

บทที่ 2

หลักทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการทางวิชาการพื้นฐานของเทคโนโลยีการอบแห้งผลิตผลทางการเกษตร และงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผ่านๆ มาตามรายละเอียดดังนี้

2.1 หลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีการอบแห้ง

2.1.1 สมบัติของวัสดุชื้น (properties of moist materials)

วัสดุชื้น หมายถึง วัสดุที่มีความชื้นภายในมากกว่าความชื้นของสภาพแวดล้อม ดังนั้นเมื่อนำวัตถุมาวางไว้ในบริเวณที่มีความชื้นต่างกันจะทำให้เกิดการถ่ายเทความชื้นระหว่างวัตถุกับสิ่งแวดล้อม

2.1.1.1 ความชื้นของวัสดุชื้น

วัสดุชื้นประกอบด้วยของแข็ง (Solid materials) และความชื้น โดยทั่วไปเป็นน้ำในสถานะของเหลว เราสามารถบอกปริมาณความชื้นของวัสดุชื้นในรูปของความชื้นมาตรฐานเปียกหรือมาตรฐานแห้ง ดังนี้

$$M_w = \frac{m_w}{m_w + m_s} \quad (2.1)$$

$$M_d = \frac{m_w}{m_s} \quad (2.2)$$

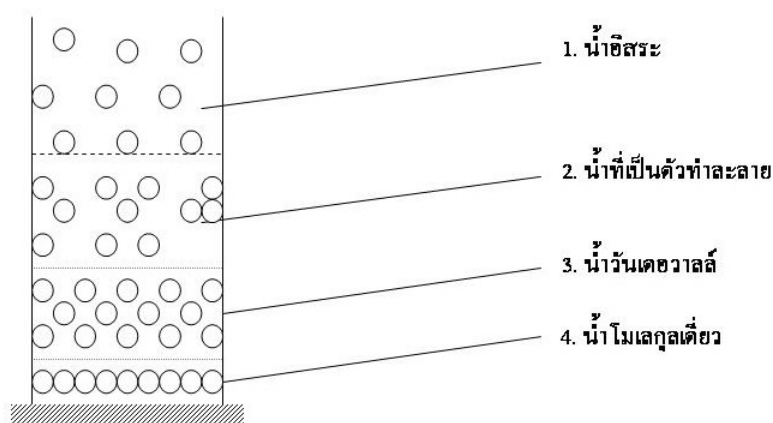
เมื่อ	M_w	= ความชื้นมาตรฐานเปียก [kg/kg]
	M_d	= ความชื้นมาตรฐานแห้ง [kg/kg]
	m_w	= มวลของของน้ำ ในปริมาตรที่พิจารณา [kg]
	m_s	= มวลของของแข็ง ในปริมาตรที่พิจารณา [kg]

โดยความชื้นมาตรฐานเปียกมักนิยมใช้ในการการค้า และความชื้นมาตรฐานแห้งมักใช้ในการคำนวณ และการศึกษาในเชิงวิทยาศาสตร์

2.1.1.2 ลักษณะการเกาะตัวของน้ำบนวัตถุขึ้น

น้ำที่เกาะตัวกับของแข็งในวัตถุขึ้นสามารถแบ่งได้เป็น 4 ชนิด คือ

- 1) น้ำอิสระ (free water)
- 2) น้ำที่เป็นตัวทำละลาย (solvent water)
- 3) น้ำที่เกาะตัวโดยแรงแวนเดอวาลส์ (water attached with Van de Waal force)
- 4) น้ำโมเลกุลเดี่ยว (mono-molecular water)

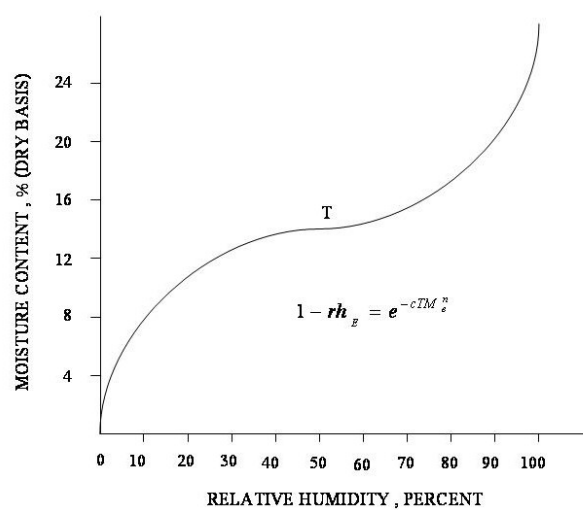


รูปที่ 2.1 แสดงแผนภูมิน้ำประเภทต่างๆ ในวัตถุขึ้น

การเกาะของน้ำอิสระจะอยู่ที่ชั้นนอกสุดของผิวของแข็ง ส่วนน้ำแบบอื่นจะอยู่ถัดลงมาจนถึงน้ำแบบน้ำโมเลกุลเดี่ยว ซึ่งอยู่ที่บริเวณผิวสัมผัสของของแข็ง ในการแยกน้ำอิสระจะใช้พลังงานน้อยที่สุดเนื่องจากมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างผิวสัมผัสน้อยมาก ส่วนน้ำแบบโมเลกุลเดี่ยวต้องใช้พลังงานในการแยกน้ำออกจากวัตถุขึ้นมากกว่า

2.1.1.3 ความชื้นสมดุล (Equilibrium moisture content)

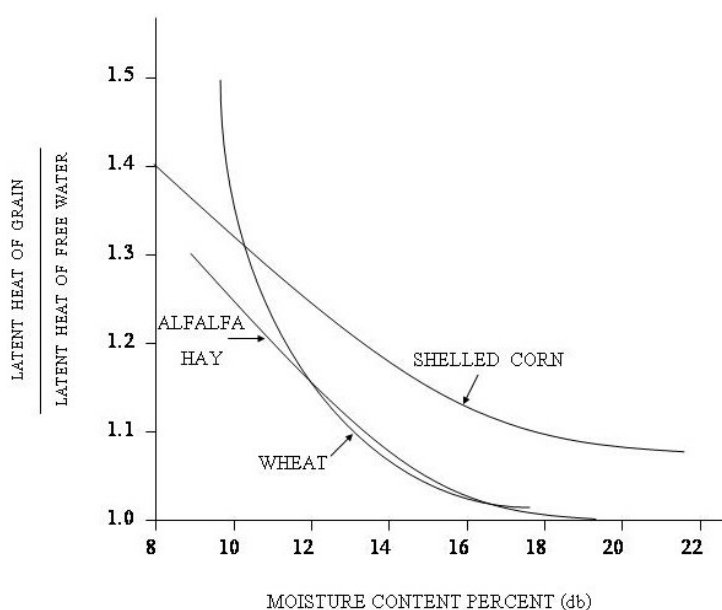
วัตถุขึ้นจะมีการดูดและคายความชื้นจากอากาศรอบๆ จนกระทั่งความชื้นมีค่าคงที่หรืออยู่ในสภาวะสมดุลกับอากาศแวดล้อม เรียกความชื้นที่สภาวะนี้ว่า ความชื้นสมดุล (Equilibrium moisture content) ความชื้นสมดุลจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวัตถุ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ซึ่งสามารถหาได้โดยการทดลอง โดยทั่วไปกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสมดุลกับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในสภาวะสมดุลที่อุณหภูมิคงที่ จะเรียกว่า sorption isotherm ซึ่งค่าดังกล่าวของผลิตภัณฑ์การเกษตรส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นกราฟรูป sigmoid ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 กราฟแสดง sorption isotherm ของผลิตภัณฑ์การเกษตรทั่วไป

2.1.1.4 ความร้อนแฝง (latent heat)

ความร้อนแฝง คือปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในการระเหยน้ำออกจากวัตถุชื้นซึ่งมีค่าขึ้นกับชนิดและความชื้นของวัตถุ ตัวอย่างความร้อนแฝงของผลิตภัณฑ์การเกษตร แสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงการแปรค่าของความร้อนแฝงของผลิตภัณฑ์การเกษตร (Sodha, M.S., 1987)

ความร้อนแฝงของผลิตภัณฑ์การเกษตรสามารถเขียนในรูปของสูตรเอมไพริคัลได้ ดังนี้

$$\frac{L}{L'} = 1 + a \exp(-bM_d) \quad (2.3)$$

เมื่อ	L	= ความร้อนแฝงของวัตถุชื้น [J/kg]
	L'	= ความร้อนแฝงของน้ำ [J/kg]
	M_d	= ความชื้นของวัตถุมাত্রฐานแห้ง [%]
	a, b	= ค่าคงที่ ขึ้นกับชนิดของวัตถุ

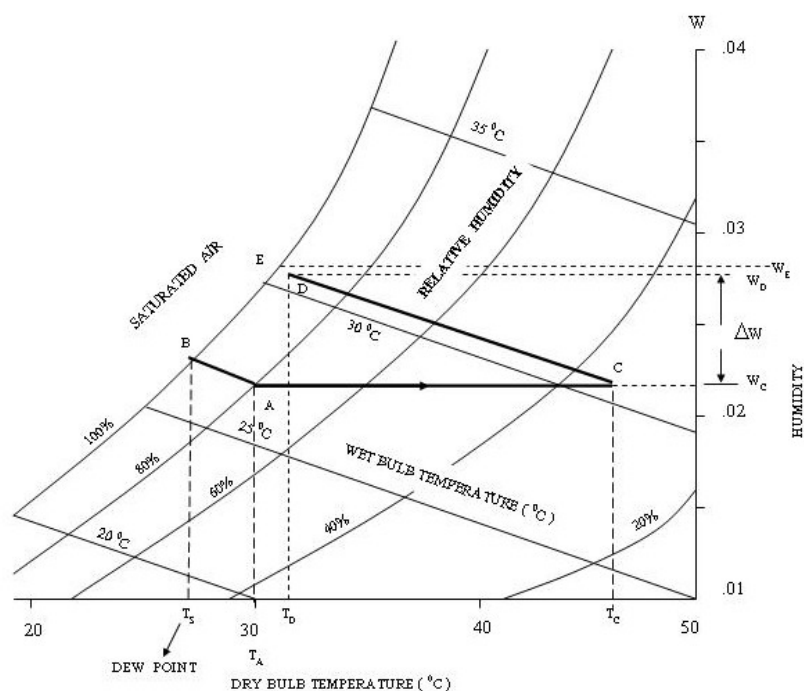
นอกจากนี้ยังมีสมบัติความร้อนอื่นๆ ของวัตถุชื้นที่มีผลต่อการอบแห้ง เช่น ความร้อนจำเพาะ (Specific heat) สภาพนำความร้อน (heat conductivity) สัมประสิทธิ์การพาความร้อน (convective heat transfer coefficient) และพื้นที่ผิวต่อปริมาตรวัตถุ เป็นต้น สมบัติเหล่านี้มักจะขึ้นกับความชื้นของวัตถุ และหาได้โดยการทดลอง

