สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การเก็บตัวอย่าง การแยกเส้นใยให้บริสุทธิ์และการจัดจำแนกเห็ดกลุ่มฟอกขาวจากจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย

4.1.1 การเก็บตัวอย่างเห็ด

จากการทดลองทำการเก็บตัวอย่างเห็ดในกลุ่มราฟอกขาวตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2550 ในพื้นที่ 13 จังหวัด และนำตัวอย่างราฟอกขาวที่เก็บได้มาทำการแยกเส้นใยเพื่อให้ได้เส้นใยที่บริสุทธิ์ พบว่าสามารถแยกตัวอย่างเห็ดฟอกขาวได้ทั้งหมด 35 สายพันธุ์ เก็บตัวอย่างได้จากจังหวัดต่างๆ ได้แก่ กรุงเทพมหานคร 8 สายพันธุ์ จังหวัดเชียงใหม่ 1 สายพันธุ์ จังหวัดชลบุรี 3 สายพันธุ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช 2 สายพันธุ์ จังหวัดนครราชสีมา 4 สายพันธุ์ จังหวัดนครสวรรค์ 1 สายพันธุ์ จังหวัดนนทบุรี 2 สายพันธุ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 4 สายพันธุ์ จังหวัดปราจีนบุรี 2 สายพันธุ์ จังหวัดสระบุรี 3 สายพันธุ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี 2 สายพันธุ์ จังหวัดสุพรรณบุรี 2 สายพันธุ์ และจังหวัดสมุทรสาคร 1 สายพันธุ์ ผลการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดราได้แสดงไว้ในตารางที่ 4

4.1.2 การแยกเส้นใยเห็ดให้บริสุทธิ์

ตัวอย่างเห็ดในกลุ่มราฟอกขาวที่ทำการเก็บตัวอย่างและทำการแยกเส้นใยให้บริสุทธิ์ได้ทั้งหมด 35 ตัวอย่าง พบว่าลักษณะเส้นใยส่วนใหญ่มีสีขาวและมีเพียงสายพันธุ์เดียวที่มีสีส้ม คือ สายพันธุ์ที่แยกได้จากจังหวัดเชียงใหม่ เมื่อทำการแยกเส้นใยให้บริสุทธิ์แล้วนั้น นำมาเก็บรักษาในน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะเก็บรักษาได้นาน 2 ปี เพื่อนำไปใช้เป็นหัวเชื้อสำหรับการผลิตเอนไซม์ต่อไป

I 36878849

4.1.3 การจำแนกเห็ด

4.1.3.1 การจำแนกเห็ดโดยวิธีการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา

จากการทดลองเมื่อทำการแยกเส้นใยราฟอกขาวให้บริสุทธิ์ได้แล้วนั้นจึงนำราฟอกขาวทั้ง 35 สายพันธุ์ มาทำการจัดจำแนก โดยวิธีการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกลุ่มราฟอกขาว โดยดูจากสัณฐานวิทยาภายนอกเช่น ลักษณะดอกเห็ด เนื้อเยื่อ ลักษณะการมีก้านหรือไม่มีก้าน ลักษณะชั้นของเนื้อเยื่อ สีของเนื้อเยื่อ รูใต้ดอก และการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เช่น ลักษณะของสปอร์ สีของสปอร์ และระบบของเส้นใย

ตารางที่ 4 ชนิดพันธุ์เห็ดราฟอกขาวที่เก็บได้จากท้องที่จังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย

No.	Scientific Name (Family)	Code No.	Collection Date	Host/ Substrate	Locality (Province)
1.	*Phellenus pachyphlocus* (Pat.) Pat. (Hymenochaetaceae)	BKK1	09/02/2007	Delonix regia (Bojer ex Hk.) Raf. (หางนกยูงฝรั่ง)	Bangkok
2.	*Ganoderma* lucidum (Curt. ex Fr.) Karst (Ganodermataceae)	BKK2	20/04/2007	*Casuarina equisetifolia* J.R. & G. Forst.สนทะเล	Bangkok
3.	*Ganoderma* lucidum (Curt. ex Fr.) Karst (Ganodermataceae)	BKK3	20/04/2007	*Delonix regia* (Bojer ex Hk.) Raf. (หางนกยูงฝรั่ง)	Bangkok
4.	*Ganoderma* australe (Fr.) Pat. (Ganodermataceae)	BKK4	24/04/2007	Unknown Angiosperm	Bangkok

ตารางที่ 4 ชนิดพันธุ์เห็ดราฟอกขาวที่เก็บได้จากท้องที่จังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Scientific Name (Family)	Code No.	Collection Date	Host/ Substrate	Locality (Province)
5.	*Phellinus robustus* (Mont.) Murrill (Hymenochaetaceae)	BKK5	05/07/2007	*Casuarina junghuhniana* Miq. (สนประดิพัทธ์)	Bangkok
6.	*Ganodrma lucidum* (Curt. ex Fr.) Karst (Ganodermataceae)	BKK6	05/07/2007	*Lagerstroemia speciosa*(L.)Pers. (อินทะนิลน้ำ)	Bangkok
7.	*Heterobasidion annosum* (Murrill)Ryvarden (Bondarzewiaceae)	BKK7	09/10/2007	Unknown Angiosperm (on dead stump)	Bangkok
8.	*Earliella scabrosa* (Pers.) Gilbn. & Ryv. (Polyporaceae)	BKK8	12/10/2007	*Wrightia arborea* (Dennst.)Mabb. (โมกน้อย)	Bangkok
9.	*Pycnoporus sanguineus* (L. ex Fr.) Murr. (Polyporaceae)	CM1	20/09/2007	Unknown Angiosperm (on dead log)	Chiang Mai
10.	*Ganoderma lucidum* (Curt. ex Fr.) Karst (Ganodermataceae)	CB1	06/05/2007	Unknown Angiosperm (on dead stump)	Chon Buri

ตารางที่ 4 ชนิดพันธุ์เห็ดราฟอกขาวที่เก็บได้จากท้องที่จังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Scientific Name (Family)	Code No.	Collection Date	Host/ Substrate	Locality (Province)
11.	*Ganoderma* australe (Fr.) Pat. (Ganodermataceae)	CB2	06/05/2007	Unknown Angiosperm (on dead stump)	Chon Buri
12.	*Ganoderma* australe (Fr.) Pat. (Ganodermataceae)	CB3	06/05/2007	Unknown Angiosperm (on dead stump)	Chon Buri
13.	*Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat (Ganodermataceae)	NK1	12/10/2007	Unknown (on dead stump)	Nakhon Si Thammarat
14.	*Ganoderma* australe (Fr.) Pat. (Ganodermataceae)	NK2	12/10/2007	Unknown Angiosperm (on dead stump)	Nakhon Si Thammarat
15.	*Phellinus rimosus* (Berk.) Pilat (Hymenochaetaceae)	NRM1	21/06/2007	*Shorea obtuse* Wall.ex Blume (เต็ง)	Nakhon Ratchasima
16.	*Trametes elegans* (Spreng. ex Fr.) Fr. (Polyporaceae)	NRM2	21/06/2007	Unknown Angiosperm (on dead log)	Nakhon Ratchasima

ตารางที่ 4 ชนิดพันธุ์เห็ดราฟอกขาวที่เก็บได้จากท้องที่จังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Scientific Name (Family)	Code No.	Collection Date	Host/ Substrate	Locality (Province)
17.	*Amorderma infunailiform* (Fr.) Pat. (Ganodermataceae)	NRM3	21/06/2007	*Hopea ferrea* Laness. (ตะเคียนหิน)	Nakhon Ratchasima
18.	*Ganoderma lucidum* (Curt. ex Fr.) Karst (Ganodermataceae)	NRM4	21/06/2007	Unknown Angiosperm (on dead stump)	Nakhon Ratchasima
19.	*Schizophyllum Commune* (Fr.) (Schizophyllaceae)	NS1	30/07/2007	Unknown Angiosperm (on dead log)	Nakhon Sawan
20.	*Ganoderma bonense* (Pat.) (syn. G. orbiform) (Fr.) Ryvarden (Ganodermataceae)	NB1	13/06/2007	*Cocas nucifera* L. var. nucifera (มะพร้าว)	Nonthaburi
21.	*Ganoderma lucidum* (Curt. ex Fr.) Karst (Ganodermataceae)	NB2	13/06/2007	*Acacia concinna* (Willd.) DC. (ส้มป่อย)	Nonthaburi
22.	*Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. (Ganodermataceae)	PC1	07/02/2007	*Cocos nucifera* L. Var. *nucifera* (มะพร้าว) (on dead stump)	Prachuap Khiri Khan

ตารางที่ 4 ชนิดพันธุ์เห็ดราฟอกขาวที่เก็บได้จากท้องที่จังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Scientific Name (Family)	Code No.	Collection Date	Host/ Substrate	Locality (Province)
23.	*Ganoderma australe* (Fr.) Pat. (Ganodermataceae)	PC2	07/02/2007	*Cocos nucifera* L. Var. *nucifera* (มะพร้าว) (on dead stump)	Prachuap Khiri Khan
24.	*Schizophyllum Commune* (Fr.) (Schizophyllaceae)	PC3	07/02/2007	Unknown Angiosperm (on dead bark)	Prachuap Khiri Khan
25.	*Schizophyllum Commune* (Fr.) (Schizophyllaceae)	PC4	07/02/2007	*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A. Juss.) Mull.Arg. (ยางพารา)	Prachuap Khiri Khan
26.	*Ganoderma lucidum* (Curt. ex Fr.) Karst (Ganodermataceae)	PB1	25/08/2007	Unknown Angiosperm (on dead stump)	Prachin Buri
27.	*Ganoderma lobatum* (Schw.) Atk. (Ganodermataceae)	PB2	25/08/2007	Unknown Angiosperm (on dead stump)	Prachin Buri
28.	*Ganoderma lucidum* (Curt. ex Fr.) Karst (Ganodermataceae)	SB1	13/06/2007	*Tamarindus indica* L. (มะขาม)	Saraburi

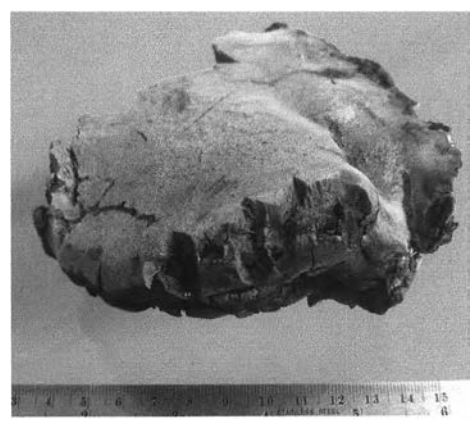
ตารางที่ 4 ชนิดพันธุ์เห็ดราฟอกขาวที่เก็บได้จากท้องที่จังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Scientific Name (Family)	Code No.	Collection Date	Host/ Substrate	Locality (Province)
29.	*Ganoderma lucidum* (Curt. ex Fr.) Karst (Ganodermataceae)	SB1	13/06/2007	*Bombax ceiba* L. (งิ้ว)	Saraburi
30.	*Schizophyllum Commune* (Fr.) (Schizophyllaceae)	SB3	13/06/2007	Unknown Angiosperm (on dead log)	Saraburi
31.	*Ganoderma Sichuanense* (J.D. Zhao & X. Q. Zhang) (Ganodermataceae)	SR1	12/04/2007	Unknown Angiosperm (on dead stump)	Surat Thani
32.	*Phellinus orientalis* Bond. et Herr. (Hymenochaetaceae)	SR2	12/04/2007	*Ficus religiosa* L. (โพศรีมหาโพ)	Surat Thani
33.	*Ganoderma australe* (Fr.) Pat. (Ganodermataceae)	SP1	14/05/2007	*Cocos nucifera* L. Var. *nucifera* (มะพร้าว) (on dead stump)	Suphan Buri
34.	*Ganoderma australe* (Fr.) Pat. (Ganodermataceae)	SP2	14/05/2007	Unknown Angiosperm (on dead stump)	Suphan Buri

ตารางที่ 4 ชนิดพันธุ์เห็ดราฟอกขาวที่เก็บได้จากท้องที่จังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Scientific Name (Family)	Code No.	Collection Date	Host/ Substrate	Locality (Province)
35.	*Trametes cervina* (Schw.) Bres. (Polyporaceae)	SK1	07/02/2007	Unknown Angiosperm (on dead stump)	Samut Sakhon

Phellinus pachyphloeus **(Pat.)Pat. BKK1**



ภาพที่ 6 ลักษณะดอกเห็ด *Phellinus pachyphloeus* (BKK1)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ลักษณะดอกมีลักษณะคล้ายกีบม้า ผิวด้านบนมีสีดำ เป็นรอยแตก ผิวดอกด้านล่างมีสีน้ำตาลค่อนไปทางสีเหลือง ดอกมีลักษณะคล้ายเนื้อไม้ มีความแข็ง ลักษณะดอกหนาประมาณ 10.0 เซนติเมตร ความกว้างของดอกประมาณ 11.0 เซนติเมตร ลักษณะรูใต้ดอกมีลักษณะค่อนข้างกลมและเล็กมีขนาด 8.0-10.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 6)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

สปอร์มีลักษณะกลม ไม่มีสีถึงสีน้ำตาลอ่อน ผิวสปอร์บาง เรียบ มีขนาดกว้าง 4.0 ไมโครเมตร ยาว 5.0 ไมโครเมตร (4.0x5.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): dimitic

Ganoderma lucidum (Curt. ex Fr.) Karst. BKK2

ภาพที่ 7 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma* lucidum (BKK2)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ดอกมีลักษณะมีสีน้ำตาล ผิวดอกเป็นมันวาว มีก้าน ดอกมีลักษณะนิ่ม ก้านดอกอยู่ด้านข้าง ก้านดอกยาวประมาณ 3.0 เซนติเมตร ดอกมีขนาดกว้าง 6.5 เซนติเมตร ยาว 5.0 เซนติเมตร ดอกมี 2 ชั้น ชั้นบนมีน้ำตาลเข้มหนา 0.3 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีน้ำตาลอ่อนหนา 0.7 เซนติเมตร รูใต้ดอกกลมมีขนาด 4.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 7)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์หัวตัด มีสีน้ำตาลผนังสปอร์สองชั้น ด้านในมีหนามผิวไม่เรียบ ผนังสปอร์มีสีน้ำตาล ขนาดสปอร์ ยาว 10.0 ไมโครเมตร กว้าง 7.0 ไมโครเมตร (10.0 x 7.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma lucidum (Curt. ex Fr.) Karst. BKK3

ภาพที่ 8 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma lucidum* (BKK3)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

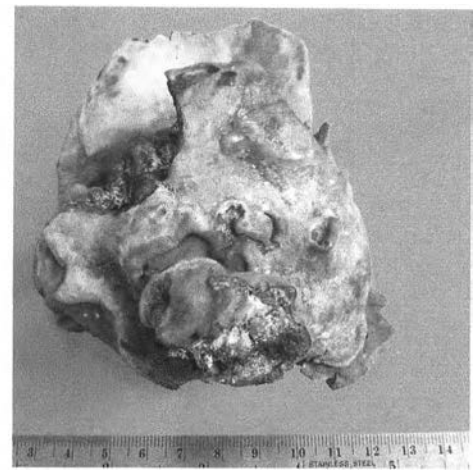
ลักษณะดอกมีสีน้ำตาล มันวาว นิ่ม คล้ายพัด ไม่มีก้านดอก ดอกมีขนาดกว้าง 9.0 เซนติเมตร ยาว 8.0 เซนติเมตร ลักษณะดอกเป็นสองชั้น ชั้นบนมีสีน้ำตาลเข้มหนา 0.2 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีน้ำตาลอ่อนหนา 0.7 เซนติเมตร ขนาดรูใต้ดอกมีลักษณะกลมขนาด 4.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 8)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์ใสไม่มีสี ผนังชั้นนอกใส ไม่มีสี ผนังเรียบ ชั้นในสีน้ำตาล มีหนาม ขนาดสปอร์กว้าง 8.0 ไมโครเมตร ยาว 6.0 ไมโครเมตร (8.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (hyphal system): trimitic

Ganoderma australe (Fr.) Pat. BKK 4



ภาพที่ 9 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma australe* (BKK4)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

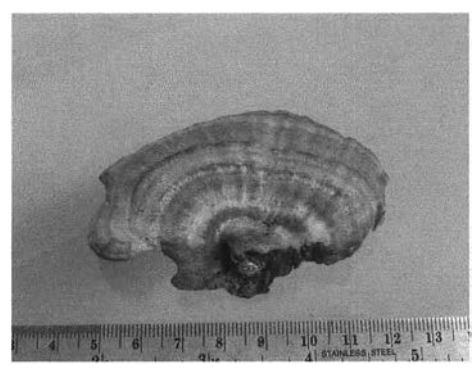
ลักษณะดอก มีสีน้ำตาล เมื่ออ่อนเนื้อดอกจะนิ่ม ผิวดอกไม่เรียบ ไม่มีก้านดอก ขนาดดอกหนาซ้อนทับกันของเนื้อดอกเป็นเนื้อเดียวกัน ขนาดของดอกมีความกว้าง 7.0-8.0 เซนติเมตร ยาว 11.0-12.0 เซนติเมตร รูใต้ดอกมีขนาด 3.0-4.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 9)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์มีสีน้ำตาล ภายในสปอร์มีลักษณะเป็นหนาม ผนังสปอร์สองชั้น มีขนาดยาว 10.0 ไมโครเมตร กว้าง 6.0 ไมโครเมตร (10.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Phellinus robustus (Mont.) Murrill. BKK5



ภาพที่ 10 ลักษณะดอกเห็ด *Phellinus robustus* (BKK5)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

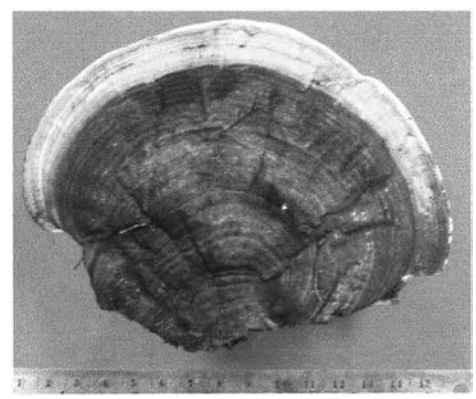
ลักษณะดอก ดอกมีลักษณะสีน้ำตาลถึงเทา ลักษณะคล้ายพัด ก้านดอกอยู่ตรงกลาง ก้านดอกสั้น ผิวดอกมีลักษณะคล้ายกำมะหยี่ แบ่งเป็นชั้นๆ ดอกมีขนาดกว้าง 7.0 เซนติเมตร ยาว 6.0 เซนติเมตร ดอกมีชั้นเดียวหนา 5.0 มิลลิเมตร ลักษณะรูใต้ดอกค่อนข้างกลมขนาดรูใต้ดอก 8.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 10)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์มีขนาดเล็ก ใส ไม่มีสี ผิวสปอร์บางเรียบ ลักษณะสปอร์ค่อนข้างกลม ขนาดสปอร์ยาว 10.0 ไมโครเมตร กว้าง 4.0 ไมโครเมตร (10.0 x 4.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (hyphal system): dimitic

