

การพัฒนาเห็ดเศรษฐกิจสายพันธุ์ใหม่ *Coprinus comatus* (O.F.Müll.) Gray
ที่เหมาะสมกับการเพาะในประเทศไทย

Development of New Economic Mushroom *Coprinus comatus* (O.F.Müll.) Gray
for Cultivation in Thailand

วราพร ไชยมา อนุสรณ์ วัฒนกุล กรกช จันทร อลงกรณ์ กรณ์ทอง
Varaporn Chaiyama Anusorn Wattanakul Korakoch Chantorn Alongkorn Korntong

ABSTRACT

Coprinus comatus (O.F.Müll.) Gray has the potential benefits to be developed as a new economic mushroom strain in Thailand. The objective of this study was to investigate proper growing media and the optimum growth temperatures for mycelium cultivation of *C. comatus*. Five mushroom strains were used in this study. The first strain is introduced from America (Comatus1), and the other 4 strains are from the People's Republic of China (Comatus2, 3, 4 and 5). Three strains, Comatus1, 3 and 5, which showed great mycelia growth on agar media were selected. Mycelium growth rate of all strains were evaluated on six culture media. The result indicated that mycelium growth rates of Comatus1, 3 and 5, were maximum on PGPA medium significantly. And the optimum mycelium growth temperature for incubation is about 25°C. The spawn production most suitable for all strains was boiled sorghum : CaCO₃ : sugar (92 : 4: 4 by volume). The mycelium on average completely spread throughout the substrates within 15.25 days after inoculation. For cultivation technology, pasteurized plastic basket technique was used with the combination of rice straw, rice bran, urea, ammonium sulfate, lime, gypsum, and triple super phosphate. These components supported higher yields of basidiocarps. After that casing with mixed soil and then incubated the cultivating baskets to the temperature of 18-20°C for fruiting bodies induction. The fruiting bodies of Comatus3 and Comatus5 began to initiation within 13.60 and 14.20 days respectively after exposed to cold temperature. Furthermore, the perfect fruiting body and the highest yield were found in Comatus3 (2,557.10 g/basket) after three harvests. For Indoor cultivation (shelf method), it was shown that the three strains could be cultivated in the winter (16 – 30°C) at Wiang Pa Pao District, Chiang Rai Northern of Thailand. Moreover, a substrate

สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

Biotechnology Research and Development Office

combination of rice straw : rice bran : urea : ammonium sulfate : lime : gypsum : triple super phosphate (100: 5: 1: 2: 1: 2: 1 by volume) gave the highest yields in both Comatus3 (3.04 kg.m⁻²) and Comatus5 (3.05 kg.m⁻²), which were not differently significant. The largest basidiocarp was found in Comatus3.

Key word: *Coprinus comatus*, mycelium growth, cultivation, basidiocarp, yield

บทคัดย่อ

เห็ด *Coprinus comatus* (O.F.Mull) Gray หรือเห็ดถั่วฝรั่ง มีศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นเห็ดเศรษฐกิจชนิดใหม่ได้ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดอาหาร อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด และเทคโนโลยีการผลิตเห็ดถั่วฝรั่ง โดยทำการรวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดถั่วฝรั่ง จากสหรัฐอเมริกา 1 สายพันธุ์ (Comatus 1) สาธารณรัฐประชาชนจีน 4 สายพันธุ์ (Comatus 2, Comatus 3, Comatus 4 และ Comatus 5) คัดเลือกเชื้อเห็ดที่เจริญเติบโตสูงสุด 3 อันดับ (Comatus1 Comatus3, และ Comatus5) จากการศึกษาการเจริญของเส้นใยบนอาหารวัน 6 ชนิด พบว่าเชื้อเห็ดทั้ง 3 สายพันธุ์ เจริญได้ดีที่สุดบนอาหาร PGPA และที่อุณหภูมิ 25^oC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำมาผลิตเชื้อขยายในอาหาร 5 สูตร พบว่า เชื้อเห็ดเจริญได้ดีที่สุดบนอาหารสูตรที่ประกอบด้วยข้าวฟ่างต้ม : CaCO₃ : น้ำตาล ใช้เวลาเฉลี่ย 15.25 วัน ศึกษาการเกิดดอกเห็ดด้วยการเพาะในระบบตะกร้าพลาสติก ใช้วัสดุหมักที่ผ่านการพลาสติก 7 ชนิดคือ ฟางข้าว : ไร่ข้าว : ยูเรีย : แอมโมเนียมซัลเฟต : ปูนขาว : ยิปซั่ม และทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต พบว่าเชื้อเห็ดทั้ง 3 สายพันธุ์ เจริญได้ดีไม่แตกต่างทางสถิติ จากนั้นกระตุ้นให้เกิดดอกโดยการคลุมผิวหน้า ด้วยดินผสม บ่มเลี้ยงในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 18-20 °C เห็ด Comatus 3 และ Comatus 5 ออกดอกรุ่นแรก ใช้เวลา 13.60 และ 14.20 วัน ตามลำดับ และ Comatus 3 ให้ผลผลิตสูงสุด 2,557.10 กรัมต่อตะกร้า สามารถเก็บผลผลิตได้ 3 รุ่น การขยายผลทดสอบเทคโนโลยีที่ได้ในสภาพโรงเรือนเกษตรกรรมแบบเพาะชั้นที่อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ในฤดูหนาว (16 – 30°C) โดยใช้วัสดุหมักประกอบด้วย ฟางข้าว : ไร่ข้าว : มูลวัว : ปุ๋ยสูตร 0-46-0 : ปูนขาว : ปุ๋ยยูเรีย และดีเกลือ พบว่าสายพันธุ์ Comatus3 และ Comatus5 ให้ผลผลิตได้ครั้งที่ 1 ไม่แตกต่างทางสถิติ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 3.04 และ 3.05 กก./ตร.ม. ตามลำดับ จากนั้นทำการประเมินลักษณะของดอกเห็ดแต่ละสายพันธุ์ พบว่า comatus 3 มีขนาดดอกใหญ่ที่สุด