2.1.2 สมบัติของอากาศชื้น (properties of moist air)

ในการอบแห้งจะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการพาความร้อนไปสู่วัตถุชื้น และพาความชื้นจากวัตถุนั้นออกมาภายนอก โดยอากาศที่พัดผ่านวัตถุจะประกอบด้วยอากาศแห้งและไอน้ำ ซึ่งมีสมบัติแสดงได้ด้วยตัวแปร 7 ตัว ดังนี้

- 1) อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (T_{db})
- 2) อุณหภูมิกระเปาะเปียก (T_{wb})
- 3) อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (dew-point temperature)
- 4) ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity, rh)
- 5) ความชื้นสัมบูรณ์ (absolute humidity) หรืออัตราส่วนความชื้น (humidity ratio)
- 6) เอนทัลปี (enthalpy)
- 7) ปริมาตรจำเพาะ (specific volume)

ตัวแปรทั้ง 7 มีความสัมพันธ์กันและสามารถแสดงเป็นแผนภูมิอากาศชื้น (psychrometric chart) ดังรูปที่ 2.4 ในกระบวนการอบแห้ง สมบัติของอากาศจะมีการเปลี่ยนแปลงดังที่แสดงไว้ในแผนภูมิดังกล่าว



รูปที่ 2.4 แสดงแผนภูมิอากาศชื้นและการเปลี่ยนแปลงสมบัติของอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง
(Sodha et al., 1987)

ในกระบวนการอบแห้ง อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศจะลดลงเข้าหาอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ในขณะที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกจะมีค่าคงที่ จากแผนภูมิอากาศชื้นของรูปที่ 2.4 เมื่ออากาศชื้นถูกทำให้ร้อนขึ้นโดยไม่มีการเพิ่มหรือลดปริมาณไอน้ำ อัตราส่วนความชื้นจะมีค่าคงที่ แสดงได้ด้วยเส้นตรง AC ในรูปที่ 2.4 ถ้านำอากาศร้อนนี้ไปใช้ในการอบแห้ง อุณหภูมิกระเปาะแห้งจะลดลงและความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากอากาศถ่ายเทความร้อนให้กับวัตถุดิบและรับความชื้นจากวัตถุดิบ การเปลี่ยนแปลงของอากาศนี้แทนได้ด้วยเส้นตรง CD ในแผนภูมิอากาศชื้นรูปที่ 2.4

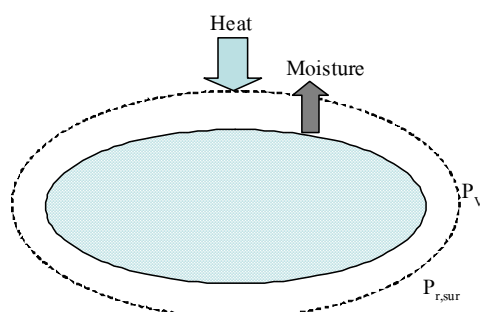
2.1.3 การอบแห้ง

การอบแห้ง เป็นการแยกน้ำออกจากวัตถุดิบ (Moist material) โดยการทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำโดยอาศัยความร้อน สำหรับการอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรมักเป็นการอบแห้งแบบการพาความร้อน (convective drying) โดยจะเป่าอากาศร้อนผ่านผลิตภัณฑ์ที่เป็นวัตถุดิบ ความร้อนจากอากาศจะถ่ายเทไปยังวัตถุทำให้วัตถุดิบอุณหภูมิสูงขึ้น น้ำในวัตถุจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำและระเหยออกมา การถ่ายเทมวลของน้ำจากวัตถุดิบไปยังอากาศจะหยุดเมื่อความดันไอน้ำที่ผิววัตถุเท่ากับความดันไอน้ำในอากาศ หรือ

$$P_{v,sur} = P_v \quad (2.4)$$

โดยที่ $P_{v,sur}$ = ความดันของไอน้ำที่ผิววัตถุ

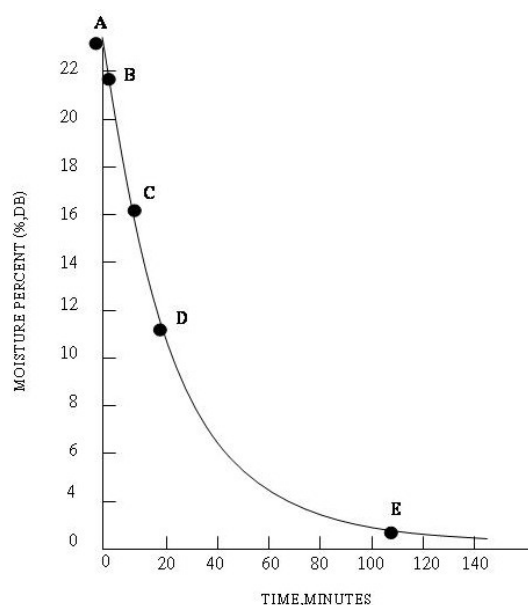
P_v = ความดันไอน้ำในอากาศ



รูปที่ 2.5 แสดงการถ่ายเทมวลและความร้อนในการอบแห้ง

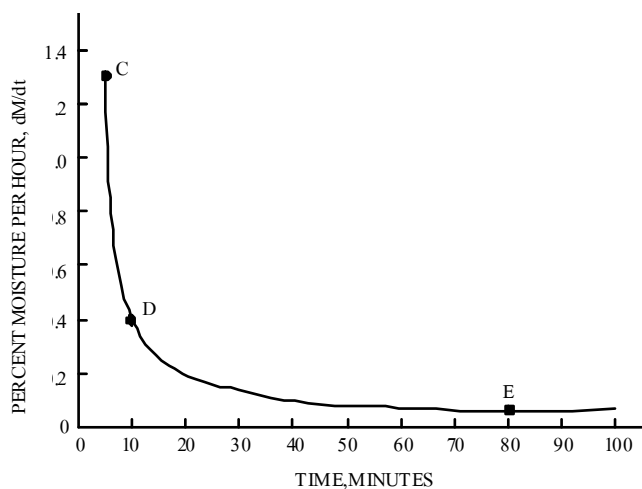
การเคลื่อนตัวของน้ำจากภายในวัตถุขึ้นออกมาที่ผิว เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและขึ้นกับโครงสร้างของวัตถุนั้น ตัวอย่างกระบวนการเหล่านี้ได้แก่ การแพร่ (Diffusion) การไหลภายในท่อเล็กในโครงสร้างของวัตถุ (capillary flow) การไหลจากความดันออสโมติก (osmotic pressure) และการไหลเนื่องจากแรงโน้มถ่วง เป็นต้น การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับอธิบายกระบวนการเหล่านี้มีความซับซ้อนมาก

ในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร การลดลงของความชื้นจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.6 หรือแสดงในรูปของอัตราการแห้ง (drying rate) ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.6 กราฟแสดงการลดลงของความชื้นในการอบแห้งผลิตภัณฑ์การเกษตรทั่วไป

(Sodha et al., 1987)



รูปที่ 2.7 กราฟแสดงอัตราการแห้งของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรระหว่างการอบแห้ง

(Sodha et al.,1987)

โดยทั่วไปอัตราการแห้งของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจะแบ่งได้เป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงอัตราการแห้งคงที่ (constant-rate regime) ซึ่งเป็นช่วงแรกของการอบแห้ง และช่วงอัตราการแห้งลดลง (falling-rate regime) ซึ่งต่อจากช่วงแรก ในช่วงอัตราการแห้งคงที่การระเหยของน้ำจะเกิดที่ผิวของผลิตภัณฑ์ ลักษณะการระเหยจะคล้ายกับการระเหยน้ำจากภาชนะ เราสามารถเขียนอัตราการแห้งในช่วงเวลานี้เป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$\frac{dM}{dt} = \frac{h_c A}{L} (T_a - T_{sur}) \quad (2.5)$$

เมื่อ dM/dt = อัตราการแห้ง (kg/s)

h_c = สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของฟิล์มอากาศที่อยู่เหนือผิวผลผลิต

(Thermal conductance of air film) ($W/m^2 \cdot K$)

A = พื้นที่ผิวของผลิตภัณฑ์ (m^2)

L = ความร้อนแฝงของน้ำในผลิตภัณฑ์ (J/kg)

T_a = อุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง (K)

T_{sur} = อุณหภูมิที่ผิวของผลผลิต (K)

สำหรับช่วงที่อัตราการแห้งลดลง (falling-rate regime) โดยทั่วไปเราสามารถเขียนอัตราการแห้งในรูปสมการได้ดังนี้

$$dM/dt = -k(M-M_e) \quad (2.6)$$

เมื่อ	M_e	= ความชื้นสมดุล (equilibrium moisture content) ของผลผลิต (% , db)
	M	= ความชื้นของผลิตภัณฑ์ (% , db)
	k	= ค่าคงที่การอบแห้ง (drying constant) (s^{-1})

