การใช้สารสีจากจุลินทรีย์ในการย้อมสีเส้นใยจากธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์

(Application of Pigmented Microorganism for Dyeing Natural Fibers and Synthetic Fibers)

นฤมล เถื่อนกูล

วท.บ., วท.ม. ชีววิทยา

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

พ.ศ. 2547

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอธิการบดี คณะกรรมการบริหารงานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่กรุณาให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณโปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ได้ให้ความกรุณา อุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ ในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อุไรวรรณ วิจารณกุลที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการเขียนรายงานงานวิจัย และขอขอบคุณ อาจารย์สราวุฒิ สิทธิกูล ที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษา ในเรื่องการย้อมสีผ้า

ขอขอบคุณ นางสาวภุมรัตน์ ลาวิณย์ นักศึกษา ปี 4 โปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ คุณเชาวลิต พึ่งแตง และคุณคงศักดิ์ ดีธงทอง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา โปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยและรูปเล่มงานวิจัย

สุดท้ายขอขอบคุณ บิดา มารดา สามี บุตรีและบุตร ที่ให้กำลังใจในการทำงานวิจัยในครั้งนี้มาโดยตลอด

นฤมล เถื่อนกูล

พฤษภาคม 2547

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

หัวข้อวิจัย การใช้สารสีจากจุลินทรีย์ในการย้อมสีเส้นใยจากธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์

ชื่อผู้วิจัย นางนฤมล เถื่อนกูล

โปรแกรม ชีววิทยาประยุกต์

คณะ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

การคัดเลือกจุลินทรีย์ที่ผลิตสารสีจากดินและห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ **Potato dextrose agar (PDA), Sodium caseinate agar (SCA)** และ **Nutrient Agar (NA)** พบว่าสามารถคัดเลือกราได้ 14 ไอโซเลต แอคติโนมัยซีตีส 5 ไอโซเลต และแบคทีเรีย 4 ไอโซเลต นำมาเพาะลงบนปลายข้าวเจ้า สกัดสารสีโดยใช้เมทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ นำสารสกัดมาย้อมเส้นใยไหม เส้นใยฝ้ายและเส้นใยสังเคราะห์ พบว่าสารสีที่สกัดจากแอคติโนมัยซีตีสและราย้อมติดเส้นใยไหมโดยให้ระดับสีที่เข้มกว่าการย้อมติดเส้นใยสังเคราะห์และเส้นใยฝ้าย สารสีที่น่าจะนำไปพัฒนาต่อคือ สารสีแดงจากราแดง (*Monascus purpureus* TISTR 3090) สารสีเหลืองและชมพูที่ได้จากแอคติโนมัยซีตีส ส่วนสารสีที่สกัดจากเซลล์แบคทีเรียพบว่าสารสกัดไม่เสถียรคือ เมื่อสกัดทิ้งไว้ 1 คืน สีจะเปลี่ยนเป็นสีซีดจนเกือบเป็นสีขาว จึงไม่นำมาใช้ในการย้อมสีเส้นใยทั้ง 3 ชนิด

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

Research Title	Application of Pigmented Microorganism for Dyeing Natural Fibers and Synthetic Fibers
Name	Mrs. Naruemol Thaunkoon.
Program	Applied Biology.
Faculty	Science and Tecnology.
Institute	Rajabhat Pibulsongkram University
Year	2004

Abstract

Isolation of pigmented microorganism was done from soil samples by using spread plate technique. The cultures were grown on selected media e.g. Potato Dextrose Agar (PDA), Sodium Caseinate Agar (SCA) and Nutrient Agar (NA). Fourteen isolates of mold, five isolates of actinomycetes and four isolates of bacteria were obtained. The extraction of pigments was conducted by using 50% methanol as solvent. Extracted pigments were applied for dyeing cotton fiber, silk fiber and synthetic fiber. The result showed that the dye obtained from fungi and actinomycetes were suitable for dycing silk fiber. The extracted of pigments should be developed in the future were red pigment from red mold (*Monascus* purpureus TISTR 3090), yellow and pink pigment from actinomycetes. Dye from bacteria produced white colour. However, it was proved to be unstable for dyeing.

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 จุลินทรีย์ที่เป็นแหล่งผลิตสารสีหรือวิตามิน 6

4.1 บริเวณที่เก็บตัวอย่างดินและจำนวนจุลินทรีย์ 29

4.2 รหัสและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของราที่ผลิตสารสี 29

4.3 รหัสและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสี 31

4.4 รหัสและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียที่ผลิตสารสี 32

4.5 รหัสและสีของสับสเตรตที่หมักด้วยราที่ผลิตสารสี 33

4.6 รหัสและสีของสับสเตรตที่หมักด้วยแอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสี 35

4.7 รหัสและสีของสารสกัดที่ได้จากสับสเตรตที่หมักด้วยราที่ผลิตสารสี 36

4.8 รหัสและสีของสารสกัดที่ได้จากสับสเตรตที่หมักด้วยแอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสี 37

4.9 การใช้สีจากราและแอคติโนมัยซีตีสในการย้อมเส้นใยสังเคราะห์ เส้นใยฝ้ายและเส้นใยไหม 39

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ขั้นตอนการวิจัย	2
2.1	สารสีจากจุลินทรีย์	4
2.2	ลวดลายบนผ้าทอ	13
2.3	ผ้าฝ้ายย้อมสีธรรมชาติ	16
2.4	เส้นใยไหม	17
2.5	เส้นใยฝ้าย	18
2.6	*Janthinobacterium lividum*	21
4.1	ราที่ผลิตสารสี	30
4.2	แอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสี	31
4.3	แบคทีเรียที่ผลิตสารสี	32
4.4	ลักษณะปลายข้าวพันธุ์ชัยนาทที่ผ่านการหมักด้วยราที่ผลิตสารสีไปอบที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง	34
4.5	ลักษณะปลายข้าวพันธุ์ชัยนาทที่หมักด้วยแอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสี	35
4.6	สารสีที่สกัดสีด้วยเมทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ จากปลายข้าวพันธุ์ชัยนาทที่หมักด้วยรา	36
4.7	สารสีที่สกัดสีด้วยเมทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ จากปลายข้าวพันธุ์ชัยนาทที่หมักด้วยแอคติโนมัยซีตีส	37
4.8	ลักษณะการสร้างสารสีของแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อและสารสีที่สกัดจากเซลล์แบคทีเรียด้วยเมทานอล 50 เปอร์เซ็นต์	38
4.9	เส้นใยไหม เส้นใยฝ้ายและเส้นใยสังเคราะห์ ที่ย้อมด้วยด้วยสารสีที่สกัดจากราและแอคติโนมัยซีตีส	40
4.10	ลักษณะของราที่สร้างสารสีภายใต้กล้องจุลทรรศน์	41

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 1
บทนำและวัตถุประสงค์

เนื่องจากรัฐบาลได้มีนโยบายการดำเนินโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์เพื่อส่งเสริมสนับสนุนกระบวนการพัฒนาท้องถิ่นชุมชนเข้มแข็ง พึ่งตนเองได้ ให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการสร้างงาน สร้างรายได้ด้วยการนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาพัฒนาเพิ่มมูลค่า ซึ่งผ้าทอพื้นบ้านเป็นโครงการหนึ่งที่น่าสนใจมากเนื่องจากมีการส่งเสริมการใช้ของที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยและเป็นสินค้าส่งออกต่างประเทศที่เป็นที่นิยม เช่น ผ้าไหมและผ้าฝ้าย เป็นต้น แต่ผู้ผลิตยังพบปัญหาด้านวัตถุดิบ เช่น การย้อมสีเส้นใยจากธรรมชาติ ปัจจุบันมีการใช้สีสังเคราะห์และสีที่ได้จากธรรมชาติ การใช้สีธรรมชาติซึ่งเป็นสีที่ได้จากพืช สัตว์และแร่ธาตุ ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นย้อมเส้นไหมและฝ้ายเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดมาเป็นเวลาช้านาน สีธรรมชาติมีคุณสมบัติเด่นเฉพาะตัว คือ ได้สีสวย เย็นตา ไม่ฉูดฉาด สามารถละลายน้ำได้ง่าย นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติด้านการคงทนต่อแสงไม่ดีนัก มีการเปลี่ยนแปลงของสี และสีซีดง่าย เนื่องจากสีย้อมธรรมชาติไม่ได้สร้างพันธะเคมีกับโครงสร้างใยไหม เมื่อถูกแสงโมเลกุลของสีย้อมจึงเปลี่ยนรูปไปการย้อมสีด้วยสีธรรมชาติมีขบวนการที่ค่อนข้างยุ่งยาก ดังนั้นแหล่งสีธรรมชาติโดยเฉพาะพืชหรือสัตว์ เจริญเติบโตช้าและใช้เวลานาน จึงมีการใช้สีสังเคราะห์เข้ามาแทนที่ และสีสังเคราะห์จะติดเส้นใยดีมากมีความสดใส สีไม่เปลี่ยนหรือซีดจาง ทนต่อการซักและแสงแดด ขั้นตอนการย้อมง่ายและรวดเร็ว แต่เนื่องจากสีสังเคราะห์ส่วนใหญ่มีโลหะหนักในองค์ประกอบทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ย้อมซึ่งไม่ได้ป้องกันตนเองจากการสูดดมไอสารพิษ หรือการสัมผัสพิษโดยตรง น้ำย้อมที่เหลือซึ่งมีโลหะหนักและสารเคมีตกค้าง ถูกทิ้งลงแหล่งน้ำสาธารณะ หรือแหล่งน้ำธรรมชาติ เป็นการทำลายสิ่งแวดล้อม และเป็นการทำลายสุขภาพของประชาชนทั่วไปที่ต้องอาศัยแหล่งน้ำเหล่านั้น (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

ส่วนสีที่ได้จากธรรมชาติอีกอย่างหนึ่งคือ สีจากจุลินทรีย์ เช่น สีแดงจากราแดง (*Monascus* spp.) และยีสต์ (*Rhodotorula*) สีม่วงแกมน้ำเงินจากแบคทีเรีย (*Janthinobacterium lividum*) สีเขียวจากสาหร่าย ส่วนการเพาะเลี้ยง จุลินทรีย์มีการเพาะเลี้ยงได้ในห้องปฏิบัติการซึ่งใช้พื้นที่น้อย การเพาะเลี้ยงไม่ต้องขึ้นอยู่กับฤดูกาล มีการปรับปรุงพันธุ์ได้ง่าย การเลือกใช้วัตถุดิบเป็นสับสเตรตในการเพาะเลี้ยงที่มีอยู่มากในประเทศไทยซึ่งราคาถูกเพื่อลดต้นทุนการผลิต มีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการใช้สารสีที่ได้จากจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์ทางด้านการย้อมผ้าและการใช้เป็นสีผสมอาหาร ซึ่งสีที่ได้จากจุลินทรีย์น่าจะเป็นทางเลือกใหม่อีกทางหนึ่งสำหรับการใช้เป็นสีย้อมเส้นใยจากธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อคัดเลือกจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตสารสี
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการย้อมสีเส้นใยจากธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ด้วยสีที่ได้จากจุลินทรีย์

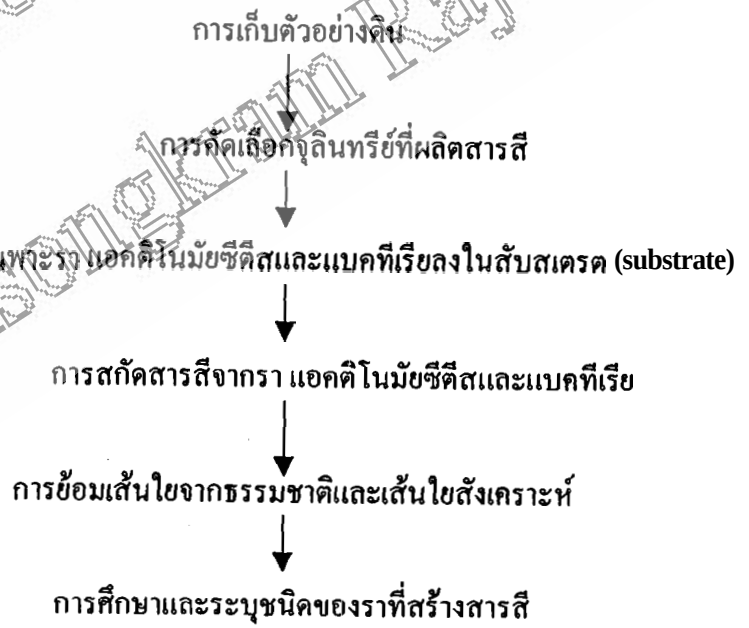
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้จุลินทรีย์ที่สามารถผลิตสารสี
2. เพื่อพัฒนาสีจากจุลินทรีย์ในการย้อมสีเส้นใยจากธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์

ขอบเขตของการวิจัย

คัดเลือกจุลินทรีย์ที่ผลิตสารสีจากดินแหล่งต่างๆ และจากอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้จากปฏิบัติการในวิชาเรียนที่มีปฏิบัติการ เปรียบเทียบการย้อมสีเส้นใยจากธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ด้วยสีที่ได้จากจุลินทรีย์และวิเคราะห์ผล

ขั้นตอนการวิจัย ขั้นตอนการวิจัยดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ขั้นตอนการวิจัย

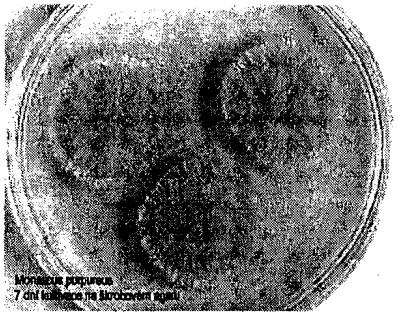
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี Phetchaburi Rajabhat University

บทที่ 2
ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

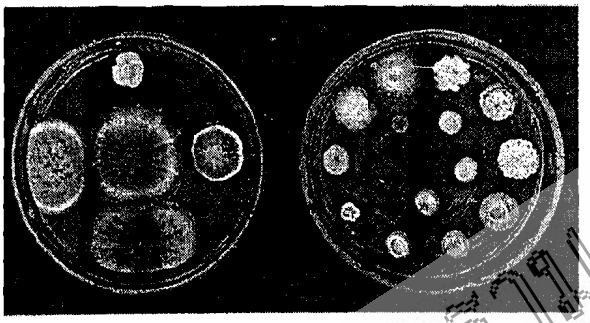
งานวิจัยเรื่อง การใช้สารสีจากจุลินทรีย์ในการย้อมเส้นใยจากธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ เกี่ยวข้องกับเรื่องต่างๆ ดังหัวข้อต่อไปนี้คือ สารสีจากจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ในดิน ผ้าทอมือ และเส้นใย-ธรรมชาติ ซึ่งแต่ละหัวข้อมีรายละเอียดดังนี้

สารสีจากจุลินทรีย์

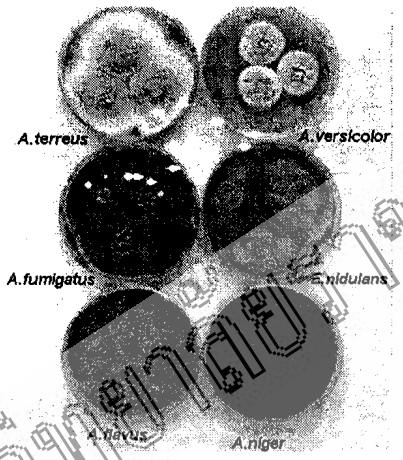
I. ความสำคัญของสารสีจากจุลินทรีย์ สารสีของจุลินทรีย์มีส่วนเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับสมบัติพิเศษเฉพาะตัวของจุลินทรีย์แต่ละชนิด ตัวอย่างจุลินทรีย์ที่สร้างสีเพื่อปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่มีอันตราย เช่น แสงอัลตราไวโอเลต การใช้สีที่ดูดซับแสงเพื่อประโยชน์ในการสังเคราะห์แสงซึ่งจะเห็นได้จากกลุ่มแบคทีเรียสังเคราะห์แสง สาหร่ายเซลล์เดียว แบคทีเรียบางชนิดที่มีการสร้างสารพิษจะแสดงให้เห็นชัดเจนจากสีของโคโลนี เช่น *Pseudomonas aeroginosa* หรือ *Staphylococcus aureus* ปกติจะมีสีเหลืองอ่อนแต่สายพันธุ์ที่สร้างสารพิษโคโลนีจะมีสีน้ำตาลหรือสีเหลืองทองตามลำดับ นอกจากนี้สีของเชื้อราหลายชนิดที่เป็นสาเหตุโรคพืชบอกถึงความสามารถในการก่อโรคกับพืชได้ ต่อมามีการค้นพบว่ามีจุลินทรีย์หลายชนิดสามารถสร้างสารสีหรือรงควัตถุได้มากและปลอดภัยที่จะนำมาเป็นสีผสมอาหารได้ (Hendry และ Houghton, 1996 ; Thanya, 1992 ; บุษบาและคณะ, 2531 อ้างโดย บุษบา ยงสมิทธ์, 2542) จุลินทรีย์บางชนิดสามารถสร้างสารสีที่มีคุณสมบัติเป็นสารเร่งการเจริญหรือเป็นประโยชน์ต่อร่างกายคือ มีสมบัติในการเป็นวิตามินด้วยเช่น วิตามินบี 2 ให้สีเขียวเหลืองที่เรืองแสงได้ วิตามินเอในรูปของสารคาโรทีนอยด์เป็นสีเหลืองหรือสีแดงและวิตามินบี 12 มีสีแดงเข้ม (บุษบา ยงสมิทธ์, 2542) ตัวอย่างสีจากจุลินทรีย์ ดังภาพที่ 2.1



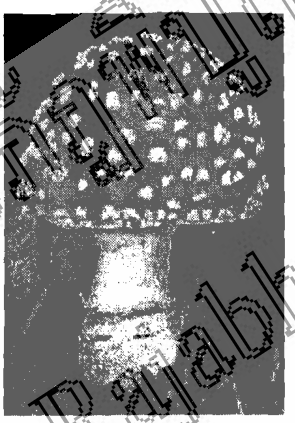
(ก)



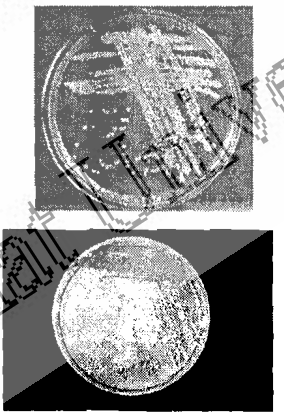
(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพที่ *2.1* สารสีจากจุลินทรีย์

(ก) ราแดง *(Monascus sp.)* สร้างสีโมแนสคัส (ข) สีโคโลนีของจุลินทรีย์

(ค) สีโคโลนีของ *Aspergillus spp.* *(9)* สีแดงของ ***Amanita muscaria***

(จ) สีโคโลนีของ ***Micrococcus spp.***

ที่มา (ก) ***(Monascus, 2004)*** (ข) (บุษบา ยงสมิทธ์, *2542,* หน้า *17)* (ค) (***Aspergillus*, *2004)***

(ง) (***Amanita muscaria, 2004)*** (จ) ***(Micrococcus, 2004)***

2. แหล่งสารสีธรรมชาติและวิตามิน สารสีต่างๆและวิตามินปกติจะสามารถสกัดออกมาได้ทางอุตสาหกรรมโดยสกัดจากผลิตภัณฑ์จากพืช ผัก ผลไม้ สัตว์และการสังเคราะห์ทางเคมี วิตามินที่มีสีได้แก่ กลุ่มโปรวิตามินเอ วิตามินอี วิตามินบี วิตามินบี 2 บี6 บี12 และวิตามินซี วิตามินที่ไม่มีสี ได้แก่

วิตามินบี1 บี3 ไบโอติน และกรดแพนโททีนิก วิตามินที่ถูกใช้เป็นสีผสมอาหารได้โดยตรงคือ บีตา-คาโร-ทีนหรือโปรวิตามินเอ และไรโบฟลาวินหรือวิตามินบี 2 (บุษบา ยงสมิทธ์, 2542)

