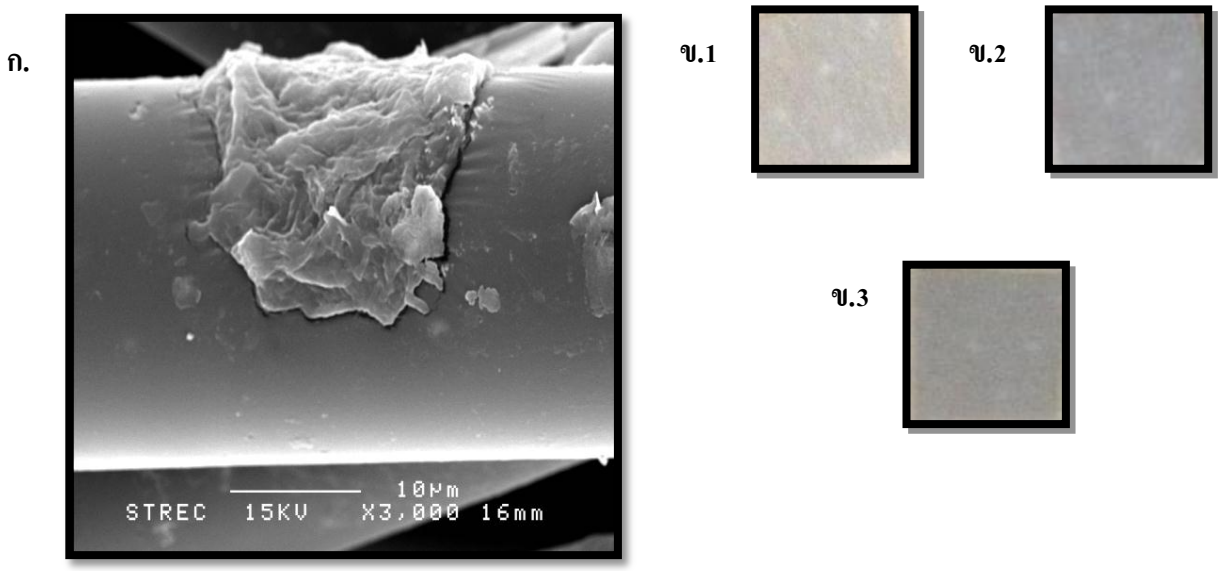
ก. สารรักษาเสถียรภาพ PAA ความเข้มข้น 9 mM

ศึกษาด้วยเครื่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 4.53



รูปที่ 4.52 แสดงผลการศึกษาการยึดติดอนุภาคเงินระดับนาโนที่สังเคราะห์ด้วยวิธีเคมีสีเขียวบนไส้กรองโดยการใช้สารรักษาเสถียรภาพ PAA ความเข้มข้น 9 mM

ก. ภาพจากการวิเคราะห์ผลการยึดติดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