คำหลัก: เห็ดถั่วฝรั่ง, การเจริญเติบโตของเส้นใย, การเพาะ, ดอกเห็ด, ผลผลิต

คำนำ

เห็ด *Coprinus comatus* (O.F.Mull) Gray มีชื่อสามัญว่า shaggy mane หรือ lawyer's wig ในประเทศจีนเรียกว่า Maotou - Guisan (Stamets, 1993) นิยมบริโภคกันมากในทวีปยุโรป อเมริกาเหนือ และประเทศจีน เป็นเห็ดในสกุล *Coprinus* ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด รสชาติอร่อย และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดย 100 กรัม มีโปรตีน 25.4 กรัม คาร์โบไฮเดรต 4.57 กรัม ไขมัน 0.34 กรัม เส้นใย 2.02 กรัม เถ้า 1.63 กรัม เกลือแร่และวิตามิน (ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม ซีลีเนียม โปแตสเซียม เหล็ก สังกะสี Niacin และวิตามิน บีต่าง ๆ เป็นต้น) อีกทั้งยังมี amino acid มากกว่า 14 ชนิด (Glutamic, Serine, Alanine acid เป็นต้น) ทั้งมีสรรพคุณทางยา สามารถยับยั้งเซลล์มะเร็ง ป้องกันภาวะหลอดเลือด โรคหัวใจ ลดระดับน้ำตาลในเลือด และความดันโลหิต (Gu and Leonard, 2006) ที่สำคัญคือมี β -glucan ที่เป็นสาร antioxidant จากคุณสมบัติดังกล่าวและกระแสนิยมอาหารสุขภาพ ในปัจจุบันจึงมีการเพาะปลูกเห็ดถั่วฝรั่งอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ (Dijkstra, 1976, Mueller *et al.*, 1985, Stamets, 1993, Volk, 2004) เห็ดชนิดนี้ มีรสชาติดี เมื่อนำมาปรุงอาหารจะมีรสชาติคล้ายเนื้อไก่ และมีความกรอบกรอบ เห็ดถั่วฝรั่งที่เพาะปลูกเป็นการค้าในกรุงปักกิ่ง ประเทศจีน พบว่าเส้นใยเห็ดสามารถเจริญได้ในสภาพอุณหภูมิค่อนข้างสูง และได้รับความนิยมนจากผู้บริโภคอย่างรวดเร็ว สำหรับ ประเทศไทย ยังไม่มีการศึกษาหาเทคโนโลยีการเพาะเห็ดถั่วฝรั่งเพื่อการค้า การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของเห็ดชนิดนี้ และการเพาะทดสอบเพื่อศึกษาลักษณะต่าง ๆ และผลผลิตในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับแนะนำแก่เกษตรกรในการเพาะเห็ดเมืองหนาวเป็นการค้า และเป็นการเพิ่มชนิดเห็ดใหม่ให้แก่ตลาด และผู้บริโภคต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

รวบรวมสายพันธุ์เห็ด *Coprinus comatus* ได้ทั้งสิ้น 5 สายพันธุ์ และให้ รหัส (code) ประจำสายพันธุ์เป็น Comatus 1 เป็นสายพันธุ์มาจากสหรัฐอเมริกา ส่วน Comatus 2, Comatus 3, Comatus 4, และ Comatus 5 เป็นสายพันธุ์การค้าของสาธารณรัฐประชาชนจีนที่รวบรวมไว้ภายในศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย กรมวิชาการเกษตร ซึ่งเก็บรักษาไว้ในหลอดทดลองที่อุณหภูมิ 15 °C โดยเมื่อจะทำการทดลองจึงย้ายเส้นใยจากหลอดทดลองลงเลี้ยงในอาหารวุ้น PDA ในจานเลี้ยงเชื้อ เมื่อเชื้อเห็ดเจริญเต็มผิวหน้าอาหาร จึงตัดส่วนของเส้นใยพร้อมทั้งอาหารวุ้นบริเวณขอบโคโลนี ออกเป็นชิ้นขนาดประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร แต่ละชิ้นที่ได้นี้คือ เชื้อที่ใช้สำหรับปลูกเชื้อ (inoculate) ลงบนอาหารวุ้นต่างๆที่จะทำการทดลองต่อไป

1. ศึกษาการเจริญของเส้นใย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบรูณ์ (CRD, completely randomized design) มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ได้แก่ Comatus 1, Comatus 2, Comatus 3, Comatus 4 และ Comatus 5 โดยทำการศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดบนอาหารวุ้น PDA ในจานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มม. บ่มเลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิห้อง

เป็นเวลา 7 วัน ทำการวัดความกว้างของโคโลนี และประเมินความหนาแน่นของเส้นใยโดยสายตา จึงทำการคัดเลือกเชื้อเห็ดที่เจริญเติบโตสูงสุด 3 อันดับ มาทำการศึกษาต่อไป

2. ศึกษาการเจริญของเส้นใยบนอาหารวุ้น 6 ชนิด

2.1 การเจริญของเส้นใยเห็ดถั่วฝรั่ง Comatus1 บนอาหารวุ้น 6 ชนิด

วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 6 กรรมวิธี 4 ซ้ำ อาหารที่ใช้ทดสอบมีดังนี้ 1) CMA 2) GPA 3) MEA 4) PDA 5) PDPYA 6) PGPA โดยเลี้ยงเส้นใยเห็ดถั่วฝรั่ง Comatus1 บนอาหารวุ้น 6 ชนิด บ่มเลี้ยงที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน เปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเห็ดในแนวระดับ (linear growth rate) โดยวัดความกว้างของโคโลนี และประเมินความหนาแน่นของเส้นใยโดยสายตา

2.2 การเจริญของเส้นใยเห็ดถั่วฝรั่ง Comatus3 บนอาหารวุ้น 6 ชนิด

ปฏิบัติเช่นเดียวกันในการทดลองที่ 2.1

2.3 การเจริญของเส้นใยเห็ดถั่วฝรั่ง Comatus5 บนอาหารวุ้น 6 ชนิด

ปฏิบัติเช่นเดียวกันในการทดลองที่ 2.1

3. ศึกษาการเจริญของเส้นใยในอุณหภูมิต่างๆ

3.1 การเจริญของเส้นใยเห็ดถั่วฝรั่ง Comatus1 ในอุณหภูมิต่างๆ

วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 6 กรรมวิธี 4 ซ้ำ โดยเลี้ยงเส้นใยเห็ดถั่วฝรั่ง Comatus1 ในอาหาร PGPA จากนั้นนำไปบ่มเลี้ยงในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C และ 40°C เปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเห็ดในแนวระดับ โดยวัดความกว้างของโคโลนี และประเมินความหนาแน่นของเส้นใยโดยสายตา เมื่อเชื้อมีอายุ 7 วัน

3.2 การเจริญของเส้นใยเห็ดถั่วฝรั่ง Comatus3 ในอุณหภูมิต่างๆ

ปฏิบัติเช่นเดียวกันในการทดลองที่ 3.1

3.3 การเจริญของเส้นใยเห็ดถั่วฝรั่ง Comatus5 ในอุณหภูมิต่างๆ

ปฏิบัติเช่นเดียวกันในการทดลองที่ 3.1

4. ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อขยาย (spawn)

4.1 สูตรอาหารที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อขยาย Comatus1

วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 5 กรรมวิธี (สูตร) แต่ละสูตรมี 4 ซ้ำ ๆ ละ 3 ขวด ๆ ละ 150 กรัม ได้แก่

สูตร 1 ข้าวฟ่าง 100% (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)

