

**การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตสารสีแดงบนปลายข้าวเจ้าของ
Monascus purpureus TISTR 3090 เพื่อนำไปสู่การผลิตในระดับการค้า
The Study on Effective Factors for *Monascus purpureus* TISTR 3090
Red Pigment Production Using Rice Grains as Commercial Media**

นฤมล เกื่อนกุล

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ คือ เพื่อให้ได้วิธีการผลิตสารสีแดงบนปลายข้าวเจ้าของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 ในระดับการค้า ทำการศึกษาภาชนะชนิดต่างๆ ที่แปรผันตามปริมาณปลายข้าว อุณหภูมิและระยะเวลาของการอบแห้ง วิธีการย้อมเส้นใยไหมและฝ้าย และการบรรจุภัณฑ์ วิเคราะห์ผลโดยใช้ค่าสถิติ Duncan's Multiple Range Test; DMRT และเปรียบเทียบสีกับสีมาตรฐานบริษัทซีทีเคเฟบริค ผลการวิจัยพบว่า ภาชนะและปริมาณปลายข้าวที่เหมาะสมต่อการผลิตข้าวแดงเพื่อให้ได้ปริมาณมากที่สุดได้แก่ ขวดโหลแก้วขนาดปริมาตร 6,150 มิลลิลิตร ปริมาณปลายข้าว 300 กรัม โหลแก้วขนาดปริมาตร 6,500 มิลลิลิตร ปริมาณปลายข้าว 300 กรัม ปีกเกอร์ขนาดปริมาตร 2000, 1000 และ 500 มิลลิลิตร ปริมาณปลายข้าว 200 (และ150), 100 และ 50 กรัม ตามลำดับ ฟลาสติก ขนาดปริมาตร 2000, 1000 และ 500 มิลลิลิตร ปริมาณปลายข้าว 150, 100 และ 50 กรัม ตามลำดับ อุณหภูมิและระยะเวลาของ การอบแห้งข้าวแดงที่เหมาะสมคือ 90 องศาเซลเซียส 20 นาที นำข้าวแดงที่ได้มาบดให้ละเอียด แล้วนำมาย้อมเส้นใยไหมและฝ้ายโดยใช้แช่และต้มในมอร์แคนท์ที่เป็นน้ำมะขาม พีเอช 3.4 พบว่าเส้นใยไหมติด สีส้ม-ชมพู รหัส 555 เส้นใยฝ้ายติดสีชมพูอ่อน รหัส 503 เส้นใยทั้งสองชนิดติดสีไม่คงตัว การบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมคือ บรรจุผงข้าวแดงในถุงพลาสติกปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึก

Abstract

The objective of the research was to produce red pigment of *Monascus purpureus* TISTR 3090 using rice grains as commercial media. The study factors were container (varied of rice grains), temperature and dried time, dyeing silk fiber, cotton fiber mordants and packaging. Duncan's Multiple Range Test (DMRT) and the standard color chart were used to analyze the data. The result showed that glass jars, beakers and flasks were the best container. Temperature and dried time were 90 °C, 20 minutes. The tamarind juice (pH 3.4) was the best mordant for dyeing silk fiber (pink-orange; code 555) and cotton

fiber (pinkness; code 503). However, it was unstable dyeing. Red fermented rice packing in closed sealing plastic bag was the suitable method for packaging.

บทนำ

งานวิจัยเรื่องนี้สืบเนื่องมาจาก งานวิจัยเรื่อง การใช้สารสีจากจุลินทรีย์ในการย้อมสีเส้นใยจากธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ [1-2] พบว่าสารสกัดสีแดงบนปลายข้าวเจ้าหรือข้าวแดงที่ผลิตจาก *Monascus purpureus* TISTR 3090 สามารถย้อมติดเส้นใยไหมและเส้นใยฝ้ายได้ดี จึงจะนำมาศึกษาการเพิ่มการผลิตของสารสีแดงบนปลายข้าวเจ้าของ *M. purpureus* TISTR 3090 ให้ได้มากขึ้น เนื่องจากกระบวนการหมักที่ผ่านมาเป็นการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการและจะประสบความสำเร็จทางการค้าได้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการขยายกระบวนการเป็นระยะๆ จากห้องปฏิบัติการจนถึงระดับ การค้า การขยายการหมัก (Scale up) ต้องเหมาะสมในเกณฑ์ทางกายภาพและเศรษฐศาสตร์ด้วยวิธีที่ง่าย ที่สุด ซึ่งไม่สามารถใช้เกณฑ์ของการหมักระดับห้องปฏิบัติการมาใช้กับถึงหมักทางการค้าได้โดยตรง [3] และเนื่องจากวัตถุดิบ (ปลายข้าวเจ้า) ราคาถูก ชนิดของราไม่เป็นอันตรายต่อผู้ผลิต ผู้ใช้ และสามารถนำมาใช้ย้อมสีเส้นใยไหมและเส้นใยฝ้ายเพื่อใช้ในการทอผ้าในระดับครัวเรือน ซึ่งสอดคล้องกับรัฐบาลได้มีนโยบายในการดำเนิน โครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ เพื่อส่งเสริมสนับสนุนกระบวนการพัฒนาท้องถิ่นชุมชนเข้มแข็ง พึ่งตนเองได้ ให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการสร้างงาน สร้างรายได้ด้วยการนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาพัฒนาเพิ่มมูลค่า [4-14]

