บทที่ 3

การพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลม

เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมมีข้อดีหลายประการ เช่น มีความจุมากและมีลักษณะเป็นโมดุล (module) สร้างได้ง่าย นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่อบจะได้รับความร้อนทั้งจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบโดยตรงและความร้อนจากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งเหมาะสมกับการอบแห้งผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความชื้นสูง เช่น ผักและผลไม้ สามารถใช้งานได้ดีในภูมิอากาศแบบร้อนแห้ง (arid zone) อย่างไรก็ตาม การนำไปใช้ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้นก็ยังประสบปัญหาในเรื่องพลาสติกคลุมด้านบนฉีกขาดง่ายและอายุการใช้งานสั้น และเรื่องแผ่นโพลีคาร์บอเนตมีลักษณะเป็นช่องว่างอากาศอยู่ภายใน จึงอาจมีไอน้ำและฝุ่นละอองจากภายนอกเข้าไปแทรกอยู่ภายในทำให้แผ่นโพลีคาร์บอเนตดังกล่าวขุ่นมัว ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงเสนอที่จะทำการพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมแบบใช้กระจกปิดด้านบนสำหรับใช้ในประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

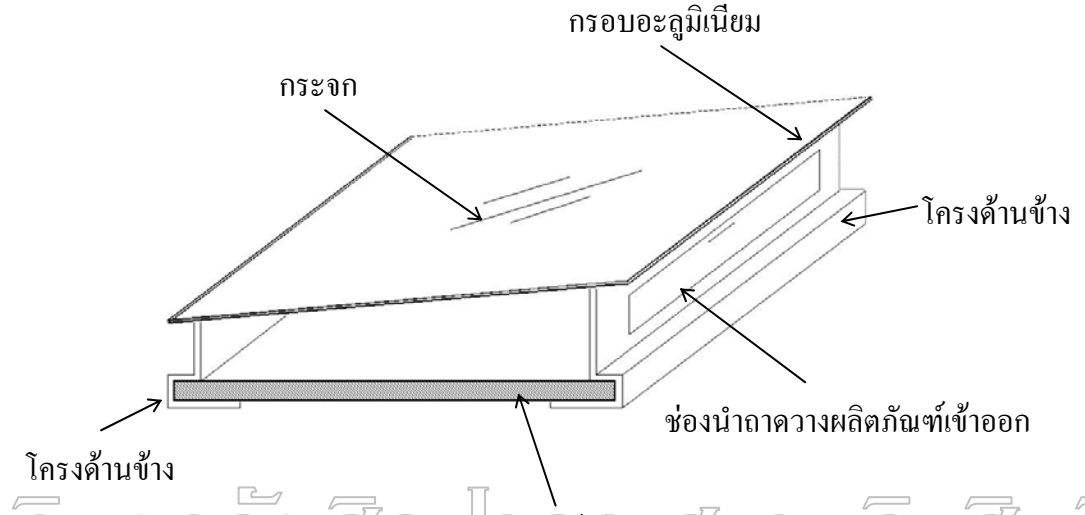
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

3.1 การออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

การออกแบบในที่นี้จะหมายถึงการออกแบบเชิงแนวคิด (conceptual design) ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของเครื่องและการคำนวณขนาดขององค์ประกอบต่างๆ ในด้านของโครงสร้าง ผู้วิจัยจะยังคงใช้ลักษณะโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นแบบเดิม (Schirmer et al., 1996) กล่าวคือ ตัวเครื่องอบแห้งประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนบรรจุผลิตภัณฑ์ และส่วนแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ โดยทั้งสองส่วนมีโครงสร้างเหมือนกันและวางเรียงต่อกันโดยตรงโดยไม่ต้องมีท่ออากาศต่อเชื่อม ทั้งนี้เพื่อให้สะดวกต่อการสร้างและเป็นการลดค่าใช้จ่ายในส่วนของท่ออากาศ อีกทั้งยังลดการสูญเสียความร้อนและการสูญเสียความดัน (pressure drop) ในท่ออากาศ ฉนวนด้านหลังยังคงมีลักษณะเป็นแผ่นนำมาเชื่อมต่อกัน สำหรับโครงด้านข้างยังคงมีลักษณะคล้ายกับของเดิมกล่าวคือ เป็นแผ่นโลหะดัดให้มีลักษณะคล้ายรูปตัว S เพื่อให้ส่วนล่างเป็นที่จับยึดของแผ่นฉนวนด้านล่าง ส่วนด้านบนจะเป็นที่รองรับวัสดุโปร่งใส (กระจก) ที่จะนำมาปิดด้านบน ลักษณะขององค์ประกอบดังกล่าวแสดงไว้ในรูปที่ 3.1

เนื่องจากผู้วิจัยจะแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องอบแห้งแบบเดิม ซึ่งใช้ผืนพลาสติกอ่อนคลุมด้านบนโดยเปลี่ยนมาใช้กระจกแทนจึงไม่สะดวกต่อการปิดเปิด เมื่อต้องการนำผลิตภัณฑ์เข้าออก

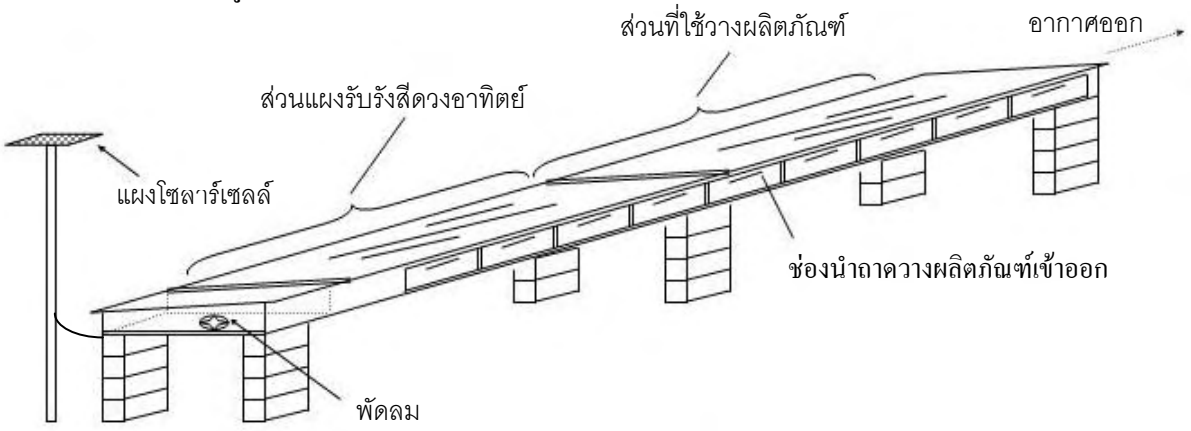
จากเครื่องอบแห้ง ดังนั้นจึงได้ออกแบบโครงเหล็กด้านข้างโดยให้ด้านหนึ่งสูงกว่าอีกด้านหนึ่งเพื่อระบายน้ำฝนให้ไหลลงด้านข้างและเจาะช่องของโครงสร้างด้านข้างให้มีช่องสำหรับนำถาดบรรจุผลิตภัณฑ์เข้าออกจากเครื่องอบ ข้อดีของการใช้กระจกปิดด้านบน คือ กระจกมีสัมประสิทธิ์ส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์สูงและยอมให้รังสีความร้อนจากภายในเครื่องอบแผ่รังสีออกไปได้น้อย นอกจากนี้ยังสามารถทำความสะอาดได้ง่าย และมีความทนทานต่อสภาพการใช้งานกลางแจ้ง



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะโครงด้านข้างของเครื่องอบแห้ง

เครื่องอบแห้งนี้ยังใช้แผงโซลาร์เซลล์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าสำหรับขับเคลื่อนพัดลมดูดอากาศโดยติดตั้งไว้บนเสาที่ใกล้กับส่วนหัวของเครื่อง สำหรับลักษณะของเครื่องอบแห้งที่ออกแบบขึ้นแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมที่ออกแบบขึ้นใหม่

ในการคำนวณขนาดของเครื่องอบแห้ง ผู้วิจัยจะตั้งสมมติฐานว่าจะนำเครื่องอบแห้งนี้ไปใช้ในการอบแห้งผลไม้ซึ่งในที่นี้จะเน้นที่การอบกล้วย ซึ่งเป็นผลไม้ที่นิยมอบแห้งทั่วไป ผู้วิจัยจะกำหนดให้เครื่องอบแห้งนี้สามารถอบแห้งกล้วยสุกที่ความชื้น 70% (w.b.) ได้ครั้งละประมาณ 100 กิโลกรัม ซึ่งเหมาะสมกับผู้ประกอบการขนาดเล็ก โดยใช้เวลาอบไม่ควรเกิน 4 วันทั้งนี้เพราะการอบแห้งที่ใช้เวลานานมากมักมีปัญหาการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างอบ และอาจเกิดการขึ้นราด้วย โดยอบให้มีความชื้นสุดท้ายประมาณ 20%(w.b.) ซึ่งเป็นค่าความชื้นที่ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้แข็งหรือเหนียวจนเกินไป อีกทั้งยังสามารถเก็บรักษาได้ประมาณ 1 เดือน

จากข้อกำหนดดังกล่าว ผู้วิจัยจะคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ต้องการจากปริมาณน้ำที่จะต้องระเหย โดยเริ่มต้นจากการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องระเหยจากผลิตภัณฑ์โดยอาศัยสมการ

$$m_w = m_i\left(\frac{M_i - M_f}{100 - M_f}\right) \qquad (3.1)$$

เมื่อ m_W = มวลของน้ำที่ต้องการระเหย [kg]

m_i = มวลของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบ [kg]

M_i = ความชื้นของผลิตภัณฑ์ [% w.b.]

M_f = ความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำแห้ง [% w.b.]

มหาวิทยาลัยศิลปากร ลิขสิทธิ์

เมื่อแทนค่าตัวแปรต่างๆในสมการที่ 3.1 จะได้

$$m_w = 100\left(\frac{70 - 20}{100 - 20}\right)$$
$$= 62.5 \text{ kg}$$

จากนั้นจะคำนวณปริมาณความร้อนที่จำเป็นต้องใช้จากสมการ

$$Q_{drying} = m_w L \qquad (3.2)$$

เมื่อ Q_{drying} = ปริมาณความร้อนที่จำเป็นต้องใช้ [MJ]

m_W = มวลของน้ำที่ต้องการระเหย [kg]

L = ความร้อนที่ต้องใช้ในการระเหยน้ำ 1 kg [MJ/kg]

ค่า L ในที่นี้จะรวมความร้อนแฝงที่ใช้ในการระเหยน้ำกับความร้อนที่สูญเสียจากเครื่องอบแห้ง โดยจะอาศัยการประมาณค่าความร้อนแฝงของน้ำ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.3 MJ/kg ดังนั้นเมื่อแทนค่าตัวแปรต่างๆลงในสมการ (3.2) จะได้

$$Q_{drying} = 62.5 \times 2.3$$
$$= 143.75 \quad MJ$$

ในขั้นตอนสุดท้าย ผู้วิจัยจะคำนวณพื้นที่รับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้ง ในที่นี้จะหมายถึงพื้นที่รวมของส่วนแผงรับรังสีดวงอาทิตย์และส่วนอบแห้งผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพราะเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมรับรังสีดวงอาทิตย์ทั้งสองส่วน โดยในการคำนวณจะอาศัยสมการ

$$A_{total} = \frac{Q_{drying}}{\eta H_T N_D} \tag{3.3}$$

เมื่อ A_{total} = พื้นที่รับรังสีดวงอาทิตย์ [m^2]

H_T = ความเข้มรังสีรวมของดวงอาทิตย์บนพื้นราบ [MJ / m^2- day]

N_D = จำนวนวันที่ต้องการใช้ในการอบแห้งแต่ละครั้ง [day]

η = ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งในฐานะที่เป็นแผงรับรังสี [decimal]

มหาวิทยาลัยศิลปากร ศูนย์วิทยทรัพยากร

ในที่นี้จะกำหนดให้ช่วงเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (N_D) เป็น 4 วัน ทั้งนี้เพราะการอบแห้งเร็วเกินไปอาจทำให้ผิวผลิตภัณฑ์แห้งแข็งและเก็บกักน้ำภายในเนื้อผลิตภัณฑ์หรือเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า case hardening และถ้าอบช้าเกินไปอาจเกิดราขึ้น สำหรับประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งในฐานะที่เป็นแผงรับรังสีจะตั้งสมมติฐานว่ามีประสิทธิภาพ (η) เป็น 40 % และค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยของประเทศไทยซึ่งมีค่า 18.2 MJ/m^2-day (เสริม จันทร์ฉาย และ จรุงแสง ลักษณบุญส่ง, 2542) จากนั้นจะแทนค่าตัวแปรต่างๆ ลงในสมการ (3.3)

$$A_{total} = \frac{143.75}{0.40 \times 18.2 \times 4}$$
$$= 4.94 \quad m^2$$

แต่ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยกำหนดความกว้างของเครื่องอบแห้งเป็น 1.2 m ซึ่งสะดวกในการนำผลิตภัณฑ์เข้าออกจากเครื่องอบแห้ง ให้ความยาวเครื่องอบแห้งทั้งหมดเท่ากับ 12 m และแบ่งพื้นที่ออก 2 ส่วน คือ ส่วนแผงรับรังสีดวงอาทิตย์กำหนดให้มีความยาว 4 m และส่วนอบแห้งผลิตภัณฑ์กำหนดให้มีความยาว 8 m

