

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1.1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของผ้าที่ทอจากเส้นด้ายเคลือบสารนาโนต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค

การทดสอบการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคของผืนผ้าที่ทอจากเส้นด้าย 2 ชนิด คือ เส้นด้ายฝ้ายและเส้นด้ายT/R ที่เคลือบด้วยสารนาโน 3 ชนิด คือ Zinc oxide nano Silver nano และ Titanium dioxide nano ตามลำดับ เมื่อนำมาทอเป็นผืนผ้า ได้ผ้าทอ 6 ชนิด คือ

1. ผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้ายเคลือบสาร Zinc oxide nano
2. ผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้ายเคลือบสาร Silver nano
3. ผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้ายเคลือบสาร Titanium dioxide nano
4. ผ้าทอจากเส้นด้ายT/R เคลือบสาร Zinc oxide nano
5. ผ้าทอจากเส้นด้ายT/R เคลือบสาร Silver nano
6. ผ้าทอจากเส้นด้าย TR เคลือบสาร Titanium dioxide nano

เมื่อนำมาทดสอบตามวิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004) ซึ่งตรวจสอบแบคทีเรียชนิดแกรมบวก (*Staphylococcus aureus*) ตามวิธีมาตรฐาน AATCC 6538 และตรวจสอบแบคทีเรียชนิดแกรมลบ (*Klebsiella pneumoniae*) ตามวิธีมาตรฐาน AATCC 4352 ตามลำดับ จากการตรวจนับจุลินทรีย์ มีหน่วยเป็น CFU/ g.sample ได้ผลการทดสอบแสดงดังตาราง ที่ 1 – 6

ตารางที่ 1 ผลการต้านทานเชื้อแบคทีเรียของผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้ายเคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g.sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	1.2×10^5	1.8×10^5
24 ชม. (A)	< 100	< 100
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 99.92	> 99.94

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

ซึ่งจากตารางที่ 1 พบว่า ผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้ายเคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตลดลงเหลือเพียงน้อยกว่า 100 CFU/ g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียเริ่มต้น 1.2×10^5 CFU/ g.sample และมีการลดลงมากกว่า 99.92 เปอร์เซ็นต์

ส่วนเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตลดลงเหลือเพียงน้อยกว่า 100 CFU/ g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียเริ่มต้น 1.8×10^5 CFU/ g.sample และมีการลดลงมากกว่า 99.94 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้ายเคลือบสาร Silver nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g.sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	1.2×10^5	1.8×10^5
24 ชม. (A)	< 100	< 100
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 99.92	> 99.94

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 2 พบว่า ผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้ายเคลือบด้วยสาร Silver nano สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตลดลงเหลือเพียงน้อยกว่า 100 CFU/ g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียเริ่มต้น 1.2×10^5 CFU/ g.sample และมีลดลงมากกว่า 99.92 เปอร์เซ็นต์

ส่วนเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตเหลือเพียงน้อยกว่า 100 CFU/ g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียเริ่มต้น 1.8×10^5 CFU/ g.sample และมีการลดลงมากกว่า 99.94 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้ายเคลือบสาร

Titanium dioxide nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g.sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	1.2×10^5	1.8×10^5
24 ชม. (A)	3.9×10^4	2.5×10^2
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 67.50	> 99.86

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 3 พบว่า ผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้ายเคลือบด้วยสาร Titanium dioxide nano สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตลดลงเหลือเพียงน้อยกว่า 3.9×10^4 CFU/ g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียเริ่มต้น 1.2×10^5 CFU/ g.sample และมีการลดลงมากกว่า 67.50 เปอร์เซ็นต์

ส่วนเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตลดลงเหลือเพียงน้อยกว่า 2.5×10^2 CFU/ g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียเริ่มต้น 1.8×10^5 CFU/ g.sample และมีการลดลงมากกว่า 99.86 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียผ้าทอจากเส้นด้าย T/R เคลือบด้วยสาร

Zinc oxide nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g.sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	1.2×10^5	1.8×10^5
24 ชม. (A)	< 100	< 100
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 99.92	> 99.94

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 4 พบว่า ผ้าทอจากเส้นด้าย T/R เคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตลดลงเหลือเพียงน้อยกว่า 100 CFU/ g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียเริ่มต้น 1.2×10^5 CFU/ g.sample และมีการลดลงมากกว่า 99.92 เปอร์เซ็นต์

