

การประยุกต์ใช้สีจากแอคทีโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลาย ในการย้อมเส้นใยไหม

APPLICATION OF ACTINOBACTERIA MUTANTS FOR SILK FIBER DYEING

นฤมล เกื่อนกุล

Naruemol Thurnkul

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

corresponding author e-mail: to_naruemol@yahoo.com

(Received: 27 November 2019 ; Revised: 4 March 2020; Accepted: 12 March 2020)

บทคัดย่อ

แอคทีโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลาย จำนวน 8 สายพันธุ์ คัดเลือกมาจากการปรับปรุงสายพันธุ์ของแอคทีโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 ด้วยการชักนำให้เกิดการกลายโดยรังสีอัลตราไวโอเล็ต แอคทีโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลายสร้างสีโคโลนีในท่อนสีส้มบนอาหารเลี้ยงเชื้อซีเคเอ็ม คาร์ซีเนตเอการ์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการสร้างสีและสกัดสารสีบนปลายข้าว และนำมาย้อมเส้นใยไหม จากผลการศึกษา พบว่า แอคทีโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลาย จำนวน 8 สายพันธุ์ มีการสร้างสีในท่อนสีม่วงบนปลายข้าว เมื่อสกัดผลย้อมด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 ได้สารสกัดสีย้อมในท่อนสีชมพู และสามารถย้อมติดเส้นใยไหมในท่อนสีชมพู ซึ่งสามารถนำแอคทีโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลายไปผลิตสีย้อมเพื่อใช้ในการย้อมเส้นใยไหมในเชิงพาณิชย์ต่อไป

คำสำคัญ: แอคทีโนแบคทีเรีย สายพันธุ์กลาย การย้อมสี เส้นใยไหม

Abstract

Eight mutant actinobacteria were selected by genetic modification Actinobacteria D7 which induced via ultraviolet (UV) radiation. Each isolated mutant was produced various orange shades on Sodium caseinate agar (SCA) media. This study was aimed to study the production and extraction of dyes using broken-milled rice and silk fibers dyeing color. It was found that the eight mutant actinobacteria were produced violet tones on broken-milled

rice. The color pigment which extracted by 70% ethanol provided tones of pink and dye the silk fibers in pink tones. The mutant actinobacteria can be used to produce dye for commercial silk dyeing.

Keywords: Actinobacteria, Mutant, Dyeing, Silk fiber

บทนำ

แอกติโนแบคทีเรีย (Actinobacteria) เป็นแบคทีเรียแกรมบวก สร้างเส้นใยสั้นๆ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ มีลักษณะคล้ายเชื้อรา พบได้ในดินทั่วไปโดยเฉพาะดินที่มีความชื้นต่ำส่วนใหญ่พบแอกติโนแบคทีเรียในสกุล *Streptomyces* เป็นกลุ่มที่มีคุณสมบัติที่น่าสนใจ คือ สร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Goodfellow et al., 2012) และสร้างสารสีออกมานอกเซลล์ สามารถนำมาเพาะเลี้ยงเพื่อให้สร้างสีบนเมล็ดธัญพืช สกัดสีแล้วนำมาย้อมเส้นใยธรรมชาติได้หลายชนิด เช่น ชมพู เหลือง ส้ม ม่วง และแดง (นฤมล และนฤมล, 2560; Kramaret et al. (2014) นอกจากนั้นยังพบ *Streptomyces* strain (NP2, NP4) ผลิตสารสีน้ำเงินเข้มและแดงเข้ม ตามลำดับ ในอาหารเลี้ยงเชื้อเมื่อนำมาสกัดสีโดยใช้เอทิลอะซิเตท (Ethyl acetate) แล้วนำมาย้อมเส้นใยสังเคราะห์พบว่า ดิตสีเส้นใยสังเคราะห์ในเจดสีที่เข้ม