สูตร 2 ข้าวฟ่าง 96% + น้ำตาล 4%

สูตร 3 ข้าวฟ่าง 92%, + น้ำตาล 4% + CaCO₃ 4%

สูตร 4 ข้าวสาลี 100%

สูตร 5 ข้าวสาลี 96% + น้ำตาล 4%

โดยทำการแช่ข้าวฟ่าง (สูตร 1, 2, 3) และข้าวสาลี (สูตร 4, 5) ที่ผ่านการล้างน้ำให้สะอาด ทิ้งไว้ 1 คืน นำข้าวฟ่างและข้าวสาลีที่ผ่านการแช่น้ำแล้ว มาต้มในน้ำเดือด ประมาณ 15 นาที ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ

ฝั่งลมให้เย็น ผสมด้วยสูตรต่างๆ บรรจุใส่ขวด นำไปนึ่งมาเชื้อที่ความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 3 ชม. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจึงเขี่ยเชื้อเห็ดที่เลี้ยงไว้ในอาหารวุ้น PDA จากนั้นนำไปบ่มเลี้ยงในอุณหภูมิห้อง บันทึกผลระยะเวลาที่เชื้อเห็ดเจริญเต็มวัสดุ

4.2 สูตรอาหารที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อขยาย Comatus 3

ปฏิบัติเช่นเดียวกันในการทดลองที่ 4.1

4.3 สูตรอาหารที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อขยาย Comatus 5

ปฏิบัติเช่นเดียวกันในการทดลองที่ 4.1

5. ศึกษาการเกิดดอกของเห็ดถั่วฝักรุ่นในตะกร้าพลาสติก

ทดลองเพาะเห็ดถั่วฝักรุ่นทั้ง 3 สายพันธุ์ (กรรมวิธี) ด้วยการเพาะระบบตะกร้าพลาสติกโดยใช้วัสดุหมักที่ประกอบด้วย ฟางข้าว+รำข้าว+ยูเรีย+แอมโมเนียมซัลเฟต+ปูนขาว+ยิปซัม+ทริปเทิล ซุปเปอร์ฟอสเฟต อัตราส่วน 100 : 5 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1 โดยน้ำหนัก ซึ่งผ่านการหมักนาน 21 วัน และทำการฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรซ์จากนั้นหว่านเชื้อเห็ด และนำไปบ่มเลี้ยง ในโรงเรือนไม่ควบคุมอุณหภูมิ เมื่อเชื้อเห็ดเจริญเต็มวัสดุเพาะ จึงทำการคลุมดิน (casing) ด้วยดินร่วนผสมปูนขาว 1% รอจนกระทั่งเส้นใยเห็ดเจริญคลุมผิวดิน จึงนำไปกระตุ้นให้เกิดดอก โดยกระตุ้นให้เกิดดอก ด้วย 2 วิธีคือ

1. กระตุ้นเกิดดอกในโรงเรือนเปิดดอกไม่ควบคุมอุณหภูมิ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (randomized completely block design; RCB) มี 3 กรรมวิธี (สายพันธุ์) มี 4 ซ้ำ ๆ ละ 3 ตะกร้า

2. กระตุ้นเกิดดอกในตู้ควบคุมอุณหภูมิ วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 กรรมวิธี (สายพันธุ์) 5 ซ้ำ

บันทึกระยะเวลาที่เชื้อเห็ดเดินเต็มปุ๋ยหมัก และผลผลิตของแต่ละสายพันธุ์

6. การประเมินลักษณะของดอกเห็ดถั่วฝักรุ่นในแต่ละสายพันธุ์

บันทึกลักษณะต่าง ๆ เช่น หมวกเห็ด ครีบ ก้านดอก สี ขนาด ลักษณะผิวของก้านดอก ความกว้างหนา การติดกับหมวกเห็ด เนื้อเยื่อภายในก้านดอก และนับจำนวนดอก เป็นต้น

7. ศึกษาการเพาะเห็ดถั่วฝักรุ่นในแปลงเกษตรกร

วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ด้วยวิธีการเพาะในระบบโรงเรือนแบบเพาะชั้น ที่ฟาร์มเพาะเห็ดแชมปิญองของเกษตรกร อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ในเดือนกันยายน 2555 – กุมภาพันธ์ 2556 โดยเตรียมวัสดุหมักตั้งแต่ปลายเดือนกันยายน พ.ศ. 2555 วัสดุหมักประกอบด้วย ฟางข้าว + รำข้าว + มูลวัว + ปุ๋ยสูตร 0-46-0 + ปูนขาว + ยูเรีย + ดีเกลือ อัตราส่วน 100 : 5 : 5 : 5 : 5 : 5 : 2 โดยน้ำหนัก ซึ่งผ่านการหมักนาน 21 วัน และทำการฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรซ์จากนั้นหว่านเชื้อเห็ด เมื่อเชื้อเห็ดเจริญเต็มวัสดุเพาะ จึงทำการคลุมดินด้วยดินร่วนผสมปูนขาว 1% รอจนกระทั่งเส้นใยเจริญผ่านขึ้นมานบนชั้นดิน ทำการให้น้ำแบบพ่นฝอยให้มีความชื้นสม่ำเสมอ เห็ดเริ่มเกิดดอก บันทึกระยะเวลาที่เชื้อเดินเต็มปุ๋ยหมัก และผลผลิตของแต่ละสายพันธุ์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาการเจริญของเส้นใย

ผลการศึกษาการเจริญของเส้นใยบนอาหารวุ้น PDA ในแต่ละสายพันธุ์ รวมทั้งสิ้น 5 สายพันธุ์ คือ Comatus 1, Comatus 2, Comatus 3, Comatus 4 และ Comatus 5 ซึ่งผลการเปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเห็ด *C.comatus* พบว่าหลังปลูกเชื้อ 7 วัน เชื้อเห็ดที่เจริญได้ดีที่สุด คือ Comatus 5 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย 86.25 มม. (Table 1) รองลงมาคือ Comatus 1, Comatus 3, Comatus 4 และ Comatus 2 ตามลำดับ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย 85.25, 82.25, 75.25 และ 70.75 มม. ตามลำดับ จึงทำการคัดเลือกเชื้อเห็ดที่เจริญเติบโตสูงสุด 3 อันดับ (Comatus 5, Comatus 1 และ Comatus 3) มาทำการศึกษาต่อไป

Table 1. Mycelial growth of *Coprinus comatus* strains were tested on PDA medium and incubated in room temperature (25-28°C) for 7 days

Strains	Colony diameter in mm. ¹	Density of mycelium after 7 days incubation ²
Comatus 1	85.25	+++
Comatus 2	75.25	++
Comatus 3	82.25	+++
Comatus 4	70.75	++
Comatus 5	86.25	+++

1) + denotes the density of the mycelium. More + indicates more dense growth of the mycelium.

