

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุดปี 2558

-
- 1. ชุดโครงการวิจัย** วิจัยและพัฒนาเห็ด
 - 2. โครงการวิจัย** วิจัยและพัฒนาเห็ดเศรษฐกิจสายพันธุ์ใหม่
 - กิจกรรม** เห็ดที่มีศักยภาพ
 - 3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** การปรับปรุงสายพันธุ์เห็ดภูฏานโดยการผสมพันธุ์ระหว่างเส้นใยนิวเคลียสคู่กับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว
 - ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ)** Improvement of *Pleurotus* sp. Strains from Bhutan by Dikaryon-Monokaryon Mating
 - 4. คณะผู้ดำเนินงาน**
 - หัวหน้าการทดลอง** นางสาวรัชฎาภรณ์ ทองเหม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
 - ผู้ร่วมงาน** นางสุลักษณ์ ชัยชูโชติ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
 - 5. บทคัดย่อ**

ผลการปรับปรุงพันธุ์เห็ดภูฏานด้วยวิธีการผสมพันธุ์แบบ Di-mon mating ระหว่างเส้นใยนิวเคลียสคู่ของเห็ดภูฏานเบอร์3 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ให้บริการของกรมวิชาการเกษตรกับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว 268 สายพันธุ์ที่มาจากเห็ดภูฏานสายพันธุ์ต่างๆได้ผสมทั้งหมด 268 คู่ผสม มี 18 คู่ผสมที่เส้นใยผสมกันได้ เมื่อนำเห็ดลูกผสมที่ได้ทั้ง 18 สายพันธุ์ไปเพาะทดสอบในอาหารเพาะเชื้อเลี้ยง 3 ถาด ได้แก่ ถาดหนาว ถาดร้อนและถาดฝน พบว่าในถาดหนาวเห็ดภูฏานลูกผสมทั้ง 18 สายพันธุ์เกิดดอกให้เห็น หมวกดอกส่วนใหญ่มีรูปทรงแบบคล้ายพัด บางสายพันธุ์หมวกดอกกลม ปลายหมวกดอกเรียว มีเพียงบางสายพันธุ์ที่หมวกดอกหึง ได้แก่ SA7xP3, SC18xP3 และ SA25xP3 สีของหมวกดอกมีทั้งสีเทาเข้ม สีเทา สีครีมอมเทาและสีครีม เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตกับสายพันธุ์เปรียบเทียบ(เห็ดภูฏานเบอร์3) ในระยะเวลา 2 เดือนหลังเปิดดอกโดยคิดเป็นน้ำหนักเห็ดสดต่อถาด พบว่าเห็ดลูกผสมสายพันธุ์ SE5xP3 และ SA6xP3 ให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างทางสถิติกับเห็ดภูฏานเบอร์3 โดยเห็ดลูกผสมทั้งสองให้ผลผลิต 116.82 และ 113.39 กรัม/ถาด ตามลำดับ ในขณะที่เห็ดภูฏานเบอร์3 ให้ผลผลิต 125.47 กรัม/ถาด ผลการศึกษาการให้ผลผลิตของเห็ดภูฏานลูกผสมในถาดร้อน มีเห็ดลูกผสมเพียง 8 สายพันธุ์เท่านั้นที่ออกดอกให้เห็น เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตกับเห็ดภูฏานเบอร์3 พบว่า เห็ดลูกผสม 5 สายพันธุ์ ได้แก่ SE5xP3, SA6xP3, SC12xP3, SB24xP3 และ SG2xP3 ให้ผลผลิตสูงกว่าเห็ดภูฏานเบอร์3 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิต 75.95 – 80.23 กรัม/ถาด ในขณะที่เห็ดภูฏานเบอร์3 ให้ผลผลิตเพียง 42.84 กรัม/ถาด ผลการศึกษาการให้ผลผลิตของเห็ดภูฏานลูกผสมในถาดฝน มีเห็ดลูกผสมจำนวน 15 สายพันธุ์ ออกดอกให้เห็นเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตกับเห็ดภูฏานเบอร์3 พบว่าเห็ดลูกผสม 5 สายพันธุ์ ได้แก่ SB20xP3, SC12xP3, SG2xP3, SB24xP3 และ SE5xP3 ให้ผลผลิตสูงกว่าเห็ดภูฏานเบอร์3 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิต 88.76– 104.20 กรัม/ถาด ในขณะที่เห็ดภูฏานเบอร์3 ซึ่งเป็นสายพันธุ์เปรียบเทียบให้ผลผลิตเพียง 82.48 กรัม/ถาด เมื่อเปรียบเทียบให้ผลผลิตของเห็ดภูฏานลูกผสม 18 สายพันธุ์ ทั้ง 3 ถาด พบว่าลูกผสมสายพันธุ์ SE5xP3 เป็นสายพันธุ์ที่ดอกมีลักษณะดีและให้ผลผลิตสูงที่สุด

เนื่องจากในฤดูหนาวให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างทางสถิติกับเห็ดถั่วถ่านเบอร์ 3 ซึ่งเป็นสายพันธุ์เปรียบเทียบ ในขณะที่
ในฤดูร้อนและฤดูฝนให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบโดยมีความแตกต่างทางสถิติ

6. คำนำ

เห็ดถั่วถ่าน(*Pleurotus* sp. From Bhutan) เป็นเห็ดที่อยู่ในสกุลนางรมและจัดเป็นเห็ดเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่คนไทยรู้จักและนิยมบริโภคกันมากเนื่องจากเห็ดที่มีรสชาดีอร่อย เนื้อแน่น กรอบ สามารถปรุงอาหารได้หลายอย่าง หาซื้อง่าย ราคาไม่แพง มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยพบว่า มีโปรตีนร้อยละ 30 ของน้ำหนักแห้ง มีเกลือแร่ชนิดต่างๆ เช่น แคลเซียม โปแตสเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม ในขณะที่มีปริมาณไขมันต่ำ นอกจากนี้ยังพบสารพอลิแซ็กคาไรด์ (Pleurotin Polysaccharide) ซึ่งเป็นสารสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย ต่อต้านฤทธิ์การเกิดมะเร็งและลดอนุมูลอิสระ สำหรับในแง่ของผู้เพาะเห็ดพบว่าเห็ดถั่วถ่านเพาะง่ายสามารถออกดอกได้ตลอดทั้งปี (อุราภรณ์และสมศรี, ม.ป.ป) จึงทำให้ผู้เพาะเห็ดส่วนใหญ่ทั่วประเทศนิยมเพาะเห็ดชนิดนี้ ดังจะเห็นได้จากข้อมูลการขอรับบริการเชื้อพันธุ์เห็ดถั่วถ่านของหน่วยเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมเห็ด กรมวิชาการเกษตร ในปีงบประมาณ 2553 และ 2554 พบว่า มีการให้บริการเชื้อพันธุ์เห็ดถั่วถ่านคิดเป็น 14.66 เปอร์เซ็นต์(451/3,077 ชุด)และ 30.67 เปอร์เซ็นต์ (759/ 2,475 ชุด) ของเชื้อพันธุ์ทั้งหมดที่ให้บริการ

แม้ว่าเห็ดถั่วถ่านเป็นเห็ดที่เพาะกันอย่างแพร่หลายแต่ระยะหลังนี้กรมวิชาการเกษตรได้รับเสียงสะท้อนจากเกษตรกรเกี่ยวกับปัญหาเรื่องของสายพันธุ์เนื่องจากเชื้อที่ใช้อยู่เกือบทั้งหมดนำเข้ามาจากประเทศภูฏานแล้วนำมาคัดเลือกให้ได้สายพันธุ์ที่สามารถปรับตัวให้เพาะได้ในประเทศไทย ประกอบกับเห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตประเภทเชื้อราซึ่งมีอัตราการเจริญค่อนข้างสูง จึงทำให้เกิดการผันแปรทางพันธุกรรมขึ้นได้หลังจากนำออกมาใช้เป็นเวลานานติดต่อกัน ถึงแม้จะเก็บรักษาอย่างถูกวิธีแล้วก็ตาม ส่วนใหญ่ลักษณะที่เกิดขึ้นใหม่นั้นมักเป็นลักษณะด้อย ไม่พึงประสงค์ เช่นเชื้อเจริญช้าลง ทำให้ใช้ระยะเวลาในการเปิดดอกนานขึ้น ผลผลิตและคุณภาพของดอกเห็ดที่ผลิตได้ไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้เกษตรกรได้ผลตอบแทนจากการลงทุนค่อนข้างน้อยหรือบางครั้งไม่คุ้มค่ากับการลงทุนจากสาเหตุดังกล่าวทำให้เกษตรกรมีความต้องการเห็ดถั่วถ่านสายพันธุ์ใหม่ๆที่มีความแข็งแรง เจริญเร็ว ให้ดอกที่มีคุณภาพและผลผลิตสูง ตลอดจนต้องการสายพันธุ์ที่ให้ดอกในลักษณะที่แตกต่างไปจากสายพันธุ์เดิม

กลุ่มวิจัยและพัฒนาเห็ด สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ มีพันธกิจในการวิจัยและพัฒนาคัดเลือกสายพันธุ์เห็ดให้ได้สายพันธุ์ที่ดีเพื่อส่งต่อให้แก่เกษตรกร ปัจจุบันมีเห็ดถั่วถ่านที่เป็นสายพันธุ์แนะนำเพียง 3 สายพันธุ์เท่านั้นและให้บริการมานานกว่า 15 ปี จึงจำเป็นต้องแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยทำการปรับปรุงพันธุ์เห็ดถั่วถ่านด้วยวิธีการผสมพันธุ์ระหว่างเส้นใยนิวเคลียสคู่ผสมกับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว (Di-mom mating) เพื่อให้เกิดลูกผสมใหม่ๆที่สามารถนำไปคัดเลือกเป็นเห็ดถั่วถ่านสายพันธุ์ใหม่ที่มีคุณภาพและให้ผลผลิตที่ดีอันจะเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรได้เลือกใช้เชื้อพันธุ์ที่หลากหลายขึ้นเพื่อการเพาะสร้างรายได้ต่อไป

