

การศึกษานิตของสับสเตรตและสภาวะที่เหมาะสมต่อการดูดกลืนแสงของสารสกัด

สีแดงของ *Monascus purpureus* TISTR 3090

(The study of substrate and optimized condition for absorbance of red pigment extracted from *Monascus purpureus* TISTR 3090)

นฤมล เลื่อนกุล *

บทคัดย่อ

จากการศึกษานิตของสับสเตรต 18 ชนิด และสภาวะที่เหมาะสมที่มีผลต่อการดูดกลืนแสงของสารสกัดสีแดงของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 ซึ่งได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงเชื้อ อุณหภูมิ ระยะเวลา และกระตุ้นให้มีการดูดกลืนแสงของสารสกัดสีแดงด้วยแสงสว่าง ความมืด อุณหภูมิ 4 และ 50 องศาเซลเซียส นำมาสกัดสารสีด้วยเอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบการสร้างสารสีแดงจากการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตรโดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ วิเคราะห์ผลการวิจัยโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและ F-test ผลการวิจัยพบว่า ข้าวฟ่างทำขนมเป็นสับสเตรตที่ดีที่สุด โดยให้ค่าดูดกลืนแสงเฉลี่ยเท่ากับ 82.57 แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปลายข้าวเจ้าพันธุ์เหลืองอ่อน ซึ่งให้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยรองลงมาคือ 36.70 พบว่าปลายข้าวเจ้าพันธุ์เหลืองอ่อน มีราคาถูกกว่ามากจึงนำปลายข้าวเจ้าพันธุ์เหลืองอ่อน มาใช้เป็นสับสเตรตในการทำวิจัยในเรื่องสภาวะที่เหมาะสมต่อไป

พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของสับสเตรตคือ 6 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 20 วัน การกระตุ้นด้วยแสงสว่าง ความมืด อุณหภูมิ 4 และ 50 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อการดูดกลืนแสงของสารสกัดสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090

Abstract

This was the study of 18 kinds of substrate and optimized condition for absorbance of red pigment of *Monascus purpureus* TISTR 3090. The cultivated study were pH, temperature and culture duration. To increase the absorbance of red pigment extraction, exposure to light, dark and temperature at 4 °C and 50 °C were used to activated *M. purpureus* TISTR 3090. The extraction of red pigment was done by using 50 % ethanol. The red pigment absorbance were measured by spectrophotometer at 500 nanometre. Arithmetic Mean and F-test were the statistic used to analyzed data obtained.

* อาจารย์ สาขาชีววิทยา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

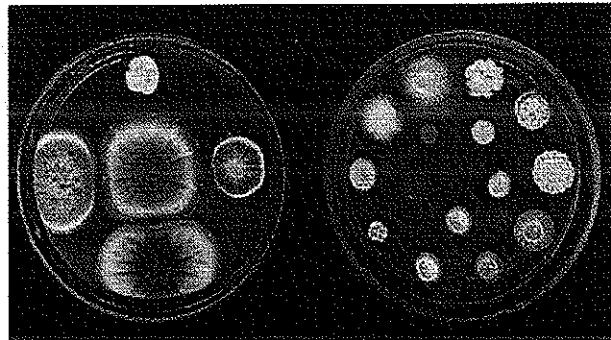
The result showed that millet was the best substrate. Although rice grains was not the best substrate, the price of rice grains was cheaper. Therefore rice grains were chosen for the substrate used. The optimum pH, temperature and culture duration were 6, 30 °C and 20 days, respectively. The exposure to light, dark and temperature at 4 °C and 50 °C were not effect the absorbance of red pigment.

บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำเข้าสัผสมอาหารจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นการเสียดุลการค้าเป็นเงินหลายร้อยล้านบาท



ก. เชื้อราแดงสร้างสีโมแนสคัส



ข. สีโคโลนีของจุลินทรีย์

ภาพที่ 1 ตัวอย่างสีจากจุลินทรีย์

ที่มา (บุษบา ยงสมิทธิ์, 2542, หน้า 17)

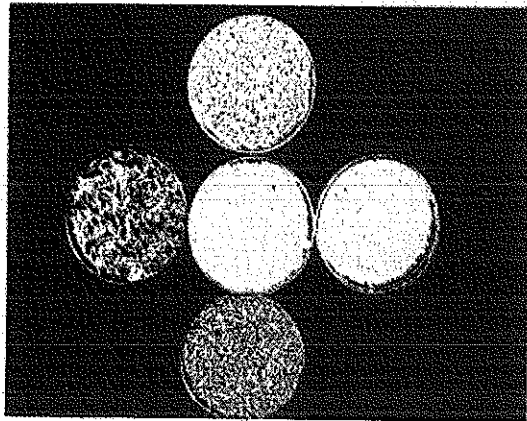
เป็นทางเลือกใหม่ อีกทางหนึ่งและจุลินทรีย์สามารถเจริญบนวัตถุดิบที่เหลือใช้ได้มากหลายชนิด ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมจึงมีวัตถุดิบทางการเกษตรเป็นสารประกอบเชิงซ้อนในรูปของอาหาร เช่น อ้อย ชานอ้อย มันสำปะหลัง รัญพืชชนิดต่างๆ ซึ่งมีราคาถูก เมื่อถูกนำมาผ่านกรรมวิธีการหมัก

สีธรรมชาติส่วนใหญ่สกัดจากพืชเช่น แคนตาลูป หัวบีท และสกัดจากสัตว์เช่น แมลงทะเลทรายปู ซึ่งสีที่ได้จากพืชและสัตว์จะมีราคาแพงและการเพาะเลี้ยงต้องขึ้นอยู่กับฤดูกาลใช้พื้นที่มาก วิธีการสกัดสียุ่งยาก หรืออาจจะใช้วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (tissue culture) ซึ่งต้องลงทุนสูงเนื่องจากราคาของสารอาหารบริสุทธิ์เช่น ฮอร์โมน วิตามิน แร่ธาตุ เกลือแร่ กรดอะมิโนและอุปกรณ์ ที่มีความจำเพาะมีราคาสูง ส่วนสีที่ได้จากจุลินทรีย์ที่ผลิตสารสี (ภาพที่ 1)