2. ศึกษาการเจริญของเส้นใยบนอาหารวุ้น 6 ชนิด

ผลการศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่วฝรั่งทั้ง 3 สายพันธุ์ คือ Comatus 1 Comatus 3 และ Comatus 5 บนอาหารวุ้น 6 ชนิด หลังปลูกเชื้อ 7 วัน พบว่า เชื้อเห็ดเจริญได้ดีที่สุดบนอาหารวุ้น PGPA รองลงมาคือ PDPYA PDA CMA MEA และ GPA ตามลำดับ ในทุกสายพันธุ์ (Table 2 และ Figure 1) ซึ่งเท่ากับอัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่วฝรั่งกับเห็ดเศรษฐกิจชนิดอื่นๆ เช่น เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า เห็ดกระด้าง เห็ดขอนขาว เป็นต้น นอกจากนั้นยังเจริญได้เร็วกว่าเห็ดกระดุม หูหนู เป้าฮื้อ และดินแรด (วสันต์, 2540)

Table 2. Mycelial growth of *Coprinus comatus* strains were tested on six different media and incubated in room temperature (25-28°C) for 7 days

Media	Comatus 1		Comatus 3		Comatus 5	
	Colony diameter in mm. ¹	Density of mycelium ²	Colony diameter in mm. ¹	Density of mycelium ²	Colony diameter in mm. ¹	Density of mycelium ²
CMA	61.75d	+	60.50c	+	70.25b	+
GPA	59.50d	++	62.75c	++	64.50b	++
MEA	78.25c	++	68.25b	++	64.00b	++
PDA	85.75b	+++	88.00a	+++	88.25a	+++
PDPYA	86.75b	+++	87.50a	+++	88.25a	+++
PGPA	90.00a	+++	90.00a	+++	90.00a	+++
CV (%)	2.8		3.8		5.76	

1) Means followed by the same letter in the column were not significantly difference at the 5 % level by DMRT

2) + denotes the density of the mycelium. More + indicates more dense growth of the mycelium.

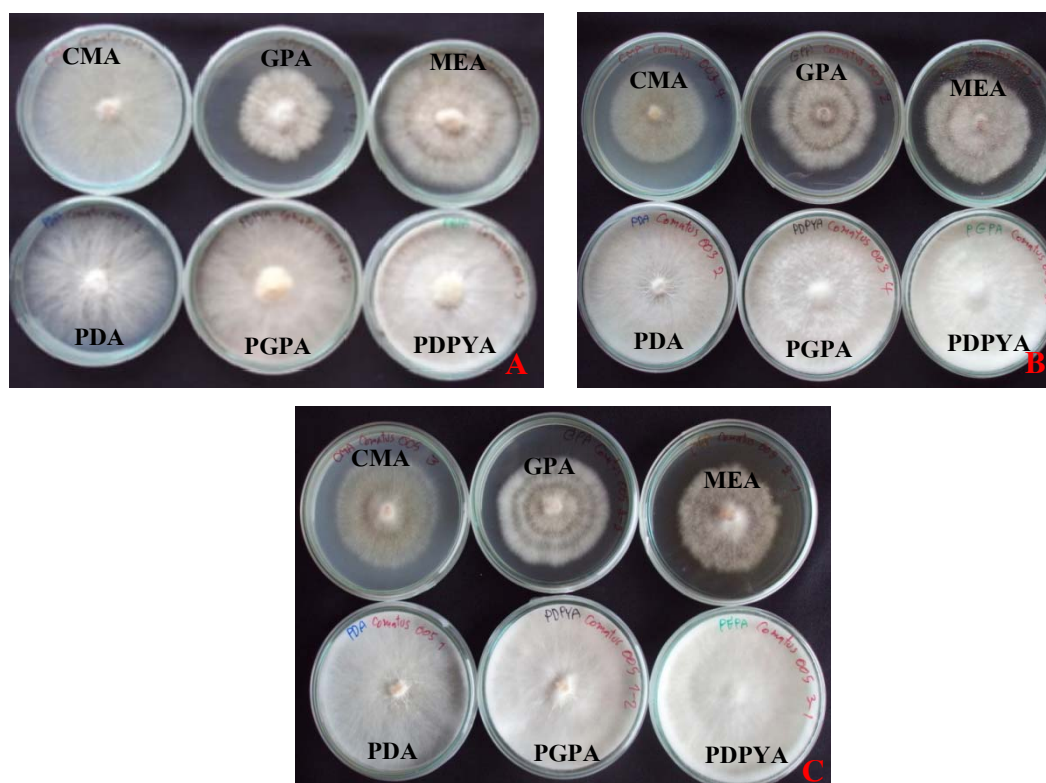


Figure 1. Configuration on mycelia growth of *Coprinus comatus* strains were tested on six different media and incubated in room temperature (25-28°C) for 7 days A: Comatus1, B : Comatus2, C : Comatus3

3. ศึกษาการเจริญของเส้นใยในอุณหภูมิต่างๆ

จากการทดลองเลี้ยงเชื้อเห็ดถั่วฝักรับบนอาหาร PGPA ที่อุณหภูมิต่างกัน 6 ระดับ พบว่า เชื้อเห็ดเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 25⁰C ในทุกสายพันธุ์ (Table 3) รองลงมาคือ 20⁰C, 30⁰C และ 15⁰C ตามลำดับ ส่วนที่อุณหภูมิ 35⁰C เส้นใยเห็ดเจริญได้ไม่ดี มีความหนาแน่นของเส้นใยน้อย และที่ 40⁰C เส้นใยเห็ดทุกสายพันธุ์ ไม่สามารถเจริญได้ โดยปกติแล้วอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใย การงอกของสปอร์ และการพัฒนาเป็นดอกเห็ดจะต้องการช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกัน โดยอุณหภูมิมระหว่าง 20-35⁰C เหมาะต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด (Griffin, 1994) อุณหภูมิมระหว่าง 25-32⁰C เหมาะต่อการงอกของสปอร์ (Cochrane, 1958) ส่วนอุณหภูมิมระหว่าง 18-28⁰C เหมาะต่อการรวมตัวของเส้นใยเพื่อสร้างเป็นดอกเห็ด (Stamets, 1993) และอุณหภูมิมระหว่าง 6-8⁰C เป็นช่วงอุณหภูมิมที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาเชื้อ (Stamets and Chiton, 1983) เป็นต้น

Table 3. Mycelial growth of *Coprinus comatus* strains were tested on PGPA medium and incubated at different temperature for 7 days

Temperature (°C)	Comatus 1		Comatus 3		Comatus 5	
	Colony diameter in mm. ¹	Density of mycelium ²	Colony diameter in mm. ¹	Density of mycelium ²	Colony diameter in mm. ¹	Density of mycelium ²
15	70.75c	+++	74.25c	+++	73.50c	+++
20	83.00b	+++	83.75a	+++	82.75b	+++
25	88.25a	+++	87.50a	+++	87.50a	+++
30	82.00b	+++	78.25b	+++	86.50a	+++
35	24.25d	++	23.25d	++	26.50d	++
40	0.00e	-	0.00e	-	0.00e	-
CV (%)	2.64		4.43		3.19	

1) Means followed by the same letter in the column not significantly difference at the 5 % level by DMRT

2) + denotes the density of the mycelium. More + indicates more dense growth of the mycelium.

