บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษากระบวนผลิตก้อนเชื้อเห็ด การศึกษาคุณสมบัติของก้อนเชื้อเห็ดและวัสดุเพาะเห็ด การออกแบบสร้างเครื่อง การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องในส่วนต่าง ๆ และประเมินผลเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถสรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อไปดังนี้

5.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของก้อนเชื้อและวัสดุเพาะเห็ด

ผลการศึกษาคุณสมบัติของก้อนเชื้อเห็ดและวัสดุเพาะเห็ด สามารถสรุปได้ดังนี้

คุณสมบัติของก้อนเชื้อเห็ดของผู้ประกอบการ ก้อนเชื้อเห็ดมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.96 กิโลกรัมต่อก้อน ความหนาแน่นเฉลี่ย 0.71 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความชื้นของวัสดุเพาะเฉลี่ย 56.34 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก

คุณสมบัติของวัสดุเพาะเห็ดที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณและรำอ่อน พบว่า ขี้เลื่อยและรำอ่อนที่นำมาทดสอบมีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 16.07 และ 6.81 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ขนาดอนุภาคของขี้เลื่อยและรำอ่อนเฉลี่ย 0.69 มิลลิเมตร (0.0272 นิ้ว) และ 0.23 มิลลิเมตร (0.00885 นิ้ว) ความหนาแน่นของขี้เลื่อยและรำอ่อนเฉลี่ย 173.02 และ 289.92 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่ามุมกองของขี้เลื่อยและรำอ่อนเฉลี่ย 35.03 และ 44.50 องศา สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (มุมเสียดทาน) ของขี้เลื่อยบนแผ่นไม้อัด แผ่นพลาสติก และแผ่นเหล็ก มีค่าเฉลี่ย 1.00 (44.81 องศา) 0.85 (40.44 องศา) และ 0.75 (36.99 องศา) ตามลำดับ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (มุมเสียดทาน) ของรำอ่อนบนแผ่นวัตถุทั้ง 3 มีค่าเฉลี่ย 1.05 (46.28 องศา) 0.93 (42.95 องศา) และ 0.88 (41.45 องศา)

5.2 เครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบที่พัฒนา

เครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น เป็นเครื่องที่รวมขั้นตอนการทำงานหลักอยู่ในเครื่องเดียวกัน ได้แก่ การผสม การบรรจุวัสดุลงถุง และการอัดก้อนเชื้อเห็ด โดยเครื่องมีส่วนประกอบ ได้แก่ ถังผสมวัสดุเป็นถังผสมแนวนอนครึ่งวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6 เมตร ยาว 0.9 เมตร มีปริมาตร 0.37 ลูกบาศก์เมตร ถังพักวัสดุลักษณะหน้าตัดเป็นรูปสามเหลี่ยม มีปริมาตร 0.26 ลูกบาศก์เมตร ชุดกรอกวัสดุลงถุงใช้เกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ระยะพิตเท่ากับขนาดของเกลียว ความยาวเกลียวลำเลียง 1 เมตร ชุดอัดก้อนเชื้อเห็ด ใช้กระบอกอัดผ่าซีกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร และใช้เพลาอัดขนาด 2.54 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัวอัด 9 เซนติเมตร โครงเครื่องเลือกใช้เหล็กฉากขนาด 5.08 เซนติเมตร (2 นิ้ว) หนา 3 มิลลิเมตร ชุดต้นกำลังประกอบด้วย มอเตอร์ต้นกำลัง และประยุกต์ใช้ชุดเฟืองท้ายรถไถเดินตามสำหรับทดรอบจากมอเตอร์ต้นกำลัง ส่งกำลังต่อไปยังชุดถังผสมด้วยเฟืองโซ่ และส่งกำลังผ่านเพลาขับสู่ชุดอัดก้อนเชื้อเห็ดที่ติดตั้งอยู่ด้านปลายเพลาขับทั้งสองข้าง

5.3 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ด แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ครั้ง คือ การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผสม ได้แก่ ชนิดใบผสม (ใบเกลียวคู่และใบโค้ง) ความเร็วในการผสม (65 80 95 และ 110 รอบต่อนาที) และเวลาในการผสม (4 6 และ 8 นาที) การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกรอกวัสดุลงถุง คือ อัตราการป้อนวัสดุลงถุง (8 9 และ 10 รอบต่อถุง) การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอัดก้อนเชื้อเห็ด ได้แก่ ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด (0.06 0.09 0.13 และ 0.16 เมตรต่อวินาที) และช่วงชัก (12 13.5 และ 15 เซนติเมตร) สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผสมวัสดุ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีการผสมและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ พบว่า ชนิดใบผสมให้ค่าดัชนีการผสมแตกต่างกัน โดยการผสมด้วยใบผสมแบบใบโค้งให้ค่าดัชนีการผสมมากกว่าใบเกลียวคู่ เมื่อความเร็วรอบเพลาผสมและเวลาในการเพิ่มขึ้น ค่าดัชนีการผสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย ความเร็วรอบเพลาผสมอยู่ในช่วง 80 ถึง 110 รอบต่อนาที และเวลาในการผสม 6 ถึง 8 นาที เป็นค่าที่เหมาะสมในการผสมวัสดุเพาะเห็ด

