บทที่ 4
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

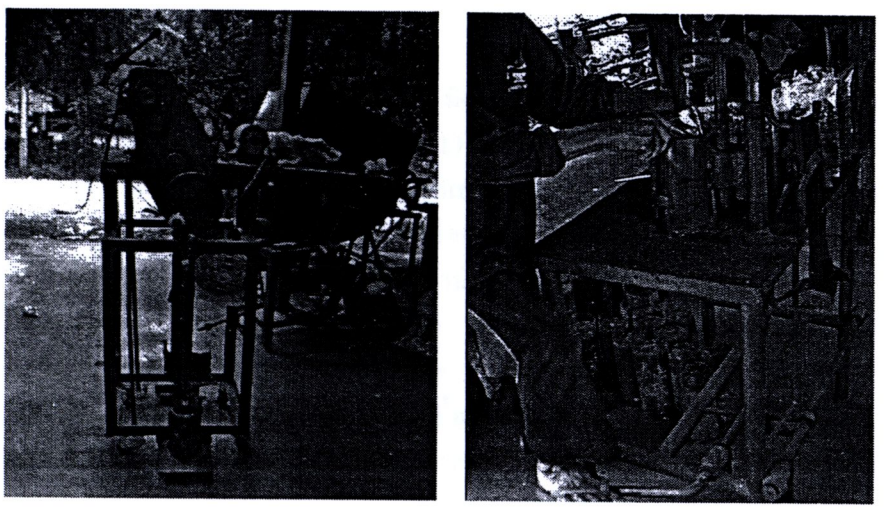
การศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ด ได้ดำเนินการศึกษาดังขั้นตอนที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 คือ การศึกษากระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ด การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของก้อนเชื้อและวัสดุเพาะเห็ด การศึกษาหลักการทำงานและทดสอบชุดผลิตก้อนเชื้อเห็ด การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ด ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของส่วนต่าง ๆ การพัฒนาเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ การทดสอบและประเมินผลการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ มีผลการศึกษาดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษากระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดของผู้ประกอบการ และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

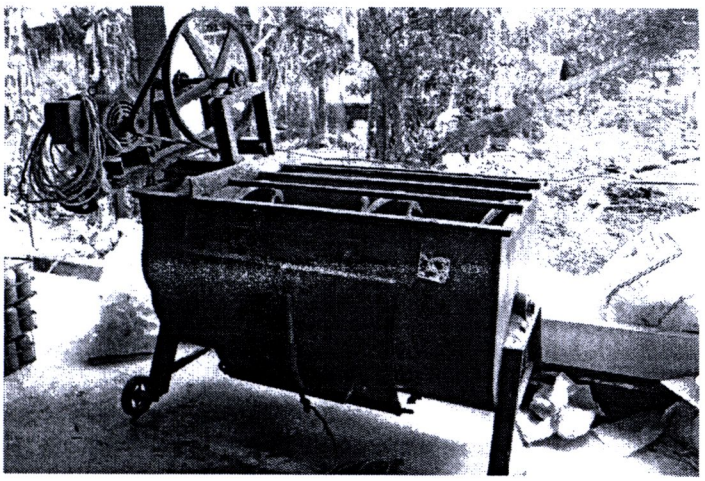
จากผลการศึกษาโดยการสำรวจข้อมูลจากผู้ประกอบการเพาะเห็ด และสังเกตการณ์ทำงานในฟาร์มเพาะเห็ดของผู้ประกอบการ พบว่า ขั้นตอนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดที่ผู้ประกอบการโดยทั่วไป (ภาพที่ 4.1) ส่วนใหญ่แล้วใช้แรงงานคนในการทำงาน ซึ่งมีขั้นตอนการปฏิบัติงาน เริ่มจากการผสมวัสดุสำหรับเพาะเห็ด โดยกองวัสดุบนพื้น ผสมอาหารเสริม จากนั้นรดน้ำและใช้พลั่วคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน โกยวัสดุที่ผสมแล้วรวมกันเป็นกอง จากนั้นทำการกรอกวัสดุลงถุงและนำถุงที่กรอกวัสดุเพาะลงถุงแล้วมาอัดก้อนด้วยแรงคนแล้วรัดคอขวด นำก้อนเชื้อเห็ดไปนึ่งฆ่าเชื้อ หลังจากนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว พักก้อนให้เย็นและหยอดเชื้อเห็ดให้เชื้อเดินเต็มก้อน นำเข้าโรงเรียนเพื่อให้เห็ดออกดอกเพื่อจำหน่าย ซึ่งการจำหน่ายก้อนเชื้อเห็ด ผู้ประกอบการจำหน่ายราคาก้อนละ 7 ถึง 10 บาท มีทั้งผู้ประกอบการรายใหม่ที่สนใจซื้อก้อนไปทอลองเพาะหรือ ผู้ที่ซื้อก้อนเชื้อเห็ดไปเพาะเพื่อบริโภคในครอบครัวและเก็บดอกจำหน่าย สำหรับราคาจำหน่ายดอกเห็ดขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ด เช่น เห็ดขอนขาวราคากิโลกรัมละ 70 ถึง 100 บาท เห็ดนางฟ้ากิโลกรัมละ 50 ถึง 70 บาท มีทั้งการจำหน่ายเองในท้องตลาดและมีพ่อค้าคนกลางมารับซื้อถึงที่ เพื่อนำไปจำหน่ายยังแหล่งตลาดใหญ่โดยรับซื้อไม่จำกัดปริมาณ สร้างรายได้ให้ผู้ประกอบการเพาะเห็ดเป็นอย่างดี

ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดของผู้ประกอบการโดยทั่วไป

จากการศึกษากระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดจากผู้ประกอบการ ได้ข้อสรุปว่า การผลิตก้อนเชื้อเห็ดที่ผู้ประกอบการนิยมปฏิบัติ ใช้แรงงานคนในครอบครัวเป็นหลัก สามารถผลิตก้อนเชื้อเห็ดได้ประมาณ 2,600 ก้อนต่อสัปดาห์ และได้มีการจ้างแรงงานเข้ามาช่วยในการผลิตเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการ โดยส่วนใหญ่คิดค่าจ้างที่ 25 ถึง 30 บาทต่อ 100 ก้อน นอกจากนี้หากผู้ปฏิบัติงานขาดประสบการณ์ในการทำงาน จะส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อก้อนเชื้อเห็ด ก้อนเชื้อเห็ดที่ได้มีความหนาแน่นที่ไม่สม่ำเสมอ ทำให้ความสามารถในการผลิตก้อนเชื้อเห็ดและคุณภาพของก้อนเชื้อต่ำลง ซึ่งผู้ประกอบการต้องจ้างแรงงานที่มีประสบการณ์จากต่างถิ่น เนื่องด้วยอัตราค่าจ้างที่ต่ำ ทำให้ลูกจ้างแรงงานไม่มีแรงจูงใจในการปฏิบัติงานเพราะรายได้น้อย ประกอบกับแรงงานส่วนใหญ่อยู่ในภาคอุตสาหกรรม ทำให้ผู้ประกอบการขาดแคลนแรงงานในการปฏิบัติงาน ส่งผลให้กำลังการผลิตมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ปัจจุบันผู้ประกอบการจึงได้มีการใช้เครื่องจักรที่นำมาดัดแปลงหรือประยุกต์ใช้งาน ได้แก่ เครื่องช่วยอัดก้อนเชื้อเห็ด (ภาพที่ 4.2) เครื่องผสมวัสดุเพาะเห็ด (ภาพที่ 4.3) แต่การทำงานของเครื่องมือดังกล่าวมีลักษณะการทำงานแยกเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งช่วยในการทำงานบางขั้นตอนและในการทำงานแต่ละขั้นตอนต้องมีผู้ควบคุมการทำงาน จากปัญหาดังกล่าวได้มีความต้องการเครื่องจักรช่วยในการผลิตก้อนเชื้อเห็ดที่มีขั้นตอนการทำงานหลัก ได้แก่ การผสม การกรอกวัสดุ และการอัดก้อนเชื้อเห็ดรวมอยู่ในเครื่องเดียวกัน และมีระบบการทำงานที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน เพื่อที่จะสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ (ระวิน สืบค้า, 2541; ชูชาติ ผาระนัด, 2550)



