วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย.
YRUJST
YRU JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
ISSN 2985-1416 (Online)

เปรียบเทียบสายพันธุ์เห็ดภูฏานที่เหมาะสมกับการเพาะในจังหวัดปัตตานี

Comparision of Bhutan Strains (*Pleurotus eous*) for Cultivation in Pattani Province

จรรยพร ทองคำ พิณทิพย์ จันทรเทพ พัฒนสุดา ศิรินุพงศ์ และมนูญ ศิรินุพงศ์*
Chanyapon Thongkhom, Pinthip Jantharathep, Pattansuda Sirinupong and Manoon Sirinupong*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี จังหวัดปัตตานี 94000 ประเทศไทย
Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani campus, Pattani 94000, Thailand
*Corresponding author, e-mail: manoon.si@psu.ac.th
(Received: Aug 28, 2024; Revised: Apr 2, 2025; Accepted: Apr 21, 2025)

บทคัดย่อ

เห็ดภูฏานได้รับความนิยมในการบริโภค และมีความต้องการของตลาดสูงในจังหวัดปัตตานี อย่างไรก็ตามปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งในการเพาะเห็ดชนิดนี้เพื่อให้ได้รับผลผลิตสูงและคุณภาพดี คือ สายพันธุ์เห็ดที่เหมาะสมต่อการเพาะในพื้นที่จังหวัดปัตตานี เนื่องจากปัจจุบันเห็ดภูฏานที่ใช้เพาะในประเทศไทยมีอยู่หลากหลายสายพันธุ์และแต่ละสายพันธุ์มีความเหมาะสมในการเพาะในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้เองจึงได้ทำการศึกษาคัดเลือกสายพันธุ์เห็ดที่เหมาะสมต่อการเพาะในพื้นที่จังหวัดปัตตานี โดยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบสายพันธุ์เห็ด 5 สายพันธุ์ที่ได้จากกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ สายพันธุ์ ภูฏาน 2 ภูฏาน 3 ภูฏาน 4 ภูฏาน 5 และภูฏาน 6 มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ โดยใช้วัสดุเพาะชนิดเดียวกัน ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - กรกฎาคม พ.ศ. 2565 และ ช่วงเดือนมิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2565 ณ สาขาวิทยาการเกษตรและประมง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ผลการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตของเส้นใย ผลผลิต และลักษณะประจำพันธุ์ของเห็ด เช่น สี ขนาดดอก น้ำหนักผลผลิตต่อช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ และจำนวนรุ่นของการออกดอกต่อรอบการผลิต ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F < 0.05$) โดยสายพันธุ์ที่เหมาะสมที่สุดคือ เห็ดภูฏานสายพันธุ์ 6 รองลงมาจะเป็นสายพันธุ์เห็ดภูฏาน 5 ภูฏาน 4 ภูฏาน 3 และภูฏาน 2 ดังนั้น สายพันธุ์ภูฏาน 6 จึงควรนำมาพัฒนา และส่งเสริมแก่ผู้เพาะเห็ดในจังหวัดปัตตานีเพื่อเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรต่อไป

คำสำคัญ : เห็ดภูฏาน สายพันธุ์เห็ดภูฏาน ผลผลิต

Abstract

The Bhutanese mushrooms are popular for consumption and had high market demand in Pattani Province. However, one of the main challenges in cultivating this mushroom to achieve high yield and quality is selecting the strain most suitable for Pattani. Currently, there are various Bhutanese mushroom strains cultivated in Thailand, each adapted to different environmental conditions. Therefore, this study aimed to identify the most suitable mushroom strain for cultivation in Pattani Province., The experimental design used was the complete randomized design (CRD) with four replications. Five strains from the Department of Agriculture had Bhutan 2, Bhutan 3, Bhutan 4, Bhutan 5, and Bhutan 6 .They were compared using the same growing medium during February to July 2022 and June to October 2022. at the Department of Agricultural and Fisheries Science, Prince of Songkla University, Pattani Campus,The results showed that were statistically significant differences ($p < 0.05$) among strains in terms of mycelium growth, yield, and specific mushroom characteristics, including color, fruiting bodies size, yield weight per fruiting bodies , number of fruiting bodies , fruiting bodies per mycelium, and number of circular lifecycle per cultivation periods . Bhutanese strain 6 was identified as the most suitable strain, followed by Bhutan 5, Bhutan 4, Bhutan 3, and Bhutan 2. Therefore, Bhutan 6 should be recommended for development and extension mushroom cultivators in Pattani Province to provide an alternative for local farmers.

Keywords: Bhutan mushroom, Strains, Yield

บทนำ

จังหวัดปัตตานีมีความหลากหลายในด้านเกษตรกรรมและอาชีพที่เกี่ยวข้อง เช่น การเพาะเห็ด ซึ่งเป็นอาชีพที่เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วในพื้นที่ เนื่องจากสภาพอากาศและดินที่เหมาะสม ทำให้มีการเพาะเห็ดหลายชนิดที่มีคุณภาพและรสชาติดี นอกจากนี้ การเพาะเห็ดยังช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรในจังหวัดและสนับสนุนเศรษฐกิจท้องถิ่นได้อย่างดี การมีส่วนร่วมในอาชีพนี้ยังเป็นการส่งเสริมการทำเกษตรแบบยั่งยืนอีกด้วย ประกอบกับมีวัสดุจากขี้เลื่อยยางพาราทำให้ต้นทุนในการผลิตเห็ดแต่ละชนิดค่อนข้างต่ำและเห็ดมีความต้องการของตลาดสูง เช่น เห็ดภูฏาน เห็ดหอม เห็ดฟาง และเห็ดออรินจิ ส่งผลให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจอย่างแพร่หลาย สร้างรายได้ในกลุ่มเกษตรกรเป็นที่น่าพอใจ ความแปรปรวนของสภาพอากาศในปัจจุบันทำให้การควบคุมปัจจัยหลัก ได้แก่อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมสำหรับเห็ดแต่ละชนิดทำได้ยากมากขึ้น จึงเกิดปัญหาในการเพาะเห็ดซึ่งส่งผลต่อการเดินของเส้นใย การให้ผลผลิต และความต้องการของตลาด

เห็ด (Mushrooms) เป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในกลุ่มที่เรียกว่า ฟังไจ (Fungi) เป็นส่วนสำคัญในอาหารของคนทุกวัย ที่อุดมด้วยคุณค่า (Inoue, *et al*., 2022) นอกจากนี้ยังมีปริมาณกรดไขมัน สเตียรอยด์ และโพลีแซคคาไรด์สูง ซึ่งสามารถผลิตโมเลกุลที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้จำนวนมาก และยังเป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่ได้รับความนิยมสูง ได้แก่ เห็ดภูฏาน เห็ดนางรม เห็ดหูหนู (Mwangi *et al*., 2022) เห็ดเป็นแหล่งโปรตีนที่ไม่ใช่จากสัตว์ และยังมีวิตามินยืนยันผลการวิจัยล่าสุดที่ระบุวิตามิน D4 และโปรวิตามิน D4 ในเห็ดที่กินได้ทางโภชนาการสูง อุดมไปด้วยโปรตีน วิตามิน เกลือแร่สูง เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินบีรวม ซีลีเนียม โพแทสเซียมและทองแดง แต่มีโซเดียม ไขมันต่ำ มีใยอาหาร และประกอบด้วยสารต่าง ๆ ที่มีสรรพคุณทางยา เช่น ฤทธิ์ต้านมะเร็งและกระตุ้นภูมิคุ้มกันเซลล์มะเร็ง หลายชนิด ในการศึกษาปัจจุบัน ปริมาณวิตามิน D4 ในเห็ดที่เพาะนั้นแตกต่างกันไปทั้งในกลุ่มควบคุมหลังจากการฉายรังสี ปริมาณวิตามิน D4 ในเห็ดทุกชนิดเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ได้รับรังสี UV-B จาก 0.25 เป็น 3 ชั่วโมง พบความเข้มข้นของวิตามินดี 4 สูงสุดในเห็ดเอโนกิตาเกะ (เห็ดเข็มทอง) ซึ่งเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 23.01) อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

