เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2551). **โครงการส่งเสริมการผลิตสินค้าเกษตร.** ค้นเมื่อ 29 ตุลาคม 2551, จาก http://fs.doae.go.th/knowledge/7%20veget/h.doc. . (2551). **เห็ด.** ค้นเมื่อ 7 ธันวาคม 2551, จาก http://surin.doae.go.th/ khwaosinrin/ Total/Argri-data/Mushroom.pdf.

กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร. (2545). **วิเคราะห์ข้อมูลการผลิตเห็ดในประเทศไทย.** ค้นเมื่อ 16 กันยายน 2551, จาก http://hort.doae.go.th/Introduction/NEWS/NEWS04_H07.htm.

ขวัญชัย พันธ์หมุด. (2538). **เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด 2 จังหวะ.** ค้นเมื่อ 11 มีนาคม 2552, จาก http://library.dip.go.th/multim/edoc/02089.pdf.

จันที สวัสดิ์นที. (2546). **เครื่องช่วยอัดถุงเพาะเห็ดแบบควบคุมจังหวะได้.** ค้นเมื่อ 11 กันยายน 2551, จาก http://www.clinictech.most.go.th/techlist/0214/agriculture/00000-39.html.

ชัย จำรัสบุญ. (2546). **เครื่องมือและอุปกรณ์ผสมอาหารสัตว์.** ค้นเมื่อ 8 พฤศจิกายน 2551, จาก http://www.kasetkorat.ac.th/web2553/chai/feeds-and-feeding/feeds-and-feeding-06.pdf.

ชาญยุทธ ตระกูลสรณคมน์, รัฐติกรณ์ ศรีสวัสดิ์ และ สุพัฒน์ อริยะพิทักษ์. (2544). **เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด.** ค้นเมื่อ 11 กันยายน 2551, จาก http://library.kmutnb.ac.th/projects/edu/TTM/ttm0167t.html.

ชุมพล ศฤงคารศิริ. (2545). **ค่าความปลอดภัย.** ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2552, จาก http://www.ismed.or.th/SME2/src/upload/knowledge/117142317545d27fc79aa98.pdf.

ชูชาติ ผาระนัด. (2550). **เครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับเพาะเลี้ยงเห็ดแบบอัตโนมัติ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ณัฐพล กรุดสอาด และ ประภาส ลายจุด. (2551). **การออกแบบและสร้างเครื่องผสมปุ๋ยน้ำชีวภาพ.** ค้นเมื่อ 8 พฤศจิกายน 2551, จาก http://www.k2mse.eng.rmutp.ac.th/PDF_treasury/Mechanical/tkm_073.pdf.

ณัฐพล โสกุดเลาะ และ นิรัติศักดิ์ คงทน. (2550). **การศึกษาและออกแบบเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ด.** รายงานโครงการปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นิรัติศักดิ์ คงทน, สมนึก ชูศิลป์ และ สมโภชน์ สุดาจันทร์ (2551). การศึกษาและพัฒนาชุดผลิตก้อนเชื้อเห็ด. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.** 39(3), 503-506.

บัณฑิต จริโมภาส. (2546). **เครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ด.** ค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2551, จาก http://www.clinictech.most.go.th/techlist/0214/agriculture/00000-150.html.

_____. (2545). สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เกษตร ภาค 1 ทฤษฎี. นครปฐม: ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน. (เอกสารอัดสำเนา).

บุญเลิศ ไทยทัตกุล. (2551). **วิชาการเพาะเห็ด.** ค้นเมื่อ 16 กันยายน 2551, จาก http://siwanan.com/heddabos/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=37&Itemid=61&limitstart=5.

ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ และกิตติพงษ์ ศิริวานิชกุล. (2538). **เทคโนโลยีการเพาะเห็ด.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์รั้วสีเขียว.

พรชัย จงจิตรไพศาล. (2546). คุณสมบัติวัสดุปริมาณมวลเพื่อการออกแบบระบบขนถ่ายวัสดุ. **วารสารเทคนิค, 20**(224), 214-222.

พิชย์ งามหรู, สุทธิภัทร ธรดาล, สิวาภรณ์ เชิดฉันท์ และสมยศ เชิญอักษร. (2550). **เครื่องผสมสำหรับวัสดุปลูกพืช.** ค้นเมื่อ 8 พฤศจิกายน 2551, จาก http://www.turpif.or.th/project_reward/project_file/2550_2008 -06-30_I026_I250B08004_Complete.pdf.

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2550). **คู่มือปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร 1.** [ม.ป.ท.: ม.ป.พ.].

ระวิน สืบค้า. (2541). **การพัฒนาเครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____ และบัณฑิต จริโมภาส. (2542). **พัฒนาการเครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับเพาะเห็ด.** ค้นเมื่อ 11 กันยายน 2551, จาก http://202.29.77.139/magazine/abs31/educat51.html.

วงเดือน พองไสยา. (2551). **ความสำคัญของการเพาะเห็ด.** ค้นเมื่อ 16 กันยายน 2551, จาก http://www.vcharkarn.com/vblog/38061/1.

วัลลภ พรหมทอง. (2544). **เห็ด เพาะกินได้ เพาะขายรวย.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มติชน.

วิทยา เหล็กไหล. (2544). **การเพาะเห็ดนางรมบนก้อนเชื้อขี้เลื่อยที่ถูกย่อยสลายโดยการหมัก.** ค้นเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2551, จาก http://www.sci.kmutnb.ac.th/eng_sci/Journal/Research_2003_5.htm.

วิภา ประพินอักษร. (2550). การใช้ประโยชน์จากเปลือกมันสำปะหลังเพื่อเป็นวัสดุเพาะเห็ดนางฟ้าฮังการีและนางฟ้าภูฐาน. ใน **รายงานการประชุมวิชาการประจำปี 2550.** (หน้า 43-50). เชียงใหม่: ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

สมศักดิ์ พินิจด่านกลาง. (2552). **การพัฒนาเครื่องอัดขี้เลื่อยกึ่งอัตโนมัติสำหรับการเพาะเห็ด.** เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10. นครราชสีมา: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. (2551). **การเพาะเห็ด.** ค้นเมื่อ 24 ตุลาคม 2551, จาก http://www.agriman.doae.go.th/home/t.n/t.n4/5getable _Marketing/03008-musroom.pdf.

สุวัฒน์ บุญจันทร์ และสมชาย ไทยทัตตกุล. (2551). **เคล็ดลับการเพาะเห็ดให้ได้ผลผลิตสูง.** เอกสารประกอบการอบรมเทคโนโลยีการเพาะเห็ด. ขอนแก่น: [ม.ป.พ.]

เสกสรร สีหวงษ์ และกิตติเดช โพธิ์นิยม. (2544). **เครื่องอัดฟางหมักสำหรับเพาะเห็ดในถุงพลาสติก.** ค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2552, จาก http://www.rdi.ku.ac.th/Techno_ku60/res-90/index90.html.

อภิชาต ศรีสะอาด. (2543). **คู่มือการเพาะเลี้ยงเห็ดเศรษฐกิจ.** กรุงเทพฯ: ก.พล (1996).