ภาพที่ 4.2 เครื่องช่วยอัดก้อนเชื้อเห็ดที่ผู้ประกอบดัดแปลงใช้งาน



ภาพที่ 4.3 เครื่องผสมอาหารสัตว์ที่ผู้ประกอบการประยุกต์ใช้ผสมวัสดุเพาะเห็ด

4.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของก้อนเชื้อและวัสดุเพาะเห็ด

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของก้อนเชื้อเห็ดและวัสดุเพาะ มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ผลศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของก้อนเชื้อเห็ด

จากผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 4.1 และตารางที่ ก.1 และ ก.2 (ภาคผนวก ก) พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของก้อนเชื้อเห็ดของผู้ประกอบการ 3 ราย มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าเฉลี่ย 0.96 กิโลกรัมต่อก้อน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของระวิน สืบค้า (2541) ซึ่งมีน้ำหนักก้อนเชื้อเห็ดเฉลี่ย 1.00 กิโลกรัม ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดเฉลี่ย 0.71 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าผลการศึกษาของสมศักดิ์ พินิจด่านกลาง (2552) ซึ่งมีความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดเฉลี่ย 0.64 กรัมต่อลูกบาศก์เซนิเมตร ความชื้นของวัสดุเพาะเฉลี่ย 56.34 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก มีค่าน้อยกว่าผลการศึกษาของระวิน สืบค้า (2541) ซึ่งมีความชื้นของวัสดุเฉลี่ย 65 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ทั้งนี้เนื่องจากผู้ประกอบการจะกองวัสดุบนพื้นหลังผสมเสร็จแล้ว ทำให้เกิดการสูญเสียความชื้นไปในอากาศ

ผลการศึกษาคุณสมบัติของก้อนเชื้อเห็ดที่ได้นี้นำไปประกอบการพิจารณาออกแบบส่วนประกอบของเครื่องในการผสมวัสดุให้ได้ความชื้นเหมาะสม และออกแบบชุดอุปกรณ์อัดก้อนเชื้อเห็ดให้สามารถอัดก้อนเชื้อเห็ดให้ได้ความหนาแน่นตามที่ผู้ประกอบการปฏิบัติ

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของก้อนเชื้อเห็ดจากฟาร์มของผู้ประกอบการ

แหล่งข้อมูล	น้ำหนักก้อนเชื้อเห็ด (กิโลกรัมต่อก้อน)			ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)			ความชื้นของวัสดุ (เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก)		
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
ศูนย์บำบัดยาเสพย์ติด	1.00	0.82	0.94	0.76	0.63	0.70	60.16	55.81	58.56
กระติ๊บฟาร์มเห็ด	1.05	0.85	0.95	0.81	0.63	0.70	56.25	53.98	55.24
คุณบัวฟาร์มเห็ด	1.10	0.90	1.00	0.80	0.68	0.74	56.87	53.52	55.21

4.2.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุเพาะเห็ด

ผลการศึกษาคุณสมบัติของ ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณ และรำอ่อน ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในการเพาะเห็ดหลัก พบว่า ขี้เลื่อยและรำอ่อนที่นำมาทดสอบมีความชื้น (มาตรฐานเปียก) เฉลี่ย 16.07 และ 6.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขนาดอนุภาคของขี้เลื่อยและรำอ่อนเฉลี่ย 0.69 มิลลิเมตร (0.0272 นิ้ว) และ 0.23 มิลลิเมตร (0.00885 นิ้ว) ตามลำดับ ความหนาแน่นของขี้เลื่อยและรำอ่อนเฉลี่ย 173.02 และ 289.92 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ความหนาแน่นรวมของวัสดุหลังผสมเฉลี่ย 260 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่ามุมกองของขี้เลื่อยและรำอ่อนเฉลี่ย 35.03 และ 44.50 องศา ตามลำดับ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและมุมเสียดทานเฉลี่ยของขี้เลื่อยบนแผ่นไม้อัด แผ่นพลาสติก และแผ่นเหล็ก มีค่าเฉลี่ย 1.00 (44.81 องศา) 0.85 (40.44 องศา) และ 0.75 (36.99 องศา) ตามลำดับ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและมุมเสียดทานเฉลี่ยของรำอ่อนบนแผ่นวัตถุทั้ง 3 มีค่าเฉลี่ย 1.05 (46.28 องศา) 0.93 (42.95 องศา) และ 0.88 (41.45 องศา) ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุเพาะเห็ด

ค่าชี้ผลการศึกษา	ขี้เลื่อย	รำอ่อน
ความชื้นของวัสดุเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก)	16.07	6.81
ขนาดอนุภาควัสดุเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	0.69	0.23
ความหนาแน่นรวมเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	173.02	289.92
ความหนาแน่นรวมหลังผสม (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	260	
มุมกองวัสดุ (องศา)	35.03	44.50
สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (มุมเสียดทาน) เฉลี่ยบนวัตถุต่าง ๆ		
- แผ่นไม้อัด	1.00 (44.81 องศา)	1.05 (46.28 องศา)
- แผ่นพลาสติก	0.85 (40.44 องศา)	0.93 (42.95 องศา)
- แผ่นเหล็ก	0.75 (36.99 องศา)	0.88 (41.45 องศา)

ผลจากการศึกษานี้ได้นำค่าความชื้นของวัสดุ ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นรวมของวัสดุหลังผสม ค่ามุมกอง และมุมเสียดทานของวัสดุ ไปประกอบการพิจารณาเลือกออกแบบขนาดของอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการผสมและถังเก็บวัสดุ ให้เหมาะสมต่อการทำงาน

4.3 ผลการทดสอบชุดผลิตก้อนเชื้อเห็ด

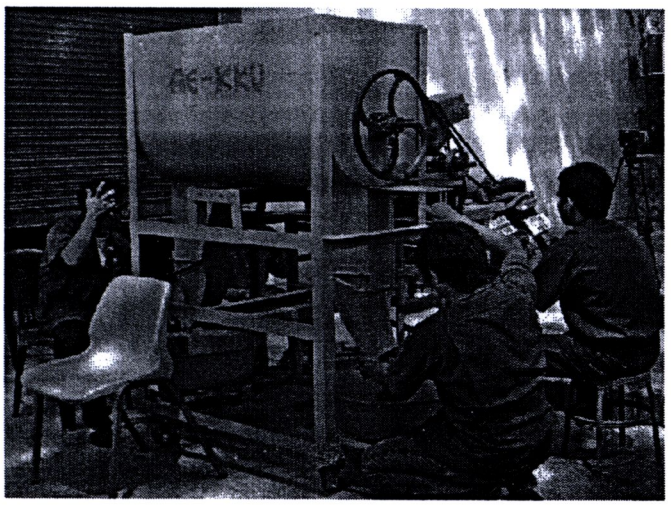
ผลการศึกษาชุดทดสอบอัดก้อนเชื้อเห็ด มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ผลการศึกษาหลักการทำงานของชุดทดสอบผลิตก้อนเชื้อเห็ด

ผลการศึกษาหลักการทำงาน พบว่า ขั้นตอนการกรอกวัสดุลงถุงหลังจากผสมแล้ว ผู้ปฏิบัติงานดึงลิ้นเปิด ปิด เพื่อให้วัสดุไหลลงสู่ถุง ซึ่งวัสดุจะไหลไม่สม่ำเสมอ ทำให้ควบคุมน้ำหนักหรือปริมาณวัสดุทำได้ยาก เสียเวลาในกระบวนการนี้ค่อนข้างมาก ส่งผลให้การทำงานไม่ต่อเนื่อง ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้ลำบาก เพราะต้องใช้มือข้างหนึ่งประคองถุงและอีกข้างคอยควบคุมลิ้นเปิด ปิดให้วัสดุไหลลงถุง

4.3.2 ผลการทดสอบการทำงานของชุดทดผลิตก้อนเชื้อเห็ด

การทดสอบการทำงานของชุดผลิตก้อนเชื้อเห็ด (ภาพที่ 4.4) แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบผสมวัสดุเพาะ และการทดสอบอัดอัดก้อนเชื้อเห็ด เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการผสม และความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ด



