ชื่อโครงการการศึกษาทดลองการใช้เศษวัสดุในท้องถิ่นสิบชนิด
เพื่อลดต้นทุนการผลิตเห็ดนางฟ้าภูฐาน

ประเภท (ศึกษาวิจัย/ทดสอบสาธิต)

-

ระยะเวลาดาเนินการ (ปี) ปีที่เริ่มต้น/ สิ้นสุด

-

งบประมาณ (บาท)

-

คณะผู้วิจัย (เรียงชื่อตามลาดับ หัวหน้าโครงการ ผู้ร่วมวิจัย และที่ปรึกษา)

-

บทคัดย่อ

การศึกษาทดลองการใช้เศษวัสดุท้องถิ่นในการผลิตเห็ดนางฟ้าภูฐานมีจุดประสงค์หลักเพื่อลดต้นทุนการผลิตเห็ดชนิดนี้ มีวิธีการโดยนำวัสดุบางชนิดที่เป็นผลพลอยได้จากการเกษตร เศษวัชพืช และขี้เลื่อยของไม้ชนิดที่หาได้ง่ายมาเป็นวัสดุหลักของส่วนผสมก้อนเชื้อเพื่อผลิตเห็ดนางฟ้าภูฐานเปรียบเทียบกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้กันทั่วไปในการผลิตเห็ดเพื่อการค้าในปัจจุบัน กรรมวิธีการทดลองประกอบด้วย ฟางข้าว เปลือกถั่วเหลือง รำหยาบ ชานอ้อย จอกหูหนู ขี้เลื่อยไม้ไมยราพยักษ์ ขี้เลื่อยไม้กระถินยักษ์ ขี้เลื่อยไม้มะม่วง ขี้เลื่อยไม้ฉำฉา และขี้เลื่อยไม้ยางพารา รวม 10 กรรมวิธี ผลการทดลองปรากฏว่าผลผลิตรวมของดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานที่เก็บเกี่ยวได้จากกรรมวิธีการใช้ฟางข้าวสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมคือขี้เลื่อยไม้ยางพาราโดยมีน้ำหนักของดอกเห็ดสดเฉลี่ยเป็น 156.2 และ 140.4 กรัมต่อก้อนเชื้อ 1 ก้อน ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีที่ให้ผลผลิตของดอกเห็ดสดต่ำที่สุด คือ เปลือกถั่วเหลือง ได้ค่าเฉลี่ยเพียง 21.1 กรัมต่อก้อนเชื้อ 1 ก้อน และกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตต่ำใกล้เคียงกันคือ 23.0 กรัม นั้นได้แก่ กรรมวิธีของรำหยาบ ผลการทดลองครั้งนี้ยังแสดงให้เห็นด้วยว่าวัสดุที่ไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการผลิตก้อนเชื้อเพื่อเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐาน คือ เปลือกถั่วเหลืองและรำหยาบเนื่องจากมีการเสียหายของก้อนเชื้อในระหว่างการบ่มเชื้อสูงมาก คือ 91 และ 57 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ความเป็นมาและความสาคัญของปัญหา

เห็ดในกลุ่มของเห็ดนางรม (oyster mushroom) เป็นเห็ดที่คนไทยคุ้นเคยกันดีเนื่องจากเป็นเห็ดซึ่งอยู่ในกลุ่มแรก ๆ ที่มีการนำมาเพาะเลี้ยงเพื่อการค้าและต่อมาได้รับความนิยมค่อนข้างสูงทั้งจากผู้เพาะเลี้ยงและผู้บริโภค เพราะเป็นเห็ดที่เพาะเลี้ยงง่าย มีรสชาติดีและมีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างสูง ในระยะเริ่มแรกผู้คนรู้จักเห็ดนางรมก่อนเห็ดชนิดอื่นที่อยู่ในสกุลเดียวกัน ในเวลาต่อมาได้มีเห็ดชนิดอื่น ๆ ในสกุลเดียวกันนี้ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกันออกมาให้เป็นที่รู้จักและได้รับความนิยมในตลาด เช่น เห็ดนางฟ้า เห็ดนางนวล และ เห็ดเป๋าฮื้อ เป็นต้น เห็ดต่าง ๆ เหล่านี้แท้จริงมีชื่อสามัญประจำสกุลชื่อเดียวกันคือ เห็ด

นางรม หรือ oyster mushroom โดยมีชื่อสกุล คือ ***Pleurotus*** แต่มีชื่อของชนิดแตกต่างกันไป เห็ดที่เป็นสมาชิกของสกุล ***Pleurotus*** นี้บางชนิดสามารถจำแนกได้ด้วยลักษณะภายนอกที่แตกต่างกันเด่นชัดแต่บางชนิดกลับมีความคล้ายคลึงกันมากจนจำแนกไม่ออกด้วยตาเปล่า ต้องตรวจสอบลักษณะใต้กล้องจุลทรรศน์จึงจะแยกชนิดได้ เช่น จำแนกจากลักษณะของสปอร์ ในบางครั้งถึงกับต้องใช้ถิ่นกำเนิดตลอดจนสภาพทางนิเวศวิทยาของถิ่นกำเนิดและแหล่งกระจายพันธุ์มาช่วยพิจารณาร่วมกับลักษณะภายในและภายนอกของดอกเห็ดจึงจะจำแนกชนิดได้ถูกต้อง

เห็ดในสกุล *Pleurotus* (Pleurotaceae)

เห็ด ***Pleurotus*** ที่นำมารับประทานและนำมาเพาะเลี้ยงได้นั้นเป็นเห็ดที่มีถิ่นกำเนิดในต่างประเทศ แต่ชนิดที่มีการนำมาเพาะเลี้ยงในประเทศไทยนั้นมีการให้ชื่อสามัญไทยด้วยซึ่งมักจะตั้งตามลักษณะเด่นของชนิดนั้น ๆ ดังนี้

1. *Pleurotus citrinopileates* Singer มีชื่อสามัญไทย คือ เห็ดนางรมสีทอง (ภาพที่ 1) และชื่อสามัญอื่น ๆ คือ golden oyster mushroom, tamogitake (ญี่ปุ่น) il'mak (รัสเซีย) เห็ดนางรมชนิดนี้มีสีของหมวกดอกสีเหลืองค่อนข้างสดใส แต่หมวกดอกค่อนข้างบอบบาง มีรสขมและเผ็ดเล็กน้อย แต่เมื่อปรุงจนสุกแล้วรสนี้จะหายไปเหลือเพียงรสมัน เพาะเลี้ยงได้บนอาหารฟางหมักและอาหารขี้เลื่อยเจริญเติบโตได้ในสภาพอุณหภูมิค่อนข้างสูง มีถิ่นกำเนิดและแหล่งกระจายพันธุ์อยู่ในป่าของเขตกึ่งร้อนของโลก พบมากในจีนและญี่ปุ่นตอนใต้

ภาพที่ 1 ดอกเห็ดของเห็ดนางรมสีทอง (*Pleurotus citrinopileates*)

2. *Pleurotus cystidiosus* O.K. Miller มีชื่อสามัญไทยว่าเห็ดเป๋าฮื้อและชื่อสามัญอื่น ๆ ว่า albalone mushroom, maple oyster mushroom, Miller' oyster mushroom เป็นเห็ดเป๋าฮื้อที่เพาะเลี้ยงกันในสหรัฐอเมริกา แต่เห็ดเป๋าฮื้อที่เพาะเลี้ยงกันแพร่หลายในแถบเอเชียโดยเฉพาะในไทยและไต้วันนั้นเป็นอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีชื่อชนิดแตกต่างกัน คือ ***Pleurotus abalonus* Han, Chen&Cheng** (ภาพที่ 2) แต่ลักษณะภายนอกของเห็ดเป๋าฮื้อ 2 ชนิดนี้ซึ่งมีถิ่นกำเนิดห่างไกลกันนั้นกลับมีความคล้ายคลึงกันมาก

ภาพที่ 2 เห็ดเป๋าฮื้อ (*Pleurotus abalonus*)

3. *Pleurotus djamor* (Fries) Boedjin semsu lato มีชื่อสามัญไทยว่าเห็ดนางนวล (ภาพที่ 3) และชื่อสามัญอื่น ๆ คือ pink oyster mushroom, salmon oyster mushroom, strawberry oyster mushroom, flamingo mushroom, takiiro hiratake (ญี่ปุ่น) และ tabang myungut (บอร์เนียว) เห็ดนางนวลนี้มีหมวกดอกสีชมพูจึงได้ชื่อสามัญหลาย ๆ ชื่อที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะเฉพาะของเห็ดชนิดนี้ เป็นเห็ดที่พบขึ้นตามธรรมชาติทั่วไปในเขตร้อนของโลก เห็ดชนิดนี้ออกดอกเห็ดได้รวดเร็ว เพาะเลี้ยงง่าย เนื่องจากขึ้นได้ในอาหารเพาะเลี้ยงที่หลากหลาย ที่สำคัญคือเป็นเห็ดที่ทนทานต่ออากาศร้อน เส้นใยของเห็ดนางนวลมีความสามารถในการแข่งขันสูงและมักจะขยายปริมาณเส้นใยได้เร็วกว่าเชื้อราอื่น ๆ เนื่องจากเห็ดนางนวลมีถิ่นกำเนิดอยู่ในหลายแหล่งของโลกจึงมีความใกล้เคียงกันมาก ส่วนเห็ดที่มีความสับสนอยู่ในกลุ่มเห็ดนางนวลนี้มีชื่อชนิด คือ ***Pleurotus djamor*, *P. fabellatus*** (Berk. And Br.) Saccardo, ***P. ostreato-roseus*** Singer และ ***P. salmoneo-stramineus*** Vasil. ส่วนเห็ด ***Pleurotus*** อีกชนิดหนึ่งเป็นเห็ดนางนวลที่มีถิ่นกำเนิดในอัฟริกา คือ ***P. eous*** (Berkeley) Saccardo โดยที่เห็ดนางนวลอัฟริกานี้มีความคล้ายคลึงกันมากกับเห็ด ***P. djamor***

ภาพที่ 3 เห็ดนางนวล (*Pleurotus djamor*)

4. *Pleurotus euryngii* (De Candolle ex Fries) Quelet sensu lato มีชื่อสามัญไทยว่าเห็ดนางรมหลวง (ภาพที่ 4) และชื่อสามัญอื่น ๆ คือ King oyster และ boletus of the Steppes เป็นเห็ดที่มีขนาดใหญ่กว่าและมีรสชาติดีกว่าเห็ดอื่นๆ ในสกุลเห็ดนางรมด้วยกัน เห็ดนางรมหลวงเป็นที่นิยมบริโภคกันมากในยุโรปเพราะเป็นเห็ดที่มีเนื้อแน่น เป็นเห็ดที่เพาะเลี้ยงได้ง่าย มีถิ่นกำเนิดและกระจายพันธุ์อยู่ในแถบตอนใต้ของยุโรป ตอนเหนือของอัฟริกา เอเชียกลาง และ รัสเซียตอนใต้

ภาพที่ 4 เห็ดนางรมหลวง (*Pleurotus euryngii*)