เห็ดภูฏาน *(Pleurotus eous)* เป็นสายพันธุ์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีถิ่นกำเนิดในประเทศภูฏานและแถบภูเขาหิมาลัยในประเทศอินเดีย ในประเทศไทยมีการนำเข้าสายพันธุ์นี้เพื่อการเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์ เห็ดภูฏานจัดอยู่ในสกุลเห็ดนางรมและเป็นเห็ดเศรษฐกิจที่คนไทยรู้จักและนิยมบริโภคมาก (Toros *et al*., 2022; Surawoot *et al*., 2014) รสชาติอร่อย มีกลิ่นหอม เนื้อแน่น กรอบ และสามารถใช้ปรุงอาหารได้หลากหลายเมนู หาซื้อได้ง่าย และราคาไม่แพง (Arreerard & Arreerard) แสดงให้เห็นว่า ปัจจุบันผู้บริโภคในจังหวัดปัตตานีนิยมบริโภคเห็ดภูฏานเป็นอย่างมาก สำนักงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology Research and Development Office, 2022) จึงได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบสายพันธุ์เห็ดภูฏานที่ได้รับการคัดเลือกจากกลุ่มวิจัยและพัฒนา เนื่องจากสายพันธุ์เหล่านี้ได้ผ่านการคัดเลือกให้เหมาะสมกับจังหวัดปัตตานี ลักษณะเห็ดภูฏานทั้ง 5 สายพันธุ์ทางสัณฐานวิทยาที่มองเห็นด้วยตาเปล่าของดอกเห็ด (Macroscopic features)

- เห็ดภูฏาน 2 เป็นสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือก ลักษณะประจำพันธุ์ เส้นใยเจริญเร็ว เกิดดอกง่าย ดอกเดี่ยวสีครีม ขนาดปานกลางและขนาดใหญ่ ผลผลิต 200 - 300 กรัมต่อถุงอาหารเพาะ เมื่อเพาะที่อุณหภูมิ 26 – 31 องศาเซลเซียส ความชื้นในโรงเรือนร้อยละ 70 – 85 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 102–164 กรัมต่อวัสดุเพาะขี้เลื่อย 800 กรัม เก็บผลผลิต 3 เดือน การออกดอกแต่ละรุ่นจะทยอยออกดอก (ในปัจจุบันไม่ได้ส่งเสริมการเพาะ) เนื่องจากเป็นสายพันธุ์ที่ไม่ทนต่อราเขียวและในตลาดมีความนิยมเห็ดภูฏานสีเข้ม (Biotechnology Research and Development Office, 2022)

- เห็ดภูฏาน 3 เป็นสายพันธุ์เห็ดที่ได้จากการคัดเลือก ลักษณะประจำพันธุ์ ดอกเห็ดมีสีเทา หากอากาศเย็นจะมีสีเทาดำ เกิดดอกเป็นกลุ่ม 2 – 5 ดอก หรือเป็นดอกเดี่ยวขนาดใหญ่ ดอกเห็ดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เฉลี่ย 4.1 – 8.2 เซนติเมตร เมื่อเพาะที่อุณหภูมิ 26 – 31 องศาเซลเซียส ความชื้นในโรงเรือนร้อยละ 70 – 85 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 102–164 กรัมต่อวัสดุเพาะ ขี้เลื่อย 800 กรัม เก็บผลผลิต 3 เดือน การออกดอกแต่ละรุ่นจะทยอยออกดอก (Biotechnology Research and Development Office, 2022)

- เห็ดภูฏาน 3 เป็นสายพันธุ์เห็ดที่ได้จากการคัดเลือก ลักษณะประจำพันธุ์ ดอกเห็ดมีสีเทา หากอากาศเย็นจะมีสีเทาดำ เกิดดอกเป็นกลุ่ม 2 – 5 ดอก หรือเป็นดอกเดี่ยวขนาดใหญ่ ดอกเห็ดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เฉลี่ย 4.1 – 8.2 เซนติเมตร เมื่อเพาะที่อุณหภูมิ 26 – 31 องศาเซลเซียส ความชื้นในโรงเรือนร้อยละ 70 – 85 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 102–164 กรัมต่อวัสดุเพาะขี้เลื่อย 800 กรัม เก็บผลผลิต 3 เดือน การออกดอกแต่ละรุ่นจะทยอยออกดอก (Biotechnology Research and Development Office, 2022)

- เห็ดภูฏาน 4 เป็นสายพันธุ์เห็ดที่ได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์ P3 และสายพันธุ์ SA6 ลักษณะประจำพันธุ์ ดอกเห็ดมีสีเทา หากอากาศเย็นจะมีสีเทาดำ เกิดดอกเป็นกลุ่ม 2 – 5 ดอก หรือเป็นดอกเดี่ยวขนาดใหญ่ ดอกเห็ดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 4.1 – 8.1 เซนติเมตร เมื่อเพาะที่อุณหภูมิ 26 – 31 องศาเซลเซียส ความชื้นในโรงเรือนร้อยละ 70 – 85 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 126 –211 กรัมต่อวัสดุเพาะขี้เลื่อย 800 กรัม เก็บผลผลิต 3 เดือน การออกดอกแต่ละรุ่นพร้อมกัน (Biotechnology Research and Development Office, 2022)

- เห็ดภูฏาน 5 เป็นสายพันธุ์เห็ดที่ได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์ P3 และสายพันธุ์ SB24 ลักษณะประจำพันธุ์ดอกเห็ดมีสีเทา หากอากาศเย็นจะมีสีเทาดำ เกิดดอกเป็นกลุ่ม 2 – 3 ดอก หรือเป็นดอกเดี่ยวขนาดใหญ่ ดอกเห็ดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 4.1 – 8.3 เซนติเมตร เมื่อเพาะที่อุณหภูมิ 26 – 31 องศาเซลเซียส ความชื้นในโรงเรือนร้อยละ 70 – 85 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 135 –216 กรัมต่อวัสดุเพาะขี้เลื่อย 800 กรัม เก็บผลผลิต 3 เดือน การออกดอกแต่ละรุ่นพร้อมกัน (Biotechnology Research and Development Office, 2022)

- เห็ดภูฏาน 6 เป็นสายพันธุ์เห็ดที่ได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์ P3 และสายพันธุ์ SE5 ลักษณะประจำพันธุ์ดอกเห็ดมีสีเทา หากอากาศเย็นจะมีสีเทาดำ เกิดดอกเป็นกลุ่ม 3 – 5 ดอก หรือเป็นดอกเดี่ยวขนาดใหญ่ ดอกเห็ดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 4.1 – 8.6 ซม. เมื่อเพาะที่อุณหภูมิ 26 – 31 องศาเซลเซียส ความชื้นในโรงเรือนร้อยละ 70 – 85 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 132 – 196 กรัมต่อวัสดุเพาะขี้เลื่อย 800 กรัม เก็บผลผลิต 3 เดือน การออกดอกแต่ละรุ่นจะทยอยออกดอก (Biotechnology Research and Development Office, 2022)

วิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษาการเจริญเติบโตของเส้นใย ผลผลิต และลักษณะประจำพันธุ์ของเห็ดภูฏานสายพันธุ์ต่าง ๆ เช่น สี ขนาดดอก น้ำหนักผลผลิตต่อช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ และจำนวนรุ่นของการออกดอกต่อรอบการผลิตได้ออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) จำนวน 4 ซ้ำประกอบด้วย 5 สายพันธุ์ได้แก่ ภูฏาน 2 ภูฏาน 3 ภูฏาน 4 ภูฏาน 5 และภูฏาน 6

1. การดำเนินการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : *CRD*) 4 ซ้ำ โดยเปรียบเทียบสายพันธุ์ 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ภูฏาน 2 ภูฏาน 3 ภูฏาน 4 ภูฏาน 5 และภูฏาน 6 แต่ละซ้ำใช้ก้อนเชื้อเห็ดจำนวน 10 ก้อน โดย สายพันธุ์เห็ดภูฏานที่นำมาใช้ในการทดลอง ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย ของกรมวิชาการเกษตร 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ภูฏาน 2 ภูฏาน 3 ภูฏาน 4 ภูฏาน 5 และภูฏาน 6

2. การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

2.1. วัสดุ ส่วนผสมของก้อนเห็ด ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา รำละเอียด ปูนขาว น้ำตาลทรายขาว แป้งข้าวเหนียว ดีเกลือ และน้ำ

2.2. อุปกรณ์

- ถุงเพาะเห็ดขนาด 6.5 x 12.5 นิ้ว
- จุกประหยัดสำลี
- ปลอกคอพลาสติก
- พลั่ว
- บัวรดน้ำ
- ถังนึ่งก้อนเห็ดที่ทำจากถังน้ำมัน 200 ลิตรอย่างหนา

2.3. เครื่องมือ

- Thermometer hygrometer
- Vernier

3. สูตรอาหารที่ใช้ในการเพาะเห็ดภูฏาน

สูตรอาหารที่ใช้ในการเพาะเห็ดภูฏาน ใช้สูตรอาหารที่มีส่วนผสมดังนี้

- ขี้เลื่อยไม้ยางพาราแห้ง 100 กิโลกรัม
- รำละเอียด 5 กิโลกรัม

- น้ำตาลทราย 2 กิโลกรัม
- แป้งข้าวเหนียว 2 กิโลกรัม
- ปูนขาว 1 กิโลกรัม
- ดีเกลือ 0.2 กิโลกรัม
- น้ำสำหรับผสมส่วนผสมเพื่อให้มีความชื้นร้อยละ 60 - 70

4. การเตรียมก้อนเชื้อเห็ด

4.1 เตรียมก้อนอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงเห็ดโดยมีส่วนผสม ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา : รำละเอียด : น้ำตาลทราย : แป้งข้าวเหนียว : ปูนขาว : ดีเกลือ ในอัตราส่วนร้อยละโดยน้ำหนัก ดังนี้ 100 : 5 : 2 : 2 : 1 : 0.2 นำส่วนผสมต่าง ๆ ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา รำละเอียด น้ำตาลทราย แป้งข้าวเหนียว และปูนขาวผสมจนเข้ากันดี ตามด้วยผสมน้ำที่ละลายด้วยดีเกลือคลุกเคล้าจนส่วนผสมต่าง ๆ และน้ำเข้ากันดี และมีความชื้นของส่วนผสมร้อยละ 60-70 วิธีการวัดความชื้นโดยใช้มือกำส่วนผสมแล้วบีบให้แน่น ถ้าหากหลังคลายมือออกแล้วขี้เลื่อยจับกันเป็นก้อน โดยแตกเป็น 2 - 3 ส่วน แสดงว่าความชื้นพอดี

4.2 ทำการบรรจุส่วนผสมขี้เลื่อยลงในถุงพลาสติกสำหรับเพาะเห็ด ขนาด 6.5 x 12.5 นิ้ว โดยใส่ส่วนผสมขี้เลื่อยในปริมาณที่เท่า ๆ กันในแต่ละถุง แล้วจึงทำการอัดส่วนผสมให้แน่น ระวังอย่าให้ถุงรั่ว หลังจากอัดส่วนผสมของขี้เลื่อยในถุงจนแน่นแล้ว ให้รวบปากถุงแล้วสวมปลอกคอพลาสติกสำหรับเพาะเห็ดลงไป ใช้มือดึงรอบ ๆ ถุงให้ตึง พับเก็บปลายถุงพลาสติกลงมาและปิดบริเวณปลอกคอพลาสติกด้วยฝาจุกประหยัดสำลี โดยน้ำหนักแต่ละถุงเท่ากับ 900 กรัม เมื่อบรรจุส่วนผสมลงในถุงพลาสติกเรียบร้อยแล้ว จึงนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ

4.3 ทำการนึ่งฆ่าเชื้อส่วนผสมก้อนขี้เลื่อยโดยใช้ถังน้ำมัน 200 ลิตรอย่างหนา มีฝาปิดหม้อนึ่งที่เจาะรูเล็ก ๆ ขนาด 2 หุ่น ตรงกลางของหม้อนึ่ง ทำการเตรียมถังนึ่ง โดยการวางตะแกรงรองถังนึ่งไว้บริเวณก้นถัง ใส่น้ำลงในถังให้น้ำอยู่ระดับด้านล่างของตะแกรงรอง ประมาณ 2 นิ้ว ใส่ตะแกรงนึ่งที่ได้จัดเรียงส่วนผสมของก้อนขี้เลื่อยจนเต็มตะแกรงนึ่ง วางตะแกรงนึ่งซ้อนกันจนเต็มถังปิดฝาหม้อนึ่งแล้วทำการนึ่งฆ่าเชื้อ โดยใช้ไม้ฝืนเป็นเชื้อเพลิงในการนึ่ง ใช้เวลาในการนึ่งนาน 2 ชั่วโมง โดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่มีไอน้ำพุ่งออกมาบริเวณรูตรงกลางฝาหม้อนึ่งอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ ระหว่างการนึ่งต้องดูแลไฟให้มีความแรงระดับปานกลางตลอดการนึ่ง

4.4 ทำการหยอดหัวเชื้อเห็ดในเมล็ดข้าวฟ่าง โดยนำก้อนเห็ดที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วและทิ้งไว้จนเย็นออกจากถังนึ่ง นำไปวางไว้ในโรงเห็ดที่สะอาดและผ่านการฆ่าเชื้อ ทำการหยอดหัวเชื้อเห็ดในเมล็ดข้าวฟ่างที่พึ่งเดินเต็มขวดใหม่ ๆ และไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นปนเปื้อนลงในก้อนขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว โดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อ (Aseptic technique) เพื่อป้องกันไม่ให้ เชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ปนเปื้อนในถุงก้อนเห็ด โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้ คือ

1) ล้างมือให้สะอาดด้วยสบู่ ตามด้วยเช็ดมือด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 เพื่อฆ่าเชื้อ

2) นำอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการหยอดเชื้อได้แก่ หัวเชื้อเห็ดในเมล็ดข้าวฟ่าง ตะเกียงแอลกอฮอล์ ตะเกียบ ไม้ขีดไฟ ปากกา แอลกอฮอล์ร้อยละ 70