อังคณา เทียนกล่ำ. (2549). **"เห็ด" อาหารเพื่อสุขภาพ.** ค้นเมื่อ 23 ตุลาคม 2551, จาก http://rdi.snru.ac.th/UserFiles/1_008.pdf.

อิทธิกร ธรรมวงค์, ธีรพงศ์ รักนุ้ย และบรรดาศักดิ์ สุกใส. (2549). **การออกแบบและสร้างเครื่องอัดถุงเครื่องเพาะเห็ดรุ่นที่ 2.** ค้นเมื่อ 18 ธันวาคม 2551, จาก http://library.kmutnb.ac.th/projects/ind/MDT/mdt0230t.html.

Henderson, S.M. and Perry, R.L. (1980). **Agricultural Process Engineering.** 3th ed. Westport, Conn.: Avi Pub.

Woodcock, C.R. and Mason, J.S. (1987). **Bulk Solids Handling.** New York: Chapman and Hall.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของก้อนเชื้อเห็ดและวัสดุเพาะเห็ด

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลการศึกษาความชื้นของวัสดุเพาะเห็ดจากฟาร์มเพาะเห็ดแหล่งต่าง ๆ

แหล่งข้อมูล	ซ้ำที่	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	ความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)
		กระป๋อง	วัสดุ+กระป๋องก่อนอบ	วัสดุ+กระป๋องหลังอบ		
ฟาร์มที่ 1	1	18.80	65.24	37.30	60.16	59.37
	2	18.71	62.63	36.51	59.47	
	3	19.07	53.91	33.55	58.44	
	4	17.80	56.10	33.50	59.01	
	5	18.08	63.44	36.34	59.74	
ฟาร์มที่ 2	1	23.60	34.10	28.30	55.24	55.18
	2	18.30	28.90	23.00	55.66	
	3	18.30	28.90	23.10	54.72	
	4	18.20	28.50	22.80	55.34	
	5	23.60	34.70	28.60	54.95	
ฟาร์มที่ 3	1	18.07	66.29	39.41	55.75	55.22
	2	18.90	67.12	41.00	54.21	
	3	19.59	67.81	40.39	56.87	
	4	19.34	67.56	41.75	53.52	
	5	18.65	66.87	39.99	55.74	
					ค่าเฉลี่ยรวม	56.59

หมายเหตุ: ฟาร์มที่ 1 คือ ศูนย์บำบัดยาเสพย์ติด จังหวัดขอนแก่น ฟาร์มที่ 2 คือ กระติ๊บฟาร์มเห็ด จังหวัดขอนแก่น และฟาร์มที่ 3 คือ คุณบัวฟาร์มเห็ด จังหวัดร้อยเอ็ด

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลการศึกษาน้ำหนักก้อนเชื้อเห็ดและความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดจากแหล่งต่าง ๆ

ซ้ำที่	ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กิโลกรัม)			ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)		
	ฟาร์มที่ 1	ฟาร์มที่ 2	ฟาร์มที่ 3	ฟาร์มที่ 1	ฟาร์มที่ 2	ฟาร์มที่ 3	ฟาร์มที่ 1	ฟาร์มที่ 2	ฟาร์มที่ 3
1	1278.35	1320.15	1279.72	0.85	0.97	0.99	0.66	0.73	0.77
2	1360.82	1244.55	1353.50	1.00	0.88	1.00	0.73	0.70	0.74
3	1376.84	1354.84	1316.86	1.00	0.94	0.92	0.73	0.69	0.70
4	1442.18	1319.59	1420.98	1.00	0.92	1.06	0.69	0.70	0.75
5	1379.47	1397.30	1377.39	1.00	0.98	1.10	0.72	0.70	0.80
6	1365.80	1371.58	1245.01	1.00	0.97	0.93	0.73	0.71	0.75
7	1468.75	1338.34	1299.49	1.05	0.95	1.01	0.71	0.71	0.78
8	1383.96	1359.65	1370.04	1.00	0.95	0.98	0.72	0.70	0.72
9	1415.77	1358.49	1397.24	1.00	0.96	1.02	0.71	0.71	0.73
10	1393.69	1324.74	1309.26	1.00	0.91	1.00	0.72	0.69	0.76
11	1430.93	1337.05	1340.02	1.00	0.92	1.00	0.70	0.69	0.75
12	1374.13	1287.51	1381.69	0.90	0.94	1.00	0.65	0.73	0.72
13	1177.28	1265.87	1346.45	0.96	0.94	0.95	0.81	0.74	0.71
14	1387.50	1300.51	1424.72	0.90	0.95	1.09	0.65	0.73	0.77
15	1352.57	1332.49	1256.00	1.00	0.93	1.00	0.74	0.69	0.80
16	1384.82	1271.14	1290.31	1.00	0.92	0.92	0.72	0.72	0.71
17	1352.56	1262.66	1345.97	0.90	0.93	1.01	0.67	0.73	0.75
18	1384.82	1316.04	1369.72	0.98	1.00	0.99	0.71	0.76	0.72
19	1426.79	1315.50	1375.42	1.00	0.98	1.00	0.70	0.75	0.73
20	1358.63	1299.06	1283.57	1.05	0.87	1.01	0.77	0.67	0.79
21	1387.50	1316.04	1371.74	0.90	0.94	1.00	0.65	0.71	0.73
22	1334.40	1350.66	1449.22	0.90	0.89	0.99	0.67	0.66	0.68
23	1429.55	1313.51	1452.25	0.90	0.82	1.00	0.63	0.63	0.69
24	1306.74	1341.51	1432.96	0.90	0.96	1.05	0.69	0.72	0.73
25	1374.13	1338.93	1380.33	1.00	0.96	1.09	0.73	0.71	0.79
26	1329.90	1428.19	1260.30	0.90	0.97	0.92	0.68	0.68	0.73
27	1358.49	1381.30	1404.13	0.90	0.97	1.01	0.66	0.70	0.72
28	1379.10	1425.74	1396.04	0.90	0.98	0.98	0.65	0.68	0.70
29	1318.22	1350.00	1383.12	0.90	0.98	1.00	0.68	0.72	0.72
30	1249.21	1387.50	1321.59	0.90	0.90	0.98	0.72	0.65	0.74
31	1358.49	1253.61	1133.54	0.86	0.89	0.90	0.63	0.71	0.79
32	1319.59	1365.80	1295.25	0.86	0.97	0.98	0.65	0.71	0.76
33	1429.55	1368.04	1168.96	0.91	1.00	0.90	0.63	0.73	0.77
34	1316.04	1345.87	1373.75	0.93	0.94	1.05	0.70	0.70	0.76
35	1324.74	1334.47	1491.50	0.92	0.93	1.10	0.70	0.69	0.74
			ค่าเฉลี่ย	0.95	0.94	1.00	0.70	0.70	0.74
			ค่าต่ำสุด	0.85	0.82	0.90	0.63	0.63	0.68
			ค่าสูงสุด	1.05	1.00	1.10	0.81	0.76	0.80
			ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	0.06	0.04	0.05	0.04	0.03	0.03

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลการศึกษาความชื้นและความหนาแน่นรวมของขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณและรำอ่อน