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ได้วิธีการผลิตสารสีแดงบนปลายข้าวเจ้าของ *M. purpureus* TISTR 3090 ในระดับการค้า
2. เพื่อย้อมเส้นใยฝ้ายและเส้นใยไหม โดยใช้ผงข้าวแดงที่ผลิตในปริมาณมาก

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. เตรียมเชื้อราและสารแขวนลอยสปอร์ (Spore suspension)

ใส่เชื้อ (Inoculate) รา *Monascus purpureus* TISTR 3090 ลงในอาหารแข็งพีดีเอ (Potato dextrose agar slant) บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน เทน้ำกลั่นลงไป ใช้หัวเข็มเย็บชุดเบาๆ เพื่อให้สปอร์หลุดออกมาอยู่ในรูปสารแขวนลอยสปอร์

2. เตรียมขั้วสเตรต (ปลายข้าวพันธุ์ชัยนาท) และการเพาะราลงขั้วสเตรต

นำปลายข้าวพันธุ์ชัยนาท แห้งน้ำให้ท่วม 1 ถัง นำมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำประมาณครึ่งชั่วโมง ใส่ในพลาสติก นำไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่องนึ่งไอน้ำความดันสูง (Autoclave) ดูดสารแขวนลอยสปอร์ที่เตรียมได้จากข้อ 1 ลงในขั้วสเตรต ในอัตราส่วน ขั้วสเตรต (กรัม) ต่อสารแขวนลอยสปอร์ (มิลลิลิตร) เท่ากับ 20 : 1 ปริมาณต่อปริมาตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3-5 วัน

3. ศึกษาภาระที่ใช้การผลิตสารสีแดงบนปลายข้าวเจ้าของ *M. purpureus* TISTR 3090

เตรียมซัสเตรดและการเพาะเชื้อราลงในภาชนะที่ใช้การผลิตสารสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090 ภาชนะที่ใช้ ได้แก่ ฟลาสก์ (Flask) ปีกเกอร์ (Beaker) ถูงพลาสติกทนความร้อน ถาดอะลูมิเนียม ขวดโหลแก้ว และโหลแก้ว โดยแปรผันภาระกับน้ำหนักปลายข้าวเจ้า บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3-5 วัน แล้วนำซัสเตรดที่หมักด้วยราในภาชนะต่างๆ ไปบ่มให้แห้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำมาบด และชั่งน้ำหนัก เปรียบเทียบสีของข้าวแดงกับสีมาตรฐานบริษัทซีตเทิลเฟบริค [15]

4. ศึกษาการเตรียมเชื้อตั้งต้นของ *M. purpureus* TISTR 3090

เตรียมเชื้อตั้งต้น 2 วิธี คือ วิธีการสร้างสปอร์บนอาหารวุ้นแข็งพีดีเอ และการสร้างสปอร์บนอาหารแข็ง โดยเตรียมปลายข้าวเจ้าและอาหารวุ้นแข็งในหลอดทดลอง

5. ศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งของซัสเตรดที่หมักด้วย *M. purpureus* TISTR 3090

เตรียมซัสเตรดในภาชนะที่เหมาะสมต่อการผลิตสารสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090 ในข้อ 3 และเพาะราด้วยวิธีที่เหมาะสมในข้อ 4 ชั่งน้ำหนักของซัสเตรด 50 กรัม นำมาศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาของการอบแห้งสารสีแดงบนปลายข้าวเจ้าแปรผันที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ นำมาบด และชั่งน้ำหนักแห้ง เปรียบเทียบสีของผงข้าวแดงกับสีมาตรฐานบริษัทซีตเทิลเฟบริค

6. ศึกษาวิธีการนำไปใช้ของผลิตภัณฑ์

6.1 ศึกษาชนิดของมอร์แดนต์และวิธีการย้อม

นำข้าวแดงที่ผลิตได้มาละลายในมอร์แดนต์ที่หาได้ง่ายในครัวเรือน 5 ชนิด ได้แก่ สารส้ม เหล็กแกลบ มะขามเปียก โซเดียมไบคาร์บอเนต และน้ำจืดเก่า ในอัตราส่วน 1: 10 (ปริมาณต่อปริมาตร) โดยมีน้ำประปา เป็นชุดควบคุม แช่เส้นใยไหมและเส้นใยฝ้ายลงในมอร์แดนต์ 5 ชนิด แช่ 1 คืน และ แช่ 1 คืน แล้วนำมาต้มให้เดือด เปรียบเทียบสีของเส้นใยไหมและเส้นใยฝ้ายกับสีมาตรฐานบริษัทซีตเทิลเฟบริค

6.2 ศึกษาการย้อมเส้นใยไหมและเส้นใยฝ้าย

ชั่งน้ำหนักเส้นใยไหมและเส้นใยฝ้าย ลงในมอร์แดนต์และย้อมด้วยวิธีการย้อมที่ได้จากข้อ

