รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. **แผนงานวิจัย** วิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพของพืช และจุลินทรีย์ เพื่อเพิ่มมูลค่าและพัฒนานวัตกรรม

2. **โครงการวิจัย** การพัฒนาการเพาะเห็ดที่มีศักยภาพ (โครงการวิจัยเดี่ยว)

3. **ชื่อการทดลองที่ 4** การศึกษาการเพาะเห็ดร่างแหที่เหมาะสมกับภาคใต้

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	นางสาวนพวรรณ นิลสุวรรณ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา
ผู้ร่วมงาน	นางสาวอภิญญา สุราวุธ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 จังหวัดสงขลา
	นางสาวภรณี สว่างศรี	สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

5. **บทคัดย่อ**

การพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเห็ดร่างแห หรือเห็ดเยื่อไผ่สายพันธุ์ไทย เริ่มทดลองเดือนตุลาคม 2559 ถึงกันยายน 2563 โดยเก็บรวบรวมเห็ดร่างแห ชนิดที่บริโภคได้ ในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง จำนวน 9 สายพันธุ์ นำมาเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ K1 (เชื้อพันธุ์ของสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ) และสายพันธุ์ K9 (พันธุ์การค้า) ทางด้านสัณฐานวิทยา ด้วยตาเปล่า และเทคนิคทางชีวโมเลกุล จำแนกเป็นเห็ดร่างแหกระโปรงสั้นสีขาว (*Phallus atrovolvatus* และ *P. merulinus*) และเห็ดร่างแหกระโปรงยาวสีขาว (*P. echinovolvata*) จึงนำเส้นใยเห็ดร่างแห 11 ไอโซเลท มาศึกษาสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ 13 ชนิด พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อ HA (Hamada media Agar) มีเจริญของเส้นใยเฉลี่ย 4.4-4.8 เซนติเมตร โดยเห็ดร่างแหกระโปรงสั้นสีขาว K4 ในส่วนของอาหารที่มีแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ จำนวน 6 ชนิด พบว่าแหล่งคาร์บอนชนิด maltose เจริญได้ดีที่สุด โดยเส้นใยเห็ดร่างแหกระโปรงสั้นสีขาว K8 มีการเจริญของเส้นใยดีที่สุดเฉลี่ย 4.0 เซนติเมตร และแหล่งไนโตรเจนชนิดต่างๆ จำนวน 7 ชนิด พบว่าแหล่งไนโตรเจนชนิด Peptone เส้นใยเห็ดร่างแหสามารถเจริญได้ดีที่สุด โดยเส้นใยเห็ดร่างแหกระโปรงสั้นสีขาว K3 มีการเจริญของเส้นใยดีที่สุดเฉลี่ย 4.5 เซนติเมตร

การศึกษาการเพาะ 3 ขั้นตอน พบว่าวัสดุผลิตเชื้อขยาย (Mother spawn) จากหลินจือ เส้นใยมีความหนาแน่นปานกลางถึงมาก วัสดุผลิตเชื้อเพาะ (spawn) สูตรที่ 1 ผลิตจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา :รำละเอียด :ปูนขาว :ดีเกลือ :ยิปซัม อัตรา (90 :5 :1 :2 :2) ใช้เวลาบ่มเชื้อน้อยที่สุดเฉลี่ย 32.63 วัน วัสดุที่เหมาะสมต่อการเกิดดอก สูตรที่ 7 ผลิตจากใบไผ่ : แกลบดิบ: ขุยมะพร้าว อัตรา(50 :25 :50) ด้วยวิธีเพาะแบบขึ้นชั้น ในสภาพโรงเรือน พบ

กรมวิชาการเกษตร

เห็ดร่างแหกระโปรงสั้นสีขาว ไอโซเลท K8 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 3,170 กรัม/ชั้นเพาะ และผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ จำนวน 16 ชนิด พบสารอาหารกลุ่มกระตุ้นภูมิคุ้มกัน สร้างสารต้านอนุมูลอิสสะ และสารพฤกษเคมีด้านเวชสำอางสูง อีกทั้งผลทดสอบพิษเฉียบพลันในสัตว์ทดลอง อยู่ในระดับความปลอดภัยที่ 5 ตามมาตรฐาน OECD 423 มีความปลอดภัยสูง จึงขยายผลงานวิจัยผ่านการอบรม จัดทำแปลงศูนย์เรียนรู้ และแปลงขยายผล ให้เกษตรกร และผู้สนใจ ร่วมกับวิสาหกิจชุมชน และหน่วยงานภาครัฐ ในพื้นที่จังหวัดสงขลา

6. คำนำ

เห็ดร่างแหหรือเห็ดเยื่อไผ่ (*Dictyophora* spp. Synonyme :*Phallus*) มีชื่อเรียกหลากหลายตามลักษณะเด่นที่เห็นทั่วไปของเห็ด เช่น Long net Strinkhorn, bamboo mushroom, Lady mushroom อานนท์ (2555) ให้ข้อมูลว่าประเทศจีนถือเป็นประเทศที่มีการศึกษาวิจัยเทคโนโลยีการเพาะเห็ดร่างแหอย่างต่อเนื่องและยาวนานกว่า 80 ปี โดยสายพันธุ์ที่เพาะเป็นการค้ามีเพียง 2 สายพันธุ์ คือ *Phallus indusiata* Fisch และ*P. echinovolvata* Zang ในขณะที่หลายประเทศพยายามพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเห็ดร่างแห เพราะมีคุณค่าทางโภชนาการ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญมากมายหลายชนิด จึงเป็นสินค้าที่ตลาดมีความต้องการในปริมาณมาก สำหรับในประเทศไทย อรทัย (2559) รายงานการนำเข้าเห็ดร่างแหชนิดอบแห้ง เฉลี่ยปีละไม่ต่ำกว่า 6,500 ตัน คิดเป็นมูลค่าการนำเข้าไม่ต่ำกว่า 1,500 ล้านบาท แต่กลับตรวจพบสารตกค้างซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 4,498.09 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสารแคดเมียม 2.17 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งเกินค่ามาตรฐานที่จีนอนุญาตให้มีการบริโภคภายในประเทศ เห็ดร่างแหดังกล่าวข้างต้นจึงถูกส่งขายได้เฉพาะในประเทศที่ไม่เข้มงวดในการตรวจสอบการนำเข้าเห็ดอบแห้ง เช่น ไทย ลาว พม่า และขายได้ในราคาถูก ที่ผ่านมากรมวิชาการเกษตร โดย สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ ได้สำรวจ รวบรวม คัดเลือก และศึกษาวิธีการเพาะเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทยในเขตพื้นที่ภาคเหนือ และภาคกลางของประเทศไทย พบว่าเห็ดร่างแหกระโปรงสั้นสีขาว อ.บางพระ จ.ชลบุรี ที่เพาะในแปลงแบบก่ออิฐบล๊อก ขนาดกว้างXยาวXสูง เท่ากับ 50X80X15 เซนติเมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,643 กรัมต่อแปลง (วราพร และคณะ, 2558)

สำหรับสารสำคัญและฤทธิ์ทางชีวภาพ วรวิกัลยา (2561) ทำการศึกษาสารสำคัญของเห็ดร่างแหสายพันธุ์จีน (*Phallus indusiata* Fisch) ที่มีการเพาะในประเทศไทย ส่วนของหมวกดอก พบสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณสูง สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดกระบวนการออกซิเดชั่น ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรัง เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ เป็นต้น ส่วนเมือกหุ้มดอกเห็ด มีลักษณะเป็นเจลเข้มข้นที่อุดมไปด้วยกรดไฮยาลูรอนิค (Hyaluronic Acid)และอัลลันโทอิน (Allantoin) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ลดการระคายเคืองของผิว เพิ่มความชุ่มชื้น ฟื้นฟูเซลล์ผิวที่เสื่อมสภาพ และยังพบกรดกลูโคนิค(Gluconic Acid) ที่สามารถเร่งการผลัดเซลล์ผิวที่ชั้นผิวหนังกำพร้า กระตุ้นการสร้างคอลลาเจน ซึ่งทำให้ผิวหนังชุ่มชื้น นุ่มนวล มีความยืดหยุ่นดี ลดริ้วรอยและช่วยเติมเต็มผิวที่หย่อนคล้อยโดยสารอัลลันโทอิน (Allantoin) ส่วนก้านดอกและกระโปรง

