

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชุดโครงการวิจัย :

2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาเห็ดไมตาเกะและเห็ดถั่งเช่าสีทอง (โครงการวิจัยเดี่ยว)  
กิจกรรม : กิจกรรมที่ 2 เห็ดถั่งเช่าสีทอง  
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) :

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ลักษณะทางสรีรวิทยาและสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*)

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ): Physiological Characterization and Suitable Formulation for Mycelium growth of *Cordyceps militaris*

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : นายอนุสรณ์ วัฒนกุล

ผู้ร่วมงาน : นายกรกช จันท

นางสาววราพร ไชยมา

หน่วยงานที่สังกัด สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

5. บทคัดย่อ

การศึกษาเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS และ JR พบว่าอาหารที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองคืออาหาร PYPDA และ PDA โดยพบว่าบนอาหาร PYPDA เส้นใยของเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้งสองสายพันธุ์มีลักษณะของโคโลนีหนาแน่นกว่าบนอาหารชนิดอื่น การศึกษาแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนพบว่าเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS และ JR เจริญได้ดีและเส้นใยมีความหนาแน่นบนอาหารที่มี Starch เป็นแหล่งคาร์บอนและเจริญได้ดี รวมทั้งมีเส้นใยหนาแน่นบนอาหารที่มี Peptone เป็นแหล่งไนโตรเจน ส่วนการที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 20 องศาเซลเซียส เส้นใยเจริญได้ดีตามลำดับ แต่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง เส้นใยไม่เจริญหรือเจริญได้น้อย และการเลี้ยงเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองบนอาหารบนอาหารรุ่น PYPDA ในสภาพแวดล้อมที่ได้รับแสงสว่าง 12 ชม./วัน และในสภาพแวดล้อมที่ไม่ได้รับแสงตลอดการทดลอง พบว่าการเจริญเติบโตของเส้นใยไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในสภาพแวดล้อมที่ได้รับแสงสว่าง 12 ชม./วัน โคโลนีของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทอง เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS เจริญได้ดีบนถั่วเขียว และลูกเดือย ส่วนสายพันธุ์ JR เจริญได้ดีบนข้าวฟ่าง ถั่วเขียว ข้าวกล้อง โดยเส้นใยมีความหนาแน่นมากที่สุดบนถั่วเขียวและลูกเดือยทั้ง 2 สายพันธุ์ อีกทั้งเจริญได้ดีและเส้นใยมีความหนาแน่นมากที่สุด บนอาหารธัญพืชที่ใช้ผงคั่วแต่เป็นอาหารเสริม และเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS และ JR เจริญได้ดีบนหนอนเยื่อไผ่ โดยเจริญได้ และเส้นใยมีความหนาแน่นมากที่สุด รองลงมาคือ หนอนยักษ์ และหนอนกินไข่มัง

## 6. คำนำ

เห็ดถั่งเช่าเริ่มมีการพัฒนาเพาะเลี้ยงเป็นการค้ามากขึ้นเมื่อ 10 กว่าปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะในประเทศจีน เกาหลีและญี่ปุ่น เนื่องจากปริมาณความต้องการบริโภคเห็ดถั่งเช่ามีมากขึ้น ทั้งในรูปของการนำมาผลิตอาหารเสริม เป็นยาและใช้ประกอบอาหาร เห็ดถั่งเช่าที่เพาะเลี้ยงในปัจจุบันมีหลายสายพันธุ์ด้วยกัน ประโยชน์สรรพคุณทางยา ก็มีมากน้อยต่างกันไป สำหรับสายพันธุ์ที่นิยมเพาะเลี้ยงในปัจจุบัน ได้แก่ เห็ดถั่งเช่าสีทอง (เส้นใยสีเหลืองทอง) เห็ดถั่งเช่าทิเบต (เส้นใยสีดำ) มีราคาสูงที่สุด เห็ดถั่งเช่าหิมะ (เส้นใยสีขาว)

ในประเทศเกาหลี มีเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าเมื่อประมาณ 7 ปีที่ผ่านมา แต่ก็ยังไม่มากนัก จนกระทั่งมีนักวิจัย เกาหลีได้ศึกษาพบว่าเห็ดถั่งเช่ามีสารช่วยยับยั้งเซลล์มะเร็ง ลดไขมันในเส้นเลือดและใช้ในคนที่ เป็นโรคเบาหวานได้ด้วย เนื่องจากเกาหลีเป็นประเทศอุตสาหกรรมประชากรในประเทศมีความเสี่ยงจากการเป็นโรคมะเร็งสูง จึงได้มีการพัฒนาการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่ามากขึ้น

ในประเทศจีน ซึ่งมีการรับประทานเห็ดถั่งเช่ามานานแล้ว โดยมาจากแหล่งประเทศทิเบต เนปาลและ ภูฏาน เมื่อมีการขยายตัวของอุตสาหกรรมเมืองมากขึ้นก็ทำให้เกิดปัญหาด้านมลพิษในอากาศ เป็นปัญหา กับสุขภาพของคนในประเทศ และยังเป็นช่วงเกิดโรคซาร์ระบาดในจีน เห็ดถั่งเช่าได้กลายเป็นยาที่มีปริมาณความ ต้องการมาก โดยเฉพาะเห็ดถั่งเช่าทิเบต แต่ต้องเป็นเห็ดถั่งเช่าที่เก็บมาจากป่าจริงๆ ซึ่งทุกวันนี้ก็มีการแอบอ้างนำ เห็ดถั่งเช่าที่เพาะเลี้ยงมาอำมแมวขายเป็นเห็ดจากป่า แต่ในด้านสรรพคุณเชื่อว่าจะไม่ได้แตกต่างกันเลย