3) เปิดจุกสำลีของขวดหัวเชื้อเห็ดเห็ดในเมล็ดข้าวฟ่าง คนด้วยตะเกียบที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 คนจนเมล็ดข้าวฟ่างกระจายดีไม่จับกันเป็นก้อน ลนไฟรอบ ๆ ปากขวด แล้วรีบเทหัวเชื้อเห็ดลงในก้อนขี้เลื่อยที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว โดยแต่ละถุงจะหยอดหัวเชื้อเห็ดในเมล็ดข้าวฟ่างลงไปประมาณ 15 - 20 เมล็ด แล้วจึงปิดจุกประหยัดสำลี ทำการส่ายบริเวณปลอกคอเห็ด เพื่อให้หัวเชื้อเห็ดในเมล็ดข้าวฟ่างกระจายไปยังไหล่ถุงของก้อนเห็ดโดยรอบ ทำการหยอดหัวเชื้อเห็ดในเมล็ดข้าวฟ่างลงในก้อนขี้เลื่อยถุงอื่น ๆ ต่อไปจนหมดขวดหัวเชื้อเห็ดในเมล็ดข้าวฟ่าง 1 ขวดสามารถหยอดได้ 35 ก้อน หยอดหัวเชื้อเห็ดจนกระทั่งหมดในทุกการทดลอง แล้วนำถุงก้อนขี้เลื่อยที่ผ่านการหยอดหัวเชื้อเห็ดแล้วทำการบ่มก้อนเชื้อเห็ดในโรงบ่มต่อไป

4) การบ่มก้อนเชื้อเห็ด โดยการนำก้อนเชื้อเห็ดที่ผ่านการหยอดหัวเชื้อเห็ดแล้วไปบ่ม ในโรงบ่มที่สะอาด เพื่อให้เส้นใยเห็ดเจริญเติบโตจนเต็มถุง การดูแลรักษาก้อนเชื้อเห็ดในระยะการบ่มจะไม่มีการให้น้ำ และต้องตรวจสอบการปนเปื้อนของก้อนเชื้อเห็ดในโรงบ่มอย่างสม่ำเสมอ เมื่อพบก้อนเห็ดที่มีการปนเปื้อนโดยเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ต้องคัดออกไปทำลาย

5) การเปิดดอก โดยการนำก้อนเชื้อเห็ดที่เจริญเติบโตจนเต็มก้อนและเส้นใยเห็ดรัดตัวดีแล้วไปเปิดดอก โดยเอาจุกประหยัดสำลี และปลอกคอพลาสติกออก แล้วพับเก็บปากถุงเหมือนเดิม ทำการรดน้ำเพื่อให้ความชื้น

สัมพัทธ์ในโรงเรือน ไม่ต่ำกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ วิธีการรดน้ำ จะใช้สายยางรดน้ำบริเวณรอบ ๆ พื้นที่ภายในโรงเรือนให้ทั่ว ในการรดน้ำจะต้องระวังอย่าให้น้ำโดนดอกเห็ดและขังในถุงก้อนเชื้อเห็ด วิธีการเก็บผลผลิตโดยการเลือกเก็บดอกเห็ดจากช่อที่อยู่ในระยะที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว โดยดูจากรูปทรงของดอก คือ คลีบดอกจะคลี่บานเต็มที่แต่ยังไม่ฉีกขาด และขนาดของดอก โดยจะเลือกเก็บจากช่อที่จำนวนดอกเห็ดส่วนใหญ่ภายในช่ออยู่ในระยะที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว โดยการใช้มือจับที่โคนก้านดอกของทั้งช่อ แล้วโยกขึ้นลง จากนั้นดึงดอกเห็ดทั้งช่อออกมา จะทำการเก็บผลผลิตทุกๆวันจนกว่าผลผลิตจะหมด บันทึกข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ผลผลิต จำนวนดอกต่อช่อ น้ำหนักต่อช่อ ขนาดดอกเห็ดโดยจะวัดความกว้าง ความหนาของดอกเห็ด ความยาวของก้าน เส้นผ่าศูนย์กลางของก้านดอก จำนวนครั้งของการให้ผลผลิตต่อก้อน ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนตลอดระยะเวลาการออกดอก 120 วัน

5. การเก็บข้อมูลตัวอย่างและระยะเวลาการทดลอง

5.1. บันทึกข้อมูล โดยบันทึกระยะเวลาการเจริญเติบโตของเส้นใย ระยะเวลาออกดอกครั้งแรกหลังเปิดดอก น้ำหนักของดอกเห็ด ลักษณะต่าง ๆ ของดอกเห็ด จำนวนช่อดอกเห็ด ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดภูฏานสายพันธุ์ต่าง ๆ และอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุน

$$\text{B.E., biological efficiency, ร้อยละ B.E.} = \frac{\text{น้ำหนักดอกเห็ดสด}}{\text{น้ำหนักแห้งวัสดุเพาะ}} \times 100$$

5.2. ระยะเวลาทดลองทำการทดลอง 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ - กรกฎาคม พ.ศ. 2565 และช่วงเดือนมิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2565 ระยะเวลาทดลอง ได้ทำการทดลอง 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ - กรกฎาคม พ.ศ. 2565 และ ช่วงเดือนมิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2565

6. วิเคราะห์และแปลผลทางสถิติ

โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละวิธีการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ระยะเวลาการเจริญเติบโตของเส้นใย

ระยะเวลาที่เส้นใยเจริญเติบโตเต็มถุงอาหารเพาะใน 2 ช่วงเวลาเพาะ คือ เดือนกุมภาพันธ์ - กรกฎาคม พ.ศ. 2565 และเดือนมิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2565 ใช้ระยะเวลาในการเก็บผลผลิต 120 วัน การการทดลองช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - กรกฎาคม 2565 พบว่า ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่เส้นใยเดินเต็มถุง ได้แก่ ภูฏาน 6 ภูฏาน 5 ภูฏาน 4 ภูฏาน 3 และภูฏาน 2 ใช้ระยะเวลาที่เส้นใยเจริญเต็มถุงเฉลี่ย 45 -52 วัน โดยการวัดเส้นใยจะเริ่มจากไหล่ถุงจนถึงก้นถุงเร็วกว่าภูฏานอื่น ๆ คือใช้ระยะเวลา 45 วัน และการทดลองในช่วงที่สอง คือ เดือนมิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2565 เห็ดภูฏาน 3 ภูฏาน 4 ภูฏาน 5 และภูฏาน 6 ใช้ระยะเวลาในการเดินของเส้นใย 35 วันโดยเฉลี่ย และภูฏาน 2 จะใช้เวลาเฉลี่ยนานที่สุด 45 วัน ซึ่งใช้ระยะเวลาการเดินของเส้นใยทั้ง 2 ช่วงเวลายาวนานที่สุดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่เส้นใยเห็ดเจริญเติบโตเต็มถุงอาหารเพาะใน 2 ช่วงเวลาเพาะ คือ เดือนกุมภาพันธ์ – กรกฎาคม พ.ศ. 2565 และเดือนมิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2565

สายพันธุ์เห็ดภูฏาน	ระยะเวลาที่เส้นใยเจริญเติบโตเต็มถุงอาหารเพาะ	
	กุมภาพันธ์ - กรกฎาคม	มิถุนายน - ตุลาคม
2	52	42
3	50	35
4	47	35
5	47	35
6	45	35

