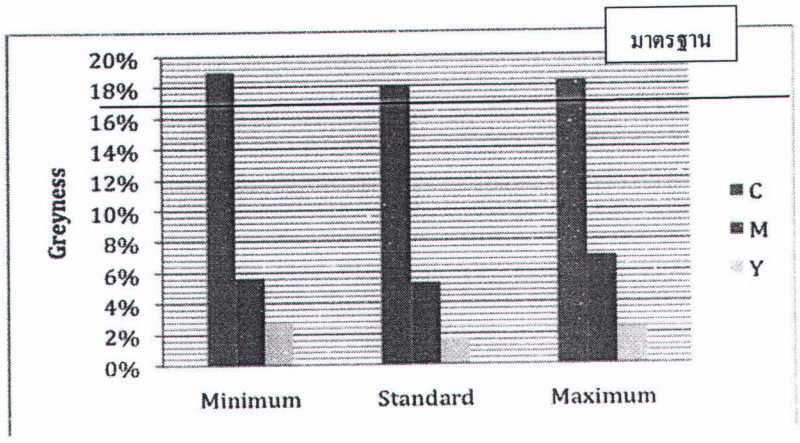
ค่าการจับหมึก (Ink Trapping) ของทั้ง 3 ระดับ อยู่ในเกณฑ์ดีเนื่องจากการพิมพ์โลหะเป็นการ พิมพ์แบบทิ้งให้แห้งก่อนแล้วค่อยพิมพ์ (Wet on dry) หมึกพิมพ์สีที่หนึ่งซึ่งแห้งจะจับหมึกพิมพ์สีที่ สองได้ดีกว่าแบบพิมพ์อย่างต่อเนื่องโดยไม่รอให้แห้ง (Wet on wet)

4.2.4 ค่าความเพี้ยนของสีหมึก และค่าความเป็นเทา (Hue error & Grayness)



รูปที่ 4.5 แสดงค่า Hue error ของงานพิมพ์

สี Magenta มีค่าความ เพี้ยนสี (Hue error) เกินกว่าค่าที่เหมาะสม ซึ่งค่าเหมาะสมอยู่ที่ 46% ดังรูปที่ 4.5 ซึ่งหมายความว่าใน สี Magenta จะมีสี Cyan และ Yellow ปนมาด้วย จึงทำให้ค่า Hue error เกินกว่าค่าที่เหมาะสม

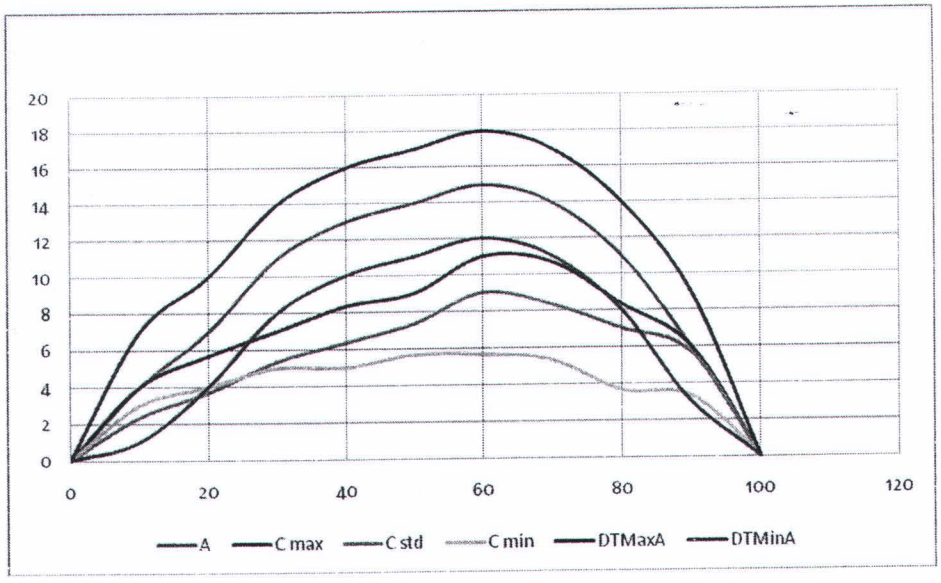


รูปที่ 4.6 แสดงค่า Grayness ของงานพิมพ์

สี Cyan เป็นสีที่มีค่าความเป็นเทาเกินมาตรฐานซึ่งอยู่ที่ 14% เนื่องจากอาจมีการปนเปื้อนของสีอื่นในระหว่างกระบวนการพิมพ์