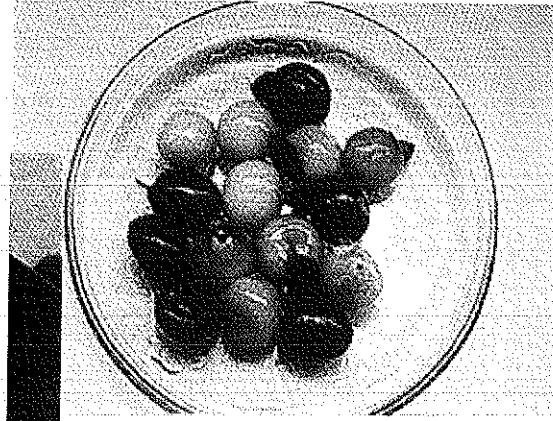
โดยจุลินทรีย์สามารถปล่อยเอนไซม์มาย่อยวัตถุดิบหรือสับสเตรต (สับสเตรตในที่นี้ หมายถึง แหล่งคาร์บอนหรือแหล่งพลังงาน แหล่งไนโตรเจน อากาศ แร่ธาตุ น้ำสารอาหารพิเศษและการปรับความเป็นกรด-ด่างในอาหารเลี้ยงเชื้อให้เหมาะสม)

ดังกล่าวได้เป็นสารประกอบที่มีคุณค่าและ
ราคามากยิ่งขึ้น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ใน

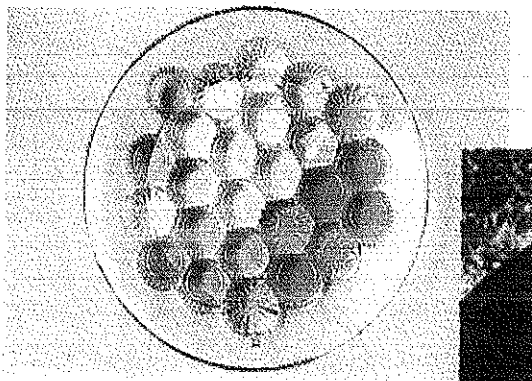
อุตสาหกรรมอื่นๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหาร
เครื่องดื่ม เครื่องสำอางและเภสัชกรรม
(ภาพที่ 2)



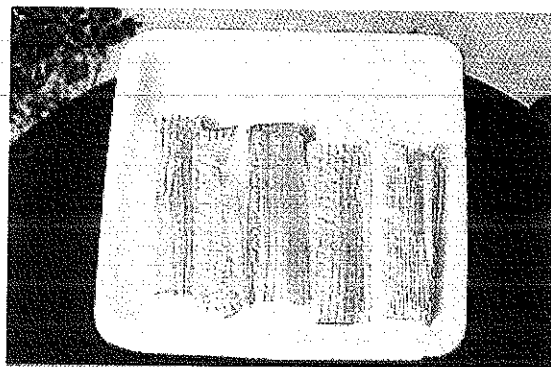
ก. ข้าวแดง ข้าวเหลือง ทำข้าวหมาก



ข. ผสมสีทำขนม



ค. ผสมสีขนมลูกชุบ



ง. ผสมสีทำปูเทียม



จ. ย้อมรังไหมสีขาว



ฉ. เนื้อเทียม (ทำจากโปรตีนเกษตรหรือถั่วเหลือง)

ภาพที่ 2 ประโยชน์จากสีที่ได้จากราโมแนสคัส
ทีมา (บุษบา และคณะ, 2531, หน้าที่ 252)

Monascus purpureus เป็นราสีแดงที่สามารถเพาะเลี้ยงได้บนวัตถุดิบที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบโดยมีการหมักกันมานานแล้วใน

ประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งเมล็ดข้าวที่ผ่านการหมักแล้วจะมีสีแดงสดจนถึงสีม่วง (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 เมล็ดข้าวแดง

(<http://www.mandt.de/backupallokcom/erot.htm>,1998)

และในทางการค้าจะนำออกจำหน่ายในรูปของผงข้าวแดงในประเทศจีนเรียกว่า อังคัก (Ang Kak) ส่วนในประเทศญี่ปุ่นจะเรียกว่า

โคจิ (koji) การนำสารสีจาก โมแนสคัสไปใช้ส่วนใหญ่จะใช้เป็นส่วนผสมของอาหาร (ภาพที่ 4)

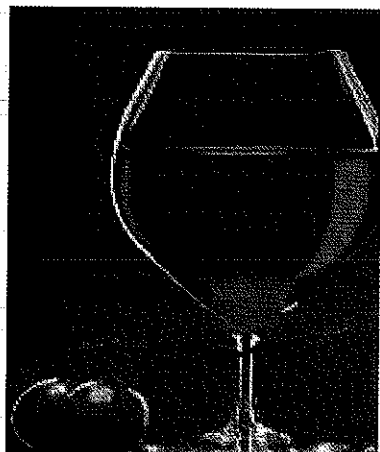


ภาพที่ 4 การนำสีแดงที่ได้จาก *Monascus purpureus* มาใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อและไส้กรอก

(<http://www.mandt.de/backupallokcom/erot.htm>,1998)

โดยเฉพาะในเนื้อสัตว์จะใช้เป็นสารกันบูดกันเสียและยังใช้เป็นเครื่องปรุงรสอาหาร หรือในบางครั้งจะใช้ โมแนสคัส ใน