2.1.4 ผลของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการอบแห้ง

ตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการลดลงของความชื้นของวัตถุได้แก่

- 1) อุณหภูมิอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง ถ้าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมีค่าสูง อัตราการแห้ง (drying rate) จะมีค่าสูงกว่ากรณีของอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ
- 2) ความชื้นสัมพัทธ์ อากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะสามารถรับความชื้นที่ถ่ายเทจากวัตถุขึ้นได้มากกว่ากรณีที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง
- 3) ความเร็วอากาศที่ไหลผ่านวัตถุขึ้น ถ้าความเร็วอากาศมีค่าสูงความชื้นจากวัตถุจะถ่ายเทออกมาสู่อากาศได้ดีกว่ากรณีอากาศที่อยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำ แต่ผลดังกล่าวจะมีค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับผลจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

2.1.5 ประเภทของการอบแห้ง

การอบแห้งแบบพาความร้อน โดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

- 1) การอบแห้งชั้นบาง (thin layer drying)

การอบแห้งแบบนี้ วัตถุขึ้นจะเรียงเป็นชั้นบางๆ หรือเพียงหนึ่งชั้นของเมล็ดพืช กรณีที่การอบเมล็ดพืชแบบชั้นบาง การลดลงของความชื้น สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\frac{M(t) - M_e}{M_o - M_e} = \exp(-kt) \quad (2.7)$$

เมื่อ	$M(t)$	= ความชื้นขณะเวลา t (% , db)
	M_e	= ความชื้นสมดุล (% , db)
	M_o	= ความชื้นเริ่มต้น (% , db)
	K	= ค่าคงที่การอบแห้ง (s^{-1})

2) การอบแห้งชั้นหนา (deep bed drying)

เป็นการอบแห้งที่วัตถุดิบซ้อนกันหลายชั้น ตัวอย่างเช่น การอบแห้งข้าวในเครื่องอบแห้งแบบใช้อากาศเวดลื้อม (in-bin drying) ในการคำนวณการลดลงของความชื้นในเครื่องอบแห้ง โดยทั่วไปจะพิจารณาว่า การอบแห้งชั้นหนาประกอบด้วยเครื่องอบแห้งชั้นบางหลายๆ ชั้น เรียงซ้อนกัน และทำการหาสมการสมดุลของมวลและพลังงานที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้น (Bakker-Arkema, 1974)

2.2 การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (solar drying)

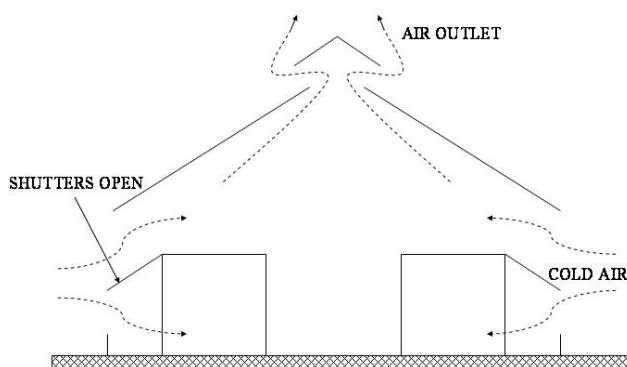
การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการอบแห้งผลผลิตโดยใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อระเหยน้ำจากผลผลิตซึ่งจะอาศัยการพาความร้อน โดยทั่วไปสามารถแบ่งการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาความร้อนได้เป็น 2 แบบ คือ แบบการพาความร้อนตามธรรมชาติ (natural convection drying) ซึ่งอาศัยแรงลอยตัวเนื่องจากการพาความร้อน และแบบการพาความร้อนแบบบังคับอากาศ (forced-convection drying) ซึ่งอาศัยแรงดันจากพัดลมในการพาความร้อนไปยังผลผลิต นอกจากนี้ ยังอาจแบ่งชนิดของการอบแห้งตามวิธีการรับรังสี โดยสามารถแบ่งได้ 3 แบบได้แก่ แบบรับรังสีโดยตรง (direct mode dryer) แบบรับรังสีโดยอ้อม (indirect mode dryer) และแบบผสม (mixed mode dryer) สำหรับรายละเอียดของเครื่องอบแห้งชนิดต่างๆ จะกล่าวในรายละเอียดตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 เครื่องอบแห้งแบบพาความร้อนตามธรรมชาติ (natural-convection solar dryer)

เครื่องอบแห้งแบบนี้ยังสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

ก. แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง (Direct mode)

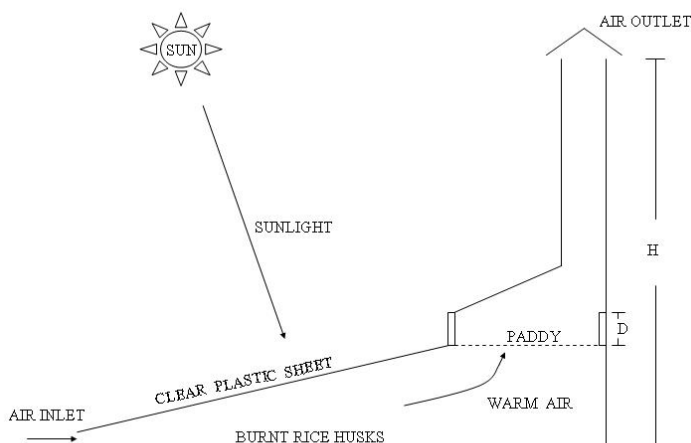
เครื่องอบแห้งแบบนี้ รังสีดวงอาทิตย์จะตกลงบนผลผลิตที่ต้องการอบแห้งโดยตรง ความชื้นจากผลผลิตจะถูกพาขึ้นไปด้านบนโดยการไหลของอากาศที่เกิดจากการพาความร้อนตามธรรมชาติ รังสีดวงอาทิตย์จะส่งผ่านวัสดุโปร่งแสง ซึ่งอาจเป็นพลาสติกหรือกระจกก็ได้ แผ่นโปร่งแสงดังกล่าวทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียความร้อนโดยการพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน ทั้งยังป้องกันฝุ่นละออง ฝน และแมลงรบกวนต่าง ๆ ด้วย เครื่องอบแห้งดังกล่าวมีรูปลักษณะดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงเครื่องอบแห้งแบบรับแสงอาทิตย์โดยตรง (Sodha et al., 1987)

ข. แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์ทางอ้อม (Indirect mode)

เครื่องอบแห้งแบบนี้จะมีแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งทำงานโดยอาศัยการพาความร้อนแบบธรรมชาติ (Natural convection) อากาศร้อนที่ได้จะลอยตัวและไหลผ่านผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 2.9

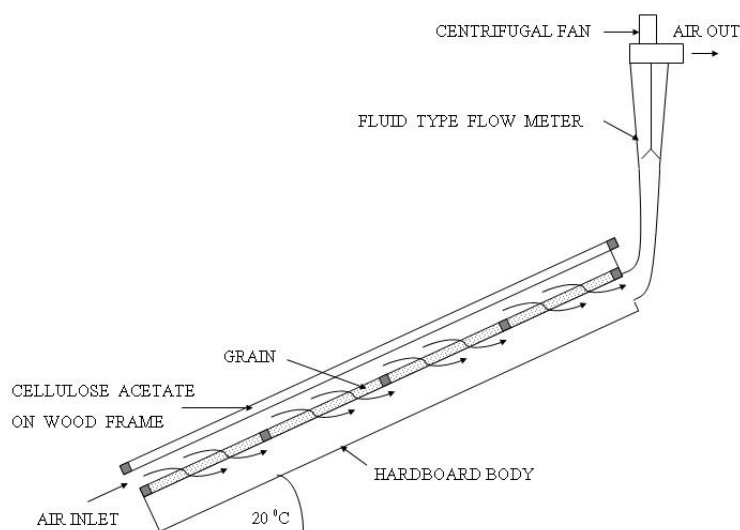


รูปที่ 2.9 แสดงเครื่องอบแห้งแบบรับพลังงานแสงอาทิตย์ทางอ้อม (Bala, 1998)

2.2.2 เครื่องอบแห้งแบบพาความร้อนโดยบังคับอากาศ (Forced-convection solar dryer)

ก. แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง

เครื่องอบแห้งแบบนี้ ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้งจะรับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง อากาศร้อนจะถูกดูดผ่านผลิตภัณฑ์โดยอาศัยพัดลมดังตัวอย่างในรูป 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงเครื่องอบแห้งแบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรงและใช้พัดลม
(Sodha et al., 1987)

ข. แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์ทางอ้อม (Indirect mode)

เครื่องอบแห้งแบบนี้จะมีแผงรับรังสีดวงอาทิตย์แบบแผ่นราบซึ่งทำหน้าที่ผลิตอากาศร้อนแล้วเป่าหรือดูดผ่านส่วนที่บรรจุผลิตภัณฑ์ซึ่งอยู่แยกส่วนจากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.11

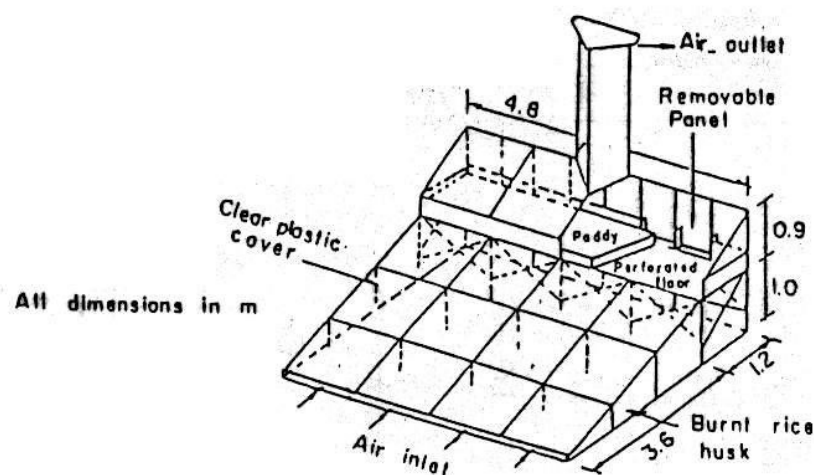


รูปที่ 2.11 แสดงเครื่องอบแห้งแบบรับพลังงานแสงอาทิตย์ทางอ้อมและใช้พัดลมดูดอากาศ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์ และปัญหาการตากแห้งผลิตผลการเกษตร ในช่วงเวลากว่า 20 ปีที่ผ่านมา จึงได้มีการวิจัยและการพัฒนาเครื่องอบแห้ง ซึ่งใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดความร้อน ขึ้นหลายแบบซึ่งสามารถกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

