

ตูบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ระดับชุมชน

ตอนที่ 1

อรุณี ชัยสวัสดิ์ ประวิทย์ เทพนุ้ย สมหวัง สองห้อง และศรัทธา วัฒนธรรม
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 เทคโนโลยีธานี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์

การตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ เป็นวิธีการถนอมอาหารแบบธรรมชาติอย่างหนึ่งของคนไทยที่มีมาแต่ดั้งเดิม โดยทั่วไปเป็นชาวบ้านนิยมตากแห้งในบริเวณที่โล่ง อาศัยแสงแดดและลมทำให้แห้ง นิยมทำเป็นตะแกรงหรือยกให้สูงขึ้น สำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารหรือเนื้อสัตว์ ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งในช่วงฤดูกาลที่ผลิตผลการเกษตรที่มีจำนวนปริมาณมากหรือมีขนาดแตกต่างกัน นิยมตากบนลานโล่งทั่วไป เช่น ข้าว พริก ถั่ว สมุนไพร ฯลฯ อย่างไรก็ตามแม้ว่าวิธีดังกล่าวจะได้ผลดีในระดับหนึ่ง แต่เกษตรกรมักประสบปัญหาอื่นๆ อีก เช่น ไม่สามารถควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้มีความชื้นสม่ำเสมอ ไม่สามารถ

ทำให้แห้งภายในระยะเวลาที่กำหนด เกิดความยุ่งยากในการจัดเก็บ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝนและฤดูหนาว ทำให้เกิดการเปียกชื้น เกิดเชื้อรา สีเปลี่ยนไป กลิ่นและรสชาติไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ทำให้ราคาผลผลิตตกต่ำ และถูกกดราคาจากตลาดหรือพ่อค้าคนกลาง ประกอบกับปัจจุบันพื้นที่มีจำกัด บริเวณพื้นที่ตากแห้งมีน้อยลง สภาพแวดล้อมสกปรกด้วยหมอกควัน และฝุ่นละออง มีการปนเปื้อนของสารและโลหะหนัก มีสัตว์และแมลงซึ่งเป็นพาหะของเชื้อโรคระบาดมากขึ้น จึงทำให้ยากต่อการจัดการและควบคุมคุณภาพ ดังนั้น การอบแห้งด้วยอุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นสิ่งจำเป็นและเหมาะสมกับประเทศไทยอย่างยิ่ง



ที่มา : Reocities (2017)

รูปที่ 1 การตากผลิตภัณฑ์อาหารแบบธรรมชาติของธุรกิจชุมชน

1. ทฤษฎีการอบแห้ง

การอบแห้ง คือ กระบวนการหรือวิธีการกักเก็บความร้อนไว้ในห้อง (Drying chamber) ที่มีการควบคุมอุณหภูมิ (temperature) และความชื้น (moisture content) ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปยังวัสดุที่มีน้ำหรือความชื้น และไล่ความชื้นออกไปโดยการระเหย กล่าวคือโดยอาศัยหลักการลดปริมาณน้ำที่มีในผลผลิต (dehydration) ทำให้แห้งจนจุลินทรีย์ หรือเชื้อราไม่สามารถเจริญเติบโตได้ จึงสามารถเก็บถนอมอาหารไว้ได้นานโดยไม่เน่าเสีย อย่างไรก็ตามสำหรับการอบแห้งผลิตภัณฑ์อาหารเช่น ผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ต่างๆ นั้น โดยทั่วไปจะไม่สามารถทำให้วัสดุแห้งจนความชื้นเป็นศูนย์ได้ ทั้งนี้เนื่องจากมีความชื้นจำนวนหนึ่งแฝงอยู่ (hygroscopic materials) ซึ่งต่าง

