

การลดขนาดของวัสดุเพาะเห็ดฟางก่อนบรรจุถุงด้วยเครื่องย่อย

Reducing of Straw Mushroom Substrate Before Bag Containing by Shredder

จาริณี จงปลื้มปิติ^{1*}, พลเทพ เวงสูงเนิน¹, ยงยุทธ์ เสียงดัง¹, ณัฐดนัย พรณูเจริญวงษ์²

Jarinee Jongpluempiti^{1*}, Ponthep Vengsungne¹, Yongyuth Sangdang¹, Nattadon Punnucharoenwong²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, 30000

¹Department of Agricultural Machinery Engineering Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala of Technology Isan, Nakhonratchasima, 30000, Thailand

²ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์พัทยา

²Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University, 12120, Thailand

*Corresponding author: Tel: +66-8-97155081, E-mail: jarinee.jo@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

เห็ดฟางในปัจจุบันสามารถเพาะปลูกได้ด้วยวัสดุเพาะที่เป็นเศษฝ้ายที่หมัก ลักษณะเป็นเส้นใยของฝ้ายจะทำให้เชื้อเห็ดฟางสามารถขยายได้แต่มีข้อเสียคือจับตัวกันเป็นก้อนส่งผลให้ขั้นตอนการบรรจุวัสดุเพาะลงถุงจะต้องใช้เวลาพอสมควร วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือสร้างเครื่องเพื่อทำการลดขนาดของวัสดุเพาะหรือเศษฝ้ายหมักเพื่อให้บรรจุลงถุงได้ง่ายขึ้นด้วยเครื่องย่อย โดยศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือลักษณะของใบเกี่ยวย่อยคือ ฟันสี่เหลี่ยมและฟันสามเหลี่ยม ความเร็วรอบการหมุนของใบเกี่ยวย่อยคือ 131.6 rpm 157.1 rpm และ 183.1 rpm และความเร็วของสายพานลำเลียงคือ 1.40 rpm 1.70 rpm และ 2.22 rpm เพื่อให้ทราบค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เหมาะสมมากที่สุดที่สามารถย่อยเศษฝ้ายได้จึงนำปัจจัยทั้งหมดมาทดสอบให้เหมือนกันทุกเงื่อนไขความชื้นและมวลที่ใช้ในการทดสอบต้องใกล้เคียงกันมากที่สุด จากผลการทดสอบพบว่าใบเกี่ยวย่อยแบบฟันสามเหลี่ยมหมุน 131.6 rpm ที่ความเร็วรอบสายพานลำเลียง 2.33 rpm สามารถย่อยวัสดุเพาะได้ 95.03 % มีการสูญเสีย 4.97 % และมีความสามารถการย่อยสูงสุด 349.80 kg⁻¹

คำสำคัญ: เห็ดฟาง, เศษฝ้าย, เครื่องย่อย

Abstract

Nowaday, straw mushroom can use cotton waste for plantar because the cotton characteristic is a fiber that help expansion of the mushroom mycelium. Meanwhile, the cons of cotton waste are a lump which result to the loss time of contain to bag process. The objectives of this research were build shredder machine and test to find the appropriate variable that could reduce sizing of the lump. The variables were teeth characteristics: flat straight rectangular and triangle shape, rotation velocity of the teeth set: 131.6 rpm, 157.1 rpm, 183.1 rpm and belt conveyor velocity: 192 rpm, 230 rpm, 288 rpm. In the same time, all tests were controlled equally of the moisture content and mass. It finds that, the triangle shape of the teeth based on 131.6 rpm of the teeth rotation and 2.33 rpm of belt conveyor velocity could be reducing the size of a lump 95.03 %, 4.97 % of loss and higher capacity 345.434 kg⁻¹

Keywords: straw mushroom, cotton waste, shredder

1. บทนำ

เห็ดฟางข้าว (straw mushroom) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Volvariella volvacea* หรือที่เรียกกันทั่วไปว่าเห็ดฟางหรือเห็ดจีน (O.P. Ahlawat, 2007) ซึ่งเป็นหนึ่งในเห็ดที่ปลูกกันมากที่สุด ในเขตร้อนและเขตร้อนชื้น (Chen, Ma, Ge, & Buswell, 2003) โดยทั่วไปเห็ดเหล่านี้จะมีอายุการเก็บรักษาที่จำกัดมาก