5. *Pleurotus euosmus* (Berkeley apud Hussey) Saccardo ไม่มีชื่อสามัญไทย เพราะไม่มีการนำเห็ดนางรมชนิดนี้มาปลูกในประเทศไทย มีชื่อสามัญทั่วไปเพียงชื่อเดียว คือ Tarragan oyster mushroom เห็ดชนิดนี้มีความคล้ายคลึงมากกับ ***P. ostreatus*** หรือเห็ดนางรมที่ปลูกเลี้ยงกันทั่วไปในประเทศไทย จึงเรียกได้ว่า ***P. euosmus*** เป็นพันธุ์หนึ่งของ ***P. ostreatus*** เพียงแต่มีกลิ่นที่แตกต่างกันออกไป ผู้เพาะเลี้ยงเห็ดในอังกฤษและสกอตแลนด์กล่าวว่าเห็ดทั้ง 2 ชนิดเมื่อนำมาเพาะเลี้ยงแล้วจะดูคล้ายคลึงกันมาก สำหรับเห็ดนางนวลชนิด ***P. oeus*** นั้น ถึงแม้ว่าจะมีชื่อของชนิดคล้ายกับ ***P. euossmus*** แต่ลักษณะกลับไปคล้ายคลึงกับ ***P. djamor*** มากกว่า

6. *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fries) Kumer คือเห็ดนางรมที่เพาะเลี้ยงกันทั่วไป มีชื่อสามัญไทยว่าเห็ดนางรม ชื่อสามัญอื่น ๆ คือ oyster mushroom, oyster shelf, tree oyster, straw mushroom hiratake (ญี่ปุ่น) และ tamogitake (ญี่ปุ่น) ปัจจุบันมีหลายสายพันธุ์จึงมีชื่อสามัญแตกต่างกันออกไปตามลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละสายพันธุ์ ได้แก่ เห็ดนางรมสีขาว (white type oyster mushroom ; Florida type mushroom) (ภาพที่ 5) เห็ดนางรมสีเทา (gray type oyster mushroom ; winter type oyster mushroom) (ภาพที่ 6) เห็ดนางรมดอย (blue type oyster mushroom) (ภาพที่ 7) และ เห็ดนางรมฮังการี (tree oyster mushroom) (ภาพที่ 8) เห็ดนางรมมีถิ่นกำเนิดอยู่ในป่าเมืองหนาวและป่าเมืองร้อนทั่วไปของโลก ได้รับความนิยมมากทั้งในกลุ่มผู้บริโภคและกลุ่มผู้เพาะเลี้ยง เนื่องจากมีรสดีและเพาะเลี้ยงง่าย ***P. ostreatus*** มีความคล้ายคลึงกับ ***Pleurotus*** อีกชนิดหนึ่งมาก คือ ***P. pulmonarius* (Fries) Quelet** มากเพียงแต่ชนิดหลังนี้ชอบขึ้นบนภูเขาสูง

ภาพที่ 5 กลุ่มดอกเห็ดของเห็ดนางรมสีขาว

ภาพที่ 6 ดอกเห็ดของเห็ดนางรมสีเทา

ภาพที่ 7 กลุ่มดอกเห็ดของเห็ดนางรมดอย

ภาพที่ 8 ดอกเห็ดของเห็ดนางรมฮังการี

7. ***Pleurotus pulmonarius*** **(Fries) Quelet** หรือ ***P. sajor-caju*** มีชื่อสามัญว่า เห็ดนางฟ้าหรือเห็ดนางรมอินเดีย (ภาพที่ 9) ชื่อสามัญอื่น ๆ คือ phoenix mushroom, Indian oyster sajor-caju, dhingri (อินเดีย) เห็ดชนิดนี้มีความคล้ายคลึงกับเห็ดนางรมชนิด ***P. ostreatus*** หรือเห็ดนางรมทั่วไปมากจนเกือบจะแยกกันไม่ออกนอกจากการใช้ถิ่นกำเนิดและแหล่งกระจายพันธุ์มาเป็นปัจจัยในการจำแนก เนื่องจาก ***P. pulmonarius*** ชอบขึ้นอยู่ในป่าบนที่สูงกว่า ***P. ostreatus*** แต่ก่อนนักอนุกรมวิธานจำแนกเห็ดชนิดนี้ไว้ในสกุล ***Agaricus*** คือ ***Agaricus pulmonarius*** Fr. ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับ ***P. populinus*** Hilber and Miller และ ***P. ostreatus*** มาก แต่ภายหลังจำแนกออกจากกันได้โดยใช้ถิ่นกำเนิดและแหล่งกระจายพันธุ์รวมทั้งลักษณะที่เห็นด้วยตาเปล่าและไม่เห็นด้วยตาเปล่ามาจำแนกออกจากกัน และในที่สุดเห็ดนางฟ้าจึงได้ชื่อวิทยาศาสตร์เป็น ***P. pulmonarius*** ดังเช่นปัจจุบัน ส่วนชื่อ ***P. sajor-caju*** นั้นที่จริงไม่ได้เป็นชื่อสำหรับเห็ดนางรมอีกชนิดหนึ่ง แต่เป็นชื่อที่ใช้เรียกเห็ดนางฟ้าหรือ ***P. pulmonarius*** นั่นเอง เพียงแต่มีผู้เพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าส่วนหนึ่งเข้าใจผิดและคิดว่ามีเห็ดนางฟ้าพันธุ์หนึ่งเป็นชนิดที่แตกต่างออกไปจาก ***P. pulmonarius*** จึงได้จำแนกเห็ดนางฟ้าพันธุ์นั้นเป็นระดับชนิด แทนที่จะเป็นเพียงระดับพันธุ์ จึงเกิดชนิด ***P. sajor-caju*** ขึ้นมา แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีการอนุโลมให้ใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ของเห็ดนางฟ้าทั้ง 2 ชื่อดังระบุไว้ข้างต้น เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสับสนไปมากกว่านี้ขึ้นมาในกลุ่มผู้เพาะเลี้ยงเห็ดและผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ

ภาพที่ 9 ดอกเห็ดของเห็ดนางฟ้า

ภาพที่ 10 ดอกเห็ดของเห็ดนางฟ้าภูฐาน

***8. Pleurotus tuberregium* (Fr.) Singer** มีชื่อสามัญว่าเห็ดนางรมหัว (ภาพที่ 11) และชื่อสามัญอื่น ๆ คือ king tuber oyster mushroom, tiger milk mushroom, Omon's oyster mushroom เห็ดนางรมชนิดนี้มีลักษณะแปลกกว่าเห็ดนางรมชนิดอื่น ๆ เนื่องจากมีการสร้าง sclerotium ซึ่งเป็นกลุ่มของเส้นใยที่รวมตัวกันหนาแน่นจนเกิดเป็นก้อนขนาดใหญ่ มีรูปร่างกลมเหมือนกับหัวของพืชขึ้นมาก่อนแล้วดอกเห็ดจึงจะงอกออกมาจากหัวนี้ ปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงเป็นการค้า เห็ดนางรมหัวเป็นเห็ดพื้นเมืองของไนจีเรียและประเทศที่อยู่รอบนอกของทะเลทรายซะฮาราของทวีปอัฟริกา นอกจากนี้เห็ดนางรมหัวยังมีถิ่นกำเนิดในทวีปออสเตรเลียอีกด้วย ส่วนแหล่งพบกระจายพันธุ์อื่น ๆ ได้แก่ มาเลเซีย ปาปัวนิวกินี นิวคาเลโดเนีย อินโดนีเซีย พม่า และ ยูนนานของจีน

ภาพที่ 11 ดอกเห็ดของเห็ดนางรมหัว

ลักษณะทั่วไปของเห็ดนางฟ้าและการจำแนก

เห็ดนางฟ้าเป็นเห็ดในสกุลเห็ดนางรมที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันมากกับเห็ดนางรมชนิด ***Pleurotus ostreatus*** ซึ่งเป็นเห็ดนางรมชนิดที่เพาะเลี้ยงและบริโภคกันมากมาตั้งแต่เริ่มแรก เห็ดนางฟ้ามีลักษณะโดยทั่วไปคือเป็นเห็ดที่มีดอกเห็ดซึ่งอาจจะออกมาเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นกระจุก (ภาพที่ 12) ดอกเห็ดมีหมวกดอก มีก้านดอกสั้นหรือค่อนข้างยาวขึ้นอยู่กับสภาพการเพาะเลี้ยง ก้านดอกมีเนื้อแน่น สีขาว

ไม่มีวงแหวนรอบก้านดอก หมวกดอกแผ่กว้างและแบนเมื่อแผ่ออกเต็มที่ ตรงกลางเว้าเป็นแอ่งเล็กน้อย หมวกดอกมีเนื้อแน่น ขอบหมวกดอกอาจจะม้วนขึ้นด้านบนเมื่อดอกเห็ดเจริญเต็มที่แล้ว ขอบหมวกดอกอาจมีลักษณะเป็นคลื่นเล็กน้อย (ภาพที่ 13) ขนาดความกว้างของหมวกดอกคือ 5-20 เซนติเมตร หมวกดอกมีสีเทาอ่อน (ภาพที่ 14) หรือสีเนื้อ (ภาพที่ 15) หรือสีเทาอมม่วงจางหรือสีน้ำตาลปนเทา (ภาพที่ 16) และบางครั้งมีสีชมพูหรือสีส้มเจือเล็กน้อย (ภาพที่ 17) ถ้าเพาะเลี้ยงในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงหมวกดอกจะมีสีจางกว่าปกติ และถ้าอุณหภูมิขณะเพาะเลี้ยงต่ำสีของหมวกดอกจะเข้มขึ้น (ภาพที่ 18) ครีบดอกมีสีขาว สร้างสปอร์ที่ครีบดอก สปอร์ของเห็ดนางฟ้ามีสีขาวถึงเหลือง และเป็นสีเทาอมม่วงเมื่ออยู่เป็นกลุ่มอย่างหนาแน่น รูปร่างของสปอร์เป็นรูปทรงกระบอกมีขนาด ยาว x กว้าง เป็น 7.5-11.0 x 3.0-4.0 ไมครอน มีข้อยึดระหว่างเซลล์ (clamp connection) เส้นใยเป็นแบบ monomitic เส้นใยเป็นเส้นยาวเรียว สีขาว เมื่อเส้นใยรวมกันเป็นกลุ่มมีลักษณะเหมือนปุยฝ้าย ในระยะที่เลี้ยงเส้นใยบริสุทธิ์ลงในอาหารเมล็ดธัญพืชเส้นใยจะปล่อยกลิ่นหอม

ภาพที่ 12 กระจุกของดอกเห็ดนางฟ้าภูฐาน

ภาพที่ 13 ลักษณะของดอกเห็ดนางฟ้าภูฐาน
(C = cap ; G = gill ; S = stalk)

ภาพที่ 14 ดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานสีเทาอ่อน

ภาพที่ 15 ดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานสีเนื้อ

ภาพที่ 16 ดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานสีน้ำตาลปนเทา

ภาพที่ 17 ดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานสีเทาเจือชมพู

ภาพที่ 18 ดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานสีน้ำตาลเข้ม

การจำแนกเห็ดนางฟ้ามีดังนี้

ชื่อวิทยาศาสตร์	*Pleurotus pulmonarius* (Fries) Quelet
ชื่อสามัญ	**เห็ดนางฟ้า, เห็ดนางรมอินเดีย, phoenix mush-room, Indian oyster mushroom, sajor-caju**
Class	Basiomycetes
Subclass	Holobasidiomycetidae
Order	Agaricales
Family	Tricholomataceae
Genus	Pleurotus
Species	pulmonarius

