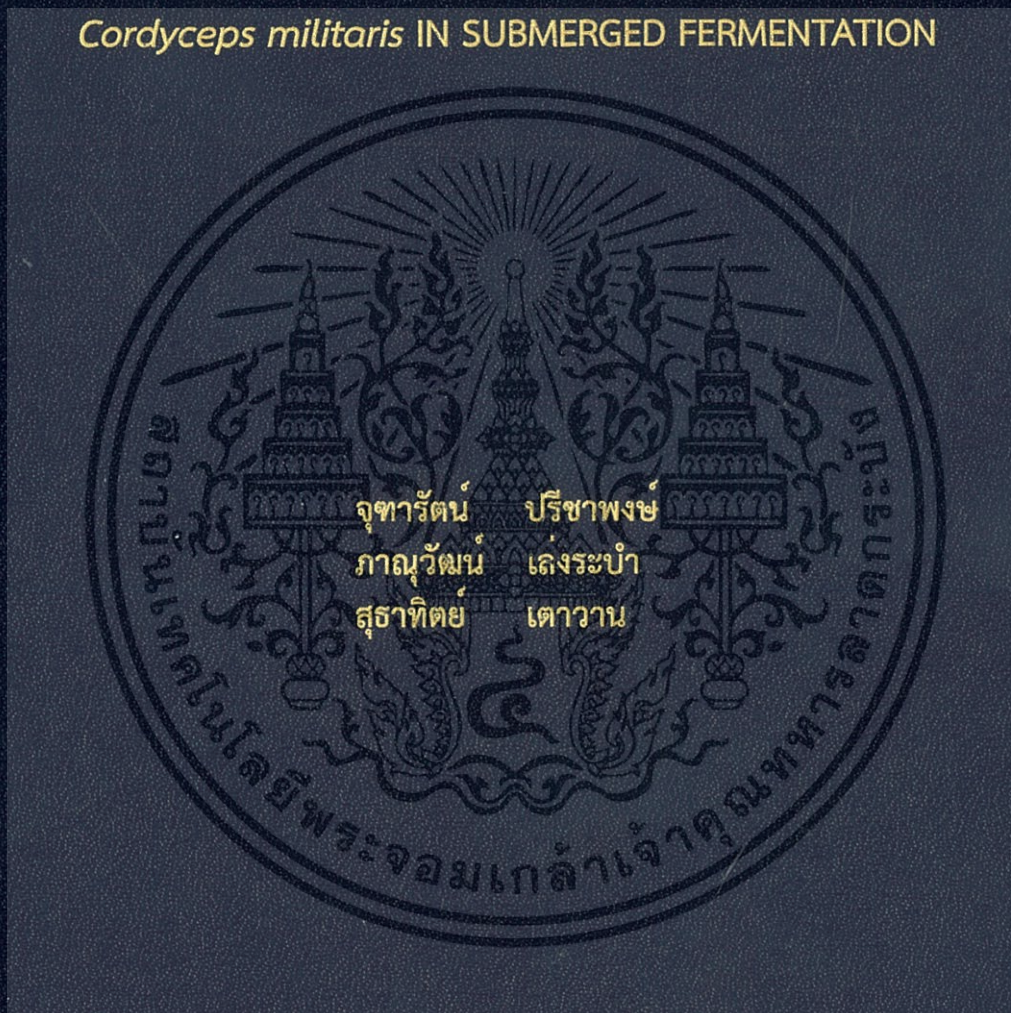


สภาวะที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเส้นใยและการผลิตพอลิแซคคาไรด์ที่อยู่ใน
ภายในเซลล์และที่ปลดปล่อยออกมาจากเซลล์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง
(*Cordyceps militaris*) ในสภาวะกึ่งอาหารเหลว

OPTIMIZATION OF MYCELIUM CULTURE AND INTRACELLULAR
AND EXTRACELLULAR POLYSACCHARIDE PRODUCTION OF
Cordyceps militaris IN SUBMERGED FERMENTATION



งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

สภาวะที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเส้นใยและการผลิตพอลิแซคคาไรด์ที่อยู่
ภายในเซลล์และที่ปลดปล่อยออกมานอกเซลล์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง
(*Cordyceps militaris*) ในสภาวะกึ่งอาหารเหลว

OPTIMIZATION OF MYCELIUM CULTURE AND INTRACELLULAR
AND EXTRACELLULAR POLYSACCHARIDE PRODUCTION OF
Cordyceps militaris IN SUBMERGED FERMENTATION



งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

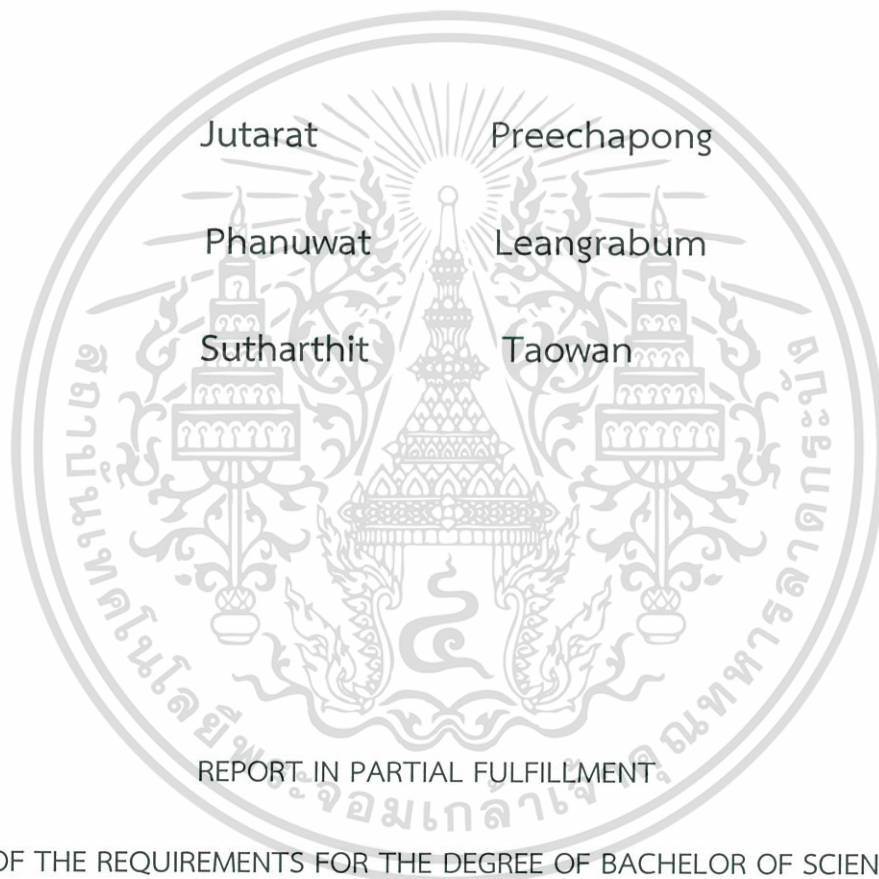
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPTIMIZATION OF MYCELIUM CULTURE AND INTRACELLULAR
AND EXTRACELLULAR POLYSACCHARIDE PRODUCTION OF
Cordyceps militaris IN SUBMERGED FERMENTATION



ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ (ภาษาไทย)

สภาวะที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเส้นใยและการ
ผลิตพอลิแซคคาไรด์ที่อยู่ภายในเซลล์และที่ปลดปล่อย
ออกมานอกเซลล์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

(*Cordyceps militaris*) ในสภาวะกึ่งอาหารเหลว

(ภาษาอังกฤษ)

Optimization of mycelium culture and
intracellular and extracellular polysaccharide
production of *Cordyceps militaris* in submerged
fermentation

ชื่อนักศึกษา

นางสาว จุฑารัตน์ ปรีชาพงษ์ 56050817

นาย ภาณุวัฒน์ เล่งระบำ 56050886

นางสาว สุธาทิพย์ เตาวาน 56050938

ปริญญา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ

ภาควิชา

ชีววิทยา




ปีการศึกษา

2559

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ อารี ฤทธิบุรณ์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้
โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา
เทคโนโลยีชีวภาพ ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ ประธานกรรมการ	
ดร.วรภัทร์ สงวนไชยไผ่วงศ์ กรรมการ	
ร.ศ. อารี ฤทธิบุรณ์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ (ภาษาไทย) สภาวะที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเส้นใยและการผลิตพอลิแซคคาไรด์ที่อยู่ภายในเซลล์และที่ปลดปล่อยออกมานอกเซลล์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*) ในสภาวะกึ่งอาหารเหลว

(ภาษาอังกฤษ) Optimization of mycelium culture and intracellular and extracellular polysaccharide production of *Cordyceps militaris* in submerged fermentation

ชื่อนักศึกษา นางสาว จุฑารัตน์ ปรีชาพงษ์ 56050817
 นาย ภาณุวัฒน์ เล่งระบำ 56050886
 นางสาว สุธาทิพย์ เตาวาน 56050938

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ
 ภาควิชา ชีววิทยา
 ปีการศึกษา 2559
 อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ อารี ฤทธิบูรณ์

บทคัดย่อ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงหัวเชื้อของเห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*) ในสภาวะเขย่า ที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 วัน พบว่าอาหาร PDB ร่วมกับไข่ (ไม่กรอง) ให้ปริมาณเส้นใยสูงสุดคือ 16.39 กรัม/ลิตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แล้วตามด้วยการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง โดยใช้ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร เป็นแหล่งคาร์บอนร่วมกับการใช้กลูโคสในปริมาณที่แตกต่างกันและไข่ไก่เป็นแหล่งไนโตรเจน แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร ให้ปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้งสูงสุดที่ 7.71 กรัม/ลิตร เมื่อทำการหาปริมาณพอลิแซคคาไรด์พบว่าข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร และมีการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุด คือ 10.20 กรัม/ลิตร และพบว่าข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร และข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 10 กรัม/ลิตร ให้ปริมาณอินทราพอลิแซคคาไรด์สูงสุดเท่ากัน คือ 0.23 กรัม/กรัมเซลล์

หลังจากนั้นได้ทำการศึกษาแหล่งไนโตรเจนของไข่ไก่ โดยใช้สูตรอาหารแหล่งคาร์บอนเป็นข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร และมีการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุด คือ 10.20 กรัม/ลิตร และพบว่าข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร และข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 10 กรัม/ลิตร ให้ปริมาณอินทราพอลิแซคคาไรด์สูงสุดเท่ากัน คือ 0.23 กรัม/กรัมเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงนามแล้วที่ปรึกษาและผู้เกี่ยวข้อง เมื่อผู้ยื่นขอใช้เอกสารนี้ขอให้นำไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร ซึ่งใช้ปริมาณแหล่งไนโตรเจนของไข่ไก่ที่ปริมาณแตกต่างกัน เมื่อทำการศึกษาปริมาณเส้นใยเห็ดถึงเข้าสีทองก็พบว่าแหล่งไนโตรเจนจากไข่ไก่ 70 กรัม/ลิตร ให้ปริมาณเส้นใยสูงสุดคือ 10.93 กรัม/ลิตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทำการหาปริมาณพอลิแซคคาไรด์พบว่า ปริมาณแหล่งไนโตรเจนของไข่ไก่ 70 กรัม/ลิตร มีการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ สูงสุดคือ 15.16 กรัม/ลิตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และปริมาณแหล่งไนโตรเจนของไข่ไก่ 70 กรัม/ลิตร ยังผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุด คือ 0.23 กรัม/กรัมเซลล์

คำสำคัญ : *Cordyceps militaris*, ข้าวสังข์หยด, เอกโซพอลิแซคคาไรด์, อินทรีย์พอลิแซคคาไรด์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Optimization of mycelium culture and intracellular and extracellular polysaccharide production of <i>Cordyceps militaris</i> in submerged fermentation		
Students	Miss Jutarat	Preechapong	56050817
	Mister Phanuwat	Leangrabum	56050886
	Miss Sutharthit	Taowan	56050938
Degree	Bachelor of Science in Biotechnology		
Department	Biology		
Academic Year	2016		
Advisor	Aree	Rittiboon ,	Assoc. Prof

Abstract

The optimum condition of cultivation of inoculum of *Cordyceps militaris*. The inoculum were prepared using shake-flask culture at 150 rpm with different time for 3 day in PDB medium with eggs. It has been found that the highest mycelium dry weight reached 16.39 g/L, which was proved to be significantly different. The optimum condition of cultivation by using of 20 g/l was used germinated Sangyod brown rise was vitalized with various amount of glucose (carbon source) and eggs (nitrogen source). It was found carbon source with sugar 5 g/L glucose gave the highest mycelium dry weight (7.71 g/L), The highest value of exopolysaccharide (EPS) volumetric yield was 10.20 g/L and germinated Sangyod brown rice with 5 g/L and 10 g/L glucose in the media gave the highest volumetric yield of intrapolsaccharide (IPS) reached 0.23 g/gcell. Subsequently, the study of nitrogen source using different amount of eggs with 20 g/L germinated Sangyod brown rice and 5 g/L glucose was carried on. It was found that the utilization of 70 g/L eggs as a nitrogen source gave the highest mycelium dry weight (10.93 g/L), which was prove to be significantly different . The EPS yield from in nitrogen source 70 g/L eggs was the highest value (15.16 g/L), which were significantly different and gave the highest yield IPS to 0.23 g/g cell, which were not significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Keyword : *Cordyceps militaris*, germinated Sangyod brown rice, Exopolysaccharide, Intrapolysaccharide



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษนี้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งสำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนเป็นอย่างดีจากหลายบุคคล

ขอบพระคุณ รศ.อารี ฤทธิบุรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ที่กรุณาให้ความรู้คำปรึกษาในด้านวิชาการ แนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนช่วยในการตรวจสอบแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆ ของโครงการพิเศษ และยังเป็นผู้ที่คอยให้กำลังใจ ตลอดในระยะเวลาที่ทำโครงการพิเศษนี้

ขอบพระคุณ รศ.ดร.มารีสา จาตุพรพิพัฒน์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าร่วมถึงให้คำแนะนำตรวจสอบ และแก้ไขโครงการพิเศษนี้ให้มีความเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอบพระคุณ ดร. วรภัทร์ สงวนไชยไผ่วงศ์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าร่วมถึงให้คำแนะนำ รวมถึงการแก้ไขโครงการพิเศษนี้ให้มีความเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ซึ่งนอกจากในส่วนที่เป็นเนื้อหาทางวิชาการแล้วนั้น ยังสอนให้รู้จักความอดทน ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ และความมีน้ำใจต่อผู้อื่น

ขอบคุณเจ้าหน้าที่ธุรการและนักวิทยาศาสตร์ประจำภาคชีววิทยาทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในด้าน อุปกรณ์ สารเคมีต่างๆ และเครื่องมือที่ใช้ในโครงการพิเศษนี้

ขอบคุณครอบครัว ทั้งพ่อแม่พี่น้อง รวมไปถึงเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจ ช่วยเหลือกันมาโดยตลอดทำให้ผ่านพ้นช่วงเวลาที่ย่ำแย่ที่สุดมาได้จนโครงการพิเศษสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นางสาวจุฑารัตน์ ปรีชาพงษ์

นายภาณุวัฒน์ เล่งระบำ

นางสาวสุธาทิพย์ เตาวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป	ต
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย/ปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เห็นถึงเช่าสีทอง.....	4
2.1.1 ลักษณะทั่วไปที่สำคัญ.....	4
2.2. สารสำคัญที่พบในเห็นถึงเช่าสีทอง	5
2.2.1 สารคอร์ไดเซปิน	5
2.2.2 อะดีโนซีน	5
2.2.3 พอลิแซคคาไรด์	6
2.2.3.1 ปีต้ากลูแคน	7
2.3. สรรพคุณของเห็นถึงเช่าสีทอง	12
2.4. การเพาะเลี้ยงเห็นถึงเช่าสีทอง	13
2.4.1 การเพาะด้วยตัวหนอนหรือดักแด้.....	13
2.4.1.1 เพาะในขวดแก้ว	13
2.4.1.2 เพาะในกระบะ	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.4.2 การเพาะด้วยอาหาร	14
2.4.2.1 อาหารแข็ง	14
2.4.2.2 อาหารเหลว	14
2.4.3 การเพาะเลี้ยงด้วยไข่เป็นแหล่งไนโตรเจน	16
2.4.4 การเพาะเลี้ยงด้วยข้าวสังข์หยดเป็นแหล่งคาร์บอน	17
2.5 สภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญ	
และการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดถั่งเช่าสีทอง	18
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	21
3.1. วัสดุ	21
3.1.1. วัสดุดิบ	21
3.1.2 เชื้อจุลินทรีย์	21
3.2. อาหารเลี้ยงเชื้อ	21
3.3. อุปกรณ์	21
3.4. สารเคมี	23
3.5.วิธีการเตรียมหัวเชื้อ	23
3.5.1. การเพาะเห็ดถั่งเช่าด้วยตัวหนอนในขวดแก้ว	23
3.5.1.1 การเตรียมหัวเชื้อในอาหารแข็ง PDA เสริม	23
3.5.1.2 การเตรียมหัวเชื้อในอาหารเหลว PDB เสริม	24
3.5.1.3 การถ่ายหัวเชื้อเหลวลงในตัวหนอน	24
3.5.2. การศึกษาสูตรอาหาร และระยะเวลาในการเพาะเลี้ยง	
ที่เหมาะสมต่อการเตรียมของหัวเชื้อ	24
3.5.2.1 การเตรียมหัวเชื้อเริ่มต้นในอาหารแข็ง PDA เสริมสูตรต่างๆ	24
3.5.2.2 การเตรียมหัวเชื้อเริ่มต้นในอาหารเหลว PDB เสริมสูตรต่างๆ	24
3.5.2.3 การหาสูตรอาหารและระยะเวลาที่มีผลต่อการ	
เจริญเติบโตของหัวเชื้อของเห็ด	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.6 การศึกษาหาแหล่งคาร์บอนโดยใช้ข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคสที่ความเข้มข้น ต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการผลิตเส้นใยแห้ง และการผลิตสารพอลิแซคคาไรด์	25
3.7 การศึกษาหาแหล่งไนโตรเจนของไขไก่ เพื่อหาความเข้มข้นที่ เหมาะสมต่อการผลิตเส้นใยแห้งและสารพอลิแซคคาไรด์	25
3.8 การวิเคราะห์ผล	25
3.8.1. การหาน้ำหนักแห้ง	25
3.8.2. การหาเอกโซพอลิแซคคาไรด์	26
3.8.3. การหาอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์	26
3.9 การวิเคราะห์ทางสถิติ	26
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	27
4.1. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเตรียมหัวเชื้อ <i>Cordyceps militaris</i> ในสภาวะอาหารกึ่งเหลวแบบเขย่า	27
4.2. ผลของแหล่งคาร์บอนโดยใช้ข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคสที่ความ เข้มข้นต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการผลิตเส้นใยแห้งและสารพอลิแซคคาไรด์	27
4.2.1 ผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันต่อการเพาะเลี้ยงเห็ดถังเช่าสีทอง	27
4.2.2 ผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันต่อปริมาณพอลิแซคคาไรด์ ของการเพาะเลี้ยงเห็ดถังเช่าสีทอง	28
4.3. ผลของแหล่งไนโตรเจน (ไขไก่) ที่มีผลต่อการผลิตเส้นใยแห้ง และปริมาณสารพอลิแซคคาไรด์	30
4.3.1 ผลของแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันต่อปริมาณเส้นใย ของการเพาะเลี้ยงเห็ดถังเช่าสีทอง	31
4.3.2 ผลของแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันต่อปริมาณพอลิแซคคาไรด์ ของการเพาะเลี้ยงเห็ดถังเช่าสีทอง	32
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	36
5.1 สรุปผลการวิจัย	36
5.2 ข้อเสนอแนะ	37

เอกสารอ้างอิง 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตเห็นว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก.....	43
ภาคผนวก ก สูตรอาหาร.....	44
ภาคผนวก ข การใช้เครื่องมือ.....	51
ภาคผนวก ค การเตรียมสารเคมี.....	62
ภาคผนวก ง วิธีวิเคราะห์.....	64
ภาคผนวก จ วิธีการคำนวณ.....	68
ภาคผนวก ฉ ผลการทดลอง.....	70



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1. ฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดถั่งเช่าสีทอง	12
2.2. สารอาหารในวัตถุดิบ 100 กรัม ที่ใช้เพาะเห็ดถั่งเช่า	15
2.3. แสดงคุณค่าทางโภชนาการของไข่ไก่และไข่เป็ดต่อน้ำหนัก 100 กรัม	16
2.4. แสดงปริมาณวิตามินต่างๆของไข่ไก่ต่อน้ำหนัก 100 กรัม.....	16
2.5. ผลการวิเคราะห์/การทดสอบทางเคมี ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงในข้าวกล้อง และข้าวซ้อมมือ	17
3.1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	21
3.2. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	23
4.1 อัตราการเจริญเติบโตของหัวเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองในสภาวะการเพาะเลี้ยงในอาหาร กึ่งเหลว ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	29
4.2 การเจริญของเส้นใยชีวมวลจากการแปรผันแหล่งคาร์บอนในสภาวะอาหารกึ่งเหลว ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	30
4.3 การผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุดจากการแปรผันแหล่งคาร์บอนในสภาวะอาหาร กึ่งเหลวที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	31
4.4 การผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุดจากการแปรผันแหล่งคาร์บอนในสภาวะอาหาร กึ่งเหลว ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	32
4.5 การเจริญของเส้นใยชีวมวลจากการแปรผันแหล่งไนโตรเจนในสภาวะอาหารกึ่งเหลว ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	33
4.6 การผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุดจากการแปรผันแหล่งไนโตรเจนในสภาวะอาหาร กึ่งเหลว ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	34
4.7 การผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุดจากการแปรผันแหล่งไนโตรเจนในสภาวะอาหาร กึ่งเหลว ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	35
ค.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคสที่ความเข้มข้น 10, 20, 40, 60 , 80 และ100 มิลลิกรัม/ลิตร เพื่อวิเคราะห์ปริมาณพอลิแซคคาไรด์	63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ฉ.1 ค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสูตรอาหารและเวลาที่แตกต่างกันในการเตรียมหัวเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองของอาหารที่แตกต่างกัน ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	70
ฉ.2 ผลของสูตรอาหารที่มีผลต่อการเตรียมหัวเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	70
ฉ.3 ผลของระยะเวลาในการเลี้ยงหัวเชื้อของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	71
ฉ.4 ผลของสูตรของอาหาร และระยะเวลาในการเลี้ยงหัวเชื้อที่มีผลต่อการเตรียมหัวเชื้อของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	71
ฉ.5 ค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสูตรอาหารที่แตกต่างกันในการผลิตสูงที่สุดที่มีผลต่อการเตรียมหัวเชื้อของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	72
ฉ.6 ผลของสูตรอาหารแต่ละชนิดที่ผลิตเส้นใยสูงที่สุดที่มีผลต่อการเตรียมหัวเชื้อของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	73
ฉ.7 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	73
ฉ.8 ผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการผลิตเส้นใยแห้ง ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	73
ฉ.9 ผลของเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตเส้นใยแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	74
ฉ.10 ผลของแหล่งคาร์บอน และเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตเส้นใยแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	74
ฉ.11 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสูงที่สุดของสูตรอาหารแต่ละชนิด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	75
ฉ.12 ผลของอาหารแต่ละชนิดที่ผลิตเส้นใยแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทองสูงที่สุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ฉ.13 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันที่มีต่อปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	76
ฉ.14 ผลแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	77
ฉ.15 ผลของระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง.....	78
ฉ.16 ผลของแหล่งคาร์บอน และปัจจัยของระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	77
ฉ.17 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันที่ผลิตปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	79
ฉ.18 ผลของแหล่งคาร์บอนที่มีผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	79
ฉ.19 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันที่มีต่อปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	80
ฉ.20 ผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกัน ที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	80
ฉ.21 ผลของระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	80
ฉ.22 ผลของแหล่งคาร์บอน และระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	81
ฉ.23 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันที่ผลิตปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตเห็นว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ฉ.24 ผลของแหล่งคาร์บอนที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	82
ฉ.25 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันต่อน้ำหนัก แห้งของเส้นใยหัตถ์ถึงเข้าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	83
ฉ.26 ผลของอาหารที่มีปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันซึ่งมีผลต่อการผลิตเส้นใยแห้ง ของหัตถ์ถึงเข้าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	83
ฉ.27 ผลของเวลาที่มีปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันซึ่งมีผลต่อการผลิตเส้นใยแห้ง ของหัตถ์ถึงเข้าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	83
ฉ.28 ผลของปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการผลิตเส้นใยแห้งของหัตถ์ ถึงเข้าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	84
ฉ.29 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของเส้นใยหัตถ์ถึงเข้าสีทองสูงที่สุดของ สูตรอาหารแต่ละชนิด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	85
ฉ.30 ผลของอาหารแต่ละชนิดที่ผลิตเส้นใยแห้งของหัตถ์ถึงเข้าสีทองสูงที่สุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	85
ฉ.31 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันต่อ ปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของหัตถ์ถึงเข้าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	86
ฉ.32 ผลของปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันซึ่งมีผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ ของหัตถ์ถึงเข้าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	86
ฉ.33 ผลของเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของหัตถ์ ถึงเข้าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	87
ฉ.34 ผลของปริมาณแหล่งไนโตรเจน และระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่แตกต่างกันที่มีผล ต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของหัตถ์ถึงเข้าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	87
ฉ.35 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันที่ผลิต ปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่ให้นำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ฉ.36 ผลของแหล่งไนโตรเจนที่มีผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	88
ฉ.37 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันต่อ ปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	89
ฉ.38 ผลของระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ด ถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	89
ฉ.39 ผลของระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ด ถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	90
ฉ.40 ผลของอาหาร และระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกัน ที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	90
ฉ.41 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันที่ผลิต ปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	91
ฉ.42 ผลของแหล่งไนโตรเจนที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 <i>Cordyceps militaris</i>	4
2.2 โครงสร้างสารคอร์ไดเซปิน.....	5
2.3 โครงสร้างอะดีโนซีน.....	6
2.4 โครงสร้างพอลิแซคคาไรด์.....	6
2.5 โครงสร้างปีต้า -1,3 กลูแคน	8
2.6 เม็ดเลือดขาวของ macrophage ที่กลืนกินโมเลกุลย้อมสีของปีต้ากลูแคน.....	9
2.7 ปีต้ากลูแคนเข้าไปอยู่ในเซลล์ของเม็ดเลือดขาว.....	10
2.8 ปีต้ากลูแคนขนาดเล็กสามารถละลายได้ภายในเซลล์ไขกระดูก.....	10
4.1 การเจริญเติบโตของ <i>Cordyceps militaris</i> ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	28
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเซลล์แห้งต่อเวลาของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกัน ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	29
4.3 ปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์ในการเพาะเลี้ยงจากแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกัน ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	30
4.4 ปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ในการเพาะเลี้ยงจากแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกัน ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	31
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเซลล์แห้งต่อระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงเห็ดถึงเข้าสู่สีทอง โดยการใช้แหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกัน ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	33
4.6 ปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์ในการเพาะเลี้ยงเห็ดถึงเข้าสู่สีทองจากแหล่งไนโตรเจน ที่แตกต่างกัน ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	34
4.7 ผลของแหล่งไนโตรเจนปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ในการเพาะเลี้ยงเห็ดถึงเข้าสู่สีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	35
ข.1 สเกล และฉลากของหลอดปิเปตแก้ว.....	52
จ.1 กราฟมาตรฐานกลูโคสที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร ด้วยวิธีฟินอล-ซัลฟูริก	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป (ต่อ)

จ.2 กราฟมาตรฐานกลุ่โคสที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร ด้วยวัตน้ำตาลีร็ดิวซ์ (DNS) 69



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เห็ดถั่งเช่าสีทอง (ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cordyceps militaris*) เป็นเห็ดที่มีคุณค่าทางโภชนาการเทียบเท่าได้กับเห็ดถั่งเช่าทิเบต (ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cordyceps sinensis*) ทั้งเห็ดถั่งเช่าสีทองยังสามารถเพาะเลี้ยงในสภาวะต่างๆที่ควบคุมได้ ต้นทุนในการเพาะเลี้ยงไม่สูงมากนัก สารชีวเคมีที่ได้จากเห็ดถั่งเช่าสีทองยังมีปริมาณไม่ต่างกับเห็ดถั่งเช่าทิเบต จึงทำให้เห็ดถั่งเช่าสีทองได้รับความสนใจอย่างมากในทางด้านอาหารเสริม และงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ แต่ปัจจุบันการผลิตยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด จึงได้มีการวิจัยเพื่อทำการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงถั่งเช่าสีทอง เพื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยของเชื้อรา และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ รวมทั้งทำการลดต้นทุนในการผลิต

สารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญในเห็ดถั่งเช่าสีทอง ไม่ว่าจะเป็นคอร์โดเซปิน (cordycepin) พอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) กาแลคโตแมนแนน (galactomannan) กรดอะมิโน เช่น อะดีนีน กวานีน กวานโนซีน วิตามิน และแร่ธาตุ เช่น วิตามินอี วิตามินเค วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และวิตามินบี 12 เป็นต้น แต่ที่น่าสนใจ คือ คอร์โดเซปิน หรือ 3-ดีออกซีอะดีโนซีน (3-deoxyadenosine) ซึ่งมีสูตรโครงสร้างคล้ายกรดนิวคลีอิกซึ่ง สารดังกล่าวนี้สามารถดึงเอาออกซิเจนมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความสามารถในการต่อต้านเซลล์มะเร็ง ยับยั้งเนื้องอก เพิ่มประสิทธิภาพของระบบภูมิคุ้มกัน ควบคุมปริมาณอินซูลิน ควบคุมระบบเผาผลาญของร่างกาย เป็นต้น

การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองสามารถเพาะเลี้ยงได้ทั้งในอาหารแข็ง และอาหารเหลวแต่การเพาะเลี้ยงด้วยอาหารเหลวนั้น จะให้ผลผลิตเป็นเส้นใยของราซึ่งมีหลายงานวิจัยที่กล่าวว่าการเพาะเลี้ยงแบบอาหารเหลวจะให้ผลผลิตที่มากกว่าการเพาะเลี้ยงในอาหารแข็ง การเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสามารถเพาะเลี้ยงโดยใช้เทคนิคต่างๆ เช่น การเพาะเลี้ยงแบบกึ่งเหลว (submerged culture) การเพาะเลี้ยงบนผิวหน้าของอาหาร (surface culture) การเพาะเลี้ยงแบบต่อเนื่อง แต่การเพาะเลี้ยงที่ได้รับความนิยม คือ การเพาะเลี้ยงแบบเขย่า เพราะจะทำให้เส้นใยสามารถสัมผัสกับอาหารได้อย่างทั่วถึง โดยการเพาะเลี้ยงแบบเขย่าสามารถทำได้โดย นำหัวเชื้อเห็ดที่ขึ้นบนอาหารวุ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาขนาดประมาณ 5 ตารางมิลลิเมตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 หรือ 500 มิลลิเมตร โดยกำหนดความเร็วรอบอยู่ที่ 50-150 รอบต่อนาที บ่มที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส โดยการเก็บผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวจะสามารถทำได้โดยการกรองเอาเส้นใยของเห็ด โดยวิธีการปั่นเหวี่ยงหรือการนำเส้นใยไปเพาะเลี้ยงต่อแล้วเหนี่ยวนำให้เกิดดอก การอบแห้งเส้นใยแห้งสามารถนำมาบดแล้วบรรจุแคปซูลซึ่งการผลิตจากเส้นใยแห้งจะให้ปริมาณผลผลิตที่มากกว่า และประหยัดต้นทุนได้มากกว่าผลผลิตที่ได้จากดอกเห็ดถังเช่าสีทอง

ข้าวสังข์หยด เป็นพันธุ์ข้าวที่ได้รับพระมหากรุณาธิคุณจากสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ เมื่อปี พ.ศ.2543 ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดพัทลุง ในปัจจุบันข้าวชนิดนี้ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้น เนื่องจากมีประโยชน์มากมาย ไม่ว่าจะเป็นการบำรุงโลหิต บำรุงร่างกาย ชะลอความแก่ ป้องกันโรคความจำเสื่อม มีสารแอนติออกซิแดนซ์พวก โอริซานอล (oryzanal) แกมมา-โอริซานอล (gamma oryzanal) และ Gamma Amino Butyric Acid (GABA) ซึ่งช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเป็นโรคมะเร็ง นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ในการลดระดับไขมันพวก LDL และเพิ่มระดับไขมันพวก HDL ในเลือด จึงนับได้ว่าข้าวสังข์หยดเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณค่าทางอาหารสูง และจัดเป็นข้าวเพื่อสุขภาพ

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาสูตรอาหารเหลวที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงเห็ดถังเช่าสีทอง และเพิ่มการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ สารพอลิแซคคาไรด์ โดยใช้แหล่งคาร์บอน คือ ข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคส และแหล่งไนโตรเจน คือ ไข่ไก่ โดยจะหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของทั้งแหล่งคาร์บอน และแหล่งไนโตรเจน ในการผลิตพอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถังเช่าสีทอง

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

1. ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตหัวเชื้อ *Cordyceps militaris* ในสภาวะอาหารกึ่งเหลวแบบเขย่า
2. ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญและการสร้างสารพอลิแซคคาไรด์ของเชื้อ *Cordyceps militaris* คือ ปริมาณของแหล่งคาร์บอน และปริมาณของแหล่งไนโตรเจน
3. ทำการหาปริมาณเส้นใย และปริมาณสารพอลิแซคคาไรด์ที่มีอยู่ในเส้นใยของเห็ดถังเช่าสีทองที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในอาหารกึ่งเหลว

1.3. ขอบเขตของโครงการพิเศษ

1. การศึกษาหาการเตรียมหัวเชื้อของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่อยู่ในช่วงการเจริญเติบโตในระยะเอกโพแนนเซียล
2. การศึกษาหาผลของแหล่งคาร์บอน คือ ข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคส และแหล่งไนโตรเจน คือ ไข่ไก่ ที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ในการเพาะเลี้ยงในอาหารกึ่งเหลว
3. การศึกษาหาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดถั่งเช่าสีทอง โดยจะศึกษาปริมาณของพอลิแซคคาไรด์ ที่อยู่ในเซลล์และที่ปลดปล่อยออกมานอกเซลล์

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถทราบถึงแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการเจริญและผลิตเส้นใยของเห็ดถั่งเช่าสีทอง
2. ทราบถึงปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดถั่งเช่าสีทอง
3. การผลิตเส้นใยของเห็ดถั่งเช่าสีทองแล้วนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. เห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*)

อนุกรมวิธาน (ธัญญา, 2555)

อาณาจักร Fungi

ไฟลัม Ascomyco

ไฟลัมย่อย Ascomycotina

ชั้น Ascomycetes/Pyrenomycetes

อันดับ Hypocreales

วงศ์ Clavicipataceae

สกุล *Cordyceps*

สายพันธุ์ *militaris*

ชื่อวิทยาศาสตร์

Cordyceps militaris

เห็ดถั่งเช่าสีทอง เกิดจากการเพาะเลี้ยงทั้งดอก และเส้นใยเห็ด เห็ดถั่งเช่าสีทองสามารถเพาะได้ด้วยการใช้แมลงหลายชนิด ตัวหนอนหรือดักแด้ไหม หรือใช้อาหารสังเคราะห์ ชักนำให้ออกเป็นดอกเห็ดในที่อากาศเย็น หากผลิตเป็นอุตสาหกรรมก็สามารุใช้เมล็ดธัญพืชทดแทนแมลงหรือตัวหนอนได้ ซึ่งลักษณะของเห็ดถั่งเช่าสีทองจะแสดงใน รูปที่ 2.1 โดยเห็ดถั่งเช่าสีทอง สายพันธุ์ *militaris* ซึ่งเป็นเห็ดตระกูลเดียวกับเห็ดถั่งเช่าที่เบตแต่คนละเหล่าพันธุ์ เห็ดถั่งเช่าสีทองเป็นเห็ดที่พบอยู่ทั่วไปในระดับที่มีอุณหภูมิระหว่าง 10-28 องศาเซลเซียส เป็นเห็ดที่มีส่วนประกอบของสารอาหาร วิตามิน เกลือแร่และยาหลายชนิดที่สูงกว่าเห็ดถั่งเช่าแท้ๆ



รูปที่ 2.1 *Cordyceps militaris*

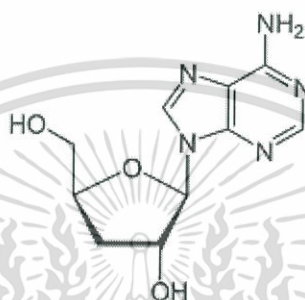
ที่มา : <http://www.goldencordyceps.com/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. สารสำคัญที่พบในเห็ดถั่งเช่าสีทอง

2.2.1. สารคอร์ไดเซปิน

สารคอร์ไดเซปิน หรือ 3'-ดีออกซีอะดีโนซีน คือ การเปลี่ยนแปลงมาจาก นิวคลีโอไซด์ อะดีโนซีน (nucleoside adenosine) ที่แตกต่างกันจากด้านหลังโดยไม่มีหมู่ของไฮดรอกซีในตำแหน่งที่ 3 ดังแสดงในรูปที่ 2.2. ซึ่งมีสูตรโครงสร้างทางเคมี คือ $C_{10}H_{13}N_5O_3$ มีจุดหลอมเหลวอยู่ที่ 225.5 องศาเซลเซียส สารคอร์ไดเซปินคล้ายกับอะดีโนซีนทำให้เอนไซม์บางอย่างไม่สามารถแยกความต่างระหว่างทั้ง 2 ชนิดได้



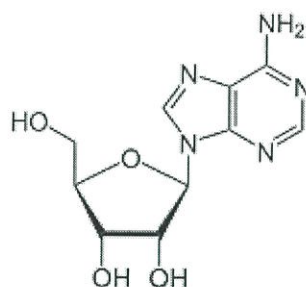
รูปที่ 2.2. โครงสร้างสารคอร์ไดเซปิน

ที่มา : <https://en.wikipedia.org/wiki/Cordycepin>.

สารคอร์ไดเซปินในถั่งเช่า ทำให้การลดคลอเลสเตอรอล และไขมันไตรกลีเซอไรด์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการลดปริมาณของคลอเลสเตอรอลชนิดไม่ดี (low-density lipoprotein ; LDL) และเพิ่มปริมาณคลอเลสเตอรอลชนิดดี (high-density cholesterol ; HDL) พร้อมทั้งช่วยขยายหลอดเลือด ลดความหนืดของเลือด (plasma viscosity) และป้องกันการเกิดลิ่มเลือดในหลอดเลือดแดง (prevention of anti-thrombosis) ส่งผลให้การไหลเวียนของโลหิตดีขึ้น เลือดจึงส่งไปเลี้ยงหัวใจและสมองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถือเป็น การป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจและสมองได้เป็นอย่างดี สารคอร์ไดเซปินมีฤทธิ์บำรุงและฟื้นฟูระบบการทำงานของไต และปอด ช่วยฟื้นฟูสมรรถนะของไต ช่วยบรรเทาอาการไตอักเสบและนิ่วในไต ช่วยกระตุ้นให้ปอดนำเอาออกซิเจนไปใช้เพิ่มได้สูงขึ้นอย่างน้อยร้อยละ 30 จึงช่วยในการเพิ่มพลังในการฟื้นฟูซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอให้กับอวัยวะต่างๆ

2.2.2. อะดีโนซีน

อะดีโนซีนเป็นพิวรีน นิวคลีโอไซด์ (purine nucleoside) ที่ประกอบด้วยโมเลกุลของอะดีนีนต่อกับโมเลกุลของน้ำตาลไรโบสด้วยพันธะผ่านพันธะ β -N9-glycosidic ดังแสดงในรูปที่ 2.3 อะดีโนซีนมีสูตรโครงสร้างทางเคมี คือ $C_{10}H_{13}N_5O_4$ น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 267.241 กรัม/โมล



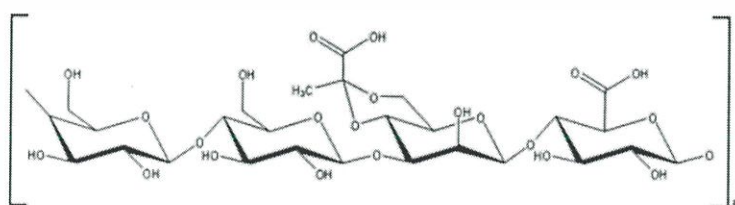
รูปที่ 2.3 โครงสร้างอะดีโนซีน

ที่มา : <https://en.wikipedia.org/wiki/Adenosine>.

อะดีโนซีนพบอย่างแพร่หลายในธรรมชาติ และมีบทบาทสำคัญในกระบวนการทางชีวเคมีต่างๆ เช่น กระบวนการถ่ายโอนพลังงาน เช่น ATP และ ADP เป็นสารส่งสัญญาณ เช่น cAMP นอกจากนี้ยังเป็นสารควบคุมระบบประสาทซึ่งเชื่อว่ามีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการนอนหลับและการจัดการอารมณ์ อะดีโนซีนยังมีบทบาทในการควบคุมการไหลเวียนเลือดไปยังอวัยวะต่างๆ กระตุ้นการใช้ออกซิเจนสูงขึ้นกว่าร้อยละ 40 จึงถือว่าเป็นอาหารธรรมชาติที่มีคุณสมบัติพิเศษกว่าอาหารอื่นใด เหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่ปัญหาเกี่ยวกับปอดและทางเดินหายใจ อันได้แก่ โรคหืด แพ้อากาศ เสมหะมาก และโรคปอด รวมทั้งมะเร็งปอดด้วย นอกจากนี้ยังใช้เป็นยาโดยเฉพาะ antiarrhythmic ใช้ในการรักษาภาวะหัวใจเต้นเร็ว ผลข้างเคียงที่พบได้คือ อาการเจ็บหน้าอก หายใจถี่ ผลข้างเคียงที่รุนแรงได้แก่ หัวใจเต้นผิดปกติ หวหวิว และความดันโลหิตต่ำ

2.2.3. พอลิแซคคาไรด์

พอลิแซคคาไรด์เป็นพอลิเมอร์ที่มีสารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลักเกิดจากโมโนแซคคาไรด์ตั้งแต่ 10 โมเลกุลขึ้นไป จนถึง 1000 โมเลกุลมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก ดังแสดงในรูปที่ 2.4 พอลิแซคคาไรด์ในธรรมชาติส่วนใหญ่ ไม่มีสี ไม่มีรส เมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายคอลลอยด์



รูปที่ 2.4 โครงสร้างพอลิแซคคาไรด์

ที่มา : Urai และคณะ (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอลิแซคคาไรด์เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ไกลแคน (glycan) หมายถึง สารแซคคาไรด์ซึ่งจะมีแตกต่างกันตามชนิดของโมโนแซคคาไรด์ที่มาประกอบความยาวของสาย ชนิดของพันธะที่เชื่อมและระดับกิ่งก้านสาขา

ประเภทของพอลิแซคคาไรด์ สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ตามโครงสร้าง คือ โโฮโมพอลิแซคคาไรด์ เป็นพอลิแซคคาไรด์ที่ประกอบด้วยโมโนแซคคาไรด์เพียงชนิดเดียวต่อกัน ได้แก่ แป้ง ไกลโคเจน เซลลูโลส เดกซ์แทรน เป็นต้น และเฮเทอโรพอลิแซคคาไรด์ ประกอบด้วยโมโนแซคคาไรด์มากกว่าหรือเท่ากับสองชนิดมาเชื่อมต่อกัน ได้แก่ เพกติน อินูลิน กัมและวุ้น นอกจากนี้เรายังสามารถแบ่งพอลิแซคคาไรด์ตามหน้าที่ได้ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ พอลิแซคคาไรด์ที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมพลังงาน เช่น แป้งและไกลโคเจน และพอลิแซคคาไรด์ที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเซลล์พืชและเปลือกนอกของสัตว์ เช่น เซลลูโลสและไคติน

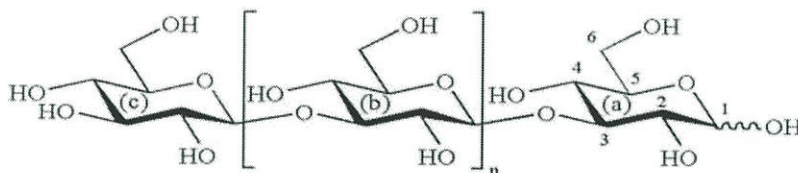
พอลิแซคคาไรด์เป็นผลิตภัณฑ์ปฐมภูมิ ที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของจุลินทรีย์ พอลิแซคคาไรด์หลายชนิดสามารถผลิตได้จากการเพาะเลี้ยงเห็ดในอาหารเหลว ส่วนใหญ่ได้จากเส้นใยเป็นเอนโดพอลิแซคคาไรด์ และเอกโซพอลิแซคคาไรด์ เอนโดพอลิแซคคาไรด์เป็นพอลิแซคคาไรด์ที่สังเคราะห์ภายในเซลล์ เป็นสารสำคัญที่ทำให้เซลล์อยู่รอด โดยสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงาน และแหล่งคาร์บอนแก่เซลล์ได้ ต้องอาศัยการสกัด และการทำให้บริสุทธิ์เพื่อนำเอาออกมาจากเซลล์ ส่วนเอกโซพอลิแซคคาไรด์ หลั่งออกมาจากเซลล์ใน 2 รูปแบบ คือ แคปซูลซึ่งยึดติดอยู่กับผนังเซลล์ และในรูปของเมือกซึ่งปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมรอบๆเซลล์ เอกโซพอลิแซคคาไรด์มีหลากหลายและลักษณะเฉพาะไม่ซ้ำกัน มักมีความซับซ้อนทางโครงสร้างเคมี ทำหน้าที่ป้องกันเซลล์จากสารต้านจุลินทรีย์ และทำให้เซลล์ทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้

2.2.3.1. บีต้ากลูแคน

สารพอลิแซคคาไรด์ ซึ่งเกิดจากกระบวนการสะสมน้ำตาลภายในเห็ดถึงเข้ามีลักษณะเป็นโมเลกุลยาว บางโซ่พันธะจับกันแบบ 1-3 และมีโซ่พันธะรองจับแบบ 1-6 เรียกง่ายๆ ว่า 1-3,1-6 บีต้ากลูแคน (1-3,1-6 beta glucans) สารพอลิแซคคาไรด์จากเห็ดส่วนมากจะอยู่ในรูปกลูแคน กลูแคนนั้นเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสซึ่งสามารถพบได้ในสิ่งมีชีวิตทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งผนังเซลล์พืชแบคทีเรีย รา และเห็ด โดยกลูแคนสามารถจำแนกได้ตามชนิดของพันธะที่เชื่อมต่อโมเลกุลน้ำตาลกลูโคสด้วยพันธะแอลฟาหรือบีตาในธรรมชาติ โครงสร้างประเภทบีตาจะเป็นโครงสร้างที่พบมาก มีโครงสร้างคือน้ำตาลกลูโคสตัวแรกจะเชื่อมต่อคาร์บอนตัวที่ 3 ของน้ำตาลกลูโคสตัวที่สองได้เป็น บีตา-1,3 กลูแคน ดังรูป 2.5 และหากโมเลกุลน้ำตาลกลูโคสเชื่อมต่อคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 และ 4 หรือ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะได้ ปีต้า -1,4 กลูแคนหรือ ปีต้า -1,6 กลูแคน งานวิจัยส่วนใหญ่พบว่าโครงสร้างน้ำตาลที่พบมากในเห็ดจะเป็นน้ำตาลชนิด ปีต้า -1,3 กลูแคน



รูปที่ 2.5 โครงสร้าง ปีต้า -1,3 กลูแคน

ที่มา : Mursito และคณะ (2010)

ปีต้ากลูแคนนี้มีสรรพคุณช่วยในการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เพิ่มสารต่อต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งเซลล์มะเร็ง ด้านการอักเสบ ลดระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวาน รักษาระดับไขมันในเลือด ช่วยให้ไขมันอยู่ในสภาพที่ดีและเสริมการทำงานของแมโครฟาจหรือมาโครฟาจ เพิ่มความตื่นตัวให้ทำหน้าที่คอยดักจับเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย แน่นนอนว่ากระบวนการนี้จะเสริมสร้างเม็ดเลือดขาวให้เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการทานถึงเข้าไปแล้วเป็นระยะเวลา 3 เดือนถึง 1 ปี ผลตรวจเลือดจะพบถึงจำนวนเม็ดเลือดขาวที่เพิ่มสูงขึ้น จึงทำให้ป่วยยากขึ้น จากเดิมที่เคยเป็นหวัด หายใจอึดอัดเมื่ออากาศเปลี่ยน อาการเจ็บป่วยเล็กน้อยเหล่านี้ก็จะดีขึ้นนั่นเอง นอกจากนี้สารปีต้ากลูแคน ในเห็ดยังไปส่งเสริมให้ร่างกายกระตุ้นการสร้างคอลลาเจนให้แก่เซลล์ผิวหนัง ทำให้บริเวณผิวหนังมีความยืดหยุ่น มีการสร้างเซลล์ใหม่เกิดขึ้น ซึ่งปีต้ากลูแคน ได้มีบทบาทในอุตสาหกรรมอาหารอย่างแพร่หลาย เช่น ใช้เป็นสารให้ความหนืด เป็นเส้นใยอาหารที่เป็นพรีไบโอติก ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งเป็นสารที่ได้รับความนิยมรับว่ามีความปลอดภัย (วิลาวัลย์, 2557)

ปีต้ากลูแคน อยู่ในรูปของเส้นใยได้มาจากแหล่งต่างๆ หลายแหล่งในธรรมชาติ เช่น เห็ด ข้าวบาร์เลย์ ยีสต์ ข้าวโอ๊ต จากผลการศึกษาวิจัยทางการแพทย์พบว่าปีต้ากลูแคนจากทั้ง 3 แหล่งให้ผลประโยชน์ต่อสุขภาพเหมือนกัน

ที่มาของปีต้ากลูแคน 4 แหล่งประกอบไปด้วย

1. ข้าวบาร์เลย์ เป็นแหล่งของใยอาหารซึ่งเป็นส่วนของผนังเซลล์ที่ไม่ถูกย่อยในทางเดินอาหาร จึงไม่ให้พลังงาน แต่ช่วยส่งเสริมสุขภาพหัวใจ
2. เห็ด ผลงานวิจัยชี้ว่าปีต้ากลูแคนจากเห็ดช่วยเสริมการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันได้
3. ข้าวโอ๊ต เป็นแหล่งของใยอาหารซึ่งเป็นส่วนของผนังเซลล์ที่ไม่ถูกย่อยในทางเดินอาหาร จึง

ไม่ให้พลังงาน แต่ช่วยส่งเสริมสุขภาพหัวใจ มีส่วนช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ยีสต์ทำขนมปัง มีปีศาจกลูแคนที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย

ปีศาจกลูแคนเหมาะกับคนที่ต้องการรักษาสุขภาพระบบภูมิคุ้มกันของตัวเอง มีความเครียดเป็นประจำ ต้องการชะลอความแก่ชรา มีโรคภูมิแพ้ แพ้ภูมิตัวเอง โรคติดเชื้อ แผลหายช้า และหายสมบรูณ์ รวมทั้งผู้เป็นเอดส์ และมะเร็ง หรือโรคเบาหวาน จากการศึกษาในมนุษย์พบว่าควรรับประทานปีศาจกลูแคน 2 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่อวัน

การทำงานของปีศาจกลูแคน ได้มีการศึกษาผลของปีศาจกลูแคนในการต่อต้านเนื้องอก ก่อนหน้านี้ได้ใช้ปีศาจกลูแคนที่ฉีดเข้าร่างกายเพราะเชื่อว่าหากรับประทานเข้าไป ร่างกายจะไม่สามารถดูดซึมเข้าสู่ลำไส้เล็กได้เพราะโมเลกุลกลูแคนมีขนาดใหญ่ ซึ่งมีเม็ดเลือดขาว macrophage จะกลืนกินโมเลกุลของปีศาจกลูแคนดังแสดงในรูปที่ 2.6 นี้เป็นเพียงหนึ่งตัวอย่างที่เสนอผลการพิสูจน์โดยห้องทดลองอิสระของมหาวิทยาลัยว่าขนาดของอนุภาคเล็ก ไม่มีความจำเป็นต่อการทำงานของปีศาจกลูแคน



รูปที่ 2.6 เม็ดเลือดขาวของ macrophage ที่กลืนกินโมเลกุลยีสต์ของปีศาจกลูแคน

ที่มา : องอาจ, 2557

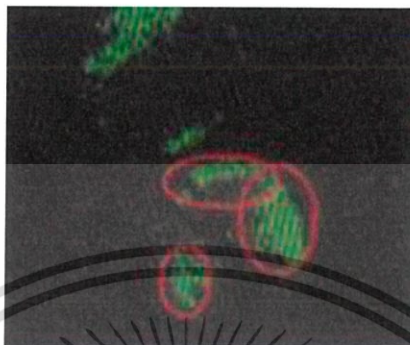
ทันทีที่ปีศาจกลูแคนเข้าไปอยู่ในเซลล์เม็ดเลือดขาวดังแสดงในรูป 2.7 แมคโครฟาจสามารถแตกตัวเล็กลงและสามารถละลายน้ำได้ซึ่งถูกขับออกมาให้กระจายทั่วระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย แสดงให้เห็นว่าปีศาจกลูแคนขนาดเล็กที่สามารถละลายได้ภายในเซลล์ไซโตทอกซิก ดังรูปที่ 2.8 ผลการทดสอบยืนยันว่าการรับประทาน ปีศาจกลูแคน มีผลเหมือนการฉีดเข้าทางเส้นเลือด

สารที่ละลายได้นี้มีขนาดเล็กสามารถถูกจับได้โดย C3 receptor ที่อยู่บน นิวโทรฟิล และบนเซลล์ ประเภทอื่นๆ ซึ่งเปรียบเสมอเพชรฆาตฆ่ามะเร็ง

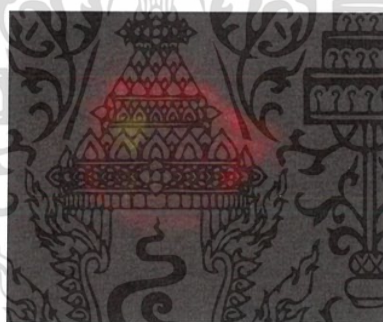
หากใช้ปีศาจกลูแคน ย้อมสารเรืองแสงจะพบว่า กลูแคนที่มีโมเลกุลขนาดเล็กถูกจับโดยแมคโครฟาจในลำไส้เล็กจะถูกพาไปยังต่อมน้ำเหลือง ม้ามและไซโตทอกซิก ซึ่งทุกจุดมีความสำคัญเกี่ยวกับกิจกรรมของระบบภูมิคุ้มกัน ปีศาจกลูแคนที่ถูกย่อยตามธรรมชาติภายในร่างกาย โดยกระบวนการนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันดับแรกเป็นการดูกลืนของแมคโครฟาจ หลังจากนั้นนิวโทรฟิล จะยึดกับอนุภาคที่เล็กกว่าที่สามารถละลายน้ำได้ ถึงแม้ว่าร่างกายมนุษย์สามารถผลิตแอนติบอดีที่ต่อต้านเนื้องอกเองได้บ้าง แต่ปีศาจกลูแคนก็เป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับผู้ที่ต้องการรักษาหน้าที่ของระบบภูมิคุ้มกันให้ดี



รูปที่ 2.7 ปีศาจกลูแคนเข้าไปอยู่ในเซลล์ของเม็ดเลือดขาว
ที่มา : องอาจ, 2557



รูปที่ 2.8 ปีศาจกลูแคนขนาดเล็กสามารถละลายได้ภายในเซลล์ไซกระดุก
ที่มา : องอาจ, 2557

งานวิจัยเกี่ยวกับปีศาจกลูแคนที่มีส่วนช่วยในการรักษาโรคต่างๆ

1) มะเร็งเต้านม ผลงานวิจัยการบำบัดมะเร็งเต้านมของ G. Ross จาก University of Louis สหรัฐอเมริกา ทดลองแบบทดสอบกับสัตว์ทดลอง โดยทำกับหนู โดยใช้สารต่อต้านมะเร็งเนื้องอก ที่สร้างจากเซลล์เดี่ยวโมโนโคลนอลแอนติบอดีของหนู โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ให้สารหลอกทางเส้นเลือด (PBS i.v) สารต้านมะเร็ง ที่สร้างขึ้นจากเซลล์เดี่ยว โมโนโคลนอลแอนติบอดีของหนู (11c1mAB i.v) ให้ทางเส้นเลือดให้ กลูแคน 10 มิลลิกรัม/1 กิโลกรัม และ 11C1mAB i.v ทางเส้นเลือดร่วมกับกลูแคน 10 มิลลิกรัม ดังกล่าวเป็นเวลา 4 สัปดาห์ กลุ่มที่มีการให้สารต้านมะเร็ง

ร่วมกับปีศาจกลูแคนในระยะยาวมีอัตราการบรรเทาผลตลงสูงสุด รองลงมาได้แก่ ปีศาจกลูแคนและสารเอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตไทนาเปไซบะเยชชานการค้ำไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านมะเร็ง สรุบบีต้ากลูแคนมีผลบวกต่อมะเร็งทรวงอกสามารถบรรเทาได้ในระยะยาวและมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อใช้ร่วมกับสารต้านมะเร็ง

2) การฉายรังสี งานวิจัยสถาบันวิจัยชีววิทยารังสีกองทัพอเมริกา พบว่าบีต้ากลูแคนสามารถลดช่วงเวลาการฟื้นตัวผลจากผลกระทบรังสีที่ปกติไขกระดูก โดยการกระตุ้น dogenous cytokine และ growth factor เกิดจากการสร้างเซลล์เม็ดเลือดในไขกระดูก ในการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์ทดลอง พบว่าจากการนับเม็ดเลือดขาวกลุ่มที่ได้รับบีต้ากลูแคนมีการฟื้นตัวเร็วกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับ 4 วัน สิ่งสำคัญในการฟื้นตัวของการใช้บีต้ากลูแคน มีงานวิจัยสนับสนุนโดยให้สัตว์ทดลองผ่านรังสีในระดับที่รุนแรงถึงตาย ผลการศึกษาพบว่า บีต้ากลูแคนช่วยป้องกันรังสีในระดับที่รักษาชีวิตไว้ได้ร้อยละ 50 ส่วนกลุ่มที่ไม่ได้รับบีต้ากลูแคน ไม่มีสัตว์ทดลองรอด

3) ไขหวัดใหญ่ แตกต่างจากไขหวัดธรรมดา ในเรื่องของความรวดเร็วของการมีไข้ และมีอาการรุนแรงกว่า ซึ่งรวมถึงอาการเมื่อยล้าปวดหัว เป็นไข้ สิ้น คื่นไส้ และปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ จากเอกสารรายงานการวิจัยพบว่าบีต้ากลูแคนสามารถลดจำนวนการเป็นไข้ลง แสดงให้เห็นว่าบีต้ากลูแคนเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่มีผลดีต่อสุขภาพ สามารถกระตุ้นการตอบสนองของภูมิคุ้มกันได้ ซึ่งเป็นการตอบสนองภูมิคุ้มกันด่านแรกของร่างกายในการต่อสู้ บีต้ากลูแคนสามารถกระตุ้นให้เม็ดเลือดขาวให้มีความรวดเร็วในการหาและฆ่าสิ่งแปลกปลอม