2.1 จุลินทรีย์ที่เป็นแหล่งวิตามินหรือสารสี จุลินทรีย์เป็นกุญแจแห่งความสำเร็จ หรือความล้มเหลวของกระบวนการ ฉะนั้นหลักการทั่วไปในการคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญในการผลิตสีและวิตามิน ควรมีข้อพิจารณาดังนี้

2.1.1 สามารถเจริญได้เร็ว ขยายพันธุ์ได้ดี

2.1.2 มีความสามารถผลิตผลิตภัณฑ์เช่น วิตามินหรือสารสีได้สูง ได้ผลสม่ำเสมอและไม่ควรให้ผลพลอยได้ที่ไม่จำเป็นหรือไม่ต้องการ

2.1.3 ควรเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถใช้วัตถุดิบที่หาง่าย ราคาถูก ที่มีอยู่แล้วในท้องถิ่นได้ดี ข้อนี้สำคัญมากในทางปฏิบัติ

2.1.4 มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ดี มีช่วงพีเอชและช่วงอุณหภูมิที่เหมาะต่อการเจริญเติบโตกว้าง

2.1.5 เป็นจุลินทรีย์ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงง่าย

2.1.6 ควรเป็นจุลินทรีย์ที่เลี้ยงง่าย ตายยาก เก็บได้นาน

2.1.7 ควรเป็นจุลินทรีย์บริสุทธิ์ปราศจากแบคทีริโอฟาจ (bacteriophage) หรือทนต่อการทำลายของแบคทีริโอฟาจหรือของจุลินทรีย์ชนิดอื่น เช่น แบคทีเรียควรเป็นสายพันธุ์ต้านทานแบคทีริโอ-ฟาจ สาหร่ายก็ควรทนต่อการเข้าทำลายของแบคทีเรีย หรือรา เป็นต้น

2.1.8 ต้องไม่เป็นจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคต่อคน และไม่สร้างสารพิษให้กับผลผลิตนั้น ๆ

ข้อปลีกย่อยของจุลินทรีย์ที่ต้องการควรมีความสามารถป้องกันตนเองจากการปนเปื้อนของเชื้ออื่น (contamination) เช่น สามารถเจริญที่พีเอชต่ำหรืออุณหภูมิสูงได้และควรเป็นจุลินทรีย์ที่นำมาปรับปรุงพันธุ์ได้ง่ายเช่น การทำให้กลายพันธุ์ (mutation) (บุษบา ยงสมิทธ์, 2542)

2.2 สายพันธุ์จุลินทรีย์ที่เป็นแหล่งสารสีหรือวิตามินสำคัญ จุลินทรีย์กลุ่มต่างๆ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ รา และสาหร่าย ล้วนสามารถสังเคราะห์วิตามินและสารสีได้แตกต่างกันไปตามความสามารถของสายพันธุ์นั้นๆ รายชื่อของจุลินทรีย์พร้อมด้วยผลิตภัณฑ์สารสีหรือวิตามินสำคัญที่ผลิตได้รวบรวมไว้ในตารางที่ 2.1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 2.1 จุลินทรีย์ที่เป็นแหล่งผลิตสารสีหรือวิตามิน

จุลินทรีย์	แหล่งวิตามิน	เอกสารอ้างอิง
1. แบคทีเรีย		
Bacillus megaterium	วิตามินบี 12	Perlman (1977)
Bacillus sphaericus IF03525	ไบโอติน	Izumi และ Yamada (1989)
Bacillus subtilis	วิตามินบี 13	Doi และคณะ (1988)
Brevibacterium ammoniagenes	โคเอนไซม์ เอ	Shimizu และคณะ (1984)
Flavobacterium meningosepticum	วิตามินเค 1	Tani (1989)
	วิตามินเค 2	
Flavobacterium sp.	วิตามินบี 6	Tani และคณะ (1972)
Propionibacterium freudenreichii	วิตามินบี 12	Florent and Ninet (1979)
Pseudomonas denitrificans	วิตามินบี 12	Florent and Ninet (1979)
Streptomyces olivnceus	วิตามินบี 12	Florent and Ninet (1979)
Streptomyces showdoensis	วิตามินบี 13	Ozaki และคณะ (1972)
2. ยีสต์		
Sacharomyces cerevisine	วิตามินบีรวม	Van Lanen (1954)
Baker's yeast	วิตามินดีและบีรวม	Appleton และคณะ (1955)
Brewer's yeast	วิตามินบี 1 ดี และบีรวม	Sihankovaq (1985)
Phaffia rhodozyme	คาโรทีนอยด์	Johnson และ Lewis (1979)
Pichia guilliermondii	วิตามินบี 6	Tani (1989)
Rhodotorula sp.	คาโรทีนอยด์	Goodwin (1972)
3. สาหร่าย		
Dunaliella salina	คาโรทีนอยด์ วิตามินเอฟ	Borowitzka (1989)
Eluglena grncilis Z	วิตามินอี	Tani และ Tsumura (1989)
Haematococcus pluvialis	แอสทาแซนทีน	Lorenz (1998)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา Rajabhat Songkhla University

ตารางที่ 2.1 จุลินทรีย์ที่เป็นแหล่งผลิตสารสีหรือวิตามิน

จุลินทรีย์	แหล่งวิตามิน	เอกสารอ้างอิง
Spirulina maxima	คาโรทีนอยด์ วิตามินบี 12 สารสี	Borowitzka และ Borowitzka (1988)
4. 91		
Ashbya gossypii	วิตามินบี 2	Perlman (1979)
Amanita muscaria	สี betalain สีม่วง, แดง ส้ม และเหลือง	Hendry และ Houghton (1992)
Blakeslea trisporn	แคโรทินอยด์	Ninet และ Renaut (1979)
Cantharellus cinnabarinus	แคนทาแซนทีน	Hendry และ Houghton (1992)
Claviceps purpurea	วิตามินดี	Margalith (1989)
Eremothecium ashbyii	วิตามินบี 2	Perlman (1979)
Monascus purpureus	สีโมแนสคัส	Palo และคณะ (1960)

ที่มา (บุษบา ยงสมิทธ์, 2542, หน้า 48-49)

2.3 การคัดเลือกจุลินทรีย์ที่สร้างสารสีหรือวิตามิน เมื่อแยกเชื้อบริสุทธิ์ได้แล้ว ปกติจะได้สายพันธุ์มากมาย ซึ่งจำเป็นต้องมาผ่านการคัดเลือกเพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติที่เราต้องการมากที่สุด การคัดเลือกมี 2 ขั้นตอน คือ

2.3.1 การคัดเลือกขั้นต้น (primary screening) เป็นการคัดเลือกแบบคร่าวๆ คือ หลังจากแยกเชื้อบริสุทธิ์โดยการลากบนผิวอาหารวุ้นจนได้โคโลนีเดี่ยวๆและนำมาทดสอบการสร้างวิตามินโดยการใช้จุลินทรีย์ทดสอบ (microbiological assay) (AOAC, 1990) ส่วนการคัดเลือกจุลินทรีย์ที่ผลิตสารสี จุลินทรีย์หลายชนิดสามารถสร้างสีได้ภายในเซลล์หรือภายนอกเซลล์ แบคทีเรียที่สร้างสีจะเข้าใจว่าไม่มีประโยชน์ต่อเซลล์ตนเองแต่สร้างขึ้นเพื่อกรองแสงป้องกันการทำลายโดยแสงหรือรังสีในบรรยากาศ เมื่อแยกเชื้อบนอาหารวุ้นได้ก็สามารถเลือกไอโซเลตที่ให้สีตามต้องการได้เพราะเห็นสีชัดเจนและสามารถตรวจสอบการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์และใช้เครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์วัดความ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย Chiangrai Rajabhat University

เข้มข้นของสี ณ จุดการดูดกลืนแสงสูงสุดได้ หลักสำคัญคือ ถ้าต้องการใช้สีจากจุลินทรีย์เป็นสีผสมในอาหารควรสำรวจสกุลหรือกลุ่มของจุลินทรีย์ที่ใช้ในอาหารได้รวมทั้งแหล่งที่นำมาแยกเชื้อก็ควรเป็นแหล่งที่ปลอดภัยด้วยเช่น จากอาหารหมัก (Cook, 1994;Campbell-Platt และ Cook, 1989; Platt, 1987 อ้างโดยบุษบา ยงสมิทธ์, 2542)

2.3.2 การคัดเลือกขั้นที่สอง (secondary screening) การคัดเลือกขั้นนี้ทำให้ได้รายละเอียดเพิ่มขึ้นว่าจุลินทรีย์ที่ผ่านการคัดเลือกขั้นต้นมีคุณสมบัติและคุณค่าเหมาะสมในอุตสาหกรรมมากน้อยเพียงใด สิ่งที่ควรพิจารณาในการคัดเลือกขั้นที่สองมีดังนี้

2.3.2.1 คุณภาพ ปริมาณและชนิดของผลผลิต โดยใช้วิธีโครมาโตกราฟี ช่วยทำให้ทราบอย่างหยาบๆ ว่าผลิตภัณฑ์นั้นๆ ตรงกับความต้องการหรือไม่

2.3.2.2 การจัดจำแนกจุลินทรีย์ (identification) ทำให้ทราบว่าเป็นจุลินทรีย์ชนิดใหม่หรือไม่มีอันตรายต่อพืช สัตว์และมนุษย์หรือไม่ การจัดจำแนกการทำถึงชนิดของจุลินทรีย์สิทธิ์บัตร (patent strain) จะต้องเป็นสายพันธุ์ใหม่ที่พิสูจน์ได้หรือสายพันธุ์ประดิษฐ์ หากเป็นสายพันธุ์ธรรมดาจะไม่ถือสิทธิ์บัตรกันและหากกระบวนการผลิตมีขั้นตอนใหม่หรือได้สารใหม่ที่ยังไม่มีใครรายงานไว้ก็สามารถนำไปจดสิทธิ์บัตรได้ แม้ว่าจะเกิดจากจุลินทรีย์สายพันธุ์ธรรมดาก็ตาม

2.3.2.3 สภาวะที่เหมาะสมของจุลินทรีย์นั้นๆ เช่น ความเป็นกรด-ด่าง ความต้องการอากาศ อุณหภูมิ ส่วนประกอบของอาหาร ซึ่งมีความสำคัญเกี่ยวกับความคงตัวของยีน การคัดเลือกขั้นนี้ควรเน้นการตรวจสอบความไม่เสถียรภาพด้านพันธุกรรม (genetic instability) ของจุลินทรีย์ เพราะถ้าหากว่าลักษณะทางพันธุกรรมไม่มีเสถียรภาพแล้วจุลินทรีย์ชนิดนี้ก็จะไม่มีประโยชน์สำหรับการนำไปศึกษาต่อหรือนำไปใช้ประโยชน์

2.3.2.4 ควรหาข้อมูลเกี่ยวกับอาหาร (medium) อาหารบางชนิดที่มีความจำเป็นต่อการเจริญหรือต่อการสะสมผลผลิตที่ได้จากการหมักหรือสารบางชนิดเป็นพิษต่อการเจริญและการผลิตหรืออาหารที่ใช้ในการเก็บรักษาเชื้อให้คงทนถาวรก็ต้องตรวจสอบด้วยเช่น การเก็บรักษาราโมแนสคัสพบว่าเก็บได้ดีในรูปของสปอร์บนเมล็ดข้าวแทนที่จะเป็นอาหารวุ้น

2.3.2.5 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของจุลินทรีย์

2.3.2.6 ศึกษาโครงสร้างทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากการหมัก

2.3.2.7 กรณีได้จุลินทรีย์สายพันธุ์ใหม่ควรตรวจสอบความเป็นพิษประกอบด้วย (บุษบา ยงสมิทธ์, 2542)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จุลินทรีย์ในดิน

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก สามารถพบแพร่กระจายตามแหล่งต่าง ๆ บนพื้นโลกโดยเฉพาะแบคทีเรียสามารถพบได้มากที่สุด สามารถพบได้ทั้งแถบเยือกแข็ง (antarctic) บริเวณน้ำพุร้อน บริเวณก้นทะเลที่ลึกสุด บริเวณที่ไม่มีแสง ในแหล่งน้ำที่อิ่มตัวด้วยเกลือเช่น ทะเลสาบแห่งความตาย (dead sea) และอีกหลาย ๆ บริเวณที่สิ่งมีชีวิตทั่ว ๆ ไปไม่สามารถเจริญๆได้ แต่โดยทั่วไปแล้ว จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ชอบเจริญในแหล่งธรรมชาติที่ระบบนิเวศน์มีความอุดมสมบูรณ์โดยเฉพาะในดินจะพบจุลินทรีย์เจริญเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้เนื่องจากดินประกอบด้วยสารต่าง ๆ ที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญได้ แบคทีเรีย เป็นจุลินทรีย์ที่พบมากที่สุด โดยดินบริเวณผิวหน้า (ลึก 3–8 เซนติเมตร) สามารถพบจำนวนเชื้อมากที่สุด และจำนวนจะลดลงตามระดับความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น แบคทีเรียในดินมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายซากพืช ซากสัตว์ โดยย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่และเพิ่มความสมบูรณ์ให้กับดิน โดยแบคทีเรียมีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงธาตุต่าง ๆ เช่น วงจรไนโตรเจน วงจรซัลเฟอร์ และวงจรคาร์บอน นอกจากนั้นแบคทีเรียในดินยังมีบทบาทในการย่อยสารเคมีชนิดต่าง ๆ ที่ตกค้างในดิน เช่นยาฆ่าแมลง และสารกำจัดวัชพืช แบคทีเรียที่พบในดินมีหลายประเภท ได้แก่ พวกที่สร้างอาหารเองได้หรือออโตโทรป (autotroความเป็นกรด-ด่าง) พวกที่สร้างอาหารเองไม่ได้หรือเฮทเทอโรโทรป (heterotroph) พวกที่ต้องการและไม่ต้องการออกซิเจนเพื่อการเจริญ กลุ่มที่ย่อยสลายเซลลูโลสและกลุ่มรีดิวส์เกลือซัลเฟต ซึ่งกลุ่มที่พบมากที่สุดคือ แอคติโนมัยซีท (Gottieb, 1976 and Tortora et. al., 1992) ตัวอย่างของจุลินทรีย์ในดินที่จะกล่าวถึงในที่นี้ได้แก่ แบคทีเรีย (bacteria) แอคติโนมัยซีตีส (actinomycetes) และฟังไจ (fungi)

1. แบคทีเรีย แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ในดินที่มีขนาดเล็กที่สุดและมีจำนวนมากที่สุด ซึ่งอาจมีจำนวนมากถึง 10^9-10^{12} เซลล์ต่อดิน 1 กรัม และมีจำนวนชนิดประมาณ 10^4 มีทั้งพวกที่ไม่เคลื่อนที่และพวกที่เคลื่อนที่โดยอาศัยแฟลกเจลลา มีความหลากหลายในรูปแบบการดำรงชีวิต เช่น พวกที่ดำรงชีวิตแบบโฟโตโทรฟิก (phototrophic) ซึ่งสามารถสังเคราะห์แสง หรือสามารถใช้แสงเป็นแหล่งพลังงาน ส่วนพวกเคโมโทรฟิก (chemotrophic) จะใช้สารเคมีเป็นแหล่งพลังงานซึ่งอาจจะเป็นสารอนินทรีย์ หรือสารอินทรีย์ พวกออโตโทรฟิก (autotrophic) ซึ่งสามารถใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งคาร์บอน และพวกเฮทเทอโรโทรฟิก (heterotrophic) ที่ใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอน แบคทีเรียบางพวกสามารถดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมที่ปราศจากออกซิเจนได้ บางพวกมีความสามารถในการตรึงแก๊สไนโตรเจนในอากาศได้แต่โดยภาพรวมแล้วแบคทีเรียในดินส่วนใหญ่จะเป็นพวกเฮทเทอโรโทรฟิก

(heterotroph) ที่ดำรงชีวิตแบบย่อยสลายเศษซากพืชซากสัตว์หรือสารอินทรียวัตถุในดินเป็นอาหาร แบคทีเรียพวกนี้ คือพวกที่อาศัยอาหารที่มีอยู่แล้วในดิน ไม่ต้องการอาหารจากที่อื่นอีก ซึ่งปริมาณของจุลินทรีย์กลุ่มนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก จะมีปริมาณค่อนข้างคงที่ตลอดเวลาในขณะที่แบคทีเรียบางพวกซึ่งปกติจะมีอยู่ในดินในปริมาณน้อย แต่เมื่อมีอาหารโดยเฉพาะอินทรีย์วัตถุที่เพิ่มเติมลงในดิน ก็จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเมื่ออาหารที่เพิ่มเติมลงไปในดินลดลง ปริมาณของแบคทีเรียพวกนี้ก็จะลดลงอย่างรวดเร็ว (ศิริพรรณ สารินทร์, 2545)

2. แอคติโนมัยซีตีส แอคติโนมัยซีตีสจัดเป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะเป็นเส้นใยคล้ายฟังไจแต่มีขนาดเล็กกว่า คือมีขนาดประมาณ 0.5–1.5 ไมโครเมตร ประกอบด้วยส่วนปลายเส้นใย (apical region) และส่วนที่อยู่ระหว่างเส้นใย (intercalary region) การสร้างผนังกั้นเส้นใยแบบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของแอคติโนมัยซีตีส ส่วนใหญ่มีการสร้างเส้นใย 2 ชนิด คือ เส้นใยปฐมภูมิ (primary mycelium) และเส้นใยทุติยภูมิ (secondary mycelium) ปกติเซลล์จะติดสีแกรมบวก แต่ถ้ามีอายุมากอาจเป็นแกรมผันแปรได้ ลักษณะการเจริญของเชื้อบนอาหารแข็ง (surface culture) และในอาหารเหลว (submerge culture) มีลักษณะต่างกันคือ การเจริญในอาหารเหลวเซลล์จะเจริญจับกันเป็นกลุ่มของเส้นใยที่เรียกว่าเพลเลท (pellets) แต่สำหรับบางชนิด เช่น *Norcadia corallina* เมื่อเจริญในอาหารเหลวที่มีการเขย่าให้อากาศเชื้อจะมีลักษณะเป็นรูปแท่ง (rod) ในขณะที่การเจริญบนอาหารแข็งที่มีส่วนประกอบของอาหารเช่นเดียวกับในอาหารเหลว เชื้อเจริญแบบสร้างเส้นใย (filamentous form) ในลักษณะที่ยึดติดแน่นกับผิวหน้าอาหาร วุ้น เมื่อมีอายุมากขึ้นโดยทั่วไปลักษณะการเจริญของเชื้อบนอาหารแข็งจะมีลักษณะของโคโลนีที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อ สามารถพบได้ 3 แบบคือ

2.1 โคโลนีแบบหยาบหรือเรียนยึดเกาะกับผิวหน้าอาหารอย่างหลวม ๆ เป็นการสร้างเส้นใยที่ชูขึ้นไปในอากาศ (aerial mycelium) ปกคลุมผิวหน้าอาหาร

2.2 โคโลนีไม่มีเส้นใยที่ยึดติดกับอาหาร (substrate mycelium) มีเส้นใยที่ชูขึ้นไปในอากาศ (aerial mycelium) ที่ยึดเกาะกับอาหารด้วยส่วนที่ยึด เกาะพิเศษที่เรียกว่าโฮลฟาสต์ (holdfast)

2.3 โคโลนีมีลักษณะเกาะกันแน่นคล้ายแผ่นหนัง เส้นใยที่ชูขึ้นไปในอากาศ (aerial mycelium) ค่อนข้างโป่งและยึดกับสับสเตรต (substrate) ด้วยเส้นใยที่แทงลงไปในอาหาร สำหรับในอาหารเหลวเรียกเส้นใยที่อยู่บนผิวอาหารว่าเจเนอเรทีฟ มัยซีเลียม (generative mycelium) และเส้นใยที่อยู่ในอาหารว่าเวเจเททีฟ มัยซีเลียม (vegetative mycelium) (Kalakoutskii and Agre, 1976)