Ganoderma lucidum (Curt. ex Fr.) Karst. BKK6



ภาพที่ 11 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma lucidum* (BKK6)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

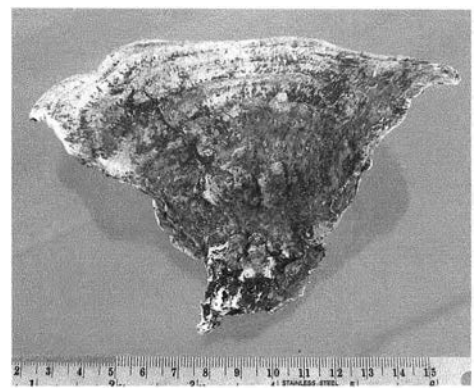
ดอกมีลักษณะอ่อน นิ่ม มีสีน้ำตาลจนถึงเหลือง ขอบมีสีขาวแต่เมื่อแห้งจะเป็นสีเหลือง ลักษณะดอกเป็นมันวาว ก้านดอกยาวประมาณ 1.0-3.0 เซนติเมตร ความกว้างของดอกประมาณ 9.0 -10.0 เซนติเมตร ดอกมี 2 ชั้น ด้านบนหนาประมาณ 0.2–0.3 เซนติเมตร ด้านล่างหนาประมาณ 0.5–1.0 เซนติเมตร รูใต้ดอกมีลักษณะกลมประมาณ 4.0 –5.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 11)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์เป็น 2 ชั้น ชั้นนอกใส ชั้นในมีสีน้ำตาล ภายในมีลักษณะเป็นหนาม ผิวเรียบ ลักษณะสปอร์เป็นแบบกลมค่อนข้างรี ขนาดสปอร์ยาว 4.0 ไมโครเมตร กว้าง 6.0 ไมโครเมตร (4.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Heterobasidion annosum (Murrill)Ryvarden. BKK7



ภาพที่ 12 ลักษณะดอกเห็ด *Heterobasidion annosum* (BKK7)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

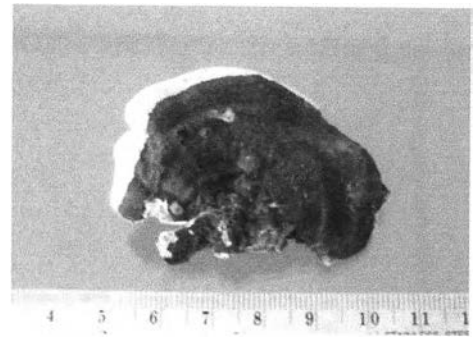
ลักษณะดอกมีสีขาวอมเหลือง ดอกมีความแข็ง ไม่มีก้านดอก ผิวดอกเป็นรอยคลื่น หยัก ผิวไม่เรียบ ความกว้างของดอก 13.0 -14.0 เซนติเมตร ดอกมีชั้นเดียว รูใต้ดอกมีลักษณะกลม 5-6 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 12)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์ ใส ผิวเรียบ ลักษณะสปอร์กลม หรือเป็นรูปไข่ ขนาดสปอร์กว้าง 5.0 ไมโครเมตร ยาว 6.0 ไมโครเมตร (5.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): dimitic

Earliella scabrosa (Pers.) Gilbn. & Ryv. BKK8



ภาพที่ 13 ลักษณะดอกเห็ด *Earliella scabrosa* (BKK8)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ดอกมีลักษณะบาง คล้ายพัดมีขอบ 2 ชั้น ชั้นในมีสีน้ำตาลเข้ม ขอบชั้นนอกมีสีขาว ดอกกว้าง 8.5 เซนติเมตร ยาว 6.0 เซนติเมตร รูใต้ดอกมีลักษณะแบบ angular ถึง Semi-daedaleoid ขนาดรูใต้ดอก 2.0-3.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 13)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์เป็นทรงรี ผนังสปอร์บาง ใส ไม่มีสี ขนาดสปอร์ กว้าง 3.0 ไมโครเมตร ยาว 8.0 ไมโครเมตร (3.0 x 8.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (hyphal system): trimitic

Pycnoporus sanguineus (L. ex Fr.) Murr. CM1

ภาพที่ 14 ลักษณะดอกเห็ด *Pycnoporus sanguineus* (CM1)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ลักษณะดอกเป็นเห็ดที่มีลักษณะโครงสร้างคล้ายหิ้ง ด้านบนผิวมีสีส้มปนสีแดง ด้านบนผิวเรียบหรือขรุขระเล็กน้อย มีขอบเป็นวงหลายชั้น (zonate) บริเวณขอบเป็นลอนหรือคลื่น ไม่มี

ก้านดอก ดอกมีขนาดกว้าง 5.0 เซนติเมตร ยาว 10.0 เซนติเมตร ดอกมีชั้นเดียวหนา 3.0 มิลลิเมตร รูใต้ดอกมีลักษณะค่อนข้างกลมขนาด 4.0-5.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 14)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์เป็นทรงกระบอกรี ใส ชั้นเดียวขนาดสปอร์ ยาว 4.0 ไมโครเมตร กว้าง 2.0 ไมโครเมตร (4.0 x 2.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (hyphal system): dimitic

Ganoderma lucidum (Curt. ex Fr.) Karst CB1

ภาพที่ 15 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma lucidum* (CB1)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ลักษณะดอกมีผิวนิ่มด้านบนผิวเป็นมันวาว ไม่มีก้านดอก ดอกมีขนาดกว้าง 7.0-8.0 เซนติเมตร ยาว 5.5-6.0 เซนติเมตร ลักษณะดอกมีสองชั้น ด้านบนมีสีน้ำตาลเข้มหนา 1.0 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีน้ำตาลอ่อน 0.3-0.5 เซนติเมตร ขนาดรูใต้ดอก 3.0-4.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 15)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์มีสีน้ำตาลหัวตัดทรงรีสองชั้น มีหนามด้านในสปอร์ ขนาดยาว 8.0 ไมโครเมตร กว้าง 6.0 ไมโครเมตร (8.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma australe (Fr.) Pat. CB 2

ภาพที่ 16 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma australe* (CB2)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ดอกมีสีน้ำตาลเข้มผิวด้านบนไม่เป็นมันวาว ผิวมีลักษณะเป็นคลื่นมีก้านดอกยาว 2.0 เซนติเมตร ดอกกว้างประมาณ 10.5 เซนติเมตร ยาว 7.0 เซนติเมตร ดอกมีสองชั้น ชั้นบนมีสีน้ำตาลเข้มหนา 0.5 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีน้ำตาลอ่อนหนา 0.2 เซนติเมตร รูใต้ดอกมีขนาด 3.0-4.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 16)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

สปอร์หัวตัดทรงรี มีสีน้ำตาลสองชั้น ด้านในสปอร์ มีหนามใส ขนาดยาว 8.0 ไมโครเมตร กว้าง 6.0 ไมโครเมตร (8.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma australe (Fr.) pat. CB3

ภาพที่ 17 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma australe* (CB3)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ลักษณะดอกมีความแข็ง สีน้ำตาล ผิวไม่มันและไม่เรียบเป็นชั้นเรียงกันเป็นขอบ ไม่มีก้าน ดอกมีขนาดกว้าง 6.0 เซนติเมตร ยาว 7.0 เซนติเมตร ดอกมีสองชั้น ชั้นบนมีสีน้ำตาลเข้มหนา 0.5 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีน้ำตาลอ่อนหนา 0.2 เซนติเมตร รูใต้ดอกมีขนาด 3.0-4.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 17)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

สปอร์หัวตัดทรงรี มีสีน้ำตาลสองชั้น ด้านในสปอร์ มีหนามใส ขนาดยาว 8.0 ไมโครเมตร กว้าง 6.0 ไมโครเมตร (8.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma applanatum (Pers.) pat. NK1

ภาพที่ 18 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma applanatum* (NK1)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ลักษณะดอกมีสีน้ำตาล เนื้อดอกมีความแข็ง ไม่มีก้านดอก ดอกไม่มันวาว มีลักษณะเป็นรอยหยัก ดอกมีขนาดกว้างประมาณ 14.0-15.0 เซนติเมตร ยาว 10.0-11.0 เซนติเมตร ลักษณะดอกมีชั้นเดียว รูใต้ดอกมีลักษณะกลมขนาด 5.0-6.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 18)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

สปอร์มีสีน้ำตาล ใส ผนังสปอร์หนา มีลักษณะกลมปลายค่อนข้างรี สปอร์มีขนาดยาว 8.0 ไมโครเมตร กว้าง 4.0 ไมโครเมตร (8.0 x 4.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma australe (Pers.) pat. NK2

ภาพที่ 19 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma australe* (NK2)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

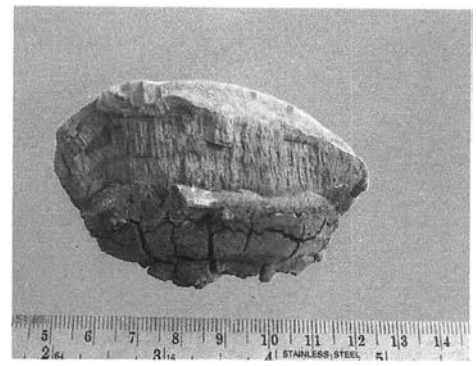
ลักษณะดอกมีสีน้ำตาล เนื้อดอกมีความแข็ง ดอกมีลักษณะเป็นชั้นๆ มีรอยหยัก ดอกมีขนาดความกว้าง 7.0-8.0 เซนติเมตร ยาว 4.5 เซนติเมตร ก้านดอกมีลักษณะสั้นประมาณ 2.0 เซนติเมตร ดอกมีลักษณะคล้ายพัด ดอกมีสองชั้น ชั้นบนมีสีน้ำตาลหนา 0.3-0.5 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีน้ำตาลเข้มหนา 0.5 เซนติเมตร ขนาดรูใต้ดอก 4.0-5.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 19)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์มีสองชั้นแบบ ovoid หัวตัด มีสีน้ำตาล ขนาดสปอร์ยาว 10.0 ไมโครเมตร กว้าง 6.0 ไมโครเมตร (10.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Phellinus rimosus (Pat.) NRM1



ภาพที่ 20 ลักษณะดอกเห็ด *Phellinus rimosus* (NRM1)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

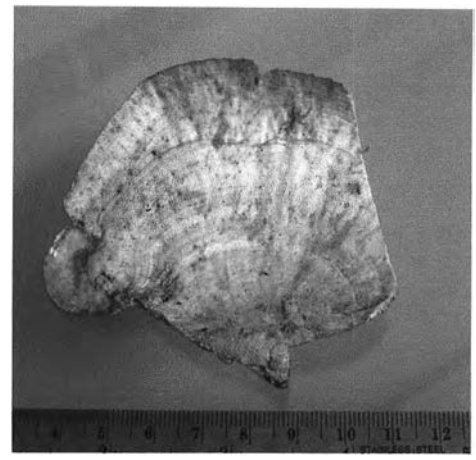
ดอกมีลักษณะแข็ง หนา มีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ ไม่มีก้านดอก ผิวด้านบนไม่เรียบ มีรอยแตก เนื้อดอกมีสีน้ำตาลถึงเหลือง ขนาดดอกกว้างประมาณ 6.0 เซนติเมตร ยาว 5.0 เซนติเมตร ลักษณะรูใต้ดอก ค่อนข้างกลม ขนาดรูใต้ดอก 4.0-5.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 20)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์ค่อนข้างกลม สีน้ำตาล ผิวสปอร์หนา ขนาดสปอร์กว้าง 6.0 ไมโครเมตร ยาว 5.0 ไมโครเมตร (6.0 x 5.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): dimitic

Trametes elegans (Spreng. Fr.) NRM2



ภาพที่ 21 ลักษณะดอกเห็ด *Trametes elegans* (NRM2)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

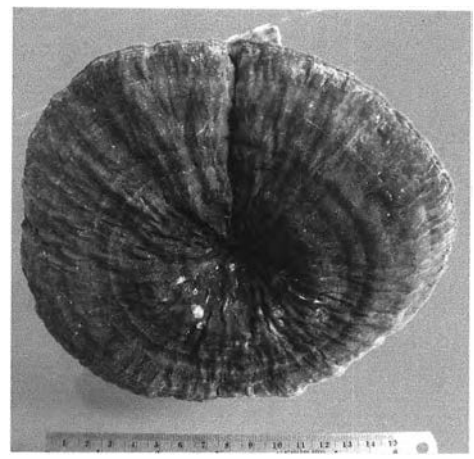
ดอกมีสีขาว บาง ผิวดอกเรียบ มีโซนรอบดอก ดอกมีลักษณะคล้ายพัด ไม่มีก้านดอก ดอกมีขนาดกว้าง 8.0 เซนติเมตร ยาว 6.5 เซนติเมตร ดอกมีชั้นเดียว รูใต้ดอกค่อนข้างกลม ขนาด 2.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 21)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์ใส ไม่มีสี ชั้นเดียว ผนังสปอร์บาง ลักษณะสปอร์เป็นทรงรี ขนาดสปอร์ยาว 6.0 ไมโครเมตร กว้าง 2.0 ไมโครเมตร (6.0 x 2.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimiti

Amuroderma infunaibuliforme (Fr.) Pat. NRM3



ภาพที่ 22 ลักษณะดอกเห็ด *Amuroderma infunaibuliforme* (NRM3)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ลักษณะดอกมีสีดำ แข็ง ก้านดอกอยู่ตรงกลาง ลักษณะดอกเป็นถ้วย ก้านดอกยาวประมาณ 5.0-10.0 เซนติเมตร ก้านดอกมีลักษณะกลม ดอกมีความกว้างประมาณ 8.0-10.0 เซนติเมตร ดอกมี 2 ชั้น ชั้นบนมีสีน้ำตาลอ่อนหนาประมาณ 0.3-0.5 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีน้ำตาลเข้มหนาประมาณ 0.5-0.7 เซนติเมตร รูใต้ดอกประมาณ 5.0-6.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 22)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์ ใส ไม่มีสี ผนังสปอร์บาง ผิวเรียบ ขนาดสปอร์ยาว 6.0 ไมโครเมตร กว้าง 4.5 ไมโครเมตร (6.0 x 4.5 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma lucidum (Curt. ex Fr.) Karst. NRM4

ภาพที่ 23 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma lucidum* (NRM4)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

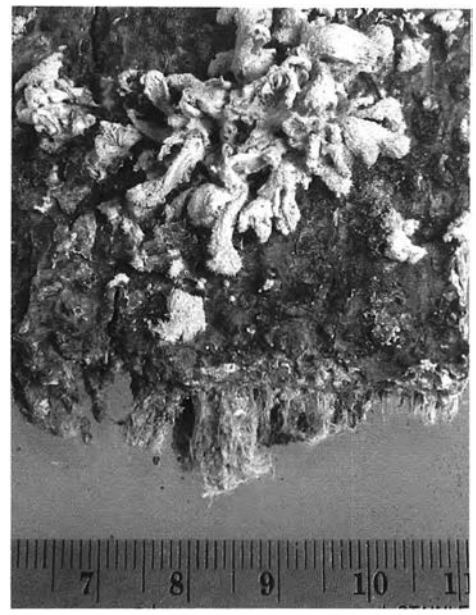
ลักษณะของดอกเห็ด มีสีน้ำตาลอ่อน ผิวดอกเป็นชั้นๆ เป็นมันวาว ความกว้างของดอกประมาณ 9.0-10.0 เซนติเมตร ก้านดอกยาวประมาณ 3.0-5.0 เซนติเมตร ดอกมี 2 ชั้น ชั้นบนมีสีน้ำตาลเข้มหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร ชั้นล่างหนาประมาณ 0.5-0.7 เซนติเมตร มีสีน้ำตาลอ่อน รูใต้ดอกประมาณ 3.0- 5.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 23)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ผนังสปอร์เรียบมีสีน้ำตาล ภายในสปอร์มีหนาม ขนาดสปอร์ยาวประมาณ 8.0 ไมโครเมตร กว้าง 4.0 ไมโครเมตร (8.0 x 4.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Schizophyllum commune (Fr.) NS1



ภาพที่ 24 ลักษณะดอกเห็ด *Schizophyllum commune* (NS1)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ลักษณะดอกเห็ดมีลักษณะคล้ายตีนตุ๊กแก เจริญเป็นกลุ่มๆ ดอกมีขนาดเล็ก สีขาว เป็นกำมะหยี่ มีก้านดอกสั้น ลักษณะใต้ดอกเป็นแบบครีบ ปลายดอกเป็นรอยหยัก ขนาดดอกประมาณ 1.0-1.5 เซนติเมตร (ภาพที่ 24)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

สปอร์มีลักษณะเป็นรูปรี มีสีใส ผนังสปอร์หนา ขนาดสปอร์ยาว 10.0 ไมโครเมตร กว้าง 4.0 ไมโครเมตร (10.0 x 4.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma boninence (Fr.) Ryvarden. NB1

ภาพที่ 25 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma boninence* (NB1)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

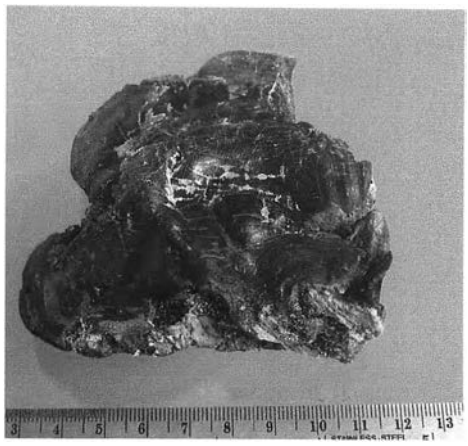
ลักษณะดอกมีสีน้ำตาล มีผิวแข็ง ผิวดอกเป็นสันนูน คล้ายคลื่น ไม่มีก้านดอก ความกว้างของดอก 14.5-15.0 เซนติเมตร ยาวประมาณ 8.0-9.0 เซนติเมตร ดอกมีลักษณะเป็นสองชั้น ชั้นบนมีสีน้ำตาลเข้มหนาประมาณ 0.5-0.6 เซนติเมตร ชั้นล่างหนา 0.5-0.6 เซนติเมตร ขนาดของรูใต้ดอกมี 2.0-3.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 25)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์มีสีน้ำตาล ทรงรี มีสองชั้น ใส ขนาดสปอร์ ยาว 10.0 ไมโครเมตร กว้าง 6.0 ไมโครเมตร (10.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma lucidum (Curt. ex Fr.) Karst. NB2