3.2 การเลือกวัสดุและอุปกรณ์

3.2.1 วัสดุโปร่งแสงปิดด้านบน

เนื่องจากเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมแบบเดิม (Schirmer et al., 1996) ใช้ผืนพลาสติกอ่อน (PE plastic sheet) ซึ่งมักมีปัญหาฉีกขาดง่ายและมีน้ำฝนขังทำให้หย่อนและรั่วในที่สุด นับเป็นจุดอ่อนที่สำคัญของเครื่องอบแห้งแบบนี้ ในงานวิจัยนี้จึงเสนอที่จะใช้แผ่นกระจกแทน การยึดกระจกกับตัวเครื่องอบแห้งก็เป็นสิ่งสำคัญดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการออกแบบกรอบของกระจกสำหรับยึดกับตัวเครื่องอบโดยที่จะทำเพียงส่วนหนึ่งก่อนเพื่อดูปัญหาของการออกแบบดังรูปที่ 3.3 ซึ่งพบว่าถ้ามีฝนตก ตอนฝนหยุดจะมีน้ำขังอยู่ที่กรอบของกระจกและกรอบกระจกนี้ไม่สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายถอดออกจากเครื่องอบดังรูปที่ 3.4 ผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบกรอบของกระจกใหม่แสดงดังรูปที่ 3.5 ซึ่งกรอบกระจกใหม่นี้ผู้วิจัยได้ใช้อะลูมิเนียมแผ่นมาตัดและพับแล้วนำมาเชื่อมติดกันดังรูปที่ 3.6 กรอบกระจกนี้สามารถเคลื่อนย้ายถอดเข้าออกจากเครื่องอบแห้งได้อย่างสะดวกดังรูปที่ 3.7 เมื่อได้กรอบของกระจกตามแบบที่ต้องการแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ทำการสร้างกรอบกระจกทั้งหมดพร้อมกับโครงสร้างของเครื่องอบแห้งขึ้นแสดงไว้ในรูปที่ 3.8

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.3 แสดงภาพถ่ายเครื่องอบแห้งกับกรอบกระจกที่ออกแบบขึ้น

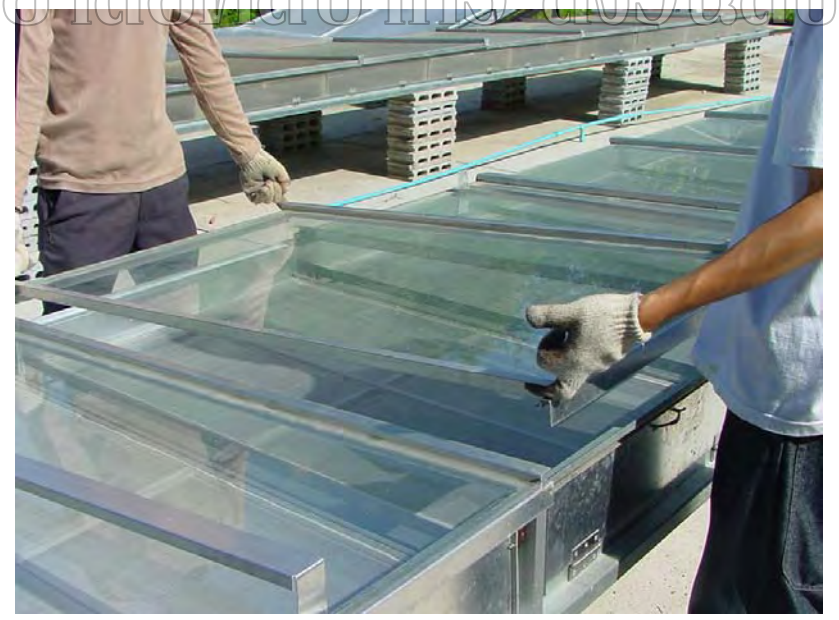
รูปที่ 3.4 แสดงภาพถ่ายกรอบของกระจกที่ออกแบบขึ้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร ลิขสิทธิ์

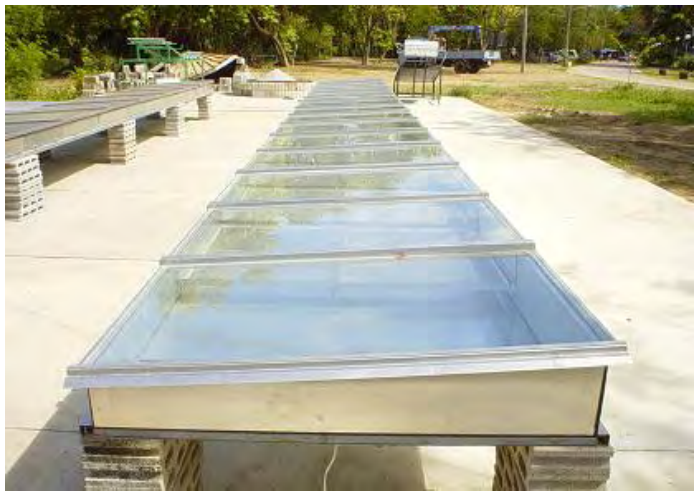
รูปที่ 3.5 แสดงภาพถ่ายเครื่องอบแห้งกับกรอบกระจกที่ออกแบบขึ้นใหม่

รูปที่ 3.6 แสดงภาพถ่ายกรอบของกระจกที่ออกแบบขึ้นใหม่

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



รูปที่ 3.7 แสดงภาพถ่ายการเคลื่อนย้ายกรอบกระจกถอดเข้าออกจากเครื่องอบแห้ง



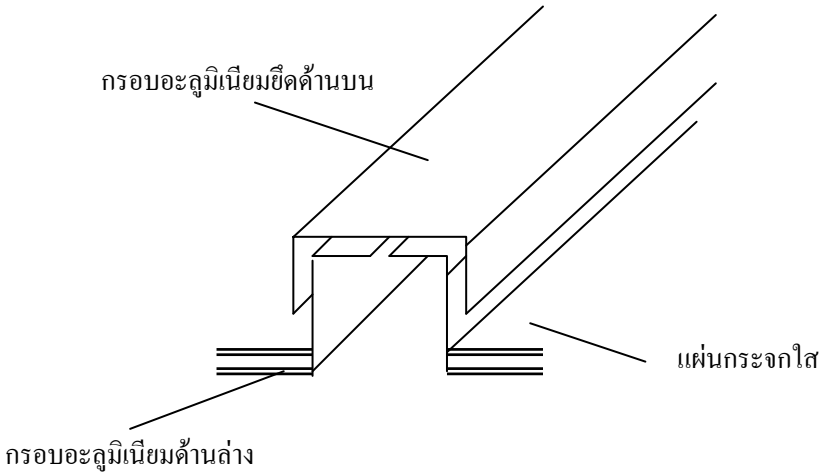
(ก)

(ข)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

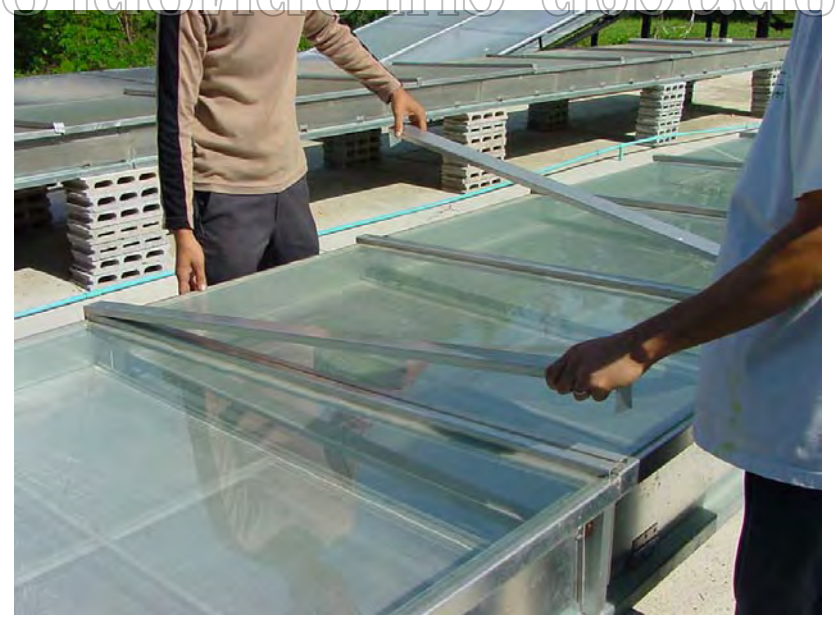
รูปที่ 3.8 แสดงภาพถ่ายโครงสร้างเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ใช้กระจกปิดด้านบน

เนื่องจากจะต้องใช้กระจกใสหลายแผ่นมาต่อกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบรอยต่อระหว่างแผ่นให้สามารถเชื่อมต่อกันง่ายและป้องกันฝนรั่วได้ โดยมีลักษณะดังรูปที่ 3.9 และ รูปที่ 3.10



รูปที่ 3.9 แสดงลักษณะรอยต่อของแผ่นกระจกใสแต่ละแผ่น

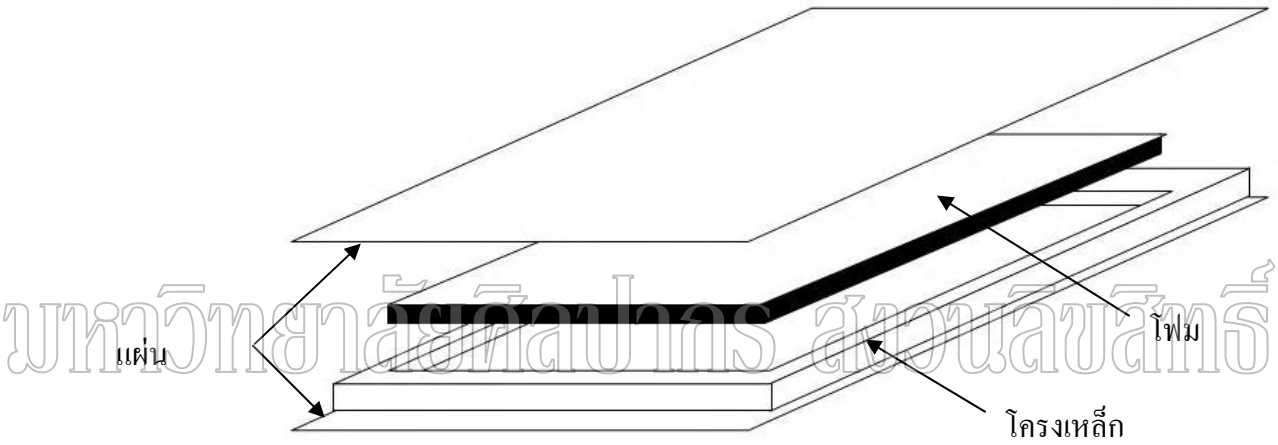
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



รูปที่ 3.10 ภาพถ่ายลักษณะรอยต่อของแผ่นกระจกใสแต่ละแผ่นพร้อมกรอบอะลูมิเนียมปิดด้านบน

3.2.2 แผ่นฉนวนด้านล่าง

แผ่นฉนวนด้านล่างทำหน้าที่เป็นทั้งพื้นของเครื่องอบแห้งและเป็นฉนวนกันความร้อนด้านล่าง อีกทั้งผิวด้านบนยังทำหน้าที่ดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ ในเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมเดิมนั้น(Schirmer et al., 1996) ใช้แผ่นโฟมโพลียูรีเทน (polyuretane foam) โดยมีแผ่นโลหะบางประกบด้านบนและด้านล่าง วัสดุดังกล่าวมีคุณสมบัติที่เป็นฉนวนความร้อนที่ดี แต่มีราคาแพง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอที่จะใช้แผ่นโฟมความหนาแน่นสูงซึ่งมีราคาถูกกว่าแทน โดยจัดทำโครงเหล็กและใส่โฟม ตรงกลางระหว่างแผ่นสังกะสีที่ปิดทั้งด้านบนและด้านล่างดังรูปที่ 3.11



มหาวิทยาลัยสิลปากร ลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.11 แสดงโครงสร้างของแผ่นฉนวนด้านล่าง

3.2.3 ระบบระบายอากาศ

เนื่องจากเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมทำงานด้วยการพาความร้อนแบบบังคับอากาศ (forced convection) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีพัดลมช่วยระบายอากาศชื้นจากภายในเครื่องออกไปภายนอก โดยพัดลมที่ใช้งานจะใช้กำลังไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถทำงานได้ในพื้นที่ห่างไกลที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ตากแห้งในเครื่องอบแห้งจะวางเป็นชั้นบาง อากาศที่ไหลผ่านมีการสูญเสียความดันน้อยมาก ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้พัดลมแบบ axial flow fan DC 12 V 1.2 A เส้นผ่านศูนย์กลาง 15.8 cm. ขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุด 14.4 W และใช้โซลาร์เซลล์ขนาด 15 W สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับพัดลม

3.3 การสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

หลังจากการออกแบบและคัดเลือกวัสดุและอุปกรณ์แล้ว ผู้วิจัยได้ทำการจัดหาวัสดุและอุปกรณ์และได้ทำการสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยโครงสร้างส่วนใหญ่จะดำเนินการสร้างจาก workshop ของภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร มีเพียงโครงสร้างด้านข้างที่เป็นแผ่นโลหะจะดำเนินการดัดและพับจาก workshop ภายนอกมหาวิทยาลัย หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำชิ้นส่วนต่างๆ มาประกอบและติดตั้ง ณ ลานทดลองพลังงานแสงอาทิตย์ของภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยให้วางตัวในแนวทิศเหนือ-ใต้ ดังรูปที่ 3.12

มหาวิทยาลัยศิลปากร ลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.12 แสดงภาพถ่ายลานทดลองพลังงานแสงอาทิตย์ของภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ลักษณะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมที่สร้างขึ้นมาใหม่แสดงดังรูปที่ 3.13 – 3.15

รูปที่ 3.13 แสดงภาพถ่ายแผงโซลาร์เซลล์ที่ให้กำลังไฟฟ้ากับพัดลมดูดอากาศ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.14 แสดงภาพถ่ายพัดลมดูดอากาศที่ติดตั้งกับเครื่องอบแห้ง

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.15 แสดงภาพถ่ายของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมที่สร้างขึ้น ที่ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

3.4 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

หลังจากที่สร้างเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งดังกล่าวโดยได้ทดลองอบแห้งกล้วย โดยรายละเอียดของการทดลองมีดังนี้