4. ศึกษาการผลิตเชื้อขยาย (spawn) ในสูตรอาหารต่างๆ ของแต่ละสายพันธุ์

จากการศึกษาผลิตเชื้อขยาย ในสูตรอาหารต่างกัน 5 สูตร พบว่าเชื้อเห็ดทุกสายพันธุ์ สามารถเจริญได้ดีที่สุดบนอาหารสูตรที่ 3 หลังปลูกเชื้อลงไปในอาหาร ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 15.28 วัน รองลงมาคือสูตรที่ 5 และสูตรที่ 2 เชื้อเห็ดเจริญได้ดีและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเชื้อเห็ดเจริญเต็มอาหารในระยะเวลา 21.08 และ 21.33 วัน ตามลำดับ ส่วนในอาหารสูตรที่ 4 และสูตรที่ 1 เชื้อเห็ดเจริญได้ช้ากว่าสูตรอื่นๆ โดยเชื้อเห็ดเจริญเต็มอาหารในระยะเวลา 24.33 และ 24.64 วัน ตามลำดับ (Table 4)

Table 4. Mycelial growth of *Coprinus comatus* strains were tested on grain with different formulation for preparation of spawn at room temperature (25-28°C)

Spawn Formulation	Comatus 1	Comatus 3	Comatus 5	No. of days in all strains
	Days for completion of spawn running ¹	Days for completion of spawn running ¹	Days for completion of spawn running ¹	
1. boiled sorghum 100%	24.75d	24.58c	24.58c	24.64
2. boiled sorghum 96% : sugar 4 %	21.25b	21.33b	21.42b	21.33
3. boiled sorghum 92% : CaCo ₃ 4% : sugar 4 %	15.25a	15.42a	15.17a	15.28
4. boiled wheat 100%	24.25c	24.33c	24.42c	24.33
5. boiled wheat 96% : sugar 4 %	21.00b	21.08b	21.17b	21.08
CV(%)	2.76	2.37	2.37	

1) Means followed by the same letter in the column were not significantly difference at the 5 % level by DMRT

5. ศึกษาการเกิดดอกของเห็ดถั่วฝรั่งในตะกร้าพลาสติก

จากการศึกษาการเกิดดอกของเห็ดถั่วฝรั่งทั้ง 3 สายพันธุ์ ด้วยการเพาะระบบตะกร้าพลาสติก พบว่า Comatus 3 เจริญได้ดีที่สุด โดยเจริญเต็มวัสดุเพาะภายในระยะเวลาเฉลี่ย 14.58 วัน ส่วน Comatus 5 และ Comatus 1 ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 15.33 และ 15.75 วัน ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อกระตุ้นให้เกิดดอกด้วยการคลุมผิวหน้า ด้วยดินผสม ในโรงเรือนเปิดดอกไม่ควบคุมอุณหภูมิ พบว่าในช่วงเดือนมีนาคม – พฤศจิกายน 2554 (28-36°C) ไม่พบการออกดอก เมื่อทดลองซ้ำในช่วงเดือน ธันวาคม – มกราคม 2555 (26-32°C) โดยการกระตุ้นการเกิดดอกวิธีที่ 1 พบมีการสร้างตุ่มดอก (primordia formation) เท่านั้น ซึ่งตุ่มดอกในเวลาต่อมาจะฝ่อ เป็นสีน้ำตาลแห้ง และสลายไปไม่สามารถเจริญเป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์ได้ สาเหตุอาจเกิดจากสภาวะอากาศที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิสูงเกินไป เป็นต้น จึงได้กระตุ้นการเกิดดอกในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 18-20°C รดน้ำให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 65 – 80 % เห็ด Comatus 3 และ Comatus 5 สามารถเก็บผลผลิตรุ่นแรก ใช้เวลา 13.60 และ 14.20 วัน ตามลำดับซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ ส่วน Comatus 1 เก็บผลผลิตได้ภายใน 19.80 วัน การทดลองนี้สอดคล้องกับ Stamets and Chiton (1983) ซึ่งพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเกิดดอกของเห็ดชนิดนี้ควรอยู่ระหว่าง 18-24°C

การให้ผลผลิตพบว่า สายพันธุ์ Comatus 3 ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 2,557.10 กรัมต่อตะกร้า รองลงมาคือ Comatus 1 และ Comatus 5 ให้ผลผลิต 1,755.34 และ 1,304.69 กรัมต่อตะกร้า ตามลำดับ (Table 5)

กลุ่มดอกเห็ดที่ได้มีลักษณะดอกที่สมบูรณ์ น้ำหนักดี (Figure 2) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 25.03 - 47.88 กรัม ต่อดอก สามารถเก็บผลผลิตได้ถึง 3 รุ่น แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเกิดดอกของเห็ดถั่วฝรั่งควรต่ำกว่า 20°C (Giffin,1994)

Table 5. Mean yield of *Coprinus comatus* strains were obtained from cultivation on plastic baskets which incubated in growth chamber (18-20°C) for fruiting body yield production

Strains	No. of days for full colonized of the mycelial	No. of days form watering to 1 st cropping	No. of basidiocarp/ basket	Weight of basidiocarps (g)	Yield (g/ basket)
Comatus1	15.75b	19.80b	49.60a	39.71b	1,755.34b
Comatus3	14.58a	13.60a	56.20a	34.21a	2,557.10a
Comatus5	15.33b	14.20a	40.20b	32.46b	1,304.89c
CV (%)	4.25	3.99	11.82	12.76	

1) Means followed by the same letter in the column were not significantly difference at the 1 % level by LSD

2) + denotes the density of the mycelium. More + indicates more dense growth of the mycelium.