ส่วนเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตลดลงเหลือเพียงน้อยกว่า 100 CFU/ g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียเริ่มต้น 1.8×10^5 CFU/ g.sample และมีการลดลงมากกว่า 99.94 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียผ้าทอจากเส้นด้าย T/R เคลือบด้วยสาร Silver nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g.sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	1.2×10^5	1.8×10^5
24 ชม. (A)	< 100	< 100
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 99.92	> 99.94

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 5 พบว่า ผ้าทอจากเส้นด้าย T/R เคลือบด้วยสาร Silver nano สามารถต้านทาน เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตเหลือน้อยกว่า 100 CFU/ g.sample จากจำนวนโคโลนีของ แบคทีเรีย 1.2×10^5 CFU/ g.sample และมีการลดลงของเชื้อและมากกว่า 99.92 เปอร์เซ็นต์

ส่วนเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตเหลือน้อยกว่า 100 CFU/ g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.8×10^5 CFU/ g.sample และ มีการลดลงของเชื้อ มากกว่า 99.94 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียฝ้ายทอจากเส้นด้าย T/R เคลือบด้วยสาร Titanium dioxide nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g.sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sampl)
0 ชม. (C)	1.2×10^5	1.8×10^5
24 ชม. (A)	1.4×10^4	1.0×10^3
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 88.33	> 99.44

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 6 พบว่า ฝ้ายทอจากเส้นด้าย T/R เคลือบด้วยสาร Titanium dioxide nano สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตเหลือ 1.4×10^4 CFU/ g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.2×10^5 CFU/ g.sample และมีการลดลงของเชื้อ มากกว่า 88.33 เปอร์เซ็นต์

ส่วนเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตเหลือ 1.0×10^2 CFU/ g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.8×10^5 CFU/ g.sample และ มีการลดลงของเชื้อ มากกว่า 99.44 เปอร์เซ็นต์

4.1.2 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้าเคลือบสารนาโน

การทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียของผ้าเคลือบสารนาโน จากผ้า 2 ชนิด คือ ผ้าฝ้าย และ ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร 3 ชนิด คือ Zinc oxide nano , Silver nano และ Titanium dioxide nano ได้ผ้า 6 ชนิด คือ

1. ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano
2. ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Silver nano
3. ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Titanium dioxide nano
4. ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano
5. ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Silver nano
6. ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Titanium dioxide nano

เมื่อนำผ้าทั้ง 6 ชนิด มาทดสอบตามวิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004) ซึ่งตรวจสอบ แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (*Staphylococcus aureus*) ตามวิธีมาตรฐาน AATCC 6538 และ ตรวจสอบแบคทีเรียชนิดแกรมลบ (*Klebsiella pneumoniae*) ตามวิธีมาตรฐาน AATCC 4352 ตามลำดับ จากการตรวจนับจุลินทรีย์ มีหน่วยเป็น (CFU/ g.sample) ได้ผลการทดสอบ แสดงดังตารางที่ 7 – 12

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g.sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	2.0×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	< 100	< 100
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 99.95	> 99.90

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 7 พบว่า ผ้าฝ้ายเคลือบด้วย Zinc oxide nano สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตเหลือน้อยกว่า 100 CFU/ g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 2.0×10^5 CFU/ g.sample และมีการลดลงของเชื้อ มากกว่า 99.95 เปอร์เซ็นต์

แบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตเหลือน้อยกว่า 100 CFU/ g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.0×10^5 CFU/ g.sample และมีการลดลงของเชื้อ มากกว่า 99.90 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Silver nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g. sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	2.0×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	< 100	< 100
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 99.95	> 99.90

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 8 พบว่า ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Silver nano สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตเหลือน้อยกว่า 100 CFU/ g. sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 2.0×10^5 CFU/ g. sample และมีการลดลงของเชื้อ มากกว่า 99.95 เปอร์เซ็นต์

เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตเหลือน้อยกว่า 100 จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.0×10^5 CFU/ g. sample และมีการลดลงของเชื้อ มากกว่า 99.90 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Titanium dioxide nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g. sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	2.0×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	7.8×10^4	1.8×10^5
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 61.00	0