7. วิธีดำเนินการ

1. รอยพิมพ์สปอร์ของเห็ดภูฐานจำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21 และ A22 ที่เพาะทดสอบการให้ผลผลิต จากการทดลองเร่งด่วนปี 2557 เรื่องการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยาและผลผลิตของเห็ดภูฐาน จำนวน 10 สายพันธุ์ที่เก็บรวบรวมไว้ในหน่วยเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุ์กรรมเห็ด เพื่อใช้เป็นเชื้อพันธุ์แนะนำ

2. เห็ดภูฐานเบอร์ 3 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ให้บริการของกรมวิชาการเกษตร

3. อาหารเลี้ยงเชื้อ Water Agar (WA)

4. อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA)

5. อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ งานเพาะเชื้อ หลอดทดลอง เข็มเขี่ยเชื้อ

6. เครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ กล้องสเตอริโอ กล้องจุลทรรศน์ หม้อนึ่งความดันไอ

ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ตู้บลมร้อน ตู้ปลอดเชื้อ

7. วัสดุสำหรับใช้เพาะ ได้แก่ ข้าวฟ่าง ขี้เลื่อย รำละเอียด ปูนขาว ยิปซัม ดีเกลือ (Mg_2SO_4)

8. โรงเรือนเพาะเห็ด

วิธีการ

1. นำรอยพิมพ์สปอร์(spore print)ของเห็ดภูฐานที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดหรือสายพันธุ์ที่มีลักษณะเด่นทางสัณฐานวิทยา จำนวน 8 สายพันธุ์จากโครงการวิจัยเร่งด่วนประจำปี 2556 ที่เก็บรักษาไว้ไปทำ spore suspension เพาะเลี้ยงสปอร์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Water Agar โดยวิธีการ spread plate นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-5 วัน ตรวจสอบการงอกของสปอร์ภายใต้กล้องสเตอริโอ ตัดสปอร์ที่งอกเดี่ยวๆ มาเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ในหลอดทดลองหลอดใหม่ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จนเจริญเป็นเส้นใยจำนวนมากพอ ตรวจสอบเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ คัดเลือกเส้นใยที่ไม่พบข้อยึดระหว่างเซลล์ (clamp connection) ไว้สายพันธุ์ละอย่างน้อย 20 สปอร์ เพื่อทดสอบการผสมพันธุ์ต่อไป

2. การผสมพันธุ์แบบ Di-mon mating ระหว่างเห็ดภูฐานเบอร์ 3 กับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว โดยนำเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวที่คัดเลือกได้กับเส้นใยนิวเคลียสคู่ของเห็ดภูฐานเบอร์ 3 มาจับคู่เพาะเลี้ยงด้วยกันในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA วางไว้คนละตำแหน่งให้ห่างกัน 2 เซนติเมตร โดยจับคู่ทีละคู่ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-10 วัน โดยปล่อยให้เส้นใยเจริญมาพบกัน นำไปตรวจดูการสร้างข้อยึดระหว่างเซลล์ ทางด้านของเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เมื่อได้ลูกผสมตัวใหม่ซึ่งพบ clamp connection ตัดเส้นใยไปเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA หลอดใหม่ เพื่อนำไปใช้ในการเพาะทดสอบผลผลิตต่อไป

3. ทดสอบการให้ผลผลิตของเห็ดภูฐานลูกผสมที่ได้ จำนวน 3 ช่วงเวลา คือ 1. ฤดูหนาว(พฤศจิกายน 2557 – กุมภาพันธ์ 2558) 2. ฤดูร้อน (มีนาคม – มิถุนายน 2558) 3. ฤดูฝน (มิถุนายน – ตุลาคม 2558) วางแผนทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) มี 19 กรรมวิธี ได้แก่ เห็ดลูกผสม

18 สายพันธุ์และเห็ดถั่วถั่วถั่ว 3 จำนวน 1 สายพันธุ์ กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ใช้เชื้อก้อนเห็ด 20 ก้อนต่อซ้ำ โดยเฉพาะเชื้อเห็ดในก้อนอาหารเพาะ ซึ่งประกอบด้วยขี้เลื่อย 100 กิโลกรัม: รำละเอียด 10 กิโลกรัม: ปูนขาว 1 กิโลกรัม: ยิปซั่ม 500 กรัม: ดีเกลือ (Mg_2SO_4) 200 กรัม โดยน้ำหนักแห้ง ปรับความชื้นด้วยน้ำให้มีความชื้น 60 - 70 เปอร์เซ็นต์ บรรจุในถุงพลาสติกทึบร้อนน้ำหนัก 800 กรัมต่อถุง ใส่เชื้อเห็ดที่เตรียมไว้บนเมล็ดข้าวฟ่าง บ่มก้อนเชื้อไว้ในโรงเรือนสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิ เมื่อเส้นใยเจริญเต็มวัสดุเพาะนำไปเปิดดอกในโรงเรือนบันทึกอุณหภูมิ ความชื้น ในระยะบ่มเส้นใยและระยะเปิดดอก ข้อมูลระยะที่เส้นใยเจริญเต็มวัสดุเพาะ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกเห็ดที่เพาะ ได้แก่ ผลผลิต ลักษณะดอก สี รูปร่างของดอก/ก้านดอก ขนาดหมวกดอก/ก้านดอก ลักษณะการเกิดดอก: ดอกเดี่ยว/ ดอกช่อ/จำนวนดอก

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา ตุลาคม 2556 – กันยายน 2558

สถานที่ทำการทดลอง ห้องปฏิบัติการและโรงเรือนเพาะเห็ด กลุ่มวิจัยและพัฒนาเห็ด
สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร

8.ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการตรวจสอบและคัดเลือกเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว(monokaryon) จากรอยพิมพ์สปอร์เห็ดถั่วถั่วจำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21 และ A22 โดยตรวจสอบและคัดเลือกเส้นใยที่ไม่พบ clamp connection ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า ได้เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวทั้งหมด 268 สายพันธุ์ ซึ่งจากการทดลองได้ให้รหัสของเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว ดังตารางที่ 1

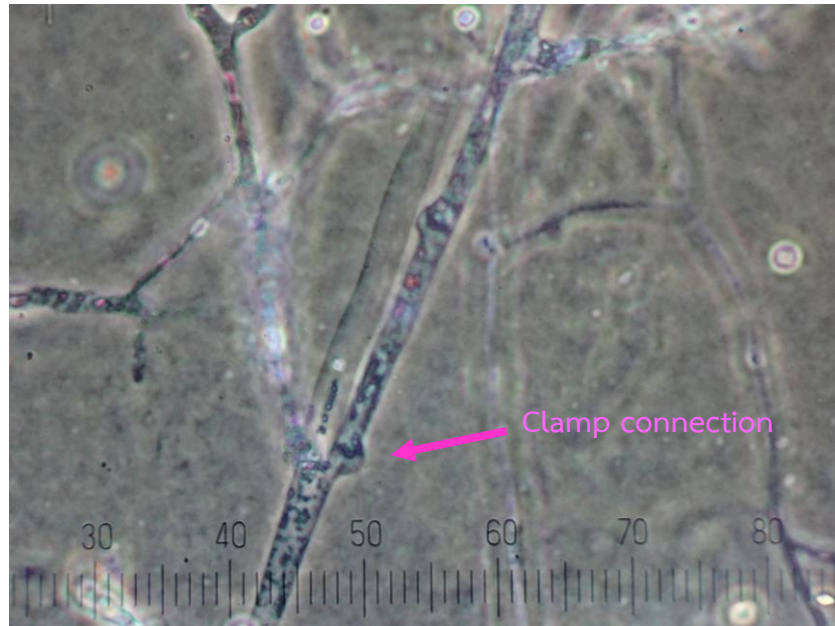
ตารางที่ 1 จำนวนเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวที่คัดเลือกได้จากสปอร์เห็ดถั่วถั่วจำนวน 8 สายพันธุ์

รอยพิมพ์สปอร์ สายพันธุ์เห็ดถั่วถั่ว	รหัสของเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว	จำนวนเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวที่คัดเลือกได้ (สายพันธุ์)
A15	SA1 – SA35	35
A16	SB1 – SB35	35
A17	SC1 – SC30	30
A18	SD1 – SD30	30
A19	SE1 – SE45	45
A20	SF1 – SF46	46
A21	SG1 – SG27	27
A22	SH1 – SH20	20
รวม		268

ผลการผสมพันธุ์แบบ Di-mon mating ระหว่างเส้นใยนิวเคลียสคู่ของเห็ดภูฏานเบอร์ 3 กับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวทั้งหมด 268 สายพันธุ์ โดยจับคู่ผสมที่ละคู่บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เมื่อเส้นใยทั้งสองเจริญมาพบกัน ดังภาพที่ 1 ตรวจสอบการสร้าง clamp connection ทางด้านของเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ดังภาพที่ 2 พบว่าสามารถผสมกันได้ 18 คู่ผสม เนื่องจากสามารถสร้าง clamp connection ได้ดังแสดงในตารางที่ 2 โดย Clamp cell ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นโครงสร้างสำหรับการเคลื่อนย้ายผ่านของนิวเคลียสไซโทพลาสซึมและไมโทคอนเดรียไปยังเซลล์เส้นใยถัดไปได้ อีกทั้งยังแสดงถึงการเข้าคู่กันได้(Compatibility)ของคู่ผสมและยังเป็นการบ่งบอกถึงการเป็นเส้นใยนิวเคลียสคู่(Dikaryon)ที่สมบูรณ์ โดยการผสมพันธุ์แบบ Di-mon mating นี้ นิวเคลียสใดนิวเคลียสหนึ่งของเส้นใยนิวเคลียสคู่จะเคลื่อนที่เข้าไปอยู่ในเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว อันเป็นวิธีการที่รวมลักษณะทางพันธุกรรม (Eger, 1978; Rizzo and May, 1994; Kues, 2000; Srivilai *et al.*, 2009)



