

**การคัดแยกแอกติโนมัยซีตจากดินรังปลวก อำเภอศรีสัชนาลัย
จังหวัดสุโขทัย เพื่อใช้ในการย้อมสีเส้นใยไหม**
**ISOLATION OF ACTINOMYCETES FROM TERMITE MOUND IN
SRISATCHANALAI DISTRICT SUKHOTHAI PROVINCE FOR
SILK FIBER DYEING**

นฤมล เกื่อนกุล* และ นฤมล หวลระลึก

Naruemol Thurnkul* and Naruemol Huanraluek

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

*corresponding author e-mail: naruemol@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยกแอกติโนมัยซีตจากดินรังปลวกที่สร้างสารสีโดยคัดแยกแอกติโนมัยซีตจากดินรังปลวกบริเวณตำบลบ้านแก่ง อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย เพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ sodium caseinate agar พบแอกติโนมัยซีต จำนวน 97 ไอโซเลต นำมาเพาะเลี้ยงบนปลายข้าวเพื่อให้สร้างสารสี ในสภาวะการหมักแข็ง ใช้เวลา 5-7 วัน อบให้แห้งและบดให้ละเอียด สกัดสีด้วยวิธีใช้เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 นำมาย้อมสีเส้นใยไหมแล้วเทียบกับสีมาตรฐาน R.H.S. Standard Color Chart พบว่าสีย้อมจากแอกติโนมัยซีต จำนวน 14 ไอโซเลต สามารถย้อมติดเส้นใยไหมได้ จำนวน 6 กลุ่มสี คือกลุ่มสีชมพูบานเย็น (a9) กลุ่มสีเหลือง (a12,a16,b15,c8,d11) กลุ่มสีส้ม-โอรส (a19, d3) กลุ่มสีส้ม (b31, a20) กลุ่มสีม่วง (b16,b18) กลุ่มสีแดง-ส้ม (a11, b25) ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีตที่ย้อมเส้นใยไหมที่ให้สีเข้มที่สุดจำนวน 6 ไอโซเลตคือ (a9, a11, a19, b15, b16, b31) พบเป็นแกรมบวก เส้นใยมีผนังกัน มีการสร้างโคนิเดียจำนวน 4-21 สปอร์บนเส้นใยที่ชูขึ้นในอากาศ

คำสำคัญ: แอกติโนมัยซีต สีย้อม เส้นใยไหม

Abstract

The objective of this study was to isolate the actinomycetes from termite mound in order to produce pigments for silk fiber dyeing. The actinomycetes were isolated from soils of termite mound in Sri Satchanalai Sukhothai Province. Sodium Caseinate Agar (SCA) was

used as the isolation medium. The isolated actinomycetes was inoculated on broke-milled rice in solid state fermentation for dye production. They were cultured for five to seven days. the inoculated broke-milled rice was dried and extracted with 70% ethanol for silk fiber dyeing. The R.H.S standard colors chart was used to determine the dyes color of silk fiber. Ninety-seven isolates were obtained. The color of silk fiber was able classified into six-groups; the Pink group (a9), the Yellow group (a12,a16,b15,c8,d11), the Orange-red group (a19, d3), the Orange group (b31, a20), the Purple group (b16,b18) and the Red group (a11, b25). Morphological investigation based on microscopic characters showed that all six isolates which producing pigment (a9,a11,a19,b15,b16,b31) were gram positive with septate hyphae and 4–21 conidia on aerial mycelia.