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 9 พบว่า ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Titanium dioxide nano สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตเหลือ 7.8×10^4 CFU/ g. sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 2.0×10^5 CFU/ g. sample และมีการลดลงของเชื้อ มากกว่า 61.00 เปอร์เซ็นต์

ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Titanium dioxide nano ไม่สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโต 1.8×10^5 CFU/ g. sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.0×10^5 CFU/ g. sample และไม่มีการลดลงของเชื้อ

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g. sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	2.0×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	< 100	< 100
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 99.95	> 99.90

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 10 พบว่า ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตเหลือน้อยกว่า 100 CFU/ g. sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 2.0×10^5 CFU/ g. sample และมีการลดลงของเชื้อมากกว่า 99.95 เปอร์เซ็นต์

เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตเหลือน้อยกว่า 100 CFU/ g. sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.0×10^5 CFU/ g. sample และมีการลดลงของเชื้อ มากกว่า 99.90 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Silver nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g. sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	2.0×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	< 100	< 100
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 99.95	> 99.90

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 11 พบว่า ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Silver nano สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตเหลือน้อยกว่า 100 จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 2.0×10^5 CFU/ g. sample และมีการลดลงของเชื้อ มากกว่า 99.95 เปอร์เซ็นต์

เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตเหลือน้อยกว่า 100 จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.0×10^5 CFU/sample และมีการลดลงของเชื้อ มากกว่า 99.90 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้า T/R เคลือบด้วยสาร

Titanium dioxide nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g. sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	2.0×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	8.6×10^4	1.1×10^5
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 57.00	0

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 12 พบว่า ผ้า T/R เคลือบด้วย Titanium dioxide nano สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตเหลือ 8.6×10^4 CFU/ g. sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 2.0×10^5 CFU/ g. sample และมีการลดลงของเชื้อ มากกว่า 57.00 เปอร์เซ็นต์

ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Titanium dioxide nano ไม่สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบมีการเจริญเติบโต 1.1×10^5 CFU/ g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.0×10^5 CFU/ g. sample และไม่มีการลดลงของเชื้อ แบคทีเรีย

จากตารางที่ 7 – 12 พบว่า ผ้าย้าย และ ผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano มีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อทั้งแบคทีเรียชนิดแกรมบวก และลบได้เท่าเทียมกัน คือ ลดปริมาณของเชื้อแบคทีเรียลงไปถึง 99.95 และ 99.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สำหรับผ้าย้าย และ ผ้า T/R เคลือบสาร Titanium dioxide nano พบว่ามีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อทั้งแบคทีเรียชนิดแกรมบวกได้ไม่มากนัก คือ ลดปริมาณของเชื้อแบคทีเรียลงได้เพียง 61.0 และ 57.0 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อทั้งแบคทีเรียชนิดแกรมลบเลย

จึงพิจารณาเลือกใช้ผ้าย้ายและผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano ทำการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้าเคลือบสารนาโนต่อไป

4.1.3 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้าเคลือบสารนาโนที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้ง การทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียของผ้าเคลือบสารนาโนจาก ผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano ได้ผ้า 4 ชนิด คือ

- 1) ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano
- 2) ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Silver nano
- 3) ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano
- 4) ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Silver nano

เมื่อนำผ้าไปตัดชุดเซฟเพื่อใส่ปฏิบัติงานในสถานประกอบการและนำไปทดสอบตามวิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004) ได้ผลแสดงดังตารางที่ 13 – 16

ตารางที่ 13 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano ที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้ง

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g. sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	1.9×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	3.0×10^2	< 100
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 99.84	> 99.90

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 13 พบว่า ผ้าฝ้ายเคลือบสาร Zinc oxide nano ที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้ง สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตเหลือ 3.0×10^2 CFU/g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.9×10^5 CFU/g.sample และมีการลดลงของเชื้อแบคทีเรียมากกว่า 99.84 เปอร์เซ็นต์

เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตเหลือน้อยกว่า 100 CFU/g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.0×10^5 CFU/g.sample และมีการลดลงของเชื้อแบคทีเรียมากกว่า 99.90 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Silver nano ที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้ง