ภาพที่ 4.4 การทดสอบการทำงานของชุดผลิตก้อนเชื้อเห็ด

4.3.2.1 ผลการทดสอบผสมวัสดุเพาะเห็ด โดยศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการผสม ที่เวลาในการผสม 5 10 15 20 และ 25 นาที ตามลำดับ โดยพิจารณาจากความสม่ำเสมอของความชื้นซึ่งเก็บตัวอย่างวัสดุที่ผสม 3 จุดตามแนวยาวของถังผสม เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาที่ใช้ในการผสม ณ จุดต่าง ๆ โดยพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของความชื้น ณ จุดทั้ง 3 จุดที่เวลานั้น ๆ โดยปัจจัยควบคุมให้คงที่ระหว่างการศึกษาคือ ลักษณะของใบผสมเป็นแบบใบเกลียวคู่ (ribbon) ความเร็วรอบใบผสม 50 รอบต่อนาที ผลการทดสอบ (ตารางที่ 4.3) พบว่า วัสดุผสมมีความชื้นสม่ำเสมอเมื่อใช้เวลาผสม 10 ถึง 15 นาที โดยมีค่าความชื้นอยู่ในช่วง 65 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ซึ่งเป็นไปตามผลการศึกษาของระวิน สืบค้า (2541) แต่มีค่ามากกว่า ค่าความชื้นของผู้ประกอบการ สาเหตุเพราะ หลังจากผู้ประกอบการผสมวัสดุแล้ว จะกองวัสดุไว้บนพื้นเพื่อเตรียมกรอกและอัดก้อน จึงทำให้ความชื้นของวัสดุสูญเสียไป

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบหาค่าความชื้น ณ จุดต่าง ๆ ในถังผสม ที่เวลาผสมต่าง ๆ

เวลาที่ใช้ในการผสม (นาที)	ความชื้นมาตรฐานเปียก (%)			ความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3		
5	64.55	67.04	65.41	65.67	1.26
10	65.41	66.84	65.56	65.94	0.78
15	65.47	66.42	66.31	66.07	0.52
20	65.43	64.68	67.34	65.81	1.37
25	66.17	64.59	67.42	66.06	1.42

4.3.2.2 ผลการทดสอบเพื่อหาความสามารถในการทำงานของชุดผลิตก้อนเชื้อเห็ดและความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด ตัวแปรในการศึกษา ได้แก่ ความเร็วของระดับเกียร์ที่ใช้อัดและจำนวนครั้งในการอัด คือ ใช้เกียร์ 1 (ความเร็วในการผสม 18.9 รอบต่อนาที) และเกียร์ถอยหลัง (ความเร็วในการผสม 14.2 รอบต่อนาที) อัด 1 ครั้ง และ อัด 2 ครั้ง ตามลำดับ ผลการทดสอบ (ตารางที่ 4.4 และ 4.5) พบว่า ความเร็วรอบในการอัด และจำนวนครั้งในการอัดมีผลต่อความสามารถในการทำงาน ส่วนความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าอยู่ในช่วงที่ผู้ประกอบการปฏิบัติ

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดที่ความเร็วและจำนวนครั้งในการอัดระดับต่าง ๆ

เกียร์ (ความเร็วรอบ)	จำนวนครั้งในการอัด (ครั้ง)	ความสามารถในการอัด (ก้อนต่อชั่วโมง)
1 (14.2 rpm)	1	720
1 (14.2 rpm)	2	600
ถอยหลัง (18.9 rpm)	1	600
ถอยหลัง (18.9 rpm)	2	420

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบหาค่าความหนาแน่นในการอัดก้อนเชื้อเห็ดที่ความเร็วและจำนวนครั้งในการอัดระดับต่าง ๆ

เกียร์ (ความเร็ว)	จำนวนครั้งในการอัด (ครั้ง)	ความหนาแน่นเฉลี่ย (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1 (14.2 rpm)	1	0.83	0.09
1 (14.2 rpm)	2	0.82	0.13
ถอยหลัง (18.9 rpm)	1	0.78	0.02
ถอยหลัง (18.9 rpm)	2	0.82	0.05

ผลจากการศึกษาทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับหลักการทำงาน และสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปประกอบการพิจารณาออกแบบรายละเอียดการทำงานของเครื่องเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ

4.4 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ด

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ปัจจัยที่มีผลต่อการผสมวัสดุเพาะเห็ด การกรอกวัสดุลงถุงและการอัดก้อนเชื้อเห็ด ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผสมวัสดุสำหรับเพาะเห็ด

ปัจจัยศึกษา คือ ชนิดใบผสม 2 ชนิด คือ ใบเกลียวคู่ (Ribbon) และใบโค้ง ความเร็วในการผสม 4 ระดับ คือ 65 80 95 และ 110 รอบต่อนาที เวลาในการผสม 3 ระดับ คือ 4 6 และ 8 นาที ผลการทดสอบมีดังนี้

4.4.1.1 ผลการทดสอบหาค่าดัชนีการผสม จากผลการทดสอบและผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ ข.1 และ ข.7 (ภาคผนวก ข) พบว่า ชนิดใบผสม ความเร็วในการผสม และเวลาในการผสมต่างก็มีผลต่อค่าดัชนีการผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ การทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดใบผสมกับความเร็วในการผสม ชนิดใบผสมกับเวลาในการผสม ความเร็วในการผสมกับเวลาในการผสม และปฏิสัมพันธ์ร่วมของชนิดใบผสม ความเร็วในการผสมและเวลาในการผสม ต่างก็มีผลต่อค่าดัชนีการผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

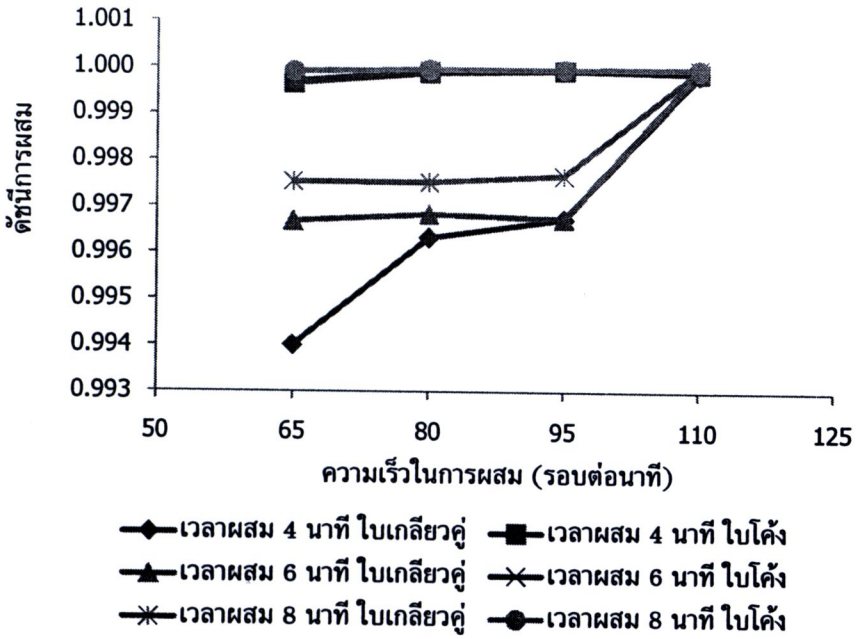
จากตารางที่ ข.13 (1) (ภาคผนวก ข) ผลของชนิดใบผสม ที่ระดับของความเร็วในการผสม และเวลาในการผสมต่าง ๆ พบว่า การผสมวัสดุด้วยใบผสมแบบใบเกลียวคู่และใบโค้ง ได้ค่าเฉลี่ยดัชนีการผสมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ ข.13 (2) (ภาคผนวก ข) ผลของความเร็วในการผสม ที่ระดับของเวลาในการผสม และชนิดใบผสมต่าง ๆ พบว่า ความเร็วในการผสม ได้ค่าเฉลี่ยดัชนีการผสมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการผสมด้วยใบผสมแบบใบโค้งที่เวลา 4 6 และ 8 นาที พบว่า ความเร็วในการผสมไม่มีผลต่อค่าดัชนีการผสม