Keywords: Actinomycetes, Dye, Silk fiber

บทนำ

จากปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ใช้สีเคมีสังเคราะห์ที่มีการปล่อยมลพิษลงสู่ระบบนิเวศจึงมีการเลือกใช้สีย้อมชีวภาพแทนสีเคมีสังเคราะห์ สีย้อมที่ได้จากธรรมชาติ เช่น จากพืช สัตว์ แร่ธาตุ และจุลินทรีย์ สีจากจุลินทรีย์ที่น่าสนใจ เช่น สีจากเห็ด (*Phaeolus schweinitzii*, *Dermocybe phoeniceus* var. *occidentalis* และ *Omphalotus olivescens*) (Sundström, 2014; Beebe, 2014) และสีจากแบคทีเรีย (bacteria dyes) (Ahmad et al., 2012) เป็นสีที่ได้จากการสกัดสารสีจากแบคทีเรียกลุ่มแอคติโนมัยซีตซึ่งเจริญเติบโตและสร้างสีได้ดีบนปลายข้าว (นฤมล, 2551; นฤมล และธวัชชัย, 2555) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ย้อมสีเส้นใยไหมโดยใช้สีธรรมชาติจากแร่ธาตุ พืช สัตว์ และสีสังเคราะห์กับการใช้สีจากแอคติโนมัยซีต พบว่าสีธรรมชาติจากแร่ธาตุ พืชและสัตว์ ไม่สร้างมลภาวะ มีคุณสมบัติเด่นเฉพาะตัว คือ ได้สีสวย เย็นตา ไม่ฉุนฉาด สามารถละลายน้ำได้ง่าย แต่มีคุณสมบัติด้านการคงทนต่อแสงไม่ดีนัก การเปลี่ยนแปลงของสี และสีซีดง่าย เนื่องจากสีย้อมธรรมชาติไม่ได้สร้างพันธะเคมีกับโครงสร้างเส้นใยไหม เมื่อถูกแสงโมเลกุลของสีย้อมจึงเปลี่ยนรูปไป ประกอบกับการย้อมสีด้วยสีธรรมชาติมีกระบวนการที่ค่อนข้างยุ่งยาก แหล่งสีธรรมชาติโดยเฉพาะพืชหรือสัตว์ เจริญเติบโตช้า และใช้เวลานาน จึงมีการใช้สีสังเคราะห์เข้ามาแทนที่และสีสังเคราะห์จะติดเส้นใยดีมาก มีความสดใส ไม่เปลี่ยนหรือซีดจาง ทนต่อการซักและแสงแดด ขั้นตอนการย้อมง่ายและรวดเร็ว แต่เนื่องจากสีสังเคราะห์ส่วนใหญ่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ย้อมซึ่งไม่ได้ป้องกันตนเองจากการสูดดมไอสารพิษหรือการสัมผัสพิษโดยตรง น้ำย้อมที่เหลือซึ่งมีโลหะหนัก