เห็ดนางฟ้าภูฐานและประวัติการเพาะเลี้ยง

เห็ดนางฟ้าภูฐานคือพันธุ์หนึ่งของเห็ดนางฟ้าซึ่งมีถิ่นกำเนิดในภูฐานและแถบภูเขาหิมาลัยในอินเดีย เห็ดนางฟ้าภูฐานนี้มีชื่อสามัญทั่วไปที่นิยมเรียกกันคือเห็ด **sajor-caju** เห็ดนางฟ้าพันธุ์นี้มีการนำเข้ามาทดลองเพาะเลี้ยงในประเทศไทยเมื่อ พ.ศ. 2518 โดย ดร.ศิริพงศ์ บุญหลง ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย ปรากฏว่าเจริญเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศในภาคกลางของไทย ต่อมามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้นำมาทดลองเพาะเลี้ยงในอาหารแบบต่าง ๆ และสภาพต่าง ๆ พบว่าเห็ดนางฟ้าภูฐานเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศหลายชนิดคล้ายกับเห็ดนางรม หลังจากนั้นใน พ.ศ. 2520 กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตรได้นำมาทดลองเพื่อขยายผลสู่เกษตรกร จึงมีการเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐานเพื่อการค้าแพร่หลายขึ้น มีทั้งผลิตเป็นเห็ดสดและเห็ดแปรรูปเป็นเห็ดกระป๋องหรือรูปแบบอื่น ๆ

เห็ดนางฟ้าภูฐานเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอุณหภูมิ 15-35 องศาเซลเซียส โดยมีระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 25 องศาเซลเซียส จากการทดลองเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐานพบว่าการเลี้ยงเส้นใยบริสุทธิ์สามารถทำได้ในอาหารวุ้น PDA (potato-dextrose-agar) ที่ใช้ในการเลี้ยงเส้นใยบริสุทธิ์ของเห็ดชนิดต่าง ๆ โดยทั่วไป แต่ถ้าใช้อาหารวุ้นที่ผสมถั่วเหลืองหรือถั่วเขียวจะช่วยให้เส้นใยของเห็ดนางฟ้าภูฐานเจริญเติบโตได้ดีมาก เห็ดนางฟ้าภูฐานมีประสิทธิภาพสูงในการย่อยอาหารในก้อนเชื้อมาใช้ในการเจริญเติบโตของเส้นใยและดอกเห็ดจึงสามารถออกดอกได้เร็วมาก หลังจากเขี่ยหัวเชื้อลงไปในอาหารปุ๋ยหมักได้ 2-3 สัปดาห์ก็จะมีเส้นใยเดินเต็มถุงก้อนเชื้อและพร้อมที่จะให้เปิดดอกได้ทันที นอกจากนี้แล้วระยะห่างของช่วงการเก็บเกี่ยวค่อนข้างสั้นโดยที่ก้อนเชื้อใช้เวลาในการพักเพียง 5-7 วัน ก็จะออกดอกชุดใหม่ออกมาได้ เส้นใยของเห็ดนางฟ้าพันธุ์นี้มีความต้านทานต่อราเขียวและราดำจึงทำให้ก้อนเชื้อเกิดการปนเปื้อนในอัตราที่ค่อนข้างต่ำ เป็นประโยชน์ต่อผู้เพาะเลี้ยง และข้อดีอีกอย่างหนึ่งของเห็ดนางฟ้าภูฐานคือสามารถใช้วัสดุในการทำก้อนเชื้อได้หลากหลายและเพาะเลี้ยงได้ทุกฤดูกาล ผลผลิตของเห็ดพันธ์นี้ค่อนข้างสูงถ้าเพาะเลี้ยงในช่วงปลายฤดูฝนต่อกับต้นฤดูหนาว

แม้ว่าเห็ดนางฟ้าภูฐานจะเป็นที่รู้จักและเพาะเลี้ยงกันภายหลังจากที่เห็ดนางรมได้แพร่หลายแล้วก็ตามแต่เห็ดนางฟ้าก็ได้รับความนิยมตามมาอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเพาะเลี้ยงง่ายและให้ผลผลิตเร็วจึงทำให้มีปัญหาในการเพาะเลี้ยงน้อยกว่าเห็ดเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ รวมทั้งเห็ดนางรม สำหรับสายพันธุ์ย่อยของเห็ดนางฟ้าภูฐานนั้นอาจารย์อานนท์ เอื้อตระกูล ผู้ซึ่งได้รับเชิญจากองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ให้เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการเพาะเลี้ยงเห็ดประจำ ณ. ประเทศภูฐาน ได้รวบรวมและคัดเลือกเชื้อเห็ดนางฟ้าสายพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดในภูฐานแล้วส่งมาทดสอบในประเทศไทยจนกระทั่งเชื้อเห็ดเหล่านั้นปรับตัวและเจริญเติบโตได้ในสภาพของการเพาะเลี้ยงในประเทศไทย จึงได้พันธุ์ของเห็ดนางฟ้าภูฐานไว้เพาะเลี้ยงมากขึ้น

คุณค่าทางอาหาร

เห็ดนางฟ้ามีคุณค่าของอาหารค่อนข้างสูง คือมีโปรตีนหยาบ (N x 4.38) : 14-27 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 51 เปอร์เซ็นต์ จากน้ำหนักแห้งของดอกเห็ด นอกจากนี้ยังมีธาตุอาหารและกรดอะมิโนด้วย ดังนี้

1. ธาตุอาหาร

ปริมาณธาตุอาหารในเห็ดนางฟ้า วิเคราะห์ได้ดังนี้

แคลเซียม	20.0	มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้งของเห็ด 100 กรัม
ฟอสฟอรัส	760.0	มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้งของเห็ด 100 กรัม
โปแตสเซียม	3,620.0	มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้งของเห็ด 100 กรัม
เหล็ก	124.0	ส่วนต่อล้าน
แคตเมี่ยม	0.3	ส่วนต่อล้าน
สังกะสี	12.0	ส่วนต่อล้าน
ทองแดง	12.2	ส่วนต่อล้าน
ตะกั่ว	3.2	ส่วนต่อล้าน

2. กรดอะมิโน (amino acid)

ปริมาณของกรดอะมิโนในเห็ดนางฟ้า คำนวณเป็นหน่วยมิลลิกรัมต่อกรัมของ crude protein nitrogen ดังนี้

isoleucine	78.4
ieucine	98.1
lysine	73.5
methionin+cystine	62.7
phenlalanine+tyrosine	137.8
threonine	88.0
tryptophan	91.6
valine	76.1

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต

ในการเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าจำเป็นจะต้องทราบความต้องการปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตเพื่อที่จะได้ปรับสภาพของการเพาะเลี้ยงให้พอเหมาะกับความต้องการเพื่อให้เกิดผลผลิตที่สูงทั้งปริมาณและคุณภาพ ปัจจัยดังกล่าวมีดังนี้

1. อุณหภูมิ อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญของกลุ่มเส้นใยในระยะที่จะพัฒนาไปเป็นดอกเห็ด โดยที่อุณหภูมิในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเป็นดอกเห็ดของเห็ดนางฟ้าคือประมาณ 25 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิต่ำลงถึง 15 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส จะทำให้เส้นใยไม่พัฒนาไปเป็นดอกเห็ดจึงไม่มีดอกเห็ดออกมาจากก้อนเชื้อ นอกจากนี้ยังมีรายงานจากการทดลองไว้ว่าการให้ก้อนเชื้อได้รับอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส เป็นช่วงเวลาสั้น ๆ จะมีผลในการชักนำให้เส้นใยพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดได้ดีขึ้น หรือถ้าเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าในพื้นที่ภาคเหนือในช่วงที่กลางคืนมีความหนาวเย็นอุณหภูมิที่ค่อนข้างต่ำในสภาพธรรมชาติตามฤดูกาลจะเพียงพอในการช่วยกระตุ้นให้ก้อนเชื้อออกดอกมากขึ้นได้เช่นกัน

2. ความชื้น เห็ดนางฟ้าต้องการสภาพความชื้นในอากาศค่อนข้างสูงสำหรับการเจริญเติบโต ดังนั้นในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดจึงควรจะต้องมีการรักษาความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนให้สูง ให้อยู่ในระดับ 80-85 เปอร์เซ็นต์

3. ปริมาณธาตุอาหารในก้อนเชื้อ ความสำคัญของธาตุอาหารในก้อนเชื้อเห็นได้จากผลการทดลองที่ใส่ปุ๋ยแอมโนเนียมไนเตรทลงไปในส่วนผสมของก้อนเชื้อ พบว่าการใส่ปุ๋ยดังกล่าวทำให้ดอกเห็ดมีธาตุในโตรเจนเพิ่มขึ้นถึง 5.32 เปอร์เซ็นต์ และถ้าใช้ถั่วเหลืองหรือถั่ว alfalfa ลงไปแทนการใส่ปุ๋ย พบว่าสามารถเพิ่มในโตรเจนได้ 5.46 และ 8.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังเห็นได้จากผลงานวิจัย (Zadrazil and Kurtzman, 1982) ในตารางที่ 1

4. อากาศ ภายในโรงเรือนเปิดดอกต้องมีการถ่ายเทอากาศที่ดีมิเช่นนั้นจะทำให้เกิดปัญหาของการขาดกาซออกซิเจนซึ่งจะมีผลต่อการสร้างตุ่มดอกเห็ด (primordia) ทำให้ผลผลิตดอกเห็ดต่ำหรือทำให้ตุ่มดอกเห็ดที่เกิดขึ้นมีคุณภาพต่ำและพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดที่มีลักษณะผิดปกติ

5. แสง แม้ว่าเส้นใยของเห็ดนางฟ้าจะสามารถเจริญเติบโตได้ในที่ซึ่งไม่มีแสงหรือมีแสงน้อย แต่การที่เห็ดนางฟ้าจะออกดอกดีนั้นจะต้องมีแสงเพียงพอในระดับหนึ่งจึงจะทำให้ดอกเห็ดสมบูรณ์

6. ความเป็นกรดเป็นด่าง เห็ดนางฟ้าเจริญเติบโตได้ดีในอาหารที่มีสภาพเป็นกรดจนถึงปานกลาง ค่า pH จึงควรจะอยู่ระหว่าง 5-7

ตารางที่ 1 ผลผลิตของเห็ดนางฟ้าจากการเพาะเลี้ยงที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนและอาหารเสริมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

อัตราส่วนของอาหารเสริม	ดอกเห็ด		ปริมาณอินทรียวัตถุที่สูญเสียขณะเจริญเติบโต	สัมประสิทธิ์ผลผลิต
	ผลผลิต (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณของไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)		
ฟางหมัก 100 กรัม+น้ำ	3.50	4.10	31.0	0.11
ฟางหมัก 100 กรัม+0.75 กรัม NH_4NO_3	4.69	4.18	33.1	0.14
ฟางหมัก 100 กรัม+2.25 กรัม NH_4NO_3	5.03	5.32	25.0	0.18
ฟางหมัก 100 กรัม+3.75 กรัม NH_4NO_3	2.93	4.78	25.8	0.10
ฟางหมัก 95 กรัม+ถั่วเหลือง 5 กรัม	7.21	4.60	40.5	0.18
ฟางหมัก 90 กรัม+ถั่วเหลือง 10 กรัม	10.15	5.44	45.1	1.23
ฟางหมัก 80 กรัม+ถั่วเหลือง 20 กรัม	11.51	7.44	47.5	0.24
ฟางหมัก 70 กรัม+ถั่วเหลือง 30 กรัม	10.59	8.50	48.1	0.22
ฟางหมัก 95 กรัม+ถั่ว alfalfa 5 กรัม	7.48	4.24	38.0	0.20
ฟางหมัก 90 กรัม+ถั่ว alfalfa 10 กรัม	8.41	4.30	41.2	0.20
ฟางหมัก 80 กรัม+ถั่ว alfalfa 20 กรัม	8.17	4.60	43.0	0.19
ฟางหมัก 70 กรัม+ถั่ว alfalfa 30 กรัม	11.89	5.46	47.7	0.25

การเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐาน

เห็ดนางฟ้าสายพันธุ์ภูฐานเหมาะสมที่จะเผยแพร่ให้เกษตรกรไทยเพาะเลี้ยงเนื่องจากมีลักษณะและคุณสมบัติที่เด่น ดังนี้

1. เส้นใยเจริญได้ดีและรวดเร็วทั้งในอาหารวุ้นและในหัวเชื้อหรืออาหารเมล็ดธัญพืชจึงทำให้การเพาะเลี้ยงไม่ยุ่งยากและไม่มีข้อจำกัดมาก ทำให้สะดวกสำหรับผู้เพาะเลี้ยง

2. สร้างดอกเห็ดได้เร็วเพราะมีความสามารถสูงในการใช้อาหารเพื่อการเจริญเติบโตจึงออกดอกเร็ว ดอกเห็ดแก่และพร้อมที่จะให้เก็บเกี่ยวได้เร็ว ยิ่งถ้าใส่อาหารเสริมลงไปในก้อนเชื้อมากก็จะยิ่งได้ผลผลิตมาก นอกจากนี้ถ้าสามารถปรับอุณหภูมิในระยะที่บ่มก้อนเชื้อให้อยู่ระหว่าง 24-26 องศาเซลเซียส ก็จะช่วยให้เส้นใยเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ใช้เวลาเพียง 16-21 วันเท่านั้นก็จะเริ่มปรากฏดอกเห็ดขนาดจิ๋วให้เห็นในถุงก้อนเชื้อ พร้อมที่จะเปิดดอกได้ทันที

3. ช่วงของการออกดอกจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งค่อนข้างสั้น คือ 5-7 วัน จึงให้ผลผลิตเร็วและเก็บเกี่ยวได้หลายรุ่น ไม่ต้องรอนาน

4. เส้นใยมีความต้านทานต่อราสีเขียวและราสีดำสูงมากจึงเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราและแบคทีเรียน้อย อัตราการสูญเสียของก้อนเชื้อจึงค่อนข้างต่ำ

5. เพาะเลี้ยงได้ตลอดปี

6. ดอกเห็ดสดสามารถเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวได้นานกว่าเห็ดนางรมชนิดอื่นและสายพันธุ์อื่น

ทั้งนี้ผู้เพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าในกรุงเทพมหานครได้กล่าวไว้ว่าเห็ดนางฟ้าภูฐานให้ผลผลิตสูงกว่าเห็ดนางรมและเห็ดชนิดอื่น ๆ ก้อนเชื้อที่หนัก 1 กิโลกรัมจะให้ผลผลิตดอกเห็ดสด 300-500 กรัม และกล่าวอีกด้วยว่าเห็ดนางฟ้าภูฐานมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอากาศมาก ถ้าสภาพอากาศปกติการบ่มเชื้อใช้เวลา 21-25 วัน แต่ถ้าเป็นฤดูหนาวการบ่มเชื้อใช้เวลาเพียง 15-20 วัน และในระยะที่เห็ดออกดอกถ้ามีอากาศเย็นดอกเห็ดจะออกเร็วและหมวกดอกมีสีเข้ม แต่ในช่วงฤดูร้อนดอกเห็ดจะออกช้าและหมวกดอกมีสีซีด

การเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐานใช้วิธีการเดียวกันกับการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรม แต่การดูแลในช่วงเปิดดอกเห็ดอาจจะแตกต่างกันเล็กน้อยในรายละเอียด ขั้นตอนของการเพาะเลี้ยงโดยทั่วไปมีดังนี้

1. การเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์ เป็นการเพาะเลี้ยงเส้นใยเพื่อผลิตหัวเชื้อบริสุทธิ์โดยการนำเนื้อเยื่อของดอกเห็ดซึ่งอยู่ในระยะก่อนการปลดปล่อยสปอร์มาเลี้ยงบนอาหารวุ้นให้เกิดการเจริญของเส้นใยเพื่อจะได้นำไปขยายเชื้อให้เส้นใยมีปริมาณมากขึ้น วิธีการคือนำส่วนผสมของอาหารพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อและเส้นใยมาผสมกับผงวุ้นเพื่อให้เป็นอาหารแข็ง แล้วนำเนื้อเยื่อของดอกเห็ดมาเลี้ยงบนอาหารวุ้นนั้นเพื่อกระตุ้นให้เกิดการสร้างเส้นใย ต่อมาเมื่อเส้นใยเหล่านั้นได้รับสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตจากอาหารวุ้นแล้วเส้นใยจะมีการขยายตัวและเพิ่มปริมาณให้มากขึ้นกลายเป็นเชื้อบริสุทธิ์ที่สามารถนำไปขยายเพื่อเพิ่มปริมาณให้มากขึ้นต่อไปในอาหารเมล็ดธัญพืช

เนื้อเยื่อและเส้นใยจากดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานเจริญเติบโตได้ดีในอาหารวุ้นที่ใช้เลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์ของเห็ดโดยทั่วไป คือ อาหารวุ้น PDA (potato-dextrose-agar) อาหารชนิดนี้ใช้ส่วนผสมไม่ยุ่งยาก มีเพียงมันฝรั่ง 200 กรัม น้ำตาลกลูโคส 200 กรัม ผงวุ้น 20 กรัม และ น้ำ 1 ลิตร การเตรียมคือ นำมันฝรั่งที่ปอกเปลือกออกแล้ว ล้างให้สะอาด หั่นเป็นแว่นบาง ๆ ต้มในน้ำ เมื่อสุกแล้วกรองเอาแต่น้ำ ใส่น้ำตาลและผงวุ้นลงไปแล้วต้มให้เดือดอีกครั้ง รอจนอาหารวุ้นเหลวเย็นลงจึงกรอกลงในขวดแบน ใช้จุกสำลีปั้นเป็นก้อนกลมอุดปากขวด ทับจุกด้วยกระดาษแล้วรัดคอขวดด้วยยางรัด นำขวดไปวางเอียงเพื่อให้มีพื้นที่ผิวของอาหารมากขึ้นจะได้เลี้ยงเส้นใยได้มากขึ้นตามไป เมื่ออาหารเย็นลงและแข็งตัวดีแล้วจึงเขี่ยเนื้อเยื่อของดอกเห็ดลงไปเลี้ยงในขวดอาหารนั้น

การเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์จะต้องมีการเริ่มต้นที่ดี คือ ต้องเลือกดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานที่จะนำมาผลิตเชื้อบริสุทธิ์ให้เป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์และแข็งแรง จึงจะได้เส้นใยบริสุทธิ์ที่แข็งแรงตามมา ดอกเห็ดจะต้องอยู่ในระยะก่อนที่จะปลดปล่อยสปอร์ มิเช่นนั้นเส้นใยจะไม่แข็งแรงนัก ทำให้ได้เชื้ออ่อนแอที่สามารถสร้างปัญหาให้ภายหลังได้ เมื่อได้ดอกเห็ดมาแล้วจึงทำความสะอาดดอกเห็ดก่อนจะนำไปเขี่ยเนื้อเยื่อในตู้ปลอดเชื้อ โดยมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเขี่ยเชื้อที่ทำความสะอาดแล้วเช่นกัน

เมื่อจะเขี่ยเชื้อให้ฉีกดอกเห็ดออก แบ่งครึ่งตามยาว ใช้เข็มเขี่ยลนไฟ เปิดจุกขวดอาหารวุ้นออก เขี่ยเนื้อเยื่อดอกเห็ดจากบริเวณที่หมวกดอกเห็ดต่อกับก้านดอก เขี่ยเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้ววางลงบนผิวของอาหารวุ้นตรงกลางพื้นที่ผิว อุดปากขวดไว้ดังเดิมแล้วนำออกจากตู้ไปวางเรียงในห้องที่สะอาดเพื่อบ่มเชื้อให้เกิดเส้นใยของเชื้อเห็ดออกมาจากเนื้อเยื่อแล้วขยายตัวเพิ่มปริมาณอยู่บนอาหารวุ้นนั้น เส้นใยจะเกิดจนเต็มภายในเวลา 10-15 วัน จากนั้นเลือกขวดที่เส้นใยเจริญดีไม่มีการปนเปื้อนของเชื้ออื่นไปใช้ในการขยายเชื้อในอาหารเมล็ดธัญพืชต่อไป

2. การขยายเชื้อ การขยายเชื้อเห็ดนางฟ้าภูฐานใช้วิธีการเดียวกันกับของเห็ดนางรมคือขยายเชื้อในอาหารเมล็ดข้าวฟ่าง เตรียมโดยการเลือกเมล็ดข้าวฟ่างที่สมบูรณ์มาล้างให้สะอาดแล้วแช่ไว้ในน้ำทิ้งไว้ประมาณ 15 ชั่วโมง จากนั้นนำไปต้มให้สุก เมื่อเมล็ดข้าวฟ่างเย็นลงบรรจุในขวดกลมหรือขวดแบนให้มีปริมาณ 1/2 หรือ 2/3 ของขวด อุดปากขวดด้วยจุกสำลีปิดทับด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ รัดปากขวดด้วยยางรัด

นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน ใช้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นึ่งนาน 30 นาที จากนั้นนำออกมาวางเรียงให้ขวดเย็นลงก่อนที่จะนำไปใช้ขยายเชื้อ

เมื่ออาหารเมล็ดข้าวฟ่างพร้อมสำหรับการขยายเชื้อแล้วจึงเลือกขวดอาหารวุ้นซึ่งมีเส้นใยที่เป็นเชื้อบริสุทธิ์ที่เกิดจากเนื้อเยื่อของเห็ดนางฟ้าที่เขี่ยลงไปเลี้ยงในขวดอาหารวุ้น เชื้อที่แข็งแรงจะสังเกตุได้จากการไม่มีเส้นใยอื่นปลอมปนซึ่งแสดงออกโดยการมีเส้นใยที่สีแตกต่างไปจากสีของเส้นใยบริสุทธิ์ การใส่เชื้อบริสุทธิ์ลงไปเลี้ยงในขวดอาหารเมล็ดข้าวฟ่างนั้นเส้นใยจะดึงอาหารที่ย่อยได้จากเมล็ดข้าวฟ่างไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตและการขยายปริมาณของเส้นใยให้มากขึ้น การที่ต้องขยายเชื้อเห็ดหลังจากที่ได้เส้นใยบริสุทธิ์ให้มีเส้นใยในปริมาณมากขึ้นนั้นเนื่องจากในการเพาะเลี้ยงเห็ดให้ได้ผลผลิตดอกเห็ดในปริมาณมากนั้นจะต้องใช้เส้นใยในปริมาณมากเช่นกันจึงจะได้ผลผลิตมากตามต้องการ และการเลี้ยงเส้นใยในอาหารเมล็ดธัญพืชนั้นเป็นวิธีการที่เหมาะสมเพราะว่าเส้นใยจะเกาะอยู่รอบ ๆ เมล็ดธัญพืชเพื่อให้เมล็ดธัญพืชเหล่านั้นเป็นตัวพาเส้นใยลงไปเลี้ยงในอาหารก้อนเชื้อได้สะดวกกว่าการเขี่ยเส้นใยจากอาหารวุ้นโดยตรง