4) โรคแอนแทรกซ์ เป็นโรคติดต่อจากแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ ชื่อ *Bacillus anthracis* การติดเชื้อของคนส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับผิวหนัง ระบบทางเดินอาหารหรือปอด สาเหตุและการเสี่ยงมักเป็นโรคที่เกิดจากสัตว์มีกีบ เช่น แกะ แพะ เป็นต้น มนุษย์อาจติดเชื้อเช่นกัน เกิดจากการสัมผัสสัตว์ที่ป่วยการที่จะรอดชีวิตจากโรคแอนแทรกซ์ เป็นการแข่งขันกับเวลา สปอร์ของโรคอยู่ในระยะพักตัวเมื่อเข้าสู่ร่างกาย โดยการสูดเข้าไป หรือผ่านทางผิวหนัง เม็ดเลือดขาวก็จะเข้ามากลืนกินและทำลาย ซึ่งสปอร์นั้นก็จะปลดปล่อยสารพิษที่ฆ่าเม็ดเลือดขาวได้ออกมา ขั้นสุดท้ายเซลล์ระเบิด และพันแอนแทรกซ์แบคทีเรียออกมา ทำให้ส่วนอื่นในร่างกายติดเชื้อ ภูมิจึงสำคัญ คือ เม็ดเลือดขาวจะฆ่าสปอร์แอนแทรกซ์ได้หรือไม่ ก่อนจะพัฒนาสารพิษ ฆ่าเม็ดเลือดขาว และเกิดโรคแอนแทรกซ์ขึ้น การศึกษากับสัตว์ทดลองแสดงผลทั้ง PGG บีต้ากลูแคน และ OTC (over the counter) บีต้ากลูแคนสามารถเสริมสมรรถนะของเม็ดเลือดขาว ในการกำจัดจุลินทรีย์ได้สูงสุด ทำให้ได้เปรียบในการต่อสู้กับแอนแทรกซ์ การศึกษาในหนูทดลองนี้ ได้รับมอบหมายจาก Defence R D Canada – Suffield โดยมีเป้าหมายที่จะปกป้องกองทัพแคนาดาจากสารเคมีและชีวภาพ ในกลุ่มที่ฉีดด้วยบีต้ากลูแคน มีอัตราการรอดตายจากการสัมผัสโรคแอนแทรกซ์กว่าร้อยละ 80 ขณะที่กลุ่มไม่ได้ฉีดรอดตายเพียงร้อยละ 20-50 นอกจากนี้การวิเคราะห์ปอดของหนู ในกลุ่มที่ฉีดด้วยบีต้ากลูแคนรอดตายร้อยละ 90 ไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นว่าเป็นประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อแบคทีเรีย แสดงให้เห็นว่าปีศาจกลูแคนมีส่วนเสริมระบบภูมิคุ้มกัน ในการเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้วิจัยโรคแอนแทรกซ์กับหนูแสดงให้เห็นว่า ทั้งการป้องกันและการรักษาโดยให้ตัวกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ปีศาจกลูแคนทางปาก ผลการป้องกัน มีอัตราการรอดตายของหนูติดเชื้อเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน จากร้อยละ 50 ในกลุ่มที่ไม่ได้รับสารกระตุ้นเป็นร้อยละ 100 ในกลุ่มที่ได้รับสารกระตุ้น ผลในการรักษาโดยให้ตัวกระตุ้นภูมิคุ้มกันปีศาจกลูแคนทางปาก จำนวนหนูที่รอดตายร้อยละ 50 ในกลุ่มที่ไม่ได้รับสารกระตุ้นและร้อยละ 90 ในกลุ่มที่ได้รับสารกระตุ้น

2.3. สรรพคุณของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

เห็ดถั่งเช่าสีทองเป็นเห็ดที่อุดมไปด้วยสารสำคัญหลายชนิดที่มีผลทางชีวภาพ เช่น โมโนแซคคาไรด์ ไดแซคคาไรด์ โพลีแซคคาไรด์ (ปีศาจ-กลูแคน) แมนนิทอล กาแล็กโตส อะดีโนซีน คอร์โคเดเซพิน กรดคอร์โคเดเซพิก กรดอะมิโน โปรตีน สเตอรอล วิตามิน และแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์หลายชนิด เช่น ไบโอดีน กรดโฟลิก ไนอาซิน กรดแพนโทธีนิก ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก คอปเปอร์ สังกะสี แมงกานีส และซิลิเนียม เป็นต้น (Das และคณะ, 2010; ัญญา, 2555) ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้เห็ดถั่งเช่าสีทองนั้นมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

ฤทธิ์ทางชีวภาพ	
Pro-sexual	เสริมสมรรถภาพทางเพศ
Anti-inflammatory	ต้านการอักเสบ
Anti-oxidant/anti-aging	ยับยั้งอนุมูลอิสระ/ชะลอความชรา
Anti-tumour/ Anti-cancer	ต้านมะเร็ง และเซลล์เนื้องอก
Anti-leukemic	ต้านมะเร็งเม็ดเลือดขาว
Anti-proliferative	ยับยั้งการเพิ่มจำนวนของเซลล์
Anti-metastatic	ยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง
Immunomodulatory	ระบบภูมิคุ้มกัน
Anti-microbial	มีฤทธิ์ทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลชีพ
Insecticidal	มีฤทธิ์ฆ่าแมลง
Larvicidal	มีฤทธิ์ฆ่าหนอน
Anti-fibrotic	ต้านการเกิดเส้นใยพังผืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Steroidogenic	การสังเคราะห์ฮอร์โมนสเตียรอยด์
Hypoglycaemic	ลดน้ำตาลในเลือดสูง
Hypolipidaemic	ลดไขมันในเลือด
Anti-angiogenic	ขัดขวางการสร้างหลอดเลือดฝอย
Anti-diabetic	ป้องกัน หรือบรรเทาอาการเบาหวาน
Anti-HIV	ต้านเชื้อเอดส์
Anti-malarial	ต้านโรคมาเลเรีย หรือโรคไข้จับสั่น
Anti-fatigue	ลดอาการเหนื่อยล้า
Neuroprotective	ป้องกันเซลล์ประสาท
Liver-protective	ป้องกันการเสื่อมสภาพของตับ
Reno-protective	ป้องกันการเสื่อมสภาพของไต
Pneumo- protective	ป้องกันการเสื่อมสภาพของปอด

ที่มา : Das และคณะ, 2010; รัญญา, 2555

2.4. การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง

2.4.1. การเพาะด้วยตัวหนอนหรือดักแด้ (รัญญา, 2555)

เป็นวิธีที่เลียนแบบธรรมชาติ โดยทำการใส่เชื้อลงไปบนหนอนสกุล *Thitarodes* (Hepialus) โดยหนอนนั้นยังมีชีวิตอยู่ เมื่อหนอนได้รับเชื้อ จะค่อยๆอ่อนแอและตายในที่สุด เห็ดจะงอกออกมาจากตัวหนอน หนอนที่ใช้เพาะเชื้ออาจเก็บมาจากธรรมชาติ โดยเก็บรังไหมมาแล้ว ทำการผ่าเอาดักแด้มาใช้ หรืออาจทำการเก็บไข่ผีเสื้อมาทำการเพาะจนได้ดักแด้ก็ได้ สำหรับบ้านเราอาจใช้หนอนไหมหรือหนอนรด่วนแทนได้ การเพาะด้วยตัวหนอนทำได้ทั้งสภาพปลอดเชื้อโดยเลี้ยงในขวดแก้ว หรืออาจเพาะในโรงเรือนที่สะอาด สามารถควบคุมคุณภาพแวดล้อมภายในได้โดยเพาะในกระบะ

2.4.1.1. เพาะในขวดแก้ว (สภาพปลอดเชื้อ) ต้องทำในห้องปฏิบัติการ และตู้เขี่ยเชื้อที่สะอาด อยู่ในสภาพปลอดเชื้อ โดยมากจะใช้ดักแด้ที่ผ่าออกมาจากรังไหม โดยนำดักแด้มาเช็ดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 ก่อนเพื่อทำความสะอาดหรือจะใช้เลยก็ได้ เพราะดักแด้ที่อยู่ในรังไหมค่อนข้างสะอาดอยู่แล้วทำการใส่เชื้อเห็ดลงในตัวดักแด้โดยทำในตู้ปลอดเชื้อ โดยอาจใช้วิธีป้ายสเปรย์ ฉีด หรือกรีดให้เป็นแผลแล้วใส่เชื้อลงไปในตัวดักแด้ จากนั้นใส่ลงในขวดแก้วที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้ว ปิดฝาให้สนิท นำไปเพาะเลี้ยงต่อไปช่วงแรกหลังจากการใส่เชื้อให้นำไปเก็บในที่มืดเป็นเวลาประมาณ 7-10 วันจากนั้นจึงให้แสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2. เพาะในกระบะ (โรงเรือน) ทำการเลี้ยงหนอนไหม (*Bombyx mori*) ในกระบะในโรงเรือนแบบปิดที่สะอาดและสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในได้ โดยทำการสเปรย์หัวเชื้อเห็ด (ผสมกับ starch syrup) ลงบนตัวหนอนที่เพิ่งจะลอกคราบระยะที่ 5 (ช่วงลอกคราบหนอนจะอ่อนแอที่สุด) โดยทำการสเปรย์ 3 ครั้ง ห่างกัน 12 ชั่วโมง ทำการให้อาหารหนอนด้วยใบไม้จนกระทั่งเข้าดักแด่หลักจากเข้าดักแด่เป็นเวลา 11 วันให้ทำการผ่ารังไหมเอาดักแด่ที่ติดเชื้อออกมานำไปบ่มบนกระบะเพาะที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 20-22 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 ในที่มืดเพื่อให้เชื้อพัฒนาเป็นดอกเห็ด มีการให้น้ำเป็นระยะเพื่อป้องกันไม่ให้แห้งเกินไป วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการเพาะเห็ดถั่งเช่าหิมะที่ประเทศเกาหลีมีการปรับปรุงพันธุ์หนอนไหมให้เหมาะแก่การเพาะเห็ดถั่งเช่าโดยเฉพาะ (Kang และคณะ, 2010)

2.4.2. การเพาะด้วยอาหาร (ธัญญา, 2555)

เห็ดถั่งเช่าแต่ละชนิดต้องการอาหารที่ไม่เหมือนกันแต่สามารถเจริญบนอาหารสูตรพื้นฐานได้ ส่วนการที่จะเจริญเติบโตให้ผลผลิตดีนั้น ควรทำการเลือกใช้สูตรอาหารที่เหมาะสมกับเชื้อเห็ดชนิดนั้นๆ อาหารที่ใช้เพาะเชื้อเห็ดนั้นอาจเป็นอาหารวิทยาศาสตร์ ได้มาจากการผสมสารเคมีหลายๆชนิด หรืออาจเป็นวัตถุดิบตามธรรมชาติก็ได้ วัตถุดิบแต่ละชนิดที่นำมาทำอาหารมีคุณค่าทางสารอาหารต่างกันแสดงในตารางที่ 2.2

2.4.2.1. อาหารแข็ง อาจเป็นอาหารร่วน หรือเมล็ดธัญพืชก็ได้โดยจะนำหัวเชื้อเห็ดมาวางบนอาหาร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส ประมาณ 30-45 วัน โดยใน 2 สัปดาห์แรก บ่มในที่มืด จากนั้นให้ได้รับแสง 14-16 ชั่วโมง/วัน ความเข้มของแสง 1000-3000 ลักซ์

2.4.2.2. อาหารเหลว โดยปกติในการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารเหลว ผลผลิตเห็ดถั่งเช่าจะเก็บลักษณะเป็นเส้นใย จำเป็นต้องใช้เทคนิคพิเศษในการเพาะเลี้ยง เช่น การเลี้ยงแบบเขย่า (shaking culture) การเลี้ยงแบบแช่ในอาหาร (submerged culture) การเพาะเลี้ยงบนผิวหน้าอาหารเหลว (surface liquid culture) และการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง (continuous culture หรือ repeated batch culture) เทคนิคการเลี้ยงแบบเขย่า ทำได้โดยตัดหัวเชื้อเห็ดที่ขึ้นบนอาหารร่วนด้วยมีดที่ฆ่าเชื้อแล้วขนาด 5 ตารางมิลลิเมตร นำใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 หรือ 500 มิลลิเมตร ที่มีอาหารเหลวบรรจุอยู่ 50-100 มิลลิเมตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส ตั้งความเร็วที่ 50-150 รอบต่อนาที ประมาณ 5-7 วันจากนั้นนำเชื้อมาใช้ได้ (Das และคณะ, 2010) เห็ดถั่งเช่าที่เลี้ยงในอาหารเหลวสามารถเก็บผลผลิตโดยการกรองเอาเส้นใยเห็ด หากเลี้ยงด้วยอาหารกึ่งเหลวจะสามารถเก็บผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็ดเป็นลักษณะแผ่นเส้นใยเห็ด หลังจากเก็บผลผลิตแล้วจะนำมาทำแห้งโดยการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปบดให้ละเอียดเพื่อบรรจุแคปซูล

ตารางที่ 2.2 สารอาหารในวัตถุดิบ 100 กรัม ที่ใช้เพาะเห็ดถั่งเช่า

สารอาหาร	ข้าว	รำ	มันฝรั่ง	แป้งมัน	ดักแด้ใหม่	ไซ
แคลอรี (กิโลแคล)	346	220	76	337	230	144
โปรตีน (กรัม)	7.4	15.8	2	7.2	21.5	13.3
ไขมัน (กรัม)	0.8	4	0.2	0.5	13	8.8
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	77.2	30.1	16.5	76	6.7	2.8
เยื่อใยอาหาร (กรัม)	0.7	31.3	0.7	1.4	0	0
วิตามิน เอ (ไมโครกรัม)	0	20	5	20	0	234
แคโรทีน (มิลลิกรัม)	0.6	4.3	0.8	2.9	1.3	1
เรตินอล (ไมโครกรัม)	13.3	14.5	79.8	12	57.5	74.1
ไรอามิน (มิลลิกรัม)	0.11	0.3	0.08	0.08	0.07	0.11
ไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัม)	0.05	0.3	0.04	0.06	2.23	0.27
ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	1.9	12.5	1.1	5.1	2.2	0.20
วิตามิน ซี (มิลลิกรัม)	0	0	27	0	0	0
วิตามิน อี (มิลลิกรัม)	0.46	4.47	0.34	0.28	9.89	1.84
คลอโรสเทอรอล (มิลลิกรัม)	0	0	0	0	155	0
โปแตสเซียม (มิลลิกรัม)	103	862	342	1075	272	154
โซเดียม (มิลลิกรัม)	3.8	12.2	2.7	4.7	140.2	131.5
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	13	206	8	171	81	56
แมกนีเซียม (มิลลิกรัม)	34	382	23	27	103	10
เหล็ก (มิลลิกรัม)	2.3	9.9	0.8	10.7	2.6	2
แมงกานีส (มิลลิกรัม)	1.29	10.85	0.14	0.37	0.64	0.04
สังกะสี (มิลลิกรัม)	1.7	5.98	0.37	1.22	6.17	1.1
ทองแดง (มิลลิกรัม)	0.3	2.03	0.12	1.06	0.53	0.15
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	110	682	40	123	207	130
เซลเลเนียม(ไมโครกรัม)	2.23	7.12	0.78	1.58	11.1	14.34

ที่มา : ัญญา, 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การเพาะเลี้ยงด้วยไข่เป็นแหล่งไนโตรเจน

ไข่มีสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดถั่งเช่า เช่น โปรตีน และวิตามินต่างๆ แต่การเพาะเลี้ยงต้องเลือกแหล่งสารอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญ โดยการเปรียบเทียบสารอาหารระหว่างไข่เป็ดและไข่ไก่ ดังแสดงในตารางที่ 2.3 และ 2.4

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของไข่ไก่ และไข่เป็ดต่อน้ำหนัก 100 กรัม

ชนิดของไข่	วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี						แร่ธาตุ		
	พลังงาน (กิโลแคลอรี)	น้ำ (กรัม)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	เถ้า (กรัม)	แคลเซียม (มิลลิกรัม)	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	เหล็ก (มิลลิกรัม)
ไข่ไก่ทั้งฟอง	160	73.5	12.3	11.7	1.4	1.1	126	204	1.6
ไข่เป็ดทั้งฟอง	186	70.2	12.3	14.3	2.1	1.1	156	214	0.9

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย, 2544

ตารางที่ 2.4 แสดงปริมาณวิตามินต่างๆของไข่ไก่ต่อน้ำหนัก 100 กรัม

แร่ธาตุ	ปริมาณ (มิลลิกรัม)
แคลเซียม	49
ฟอสฟอรัส	167
แมกนีเซียม	9.3
เหล็ก	1.3
โซเดียม	137
โพแทสเซียม	130
คอปเปอร์	0.03
ซิงค์	0.9
วิตามิน เอ	0.24
ไทอามีน	0.08
ไรโบฟลาวิน	0.33
ไนอะซิน	0.07
โฟเลต	0.08
เรตินอล	0.27

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4. การเพาะเลี้ยงด้วยข้าวสังข์หยดเป็นแหล่งคาร์บอน

ข้าวสังข์หยด มีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ คือ มีกากใยอาหารสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ จึงมีประโยชน์ในการชะลอความแก่ นอกจากนี้มีโปรตีน ธาตุเหล็ก และฟอสฟอรัสสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการและสารอาหารของข้าวสังข์หยดจะแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ผลการวิเคราะห์/การทดสอบทางเคมี ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงในข้าวกล้องและข้าวซ้อมมือ

ผลการวิเคราะห์	ข้าวกล้อง	ข้าวซ้อมมือ
แคลอรี (กิโลแคลอรี)	379	378
แคลอรีที่มาจากไขมัน (กิโลแคลอรี)	31	27
ความชื้น (กรัม)	8.0	8.0
โปรตีน (กรัม)	8.1	8.0
ไขมัน (กรัม)	3.4	3.0
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	79.1	79.7
เส้นใยอาหาร (กรัม)	5.1	5.3
สารอนินทรีย์ (กรัม)	1.4	1.3
วิตามินอี (มิลลิกรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.41	0.39
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	14	13
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	314	286
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.8	0.8
ไนอะซิน (มิลลิกรัม)	6.13	6.11
สารแอนติออกซิแดนซ์ (ไมโครโมล TE)	4558	3760

ที่มา : ลัดดาวัลย์ (2553)

ซึ่งมีประโยชน์ในการบำรุงโลหิต บำรุงร่างกายให้แข็งแรงและป้องกันโรคความจำเสื่อม และยังมีสารแอนติออกซิแดนซ์ พวก Oryzanol และมี Gamma Amino Butyric Acid (GABA) ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเป็นมะเร็ง จึงนับได้ว่าข้าวพันธุ์สังข์หยด เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ข้าวสังข์หยดมีลักษณะเมล็ดเล็ก เรียว ทำยงอน เยื่อหุ้มเมล็ดจะมีสีแดงถึงแดงเข้ม เมื่อหุงสุกแล้วเมล็ดข้าวจะนุ่ม และจับตัวกันคล้ายข้าวเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5. สภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญ และการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

Shuang และคณะ (2014) ได้เพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง สายพันธุ์ CGMCC 2909 พบว่า สภาวะที่เหมาะสม คือ เพาะเลี้ยงในอาหาร PDA บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน อาหารเลี้ยงเชื้อประกอบไปด้วย น้ำตาลซูโครส 25 กรัมต่อลิตร เปปโตน 10 กรัมต่อลิตร ยีสต์สกัดผง 20 กรัมต่อลิตร ไทโพแทสเซียมฟอสเฟต 3 กรัมต่อลิตร KH_2PO_4 3 กรัมต่อลิตร แอมโมเนียมไดซัลเฟต 10 กรัมต่อลิตร $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 10 กรัมต่อลิตร ZnCl_2 0.01 กรัมต่อลิตร วิตามินบี 1 0.24 กรัมต่อลิตร บ่มในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ 100 มิลลิลิตร ใส่หัวเชื้อร้อยละ 2 ปริมาตรต่อปริมาตร บ่มที่ 25 องศาเซลเซียส เขย่าด้วยเครื่องเขย่าความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 วัน

Hardeep และคณะ (2014) ได้หาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตสารคอร์ไดเซปินจาก *Cordyceps militaris* 3936 สารคอร์ไดเซปินเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มาจาก เห็ดถั่งเช่าสีทอง โดยจุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้คือการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตสารคอร์ไดเซปินให้มีปริมาณสูงที่สุด โดยในการเพาะเลี้ยงแบบอาหารเหลว ได้ปริมาณสารคอร์ไดเซปินสูงที่สุด 846 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเพาะเลี้ยงในสภาวะ ที่มีค่าพีเอช 5.5 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ปริมาตรหัวเชื้อร้อยละ 8 ปริมาตรต่อปริมาตร อายุเชื้อ 72 ชั่วโมง ระยะเวลาในการบ่ม 24 วัน ใช้ เดกซ์โทรส ร้อยละ 1.5 ยีสต์สกัด ร้อยละ 0.8 K_2HPO_4 ร้อยละ 0.3 KH_2PO_4 ร้อยละ 0.1 NaCl ร้อยละ 0.05 MgSO_4 ร้อยละ 0.05 ซึ่งเป็นสภาวะที่ดีที่สุดสำหรับการผลิตคอร์ไดเซปินจาก *Cordyceps militaris* 3936

2.6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ing-Lung และคณะ (2007) ทำการศึกษาผลของค่าพีเอชเริ่มต้น แหล่งไนโตรเจนต่างๆ น้ำมันพืช และรูปแบบการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตชีวมวล เอกโซพอลิแซคคาไรด์ อะดีโนซีน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คอร์ไดเซปิน ซึ่งทำการศึกษาใน *Cordyceps militaris* CCRC 32219 ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตของเส้นใย การผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ และคอร์ไดเซปิน พบว่าจะอยู่ในช่วงพีเอชค่อนข้างต่ำ ในบรรดาแหล่งอินทรีย์ ยีสต์สกัดให้การผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ที่ดีที่สุด ในขณะที่ผงข้าวโพดให้การผลิตอะดีโนซีนดีที่สุด อัตราส่วนของแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนที่ต่ำจะส่งผลให้มีการผลิตอะดีโนซีน และคอร์ไดเซปินที่สูง แต่ถ้าอัตราส่วนของแหล่งคาร์บอน และแหล่งไนโตรเจนต่ำจนเกินไปก็จะทำให้การผลิตลดลง น้ำมันพืชทั้งหมดที่ทำการทดสอบส่งผลกระตุ้นการเจริญเติบโตของเส้นใย และการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง แต่ไม่ได้มีผลต่อการผลิตอะดีโนซีน และคอร์ไดเซปิน กระบวนการเพาะเลี้ยง 2 ขั้นตอน ระหว่างการเพาะเลี้ยงแบบเขย่ากับการเพาะเลี้ยงแบบไม่เขย่า ซึ่งทำให้การผลิตคอร์ไดเซปิน มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สภาวะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เหมาะสมในการผลิตคอร์ไดเซปิน โดยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ CCRC 32219 อยู่ที่พีเอช 6 ความเข้มข้นของยีสต์สกัดอยู่ที่ 45 กรัม/ลิตร และระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงแบบเขย่า 8 วัน ส่วนการเพาะเลี้ยงแบบไม่เขย่าจะใช้เวลา 16 วัน ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม จะได้ผลิตภัณฑ์ของคอร์ไดเซปินอยู่ที่ 2214.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสูงกว่ารายงานที่มีก่อนหน้านี้

Shuang และคณะ (2014) ทำการศึกษาผลของส่วนประกอบของอาหารและสภาวะในการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อผลได้ของเส้นใย พอลิแซคคาไรด์ อะดีโนซีน และแมนนิทอล ที่ได้จากการเพาะเลี้ยง *Cordyceps militaris* CGMCC 2909 พบว่าส่วนประกอบของอาหารที่เหมาะสมประกอบด้วย ยีสต์สกัด 10.33 กรัม/ลิตร น้ำตาลซูโครส 27.24 กรัม/ลิตร KH_2PO_4 5.60 กรัม/ลิตร และสภาวะในการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสม คือ พีเอชเริ่มต้นที่ 6 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการหมุน 150 รอบต่อนาที หัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 4 (ปริมาตร/ปริมาตร) และปริมาณอาหาร 40 มิลลิลิตร/250 มิลลิลิตร ภายใต้สภาวะดังกล่าว ผลได้ของเส้นใย พอลิแซคคาไรด์ อะดีโนซีน และแมนนิทอล มีค่า 12.19 กรัม/ลิตร 0.6 กรัม/ลิตร 61.84 มิลลิกรัม/ลิตร และ 1.38 กรัม/ลิตร ตามลำดับ และค่าเวลา (D-value) เท่ากับ 0.77

Lan-Ying และคณะ (2015) ทำการศึกษาอัตราส่วนของการหมักและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพอลิแซคคาไรด์ ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ UM01 มีการตรวจสอบโดยใช้วิธี orthogonal design และ high performance size exclusion chromatography coupled ควบคู่ไปกับ multi-angle laser light scattering และ refractive index detector (HPSEC-MALLS-RID) ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิ พีเอชเริ่มต้น ความเร็วในการเขย่า อัตราส่วนปริมาตรต่อปริมาตร และปริมาณหัวเชื้อแบคทีเรียสำหรับการเจริญเติบโตเส้นใย ได้ผลเป็นดังนี้อุณหภูมิที่ 15 องศาเซลเซียส พีเอชเริ่มต้น 6.0 ความเร็วรอบในการหมุน 150 รอบต่อนาที ปริมาตรของอาหารซึ่งเป็นอัตราส่วนปริมาตรอาหารต่อพลาสติกเท่ากับ 2/5 ปริมาตรต่อปริมาตร และปริมาณหัวเชื้อแบคทีเรียสำหรับการเจริญเติบโตเส้นใยร้อยละ 3 ตามลำดับ นอกจากนี้พอลิแซคคาไรด์ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ UM01 พบว่ามีพอลิแซคคาไรด์ ที่น้ำหนักโมเลกุลสูงกว่า 10 กิโลดาลตัน การหมักที่เหมาะสมมีส่วนประกอบอาหารที่ใช้ในการหมักได้ดังนี้ น้ำตาลกลูโคส 30.0 กรัม/ลิตร น้ำตาลซูโครส 30.0 กรัม/ลิตร โปแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 40.0 กรัม/ลิตร แคลเซียมคลอไรด์ 0.5 กรัม/ลิตร ยีสต์สกัด 30.0 กรัม/ลิตร และแมกนีเซียมคลอไรด์ 0.1 กรัม/ลิตร ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นประโยชน์เพื่อที่จะสร้างกระบวนการหมักที่มีประสิทธิภาพและสามารถควบคุมสำหรับการผลิตภาคอุตสาหกรรม อีกทั้งพอลิแซคคาไรด์ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเส้นใย เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ UM01 เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพในอนาคต

Xia และคณะ (2016) ได้ศึกษาการผลิตและอธิบายลักษณะของเอกโซพอลิแซคคาไรด์ในการเพาะเลี้ยงเส้นใยของเชื้อยาค *Cordyceps sinensis* CS-HK1 ด้วยแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกัน ทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวโดยใช้ กาแลคโตสหรือแมนโนสเป็นแหล่งคาร์บอนรองและใช้กลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอนหลัก ในอัตราส่วน 1:7 (กาแลคโตส 5 กรัมต่อกลูโคส 35กรัม) หรือแมนโนส 5 กรัมต่อกลูโคส 35 กรัม ในการทดลองแมนโนสได้มีการใช้ตั้งแต่วันแรก แต่กาแลคโตสไม่ถูกใช้เลย ซึ่งผลการทดลองพบว่า การเพิ่มขึ้นของกาแลคโตสส่งผลต่อค่าผลได้ของเอกโซพอลิแซคคาไรด์ และแมนโนสสามารถเพิ่มผลผลิตของกลูแคนซึ่งเป็นส่วนประกอบของเอกโซพอลิแซคคาไรด์

Sapan และคณะ (2015) ได้ศึกษาหาแหล่งคาร์บอน 6 แหล่งที่แตกต่างกันเพื่อหาแหล่งที่เหมาะสมในการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ และอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ในเห็ดถั่งเช่าจ๊กจั่น (*Cordyceps cicadae*) แม้ว่าปริมาณคาร์บอนที่ผ่านการทดสอบทั้งหมดจะให้ผลผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ และอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ที่แตกต่างกันแต่ค่าเฉลี่ยปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์ไรต์สูงสุดมีค่า (0.35 ± 0.002 กรัม/ลิตร) และปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์มีค่า (0.21 ± 0.002 กรัม/ลิตร) ซึ่งมาจากสูตรอาหารเสริมที่มีน้ำตาลกลูโคส พบว่าน้ำตาลกลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอนที่ดีที่สุดในการเจริญเติบโตของเชื้อ *Cordyceps* sp. ได้แก่ *C. gracilis*, *C. ophioglossoides*, *C. militaris* และ *C. sinensis* และทำการศึกษแหล่งไนโตรเจน 6 แหล่งเพื่อหาแหล่งไนโตรเจนที่ผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ และอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุด พบว่าเปปโตเนเป็นแหล่งไนโตรเจนที่ทำให้ผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุดปริมาณ (0.42 ± 0.002 กรัม/ลิตร) และการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุด (0.26 ± 0.003 กรัม/ลิตร) ความต้องการไนโตรเจนสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อจะแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ ซึ่งอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน 10:1 จะให้ปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุด (0.30 ± 0.002 กรัม/ลิตร) และปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ (0.23 ± 0.002 กรัม/ลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1. วัสดุ

3.1.1. วัตถุดิบ

ข้าวสังข์หยด และไข่ไก่

3.1.2. เชื้อจุลินทรีย์

เห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*)