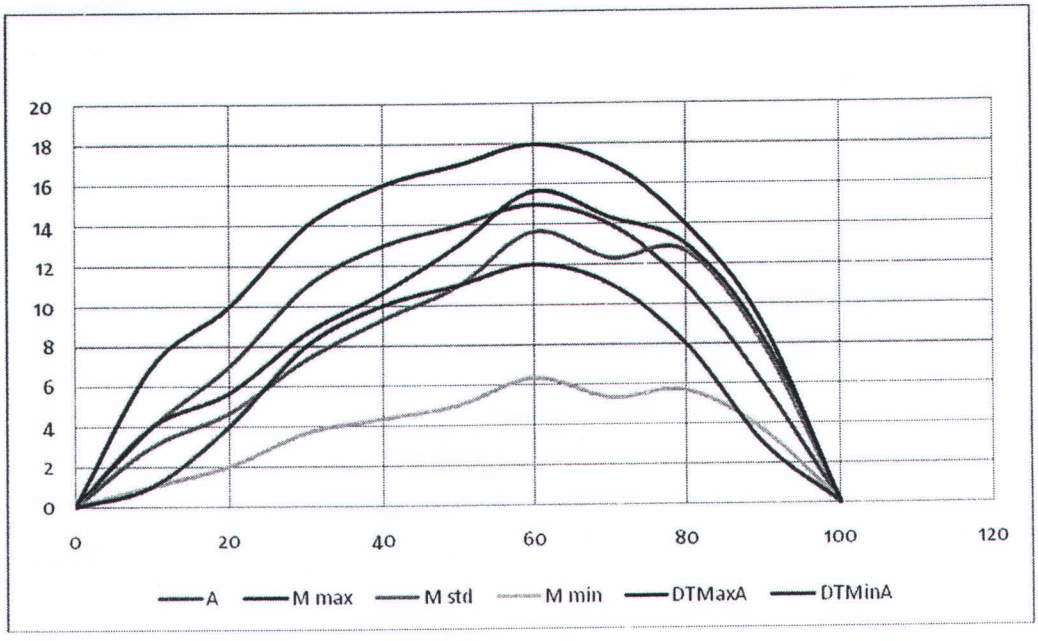
4.2.5 ค่าเม็ดสกรีนบวม (% Dot gain) และช่วงการยอมรับ

เป็นการเปรียบเทียบ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเม็ดสกรีนบวมกับ % เม็ดสกรีนต้นฉบับของค่าความดำ 3 ระดับ ของแต่ละสีได้ดังรูปที่ 4.7 - 4.10



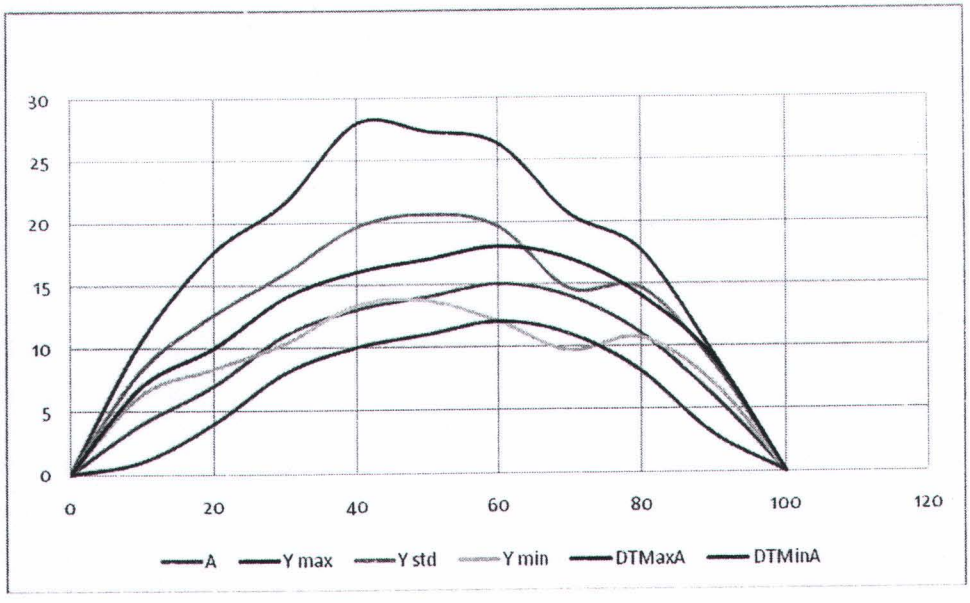
รูปที่ 4.7 แสดงค่าเม็ดสกรีนบวมของสีฟ้า (Cyan)