สำหรับการเขี่ยเชื้อบริสุทธิ์ลงไปในขวดอาหารเมล็ดข้าวฟ่างนั้นต้องทำในตู้ปลอดเชื้อที่ทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว เมื่อจะเขี่ยเชื้อจึงเปิดปากขวดอาหารเมล็ดข้าวฟ่างและขวดอาหารวุ้นไปพร้อม ๆ กัน ใช้เข็มเขี่ยที่ชุบแอลกอฮอล์และลนไฟแล้วเขี่ยอาหารวุ้นบริเวณที่มีเส้นใยหนาแน่นออกมาแล้วใส่ลงไปในขวดเมล็ดข้าวฟ่างโดยใส่ลงไปที่บริเวณกลางขวดอาหาร ปิดจุกสำลีทิ้งไว้ดังเดิม เขย่าขวดให้เมล็ดข้าวฟ่างกลบชิ้นวุ้นและเพื่อกระจายความชื้นภายในขวดให้ทั่ว นำขวดเมล็ดข้าวฟ่างที่เขี่ยเชื้อแล้วไปเรียงและบ่มไว้ในห้องที่สะอาด จนกระทั่งเชื้อเดินเต็มขวด ตลอดช่วงของการบ่มเส้นใยนี้ต้องสังเกตดูการติดเชื้ออื่นด้วย เมื่อพบการติดเชื้อในขวดใดก็ตามให้นำออกไปเสียจากห้องบ่ม ขวดอาหารข้าวฟ่างที่สะ อาดจะมีเส้นใยที่มีคุณภาพและแข็งแรงเดินอยู่เต็มและพร้อมที่จะได้รับการนำไปเลี้ยงในก้อนเชื้อเพื่อสร้างดอกเห็ด

3. การเลี้ยงเชื้อเพื่อผลิตดอกเห็ด การเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐานและเห็ดนางรมชนิดอื่น ๆ นั้นขั้นตอนที่สำคัญและเป็นขั้นตอนที่ต้องปฏิบัติแบบปลอดเชื้ออีกขั้นตอนหนึ่งก็คือขั้นตอนของการถ่ายเชื้อเห็ดที่ผ่านการขยายปริมาณได้มากแล้วในขวดอาหารเมล็ดธัญพืชลงไปเลี้ยงในอาหารผสมที่เส้นใยสามารถย่อยและสกัดสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตออกมา รวมทั้งจะต้องมีการใส่สารอาหารอื่น ๆ เสริมลงไปด้วยเพื่อกระตุ้นการเจริญและการพัฒนาให้มีการรวมตัวของเส้นใยให้มากพอจนกลุ่มเส้นใยเหล่านั้นมีการเจริญเป็นตุ่มดอกเห็ด (primordia) เพื่อพัฒนาต่อไปเป็นฟรุตติ้งบอดี้ (fruiting body) หรือดอกเห็ดขนาดเล็กแล้วรอเวลาที่จะออกมาเจริญเติบโตภายนอกอาหารเพาะเลี้ยง

ในขั้นตอนดังกล่าวนี้อาหารที่เลี้ยงเส้นใยจะต้องเป็นอาหารที่มีสภาพและคุณสมบัติเลียนแบบสภาพธรรมชาติที่เห็ดแต่ละชนิดขึ้นอยู่ ซึ่งได้แก่อาหาร 2 ประเภท คือ ประเภทที่มีเศษไม้เป็นส่วนผสมหลักถ้าหากเห็ดที่จะเพาะนั้นขึ้นอยู่บนตอไม้ผุหรือขึ้นบนต้นไม้และกิ่งไม้ ส่วนอาหารอีกประเภทหนึ่ง คือ อาหารที่มีเศษอินทรียวัตถุหมักเป็นส่วนผสมหลัก ถ้าเห็ดที่เพาะนั้นขึ้นบนปุ๋ยหมักหรือกองของเศษวัสดุอินทรีย์ที่กำลังย่อยสลาย โดยมีสารอาหารอื่น ๆ เป็นส่วนผสมรอง ตามความจำเป็นและความเหมาะสม อาหารผสมเหล่านี้มักจะได้รับการบรรจุลงถุงพลาสติกแล้วเรียกว่าก้อนเชื้อเพื่อเลี้ยงเส้นใยให้เป็นดอกเห็ด ก้อนเชื้อเหล่านี้จะถูกนำไปถ่ายเชื้อหรือถ่ายเส้นใยจากขวดเมล็ดธัญพืชลงไป แล้วนำไปบ่มในสภาพที่เหมาะสมเพื่อให้เส้นใยขยายและเพิ่มปริมาณจนรวมตัวกันเป็นเส้นใยซึ่งต่อมาพัฒนาเป็นจุดกำเนิดของดอกเห็ดดังกล่าวแล้วข้างต้น

สำหรับการเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐานนั้นปัจจุบันนิยมใช้ก้อนเชื้อที่มีขี้เลื่อยเป็นส่วนผสมหลักเนื่องจากเป็นวัสดุที่ใช้ได้ผล แต่อย่างไรก็ตามผู้เพาะเลี้ยงเห็ดบางส่วนใช้ก้อนเชื้อปุ๋ยหมักแทน ซึ่งพบว่าใช้เลี้ยงได้เหมือนกัน หรืออาจจะใช้อาหารทั้ง 2 ประเภทผสมกันคือมีทั้งขี้เลื่อยและเศษวัสดุอินทรีย์ที่มีการสลายตัว จากการปฏิบัติได้สูตรของส่วนผสมของก้อนเชื้อที่ใช้เลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐานหลายสูตร ดังนี้

สูตร 1

ขี้เลื่อยแห้ง	100 กิโลกรัม
รำละเอียด	5 กิโลกรัม
แป้งข้าวเจ้าหรือ	1 กิโลกรัม
น้ำตาล	0.2 กิโลกรัม
ดีเกลือ	1 กิโลกรัม
ปูนขาว	60-70
น้ำ	เปอร์เซ็นต์

สูตร 2

ขี้เลื่อย	100 กิโลกรัม
รำละเอียด	10 กิโลกรัม
น้ำตาลทราย	1 กิโลกรัม
แดง	1 กิโลกรัม
ปูนขาว	300 กรัม
แคลเซียม	60-70
น้ำ	เปอร์เซ็นต์

สูตร 3

ขี้เลื่อยแห้ง	100 กิโลกรัม
รำละเอียด	8 กิโลกรัม
น้ำตาลทราย	1 กิโลกรัม
ปูนขาว	1 กิโลกรัม
แคลเซียม	1 กิโลกรัม
ดีเกลือ	100 กรัม
น้ำ	60-70
	เปอร์เซ็นต์

สูตร 4

ขี้เลื่อยไม้	100 กิโลกรัม
ยางพารา	7 กิโลกรัม
รำละเอียด	1 กิโลกรัม
ปลายข้าว	
ยิปซั่ม	0.2 กิโลกรัม
(แคลเซียม	1 กิโลกรัม
ซัลเฟต)	2-3 กิโลกรัม
ปูนขาว	70-80
พูไมท์	เปอร์เซ็นต์
น้ำ	

สูตร 5

ขี้เลื่อย	100 กิโลกรัม
รำละเอียด	5-8 กิโลกรัม
ข้าวโพดป่นหรือ	
น้ำตาลทราย	1-2 กิโลกรัม
น้ำ	60-70
	เปอร์เซ็นต์

สูตร 6

ขี้เลื่อยไม้	100 กิโลกรัม
ยางพารา	8 กิโลกรัม
รำละเอียด	1 กิโลกรัม
น้ำตาลทราย	1 กิโลกรัม
แป้งข้าวเหนียว	1 กิโลกรัม
ปูนขาว	0.2 กิโลกรัม
ดีเกลือ	50-60
น้ำ	เปอร์เซ็นต์

สูตร 7

เศษฟางข้าวแห้ง	100 กิโลกรัม
ยูเรีย	1 กิโลกรัม
ปูนขาว	1 กิโลกรัม
ปุ๋ยดับเบิ้ลซุปเปอร์	
ฟอสเฟต (0-46-0)	2 กิโลกรัม
รำละเอียด	5 กิโลกรัม
น้ำ	50-60
	เปอร์เซ็นต์

สูตร 8

เศษฟางข้าวแห้ง	100 กิโลกรัม
ปุ๋ย (16-20-0)	1 กิโลกรัม
ดีเกลือ	0.2 กิโลกรัม
ปูนขาว	1 กิโลกรัม
น้ำ	70-75
	เปอร์เซ็นต์

การทำก้อนเชื้อขี้เลื่อยทำโดยการนำส่วนผสมทั้งหมดมาคลุกให้เข้ากันแล้วค่อย ๆ เติมน้ำลงไปเพื่อปรับความชื้น ผสมจนเข้ากันดีให้มีความชื้นของส่วนผสมพอดีแล้วจึงนำไปบรรจุลงในถุงพลาสติกทรงสี่เหลี่ยมให้มีน้ำหนัก 800 กรัม ต่อถุง อัดให้แน่น ใส่คอขวดพลาสติกที่ปากถุง อุดปากขวดด้วยก้อนสำลีที่พันกันแน่น ปิดทับด้วยกระดาษแล้วรัดด้วยยางรัดที่คอขวดให้แน่น นำขวดเรียงในหม้อนึ่งซึ่งอาจใช้หม้อนึ่งความดันหรือหม้อนึ่งพื้นบ้านก็ได้ ถ้าต้องการผลิตก้อนเชื้อในปริมาณมาก ผู้เพาะเลี้ยงมักจะใช้หม้อนึ่งพื้นบ้านซึ่งเป็นหม้อนึ่งที่เกิดจากภูมิปัญญาชาวบ้านเป็นหม้อนึ่งซึ่งประดอบด้วยวัสดุที่หาได้ง่าย ไม่สิ้นเปลืองแต่ใช้หลักการเดียวกันคือให้ความร้อนสูงจากไอน้ำเพื่อฆ่าเชื้อในก้อนเชื้อ การใช้หม้อนึ่งพื้นบ้านจะช่วยให้สามารถนึ่งก้อนเชื้อได้ครั้งละมาก ๆ เป็นการประหยัดต้นทุนและเวลาในการนึ่งก้อนเชื้อ (ภาพที่ 19-21)

ภาพที่ 19 หม้อนึ่งพื้นบ้านประกอบด้วยวัสดุที่หาได้ง่ายไม่ซับซ้อน

ภาพที่ 20 หม้อนึ่งพื้นบ้านบรรจุก้อนเชื้อได้มาก

ภาพที่ 21 หม้อนึ่งพื้นบ้านมีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าเชื้อในก้อนเชื้อ

