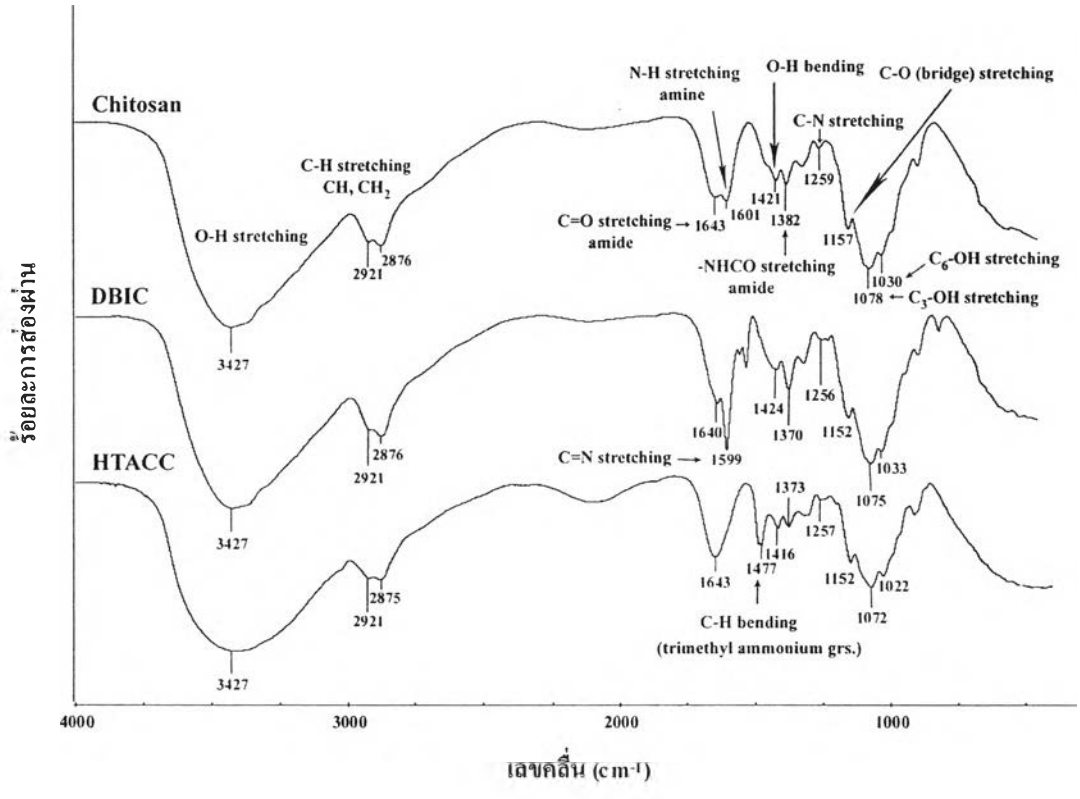
สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การหาหมู่ฟังก์ชันของไคโทซาน และไคโทซานดัดแปร

อินฟราเรดสเปกตรัมของไคโทซาน และไคโทซานดัดแปร DBIC และ HTACC แสดงดังภาพที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.1



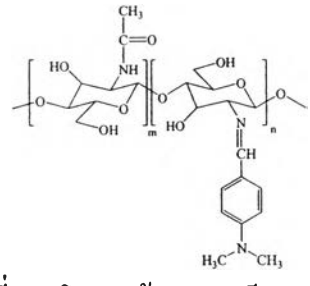
ภาพที่ 4.1 อินฟราเรดสเปกตรัมของไคโทซาน และไคโทซานดัดแปร ชนิด DBIC และ HTACC

ตารางที่ 4.1 หมู่ฟังก์ชันของไคโทซาน

เลขคลื่น (cm^{-1})	หมู่ฟังก์ชัน
3427	N-H stretching, O-H stretching
2921, 2876	C-H stretching ของหมู่ CH, CH_2
1643	C=O stretching ของหมู่แอไมด์
1601	N-H bending ของหมู่แอมีน
1421	O-H bending
1382	-NHCO stretching ของหมู่แอไมด์
1259	C-N stretching
1157	C-O (bridge) stretching
1078	C_3-OH stretching
1030	C_6-OH stretching

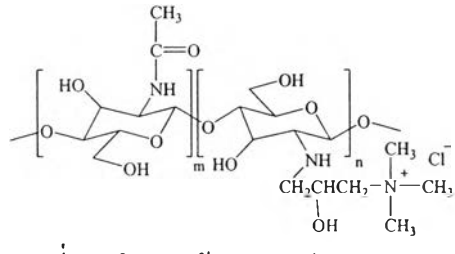
จากภาพที่ 4.1 พบพีกการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดซ้อนทับกันระหว่าง N-H stretching และ O-H stretching ของไคโทซานที่เลขคลื่น 3427 พบพีกการดูดกลืนที่ 1421 cm^{-1} เป็นผลจาก O-H bending [Sun และคณะ, 2007] ส่วนพีกที่เลขคลื่น 2921 และ 2876 cm^{-1} เป็นผลจาก C-H stretching ของหมู่ CH และ CH_2 [Huacai และคณะ, 2006] นอกจากนี้ยังพบพีกที่มีความเข้มสูงที่เลขคลื่น 1643 แสดงถึง C=O stretching ของแอไมด์ และที่เลขคลื่น 1601, 1382 และ 1259 cm^{-1} แสดงถึง N-H bending ของแอมีน, -NHCO stretching ของหมู่แอไมด์ [Zhang และคณะ, 2007] และ C-N stretching [Singh และคณะ, 2009] ตามลำดับ ส่วนพีกที่เลขคลื่น 1157 cm^{-1} แสดงถึงลักษณะเฉพาะของ C-O (bridge) stretching [Huacai และคณะ, 2006; Mun และคณะ, 2008] ของไคโทซาน นอกจากนี้ ยังพบพีกของ C_3-OH stretching และ C_6-OH stretching ที่เลขคลื่น 1078 และ 1030 cm^{-1} [Zhang และคณะ, 2007] ตามลำดับ

ไคโทซานดัดแปร DBIC มีโครงสร้างดังภาพที่ 4.2 จากสเปกตรัมของ DBIC ในภาพที่ 4.1 พบพีกใหม่ที่เลขคลื่น 1599 cm^{-1} ซึ่งเป็นผลจาก C=N stretching [Hakeim และคณะ, 2008] ของหมู่อิมิโน (imino group) ในไคโทซานดัดแปร DBIC ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างหมู่แอมิโนของไคโทซานกับหมู่แอลดีไฮด์ของไดเมทิลแอมิโนเบนซัลดีไฮด์ จึงยืนยันได้ว่า สารที่สังเคราะห์ได้ คือ ไคโทซานดัดแปร DBIC



ภาพที่ 4.2 โครงสร้างทางเคมีของ DBIC

ไคโทซานดัดแปรชนิด HTACC มีโครงสร้างดังภาพที่ 4.3 จากสเปกตรัมของ HTACC ในภาพที่ 4.1 ไม่พบพีกที่เลขคลื่น 1601 cm^{-1} (N-H bending ของหมู่แอมิโน ($-NH_2$)) เนื่องจากไม่มีหมู่แอมิโนในโครงสร้างของ HTACC นอกจากนี้ ยังพบการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นที่เลขคลื่น 1477 cm^{-1} [Kim และคณะ, 2003] ซึ่งเป็นผลจาก C-H bending ของหมู่ไตรเมทิลแอมโมเนียม (trimethylammonium groups, $-N^{+}(CH_3)_3$) จึงยืนยันได้ว่า สารที่สังเคราะห์ได้ คือ ไคโทซานดัดแปร HTACC



ภาพที่ 4.3 โครงสร้างทางเคมีของ HTACC

4.2 ขอบเขตสี (color gamut)

ขอบเขตสีของผ้าพอลิเอสเตอร์ที่พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตฐานสารสี 7 สี แสดงในปริภูมิสี L*a*b* พบว่า ผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าเมื่อพิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตแล้วนำไปอบไอน้ำ ขอบเขตสีของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ก่อนและหลังอบไอน้ำไม่แตกต่างกันดังแสดงในภาพที่ 4.4 (ก) – (ค) การปรับสภาพผิวผ้าพอลิเอสเตอร์ก่อนพิมพ์ด้วยสารละลายไคโทซานให้ขอบเขตสีของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ก่อนและหลังอบไอน้ำไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.4 (ง) – (ฉ) นอกจากนี้ยังพบว่า สารละลายไคโทซานให้ขอบเขตสีใกล้เคียงกับผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า แต่ช่วงโทนสีแดงเหลืองไคโทซานให้ขอบเขตสีกว้างกว่าเล็กน้อย ดังแสดงในภาพที่ 4.5

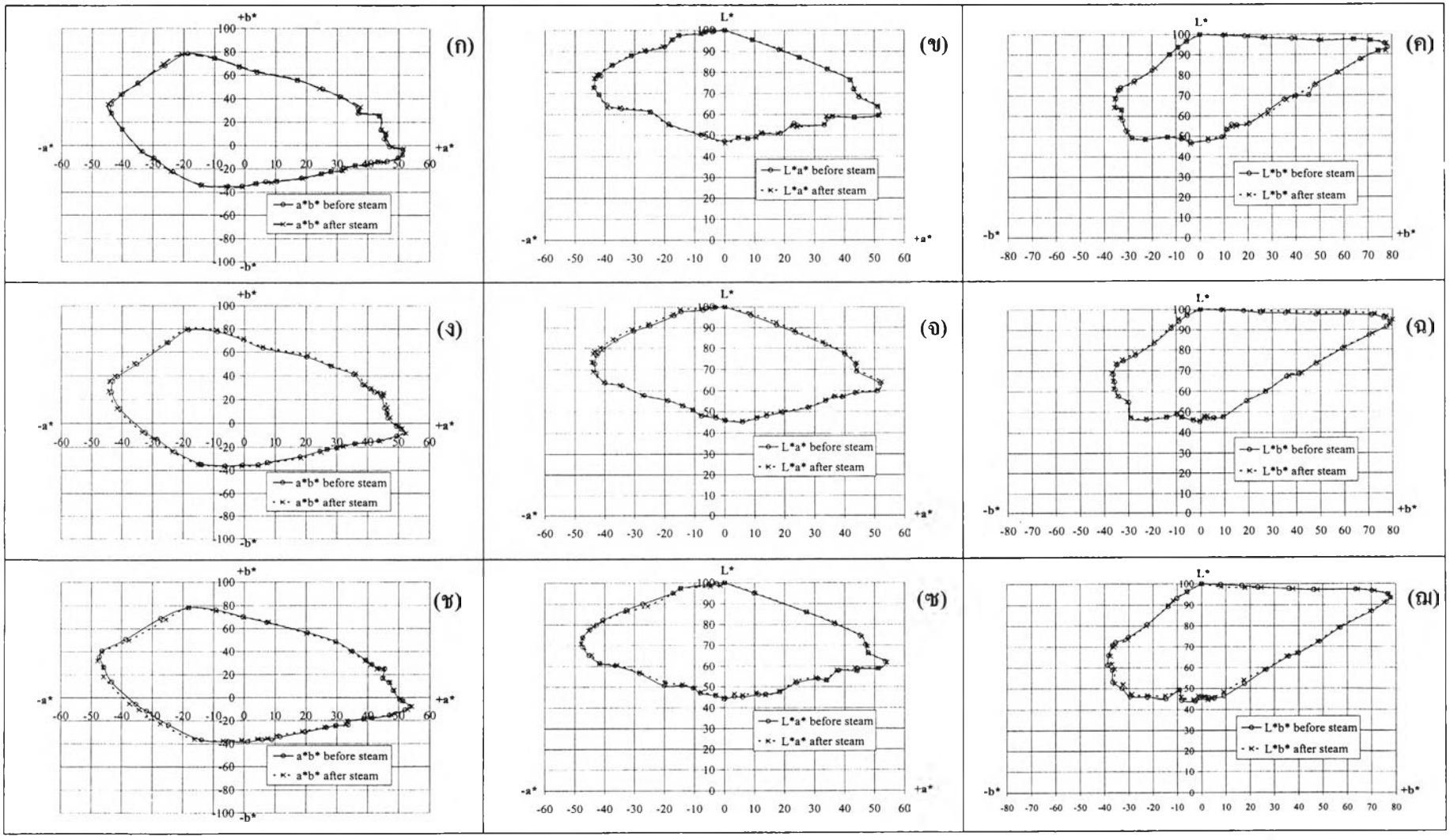
ขอบเขตสีของผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าพบว่า ไคโทซานให้ขอบเขตสีที่ช่วงโทนสีแดงเหลืองกว้างกว่าเพียงเล็กน้อยดังภาพที่ 4.5 ก. จึงนำค่าสีที่ตำแหน่ง D6 (สีส้ม) มาหาค่าความแตกต่างสี (color different, ΔE) ดังแสดงในตารางที่ 4.2 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างสีระหว่างผ้าที่ไม่ผ่านการปรับ

I 96844757

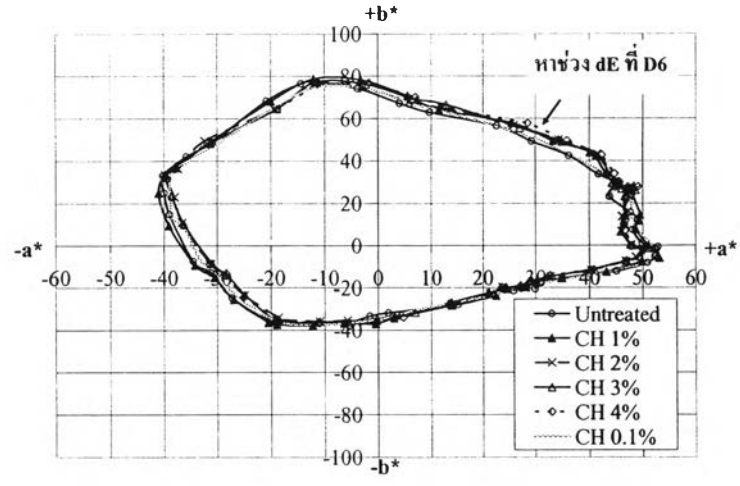
สภาพผิวผ้า และผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า มีค่าความแตกต่างสีมีค่ามากกว่า 2.5 ขึ้นไป ซึ่ง Habelkost [2007] กล่าวว่า ความแตกต่างสีที่มีค่าน้อยสุดที่นัยน์ตามนุษย์สามารถสังเกตเห็นความแตกต่างของสีได้มีค่าเท่ากับ 1 ดังนั้น ผ้าพอลิเอสเตอร์เมื่อนำมาปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1-4 มีความแตกต่างสีที่ตามนุษย์สามารถสังเกตเห็นความแตกต่างได้ในตำแหน่งสีส้ม โดยค่า a* ของผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานมีค่าเป็นบวกมากขึ้น จึงแสดงความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น ค่า b* ของผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานมีค่าเป็นบวกมากขึ้น จึงแสดงความเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น และผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้ค่าความสว่างลดลง โดยผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้ามีค่าความสว่างสูงสุด