สำหรับประเทศไทย เริ่มมีกระแสการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าอย่างแพร่หลายเมื่อ 2-3 ปีที่ผ่านมา แต่ยังไม่เป็น ที่เปิดเผยมากนัก และมีผู้สนใจสอบถามมายังกลุ่มวิจัยและพัฒนาเห็ดถั่งเช่าวิธีการเพาะและเชื้อพันธุ์บริสุทธิ์ของเห็ด ถั่งเช่า โดยเห็ดถั่งเช่าที่มีผู้สนใจจะเพาะเลี้ยงในประเทศไทย คือ เห็ดถั่งเช่าสีทอง

## 7. วิธีดำเนินการ

### - อุปกรณ์

1. หม้อนึ่งความดัน
2. ตู้เขี่ยเชื้อ
3. เชื้อพันธุ์เห็ดถั่งเช่า 2 สายพันธุ์ คือ PS และ JR
4. สารเคมี
5. หลอดเลี้ยงเชื้อ

### - วิธีการ

#### 1. ศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

##### 1.1 อาหารวัน

ศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองบนอาหารบนอาหารวัน 5 ชนิด ในจานเลี้ยงเชื้อเพื่อเปรียบเทียบการ เจริญของเส้นใยเชื้อเห็ดในแนวระดับ (linear growth rate) วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD, completely randomized design) ประกอบด้วย 4 ซ้ำ ซ้ำละ 4 จานเลี้ยงเชื้อ อาหารที่ใช้ทดสอบมีดังนี้

- 1) CMA (corn meal 20 กรัม)
- 2) GPA (glucose 10 กรัม, peptone 2.0 กรัม,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0.5 กรัม,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.5 กรัม)

3) MEA (malt extract 3 กรัม, yeast extract 2 กรัม,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0.5 กรัม,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.5 กรัม)

4) PDA (มันฝรั่ง 200 กรัม, dextrose 20 กรัม)

5) PDPYA (มันฝรั่ง 100 กรัม, dextrose 20 กรัม, peptone 2 กรัม, yeast extract 0.5 กรัม)

อาหารทุกสูตรที่ทำการทดลองใช้จำนวน 20 มล. ต่อจานเลี้ยงเชื้อ ปลูกเชื้อบ่มเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังจากปลูกเชื้อแล้วประมาณ 20 วัน จึงทำการวัดความกว้างของโคโลนี และประเมินความหนาแน่นของเส้นใย โดยใช้หลักเกณฑ์การให้เครื่องหมาย ( - หมายถึง เส้นใยไม่เจริญ, + หมายถึง เส้นใยบางเจริญอยู่ในวัน ไม่ฟูบนอาหารวัน, ++ หมายถึง เส้นใยฟูเล็กน้อยบนอาหารวัน, +++ เส้นใยฟูปานกลางบนอาหารวัน, ++++ เส้นใยฟูมากบนอาหารวัน)

## 1.2 แหล่งคาร์บอน

ศึกษาการเจริญของเส้นใยของเห็ดถั่งเช่าสีทองบนอาหารที่มีแหล่งคาร์บอนต่าง ๆ จำนวน 7 ชนิด วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD, completely randomized design) ประกอบด้วย 4 ซ้ำ ซ้ำละ 4 จานเลี้ยงเชื้อ แหล่งคาร์บอนที่ใช้ทดสอบคือ กลูโคส (glucose), เซลลูโลส (cellulose), ซูโครส (sucrose), แป้ง (soluble starch), ฟรุคโตส (fructose), แมนโนส (mannose) และมัลโตส (maltose) อาหารทุกสูตรที่ทำการทดลองใช้จำนวน 20 มล. ต่อจานเลี้ยงเชื้อ ปลูกเชื้อบ่มเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังจากปลูกเชื้อแล้วประมาณ 20 วัน จึงทำการวัดความกว้างของโคโลนี และประเมินความหนาแน่นของเส้นใย โดยใช้หลักเกณฑ์การให้เครื่องหมาย ( - หมายถึง เส้นใยไม่เจริญ, + หมายถึง เส้นใยบางเจริญอยู่ในวัน ไม่ฟูบนอาหารวัน, ++ หมายถึง เส้นใยฟูเล็กน้อยบนอาหารวัน, +++ เส้นใยฟูปานกลางบนอาหารวัน, ++++ เส้นใยฟูมากบนอาหารวัน)

## 1.3 แหล่งไนโตรเจน

ศึกษาการเจริญของเส้นใยของเห็ดถั่งเช่าสีทองบนอาหารที่มีแหล่งไนโตรเจนต่าง ๆ จำนวน 6 ชนิด วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD, completely randomized design) ประกอบด้วย 4 ซ้ำ ซ้ำละ 4 จานเลี้ยงเชื้อ แหล่งไนโตรเจนที่ใช้ทดสอบคือ เปปโตน (peptone), โพแทสเซียมไนเตรต ( $\text{KNO}_3$ ), ยูเรีย (urea), แอมโมเนียมคลอไรด์ ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), แอมโมเนียมซัลเฟต ( $\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  และแอมโมเนียมไนเตรต ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) อาหารทุกสูตรที่ทำการทดลองใช้จำนวน 20 มล. ต่อจานเลี้ยงเชื้อ ปลูกเชื้อบ่มเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังจากปลูกเชื้อแล้วประมาณ 20 วัน จึงทำการวัดความกว้างของโคโลนี และประเมินความหนาแน่นของเส้นใยโดยใช้หลักเกณฑ์การให้เครื่องหมาย ( - หมายถึง เส้นใยไม่เจริญ, + หมายถึง เส้นใยบางเจริญอยู่ในวัน ไม่ฟูบนอาหารวัน, ++ หมายถึง เส้นใยฟูเล็กน้อยบนอาหารวัน, +++ เส้นใยฟูปานกลางบนอาหารวัน, ++++ เส้นใยฟูมากบนอาหารวัน)