6.1 เปรียบเทียบสีของเส้นใยไหมและเส้นใยฝ้ายกับสีมาตรฐานบริษัทซีตเทิลเฟบริค

7. ศึกษาการบรรจุภัณฑ์ ศึกษาการบรรจุภัณฑ์ การบรรจุผลิตภัณฑ์ และการปิดผนึก

8. วิเคราะห์ผลการวิจัย วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test; DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11 และเปรียบเทียบสีกับสีมาตรฐานบริษัทซีตเทิลเฟบริค

ผลการวิจัย

1. ภาชนะที่ใช้ในการผลิตสารสีแดงบนปลายข้าวเจ้าของ *M. purpureus* TISTR 3090

ภาชนะที่ใช้ในการผลิตสารสีแดงบนปลายข้าวเจ้าของ *M. purpureus* TISTR 3090 โดยแปรผันกับปริมาณของปลายข้าว สังเกตลักษณะการสร้างสีแดงบนปลายข้าวเจ้าในภาชนะต่างๆ เมื่อนำปลายข้าวสีแดงที่ได้จากการหมักมาอบ บด และชั่งน้ำหนัก เปรียบเทียบผงข้าวแดงที่ผลิตได้ในภาชนะต่างๆ กับ สีมาตรฐานบริษัทซีทีเคเฟบริค ได้ผลดังตารางที่ 1-2 และภาพที่ 1- 4

ตารางที่ 1 ชนิดของภาชนะ ขนาดของภาชนะ น้ำหนักของปลายข้าวเจ้าก่อนการหมัก น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของผงข้าวแดงลักษณะการสร้างสารสีบนปลายข้าวเจ้าและผงข้าวแดงที่ผลิตได้เทียบกับสีมาตรฐาน

ชนิดของภาชนะ	ขนาดของภาชนะ	น้ำหนักของปลายข้าวเจ้าก่อนการหมัก (กรัม)	น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของผงข้าวแดง (กรัม)	ลักษณะการสร้างสารสีบนปลายข้าวเจ้า	ผงข้าวแดงที่ผลิตได้เทียบกับสีมาตรฐาน*
1. ฟลาสติกปิดจุกสำลี	500 มล.	50	37.10	ปลายข้าวเจ้ามีสีแดงเข้มภายในระยะเวลา 5 วัน	สีแดง รหัส 591
	1,000 มล.	100	55.89	ปลายข้าวเจ้ามีสีแดงเข้มภายในระยะเวลา 5 วัน	สีแดง รหัส 591
	2,000 มล.	150	67.64	ปลายข้าวเจ้ามีสีแดงเข้มภายในระยะเวลา 5 วัน	สีแดง รหัส 595
		200	-	ปลายข้าวเจ้ามีสีแดง ชมพู	-
2. บีกเกอร์ปิดด้วยสำลี	500 มล.	50	41.38	ปลายข้าวเจ้ามีสีแดงเข้มภายในระยะเวลา 5 วัน	สีแดง รหัส 591
	1,000 มล.	100	57.10	ปลายข้าวเจ้ามีสีแดงเข้มภายในระยะเวลา 5 วัน	สีแดง รหัส 591
	2,000 มล.	150	79.55	ปลายข้าวเจ้ามีสีแดงเข้มภายในระยะเวลา 5 วัน	สีแดง รหัส 591
		200	147.98	ปลายข้าวเจ้ามีสีแดงเข้มภายในระยะเวลา 5 วัน	สีแดง รหัส 591
3. ถูพลาสติกทนความร้อนปิดจุกสำลี	12 x 18 นิ้ว	50	-	เชื้อราสร้างความร้อนมาก มีความชื้นสูง ปลายข้าวเจ้ามีสีแดง ชมพูและขาวไม่สม่ำเสมอ	-
	16 x 26 นิ้ว	100	-	เชื้อราสร้างความร้อนมาก มีความชื้นสูง ปลายข้าวเจ้ามีสีชมพูและขาวไม่สม่ำเสมอ	-
	20 x 30 นิ้ว	150	-	เชื้อราสร้างความร้อนมาก มีความชื้นสูง ปลายข้าวเจ้ามีสีชมพูอ่อนและขาว	-
4. ถาดอะลูมิเนียม ปิดด้วยกระดาษ	20x24x8 ซม.	500	-	เชื้อราสร้างความร้อนมาก มีความชื้นสูง ปลายข้าวเจ้ามีสีแดง ทางด้านล่างและมีสีขาวที่ด้านบนผิวหน้าแห้งมาก	-
5. ขวดโหลแก้วปิดด้วยกระดาษ	6,150 มล.	300	173.30	เชื้อราสร้างความร้อนมาก มีความชื้นสูง ปลายข้าวเจ้ามีสีแดง เข้มภายในระยะเวลา 4 วัน	สีแดง รหัส 591
		500	-	เชื้อราสร้างความร้อนมาก มีความชื้นสูง ปลายข้าวเจ้ามีสีแดง ชมพูและขาวไม่สม่ำเสมอ	-
6. โหลแก้วปิดด้วยกระดาษ	6,500 มล.	300	225.37	เชื้อราสร้างความร้อนมาก มีความชื้นสูง ปลายข้าวเจ้ามีสีแดง เข้มภายในระยะเวลา 4 วัน	สีแดง รหัส 591
		500	-	เชื้อราสร้างความร้อนมาก มีความชื้นสูง ปลายข้าวเจ้ามีสีแดง ชมพูและขาวไม่สม่ำเสมอ	-