และสารเคมีตกค้าง ถูกทิ้งลงแหล่งน้ำสาธารณะ หรือแหล่งน้ำธรรมชาติ เป็นการทำลายสิ่งแวดล้อม และเป็นการทำลายสุขภาพของประชาชนทั่วไปที่ต้องอาศัยแหล่งน้ำนั้น ดังนั้นการใช้สีย้อมจากจุลินทรีย์กลุ่มแอคติโนมัยซีตจึงอาจจะเป็นทางเลือกใหม่ของการย้อมสีเส้นใยไหมและผ้าโดยใช้สีจากธรรมชาติ ข้อดีของการใช้สีจากแอคติโนมัยซีตคือ แอคติโนมัยซีตมีเจริญเติบโตค่อนข้างเร็ว 3-5 วัน บนอาหารเลี้ยงเชื้อ และใช้เวลาประมาณ 5-7 วัน ในการสร้างสีบนปลายข้าว ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสีจากพืช และสัตว์ ไม่ต้องใช้พื้นที่มากในการเพาะเลี้ยง ไม่ต้องรอฤดูกาล และเป็นการนำจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในแหล่งดินของประเทศไทยมาใช้ประโยชน์ในด้านการประยุกต์ใช้เป็นสีย้อมผ้า ด้วยคุณสมบัติพิเศษนี้เองที่สร้างความสนใจในการศึกษาถึงสารสีที่ผลิตออกมาและนำสารสีมาประยุกต์ทดลองใช้ทำสีย้อมสิ่งทอ และงานวิจัยของ Kramar et al. (2014) ทำการคัดแยกแบคทีเรียจากดินในประเทศเซอร์เบีย โดยใช้อาหาร casein starch agar พบโคโลนีของ *Streptomyces* stain (NP2, NP4) ผลิตสารสีน้ำเงินเข้มและแดงเข้ม ตามลำดับ ในอาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่อนำมาสกัดสีโดยใช้เอทิลอะซิเตต (ethyl acetate) นำมาย้อมเส้นใยสังเคราะห์ พบว่าติดสีเส้นใยสังเคราะห์ในเจดสีที่เข้ม จากข้อมูลเบื้องต้นทำให้เกิดความสนใจในการศึกษา และพัฒนาสีย้อมแอคติโนมัยซีตซึ่งเป็นสีย้อมที่ผลิตได้มาจากแอคติโนมัยซีตดินร้งปลวกที่มีลักษณะเฉพาะบริเวณสวนมะม่วง หมู่ที่ 9 ตำบลบ้านแก่ง อำเภอศรีษะเกษ จังหวัดสุโขทัย และมีสภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศแตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมา ดังนั้นงานวิจัยนี้อาจจะทำให้ได้แอคติโนมัยซีตที่ผลิตสารสีที่แตกต่าง และมีความหลากหลายของเจดสีมากขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อคัดแยกแอคติโนมัยซีตจากดินร้งปลวกในพื้นที่ศึกษา นำสีจากแอคติโนมัยซีตที่แยกได้มาย้อมเส้นใยไหม และศึกษาสัณฐานวิทยาของแอคติโนมัยซีตที่ย้อมติดเส้นใยไหมได้สีเข้มที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การคัดแยกแอคติโนมัยซีตจากดินร้งปลวก เก็บตัวอย่างดินร้งปลวกบริเวณสวนมะม่วง หมู่ที่ 9 ตำบลบ้านแก่ง อำเภอศรีษะเกษ จังหวัดสุโขทัย เป็นบริเวณ 4 จุด คือ a, b, c, d จุดค่าระดับพิกัดของ (GPS) แยกตัวอย่างดินร้งปลวกออก บดดินให้ละเอียดและตากดินให้แห้งในอากาศที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งดิน 10 กรัมละลายในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ 90 มิลลิลิตร นำไปทำการเจือจางเป็น 10^{-1} – 10^{-3} เท่า ปิเปตสารละลายดินที่ระดับความเจือจาง 10^{-2} และ 10^{-3} เท่า ปริมาตร 100 ไมโครลิตร เกลี่ย (spread) ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ sodium caseinate agar (SCA) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 7-14 วัน นำมาทำให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ โดยเลือกโคโลนีเดี่ยวมาขีดไขว้ (cross streak) บนอาหารเลี้ยงเชื้อ SCA slant บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 7-10 วัน บันทึกลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ รูปร่าง ขอบ ความหนูน และการสร้างสารสี

เมื่อแอดดิโนมัยซีตเจริญดีพอเหมาะแล้วนำมาเก็บเป็น stock culture ในตู้เย็นหรือที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2. การผลิตสีย้อมจากแอดดิโนมัยซีตและการสกัดสารสี การเตรียมปลายข้าวเพื่อใช้เป็น ซับสเตรต ชั่งปลายข้าว 30 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ปริมาตร 250 มิลลิลิตร แช่ข้าวด้วยน้ำประปา ประมาณ 2 ชั่วโมง เทน้ำออกให้หมด จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่อง autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ปิดเติมน้ำกลั่นที่ปราศจากเชื้อปริมาตร 9 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ที่จะเพาะเลี้ยงแอดดิโนมัยซีต ใช้ห่วงถ่ายเชื้อ (loop) ขูดสปอร์ของแอดดิโนมัยซีตมาละลายในรูปของสารแขวนลอยสปอร์ (spore suspension) ในซับสเตรตที่เตรียมไว้ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 5–7 วัน นำซับสเตรตที่หมักด้วยแอดดิโนมัยซีตไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำซับสเตรตที่ได้ไปบดให้ละเอียด เก็บผงสีในถุงพลาสติกที่อุณหภูมิห้อง ชั่งผงสีปริมาณ 10 กรัม ละลายในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 ปริมาตร 30–50 มิลลิลิตร นำไปเขย่าบนเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 120 รอบ/นาที ทิ้งไว้เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

3. การศึกษาการติดสีของเส้นใยไหมที่ย้อมด้วยสีแอดดิโนมัยซีต นำเส้นใยไหมมาต้มเพื่อกำจัดไขมันในน้ำต้มประมาณ 20 นาที แล้วนำมาผึ่งให้แห้ง ตัดเส้นใยไหมให้ได้ 12 นิ้ว (1 ฟุต) นำมาย้อมสี โดยทำการแช่เส้นใยไหมลงในสารละลายสีปริมาตร 30 มิลลิลิตร และนำไปเขย่าที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18–20 ชั่วโมง ผึ่งให้แห้งและทำการย้อมซ้ำอีก 1 ครั้ง นำมาตาก ล้างออกด้วยน้ำประปา ผึ่งให้แห้งอีกครั้ง สังเกตการติดสีของเส้นใยไหม