จากตารางที่ ข.13 (3) (ภาคผนวก ข) ผลของเวลาในการผสม ที่ระดับของชนิดใบผสม และความเร็วในการผสมต่าง ๆ พบว่า การใช้เวลาในการผสม 4 6 และ 8 นาที ได้ค่าเฉลี่ยของดัชนีการผสมมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ที่ความเร็วในการผสม 110 รอบต่อนาที พบว่า การใช้เวลาในการผสม 4 6 และ 8 นาที ได้ค่าดัชนีการผสมไม่แตกต่างกัน ส่วนการผสมด้วยใบผสมแบบใบโค้ง ความเร็วในการผสม 65 80 95 และ 110 รอบต่อนาที พบว่า การใช้เวลาในการผสม 4 6 และ 8 นาที ได้ค่าเฉลี่ยของดัชนีการผสมไม่แตกต่างกัน

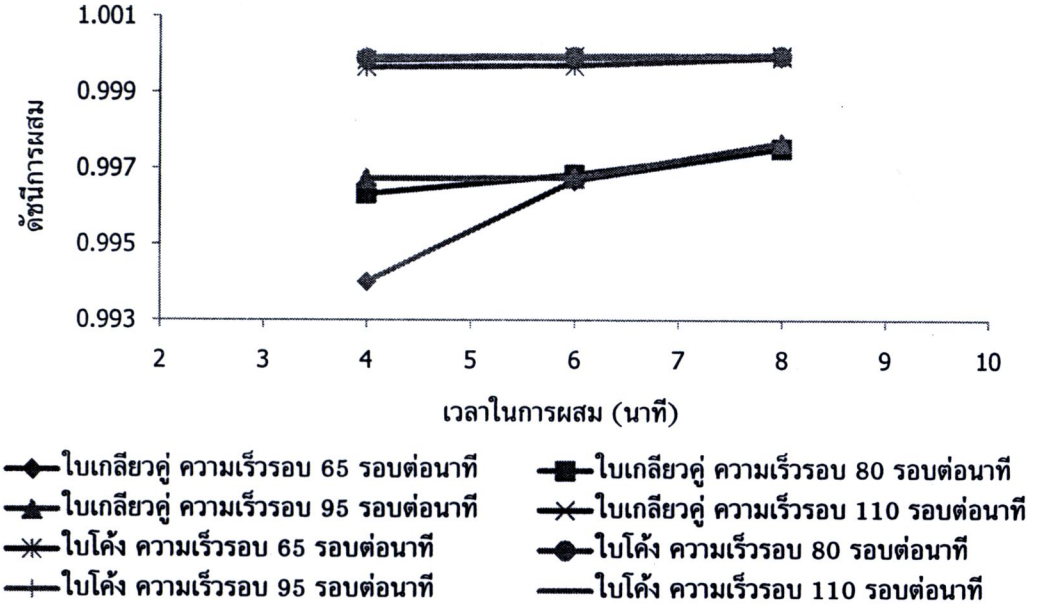
ผลของชนิดใบผสม ความเร็วในการผสม และเวลาในการผสมที่มีผลต่อการผสมวัสดุเพาะเห็ด พบว่า ค่าเฉลี่ยดัชนีการผสมมีค่าสูงสุด 0.999983 เมื่อผสมวัสดุด้วยใบโค้ง ที่ระดับความเร็วในการผสม 110 รอบต่อนาที และเวลาในการผสม 8 นาที เมื่อทดสอบผสมวัสดุด้วยใบโค้ง ที่ระดับความเร็วในการผสม 65 ถึง 110 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการผสมผสม 4 ถึง 8 นาที ค่าเฉลี่ยดัชนีการผสมไม่มีความแตกต่างกัน จากภาพที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่า ใบผสมชนิดใบโค้งมีค่าเฉลี่ยของดัชนีการผสมมากกว่าใบผสมแบบใบเกลียวคู่ ที่ระดับของความเร็วในการผสมและเวลาในการผสมต่างกัน เนื่องจากการผสมวัสดุด้วยใบเกลียวคู่ วัสดุถูกคลุกเคล้าให้เข้ากันด้วยเกลียวผสม 2 ใบ (ใบผสมด้านนอกและด้านใน) ที่อยู่บนเพลาเดียวกันแต่หมุนสวนทางกันและเป็นไปอย่างต่อเนื่องแต่ใบเกลียวผสมด้านนอกลำเลียงวัสดุมากกว่าใบเกลียวผสมด้านใน การผสมจึงเป็นไปอย่างช้า ส่วนการผสมด้วยใบโค้ง วัสดุถูกคลุกเคล้าให้เข้ากันจากด้านข้างถังด้วยใบโค้งทั้ง 2 ใบในปริมาณที่เท่ากันและเป็นไปอย่างปั่นป่วน การผสมเป็นไปอย่างรวดเร็วกว่าการผสมด้วยใบเกลียวคู่ ส่งผสมการผสมด้วยใบโค้งให้ค่าดัชนีการผสมเฉลี่ยค่ามากกว่าการผสมด้วยใบเกลียวคู่

เมื่อความเร็วในการผสมเพิ่มขึ้นจาก 65 รอบต่อนาที ถึง 110 รอบต่อนาที ค่าดัชนีการผสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก ความเร็วในการผสมเพิ่มขึ้น ในเวลา 1 นาที จำนวนครั้งที่วัสดุถูกผสมจึงมีมากขึ้น ทำให้ค่าดัชนีการผสมมีค่ามากขึ้นด้วย ค่าดัชนีการผสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อผสมวัสดุด้วยใบเกลียวคู่ ส่วนการผสมวัสดุด้วยใบโค้งค่าดัชนีการผสมมีค่าใกล้เคียงกัน การผสมวัสดุด้วยใบเกลียวคู่และใบโค้งที่ความเร็วในการผสม 110 รอบต่อนาที ดัชนีการผสมมีค่าใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการผสมกับดัชนีการผสม ที่ระดับของเวลาในการผสมต่าง ๆ ของใบผสมแบบใบเกลียวคู่และใบโค้ง

จากภาพที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้เวลาในการผสมวัสดุเพิ่มขึ้นจาก 4 นาที ถึง 8 นาที ค่าดัชนีการผสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก เวลาที่เพิ่มขึ้น วัสดุถูกผสมนานขึ้น การผสมวัสดุจึงเกิดได้มากขึ้น ทำให้ดัชนีการผสมมากขึ้นด้วย การผสมวัสดุด้วยใบเกลียวคู่ที่ความเร็วในการผสม 65 80 และ 95 รอบต่อนาที เมื่อใช้เวลาในการผสมเพิ่มขึ้นจาก 6 นาที เป็น 8 นาที ค่าดัชนีการผสมมีความใกล้เคียงกัน ที่ความเร็วในการผสม 110 รอบต่อนาที เมื่อเวลาในการผสมเพิ่มขึ้นจาก 4 นาที เป็น 6 นาที และ 8 นาที ตามลำดับ ดัชนีการผสมมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนการผสมด้วยใบโค้ง ด้วยความเร็วรอบ 65 80 95 และ 110 รอบต่อนาที เมื่อใช้เวลาในการผสมเพิ่มขึ้น ดัชนีการผสมมีค่าใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการผสมกับดัชนีการผสม ที่ระดับของความเร็วในการผสมต่าง ๆ ของใบเกลียวคู่และใบโค้ง

จากผลการศึกษาค่าดัชนีการผสมวัสดุ พบว่า การผสมวัสดุด้วยใบผสมแบบใบโค้ง ค่าเฉลี่ยดัชนีการผสมที่ได้มีค่าสูงที่สุด การผสมด้วยใบโค้งที่ความเร็วในการผสม 65 80 95 และ 110 รอบต่อนาที และใช้เวลาในการผสม 4 6 และ 8 นาที ให้ค่าเฉลี่ยดัชนีการผสมไม่แตกต่างกัน