ตัวอย่างที่	ความชื้นมาตรฐานเปียก (เปอร์เซ็นต์)		ความหนาแน่นรวมของวัสดุ (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	
	รำอ่อน	ขี้เลื่อย	รำอ่อน	ขี้เลื่อย
1	5.97	16.25	0.28	0.18
2	6.81	14.66	0.29	0.18
3	6.18	15.65	0.30	0.17
4	6.72	15.27	0.29	0.17
5	6.88	17.91	0.29	0.17
6	7.14	18.17	0.29	0.17
7	6.72	15.60	0.28	0.18
8	7.35	15.20	0.30	0.17
9	7.27	19.97	0.29	0.17
10	7.11	11.98	0.29	0.17
เฉลี่ย	6.81	16.07	0.29	0.17

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลการศึกษาความหนาแน่นรวมและความชื้นของวัสดุที่ผสมแล้ว

ตัวอย่างที่	ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	ความชื้นมาตรฐานเปียก (เปอร์เซ็นต์)
1	0.55	58.11
2	0.55	58.96
3	0.54	55.81
4	0.54	57.79
5	0.54	58.17
6	0.54	60.16
7	0.55	59.48
8	0.54	58.44
9	0.55	59.01
10	0.54	59.74
เฉลี่ย	0.54	58.57

ตารางที่ ก.5 มุมเสียดทานและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของขี้เลื่อย บนแผ่นวัตถุแบบต่างๆ

ซ้ำที่	แผ่นไม้อัด		แผ่นพลาสติก		แผ่นสังกะสี	
	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
1	45	1.00	47	1.07	43	0.93
2	40	0.84	42	0.90	39	0.81
3	45	1.00	42	0.90	39	0.81
4	45	1.00	40	0.84	35	0.70
5	44	0.97	41	0.87	40	0.84
6	45	1.00	41	0.87	37	0.75
7	40	0.84	41	0.87	36	0.73
8	45	1.00	42	0.90	40	0.84
9	46	1.04	40	0.84	37	0.75
10	43	0.93	40	0.84	38	0.78
11	42	0.90	35	0.70	36	0.73
12	40	0.84	40	0.84	37	0.75
13	43	0.93	40	0.84	36	0.73
14	40	0.84	41	0.87	37	0.75
15	39	0.81	41	0.87	36	0.73
16	39	0.81	40	0.84	38	0.78
17	44	0.97	42	0.90	37	0.75
18	45	1.00	41	0.87	36	0.73
19	46	1.04	40	0.84	37	0.75
20	43	0.93	47	1.07	37	0.75
21	43	0.93	40	0.84	36	0.73
22	40	0.84	40	0.84	35	0.70
23	45	1.00	39	0.81	37	0.75
24	46	1.04	40	0.84	35	0.70
25	47	1.07	40	0.84	36	0.73
26	43	0.93	42	0.90	35	0.70
27	40	0.84	45	1.00	36	0.73
28	45	1.00	45	1.00	35	0.70
29	42	0.90	40	0.84	36	0.73
30	45	1.00	39	0.81	36	0.73
31	44	0.97	40	0.84	37	0.75

ตารางที่ ก.5 มุมเสียดทานและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของขี้เลื่อย บนแผ่นวัตถุแบบต่าง ๆ (ต่อ)

ซ้ำที่	แผ่นไม้อัด		แผ่นพลาสติก		แผ่นสังกะสี	
	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
32	43	0.93	40	0.84	36	0.73
33	46	1.04	39	0.81	38	0.78
34	47	1.07	40	0.84	35	0.70
35	45	1.00	40	0.84	36	0.73
36	43	0.93	41	0.87	36	0.73
37	45	1.00	39	0.81	35	0.70
38	46	1.04	39	0.81	36	0.73
39	46	1.04	37	0.75	37	0.75
40	39	0.81	38	0.78	37	0.75
41	48	1.11	38	0.78	39	0.81
42	44	0.97	40	0.84	38	0.78
43	47	1.07	40	0.84	38	0.78
44	46	1.04	38	0.78	34	0.67
45	45	1.00	37	0.75	39	0.81
46	46	1.04	43	0.93	36	0.73
47	44	0.97	38	0.78	39	0.81
48	45	1.00	40	0.84	36	0.73
49	47	1.07	40	0.84	37	0.75
50	44	0.97	40	0.84	36	0.73
51	46	1.04	41	0.87	36	0.73
52	45	1.00	43	0.93	39	0.81
53	45	1.00	41	0.87	36	0.73
54	47	1.07	40	0.84	40	0.84
55	46	1.04	37	0.75	38	0.78
56	42	0.90	40	0.84	38	0.78
57	43	0.93	39	0.81	37	0.75
58	45	1.00	42	0.90	36	0.73
59	37	0.75	39	0.81	35	0.70
60	52	1.28	40	0.84	36	0.73
61	49	1.15	38	0.78	36	0.73
62	40	0.84	38	0.78	36	0.73

ตารางที่ ก.5 มุมเสียดทานและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของขี้เลื่อย บนแผ่นวัตถุแบบต่าง ๆ (ต่อ)

ซ้ำที่	แผ่นไม้อัด		แผ่นพลาสติก		แผ่นสังกะสี	
	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
63	46	1.04	38	0.78	36	0.73
64	47	1.07	39	0.81	40	0.84
65	47	1.07	42	0.90	37	0.75
66	46	1.04	40	0.84	37	0.75
67	49	1.15	39	0.81	39	0.81
68	46	1.04	44	0.97	38	0.78
69	45	1.00	38	0.78	36	0.73
70	44	0.97	38	0.78	37	0.75
71	49	1.15	39	0.81	36	0.73
72	47	1.07	41	0.87	39	0.81
73	45	1.00	40	0.84	36	0.73
74	44	0.97	43	0.93	39	0.81
75	48	1.11	41	0.87	35	0.70
76	47	1.07	45	1.00	36	0.73
77	45	1.00	40	0.84	37	0.75
78	47	1.07	40	0.84	38	0.78
79	48	1.11	40	0.84	37	0.75
80	46	1.04	39	0.81	36	0.73
81	47	1.07	44	0.97	37	0.75
82	44	0.97	40	0.84	36	0.73
83	45	1.00	41	0.87	36	0.73
84	45	1.00	40	0.84	37	0.75
85	46	1.04	43	0.93	40	0.84
86	45	1.00	40	0.84	38	0.78
87	44	0.97	38	0.78	37	0.75
88	43	0.93	38	0.78	36	0.73
89	42	0.90	40	0.84	36	0.73
90	46	1.04	45	1.00	37	0.75
91	42	0.90	40	0.84	36	0.73
92	48	1.11	45	1.00	37	0.75
93	47	1.07	42	0.90	38	0.78

ตารางที่ ก.5 มุมเสียดทานและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของขี้เลื่อย บนแผ่นวัตถุแบบต่าง ๆ (ต่อ)

ซ้ำที่	แผ่นไม้อัด		แผ่นพลาสติก		แผ่นสังกะสี	
	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
94	46	1.04	39	0.81	37	0.75
95	48	1.11	38	0.78	37	0.75
96	48	1.11	41	0.87	38	0.78
97	48	1.11	44	0.97	37	0.75
98	48	1.11	41	0.87	38	0.78
99	48	1.11	38	0.78	38	0.78
100	43	0.93	39	0.81	38	0.78
เฉลี่ย	44.81	1.00	40.40	0.85	36.99	0.75
ต่ำสุด	37	0.75	35	0.70	34	0.67
สูงสุด	52	1.28	47	1.07	43	0.93
SD	2.62	0.09	2.14	0.07	1.46	0.04

