

การศึกษาปัจจัยเบื้องต้นในการลดความชื้นข้าวเปลือกในชุดอุปกรณ์ลำเลียงโดยใช้ไอเสียเครื่องยนต์
The Study to the Conditions for Paddy Drying in Screw Conveyor by Using Exhaust Air

กอบทอง รัตนแสง¹, อาทิตย์ พวงสมบัติ^{1*}, ประเทือง อุษาบริสุทธิ¹, แก้วกานต์ พวงสมบัติ¹

Gobthong Radtanasang¹, Artit Phuangsobut^{1*}, Prathuang Usaborisut¹, Kaewkarn Phuangsobut¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม, 73140

¹Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Nakhon Pathom, 73140, Thailand

*Corresponding author: Tel: +66-8-1928-3684, Fax: +66-0-3435-1896, E-mail: fengatp@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัจจัยเบื้องต้นในการลดความชื้นข้าวเปลือกในชุดอุปกรณ์ลำเลียงด้วยการใช้ความร้อนจากไอเสียเครื่องยนต์ เพื่อประยุกต์ใช้กับรถเกี่ยวขนาดข้าว โดยกำหนดเงื่อนไขการทดลองอยู่ 3 ปัจจัย คือ 1. ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,250, 1,500 และ 1,750 rpm 2. ความเร็วรอบของสกรูลำเลียง 300, 500 และ 700 rpm และ 3. จำนวนทางเข้าของไอเสีย 3 ตำแหน่ง ได้แก่ 1, 2 และ 3 ตำแหน่ง จากการทดลองพบว่าที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,500 rpm ความเร็วรอบของสกรูลำเลียงที่ 300 rpm และจำนวนทางเข้าของไอเสีย 1 ตำแหน่ง สามารถลดความชื้นข้าวเปลือกได้ 7.17%wb ซึ่งข้าวเปลือกมีความชื้นเริ่มต้น 22.6%wb เมื่อทำการลดความชื้นแล้วข้าวเปลือกมีความชื้นคงเหลือ 15.43%wb มีความร้อนที่ผิวทอของสกรูลำเลียงอยู่ที่ประมาณ 76 – 94 °C และมีอัตราการไหลของข้าวเปลือก 162 kg/hr ซึ่งเป็นการลดความชื้นได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: ข้าวเปลือก, การอบแห้ง, รถเกี่ยวขนาดข้าว

Abstract

The aim of this research is to study the conditions for paddy drying in the screws conveyor for combine-harvester by the use of the heat of the exhaust air from the diesel engine. The experimental conditions were consisted of 3 factors: 1) the rated engine speed at 1,250, 1,500 and 1,750 rpm, 2) speed of the screw conveyor at 300, 500 and 700 rpm, and 3) number of the channel exhaust inlet 1, 2 and 3 channels. The results showed that the rated engine speed at 1,500 rpm, speed of the screw conveyor at 300 rpm, and number of the channel exhaust inlet 1 channel, can reduce paddy moisture to 7.17% w.b. is the best condition that reduce the moisture content of paddy from 22.6% w.b. to 15.43% w.b. The temperature on the screw conveyor surface is approximately 76-94 °C and the flow rate of paddy is 162 kg/hr.

Keywords: paddy, drying, combine harvester

1 บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย นอกจากใช้บริโภคภายในประเทศแล้วยังเป็นสินค้าส่งออกเป็นอันดับต้นๆ ของประเทศอีกด้วย ข้าวจึงเป็นสินค้าทางการเกษตรที่มีมูลค่าการส่งออกเป็นอันดับแรกของประเทศ มูลค่าในการส่งออก ปี 2559 มีมูลค่าประมาณ 154,343 ล้านบาท โดยส่งออก 9.88 ล้านตัน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวในปี 2559/60 ประมาณ 64 ล้านไร่ มีพื้นที่ในการเก็บเกี่ยวข้าวประมาณ 61 ล้านไร่ ให้ผลผลิตรวมประมาณ 28 ล้านตัน โดยแบ่งเป็นข้าวนาปี 25 ล้านตัน และข้าวนาปรัง 3 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) เกษตรกรในปัจจุบันนิยมใช้รถเกี่ยวขนาดข้าว (combine

