บทที่ 5

วิธีทดลอง

5.1 วิธีทดลอง

1. การเตรียมวัสดุอบแห้ง วัสดุที่ใช้ในการทดลองนี้คือ กล้วยน้ำว้าและงาดำ ซึ่งมีขั้นตอนการเตรียมดังนี้

   กล้วยน้ำว้า นำกล้วยน้ำว้าผลสุกมาปลอกเปลือกโดยใช้กล้วยทั้งผล ทำการทดลองนำกล้วยที่ปลอกเปลือกเสร็จแล้วไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำกล้วยไปวางบนชั้นวาง โดยพยายามแบ่งกล้วยแต่ละชั้นให้มีน้ำหนักรวมของกล้วยใกล้เคียงกัน

   งาดำ นำงาดำไปล้างในน้ำสะอาดเพื่อเอาเศษดินออก 1 ครั้ง และล้างน้ำแบบน้ำผ่านอีก 1 ครั้ง แล้วนำไปวางในเรือนอบให้งาดำที่ล้างเสร็จแล้วไม่เปียกชุ่มมาก เพื่อป้องกันการงอกของเมล็ดงา จากนั้นนำงาดำชั่งน้ำหนัก แล้วนำงาดำไปวางบนชั้นวางโดยพยายามแบ่งงาแต่ละชั้นให้มีน้ำหนักรวมของงาใกล้เคียงกัน

2. วัดอุณหภูมิ การวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ ทำการบันทึกโดยใช้เครื่อง Data Logger บันทึกผลอุณหภูมิทุกๆ 1 นาที โดยเริ่มทำการวัดอุณหภูมิจาก เวลา 09.00 น. ของวันที่ 1 ของการทดลอง ถึง เวลา 17.00 น. ของวันที่ 3 ของการทดลอง

   การทดลองอบกล้วย ตำแหน่งวัดอุณหภูมิสำหรับการอบกล้วย

   อุณหภูมิกล้วย (อุณหภูมิกระเปราะแห้ง)

   อุณหภูมิภายใน (อุณหภูมิกระเปราะแห้ง)

   อุณหภูมิภายใน (อุณหภูมิกระเปราะเปียก)

   อุณหภูมิภายนอก (อุณหภูมิกระเปราะแห้ง)

รูปที่ 5.1 แสดงการวัดอุณหภูมิกล้วย

รูปที่ 5.2 แสดงการวัดอุณหภูมิกระเปราะเปียก

การทดลองอบงา ตำแน่งการวัดอุณหภูมิสำหรับการอบงา

east no.1 = อุณหภูมิของงา(อุณหภูมิกระเปราะแห้ง)ของชั้นที่ 1 (บน) ด้านทิศตะวันออก

east no.2 = อุณหภูมิของงา(อุณหภูมิกระเปราะแห้ง)ของชั้นที่ 2 (กลาง) ด้านทิศตะวันออก

east no.3 = อุณหภูมิของงา(อุณหภูมิกระเปราะแห้ง)ของชั้นที่ 3 (ล่าง) ด้านทิศตะวันออก

west no.1 = อุณหภูมิของงา(อุณหภูมิกระเปราะแห้ง)ของชั้นที่ 1 (บน) ด้านทิศตะวันตก

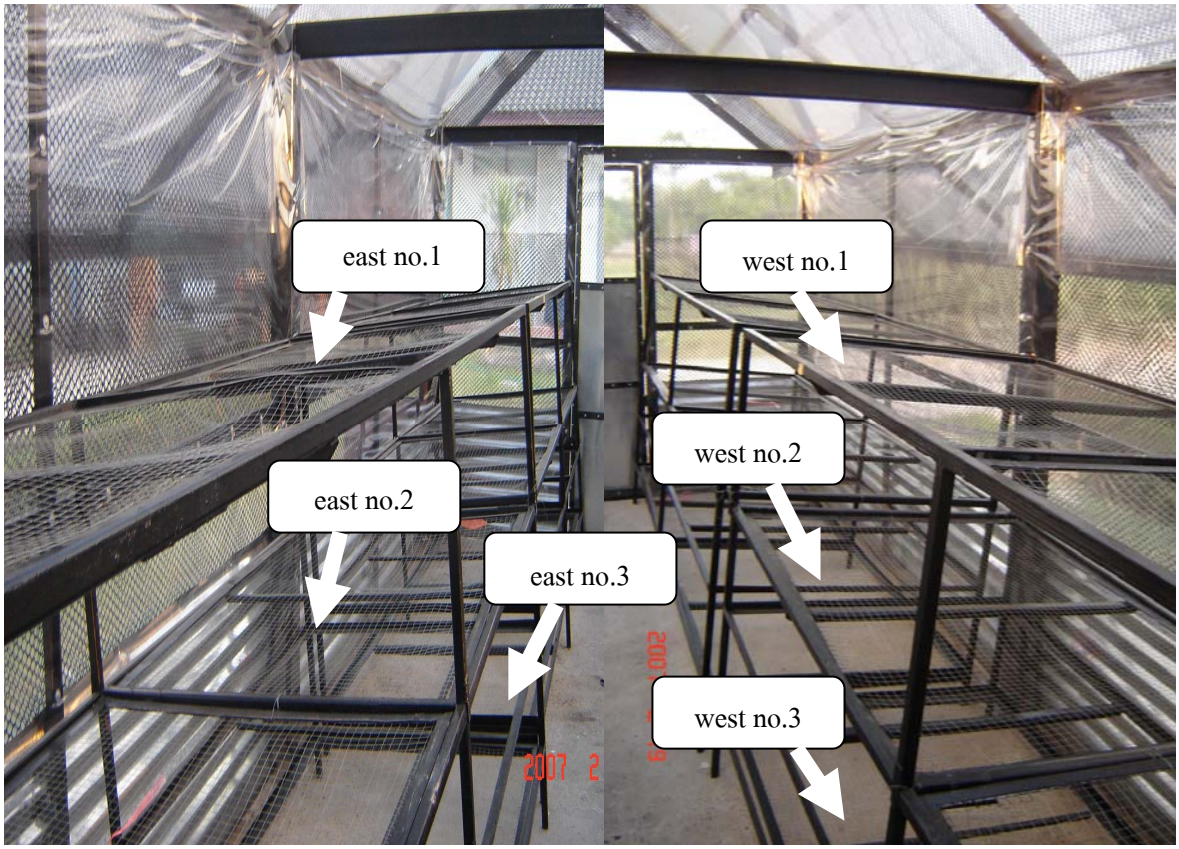
west no.2 = อุณหภูมิของงา(อุณหภูมิกระเปราะแห้ง)ของชั้นที่ 2 (กลาง) ด้านทิศตะวันตก

west no.3 = อุณหภูมิของงา(อุณหภูมิกระเปราะแห้ง)ของชั้นที่ 3 (ล่าง) ด้านทิศตะวันตก

อุณหภูมิภายใน (อุณหภูมิกระเปราะแห้ง)

อุณหภูมิภายใน (อุณหภูมิกระเปราะเปียก)

