ผลกระทบของความเร็วลมร้อนต่อการอบแห้งข้าวโพดในตู้อบแห้งแบบท่อลมร้อน
Effect of the Velocity of Hot Air on Drying of Corn in a Hot Air Tube Cabinet

วิศิษฐ์ ลีลาผาติกุล*

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
เลขที่ 96 หมู่ 3 ถ.พุทธมณฑล สาย 5 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170
*ติดต่อ: wisit.lee@rmutr.ac.th, wisitle17@yahoo.com, เบอร์โทรศัพท์ 0-2889-4585 ต่อ 2675

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาเชิงทดลองการอบแห้งด้วยลมร้อน โดยอาศัยหลักการพาความร้อนของอากาศแบบบังคับ เพื่อลดความชื้นของผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งกำหนดตัวอย่างทดลอง ได้แก่ ข้าวโพดที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 28 มาตรฐานเปียก โดยตู้อบแห้งมีปริมาตรภายใน เท่ากับ 75x75x127 ลูกบาศก์เซนติเมตร กำหนดความเร็วของลมร้อนในท่อ เท่ากับ 4, 8 และ 12 m/s ที่อุณหภูมิการอบแห้งเฉลี่ย เท่ากับ 65°C จากผลการทดสอบสมรรถนะการอบแห้ง พบว่าสามารถลดความชื้นของข้าวโพด ที่ความเร็วของลมร้อน 8 m/s ได้เท่ากับร้อยละ 14 มาตรฐานเปียก และใช้เวลาการอบแห้งเฉลี่ยประมาณ 4 ชั่วโมง

คำหลัก: การอบแห้งด้วยลมร้อน, ข้าวโพด, ความชื้น

Abstract

This paper presents an experimental study the hot air drying using the principle of forced convection to dry agricultural crop. To archive this purpose, corn was selected as testing material with initial moisture content of 28% wet basis. The volume of cabinet is 75x75x127 cm^3. The hot air of velocity was set to be 4, 8 and 12 m/s for each test condition, drying air temperature of 65°C. Results from the drying tests of corn indicate that this hot air tube cabinet can decrease moisture content of corn for 8 m/s of hot air by 14% wet basis, the average drying time is 4 hours.

Keywords: hot air drying, corn, moisture content

1. บทนำ

ข้าวโพดเป็นธัญพืชสำคัญอย่างหนึ่งของโลก รองจากข้าวเจ้าและข้าวสาลี นับเป็นพืชอาหารหลักที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง ในต่างประเทศ เช่น เม็กซิโก อินเดีย อินโดนีเซีย อิตาลี ประชาชนรับประทานข้าวโพดเป็นอาหารประจำวัน ในรูปต่างๆ กัน สำหรับในประเทศไทย ข้าวโพดที่ผลิตได้เกือบทั้งหมด ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ การใช้ข้าวโพดเป็นอาหารสัตว์ และอาหารมนุษย์มีน้อย ประเทศไทยมีการปลูกข้าวโพดมาตั้งแต่อดีต แต่ไม่แพร่หลายมากนัก ซึ่งจะเริ่มปลูกกันอย่างกว้างขว้าง เมื่อยี่สิบกว่าปีที่ผ่านมานี้ และปริมาณการผลิตได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในปี พ.ศ. 2472 ผลิตผลทั้งประเทศมีเพียง 3.73 ตัน แต่ในปี พ.ศ. 2556-2557 เพิ่มขึ้นเป็น 4.87 ล้านตัน [1] ทั้งนี้เนื่องจากตลาดต่างประเทศต้องการมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ญี่ปุ่น ไต้หวัน ฮ่องกง และสิงคโปร์ มูลค่าส่งออกเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในปัจจุบันข้าวโพดได้เลื่อนอันดับ จากพืชที่ไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มาเป็นพืชที่มีความสำคัญใกล้เคียงกับข้าวเจ้าและยางพารา ซึ่งเป็นสินค้าออกที่สำคัญเก่าแก่ของประเทศไทยมาช้านาน สำหรับในประเทศไทยอาจกล่าวได้ว่า ข้าวโพดสามารถปลูกได้ดีทุกภาค จังหวัดที่ผลิตข้าวโพดมากในแต่ละภาค เรียงตามปริมาณการผลิตมากไปหาน้อย ดังนี้ ภาคกลางมี จังหวัด เพชรบูรณ์ ลพบุรี นครสวรรค์ สระบุรี พิษณุโลก พิจิตร สุโขทัย และปราจีนบุรี ภาคเหนือมีจังหวัด แพร่ น่าน เชียงราย และเชียงใหม่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมี จังหวัด นครราชสีมา ศรีสะเกษ อุบลราชธานี ขอนแก่น และชัยภูมิ ภาคใต้ปลูกมากที่จังหวัด สงขลา สุราษฎร์ธานี และ นครศรีธรรมราช แต่ปัจจุบันข้าวโพดเริ่มจะประสบ

