KKU Res J. 2011; 16(5): 478-484
http://resjournal.kku.ac.th

ผลของความหนาและความเร็วของใบตีของเครื่องย่อยแบบ Hammer Mill ที่มีต่อความสามารถในการย่อยซังข้าวโพด

Effects of Thickness and Speed of Blades of a Hammer Mill on Capacity of Corncob Size Reduction

จักรพันธ์ ด้วงคำจันทร์*, สมโภชน์ สุดาจันทร์ และสมชาย ชวนอุดม
Jakraphan Duangkhamjan*, Sompoch Sudajan and Somchai Chuan-udom

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
**Correspondent author: toksatoon@hotmail.com*

Received March 28, 2011
Accepted May 12, 2011

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความหนาและความเร็วของใบตีของเครื่องย่อยแบบ hammer mill ที่มีต่อความสามารถในการย่อยซังข้าวโพด โดยทำการทดสอบกับซังข้าวโพดแบบหมักและแบบไม่หมัก โดยใช้ความเร็วของใบตี 800, 1,000, 1,200 และ 1,400 รอบต่อนาที และความหนาของใบตี 3, 6 และ 9 มิลลิเมตร ผลการศึกษาพบว่าการย่อยซังแบบหมักสามารถย่อยได้ง่ายกว่าแบบไม่หมัก การเพิ่มความเร็วและหรือความหนาของใบตีทำให้ความสามารถในการย่อยมีค่าเพิ่มขึ้น และในการใช้งานควรใช้ความเร็วและความหนาของใบตีที่ 1,400 รอบต่อนาที และ 9 มิลลิเมตร ตามลำดับ

Abstract

The objective of this study was to study the effects of thickness and speed of blades of a hammer mill on capacity of corncob size reduction. The experiment was conducted with fermented and non-fermented corncobs. The speeds of blades were 800, 1,000, 1,200 and 1,400 rpm. The thicknesses of blades were 3, 6 and 9 mm. The results indicated that fermented corncobs were more easily to reduce their sizes than the non-fermented ones. As the speed and the thickness of the blades were increased, the capacity of corncob size reduction was also increased. The most suitable speed and the thickness of the blades should be used at 1,400 rpm and 9 mm respectively.

คำสำคัญ: เครื่องย่อยแบบ hammer mill ความเร็วของใบตี ความหนาของใบตี
Keyword: hammer mill, speed of blade, thickness of blade

1. บทนำ

ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 6 ล้านไร่ ให้ผลผลิตมากกว่า 3 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่ามากกว่า 25,000 ล้านบาท (1) เมล็ดข้าวโพดใช้ในการบริโภค ส่วนซังข้าวโพดซึ่งเป็นวัสดุที่เหลือภายหลังการกะเทาะได้มีความพยายามนำไปใช้ประโยชน์เป็นถ่าน เชื้อเพลิง หรือการผลิตก้อนเชื้อเห็ด เป็นต้น

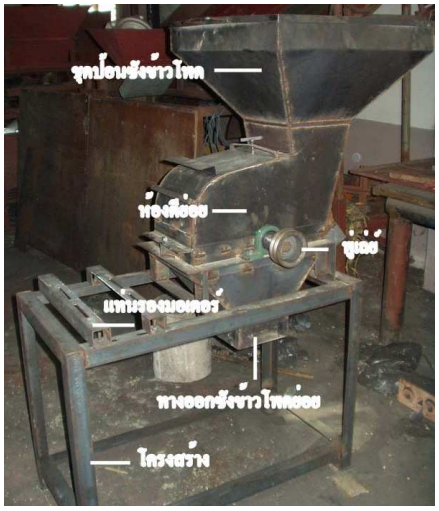
ในการผลิตก้อนเชื้อเห็ดที่มีส่วนผสมของซัง