ภาพที่ 1 การผสมพันธุ์ระหว่างเส้นใยนิวเคลียสคู่กับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของเห็ดภูฏาน



ภาพที่ 2 เส้นใยที่ผสมและเข้ากันได้จะพบ clamp connection บนเส้นใย

ตารางที่ 2 เหตุการณ์ลูกผสมที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างเส้นใยนิวเคลียสคู่ของเหตุการณ์เบอร์ 3 กับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว

เส้นใยนิวเคลียสคู่	เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว	ลูกผสมที่ได้
เหตุการณ์ 3	SA2	SA2xP3
	SA4	SA4xP3
	SA5	SA5xP3
	SA6	SA6xP3
	SA7	SA7xP3
	SA25	SA25xP3
	SB14	SB14xP3
	SB20	SB20xP3
	SB23	SB23xP3
	SB24	SB24xP3
	SB25	SB25xP3
	SC12	SC12xP3
	SC18	SC18xP3
	SE5	SE5xP3
	SF15	SF15xP3
	SF30	SF30xP3
	SG2	SG2xP3
	SG10	SG10xP3

ผลการศึกษากาการให้ผลผลิตในฤดูหนาว

เมื่อนำเห็ดภูฏานลูกผสมจำนวน 18 สายพันธุ์ มาเพาะทดสอบการเกิดดอกและการให้ผลผลิตในช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2557 – กุมภาพันธ์ 2558) พบว่าเห็ดภูฏานลูกผสมทุกสายพันธุ์เกิดดอกให้เห็น ดังแสดงในภาพที่ 3 ในขณะที่ภัทรภรณ์และวิเชียร 2540 รายงานการผสมพันธุ์แบบ Di-mon mating ระหว่างเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของเห็ดลูกผสมนางรมสีเทา 20 สายพันธุ์กับเส้นใยนิวเคลียสคู่ลูกผสม 11 สายพันธุ์ ได้คู่ผสมทั้งหมด 220 คู่ผสม มี 197 คู่ผสมที่พบ Clamp connection และมีเพียง 139 คู่ผสมที่เกิดเป็นดอกเห็ด นอกจากนี้ณัฐยาและวิเชียร 2540 ศึกษาการผสมกลับแบบ Di-mon mating ระหว่างเครือญาติของเห็ดนางรมชนิดพลอริดา โดยนำเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว 20 สายพันธุ์ไปผสมกับเห็ด 11 สายพันธุ์ได้คู่ผสมทั้งหมด 220 คู่ผสมสามารถผสมกันได้ 187 คู่ผสม และมีเพียง 143 คู่ผสมที่เกิดเป็นดอกเห็ด

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเบื้องต้น พบว่าเห็ดภูฏานลูกผสมทั้ง 18 สายพันธุ์มีลักษณะดอกที่แตกต่างกัน ดอกส่วนใหญ่มีลักษณะดี หมวกดอกมีรูปทรงแบบคล้ายพัด บางสายพันธุ์หมวกดอกแบบกลม ปลายหมวกดอกเรียบ แต่มีเพียงบางสายพันธุ์ที่มีหมวกดอกหงิก ได้แก่ ลูกผสม SA7xP3 SA25xP3 และ SC18xP3 สำหรับสีของหมวกดอกพบว่า มีทั้งสีเทาเข้ม สีเทา สีครีม สีครีมอมเทา ดังแสดงภาพที่ 3 และ 4 ตารางที่ 3 ในขณะที่อัญชลี(2553) ทำปรับปรุงพันธุ์เห็ดภูฏานเบอร์ 3 ด้วยวิธีการผสมสปอร์เดี่ยว(Mon-mon mating) พบลูกผสมกันได้ 15 สายพันธุ์ ให้ลักษณะดอกที่แตกต่างกันแต่ส่วนใหญ่พบว่า ดอกหงิกซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ดี ทำให้ดอกฉีกง่าย มีส่วนน้อยเท่านั้นที่ปลายหมวกดอกเรียบ ทั้งนี้สอดคล้องกับอนุวัฒน์และคณะ (2543) ที่รายงานว่าการผสมข้ามแบบ Di-mon mating ระหว่างเห็ดนางฟ้าและเห็ดภูฏานในแต่ละชนิดโดยใช้เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของเห็ดชนิดหนึ่งผสมกับเส้นใยนิวเคลียสคู่ของเห็ดอีกชนิดหนึ่งผสมกัน วิธีการนี้มีโอกาสที่ได้ลูกผสมที่ตีมากกว่าการผสมแบบ Mon-mon mating



ภาพที่ 3 ลักษณะของดอกเห็ดภูฏานลูกผสมสายพันธุ์ต่างๆที่ให้ผลผลิตในฤดูหนาว



ภาพที่ 4 ลักษณะดอกและช่อดอกของเห็ดภูฏานสายพันธุ์ต่างๆที่ให้ผลผลิตในฤดูหนาว

ตารางที่ 3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกเห็ดถัฏฐานลูกผสมสายพันธุ์ต่างๆที่เพาะทดสอบในฤดูหนาว

สายพันธุ์	ลักษณะหมวกดอก		ลักษณะก้านดอก	
	สี	รูปร่าง	สี	รูปร่าง
ภูฐาน3	เทาเข้ม	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SA2-P3	ครีม	กลม	ขาว	ยาว
SA4-P3	เทา	กลม	ขาว	ยาว
SA5-P3	เทา	คล้ายพัด	ขาว	ค่อนข้างสั้น
SA6-P3	เทาเข้ม	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SA7-P3	เทา	คล้ายพัด ดอกหงิก	ขาว	สั้น
SA25-P3	เทา	คล้ายพัด ดอกหงิก	ขาว	ยาว
SB14-P3	ครีม	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SB20-P3	เทา	กลม	ขาว	ยาว
SB23-P3	ครีม	กลม	ขาว	ยาว
SB24-P3	เทาเข้ม	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SB25-P3	ครีมอมเทา	กลม	ขาว	ยาว
SC12-P3	ครีม	กลม	ขาว	ยาว
SC18-P3	ครีมอมเทา	คล้ายพัด ดอกหงิก	ขาว	ยาว
SE5-P3	เทาเข้ม	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SF15-P3	เทาเข้ม	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SF30-P3	เทาเข้ม	คล้ายพัด ขอบดอกย่น	ขาว	ยาว
SG2-P3	เทาเข้ม	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SG10-P3	ครีมอมเทา	กลม	ขาว	ยาว

ผลการศึกษการเจริญของเห็ดถัฏฐานลูกผสมทั้ง 18 สายพันธุ์ ในถุงอาหารเพาะเชื้อเล็กน้อยขนาด 800 กรัม อุณหภูมิเฉลี่ยของระยะบ่มเส้นใย 29.59 – 32.78 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65.71 – 71.18 เปอร์เซ็นต์ พบว่าลูกผสมสายพันธุ์ SA5-P3 เจริญเร็วกว่าสายพันธุ์อื่นๆ โดยใช้เวลาในการเจริญจนเต็มถุงอาหารเพาะเพียง 27.90 วัน และเมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดถัฏฐานเบอร์ 3 พบว่าใช้เวลาในการเจริญไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4 ในขณะที่สายพันธุ์อื่นๆส่วนใหญ่ใช้เวลาในการเจริญ 30.84 – 36.67 วัน ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับสมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย(2553)ที่รายงานว่า เห็ดถัฏฐานใช้เวลาเจริญในระยะเส้นใย 1 – 1.5 เดือนต่ออาหารเพาะ 1 กิโลกรัม

ผลการศึกษการออกดอกของเห็ดครั้งแรกหลังจากเส้นใยเจริญเต็มถุงอาหารเพาะ(ระยะเปิดดอก) พบว่าเห็ดถัฏผสมสายพันธุ์ SA5xP3,SA6xP3, SA2xP3, SE5xP3,SB24xP3, SF15xP3, SF30xP3, SA7xP3และ

SB25xP3 ออกดอกให้เห็นเร็วกว่าสายพันธุ์อื่นๆ โดยใช้เวลาเฉลี่ย 5.04 – 12.93 วัน ซึ่งไม่แตกต่างจากสายพันธุ์เห็ด
 ภูฐานเบอร์3 ที่ใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 5.56 วัน ดังแสดงในตารางที่ 4

ผลการศึกษากการให้ผลผลิตเห็ดสดในระยะเวลา 2 เดือนหลังเปิดดอกตั้งแต่เดือนธันวาคม 2557 ถึง
 กุมภาพันธ์ 2558 ในโรงเรือนอุณหภูมิเฉลี่ย 27.11 – 31.68 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 54.78 –
 65.14 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบผลผลิตโดยคิดเป็นน้ำหนักเห็ดสดต่อถุง พบว่าเห็ดลูกผสม 2 สายพันธุ์ คือ
 SE5xP3 และSA6xP3 ให้ผลผลิตสูงกว่าลูกผสมสายพันธุ์อื่นๆโดยให้ผลผลิต 116.82 และ113.39 กรัม/ถุง
 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดภูฐานเบอร์ 3 ซึ่งให้ผลผลิต 125.43 กรัม/ถุงพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ
 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระยะเวลาที่เส้นใยเจริญเต็มถุงอาหารเพาะ ระยะเวลาออกดอกครั้งแรก และผลผลิตของเห็ด
 ภูฐานลูกผสมสายพันธุ์ต่างๆที่เพาะทดสอบในฤดูหนาว