กรมวิชาการเกษตร

จะอุดมไปด้วยสารพอลิแซคคาไรด์ เช่น เบต้ากลูแคน (β-glucan) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยกระตุ้น และเพิ่มประสิทธิภาพของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ในส่วนของก้านดอกยังพบ สารดิกทิโอฟอรีน เอ และบี (Dictyophorines A and B) (Hirokazu *et al*., 1997) เป็นสารที่พบยากมากในสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ มีคุณสมบัติ ลดการอักเสบ ยับยั้งมะเร็ง และมีสารกระตุ้นการทำงานของเซลล์ประสาทในการป้องกันภาวะสมองเสื่อม

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย ที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคใต้ โดยดำเนินการสำรวจ รวบรวม จำแนก และคัดเลือกเห็ดร่างแหที่ให้ผลผลิตสูง รวมถึงการหาวิธีการเพาะที่เหมาะสม จากนั้นจึงวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ภายใต้กรอบแนวคิดที่ว่า อาหารมีคุณค่าในเชิงการบำบัดโรค

7. วิธีดำเนินการ

การทดลองที่ 4 การศึกษาการเพาะเห็ดร่างแหที่เหมาะสมกับภาคใต้

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. เชื้อเห็ดร่างแห

2. อาหารเลี้ยงเชื้อรา 13 ชนิด คือ Potato Dextrose Agar, Potato Peptone Agar,Potato Malt extract Agar, Potato Bamboo extract Agar, Bamboo Malt extract Agar, Yeast Malt extract Agar, Mushroom Complete Media, Hamada media Agar, Glucose Peptone Agar, Malt Extract Agar, Potato Dextrose Peptone Yeast extract Agar, Yeast Peptone extract Agar และ Potato dextrose peptone agar

3. สารอาหารที่เป็นแหล่งคาร์บอนจำนวน 6 ชนิด คือ ฟรุคโตส, แลกโตส, แมนโน, กาแลกโตส, ซูโครส และมัลโตส

4. สารอาหารที่เป็นแหล่งไนโตรเจนจำนวน 7 ชนิด คือ asparatic acid, valline, glutamine, arginine, glycine , peptoneและalanine

5. วัสดุเพาะเห็ดร่างแห คือวัสดุผลิตเชื้อเพาะคือ วัสดุผลิตเชื้อขยาย (mother spawn) วัสดุผลิตเชื้อเพาะ (spawn) และวัสดุที่เหมาะสมในการเกิดดอก

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. ศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดร่างแห

1.1. ศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดร่างแหบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 13 ชนิด ดังนี้

1) PDA (Potato Dextrose Agar)
2) PPA (Potato Peptone Agar)
3) PMA (Potato Malt extract Agar)
4) PBA (Potato Bamboo extract Agar)
5) BMA (Bamboo Malt extract Agar)
6) YMA (Yeast Malt extract Agar)
7) MCM (Mushroom Complete Media)
8) HA (Hamada media Agar)

กรมวิชาการเกษตร

9) GPA (Glucose Peptone Agar)
10) MEA (Malt Extract Agar)
11) PDPYA (Potato Dextrose Peptone Yeast extract Agar)
12) YPA (Yeast Peptone extract Agar)
13) Potato dextrose peptone agar

อาหารเลี้ยงเชื้อทุกสูตรที่ทำการทดลองโดยใช้ปริมาตร 20 มิลลิลิตรต่อจานเลี้ยงเชื้อ ทำการบ่มที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลการทดลอง : วัดความกว้างของโคโลนี และประเมินความหนาแน่นของเส้นใย

1.2. ศึกษาการเจริญของเส้นใยของเห็ดร่างแหบนอาหารที่มีแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ จำนวน 6 ชนิด

ที่ระดับความเข้มข้น 2% ในจานเลี้ยงเชื้ออาหารพื้นฐาน (basal medium) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ประกอบด้วย 4 ซ้ำต่อชนิดของแหล่งคาร์บอน ซึ่งแหล่งคาร์บอนที่ใช้ในการทดสอบมีดังนี้

1) ฟรุคโตส (fructose)
2) แมนโนส (mannose)
3) ซูโครส (sucrose)
4) แลกโตส (lactose)
5) กาแลกโตส (galactose)
6) มัลโตส (maltose)

อาหารเลี้ยงเชื้อ ที่มีแหล่งคาร์บอน ชนิดต่างๆ ทำการทดลองโดยใช้ปริมาตร 20 มิลลิลิตรต่อจานเลี้ยงเชื้อ ทำการบ่มที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลการทดลอง : วัดความกว้างของโคโลนี และประเมินความหนาแน่นของเส้นใย

1.3. ศึกษาการเจริญของเส้นใยของเห็ดร่างแหบนอาหารที่มีแหล่งไนโตรเจนชนิดต่างๆ จำนวน 7 ชนิด

ที่ระดับความเข้มข้น 0.1% ในจานเลี้ยงเชื้ออาหารพื้นฐาน (basal medium) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ประกอบด้วย 4 ซ้ำต่อชนิดของแหล่งไนโตรเจน ซึ่งแหล่งไนโตรเจน ที่ใช้ในการทดสอบมีดังนี้

1) asparatic acid
2) glutamine
3) glycine
4) alanine
5) valline
6) arginine
7) peptone

อาหารเลี้ยงเชื้อ ที่มีแหล่งไนโตรเจนชนิดต่างๆ ทำการทดลองโดยใช้ปริมาตร 20 มิลลิลิตรต่อจานเลี้ยงเชื้อ ทำการบ่มที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส)

2. ศึกษาการเพาะเห็ดร่างแห

2.1 ศึกษาวัสดุที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อขยาย (mother spawn) นำเส้นใยเห็ดร่างแหที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ HA (Hamada media Agar) หรือ PDA (Potato Dextrose Agar) ที่รวบรวมได้ทั้งหมดจากข้อ 1 มาเลี้ยงบนวัสดุผลิตเชื้อขยาย 2 ชนิดคือ เมล็ดข้าวฟ่าง และเห็ดหลินจือแห้ง เปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเห็ดร่างแหทุกไอโซเลทบนวัสดุผลิตเชื้อขยายแต่ละชนิด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 4 ซ้ำๆละ 4 หลอดในแต่ละกรรมวิธี โดยนำวัสดุผลิตเชื้อขยายทั้ง 2 ชนิด ต้มน้ำนาน 45 นาที ผึ่งลมให้แห้ง บรรจุในหลอดทดลองปริมาณ 100 กรัม อัดวัสดุให้แน่นพอประมาณ ปิดฝาด้วยจุกสำลี นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้ว

กรมวิชาการเกษตร

จึงใช้ cork borer ขนาด 10 มิลลิเมตร เจาะชิ้นวุ้นที่มีเส้นใยเห็ดร่างแหเจริญอยู่ ย้ายลงเลี้ยงบนวัสดุผลิตเชื้อขยายในหลอดและบ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง(27-30 องศาเซลเซียส)

การบันทึกข้อมูล บันทึกผลการเจริญของเส้นใยแนวดิ่งทุก 10 วัน ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 30 วัน และความหนา-บางของเส้นใย

2.2 ศึกษาวัสดุที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อเพาะ (spawn) นำเส้นใยเห็ดร่างแหที่รวบรวมได้ทั้งหมดจากข้อ 1 ซึ่งเจริญบนวัสดุผลิตเชื้อขยายที่เหมาะสมจากผลการศึกษาข้อ 2.1 มาเลี้ยงบนวัสดุผลิตเชื้อเพาะ (spawn) ในถุง เปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเห็ดร่างแหแต่ละไอโซเลท บนวัสดุผลิตเชื้อเพาะ วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 5 ซ้ำๆ ละ 10 ถุง รวม 50 ถุงในแต่ละกรรมวิธี โดยวัสดุที่ใช้ผลิตเชื้อเพาะมีส่วนผสมดังนี้