3.2. อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.2.1. Potato Dextrose Agar (PDA) เสริม

3.2.2. Potato Dextrose Broth (PDB) เสริม

3.2.3. สูตรอาหารเพาะเลี้ยง PDB เสริม + ข้าวสังข์หยดร่วมกับבקูลโคส

3.3. อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแสดงในตาราง 3.1

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์	บริษัทผู้ผลิต
ตู้ปลอดเชื้อ	บริษัท แล็บไมโคร จำกัด
เครื่องวัดพีเอช รุ่น ORION 2 STAR	บริษัท THERMO SCIENTIFIC
ตู้บ่ม	บริษัท THE COOL inspired
เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่งรุ่น GF-800	บริษัท A and D
เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งรุ่น BSA2245-CW	บริษัท ไฮแอนติพิค โปรโมชัน จำกัด
เครื่องเขย่าสารโดยใช้ความถี่สูง	บริษัท ฟิอินเตอร์เทรต อีควิปเมนต์ จำกัด
เครื่องหม้อนึ่งอัตโนมัติ	บริษัท HIRAYAMA ประเทศญี่ปุ่น
ตู้ดูดควัน	บริษัท SCIENCE TECHNOLOGY PROTECTOR LABORATORY HOOD
เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง	บริษัท BARA Scientific
เครื่องบ่มเพาะเชื้อแบบเขย่า รุ่น FERCON	บริษัท PTN
เครื่องปั่นเหวี่ยง รุ่น HERMLE Z383k	บริษัท DKSH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอบแห้งสูญญากาศ	บริษัท ไฮแอนติฟิค โพรโมชัน จำกัด
อ่างควบคุมอุณหภูมิ	บริษัท ไฮแอนติฟิค โพรโมชัน จำกัด
บีกเกอร์ ขนาด 1000, 500, 250 มิลลิลิตร	บริษัท SCHOTTDURAN ประเทศเยอรมนี
แท่งแก้ว	-
กระบอกตวง	บริษัท VITLAB
ขวดปรับปริมาตร	บริษัท SCHOTTDURAN ประเทศเยอรมนี
ไมโครปิเปตเตด ขนาด 1 – 10 ไมโครลิตร 50 – 200 ไมโครลิตร 200 - 1000 ไมโครลิตร	บริษัท Gilson ประเทศเยอรมนี
ปิเปตแก้ว ขนาด 1, 5 มิลลิลิตร	บริษัท PRECICOLOR
ปิเปตแก้ว ขนาด 10 มิลลิลิตร	บริษัท QUALICOLOR
ลูกยาง	-
ตะเกียงแอลกอฮอล์	-
ไฟแช็ก	-
สำลี	-
มิด	-
ผ้าขาวบาง	-
ตะแกรงใส่หลอดทดลอง	-
เข็มเขี่ยเชื้อ	-
ขวดสีชา	-
ที่คืบ	-
ช้อนตักสาร	-
ถุงพลาสติก	-
กรรไกร	-
หลอดทดลอง	บริษัท PYREX ประเทศเยอรมนี
หลอดเซนติพิวัก ขนาด 15, 50 มิลลิลิตร	บริษัท CORNING
ลูกแก้ว	-
ขวดรูปชมพู่	บริษัท PYREX ประเทศเยอรมนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขวดดูแลน ขนาด 500 ,1000 มิลลิลิตร	บริษัท PYREX ประเทศเยอรมนี
จานเพาะเชื้อ	บริษัท SCHOTT DURAN ประเทศเยอรมนี

3.4 สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองแสดงในตาราง 3.2

ตารางที่ 3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมี	บริษัทผู้ผลิต
สารฟีนอล (C ₆ H ₅ OH)	บริษัท Fisher scientific UK
สาร DNS (3,5-Dinitrosalicylic acid)	บริษัท SIGMA
สาร โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	บริษัท SIGMA
สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H ₂ O ₂)	บริษัท ตรามงกุฎพญานาค
กรดซัลฟูริก (H ₂ SO ₄)	บริษัท MALLINCKRODT CHEMICALS
ผงวุ้น	-
น้ำกลั่น	-
แอลกอฮอล์ร้อยละ 70	-
แอลกอฮอล์ร้อยละ 90	-
กลูโคส (C ₆ H ₁₂ O ₆)	บริษัท SIGMA

3.5. วิธีการเตรียมหัวเชื้อ

3.5.1. การเพาะเห็ดถั่งเช่าด้วยตัวหนอนในขวดแก้ว

3.5.1.1. การเตรียมหัวเชื้อในอาหารแข็ง PDA เสริม

Fruiting body ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง นำมาทำการฆ่าเชื้อด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยทำการฆ่าเชื้อ เป็นเวลา 5 นาที แล้วล้างด้วยน้ำเปล่าที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 2 ครั้ง จากนั้นตัดเป็นชิ้นมีความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วนำไปเลี้ยงในอาหารแข็ง PDA เสริม (ทำในสภาวะปลอดเชื้อ) (องค์ประกอบของสูตรอาหาร แสดงดังตารางภาคผนวก ก) บ่มไว้ที่ อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ในที่มืด เป็นเวลา 14 วัน จนเห็นเป็นเส้นใยสีขาว (วิลาวัลย์และคณะ, 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1.2. การเตรียมหัวเชื้อในอาหารเหลว PDB เสริม

จากนั้นนำหัวเชื้อเริ่มต้นจากอาหารแข็ง PDA เสริม มาค็อกจำนวนทั้งหมด 3 ชั้น ทำการเลี้ยงในอาหาร PDB เสริม (องค์ประกอบของสูตรอาหาร แสดงดังตารางภาคผนวก ก) (ทำในสภาวะปลอดเชื้อ) ซึ่งอยู่ฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร มีปริมาตรอาหารเหลว PDB เสริม 75 มิลลิลิตร ทำการเพาะเลี้ยงในที่มืด ในเครื่องบ่มแบบเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน (เวลาที่เชื้อมีการเจริญสูงสุด)

3.5.1.3. การถ่ายหัวเชื้อเหลวลงในตัวหนอน

ดักแต่ไปอบที่เครื่องอบแห้งสุญญากาศ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำดักแต่ที่ได้มาใส่ขวดเพาะเลี้ยง ขวดละ 40 กรัม ปิดฝารูระบายอากาศ แล้วนำเข้าเครื่องหม้อนึ่งความดันไอน้ำ รอกจนหนอนในขวดเพาะเลี้ยงเย็นลง แล้วจึงเติมหัวเชื้อเหลวในอาหาร PDB เสริมลงไปขวดละ 5 มิลลิลิตร (ทำในสภาวะปลอดเชื้อ) ทำการปิดฝาแล้วนำไปบ่มในตู้เพาะเชื้อที่ 18 องศาเซลเซียส ในที่มืดจนเชื้อราโตเต็มผิวหน้าอาหาร แล้วจึงทำการให้แสง เลี้ยงต่อไปอีก 2 เดือน

3.5.2. การศึกษาสูตรอาหาร และระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเตรียมของหัวเชื้อ

3.5.2.1. การเตรียมหัวเชื้อเริ่มต้นในอาหารแข็ง PDA เสริมสูตรต่างๆ

Fruiting body ของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ได้จากเพาะเลี้ยงในตัวหนอนจากข้อ 3.5.1. ที่ได้มาทำการฆ่าเชื้อด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ความเข้มข้นร้อยละ 3 ฆ่าเชื้อ 1 ครั้ง เป็นเวลา 5 นาที แล้วล้างด้วยน้ำเปล่าที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 2 ครั้ง จากนั้นตัดเป็นชิ้นๆ ความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร เลี้ยงในอาหารแข็ง PDA เสริม โดยมีทั้งหมด 3 สูตรอาหาร คือ อาหาร PDA เสริมยีสต์สกัด และ เปปโตน อาหาร PDA เสริมไข่กรอง อาหาร PDA เสริมไข่ไม่กรอง (องค์ประกอบของสูตรอาหาร แสดงดังตารางภาคผนวก ก) บ่มไว้ที่ อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ในที่มืดเป็นเวลา 14 วัน จนเห็นเป็นเส้นใยสีขาว (วิลาวัลย์ และคณะ, 2557)

3.5.2.2. การเตรียมหัวเชื้อเริ่มต้นในอาหารเหลว PDB เสริมสูตรต่างๆ

หัวเชื้อเริ่มต้นจากอาหารแข็ง PDA เสริมทั้ง 3 สูตรอาหาร นำมาค็อกจำนวนทั้งหมด 3 ชั้น เลี้ยงในอาหาร PDB เสริม โดยมีทั้งหมด 3 สูตรอาหาร คือ อาหาร PDA เสริมยีสต์สกัดและเปปโตน อาหาร PDA เสริมไข่กรองโดยจะกรองผ่านผ้าขาวบาง และอาหาร PDA เสริมไข่ไม่กรอง (องค์ประกอบของสูตรอาหาร แสดงดังตารางภาคผนวก ก) ซึ่งอยู่ฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร มี

ปริมาตรอาหารเหลว PDB เสริมทั้ง 3 สูตร คือ 75 มิลลิลิตร ทำการเพาะเลี้ยงในที่มืด ความเร็วรอบ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ผ่านการคัดค้านใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

150 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลาทั้งหมด 7 วัน ทำการเก็บตัวอย่างทุกวัน ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ

3.5.2.3. การหาสูตรอาหารและระยะเวลาที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหัวเชื้อของเห็ด

ตัวอย่างที่เก็บได้จากข้อ 3.5.2.2. นำมาอบด้วยตู้อบความร้อนแบบสูญญากาศที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำตัวอย่างที่ได้ไปชั่งหาน้ำหนักเซลล์แห้ง นำค่าน้ำหนักเซลล์แห้งที่ได้ของแต่ละสูตรอาหารและระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงนำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.6. การศึกษาหาแหล่งคาร์บอนโดยใช้ข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคสที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการผลิตเส้นใยแห้งและการผลิตสารพอลิแซคคาไรด์

ทำการศึกษาหาแหล่งคาร์บอนโดยใช้ข้าวสังข์หยดร้อยละ 2 เสริมด้วยน้ำตาลกลูโคสปริมาณที่แตกต่างกัน คือ 1, 5, 10 กรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยใช้อาหาร PDB เสริม ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 20 กรัม/ลิตร ซึ่งไม่ใช่ข้าวสังข์หยดเป็นชุดควบคุม โดยนำหัวเชื้อที่ได้จากข้อ 3.5.1.2. มาใส่ลงในอาหารสูตรต่างๆ (องค์ประกอบของสูตรอาหาร แสดงดังตารางภาคผนวก ก) โดยใส่หัวเชื้อร้อยละ 8 ในอาหารปริมาตร 75 มิลลิลิตร ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร ทำการเพาะเลี้ยงที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ทำการเก็บตัวอย่างทุกวัน หาน้ำหนักเซลล์แห้งและสารพอลิแซคคาไรด์

3.7. การศึกษาหาแหล่งไนโตรเจนของไข่ไก่ เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการผลิตเส้นใยแห้งและสารพอลิแซคคาไรด์

ทำการศึกษาหาแหล่งไนโตรเจนโดยใช้ไข่ไก่ในปริมาณที่แตกต่างกันที่แตกต่างกัน คือ ไข่ 30, 70, 90 กรัม/ลิตร โดยใช้ไข่ 50 กรัม/ลิตรเป็นชุดควบคุม โดยนำหัวเชื้อที่ได้จากข้อ 3.5.1.2. มาใส่ลงในอาหารสูตรต่างๆ (องค์ประกอบของสูตรอาหาร แสดงดังตารางภาคผนวก ก) โดยใส่หัวเชื้อร้อยละ 8 ในอาหารปริมาตร 75 มิลลิลิตร ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร ทำการเพาะเลี้ยงที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลาทั้งหมด 5 วัน ทำการเก็บตัวอย่างทุกวัน หาน้ำหนักเซลล์แห้งและสารพอลิแซคคาไรด์

3.8. การวิเคราะห์ผล

3.8.1. การหาน้ำหนักแห้ง

ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.5.2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2. การหาเอกโซพอลิแซคคาไรด์

ตัวอย่างที่ได้จากการเพาะเลี้ยงนำมาปั่นเหวี่ยงเพื่อทำการแยกตะกอนของเส้นใย และ สารละลายน้ำหมักของตัวอย่าง โดยปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที นำสารละลายส่วนใส (เอกโซพอลิแซคคาไรด์) มาตกตะกอนด้วยเติมเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาณ 4 เท่าของปริมาตร จากนั้นนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเทส่วนใสทิ้ง แล้วเติมน้ำกลั่น 2.5 มิลลิลิตร แล้วนำไปผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำไปหาปริมาณพอลิแซคคาไรด์โดยวิธีฟีนอล-ซัลฟูริก และวัดน้ำตาลรีดิวซ์ (DNS)

3.8.3. การหาอินตร้าพอลิแซคคาไรด์

ส่วนตะกอน (อินตร้าพอลิแซคคาไรด์) ที่ได้จากการปั่นเหวี่ยงในข้อ 3.8.2 นำมาทำแห้งด้วย ตู้อบความร้อนแบบสูญญากาศ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา ประมาณ 6 ชั่วโมง จนตัวอย่างแห้ง จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักแห้งของเส้นใย แล้วเติมน้ำกลั่นโดยเส้นใยแห้ง 400 มิลลิกรัม ใส่ น้ำกลั่น 8 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปต้มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำมาปั่นเหวี่ยงที่ 5000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ทำการเก็บส่วนใสทั้งหมด 2 ครั้ง

หลังจากนั้นนำส่วนใสที่ได้จากการเก็บทั้ง 2 รอบ เติมเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาณ 4 เท่าของปริมาตรส่วนใส นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยงที่ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเทส่วนใสทิ้ง แล้วเติมน้ำกลั่น 2.5 มิลลิลิตร แล้วนำไปผสมให้เข้ากัน จากนั้น นำไปหาปริมาณพอลิแซคคาไรด์โดยวิธีฟีนอล-ซัลฟูริก และวัดน้ำตาลรีดิวซ์ (DNS)

3.9. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Minitab 16 ที่ความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($p < 0.05$) ทำการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Tukey Method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตหัวเชื้อ *Cordyceps militaris* ในสภาวะอาหารกึ่งเหลวแบบเขย่า

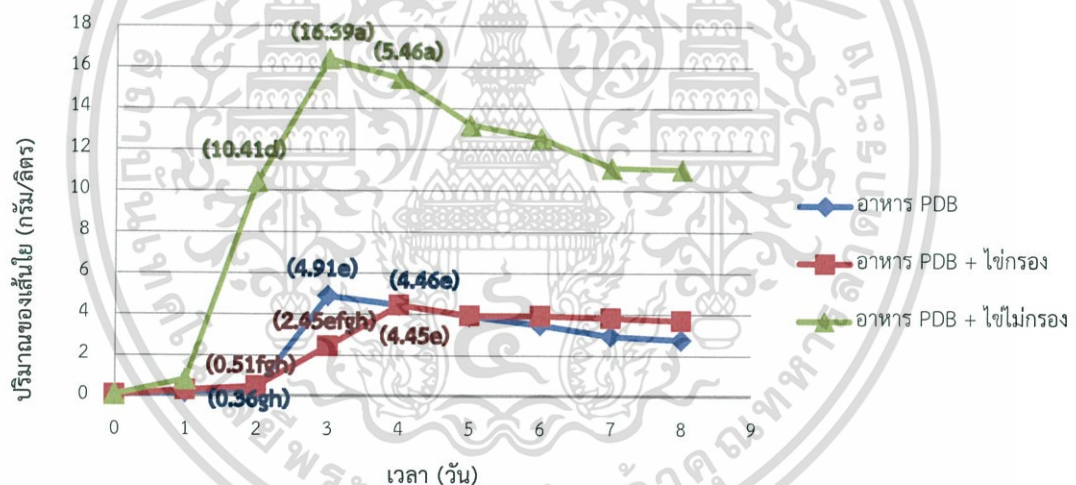
การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตหัวเชื้อโดยการคัดเลือกจากสูตรอาหารที่ต่างกัน พบว่า การเจริญเติบโตของหัวเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทอง ในสภาวะอาหารกึ่งเหลวแบบเขย่า ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที โดยใช้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 วัน พบว่า อาหาร PDB ร่วมกับไข่ไม่กรอง ให้การเจริญของเส้นใยสูงที่สุด ตามด้วยอาหาร PDB และอาหาร PDB ร่วมกับไข่กรอง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 16.39, 4.91 และ 4.46 กรัม/ลิตร ตามลำดับ อาหาร PDB ร่วมกับไข่ไม่กรอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอาหารที่เหลืออีก 2 ชนิด แต่อาหาร PDB และอาหาร PDB ร่วมกับไข่กรองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.1 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hardeep และคณะ (2014) พบว่า การผลิตหัวเชื้อของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสม คือ วันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณเส้นใยสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ จากงานวิจัยของ Luis และคณะ (2003) ได้ศึกษาหาผลของแหล่งไนโตรเจนที่ต่างกันที่มีผลต่อน้ำหนักเซลล์แห้งของ *Furia sp.* พบว่าแหล่งไนโตรเจนที่ใช้ไข่ไก่โดยใช้เพียงไข่แดง ร้อยละ 1 ให้ปริมาณน้ำหนักแห้งที่มากกว่ายีสต์สกัดร้อยละ 1 แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการทดลองของเราใช้ไข่ขาวร่วมด้วยซึ่งไข่ขาวประกอบด้วย โฟสเฟต 1.3 ไมโครกรัม ซีลีเนียม 6.6 ไมโครกรัม แคลเซียม 2.3 มิลลิกรัม แมกนีเซียม 3.6 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 4.9 มิลลิกรัม และ โพแทสเซียม 53.8 มิลลิกรัม จากงานวิจัยของ Jian และคณะ (2004) ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเส้นใยของ *Cordyceps pruinosa* พบว่า KCl ร้อยละ 0.02 K_2HPO_4 ร้อยละ 0.1 และ $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ร้อยละ 0.05 มีส่วนช่วยให้มีการผลิตเส้นใยให้มากขึ้น

4.2. ผลของแหล่งคาร์บอนโดยใช้ข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคสที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการผลิตเส้นใยแห้งและสารพอลิแซคคาไรด์

4.2.1. ผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันต่อการผลิตเส้นใยของการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของแหล่งคาร์บอนโดยใช้ข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคสที่ความเข้มข้นต่างๆ ทำให้ได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเซลล์แห้งต่อเวลาของแหล่งคาร์บอนเมื่อทำเพาะเลี้ยงในสภาวะอาหารเหลวเขย่า ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที โดยใช้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 5 วัน พบว่าการเพาะเลี้ยงในวันที่ 3 เป็นวันที่มีปริมาณเส้นใยสูงที่สุด โดยสูตรอาหารข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร เสริมด้วยน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร ให้ผลน้ำหนักเซลล์แห้งมากที่สุด รองลงมาคือ สูตรอาหารที่เสริมด้วยน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม/ลิตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.71 และ 6.91 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และตารางที่ 4.2 จากงานวิจัยของ Shuang และคณะ (2014) พบว่า ปริมาณเส้นใยของเห็ดถั่งเช่าสีทองจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจนถึงวันที่ 6 ของการเพาะเลี้ยงซึ่งมีค่าสูงที่สุด คือ 15.75 กรัม/ลิตร จึงทำให้เห็นวาระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงและเก็บเกี่ยวเส้นใยมีค่าสูงสุดไม่เท่ากัน ซึ่งเป็นผลมาจากสายพันธุ์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง และสภาวะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง รวมทั้งสารอาหารที่ต่างกันด้วย ทั้งความเข้มข้นของแหล่งคาร์บอนที่มากจนเกินไปจะทำให้อัตราการผลิตเส้นใยของเชื้อลดลง



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของ *Cordyceps militaris* ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่าง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.2.2. ผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันต่อปริมาณพอลิแซคคาไรด์ของการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง

ปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์ โดยใช้แหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันพบว่าในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร เสริมด้วยน้ำตาลกลูโคส 1, 5, 10 กรัม/ลิตร มี

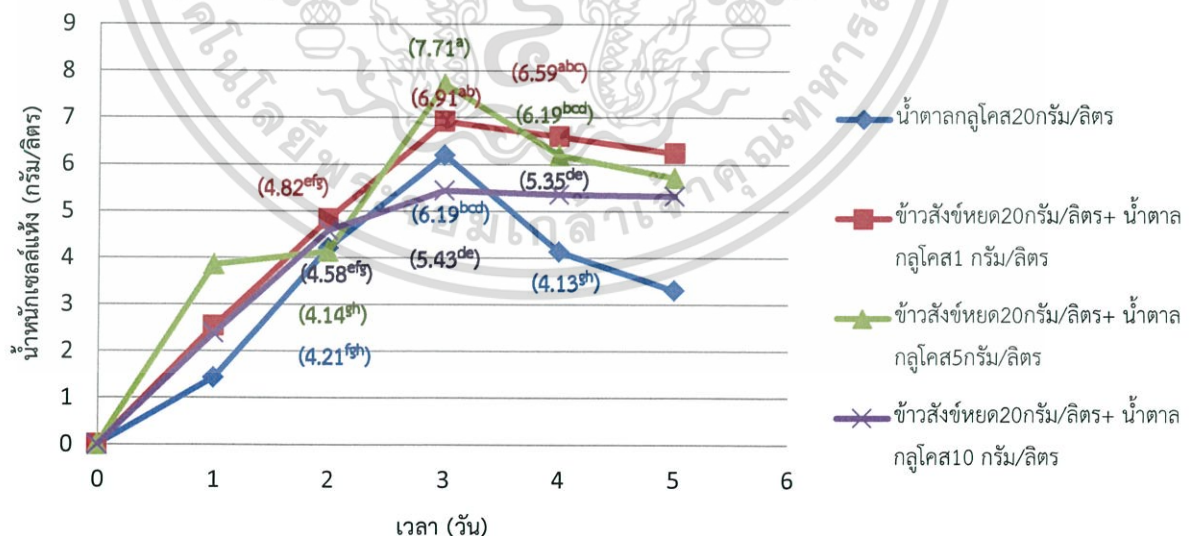
การผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุดในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยงที่มีการเสริมด้วยน้ำตาลกลูโคส 5 ซึ่ง
ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 อัตราการเจริญเติบโตของหัวเชื้อเห็ดถึงเข้าสีทองในสภาวะการเพาะเลี้ยงในอาหารกึ่ง
เหลว ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ชนิดอาหาร	ปริมาณเส้นใยสูงสุด (กรัม/ลิตร)
อาหาร PDB	16.39 ^b ± 1.64
อาหาร PDB + ไข่กรอง	4.91 ^b ± 1.64
อาหาร PDB + ไข่ไม่กรอง	4.45 ^a ± 1.64

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่าง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ โดยใช้แหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกัน พบว่าสูตรอาหารข้าวสังข์
หยด 20 กรัม/ลิตร เสริมด้วยน้ำตาลกลูโคส 5 และ 10 กรัม/ลิตร มีการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูง
ที่สุดในวันที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ คือ 0.32 กรัม/กรัมเซลล์ รองลงมาคือ อาหารข้าวสังข์หยด 20 กรัม/
ลิตร เสริมด้วยน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม/ลิตร มีการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุดในวันที่ 2 มีค่า
เท่ากับ 0.14 กรัม/กรัมเซลล์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในรูปที่ 4.4 และ
ตารางที่ 4.4



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเซลล์แห้งและเวลาของการเพาะเลี้ยงเห็ดถึงเข้าสีทองที่มีแหล่ง
คาร์บอนที่แตกต่างกัน ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่าง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

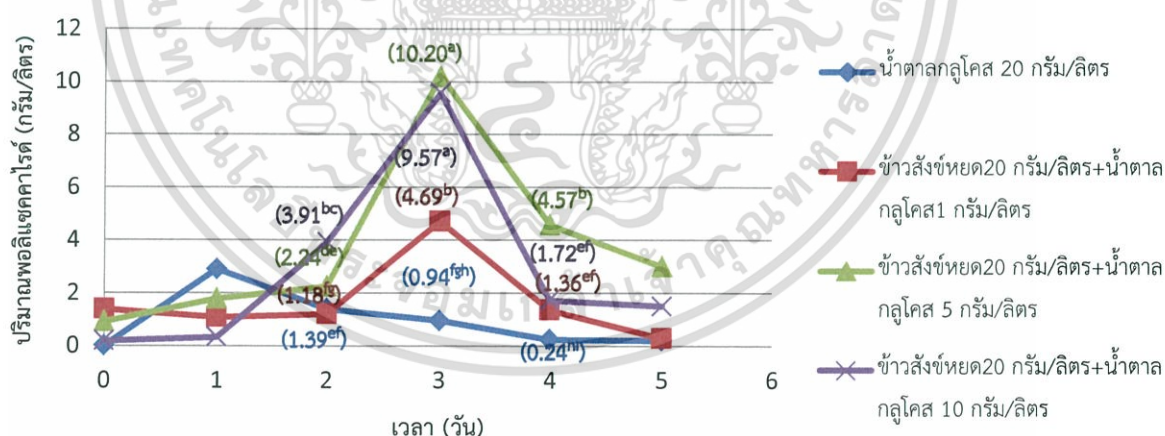
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การเจริญของเส้นใยชีวมวลจากการแปรผันแหล่งคาร์บอนในสภาวะอาหารกึ่งเหลว ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ชนิดอาหาร	ปริมาณเส้นใยสูงสุด (กรัม/ลิตร)
น้ำตาลกลูโคส 20 กรัม/ลิตร	6.19 ^{bc} ± 0.41
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม/ลิตร	6.91 ^{ab} ± 0.41
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร	7.71 ^a ± 0.41
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 10 กรัม/ลิตร	5.43 ^c ± 0.41

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่าง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากงานวิจัยของ Sapan และคณะ (2015) พบว่าแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมในการผลิตสารเอกโซพอลิแซคคาไรด์และอินทรีพอลิแซคคาไรด์สูงสุด คือน้ำตาลกลูโคส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.35 ± 0.002 และ 0.21 ± 0.002 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งการทดลองของเราใช้สูตรอาหารหลักที่มีข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคส ยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงทำให้มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วกว่าการใช้น้ำตาลกลูโคสเพียงอย่างเดียว และสูตรอาหารที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีค่าของเอกโซพอลิแซคคาไรด์มีค่ามากกว่าและได้อินทรีพอลิแซคคาไรด์ใกล้เคียงกัน เนื่องจากการผลิตเส้นใยแห้งที่ใกล้เคียงกันจึงส่งผลต่อปริมาณอินทรีพอลิแซคคาไรด์ที่สกัดได้จากเส้นใยก็จะใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.3 ปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์ในการเพาะเลี้ยงจากแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกัน ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่าง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.3. ผลของแหล่งไนโตรเจน (ไข่ไก่) ที่มีผลต่อการผลิตเส้นใยแห้งและปริมาณสารพอลิแซคคาไรด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

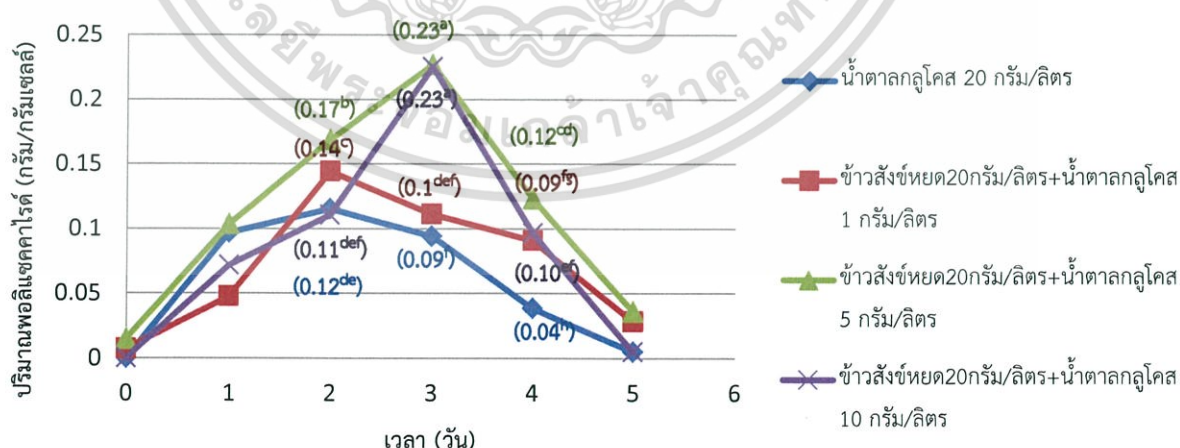
4.3.1. ผลของแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันต่อปริมาณเส้นใยของการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง

การศึกษาหาปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสม โดยใช้ข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร และใช้ไข่ไก่เป็นแหล่งไนโตรเจนที่ปริมาณต่างๆ ทำให้ได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเซลล์แห้งและเวลาของเส้นใยเมื่อทำเพาะเลี้ยงในสภาวะเขย่า ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที โดยใช้ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 5 วัน พบว่าในวันที่ 3 ซึ่งเป็นวันที่เชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองมีการเจริญสูงที่สุด อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่ 70 กรัม/ลิตร ให้ผลน้ำหนักเซลล์แห้งในหน่วย กรัม/ลิตร มากที่สุด รองลงมาคือ ปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่ 90 กรัม/ลิตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.93 และ 8.13 กรัม/ลิตร ตามลำดับ และให้ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับสูตรอาหารชนิดอื่นดังแสดงในรูปที่ 4.5 และตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.3 การผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุดจากการแปรผันแหล่งคาร์บอนในสภาวะอาหารกึ่งเหลว ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ชนิดอาหาร	ปริมาณเส้นใยสูงสุด (กรัม/ลิตร)
น้ำตาลกลูโคส 20 กรัม/ลิตร	2.90 ^c ± 0.34
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม/ลิตร	4.69 ^b ± 0.34
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร	10.20 ^a ± 0.34
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 10 กรัม/ลิตร	9.57 ^a ± 0.34