ปัญหาในด้านคุณภาพอันเนื่องมาจากเชื้อราที่เกิดขึ้นในการเก็บรักษา และในขณะขนส่งทางเรือซึ่งใช้เวลานาน ทั้งนี้เพราะประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน ซึ่งมีความชื้นในอากาศสูงเกือบทั้งปี ในบรรดาเชื้อราต่างๆ นี้ เชื้อ Aspergilius Flavas เป็นเชื้อราที่มีอันตรายค่อนข้างสูง เนื่องจากเชื้อราชนิดนี้สามารถผลิตสารพิษ Afatoxin ขึ้นมาในระหว่างวงจรของการเจริญเติบโตของมันได้ ซึ่งเป็นสารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ที่บริโภคเข้าไปจนอาจถึงแก่ชีวิตได้ เชื้อรานี้เกิดขึ้นได้เพราะเมล็ดข้าวโพดที่ผ่านการกะเทาะและนำมาเก็บรักษาไว้นั้นยังมีความชื้นสูงอยู่ โดยทั่วไปแล้วข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวมาจากไร่จะถูกนำมาลดความชื้นลงให้เหลือน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ด้วยวิธีการตากหรืออบแห้งก่อนที่จะนำมากะเทาะเอาเมล็ดออกจากซังและเก็บรักษาไว้เพื่อการส่งจำหน่าย ปริมาณความชื้นดังกล่าวนี้จัดอยู่ในระดับค่อนข้างสูง สำหรับการเก็บรักษาในอุณหภูมิอากาศที่มีลักษณะร้อนชื้น และเป็นผลให้เกิดเชื้อราได้โดยง่าย