สูตรที่ 1 ขี้เลื่อย: รำข้าว: ปูนขาว: ดีเกลือ: ยิปซัม (อัตรา 90:5:1:2:2) โดยน้ำหนัก

สูตรที่ 2 ขี้เลื่อย: รำข้าว: หินฟอตเฟต: โดโลไมท์ (อัตรา 67:30:2:1) โดยน้ำหนัก(อานนท์, 2554)

สูตรที่ 3 ขี้เลื่อย: ใบไผ่: รำข้าว: ยิปซัม: หินฟอสเฟต (อัตรา 67:15:15:1:1) โดยน้ำหนัก

สูตรที่ 4 ขี้เลื่อย: ใบไผ่: รำข้าว: กากถั่วเหลือง: น้ำตาล (อัตรา 67:15:2:2:1) โดยน้ำหนัก

สูตรที่ 5 ใบไผ่: รำข้าว: ยิปซัม: น้ำตาล (อัตรา 87:10:1:1) โดยน้ำหนัก

สูตรที่ 6 ข้าวฟ่าง: น้ำตาล: ยิปซัม (อัตรา 98:1:1:1) โดยน้ำหนัก(วราพร และคณะ, 2558)

โดยสูตรที่ 6 คือกรรมวิธีเปรียบเทียบ

การเตรียมวัสดุผลิตเชื้อเพาะ นำวัสดุแต่ละสูตรผสมให้เข้ากัน เติมน้ำให้มีความชื้นประมาณ 65% บรรจุถุงพลาสติกทนร้อนขนาด 7x12 นิ้ว ถุงละ 600 กรัม อัดวัสดุให้แน่น ใส่คอพลาสติกและอุดด้วยจุกสำลี นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ใส่วัสดุผลิตเชื้อขยาย (mother spawn) ที่มีเส้นใยเห็ดร่างแหเจริญอยู่ลงในวัสดุผลิตเชื้อเพาะ (spawn) ในแต่ละสูตร และบ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) การบันทึกข้อมูล บันทึกผลการเจริญของเส้นใย ทุก 10 วัน ต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 30 วัน และระยะเวลาที่เส้นใยเห็ดเจริญเต็มวัสดุผลิตเชื้อเพาะ

2.3 ศึกษาวัสดุเพาะที่เหมาะสมในการเกิดดอก

นำเชื้อเห็ดร่างแหจำนวน 11 ไอโซเลท บนวัสดุผลิตเชื้อเพาะ (spawn) จากการทดลองข้อ 2.2 มาทดสอบเลี้ยงบนวัสดุเพาะให้เกิดดอกวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดย

2.3 ศึกษาวัสดุเพาะที่เหมาะสมในการเกิดดอก ด้วยวิธีการเพาะแบบในตะกร้า

นำเส้นใยเห็ดร่างแหที่รวบรวมได้ทั้งหมดจากข้อ 1 ที่เจริญอยู่บนวัสดุผลิตเชื้อเพาะ (spawn) ที่เหมาะสมจากผลการศึกษาข้อที่ 2.2 มาเลี้ยงบนวัสดุเพาะ ให้เกิดดอกจำนวน 7 สูตร สูตรละ 3 ตะกร้า(ขนาดกว้างXยาวXสูง เท่ากับ 42X65X30 เซนติเมตร) โดยวัสดุเพาะมีส่วนผสม ดังนี้

สูตรที่ 1 ใบไผ่ และกิ่งไผ่:รำข้าว (อัตรา 100:5 กก.) (อานนท์, 2554) เป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ

สูตรที่ 2 ฟางข้าว:รำข้าว (อัตรา 100:5 กก.)

สูตรที่ 3 ขุยมะพร้าว:รำละเอียด (อัตรา 100:5 กก.)

สูตรที่ 4 เส้นใยปาล์ม:รำละเอียด (อัตรา 100:5 กก.)

กรมวิชาการเกษตร

สูตรที่ 5 ขี้เลื่อย:ใบไผ่:รำข้าว:ยิปซัม:น้ำตาล:หินฟอสเฟต (อัตรา 25:12.5:12.5:1.3 :1:0.1 กก)

สูตรที่ 6 ขี้เลื่อย:รำข้าว:ยิปซัม:น้ำตาล:หินฟอสเฟต (อัตรา 35:15:1.3:1:0.1 กก)

สูตรที่ 7 ใบไผ่และกิ่งไผ่:แกลบดิบ:ขุยมะพร้าว (อัตรา 50:25:50 กก.)

ขั้นตอนการเพาะดำเนินการในแต่ละชั้นดังนี้

ชั้นที่ 1 นำดินปลูกโรยในตะกร้าหนาประมาณ 3 ซม.

ชั้นที่ 2 นำวัสดุเพาะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 โรยเป็นชั้นที่ 2 หนาประมาณ 5 ซม.

ชั้นที่ 3 นำเส้นใยเห็ดร่างแหที่เจริญอยู่บนวัสดุผลิตเชื้อเพาะ (spawn) ที่เหมาะสมจากผลการทดลองที่ 2.2 โรยเป็นชั้นที่ 3 จำนวน 2 ก้อน /1 ตะกร้า

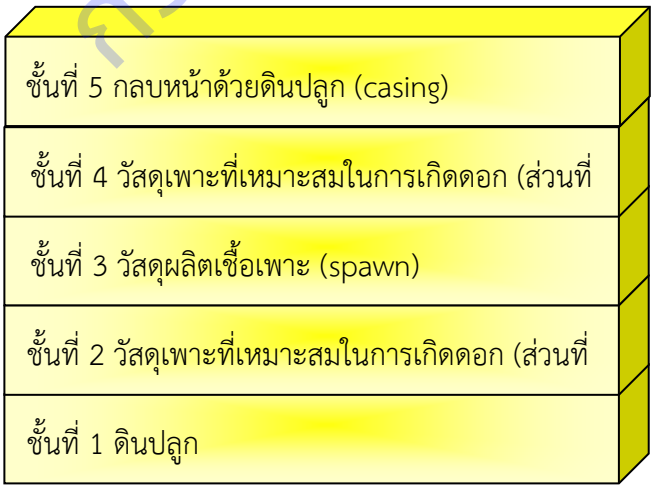
ชั้นที่ 4 นำวัสดุเพาะส่วนที่ 2 โรยทับวัสดุผลิตเชื้อเพาะ (spawn) หนาประมาณ 3 ซม.

ชั้นที่ 5 กลบหน้าด้วยดินปลูก (casing) หนาประมาณ 2 ซม. รดน้ำพอชุ่ม คลุมพลาสติกดำ เพื่อบ่มเส้นใยเป็นเวลา 15 วัน เมื่อครบกำหนดนำพลาสติกดำออก รอจนกระทั่งดอกเห็ดบาน การบันทึกข้อมูล บันทึกน้ำหนักดอกสด จำนวนดอกเห็ดและผลผลิตรวม และจำนวนวันที่เก็บผลผลิต(ภาพที่ 1)

2.3.2.2 รูปแบบการเพาะเห็ดร่างแห ในแบบการเพาะแบบขึ้นชั้น ในสภาพโรงเรือนระบบปิด

รูปแบบการเพาะเห็ดร่างแหในแปลงเพาะในสภาพโรงเรือนปิด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และดำเนินการดังนี้

การเตรียมอุปกรณ์แบบขึ้นชั้นโดย 1ชุด/1 ไอโซเลท ประกอบด้วยชั้นวาง 3 ชั้นย่อย ขนาด(กว้างxยาวxสูง) 0.5x1.0x1.5 เมตร ระยะห่างระหว่างชั้น 0.5 เมตร รูปแบบการเพาะเช่นเดียวกับการเพาะในตะกร้าพลาสติก โดย 1 ชั้น โรยก้อนเชื้อ 4 ก้อน/ชั้นย่อย 1 ชั้น



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุเพาะเห็ดร่างแห

กรมวิชาการเกษตร

- บันทึกลักษณะดอก น้ำหนักผลผลิตของดอกเห็ดสด
- ต้นทุน และผลตอบแทน บันทึกต้นทุนการผลิต และวิเคราะห์ผลตอบแทน

3. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acuteoral toxicity)