กระบวนการผลิตไวน์จากข้าว เนื่องจากมีเอนไซม์อะไมเลส (α - amylase) ที่สามารถย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลได้ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ไวน์แดงที่ได้จากสีแดงของโมแนสคัส

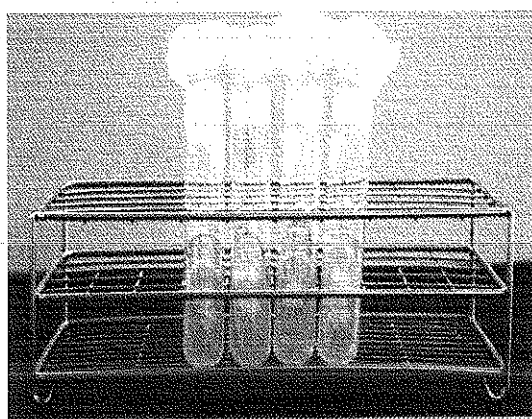
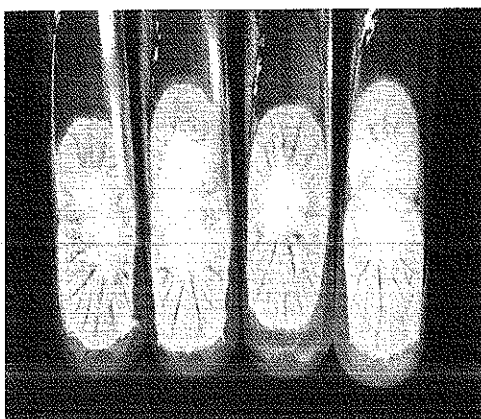
(<http://www.behrbonn.com/literat/monascub.htm>)

จากการวิจัย พบว่ามีสารประกอบชนิดหนึ่งใน *Monascus purpureus* ที่เรียกว่า โมนาโคลิน เค (monacolin K) สามารถยับยั้งการผลิตคอเลสเตอรอล (cholesterol) ได้โดยจะไปยับยั้งปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ที่ผลิตคอเลสเตอรอลภายในตับ มีตัวยาชนิดหนึ่งที่ชื่อ โลวาสเททิน (lovastatin) ที่มีกลไกการทำงานคล้ายกับ โมนาโคลิน เค แต่อย่างไรก็ตามจำนวนของ โมนาโคลิน เค ใน *Monascus* ก็มีจำนวนน้อย (0.2 เปอร์เซ็นต์ ต่อ 5 มิลลิกรัม) ซึ่งก็เทียบได้กับโลวาสเททิน (lovastatin) 20-40 มิลลิกรัม และจากการทดลองนี้พบว่า *Monascus* ยังสร้างสารประกอบอื่น ๆ ได้อีก

เช่น สเตอรอล (sterol) ซึ่งอาจมีส่วนช่วยลดปริมาณ คอเลสเตอรอล ซึ่งจากการทดลองกับอาสาสมัคร 2 คนแล้วพบว่า เมื่อทั้ง 2 คนได้รับ โมนาโคลิน เค ประมาณ 5 มิลลิกรัมต่อวันติดต่อกัน 2 เดือนแล้วพบว่าสามารถลดปริมาณ คอเลสเตอรอลในซีรัม (serum) ลงไปได้ คอเลสเตอรอลชนิด HDL ลดลงได้มากกว่า คอเลสเตอรอลชนิด LDL และยังพบอีกว่าสามารถลดปริมาณของ ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ได้ด้วยเหมือนกัน (http://www.hollandandbarrett.com/Herb/Red_Yeast_Rice.htm, 2000)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะศึกษาชนิดของสับสเตรตและสภาวะที่เหมาะสมในการดูดกลืนแสงของสารสกัดสีแดงของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 (ภาพที่ 6) เป็นเชื้อบริสุทธิ์ได้จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) โดยเป็นราที่ผลิตสารสีแดง ซึ่งใช้เป็นสีผสมอาหาร และสามารถเพาะเลี้ยงได้ในห้องปฏิบัติการซึ่งใช้พื้นที่น้อย การเพาะเลี้ยงไม่ต้องขึ้น

อยู่กับฤดูกาล มีการปรับปรุงพันธุ์ได้ง่าย มีการเลือกใช้วัตถุดิบเป็นสับสเตรตในการเพาะเลี้ยงที่มีอยู่มากในประเทศไทยและราคาถูกเพื่อลดต้นทุนการผลิต และนำสีที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์พื้นบ้านบางชนิดเพื่อเพิ่มมูลค่าและลดต้นทุนเพื่อให้เข้ากับนโยบายของรัฐบาล และงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่ต่อเนื่องกับโครงการวิจัยย่อยอื่นๆ ที่จะตามมาและเป็น การนำผลการวิจัยมาขยายผลลงสู่ชุมชน



ภาพที่ 6 ลักษณะโคโลนีของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 บนอาหาร PDA slant

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาชนิดของสับสเตรต 8 ชนิด ได้แก่ ข้าวสารเจ้าพันธุ์หอมมะลิ ข้าวสารเจ้าพันธุ์เหลืองอ่อน ปลายข้าวเจ้าพันธุ์เหลืองอ่อน ข้าวฟ่างทำขนม ข้าวฟ่างอาหารนก ลูกเดือย รำข้าว มันแกว มันเทศ มันสำปะหลัง มันฝรั่ง เผือก ถั่วลิสง ฝรั่ง หัวไชเท้า กากมะพร้าว (คั้นกะทิแล้ว) เต้าหู้ขาว ขนมนึ่ง

2. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่มีผลต่อการดูดกลืนแสงของสารสกัดสีแดงของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 ซึ่งได้แก่ ค่าพีเอช อุณหภูมิ ระยะเวลา และกระตุ้นให้มีการดูดกลืนแสงของสารสกัดสีแดงด้วยแสงสว่าง ความมืด อุณหภูมิ 4 และ 50 องศาเซลเซียส