จากคุณสมบัติการใช้ประโยชน์จากการสร้างสีของแอกติโนแบคทีเรีย จึงพบว่ามี การคัดเลือกแอกติโนแบคทีเรียนำมาวิจัย คือ แอกติโนแบคทีเรียไอโซเลต D7 ที่คัดแยกได้จากดินร่งต่อหมาว่าที่มีสร้างรงควัตถุสีส้มบนอาหารเลี้ยงเชื้อโซเดียม คาร์ซีเนต เอการ์ (Sodium caseinate agar: SCA) ซึ่งเป็นสีที่ผลิตออกนอกเซลล์ สามารถผลิตสีได้อย่างรวดเร็ว 7–10 วัน ย้อมติดเส้นใยไหมสีชมพู ไม่ตกสี ซึ่งจากคุณสมบัติดังกล่าวจึงได้มีการพัฒนาปรับปรุงสายพันธุ์ของแอกติโนแบคทีเรียไอโซเลต D7 เพื่อให้เกิดคุณสมบัติการผลิตสีที่ดีกว่าสายพันธุ์เดิม โดยชักนำให้เกิดการกลายโดยรังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet radiation: UV) ที่ระยะเวลา 5 นาที และ 10 นาที โดยพบว่าแอกติโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลาย จำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ D7A4 D7B1 D7B6 D7B9 D7B10 D7B11 D7B12 และ D7B13 สร้างสีของโคโลนีในโทนัสส้มบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SCA (วรารพร และคณะ, 2562) ซึ่งโทนัสส้มที่มีเจดสีต่างกันบนอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีที่น่าสนใจในการพัฒนาเป็นสีย้อมเส้นใยไหม

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาเปรียบเทียบสีที่เกิดจากแอกติโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลายเมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ SCA และบนปลายข้าว จากนั้นจึงนำไปย้อมสีเส้นใยไหมและศึกษาความแตกต่างของสีในระหว่างการสร้างสีบนปลายข้าวและการย้อมติดสีเส้นใยไหม เพื่อพัฒนาเป็นสายพันธุ์ใหม่ในการย้อมสีเส้นใยธรรมชาติที่เป็นนวัตกรรมผ้าทอเชิงพาณิชย์ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมเชื้อแอดิโนแบคทีเรีย

เพาะเลี้ยงแอดิโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 และแอดิโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลายจำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ D7A4 D7B1 D7B6 D7B9 D7B10 D7B11 D7B12 และ D7B13 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ SCA ซึ่งเตรียมจาก Skimmed milk 2.0 กรัม Glucose 2.0 กรัม K_2HPO_4 0.2 กรัม $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.2 กรัม $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ Trace sodium propionate 1.0 กรัม Agar 15.0 กรัม และ Distilled water 1.0 ลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3–5 วัน

2. การสร้างสีของแอดิโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลายบนปลายข้าว

ซึ่งปลายข้าว 20–30 กรัม ลงในฟลasks ขนาด 250 มิลลิลิตร แช่ด้วยน้ำประปา เป็นเวลา 30 นาที เทน้ำประปาออกให้หมด นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยเครื่อง Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นำแอดิโนแบคทีเรียมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นเท่ากับสารละลายมาตรฐาน Mc Farland No.0.5 (1.5×10^8 CFU/ml) โดยวัดความขุ่นที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร ให้ได้ค่าเท่ากับ 0.08–0.1 (Kermeoglu et al., 2018) ปิเปตต์สารแขวนลอยสปอร์ (Spore suspension) ของแอดิโนแบคทีเรีย ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร ลงในปลายข้าวที่เตรียมไว้ (นฤมล, 2551) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5–7 วัน สังเกตการสร้างสีของแอดิโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 และแอดิโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลายบนปลายข้าว

3. การสกัดสีและวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดสีข้มจากแอดิโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 และสายพันธุ์กลาย

นำปลายข้าวที่หมักด้วยแอดิโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำมาบดให้ละเอียด ซึ่งผงสีข้มต่อเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 ในอัตราส่วน 1 : 5 นำไปเขย่าด้วยเครื่อง Vortex เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge ที่ความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที (rpm) เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 190–800 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง UV-vis spectrophotometer โดยหาความยาวคลื่นที่ให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุด และวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดสีข้มจากแอดิโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลาย

4. การใช้สีจากแอดิโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 และสายพันธุ์กลายในการย้อมสีเส้นใยไหม

นำผงสีข้มที่ได้มาสกัดสีข้มโดยใช้อัตราส่วนของผงสีต่อสารสกัดต่อเส้นใยไหมเท่ากับ 1 : 5 : 0.22 คือ ซึ่งผงสี 6 กรัม ละลายในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 ปริมาตร 30 มิลลิลิตร เส้นใยไหมหนัก 0.22 กรัม นำมาเขย่าบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 120 rpm เป็น

เวลา 30 นาที นำเส้นใยไหมมาปิด ตากให้แห้งทิ้งไว้ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำมาล้างด้วยน้ำประปา ตากให้แห้ง และย้อมซ้ำอีกครั้งหนึ่ง สังเกตการติดสีเส้นใยไหมของแอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 และแอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลายนำมาวัดค่าสีด้วยเครื่อง Color meter แสดงผลในระบบ CIEL * a* b*

ผลการวิจัย

จากการนำแอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 และแอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลายจำนวน 8 สายพันธุ์ มาเพาะบนปลายข้าว พบว่า สายพันธุ์กลายสามารถผลิตสีในโทนสีม่วงบนปลายข้าว ได้แก่ ม่วงเข้ม (Control D7) ม่วงอ่อน (D7A4) ม่วงอ่อน (D7B1) ชมพูเข้ม (D7B6) ม่วงเข้ม (D7B9) ม่วงเข้ม (D7B10) ชมพูเข้ม (D7B11) ม่วงเข้ม (D7B12) และชมพูเข้ม (D7B13) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การสร้างสีของแอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 และแอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลาย

รหัสเชื้อ	เวลาที่ผ่านรังสี UV (นาที)	สีของโคโลนี บนอาหาร SCA	สีของโคโลนี ภายใต้อาหาร SCA	สีบน ปลายข้าว
Control D7	ไม่ผ่าน	สีส้ม	สีส้มเข้ม	ม่วงเข้ม
D7A4	5	สีส้มอ่อน	สีส้มเข้ม	ม่วงอ่อน
D7B1	10	สีส้มอ่อน	สีส้มเข้ม	ม่วงอ่อน
D7B6	10	สีส้มอ่อน	สีส้มเข้ม	ชมพูเข้ม
D7B9	10	สีส้มอ่อน	สีส้มเข้ม	ม่วงเข้ม
D7B10	10	สีส้มอ่อน	สีส้มเข้ม	ม่วงเข้ม
D7B11	10	สีส้มอ่อน	สีส้มเข้ม	ชมพูเข้ม
D7B12	10	สีส้มอ่อน	สีส้มเข้ม	ม่วงเข้ม
D7B13	10	สีส้มเข้ม	สีส้มเข้ม	ชมพูเข้ม

นำปลายข้าวที่มีสารสีจากแอคติโนแบคทีเรียมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำมาบดให้ละเอียดจะได้ผงสีย้อมผงสีย้อมเมื่อสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 ได้สารสกัดสีย้อมในโทนสีชมพู พบว่า สารสกัดจากผงสีย้อมแอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 ให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร โดยสารสกัดจากผงสีย้อมแอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 และสายพันธุ์กลาย D7A4 D7B1 D7B6 D7B9 D7B10 D7B11 D7B12 และ D7B13 มีค่าการดูดกลืนแสง เท่ากับ 1.984 0.201 0.897 1.307 0.390 0.391 1.429 0.484 และ 1.043 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 และพบว่า สารสกัดสีย้อมจากแอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 และสายพันธุ์กลาย D7A4 D7B1 D7B6 D7B9 D7B10 D7B11 D7B12 และ D7B13