3.1 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของดอกเห็ดร่างแห สายพันธุ์ที่คัดเลือกแล้ว โดยห้องปฏิบัติการซึ่งได้มาตรฐาน ISO/IEC17025 : 2017 จำนวน 16 รายการ ได้แก่ ปริมาณเถ้า โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ใยอาหาร แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม ซิลิเนียม สังกะสี วิตามินซี วิตามินB2 วิตามินB5 วิตามินB7 วิตามินB9 และวิตามินB12

3.2 ทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันในสัตว์ทดลอง (Acute oral toxicity) โดยสถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ตามหลักการOECD423 (The Organization for Economic Co-operation and Development Good Laboratory Practice)

4. การขยายผลงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์

4.1 การจัดนิทรรศการ แปลงสาธิต และการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเห็ดร่างแห

4.2 จัดทำแปลงเรียนรู้การเพาะเห็ดร่างแห ในพื้นที่จังหวัดสงขลา

4.3 จัดทำแปลงขยายผลของเกษตรกร พื้นที่จังหวัดสงขลา

ระยะเวลา (เริ่มต้น - สิ้นสุด) ตุลาคม 2560 - กันยายน 2563

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา
สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภา

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดร่างแห

1.1. ศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดร่างแหบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 13 ชนิด

ผลการทดลองการเจริญของเส้นใยเห็ดร่างแหกระโปรงสั้น จำนวน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น จำนวน 9 ไอโซเลท (K1: Doa) K2 K3 K4 K5 K7 K8 K10 และ K11) เห็ดร่างแหกระโปรงยาว 2 ไอโซเลท (K6 และ K 9(พันธุ์การค้า) ทำการบ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 13 ชนิด คือ PDA PPA PMA PBA BMA YMA YPA CMA CDA MCM HA GPA และ MEA (ภาพที่ 1-2) พบว่า เห็ดร่างแหทั้ง 2 สายพันธุ์ (จำนวน 11 ไอโซเลท) เจริญได้ดีที่สุดบนอาหารเลี้ยงเชื้อ HA (การเจริญของเส้นใยเฉลี่ย 4.4–4.8 เซนติเมตร) โดยเห็ดร่างแหสายพันธุ์กระโปรงสั้น ไอโซเลทK4 เส้นใยเจริญได้เร็วที่สุด 5.3 เซนติเมตร รองลงมาคือ K7และK8 (4.9 และ 4.8 เซนติเมตร ตามลำดับ) สำหรับเห็ดร่างแหกระโปรงยาว ไอโซเลท K6 เส้นใยเจริญได้เร็วกว่า K9 (4.7 และ 2.5 เซนติเมตร ตามลำดับ) รองลงมาคือบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PBA (การเจริญของเส้นใยเฉลี่ย3.8–4.3 เซนติเมตร) เห็ดร่างแหสายกระโปรงสั้น ไอโซเลท K4 เส้นใยเจริญได้เร็วที่สุด 4.9 เซนติเมตร รองลงมาคือ k7 (4.8 เซนติเมตร) ดังแสดงในตารางที่ 1

สำนักวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1 การเจริญของเส้นใยเห็ดร่างแห จำนวน 11 ไอโซเลท บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 13 ชนิด บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 5 วัน

isolate	อาหารเลี้ยงเชื้อ (หน่วยวัด : เซนติเมตร)												
	PDA	PPA	PMA	PBA	BMA	YMA	YPA	CMA	CDA	MCM	HA	GPA	MEA
K1	3.1fd	3.5de	2.0g	4.3bc	4.0c	4.1bc	3.3def	2.4f	2.4f	3.6d	4.6a	3.3efd	3.0d[1/]
K2	3.1de	3.5c	2.0f	4.1b	4.2b	4.4ab	2.7e	1.9f	1.5f	2.9e	4.8a	3.4cd	3.1cde
K3	5.3A	4.6b	2.1h	2.9f	4.5bc	4.4bc	3.3e	3.5e	2.5g	1.7i	3.9d	4.3c	2.6g
K4	1.3e	2.8c	1.7de	4.9b	1.3e	1.4e	1.6de	1.9d	1.5e	1.5e	5.3a	1.4e	3.0c
K5	2.9de	3.1de	2.6ef	4.5a	4.2ab	3.7bc	3.3cd	2.1f	1.4g	3.1de	4.6a	4.3ab	2.9de
K6	3.6cd	2.8ef	2.1g	3.8bc	4.1b	3.8bc	3.2de	1.6h	1.9gh	2.7f	4.7a	3.4cd	2.9ef
K7	3.7fg	4.3bc	3.3g	4.8a	3.7efg	3.8def	4.2bcd	3.9def	2.7h	4.4b	4.9a	4.1bcde	3.6fg
K8	3.9cd	3.5d	3.0e	2.3f	3.8cd	4.1bc	4.1bc	4.6ab	2.0f	3.5d	4.8a	4.5ab	3.0e
K9	1.9cd	2.5b	2.0cd	3.0a	2.8ab	1.8cde	1.3f	2.5b	1.5ef	2.0c	2.5b	1.6cde	2.1c
K10	2.6d	4.0ab	3.5ab	2.9cd	3.5abc	4.0ab	4.2ab	2.6d	1.7e	1.3e	4.3a	2.7cd	3.3bcd
K11	2.7d	3.8bc	3.5c	4.b	4.4a	3.6c	3.7bc	2.7d	1.6e	1.3f	3.7bc	1.3f	3.5c
cv.	12.2%												

[1/] Different letters indicate significant differences as determine by DMRT (P≤0.05)

หมายเหตุ K1 : ได้รับความอนุเคราะห์เชื้อพันธุ์กรรมจากสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กลุ่มวิจัยและพัฒนาเห็ด กรมวิชาการเกษตร

K 9 : พันธุ์การค้าจากสาธารณรัฐประชาชีนจีน

1.2. ศึกษาการเจริญของเส้นใยของเห็ดร่างแหบนอาหารที่มีแหล่งคาร์บอน จำนวน 6 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้น 2%

ผลการศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดร่างแห จำนวน 11 ไอโซเลทบนอาหารที่มีแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ จำนวน 6 ชนิดที่ระดับความเข้มข้น 2% วัดเส้นใยเห็ดร่างแหอายุ 5 วัน บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) พบว่าเส้นใยเห็ดร่างแหสามารถเจริญได้ดีที่สุดบนแหล่งคาร์บอนชนิด maltose และเส้นใยเห็ดร่างแห ไอโซเลท K8 สามารถเจริญได้ดีที่สุดคือ 4.0 เซนติเมตร แสดงดังตารางที่ 2

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2 การเจริญของเส้นใยเห็ดร่างแหจำนวน 11 ไอโซเลท อายุ 5 วัน บนอาหารที่มีแหล่งคาร์บอนชนิดต่าง ๆ จำนวน 6 ชนิด บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส)

รหัสเส้นใยเห็ด	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเส้นใยเห็ดร่างแห (เซนติเมตร)					
	แหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ					
	Fructose	Mannose	Sucrose	Lactose	Galactose	Maltose
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K1	2.2b	2.4b	2.2b	1.3c	2.3b	2.7a[1/]
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K2	2.1b	1.9b	2.2b	1.2c	2.2b	3.0a
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K3	2.6c	3.4b	3.8a	1.1d	2.8c	3.4b
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K4	2.1c	2.3b	3.4a	1.6d	2.6b	3.7a
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K5	2.1a	2.3a	2.2a	1.5b	2.1a	2.1a
เห็ดร่างแหกระโปรงยาว K6	2.7b	3.8a	3.5a	1.4c	2.7b	3.5a
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K7	2.0c	2.7b	2.6b	1.8c	2.9b	3.9a
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K8	2.2c	3.0b	2.8b	2.1c	2.8b	4.0a
เห็ดร่างแหกระโปรงยาว K9	1.7a	1.8a	1.3b	0.6c	0.6c	2.0a
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K10	2.0c	3.3a	2.9b	1.5d	2.3c	3.6a
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K11	2.3c	2.8b	3.0ab	1.6d	2.3c	3.3a
C.V. (%) 13.75						

[1/] Different letters indicate significant differences as determine by DMRT (P≤0.05)