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่าง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.4 ปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ในการเพาะเลี้ยงจากแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกัน ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่าง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากงานวิจัยของ Shuang และคณะ (2014) พบว่า ปริมาณเส้นใยของเห็ดถั่งเช่าสีทองจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจนถึงวันที่ 6 ของการเพาะเลี้ยงซึ่งมีค่าสูงสุด คือ 15.75 กรัม/ลิตร จึงทำให้เห็นว่า ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงและเก็บเกี่ยวเส้นใยมีค่าสูงสุดไม่เท่ากัน ซึ่งเป็นผลมาจากสายพันธุ์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง และสภาวะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง รวมทั้งสารอาหารที่ต่างกันด้วย

ตารางที่ 4.4 การผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุดจากการแปรผันแหล่งคาร์บอนในสภาวะอาหารกึ่งเหลว ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ชนิดอาหาร	ปริมาณเส้นใยสูงสุด (กรัม/กรัมเซลล์)
น้ำตาลกลูโคส 20 กรัม/ลิตร	0.12 ^c ± 0.01
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม/ลิตร	0.14 ^b ± 0.01
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร	0.23 ^a ± 0.01
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 10 กรัม/ลิตร	0.23 ^a ± 0.01

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่าง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

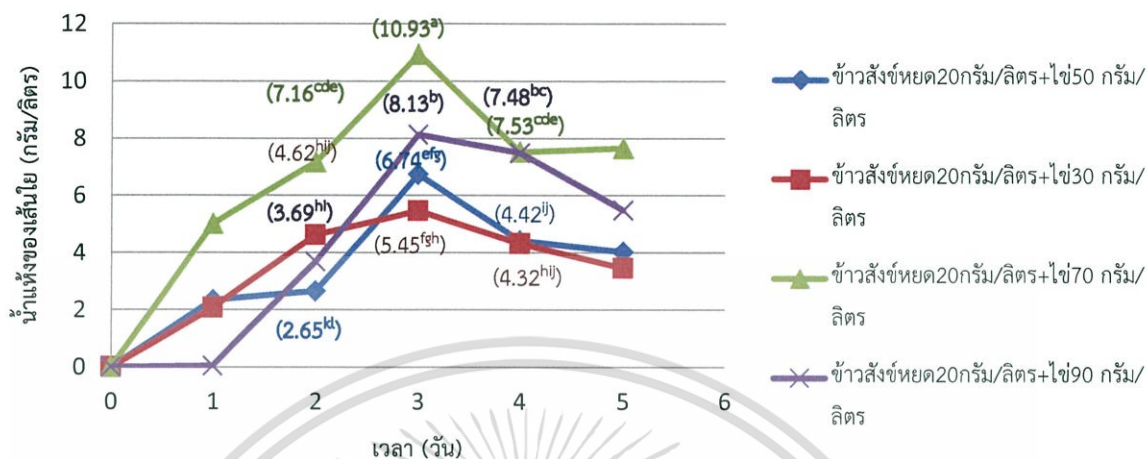
4.3.2. ผลของแหล่งไนโตรเจนที่ต่างกันต่อปริมาณพอลิแซคคาไรด์ของการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง

ปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์ โดยใช้ปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่ต่างกัน การเพาะเลี้ยงในอาหารข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร เสริมด้วยน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร ร่วมกับแหล่งไนโตรเจน คือ ไช้ 50, 30, 70, 90 กรัม/ลิตร พบว่าในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยงซึ่งเป็นวันที่มีการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุด พบว่าในอาหารที่ใช้ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร เสริมด้วยน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร ร่วมกับแหล่งไนโตรเจน คือ ไช้ 70 กรัม/ลิตร ให้ปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์มากที่สุด รองลงมาคือการใช้แหล่งไนโตรเจน คือ ไช้ 50 กรัม/ลิตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15.16 และ 11.98 กรัม/ลิตร และให้ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับสูตรอาหารที่อื่นในการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 4.6 และตารางที่ 4.6

ปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ โดยใช้ปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่ต่างกัน โดยเพาะเลี้ยงในอาหารข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร เสริมด้วยน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตรร่วมกับแหล่งไนโตรเจน คือ ไช้ 50, 30, 70, 90 กรัม/ลิตร พบว่าในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยงซึ่งเป็นวันที่มีการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุด อาหารที่ใช้ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร เสริมด้วยน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร ร่วมกับแหล่งไนโตรเจน คือ ไช้ 70 กรัม/ลิตร ให้ปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์มากที่สุด รองลงมา คือ แหล่งไนโตรเจน คือ ไช้ 50 กรัม/ลิตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.23 และ 0.22 กรัม/กรัมเซลล์ ตามลำดับ และไม่มี

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับสูตรอาหารที่ใช้แหล่งไนโตรเจน คือ ไช้ 50 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรัม/ลิตร แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งกับการใช้ไข่ 90 และ 30 กรัม/ลิตร แสดงในรูปที่ 4.7 และตารางที่ 4.7



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเซลล์แห้งต่อระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงเห็ดถึงเข้าสีทอง โดยการใช้แหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกัน ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่าง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.5 การเจริญของเส้นใยชีวมวลจากการแปรผันแหล่งไนโตรเจนในสภาวะอาหารกึ่งเหลว ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

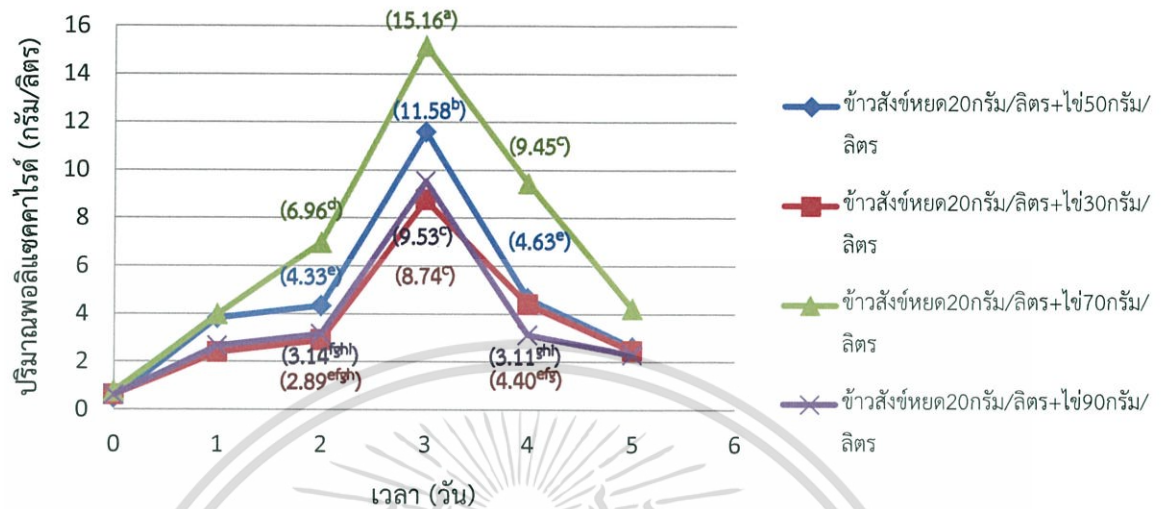
ชนิดอาหาร	ปริมาณเส้นใยสูงสุด (กรัม/ลิตร)
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับไข่ไก่ 50 กรัม/ลิตร	6.74 ^c ± 0.26
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับไข่ไก่ 30 กรัม/ลิตร	5.54 ^d ± 0.26
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับไข่ไก่ 70 กรัม/ลิตร	10.93 ^a ± 0.26
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับไข่ไก่ 90 กรัม/ลิตร	8.13 ^b ± 0.26

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่าง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากงานวิจัยของ Mao และคณะ (2006) พบว่ากรดอะมิโนไกลซีน ซีรีน และซีสทีนที่พบในไข่ไก่จะสามารถเพิ่มการผลิตเส้นใยและผลิตสารสำคัญของเห็ดถึงเข้าสีทอง จากงานวิจัยของ Luis และคณะ (2003) ไข่ไก่ (ไข่แดง) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 จะสามารถผลิตเส้นใยแห้งของ *Furia sp.* มีค่าเท่ากับ 7 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร Ing-Lung และคณะ (2007) พบว่าการใช้ปริมาณแหล่งไนโตรเจน ที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 30 กรัม/ลิตร ในการเพาะเลี้ยงเห็ดถึงเข้าสีทอง พบว่าแหล่งไนโตรเจนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10 กรัม/ลิตร ให้ปริมาณเส้นใยของเห็ดถั่งเช่าสีทองสูงสุด รองลงมา คือ 15 และ 30 กรัม/ลิตร ตามลำดับ จึงสามารถสรุปได้ว่า ปริมาณไนโตรเจนที่มากเกินไปจะลดการผลิตเส้นใยของเห็ดถั่งเช่าสีทอง



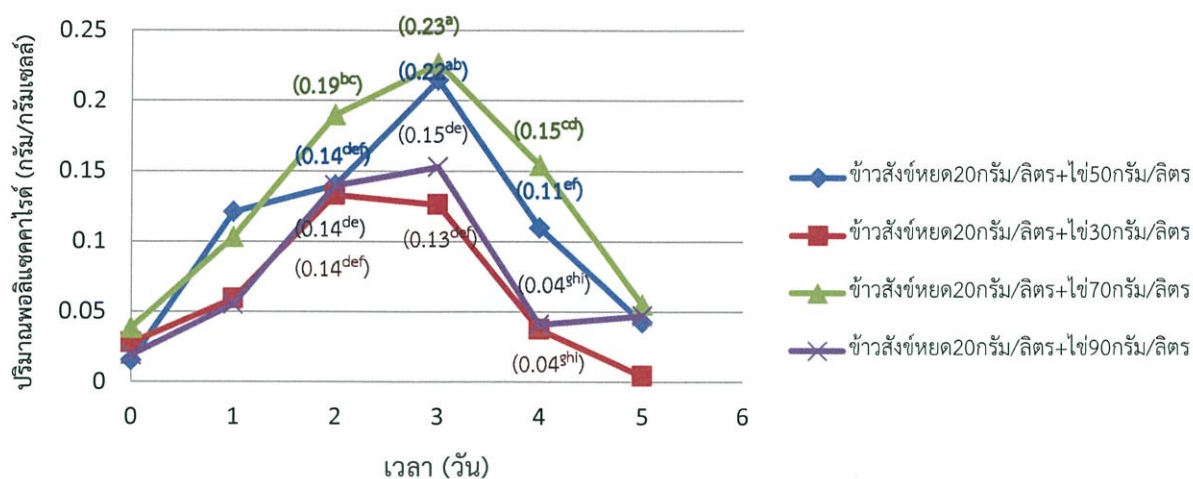
รูปที่ 4.6 ปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์ในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองจากแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่าง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.6 การผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุดจากการแปรผันแหล่งไนโตรเจนในสภาวะอาหารกึ่งเหลว ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ชนิดอาหาร	ปริมาณเส้นใยสูงสุด (กรัม/ลิตร)
ข้าวสัจหัด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับ ไผ่ไก่อ 50 กรัม/ลิตร	11.58 ^b ± 0.29
ข้าวสัจหัด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับ ไผ่ไก่อ 30 กรัม/ลิตร	8.74 ^d ± 0.29
ข้าวสัจหัด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับ ไผ่ไก่อ 70 กรัม/ลิตร	15.16 ^a ± 0.29
ข้าวสัจหัด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับ ไผ่ไก่อ 90 กรัม/ลิตร	9.53 ^c ± 0.29

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่าง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ผลของแหล่งไนโตรเจนปริมาณอินทรีย์ฟอสเฟอไรต์ในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
 หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่าง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.7 การผลิตอินทรีย์ฟอสเฟอไรต์สูงสุดจากการแปรผันแหล่งไนโตรเจนในสภาวะอาหารกึ่งเหลว ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ชนิดอาหาร	ปริมาณเส้นใยสูงสุด (กรัม/กรัมเซลล์)
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับไช้ 50 กรัม/ลิตร	0.22 ^a ± 0.02
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับไช้ 30 กรัม/ลิตร	0.14 ^b ± 0.02
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับไช้ 70 กรัม/ลิตร	0.23 ^a ± 0.02
ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับไช้ 90 กรัม/ลิตร	0.15 ^b ± 0.02

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่าง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตหัวเชื้อโดยการคัดเลือกจากสูตรอาหารที่ต่างกัน ในสภาวะอาหารกึ่งเหลวแบบเขย่า ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที โดยใช้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 วัน พบว่าในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยงสูตรอาหาร PDB ผสมไข่ไม่กรอง มีค่าการเจริญเส้นใยสูงที่สุดค่าเท่ากับ 16.39 กรัม/ลิตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับสูตรอาหารอื่น จึงเป็นสูตรอาหารเริ่มต้นที่จะนำมาใช้ในการทดลองนี้

การศึกษาหาแหล่งคาร์บอนโดยใช้ข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคสที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการผลิตเส้นใยแห้ง และสารพอลิแซคคาไรด์ ในสภาวะอาหารกึ่งเหลวแบบเขย่า ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 5 วัน พบว่าสูตรที่ใช้ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร เสริมด้วยน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร ให้ผลผลิตเส้นใยแห้ง ปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์และอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.71, 10.20 กรัม/ลิตร และ 0.32 กรัม/กรัมเซลล์ ตามลำดับ และไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการทดลองอื่นๆ

การศึกษาหาแหล่งไนโตรเจนของไข่ไก่โดยใช้ความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการผลิตเส้นใยแห้ง และสารพอลิแซคคาไรด์โดยเพาะเลี้ยงในสภาวะอาหารเหลวแบบเขย่า ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที โดยใช้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 5 วัน พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้แหล่งไนโตรเจนจากไข่ไก่ความเข้มข้น 70 กรัม/ลิตร ให้ผลผลิตเส้นใยแห้งสูง ปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์และอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 10.93, 15.16 กรัม/ลิตร และ 0.23 กรัม/กรัมเซลล์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการทดลองอื่นๆ

5.2. ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะศึกษาแหล่งไนโตรเจนอื่นที่มีราคาถูกกว่าไข่ เพื่อที่จะได้แหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ และส่งผลให้ได้ปริมาณสารพอลิแซคคาไรด์ในปริมาณมาก เพิ่มผลผลิตในเชิงพานิชต่อไป
2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณสารพอลิแซคคาไรด์ควรใช้วิธีการที่มีความแม่นยำกว่าวิธีการวัดด้วยวิธีฟีนอล-ซัลฟูริกเพียงอย่างเดียว เช่น การใช้แก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography :GC) ในระบบ HP5890 Series II ด้วย flame ionisation detector (FID) ผ่าน fused-silica capillary column (30 x 25 mm, model HP-1MS) หรือใช้เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography : HPLC) เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณพอลิแซคคาไรด์อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น
3. การทำการทดลองควรที่จะมีการทดลองที่ยืนยันผลซ้ำเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือในการทดลองมากยิ่งขึ้น



เอกสารอ้างอิง

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2560. ปริมาณวิตามินต่างๆของไข่ไก่ (ออนไลน์).

Available : <http://nutrition2.anamai.moph.go.th/main.php?filename=healthhospitalfood>. (สืบค้นวันที่ 21 มีนาคม 2560).

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. คู่มือการปฏิบัติงาน เครื่องมือ/อุปกรณ์เพื่อการวิจัย

(ออนไลน์). Available : <http://www.dt.mahidol.ac.th/adoffice/research/Index.html>. (สืบค้นวันที่ 21 มีนาคม 2560).

จากรุวรรณ ฤทธิเดช, ไอยรดา จันทรโสม, ถาวร วิจิตรานันท์, หนึ่งฤทัย ธาราวัชรศาสตร์ และประภาพรรณ ซอหะซัน. 2015. การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง. ว. วิทย. กษ. 46(3). 701-704.

ชยานนท์ พีระพิทยมงคล. เครื่องมือและเทคนิคพื้นฐานสำหรับห้องปฏิบัติการชีวเคมี (ออนไลน์).

Available : <http://www.si.mahidol.ac.th/department/biochemistry/home/md/Lab-KSA/Introduction%20to%20Biochemistry%20Lab.pdf>. (สืบค้นวันที่ 21 มีนาคม 2560).

ชูชาติ อารีจิตจิตรานุสรณ์. ม.ป.ป. ตู้อบลมร้อน (ออนไลน์). Available : <http://home.kku.ac.th/c huare/12/hotairoven.pdf>. (สืบค้นวันที่ 21 มีนาคม 2560).

(สืบค้นวันที่ 21 มีนาคม 2560).

ชายน อะนาลิสท์ หก. ม.ป.ป. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อโรค Autoclave (ออนไลน์). Available:

<http://scienceanalyst50.iqetweb.com/articles/41939152-หม้อนึ่งฆ่าเชื้อโรค-Autoclave.html>. (สืบค้นวันที่ 21 มีนาคม 2560).

ณัฐภาส เทพทอง. ม.ป.ป. การใช้งานอ่างควบคุมอุณหภูมิ (ออนไลน์). Available : <http://www.tct .myreadyweb.com/article/topic-35643.html>. (สืบค้นวันที่ 21 มีนาคม 2560).

(สืบค้นวันที่ 21 มีนาคม 2560).

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัย. ม.ป.ป. เครื่องมือห้องปฏิบัติการ (ออนไลน์).

Available : <http://www.env.kmutt.ac.th/laboratory.html>. (สืบค้นวันที่ 21 มีนาคม 2560).

ัญญา ทะพิงค์แก. 2555. การเพาะเห็ดถั่งเช่าเป็นอาชีพ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท ทุโพร์

พรินดี้ง จำกัด.

นพมาศ สุนทรเจริญนนท์ และจิตารัตน์ จันทรดอน. 2556. ถั่งเช่าช่วยเพิ่มสมรรถภาพจริงหรือ

(ออนไลน์). Available : <http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/153>. (สืบค้นวันที่ 2 มกราคม 2560).

นิรนาม. ม.ป.ป. ความรู้ต่างๆเกี่ยวกับตู้ดูดควัน ตู้ดูดไอสารเคมี หรือ Fume Hood (ออนไลน์).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Available: <http://www.promotionsci.com/fume-hood-ตู้ดูดควัน-ไอสารเคมี/>
(สืบค้นวันที่ 2 มกราคม 2560).

นิรนาม. 2012. คุณค่าทางอาหารและประวัติของข้าวสังข์หยด (ออนไลน์). Available: <https://dudecoffeart.wordpress.com/2012/05/05/คุณค่าทางอาหารและประวัติของข้าวสังข์หยด/>. (สืบค้นวันที่ 2 มกราคม 2560).

นิรนาม. ม.ป.ป. ถั่งเช่า (*Cordyceps sinensis*) (ออนไลน์). Available: http://www.biopanax.com/shopping/index.php?route=information/article&article_id=48. (สืบค้นวันที่ 2 มกราคม 2560).

นิรนาม. ม.ป.ป. สรรพคุณของเห็ดถั่งเช่าสีทอง (ออนไลน์). Available: <http://www.tangchaotongkham.com/?pid=2f8c9d29-1b2c-4382-a533-92f3563ff400>. (สืบค้นวันที่ 2 มกราคม 2560).

นิรนาม. ม.ป.ป. Adenosine (ออนไลน์). Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Adenosine>. (สืบค้นวันที่ 2 มกราคม 2560).

นิรนาม. ม.ป.ป. Cordycepin (ออนไลน์). Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Cordycepin>. (สืบค้นวันที่ 2 มกราคม 2560).

นิรนาม. ม.ป.ป. *Cordyceps militaris* (ออนไลน์). Available: <http://www.goldencordyceps.com/>. (สืบค้นวันที่ 2 มกราคม 2560).

นิรนาม. ม.ป.ป. Polysaccharides (ออนไลน์). Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Polysaccharide>. (สืบค้นวันที่ 2 มกราคม 2560).

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์. ม.ป.ป. Vacuum drier / เครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศ (ออนไลน์). Available : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2973/vacuum-drier-เครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศ>. (สืบค้นวันที่ 21 มีนาคม 2560).

ศิวัช พรแดง, สิตาภรณ์ สุขอนันตธรรม, สุนทรทิพย์ เชื่องเซียงขวาง, สุนทรีย์ บุญปลูก, อภาภรณ์ อุดทน. ม.ป.ป. Pipette (ออนไลน์). Available : <http://vet.kku.ac.th/physio/labbiochem/16/pipette.html>. (สืบค้นวันที่ 21 มีนาคม 2560).

ลัดดาวัลย์ กรรณเดช. 2553. ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง : ข้าวจีไอ พันธุ์แรกของประเทศไทย. กรมการข้าว. สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว.

วิลาวัลย์ ผดุงศักดิ์สิน, ศุภวารรณ วิจิตรสาร, อรพรรณ โถน้อย. 2557. การผลิตสารคอร์ไดเซปิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเส้นใยแห้งของ *Cordyceps militaris* เมื่อใช้สารอินทรีย์จากแหล่งธรรมชาติในการเพาะเลี้ยง. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

องอาจ ผ่องลักษณ์. 2557. ปีศาจภูแคน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. หจก.มีเดีย เพรส.

อารี ฤทธิบุรณ์. 2559. ปฏิบัติการเทคโนโลยีของเอนไซม์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ. โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อีสส์โก้ไทย เทคโนโลยี จำกัด บริษัท. ม.ป.ป. ตู้ปลอดเชื้อคืออะไร? (ตุลามีนา) (ออนไลน์).

Available : <http://www.isscothai.com/th/resources/laminar-flowcabinets/introduction-to-laminar-flow-clean-benches.html>. (สืบค้นวันที่ 21 มีนาคม 2560).

Das, S. K., Masuda, M., Sakurai, A., Sakakibara, M. 2010. Medicinal uses of the mushroom *Cordyceps Militaris* : Current State and Prospects. *Fitoterapia*. 81(8) : 961-968

Greenclinic. ม.ป.ป. เห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps Militaris*) (ออนไลน์). Available: <http://www.greenclinic.in.th/cordycepsmilitaris.html>. (สืบค้นวันที่ 2 มกราคม 2560)

Hardeep Singh Tuli, Anil K. Sharma, Sardut Singh Sandhu. 2014. Optimization of fermentation conditions for cordycepin production using *Cordyceps militaris* 3936. *Journal of Biological and Chemical Sciences (JBSCS)*. 1: 35-47.

Ing-Lung Shih, Kun-Lin Tsai, Chienyan Hsieh. 2007. Effects of culture conditions on the mycelial growth and bioactive metabolite production in submerged culture of *Cordyceps militaris*. *Biochemical Engineering Journal*. 33: 193–201.

Jian-Hui Xiao, Dai-Min Xiao, Qing Xiong, Zong-Qi Liang, Jian-Jiang Zhong. 2010. Nutritional requirements for the hyperproduction of bioactive exopolysaccharides by submerged fermentation of the edible medicinal fungus *Cordyceps taii*. *Biochemical Engineering Journal*. 49: 241–249.

Jong, S. Lee, W.C. Jung, S.J. Park, K.E. Lee, W.C. and Shin, E.K. (2013). Culture conditions and medium components for the production of mycelial biomass and exopolysaccharides with *Paecilomyces japonica* in liquid culture. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 115(4): 433-437.

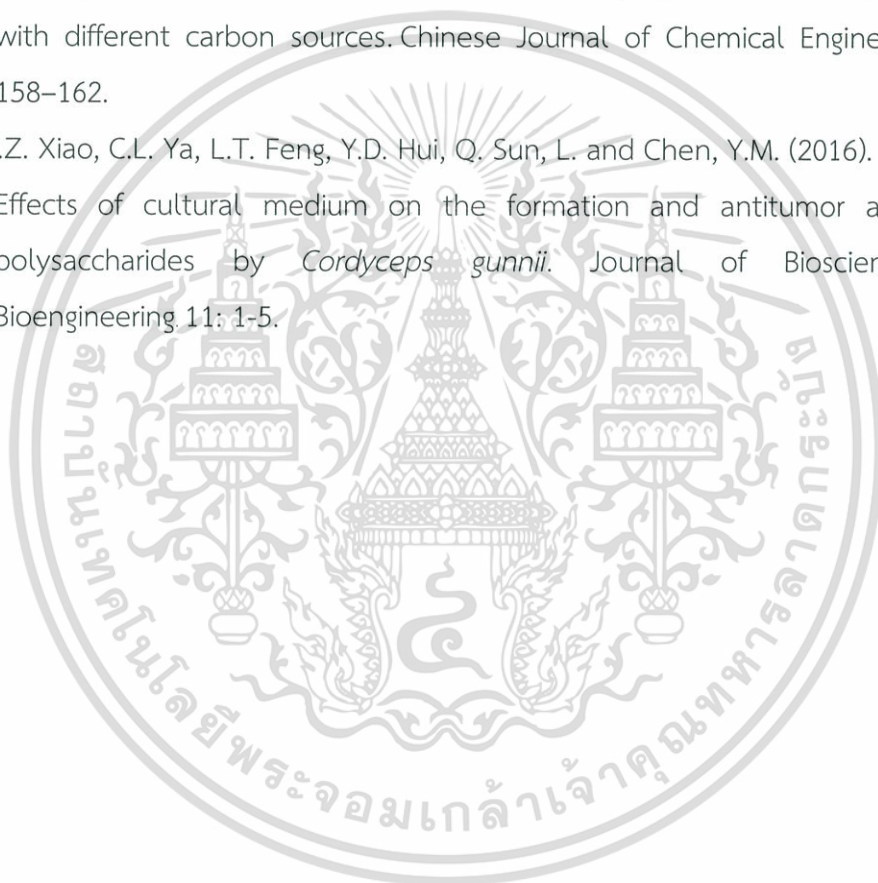
Junqiao Wang, Lijiao Kan, Shaoping Nie, Haihong Chen, Steve W. Cui, Aled O. Phillips,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Glyn O. Phillips, Yajing Li, Mingyong Xie. 2015. A comparison of chemical composition, bioactive components and antioxidant activity of natural and cultured *Cordyceps sinensis*. *Food Science and Technology*. 63: 2-7.
- Kang, P. D., Sung, G. B., Kim, K. Y., Kim, M. J., Hong, I. P., Ha, N. G. 2010. Breeding of a silkworm variety for synnemata production of *Isaria tenuipes*. *Micobiol.* 38(3) : 180-183
- Lan-Ying Wang, Kit-Leong Cheong, Ding-Tao Wu, Lan-Zhen Meng, Jing Zhao, Shao-Ping Li. 2015. Fermentation optimization for the production of bioactive polysaccharides from *Cordyceps sinensis* fungus UM01. *International Journal of Biological Macromolecules*. 79: 180–185.
- Luis G. LEITE, Sérgio B. ALVES, Antonio BATISTA FILHO, Donald W. ROBERTS. 2003. Effect of salts, vitamins, sugars and nitrogen sources on the growth of three genera of Entomophthorales: *Batkoa*, *Furia* and *Neozygites*. *The British Mycological Society*. 107 (7): 872–878
- Magnuson, T. S. 2011. How the *xap* locus put electrical “Zap” in *Geobacter sulfurreducens* biofilms. *Journal of Bacteriology*. 193: 1021-1022.
- Mao, X.B. and Zhong, J.J. 2006. Significant effect of NH₄⁺ on cordycepin production by submerged cultivation of medicinal mushroom *Cordyceps militaris*. *Enzyme and Microbial Technology*. 38: 343–350.
- Montaguez. ม.ป.ป. สมุนไพรถั่งเช่า (ออนไลน์). Available: <https://thungchao.wordpress.com/tag/cordycepin/> (สืบค้นวันที่ 2 มกราคม 2560).
- Mursito, B., Jenie, U. A., Mubarika, S., Kardono, L. B. S. 2010. Isolation of β -(1-3) Glucan Compound from the water Extract of Indonesian Jamur Tanduk (*Termitomyces eurirrhizus* Berk). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 13: 847-851.
- Pimchanok. ม.ป.ป. ประโยชน์ของ 'ข้าวไรซ์เบอร์รี่' (ออนไลน์). Available: <http://www.thaihealth.or.th/Content/6908-ประโยชน์ของ-ข้าวไรซ์เบอร์รี่.html>. (สืบค้นวันที่ 2 มกราคม 2560).
- Sapan Kumar Sharma, Nandini Gautam, Narender Singh Atri. 2015. Optimized extraction, composition, antioxidant and antimicrobial activities of exo and intracellular polysaccharides from submerged culture of *Cordyceps cicadae*. *BMC Complement Altern Med*. 15: 446.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Shuang Yang, Lu Jin, Xiaodong Ren, Jiahui Lu, Qingfan Meng. 2014. Optimization of fermentation process of *Cordyceps militaris* and antitumor activities of polysaccharides in vitro. *Journal of Food and Drug Analysis*. 22: 468-476.
- Urai, M., Aizawa, T., Anzai, H., Ogihara, J., Iwabuchi, N., Neilan, B., Couperwhite, I., Nakajima, M., Sunairi, M. 2006. Structural analysis of an extracellular polysaccharide produce by a benzene tolerant bacterium, *Rhodococcus sp.* 33. *Carbohydrate Resarch*. 341: 616-623.
- Xia Chen, Jian-yong Wu, Xiaoting Gui. 2016. Production and characterization of exopolysaccharides in mycelial culture of *Cordyceps sinensis* fungus Cs-HK1 with different carbon sources. *Chinese Journal of Chemical Engineering*. 24: 158-162.
- Zhen, Y.Z. Xiao, C.L. Ya, L.T. Feng, Y.D. Hui, Q. Sun, L. and Chen, Y.M. (2016). Effects of cultural medium on the formation and antitumor activity of polysaccharides by *Cordyceps gunnii*. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 11: 1-5.





ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

สูตรอาหาร

สูตรอาหารการเตรียมหัวเชื้อ

การเพาะเห็ดถั่งเช่าด้วยตัวหนอนในขวดแก้ว

สูตรอาหารแข็ง PDA เสริม (ดัดแปลงจาก ลุงหยุด, 2556)

วัสดุ	ปริมาณ
น้ำกลั่น	1 ลิตร
มันฝรั่ง	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ยีสต์สกัด	10 กรัม
เปปโตเน	10 กรัม
วุ้นบริสุทธิ	20 กรัม
กลูโคส	20 กรัม

สูตรอาหารเหลว PDB เสริม (ดัดแปลงจาก ลุงหยุด, 2556)

วัสดุ	ปริมาณ
น้ำกลั่น	1 ลิตร
มันฝรั่ง	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ยีสต์สกัด	10 กรัม
เปปโตเน	10 กรัม
กลูโคส	20 กรัม

หมายเหตุ : ต้องนึ่งฆ่าเชื้อแยกน้ำตาลกลูโคสออกจากส่วนผสมอื่น เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรอาหาร และระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเห็ดถึงเข้าสีทองที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหัวเชื้อ

สูตรอาหารแข็ง PDA เสริมร่วมกับยีสต์สกัด และเปปโตน (ดัดแปลงจาก ลุงหยุด, 2556)

วัสดุ	ปริมาณ
น้ำกลั่น	1 ลิตร
มันฝรั่ง	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ยีสต์สกัด	20 กรัม
เปปโตน	20 กรัม
วุ้นบริสุทธ์	20 กรัม
กลูโคส	20 กรัม

สูตรอาหารแข็ง PDA เสริมร่วมกับไข่กรอง (ดัดแปลงจาก ลุงหยุด, 2556)

วัสดุ	ปริมาณ
น้ำกลั่น	1 ลิตร
มันฝรั่ง	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ไข่ไก่	50 กรัม
วุ้นบริสุทธ์	20 กรัม
กลูโคส	20 กรัม

สูตรอาหารแข็ง PDA เสริมร่วมกับไข่ไม่กรอง (ดัดแปลงจาก ลุงหยุด, 2556)

วัสดุ	ปริมาณ
น้ำกลั่น	1 ลิตร
มันฝรั่ง	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ไข่ไก่	50 กรัม
วุ้นบริสุทธ์	20 กรัม
กลูโคส	20 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรอาหารเหลว PDB เสริมร่วมกับยีสต์สกัด และเปปโติน (ดัดแปลงจาก ลุงหยุด, 2556)

วัสดุ	ปริมาณ
น้ำกลั่น	1 ลิตร
มันฝรั่ง	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ยีสต์สกัด	10 กรัม
เปปโติน	10 กรัม
กลูโคส	20 กรัม

สูตรอาหารเหลว PDB เสริมร่วมกับไข่กรอง (ดัดแปลงจาก ลุงหยุด, 2556)

วัสดุ	ปริมาณ
น้ำกลั่น	1 ลิตร
มันฝรั่ง	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ไข่ไก่	50 กรัม
กลูโคส	20 กรัม

สูตรอาหารเหลว PDB เสริมร่วมกับไข่ไม่กรอง (ดัดแปลงจาก ลุงหยุด, 2556)

วัสดุ	ปริมาณ
น้ำกลั่น	1 ลิตร
มันฝรั่ง	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ไข่ไก่	50 กรัม
กลูโคส	20 กรัม

หมายเหตุ : ต้องนึ่งฆ่าเชื้อแยกน้ำตาลกลูโคสออกจากส่วนผสมอื่น เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของแหล่งคาร์บอนโดยใช้ข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคสที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการผลิตเส้นใยแห้งและสารพอลิแซคคาไรด์

สูตรอาหารกึ่งเหลว PDB เสริมร่วมกับไซโมกรอนร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 20 กรัม/ลิตร (ดัดแปลงจาก ลุงหยุด, 2556)

วัสดุ	ปริมาณ
น้ำกลั่น	1 ลิตร
มันฝรั่ง	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ไซโก้	50 กรัม
กลูโคส	20 กรัม

สูตรอาหารกึ่งเหลว PDB เสริมร่วมกับไซโมกรอนร่วมกับข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตรร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม/ลิตร (ดัดแปลงจาก ลุงหยุด, 2556)

วัสดุ	ปริมาณ
น้ำกลั่น	1 ลิตร
มันฝรั่ง	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ไซโก้	50 กรัม
กลูโคส	1 กรัม
ข้าวสังข์หยด	20 กรัม

สูตรอาหารกึ่งเหลว PDB เสริมร่วมกับไซโมกรอนร่วมกับข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตรร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร (ดัดแปลงจาก ลุงหยุด, 2556)

วัสดุ	ปริมาณ
น้ำกลั่น	1 ลิตร
มันฝรั่ง	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ไซโก้	50 กรัม
กลูโคส	5 กรัม
ข้าวสังข์หยด	20 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรอาหารกึ่งเหลว PDB เสริมร่วมกับไข่ไม่กรองร่วมกับข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตรร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 10 กรัม/ลิตร (ดัดแปลงจาก ลุงหยด, 2556)

วัสดุ	ปริมาณ
น้ำกลั่น	1 ลิตร
มันฝรั่ง	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ไข่ไก่	50 กรัม
กลูโคส	10 กรัม
ข้าวสังข์หยด	20 กรัม

หมายเหตุ : ต้องนึ่งฆ่าเชื้อแยกน้ำตาลกลูโคสออกจากส่วนผสมอื่น เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard)

ผลของแหล่งไนโตรเจนของไข่ไก่ ต่อการผลิตเส้นใยแห้งและปริมาณสารพอลิแซคคาไรด์

สูตรอาหารกึ่งเหลว PDB เสริมร่วมกับไข่ ร่วมกับ ข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตรร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร (ดัดแปลงจาก ลุงหยด, 2556)

วัสดุ	ปริมาณ
น้ำกลั่น	1 ลิตร
มันฝรั่ง	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ไข่ไก่	แปรผันเป็น 30, 50, 70 และ 90 กรัม
กลูโคส	5 กรัม
ข้าวสังข์หยด	20 กรัม

ขั้นตอนการทำอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่า

1. ขั้นตอนการทำอาหารวุ้น PDA เสริม

- 1.1. นำมันฝรั่งที่เตรียมไว้มาปอกเปลือกแล้วหั่นให้มีลักษณะเป็นลูกเต๋า 1x1 เซนติเมตร
- 1.2. นำข้าวโพดอ่อนมาปอกเปลือกแล้วล้างให้สะอาดแล้วหั่นครึ่งตรงกลางตามยาว
- 1.3. นำมันฝรั่งและข้าวโพดอ่อนไปต้มในน้ำกลั่น หลังจากเดือดให้จับเวลา 20 นาที (กรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขกรองให้ใส่ไขลงให้ขั้นตอนนี้ตีให้กระจาย)

1.4. จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบางแยกเนื้อและน้ำออกจากกัน ใส่วุ้น (กรณีมียีสต์สกัด และ เปปโตน หรือไขไม่กรองให้ใส่ในขั้นตอนนี้ คนให้เข้ากัน)

1.5. ทำการปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร แล้วนำไปนึ่งด้วยหม้อหนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที

1.6. แยกกลูโคสในการนึ่งต่างหากด้วยหม้อหนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที

1.7. หลังจากนำออกมาจากหม้อหม้อหนึ่งความดันไอน้ำ นั้นนำกลูโคสมาใส่ในอาหารที่เตรียมไว้ คนให้เข้ากัน แล้วทำการเทลงไปในจานเพาะเลี้ยง รอจนวุ้นแข็งตัว

2. ขั้นตอนการทำอาหารเหลว PDB เสริม

ซึ่งจะแยกเป็น 2 ส่วน คือ อาหารที่มีข้าวสังข์หยด และ ส่วนของอาหารที่ไม่มีข้าวสังข์หยด

2.1. ส่วนที่ 1

1. นำข้าวไปบดด้วยเครื่องปั่นละเอียดแล้วนำไปร่อนตะแกรงให้ได้ขนาดที่ต้องการ
2. แบ่งน้ำเป็นสองส่วน นำน้ำส่วนแรกมาต้มเตรียมไว้จนข้าวละลาย
3. แล้วทำการพักไว้รอผสมกับส่วนที่ 2

2.2. ส่วนที่ 2

1. นำมันฝรั่งที่เตรียมไว้มาปอกเปลือกแล้วหั่นให้มีลักษณะเป็นลูกเต๋า 1x1 เซนติเมตร
2. นำข้าวโพดอ่อนมาปอกเปลือกแล้วล้างให้สะอาดแล้วหั่นครึ่งตรงกลางตามยาว
3. นำมันฝรั่งและข้าวโพดอ่อนไปต้มในน้ำกลั่น หลังจากเดือดให้จับเวลา 20 นาที (กรณีไขกรองให้ใส่ไขลงให้ขั้นตอนนี้ตีให้กระจาย)

4. จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบางแยกเนื้อและน้ำออกจากกัน (กรณีมียีสต์สกัดและเปปโตน หรือไขไม่กรองให้ใส่ในขั้นตอนนี้ คนให้เข้ากัน)

5. (กรณีอาหารที่มีข้าวสังข์หยดให้ใส่ในขั้นตอนนี้) ทำการปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร แล้วนำไปนึ่งด้วยหม้อหนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที

6. แยกกลูโคสในการนึ่งต่างหากด้วยหม้อหนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที

7. หลังจากนำออกมาจากหม้อหม้อหนึ่งความดันไอน้ำ นั้นนำกลูโคสมาใส่ในอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ขึ้นด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เตรียมไว้ คนให้เข้ากัน แล้วแบ่งใส่ขวดเพาะเลี้ยง

การเตรียมหัวเชื้อจากดักแด้

1. เตรียมหัวเชื้อเหลว (PDB ร่วมกับ ยีสต์สกัดและเปปโตน)
 - 1.1. อาหารทุกชั้นตอนเหมือนเตรียม PDB เสริม
 - 1.2. ใส่หัวเชื้อลงไป 3 ชั้น
 - 1.3. เขย่าที่ 150 รอบต่อนาที ที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน โดยไม่ต้องเก็บตัวอย่าง
2. เตรียมอาหาร
 - 2.1. นำดักแด้ที่อยู่ใน Freez dye ไปอบที่เครื่องอบสูญญากาศ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
 - 2.2. นำดักแด้ที่ได้มาใส่ขวดเพาะเลี้ยง 3 ขวด ขวดละ 40 กรัม 2 ขวด และอีกขวดใส่ 4 ตัว เพื่อทำการหาความชื้น
 - 2.3. ปิดฝาให้รูระบายอากาศ นำเข้าหม้อนึ่งความดันไอน้ำ แล้วทำการทิ้งให้เย็น
3. ใส่เชื้อลงในอาหารที่มีดักแด้
 - 3.1. นำหัวเชื้อเหลวที่เลี้ยงไว้ใส่ลงในอาหารที่มีดักแด้ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ในตู้ปลอดเชื้อ
 - 3.2. ทำการปิดฝาแล้วห่อด้วยกระดาษเพื่อป้องกันแสง
 - 3.3. บ่มที่ตู้เพาะเชื้อที่ 18 องศาเซลเซียส จนเชื้อราโตเต็มผิวหน้าอาหาร ให้สังเกตว่าก๊ว้น
 - 3.4. เมื่อโตเต็มที่แล้วให้ทำการเปิดฝา แล้วเลี้ยงใช้ระยะเวลาประมาณ 1-2 เดือน
4. การหา % ความชื้นของดักแด้
 - 4.1. ชั่ง นน. ของดักแด้ก่อนอบ แล้วนำมาลวกกับน้ำหนักของดักแด้หลังอบ ชั่งที่ละตัวอบในเครื่องอบสูญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การใช้เครื่องมือ

1. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ช่วงคลื่นต่างๆ ของสารละลายที่บรรจุในหลอดพิเศษ เรียกว่า คิวเวตต(cuvette) หรือเซลล์

วิธีการใช้งาน

1. เปิดเครื่องโดยการกดสวิทช์ ที่ด้านหลังเครื่อง (ต้อง warm เครื่องก่อนใช้งานอย่างน้อย 30 นาที)
2. เครื่องจะทำการตรวจสอบตัวเอง รอจนกว่าหน้าจอจะปรากฏคำว่า OK ทั้งหมด ระหว่างนี้ห้ามเปิดฝาเครื่องโดยเด็ดขาด
3. เมื่อเปิดเครื่องแล้ว กดเลือก Photometric การวัดการดูดกลืนแสง
4. ตั้งค่าความยาวคลื่นโดยการกด “GO TO WL ” ป้อนค่าตัวเลข แล้วกด “ ENTER ”
 - ความยาวคลื่นช่วง < 280 nm เรียก ช่วง UVC
 - ความยาวคลื่นช่วง 280-315nm เรียก ช่วง UVB
 - ความยาวคลื่นช่วง 315-380 nm เรียก ช่วง UVA ค
 - ความยาวคลื่นช่วง 380-760 nm เรียก ช่วง visible ความยาวคลื่น 190-230 nm

ใช้ cuvette ชนิด Quartz ความยาวคลื่นช่วง 320 -360 nm (ช่วง UVB ,UBA)
ใช้ cuvette ชนิด Glass Cuvette พลาสติก สามารถใช้ได้ที่มีความยาวคลื่นช่วง ตั้งแต่ UVA เป็นต้นไป แต่ขึ้นอยู่กับชนิด ของพลาสติกด้วย ซึ่งจะมีระบุไว้ว่าสามารถใช้ได้ที่ช่วงไหน
5. นำสารละลาย Blank ใส่ในช่องใส่สารทั้ง 2 ช่อง
6. กด AUTO ZERO
7. แล้วจึงค่อยนำสารละลายตัวอย่างใส่ในช่องใส่สาร แล้วอ่านค่า

หมายเหตุ/ข้อควรระวัง

1. warm เครื่องก่อนใช้งาน
2. cuvette สำหรับใช้กับเครื่องนั้น ด้านที่ให้แสงส่องผ่านควรสะอาด และหากเป็นแก้ว หรือ

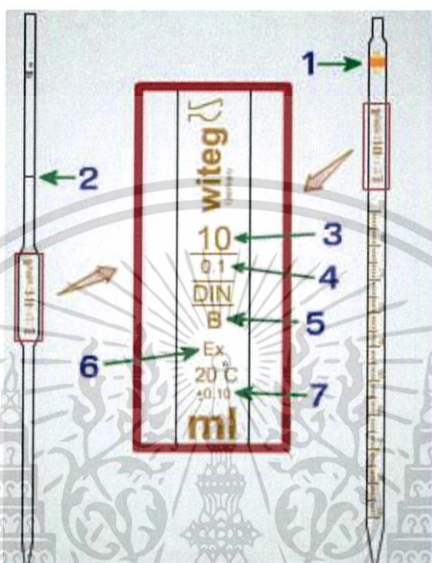
Quartz ควรระมัดระวังในการใช้เป็นพิเศษเพราะมีราคาแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สารละลายตัวอย่างที่ใช้ ควรเป็นสารละลายที่ใส ไม่มีตะกอน เพราะ ตะกอนจะไปรบกวนการส่องผ่านของแสง ทำให้การอ่านค่ามีความผิดพลาด

2. การใช้ปิเปตแก้ว

ปิเปตแก้วจะมีสเกลบอกอยู่บริเวณข้างๆหลอดปิเปต ดังแสดงในรูป 1 ข



รูปที่ ข.1 สเกลและฉลากของหลอดปิเปตแก้ว

ที่มา : <http://vet.kku.ac.th/physio/labbiochem/16/pipette-type1.html>

1. สัญลักษณ์ Blow-out pipet
2. ชีตบอกปริมาตร
3. ความจุ
4. ปริมาตรแต่ละขีด
5. ระดับชั้นคุณภาพ
6. วัตถุประสงค์การใช้งาน
7. ความคลาดเคลื่อนของปริมาตร

ขั้นตอนการใช้งาน

1. ใช้มือบีบอากาศออกจากลูกยาง แล้วสวมลูกยางที่ปลายบนของปิเปตที่สะอาดและแห้ง
2. จุ่มปลายปิเปตลงในสารละลายที่จะวัดปริมาตร
3. ดูดของเหลวขึ้นไปในปิเปตจนถึงขีดปริมาตรที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ดึงลูกยางออกใช้นิ้วชี้ขวาปิดปิเปตให้แน่นโดยทันที
5. ปรับปริมาตรจนกระทั่งส่วนโค้งเว้าต่ำสุดตรงกับขีดบอกปริมาตร
6. ปลดปล่อยสารละลายที่อยู่ในปิเปตลงในภาชนะรองรับ แล้วแตะปลายปิเปตกับข้างภาชนะ

ข้อควรระวัง

1. ควรเช็คปิเปตก่อนปรับปริมาตร
2. ควรเช็คคว่าปิเปตตั้งตรงหรือไม่ ในขณะที่ทำการทดลองเพื่อความถูกต้อง โดยเทียบปิเปตกับสิ่งที่ตั้งฉาก 2 อย่าง
3. ไม่ควรใช้ปากดูดสารละลาย เพราะสารละลายมีพิษ เป็นกรดแก่ เบสแก่ ควรใช้ลูกยางดูด
4. ระวังอย่าให้มีฟองอากาศบริเวณปลายปิเปต
5. ห้ามเขย่า เป่าหรือเคาะปิเปตกับข้างภาชนะรองรับเป็นอันขาด ถึงแม้จะเห็นว่ายังมีของเหลวติดค้างอยู่ที่ปลายปิเปตเล็กน้อยก็ตาม มิฉะนั้นปริมาตรของสารละลายที่ถ่ายออกจากปิเปตอาจผิดพลาดได้

3. การใช้โอโตปิเปต

โอโตปิเปต (auto-pipette) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการดูดสารละลาย ที่ได้รับการพัฒนาเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้นใช้สำหรับดูดของเหลวที่มีปริมาตรน้อยในระดับไมโครลิตร และมิลลิลิตร มีทั้งที่มีปริมาตรจำเพาะค่าหนึ่ง มีความแม่นยำสูง ลักษณะเป็นด้ามดูดใช้คู่กับส่วนที่ดูด ซึ่งนำมาต่อเรียกว่า “pipette tip” มีหลายขนาดใช้คู่กับขนาดของโอโตปิเปตใช้แล้วทิ้งเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารละลาย

หลักการที่สำคัญในการใช้โอโตปิเปต

ต้องสังเกตดูว่าเปนอนโอโตปิเปตชนิดใด และเลือกใช้ขนาดของโอโตปิเปตให้ใกล้เคียงกับปริมาตรของละลายที่ต้องการดูด เช่น ถาดต้องการปริมาตร 0.05 มิลลิลิตร จะต้องใช้โอโตปิเปตขนาด 0.10 มิลลิลิตร หรือ 0.20 มิลลิลิตรไม่ควรใช้โอโตปิเปตขนาด 1.0 มิลลิลิตร หรือมากกว่านี้ดูด เพราะจะทำให้การอ่านปริมาตรมีโอกาสผิดพลาดได้แม้ว่าโอโตปิเปตจะมีขนาดเป็นมิลลิลิตรแต่การใช้ส่วนใหญควรจะใช้ในปริมาตรน้อยๆ ในหน่วยของไมโครลิตร

ข้อควรระวัง

1. ห้ามปรับปริมาตรเกินขีดต่ำสุดและบนสุด

P-200 20 ถึง 200 ไมโครลิตร - 0.2 มิลลิลิตร

P-1000 200 ถึง 1000 ไมโครลิตร - 1.0 มิลลิลิตร

2. ห้ามใช้ดูดสารหรือจุ่มในสารละลายโดยไม่มีทิวลิปสวมปลาย
3. ห้ามเอียงปิเปตขณะมีสารละลายอยู่ในทิวลิปเด็ดขาด

4. เครื่องชั่งแบบละเอียด

เครื่องชั่งแบบละเอียด หรือแบบวิเคราะห์ (analytical balance) เป็นเครื่องชั่งที่สามารถอ่านได้ละเอียดในหน่วยมิลลิกรัม มีความแม่นยำสูง มีความไว (sensitivity) ต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักจะความแม่นยำระดับทศนิยม 4 ตำแหน่ง โดยสามารถชั่ง น้ำหนักได้ในช่วง 0.1 มิลลิกรัม ถึง 100 - 150 กรัม โดยทั่วไปจะเป็นเครื่องชั่งไฟฟ้า มีงานเดี่ยวสำหรับวางสารที่ต้องการชั่งในตู้กระจกมีบานกระจกด้านข้างเลื่อนเปิดปิดได้ป้องกันการรบกวนภายนอก

ขอควรปฏิบัติในการใช้และข้อควรระวังในการใช้งาน

1. ก่อนใช้เครื่องชั่ง ตรวจสอบว่าบนงานที่จะใช้ชั่งสะอาดหรือไม่ ถ้าไม่สะอาดต้องทำความสะอาดก่อน
2. ห้ามชั่งสารที่มีฤทธิ์กัดกร่อน เช่น กรดต่างๆ ถ้าจำเป็นให้ใส่สารดังกล่าวในขวดที่ปิดสนิทเพื่อป้องกันไอระเหยของสารดังกล่าวในการชั่งสาร ห้ามวางสารลงบนงานของเครื่องชั่ง โดยตรง เพราะอาจเกิดปฏิกิริยาการกัดกร่อนจากสารได้ต่อใส่สารที่ต้องการชั่งในภาชนะ รองรับ เช่น กระดาษสำหรับชั่งซึ่งมีผิวเคลือบมัน หรือกระดาษกรอง หากมีการหกของสารให้ปัดสารออกด้วยแปรงขนอ่อนทันที เพราะ ถ้าทิ้งไว้สารอาจถูกออกซิเดชันด้วยออกซิเจนในอากาศ ทำให้มีฤทธิ์การกัดกร่อนได้
3. สารที่ต้องการชั่งควรมีอุณหภูมิใกล้เคียงหรือเท่ากับอุณหภูมิห้อง
4. ควรตรวจสอบน้ำหนักสูงสุดที่ชั่งได้ จะระบุไว้ที่บริเวณหน้าปัดของเครื่อง (โดยทั่วไปจะเขียนว่า Max. หรือ Maximum) ห้ามชั่งของที่มีน้ำหนักเกินค่า Max.
5. หลังใช้งานควรทำความสะอาดให้เรียบร้อย

5. เครื่องปั่นเหวี่ยง

เครื่องปั่นเหวี่ยงสาร เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเพิ่มแรงโน้มถ่วงให้กับสารที่แขวนลอยใน

สารละลาย หรือใช้ในการแยกสารตัวอย่างที่ไม่ละลาย หรือแยกตะกอนออกจากสารละลาย โดยอาศัยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนที่ของสาร ตัวอย่างรอบแกน หรือภายใต้สนามการหมุนเหวี่ยง (centrifugal field) นั้นเอง สารตัวอย่างหรือตะกอนจะได้แก่ เซลลูลอร์แกเนลและสาร ชีวโมเลกุลต่างๆ เช่น โปรตีน ดีเอ็นเอ เปนตน โดยในการเลือกความเร็วรอบที่ใช้ นั้น ขึ้นกับขนาด รูปร่าง ความหนาแน่น ของสารที่ต้องการ แยก และ ความหนืดของสารละลาย

ขั้นตอนวิธีการใช้

1. กดปุ่ม ON/OFF ด้านซ้ายของเครื่องเพื่อเปิดเครื่อง
2. เปิดฝาครอบโดยกดปุ่มด้านขวา
3. บรรจุอุปกรณ์ที่ใช้ในการปั่นให้อยู่ในตำแหน่งที่สมดุลกัน ต้องมีการบาลานซ์ทุกครั้ง
4. ปิดฝาครอบให้สนิท
5. เลือกการใช้งาน ตั้งเวลา ความเร็วรอบ กด start

ข้อควรระวัง

ต้องบาลานซ์ทุกครั้ง และต้องปิดฝาครอบให้สนิท รวมไปถึง หากใช้อุณหภูมิต่ำกว่าควรใช้ครอบๆ อะลูมิเนียมป้องกันสนิม

6. เครื่องวัดพีเอช

ความเปนครุด หรือต่างของสารละลายมีความสำคัญในงานทางชีวเคมี เพราะมีผลต่อโครงสร้าง และการทำงานของสารชีวโมเลกุล (biomolecule) ขนาดใหญ่ เช่น โครงสร้างของโปรตีน หรือการทำงานของเอนไซม์ (enzyme)

หลักการทำงาน

เมื่อโลหะสัมผัสกับสารละลายกรดหรือเกลือ จะทำให้มีความต่างศักย์เคมีไฟฟ้าของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ที่เกิดขึ้นระหว่างสารละลายที่รู้ค่าในอิเล็กโทรดตรวจวัด มักเรียกว่า glass electrode (membrane) กับสารละลายภายนอก โดยจะเชื่อมต่อกับ อิเล็กโทรดอ้างอิง (reference electrode) เพื่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าครบวงจร แล้วยขยายให้มีความต่างศักย์สูงขึ้นด้วย

วิธีการใช้งาน

1. ก่อนการใช้งานจำเป็นต้องทำการ calibrate เพื่อให้ค่าอ่านได้ถูกต้อง ทั้งพีเอช 4 , 7, 10

2. จากนั้นทำการล้างโพรบด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยทิชชูเบาๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จุ่มโพรบลงในสารละลายที่เราต้องการวัด
4. กดวัดค่า รอจน คำว่า pH หยุดกระพริบ จดค่าที่ได้
5. ล้างโพรบด้วยน้ำกลั่นทุกครั้งหลังใช้งานแล้วซับด้วยทิชชู
6. จุ่มโพรบลงสารละลาย KCl ทุกครั้งหลังใช้งานเพื่อรักษาสภาพโพรบ

ข้อควรระวัง

ต้องทำการ calibrate เครื่องก่อนใช้งาน และต้องอ่านคู่มือการใช้เครื่องวัดพีเอช เพราะแต่ละเครื่องมีกลไกการใช้งานที่แตกต่างกัน และต้องจุ่มโพรบลง สารละลาย KCl ทุกครั้งหลังใช้งานเพื่อรักษาสภาพโพรบ

7. เครื่องหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave)

เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับนึ่งฆ่าเชื้อ โดยใช้ไอน้ำร้อนและแรงดันสูง ทำให้ของที่ผ่านการนึ่งแล้วอยู่ในสภาพปราศจากเชื้อ จึงมักใช้เครื่องนี้ในการนึ่งฆ่าเชื้อของเสียทางชีวภาพเพื่อกำจัดและป้องกันการปนเปื้อน และนอกจากจะใช้ป้องกันการปนเปื้อนแล้ว เครื่องหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ยังสามารถฆ่าเชื้อตัวอย่างก่อนจะนำมาใช้ในการทดลองได้อีกด้วย ส่วนการใช้งานเครื่องหม้อนึ่งความดันไอน้ำ นั้น ควรมีการทดสอบเครื่องอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้สามารถใช้งานเครื่อง

หลักการเครื่องหม้อนึ่งความดันไอน้ำ

คือการนำสิ่งของที่ต้องการทำให้ปราศจากเชื้อมาไว้ในห้องที่มีความร้อน และแรงดันของไอน้ำสูงกว่าสภาวะบรรยากาศปกติในช่วงระยะเวลาหนึ่ง การนึ่งฆ่าเชื้อโดยทั่วไปจะใช้สภาวะที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส แรงดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยใช้ระยะเวลาหนึ่ง 15 นาที หากใช้อุณหภูมิสูงมากๆ และแรงดันไอน้ำมากกว่า 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อาจจะมีผลเสียต่ออุปกรณ์ที่เป็นโลหะ เพราะอุณหภูมิที่สูงมากเกินไปจะทำให้เนื้อโลหะมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปและมีอายุการใช้งานสั้นลงรวมทั้งแรงดันไอน้ำที่สูงเกินไปอาจทำให้ผิวโลหะเป็นสนิม และสึกกร่อนได้ (ถึงแม้จะใช้ระยะเวลาที่สั้นก็ตาม) ระยะเวลาในการนึ่งตามที่ได้อ้างถึงนี้ เป็นเวลาที่ห้องนึ่งมีอุณหภูมิ และแรงดันของไอน้ำเป็นไปตามที่กำหนดเท่านั้น ไม่รวมเวลาในการเตรียมห้องนึ่งให้มีอุณหภูมิ และแรงดันตามที่กำหนด

วิธีการใช้งาน

1. สังเกตระดับน้ำด้านล่างก่อนใช้ว่าน้อยกว่าขีดที่กำหนดหรือไม่ ถ้าน้อยกว่าให้เติมลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เสียบปลั๊ก เปิดฝาเครื่อง
3. นำของที่จะฆ่าเชื้อใส่ลงไป ไม่ควรอัดเกินความจำเป็น
4. ทำการปิดฝาให้สนิท
5. จากนั้น ตั้งอุณหภูมิ และเวลา 121 องศาเซลเซียส แรงดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยใช้ระยะเวลาหนึ่ง 15 นาที จากนั้นกด start เริ่มทำงาน

ข้อควรระวัง

ไม่ควรใส่ของมากเกินไป และห้ามเปิดเครื่องในขณะที่เครื่องยังทำงานไม่เสร็จสิ้น

8. ตู้อบลมรอน

เป็นเครื่องมือสำหรับการอบวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ให้แห้งใช้รักษาอุณหภูมิของปฏิกิริยาในการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการบางชนิดในกรณีที่ชอบฆ่าทำลายเชื้อโรคชอบเพาะเชื้อจุลินทรีย์ ใช้อบสาร หรือหาค่าความชื้น