4.4.1.2 ผลการทดสอบหากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการผสม จากผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ ข.2 และ ข.8 (ภาคผนวก ข) พบว่า ปัจจัยด้านชนิดใบผสม ความเร็วในการผสมต่างก็มีผลทำให้กำลังไฟฟ้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดใบผสมกับความเร็วในการผสมมีผลทำให้การใช้กำลังไฟฟ้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

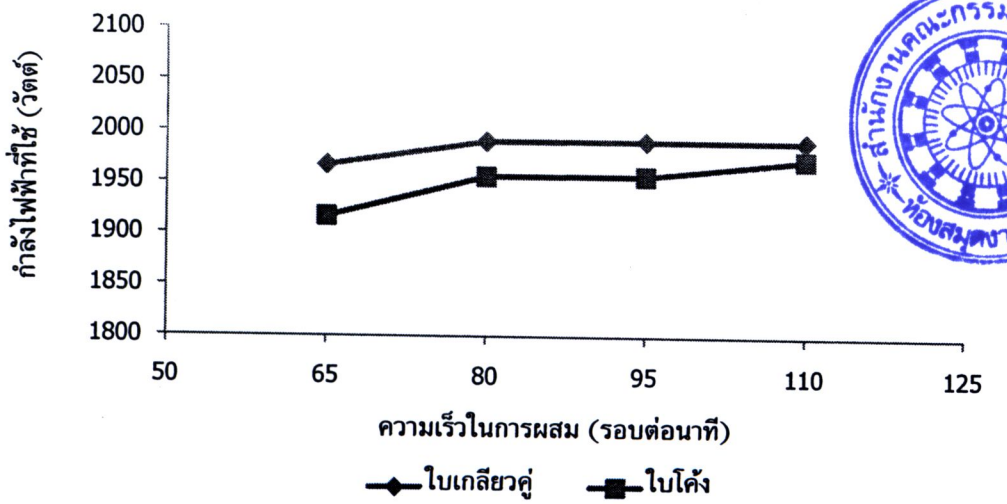
จากตารางที่ ข.14 (ภาคผนวก ข) พบว่า การผสมวัสดุด้วยใบผสมแบบเกลียวคู่และใบโค้ง ที่ระดับความเร็วในการผสม 65 80 95 และ 110 รอบต่อนาที ให้ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการผสมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การผสมวัสดุด้วยใบเกลียวคู่ ที่ความเร็วในการผสม 65 รอบต่อนาที ได้ค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าที่ใช้มีความแตกต่างจากการผสมที่ความเร็วในการผสม 80 95 และ 110 รอบต่อนาที ส่วนการผสมวัสดุที่ความเร็วในการผสม 80 95 และ 110 รอบต่อนาที ได้ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าที่ใช้ไม่แตกต่างกัน การผสมวัสดุด้วยใบผสมแบบใบโค้งด้วยความเร็วในการผสม 65 80 95 และ 110 รอบ ได้ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าในการผสมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การผสมวัสดุด้วยความเร็วในการผสม 80 รอบต่อนาที และ 95 รอบต่อนาที ได้ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าไม่ต่างกัน

จากภาพที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่า ที่ความเร็วในการผสม 65 80 95 และ 110 รอบต่อนาที เมื่อผสมวัสดุด้วยใบโค้ง ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าที่ใช้ผสมน้อยกว่าการผสมด้วยใบเกลียวคู่ ทั้งนี้เนื่องจาก ใบเกลียวคู่มีพื้นที่สัมผัสวัสดุมาก เมื่อทำการผสมวัสดุจึงทำให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างใบผสมกับวัสดุมากกว่าใบโค้งที่มีพื้นที่สัมผัสกับวัสดุน้อยกว่า และการผสมด้วยใบเกลียวคู่เป็นการผสมแบบสวนทางกัน

ของใบผสม จึงเกิดแรงเสียดทานของวัสดุที่ถูกผสมสวนทางกัน ส่งผลให้การผสมด้วยใบเกลียวคู่ใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่า

จากภาพที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่า เมื่อความเร็วในการผสมเพิ่มขึ้น กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการผสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การผสมวัสดุด้วยใบโค้ง ที่ความเร็วในการผสม 80 ถึง 110 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการผสมวัสดุที่ใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกันกับการผสมวัสดุด้วยใบผสมแบบใบเกลียวคู่ที่ช่วงของความเร็วในการผสมเดียวกัน



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการผสมกับกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ของใบเกลียวคู่และใบโค้ง

จากการศึกษากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการผสม พบว่า การผสมวัสดุด้วยใบผสมแบบใบโค้ง มีการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย น้อยกว่าใบผสมแบบใบเกลียวคู่ ความเร็วในการผสม 80 ถึง 110 รอบต่อนาที มีการใช้กำลังไฟฟ้าใกล้เคียงกัน

จากผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ควรเลือกใช้ใบผสมแบบใบโค้ง ความเร็วในการผสมอยู่ในช่วง 80 ถึง 110 รอบต่อนาที และใช้เวลาในการผสม 6 ถึง 8 นาที

4.4.2 ผลการศึกษาอัตราการป้อนที่มีผลต่อการกรอกวัสดุเพาะเห็ดลงถุง

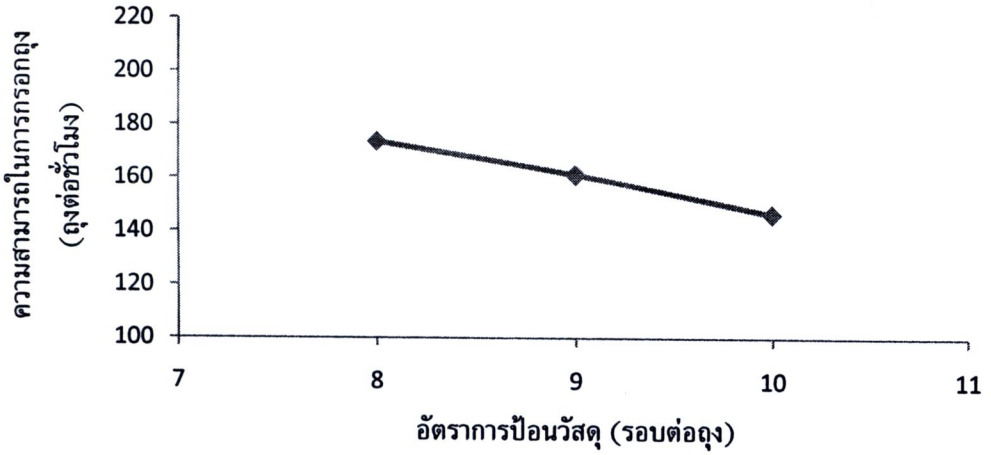
ปัจจัยศึกษา คือ อัตราการป้อนวัสดุเพาะเห็ดลงถุง 3 ระดับ คือ 8 9 และ 10 รอบต่อถุง ผลการทดสอบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.2.1 ผลการทดสอบหาความสามารถในการกรอกถุงเชื้อเห็ด จากผลการทดสอบและผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ ข.3 และ ข.9 (ภาคผนวก ข) พบว่า อัตราการป้อนวัสดุ มีผลทำให้ความสามารถในการกรอกถุงเชื้อเห็ดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ ข.15 (ภาคผนวก ข) พบว่า อัตราการป้อนวัสดุ 8 ถึง 9 รอบต่อถุง ได้ค่าเฉลี่ยความสามารถในการกรอกถุงเชื้อเห็ดไม่มีความแตกต่างกัน แต่ได้ค่าเฉลี่ยความสามารถในการกรอกถุงเชื้อเห็ดมีความแตกต่างจากอัตราการป้อนวัสดุ 10 รอบต่อถุง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลของอัตราการป้อนวัสดุที่มีผลต่อความสามารถในการกรอกวัสดุเพาะเห็ดลงถุง (ตารางที่ ข.15) พบว่า ความสามารถในการกรอกวัสดุมากที่สุด 173 ก้อนต่อชั่วโมง ที่อัตราการป้อนวัสดุ 8

รอบต่อถุง จากภาพที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่า เมื่ออัตราการป้อนวัสดุเพิ่มขึ้น จาก 8 รอบต่อถุง ถึง 10 รอบต่อถุง ความสามารถในการกรอกถุงเชื้อเห็ดมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เนื่องจาก การหมุนเกลียวลำเลียงวัสดุมากขึ้น ทำให้ต้องใช้เวลาในการกรอกวัสดุแต่ละถุงเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ความสามารถในการกรอกวัสดุลดลง



ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนวัสดุ กับความสามารถในการกรอกถุงเชื้อเห็ด

จากผลการศึกษาความสามารถในการกรอกถุงเชื้อเห็ด พบว่า เมื่ออัตราการป้อนวัสดุ เพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยความสามารถในการกรอกถุงมีแนวโน้มลดลง อัตราการป้อนวัสดุ 8 ถึง 9 รอบต่อถุง ได้ค่าเฉลี่ยความสามารถในการกรอกถุงเชื้อเห็ดใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ต้องนำผลการทดสอบหาน้ำหนักที่กรอกได้มาพิจารณาด้วย

4.4.2.2 ผลการทดสอบหาน้ำหนักถุงเชื้อเห็ดที่กรอกได้ จากผลการทดสอบและผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ ข.4 และ ข.10 (ภาคผนวก ข) พบว่า อัตราการป้อนวัสดุ มีผลทำให้น้ำหนักถุงเชื้อเห็ดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

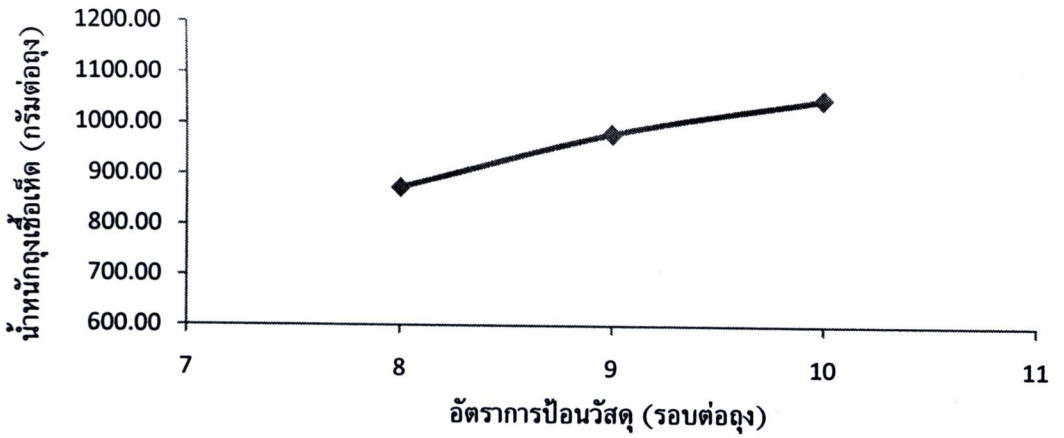
จากตารางที่ 4.6 พบว่า อัตราการป้อนวัสดุ 8 9 และ 10 รอบต่อถุง ได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักถุงเชื้อเห็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักถุงเชื้อเห็ด ที่ระดับของอัตราการป้อนวัสดุระดับต่าง ๆ

อัตราการป้อนวัสดุ (รอบต่อถุง)	น้ำหนักถุงเชื้อเห็ดเฉลี่ย (กรัมต่อถุง)
8	874.30 c
9	980.06 b
10	1047.59 a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยใดที่อยู่ในตารางในแนวตั้งของแต่ละแถวตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าเปรียบเทียบ ($LSD_{0.05}$ = 16.14 กรัม)

ผลของอัตราการป้อนที่มีต่อน้ำหนักถุงเชื้อเห็ดที่กรอกได้ (ตารางที่ 4.6) พบว่า น้ำหนักถุงเชื้อเห็ดมากที่สุด 1047.59 กรัมต่อถุง ที่อัตราการป้อนวัสดุ 10 รอบต่อถุง จากภาพที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่า เมื่ออัตราการป้อนวัสดุเพิ่มขึ้นจาก 8 รอบต่อถุง ถึง 10 รอบต่อถุง น้ำหนักถุงเชื้อเห็ดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่อัตราการป้อนวัสดุ 9 ถึง 10 รอบต่อถุง น้ำหนักถุงเชื้อเห็ดมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ เนื่องจาก เมื่ออัตราการป้อนวัสดุ 10 รอบต่อถุง วัสดุจะเต็มถุงและมีวัสดุส่วนเกินล้นออกมา ซึ่งอัตราการป้อนวัสดุ 9 รอบต่อถุง วัสดุเต็มถุงพอดี ทำให้น้ำหนักถุงเชื้อเห็ดอัตราการป้อนวัสดุ 9 และ 10 รอบต่อถุง มีค่าใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนวัสดุ กับน้ำหนักถุงเชื้อเห็ด

จากผลการทดสอบหาน้ำหนักถุงเชื้อเห็ดที่กรอกได้โดยใช้ชุดกรอกวัสดุ พบว่า อัตราการป้อนวัสดุ 8 ถึง 10 รอบต่อถุง ได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักถุงเชื้อเห็ดอยู่ในช่วงที่ผู้ประกอบการปฏิบัติ โดยอัตราการป้อนวัสดุ 9 รอบต่อถุง ได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักถุงเชื้อเห็ดใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยน้ำหนักถุงเชื้อเห็ดของผู้ประกอบการ

จากผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกรอกวัสดุลงถุงโดยใช้ชุดกรอกวัสดุ พบว่า อัตราการป้อนวัสดุ มีผลต่อความสามารถและน้ำหนักของถุงเชื้อเห็ดที่ได้ ซึ่งอัตราการป้อนวัสดุ 8 ถึง 9 รอบต่อถุง ให้ความสามารถในการทำงานใกล้เคียงกัน และน้ำหนักถุงเชื้อเห็ดที่ได้อยู่ในช่วงที่ผู้ประกอบการปฏิบัติ

4.4.3 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอัดก้อนเชื้อเห็ด

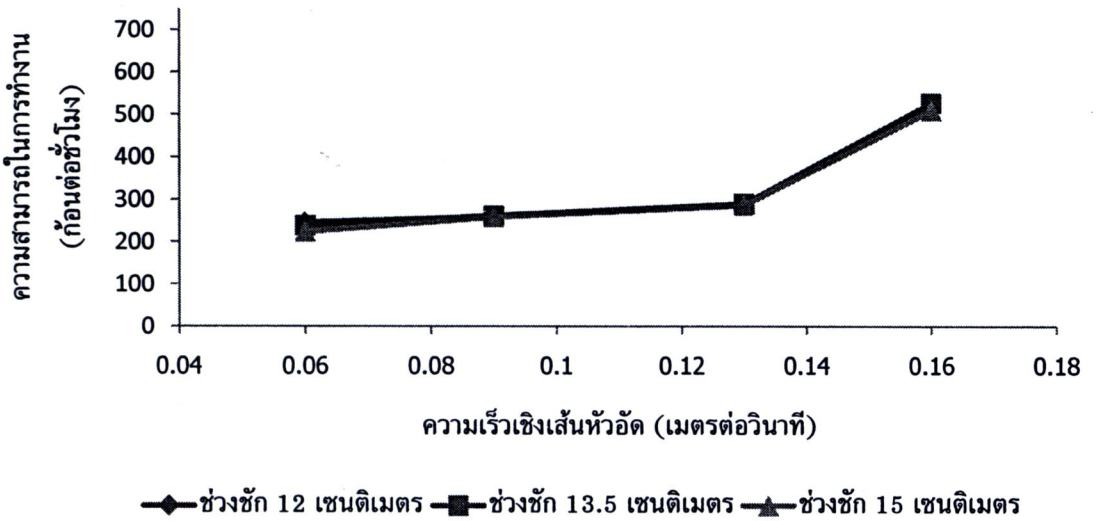
ปัจจัยศึกษา คือ ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 4 ระดับ คือ 0.06 เมตรต่อวินาที (7 รอบต่อนาที) 0.09 เมตรต่อวินาที (11 รอบต่อนาที) 0.13 เมตรต่อวินาที (15 รอบต่อนาที) และ 0.16 เมตรต่อวินาที (19 รอบต่อนาที) และช่วงชัก 3 ระดับ คือ 12 13.5 และ 15 เซนติเมตร ผลการทดสอบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.3.1 ผลการทดสอบหาความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ด จากผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล ดังแสดงในตารางที่ ข.5 และ ข.11 (ภาคผนวก ข) พบว่า ความเร็วเชิงเส้นหัวอัดมีผลต่อความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และช่วงชักมีผลต่อความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างความเร็วเชิงเส้นหัวอัดกับช่วงชักมีผลต่อความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ ข.16 (ภาคผนวก ข) พบว่า ที่ช่วงชัก 12 13.5 และ 15 เซนติเมตร เมื่ออัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 0.06 0.09 0.13 และ 0.16 เมตรต่อวินาที ได้ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น