## 1.4 อุณหภูมิ

ศึกษาอุณหภูมิที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง วางแผนการทดลองแบบ RCBD (randomized complete block design) ประกอบด้วย 4 ซ้ำ ซ้ำละ 4 จานเลี้ยงเชื้อ บนอาหาร PDA โดยนำไปบ่มเลี้ยงไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 20, 25, 30 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง อาหารทุกอุณหภูมิที่ทำการทดลองใช้จำนวน 20 มล. ต่อจานเลี้ยงเชื้อ หลังจากปลูกเชื้อแล้วประมาณ 20 วัน จึงทำการวัดความกว้างของโคโลนี และประเมินความหนาแน่นของเส้นใยโดยใช้หลักเกณฑ์การให้เครื่องหมาย ( - หมายถึง เส้นใยไม่เจริญ, + หมายถึง เส้นใยบางเจริญอยู่ในวัน ไม่ฟูบนอาหารวัน, ++ หมายถึง เส้นใยฟูเล็กน้อยบนอาหารวัน, +++ เส้นใยฟูปานกลางบนอาหารวัน, ++++ เส้นใยฟูมากบนอาหารวัน)

### 1.5 แสงสว่าง

ศึกษาแสงสว่างต่อการเจริญของเลี้ยงเส้นใยเห็ดถังเช่าสีทอง วางแผนการทดลองแบบ RCBD (randomized complete block design) ประกอบด้วย 4 ซ้ำ ซ้ำละ 4 จานเลี้ยงเชื้อ บนอาหาร PYPDA ในสภาพแวดล้อมที่ได้รับแสงสว่าง 12 ชม./วัน และในสภาพแวดล้อมที่ไม่ได้รับแสงตลอดการทดลอง บ่มเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ใช้ปริมาณอาหารจำนวน 20 มล. ต่อจานเลี้ยงเชื้อ หลังจากปลูกเชื้อแล้วประมาณ 20 วัน จึงทำการวัดความกว้างของโคโลนี และประเมินความหนาแน่นของเส้นใยโดยใช้หลักเกณฑ์การให้เครื่องหมาย ( - หมายถึง เส้นใยไม่เจริญ, + หมายถึง เส้นใยบางเจริญอยู่ในวัน ไม่ฟูบนอาหารวัน, ++ หมายถึง เส้นใยฟูเล็กน้อยบนอาหารวัน, +++ เส้นใยฟูปานกลางบนอาหารวัน, ++++ เส้นใยฟูมากบนอาหารวัน)

### 2. ศึกษาวัสดุเพาะหลักที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดถังเช่าสีทอง

ศึกษาเจริญของเห็ดถังเช่าสีทองบนวัสดุเพาะหลักต่าง ๆ วางแผนการทดลองแบบ RCBD (randomized complete block design) ประกอบด้วย 4 ซ้ำ ซ้ำละ 4 ขวด วัสดุเพาะหลักที่ใช้ คือ ข้าวฟ่าง ข้าว ข้าวโพด ข้าวกล้อง และถั่วเขียว โดยต้มวัสดุเพาะต่าง ๆ ให้สุกเล็กน้อย ใส่วัสดุเพาะในขวดขนาด 16 ออนซ์ ปริมาณ 300 กรัม ต่อขวด นึ่งฆ่าเชื้อ ปลูกเชื้อและบ่มเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังปลูกเชื้อแล้วประมาณ 20 วัน จึงทำการวัดความกว้างของโคโลนี และประเมินความหนาแน่นของเส้นใยโดยใช้หลักเกณฑ์การให้เครื่องหมาย (- = เส้นใยไม่เจริญ, + = เส้นใยบางเจริญอยู่บนวัสดุเล็กน้อย, ++ = เส้นใยฟูเล็กน้อยบนวัสดุ, +++ = เส้นใยฟูปานกลางบนวัสดุ, ++++ = เส้นใยฟูมากบนวัสดุ )

### 3. คัดเลือกอาหารเสริมชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดถังเช่าสีทอง

ศึกษาการเจริญของเห็ดถังเช่าสีทองที่เจริญบนวัสดุเพาะธัญพืชที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดถังเช่าสีทองในห้องปฏิบัติการ วางแผนการทดลองแบบ RCBD (randomized complete block design) มี 5 กรรมวิธี คืออาหารเสริม 5 ชนิด ประกอบด้วย 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วย 4 ขวด โดยผสมอาหารเสริมชนิดต่าง ๆ ดังนี้

สูตรที่ 1 ธัญพืช + ไคโตซาน 5 %

สูตรที่ 2 ธัญพืช + รำข้าว 5 %

สูตรที่ 3 ธัญพืช + ไข่แดง 5 %

สูตรที่ 4 ธัญพืช + น้ำตาล 5 %

สูตรที่ 5 ธัญพืช + ผงดักแด้ไหม 5 %

โดยต้มธัญพืชที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดให้สุกเล็กน้อย ใส่อาหารเสริมต่าง ๆ นำวัสดุเพาะใส่ในหลอดทดลองให้มีความสูงจากก้นหลอด 5 ซม. และขวดขนาด 16 ออนซ์ ปริมาณ 200 กรัมต่อขวด นึ่งฆ่าเชื้อ ปลูกเชื้อและบ่มเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังปลูกเชื้อแล้วประมาณ 20 วัน ทำการวัดวัดการเจริญเติบโต ขนาดโคโลนี และประเมินความหนาแน่นของเส้นใยโดยใช้หลักเกณฑ์การให้เครื่องหมาย (- = เส้นใยไม่เจริญ, + = เส้นใยบางเจริญอยู่บนวัสดุเล็กน้อย, ++ = เส้นใยฟูเล็กน้อยบนวัสดุ, +++ = เส้นใยฟูปานกลางบนวัสดุ, ++++ = เส้นใยฟูมากบนวัสดุ )