1.3. ศึกษาการเจริญของเส้นใยของเห็ดร่างแหบนอาหารที่มีแหล่งไนโตรเจน จำนวน 7 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 %

ผลการศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดร่างแห จำนวน 11 ไอโซเลทบนอาหารที่มีแหล่งไนโตรเจนชนิดต่างๆ จำนวน 7 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 % วัดเส้นใยเห็ดร่างแหอายุ 5 วัน บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) พบว่าเส้นใยเห็ดร่างแหสามารถเจริญได้ดีที่สุดบนแหล่งไนโตรเจน ชนิด peptone และเส้นใยเห็ดร่างแห ไอโซเลท K3 มีการเจริญของเส้นใยดีที่สุดคือ 4.5 เซนติเมตร แสดงดังตารางที่ 3

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3 การเจริญของเส้นใยเห็ดร่างแหจำนวน 11 ไอโซเลท บนอาหารที่มีแหล่งไนโตรเจนจำนวน 7 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 % บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 5 วัน

รหัสเส้นใยเห็ด	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเส้นใยเห็ดร่างแห (เซนติเมตร)						
	แหล่งไนโตรเจน ชนิดต่างๆ (หน่วยวัด : เซนติเมตร)						
	Asparatic	Glutamine	Glycine	Peptone	Valline	Arginine	Alanine
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K1	1.0c	1.1c	2.2b	2.8a	1.0c	1.0c	2.0b[1/]
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K2	2.0b	2.2b	2.2b	2.8a	1.0c	1.0c	1.8b
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K3	3.3c	3.7b	2.9cd	4.5a	2.0e	1.8e	2.7d
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K4	1.0c	1.4b	1.0c	1.2bc	1.0c	1.0c	2.6a
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K5	2.4b	2.3b	1.6c	3.0a	1.0d	1.0d	1.9c
เห็ดร่างแหกระโปรงยาว K6	3.1b	2.7c	2.3d	3.8a	1.0e	1.0e	3.2b
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K7	3.1b	2.7c	1.8d	3.7a	1.0e	1.0e	3.2b
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K8	2.5a	2.0b	1.0c	1.8b	1.0c	1.0c	1.0c
เห็ดร่างแหกระโปรงยาว K9	1.2ns	1.2ns	1.0ns	1.0ns	1.0ns	1.0ns	1.0ns
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K10	1.8d	1.9d	1.1e	3.0b	2.5c	1.0e	3.7a
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K11	2.3c	2.0c	1.1d	4.1a	1.9c	1.0d	3.4b
C.V. (%) 11.57							

[1/] Different letters indicate significant differences as determine by DMRT (P≤0.05)

กรมวิชาการเกษตร

2. ศึกษาการเพาะเห็ดร่างแห

2.1 ศึกษาวัสดุที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อขยาย (mother spawn)

จากการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดร่างแหที่รวบรวมได้ทั้งหมดจากข้อ 1 บนวัสดุผลิตเชื้อขยาย 2 ชนิด คือเมล็ดข้าวฟ่าง และเห็ดหลินจือแห้ง พบว่า เส้นใยเห็ดร่างแหทั้ง 11 ไอโซเลท เจริญได้ดีบนเห็ดหลินจือแห้ง ขนาดโคโลนีระหว่าง 5.5-11.4 เซนติเมตร มีความหนาของเส้นใยปานกลางถึงหนามาก ขณะที่บนเมล็ดข้าวฟ่าง ขนาดโคโลนีระหว่าง 4.0-7.5 เซนติเมตร มีความหนาของเส้นใยน้อยถึงปานกลาง โดยเห็ดร่างแหไอโซเลท K4 และ K8 เจริญบนเห็ดหลินจือได้ดีที่สุด มีขนาดโคโลนีเท่ากับ 11.4 เซนติเมตร ส่วนบนเมล็ดข้าวฟ่างมีขนาดเท่ากับ 7.5 เซนติเมตร (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 การเจริญของเส้นใยเห็ดร่างแหจำนวน 11 ไอโซเลท บนวัสดุที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อขยาย (mother spawn)

รหัสเส้นใยเห็ด	การเจริญของเส้นใยเฉลี่ยบนวัสดุผลิตเชื้อขยาย (mother spawn)			
	เมล็ดข้าวฟ่าง		หลินจือ	
	การเจริญเส้นใย (cm)	ความหนาแน่นของเส้นใย [2/]	การเจริญเส้นใย (cm)	ความหนาแน่นของเส้นใย [2]
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K1	5.0c[1/]	+	6.0fg[1/]	+++
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K2	5.5bc	+	7.0de	++
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K3	4.0d	+	5.5g	++
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K4	7.5a	++	11.4 a	+++
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K5	5.5bc	+	6.5	++
เห็ดร่างแหกระโปรงยาว K6	5.5bc	+	10.5b	+++
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K7	5.5bc	+	7.5d	++
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K8	7.5a	++	11.4 a	+++
เห็ดร่างแหกระโปรงยาว K9 (พันธุ์การค้า)	5.5bc	+	6.5ef	++
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K10	6.0b	++	10.0b	+++
เห็ดร่างแหกระโปรงสั้น K11	5.5bc	+	8.5c	++
C.V.(%)	10.36		3.85	

[1/] Different letters indicate significant differences as determine by DMRT (P≤0.05)

[2/] ความหนาแน่นของเส้นใย

+ เส้นใยมีความหนาแน่นน้อย ++ เส้นใยมีความหนาปานกลาง +++ เส้นใยมีความหนาแน่นสูง

2.2 ศึกษาวัสดุที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อเพาะ (spawn)

นำเส้นใยเห็ดร่างแห จำนวน 11 ไอโซเลท ซึ่งเจริญบนเห็ดหลินจือแห้ง (เชื้อขยาย) มาเลี้ยงบนวัสดุผลิตเชื้อเพาะ (spawn) พบว่า เส้นใยเห็ดร่างแหมีการเจริญดีที่สุดบนก้อนวัสดุผลิตเชื้อเพาะ สูตรที่ 1 ที่มีส่วนผสมของขี้เลื่อยไม้ยางพารา:รำละเอียด:ปูนขาว: ดีเกลือ:ยิปซัม อัตรา (90 :5 :1 :2 :2) โดยน้ำหนัก มีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 และใช้เวลาบ่มเชื้อน้อยที่สุดเฉลี่ย 32.63 วัน สั้นกว่าชุดควบคุมจากสูตรที่ 6 ซึ่งใช้ระยะเวลาบ่มเชื้อเฉลี่ย 64.33 วัน (ตารางที่ 5)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5 การเจริญของเส้นใยเห็ดร่างแหจำนวน 11 ไอโซเลท บนวัสดุที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อเพาะ (spawn)

Substrates	Isolate no.											
	K 1 (BIRDO)		K 2		K 3		K 4		K 5		K 6	
	My [A]	Inc[B]	My	Inc	My	Inc	My	Inc	My	Inc	My	Inc
Formular1	8.7ab[1/]	32a[1/]	9.0a	31a	8.7a	31a	9.6a	32a	9.9a	34a	9.2a	32a
Formular2	7.5c	45b	8.9ab	46b	7.6b	46b	8.6bc	45b	8.6c	44.6b	8.5b	49b
Formular3	8.5b	54d	7.9c	53.6d	7.9b	53d	8.4bc	56c	7.4d	55.4cd	8.72bc	55c
Formular4	8.5b	49c	8.53b	51.4cd	7.5b	54d	8.9bc	56c	8.2c	56d	7.4c	53c
Formular5	8.9a	49c	7.8c	54c	7.9b	50c	9.2b	53c	7.36c	52.4c	7.2c	52bc
Formular6	8.5b	65e	7.8c	64e	4.7c	63e	8.5	63d	9.2b	64e	8.9bc	61d
C.V. (%)	1.75	4.22	4.40	4.38	5.75	4.44	4.65	4.32	4.37	5.15	4.9	4.68

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Substrates	Isolate no.									
	K 7		K 8		K 9 (Commercial)		K 10		K 11	
	My [A]	Inc[B]	My	Inc	My	Inc	My	Inc	My	Inc
Formular1	9.0a	32.a	9.0a	34a	9.4a	33a	9.0a	34a	9.0a	34a
Formular2	8.6b	50b	8.9ab	45b	8.5bc	46b	8.6bc	46b	7.9c	45b
Formular3	8.0c	55cd	7.9c	57d	8.6bc	54c	8.9bc	55cd	7.9c	53c
Formular4	8.7b	56d	8.5b	54c	8.8b	55c	8.5b	57d	8.5b	54c
Formular5	7.0d	52bc	7.9c	54c	8.2cd	55c	9.0a	53bc	8.9a	57d
Formular6	8.9ab	65e	7.9c	66e	8.0d	64d	8.6bc	64	7.9c	66e
C.V.(%)	8.85	4.49	11.25	4.37	10.11	5.29	9.16	3.35	3.74	1.91

[1/] Different letters indicate significant differences as determine by DMRT (P≤0.05).