ตารางที่ 4.2 ค่าความแตกต่างสีที่ตำแหน่ง D6 ของผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นต่าง ๆ

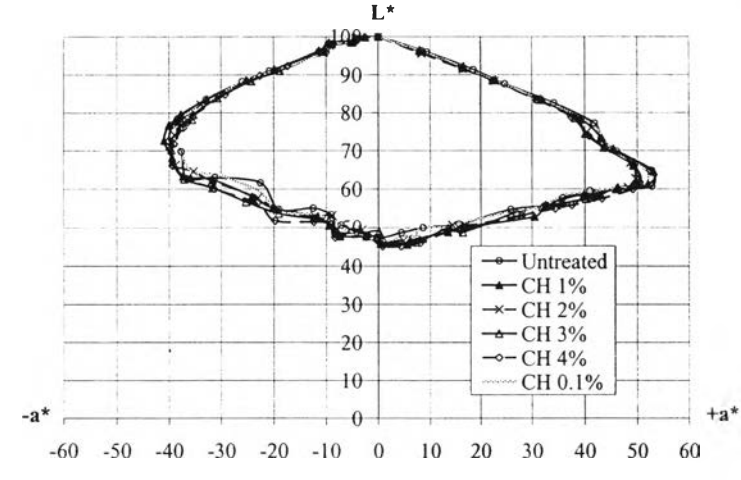
ผ้าพอลิเอสเตอร์		L*	a*	b*	ΔE
ไม่ปรับสภาพผิว	ปรับสภาพด้วยไคโทซานร้อยละ				
ผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้า		76.84	29.32	49.23	0.00
	0.1	75.17	32.62	47.60	4.04
	1	74.98	33.33	49.42	4.43
	2	74.24	34.26	49.96	5.64
	3	73.79	35.01	49.02	6.46
	4	73.33	35.89	49.57	7.46



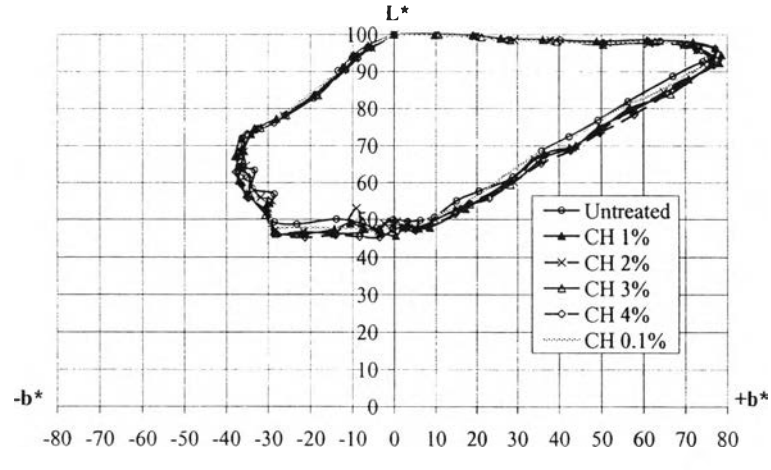
ภาพที่ 4.4 ขอบเขตสีที่แสดงในปริภูมิสี L*a*b* ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า (ก) – (ค) ผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 1 (ง) – (ฉ) และปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีน ความเข้มข้นร้อยละ 5 (ช) – (ฌ) ก่อนและหลังอบไอน้ำ



ก. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สี a* กับค่าสัมประสิทธิ์สี b*



ข. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่างกับค่าสัมประสิทธิ์สี a*

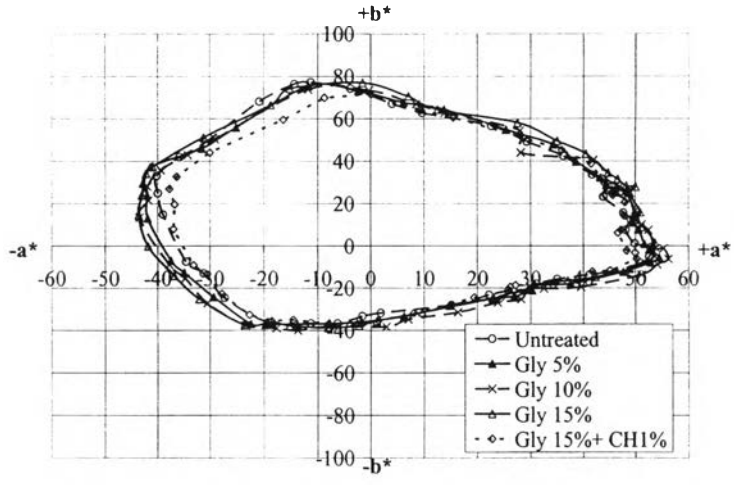


ค. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่างกับค่าสัมประสิทธิ์สี b*

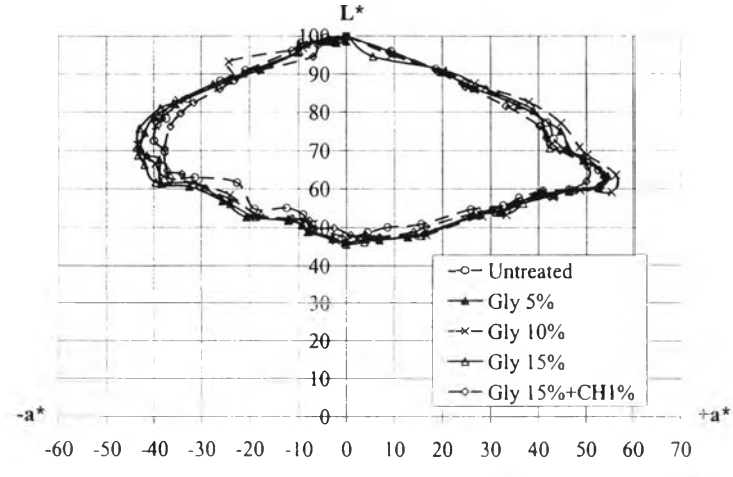
ภาพที่ 4.5 ขอบเขตสีที่แสดงในปริภูมิสี L*a*b* ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นต่าง ๆ และผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าหลังอบไอน้ำ

ผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตที่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนพบว่า ให้ขอบเขตสีของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ก่อนและหลังอบไอน้ำไม่แตกต่างกัน(ภาพที่ 4.4 (ช)–(ฌ)) อย่างไรก็ดี การปรับสภาพผิวผ้าพอลิเอสเตอร์ก่อนพิมพ์ด้วยสารละลายไกลซีนนั้น ทำให้ขอบเขตสีกว้างกว่าผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า งานพิมพ์มีสีสันสดใสและสีเข้มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ไกลซีนให้โทนสีดีขึ้นในโทนสีเขียว เหลืองและสีส้มดังแสดงในภาพที่ 4.6

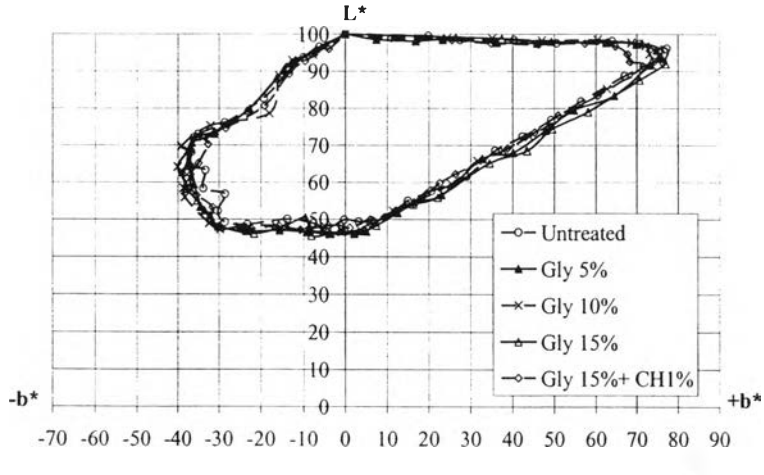
เมื่อเปรียบเทียบการปรับสภาพผิวผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยสารละลายผสมของไคโทซานกับไกลซีนพบว่า ขอบเขตสีที่ได้ใกล้เคียงกับสารละลายไคโทซาน แต่เมื่อเทียบกับสารละลายไกลซีนพบว่า ขอบเขตสีที่ได้แคบลงดังแสดงในภาพที่ 4.7



ก. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สี a* กับค่าสัมประสิทธิ์สี b*

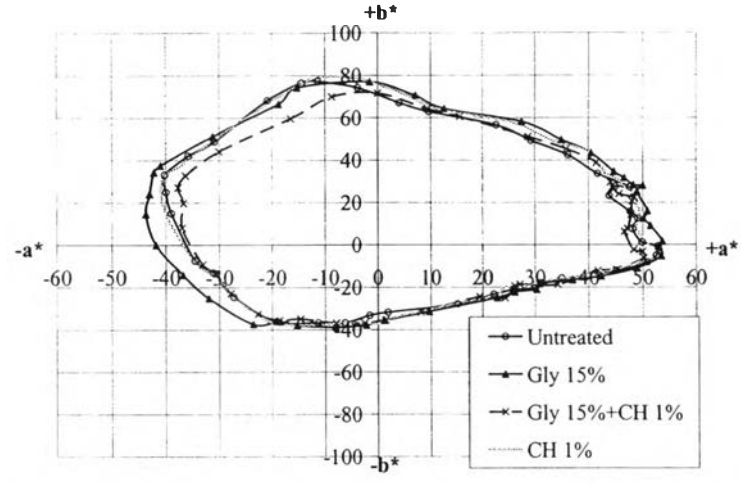


ข. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง L*กับค่าสัมประสิทธิ์สี a*

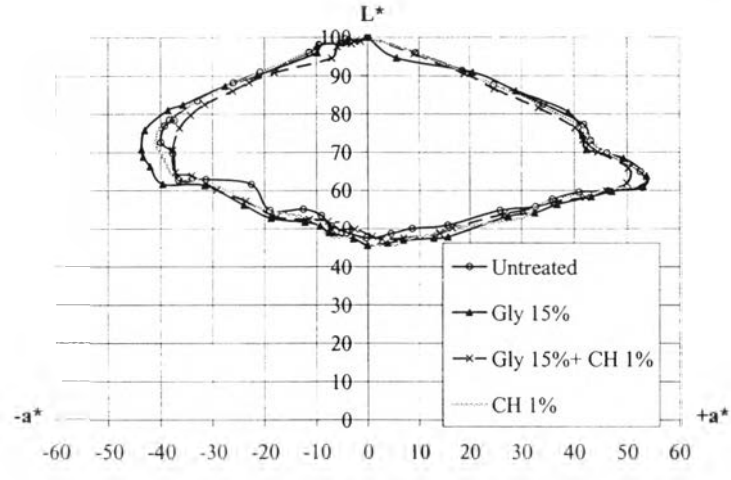


ค. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง L* กับค่าสัมประสิทธิ์สี b*

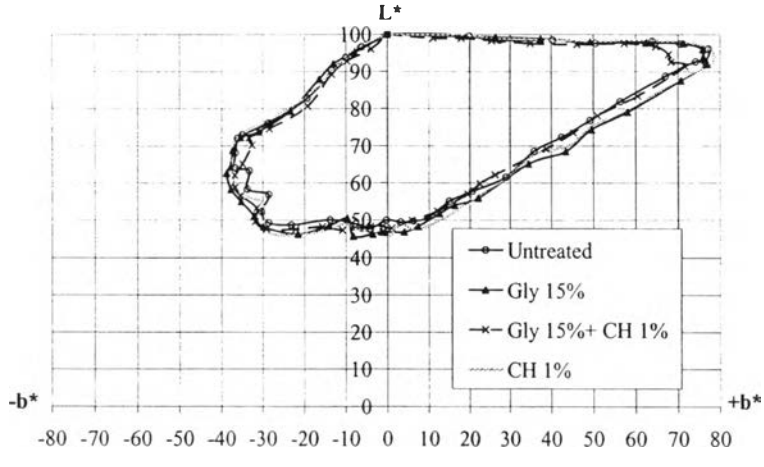
ภาพที่ 4.6 ขอบเขตสีที่แสดงในปริภูมิสี L*a*b* ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นต่าง ๆ และสารละลายไกลซีนผสมไคโทซาน และผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าหลังอบไอน้ำ



ก. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สี a* กับค่าสัมประสิทธิ์สี b*



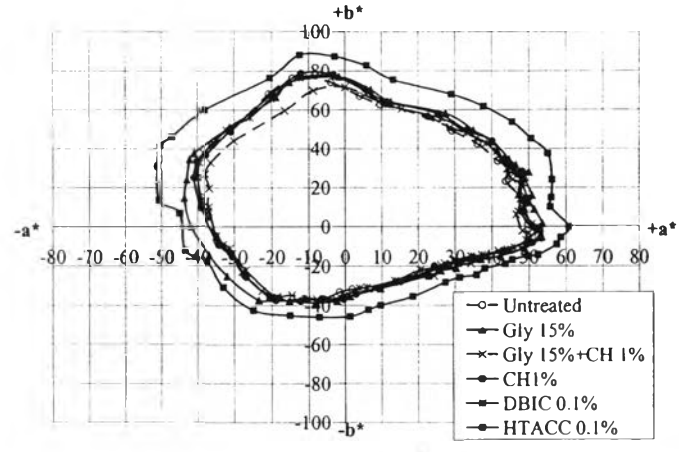
ข. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง L* กับค่าสัมประสิทธิ์สี a*