### 4. ศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดถังเช่าสีทองบนหนอนแมลงต่าง ๆ

วางแผนการทดลองแบบ RCBD (randomized complete block design) ประกอบด้วย 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วย 4 ขวด หนอนที่ใช้คือ ดักแด้ไหม หนอนกินไข่ผึ้ง หนอนนก หนอนด้วงสาคร หนอนเยื่อไผ่ และหนอน

ยักษ์ ใส่วัสดุเพาะในหลอดทดลอง หนึ่งฆ่าเชื้อ ปุ๋ยเชื้อและโดยบ่มเลี้ยงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส หลังปลูกเชื้อแล้วประมาณ 10 วัน จึงทำการวัดการเจริญเติบโต และประเมินความหนาแน่นของเส้นใยโดยใช้หลักเกณฑ์การให้เครื่องหมาย (- = เส้นใยไม่เจริญ, + = เส้นใยบางเจริญอยู่บนวัสดุเล็กน้อย, ++ = เส้นใยฟูเล็กน้อยบนวัสดุ, +++ = เส้นใยฟูปานกลางบนวัสดุ, ++++ = เส้นใยฟูมากบนวัสดุ )

**- เวลาและสถานที่**

ระยะเวลาที่ดำเนินการ ปีที่เริ่มต้น 2557 ปีที่สิ้นสุด 2558  
 สถานที่ทำการทดลอง สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

**8. ผลการทดลองและวิจารณ์**

**1. ศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของเห็ดถั่งเช่าสีทอง**

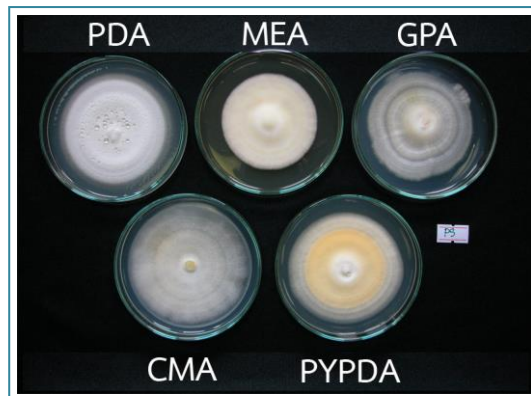
**1.1 อาหารรุ้น**

จากศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองบนอาหารบนอาหารรุ้น 5 ชนิด ในจาน เลี้ยง เชื้อ เพื่อเปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเชื้อเห็ด โดยใช้เชื้อเห็ดถั่งเช่าจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ PS และ JR พบว่าเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS เจริญได้ดีบนอาหาร CMA และ PDA รองลงมาคือ GPA PYPDA โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 7.85 7.78 7.47 และ 7.27 ซม. ตามลำดับ ส่วนเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ JR เจริญได้ดีบนอาหาร CMA และ PDA รองลงมาคือ GPA และ PYPDA โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 7.43 7.35 6.58 และ 6.32 ตามลำดับ โดยพบว่าบนอาหาร PYPDA เส้นใยของเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้งสองสายพันธุ์มีลักษณะของโคโลนีหนาแน่นกว่าบนอาหารชนิดอื่น (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1, 2)

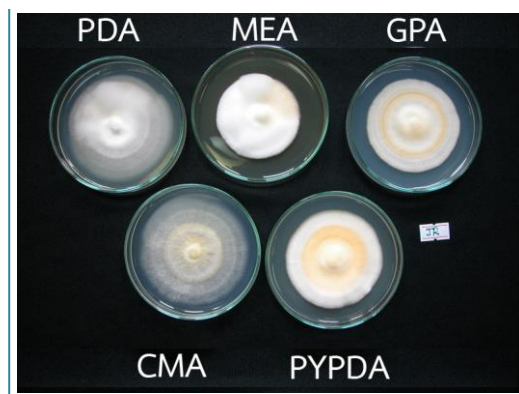
**ตารางที่ 1** แสดงการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS และ JR บนอาหารรุ้น อายุ 20 วัน

อาหาร	สายพันธุ์ PS		สายพันธุ์ JR	
	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี(ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
PDA	7.78 bc	+++	7.35 c	+++
MEA	6.06 a	++++	5.72 a	++++
GPA	7.47 bc	+++	6.58 b	+++
CMA	7.85 c	+++	7.43 c	+++
PYPDA	7.27 b	++++	6.32 ab	++++
	CV = 4.5 %		CV = 7.2 %	

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test - = เส้นใยไม่เจริญ + = เส้นใยบางเจริญอยู่ในรุ้น ไม่ฟูบนอาหารรุ้น ++ = เส้นใยฟูเล็กน้อยบนอาหารรุ้น +++ = เส้นใยฟูปานกลางบนอาหารรุ้น ++++ = เส้นใยฟูมากบนอาหารรุ้น