ตารางที่ ก.6 มุมเสียดทานและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของรำอ่อน บนวัตถุต่าง ๆ

ซ้ำที่	แผ่นไม้อัด		แผ่นพลาสติก		แผ่นสังกะสี	
	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
1	48	1.11	43	0.93	40	0.84
2	44	0.97	47	1.07	42	0.90
3	45	1.00	43	0.93	41	0.87
4	44	0.97	47	1.07	42	0.90
5	45	1.00	47	1.07	42	0.90
6	46	1.04	46	1.04	40	0.84
7	44	0.97	44	0.97	40	0.84
8	45	1.00	44	0.97	40	0.84
9	44	0.97	46	1.04	43	0.93
10	46	1.04	45	1.00	40	0.84
11	47	1.07	43	0.93	40	0.84
12	44	0.97	42	0.90	41	0.87
13	47	1.07	42	0.90	40	0.84
14	44	0.97	44	0.97	41	0.87
15	46	1.04	46	1.04	43	0.93
16	43	0.93	42	0.90	40	0.84
17	46	1.04	43	0.93	41	0.87
18	45	1.00	44	0.97	43	0.93
19	44	0.97	44	0.97	42	0.90
20	44	0.97	42	0.90	40	0.84
21	48	1.11	42	0.90	40	0.84
22	45	1.00	44	0.97	41	0.87
23	45	1.00	43	0.93	42	0.90
24	47	1.07	44	0.97	42	0.90
25	47	1.07	42	0.90	42	0.90
26	47	1.07	43	0.93	41	0.87
27	48	1.11	45	1.00	42	0.90
28	47	1.07	44	0.97	42	0.90
29	45	1.00	43	0.93	42	0.90
30	46	1.04	46	1.04	42	0.90
31	46	1.04	45	1.00	40	0.84

ตารางที่ ก.6 มุมเสียดทานและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของรำอ่อน บนวัตถุต่าง ๆ (ต่อ)

ซ้ำที่	แผ่นไม้อัด		แผ่นพลาสติก		แผ่นสังกะสี	
	มุมเสียดทาน การไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ ความเสียดทาน	มุมเสียดทาน การไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ ความเสียดทาน	มุมเสียดทาน การไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ ความเสียดทาน
32	46	1.04	41	0.87	40	0.84
33	48	1.11	42	0.90	42	0.90
34	48	1.11	41	0.87	40	0.84
35	48	1.11	43	0.93	40	0.84
36	44	0.97	41	0.87	42	0.90
37	44	0.97	42	0.90	41	0.87
38	47	1.07	42	0.90	41	0.87
39	48	1.11	42	0.90	42	0.90
40	46	1.04	40	0.84	40	0.84
41	47	1.07	42	0.90	43	0.93
42	48	1.11	41	0.87	40	0.84
43	48	1.11	45	1.00	42	0.90
44	48	1.11	44	0.97	40	0.84
45	47	1.07	45	1.00	41	0.87
46	48	1.11	44	0.97	43	0.93
47	46	1.04	44	0.97	43	0.93
48	45	1.00	45	1.00	42	0.90
49	44	0.97	41	0.87	42	0.90
50	46	1.04	42	0.90	40	0.84
51	46	1.04	41	0.87	42	0.90
52	44	0.97	43	0.93	42	0.90
53	45	1.00	44	0.97	42	0.90
54	43	0.93	41	0.87	42	0.90
55	45	1.00	45	1.00	42	0.90
56	45	1.00	42	0.90	43	0.93
57	48	1.11	41	0.87	44	0.97
58	45	1.00	43	0.93	44	0.97
59	45	1.00	44	0.97	44	0.97
60	46	1.04	43	0.93	41	0.87
61	45	1.00	42	0.90	41	0.87
62	47	1.07	44	0.97	44	0.97

ตารางที่ ก.6 มุมเสียดทานและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของรำอ่อน บนวัตถุต่าง ๆ (ต่อ)

ซ้ำที่	แผ่นไม้อัด		แผ่นพลาสติก		แผ่นสังกะสี	
	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
63	47	1.07	43	0.93	43	0.93
64	47	1.07	40	0.84	44	0.97
65	47	1.07	42	0.90	41	0.87
66	46	1.04	43	0.93	43	0.93
67	48	1.11	42	0.90	41	0.87
68	48	1.11	42	0.90	41	0.87
69	47	1.07	42	0.90	40	0.84
70	45	1.00	43	0.93	40	0.84
71	47	1.07	42	0.90	41	0.87
72	47	1.07	42	0.90	42	0.90
73	46	1.04	42	0.90	42	0.90
74	48	1.11	43	0.93	43	0.93
75	47	1.07	41	0.87	41	0.87
76	46	1.04	43	0.93	41	0.87
77	46	1.04	42	0.90	41	0.87
78	47	1.07	43	0.93	40	0.84
79	48	1.11	41	0.87	41	0.87
80	47	1.07	43	0.93	40	0.84
81	46	1.04	42	0.90	41	0.87
82	47	1.07	43	0.93	41	0.87
83	48	1.11	44	0.97	41	0.87
84	46	1.04	45	1.00	39	0.81
85	46	1.04	41	0.87	40	0.84
86	48	1.11	41	0.87	43	0.93
87	48	1.11	41	0.87	42	0.90
88	46	1.04	41	0.87	41	0.87
89	47	1.07	43	0.93	42	0.90
90	48	1.11	44	0.97	42	0.90
91	47	1.07	44	0.97	42	0.90
92	46	1.04	41	0.87	41	0.87
93	47	1.07	45	1.00	40	0.84

ตารางที่ ก.6 มุมเสียดทานและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของรำอ่อน บนวัตถุต่าง ๆ (ต่อ)

ซ้ำที่	แผ่นไม้อัด		แผ่นพลาสติก		แผ่นสังกะสี	
	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	มุมเสียดทานการไหล (องศา)	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
94	47	1.07	43	0.93	42	0.90
95	48	1.11	41	0.87	39	0.81
96	47	1.07	44	0.97	43	0.93
97	48	1.11	41	0.87	43	0.93
98	48	1.11	41	0.87	43	0.93
99	47	1.07	43	0.93	42	0.90
100	47	1.07	43	0.93	41	0.87
เฉลี่ย	46.28	1.05	42.95	0.93	41.45	0.88
ต่ำสุด	43	0.93	40	0.84	39	0.81
สูงสุด	48	1.11	47	1.07	44	0.97
SD	1.39	0.05	1.59	0.05	1.20	0.04

ตารางที่ ก.7 มุมกองของขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณ (ที่ความชื้นวัสดุ 16.07 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก)

ซ้ำที่	มุมกองวัสดุ (องศา)
1	30.40
2	31.52
3	36.75
4	35.75
5	34.73
6	36.75
7	34.73
8	35.75
9	34.73
10	37.72
11	36.75
12	33.69
13	34.73
14	35.75
15	32.62
16	32.62
17	36.75
18	35.75
19	34.73
20	35.75
21	34.73
22	36.75
23	36.75
24	35.75
25	35.75
26	35.75
27	35.75
28	36.75
29	37.72
30	37.72
31	37.72
32	35.75
33	36.75
34	36.75