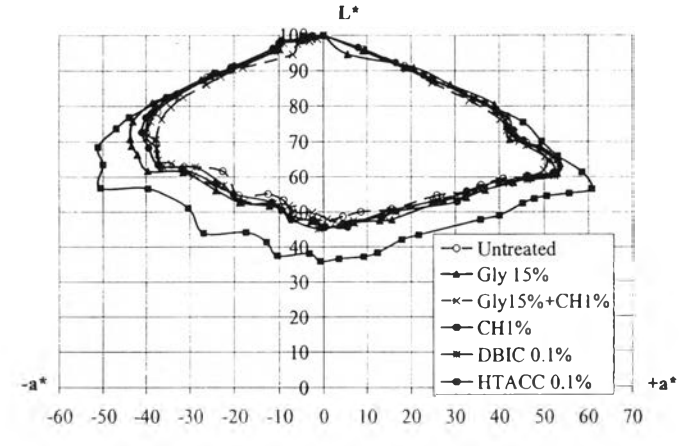
ค. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง L* กับค่าสัมประสิทธิ์สี b*

ภาพที่ 4.7 ขอบเขตสีที่แสดงในปริภูมิสี L*a*b* ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15 และสารละลายผสมไคโทซานกับไกลซีน สารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 1 และผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าหลังอบไอน้ำ

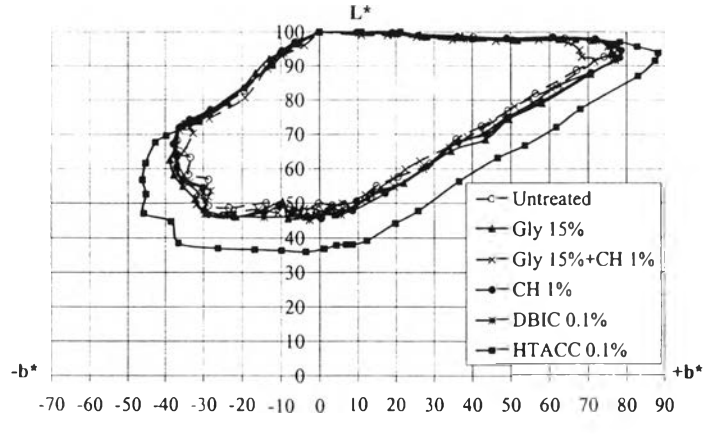
เมื่อเปรียบเทียบการปรับสภาพผิวผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยไคโทซานดัดแปร 2 ชนิด คือ สารละลายของไคโทซานดัดแปร DBIC (ที่มีการเติมหมู่แอโรมาติกที่มีหมูแอมิโนของและพันธะคู่เข้าสู่โมเลกุลของไคโทซาน) และ HTACC (ไคโทซานดัดแปรที่มีประจุบวกและสามารถละลายได้ในน้ำ) โดยใช้ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก กับสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 1 และสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก พบว่า สารปรับสภาพผิวผ้าไคโทซานดัดแปร DBIC เมื่อใช้กับผ้าพอลิเอสเตอร์ให้ขอบเขตสีที่ใกล้เคียงกับผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้า โดยมีบางบริเวณที่ขอบเขตสีกว้างกว่าผ้าไม่ปรับสภาพเพียงเล็กน้อย แต่ให้ขอบเขตสีที่แคบกว่าสารละลายไคโทซานและสารปรับสภาพอื่น ๆ ในขณะที่สารละลายของไคโทซานดัดแปร HTACC ให้ขอบเขตสีที่กว้างขึ้นอย่างมากมายเมื่อเทียบกับสารละลายอื่น ๆ ถึงแม้ว่าจะใช้ความเข้มข้นที่น้อยกว่ามาก เพียงร้อยละ 0.1 ก็ตาม ดังแสดงในภาพที่ 4.8 และจากภาพที่ 4.9 เมื่อเปรียบเทียบการปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานดัดแปร 2 ชนิด กับสารละลายไคโทซานที่ความเข้มข้นเท่ากัน คือ ร้อยละ 0.1 พบว่า การปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซาน และไคโทซานดัดแปร DBIC ให้ขอบเขตสีใกล้เคียงกับผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิว ส่วนไคโทซานดัดแปร HTACC ให้ขอบเขตสีกว้างสุด จากผลการทดลองนี้ สรุปได้ว่า สารละลายไคโทซานดัดแปร HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก เป็นสารที่สามารถใช้เพิ่มขอบเขตสีของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตได้ดีที่สุดในกลุ่มสารที่ใช้ทดสอบทั้งหมด



ก. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สี a* กับค่าสัมประสิทธิ์สี b*

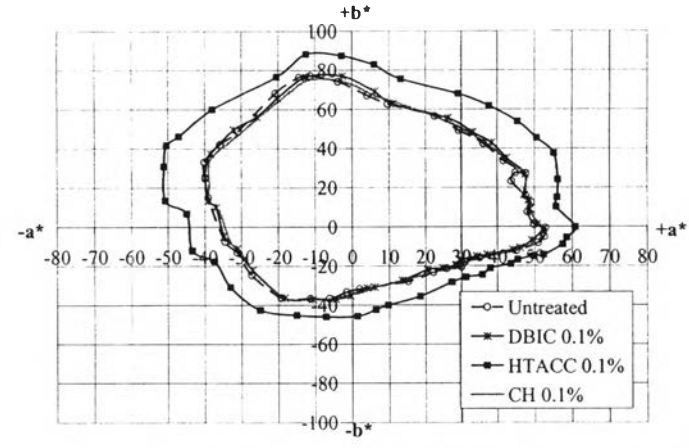


ข. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง L* กับค่าสัมประสิทธิ์สี a*

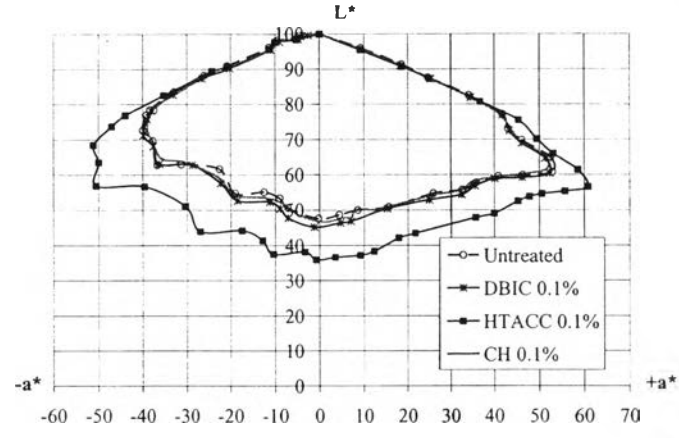


ค. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง L* กับค่าสัมประสิทธิ์สี b*

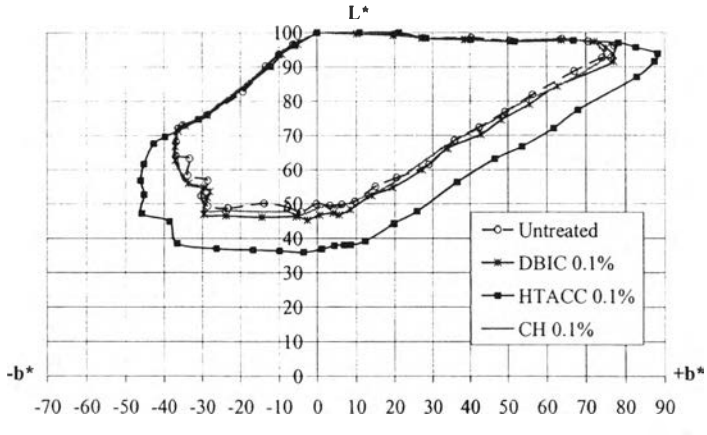
ภาพที่ 4.8 ขอบเขตสีที่แสดงในปริภูมิสี L*a*b* ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15 สารละลายผสมไกลซีนไดโทซาน สารละลายไดโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 สารละลาย DBIC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 สารละลาย HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าหลังอบไอน้ำ



ก. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สี a* กับค่าสัมประสิทธิ์สี b*



ข. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง L* กับค่าสัมประสิทธิ์สี a*

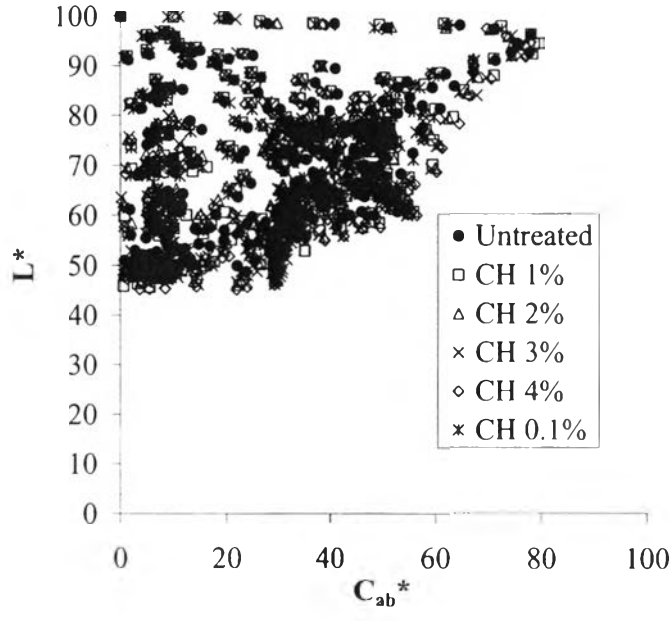


ค. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง L* กับค่าสัมประสิทธิ์สี b*

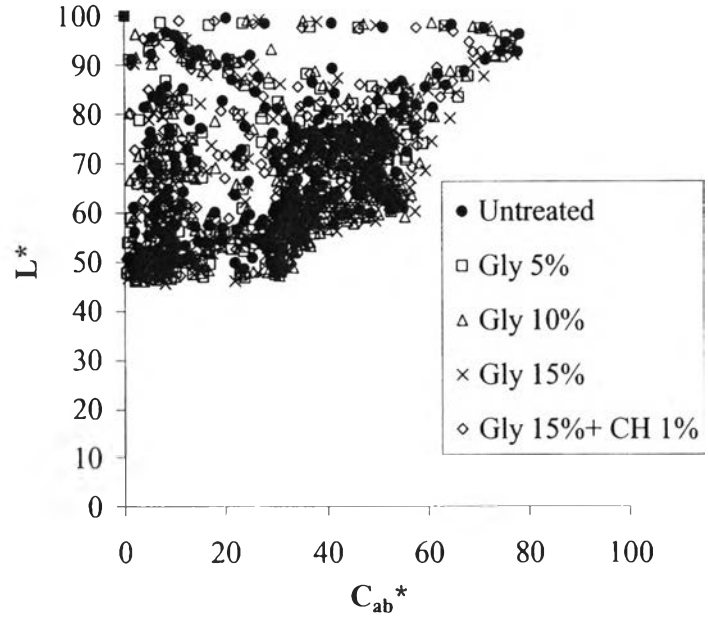
ภาพที่ 4.9 ขอบเขตสีที่แสดงในปริภูมิสี L*a*b* ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.1 สารละลายไคโทซานดัดแปรชนิด DBIC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 สารละลายไคโทซานดัดแปรชนิด HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าหลังอบไอน้ำ

4.3 ความอิ่มตัวสี (color saturation)

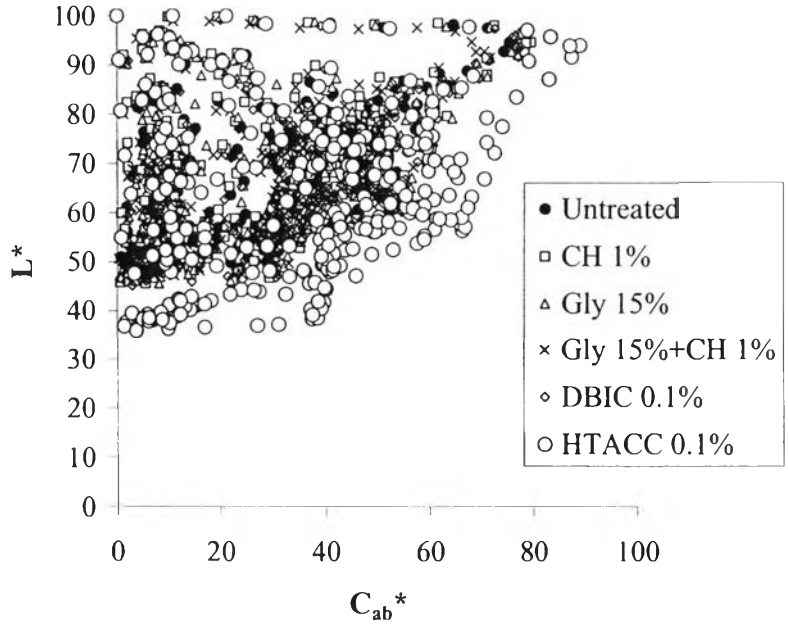
ความอิ่มตัวสีหาได้จากค่า C^*_{ab} (chroma) ในระบบสี L*C*h* โดยศึกษาเปรียบเทียบในแต่ละค่าความสว่าง L* (lightness) เมื่อค่า a* และหรือ b* ของสีเพิ่มมากขึ้น ความอิ่มตัวสี (C^*_{ab}) มีค่าสูงขึ้น ซึ่งความอิ่มตัวสีของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายชนิดต่าง ๆ สามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์ของค่าความเป็นสีที่ความสว่างต่าง ๆ ดังแสดง ในภาพที่ 4.10-4.12



ภาพที่ 4.10 ค่าความสว่างและค่าความอิ่มตัวสีของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า และผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นต่าง ๆ



ภาพที่ 4.11 ค่าความสว่างและค่าความอิ่มตัวสีของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า และผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ และสารละลายผสมไกลซีนกับไคโทซาน



ภาพที่ 4.12 ค่าความสว่างและค่าความอิ่มตัวสีของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้า และที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซาน ไกลซีน สารละลายผสมไกลซีนกับไคโทซาน และสารละลายไคโทซานดัดแปร DBIC และ HTACC