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลการกรอกวัสดุลงถุง โดยพิจารณาจากความสามารถในการกรอกถุงเชื้อเห็ดและน้ำหนักถุงเชื้อเห็ดที่กรอกได้ พบว่า เมื่ออัตราการป้อนวัสดุลงถุงเพิ่มขึ้น ความสามารถในการกรอกวัสดุมีแนวโน้มลดลง ส่วนน้ำหนักถุงเชื้อเห็ดที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อัตราการป้อนวัสดุลงถุง 8 ถึง 9 รอบ ต่อถุง ได้ความสามารถในการกรอกถุงสูงที่สุด และนำหนักถุงเชื้อเห็ดที่ได้มีค่าอยู่ในเกณฑ์การปฏิบัติของผู้ประกอบการที่อัตราการป้อนวัสดุลงถุง 8 ถึง 9 รอบต่อถุง เป็นค่าทีเหมาะสมที่สุดในการกรอกวัสดุเพาะเห็ดลงถุง

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอัดก้อนเชื้อเห็ด โดยพิจารณาจากความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดและความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด พบว่า เมื่อความเร็วเชิงเส้นหัวอัดเพิ่มขึ้น ความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดมีแนวโน้มลดลง การอัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยความเร็วเชิงเส้นหัวอัดช่วง 0.06 ถึง 0.13 เมตรต่อวินาที ความสามารถและความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อช่วงชักเพิ่มขึ้น ความสามารถในการอัดมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัดช่วง 0.06 ถึง 0.13 เมตรต่อวินาที ช่วงชัก 13.5 ถึง 15 เซนติเมตร เป็นค่าที่เหมาะสมในการอัดก้อนเชื้อเห็ด

สรุปผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ พบว่า การผสมด้วยใบผสมแบบใบโค้ง ความเร็วในการผสมช่วง 80 ถึง 110 รอบต่อนาที ใช้เวลาผสมวัสดุ 6 ถึง 8 นาที กรอกวัสดุลงถุงด้วยอัตราการป้อนวัสดุ 8 ถึง 9 รอบต่อถุง อัดก้อนเชื้อเห็ดใช้ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 0.06 ถึง 0.13 เมตรต่อวินาที ช่วงชัก 13.5 ถึง 15 เซนติเมตร เป็นค่าที่เหมาะสมในการทำงานของเครื่อง

5.4 ผลการทดสอบและประเมินผลการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ

ผลการทดสอบและประเมินผลการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ พบว่า เครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 2,602 ก้อนต่อวัน (คิดเวลาในการทำงาน 7 ชั่วโมงต่อวัน) สามารถตอบสนองความต้องการผลิตก้อนเชื้อเห็ดของผู้ประกอบการซึ่งมีความสามารถในการผลิตก้อนเชื้อเห็ดเฉลี่ย 1,340 ก้อนต่อวัน เครื่องดังกล่าวสามารถผลิตก้อนเชื้อเห็ดมากกว่าผู้ประกอบการ 94.18 เปอร์เซ็นต์ ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดที่ได้จากเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบมีค่าอยู่ในช่วง 0.62 ถึง 0.72 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นเฉลี่ย 0.68 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดของผู้ประกอบการอยู่ในช่วง 0.63 ถึง 0.81 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นเฉลี่ย 0.71 กรัมต่อ

ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดที่ได้จากการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดมีความหนาแน่นอยู่ในช่วงเกณฑ์การปฏิบัติของผู้ประกอบการ

5.5 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อไป

จากการดำเนินงานระหว่างการทดสอบ ผลการศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดดังกล่าวข้างต้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาหลักการทำงานของเครื่องให้มีการทำงานที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ในประเด็นดังต่อไปนี้

5.5.1 ศึกษาชนิดของใบผสมแบบอื่น ๆ เพื่อให้ได้รูปแบบของใบผสมที่ทำให้ผสมวัสดุเข้ากันด้วยเวลาอันสั้น เหมาะสมกับการผสมวัสดุเพาะเห็ดยิ่งขึ้น

5.5.2 พัฒนากลไกการกรอกวัสดุลงถุงและอัดก้อนเชื้อเห็ดให้ทำงานได้สัมพันธ์กัน ให้มีการทำงานที่ต่อเนื่องยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เครื่องมีความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้น

5.5.3 ทดสอบการทำงานภาคสนาม เพื่อให้ได้ข้อมูลในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนต่อไป