วิธีการดำเนินการวิจัย

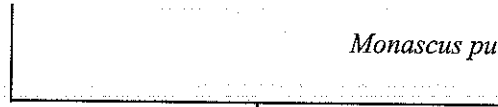
การเก็บตัวอย่างวัตถุดิบ



การเตรียมตัวอย่างวัตถุดิบ เพื่อใช้เป็นสับสเตรต

การเตรียมสารละลายสปอร์ของ

Monascus purpureus TISTR 3090



การศึกษาการดูดกลืนแสงของสารสกัดสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090

บนสับสเตรต 18 ชนิด



การศึกษาความเป็นกรดต่าง (4,5,6,6.5,7,7.5และ8) ของสับสเตรตที่มีผลต่อการดูดกลืนแสงของ
สารสกัดสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090



การศึกษาอุณหภูมิ (25,27,30,35,37,40 และ 45 องศาเซลเซียส) ที่มีผลต่อการดูดกลืนแสงของ
สารสกัดสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090



การศึกษาระยะเวลา (5,7,10,12,15,18 และ 20 วัน) ที่มีผลต่อการดูดกลืนแสงของ
สารสกัดสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090



การศึกษาการกระตุ้นการดูดกลืนแสงของสารสกัดสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090
ด้วยการกระตุ้นด้วยแสงสว่างกับความมืด



การศึกษาการกระตุ้นการดูดกลืนแสงของสารสกัดสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090
ด้วยการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ 4 และ 50 องศาเซลเซียส