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g. sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	1.9×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	$>3.0 \times 10^6$	$>3.0 \times 10^6$
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	0	0

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 14 พบว่า ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Silver nano ที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้งไม่สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตมากกว่า 3.0×10^6 CFU/g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.9×10^5 CFU/g.sample และการลดลงของเชื้อแบคทีเรีย 0 เปอร์เซ็นต์

เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตเหลือ จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.0×10^5 CFU/sample โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโต มากกว่า 3.0×10^6 และการลดลงของเชื้อแบคทีเรีย มากกว่า 0 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 15 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano ที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้ง

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g. sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	1.9×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	1.5×10^3	1.5×10^2
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 97.10	> 99.85

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 15 พบว่า ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano ที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้ง สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตเหลือ 1.5×10^3 CFU/g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.9×10^5 CFU/g.sample และการลดลงของเชื้อแบคทีเรียมากกว่า 97.10 เปอร์เซ็นต์

เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตเหลือ จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.0×10^5 CFU/g.sample โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตมากกว่า 1.5×10^2 CFU/g.sample และการลดลงของเชื้อแบคทีเรียมากกว่า 99.85 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Silver nano ที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้ง

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g. sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	1.9×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	$>3.0 \times 10^6$	3.2×10^5
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	0	0

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 16 พบว่า ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Silver nano ที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้ง สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตมากกว่า 3.0×10^6 CFU/g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.9×10^5 CFU/g.sample และมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย 0 %

เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตเหลือ จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.0×10^5 CFU/g.sample โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโต มากกว่า 3.2×10^5 CFU/g.sample และมีการลดลงของเชื้อแบคทีเรีย 0 เปอร์เซ็นต์

4.1.4 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้าเคลือบสารนาโนที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง การทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียของผ้าเคลือบสารนาโนจาก ผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano ได้ผ้า 4 ชนิด คือ

- 1) ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano
- 2) ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Silver nano
- 3) ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano
- 4) ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Silver nano

เมื่อนำผ้าไปตัดชุดเซฟเพื่อใส่ปฏิบัติงานในสถานประกอบการและนำไปทดสอบตามวิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004) ได้ผลแสดงดังตารางที่ 17- 2

ตารางที่ 17 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano ที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g. sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	1.9×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	3.5×10^2	$>3.0 \times 10^6$
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	99.82	0

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 17 พบว่า ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano ที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตเหลือ 3.5×10^2 CFU/g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.9×10^5 CFU/g.sample และมีการลดลงของเชื้อแบคทีเรีย 99.82 เปอร์เซ็นต์

เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโตมากกว่า 3.0×10^6 CFU/g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.0×10^5 CFU/g.sample และมีการลดลงของเชื้อแบคทีเรีย 0 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Silver nano ที่ผ่านการ ใช้งาน 2 ครั้ง

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g. sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	1.9×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	$> 3.0 \times 10^6$	$> 3.0 \times 10^6$
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	0	0

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 18 พบว่า ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Silver nano ที่ผ่านการ ใช้งาน 2 ครั้ง สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตมากกว่า 3.0×10^6 CFU/g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.9×10^5 CFU/g.sample และมีการลดลงของเชื้อแบคทีเรีย 0 เปอร์เซ็นต์

ส่วนเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโต จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.0×10^5 CFU/g.sample โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ มีการเจริญเติบโต มากกว่า 3.0×10^6 CFU/g.sample และมีการลดลงของเชื้อแบคทีเรีย 0 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 19 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano ที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g. sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	1.9×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	5.5×10^3	1.5×10^2
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 97.10	> 99.85

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 19 พบว่า ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano ที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตเหลือ 5.5×10^3 CFU/g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.9×10^5 CFU/g.sample และมีการลดลงของเชื้อแบคทีเรีย 97.10 เปอร์เซ็นต์

เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.0×10^5 CFU/g.sample ภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบมีเจริญเติบโตเหลือมากกว่า 1.5×10^2 CFU/g.sample และมีการลดลงของเชื้อแบคทีเรีย 99.85 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 20 ผลการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียบนผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Silver nano ที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (<i>Staphylococcus aureus</i>) (CFU/ g. sample)	แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) (CFU/ g.sample)
0 ชม. (C)	1.9×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	< 100	1.0×10^2
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 99.95	> 99.90