harvester) ในการเก็บเกี่ยวข้าว เนื่องจากมีความสะดวก รวดเร็ว ในการเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ รถเกี่ยวขนาดข้าวยังสามารถเก็บข้าวไว้ในรถจนเต็ม (ถังเก็บข้าว บรรจุข้าวเปลือกได้ 1-2.5 ตัน) ก่อนนำมาเทลงรถบรรทุกเพื่อนำไปขายได้ทันที เป็นการประหยัดแรงงาน ลดเวลาในการเก็บเกี่ยว และได้กำลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตสูง เมล็ดข้าวเปลือกที่เพิ่งถูกเก็บเกี่ยวยังคงมีความชื้นค่อนข้างสูงประมาณ 25 ถึง 32% d.b. (ฉัตรชัย, 2555) ความชื้นที่สูงจะส่งผลถึงระยะเวลาการเก็บรักษา คุณภาพของข้าวเปลือก รวมไปถึงราคาการจำหน่ายอีกด้วย แต่สิ่งที่ยังขาดอยู่หลังการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวคือ การลดความชื้น

ในการลดความชื้นข้าวเปลือกหลังการเกี่ยวขนาดทำได้หลายวิธี เช่น การใช้เครื่องอบแห้งแบบสเปาเต็ดเบด (Spouted bed)

(Hung-Nguyen et al., 2001; Madhiyanon and Soponronnarit, 2005) และเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized bed) (Soponronnarit and Prachayawarakorn, 1994; Taweerattanapanish et al., 1999; Rordprapat et al., 2005) ข้าวเปลือกที่อบแห้งโดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด อุณหภูมิจะสูงถึง (140-150°C) และได้ผลผลิตข้าวเปลือกสูง เทคนิคจึงกลายเป็นเทคนิคที่นิยมมากขึ้นสำหรับการอบแห้งข้าวเปลือก ยังมีเทคนิคการอบแห้งแบบกระแสน (Impinging stream drying: ISD) (Xuegong and Dengying, 1998; Sathapomprasath et al., 2007) เป็นเทคนิคหนึ่งในการลดความชื้นของวัสดุอนุภาค (Particulate material) และเนื่องจากข้าวเปลือกเป็นวัสดุอนุภาคเช่นเดียวกับวัสดุทางการเกษตรอีกหลายชนิด จึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะถูกประยุกต์ใช้กับเครื่องอบแห้งแบบกระแสน เพื่อลดความชื้นของข้าวเปลือกโดยใช้ระยะเวลาการอบแห้งน้อยและมีค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่สูง (ฉัตรชัยและอัครกมน, 2556)

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัจจัยเบื้องต้นในการลดความชื้นข้าวเปลือกในชุดอุปกรณ์ลำเลียงตั้งแต่กระบวนการเก็บเกี่ยว โดยการนำพลังงานความร้อนที่ออกมาจากท่อไอเสีย มาลดความชื้นของข้าวเปลือก ซึ่งจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้เกษตรกรนำเทคนิคนี้ไปปรับใช้ให้เหมาะสมในการลดความชื้นข้าวเปลือก เพื่อเป็นการประหยัดเวลา และยังช่วยเพิ่มมูลค่าในการจำหน่ายได้อีกด้วย

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ตัวอย่างทดลอง

การทดลองนี้ใช้ข้าวเปลือกพันธุ์หอมมะลิ 105 ที่ได้จากแปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว จำนวน 200 kg. มีความชื้นเฉลี่ย 22.6% จากจังหวัดสุพรรณบุรี

2.2 ชุดอุปกรณ์ลำเลียงด้วยสกรูในการลดความชื้น

ชุดอุปกรณ์ลำเลียงด้วยสกรูลำเลียง มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก 3 ท่อน ประกอบด้วยเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.20 m, 1.30 m. และ 1.40 m. ภายในประกอบด้วยชุดอุปกรณ์ลำเลียงเป็นสกรูลำเลียงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.15 m ซึ่งผนังท่อจะมีสองชั้น ชั้นแรก เป็นผนังแบบตะแกรงเพื่อป้องกันข้าวเปลือกหล่นไปในระบบไอเสีย และส่วนที่สองจะเป็นผนังผิวเรียบเพื่อป้องกันไอเสียไหลออกจากระบบลำเลียง โดยการออกแบบจะมีทางเข้าของท่อไอเสียทั้งสามท่อนของท่อลำเลียง ลำเลียงจากด้านล่างขึ้นด้านบน



Figure 1 The design of drying system using screw conveyor.