ข้าวโพดที่ย่อยแล้วทดแทนขี้เลื่อยจากยางพาราเป็นบางส่วนเพื่อลดการใช้ขี้เลื่อยที่มีราคาสูงและหายากขึ้น (2) อีกทั้งเป็นการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการนำซังข้าวโพดแห้งที่ได้จากการกะเทาะเอาเมล็ดออกมาทำการหมักกับปูนขาว ปุ๋ยยูเรีย และดีเกลือ เป็นเวลาประมาณ 12 วัน เพื่อเป็นการเพิ่มสารอาหารให้กับวัสดุเพาะ แต่การใช้ซังข้าวโพดที่ย่อยแล้วเกษตรกรได้ใช้เครื่องย่อยแบบ hammer mill โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กเป็นต้นกำลังที่ใช้สำหรับการย่อยเศษวัสดุทั่วไปมาใช้ย่อยซังข้าวโพด โดยไม่ได้มีการปรับแต่งและหรือดัดแปลงแต่ประการใด ซึ่งซังข้าวโพดที่ได้หลังการย่อยมีขนาดไม่สม่ำเสมอ และบางก้อนมีขนาดใหญ่เนื่องจากเกษตรกรใช้รูตะแกรงขนาดใหญ่ ทำให้การผสมอาหารเสริมและขี้เลื่อยเข้ากับซังที่ย่อยแล้วไม่ดี เมื่อนำไปทำก้อนเชื้อเห็ดส่งผลต่อการขยายของเส้นใยในก้อนที่ไม่สม่ำเสมอ และเศษซังที่มีขนาดใหญ่ยังอาจทำให้ถุงก้อนเชื้อเห็ดที่ได้แตก ขาด เสียหาย

จากการศึกษาของ Duangkamjan J(3) พบว่าขนาดรูตะแกรงที่เหมาะสมในการย่อยซังข้าวโพดสำหรับนำไปใช้ผลิตก้อนเชื้อเห็ดควรมีขนาดรูตะแกรงไม่เกิน 10 มิลลิเมตร ที่จะทำให้คุณภาพของก้อนเชื้อเห็ดที่ดีและทำให้ความสามารถในการทำงานของเครื่องไม่ต่ำเกินไป จากหลักการทำงานของเครื่องย่อยแบบ hammer mill ขนาดของรูตะแกรงมีผลต่อความละเอียดในการย่อย แต่ความหนาและความเร็วของใบตีมีผลต่อความสามารถในการทำงานซึ่งเกษตรกรยังไม่มีข้อมูลในการปรับใช้ อีกทั้งในการปรับปรุงเครื่องย่อยแบบ hammer mill ที่เกษตรกรใช้งานจำเป็นต้องทราบถึงความหนาและความเร็วของใบตีในการใช้งานให้เหมาะสมกับความสามารถในการทำงานของเครื่องที่เกษตรกรใช้งานอยู่แล้ว ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความหนาและความเร็วของใบตีของเครื่องย่อยแบบ hammer mill ที่มีต่อความสามารถในการย่อยซังข้าวโพด เพื่อใช้ในการปรับปรุงชุดย่อยซังข้าวโพดต่อไป

2. วิธีวิจัย

เครื่องย่อยแบบ hammer mill ที่ใช้ในการศึกษามีขนาดความกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร และสูง 75 เซนติเมตร ชุดป้อนซังข้าวโพดมีความจุประมาณ 10 กิโลกรัม ดังแสดงในรูปที่ 1 ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 7.5 กำลังม้า



รูปที่ 1. เครื่องย่อยแบบ hammer mill ที่ใช้ทดสอบ

ใบตีเรียงเป็นแถวจำนวน 4 แถว แต่ละแถวมีใบตีจำนวน 8 ใบ มีแผ่นเหล็กกั้นบังคับทิศทางใบตีสลับแถวเพื่อไม่ให้ใบตีกระทบกัน รวมมีใบตีทั้งหมด 32 ใบ แต่ละใบมีความยาว 170 มิลลิเมตร และใช้ตะแกรงรูกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรู 10 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นขนาดรูตะแกรงที่ให้ความละเอียดของซังข้าวโพดหลังการย่อยที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ทำก้อนเชื้อเห็ด (3) ดังแสดงในรูปที่ 2

ในการศึกษานี้มีปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ความหนาของใบตี จำนวน 3 ระดับ ประกอบด้วย

1) ใบตีขนาดความหนา 3 มิลลิเมตร กว้าง 32

รูปที่ 2. ชุดใบตีและตะแกรงที่ใช้ทดสอบ

มิลลิเมตร น้ำหนักแต่ละใบเฉลี่ย 123 กรัม (รูปที่ 3 ก)

2) ใบตีขนาดความหนา 6 มิลลิเมตร กว้าง 32 มิลลิเมตร น้ำหนักแต่ละใบเฉลี่ย 235 กรัม (รูปที่ 3 ข)

3) ใบตีขนาดความหนา 9 มิลลิเมตร กว้าง 38 มิลลิเมตร น้ำหนักแต่ละใบเฉลี่ย 435 กรัม (รูปที่ 3 ค)

ทั้งนี้ไม่ใช้ใบตีที่มีขนาดใหญ่กว่า 9 มิลลิเมตร เนื่องจากจะทำให้เครื่องเกิดการสั่นสะเทือนมาก และเป็นอันตรายในการทำงานจากการเหวี่ยงของใบตี