3.4.1 อุปกรณ์การวัดและเก็บข้อมูล

ในการทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้ง ผู้วิจัยจะใช้อุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1) เครื่องบันทึกข้อมูล (data collector) ยี่ห้อ Yokogawa รุ่น DC100 สำหรับบันทึกข้อมูลที่วัด
2) สายเทอร์โมคอปเปิลชนิดเค (K-type thermocouple) สำหรับวัดค่าอุณหภูมิ
3) เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ (hygrometer) ยี่ห้อ E+E Elektronik รุ่น EE23 B สำหรับวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ
4) เครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศแบบฮ๊อตไวร์ (hot wire anemometer) ยี่ห้อ Airflow รุ่น TA5 สำหรับวัดความเร็วลมของพัดลม
5) หัววัดความเข้มรังสีอาทิตย์ (pyranometer) แบบเทอร์โมไพล์ (thermopile) รุ่น CM11 ของ Kipp & Zonen สำหรับวัดค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์
6) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล ยี่ห้อ Kern รุ่น 474-42 สำหรับชั่งน้ำหนักกล้วยตัวอย่าง
7) มัลติมิเตอร์ ยี่ห้อ Sunwa สำหรับวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า
8) แอมป์มิเตอร์ ยี่ห้อ Dagatron รุ่น 7203 สำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้า
9) ตู้อบไฟฟ้า ยี่ห้อ Fisher Scientific รุ่น ISOTEMP สำหรับหามวลแห้งของผลผลิต
10) เครื่องสำรองไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

รูปที่ 3.16 แสดงภาพถ่ายเครื่องบันทึกข้อมูล ยี่ห้อ Yokogawa รุ่น DC100

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.17 แสดงภาพถ่ายสายเทอร์โมคอปเปิลชนิดเค

รูปที่ 3.18 แสดงภาพถ่ายเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ ยี่ห้อ E+E Elektronik รุ่น EE23 B

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.19 แสดงภาพถ่ายเครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศแบบฮ๊อตไวร์ ยี่ห้อ Airflow รุ่น TA5

รูปที่ 3.20 แสดงภาพถ่ายหัววัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ แบบเทอร์โมไพล์ รุ่น CM11 ของ Kipp & Zonen

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.21 แสดงภาพถ่ายเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล ยี่ห้อ Kern รุ่น 474-42

รูปที่ 3.22 แสดงภาพถ่ายมัลติมิเตอร์ ยี่ห้อ Sunwa

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

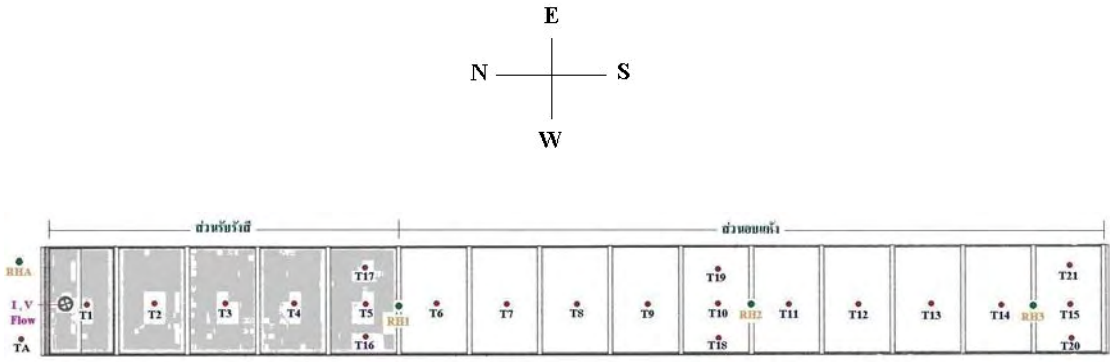
รูปที่ 3.23 แสดงภาพถ่ายแอมป์มิเตอร์ ยี่ห้อ Dagatron รุ่น 7203

รูปที่ 3.24 แสดงภาพถ่ายตู้อบไฟฟ้า ยี่ห้อ Fisher Scientific รุ่น ISOTEMP

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.25 แสดงภาพถ่ายเครื่องสำรองไฟฟ้า

ในการทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้ง ผู้วิจัยจะทำการวัดค่าต่างๆ ดังรูปที่ 3.26 โดยทำการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มรังสีอาทิตย์ด้วยเครื่องบันทึกข้อมูลทุก 10 นาทีระหว่างที่ทำการอบแห้ง สำหรับความเร็วลมของพัดลมขณะดูดอากาศเข้าเครื่องอบแห้ง ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์จะอ่านค่าโดยตรงจากอุปกรณ์การวัดทุก 1 ชั่วโมง



รูปที่ 3.26 แสดงตำแหน่งที่ทำการวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

โดยที่ TA = จุดวัดอุณหภูมิอากาศแวดล้อม

T1 – T21 = จุดวัดอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้ง

Tout = T15 = จุดวัดอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากส่วนอบแห้ง

RHA = จุดวัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อม

RH1 – RH3 = จุดวัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในเครื่องอบแห้ง

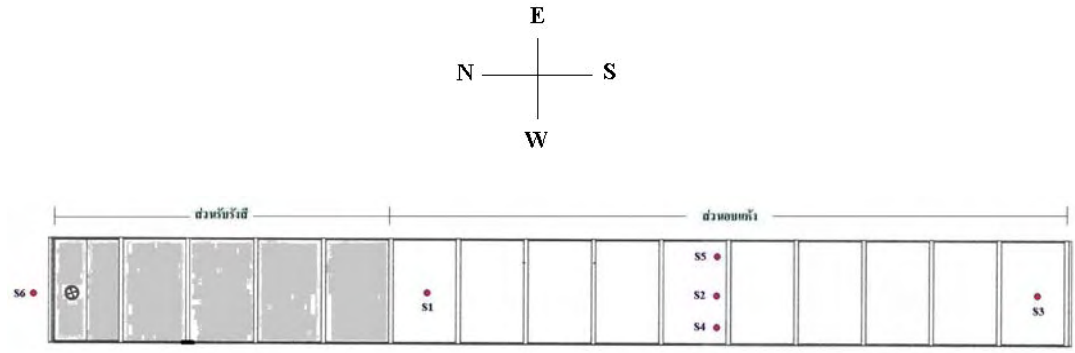
RHout = RH3 = จุดวัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศที่ออกจากส่วนอบแห้ง

I = จุดวัดกระแสไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์

V = จุดวัดความต่างศักย์จากโซลาร์เซลล์

Flow = จุดวัดความเร็วลมขณะดูดอากาศเข้าเครื่องอบแห้ง

ขณะที่การทดลองต้องมีการชั่งน้ำหนักกล้วยตัวอย่างเพื่อนำมาหา drying curve ตำแหน่งของกล้วยตัวอย่างจะวางอยู่ภายในเครื่องอบแห้งและภายนอกเพื่อตากตามธรรมชาติซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 แสดงตำแหน่งของกล้วยตัวอย่าง

โดยที่ S1 – S5 = กล้วยตัวอย่างภายในเครื่องอบแห้ง

S6 = กล้วยตัวอย่างที่ตากตามธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

3.4.2 วิธีการทดลอง

ในการทดลองแต่ละครั้ง จะดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) นำกล้วยสุกที่เตรียมไว้แล้วเรียงในตะแกรงแล้วนำไปวางในส่วนอบแห้งพร้อมทั้งแบ่งกล้วยส่วนหนึ่งใส่ตะแกรงตากแดดไว้สำหรับเปรียบเทียบผลการทดลอง
2) ชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่างกล้วยในเครื่องอบแห้งและจากที่ตากตามธรรมชาติไว้สำหรับหาความชื้นเริ่มต้นของกล้วย
3) เริ่มบันทึกข้อมูลดังที่กล่าวเวลา 8.00 น ชั่งน้ำหนักของกล้วยตัวอย่างทุกๆ 2 – 3 ชั่วโมง
4) ชั่งและเก็บกล้วยทั้งหมดออกจากเครื่องอบแห้งเมื่อเวลาประมาณ 17.00 น. แล้วนำไปเก็บในภาชนะปิดเพื่อให้ความชื้นแพร่ออกมาที่ผิว
5) นำกล้วยไปใส่เครื่องอบแห้งในเช้าวันรุ่งขึ้นแล้วทำการทดลองแบบเดิมในวันต่อไปจนกว่ากล้วยจะแห้ง กล่าวคือ เหลือน้ำหนักกล้วยประมาณหนึ่งในสี่ของน้ำหนักเริ่มต้นซึ่งจะมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 20 % มาตรฐานเปียก แล้วจึงเก็บกล้วย
6) นำกล้วยตัวอย่างไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อหามวลแห้ง
7) นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการหาความชื้นของกล้วยจะอาศัยสมการ

$$M(t) = \frac{m_p(t) - m_s}{m_p(t)} \qquad (3.4)$$

โดย $M(t)$ = ความชื้นมาตรฐานเปียกที่เวลาใดๆ (% w.b.)

$m_p(t)$ = มวลของกล้วยที่เวลา t (kg)

m_S = มวลแห้งของกล้วย (kg)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.28 แสดงภาพถ่ายกล้วยน้ำว้าสุกที่ใช้ในการอบแห้ง

รูปที่ 3.29 แสดงภาพถ่ายการปอกเปลือกกล้วยน้ำว้า

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.30 แสดงภาพถ่ายการนำกล้วยที่ปอกเปลือกแล้วมาเรียงในตะแกรงที่ใช้ในการอบแห้ง

(ก)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

(ข)

รูปที่ 3.31 แสดงภาพถ่ายกล้วยที่อบอยู่ในส่วนอบแห้งของเครื่องอบแห้ง

(ก)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

(ข)

รูปที่ 3.32 แสดงภาพถ่ายการเก็บกล้วยเข้ากล่องพลาสติกเพื่อทำการหมักในช่วงกลางคืน

(ก) อบแห้งในเครื่องอบแห้ง

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

(ข) ตากแดดตามธรรมชาติ

รูปที่ 3.33 แสดงการเปรียบเทียบกล้วยอบแห้งในเครื่องอบแห้งกับกล้วยตากแดดตามธรรมชาติ

3.5 ผลการทดลอง

ก) การทดลองครั้งที่ 1 (4 – 8 ธันวาคม พ.ศ. 2549)

การทดลองครั้งแรกใช้กล้วยน้ำว้าสุกซึ่งมีมวลของเนื้อกล้วยหลังจากปอกเปลือกแล้ว 100 กิโลกรัม มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 69 %(w.b.) ในช่วงที่ทำการทดลองเป็นช่วงฤดูหนาว ซึ่งวันแรกของการทดลองท้องฟ้าแจ่มใสและมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดประมาณ 870 W/m^2 ในวันที่สองของการทดลองท้องฟ้าแจ่มใสและมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดประมาณ 810 W/m^2 ในวันที่สามของการทดลองตลอดทั้งวันท้องฟ้ามีเมฆมากและมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดประมาณ 900 W/m^2 ในวันที่สี่ของการทดลองช่วงเช้ามีเมฆเล็กน้อย ช่วงตอนกลางวันมีเมฆมากหลังจาก 14.00 น. ท้องฟ้ามีเมฆเล็กน้อยและมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดประมาณ 880 W/m^2 ในวันที่ห้าของการทดลองช่วงเช้าท้องฟ้าแจ่มใส ช่วงตอนกลางวันถึงตอนเย็นมีเมฆมากและมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดประมาณ 920 W/m^2 ลักษณะการแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แสดงดังรูปที่ 3.34

ขณะที่อุณหภูมิของอากาศแวดล้อมในแต่ละวันที่ทำการทดลอง อุณหภูมิต่ำสุดมีค่าไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 35 องศาเซลเซียส โดยค่อยๆ สูงขึ้นจนถึงเวลาประมาณ 14.00 น. แล้วค่อยๆ ลดลงเรื่อยๆ ในช่วงบ่าย ซึ่งจะกลับกันกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมที่จะมีค่าต่ำสุดใน 14.00 น. ลักษณะการแปรค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมทั้งวันแสดงดังรูปที่ 3.35 และรูปที่ 3.36 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยศิลปากร ศูนย์วิทยทรัพยากร

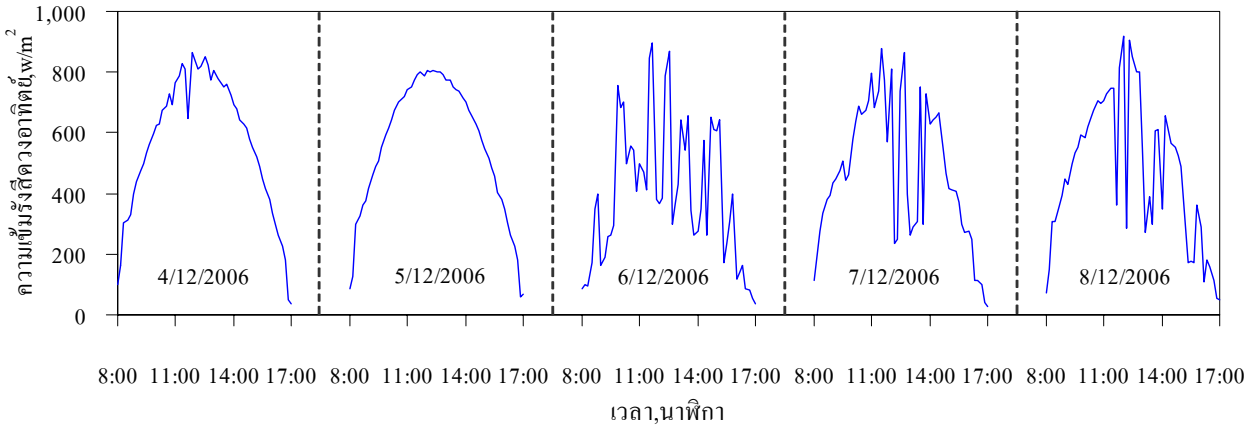
เนื่องจากพัดลมที่ใช้เป่าอากาศจากเครื่องอบแห้งใช้กำลังไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จึงแปรตามความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งจะช่วยควบคุมอุณหภูมิของอากาศในเครื่องอบ กล่าวคือเมื่อรังสีดวงอาทิตย์มีความเข้มสูงพัดลมจะหมุนเร็วทำให้อากาศถูกระบายออกไปมากทำให้อุณหภูมิเครื่องอบไม่สูงเกินไป ในทางกลับกันเมื่อความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าต่ำพัดลมจะหมุนช้าทำให้อากาศถูกระบายออกไปน้อยอุณหภูมิของอากาศจึงไม่ลดลงมาก โดยในแต่ละวันการแปรค่ากระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและความเร็วลมของพัดลมจะแปรตามค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แสดงดังรูปที่ 3.37 - 3.39 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในเครื่องอบแห้งในรอบวันดังรูปที่ 3.40 จะเห็นว่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณกลางส่วนอบและปลายส่วนอบมีค่าลดลงเรื่อยๆ ในวันที่สองและสาม เมื่อถึงวันที่สี่และห้าของการทดลองจะเห็นว่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณกลางส่วนอบและปลายส่วนอบมีค่าน้อยกว่าบริเวณทางเข้าส่วนอบ ทั้งนี้เป็นผลมาจากความชื้นในกล้วยที่อบแห้งมีค่าน้อยลง