สายพันธุ์	ระยะเวลาที่เส้นใย เจริญเต็มถุงอาหารเพาะ (วัน)	ระยะเวลาออกดอก ครั้งแรก (วัน)	ผลผลิต (กรัม/ถุง)
ภูฐาน3	27.25a	5.56abc	125.43a
SA2xP3	33.50d	5.38ab	100.61b
SA4xP3	35.76h	13.69cd	20.03gh
SA5xP3	27.90a	5.04a	100.87b
SA6xP3	30.84b	5.10a	113.39ab
SA7xP3	32.40c	11.96abcd	33.97efg
SA25xP3	62.25j	25.88ef	25.88fg
SB14xP3	63.21k	19.50de	4.05h
SB20xP3	34.26ef	26.75ef	38.64efg
SB23xP3	34.69fg	29.06f	45.59de
SB24xP3	34.68fg	8.07abc	71.42c
SB25xP3	35.12gh	12.93abcd	62.09cd
SC12xP3	63.30k	-	-
SC18xP3	62.88jk	26.58ef	3.95h
SE5xP3	32.05c	7.63abc	116.82ab
SF15xP3	36.61i	11.45abc	41.33ef
SF30xP3	33.85de	11.78abcd	73.90c
SG2xP3	33.75h	13.51bcd	33.47efg
SG10xP3	36.67i	31.58f	35.32efg
CV(%)	1.3	32.7	20.2

(-) = เห็ดภูฐานลูกผสมสายพันธุ์ SC12xP3 ให้ผลผลิตไม่สม่ำเสมอจึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ทางสถิติได้

ภูฐาน3 = เห็ดภูฐานสายพันธุ์เปรียบเทียบ

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสมมติไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษานี้จำนวนดอกต่อช่อ พบว่าลูกผสมสายพันธุ์ SB14xP3 มีจำนวนดอกมากกว่าสายพันธุ์อื่นๆที่ทดสอบ รวมทั้งสายพันธุ์เปรียบเทียบกับโดยมีจำนวนดอกเฉลี่ย 8.58 ดอก/ช่อ ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์อื่นๆให้จำนวนดอกเฉลี่ย 3.24 – 6.21 ดอก/ช่อดังแสดงในตารางที่ 5

จากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหมวกดอกเห็นลูกผสมทั้งทางด้านกว้างและด้านยาว พบว่าขนาดเฉลี่ยของหมวกดอกด้านกว้างมีมากกว่าด้านยาว โดยเห็นลูกผสมส่วนใหญ่มีความกว้างของหมวกดอกเท่ากับ 5.72 – 6.73 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกับสายพันธุ์เปรียบเทียบกับ(5.97 เซนติเมตร) ยกเว้นลูกผสมสายพันธุ์ SA7xP3, SB14xP3 และ SB20xP3 ที่ความกว้างของหมวกดอกน้อยกว่าสายพันธุ์อื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนดอก ขนาดของหมวกดอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของก้านดอกเห็น ภูฏานลูกผสมที่ได้จากการเพาะทดสอบในฤดูหนาว

สายพันธุ์	จำนวน ดอก/ช่อ (ดอก)	ความกว้างของ หมวกดอก (ซม.)	ความยาวของ หมวกดอก (ซม.)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง ของก้าน (ซม.)	ความยาว ของก้าน (ซม.)
ภูฏาน3	6.21b	5.97abc	5.56abcd	0.67de	6.05bcdef
SA2xP3	5.66bc	6.45ab	6.33a	0.79abcd	4.95f
SA4xP3	4.84bcdef	6.41ab	6.00abc	0.63ef	6.58bc
SA5xP3	4.21cdef	6.43ab	5.92abc	0.72bcde	5.01f
SA6xP3	6.21b	5.98abc	5.69abcd	0.85abc	6.53bc
SA7xP3	3.24f	5.41bcd	4.76efg	0.88a	5.10ef
SA25xP3	5.21bcde	6.01abc	4.64fg	0.75bcd	6.73bc
SB14xP3	8.58a	4.56d	4.51g	0.55f	6.19bcde
SB20xP3	5.47bcd	5.24cd	4.64fg	0.79abcd	6.89b
SB23xP3	6.16b	6.17abc	5.39bcdef	0.72cde	6.28bcd
SB24xP3	5.07bcde	6.05abc	5.46bcde	0.79abcd	5.71cdef
SB25xP3	6.18b	5.79abc	5.06defg	0.68de	5.23def
SC18xP3	3.83def	6.54a	5.50bcde	0.85abc	8.52a
SE5xP3	5.74bc	6.18abc	5.74abcd	0.76bcd	6.02bcdef
SF15xP3	5.25bcde	5.72abc	5.20cdefg	0.678de	6.95b
SF30xP3	3.67ef	6.38ab	6.18ab	0.85ab	5.89bcdef
SG2xP3	3.66ef	6.50ab	5.29cdefg	0.77abcd	5.84bcdef
SG10xP3	5.25bcde	6.73a	5.82abcd	0.61ef	5.09ef
CV(%)	19.7	10.7	8.8	10.2	11.4

ภูฏาน3 = เห็นภูฏานสายพันธุ์เปรียบเทียบกับ

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อเปรียบเทียบความยาวของหมวกดอก พบว่าลูกผสมสายพันธุ์ SA2xP3, SF30xP3, SA4xP3, SA5xP3, SG10xP3, SE5xP3 และ SA6xP3 มีความยาวหมวกดอกมากกว่าสายพันธุ์อื่นๆ โดยมีขนาด 5.69 – 6.33 เซนติเมตรและเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์เปรียบเทียบกับภูฏาน3 พบว่ามีขนาดไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านเห็ดสายพันธุ์ต่างๆ พบว่าลูกผสมสายพันธุ์ SA7xP3, SF30xP3, SC18xP3, SA6xP3, SB20xP3, SB24xP3, SA2xP3 และ SG2xP3 มีขนาดของก้านดอกใหญ่กว่าสายพันธุ์อื่นๆ รวมถึงสายพันธุ์เปรียบเทียบ โดยมีขนาดของก้าน 0.77 – 0.88 เซนติเมตร ในขณะที่ลูกผสมสายพันธุ์อื่นๆมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้าน 0.55 – 0.76 เซนติเมตร

ผลการวัดความยาวของก้านดอกเห็ด พบว่าลูกผสมสายพันธุ์ SC18xP3 ก้านดอกยาวกว่าลูกผสมสายพันธุ์อื่นรวมถึงสายพันธุ์เปรียบเทียบ โดยมีความยาวเท่ากับ 8.52 เซนติเมตร ในขณะที่ลูกผสมสายพันธุ์อื่นๆมีความยาวของก้านดอก 4.95 – 6.95 เซนติเมตร

ผลการศึกษาการให้ผลผลิตในฤดูร้อน

ผลการศึกษาการเจริญของเห็ดภูฏานลูกผสมทั้ง 18 สายพันธุ์ ในถุงอาหารเพาะเชื้อเลื่อยขนาด 800 กรัม อุณหภูมิเฉลี่ยของระยะบ่มเส้นใย 30- 33.53 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60.53 – 67.26 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีเห็ดภูฏานลูกผสม 13 สายพันธุ์ที่สามารถเจริญเต็มถุงอาหารเพาะได้ ในขณะที่เห็ดภูฏานลูกผสมอีก 5 สายพันธุ์ที่เหลือ ได้แก่ ลูกผสมสายพันธุ์ SA5xP3 เกิดการปนเปื้อนเชื้อราเขียวในระหว่างการบ่มจึงทำให้เส้นใยไม่สามารถเจริญเต็มถุงอาหารเพาะได้ ส่วนลูกผสมสายพันธุ์ SA25xP3, SB14xP3, SC18xP3 และ SG10xP3 เส้นใยไม่สามารถเจริญเต็มถุงอาหารเพาะได้เนื่องจากสายพันธุ์เหล่านี้อาจมีความไวต่ออุณหภูมิ ซึ่งขณะที่บ่มเส้นใยอยู่นั้น อุณหภูมิ 30 – 33.53 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับประเสริฐ(2539) รายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเส้นใยเห็ดภูฏานอยู่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิเกิน 30 องศาเซลเซียส จะมีอัตราการเจริญลดลงอย่างมากทันที ทั้งนี้อาจเนื่องจากเห็ดภูฏานที่นำมาใช้เป็นพันธุ์ทางการค้าของไทยมีถิ่นกำเนิดมาจากประเทศภูฏานซึ่งอยู่ในสภาพพื้นที่สูงและอากาศที่หนาว เห็ดชนิดนี้ยังปรับตัวให้เข้าสภาพอากาศที่ร้อนของประเทศไทยได้ยาก (Jacquat and Bertossa, 1990)