ในแต่ละชุดใบตีทำการแปรความเร็วของใบตี 4 ระดับ ประกอบด้วยความเร็ว 800, 1,000, 1,200 และ 1,400 รอบต่อนาที หรือคิดเป็นความเร็วเชิงเส้นปลายใบตีเท่ากับ 18.4, 23.0, 27.6 และ 32.3 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยความเร็วใบตีที่ใช้ศึกษาไม่เกิน 1,400 รอบต่อนาที เนื่องจากจะส่งผลต่อการเหวี่ยงที่รุนแรงมากอาจทำให้เกิดอันตรายต่ออุปกรณ์ของเครื่อง ในการศึกษาได้ทำการทดสอบการย่อยซังข้าวโพด 2 ชนิด คือ ซังข้าวโพดแบบหมักและแบบไม่หมัก ที่มีความชื้นขณะทดสอบเฉลี่ยเท่ากับ 21.4 และ 16.4 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ตามลำดับ

การทดสอบใช้แผนการทดลองแบบ factorial in RCBD 2x3x4 โดยทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ในแต่ละซ้ำใช้ตัวอย่างซังข้าวโพด 5 กิโลกรัม ค่าชี้วัดผลการศึกษาคือความสามารถในการย่อยซังข้าวโพด ทำการวัดโดยการจับเวลาที่ทำการย่อยตัวอย่าง 5 กิโลกรัม จนกว่าจะทำการย่อยหมด แล้วนำมาหาความสามารถในการย่อย

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

จากการทดสอบผลของความหนาและความเร็วของใบตีที่มีต่อความสามารถในการย่อยซังข้าวโพดแบบหมักและไม่หมักได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ตามลำดับ จากผลที่ได้เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า ชนิดซังข้าวโพด ความหนา และความเร็วของใบตีมีผลต่อความสามารถในการย่อยซังข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ความเชื่อมั่นร้อยละ 99) นอกจากนี้มียังปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดซังข้าวโพดกับความหนาของใบตี ชนิดซังข้าวโพดกับความเร็วของใบตี ที่มีผลต่อ

(ก) ใบตีหนา 3 มม. (ข) ใบตีหนา 6 มม. (ค) ใบตีหนา 9 มม.

รูปที่ 3. ชุดใบตีที่ใช้ศึกษา

ตารางที่ 1. ความสามารถในการย่อยซังข้าวโพดแบบหมักเนื่องจากความเร็วและความหนาของใบตีขนาดต่างๆ (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)

ความเร็วของใบตี	ความหนาของใบตี (มิลลิเมตร)			เฉลี่ย
(รอบต่อนาที)	3	6	9	
800	91.1	98.2	108.1	99.1
1,000	115.9	134.4	161.2	137.2
1,200	138.6	194.4	219.9	184.3
1,400	181.2	217.3	259.1	219.2
เฉลี่ย	131.7	161.1	187.1	

ตารางที่ 2. ความสามารถในการย่อยซังข้าวโพดแบบไม่หมักเนื่องจากความเร็วและความหนาของใบตีขนาดต่างๆ (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)

ความเร็วของใบตี	ความหนาของใบตี (มิลลิเมตร)			เฉลี่ย
(รอบต่อนาที)	3	6	9	
800	44.6	58.2	65.8	56.2
1,000	58.0	65.3	73.5	65.6
1,200	69.2	73.3	78.6	73.7
1,400	76.7	78.5	87.6	80.9
เฉลี่ย	62.1	68.8	76.4	

ตารางที่ 3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของความหนาและความเร็วของใบตีที่มีต่อความสามารถในการย่อยซังข้าวโพดแบบหมักและไม่หมัก

แหล่งความแปรปรวน	DOF	Mean square	F-value	
ซ้ำ	2	281.1	1.53	ns
ชนิดซังข้าวโพด (A)	1	148,501.6	806.83	**
ความหนาใบตี (B)	2	7,269.4	39.50	**
ความเร็วใบตี (C)	3	18,024.5	97.93	**
A x B	2	2,542.9	13.82	**
A x C	3	7,961.2	43.25	**
B x C	6	279.7	1.52	ns
A x B x C	6	517.7	2.81	*
Error	46	184.1		

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* *มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%*

** *มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%*

ความสามารถในการย่อย แต่ความหนาของใบมีดกับความเร็วของใบมีดไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กัน