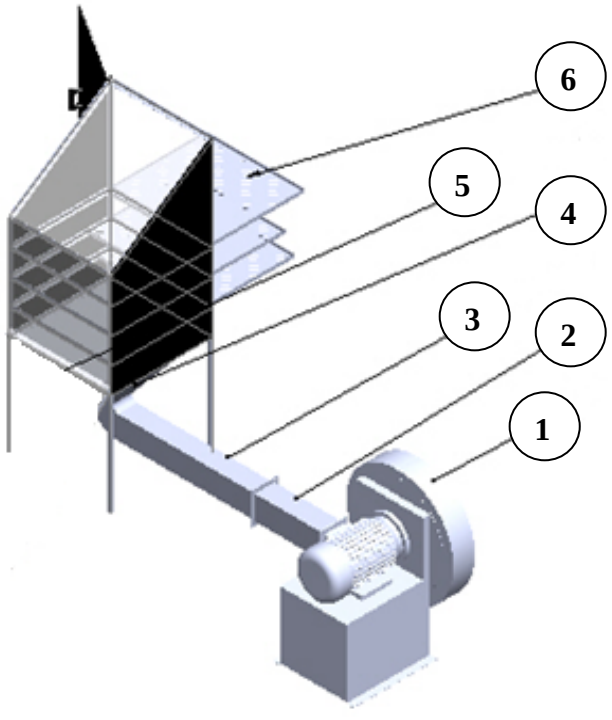
งานวิจัยในอดีตจนถึงปัจจุบันเกี่ยวกับการอบแห้งมีการพัฒนามาเป็นลำดับ อาทิเช่น งานวิจัยของ Exell [2] ได้ทำการวิจัยเครื่องอบแห้งที่มีโครงสร้างจากไม้ไผ่ ประกอบด้วยส่วนที่ผลิตอากาศร้อนทำด้วยพลาสติกและส่วนที่เก็บข้าวเปลือกทำด้วยไม้ไผ่ยกพื้นระดับให้อากาศร้อนไหลผ่านจากด้านล่าง สามารถอบข้าวเปลือกได้ครั้งละ 1 ตันใช้เวลาประมาณ 1 วัน ในวันที่ท้องฟ้าโปร่ง และ 2-3 วันในช่วงฤดูฝน งานวิจัยของ ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์ และคณะ [3] ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งที่มีลักษณะเป็นตู้อบด้านบนเป็นกระจกใสทำมุมเอียง 18 องศากับแนวระดับ โดยมีพื้นที่รับแสง 0.23 ตารางเมตร จากการทดลองอบผ้าชุบน้ำ พบว่ามีอัตราการอบแห้งประมาณ 4.2 kg/m^2-day และใช้งานได้เป็นอย่างดี งานวิจัยของ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และคณะ [4] ได้พัฒนายุ้งข้าวทำด้วยไม้มีหลังคาสังกะสีเป็นแหล่งกำเนิดความร้อน อากาศร้อนที่ได้จากแผงรับรังสีจะถูกดูด เข้าไปด้านล่างของยุ้งข้าวและเป่าผ่านมวลข้าว ยุ้งข้าวนี้สามารถเก็บข้าวที่อบแล้วได้ 10 ตันและสามารถช่วยลดความชื้นของข้าวในอัตรา 0.64% ต่อชั่วโมง จะคุ้มต่อการลงทุนเมื่ออบข้าวทั้งนาปีและนาปรัง มีระยะเวลาคุ้มทุนอยู่ในช่วง 2.3-14.8 ปี งานวิจัยของ เสริม จันทร์ฉาย[5] ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งระดับอุตสาหกรรมสำหรับอบกล้วย ซึ่งรับอากาศร้อนจากแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 24 ตารางเมตร และมีแหล่งพลังงานเสริมจากก๊าซหุงต้ม เครื่องอบดังกล่าวสามารถอบกล้วยที่ความชื้น 75%(w.b.) จำนวน 200 กิโลกรัม ให้เหลือความชื้น 25%(w.b.) โดยใช้เวลาอบเพียง 3 วัน งานวิจัยของ Eddy et al. [6] ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งแบบแผงรับรังสีดวงอาทิตย์เข้ากับระบบเตาเผาชีวมวลเพื่อเป็นแหล่งความร้อนเสริมในกรณีที่รังสีดวงอาทิตย์ไม่เพียงพอสามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งได้ถึง 40% เมื่อเทียบกับการตากแดดธรรมชาติ งานวิจัยของ Bala et al. [7] ได้ทดสอบสมรรถนะเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมในการอบแห้งสับปะรดและพบว่ามีสมรรถนะสูงสามารถอบแห้งสับปะรดได้ประมาณ 120-150 กิโลกรัม ให้แห้งในระยะเวลา 3-5 วัน และมีคุณภาพดีกว่าการตากแดดธรรมชาติ

ดังนั้นบทความวิจัยนี้ จึงมีความคิดที่จะทำการอบแห้งข้าวโพดด้วยตู้อบแห้งแบบท่อลมร้อน โดยได้ทำการศึกษาถึงความเร็วที่เหมาะสมต่อการไหลของอากาศภายในตู้อบแห้ง ที่มีผลต่อการลดความชื้นของข้าวโพด จึงถือได้ว่าเทคนิคจากงานวิจัยดังกล่าว จะช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตข้าวโพด ลดเวลาและการปนเปื้อนจากการตากแห้งหลังการเก็บเกี่ยวได้เป็นอย่างดีของเกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง และยังสามารถนำองค์ความรู้ไปต่อยอดการอบแห้งกับผลผลิตทางการเกษตรชนิดอื่น ๆ ต่อไป