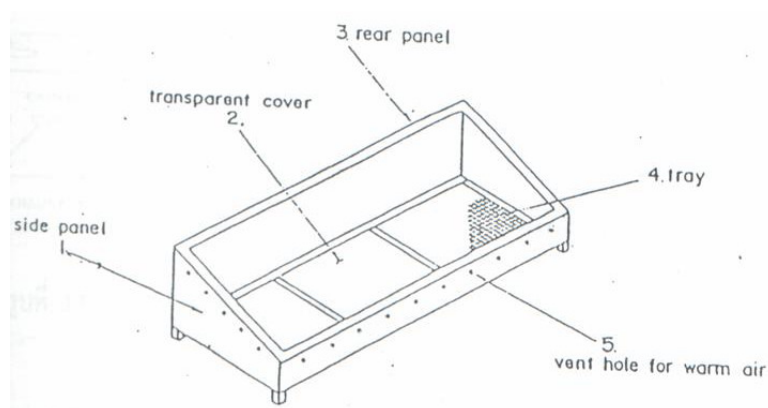
Exell และ Kornnsakoo (1979) ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งที่มีโครงสร้างเป็นแบบไม้ไผ่ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นส่วนผลิตอากาศร้อนทำด้วยพลาสติก และส่วนที่เก็บข้าวเปลือก ทำด้วยไม้ไผ่ยกพื้นให้อากาศร้อนไหลผ่านจากด้านล่าง เกิดการพาความร้อนโดยธรรมชาติ (natural convection) สามารถอบข้าวเปลือกได้ครั้งละ 1 ตัน ใช้เวลาประมาณ 1 วัน ในวันที่แสงแดดดี และ 2-3 วันในช่วงฤดูฝน ลักษณะของเครื่องแสดงไว้ดังรูป 2.12



รูปที่ 2.12 เครื่องอบแห้งที่พัฒนาขึ้นโดย Exell และ Kornnsakoo (1977)

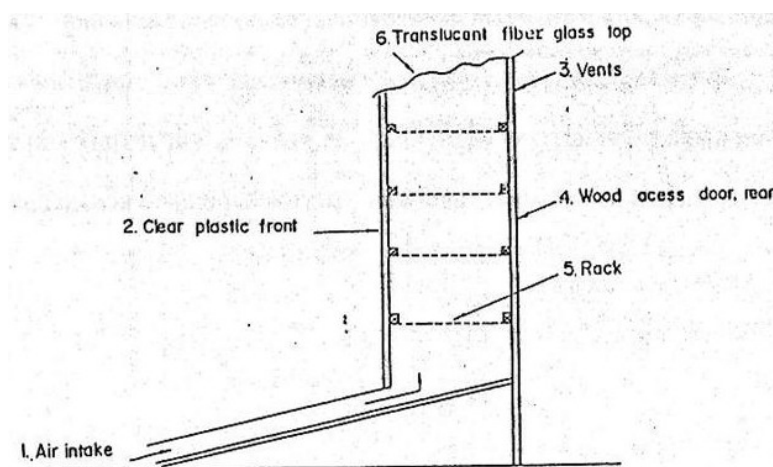
Exell (1980) ได้เสนอวิธีออกแบบ และกำหนดขนาดของส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งที่พัฒนาจากข้างต้น และได้นำไปทดลองใช้ แต่ไม่ได้รับความนิยม เพราะประโยชน์เชิงเศรษฐกิจที่ได้ค่อนข้างน้อย และยังเกิดปัญหากับพลาสติกที่คลุมส่วนต่างๆ มักฉีกขาดง่าย เนื่องจากลม และการรบกวนจากสัตว์ต่าง ๆ ด้วย

Wibulswas และคณะ (1977) ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งที่มีลักษณะเป็นกล่อง โดยมีพื้นที่รับแสง 0.23 ตารางเมตร ปิดด้วยกระจกใส ทำมุมเอียง 18 องศา กับแนวระดับ จากการทดลองอบข้าวสุบ น้ำ พบว่ามีอัตราการแห้งประมาณ 4.2 kg/m²-day ลักษณะของเครื่องอบแห้งดังกล่าวแสดงไว้ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 เครื่องอบแห้งที่พัฒนาโดย Wibulswas และคณะ (1977)

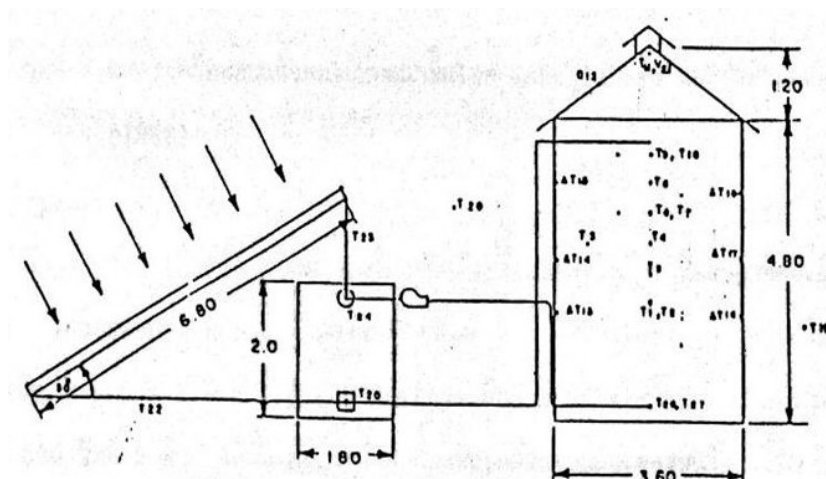
Wibulswas และ Thaina (1980) ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งแบบพาความร้อนตามธรรมชาติ (natural convection) ซึ่งประกอบด้วยแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ขนาด 1.92 ตารางเมตร และภายในตู้อบมีชั้นวาง 5 ชั้น จากการทดสอบพบว่ามียอดการแห้งประมาณ $5 \text{ kg/m}^2\text{-day}$ ลักษณะของเครื่องอบแห้งดังกล่าวแสดงไว้ในรูปที่ 2.14 เครื่องอบแห้งดังกล่าวมีความจุค่อนข้างน้อยจึงเหมาะสมที่จะใช้ในครัวเรือน



รูปที่ 2.14 เครื่องอบแห้งแบบตู้ที่พัฒนาโดย Wibulswas และ Thaina (1980)

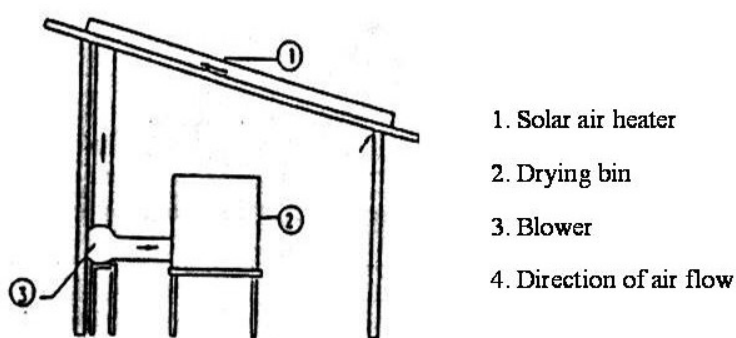
Boon-Long และคณะ (1984) ได้ทำการดัดแปลงโรงบ่มใบยาสูบ เพื่อใช้เป็นโรงอบแห้งหลายชนิด โรงอบดังกล่าวมีขนาด $3.6 \times 3.6 \times 4.8$ ลูกบาศก์เมตร ใช้แผงรับรังสีขนาด 38.5 ตารางเมตร และมีระบบพลังงานเสริมเป็นก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง และยังมีถังเก็บความร้อนขนาด 6 ลูกบาศก์เมตร ภายในบรรจุหินก้อนเล็กๆ อากาศร้อนจากแผงรับแสงจะถูกดูดเข้าไปในโรงอบด้วยเครื่องเป่าอากาศ 2 ตัว ซึ่งขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 1.50 กิโลวัตต์ และ 0.76 กิโลวัตต์ จากการทดสอบพบว่าต้องใช้พลังงานความร้อนโดยเฉลี่ยจากแหล่งพลังงานเสริม 28.9 MJ ต่อกิโลกรัมของ

ยาสูบแห้ง การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ช่วยประหยัดเชื้อเพลิง 16 % ลักษณะโรงบ่มดังกล่าว แสดงไว้ดังรูปที่ 2.15 เครื่องอบแห้งดังกล่าวเป็นระบบที่ค่อนข้างซับซ้อน และยังไม่ปรากฏว่ามีผู้นำไปใช้งานจริงหลังจากเสร็จสิ้นโครงการ



รูปที่ 2.15 โรงบ่มใบยาสูบซึ่งใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานเสริม (Boon-Long et al., 1984)

Thongprasert และคณะ (1985) ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาความร้อนโดยบังคับอากาศ (forced convection) ซึ่งประกอบด้วยแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ขนาด 3.74 x 4.48 เมตร มีพัดลมดูดอากาศร้อนผ่านชั้นของข้าวเข้าไปในยุ้ง ลักษณะของเครื่องอบแห้งแสดงไว้ในรูปที่ 2.16