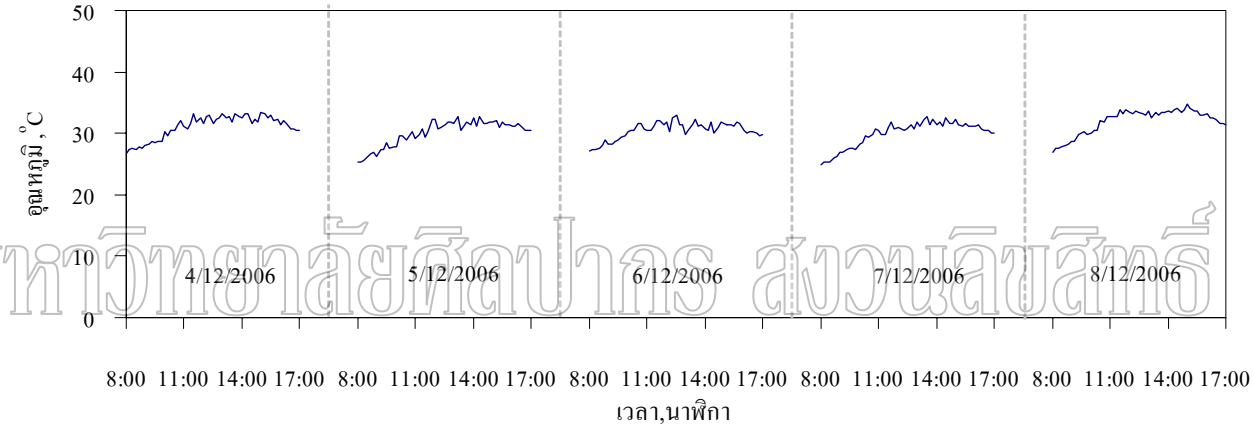
เมื่อพิจารณาสมรรถนะทางความร้อนของส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์พบว่า อุณหภูมิอากาศอบแห้งสูงสุดตรงทางออกของส่วนรับรังสี (T5) มีค่าระหว่าง 60-65 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆของส่วนรับรังสีจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยดังรูปที่ 3.41 พิจารณาอุณหภูมิของส่วนอบแห้ง อุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆของส่วนอบแห้งนั้นจะไม่แตกต่างกันมากเนื่องจากมีความชื้นที่ออกจากกล้วยอยู่ แต่อุณหภูมิภายในส่วนอบแห้งจะค่อยๆเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นของกล้วยลดลงมาก ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนในวันที่สี่และวันที่ห้าดังรูปที่ 3.42 ส่วนอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าส่วนอบแห้ง (T5) และออกจากส่วนอบแห้ง (T15) จะเห็นว่าในช่วงเริ่มการอบแห้งอุณหภูมิไหลเข้าส่วนอบแห้งมีค่ามากกว่าอุณหภูมิไหลออกจากส่วนอบแห้ง แต่ในช่วงวันท้ายของการอบแห้ง เมื่อความชื้นของกล้วยลดลงจนเหลือน้อยจะทำให้อุณหภูมิไหลเข้าส่วนอบแห้งมีค่าน้อยกว่าอุณหภูมิไหลออกจากส่วนอบแห้งดังรูปที่ 3.43 ส่วนอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆของบริเวณทางเข้าส่วนอบแห้ง กลางส่วนอบแห้งและปลายส่วนอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.44 – 3.46 ตามลำดับ การแปรค่าอุณหภูมิตามระยะทางของของเครื่องอบแห้ง ณ เวลา 13.00 น.แสดงดังรูปที่ 3.47

ในการทดลองครั้งนี้พบว่าใช้เวลาอบแห้ง 5 วัน ทำให้ความชื้นของกล้วยมีค่าอยู่ประมาณ 20 % ส่วนความชื้นของกล้วยที่ตากตามธรรมชาติมีค่าประมาณ 30 % ปัจจัยที่ทำให้อบกล้วย 5 วันนั้น เนื่องมาจากปริมาณกล้วยที่อบแห้งมีมาก นอกจากนี้เป็นช่วงฤดูหนาวความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าน้อย ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งทำให้น้ำที่อยู่ในกล้วยระเหยได้ช้า การแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.48 การแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณกลางส่วนอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.49 และการแปรค่าความชื้นของกล้วยแสดงดังรูปที่ 3.50 ซึ่งจะเห็นว่ากล้วยที่อบแห้งอยู่ภายในเครื่องอบแห้ง ณ ตำแหน่งต่างๆ มีความชื้นไม่ต่างกันมากนัก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

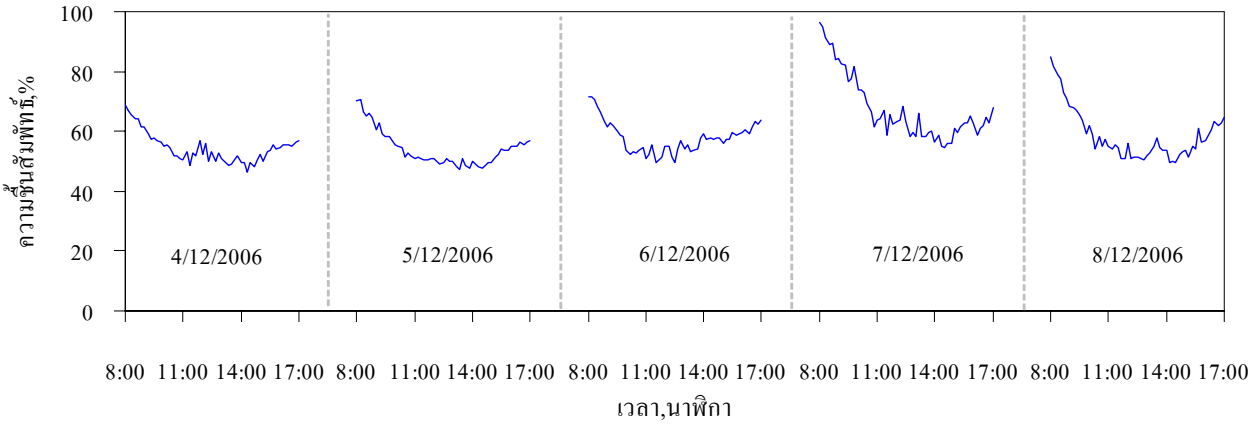


รูปที่ 3.34 กราฟแสดงการแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49

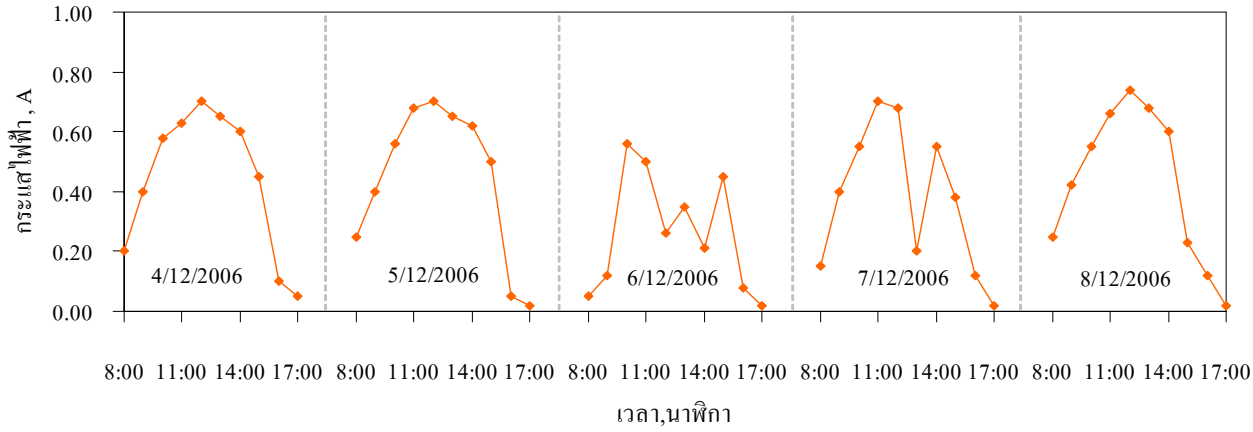


มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

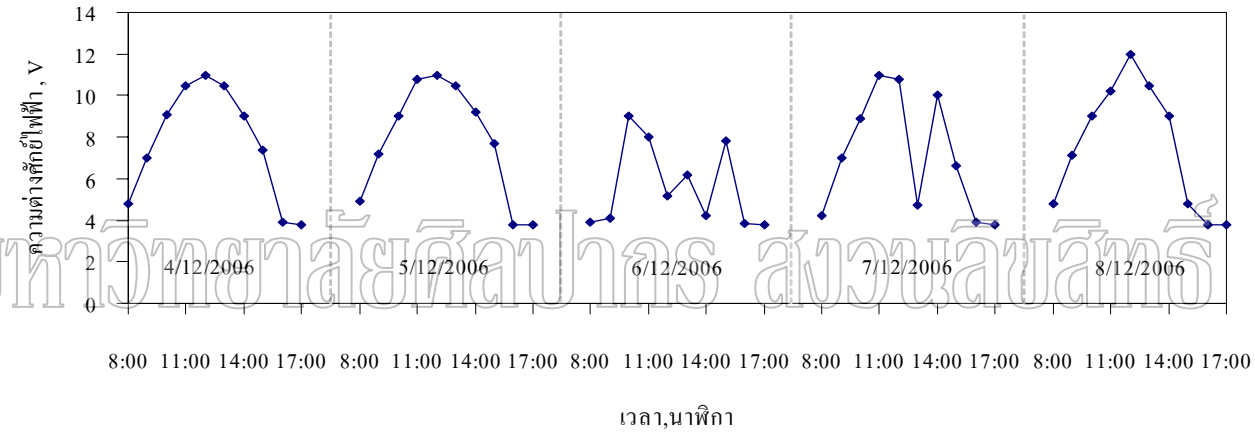
รูปที่ 3.35 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศแวดล้อมระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49



รูปที่ 3.36 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49

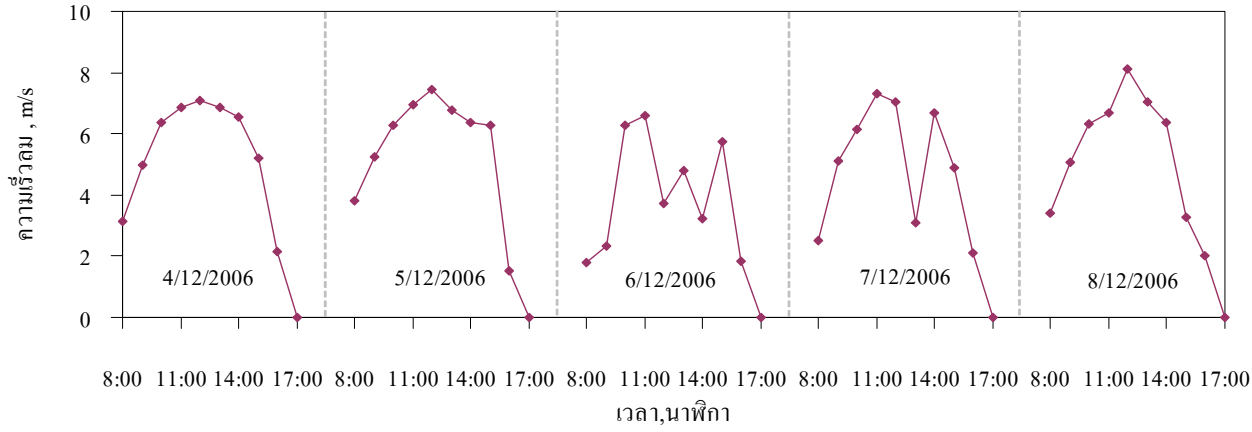


รูปที่ 3.37 กราฟแสดงการแปรค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์
ระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49

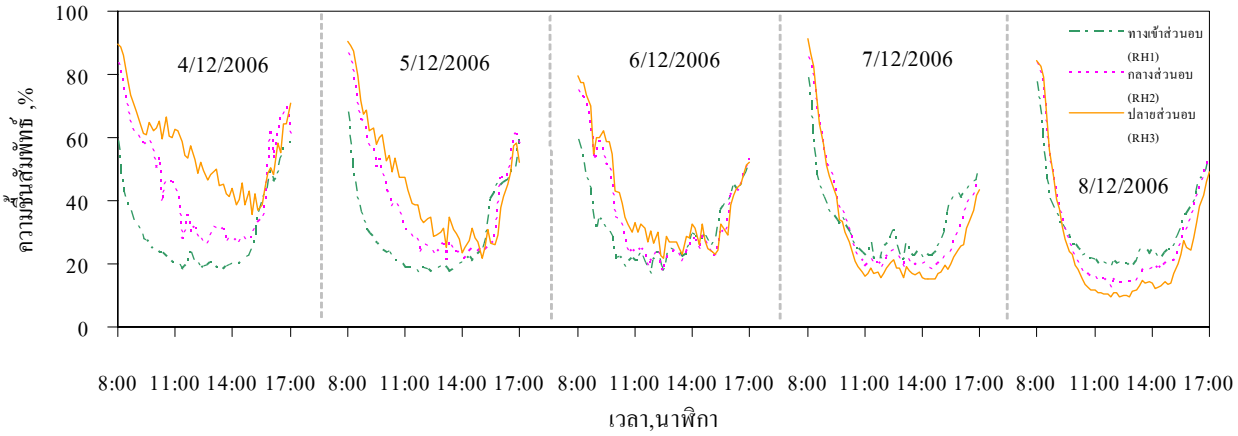


มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

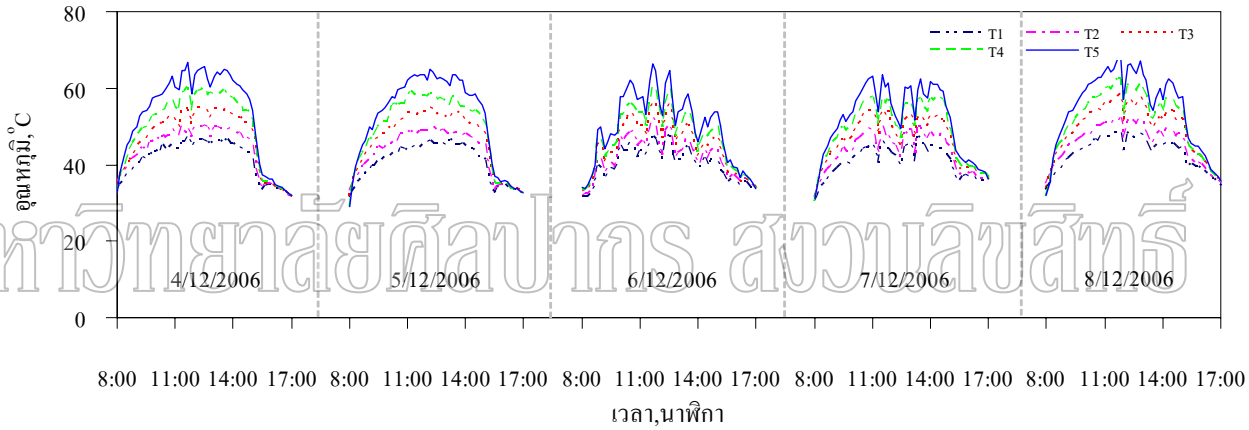
รูปที่ 3.38 กราฟแสดงการแปรค่าความต่างศักย์จากแผงโซลาร์เซลล์
ระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49