หมายเหตุ : ระยะเวลาในการเก็บผลผลิต 120 วัน

2. ระยะเวลาออกดอกครั้งแรกหลังเปิดดอก

ระยะเวลาการออกดอกครั้งแรกหลังจากการเปิดดอกช่วง เดือนกุมภาพันธ์ 2565 - กรกฎาคม พ.ศ. 2565 และช่วงเดือนมิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2565 พบว่า ภูฏาน 6 ภูฏาน 5 ภูฏาน 4 และภูฏาน 3 ซึ่งมีความแตกต่างกัน ซึ่งออกดอกเร็วที่สุด ระยะเวลาออกดอกครั้งแรกเวลายาวนานมาก ส่วนภูฏาน 2 ใช้ระยะเวลาการออกดอกช้าที่สุดหลังการเปิดดอกทั้งสองช่วงเวลา โดยสภาพแวดล้อมของการเพาะจะอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตจะอยู่ระหว่าง 20 – 30 องศาเซลเซียส เห็ภูฏาน 2 จะมีการเกิดดอกแรกช้าที่สุด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระยะเวลาออกดอกครั้งแรกหลังเปิดดอก (วัน) ของการเพาะเห็ด 2 ช่วงเวลา

สายพันธุ์เห็ดภูฏาน	ระยะเวลาออกดอกครั้งแรกหลังเปิดดอก (วัน)	
	เดือนกุมภาพันธ์ - กรกฎาคม 2565	เดือนมิถุนายน - ตุลาคม 2565
2	6.9[a]	6.1[a]
3	4.9[c]	4.9[c]
4	5.6[b]	5.4[b]
5	4.5[c]	4.5[c]
6	4.4[C]	4.2[c]
F-test	**	**
C.V.(%)	24.64	18.25

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. น้ำหนักของดอกเห็ด

น้ำหนักเฉลี่ยของผลผลิตช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2565 - กรกฎาคม 2565 จะอยู่ช่วง 167.25 – 253.25 กรัม พบว่า เห็ดภูฏาน 6 เห็ดภูฏาน 5 เห็ดภูฏาน 4 เห็ดภูฏาน 3 เห็ดภูฏาน 2 ให้ผลผลิตเท่ากับ 253.25 230.25 220.50 213.50 และ 167.25 กรัมต่อถุง (ร้อยละ B.E. = 40.2 36.57 35.05 33.90 และ 25.59) ตามลำดับ ขนาดหมวกดอกมีค่าเฉลี่ย 5.24 - 6.80 เซนติเมตร ความยาวก้านดอกเฉลี่ย 5.76 - 7.98 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยก้านดอก 0.10 - 1.22 เซนติเมตร ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 น้ำหนักเฉลี่ย และลักษณะต่างๆของดอกเห็ดได้แก่ ขนาดหมวกดอก ความยาวก้านดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางที่เพาะในรอบที่ 1 ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - กรกฎาคม พ.ศ. 2565

สายพันธุ์เห็ดภูฏาน	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	เส้นผ่านศูนย์กลางหมวกดอก (เซนติเมตร)	ความยาวก้านดอก (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอก (เซนติเมตร)	ร้อยละ B.E.
2	167.25[c]	5.86[ab]	5.76[c]	0.78[b]	25.59
3	213.50[b]	6.87[a]	6.32[bc]	0.84[b]	33.9
4	220.50[b]	5.24[b]	6.15[c]	0.88[b]	35.05
5	230.25[ab]	6.80[a]	7.11[b]	0.10[a]	36.57
6	253.25[a]	6.71[a]	7.98[a]	1.22[a]	40.2
F-test	**	**	**	**	
C.V.(%)	24.64	35.78	28.04	28.78	

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลผลิตช่วงเดือนมิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2565 พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยเห็ดภูฏาน 6 เห็ดภูฏาน 5 เห็ดภูฏาน 4 เห็ดภูฏาน 3 เห็ดภูฏาน 2 ให้ผลผลิตเท่ากับ 209.88 207.28 177.40 160.75 และ 94.50 กรัมต่อถุง (ร้อยละ B.E. = 33.76

33.37 28.54 25.83 และ 15.20) ตามลำดับ เส้นผ่านศูนย์กลางหมวกดอกมีค่าเฉลี่ย 4.56 – 6.98 เซนติเมตร ความยาวก้านดอกเฉลี่ย 5.42 - 8.59 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยก้านดอก 0.76 - 1.55 เซนติเมตร ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ย และลักษณะต่าง ๆ ของดอกเห็ด ได้แก่ ขนาดหมวกดอก ความยาวก้านดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางที่เพาะในรอบที่ 2 ช่วง เดือนมิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2565

สายพันธุ์เห็ดภูฏาน	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	เส้นผ่านศูนย์กลางหมวกดอก (เซนติเมตร)	ความยาวก้านดอก (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอก (เซนติเมตร)	ร้อยละ B.E.
2	94.50^{c}	5.16^{a}	5.42^{c}	0.76^{c}	15.2
3	160.75^{b}	6.98^{a}	5.81^{bc}	0.79^{c}	25.83
4	177.40^{b}	4.56^{b}	5.90^{bc}	0.86^{c}	28.54
5	207.28^{ab}	6.18^{a}	6.81^{b}	1.12^{b}	33.37
6	209.88^{a}	6.63^{a}	8.59^{a}	1.55^{a}	33.76
F-test	**	**	**	**	
C.V.(%)	44.43	31.56	32.67	24.17	

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4. จำนวนช่อดอกเห็ดต่อรอบการผลิต

จำนวนช่อดอกเห็ดที่ออกดอกต่อรอบการเพาะเห็ดภูฏาน เริ่มจากดอกเดี่ยวและจำนวนเฉลี่ยอยู่ที่ 3 ถึง 5 ดอกต่อรอบการเก็บเกี่ยว พบว่าเห็ดภูฏาน 6 ให้จำนวนช่อดอกเฉลี่ยสูงสุดทั้ง 2 ช่วงเวลาการเพาะเห็ด รองลงมาได้แก่ เห็ดภูฏาน 5 เห็ดภูฏาน 4 และเห็ดภูฏาน 3 ส่วน เห็ดภูฏาน 2 ให้จำนวนช่อต่ำที่สุด จำนวนช่อดอกเห็ดส่งผลต่อการให้ผลผลิตและรายได้ในการลงทุนดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนช่อดอกเห็ดที่ออกดอกต่อรอบการเพาะเห็ดภูฏาน ในรอบที่ 1 และรอบที่ 2

สายพันธุ์เห็ดภูฏาน	จำนวนช่อดอกเห็ดที่ออกดอกต่อรอบการเพาะเห็ดช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - กรกฎาคม พ.ศ. 2565 (ครั้ง)	จำนวนช่อดอกเห็ดที่ออกดอกต่อรอบการเพาะเห็ดช่วงเดือนมิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2565 (ครั้ง)
2	4.3^{c}	3.2^{c}
3	4.5^{bc}	3.4^{bc}
4	4.3^{bc}	3.7^{ab}
5	4.6^{ab}	3.8^{ab}
6	5.0^{a}	4.1^{a}
F-test	**	**
C.V.(%)	16.17	26.42