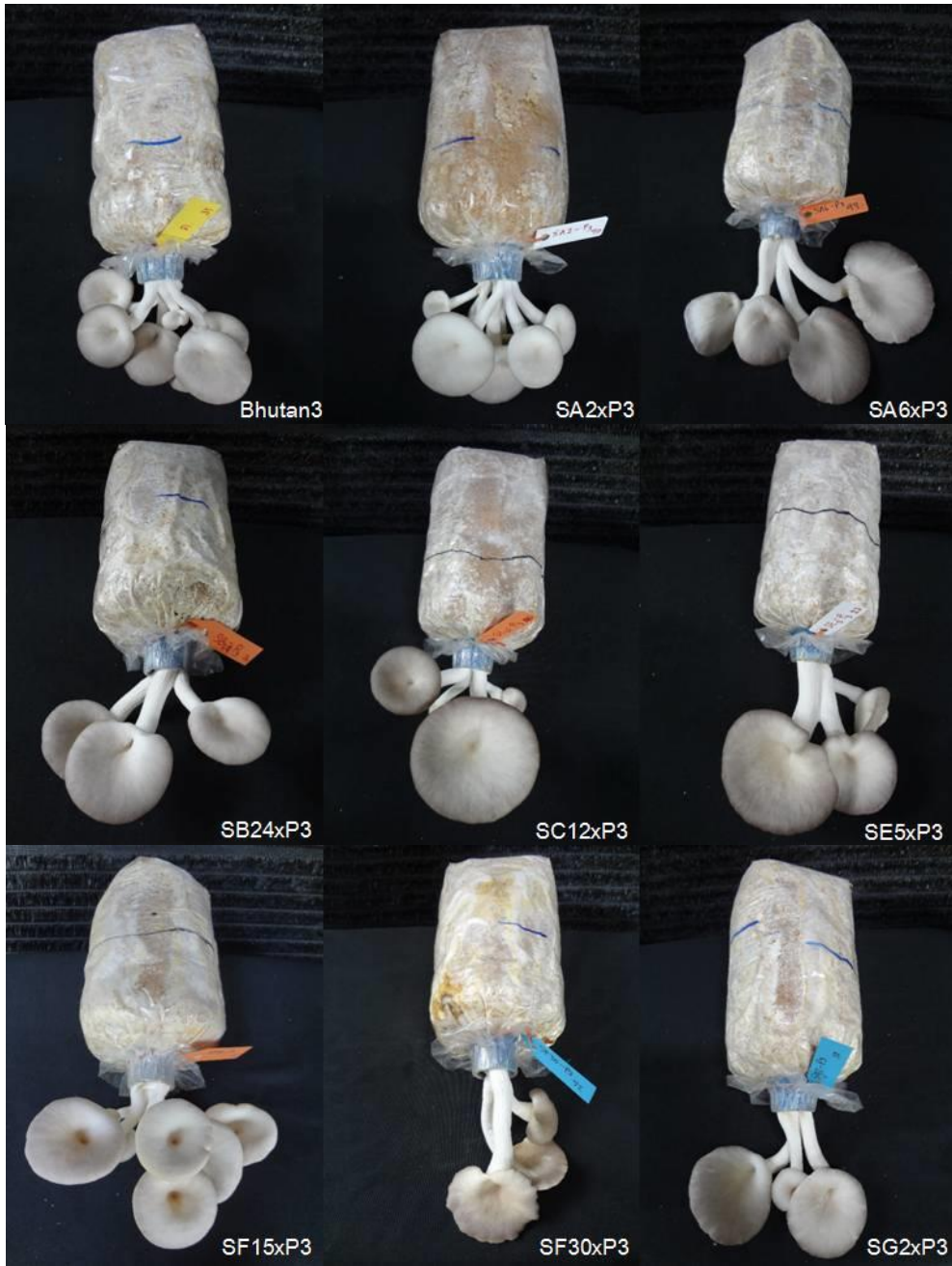
เมื่อเปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเห็ดในถุงอาหารเพาะเชื้อเลื่อยพบว่า ลูกผสมสายพันธุ์ SG2xP3, SA6xP3, SB24xP3, SB25xP3 และ SE5xP3 เจริญเร็วที่สุด โดยใช้เวลาในการเจริญจนเต็มถุงอาหารเพาะเพียง 35.11 – 36.76 วัน และเมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดภูฏานเบอร์ 3 ซึ่งใช้เวลาในการเจริญ 36.50 วัน พบว่าใช้เวลาในการเจริญเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสายพันธุ์อื่นๆส่วนใหญ่ใช้เวลาในการเจริญ 38.11 – 49.37 วัน

ผลการศึกษาการออกดอกของเห็ดครั้งแรกหลังจากเส้นใยเจริญเต็มถุงอาหารเพาะพบว่า มีเห็ดลูกผสมจำนวน 8 สายพันธุ์เท่านั้นที่ออกดอกให้เห็น ได้แก่ สายพันธุ์ SA2xP3, SA6xP3, SB24xP3, SC12xP3, SE5xP3, SF15xP3, SF30xP3 และ SG2xP3 ใช้เวลาเฉลี่ยในการออกดอกให้เห็นครั้งแรก 9.51 – 12.76 วัน ซึ่งเร็วกว่าเห็ดภูฏานเบอร์ 3 ที่ใช้เวลานานถึง 21.07 วัน กว่าจะออกดอกให้เห็น สำหรับสาเหตุที่ลูกผสมสายพันธุ์อื่นๆได้แก่

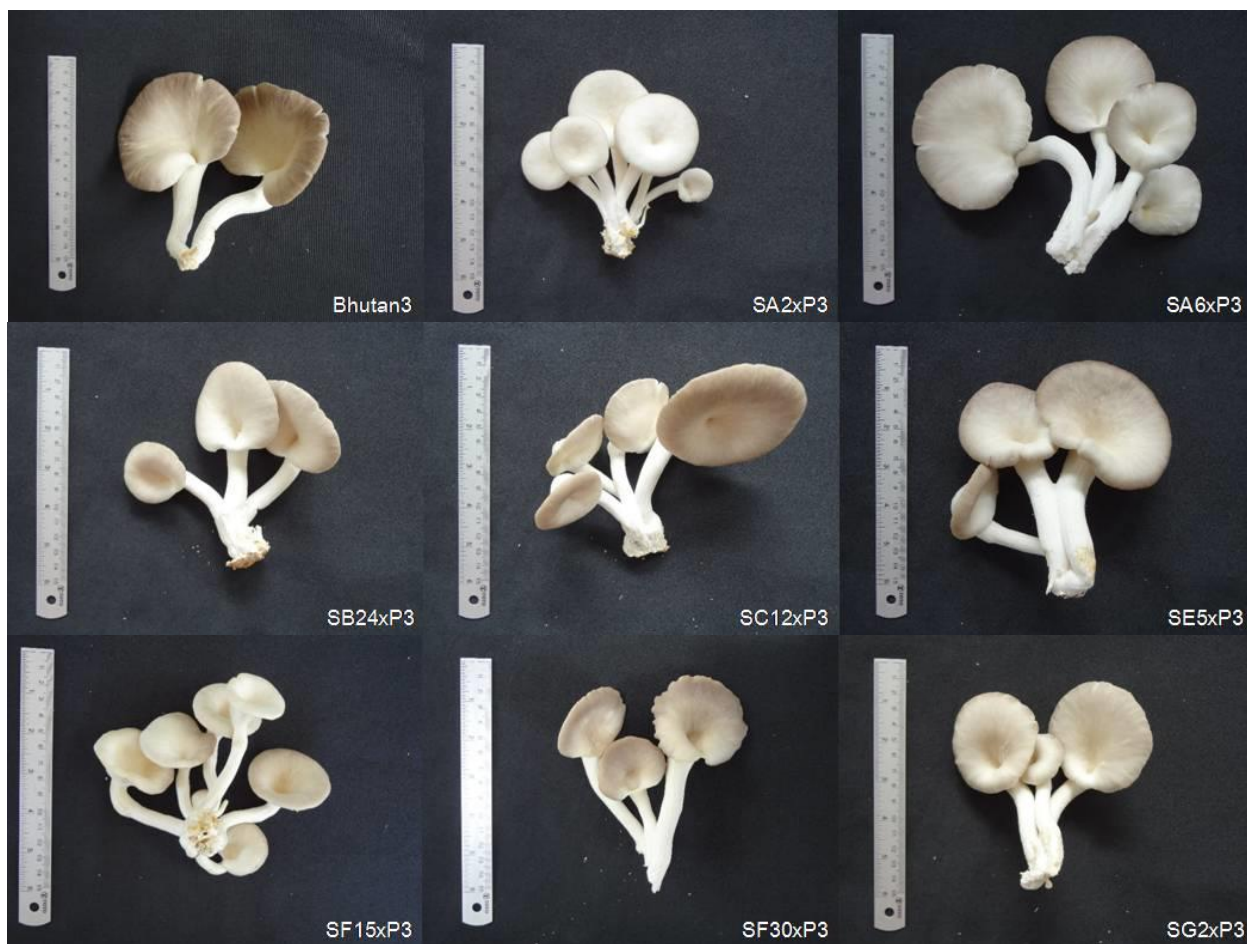
SA4xP3, SA7xP3, SB20xP3, SB23xP3 และSB25xP3 ไม่เกิดดอกให้เห็นเนื่องจากเกิดการปนเปื้อนราเขียวระหว่างการเปิดดอก

ผลการศึกษากการให้ผลผลิตเห็ดสดในระยะเวลา 2 เดือนหลังเปิดดอกตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงมิถุนายน 2558 ในโรงเรือนอุณหภูมิจนเฉลี่ย 31.57 – 33 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 67.83 – 73.09 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบผลผลิตโดยคิดเป็นน้ำหนักเห็ดสดต่อถุง พบว่า เห็ดลูกผสม 5 สายพันธุ์ ได้แก่ SE5xP3, SA6xP3, SC12xP3, SB24xP3และ SG2xP3 ให้ผลผลิตสูงกว่าลูกผสมสายพันธุ์อื่นๆ รวมทั้งสายพันธุ์เปรียบเทียบ โดยให้ผลผลิต 75.95 – 80.23 กรัม/ถุง ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์เปรียบเทียบให้ผลผลิตเพียง 42.84 กรัม/ถุง ดังแสดงในตารางที่ 7

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเบื้องต้นของเห็ดลูกผสมดังแสดงในตารางที่ 6 และภาพที่ 5 และ6



ภาพที่ 5 ลักษณะของดอกเห็ดภูฏานลูกผสมสายพันธุ์ต่างๆที่ให้ผลผลิตในฤดูร้อน



ภาพที่ 6 ลักษณะดอกและช่อดอกของเห็ดภูฏานสายพันธุ์ต่างๆที่ให้ผลผลิตในฤดูหนาว

ตารางที่ 6 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกเห็ดภูฏานลูกผสมสายพันธุ์ต่างๆที่เพาะทดสอบในฤดูร้อน

สายพันธุ์	ลักษณะหมวกดอก		ลักษณะก้านดอก	
	สี	รูปร่าง	สี	รูปร่าง
ภูฏาน3	ครีมอมเทา	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SA2-P3	ครีม	กลม	ขาว	ยาว
SA6-P3	ครีมอมเทา	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SB24-P3	ครีมอมเทา	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SC12-P3	ครีมอมเทา	กลม	ขาว	ยาว
SE5-P3	ครีมอมเทา	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SF15-P3	ครีม	กลม	ขาว	ยาว
SF30-P3	ครีมอมเทา	คล้ายพัด ขอบดอกย่น	ขาว	ยาว
SG2-P3	ครีมอมเทา	คล้ายพัด	ขาว	ยาว