ภาพที่ 26 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma lucidum* (NB2)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ลักษณะดอกมีสีน้ำตาล ผิวเรียบ เป็นมันวาว ไม่มีก้านดอก ขนาดของดอกมีความกว้าง 9.0-9.5 เซนติเมตร ยาว 9.0-9.5 เซนติเมตร ลักษณะดอกมีสองชั้น ชั้นบนมีสีน้ำตาลเข้มหนา 0.2-0.3 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีอ่อนหนา 1.0-1.4 เซนติเมตร รูใต้ดอกมีลักษณะกลมขนาด 3.0-4.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 26)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์มีสีน้ำตาล ด้านในมีหนาม สปอร์มีสองชั้น มีขนาดยาว 8.0 ไมโครเมตร กว้าง 6.0 ไมโครเมตร (8.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma applanatum (Pers.) Pat. PC1

ภาพที่ 27 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma applanatum* (PC1)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

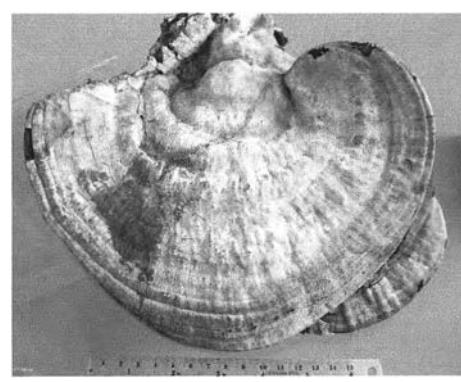
ดอกมีลักษณะแข็ง มีสีน้ำตาล เข้ม ผิวดอกไม่มันวาว ไม่มีก้านดอกสั้น ความกว้างของดอกประมาณ 25.0 เซนติเมตร ยาวประมาณ 15.0 เซนติเมตร ดอกมีสองชั้น ชั้นบนมีสีน้ำตาลเข้ม หนา 0.5 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีน้ำตาลอ่อนหนา 1.5 เซนติเมตร ลักษณะรูใต้ดอกมีขนาดกลม 4.0–5.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 27)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์เป็นแบบกลมรี สองชั้น ชั้นนอกใสไม่มีสี ชั้นในเป็นสีน้ำตาล ภายในสปอร์มีลักษณะเป็นหนาม ขนาดสปอร์ยาว 8.0 ไมโครเมตร กว้าง 6.0 ไมโครเมตร (8.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma australe (Fr.)Pat. PC2



ภาพที่ 28 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma australe* (PC2)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ดอกมีลักษณะแข็ง มีสีน้ำตาล เข้ม ผิวดอกไม่มันวาว ก้านดอกสั้น ความกว้างของดอกประมาณ 20.0 เซนติเมตร ยาวประมาณ 15.0 เซนติเมตร ดอกมีสองชั้น ชั้นบนมีสีน้ำตาลเข้ม หนา 0.5 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีน้ำตาลอ่อน หนา 1.5 เซนติเมตร ลักษณะรูใต้ดอกมีขนาดกลม 4.0-5.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 28)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์เป็นแบบกลมรี สองชั้น ชั้นนอกใสไม่มีสี ชั้นในเป็นสีน้ำตาล ภายในสปอร์มีลักษณะเป็นหนาม ขนาดสปอร์ยาว 8.0 ไมโครเมตร กว้าง 6.0 ไมโครเมตร (8.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Schizophyllum commune (Fr.) PC3

ภาพที่ 29 ลักษณะดอกเห็ด *Schizophyllum commune* (PC3)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

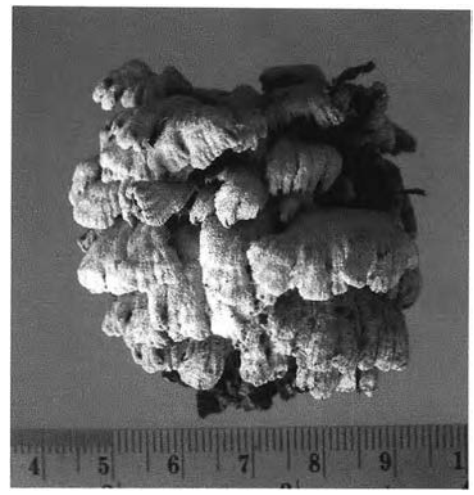
ลักษณะดอกมีสีขาว เจริญเป็นกลุ่มๆ บนขอนไม้ผุ ดอกมีลักษณะเล็กคล้ายตีนตุ๊กแก ดอกมีก้านสั้นๆ ขนาดดอกประมาณ 1.0–1.5 เซนติเมตร ใต้ดอกมีลักษณะเป็นกลีบปลายดอกจะมีลักษณะเป็นหยัก (ภาพที่ 29)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

สปอร์เป็นรูปทรงรี ใส ไม่มีสี ผนังสปอร์บาง ขนาดสปอร์กว้าง 2.0 ไมโครเมตร ยาว 6.0 ไมโครเมตร (2.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Schizophyllum commune (Fr.) PC4



ภาพที่ 30 ลักษณะดอกเห็ด *Schizophyllum commune* (PC4)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ลักษณะดอกเห็ดมีลักษณะคล้ายตีนตุ๊กแก เจริญเป็นกลุ่มๆ ดอกมีขนาดเล็ก สีขาว เป็นกำมะหยี่ มีก้านดอกสั้น ลักษณะใต้ดอกเป็นแบบครีบ ปลายดอกจะเป็นรอยหยัก ขนาดดอกประมาณ 1.0-1.5 เซนติเมตร (ภาพที่ 30)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

สปอร์มีลักษณะเป็นรูปรี มีสีใส ผนังสปอร์หนา ขนาดสปอร์ยาว 10.0 ไมโครเมตร กว้าง 4.0 ไมโครเมตร (10.0 x 4.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma lucidum (Curt. ex Fr.) Karst. PB1

ภาพที่ 31 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma lucidum* (PB1)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ดอกมีลักษณะอ่อนนิ่ม สีเหลืองเป็นก้อนกลมเป็นมันวาว เนื้อด้านในดอกมีลักษณะคล้ายกับกำมะหยี่มีสีน้ำตาลเข้ม ขนาดดอกมีความกว้าง 5.0 เซนติเมตร ยาว 6.0 เซนติเมตร รูใต้ดอกมีขนาด 4.0-5.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 31)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์มีสีน้ำตาล 2 ชั้น ภายในมีลักษณะเป็นหนาม มีสีน้ำตาล ขนาดของสปอร์ยาว 8.0 ไมโครเมตร กว้าง 6.0 ไมโครเมตร (8.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma lobatum (schw.)(Atk.) PB2

ภาพที่ 32 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma lobatum* (PB2)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

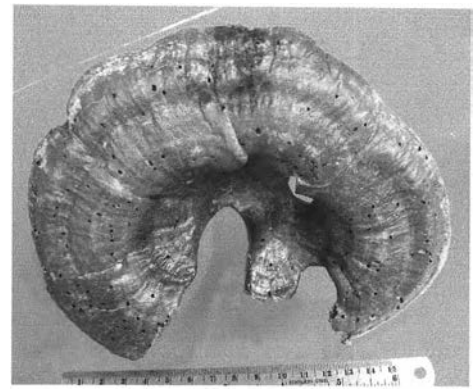
ดอกมีสีน้ำตาลมีขอบดอกสีขาวดอกมีความแข็งและจะมีดอกใหม่เจริญขึ้นซ้อนทับดอกเก่าไม่มีก้านดอก ดอกใหม่ที่เจริญขึ้นมาซ้อนทับกันสามชั้น ขนาดดอกประมาณ 2.0-6.0 เซนติเมตร ด้านใต้ดอกมีสีขาว ดอกมีสองชั้น ชั้นบนมีสีน้ำตาลเข้มหนา 0.2 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีน้ำตาลอ่อนหนา 0.5 เซนติเมตร รูใต้ดอกมีขนาดขนาด 4.0-5.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 32)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์คล้ายไข่ ค่อนข้างกลม หัวสปอร์ตัด มีสีน้ำตาล สปอร์มีสองชั้น ชั้นในมีหนามขนาดสปอร์ยาว 10.0 ไมโครเมตร กว้าง 7.0 ไมโครเมตร (10.0 x 7.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma lucidum (Curt. ex Fr.) Karst. SB1



ภาพที่ 33 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma lucidum* (SB1)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ลักษณะดอกมีสีน้ำตาลอ่อน มันวาว มีก้านดอกอยู่ตรงกลางยาวประมาณ 4.0-5.0 เซนติเมตร ขนาดของดอกกว้างประมาณ 15.0-16.0 เซนติเมตร ยาวประมาณ 8.0-10.0 เซนติเมตร ดอกมีสองชั้นชั้นบนมีสีน้ำตาลอ่อนหนา 0.2 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีน้ำตาลเข้มหนา 0.3 เซนติเมตร ขนาดรูใต้ดอก ประมาณ 5.0-6.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 33)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์มีสีน้ำตาล 2 ชั้น ภายในมีลักษณะเป็นหนาม มีสีน้ำตาล ขนาดของสปอร์ยาว 6.0 ไมโครเมตร กว้าง 4.0 ไมโครเมตร (6.0 x 4.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma lucidum (Curt. ex Fr.) Karst. SB2

ภาพที่ 34 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma lucidum* (SB2)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

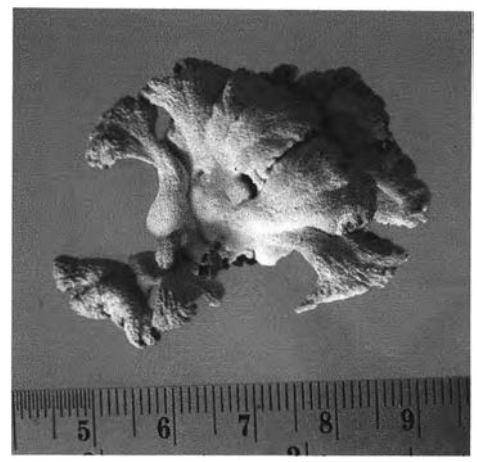
ลักษณะดอกมีสีน้ำตาลเข้มถึงมะฮอกกานี ผิวไม่เรียบ มันวาว ดอกมีลักษณะคล้ายพัด มีก้านดอกยาว 2.0-3.0 เซนติเมตร ความกว้างของดอกประมาณ 8.0-10.0 เซนติเมตร ยาว 5.0-6.0 เซนติเมตร ดอกมีสองชั้น ชั้นบนมีสีน้ำตาลอ่อนหนา 0.5 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีน้ำตาลเข้มหนา 0.8 เซนติเมตร รูใต้ดอกขนาด 3.0-5.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 34)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์มีสีน้ำตาล 2 ชั้น ภายในมีลักษณะเป็นหนาม มีสีน้ำตาล ขนาดของสปอร์ยาว 8.0 ไมโครเมตร กว้าง 6.0 ไมโครเมตร (8.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Schizophyllum commune (Fr.) SB3



ภาพที่ 35 ลักษณะดอกเห็ด *Schizophyllum commune* (SB3)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

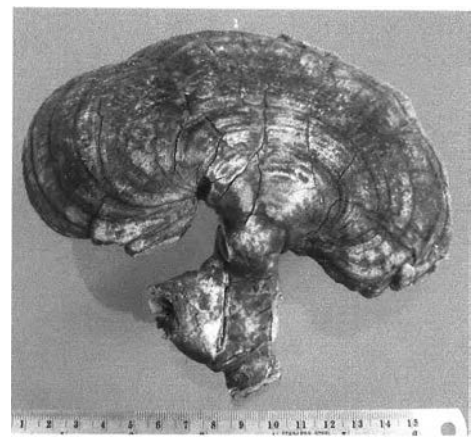
ลักษณะดอกเห็ดมีลักษณะคล้ายตีนตุ๊กแก เจริญเป็นกลุ่มๆ ดอกมีขนาดเล็ก สีขาว เป็นกำมะยี่ มีก้านดอกสั้น ลักษณะใต้ดอกเป็นแบบครีบ ปลายดอกจะเป็นรอยหยัก ขนาดดอกประมาณ 1.0-1.5 เซนติเมตร (ภาพที่ 35)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

สปอร์มีลักษณะเป็นรูปรี มีสีใส ผนังสปอร์หนา ขนาดสปอร์ยาว 10.0 ไมโครเมตร กว้าง 4.0 ไมโครเมตร (10.0 x 4.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma sichuanense (J.D. Zhao & X. Q. Zhang) SR1



ภาพที่ 36 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma sichuanense* (SR1)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ดอกมีลักษณะแข็ง มีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ ก้านดอกยาวประมาณ 6.0 เซนติเมตร ดอกมีลักษณะคล้ายพัด กว้าง 15.0 เซนติเมตร ยาว 10.0 เซนติเมตร หนา 1.0 เซนติเมตร ลักษณะดอกมี 2 ชั้น ชั้นบนหนา 0.5-0.7 เซนติเมตร มีสีน้ำตาล ชั้นล่างหนา 0.5 เซนติเมตร รูใต้ดอก 4.0-5.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 36)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์มีสีน้ำตาลเป็นแบบ oviform หัวตัด สปอร์ 2 ชั้น ผิวด้านนอกเรียบ ด้านในเป็นหนาม ขนาดสปอร์ยาว 6.0-8.0 ไมโครเมตร กว้าง 4.0-6.0 ไมโครเมตร (6.0-8.0 x 4.0-6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Phellinus orentalis Bond. et Herr. SR2

ภาพที่ 37 ลักษณะดอกเห็ด *Phellinus orentalis* (SR2)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ดอกมีลักษณะคล้ายเกือกม้า ผิวด้านบนดอกมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ เนื้อดอกด้านในมีสีเหลืองเข้ม ดอกไม่หนามาก ดอกมีความแข็ง ดอกมีขนาดกว้าง 7.0-8.0 เซนติเมตร ยาวประมาณ 4.0-5.0 เซนติเมตร ลักษณะรูใต้ดอกมีลักษณะค่อนข้างกลม และเล็กมีขนาด 3.0-5.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 37)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

สปอร์มีลักษณะค่อนข้างกลม ไม่มีสี ผิวสปอร์หนา เรียบ มีขนาดกว้าง 4.0 ไมโครเมตร ยาว 5.0 ไมโครเมตร (4.0 x 5.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): dimitic

Ganoderma australe (Fr.) pat. SP1

ภาพที่ 38 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma australe* (SP1)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ลักษณะดอกมีความแข็ง ผิวดอกเป็นลันนูน คล้ายคลื่น ก้านดอกสั้น ยาวประมาณ 1.0-1.5 เซนติเมตร ดอกมีลักษณะสองชั้น ชั้นบนมีสีน้ำตาลเข้มหนา 0.5 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีน้ำตาลอ่อนหนา 0.7 เซนติเมตร ดอกมีขนาดกว้าง 10.0 เซนติเมตร ยาว 8.0 เซนติเมตร ขนาดรูใต้ดอก 4.0-5.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 38)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์มีสีน้ำตาล ผนังสปอร์สองชั้น ภายในสปอร์มีลักษณะเป็นหนาม มีขนาดยาว 10.0 ไมโครเมตร กว้าง 6.0 ไมโครเมตร (10.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Ganoderma australe (Fr.) pat. SP2

ภาพที่ 39 ลักษณะดอกเห็ด *Ganoderma australe* (SP2)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

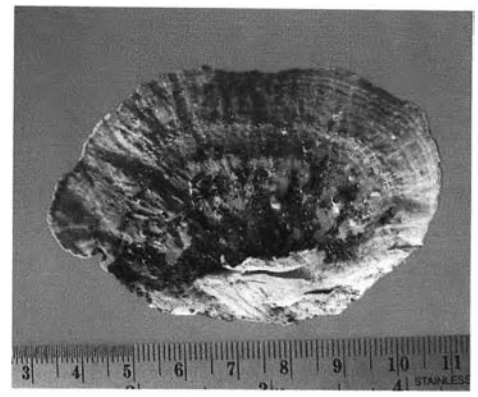
ลักษณะดอกดอกมีลักษณะนิ่ม ผิวดอกไม่เรียบ คล้ายพัด มีก้านยาว 4.0 เซนติเมตร ดอกมี 2 ชั้น ชั้นบนสีน้ำตาลหนา 0.5 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีน้ำตาลอ่อนหนา 0.40 เซนติเมตร ขนาดของดอกกว้าง 9.0 เซนติเมตร ความยาว 6.0 เซนติเมตร ขนาดรูใต้ดอก 3.0-4.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 39)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

ลักษณะสปอร์มีสีน้ำตาล ผนังสปอร์สองชั้น ภายในสปอร์มีลักษณะเป็นหนาม มีขนาดยาว 10.0 ไมโครเมตร กว้าง 6.0 ไมโครเมตร (10.0 x 6.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

Trametes cervina (Schw.) Bres. SK1



ภาพที่ 40 ลักษณะดอกเห็ด *Trametes cervina* (SK1)

โครงสร้างของดอกเห็ด (Basidiocarp)

ดอกมีลักษณะสีขาวคล้ายกำมะหยี่ ด้านล่างมีสีดำ ดอกเห็ดมีลักษณะคล้ายพัดครึ่งวงกลม กว้าง 4.0 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร ดอกมีลักษณะสองชั้น ชั้นบนมีสีเทา หนา 0.2 เซนติเมตร ชั้นล่างมีสีเทาอ่อน หนา 0.2 เซนติเมตร ลักษณะรูใต้ดอกมีขนาดกลม 8.0 รูต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 40)

ลักษณะสปอร์ (Basidiospores)

สปอร์มีลักษณะเป็นรูปรี มีสีใส ผนังสปอร์หนา ขนาดสปอร์ยาว 10.0 ไมโครเมตร กว้าง 4.0 ไมโครเมตร (10.0 x 4.0 ไมโครเมตร)

ระบบเส้นใย (Hyphal system): trimitic

4.1.3 การจัดจำแนกโดยอาศัยวิธีการทางชีววิทยาระดับโมเลกุล

นำเชื้อราที่ให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงสุดมาทำการจัดจำแนกโดยอาศัยวิธีทางสัณฐานวิทยาและชีววิทยาระดับโมเลกุล จากการจำแนกเชื้อราโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาพบว่าเชื้อที่ได้มีลักษณะใกล้เคียงกับเชื้อ *P. sanguineus* CM1 และเมื่อนำมาทำการจัดจำแนกโดยอาศัยวิธีการทางชีววิทยาระดับโมเลกุล พบว่าเป็นเชื้อราในสกุลและสปีชีย์เดียวกันกับที่จัดจำแนกไว้เบื้องต้น เนื่องจากลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้มีความคล้ายคลึงกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของ *P. sanguineus* CM1 ที่มีรายงานในฐานข้อมูลออนไลน์ (GenBank) หมายเลขรายงานที่ GQ 402826 ในระดับความคล้ายคลึงที่ 100 เปอร์เซ็นต์