ค่ามาตรฐานคือไม่เกินค่า A (เส้นสีน้ำเงิน) ซึ่งจะมีค่าเม็ดสกรีนอยู่ที่ 15% และค่าเม็ดสกรีนบวมของสีฟ้า (Cyan) จะอยู่ที่ 9% (เส้นสีส้ม C std)



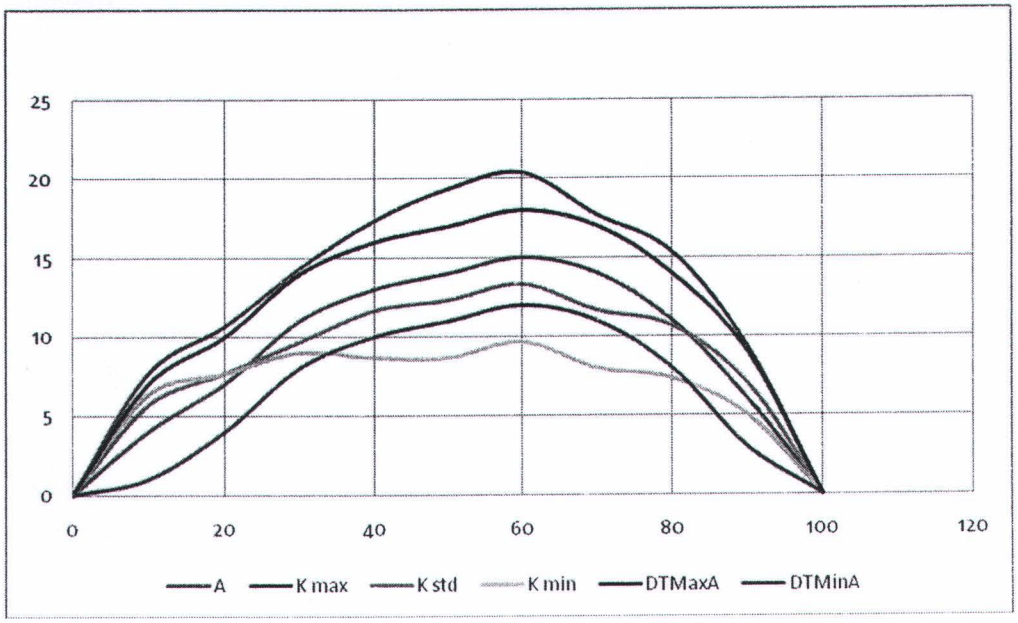
รูปที่ 4.8 แสดงค่าเม็ดสกรีนบวมของสีม่วงแดง (Magenta)

ค่ามาตรฐานคือไม่เกินค่า A (เส้นสีน้ำเงิน) ซึ่งจะมีค่าเม็ดสกรีนอยู่ที่ 15% และค่าเม็ดสกรีนบวมของสีม่วงแดง (Magenta) จะอยู่ที่ 13.9% (เส้นสีส้ม M std)



รูปที่ 4.9 แสดงค่าเม็ดสกรีนบวมของสีเหลือง (Yellow)

ค่ามาตรฐานคือไม่เกินค่า A (เส้นสีน้ำเงิน) ซึ่งจะมีค่าเม็ดสกรีนอยู่ที่ 15% และค่าเม็ดสกรีนบวมของสีเหลือง (Yellow) จะอยู่ที่ 21% (เส้นสีส้ม Y std)



รูปที่ 4.10 แสดงค่าเม็ดสกรีนบวมของสีดำ (Black)