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

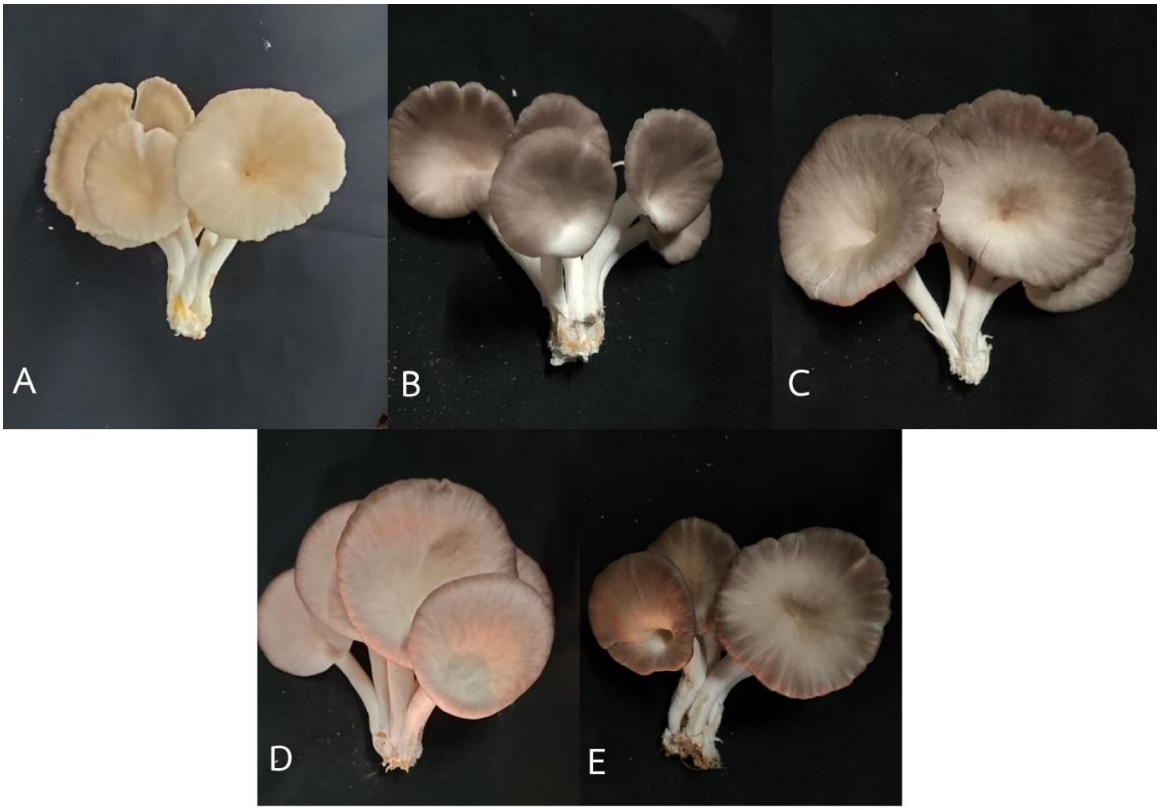
5. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดภูฏานสายพันธุ์ต่าง ๆ

ลักษณะดอกเห็ดภูฏานส่วนใหญ่มีลักษณะกลมรีคล้ายพัด โดยมีก้าน ยื่นออกทางด้านข้าง มีการออกดอกเป็นดอกเดี่ยว หรือออกดอกเป็นกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยดอกขนาดต่าง ๆ กัน ส่วนของหมวกดอกมีเนื้ออ่อนนุ่ม บริเวณด้านบนของหมวกดอกด้านตรงข้ามกับก้านดอกมีลักษณะบุ๋ม ผิวด้านบนหมวกไม่มีขน แต่ละสายพันธุ์มีสีแตกต่างกัน ได้แก่ สีเทา สีเทาอ่อน สีเทาเข้ม และสีครีม การเรียงตัวของครีบดอกค่อนข้างถี่ โดยมีครีบยาวตลอดตั้งแต่ก้านดอกจนสุดขอบดอก และมีการสลับครีบสั้น ครีบดอกเจริญเติบโตติดกับก้านดอก และเจริญเรียวยาวติดไปกับก้านดอก (Decurent) ครีบดอก

มีสีขาว รูปร่างของก้านดอกเรียวยาวจากปลายดอกถึงโคนดอก ลักษณะผิวของก้านดอกเป็นร่องและเนื้อในก้านดอก โดยเห็ดภูฏานจะแสดงลักษณะของดอกในแต่ละสายพันธุ์ ดังตามตารางที่ 6 และภาพที่1

ตารางที่ 6 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดภูฏานสายพันธุ์ต่าง ๆ

สายพันธุ์เห็ดภูฏาน	ลักษณะหมวกดอก		ลักษณะก้านดอก		ลักษณะการเกิดดอก	หมายเหตุ
	สี	รูปร่าง	สี	รูปร่าง		
2	ครีม	คล้ายพัด	ขาว	ก้านสั้น	ดอกเดี่ยวหรือดอกกลุ่ม 2 - 4 ดอก	ภาพที่ 1A
3	เทาอ่อน	กลม	ขาว	ก้านยาว	ดอกเดี่ยวหรือดอกกลุ่ม 3 - 5 ดอก	ภาพที่ 1B
4	เทาเข้ม	คล้ายพัด	ขาว	ก้านสั้น	ดอกเดี่ยวหรือดอกกลุ่ม 2 - 4 ดอก	ภาพที่ 1C
5	เทาอ่อน	กลม	ขาว	ก้านสั้น	ดอกเดี่ยวหรือดอกกลุ่ม 4 - 6 ดอก	ภาพที่ 1D
6	เทาอ่อน	กลม	ขาว	ก้านยาว	ดอกเดี่ยวหรือดอกกลุ่ม 4 - 6 ดอก	ภาพที่ 1E



ภาพที่ 1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสายพันธุ์เห็ดภูฏาน A) เห็ดภูฏาน 2 B) เห็ดภูฏาน 3 C) เห็ดภูฏาน 4 D) เห็ดภูฏาน 5 และ E) เห็ดภูฏาน 6
ที่มา : ผู้วิจัย (Chanyapon, 2022)

6. อัตราผลตอบแทนต่อการลงทุน

ผลผลิตเห็ดภูฏานทั้ง 5 สายพันธุ์ ต้นทุนการผลิตการเพาะเห็ด 6.26 บาทต่อถุง ซึ่งพบว่ารายได้จากการเพาะเห็ดแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน การผลิตเห็ดมีอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนทุกสายพันธุ์ เพื่อความคุ้มทุนต่อการลงทุนเห็ดภูฏาน 6 ภูฏาน 5 ภูฏาน 4 ภูฏาน 3 และภูฏาน2 เหมาะแก่การให้การลงทุนตามลำดับ สายพันธุ์เห็ดแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน ซึ่งราคาอยู่ที่กิโลกรัมละ 60 บาท อัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนทั้ง 5 สายพันธุ์มีความเสี่ยงน้อย ทำให้มีกำไรในการผลิตดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ต้นทุน และผลตอบแทนการเพาะเห็ดภูฏานสายพันธุ์ต่าง ๆ

รายการ	สายพันธุ์เห็ดภูฏาน				
	2	3	4	5	6
1. ผลผลิต (บาท/ถุง)	6.26	6.26	6.26	6.26	6.26
2. รายได้ (บาท/ถุง)	0.8	1.1	1.2	1.3	1.4
3. รายได้สุทธิ (บาท)	157	226	238	252	262
4. BCR	2.62	3.77	3.97	4.20	4.37

BCR = Benefit Cost Ratio หมายถึงอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุน (รายได้ ต้นทุนผันแปร)