4.2 การตรวจสอบความสามารถในการผลิตแลคเคส

4.2.1 การตรวจสอบความสามารถในการผลิตแลคเคสบนอาหารแข็ง

จากการตรวจสอบความสามารถในการสร้างแคลเคสโดยทำการเลี้ยงราฟอกขาวที่ทำการแยกเส้นใยให้บริสุทธิ์แล้วนั้นมาเลี้ยงในอาหารสูตร PDA ที่ผสมกับ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ABTS ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่าตัวอย่างราฟอกขาวจำนวน 33 สายพันธุ์ มีความสามารถในการผลิตแลคเคสเนื่องจากสามารถออกซิไดซ์ ABTS ให้เป็นสีเขียวบนอาหาร PDA ที่มีส่วนผสมของ ABTS ได้ ตัวอย่างเช่น เชื้อรา *P. sanguineus* CM1 (ภาพที่ 43) และพบว่ามีเชื้อรา 2 สายพันธุ์ ที่ไม่สามารถผลิตแลคเคสได้ คือ *Nigroformes* sp.SK1 (ภาพที่ 44)

ตารางที่ 5 ความสามารถของราฟอกขาวในการสร้างวงสีเขียวบนอาหารสูตร PDA ที่มี ABTS

สายพันธุ์	เวลา (วัน)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
P. pachyphlocus BKK1	-	-	-	-	-	+	+	+
Ganoderma sp.BKK2	-	-	+	+	+	+	+	+
G. lucidum BKK3	-	-	+	+	+	++	+++	+++
G. australe BKK4	-	-	-	-	-	+	+	++
Nigroformes sp. BKK5	-	-	-	-	-	-	+	+
G. lucidum BKK6	-	-	+	++	++	+++	+++	+++
H. annosum BKK7	-	-	+	+	+	++	++	++
E. scabrosa BKK8	-	-	-	-	+	+	++	++

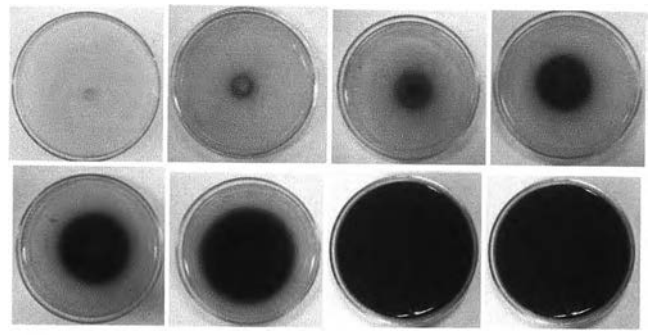
ตารางที่ 5 ความสามารถของราฟอกขาวในการสร้างวงสีเขียวบนอาหารสูตร PDA ที่มี ABTS (ต่อ)

สายพันธุ์	เวลา (วัน)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
P. sanguineus CM1	+	+	++	+++	++++	+++++	+++++	+++++
G. lucidum CB1	-	-	-	-	+	++	++	++
G. austale CB2	-	-	-	-	-	+	+	+
G. australe CB3	-	-	-	-	-	-	+	+
G. applanatum NK1	-	-	-	+	+	++	++	++
G. australe NK2	-	-	-	-	+	+	+	+
P. rimosus NRM1	-	-	-	-	-	+	+	+
T. elegans NRM2	-	-	-	-	+	+	++	++
Coltricia sp. NRM3	-	-	-	-	-	-	-	-
G. lucidum NRM4	-	-	+	+	+++	+++	+++	+++
S. commune NS1	-	-	-	+	+	++	++	++
G. bonence NB1	-	+	++	++	+++	+++	++++	++++
G. lucidum NB2	-	+	+	+	+	+	+	+
G. applanatum PJ1	-	-	-	-	+	++	++	++
G. australe PJ2	-	-	++	+++	+++	++++	++++	++++
S. commune PJ3	-	-	+	+	+	++	++	++
S. commune PJ4	-	-	-	+	+	++	++	++

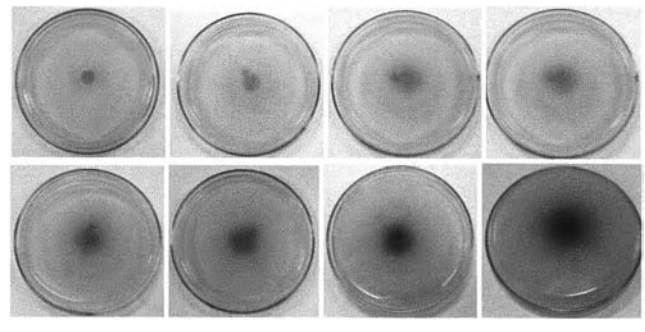
ตารางที่ 5 ความสามารถของราฟอกขาวในการสร้างวงสีเขียวบนอาหารสูตร PDA ที่มี ABTS (ต่อ)

สายพันธุ์	เวลา (วัน)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
G. lucidum PB1	-	+	+	++	++	++	+++	+++
G. lobatum PB2	-	-	+	++	++	+++	+++	+++
G. lucidum SB1	-	-	+	+	+	++	++	++
Ganoderma sp. SB2	-	-	-	-	+	++	++	++
S. commune SB3	-	-	+	+	++	++	++	++
G. sishizonence SR1	-	-	-	+	++	+++	+++	+++
P. orentalis SR2	-	-	-	-	-	+	+	+
G. australe SP1	-	-	-	-	-	-	+	+
G. australe SP2	-	-	-	+	+	+	++	++
Nigroformes sp.SK1	-	-	-	-	-	-	-	-

- = การไม่เกิดวงสีเขียว
+ = อัตราการเกิดวงสีเขียวบนอาหารเท่ากับ 0.1-0.2 เซนติเมตร
++ = อัตราการเกิดวงสีเขียวบนอาหารเท่ากับ 0.2-0.4 เซนติเมตร
+++ = อัตราการเกิดวงสีเขียวบนอาหารเท่ากับ 0.4-0.6 เซนติเมตร
++++ = อัตราการเกิดวงสีเขียวบนอาหารเท่ากับ 0.6-0.8 เซนติเมตร
+++++ = อัตราการเกิดวงสีเขียวบนอาหารเท่ากับ 0.8-1.0 เซนติเมตร



ภาพที่ 41 ลักษณะของเชื้อรา *P. sanguineus* CM1ที่สามารถเปลี่ยนสีบนอาหาร PDA ที่มี ABTS



ภาพที่ 42 ลักษณะของเชื้อรา *P. robustus* BKK5 ที่ไม่สามารถเปลี่ยนสีบนอาหาร PDA ที่มี ABTS

4.2.2 การตรวจสอบความสามารถในการผลิตแลคเคสในอาหารเหลว

จากการศึกษาหาค่ากิจกรรมของแลคเคสจากตัวอย่างราฟอกขาวทั้ง 35 สายพันธุ์ โดยนำตัวอย่างราฟอกขาวทั้งหมดมาทำการผลิตแลคเคส โดยทำการเลี้ยงในอาหารสูตร production และทำการเก็บตัวอย่างแลคเคสทุก 2 วัน เป็นเวลา 12 วัน หลังจากนั้นนำมาวัดค่ากิจกรรมของแลคเคส พบว่าราฟอกขาวไม่สามารถสร้างแลคเคสได้ทุกสายพันธุ์ โดยพบว่ามี 27 สายพันธุ์ ที่สามารถผลิตแลคเคสได้ และมี 8 สายพันธุ์ ที่ไม่สามารถผลิตแลคเคสได้จากราฟอกขาวทั้งหมด พบว่าสายพันธุ์ *P. sanguineus* CM1 ให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงที่สุดคือ 0.489 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 8 ของการเลี้ยงเชื้อ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงสุดที่ผลิตโดยราฟอกขาวทั้ง 35 สายพันธุ์

สายพันธุ์	ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงสุด (ยูนิตต่อมิลลิลิตร)	วัน
P. pachyphlocus BKK1	ND	-
G. lucidum BKK2	0.012	12
G. lucidum BKK3	0.066	8
G.austale BKK4	0.042	10
P. robustus (BKK5	ND	-
G. lucidum BKK6	0.127	6
H. annosum BKK7	ND	-
E. scabrosa BKK8	ND	-
P. sanguineus CM1	0.489	8
G. lucidum CB1	0.025	6
G. australe CB2	0.011	6
G. australe CB3	0.008	8
G. applanatum NK1	0.009	8
G. australe NK2	0.047	10
P. rimosus NRM1	ND	-
T. elegans NRM2	0.022	6
A. infunaibuliforme NRM3	0.091	12
G. lucidum NRM4	0.104	10
S. commune NS1	ND	-
G. bonence NB1	0.007	12
G. lucidum NB2	0.045	8
G. applanatum PJ1	0.015	6
G. australe PJ2	0.157	6
S. commune PJ3	0.027	10
S. commune PJ4	ND	-

ตารางที่ 6 ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงสุดที่ผลิตโดยราฟอกขาวทั้ง 35 สายพันธุ์ (ต่อ)

สายพันธุ์	ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงสุด (ยูนิตต่อมิลลิลิตร)	วัน
G. lucidum PB1	0.127	6
G. lobatum PB2	0.13	4
G. lucidum SB1	0.216	8
G. lucidum SB2	0.06	6
S. commune SB3	0.027	10
G. sishizonence SR1	0.006	8
P. orentalis SR2	0.001	10
G. australe SP1	0.198	10
G. australe SP2	0.108	8
T. cervina SK1	ND	-

ND = ไม่สามารถตรวจสอบการผลิตแลคเคสในอาหารเหลวสูตร production

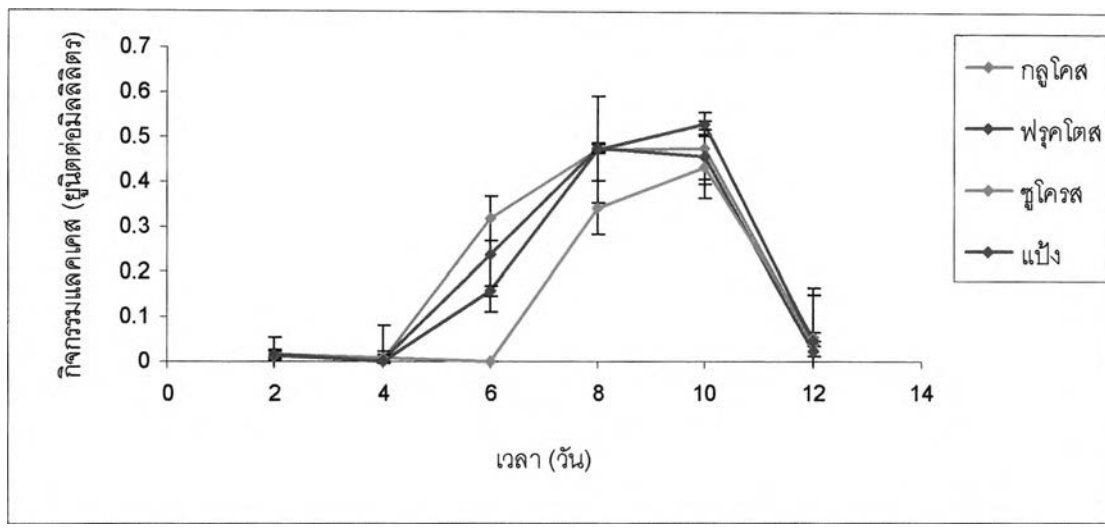
4.3 การหาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแลคเคส

จากการศึกษาการผลิตแลคเคสจากราฟอกขาวทั้ง 35 สายพันธุ์ พบว่า *P. sanguineus* CM1 ให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงที่สุดจึงนำเชื้อราสายพันธุ์นี้มาทำการหาภาวะที่เหมาะสมของการผลิตแลคเคส

การทดลองหาแหล่งคาร์บอนที่มีผลต่อการผลิตแลคเคสของ *P. sanguineus* CM1 โดยใช้แหล่งคาร์บอนทั้งหมด 4 ชนิด คือ น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุคโตส น้ำตาลซูโครส และแป้ง ที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 1.0 2.0 และ 4.0 เปอร์เซ็นต์

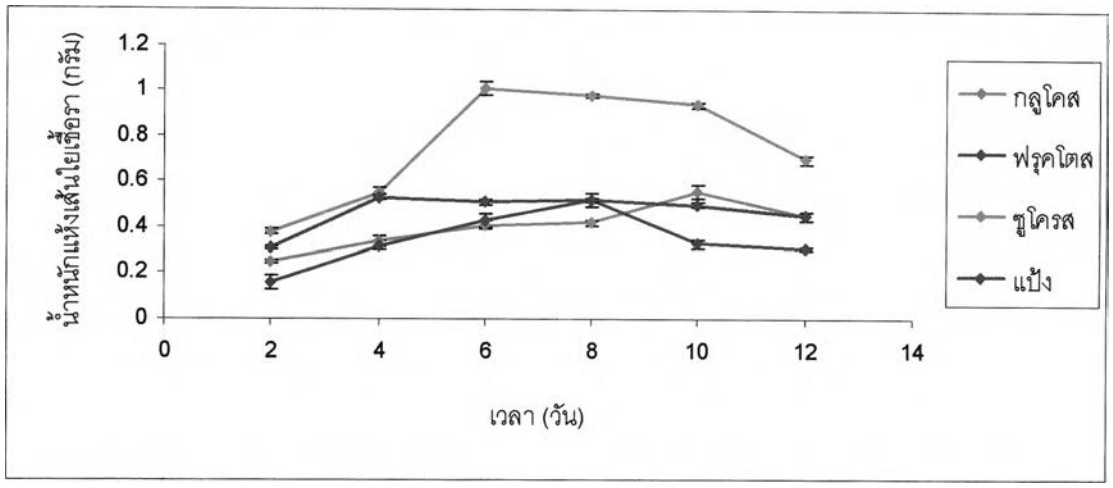
เมื่อทำการเลี้ยง *P. sanguineus* CM1 ในอาหารสูตร production ที่มีการเติมแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 43) พบว่า *P. sanguineus* CM1 ให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงที่สุดเมื่อใช้แป้งเป็นแหล่งของคาร์บอน โดยให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสเท่ากับ 0.53±0.01 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 10 ของการเลี้ยงเชื้อ และแหล่งคาร์บอนอื่นๆ ให้ค่า

กิจกรรมแลคเคสรองลงมาคือ น้ำตาลฟรุคโตส ให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงสุดคือ 0.478±0.01 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 10 ของการเลี้ยงเชื้อ น้ำตาลกลูโคสให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงสุดคือ 0.477±0.08 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 10 ของการเลี้ยงเชื้อ และน้ำตาลซูโครสให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงสุดคือ 0.435±0.07 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 8 ของการเลี้ยงเชื้อ

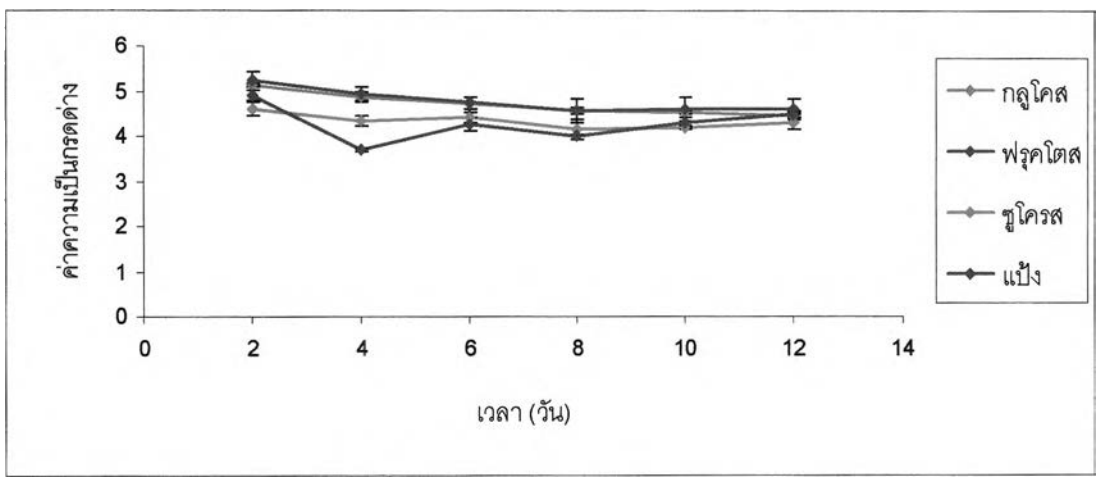


ภาพที่ 43 กิจกรรมของแลคเคสจากเชื้อรา *P. sanguineus* CM1 ที่ผลิตได้ในคาร์บอนแหล่งต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

การวัดการเจริญเติบโตโดยการชั่งน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเชื้อรา *P. sanguineus* CM1 ในอาหารเหลวที่มีการเติมแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่า *P. sanguine* CM1 มีความสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดเท่ากับ 0.98±0.01 กรัม เมื่อใช้น้ำตาลซูโครส รองลงมาคือน้ำตาลกลูโคสให้ค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 0.56±0.03 กรัม แป้งให้ค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 0.5±0.01 และน้ำตาลฟรุคโตสเชื้อราเจริญเติบโตได้น้อยที่สุดเท่ากับ 0.33±0.02 กรัม (ภาพที่ 44) และการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในระหว่างการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงระหว่าง 3.5-5.5 ในขณะที่ทำการเลี้ยงเชื้อรา (ภาพที่ 45)



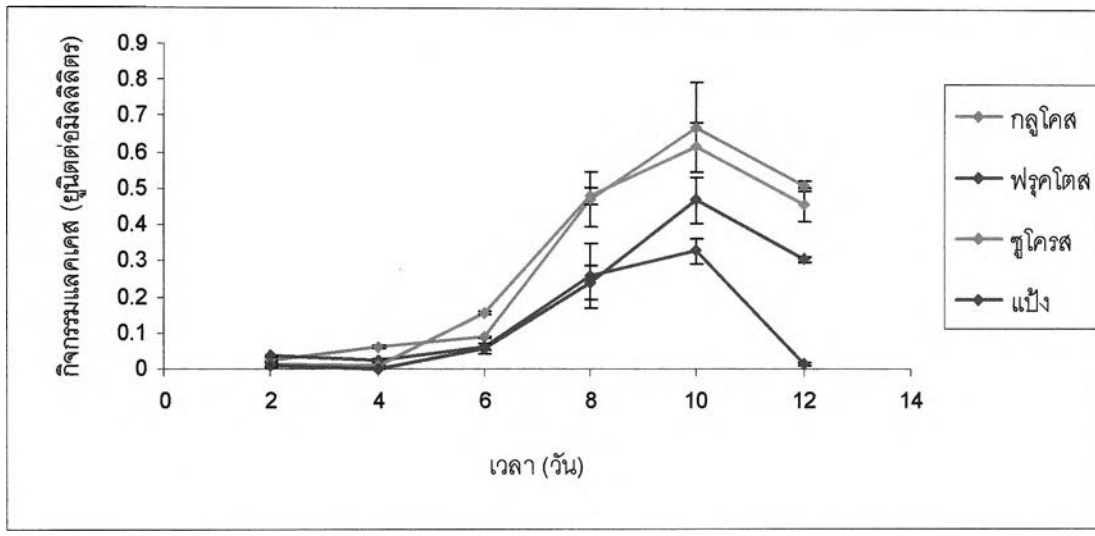
ภาพที่ 44 การเจริญของเส้นใยเห็ดสายพันธุ์ *P. sanguineus* CM1 ที่คาร์บอนแหล่งต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 45 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในอาหารของเชื้อรา *P.sanguineus* CM1 ที่คาร์บอนแหล่งต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