เช่นเดียวกับผักและผลไม้หลายชนิดที่มักจะเน่าเสียง่าย จึงไม่เหมาะสำหรับการเก็บรักษาในระยะยาว เห็ดชนิดนี้สามารถปลูกได้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเช่น ฟางข้าวต่างๆ หยวกกล้วย เศษซากกาแฟ ฝุ่นขี้เลื่อย เป็นต้น (Kamthan & Tiwari, 2017) นอกจากนี้ยังสามารถปลูกด้วยเศษฝ้ายได้ดีและยังพบว่าก้อนเชื้อเห็ดที่เหลือจะเป็นแหล่งสารอาหารอินทรีย์ที่ดีอีกด้วย (Kwak, Kim, Seok, Oh, & Lee, 2009)

การเพาะปลูกเห็ดฟางด้วยเศษฝ้ายซึ่งเป็นเส้นใยที่นำมาจากโรงงานทอผ้า เริ่มจากการนำเศษฝ้ายมาแช่น้ำให้ชุ่ม ในขณะเดียวกันก็ทำการหมักเปลือกถั่วเขียวในน้ำเพื่อให้เกิดการย่อยสลายเป็นปุ๋ยในระดับหนึ่ง แล้วจึงนำเศษฝ้ายหมักและเปลือกถั่วเขียวหมัก ปุ๋ย และแร่ภูเขาไฟ มาผสมกันให้เท่ากันแล้วทำการหมักทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 4 วัน โดยในแต่ละวันจะต้องทำการกลับกองส่วนผสมนี้เพื่อไม่ให้ด้านล่างของกองมีอุณหภูมิสูงมากเกินไป เมื่อหมักส่วนผสมทั้งหมดหรือที่เรียกว่า วัสดุเพาะเชื้อเห็ด ได้ตามที่กำหนดแล้วจึงนำมาบรรจุลงถุงพลาสติกและใส่คอขวดตามด้วยสำลีปิดจุกให้เรียบร้อย หลังจากนั้นนำไปฆ่าเชื้อโรคด้วยการนึ่งด้วยไอน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 90 °C เป็นเวลา 5 h เมื่อนึ่งเสร็จเรียบร้อยแล้วปล่อยให้เย็นตัวลงจนกว่าจะมีอุณหภูมิเท่ากับสิ่งแวดล้อม จึงนำมาหยอดเชื้อเห็ดในท้องปลอดเชื้อแล้วทำการปล่อยให้เชื้อเดินเต็มก้อนในห้องที่อับแสงและปราศจากการระบายอากาศ เมื่อเชื้อเห็ดเดินเต็มก้อนแล้วจึงนำไปเปิดดอกตามแต่ละวิธีที่เกษตรกรนิยมปลูกเช่น ในโรงเรือน ในตะกร้า บนกองต๋าย เป็นต้น

ในกระบวนการบรรจุวัสดุเพาะเห็ดฟางลงถุงพลาสติกนั้นจำเป็นต้องใช้แรงงานคนจำนวนมากเนื่องจากต้องรักษาความชื้นให้เหมาะสม แต่ขณะเดียวกันแรงงานคนจะต้องเสียเวลาดึงก้อนวัสดุเพาะที่มีเส้นใยของฝ้ายพันเป็นกลุ่มก้อนงูละหลายครั้ง ส่งผลให้การทำงานค่อนข้างไม่สะดวกและเสียเวลา ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องย่อยวัสดุเพาะเห็ดให้มีขนาดเล็กก่อนที่จะนำไปบรรจุลงถุงพลาสติก เพื่อช่วยลดแรงงาน ลดเวลาและลดต้นทุนในการผลิตก้อนเชื้อเห็ดได้

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลสำหรับชั่งวัสดุเพาะก่อนการทดลอง นาฬิกาจับเวลา อินเวอร์เตอร์เพื่อปรับความถี่ไฟฟ้าช่วยให้เปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ตามที่ต้องการ และที่สำคัญคือ ลักษณะของใบเกี่ยวย่อย 2 ลักษณะคือ ฟันสี่เหลี่ยมตรงและฟันสามเหลี่ยมดัง Figure 1 และเครื่องย่อยวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟางดัง Figure 2