อุณหภูมิภายนอก (อุณหภูมิกระเปราะแห้ง)



รูปที่ 5.3 แสดงตำแหน่งวัดอุณหภูมิของการอบงา

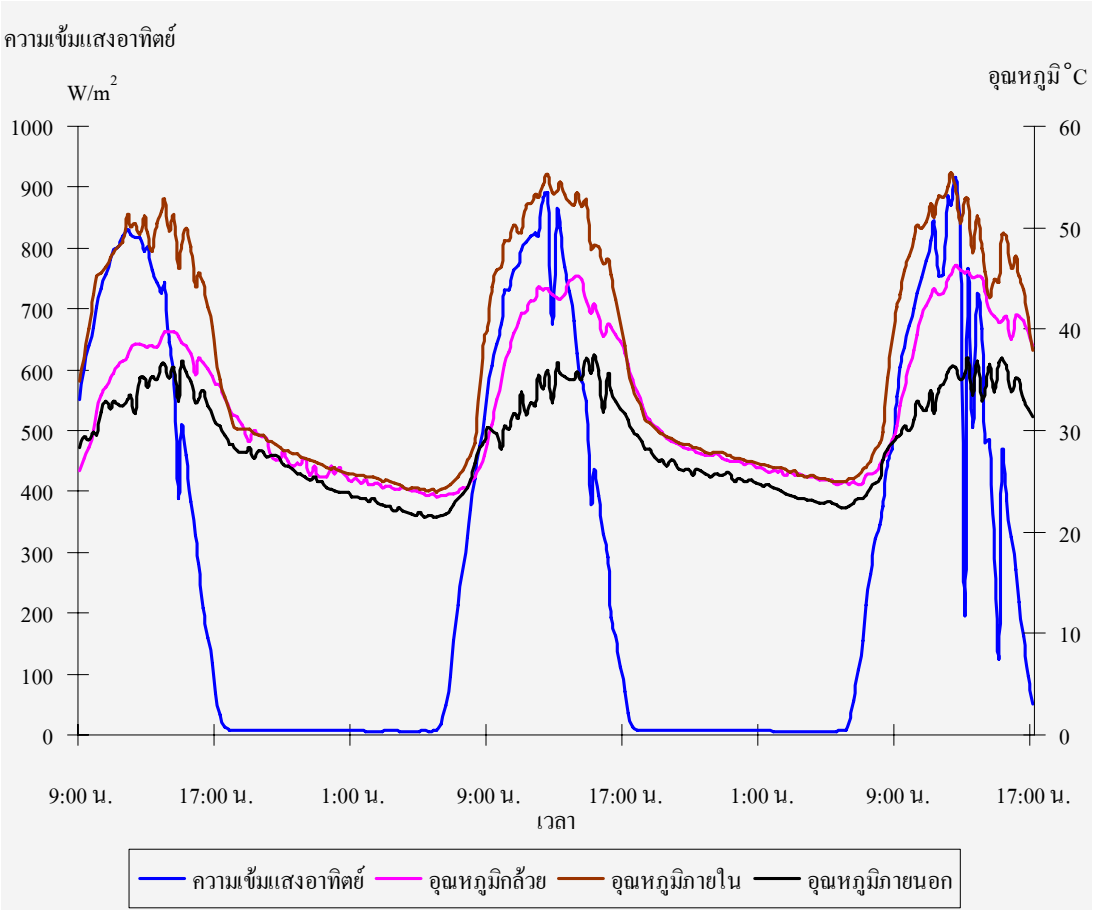
1. <u>หาปริมาณความชื้น</u> การหาปริมาณความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้าย ทำทุกครั้งของการทดลอง โดยนำตัวอย่างกล้วยหรืองาไปหาความชื้นเริ่มต้นตามวิธี AOAC (กล่าวไว้ในบทที่ 3) ก่อนที่จะนำกล้วยหรืองาไปทำการอบในเรือนอบพืชโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ หลังจากทำการอบในเรือนอบเสร็จแล้ว นำตัวอย่างกล้วยหรืองาไปหาความชื้นสุดท้ายตามวิธี AOAC อีกครั้ง
2. <u>ประเมินสมรรถนะเรือนอบพืช</u>
   โดยการใช้สมการที่กล่าวไว้ในบทที่ 3

5.2 การทดลองที่ 1 (อบกล้วย 54.5 กิโลกรัม)

การทดลองอบกล้วยน้ำว้า (15 พ.ย. 2549 – 17 พ.ย. 2549)

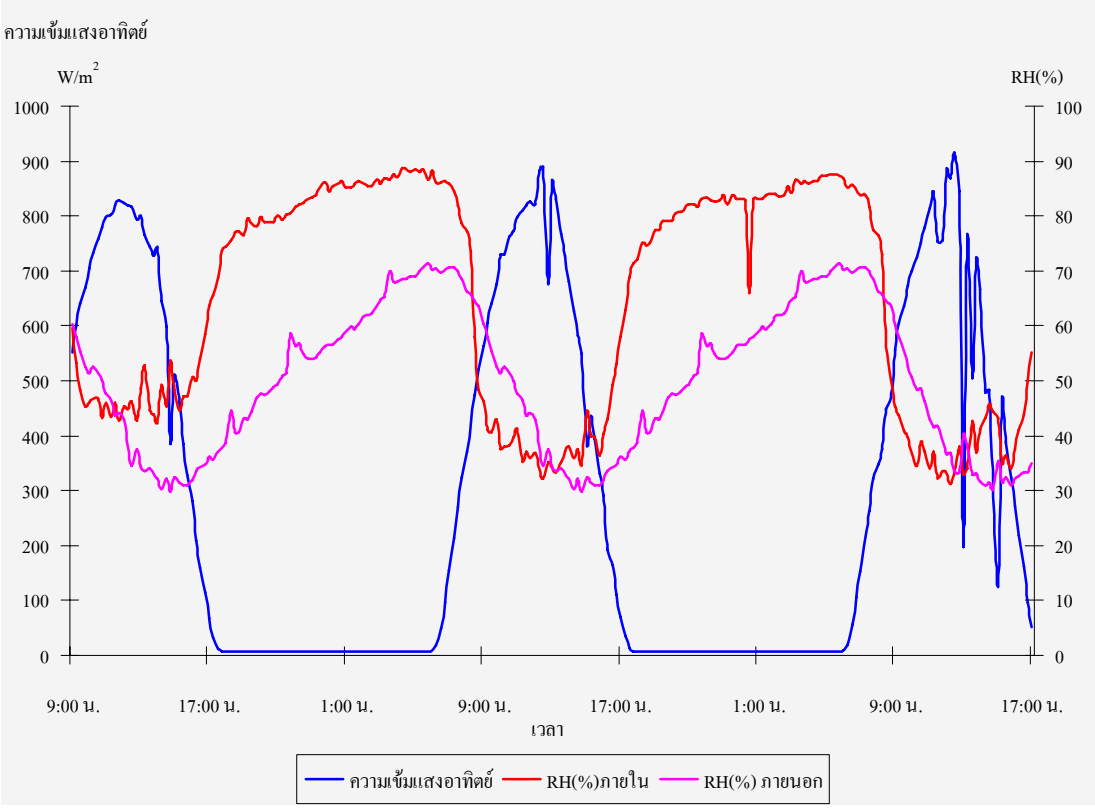
รูปที่ 5.4 แสดงการอบกล้วยน้ำว้า

5.2.1 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิตรวจวัด ณ จุดต่างๆ



รูปที่ 5.5 แสดงความเข้มแสงอาทิตย์และอุณหภูมิตรวจวัด การทดลองอบกล้วยน้ำว้า วันที่ 15 พ.ย. 2549 - 17 พ.ย. 2549