ย้อมติดเส้นใยไหมในโทนสีชมพู คือ ชมพูเข้ม ชมพูอ่อน ชมพูอ่อน ชมพูเข้มชมพูเข้ม ชมพูเข้ม
ชมพูเข้มชมพูเข้ม ชมพูเข้ม และชมพูเข้ม ตามลำดับ ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 1

ตารางที่ 2 ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดสีชมพูแอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 และสายพันธุ์กลาย
ที่มีความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร

สารสกัดผงสีชมพู	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x} \pm S.D$) ^a
Control D7	1.984	1.985	1.985	1.984±0.001 ^a
D7A4	0.202	0.201	0.202	0.201±0.001 ^h
D7B1	0.897	0.898	0.897	0.897±0.001 ^e
D7B6	1.316	1.304	1.302	1.307±0.008 ^c
D7B9	0.390	0.391	0.389	0.390±0.001 ^g
D7B10	0.391	0.392	0.391	0.391±0.001 ^g
D7B11	1.430	1.429	1.428	1.429±0.001 ^b
D7B12	0.485	0.484	0.483	0.484±0.001 ^f
D7B13	1.044	1.043	1.042	1.043±0.001 ^d

หมายเหตุ * ตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$

ตารางที่ 3 ค่าสีของเส้นใยไหมที่ย้อมโดยแอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 และสายพันธุ์กลาย

แอคติโนแบคทีเรีย	ค่าสีของเส้นใยไหม		
	L*	a*	b*
Control D7	63.60	23.56	7.46
D7A4	72.10	7.63	9.16
D7B1	68.33	18.10	4.60
D7B6	70.83	21.56	2.06
D7B9	68.93	12.66	6.66
D7B10	72.07	10.56	8.16
D7B11	68.96	21.70	4.16
D7B12	75.53	12.76	4.36
D7B13	69.96	20.63	2.46

หมายเหตุ ค่าสีจากเครื่อง Color meter โดย

L* หมายถึง ค่าแสดงความสว่างของสี อยู่ในช่วง 0–100 (0 หมายถึง มืด ถ้า 100 หมายถึง สว่าง)

a* หมายถึง ค่าแสดงสีแดงและสีเขียว (ถ้า a เป็นบวก หมายถึง สีแดง และถ้า a เป็นลบ หมายถึง สีเขียว)

b* หมายถึง ค่าแสดงสีเหลืองและสีน้ำเงิน (ถ้า b เป็นบวก หมายถึง สีเหลือง และถ้า b เป็นลบ หมายถึง สีน้ำเงิน)



ภาพที่ 1 เส้นใยไหมที่ย้อมสีจากแอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 และสายพันธุ์กลาย

อภิปรายผล

จากการนำแอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 และสายพันธุ์กลาย จำนวน 8 ไอโซเลต มาเพาะบนปลายข้าว พบว่า สายพันธุ์กลายสามารถผลิตสีในโทนสีม่วงบนปลายข้าวผงสีเข้มเมื่อสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 ได้สารสกัดสีเข้มในโทนสีชมพู และย้อมติดเส้นใยไหมในโทนสีชมพู ซึ่งให้ค่าสี a^* ที่ต่างกัน ทำให้สามารถนำไปใช้ในการย้อมไหมได้ในทุกระดับโทนสีชมพูตามความต้องการของผู้ย้อมจากผลของรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีต่อการสร้างสีที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แสดงให้เห็นถึงรังสีอัลตราไวโอเล็ตมีแนวโน้มส่งผลต่อการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลของสารชีวเคมีหลายชนิดที่สำคัญ ได้แก่ การเกิดไทมินไดเมอร์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งหรือการกลาย โดยส่วนของรังสีอัลตราไวโอเล็ตจะทำให้เบสไทมินจับกันเองเป็นไทมินไดเมอร์ ซึ่งขัดขวางกระบวนการจำลองสายดีเอ็นเอหรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลำดับเบสบนสาย DNA แบบสุ่ม เมื่อเกิดการสังเคราะห์ DNA จะทำให้ได้รหัสพันธุกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ทำให้แสดงออกมาในรูปแบบของสีโคโลนี การสร้างสปอร์ ปลายข้าว และการติดสีเส้นใยไหมเปลี่ยนแปลงไปจากสีเดิม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dutta et al. (2017) ศึกษาการชักนำให้เกิดการกลายของ *Streptomyces hygroscopicus* (MTCC) 4003 ที่มีคุณสมบัติในการผลิตสารปฏิชีวนะราพามัยซิน (Rapamycin: Rap) โดยการใช้วิธีทางกายภาพ คือ การใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ต และวิธีทางเคมี คือ ใช้สารเคมี *N*-methyl-*N*-nitro-*N*-nitrosoguanidine (NTG) พบว่า การใช้วิธีทางกายภาพและวิธีทางเคมีช่วยให้ *S. hygroscopicus* สายพันธุ์กลายมีการผลิตของ Rapamycin เพิ่มขึ้นมากกว่า Wild type ส่วน Baltz (2016) ได้ทำการศึกษา พบว่า *Streptomyces* sp. และ Actinomycetes ชนิดอื่นๆ มีความสามารถในการผลิต Secondary metabolites ได้หลายชนิด