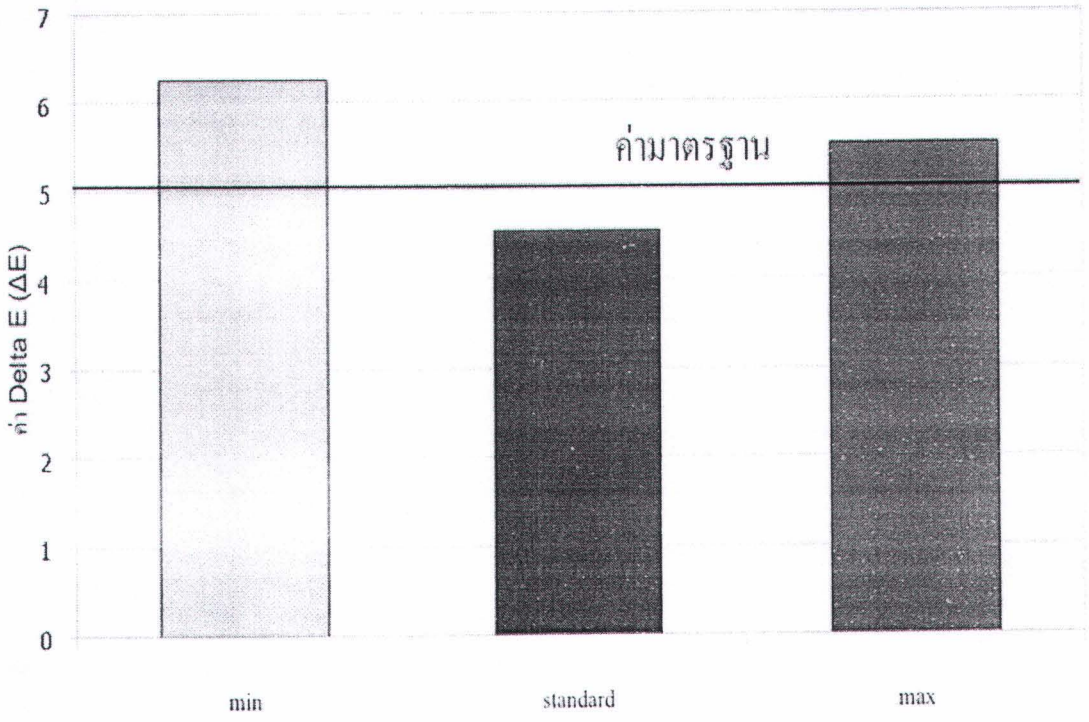
ค่ามาตรฐานคือไม่เกินค่า A (เส้นสีน้ำเงิน) ซึ่งจะมีค่าเม็ดสกรีนอยู่ที่ 15% และค่าเม็ดสกรีนบวมของสีดำ (Black) จะอยู่ที่ 13% (เส้นสีส้ม K std)

จากรูปที่ 4.7 - 4.10 แสดงค่าเม็ดสกรีนบวม (% Dot gain) กล่าวคืองานพิมพ์ที่มีค่าความดำ (Density) มาก ค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot gain) ก็จะมากตามไปด้วย ในทางเดียวกันงานพิมพ์ที่มีค่าความดำ (Density) น้อยค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot gain) ก็จะน้อยเช่นเดียวกัน ดังนั้นค่าความดำ (Density) ส่งผลต่อค่าเม็ด สกรีนบวม (Dot gain) โดยตรงดังรูป ที่ 4.7 – 4.10 สี Yellow มีค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot gain) มากที่สุด แต่ก็ยังอยู่ในค่าเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้และค่า Tone Value Increase (TVI) ที่ดีที่สุด คือ สีม่วงแดง (Magenta) และสีดำ (Black) อีกทั้งการพิมพ์บนบรรจุภัณฑ์โลหะจะไม่เกิดการซึมหมึกเหมือนกับการพิมพ์บน วัสดุรองพิมพ์พวกกระดาษจึงทำให้เปอร์เซนต์การ บวมของเม็ดสกรีนเกิดขึ้นน้อย จากรูปที่ 4.7 - 4.10 ค่า A เป็นค่ามาตรฐานและมีค่า Minimum , Standard , Maximum แตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

