

ชื่อโครงการ:	การสังเคราะห์อนุภาคนาโนซิลเวอร์ด้วยวิธีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับผลิตผงซักฟอกยับยั้งแบคทีเรีย	PB2_06_09
	Eco-friendly Synthesis of Silver Nanoparticle for Producing Antibacterial Detergent	
สาขาวิชา:	ชีววิทยาและความหลากหลายทางชีวภาพ	
ผู้จัดทำโครงการ:	นางสาวพิชญากร ทานกระโทก นางสาวมัณณิมา ศรีสุวรรณ นางสาววรรณวิดา อีระเจตกุล	
โรงเรียน:	โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัยโดยการกำกับดูแลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
อาจารย์ที่ปรึกษา:	รองศาสตราจารย์.ดร.สินีนานู ศรี สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	

บทคัดย่อ

ด้วยคุณสมบัติที่โดดเด่นในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทำให้อนุภาคนาโนซิลเวอร์ถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างแพร่หลายและมีแนวโน้มของความต้องการที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี แต่ด้วยวิธีผลิตทางเคมีทำให้มีข้อเสียที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจึงได้รับความสนใจ โครงการนี้จึงต้องการพัฒนาการผลิตอนุภาคนาโนซิลเวอร์ด้วยวิธีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้สารสกัดจากพืช และทดลองใช้อนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่ผลิตได้เป็นส่วนผสมในผงซักฟอกที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการรีดิวซ์ของสารสกัดจากดอกอัญชัน แครอท และแก้วมังกรแดง พบว่าสารสกัดดอกอัญชันมีความสามารถในการรีดิวซ์สูงที่สุดจึงถูกนำมาใช้เป็นตัวรีดิวซ์ธรรมชาติแทนการใช้สารเคมี โดยผสมกับสารละลายซิลเวอร์ไนเตรทและบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการวิเคราะห์ฟิสิกส์ของอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่ 470 นาโนเมตร ทำให้พบว่าสามารถผลิตอนุภาคนาโนซิลเวอร์ได้ โดยอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่ผลิตได้สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส (clear zone) เท่ากับ 3.8 ± 1.3 และ 4.5 ± 0.5 มิลลิเมตรตามลำดับ เมื่อนำอนุภาคนาโนซิลเวอร์ไปผสมกับผงซักฟอกที่ผลิตขึ้น และนำไปทดสอบด้วยการซักผ้าและตากในที่ร่มเป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าผงซักฟอกที่เติมอนุภาคนาโนซิลเวอร์เป็นส่วนประกอบสามารถลดกลิ่นอับของผ้าได้สูงกว่าผงซักฟอกที่ไม่เติมอนุภาคนาโนซิลเวอร์อย่างมีนัยสำคัญ และผงซักฟอกดังกล่าวให้ผลในการลดกลิ่นอับของผ้าได้ดีใกล้เคียงกับผงซักฟอกการค้าที่มีอนุภาคนาโนซิลเวอร์ จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากดอกอัญชันสามารถใช้ในการผลิตอนุภาคนาโนซิลเวอร์ด้วยวิธีที่มีมิตรกับสิ่งแวดล้อมและมีต้นทุนการผลิตต่ำ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการผลิตผงซักฟอกยับยั้งแบคทีเรียได้

คำสำคัญ : ดอกอัญชัน (*Clitoria ternatea*), ผงซักฟอก, แบคทีเรีย, อนุภาคนาโนซิลเวอร์

บทนำ

อนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่มีขนาด 1-100 นาโนเมตร มีคุณสมบัติที่โดดเด่นในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและแกรมลบ ทำให้ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวันและอุปกรณ์ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันอย่างแพร่หลาย เช่น เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น และผงซักฟอก เป็นต้น โดยการผลิตอนุภาคนาโนซิลเวอร์ในปริมาณสูงที่ถูกใช้มากที่สุดคือ วิธีทางเคมี ซึ่งใช้สารเคมีทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์ (reducing agent) และตัวให้ความคงตัว (stabilizing agent) ซึ่งในกระบวนการผลิตจะเกิดสารเคมีที่เป็นพิษและอาจทำให้เกิดปัญหา

และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม [1] ดังนั้นวิธีผลิตอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีต้นทุนการผลิตต่ำจึงได้รับความสนใจมากขึ้น โดยสารสกัดจากพืชหลายชนิดได้ถูกนำมาใช้แทนสารเคมีที่ทำหน้าที่ตัวรีดิวซ์และตัวให้ความคงตัว โดยสารเคมีที่มีหมู่ฟีนอล และฟลาโวนอยด์ สามารถทำหน้าที่รีดิวซ์ซิลเวอร์ไอออน (Ag^+) เป็นซิลเวอร์ศูนย์ (Ag^0) และทำให้เกิดอนุภาคนาโนซิลเวอร์ในที่สุด ส่วนสารในกลุ่มของพอลิแซคคาไรด์ที่ได้จากสารสกัดจากพืชสามารถทำหน้าที่ช่วยให้อนุภาคนาโนที่เกิดขึ้นมีความคงตัวและแขวนลอยในน้ำได้ [2]

เนื่องจากสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ แอนโทไซยานิน และบีตาแซนทีน สามารถทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์ได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะใช้พืชในกลุ่มข้างต้นในการผลิตอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยเลือกพืชทดสอบ 3 ชนิด คือ ดอกอัญชัน แครอท และแก้วมังกรแดง โดยทดสอบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์ของสารสกัดสารทั้งสามชนิดและเลือกชนิดที่ให้ค่าสูงที่สุดในการผลิตอนุภาคนาโนซิลเวอร์ นอกจากนี้ในการศึกษานี้ยังสนใจที่จะผลิตผงซักฟอกผสมอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่ผลิตได้เพื่อใช้เป็นผงซักฟอกยั้งแบคทีเรียเพื่อช่วยลดการเกิดกลิ่นอับของผ้าที่ตากในที่ร่ม โดยเปรียบเทียบกับผงซักฟอกการค้าที่ผสมอนุภาคนาโนซิลเวอร์ 1 ชนิด

วิธีการทดลอง

การสกัดพืชและทดสอบความสามารถในการรีดิวซ์

บดพืชในไนโตรเจนเหลวและละลายในน้ำ (10 กรัมต่อ 10 มิลลิลิตร) กรอง และวัดค่ารีดิวซ์โดยทำปฏิกิริยากับไตรคลอโรอะซิติกแอซิกและเพอริคลอไรด์ นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 700 นาโนเมตร

การสังเคราะห์อนุภาคนาโนซิลเวอร์

ผสมสารสกัดจากดอกอัญชัน กลูโคส และซิลเวอร์ไนเตรต บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนการสังเคราะห์อนุภาคนาโนซิลเวอร์แบบไม่มีกลูโคสได้ทำแบบเดียวกันแต่ไม่ต้องเติมกลูโคส ติดตามการเกิดอนุภาคนาโนซิลเวอร์จากค่าดูดกลืนแสงในช่วง 400-900 นาโนเมตร

การทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียของอนุภาคนาโนซิลเวอร์

นำอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่สังเคราะห์ได้ทดสอบด้วยวิธี Agar disc diffusion ซึ่งใช้เชื้อ *E. coli* และ *S. aureus* โดยมี Ampicillin เป็นตัวควบคุมแบบบวกและน้ำปราศจากไอออนเป็นตัวควบคุมแบบลบ

การผลิตผงซักฟอกและทดสอบประสิทธิภาพในการลดกลิ่นอับของผ้า

ผสมโซเดียมคาร์บอเนตและบอแรกซ์อย่างละ 10 กรัม เติมโซเดียมซิติเกต 5 มิลลิลิตร บดให้ละเอียดและเติมอนุภาคนาโนซิลเวอร์เข้มข้น 16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 1,250 ไมโครลิตร จากนั้นนำไปทดสอบประสิทธิภาพการลดกลิ่นอับด้วยการซักผ้าขนาด 10x30 ตารางเซนติเมตรและนำไปตากในที่ร่มเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ ANOVA เปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วย Turkey HSD โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 17

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. ความสามารถในการรีดิวซ์ของสารสกัดดอกอัญชัน แครอท และแก้วมังกรแดง