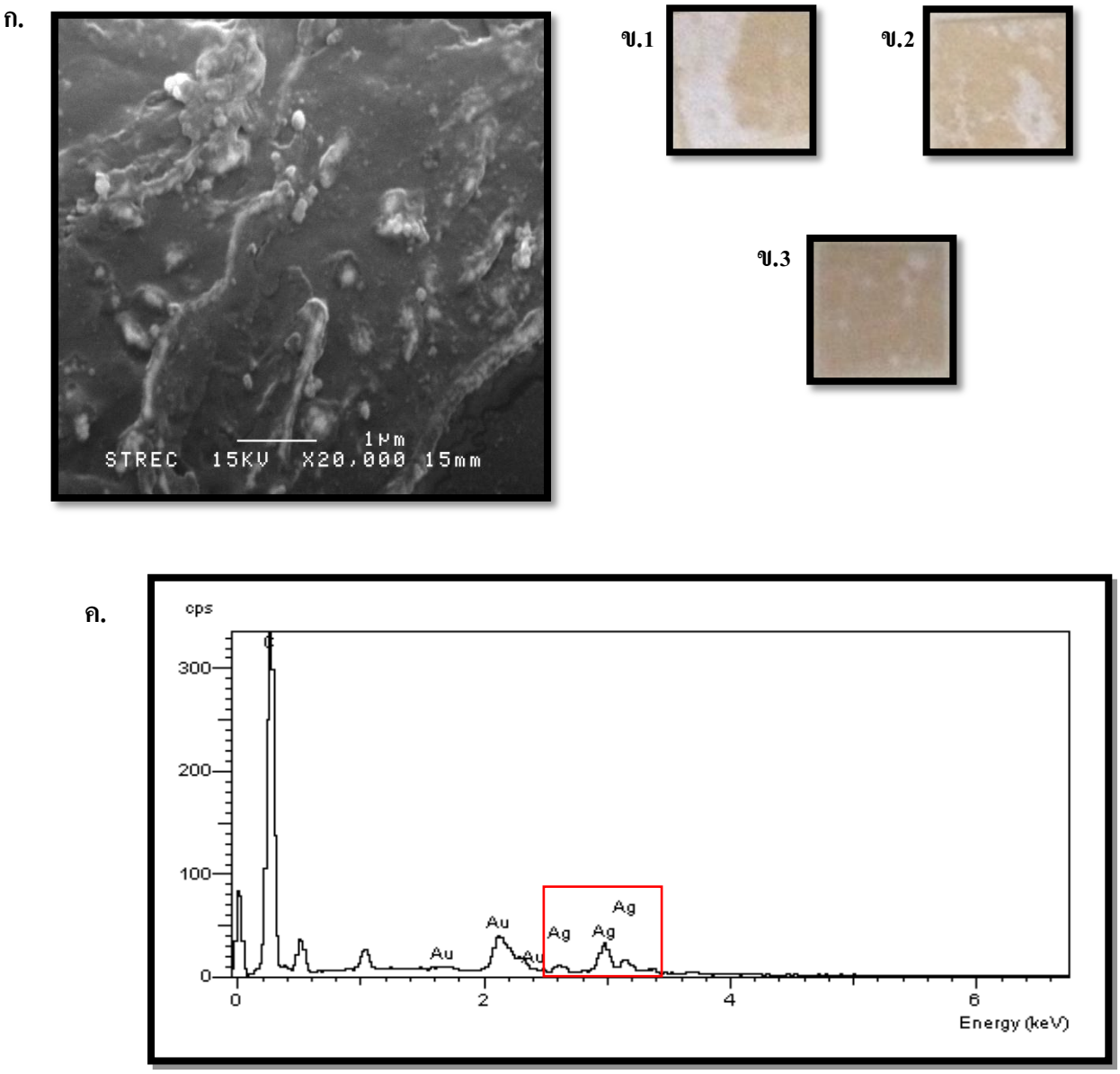
ข. ไส้กรองที่จุ่มเคลือบโดยการใช้เทคนิคจุ่มเคลือบแบบชั้นต่อชั้น (LbL)

(ข.1 จุ่มเคลือบนาน 15 นาที ข.2 จุ่มเคลือบนาน 60 นาที ข.3 จุ่มเคลือบนาน 90 นาที)

ค. กราฟการวิเคราะห์ธาตุเชิงคุณภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM-EDX)

ข. สารรักษาเสถียรภาพ CoPSS ความเข้มข้น 9 mM

ศึกษาด้วยเครื่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 4.54



รูปที่ 4.53 แสดงผลการศึกษาการยึดติดอนุภาคเงินระดับนาโนที่สังเคราะห์ด้วยวิธีเคมีสีเขียวบนไส้กรองโดยการใช้สารรักษาเสถียรภาพ CoPSS ความเข้มข้น 7 mM

ก.ภาพจากการวิเคราะห์ผลการยึดติดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