ซ้ำที่	มุมกองวัสดุ (องศา)
35	38.66
36	36.75
37	35.75
38	36.75
39	36.75
40	36.75
41	35.75
42	35.75
43	35.75
44	35.75
45	34.73
46	33.69
47	32.62
48	32.62
49	33.69
50	30.40
51	34.73
52	34.73
53	33.69
54	34.73
55	32.62
56	34.73
57	34.73
58	33.69
59	34.73
60	34.73
61	35.75
62	33.69
63	32.62
64	35.75
65	34.73
66	35.75
67	34.73
68	33.69

ซ้ำที่	มุมกองวัสดุ (องศา)
69	34.73
70	34.73
71	34.73
72	33.69
73	35.75
74	33.69
75	35.75
76	35.75
77	34.73
78	33.69
79	33.69
80	34.73
81	35.75
82	34.73
83	35.75
84	35.75
85	35.75
86	34.73
87	34.73
88	34.73
89	35.75
90	35.75
91	34.73
92	35.75
93	34.73
94	34.73
95	32.62
96	34.73
97	34.73
98	33.69
99	32.62
100	32.62
เฉลี่ย	35.03
ต่ำสุด	30.40
สูงสุด	38.66
SD	1.51

ตารางที่ ก.8 มุมกองของรำอ่อน (ที่ความชื้นวัสดุ 6.81 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก)

ซ้ำที่	มุมกองวัสดุ (องศา)
1	43.03
2	41.35
3	40.48
4	44.62
5	43.83
6	43.03
7	44.62
8	43.83
9	45.38
10	43.83
11	44.62
12	43.83
13	43.03
14	43.83
15	45.38
16	44.62
17	44.62
18	45.38
19	45.38
20	45.38
21	44.62
22	44.62
23	44.62
24	45.38
25	46.85
26	44.62
27	45.38
28	45.38
29	45.38
30	46.12
31	45.38
32	44.62
33	44.62
34	44.62

ซ้ำที่	มุมกองวัสดุ (องศา)
35	44.62
36	43.83
37	46.12
38	46.12
39	43.83
40	45.38
41	44.62
42	46.12
43	46.85
44	44.62
45	44.62
46	42.20
47	46.85
48	46.12
49	44.62
50	44.62
51	45.38
52	46.12
53	43.83
54	45.38
55	44.62
56	43.83
57	44.62
58	44.62
59	46.12
60	44.62
61	43.83
62	46.12
63	46.12
64	45.38
65	44.62
66	45.38
67	44.62
68	43.83

ซ้ำที่	มุมกองวัสดุ (องศา)
69	43.83
70	46.12
71	43.03
72	43.83
73	44.62
74	43.83
75	43.83
76	44.62
77	45.38
78	43.03
79	46.12
80	45.38
81	44.62
82	45.38
83	45.38
84	46.12
85	45.38
86	44.62
87	46.85
88	46.12
89	45.38
90	44.62
91	45.38
92	43.83
93	44.62
94	43.03
95	43.83
96	44.62
97	46.85
98	43.83
99	43.83
100	44.62
เฉลี่ย	44.75
ต่ำสุด	40.47
สูงสุด	46.85
SD	1.13

ตารางที่ ก.9 ผลการศึกษาขนาดอนุภาคของรำอ่อน

เบอร์ตะแกรง	ขนาดช่องเปิดตะแกรง (นิ้ว)	เปอร์เซ็นต์วัสดุที่ค้างบนตะแกรง (เปอร์เซ็นต์)					เฉลี่ย	คูณด้วย	ผลคูณ	ลักษณะของอนุภาค
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5				
3/8	0.375	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7	0.00	หยาบ
4	0.187	0.14	0.52	0.48	0.00	0.00	0.00	6	0.00	
8	0.0787	3.94	4.30	4.77	3.31	3.19	0.20	5	0.99	
14	0.0393	18.70	19.30	20.51	16.82	19.61	0.77	4	3.07	ปานกลาง
28	0.0236	39.46	37.24	38.77	32.69	33.75	6.17	3	18.51	
48	0.0098	29.42	29.99	27.80	34.57	32.80	11.89	2	23.79	ละเอียด
100	0.0059	6.37	6.35	5.91	9.00	7.86	66.89	1	66.89	
ถาดรอง		1.97	2.30	1.76	3.61	2.79	14.08	0	0.00	
รวม		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		113.26	

ค่าโมดูลัสความละเอียด (Fineness modulus, F.M.) = 113.26/100 = 1.13

ขนาดเฉลี่ยของอนุภาค (D) = 0.0041 (2) $^{F.M.}$ = 0.009287098 นิ้ว (0.236 มิลลิเมตร)

ตารางที่ ก.10 ผลการศึกษาขนาดอนุภาคของขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณ

เบอร์ตะแกรง	ขนาดช่องเปิดตะแกรง (นิ้ว)	เปอร์เซ็นต์วัสดุที่ค้างบนตะแกรง (เปอร์เซ็นต์)					เฉลี่ย	คูณด้วย	ผลคูณ	ลักษณะของอนุภาค
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5				
3/8	0.375	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7	0.00	หยาบ
4	0.187	0.14	0.52	0.48	0.00	0.00	0.23	6	1.36	
8	0.0787	3.94	4.30	4.77	3.31	3.19	3.90	5	19.51	
14	0.0393	18.70	19.30	20.51	16.82	19.61	18.99	4	75.94	ปานกลาง
28	0.0236	39.46	37.24	38.77	32.69	33.75	36.38	3	109.15	
48	0.0098	29.42	29.99	27.80	34.57	32.80	30.92	2	61.83	ละเอียด
100	0.0059	6.37	6.35	5.91	9.00	7.86	7.10	1	7.10	
ถาดรอง		1.97	2.30	1.76	3.61	2.79	2.49	0	0.00	
รวม		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		274.90	

ค่าโมดูลัสความละเอียด (Fineness modulus, F.M.) = 274.90/100 = 2.75

ขนาดเฉลี่ยของอนุภาค (D) = $0.0041\ (2)^{F.M.}$ = 0.0225 นิ้ว (0.573 มิลลิเมตร)

ภาคผนวก ข

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ด

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลการทดสอบผสมวัสดุเพื่อหาค่าดัชนีการผสม โดยแปรค่าชนิดใบผสม ความเร็วในการผสม และเวลาในการผสมระดับต่าง ๆ (ก่อนผสมน้ำ)