แอคติโนมัยซีตีส เป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการความชื้นน้อยในการเจริญ ถ้าหากมีความชื้นประมาณ 85-100 เปอร์เซ็นต์จะพบแอคติโนมัยซีตีสได้ยากมาก และชอบเจริญใน ความเป็นกรด-ด่าง ที่

ค่อนข้างเป็นด่าง แต่ถ้าความเป็นกรด-ด่าง ลดต่ำลงกว่า 5.0 และอยู่ในสภาพที่ขังน้ำและขาดออกซิเจน จะทำให้แอคติโนมัยซีตีสจะลดปริมาณลงอย่างรวดเร็ว แอคติโนมัยซีตีสจะเจริญช้ากว่าแบคทีเรียและรา แอคติโนมัยซีตีสมีบทบาทสำคัญในการย่อยวัสดุที่มีความทนทานและมีโครงสร้างที่สลับซับซ้อนได้แก่ เซลลูโลส ลิกนินและไคติน ซึ่งพบว่าเป็นองค์ประกอบอยู่ในส่วนของลำต้นและเปลือกไม้ ตัวอย่างเช่น *Streptomyces* sp. จะสามารถย่อยพวกไคตินซึ่งเป็นโพลีแซคคาไรด์รูปหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยหน่วยน้ำตาลอะมิโนของเอ็นอะซิติลกลูโคซามีน (N-acetylglucosamime) โดยแอคติโนมัยซีตีสจะใช้เป็นทั้งแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนในเมแทบอลิซึมของเซลล์ ส่วน *Micromonospora* sp. สามารถย่อยได้ทั้งเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ไคตินและกลูโคไซด์ สำหรับ *Nocardia* sp. นั้นสามารถย่อยสลายพวกสเตอรอยด์และฟีนอล (สมาคมอินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย, 2547)

3. ฟังไจ ฟังไจหรือราเป็นจุลินทรีย์พวกยูคาริโอต มีลักษณะเป็นเส้นใย อยู่กันเป็นกลุ่มของเส้นใย เส้นใยมีทั้งแบบผนังกั้นและแบบไม่มีผนังกั้น มีรูปแบบการดำรงชีวิตแบบเฮทเทอโรโทรฟิก มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศโดยการสร้างสปอร์ สามารถจัดจำแนกโดยการอาศัยลักษณะของเซลล์และโครงสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ฟังไจในดินมีความสำคัญในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ ทั้งที่พวกย่อยสลายได้ง่าย เช่นน้ำตาล และกรดอะมิโน และสารที่มีโครงสร้างซับซ้อนย่อยสลายได้ยาก นอกจากนี้ฟังไจยังสามารถทนต่อสภาพดินที่เป็นกรดได้ดีกว่าพวกแบคทีเรีย ดังนั้นสารย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินที่มีสภาพเป็นกรดจึงเกิดจากการกระทำของฟังไจเป็นส่วนใหญ่ทำให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารต่าง ๆ ในดิน (ศิริพรรณ สารินทร์, 2545)

ผ้าทอมือ

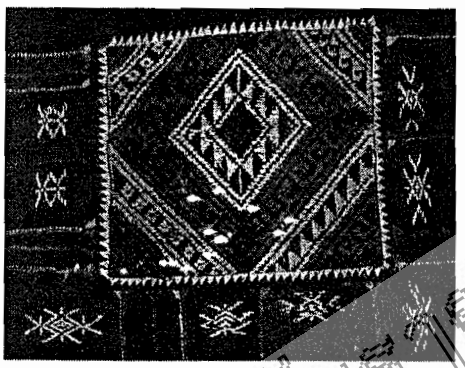
1. ที่มาและความสำคัญของผ้าทอมือ ผ้าทอมีความผูกพันและเกี่ยวโยงกับพิธีกรรมทางศาสนาและวิถีชีวิตของคนเอเชียมานานนับศตวรรษจนอาจเรียกได้ว่าเป็นมรดกทางสังคม ซึ่งสะท้อนให้เห็นความเป็นมาในอดีต การย้ายถิ่น โครงสร้างสังคม ระบบการค้า ตลอดจนความคิดทางนามธรรมซึ่งกลั่นกรองจากการสังเกตปรากฏการณ์รอบตัว การทอ การเตรียมเส้นใยและการย้อมสี หรือแม้แต่การวางลายผ้าทอแบบดั้งเดิม ล้วนเป็นกิจกรรมของสตรี และเปรียบเสมือนเป็นบันทึกเรื่องราวของสังคมผ่านสายตาของสตรีผู้ทอ ในขณะที่บุรุษมุ่งเน้นศิลปะประเภทการหล่อโลหะ การแกะสลักไม้และหิน และการประพันธ์

ความจำกัดด้านเทคนิควิธีทำให้ผ้าทอจากประเทศต่างๆ ในเอเชีย มีลวดลายและโครงสร้าง

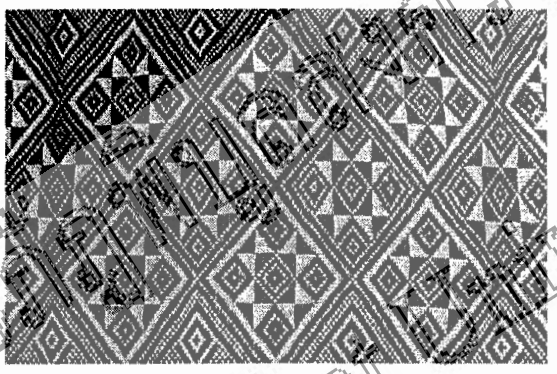
คล้ายคลึงกัน โดนเฉพาะอย่างยิ่งสีและชนิดของเส้นใยใกล้เคียงกันมากในทุกประเทศ การใช้สีถูกกำหนดโดยสารที่มีอยู่ในธรรมชาติและโดยลักษณะธรรมชาติของเส้นใยที่จะย้อม เช่น ใยฝ้ายจะย้อมสีคราม สีดำ สีครีมและสีน้ำตาลแดงได้ดี ส่วนสีแดง สีเขียวและสีเหลือง เหมาะสำหรับย้อมใยไหม ซึ่งย้อมได้ดีเมื่อผสมสารที่มีกรด อย่างไรก็ตามในปลายศตวรรษที่ 19 ระบบสีของผ้าทอเปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิง เมื่อพ่อค้าเริ่มนำเข้าสีเคมี เช่น สีชมพู สีม่วง สีน้ำทะเลและสีฟ้า ชุมชนที่อยู่ใกล้เส้นทางการค้าเริ่มได้รับผลกระทบจากอิทธิพลภายนอกและเริ่มใช้สีและเส้นใยจากต่างประเทศ ในขณะที่ดินแดนที่ห่างออกไปยังคงรักษาสีของท้องถิ่นของตนไว้ การใช้สินค้าหายากจากต่างประเทศเป็นความมีหน้ามีตาในสังคมยุคนั้น ดังนั้นผืนผ้าซึ่งเคยย้อมสีธรรมชาติล้วนๆ จึงเริ่มมีสีเคมีเข้ามาปะปนแลดูไม่กลมกลืนในช่วงศตวรรษที่ 20 นอกจากนี้อิทธิพลวัฒนธรรมข้ามแดนก็มีส่วนทำให้ผ้าทอเอเชียมีความคล้ายคลึงกันในด้านลวดลายและโครงสร้าง โดยเฉพาะอิทธิพลของวัฒนธรรมกลองสำริดดองซอน ซึ่งเฟื่องฟูอยู่ในเวียดนามราว 500 ปี ก่อนคริสต-ศักราช ถึงปี คศ. 100 ได้มีผลกระทบต่อการออกแบบลวดลายบนผ้าทอในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้เกิดการใช้สัญลักษณ์ที่แสดงอำนาจ ซึ่งต่อมาถูกตีความแตกต่างกันไปตามกลุ่มชนต่างๆ และแปรเปลี่ยนรูปลักษณ์หลายหลากบนผืนผ้า แต่เค้าโครงพื้นฐานก็ยังอาจเห็นได้ อาทิ รูปลายขอเหลม ลายขอลายก้นหอย ลายดาวแปดแฉก ลายเกลียวคลื่น รูปสามเหลี่ยม เรือ ช้าง นกและคน (ภาพที่ 2.2) โดยทั่วไปแล้วกลุ่มชนที่ยังคงใช้สัญลักษณ์นี้มักเป็นพวกถือผี ซึ่งหากมองโลกในแง่โลกสมัยใหม่อาจเรียกได้ว่ายังล้าหลังและมักเป็นชนกลุ่มน้อยที่อยู่โดดเดี่ยว

อิทธิพลสำคัญต่อผ้าทอเอเชียอีกส่วนคือ โครงสร้างส่านรีปาโตลาไหมซึ่งถือกำเนิดที่รัฐกุจา-รัฐ ประเทศอินเดียและกลายเป็นสินค้าเข้าสู่อาณาจักรต่างๆ ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งแต่ศตวรรษที่ 15 ความชื่นชอบและแรงบันดาลใจจากผ้าปาโตลาในหมู่ชนเอเชียยังไม่เป็นที่เข้าใจดีนัก แต่พบว่ามีการเลียนแบบโครงสร้าง สีและลายในกลุ่มชนพื้นเมืองหลายกลุ่มแม้ที่อยู่ในดินแดนที่ห่างไกล โครงสร้างดังกล่าวได้แก่ ผืนผ้ายาวถึง 4 เมตร มีลวดลายประดับเชิงตลอดสองริมผ้า ตรงปลายผ้ามีกรวยเชิงเป็นลายสามเหลี่ยม กลางผืนผ้ามีลายต่างๆ ประดับ ลายที่นิยมที่สุดเรียกว่า ลายดาว สีเด่นคือ สีแดง สีเหลืองและสีเขียว ผ้าปาโตลาของแท้เป็นสิ่งเกินเอื้อมสำหรับสามัญชนในบางโอกาสอาจใช้เป็นสิ่งแลกเปลี่ยนอิสรภาพให้ทาส ใช้เป็นเครื่องนุ่งห่มหมอผี ผู้ทรงอำนาจขณะเข้าทรงและเป็นเครื่องทรงของพระราชาและพระราชินี เมื่อสามัญชนต้องการผ้าที่ทรงอำนาจนี้จึงทำให้เกิดการผลิตผ้าเลียนแบบจากฝ้ายและไหมขึ้นในระดับท้องถิ่น และผ้าเลียนแบบนี้ยังคงความหมายลี้ลับดังเช่นของแท้ ภายหลังเมื่อมีการค้นพบและค้าเส้นใยโลหะก็นิยมตกแต่งผ้าทอด้วยดิ้นเงิน ดิ้นทอง ทำให้เกิดการใช้ผ้าทออันหรูหราในหมู่ชนชั้นสูง แต่ลักษณะดิ้นไม่ค่อยเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยโดยทั่วไป เพียงแต่มีความแวววาวเหมาะแก่การใส่โชว์

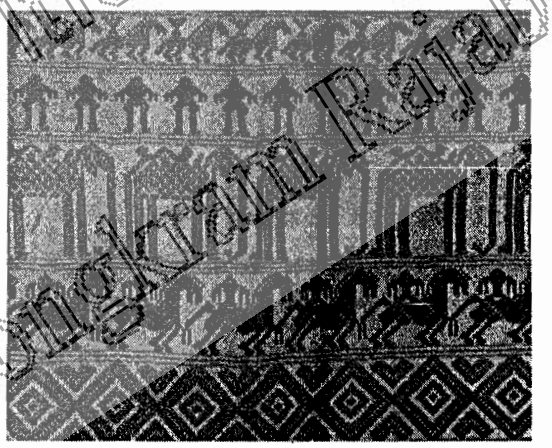
ในบางโอกาสเท่านั้น นอกจากนี้เส้นใยโลหะนี้ยังทำให้เส้นไหมเสียหายด้วย ราชสำนักในเอเชียนำเข้าทั้งเส้นใยและผ้าจากอินเดีย และเริ่มทอผ้าอันหรูหราแวววาวในลักษณะนี้ ส่วนสามัญชนจะใช้ดิ้นคุณภาพต่ำหรือไหมสีเหลืองเลียนแบบดิ้นทอง ในศตวรรษที่ 20 อิทธิพลตะวันตกเริ่มเข้ามามีบทบาท กลุ่มเอเชียเริ่มหันเหจากผ้าทอที่เคยรักและรักษามาเนิ่นนาน ในขณะที่ชาวตะวันตกเริ่มแสวงหาและสะสมผ้าทอมือ บัดนี้กระแสวัฒนธรรมเริ่มหวนกลับ ประเทศเอเชียเริ่มหันมาเห็นความสำคัญของมาดกสิ่งทอและเริ่มเก็บรักษา (ทรงศักดิ์ ปรางค์วัฒนากุลและคณะ, 2536)



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 2.2 ลวดลายบนผ้าทอ

(ก) ลายขอแหลม ลายขอและสามเหลี่ยม (ข) ลายดาวแปดแฉก

(ค) ลายม้า ช้าง นกและคน

ที่มา (ทรงศักดิ์ ปรางค์วัฒนากุลและคณะ, 2536, หน้า 46,250)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ Chiang Mai Rajabhat University

เทคนิคในการสกัดและย้อมสีผ้า

สมัยโบราณการทอผ้าทำกันทั่วทุกภาคของประเทศ ผู้หญิงมักใช้เวลาว่างจากการทำไร่ ทำนา ทอผ้าไว้ใช้ในครอบครัว โดยนำใยของฝ้ายหรือไหม มาปั่นเป็นเส้นด้าย แล้วนำมาย้อมสีที่ทำมาจากสมุนไพรต่างๆ มากมายหลายชนิดมาสกัดเพื่อเป็นสีย้อม เช่น สีน้ำเงินจากคราม สีแดงจากครั่ง สีดำจากมะเกลือ จากนั้นนำมาทอเป็นลวดลายต่างๆ ตามจินตนาการของผู้ทอที่มีแรงบันดาลใจจากสิ่งแวดล้อมและขนบธรรมเนียมประเพณีที่ได้พบเห็นทุกวันจนเกิดเป็นผลงานที่สืบทอดเป็นมรดกทางวัฒนธรรม เช่น ผ้าทอที่เป็นลักษณะเด่นของเขตอีสานกลางคือ ผ้าฝ้ายมัดหมี่สีครามใช้สำหรับเป็นผ้าเช่นนุ่งในชีวิตประจำวัน เป็นต้น (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2004)

1. การสกัดสี เป็นกระบวนการหนึ่งที่ให้ได้มาซึ่งสีที่เราต้องการ ซึ่งตัวทำละลายที่นิยมใช้กันมากคือน้ำ เพราะช่วยในการละลายสารสีที่อยู่ภายในได้เป็นอย่างดี โดยสิ่งที่นำออกมาได้จะอยู่ในรูปของของเหลวจึงต้องนำไปผ่านกระบวนการอบแห้งเพื่อให้น้ำที่ใช้เป็นตัวทำละลายระเหยออกไปและทำให้ได้สีที่ต้องการออกมา

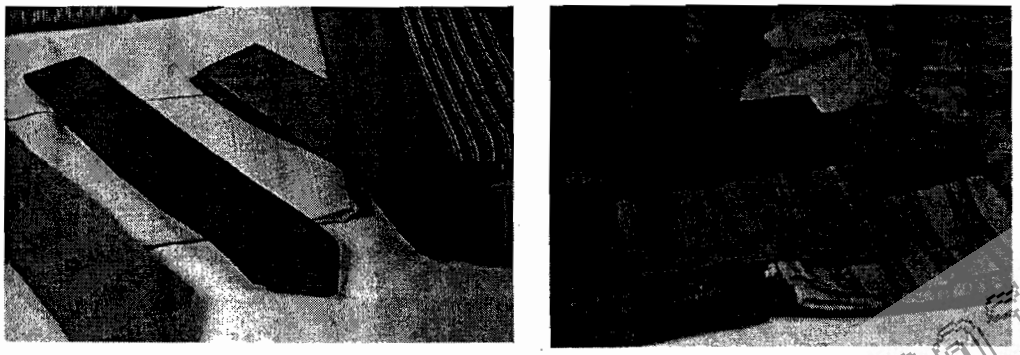
2. การย้อมสี ในกระบวนการย้อมสีโดยทั่วไป การย้อมจะเกิดขึ้นในขณะที่เส้นใยอยู่ในสารละลายของน้ำสีหรือในน้ำที่มีอนุภาคสีแขวนลอยอยู่ การที่อนุภาคของสีติดเส้นใยได้จะต้องมีแรงยึดเหนี่ยวทำหน้าที่ยึดโมเลกุลของสีให้ติดอยู่กับเส้นใย ซึ่งแรงยึดเหนี่ยวนี้จะมีค่ากว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของสีกับน้ำ ซึ่งการติดสีของสีในเส้นใยจะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับสมบัติ 2 ประการคือ ความสามารถที่โมเลกุลของสีจะแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเส้นใยได้ และการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างหมู่ฟังก์ชันของเส้นใยกับโมเลกุลของสีย้อม

นอกจากนี้ในกระบวนการย้อมยังมีองค์ประกอบอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น ความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลายสีย้อม ความเข้มข้นของไอออน และอุณหภูมิขณะย้อม กลไกของการย้อมสีที่เกิดขึ้นในขณะย้อม แบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ การเคลื่อนที่ของโมเลกุลของสีย้อมผ่านสารละลายไปยังผิวของเส้นใย การดูดซับสีที่ผิวของเส้นใย ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อโมเลกุลของสีย้อมเข้าไปสัมผัสกับโมเลกุลของเส้นใย และการแทรกซึมของสีย้อมเข้าไปภายในเนื้อของเส้นใยในบริเวณที่สีสามารถแทรกและเกาะติดอยู่ได้ การเกาะติดสีย้อมบนเส้นใยเกิดขึ้นได้ เนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของสีย้อมและเส้นใย ซึ่งอาจเกิดจากแรงดึงดูดต่อไปนี้ คือ แรงวันเดอร์วาลส์ พันธะไฮโดรเจน พันธะไอออนิก และพันธะโควาเลนต์ ผ้าย้อมจะติดสีดีเพียงใดขึ้นอยู่กับการเลือกใช้สีย้อมให้ถูกต้องตามชนิดของผ้า เส้นใย และเทคนิคการย้อมที่ถูกต้องจากขั้นตอนที่กำหนด การย้อมสีผ้าทำได้หลายระยะก่อนหรือหลังการปั่น ก่อนหรือหลัง

การผลิตเป็นผืนผ้า (ศรีนวล แก้วแพรก, 2532) กรรมวิธีในการย้อมสีมี 2 วิธีคือ ย้อมโดยตรงและย้อมโดยใช้มอร์แดนท์ สีย้อมบางชนิดติดสีเส้นใยชนิดหนึ่งแต่ไม่ติดสีเส้นใยอีกชนิดหนึ่ง เช่น ติดขนฝ้าย ลินิน แต่ไม่ติดขนใยไหมหรือขนสัตว์ จึงต้องใช้สารเคมีบางชนิดช่วยให้สีย้อมติดบนเส้นใยได้ สารเคมีที่ช่วยให้ติดเส้นใยได้เรียกว่ามอร์แดนท์ มอร์แดนท์ที่ควรรู้จัก ได้แก่ สารส้ม เกลือแกง (โซเดียมคลอไรด์) เรานำผ้าก่อนย้อมสีต้มรวมกับมอร์แดนท์ก่อน ทำให้มอร์แดนท์จับเส้นใยก่อนเมื่อนำผ้านั้นไปย้อมสีสีย้อมจะติดที่มอร์แดนท์ หากเราใช้มอร์แดนท์ต่างชนิดกันกับผ้าและสีย้อมชนิดเดียวกันจะให้สีหลังการย้อมต่างกัน เช่น ใช้สารส้มเป็นมอร์แดนท์ย้อมผ้าและสีย้อมที่เหมือนกับใช้เกลือแกงเป็นมอร์แดนท์จะให้สีย้อมออกมาไม่เหมือนกัน