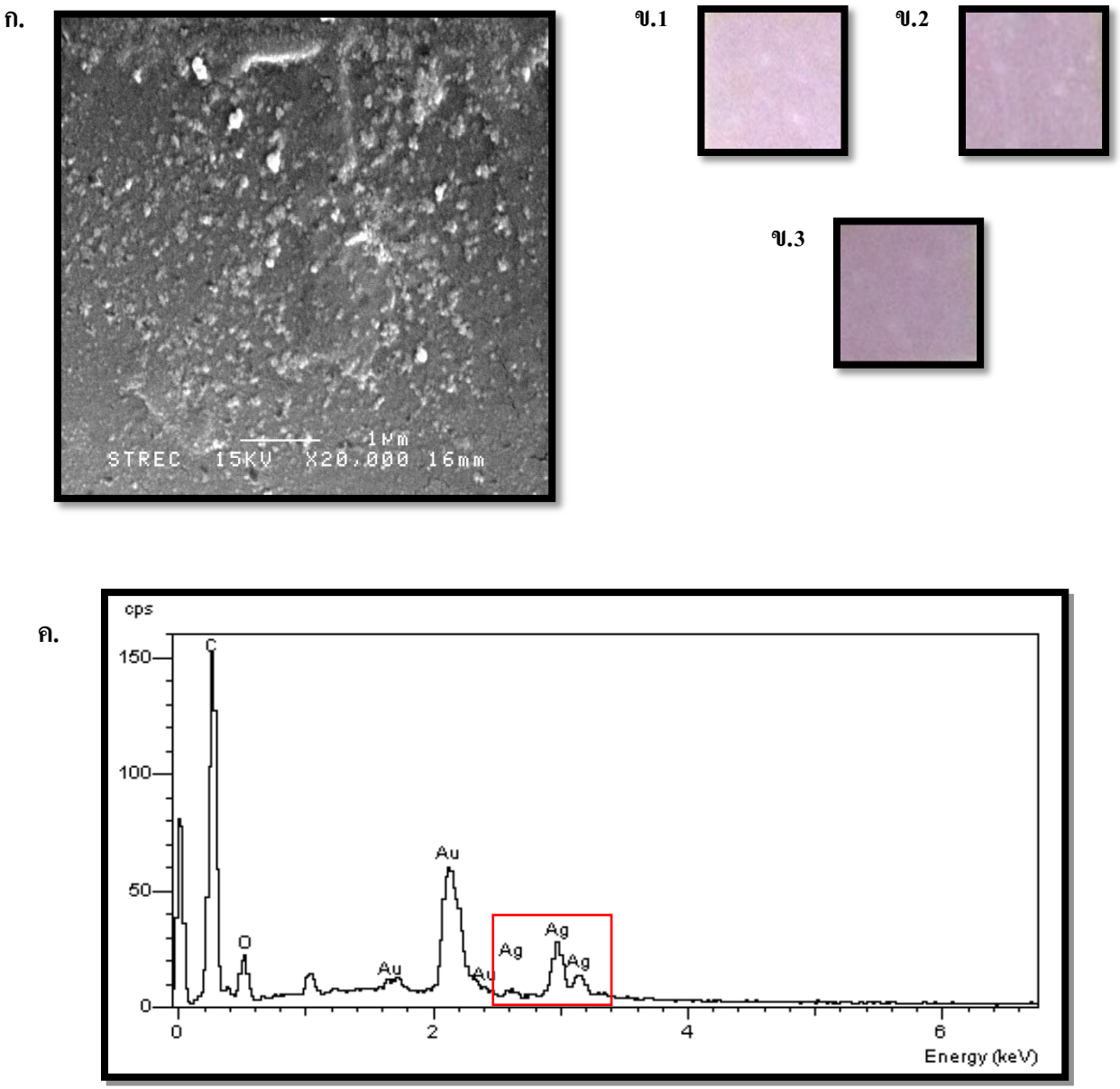
ข. ไส้กรองที่จุ่มเคลือบโดยการใช้เทคนิคจุ่มเคลือบแบบชั้นต่อชั้น (LbL)

(ข.1 จุ่มเคลือบนาน15นาที ข.2 จุ่มเคลือบนาน60นาที ข.3 จุ่มเคลือบนาน90นาที)

ค.กราฟจากการวิเคราะห์ธาตุเชิงคุณภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM-EDX)