ซึ่งการปรับปรุงสายพันธุ์โดยวิธีทางกายภาพและวิธีทางเคมี จะช่วยให้มีการผลิตสารใหม่และหรือเพิ่มผลผลิตสาร นอกจากนี้ Mo et al. (2013) ซึ่งศึกษาการสร้างสารปฏิชีวนะ FK506 ซึ่งเป็นสารที่จัดอยู่ในกลุ่ม Macrocyclic polyketide ผลิตโดย *Streptomyces* sp. RM701 สายพันธุ์กลายที่ได้จากการชักนำให้เกิดการกลายด้วยวิธีทางกายภาพ คือ การใช้รังสีอัลตราไวโอเลต และสารเคมีโดยใช้สารเคมี NTG เปรียบเทียบกับ Wild type พบว่า *Streptomyces* sp. RM701 สายพันธุ์กลายมีการผลิตสาร FK506 ได้เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับ Jimnez et al. (2012) ที่ได้ศึกษาการชักนำให้เกิดการกลายของ *Streptomyces* sp. ด้วยวิธีการใช้รังสีอัลตราไวโอเลตทำให้ได้สายพันธุ์กลาย คือ *Streptomyces* sp. GQQ-10 สามารถผลิตสาร Prodiginines (PGs) Prodiginines เป็นสารสีแดงซึ่งปกติ พบว่า สร้างจาก *Serratia* spp. *Streptomyces coelicolor* A3(2) และ Marine bacteria เช่น *Hahella chejuensis* KCTC 2396 และ *Pseudalteromonas denitrificans* รวมไปถึงงานวิจัยของ Xueping et al. (2012) ที่ได้ทำการคัดแยก *Streptomyces mediolanisp.* AC37 จากรากต้นยาสูบ (*Taxus baccata*) พบว่า เชื้อสามารถสร้างสาร (-)-8-O-methyltetrangomycin ซึ่งเป็นสาร Bioactive secondary metabolites เมื่อนำมาชักนำให้เกิดการกลายด้วยวิธีทางกายภาพ คือ การใช้รังสีอัลตราไวโอเลต และสารเคมีโดยใช้สารเคมี N-nitroso-N-methyl-urea พบว่า *S. mediolanisp.* AC37 สายพันธุ์กลายสามารถผลิตสาร (-)-8-O-methyltetrangomycin ได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ El-Gendy & EL-Bondkly (2010) ซึ่งศึกษาการคัดแยก *Streptomyces* sp. Hedaya48 จากฟองน้ำ (*Aplysina fistularis*) พบว่า เชื้อสามารถผลิตสารต้านเชื้อรากลุ่มใหม่ (Novel antimycotic agents) คือ Saadamycin เมื่อนำ *Streptomyces* sp. Hedaya48 มาชักนำให้เกิดการกลายด้วยวิธีทางกายภาพ คือ การใช้รังสีอัลตราไวโอเลต ได้สายพันธุ์กลาย คือ *Streptomyces* sp. Ah22 สามารถผลิตสาร Saadamycin ได้เพิ่มขึ้น และผลการศึกษาของ Wang et al. (2009) ที่ได้ปรับปรุงการสร้างสารปฏิชีวนะ Milbemycin จาก *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *Aureolacrimosus* โดยชักนำให้เกิดการกลายด้วยวิธีทางกายภาพ คือ การใช้รังสีอัลตราไวโอเลต และสารเคมีโดยใช้สารเคมี NTG พบว่า สายพันธุ์กลายสามารถผลิตสาร Milbemycin ได้เพิ่มขึ้น รวมทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตภาณี และคณะ, 2557; ชาลินี, 2542; Aikawa et al., 1999 และ Zvenigorodskii, 2001 พบว่า การชักนำให้เกิดการกลายโดยผ่านรังสีอัลตราไวโอเลตทำให้คุณสมบัติบางประการของจุลินทรีย์มีการเปลี่ยนแปลงไป