[A] Mycelium growth (cm) at 20 days after inoculation. [B] Incubation period (days).

กรมวิชาการเกษตร

2.3 ศึกษาวัสดุเพาะที่เหมาะสมในการเกิดดอก

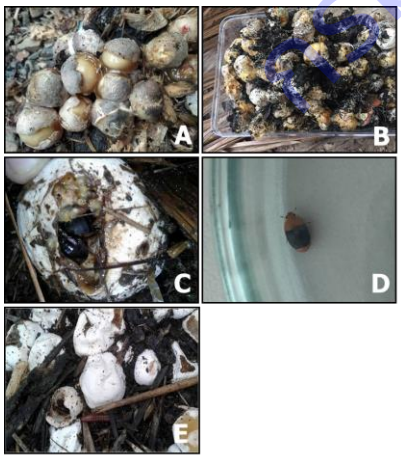
2.3.1 ศึกษาวัสดุเพาะที่เหมาะสมในการเกิดดอก ด้วยวิธีเพาะแบบตะกร้า

จากเส้นใยเห็ดร่างแหที่เจริญบนวัสดุผลิตเชื้อเพาะ (spawn)ที่เหมาะสม สูตรที่ 1 (มีส่วนผสมของขี้เลื่อยไม้ยางพารา:รำละเอียด:ปูนขาว:ดีเกลือ:ยิปซั่ม อัตรา (90:5:1:2:2) โดยน้ำหนัก เลี้ยงบนวัสดุเพาะให้เกิดดอก จำนวน 7 สูตร พบว่าวัสดุเพาะสูตรที่ 1-6 เส้นใยเห็ดร่างแหบางไอโซเลทไม่สามารถเจริญได้ บางไอโซเลทเส้นใยเจริญและสร้างตุ่มดอก แต่ตุ่มดอกฝ่อไม่พัฒนาเป็นระยะดอกบานได้ ส่วนวัสดุเพาะสูตรที่ 7 ที่ประกอบด้วย ใบไผ่และกิ่งไผ่

50 กก. แกลบดิบ 25 กก. และขุยมะพร้าว 50 กก. พบว่าเส้นใยเห็ดร่างแหทั้ง 11 ไอโซเลท สามารถเจริญและพัฒนาเป็นดอกเห็ดได้ทั้งหมด (ตารางที่ 6) และเห็ดร่างแหกระโปรงสั้นสีขาว K8 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด 794.33 กรัม จำนวนวันที่เก็บผลผลิตได้21 วัน ด้วยวิธีเพาะแบบตะกร้าพบปัญหาศัตรูเห็ดเข้าทำลายในระยะดอกตูม จึงเก็บผลผลิตได้เพียง 1 รุ่น (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 6 ปริมาณผลผลิตเห็ดร่างแหจำนวน 11 ไอโซเลท วัสดุเพาะที่เหมาะสมในการเกิดดอกด้วยวิธีเพาะแบบตะกร้า

Isolate no.	Average length of the harvesting (days)	Total fruiting bodies	Total Yield (g)	Average Yield (g/ in a basket)
K1 (DOAP1)	15	91	1,330	443.00
K2	17	102	1,531	510.00
K3	21	109	1,515	504.33
K4	18	121	1,934	645.33
K5	15	73	928	309.33
K6	17	77	891	297.00
K7	21	114	1,592	531.00
K8	21	137	2,382	794.33
K9(Commercial)	17	71	980	327.00
K10	15	90	1,283	428.33
K11	17	101	1,389	463.00



ภาพที่ 2 ลักษณะการเข้าทำลายของศัตรูเห็ด
A - B ผลกระทบจากการเข้าทำลายของด้วงเจาะดอก
C - D ด้วงเจาะดอก
E หอยทากเข้าทำลาย
F สิ้งกัดเข้าทำลาย

2.3.2 ศึกษาวัสดุเพาะที่เหมาะสมในการเกิดดอก ด้วยวิธีเพาะแบบขนขึ้นในโรงเรือนระบบปิด

จากเส้นใยเห็ดร่างแห จำนวน 11 ไอโซเลท เจริญบนวัสดุผลิตเชื้อเพาะ(spawn) สูตรที่ 1 และนำมาเลี้ยงบนวัสดุเพาะให้เกิดดอกสูตรที่ 7 พบว่าเส้นใยเห็ดร่างแหทั้ง 11 ไอโซเลท เจริญและพัฒนาเป็นดอกเห็ดได้ทั้งหมด

บรรณารักษ์

เห็ดร่างแหกระโปรงสั้นสีขาว K 8 ให้ผลผลิตรวม 9,511กรัม และผลผลิตเฉลี่ย 3,170.3 กรัม สูงกว่าและมีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 รองลงมาคือเห็ดร่างแหกระโปรงสั้นสีขาว K7 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 2,792กรัม (ตารางที่ 7) อุณหภูมิช่วงเพาะและเก็บผลผลิตเฉลี่ย 27-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 75-85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเห็ดจะใช้ระยะเวลาในการพัฒนาตุ่มดอกจนเก็บผลผลิตครั้งแรก ใช้เวลาเฉลี่ย 27 – 35 วัน ซึ่งให้ผลแตกต่างจากข้อมูลของอานนท์ (2554) ที่มีส่วนผสมของใบไผ่ และกิ่งไผ่ : รำละเอียด อัตราส่วน 95 :5 โดยดอกเห็ดมีระยะเวลาในการพัฒนาตุ่มดอกจนเก็บผลผลิตครั้งแรก ใช้เวลาเฉลี่ย 35-45วัน นอกจากนั้นผลการทดลองของ วราพร และคณะ (2558) ศึกษาวัสดุเพาะที่เหมาะสมในการเกิดดอก รูปแบบแปลงเพาะ ภายในโรงเรือน มีส่วนผสมฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : รำละเอียด : ปูนขาว อัตรา(47 :47 :5 :1) ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อแปลง 1,118.4 กรัม/แปลง ดอกเห็ดมีระยะเวลาในการพัฒนาตุ่มดอกจนเก็บผลผลิตครั้งแรก ใช้เวลาเฉลี่ย 30 - 45 วัน

ตารางที่ 7 ปริมาณผลผลิตเห็ดร่างแหจำนวน 11 ไอโซเลท วัสดุเพาะที่เหมาะสมในการเกิดดอกด้วยวิธีเพาะแบบขึ้นชั้นในโรงเรือนระบบปิด

Isolate no.	Average length of the harvesting (days)	Total fruiting bodies	Total Yield (g)	Average Yield(g)
K1 (BIRDO)	32	162.3	7,118	2372.66c
K2	30	48.3	2,177	725ef
K3	30	189.3	7,897	2,632.33 ab
K4	16	25.3	942	314 f
K5	28	205.0	7,817	2605.66ab
K6	26	110.0	3,820	1272.33cd
K7	30	182.3	8,378	2,792.6ab
K8	35	200.0	9,511	3,170.3a
K9(Commercial)	20	60.0	2,484	828e
K10	27	189.7	8,109	2,703.0 ab
K 11	30	48.3	2,177	725ef
F-test				*
C.V.				6.36

[1/] Different letters indicate significant differences as determine by DMRT (P≤0.05).