ค. สารรักษาเสถียรภาพ PMA ความเข้มข้น 7 mM

ศึกษาด้วยเครื่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 4.55



รูปที่ 4.54 แสดงผลการศึกษาการยึดติดอนุภาคเงินระดับนาโนที่สังเคราะห์ด้วยวิธีเคมีสีเขียวบนไส้กรองโดยการใช้สารรักษาเสถียรภาพ PMAความเข้มข้น 7 mM

ก.ภาพจากการวิเคราะห์ผลการยึดติดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

ข. ไส้กรองที่จุ่มเคลือบโดยการใช้เทคนิคจุ่มเคลือบแบบชั้นต่อชั้น (LbL)

(ข.1 จุ่มเคลือบนาน15นาที ข.2 จุ่มเคลือบนาน60นาที ข.3 จุ่มเคลือบนาน90นาที)

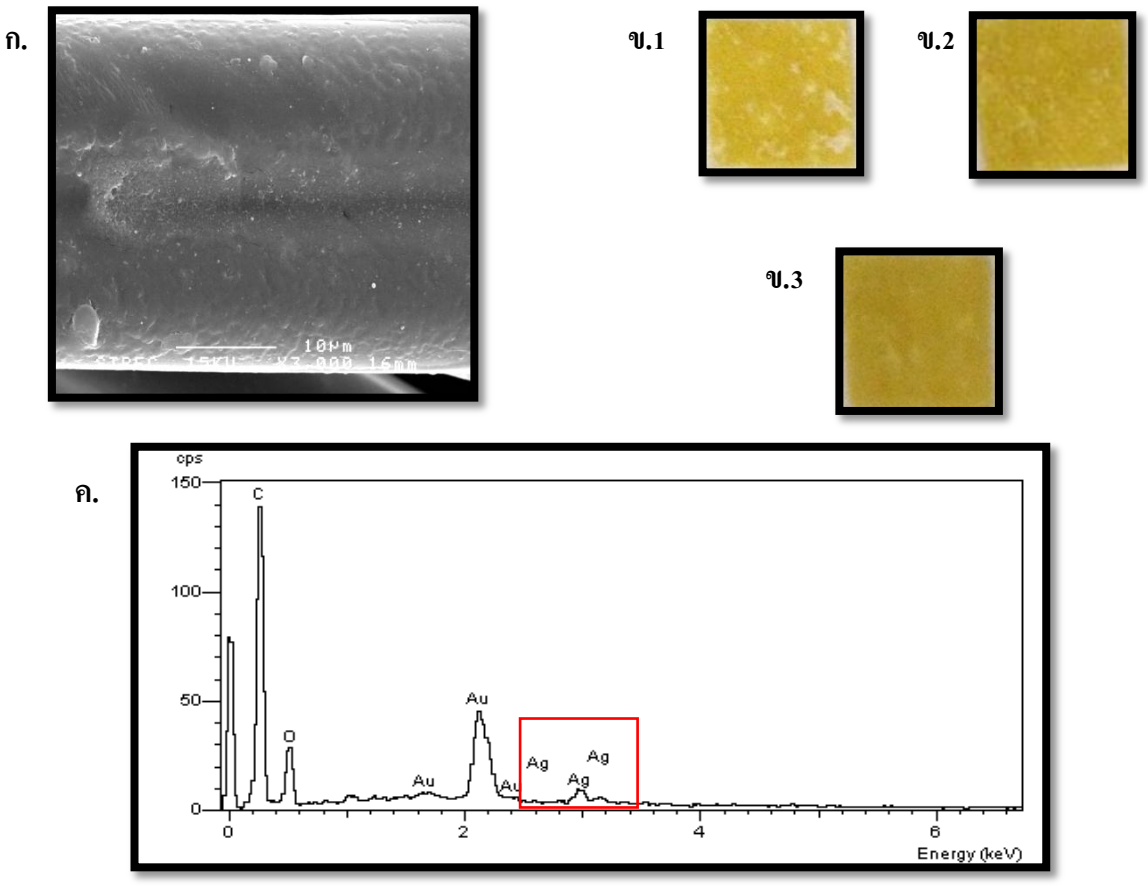
ค.กราฟจากการวิเคราะห์ธาตุเชิงคุณภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM-EDX)