สารสกัดดอกอัญชันมีค่ารีดิวซ์สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดแครอทและแก้วมังกรแดง (ตารางที่ 1) จึงถูกเลือกไปใช้ในการผลิตอนุภาคนาโนซิลเวอร์ในการทดลองต่อไป

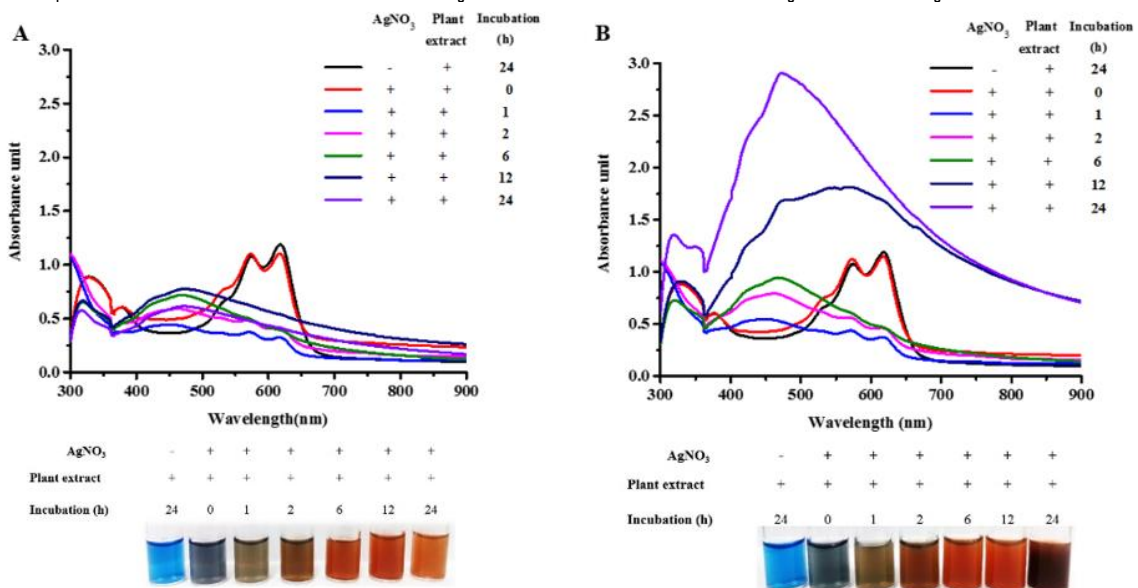
ตารางที่ 1. ความสามารถในการรีดิวซ์ของสารสกัดดอกอัญชัน แครอท และแก้วมังกรแดง

ชนิดสารสกัด	ความเข้มข้น (กรัม/มิลลิลิตร)	ค่าการรีดิวซ์ (Absorption 700 nm)
แครอท	1	0.360±0.003 ^a
แก้วมังกรแดง	1	1.450 ±0.005 ^b
ดอกอัญชัน	1	1.530 ±0.003 ^c

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยจากห้าตัวอย่าง และสัญลักษณ์ a-c แสดงกลุ่มทางสถิติที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

2. การสังเคราะห์อนุภาคนาโนซิลเวอร์ด้วยสารสกัดดอกอัญชัน

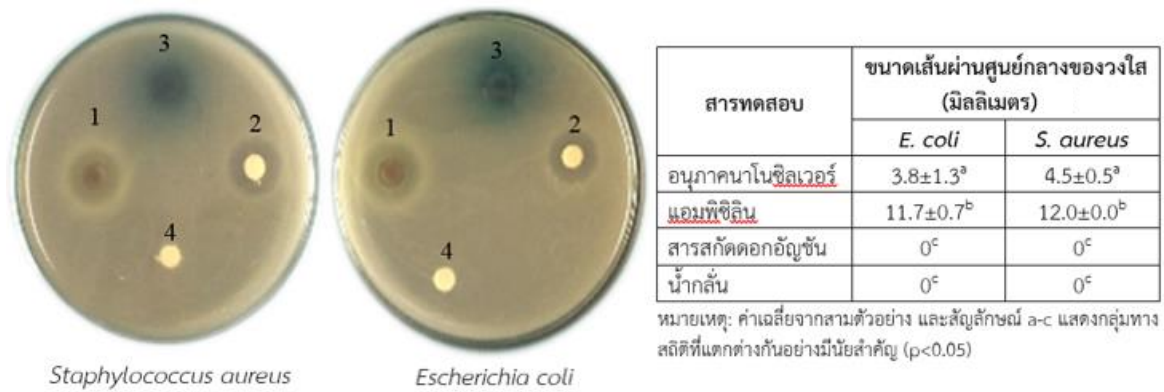
สารสกัดดอกอัญชันสามารถใช้ในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนซิลเวอร์ได้ (รูปที่ 1A) โดยวิเคราะห์จากพิกเอกลักษณะของอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่ 470 นาโนเมตร ซึ่งแสดงว่าสารสกัดดอกอัญชันสามารถทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์และตัวให้ความคงตัวได้ เมื่อเพิ่มตัวรีดิวซ์คือกลูโคสในปฏิกิริยา พบว่าสามารถเพิ่มการผลิตอนุภาคนาโนซิลเวอร์ได้เพิ่มขึ้น 9 เท่า (รูปที่ 1B) โดยวิเคราะห์จากค่าดูดกลืนแสงที่สูงขึ้น