หมายเหตุ : การทดสอบใช้วิธีทดสอบมาตรฐาน AATCC : TM 100 (2004)

(C) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีการควบคุม

(A) หมายถึง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่มีการควบคุม

จากตารางที่ 20 พบว่า ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Silver nano ที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง สามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก มีการเจริญเติบโตน้อยกว่า 100 CFU/g.sample จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.9×10^5 CFU/g.sample และมีการลดลงของเชื้อแบคทีเรียมากกว่า 99.95 เปอร์เซ็นต์

เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ จากจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย 1.0×10^5 CFU/g.sample โดยภายในเวลา 24 ชั่วโมง มีการเจริญเติบโตเหลือ มากกว่า 1.0×10^2 และมีการลดลงของเชื้อแบคทีเรีย 99.90 เปอร์เซ็นต์

4.1.5 ผลการเปรียบเทียบการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียของผ้าเคลือบสารนาโนจากผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano และ Silver nano ได้ผ้า 4 ชนิด คือ

- 1) ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano
- 2) ผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสาร Silver nano
- 3) ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano
- 4) ผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Silver nano

แสดงผลดังตารางที่ 21- 24

ตารางที่ 21 ผลเปรียบเทียบการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียของผ้าฝ้ายเคลือบสาร Zinc oxide nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g.sample)			<i>Klebsiella pneumonia</i> (CFU/g.sample)		
	ผ้าที่ไม่ผ่านการใช้งาน	ผ้าที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้ง	ผ้าที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง	ผ้าที่ไม่ผ่านการใช้งาน	ผ้าที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้ง	ผ้าที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง
0 ชม.(C)	2.0×10^5	1.9×10^5	1.9×10^5	1.0×10^5	1.0×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	< 100	$> 3.0 \times 10^2$	3.5×10^2	< 100	< 100	$> 3.0 \times 10^6$
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 99.95	> 99.84	> 99.82	> 99.90	> 99.90	0

ตารางที่ 22 ผลเปรียบเทียบ การทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรีย ผ้าฝ้ายเคลือบสาร Silver nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g.sample)			<i>Klebsiella pneumonia</i> (CFU/g.sample)		
	ผ้าที่ไม่ผ่านการใช้งาน	ผ้าที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้ง	ผ้าที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง	ผ้าที่ไม่ผ่านการใช้งาน	ผ้าที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้ง	ผ้าที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง
0 ชม.(C)	2.0×10^5	1.9×10^5	1.9×10^5	1.0×10^5	1.0×10^5	2.0×10^5
24 ชม. (A)	< 100	$> 3.0 \times 10^6$	$> 3.0 \times 10^6$	< 100	$> 3.0 \times 10^6$	$> 3.0 \times 10^6$
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 99.95	0	0	> 99.90	0	0

จากตารางที่ 21 -22 จะเห็นได้ว่าผลเปรียบเทียบการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียของผ้าฝ้ายเคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano เมื่อผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง จะมีความสามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียแกรมลบลดลง และ ไม่มีการลดลงของเชื้อแบคทีเรียเลย แสดงว่าสาร Zinc oxide nano และ Silver nano ที่เคลือบบนผ้าฝ้ายจะมีความคงทนไม่ดี

ตารางที่ 23 ผลเปรียบเทียบการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g.sample)			<i>Klebsiella pneumonia</i> (CFU/g.sample)		
	ผ้าที่ไม่ผ่านการใช้งาน	ผ้าที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้ง	ผ้าที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง	ผ้าที่ไม่ผ่านการใช้งาน	ผ้าที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้ง	ผ้าที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง
0 ชม.(C)	2.0×10^5	1.9×10^5	1.9×10^5	1.0×10^5	1.0×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	< 100	< 100	5.5×10^3	< 100	1.5×10^2	1.5×10^2
การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย (%)	> 99.95	> 99.95	> 97.10	> 99.90	99.85	> 99.85

ตารางที่ 24 ผลเปรียบเทียบการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียผ้า T/R เคลือบสาร Silver nano