2. อุปกรณ์การทดลอง

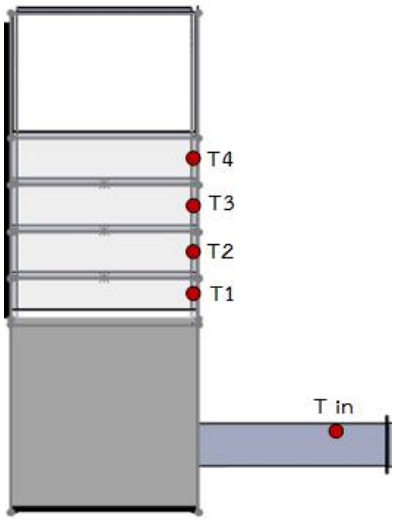
ตู้อบมีลักษณะเป็นตู้ทรงสี่เหลี่ยม แบ่งเป็นชั้นๆเพื่อสำหรับวางถาดบรรจุผลิตภัณฑ์ ชั้นตากผลผลิตทางการเกษตรเป็นแบบถาด มีจำนวนทั้งหมด 3 ถาด แต่ละถาดวางห่างกัน 250 มิลลิเมตร มีขนาด กว้าง 750 มิลลิเมตร ยาว 750 มิลลิเมตร ด้านข้างของชั้นวางผลิตภัณฑ์ทำจากเหล็กฉากขนาด 38.1 มิลลิเมตร x 38.1 มิลลิเมตร แผ่นชั้นวางผลผลิตการเกษตรทำจากแผ่นสแตนเลสเจาะรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร เพื่อให้อากาศร้อนสามารถไหลผ่านได้สะดวก ท่อลมร้อนแบ่งท่อเป็น 3 ส่วน ส่วนที่หนึ่ง คือ ท่อที่นำไว้ใส่ฮีตเตอร์ มีความยาว 500 มิลลิเมตร ความสูง 170 มิลลิเมตร ความกว้าง 140 มิลลิเมตร ส่วนที่ 2 คือ ท่อที่มีไว้สำหรับทำให้อากาศที่ไหลผ่านจากมอเตอร์ มีการผสมกับความร้อนที่ได้จากฮีตเตอร์ ก่อนเข้าสู่ตู้บรรจุผลิตภัณฑ์ มีขนาด ความยาว 1,214.86 มิลลิเมตร ความสูง 170 มิลลิเมตร ความกว้าง 140 มิลลิเมตร และส่วนที่ 3 คือ ท่อที่มีไว้สำหรับขยายขนาดของท่อลมร้อน ทำให้ลมร้อนเข้าสู่ส่วนของตู้บรรจุ

ผลิตภัณฑ์ ด้านล่างมีขนาด ความกว้าง 140 มิลลิเมตร ความยาว 170 มิลลิเมตร ด้านบนมีลักษณะรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีขนาดความกว้าง 700 มิลลิเมตร และความยาว 700 มิลลิเมตร ใช้มอเตอร์ขนาด 1/3 แรงม้า ใช้กระแสไฟ 1 เฟส ความเร็วรอบเท่ากับ 1,450 รอบต่อนาที จะถูกควบคุมอัตราการหมุนของมอเตอร์ด้วยอินเวอร์เตอร์ โดยมีฮีตเตอร์ 1000 วัตต์ จำนวน 3 แท่ง ทำหน้าที่ให้ความร้อนกับอากาศ และมี Thermocouple Type J ที่สามารถวัดอุณหภูมิในช่วง 0 ถึง 400°C มีค่าความคลาดเคลื่อน 1.5°C เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้อบแบบ Real-Time แล้วส่งสัญญาณตัวเลขออกมาที่หน้าจอ Digital temperature indicator ยี่ห้อ Digicon รุ่น ID-8 มีหน้าที่รับสัญญาณค่าของอุณหภูมิมาจาก Thermocouple แล้วแสดงผลเป็นตัวเลขในช่วง 0 ถึง 400°C และ Temperature switch ยี่ห้อ Digicon รุ่น TS-85V มีหน้าที่สลับสัญญาณจาก Thermocouple ไปยัง Temperature indicator



1.Blower 2. Heater 3. Hot air tube 4. Thermocouple type J 5. Drying tube cabinet 6. Tray

รูปที่ 1 ชุดอุปกรณ์ตู้อบแห้งแบบท่อลมร้อน



รูปที่ 2 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง

จากรูปที่ 2 แสดงถึงตำแหน่งการวางถาดอบแห้งข้าวโพดและตำแหน่งวัดอุณหภูมิ โดยถาดล่าง (Bot_tray) อยู่ระหว่างกลางของตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิที่จุด T1 และ T2 ส่วนถาดกลาง (Mid_tray) อยู่ระหว่างกลางของตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิที่จุด T2 และ T3 และ ถาดบน (Top_tray) อยู่ระหว่างกลางของตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิที่จุด T3 และ T4

3. วิธีการทดลอง

ในการทดลองการอบแห้งจะใช้ผลผลิตทางการเกษตร คือ ข้าวโพด ครั้งละ 15 กิโลกรัม แบ่งเฉลี่ยออกเป็นจำนวน 3 ถาด เริ่มต้นอบจะมีความชื้นประมาณ 28% w.b. โดยในการทดลองแต่ละครั้ง จะดำเนินการต่อไปนี้

3.1 ชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของเมล็ดข้าวโพดที่จะอบ และนำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่กล่องบรรจุตัวอย่างที่มีรูพรุนแล้วนำไปวางภายในตู้อบแห้งโดยให้กล่องตัวอย่างจมอยู่ในมวลของผลิตภัณฑ์