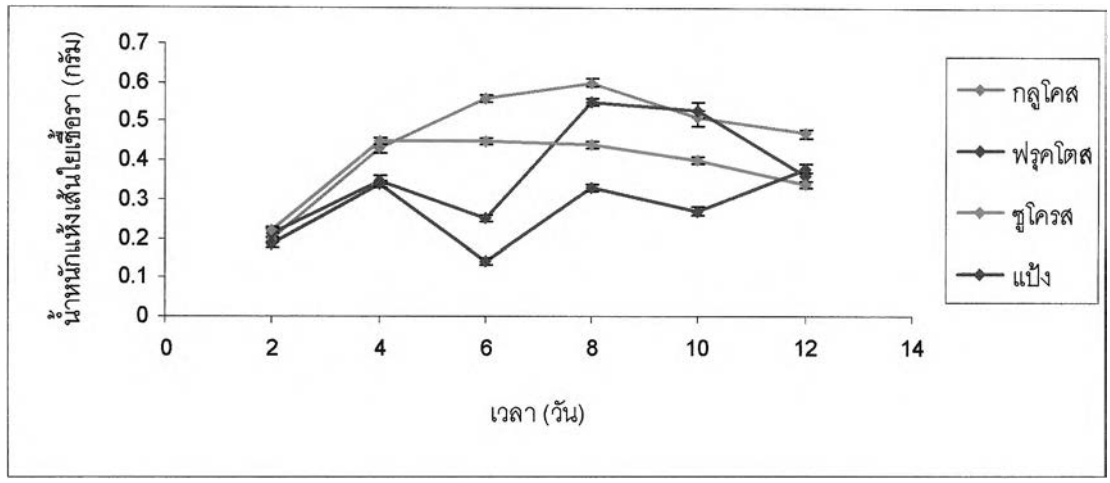
เมื่อทำการเลี้ยงเชื้อรา *P.sanguineus* CM1 ในอาหารสูตร production ที่มีการเติมแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 46) พบว่าแหล่งของคาร์บอนที่ให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงที่สุดคือ น้ำตาลกลูโคส โดยให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสเท่ากับ 0.67±0.125 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 10 ของการเลี้ยงเชื้อ และแหล่งคาร์บอนอื่นๆ ให้ค่ากิจกรรมแลคเคสรองลงมาคือ น้ำตาลฟรุคโตส ให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงสุดคือ 0.328±0.03 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 10 ของการเลี้ยงเชื้อ น้ำตาลซูโครสให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงสุดคือ 0.61±0.07 ยูนิตต่อ

มิลลิลิตร ในวันที่ 10 ของการเลี้ยงเชื้อและแป้งให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงสุดคือ 0.47±0.06 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 10 ของการเลี้ยงเชื้อ

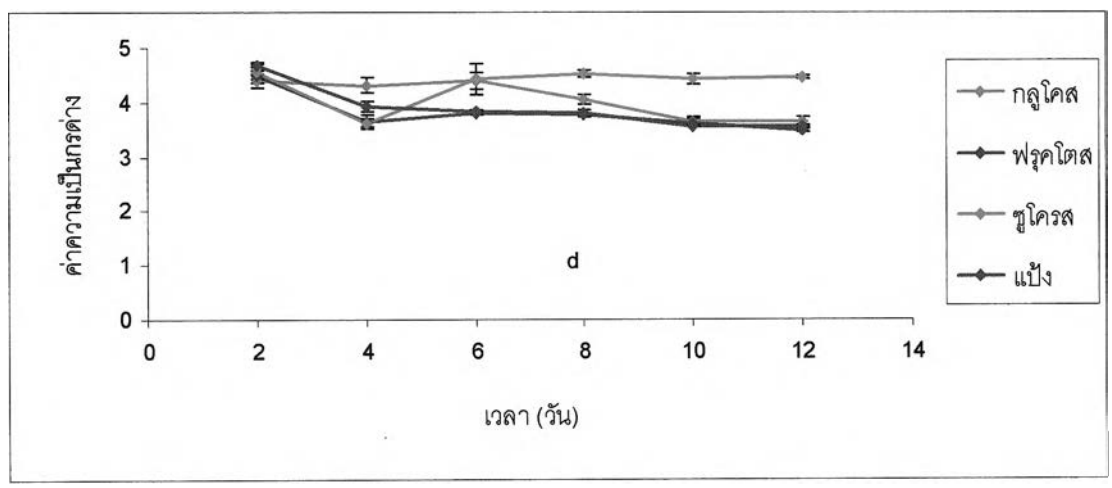


ภาพที่ 46 กิจกรรมของแลคเคสจากเชื้อรา *P. sanguineus* CM1 ที่ผลิตได้ในคาร์บอนแหล่งต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

การวัดการเจริญเติบโตโดยการชั่งน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเชื้อรา *P. sanguineus* CM1 ในอาหารเหลวที่มีการเติมแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่า *P. sanguine* CM1 มีความสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดเท่ากับ 0.53±0.02 กรัม เมื่อใช้น้ำตาลฟรุคโตส รองลงมาคือน้ำตาลกลูโคสให้ค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 0.51±0.02 กรัม น้ำตาลซูโครสให้ค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 0.44±0.01 และแป้งเชื้อราเจริญเติบโตได้น้อยที่สุดเท่ากับ 0.27±0.01 กรัม (ภาพที่ 47) และการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่าง ในระหว่างการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงระหว่าง 3.5-5.5 ในขณะที่ทำการเลี้ยงเชื้อรา (ภาพที่ 48)



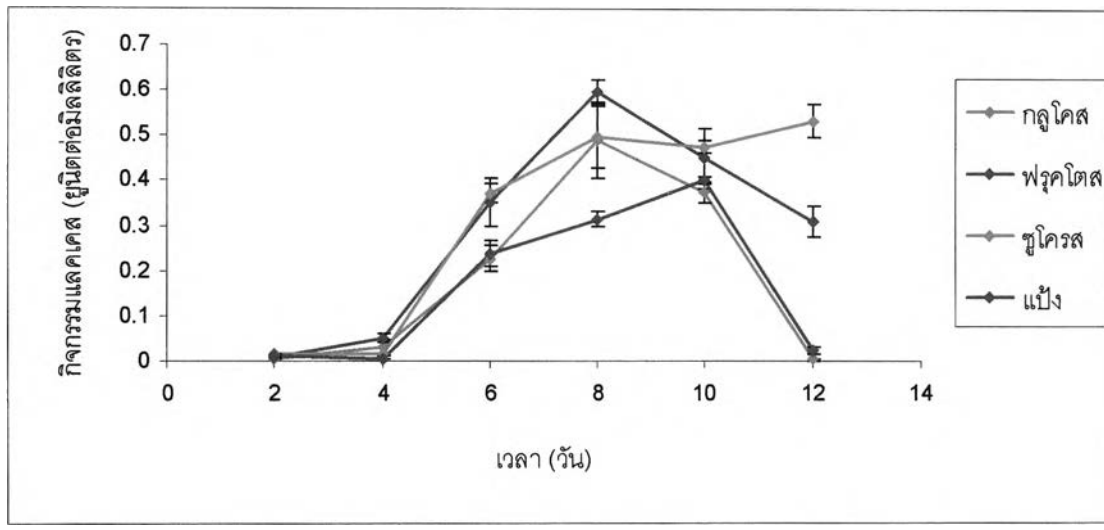
ภาพที่ 47 การเจริญของเส้นใยเห็ดสายพันธุ์ *P. sanguineus* CM1 ที่คาร์บอนแหล่งต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 48 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในอาหารของเชื้อรา *P. sanguineus* CM1 ที่คาร์บอนแหล่งต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

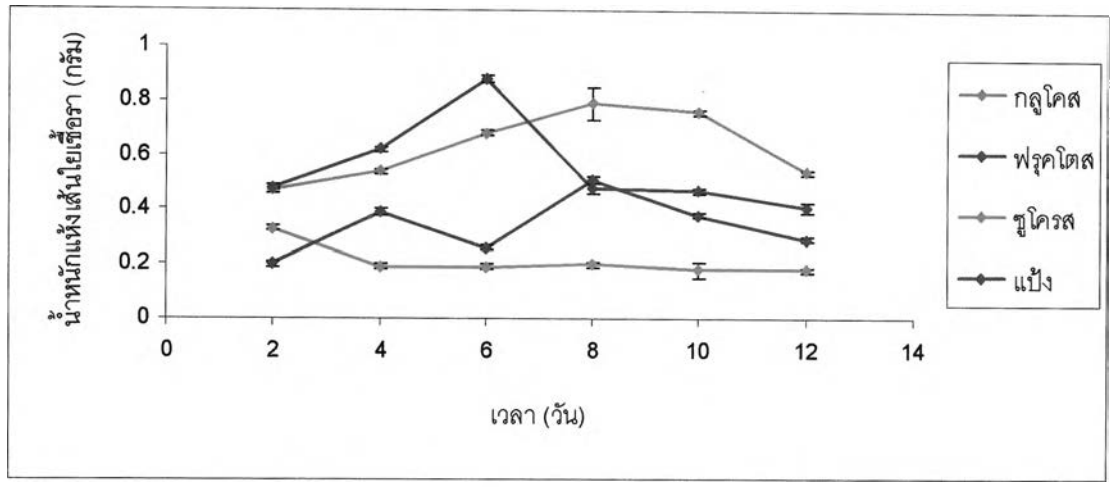
เมื่อทำการเลี้ยงเชื้อรา *P. sanguineus* CM1 ในอาหารสูตร production ที่มีการเติมแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 4.0 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 49) พบว่าแหล่งของคาร์บอนที่ให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงที่สุดคือ น้ำตาลฟรุคโตส ให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสเท่ากับ 0.59±0.03 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 8 ของการเลี้ยงเชื้อ และแหล่งคาร์บอนอื่นๆ ให้ค่ากิจกรรมแลคเคสรองลงมาคือ น้ำตาลกลูโคสให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงสุดคือ 0.489±0.08 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 8 ของการเลี้ยงเชื้อ น้ำตาลซูโครสให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงสุดคือ 0.533±0.04 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 12

ของการเลี้ยงเชื้อ และแป้งให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงสุดคือ 0.403±0.01 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 10 ของการเลี้ยงเชื้อ

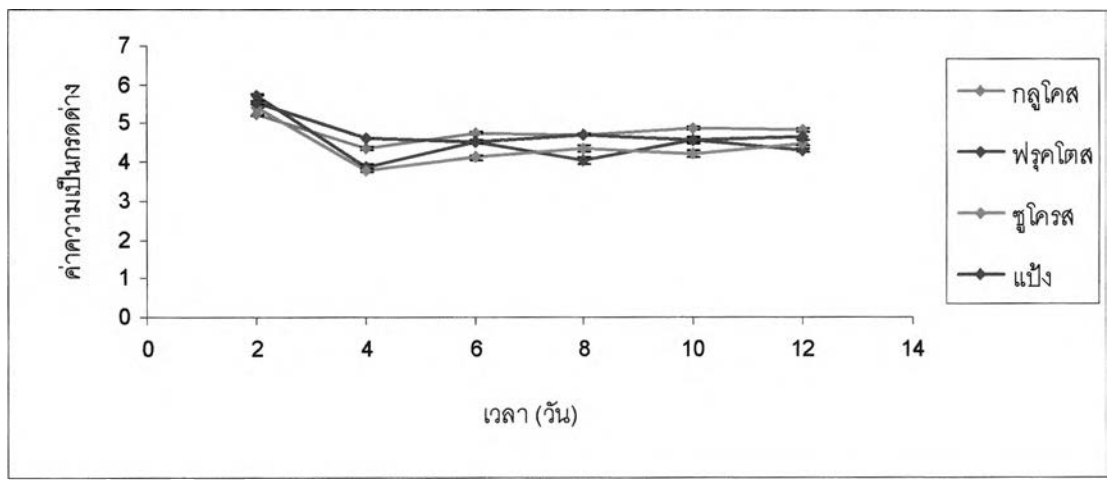


ภาพที่ 49 กิจกรรมของแลคเคสจากเชื้อรา *P. sanguineus* CM1 ที่ผลิตได้ในคาร์บอนแหล่งต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 4.0 เปอร์เซ็นต์

การวัดการเจริญเติบโตโดยการชั่งน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเชื้อรา *P. sanguineus* CM1 ในอาหารเหลวที่มีการเติมแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 4.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่า *P. sanguine* CM1 มีความสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดเท่ากับ 0.79±0.06 กรัม เมื่อใช้น้ำตาลกลูโคส รองลงมาคือน้ำตาลฟรุคโตสให้ค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 0.48±0.02 กรัม แป้งให้ค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 0.38±0.01 และน้ำตาลซูโครสเชื้อราเจริญเติบโตได้น้อยที่สุดเท่ากับ 0.18±0.01 กรัม (ภาพที่ 50) และการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่าง ในระหว่างการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงระหว่าง 3.5-5.5 ในขณะที่ทำการเลี้ยงเชื้อรา (ภาพที่ 51)



ภาพที่ 50 การเจริญของเส้นใยเห็ดสายพันธุ์ *P. sanguineus* CM1 ที่คาร์บอนแหล่งต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 4.0 เปอร์เซ็นต์

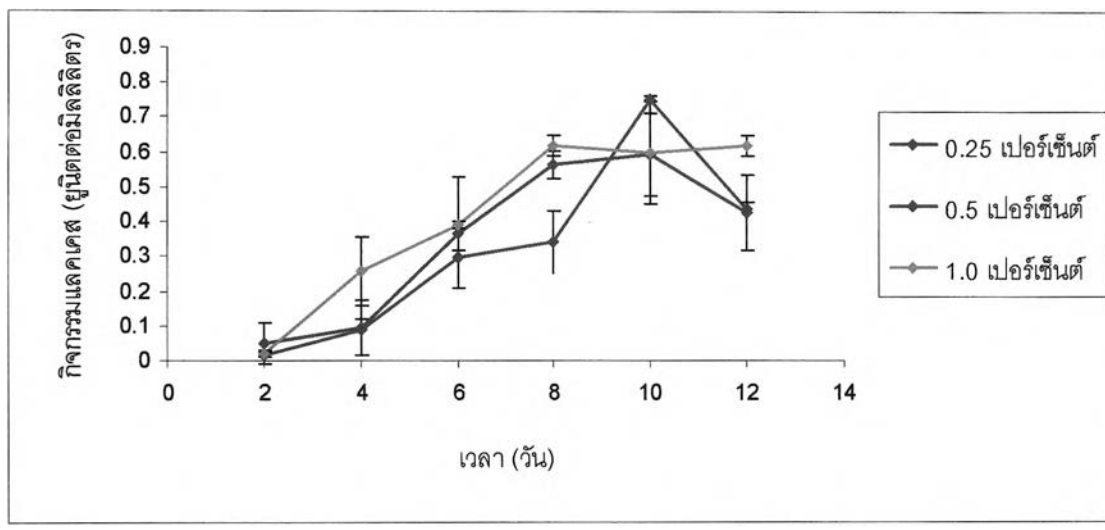


ภาพที่ 51 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในอาหารของเชื้อรา *P. sanguineus* CM1 ที่คาร์บอนแหล่งต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 4.0 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาผลของแหล่งไนโตรเจนชนิดต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการผลิตแลคเคสจาก *P. sanguineus* CM1 โดยทำการเลี้ยง *P. sanguineus* CM1 ในอาหารสูตร production ที่มีการเติมแหล่งคาร์บอนและความเข้มข้นที่ให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงที่สุดเป็นแหล่งคาร์บอนเมื่อใช้น้ำตาลกลูโคส 2.0 เปอร์เซ็นต์ และทำการศึกษาแหล่งของไนโตรเจน 2 ชนิดคือ เปปโตน และแอมโมเนียม

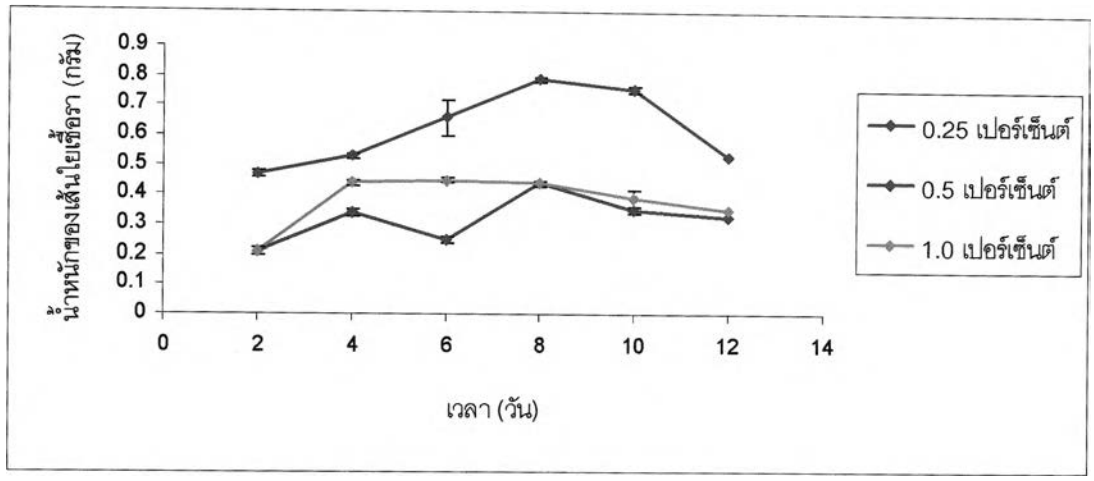
ซัลเฟต ที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0.25 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีต่อการผลิตแลคเคสของ *P. sanguineus* CM1

พบว่าการทดลองใช้ชนิดของไนโตรเจนและความเข้มข้นต่างๆ โดยแหล่งของไนโตรเจนที่เหมาะสมคือ เปปโตน ที่ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงที่สุดเท่ากับ 0.752±0.01 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 10 ของการเลี้ยงเชื้อ รองลงมาคือความเข้มข้นของเปปโตนที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงที่สุดเท่ากับ 0.594±0.12 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 10 ของการเลี้ยงเชื้อ และที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่าให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงที่สุดเท่ากับ 0.618±0.22 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 8 ของการเลี้ยงเชื้อ (ภาพที่ 52)