ตารางที่ 7 ระยะเวลาที่เส้นใยเจริญเต็มถ่วงอาหารเพาะ ระยะเวลาออกดอกครั้งแรกและผลผลิตของเห็ด
 ภูฏานลูกผสมสายพันธุ์ต่างๆที่เพาะทดสอบในฤดูร้อน

สายพันธุ์	ระยะเวลาที่เส้นใย เจริญเต็มถ่วงอาหารเพาะ (วัน)	ระยะเวลาออกดอก ครั้งแรก (วัน)	ผลผลิต (กรัม/ถุง)
ภูฏาน3	36.50ab	21.07c	42.84b
SA2xP3	40.06d	21.98c	53.99b
SA4xP3	49.00f	N.D.	N.D.
SA6xP3	36.33a	12.19a	79.03a
SA7xP3	48.64f	N.D.	N.D.
SB20xP3	38.26c	N.D.	N.D.
SB23xP3	45.31e	N.D.	N.D.
SB24-P3	36.33a	11.20a	76.64a
SB25xP3	36.56ab	N.D.	N.D.
SC12xP3	38.11bc	9.66a	78.66a
SE5xP3	36.76abc	12.76ab	80.23a
SF15xP3	49.37f	19.85bc	24.76c
SF30xP3	40.49d	24.42c	13.39c
SG2xP3	35.11a	9.51a	75.95a
CV(%)	2.7	30.9	18.5

N.D. = not determined (เนื่องจากเห็ดไม่ออกดอก)

ภูฏาน3 = เห็ดภูฏานสายพันธุ์เปรียบเทียบ

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสคมภ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 8 จำนวนดอก ขนาดของหมวกดอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของก้านดอกเห็ด
ภูฏานลูกผสมที่ได้จากการเพาะทดสอบในฤดูร้อน

สายพันธุ์	จำนวน ดอก/ช่อ (ดอก)ns*	ความกว้างของ หมวกดอก (ซม.)	ความยาวของ หมวกดอก (ซม.)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง ของก้าน (ซม.)	ความยาว ของก้าน (ซม.)
ภูฏาน3	4.87	6.52bc	5.72bc	0.72b	7.06b
SA2xP3	4.09	7.14b	5.55bc	0.78b	5.33c
SA6xP3	4.62	6.46bc	6.00ab	0.75b	7.45ab
SB24xP3	4.60	6.38bc	5.64bc	0.72b	8.19a
SC12xP3	5.00	6.39bc	5.87abc	0.82b	7.13b
SE5xP3	4.27	6.49bc	6.07ab	0.76b	7.61ab
SF15xP3	3.70	6.18c	5.31c	0.78b	6.87b
SF30xP3	3.60	8.27a	6.39a	0.95a	7.70ab
SG2xP3	4.78	6.65bc	5.88abc	0.74b	7.32b
CV(%)	19.6	7.4	6.7	11.4	7.4

ภูฏาน3 = เห็ดภูฏานสายพันธุ์เปรียบเทียบ

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษานับจำนวนดอกต่อช่อพบว่า เห็ดลูกผสมทุกสายพันธุ์และเห็ดภูฏาน 3 ซึ่งเป็นสายพันธุ์เปรียบเทียบมีจำนวนดอกต่อช่อไม่แตกต่างกัน โดยมีจำนวนดอกเฉลี่ย 3.60 - 5 ดอก/ช่อ ดังแสดงในตารางที่ 8

ผลการเปรียบเทียบความกว้างของหมวกดอกเห็ดภูฏานลูกผสม พบว่า ลูกผสมสายพันธุ์ SF30-P3 มีความกว้างของหมวกดอกมากที่สุดคือ 8.27 เซนติเมตร

ผลการเปรียบเทียบความยาวของหมวกดอก พบว่า ลูกผสมสายพันธุ์ SF30xP3, SE5xP3, SA6xP3, SG2xP3 และ SC12xP3 มีความยาวหมวกดอก 5.87 - 6.39 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาวมากกว่าลูกผสมทุก สายพันธุ์รวมถึงสายพันธุ์เปรียบเทียบ

ผลการเปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านดอกเห็ด พบว่า ลูกผสมสายพันธุ์ SF30xP3 มีความกว้างของก้านดอกมากที่สุดคือ 0.95 เซนติเมตร

ผลการวัดความยาวของก้านดอกเห็ด พบว่าลูกผสมสายพันธุ์ SB24xP3, SF30xP3, SE5xP3 และ SA6xP3 ก้านดอกยาวกว่าลูกผสมสายพันธุ์อื่นรวมถึงสายพันธุ์เปรียบเทียบ โดยมีความยาวเท่ากับ 7.45 - 8.19 เซนติเมตร ในขณะที่ลูกผสมสายพันธุ์อื่น ๆ มีความยาวของก้านดอก 5.33 - 7.32 เซนติเมตร

ผลการศึกษการให้ผลผลิตในฤดูฝน

ผลการศึกษการเจริญของเห็ดถภูฏานลูกผสมทั้ง 18 สายพันธุ์ ในถุงอาหารเพาะเชื้อเลื่อยขนาด 800 กรัม อุณหภูมิเฉลี่ยของระยะบ่มเส้นใย 31.56- 32.52 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 64.8 – 68.8 เปอร์เซ็นต์ มีเห็ดถภูฏานลูกผสม 16 สายพันธุ์ที่สามารถเจริญเต็มถุงอาหารเพาะได้ ในขณะที่เห็ดถภูฏานลูกผสมอีก 2 สายพันธุ์ ได้แก่ SB14xP3 และ SC18xP3 เส้นใยไม่สามารถเจริญเต็มถุงอาหารเพาะได้เนื่องจากสายพันธุ์เหล่านี้อาจมีความไวต่ออุณหภูมิ ซึ่งขณะที่บ่มเส้นใยอยู่นั้นอุณหภูมิ 30 – 33.53 องศาเซลเซียส

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเห็ดในถุงอาหารเพาะเชื้อเลื่อยพบว่าลูกผสมสายพันธุ์ SE5xP3, SA6xP3, SC12xP3 และ SF15xP3 เจริญเร็วกว่าสายพันธุ์อื่นๆ โดยใช้เวลาในการเจริญจนเต็มถุงอาหารเพาะเพียง 33.53 – 34.73 วัน ในขณะที่สายพันธุ์อื่นๆส่วนใหญ่ใช้เวลาในการเจริญ 41.28 – 57.86 วัน

ผลการศึกษการออกดอกของเห็ดครั้งแรกหลังจากเส้นใยเจริญเต็มถุงอาหารเพาะพบว่ามีเห็ดถภูฏานลูกผสม 15 สายพันธุ์ออกดอก ส่วนอีก 3 สายพันธุ์ที่ไม่ออกดอก ได้แก่ SB14xP3 และ SC18xP3 เนื่องจากเส้นใยเห็ดไม่เจริญในถุงอาหารเพาะเชื้อเลื่อย ส่วน SA4xP3 เส้นใยเจริญเต็มถุงอาหารเพาะแต่ไม่เกิดดอกทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากหัวเชื้ออ่อนแอจึงทำให้เส้นใยไม่พัฒนาไปเป็นดอกที่สมบูรณ์ (ปัญหา, 2537)

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่เห็ดออกดอกให้เห็นครั้งแรกพบว่าเห็ดลูกผสมสายพันธุ์ SB20xP3, SG2xP3, SB24xP3, SC12xP3, SE5xP3, SA6xP3 และ SA5xP3 ออกดอกให้เห็นเร็วกว่าสายพันธุ์อื่นๆ โดยใช้เวลาเฉลี่ย 7.20 – 14.43 วัน ซึ่งไม่แตกต่างจากสายเห็ดถภูฏานเบอร์3 ที่ใช้เวลาเฉลี่ย 10.65 วัน

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเบื้องต้นของของเห็ดลูกผสมดังแสดงในตารางที่ 9 และภาพที่ 7 และ 8



ภาพที่ 7 ลักษณะของดอกเห็ดภูฏานลูกผสมสายพันธุ์ต่างๆที่ให้ผลผลิตในฤดูฝน



ภาพที่ 8 ลักษณะดอกและช่อดอกของเห็ดภูฏานสายพันธุ์ต่างๆที่ให้ผลผลิตในฤดูฝน

ตารางที่ 9 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกเห็ดถั่วถั่วสายพันธุ์ต่างๆที่เพาะทดสอบในฤดูฝน

สายพันธุ์	ลักษณะหมวกดอก		ลักษณะก้านดอก	
	สี	รูปร่าง	สี	รูปร่าง
ภูพาน3	เทา	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SA2-P3	ครีม	กลม	ขาว	ยาว
SA5-P3	เทา	คล้ายพัด ขอบดอกย่น	ขาว	ค่อนข้างสั้น
SA6-P3	เทา	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SA7-P3	เทา	ดอกหงิก	ขาว	สั้น
SA25-P3	เทา	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SB20-P3	เทา	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SB23-P3	ครีมอมเทา	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SB24-P3	เทา	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SB25-P3	ครีมอมเทา	คล้ายพัด ขอบดอกหยัก	ขาว	ยาว
SC12-P3	เทา	กลม	ขาว	ยาว
SE5-P3	เทา	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SF15-P3	เทา	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SF30-P3	เทา	คล้ายพัด ขอบดอกย่น	ขาว	ยาว
SG2-P3	เทา	คล้ายพัด	ขาว	ยาว
SG10-P3	ครีม	กลม	ขาว	ยาว