รูปที่ 3.39 กราฟแสดงการแปรค่าความเร็มลมของพัดลมขณะดูดอากาศเข้าเครื่องอบ
ระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49

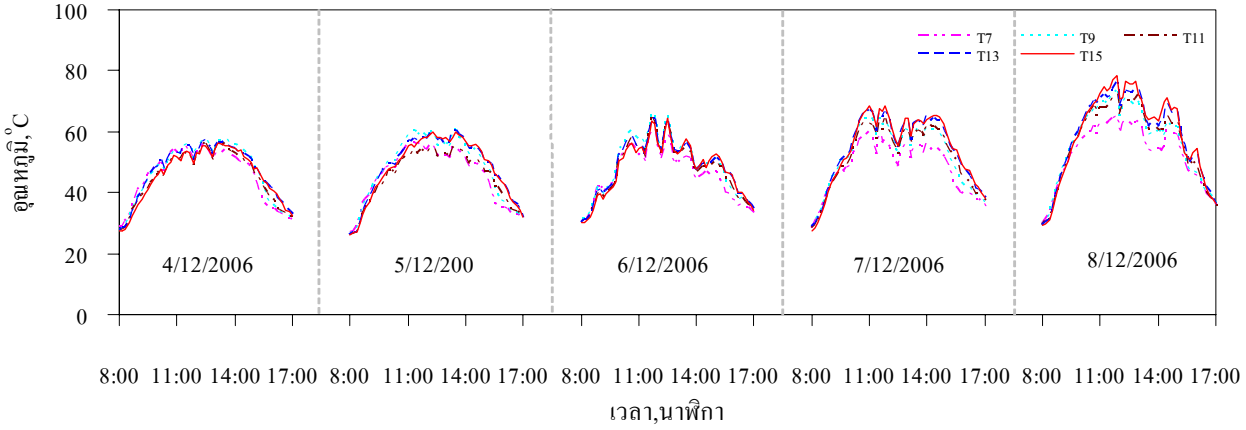


รูปที่ 3.40 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศบริเวณทางเข้าส่วนอบแห้ง กลางส่วนอบแห้ง และบริเวณปลายส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49

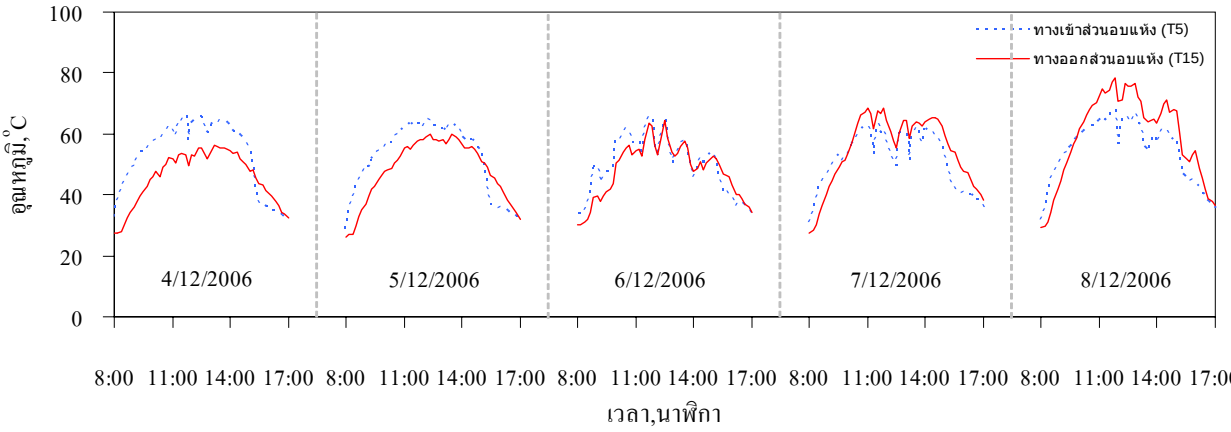


มหาวิทยาลัยศิลปากร ลิขสิทธิ์

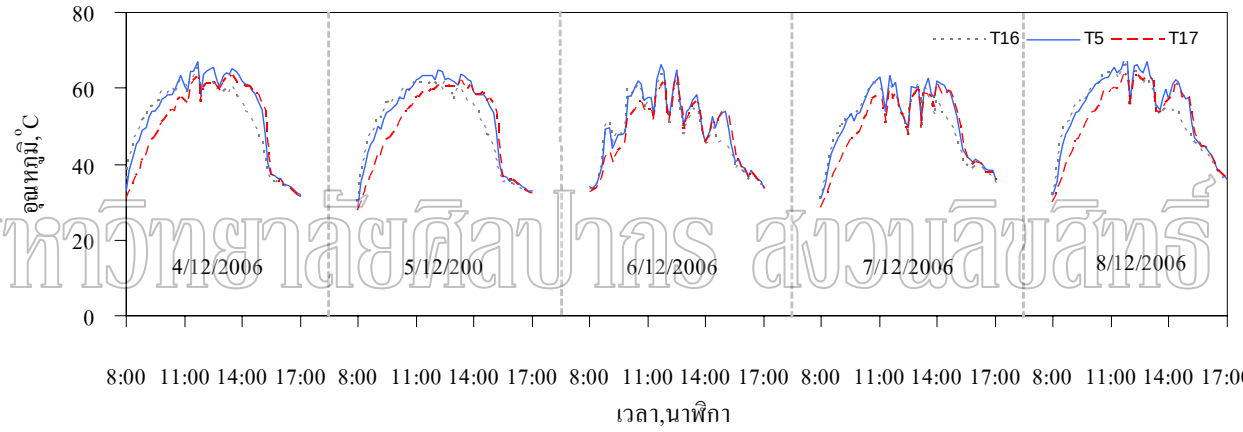
รูปที่ 3.41 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆของส่วนรับรังสี ระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49



รูปที่ 3.42 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆของส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49

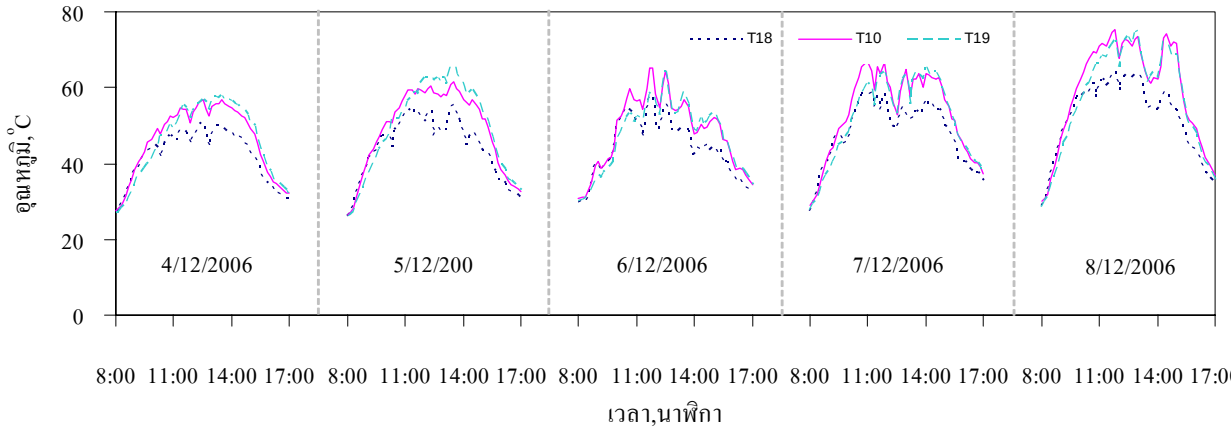


รูปที่ 3.43 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าและออกจากส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49

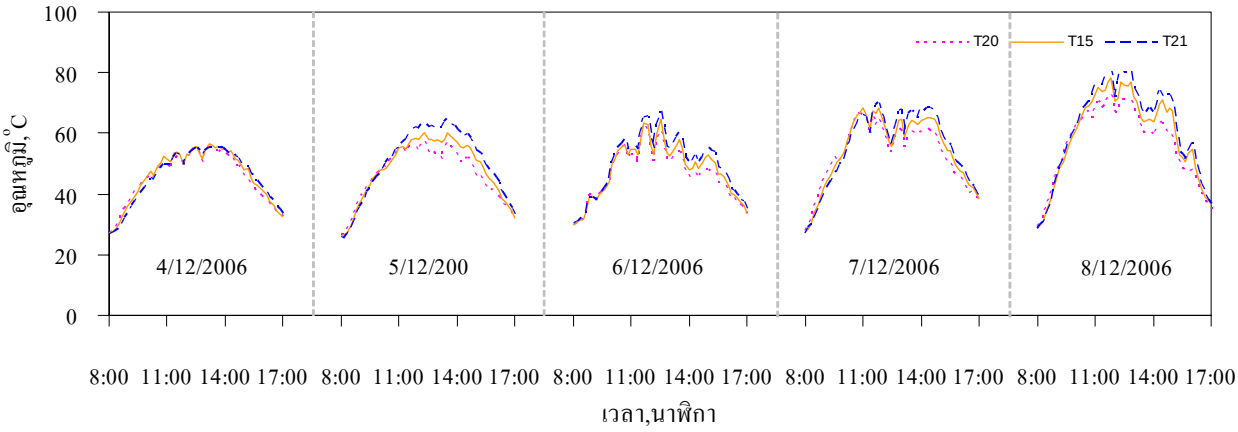


มหาวิทยาลัยศิลปากร ส่งวนลิขสิทธิ์

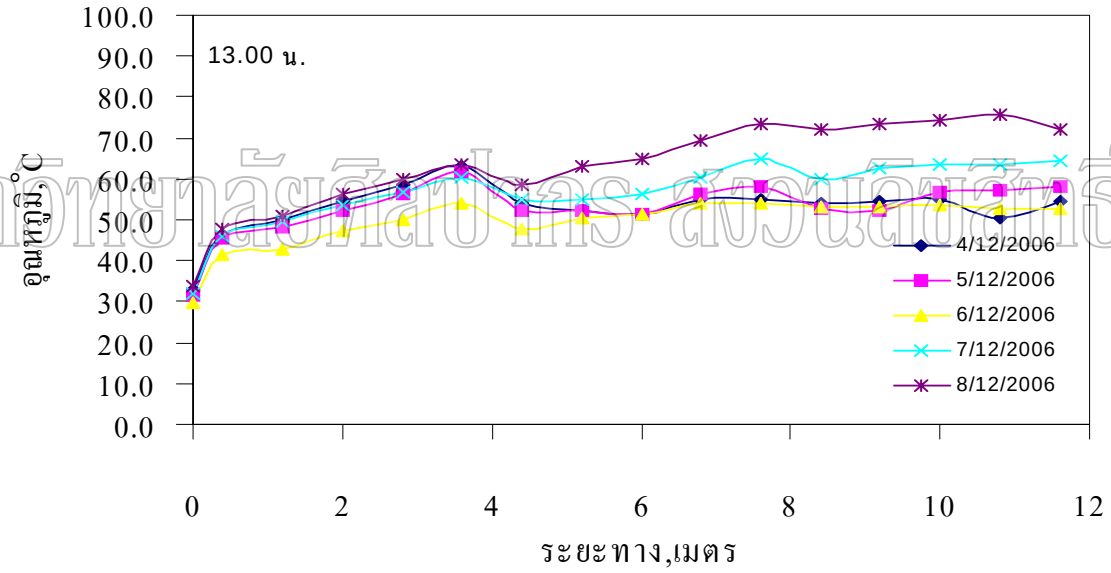
รูปที่ 3.44 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณทางเข้าส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49



รูปที่ 3.45 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณกลางส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49

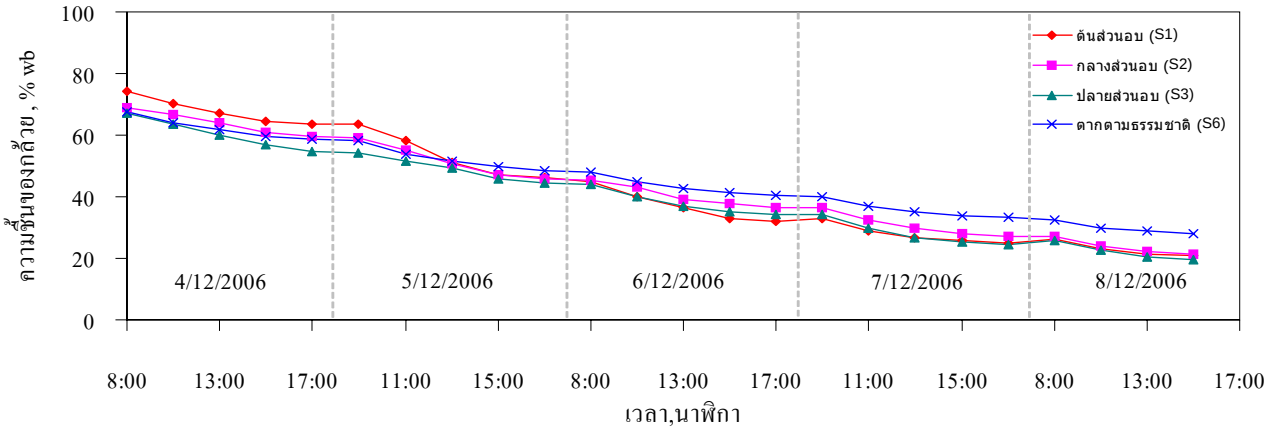


รูปที่ 3.46 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณปลายส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49