2.3 ไอเสียสำหรับลดความชื้น

รถแทรกเตอร์ ยี่ห้อ Massey-Ferguson รุ่น 390, Georgia, US ขับเคลื่อน 4 ล้อ ให้แรงม้าสูงสุด 86 แรงม้า

2.4 วิธีการทดลอง

2.4.1 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง

2.4.1.1 ใช้ไอเสียจากเครื่องยนต์รถแทรกเตอร์ในการลดความชื้น โดยใช้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 3 ระดับ คือ 1,250, 1,500 และ 1,750 rpm

2.4.1.2 ใช้ความเร็วรอบของสกรูลำเลียง 3 ระดับ คือ 300 rpm, 500 rpm, และ 700 rpm

2.4.1.3 ทดสอบตำแหน่งทางเข้าของไอเสียที่เหมาะสมในระบบอบแห้ง

2.4.2 การติดตั้งอุปกรณ์และวิธีทดลอง

ติดตั้งชุดอุปกรณ์ลำเลียงด้วยสกรูเข้ากับท่อไอเสียรถแทรกเตอร์โดยใช้ท่อลูมิเนียมพอยลด์ Figure 2 จากนั้นวัดค่าความชื้นข้าวเปลือกเริ่มต้นด้วยเครื่องวัดความชื้น Multi Grain moisture Tester รุ่น PM400 บริษัท Kctt, California Us แล้วทำการปรับตั้งความเร็วรอบของมอเตอร์สกรูลำเลียง 300 rpm. ปรับตั้งความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,250 rpm โดยติดเครื่องยนต์ทิ้งไว้ก่อนการทดลอง 15 นาที เปิดทางเข้าท่อไอเสีย 1 ช่อง เริ่มเดินเครื่องสกรูลำเลียงและทำการใส่ข้าวเปลือกลงไปยังช่องสำหรับใส่ข้าวให้ข้าวเปลือกไหลต่อเนื่องตลอดเวลาเป็นเวลา 10

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

นาที่ จากนั้นนำข้าวเปลือกที่ผ่านการลดความชื้นแล้วมาวัดหาความชื้น ทำการทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นทำการเปลี่ยนเงื่อนไขในการทดลองแล้วทำการทดสอบจนครบทุกเงื่อนไข



Figure 2 Connection between scrow conveyor and exhaust pipe of a tractor using flexible aluminium foil hose.

3 ผลและวิจารณ์

การทดลองใช้ข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้น 22.6%wb โดยการทดลอง 3 ปัจจัย คือ 1.ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (1,250, 1,500 และ 1,750 rpm) 2.ความเร็วรอบของสกรูลำเลียง (300, 500 และ 700 rpm) และ 3.จำนวนทางเข้าของไอเสีย 3 ตำแหน่ง (ช่องเปิด1, ช่องเปิด1+2 และช่องเปิด1+2+3) จากผลการทดลองพบว่า ค่าความชื้นที่ผ่านการอบแห้งจะลดความชื้นอยู่ในช่วงประมาณ 1-7%wb อยู่ในเงื่อนไขที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 rpm ความเร็วรอบสกรู 300 rpm และเปิดให้ไอเสียเข้าจำนวน 1 ช่อง มีค่าความชื้นที่ลดได้เท่ากับ 7.17%wb ดังแสดงใน Table 1 ซึ่งอุณหภูมิที่ผิวท่อสกรูลำเลียงจะอยู่ในช่วง 76-94°C Figure 3 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความชื้นเทียบกับปัจจัยทั้ง 3 ในการลดความชื้นของข้าวเปลือก (Figure 3a) แสดงความชื้นข้าวเปลือกที่แห้งในเงื่อนไขความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,250 rpm ความเร็วรอบสกรู 300, 500 และ 700 rpm และทุกเงื่อนไขของช่องไอเสียเข้าสามารถลดความชื้นได้ใกล้เคียงกัน โดยความชื้นที่ลดได้อยู่ที่ประมาณ 2%wb จาก(Figure 3b)และ (Figure 3c) พบว่า ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500, 1,750 rpm ความเร็วรอบสกรู 300 rpm ช่องเปิด1 ลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยความชื้นที่ลดได้อยู่ที่ 5-7.5%wb