ตัวอย่างการย้อมสี เช่น การย้อมสีไหมจะต้องนำไหมดิบมาฟอกเพื่อไม่ให้มีไขมันเกาะ โดยจะใช้ด่างจากขี้เถ้าไปฟอกไหม เรียกว่า "การดองไหม" จะทำให้เส้นไหมขาวนวลขึ้น แล้วจึงนำไปย้อม ในสมัยก่อนนิยมใช้สีจากธรรมชาติ เช่น สีแดงจากครั่ง ผลและใบคำแสด รากขอบ่า มะไฟป่า หรือรากของต้นเข็ม สีเหลืองจากแก่นของต้นเข สีจำปาหรือสีส้มจากดอกคำแสดหรือดอกกรรณิการ์ สีน้ำเงินจากต้นคราม สีเขียวจากเปลือกไม้มะหูด สีเขียวมะกอกจากแก่นไม้ขนุน เปลือกนนทรีและเปลือกต้นตะแบก สีไพลจากใบสับปะรดอ่อนกับน้ำมะนาว สีน้ำตาลจะต้นหมาก สีม่วงจากต้นหว้า สีดำจากมะเกลือ รากต้นชะพลูและสมอ แต่ปัจจุบันการย้อมด้วยสีธรรมชาติเริ่มหายไป เนื่องจากมีสีวิทยาศาสตร์เข้ามาแทนที่ ที่หาซื้อง่ายตามร้านขายเส้นไหมหรือผ้าไหม เมื่อละลายน้ำจะแตกตัว ย้อมง่าย สีสดใส ราคาค่อนข้างถูก ทนต่อการซักค่อนข้างดี การย้อมด้วยสีธรรมชาติมีข้อดี คือ สีไม่ฉูดฉาด สีอ่อนเย็นตากว่าสีสังเคราะห์ จึงทำให้สีของผ้าสงามสัมพันธ์กับรูปแบบของผ้าพื้นเมือง สีธรรมชาติจะติดสีได้ดีในเส้นไหมและฝ้าย วิธีย้อมคือการนำต้มเอาน้ำจากพืชที่ให้สีนั้นๆ ต้มให้เดือด จากนั้นนำไหมชุบน้ำให้เปียกบิดพอหมาด กระตุกให้เส้นไหมเรียงเส้นจึงแช่ในน้ำย้อมสี นำไปผึ่งให้แห้ง จะได้ไหมสีตามต้องการ (จิราวรรณ์ไหมไทย, 2547)

ตัวอย่างของผ้าฝ้ายทอมือหนองบัวแดงเป็นการสืบสานภูมิปัญญาท้องถิ่นและถ่ายทอดวิธีการและลวดลายการทอแบบโบราณอันเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่นลงบนพื้นผ้าฝ้ายซึ่งย้อมด้วยสีธรรมชาติ เช่นสีครามจากต้นคราม สีเหลืองจากแก่นขนุน สีดำจากมะเกลือ สีแดงจากครั่ง และสีม่วงจากเปลือกมังคุด เป็นต้น ในบรรดาวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการย้อมสีธรรมชาตินั้น โคลนเป็นวัตถุดิบที่นำมาใช้ย้อมเป็นสีเทาเข้มหรือสีโคลนและได้รับความนิยมมากที่สุด จุดเด่นอีกประการหนึ่งคือการใช้วัสดุรวมทั้งวัตถุดิบต่าง ๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่นในทุกขั้นตอนการผลิต ผลิตภัณฑ์ผ้าฝ้ายทอมือของกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านหนองบัวแดง ประกอบด้วย ผ้าฝ้ายย้อมสีธรรมชาติ ผ้ามัดหมี่ย้อมสีธรรมชาติ ผ้าซิ่นโบราณย้อมโคลน ผ้าลายขิก เสื้อสำเร็จรูป เนคไท และผลิตภัณฑ์เครื่องใช้อื่น (ภาพที่ 2.3) (สำนักงานสหกรณ์จังหวัดชัยภูมิ, 2547)



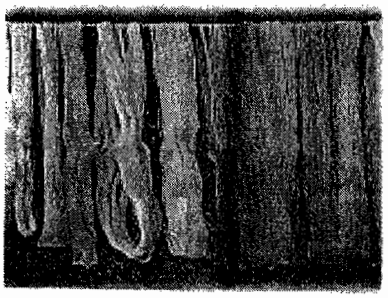
ภาพที่ 2.3 ผ้าฝ้ายย้อมสีธรรมชาติ
ที่มา (สำนักงานสหกรณ์จังหวัดชัยภูมิ, 2547)

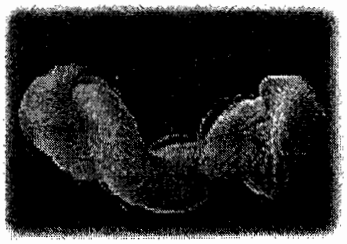
เส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยธรรมชาติแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. เส้นใยโปรตีน (protein fibers) เส้นใยธรรมชาติกลุ่มที่ได้จากสัตว์ทุกชนิดจะเป็นเส้นใยโปรตีนทั้งหมด ซึ่งองค์ประกอบหลักของโครงสร้างทางเคมีพื้นฐานในเนื้อเยื่อของสัตว์เกิดจากการต่อกันเป็นลูกโซ่โมเลกุลยาวของกรดอะมิโน (amino acids) โดยมีการเชื่อมต่อระหว่างโมเลกุลด้วยเปปไทด์ (peptide links) การต่อกันของลูกโซ่โมเลกุลยาวนี้เองที่มีผลทำให้น้ำหนักโมเลกุลของเส้นใยโปรตีนมีค่าอ่อนข้างสูงทั้งนี้ธาตุหลักที่ประกอบในโมเลกุลได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจนและไนโตรเจน ในขนสัตว์จะมีความแตกต่างจากไหมคือ เส้นใยขนสัตว์มีธาตุซัลเฟอร์อยู่ด้วย ในขณะที่ในไหมไม่มีธาตุซัลเฟอร์ ตัวอย่างเส้นใยโปรตีนได้แก่ เส้นใยไหม

1.1 เส้นใยไหม (silk) เส้นใยไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติชนิดเดียวที่เป็นเส้นใยยาว โดยมีความยาวต่อเนื่องตลอดเส้นที่เกิดจากรังไหมแต่ละรัง ความยาวอยู่ระหว่าง 1,300-2,000 ฟุต แต่ละเส้นของใยไหมประกอบด้วยเส้นใยสองเส้นเกาะติดกันและเคลือบด้วยกาวไหม (silk glue) ที่เป็นเซอริซิน (sericin) (ภาพที่ 2.4)





ภาพที่ 2.4 เส้นใยไหม
ที่มา (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547)

1.2 การย้อมสีเส้นใยไหม ไหมมีความสามารถในการรับสีย้อมได้ดีมาก อาจย้อมได้ด้วยสีที่เป็นกรด เบสหรือสีไดเรก ผ้าไหมเมื่อย้อมสีจะได้สีที่เข้มกว่าขนสัตว์และสามารถย้อมได้ในอุณหภูมิต่ำกว่าด้วย สีย้อมไหมที่นิยมใช้ย้อมมี 2 ชนิด คือ

1.2.1 สีย้อมที่ได้จากธรรมชาติ ได้จากต้นไม้ ใช้ได้ทั้งใบ เปลือก ราก แก่นและผล ชาวอีสานรู้จักการย้อมสีไหมให้ได้สีตามต้องการ จากสีธรรมชาติมานานแล้ว มีขั้นตอนที่ยุ่งยากพอสมควรเริ่มจากไปหาไม้ที่จะให้สีที่ต้องการซึ่งจะอยู่ในป่าเป็นส่วนใหญ่ บางสีต้องการใช้ต้นไม้หลายชนิด ทำให้ยุ่งยาก เมื่อได้มาแล้วต้องมาสับมาซอย หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ นำไปต้มกรองเอาน้ำให้ได้มากตามต้องการแล้วจึงนำไปย้อมแต่ละครั้งสีจะแตกต่างกันออกไป ไม่เหมือนเดิมที่เดียว ทำให้เกิดรอยด่างบนผืนผ้าได้ ปัจจุบันจึงนิยมใช้สีเคมีเป็นส่วนมากหรือเกือบทั้งหมด เพราะย้อมง่าย ขั้นตอนที่ทำไม่ยุ่งยากซับซ้อนสีที่ได้สม่ำเสมอ จะย้อมกี่ครั้งๆ ก็ได้สีเหมือนเดิมและสีติดทนนานมากกว่าสีจากธรรมชาติ ต้นไม้ที่นำย้อมแบบพื้นบ้าน สีที่ย้อมจากธรรมชาติ มีดังนี้ สีแดงได้จาก ครั่ง รากยอ สีน้ำเงินได้จาก ต้นคราม สีเหลืองได้จาก แก่นขนุน ขมิ้นชัน แก่นเข สีเขียวได้จาก เปลือกสมอ ใบหูกวาง ใบเตย สีม่วงอ่อนได้จาก ลูกหว้า สีชมพูได้จาก ต้นฝาง ต้นมหากาพ สีดำได้จาก เปลือกสมอ ลูกมะเกลือ ลูกกระจาย สีส้มได้จากลูกสะตี (หมากชาติ) สีน้ำตาลแก่ได้จาก จานแก่นอะลาง สีกากีแกมเขียวได้จาก เปลือกเพกากับแก่นขนุน สีกากีแกมเหลืองได้จาก หมากสงกับแก่นแกแล

1.2.2 สีย้อมวิทยาศาสตร์ หรือสีสังเคราะห์ มีส่วนผสมทางเคมีวิธีย้อมแต่ละครั้งจะใช้สัดส่วนของสี และสารเคมีที่แน่นอนสีที่ได้จากการย้อมแต่ละครั้งจะเหมือนกัน แหล่งทอผ้าในปัจจุบันนิยมใช้สีย้อมวิทยาศาสตร์ (สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2547)

1.1.3 การใช้งานของไหม ไหมมีสมบัติที่ดีหลายประการด้วยกัน สามารถใช้งานได้กว้างขวางเป็นที่นิยม ผ้าไหมมีความสวยงาม น่าสัมผัส เป็นเส้นใยที่ถือว่ามีความแข็งแรงสูงเมื่อเทียบกับความละเอียดของเส้นใย มีสภาพยืดหยุ่นและทนต่อการยับได้ดี สวมใส่สบายเพราะเส้นใยดูดซึมความชื้นได้ดี แห้งเร็ว ไม่จับฝุ่นง่าย สามารถย้อมหรือพิมพ์สีได้หลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสีที่สดใสมากๆ สามารถทอเป็นผ้าที่มีโครงสร้างหลากหลาย ทั้งชนิดที่เบาบางทิ้งตัวดีไปจนถึงผ้าที่โครงสร้างแน่น หนัก ความแข็งแรงทนทานสูง อย่างไรก็ตามจุดอ่อนของไหมที่ต้องระวังคือการใช้สบู่และความร้อนจากเตารีดที่สูงกินกว่า 340 องศาฟาเรนไฮต์ จะทำให้ไหมอ่อนแอลงและเปลี่ยนสีเป็นเหลือง เช่นเดียวกับแสงแดดและเหงื่อที่มีผลต่อไหมในลักษณะเดียวกัน นอกจากนั้นไหมยังอาจถูกทำลายได้ด้วยสารเคมีทั้งกรดและด่าง

1.2 เส้นใยเซลลูโลสธรรมชาติ (natural cellulose fibers) เส้นใยธรรมชาติจากพืชทุกชนิดจัดเป็นเส้นใยประเภทเซลลูโลสที่มีองค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วยธาตุหลักคือ คาร์บอน 44.4 เปอร์เซนต์ ไฮโดรเจน 6.2 เปอร์เซนต์ และออกซิเจน 49.4 เปอร์เซนต์ มีโครงสร้างประกอบด้วยหน่วยขั้นพื้นฐานซึ่งเรียกว่าแอนไฮโดรดีกลูโคส (anhydro-d-glucose; $C_6H_{10}O_5$) ต่อกันเป็นลูกโซ่โมเลกุลยาว แต่ละหน่วยของกลูโคสประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลทั้งหมด 3 หมู่ด้วยกัน (เป็น primary group 1 หมู่ และ secondary group 2 หมู่) ซึ่งเหมือนกับโครงสร้างของน้ำตาลทั่วไป แต่เนื่องจากโมเลกุลต่อกันยาวเป็นลูกโซ่ทำให้ไม่ละลายน้ำเหมือนที่เกิดกับน้ำตาล โครงสร้างทางเคมีนั้นถือว่ามีบทบาทอย่างยิ่งต่อการกำหนดสมบัติของเส้นใย กล่าวคือ หมู่ไฮดรอกซิล (-OH) จะเป็นตัวดึงดูดน้ำทำให้มีความสามารถในการดูดซึมความชื้นได้ดี ซึ่งเส้นใยเซลลูโลสธรรมชาตินี้จะได้แก่ ฝ้าย นุ่น ปอ ลินิน ป่าน เป็นต้น

1.2.1 เส้นใยฝ้าย (cotton) ฝ้ายเป็นเส้นใยพืชที่มีความสำคัญและมีการใช้งานกว้างขวางมากที่สุดสามารถใช้งานได้หลากหลายอาจใช้เป็นฝ้าย 100 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2.5) หรือฝ้ายผสมกับเส้นใยอื่นๆ ได้แทบทุกชนิด คุณภาพของเส้นใยฝ้ายขึ้นกับความขาว ความยาวของเส้นใย ความละเอียดตลอดจนความแข็งแรง โดยปกติเส้นใยยิ่งขาวมากยิ่งมีความละเอียดสูงและความแข็งแรงมากด้วย (วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา, 2542)

ภาพที่ 2.5 เส้นใยฝ้าย
ที่มา (ผ้าทอนครไทย, 2547)

1.2.1.1 การใช้งานของฝ้าย ด้วยสมบัติที่ดีเด่นมากมายของฝ้ายทั้งความแข็งแรง ทนทาน ความสามารถในการดูดซึมความชื้น การใช้งานหลากหลาย สามารถปั่นเป็นด้ายได้แทบทุกระดับของความละเอียด ทอเป็นผ้าได้ทุกโครงสร้าง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากฝ้ายเป็นที่นิยมและใช้กันมาตลอด ผ้าฝ้าย 100 เปอร์เซนต์ ที่ไม่สามารถใช้อย่างอื่นทดแทนได้ เช่น กางเกงยีน ผ้าปลอกหมอน ผ้าคลุมเตียง นอกจากนั้นแล้วฝ้ายยังสามารถใช้ผสมร่วมกับเส้นใยชนิดอื่นทั้งใยธรรมชาติและใยสังเคราะห์ด้วย

1.2.1.2 การย้อมสีเส้นใยฝ้าย ฝ้ายสามารถรับสีย้อมได้หลายชนิด เช่น สีรีแอคทีฟ สีแวท นอกจากนั้น อาจเป็นสีไดเรกและสีเบสิก (วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา, 2542)

1.2.2 ป่านลินินหรือแฟลกซ์ (flax) เส้นใยลินินใช้ในงานหลายประเภท เช่น เสื้อผ้าฤดูร้อน ผ้าเช็ดหน้า ผ้าม่าน ผ้าห่ม ผ้าปูโต๊ะ ผ้าเต็นท์ ผ้าใบ ผ้าซับใน พรม ด้ายเย็บผ้า เชือกตกปลา และเชือกอื่น ๆ ป่านลินินเป็นพืชในวงศ์ Linaceae ให้เส้นใยจากส่วนของเปลือกนองลำต้นเช่นเดียวกับปอ ดังนั้นการนำเส้นใยออกมาใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอพวกทอผ้า จึงค่อนข้างยุ่งยากกว่าฝ้าย เส้นใยป่านลินิน มีความยาวเฉลี่ย 50 เซนติเมตร มีเซลล์ต่อกันเป็นข้อๆ และยึดรวมกันเป็นหมู่ด้วยยางเหนียว เซลล์หนึ่งๆ ยาว 2.5-3.0เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15-18 ไมครอน (1-1000 มิลลิเมตร) เมื่อเปรียบเทียบกับฝ้าย มีความเหนียวมากกว่า 2 เท่า ยืดตัวได้น้อยกว่าเส้นใยเมื่อเปียกมีความเหนียวสูงขึ้น มีความถ่วงจำเพาะ 1.5 ซึ่งหนักกว่าไหมและขนสัตว์ สามารถดูดซึมความชื้นได้ดีและเป็นมันมาก ติดไฟช้าเป็นฉนวนกันความร้อนดี ทนต่อแสงอัลตราไวโอเลตได้มาก เส้นใยป่านลินินมีปริมาณเซลลูโลสภายในเส้นใยน้อยกว่าฝ้าย ป่านลินินไม่ฟอกขาวจะมีลิกโนเซลลูโลสประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์ ทนกรดได้สูงกว่าฝ้าย แต่ทนด่างได้น้อยกว่าทนกรดคลอริก (กรดเกลือ) ได้น้อย แต่ทนกรดกำมะถันได้ดี ความร้อนเป็นอันตรายใยลินินมากกว่าฝ้าย ย้อมสีได้เช่นเดียวกับฝ่าย เส้นใยลินินแต่ละเส้นละเอียด ยาว เกาะกันเป็นกลุ่ม เหนียวมาก ใช้ได้ทน เวลาสัมผัสรู้สึกนุ่มมากติดไฟยาก ทนน้ำดูดความชื้น และระเหยได้เร็ว เปียกขึ้นเร็วกว่าฝ้ายเป็นรอยพับ และยับง่าย

1.2.3 เส้นใยนุ่น เส้นใยนุ่น มีรูปยาวรี รูปทรงกระบอกกลวง ผนังบาง เรียบและเปราะจึงไม่ค่อยใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอพวกปั่นด้านเหมือนกับฝ้ายเพราะฟูและเบามาก เส้นใยไม่มีลักษณะหยิกหรือหยักที่จะช่วยให้กลุ่มเส้นใยจับตัวกันได้ดีเมื่อปั่นหรือฟั่นเป็นเส้นด้าย มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 1/4 เท่าของน้ำ มีความยาวของเส้นประมาณ 8-30 มิลลิเมตร

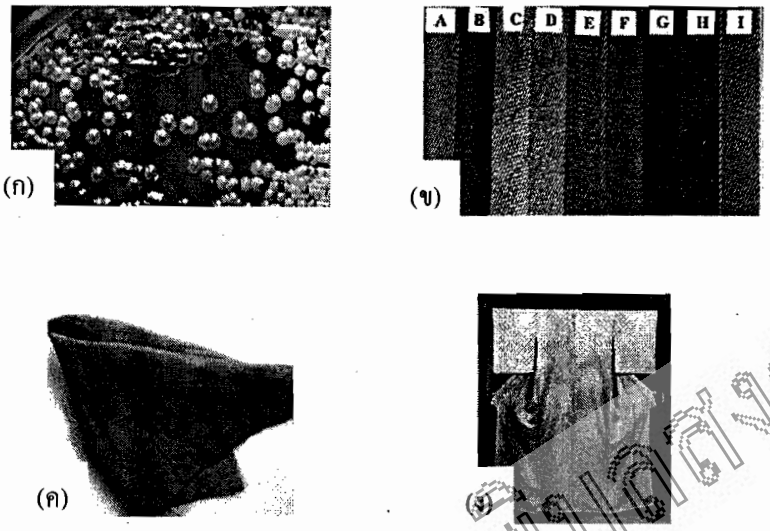
1.2.4 ปอ ปอเป็นพืชเส้นใย เมื่อนำเปลือกของต้นปอไปแช่น้ำ ลอกและฟอกให้สะอาด แล้วตากให้แห้ง จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หลายอย่าง ปอไม่กลัวความแห้งแล้ง เราปลูกปอได้ในดินทุกประเภท แต่ดินที่ต้นปอชอบที่สุด คือ ดินร่วนซุย ที่มีความอุดมสมบูรณ์ มากและมีฝนตกสม่ำเสมอ