4.3.2.2 การสังเคราะห์ด้วยวิธีทางเคมี

สำหรับการสังเคราะห์อนุภาคเงินระดับนาโนด้วยวิธีทางเคมีโดยการใช้สารรักษาเสถียรภาพ และนำไส้กรองจุ่มเคลือบด้วยเทคนิค (Layer – by – Layer : LbL) นาน 15, 60 และ90 นาที จากนั้นศึกษาการยึดติดของอนุภาคเงินระดับนาโนบนไส้กรองและสารรักษาเสถียรภาพ และความเข้มข้นดังต่อไปนี้

ก. สารรักษาเสถียรภาพ PAA ความเข้มข้น 1 mM

ศึกษาด้วยเครื่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 4.56



รูปที่ 4.55 แสดงผลการศึกษาการยึดติดอนุภาคเงินระดับนาโนที่สังเคราะห์ด้วยวิธีทางเคมีบนไส้กรองโดยการใช้สารรักษาเสถียรภาพ PAA ความเข้มข้น 1 mM

ก. ภาพจากการวิเคราะห์ผลการยึดติดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

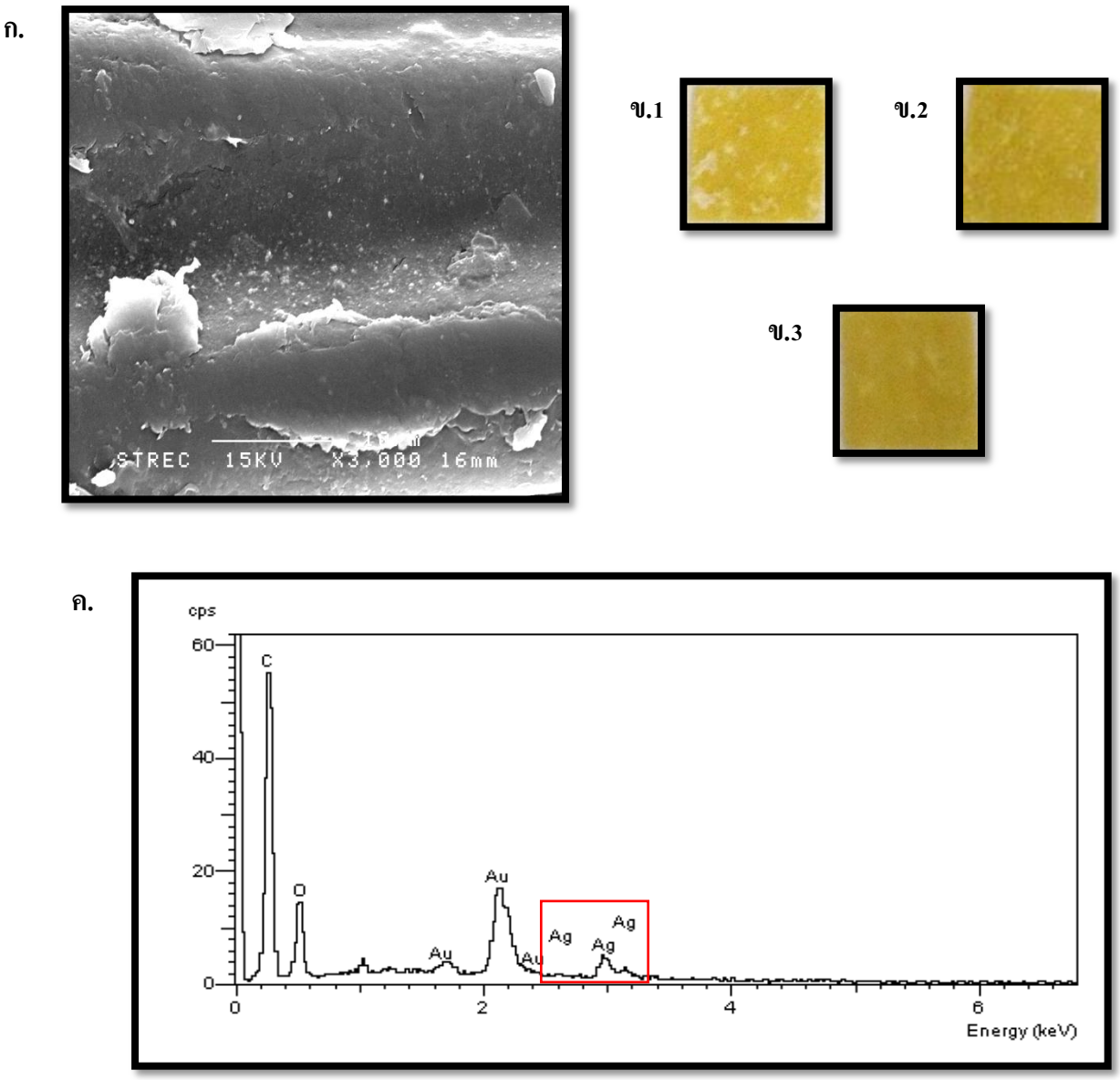
ข. ไส้กรองที่จุ่มเคลือบโดยการใช้เทคนิคจุ่มเคลือบแบบชั้นต่อชั้น (LbL)