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ความเร็วรอบเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้น ความเร็วรอบของสกรูที่ช้า สามารถลดความชื้นได้ดีที่สุด เนื่องจากไอเสียที่ถูกปล่อยเข้าไปจะสัมผัสกับเมล็ดข้าวเปลือกที่ถูกลำเลียงขึ้นไปตามสกรูเป็นระยะเวลาสั้น ซึ่งเป็นผลทำให้ลดปริมาณความชื้นของข้าวเปลือกได้สูงขึ้น

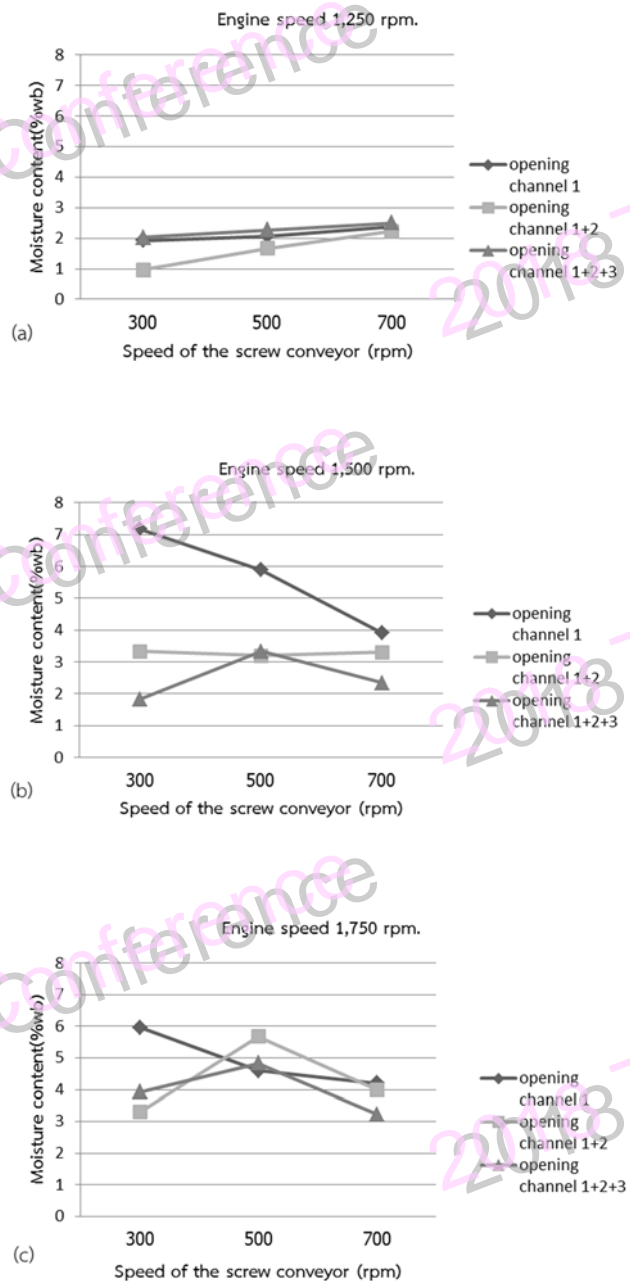


Figure 3 Changes in moisture contents reduction using engine speed at 1,250, 1500 and 1750 rpm, speed of scrow conveyor at 300, 500 and 700 rpm and number of the channel exhaust inlet 1, 2 and 3 channels for drying of paddy.

Table 1 The reduced moisture content of paddy after drying

| ความเร็วรอบ สกรูลำเลียง (rpm) | ความเร็วรอบเครื่องยนต์ | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| | 1,250 rpm | | | 1,500 rpm | | | 1,750 rpm | | |
| | ช่องเปิด | ช่องเปิด | ช่องเปิด | ช่องเปิด | ช่องเปิด | ช่องเปิด | ช่องเปิด | ช่องเปิด | ช่องเปิด |
| | 1 | 1+2 | 1+2+3 | 1 | 1+2 | 1+2+3 | 1 | 1+2 | 1+2+3 |
| 300 | 1.93 | 0.97 | 2.03 | 7.17 | 3.33 | 1.83 | 5.97 | 3.30 | 3.93 |
| 500 | 2.07 | 1.67 | 2.27 | 5.89 | 3.20 | 3.33 | 4.60 | 5.67 | 4.83 |
| 700 | 2.37 | 2.23 | 2.50 | 3.90 | 3.33 | 2.33 | 4.20 | 4.00 | 3.23 |