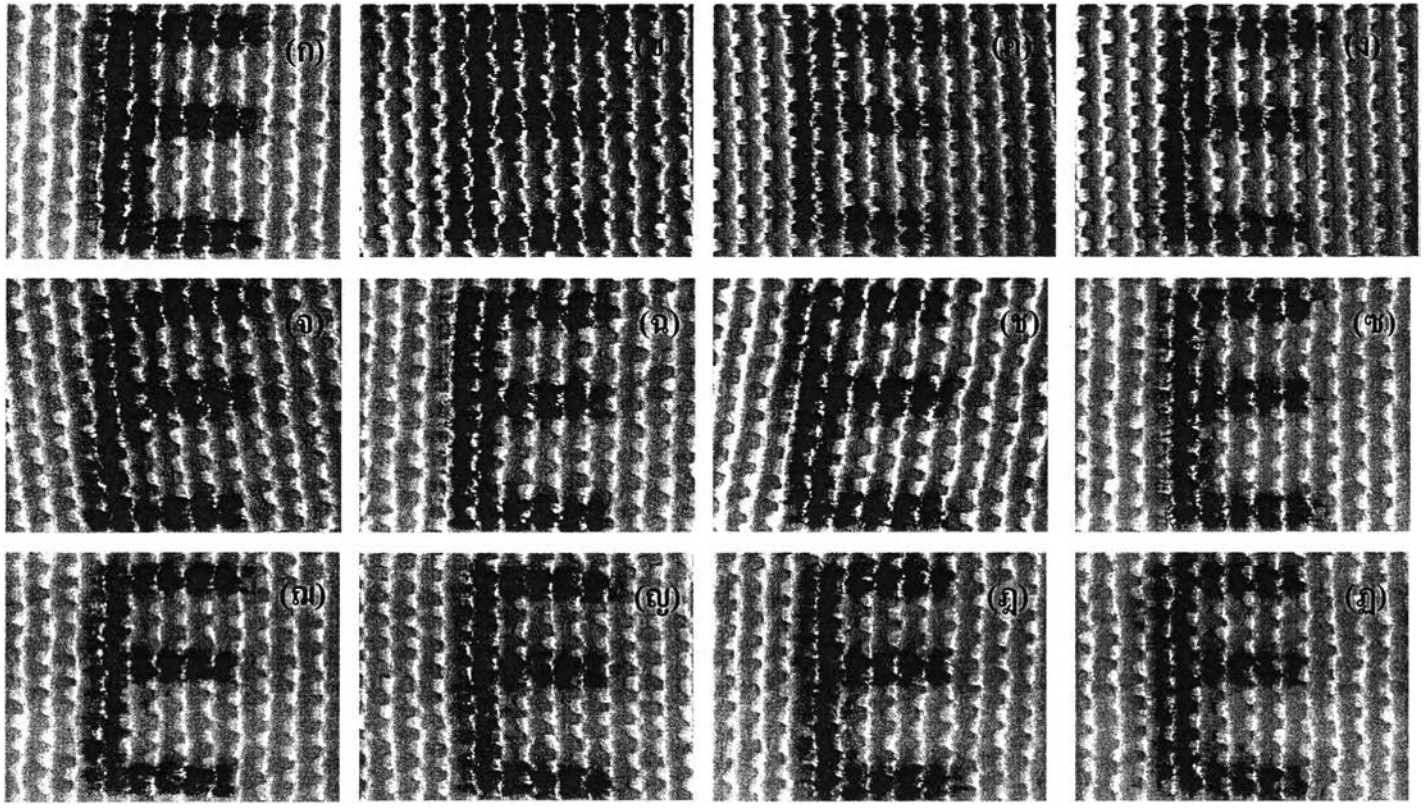
การปรับสภาพผิวผ้าพอลิเอสเตอร์ก่อนพิมพ์ช่วยเพิ่มความอิ่มตัวสีในทุก ๆ ค่าความสว่าง และช่วยให้ผลิตสีที่มีความสว่างต่ำ ๆ หรือสีเข้มได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้า เห็นได้จากการกระจายตัวของจุดข้อมูลบนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่างและค่าความอิ่มตัวสี ในการผลิตสีที่ดี ภาพความสัมพันธ์ที่ได้จะมีจุดกระจายทั่วพื้นที่อย่างสม่ำเสมอและกว้าง หรือสามารถผลิตสีได้ในทุกค่าความสว่าง (กระจายตัวออกในแนวตั้ง) และสามารถผลิตสีได้ตั้งแต่ความอิ่มตัวต่ำจนถึงความอิ่มตัวสูง (กระจายตัวออกในแนวนอน)

การปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานพบว่า ความอิ่มตัวของสีเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของไคโทซานในสารละลายพบว่า ความอิ่มตัวของสีที่ได้ใกล้เคียงกันดังแสดงในภาพที่ 4.10 จากภาพที่ 4.11 พบว่า เมื่อปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีน ความอิ่มตัวของสีเพิ่มขึ้นมากกว่าเมื่อใช้สารละลายไคโทซาน และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของไกลซีนเป็นร้อยละ 15 ความอิ่มตัวสีเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน นอกจากนี้พบว่า การใช้สารละลายผสมไคโทซานกับไกลซีนให้ความอิ่มตัวสีไม่แตกต่างจากการใช้ไคโทซานเพียงอย่างเดียว

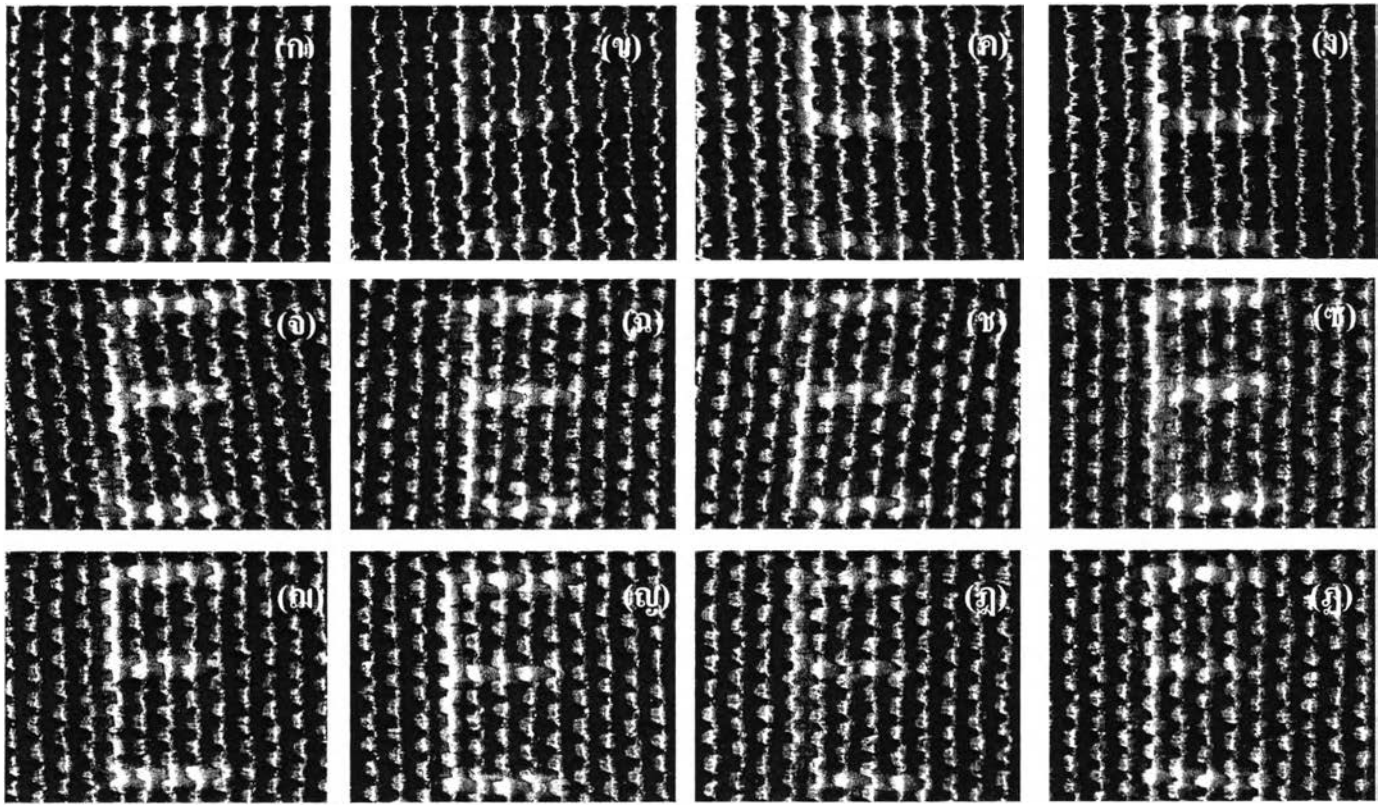
การปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานดัดแปร DBIC และ HTACC พบว่า HTACC นอกจากให้ขอบเขตสีที่กว้างที่สุด ยังให้ความอิ่มตัวสีเพิ่มขึ้นมากที่สุดและเพิ่มขึ้นมากกว่าใช้ไกลซีนร้อยละ 15 ดังแสดงในภาพที่ 4.12 ขณะที่ DBIC ให้ผลใกล้เคียงกับไคโทซาน

4.4 ความคมชัดของงานพิมพ์ (sharpness)

ความคมชัดของงานพิมพ์ผ้าพอลิเอสเตอร์พิจารณาจากลักษณะของตัวอักษรชนิดพอซิทิฟ (อักษรสีดำบนพื้นขาว) และเนกาทิฟ (อักษรสีขาวบนพื้นดำ) ขนาด 10 พอยต์ ดังแสดงในภาพที่ 4.13-4.14



ภาพที่ 4.13 ลักษณะของตัวอักษรชนิดพอซิทิฟบนผ้าพอลิเอสเตอร์ (ก) ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า (ข) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 0.1 (ค) ปรับสภาพผิวผ้าด้วย DBIC ร้อยละ 0.1 (ง) ปรับสภาพผิวผ้าด้วย HTACC ร้อยละ 0.1 (จ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 1 (ฉ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 2 (ช) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 3 (ซ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 4 (ฌ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 5 (ญ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 10 (ฎ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 15 (ฏ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนผสมไคโทซาน



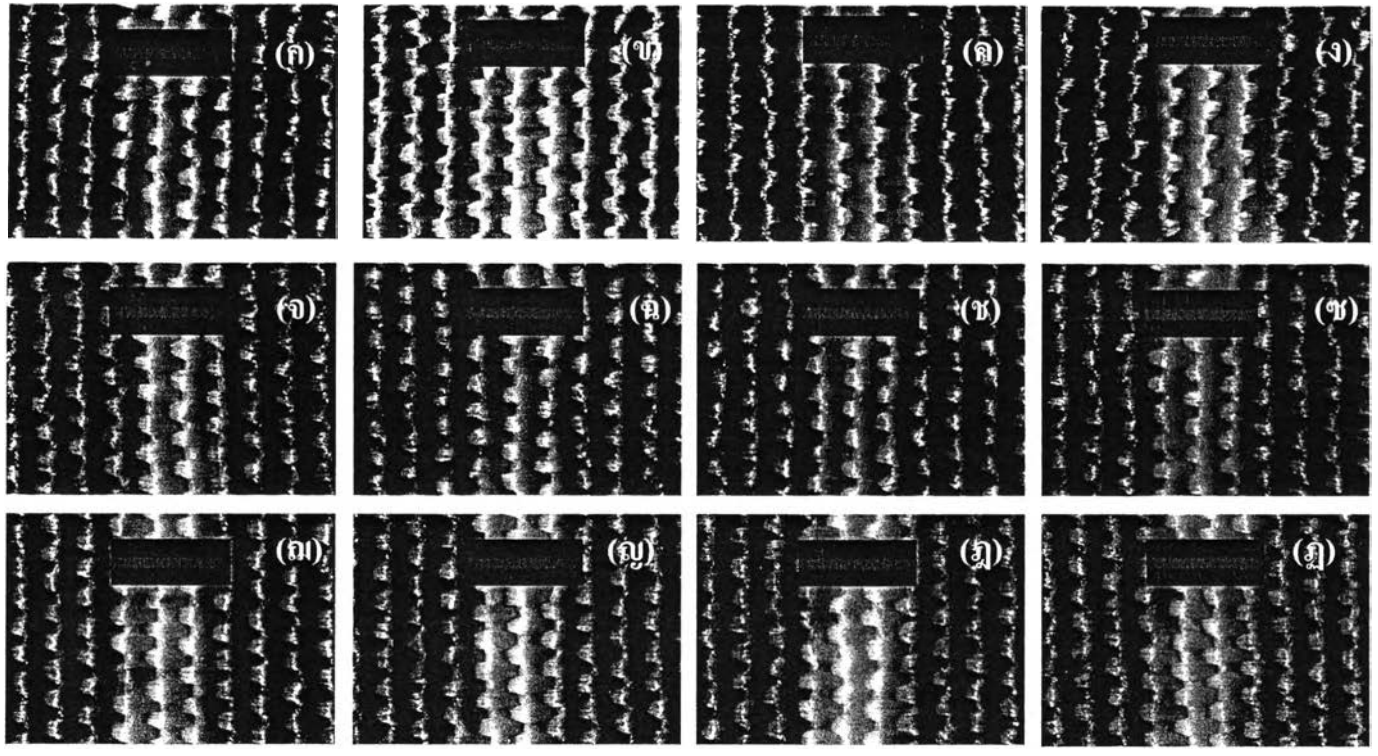
ภาพที่ 4.14 ลักษณะของตัวอักษรชนิดเนกาทิฟบนผ้าพอลิเอสเตอร์ (ก) ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า (ข) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 0.1 (ค) ปรับสภาพผิวผ้าด้วย DBIC ร้อยละ 0.1 (ง) ปรับสภาพผิวผ้าด้วย HTACC ร้อยละ 0.1 (จ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 1 (ฉ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 2 (ช) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 3 (ซ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 4 (ฌ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 5 (ญ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 10 (ฎ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 15 (ฏ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนผสมไคโทซาน

ผลการทดลองความคมชัดของตัวอักษรชนิดพอซิทิฟ แสดงดังภาพที่ 4.13 เมื่อตรวจดูด้วยตาเปล่าพบว่า ผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้ามีขนาดตัวอักษรใหญ่กว่าเมื่อเทียบกับตัวอักษรของผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายต่าง ๆ เนื่องจากผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวเกิดจากการซึมออกของหมึกพิมพ์ได้ง่ายกว่า เมื่อเปรียบเทียบการปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซาน และสารละลายไคโทซานดัดแปร DBIC และ HTACC ที่ความเข้มข้นเท่ากันที่ร้อยละ 0.1 พบว่าสารละลายไคโทซานให้ความคมชัดน้อยกว่าไคโทซานดัดแปร DBIC ส่วน HTACC ให้ตัวอักษรคมชัดมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ไคโทซานดัดแปร DBIC ให้ความคมชัดมากกว่าผ้าไม่ปรับสภาพผิวผ้า ในขณะที่ผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานมีตัวอักษรขนาดใหญ่ใกล้เคียงกับผ้าไม่ปรับสภาพผิวผ้า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายไคโทซานเป็นร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 พบว่า คมชัดของตัวอักษรเพิ่มขึ้นกว่าใช้ไคโทซานที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 แต่ขนาดตัวอักษรใกล้เคียงกันเมื่อใช้ไคโทซานร้อยละ 1-4 และใกล้เคียงกับผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้า แต่เมื่อปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนพบว่า ตัวอักษรมีความคมชัดกว่าผ้าไม่ปรับสภาพผิวผ้า ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายผสมไกลซีนกับไคโทซาน

ผลการทดลองความคมชัดของตัวอักษรชนิดเนกาทิฟ ดังภาพที่ 4.14 พบว่า ผ้าไม่ปรับสภาพผิวผ้าและผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.1 อ่านออกได้ยาก ตัวอักษรไม่ชัดเจน เนื่องจากหมึกพิมพ์บริเวณพื้นดำซึมเข้าสู่บริเวณตัวอักษรสีขาว เมื่อปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานและไคโทซานดัดแปร DBIC และ HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 พบว่า ตัวอักษรมีขนาดใหญ่ มองเห็นชัดเจนขึ้น สามารถอ่านออกได้ โดยเฉพาะสารละลายไคโทซานดัดแปร HTACC ให้ตัวอักษรที่คมชัดกว่าสารปรับสภาพผิวผ้าชนิดอื่น และเมื่อปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 หรือ สารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 5, 10 และ 15 หรือ สารละลายผสมไกลซีนกับไคโทซาน พบว่า ตัวอักษรมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าผ้าไม่ปรับสภาพผิว โดยไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 10 ให้ความคมชัดมากกว่าไกลซีนผสมไคโทซาน และไกลซีนความเข้มข้นอื่น ๆ

4.5 การซึมเข้าหากันของสีหมึกพิมพ์ (inter-color bleeding)

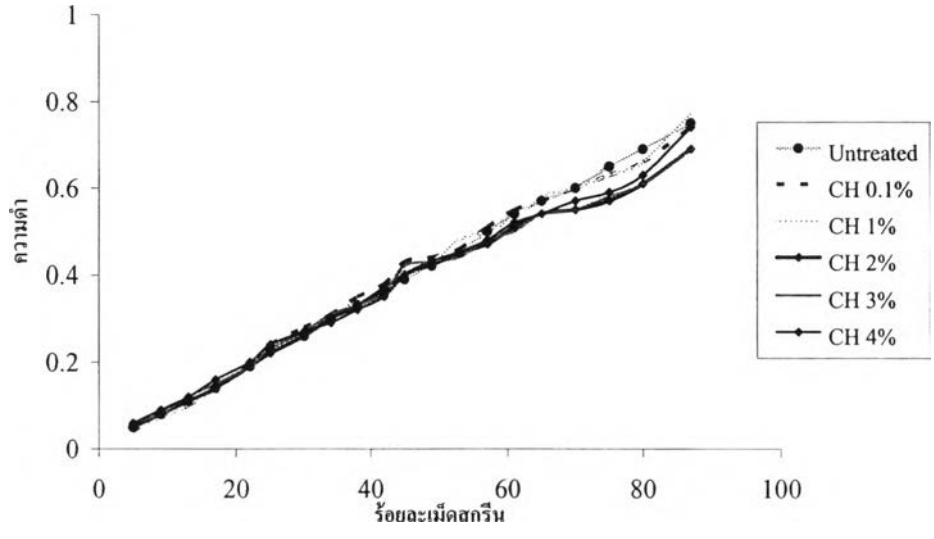
การซึมเข้าหากันของหมึกพิมพ์บนผ้าพอลิเอสเตอร์ทั้งที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าและปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารชนิดต่าง ๆ ดูได้จากการขยายหรือการหดเข้าของเส้นสีเหลืองขนาด 1 มิลลิเมตร บนพื้นทึบสีดำ ภาพการซึมเข้าหากันของหมึกพิมพ์ได้แสดงในภาพที่ 4.15 พบว่า HTACC ทำให้การซึมเข้าหากันของหมึกพิมพ์เกิดน้อยที่สุด ไคโทซานให้ผลดีเป็นอันดับสอง ไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.1 เกิดการซึมเข้าหากันของหมึกพิมพ์มากกว่าไคโทซานที่ความเข้มข้นอื่น ๆ ไกลซีนผสมกับไคโทซานให้ผลดีกว่าไกลซีน ในขณะที่ DBIC มีการซึมเข้าหากันมากที่สุดในกลุ่มสารที่ใช้ทดลอง



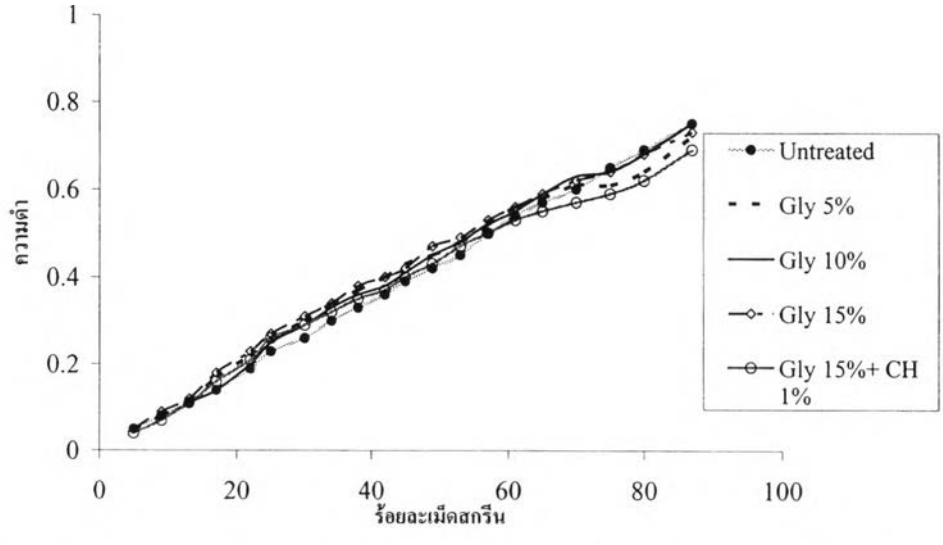
ภาพที่ 4.15 การซึมเข้าหากันของหมึกพิมพ์บนผ้าพอลิเอสเตอร์ (ก) ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า (ข) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 0.1 (ค) ปรับสภาพผิวผ้าด้วย DBIC ร้อยละ 0.1 (ง) ปรับสภาพผิวผ้าด้วย HTACC ร้อยละ 0.1 (จ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 1 (ฉ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 2 (ช) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 3 (ซ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไคโทซานร้อยละ 4 (ฌ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 5 (ญ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 10 (ฎ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนร้อยละ 15 (ฏ) ปรับสภาพผิวผ้าด้วยไกลซีนผสมไคโทซาน

4.6 การผลิตน้ำหนักสีต่อเนื่อง (tone reproduction)

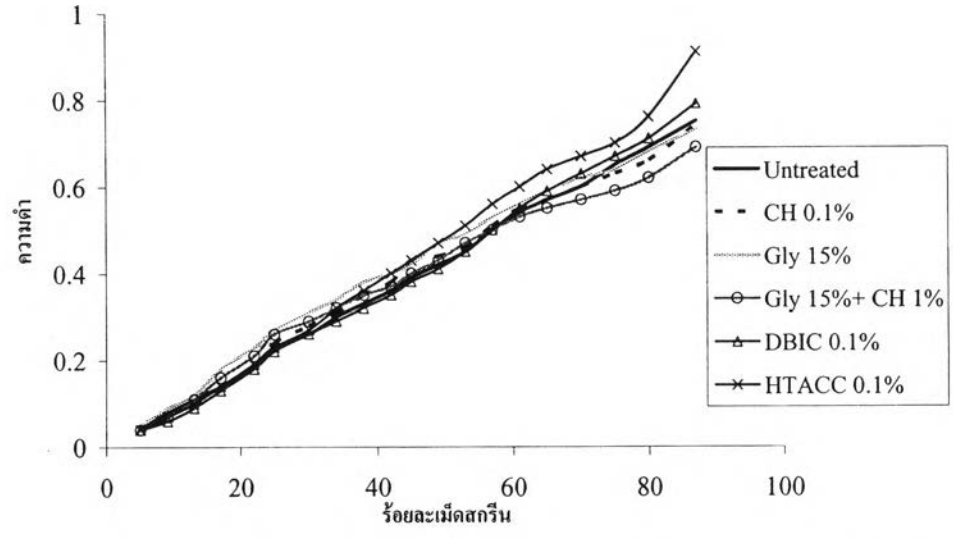
การผลิตน้ำหนักสีต่อเนื่องพิจารณาจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดำ (density) กับปริมาณร้อยละเม็ดสกรีน (% screen) พบว่า ค่าร้อยละเม็ดสกรีนเพิ่มขึ้นค่าความดำจะเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการผลิตน้ำหนักสีต่อเนื่องระหว่างผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้ากับกลุ่มผ้าที่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานและไกลซีนแสดงดังภาพที่ 4.16-4.18



ภาพที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดำกับค่าร้อยละเม็ดสกรีนของผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้ากับกลุ่มผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นต่าง ๆ



ภาพที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดำกับค่าร้อยละเม็ดสกรีนของผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้ากับกลุ่มผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นต่าง ๆ



ภาพที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดำกับค่าร้อยละเม็ดสกรีนของผ้าพอลิเอสเตอร์ของผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้าและที่ปรับสภาพด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.1 สารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15 สารละลายผสมไคโทซานกับไกลซีน สารละลายไคโทซานดัดแปร DBIC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1

จากภาพที่ 4.16 การปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานพบว่า มีการผลิตน้ำหนักสีต่อเนื่องดีเช่นเดียวกับผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้า แต่เมื่อความเข้มข้นของไคโทซานเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 2 ถึง 4 โดยน้ำหนัก ค่าความดำของน้ำหนักสีที่ผลิตได้ต่ำกว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้าที่ร้อยละเม็ดสกรีน 60 ขึ้นไป ส่วนความเข้มข้นของไคโทซานร้อยละ 0.1 และ 1 มีค่าความดำใกล้เคียงกับผ้าไม่ปรับสภาพผิวผ้า การผลิตน้ำหนักสีเมื่อใช้สารละลายไกลซีนปรับสภาพผ้า พบว่า ค่าความดำที่ร้อยละเม็ดสกรีนตั้งแต่ 20-60 มีค่าความดำสูงกว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้าดังภาพที่ 4.17 ส่วนสารละลายผสมไคโทซานกับไกลซีนพบว่า ที่ช่วงร้อยละเม็ดสกรีน 20-60 ให้ค่าความดำสูงกว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้า แต่ที่ร้อยละเม็ดสกรีน 60 ขึ้นไปให้ค่าความดำต่ำกว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้า ดังแสดงในภาพที่ 4.18 เมื่อเปรียบเทียบผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้า และผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานดัดแปร HTACC พบว่า สามารถผลิตน้ำหนักสีได้ทุกช่วงสีให้ค่าความดำสูงกว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้าในทุกช่วงร้อยละเม็ดสกรีนและให้ผลดีที่สุด โดยให้ความดำสูงสุดกว่าสารปรับสภาพผิวผ้าทุกชนิดที่ใช้ในการทดลองนี้ DBIC ให้ผลดีเป็นอันดับสามรองจากไกลซีนและ HTACC

4.7 ความเข้มสี (color strength, K/S)

ความเข้มสีของผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ปรับสภาพและที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารปรับผิวต่าง ๆ ที่พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตฐานน้ำชนิดสารสี แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลของสารปรับสภาพผิวผ้าชนิดต่าง ๆ ต่อความเข้มสี (K/S) สีฟ้าเขียว สีม่วงแดง สีเหลือง และสีดำ ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตฐานน้ำชนิดสารสีที่ความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด

สภาพของผิวผ้า	ความเข้มสี (K/S) ของสี			
	สีฟ้าเขียว	สีม่วงแดง	สีเหลือง*	สีดำ*
	λ_{max} 620 nm	λ_{max} 540 nm	λ_{max} 400 nm	λ_{max} 400 nm
ผ้าไม่ปรับสภาพผิวผ้า	2.53±0.03	4.79±0.09	5.38±1.73	3.61±0.02
ผ้าปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 1	1.77±0.01	3.25±0.61	2.78±0.78	4.40±0.33
ผ้าปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 2	1.54±0.01	2.53±0.05	2.97±0.11	2.95±0.03
ผ้าปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 3	1.82±0.42	3.00±0.30	3.47±0.13	2.32±0.23
ผ้าปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 4	1.54±0.04	2.51±0.06	5.04±0.23	2.26±0.20
ผ้าปรับด้วยไกลซีนร้อยละ 5	3.46±0.15	5.15±0.11	6.56±0.30	3.79±0.02
ผ้าปรับด้วยไกลซีนร้อยละ 10	2.96±0.11	4.74±0.08	7.66±0.93	6.54±2.78
ผ้าปรับด้วยไกลซีนร้อยละ 15	2.84±0.09	4.29±0.13	7.14±1.24	7.10±0.66
ผ้าปรับด้วยไกลซีนร้อยละ 15 + ไคโทซานร้อยละ 1	1.68±0.02	2.99±0.16	5.19±0.88	3.01±0.56
ผ้าปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 0.1	2.61±0.07	3.54±0.25	5.11±0.3	4.25±0.68
ผ้าปรับด้วยไคโทซานดัดแปร DBIC ร้อยละ 0.1	2.18±0.15	4.19±0.42	5.44±1.75	3.82±1.13
ผ้าปรับด้วยไคโทซานดัดแปร HTACC ร้อยละ 0.1	8.41±0.47	13.09±1.50	29.55±0.58	29.73±0.94