ชนิดใบผสม	ความเร็วในการผสม (รอบต่อนาที)	เวลาในการผสม (นาที)	ดัชนีการผสม (mixing index)		
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	เฉลี่ย
ใบเกลียวคู่	65	4	0.994012	0.994012	0.994012
		6	0.996685	0.996685	0.996685
		8	0.997532	0.997532	0.997532
	80	4	0.996055	0.996603	0.996329
		6	0.996674	0.996993	0.996834
		8	0.997062	0.997984	0.997523
	95	4	0.996738	0.996738	0.996738
		6	0.996746	0.996746	0.996746
		8	0.997679	0.997679	0.997679
	110	4	0.999940	0.999746	0.999843
		6	0.999926	0.999965	0.999945
		8	0.999956	0.999997	0.999977
ใบโค้ง	65	4	0.999546	0.999763	0.999654
		6	0.999610	0.999794	0.999702
		8	0.999908	0.999923	0.999915
	80	4	0.999874	0.999885	0.999880
		6	0.999941	0.999929	0.999935
		8	0.999949	0.999967	0.999958
	95	4	0.999962	0.999915	0.999938
		6	0.999944	0.999950	0.999947
		8	0.999975	0.999965	0.999970
	110	4	0.999946	0.999843	0.999894
		6	0.999880	0.999927	0.999904
		8	0.999988	0.999977	0.999983

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลการทดสอบผสมวัสดุเพื่อหากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการผสมวัสดุ โดยแปรค่าชนิดใบผสมและความเร็วในการผสมระดับต่าง ๆ (หลังจากผสมน้ำ 8 ลิตร)

ซ้ำที่	ใบเกลียวคู่				ใบโค้ง			
	ความเร็วในการผสม (รอบต่อนาที)				ความเร็วในการผสม (รอบต่อนาที)			
	65	80	95	110	65	80	95	110
1	1970	1965	1974	1955	1911	1951	1954	1944
2	1961	2007	1976	1984	1912	1971	1942	1940
3	1965	1989	1990	1989	1903	1964	1945	1999
4	1965	2010	2001	1958	1922	1992	1961	1995
5	1977	2014	1992	1991	1923	1950	1955	1998
6	1959	1970	1999	2003	1916	1974	1968	1961
7	1956	1987	1995	2007	1913	1948	1966	1997
8	1973	1991	2001	2002	1915	1949	1970	1969
9	1987	2001	1999	2001	1922	1954	1967	1990
10	1961	2006	1984	2009	1925	1928	1953	1997
11	1963	1989	1951	2000	1904	1942	1958	1981
12	1962	1999	2000	1984	1943	1947	1973	1988
13	1955	1961	1999	1999	1907	1940	1966	1976
14	1976	1987	1986	2003	1947	1945	1957	1982
15	1956	2008	2001	1981	1937	1950	1962	1929
16	1959	2005	1996	2006	1909	1946	1950	1919
17	1953	2000	2001	1995	1915	1954	1941	1989
18	1968	1900	1986	1990	1912	1979	1943	1927
19	1971	1992	1980	1995	1903	1958	1972	1969
20	1961	2000	1997	1986	1917	1963	1947	1980
21	1982	1976	1983	1995	1910	1965	1940	1958
22	1965	2005	1988	1986	1918	1951	1963	1986
23	1971	2002	1998	1982	1927	1954	1937	1989
24	1981	2019	2001	1988	1906	1964	1968	1995
25	1979	1972	1985	1979	1903	1965	1961	1970
เฉลี่ย	1967	1990	1990	1990	1916	1956	1956	1973

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลการทดสอบกรอกวัสดุลงถุงเพื่อหาความสามารถในการกรอกวัสดุ โดยแปรค่าอัตราการป้อนวัสดุระดับต่าง ๆ

อัตราการป้อนวัสดุ (รอบต่อถุง)	ซ้ำที่	ความสามารถในการกรอกถุง (ถุงต่อชั่วโมง)
8	1	159
	2	145
	3	151
	4	163
	5	199
	6	173
	7	194
	8	178
	9	199
9	1	150
	2	144
	3	161
	4	160
	5	158
	6	167
	7	152
	8	163
	9	192
10	1	122
	2	146
	3	149
	4	154
	5	151
	6	144
	7	165
	8	135
	9	147

ตารางที่ ข.4 ข้อมูลการทดสอบกรอกวัสดุลงถุงเพื่อหาน้ำหนักที่ได้จากการกรอกวัสดุ โดยแปรค่าอัตราการป้อนวัสดุระดับต่างๆ

ตัวอย่างที่	น้ำหนักถุงเชื้อเห็ด (กรัม)		
	อัตราการป้อนวัสดุ (รอบต่อถุง)		
	8	9	10
1	905.88	953.67	1030.58
2	911.08	973.90	1069.40
3	867.90	983.45	1041.63
4	892.43	920.57	1024.15
5	937.12	1021.83	1053.70
6	942.98	1031.75	1041.03
7	813.17	908.45	1047.92
8	832.08	951.50	1042.00
9	826.50	954.22	1073.52
10	881.38	920.28	1039.32
11	885.52	1004.30	1044.37
12	875.68	1021.58	1042.05
13	852.35	1032.55	997.60
14	935.50	1033.65	1052.07
15	942.35	1035.38	1066.90
16	805.25	947.45	1016.67
17	829.92	957.42	1035.27
18	850.07	970.05	1047.73
19	844.32	974.35	1012.90
20	874.93	1005.13	1037.67
21	893.42	999.97	1043.48
22	849.92	1000.50	1033.40
23	889.23	1016.60	1082.65
24	927.75	1017.58	1067.55
25	844.27	928.95	1076.27
26	856.95	948.90	1109.08
27	838.22	947.75	1055.93
เฉลี่ย	874.30	980.06	1047.59

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดที่ได้จากชุดอัดก้อนเชื้อเห็ด ที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัดและช่วงชักระดับต่าง ๆ

ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด (เมตรต่อวินาที)	ช่วงชัก (เซนติเมตร)	ความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ด (ก้อนต่อชั่วโมง)			
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
0.06	12	245	244	248	246
	13.5	257	237	221	238
	15	230	216	223	223
0.09	12	266	250	262	259
	13.5	260	259	265	261
	15	269	255	252	258
0.13	12	288	280	300	289
	13.5	295	283	290	289
	15	294	287	278	286
0.16	12	537	517	509	521
	13.5	532	535	515	527
	15	507	514	507	509

ตารางที่ ข.6 ข้อมูลความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดที่ได้จากชุดอัดก้อนเชื้อเห็ด ที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัดและช่วงชักระดับต่าง ๆ

ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด (เมตรต่อวินาที)	ช่วงชัก (เซนติเมตร)	ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)			
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
0.06	12	0.63	0.65	0.65	0.64
	13.5	0.65	0.65	0.65	0.65
	15	0.66	0.64	0.64	0.64
0.09	12	0.64	0.64	0.59	0.62
	13.5	0.62	0.63	0.64	0.63
	15	0.64	0.65	0.64	0.64
0.13	12	0.63	0.62	0.62	0.62
	13.5	0.62	0.62	0.61	0.62
	15	0.64	0.62	0.65	0.64
0.16	12	0.59	0.60	0.60	0.60
	13.5	0.62	0.63	0.62	0.62
	15	0.64	0.62	0.64	0.63

ตารางที่ ข.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของดัชนีการผสม ที่ปัจจัยด้านชนิดใบผสม ความเร็วในการผสม และเวลาในการผสมระดับต่าง ๆ

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ใบผสม (A)	1	6.93E-05	6.93E-05	2393.13 **
ความเร็วในการผสม (B)	3	2.29E-05	7.64E-06	263.65 **
เวลาในการผสม (C)	2	1.94E-06	9.69E-07	33.44 **
AB	3	2.80E-05	9.32E-06	321.93 **
AC	2	1.60E-06	8.00E-07	27.60 **
BC	6	6.41E-06	1.07E-06	36.91 **
ABC	6	6.27E-06	1.05E-06	36.10 **
ความคลาดเคลื่อน	24	6.95E-07	2.90E-08	
รวม	47	0.000137095		