4. วิเคราะห์ผล เทียบสีของเส้นใยไหมกับสีมาตรฐาน (R.H.S. Colour Chart in association with the Flower Council of Holland)

5. ศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของแอดดิโนมัยซีตที่ย้อมติดเส้นใยไหมด้วยวิธี slide culture technique

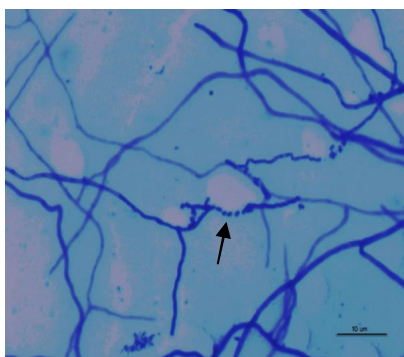
ผลการวิจัย

สามารถคัดแยกแอดดิโนมัยซีตจากดินร้งปลวกจำนวน 97 ไอโซเลต ซึ่งมีลักษณะเฉพาะของแอดดิโนมัยซีตแต่ละไอโซเลตที่มีการเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SCA ได้แตกต่างกัน จากการเพาะเลี้ยงแอดดิโนมัยซีตลงบนปลายข้าว พบว่าแอดดิโนมัยซีตสร้างสารสีบนปลายข้าวในระยะเวลา 3–5 วัน นำปลายข้าวที่มีสีมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง บดให้ละเอียด ได้ผงสีย้อมจำนวน 9 กลุ่ม คือ กลุ่มสีน้ำตาล กลุ่มสีเทา กลุ่มสีครีม กลุ่มสีขาว กลุ่มสีเหลือง กลุ่มสีเขียว กลุ่มสีส้ม กลุ่มสีชมพูบานเย็น กลุ่มสีม่วง นำผงสีมาสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 70 นำมาย้อมเส้นใยไหมพบว่าย้อมติดเส้นใยไหมจำนวน 6 กลุ่ม คือ กลุ่มสี

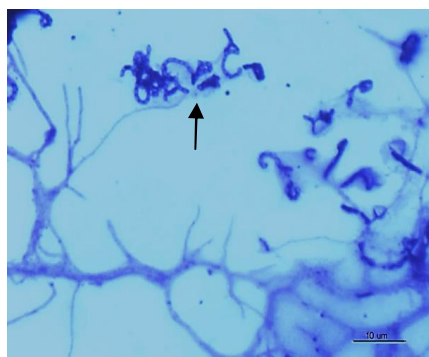
ชมพูบานเย็น (a9) กลุ่มสีแดง-ส้ม (a11, b25) กลุ่มสีเหลือง (a12, a16, b15, c8, d11,) กลุ่มสีม่วง (b16, b18) กลุ่มสีส้ม-โอรส (a19, d3) กลุ่มสีส้ม (b31, a20) (ภาพที่ 1) และพบว่าแอคติโนมัยซีตจำนวน 6 ไอโซเลต สามารถย้อมติดเส้นใยไหมโดยให้สีเข้มที่สุดในแต่ละกลุ่มเฉดสี คือ a9, a11, a19, b15, b16 และ b31 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของแอคติโนมัยซีตที่ย้อมติดเส้นใยไหมเข้มที่สุดในแต่ละกลุ่ม (a9, a11, a19, b15, b16, b31) จำนวน 6 ไอโซเลต การย้อมสีแกรมพบทุกไอโซเลตเป็นแกรมบวก ศึกษาลักษณะการสร้างเส้นใยและโคินเดียของแอคติโนมัยซีตทั้ง 6 ไอโซเลต พบว่า Actinomycetes a9, a19, b16 สร้างโคินเดียแบบเส้นตรง (straight to flexuous; rectiflexibiles) (ภาพที่ 2 ก) Actinomycetes a11, b15, b31 สร้างโคินเดียแบบม้วนงอ (looped; retinaclicaperti) (ภาพที่ 2 ข) (Googfellow et al., 2012)