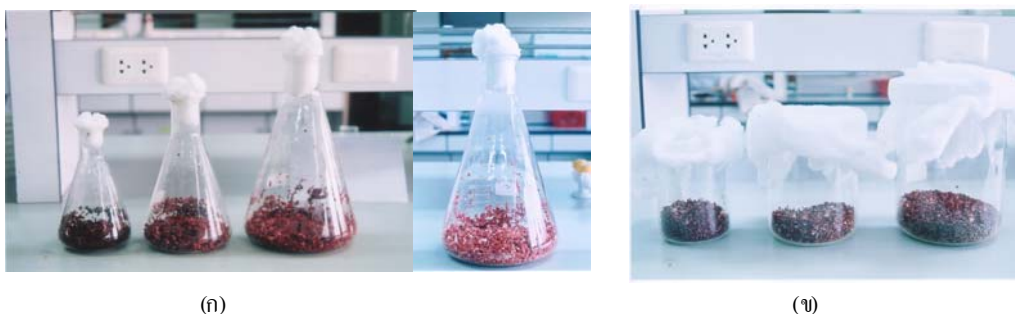
หมายเหตุ * หมายถึง สีมาตรฐานบริษัทซีทีเคเฟบริค (Seattle Fabrics, Inc.)

- หมายถึง "ไม่ได้" นำปลายข้าวเจ้าที่หมักด้วย *M. purpureus* TISTR 3090 ไปอบแห้งเนื่องจากเชื้อราไม่สร้างสีแดงเข้มบนปลายข้าวเจ้า

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผงข้าวแดงในพลาสติกกับบีกเกอร์ เมื่อใช้น้ำหนักของ
ปลายข้าวเจ้าก่อนการหมักเท่ากันในภาชนะปริมาตรเท่ากัน

ขนาด \ ภาชนะ	500 มิลลิลิตร	1,000 มิลลิลิตร	2,000 มิลลิลิตร
พลาสติก	37.10 ^a	55.89 ^a	67.64 ^a
บีกเกอร์	41.38 ^a	57.10 ^a	79.55 ^a

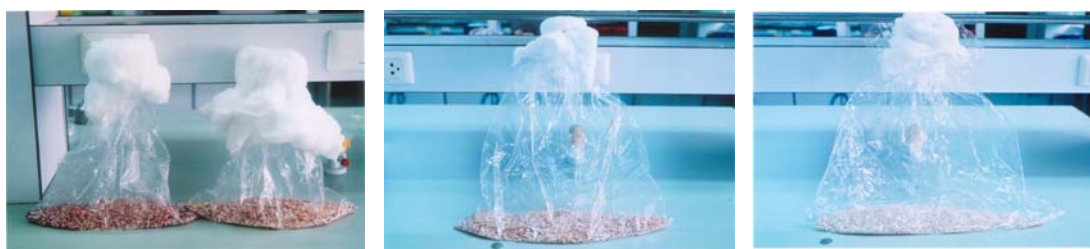
หมายเหตุ ตัวอักษรที่กำกับ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 1 การสร้างสารสีแดงบนปลายข้าวเจ้าของ *M. purpureus* TISTR 3090 ในพลาสติก และบีกเกอร์

(ก) พลาสติกขนาด 500, 1000, 2000 และ 2,000 มิลลิลิตร ปริมาณปลายข้าว 50, 100, 150 และ 200 กรัม ตามลำดับ ปิดจุกสำลี

(ข) บีกเกอร์ขนาด 500, 1000 และ 2,000 มิลลิลิตร ปริมาณปลายข้าว 50, 100 และ 150 กรัม ตามลำดับ ปิดด้วยสำลี

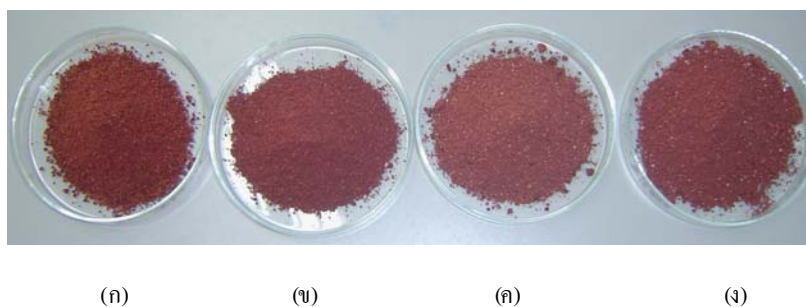


รูปที่ 2 การสร้างสารสีแดงบนปลายข้าวเจ้าของ *M. purpureus* TISTR 3090 ในถุงพลาสติกทนความร้อนขนาด 12x18 นิ้ว 16x26 นิ้ว และ 20x30 นิ้ว ปริมาณปลายข้าว 50, 100 และ 150 กรัม ตามลำดับ ปิดด้วยสำลี



รูปที่ 3 การสร้างสารสีแดงบนปลายข้าวเจ้าของ *M. purpureus* TISTR 3090 ในถาดอะลูมิเนียมปริมาณปลายข้าว 500 กรัม

ขวดโหลแก้ว ขนาดปริมาตร 6,150 ลิตร ปริมาณปลายข้าว 300 กรัม โหลแก้วขนาดปริมาตร 6,500 ลิตร ปริมาณปลายข้าว 300 กรัม ตามลำดับ ปิดด้วยกระดาษ