*สีเหลืองและสีดำมีค่า λ_{max} ของแต่ละชนิดของสารปรับสภาพผิวผ้าไม่คงที่ ส่วนใหญ่มีค่า λ_{max} ที่ 400 นาโนเมตร

จากค่าความเข้มสีตามตารางที่ 4.3 เมื่อนำค่าความเข้มสีฟ้าเขียวสีม่วงแดง สีเหลือง และสีดำไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวเพื่อหาความแตกต่างระหว่างค่าความเข้มสีฟ้าเขียว สีม่วงแดง สีเหลือง และสีดำของผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้ากับผ้าที่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายชนิดต่าง ๆ พบว่า มีความแตกต่างและไม่แตกต่างอย่าง

มีนัยสำคัญดังแสดงในตารางที่ 4.4 ผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญพิจารณาจากค่า F คำนวณที่มีค่ามากกว่า F critical แสดงผลวิเคราะห์ค่าทางสถิติตามตารางในภาคผนวก ตารางที่ ภ1-ภ44

ตารางที่ 4.4 สรุปผลค่าทางสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวแบบทางเดียวเปรียบเทียบแต่ละสีกับชุดไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า

ชุดสารปรับสภาพผิวผ้า	สีฟ้าเขียว	สีม่วงแดง	สีเหลือง	สีดำ
สารละลายไคโทซานร้อยละ 0.1	ไม่แตกต่าง	แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
สารละลายไคโทซานร้อยละ 1	แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
สารละลายไคโทซานร้อยละ 2	แตกต่าง	แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	แตกต่าง
สารละลายไคโทซานร้อยละ 3	ไม่แตกต่าง	แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	แตกต่าง
สารละลายไคโทซานร้อยละ 4	แตกต่าง	แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	แตกต่าง
สารละลายไกลซีนร้อยละ 5	แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	แตกต่าง
สารละลายไกลซีนร้อยละ 10	แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
สารละลายไกลซีนร้อยละ 15	แตกต่าง	แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	แตกต่าง
สารละลายผสมไกลซีนร้อยละ 15 ไคโทซานร้อยละ 1	แตกต่าง	แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
สารละลาย DBIC ร้อยละ 0.1	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
สารละลาย HTACC ร้อยละ 0.1	แตกต่าง	แตกต่าง	แตกต่าง	แตกต่าง

วิเคราะห์ผลความเข้มสีของทุกความเข้มข้นของสารปรับผิวที่ความเข้มข้นตามที่ใช้ในตารางนี้ โดยเทียบกับผ้าที่ไม่มีการปรับผิว รายละเอียดของการประเมินระดับความมีนัยสำคัญที่ค่า $\alpha = 0.05$ ของหมึกพิมพ์สีฟ้าเขียว สีม่วงแดง สีเหลือง และสีดำ ดังแสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ ภ1-ภ44 ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 สรุปผลได้ว่า เมื่อนำผ้าพอลิเอสเตอร์มาปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซาน ไกลซีน และ ไคโทซานดัดแปร DBIC ค่าความเข้มสีเหลืองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า ยกเว้นไคโทซานดัดแปร HTACC ที่พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าที่หมึกพิมพ์สีเดียวกัน และความเข้มสีเมื่อใช้ HTACC มีค่าเพิ่มมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารปรับสภาพผิวผ้าชนิดอื่น ๆ โดยเพิ่มความเข้มสีของหมึกพิมพ์สีฟ้าเขียวและสีม่วงแดงได้ถึง 3 เท่า สีเหลือง 5 เท่า และสีดำ 8 เท่า ส่วนไคโทซานดัดแปรชนิด DBIC พบว่า มีค่าความเข้มสีทุกสีใกล้เคียงกับผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าพอลิเอสเตอร์และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า นั่นหมายถึง DBIC ให้คุณภาพผ้าพิมพ์พอลิเอสเตอร์ในด้านความเข้มสีเหมือนกับผ้าที่ไม่ปรับสภาพ

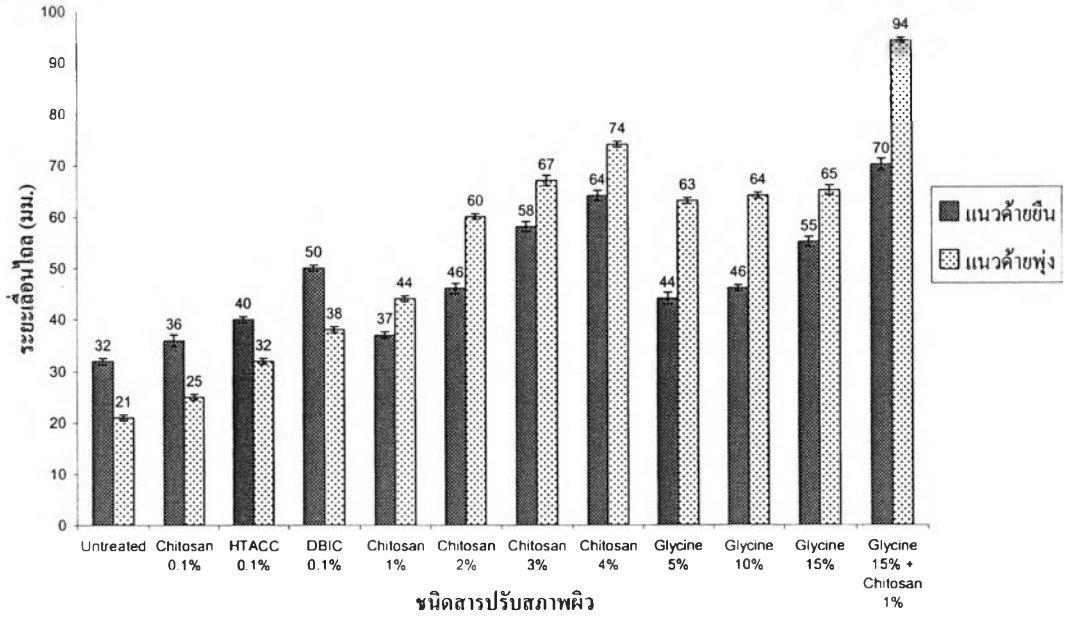
เมื่อปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 วิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า เฉพาะสีม่วงแดงเท่านั้นที่ความเข้มสีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้าโดยมีค่าความเข้มสีลดลง แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นสารละลายไคโทซานพบว่าความเข้มสีของหมึกสีเหลืองเท่านั้นที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า แสดงว่า ไคโทซานไม่มีผลในการเพิ่มความเข้มสีเหลือง นอกจากนี้ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นสารละลายไคโทซานยังมีผลลดความเข้มสีฟ้าเขียวของผ้าที่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้าอีกด้วย

สารละลายไกลซีนเมื่อนำมาปรับสภาพผิวผ้าพบว่า ที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 ค่าความเข้มสีทุกสีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยกเว้นสีเหลืองเมื่อเทียบกับผ้าที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า และพบว่าสารละลายไกลซีนที่ความเข้มข้นร้อยละ 5, 10 และ 15 ให้ความเข้มสีฟ้าเขียวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่า ไกลซีนมีผลในการเพิ่มความเข้มสีฟ้าเขียวไม่ว่าจะใช้ความเข้มข้นต่ำหรือสูงก็ตาม และเมื่อใช้ไกลซีนที่ความเข้มข้นสูงสามารถเพิ่มความเข้มสีม่วงแดงและสีดำได้

สารละลายไคโทซาน และไกลซีนที่นำมาปรับสภาพผิวผ้าพอลิเอสเตอร์ในแต่ละค่าความเข้มข้นมีผลต่อความเข้มสีแต่ละสีแตกต่างกัน เนื่องจากโครงสร้างของสารสีแต่ละสีมีโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกัน ดังนั้น อันตรกริยาระหว่างสารสีแต่ละสีกับสารปรับสภาพผิวผ้าจึงแตกต่างกัน นอกจากนี้ ไคโทซานดัดแปร HTACC ที่มีประจุบวกถาวรสามารถเกิดปฏิกิริยากับสารสีที่มีประจุลบได้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างพันธะเป็นแบบอิเล็กโทรสแทติก จึงทำให้ผ้าดูดซึมสารสีได้มากขึ้น ความเข้มสีของหมึกพิมพ์ทุกสีบนผ้าพิมพ์จึงเพิ่มขึ้น ซึ่งสรุปได้ว่า สารปรับสภาพผิวที่มีประจุบวกถาวรสมารถเพิ่มความเข้มสีได้ดีกว่าไคโทซาน ไกลซีน และไคโทซานดัดแปร DBIC ที่ไม่มีประจุบวกถาวร

4.8 ความแข็งกระด้าง

ผลการทดสอบความแข็งกระด้าง (มาตรฐาน JIS L 1096:1999) ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตฐานน้ำชนิดสารสี แสดงในภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.19 ผลของสารปรับสภาพผิวผ้าชนิดต่าง ๆ และความเข้มข้นที่ใช้ต่อระยะเลื่อนไถลของผ้าทดสอบในแนวเส้นยืนและเส้นพุ่ง

จากภาพที่ 4.19 พบว่า การปรับสภาพผิวผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยสารปรับสภาพผิวผ้า มีค่าระยะการเลื่อนไถลทั้ง 2 แนวเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผ้าที่ไม่มีการปรับสภาพผิวผ้า แสดงว่า การปรับสภาพผิวผ้าพอลิเอสเตอร์มีผลต่อการเพิ่มความแข็งกระด้าง เมื่อใช้สารละลายไคโทซานความเข้มข้นตั้งแต่ร้อยละ 1 ถึง 4 ระยะการเลื่อนไถลในแนวเส้นยืนของผ้าทดสอบมีระยะทางน้อยกว่าในแนวเส้นพุ่งแสดงว่า ไคโทซานช่วยเพิ่มความแข็งกระด้างให้กับแนวเส้นพุ่งมากกว่าแนวเส้นยืน อาจเนื่องมาจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ในแนวเส้นพุ่งซึ่งปกติไม่ค่อยแข็งแรง สามารถรับสารไคโทซานเพิ่มขึ้นได้มากกว่าเส้นใยในแนวเส้นยืนที่แข็งแรงกว่า แต่เมื่อนำสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.1 มาปรับสภาพผิวผ้า พบว่า ระยะการเลื่อนไถลในแนวเส้นยืนของผ้ามีระยะทางมากกว่าในแนวพุ่ง ทั้งนี้ เป็นผลจากความแข็งแรงของเส้นแนวยืนที่มีค่ามากกว่าเส้นแนวพุ่ง และความเข้มข้นของสารปรับสภาพผิวต่ำ ซึ่งผลนี้ยังพบในผ้าทดสอบที่ปรับสภาพผิวด้วยไคโทซานดัดแปร DBIC และ HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1

การเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายไกลซีน ระยะการเลื่อนไถลของผ้าไม่แตกต่างกันในแนวเส้นพุ่ง ส่วนแนวเส้นยืนความแข็งกระด้างเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อใช้สารละลายผสมไกลซีน

ความเข้มข้นร้อยละ 15 กับไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก พบว่า ผ้าทดสอบมีระยะการเลื่อนไถลทั้ง 2 แนวมากที่สุดซึ่งแสดงว่า ผ้ามีความแข็งกระด้างเพิ่มขึ้นมากที่สุด เนื่องจากผลของสารปรับสภาพผิวผ้าไคโทซานผสมกับไกลซีน รวมทั้งผลของความเข้มข้นรวมของสารที่ใช้ปรับพื้นผิวผ้ามีมากที่สุด

จากภาพที่ 4.19 สารละลายไคโทซานดัดแปร DBIC และ HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 เมื่อนำปรับสภาพผิวผ้า เปรียบเทียบสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.1 พบว่า ระยะการเลื่อนไถลของสารละลายไคโทซานมีค่าต่ำสุด ส่วนสารละลายไคโทซานดัดแปร DBIC มีค่าสูงสุด แสดงว่าสารละลายไคโทซาน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก เป็นสารปรับสภาพผิวผ้าที่ทำให้ผ้ามีความแข็งกระด้างต่ำที่สุด และสารละลาย HTACC มีระยะการเลื่อนไถลปานกลาง แสดงว่า มีความแข็งกระด้างปานกลางและสูงกว่าสารละลายไคโทซานเพียงเล็กน้อย

4.9 ความคงทนของสีต่อการซัก

ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักตามมาตรฐาน ISO 105-C10:2006 (E) ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตฐานน้ำชนิดสารสี แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลของสารปรับสภาพผิวผ้าชนิดต่าง ๆ ต่อความคงทนของสีต่อการซักของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตฐานน้ำชนิดสารสี

สภาพของผิวผ้า	ระดับสีเปลี่ยน *	การติดสีบนผ้า**					
		แอซีเทต	ฝ้าย	ไนลอน	พอลิ-เอสเตอร์	อะคริลิก	ขนสัตว์
ผ้าไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้า	1	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 1	2	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 2	1-2	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 3	2	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 4	2	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าปรับด้วยไกลซีนร้อยละ 5	1	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าปรับด้วยไกลซีนร้อยละ 10	1-2	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าปรับด้วยไกลซีนร้อยละ 15	2	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าปรับด้วยไกลซีนร้อยละ 15 + ไคโทซานร้อยละ 1	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าปรับด้วยไคโทซานดัดแปร DBIC ร้อยละ 0.1	1-2	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
ผ้าปรับด้วยไคโทซานดัดแปร HTACC ร้อยละ 0.1	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

* สีเปลี่ยนจากเดิม: 5 = ไม่มีการเปลี่ยนแปลง; 4 = เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย; 3 = เปลี่ยนแปลงพอสังเกต; 2 = เปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก; 1 = สีเปลี่ยนแปลงมาก