การสกัดสารสี

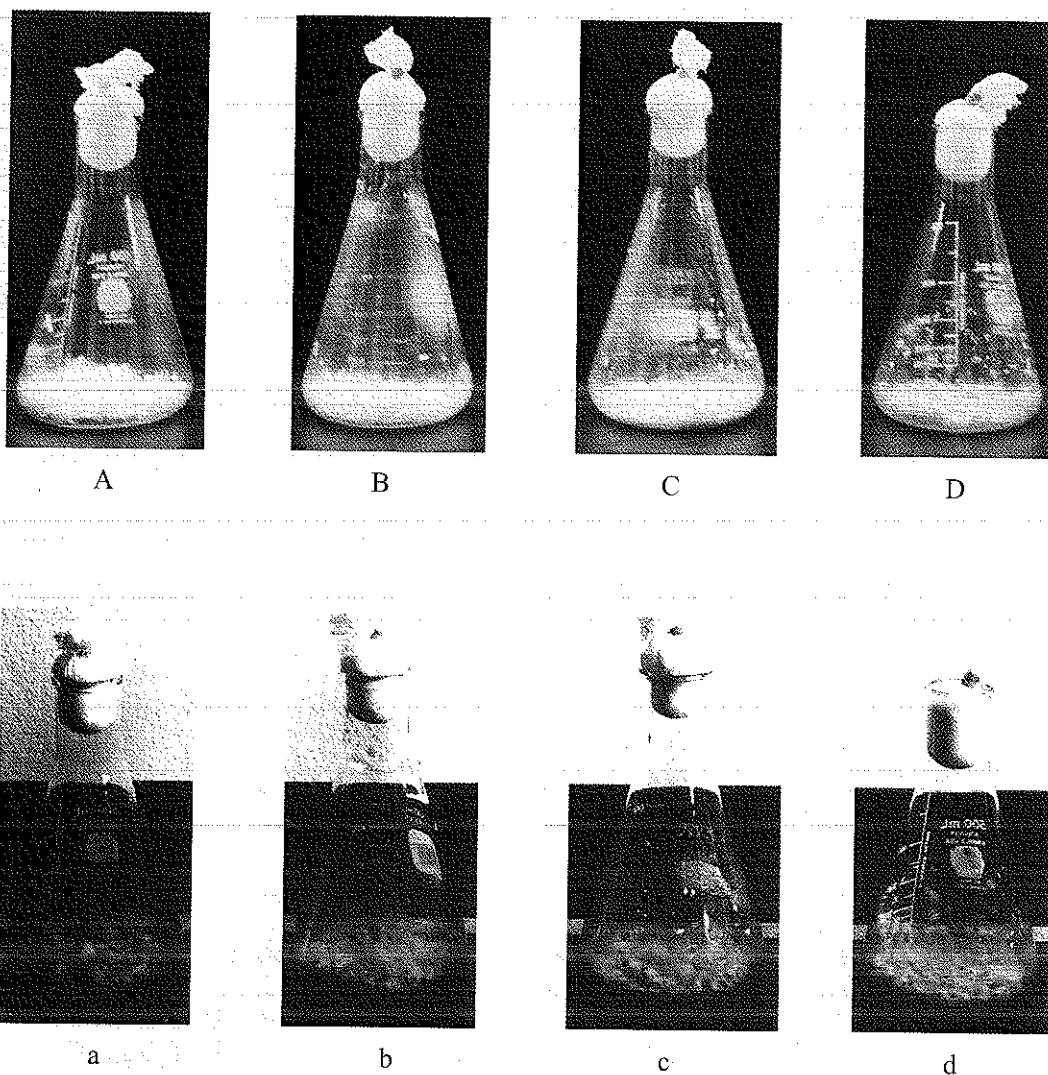


การวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

ผลการวิจัย

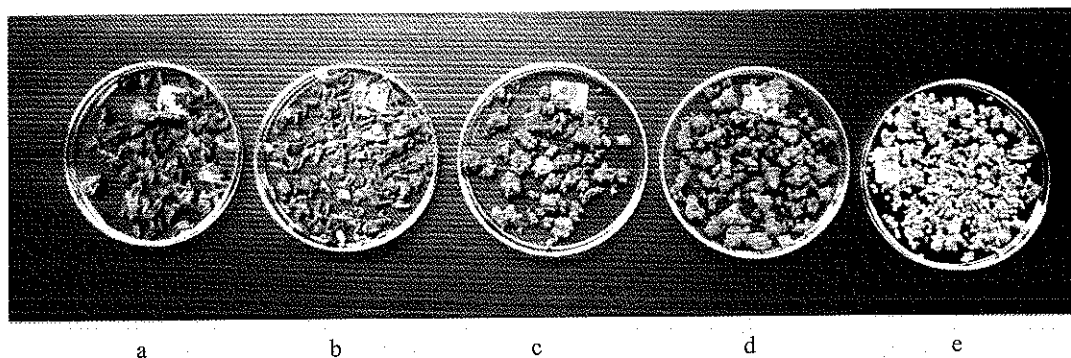
ตารางที่ 1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตรของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 บนสับสเตรต 18 ชนิด เมื่อบ่มที่ อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน

สับสเตรต	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร				สถิติทดสอบ
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	F-test
1. ข้าวฟ่างทำขนม*	82.90	85.90	79.73	82.57	862.864
2. ปลาข้าวเจ้า*	36.85	34.36	38.89	36.70	
3. ข้าวหอมมะลิ	24.06	25.91	23.5	24.49	
4. ข้าวเจ้า	24.11	22.23	20.42	22.25	
5. ข้าวฟ่างอาหารนก	12.41	12.10	11.95	12.15	
6. มันเทศ	10.89	11.14	12.73	11.58	
7. ลูกเดือย	10.95	10.83	10.80	10.86	
8. มันสำปะหลัง	6.51	6.51	6.64	6.55	
9. เผือก	5.30	5.29	5.20	5.26	
10. รำข้าว	4.10	3.96	4.22	4.10	
11. กากมะพร้าว (คั้นกะทิแล้ว)	3.20	3.55	3.59	3.32	
12. กล้วยห้าม	1.89	1.94	2.03	1.95	
13. ฝรั่ง	0.61	0.58	0.58	0.59	
14. มันแกว	0	0	0	0	
15. มันฝรั่ง	0	0	0	0	
16. หัวไชเท้า	0	0	0	0	
17. เต้าหู้ขาว	0	0	0	0	
18. ขนมน้ำ	0	0	0	0	



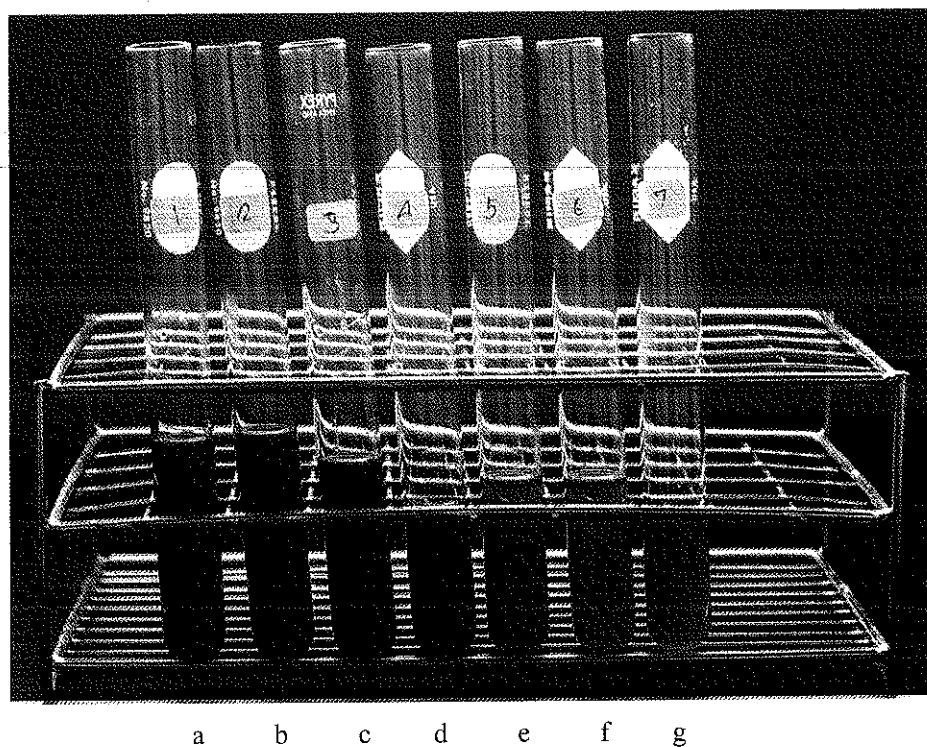
ภาพที่ 7 ลักษณะการเจริญและการสร้างสปอร์ของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 บน
สับสเตรต 4 ชนิด ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| A = ข้าวหอมมะลิก่อนหมัก | a = ข้าวหอมมะลิล้างหมัก |
| B = ข้าวเจ้าก่อนหมัก | b = ข้าวเจ้าล้างหมัก |
| C = ปลายข้าวเจ้าก่อนหมัก | c = ปลายข้าวเจ้าล้างหมัก |
| D = ข้าวฟ่างทำขนมก่อนหมัก | d = ข้าวฟ่างทำขนมล้างหมัก |



ภาพที่ 8 สับสเตรดที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

a = ข้าวหอมมะลิ b = ข้าวเจ้า c = ปลายข้าวเจ้า d = ข้าวฟ่างทำขนม e = ข้าวฟ่างอาหารนก



ภาพที่ 9 สารละลายสารสีของสับสเตรด 7 ชนิด ที่สกัดด้วยเอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์

a = ข้าวหอมมะลิ b = ข้าวเจ้า c = ปลายข้าวเจ้า d = ข้าวฟ่างทำขนม
e = ข้าวฟ่างอาหารนก f = ลูกเดือย g = ไร่ข้าว