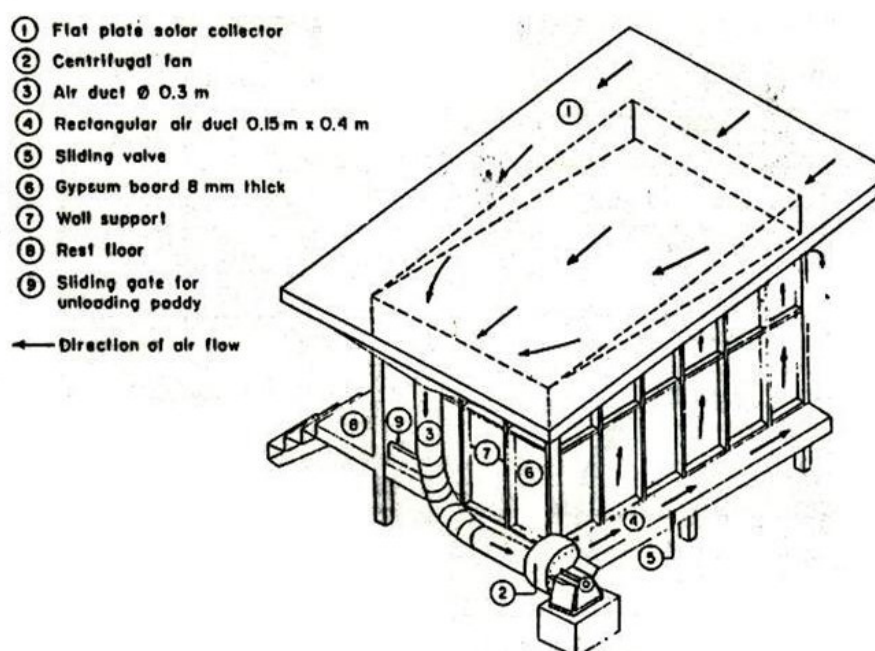


รูปที่ 2.16 เครื่องอบแห้งที่พัฒนาขึ้นโดย Thongprasert และคณะ (1985)

จากการนำเครื่องอบไปทดสอบอบข้าว 1 ตัน จากความชื้น 17-21 % (wb) ให้ลดลงเหลือ 14 % (wb) ภายใน 1-4 วัน ต่อการอบ 1 จวด จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจพบว่า เครื่องอบนี้จะคุ้มต่อการลงทุน ถ้าพิจารณาในเรื่องของการสูญเสียของเมล็ดข้าว เมื่อเทียบกับการตากแดดตามธรรมชาติ แต่อย่างไรก็ตามเครื่องอบแห้งดังกล่าวที่สร้างขึ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะเท่านั้น

Soponronnarit และคณะ (1986) ได้พัฒนาขุ้งข้าวที่สร้างด้วยไม้ไผ่ หลังคาเป็นสังกะสี ที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ซึ่งได้พัฒนาหลังคาที่เป็นสังกะสีให้เป็นแหล่งกำเนิดความร้อน อากาศร้อนที่เกิดจากแผงรับรังสีจะถูกดูด เข้าไปด้านล่างของขุ้งเก็บข้าวและเป่าผ่านมวลข้าว สามารถเก็บข้าวที่อบแล้วได้ 10 ตัน เครื่องดูดอากาศขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลและจากการ ทดสอบอบข้าวนานปีและนาปรังพบว่า ขุ้งดังกล่าวสามารถช่วยลดความชื้นของข้าวในอัตรา 0.64% และ 0.30% ต่อชั่วโมง ต่อต้นข้าวแห้ง ตามลำดับ ลักษณะของขุ้งดังกล่าวแสดงไว้ดังรูปที่ 2.17

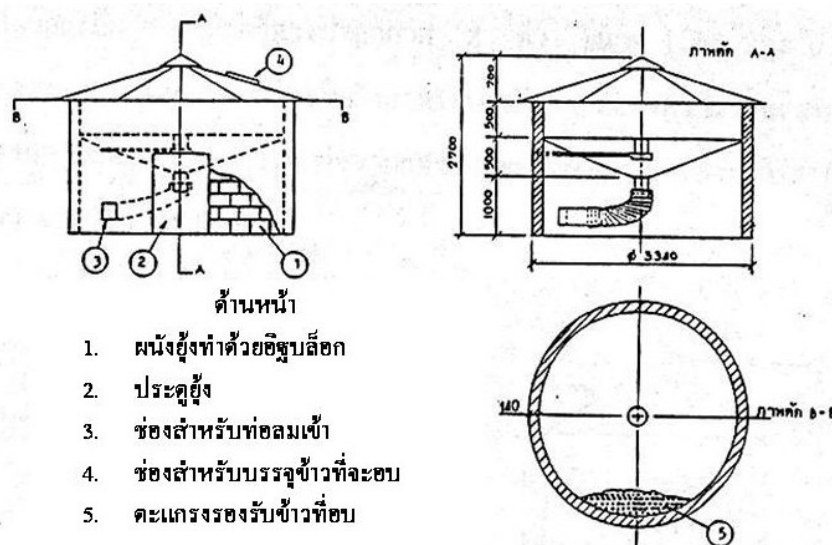
ขุ้งข้าวนี้จะคุ้มต่อการลงทุน โดยจะต้องอบข้าวทั้งนาปีและนาปรัง ระยะเวลาคุ้มทุนอยู่ในช่วง 2.3 – 14.8 ปี หลังจากเสร็จสิ้นโครงการแล้ว ก็ยังไม่พบรายงานการนำไปใช้งานหรือเผยแพร่ กว้างขวาง



รูปที่ 2.17 ขุ้งเก็บและอบแห้งข้าวซึ่งพัฒนาขึ้น โดย Soponronnarit และคณะ (1986)

Praditwong และ Janjai (1990) ได้พัฒนาขุ้งเก็บและอบข้าวแห้งที่มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม ลักษณะของขุ้งมีลักษณะเป็นทรงกระบอกก่อด้วยอิฐบล็อกพิเศษ ซึ่งออกแบบโดย สถาพร เขียวมด (2529) อิฐบล็อกดังกล่าวสามารถสร้างเป็นขุ้งเก็บข้าวได้โดยไม่ต้องอาศัย โครงสร้างของเหล็กหรือปูนซีเมนต์เชื่อมต่อ ทำให้สะดวกและเป็นการประหยัดแรงงานในการ ก่อสร้าง ซึ่งตัวขุ้งแบ่งเป็น 2 ชั้น โดยที่ชั้นบนใช้สำหรับอบข้าวและชั้นล่างใช้เป็นที่สำหรับเก็บข้าว ที่อบแห้งแล้ว โดยไม่ต้องเสียแรงงานในการขนย้ายข้าวที่อบเสร็จแล้ว ส่วนของอากาศร้อนได้จาก แผงรับรังสีดวงอาทิตย์แบบไม่มีกระจกปิด ขนาดพื้นที่ 30 ตารางเมตร อากาศร้อนจากแผงรับแสง จะถูกดูดโดยเครื่องเป่าอากาศ (blower) ซึ่งขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 1 กิโลวัตต์และเป่าอากาศ

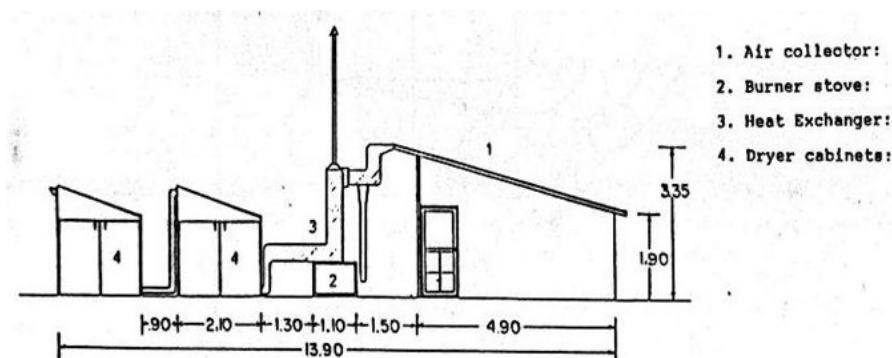
ร้อนผ่านมวลข้าวจากด้านล่าง ยิ่งข้าวนี้ใช้อบข้าวได้ครั้งละ 1-2 ตัน และเก็บข้าวแห้งได้ 5 ตัน เมื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรายปี (annual cost analysis) พบว่ายิ่งเก็บและอบข้าวแห้งนี้ จะคุ้มทุนภายในเวลา 5-8 ปี ลักษณะของยิ่งเก็บและอบข้าวแห้ง แสดงไว้ในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 ยิ่งเก็บและอบแห้งข้าวที่พัฒนาขึ้น โดย Praditwong และ Janjai (1990)

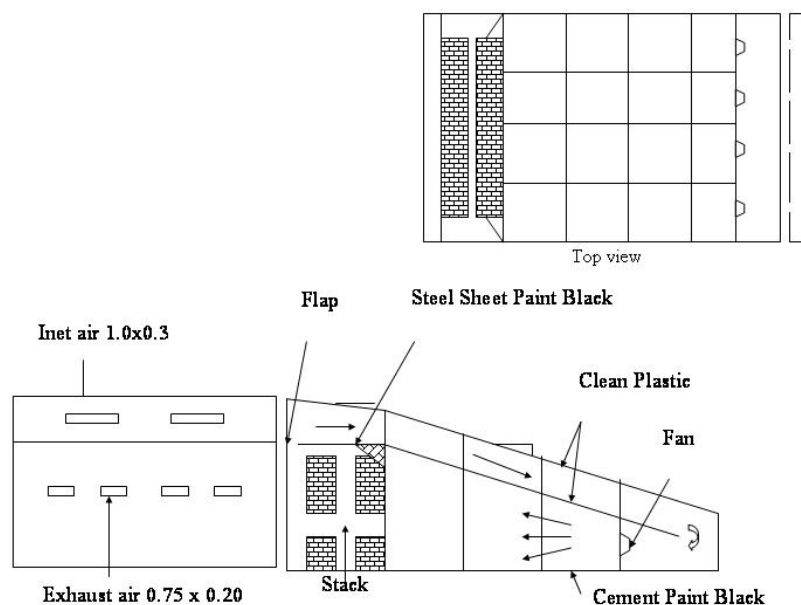
นอกจากนี้ Janjai และ Doe (1991) ยังได้เสนอวิธีคำนวณค่าพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับการออกแบบเครื่องอบแห้งดังกล่าวไว้ด้วย ระบบอบแห้งดังกล่าวยังมีปัญหาด้านความคล่องตัวในการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูฝน จึงยังมิได้นำไปเผยแพร่ใช้งาน