3.2 นำเมล็ดข้าวโพดที่เตรียมไว้มาชั่งมวลด้วยเครื่องชั่งแบบดิจิตอล แบ่งข้าวโพดทั้งหมดออกเป็น 3 ถาดเท่าๆกัน โดยเกลี่ยข้าวโพดให้มีความหนาสม่ำเสมอทั่วกันทั้งถาด ซึ่งแต่ละถาดจะมีปริมาณข้าวโพด 5 กิโลกรัม ในแต่ละถาดจะมีการสุ่มตัวอย่างข้าวโพด 3 ตำแหน่ง คือ ขอบถาดด้านซ้าย ตรงกลางถาด และขอบถาดด้านขวา เพื่อมาเก็บน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงจากการอบแห้งในช่วงเวลาต่างๆ

3.3 จากนั้นนำข้าวโพดที่เตรียมไว้ ไปวางไว้ภายในตู้อบแห้ง แล้วจึงปิดประตูตู้อบ ควรปิดประตูให้สนิท จากนั้นจึงเริ่มอ่านค่าอุณหภูมิในแต่ละจุด อาทิเช่น อุณหภูมิบรรยากาศภายนอก อุณหภูมิภายในตู้อบทั้งหมด 5 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 2

3.4 กำหนดความเร็วของลมร้อนที่ผ่านจาก Heater ที่ 4 m/s โดยใช้ Inverter ในการควบคุมความเร็วของ Blower ใช้อุณหภูมิที่ 65 องศาเซลเซียส ในการอบไล่ความชื้นของข้าวโพด

3.5 ทำการบันทึกผลการทดลองทุกครึ่งชั่วโมง โดยเก็บข้อมูลของข้าวโพด ได้แก่ มวล อุณหภูมิ และความชื้นที่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา ซึ่งการวัดความชื้นนั้น จะใช้เครื่องวัดความชื้น จนได้ค่าความชื้นสุดท้ายตามที่ต้องการ ในการทดลองครั้งนี้ความชื้นสุดท้ายที่ต้องการของข้าวโพดคือ 14 %(w.b.)

3.6 ทำการทดลองซ้ำอีก 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

3.7 ทำการทดลองซ้ำข้อ 3.1-3.6 โดยเปลี่ยนความเร็วของลมร้อนจาก 4 m/s เป็น 8 m/s และ12 m/s ตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง

โดยสมการคำนวณหาปริมาณน้ำที่ต้องการระเหยจากผลิตภัณฑ์ [5]

$$m_w = m_i\left[\frac{M_i - M_f}{100 - M_f}\right] \quad (1)$$

โดย m_w คือ มวลของน้ำระเหยจากผลิตภัณฑ์ ที่พิจารณา (kg)

m_i คือ มวลของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง (kg)

M_i คือ ความชื้นของผลิตภัณฑ์ (% w.b.)

M_f คือ ความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำแห้ง (% w.b.)

จากนั้นสามารถคำนวณหาปริมาณความร้อนที่จำเป็นต้องใช้จากสมการ [5]

$$Q_{drying} = m_w L \quad (2)$$

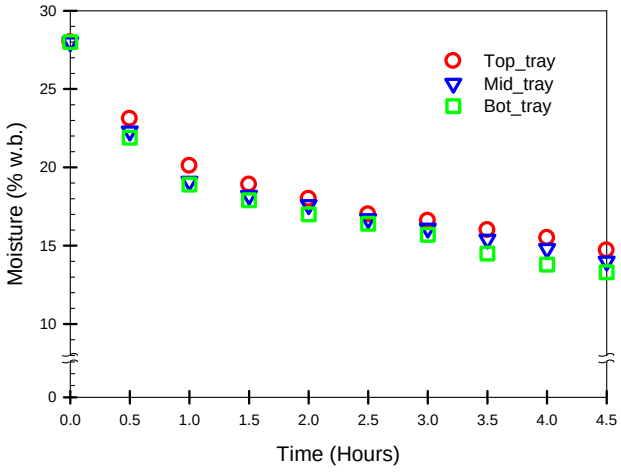
เมื่อ Q_{drying} = ปริมาณความร้อนที่จำเป็นต้องใช้ (MJ)

m_W = มวลของน้ำที่ต้องการระเหย (kg)

L = ความร้อนที่ต้องใช้ในการระเหยน้ำ 1 kg (MJ/kg)