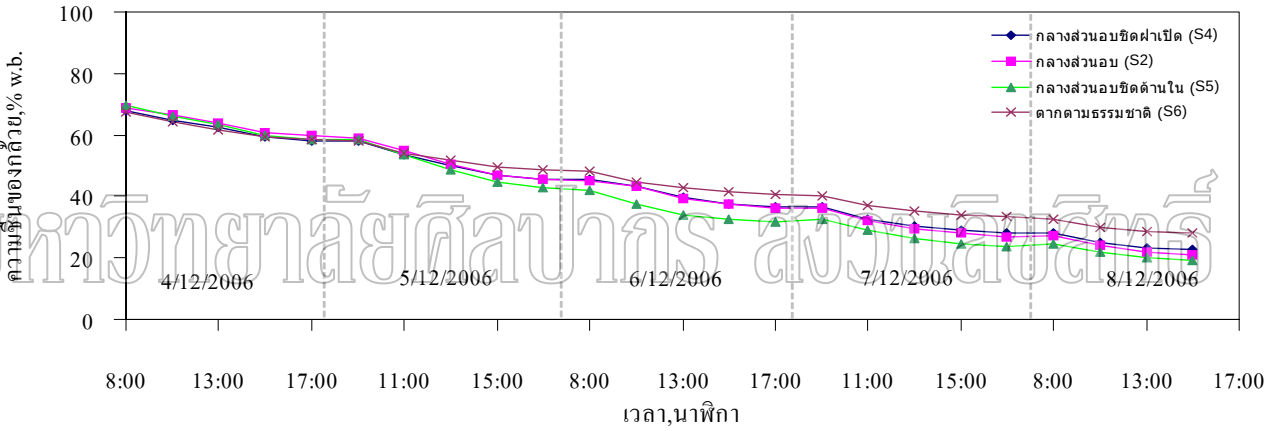


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.47 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิตามระยะทางของเครื่องอบแห้ง ณ เวลา 13:00 น. ระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49

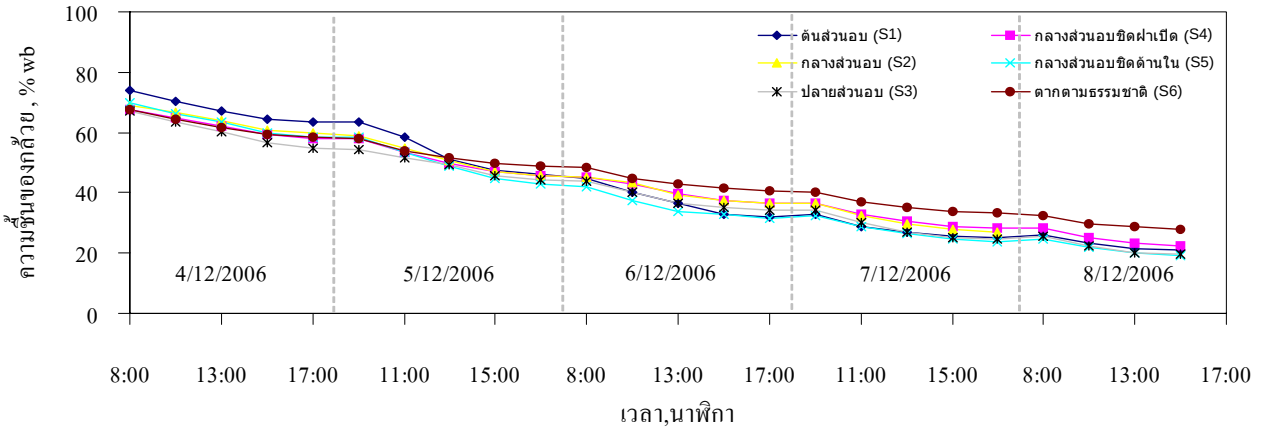


รูปที่ 3.48 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องอบแห้ง ระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.49 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณกลางส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49



รูปที่ 3.50 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นของกล้วยระหว่างวันที่ 4 – 8 ธ.ค. 49

ข) การทดลองครั้งที่ 2 (30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2550)

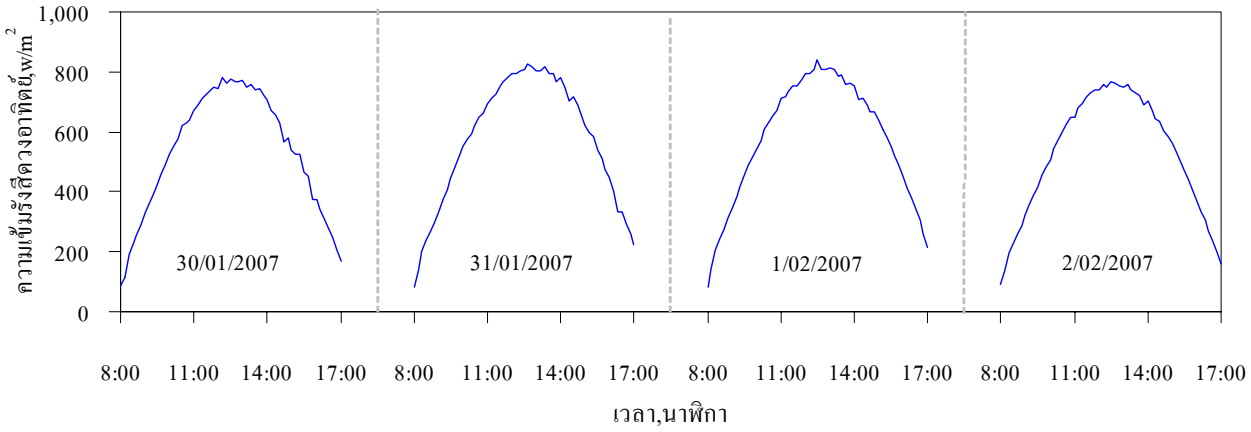
การทดลองครั้งนี้ใช้กล้วยน้ำว้าสุกซึ่งมีมวลของเนื้อกล้วยหลังจากปอกเปลือกแล้ว 93 กิโลกรัม มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 70 %(w.b.) ในช่วงการทดลองสภาพท้องฟ้าโดยทั่วไปนั้นค่อนข้างแจ่มใสโดยมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดเพียง 850 W/m^2 ลักษณะการแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แสดงดังรูปที่ 3.51 ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงที่ทำการทดลองเป็นช่วงฤดูหนาว อีกทั้งยังมีอุณหภูมิอากาศแวดล้อมค่อนข้างต่ำจะมีค่าสูงสุดประมาณ 30 องศาเซลเซียสในแต่ละวันดังรูปที่ 3.52 ส่วนความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมแสดงดังรูปที่ 3.53 โดยในแต่ละวันการแปรค่ากระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและความเร็วลมของพัดลมจะแปรตามค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แสดงดังรูปที่ 3.54 - 3.56 ตามลำดับ

สำหรับการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในเครื่องอบแห้งแสดงไว้ดังรูปที่ 3.57 ซึ่งเมื่อความชื้นในผลผลิตลดลง ความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้งก็จะลดลง แต่อุณหภูมิในเครื่องอบแห้งจะสูงขึ้นเพราะความร้อนไม่ได้เสียไปกับการระเหยความชื้นในผลผลิต

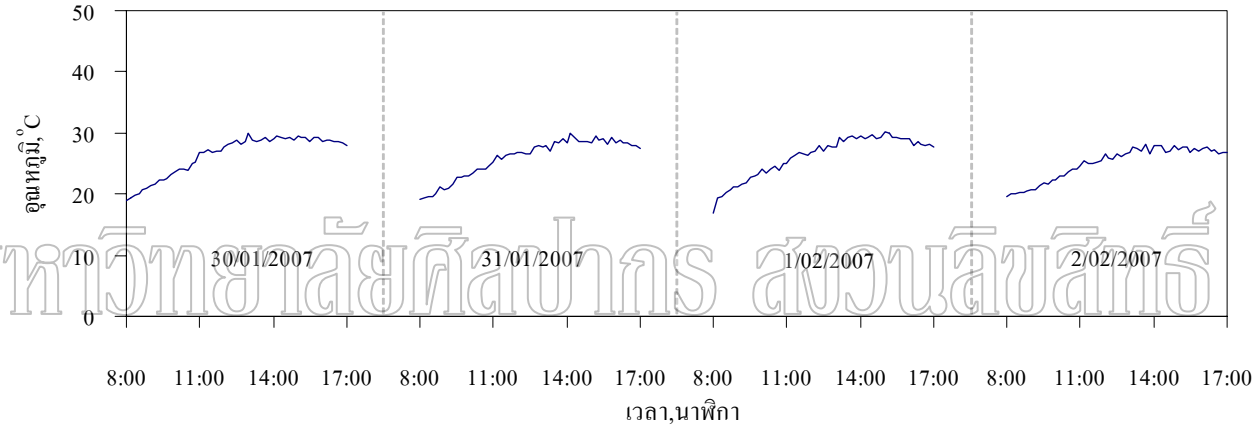
เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งพบว่า การแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆ ของส่วนรับรังสีและส่วนอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.58 และ3.59 ตามลำดับ การแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าและออกจากส่วนอบแห้ง ส่วนอุณหภูมิสูงสุดตรงทางออกของส่วนรับรังสี (T5) มีค่าประมาณ 60 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิสูงสุดตรงทางออกของส่วนอบแห้ง (T15) มีค่าประมาณ 50 องศาเซลเซียส เฉพาะในวันแรก แต่จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในวันต่อๆไปของการทดลองซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.60 และอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของบริเวณทางเข้าส่วนอบแห้ง กลางส่วนอบแห้งและปลายส่วนอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.61 – 3.63 ตามลำดับ การแปรค่าอุณหภูมิตามระยะทางของเครื่องอบแห้ง ณ เวลา 13.00 น. แสดงดังรูปที่ 3.64

ในการทดลองครั้งนี้พบว่าใช้เวลาอบแห้ง 4 วัน ทำให้ความชื้นของกล้วยมีค่าอยู่ประมาณ 23 % ส่วนความชื้นของกล้วยที่ตากตามธรรมชาติมีค่าประมาณ 32 % ปัจจัยที่ทำให้อบกล้วย 4 วันนั้น เนื่องมาจากปริมาณกล้วยที่อบแห้งมีมาก นอกจากนี้เป็นช่วงฤดูหนาวความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าน้อย ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งทำให้น้ำที่อยู่ในกล้วยระเหยได้ช้า แต่ก็ยังสามารถอบแห้งได้เร็วกว่าด้วยวิธีการตากตามธรรมชาติที่ต้องใช้เวลาในตาก 6-7 วัน การแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.65 การแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณกลางส่วนอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.66 และการแปรค่าความชื้นของกล้วยแสดงดังรูปที่ 3.67 ซึ่งจะเห็นว่ากล้วยที่อบแห้งอยู่ภายในเครื่องอบแห้ง ณ ตำแหน่งต่างๆ มีความชื้นไม่ต่างกันมากนัก