Rakwichian และ Sudaprasert (1990) ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งระดับอุตสาหกรรมสำหรับอบผลไม้ ซึ่งมีห้องอบที่สามารถรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้โดยตรงและรับอากาศร้อนจากแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 30 ตารางเมตร ซึ่งสร้างแยกออกจากห้องอบ อีกทั้งมีแหล่งพลังงานเสริมจากก๊าซหุงต้มและจากวัสดุเหลือใช้การเกษตรเป็นเชื้อเพลิง โดยผ่านตัวแลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) เครื่องอบดังกล่าวสามารถอบกล้วยที่ความชื้น 75 % (wb) จำนวน 1,500 กิโลกรัม ให้เหลือความชื้นที่ 25 % (wb) โดยใช้เวลา 4-5 วัน จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนต่อการลงทุน พบว่ามีค่าเกิน 1 ลักษณะของเครื่องอบแสดงไว้ในรูปที่ 2.19 ถึงแม้จะมีการใช้งานหลังจากเสร็จสิ้นโครงการ แต่ไม่พบรายงานการนำไปเผยแพร่ขยายผล อาจเป็นเพราะเป็นเครื่องอบแห้งระบบใหญ่ที่ใช้เงินลงทุนสูง และเป็นระบบที่ค่อนข้างซับซ้อน



รูปที่ 2.19 แสดงเครื่องอบแห้งที่พัฒนาขึ้นโดย Rakwichian และ Sudaprasert (1990)

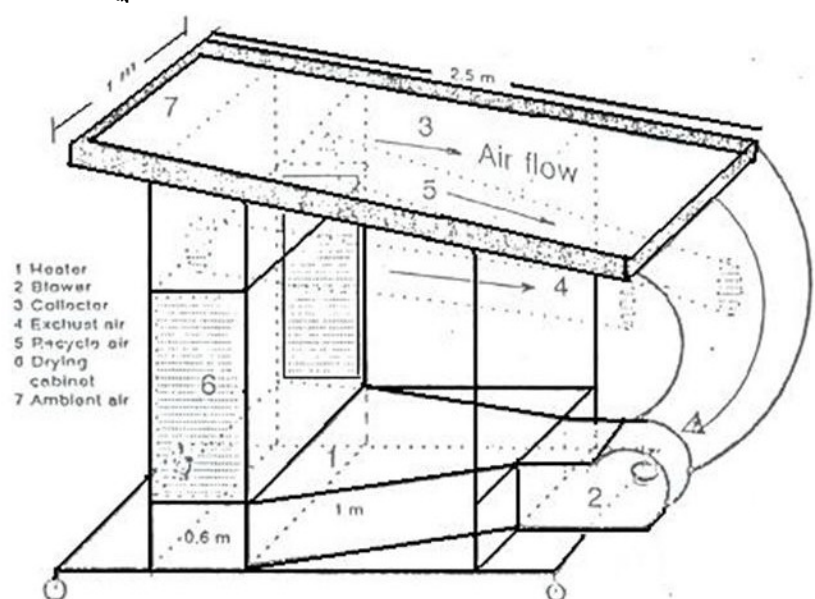
Exell (1990) ได้พัฒนาโรงอบแห้งไม้พลังงานแสงอาทิตย์ (timber drying kilns) สามารถอบไม้ได้ครั้งละ 20 ลูกบาศก์เมตร มีพัดลมขนาดมอเตอร์ 0.76 กิโลวัตต์ จำนวน 4 ตัว ทำหน้าที่ดูดอากาศร้อนจากหลังคาซึ่งเป็นแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์และมีระบบหมุนเวียนอากาศร้อนนำกลับมาใช้ใหม่ โรงอบแห้งดังกล่าวสามารถลดความชื้นของไม้จาก 50-55 % เหลือ 20-24% โดยใช้เวลา 2-3 อาทิตย์ ลักษณะของโรงอบแห้งดังกล่าวแสดงไว้ในรูปที่ 2.20 เครื่องอบแห้งนี้ถึงแม้จะไม่ซับซ้อน แต่ก็ยังไม่มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง อาจเป็นเพราะปัญหาพลาสติกที่ขาดง่ายและไม่คล่องตัวในการใช้งาน



รูปที่ 2.20 แสดงโรงอบแห้งที่พัฒนาขึ้นโดย Exell (1990)

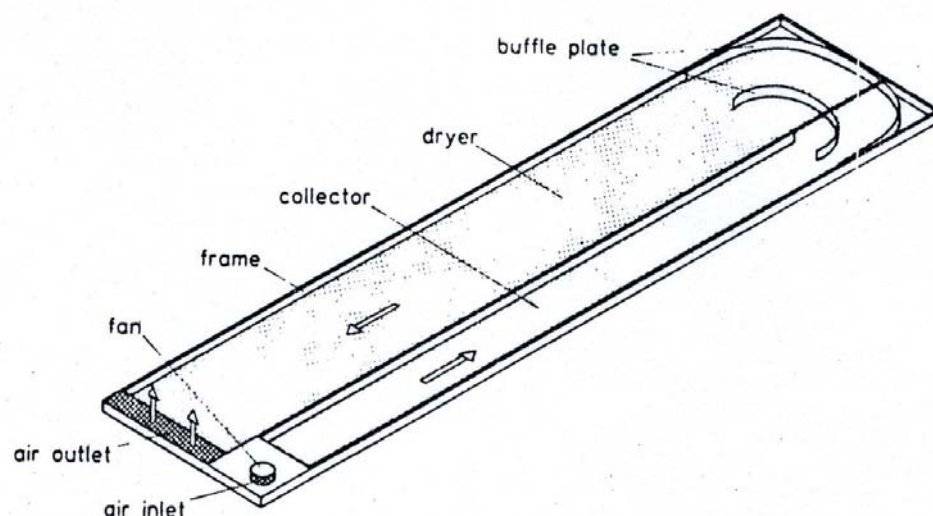
ณัฐวุฒิ ดุษฎี (2534) ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งผลไม้ โดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานเสริม ซึ่งประกอบด้วย แผงรับรังสีดวงอาทิตย์ขนาด 2.5 ตารางเมตร ห้องอบมีขนาด 0.6 x

1.0 x 1.0 ลูกบาศก์เมตร มีหลอดต้านทานความร้อน ขนาด 830 วัตต์ จำนวน 3 ตัว มีเครื่องเป่าอากาศที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 0.76 กิโลวัตต์ และมีระบบไหลเวียนของอากาศที่นำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ จากการทดสอบบอกด้วยพบว่า สามารถช่วยประหยัดพลังงานเมื่อเทียบกับการอบด้วยไฟฟ้า 33 % และมีเวลาคืนทุน 4.8 ปี ลักษณะของเครื่องอบแห้งดังกล่าวแสดงไว้ในรูปที่ 2.21 เครื่องอบแห้งดังกล่าวเป็นระบบค่อนข้างเล็ก และใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่อบได้ในปัจจุบันก็ยังไม่ปรากฏรายงานการนำไปใช้งานในภาคสนาม



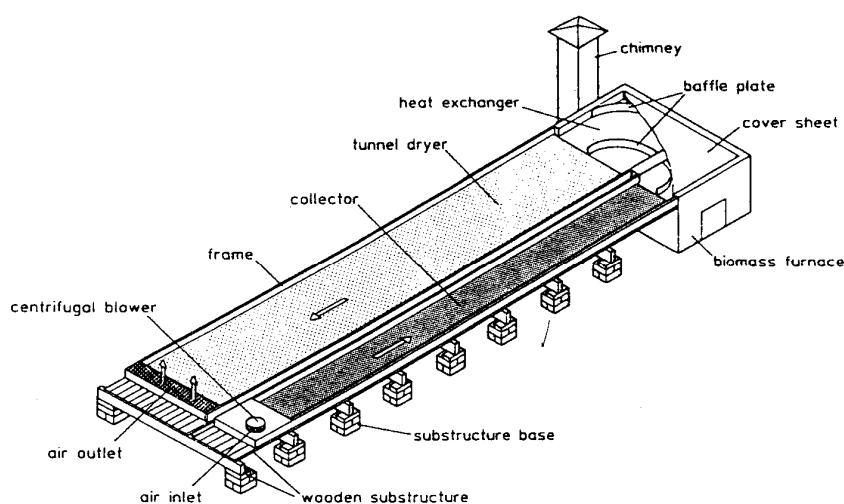
รูปที่ 2.21 เครื่องอบแห้งที่พัฒนาขึ้นโดย ณัฐวุฒิ คุณฤทิ (2534)

กรณีของเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลม เครื่องอบแห้งดังกล่าวพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยสถาบันวิศวกรรมเกษตรเขตร้อน มหาวิทยาลัยโฮเฮนไฮม์ (Hohenheim University) ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน ในช่วงต้นทศวรรษ 1980's (Lutz et al., 1987) โดยเครื่องอบแห้งดังกล่าวรุ่นแรกจะประกอบด้วยแผงรับรังสีดวงอาทิตย์วางขนานกับส่วนที่ใช้วางผลิตภัณฑ์ ด้านบนของทั้งสองส่วนปิดด้วยพลาสติกใส และมีพัดลมดูดอากาศจากภายนอกให้ผ่านส่วนแผงรับรังสีดวงอาทิตย์เข้าไปยังส่วนอบแห้ง ดังรูปที่ 2.22