(ข.1 จุ่มเคลือบนาน15นาที ข.2 จุ่มเคลือบนาน60นาที ข.3 จุ่มเคลือบนาน90นาที)

ค. กราฟจากการวิเคราะห์ธาตุเชิงคุณภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM-EDX)

ข. สารรักษาเสถียรภาพ CoPSS ความเข้มข้น 1 mM

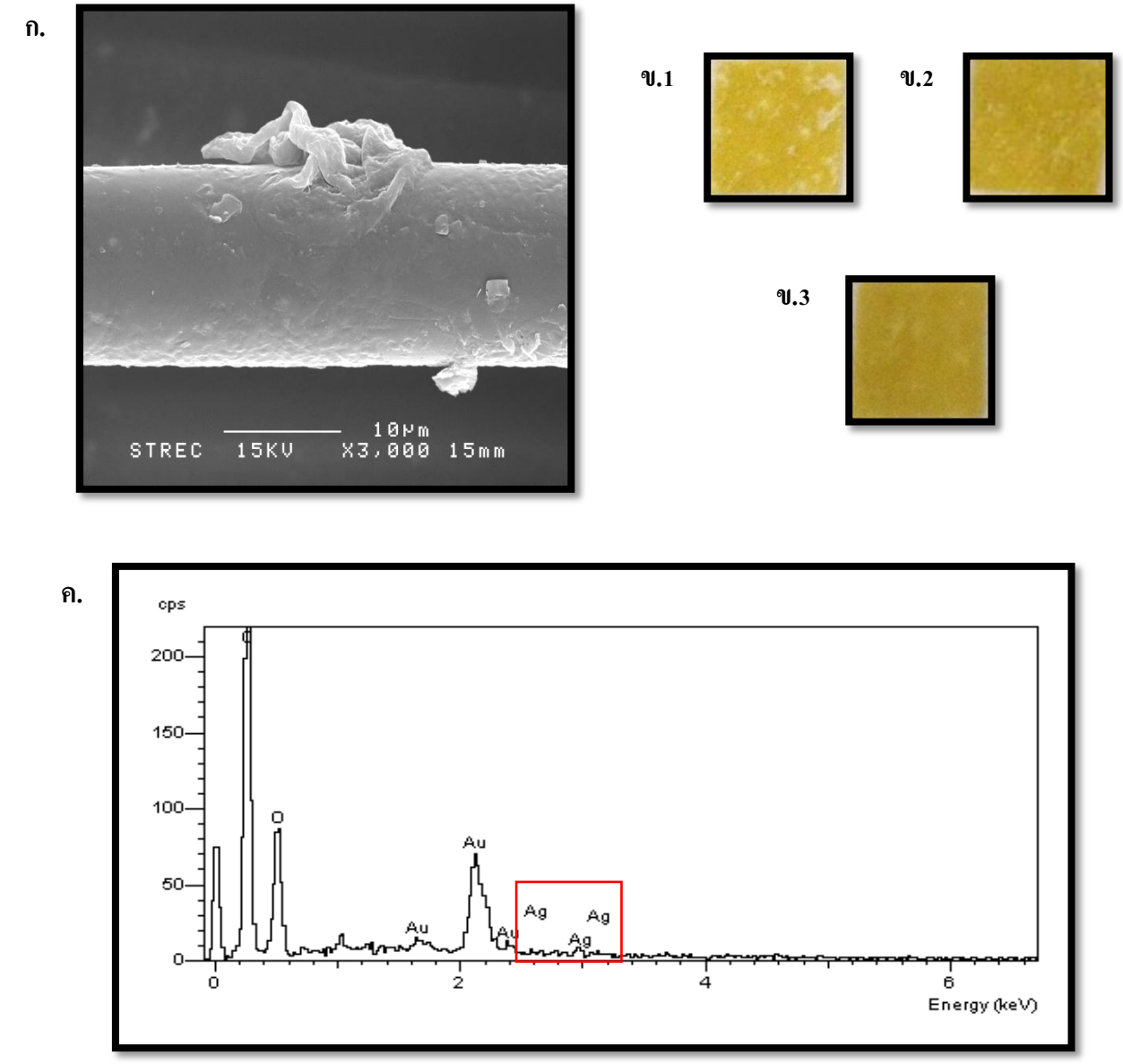
ศึกษาด้วยเครื่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 4.57