สำหรับการผสมอาหารก้อนเชื้อที่ใช้วัสดุฟางข้าวแห้งนั้นต้องย่อยฟางให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ เสียก่อนด้วยการสับหรือบดหยาบแล้วนำฟางไปหมักเสียก่อน โดยฉีดน้ำให้กับฟางจนชุ่มแล้วผสมปุ๋ยและดีเกลือลงไปตามสูตรที่เลือกใช้ คลุกให้เข้ากันแล้วขึ้นกองปุ๋ย คลุมด้วยแผ่นพลาสติก หมักไว้ 3 วัน จากนั้นกลับกองปุ๋ยฟางหมักอีก 2 ครั้ง โดยเว้นระยะ 3 วัน ครั้งสุดท้ายผสมปูนขาวลงไปคลุกให้เข้ากัน แล้วนำอาหารที่ผสมดีแล้วไปใส่ในถุง นึ่งฆ่าเชื้อด้วยวิธีเดียวกันกับที่ทำกับสูตรที่ใช้ขี้เลื่อย แต่ในวิธีนี้ก่อนจะบรรจุอาหารผสมลงถุงควรจะต้องตรวจสอบความชื้นของฟางหมักในกองปุ๋ยเสียก่อน ถ้าเห็นว่าความชื้นมากเกินไปจะต้องเกลี่ยกองปุ๋ยแล้วผึ่งอาหารให้ความชื้นลดลงจนพอเหมาะเสียก่อนแล้วจึงบรรจุลงถุง เพราะถุงก้อนเชื้อที่มีความชื้นมากเกินไปจะทำให้เชื้อราอื่น ๆ และเชื้อแบคทีเรียเจริญเติบโตได้แล้วเข้าทำลายเชื้อเห็ดในเวลาต่อมา จากนั้นก้อนเชื้อจะเน่าเสียหาย

เมื่อก้อนเชื้อผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วจึงนำมาวางเรียงไว้ในห้องที่สะอาด ลมไม่โกรก เพื่อการถ่ายเชื้อหรือถ่ายเส้นใยจากขวดอาหารเมล็ดธัญพืชลงไป การถ่ายเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเชื้อลงไปในก้อนเชื้อนั้นโดยทั่วไปแล้วหลังจากที่เปิดจุกของก้อนเชื้อจะใช้ไม้แหลมที่สะอาดแทงลงไปให้เกิดรูเพื่อเขี่ยเมล็ดข้าวฟ่างให้ตกลงไปในรู ปิดจุกไว้ดังเดิม บ่มก้อนเชื้อไว้ในห้องต่อไปเพื่อกระตุ้นให้เชื้อขยายอยู่ในถุงก้อนเชื้อ เส้นใยจะรวมกันและพัฒนาเป็นฟรุตติ้งบอดี้ต่อไป เมื่อมีการเปิดก้อนเชื้อแล้วบ่มไว้ในโรงเปิดดอกที่มีสภาพเหมาะสม ดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานจะทยอยกันออกมาจากก้อนเชื้อ โดยทั่วไปแล้วเส้นใยของเห็ดนางฟ้าภูฐานจะใช้เวลาในการขยายปริมาณหรือเดินเส้นใย 30-40 วัน จึงเดินเต็มถุงก้อนเชื้อ

4. การเปิดดอกเห็ด การเปิดดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานกระทำหลังจากที่เส้นใยของเห็ดเดินเต็มก้อนเชื้อแล้วและเส้นใยเห็ดรัดตัว มีการสะสมอาหารเพียงพอเพื่อการเกิดดอกเห็ด จากนั้นจึงจะนำก้อนเชื้อเหล่านั้นไปเปิดดอกในโรงเรือนเปิดดอกเห็ด ซึ่งควบคุมสภาพในโรงเรือนให้เป็นไปตามที่เชื้อเห็ดต้องการ คือ ให้มีความชื้นสัมพันธ์ภายในโรงเรือนเป็น 80-85 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิที่ 25-30 องศาเซลเซียส ต้องดูแลความสะอาดของโรงเรือนด้วยให้ปราศจากแมลงที่เป็นศัตรูเข้าทำลายก้อนเชื้อ เนื่องจากในขณะที่ดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานออกมาเจริญเติบโตนอกก้อนเชื้อนั้นดอกเห็ดจะปล่อยกลิ่นหอมออกมาซึ่งกลิ่นนี้สามารถดึงดูดแมลงต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะแมลงหวี่ ทำให้เกิดความเสียหายกับดอกเห็ด

การเก็บเกี่ยวดอกเห็ดทำโดยการโยกโคนก้านดอกเห็ดหรือกลุ่มดอกเห็ดเบา ๆ ด้วยมือ หลังจากการเก็บเกี่ยวดอกเห็ดรุ่นแรกแล้วก้อนเชื้อจะใช้เวลา 5-10 วัน ในการพัก จากนั้นดอกเห็ดรุ่นต่อมาจะโผล่ออกจากก้อนเชื้อได้อีกเป็นรุ่น ๆ การเก็บเกี่ยวผลผลิตจะทำได้หลายรุ่นหรือไม่ขึ้นอยู่กับสูตรอาหารและการปฏิบัติปลีกย่อยต่าง ๆ ในการดูแลรักษา

แนวคิดในการศึกษาวิจัย

ฝ่ายศึกษาและทดสอบการปลูกพืชของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้จัดให้มีการฝึกอบรมเพื่อสร้างอาชีพการเพาะเลี้ยงเห็ดเศรษฐกิจให้กับเกษตรกรและประชาชนผู้สนใจมาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ได้มีเกษตรกรรวมทั้งผู้เพาะเลี้ยงเห็ดทั้งผู้ที่ประกอบอาชีพการเพาะเลี้ยงเห็ดอยู่แล้วและผู้ที่มีความสนใจที่จะเริ่มงานมารับการฝึกอบรมเป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 22-26) จากการสนทนาเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระหว่างการฝึกอบรมทำให้ฝ่ายฯ ได้ทราบปัญหาหลายด้านที่เกิดขึ้นในการเพาะเลี้ยงเห็ดหลายชนิดในสภาพของการเพาะเลี้ยงและวิธีการเพาะเลี้ยงที่แตกต่างกันไป สำหรับการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้าภูฐานนั้น การปรับปรุงเทคนิคในแง่ต่าง ๆ จะช่วยให้การลงทุนเพาะเลี้ยงเห็ดชนิดนี้มีผลตอบแทนคืนสู่ผู้ประกอบการได้มากขึ้น ปัญหาหนึ่งที่ฝ่ายฯ ได้นำมาวิจัยเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาในด้านการลดต้นทุนการผลิต คือ การปรับปรุงส่วนผสมของก้อนเชื้อเพื่อเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐาน โดยการทดสอบความเป็นไปได้ของการใช้วัสดุพื้นบ้านชนิดต่าง ๆ มาเป็นส่วนผสมหลักของก้อนเชื้อ และคาดว่าผลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติเพื่อช่วยแก้ปัญหาของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงเห็ดเป็นอาชีพ

ภาพที่ 22 เกษตรกรเข้ารับการฝึกอบรมการเพาะเลี้ยงเห็ด

ภาพที่ 23 ประชาชนทั่วไปฝึกอบรมการเพาะเลี้ยงเห็ด

ภาพที่ 24 กลุ่มแม่บ้านและนักเรียนฝึกการเตรียมอาหารเมล็ดธัญพืช

ภาพที่ 25 คณะครูและนักเรียนฝึกการเตรียมก้อนเชื้อ

ภาพที่ 26 เจ้าหน้าที่จากสาธารณรัฐประชาชนลาวฝึกการเตรียมอาหารวุ้น PDA

วัตถุประสงค์ของโครงการ

-

วิธีดำเนินการ

การศึกษาเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุพื้นบ้านในการใช้เป็นส่วนผสมหลักของก้อนเชื้อที่ใช้เพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐานครั้งนี้เป็นการเลือกใช้ **1)วัสดุที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตพืช**ซึ่งได้แก่ ฟางข้าว เปลือกถั่วเหลือง รำหยาบ และ ชานอ้อย **2) เศษวัชพืช** ได้แก่ จอกหูหนูแห้ง และเศษไม้ของไมยราพยักษ์ และ **3) ไม้จากต้นไม้ที่หาได้ง่ายในพื้นที่** ได้แก่ ไม้กระถินยักษ์ ไม้ฉำฉา และ ไม้มะม่วง โดยเปรียบเทียบวัสดุต่าง ๆ เหล่านั้นกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราซึ่งเป็นวัสดุที่ต้องซื้อจากโรงเลื่อย โดยให้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นกรรมวิธีควบคุมเนื่องจากเป็นวัสดุหลักของส่วนผสมก้อนเชื้อที่ใช้ได้ผลดีในการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้าเป็นการค้าในปัจจุบัน

การเตรียมส่วนผสมของก้อนเชื้อนั้นใช้วัสดุดังระบุไว้เป็นส่วนผสมหลัก จึงได้กรรมวิธีการทดลองซึ่งมีวัสดุต่าง ๆ เหล่านั้นเป็นกรรมวิธีการทดลองรวม 10 กรรมวิธี **กรรมวิธีที่ 1 ถึง 5 (T1-T5)** มีวัสดุทดลอง เป็น ฟางข้าว เปลือกถั่วเหลือง รำหยาบ ชานอ้อย และ จอกหูหนู ตามลำดับ **กรรมวิธีที่ 6 ถึง 10 (T6-T10)** มีวัสดุทดลองเป็นขี้เลื่อยของไม้ 5 ชนิด คือ ไมยราพยักษ์ กระถินยักษ์ มะม่วง ฉำฉา และยางพารา ให้ **T1-T9** เป็นกรรมวิธีทดสอบและ **T10** เป็นกรรมวิธีควบคุมหรือกรรมวิธีเปรียบเทียบโดยใช้วัสดุหลักในปริมาณ 100 กิโลกรัมและมีส่วนผสมอื่น ๆ ที่ใช้ในการทำก้อนเชื้อ คือ รำละเอียด 5 กิโลกรัม ปูนขาว 1 กิโลกรัม ดีเกลือ 0.2 กิโลกรัม และ ใช้น้ำ 50-60 เปอร์เซ็นต์ในการปรับความชื้นให้กับส่วนผสม แต่กรรมวิธีที่ใช้ฟางข้าวนั้นเพิ่มส่วนผสมอีก 1 อย่าง คือ ยูเรียในปริมาณ 1 กิโลกรัมเนื่องจากจะต้องหมักฟางข้าวซึ่งสับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อนที่จะนำไปผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ

วิธีการผสมอาหารเพื่อทำก้อนเชื้อในกรรมวิธีที่ 2 ถึง 10 **(T2-T10)** ใช้วิธีการคลุกส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันแล้วเติมน้ำลงไปในขณะคลุกเพื่อปรับความชื้นให้กับส่วนผสม ทดสอบความชื้นโดยการกำส่วนผสมที่คลุกแล้วให้แน่น ถ้าส่วนผสมเกาะกันเป็นก้อนโดยไม่มีน้ำออกมาแสดงว่าความชื้นของส่วนผสมมีพอเหมาะ ในขณะที่การผสมของกรรมวิธีที่ 1 **(T1)** ซึ่งเป็นกรรมวิธีของเศษฟางข้าวนั้น จะต้องหมักฟางข้าวเสียก่อน โดยการรดน้ำให้กับฟางที่สับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ให้ชุ่ม หมักไว้ 3 วัน จากนั้นกลับกองปุ๋ยฟางพร้อมกับใส่ยูเรียลงไปด้วย คลุกให้เข้ากัน ขึ้นกองแล้วคลุมแผ่นพลาสติกเพื่อหมักต่อ กลับกองปุ๋ยอีกทุก 3 วัน อีก 2 ครั้ง จากนั้นนำมาผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ ที่เหลือ คลุกให้เข้ากัน