ภาพที่ 1 เส้นใยไหมที่ติดสีย้อม 6 กลุ่ม คือ กลุ่มสีชมพูบานเย็น (a9) กลุ่มสีแดง-ส้ม (a11) กลุ่มสีม่วง (b16) กลุ่มสีเหลือง (a12) กลุ่มสีส้ม-โอรส (a19) กลุ่มสีส้ม (b31)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 ลักษณะการสร้างโคินเดียแบบเส้นตรง (ก) และ แบบม้วนงอ (ข)

ตารางที่ 1 แอคติโนมายซีตจำนวน 6 ไอโซเลต ย้อมติดเส้นใยไหมโดยให้สีเข้มที่สุดในแต่ละกลุ่มแอคติโน

รหัส	สีโคโลนี	ผงสี	การติดสีเส้นใยไหม	เทียบสีมาตรฐาน R.H.S.
a9	ส้ม	ชมพูบานเย็น	ชมพูบานเย็น	Red–Purple group 67D
a11	เทา	ส้ม	แดง–ส้ม	Red–group 42D
a19	เทา	ส้ม	ส้ม–โอรส	Orange–group 27B
b15	เทา	น้ำตาล	เหลือง	Yellow–group 11B
b16	ครีม	ม่วง	ม่วง	Red–Purple group 62D
b31	เทา	ส้ม	ส้ม	Orange–group 27A

อภิปรายผลการวิจัย

จากการคัดแยกแอคติโนมายซีตจากดินร้งปลวกในบริเวณสวนมะม่วง ตำบลบ้านแก่ง อำเภอบางบาล จังหวัดสุโขทัย ได้จำนวน 97 ไอโซเลต ซึ่งมีลักษณะของโคโลนีและสีของโคโลนีที่ต่างกัน แอคติโนมายซีตสามารถผลิตสับบปลายข้าวได้ในสภาพการหมักแข็ง (solid state fermentation) ซึ่งแอคติโนมายซีตจะเจริญเติบโตได้ดีและสร้างสารสีที่ผิวและภายในของปลายข้าวโดยใช้ระยะเวลาของการสร้างสารสี 5–7 วัน จะสังเกตได้จากปลายข้าวที่มีการเปลี่ยนสีไปทั่วทั้งเม็ด และเมื่อนำปลายข้าวที่มีสารสีไปอบแห้งบดละเอียด พบว่าผงสีที่ได้มีสีที่สม่ำเสมอ นอกจากนี้จากการสังเกตพบว่าการติดสีของเส้นใยไหมในบางครั้งมีความแตกต่างในเรื่องของสีโคโลนีกับสีของผงสีย้อมซึ่งทำให้ติดสีเส้นใยไหมต่างกันในช่วงไอโซเลต เช่น a9 สีโคโลนีเป็นสีส้ม ผงย้อมสีชมพูบานเย็น ย้อมติดเส้นใยไหมเป็นสีชมพูบานเย็น a19 โคโลนีเป็นสีเทา ผงสีย้อมเป็นสีส้ม ย้อมติดเส้นใยไหมเป็นสี ส้ม–โอรส และแอคติโนมายซีตบางไอโซเลตที่มีสีโคโลนีต่างจากสีของผงสีย้อมแต่สีได้โคโลนีเหมือนกับผงสีย้อมและย้อมติดเส้นใยไหมที่ให้สีเหมือนกัน เช่น b16 สีโคโลนีสีครีม สีได้โคโลนีสีม่วง ผงสีย้อมเป็นสีม่วง ย้อมติดเส้นใยไหมเป็นสีม่วง b18 สีโคโลนีสีขาว สีได้โคโลนีสีม่วง ผงสีย้อมเป็นสีม่วง ย้อมติดเส้นใยไหมเป็นสีม่วง และพบว่าสีจากแอคติโนมายซีตที่ย้อมติดเส้นใยไหม จำนวน 14 ไอโซเลตแบ่งได้เป็น 6 กลุ่มสี คือ กลุ่มสีชมพูบานเย็น 1 ไอโซเลต กลุ่มสีเหลือง 5 ไอโซเลต กลุ่มสีส้ม–โอรส 2 ไอโซเลต กลุ่มสีส้ม 2 ไอโซเลต กลุ่มสีม่วง 2 ไอโซเลต กลุ่มสีแดง–ส้ม 2 ไอโซเลต ซึ่งผลของงานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของนฤมล และธวัชชัย (2555) ได้คัดแยกแอคติโนมายซีตจากดินร้งปลวกและรังมดบริเวณอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง จังหวัดพิษณุโลก ได้ผลการคัดแยกแอคติโนมายซีตจำนวน 219 ไอโซเลต มีสีของแอคติโนมายซีตที่ผลิตสีย้อมจำนวน 11 ไอโซเลต ย้อมติดเส้นใยไหม 7 ไอโซเลต และมีความแตกต่างในเรื่องของสีโคโลนีกับสีของผงสีย้อมซึ่งทำให้ติดสีเส้นใยไหมต่างกันในช่วงไอโซเลต