BCR < 1 หมายถึง กิจการขาดทุน ไม่ควรทำ

BCR = 1 หมายถึง กิจการเท่ากัน มีความเสี่ยงไม่ควรทำการผลิต

BCR > 1 หมายถึง มีกำไร มีความเสี่ยงน้อย ทำการผลิตได้แต่ควรระมัดระวัง

BCR > 2 หมายถึง กิจการมีกำไร มีความเสี่ยงน้อย ทำการผลิตได้

หมายเหตุ : คิดราคาผลผลิตเห็ดภูฏาน 60 บาท/กิโลกรัม

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ สายพันธุ์เห็ดภูฏานทั้ง 5 สายพันธุ์ได้รับจากศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย กรมวิชาการเกษตรพบว่า ช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตของเส้นใยในถุงอาหารเพาะมีความแตกต่างกันตามสายพันธุ์เห็ดภูฏาน โดยในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - กรกฎาคม พ.ศ. 2565 พบว่า เส้นใยเจริญเต็มถุงในระยะเวลาเฉลี่ยประมาณ 45 - 52 วัน โดยเฉพาะภูฏาน 2 ใช้ระยะเวลานานที่สุดที่ 52 วัน ในขณะที่ภูฏาน 6 ภูฏาน 5 ภูฏาน 4 ภูฏาน 3 ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 45 วัน ในช่วงเดือนมิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2565 เส้นใยในภูฏาน 3 ภูฏาน 4 ภูฏาน 5 และภูฏาน 6 มีอัตราการเจริญเติบโตที่เร็ว ใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 35 วัน แต่ภูฏาน 2 ยังคงใช้เวลาเฉลี่ยนานที่สุดที่ 45 วัน ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของเส้นใยมีความแตกต่างกันตามภูฏานและช่วงเวลาที่ทำการทดลอง โดยอาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต เช่น สภาพแวดล้อมหรือสภาพอากาศในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกันออกไป (Nuansoi *et al*., 2018) การเพาะเห็ดในโรงเพาะชำแบบปิดโดยใช้ระบบควบคุมผ่านออนไลน์แอพพลิเคชั่นสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมคือ 25 - 35 องศาเซลเซียส และความชื้นร้อยละ 70 - 90 ทำให้เห็ดเจริญเติบโตได้ดีกว่าโรงเรือนปกติ

ระยะเวลาออกดอกของเห็ดภูฏานในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2565 - กรกฎาคม พ.ศ. 2565 และช่วงเดือนมิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2565 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างชัดเจนในระยะเวลาการออกดอกครั้งแรก โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบระหว่างภูฏาน 6 ภูฏาน 5 ภูฏาน 4 ภูฏาน 3 และภูฏาน 2 ซึ่งมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ภูฏาน 6 ภูฏาน 5 ภูฏาน 4 และภูฏาน 3 มีระยะเวลาออกดอกที่รวดเร็ว ภูฏาน 2 ใช้ระยะเวลาในการออกดอกที่ยาวนานที่สุด ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น พันธุกรรม โดยสายพันธุ์ ภูฏาน 6 มีความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมดีที่สุด ในส่วนของสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 20 – 30 องศาเซลเซียส ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการพัฒนาของเห็ด การศึกษาในครั้งนี้ช่วยให้เราเข้าใจถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกดอกของเห็ดภูฏานและสามารถนำไปปรับปรุงวิธีการเพาะปลูกในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

น้ำหนักเฉลี่ยของผลผลิตเห็ดภูฏานช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2565 - กรกฎาคม พ.ศ. 2565 จะอยู่ช่วง 167.25 – 253.25 กรัม พบว่าเห็ดภูฏาน 6 เห็ดภูฏาน 5 เห็ดภูฏาน 4 เห็ดภูฏาน 3 เห็ดภูฏาน 2 ให้ผลผลิตเท่ากับ 253.25 230.25 220.50 213.50 และ 167.25 กรัมต่อถุง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในประสิทธิภาพการผลิตระหว่างสายพันธุ์ต่าง ๆ (ร้อยละ B.E. = 40.2 36.57 35.05 33.90 และ 25.59) ตามลำดับ หมวกดอกและความยาวก้านดอกยังบ่งบอกถึงลักษณะทางกายภาพที่สำคัญ ขนาดหมวกดอกเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.24 ถึง 6.80 เซนติเมตร ขณะที่ความยาวก้านดอกเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.76 ถึง 7.98 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านดอกเฉลี่ยอยู่ที่ 0.10 ถึง 1.22 เซนติเมตร ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีค่าในการศึกษาคุณภาพและการเจริญเติบโตของเห็ดภูฏาน ช่วงเดือนมิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2565 พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยเห็ดภูฏาน 6 เห็ดภูฏาน 5 เห็ดภูฏาน 4 เห็ดภูฏาน 3 เห็ดภูฏาน 2 ให้ผลผลิตเท่ากับ 209.88 207.28 177.40 160.75 และ 94.50 กรัมต่อถุง (ร้อยละ B.E. = 33.76 33.37 28.54 25.83 และ 15.20) ตามลำดับ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดภูฏานสายพันธุ์ต่าง ๆ หมวกดอกเห็ดค่าเฉลี่ยระหว่าง 5.16 - 6.63 เซนติเมตร ความยาวก้านดอกค่าเฉลี่ยระหว่าง 5.42 - 8.59 เซนติเมตร และเส้นผ่าน