ภาพที่ 1 เส้นใยเห็ดดั่งเชื้อสีทองสายพันธุ์ PS บนอาหารวุ้น



ภาพที่ 2 เส้นใยเห็ดดั่งเชื้อสีทองสายพันธุ์ JR บนอาหารวุ้น

## 1.2 แหล่งคาร์บอน

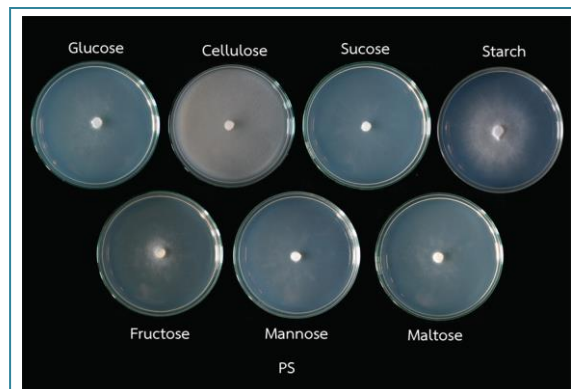
จากศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดดั่งเชื้อสีทองบนอาหารที่มีแหล่งคาร์บอน 7 ชนิด ในจานเลี้ยงเชื้อเพื่อเปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเชื้อเห็ด โดยใช้เชื้อเห็ดดั่งเชื้อจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ PS และ JR พบว่าเส้นใยเห็ดดั่งเชื้อสีทองสายพันธุ์ PS และ JR เจริญได้ดีบนอาหารที่มี Starch เป็นแหล่งคาร์บอน โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 8.05 และ 7.99 ซม. และเส้นใยของเห็ดดั่งเชื้อสีทองทั้งสองสายพันธุ์มีลักษณะฟูเล็กน้อยบนอาหารวุ้น (ตารางที่ 2 และภาพที่ 3 , 4)

ตารางที่ 2 แสดงการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดถึงเชื้อสืทองสายพันธุ์ PS และ JR บนแหล่งคาร์บอน  
ต่างๆ อายุ 20 วัน

แหล่งคาร์บอน	สายพันธุ์ PS		สายพันธุ์ JR	
	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี(ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
Glucose	6.86 cd	+	7.23 bc	+
Cellulose	6.23 b	+	6.99 b	+
Sucose	6.80 d	+	7.32 c	+
Starch	8.05 e	++	7.99 d	++
Fructose	5.04 a	+	5.70 a	+
Mannose	6.45 bc	+	7.12 bc	+
Maltose	6.72 cd	+	6.98 b	+
	CV = 3.4 %		CV= 2.3 %	

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

- = เส้นใยไม่เจริญ + = เส้นใยบางเจริญอยู่ในวัน ไม่ฟูบนอาหารวัน ++ = เส้นใยฟูเล็กน้อยบนอาหารวัน  
+++ = เส้นใยฟูปานกลางบนอาหารวัน ++++ = เส้นใยฟูมากบนอาหารวัน



ภาพที่ 3 เส้นใยเห็ดถึงเชื้อสืทองสายพันธุ์ PS บนแหล่งคาร์บอนต่างๆ



ภาพที่ 4 เส้นใยเห็ดถึงเชื้อสืทองสายพันธุ์ JR บนแหล่งคาร์บอนต่างๆ

### 1.3 แหล่งไนโตรเจน

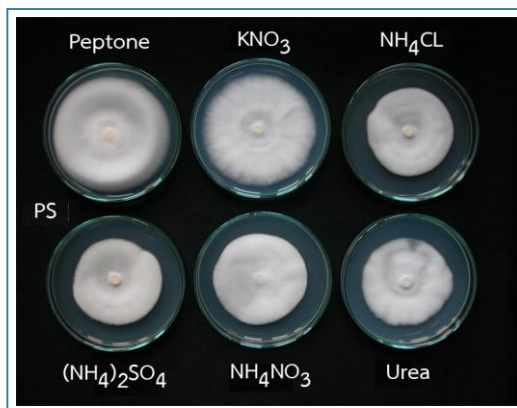
จากศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองบนอาหารที่มีแหล่งไนโตรเจน 6 ชนิด ในจานเลี้ยงเชื้อเพื่อเปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเชื้อเห็ดใน โดยใช้เชื้อเห็ดถั่งเช่าจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ PS และ JR พบว่าเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS เจริญได้ดีบนอาหารที่มี Peptone เป็นแหล่งไนโตรเจน รองลงมาคือ  $KNO_3$  โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 7.98 และ 7.64 ซม. ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ JR เจริญได้ดีบนอาหารที่มี  $KNO_3$  เป็นแหล่งไนโตรเจน รองลงมาคือ Peptone โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 8.38 ซม. และ 7.88 ซม. ตามลำดับ แต่ทั้งสายพันธุ์ PS และ JR เส้นใยพุ่มากบนอาหารที่มี Peptone เป็นแหล่งไนโตรเจน (ตารางที่ 3 และภาพที่ 5 , 6)

ตารางที่ 3 แสดงการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS และ JR บนแหล่งไนโตรเจนต่างๆ อายุ 20 วัน

แหล่งไนโตรเจน	สายพันธุ์ PS		สายพันธุ์ JR	
	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี(ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
Peptone	7.98 d	++++	7.88 c	++++
$KNO_3$	7.64 c	+++	8.38 d	++
$NH_4CL$	5.97 a	+++	5.60 a	+++
$(NH_4)_2SO_4$	6.11 ab	+++	5.78 a	+++
$NH_4NO_3$	6.33 b	+++	7.52 b	+++
UREA	6.18 ab	+++	7.40 b	+++
	CV = 2.8 %		CV = 2.3 %	

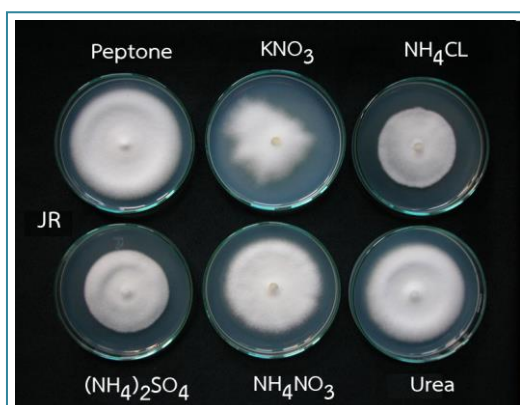
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