* สีตกติด: 5 = ไม่มีการตกติดของสี; 4 = สีตกติดเล็กน้อย; 3 = สีตกติดพอสังเกตได้; 2 = สีตกติดค่อนข้างมาก; 1 = สีตกติดมาก

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้าเมื่อผ่านการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก เกิดการตกของสีมากที่สุด คือระดับ 1 สารปรับสภาพผิวผ้าไคโทซาน, DBIC และไกลซีน ให้ผลใกล้เคียงกัน มีการเปลี่ยนระดับสีหลังซักน้อยกว่าผ้าที่ไม่มีสารปรับสภาพผิวผ้าเล็กน้อย ในขณะที่สารละลายผสมของไคโทซานกับไกลซีนให้ผลดีกว่าการใช้สารละลายเดี่ยว คือระดับ 3-4 ซึ่งหมายถึง สีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยถึงพอสังเกตได้ และให้ผลเหมือนกับการใช้สารละลายไคโทซานดัดแปร HTACC ดังนั้น สารปรับสภาพผิวผ้า HTACC และสารละลายผสมของไคโทซานกับไกลซีนสามารถเพิ่มสมบัติความคงทนของสีต่อการซัก ทำให้คุณภาพผ้าพิมพ์ดีขึ้นอย่างมาก

ผลการติดสีของผ้าหลังการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักโดยยึดติดกับผ้าทั้ง 6 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 4.5 อยู่ในระดับดีมากคือ 4-5 ทั้งผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้า และผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ปรับสภาพผิวผ้าแสดงว่าไม่มีการตกของสีหรือเกิดการติดสีเพียงเล็กน้อยจากผ้าพอลิเอสเตอร์ที่พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตชนิดสารสี

4.10 ความคงทนของสีต่อการขัดถู

ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูขณะเปียกและขณะแห้งตามมาตรฐาน AATCC TM 8 ของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตฐานน้ำชนิดสารสี แสดงในตารางที่ 4.6

จากผลในตารางที่ 4.6 พบว่า ผ้าที่ไม่มีการปรับสภาพผิวผ้าเมื่อเทียบความคงทนของสีต่อการขัดถูบริเวณที่มีหมึกพิมพ์ทุกสีให้ผลเหมือนกันในภาวะเดียวกัน ยกเว้นหมึกพิมพ์สีม่วงแดงมีความคงทนของสีต่อการขัดถูน้อยที่สุด ส่วนผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานทุกความเข้มข้นพบว่า หมึกพิมพ์สีเหลืองมีความคงทนของสีต่อการขัดถูต่ำสุด การเพิ่มความเข้มข้นของไคโทซานช่วยเพิ่มความคงทนของสีต่อการขัดถูของสีฟ้าเขียวอ่อนในภาวะเปียก และเพิ่มความทนต่อการขัดถูของสีม่วงแดงในภาวะแห้งได้ โดยให้ความทนที่สูงกว่าผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้า ในขณะที่สารละลายไกลซีนเมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็นร้อยละ 15 จะเพิ่มความทนต่อการขัดถูของสีต่าง ๆ ในภาวะเปียกได้ดี

สารละลายผสมของไคโทซานกับไกลซีนให้ผลดีกว่าการใช้สารละลายเดี่ยว มีการเพิ่มความคงทนของสีต่อการขัดถูของสีดำทั้งในภาวะแห้งและเปียก เพิ่มความคงทนของสีต่อการขัดถูของสีฟ้าเขียวและสีเหลืองในภาวะเปียก และเพิ่มความคงทนของสีต่อการขัดถูของสีม่วงแดงในภาวะแห้งได้ด้วย โดยผลอยู่ในระดับที่ยอมรับได้คือ ระดับ 3-4 ให้ผลความทนต่อการขัดถูดีกว่าสารปรับสภาพผิวผ้าทุกชนิดที่ใช้ในการทดลองนี้ ซึ่งผลนี้สอดคล้องกับผลของแนวโน้มความแข็งกระด้างของผ้าที่เพิ่มขึ้นในสารละลายแต่ละชนิดที่มีความเข้มข้นมากขึ้น ความแข็งกระด้างน่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่มีส่วนช่วยให้เส้นใยทนต่อการขัดถูมากขึ้น สีที่พิมพ์บนผ้าจึงทนการขัดถูมากขึ้นไปด้วย ดังนั้น ผ้าที่ใช้สารละลายผสมของไคโทซานกับไกลซีนที่มีความแข็งกระด้างมากที่สุด จึงมีความทนต่อการขัดถูมากที่สุด ในทางตรงกันข้าม ไคโทซานดัดแปร DBIC ให้ผลความคงทนของสีต่อการขัดถูที่บริเวณหมึกพิมพ์สีเหลืองและสีดำน้อยที่สุดในกลุ่มสารปรับสภาพผิวผ้าที่ใช้ในการทดลองนี้ และยังน้อยกว่าผ้าที่ไม่มีการปรับสภาพผิวผ้าอีกด้วย ซึ่งสาเหตุหนึ่งอาจเนื่องมาจากความแข็งกระด้างที่น้อยของผ้าที่ได้ และผลนี้ก็ยังปรากฏในไคโทซานดัดแปร HTACC ที่มีความแข็งกระด้างน้อยเช่นกัน โดยพบว่า ให้ความทนต่อการขัดถูน้อยเป็นอันดับ 2 รองจากไคโทซานดัดแปร DBIC

ตารางที่ 4.6 ผลของสารปรับสภาพผิวผ้าชนิดต่าง ๆ ต่อความคงทนของสีต่อการขัดถูของผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตฐานน้ำชนิดสารสี

สภาพของพื้นผิวผ้า	ภาวะการขัดถู	ความคงทนของสีต่อการขัดถู*			
		สีฟ้าเขียว	สีม่วงแดง	สีเหลือง	สีดำ
ไม่มีสารปรับสภาพ	ภาวะแห้ง	3.5	3	3.5	3.5
	ภาวะเปียก	2.5	2.5	2.5	2.5
ปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 1	ภาวะแห้ง	3	3	3	3
	ภาวะเปียก	2	2.5	2.5	2.5
ปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 2	ภาวะแห้ง	3.5	3	3	3.5
	ภาวะเปียก	3	2.5	3	3
ปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 3	ภาวะแห้ง	3.5	3.5	3	4
	ภาวะเปียก	3	2.5	3	2.5
ปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 4	ภาวะแห้ง	3.5	3.5	3	3.5
	ภาวะเปียก	3	2.5	3	3
ปรับด้วยไกลซีนร้อยละ 5	ภาวะแห้ง	3.5	3	3	3
	ภาวะเปียก	2	2.5	2	2.5
ปรับด้วยไกลซีนร้อยละ 10	ภาวะแห้ง	3.5	3	3.5	3.5
	ภาวะเปียก	2	2	2.5	2.5
ปรับด้วยไกลซีนร้อยละ 15	ภาวะแห้ง	3.5	3.5	3.5	3.5
	ภาวะเปียก	2.5	2.5	3	2.5
ปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 1 + ไกลซีนร้อยละ 15	ภาวะแห้ง	3.5	3.5	3.5	4
	ภาวะเปียก	3.5	2.5	3	3
ปรับด้วยไคโทซานดัดแปร DBIC ร้อยละ 0.1	ภาวะแห้ง	3	2.5	2.5	2.5
	ภาวะเปียก	2.5	2.5	1.5	1.5
ปรับด้วยไคโทซานดัดแปร HTACC ร้อยละ 0.1	ภาวะแห้ง	3	3	3	3.5
	ภาวะเปียก	2	2.5	2	2.5

* สีตกติด: 5 = ไม่มีการตกติดของสี; 4 = สีตกติดเล็กน้อย; 3 = สีตกติดพอสังเกตได้; 2 = สีตกติดค่อนข้างมาก; 1 = สีตกติดมาก

4.11 ผลของความสัมพันธ์ระหว่างสารปรับสภาพผิวผ้าชนิดต่าง ๆ และหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตสีต่าง ๆ ต่อคุณภาพผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์

4.11.1 ค่า zeta-potential ของผ้าพอลิเอสเตอร์ สารปรับสภาพผิวผ้าชนิดต่าง ๆ และหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตสีต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่า zeta-potential ของผ้าพอลิเอสเตอร์ สารปรับสภาพผิวผ้าชนิดต่าง ๆ และหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตสีต่าง ๆ

สารทดสอบ				ค่าเฉลี่ย
หมึกพิมพ์สี	สารปรับสภาพผิวผ้า	ผ้าไม่ปรับสภาพผิวผ้า	ผ้าปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารปรับสภาพ	zeta-potential (mV)
ม่วงแดง				-56.5
เหลือง				-34.7
ฟ้าเขียวอ่อน				-43.1
ดำอ่อน				-36.7
	ไคโทซานร้อยละ 1			83.4
	ไคโทซาน + ไกลซีนร้อยละ 5			65.1
	ไกลซีนร้อยละ 5			24.7
	DBIC ร้อยละ 1			73.2
	HTACC ร้อยละ 0.1			36.6
		ผ้าไม่ปรับ		-22.6
			ไคโทซานร้อยละ 1	-21.6
			HTACC ร้อยละ 0.1	-23.1
			ไกลซีนร้อยละ 5	-26.4
			ไกลซีนร้อยละ 15 + ไคโทซานร้อยละ 1	-28.8
			DBIC ร้อยละ 0.1	-24.6

จากตารางที่ 4.7 พบว่า หมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตสีม่วงแดง สีเหลือง สีฟ้าเขียวอ่อน และ สีดำอ่อน มีค่า zeta-potential เป็นลบ โดยสีม่วงแดงมีค่าเป็นลบมากที่สุดและสีเหลืองมีค่าเป็นลบน้อยที่สุด

ในขณะที่ผ้าพอลิเอสเตอร์ก็มีค่า zeta-potential เป็นลบเหมือนกัน ดังนั้น การพิมพ์ผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้านี้ด้วยหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตที่มีประจุเป็นลบ จึงทำให้ผ้าดูดซึมหมึกไม่ดี เพราะผลส่วนหนึ่งจากการมีประจุลบที่เหมือนกัน ทำให้ผ้าพิมพ์ที่ได้มีขอบเขตสีแคบ ไม่ทนต่อการซักโดยหลังการซัก ระดับสีเปลี่ยนไปในระดับที่ยอมรับไม่ได้ คาดว่า พันธะที่ยึดระหว่างผ้ากับหมึกไม่ใช่พันธะที่แข็งแรงดังเช่นพันธะไอออนิก

สำหรับสารปรับสภาพผิวผ้าที่ใช้ในการทดลองได้แก่ ไคโทซาน ไกลซีน ไคโทซานดัดแปร DBIC และ HTACC พบว่า สารปรับสภาพผิวผ้าทั้งหมดมีค่า zeta-potential เป็นบวก ดังนั้น ผ้าพอลิเอสเตอร์จึงดูดซึมสารปรับสภาพผิวผ้าเหล่านี้ได้ดี และทำให้สภาพผิวผ้าพอลิเอสเตอร์เปลี่ยนไปด้วย ผลของการมีสารปรับสภาพผิวผ้าเหล่านี้อยู่ โดยค่า zeta-potential ของผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ปรับสภาพเหล่านี้จะอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม ผลของสารปรับพื้นผิวแต่ละชนิดที่มีต่อคุณภาพการพิมพ์นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น โครงสร้างของสาร ความเข้มข้นของสาร ชนิดของประจุ รวมไปถึงชนิดของตัวทำละลายของสารปรับสภาพผิวผ้าด้วย หรือการเปลี่ยนความสามารถในการรับน้ำของผ้าพอลิเอสเตอร์ด้วยสารปรับสภาพผิวผ้าเหล่านี้ ซึ่งเป็นเรื่องซับซ้อนที่ต้องอาศัยข้อมูลหลาย ๆ ด้านมาวิเคราะห์ ดังนั้น ค่า zeta-potential เพียงค่าเดียว จึงไม่สามารถใช้อธิบายปฏิกิริยาระหว่างผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้ากับหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตที่ใช้พิมพ์ได้ ดังจะเห็นได้ว่าค่า zeta-potential ของไคโทซานดัดแปร HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนักมีค่าเป็นบวก (36.6) น้อยกว่าไคโทซาน (83.4) แต่สามารถเพิ่มคุณภาพผ้าพอลิเอสเตอร์พิมพ์ได้ในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มขอบเขตสี ความอิ่มตัวสี ความคงทนของสีต่อการซัก และให้ผ้าที่มีความแข็งกระด้างน้อยที่สุด

4.11.2 การทดสอบพฤติกรรมการดูดซึมของผ้า

พฤติกรรมการดูดซึมของผ้าสามารถทดสอบได้ด้วยวิธี wicking test ตามมาตรฐาน INDA IST 10.0-70 Method 10.3 ผลของสารปรับสภาพผิวผ้าแสดงในตารางที่ 4.8 จากการทดสอบพบว่าผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้า และผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ผ่านการปรับสภาพผิวผ้ามีพฤติกรรมการดูดซึมค่อนข้างเป็นแบบแอนไอโซทรอปี (anisotropy) ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับทิศทางของด้ายพุ่งและด้ายยืน ในอัตราส่วน P/F ที่เป็น 1 จะเห็นว่า พฤติกรรมการซึมจะเหมือนกันทั้งแนวด้ายพุ่งและด้ายยืน ส่วนค่าอัตราส่วน W/O ของผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่มีการปรับสภาพนั้น มีค่าต่ำกว่า 1 แสดงว่าความไม่ชอบน้ำสูง เมื่อใช้สารละลายไคโทซานปรับสภาพผิวผ้าพบว่า ผ้าที่ได้ยิ่งมีความไม่ชอบน้ำมากขึ้น ตรงกันข้ามกับการใช้สารละลายไกลซีนที่เพิ่มความชอบน้ำให้กับผ้าพอลิเอสเตอร์ยิ่งเพิ่มความเข้มข้นของไกลซีน ความชอบน้ำของผ้าก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้น สำหรับสารละลายผสมของไคโทซานกับไกลซีนให้ผลไปทางไคโทซานมากกว่าโดยทำให้ผ้ามีความชอบน้ำลดลง สารละลายไคโทซานดัดแปร DBIC ก็ทำให้ผ้ามีความชอบน้ำลดลง ในขณะที่สารละลายไคโทซานดัดแปร

HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ทำให้ผ้ามีความชอบน้ำมากขึ้นและให้ค่า W/O ใกล้เคียงกับสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15

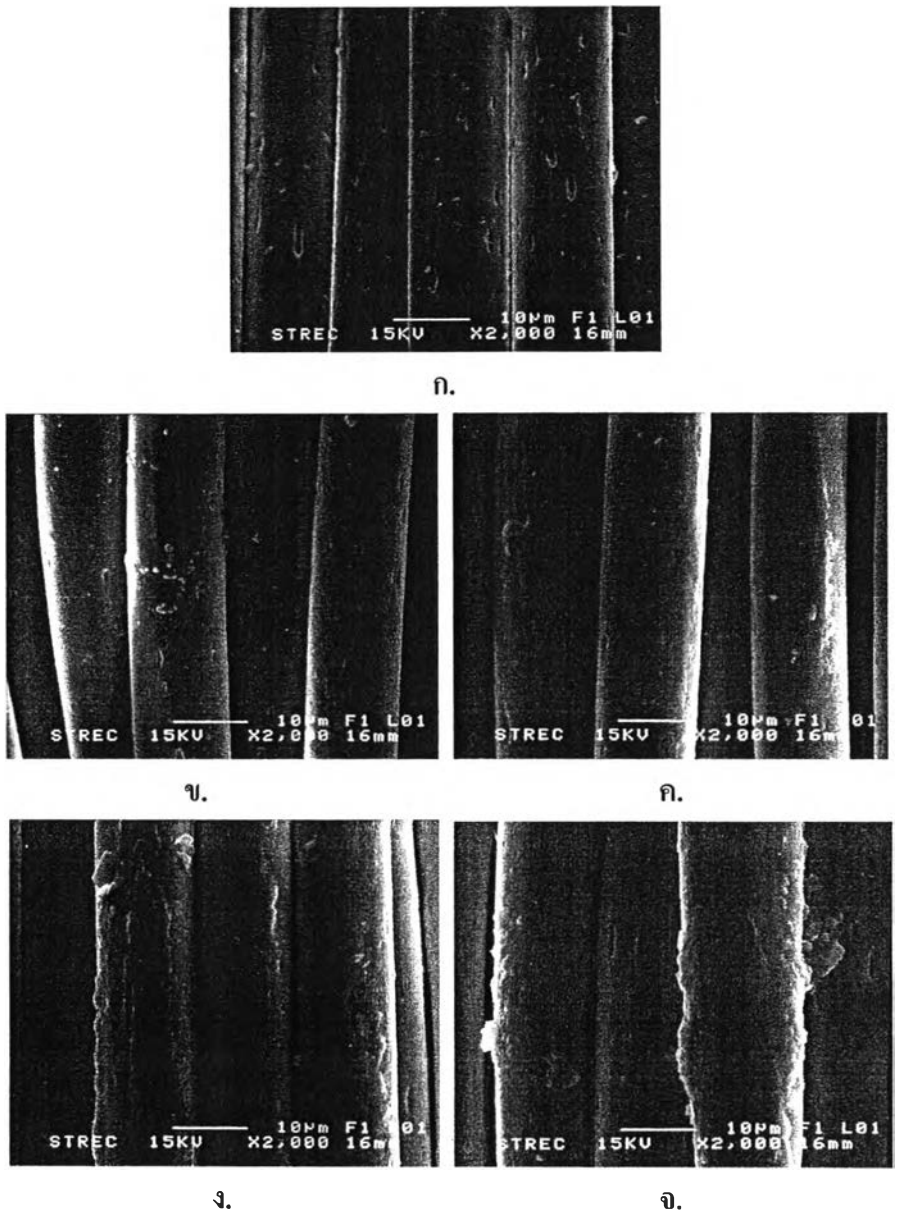
ความชอบน้ำของผ้าพอลิเอสเตอร์ที่เพิ่มขึ้นนี้ ทำให้ผ้าพอลิเอสเตอร์สามารถรับหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตฐานน้ำได้ดีขึ้น ซึ่งผลนี้น่าจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อขอบเขตสีและความอิ่มตัวสี มีแนวโน้มสอดคล้องกัน ดังนั้น ผ้าที่มีสารละลายไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 15 และสารละลายไคโทซานดัดแปร HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 1 จึงมีขอบเขตสีกว้าง ความอิ่มตัวสีสูง และความเข้มสีมีค่าสูงด้วย ในขณะที่สารละลายไคโทซานดัดแปร DBIC สารละลายไคโทซานและสารละลายผสมของไคโทซานกับไกลซีน มีขอบเขตสีแคบ และความอิ่มตัวสีใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.8 อัตราส่วนการดูดซึมของน้ำ (W) และ 2 – ออกทานอล (2-octanol (O))

ลักษณะของผ้า	สารทดสอบ	ระยะแนวยืน (P)	ระยะแนวพุ่ง (F)	P/F	W/O เฉลี่ย
ไม่มีสารปรับสภาพผิวผ้า	W	4.2	5.1	0.82	0.72
	O	5.6	7.4	0.75	
ปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 1	W	2.6	3.3	0.79	0.45
	O	5.8	7.4	0.78	
ปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 4	W	2.8	3.1	0.88	0.42
	O	6.1	7.9	0.77	
ปรับด้วยไกลซีนร้อยละ 5	W	4.5	4.4	1.03	0.91
	O	6.4	6.9	0.92	
ปรับด้วยไกลซีนร้อยละ 15	W	3.8	3.1	1.21	1.05
	O	5.8	6.9	0.83	
ปรับด้วยไคโทซานร้อยละ 1	W	2.2	3.1	0.71	0.46
+ ไกลซีนร้อยละ 15	O	5	6.8	0.74	
ปรับด้วยไคโทซานดัดแปร	W	3.7	3.7	1	0.62
DBIC ร้อยละ 0.1	O	5.4	6.6	0.83	
ปรับด้วยไคโทซานดัดแปร	W	4.7	5.9	0.8	1.04
HTACC ร้อยละ 0.1	O	4.2	6.3	0.67	

4.11.3 ตรวจสอบพื้นผิวผ้าที่ปรับสภาพด้วยสารปรับสภาพผิวผ้าต่าง ๆ ด้วย scanning electron microscopy (SEM)

ภาพถ่าย SEM ของผ้าที่ไม่ปรับและปรับสภาพด้วยสารปรับสภาพผิวผ้าต่าง ๆ แสดงในภาพที่ 4.20-4.23



ก.

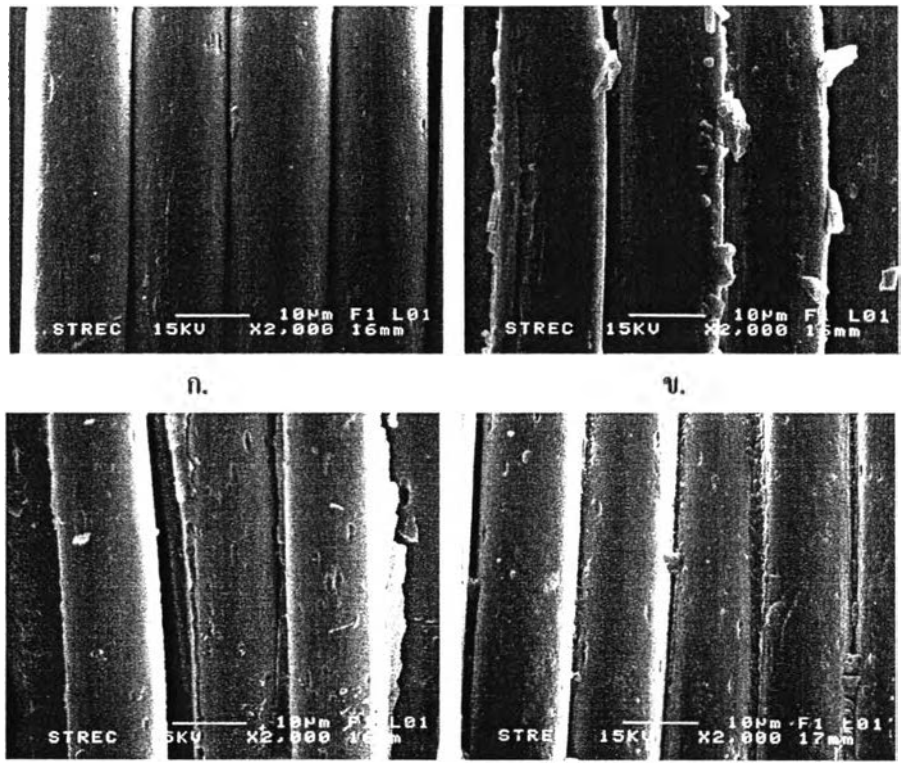
ข. ค.

ง. จ.

ภาพที่ 4.20 ภาพถ่าย SEM ของ ก. ผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่มีสารปรับสภาพผิวผ้า และผ้าพอลิเอสเตอร์ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นต่าง ๆ ข. ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ค. ร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ง. ร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก จ. ร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก

จากภาพที่ 4.20 พบว่า พื้นผิวเส้นใยพอลิเอสเตอร์ (ภาพ ก.) มีร่องเล็ก ๆ ตื้น ๆ กระจายอยู่ทั่วไป เส้นใยไม่มีขุย ขนาดเส้นแต่ละเส้นมีขนาดใกล้เคียงกัน เมื่อปรับสภาพผิวด้วยสารละลาย

ไคโทซานที่ความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 ร่องเล็ก ๆ บนเส้นใยพอลิเอสเตอร์มีความลึกน้อยลง จนเกือบมองไม่เห็นร่องในบางบริเวณ เมื่อใช้ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจะไม่พบร่องบนเส้นใยพอลิเอสเตอร์ เนื่องจากมีไคโทซานอยู่บนเส้นใยมากขึ้น และพบการรวมตัวกันของไคโทซานในบางบริเวณบนเส้นใยทำให้เส้นใยดูไม่เรียบสม่ำเสมอกันทั้งเส้น โดยเฉพาะเมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็นร้อยละ 4 พบว่า มีสารเกาะอยู่บนเส้นใยและระหว่างเส้นใยในปริมาณมากอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ผ้าพอลิเอสเตอร์มีความแข็งกระด้างมากขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายไคโทซานที่ใช้ปรับสภาพผิวผ้า

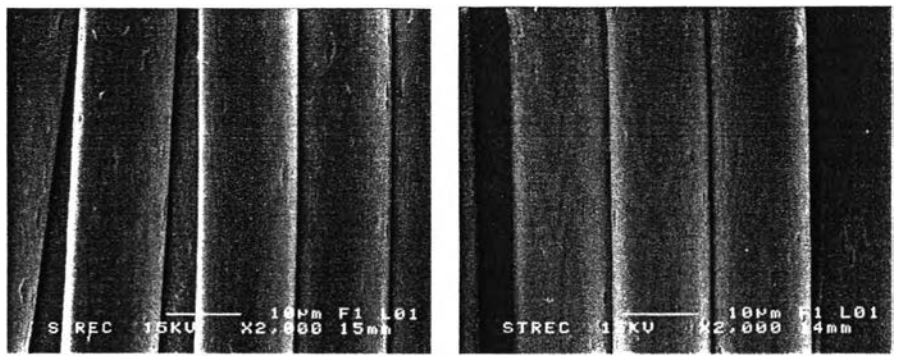


ก. ข.

ค. ง.

ภาพที่ 4.21 ภาพถ่าย SEM ของผ้าพอลิเอสเตอร์ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไกลซีนความเข้มข้นต่าง ๆ และสารละลายผสมไกลซีนกับไคโทซาน ก. ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ข. ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ค. ร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก ง. ผ้าพอลิเอสเตอร์ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายผสมไกลซีนร้อยละ 15 กับไคโทซานร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก

จากภาพที่ 4.21 เมื่อใช้ไกลซีนความเข้มข้นร้อยละ 5 ทำให้มองไม่เห็นร่องเล็ก ๆ บนเส้นใย เนื่องจากไกลซีนเคลือบติดอยู่บนเส้นใยช่วยปิดร่องเหล่านั้น เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็นร้อยละ 10 พบว่าเส้นใยไม่เรียบสม่ำเสมอมากขึ้น และมีผลึกของไกลซีนเกาะตามเส้นใย เพราะปริมาณของไกลซีนที่อยู่บนเส้นใยมีมากขึ้น ยิ่งเพิ่มความเข้มข้นเป็นร้อยละ 15 ยิ่งพบว่า มีสารเกาะอยู่ระหว่างเส้นใยมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เป็นสาเหตุที่ทำให้ผ้าพอลิเอสเตอร์มีความแข็งกระด้างมากขึ้น



ก. ข.

ภาพที่ 4.22 ภาพถ่าย SEM ของผ้าพอลิเอสเตอร์ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานดัดแปร ไคโทซานดัดแปร DBIC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก ข. ไคโทซานดัดแปร HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก

จากภาพที่ 4.22 พบว่า เส้นใยพอลิเอสเตอร์ของผ้าที่ปรับสภาพผิวผ้าด้วยสารละลายไคโทซานดัดแปร DBIC และ HTACC ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก มีลักษณะเรียบใกล้เคียงกับผ้าที่ไม่ปรับสภาพผิวผ้า แต่ร่องเล็ก ๆ บนผ้ามีลักษณะตื้นมากกว่า ทั้งนี้ เพราะมีสารปรับสภาพเคลือบอยู่บนเส้นใย การที่เส้นใยมีลักษณะคล้ายเดิมทำให้ความแข็งกระด้างของผ้าที่ใช้สารทั้ง 2 ชนิดปรับสภาพผิวผ้ามีค่าใกล้เคียงกับผ้าที่ไม่ปรับสภาพ

ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลในเรื่องความแข็งกระด้างของผ้า จึงยืนยันได้ว่า ชนิดและความเข้มข้นของสารปรับสภาพผิวผ้ามีผลต่อความแข็งกระด้างของผ้า เนื่องจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์มีสารเหล่านี้ยึดอยู่บนเส้นใยและระหว่างเส้นใยนั่นเอง