ผลการศึกษการให้ผลผลิตเห็ดสดในระยะเวลา 2 เดือนหลังเปิดดอกตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2558 ในโรงเรือนอุณหภูมิจนเฉลี่ย 28.81 – 30.44 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 74.40 – 78.13 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบผลผลิตโดยคิดเป็นน้ำหนักเห็ดสดต่อถุงพบว่า เห็ดลูกผสม 5 สายพันธุ์ ได้แก่ SB20xP3, SC12xP3, SG2xP3, SB24xP3 และ SE5xP3 ให้ผลผลิตสูงกว่าลูกผสมสายพันธุ์อื่นๆ รวมทั้งสายพันธุ์เปรียบเทียบ โดยให้ผลผลิต 88.76– 104.20 กรัม/ถุง ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์เปรียบเทียบให้ผลผลิตเพียง 82.48 กรัม/ถุง ดังแสดงในตารางที่ 10 ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับ Kinugawa *et. al.* (1997) ที่ปรับปรุงพันธุ์เห็ดโดยการผสมพันธุ์ด้วยวิธี Di-mon mating ระหว่างเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) ของประเทศญี่ปุ่นกับเส้นใยนิวเคลียสคู่ของเห็ดถั่ว (*Pleurotus sp.*) ของประเทศไทยพบว่า ลูกผสมที่ได้ให้ผลผลิตสูงกว่าหรือเท่ากับสายพันธุ์พ่อแม่ ในขณะที่อัญชลิ (2553) ปรับปรุงพันธุ์เห็ดถั่วเบอร์ 3 ด้วยวิธีการผสมสปอร์เดี่ยว (Mono-Mono mating) นำเห็ดถั่วลูกผสมที่ได้มาทดสอบพบว่า ให้ผลผลิตน้อยกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบ

ที่ให้น้ำหนักรวมถึง 208 กรัม/ถุง ส่วนลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงให้ผลผลิตเพียง 160 กรัมและ 205 กรัม/ถุง ทั้งนี้ สอดคล้องกับอนุวัฒน์และคณะ (2543) ที่รายงานว่า การผสมข้ามแบบ Di-mon mating ระหว่างเห็ดนางฟ้าและ เห็ดภูฏานในแต่ละชนิดโดยใช้เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของเห็ดชนิดหนึ่งผสมกับเส้นใยนิวเคลียสคู่ของเห็ดอีกชนิดหนึ่ง ผสมกัน วิธีการนี้มีโอกาสที่ได้ลูกผสมที่ดีมากกว่าการผสมแบบ Mon-mon mating

ตารางที่ 10 ระยะเวลาที่เส้นใยเจริญเต็มถูงอาหารเพาะ ระยะเวลาออกดอกครั้งแรกและผลผลิตของเห็ด ภูฏานลูกผสมสายพันธุ์ต่างๆที่เพาะทดสอบในช่วงฝน

สายพันธุ์	ระยะเวลาที่เส้นใย เจริญเต็มถูงอาหารเพาะ (วัน)	ระยะเวลาออกดอก ครั้งแรก (วัน)	ผลผลิต (กรัม/ถุง)
ภูฏาน3	33.65a	10.65a	82.48bc
SA2xP3	52.10f	27.18de	33.65de
SA4xP3	57.86g	N.D.	N.D.
SA5xP3	46.31cd	14.43abc	18.91ef
SA6xP3	33.68a	13.10abc	77.44c
SA7xP3	48.08d	23.99de	16.32ef
SA25xP3	57.69g	21.42cde	4.17f
SB20xP3	41.28b	7.20a	104.20a
SB23xP3	47.62d	-	-
SB24xP3	44.83c	7.39a	92.42abc
SB25xP3	41.71b	14.71abc	5.79f
SC12xP3	33.81a	9.69a	96.92ab
SE5xP3	33.53a	12.09ab	88.76abc
SF15xP3	34.73a	20.86bcd	30.56e
SF30xP3	52.15f	15.29abc	26.40e
SG2xP3	41.34b	7.49a	94.31abc
SG10xP3	50.09e	29.68e	49.42d
CV(%)	18.72	35.3	21.7

N.D. = not determined (เนื่องจากเห็ดไม่ออกดอก)

(-) = เห็ดภูฏานลูกผสมสายพันธุ์ SB23xP3 ให้ผลผลิตไม่สม่ำเสมอจึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ทางสถิติได้

ภูฏาน3 = เห็ดภูฏานสายพันธุ์เปรียบเทียบ

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสมมติไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษานี้จำนวนดอกต่อช่อพบว่าลูกผสมสายพันธุ์ SA6xP3, SG2xP3, SE5xP3 และ SB24xP3 มีจำนวนดอกมากกว่าสายพันธุ์อื่นๆที่ทดสอบ โดยมีจำนวนดอกเฉลี่ย 4.10 – 4.70 ดอก/ช่อ และเมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดภูฐาน3 พบว่า มีจำนวนดอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 11

จากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหมวกดอกเห็ดลูกผสมทั้งทางด้านกว้างและด้านยาว พบว่าขนาดเฉลี่ยของหมวกดอกด้านกว้างมีมากกว่าด้านยาว โดยเห็ดลูกผสมสายพันธุ์ SA2xP3, SF30xP3, SA5xP3, SG10xP3, SA25xP3 และ SB25xP3 มีความกว้างของหมวกดอกมากกว่าลูกผสมสายพันธุ์อื่นๆรวมถึงเห็ดภูฐาน3 โดยมีความกว้างของหมวกดอกเท่ากับ 6.48 – 7.23 เซนติเมตร

เมื่อเปรียบเทียบความยาวของหมวกดอก พบว่าลูกผสมสายพันธุ์ส่วนใหญ่มีความยาวของหมวกดอกเท่ากับ 5.53 – 6.01 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างจากสายพันธุ์เปรียบเทียบ(5.62 เซนติเมตร) ยกเว้นเห็ดลูกผสมสายพันธุ์ SA5xP3, SA7xP3 และ SA25xP3 ซึ่งมีความยาวของหมวกดอกเห็ดที่สั้นกว่า

ตารางที่ 11 จำนวนดอก ขนาดของหมวกดอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของก้านดอกเห็ดภูฐานลูกผสมที่ได้จากการเพาะทดสอบในฤดูฝน

สายพันธุ์	จำนวนดอก/ช่อ (ดอก)	ความกว้างของหมวกดอก (ซม.)	ความยาวของหมวกดอก (ซม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้าน (ซม.)	ความยาวของก้าน (ซม.)
ภูฐาน3	5.65a	6.36bcde	5.62ab	0.69bc	7.28bc
SA2xP3	3.87bcde	7.23a	5.54ab	0.81a	5.95de
SA5xP3	3.72bcde	6.82abc	5.08bc	0.59cd	5.89de
SA6xP3	4.70ab	6.14cde	5.58ab	0.74ab	7.19bc
SA7xP3	2.27e	5.74e	4.76c	0.74ab	5.27e
SA25xP3	3.92bcd	6.57abcde	5.19bc	0.67bcd	7.45bc
SB20xP3	3.89bcde	6.03cde	5.75ab	0.66bcd	7.34bc
SB24xP3	4.10abc	6.23bcde	5.63ab	0.63bcd	7.60b
SB25xP3	2.37de	6.48abcde	5.86ab	0.58d	9.13a
SC12xP3	3.88bcde	6.23bcde	5.54ab	0.73ab	7.56b
SE5xP3	4.29abc	6.33bcde	5.66ab	0.64bcd	7.03bc
SF15xP3	2.91cde	5.89de	5.62ab	0.72ab	7.22bc
SF30xP3	3.45bcde	7.08ab	6.01a	0.73ab	6.61cd
SG2xP3	4.56abc	6.17cde	5.53ab	0.68bcd	7.45bc
SG10xP3	3.85bcde	6.71abcd	5.54ab	0.72ab	7.04bc
CV(%)	25.7	8.3	8.3	9.6	7.4

ภูฐาน3 = เห็ดภูฐานสายพันธุ์เปรียบเทียบ

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านเห็ดสายพันธุ์ต่างๆ พบว่าลูกผสมสายพันธุ์ SA2xP3, SA6xP3, SA7xP3, SC12xP3, SF30xP3, SF15xP3 และSG10xP3 มีขนาดของก้านดอกใหญ่กว่าสายพันธุ์อื่นๆ รวมถึงสายพันธุ์เปรียบเทียบ โดยมีขนาดของก้าน 0.72 – 0.81 เซนติเมตร ในขณะที่ลูกผสมสายพันธุ์อื่นๆมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้าน 0.58 – 0.68 เซนติเมตร

ผลการวัดความยาวของก้านดอกเห็ด พบว่าลูกผสมสายพันธุ์ SB25xP3 ก้านดอกยาวกว่าลูกผสมสายพันธุ์อื่นรวมถึงสายพันธุ์เปรียบเทียบ โดยมีความยาวเท่ากับ 9.13 เซนติเมตร ในขณะที่ลูกผสมสายพันธุ์อื่นๆมีความยาวของก้านดอก 5.27 – 7.60 เซนติเมตร

ผลการเปรียบเทียบการเพาะเห็ดทั้ง 3 ฤดูกาล สามารถแบ่งเห็ดลูกผสมได้ 3 กลุ่มดังนี้

1. กลุ่มที่มีดอกลักษณะดีและให้ผลผลิตสูงทั้ง 3 ฤดูกาล ได้แก่ ลูกผสม SE5xP3 เนื่องจากให้ผลผลิตสูงกว่าหรือเทียบเท่าเห็ดภูฏานเบอร์ 3 ทุกฤดู
2. กลุ่มที่มีดอกลักษณะดีและให้ผลผลิตสูง 2 ฤดูกาล ได้แก่ SB24xP3, SC12xP3 และ SG2xP3 ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบในฤดูร้อนและฝน แต่ฤดูหนาวให้ผลผลิตน้อยกว่าภูฏาน 3 ในขณะที่ SA6xP3 ให้ผลผลิตสูงกว่าหรือเทียบเท่าเห็ดภูฏานเบอร์ 3 ในฤดูร้อนและหนาว แต่ฤดูฝนให้ผลผลิตน้อยกว่าภูฏาน 3
3. กลุ่มที่มีดอกลักษณะดี แต่ให้ผลผลิตต่ำ ได้แก่ SA2xP3, SA4xP3, SA5xP3, SB14xP3, SB20xP3, SB23xP3, SB25xP3, SF15xP3 และSG10xP3
4. กลุ่มที่มีดอกลักษณะไม่ดีและผลผลิตต่ำ ได้แก่ SA7xP3, SA25xP3, SC18xP3 และSF30xP3