5.2.2 กราฟแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ (%)



รูปที่ 5.6 แสดงความเข้มแสงอาทิตย์และความชื้นสัมพัทธ์(%) การทดลองอบกล้วยน้ำว้า วันที่ 15 พ.ย. 2549 - 17 พ.ย. 2549

5.2.3 การคำนวณ

น้ำหนักกล้วย ก่อนอบ 54.5 kg

หลังอบ 30.1 kg

<u>ความชื้นเริ่มต้น</u>

น้ำหนักภาชนะ 34 g

น้ำหนักรวมวัสดุ 97 g

น้ำหนักรวมหลังอบ 53.5 g

น้ำหนักเริ่มต้นวัสดุชื้น $w = 97 - 34 = 63.0$ g

น้ำหนักวัสดุแห้ง $d = 53.5 - 34 = 19.5$ g

ความชื้นมาตรฐานแห้ง $M_a = \frac{(w-d)\times 100}{d}$

$$M_a = \frac{(63-19.5)\times 100}{19.5} = 223.08 \quad \%$$

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

$$M_w = \frac{(63-19.5)\times 100}{63} = 69.05 \quad \%$$

<u>ความชื้นสุดท้าย</u>

น้ำหนักภาชนะ 32.5 g

น้ำหนักรวมวัสดุ 67.5 g

น้ำหนักรวมหลังอบ 52 g

น้ำหนักเริ่มต้นวัสดุชื้น $w = 67.5 - 32.5 = 35$ g

น้ำหนักวัสดุแห้ง $d = 52 - 32.5 = 19.5$ g

ความชื้นมาตรฐานแห้ง $M_a = \frac{(w-d)\times 100}{d}$

$$M_a = \frac{(35-19.5)\times 100}{19.5} = 79.49 \quad \%$$

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

$$M_w = \frac{(35-19.5)\times 100}{35} = 44.26 \quad \%$$

อัตราการอบแห้ง (DR)

$$DR = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุ}}{\text{เวลา}}$$

$$DR = \frac{54.5 - 30.1}{56} = 0.4357 \quad \frac{kg.H_2O}{hrs}$$

$$= 435.71 \quad \frac{g.H_2O}{hrs}$$

ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของการอบแห้ง

$$\text{ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานที่ใช้}}{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุอบแห้ง}}$$

ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย = 386.5244 $\frac{W}{m^2}$

ปริมาณพลังงานที่ใช้ $= 386.5244 \frac{W}{m^2} \times 6\ m^2 \times (56\ h \times 3600\ S) \times 10^{-6}$

$= 467.5399$ MJ

$$\text{ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ} = \frac{467.5399}{54.5 - 30.1} = 19.16147 \quad \frac{MJ}{kg.H_2O}$$

ประสิทธิภาพการอบแห้ง

$$\text{Drying Efficiency} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานในการระเหยน้ำ 1 kg} \times 100}{\text{ปริมาณพลังงานที่ใช้}}$$

$$\eta = \frac{m_w . h_{fg} \times 100}{\text{ปริมารพลังงานที่ใช้}}$$

$$\eta = \frac{(54.5 - 30.1)kg \times 2502 \frac{kJ}{kg} \times 100}{467539.9142kJ} = 13.0575 \quad \%$$

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 1 ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งเพียง 3 วัน จากกราฟแสดงค่าอุณหภูมิจะเห็นว่าวันแรกของการทดลองอุณหภูมิของกล้วยจะต่ำกว่าวันอื่นๆ ทั้งที่อุณหภูมิภายในเรือนอบพืชมีค่าสูง เนื่องจากปริมาณมวลของน้ำในกล้วยตอนเริ่มต้นมีมากทำให้อุณหภูมิของกล้วยของวันแรกมีค่าไม่สูงมาก แต่เมื่อผ่านไปเรื่อยๆ อุณหภูมิของกล้วยจะเพิ่มขึ้นมากกว่าวันแรก โดยเฉพาะวันที่ 3 ของการทดลองอุณหภูมิของกล้วยจะสูงกว่าทุกๆวัน ทั้งนี้ก็เพราะว่าหลังจากที่ผ่านการอบด้วยเรือนอบพืชโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นเวลา 3 วัน จะทำให้ปริมาณมวลน้ำในกล้วยลดลง เนื่องจากเกิดการระเหยของมวลของน้ำในกล้วย และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงค่าๆ หนึ่งอุณหภูมิของกล้วยจะเริ่มคงที่สังเกตได้จากช่วงเวลา 15.00 น. – 17.00 น.ของวันที่ 3 ของการทดลอง ทั้งนี้เป็นเพราะว่าความชื้นในกล้วยมีน้อยลงมาก ทำให้อัตราการลดความชื้นในกล้วยมีน้อยลง

จากรูปที่ 5.5 จะมีบางช่วงเวลาของกราฟค่าความเข้มแสงอาทิตย์มีค่าลดลงมากแต่อุณหภูมิภายนอกและภายในก็ยังลดลงน้อยมาก เพราะว่าช่วงเวลาที่ความเข้มแสงอาทิตย์ลดลงนั้นเป็นช่วงเวลาสั้นๆ จึงทำให้อุณหภูมิภายนอกและภายในลดลงไม่มากนัก ที่ความเข้มแสงอาทิตย์ลดลงนั้นเป็นเพราะว่ามีเมฆบดบังแสงอาทิตย์ ส่วนตอนกลางคืนความเข้มแสงอาทิตย์มีค่าน้อยมากหรือมีค่าใกล้ศูนย์เพราะว่าไม่มีแสงอาทิตย์ จะทำให้อุณหภูมิภายนอกและภายในลดลงต่างจากช่วงกลางวันค่อนข้างมาก

เมื่อพิจารณาจากผลของการคำนวณจะเห็นว่าความชื้นเริ่มต้นเท่ากับ 223.08% (มาตรฐานแห้ง) เมื่อใช้เวลาอบกล้วย 3 วัน ความชื้นสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 79.49% (มาตรฐานแห้ง) อัตราการอบแห้งมีค่าเท่ากับ 435.71 g.H_2O/hrs และประสิทธิภาพการอบแห้งเท่ากับ 13.06% การทดลองอบกล้วยนี้ได้ทำการทดลอง 2 การทดลอง และเนื่องจากกล้วยที่ใช้ในการทดลองนั้นมีราคาแพงจึงได้ทำการทดลองอบกล้วยเพียงแค่ 1 ชั้น การคำนวณหาประสิทธิภาพการอบแห้งจึงใช้พื้นที่ในการคำนวณเพียงแค่ 1 ชั้นวาง ถ้าอยากจะทราบถึงประสิทธิภาพการอบแห้งของทั้งเรือนอบควรทำการทดลองอบกล้วยให้เต็มความจุของเรือนอบ