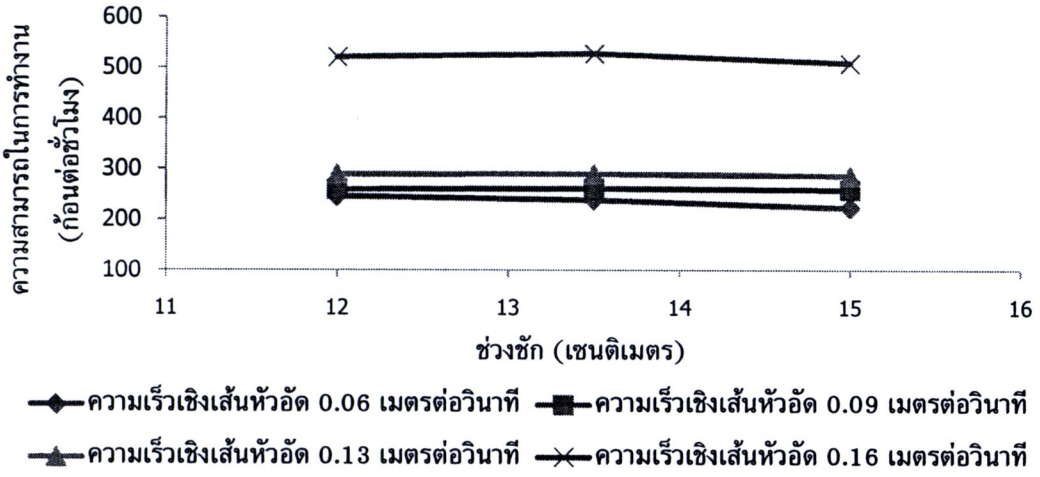
95 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 0.09 เมตรต่อวินาที และ 0.13 เมตรต่อวินาที ช่วงชัก 12 13.5 และ 15 เซนติเมตร ได้ค่าเฉลี่ยความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดไม่แตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดของช่วงชัก 12 และ 13.5 เซนติเมตร กับ 15 เซนติเมตร ที่ระดับความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 0.06 และ 0.16 เมตรต่อวินาที ได้ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลของความเร็วเชิงเส้นหัวอัดและช่วงชักที่มีต่อความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ด (ตารางที่ ข.16) พบว่า ความสามารถในการอัดก้อนมากที่สุด 527 ก้อนต่อชั่วโมง ที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัดและช่วงชัก 0.16 เมตรต่อวินาที และ 13.5 เซนติเมตร ตามลำดับ จากภาพที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่า ที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 0.16 เมตรต่อวินาทีความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดมากที่สุด เมื่อความเร็วเชิงเส้นหัวอัดเพิ่มขึ้น ความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจาก ความเร็วเชิงเส้นของหัวอัดที่เพิ่มขึ้น การอัดก้อนเชื้อเห็ด 1 ก้อน ใช้เวลาน้อยลง ทำให้การอัดก้อนเชื้อเห็ดใน 1 หน่วยเวลาทำได้บ่อยครั้งขึ้น ความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดจึงเพิ่มขึ้น ที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 0.06 เมตรต่อวินาที ถึง 0.13 เมตรต่อวินาที ความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 0.13 เมตรต่อวินาที ถึง 0.16 เมตรต่อวินาที ความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน



ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นหัวอัดกับความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ด ที่ช่วงชักระดับต่าง ๆ

จากภาพที่ 4.11 แสดงให้เห็นว่า เมื่อช่วงชักเพิ่มขึ้น ความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อช่วงชักเพิ่มขึ้นจาก 13.5 เซนติเมตร เป็น 15 เซนติเมตร ความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เนื่องจาก ช่วงชักที่เพิ่มขึ้น ต้องใช้เวลาในการเคลื่อนที่มากขึ้น การอัดก้อนเชื้อเห็ด 1 ก้อนใช้เวลามากขึ้น จึงทำให้ความสามารถลดลง



ภาพที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงชักกับความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ด ที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัดระดับต่าง ๆ

จากผลการศึกษาความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ด พบว่า ที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 0.13 ถึง 0.16 เมตรต่อวินาที ได้ความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดสูง และที่ช่วงชัก 12 ถึง 13.5 เซนติเมตร ได้ความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดใกล้เคียงกัน ซึ่งค่าที่เหมาะสมต้องพิจารณาค่าความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดประกอบด้วย

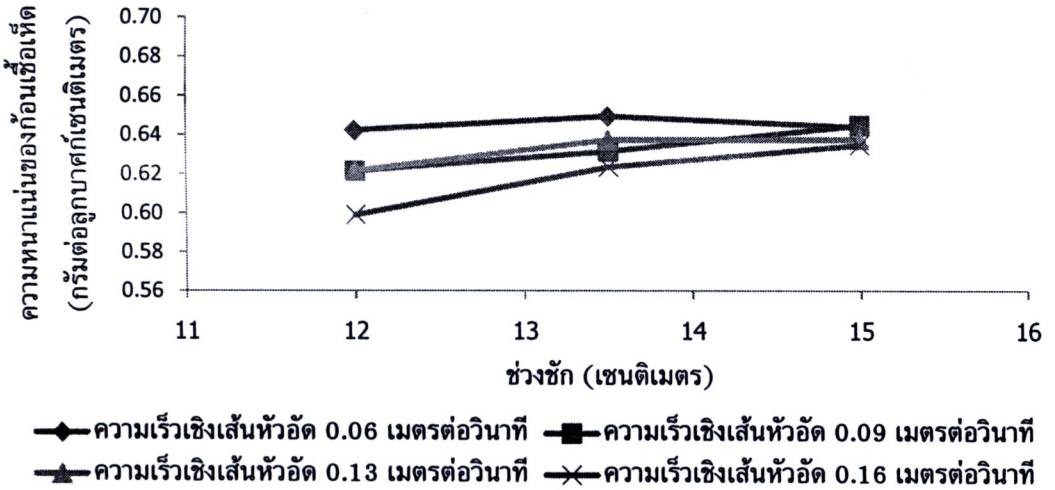
4.4.3.2 ผลการทดสอบหาความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด จากผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลดังแสดงในตารางที่ ข.6 และ ข.12 (ภาคผนวก ข) พบว่า ความเร็วเชิงเส้นหัวอัดและช่วงชักให้ค่าความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างความเร็วเชิงเส้นหัวอัดกับช่วงชักให้ค่าความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ ข.17 (ภาคผนวก ข) พบว่า ที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 0.06 0.09 และ 0.13 เมตรต่อวินาที ทดสอบอัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยช่วงชัก 12 13.5 และ 15 เซนติเมตร ได้ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดไม่แตกต่างกัน ส่วนที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 0.16 เมตรต่อวินาที ช่วงชัก 12 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร ได้ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลของความเร็วเชิงเส้นหัวอัดที่ช่วงชักต่าง ๆ พบว่า ที่ช่วงชัก 12 และ 13.5 เซนติเมตร เมื่ออัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 0.06 และ 0.16 เมตรต่อวินาที ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 0.09 และ 0.13 เมตรต่อวินาที ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดไม่แตกต่างกัน ที่ช่วงชัก 15 เซนติเมตร เมื่อทดสอบอัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 0.06 0.09 0.13 และ 0.16 เมตรต่อวินาที ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดที่ได้ไม่แตกต่างกัน