รูปที่ 4.56 แสดงผลการศึกษาการยึดติดอนุภาคเงินระดับนาโนที่สังเคราะห์ด้วยวิธีทางเคมีบนไส้กรองโดยการใช้สารรักษาเสถียรภาพ CoPSS ความเข้มข้น 1 mM
ก.ภาพจากการวิเคราะห์ผลการยึดติดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)
ข. ไส้กรองที่จุ่มเคลือบโดยการใช้เทคนิคจุ่มเคลือบแบบชั้นต่อชั้น (LbL)
(ข.1 จุ่มเคลือบนาน 15 นาที ข.2 จุ่มเคลือบนาน 60 นาที ข.3 จุ่มเคลือบนาน 90 นาที)
ค. กราฟจากการวิเคราะห์ธาตุเชิงคุณภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM-EDX)

ค. สารรักษาเสถียรภาพ PMA ความเข้มข้น 7 mM

ศึกษาด้วยเครื่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 4.58



รูปที่ 4.57 แสดงผลการศึกษาการยึดติดอนุภาคเงินระดับนาโนที่สังเคราะห์ด้วยวิธีทางเคมีบนไส้กรองโดยการใช้สารรักษาเสถียรภาพ PMA ความเข้มข้น 1 mM

ก.ภาพจากการวิเคราะห์ผลการยึดติดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

ข. ไส้กรองที่จุ่มเคลือบโดยการใช้เทคนิคจุ่มเคลือบแบบชั้นต่อชั้น (LbL)

(ข.1 จุ่มเคลือบนาน 15 นาที ข.2 จุ่มเคลือบนาน 60 นาที ข.3 จุ่มเคลือบนาน 90 นาที)

ค. กราฟจากการวิเคราะห์ธาตุเชิงคุณภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM-EDX)