ตารางที่ 2 ค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตรที่ระดับความเป็นกรด-ด่างของสับสเตรต 7 ระดับของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 ที่เจริญบนปลายข้าวเจ้า บ่มที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในสับสเตรต	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร				สถิติ ทดสอบ F-test
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
4	20.96	22.35	19.89	21.06	70.770
5	22.75	22.33	24.82	23.30	
6*	60.2	48.16	50.56	52.97	
6.5	30.84	36.12	36.12	34.36	
7	32.15	28.61	29.60	30.12	
7.5	2.186	1.982	1.386	18.51	
8	0.963	1.148	0.852	9.87	

ตารางที่ 3 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร ที่อุณหภูมิต่างๆ ของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 ที่เจริญบนปลายข้าวเจ้า พีเอช 6 เป็นระยะเวลา 7 วัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร				สถิติ ทดสอบ F-test
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
25	30.10	30.17	34.36	31.72	322.812
27	50.82	47.86	50.04	49.57	
30*	53.02	48.26	57.35	52.87	
35	16.84	12.33	13.82	14.33	
37	12.15	8.91	10.67	10.57	
40	2.61	2.64	3.27	2.94	
45	-	-	-	-	

ตารางที่ 4 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตรที่ระยะเวลาต่างๆ ของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 ที่เจริญบนปลายข้าวเจ้า พีเอช 6 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (วัน)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร				สถิติทดสอบ F-test
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
5	60.50	59.43	63.13	61.02	347.921
7	71.92	70.98	72.61	71.83	
10	80.18	80.57	85.04	81.93	
12	96.03	94.59	94.98	95.19	
15	113.21	104.54	109.33	109.22	
18	135.95	129.28	130.10	131.77	
20*	158.77	144.73	156.28	153.26	

ตารางที่ 5 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร ที่มีการกระตุ้นด้วยแสงสว่างและความมืด ของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 ที่เจริญในปลายข้าวเจ้า พีเอช 6 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 วัน

แสงสว่างและความมืด (วัน)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร				สถิติทดสอบ F-test
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
ชุดควบคุม*	75.77	70.26	72.16	72.73	20.192
สว่าง 8	58.65	49.40	53.03	53.63	
มืด 8	52.02	64.25	62.66	59.74	
สว่าง 4 / มืด 4	67.72	64.27	68.01	66.67	
มืด 4 / สว่าง 4	40.97	39.77	42.48	40.03	
สว่าง 2 / มืด 2 / สว่าง 2 / มืด 2	62.87	63.32	58.31	60.50	
มืด 2 / สว่าง 2 / มืด 2 / สว่าง 2	56.27	48.4	52.95	52.54	

ตารางที่ 6 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร ที่มีการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 ที่เจริญบนปลายข้าวเจ้า พีเอช 6 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน

อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร				สถิติทดสอบ F-test
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
หุดควบคุม*	69.15	65.05	65.12	66.44	41.947
1 ชั่วโมง	62.05	64.77	57.67	61.49	
1.5 ชั่วโมง	63.02	54.12	60.37	55.84	
2 ชั่วโมง	45.25	41.90	48.69	45.28	
2.5 ชั่วโมง	39.42	36.97	30.90	35.76	
3 ชั่วโมง	33.00	37.42	28.72	33.04	

ตารางที่ 7 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร ที่มีการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 ที่เจริญบนปลายข้าวเจ้า พีเอช 6 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน

อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
หุดควบคุม*	66.86	67.28	70.70	68.28
1 ชั่วโมง	-	-	-	-
1.5 ชั่วโมง	-	-	-	-
2 ชั่วโมง	-	-	-	-
2.5 ชั่วโมง	-	-	-	-
3 ชั่วโมง	-	-	-	-

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการดูดกลืนแสงสารสกัดสีแดงของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 บนสับสเตรตทั้งหมด 18 ชนิด คือ ข้าวหอมมะลิ ข้าวเจ้าพันธุ์เหลืองอ่อน ปลายข้าวเจ้าพันธุ์เหลืองอ่อน ข้าวฟ่างทำขนม ข้าวฟ่างอาหารนก ลูกเดือย รำข้าว มันแกวมันเทศ มันสำปะหลัง มันฝรั่ง เผือกกล้วยห่าม ฝรั่ง หัวไชเท้า กากมะพร้าว(คั้นกะทิแล้ว) เต้าหู้ขาวและขนมปัง โดยบ่มที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน ตรวจสอบการดูดกลืนแสงสารสกัดสีแดงโดยวิธีการนำสับสเตรตมาสกัดสี และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร พบว่าข้าวฟ่างทำขนมให้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร สูงที่สุดคือ 82.57 รองลงมาคือ ปลายข้าวเจ้าพันธุ์เหลืองอ่อน 36.70 ข้าวหอมมะลิ 24.49 ข้าวเจ้าพันธุ์เหลืองอ่อน 22.25 มันสำปะหลัง 6.55 ข้าวฟ่างอาหารนก 12.15 มันเทศ 11.58 ลูกเดือย 10.86 เผือก 5.26 รำข้าว 4.10 กากมะพร้าว(คั้นกะทิแล้ว) 3.32 กล้วยห่าม 1.95 ฝรั่ง 0.59 โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนมันแกวมันฝรั่ง หัวไชเท้า เต้าหู้ขาวและขนมปัง ไม่มีการดูดกลืนแสงสารสกัดสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090 จากการวิจัยข้าวฟ่างทำขนมให้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร มากที่สุด แสดงว่าผลิตสารสีแดงสูงสุด แต่ปลายข้าวเจ้าพันธุ์เหลืองอ่อน ที่ให้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร รองลงมา แสดงว่าผลิตสารสีแดงรองลงมา เมื่อนำมา