การคิดต้นทุน และผลตอบแทน

เมื่อพิจารณาการคิดต้นทุน และผลตอบแทนการเพาะเห็ดร่างแหกระโปรงสั้นสีขาว ไอโซเลท K8 ซึ่งประกอบด้วยการเตรียมวัสดุเพาะ 3 ขั้นตอนคือ วัตถุผลิตเชื้อขยาย วัสดุผลิตเชื้อเพาะ วัสดุเพาะที่เหมาะสมในการเกิดดอก และวิธีการเพาะที่แตกต่างกัน 2 วิธี คือ วิธีการเพาะในตะกร้า และวิธีการเพาะแบบขึ้นชั้น พบว่าวิธีการ

กรมวิชาการเกษตร

เพาะในตะกร้า ให้ผลตอบแทนต่อการลงทุนสูงกว่าวิธีการเพาะแบบขึ้นชั้น โดยมีค่า BCR = 5.15 (ตารางที่ 8) สำหรับข้อควรระวังวิธีการเพาะในตะกร้า คือการเข้าทำลายของศัตรูเห็ด เช่น ด้วงเจาะดอก และหอยทากเข้าทำลายในระยะดอกตูม และการให้ผลผลิตได้เพียง 1 รุ่น ซึ่งแตกต่างจากวิธีการเพาะแบบขึ้นชั้น เกษตรกรจะได้ผลตอบแทนการลงทุน ในรุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 อีกทั้งยังลดปัญหาการเข้าทำลายของศัตรูเห็ดได้อีกทางหนึ่ง

ตารางที่ 8 ต้นทุนและผลตอบแทนการเพาะเห็ดร่างแห ไอโซเลท K8 (*Phallus atrovolvatus* Isolate K8) ด้วยวิธีเพาะแบบตะกร้า และ วิธีเพาะแบบขึ้นชั้นในโรงเรือนระบบปิด

	order	Mycelium cultivation of *P. atrovolvatus* Isolate K8	
		Basket	the cultivation rack
1	Product (g)	794	3,170
2	รายได้ (bath/kg.)	397	1,585
3	Total Costs (Bath)	77	728
4	BCR	5.15	2.12

หมายเหตุ : คิดราคาผลผลิตเห็ดร่างแหสด 500 บาท/กิโลกรัม

BCR = Benefit Cost Ratio หมายถึงอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุน (รายได้/ต้นทุนผันแปร)

BCR <1 หมายถึง กิจการขาดทุน ไม่ควรทำ

BCR =1 หมายถึง กิจการเท่ากัน มีความเสี่ยงไม่ควรทำการผลิต

BCR > 1 หมายถึง มีกำไร มีความเสี่ยงน้อย ทำการผลิตได้แต่ควรระมัดระวัง

BCR > 2 หมายถึงกิจการมีกำไร มีความเสี่ยงน้อย ทำการผลิตได้

3. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ และทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute toxicity)

3.1 ผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ โดยบริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาหาดใหญ่ ซึ่งได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017 จากตัวอย่างดอกแห้งของเห็ดร่างแหกระโปรงสั้นสีขาว ไอโซเลท K8 จากการเพาะเลี้ยง จำนวน 16 รายการ (ตารางที่ 9) สามารถแบ่งกลุ่มได้ดังนี้ กลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ วิตามินซี ซิลิเนียม สังกะสี มีส่วนป้องกันการเกิดมะเร็งต่อมลูกหมากและมะเร็งลำไส้ กลุ่มสารสำคัญที่มีส่วนช่วยกระบวนการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ ได้แก่แคลเซียมและแมกนีเซียมรวมถึงกลุ่มสาระสำคัญที่มีส่วนช่วยกระบวนการทำงานของสมองด้านการเรียนรู้และการจดจำ ได้แก่ เหล็ก folic (วิตามินB9) และวิตามินB12 อ้างอิงจากคณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย (2546)

3.2 ทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันในสัตว์ทดลอง

ผลทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันในสัตว์ทดลอง (Acute oral toxicity) โดยสถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ตามหลักการของ OECD 420 พบว่าหนูกลุ่มทดลองไม่แสดงอาการผิดปกติภายหลังได้รับตัวอย่าง และผลการผ่าซากชันสูตร ไม่พบความผิดปกติของอวัยวะภายใน ซึ่งอยู่ใน

ศูนย์วิทยบริการเกษตร

ระดับความปลอดภัยระดับที่ 5 โดยมีค่า LD_{50} ที่ 5,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แสดงให้เห็นว่าเห็ดร่างแหกระโปรงสั้นสีขาว ไอโซเลท K8 ไม่มีความเป็นพิษ และมีความปลอดภัยในการนำมาบริโภค

ตารางที่ 9 คุณค่าทางโภชนาการของเห็ดร่าง *Phallus atrovolvatus* (K8)

Order	Type of Nutrients		*Phallus atrovolvatus* (K8)	*Phallus indusiatus*
1	Ash content	(g/100g)	9.54[1/]	10.42 [2/]
2	Carbohydrate	(g/100g)	52.91	0.06 [2/]
3	Fat	(g/100g)	1.45	4.70 [2/]
4	Crude Fiber	(g/100g)	12.42	6.03 [2/]
5	Protein	(g/100g)	22.83	33.60 [2/]
6	Calcium	(mg/100g)	51.05	61.00 [3/]
7	Iron	(mg/kg)	119.89	36.60 [3/]
8	Magnesium	(mg/kg)	1,210.81	156.00 [3/]
9	Selenium	(mg/kg)	1.01	1.05 [2/]
10	Zinc	(mg/kg)	56.34	133.00 [2/]
11	Vitamin C	(mg/100g)	23.30	2.28 [2/]
12	Vitamin B2	(mg/100g)	0.63	None data
13	Vitamin B5	(mg/100g	2.61	None data
14	Vitamin B7	(mg/100g)	0.01	None data
15	Vitamin B9	(mg/100g)	0.02	None data
16	Vitamin B12	(mg/100g)	0.02	None data

[1/] Central Laboratory (Thailand) Company Limited, Songkhla Branch.

[2/] The Nutritional Content of the Mushroom *Phallus indusiatus* Vent., which Grows in the Cocoa Plantation, Gaperta-Ujung, Medan.

[3/] https://en.wikipedia.org/wiki/Phallus_indusiatus.

กรมวิชาการเกษตร

4. การขยายผลงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์

4.1 การจัดนิทรรศการ แปลงสาธิต ในวันที่ 16 มกราคม 2562 ได้ถวายรายงานการจัดนิทรรศการ และแปลงสาธิตการเพาะเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย แด่สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา เจ้าฟ้ามหาจักรี สินธร มหาวชิราลงกรณวรราชภักดี สิริกิจการิณีพีรยพัฒนรัฐสีมาคุณากรปิยชาติ สยามบรมราชกุมารี ณ โครงการฟาร์มตัวอย่างในสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ พระบรมราชชนนีพันปีหลวง อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา (ภาพที่ 3)

ภาพที่ 3 จัดนิทรรศการแปลงสาธิต การเพาะเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย แด่สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา เจ้าฟ้ามหาจักรี สินธร มหาวชิราลงกรณวรราชภักดี สิริกิจการิณีพิรยพัฒนรัฐสีมาคุณากรปิยชาติ สยามบรมราชกุมารี ณ โครงการฟาร์มตัวอย่างในสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ พระบรมราชชนนีพันปีหลวง อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา

4.2 การจัดทำแปลงเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้เกษตรกรได้เห็นแนวทางการปฏิบัติ เรียนรู้ และนำวิธีการเพาะเห็ดร่างแห ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมตามความต้องการ (Figure 4) ดำเนินการ 2 ศูนย์ คือศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา และโครงการฟาร์มตัวอย่างในสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ พระบรมราชชนนีพันปีหลวง อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา โดยแบ่งเป็น 2 ฐานคือ

ฐานที่ 1 ฐานการเรียนรู้ เป็นการสร้างความรับรู้ให้เกษตรกรและผู้สนใจ

ฐานที่ 2 ฐานการสาธิต และฝึกปฏิบัติ

ภาพที่ 4 การจัดทำแปลงเรียนรู้เทคโนโลยีการเพาะเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย (K8)