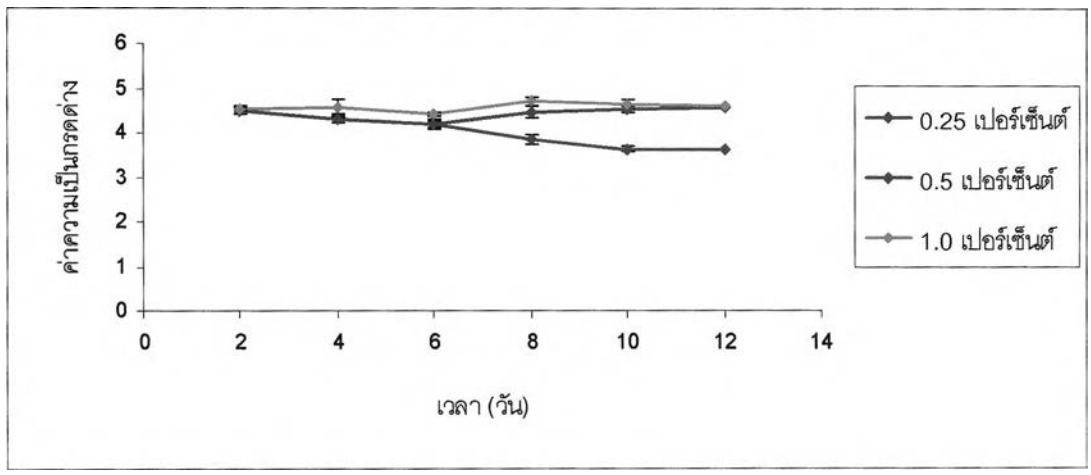


ภาพที่ 52 กิจกรรมของแลคเคสจากเชื้อรา *P. sanguineus* CM1 ที่ผลิตได้เมื่อใช้เปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจนที่ความเข้มข้นต่างๆ

การวัดการเจริญเติบโตการของ *P. sanguineus* CM1 พบว่ามีการเจริญเติบโตได้ที่ดีสุดเมื่อใช้ความเข้มข้นของเปปโตนอยู่ที่ 0.25 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ค่าน้ำหนักแห้งเส้นใยเท่ากับ 0.76±0.01 กรัม รองลงมาคือที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่าให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.44±0.01 กรัม และที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ค่าน้ำหนักแห้งเส้นใยเท่ากับ 0.35±0.13 กรัม (ภาพที่ 53) และการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในระหว่างการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงระหว่าง 3.5-5.5 ในขณะที่ทำการเลี้ยงเชื้อรา (ภาพที่ 54)



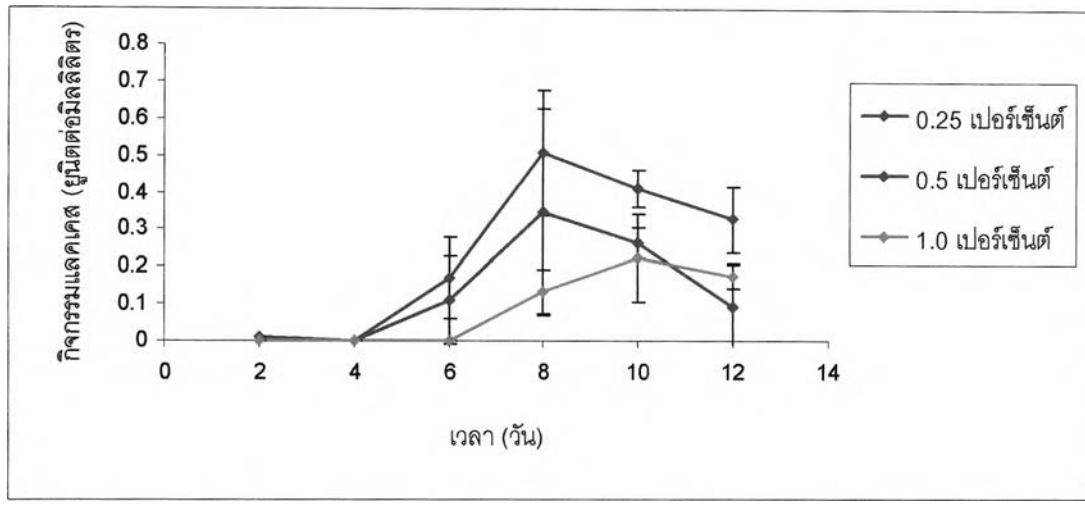
ภาพที่ 53 การเจริญเติบโตของเส้นใย ของเชื้อรา *P. sanguineus* CM1 เมื่อใช้เปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจนที่ความเข้มข้นต่างๆ



ภาพที่ 54 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในอาหารของเชื้อรา *P. sanguineus* CM1 เมื่อใช้เปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจนที่ความเข้มข้นต่างๆ

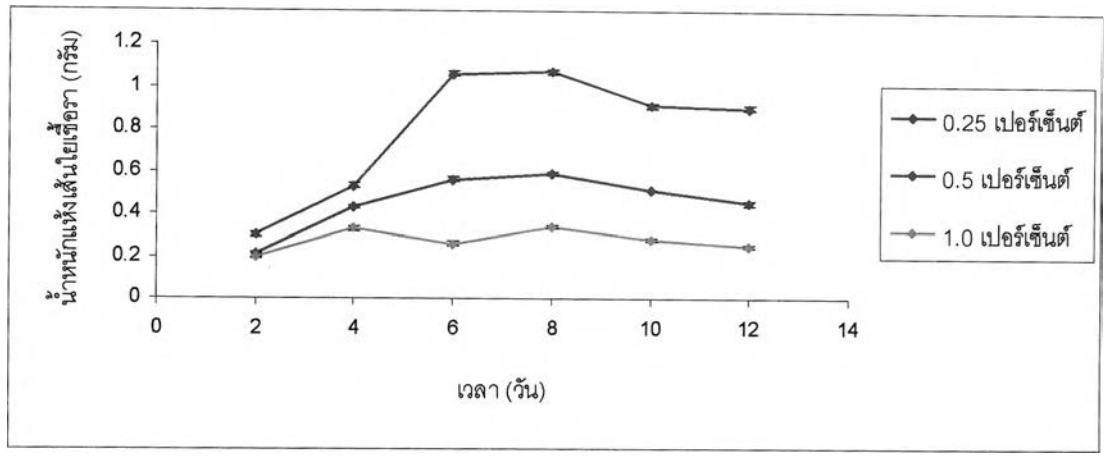
เมื่อทำการเลี้ยงเชื้อรา *P. sanguineus* CM1 ในอาหารสูตร production ที่มีการใช้แอมโมเนียมซัลเฟตเป็นแหล่งของไนโตรเจนที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่าที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียมซัลเฟต 0.25 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงสุดเท่ากับ 0.508±0.17 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 8 ของการเลี้ยงเชื้อ รองลงมาที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงสุดเท่ากับ 0.347±0.28 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 8 ของการเลี้ยงเชื้อ และที่ความ

เข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงสุดเท่ากับ 0.224±0.12 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 8 ของการเลี้ยงเชื้อ (ภาพที่ 55)

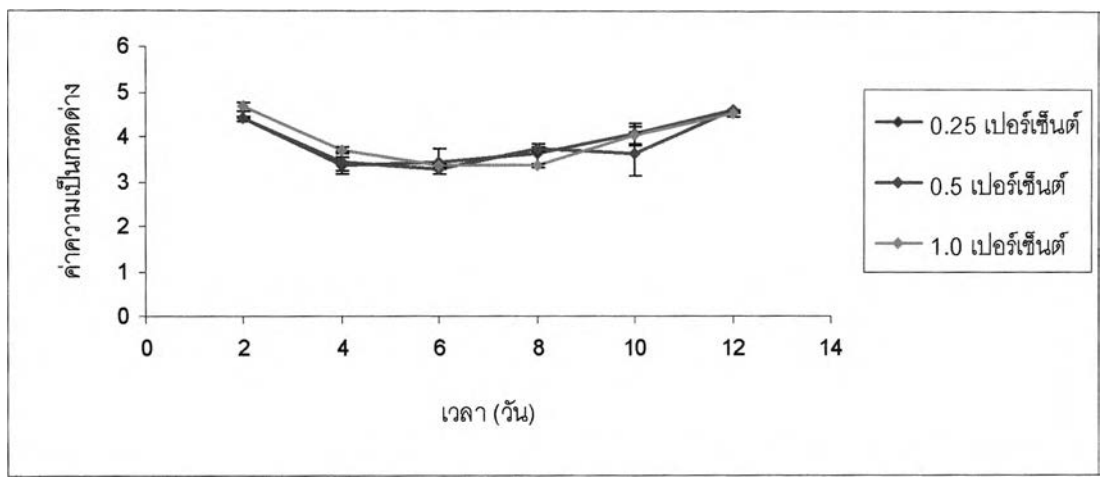


ภาพที่ 55 กิจกรรมของแลคเคสจากเชื้อรา *P. sanguineus* CM1ที่ผลิตได้เมื่อใช้แอมโมเนียมซัลเฟตเป็นแหล่งไนโตรเจนที่ความเข้มข้นต่างๆ

การวัดการเจริญเติบโตการของ *P. sanguineus* CM1 พบว่ามีการเจริญเติบโตได้ที่ดีสุดเมื่อใช้ความเข้มข้นของแอมโมเนียมซัลเฟตที่ ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ค่าน้ำหนักแห้งเส้นใยเท่ากับ 1.07±0.01 กรัม รองลงมาคือที่ 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ค่าน้ำหนักแห้งเส้นใยเท่ากับ 0.59±0.01 กรัม และน้อยที่สุดที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่าให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.34±0.01กรัม (ภาพที่ 56) และการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในระหว่างการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงระหว่าง 3.5-5.5 ในขณะที่ทำการเลี้ยงเชื้อรา (ภาพที่ 57)



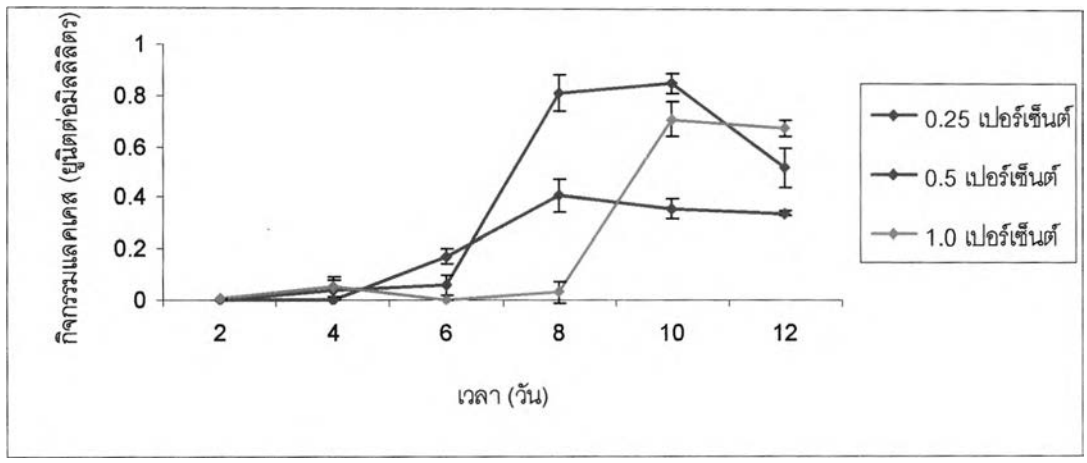
ภาพที่ 56 การเจริญเติบโตของเส้นใยเมื่อใช้แอมโมเนียมซัลเฟตเป็นแหล่งไนโตรเจนที่ความเข้มข้นต่างๆ ของเชื้อรา *P. sanguineus* CM1



ภาพที่ 57 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างเมื่อใช้แอมโมเนียมซัลเฟตเป็นแหล่งไนโตรเจนที่ความเข้มข้นต่างๆ ของเชื้อ *P. sanguineus* CM1

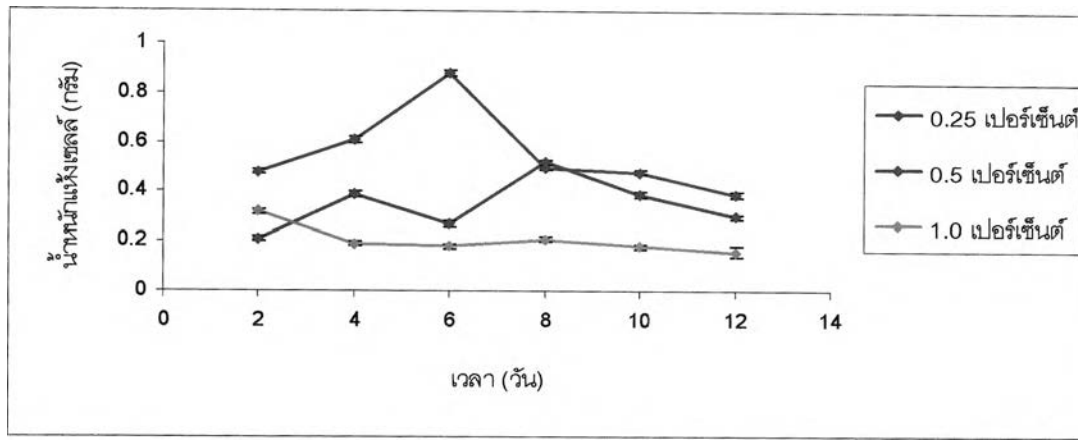
จากการศึกษาผลของแหล่งอาหารเสริมชนิดต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการผลิตแลคเคสจาก *P. sanguineus* CM1 โดยทำการเลี้ยง *P. sanguines* CM1 ในอาหารสูตร production ที่มีการเติมแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนที่ความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงที่สุด คือ 0.25 เปอร์เซ็นต์ เปปโตน หลังจากนั้นทำการศึกษาแหล่งของอาหารเสริม 2 ชนิดคือ ยีสต์สกัดและเคซีน ที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0.25 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีต่อการผลิตแลคเคสของ *P. sanguineus* CM1

จากการทดลองเมื่อใช้ชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมในการผลิตแลคเคส พบว่าเมื่อใช้ยีสต์สกัดที่ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่ากิจกรรมแลคเคสสูงที่สุดเท่ากับ 0.85±0.04 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 10 ของการเลี้ยงเชื้อ รองลงมาคือ ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงสุดเท่ากับ 0.71±0.07 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 10 ของการเลี้ยงเชื้อ และที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงสุดเท่ากับ 0.41±0.07 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 8 ของการเลี้ยงเชื้อ (ภาพที่ 58)

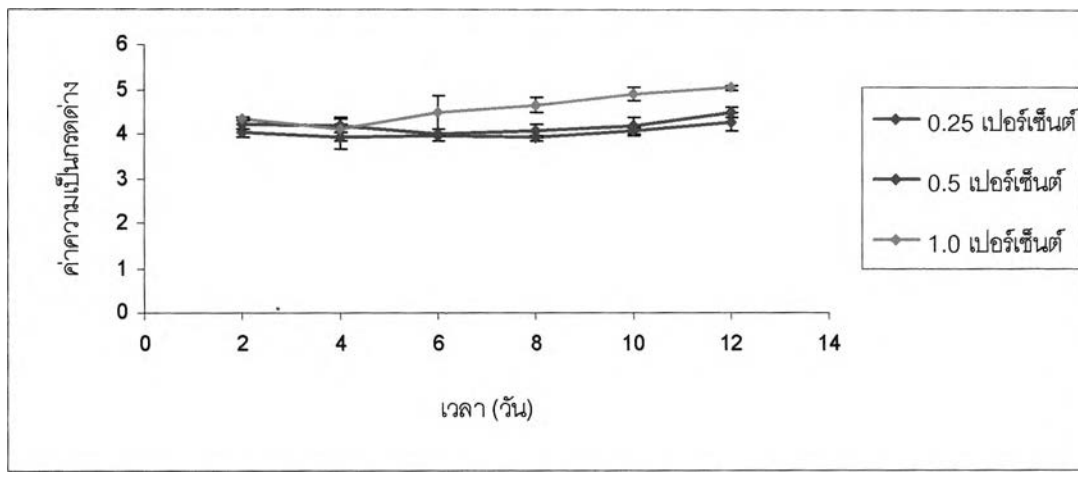


ภาพที่ 58 ผลการผลิตแลคเคสเมื่อใช้ยีสต์สกัดเป็นแหล่งอาหารเสริมที่ความเข้มข้นต่างๆ ของเชื้อรา *P. sanguineus* CM1

การวัดการเจริญเติบโตการของ *P. sanguineus* CM1 พบว่ามีการเจริญเติบโตได้ที่ดีสุดเมื่อใช้ความเข้มข้นของยีสต์สกัดที่ 0.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.52±0.01 กรัม รองลงมาคือที่ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ค่าน้ำหนักแห้งเส้นใยเท่ากับ 0.48±0.01 กรัม และน้อยที่สุดที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่าให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.18±0.01 กรัม (ภาพที่ 59) และการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในระหว่างการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงระหว่าง 3.5-5.5 ในขณะที่ทำการเลี้ยงเชื้อรา (ภาพที่ 60)

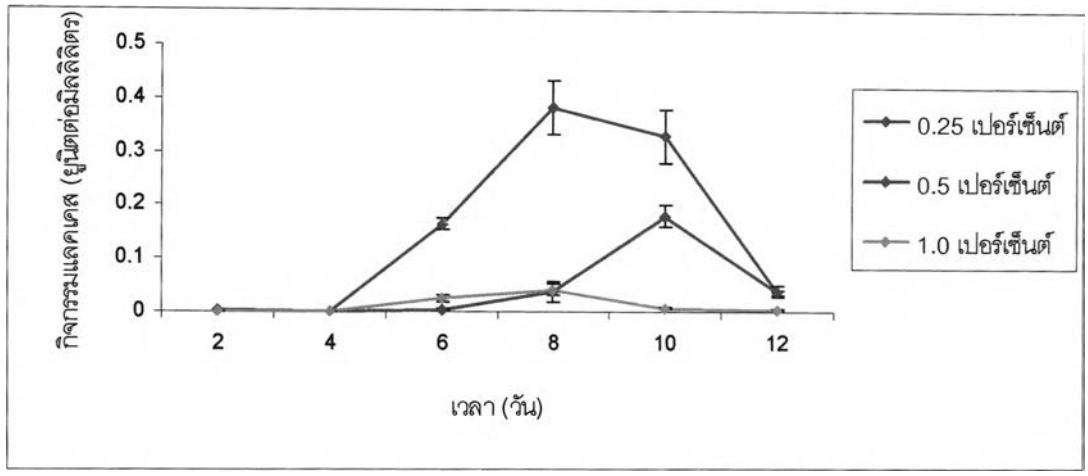


ภาพที่ 59 การเจริญเติบโตของเส้นใยเมื่อใช้ยีสต์สกัดเป็นแหล่งอาหารเสริมที่ความเข้มข้นต่างๆ ของเชื้อรา *P. sanguineus* CM1