สรุปผลการวิจัย

แอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์ D7 และสายพันธุ์กลาย จำนวน 8 ไอโซเลต สร้างสีของโคโลนีในโทนีสัมบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SCA และผลิตสีในโทนีสัมบนปลายข้าว ส่วนผงสีย้อมซึ่งได้มาจากการสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 พบว่า จะได้สารสกัดสีย้อมในโทนีสัมบน

สีชมพู ต่อมาเมื่อนำสารสกัดสีไปย้อมเส้นใยไหม พบว่า ย้อมติดเส้นใยไหมโทนสีชมพู ซึ่งแอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลายจากการปรับปรุงสายพันธุ์ด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตที่นำมาย้อมเส้นใยไหมจะได้โทนสีชมพูที่มีหลายเฉดสีตั้งแต่สีชมพูอ่อนถึงชมพูเข้ม ดังนั้นจากผลการวิจัยจึงอาจกล่าวได้ว่า สารสกัดสีย้อมแอคติโนแบคทีเรียสายพันธุ์กลายสามารถนำไปพัฒนาใช้ในการย้อมสีเส้นใยธรรมชาติได้ โดยควรมีการเพิ่มปริมาณสีย้อมเพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านสิ่งทอและทอเป็นผลิตภัณฑ์งานหัตถกรรมเชิงพาณิชย์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและสถานที่ทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จิตภาณี เสาร์ปศิริภักษ์, น้ำฝน ปัญจนางค์ชัย, และสาโรจน์ ศิริคันสนียกุล. (2557). การกลายพันธุ์ *Bacillus subtilis* TISTR001 โดยใช้รังสียูวีเพื่อเพิ่มการผลิตริงโนโตรเจน. ใน **การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52** (น.1–8). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชาลินี คงสวัสดิ์. (2542). การชักนำให้เกิดมิวเตชันในเห็ดหมื่นปี *Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst. โดยแสงอัลตราไวโอเลต. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สาขาวิชาพันธุศาสตร์.
- นฤมล เกื้อนกุล. (2551). การใช้สารสีจากแอคติโนมัยซีตในการย้อมสีเส้นใยไหมและเส้นใยฝ้าย (รายงานการวิจัย). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- นฤมล เกื้อนกุล, และนฤมล หวลระลึก. (2560). การคัดแยกแอคติโนมัยซีตจากดินรังปลวก อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย เพื่อใช้ในการย้อมสีเส้นใยไหม. *PSRU Journal of Science and Technology*, 2(3), 1–8.
- วราพร สร้อย मुख, ปาริฉัตร สอนชม, และนฤมล เกื้อนกุล. (2562). การชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของ *Streptomyces* D7 และ P2 โดยการใช้รังสีอัลตราไวโอเลต. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติพิบูลสงครามวิจัย ครั้งที่ 5 ประจำปี พ.ศ. 2562** (น. 456–459). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม,
- Aikawa, M., Lopes-Shikida, S.A.R., Lemos, M.F.J.G.C. & Padilla, P.G. (1999). Screening of spontaneous and induced mutants in *Streptomyces avermitilis* enhances avermectin production. *Apply Microbiology and Biotechnology*, 52, 558–562.
- Baltz, R.H. (2016). Genetic manipulation of secondary metabolite biosynthesis for improved production in *Streptomyces* and other actinomycetes. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 43, 343–370.