CV = 0.017 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ: Degree of Freedom (d.f.) จำนวนการเปรียบเทียบที่เป็นอิสระต่อกันในแต่ละกลุ่มข้อมูล

Sum of Square (SS)	ผลรวมของกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนของแต่ละค่าจากค่าเฉลี่ยของข้อมูล
Mean Square (MS)	ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวน
F-Value	อัตราส่วนระหว่างค่าประเมินของความแปรปรวน
**	ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
*	ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
ns	ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ ข.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกำลังไฟฟ้าที่ใช้ผสม ที่ปัจจัยด้านชนิดใบผสม และความเร็วในการผสมระดับต่าง ๆ

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ชนิดใบผสม (A)	1	57494.41	57494.41	225.32 **
ความเร็วในการผสม (B)	3	46606.30	15535.43	60.88 **
AB	3	6659.06	2219.69	8.70 **
ความคลาดเคลื่อน	192	48992.80	255.17	
รวม	199	159752.55		

CV = 0.80 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ: ** ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ ข.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการกรอกถุง ที่ปัจจัยด้านอัตราการป้อนวัสดุระดับต่าง ๆ

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ซ้ำ	8	3312.30	414.04	2.43 ns
อัตราการป้อนวัสดุ	2	3424.30	1712.15	10.03 **
ความคลาดเคลื่อน	16	2730.37	170.65	
รวม	26	9466.96		

CV= 8.16 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ: ** ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ ข.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักถุงเชื้อเห็ด ที่ปัจจัยด้านอัตราการป้อนวัสดุระดับต่าง ๆ

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F
อัตราการป้อนวัสดุ	2	411949.46	205974.73	164.84 **
ความคลาดเคลื่อน	78	97462.39	1249.52	
Corrected Total	80	509411.84		

CV= 3.65 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ: ** ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ ข.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ด ที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัดและช่วงชักระดับต่าง ๆ

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F-Value
ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด (A)	3	461683.78	153894.59	1461.87 **
ช่วงชัก (B)	2	757.33	378.67	3.60 *
AB	6	2732.95	455.49	4.33 **
ความคลาดเคลื่อน	24	2526.54	105.27	
รวม	35	465174.06		

CV = 3.15 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ: ** ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

* ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ ข.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด ที่ความเร็วเชิงเส้นหัวอัดและระยะกดของหัวอัดระดับต่าง ๆ

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F-Value
ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด (A)	3	0.0033816	0.001127	4.14*
ช่วงชัก (B)	2	0.0021349	0.001067	3.92*
AB	6	0.0050334	0.000839	3.08*
ความคลาดเคลื่อน	24	0.0065369	0.000272	
รวม	35	0.01055		

CV = 2.62 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ: * ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ ข.13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของดัชนีการผสมที่ระดับของชนิดใบผสม ความเร็วในการผสม เวลาในการผสมต่าง ๆ

(1) ผลของชนิดใบผสม ที่ระดับของความเร็วในการผสม และเวลาในการผสมต่าง ๆ

ชนิดใบผสม	65 รอบต่อนาที			80 รอบต่อนาที			95 รอบต่อนาที			110 รอบต่อนาที		
	เวลาในการผสม(นาที)			เวลาในการผสม(นาที)			เวลาในการผสม(นาที)			เวลาในการผสม(นาที)		
	4	6	8	4	6	8	4	6	8	4	6	8
ใบเกลียวคู่	0.994012 b	0.996685 b	0.997532 b	0.996329 b	0.996834 b	0.997523 b	0.996738 b	0.996746 b	0.997679 b	0.999843 a	0.999945 a	0.999977 a
ใบโค้ง	0.999654 a	0.999702 a	0.999915 a	0.999880 a	0.999935 a	0.999958 a	0.999938 a	0.999947 a	0.999970 a	0.999894 a	0.999904 a	0.999983 a

(2) ผลของความเร็วในการผสม ที่ระดับของเวลาในการผสม และชนิดใบผสมต่าง ๆ

ความเร็วในการผสม (รอบต่อนาที)	4 นาที		6 นาที		8 นาที	
	ชนิดใบผสม		ชนิดใบผสม		ชนิดใบผสม	
	ใบเกลียวคู่	ใบโค้ง	ใบเกลียวคู่	ใบโค้ง	ใบเกลียวคู่	ใบโค้ง
65	0.994012 d	0.999654 a	0.996685 b	0.999702 a	0.997532 b	0.999915 a
80	0.996329 c	0.999880 a	0.996834 b	0.999935 a	0.997523 b	0.999958 a
95	0.996738 b	0.999938 a	0.996746 b	0.999947 a	0.997679 b	0.999970 a
110	0.999843 a	0.999894 a	0.999945 a	0.999904 a	0.999977 a	0.999983 a

(3) ผลของเวลาในการผสม ที่ระดับของชนิดใบผสม และความเร็วในการผสมต่าง ๆ

เวลาในการผสม (นาที)	ใบเกลียวคู่				ใบโค้ง			
	ความเร็วในการผสม (รอบต่อนาที)				ความเร็วในการผสม (รอบต่อนาที)			
	65	80	95	110	65	80	95	110
4	0.994012 c	0.996329 c	0.996738 b	0.999843 a	0.999654 a	0.999880 a	0.999938 a	0.999894 a
6	0.996685 b	0.996834 b	0.996746 b	0.999945 a	0.999702 a	0.999935 a	0.999947 a	0.999904 a
8	0.997532 a	0.997523 a	0.997679 a	0.999977 a	0.999915 a	0.999958 a	0.999970 a	0.999983 a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยใดที่อยู่ในตารางในแนวตั้งของแต่ละแถวตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าเปรียบเทียบ ($LSD_{0.05}$ = 0.000351)

ตารางที่ ข.14 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการผสมวัสดุที่ระดับของชนิดใบผสม และความเร็วในการผสมต่าง ๆ

(1) ผลของชนิดใบผสม ที่ระดับของความเร็วในการผสมต่าง ๆ

ชนิดใบผสม	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (วัตต์)			
	ความเร็วในการผสม (รอบต่อนาที)			
	65	80	95	110
ใบเกลียวคู่	1967 a	1990 a	1991 a	1991 a
ใบโค้ง	1917 b	1956 b	1957 b	1973 b

(2) ผลของความเร็วในการผสม ที่ระดับของชนิดใบผสมต่าง ๆ

ความเร็วในการผสม (รอบต่อนาที)	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (วัตต์)	
	ชนิดใบผสม	
	ใบเกลียวคู่	ใบโค้ง
65	1967 b	1917 c
80	1990 a	1956 b
95	1991 a	1957 b
110	1991 a	1973 a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยใดที่อยู่ในตารางในแนวตั้งของแต่ละแถวตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าเปรียบเทียบ ($LSD_{0.05}$ = 8.86 วัตต์)

ตารางที่ ข.15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการกรอกวัสดุเพาะ ที่ระดับของอัตราการป้อนวัสดุระดับต่าง ๆ