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ลิขสิทธิ์

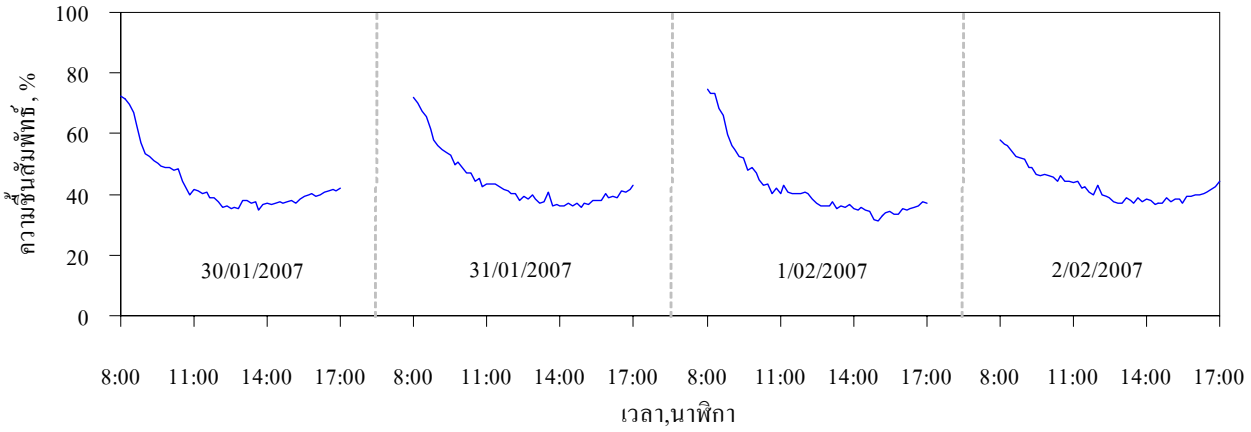


รูปที่ 3.51 กราฟแสดงการแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50

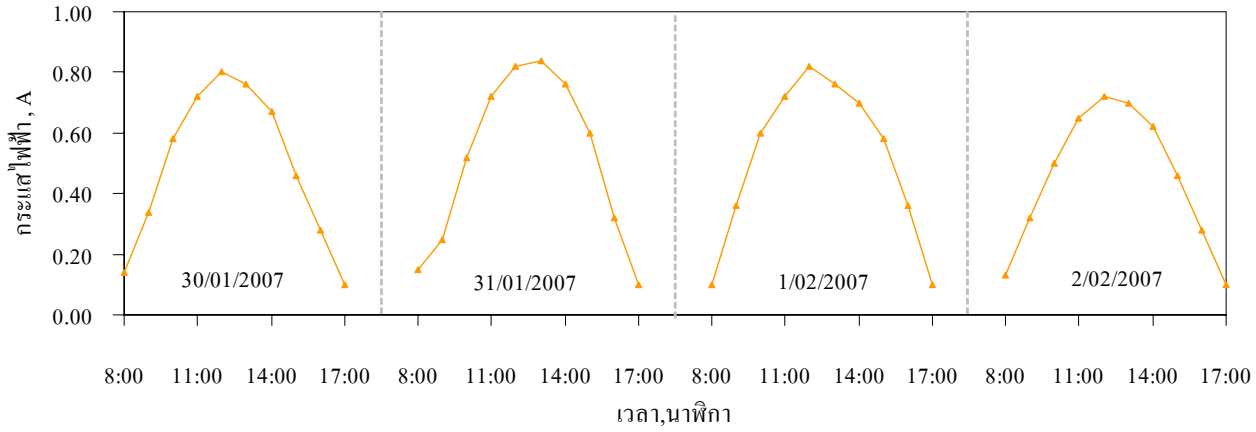


มหาวิทยาลัยศิลปากร ลิขสิทธิ์

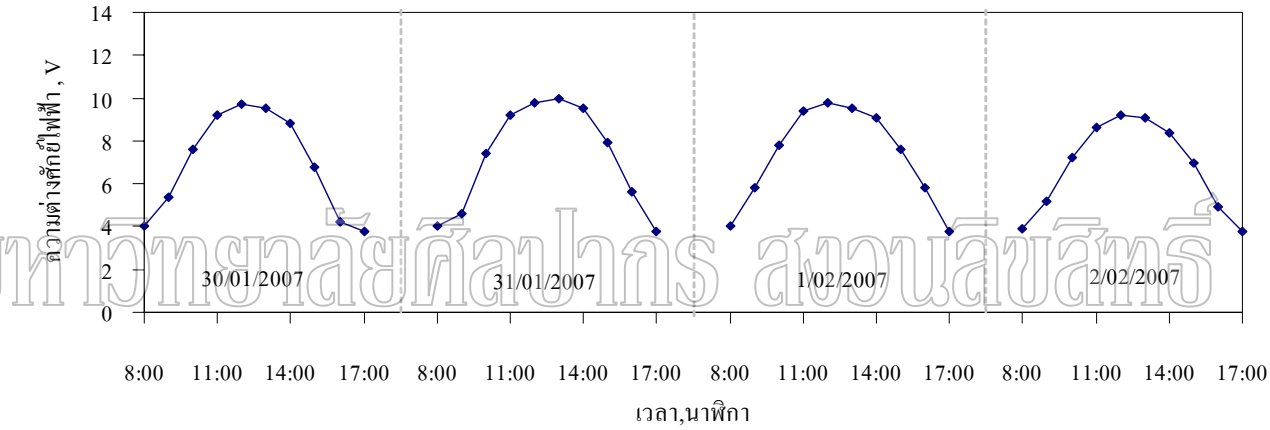
รูปที่ 3.52 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศแวดล้อมระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50



รูปที่ 3.53 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม
ระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50

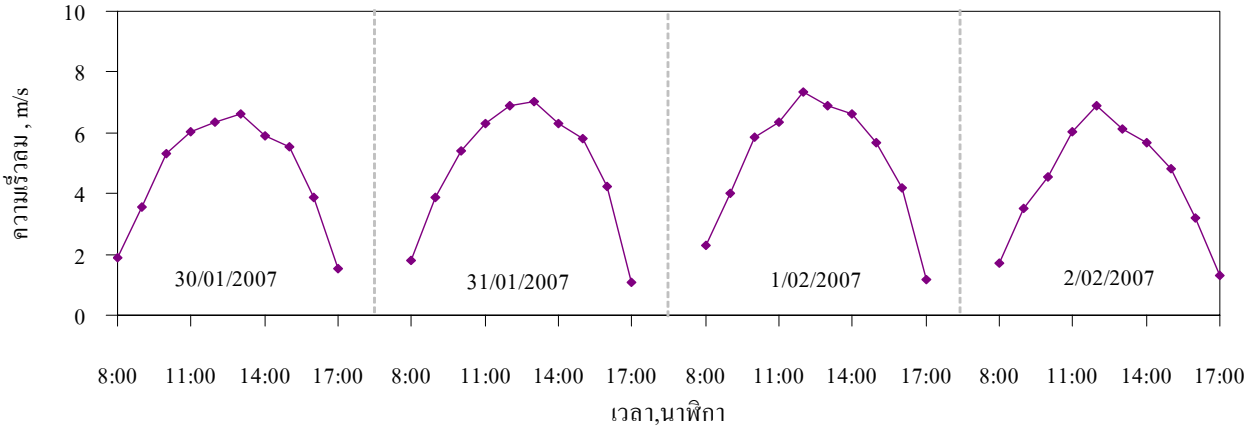


รูปที่ 3.54 กราฟแสดงการแปรค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์
ระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50

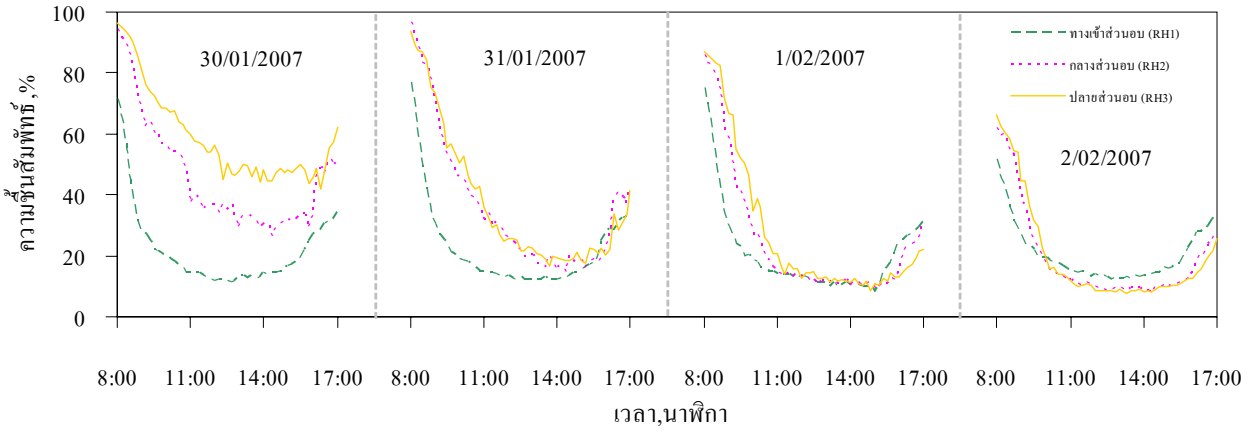


มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

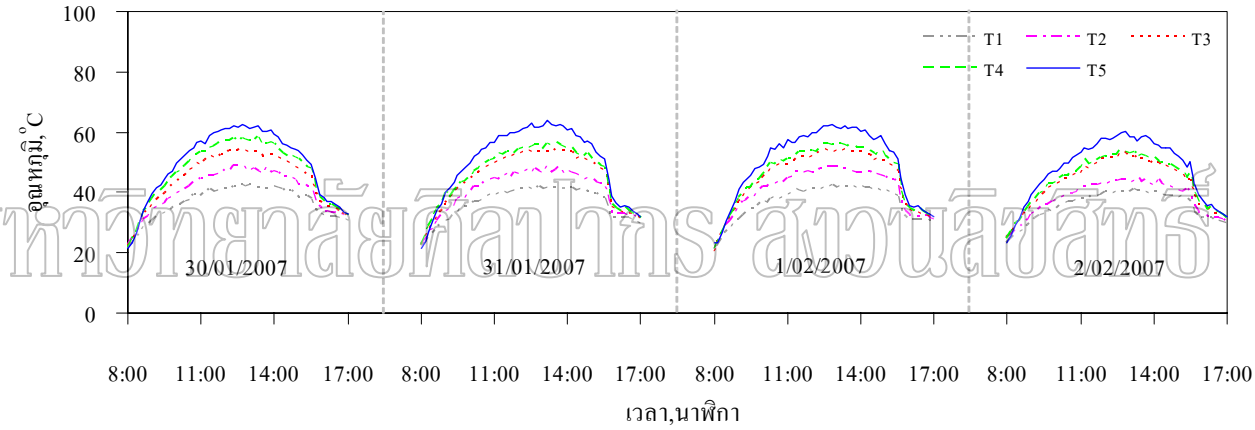
รูปที่ 3.55 กราฟแสดงการแปรค่าความต่างศักย์จากแผงโซลาร์เซลล์
ระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50



รูปที่ 3.56 กราฟแสดงการแปรค่าความเร็วลมของพัดลมขณะดูดอากาศเข้าเครื่องอบ
ระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50

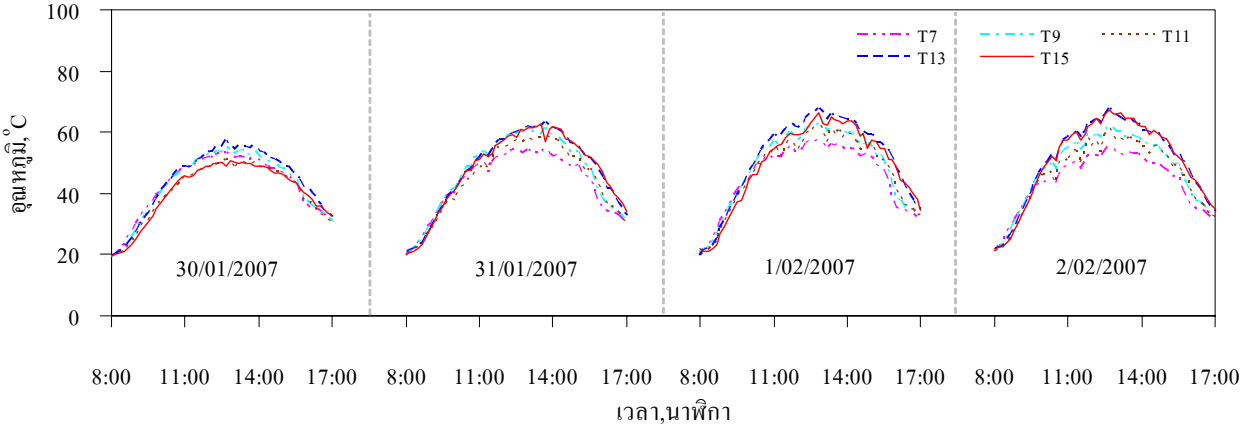


รูปที่ 3.57 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศบริเวณทางเข้าส่วนอบแห้ง กลางส่วนอบแห้ง และบริเวณปลายส่วนอบแห้งระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50

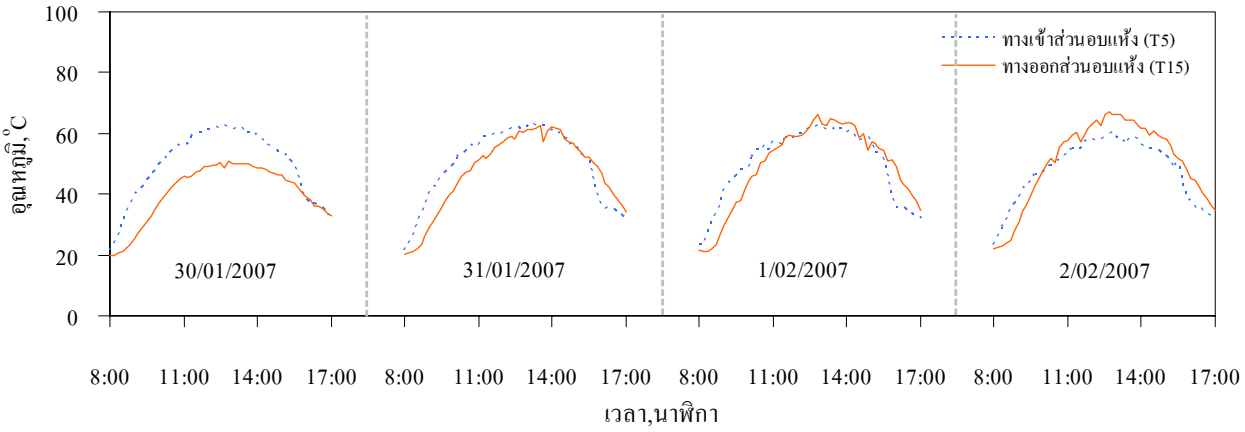


มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

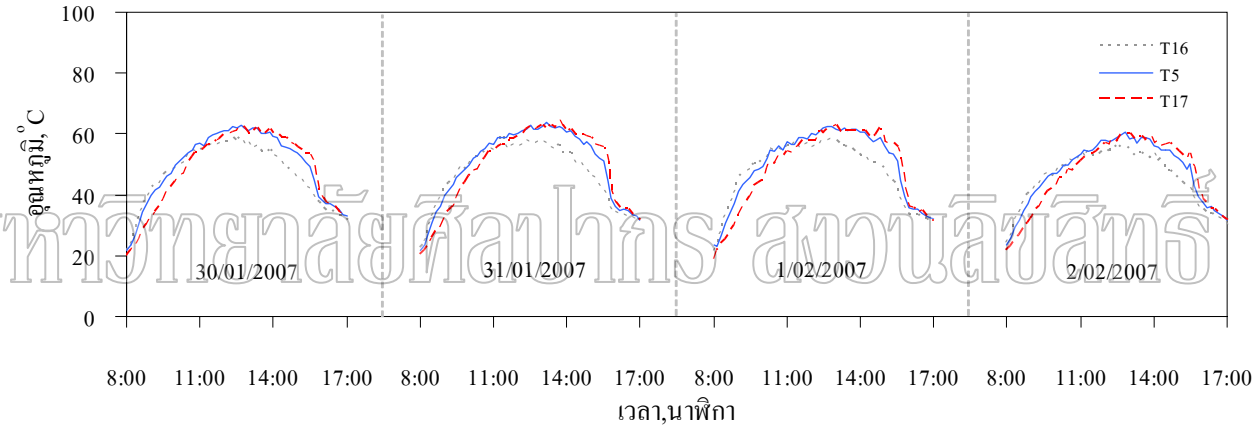
รูปที่ 3.58 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆ ของส่วนรับรังสี ระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50



รูปที่ 3.59 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆ ของส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50