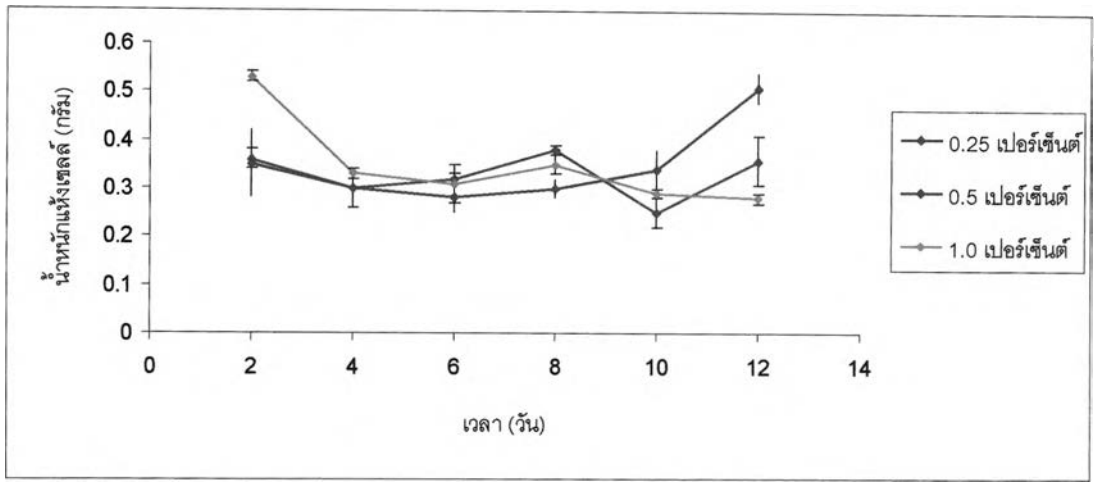
ภาพที่ 60 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างเมื่อใช้ยีสต์สกัดเป็นแหล่งอาหารเสริมที่ความเข้มข้นต่างๆ ของเชื้อ *P. sanguineus* CM1

สำหรับการศึกษาแหล่งของอาหารเสริม โดยการใช้เคซีน นั้นพบว่าที่ความเข้มข้นของเคซีน ที่ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงสุดเท่ากับ 0.45±0.05 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 8 ของการเลี้ยงเชื้อ ที่ความเข้มข้นเคซีน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงสุดเท่ากับ 0.18±0.02 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 10 ของการเลี้ยงเชื้อที่ความเข้มข้นเคซีน 1.0 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงสุดเท่ากับ 0.042±0.01 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 8 ของการเลี้ยงเชื้อ (ภาพที่ 61)

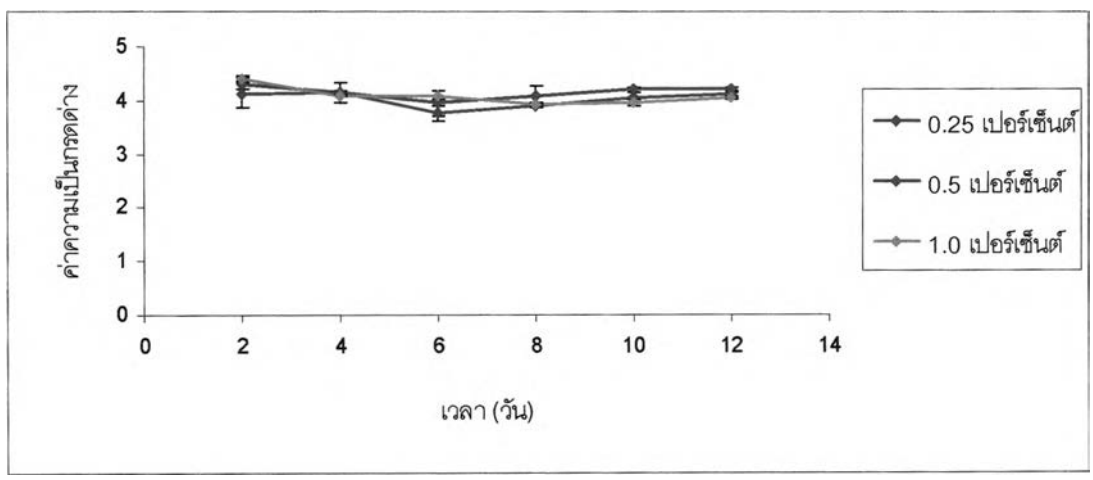


ภาพที่ 61 ผลการผลิตแลคเคสเมื่อใช้เคซีนเป็นแหล่งอาหารเสริมที่ความเข้มข้นต่างๆ ของเชื้อรา *P. sanguineus* CM1

การวัดการเจริญเติบโตการของ *P. sanguineus* CM1 พบว่ามีการเจริญเติบโตได้ที่ดีสุดเมื่อใช้ความเข้มข้นของเคซีนที่ 0.25 เปอร์เซ็นต์ พบว่าให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งและการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างอยู่ที่ 0.38±0.01 รองลงมาคือที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่าให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง 0.35±0.02 กรัม และน้อยที่สุดที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.34±0.04 กรัม (ภาพที่ 62) และการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในระหว่างการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงระหว่าง 3.5-5.5 ในขณะที่ทำการเลี้ยงเชื้อ (ภาพที่ 63)

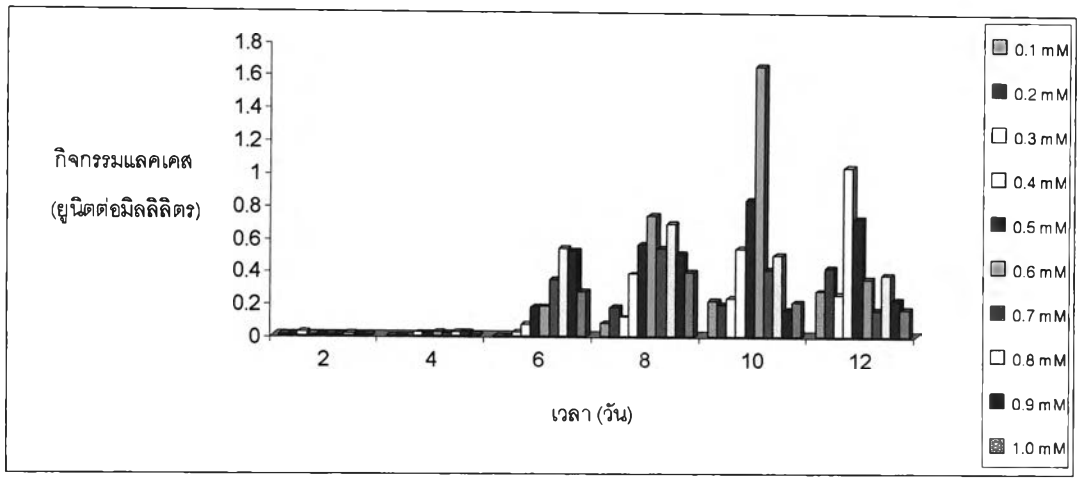


ภาพที่ 62 การเจริญเติบโตของเส้นใยเมื่อใช้เคซีนเป็นแหล่งอาหารเสริมที่ความเข้มข้นต่างๆ ของเชื้อรา *P. sanguineus* CM1



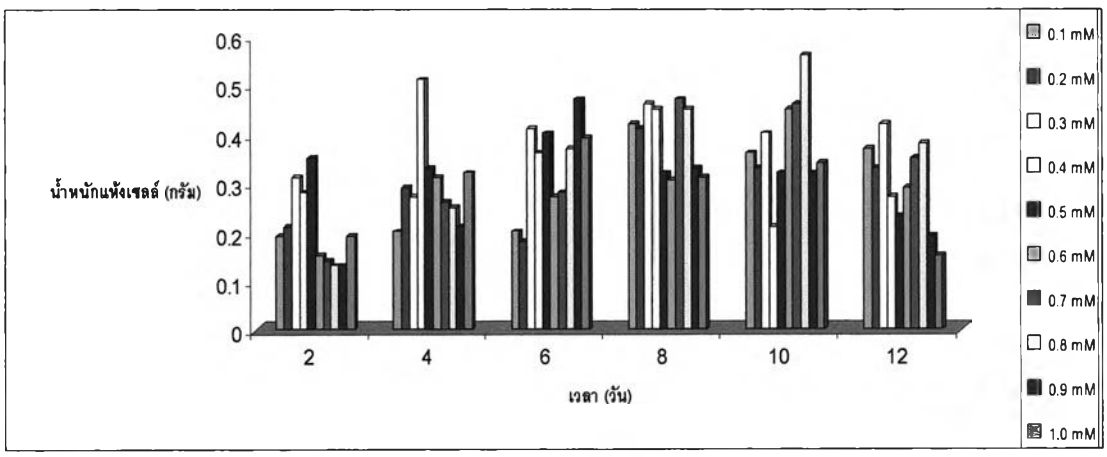
ภาพที่ 63 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างเมื่อใช้เคซีนเป็นแหล่งอาหารเสริมที่ความเข้มข้นต่างๆ ของเชื้อ *P. sanguineus* CM1

จากการทดลองเพื่อหาแหล่งของอาหารและความเข้มข้นที่เหมาะสมของการผลิตแลคเคสได้แล้วนั้น จึงนำภาวะดังกล่าวมาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของตัวชักนำ โดยใช้คอปเปอร์ซัลเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ ตั้งแต่ 0.1-1.0 มิลลิโมลาร์ พบว่าที่ความเข้มข้นของคอปเปอร์ซัลเฟต 0.6 มิลลิโมลาร์ ให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงที่สุดเท่ากับ 1.66±0.06 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 10 ของการเลี้ยงเชื้อ (ภาพที่ 64)

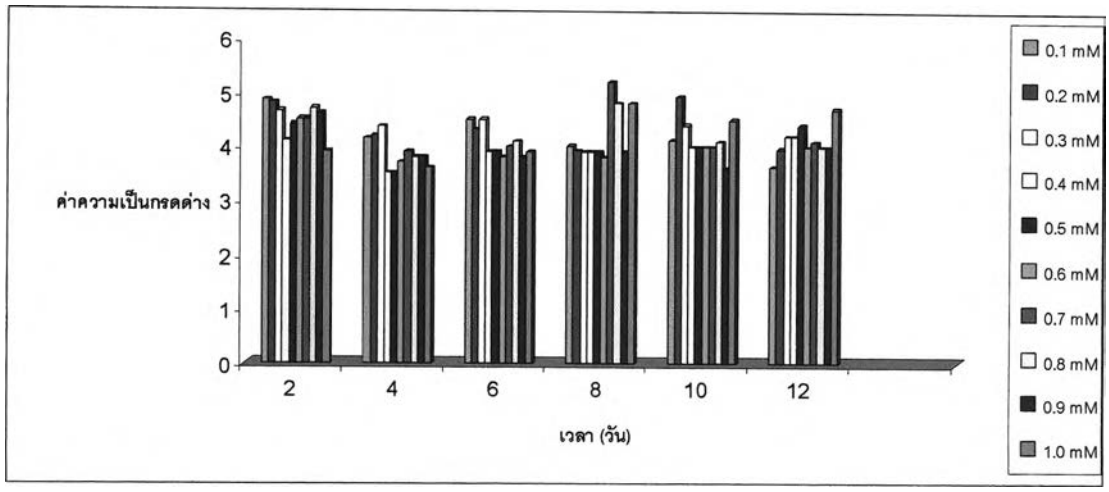


ภาพที่ 64 ผลการผลิตแลคเคสเมื่อใช้คอปเปอร์ซัลเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ ของเชื้อรา *P. sanguineus* CM1

การวัดการเจริญเติบโตการของ *P. sanguineus* CM1 พบว่ามีการเจริญเติบโตได้ที่ดีสุด เมื่อใช้ความเข้มข้นของคอปเปอร์ซัลเฟต 0.8 มิลลิโมลาร์ พบว่าให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งและการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างอยู่ที่ 0.56±0.02 กรัม และที่ความเข้มข้น 1.0 มิลลิโมลาร์ ให้ค่าน้ำหนักแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 0.15±0.03 กรัม (ภาพที่ 65) และการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงระหว่าง 3.5-5.5 ในขณะที่ทำการเลี้ยงเชื้อรา (ภาพที่ 66)



ภาพที่ 65 การเจริญเติบโตของเส้นใยเมื่อใช้คอปเปอร์ซัลเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ ของเชื้อรา *P. sanguineus* CM1



ภาพที่ 66 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในอาหารเมื่อใช้คอปเปอร์ซัลเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ ของเชื้อ *P. sanguineus* CM1

จากการทดลองเพื่อหาภาวะการผลิตแลคเคสที่เหมาะสมนั้นพบว่าสูตรอาหาร production ที่เหมาะสมที่ได้คือ แหล่งของคาร์บอนคือ น้ำตาลกลูโคสที่ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ แหล่งของไนโตรเจนคือ เปปโตนที่ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ อาหารเสริมคือ ยีสต์สกัดที่ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของตัวชักนำคือ คอปเปอร์ซัลเฟตที่ความเข้มข้น 0.6 มิลลิโมลาร์ พบว่าให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสสูงที่สุดเท่ากับ 1.66±0.06 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 10 ของการเลี้ยงเชื้อ

4.4 การทำแลคเคสให้บริสุทธิ์บางส่วน

จากการทดลองเพื่อหาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแลคเคสได้แล้วนั้น จึงทำการเลี้ยงเชื้อรา *P. sanguineus* CM1 ตามภาวะดังกล่าว เพื่อเพิ่มปริมาณแลคเคส เมื่อทำการผลิตแลคเคส 3 ลิตร ตามภาวะดังกล่าวนั้นให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสเท่ากับ 1.45 ยูนิตต่อมิลลิลิตร หลังจากนั้นนำแลคเคสที่ได้มาเพิ่มความเข้มข้นด้วยการทำอัลตราฟิวเตรชันโดยให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสเพิ่มขึ้นเท่ากับ 2.93 ยูนิตต่อมิลลิลิตร นำแลคเคสที่ผ่านการอัลตราฟิวเตรชันมาทำให้บริสุทธิ์บางส่วนด้วยการตกตะกอนด้วยเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต ที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0-20 20-40 40-60 60-80 และ 80-100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส พบว่าที่ความเข้มข้นเกลือที่ 60-80 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่ากิจกรรมของแลคเคสรวมเท่ากับ 39.11 ยูนิต และมีค่า

กิจกรรมจำเพาะของแลคเคสเท่ากับ 40.74 ยูนิตต่อมิลลิกรัมโปรตีน และพบว่าแลคเคสมีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้น 3.95 เท่า หลังจากการทำให้บริสุทธิ์บางส่วนดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การทำโปรตีนให้บริสุทธิ์บางส่วนโดยการตกตะกอนด้วยเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ

เปอร์เซ็นต์เกลือแอมโมเนียมซัลเฟต	แลคเคสที่ผ่านอัลตราฟิวเตรชัน	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
ปริมาตรรวม(มิลลิลิตร)	100	6.9	5.2	7.8	9.6	11.0
ปริมาณโปรตีนรวม (มิลลิกรัม)	28.54	0.16	0.14	0.28	0.96	0.66
ค่ากิจกรรมแลคเคสรวม (ยูนิต)	293	0.28	0.45	1.0	39.11	1.32
ค่ากิจกรรมแลคเคสจำเพาะ (ยูนิตต่อมิลลิกรัมโปรตีน)	10.3	1.75	3.21	3.6	40.74	2
ความบริสุทธิ์ (เท่า)	1	0.2	0.31	0.35	3.95	0.13

4.5 การลดสีน้ำเสียจากโรงงานเยื่อและกระดาษด้วยเชื้อรา *P. sanguineus* CM1

4.5.1 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานเยื่อและกระดาษ

เมื่อทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียมาจากโรงงานเยื่อและกระดาษ บริษัทสยามคราฟท์ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี มาทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ โดยการวิเคราะห์น้ำเสียเริ่มต้นนั้นจะไม่มีการเติมสารอาหารใดๆ ลงไปในน้ำเสีย ตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตเยื่อและกระดาษ

พารามิเตอร์	ค่าที่วัดได้
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1,029
ซีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3,172
ความเป็นกรดด่าง	5.56±0.006
สี	0.435±0.01

4.5.2 การศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการลดสีน้ำเสียจากโรงงานเยื่อและกระดาษโดยใช้รา *P. sanguineus* CM1 ในระดับขวดเขย่า

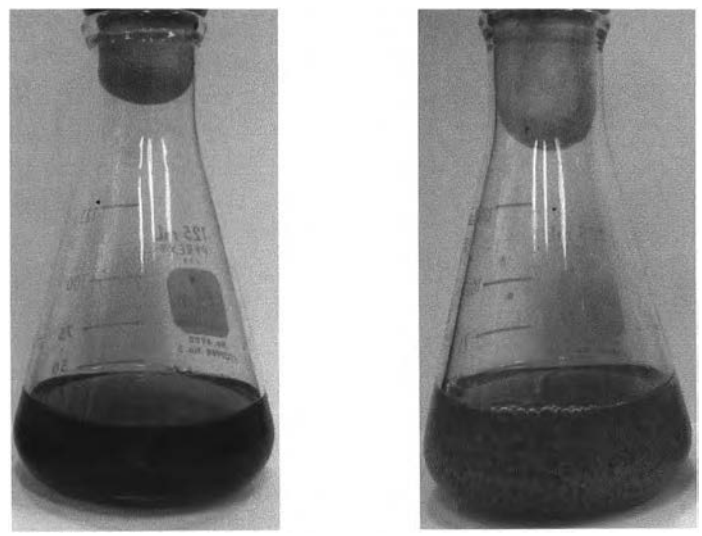
4.5.2.1 การเตรียมรา *P. sanguineus* CM1 สำหรับการลดสีน้ำเสียโดยวิธีการใช้เซลล์อิสระและเซลล์ตรึงรูปด้วยโซเดียมอัลจิเนต

การทดลองการเตรียมหัวเชื้อสำหรับการใช้ในการลดสีน้ำเสียนั้น ทำการทดลองโดยการเลี้ยงเส้นใยเชื้อรา *P. sanguineus* CM1ในอาหารสูตร production เป็นเวลา 2 วัน หลังจากนั้นนำมาใช้ในการทดลอง โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ การใช้เส้นใย *P. sanguineus* CM1 อิสระ การใช้ *P. sanguineus* CM1 ตรึงรูป โดยการเตรียมเส้นใย *P. sanguineus* CM1 20 กรัม น้ำหนักเปียก ต่อสารละลายอัลจิเนต ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 ลิตร ในการตรึงเซลล์ *P. sanguineus* CM1 และการใช้แลคเคสตรึงรูป โดยใช้ความเข้มข้นของแลคเคสตรึงรูปเท่ากับ 100 ยูนิตต่อ 100 มิลลิลิตร ในการทดลอง

4.5.2.การทดสอบประสิทธิภาพการลดลงของสีน้ำเสียโดยรา *P. sanguineus* CM1 อิสระในระดับขวดเขย่า