4. ผลการทดลอง

4.1 ผลของอัตราการลดความชื้นของข้าวเปลือกต่อระยะเวลาของการอบแห้ง

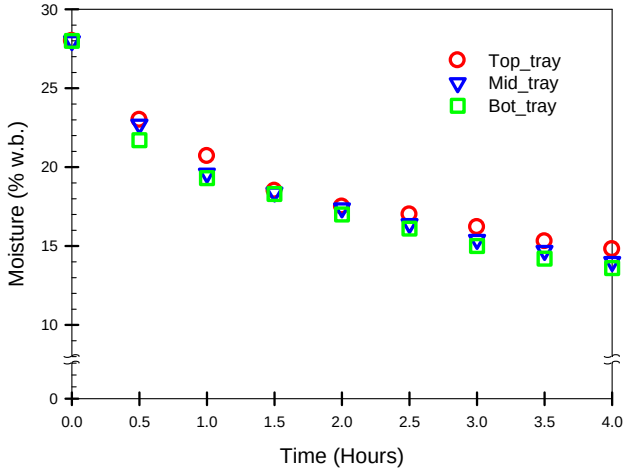


รูปที่ 3 อัตราการลดความชื้นของข้าวโพดต่อระยะเวลาของการอบแห้ง ที่ความเร็วลมร้อน 4 m/s

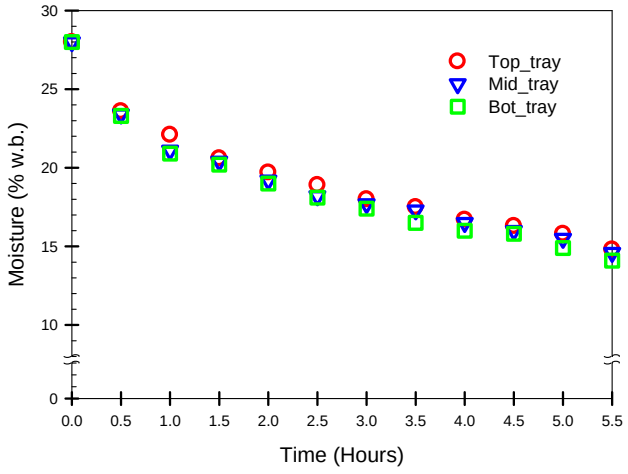
จากรูปที่ 3 อัตราการลดความชื้นของข้าวโพดต่อระยะเวลาของการอบแห้งที่ใช้ความเร็วลมที่ 4 m/s อบข้าวโพดที่มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 28% w.b. ให้มีความชื้นสุดท้ายเฉลี่ย 14% w.b. โดยถาดล่างจะได้รับความร้อนจากท่อลมร้อนโดยตรง ทำให้ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลา 0-0.5 ชั่วโมง และต่อจากระยะเวลาที่ 0.5 ชั่วโมงขึ้นไป จะมีอัตราการลดลงของความชื้นอย่างต่อเนื่อง ส่วนถาดกลางจะได้รับความร้อนที่เหลือจากกระบวนการลดความชื้นของข้าวโพดในถาดล่าง จะพบว่าในช่วงระยะเวลา 0-0.5 ชั่วโมง จะมีอัตราการลดลงของความชื้นในปริมาณมาก และต่อจากระยะเวลาที่ 0.5 ชั่วโมง ขึ้นไปมีอัตราการลดลงของปริมาณความชื้นอย่างต่อเนื่อง เช่นเดียวกับถาดล่าง ส่วนถาดบนจะได้รับความร้อนบางส่วน ที่เหลือจากกระบวนการลดความชื้นของข้าวโพดในถาดล่างและถาดกลางมา โดยมีแนวโน้มเช่นเดียวกับถาดล่างและถาดกลาง ดังที่ได้กล่าวมา

จากรูปที่ 4 อัตราการลดความชื้นของข้าวโพดต่อระยะเวลาของการอบแห้งที่ใช้ความเร็วลมที่ 8 m/s อบข้าวโพดที่มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 28% w.b. ให้มีความชื้นสุดท้ายเฉลี่ย 14% w.b. โดยมีแนวโน้มพฤติกรรมการลดความชื้น เช่นเดียวกับรูปที่ 3 แต่พบว่าการเปลี่ยนแปลงความชื้นของข้าวโพดในแต่ละถาด (ถาดล่าง-ถาดกลาง-ถาดบน) ในแต่ละช่วงเวลามีความ