จากรูปที่ 5.7 (ก) เป็นภาพหลังอบกล้วยในเรือนอบ 3 วัน (ข) เป็นภาพหลังอบกล้วยนอกเรือนอบ 5 วัน จากการทดลองเมื่อสังเกตจากสีจะเห็นว่ามีสีเหลืองคล้ายกันทั้งอบในเรือนอบและนอกเรือนอบ และจากการชิมพบว่าการอบภายในเรือนอบ 3 วัน จะมีรสหวานมากกว่าตากนอกเรือนอบ 5 วัน เล็กน้อย

(ก) กล้วยหลังการอบในเรือนอบ 3 วัน

(ข) กล้วยหลังการตากนอกเรือนอบ 5 วัน

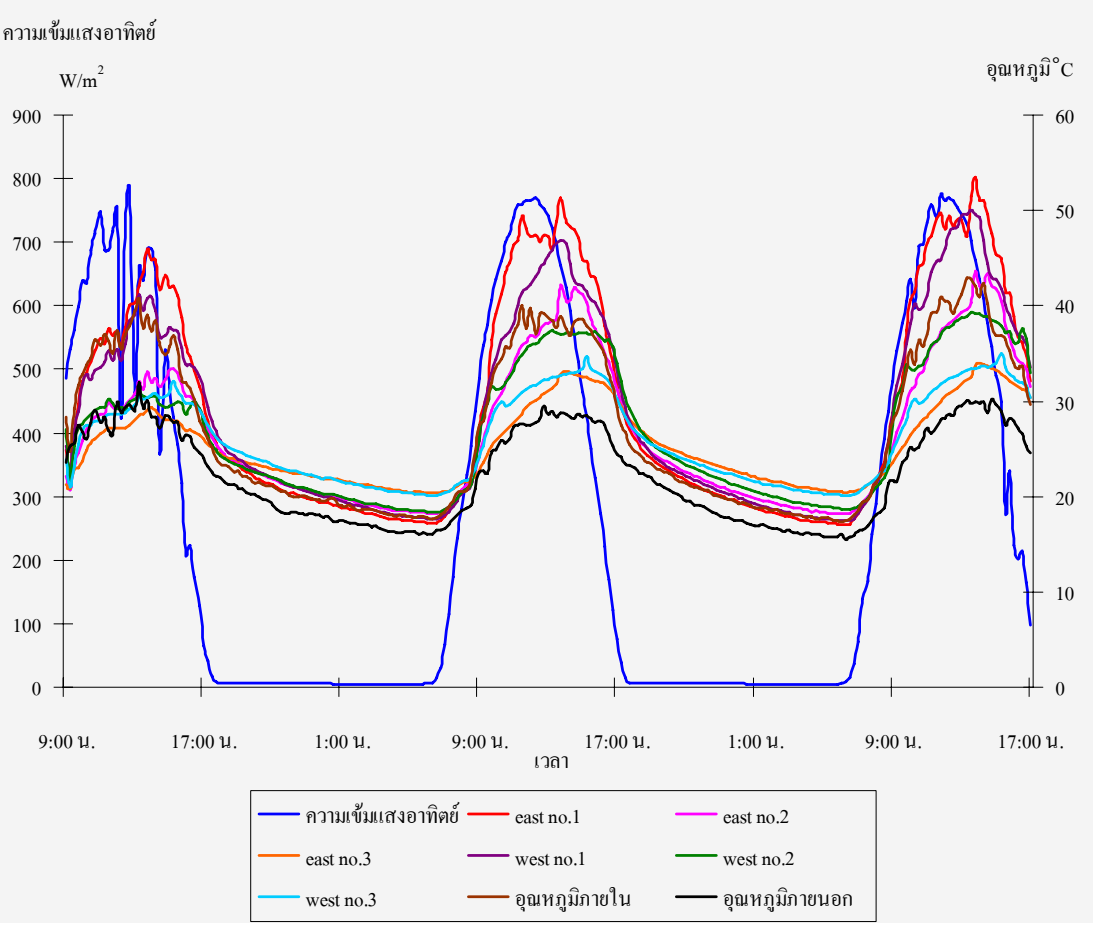
รูปที่ 5.7 กล้วยหลังการอบแห้ง

5.3 การทดลองที่ 2 (อบงา หนา 1 เซนติเมตร 84.2 กิโลกรัม)

การทดลองอบงาดำ (19 ธ.ค. 2549 – 21 ธ.ค. 2549)

รูปที่ 5.8 แสดงการอบงา หนา 1 เซนติเมตร

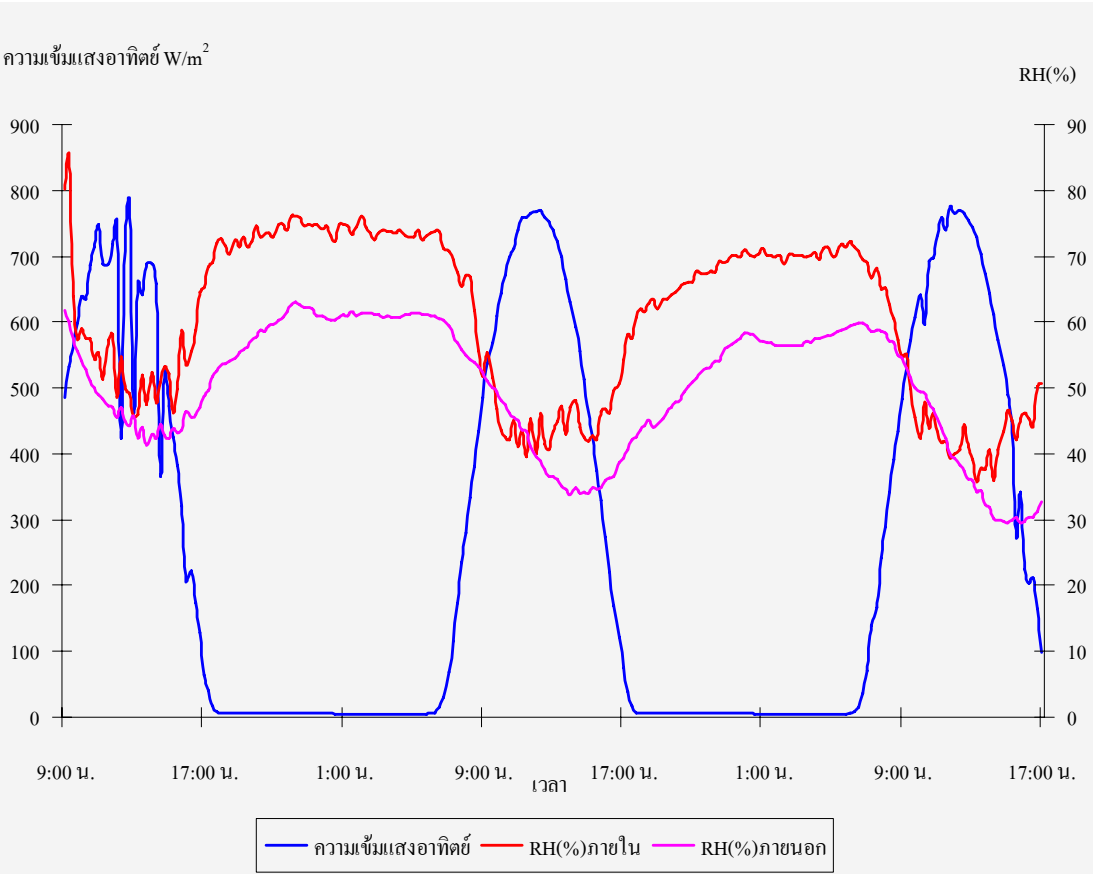
5.3.1 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิตรวจวัด ณ จุดต่างๆ