ศูนย์กลางก้านดอกค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.76 - 1.55 เซนติเมตร ข้อมูลนี้สามารถช่วยในการวิเคราะห์ความสามารถในการผลิตและการเติบโตของแต่ละสายพันธุ์ ลักษณะของดอกเห็ดมีความกลมรีคล้ายพัด ออกดอกทั้งในรูปแบบเดี่ยวและกลุ่ม โดยกลุ่มจะมีขนาดดอกที่แตกต่างกัน ด้านบนของหมวกดอกมีลักษณะนุ่มและผิวเรียบ ไม่มีขน และแต่ละสายพันธุ์มีสีที่แตกต่างกัน เช่น สีเทา สีครีม ครีบดอกมีการเรียงตัวค่อนข้างถี่ มีลักษณะยาวติดกับก้านดอก ส่วนก้านดอกเรียวยาวและมีผิวเป็นร่อง เห็ดภูฏาน มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยต่อรอบการเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 3 ถึง 5 ดอก เห็ดภูฏาน 6 มีการผลิตช่อดอกสูงสุด ตามด้วยเห็ดภูฏาน 5 ภูฏาน 4 และภูฏาน 3 ส่วนภูฏาน 2 ให้ช่อดอกต่ำที่สุด Ruamtham & Tulasombat (2019) ต้นทุนและผลตอบแทนเห็ดมีความสำคัญต่อการลงทุนและการเลือกใช้วัสดุที่ราคาไม่สูงหรือหาได้ในท้องถิ่นเพื่อลดต้นทุน ขี้เลื่อยไม้ยางพารา : รำละเอียด : ปลายข้าว : ยิปซัม : ดีเกลือ : ปูนขาว : ภูไมท์ อัตราส่วน 100 : 7 : 1 : 0.5 : 0.2 : 1 : 2 และน้ำสำหรับปรับความชื้นร้อยละ 70 - 80 สูตรอาหารการเพาะเห็ดแครง Biotechnology Research and Development Office (2022) เป็นสูตรในการส่งเสริมแก่เกษตรกร ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา : เมล็ดข้าวฟ่างต้มแล้ว : รำละเอียด : ปูนขาว อัตราส่วน 100 : 50 : 3 : 1 และน้ำสำหรับปรับความชื้นร้อยละ 65 – 85 สูตรอาหารที่ใช้ทดลองมีความใกล้เคียงกับสูตรที่กล่าวมา ซึ่งสูตรของกรมวิชาการเกษตรพบว่า เป็นสูตรที่เหมาะสมกับการเพาะเห็ดภูฏาน เห็ดนางรม เห็ดหูหนู เป็นต้นแสดงให้เห็นว่า การใช้ส่วนผสมที่มีในพื้นที่จังหวัดปัตตานี และมีสูตรที่ใกล้เคียงกับงานวิจัยข้างต้นซึ่งเป็นสูตรที่ให้ผลผลิตสูงในการทดลอง ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา : รำละเอียด : น้ำตาลทราย : แป้งข้าวเหนียว : ปูนขาว : ดีเกลือ อัตราส่วน 100 : 5 : 2 : 2 : 1 : 0.2 น้ำสำหรับผสมส่วนผสมเพื่อให้มีความชื้นร้อยละ 60 – 70 เป็นสูตรที่สามารถใช้ได้ทุกพื้นที่ และสามารถนำไปดัดเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของท้องถิ่นนั้น ๆ เช่นเดียวกันกับการทดลอง (Namee *et al*., 2021) การทดลองครั้งนี้ที่ได้ทำการศึกษา 2 ช่วงเวลา สายพันธุ์ที่เหมาะสมที่สุดคือ ภูฏานสายพันธุ์ 6 ให้ผลผลิตสูงที่สุดกว่าสายพันธุ์อื่น ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของเส้นใยและระยะการเพาะทั้งสองช่วงเวลาใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด รองลงมาจะเป็นสายพันธุ์เห็ดภูฏาน 5 ภูฏาน 3 ภูฏาน 4 และภูฏาน 2 เป็นสายที่ไม่แนะนำให้นำมาใช้ เนื่องจากให้ผลผลิตต่ำสุดในทั้งสองช่วงระยะการเพาะ การเจริญของเส้นใยใช้เวลานานที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยที่รายงานโดย Biotechnology Research and Development Office (2022) และ Arreerard & Arreerard (2020) ที่พบว่า เห็ดภูฏาน 2 ไม่ทนต่อสภาพอากาศของประเทศไทย ระยะเวลาของการเจริญเส้นใย การให้ผลผลิตน้อย เนื่องจากมีการปนเปื้อนของก้อนเห็ดโดยเชื้อราได้ง่ายที่สุด ผลผลิตเห็ดภูฏานทั้ง 5 สายพันธุ์ ต้นทุนการผลิตการเพาะเห็ด 6.26 บาทต่อถุง ซึ่งพบว่า รายได้จากการเพาะเห็ดแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน เห็ดภูฏานสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดีตามลำดับคือ ภูฏาน 6 ภูฏาน 5 ภูฏาน 4 และภูฏาน 3 ผลผลิตภูฏานทั้ง 5 สายพันธุ์ ต้นทุนการผลิตการเพาะเห็ด 6.26 บาทต่อถุง ซึ่งพบว่า รายได้จากการเพาะเห็ดแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน โดยใช้ต้นทุนในการผลิตเห็ดมีส่วนประกอบเท่ากันมีอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนทุกสายพันธุ์ จากการให้ผลผลิตที่แตกต่างกันแต่ละสายพันธุ์เกิดจากหลายปัจจัยได้แก่ ความแตกต่างของสายพันธุ์ สภาพแวดล้อม ความชื้น เป็นต้น เพื่อความคุ้มทุนต่อการลงทุน เห็ดภูฏาน 6 ภูฏาน 5 ภูฏาน 4 ภูฏาน 3 และภูฏาน2 เหมาะแก่การให้การลงทุนตามลำดับ สายพันธุ์เห็ดแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันซึ่งราคาอยู่ที่กิโลกรัมละ 60 บาท อัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนทั้ง 5 สายพันธุ์มีความเสี่ยงน้อยทำให้มีกำไรในการผลิตเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรในจังหวัดปัตตานี

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาที่เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเส้นใยและผลผลิตเห็ดภูฏานสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่เพาะในจังหวัดปัตตานี ในช่วงเวลาเดือนกุมภาพันธ์ 2565 – กรกฎาคม พ.ศ. 2565และช่วงเดือนมิถุนายน 2565 - ตุลาคม พ.ศ. 2565 พบว่า ทั้งสองช่วงเวลาการเพาะ ผลผลิตที่ได้มีความแตกต่างกัน เห็ดภูฏาน 6 ให้ผลผลิตสูงสุดและใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของเส้นใยน้อยกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ ดังนั้น สายพันธุ์นี้จึงควรพัฒนาระบบผลิตและการส่งเสริมให้ใช้ในการเพาะเห็ดแก่ผู้เพาะเห็ดในจังหวัดปัตตานีต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Arreerard, T. & Arreerard, W. (2020). Iot system for humidity and temperature monitoring to promote cultivation of mushrooms in greenhouses to have a complete product. *Mahasarakham Rajabhat University Academic Journal*, *6*(1), 8-10. (in Thai)

Biotechnology Research and Development Office. (2022). *Mushroom research and development group* [Online]. Retrieved November 5, 2022, from: https://www.doa.go.th/biotech/?page_id=985.

Inoue, C., Yasuma, T., D'Alessandro-Gabazza, C. N., Toda, M., Fridman D'Alessandro, V., Inoue, R., *et al.* (2022). The Fairy Chemical Imidazole-4-carboxamide Inhibits the Expression of Axl, PD - L1, and PD - L2 and Improves Response to Cisplatin in Melanoma. *Cells*, *11*, 374.

Mwangi, R. W., Macharia, J. M., Wagara, I. N. & Bence, R. L. (2022). The antioxidant potential of different edible and medicinal mushrooms. *Biomedicine & Pharmacotherapy, 147,* 112-621.

Namee, J., Suksoi, P., Dasri, C. & Chittabutr, P. (2021). Utilization of rice straw for the production of Hed Nangfa in Non Mak Mun subdistrict, Sa Kaeo province. *Area Based Development Research Journal, 13*(3), 163-179. (in Thai)

Nuansoi, W., Maduea, S. & Pumsawi, P. (2018). *Optimization close mushroom farming system using control system via online application case study: Ban Lahan, Rattaphum, Songkhla*. Songkhla: Rajamangala University of Technology Srivijaya. (in Thai)

Ruamtham, P. & Tulasombat, S. (2019). Cost and return of Banbonkhoy sarjou-caju mushroom farm Khirimat district, Sukhothai province. *The 6th Business Administration, Maejo University Conference*, February 15, 2019. Chiang Mai: Maejo University. (in Thai)

Surawoot, A., Supathra, L., Senkaew, N., Tanthai, P., Choopaum, B. & Udon, C. (2014). *The Development of Schizophyllum commune Fr. Strains in Southern Thailand.* [Online]. Retrieved November 15, 2022, from: https://www.doa.go.th. (in Thai)

Toros, G., El-Ramady, H. & Prokisch, J. (2022). Edible mushroom of *Pleurotus spp.* a case study of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus L.*). *Environment, Biodiversity & Soil Security*, *6*, 51-59.