รูปที่ 4 ลักษณะผงข้าวแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090 จากภาชนะ 4 ชนิด ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 20 นาที

(ก) ฟลาสก์ (ข) บีกเกอร์ (ค) ขวดโหลแก้ว (ง) โหลแก้ว

2. การเตรียมเชื้อตั้งต้นของ *M. purpureus* TISTR 3090

ศึกษาการเตรียมเชื้อตั้งต้น 2 วิธีคือ วิธีการสร้างสปอร์บนอาหารวุ้นแข็ง และการสร้างสปอร์บนอาหารแข็ง เมื่อสังเกตลักษณะและระยะเวลาในการเจริญของ *M. purpureus* TISTR 3090 บนอาหารวุ้นแข็งและปลายข้าวเจ้า พบว่าวิธีการสร้างสปอร์บนอาหารวุ้นแข็ง เชื้อจะสร้างใยราได้ดีภายในเวลา 5-7 วัน ส่วนการสร้างสปอร์บนอาหารแข็ง เชื้อจะสร้างใยราและสารสีบนปลายข้าวเจ้าได้ดีภายในเวลา 3 วัน (รูปที่ 5)



(ก) (ข)

รูปที่ 5 ลักษณะการเจริญของ *M. purpureus* TISTR 3090 บนอาหารวุ้นแข็งและปลายข้าวเจ้า ระยะเวลา 3 วัน

(ก) ปลายข้าวเจ้า (ข) อาหารวุ้นแข็ง

3. อุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งของข้าวสารถีหมักด้วย *M. purpureus* TISTR 3090

การอบแห้งสารสีแดงบนปลายข้าวเจ้าแปรผันตามอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ ส่วนสีของผงข้าวแดงเมื่อเปรียบเทียบกับสีมาตรฐาน พบว่าเป็นสีแดงรหัส 591 เหมือนกันทุกทริทเมนต์ ดังตารางที่ 3 และ รูปที่ 6

ตารางที่ 3 อุณหภูมิและระยะเวลาของการอบแห้ง น้ำหนักก่อนอบแห้ง น้ำหนักแห้ง และผงข้าวแดง ที่ผลิตได้เทียบกับสีมาตรฐาน

อุณหภูมิและระยะเวลา	น้ำหนัก ก่อนอบแห้ง (กรัม)	น้ำหนักแห้ง เฉลี่ย (กรัม)	ผงสีแดงที่ผลิตได้เทียบกับ สีมาตรฐาน*
1. 80 ⁰ C 30 นาที	50	30.44 ^a	สีแดง รหัส 591
2. 90 ⁰ C 20 นาที	50	32.64 ^a	สีแดง รหัส 591
3. 90 ⁰ C 15 นาที	50	32.03 ^a	สีแดง รหัส 591
4. 100 ⁰ 10 นาที	50	30.82 ^b	แดง รหัส 591
F-test		NS	

หมายเหตุ * หมายถึง สีมาตรฐานบริษัทซีดเทลเฟบริค (Seattle Fabrics, Inc.)

NS (Not significant) หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 6 ลักษณะของผงข้าวแดงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 °C เวลา 30 นาที 90 °C เวลา 20 นาที 90 °C เวลา 15 นาที และ 100 °C เวลา 10 นาที ตามลำดับ

4. การนำไปใช้ของผลิตภัณฑ์

4.1 ศึกษาชนิดของมอร์แดนต์และวิธีการสกัด

นำผงข้าวแดงที่ผลิตได้มาละลายในมอร์แดนต์ 5 ชนิด พบว่า มอร์แดนต์ 4 ชนิด คือ สารส้ม เกลือแกง โซเดียมไบคาร์บอเนต และขี้เถ้า ย้อม 2 วิธี ทำให้เส้นใยไหมย้อมติดสีส้ม-ชมพู รหัส 554 ส่วนมอร์แดนต์ที่เป็นมะขามเปียก ย้อม 2 วิธี ทำให้เส้นใยไหมย้อมติดสีส้ม-ชมพู รหัส 555 และเส้นใยไหมที่ย้อมในน้ำประปาซึ่งเป็นชุดควบคุม ย้อม 2 วิธี ติดสีส้ม-ชมพู รหัส 470 ดังตารางที่ 4 และรูปที่ 7 ส่วนการย้อมเส้นใยฝ้าย พบว่ามอร์แดนต์ทั้ง 5 ชนิดและน้ำประปา ย้อม 2 วิธี ทำให้เส้นใยฝ้ายย้อมติดสีชมพูอ่อน รหัส 503 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เส้นใยไหมและเส้นใยฝ้ายที่ย้อมรวมกับมอร์แดนต์ 5 ชนิด และน้ำประปา โดยวิธีแช่ 1 คืน และ แช่ 1 คืน แล้วนำมาต้มให้เดือด