รูปที่ 5.9 แสดงความเข้มแสงอาทิตย์และอุณหภูมิตรวจวัด การทดลองอบงาดำ

วันที่ 19 ธ.ค. 2549 – 21 ธ.ค. 2549

5.3.2 กราฟแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ (%)



รูปที่ 5.10 แสดงความเข้มแสงอาทิตย์และความชื้นสัมพัทธ์(%) การทดลองอบงาดำ วันที่ 19 ธ.ค. 2549 - 21 ธ.ค. 2549

5.3.3 การคำนวณ

น้ำหนักงา ก่อนอบ 84.2 kg

หลังอบ 73.2 kg

ความหนาของงาแต่ละชั้นเท่ากับ 1 เซนติเมตร

<u>ความชื้นเริ่มต้น</u>

งา ชั้นที่ 1 (บน) ด้านทิศตะวันออก

น้ำหนักภาชนะ 42 g

น้ำหนักรวมวัสดุ 57 g

น้ำหนักรวมหลังอบ 51 g

น้ำหนักเริ่มต้นวัสดุชื้น $w = 57 - 42 = 15$ g

น้ำหนักวัสดุแห้ง $d = 51 - 42 = 9$ g

ความชื้นมาตรฐานแห้ง $M_a = \frac{(w-d)\times 100}{d}$

$$M_a = \frac{(15-9)\times 100}{9} = 66.67 \ \%$$

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

$$M_w = \frac{(15-9)\times 100}{15} = 40 \ \%$$

งา ชั้นที่ 2 (กลาง) ด้านทิศตะวันออก $M_a = 66.67$ %

$M_w = 40$ %

งา ชั้นที่ 3 (ล่าง) ด้านทิศตะวันออก $M_a = 66.67$ %

$M_w = 40$ %

งา ชั้นที่ 1 (บน) ด้านทิศตะวันตก $M_a = 66.67$ %

$M_w = 40$ %

งา ชั้นที่ 2 (กลาง) ด้านทิศตะวันตก $M_a = 66.67$ %

$M_w = 40$ %

งา ชั้นที่ 3 (ล่าง) ด้านทิศตะวันตก $M_a = 66.67$ %

$M_w = 40$ %

ความชื้นสุดท้าย

งา ชั้นที่ 1 (บน) ด้านทิศตะวันออก

น้ำหนักภาชนะ 42 g

น้ำหนักรวมวัสดุ 60 g

น้ำหนักรวมหลังอบ 59.5 g

น้ำหนักเริ่มต้นวัสดุชื้น $w = 60 - 42 = 18$ g

น้ำหนักวัสดุแห้ง $d = 59.5 - 42 = 17.5$ g

ความชื้นมาตรฐานแห้ง $M_a = \frac{(w-d)\times 100}{d}$

$$M_a = \frac{(18-17.5)\times 100}{17.5} = 2.86 \quad \%$$

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

$$M_w = \frac{(18-17.5)\times 100}{17.5} = 2.78 \quad \%$$

งา ชั้นที่ 2 (กลาง) ด้านทิศตะวันออก $M_a = 3.23$ %

$M_w = 3.13$ %

งา ชั้นที่ 3 (ล่าง) ด้านทิศตะวันออก $M_a = 3.03$ %

$M_w = 2.94$ %

งา ชั้นที่ 1 (บน) ด้านทิศตะวันตก $M_a = 3.45$ %

$M_w = 3.33$ %

งา ชั้นที่ 2 (กลาง) ด้านทิศตะวันตก $M_a = 3.03$ %

$M_w = 2.94$ %

งา ชั้นที่ 3 (ล่าง) ด้านทิศตะวันตก $M_a = 3.23$ %

$M_w = 3.13$ %

อัตราการอบแห้ง (DR)

$$DR = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุ}}{\text{เวลา}}$$

$$DR = \frac{84.2 - 73.2}{56} = 0.19643 \quad \frac{kg.H_2O}{hrs}$$

$$= 196.43 \quad \frac{g.H_2O}{hrs}$$

ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของการอบแห้ง

$$\text{ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานที่ใช้}}{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุอบแห้ง}}$$

ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย $= 263.5849 \quad \frac{W}{m^2}$

ปริมาณพลังงานที่ใช้ $= 26.5849 \frac{W}{m^2} \times 18\ m^2 \times (56\ h \times 3600\ S) \times 10^{-6}$

$$= 956.4971 \quad MJ$$

$$\text{ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ} = \frac{956.4971}{84.2 - 73.2} = 86.9543 \quad \frac{MJ}{kg.H_2O}$$

ประสิทธิภาพการอบแห้ง

$$\text{Drying Efficiency} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานในการระเหยน้ำ } 1\ kg \times 100}{\text{ปริมาณพลังงานที่ใช้}}$$

$$\eta = \frac{m_{w.}\, h_{fg} \times 100}{\text{ปริมารพลังงานที่ใช้}}$$

ปริมาณพลังงานที่ใช้ $= 267.1658 \frac{W}{m^2} \times 18\ m^2 \times (56\ h \times 3600\ S) \times 10^{-3}$

$$= 956497.14 \quad kJ$$

$h_{fg} = 2502 \quad \frac{kJ}{kg}$

$$\eta = \frac{(84.2 - 73.2)kg \times 2502 \frac{kJ}{kg} \times 100}{956497.14} = 2.88 \quad \%$$