อัตราการป้อนวัสดุลงถุง (รอบต่อถุง)	ความสามารถในการกรอกถุงเชื้อเห็ด (ถุงต่อชั่วโมง)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
8	159	145	151	163	199	173	194	178	199	173 a
9	150	144	161	160	158	167	152	163	192	161 a
10	122	146	149	154	151	144	165	135	147	146 b

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยใดที่อยู่ในตารางในแนวตั้งของแต่ละแถวตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าเปรียบเทียบ ($LSD_{0.05}$ = 13 ถุงต่อชั่วโมง)

ตารางที่ ข.16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ด ที่ระดับของความเร็วเชิงเส้นหัวอัดและช่วงชักต่าง ๆ

(1) ผลของความเร็วเชิงเส้นหัวอัด ที่ระดับช่วงชักต่าง ๆ

ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด (เมตรต่อวินาที)	ความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ด (ก้อนต่อชั่วโมง)		
	ช่วงชัก (เซนติเมตร)		
	12	13.5	15
0.06	246 c	238 d	223 d
0.09	259 c	261 c	258 c
0.13	289 b	289 b	286 b
0.16	521 a	527 a	509 a

(2) ผลของช่วงชัก ที่ระดับความเร็วเชิงเส้นหัวอัด ต่าง ๆ

ช่วงชัก (เซนติเมตร)	ความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ด (ก้อนต่อชั่วโมง)			
	ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด (เมตรต่อวินาที)			
	0.06	0.09	0.13	0.16
12	246 a	259 a	289 a	521 a
13.5	238 a	261 a	289 a	527 a
15	223 b	258 a	286 a	509 b

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยใดที่อยู่ในตารางในแนวตั้งของแต่ละแถวตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าเปรียบเทียบ ($LSD_{0.05}$ = 17 ก้อนต่อชั่วโมง)

ตารางที่ ข.17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด ที่ระดับของความเร็วเชิงเส้นหัวอัดและช่วงชักต่าง ๆ

(1) ผลของช่วงชัก ที่ระดับความเร็วเชิงเส้นหัวอัดต่าง ๆ

ช่วงชัก (เซนติเมตร)	ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)			
	ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด (เมตรต่อวินาที)			
	0.06	0.09	0.13	0.16
12	0.64 a	0.62 a	0.62 a	0.60 b
13.5	0.65 a	0.63 a	0.64 a	0.62 ab
15	0.64 a	0.64 a	0.64 a	0.63 a

(2) ผลของความเร็วเชิงเส้นหัวอัด ที่ระดับระยะกดของหัวอัดต่าง ๆ

ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด (เมตรต่อวินาที)	ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)		
	ช่วงชัก (เซนติเมตร)		
	12	13.5	15
0.06	0.64 a	0.65 a	0.64 a
0.09	0.62 ab	0.63 ab	0.64 a
0.13	0.62 ab	0.64 ab	0.64 a
0.16	0.60 b	0.62 b	0.63 a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยใดที่อยู่ในตารางในแนวตั้งของแต่ละแถวตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าเปรียบเทียบ ($LSD_{0.05}$ = 0.028 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

ภาคผนวก ค
ผลการทดสอบและประเมินผลการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ

ตารางที่ ค.1 ความสามารถในการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ด

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	จำนวนก้อนที่ได้ (ก้อน)	ความสามารถ (ก้อนต่อชั่วโมง)	ความสามารถในการทำงาน (ก้อนต่อวัน)
1	34.16	202	355	2,485
2	32.53	206	380	2,660
3	33.65	210	374	2,618
4	32.72	206	378	2,646
เฉลี่ย	33.27	206	372	2,602

หมายเหตุ : 1) ใช้ผู้ปฏิบัติงาน 5 คน

2) คิดเวลาในการทำงาน 7 ชั่งโมงต่อวัน

ตารางที่ ค.2 ความสามารถในการทำงานของผู้ประกอบการ

สถานที่	จำนวนแรงงานที่ใช้ (คน)	จำนวนก้อนเชื้อเห็ดที่ได้ (ก้อนต่อวัน)
ศูนย์เชื้อพันธุ์เห็ดอีสาน จังหวัดกาฬสินธุ์	6	2,500
ศูนย์บำบัดยาเสพย์ติด จังหวัดขอนแก่น	5	1,000
คุณบัวฟาร์มเห็ด จังหวัดร้อยเอ็ด	4	1,200
คุณประดิษฐ์ฟาร์มเห็ด จังหวัดชัยภูมิ	5	1,100
กระติ๊บฟาร์มเห็ด จังหวัดขอนแก่น	3	900
เฉลี่ย	5	1,340

หมายเหตุ : ความสามารถในการผลิตก้อนเชื้อเห็ดส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 900-1,200 ก้อนต่อวัน

ตารางที่ ค.3 ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดที่ได้จากการทดสอบและประเมินผลการทำงานของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ด

ซ้ำที่	น้ำหนักหลังอัด (กรัม)	ปริมาตร (ลบ.ซม.)	ความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.)
1	958.20	1464.49	0.65
2	958.80	1531.24	0.63
3	971.20	1448.95	0.67
4	964.00	1547.46	0.62
5	975.10	1543.55	0.63
6	968.90	1474.09	0.66
7	974.30	1543.03	0.63
8	987.40	1423.94	0.69
9	972.50	1413.09	0.69
10	987.30	1460.24	0.68
11	995.40	1460.84	0.68
12	1011.70	1422.58	0.71
13	998.00	1464.29	0.68
14	970.40	1495.87	0.65
15	982.30	1440.62	0.68
16	991.50	1448.95	0.68
17	991.90	1447.12	0.69
18	978.00	1433.46	0.68
19	974.50	1454.52	0.67
20	965.60	1455.91	0.66
21	973.40	1425.29	0.68
22	979.10	1455.91	0.67
23	971.40	1404.99	0.69
24	986.40	1458.70	0.68
25	975.90	1421.22	0.69
26	999.60	1454.52	0.69
27	1001.20	1413.09	0.71
28	1000.20	1414.45	0.71
29	968.60	1387.50	0.70
30	981.20	1476.90	0.66
31	979.40	1400.94	0.70
32	963.50	1433.70	0.67
33	967.60	1374.13	0.70
34	960.60	1433.70	0.67
35	988.20	1418.51	0.70
36	1008.70	1402.29	0.72
37	1007.50	1458.09	0.69
38	970.30	1460.10	0.66
39	976.60	1505.11	0.65
40	965.30	1428.17	0.68
41	965.10	1482.99	0.65
42	979.60	1460.10	0.67
43	987.30	1488.71	0.66
44	958.80	1468.49	0.65
45	957.30	1467.09	0.65
46	979.10	1389.78	0.70
47	988.20	1368.80	0.72
48	987.60	1472.69	0.67
49	990.90	1372.80	0.72
50	991.40	1425.41	0.70
เฉลี่ย	979.74	-	0.68
min	957.30	-	0.62
max	1011.70	-	0.72
sd	13.94	-	0.02

ประวัติผู้เขียน

นายนิรัติศักดิ์ คงทน เกิดเมื่อวันที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2528 ที่ตำบลหัวช้าง อำเภอจตุรพักตรพิมาน จังหวัดร้อยเอ็ด สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2551 และได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น