ตลอดฤดู ประเทศไทยปลูกปอมาตั้งแต่สมัยสุโขทัย เป็นปอพื้นเมืองของเราโดยนำมาลอกเปลือกแล้วฟั่นเป็นเชือก จึงเรียกว่า "ปอฟั่น" แต่ต่อมาภายหลัง เรานำพันธุ์มาจากต่างประเทศ เช่น นำมาจากประเทศจีนและประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อนำมาค้นคว้าทดลองหาพันธุ์ดี ๆ ไว้ปลูกต่อไป ปอแก้วกับปอกระเจาเป็นปอที่นิยมปลูกกันมาก เพราะใยของปอทั้งสองชนิดนี้มีคุณภาพดี คือ มีเส้นยาว เหนียวและมีสีนวลสวย กระเจี๊ยบก็เป็นปอแก้วอย่างหนึ่ง เราใช้กลีบรองดอกมาทำน้ำกระเจี๊ยบสีแดงรสอร่อย ปอนั้นมิใช่จะมีประโยชน์เฉพาะสำหรับทำกระสอบบรรจุและเก็บรักษาธัญพืชเท่านั้น เส้นใยของปอยังมีคุณประโยชน์อย่างอื่น ๆ อีก เช่น ประโยชน์ในการสร้างของใช้บางอย่างในบ้าน ใช้ทำพรม ทอเสื่อ ทำวัสดุปิดฝาผนัง ป้องกันน้ำซึม และประโยชน์ทางด้านกิจการทหาร ใช้ทำกระสอบทราย เต็นท์ถังสายสะพานปืนและผสมกับฝ้ายทำเสื้อผ้าทหารเป็นต้น (โครงการกาญจนาภิเษก, 2547)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Akira Shirata และคณะ (2000) งานวิจัยเรื่อง การคัดเลือกแบคทีเรียที่ผลิตสารสีม่วงแกมน้ำเงินในการย้อมสีผ้า เป็นการแยกแบคทีเรียที่ผลิตสีที่เจริญในเส้นไหมเปียก นำแบคทีเรียมาแยกให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์และเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ซึ่งต่อมาพบว่าแบคทีเรียชนิดนี้ คือ *Janthinobacterium lividum* แบคทีเรียชนิดนี้จะสร้างสารสีม่วงแกมน้ำเงินได้มากในอาหารแข็งที่มีกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบ เช่น semi-synthetic potato agar medium (Wakimoto medium)(ภาพที่ 2.6 ก) สกัดสารสีด้วยเมทานอล นำสารสีมาวิเคราะห์พบว่าประกอบด้วยสาร 2 ชนิด คือ วิโอซีน (viocein) และดีออกซีวิโอซีน (deoxyviocein) สารสกัดสามารถย้อมเส้นใยจากธรรมชาติได้หลายชนิด เช่น ไหม ฝ้าย ขนสัตว์ และสามารถใช้ย้อมเส้นใยสังเคราะห์ เช่น ไนลอน (nylon) และ ไวไนลอน (vinylon) โดยให้ระดับความอ่อนเข้มของสีได้หลายระดับ ระดับของสีขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ย้อมและวิธีย้อม ซึ่งไหม ฝ้ายและขนสัตว์จะให้สีม่วงแกมน้ำเงิน ไนลอนให้สีน้ำเงินเข้มและสีม่วง (ภาพที่ 2.6 ข) วิธีการย้อมมี 2 วิธี คือ จุ่มย้อมในสารสกัดหรือต้มพร้อมเซลล์แบคทีเรีย ระดับของสีขึ้นอยู่กับเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ย้อม (ภาพที่ 2.6 ค-ง) การย้อมสีด้วยสีจากแบคทีเรียจะคล้ายกับการย้อมสีวัสดุด้วยสีที่สกัดได้จากพืช แต่สีจะซีดง่ายเมื่อวัสดุนั้นได้รับแสงแดด และศึกษาความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในพืช 11 ชนิด พบว่าสารสกัดสีม่วงแกมน้ำเงินสามารถยับยั้ง *Colletotrichum dematium* สาเหตุของโรคแอนแทรคโนส และ *Rosellinia necatrix* สาเหตุของโรครากเน่าของต้นหม่อนได้ดีที่สุด (Shirata Akira, Takanori T., Hiroe Y., Tamako H., Shoji H., Atsushi K. and Hiroshi K., 2000)

ศูนย์วิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม



ภาพที่ 2.6 *Janthinobacterium lividum*

(ก) โคโลนีบนอาหาร semi-synthetic potato agar medium.

(ข) ระดับความอ่อน-เข้มของสีบนเส้นใยที่ใช้ย้อมต่างๆ กัน

(ค) ไหมสังเคราะห์ที่ย้อมด้วยวิธีจุ่มย้อมในสารสกัดจากแบคทีเรีย

(ง) กิโมโน (ไหมสังเคราะห์) ที่ย้อมด้วยวิธีการต้มพร้อมเซลล์แบคทีเรีย

ที่มา (Shirata Akira, Takanori T., Hiroe Y., Tamako H., Shoji H., Atsushi K. and Hiroshi K., 2000)

ขวัญฤทัย คำขาว และเตือนใจ สามห้วย (อ้างโดยเทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาสและคณะ, 2533) ศึกษาสีธรรมชาติ โดยมีการพัฒนาวิธีการในอดีตมาประยุกต์ให้เข้ากับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งได้สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. สีได้จากพันธุ์ไม้ เช่น จากราก ใบ ดอก ผล แก่น และจากสัตว์ เช่นมูล

2. สีธรรมชาติละลายได้ดีในน้ำ จะมีบ้างเป็นบางชนิดที่ละลายไม่ค่อยดี

3. มีคุณสมบัติพิเศษ สามารถดูดติดเส้นใยด้วยตัวเอง และซึมกระจายตัวได้ดี

4. ย้อมง่าย สีจะดูดติดเส้นใยได้ดี ไม่ว่าน้ำย้อมจะอยู่ในภาวะธรรมดา เป็นด่างอ่อน ๆ เป็นกลางหรือเป็นกรด

5. สารช่วยย้อมจะเพิ่มคุณสมบัติในการดูดซึม การติดเส้นใยไหมได้ดีเป็นอันดับ 1 รองลงมาคือเรยอนและฝ้าย แต่ยังไม่เหมาะที่จะใช้ย้อมในกลุ่มสังเคราะห์

6. ผ้าย้อมสีธรรมชาติ ถ้าไม่รับการตกแต่งหลังย้อมสี เมื่อใช้จะทำให้สีซีด มีคุณภาพต่ำ

151900

7. สามารถให้ความต่างของสีได้หลากหลาย

8. สีที่ได้จากดอกและใบจะมีความคงทนน้อยกว่าสีที่ได้จากแก่น รากและผล

9. ผ้าที่ได้รับการตกแต่งหลังย้อมแล้ว จะมีความคงทนสูง สีไม่ตก

10. ยังไม่เหมาะที่จะเลือกใช้ย้อมในกลุ่มสังเคราะห์

11. สีธรรมชาติบางตัวตกตะกอนง่าย และบางตัวจะติดเส้นใยบางชนิดได้น้อย ควรช่วยสารเพิ่มย้อม เช่น

11.1 สารรีดิวซิ่ง (reducing agent) เป็นสารที่ช่วยปรับสภาพลดการเป็นกรดหรือด่าง

11.2 สารละลายพวกอินทรีย์ ช่วยสีที่ละลายในน้ำไม่ได้หรือละลายได้น้อย เมื่อผสมสารอินทรีย์จะทำให้ละลายง่าย ย้อมได้ผลดี

11.3 สารนำ (carrieres) ทำหน้าที่ดูดติดผิวเส้นใย เมื่อสีเข้าไปติดจะละลาย เส้นใยจะดูดสีได้มากขึ้นและช่วยให้เส้นใยคงทน

11.4 สารช่วยให้สีสม่ำเสมอ (surac active levelling agent) ควบคุมในการติดสี

(http://www.champa.kku.ac.th/turenjai/Thesis/2543/word/plengsak.doc)

ชวนพิศ สีมาขจร และ แสงจันทร์ ขวัญอ่อน (2540) ศึกษาการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีธรรมชาติกลุ่มสีเหลือง ซึ่งมีการใช้วัตถุดิบธรรมชาติหลายชนิด เช่น แก่นประโยด แก่นเข แก่นขนุน และรากยอ แต่พืชเหล่านี้เจริญเติบโตช้า และส่วนที่นำมาใช้ส่วนใหญ่เป็นราก ต้นและแก่น ซึ่งหมายถึงว่า ต้องตัดมาทั้งต้นชนิดถอนรากถอนโคน ไม่มีส่วนที่เหลือไว้ให้เจริญเติบโตได้อีก การศึกษาวิจัยจึงหันมาสนใจพืชอายุสั้น โตเร็วและพบว่า ดอกดาวเรือง มีคุณสมบัติที่สามารถนำมาสกัดเป็นสีย้อมผ้าได้ คณะผู้วิจัยได้ทดลองสกัดสีจากดอกดาวเรืองสด ดอกดาวเรืองแห้ง โดยการนึ่งไอน้ำ 10 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และดอกดาวเรืองแห้งที่ได้จากการผึ่งแห้ง ดอกดาวเรืองทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าว มีปริมาณวัตถุดิบเริ่มต้นเท่ากัน หลังจากทำการสกัดวัดความเข้มข้นของสีเหลืองในน้ำสกัดด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโต-มิเตอร์เทียบกับสีเหลืองมาตรฐาน พบว่าสีสกัดจากดอกดาวเรืองนึ่งไอน้ำและนำมาอบแห้ง มีความเข้มข้นสูงสุด รองลงมาเป็นน้ำสกัดจากดอกดาวเรืองสดและดอกดาวเรืองผึ่งแดดตามลำดับ คณะผู้วิจัยยังได้ศึกษาปัจจัย ที่มีผลต่อการย้อมเส้นไหมด้วยน้ำสกัดจากดอกดาวเรือง พบว่าน้ำสีย้อมที่สกัดได้มีความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 4.3-4.6 เมื่อนำมาปรับความเป็นกรด-ด่าง พบว่าถ้า ความเป็นกรด-ด่าง 3.5 สีน้ำสกัดจะมีสีเหลืองมากขึ้นและค่อยๆ เปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีเหลืองอมเขียวเมื่อความเป็นกรด-ด่าง สูงขึ้น และความเป็นกรด-ด่าง 8 น้ำสีสกัดจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวมากขึ้นและมีการตกตะกอนมากกว่าที่ระดับความเป็น

กรด-ด่าง อื่นๆ เมื่อย้อมเส้นไหมน้ำหนักเส้นไหมเพิ่มขึ้นมากที่สุดที่ความเป็นกรด-ด่าง 8 รองลงมาเป็นความเป็นกรด-ด่าง 6.5 และเส้นไหมจะมีน้ำหนักมากที่สุด แต่ความเหนียวของเส้นไหมลดลงมาก ผลของอุณหภูมิต่อการย้อม พบว่าการย้อมที่ 90 และ 60 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที เส้นไหมมีการติดสีเข้ม มีการเพิ่มน้ำหนักเส้นไหมสูง ผลของการติดสีพบว่า การย้อมที่มีการติดสีดีขึ้นแต่การย้อมที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จะทำให้ความเหนียวของเส้นไหมลดลงจากก่อนย้อม การยืดตัวของเส้นไหมลดลงจากการย้อมมาก นอกจากนี้เส้นไหมยังกระด้างมือ ไม่เรียบ ส่วนการย้อมที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง และที่ 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เส้นไหมจะติดสีดีมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น มีความคงทนต่อแสง จากการทดลองสารช่วยย้อม พบว่าน้ำมะขามเปียก จะทำให้เส้นไหมมีความเงาและมีความคงทนต่อแสงดี ส่วนสารส้มและจุนสี ช่วยให้เส้นไหมติดสีเข้มสดและสีที่ได้จากการใช้สารส้มเป็นสารช่วยย้อม จะทำให้เส้นไหมเป็นสีเหลืองทองใกล้เคียงกับสีดอกดาวเรือง ส่วนจุนสีจะทำให้เส้นไหมเป็นสีน้ำตาลอมเหลืองทอง จากการทดลองพบว่า ไม่ควรผสมเกลือลงในน้ำย้อมสีย้อมในการย้อมรวมกับการใช้สารส้มหรือจุนสี เพราะจะทำให้ระดับความคงทนของสีต่อแสงแดดลดลง แต่การแช่เส้นไหมในสารละลายกรดน้ำส้มและสารละลายกรดมะนาว 0.5 เปอร์เซ็นต์ หลังการย้อมช่วยให้เส้นไหมสีสดใสเป็นเงางาม สีไม่ตก เมื่อล้างน้ำหลังการย้อม (มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547)

สุรีย์ ฟูตระกูล ศิริวรรณ วิชัยและสุภาวดี ศรีแย้ม (2543) รายงานการวิจัยเรื่อง การผลิตแอสทาแซนทีนจากยีสต์เพื่อนำมาใช้เพิ่มคุณค่าทางอาหารและเป็นสีผสมอาหารและ/หรือสีย้อมผ้า พบยีสต์ 73 ไอโซเลต แยกได้จากแหล่งธรรมชาติโดยใช้อาหาร YM medium (yeast extract malt extract medium) โดยยีสต์ 3 ไอโซเลต สามารถผลิตคาร์โรทีนอยด์ได้ดี ได้รับการระบุว่าเป็น *Rhodotorula glutinis* และนำยีสต์ทั้งหมดมาทำให้กลายพันธุ์โดยการใช้สารเคมี EMS (ethylmethanesulfonate) พบว่ามียีสต์ที่กลายพันธุ์ 53 ไอโซเลต โดยให้โคโลนีสีต่างๆ คือ แดงเข้ม ชมพูเข้ม เหลืองและส้ม และพบว่ามิวแตนท์ *Rhodotorula glutinis* mB34 ผลิตคาร์โรทีนอยด์สูงสุด ต่อมานำมาเลี้ยงในสูตรอาหารที่แปรผันสารอาหารต่างๆ ในอาหารสูตร YM medium และนำมาวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โรทีนอยด์และแอสทาแซนทีน

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. อุปกรณ์

1.1 บีกเกอร์ขนาด 100 และ 250 มิลลิลิตร (beaker 100 ml and 250 ml)

1.2 จานอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ (petri dishes or plate)

1.3 ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร (erlenmyer flask 250 ml)

1.4 ขวดอาหาร (bottle wite screw caps)

1.5 หลอดทดลอง (test tube 16x150 mm.)

1.6 หลอดทดลอง (test tube 25x200 mm.)

1.7 ตะแกรงใส่หลอดทดลอง (culture tube racks)

1.8 เข็มถ่ายเชื้อและห่วงถ่ายเชื้อ (needle and loop)

1.9 แท่งแก้วคนสาร (stirrer)

1.10 กระบอกตวง 250 มิลลิลิตร (cylinder 250 ml)

1.11 ตะเกียงแอลกอฮอล์ (alcohol burner)

1.12 สำลี (cotton wool)

1.13 ไมโครปิเปต (micro pipette)

2. สารเคมี

เมทานอล 50 เปอร์เซนต์ (50 % methanol)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Nutrient agar (NA)

2. Potato dextrose agar (PDA)

3. Sodium caseinate agar (SCA)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย Rajabhat University

เครื่องมือ

1. หม้ออบความดันไอน้ำ (autoclave)
2. เครื่องชั่ง (balances)
3. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
4. ตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิ (incubator)
5. ตู้เขี่ยเชื้อ (laminar air flow)

จุลินทรีย์บริสุทธิ์

1. *Monascus purpureus* TISTR 3090 (ATCC 16365)
2. *Serratia* sp.

ได้จากห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาประยุกต์ โปรแกรมชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การหาข้อมูลและตรวจสอบเอกสาร
2. การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินบริเวณด้านหลังอาคารสโมสรนักศึกษา อาคารวิทยสโมสร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เก็บดินโดยขุดลึกจากผิวหน้าดินประมาณ 10 เซนติเมตร

3. การคัดเลือกจุลินทรีย์ที่ผลิตสารสี

3.1 การคัดเลือกราที่ผลิตสารสี

3.1.1 นำตัวอย่างดินมาชั่ง 1.0 กรัม แล้วนำมาเจือจางในน้ำกลั่น 9.0 มิลลิลิตร และเจือจางลงต่อไปเป็น 10^{-2} - 10^{-6}

3.1.2 เลือกความเจือจางที่ 10^{-3} - 10^{-6} มาทำการ spread plate บนอาหาร potato dextrose agar (PDA) บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4-5 วัน

3.1.3 คัดเลือกราที่ผลิตสารสี ทำให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ เมื่อได้เชื้อบริสุทธิ์แล้วเก็บในอาหาร potato dextrose agar slant (PDA slant) บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4-5 วัน

3.2 การคัดเลือกแอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

3.2.1 นำตัวอย่างดินมาผึ่งให้แห้งตามธรรมชาติ ชั่ง 1.0 กรัม มาเจือจางในน้ำกลั่น 9.0 มิลลิลิตร และเจือจางลงต่อไปเป็น 10^{-2} - 10^{-6}

3.2.2 เลือกความเจือจางที่ 10^{-3} - 10^{-6} มาทำการ spread plate บนอาหาร Sodium caseinate agar (SCA) บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2-3 วัน

3.2.3 คัดเลือกแอคติโนมัยซีตีส (Actinomycetes) ที่ผลิตสารสี ทำให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ เมื่อได้เชื้อบริสุทธิ์แล้วเก็บในอาหาร Sodium caseinate agar slant (SCA slant) บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2-3 วัน

3.3 การคัดเลือกแบคทีเรียที่ผลิตสารสี

3.3.1 คัดเลือกแบคทีเรียที่ผลิตสารสีจากจานเพาะเชื้อที่ได้จากในวิชาเรียนภาคปฏิบัติ ปีการศึกษา 2 / 2546

3.3.2 นำแบคทีเรียที่คัดเลือกได้ทำให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ เมื่อได้เชื้อบริสุทธิ์แล้วเก็บในอาหาร Nutrient agar slant (NA slant) บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2-3 วัน

4. การเพาะรา แอคติโนมัยซีตีสและแบคทีเรียลงในสับสเตรต (substrate)

4.1 การเตรียมสับสเตรต (นฤมล เถื่อนกูล, 2546)

นำสับสเตรต (ปลายข้าวพันธุ์ชัยนาท) ชั่งใส่ฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร ฟลาสก์ละ 10 กรัมแช่น้ำทิ้งไว้นาน 1 คืน หลังจากนั้นเทน้ำออกให้สะเด็ดน้ำใช้แท่งแก้วเขี่ยวัตถุดิบให้กระจายทั่วฟลาสก์ แล้วนำไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่อง autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

4.2 การเพาะราลงในสับสเตรต (นฤมล เถื่อนกูล, 2546)

4.2.1 การเตรียมสปอร์แขวนลอย (spore suspension) ของรา ใช้เข็มเขี่ยเชื้อถ่ายราลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar slant (PDA slant) นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน

4.2.2 เตรียมน้ำกลั่นที่ปราศจากเชื้อ 12 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีราอยู่และใช้ห่วงเขี่ยเชื้อดูดสปอร์ให้หลุดออกจากเส้นใย นำไปนับจำนวนสปอร์เริ่มต้นด้วย counting chamber ให้ได้ปริมาณสปอร์เท่ากับ 10^{6} สปอร์ต่อมิลลิลิตร

4.2.3 ใช้ไมโครปิเปตดูดสปอร์แขวนลอยจำนวน 0.5 มิลลิลิตร ลงในสับสเตรต ที่เตรียมไว้ แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันและนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน

4.3 การเพาะแอคติโนมัยซีตีสลงในสับสเตรต

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย Chiangrai Rajabhat University

4.3.1 การเตรียมแอคติโนมัยซีตีส ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อถ่ายแอคติโนมัยซีตีสลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Sodium caseinate agar slant (SCA slant) นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2-3 วัน