วิธีการใช้และข้อควรระวังในการใช้งาน

1. เลือกขนาดตู้อบให้เหมาะสมกับปริมาณวัตถุที่จะนำมาอบ
2. ตั้งตู้อบให้ไต่ระดับในที่ที่อากาศถ่ายเท ซึ่งสามารถระบายอากาศที่ออกมาจากตู้อบได้ดีและปราศจากฝุ่นละออง
3. ควรคว่ำภาชนะแก้วหรือพลาสติกก่อนนำไปอบเพื่อประหยัดพลังงานที่ใช้
4. หลีกเลี่ยงการอบสารเคมีที่ระเบิดหรือติดไฟได้ง่าย
5. ใช้อุณหภูมิให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการอบ เช่น การอบภาชนะพลาสติกธรรมดา ไม่ควรใช้อุณหภูมิเกิน 60 องศาเซลเซียส และภาชนะแก้ววัดปริมาตรไม่ควรอบในที่อุณหภูมิเกิน 120 องศาเซลเซียส เพราะอาจจะทำให้อุปกรณ์เสียหายได้
6. ไม่ควรใส่ของที่จะอบมากเกินไป เพราะความร้อนไม่ทั่วถึง
7. ปิดประตูตู้อบให้สนิททุกครั้งที่อบ
8. ไม่ควรเปิดตู้อบโดยไม่จำเป็นควรวางแผนว่าจะหยิบอะไรในตู้อบ
9. สวมถุงมือกันร้อนทุกครั้งที่ยกวัตถุที่ร้อนออกจากตู้อบ
10. ควรฆ่าเชื้อตามพื้นและผนังตู้เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ / Incubator Shaker

สามารถปรับอุณหภูมิ ตัวควบคุมอุณหภูมิเป็นชนิดไมโครโปรเซสเซอร์ และมีระบบป้องกันอุณหภูมิที่สูงเกิน สามารถปรับความเร็วของการเขย่าได้ตั้งแต่ 40 ถึง 500 รอบ/นาที ใช้ในการเลี้ยงเชื้อที่มีการควบคุมอุณหภูมิ

วิธีการใช้งาน

1. ทำการเสียบปลั๊ก แล้วเปิดเครื่อง
2. ใส่ฟลาสก์ที่เราต้องการตามจำนวนเข้าไปจนครบ
3. ตั้งค่าอุณหภูมิ เวลา และความเร็วรอบ
4. กด start เพื่อเริ่มการทำงาน

ข้อควรระวัง

จุดสำคัญที่ปิดฟลาสก์ควรปิดสนิทเพื่อป้องกันการเปิดออกกระวางเขย่า และเมื่อเครื่องสกรปรกควรเช็ดให้สะอาด อีกทั้งตั้งค่าอุณหภูมิให้เหมาะกับการใช้งาน

10. อ่างควบคุมอุณหภูมิ

วิธีการใช้งาน

1. ใส่น้ำกลั่นภายในอ่างประมาณ 15 ลิตร ดูให้อยู่ระหว่างขีดที่กำหนด
2. เปิด Power On
3. ถ้าต้องการปรับอุณหภูมิกดปุ่ม set อุณหภูมิค้างไว้แล้วหมุนปุ่มปรับอุณหภูมิตามที่ต้องการ

วิธีการติดตั้งและใช้งาน

1. เลือกตำแหน่งวางเครื่องให้เหมาะสมต่อการใช้งาน ควรมีระยะห่างจากผนัง อย่างน้อย 20 เซนติเมตร
2. เลือกใช้แรงดันไฟฟ้าให้ถูกต้อง (230V/50Hz) ใช้เต้าเสียบให้เหมาะสมเพียงพอต่อความต้องการกระแสไฟฟ้าของเครื่อง (10 A.) และควรเป็นชนิดที่มีการต่อสายดิน เพื่อป้องกันไฟฟ้าดูด
3. ในกรณีที่ใช้น้ำเป็น Media ควรใช้น้ำกลั่น หรือน้ำกรอง เท่านั้น เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดตะกรัน
4. การเติมน้ำ (Media) ในอ่าง ควรเติมน้ำมีระดับต่ำกว่าขอบอ่าง ประมาณ 5 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีประเภทที่มีฤทธิ์เข้มข้นสัมผัสกับเครื่องโดยตรง เพื่อยืดอายุการใช้งานที่ยาวนานลดการสึกหรอ การกัดกร่อนที่เกิดขึ้นกับตัวเครื่อง

11. ตู้ปลอดเชื้อ

ตู้ปลอดเชื้อที่มีการใช้แผ่นกรอง HEPA Filter (High Efficiency Particulate Air Filter) เพื่อกรองเชื้อโรค สิ่งปนเปื้อน รวมทั้งฝุ่นละอองต่างๆ โดยมีจุดประสงค์หลักคือป้องกันผลิตภัณฑ์หรืองานที่ทำภายในพื้นที่ทำงานจากการเกิด Cross Contamination (Product Protection)

หลักการดำเนินงานเบื้องต้นของ Laminar Flow Clean Bench (ตู้ลามินาร์)

จุดประสงค์คือการสร้างสภาวะอากาศปลอดเชื้อ (Clean Particle-Free Air) ภายในพื้นที่ทำงานของเครื่องและป้องกันโอกาสการเกิด Cross Contamination จากสิ่งปนเปื้อนภายนอก

1. อากาศสกปรก (Contaminated Air) ภายในห้องที่ใช้งานถูกดูดผ่านเข้าไปในตู้ลามินาร์โดยไม่ผ่านพื้นที่ทำงานภายในเครื่อง
2. อากาศสกปรก (Contaminated Air) วิ่งผ่านแผ่นกรอง HEPA Filter ถูกกรองกลายเป็นอากาศสะอาด (Clean Particle-Free Air) และถูกส่งผ่านมายังบริเวณพื้นที่ทำงานภายในเครื่อง
3. อากาศสะอาดในบริเวณพื้นที่ทำงาน จะเคลื่อนที่ผ่านงานที่เรา กำลังทำและถูกพัดออกมาทางด้านหน้าของเครื่องในที่สุด

การใช้งาน Laminar Flow Clean Bench (ตู้ลามินาร์)

หัวใจหลักของการผ่านอากาศสะอาดเพื่อป้องกันงานภายในพื้นที่ทำงานคือแผ่นกรอง HEPA Filter

1. Laminar Flow Clean Bench หรือ "ตู้ลามินาร์" เหมาะสำหรับการใช้งานร่วมกับสารหรือเชื้อที่ไม่เป็นอันตรายเท่านั้น (Non-Hazardous Agents/Microbial)
2. Laminar Flow Clean Bench หรือ "ตู้ลามินาร์" ทำหน้าที่ป้องกันงาน (Product Protection) เท่านั้น แต่ไม่ป้องกันผู้ปฏิบัติงาน (Personnel Protection) และสิ่งแวดล้อม (Environment Protection) ใดๆทั้งสิ้น
3. Laminar Flow Clean Bench หรือ "ตู้ลามินาร์" แตกต่างจากตู้ดูดควัน (Fume Hood) และไม่สามารถนำมาใช้งานแทนกันได้ ผู้ปฏิบัติงานจะได้รับอันตรายจากสารเคมีต่างๆหากมีการนำเครื่องนี้ไปใช้แทนตู้ดูดควัน

วิธีการใช้งาน

1. เสียบปลั๊ก เปิดเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตั้งค่าเปิด ยูวีประมาณ 30 นาที
3. เมื่อครบเวลาทำการปิดยูวี แล้วเปิดไฟ จากนั้นเปิดโบลเวอร์
4. หลังใช้งานควรปิดตู้ให้สนิท ปิดไฟ ปิดทุกอย่างให้เรียบร้อย พร้อมทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์ หลังใช้

ข้อควรระวัง

หากใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ไม่ควรวางใกล้ของติดไฟ อาจจะทำให้ตู้ไหม้ได้

12. ตู้ดูดควัน

ตู้ดูดควัน Fume hood ตู้ดูดไอสารเคมี มีชื่อเรียกหลากหลาย ดังนี้ ตู้ดูดไอกรด, ตู้ดูดควันพิษ, ตู้ดูดไอสารเคมี, ตู้ดูดควันซึ่งจะทำให้เป็นอันตรายต่อผู้ที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ ยิ่งเป็นสารเคมีที่มีอันตรายสูง เช่นติดไฟได้ ยิ่งแล้วไปใหญ่ ตู้ดูดไอสารเคมีจึงจัดเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นอย่างยิ่งในห้องปฏิบัติการทั้งหลาย ตามลักษณะการใช้งาน จะแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 ใช้กับตัวอย่างที่ระเหยได้

กลุ่มที่ 2 ใช้กับตัวอย่างกรดไฮโดรฟลูออริก หรือที่เรารู้จักกันในชื่อ กรดกัดแก้ว ซึ่งใช้ในการสังเคราะห์สารต่างๆ ในอุตสาหกรรมยาและพอลิเมอร์ เช่น เทพลอน

กลุ่มที่ 3 กลุ่มใช้กับกรด ต่างทั่วไป, สารอินทรีย์, สารอนินทรีย์ และพวก solvent ต่าง ๆ โดยกลุ่มลูกค้าที่ใช้ส่วนใหญ่ จัดอยู่ในกลุ่มที่ 3

ข้อควรระวังในการใช้ตู้ดูดควัน ตู้ดูดไอสารเคมี หรือ Fume Hood

1. เก็บสิ่งของทุกอย่างออกจากตู้ดูดไอสารเคมี ยกเว้นสิ่งที่ต้องใช้งาน
2. จัดตำแหน่งของ Sash ให้อยู่ระหว่างคุณ และงานของคุณเสมอ
3. ต้องไม่เคลื่อนย้าย Airfoil หรือดัดแปลงตู้ดูดไอสารเคมี ไม่ว่ากรณีใดๆ
4. ควรปิดประตู และหน้าต่างทั้งหมดขณะใช้งานตู้ดูดไอสารเคมี
5. ไม่ควรเดินผ่านบริเวณหน้าตู้ดูดไอสารเคมีที่กำลังเปิดทำงานอยู่
6. ไม่ควรยื่นศีรษะเข้าไปในตู้ดูดไอสารเคมีในขณะที่ใช้งาน
7. ควรปฏิบัติงานบนพื้นโต๊ะภายในตู้ดูดไอสารเคมี
8. เมื่อต้องการเคลื่อนย้ายสิ่งของต่างๆ ภายในตู้ดูดไอสารเคมี ควรทำการเคลื่อนย้ายอย่างช้าๆ
9. เมื่อต้องการเปิดหน้าบานตู้ดูดไอสารเคมี ควรเปิดอย่างช้าๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. เครื่องอบสูญญากาศ

เป็นเครื่องอบ (drier) ที่ใช้เป็นตัวแห้ง (dehydration) อาหาร ที่ทำงานภายใต้ภาวะที่ความดันอากาศต่ำกว่าความดันบรรยากาศ (atmospheric pressure) สูญญากาศตาม phase diagram ทำให้น้ำระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำลงทำให้เกิดสูญญากาศในห้องอบ จะใช้ปั๊มสูญญากาศ (vacuum pump) เพื่อสูบลมออก

วิธีการใช้งาน

1. ทำการต่ออุปกรณ์ให้เรียบร้อย
2. ใส่สิ่งที่ต้องการทำแห้งเข้าไปในเครื่อง ปิดประตูเครื่องให้สนิท
3. ตั้งค่า อุณหภูมิ ความดัน ให้เรียบร้อย กดให้เครื่องทำงาน
4. เมื่อครบเวลาก่อนเปิดตู้จะต้องลดความดันก่อนเสมอ

ข้อควรระวัง

ควรดูจุดที่ต่อปั๊มสูญญากาศ (vacuum pump) ว่าเสียบแน่นแล้วหรือยัง และควรปิดประตูให้สนิททุกครั้งที่ใช้ หากทำแห้งเป็นเวลานานควรต่อเครื่องกับเครื่องสำรองไฟป้องกันเมื่อเวลาไฟดับ ตัวอย่างจะเสียหายได้

ภาคผนวก ค

การเตรียมสารเคมี

1. การเตรียมสารละลายฟีนอล เข้มข้นร้อยละ 5

ทำการเตรียมโดยชั่งฟีนอลที่เป็นของแข็ง จำนวน 5.00 กรัม ลงในบีกเกอร์ใช้น้ำกลั่น 30-50 มิลลิลิตร ละลายฟีนอลจนของแข็งละลายเป็นสารละลายทั้งหมดเทสารละลายจากบีกเกอร์ลงไปในขวดวัดปริมาตร 100.00 มิลลิลิตร ใช้น้ำกลั่นบีกเกอร์อีกครั้งเพื่อชะสารละลายฟีนอลที่ติดอยู่ด้านข้าง จนหมดจากนั้นปรับปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร (ทำในตู้ดูดควัน)

2. การเตรียมสารละลาย DNS (3,5-Dinitrosalicylic acid)

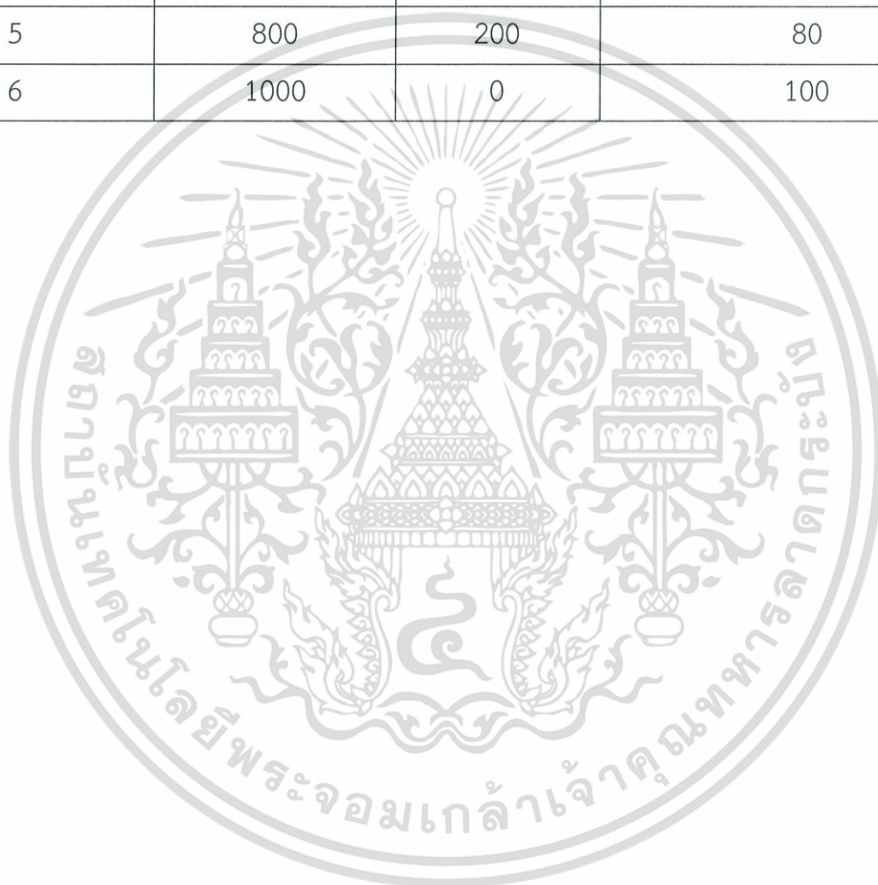
เตรียมโดย ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมในน้ำกลั่นปริมาณหนึ่ง (ไม่เกิน 600 มิลลิลิตร) ละลายจนหมดจากนั้นค่อยๆเติม DNS 10 กรัม โซเดียมโปแตสเซียมทาร์เทต 200 กรัม เติมฟีนอล 0.2 กรัม และโซเดียมซัลเฟต 0.5 กรัม โดยค่อยๆละลายสารเคมีแต่ละตัวจนหมด จึงค่อยเติมสารเคมีตามลำดับจนครบทุกตัว จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยขวดปรับปริมาตร (ทำในตู้ดูดควัน) (อารี,2559)

3. การเตรียมสารละลายมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส

เตรียมโดยอบน้ำตาลกลูโคสที่ 60-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักกลูโคส 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยขวดปรับปริมาตร ซึ่งสารละลายที่ได้นี้มีความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสเท่ากับ 1,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (อารี,2559) ซึ่งตารางที่ ข1 จะแสดงถึงการเตรียมน้ำตาลกลูโคสที่ความเข้มข้นต่างๆ

ตารางที่ ค.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคสที่ความเข้มข้น 10, 20, 40, 60, 80, 100 มิลลิกรัม/ลิตร

หลอดที่	สารละลายกลูโคส (ไมโครลิตร)	น้ำกลั่น (ไมโครลิตร)	ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐาน กลูโคส (มิลลิกรัม/ลิตร)
1	100	900	10
2	200	800	20
3	400	600	40
4	600	400	60
5	800	200	80
6	1000	0	100



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

วิธีวิเคราะห์

วิธีการคำนวณน้ำหนักแห้ง

1. เก็บตัวอย่าง มา 5 มิลลิลิตรใส่ในหลอดปั่นเหวี่ยงขนาด 15 มิลลิลิตร ที่ชั่งน้ำหนักหลอด 4 ตำแหน่งไว้แล้ว
2. นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที
3. นำส่วนตะกอนมาล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง ผสมให้เข้ากัน นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที
4. เทส่วนในทิ้งนำส่วนตะกอนที่ได้ไปอบที่ตู้อบสูญญากาศ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง
5. ทิ้งไว้ในเย็นในเดซิเคเตอร์ประมาณ 30 นาที แล้วนำไปชั่งน้ำหนักหลอดหลังอบ

วิธีวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดด้วยวิธีฟินอลซัลฟูริก

1. นำตัวอย่างที่ได้จากการสกัดซึ่งละลายอยู่ในน้ำ 2.5 มิลลิลิตร มาเจือจางให้ได้ตามความเข้มข้นที่ต้องการ
2. ดูดตัวอย่างที่เจือจางของแต่ละความเข้มข้นมา 1 มิลลิลิตร
3. ทำการเติมฟินอลเข้มข้นร้อยละ 95 ลงไป 1 มิลลิลิตร (ทำในตู้ดูดควัน)
4. ค่อยๆเติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น ปริมาตร 5 มิลลิลิตร
5. ผสมสารละลายให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ในตู้ดูดควัน 15 นาที
6. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร และบันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ คำนวณหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส

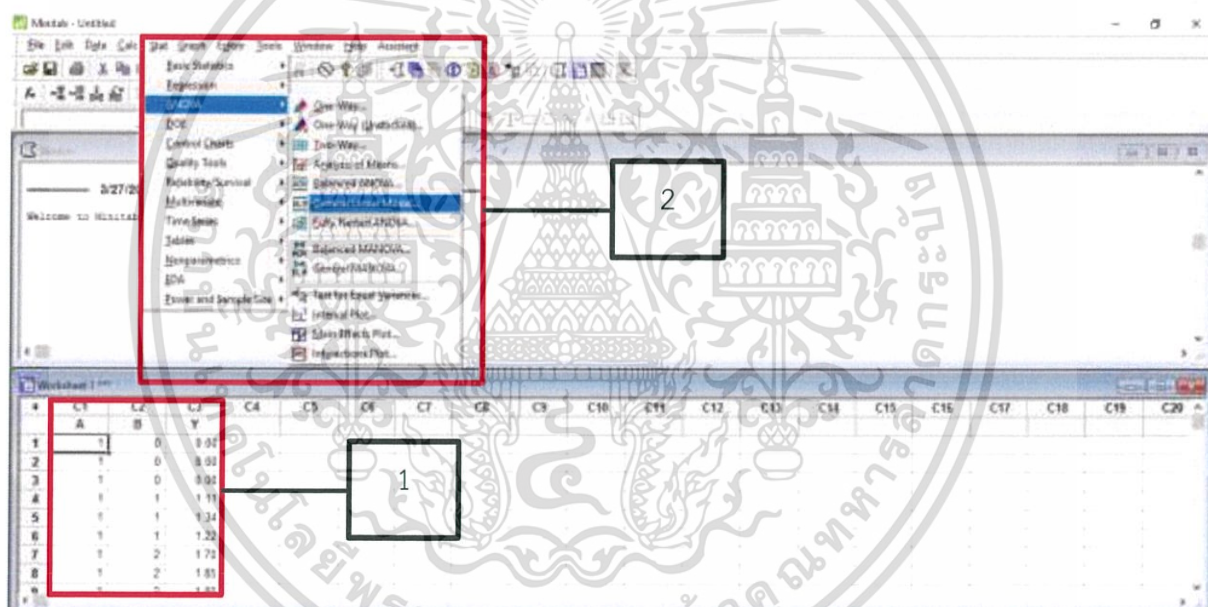
วิธีวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี DNS (อารี, 2559)

1. นำตัวอย่างที่ได้จากการสกัดซึ่งละลายอยู่ในน้ำ 2.5 มิลลิลิตรมาเจือจางให้ได้ตามความเข้มข้นที่ต้องการ
 2. ดูดตัวอย่างที่เจือจางของแต่ละความเข้มข้นมา 1 มิลลิลิตร
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เติมสารละลาย DNS ลงไป 3 มิลลิลิตร
 4. นำไปต้มในน้ำเดือด 5 นาที
 5. เมื่อครบเวลานำมาแช่ในน้ำเย็นทันที
 6. หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่นลงไป 6 มิลลิลิตร
 7. ผสมสารละลายให้เข้ากัน
 8. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร
- และบันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ คำนวณหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน น้ำตาลกลูโคส

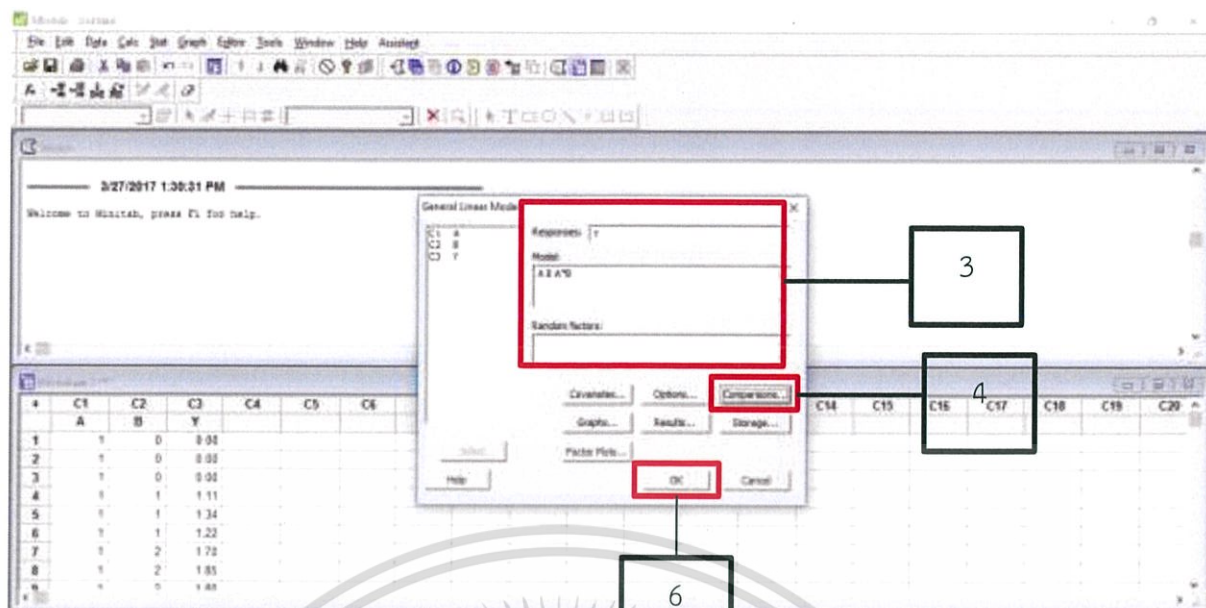
วิธีวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

การใช้โปรแกรม Minitab 16

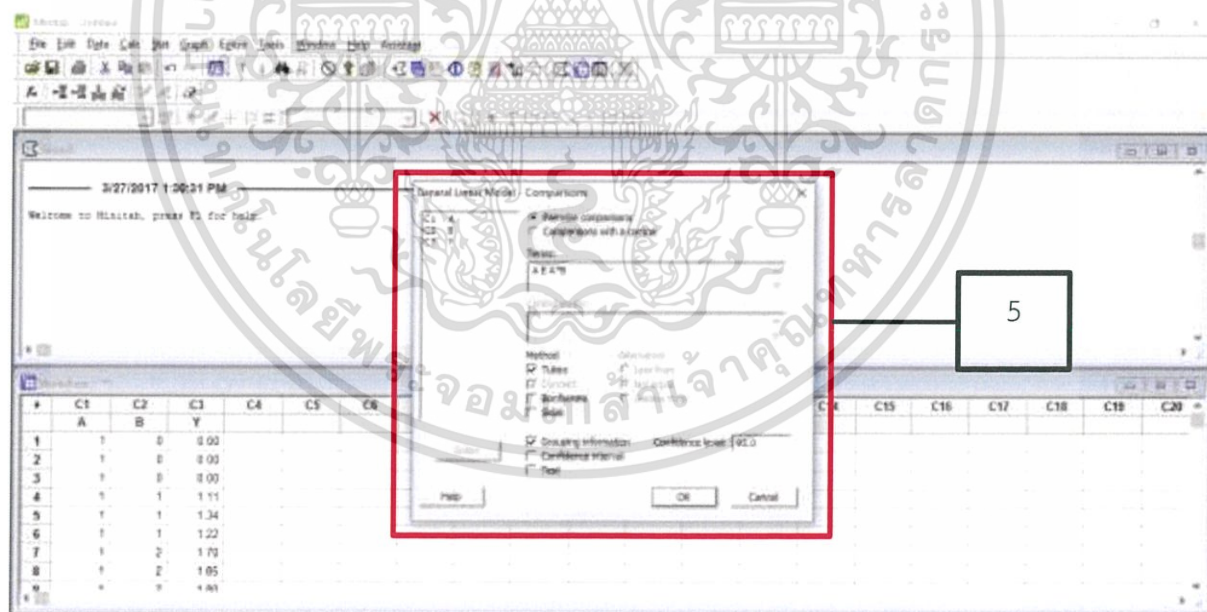


1. ช่องหมายเลข 1 เป็นช่องใส่ข้อมูลที่วิเคราะห์ค่าทางสถิติ
2. เมื่อใส่ข้อมูลเสร็จกดเข้าไปที่ Stat → Anova → General linear Model ดังปรากฏในช่องหมายเลข 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3. ตั้งค่า Responses เป็นค่า Y
4. Model เป็นค่า A B A*B ดังแสดงในช่องหมายเลข 3
5. หลังจากนั้นทำการกด Comparisons ตามช่องหมายเลข 4
6. กดตั้งค่า Terms เป็น A B A*B แล้วกด OK ดังแสดงในช่องหมายเลข 5



7. แล้วกด OK ในช่องที่ 6
8. ซึ่งผลการวิเคราะห์จากแสดงในช่องที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Minitab - Uetkha

File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help Assistant

3/27/2017 1:30:31 PM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

General Linear Model: Y versus A, B

Factor	Type	Levels	Values
A	Fixed	4	1, 2, 3, 4
B	Fixed	4	0, 1, 2, 3, 4

7

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
	A	B	Y																	
1	1	0	0.00																	
2	1	0	0.00																	
3	1	0	0.00																	
4	1	1	1.11																	
5	1	1	1.34																	
6	1	1	1.22																	
7	1	2	1.72																	
8	1	2	1.85																	
9	4	0	1.88																	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

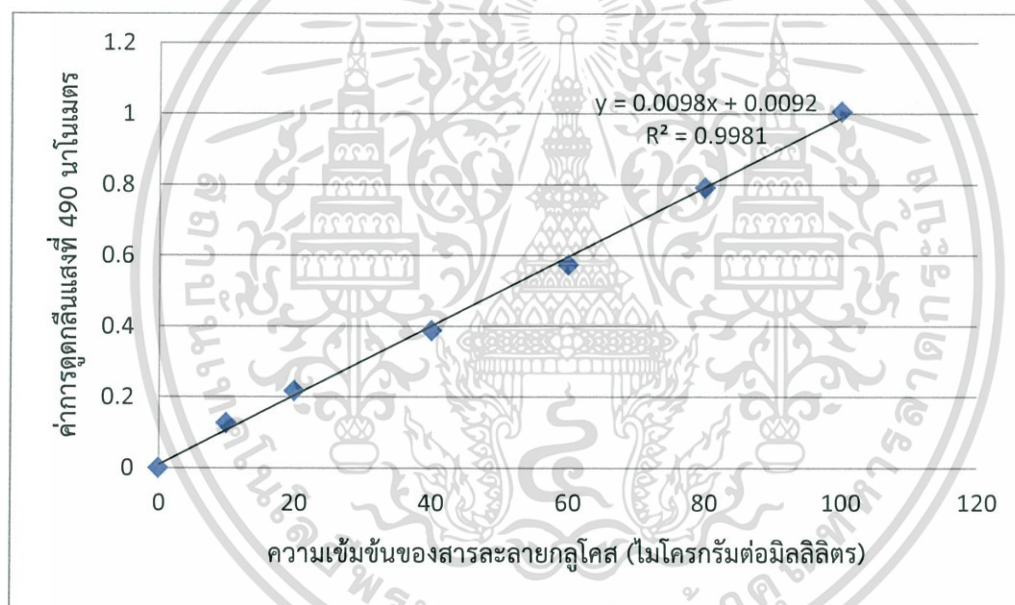
วิธีการคำนวณ

วิธีการคำนวณน้ำหนักแห้ง

1. ชั่งน้ำหนักหลอดเปล่า แล้วบันทึกค่า
2. เก็บตัวอย่างที่ได้จากการอบในตู้อบสุญญากาศ แล้วบันทึกค่า
3. นำค่าที่ได้มาคำนวณตามสมการนี้

$$\text{น้ำหนักแห้ง} = \text{น้ำหนักหลอดที่มีตะกอนเซลล์หลังอบ} - \text{น้ำหนักหลอดเปล่าหลังอบ}$$

วิธีการคำนวณปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจากกราฟมาตรฐาน



รูปที่ จ.1 กราฟมาตรฐานกลูโคสที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร ด้วยวิธีฟินอล-ซัลฟูริก