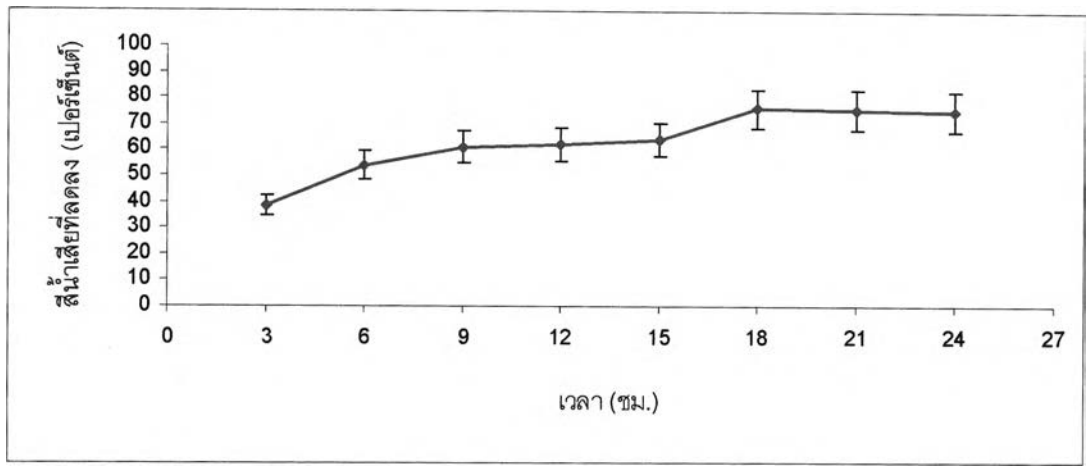
จากการทดลองใช้เซลล์อิสระ *P. sanguineus* CM1 เพื่อทดสอบการลดลงของสีน้ำเสีย โดยเริ่มต้นจากการถ่ายเชื้อราที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเปียก ลงในน้ำเสียที่มีการเติมน้ำตาลกลูโคสและแอมโมเนียมคลอไรด์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร และเพาะเลี้ยงในภาวะเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ภายใต้อุณหภูมิห้อง โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และเก็บตัวอย่างทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลารวม 24 ชั่วโมง พบว่าประสิทธิภาพการลดลง

ของสีน้ำเสียสูงสุดเท่ากับ 76 เปอร์เซ็นต์เมื่อทำการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 21 ชั่วโมง (ภาพที่ 67 และภาพที่ 68) และไม่มีการเปลี่ยนแปลงจนกระทั่งชั่วโมงที่ 24 ของการทดลอง ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างพบว่าเมื่อทำการเพาะเลี้ยงจนถึงชั่วโมงที่ 3 ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.17 จากนั้นจะมีค่าลดลงเท่ากับ 2.98 ในชั่วโมงที่ 24 ของการทดลอง (ภาพที่ 69) เช่นเดียวกับค่าการเปลี่ยนแปลงของบีโอดีและซีโอดีที่ลดลงหลังจากเพาะเลี้ยงในชั่วโมงที่ 21 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมการทดลองดังตารางที่ 9

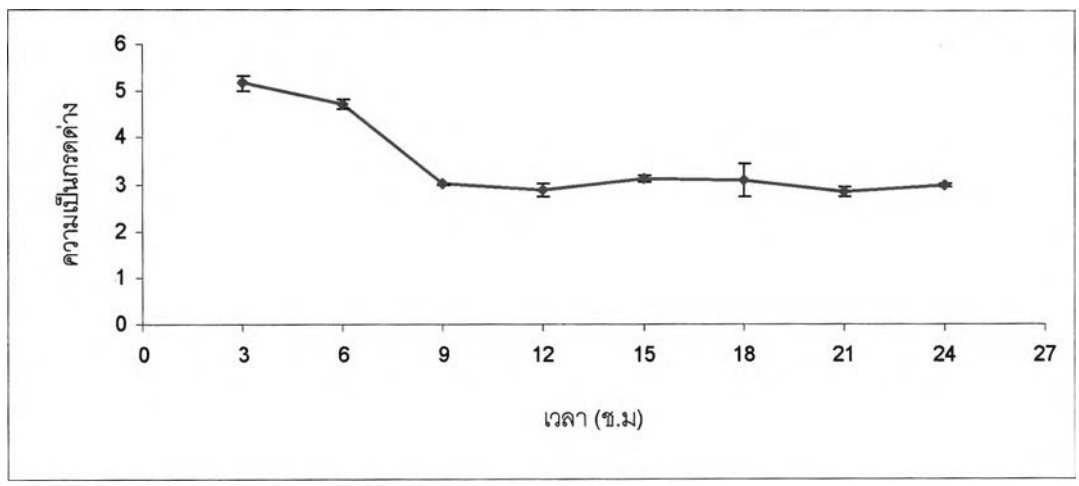


ก ข

ภาพที่ 67 สีของน้ำเสียจากโรงงานเยื่อและกระดาษ เมื่อทำการเลี้ยง *P. sanguineus* CM1เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก) ไม่มีการเติมเชื้อรา ข) มีการเติมเชื้อรา



ภาพที่ 68 ประสิทธิภาพของการลดลงของสีน้ำเสียเมื่อใช้เซลล์อิสระ *P. sanguineus* CM1 ที่เวลาต่างๆ



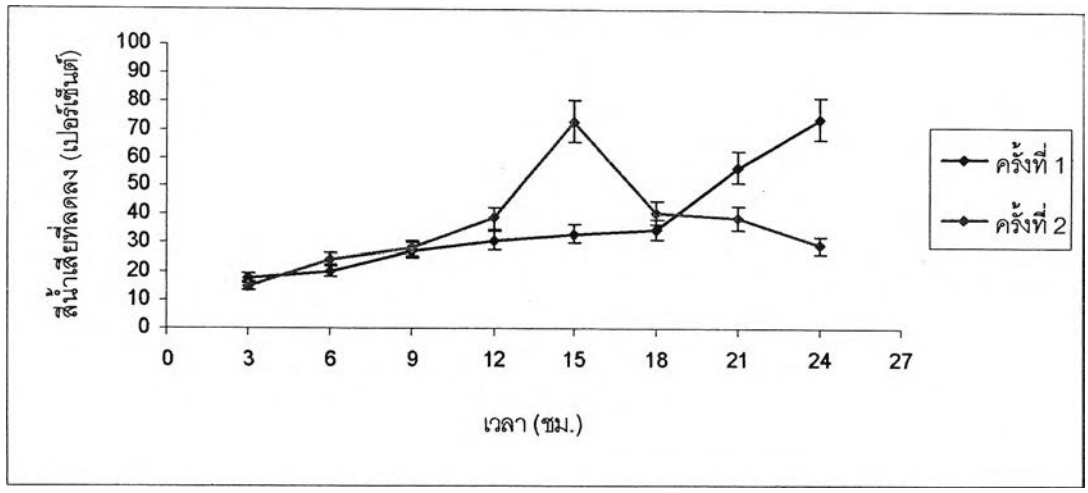
ภาพที่ 69 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างในการลดสีน้ำเสียเมื่อใช้เซลล์อิสระ *P. sanguineus* CM1 ที่เวลาต่างๆ

ตารางที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าบีโอดีและซีโอดีในน้ำเสียเมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพโดย *P. sanguineus* CM1อิสระ

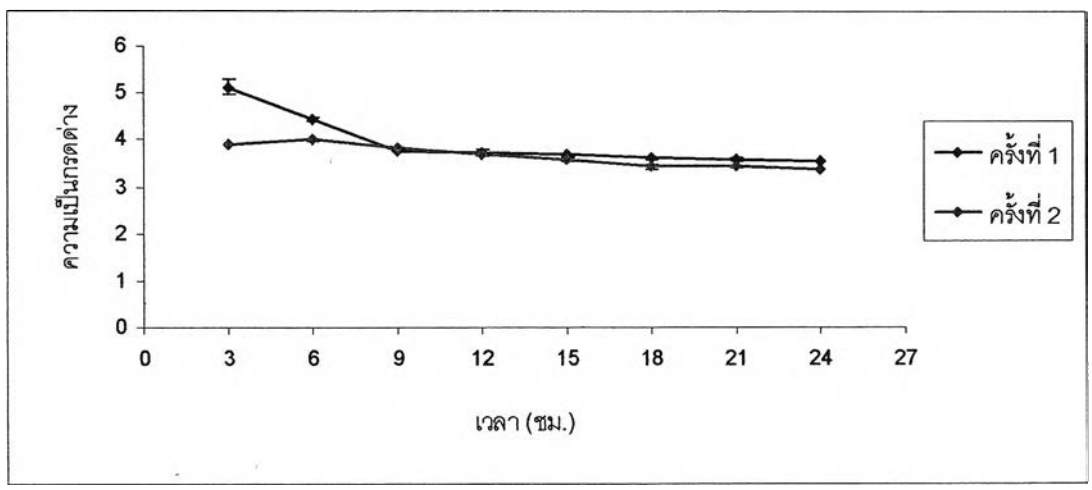
พารามิเตอร์	ค่าที่วัดได้		ปริมาณการลดลง (เปอร์เซ็นต์)
	ชุดควบคุมการทดลอง	ชุดการทดลอง	
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	7,915	6,890	13
ซีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	13,260	11,466	16

4.5.2.3 การทดสอบประสิทธิภาพการลดลงของสีน้ำเสียโดยรา *P. sanguineus* CM1 ตรึงรูปในระดับขวดเขย่า

จากการทดลองใช้เซลล์ *P. sanguineus* CM1ตรึงรูปเพื่อทดสอบการลดลงของสีน้ำเสีย โดยเริ่มต้นจากการถ่ายเม็ดเซลล์ตรึงรูปที่ความเข้มข้น 20 กรัมโดยน้ำหนักเปียก ลงในน้ำเสียที่มีการเติมน้ำตาลกลูโคสและแอมโมเนียมคลอไรด์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร และเพาะเลี้ยงในภาวะเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ภายใต้อุณหภูมิห้อง โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และเก็บตัวอย่างทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลารวม 24 ชั่วโมง พบว่าประสิทธิภาพการลดลงของสีน้ำเสียสูงสุดเท่ากับ 74 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างพบว่าเมื่อทำการเพาะเลี้ยงจนถึงชั่วโมงที่ 3 ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.11 จากนั้นจะมีค่าลดลงเท่ากับ 3.6 ในชั่วโมงที่ 24 ของการทดลอง เช่นเดียวกับค่าการเปลี่ยนแปลงของบีโอดีและซีโอดีที่ลดลงหลังจากเพาะเลี้ยงในชั่วโมงที่ 24 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมการทดลอง และหลังจากนั้นนำเม็ดเซลล์ตรึงรูปมาทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง พบว่าประสิทธิภาพการลดลงของสีน้ำเสียสูงสุดเท่ากับ 73 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง ดังภาพที่ 70 ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างพบว่าเมื่อทำการเพาะเลี้ยงจนถึงชั่วโมงที่ 3 ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 3.91 จากนั้นจะมีค่าลดลงเท่ากับ 3.6 ในชั่วโมงที่ 15 ของการทดลอง ดังภาพที่ 71 เช่นเดียวกับค่าการเปลี่ยนแปลงของบีโอดีและซีโอดีที่ลดลงหลังจากเพาะเลี้ยงในชั่วโมงที่ 24 และ 15 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมการทดลองดังตารางที่ 10



ภาพที่ 70 **ประสิทธิภาพการลดลงของสีน้ำเสียเมื่อใช้เซลล์ตรึง** *P. sanguineus* CM1 **ที่เวลาต่างๆ ในการลดสีน้ำเสีย**



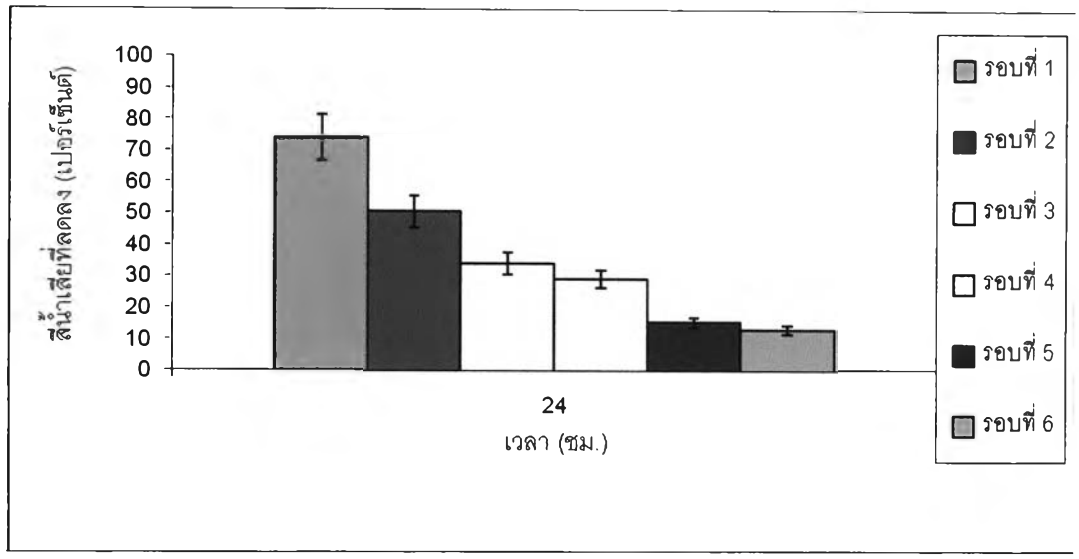
ภาพที่ 71 **การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างเมื่อใช้เซลล์ตรึง** *P. sanguineus* CM1 **ที่เวลาต่างๆ ในการลดสีน้ำเสีย**

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่าบีโอดีและซีโอดีในน้ำเสียเมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยเชื้อรา *P. sanguineus* CM1 ตรึงรูป

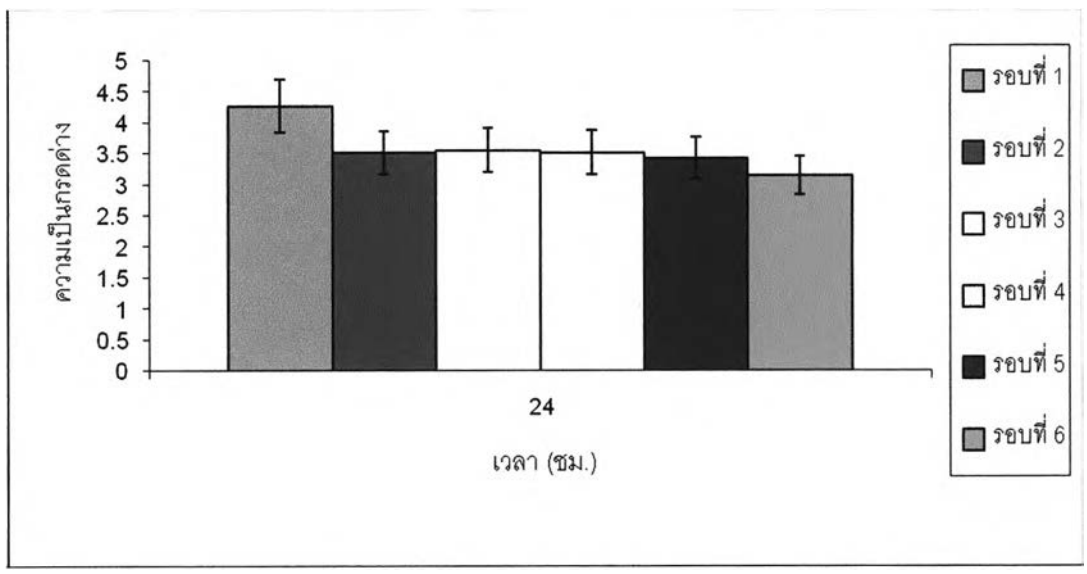
พารามิเตอร์	ค่าที่วัดได้			ปริมาณการลดลง (เปอร์เซ็นต์)	
	ชุดควบคุมการทดลอง	ชุดการทดลอง		รอบที่ 1	รอบที่ 2
		รอบที่ 1	รอบที่ 2		
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	7985	4459	5350	44.2	33
ซีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	9259	8873	9900	5	_

4.5.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพการลดลงของสีน้ำเสียโดยแลคเคสตรึงรูปในระดับขวดเขย่า

จากการทดลองใช้แลคเคสตรึงรูปเพื่อทดสอบการลดลงของสีน้ำเสีย โดยเริ่มต้นจากการถ่ายเม็ดแลคเคสตรึงรูปที่ความเข้มข้น 20 กรัมโดยน้ำหนักเปียก ลงในน้ำเสียที่มีการเติมน้ำตาลกลูโคสและแอมโมเนียมคลอไรด์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร และเพาะเลี้ยงในภาวะเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ภายใต้อุณหภูมิห้อง โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และเก็บตัวอย่างและเปลี่ยนถ่ายอาหารใหม่ทุก 24 ชั่วโมง พบว่าประสิทธิภาพการลดลงของสีน้ำเสียสูงสุดเท่ากับ 74 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง และหลังจากนั้นสามารถนำแลคเคสตรึงรูปกลับมาใช้ซ้ำได้อีก 5 รอบ โดยประสิทธิภาพการ ส่วนการลดลงของสีน้ำเสียในแต่ละครั้งเท่ากับ 50.6 34.28 29.25 15.5 13.28 ตามลำดับ ดังภาพที่ 72 และการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างพบว่าเมื่อทำการเพาะเลี้ยงจนถึงชั่วโมงที่ 24 ค่าความเป็นกรดด่างเปลี่ยนแปลงจากรอบที่ 1 ถึงรอบที่ 6 ของการทดลองอยู่ระหว่าง 3.0-4.5 ดังภาพที่ 74 เช่นเดียวกับค่าการเปลี่ยนแปลงของบีโอดีและซีโอดีที่ลดลงหลังจากเพาะเลี้ยงในชั่วโมงที่ 24 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมการทดลองดังตารางที่ 11



ภาพที่ 72 ประสิทธิภาพการลดลงของสีน้ำเสีย 6 รอบ เมื่อใช้แลคเคสตรึงรูปที่ 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 73 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างของการลดลงของสีน้ำเสีย 6 รอบ เมื่อใช้แลคเคสตรึงรูปที่ 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 11 การเปลี่ยนแปลงค่า บีโอดีและซีโอดีในน้ำเสียเมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพด้วยแลคเคสตรึงรูป

พารามิเตอร์	ค่าที่วัดได้							ปริมาณการลดลง(เปอร์เซ็นต์)					
	ชุดควบคุมการทดลอง	ชุดการทดลอง (รอบ)						1	2	3	4	5	6
		1	2	3	4	5	6						
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	7985	3964	4684	4167	4626	4299	4286	50	41	48	42	46	46
ซีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	9259	8786	9331	10012	11470	10886	10498	5	–	–	–	–	–