- = เส้นใยไม่เจริญ + = เส้นใยบางเจริญอยู่ในวัน ไม่พบบนอาหารวัน ++ = เส้นใยพุ่มากน้อยบนอาหารวัน  
+++ = เส้นใยพุ่มากกลางบนอาหารวัน ++++ = เส้นใยพุ่มากบนอาหารวัน



ภาพที่ 5 เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS บนแหล่งไนโตรเจนต่างๆ





ภาพที่ 6 เส้นใยเห็ดดั่งเชื้อสาหร่ายพืชราก JR บนแหล่งไนโตรเจนต่างๆ

#### 1.4 อุณหภูมิ

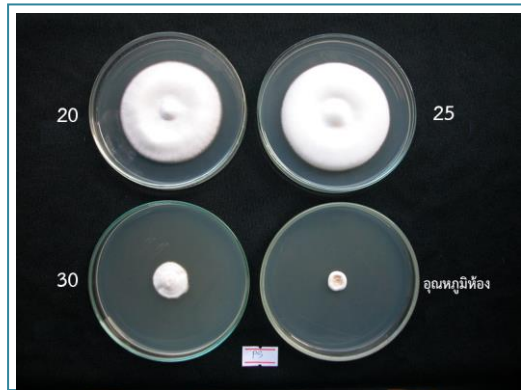
จากการศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดดั่งเชื้อสาหร่ายพืชรากบนอาหารวุ้นที่อุณหภูมิ 20 25 30 และอุณหภูมิห้อง ในจานเลี้ยงเชื้อเพื่อเปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเชื้อเห็ดดั่งในแนวระดับ โดยใช้เชื้อเห็ดดั่งเชื้อจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ PS และ JR พบว่าเส้นใยเห็ดดั่งเชื้อสาหร่ายพืชราก PS เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 20 องศาเซลเซียส โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 6.65 และ 6.31 ซม. ตามลำดับ และสายพันธุ์ JR เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 20 องศาเซลเซียส โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 5.60 และ 5.35 ซม. ตามลำดับ และมีความหนาแน่นของเส้นใยมากที่สุด ส่วนที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องเส้นใยเจริญได้น้อยหรือไม่เจริญ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 7 , 8)

ตารางที่ 4 แสดงการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดดั่งเชื้อสาหร่ายพืชราก PS และ JR อุณหภูมิต่างๆ

อายุ 20 วัน				
อุณหภูมิ ( <sup>0</sup> C)	สายพันธุ์ PS		สายพันธุ์ JR	
	เส้นผ่านศูนย์กลาง โคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่น ของเส้นใย	เส้นผ่านศูนย์กลาง โคโลนี(ซม.)	ความหนาแน่น ของเส้นใย
20	6.31 b	++++	5.35 b	++++
25	6.65 b	++++	5.60 b	++++
30	2.03 a	-	1.51 a	-
อุณหภูมิห้อง (32±2)	1.24 a	-	1.06 a	-
CV = 10.5 %		CV = 15.1%		

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

- = เส้นใยไม่เจริญ + = เส้นใยบางเจริญอยู่ในวุ้น ไม่พบบนอาหารวุ้น ++ = เส้นใยฟูเล็กน้อยบนอาหารวุ้น  
+++ = เส้นใยฟูปานกลางบนอาหารวุ้น ++++ = เส้นใยฟูมากบนอาหารวุ้น



ภาพที่ 7 เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS บนอาหารวุ้นที่อุณหภูมิต่างๆ



ภาพที่ 8 เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ JR บนอาหารวุ้นที่อุณหภูมิต่างๆ

### 1.5 แสงสว่าง

จากการศึกษาเลี้ยงเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS และ JR บนอาหารบนอาหารวุ้น PYPDA ในสภาพแวดล้อมที่ได้รับแสงสว่าง 12 ชม./วัน และในสภาพแวดล้อมที่ไม่ได้รับแสงตลอดการทดลอง พบว่าการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดสายพันธุ์ PS ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนสายพันธุ์ JR มีความแตกต่างกันเล็กน้อย แต่ในสภาพแวดล้อมที่ได้รับแสงสว่าง 12 ชม./วัน โคลนีสของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 2 สายพันธุ์เริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทองและมีความหนาแน่นของเส้นใยน้อยกว่า (ตารางที่ 5 และภาพที่ 9 ,10)

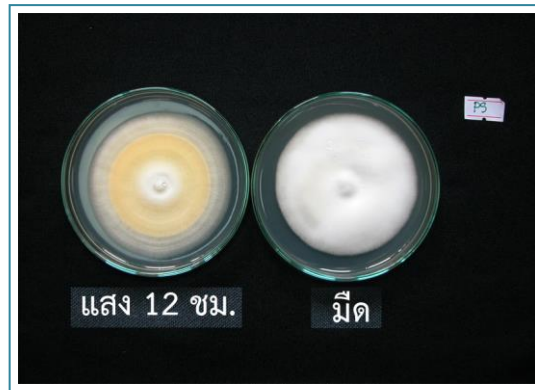
ตารางที่ 5 แสดงการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS อายุ 20 วัน

สภาพแวดล้อม	สายพันธุ์ PS		สายพันธุ์ JR	
	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี(ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
สว่าง(12ชม)	7.27	+++	6.32	+++
มืด	7.13	++++	6.65	++++
	CV = 5.1 %		CV = 9.8 %	