ชนิดของเส้นใย	ชนิดของมอร์แดนต์	พีเอช	สีของเส้นใยเทียบกับสีมาตรฐาน*	
			แช่ 1 คืน	แช่ 1 คืนและต้ม
1. เส้นใยไหม	1. น้ำประปา	7.5	สีส้ม-ชมพู รหัส 470	สีส้ม-ชมพู รหัส 470
	2. สารส้ม	3.7	สีส้ม-ชมพู รหัส 554	สีส้ม-ชมพู รหัส 554
	3. เกลือแกง	7.2	สีส้ม-ชมพู รหัส 554	สีส้ม-ชมพู รหัส 554
	4. มะขามเปียก	3.4	สีส้ม-ชมพู รหัส 555	สีส้ม-ชมพู รหัส 555
	5. โซเดียมไบคาร์บอเนต	8.5	สีส้ม-ชมพู รหัส 554	สีส้ม-ชมพู รหัส 554
	6. น้ำขี้เถ้า	10.6	สีส้ม-ชมพู รหัส 554	สีส้ม-ชมพู รหัส 554
2. เส้นใยฝ้าย	1. น้ำประปา	7.5	สีชมพูอ่อน รหัส 503	สีชมพูอ่อน รหัส 503
	2. สารส้ม	3.7	สีชมพูอ่อน รหัส 503	สีชมพูอ่อน รหัส 503
	3. เกลือแกง	7.2	สีชมพูอ่อน รหัส 503	สีชมพูอ่อน รหัส 503
	4. มะขามเปียก	3.4	สีชมพูอ่อน รหัส 503	สีชมพูอ่อน รหัส 503
	5. โซเดียมไบคาร์บอเนต	8.5	สีชมพูอ่อน รหัส 503	สีชมพูอ่อน รหัส 503
	6. น้ำขี้เถ้า	10.6	สีชมพูอ่อน รหัส 503	สีชมพูอ่อน รหัส 503

* หมายถึง สีมาตรฐานบริษัทซีดเทลเฟบริค (Seattle Fabrics, Inc.)

4.2 การย้อมเส้นใยไหมเพื่อนำไปทอ

ย้อมเส้นใยไหมในผงข้าวแดงละลายในน้ำมะขามเปียก (พีเอช 3.4) โดยวิธีการแช่ 1 คืน ต้มให้เดือด และล้างน้ำ นำเส้นใยไหมเทียบสีกับสีมาตรฐานบริษัทซีดเทลเฟบริค พบว่าเส้นใยไหมติดสีส้ม-ชมพู รหัส 555 (รูปที่ 7 ก-ข) แต่เมื่อวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน พบว่า เส้นใยไหมที่ย้อมด้วยสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090 มีความไม่คงตัว สีจะซีดลง (รูปที่ 7 ค)



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 7 ลักษณะเส้นใยไหมที่ย้อมด้วยสีแดงจากข้าวแดง

(ก) เส้นใยไหมที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 2 วัน

(ข) เส้นใยไหมที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 2 วัน (ขยายใหญ่)

(ค) เส้นใยไหมมีสีซีดลงเมื่อวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 7 วัน

5. การบรรจุภัณฑ์

บรรจุผงข้าวแดงในถุงพลาสติก ถ้วยพลาสติก และขวดแก้ว (รูปที่ 8) ซึ่งถุงพลาสติก และถ้วยพลาสติก ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึก เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าผงข้าวแดงยังคงสภาพเช่นเดิม ไม่มีการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 8 การบรรจุผงข้าวแดงในถุงพลาสติก ถ้วยพลาสติก และขวดแก้ว

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ภาชนะและปริมาณปลายข้าวที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเพื่อการค้าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ขวดโหลแก้วขนาดปริมาตร 6,150 มิลลิลิตร ปริมาณปลายข้าว 300 กรัม โหลแก้วขนาดปริมาตร 6,500 มิลลิลิตร ปริมาณปลายข้าว 300 กรัม บีกเกอร์ขนาดปริมาตร 2000, 1000 และ 500 มิลลิลิตร ปริมาณปลายข้าว 200 (และ 100), 150 และ 50 กรัม ตามลำดับ พลาสติกขนาดปริมาตร 2000, 1000 และ 500 มิลลิลิตร ปริมาณปลายข้าว 150, 100 และ 50 กรัม ตามลำดับ ในภาชนะและปริมาณปลายข้าวที่เหมาะสมดังกล่าว ปริมาณปลายข้าวเริ่มต้นมีผลต่อการผลิตสีแดงบนปลายข้าวเพราะถ้าปริมาณปลายข้าวมากเกินไป เมื่อเกิดการหมักในสภาพหมักแข็ง ราโมแนสค์จะผลิตความร้อนมากซึ่งทำให้ไม่สามารถระบายความร้อนได้ ทำให้เกิดไอน้ำขึ้นมาก ทำให้ปลายข้าวแฉะและมีกลิ่นของแอลกอฮอล์ ซึ่งมีผลต่อการเติบโตและสร้างสารสีแดง ดังจะเห็นได้จากขวดโหลแก้วและขวดโหลเมื่อใส่ปริมาณปลายข้าว 500 กรัม เชื่อว่าจะผลิตความร้อนและเกิดไอน้ำขึ้นมากทำให้ปลายข้าวแฉะและมีสีชมพู-ขาว และมีกลิ่นของแอลกอฮอล์ แต่เมื่อใส่ปริมาณปลายข้าว 300 กรัม พบว่าราโมแนสค์จะผลิตสีแดงเข้มบนปลายข้าว เมื่อนำมาอบแห้ง บด แล้วนำผงข้าวแดงมาเทียบกับสีมาตรฐานบริษัทซีทีเคเฟบริค พบว่าผงข้าวแดงมีสีแดง รหัส 591 ส่วนในภาชนะและปริมาณปลายข้าวที่ไม่เหมาะสมในการผลิตสารสีแดง ราโมแนสค์จะสร้างสารสีแดง ชมพูและขาวได้ไม่สม่ำเสมอ บนปลายข้าวเจ้า และเกิดไอน้ำขึ้นมากทำให้ปลายข้าวแฉะและมีกลิ่นของแอลกอฮอล์ เมื่อนำมาอบแห้ง บด แล้วนำผงข้าวแดงมาเทียบกับสีมาตรฐานซีทีเคเฟบริค พบว่าผงข้าวแดงมีสีชมพู รหัส 460 แต่เมื่อพิจารณาการผลิตทางการค้าและต้นทุนการผลิตแล้วจะพบว่าขวดโหลแก้วและโหลแก้วสามารถผลิตผงข้าวแดงได้ปริมาณมากกว่าบีกเกอร์และพลาสติก ส่วนบีกเกอร์จะผลิตผงข้าวแดงได้ในปริมาณไม่แตกต่างกับ พลาสติก