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 2

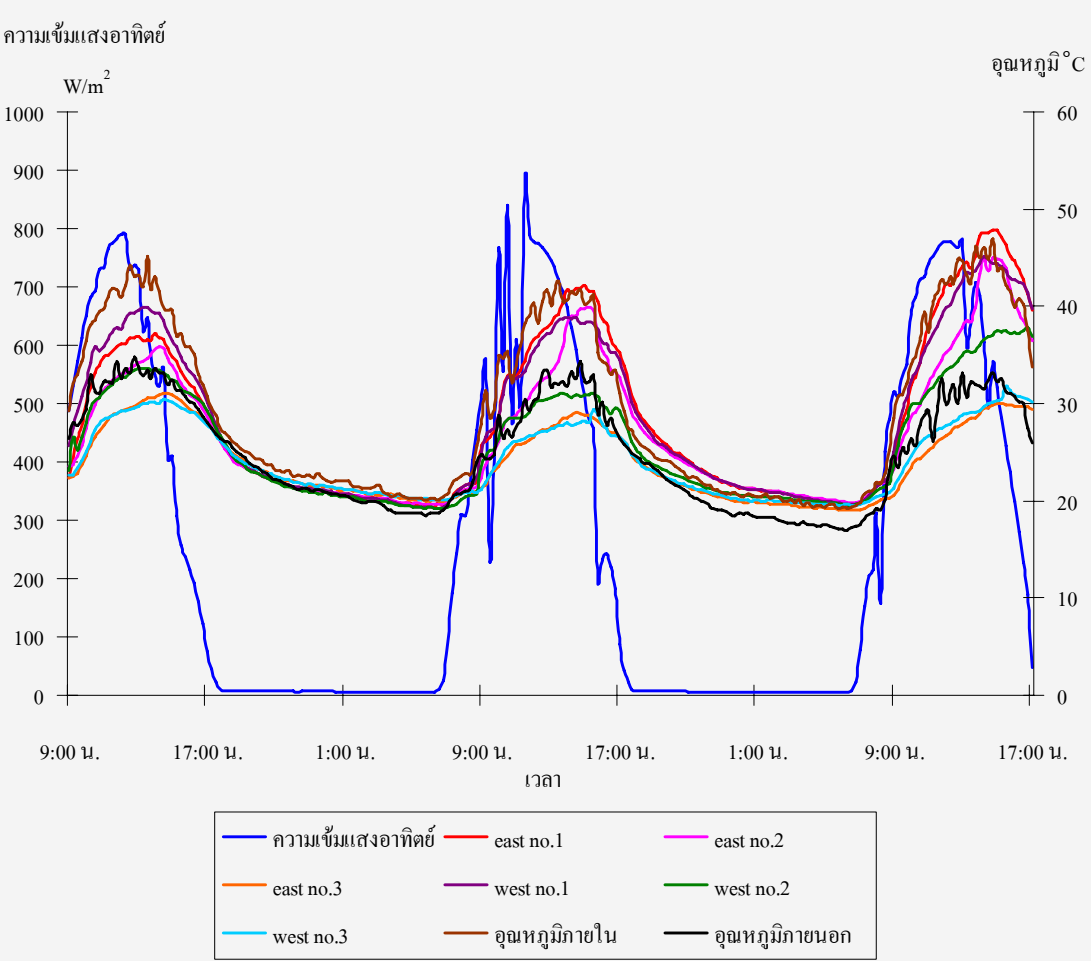
การทดลองที่ 2 นี้ใช้ระยะเวลาทำการทดลอง 3 วันในการอบแห้งงาดำ และใช้ความหนาของงาแต่ละชั้นเท่ากับ 1 เซนติเมตร จากกราฟแสดงค่าอุณหภูมิของงา จะเห็นว่างาที่อยู่ชั้นบนสุดทั้งทางด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกนั้นจะมีอุณหภูมิสูงสุดซึ่งสูงกว่าชั้นที่อยู่ต่ำกว่าของด้านนั้นๆ ชั้นที่ 2 ซึ่งอยู่ตรงกลางของชั้นของแต่ละด้านจะมีอุณหภูมิต่ำลงมา และชั้นล่างสุดจะมีอุณหภูมิต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากชั้นบนสุดได้รับแสงอาทิตย์มากกว่าชั้นที่ต่ำกว่า เมื่อสังเกตดูรูปที่ 5.9 จะเห็นว่าจะมีบางช่วงที่ความเข้มแสงอาทิตย์ตกลงมา ซึ่งเป็นผลมาจากมีเมฆมาบดบังดวงอาทิตย์ ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกลงมาก็มีผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในและภายนอกเรือนอบมีค่าลดลงเล็กน้อยเพราะเป็นช่วงเวลาสั้นๆ เมื่อพิจารณาจากผลของการคำนวณ จะเห็นว่าความชื้นเริ่มต้นของงาแต่ละชั้นเท่ากับ 66.67 % (มาตรฐานแห้ง) เมื่อทำการอบแห้งงา เป็นเวลา 3 วัน ทำให้ความชื้นสุดท้ายของงาแต่ละชั้นเฉลี่ยเท่ากับ 3.1%(มาตรฐานแห้ง) และอัตราการอบแห้งเท่ากับ 196.43 g.H_2O/hrs ซึ่งหมายถึงใน 1 ชั่วโมง งาภายในเรือนอบจะระเหยน้ำออก เท่ากับ 196.43 กรัม และประสิทธิภาพการอบแห้งเท่ากับ 2.88 % เมื่อเปรียบเทียบกับการตากงาภายนอกเรือนอบเป็นเวลา 5 วัน ความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 5.26% (มาตรฐานแห้ง) จะเห็นว่า ความชื้นสุดท้ายจะใกล้เคียงกัน การการทดลองอบงาในครั้งนี้ซึ่งทดลองในช่วงฤดูหนาวทำให้อุณหภูมิในเรือนอบไม่สูงมากนักจึงทำให้การระเหยน้ำของงาไม่สูงมาก ซึ่งถ้าหากทดลองอบในช่วงฤดูร้อนก็อาจจะทำให้ความชื้นสุดท้ายมีค่าน้อยลงได้และอาจจะใช้เวลาในการอบงาน้อยลง

5.4 การทดลองที่ 3 (อบงา หนา 2 เซนติเมตร 191.4 กิโลกรัม)

การทดลองอบงาดำ (5 ม.ค. 2550 – 7 ม.ค. 2550)