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของปัจจัยต่างๆ ในแต่ละระดับมาพิจารณา ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่าความสามารถในการย่อยซังข้าวโพดแบบหมักมีค่าสูงกว่าแบบไม่หมักมากกว่าสองเท่า ทั้งนี้เนื่องจากซังข้าวโพดที่ผ่านการหมักมีผลให้ความแข็งของซังลดลงกลายเป็นความเปราะและหักง่าย (3) ทำให้สามารถย่อยซังได้ง่ายซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการทำงานที่สูงกว่าซังแบบไม่หมัก ส่วนความหนาของใบตีที่เพิ่มขึ้นจาก 3 มิลลิเมตรเป็น 9 มิลลิเมตร ทำให้ความสามารถในการทำงานเพิ่ม

ตารางที่ 4. ค่าเฉลี่ยความสามารถในการย่อยซังข้าวโพดเนื่องจากปัจจัยต่างๆ

ปัจจัย	ระดับ	ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)
ชนิดซังข้าวโพด	หมัก	159.9
	ไม่หมัก	69.1
ความหนาของใบตี	3 มม.	96.9
	6 มม.	114.9
	9 มม.	131.7
ความเร็วของใบตี	800 รอบ/นาที	77.7
	1,000 รอบ/นาที	101.4
	1,200 รอบ/นาที	129.0
	1,400 รอบ/นาที	150.1

ขึ้นประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องมาจากความหนาของใบตีที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อน้ำหนักของใบตีที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งน้ำหนักนี้มีผลต่อโมเมนตัมของใบตีที่ถูกเหวี่ยงกระแทกกับซังข้าวโพดเพิ่มขึ้น ทำให้การย่อยซังดีขึ้นส่งผลต่อความสามารถในการทำงานที่เพิ่มขึ้น และสำหรับความเร็วของใบตีที่เพิ่มขึ้นจาก 800 รอบต่อนาที เป็น 1,400 รอบต่อนาที ทำให้ความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้นสองเท่า ทั้งนี้เนื่องจากความเร็วใบตีที่เพิ่มขึ้นทำให้โมเมนตัมของใบตีที่ถูกเหวี่ยงให้กระแทะกับซังเพิ่มขึ้น ทำให้การย่อยซังดีขึ้นส่งผลต่อความสามารถในการทำงานที่เพิ่มขึ้น

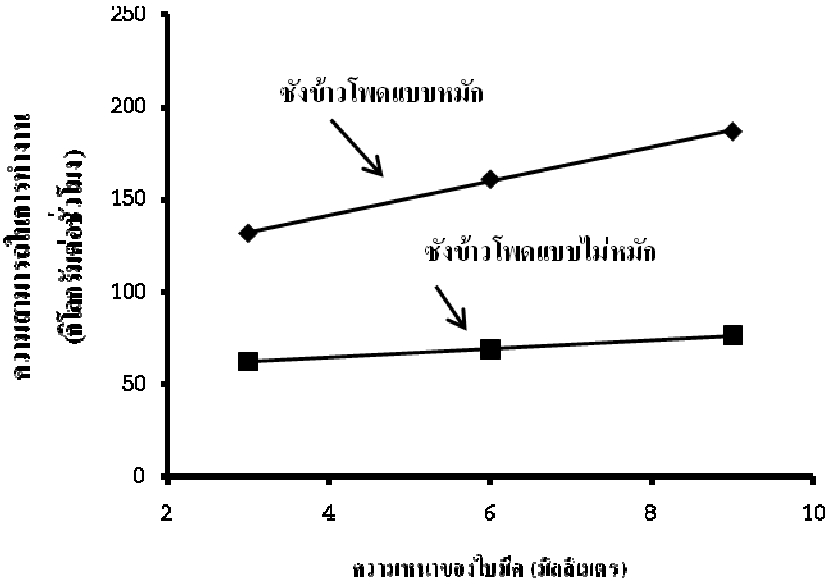
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดซังข้าวโพดกับความหนาของใบตี และชนิดซังข้าวโพดกับความเร็วของใบตี มีผลต่อความสามารถในการย่อยซังข้าวโพด จึงนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของซังข้าวโพดและความหนาของใบตี ดังแสดงในรูปที่ 4 พบว่าเมื่อความเร็วของใบตีเท่ากัน การเพิ่มความหนาของใบตีทำให้ความสามารถในการย่อยซังข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มขนาดของใบตีส่งผลต่อโมเมนตัมที่เพิ่มขึ้น ซึ่งโมเมนตัมของใบตีที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อความรุนแรงในการฟาดทำให้ลดขนาดของซังข้าวโพดได้ดีขึ้น จึงมีผลให้ความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้พบว่าการย่อยซังข้าวโพดแบบหมักให้ความสามารถในการทำงานมากกว่าการย่อยซังข้าวโพดแบบไม่หมัก

รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของซังข้าวโพดและความเร็วของใบตี พบว่าเมื่อใช้ขนาดของใบมีดเท่ากัน การเพิ่มความเร็วของใบตีทำให้ความสามารถในการย่อยซังข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มความเร็วของใบมีดเป็นการเพิ่มความรุนแรงในการฟาดตีซึ่งส่งผลต่อการลดขนาดของซังข้าวโพดได้ดีขึ้น จึงมีผลให้ความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้น สำหรับซังข้าวโพดแบบหมัก เมื่อความเร็วใบมีดเพิ่มขึ้นพบว่ามีแนวโน้มที่ความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากกว่าซังข้าวโพดแบบไม่หมัก ทั้งนี้เนื่องจากความเปาะของซังแบบหมักดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

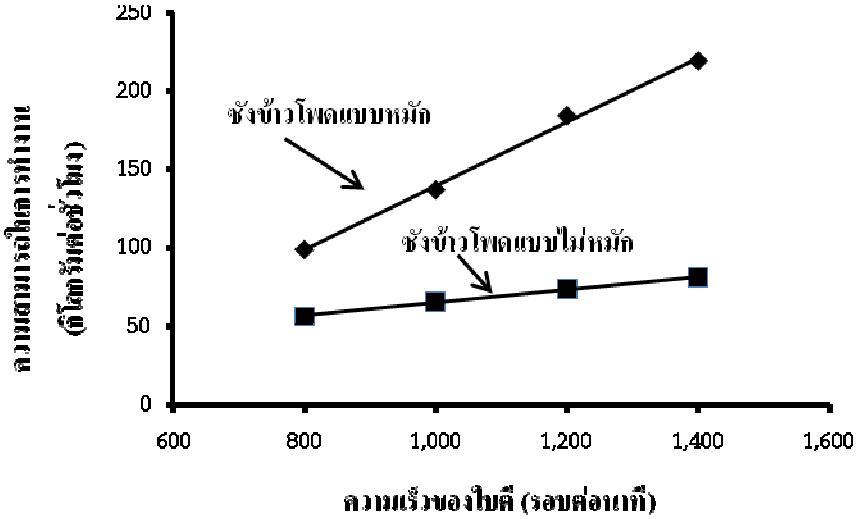
จากผลการศึกษาข้างต้นเมื่อนำเครื่องย่อยแบบ hammer mill ไปใช้สำหรับการย่อยซังข้าวโพดทั้งแบบหมักและแบบไม่หมักควรใช้ความเร็วของใบตีที่ 1,400 รอบต่อนาที และใช้ความหนาของใบตีเท่ากับ 9 มิลลิเมตร

4. สรุป

ในการศึกษาการย่อยซังข้าวโพดโดยใช้



รูปที่ 4. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของใบตีและชนิดของชังข้าวโพดที่มีผลต่อความสามารถในการย่อยชังข้าวโพด



รูปที่ 5. ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของใบตีและชนิดของชังข้าวโพดที่มีผลต่อความสามารถในการย่อยชังข้าวโพด

เครื่องย่อยแบบ hammer mill สามารถนำไปใช้ในการย่อยชังข้าวโพดได้ดีทั้งชังแบบหมักและแบบไม่หมัก โดยชังแบบหมักสามารถย่อยได้ง่ายกว่าแบบไม่หมัก และการเพิ่มความเร็วและ/หรือความหนาของใบตีเป็นการเพิ่มโมเมนตัมในการฟาดตี ส่งผลต่อความสามารถในการย่อยที่เพิ่มขึ้น ส่วนการใช้งานที่เหมาะสมควรใช้ความเร็วของใบตีที่ 1,400 รอบต่อนาที และใช้ความหนาของใบตีเท่ากับ 9 มิลลิเมตร

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โครงการพัฒนานักวิจัยใหม่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

(1) Office of agricultural economics, editors. The agricultural Statistics of Thailand 2007 [Internet]. Bangkok: Office of agricultural economics; 2008 [cited 2010 Sep 27]. Available from: http://www.oae.go.th/oae_ report/stat_agri/. Thai.

(2) Department of agricultural extension. Manual of transferred technology of mushroom pro-duction**.** Bangkok: New thammada press Thailand. co.ltd; 2000. Thai.

(3) Duangkamjan J (Khon Kean University, Agricultural Engineering Department, Khon Kaen). Study and development of corncob mill for murshroom-cube production. Full report. 2010. Thai.