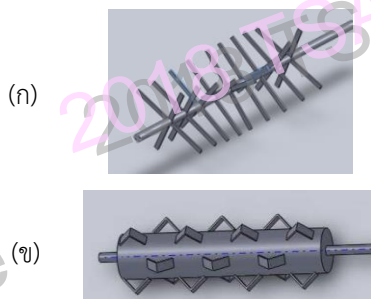


Figure 1 ลักษณะของใบย่อย (ก) ฟันสี่เหลี่ยมตรง

(ข) ฟันสามเหลี่ยม

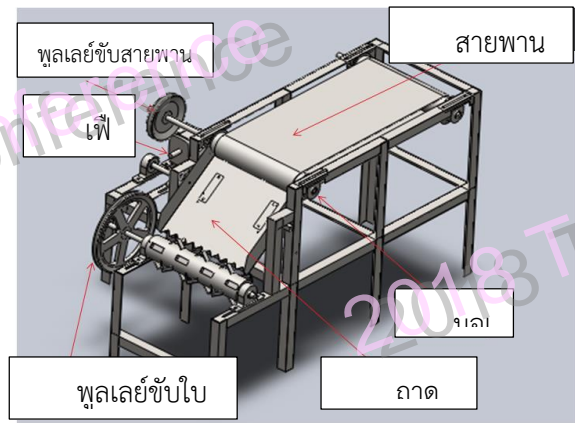


Figure 2 เครื่องย่อยส่วนผสมเชื้อเห็ดฟาง

จากผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง มีหลักการทำงานคร่าวๆ คือ นำวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟางวางบนสายพานลำเลียง เมื่อเปิดระบบไฟฟ้าสายพานจะลำเลียงวัสดุลงมายังใบเกี่ยวย่อยที่ส่งกำลังจากพูลเลย์สายพานที่เชื่อมต่อกับมอเตอร์ วัสดุเพาะที่ถูกย่อยแล้วจะตกลงด้านล่าง

2.2 วิธีการ

วิธีการทดลองสำหรับเครื่องย่อยส่วนผสมเชื้อเห็ดฟางแสดงดัง Figure 3 ซึ่งมีสมมติฐานว่าเครื่องย่อยมีความสามารถที่ได้ขึ้นอยู่กับลักษณะของใบเกี่ยวย่อย ความเร็วในการลำเลียงและความเร็วในการหมุนใบเกี่ยวย่อย ดังนั้นจึงมีปัจจัยในการทดลองคือ ลักษณะใบเกี่ยวย่อย 2 แบบคือ ฟันสี่เหลี่ยมและฟันสามเหลี่ยม ความเร็วในการหมุนของใบเกี่ยวย่อย 3 ระดับคือ 131.6 rpm 157.1 rpm และ 183.1 rpm และความเร็วสายพานลำเลียง 3 ระดับคือ 1.40 rpm 1.70 rpm และ 2.22 rpm ซึ่งแต่ละการทดลองจะทำ 3 ซ้ำ โดยจะกำหนดให้วัสดุเพาะเริ่มต้นต้องเท่ากันคือ 1 กิโลกรัมและมีความชื้นอยู่ในช่วง 60%–65% และทำการจับเวลาตั้งแต่เริ่มเปิดเครื่องย่อยวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟาง

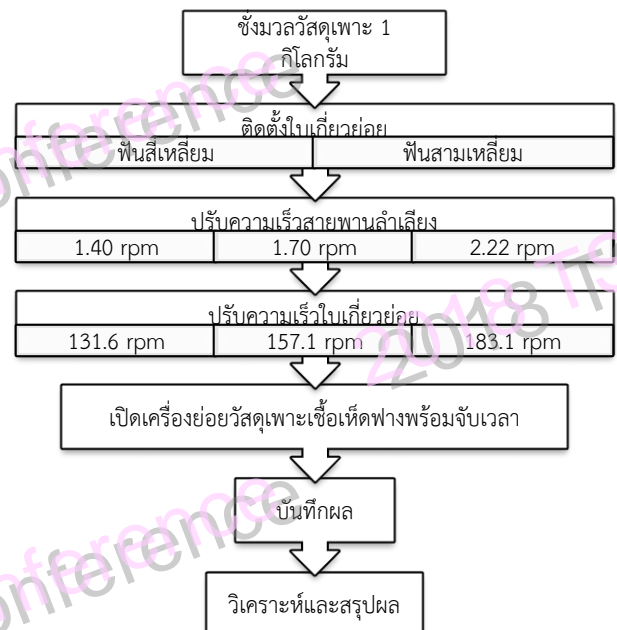


Figure 3 วิธีการทดลองเครื่องย่อยวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟาง

สำหรับค่าชี้ผลของการทดลองนี้ประกอบด้วย เปอร์เซ็นต์ของมวลวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟางที่ย่อยได้ เปอร์เซ็นต์ของวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟางที่สูญเสีย และความสามารถในการย่อยวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟาง ดังสมการที่ (1) (2) และ (3) ตามลำดับ

$$\%sep = \frac{m_{sep}}{m_{total}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\%loss = \frac{m_{loss}}{m_{total}} \times 100\% \quad (2)$$

$$cap(kg / hr) = \frac{m_{sep}}{t} \quad (3)$$

โดยที่

$\%sep$	=	เปอร์เซ็นต์ที่ย่อยได้	(%)
$\%loss$	=	เปอร์เซ็นต์สูญเสีย	(%)
cap	=	ความสามารถการย่อย	(kg / hr)
m_{sep}	=	มวลที่ย่อยได้	(kg)
m_{loss}	=	มวลที่สูญเสีย	(kg)
m_{total}	=	มวลทั้งหมด	(kg)
t	=	เวลาการทดลอง	(hr)

3. ผลและวิจารณ์

จากการทดลองการลดขนาดวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟางด้วยเครื่องย่อย ที่มีปัจจัยในการศึกษาคือ ลักษณะใบเกี่ยวย่อย 2 แบบคือ ฟันสี่เหลี่ยมและฟันสามเหลี่ยม ความเร็วในการหมุนของใบเกี่ยวย่อย 3 ระดับคือ 131.6 rpm 157.1 rpm และ 183.1 rpm และความเร็วสายพานลำเลียง 3 ระดับคือ 1.40 rpm 1.70 rpm และ 2.22 rpm การทดลองจะทดลองย่อยวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟาง 1 กิโลกรัม จับเวลาตั้งแต่เปิดเครื่องจนวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟางไหลลงผ่านชุดใบเกี่ยวย่อย จนหมดขนาดที่ย่อยได้จะมีขนาดเท่ากับช่องว่างระหว่างฟันกับถาดรองฟันแต่ละช่องประมาณ 5 mm. ฉะนั้นวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟางที่ผ่านการย่อยแล้วตกลงมาด้านล่างจะเป็นปริมาณที่ย่อยได้ จาก Table 1 จะเห็นได้ว่าปริมาณวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟางที่ย่อยได้สำหรับชุดใบเกี่ยวที่มีลักษณะฟันสามเหลี่ยมในทุกความเร็วรอบของสายพานลำเลียงและความเร็วรอบของใบเกี่ยวย่อย ปริมาณที่ย่อยได้ไม่ต่างกันมากนักคืออยู่ในช่วง 95.03 % - 96.66 % และในส่วนของชุดใบเกี่ยวฟันสี่เหลี่ยมมีปริมาณการย่อยต่ำกว่าแบบฟันสามเหลี่ยมคืออยู่ในช่วง 87.21 % - 92.86 %

ส่วนปริมาณสูญเสียจะพิจารณาจากเศษวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟางที่ติดอยู่ที่ชุดใบเกี่ยวย่อย ที่ร่วงหลุดไปจากถาดรองด้านล่าง และที่สูญหายไป จาก Table 2 เป็นปริมาณสูญเสียที่แต่ละความเร็วรอบของสายพานลำเลียงและใบเกี่ยวย่อยมีค่าไม่สม่ำเสมอ ใบเกี่ยวย่อยแบบฟันสามเหลี่ยมที่ความเร็วรอบใบเกี่ยวย่อย 131.6 rpm

และความเร็วรอบสายพานที่ 2.33 rpm จะมีปริมาณสูญเสียมากกว่าความเร็วรอบใบเกี่ยวย่อยอื่นๆ คือ 4.97 % แต่ในขณะเดียวกันที่ความเร็วรอบใบเกี่ยวย่อยสูงจะมีแนวโน้มการสูญเสียลดลง และสำหรับใบเกี่ยวย่อยฟันสี่เหลี่ยมจะมีปริมาณสูงกว่าแบบฟันสามเหลี่ยมเนื่องจากความยาวของซี่ฟันสามเหลี่ยมมีลักษณะแบนยาวส่งผลให้เศษฝ้ายพันเกี่ยวมากกว่าและรวมถึงแรงเหวี่ยงอาจส่งผลให้เศษฝ้ายตกลงบริเวณอื่นที่ไม่ต้องการ และจะเห็นว่าที่ความเร็วรอบใบเกี่ยวย่อย 131.6 rpm สำหรับทุกความเร็วรอบของสายพานจะมีปริมาณสูญเสียต่ำกว่าความเร็วรอบใบเกี่ยวย่อยอื่นๆ โดยที่ปริมาณสูญเสียต่ำที่สุดคือ 3.34 % ที่ความเร็วรอบสายพาน 1.7 rpm

Table 1 ปริมาณวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟางที่ย่อยได้

ความเร็วการหมุนใบมีด (rpm)	ความเร็วสายพานลำเลียง (rpm)	ปริมาณวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟางที่ย่อยได้ (%)	
		ฟันสามเหลี่ยม	ฟันสี่เหลี่ยม
131.6	1.4	96.37	90.13
	1.7	95.20	92.86
	2.33	95.03	92.31
157.1	1.4	96.66	87.21
	1.7	95.17	88.83
	2.33	96.56	87.53
183.1	1.4	96.30	90.10
	1.7	96.65	91.36
	2.33	96.15	89.70

Table 2 ปริมาณวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟางที่สูญเสีย

ความเร็วการหมุนใบมีด (rpm)	ความเร็วสายพานลำเลียง (rpm)	ปริมาณวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟางที่สูญเสีย (%)	
		ฟันสามเหลี่ยม	ฟันสี่เหลี่ยม
131.6	1.4	3.63	9.87
	1.7	4.80	7.14
	2.33	4.97	7.69
157.1	1.4	3.34	12.79
	1.7	4.83	11.18
	2.33	3.44	12.47
183.1	1.4	3.70	9.90
	1.7	3.35	8.64
	2.33	3.85	10.30

ความสามารถในการย่อยคือ ความสามารถที่เครื่องย่อยสามารถย่อยวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟางให้ตกลงในบริเวณถาดรองด้านล่างเทียบกับเวลาที่ใช้ในการย่อยวัสดุทั้งหมด จาก Figure 4 จะเห็นได้ว่าความสามารถการย่อยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วสายพานลำเลียงและความเร็วใบเกี่ยวย่อยเพิ่มขึ้น สำหรับใบเกี่ยวย่อยแบบฟันสามเหลี่ยมจะมีความสามารถสูงสุด 349.80 kg/hr ที่ความเร็วรอบสายพานลำเลียง 2.33 rpm ความเร็วรอบใบเกี่ยวย่อย 131.6 rpm และสำหรับใบเกี่ยวย่อยแบบฟันสี่เหลี่ยม ที่ความเร็วรอบใบเกี่ยวย่อย 183.1 rpm และสายพานลำเลียง 2.33 rpm มีความสามารถการย่อยสูงสุด 298.34 kg/hr