บรรจุส่วนผสมของก้อนเชื้อลงในถุงพลาสติกทรงสี่เหลี่ยม ใส่ส่วนผสมถุงละ 800 กรัม อัดให้แน่น ใส่คอขวดและอุดปากขวดด้วยจุกสำลีทับด้วยกระดาษ รัดยางรัด แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งพื้นบ้าน นึ่งซ้ำกัน 3 ครั้งโดยแต่ละครั้งเว้นระยะห่าง 4-5 ชั่วโมง

การเตรียมเชื้อบริสุทธิ์จากดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานนั้นปฏิบัติตามวิธีการมาตรฐานโดยใช้อาหารวุ้น PDA ส่วนอาหารขยายเชื้อเป็นอาหารเมล็ดข้าวฟ่างและปฏิบัติตามวิธีมาตรฐานเช่นกัน เมื่อเส้นใยในขวดเมล็ดข้าวฟ่างพร้อมสำหรับการถ่ายเชื้อแล้วจึงถ่ายเชื้อลงในก้อนเชื้อของกรรมวิธีต่าง ๆ ทั้ง 10 กรรมวิธีในวันเดียวกัน บ่มก้อนเชื้อในห้องเดียวกันนานประมาณ 45 วัน ในสภาพอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปเปิดดอกเห็ดในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดที่มีอุณหภูมิ 32-35 องศาเซลเซียสและมีความชื้นสัมพัทธ์ 70-90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปิดก้อนเชื้อในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดได้นาน 7-14 วันมีดอกเห็ดขนาดเล็กอยู่ที่บริเวณปากถุงก้อนเชื้อแล้ว

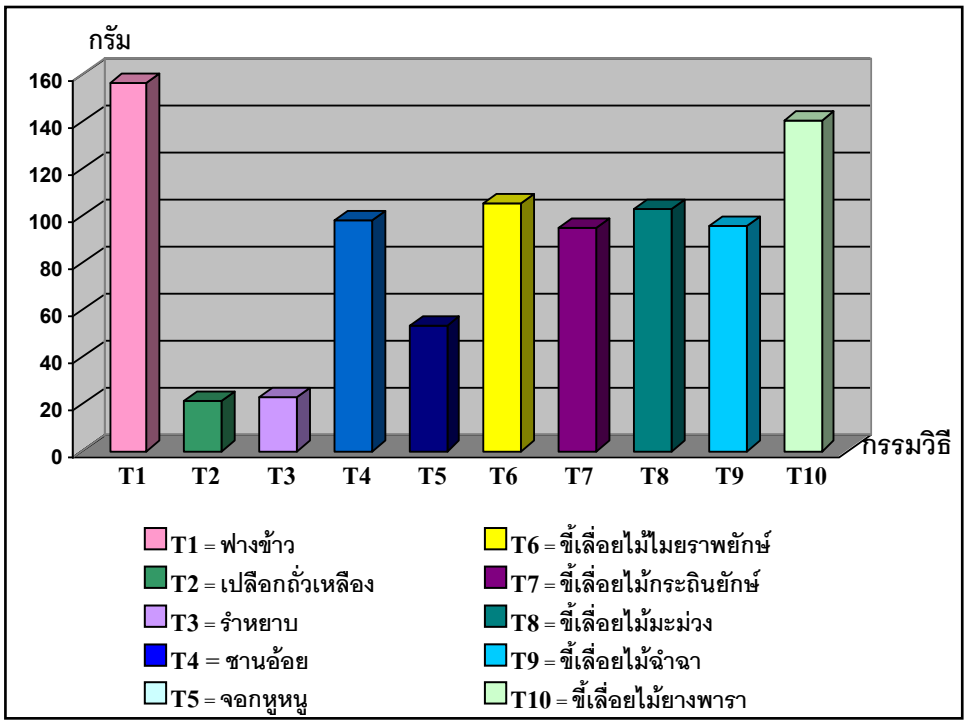
การเก็บเกี่ยวดอกเห็ดทำเป็นรุ่นตามความสามารถในการสร้างดอกเห็ดของแต่ละกรรมวิธี เมื่อก้อนเชื้อหมดสภาพแล้วจึงรวบรวมผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ความสามารถ ในการผลิตดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานของก้อนเชื้อกรรมวิธีต่าง ๆ รวมทั้งบันทึกการเปลี่ยนแปลงตลอดจนปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนต่าง ๆ ตลอดการเพาะเลี้ยงเพื่อประกอบการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาทดลองวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุพื้นบ้านบางชนิดในการเป็นวัสดุหลักในส่วนผสมของก้อนเชื้อที่ใช้เพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐานนั้นเป็นการเลือกใช้วัสดุที่เป็นเศษของพืชหรือวัสดุที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตพืชผลทางการเกษตรได้แก่ เศษฟางข้าว เปลือกถั่วเหลือง รำหยาบ และ ชานอ้อย ส่วนเศษวัชพืชนั้นเป็นเศษจอกหูหนูแห้ง สำหรับการใช้วัสดุจากต้นไม้ที่หาง่ายนั้นใช้ไม้ 4 ชนิดด้วยกัน โดยใช้ขี้เลื่อยจากไม้เหล่านั้นซึ่งได้แก่ ไม้ไมยราพยักษ์ ไม้กระถินยักษ์ ไม้มะม่วง และ ไม้ฉำฉา วัสดุทดลองดังระบุมานี้ทำให้ได้กรรมวิธีการทดลองรวม 9 กรรมวิธีจากวัสดุพื้นบ้าน 9 ชนิด โดยมีกรรมวิธีควบคุมเป็นขี้เลื่อยไม้ยางพาราซึ่งเป็นวัสดุหลักที่ใช้กันทั่วไปในการผลิตก้อนเชื้อเพื่อเพาะเลี้ยงเห็ดนางรมทุกชนิดเป็นการค้า

ผลการทดลองวิเคราะห์จากค่าเฉลี่ยของผลผลิตรวมของดอกเห็ดสดที่เก็บเกี่ยวได้จากกรรมวิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐานในกรรมวิธีต่าง ๆ ตลอดการทดลอง รวมทั้งการแสดงออกในแง่อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

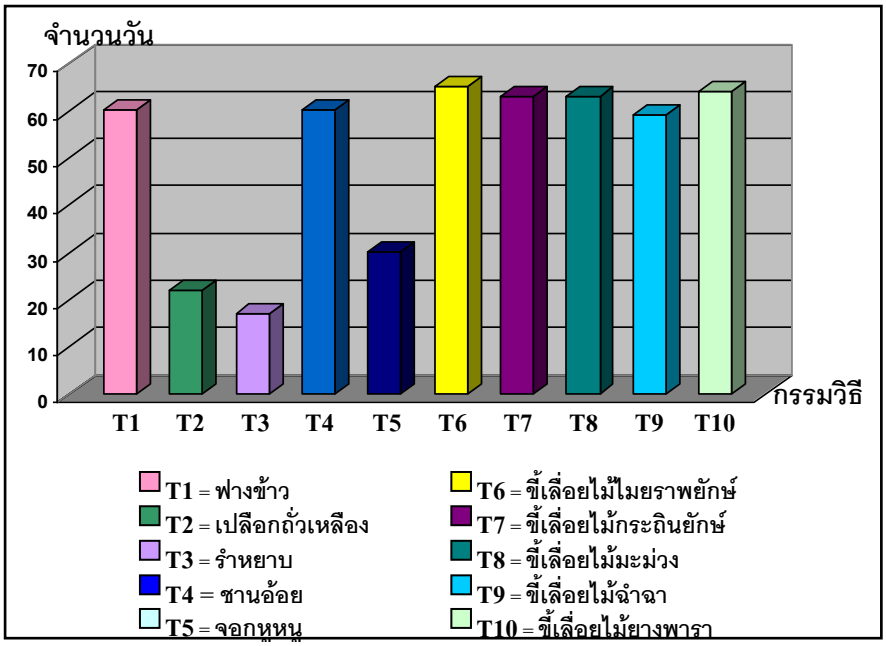
1. ผลผลิตรวมของดอกเห็ดสด ผลของการเก็บเกี่ยวผลผลิตดอกเห็ดสดจากกรรมวิธีการทดลอง 10 กรรมวิธีแสดงในลักษณะของค่าเฉลี่ยของผลผลิตรวม (กรัม) ต่อก้อนเชื้อ 1 ก้อน ซึ่งแสดงไว้ในลักษณะของแผนภาพในภาพที่ 27 จากแผนภาพจะเห็นว่ากรรมวิธีที่ 1 ซึ่งเป็นกรรมวิธีของวัสดุฟางข้าวให้ผลผลิตดอกเห็ดสดเฉลี่ยต่อก้อนเชื้อ 1 ก้อนสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม คือ กรรมวิธีที่ 10 เพียงเล็กน้อย ในขณะที่กรรมวิธีอื่น ๆ นั้นมีกลุ่มที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยปานกลางถึงค่อนข้างสูงเป็นกรรมวิธีของการใช้ขี้เลื่อยไม้ต่าง ๆ ทั้งหมด ซึ่งให้ผลผลิตใกล้เคียงกันและอีก 1 กรรมวิธีเป็นวัสดุชานอ้อยแห้ง ในขณะที่กรรมวิธีจอกหูหนูแห้งให้ผลผลิตในระดับค่อนข้างต่ำ แต่กรรมวิธีเปลือกถั่วเหลืองและรำหยาบซึ่งได้ผลไล่เลี่ยกันนั้นเป็นชุดที่ได้ผลผลิตต่ำมากและต่ำที่สุด



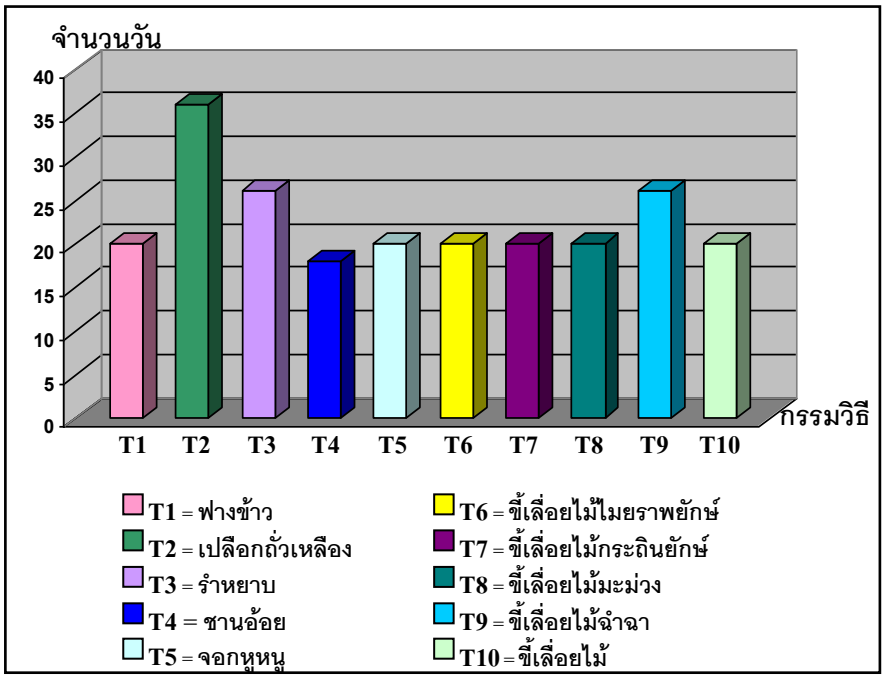
ภาพที่ 27 แผนภาพแสดงค่าเฉลี่ยของผลผลิตของดอกเห็ดสด (กรัม) ต่อก้อนเชื้อ 1 ก้อนของกรรมวิธีต่าง ๆ