4.3.2 เตรียมน้ำกลั่นที่ปราศจากเชื้อ 12 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีแอคติโนมัยซีตีสอยู่และใช้ห่วงเขี่ยเชื้อขูดเชื้อออกมา นำไปนับจำนวนสปอร์เริ่มต้นด้วย counting chamber ให้ได้ปริมาณสปอร์เท่ากับ 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร

4.3.3 ใช้ไมโครปิเปตดูดเชื้อแขวนลอยจำนวน 0.5 มิลลิลิตร ลงในสับสเตรตที่เตรียมไว้แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันและนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4-5 วัน

4.4 การเพาะแบคทีเรียลงในสับสเตรต

4.4.1 การเตรียมแบคทีเรีย ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อถ่ายแบคทีเรียลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar (NA) นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2-3 วัน

4.4.2 เตรียมน้ำกลั่นที่ปราศจากเชื้อ 12 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มี แบคทีเรียอยู่และใช้ห่วงเขี่ยเชื้อขูดเชื้อออกมา นำไปนับจำนวนเซลล์เริ่มต้นด้วย counting chamber ให้ได้ปริมาณเซลล์เท่ากับ 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร

4.4.3 ใช้ไมโครปิเปตดูดเชื้อแขวนลอยจำนวน 0.5 มิลลิลิตร ลงในสับสเตรตที่เตรียมไว้แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันและนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4-5 วัน

5. การสกัดสารสีจากสับสเตรตที่หมักด้วยราและแอคติโนมัยซีตีสและจากเซลล์แบคทีเรีย

5.1 การสกัดสารสีจากสับสเตรตที่หมักด้วยรา

5.1.1 นำสับสเตรตที่หมักด้วยราที่ผลิตสารสีใส่ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อและนำไปอบที่ 60-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำวัตถุดิบมาบดด้วยเครื่องบด แล้วใส่ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร

5.1.2 เติมเมทานอล 50 เปอร์เซนต์ลงไปด้วยอัตราส่วน สับสเตรตต่อเมทานอล เท่ากับ 5 : 10 น้ำหนักแห้งต่อปริมาตร นำไปเขย่า 1 คืน แล้วกรองเอากากออก

5.2 การสกัดสารสีจากสับสเตรตหมักด้วยแอคติโนมัยซีตีส

5.2.1 นำสับสเตรตที่หมักด้วยแอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสีใส่ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อและนำไปอบที่ 60-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำวัตถุดิบมาบดด้วยเครื่องบด แล้วใส่ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

5.2.2 มาเติมเมทานอล 50 เปอร์เซนต์ลงไป ด้วยอัตราส่วน สับสเตรตต่อเมทานอล เท่ากับ 5 : 10 น้ำหนักแห้งต่อปริมาตร นำไปเขย่า 1 คืน แล้วกรองเอากากออก

5.3 การสกัดสารสีจากเซลล์แบคทีเรีย (ดัดแปลงจาก Akira Shirata และคณะ, 2000)

5.3.1 ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อเขี่ยแบคทีเรียลงในจานอาหารเพาะเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar (NA) นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2-3 วัน

5.3.2 ใช้ไม้พายพลาสติกขูดแบคทีเรียในจานอาหารเพาะเชื้อใส่ลงในฟลาสก์ที่มีเมทานอล 50 เปอร์เซนต์ ด้วยอัตราส่วน เซลล์แบคทีเรียต่อเมทานอล เท่ากับ 1 : 5 น้ำหนักต่อปริมาตร นำไปเขย่า 1 คืน

6. การย้อมเส้นใยจากธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ (ดัดแปลงจาก Akira Shirata และคณะ, 2000)

6.1 การเตรียมเส้นใยจากธรรมชาติ (เส้นใยไหมและเส้นใยฝ้าย) และเส้นใยสังเคราะห์

นำเส้นใยไหม เส้นใยฝ้ายและเส้นใยสังเคราะห์แช่น้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน จากนั้นนำเส้นใยไหมและเส้นใยฝ้ายมาต้มเพื่อทำให้ปราศจากไขมันเป็นเวลา 30 นาที

6.2 นำเส้นใยไหม เส้นใยฝ้ายและเส้นใยสังเคราะห์มาทำการย้อมโดยทำการต้มในสารสีที่สกัดไว้เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำมาทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และแช่เส้นใยไว้ในสารสีนั้นเป็นเวลา 1 คืน

6.3 นำเส้นใยไหม เส้นใยฝ้ายและเส้นใยสังเคราะห์ที่ผ่านการย้อมมาล้างน้ำ จนน้ำที่ทำการล้างจะสะอาดไม่มีสารสีปนออกมา

6.4 นำเส้นใยไหม เส้นใยฝ้ายและเส้นใยสังเคราะห์ที่ล้างน้ำแล้วมาทำการผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้องและทำการสังเกตการติดสีของเส้นใยทั้ง 3 ชนิด

7. การศึกษาและระบุชนิดของราที่สร้างสารสี

ศึกษาชนิดของราที่สร้างสารสีโดยเทคนิคสไลด์เคาเจอร์ (slide culture) และระบุสกุลของราเทียบเคียงกับในหนังสือ Illustrate of Imperfect Fungi (Barnette, H.L. and Barry B. Hunter, 1972) เพื่อที่จะได้ทราบว่าสมควรจะนำสารสีที่ได้จากราไปใช้ประโยชน์ในขั้นตอนต่อไปหรือไม่

8. การวิเคราะห์ผลการวิจัย

9. วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การคัดเลือกจุลินทรีย์ที่ผลิตสารสี

จากการเก็บตัวอย่างดินบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 3 จุด จุดละ 3 ครั้งต่อเดือน นำดินที่ได้มาคัดเลือกจุลินทรีย์ที่ผลิตสารสีบนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA), Sodium Caseinate Agar (SCA) และ nutrient agar (NA) พบว่า สามารถคัดเลือกราจำนวน 14 ไอโซเลต แอคติโนมัยซีตีสจำนวน 5 ไอโซเลต แบคทีเรียจำนวน 4 ไอโซเลต ดังตารางที่ 4.1-4.4 ภาพที่ 4.1-4.3

ตารางที่ 4.1 บริเวณที่เก็บตัวอย่างดินและจำนวนจุลินทรีย์

บริเวณที่เก็บตัวอย่างดิน	จำนวนจุลินทรีย์ (ไอโซเลต)
ดินด้านหน้าตึกวิทยสโมสร	8
ดินจากจอมปลวก	5
ดินด้านหลังตึกวิทยาศาสตร์	10
รวม	23

ตารางที่ 4.2 รหัสและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของราที่ผลิตสารสี

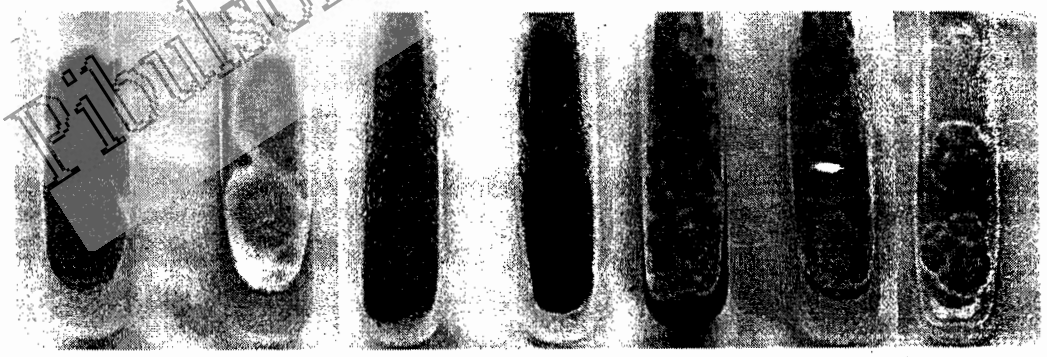
รหัสของราที่ผลิตสารสี	ลักษณะทางสัณฐานวิทยา
Fg1	โคนิเดียสีเขียว
Fg2	โคนิเดียสีเขียวแกมเหลือง เส้นใยขาว
Fg3	โคนิเดียสีเขียวเข้ม เส้นใยขาว
Fg4	โคนิเดียสีเขียว
Fg5	โคนิเดียสีเขียว
Fg6	โคนิเดียสีเขียว เส้นใยขาว
Fy1	โคนิเดียสีเขียว เส้นใยเหลืองแกมขาว

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.2 รหัสและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของราที่ผลิตสารสี (ต่อ)

รหัสของราที่ผลิตสารสี	ลักษณะทางสัณฐานวิทยา
Fy2	โคนิเดียสีน้ำตาล
Fy3	โคนิเดียสีน้ำตาลเข้ม
Fy4	โคนิเดียสีน้ำตาลอ่อน เส้นใยขาว
Fb1	โคนิเดียสีน้ำตาลแกมดำ
Fb2	โคนิเดียสีดำ
Fr1	โคนิเดียสีเขียว เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีแดง
Fr2	โคนิเดียสีเขียว เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีส้ม
Fr3 (*Monascus purpureus* TISTR 3090)	โคนิเดียและเส้นใยสีแดง เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีแดง

Fg1 Fg2 Fg3 Fg4 Fg5 Fg6 Fy1 Fy2



Fy3 Fy4 Fb1 Fb2 Fr1 Fr2 Fr3

ภาพที่ 4.1 ราที่ผลิตสารสี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย Chiangrai Rajabhat University

ตารางที่ 4.3 รหัสและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสี

รหัสของแอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสี	ลักษณะทางสัณฐานวิทยา
A1	โคโลนีฝังในอาหารเลี้ยงเชื้อ สีน้ำตาลอ่อน
A2	โคโลนีฝังในอาหารเลี้ยงเชื้อ สีเทาอ่อน
A3	โคโลนีฝังในอาหารเลี้ยงเชื้อ สีเทา อาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนเป็นสีเหลือง
A4	โคโลนีฝังในอาหารเลี้ยงเชื้อ สีเขียว
A5	โคโลนีฝังในอาหารเลี้ยงเชื้อ สีขาวแกมเทา

ภาพที่ 4.2 แอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสี

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี Rajabhat University

ตารางที่ 4.4 รหัสและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียที่ผลิตสารสี

รหัสของแบคทีเรียที่ผลิตสารสี	ลักษณะทางสัณฐานวิทยา
Bp1	โคโลนีสีแดง
Bo1	โคโลนีสีส้มเข้ม
Bo2	โคโลนีสีส้มอ่อน
By1	โคโลนีสีเหลืองเข้ม
By2	โคโลนีสีเหลืองอ่อน

ภาพที่ 4.3 แบคทีเรียที่ผลิตสารสี

การเพาะราแอคติโนมัยซีตีสและแบคทีเรียที่ผลิตสารสีลงบนสับสเตรต (substrate)

1. การเพาะราและแอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสีลงบนสับสเตรต (ปลายข้าวพันธุ์ชัยนาท)

จากการเพาะราและแอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสีลงบนสับสเตรตแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน พบว่าราทุกไอโซเลตสามารถเจริญและผลิตสารสีบนสับสเตรต ซึ่งการสร้างสารสีต่างกับการเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar ดังตารางที่ 4.5 และ ภาพที่ 4.4 ส่วนแอคติโนมัยซี-

ตีสทุกไอโซเลตสามารถเจริญได้บนสับสเตรตในลักษณะแห้งและสามารถผลิตสารสี ซึ่งการสร้างสารสีต่างกับการเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Sodium Caseinate Agar ดังตารางที่ 4.6 และ ภาพที่ 4.5

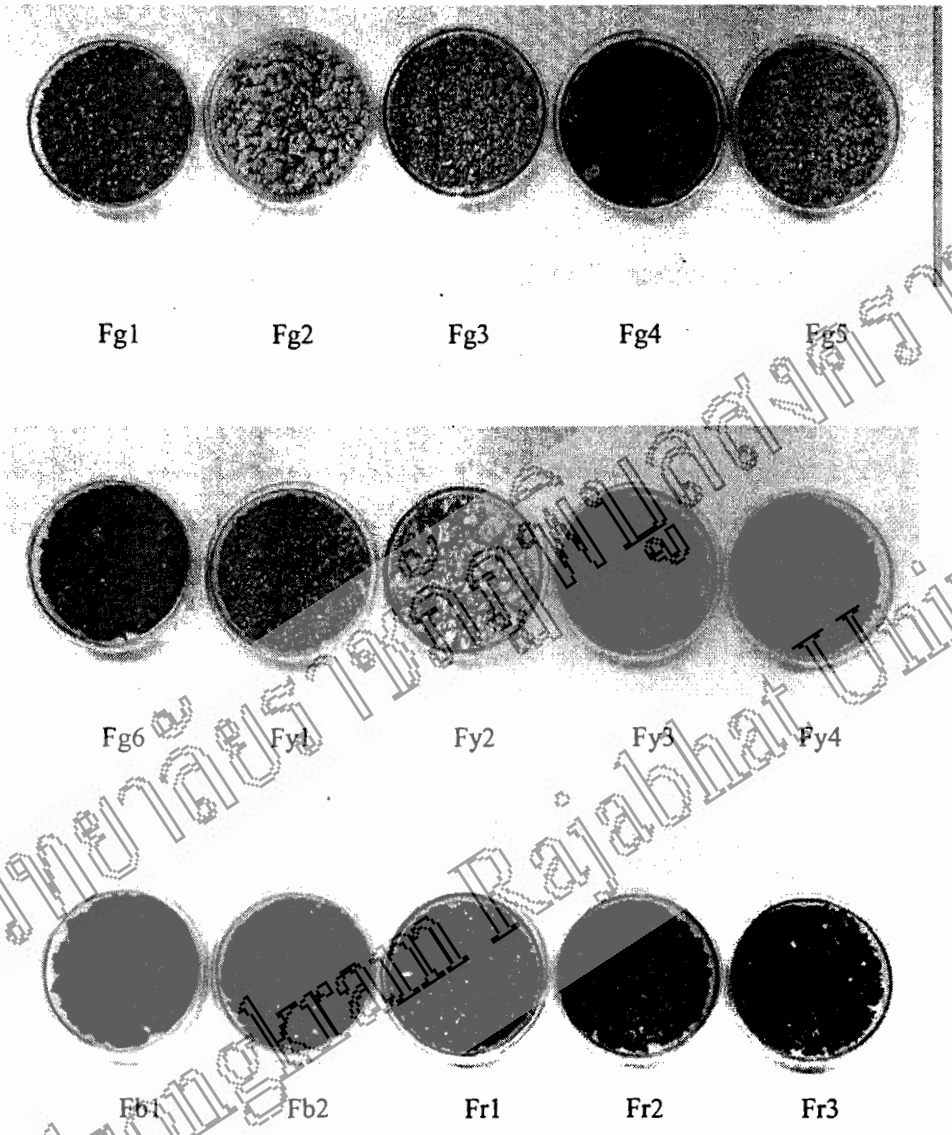
2. การเพาะแบคทีเรียที่ผลิตสารสีลงในสับสเตรต

จากการเพาะแบคทีเรียที่ผลิตสารสีลงในสับสเตรต แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน พบว่าแบคทีเรียที่ผลิตสารสีทุกไอโซเลตไม่สามารถเจริญได้บนสับสเตรต

ตารางที่ 4.5 รหัสและสีของสับสเตรตที่หมักด้วยราที่ผลิตสารสี

รหัสของราที่ผลิตสารสี	สีของสับสเตรต
Fg1	สีเขียว
Fg2	สีเหลืองแกมน้ำตาล
Fg3	สีน้ำตาลอ่อน
Fg4	สีน้ำตาลเข้ม
Fg5	สีน้ำตาล
Fg6	สีน้ำตาลเข้ม
Fy1	สีเขียว
Fy2	สีน้ำตาลแกมขาว
Fy3	สีน้ำตาลเข้ม
Fy4	สีน้ำตาลเข้ม
Fb1	สีดำ
Fb2	สีดำ
Fr1	สีเขียว
Fr2	สีเขียว
Fr3	สีแดง

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

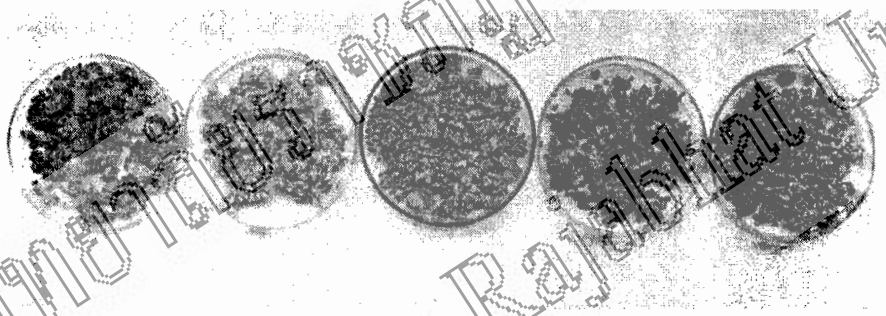


ภาพที่ 4.4 ลักษณะปลายข้าวพันธุ์ชัยนาทที่ผ่านการหมักด้วยราที่ผลิตสารสีไปอบที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.6 รหัสและสีของสับสเตรตที่หมักด้วยแอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสี

รหัสของแอคติโนมัยซีตีส ที่ผลิตสารสี	สีของสับสเตรต
A1	สีเหลืองส้ม
A2	สีชมพู
A3	สีเขียว
A4	สีเขียวแกมเหลือง
A5	สีเขียวแกมเหลือง



A1 A2 A3 A4 A5

ภาพที่ 4.5 ลักษณะปลายข้าวพันธุ์ชัยนาทที่หมักด้วยแอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสี

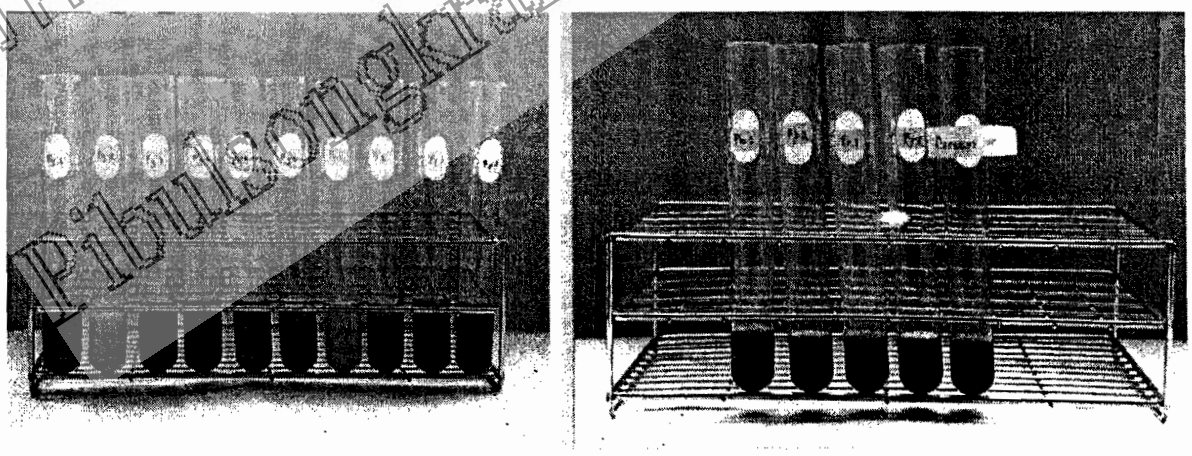
การสกัดสารสีจากสับสเตรตที่หมักด้วยรา แอคติโนมัยซีตีสและจากเซลล์แบคทีเรีย

นำสับสเตรตที่หมักด้วยราและแอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสีนำไปผ่านการอบแห้ง นำมาบดด้วยเครื่องบด สกัดสารสีด้วยเมทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ ได้สารละลายสี ดังตารางที่ 4.7-4.8 และภาพที่ 4.6-4.7 ส่วนการสกัดสารสีจากแบคทีเรีย พบว่าเมื่อเขย่าทิ้งไว้ 1 คืน สีเปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่น (ภาพที่ 4.8)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา Songkhla Rajabhat University