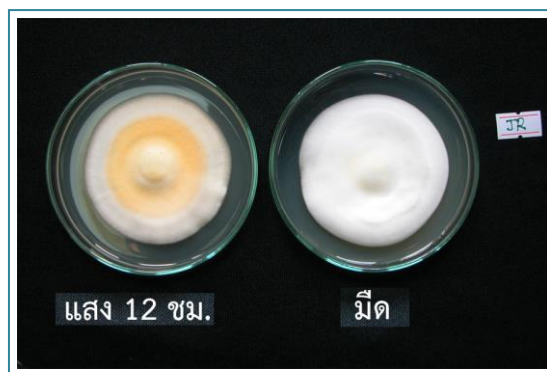
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

- = เส้นใยไม่เจริญ + = เส้นใยบางเจริญอยู่ในวัน ไม่ฟูบนอาหารวัน ++ = เส้นใยฟูเล็กน้อยบนอาหารวัน

+++ = เส้นใยฟูปานกลางบนอาหารวัน ++++ = เส้นใยฟูมากบนอาหารวัน



ภาพที่ 9 เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS



ภาพที่ 10 เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ JR

## 2. ศึกษาวัสดุเพาะหลักที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง

เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS เจริญได้ดีบนถั่วเขียว ลูกเดือย ข้าวขาว และข้าวฟ่าง โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 3.58 3.48 3.23 และ 3.00 ซม. ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ JR เจริญได้ดีบนข้าวฟ่าง ถั่วเขียว ข้าวกล้อง โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 3.48 3.15 และ 3.11 ซม. ตามลำดับ ในระยะเวลา 20 วัน โดยเส้นใยมีความหนาแน่นมากที่สุดบนถั่วเขียวและลูกเดือยทั้ง 2 สายพันธุ์

ตารางที่ 6 แสดงการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS และ JR บนวัสดุเพาะต่างๆ อายุ 20 วัน

วัสดุเพาะ	สายพันธุ์ PS		สายพันธุ์ JR	
	การเจริญของเส้นใย (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย	การเจริญของเส้นใย (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
ข้าวฟ่าง	3.00 bc	++	3.48 d	+++
ข้าวขาว	3.23 bc	+++	2.68 ab	+++
ข้าวกล้อง	2.64 ab	+++	3.11 bcd	+++
ข้าวโพด	2.18 a	++	2.65 a	++
ถั่วเขียว	3.58 c	++++	3.15 cd	++++
ลูกเดือย	3.48 c	++++	2.98 abc	++++

CV = 12.5 %

CV = 9.4 %

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

- = เส้นใยไม่เจริญ      + = เส้นใยบางเจริญอยู่บนวัสดุเล็กน้อย      ++ = เส้นใยฟูเล็กน้อยบนวัสดุ  
+++ = เส้นใยฟูปานกลางบนวัสดุ      ++++ = เส้นใยฟูมากบนวัสดุ



ภาพที่ 11 เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS บนวัสดุเพาะต่างๆ



ภาพที่ 12 เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ JR บนวัสดุเพาะต่างๆ

### 3. คัดเลือกอาหารเสริมชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS และ JR เจริญได้ดีบนอาหารธัญพืชที่ใช่ผงดักแด้เป็นอาหารเสริม โดยโดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 3.19 ซม. และ 3.44 ซม. ในระยะเวลา 20 วัน และเส้นใยมีความหนาแน่นมากที่สุด

ตาราง 7 การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS และ JR บนวัสดุเพาะที่เติมอาหารเสริมชนิดต่างๆ อายุ 20 วัน

อาหารเสริม	สายพันธุ์ PS		สายพันธุ์ JR	
	การเจริญของเส้นใย (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย	การเจริญของเส้นใย (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
โคโตซาน	2.58 bc	+++	2.42 b	+++
รำข้าว	2.88 c	++++	2.47 bc	+++
ไข่แดง	2.75 bc	+++	2.83 d	+++
น้ำตาล	1.41 a	++	1.97 a	+++
ผงดักแด้	3.19 d	++++	3.44 e	++++
ไม่เติม-อาหารเสริม	2.88 c	+++	2.64 cd	+++
	CV = 5.7 %		CV = 5.1%	

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

- = เส้นใยไม่เจริญ      + = เส้นใยบางเจริญอยู่บนวัสดุเล็กน้อย      ++ = เส้นใยฟูเล็กน้อยบนวัสดุ  
+++ = เส้นใยฟูปานกลางบนวัสดุ      ++++ = เส้นใยฟูมากบนวัสดุ



ภาพที่ 13 การเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง สายพันธุ์ PS ที่อาหารเสริมต่างๆ กัน



ภาพที่ 14 การเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง สายพันธุ์ JR ที่อาหารเสริมต่างๆ กัน

#### 4. ศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองบนหนอนแมลงต่าง ๆ

เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS เจริญได้ดีบนหนอนเยื่อไผ่ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 3.80 ซม. และสายพันธุ์ JR เจริญได้ดีบนหนอนเยื่อไผ่ และหนอนยักซ์ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 3.25 และ 2.80 ซม. ตามลำดับ ในระยะเวลา 20 วัน แต่บนหนอนเยื่อไผ่เส้นใยมีความหนาแน่นมากที่สุด ทั้ง 2 สายพันธุ์

ตาราง 8 การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS และ JR บนดักแด้และหนอนแมลงชนิดต่างๆ อายุ 20 วัน