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่กระบวนการผลิตผงข้าวแดงใน บีกเกอร์จะทำได้ง่ายกว่าพลาสติก เพราะส่วนบนของบีกเกอร์จะกว้างกว่าพลาสติกทำให้การกวนและการระบายอากาศในอาหารทำได้ง่ายกว่า

ส่วนภาชนะและปริมาณปลายข้าวที่ไม่เหมาะสมในการผลิตสารสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090 ได้แก่ พลาสติกขนาดปริมาตร 2000 มิลลิลิตร ปริมาณปลายข้าว 200 กรัม ถูงพลาสติกทนความร้อน ขนาด 12x18 นิ้ว 16x26 นิ้ว และ 20x30 นิ้ว ปริมาณปลายข้าว 50, 100 และ 150 กรัม ตามลำดับ และถาดอะลูมิเนียมขนาด 20x24x8 เซนติเมตร ปริมาณปลายข้าว 500 กรัม

การเตรียมเชื้อตั้งต้น 2 วิธี คือ วิธีการสร้างสปอร์บนอาหารวุ้นแข็ง และการสร้างสปอร์บนอาหารแข็ง พบว่าวิธีการสร้างสปอร์บนอาหารวุ้นแข็ง ราโมแนสค์จะสร้างโยรา สปอร์ และสารสีได้ ภายในเวลา 3-5 วัน ส่วนการสร้างสปอร์บนอาหารแข็ง (ปลายข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท) ราโมแนสค์จะสร้างโยรา สปอร์ และสารสีบนปลายข้าวเจ้าได้ภายในเวลา 3 วัน ดังนั้นการเตรียมเชื้อตั้งต้นทั้ง 2 วิธี เป็นวิธีที่เหมาะสม แต่เมื่อพิจารณาทางการค้าและต้นทุนการผลิตแล้วจะพบว่าวิธีการสร้างสปอร์บนอาหารแข็งผลิต สปอร์ได้จำนวนมาก กระบวนการผลิตทำได้ง่าย และใช้ต้นทุนต่ำกว่าวิธีการสร้าง สปอร์บนอาหารวุ้นแข็ง

การอบแห้งสารสีแดงบนปลายข้าวเจ้าแปรผันตามอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที และอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที พบว่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยที่อุณหภูมิและเวลาดังกล่าว คือ 30.44, 32.64, 32.03 และ 30.82 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นำผงข้าวแดงทุกทริทเมนต์มาเทียบกับสีมาตรฐานซีดเทิลเฟบริค พบว่าผงข้าวแดงมีสีแดงรหัส 591 แต่เมื่อพิจารณาทางการค้า และต้นทุนการผลิตแล้วพบว่า อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที เป็นอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการผลิตซึ่งสอดคล้องกับการหมักข้าวแดงในระดับอุตสาหกรรม [16] ที่พบว่าอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งและลดกิจกรรม (Deactivation) ของราโมแนสค์ในการผลิตข้าวแดงในระดับอุตสาหกรรม

วิธีการนำไปใช้ของผลิตภัณฑ์โดยศึกษาชนิดของมอร์แคนท์ 5 ชนิด ได้แก่ สารส้ม (พีเอช 3.87) เหล็กแกง (พีเอช 7.2) มะขามเปียก (พีเอช 3.4) โซเดียมไบคาร์บอเนต (พีเอช 8.5) และจีเถ้า (พีเอช 10.6) โดยมีน้ำประปา (พีเอช 7.5) เป็นชุดควบคุม ย้อมโดยวิธีแช่ 1 คืน และแช่ 1 คืน แล้วต้ม พบว่ามอร์แคนท์ที่เป็นมะขามเปียกทำให้เส้นใยไหมย้อมติดสีส้ม-ชมพู รหัส 555 ซึ่งเป็นสีที่เข้มที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและมอร์แคนท์ 4 ชนิด ส่วนเส้นใยฝ้ายเมื่อย้อมด้วยมอร์แคนท์ 5 ชนิด พบว่าย้อมติดสีชมพูอ่อน รหัส 503 ซึ่งเกือบจะไม่ติดสี