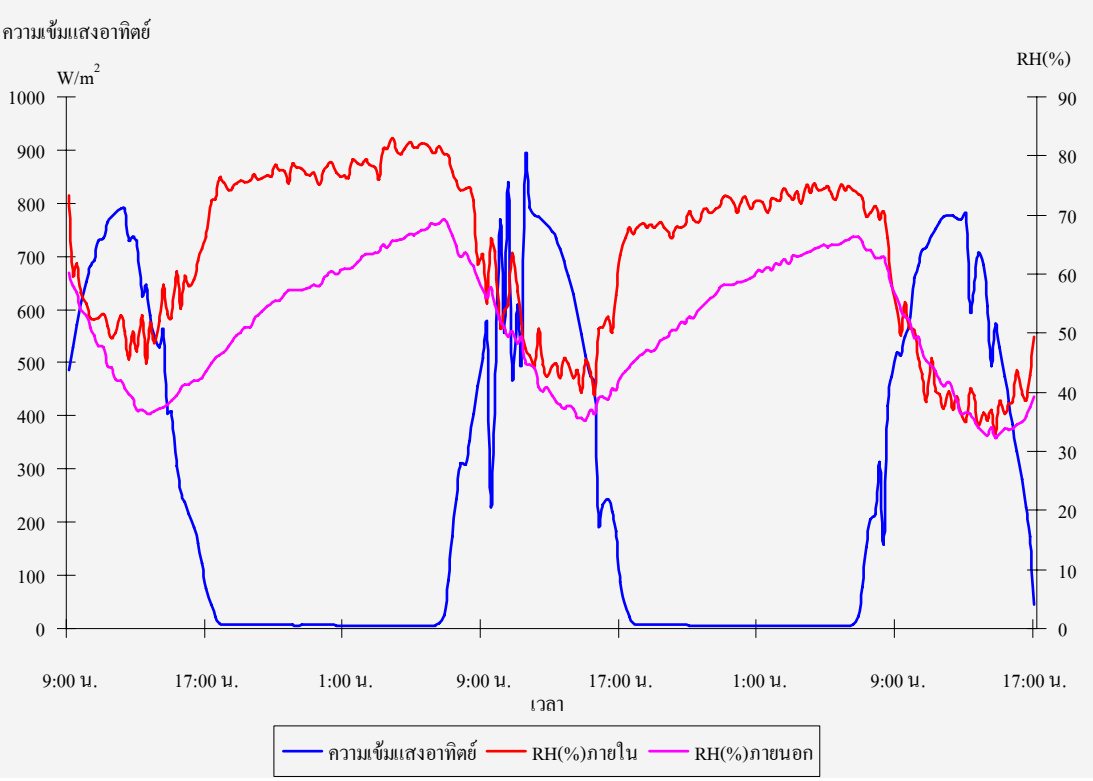
รูปที่ 5.11 แสดงการอบงา หนา 2 เซนติเมตร

5.4.1 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิตรวจวัด ณ จุดต่างๆ



รูปที่ 5.12 แสดงความเข้มแสงอาทิตย์และอุณหภูมิตรวจวัด การทดลองอบงาดำ
วันที่ 5 ม.ค. 2550 – 7 ม.ค. 2550

5.4.2 กราฟแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ (%)



รูปที่ 5.13 แสดงความเข้มแสงอาทิตย์และความชื้นสัมพัทธ์ การทดลองอบงาดำ

วันที่ 5 ม.ค. 2550 - 7 ธ.ค. 2550

5.4.3 การคำนวณ

น้ำหนักงา ก่อนอบ 191.4 kg

หลังอบ 154 kg

ความหนาของงาแต่ละชั้นเท่ากับ 2 เซนติเมตร

<u>ความชื้นเริ่มต้น</u>

งา ชั้นที่ 1 (บน) ด้านทิศตะวันออก

น้ำหนักภาชนะ 41 g

น้ำหนักรวมวัสดุ 61 g

น้ำหนักรวมหลังอบ 56 g

น้ำหนักเริ่มต้นวัสดุชื้น $w = 61 - 41 = 20$ g

น้ำหนักวัสดุแห้ง $d = 56 - 41 = 15$ g

ความชื้นมาตรฐานแห้ง $M_a = \frac{(w-d)\times 100}{d}$

$$M_a = \frac{(20-15)\times 100}{15} = 33.33 \quad \%$$

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

$$M_w = \frac{(20-15)\times 100}{20} = 25 \quad \%$$

งา ชั้นที่ 2 (กลาง) ด้านทิศตะวันออก $M_a = 33.33$ %

$M_w = 25$ %

งา ชั้นที่ 3 (ล่าง) ด้านทิศตะวันออก $M_a = 33.33$ %

$M_w = 25$ %

งา ชั้นที่ 1 (บน) ด้านทิศตะวันตก $M_a = 33.33$ %

$M_w = 25$ %

งา ชั้นที่ 2 (กลาง) ด้านทิศตะวันตก $M_a = 33.33$ %

$M_w = 25$ %

งา ชั้นที่ 3(ล่าง) ด้านทิศตะวันตก $M_a = 33.33$ %

$M_w = 25$ %

ความชื้นสุดท้าย

งา ชั้นที่ 1 (บน) ด้านทิศตะวันออก

น้ำหนักภาชนะ 44 g

น้ำหนักรวมวัสดุ 64 g

น้ำหนักรวมหลังอบ 63 g

น้ำหนักเริ่มต้นวัสดุชื้น $w = 64 - 44 = 20$ g

น้ำหนักวัสดุแห้ง $d = 63 - 44 = 19$ g

ความชื้นมาตรฐานแห้ง $M_a = \frac{(w-d)\times 100}{d}$

$$M_a = \frac{(20-19)\times 100}{19} = 5.26 \ \%$$

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

$$M_w = \frac{(20-19)\times 100}{20} = 5 \ \%$$

งา ชั้นที่ 2 (กลาง) ด้านทิศตะวันออก $M_a = 5.26$ %

$M_w = 5$ %

งา ชั้นที่ 3 (ล่าง) ด้านทิศตะวันออก $M_a = 5..67$ %

$M_w = 5$ %

งา ชั้นที่ 1 (บน) ด้านทิศตะวันตก $M_a = 5.26$ %

$M_w = 5$ %

งา ชั้นที่ 2 (กลาง) ด้านทิศตะวันตก $M_a = 5.26$ %

$M_w = 5$ %

งา ชั้นที่ 3(ล่าง) ด้านทิศตะวันตก $M_a = 5.26$ %

$M_w = 5$ %

อัตราการอบแห้ง (DR)

$$DR = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุ}}{\text{เวลา}}$$

$$DR = \frac{191.4 - 154}{56} = 0.66786 \quad \frac{kg.H_2O}{hrs}$$

$$= 667.86 \quad \frac{g.H_2O}{hrs}$$

ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของการอบแห้ง

$$\text{ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานที่ใช้}}{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุอบแห้ง}}$$

ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย $= 267.1658 \quad \frac{W}{m^2}$

ปริมาณพลังงานที่ใช้ $= 267.1658 \frac{W}{m^2} \times 18\ m^2 \times (56\ h \times 3600\ S) \times 10^{-6}$

$= 969.49126 \quad MJ$

$$\text{ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ} = \frac{969.49126}{191.4 - 154} = 25.92 \quad \frac{MJ}{kg.H_2O}$$

ประสิทธิภาพการอบแห้ง

$$\text{Drying Efficiency} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานในการระเหยน้ำ } 1\ kg \times 100}{\text{ปริมาณพลังงานที่ใช้}}$$

$$\eta = \frac{m_w . h_{fg} \times 100}{\text{ปริมารพลังงานที่ใช้}}$$

ปริมาณพลังงานที่ใช้ $= 267.1658 \frac{W}{m^2} \times 18\ m^2 \times (56\ h \times 3600\ S) \times 10^{-3}$

$= 969491.26 \quad kJ$

$h_{fg} = 2502 \quad \frac{kJ}{kg}$

$$\eta = \frac{(191.4 - 154)kg \times 2502 \frac{kJ}{kg} \times 100}{969491.26k\ J} = 9.65\ \%$$