เวลาในการทดสอบ (ชม.)	<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g.sample)			<i>Klebsiella pneumonia</i> (CFU/g.sample)		
	ผ้าที่ไม่ผ่านการ ใช้งาน	ผ้าที่ผ่านการใช้ งาน 1 ครั้ง	ผ้าที่ผ่านการ ใช้งาน 2 ครั้ง	ผ้าที่ไม่ผ่านการ ใช้งาน	ผ้าที่ผ่านการ ใช้งาน 1 ครั้ง	ผ้าที่ผ่านการ ใช้งาน 2 ครั้ง
	0 ชม.(C)	2.0×10^5	1.9×10^5	1.9×10^5	1.0×10^5	1.0×10^5
24 ชม. (A)	< 100	$> 3.0 \times 10^6$	< 100	< 100	3.2×10^5	1.0×10^2
การลดลงของเชื้อ แบคทีเรีย (%)	> 99.95	0	> 99.95	> 99.90	0	> 99.90

จากตารางที่ 23 -24 จะเห็นได้ว่าผลเปรียบเทียบการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียของผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano เมื่อผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง จะมีความสามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียแกรมลบแตกต่างกัน โดยเชื้อแบคทีเรียที่อยู่บน ผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano มีความคงทนมากกว่าเชื้อแบคทีเรียที่อยู่บนผ้า T/R เคลือบสาร Silver nano โดยมีการลดลงของเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกลดลงจาก 99.95 เปอร์เซ็นต์เป็น 97.10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการลดลงของเชื้อแบคทีเรียแกรมลบลดลงจาก 99.90 เปอร์เซ็นต์ เป็น 99.85 เปอร์เซ็นต์

4.2 การอภิปรายผล

จากตารางที่ 1 – 6 พบว่า ผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้าย เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano มีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อทั้งแบคทีเรียชนิดแกรมบวก และลบได้เท่าเทียมกัน คือ ลดปริมาณของเชื้อแบคทีเรียลงไปถึง 99.92 และ 99.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

และผ้าทอจากเส้นด้าย T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano ก็มีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อทั้งแบคทีเรียชนิดแกรมบวก และลบได้เท่าเทียมกัน คือ ลดปริมาณของเชื้อแบคทีเรียลงไปถึง 99.95 และ 99.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สำหรับผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้ายและเส้นด้าย T/R เคลือบสาร Titanium dioxide nano พบว่ามีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อทั้งแบคทีเรียชนิดแกรมบวก และลบได้ไม่ดัดนัก คือ ลดปริมาณของเชื้อแบคทีเรียลงได้เพียง 67.5 - 88.33 เปอร์เซ็นต์ และ 99.86 – 99.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากตารางที่ 7 – 12 พบว่า ผ้าด้ายฝ้าย และ ผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano มีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อทั้งแบคทีเรียชนิดแกรมบวก และลบได้เท่าเทียมกัน คือ ลดปริมาณของเชื้อแบคทีเรียลงไปถึง 99.95 และ 99.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สำหรับผ้าด้ายฝ้าย และ ผ้า T/R เคลือบสาร Titanium dioxide nano พบว่ามีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อทั้งแบคทีเรียชนิดแกรมบวกได้ไม่ด้นัก คือ ลดปริมาณของเชื้อแบคทีเรียลงได้เพียง 61.0 และ 57.0 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อทั้งแบคทีเรียชนิดแกรมลบเลย

ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและแกรมลบ ของผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้ายและด้าย T/R กับผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano จะมีคุณภาพเท่าเทียมกัน โดยผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้ายและด้าย T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano จะมีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิด แกรมลบได้ดีกว่า เป็น 99.94 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกมีค่า เพียง 99.92 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano มีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกได้ดีกว่า เป็น 99.95 เปอร์เซ็นต์ แต่จะมีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบเพียง 99.90 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น

แต่เมื่อพิจารณาถึงภาวะในการทำงานของผู้ประกอบการด้านอาหารที่ต้องเกี่ยวข้องกับเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก (*Staphylococcus aureus*) ที่มักพบมากจากภาวะอนามัยส่วนบุคคลที่ไม่สะอาด ประกอบกับขั้นตอนของการเตรียมผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano จะปฏิบัติได้ง่ายและมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่า ผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้ายและด้าย T/R กับผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano จึงพิจารณาเลือกใช้ผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano เพื่อนำไปตัดเย็บชุดเซฟสำหรับสวมใส่ปฏิบัติงานในสถานประกอบการจริงต่อไป