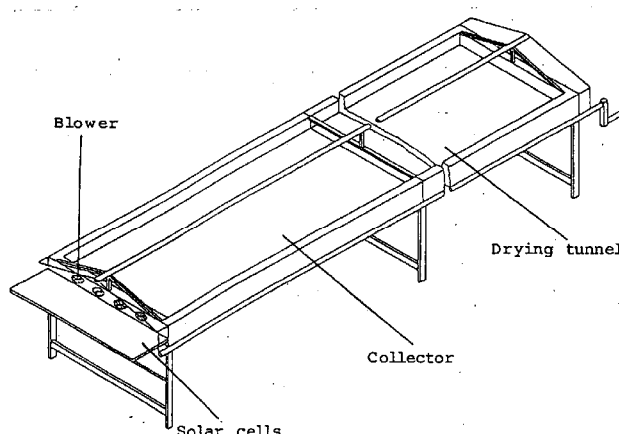
รูปที่ 2.22 แสดงเครื่องอบแห้งที่ พัฒนาขึ้นสำหรับเขตแห้งแล้งโดย Lutz et al. (1987)

เนื่องจากเครื่องอบแห้งดังกล่าวไม่สามารถทำงานได้ดีในช่วงฤดูฝน ดังนั้น Eddy และคณะ (1991) จึงได้ติดตั้งเตาเผาชีวมวลเพื่อเป็นแหล่งความร้อนเสริมในกรณีที่รังสีอาทิตย์ไม่เพียงพอ ดังรูปที่ 2.23 ถึงแม้ว่าผลการทดสอบสมรรถนะพบว่า เครื่องอบแห้งดังกล่าวสามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งได้ถึง 40 % เมื่อเทียบกับการตากแดดธรรมชาติ แต่อย่างไรก็ตามการใช้เตาเผาชีวมวลยังมีปัญหาเรื่องการเติมเชื้อเพลิง และการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งทำให้การใช้งานเครื่องอบแห้งไม่คล่องตัว



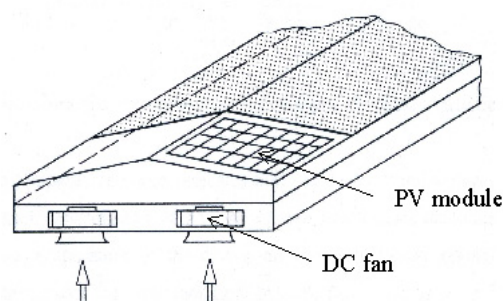
รูปที่ 2.23 แสดงเครื่องอบแห้งที่พัฒนาขึ้นสำหรับเขตร้อนชื้นโดย Eddy et al. (1991)

ต่อมา Janjai และ Hirunlabh (1993) ได้ดัดแปลงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมให้มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.24 และได้ทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งดังกล่าวที่มหาวิทยาลัยศิลปากรโดยพบว่า เครื่องอบแห้งดังกล่าวมีสมรรถนะดีโดยสามารถอบกล้วย 50 กิโลกรัม ให้แห้งภายใน 2-3 วัน อีกทั้งผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีคุณภาพดีโดยมีระยะเวลาคุ้มทุนประมาณ 1-3 ปี แต่อย่างไรก็ตามการใช้โครงสร้างส่วนใหญ่เป็นไม้ มีปัญหาด้านความทนทานและอายุการใช้งานของเครื่อง



รูปที่ 2.24 แสดงเครื่องอบแห้งที่พัฒนาขึ้น โดย Janjai และ Hirunlabh (1993)

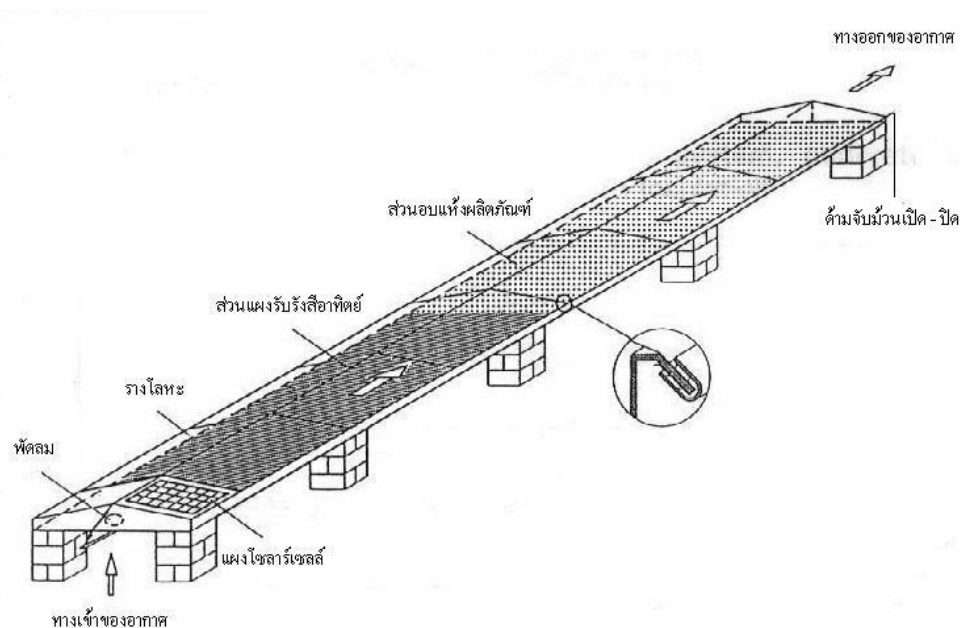
Esper (1994) ได้ศึกษาการใช้แผงโซลาร์เซลล์เป็นตัวขับเคลื่อนพัดลมไปควบคุมอัตราการไหลของอากาศภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมดังรูปที่ 2.25 โดยได้ทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับระบบดังกล่าวจากลักษณะ I-V ของทั้งแผงเซลล์และพัดลม จากผลการศึกษาดังกล่าวทำให้ทราบขนาดกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมในการทำงานซึ่งทำให้สามารถเลือกขนาดแผงเซลล์ให้พอเหมาะกับการใช้งานได้เพื่อเป็นการลดต้นทุนค่าก่อสร้างของเครื่องอบแห้งดังกล่าว



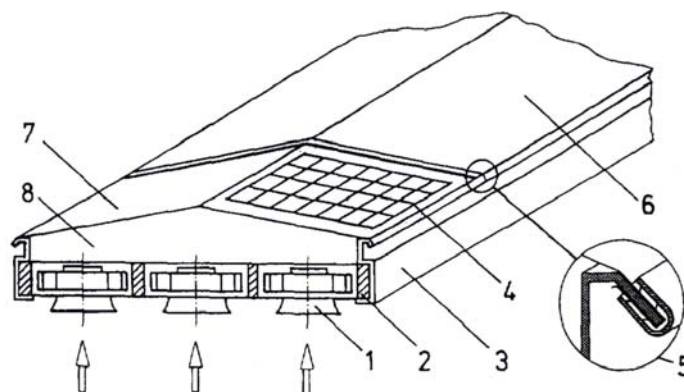
รูปที่ 2.25 แสดงแผงโซลาร์เซลล์และพัดลมที่ติดตั้งเข้ากับเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลม

(Esper, 1994)

ต่อมา Esper (1995) ได้ทำการปรับปรุงส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมให้มีลักษณะเป็นส่วนๆ (module) เพื่อให้สามารถสร้าง ประกอบ และขนส่งได้สะดวกลักษณะ และส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องอบแห้งที่ปรับปรุงแล้ว แสดงไว้ในรูปที่ 2.26 - 2.28

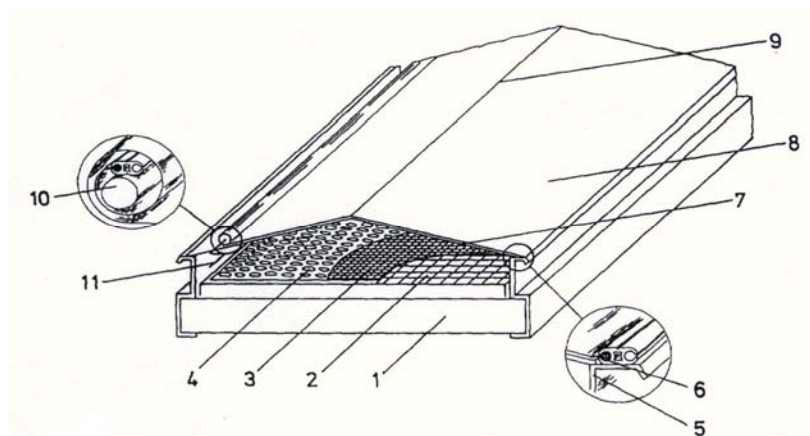


รูปที่ 2.26 แสดงส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม (Esper, 1995)



รูปที่ 2.27 แสดงส่วนประกอบของส่วนแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ (Esper, 1995)

- 1) พัดลม, 2) แผ่นฉนวนด้านล่าง, 3) รางโลหะ, 4) แผงโซลาร์เซลล์,
- 5) ด้ามยึดพลาสติก, 6) ฝืนพลาสติกแบบบางใส, 7) และ 8) แผ่นเหล็ก



รูปที่ 2.28 แสดงส่วนประกอบของส่วนอบแห้งผลิตภัณฑ์ (Esper , 1995)

- 1) แผ่นฉนวนด้านล่าง, 2) ตะแกรงเหล็ก, 3) ตาข่ายพลาสติก,
- 4) ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบ, 5) โครงเหล็ก, 6) พลาสติกยึด,
- 7) คาน, 8) ฝืนพลาสติกแบบมีโพรงอากาศ, 9) ลวดสลิง,
- 10) ท่อเหล็ก, 11) คัมจับสำหรับเปิด-ปิดเครื่องอบแห้ง