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 3

การทดลองที่ 3 นี้ใช้ระยะเวลาทำการทดลอง 3 วันในการอบแห้งงาดำ และใช้ความหนาของงาแต่ละชั้นเท่ากับ 2 เซนติเมตร จากรูปที่ 5.12 แสดงค่าอุณหภูมิของงา จะเห็นว่างาที่อยู่ชั้นบนสุดทั้งทางด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกนั้นจะมีอุณหภูมิสูงสุดซึ่งสูงกว่าชั้นที่อยู่ต่ำกว่าของด้านนั้นๆ ชั้นที่ 2 ซึ่งอยู่ตรงกลางของชั้นของแต่ละด้านจะมีอุณหภูมิต่ำลงมา และชั้นล่างสุดจะมีอุณหภูมิต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากชั้นบนสุดได้รับแสงอาทิตย์มากกว่าชั้นที่ต่ำกว่า เมื่อสังเกตดูรูปที่ 5.12 จะเห็นว่าค่าความเข้มแสงอาทิตย์จะมีบางช่วงที่ความเข้มแสงอาทิตย์ตกลงมา ซึ่งเป็นผลมาจากมีเมฆมาบดบังดวงอาทิตย์ ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกลงมาก็มีผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในและภายนอกเรือนอบเล็กน้อยเพราะเป็นช่วงเวลาสั้นๆ เมื่อพิจารณาจากผลของการคำนวณจะเห็นว่าความชื้นเริ่มต้นของงาแต่ละชั้นเท่ากับ 33.33 % (มาตรฐานแห้ง) เมื่อทำการอบแห้งงาเป็นเวลา 3 วัน ทำให้ความชื้นสุดท้ายของงาแต่ละชั้นเฉลี่ยเท่ากับ 5.26 %(มาตรฐานแห้ง) และอัตราการอบแห้งเท่ากับ 667.86 g.H_2O/hrs ซึ่งหมายถึงใน 1 ชั่วโมง งาภายในเรือนอบจะระเหยน้ำออกเท่ากับ 667.86 กรัม และประสิทธิภาพการอบแห้งเท่ากับ 9.65 % เมื่อเปรียบเทียบกับการตากงาภายนอกเรือนอบเป็นเวลา 5 วัน ความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 5.26% (มาตรฐานแห้ง) จะเห็นว่า ความชื้นสุดท้ายเท่ากัน การทดลองอบงาในครั้งนี้ซึ่งทดลองในช่วงฤดูหนาวทำให้อุณหภูมิในเรือนอบไม่สูงมากนักจึงทำให้การระเหยน้ำของงาไม่สูงมาก ซึ่งถ้าหากทดลองอบในช่วงฤดูร้อนก็อาจจะทำให้ความชื้นสุดท้ายมีค่าน้อยลง และอาจใช้เวลาในการอบงาน้อยลง

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

ในการทดลองที่ 1 ใช้กล้วยเป็นวัสดุในการอบแห้งซึ่งใช้ในการทดลองเพียง 1 ชั้น เพราะกล้วยมีราคาสูง ส่วนการทดลองที่ 2 และ 3 ใช้งาดำในการอบแห้งซึ่งแต่ละการทดลองใช้ระยะเวลาในการทดลอง 3 วัน และใช้ความหนาในการอบแห้งงาเท่ากับ 1 และ 2 เซนติเมตร ตามลำดับ จากกราฟแสดงค่าอุณหภูมิจะเห็นว่าวันแรกของการทดลองอุณหภูมิของกล้วยและงาจะต่ำกว่าวันอื่นๆ ทั้งที่อุณหภูมิภายในเรือนอบพืชมีค่าสูง เนื่องจากปริมาณมวลของน้ำในกล้วยและงาตอนเริ่มต้นมีมากทำให้อุณหภูมิของกล้วยและงาของวันแรกมีค่าไม่สูงมาก แต่เมื่อผ่านไปเรื่อยๆ อุณหภูมิของกล้วยจะเพิ่มขึ้นมากกว่าวันแรก โดยเฉพาะวันที่ 3 ของการทดลองอุณหภูมิของกล้วยและงาจะสูงกว่าทุกๆ วัน ทั้งนี้ก็เพราะว่าหลังจากที่ผ่านการอบด้วยเรือนอบพืชโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นเวลา 3 วัน จะทำให้ปริมาณมวลน้ำในกล้วยลดลงเนื่องจากเกิดการระเหยของมวลของน้ำในกล้วยและงา และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงค่าๆ หนึ่งอุณหภูมิของกล้วยจะเริ่มคงที่ สังเกตได้จากช่วงเวลา 15.00 น. – 17.00 น. ของวันที่ 3 ของการทดลอง ทั้งนี้เป็นเพราะว่าความชื้นในกล้วยและงามีน้อยลงมาก ทำให้อัตราการลดความชื้นในกล้วยและงามีน้อยลงจะเห็นว่าลักษณะภาพรวมของการอบแห้งที่ลดลงของการทดลองทุกการทดลองจะคล้ายกัน และค่าความชื้นมาตรฐานแห้งนี้จะเพิ่มขึ้นตอนกลางคืน เนื่องจากเกิดความชื้นย้อนกลับเข้าสู่กล้วยและงาเพราะความชื้นภายนอกสูงกว่าค่าความชื้นที่มีอยู่ในกล้วยและงา นอกจากนี้ยังมีกล้วยหรืองาแต่ละชั้นที่มีความชื้นที่แตกต่างกัน ดังนั้นความชื้นอาจจะออกมาจากกล้วยหรืองาชั้นที่มีความชื้นมากกว่าและแพร่เข้าสู่กล้วยหรืองาชั้นที่มีความชื้นน้อยกว่าได้ ซึ่งจะเรียกความชื้นที่ย้อนกลับเข้ากล้วยหรืองานี้ว่า “ความชื้นย้อนกลับ”

สำหรับการทดลองอบงาเมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการอบแห้งจะเห็นว่าการทดลองอบงาโดยใช้ความหนา 2 เซนติเมตร จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการทดลองอบงาหนา 1 เซนติเมตร ดังนั้น จากการทดลองนี้ควรจะอบงาโดยใช้ความหนา 2 เซนติเมตร หรือควรจะอบงาให้เต็มความจุของเรือนอบพืช การทดลองอบงาในครั้งนี้ซึ่งทดลองในช่วงฤดูหนาวทำให้อุณหภูมิในเรือนอบไม่สูงมากนักจึงทำให้การระเหยน้ำของงาไม่สูงมาก ซึ่งถ้าหากทดลองอบในช่วงฤดูร้อนก็อาจจะทำให้ความชื้นสุดท้ายมีค่าน้อยลงได้และอาจจะใช้เวลาในการอบงาน้อยลง

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการเลือกวัสดุที่ใช้ทำถาดชั้นต่างๆ ควรคำนึงถึงคุณสมบัติในการดูดและการนำความร้อนของวัสดุนั้น เพราะจะมีผลต่อผลิตภัณฑ์กับอุณหภูมิภายในเรือนอบ และไม่ควรใช้วัสดุที่สามารถเกิดสนิมเมื่อถูกความชื้นซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพไม่ดี

2. ชั้นวางควรจะสร้างให้สามารถเคลื่อนย้ายได้เพื่อจะให้ภายในเรือนอบประยุกต์ใช้อบแห้งพืชผลทางการเกษตรได้หลายๆชนิด