จากตารางที่ 13-20 พบว่า ผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano ที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้งสามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้มากกว่า 99.84 - 99.90 เปอร์เซ็นต์ และ มากกว่า 97.10 - 99.85 เปอร์เซ็นต์

ผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Silver nano ที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้งสามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ 0 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน

ผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano ที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้งสามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกได้ 99.82 เปอร์เซ็นต์ เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบ 0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผ้า T/R มีการลดลงของเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก มากกว่า 99.85 เปอร์เซ็นต์ และมีการลดลงของเชื้อแบคทีเรีย 97.10

ผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Silver nano ที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้งสามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบได้ และมีการลดลงของเชื้อ

แบคทีเรีย 0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผ้า T/R มีการลดลงของเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก มากกว่า 99.95 เปอร์เซ็นต์ และมีการลดลงของเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ 99.90 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียแกรมลบของ ผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano ที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้ง พบว่า ผ้าฝ้าย จะมีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและ แกรมลบได้ดีกว่าผ้า T/R เป็น 99.84 - 99.90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและแกรมลบ ผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบสาร Silver ไม่มีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อแบคทีเรีย

ผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano ที่ผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง พบว่า ผ้าฝ้าย จะมีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกได้ 99.82 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผ้า T/R มีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก ดีกว่า เป็น 99.85 – 97.10 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ส่วนประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและแกรมลบ ผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Silver nano ผ้าฝ้าย ไม่มีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและแกรมลบได้ ในขณะที่ผ้า T/R มีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก ดีกว่า เป็น 99.95 เปอร์เซ็นต์ แต่จะมีประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบเพียง 99.90 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาจากการทดสอบประสิทธิภาพของการต้านทานเชื้อแบคทีเรีย จากผ้าฝ้ายและผ้า T/R เคลือบด้วยสาร Zinc oxide nano และ Silver nano ที่ผ่านการใช้งาน 1 ครั้งและ 2 ครั้ง ผลการทดสอบ พบว่า ผ้า T/R เคลือบสาร Silver nano มี ประสิทธิภาพของการต้านทานเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่าผ้าฝ้าย

จากตารางที่ 21 -22 จะเห็นได้ว่าผลเปรียบเทียบการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียของผ้าฝ้ายเคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano เมื่อผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง จะมีความสามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียแกรมลบลดลง และ ไม่มีการลดลงของเชื้อแบคทีเรียเลย แสดงว่าสาร Zinc oxide nano และ Silver nano ที่เคลือบบนผ้าฝ้ายจะมีความคงทนไม่ดี

จากตารางที่ 23 -24 จะเห็นได้ว่าผลเปรียบเทียบการทดสอบการต้านเชื้อแบคทีเรียของผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano และ Silver nano เมื่อผ่านการใช้งาน 2 ครั้ง จะมีความสามารถต้านทานเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียแกรมลบแตกต่างกัน โดยเชื้อแบคทีเรียที่อยู่บน ผ้า T/R เคลือบสาร Zinc oxide nano มีความคงทนมากกว่าเชื้อแบคทีเรียที่อยู่

บนผ้า T/R เคลือบสาร Silver nano โดยมีการลดลงของเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกลดลงจาก 99.95 เปอร์เซ็นต์เป็น 97.10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการลดลงของเชื้อแบคทีเรียแกรมลบลดลงจาก 99.90 เปอร์เซ็นต์ เป็น 99.85 เปอร์เซ็นต์

สรุป

ผ้า T/R เคลือบสาร Silver nano มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ตัดเย็บชุดเซฟ

ข้อเสนอแนะ

ควรปรับปรุงคุณภาพของผ้า T/R เคลือบสาร Silver nano ให้มีความคงทนมากขึ้น โดยสารเคลือบชนิดอื่นๆ ที่เหมาะสม เพื่อให้สารนาโนมีความคงทน อยู่บนผ้าได้ยาวนานมากขึ้น หรือใช้ Polyacetate ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้น ปรับปรุงความคงทนของสารนาโน ให้เหมาะสม