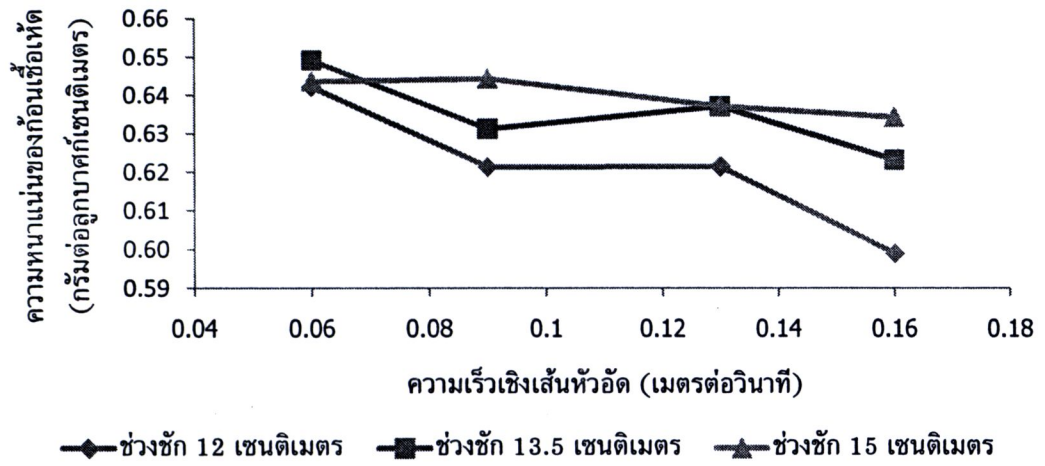
ผลของความเร็วเชิงเส้นหัวอัดและช่วงชักที่มีต่อความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด (ตารางที่ ข.17) พบว่า ความหนาแน่นมากที่สุด 0.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัดและช่วงชัก 0.06 เมตรต่อวินาที และ 13.5 เซนติเมตร ตามลำดับ จากภาพที่ 4.12 พบว่า เมื่อช่วงชักเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ที่ช่วงชัก 13.5 ถึง 15 เซนติเมตร ความหนาแน่นของก้อน

เชื้อเห็ดมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจาก ช่วงชัก 13.5 ถึง 15 เซนติเมตร วัสดุที่ถูกอัดให้หดตัวจนเกิดการหดตัวน้อย จึงทำให้ความหนาแน่นใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงชักกับความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด ที่ความเร็วรอบเชิงเส้นหัวอัดระดับต่าง ๆ

จากภาพที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่า เมื่อความเร็วเชิงเส้นหัวอัดเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เนื่องจาก การอัดก้อนเชื้อเห็ด 1 ก้อน ด้วยความเร็วเชิงเส้นหัวอัดมาก ระยะเวลาที่อนุภาคของวัสดุเพาะเห็ดแทรกตัวในช่องว่างระหว่างอนุภาคอื่นของวัสดุขณะที่ถูกอัดมีน้อย เกิดช่องว่างระหว่างอนุภาคมาก ทำให้ปริมาตรของวัสดุมีมาก ความหนาแน่นของวัสดุจึงลดลง ส่วนการอัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยความเร็วเชิงเส้นหัวอัดที่ต่ำ เมื่อวัสดุถูกอัด ระยะเวลาที่อนุภาคของวัสดุเพาะเห็ดแทรกตัวในช่องว่างระหว่างอนุภาคอื่นของวัสดุขณะที่ถูกอัดมีมากขึ้น อนุภาคของวัสดุสามารถแทรกตัวในช่องว่างได้มากขึ้น ช่องว่างระหว่างอนุภาคมีน้อย ทำให้ปริมาตรของวัสดุลดลง ที่น้ำหนักของก้อนเชื้อเห็ดเท่า ๆ กัน ทำให้ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดจึงมาก



ภาพที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นหัวอัดกับความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด ที่ช่วงชักระดับต่าง ๆ

จากผลการทดสอบหาความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดดังกล่าวข้างต้น เห็นได้ว่า ที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัดช่วง 0.06 เมตรต่อวินาที ถึง 0.13 เมตรต่อวินาที ให้ค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดใกล้เคียงกัน ช่วงชักช่วง 13.5 เซนติเมตร ถึง 15 เซนติเมตร ได้ค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดอยู่ในช่วง 0.62 ถึง 0.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงที่ผู้ประกอบการนิยมปฏิบัติ

สรุปผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอัดก้อนเชื้อเห็ด โดยพิจารณาจากความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดและความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด พบว่า การอัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยความเร็วเชิงเส้นหัวอัดช่วง 0.06 เมตรต่อวินาที ถึง 0.13 เมตรต่อวินาที ช่วงชัก 13.5 ถึง 15 เซนติเมตร เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้กำหนดรายละเอียดการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบและกำหนดรายละเอียดการทดสอบเพื่อประเมินผลต่อไป

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ด พบว่า การผสมวัสดุเพาะด้วยใบผสมแบบใบโค้ง ความเร็วในการผสมช่วง 80 ถึง 110 รอบต่อนาที เวลาในการผสม 6 ถึง 8 นาที ให้ค่าดัชนีการผสมสูงที่สุด มีการใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ การกรอกวัสดุด้วยอัตราการป้อนวัสดุ 8 ถึง 9 รอบต่อถุง ให้ความสามารถในการกรอกถุงเชื้อเห็ดมากที่สุด และได้น้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ประกอบการปฏิบัติ การอัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 0.06 ถึง 0.13 เมตรต่อวินาที ช่วงชัก 13.5 ถึง 15 เซนติเมตร มีความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดสูง และได้ค่าความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดมีค่าอยู่ในเกณฑ์การปฏิบัติของผู้ประกอบการ

4.5 ผลการทดสอบและประเมินผลเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ด

ผลจากการศึกษาทำให้ได้ค่าที่เหมาะสม ใช้เป็นตัวกำหนดรายละเอียดการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดในส่วนต่าง ๆ เพื่อทดสอบและประเมินผล โดยกำหนดรายละเอียดการทำงานของเครื่องเพื่อทดสอบ ใช้ใบผสมแบบใบโค้ง ความเร็วในการผสม 110 รอบต่อนาที ใช้เวลาผสมวัสดุ 6 นาที กรอกวัสดุลงถุงด้วยอัตราการป้อนวัสดุ 9 รอบต่อถุง อัดก้อนเชื้อเห็ดใช้ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด 0.13 เมตรต่อวินาที ช่วงชัก 13.5 เซนติเมตร เป็นเงื่อนไขในการทดสอบครั้งนี้ ค่าชี้ผลการทดสอบคือ ความสามารถในการทำงานและความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด ผลการทดสอบมีดังนี้

ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ด ดังแสดงในตารางที่ ค.1 (ภาคผนวก ค) พบว่า เครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 2,602 ก้อนต่อวัน (คิดที่เวลาในการทำงาน 7 ชั่วโมงต่อวัน) ความสามารถในการผลิตก้อนเชื้อเห็ดของผู้ประกอบการเฉลี่ย 1,340 ก้อนต่อวัน (ตารางที่ ค.2) เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบกับความสามารถในการผลิตก้อนเชื้อเห็ดของผู้ประกอบการในแต่ละวัน (ตารางที่ 4.7) พบว่า เครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดมีความสามารถในการทำงานสูงกว่าผู้ประกอบการ 94.18 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.7 ความสามารถในการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบและผู้ประกอบการ

แหล่งข้อมูล	ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย (ก้อนต่อวัน)
เครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ	2,602
ผู้ประกอบการ	1,340

ผลการทดสอบหาความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด ดังแสดงในตารางที่ ค.3 (ภาคผนวก ค) พบว่า ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดที่ได้จากเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบมีค่าอยู่ในช่วง 0.62 ถึง 0.72 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (เฉลี่ย 0.68 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดของผู้ประกอบการอยู่ในช่วง 0.63 ถึง 0.81 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (เฉลี่ย 0.71 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ดังแสดงในตารางที่ ก.2 (ภาคผนวก ก) โดยความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดที่ได้จากการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดมีความหนาแน่นอยู่ในเกณฑ์การปฏิบัติของผู้ประกอบการ