6.การประเมินลักษณะของดอกเห็ดในแต่ละสายพันธุ์

ลักษณะของดอกเห็ดถั่วฝรั่ง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ หมวกเห็ด และก้านดอก ส่วนบนมีวงแหวน 1 ชั้น ไม่มีเปลือกหุ้มโคน (Figure 3 A และ B)

ก) ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

Comatus 1 หมวกดอก มีสีขาว ถึงขาวครีม มีขนาดความกว้าง 2.3-5.0 ซม. สูง 3- 5 ซม. ด้านบนของผิวหมวกเห็ดมีขนเล็กๆ เป็นเกล็ดสีน้ำตาลอ่อน คลุมผิวบน เมื่อแก่หมวกเห็ดจะสลายกลายเป็นหมึกสีดำ **ครีบดอก** ไม่ยึดติดกับก้าน ครีบบมีสีขาวเมื่อยังอ่อน ต่อมาสีเข้มขึ้นจนกลายเป็นสีดำเมื่อแก่ ครีบดอกมีลักษณะบาง และเรียงกันแบบชิดมาก **ก้านดอก** มีลักษณะเรียวยาวเป็นทรงประบอก เชื่อมกับหมวกดอกตรงกลางหมวก มีสีขาวนวล เนื้อแน่นเมื่อยังอ่อน แต่เมื่อแก่ภายในก้านจะกลวง มีรากยาวยึดติดกับวัสดุเพาะ

Comatus 3 หมวกดอก มีสีขาว ถึงขาวครีม มีขนาดความกว้าง 2.5-4.5 ซม. สูง 3 - 4.5 ซม. ด้านบนของผิวหมวกเห็ดมีขนเล็กๆ เป็นเกล็ดสีน้ำตาลอ่อนถึงเทา คลุมผิวบน เมื่อแก่หมวกเห็ดจะสลายกลายเป็นหมึกสีดำ **ครีบดอก** ไม่ยึดติดกับก้าน ครีบบมีสีขาวเมื่อยังอ่อน ต่อมาสีเข้มขึ้นจนกลายเป็นสีดำเมื่อแก่ ครีบดอกมีลักษณะบาง และเรียงกันแบบชิดมาก **ก้านดอก** มีลักษณะเรียวยาวเป็นทรงประบอก เชื่อมกับหมวกดอกตรงกลางหมวกมีสีขาวนวลเนื้อ

Comatus 5 หมวกดอก มีสีขาวย ถึงขาวครีม มีขนาดความกว้าง 2.5-4.2 ซม. สูง 3- 5.5 ซม. ด้านบนของผิวหมวกเห็ดมีขนเล็กๆ เป็นเกล็ดสีน้ำตาลอ่อนถึงเทา กลุมผิวบน เมื่อแก่หมวกเห็ดจะสลายกลายเป็นหมึกสีดำ **ครีบอก** ไม่ยึดติดกับก้าน ครีบอกมีสีขาวยเมื่อยังอ่อน ต่อมาสีเข้มขึ้นจนกลายเป็นสีดำเมื่อแก่ ครีบอกมีลักษณะบาง และเรียงกันแบบชิดมาก **ก้านดอก** มีลักษณะเรียวยาวเป็นทรงประบอก เชื่อมกับหมวกดอกตรงกลางหมวก มีสีขาวนวล เนื้อแน่นเมื่อยังอ่อน แต่เมื่อแก่ภายในก้านจะกลวง ส่วนโคนโป่งบวมมีลักษณะเป็นกระเปาะ

ก) ลักษณะทางจุลทรรศน์วิทยา

Basidiospore มีขนาด 10.80 – 13.5 x 8.7 – 10.0 ไมครอน รูปร่างคล้ายรูปไข่ ผนังหนา ผิวเรียบ มี germ pore ตรงกลาง 1 รู มีสีน้ำตาล ถึงน้ำตาลดำ (Figure 3C)

Basidia มีขนาด 15.5-30.0x10.0-12.5 ไมครอน ลักษณะคล้ายกระบอง มี 4 sterigma ไม่มี basal clamp (Figure 3D)

7. ศึกษาการเพาะเห็ดถั้วฝรั่งในแปลงเกษตรกร

การขยายผลโดยทดสอบเทคโนโลยีที่ได้ในสภาพโรงเรือนเกษตรกรแบบเพาะชั้นที่อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ในฤดูหนาว พบว่า **Comatus 3** เส้นใยเห็ดเจริญเต็มผิวหน้าปุ๋ยหมักได้เร็วที่สุด โดยใช้เวลา 14.5 วัน (Table 6) จากนั้นกระตุ้นให้เกิดดอกด้วยการคลุมผิวหน้าด้วยดินผสมปูนขาว เมื่อเส้นใยเจริญคลุมผิวหน้าดิน จึงเริ่มให้ความชื้นแบบพ่นฝอยให้ผิวหน้าดินมีความชื้นสม่ำเสมอไม่น้อยกว่า 85% พบว่า **Comatus 3** และ **Comatus 5** สามารถเก็บผลผลิตครั้งที่ 1 ได้ภายใน 14.5 วัน เท่านั้น โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 3.05 และ 3.04 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน **Comatus 1** เก็บผลผลิตได้ภายใน 36.5 วัน ให้ผลผลิตเฉลี่ยคือ 0.83 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เห็ดถั้วฝรั่งเป็นเห็ดที่มีขนาดใหญ่ มีอัตราการเจริญของเส้นใย และยังสามารถเพาะให้ออกดอกได้ในวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก เช่น ฟางข้าว จี้เลื่อย เป็นต้น จากการศึกษาในสภาพโรงเรือนข้างต้นนั้น สายพันธุ์ **Comatus 1** จะออกดอกได้ช้ากว่าสายพันธุ์อื่นๆ เนื่องจากอุณหภูมิในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม 2555 นั้นอยู่ระหว่าง 16-30°C ซึ่งยังไม่เหมาะสมต่อการออกดอกของสายพันธุ์นี้ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ได้มาจากประเทศสหรัฐอเมริกา โดยทั่วไปอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูปลูกเห็ดชนิดนี้จะอยู่ระหว่าง 15-24°C (Mueller *et al.*, 1985) แต่ในสายพันธุ์ **Comatus3** และ **Comatus5** (จากประเทศจีน) สามารถให้ผลผลิตได้ดี เนื่องจากมีอุณหภูมิที่เหมาะสมกว่า ซึ่งจากรายงานของ Zhu, 1998 พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเกิดดอกคือ 19-26°C แต่ในช่วงเดือนมกราคม 2556 อุณหภูมิได้ลดต่ำลง (15-26°C) จึงพบการออกดอกของ **Comatus 1** ได้ ส่งผลให้ผลผลิตรวมที่ได้ต่ำกว่าสายพันธุ์อื่นด้วย (Figure 4)