4.3.3 ผลการศึกษาการต้านเชื้อจุลินทรีย์

จากผลการศึกษาการต้านเชื้อจุลินทรีย์ชนิด Staphylococcus aureus (S.aureus), Pseudo monas aeruginosa (P. aeruginos) และ Candida albicans (C. albicans) **ดังผลการศึกษาตารางที่ 4.7 พบว่าฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ชนิด** S.aureus ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด ในงานวิจัยนี้จึงเลือกเชื้อจุลินทรีย์ S.aureus ทำการศึกษาบนไส้กรองที่มีอนุภาคเงินระดับนาโนเคลือบ โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้ อันดับแรกทำการเลี้ยงเชื้อนาน 1 วัน นำไส้กรองใส่หลอดทดลอง และปิเปตเชื้อที่เลี้ยงไว้ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรและปิเปตอาหารเลี้ยงเชื้อปริมาตร 5 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเขย่านาน 60 นาที เมื่อครบ 60 นาที ปิเปตสารออกจากหลอดทดลอง และทำการเจือจางด้วยน้ำกลั่น นำสารที่เจือจางปิเปตปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร เคลือบบน solid agar นำไปอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นับจำนวนเชื้อในจานเลี้ยงเชื้อที่ลดลง รายงานผลการศึกษาในหน่วยของ% reduction of bacteria

4.3.3.1 ผลการต้านเชื้อจุลินทรีย์โดยการใช้สารละลายอนุภาคเงินระดับนาโนที่สังเคราะห์ด้วยวิธีเคมีสีเขียว โดยมีสารรักษาเสถียรภาพชนิดต่างๆ

ผลการศึกษาโดยศึกษาผ่านเชื้อจุลินทรีย์ชนิด Staphylococcus aureus (S.aureus) ได้ผลการศึกษาดังตารางที่ 4.8

ลำดับ	สารละลายอนุภาคเงินระดับนาโนที่มีสารเพิ่มความคงตัว	เวลาที่ใช้จุ่มเคลือบ(นาที)	% reduction of bacteria
1	PAA ความเข้มข้น 9 มิลลิโมลาร์	15	37.50
		60	0
		90	29.16
2	CoPSS ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์	15	33.33
		60	0
		90	41.66
3	PMA ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์	15	50.00
		60	20.83
		90	33.33

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการต้านเชื้อจุลินทรีย์จากการใช้อนุภาคเงินระดับนาโนที่สังเคราะห์ด้วยวิธีเคมีสีเขียว

4.3.3.2 ผลการต้านเชื้อจุลินทรีย์โดยการใช้สารละลายอนุภาคเงินระดับนาโนที่สังเคราะห์ด้วยวิธีทางเคมี โดยมีสารรักษาเสถียรภาพชนิดต่างๆ

ผลการศึกษาโดยศึกษาผ่านเชื้อจุลินทรีย์ชนิด Staphylococcus aureus (S.aureus) ได้ผลการศึกษาดังตารางที่ 4.9

ลำดับ	สารละลายอนุภาคเงินระดับนาโนที่มีสารเพิ่มความคงตัว	เวลาที่ใช้จุ่มเคลือบ(นาที)	% reduction of bacteria
1	PAA ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์	15	62.50
		60	77.91
		90	16.66
2	CoPSS ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์	15	12.50
		60	64.16
		90	0
3	PMA ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์	15	66.66
		60	58.33
		90	45.83

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการต้านเชื้อจุลินทรีย์จากการใช้อนุภาคเงินระดับนาโนที่สังเคราะห์ด้วยวิธีเคมีสีเขียว

สรุปผลการศึกษาการใช้ไส้กรองที่จุ่มเคลือบกับสารละลายอนุภาคเงินระดับนาโนที่มีสารเพิ่มความคงตัวชนิดต่างๆ

จากตารางที่ 4.8 และ ตารางที่ 4.9 พบว่าการสังเคราะห์อนุภาคเงินระดับนาโนทั้งสองวิธีให้ผลการต้านเชื้อจุลินทรีย์ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งในแง่ของการใช้สารเคมีในการสังเคราะห์ วิธีเคมีสีเขียวเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการสังเคราะห์ กล่าวคือวิธีการสังเคราะห์ด้วยวิธีเคมีสีเขียวใช้สารเคมีน้อยกว่าวิธีการสังเคราะห์ด้วยวิธีทางเคมีอีกทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย

ในส่วนของเวลาที่ใช้ในการจุ่มเคลือบมีผลต่อการต้านเชื้อจุลินทรีย์ไม่มากนัก แต่ชนิดของสารเพิ่มความคงตัวมีผลการต้านเชื้อจุลินทรีย์มีมากกว่า ฉะนั้นจึงควรเลือกใช้ให้เหมาะสม