ใกล้เคียงกัน มากกว่ารูปที่ 3 ซึ่งแสดงได้ว่าความเร็วลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการกระจายความร้อนในแต่ละถาดภายในตู้อบแห้ง ทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งข้าวโพดลดลง

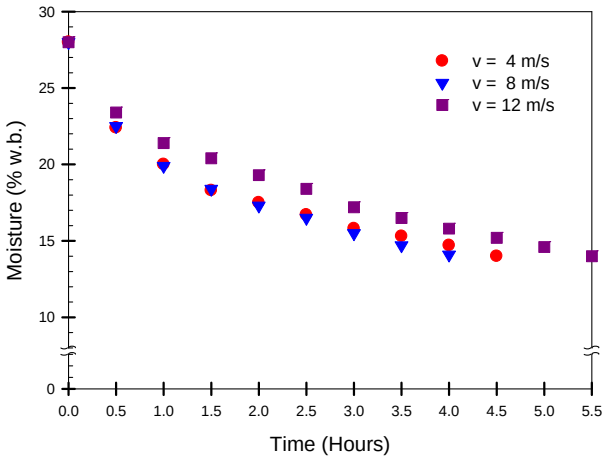


รูปที่ 4 อัตราการลดความชื้นของข้าวโพดต่อระยะเวลาของการอบแห้ง ที่ความเร็วลมร้อน 8 m/s



รูปที่ 5 อัตราการลดความชื้นของข้าวโพดต่อระยะเวลาของการอบแห้ง ที่ความเร็วลมร้อน 12 m/s

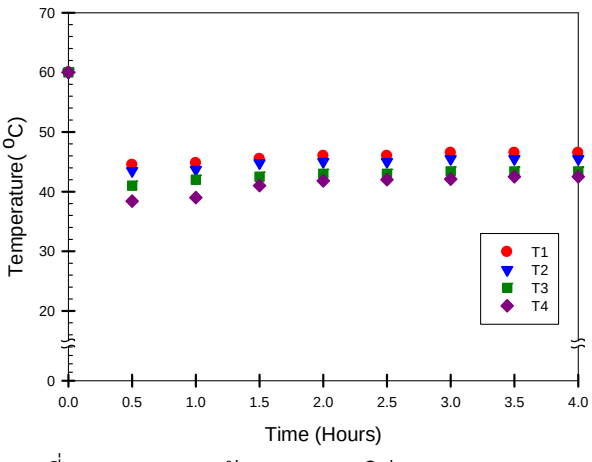
จากรูปที่ 5 อัตราการลดความชื้นของข้าวโพดต่อระยะเวลาของการอบแห้งที่ใช้ความเร็วลมที่ 12 m/s โดยมีแนวโน้มพฤติกรรมการลดความชื้น เช่นเดียวกับรูปที่ 3 และ 4 แต่พบว่าการเปลี่ยนแปลงความชื้นของข้าวโพดในแต่ละถาด (ถาดล่าง-ถาดกลาง-ถาดบน) น้อยกว่าทั้งรูปที่ 3 และ 4 ซึ่งแสดงได้ว่าเป็นระดับความเร็วลมร้อนที่ไม่เหมาะสมต่อการกระจายความร้อนในแต่ละถาดภายในตู้อบแห้ง ทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งนานที่สุด



รูปที่ 6 อัตราการลดความชื้นของข้าวโพดเฉลี่ยที่ความเร็วลมร้อน 4, 8 และ12 m/s ต่อระยะเวลาของการอบแห้ง

จากรูปที่ 6 อัตราการลดความชื้นของข้าวโพดต่อระยะเวลาของการอบแห้งที่มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 28% w.b. ให้มีความชื้นสุดท้ายเฉลี่ยประมาณ 14% w.b. โดยใช้ความเร็วลมร้อนที่ 4, 8 และ 12 m/s จะใช้เวลาในการอบแห้งลดความชื้นประมาณ 4.5, 4.0 และ 5.5 ชั่วโมง ตามลำดับ

4.2 ผลของการกระจายอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง



รูปที่ 7 การกระจายตัวของอุณหภูมิต่อระยะเวลาการอบแห้งที่ความเร็วลมร้อนที่ 8 m/s ภายในตู้อบแห้ง