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลการปรับปรุงพันธุ์เห็ดภูฏานด้วยวิธีการผสมพันธุ์แบบ Di-mon mating ระหว่างเส้นใยนิวเคลียสคู่ของเห็ดภูฏานเบอร์ 3 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ให้บริการของกรมวิชาการเกษตรกับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว 268 สายพันธุ์ที่มาจากเห็ดภูฏานสายพันธุ์ต่างๆ ได้คู่ผสมทั้งหมด 268 คู่ผสม มี 18 คู่ผสมที่เข้าคู่กันได้ เนื่องจากตรวจพบ Clamp connection นำเห็ดลูกผสมที่ได้ทั้ง 18 สายพันธุ์ไปเพาะทดสอบในอาหารเพาะเชื้อเลี้ยง 3 ฤดู ได้แก่ฤดูหนาว ฤดูร้อนและฤดูฝน พบว่าในฤดูหนาวเห็ดภูฏานลูกผสมทั้ง 18 สายพันธุ์เกิดดอกให้เห็น ส่วนใหญ่จะให้ดอกที่มีรูปร่างของหมวกแบบคล้ายพัด บางสายพันธุ์หมวกดอกกลม ปลายหมวกดอกเรียบ มีเพียงบางสายพันธุ์ที่มีหมวกดอกหงิก ได้แก่ SA7xP3, SC18xP3 และSA25xP3 สีของหมวกดอกมีทั้งสีเทาเข้ม สีเทา สีครีมอมเทาและสีครีม

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตกับสายพันธุ์เปรียบเทียบ(เห็ดภูฏานเบอร์ 3) ในระยะเวลา 2 เดือนหลังเปิดดอก โดยคิดเป็นน้ำหนักเห็ดสดต่อถุง พบว่าเห็ดลูกผสมสายพันธุ์ SE5xP3 และSA6xP3 ให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์เปรียบเทียบ โดยเห็ดลูกผสมทั้งสองให้ผลผลิต 116.82 และ113.39 กรัม/ถุง ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์เปรียบเทียบให้ผลผลิต 125.47 กรัม/ถุง

ผลการศึกษการให้ผลผลิตของเห็ดภูฏานลูกผสมในฤดูร้อน มีเห็ดลูกผสมเพียง 8 สายพันธุ์เท่านั้นที่ออกดอกให้เห็น เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตกับเห็ดภูฏานเบอร์ 3 พบว่า เห็ดลูกผสม 5 สายพันธุ์ ได้แก่ SE5xP3, SA6xP3, SC12xP3, SB24xP3 และ SG2xP3 ให้ผลผลิตสูงกว่าเห็ดภูฏานเบอร์ 3 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิต 75.95 – 80.23 กรัม/ถุง ในขณะที่เห็ดภูฏานเบอร์ 3 ให้ผลผลิตเพียง 42.84 กรัม/ถุง

ผลการศึกษากาให้ผลผลิตของเห็ดถุกฎานลูกผสมในฤดูฝน มีเห็ดถุกผสมจำนวน 15 สายพันธุ์ ออกดอกให้เห็นเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตกับเห็ดถุกฎานเบอร์3 พบว่า เห็ดถุกผสม 5 สายพันธุ์ ได้แก่ SB20xP3, SC12xP3, SG2xP3, SB24xP3 และ SE5xP3 ให้ผลผลิตสูงกว่าเห็ดถุกฎานเบอร์3 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิต 88.76– 104.20 กรัม/ถุก ในขณะที่เห็ดถุกฎานเบอร์3ซึ่งเป็นสายพันธุ์เปรียบเทียบให้ผลผลิตเพียง 82.48 กรัม/ถุก

จากผลการเพาะทดสอบกาให้ผลผลิตของเห็ดถุกฎานลูกผสมทั้ง 18 สายพันธุ์ใน 3 ฤดูกาลพบว่าเห็ดถุกผสมสายพันธุ์ SE5XP3 เป็นสายพันธุ์ที่ดอกมีลักษณะดีและให้ผลผลิตสูงที่สุด เนื่องจากในฤดูหนาวให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างทางสถิติกับเห็ดถุกฎานเบอร์ 3 ซึ่งเป็นสายพันธุ์เปรียบเทียบ ในขณะที่ในฤดูร้อนและฤดูฝนให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบโดยมีความแตกต่างทางสถิติ รองลงมาคือถุกผสม SC12xP3, SB24xP3 และ SG2xP3 ให้ผลผลิตสูงกว่าเห็ดถุกฎานเบอร์ 3 โดยมีความแตกต่างทางสถิติทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝนและ SA6xP3 ให้ผลผลิตสูงกว่าหรือเทียบเท่าเห็ดถุกฎานเบอร์ 3 ในฤดูร้อนและหนาว ดังนั้นเห็ดถุกผสมทั้ง 5 สายพันธุ์นี้มีแนวโน้มเป็นเห็ดที่มีศักยภาพที่จะนำไปใช้เป็นสายพันธุ์เพื่อให้บริการแก่เกษตรกรต่อไป แต่อาจจะต้องติดตามและเพาะทดสอบอีกในรุ่นต่อไปในภายหลัง เพื่อดูความแปรปรวนและการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมของเห็ดถุกผสม ส่วนเห็ดถุกผสมสายพันธุ์อื่นๆที่ให้คุณภาพดอกดี แต่ผลผลิตต่ำ ได้แก่ SB20xP3 SA2xP3, SA4xP3, SA5xP3, SB14xP3, SB20xP3, SB23xP3, SB25xP3, SF15xP3 และ SG10xP3 ควรปรับปรุงพันธุ์เพื่อพัฒนาพันธุ์ต่อไป

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ปี 2559 นำเห็ดถุกฎานลูกผสมที่มีคุณลักษณะดีและผลผลิตสูงไปเพาะทดสอบในพื้นที่โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริเพื่อให้กรมวิชาการเกษตร มีเห็ดถุกฎานลูกผสมสายพันธุ์ใหม่อย่างน้อย 1 สายพันธุ์ เพื่อเป็นทางเลือกให้เกษตรกรได้ใช้อย่างเหมาะสม

11. คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณดร.สัณชัย ต้นตยาภรณ์ ที่ให้คำแนะนำปรึกษาในการทำการทดลองครั้งนี้และขอขอบคุณผู้อำนวยการกลุ่มวิจัย ข้าราชการและพนักงานราชการ กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์ทางสถิติงานวิจัยเกษตร กองแผนงานและวิชาการ ที่ให้คำปรึกษาและวิเคราะห์สถิติ

12. เอกสารอ้างอิง

ณัฐธยา คำบุญรัตน์และวิเชียร ภู่ว่าง. 2540. การปรับปรุงพันธุ์เห็ดนางรมชนิดฟลอริดาโดยการผสมพันธุ์.

วารสารการเกษตร 13(1): 19-28.

ประเสริฐ วุฒิคัมภีร์. 2539. การศึกษารูปแบบของไอโซไซม์ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและผลผลิตของ

เห็ด นางฟ้าถุกฎานและเห็ดนางรมสีทอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาโรคพืช.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์:กรุงเทพฯ.

ปัญญา โพธิ์ธิดรัตน์. 2532. เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. ภาควิชาเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กรุงเทพฯ. 590 น.

- ภัทรารักษ์ อิศระทะ และวิเชียร ภู่อ่าง. 2540. การปรับปรุงพันธุ์เห็ดนางรมสีเทาโดยการผสมพันธุ์.
วารสารเกษตร. 13(1): 9-18
- สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย. 2553. คู่มือการผลิตเห็ดคุณภาพตามแนวทางเกษตรที่ดี
เหมาะสม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. 79 หน้า.
- อนุวัฒน์ รัตนชัย. 2543. การผสมข้ามชนิดของเห็ดนางฟ้ากับเห็ดนางฟ้าภูฐาน. วารสารเกษตร. 16(3): 261-272
- อัญชลี เชียงกุล. 2553. การปรับปรุงพันธุ์เห็ดภูฐานโดยวิธีการผสมสปอร์เดี่ยวและการจัดทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอ
เห็ดลูกผสม. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553 เล่ม 2 สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ.
กรมวิชาการเกษตร.
- อุราภรณ์ สะอาดสุดและสมศรี หล้าบุตตา. ม.ป.ป. เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการวิจัยและถ่ายทอด
เทคโนโลยี “การผลิตหัวเชื้อและก้อนเชื้อเห็ดเศรษฐกิจ” การเพาะเห็ดสกุลนางรม.
สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Eger, G. 1978. Biology and breeding of *Pleurotus ostreatus* Mushroom Science IX(part1):567-573.
- Jacquat, C., G. Bertossa. 1990. Plant from the markets of Thailand. Editions Duang Kamol.
Bangkok.
- Kinugawa, K., E. Tanesaka, A. Nagata and K. Watanabe. 1997. Cross-compatibility between Thai
and Japanese Oyster Mushrooms and the Inheritance of Fruiting Habits. **Mem. Fac. Agr.
Kinki. Univ.** 30: 7-11.
- Kues, U. 2000. Life History and Developmental Processes in the Basidiomycete *Coprinus cinereus*.
Microbial Mol Biol. 64(2): 316-353.
- Rizzo, D and G. May. 1994. Nuclear replacement during mating in
Armillariaostoyae(Basidiomycotina) **Microbiology.** 140:2115-2124.
- Srivilai, P., P. Loutchanwoot, and J. Sukha, 2009. Blue light signaling inactivates the mating type
genes-mediated repression of asexual spore production in the higher basidiomycete
Coprinopsis cinerea. **Pak J Biol Sci.** 12(12): 110-118.