A-B แปลงศูนย์เรียนรู้เทคโนลีการเพาะเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย (K8) ณ โครงการฟาร์มตัวอย่างในสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ พระบรมราชชนนีพันปีหลวง อ.คลองหอยโข่ง จ. สงขลา

C-D แปลงศูนย์เรียนรู้เทคโนลีการเพาะเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย(K8) ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา

4.3 การจัดทำแปลงขยายผล ร่วมกับวิสาหากิจชุมชนสวนลุงวร อ.ควนเนียง จ.สงขลา วัตถุประสงค์เพื่อให้เกษตรกร สามารถประยุกต์ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ ในการเพาะเห็ดร่างแหเพื่อบริโภคในครัวเรือนและเป็นรายได้เสริม โดยวิธีการเพาะแบบแปลงเพาะขนาด (กxยxส) 60x200x30 เซนติเมตร ในช่วงเดือนธันวาคม 2562 – กุมภาพันธ์ 2563 ได้ผลผลิตเฉลี่ย 5 – 7 กิโลกรัม ราคาขายกิโลกรัมละ 500 บาท ซึ่งทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจาก

อาชีพหลักเฉลี่ย 2,500-3,500 บาทต่อแปลงเพาะ โดยมีต้นทุนการผลิต 850 บาท/แปลงเพาะ (ภาพที่ 5) และได้พัฒนาผลิตภัณฑ์จากเห็ดร่างแห ดังนี้

1.ผลิตภัณฑ์ทางด้านอาหาร (เห็ดร่างแหชนิดสด เห็ดร่างแหชนิดแห้ง) ซึ่งปัจจุบันนำไปจำหน่ายโดยวิสาหกิจชุมชน สวนลุงวร อ.ควนเนียง จ.สงขลา(ภาพที่ 5)

2. ผลิตภัณฑ์ทางด้านเวชสำอางจากการนำเมือกของเห็ดร่างแห ซึ่งมีสารสำคัญ ได้แก่ คอลลาเจน และเอนไซม์ tyrosinase มีส่วนช่วยกระตุ้นให้เซลล์ใต้ผิวหนังของร่างกายยับยั้งการผลิตเม็ดสี และคอลลาเจน เพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผิวหนัง โดยผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางชื่อการค้า Candy Keeta (เลขที่จดแจ้ง 10-1-5968736) (ภาพที่ 6) นำเทคโนโลยีการเพาะเห็ดร่างแห ไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มปริมาณของเมือกเห็ดร่างแห

ภาพที่ 5 แปลงขยายผล ร่วมกับวิสาหกิจชุมชนสวนลุงวร อ.ควนเนียง จ.สงขลา

ภาพที่ 6 ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเห็ดร่างแห

สรุปผลการทดลอง

รวบรวมสายพันธุ์เห็ดร่างแหชนิดที่บริโภคได้ ในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างได้ จำนวน 9 สายพันธุ์ จำแนกได้เป็น 2 ชนิด คือ เห็ดร่างแหกระโปรงสั้นสีขาว (*Phallus atrovolvatus* และ *P. merulinus*) และเห็ดร่างแหกระโปรงยาวสีขาว (*P. echinovolvata*) นำทั้ง 9 สายพันธุ์มาศึกษาเทคโนโลยีการเพาะได้แก่ การผลิตเชื้อขยาย การผลิตเชื้อเพาะ และวัสดุเพาะเพื่อการเกิดดอก เปรียบเทียบกับสายพันธุ์เห็ดร่างแหกระโปรงสั้นสีขาว ของสำนักวิจัย

พัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร (K1-BIRDO) และเห็ดร่างแหกระโปรงยาวสีขาวพันธุ์การค้า (K9-Commercial) พบว่า เห็ดหลินจือเป็นวัสดุผลิตเชื้อขยายที่ดี ทำให้เส้นใยเจริญได้ดี มีความหนาและใช้ระยะเวลาบ่มเชื้อน้อย ส่วนสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเชื้อเพาะ คือสูตรที่ 1 ที่มีส่วนผสมของขี้เลื่อยไม้ยางพารา:รำละเอียด:ปูนขาว:ดีเกลือ:ยิปซัมอัตรา90:5:1:2:2 โดยน้ำหนัก ทำให้ใช้เวลาบ่มเชื้อเฉลี่ยเพียง 32.63 วัน และวัสดุเพาะที่เหมาะสมต่อการเกิดดอก คือสูตรที่ 7 ที่มีส่วนผสมของใบไผ่และกิ่งไผ่:แกลบดิบ:ขุยมะพร้าว อัตรา 50:25:50 โดยน้ำหนัก ทำให้การพัฒนาตุ่มดอกจนเก็บผลผลิตครั้งแรกใช้เวลาเฉลี่ย 27-35 วัน

โดยเห็ดร่างแหกระโปรงสั้นสีขาวไอโซเลท K8 ให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยสูง 794.33 กรัม มีคุณค่าทางโภชนาการ และกลุ่มสารสำคัญซึ่งมีประโยชน์ต่อผู้บริโภค ได้แก่ กลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระ กลุ่มสารสำคัญที่มีส่วนช่วยกระบวนการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ และสมอง ไม่มีพิษต่อผู้บริโภค ทำให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุน คือมีค่า BCR = 2.79

การนำไปใช้ประโยชน์

การพัฒนาสายพันธุ์และเทคโนโลยีการเพาะเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย(K8) ได้มีการนำผลงาน วิจัยสู่การใช้ประโยชน์ร่วมกับหน่วยงานในพื้นที่ของกรมส่งเสริมการเกษตร ได้แก่สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 จังหวัดสงขลา โดยถ่ายทอดผ่านศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) 2 แห่งคือที่ อำเภอคลองหอยโข่ง และ อำเภอหาดใหญ่ และศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช อำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา

กรมวิชาการเกษตร

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณหญิงประไพศรี พิทักษ์ไพรวัน ดร.หทัยรัตน์ อุไรรงค์ คุณสุวลักษณ์ ชัยชูโชติ ผู้ผลักดัน และให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของงานวิจัย ด้วยดีเสมอมา ขอขอบพระคุณ คุณวราพร ไชยมา ผู้ให้คำปรึกษา และให้ความอนุเคราะห์เชื้อพันธุ์เห็ดร่างแห เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบสายพันธุ์ กลุ่มวิสาหกิจชุมชมสวนลุงวร อ.ควนเนียง จ.สงขลา และ คุณสมนึก กุลมณี ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์เวชสำอาง ผู้บริหารและคณะกรรมการวิชาการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 จ.สงขลา ผู้มีส่วนช่วยสนับสนุนและผลักดันจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

วราพร ไชยมา อนุสรณ์ วัฒนกุล กรกช จันทร. 2558. ศึกษาเทคโนโลยีการเพาะเห็ดร่างแห

ในภาคกลาง.รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด. สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

วราพร ไชยมา กรกช จันทร และอนุสรณ์ วัฒนกุล. 2558. การเพาะเห็ดร่างแห. เห็ดไทย 2558. สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย. หน้า 15-24.

วรวิภัลยา เกียรติ์พงษ์ลาภ. ซินโครตรอน วิจัยพบ “เห็ดเยื่อไผ่สายพันธุ์จีน” สุดมหัศจรรย์อุดมไปด้วยสารคุณประโยชน์สูงเร่งต่อยอดผลิตอาหารเสริม-เวชสำอาง.สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

อรทัย เอื้อตระกูล. 2559. สารตกค้าง เห็ดนำเข้าจากประเทศจีน. วารสารเคหการเกษตร ฉบับเดือนกรกฎาคม 2559. หน้า 142-146.

อานนท์ เอื้อตระกูล. 2554. คู่มือการเพาะเห็ดเยื่อไผ่สายพันธุ์จีน. กรุงเทพมหานคร

Calonge. F.D, Kreisel H. and Mata. M. 2005. Phallus atrovolvatus, a new species From Costa Rica. Bol. Soc. Micol Madrid.29:5-8

Hirokazu, K., Daisuk., Hironobu M., Hideki S., Yukio I., Shoei F and Jingxuan Li. 1997. Dictyophorines A and B, two stimulators of NGF-synthesis from the mushroom *Dictyophora indusiata*

กรมวิชาการเกษตร