2. ช่วงเวลาที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นช่วงเวลานับเป็นวันจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตของดอกเห็ดสดรุ่นแรกไปจนถึงรุ่นสุดท้ายก่อนที่ก้อนเชื้อจะหมดสภาพ ผลการบันทึกแสดงไว้ในแผนภาพของภาพที่ 28 ซึ่งจะเห็ดว่าก้อนเชื้อขี้เลื่อยทุกกรรมวิธีรวมทั้งกรรมวิธีควบคุมให้ผลใกล้เคียงกันมากและอยู่ในกลุ่มที่มีค่าสูงกว่ากรรมวิธีที่เป็นก้อนเชื้อเศษวัสดุยกเว้นกรรมวิธีของฟางข้าวและชานอ้อย ส่วนกรรมวิธีจอกหูหนูนั้นให้ผลผลิตต่ำกว่าและมีประสิทธิภาพเพียงประมาณครึ่งหนึ่งของกลุ่มที่ให้ค่าเฉลี่ยสูง สำหรับกรรมวิธีรำหยาบและเปลือกถั่วเหลืองนั้นได้ค่าต่ำสุด

3. จำนวนวันที่ก้อนเชื้อใช้ในการสร้างเส้นใยให้เต็มก้อน ค่าเฉลี่ยของผลการบันทึกนี้แสดงในภาพที่ 29 ซึ่งเป็นแผนภาพของค่าเฉลี่ยที่บันทึกเป็นวัน จากแผนภาพจะเห็นว่ากรรมวิธีส่วนใหญ่ใช้เวลาไล่เลี่ยกันและไม่ค่อยแตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม ส่วนกรรมวิธีที่ใช้เวลายาวนาน คือ กรรมวิธีเปลือกถั่วเหลือง ในขณะที่กรรมวิธีรำหยาบและขี้เลื่อยไม้ฉำฉานั้นดีกว่าเปลือกถั่วเหลืองเล็กน้อย

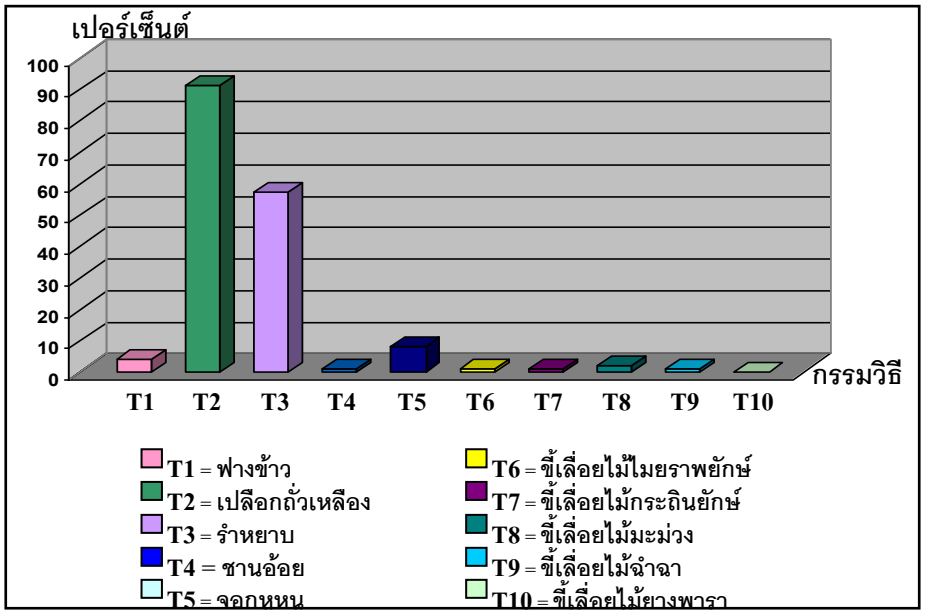


ภาพที่ 28 แผนภาพแสดงค่าเฉลี่ยของช่วงเวลา (วัน) ที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในกรรมวิธีต่าง ๆ



ภาพที่ 29 แผนภาพแสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนวันที่ใช้ในการขยายเส้นใยจนเต็มก้อนเชื้อในกรรมวิธีต่าง ๆ

4. ความเสียหายของก้อนเชื้อ ซึ่งบันทึกในระยะการบ่มเชื้อโดยคิดค่าความเสียหายเป็นเปอร์เซ็นต์จากจำนวนของสิ่งทดลองทั้งหมดในแต่ละกรรมวิธี โดยมีจำนวนก้อนเชื้อขณะเริ่มต้นการทดลองเป็น 100 ก้อนในทุกกรรมวิธี ผลการบันทึกแสดงให้เห็นความรุนแรงของความเสียหายของก้อนเชื้อในกรรมวิธีต่าง ๆ ดังเห็นได้จากแผนภาพในภาพที่ 30 โดยที่ก้อนเชื้อของกรรมวิธีเปลือกถั่วเหลืองและรำหยาบเสียหายมากที่สุดและความเสียหายสูงมากถึง 91 และ 57 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีอื่น ๆ รวมทั้งกรรมวิธีควบคุมผลเสียหายเกิดขึ้นน้อยมาก คือ 0-4 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 30 แผนภาพแสดงความเสียหายของก้อนเชื้อ (เปอร์เซ็นต์) ในกรรมวิธีต่าง ๆ

ผลการทดลองที่ได้ในครั้งนี้เมื่อวิเคราะห์จากภาพรวมแล้วจะเห็นว่า กรรมวิธีที่ได้ผลใกล้เคียงกับกรรมวิธีควบคุม คือ ก้อนเชื้อเศษฟางข้าว ซึ่งให้ผลผลิตดอกเห็ดสูง เก็บเกี่ยวผลผลิตได้นาน จำนวนวันที่ใช้ในการบ่มเชื้อสั้น และความเสียหายของก้อนเชื้อในระยะบ่มเชื้อต่ำมาก ในขณะที่วัสดุเศษพืชอื่น ๆ ให้ผลต่ำกว่าโดยเฉพาะเปลือกถั่วเหลืองและรำหยาบนั้นต่ำกว่ามาก ส่วนจอกหูหนูนั้นอยู่ในระดับปานกลาง ผลของความแตกต่างนี้ถ้าพิจารณาจากวิธีการเตรียมก้อนเชื้อจะเห็นว่าฟางข้าวน่าจะได้เปรียบเศษวัสดุอื่น ๆ เนื่องจากมีการหมักเศษฟางก่อนที่จะนำมาทำก้อนเชื้อในขณะที่เศษวัสดุอื่น ๆ ไม่ได้ผ่านการหมักมาก่อนจึงอาจจะมีผลในการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาในก้อนเชื้อได้น้อยกว่าฟางหมัก อนึ่ง การที่เปลือกถั่วเหลืองและรำหยาบให้ผลต่ำมากในทุกด้านนั้นเป็นเพราะว่าก้อนเชื้อเน่าเสียหายในเปอร์เซ็นต์ที่สูงมาก ดังนั้นการที่จะสรุปว่าวัสดุเศษพืชกรรมวิธีอื่น ๆ ได้ผลด้อยกว่าฟางข้าวมากมายนั้นคงจะไม่ได้จนกว่าจะมีการทดลองเพิ่มเติมและปรับปรุงวิธีการเตรียมก้อนเชื้อโดยการหมักเศษวัสดุชนิดอื่น ๆ ให้เหมือนกับฟางข้าวด้วย เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอของสิ่งทดลอง และติดตามผลโดยละเอียดจึงจะสามารถสรุปได้

สำหรับการใช้ขี้เลื่อยนั้นน่าจะสรุปได้ในขั้นต้นว่ากรรมวิธีต่าง ๆ มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา และน่าจะมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยการปรับปรุงวิธีการเตรียมก้อนเชื้อเป็นต้นว่าการบดหรือสับเศษไม้ให้มีขนาดเล็กลงให้มีความสม่ำเสมอกันทุกกรรมวิธีเพื่อไม่ให้เกิดการได้เปรียบเสียเปรียบตั้งแต่ระยะเริ่มต้น เนื่องจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา่อมจะมีขนาดของชิ้นเล็กกว่าขี้เลื่อยของไม้ในกรรมวิธีอื่นเพราะเป็นขี้เลื่อยที่ได้จากโรงเลื่อยไม้ ในขณะที่ไม้พื้นบ้านนั้นใช้เครื่องบดแทนการเลื่อย

ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์ข้างบนนี้จึงสรุปได้ว่ามีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูงในการใช้วัสดุพื้นบ้านไม่ว่าจะเป็นเศษพืช ซากวัชพืช หรือ ขี้เลื่อยของไม้ที่หาได้ง่ายก็ตาม แต่จะต้องมีการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติให้ประณีตและสม่ำเสมอกว่าครั้งนี้ ตลอดจนต้องมีการทดลองซ้ำและเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำกว่านี้

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาการลดต้นทุนการผลิตเห็ดนางรมภูฐานด้วยการใช้วัสดุพื้นบ้านมาเป็นส่วนผสมของก้อนเชื้อแทนขี้เลื่อยไม้ยางพารา พบว่าในกลุ่มของวัสดุที่เป็นเศษพืชและเศษวัชพืชนั้น ฟางข้าวที่ผ่านการหมักแล้วนำมาเป็นวัสดุหลักของก้อนเชื้อให้ผลทัดเทียมกับก้อนเชื้อขี้เลื่อยไม้ยางพาราในทุก ๆ ด้าน ซึ่งได้แก่ ผลผลิตรวมของดอกเห็ดสด ช่วงเวลาที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตจากก้อนเชื้อ จำนวนวันในการเดินเส้นใยในห้องบ่มเชื้อ และ ความเสียหายของก้อนเชื้อในระยะบ่มเชื้อ แต่วัสดุอื่น ๆ คือ เปลือกถั่วเหลือง รำหยาบ ชานอ้อย และ จอกหูหนูแห้งนั้นแม้ว่าจะแสดงประสิทธิภาพต่ำก็ตามแต่ก็อาจจะเป็นผลของความไม่สม่ำเสมอในการเตรียมก้อนเชื้อ โดยเฉพาะไม่มีการหมักวัสดุเสียก่อนที่จะนำมาผสมเป็นก้อนเชื้อในขณะที่ฟางข้าวได้รับการหมักก่อน ส่วนขี้เลื่อยของไม้ที่หาได้ง่ายในพื้นที่ คือ ไม้กระถินยักษ์ ไม้ไมยราพยักษ์ ไม้มะม่วง และ ไม้ฉำฉานั้นแสดงศักยภาพค่อนข้างสูงในการนำมาใช้ทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราในทุก ๆ ด้านของการวัดผล