ตารางที่ 4.7 รหัสและสีของสารสกัดที่ได้จากสับสเตรตที่หมักด้วยราที่ผลิตสารสี

รหัสของราที่ผลิตสารสี	สีของสารสกัด
Fg1	สีเขียว
Fg2	สีขาวขุ่น
Fg3	สีเขียว
Fg4	สีเขียว
Fg5	สีเขียว
Fg6	สีเขียว
Fy1	สีเหลือง
Fy2	สีเหลือง
Fy3	สีเหลือง
Fy4	สีเหลือง
Fb1	สีดำ
Fb2	สีดำ
Fr1	สีเขียวแกมเหลือง
Fr2	สีเขียวแกมเหลือง
Fr3	สีแดงเข้ม



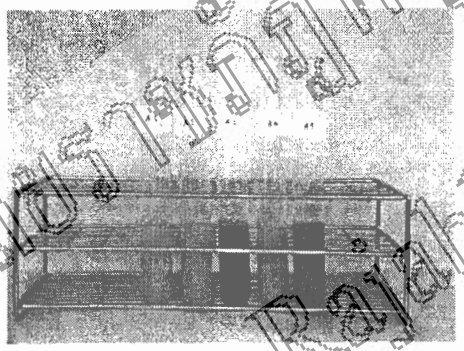
Fg1 Fg2 Fg3 Fg4 Fg5 Fg6 Fy1 Fy2 Fy3 Fy4 Fb1 Fb2 Fr1 Fr2 Fr3

ภาพที่ 4.6 สารสีที่ได้จากการสกัดด้วยเมทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ จากปลายข้าวพันธุ์ชัยนาทที่หมักด้วยรา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.8 รหัสและสีของสารสกัดที่ได้จากสับสเตรตที่หมักด้วยแอคติโนมัยซีตีสที่ผลิตสารสี

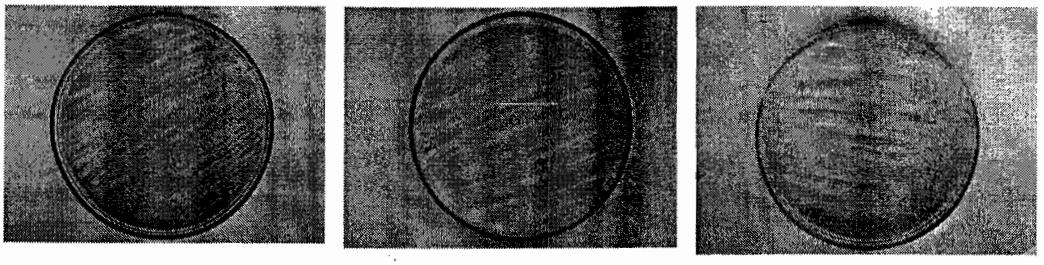
รหัสของแอคติโนมัยซีตีส ที่ผลิตสารสี	สีของสารสกัด
A1	สีเหลือง
A2	สีชมพู
A3	สีเขียว
A4	สีเหลืองขุ่น
A5	สีเหลืองเข้ม



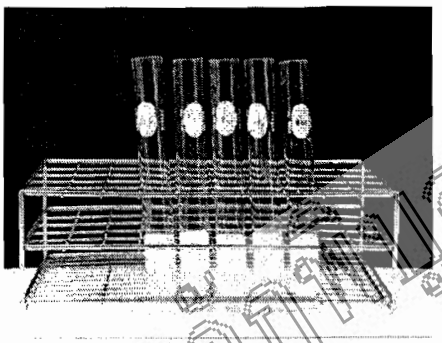
A1 A2 A3 A4 A5

ภาพที่ 4.7 สารสีที่สกัดสีด้วยเมทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ จากปลายข้าวพันธุ์ชัยนาทที่หมักด้วยแอคติโนมัยซีตีสต่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



Bp1 By1 Bo1



Bp1 By1 By2 Bo1 Bo2

ภาพที่ 4.8 ลักษณะการสร้างสารสีของแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อและสารสีที่สกัดจากเซลล์แบคทีเรียด้วยเมทานอล 50 เปอร์เซ็นต์

การย้อมเส้นใยไหม เส้นใยฝ้ายและเส้นใยสังเคราะห์

จากการต้มย้อมสีเส้นใยสังเคราะห์ เส้นใยฝ้ายและเส้นใยไหมด้วยสารสีที่ได้จากราและแอคติโนมัยซีตีสต์พบว่า สารสีย้อมติดเส้นใยสังเคราะห์ เส้นใยฝ้ายและเส้นใยไหมได้แตกต่างกันโดยจะให้สีและระดับสีที่ต่างกัน โดยเทียบกับสีมาตราฐานของบริษัทซีลแทงฟลู (sewthankful) (sewthankful, 2004) และบริษัทพรินเซสดีไซน์ (princessdesigns) (princessdesigns, 2004) และดังตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.9-4.10

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา Rajabhat University

ตารางที่ 4.9 การใช้สีจากราและแอคติโนมัยซีตีสในการย้อมเส้นใยสังเคราะห์ เส้นใยฝ้ายและเส้นใยไหม

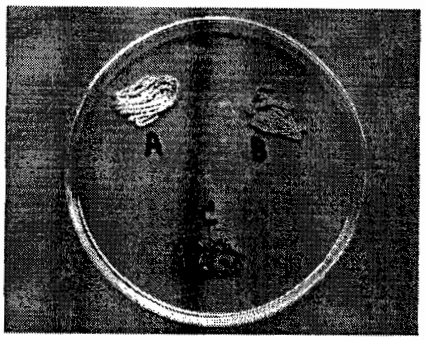
รหัสราและแอคติโนมัยซีตีส	การย้อมติดสีของเส้นใยสังเคราะห์	การย้อมติดสีของเส้นใยฝ้าย	การย้อมติดสีของเส้นใยไหม
Fg1	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด
Fg2	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	สีเหลืองรหัส 2014**
Fg3	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	สีเหลืองรหัส ECRU**
Fg4	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	สีเหลืองรหัส ECRU**
Fg5	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด
Fg6	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	สีเหลืองรหัส ECRU**
Fy1	ย้อมไม่ติด	สีเหลืองรหัส 2014**	สีเหลืองรหัส 2012**
Fy2	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	สีเหลืองรหัส 2208**
Fy3	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด
Fy4	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	สีเหลืองรหัส 0103**
Fb1	สีเทารหัส 0805**	สีเทารหัส 0805**	สีน้ำตาลรหัส 1914**
Fb2	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	สีเหลืองรหัส WHITE**
Fr1	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	สีส้มรหัส 0503
Fr2	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด
Fr3	ย้อมไม่ติด	สีส้มรหัส 0503**	สีแดง 0511**
A1	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	สีเหลืองรหัส 146*
A2	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	สีชมพูรหัส 0813**
A3	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	สีเหลืองรหัส WHITE**
A4	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	สีเหลืองรหัส ECRU**
A5	ย้อมไม่ติด	ย้อมไม่ติด	สีเหลืองรหัส 2213**

หมายเหตุ

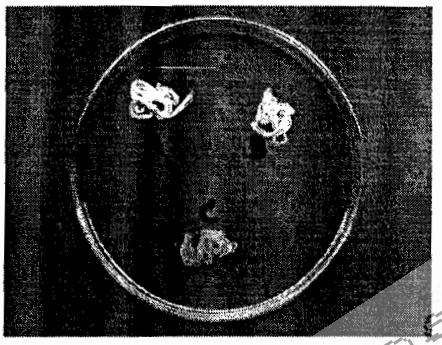
* บริษัทซีลแทงฟลู (sewthankful)

** บริษัทพรินเซสดีไซน์ (princessdesigns)

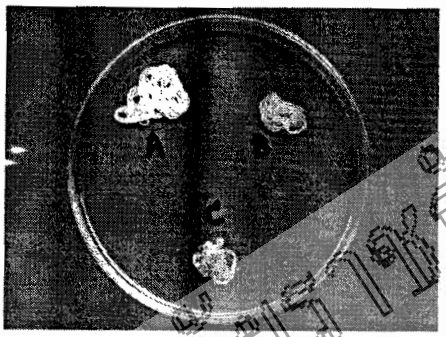
ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University



Fb1

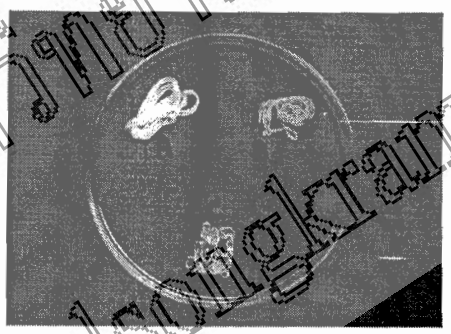


Fy1



Fy2

Fr3



A2

A5

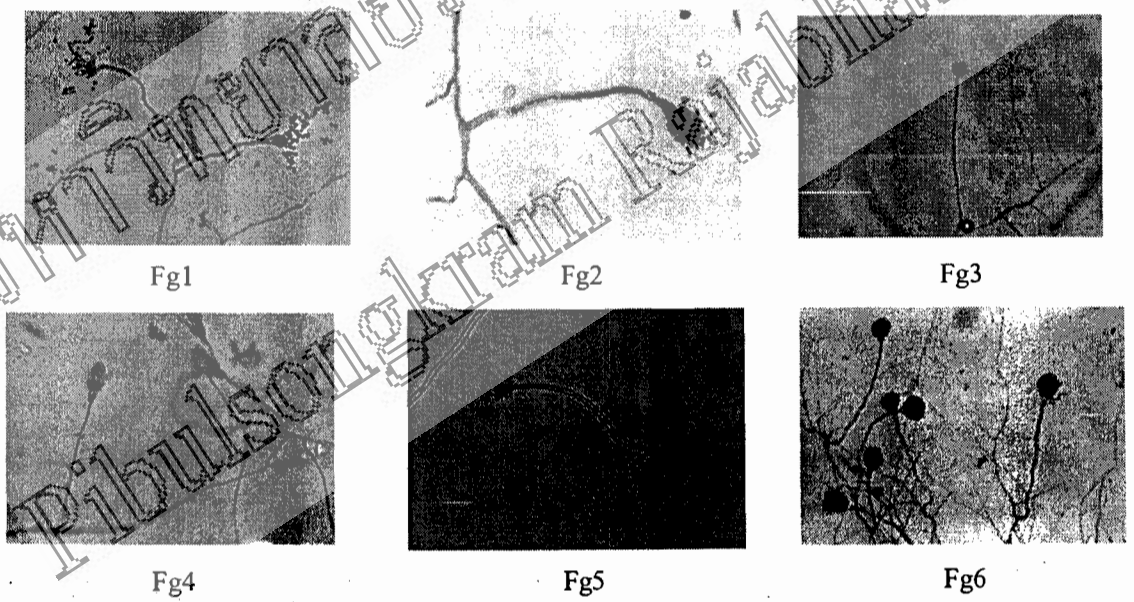
ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างเส้นใยไหม เส้นใยฝ้ายและเส้นใยสังเคราะห์ ที่ย้อมด้วยสารสีที่สกัดจากรากและแอคติโนมัยซีตีส

A คือ เส้นใยสังเคราะห์ B คือ เส้นใยฝ้าย C คือ เส้นใยไหม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร Rajabhat University

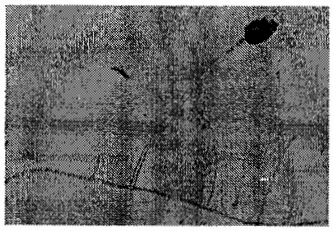
การศึกษาและระบุชนิดของราที่สร้างสารสี

เนื่องจากสารสีที่ใช้ในการย้อมสีได้มาจากการแอคติโนมัยซีตีสและรา ฉะนั้นการที่จะนำสารสีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้นั้นต้องมีการตรวจสอบว่ามีอันตรายต่อผู้ที่จะนำไปใช้หรือไม่ การวิจัยครั้งนี้จึงมีการตรวจสอบขั้นต้นเพื่อระบุสกุลของรา ส่วนแอคติโนมัยซีตีสไม่ได้มีการศึกษาสกุลเนื่องจากยังไม่มีรายงานว่ามีการสร้างสารพิษ การศึกษาสกุลของราที่สร้างสารสีโดยเทคนิคสไลด์เคาเจอร์ (slide culture) และระบุสกุลของราเทียบเคียงกับในหนังสือ Illustrate of Imperfect Fungi (Barnett, 2004) พบว่ารารหัส Fg1, Fg2, Fg3, Fg5, Fg6, Fy1, Fy2, Fy3, Fy4, Fb1, Fb2 และ Fr1 สร้างไยราที่มีผนังกั้นก้านชูอับสปอร์เจริญออกมาจากฟุตเซลล์ (foot cell) ปลายก้านชูอับสปอร์มีส่วนโป่งที่เรียกว่าเวสิเคิล (vesicle) ที่เวสิเคิลจะมีสเตอริกมา (sterigma) เป็นที่เกิดของโคนิเดีย ซึ่งเวสิเคิลและฟุตเซลล์เป็นลักษณะเฉพาะของ *Aspergillus* spp. ส่วน Fg4 และ Fr2 สร้างไยราที่มีผนังกั้น ปลายก้านชูอับสปอร์มีสเตอริกมาเป็นที่เกิดของโคนิเดียต่อเป็นสายเป็นลักษณะเฉพาะของ *Penicillium* spp. (ภาพที่ 4.11)

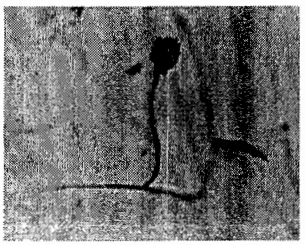


ภาพที่ 4.10 ลักษณะของราที่สร้างสารสีภายใต้กล้องจุลทรรศน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี Rambhai Barni Rajabhat University

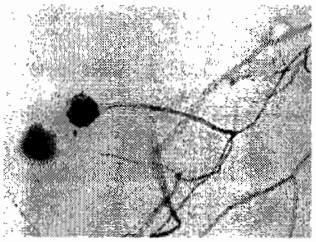


Fy1

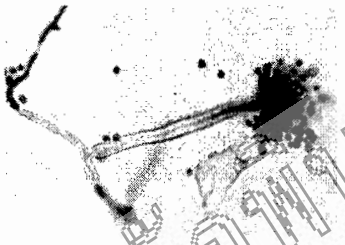


Fy2

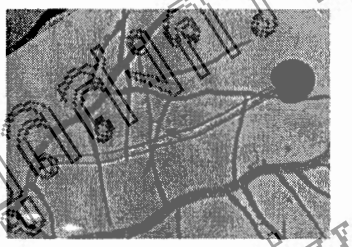
Fy3



Fy4



Fb1



Fb2

Fr1

Fr2

ภาพที่ 4.10 ลักษณะของราที่สร้างสารสีภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการคัดเลือกจุลินทรีย์ที่ผลิตสารสีจากดินและห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA), Sodium caseinate agar (SCA) และ Nutrient Agar (NA) พบว่าสามารถคัดเลือกราได้ 14 ไอโซเลต คือ Fg1, Fg2, Fg3, Fg4, Fg 5, Fg6, Fy1, Fy2, Fy3, Fy4, Fb1, Fb2, Fr1, Fr2 และ Fr3 แอคติโนมัยซีตีส 5 ไอโซเลต คือ A1, A2, A3, A4 และ A5 แบคทีเรีย 4 ไอโซเลต คือ Bo1, Bo2, By1, By2 และ Bp1 ซึ่งพบว่าการสร้างสารสีของจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่มบนอาหารเลี้ยงเชื้อ บนปลายข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท และการสกัดด้วยเมทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกัน ซึ่งจะพบว่าการสร้างสารสีของราบนอาหารเลี้ยงเชื้อ บนปลายข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท และการสกัดด้วยเมทานอลจะ ไม่แตกต่างกันเพราะองค์ประกอบทางเคมีของอาหารเลี้ยงเชื้อและปลายข้าวเจ้าคล้ายกันคือ ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต แต่การสร้างสารสีของแอคติโนมัยซีตีสบนอาหารเลี้ยงเชื้อ บนปลายข้าวเจ้าและการสกัดด้วยเมทานอลจะแตกต่างกันเนื่องมาจากอาหารเลี้ยงเชื้อของแอคติโนมัยซีตีสมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ ส่วนปลายข้าวเจ้าจะมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบจึงมีผลทำให้การสร้างสารสีแตกต่างกัน ส่วนตัวทำละลายที่เลือกเมทานอล 50 เปอร์เซ็นต์เป็นสารสกัดเพราะงานวิจัยนี้คำนึงถึงราคาทุนในการผลิตและการนำไปใช้ได้จริงซึ่งพบว่าเมทานอลจะมีราคาถูกและปลอดภัยกว่าสารสกัดชนิดอื่นๆ เช่น เอทานอล (ethanol) อะซิโตน (acetone) เอทิลอะซิเตต (ethyl acetate) ไดเอทิลอีเทอร์ (diethyl ether) และเตตราไฮโดรฟูแรน (tetrahydrofuran) และเมื่อใช้น้ำเป็นชุดควบคุมพบว่าสกัดสารสีได้ไม่เข้มเท่าสีที่สกัดได้จากเมทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Akira Shirata และคณะ (2000) เมื่อใช้น้ำเป็นชุดควบคุมพบว่าสกัดสารสีได้ไม่เข้มเท่าสีที่สกัดได้จากสารสกัดชนิดอื่นๆ

การย้อมเส้นใยไหม เส้นใยฝ้ายและเส้นใยสังเคราะห์ ในงานวิจัยของ Akira Shirata และคณะ (2000) ทำการย้อมสีเส้นใยไหม เส้นใยฝ้ายและเส้นใยสังเคราะห์ โดยใช้วิธีการย้อม 2 วิธี คือ คือ จุ่มย้อมในสารสกัดหรือต้มพร้อมเซลล์แบคทีเรีย ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ดัดแปลงวิธีของ Akira Shirata และคณะ (2000) เป็นการย้อมโดยการจุ่มและต้มในสารสกัด ใช้เวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส พบว่าสารสีที่สกัดจากแอคติโนมัยซีตีสและราย้อมติดเส้นใยสังเคราะห์และเส้นใยฝ้ายโดยให้ระดับสีที่อ่อน ส่วนการย้อมติดเส้นใยไหมให้ระดับสีที่เข้มกว่า สารสีที่สกัดจากเซลล์แบคทีเรียพบว่าสารสกัดไม่เสถียร คือ เมื่อสกัดทิ้งไว้ 1 คืน สีจะเปลี่ยนเป็นสีซีดจนเกือบเป็นสีขาว จึงไม่นำมาใช้ในการย้อมสีเส้นใยทั้ง 3 ชนิด

จากผลการวิจัยจะพบว่าสารสีที่น่าสนใจและควรจะนำไปศึกษาต่อคือ สารสีแดงจากรารหัส Fr3 หรือ *Monascus purpureus* TISTR 3090 ย้อมติดเส้นใยไหมและเส้นใยฝ้ายได้ ซึ่งเป็นราที่ได้จากศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วว.) ซึ่งใช้สารสีจากราชนิดนี้ใช้เป็นสีผสมอาหาร ส่วนราชนิดอื่นๆ ที่ย้อมติดเส้นใยไหมและเส้นใยฝ้าย เมื่อนำมาตรวจสอบสกุลของรา พบว่าเป็นราในสกุล *Aspergillus* และ *Penicillium* *Aspergillus* เป็นราที่อาจจะสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน อะฟลาทอกซินเป็นสารพิษที่สร้างจาก *A. flavus*, A. *parasiticus*, *A. nominus* และ A. *tamarii* จะพบในเมล็ดธัญพืช เช่น เมล็ดถั่วลิสง ข้าวโพด ข้าวฟ่าง (วราภา มหากาญจนกุลและสุวรรณา กลัดพันธุ์, 2545) ถึงแม้ว่าจะผ่านกรรมวิธีการต้มเพื่อย้อมสีผ้าแต่ก็ไม่สามารถทำลายสารพิษชนิดนี้ได้ เพราะมีรายงานว่าสารพิษอะฟลาทอกซินจะทนอุณหภูมิกว่า 260 องศาเซลเซียสและทนกรดได้ดี (อรวรรณ นวีนาค, 2531) ส่วน *Penicillium* บางชนิดเป็นสาเหตุโรคในสัตว์และมนุษย์ ซึ่งไม่น่าที่จะนำมาใช้ในการย้อมสีเพราะอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ สารสีอีกสองชนิดที่น่าสนใจคือ สารสีชมพูจากแอคติโนมัยซีตีสรหัส A2 และสารสีเหลืองจากแอคติโนมัยซีตีสรหัส A5 ย้อมติดเส้นใยไหมได้และยังไม่มีรายงานการวิจัยว่าพบสารพิษจากแอคติโนมัยซีตีส