การบรรจุผลิตภัณฑ์ในภาชนะ ได้แก่ ถูงพลาสติก ถ้วยพลาสติก และขวดแก้ว ซึ่งภาชนะทั้ง 3 ชนิดเหมาะสมในการบรรจุภัณฑ์ เพราะเมื่อเก็บไว้นานประมาณกว่า 1 เดือน ผงข้าวแดงไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่เมื่อพิจารณาทางการค้า และต้นทุนการผลิต พบว่าถูงพลาสติกเป็นภาชนะที่เหมาะสมในการบรรจุภัณฑ์ เพราะสะดวกในการปิดผนึกและราคาถูกกว่าถ้วยพลาสติกและขวดแก้ว ซึ่งการบรรจุภัณฑ์ด้วยถูงพลาสติก

และปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึก จะช่วยป้องกันความชื้นและการปนเปื้อนจากเชื้อราชนิดอื่น ซึ่งจากการวิจัยพบว่าความชื้นมีผลต่อการปนเปื้อนของเชื้อราชนิดอื่น คือ ถ้าอบ ผงข้าวแดงไม่แห้งและใส่ในถุงพลาสติกแล้วรัดด้วยยาง เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3-5 วัน จะมีการปนเปื้อนของเชื้อราที่สร้างสปอร์สีเขียว

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาความทนทานต่อแสงของเส้นใยไหมที่ย้อมสีแล้ว
2. ควรมีการศึกษาช่วงพีเอชที่เหมาะสมของน้ำมะขามเปียกเพื่อใช้เป็นมอร์แดนท์ที่ช่วยให้เส้นใยไหมย้อมติดสีแดงได้เข้มขึ้น
3. ควรมีการศึกษาชนิดของมอร์แดนท์ที่ช่วยให้เส้นใยฝ้ายย้อมติดสีแดง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ปีการศึกษา 2548

เอกสารอ้างอิง

- นฤมล เกื่อนกุล. (2546). การศึกษาชนิดของสับสเตรตและสภาวะที่เหมาะสมต่อการดักกลืนแสงของสารสกัดสีแดงของ *Monascus purpureus* TISTR 3090. รายงานการวิจัย. โปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. 117 หน้า.
- นฤมล เกื่อนกุล. (2547). การใช้สารสีจากจุลินทรีย์ในการย้อมสีเส้นใยจากธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์. รายงานการวิจัย. โปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. 58 หน้า.
- บุษบา ยงสมิทธิ์. (2542). จุลชีววิทยาการหมักวิตามินและสารสี. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 287 หน้า.
- จามจุรี. (2548). [Online]. Available HTTP: <http://jamjuree.topcities.com/colour.htm> (29/09/2005)
- ไทยตำบล ดอท คอม. (2544). [Online]. Available HTTP: <http://www.thaitambon.com/tambon/tsmeplist.asp?ID=361004&SME=0182011409>, <http://www.thaitambon.com/tambon/tsmepdesc.asp?Prod=0296142331&ID=470404&SME=0296135021>, <http://www.thaitambon.com/tambon/tcommdesc.asp?ID=580304&SME=0171714644> (30/09/2005)
- นิตยสารเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ปีที่ 3 ฉบับที่ 9 กันยายน 2545. [Online]. Available HTTP: <http://www.ku.ac.th/e-magazine/september45/agri/color.html> (16/09/2005)
- ประชิด ทิณบุตร. (2531). การออกแบบบรรจุภัณฑ์ (Packaging Design). (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรินติ้ง เฮาส์.

ปริญญา ขำสาทร. (2548). สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

[Online]. Available HTTP: http://learning.bkt.ac.th/science_new/file4/14-4.htm (29/09/2005)

มยุรี ภาคลำเจียก. (2548). สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

[Online]. Available HTTP: http://learning.bkt.ac.th/science_new/file4/14-5.htm,

http://learning.bkt.ac.th/science_new/file4/14-7.htm, http://learning.bkt.ac.th/science_new/file4/14-1.htm (29/09/2005)

มูลนิธิญี่ปุ่น. (2544). สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์. กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. [Online].

Available HTTP: http://www.jfbkk.or.th/event/package_01_th.html (29/09/2005)

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2548). [Online]. Available

HTTP: http://learning.bkt.ac.th/science_new/file4/14-17.htm (29/09/2005)

Akira Shirata and et. al. (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. (27/09/2005)

ThaiTamboo.com. (2004). [Online]. Available HTTP: <http://www.thaitambon.com/tambon/tsmepdesc.asp?Prod=0372415338&ID=170305&SME=0232419358> (27/09/2005)

The Red Rock Canyon Interpretive Association [RRCIA]. Las Vegas, Nevada. (2005). [Online].

Available HTTP: http://www.redrockcanyonlv.org/catalog/wildflowers_by_individual_package_2047568.htm (27/09/2005)

Seattlefabrics.com. (2005). [Online]. Available HTTP: <http://seattlefabrics.com/gutermann%20chart.jpg> (27/09/2005)

AlloK GmbH. (2001). [Online]. Available HTTP: <http://allok-e.mandt.de/erot.htm> (16/09/2005)