และผลจากการย้อมแอคติโนมัยซีตไฮโซดที่ติดสีเข้มที่สุดในแต่ละกลุ่ม จำนวน 6 ไฮโซเลต พบว่าทั้งหมดเป็นแกรมบวกและมีการสร้างโคนิเดีย 2 แบบคือสร้างโคนิเดียแบบเส้นตรง และแบบม้วนงอ

สรุปผลการวิจัย

คัดแยกแอคติโนมัยซีตจากดินร้งปลวก ในบริเวณสวนมะม่วง ตำบลบ้านแก่ง อำเภอศรีษะเกษ จังหวัดสุโขทัย ได้จำนวน 97 ไฮโซเลต พบสีจากแอคติโนมัยซีตสามารถย้อมติดเส้นใยไหม 6 กลุ่มสี คือ กลุ่มสีชมพูบานเย็น (a9) กลุ่มสีเหลือง (a12,a16,b15,c8,d11) กลุ่มสีส้ม-โอรส (a19, d3) กลุ่มสีส้ม (b31, a20) กลุ่มสีม่วง (b16,b18) กลุ่มสีแดง-ส้ม (a11, b25) แอคติโนมัยซีตที่ย้อมติดเส้นใยไหมสีเข้มที่สุดในแต่ละกลุ่มมีจำนวน 6 ไฮโซเลต (a9, a19, b16 a11, b15, b31) เมื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่า Actinomycetes a9, a19, b16 สร้างโคนิเดียแบบเส้นตรง และ Actinomycetes a11, b15, b31 สร้างโคนิเดียแบบม้วนงอ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และสถานที่ทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- นฤมล เกื่อนกุล. (2551). การใช้สารสีจากแอคติโนมัยซีตในการย้อมสีเส้นใยไหมและเส้นใยผ้าฝ้าย. รายงานการวิจัย. สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- นฤมล เกื่อนกุล และรัชชัช สุ่มประดิษฐ์. (2555). การคัดแยกและระบุชนิดของแอคติโนมัยซีต จากดินร้งมดและจอมปลวกบริเวณอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อใช้ในการย้อมสีเส้นใยไหม. รายงานการวิจัย. สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- Ahmad, W.A., Ahmad, W.Y.W., Zakaria, Z.A. and Yusof, N.Z. 2012. Isolation of pigment of pigment-producing bacteria and characteristic of the extracted pigments. Application of Bacterial Pigments as Colorant. Molecular Science. 25–44.
- Beebe, DM. (2014). History of mushroom dyes and the international Fungi & fibre symposia. <http://www.mushroomsforcolor.com/BreitenbushMushroomDyes.htm#Top%20of%20Page./Retrived> August 04, 2014.
- Googfellow, M., Kämpfer, P., Busse, H.J., Trujillo, M.E., Suzuki, K., Ludwig, W., and Whitman, W.B. (2012). **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**. 2nd Edition. Volum Five. The Actinobacteria, Part A and B. ISBN 978-0-387-95043-3.

- Kramar, A., Ilic-Tomic, T., Petkovic, M., Radulovic, N., Kostic, M., Jovic, D and 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
- Sundström, E. (2014). **What is a "Mordant" and why use them?** http://sonic.net/dbeebee/IMDI_new/mordants.html#Contact%20us/Retrived August 04, 2014. International Mushroom Dye Institute.