สรุปผลการวิจัย

สรุปข้อค้นพบของการวิจัย

1. จุลินทรีย์ในกลุ่มแอคติโนมัยซีตีสและรที่คัดเลือกได้สามารถผลิตสารสีบนอาหารเลี้ยงเชื้อและสับสเตรตที่เป็นปลายข้าวเจ้า ส่วนแบคทีเรียผลิตสารสีบนอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ไม่สามารถเจริญบนปลายข้าวเจ้า

2. ส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อมีผลต่อการสร้างสารสี โดยสารสีที่ผลิตบนอาหารเลี้ยงเชื้อให้สีต่างกับผลิตบนปลายข้าวเจ้า

3. สารสีที่สกัดจากแอคติโนมัยซีตีสและราย้อมติดเส้นใยไหมโดยให้ระดับสีที่เข้มกว่าการย้อมติดเส้นใยสังเคราะห์และเส้นใยฝ้าย

4. ราบางสกุลที่ผลิตสารสีได้เป็นสกุลที่ก่อให้เกิดอันตราย เช่น *Aspergillus* และ *Penicillium* แต่บางสกุลสามารถผลิตสารสีที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น *Monascus purpureus*

5. สารสีที่สกัดได้จากแอคติโนมัยซีตีสน่าจะมีการนำไปพัฒนาต่อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ข้อเสนอแนะ

1. ขั้นตอนการแยกราที่ผลิตสารสี ควรสวมหน้ากากเพื่อป้องกันการสูดเอาสปอร์ของเชื้อเข้าไป

2. ขั้นตอนการสกัดสารสี การย้อมสีและการล้างเส้นใยควรสวมถุงมือ และควรทำในตู้ดูดควัน (hood) เพื่อป้องกันการสัมผัสกับสารสีเนื่องจากสารสีดังกล่าวอาจทำให้เกิดอาการระคายเคืองได้

3. ควรนำรา แบคทีเรียและแอคติโนมัยซีตีสที่สร้างสารสี ไปใช้ในการศึกษาในเรื่องต่อไป เช่น ศึกษาชนิดและราคาของสารสกัดเพื่อลดต้นทุนการผลิต ศึกษาสารสร้างและสลายทุติยภูมิเพื่อที่จะนำไปยับยั้งเชื้อก่อโรค เป็นต้น

4. ควรนำแอคติโนมัยซีตีสที่สร้างสารสีที่ย้อมติดสีเส้นใยไหมได้ดีไปขยายผลผลิตเพื่อใช้ในการย้อมเส้นใยไหมในการทอผ้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร.(2547). [Online]. Available HTTP: http://www.doa.go.th/public/plibai/plibai_45/march%2045/03_45_01.html

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.(2547). [Online]. Available HTTP: http://www.dip.go.th/Research/PreviewResearch1.asp?ResearchID=18&WebSiteID=01

โครงการกาญจนาภิเษก.(2547). [Online]. Available HTTP: http://kanchanapiselror.th/kp6/BOOK14/chapter8/t17-8-l1.htm, http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK14/chapter8/t17-8-l2.htm#sect1, http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK17/chapter7/t17-7s.htm

จิราวรรณ์ไหมไทย.(2547). [Online]. Available HTTP: http://www.goodsilk.com/a4.asp

ชวนพิศ สีมาขจร และ แสงจันทร์ ขวัญอ่อน. (2540). **การย้อมสีเส้นใยไหมด้วยสารสกัดจากดอกดาวเรือง.** ศูนย์วิจัยหม่อนไหมนครราชสีมา สถาบันวิจัยหม่อนไหม. กรมวิชาการเกษตร.

เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส และคณะ. (2533). **การศึกษาสมบัติการเป็นสีย้อมของพืชบางชนิดในท้องถิ่น.** กรุงเทพ : โครงการอีสานเขียว. หน้า 16-18.

นฤมล เถื่อนกูล. (2546). **รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาชนิดของสับสเตรตและสภาวะที่เหมาะสมต่อการดูดกลืนแสงของสารสกัดสีแดงของ *Monascus purpureus* TISTR 3090.** โปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.

บุษบา ยงสมิทธ์. (2542). **จุลชีววิทยาการหมักวิตามินและสารสี.** ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 287 หน้า.

ผ้าทอนครไทย.(2547). [Online]. Available HTTP: http://user.school.net.th/~wiroteka/clos.htm

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เทคนิคการสาวไหมพุ่งด้วยเครื่องสาวไหมแบบปรับปรุง. (2547). [Online]. Available HTTP: http://web.ku.ac.thlagrilsilk/detail.htm

มหาวิทยาลัยขอนแก่น.(2547). [Online]. Available HTTP: http://www.doa.go.th/public/plibai/plibai_45/march%2045/03_45_01.html

วราภา มหากาญจนกุลและสุวรรณา กลัดพันธุ์. (2545). งานเกษตรแฟร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตรและศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์กลางบางเขน สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกตรศาสตร์ [Online]. (2004). Available HTTP:

http://www.rdi.ku.ac.th/foods/Varapa-Afatoxin/index_aflatoxins.html

วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. (2542). **วิทยาศาสตร์เส้นใย.** ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.หน้า 36-48 และ 41-42

ศิริพรรณ สารินทร์. (2545). **จุลชีววิทยาของดิน.** ภาควิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ การแพทย์. มหาวิทยาลัยนเรศวร. หน้า 29-39.

ศรีนวล แก้วแพรก. (2532). **ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใย.** ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยรามคำแหง. หน้า 48.

สมาคมอินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. (2547). [Online]. Available HTTP: www.sfst.org/conference/Fer_Bio/Organicfertilizer.html)

สุรีย์ ฟูตระกูล ศิริวรรณ วิชัยและสุภาวดี ศรีแย้ม. (2543). **รายงานการวิจัยเรื่อง การผลิตแอสทาแซนทีนจากยีสต์เพื่อนำมาใช้เพิ่มคุณค่าทางอาหารและเป็นสีผสมอาหารและ/หรือสีย้อมผ้า.** ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานสหกรณ์จังหวัดชัยภูมิ. (2547). [Online]. Available HTTP: http://www.geocities.com/chaicoop/data/1p1v.html

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (2547). [Online]. Available HTTP: http://www.lib.ubu.ac.th/html/rcport/thaisilkstepformakesilk.htm

อรวรรณ นวีนวัต. (2531). **เชื้อราที่ก่อโรคในสัตว์.** ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะสัตวแพทย์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

Amanita muscaria. [Online]. (2004). Available HTTP: http://sub-zero.mit.edu/fbyte/projects/obelisk2/amanita.jpg

Aspergillus. [Online]. (2004). Available HTTP: http://www.vscht.cz/kch/galerie/obrazky/houby/asp3u.gif

Barnette, H.L. and Barry B. Hunter. (1987). Illustrate of Imperfect Fungi (4th ed). United of America :Macmillan Plblishing company.

Gottlieb, D. (1976). The production and role of antibiotics in soil. Journal of Antiobitics. 29(10):987 - 1000.

Kalakoutskii. L. V. and N. Agre. (1976). Comparative aspects of development and differentiation in actinomycetes. **Bacteriological Review. 40(2):469-524.**

Micrococcus. [Online]. (2004). Available HTTP: **http://www.cat.cc.md.us/courses/bio141/labmanua/lab3/images/cnaml.JPG,** http:/kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK14/chapter8lt17-8-11**htm**

Monascus. [Online]. **(2004).** Available HTTP: http://www.vscht.cz/kch/galerie/obrazky/houby/skrob-7.gif

princessdesigns. [Online]. (2004). Available HTTP: http://www.princessdesigns.com/

sewthankful. [Online]. (2004). Available HTTP: http://www.sewthankful.com/media/ValdaniVariegatedThread/50wtSolids/ValdaniChartP1.jpg

Shirata, **Akira,** Takanori T., **Hiroe** Y., Tamako H., Shoji H., **Atsushi** K. and Hiroshi K. **(2000)** Isolation of Bacteria Producing Bluish-Purple Pigment and Use for Dyeing. Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ). **Vol.34** No.2 (April 2000). [Online]. Available HTTP: http://ss.Jarcas.affrc.go.jp/endpage/jarq/34-2/shirata(34-2(8).html

Tortora, G, J., B. R. Funke. and C. L. Case. (1992). **Microbiology (4th ed). TheBenjamin/Cummings** Publishing Company. Inc. California. p.672-676.

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก ก

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. **Potato dextrose agar (PDA)**

potato infusion	**200 ml.**
glucose	**20 g.**
agar	**15 g.**
distilled water	**1 l.**

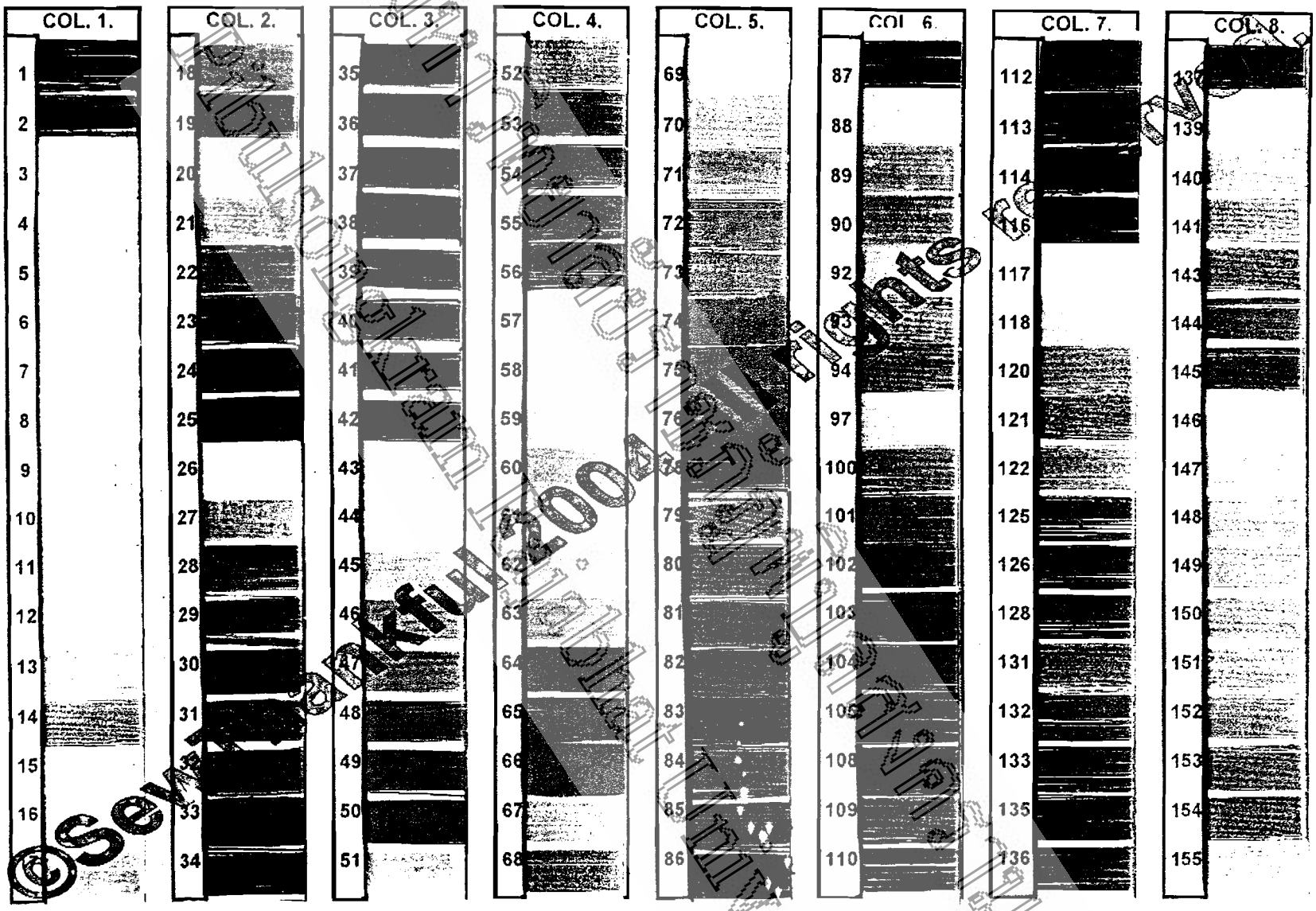
2. **Nutrient agar (NA)**

beef extract	3 g.
peptone	5 g.
agar	15 g.
distilled water	1 l.

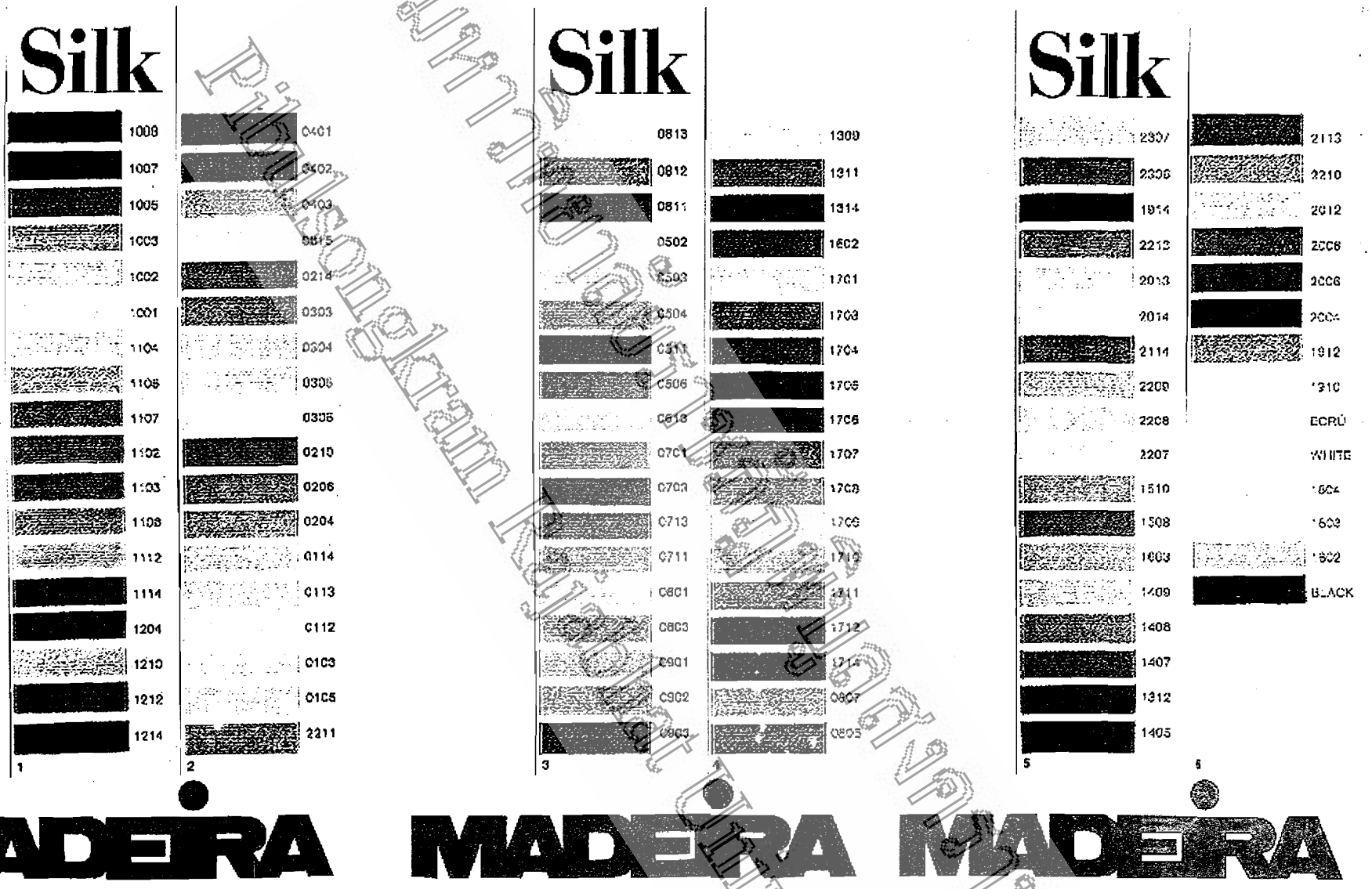
3. **Sodium caseinate agar (SCA)**

sodium caseinate	2 g.
glucose	1 g.
K_2HPO_4	**0.2 g.**
$MgSO_4.7H_2O$	**0.2 g.**
$FeSO_4.7H_2O$	**trace**
agar	**15 g.**
distilled water	**1 l.**

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University



©Seymour Duncan 2004 Unauthorized duplication prohibited by law. For personal use only.



ที่มา (princessdesigns, 2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นางนฤมล เถื่อนกูล

ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 6

สังกัด โปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) จังหวัดพิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยนเรศวร 2535

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาชีววิทยา (จุลชีววิทยา)
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2537

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2537-2538 นักวิจัย ทำวิจัยเรื่อง การคัดเลือกเชื้อราที่ผลิตเอนไซม์ไคเนส
ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พ.ศ. 2538-2541 นักวิจัย ทำวิจัยเรื่อง การควบคุมแมลงและโรคพืชด้วยวิธีชีวภาพ
บริษัทเคการเกษตร จังหวัดลำปาง

ประสบการณ์การทำวิจัย

1. วิทยานิพนธ์ เรื่อง การแปลงรงควัตถุของ *Zymomonas mobilis* CM 141 **โดยการชักนำ**ให้เกิดการกลายพันธุ์

2. การแยกแบคทีเรียในดินที่สามารถสร้างสารปฏิชีวนะในการยับยั้ง *Staphylococus aureus* และ *Fusarium* sp. (**ได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัยจากสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม พ.ศ.** 2545)

3. การศึกษาชนิดของสับสเตรตและสภาวะที่เหมาะสมต่อการดูดกลืนแสงของสารสกัดสีแดงของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 **(ได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัยจากสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม พ.ศ.** 2546)

เกียรติประวัติในการได้รับรางวัล

1. **ได้รับโล่รางวัลงานวิจัยดี มีคุณภาพ รางวัลชมเชยอันดับ 1 ด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ประเภทรายงานการวิจัยประจำปีโดยทั่วไปของหน่วยงานและที่เสนอโครงการวิจัยผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ของกระทรวงศึกษาธิการ ประจำปี** 2546 **จากงานวิจัยเรื่อง**

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

การศึกษาชนิดของสับสเตรตและสภาวะที่เหมาะสมต่อการดูดกลืนแสงของสารสกัดสีแดงของ *Monascus purpureus TISTR* 3090

2. ได้รับรางวัลการท่องเที่ยวภายในประเทศตามนโยบายรัฐบาลในการให้รางวัลแก่ข้าราชการ พนักงานของรัฐ และลูกจ้างประจำที่มีผลปฏิบัติงานดีเด่น พ.ศ. 2546

ที่ทำงาน

โปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โทรศัพท์ 055-267054 โทรสาร 055-267054

ที่อยู่ 28/32 ถนนเทพารักษ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

โทรศัพท์ 055-282578, 09-1948953

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University