- Dutta, S., Basak, B., Bhunia, B., Sinha, A. & Dey, A. (2017). Approaches towards the enhanced production of Rapamycin by *Streptomyces hygroscopicus* MTCC 4003 through mutagenesis and optimization of process parameters by Taguchi orthogonal array methodology. **World Journal Microbiology & Biotechnology**, **33**, 90.
- El-Gendy, M.M.A. & EL-Bondkly, A.M.A. (2010). Production and genetic improvement of a novel antimycotic agent, Saadamycin, against Dermatophytes and other clinical fungi from Endophytic *Streptomyces* sp. Hedaya48. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**, **37**, 831–841.
- Goodfellow, M., Kämpfer, P., Busse, H.J., Trujillo, M.E., Suzuki, K., Ludwig, W. & Whitman, W.B. (2012). **Bergey's manual of systematic bacteriology, vol 5. The Actinobacteria, part A and B.** New York: Springer.
- Jimnez, J.T., Sturdokov, M., Brezov, V., Svajdenka, E. & Novotov, M. (2012). Screening of Mutant Strain *Streptomyces mediolani* sp. AC37 for (–)-8-O-Methyltetrangomycin Production Enhancement. **The Journal of Microbiology**, **50**(6), 1014–1023.
- Kramar, A., Ilic-Tomic, T., Petkovic, M., Radulovic, N., Kostic, M., Jovic, D. & Nikodinovic-Runic, J. (2014). Crude bacterial extracts of two new *Streptomyces* sp. isolates as bio-colorants for textile dyeing. **World Journal Microbiology Biotechnology**, **30**, 2231–2240.
- Kermeoglu, F., Aksoy, U., Kalender, A., Oztan, M.D., Oguz, E.I. & Kiyani, M. (2018). Determination of the Minimum Inhibitory Concentrations of Alexidine and Chlorhexidine Against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans*: An In Vitro Study. **CUREUS**, **10**(2), 1–8.
- Krishanti, N.P.R.A., Zulfiana, D., Wikantyoso, B., Zulfritri, A. & Yusuf, S. (2018). Antimicrobial Production by an Actinomycetes Isolated from the Termite Nest. **Journal of Tropical Life Science**, **8**(3), 279–288.
- Mo, S., Lee, S.-K., Jin, Yi.-Y., Oh, C.-H. & Suh, J.-W. (2013). Application of a combined approach involving classical random mutagenesis and metabolic engineering to enhance FK506 production in *Streptomyces* sp. RM7011. **Apply Microbiology and Biotechnology**, **97**, 3053–3062.
- Wang, X.-J., Wang, X.-C. & Xiang, W.-S. (2009). Improvement of milbemycin-producing *Streptomyces bingchenggensis* by rational screening of ultraviolet and chemically induced mutants. **World Journal Microbiology & Biotechnology**, **25**, 1051–1056.
- Xueping, L.I., Guojian, Z.H.A.N.G, Tianjiao, Z.H.U., Dehai, L.I. & Qianqun, G.U. (2012). Strain and Culture Medium Optimization for Production Enhancement of Prodiginines from Marine-Derived *Streptomyces* sp. GQQ-10. **Journal of Ocean University of China (Oceanic and Coastal Sea Research)**, **11**(3), 361–365.
- Zvenigorodskii, V.I., Tyaglov, B.V. & Voeikova, T.A. (2001). Isolation of components of the peptide antibiotic virginiamycin and breeding of their producer, *Streptomyces virginiae*. **Applied Biochemistry and Microbiology**, **37**(3), 260–266.