หนอน/ แมลง	สายพันธุ์ PS		สายพันธุ์ JR	
	การเจริญของเส้นใย (ซม.)	ความหนาแน่น ของเส้นใย	การเจริญของเส้นใย (ซม.)	ความหนาแน่น ของเส้นใย
ดักแด้ไหม	2.08 c	++++	1.75 a	+++
หนอนกินไขผึ้ง	2.33 cd	++++	2.23 ab	+++
หนอนนก	1.25 a	++	1.73 a	++
หนอนด้วงสาकु	1.63 b	++++	2.30 ab	++++
หนอนเยื่อไผ่	3.80 e	++++	3.25 c	++++
หนอนยักซ์	2.60 d	+++	2.80 bc	+++
	CV = 10.7 %		CV = 18.8 %	

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวดิ่ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

- = เส้นใยไม่เจริญ + = เส้นใยบางเจริญอยู่ในวัน ไม่ฟูบนอาหารวัน ++ = เส้นใยฟูเล็กน้อยบนอาหารวัน  
+++ = เส้นใยฟูปานกลางบนอาหารวัน ++++ = เส้นใยฟูมากบนอาหารวัน



ภาพที่ 15 การเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง สายพันธุ์ PS บนดักแด้และหนอนแมลงต่างๆ



ภาพที่ 16 การเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง สายพันธุ์ JR บนดักแค้และหนอนแมลงต่างๆ

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS และ JR พบว่าอาหารที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองคืออาหาร PYPDA และ PDA โดยพบว่าบนอาหาร PYPDA เส้นใยของเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้งสองสายพันธุ์มีลักษณะของโคโลนีหนาแน่นกว่าบนอาหารชนิดอื่น การศึกษาแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนพบว่าเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS และ JR เจริญได้ดีและเส้นใยมีความหนาแน่นบนอาหารที่มี Starch เป็นแหล่งคาร์บอนและเจริญได้ดี รวมทั้งมีเส้นใยหนาแน่นบนอาหารที่มี Peptone เป็นแหล่งไนโตรเจน ส่วนการที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 20 องศาเซลเซียส เส้นใยเจริญได้ดีตามลำดับ แต่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง เส้นใยไม่เจริญหรือเจริญได้น้อย และการเลี้ยงเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองบนอาหารบนอาหารรุ้น PYPDA ในสภาพแวดล้อมที่ได้รับแสงสว่าง 12 ชม./วัน และในสภาพแวดล้อมที่ไม่ได้รับแสงตลอดการทดลอง พบว่าการเจริญเติบโตของเส้นใยไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในสภาพแวดล้อมที่ได้รับแสงสว่าง 12 ชม./วัน โคโลนีของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทอง

เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS และ JR เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS เจริญได้ดีบนถั่วเขียว และลูกเดือย ส่วนสายพันธุ์ JR เจริญได้ดีบนข้าวฟ่าง ถั่วเขียว ข้าวกล้อง โดยเส้นใยมีความหนาแน่นมากที่สุดบนถั่วเขียวและลูกเดือยทั้ง 2 สายพันธุ์ อีกทั้งเจริญได้ดีและเส้นใยมีความหนาแน่นมากที่สุด บนอาหารธัญพืชที่ใช้ผงดักแค้เป็นอาหารเสริม และเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ PS และ JR เจริญได้ดีบนหนอนเยื่อไผ่ โดยเจริญได้ และเส้นใยมีความหนาแน่นมากที่สุด รองลงมาคือ หนอนยักซ์ และหนอนกินไข่ผึ้ง

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ใช้ข้อมูลสรีระวิทยา วัสดุเพาะ และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง เพื่อใช้ในการศึกษากระตุ้นการเกิดดอกเห็ดต่อไป

## 11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)



## 12. เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ วรณะศักดิ์, สำเภา ภัทรเกษวิทย์ และ ศุภนิตย์ หิรัญประดิษฐ์. 2546. เห็ดที่มีสรรพคุณทางยา. เห็ดไทย. หน้า 35-40.
- ธัญญา ทะพิงค์แก. 2555. การเพาะเห็ดถั่งเช่าเป็นอาชีพ. เคหการเกษตร. (พิมพ์ครั้งที่1). กรุงเทพฯ : บริษัททูโพร พรินต์ติ้ง จำกัด. 94 หน้า
- ธัญญา ทะพิงค์แก, มงคล ยะไชย, ศุภชัย ศรีธวัช, กัญจน์พัชร อุลลศิลป์, อภิตา พรปัญญาวิชัย, อภิษฎา ทองทับ และ วรณพร ทะพิงค์แก. การศึกษาการเพาะเลี้ยงเห็ดสมุนไพรรังเช่าสีทอง และการนำไปใช้ประโยชน์. รายงานฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. 147 หน้า
- โนเจล ไฮเวล-โจนส์ และสมศักดิ์ ศิริชัย. 2545. การศึกษาราคาทำลายแมลงในประเทศไทยและแนวทางการนำมาใช้เป็นสมุนไพรรังเช่าสีทอง. เห็ดไทย. หน้า 12-20.
- วีระชัย มาศมณฑล และทัศนีย์ เมฆอริยะ. 2540. ตั้งถั่งเช่าหรือถั่งเช่า. การประชุมสัมมนาสมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย ในงานเกษตรแห่งชาติ วันที่ 9 ธันวาคม 2540 . หน้า 68-69.
- สาธิต ไทยทัตกุล. 2546. เห็ดสมุนไพรรังเช่าสีทอง “เห็ด อาหารที่เป็นยา”. เห็ดไทย. หน้า 18-34.
- Lin, Wen-Hung, & Mun-Ta Tsai, 2007. "Improvement of sperm production in subfertile boars by Cordyceps militaris supplement". American Journal of Chinese Medicine 35(4)631-641.
- Orson K. Miller, Jr. nd. Mushrooms of North America. E.P. Dutton & Co., inc., new york. p. 223

## 13. ภาคผนวก