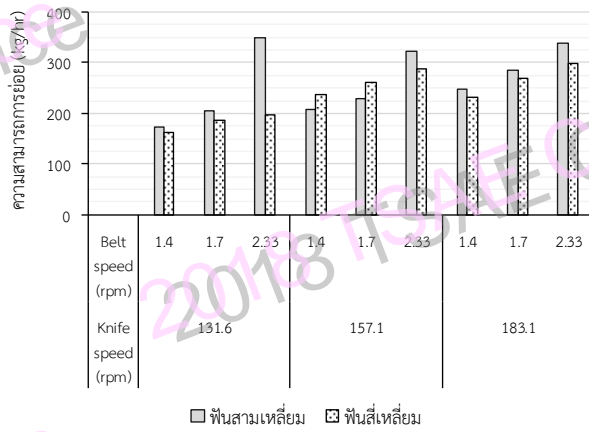


Figure 4 ความสามารถในการย่อยวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟาง

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างใบเกี่ยวย่อยทั้งสองลักษณะ จะเห็นได้ว่าแบบพินสามเหลี่ยมจะมีความสามารถในการเกี่ยวย่อยมากกว่าแบบพินสี่เหลี่ยม เนื่องจากพินสี่เหลี่ยมมีลักษณะแบนและมีความยาวมากกว่าจึงส่งผลให้วัสดุเพาะถูกเหวี่ยงกระจายและมีเศษฝ้ายพันติดกับซี่พินจำนวนมากกว่า ผลของการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบของสายพานลำเลียง ที่ความเร็วสายพานลำเลียง 2.33 rpm สำหรับทุกความเร็วรอบใบเกี่ยวย่อยจะมีความสามารถสูงสุดใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนที่ของวัสดุยังเร็วเวลาในการทดลองก็จะลดลง แต่ในขณะเดียวกันความเร็วรอบของการหมุนใบเกี่ยวย่อยมีค่าเพิ่มขึ้นอาจไม่ช่วยให้เวลาการทดลองลดลงเท่าใดนัก

4. สรุป

การย่อยวัสดุเพาะเชื้อเห็ดฟางด้วยเครื่องย่อยมีสมมติฐานว่าเครื่องย่อยมีความสามารถดีได้ขึ้นอยู่กับลักษณะของใบเกี่ยวย่อยความเร็วในการลำเลียงและความเร็วในการหมุนใบเกี่ยวย่อย ซึ่งผลการทดลองทำให้ทราบว่าลักษณะของใบเกี่ยวย่อยมีผลต่อความสามารถการย่อย แต่ในขณะเดียวกันลักษณะใบเกี่ยวย่อยเหมือนกันสามารถย่อยวัสดุได้เช่นเดียวกัน แต่ความเร็วของสายพานลำเลียงวัสดุเพาะจะมีผลต่อเวลาการทดลอง ดังนั้นใบเกี่ยวย่อยแบบพินสามเหลี่ยมหมุน 131.6 rpm ที่ความเร็วรอบสายพานลำเลียง 2.33 rpm สามารถย่อยได้ 95.03 % และการสูญเสีย 4.97 % มีเวลาในการทดลองเร็วที่สุด จึงส่งผลให้มีความสามารถการย่อยสูงสุด 349.80 kg^h⁻¹

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตามสัญญาเลขที่ NKR2561REVO40

6. เอกสารอ้างอิง

Chen, S., Ma, D., Ge, W., & Buswell, J. A. (2003). Induction of laccase activity in the edible straw mushroom,

Volvariella volvacea. *FEMS Microbiology Letters*.

[https://doi.org/10.1016/S0378-1097\(02\)01131-X](https://doi.org/10.1016/S0378-1097(02)01131-X)

Karnthan, R., & Tiwari, I. (2017). Agricultural Wastes-Potential Substrates For Mushroom Cultivation. *European Journal of Experimental Biology*, 7(5).

<https://doi.org/10.21767/2248-9215.100031>

Kwak, W. S., Kim, Y. I., Seok, J. S., Oh, Y. K., & Lee, S. M. (2009). Molasses and microbial inoculants improve fermentability and silage quality of cotton waste-based spent mushroom substrate. *Bioresource Technology*, 100(3), 1471-1473.

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.07.066>

O.P. Ahlawat, R. P. T. (2007). *No Title CULTIVATION TECHNOLOGY OF PADDY STRAW MUSHROOM (Volvariella volvacea)*. National Research Centre for Mushroom (ICAR) Chambaghat, Solan - 173 213 (HP), INDIA.