4 สรุป

จากการศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมระหว่างความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1250, 1500 และ 1750 rpm และความเร็วรอบสกรูลำเลียง 300, 500 และ 700 rpm ในแต่ละตำแหน่งปล่อยไอเสียเข้า กับเปอร์เซ็นต์ความชื้นข้าวเปลือกที่สามารถลดได้ พบว่าเงื่อนไขความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1500 rpm และความเร็วรอบสกรู 300 rpm ทำการปล่อยไอเสียเข้า 1 ตำแหน่งของสกรูลำเลียง เป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมในการลดความชื้นข้าวเปลือก เพราะความเร็วรอบสกรูที่ช้าทำให้ข้าวเปลือกมีเวลาในการลดความชื้นได้เพิ่มขึ้น รอบเครื่องยนต์ที่สูงขึ้นจะทำให้ข้าวเปลือกมีแนวโน้มที่จะลดความชื้นได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิของไอเสียสูงขึ้น และช่องเปิด 1 ช่อง จะเป็นการช่วยให้กระแสการไหลของมวลอากาศสูงขึ้นทำให้กระบวนการอบแห้งมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5 กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีโดยการสนับสนุนของสำนักวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รหัสโครงการ วท.ด.ด 1.5 และภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

6 เอกสารอ้างอิง

ฉัตรชัย นิยมมล. 2555. ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของกระบวนการลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบพาหะลมที่ใช้หอบแห้งชนิดท่อเกลียว. น 97-109. ในวารสารวิจัย มช.ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น

ฉัตรชัย นิยมมล และ สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา. 2556. การพัฒนาและศึกษากระบวนการลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบกระแสนซึ่งมีระบบหมุนเวียนอากาศร้อน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สกว.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559.

ตารางแสดงรายละเอียดข้าวนาปี-นาปี ปี59. แหล่งข้อมูล: <http://www.oae.go.th/production.html>. เข้าถึงเมื่อ 6 กุมภาพันธ์ 2560.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559. ตารางปริมาณและมูลค่าการส่งออกข้าวปี59. แหล่งข้อมูล: <http://www.oae.go.th/>

oae_report/export_import/export_result.php. เข้าถึงเมื่อ 6 กุมภาพันธ์ 2560

Hung-Nguyen, L., Driscoll, R.H., Szrednicki, G., 2001. Drying of High Moisture Content Paddy in a Pilot Scale Triangular Spouted Bed Dryer. *Drying Technology*. 19, 375-387.

Madhiyanon, T., Soponronnarit, S., 2005. High Temperature Spouted Bed Paddy Drying with Varied Downcomer Air Flows and Moisture Contents: Effects on Drying Kinetics, Critical Moisture Content, and Milling Quality. *Drying Technology*. 23, 473-495.

Rordprapat, W., Nathakaranakule, A., Tia, W., Soponronnarit, S., 2005. Comparative study of fluidized bed paddy drying using hot air and superheated steam. *Journal of Food Engineering*. 71, 28-36.

Sathapornprasath, K., Devahastin, S., Soponronnarit, S., 2007. Performance Evaluation of an Impinging Stream Dryer for Particulate Materials. *Drying Technology*. 25, 1111-1118.

Soponronnarit, S., Prachayawarakorn, S., 1994. OPTIMUM STRATEGY FOR FLUIDIZED BED PADDY DRYING. *Drying Technology*. 12, 1667-1686.

Taveeratapanish, A., Soponronnarit, S., Wetchakama, S., Kongseri, N., Wongpiyachon, S., 1999. Effects of Drying on Head Rice Yield Using Fluidization Technique. *Drying Technology*. 17, 346-353.

Xuegong, H., Dengying, L., 1998. Experimental Investigation on Flow and Drying Characteristics of a Vertical and Semi-Cyclic Combined Impinging Streams Dryer. *Drying Technology*. 17, 1879-1892