ค่าการดูดกลืนแสงของแต่ละความเข้มข้นที่ได้นำมาแทนในสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐานกลูโคส $y = 0.0098x + 0.0092$ ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดได้จากสมการ ดังนี้

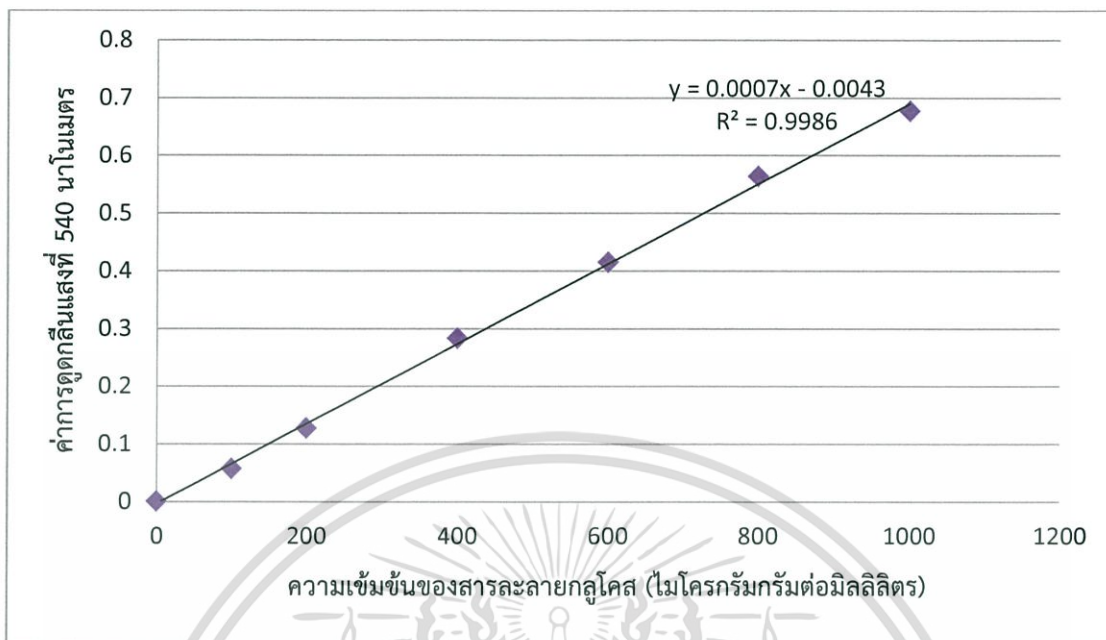
$$x = \frac{y - 0.0092}{0.0098}$$

โดยที่ y คือ ค่าการดูดกลืนแสง

x คือ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการคำนวณปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จากกราฟมาตรฐาน



รูปที่ จ.2 กราฟมาตรฐานกลูโคสที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร ด้วยวัดน้ำตาลรีดิวซ์ (DNS)

นำค่าการดูดกลืนแสงของแต่ละความเข้มข้นที่ได้มาแทนในสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐานกลูโคส $y = 0.0007x - 0.0043$ ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดได้จากสมการดังนี้

$$x = \frac{y + 0.0043}{0.0007}$$

โดยที่ y คือ ค่าการดูดกลืนแสง

x คือ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

วิธีการคำนวณหาปริมาณพอลิแซคคาไรด์

การคำนวณหาปริมาณพอลิแซคคาไรด์ของเส้นใยของเห็ดถั่งเช่าสีทองสามารถคำนวณหาได้จาก สมการต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณพอลิแซคคาไรด์} = \text{ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด} - \text{ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์}$$

ภาคผนวก ฉ

ผลการทดลอง

วิเคราะห์ค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเตรียมหัวเชื้อ *Cordyceps militaris* ในสภาวะอาหารกึ่งเหลวแบบเขย่า

ตารางที่ ฉ.1 ค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสูตรอาหารและเวลาที่แตกต่างกันในการเตรียมหัวเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองของอาหารที่แตกต่างกัน ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	2	1068.043	1068.043	534.021	855.59	0.000
B	8	672.959	672.959	84.120	134.77	0.000
A*B	16	326.961	326.961	20.435	32.74	0.000
Error	54	33.705	33.705	0.624		
Total	80	2101.667				

S = 0.790037 R-Sq = 98.40% R-Sq(adj) = 97.62%

หมายเหตุ A คือ อาหาร และ B คือ เวลา

ตารางที่ ฉ.2 ผลของสูตรอาหารที่มีผลต่อการเตรียมหัวเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	N	Mean	Grouping
3	27	10.2711	A
2	27	2.5733	B
1	27	2.5630	B

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ อาหาร PDB)

(2 คือ อาหาร PDB ร่วมกับไขกรอง)

(3 คือ อาหาร PDB ร่วมกับไขไม่กรอง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.3 ผลของระยะเวลาในการเลี้ยงหัวเชื้อของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

B	N	Mean	Grouping
4	9	8.1222	A
3	9	7.9133	A
5	9	7.0089	A B
6	9	6.6667	B
8	9	6.3289	B
7	9	5.9667	B
2	9	3.7600	C
1	9	0.4556	D
0	9	-0.0000	D

หมายเหตุ B คือ เวลา (วัน) (1, 2, 3, ..., 8 คือ วันที่ 1, 2, 3, ..., 8)

ตารางที่ ๓.4 ผลของสูตรของอาหาร และระยะเวลาในการเลี้ยงหัวเชื้อที่มีผลต่อการเตรียมหัวเชื้อของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	B	N	Mean	Grouping
3	3	3	16.3800	A
3	4	3	15.4533	A B
3	5	3	13.1867	B C
3	6	3	12.5667	C D
3	8	3	12.5200	C D
3	7	3	11.0933	C D
3	2	3	10.4067	D
1	3	3	4.9133	E
1	4	3	4.4600	E
2	4	3	4.4533	E
2	5	3	3.9267	E
2	6	3	3.9267	E
1	5	3	3.9133	E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2	7	3	3.8467	E
2	8	3	3.7067	E
1	6	3	3.5067	E
1	7	3	2.9600	E F
1	8	3	2.7600	E F G
2	3	3	2.4467	E F G H
3	1	3	0.8333	F G H
2	2	3	0.5133	F G H
1	2	3	0.3600	G H
2	1	3	0.3400	G H
1	1	3	0.1933	H
2	0	3	0.0000	H
3	0	3	-0.0000	H
1	0	3	-0.0000	H

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ อาหาร PDB)

(2 คือ อาหาร PDB ร่วมกับไขกรอง)

(3 คือ อาหาร PDB ร่วมกับไขไม่กรอง)

B คือ เวลา (วัน) (1, 2, 3, ..., 8 คือ วันที่ 1, 2, 3, ..., 8)

ตารางที่ ๕.5 ค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสูตรอาหารที่แตกต่างกันในการผลิตสูงที่สุดที่มีผลต่อการเตรียมหัวเชื้อของเห็ดถังเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Source	DF	SS	MS	F	P
A	2	274.25	137.13	50.83	0.000
Error	6	16.19	2.70		
Total	8	290.44			

S = 1.642 R-Sq = 94.43% R-Sq(adj) = 92.57%

หมายเหตุ A คือ อาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๘.6 ผลของสูตรอาหารแต่ละชนิดที่ผลิตเส้นใยสูงที่สุดที่มีผลต่อการเตรียมหัวเชื้อของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	N	Mean	Grouping
3	3	16.387	A
1	3	4.913	B
2	3	4.453	B

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ อาหาร PDB)

(2 คือ อาหาร PDB ร่วมกับไขกรอง)

(3 คือ อาหาร PDB ร่วมกับไขไม่กรอง)

2. ผลของแหล่งคาร์บอนโดยใช้ข้าวสังข์หยดร่วมกับน้ำตาลกลูโคสที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการผลิตเส้นใยแห้งและสารพอลิแซคคาไรด์

2.1. ผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันต่อการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง

ตารางที่ ๘.7 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	3	22.182	22.182	7.394	57.27	0.000
B	5	342.169	342.169	68.434	530.04	0.000
A*B	15	20.919	20.919	1.395	10.80	0.000
Error	48	6.197	6.197	0.129		
Total	71	391.467				

S = 0.359320 R-Sq = 98.42% R-Sq(adj) = 97.66%

หมายเหตุ A คือ อาหาร และ B คือ เวลา

ตารางที่ ๘.8 ผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการผลิตเส้นใยแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	N	Mean	Grouping
---	---	------	----------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3	18	4.57111	A
2	18	4.51167	A
4	18	3.84722	B
1	18	3.20889	C

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ แหล่งคาร์บอนน้ำตาลกลูโคส 20 กรัม/ลิตร)

(2 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม/ลิตร)

(3 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร)

(4 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตรร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 10 กรัม/ลิตร)

ตารางที่ ฉ.9 ผลของเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตเส้นใยแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

B	N	Mean	Grouping
3	12	6.55167	A
4	12	5.55667	B
5	12	5.13000	B
2	12	4.42833	C
1	12	2.54167	D
0	12	-0.00000	E

หมายเหตุ B คือ เวลา (วัน) (1, 2, 3, ..., 5 คือ วันที่ 1, 2, 3, ..., 5)

ตารางที่ ฉ.10 ผลของแหล่งคาร์บอน และเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตเส้นใยแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	B	N	Mean	Grouping
3	3	3	7.68000	A
2	3	3	6.90333	A B
2	4	3	6.59000	A B C
2	5	3	6.23000	B C D
1	3	3	6.18667	B C D
3	4	3	6.15333	B C D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3	5	3	5.67333	C D E
4	3	3	5.43667	D E
4	4	3	5.35667	D E
4	5	3	5.31667	D E F
2	2	3	4.81667	E F G
4	2	3	4.58333	E F G
1	2	3	4.20667	F G H
1	4	3	4.12667	G H
3	2	3	4.10667	G H
3	1	3	3.81333	G H
1	5	3	3.30000	H I
2	1	3	2.53000	I J
4	1	3	2.39000	I J
1	1	3	1.43333	J
1	0	3	0.00000	K
2	0	3	-0.00000	K
4	0	3	-0.00000	K
3	0	3	-0.00000	K

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ แหล่งคาร์บอนน้ำตาลกลูโคส 20 กรัม/ลิตร)

(2 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม/ลิตร)

(3 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร)

(4 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 10 กรัม/ลิตร)

B คือ เวลา (วัน) (1, 2, 3, ..., 5 คือ วันที่ 1, 2, 3, ..., 5)

ตารางที่ ๑.11 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ดถึงเข้าสีทองสูงสุดของสูตรอาหารแต่ละชนิด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Source	DF	SS	MS	F	P
A	3	8.577	2.859	17.33	0.001
Error	8	1.320	0.165		
Total	11	9.897			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S = 0.4062 R-Sq = 86.66% R-Sq(adj) = 81.66%

หมายเหตุ A คือ อาหาร

ตารางที่ ฉ.12 ผลของอาหารแต่ละชนิดที่ผลิตเส้นใยแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทองสูงที่สุด ที่ความเร็วรอบ

150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	N	Mean	Grouping
3	3	7.7133	A
2	3	6.9067	A B
1	3	6.1867	B C
4	3	5.4333	C

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ แหล่งคาร์บอนน้ำตาลกลูโคส 20 กรัม/ลิตร)

(2 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม/ลิตร)

(3 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร)

(4 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตรร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 10 กรัม/ลิตร)

2.2. ผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันต่อปริมาณพอลิแซคคาไรด์ของการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง

ปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์

ตารางที่ ฉ.13 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันที่มีต่อปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	3	85.504	85.504	28.501	328.95	0.000
B	5	253.155	253.155	50.631	584.35	0.000
A*B	15	160.329	160.329	10.689	123.36	0.000
Error	48	4.159	4.159	0.087		
Total	71	503.147				

S = 0.294354 R-Sq = 99.17% R-Sq(adj) = 98.78%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ A คือ อาหาร และ B คือ เวลา

ตารางที่ ฉ.14 ผลแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกัน ที่มีผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	N	Mean	Grouping
3	18	3.7806	A
4	18	2.8622	B
2	18	1.6611	C
1	18	0.9456	D

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ แหล่งคาร์บอนน้ำตาลกลูโคส 20 กรัม/ลิตร)

(2 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม/ลิตร)

(3 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร)

(4 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 10 กรัม/ลิตร)

ตารางที่ ฉ.15 ผลของระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

B	N	Mean	Grouping
3	12	6.3492	A
2	12	2.1817	B
4	12	1.9742	B
1	12	1.5158	C
5	12	1.2383	C
0	12	0.6150	D

หมายเหตุ B คือ เวลา (วัน) (1, 2, 3, ..., 5 คือ วันที่ 1, 2, 3, ..., 5)

ตารางที่ ฉ.16 ผลของแหล่งคาร์บอน และปัจจัยของระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A	B	N	Mean	Grouping
3	3	3	10.1967	A
4	3	3	9.5700	A
2	3	3	4.6900	B
3	4	3	4.5633	B
4	2	3	3.9100	B C
3	5	3	3.0000	C D
1	1	3	2.8933	D
3	2	3	2.2400	D E
3	1	3	1.7767	E F
4	4	3	1.7233	E F
4	5	3	1.4833	E F
1	2	3	1.3900	E F
2	0	3	1.3800	E F
2	4	3	1.3633	E F
2	2	3	1.1867	F G
2	1	3	1.0800	F G H
1	3	3	0.9400	F G H
3	0	3	0.9067	F G H I
4	1	3	0.3133	G H I
2	5	3	0.2667	G H I
1	4	3	0.2467	H I
1	5	3	0.2033	H I
4	0	3	0.1733	H I
1	0	3	0.0000	I

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ แหล่งคาร์บอนน้ำตาลกลูโคส 20 กรัม/ลิตร)

(2 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม/ลิตร)

(3 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร)

(4 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 10 กรัม/ลิตร)

B คือ เวลา (วัน) (1, 2, 3, ..., 5 คือ วันที่ 1, 2, 3, ..., 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.17 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันที่ผลิต ปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Source	DF	SS	MS	F	P
A	3	116.646	38.882	251.10	0.000
Error	8	1.239	0.155		
Total	11	117.885			

S = 0.3935 R-Sq = 98.95% R-Sq(adj) = 98.56%

หมายเหตุ A คือ อาหาร

ตารางที่ ฉ.18 ผลของแหล่งคาร์บอนที่มีผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	N	Mean	Grouping
3	3	10.1933	A
4	3	9.5700	A
2	3	4.6933	B
1	3	2.8933	C

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ แหล่งคาร์บอนน้ำตาลกลูโคส 20 กรัม/ลิตร)

(2 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม/ลิตร)

(3 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร)

(4 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 10 กรัม/ลิตร)

ปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์

ตารางที่ ฉ.19 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันที่มีต่อ ปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	3	0.022194	0.022194	0.007398	136.58	0.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B	5	0.194761	0.194761	0.038952	719.12	0.000
A*B	15	0.068106	0.068106	0.004540	83.82	0.000
Error	48	0.002600	0.002600	0.000054		
Total	71	0.287661				
S = 0.00735980 R-Sq = 99.10% R-Sq(adj) = 98.66%						

หมายเหตุ A คือ อาหาร และ B คือ เวลา

ตารางที่ ฉ.20 ผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ด
ถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	N	Mean	Grouping
3	18	0.113889	A
4	18	0.089444	B
1	18	0.071667	C
2	18	0.070556	C

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ แหล่งคาร์บอนน้ำตาลกลูโคส 20 กรัม/ลิตร)

(2 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม/ลิตร)

(3 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร)

(4 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 10 กรัม/ลิตร)

ตารางที่ ฉ.21 ผลของระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ด
ถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

B	N	Mean	Grouping
3	12	0.165833	A
2	12	0.135000	B
4	12	0.088333	C
1	12	0.077500	D
0	12	0.034167	E
5	12	0.017500	F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ B คือ เวลา (วัน) (1, 2, 3, ..., 5 คือ วันที่ 1, 2, 3, ..., 5)

ตารางที่ ฉ.22 ผลของแหล่งคาร์บอน และระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	B	N	Mean	Grouping
4	3	3	0.230000	A
3	3	3	0.230000	A
3	2	3	0.170000	B
2	2	3	0.143333	C
3	4	3	0.123333	C D
1	2	3	0.116667	D E
4	2	3	0.110000	D E F
2	3	3	0.110000	D E F
3	1	3	0.103333	D E F
4	4	3	0.100000	E F
1	3	3	0.093333	F
1	0	3	0.090000	F G
1	1	3	0.090000	F G
2	4	3	0.090000	F G
4	1	3	0.070000	G
2	1	3	0.046667	H
1	4	3	0.040000	H
3	5	3	0.040000	H
2	5	3	0.030000	H I
4	0	3	0.026667	H I
3	0	3	0.016667	I J
2	0	3	0.003333	J
1	5	3	0.000000	J
4	5	3	0.000000	J

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ แหล่งคาร์บอนน้ำตาลกลูโคส 20 กรัม/ลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (2 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม/ลิตร)
 (3 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร)
 (4 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 10 กรัม/ลิตร)
 B คือ เวลา (วัน) (1, 2, 3, ..., 5 คือ วันที่ 1, 2, 3, ..., 5)

ตารางที่ ฉ.23 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกันที่ผลิตปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Source	DF	SS	MS	F	P
A	3	0.0291000	0.0097000	291.00	0.000
Error	8	0.0002667	0.0000333		
Total	11	0.0293667			

S = 0.005774 R-Sq = 99.09% R-Sq(adj) = 98.75%

หมายเหตุ A คือ อาหาร

ตารางที่ ฉ.24 ผลของแหล่งคาร์บอนที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	N	Mean	Grouping
4	3	0.22667	A
3	3	0.22667	A
2	3	0.14333	B
1	3	0.11667	C

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ แหล่งคาร์บอนน้ำตาลกลูโคส 20 กรัม/ลิตร)

- (2 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม/ลิตร)
 (3 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 5 กรัม/ลิตร)
 (4 คือ แหล่งคาร์บอนข้าวสังข์หยด 20 กรัม/ลิตร ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส 10 กรัม/ลิตร)

3. ผลของแหล่งไนโตรเจน (ไข่ไก่) ที่มีผลต่อการผลิตเส้นใยแห้งและปริมาณสารพอลิแซคคาไรด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1. ผลของแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันต่อปริมาณเส้นใยของการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง ตารางที่ จ.25 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันต่อน้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	3	152.172	152.172	50.724	328.24	0.000
B	5	525.732	525.732	105.146	680.41	0.000
A*B	15	78.290	78.290	5.219	33.77	0.000
Error	48	7.418	7.418	0.155		
Total	71	763.612				

S = 0.393107 R-Sq = 99.03% R-Sq(adj) = 98.56%

หมายเหตุ A คือ อาหาร และ B คือ เวลา

ตารางที่ จ.26 ผลของอาหารที่มีปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันซึ่งมีผลต่อการผลิตเส้นใยแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	N	Mean	Grouping
3	18	6.9367	A
4	18	5.4044	B
2	18	3.5950	C
1	18	3.3600	C

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ ปริมาณไข่ไก่ 50 กรัม/ลิตร)

(2 คือ ปริมาณไข่ไก่ 30 กรัม/ลิตร)

(3 คือ ปริมาณไข่ไก่ 70 กรัม/ลิตร)

(4 คือ ปริมาณไข่ไก่ 90 กรัม/ลิตร)

ตารางที่ จ.27 ผลของเวลาที่มีปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันซึ่งมีผลต่อการผลิตเส้นใยแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

B	N	Mean	Grouping
3	12	8.4425	A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	12	6.5692	B
5	12	5.7842	C
2	12	5.1592	D
1	12	2.9892	E
0	12	-0.0000	F

หมายเหตุ B คือ เวลา (วัน) (1, 2, 3, ..., 5 คือ วันที่ 1, 2, 3, ..., 5)

ตารางที่ ฉ.28 ผลของปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่ต่างกันที่มีผลต่อการผลิตเส้นใยแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	B	N	Mean	Grouping
3	3	3	11.5933	A
4	3	3	9.6533	B
4	4	3	9.0067	B C
3	5	3	8.3267	C
3	4	3	8.2000	C D
3	2	3	7.8267	C D E
4	5	3	7.0000	D E F
1	3	3	6.7400	E F G
2	3	3	5.7833	F G H
3	1	3	5.6733	G H
4	2	3	5.2133	H I
2	2	3	4.9500	H I J
2	4	3	4.6500	H I J
1	4	3	4.4200	I J
1	5	3	4.0200	I J
2	5	3	3.7900	J K
1	2	3	2.6467	K L
2	1	3	2.3967	L
1	1	3	2.3333	L
4	1	3	1.5533	L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	0	3	0.0000	M
2	0	3	0.0000	M
4	0	3	-0.0000	M
3	0	3	-0.0000	M

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ ปริมาณไข่ไก่ 50 กรัม/ลิตร)

(2 คือ ปริมาณไข่ไก่ 30 กรัม/ลิตร)

(3 คือ ปริมาณไข่ไก่ 70 กรัม/ลิตร)

(4 คือ ปริมาณไข่ไก่ 90 กรัม/ลิตร)

B คือ เวลา (วัน) (1, 2, 3, ..., 5 คือ วันที่ 1, 2, 3, ..., 5)

ตารางที่ ฉ.29 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสูงสุดของสูตรอาหารแต่ละชนิด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Source	DF	SS	MS	F	P
A	3	49.5131	16.5044	241.64	0.000
Error	8	0.5464	0.0683		
Total	11	50.0595			

S = 0.2613 R-Sq = 98.91% R-Sq(adj) = 98.50%

หมายเหตุ A คือ อาหาร

ตารางที่ ฉ.30 ผลของอาหารแต่ละชนิดที่ผลิตเส้นใยแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทองสูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	N	Mean	Grouping
3	3	10.9253	A
4	3	8.1267	B
1	3	6.7400	C
2	3	5.4533	D

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ ปริมาณไข่ไก่ 50 กรัม/ลิตร)

(2 คือ ปริมาณไข่ไก่ 30 กรัม/ลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3 คือ ปริมาณไข่ไก่ 70 กรัม/ลิตร)

(4 คือ ปริมาณไข่ไก่ 90 กรัม/ลิตร)

3.2. ปริมาณของแหล่งไนโตรเจนที่ต่างกันต่อปริมาณพอลิแซคคาไรด์ของการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง

ปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์

ตารางที่ ฉ.31 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่ต่างกันต่อปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	3	120.294	120.294	40.098	319.21	0.000
B	5	786.416	786.416	157.283	1252.07	0.000
A*B	15	65.816	65.816	4.388	34.93	0.000
Error	48	6.030	6.030	0.126		
Total	71	978.555				

หมายเหตุ A คือ อาหาร และ B คือ เวลา

ตารางที่ ฉ.32 ผลของปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่ต่างกันซึ่งมีผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	N	Mean	Grouping
3	18	6.7528	A
1	18	4.5600	B
2	18	3.6283	C
4	18	3.5489	C

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ ปริมาณไข่ไก่ 50 กรัม/ลิตร)

(2 คือ ปริมาณไข่ไก่ 30 กรัม/ลิตร)

(3 คือ ปริมาณไข่ไก่ 70 กรัม/ลิตร)

(4 คือ ปริมาณไข่ไก่ 90 กรัม/ลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงนามในชื่อของมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.33 ผลของเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

B	N	Mean	Grouping
3	12	11.2500	A
4	12	5.2917	B
2	12	4.4942	C
1	12	3.1992	D
5	12	2.8942	D
0	12	0.6058	E

หมายเหตุ B คือ เวลา (วัน) (1, 2, 3, ..., 5 คือ วันที่ 1, 2, 3, ..., 5)

ตารางที่ ๓.34 ผลของปริมาณแหล่งไนโตรเจน และระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	B	N	Mean	Grouping
3	3	3	15.1600	A
1	3	3	11.5767	B
4	3	3	9.5233	C
3	4	3	9.4467	C
2	3	3	8.7400	C
3	2	3	6.9633	D
1	4	3	4.5533	E
1	2	3	4.3267	E
3	5	3	4.2233	E F
2	4	3	4.0600	E F G
3	1	3	3.9633	E F G
1	1	3	3.8167	E F G
2	2	3	3.5567	E F G H
4	2	3	3.1300	F G H I
4	4	3	3.1067	G H I

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	1	3	2.6400	HI
1	5	3	2.6033	HI
2	5	3	2.4500	HI
2	1	3	2.3767	I
4	5	3	2.3000	I
3	0	3	0.7600	J
4	0	3	0.5933	J
2	0	3	0.5867	J
1	0	3	0.4833	J

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ ปริมาณไข่ไก่ 50 กรัม/ลิตร)

(2 คือ ปริมาณไข่ไก่ 30 กรัม/ลิตร)

(3 คือ ปริมาณไข่ไก่ 70 กรัม/ลิตร)

(4 คือ ปริมาณไข่ไก่ 90 กรัม/ลิตร)

B คือ เวลา (วัน) (1, 2, 3, ..., 5 คือ วันที่ 1, 2, 3, ..., 5)

ตารางที่ ฉ.35 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันที่ผลิตปริมาณเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Source	DF	SS	MS	F	P
A	3	73.9442	24.6481	302.34	0.000
Error	8	0.6522	0.0815		
Total	11	74.5964			

S = 0.2855 R-Sq = 99.13% R-Sq(adj) = 98.80%

หมายเหตุ A คือ อาหาร

ตารางที่ ฉ.36 ผลของแหล่งไนโตรเจนที่มีผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	N	Mean	Grouping
3	3	15.1600	A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	3	11.5767	B
4	3	9.5267	C
2	3	8.7433	D

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ ปริมาณไข่ไก่ 50 กรัม/ลิตร)

(2 คือ ปริมาณไข่ไก่ 30 กรัม/ลิตร)

(3 คือ ปริมาณไข่ไก่ 70 กรัม/ลิตร)

(4 คือ ปริมาณไข่ไก่ 90 กรัม/ลิตร)

ปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์

ตารางที่ จ.37 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกัน

ต่อปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	3	0.045551	0.045551	0.015184	121.81	0.000
B	5	0.216310	0.216310	0.043262	347.06	0.000
A*B	15	0.029230	0.029230	0.001949	15.63	0.000
Error	48	0.005983	0.005983	0.000125		
Total	71	0.297075				
S = 0.0111648 R-Sq = 97.99% R-Sq(adj) = 97.02%						

หมายเหตุ A คือ อาหาร และ B คือ เวลา

ตารางที่ จ.38 ผลของระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ด

ถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	N	Mean	Grouping
3	18	0.128333	A
1	18	0.106667	B
4	18	0.075278	C
2	18	0.065000	D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ ปริมาณไข่ไก่ 50 กรัม/ลิตร)

(2 คือ ปริมาณไข่ไก่ 30 กรัม/ลิตร)

(3 คือ ปริมาณไข่ไก่ 70 กรัม/ลิตร)

(4 คือ ปริมาณไข่ไก่ 90 กรัม/ลิตร)

ตารางที่ ฉ.39 ผลของระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

B	N	Mean	Grouping
3	12	0.177083	A
2	12	0.150833	B
4	12	0.085833	C
1	12	0.085000	C
5	12	0.038333	D
0	12	0.025833	D

หมายเหตุ B คือ เวลา (วัน) (1, 2, 3, ..., 5 คือ วันที่ 1, 2, 3, ..., 5)

ตารางที่ ฉ.40 ผลของอาหาร และระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงที่มีปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	B	N	Mean	Grouping
3	3	3	0.226667	A
1	3	3	0.213333	A B
3	2	3	0.190000	B C
3	4	3	0.156667	C D
4	2	3	0.143333	D E
4	3	3	0.141667	D E
1	2	3	0.136667	D E F
2	2	3	0.133333	D E F
2	3	3	0.126667	D E F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	1	3	0.123333	DEF
1	4	3	0.110000	EF
3	1	3	0.103333	F
4	1	3	0.056667	G
2	1	3	0.056667	G
3	5	3	0.056667	G
4	5	3	0.050000	GH
4	4	3	0.040000	GHI
1	5	3	0.040000	GHI
2	4	3	0.036667	GHI
3	0	3	0.036667	GHI
2	0	3	0.030000	GHI
4	0	3	0.020000	HI
1	0	3	0.016667	HI
2	5	3	0.006667	I

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ ปริมาณไข่ไก่ 50 กรัม/ลิตร)

(2 คือ ปริมาณไข่ไก่ 30 กรัม/ลิตร)

(3 คือ ปริมาณไข่ไก่ 70 กรัม/ลิตร)

(4 คือ ปริมาณไข่ไก่ 90 กรัม/ลิตร)

B คือ เวลา (วัน) (1, 2, 3, ..., 5 คือ วันที่ 1, 2, 3, ..., 5)

ตารางที่ ๑.41 ค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลของแหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกันที่ผลิตปริมาณอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Source	DF	SS	MS	F	P
A	3	0.018500	0.006167	18.50	0.001
Error	8	0.002667	0.000333		
Total	11	0.021167			

S = 0.01826 R-Sq = 87.40% R-Sq(adj) = 82.68%

หมายเหตุ A คือ อาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.42 ผลของแหล่งไนโตรเจนที่มีผลต่อการผลิตอินทรีย์พอลิแซคคาไรด์สูงสุด ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

A	N	Mean	Grouping
3	3	0.22667	A
1	3	0.21333	A
4	3	0.15333	B
2	3	0.13333	B

หมายเหตุ A คือ อาหาร (1 คือ ปริมาณไข่ไก่ 50 กรัม/ลิตร)

(2 คือ ปริมาณไข่ไก่ 30 กรัม/ลิตร)

(3 คือ ปริมาณไข่ไก่ 70 กรัม/ลิตร)

(4 คือ ปริมาณไข่ไก่ 90 กรัม/ลิตร)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้