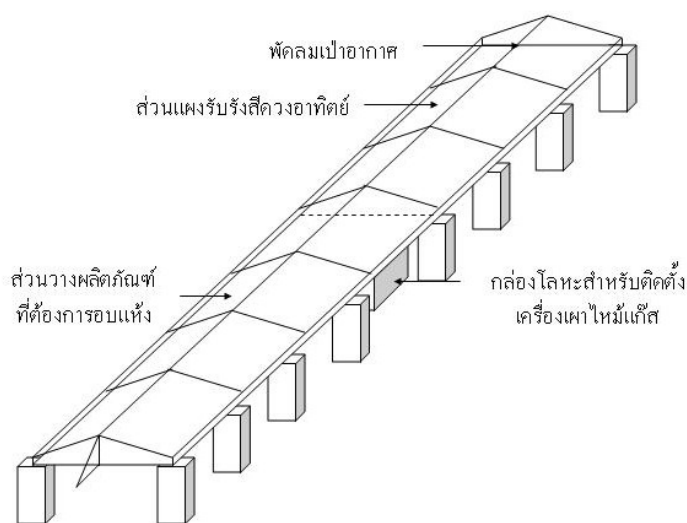
Schirmer et al. (1996) ได้ทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ใช้เซลล์สุริยะขับเคลื่อนพัฒนาในการอบแห้งกล้วย โดยได้ติดตั้งเครื่องอบแห้งดังกล่าวที่โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาแสดงดังรูปที่ 2.29 และพบว่าเครื่องอบแห้งดังกล่าวสามารถอบกล้วยได้ถึงครั้งละประมาณ 200-300 กิโลกรัม ภายในระยะเวลา 3-5 วัน และผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีคุณภาพดีอีกด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าเครื่องอบแห้งดังกล่าวมีระยะเวลาคุ้มทุนประมาณ 3 ปี อย่างไรก็ตามเครื่องอบแห้งดังกล่าวยังมีปัญหาด้านการใช้งานในฤดูฝน ซึ่งพลาสติกคลุมโรงอบแห้งเนื่องจากน้ำฝนข้างด้านบน



รูปที่ 2.29 แสดงเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ติดตั้งในโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา

Bala et al. (2003) ได้ทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมในการอบแห้งสับปะรด และพบว่าเครื่องอบแห้งดังกล่าวมีสมรรถนะสูงสามารถอบแห้งสับปะรดได้ประมาณ 120-150 กิโลกรัม ให้แห้งในระยะเวลา 3-5 วัน นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็มีคุณภาพดีกว่าที่ได้จากการตากแดดธรรมชาติ

เนื่องจากเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ Esper (1995) ปรับปรุงขึ้นยังคงมีราคาค่อนข้างแพง อีกทั้งยังมีปัญหาการใช้งานในประเทศไทยซึ่งมีฤดูฝนยาวนานถึง 6 เดือน ดังนั้น Janjai et al. (1998) จึงได้ปรับปรุงเครื่องอบแห้งดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งโดยใช้แผ่นฉนวนด้านหลังทำด้วยใยแก้ว ปิดด้วยแผ่นสังกะสี ซึ่งมีราคาถูกกว่าแผ่นโพลีโพรพิลีน นอกจากนี้ยังได้ติดตั้งเครื่องให้ความร้อนด้วยแก๊สที่บริเวณรอยต่อระหว่างส่วนแผงรับรังสีดวงอาทิตย์และส่วนอบแห้ง และยังสามารถเปลี่ยนจากการใช้พลาสติกแบบมีโพรงอากาศ (bubble foil) ที่ใช้คลุมด้านบนให้เป็นพลาสติกใสแบบคงทนต่อรังสีอัลตราไวโอเลต (UV-stabilized plastic sheet) ลักษณะของเครื่องอบแห้งที่ปรับปรุงแล้วแสดงในรูปที่ 2.30

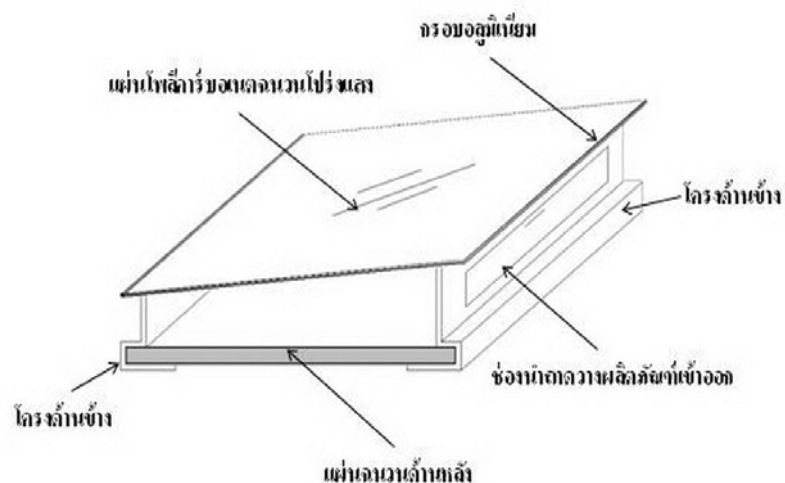


รูปที่ 2.30 แสดงเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่พัฒนาขึ้นโดย Janjai et al. (1998)

เครื่องอบแห้งที่ Janjai et al (1998) ปรับปรุงแล้วได้นำไปติดตั้งใช้งานจริงหลายแห่ง เช่นที่ กลุ่มบ้านอำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย 2 เครื่อง ที่บ้านใหม่สามัคคี อำเภोज้ำห่ม 2 เครื่อง ที่วังรี รีสอร์ท อำเภอมือง จังหวัดนครนายก 1 เครื่อง และที่โครงการสวนพระองค์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร 1 เครื่อง แต่อย่างไรก็ตามการใช้ gas burner เป็นแหล่งความร้อนเสริม ก็ยังมีปัญหาการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศและ gas burner มีราคาแพง

ต่อมาพบว่าเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ใช้พื้นพลาสติกอ่อนคลุมด้านบนมักมีปัญหาฉีกขาดง่าย มีน้ำฝนซังทำให้หย่อนและเกิดการรั่ว ดังนั้น ธาดา แก้วประเสริฐ (2546) จึงได้ใช้โฟล

คาร์บอนแทนแผ่นพลาสติก ซึ่งแผ่นโพลีคาร์บอเนตมีคุณสมบัติ เป็นฉนวนลดการสูญเสียความร้อนเนื่องจากแผ่นโพลีคาร์บอเนตจะมีช่องอากาศอยู่ภายในซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อนและแผ่นโพลีคาร์บอเนตยังมีคุณสมบัติอื่นๆอีกคือ ยึดหยุ่น คัดโค้งได้ง่าย และมีน้ำหนักเบา นอกจากนี้ยังติดตั้งพัฒนระบบอากาศขึ้นจากเครื่องอบแห้งออกสู่ภายนอก โดยพัฒนาที่ใช้งานจะใช้กำลังไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ การที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์เป็นแหล่งพลังงานเนื่องจากว่า สะดวกที่จะนำไปใช้ในพื้นที่ที่ห่างไกลจากที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ โดยความเร็วของพัฒมนั้นจะขึ้นอยู่กับพลังงานไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์ผลิตได้ในขณะนั้น กล่าวคือถ้าในขณะนั้นพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบลงบนแผงโซลาร์เซลล์มีปริมาณมากแผงโซลาร์เซลล์ก็จะให้พลังงานไฟฟ้าที่มีปริมาณที่มากซึ่งส่งผลทำให้พัฒมหุ่นด้วยความเร็วที่มากขึ้นตามไปด้วย เครื่องอบแห้งที่ทำการปรับปรุงแล้วแสดงดังรูปที่ 2.31 - 2.33



รูปที่ 2.31 แสดงลักษณะโครงสร้างข้างของเครื่องอบแห้ง (ชาดา แก้วประเสริฐ, 2546)



รูปที่ 2.32 แสดงเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ออกแบบขึ้น (ชาดา แก้วประเสริฐ, 2546)



รูปที่ 2.33 แสดงภาพถ่ายเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตเป็นฉนวนโปรงแสง

จากนั้นในปี 2005 Janjai et al ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ต่อจากปี 2003 โดยใช้กระจกเป็นเป็นฉนวนโปรงแสงแทนแผ่นโพลีคาร์บอเนต ทั้งนี้เนื่องจากกระจกมีค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านมากกว่าแผ่นโพลีคาร์บอเนต ซึ่งเครื่องอบดังกล่าวสามารถอบผลิตภัณฑ์ได้ครั้งละประมาณ 80 กิโลกรัม ดังรูปที่ 2.34



รูปที่ 2.34 แสดงภาพถ่ายเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ใช้แผ่นกระจกใสเป็นฉนวนโปรงแสง
พัฒนาขึ้นโดย ชูทศศักดิ์ บุญรอด, (2549)

จากการศึกษาทบทวนรายงานการวิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผ่านมาพบประเด็นปัญหาที่สำคัญ คือ เครื่องอบแห้งส่วนใหญ่ยังคงมีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ทำการอบในแต่ละครั้ง ซึ่งหากเกษตรกรรายย่อยมีความต้องการที่จะอบแห้งผลิตภัณฑ์ในปริมาณมากๆ อาจจะต้องลงทุนในการสร้างเครื่องอบแห้งให้มีขนาดใหญ่ขึ้น หรืออาจจะต้องสร้างจำนวนมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงมากขึ้นด้วย

ดังนั้นในโครงการวิจัยนี้ผู้ดำเนินโครงการจึงเสนอที่จะทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแบบอุโมงค์ลมให้ออบผลิตภัณฑ์ได้ครั้งละมากกว่า 100 กิโลกรัมขึ้นไปจำนวน 1 เครื่อง ตามรายละเอียดต่างๆที่จะกล่าวในบทต่อไป