จากวัสดุประเภทอื่นๆ เช่น ทราย ที่สามารถทำให้แห้งจนไม่มี ความชื้นได้ (non-hygroscopic materials) ดังนั้นกระบวนการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ จึงมีสิ่งที่จะต้องศึกษา และนำมาเป็นข้อมูล (input) ในการวิเคราะห์ เพื่อออกแบบก่อสร้างตู้อบแห้งให้มีประสิทธิภาพสูง ดังนี้

1.1 ความชื้นในเนื้อวัสดุ

ความชื้นในผลิตภัณฑ์อาหารและเมล็ดพืชมี 2 ประเภท คือ ความชื้นที่เกาะติดที่ผิวของวัสดุ (unbound moisture) ความชื้นประเภทนี้สามารถไล่ออกไปโดยใช้ความร้อน และความชื้นที่เกาะติดอยู่ภายในผนังด้านในท่อเล็ก (capillaries) ที่อยู่ในเนื้อวัสดุความชื้นประเภทนี้ไม่สามารถไล่ออกไปหมด

การคำนวณหาปริมาณความชื้นในวัสดุ มี 2 แบบ ดังนี้

1.1.1 ความชื้นมาตรฐานเปียก (wet basis) คือ อัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในวัสดุต่อน้ำหนักวัสดุขึ้น เมื่อคูณด้วย 100 จะมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งความชื้นแบบนี้นิยมใช้ในทางการค้า

$$M_w = \frac{(W-d) \times 100}{W}$$

เมื่อ M_w = เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียก

W = น้ำหนักเริ่มต้นของวัสดุขึ้น

d = น้ำหนักของวัสดุแห้ง

1.1.2 ความชื้นมาตรฐานแห้ง (dry basis) คือ อัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในวัสดุต่อน้ำหนักวัสดุแห้ง เมื่อคูณด้วย 100 จะมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งความชื้นแบบนี้ส่วนใหญ่ใช้ทางด้านงานวิจัย เนื่องจากน้ำหนักแห้งวัสดุคงที่

$$M_d = \frac{(W-d) \times 100}{d}$$

เมื่อ M_d = เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง

1.2 สมดุลพลังงานสำหรับการอบแห้ง

สมดุลพลังงานสำหรับการอบแห้ง (energy balance) มีหลักในการพิจารณาดังนี้

ความร้อนแฝงที่ระเหยน้ำ = ความร้อนสัมผัสของอากาศ

$$M_w h_{fg} = M_a C_a (T_i - T_o)$$

เมื่อ

M_w = มวลของน้ำที่ระเหย

h_{fg} = ความร้อนแฝงของการระเหยน้ำ

M_a = มวลของอากาศที่ใช้ออบแห้ง

C_a = ความจุของอากาศที่ความดันคงที่

T_i = อุณหภูมิของอากาศร้อนก่อนอบแห้ง

T_o = อุณหภูมิของอากาศร้อนหลังอบแห้ง

1.3 การคำนวณประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้ง

$$\text{ประสิทธิภาพเชิงความร้อน} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำที่ระเหย} \times \text{ความร้อนแฝง}}{\text{ปริมาณความร้อนจากอากาศอบแห้ง}}$$

ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งอากาศได้รับพลังงานความร้อนจากแผงหรือตัวรับรังสีแสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้ง สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\eta = \frac{M \cdot h_{fg} \times 100}{G_T A}$$

เมื่อ η = ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้ง

M = อัตราส่วนการอบแห้งต่อวัน

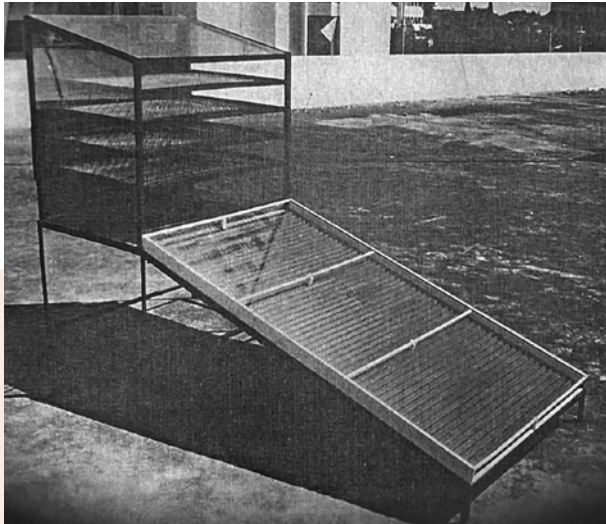
h_{fg} = ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ

G_T = ค่ารังสีของดวงอาทิตย์รวมที่ตกกระทบบนพื้นที่ราบต่อตารางเมตรต่อวัน

A = พื้นที่รับแสงอาทิตย์ของตู้อบแห้ง

2. การออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ วว.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ได้ดำเนินการศึกษาและออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบธรรมชาติ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ วว.

หลักการทำงาน

ใช้หลักการเปลี่ยนรูปพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อน อากาศจากภายนอกจะไหลเข้าสู่ช่องเปิดด้านล่างของตู้อบ ผ่านแผงรับแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นแผ่นโลหะทาสีดำเป็นตัวดูดความร้อน ทำให้อากาศที่อยู่ในตู้อบมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศที่อยู่ภายนอก อากาศร้อนจะไหลผ่านชั้นตะแกรงที่วางวัสดุทำให้วัสดุแห้งลง หลังจากนั้นลมร้อนจะไหลผ่านออกไปทางช่องระบายอากาศด้านหลังตู้อบ ซึ่งอากาศที่ผ่านออกไปจะนำความชื้นออกไปด้วย อากาศภายนอกก็จะไหลเข้าทางด้านล่างซึ่งเป็นช่องเปิดผ่านแผงรับแสงเข้าไปในตู้อบ หมุนเวียนเป็นเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งผลิตภัณฑ์แห้งหรือไม่มีความชื้น หรือไม่มีแสงแดด สามารถนำตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น เนื้อสัตว์และผลไม้ได้เป็นอย่างดี ซึ่งตู้อบแห้งชนิดนี้สามารถเก็บรักษาอุณหภูมิและความชื้นไม่ให้เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับอุณหภูมิบรรยากาศภายนอก ทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งน้อยกว่าการตากแดดบนลานโล่งปกติทั่วไป

ลักษณะโครงสร้าง

1. โครงสร้างทำด้วยเหล็กฉากเชื่อมเป็นโครง โดยสามารถถอดออกประกอบ
2. แผ่นกระจกทุกแผ่นสามารถถอดออกได้ โดยทำเป็นช่องสไลด์
3. ด้านหลังตู้ทำเป็นฝาเหล็กปิดเปิดได้
4. ชั้นวางถาดอบทำเป็นลิ้นชัก ด้านล่างโปร่ง ตัวถาดเป็นตะแกรงลวดตาถี่ตามความเหมาะสมของสิ่งของที่จะอบ
5. แผ่นกระจกด้านบนต้องปิดแล้วป้องกันน้ำรั่วเข้าตู้ได้

2.1 การวิจัยและพัฒนาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ วว.

วว. ได้ดำเนินการศึกษา วิจัยและพัฒนาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ คือ ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ระดับครัวเรือน ขนาด 5 กิโลกรัม/วัน ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพการอบแห้งกับผลิตภัณฑ์อาหารประเภทต่างๆ ได้แก่ ปลาช่อน ปลารากกล้วย ปลาตุก ปลาสด เนื้อวัว เนื้อหมู พบว่าตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ระดับครัวเรือน ขนาด 5 กิโลกรัม/วัน มีประสิทธิภาพการอบแห้ง 36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับว่าสูงกว่าตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วไปที่มีประสิทธิภาพประมาณ 15-20 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 3 ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ระดับครัวเรือน ขนาด 5 กิโลกรัม/วัน