รูปที่ 1. สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่สังเคราะห์ในสภาวะที่ (A) ไม่มีกลูโคส และ (B) มีกลูโคส

3. ความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียของอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่ผลิตได้

อนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่สังเคราะห์ขึ้นสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ *E. coli* และแบคทีเรียแกรมบวก *S. aureus* (รูปที่ 2)



รูปที่ 2. การทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียด้วยวิธี agar disc diffusion

4. ความสามารถในการลดกลิ่นอับของผ้าด้วยผงซักฟอกผสมอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่ผลิตขึ้น

ผงซักฟอกที่ผลิตได้แบบผสมอนุภาคนาโนซิลเวอร์สามารถลดกลิ่นอับของผ้าที่ตากไว้ 6 ชั่วโมงในร่มได้ดีกว่าแบบที่ไม่ผสมอนุภาคนาโนซิลเวอร์อย่างมีนัยสำคัญ และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับผงซักฟอกการค้าที่ผสมอนุภาคนาโนซิลเวอร์

ตารางที่ 2. ความสามารถของผงซักฟอกชนิดต่าง ๆ ในการลดกลิ่นอับของผ้าที่ตากไว้ 6 ชั่วโมง

ชนิดของผงซักฟอก	% ผ้าที่ไม่เกิดกลิ่นอับ			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
ผงซักฟอกการค้าที่มีอนุภาคนาโนซิลเวอร์	66.67	60	100	75.55±21.43 ^a
ผงซักฟอกมีอนุภาคนาโนซิลเวอร์	66.67	80	80	75.55±7.69 ^a
ผงซักฟอกไม่มีอนุภาคนาโนซิลเวอร์	0	20	20	13.33±11.54 ^b

หมายเหตุ: ในการทดลองแต่ละครั้งใช้ 5 ตัวอย่าง โดยค่าเฉลี่ยมาจากการทดลองสามครั้ง และสัญลักษณ์ a และ b แสดงกลุ่มทางสถิติที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

สรุปผลการทดลอง

สารสกัดจากดอกอัญชันสามารถใช้ในการผลิตอนุภาคนาโนซิลเวอร์ด้วยวิธีที่มีตรงกับสิ่งแวดล้อม และมีต้นทุนการผลิตต่ำ โดยใช้เป็นตัวรีดิวซ์และตัวให้ความคงตัวของอนุภาคแทนการใช้สารเคมีที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้อนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่ผลิตได้สามารถใช้ในการผลิตผงซักฟอกยับยั้งแบคทีเรียได้ดีใกล้เคียงกับผงซักฟอกการค้าที่มีอนุภาคนาโนซิลเวอร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] Iravani, S., Korbekandi, H., Mirmohammadi, S., Zolfaghari, B. Res. Pharm. Sci. 2014. 9: 385-406.
- [2] Makarov, V.V., Love, A.J., Sinitsyna, O.V., Makarova, S.S., Yaminsky, I.V., Taliansky, M.E., Kalinina, N.O. Acta Naturae. 2014. 6: 35-44.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการสนับสนุนการจัดตั้งห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน โดยกรมกำกับดูแลของมหาวิทยาลัย (โครงการ วมว.) ศูนย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัยสนับสนุนโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี