มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ทุนวิจัยหมวดเงินอุดหนุน (ว.1)

ประจำปีงบประมาณ 2560

เรื่อง

การพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่น (*Agrocybe cylindracea*) ในโรงเรือนระบบปิด

Development of Yanagi Mushroom (*Agrocybe cylindracea*) Cultivation in Close System

คณะผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล ดร.ทศพร ทองเที่ยง หัวหน้าโครงการ

สังกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ราชบุรี

ชื่อ-สกุล น.ส.ธิดาพร เถื่อนเภา ผู้ร่วมโครงการ

สังกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ราชบุรี

ชื่อ-สกุล น.ส.สุวดี ปัญญาดี ผู้ร่วมโครงการ

สังกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ราชบุรี

ชื่อ-สกุล น.ส.เสริมศิริ เมธีวกุล ผู้ร่วมโครงการ

สังกัด ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

เดือน ธันวาคม พ.ศ.2562

บทคัดย่อ

เห็ดโคนญี่ปุ่น (*Agrocybe cylindracea*) เป็นเห็ดรับประทานได้ มีความนิยมในการบริโภคอย่างแพร่หลายในประเทศไทย แต่ถึงอย่างไรก็ตามปัจจุบันการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยี สภาวะการการเพาะเลี้ยงและการทดลองขยายขนาดการเพาะเลี้ยงในระดับอุตสาหกรรมยังมีข้อมูลที่น้อยมาก โครงการนี้จึงต้องการศึกษาและพัฒนาการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด รวมถึงการศึกษาผลการขยายขนาดการเพาะเลี้ยงในระดับอุตสาหกรรม ผลการศึกษาพบว่าแม่เชื้อบริสุทธิ์เห็ดโคนญี่ปุ่นที่จำหน่ายในท้องตลาดให้ดอกเห็ดที่มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกันจำนวน 3 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะที่ 1 ดอกสีน้ำตาลเข้มขนาดเล็กก้านสั้น ลักษณะที่ 2 ดอกสีน้ำตาลกลางขนาดใหญ่ก้านยาว และลักษณะที่ 3 ดอกสีน้ำตาลอ่อนขนาดเล็กก้านยาวซึ่งเป็นที่นิยมมากที่สุด ผู้วิจัยจึงนำดอกเห็ดลักษณะที่ 3 มาแยกเส้นใยและศึกษาผลของกรรมวิธีการบรรจุก้อนของเห็ดโคนญี่ปุ่น พบว่ากรรมวิธีการบรรจุก้อนเห็ดมีผลต่อความเร็วของการเจริญเส้นใยในระยะบ่มก้อนอย่างมีนัยสำคัญ โดยก้อนที่บรรจุวัสดุเพาะแบบอัดก้อนหลวมทั้งขนาด 0.5 และ 1 กิโลกรัม ให้ผลการเจริญของเส้นใยเร็วที่สุดเมื่อเก็บผลการทดลองที่ 3 สัปดาห์ แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยพบว่าการเจริญของเส้นใยที่รวดเร็วไม่ได้สัมพันธ์กับปริมาณการเกิดดอกและคุณภาพของดอกเห็ด การบรรจุก้อนแบบอัดแน่นให้ผลผลิตรวมของดอกเห็ดที่มากกว่าการบรรจุก้อนแบบอัดหลวมอย่างมีนัยสำคัญทั้งขนาดก้อน 0.5 และ 1 กิโลกรัม ต่อมาผู้วิจัยได้ขยายขนาดการเพาะลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิดโดยใช้การบรรจุก้อนแบบอัดแน่นพบว่า เมื่อขยายขนาดทดลองให้มีจำนวนก้อนเห็ดที่มากขึ้นในสภาวะโรงเรือนเดิมก้อนเห็ดกลับสร้างจำนวนดอกที่ลดลง และพบว่าเห็ดโคนญี่ปุ่นมีพฤติกรรมการออกดอกที่เฉพาะตัว ซึ่งสามารถจัดกลุ่มรูปแบบการออกดอกได้จำนวน 4 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 ออกดอกทุกรอบการผลิต รูปแบบที่ 2 ออกดอก 2-6 รอบ (ไม่มีการเว้นรอบการออกดอก) รูปแบบที่ 3 ออกดอก 2-4 รอบ (มีการเว้นรอบการอกดอก) และรูปแบบที่ 4 ออกดอก 1 รอบตลอดการผลิต โดยรูปแบบที่ 3 เป็นรูปแบบการออกดอกที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 41 ของจำนวนตัวอย่างก้อนเห็ด ผลวิเคราะห์การลงทุนของโรงเรือนระบบปิดพบว่า การเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นจะสามารถสร้างผลกำไรได้ ก็ต่อเมื่อก้อนเห็ดให้ผลผลิตมากกว่า 150 กรัมต่อก้อนต่อปี เมื่อสิ้นสุดการทดลองทีมวิจัยจึงได้เผยแพร่องค์ความรู้ในการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นแก่กลุ่มเกษตรผู้เพาะเลี้ยงเห็ดของ จ.ราชบุรี จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการกระบวนการเขี่ยเชื้อและเพาะเลี้ยงเห็ดแก่เกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองผีหลอก อ.จอมบึง จ.ราชบุรี และจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการและศึกษาดูงานการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นและเห็ดเศรษฐกิจอื่นด้วยโรงเรือนระบบปิด แก่กลุ่มเกษตรกรผู้ประกอบการเพาะเลี้ยงเห็ดเศรษฐกิจในจังหวัดราชบุรี ณ จาวาฟาร์ม ต.แพรกศรีราชา อ.สรรคบุรี จ.ชัยนาท

คำสำคัญ : เห็ดโคนญี่ปุ่น, การเพาะเห็ด, ก้อนวัสดุเพาะเห็ด

Abstract

Agrocybe cylindracea is one type of widely edible and high value mushroom in Thailand. However, the development of technology, culture conditions, and experiments on scale-up the culture at the industrial level were rarely study. Therefore, the aim of this project was to investigate a development of *A. cylindracea* culture process including scale-up the mushroom culture at the large scale under the evaporative cooling system. The first part results of this study showed 3 different physical characteristics of *A.cylindracea*. There were small dark brown flowers and short stalks, large sized brown flowers with long stalks and, small light brown flowers with long stalks. *A.cylindracea* were purified culture form the mushroom-market and were stimulated to flowering under the closed system. Then, we selected the third characteristic to study of the effect of the mushroom packing process. The results presented the mushroom packing process had a significantly effect on the speed of mycelium growth during the incubation period. In addition, the fastest mycelium growth shown on loose substrate for 0.5 and 1 kg packing that were collected data at 3 weeks so speed of mycelium growth cause to the short cycle of mushroom cultivation. However, the speed of mycelium was not related to improved quantity and quality of mushroom flowering. We found the compacted substrate shown significantly higher yield of fruiting body than loose substrate for 0.5 and 1 kg. The other part shown the expanding scale of mushroom cultivation to increase the number of substrate culture under the evaporating close system which cause to reduction of yield and quality of fruiting bodies. Moreover, *A.cylindracea* presented the specially 4 patterns of their flowering that presented the mostly pattern is alternating flowering pattern (41%). At the end part of this project, we organized 2 training sessions for dissemination of the knowledge of *A.cylindracea* culture method. First was the workshop on the process of *A.cylindracea* culture method for the farmer community enterprise group that were Ban Nong Phee Lok community enterprise group, Chom Bueng District, Ratchaburi Province. Second was training and visiting to cultivated *A.cylindracea* farm with close system for the economic mushroom farmers in Ratchaburi Provice at Jawa farm, Phraek Si Racha Subdistrict, Sankhaburi District, Chainat Province.

Keywords: Yanangi mushroom, mushroom cultivation, culture media

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ได้สนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินงานวิจัย ซึ่งเป็นทุนวิจัยหมวดเงินอุดหนุนที่ได้รับการจัดสรรจากรัฐ ขอขอบคุณศูนย์บริการทางการศึกษาราชบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้พื้นที่และเครื่องมือต่าง ๆ สำหรับการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณ คุณเสริมสิริ เมธีวกุล จากศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลทางวิชาการตลอดจนคำแนะนำในการดำเนินงานวิจัยตั้งแต่ต้นจนสำเร็จ และขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเลี้ยงเห็ดบ้านหนองผีหลอก อ.จอมบึง จ.ราชบุรี และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเลี้ยงเห็ดบ้านเชิงสะพาน อ.เมือง จ.ราชบุรี สำหรับข้อมูลและวิธีการการเพาะเลี้ยวงเห็ดเศรษฐกิจแบบดั้งเดิมของเกษตรกร จ.ราชบุรี ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์แก่งานวิจัย ทำให้ทีมวิจัยสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาคิดวิเคราะห์แก้ไขปัญหาจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วง

คณะผู้วิจัย

3 พฤศจิกายน 2563

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฌ-ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัยโดยสรุป	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรม	4
2.1 การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานของเห็ดโคนญี่ปุ่น (*Agrocybe cylindracea*)	4
2.2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา	4
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเห็ดโคนญี่ปุ่นและเห็ดอื่นในวงศ์ Strophariacaae	5

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.2 อุณหภูมิ	5
2.3.3 ความชื้น	6
2.4 การแยกเชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่นให้บริสุทธิ์	6
2.5 อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง	7
2.6 สภาวะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่น	8
2.6.1 โรงบ่มก้อนเชื้อ	8
2.6.2 การเปิดก้อนเห็ดและโรงเรือนเปิดก้อนเห็ด	8
2.7 โรงเรือนและสภาวะในการเพาะเลี้ยง	10
2.7.1 โรงวัตถุดิบและเตรียมก้อนเชื้อ	10
2.7.2 โรงบ่มก้อนเห็ด	10
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	11
3.1 การเตรียมหัวเชื้อบริสุทธิ์เห็ดโคนญี่ปุ่นลงบนเมล็ดข้าวฟ่าง	11
3.2 การเตรียมวัสดุเพาะและย้ายหัวเชื้อลงก้อนวัสดุเพาะ	11
3.3 การรวบรวมและคัดเลือกพันธุ์	11
3.4 การศึกษาถึงขนาดและวิธีการบรรจุก้อนวัสดุเพาะต่อการ ให้ผลผลิตดอกเห็ด	12
3.5 โรงเรือนและสภาวะในการเพาะเลี้ยง	13
3.5.1 โรงวัตถุดิบและเตรียมก้อนเชื้อ	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5.2 โรงบ่มก้อนเห็ด	14
3.5.3 โรงเรือนระบบปิดสำหรับเปิดดอก	14
3.6 การประมวลผลการทดลอง	15
บทที่ 4 อภิปรายผล	16
4.1 การคัดเลือกลักษณะแม่พันธุ์เห็ดโคนญี่ปุ่นด้วยลักษณะทางกายภาพ	16
4.2 ผลการคัดแยกเชื้อสายพันธุ์บริสุทธิ์เห็ดโคนญี่ปุ่นจากการคัดเลือกลักษณะแม่พันธุ์เห็ดโคนญี่ปุ่นด้วยลักษณะทางกายภาพ	18
4.3 ผลของขนาดก้อนและวิธีการบรรจุต่อการเจริญของเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด ขนาดทดลอง 25 ก้อน	19
4.3.1 ผลการเจริญของเส้นใยเห็ดโคนญี่ปุ่น	19
4.4 ผลของการขยายขนาดการเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด ขนาดทดลอง 100 ก้อน	24
4.5 ผลของการขยายขนาดการเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด (ระบบหมอก) ขนาดทดลองจำนวน 5,000 ก้อน เก็บผลการทดลอง 100 ก้อน ขนาดก้อน 0.5 และ 1 กิโลกรัม บรรจุก้อนแบบอัดแน่น เก็บผลการทดลองจำนวน 7 รอบการผลิต	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.6 ผลของการขยายขนาดการเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด (ระบบหมอก) ขนาดทดลองจำนวน 10,000 ก้อน เก็บผลการทดลอง 100 ก้อน ขนาดก้อน 1 กิโลกรัม บรรจุก้อนแบบอัดแน่น เก็บผลการทดลองจำนวน 7 รอบ การผลิต	28
4.7 ผลของรูปแบบในการออกดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่น	30
4.8 การถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่เกษตรกร	33
4.9 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงเรือนระบบปิดเพื่อเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นของเกษตรกร	35
4.9 อภิปรายผล	36
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	38
5.1 บทสรุปของโครงการ	38
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
เอกสารอ้างอิง	42
ผลงานตีพิมพ์	44

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 สูตรอาหาร Potato Dextrose Agar(PDA) ปริมาตร 1 ลิตร	7
ตารางที่ 2 ตารางผลการเจริญของเส้นใยเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด ขนาดทดลอง 25 ก้อน	19
ตารางที่ 3 ตารางแสดงขนาดดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ขนาดทดลอง 25 ก้อน ภายใต้การเปิดดอกในโรงเรือนระบบปิด	22
ตารางที่ 4 ตารางแสดงน้ำหนักดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ขนาดทดลอง 25 ก้อน ภายใต้การเปิดดอกในโรงเรือนระบบปิด	22
ตารางที่ 5 ตารางแสดงขนาดดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ขนาดทดลอง 100 ก้อน ภายใต้การเปิดดอกในโรงเรือนระบบปิด	25
ตารางที่ 6 ตารางแสดงน้ำหนักดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ขนาดทดลอง 100 ก้อน ภายใต้การเปิดดอกในโรงเรือนระบบปิด	25
ตารางที่ 7 ตารางแสดงน้ำหนักดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ขนาดทดลอง 5,000 ก้อน ภายใต้การเปิดดอกในโรงเรือนระบบปิด (ระบบหมอก)	27
ตารางที่ 8 ผลการทดลองก้อน 1 กิโลกรัม อัดก้อนแบบแน่น ขนาดทดลอง 10000 ก้อน (สุ่มเก็บผลการทดลองจำนวน 100 ก้อน)	31-32

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 A ภาพดอกเห็ดขณะตูมของเห็ดโคนญี่ปุ่น (*A. cylindracea*) B แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดโคนญี่ปุ่น (*A. cylindracea*)	5
ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตหัวเชื้อและการทำก้อนเชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่น	9
ภาพที่ 3 ภาพการใช้งานภายในโรงวัตถุดิบและเตรียมก้อนเห็ด	10
ภาพที่ 4 แผนภาพกระบวนการเพาะเลี้ยงก้อนเห็ดโคนญี่ปุ่น	12
ภาพที่ 5 ภาพการเตรียมวัสดุทำก้อนเชื้อภายในโรงวัตถุดิบและเตรียมก้อนเชื้อ	13
ภาพที่ 6 ภาพโรงเรือนเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นของ มจธ.ราชบุรี	14
ภาพที่ 7 ภาพโรงเรือนเพาะเห็ดระบบปิด ควบคุมอุณหภูมิด้วยเครื่องปรับอากาศ และควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ด้วยระบบหมอก สถานที่ตั้ง มจธ.ราชบุรี	15
ภาพที่ 8 ภาพเห็ดโคนญี่ปุ่นลักษณะที่ 1 จากการเปิดดอกของโรงเรือนระบบปิด	16
ภาพที่ 9 ภาพเห็ดโคนญี่ปุ่นลักษณะที่ 2 จากการเปิดดอกของโรงเรือนระบบปิด	17
ภาพที่ 10 ภาพเห็ดโคนญี่ปุ่นลักษณะที่ 3 จากการเปิดดอกของโรงเรือนระบบปิด	17
ภาพที่ 11 ภาพดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นและเส้นใยของเห็ดโคนญี่ปุ่นลักษณะที่ 1 2 และ 3	18
ภาพที่ 12 ภาพแสดงเส้นใยที่เดินบนก้อนเห็ดขนาด 1 กิโลกรัมแบบก้อนอัดแน่น	20
ภาพที่ 13 ภาพแสดงเส้นใยที่เดินบนก้อนเห็ดขนาด 1 กิโลกรัมแบบก้อนหลวม	20
ภาพที่ 14 ภาพแสดงเส้นใยที่เดินบนก้อนเห็ดขนาด 0.5 กิโลกรัมแบบก้อนอัดแน่น	20
ภาพที่ 15 ภาพแสดงเส้นใยที่เดินบนก้อนเห็ดขนาด 0.5 กิโลกรัมแบบก้อนหลวม	20

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 16 ภาพผลผลิตดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นของก้อนเห็ดขนาด 1 กิโลกรัม แบบก้อนอัดแน่น 23

ภาพที่ 17 ภาพผลผลิตดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นของก้อนเห็ดขนาด 1 กิโลกรัม แบบก้อนหลวม 23

ภาพที่ 18 ภาพผลผลิตดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นของก้อนเห็ดขนาด 0.5 กิโลกรัม แบบก้อนอัดแน่น 23

ภาพที่ 19 ภาพผลผลิตดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นของก้อนเห็ดขนาด 0.5 กิโลกรัม แบบก้อนหลวม 23

ภาพที่ 20 แผนภาพร้อยละของผลผลิตดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นของก้อนเห็ด ขนาด 1 กิโลกรัมแบบก้อนแน่น 28

ภาพที่ 21 แผนภาพของน้ำหนักดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นของก้อนเห็ด ขนาด 1 กิโลกรัมแบบก้อนแน่น 29

ภาพที่ 22 แผนภาพจำนวนดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นของก้อนเห็ดขนาด 1 กิโลกรัม แบบก้อนแน่น 29

ภาพที่ 23 การอบรมเชิงปฏิบัติการกระบวนการเขี่ยเชื้อและเพาะเลี้ยงเห็ด แก่เกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองผีหลอก ต.รางบัว อ.จอมบึง จ.ราชบุรี 33

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 24 การอบรมเชิงปฏิบัติการและศึกษาดูงานการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่น
และเห็ดเศรษฐกิจอื่นด้วยโรงเรือนระบบปิด แก่กลุ่มเกษตรกรผู้ประกอบการ
เพาะเลี้ยงเห็ดเศรษฐกิจในจังหวัดราชบุรี
ณ จาวาฟาร์ม ต.แพรกศรีราชา อ.สรรคบุรี จ.ชัยนาท 34

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

กก.	กิโลกรัม
จน.ดอก	จำนวนดอก
ซม.	เซนติเมตร
นน.ดอก	น้ำหนักดอก
มจธ.ราชบุรี	ศูนย์บริการทางการศึกษาราชบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
%ออกดอก	ร้อยละของการออกดอก
A. aegerita BRIG.	*Agrocybe aegerita* BRIG.
A. bisporus	*Agaricus bisporus*
A. bitorquis	*Agaricu bitorquis*
A. cylindracea	*Agrocybe cylindracea*
CRD	Completely Randomized Design
in vitro	การกระทำในหลอดทดลอง
PDA	Potato Dextrose Agar
pH	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง
UV	รังสีอัลตราไวโอเลต
°C	องศาเซลเซียส
%	ร้อยละ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เห็ดโคนญี่ปุ่นหรือเห็ดยานางิเป็นเห็ดที่สามารถรับประทานได้ อยู่ในวงศ์ Strophariacaae สกุล Agrocybe มีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Agrocybe cylindracea* เห็ดโคนญี่ปุ่นเป็นมีกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัว สามารถนำมาเพาะเลี้ยงด้วยวัสดุเพาะต้นทุนต่ำในถุงพลาสติก เห็ดโคนญี่ปุ่นมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีมูลค่าทางเศรษฐกิจ โดยทั่วไปการซื้อขายเห็ดโคนญี่ปุ่นจะมีราคาอยู่ที่กิโลกรัมละ 180-250 บาท สำหรับประเทศไทยจัดว่ายังมีการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นไม่เป็นที่นิยมมากนัก และการเพาะเลี้ยงของเกษตรกรมักจะเพาะเลี้ยงภายในโรงเรือนระบบเปิดทั่วไป ไม่มีการควบคุณสภาวะการเพาะเลี้ยงทั้งในแง่ของอุณหภูมิและความชื้น ส่งผลให้เห็ดโคนญี่ปุ่นที่เจริญด้วยโรงเรือนเพาะเห็ดทั่วไปนั้นให้ผลผลิตในปริมาณต่ำ เกิดดอกเห็ดขนาดเล็ก มีปริมาณเห็ดไม่เพียงพอสำหรับการส่งขายแก่ตลาด อีกทั้งในปัจจุบันข้อมูลและการศึกษาถึงสภาวะการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นทั้งระดับปฏิบัติการและระดับโรงเรือนยังมีไม่มากนัก นอกจากปัญหาเรื่องสภาวะการเพาะเลี้ยงแล้วนั้น คุณภาพของแม่เชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่นก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญสำหรับการกำหนดคุณภาพและปริมาณดอกเห็ด แม่เชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ไม่มีคุณภาพส่งผลโดยตรงต่อปริมาณผลผลิตดอกเห็ด ด้วยสาเหตุดังกล่าวการศึกษาถึงสภาวะที่เหมาะสมของการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นทั้งระยะการเจริญของแม่เชื้อเห็ดบนอาหารแข็งในระดับห้องปฏิบัติการ การขยายปริมาณแม่เชื้อเห็ดบนเมล็ดธัญพืช การศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดโคนญี่ปุ่นบนก้อนวัสดุเพาะในระดับโรงเรือนการบ่มก้อนเห็ด และการเปิดดอกในโรงเรือนระบบปิดขนาดใหญ่ จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนากระบวนการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นเป็นอย่างมาก ดังนั้น ผลการศึกษาของโครงการการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่น (*Agrocybe cylindracea*) ในโรงเรือนระบบปิดนี้จะทำให้ทราบถึงสภาวะที่เหมาะสมของการเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นตลอดกระบวนการ และโครงการนี้ยังได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมดังกล่าวควบคู่ไปกับการเผยแพร่องค์ความรู้แก่เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่น และเห็ดอื่น ๆ ที่มีความสนใจในการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่น ภายในจังหวัดราชบุรีให้เกิดความสามารถผลิตแม่เชื้อเห็ดที่มีคุณภาพและสามารถเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถนำองค์ความรู้ไปต่อยอดเพื่อประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงเห็ดในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาการผลิตหัวเชื้อและการผลิตก้อนเห็ดโคนญี่ปุ่นที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงในโรงเรือนระบบกึ่งปิด
2. ศึกษาสภาวะการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นเพื่อบังคับให้เกิดการออกดอกอย่างแม่นยำในโรงเรือนระบบกึ่งปิด
3. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นแบบกึ่งปิดสู่เกษตรกรและผู้ประกอบการ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

เป็นการวิจัยในระดับห้องปฏิบัติการและโรงเรือนเพื่อให้ได้กระบวนการการผลิตหัวเชื้อและการผลิตก้อนเห็ดโคนญี่ปุ่นที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงในโรงเรือนระบบปิด รวมถึงการหาสภาวะการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นเพื่อบังคับให้เกิดการออกดอกอย่างแม่นยำในโรงเรือนระบบปิด

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัยโดยสรุป

การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นในระดับห้องปฏิบัติการนั้นจะใช้ตัวแปรที่ศึกษาทั้งหมด 3 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเห็ดในแต่ละระยะ ดังนี้ ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการบังคับให้เกิดดอกอย่างสม่ำเสมอ โดยจะทดสอบที่ช่วงอุณหภูมิระหว่าง 24 –30 °C ศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่เหมาะสมต่อการบังคับให้เกิดการออกดอกที่ช่วงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างร้อยละ 80-90 และศึกษาระยะเวลาในการพักตัวของก้อนที่ 14-30 วัน และ ระยะเวลาการกระตุ้นดอกที่ 3-9 วัน โดยจะวัดค่าตัวแปรบ่งชี้ที่แสดงถึงความเหมาะสมของสภาวะด้วยปริมาณของดอกเห็ดต่อก้อน (กรัม/ก้อน) จากนั้นจะนำผลความเหมาะสมของแต่ละตัวแปรนำมาหาค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยวิธีทางสถิติ เพื่อพัฒนาเป็นต้นแบบของการปรับปรุงโรงเรือนระบบปิดที่มีค่าคุ้มทุนทางเศรษฐกิจเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่น และสามารถส่งเสริมเป็นอาชีพหลักแก่เกษตรกรได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้กระบวนการการผลิตหัวเชื้อและการผลิตก้อนเห็ดโคนญี่ปุ่นที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงในโรงเรือนระบบกึ่งปิด
2. ทราบถึงสภาวะการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นเพื่อบังคับให้เกิดการออกดอกอย่างแม่นยำในโรงเรือนระบบกึ่งปิด
3. เกษตรกรสามารถพัฒนาโรงเรือนและระบบการผลิตเห็ดโคนญี่ปุ่นได้ดีขึ้น

บทที่ 2

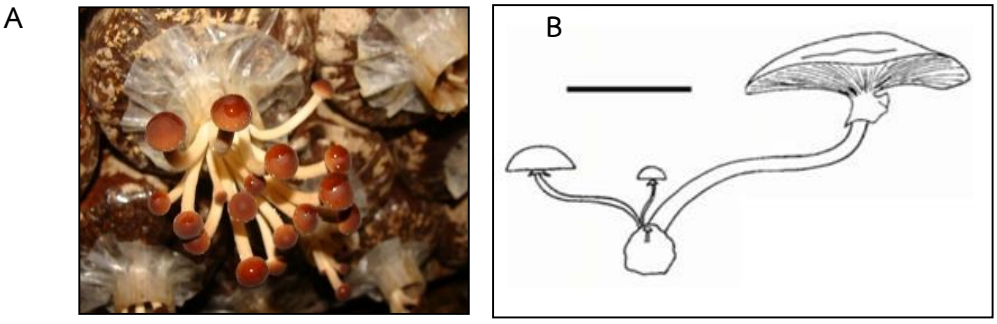
ทบทวนวรรณกรรม

2.1 การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานของเห็ดโคนญี่ปุ่น (*Agrocybe cylindracea*)

เห็ดโคนญี่ปุ่นเป็นเห็ดที่อยู่ในวงศ์ Strophariacaae สกุล Agrocybe มีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Agrocybe cylindracea* ปี 2003 Zhao และคณะได้รายงายว่า เห็ดโคนญี่ปุ่นเป็นเห็ดที่มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และยังมีสรรพคุณทางยาอย่างมาก เห็ดโคนญี่ปุ่นจัดอยู่ในกลุ่มของราผุสีขาว (White rod fungi) สามารถย่อยสลายส่วนประกอบของไม้ได้ ทั้งส่วนของเนื้อไม้ที่เป็นลิกนิน (Lignin) และเซลลูโลส (Cellulose) ตามธรรมชาติมักพบการเจริญของเห็ดโคนญี่ปุ่นอยู่บริเวณขอนไม้ผุพังหรือซากต้นไม้ที่ตายแล้ว บางครั้งอาจพบการเจริญอยู่บริเวณรอยแตกหรือบริเวณฐานของกิ่งไม้ ชนิดของพืชที่พบการเจริญของเห็ดโคนญี่ปุ่นได้แก่ พืชในสกุล Populus และ Salix รวมถึง Quercus, Ulmus, Acer, Melia, Robinia, Broussonetia, Allophylus, Cupania, Phebe และ Araucaria angustifolia (Singer et al, 1986; Watling et al, 1992)

2.2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

หมวกเห็ดมีลักษณะกลมมีสีน้ำตาลบริเวณตรงกลางของหมวกจะสูงนูนขึ้นมาและมีสีน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 1A) บริเวณขอบหมวกมักจะเป็นสีขาว มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8-200 มิลลิเมตร ดอกเห็ดที่ออกใหม่จะมีสีน้ำตาล พื้นผิวของดอกจะเรียบ ไม่เหนียว เมื่อดอกเห็ดแก่สีของหมวกเห็ดจะซีดลงเป็นสีน้ำตาลอ่อน ตรงกลางหมวกที่เคยนูนจะยุบและแบนราบ ขนาดดอกจะขยายใหญ่ขึ้นจนเยื่อหุ้มส่วนล่างใต้ดอกเห็ดฉีกขาด และวิธีเปลี่ยนแปลงเป็นวงแหวนสีน้ำตาลเข้มติดอยู่ที่ก้านดอกเห็ด เมื่อดอกเห็ดแก่เต็มที่วงแหวนนี้จะเห็นสปอร์ชัดเจนอยู่ที่บริเวณครีบเห็ด สปอร์มีลักษณะกลมรีเป็นรูปไข่ ผิวเรียบ สีน้ำตาลเข้มมีขนาด 9-16 X 5-9 ไมโครเมตร ส่วนของก้านดอกจะมีลักษณะกลม สีขาว มีขนาด 10-150 X 2-25 มิลลิเมตร (ภาพที่ 1B) การเกิดดอกนั้นอาจเกิดเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นกลุ่มก็ได้ การเก็บเกี่ยวจะทำได้ง่าย เนื่องจากส่วนรากยึดติดกับวัสดุเพาะเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ไม่ติดแน่นเหมือนเห็ดบางชนิด (Marina & Edgardo, 2007)



ภาพที่ 1 A ภาพดอกเห็ดขณะตูมของเห็ดโคนญี่ปุ่น (*A. cylindracea*)

B แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดโคนญี่ปุ่น (*A. cylindracea*) (Marina & Edgardo, 2007)

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเห็ดโคนญี่ปุ่นและเห็ดอื่นในวงศ์ Strophariacaae

2.3.1 ธาตุอาหาร

ปี 1987 Madan, M. และคณะได้พบว่าเห็ดที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มของราผุสีขาวสามารถใช้ส่วนประกอบของเนื้อไม้ทั้งส่วนของลิกนิน (Lignin) และเซลลูโลส (Cellulose) เป็นสารตั้งต้นของธาตุอาหารเพื่อสร้างดอกเห็ด ปี 2005 Ullrich และ Hofrichter รายงานว่าในระหว่างที่เส้นใยรวมตัวกันเพื่อสร้างดอกเห็ด (vegetative growth phase) เส้นใยเหล่านั้นจะหลั่งเอนไซม์หลายชนิดที่สามารถย่อยสลายลิกนินและเซลลูโลสในเนื้อไม้เพื่อเปลี่ยนเป็นธาตุอาหารและพลังงาน โดยเขาพบว่า *A.aegerita* จะสร้างเอนไซม์ชนิด peroxidase laccase และ carboxylmethyl cellulase ขึ้นอยู่กับระยะการเจริญของดอกและวัสดุตั้งต้นที่ใช้เพาะเลี้ยง ดังนั้นตามธรรมชาติจึงมักพบการเจริญของเห็ดโคนญี่ปุ่นอยู่บริเวณขอนไม้ผุพังหรือซากต้นไม้ที่ตายแล้ว (Singer et al, 1986; Watling et al, 1992) เนื่องจากขอนไม้หรือซากไม้เหล่านั้นคือสารตั้งต้นของธาตุอาหารชั้นดีนั่นเอง ด้วยเหตุนี้การเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในปัจจุบันจึงนิยมใช้วัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยจากไม้ได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการหมักก่อน ซึ่งกรมวิชาการเกษตรประเทศไทยได้ระบุในเอกสารแนะนำการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นว่าขี้เลื่อยไม้ที่นิยมใช้สำหรับเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นในประเทศไทย ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา และอาจนำขี้เลื่อยผสมกับอาหารเสริมชนิดอื่น เช่น รำข้าว เพื่อเพิ่มธาตุอาหารไนโตรเจน และขนาดของก้อนวัสดุปลูกเพื่อเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นในถุงพลาสติกแนะนำที่ขนาด 1 กิโลกรัม

2.3.2 อุณหภูมิ

กรมวิชาการเกษตรประเทศไทยได้ระบุว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเพาะเลี้ยงเห็ด และอุณหภูมิที่พอเหมาะแก่การเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นนั้นจะอยู่ที่ 24-30 ºC ปี 2009 Omoangle S. และคณะรายงานว่าใช้อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียสในการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในถุงพลาสติก

2.3.3 ความชื้น

การเจริญของเห็ดโคนญี่ปุ่นในทุกระยะไม่ว่าจะเป็นในระยะช่วงการเจริญของเส้นใยเห็ด การเกิดดอกจำเป็นต้องมีน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อกระบวนการต่างๆ รวมถึงการรักษาสภาพของเซลล์ โดยทั่วไปเห็ดโคนญี่ปุ่นจะเจริญได้ดีที่บรรยากาศที่ควบคุมให้มีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่างร้อยละ 80-90 ปี 2009 Omoangle S. และคณะรายงานว่าการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในถุงพลาสติกนั้นควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเรือนให้อยู่ที่ร้อยละ 80-85

2.4 การแยกเชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่นให้บริสุทธิ์

ปี 2011 Sharma และ Kumar ได้ระบุไว้ว่าการเพาะเห็ดทั่วไปรวมถึงโคนญี่ปุ่นในถุงพลาสติกเริ่มต้นจากการแยกเชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่นให้บริสุทธิ์บนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็ง โดยสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงคือ อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งชนิด Potato Dextrose Agar หรือเรียกชื่อย่อว่า PDA โดยการแยกเชื้อเห็ดให้บริสุทธิ์นั้นต้องแยกเชื้อโดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อ (Aseptic technique) ซึ่งเป็นวิธีการปฏิบัติเพื่อทำให้ลดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่ไม่ต้องการที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือสิ่งแวดล้อม ที่ไม่ต้องการให้เกิดการติดเชื้อขึ้น เช่น การทำความสะอาดอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือพื้นที่ปฏิบัติงานก่อนเริ่มการทำงานด้วยแอลกอฮอล์ 70 % การเผาไฟเข็มเขี่ยหรือเป็นหลอดไฟอัลตราไวโอเลต (UV) ในตู้เขี่ยก่อนทำงาน เป็นต้น (Stevens & Russell B., 1974) สำหรับเทคนิคปลอดเชื้อที่นำมาใช้สำหรับการแยกเชื้อเห็ดบริสุทธิ์นั้นสามารถใช้แนวทางการปฏิบัติเช่นเดียวกับเทคนิคปลอดเชื้อที่ใช้เพื่อลดความเสี่ยงของเชื้อจุลินทรีย์ในงานอื่น ๆ ซึ่งขั้นตอนการแยกเชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่นให้บริสุทธิ์บนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็งนั้น ถือขั้นตอนแรกที่สำคัญต่อกระบวนการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกเนื่องจากการมีเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ที่มีคุณภาพจะส่งผลให้คุณภาพของดอกเห็ดที่เพาะได้มีคุณภาพที่ดีและมีความสม่ำเสมอ

การแยกเชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่นให้บริสุทธิ์สามารถทำได้ 2 วิธี ได้แก่ วิธีการนำสปอร์มาเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง หรือ วิธีการตัดชิ้นเนื้อเยื่อเจริญมาเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง โดยวิธีการที่จะใช้ในการศึกษานี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีการตัดชิ้นเนื้อเยื่อเจริญมาเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง เนื่องจากทำให้ได้ผลผลิตดอกเห็ดที่มีลักษณะตรงกับรุ่นพ่อแม่ อีกทั้งยังเป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย รวดเร็ว เหมาะสมแก่การถ่ายทอดให้แก่เกษตรเพื่อนำไปปฏิบัติ

2.5 อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง

อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็งเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้อย่างแพร่หลายสำหรับการเลี้ยงจุลินทรีย์ประเภทยีสต์ (yeast) รา (mold) และเห็ด (mushroom) โดยอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็งมีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ วุ้น น้ำตาล และแหล่งธาตุอาหารต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ รา หรือ เห็ด ชนิดนั้น ๆ แต่โดยทั่วไปจะนิยมใช้น้ำต้มจากมันฝรั่งแทนธาตุอาหารต่าง ๆ โดยอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีส่วนประกอบของน้ำต้มมันฝรั่งนี้มีชื่อว่า Potato Dextrose Agar (PDA) โดยในปัจจุบันมีการใช้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งทั้งที่ผสมเองและอาหารสำเร็จรูปในการใช้เพาะเลี้ยงเชื้อเห็ด นอกจากนี้ PDA ยังถูกใช้สำหรับการทำ plate count method เพื่อใช้ในการตรวจเชื้อในอาหารหรือ dairy product บางครั้งยังใช้ในการทดสอบเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องสำอางอีกด้วย ข้อจำกัดของการใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA นั้น ส่วนมากจะใช้สำหรับการเลี้ยงเชื้อ yeasts และรา (fungi) ในหลอดทดลอง (*in vitro*) เท่านั้น โดยวิธีการใช้อาหารและวิธีการเลี้ยงเชื้อให้ทำโดยวิธีปลอดเชื้อ (Aseptic technique)

PDA จะมีสารอาหารจากน้ำต้มมันฝรั่งที่อุดมสมบูรณ์ต่อการสร้างสปอร์และเม็ดสีของเชื้อในกลุ่มรา (fungi) และเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคทางผิวหนังบางชนิด โดยส่วนประกอบหลับของ PDA ได้แก่ น้ำต้มมันฝรั่ง (Dehydrated Potato Infusion) และ น้ำตาล (Dextrose) หากต้องการทำเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็งจะมีการเติมวุ้น (agar) ลงไป ตามสูตรอาหาร PDA ในตารางที่ 1 จากงานวิจัยก่อนหน้า ได้มีการรายงานการใช้ PDA สำหรับขั้นตอนในการแยกหัวเชื้อบริสุทธิ์อย่างหลากหลายเช่นการใช้ PDA ในการเลี้ยงหัวเชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่น (*A.*

cylindracea) สายพันธุ์ ASI-9002 โดยบ่มเชื้อที่ 25°C เป็นเวลาท 7 วัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณภูมิ 4 °C (H.O. Kimet al, 2005)

ตารางที่ 1 สูตรอาหาร Potato Dextrose Agar(PDA) ปริมาตร 1 ลิตร (HealthLink, 2003)

ส่วนประกอบ	**ปริมาณ**
มันฝรั่งหั่นเป็นแว่น	200 กรัม
น้ำตาลเดรกโตส (Dextrose)	20.0 กรัม
วุ้น (Agar)	15.0 กรัม
ค่า pH	5.6 ± 0.2 ที่ 25 °C

สำหรับการเก็บรักษาอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่เทลงบนจานเลี้ยงเชื้อแล้วนั้นควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 °C โดยห้ามนำไปแช่แข็งและควรหลีกเลี่ยงการวางในที่ที่มีแสงสว่าง การเก็บรักษาให้วางจานอาหารด้านที่มีอาหารไว้ด้านบน (คว่ำจานอาหาร) เพื่อป้องกันไอน้ำจากบริเวณรอบจานอาหารไหลลงแล้วปนเปื้อนกับอาหารเลี้ยงเชื้อ (HealthLink, 2003; H.O. Kimet al, 2005)

การเตรียมหัวเชื้อเห็ดบนเมล็ดข้าวฟ่างสามารถเตรียมได้จากแม่เชื้อเห็ดที่เตรียมบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA แล้วนำมาถ่ายลงบนวัสดุเพาะที่ทำจากเมล็ดธัญพืช เช่น ลูกเดือย ข้าวโพด เมล็ดข้าว เมล็ดข้าวฟ่าง ฟาง และใบชา เป็นต้น ขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ด โดยเมล็ดธัญพืชที่นำมาใช้สำหรับทำหัวเชื้อเห็ดนั้นจะต้องเป็นเมล็ดที่มีลักษณะที่ดี มีอายุที่เหมาะสม ไม่แตกหัก และไม่โดนแมลงทำลาย ตัวอย่างเห็ดที่เจริญได้ดีบนเมล็ดธัญพืช เช่น เห็ดแชมปิญอง (*Agaricus bisporus* และ *A. bitorquis*) เห็ดนางรม (*Pleurotus spp*.) และเห็ดฟาง (*Volvariella volvacea*) แต่สำหรับเห็ดหูหนู (*Auricularia* spp.) และเห็ดหอม (*Lentinula edodes*) จะเจริญได้ดีบนขี้เลื่อยมากกว่าเมล็ดธัญพืช (V.P. Sharma & Satish K) สำหรับการเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นในถุงพลาสติกในไทย (*A. cylindracea*) นิยมใช้เมล็ดข้าวฟ่างเป็นวัสดุเพาะ เนื่องจากเป็นเมล็ดธัญพืชที่มีสารอาหารมาก ราคาถูก และสามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่นของประเทศไทย

การย้ายหัวเชื้อลงก้อนวัสดุเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นจัดอยู่ในกลุ่มเห็ดที่ย่อยสลายซากและสามารถย่อยลิกนินและเซลลูโลสได้ ดังนั้นก้อนวัสดุเพาะเห็ดของเห็ดโคนญี่ปุ่นนั้นนิยมทำจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่มีปริมาณลิกนินสูง หรืออาจเป็นขี้เลื่อยขอไม้เนื้ออ่อนชนิดอื่น เช่น ขี้เลื่อยไม้มะม่วง ขี้เลื่อยไม้นุ่น ขี้เลื่อยไม้ก้ามปู และขี้เลื่อยไม้มะกอก เป็นต้น โดยการทำก้อนเห็ดนั้นนิยมนำขี้เลื่อยมาผสมกับอาหารเสริมเช่น รำ โดยมีอัตราการใช้แตกต่างกันไปตามแต่ชนิดของเห็ด ข้อควรระวังคือหากผสมรำมากเกินไปจะก่อให้เกิดความเสี่ยงในการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ได้สูง

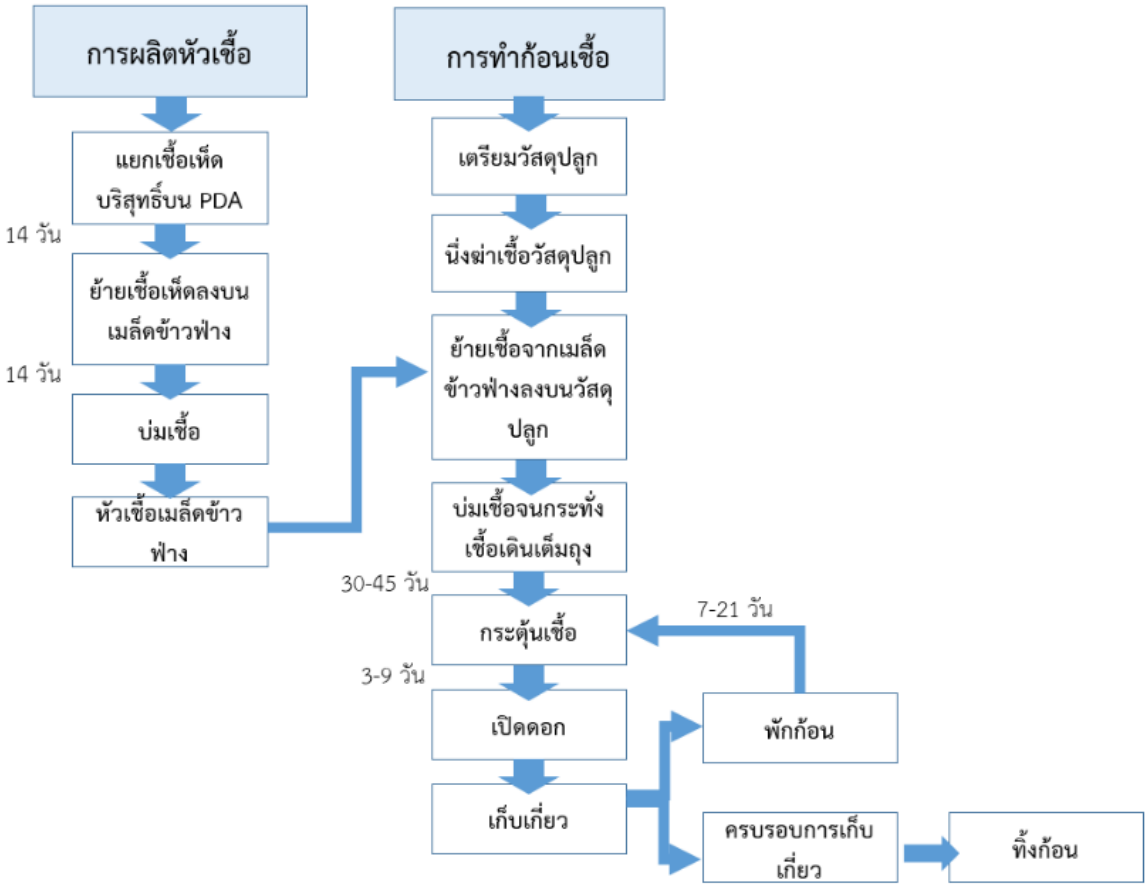
2.6 สภาวะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่น

2.6.1 โรงบ่มก้อนเชื้อ

ก้อนเชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ได้มีการต่อเชื้อสมบูรณ์แล้วจะนำไปตั้งไว้ในโรงเรือนสำหรับบ่มเชื้อ โดยโรงเรือนบ่มเชื้อโดยทั่วไปจะต้องมีหลังคา สามารถป้องกันฝนและแสงแดดได้ ภายในโรงเรือนจะต้องโปร่ง อากาศถ่ายเทได้สะดวก มีอุณภูมิอยู่ที่ 25-30 ºC เนื่องจากในขณะที่เห็ดเจริญเติบโต เชื้อเห็ดจะย่อยสลายวัสดุเพาะก่อให้เกิดพลังงานความร้อน ดังนั้นโรงเรือนบ่มควรมีระบบระบายอากาศที่ดีเป็นหลัก ระยะเวลาในการบ่มก้อนเชื้อเห็ดเพื่อให้เชื้อเดินเต็มก้อนโดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ 60 วัน ซึ่งสามารถสังเกตได้จากสีของก้อนเห็ดจะเปลี่ยนจากสีน้ำตาล (สีของขี้เลื่อย) เป็นสีขาวทั้งก้อน

2.6.2 การเปิดก้อนเห็ดและโรงเรือนเปิดก้อนเห็ด

การเปิดก้อนเห็ดเป็นขั้นตอนในการนำก้อนเห็ดที่มีความสมบูรณ์ โดยมีเชื้อเห็ดเดินเจริญไปจนเต็มก้อนนำมาเปิดจุกสำลีออก แล้ววางก้อนในแนวนอนจัดเรียงขึ้นบนชั้นวางก้อน สำหรับการกระตุ้นในออกดอกสำหรับเห็ดโคนญี่ปุ่นนั้น จะกระตุ้นโดยการรดน้ำที่บริเวณหน้าก้อนเห็ดวันละ 2 เวลา เช้า เย็น ควบคุมอุณหภูมิของโรงเรือนให้อยู่ที่ 24-30 ºC และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 และมีระบบการระบายอากาศที่เหมาะสมเพื่อให้อากาศภายในโรงเรือนหมุนเวียน และไม่เกิดการสะสมความร้อนที่ก้อนเชื้อเห็ดมากจนเกินไป อย่างไรก็ตามสภาวะการเพาะเลี้ยงต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิ ความชื้น หรือระบบการถ่ายเทอากาศสำหรับการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในประเทศไทย ยังไม่ได้มีการศึกษาและเก็บข้อมูลที่ชัดเจน ข้อมูลเหล่านี้จึงเป็นเพียงสภาวะการเพาะเลี้ยงโดยทั่วไปที่คาดว่าจะเหมาะสมต่อการเจริญและการออกดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่น



ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตหัวเชื้อและการทำก้อนเชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่น

2.7 โรงเรือนและสภาวะในการเพาะเลี้ยง

โดยทั่วไปการจัดตั้งโรงเรือนเพื่อเพาะเลี้ยงเห็ดนั้นจะประกอบไปด้วย โรงวัตถุดิบและเตรียมก้อนเชื้อ โรงเรือนสำหรับบ่มเชื้อ และโรงเรือนสำหรับเปิดดอก

2.7.1 โรงวัตถุดิบและเตรียมก้อนเชื้อ

โรงวัตถุดิบและเตรียมก้อนเชื้อจะเป็นบริเวณที่ใช้เป็นอาคารสำหรับจัดเก็บเครื่องจักรอุปกรณ์ในการทำก้อนเชื้อเห็ด เช่น เครื่องผสมขี้เลื่อย เครื่องอบฆ่าเชื้อก้อนเห็ด เครื่องอัดก้อนเห็ด และเครื่องตีก้อนเห็ดเก่า ซึ่งโดยทั่วไปอาจตั้งเป็นโรงเรือนพื้นคอนกรีตมีหลังคาปกคลุม สามารถระบายอากาศได้ดี ไม่จำเป็นต้องติดตั้งเครื่องปรับอากาศ (สำนักนโยบายฯ, 2552)

ภาพที่ 3 ภาพการใช้งานภายในโรงวัตถุดิบและเตรียมก้อนเห็ด

2.7.2 โรงบ่มก้อนเห็ด

โรงบ่มก้อนเห็ดเป็นบริเวณที่ใช้สำหรับนำก้อนเชื้อเห็ดที่ได้ย้ายเชื้อจากเมล็ดข้าวฟ่างลงแล้วนำมาบ่มเพื่อให้เชื้อเจริญจนเต็มก้อน หากเป็นโรงเรือนระบบกึ่งปิดจะมีระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้มากกว่าร้อยละ 80

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมหัวเชื้อบริสุทธิ์เห็ดโคนญี่ปุ่นลงบนเมล็ดข้าวฟ่าง

เชื้อบริสุทธิ์เห็ดโคนญี่ปุ่น (*A. cylindracea*) เบอร์ 1 จากกรมวิชาการเกษตร ประเทศไทย ถูกนำมาเพิ่มจำนวนลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็ง Potato Dextrose Agar หรือ PDA ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ (Stevens & Russell B., 1974) โดยใช้ปริมาณอาหารสำเร็จรูป PDA 200 กรัมต่อลิตร (WenJie, 2013) จากนั้นบ่มให้เส้นใยเจริญที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 วัน เตรียมเมล็ดข้าวฟ่างโดยการนำเมล็ดข้าวฟ่างที่ล้างสะอาดแช่น้ำทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง นำมาต้มในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที จากนั้นนำกรอกใส่ขวดแก้วขนาด 150 มิลลิตร ในปริมาณ 60 กรัมต่อขวด นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งไอน้ำความดันสูงที่ 121 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 15 นาที ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นย้ายเส้นใยเห็ดโคนญี่ปุ่นจากอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็ง PDA ลงในขวดเมล็ดข้าวฟ่างโดยมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเส้นใยบนอาหาร PDA 1X1 เซนติเมตรต่อขวด นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 วัน (H.O. Kimet al, 2005)

3.2 การเตรียมวัสดุเพาะและย้ายหัวเชื้อลงก้อนวัสดุเพาะ

วัสดุเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นสูตรมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร สูตรที่ 1 ประกอบด้วย ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 100 กิโลกรัม รำข้าว 6 กิโลกรัม ปูนแคลเซียมคาร์บอเนต 1 กิโลกรัม ดีเกลือ 0.2 กิโลกรัม น้ำ 60 กิโลกรัม ผสมให้เข้ากันแล้วบรรจุใส่ถุงพลาสติกขนาด 7X12 นิ้ว โดยไม่ต้องหมัก ปิดจุกสำลีแล้วหุ้มด้วยกระดาษ นำไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งไอน้ำความดันสูงที่ 121 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที จากนั้นทิ้งให้เย็นที่อุณภูมิห้อง จากนั้นนำเส้นใยที่เจริญบนเมล็ดข้าวฟ่างเป็นระยะเวลา 20 วัน ถ่ายลงบนวัสดุเพาะด้วยเทคนิดปลอดเชื้อจำนวน 5 เมล็ดต่อก้อน

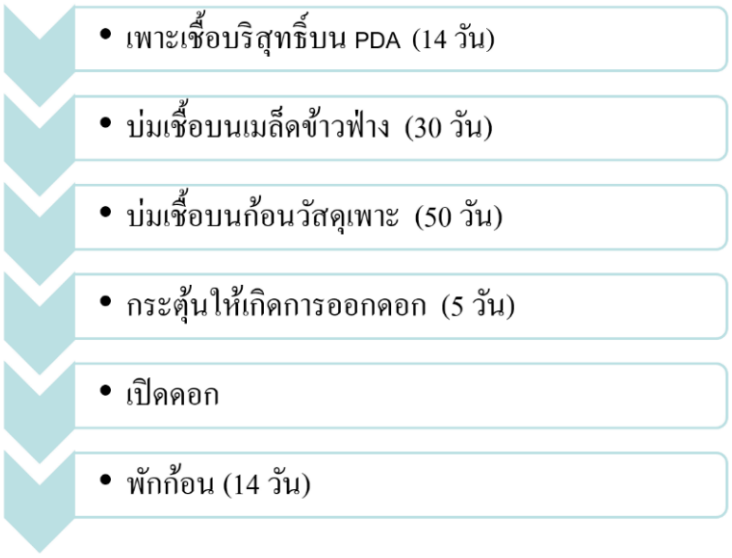
3.3 การรวบรวมและคัดเลือกพันธุ์

การคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่นจะคัดเลือกจากก้อนเชื้อที่ให้ผลผลิตทุกรอบของการกระตุ้นให้น้ำหนักดอกสูง ความยาวก้านดอกและเส้นผ่านศูนย์กลางดอกใหญ่ ถ่ายภาพเพื่อบันทึกลักษณะทางกายภาพ จากนั้นแยกเชื้อบริสุทธ์ด้วยวิธีการเดียวกับข้อ 3.1 เก็บรักษาเชื้อบริสุทธ์ไว้บนอาหารแข็ง PDA

3.4 การศึกษาถึงขนาดและวิธีการบรรจุก้อนวัสดุเพาะต่อการให้ผลผลิตดอกเห็ด

ขนาดวัสดุเพาะและการอัดก้อนที่แตกต่างกันต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดโคนญี่ปุ่น ปริมาณร้อยละของผลผลิต น้ำหนักของดอกเห็ด และคุณภาพของดอกเห็ด ถูกวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ด้วย 4 กรรมวิธี คือ ก้อนขนาด 1 กิโลกรัม อัดแน่น ก้อนขนาด 1 กิโลกรัม อัดหลวม ก้อนขนาด 0.5 กิโลกรัม อัดแน่น และก้อนขนาด 0.5 กิโลกรัม อัดหลวม บ่มให้เส้นใยเจริญที่ 25 องศาเซลเซียส โดย 1 หน่วยทดลองมี 5 ก้อน จำนวน 5 ซ้ำ โดยในขั้นตอนการบ่มก้อนก้อนเห็ดที่ใส่เชื้อบริสุทธิ์บนข้าวฟ่างถูกนำไปวางในโรงเรือนระบบปิดจนกว่าเส้นใยของเห็ดจะเจริญเต็มก้อน ควบคุมอุณหภูมิของโรงเรือนที่ 25 องศาเซลเซียส ไม่มีการเปิดระบบหมอกเพื่อให้ความชื้น จากนั้นวัดผลการเจริญของเส้นใย(ความยาวของเส้นใย) ทุก 1 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

ขั้นตอนการกระตุ้นให้ออกดอกและเปิดดอกทดสอบในโรงเรือนระบบหมอก ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส และควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 90 ด้วยระบบหมอก ก้อนเห็ดที่มีเส้นใยเจริญจนเต็มก้อนแล้วจะถูกกระตุ้นให้เกิดการออกดอกด้วยการฉีดน้ำบริเวณหน้าก้อนวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 5 วัน จากนั้นทิ้งให้เกิดดอกโดยไม่มีการฉีดพ่นน้ำภายในโรงเรือน หลังจากออกดอกแล้วเก็บผลร้อยละของผลผลิตที่ได้ น้ำหนักดอกเห็ดต่อก้อน จำนวนดอกเห็ดต่อก้อน และความยาวของก้านดอก หลังจากก้อนเห็ดออกดอกจนหมดแล้วพักก้อนเห็ดโดยการปิดระบบหมอกเป็นเวลา 14 วัน จึงเริ่มฉีดน้ำกระตุ้นการออกดอกอีกครั้ง การทดลองเก็บผลการออกดอกเป็นเวลา 3 รอบการผลิต



ภาพที่ 4 แผนภาพกระบวนการเพาะเลี้ยงก้อนเห็ดโคนญี่ปุ่น

3.5 โรงเรือนและสภาวะในการเพาะเลี้ยง

โดยทั่วไปการจัดตั้งโรงเรือนเพื่อเพาะเลี้ยงเห็ดนั้นจะประกอบไปด้วย โรงวัตถุดิบและเตรียมก้อนเชื้อ โรงเรือนสำหรับบ่มเชื้อ และโรงเรือนสำหรับเปิดดอก

3.5.1 โรงวัตถุดิบและเตรียมก้อนเชื้อ

โรงวัตถุดิบและเตรียมก้อนเชื้อจะเป็นบริเวณที่ใช้เป็นอาคารสำหรับจัดเก็บเครื่องจักรอุปกรณ์ในการทำก้อนเชื้อเห็ด เช่น เครื่องผสมขี้เลื่อย เครื่องอบฆ่าเชื้อก้อนเห็ด เครื่องอัดก้อนเห็ด และเครื่องตีก้อนเห็ดเก่า ซึ่งโดยทั่วไปอาจตั้งเป็นโรงเรือนพื้นคอนกรีตมีหลังคาปกคลุม สามารถระบายอากาศได้ดี ไม่จำเป็นต้องติดตั้งเครื่องปรับอากาศ (สำนักนโยบายฯ, 2552)

3.5.2 โรงบ่มก้อนเห็ด

โรงบ่มก้อนเห็ดเป็นบริเวณที่ใช้สำหรับนำก้อนเชื้อเห็ดที่ได้ย้ายเชื้อจากเมล็ดข้าวฟ่างลงแล้วนำมาบ่มเพื่อให้เชื้อเจริญจนเต็มก้อน หากเป็นโรงเรือนระบบกึ่งปิดจะมีระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และมีระบบระบายอากาศที่ดี อากาศภายในห้องต้องมีการหมุนเวียนตลอดเวลา เนื่องจากในขณะที่เชื้อของเห็ดเจริญในก้อนเห็ด จะเกิดการคายความร้อนส่งผลในอุณหภูมิในก้อนเห็ดสูงขึ้น (สำนักนโยบายฯ, 2552)

ภาพที่ 6 ภาพโรงเรือนเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นของ มจธ.ราชบุรี

3.5.3 โรงเรือนระบบปิดสำหรับเปิดดอก

โรงเพาะเปิดดอกเห็ดเป็นบริเวณที่ใช้สำหรับบรรจุและวางก้อนเห็ด โดยภายในอาคารจะต้องมีชั้นสำหรับวางก้อนเห็ด และเว้นที่สำหรับทางเดินเพื่อการระบายอากาศ สำหรับโรงเรือนระบบปิดจะมีการก่อตั้งด้วยระบบผนังที่เป็นฉนวนกันความร้อนความหนา 2 นิ้ว ติดตั้งระบบควบคุมอุณภูมิโดยสามารถปรับอุณภูมิได้ตั้งแต่ 23-30 ºC ด้วยเครื่องปรับอากาศ มีระบบความคุมความชื้นสัมพัทธ์ด้วยระบบหมอกให้อยู่ในช่วงมากกว่าร้อยละ 90 พร้อมระบบเซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิและความชื้น ภายในโรงเรือนสามารถบรรจุก้อนเห็ดขนาด 1 กิโลกรัมได้มากสุดจำนวน 12,000 ก้อน

ภาพที่ 7 ภาพโรงเรือนเพาะเห็ดระบบปิด ควบคุมอุณหภูมิด้วยเครื่องปรับอากาศ และควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ด้วยระบบหมอก สถานที่ตั้ง มจธ.ราชบุรี

3.6 การประมวลผลการทดลอง

การทดลองออกแบบโดยวิธีการการทดลองที่มีแผนแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) คำนวณและประมวลผลการทดลองด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance หรือ ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SPSS Statistics 17.0

บทที่ 4
อภิปรายผล

4.1 การคัดเลือกลักษณะแม่พันธุ์เห็ดโคนญี่ปุ่นด้วยลักษณะทางกายภาพ

การคัดเลือกแม่พันธุ์เห็ดโคนญี่ปุ่นเพื่อนำมาใช้เป็นแม่เชื้อตั้งต้นในการทดลองนั้น ผู้วิจัยได้คัดเลือกจากลักษณะทางกายภาพและลักษณะดอกเห็ดที่เป็นที่ต้องการของท้องตลาดเป็นหลัก ซึ่งลักษณะทางกายภาพที่ใช้ในการจดบันทึกนั้น ได้แก่ สีของดอกเห็ด ความยาวก้านดอก ลักษณะการเกิดช่อดอก จำนวนดอกต่อก้อน และน้ำหนักเฉลี่ยของช่อดอกต่อก้อน ซึ่งจากการที่ผู้วิจัยได้สั่งซื้อแม่เชื้อจากท้องตลาดและนำมาเปิดดอกภายใต้สถาวะของโรงเรือนระบบปิด (ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าร้อยละ 90) พบว่าแม่เชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่นได้ให้ผลผลิตเห็ดโคนญี่ปุ่นที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันจำนวน 3 ลักษณะดังนี้

ลักษณะที่ 1 ดอกเห็ดมีสีน้ำตาลแดงจนถึงน้ำตาลเข้ม มีความยาวก้านดอกเฉลี่ย 2-4 เซนติเมตร รัศมีเส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอกเฉลี่ย 0.5 เซนติเมตร รัศมีหมวกดอกเฉลี่ย 0.5 เซนติเมตร ลักษณะการออกดอกเป็นช่อ มีจำนวนดอกเฉลี่ย 10 ดอกต่อก้อน น้ำหนักช่อดอกเฉลี่ย 2 กรัมต่อดอก หรือประมาณ 200 กรัมต่อก้อน (ภาพที่ 8)

ภาพที่ 8 ภาพเห็ดโคนญี่ปุ่นลักษณะที่ 1 จากการเปิดดอกของโรงเรือนระบบปิด มจธ.ราชบุรี

ลักษณะที่ 2 ดอกเห็ดมีสีน้ำตาลกลาง มีความยาวก้านดอกเฉลี่ย 9 เซนติเมตร รัศมีเส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอกเฉลี่ย 1 เซนติเมตร รัศมีหมวกดอกเฉลี่ย 3 เซนติเมตร ลักษณะการออกดอกเป็นดอกเดี่ยว มีจำนวนดอกเฉลี่ย 1 ดอกต่อก้อน น้ำหนักช่อดอกเฉลี่ย 15-20 กรัมต่อดอก (ภาพที่ 9)

ภาพที่ 9 ภาพเห็ดโคนญี่ปุ่นลักษณะที่ 2 จากการเปิดดอกของโรงเรือนระบบปิด มจธ.ราชบุรี

ลักษณะที่ 3 ดอกเห็ดมีสีน้ำตาลอ่อน มีความยาวก้านดอกเฉลี่ย 9 เซนติเมตร รัศมีเส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอกเฉลี่ย 0.5-0.8 เซนติเมตร รัศมีหมวกดอกเฉลี่ย 1.5-2 เซนติเมตร ลักษณะการออกดอกเป็นกลุ่ม มีจำนวนดอกเฉลี่ย 5-6 ดอกต่อก้อน น้ำหนักช่อดอกเฉลี่ย 4-6 กรัมต่อดอก (ภาพที่ 10)

ภาพที่ 10 ภาพเห็ดโคนญี่ปุ่นลักษณะที่ 3 จากการเปิดดอกของโรงเรือนระบบปิด มจธ.ราชบุรี

4.2 ผลการคัดแยกเชื้อสายพันธุ์บริสุทธิ์เห็ดโคนญี่ปุ่นจากการคัดเลือกลักษณะแม่พันธุ์เห็ดโคนญี่ปุ่นด้วยลักษณะทางกายภาพ

จากผลการคัดเลือกลักษณะดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นด้วยลักษณะทางกายภาพ และพบว่าการเปิดดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นจากการแม่เชื้อที่ซื้อจากท้องตลาดนั้น ให้ความหลากหลายทางลักษณะกายภาพถึง 3 ลักษณะ ดังผลข้อ 4.1 อย่างชัดเจน ทางผู้วิจัยจึงได้แยกเส้นใยจากดอกเห็ดทั้ง 3 ลักษณะลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดชนิดแข็ง (PDA) บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน จากนั้นเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และเปลี่ยนอาหารทุก 1 เดือน พบว่าลักษณะทางกายภาพของเส้นใยเห็ดโคนญี่ปุ่นทั้ง 3 ลักษณะ ไม่มีความแตกต่างกัน และเส้นใยที่เก็บรักษาไว้บนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งนี้จะใช้เป็นเชื้อแม่พันธุ์ตั้งต้นในการทดลองครั้งต่อไป (ภาพที่ 11)

ลักษณะที่ 1

ลักษณะที่ 2

ลักษณะที่ 3

ภาพที่ 11 ภาพดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นและเส้นใยของเห็ดโคนญี่ปุ่นลักษณะที่ 1 2 และ 3

4.3 ผลของขนาดก้อนและวิธีการบรรจุต่อการเจริญของเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด ขนาดทดลอง 25 ก้อน

4.3.1 ผลการเจริญของเส้นใยเห็ดโคนญี่ปุ่น

จากการคัดเลือกลักษณะแม่พันธุ์ของเห็ดโคนญี่ปุ่นจากการเปิดดอกก้อนเห็ดทางการค้าภายในโรงเรือนระบบปิด มจธ.ราชบุรี ทางผู้วิจัยได้คัดเลือกลักษณะที่ 3 เป็น แม่เชื้อสำหรับการทดลอง โดยผู้วิจัยได้ใช้แม่เชื้อบริสุทธิ์ลักษณะที่ 3 เป็นแม่เชื้อตั้งต้น เนื่องจากมีก้านดอกยาว สีอ่อน ดอกไม่ใหญ่จนเกินไป ซึ่งเป็นลักษณะที่เป็นความต้องการของตลาด เชื้อบริสุทธิ์ตั้งต้นถูกถ่ายลงก้อนวัสดุเพาะสูตรมาตรฐาน บ่มก้อนที่ห้องบ่มความคุมสภาวะอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นร้อยละ 90 ใช้ระยะเวลาสำหรับเดินเส้นใยตั้งแต่เริ่มต้นจนเต็มก้อนเป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยเก็บผลการทดลองการเจริญของเส้นใยที่สัปดาห์ที่ 1 สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 3 โดยการทดลองได้เปรียบเทียบความยาวของเส้นใย บนก้อนวัสดุเพาะที่มีน้ำหนักแตกต่างกัน คือ 0.5 กิโลกรัม และ 1 กิโลกรัม และมีวิธีการบรรจุก้อนที่แตกต่างกัน คือ การบรรจุก้อนแบบอัดแน่น กับการบรรจุก้อนแบบหลวม

ผลการทดลองพบว่า

ก้อนวัสดุเพาะน้ำหนัก 1 กิโลกรัม บรรจุแบบอัดก้อนแน่น มีความยาวของเส้นใยเฉลี่ย 3.73 เซนติเมตร 7.26 เซนติเมตร และ 9.55 เซนติเมตร ที่สัปดาห์ที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 12)

ก้อนวัสดุเพาะน้ำหนัก 1 กิโลกรัม บรรจุแบบหลวม มีควายาวของเส้นใยเฉลี่ย 4.47 เซนติเมตร 8.27 เซนติเมตร และ 10.58 เซนติเมตร ที่สัปดาห์ที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 1และภาพที่ 13)

ก้อนวัสดุเพาะน้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม บรรจุแบบอัดก้อนแน่น มีความยาวของเส้นใยเฉลี่ย 3.61 เซนติเมตร 7.19 เซนติเมตร และ 8.84 เซนติเมตร ที่สัปดาห์ที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 14)

ก้อนวัสดุเพาะน้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม บรรจุแบบหลวม มีควายาวของเส้นใยเฉลี่ย 6.06 เซนติเมตร 10.18 เซนติเมตร และ 11.95 เซนติเมตร ที่สัปดาห์ที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 15)

ตารางที่ 2 ตารางผลการเจริญของเส้นใยเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด ขนาดทดลอง 25 ก้อน

ชุดทดลอง	ระยะเวลาการเดินของเส้นใย		
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3
1.0 กก. อัดแน่น	3.73 bc	7.26 c	9.55 c
1.0 กก. ก้อนหลวม	4.47 b	8.27 b	10.58 b
0.5 กก. อัดแน่น	3.61 c	7.19 c	8.84 c
0.5 กก. ก้อนหลวม	6.06 a	10.18 a	11.95 a

ภาพที่ 12 ภาพแสดงเส้นใยที่เดินบนก้อนเห็ดขนาด 1 กิโลกรัมแบบก้อนอัดแน่น

สัปดาห์ที่ 1 สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 3

ภาพที่ 13 ภาพแสดงเส้นใยที่เดินบนก้อนเห็ดขนาด 1 กิโลกรัมแบบก้อนหลวม

สัปดาห์ที่ 1 สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 3

ภาพที่ 14 ภาพแสดงเส้นใยที่เดินบนก้อนเห็ดขนาด 0.5 กิโลกรัมแบบก้อนอัดแน่น

สัปดาห์ที่ 1 สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 3

ภาพที่ 15 ภาพแสดงเส้นใยที่เดินบนก้อนเห็ดขนาด 0.5 กิโลกรัมแบบก้อนหลวม

สัปดาห์ที่ 1 สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 3

4.3.2 ผลผลิตของเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ขนาดทดลอง 25 ก้อน

จากผลการทดลองเปิดดอกก้อนเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ใช้แม่เชื้อบริสุทธิ์ลักษณะที่ 3 ภายใต้โรงเรือนระบบปิดควบคุมสภาวะกระตุ้นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนร้อยละ 90 รดน้ำที่หน้าก้อนวันละ 2 ครั้ง เวลาเช้า และเย็น เป็นเวลา 5 วัน เพื่อกระตุ้นดอก หลังจากนั้นใช้วิธีรดน้ำแบบละอองฝอยภายในโรงเรือนวันละ 2 ครั้ง เพื่อรักษาสภาวะความชื้นให้คงที่ จากนั้นเมื่อดอกเห็ดเจริญผู้วิจัยได้เก็บผลผลิตนำมาวัดลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ นับจำนวนดอกต่อก้อน และวัดความยาวก้านดอก เพื่อใช้ผลการทดลองในการประเมินชุดทดลองที่ให้ลักษณะทางกายภาพของผลผลิตดีที่สุด ได้แก่ ให้จำนวนดอกต่อก้อนมากที่สุด และมีความยาวก้านดอกมากที่สุด เพื่อใช้ออกแบบการขยายขนาดการทดลองการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิดขั้นต่อไป และจากการทดลองดังกล่าวพบว่า

ก้อนวัสดุเพาะน้ำหนัก 1 กิโลกรัม บรรจุแบบอัดก้อนแน่น มีจำนวนดอกต่อก้อนเฉลี่ย 9 ดอก 4 ดอก และ 2 ดอก ที่รอบที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ มีความยาวของก้านดอกเฉลี่ย 5.60 เซนติเมตร 8.25 เซนติเมตร และ 10.37 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3) น้ำหนักดอกเฉลี่ยต่อก้อน รอบที่ 1 2 และ 3 คือ 18.05 กรัม 19.90 กรัม และ 26.58 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 16)

ก้อนวัสดุเพาะน้ำหนัก 1 กิโลกรัม บรรจุแบบหลวม มีจำนวนดอกต่อก้อนเฉลี่ย 5 ดอก 2 ดอก และ 3 ดอก ที่รอบที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ และมีความยาวของก้านดอกเฉลี่ย 7.22 เซนติเมตร 11.09 เซนติเมตร และ 8.45 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3) น้ำหนักดอกเฉลี่ยต่อก้อน รอบที่ 1 2 และ 3 คือ 24.95 กรัม 18.39 กรัม และ 17.53 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 17)

ก้อนวัสดุเพาะน้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม บรรจุแบบอัดก้อนแน่น มีจำนวนดอกต่อก้อนเฉลี่ย 5 ดอก 1 ดอก และ 3 ดอก ที่รอบที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ และมีความยาวของก้านดอกเฉลี่ย 5.46 เซนติเมตร 10.43 เซนติเมตร และ 9.01 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3) น้ำหนักดอกเฉลี่ยต่อก้อน รอบที่ 1 2 และ 3 คือ 17.06 กรัม 10.96 กรัม และ 15.36 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 18)

ก้อนวัสดุเพาะน้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม บรรจุแบบหลวม จำนวนดอกต่อก้อนเฉลี่ย 4 ดอก 4 ดอก และ 1 ดอก ที่รอบที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ และมีความยาวของก้านดอกเฉลี่ย 8.38 เซนติเมตร 10.45 เซนติเมตร และ 7.94 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3) น้ำหนักดอกเฉลี่ยต่อก้อน รอบที่ 1 2 และ 3 คือ 21.32 กรัม 6.49 กรัม และ 8.10 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 19)

ตารางที่ 3 ตารางแสดงขนาดดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ขนาดทดลอง 25 ก้อน

ภายใต้การเปิดดอกในโรงเรือนระบบปิด

ชุดทดลอง	รอบที่ 1		รอบที่ 2		รอบที่ 3	
	จำนวนดอกต่อก้อน	ความยาวก้านดอก (ซม.)	จำนวนดอกต่อก้อน	ความยาวก้านดอก (ซม.)	จำนวนดอกต่อก้อน	ความยาวก้านดอก (ซม.)
1.0 กก. อัดแน่น	9.0 a	5.60 b	4.0 a	8.25 b	2.0 ab	10.37 a
1.0 กก. ก้อนหลวม	5.0 ab	7.22 ab	2.0 b	11.09 a	3.0 a	8.45 ab
0.5 กก. อัดแน่น	5.0 ab	5.46 b	1.0 b	10.43 a	3.0 a	9.01 ab
0.5 กก. ก้อนหลวม	4.0 b	8.38 a	4.0 a	10.45 a	1.0 b	7.94 b

ตารางที่ 4 ตารางแสดงน้ำหนักดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ขนาดทดลอง 25 ก้อน

ภายใต้การเปิดดอกในโรงเรือนระบบปิด

ชุดทดลอง	น้ำหนักดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นเฉลี่ยต่อก้อน (กรัม)			ผลผลิตเฉลี่ยรวม (กรัม)
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	
1.0 กก. อัดแน่น	18.05 bc	19.90 a	26.58 a	64.53
1.0 กก. ก้อนหลวม	24.95 a	18.39 b	17.53 b	60.87
0.5 กก. อัดแน่น	17.06 c	10.96 bc	15.36 bc	43.38
0.5 กก. ก้อนหลวม	21.32 b	6.49 c	8.10 c	35.91

ภาพที่ 16 ภาพผลผลิตดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นของก้อนเห็ดขนาด 1 กิโลกรัมแบบก้อนอัดแน่น

รอบที่ 1

รอบที่ 2

รอบที่ 3

ภาพที่ 17 ภาพผลผลิตดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นของก้อนเห็ดขนาด 1 กิโลกรัมแบบก้อนหลวม

รอบที่ 1

รอบที่ 2

รอบที่ 3

ภาพที่ 18 ภาพผลผลิตดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นของก้อนเห็ดขนาด 0.5 กิโลกรัมแบบก้อนอัดแน่น

รอบที่ 1

รอบที่ 2

รอบที่ 3

ภาพที่ 19 ภาพผลผลิตดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นของก้อนเห็ดขนาด 0.5 กิโลกรัมแบบก้อนหลวม

รอบที่ 1

รอบที่ 2

รอบที่ 3

4.4 ผลของการขยายขนาดการเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด ขนาดทดลอง 100 ก้อน

จากผลการทดลองขนาดก้อนและวิธีการบรรจุต่อการเจริญของเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด ขนาดทดลอง 25 ก้อน ผู้วิจัยได้เพิ่มขนาดทดลองก้อนเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิดเป็นขนาดทดลอง 100 ก้อน เพื่อศึกษาถึงความคงที่ของสภาวะโรงเรือนระบบปิดสำหรับการใช้เพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่น การเปิดดอกใช้ก้อนเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ใช้แม่เชื้อบริสุทธิ์ลักษณะที่ 3 ภายใต้โรงเรือนระบบปิดควบคุมสภาวะกระตุ้นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนร้อยละ 90 รดน้ำที่หน้าก้อนวันละ 2 ครั้ง เวลาเช้า และเย็น เป็นเวลา 5 วัน เพื่อกระตุ้นดอก หลังจากนั้นใช้วิธีรดน้ำแบบละอองฝอยภายในโรงเรือนวันละ 2 ครั้ง เพื่อรักษาสภาวะความชื้นให้คงที่ จากนั้นเมื่อดอกเห็ดเจริญผู้วิจัยได้เก็บผลผลิตนำมาวัดลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ นับจำนวนดอกต่อก้อน ชั่งน้ำหนักดอกต่อก้อน และคำนวณร้อยละของการออกดอก เพื่อใช้ผลการทดลองในการประเมินชุดทดลองที่ให้ลักษณะทางกายภาพของผลผลิตดีที่สุด โดยผลการทดลองในชุดนี้จะใช้เพื่อใช้ออกแบบการขยายขนาดการทดลองการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิดขั้นต่อไป และจากการทดลองดังกล่าวพบว่า

ก้อนวัสดุเพาะน้ำหนัก 1 กิโลกรัม บรรจุแบบอัดก้อนแน่น มีจำนวนดอกต่อก้อนรอบที่ 1 2 และ 3 เฉลี่ย 5 ดอก 4 ดอก และ 3 ดอก มีน้ำหนักดอกเฉลี่ยต่อก้อน รอบที่ 1 2 และ 3 คือ 20.91 กรัม 15.31 กรัม และ 13.34 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และมีน้ำหนักผลผลิตรวมของเห็ดโคนญี่ปุ่นทั้ง 3 รอบ คือ 49.56 (ตารางที่ 6)

ก้อนวัสดุเพาะน้ำหนัก 1 กิโลกรัม บรรจุแบบหลวม มีจำนวนดอกต่อก้อนรอบที่ 1 2 และ 3 เฉลี่ย 5 ดอก 2 ดอก และ 3 ดอก มีน้ำหนักดอกเฉลี่ยต่อก้อน รอบที่ 1 2 และ 3 คือ 20.34 กรัม 21.57 กรัม และ 10.50 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และมีน้ำหนักผลผลิตรวมของเห็ดโคนญี่ปุ่นทั้ง 3 รอบ คือ 52.41 (ตารางที่ 6)

ก้อนวัสดุเพาะน้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม บรรจุแบบอัดก้อนแน่น มีจำนวนดอกต่อก้อนรอบที่ 1 2 และ 3 เฉลี่ย 6 ดอก 5 ดอก และ 2 ดอก มีน้ำหนักดอกเฉลี่ยต่อก้อน รอบที่ 1 2 และ 3 คือ 17.96 กรัม 13.62 กรัม และ 13.85 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และมีน้ำหนักผลผลิตรวมของเห็ดโคนญี่ปุ่นทั้ง 3 รอบ คือ 45.43 (ตารางที่ 6)

ก้อนวัสดุเพาะน้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม บรรจุแบบหลวม มีจำนวนดอกต่อก้อนเฉลี่ยรอบที่ 1 คือ 4 ดอก รอบที่ 2 คือ 4 ดอก และ รอบที่ 3 ไม่ออกดอก มีน้ำหนักดอกเฉลี่ยต่อก้อน รอบที่ 1 2 และ 3 คือ 19.72 กรัม 18.68 กรัม และ 0 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และมีน้ำหนักผลผลิตรวมของเห็ดโคนญี่ปุ่นทั้ง 3 รอบ คือ 38.40 กรัม (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 ตารางแสดงขนาดดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ขนาดทดลอง 100 ก้อน

ภายใต้การเปิดดอกในโรงเรือนระบบปิด

ชุดทดลอง	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	จน.ดอกต่อก้อน	นน.ดอกต่อก้อน	ร้อยละออกดอก	จน.ดอกต่อก้อน	นน.ดอกต่อก้อน	%ออกดอก	จน.ดอกต่อก้อน	นน.ดอกต่อก้อน	%ออกดอก
1 กก. อัดแน่น	5	20.91 a	62	4	15.31 c	89	3	13.34 a	37
1 กก.อัดหลวม	5	20.34 a	50	2	21.57 a	50	3	10.50 b	10
0.5 กก. อัดแน่น	6	17.96 c	58	5	13.62 cd	81	2	13.85 a	35
0.5 กก. อัดหลวม	4	19.72 b	10	4	18.68 b	80	ไม่ออกดอก		

ตารางที่ 6 ตารางแสดงน้ำหนักดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ขนาดทดลอง 100 ก้อน

ภายใต้การเปิดดอกในโรงเรือนระบบปิด

ชุดทดลอง	ผลผลิตรวม 3 รอบการออกดอก (กรัม/ก้อน)
1 กก. อัดแน่น	49.56
1 กก.อัดหลวม	52.41
0.5 กก. อัดแน่น	45.43
0.5 กก. อัดหลวม	38.40

4.5 ผลของการขยายขนาดการเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด (ระบบหมอก) ขนาดทดลองจำนวน 5,000 ก้อน เก็บผลการทดลอง 100 ก้อน ขนาดก้อน 0.5 และ 1 กิโลกรัม บรรจุก้อนแบบอัดแน่น เก็บผลการทดลองจำนวน 7 รอบการผลิต

จากผลการทดลองขนาดก้อนและวิธีการบรรจุต่อการเจริญของเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด ขนาดทดลอง 25 ก้อน และได้เพิ่มขนาดทดลองก้อนเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิดเป็นขนาดทดลอง 100 ก้อน เพื่อศึกษาถึงความคงที่ของสภาวะโรงเรือนระบบปิดสำหรับการใช้เพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่น การเปิดดอกใช้ก้อนเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ใช้แม่เชื้อบริสุทธิ์ลักษณะที่ 3 ภายใต้โรงเรือนระบบปิดควบคุมสภาวะกระตุ้นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนร้อยละ 90 รดน้ำที่หน้าก้อนวันละ 2 ครั้ง เวลาเช้า และเย็น เป็นเวลา 5 วัน เพื่อกระตุ้นดอก หลังจากนั้นใช้วิธีรดน้ำแบบละอองฝอยภายในโรงเรือนวันละ 2 ครั้ง เพื่อรักษาสภาวะความชื้นให้คงที่ จากนั้นเมื่อดอกเห็ดเจริญผู้วิจัยได้เก็บผลผลิตนำมาวัดลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ นับจำนวนดอกต่อก้อน ชั่งน้ำหนักดอกต่อก้อน และคำนวณร้อยละของการออกดอก เพื่อใช้ผลการทดลองในการประเมินชุดทดลองที่ให้ลักษณะทางกายภาพของผลผลิตดีที่สุด โดยผลการทดลองในชุดนี้จะใช้เพื่อใช้ออกแบบการขยายขนาดการทดลองการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิดขั้นต่อไป และจากผลการทดลองในข้อ 4.2 และ 4.3 พบว่าชุดทดลองขนาดก้อน 1 กิโลกรัม แบบก้อนอัดแน่น และขนาดก้อน 0.5 กิโลกรัม แบบก้อนอัดแน่น ให้ผลผลิตของดอกเห็ดดีที่สุด ทั้งในผลของจำนวนดอกต่อก้อน น้ำดอกต่อก้อนต่อรอบ ร้อยละการออกดอก และน้ำหนักรวมดอกเห็ดทุกรอบต่อก้อน (ตารางที่ 1–5) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกชุดทดลองชุดทดลองขนาดก้อน 1 กิโลกรัม แบบก้อนอัดแน่น และขนาดก้อน 0.5 กิโลกรัม แบบก้อนอัดแน่นในการทดสอบการกระตุ้นและเปิดดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิดแบบการใช้ระบบหมอกเป็นตัวให้ความชื้น โดยออกแบบการทดลองแบบการทดลองออกแบบโดยวิธีการการทดลองที่มีแผนแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวนการทดลอง 5 ซ้ำ (n=5) เก็บผลการทดลองจำนวน 7 รอบ มีผลการทดลองดังนี้

ก้อนวัสดุเพาะน้ำหนัก 1 กิโลกรัม บรรจุแบบอัดก้อนแน่น มีจำนวนดอกต่อก้อน เฉลี่ย 6, 4, 2, 3, 6, 3 และ 3 ดอก ในรอบที่ 1 ถึง 7 ตามลำดับ มีน้ำหนักดอกเฉลี่ยต่อก้อน คือ 19.91, 14.18, 10.80, 13.30, 15.28, 8.65 และ 14.48 กรัม ตามลำดับ และมีร้อยละผลผลิตของเห็ดโคนญี่ปุ่นทั้ง 7รอบ ดังนี้ 62, 81, 49, 34, 62, 21 และ 40 (ตารางที่ 7)

ก้อนวัสดุเพาะน้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม บรรจุแบบอัดก้อนแน่น มีจำนวนดอกต่อก้อน เฉลี่ย 6, 5, 3, 3, 5, 4 และ 3 ดอก ในรอบที่ 1 ถึง 7 ตามลำดับ มีน้ำหนักดอกเฉลี่ยต่อก้อน คือ 20.95, 15.34, 9.87, 13.85, 13.25, 9.90 และ 16.38 กรัม ตามลำดับ และมีร้อยละผลผลิตของเห็ดโคนญี่ปุ่นทั้ง 7รอบ ดังนี้ 62, 81, 49, 34, 62, 21 และ 40 (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ตารางแสดงน้ำหนักดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นที่ขนาดทดลอง 5,000 ก้อน ภายใต้การเปิดดอกในโรงเรือนระบบปิด (ระบบหมอก)

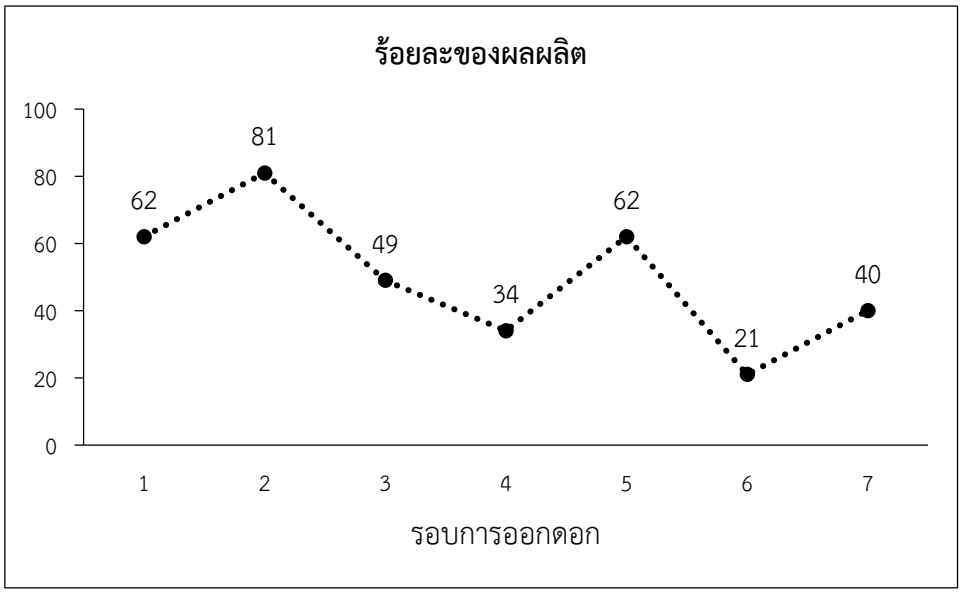
ชุดทดลอง	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	จน.ดอกต่อก้อน	นน.ดอกต่อก้อน	% ออกดอก	จน.ดอกต่อก้อน	นน.ดอกต่อก้อน	% ออกดอก	จน.ดอกต่อก้อน	นน.ดอกต่อก้อน	% ออกดอก
1 กก. อัดแน่น	6	19.91	62	4	14.18	81	2	10.80	49
0.5 กก. อัดแน่น	6	20.95	58	5	15.34	89	3	9.87	58

ชุดทดลอง	รอบที่ 4			รอบที่ 5			รอบที่ 6		
	จน.ดอกต่อก้อน	นน.ดอกต่อก้อน	% ออกดอก	จน.ดอกต่อก้อน	นน.ดอกต่อก้อน	% ออกดอก	จน.ดอกต่อก้อน	นน.ดอกต่อก้อน	% ออกดอก
1 กก. อัดแน่น	3	13.30	34	6	15.28	62	3	8.65	21
0.5 กก. อัดแน่น	3	13.85	37	5	13.25	61	4	9.90	16

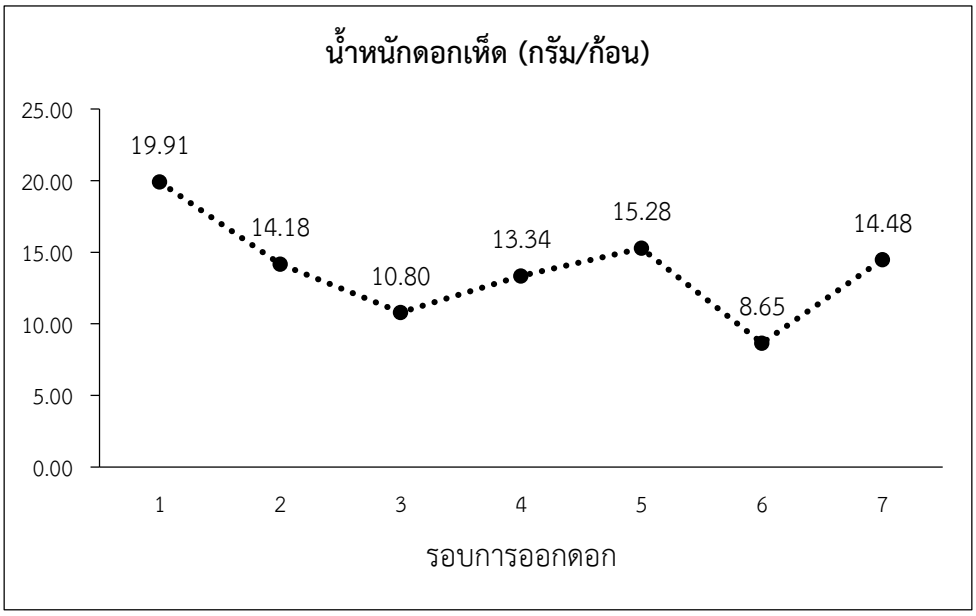
ชุดทดลอง	รอบที่ 7		
	จน.ดอกต่อก้อน	นน.ดอกต่อก้อน	% ออกดอก
1 กก. อัดแน่น	3	14.48	40
0.5 กก. อัดแน่น	3	16.38	44

4.6 ผลของการขยายขนาดการเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด (ระบบหมอก) ขนาดทดลองจำนวน 10,000 ก้อน เก็บผลการทดลอง 100 ก้อน ขนาดก้อน 1 กิโลกรัม บรรจุก้อนแบบอัดแน่น เก็บผลการทดลองจำนวน 7 รอบ การผลิต

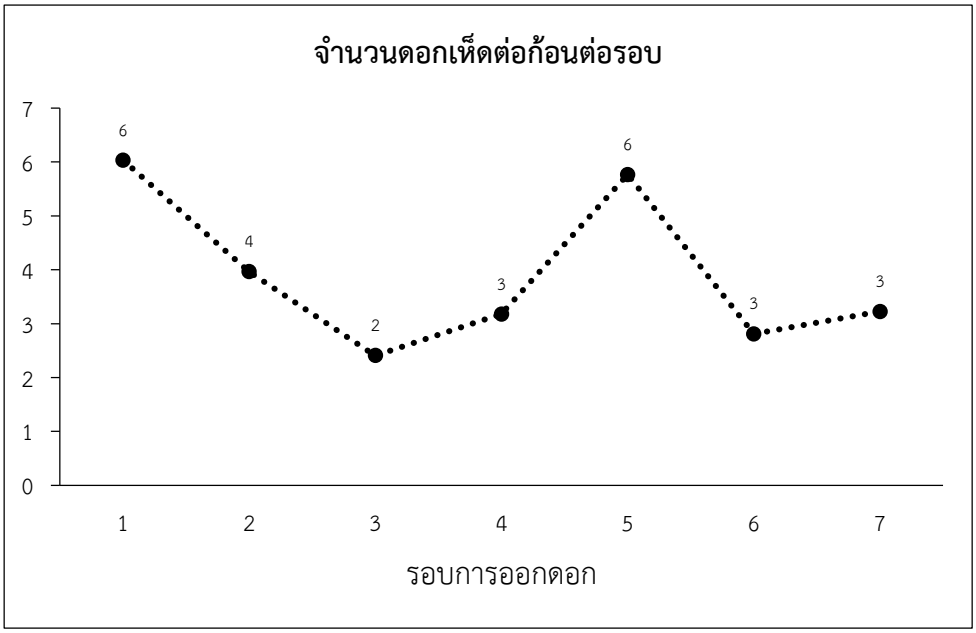
จากการขยายขนาดการวางก้อนและเปิดดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด โดยใช้ก้อนวัสดุเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นขนาด 1 กิโลกรัม บรรจุก้อนแบบอัดแน่น และเก็บผลการทดลองจำนวน 7 รอบนั้น พบว่ามีรูปแบบการให้ผลผลิตที่สูงและต่ำสลับกันในแต่ละรอบการออกดอก โดยรอบที่ 2 และ 5 จะให้ผลผลิตสูงคือ ร้อยละ 81 และ 62 ตามลำดับ สำหรับคุณภาพของดอกพบว่ารอบที่ 6 ให้น้ำหนักดอกเห็ดต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 15.28 กรัม และรอบที่ 5 ให้จำนวนดอกเห็ดต่อช่อดอกที่สูงที่สุด นอกจากนี้ยังสามารถจัดรูปแบบการออกดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิดได้เป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มที่ให้ดอกในทุกรอบการผลิต คิดเป็นร้อยละ 4 กลุ่มที่ให้ผลการผลิตคิดเป็นร้อยละ 11 และกลุ่มที่มีการออกดอกโดยต้องเว้นรอบการผลิต คิดเป็นร้อยละ 32 (ภาพที่ 20-22)



ภาพที่ 20 แผนภาพร้อยละของผลผลิตดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นของก้อนเห็ดขนาด 1 กิโลกรัมแบบก้อนแน่น



ภาพที่ 21 แผนภาพของน้ำหนักดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นของก้อนเห็ดขนาด 1 กิโลกรัมแบบก้อนแน่น



ภาพที่ 22 แผนภาพจำนวนดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นของก้อนเห็ดขนาด 1 กิโลกรัมแบบก้อนแน่น

4.7 ผลของรูปแบบในการออกดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่น

ผลของการขยายขนาดการเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด (ระบบหมอก) ขนาดทดลองจำนวน 10,000 ก้อน สุ่มเก็บผลการทดลอง 100 ก้อน ขนาดก้อน 1 กิโลกรัม บรรจุก้อนแบบอัดแน่น และ ขนาดก้อน 1 กิโลกรัม บรรจุก้อนแบบหลวม เก็บผลการทดลองจำนวน 7 รอบการผลิต และผู้ทำการทดลองได้บันทึกสถิติการออกดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นทั้ง 7 รอบ พร้อมบันทึกรูปแบบการออกดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นโดยบันทึกการออกดอกและไม่ออกดอกของแต่ละรอบจึงสรุปรูปแบบการออกดอกได้ทั้งหมด 4 รูปแบบ ดังนี้ รูปแบบที่ 1 ออกดอกในทุกรอบการผลิต แสดงค่าในตารางด้วยแถบสีชมพู รูปแบบที่ 2 ออกดอก 2-6 รอบ (ไม่มีการเว้นรอบการออกดอก) แทนผลในตารางด้วยแถบสีเขียว รูปแบบที่ 3 ออกดอก 2-4 รอบ (มีการเว้นรอบการออกดอก) แทนในตารางด้วยแทบสีฟ้า และรูปแบบที่ 4 ออกดอก 1 รอบตลอดการผลิต (แทนค่าในตารางด้วยแทบสีเทา)

ผลของการออกดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นของขนาดก้อนทดลอง 1 กิโลกรัม อัดก้อนแบบแน่น พบว่ามีปริมาณการออกดอกตามรูปแบบทั้ง 4 ดังนี้ รูปแบบที่ 1 การออกดอกในทุกรอบการผลิต ร้อยละ 12 (ตารางที่ 8 แถบสีชมพู) รูปแบบที่ 2 การออกดอก 2-6 รอบ (ไม่มีการเว้นรอบการออกดอก) ร้อยละ 23 (ตารางที่ 8 แถบสีเขียว) รูปแบบที่ 3 ออกดอก 2-4 รอบ (มีการเว้นรอบการออกดอก) ร้อยละ 41 (ตารางที่ 8 แถบสีฟ้า) และรูปแบบที่ 4 ออกดอก 1 รอบตลอดการผลิต ร้อยละ 24 (ตารางที่ 8 แถบสีเทา)

ตารางที่ 8 ผลการทดลองก้อน 1 กิโลกรัม อัดก้อนแบบแน่น ขนาดทดลอง 10000 ก้อน
(สุ่มเก็บผลการทดลองจำนวน 100 ก้อน)

ลำดับ	รอบการเปิดดอก						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	0	1	0	0
2	1	1	1	0	1	0	1
3	1	1	1	0	0	0	0
4	1	1	0	1	0	0	1
5	0	1	1	0	1	0	1
6	0	1	1	0	1	1	1
7	1	1	0	0	1	0	0
8	1	1	0	0	1	1	0
9	1	1	1	1	1	0	1
10	1	1	0	0	1	0	1
11	1	1	0	1	1	0	0
12	1	1	0	0	0	1	0
13	1	1	0	1	1	0	1
14	1	1	1	1	0	0	1
15	0	1	0	1	0	1	1
16	1	1	1	1	1	0	1
17	1	1	1	1	1	0	0
18	1	1	1	0	0	0	0
19	1	1	1	0	0	0	0
20	1	1	1	0	0	0	0

ลำดับ	รอบการเปิดดอก						
	1	2	3	4	5	6	7
21	1	1	0	1	1	0	0
22	1	1	1	0	1	0	1
23	1	1	1	0	1	1	0
24	1	1	1	1	1	0	1
25	0	1	1	0	1	1	0
26	1	1	1	0	1	0	1
27	1	1	1	0	1	0	1
28	1	0	1	1	1	0	1
29	1	1	1	0	0	1	0
30	0	0	1	0	1	0	1
31	0	1	1	0	1	0	1
32	0	0	0	1	1	1	0
33	0	1	1	1	1	0	0
34	1	0	0	0	0	1	1
35	0	1	1	0	1	0	0
36	1	1	0	0	0	0	1
37	1	1	0	0	0	0	0
38	0	1	0	0	0	1	0
39	0	0	1	1	0	1	1
40	0	1	1	1	1	0	1

ลำดับ	รอบการเปิดดอก						
	1	2	3	4	5	6	7
41	1	0	0	1	1	0	0
42	0	0	0	0	1	0	0
43	1	1	1	0	1	0	1
44	1	1	1	1	1	0	1
45	0	1	0	1	0	1	0
46	1	1	0	1	0	1	1
47	1	1	1	0	1	1	1
48	0	1	1	0	1	0	0
49	1	1	0	0	0	0	1
50	1	1	1	1	0	0	0
51	1	1	0	1	0	0	0
52	0	1	0	0	0	0	0
53	1	1	0	0	1	0	0
54	0	1	0	0	0	0	0
55	0	1	1	0	1	0	0
56	0	1	0	0	0	0	0
57	0	1	0	0	0	0	0
58	0	0	1	0	0	0	0
59	0	1	0	0	1	0	0
60	0	0	0	0	1	0	0

ตารางที่ 8 (ต่อ) ผลการทดลองก้อน 1 กิโลกรัม อัดก้อนแบบแน่น ขนาดทดลอง 10000 ก้อน
(สุ่มเก็บผลการทดลองจำนวน 100 ก้อน)

ลำดับ	รอบการเปิดดอก						
	1	2	3	4	5	6	7
61	1	0	1	0	0	0	0
62	0	0	0	0	1	0	0
63	1	1	0	0	0	0	0
64	0	1	0	0	0	0	0
65	1	0	0	0	1	0	0
66	1	0	1	0	1	0	0
67	1	1	0	0	0	1	0
68	1	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0
70	0	1	0	0	1	0	0
71	0	1	0	1	1	0	1
72	1	1	1	1	1	0	0
73	1	1	0	1	0	0	0
74	1	1	1	0	1	0	0
75	1	1	1	1	1	0	1
76	1	1	1	1	1	1	0
77	0	1	1	0	0	1	0
78	1	1	1	0	1	0	0
79	1	1	0	0	0	0	0
80	1	1	0	1	0	0	1

ลำดับ	รอบการเปิดดอก						
	1	2	3	4	5	6	7
81	0	0	1	0	0	1	0
82	1	1	0	0	0	0	0
83	1	0	0	0	1	0	0
84	0	1	0	0	1	0	0
85	1	0	1	0	1	1	1
86	1	1	1	0	0	0	1
87	0	1	0	1	0	0	0
88	1	1	0	0	1	0	1
89	0	0	0	0	1	1	0
90	0	1	1	1	1	0	1
91	1	1	1	1	1	0	1
92	0	1	0	0	1	0	1
93	0	1	1	1	1	0	1
94	1	1	0	1	1	0	1
95	1	1	1	0	0	0	1
96	0	1	0	0	0	0	0
97	1	1	1	0	1	0	0
98	1	1	1	1	1	0	0
99	1	1	0	1	1	0	1
100	1	1	0	0	1	0	1

4.8 การถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่เกษตรกร

การเพาะเลี้ยงเห็ดด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น โรงเรือนระบบกึ่งปิดจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพในการเพาะเห็ดโดยเฉพาะเห็ดโคนญี่ปุ่น เนื่องจากสามารถควบคุมสภาวะภายในโรงเรือนให้เหมาะสมแก่การเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นได้ และสามารถนำมาดัดแปลงประยุกต์ใช้กับโรงเรือนแบบดั้งเดิมของเกษตรกร ดังนั้น โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ความรู้เชิงวิชาการและปฏิบัติการของการนำเทคโนโลยีโรงเรือนระบบกึ่งปิดมาใช้ พร้อมทั้งศึกษาดูงานให้แก่กลุ่มเกษตรกรเพาะเลี้ยงเห็ดที่ยังใช้วิธีการเพาะเลี้ยงแบบดั้งเดิมหันมาสนใจและนำแนวทางการเพาะเลี้ยงเห็ดสมัยใหม่มาปรับใช้กับการเพาะเลี้ยงเห็ดแบบดั้งเดิม เพื่อพัฒนาการเพาะเลี้ยงเห็ดในชุมชนต่อไป (ภาพที่ 23 และ 24)

ภาพที่ 23 การอบรมเชิงปฏิบัติการกระบวนการเขี่ยเชื้อ และเพาะเลี้ยงเห็ดแก่เกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองผีหลอก ต.รางบัว อ.จอมบึง จ.ราชบุรี

ภาพที่ 24 การอบรมเชิงปฏิบัติการและศึกษาดูงานการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นและเห็ดเศรษฐกิจอื่นด้วยโรงเรือนระบบปิด แก่กลุ่มเกษตรกรผู้ประกอบการเพาะเลี้ยงเห็ดเศรษฐกิจในจังหวัดราชบุรี ณ จาวาฟาร์ม ต.แพรกศรีราชา อ.สรรคบุรี จ.ชัยนาท

4.9 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงเรือนระบบปิดเพื่อเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นของเกษตรกร

จากที่ผู้วิจัยได้ขยายขนาดการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในระดับ 12,000 ก้อน ด้วยเห็ดโคนญี่ปุ่นเชื้อบริสุทธิ์ลักษณะที่ 3 รอบเปิดดอกจำนวน 8 รอบ ก้อนเห็ดที่เดินเส้นใยจนเต็มก้อนถูกเพาะเลี้ยงในโรงเรือนระบบปิด ควบคุมสภาวะกระตุ้นให้เกิดดอกที่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนร้อยละ 90 รดน้ำที่หน้าก้อนวันละ 2 ครั้ง เวลาเช้า และเย็น เป็นเวลา 5 วัน เพื่อกระตุ้นดอก หลังจากนั้นใช้วิธีรดน้ำแบบละอองฝอยภายในโรงเรือนวันละ 2 ครั้ง เพื่อรักษาสภาวะความชื้นให้คงที่ พบว่าก้อนเห็ดให้ผลผลิตเฉลี่ย 150 กรัม/ก้อน มีผลผลิตเห็ดรวมทั้งโรงเรือนจำนวน 1,800 กิโลกรัม และราคาจำหน่ายเห็ดโคนญี่ปุ่นอยู่ที่ 150 บาท/กิโลกรัม เมื่อนำผลทดลองที่ได้มาคำนวณผลวิเคราะห์การลงทุนแล้วพบว่า การเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิดจะให้ผลกำไรทั้งสิ้น 150,880 บาท/โรงเรือน/รุ่น ซึ่งจะใช้ระยะเวลาการผลิตประมาณ 1 ปี (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ตารางแสดงการสรุปผลการวิเคราะห์การลงทุนโรงเรือนระบบปิด

รายการ	ราคาต้นทุน	หน่วย
ราคาต้นทุนก้อนเห็ด/ก้อน	7.00	บาท
ต้นทุนก้อนเห็ด (7x12,000)	84,000.00	บาท
ค่าไฟฟ้า/โรงเรือน	8,000.00	บาท
ค่าเสื่อมสภาพโรงเรือน/ปี	12,000.00	บาท
ค่าสูญเสียจากการผลิต 2%	4,320.00	บาท
ค่าดอกเบี้ยธนาคาร 5%	10,800.00	บาท
ต้นทุนทั้งหมด/รุ่น	119,120.00	บาท
ราคาก่อสร้างทั้งหมด/โรงเรือน	200,000.00	บาท
รายได้ผลผลิตเห็ดทั้งหมด	270,000.00	บาท
ผลกำไร/โรงเรือน/รุ่น	150,880.00	บาท

<u>ผลผลิตเห็ดต่อรุ่น</u>

จำนวนก้อนเห็ด 12,000 ก้อน/โรงเรือน
ผลผลิตเฉลี่ย ≥ 150 กรัม/ก้อน
ระยะเวลาการผลิตต่อรุ่น 9 เดือน
จำนวนรอบโรงเปิดดอก 8 รอบ
ราคาขายเห็ดโคนญี่ปุ่น 150 บาท/กิโลกรัม
ผลิตเห็ด 1,800 กิโลกรัม

4.10 อภิปรายผล

ผลการทดลองการคัดเลือกลักษณะแม่พันธุ์เห็ดโคนญี่ปุ่นด้วยลักษณะทางกายภาพและผลของขนาดก้อนและวิธีการบรรจุต่อการเจริญของเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด พบว่าการบรรจุก้อนแบบหลวมขนาดก้อน 0.5 กิโลกรัม มีความยาวของเส้นใยบนก้อนสูตรมาตรฐานมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ และก้อนขนาด 1 กิโลกรัม แบบหลวมก็มีความยาวของเส้นใยบนก้อนเห็ดที่มากกว่าแบบอัดแน่นในสัปดาห์ที่ 3 เช่นกัน

แต่เมื่อเส้นใยเจริญเต็มก้อนและกระตุ้นการเกิดดอกด้วยการฉีดน้ำบนหน้าก้อนเป็นระยะเวลา 5 วัน จากนั้นสเปรย์น้ำในโรงเรือนเพื่อรักษาความชื้นสัมพัทธ์ให้มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 90 และควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าก้อนเห็ดแบบอัดหลวมทั้งขนาด 0.5 และ 1 กิโลกรัม กลับให้ปริมาณผลผลิตดอกเห็ดที่น้อยกว่าก้อนอัดแน่น ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ A. Jasinska และ คณะในปี 2011 ที่ได้รายงานถึงการเจริญของเส้นใยและผลผลิตเห็ดโคนญี่ปุ่น (*A.aegerita* BRIG.) ว่าถึงแม้ความเร็วของรอบการผลิตดอกเห็ดจะขึ้นอยู่กับการเจริญของเส้นใยแต่อัตราเร็วนี้ก็ไม่ได้ส่งผลให้ได้ดอกเห็ดที่มีคุณภาพดีเสมอไป ในขณะที่คุณภาพของดอกเห็ดนั้นต้องขึ้นกับสภาวะการเพาะเลี้ยงและชนิดของก้อนวัสดุเพาะ ซึ่งการทดลองของเขาได้ใช้สภาวะการเพาะดอกเห็ดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80-90 และใช้ขี้เลื่อยของไม้ท้องถิ่นเป็นหลักสำหรับก้อนวัสดุเพาะ นอกจากนี้ถึงแม้ก้อนวัสดุเพาะแบบอัดก้อนหลวมจะมีช่องว่างระหว่างวัสดุเพาะมากกว่าก้อนแบบอัดแน่นซึ่งส่งผลให้เส้นใยเจริญได้ดี เนื่องจากมีการแลกเปลี่ยนก๊าซได้ดีกว่า แต่อย่างไรก็ตามปริมาณสารอาหารในก้อนวัสดุเพาะแบบอัดก้อนหลวมก็มีน้อยกว่าการอัดก้อนแบบแน่น ปริมาณสารอาหารจึงเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้ปริมาณผลผลิตของก้อนทั้งสองแบบแตกต่างกัน

ปี 2011 Agnieszka และคณะได้รายงานผลการศึกษาการเจริญของเห็ดโคนญี่ปุ่นว่าวัสดุเพาะและธาตุอาหารที่เหมาะสมจะทำให้เส้นใยเจริญเร็วและมีคุณภาพที่สุด แต่การออกดอกของเห็ดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยอย่างอื่นด้วย เช่น สายพันธุ์ ประเภทของวัสดุเพาะ สภาวะการบ่มก้อนและเปิดดอก เป็นต้น โดยเขาพบว่าการเลี้ยงแม่เชื้อบน PDA ทำให้ได้เส้นใยที่มีคุณภาพและโตเร็วที่สุดในเวลา 9 วัน การใช้ขี้เลื่อยของไม้ต้นบีชให้การเจริญของเส้นใยที่ดีที่สุด และการใส่ธาตุอาหาร aldar ลงไปทำให้ได้ผลผลิดดอกเห็ดมากที่สุด 39.5 กรัม/ก้อนขนาด 1 กิโลกรัม ต่อมาปี 2012 Agnieszka และคณะได้การเจริญของเส้นใยเห็ดโคนญี่ปุ่นอีกครั้งพบว่าอัตราการเจริญของเส้นใยนั้นแตกต่างกันตามชนิดและสายพันธุ์ของเห็ดโคนญี่ปุ่นรวมถึงประเภทของวัสดุเพาะด้วย

ปี 2000 Bilay และคณะระบุว่าความเร็วของการสร้างดอกเห็ดขึ้นอยู่กับความเร็วของอัตราความยาวของเส้นใยก็จริง แต่ก็ไม่ได้ทำให้เกิดที่มีคุณภาพที่ดีและเร็วขึ้นต้องขึ้นอยู่กับสภาวะการเพาะเลี้ยงและวัสดุเพาะด้วยเช่นกัน โดยพวกเขาพบว่าเส้นใยของเห็ดโคนญี่ปุ่นที่มีอัตราการเจริญเฉลี่ยช้าที่สุด อยู่ที่ 5.2 เซนติเมตร/ 9 วัน โดยเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Complete Yeast Media (CYM) และพบว่ามีอัตราเร็วที่สุดที่ 7.3 เซนติเมตร/ 18 วัน บนวัสดุเพาะต้นบีช (Beech) และมีปริมาณผลผลิตมากที่สุดที่น้ำหนักดอก 32 กรัม ต่อ ก้อนขนาด 1 กิโลกรัม โดยผลการทดลองของเขาระบุว่า ดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกเฉลี่ย 3.3 เซนติเมตร และมีความยาวก้านเฉลี่ย 4.8 เซนติเมตร

ผลการทดลองการขยายขนาดการเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิดจากขนาดทดลอง 25 ก้อน เป็น 100 5,000 และ 10,000 ก้อน พบว่าปริมาณผลผลิตเห็ดโคนญี่ปุ่น ทั้งจำนวนดอกต่อก้อน และน้ำหนักดอกต่อก้อนมี

ปริมาณที่น้อยกว่าการทดลองขนาดเล็กที่ 25 ก้อน ทั้ง ๆ ที่ใช้สภาวะของโรงเรือนเหมือนเดิมทุกประการ จึงสอดคล้องกับผลการทดลองขนายขนาดการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนของ Wang และคณะในปี 2000 ที่ได้ระบุในข้อสรุปงานวิจัยว่า การเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นโดยทั่วไปในระดับโรงเรือนขนาดใหญ่จะให้ผลผลิตที่ต่ำกว่าเห็ดชนิดอื่น ดังนั้นเห็ดโคนญี่ปุ่นจึงไม่เป็นที่นิยมในการเพาะเลี้ยงในระดับโรงเรือนหรืออุตสาหกรรมขนาดใหญ่ แต่เหมาะกับการเลี้ยงในโรงเรือนขนาดเล็กมากกว่า

รูปแบบของการออกดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นจะเห็นว่าทั้งก้อนขนาด 0.5 และ 1 กิโลกรัม อัดก้อนแบบแน่น ให้รูปแบบการออกดอกแบบสลับรอบการผลิตมากที่สุด รองลงมาคือ ออกดอกมากกว่าหรือเท่ากับ 3 รอบ แล้วกลับมาออกดอกอีก และมีร้อยละการออกดอกแบบมากกว่าหรือเท่ากับ 3 รอบ แล้วไม่ออกดอกอีกที่เท่ากัน และออกดอกที่น้อยกว่า 2 รอบการผลิตและไม่ออกดอกเลย

ปี 2010 Carmen Sanchez ได้เขียนรายงานสรุปปัญหาและพฤติกรรมการออกดอกของเห็ดกินได้ไว้ดังนี้

1. ก้อนเห็ดที่มีเจริญดีแต่ไม่ออกดอกนั้นอาจเกิดจากการเพาะเลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่ไม่เหมาะสม หรืออาจเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์และแมลงในก้อนเห็ด
2. ก้อนเห็ดที่มีการเจริญของเส้นใยแต่ออกดอกช้ากว่าปกติ อาจเกิดจากสภาวะการกระตุ้นดอกเห็ดที่ไม่เหมาะสม หรือเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์และแมลงในก้อนเห็ด
3. ก้อนเห็ดที่เกิดดอกมีลักษณะก้านดอกยาว หมวกดอกเล็ก เกิดจากปริมาณแสงในโรงเรือนไม่เพียงพอ และภายในโรงเรือนมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไป ระบบระบายอากาศภายในโรงเรือนไม่ดีพอ
4. ก้อนเห็ดออกดอกในระยะแรกจำนวนมากแต่ดอกหยุดการเจริญ เกิดจากการบ่มก้อนที่ใช้ระยะเวลานานมากเกินไป โรงเรือนขาดก๊าซออกซิเจน ขาดแสงสว่างที่เพียงพอ หรืออาจเกิดจากเส้นใยที่ไม่มีคุณภาพ
5. ก้อนเห็ดที่ไม่ออกดอก ออกดอกช้า หรือตาย อาจเกิดจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เป็นหลัก รวมถึงอาจได้รับความชื้นบนหน้าก้อนที่มากเกินไป
6. ก้อนเห็ดที่ออกดอกเพียงรอบเดียวแล้วไม่ออกดอกอีก อาจเกิดจากสารอาหารในก้อนเห็ดที่ไม่เพียงพอ เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ หรือมีคุณภาพของแม่เชื้อที่แย่
7. ก้อนเห็ดให้ขนาดดอกเล็กกว่ามาตรฐาน เกิดจากการเกิดดอกจำนวนมากในรอบเดียวกัน หรือมีธาตุอาหารในก้อนที่น้อยเกินไป สภาวะการเพาะเลี้ยงในโรงเรือนไม่สม่ำเสมอ และมีสายพันธุ์คุณภาพไม่ดี

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทของสรุปโครงการ

โครงการการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่น (*A. cylindracea*) ในโรงเรือนระบบปิด มีวัตถุประสงค์เพื่อ เพื่อพัฒนาการผลิตหัวเชื้อและการผลิตก้อนเห็ดโคนญี่ปุ่นที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงในโรงเรือนระบบกึ่งปิด รวมถึงศึกษาสภาวะการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นเพื่อบังคับให้เกิดการออกดอกอย่างแม่นยำในโรงเรือนระบบกึ่งปิดถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นแบบกึ่งปิดสู่เกษตรกรและผู้ประกอบการ โดยเป็นการวิจัยในระดับห้องปฏิบัติการและโรงเรือนเพื่อให้ได้กระบวนการการผลิตแม่เชื้อและผลิตก้อนเห็ดโคนญี่ปุ่นที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงในโรงเรือนระบบปิด รวมถึงศึกษาสภาวะการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นเพื่อบังคับให้เกิดการออกดอกในโรงเรือนระบบปิด การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นในระดับห้องปฏิบัติการนั้นจะใช้ตัวแปรที่ศึกษาทั้งหมด 3 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเห็ดในแต่ละระยะ ดังนี้ ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการบังคับให้เกิดดอกอย่างสม่ำเสมอ โดยจะทดสอบที่ช่วงอุณหภูมิระหว่าง 24 –30 ºC ศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่เหมาะสมต่อการบังคับให้เกิดการออกดอกที่ช่วงความชื้นระหว่าง 80-90 เปอร์เซ็นต์ และศึกษาระยะเวลาในการพักตัวของก้อนที่ 14-30 วัน และ ระยะเวลาการกระตุ้นดอกที่ 3-9 วัน โดยจะวัดค่าตัวแปรบ่งชี้ที่แสดงถึงความเหมาะสมของสภาวะด้วยปริมาณของดอกเห็ดต่อก้อน (กรัม/ก้อน) จากนั้นจะพัฒนาเป็นต้นแบบระบบการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด และมุ่งหวังให้สามารถส่งเสริมเป็นอาชีพหลักแก่เกษตรกรได้

โครงการนี้ได้แบ่งการทดลองทั้งหมดเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ การคัดเลือกลักษณะแม่พันธุ์เห็ดโคนญี่ปุ่นด้วยลักษณะทางกายภาพ การศึกษากระบวนการเพาะเลี้ยงในโรงเรือนระบบปิด และการศึกษาการขยายขนาดทดลองเป็นการเพาะเลี้ยงขนาดใหญ่ร่วมกับการใช้ระบบหมอกในการควบคุมความชื้นของโรงเรือนระบบปิด โดยสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