เปรียบเทียบราคาพบว่าข้าวฟ่างทำขนมมีราคาสูงกว่าปลายข้าวเจ้า กล่าวคือ ข้าวฟ่างทำขนม น้ำหนัก 300 กรัม ราคา 32 บาท ส่วนปลายข้าวเจ้าพันธุ์เหลืองอ่อน น้ำหนัก 900 กรัม ราคา 5 บาท ซึ่งจากราคาของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดนี้ ทำให้ต้องเลือกปลายข้าวเจ้าพันธุ์เหลืองอ่อน เป็นวัตถุดิบแทนข้าวฟ่างทำขนมในการทำวิจัยต่อในเรื่องการหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสร้างสารสีแดง เพราะถ้าจะนำมาใช้ในการหมักปริมาณมาก ๆ แล้วราคาของวัตถุดิบจะเป็นปัจจัยที่สำคัญมากคือต้องใช้วัตถุดิบที่มีราคาต่ำที่สุดและในขณะเดียวกันก็ต้องให้ได้ผลผลิตสูงสุดด้วย การเจริญของ *M. purpureus* TISTR 3090 บนเมล็ดปลายข้าวเจ้าโดยการงอกส่วนของเส้นใยแล้วจะแทรกทะลุเข้าไปในเมล็ดข้าวนั้นและมีการสร้างสารสีแดงได้ภายในระยะเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส และจะมีสีเข้มขึ้นจนถึงวันที่ 7 ของการวิจัย

พีเอชเริ่มต้นมีผลต่อการสร้างสารสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090 โดยปรับค่าพีเอชเริ่มต้นตั้งแต่ 4-8 และบ่มที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน พีเอชเริ่มต้น 6 ให้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยสูงสุดคือ 52.97 และพีเอชเริ่มต้น 8 ให้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยต่ำสุดคือ 9.84 โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่า *M. purpureus* TISTR 3090 สามารถผลิตสารสีแดงได้ที่พีเอชต่ำกว่า 6 และผลิตสารสีแดงได้น้อยที่พีเอชมากกว่า 7

อุณหภูมิที่มีผลต่อการดูดกลืนแสงสารสกัดสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090

พบว่าอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยสูงสุด คือ 52.87 อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ให้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 2.94 โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่าถ้าอุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส การดูดกลืนแสงสารสกัดสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090 จะลดลง และอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส *M. purpureus* TISTR 3090 ไม่มีการเจริญเติบโต

M. purpureus TISTR 3090 สามารถผลิตสารสีแดงบนปลายข้าวเจ้า ได้ตั้งแต่ระยะเวลา 3 วันเป็นต้นไป โดยระยะเวลา 20 วันให้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยสูงสุดคือ 153.26 และที่ระยะเวลา 5 วัน ให้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 61.02 ซึ่งแตกต่างกับอุณหภูมิอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่าถ้าระยะเวลาของการหมักยิ่งนานมากขึ้นก็จะทำให้ *M. purpureus* TISTR 3090 ผลิตสารสีแดงในปลายข้าวเจ้าได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งอาจจะมีการวิจัยในเรื่องระยะเวลาการหมักสีโมแนสคัส นานกว่า 20 วัน ต่อไป

การกระตุ้นการดูดกลืนแสงสารสกัดสีแดงของ *M. purpureus* TISTR 3090 ด้วยแสงสว่างสลัวกับความมืด พบว่าการกระตุ้นด้วยแสงสว่างสลัวกับความมืดไม่มีผลต่อการดูดกลืนแสงสารสกัดสีแดงเพิ่มขึ้น โดยชุดการควบคุม (ไม่มีการกระตุ้นด้วยแสงสว่างสลัวกับความมืด) ให้ค่าดูดกลืนแสงเฉลี่ยสูงสุดคือ 72.73 และการกระตุ้นด้วย ความมืด 4 วัน แสงสว่าง 4 วัน ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยเท่า

กับ 40.03 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การกระตุ้นการดูดกลืนแสงสารสกัดสีแดงของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 ด้วยอุณหภูมิ 4 และ 50 องศาเซลเซียส พบว่าการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ 4 และ 50 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อการดูดกลืนแสงสารสกัดสีแดงเพิ่มขึ้น โดยชุดการควบคุม (ไม่มีการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ 4 และ 50 องศาเซลเซียส) ให้ค่าดูดกลืนแสงเฉลี่ยที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตรสูงสุดและพบว่าการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส *Monascus purpureus* TISTR 3090 มีการดูดกลืนแสงสารสกัดสีแดงน้อยกว่าชุดควบคุมซึ่งให้ค่าดูดกลืนแสงเฉลี่ยที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตรสูงสุดคือ 66.44 การกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส วันละ 3 ชั่วโมง ให้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 33.04 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และการดูดกลืนแสงสารสกัดสีแดงจะลดลงตามเวลาที่กระตุ้นด้วยอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ส่วนการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส *Monascus purpureus* TISTR 3090 ไม่มีการเจริญเติบโตและไม่มีการดูดกลืนแสงสารสกัดสีแดง

ข้อเสนอแนะ

1. การเตรียมสัปสเตรตควรจจะวัดปริมาณคววมขึ้นในสัปสเตรตให้ได้เท่ากันทุกตัวอย่าง
2. การศึกษาระยะเวลาในการดูคลิ่นแสงสารสัคคีตี่แดงควรจจะใช้ระยะเวลามานนกว่า 20 วัน เพราะผู้วิจัยกำหนดเวลาสูงสุด 20 วัน แต่ถ้าใช้ระยะเวลามากกว่า 20 วัน ค่าการดูคลิ่นแสงอาจจจะเพิ่มมากขึ้นได้
3. ควรศึกษาการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิอื่นๆ นอกเหนือจากอุณหภูมิ 4 และ 50 องศาเซลเซียส
4. ควรจจะมีการศึกษาการหมักในอาหารเหลวและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างสารสีแดงในอาหารเหลว
5. ควรมีการปรับปรุงสายพันธุ์ของ *Monascus purpureus* TISTR 3090 โดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ เพื่อให้เกิดการสร้างสารสีแดงมากขึ้นหรือสร้างสารสีชนิดอื่น ๆ
6. ควรมีการศึกษาสารเมแทบอลิต์ที่ได้จาก *Monascus purpureus* TISTR 3090 เพื่อนำไปใช้ในงานวิจัยอื่นๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

คุณณี ฐนะบริพัฒน์ .2537.จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม. ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.หน้า 6-55 - 6-56.