พบว่า ที่ตำแหน่ง T1 สามารถวัดอุณหภูมิภายในสูงสุด ซึ่งอุณหภูมิภายในตู้อบมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 คือในช่วงเวลาที่ 0-0.5 ชั่วโมงแรก จะพบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ลดลงอย่างรวดเร็ว ช่วงที่ 2 คือในช่วงเวลาที่ 1.0-2.5 ชั่วโมง จะพบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เริ่มเพิ่มขึ้น และช่วงที่ 3 คือในช่วงเวลาที่ 2.5 ชั่วโมงเป็นต้น

ไป จะพบได้ว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่คงที่ ส่วนที่ตำแหน่ง T2 สามารถวัดอุณหภูมิภายในตู้อบหลังผ่านข้าวโพดถาดล่าง พบว่าอุณหภูมิที่วัดได้ลดลงจากตำแหน่ง T1 เนื่องจากพลังงานความร้อนบางส่วนสูญเสียไปในกระบวนการลดความชื้นของข้าวโพดในถาดล่าง โดยอุณหภูมิที่ตำแหน่ง T3 และ T4 จะพบว่าอุณหภูมิที่วัดได้ภายในตู้อบมีแนวแนวโน้มเช่นเดียวกับที่ตำแหน่ง T2 จากการพิจารณาการกระจายอุณหภูมิภายในที่ตำแหน่ง T1 ถึง T4 ในแต่ละช่วงเวลา จะอยู่ในช่วงระหว่าง 3-5^{o}C แสดงถึงเกิดการกระจายความร้อนของลมร้อนได้อย่างทั่วถึง จากถาดชั้นล่างจนมาถึงถาดชั้นบน โดยใช้เวลาในการอบแห้งทั้งสิ้น 4.0 ชั่วโมง น้อยกว่าในกรณีใช้ความเร็วลมร้อนที่ 4 m/s และ 12 m/s ที่ใช้เวลาในการอบแห้ง 4.5 ชั่วโมง และ 5.5 ชั่วโมง ตามลำดับ

5. สรุปผลการทดลอง

5.1 ปัจจัยในการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรชนิดต่างๆ ขึ้นอยู่กับ ลักษณะรูปทรงทางกายภาพ ได้แก่ ขนาด ความหนา รวมถึงปริมาณความชื้นภายในของผลผลิตก่อนการอบแห้ง ซึ่งต้องมีการควบคุมปัจจัยพื้นฐานดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงสามารถลดความชื้นด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ความเร็วของลมร้อนภายในตู้อบแห้งแบบท่อที่เหมาะสมจากการทดลอง คือ ที่ความเร็วลมร้อน 8 m/s เนื่องจากสามารถกระจายความร้อนได้อย่างทั่วถึง จึงสามารถลดความชื้นในข้าวโพดได้ดีกว่า ที่ความเร็วลมร้อน 4 และ 12 m/s โดยความเร็วลมร้อนที่เหมาะสมจะสามารถพาเอาความชื้นจากเมล็ดข้าวโพดออกจากตู้อบแห้งได้ ไม่ทำให้เกิดการสะสมความชื้นภายในตู้อบ ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เวลาในการอบแห้งลดลง

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ การสนับสนุนทุนการทำวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ประจำปีงบประมาณ 2557

7. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2556, กันยายน). สถานการณ์การผลิตและการตลาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โลก, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: www.plan.doae.go.th/userfiles/Maize.doc

[2] Exell, R.H.B., Kornsakoo, S. “A low-cost solar rice dryer”, Appropriate Technology, 5, pp. 23-25, 1976.

[3] Wibulswas, P., Opaskiatkul, S. Hanpadungthum, S. “Performance of a solar cabinet dryer”. Proceeding of Renewable Energy and Application: Bangkok, (1977)

[4] Soponronnarit, S., Watabutr, W., Therdyothin, A., “A drying-storage solar hut: The technical aspect”, Renewable Energy Review Journal 8(1), pp. 49-60, 1986.

[5] Janjai, S., Hirunlabh, J., “Experimental study of solar fruit dryer” .Proceeding of the ISES Solar World Congress, Budapest vol.8, pp. 123-128, (1993).

[6] Eddy, J., Amir, K., Grandegger, Esper, A. Sumarsono, M., “Development of a multi-purpose solar tunnel dryer for use in humid tropics, Renewable Energy vol.1, pp. 167-176, 1991.

[7] Bala, B. K., Mondol, M.R.A., Biswas, B.K., Das Chowdury B. L., Janjai. S.,“Solar drying of pineapple using solar tunnel dryer”, Renewable Energy, vol.28, pp. 183-190, 2003.