การคัดเลือกลักษณะแม่พันธุ์เห็ดโคนญี่ปุ่นด้วยลักษณะทางกายภาพ โดยใช้แม่เชื้อตั้งต้นจากแม่เชื้อในท้องตลาดและนำมาเปิดดอกในโรงเรือนระบบปิดควบคุมอุณหภูมิของโรงเรือนที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 ได้ผลการคัดเลือกลักษณะของแม่พันธุ์ที่แตกต่างทางกายภาพทั้งหมด 3 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ 1 ดอกสีน้ำตาลแดงเข้ม หมวกดอกขนาดเล็ก ก้านดอกสั้น ออกดอกพร้อมกันเป็นช่อจำนวนมาก ลักษณะที่ 2 ดอกสีน้ำตาลกลาง หมวกดอกขนาดใหญ่ ก้านดอกยาว ออกดอกเพียงดอกเดียว ลักษณะที่ 3 ดอกสีน้ำตาลอ่อน หมวกดอกขนาดเล็ก ก้านดอกยาว ออกดอกพร้อมกันเป็นช่อ จากนั้นได้นำดอกเห็ดทั้ง 3 ลักษณะ แยกและเก็บเป็นแม่เชื้อบริสุทธิ์ตั้งต้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ณ ห้องปฏิบัติการวิจัยกลางชีววิทยา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (ราชบุรี)

จากนั้นทีมวิจัยได้คัดเลือกลักษณะของแม่เชื้อที่ 3 เพื่อใช้ในการศึกษาการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด เนื่องจากแม่เชื้อลักษณะที่ 3 เป็นลักษณะที่นิยมในการบริโภคของท้องตลาด ทั้งนี้การทดลองศึกษาการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิดได้ศึกษาผลการเจริญของเส้นใยเปรียบเทียบระหว่างก้อนที่มี

น้ำหนักและการบรจุที่แตกต่างกัน 4 ชุดการทดลองดังนี้ ก้อนขนาด 0.5 กิโลกรัม อัดก้อนแบบแน่น ก้อนขนาด 1 กิโลกรัม อัดก้อนแบบแน่น ก้อนขนาด 0.5 กิโลกรัม อัดก้อนแบบแน่น และก้อนขนาด 1 กิโลกรัม อัดก้อนแบบหลวม และผลการศึกษาพบว่าก้อนขนาด 0.5 กิโลกรัม อัดก้อนแบบหลวมให้ผลการเจริญของเส้นใยที่เร็วที่สุด โดยวัดผลที่ 3 สัปดาห์ แต่เมื่อกระตุ้นให้เกิดการออกดอกที่สภาวะอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 กลับพบว่าขนาดก้อน 0.5 และ 1 กิโลกรัม อัดก้อนแบบแน่นให้ผลการผลิตที่ดีกว่าทั้งในด้านของน้ำหนักดอกและคุณภาพของดอก ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าชุดการทดลองที่ให้การเจริญของเส้นใยที่เร็วไม่ได้ทำให้ได้ผลผลิตดอกเห็ดที่มีน้ำหนักดอกมาก และความเร็วของการเจริญเส้นใยไม่ได้ส่งผลต่อคุณภาพของดอกเห็ด ดังนั้นเมื่อทีมวิจัยได้ทดลองขยายขนาดการทดลองกระตุ้นก้อนเห็ดให้เกิดดอกในโรงเรือนระบบปิด ขนาดทดลอง 100 ก้อน ในโรงเรือนขนาดเท่าเดิมและใช้สภาวะการกระตุ้นดอกเหมือนเดิม พบว่าขนาดทดลองที่ขยายใหญ่ขึ้นในพื้นที่โรงเรือนระบบปิดเท่าเดิมส่งผลให้ปริมาณผลผลิตลดลงในทุกรอบการผลิต เมื่อเทียบกับขนาดทดลอง 25 ก้อน โดยจะให้น้ำหนักดอกเห็ดต่อก้อนที่ลดลง และคุณภาพของดอกเห็ดก็ลดลงเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าวิธีการควบคุมความชื้นของโรงเรือนด้วยวิธีการสเปรย์น้ำภายในโรงวันละ 2 ครั้ง ไม่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนให้คงที่ที่ร้อยละ 90 ได้ จึงพบก้อนเห็ดหลายก้อนที่มีลักษณะหน้าก้อนแห้งส่งผลให้ไม่ออกดอกเป็นจำนวนมาก ดังนั้นการขยายขนาดทดลองเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิดขนาดทดลอง 5000 ก้อน ทีมวิจัยจึงได้ปรับเปลี่ยนระบบควบคุมความชื้นของโรงเรือนเป็นการให้ความชื้นแบบระบบหมอก เพื่อทำให้สภาวะภายในโรงเรือนมีความชื้นสัมพัทธ์คงที่ที่ร้อยละ 90

ผลของการขยายขนาดการเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิด (ระบบหมอก) ขนาดทดลองจำนวน 5,000 ก้อน เก็บผลการทดลอง 100 ก้อน ขนาดก้อน 0.5 และ 1 กิโลกรัม บรรจุก้อนแบบอัดแน่น เก็บผลการทดลองจำนวน 7 รอบการผลิตพบว่าก้อนเห็ดโคนญี่ปุ่นให้น้ำหนักดอกที่มากกว่า 10 กรัมต่อก้อน ในรอบที่ 1 และ 2 จากนั้นจะมีน้ำหนักดอกที่ลดลง (ต่ำกว่า 10 กรัมต่อก้อน) ในรอบถัดมา ก่อนที่จะมีน้ำหนักดอกกลับไปมากกว่า 10 กรัมต่อก้อนอีกครั้งและรอบต่อไปก็จะมีน้ำหนักดอกที่ลดลง (ต่ำกว่า 10 กรัมต่อก้อน) อีก ทีมวิจัยสังเกตได้ว่าเห็ดโคนญี่ปุ่นมีรูปแบบการออกแบบเช่นนี้จนครบ 7 รอบการออกดอก และเพื่อยืนยันถึงรูปแบบการออกดอกที่แน่ชัด ทีมวิจัยจึงได้ขยายขนาดทดลองเป็น 10,000 ก้อน ในโรงเรือนระบบปิด (ระบบหมอก) และพบว่าทั้งผลของร้อยละการออกดอก และน้ำหนักดอกเห็ดต่อก้อนส่วนมากมีรูปแบบการออกดอกเช่นเดียวกับขนาดทดลอง 5,000 ก้อน และยังพบรูปแบบการออกดอกอื่นร่วมด้วย โดยทีมวิจัยสามารถสรุปรูปแบบการออกดอกของเห็ดโคนญี่ปุ่นได้ 4 กลุ่มดังนี้ การออกดอกมากกว่าหรือเท่ากับ 3 รอบการผลิตแล้วไม่ออกดอกอีก การออกดอกมากกว่าหรือเท่ากับ 3 รอบการผลิตแล้วกลับมาดอกอีก การออกดอกแบบสลับรอบการออกดอกแทนค่าในตารางด้วยแถบสีฟ้า และการออกดอกที่น้อยกว่า 2 รอบหรือไม่ออกดอกเลย

จากกระบวนการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในโรงเรือนระบบปิดที่ได้ศึกษาและสามารถสรุปเป็นกระบวนการผลิตได้ ทางทีมวิจัยจึงได้จัดอบรมเชิงปฏิบัติการเผยแพร่ให้แก่เกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ดหูหนูบ้านหนองผีหลอก ต.รางบัว อ.จอมบึง จ.ราชบุรี จำนวน 1 ครั้ง ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ราชบุรี และจัดอบรมเชิงปฏิบัติการและศึกษาดูงานการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นและเห็ดเศรษฐกิจอื่นด้วยโรงเรือนระบบปิดแก่กลุ่มเกษตรกรผู้ประกอบการเพาะเลี้ยงเห็ดเศรษฐกิจในจังหวัดราชบุรี ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเลี้ยงเห็ดหู

หนูบ้านหนองผีหลอก และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเลี้ยงเห็ดบ้านเชิงสะพาน ณ จาวาฟาร์ม ต.แพรกศรีราชา อ.สรรคบุรี จ.ชัยนาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

การเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นสามารถทำได้ดีสำหรับการเพาะเลี้ยงในโรงเรือนขนาดเล็ก และมีปริมาณก้อนเห็ดไม่มากนัก การขยายขนาดโรงเรือนและจำนวนก้อนเห็ดที่มากกว่า 5,000 ก้อนขึ้นไป ยังไม่มาสามารถทำให้ได้ผลผลิตและคุณภาพของดอกเห็ดที่ดีถึงแม้จะใช้ระบบการควบคุมโรงเรือนแบบระบบปิด และใช้ระบบหมอกในการรักษาสภาวะความชื้นของโรงเรือนให้สม่ำเสมอก็ตาม เนื่องด้วยเห็ดโคนญี่ปุ่นมีลักษณะ และพฤติกรมของรอบการเจริญและออกดอกเฉพาะตัว จึงทำให้ทีมวิจัยเห็นถึงปัญหาและมีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นในระดับอุตสาหกรรมดังนี้

1. คุณภาพของแม่เชื้อและลักษณะทางกายภาพที่หลากหลายของเห็ดโคนญี่ปุ่น เป็นปัญหาหลักสำหรับเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงเห็ด ไม่ใช่เฉพาะเพียงเห็ดโคนญี่ปุ่นแต่ยังรวมถึงเห็ดเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ อีกด้วย ดังนั้นทีมวิจัยจึงเห็นว่าควรมีการจัดจำแนกสายพันธุ์ของเห็ดโคนญี่ปุ่นตามลักษณะทางกายภาพหรือมากกว่านั้น เพื่อจัดเก็บเป็นแม่เชื้อคุณภาพ และควรมีหน่วยงานตรวจสอบคุณภาพของแม่เชื้อตามแหล่งจำหน่ายของเอกชนก่อนที่จะวางขายสู่ท้องตลาดแก่เกษตรกร เนื่องจากเส้นใยที่มีคุณภาพจะส่งผลให้เกิดดอกเห็ดที่มีคุณภาพ
2. เห็ดโคนญี่ปุ่นสามารถนำมาแยกเส้นใยและชักนำให้เกิดดอกได้บนก้อนวัสดุเพาะที่เหมาะสม การใช้วัสดุเพาะจากไม้เพียงชนิดเดียว เช่น ขี้เลื้อยไม้ยางพารา ทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่าคุณภาพของขี้เลื่อยไม้ยางพารานั้นเหมาะสมแก่การเจริญของดอกเห็ดโคนญี่ปุ่นจริงหรือไม่ จึงทำให้อาจไม่ได้เส้นใยและดอกเห็ดที่มีคุณภาพมากที่สุด ดังนั้นในอนาคตหากได้ทำการศึกษาถึงประเภทของวัสดุเพาะชนิดอื่นเพิ่มเติมอาจทำให้ได้วัสดุเพาะที่มีความเหมาะสม และได้เส้นใยของเห็ดโคนญี่ปุ่นที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น
3. การขยายขนาดทดลองของเห็ดโคนญี่ปุ่นให้มีขนาดทดลองมากกว่า 5,000 ก้อน นั้นทำได้ยากและยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรในโครงการนี้ ถึงแม้ว่าจะใช้โรงเรือนระบบปิดเพื่อควบคุมอุณหภูมิและการรักษาความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนด้วยระบบหมอกก็ตาม ซึ่งแตกต่างจากการเพาะเลี้ยงที่ขนาดทดลอง 25 ก้อน และ 100 ก้อน ซึ่งเป็นการทดลองขนาดเล็กที่ให้ผลผลิตดอกเห็ดที่ดีมากกว่า ดังนั้นจึงสรุปเป็นแนวทางการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นสำหรับเกษตรกรได้ว่า ควรเพาะเลี้ยงในโรงเรือนขนาดเล็กหรือกั้นเป็นห้องบรรจุก้อนขนาดเล็กที่มีความจุไม่เกิน 100 ก้อน เพื่อรักษาสภาวะในโรงเรือนให้คงที่และสม่ำเสมอ จะดีกว่าการตั้งเป็นโรงเรือนขนาดใหญ่
4. การรักษาความสะอาดของโรงเรือน ขนาดของโรงเรือน อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง ปริมาณก๊าซออกซิเจน และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นอย่างมาก ควรมีการปรับสภาวะให้เหมาะสมตามที่ตั้ง ประเภทของโรงเรือน และความจุของโรงเรือน
5. เห็ดโคนญี่ปุ่นมีพฤติกรมและลักษณะการออกดอกที่เฉพาะตัว โดยส่วนมากจะมีลักษณะให้ปริมาณผลผลิตที่ดีแบบรอบเว้นรอบ สลับกันแบบนี้จนหมดอายุของก้อนเห็ดที่ประมาณ 7 รอบการผลิต (อายุของก้อนและจำนวนรอบขึ้นอยู่กับคุณภาพของก้อนเห็ด) ดังนั้น หากเกษตรกรต้องการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนญี่ปุ่นเพื่อ

จำหน่าย หรือเพาะเลี้ยงในระดับอุตสาหกรรมควรมีระบบการจัดการก้อน ในขั้นตอนการบ่มก้อน การเปิดหน้าก้อน และกระตุ้นดอกเห็ดที่ไม่พร้อมกัน อาจจัดระบบเป็นการบ่มและกระตุ้นการเปิดดอกเป็นโรงเรือนเว้นโรงเรือนสลับกันไป เพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตรวมที่คงที่ในทุกรอบการผลิต

เอกสารอ้างอิง

Bilay, V. T., Solomko, E. F., & Buchalo, A. S. (2000). Growth of edible and medicinal mushrooms on commercial agar media. Science and cultivation of edible fungi. Rotterdam: Balkema, 2, 779-782.

Isikhuemhen, O. S., Mikiashvili, N. A., & Kelkar, V. (2009). Application of solid waste from anaerobic digestion of poultry litter in Agrocybe aegerita cultivation: mushroom production, lignocellulolytic enzymes activity and substrate utilization. Biodegradation, 20(3), 351-361.

Jasiήska, A. G. N. I. E. S. Z. K. A., Siwulski, M., & Sobieralski, K. (2011). Mycelium growth and yielding of Agrocybe aegerita (Brig.) Sing. on different substrates. In Mushroom biology and mushroom products. Proceedings of the 7th International Conference on Mushroom Biology *and Mushroom Products, Arcachon, France, 4-7 October, 2011. Volume 2. Poster session* (pp. 168-175). Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).

Jasiήska, A., Siwulski, M., & Sobieralski, K. (2012). Mycelium growth and yielding of black poplar mushroom-Agrocybe aegerita (Brig.) Sing. on different substrates. Journal of Agricultural Science and Technology A, 2(9), 1040-1047.

Uhart, M., & Albertó, E. (2007). Caracterización morfológica de Agrocybe cylindracea (Basidiomycetes, Agaricales) de América, Europa y Asia. Scientia Fungorum, 3(24), 9-18.

Long, P. E., & Jacobs, L. (1974). Aseptic fruiting of the cultivated mushroom, Agaricus bisporus. Transactions of the British Mycological Society, 63(1), 99-107.

Madan, M., Vasudevan, P., & Sharma, S. (1987). Cultivation of Pleurotus sajor-caju on different wastes. Biological Wastes, 22(4), 241-250.

Sharma, V. P., & Kumar, S. (2011). Spawn production technology. Mushrooms Cultivation, Marketing and Consumption, Directorate of Mushroom Research (ICAR), Chambaghat, Solan, 35-42.

Ullrich, R., & Hofrichter, M. (2005). The haloperoxidase of the agaric fungus Agrocybe aegerita hydroxylates toluene and naphthalene. FEBS letters, 579(27), 6247-6250.

V.T. Bilay, E.F. Solomko, A.S. Buchalo, Growth of edible mushrooms on commercial agar media, Science of Edible Fungi, in: V. Griensven (Ed.), Balkema, Rotterdam, 2000, pp. 779-782.

Wang, N., Shen, F., Tan, Q., Chen, M., & Pan, Y. (2000). Detecting in 9 extracellular enzyme activities of Agrocybe aegerita strains. Mycosystema, 19(4), 540-546.

Zhao, C., Sun, H., Tong, X., & Qi, Y. (2003). An antitumour lectin from the edible mushroom Agrocybe aegerita. Biochemical Journal, 374(2), 321-327.

ผลงานตีพิมพ์

Thidaporn Theunpao and Todsaporn Thongthieng. (2018). Effect of Size of Culture Media Bag on Mycelium Growth and Fruiting Body Formation of Agrocybe cylindracea. Proceeding of the 5th National Meeting on Biodiversity Management in Thailand. (Poster presentation วันที่ 10-14 กรกฎาคม 2561)

Thidaporn Theunpao, Supawadee Punyadee, Sermsiri Mayteeworakoon, and Todsaporn Thongthieng (2019). Mycelium growth, yielding, and fruiting body production of Yanangi mushroom (Agrocybe cylindracea) on different substrate packing under greenhouse with evaporative-cooling system. Proceeding of the 4th World Mycology & Mushroom Congress, Osaka, Japan. (Oral presentation วันที่ 15-16 กรกฎาคม 2562)