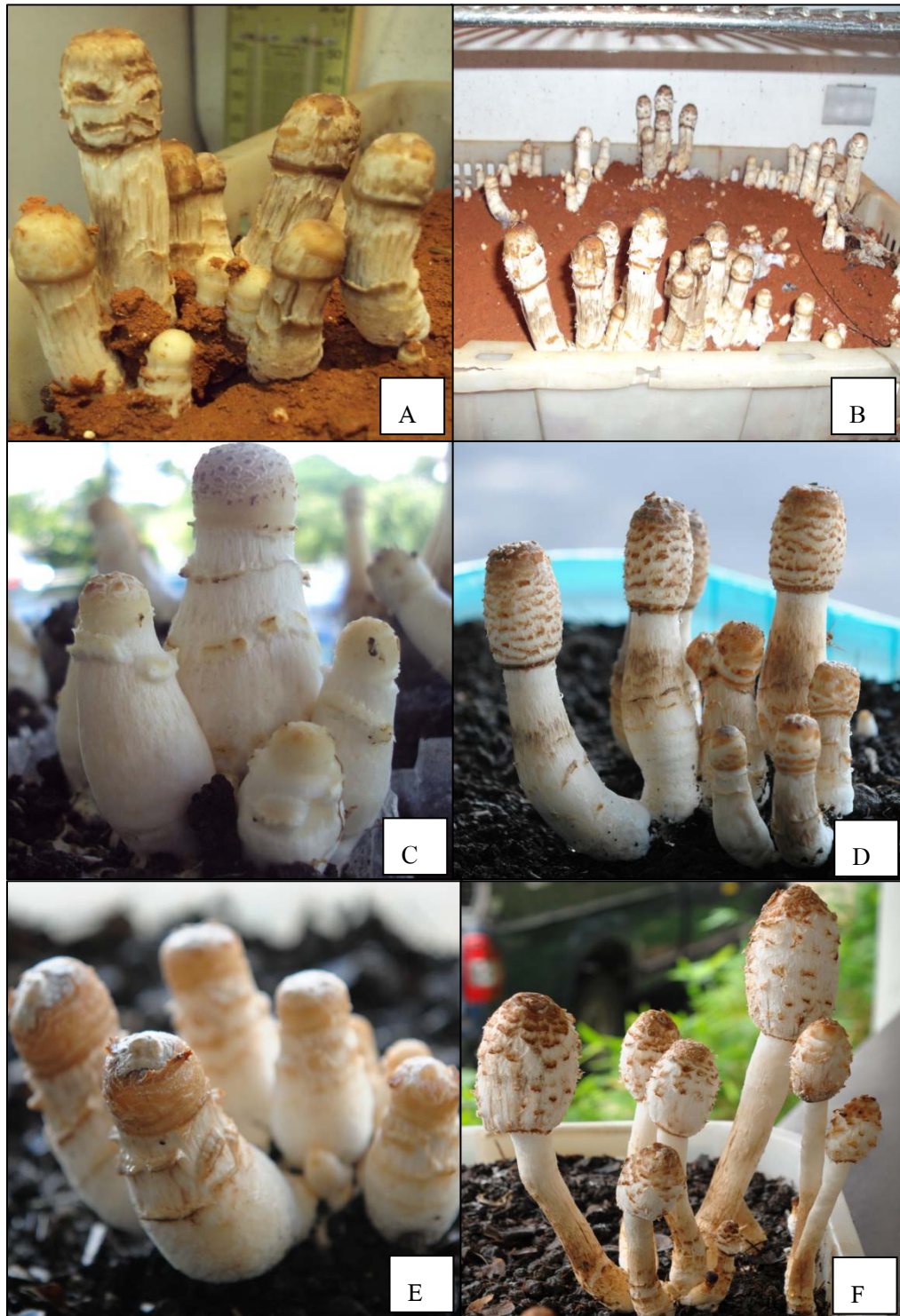


Figure 2. *Coprinus comatus* fruiting bodies yield were obtained from cultivation on plastic baskets and incubated in growth chamber (18-20°C) for fruiting bodies formation. A, B) Comatus1: 12 and 13 days C,D) Comatus3 : 4 and 10 days E,F) Comatus5 : 5 and 14 days

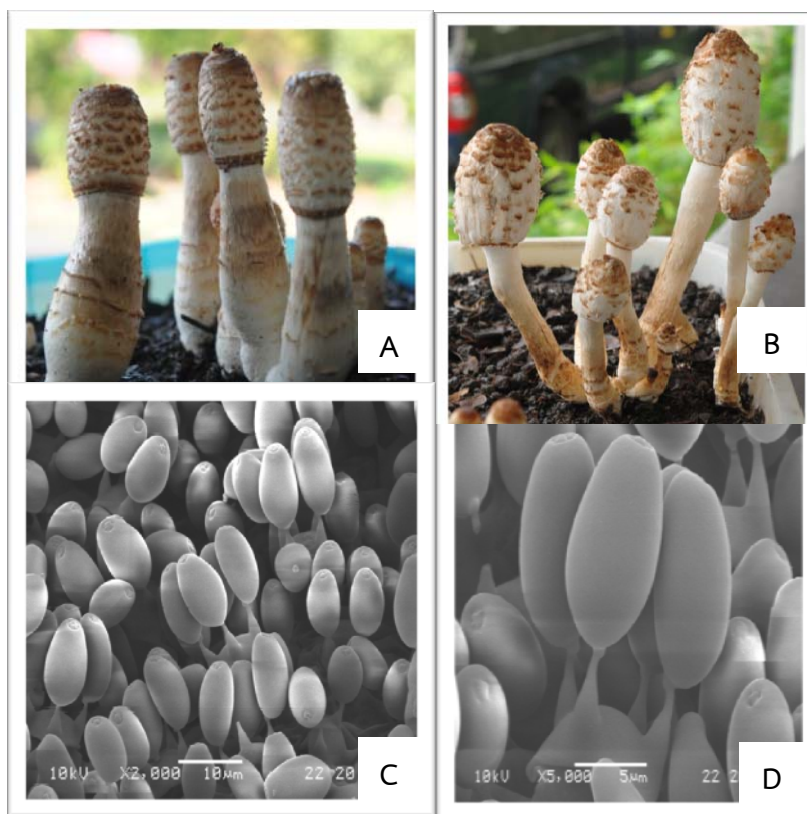


Figure 3. Basidiocarps characteristic and basidia with basidiospore feature under microscope of *Coprinus comatus*. A) Basidiocarps (9 days) B) Basidiocarps (14 days) C) basidiospore (2000x) D) basidia with basidiospore (5000x)

Table 6. Mean yield of *Coprinus comatus* strains were cultivated on bed of compost in mushroom houses at Wiang Pa Pao, Chiangrai (Sepember-January 2013)

Strains	No. of days for full colonized of the mycelial	No. of days form watering to 1 st cropping	Weight of basidiocarp/ bed (kg.)	Weight of basidiocarps (g)	Yield (kg./ m ²)
Comatus1	15.33ab	36.50b	3.32b	35.39b	0.83b
Comatus3	14.50a	14.50a	12.15a	45.50a	3.04a
Comatus5	16.00b	14.50a	12.22a	34.95b	3.05a
CV (%)	5.02	2.51	3.66	18.99	

1) Means followed by the same letter in the column were not significantly difference at the 1 % level by LSD



Figure 4. Fruit-body of *Coprinus comatus* cultivated on bed of compost in mushroom houses at Wiang Pa Pao, Chiangrai, A,a) Comatus1 B,b) Comatus3 C,c) Comatus5