4.3 ผลการเปรียบเทียบค่าความดำ กับค่าความแตกต่างของสี

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าความแตกต่างสีของงานพิมพ์ที่ความดำทั้ง 3 ระดับ

ΔE_{ab} ที่ ค่าความดำระดับ Minimum	ΔE_{ab} ที่ค่าความดำระดับ Standard	ΔE_{ab} ที่ค่าความดำระดับ Maximum
6.26	4.54	5.51



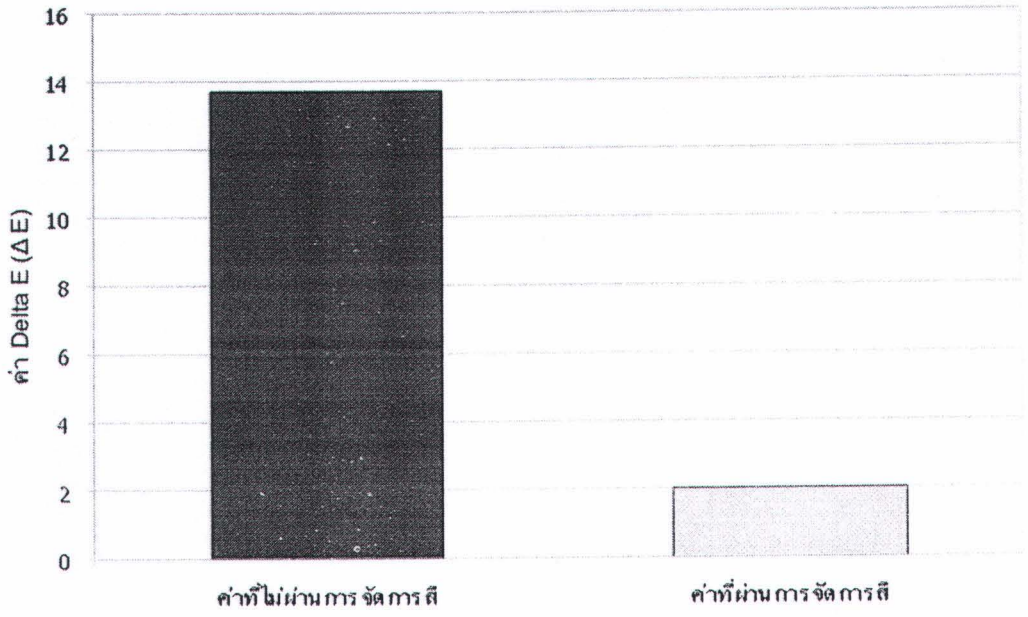
รูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดำ และค่าความแตกต่างสี

จากตารางที่ 4.3 พบว่างานพิมพ์ที่ค่าความดำ (Density) ระดับ Standard จะมีค่าความแตกต่างของสี (ΔE) น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับมาตรฐานของ FOGRA39 คือมีค่าที่ไม่เกิน 5 สามารถแสดงค่าความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4.11ซึ่งนำค่าความดำของทั้ง 3 ตัวอย่างมาเทียบกับค่าความแตกต่างสีที่วัดจาก color gamutโดยใช้โปรแกรม โปรไฟล์เมกเกอรเป็นตัววัดค่า

4.4 ผลการเปรียบเทียบค่าที่ไม่ได้จัดการสี ค่าที่ผ่านการจัดการสี

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบค่าที่ไม่ได้จัดการสีกับค่าที่ผ่านการจัดการสี

ค่าที่ไม่ได้จัดการสี	ค่าที่ผ่านการจัดการสี
13.7	2.03



รูปที่ 4.12 แสดงผลของค่าที่ได้รับการจัดการสีกับค่าที่ไม่ได้รับการจัดการสี

จากตารางที่ 4.4 พบว่างานที่ผ่านการจัดการสีด้วยซอฟต์แวร์ ORIS COLOR TUNER แล้วพิมพ์ออกทางระบบ Ink Jet พบว่าจะมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานมากที่สุดคือ 5 ส่วนค่าที่ไม่ผ่านการจัดการสีจะมีค่าที่สูงเกินขอบเขตและไม่สามารถยอมรับได้