ธวัช ขนบดี ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ นิตยา เลาหินดา และอารีย์ เสือก้อน. 2530. เปรียบเทียบการทดสอบผลของสีผสมอาหารในกลุ่มอะโซบางชนิดและสีที่ได้จากการหมัก

เชื้อราโมแนสคัสในโครโมโซมของคน, น. 1-45. ในเรื่องเต็มการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 25, สาขาสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นภา โล่ห์ทอง.2534. กล้าเชื้ออาหารหมักและเทคโนโลยีการผลิต. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.หน้า 89 - 90.

บุษบา ยงสมิทธิ์.2542. จุลชีววิทยาการหมักวิตามินและสารสี. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.หน้า 23 - 40 และ 203 - 230.

บุษบา ยงสมิทธิ์ และวรรณภา ทาบโลกา.2527. การใช้ประโยชน์แป้งมันสำปะหลังในการผลิตสีผสมอาหาร และเอนไซม์ย่อยแป้งโดยเชื้อราโมแนสคัสในสภาพหมักเปียก.หน้าที่ 451-452 .ในการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 22 กรุงเทพฯ.

บุษบา ยงสมิทธิ์ และวรรณภา ทาบโลกา.2528. สีผสมอาหารจากมันสำปะหลังโดยเชื้อราโมแนสคัส วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.). 19(1):45-50.

บุษบา ยงสมิทธิ์ วิเชียร ยงมานิตชัย สันทนา แสงจันทร์ และชูลี ชัยศรีสุข. 2531. การผลิตสีผสมอาหารจากมันสำปะหลังเพื่ออุตสาหกรรมหมัก. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กรุงเทพฯ.225 น.

Blanc, P.J., M.O. Loret, and G. Goma. 1995a. Production of citrinin by

- various species of *Monascus*. **Biotechnol. Letters.** 17(3) : 291-294.
- Blanc, P.J., J. P. Laussac, J. le Bars, M. Loret, A. Pareilleux, D. Prome, J. C. Prome, A. L. Snatterre and G. Goma. 1995b. Characteristic of monascidin A from *Monascus* as citrinin. **Intern. J. Food Microbiol.** 27 : 201-213.
- Hiroi, T., T. Shima, T. Susuki, M. Tsukioka and N. Ogasawara. 1979. Hyperpigment productive mutant of *Monascus anka* for solid culture. **Agri. Biol. Chem.** 43 : 1975.
- Kaio, K., N. Seihachiro, N. Yoshiyuki and M. Sadao. 1978. Toxicity of *Monascus* pigment. **Niigata Igakkai Zasshi.** 92(12) : 815-820
- Lin, C.F., and H. Lizuka. 1982. Production of extracellular pigment by a mutant of *Monascus kaoliang* sp. **Nov. Appl. Environ. Microbiol.** 43(3) : 671-676.
- <http://techno.msu.ac.th/fn/center/fad/color.htm>
- <http://WWW.mandt.de/backupalokcom/erot.htm>, 1998
- <http://www.inhousedrugstore.co.uk/heart-health/heart-health.html>
- <http://WWW.behrbonn.com/literat/monascub.htm>
- <http://WWW.mandt.de/backupalokcom/erot.htm>, 1998
- <http://WWW.behrbonn.com/literat/monascub.htm>, 1998
- http://www.hollandandbarrett.com/Herb/red_Yeast_Rice.htm, 2000
- <http://science.kmutt.ac.th/Microbiology/thesis/thesis-th/indusmic3.htm>
- http://www.hollandandbarrett.com/Herb/Red_Yeast_Rice.htm, 2000
- Lin, T.F. and A. L. Demain. 1995. Negative effect of ammonium nitrate as nitrogen source on the production of water soluble red pigment by *Monascus* sp. **App. Microbial. Biotechnol.** 43(4):173-179.
- Manandhar, K. L., and A.E. Apinis. 1971. Temperature relation in *Monascus*. **Trans Br. Mycol. Soc.** 57(3) : 465-472.
- Shepherd, D. 1997. **The relationships between pigment production and sporulation in *Monascus* sp.**, pp. 103-118. In J. Meyrath and J. D. Bu Lock (eds.). **Biotechnology and Fungal Differentiation.** FEMS Symposium No.4., Academic Press. Inc., New York.
- Shepherd, D and M. Carels. 1983. **Product formation and differentiation in fungi**, pp. 515-535. n J.E. Smith (ed.). **Fungal Differentiation**, Marcel Dekker, inc., New York.



โล่รางวัล ผลงานวิจัยดี มีคุณภาพ รางวัลชมเชยอันดับ 1
 ประเภทรายงานวิจัยประจำปี โดยทั่วไปของหน่วยงาน และ
 ที่เสนอโครงการวิจัยผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
 เรื่อง การศึกษาชนิดของสับสเตรตและสภาวะที่เหมาะสมต่อการดักกลืนแสงของ
 สารสกัดสีแดงของ *Monascus purpureus* TISTR 3090