จากผลการศึกษาแสดงว่าเห็ดสายพันธุ์ Comatus 3 และ Comatus 5 เหมาะสมกับการนำมาเพาะปลูกในสภาพอากาศของบ้านเรา ได้ดีกว่า Comatus 1 ซึ่งเหมาะต่อสภาพอากาศที่ค่อนข้างเย็นกว่าอยู่ระหว่าง (15-26°C) จึงจะสามารถให้ผลผลิตได้ดี

สำหรับการประเมินราคาและการรับซื้อจากตลาด พบว่าเห็ดชนิดนี้สามารถขายได้ราคา 150 - 350 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าเห็ดแชมปิญอง 2-3 เท่า ปริมาณผลผลิตที่ได้ต่อ 1 โรงเรือน (ชั้นปลูก 2x6 เมตร 6 ชั้น) ให้ผลผลิตเฉลี่ยรวม 166.17 กิโลกรัม เกษตรกรจะได้กำไรสุทธิ 22,409 บาท และอาจเก็บผลผลิตได้ยาวถึง 2-3 เดือนขึ้นอยู่กับสภาวะอากาศในช่วงปีนั้นๆ เห็ดชนิดนี้สามารถนำมาปรุงอาหารไทยได้เกือบทุกชนิด รสชาติคล้ายเนื้อไก่ และมีความกรอบกรอบ อีกทั้งยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง (มีโปรตีนสูงกว่าจากเห็ดหอม 2 เท่า และสูงกว่าโปรตีนจากนม 8 เท่า) ได้ให้การส่งเสริม ความรู้เรื่องการเพาะเห็ดถั้วฝรั่งแก่เกษตรกรผู้เพาะเห็ดเมืองหนาวซึ่งพึงพอใจและสนใจเป็นอย่างมากที่จะนำเห็ดชนิดนี้เพาะเป็นการค้าจึงได้วางแผนการผลิตเชื้อพันธุ์เห็ดถั้วฝรั่งในปี 2556 เพื่อให้บริการแก่เกษตรกรเป็นการเพิ่มชนิดเห็ดใหม่ให้แก่ตลาด และผู้บริโภคต่อไป

สรุปผลการทดลอง

เชื้อเห็ดสายพันธุ์ Comatus 1, Comatus 3 และ Comatus 5 สามารถเจริญได้ดีที่สุดบนอาหาร PGPA ที่อุณหภูมิ 25 ° C และผลิตเชื้อขยายได้ดีที่สุดบนอาหารสูตรที่ประกอบด้วยข้าวฟ่างคั่ว : CaCO₃ : น้ำตาลอัตราส่วน 92 : 4 : 4 โดยน้ำหนัก การเกิดดอกเห็ดด้วยการเพาะในระบบตะกร้าพลาสติก ใช้วัสดุหมักที่ผ่านการพลาสติกเชื้อไรซ์ 7 ชนิดคือ ฟางข้าว : ไร่ข้าว : ยูเรีย : แอมโมเนียมซัลเฟต : ปูนขาว : ยิปซัม และทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต พบว่าเชื้อเห็ดทั้ง 3 สายพันธุ์ เจริญได้ดีไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อกระตุ้นให้เกิดดอกโดยการคลุมผิวหน้าด้วยดินผสม ระหว่างเดือนมีนาคม – พฤศจิกายน 2554 (28-36°C) ไม่พบการสร้างคุ่มดอกเห็ดทั้ง 3 สายพันธุ์ แต่เมื่อกระตุ้นให้เกิดดอกในโรงเรือนไม่ควบคุมอุณหภูมิในเดือนธันวาคม – มกราคม 2555 (26-32°C) พบว่าเห็ดมีการสร้างคุ่มดอกเท่านั้น ส่วนการกระตุ้นในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 18-20°C พบว่าเห็ด Comatus3 และ Comatus5 ออกดอกได้ และ Comatus3 ให้ผลผลิตสูงสุด 2,557.10 กรัมต่อตะกร้า

จากการขยายผลทดสอบเทคโนโลยีที่ได้ในสภาพโรงเรือนเกษตรกรแบบเพาะชั้นที่อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ในฤดูหนาว อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 16 - 30°C พบว่าสายพันธุ์ Comatus3 และ Comatus5 ให้ผลผลิตได้ดีสูงสุด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 3.04 และ 3.05 กิโลกรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณทวีศักดิ์ ณ ลำพูน ฟาร์มเห็ดหมื่นตำลึง คุณ มานิช คุณศิริวรรณ เกษตรกรผู้เพาะเห็ดแชมปิญอง ในอำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย และทุกๆท่าน ที่มีส่วนร่วมในงานทดลอง จนทำให้งานทดลองนี้สำเร็จลงได้ตามวัตถุประสงค์และสามารถนำไปถ่ายทอดสู่เกษตรกรหรือผู้สนใจได้

เอกสารอ้างอิง

- วสันต์ เพชรรัตน์. 2540. การเพาะเห็ดป่า IX : เห็ดถั่ว (*Coprinus fimentarius.Fr.*) วารสารสงขลา
นครินทร์ วทท. 19 (1) : 13 - 22.
- Cochrane. V. H. 1958. Physiology of Fungi. Toppan company; Ltd., Tokyo. Japan.
- Dijkstra, F. I. J. 1976. Submerged cultures of mushroom mycelium as sources of protein and flavor
compounds. [Online]. Available from : [http:// www.Fransdijstra.nl/diss/dis_sum.htm](http://www.Fransdijstra.nl/diss/dis_sum.htm).
- Giffin, D. H. 1994. Fungal physiology. 2nd ed. New York, Wiley-Liss.
- Gu. Y. H. and J. Leonard. 2006. *In vitro* effects on proliferation, apoptosis and colony inhibition in
ER-dependent and ER-independent human breast cancer cells by selected mushroom
species. Oncol Rep. 15(2):417-23.
- Mueller, J. C.; J. R. Gawley, and W. A. Hayes, 1985. Cultivation of the shaggy mane mushroom
(*Coprinus comatus*) on cellulosic residues from pulp mills. Mushroom Newsletter for the
Tropics. 6 (1):15-20.
- Stamets, P. 1993. Growing Gourmet and Medicinal Mushroom. Ten Speed Press. Berkeley. 552 p.
- Stamets, P. and J. S. Chilton. 1983. The mushroom Cultivator: A Practical Guide to Growing
Mushroom at home. Agarikon Press, Washington. 415 p.
- Volk, T. 2004. Tom Volk's Fungus of the Month for May 2004: *Coprinus comatus*, shaggy mane.
[Online]. Available from :<http://www.TomVolkFungi.net>
- Zhu, J. B. 1998. The cultivation techniques of *Coprinus comatus* on Shangai Nan-Hui County.
Edible Fungi. 3:32.