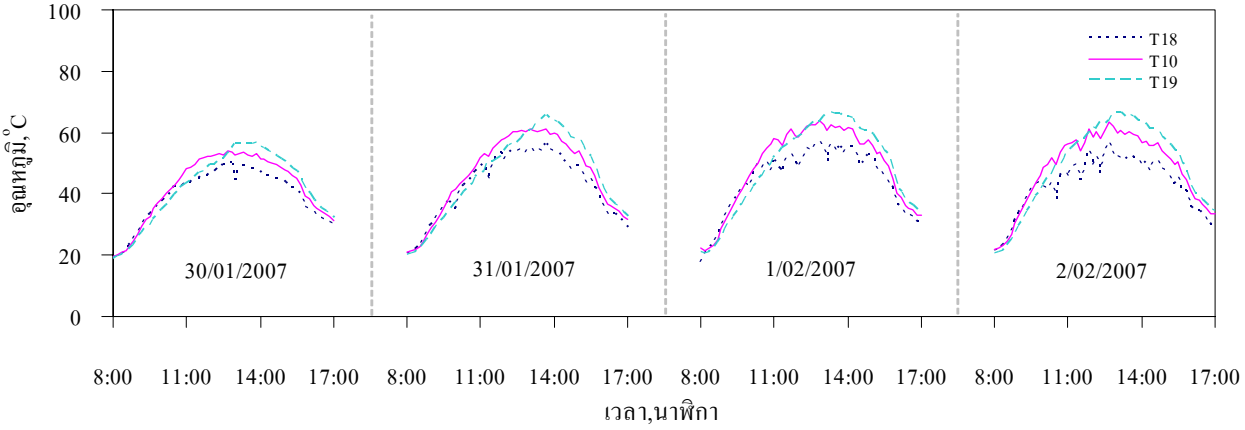


รูปที่ 3.60 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าและออกจากส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50

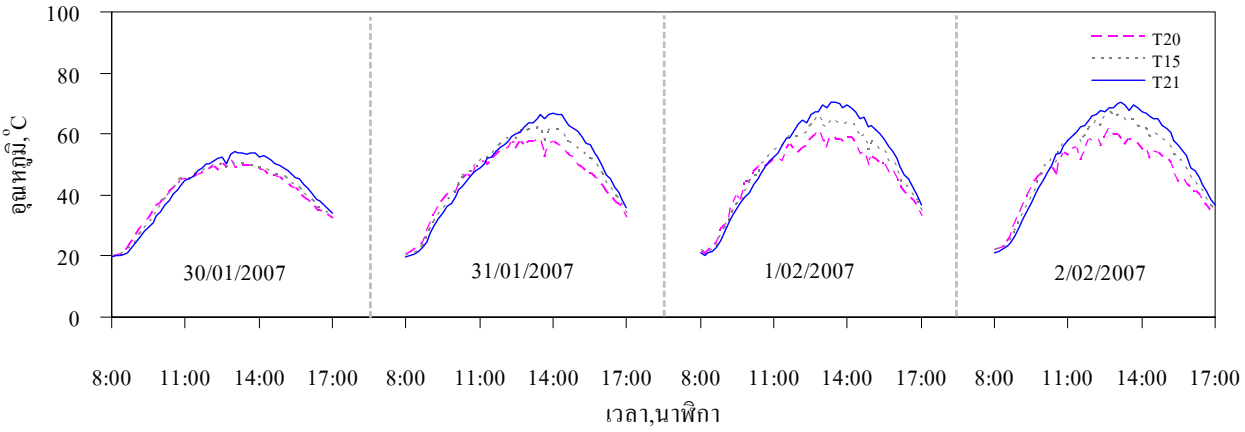


มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

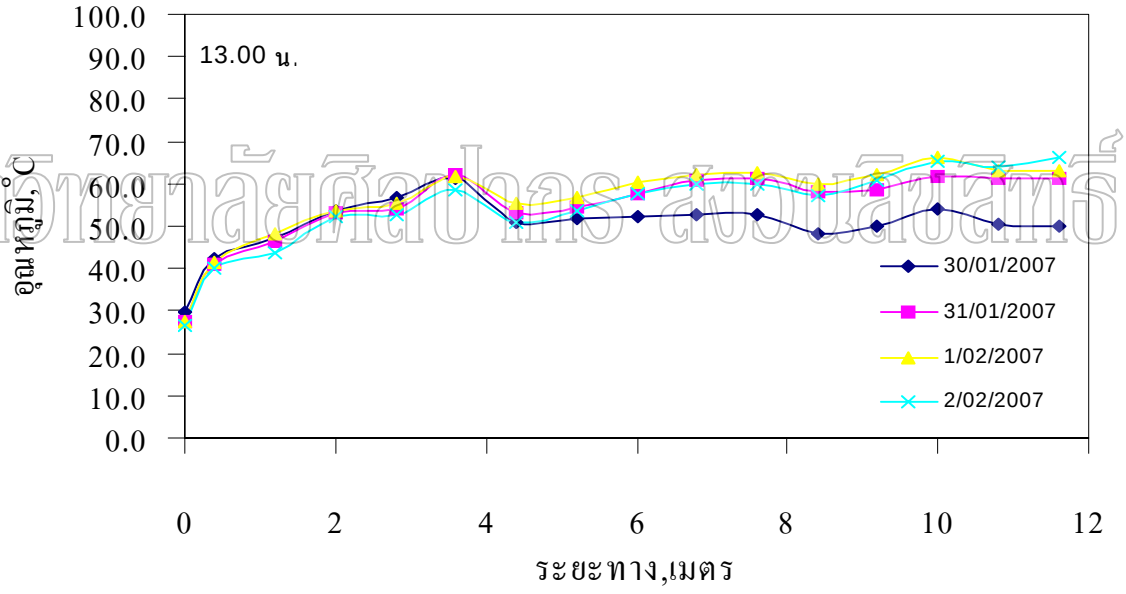
รูปที่ 3.61 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆบริเวณทางเข้าส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50



รูปที่ 3.62 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณกลางส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50

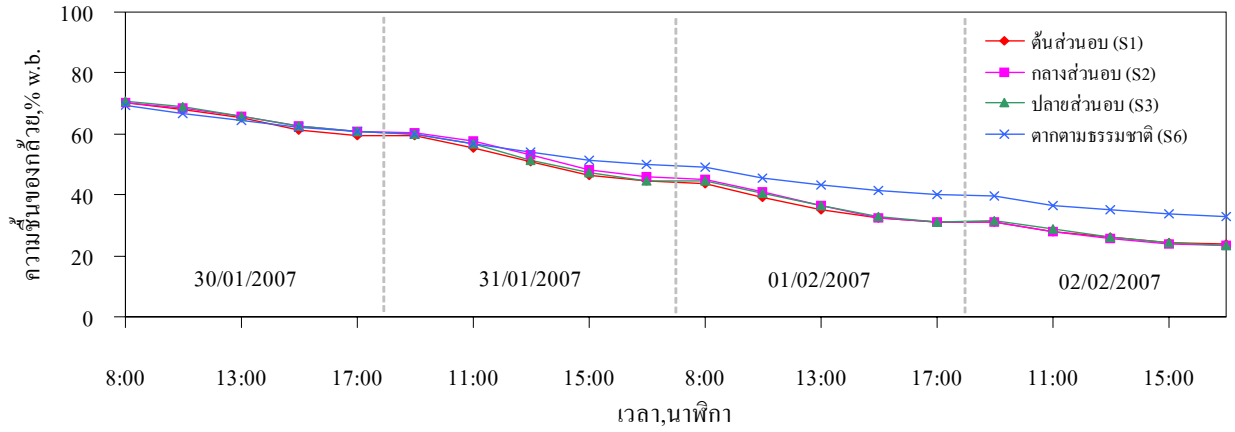


รูปที่ 3.63 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณปลายส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50

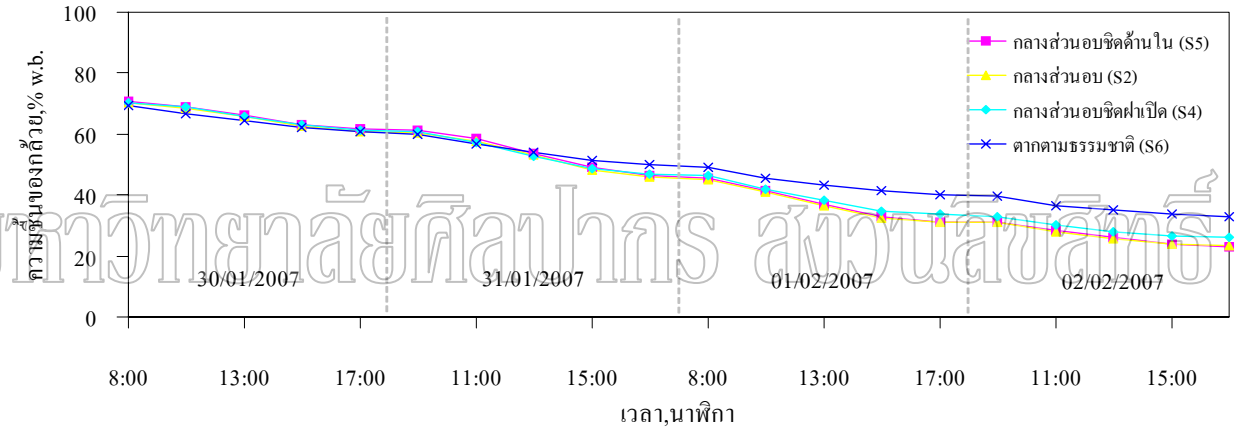


มหาวิทยาลัยศิลปากร ลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.64 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิตามระยะทางของของเครื่องอบแห้ง ณ เวลา 13.00 น. ระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50

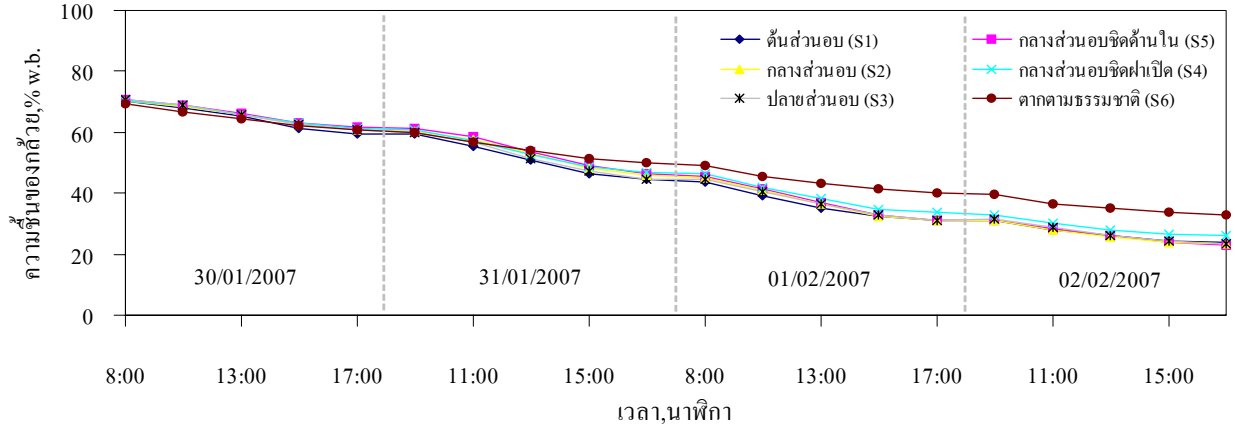


รูปที่ 3.65 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องอบแห้ง ระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.66 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณกลางส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50



รูปที่ 3.67 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นของกล้วยระหว่างวันที่ 30 ม.ค. 50 – 2 ก.พ. 50

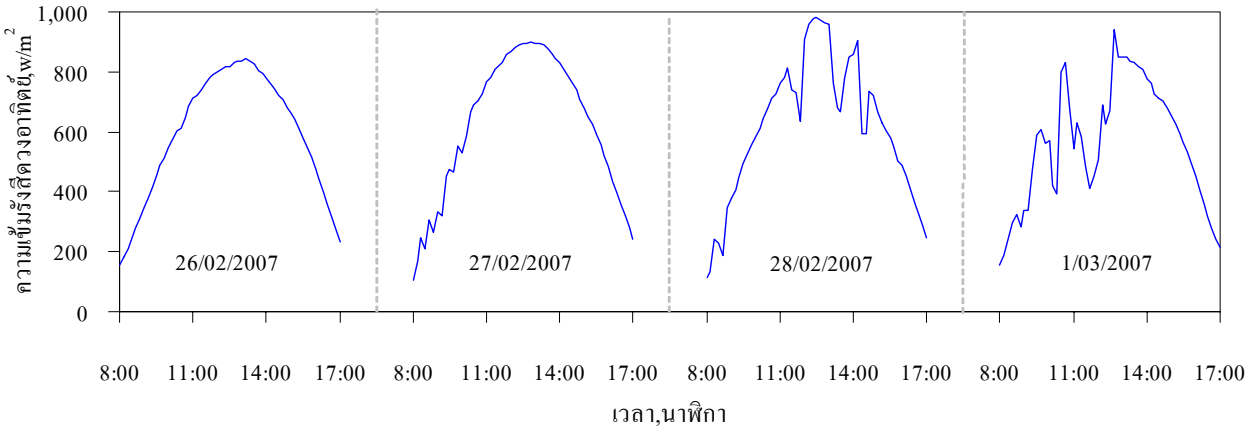
ค) การทดลองครั้งที่ 3 (26 กุมภาพันธ์ – 1 มีนาคม 2550)

การทดลองครั้งนี้ใช้กล้วยน้ำว้าสุกซึ่งมีมวลของเนื้อกล้วยหลังจากปอกเปลือกแล้ว 102.5 กิโลกรัม มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 68 %(w.b.) ในช่วงการทดลองสภาพท้องฟ้าโดยทั่วไปนั้นค่อนข้างแจ่มใส มีเมฆบ้างในวันที่สามและสี่ โดยมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุด 970 W/m^2 ลักษณะการแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แสดงดังรูปที่ 3.68 ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงที่ทำการทดลองเป็นช่วงฤดูร้อน อุณหภูมิอากาศแวดล้อมค่อนข้างสูงจะมีค่าสูงสุด 36 - 38 องศาเซลเซียส ในแต่ละวันดังรูปที่ 3.69 ส่วนความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมแสดงดังรูปที่ 3.70 โดยในแต่ละวันการแปรค่ากระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและความเร็วลมของพัดลมจะแปรตามค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แสดงดังรูปที่ 3.71 - 3.73 ตามลำดับ

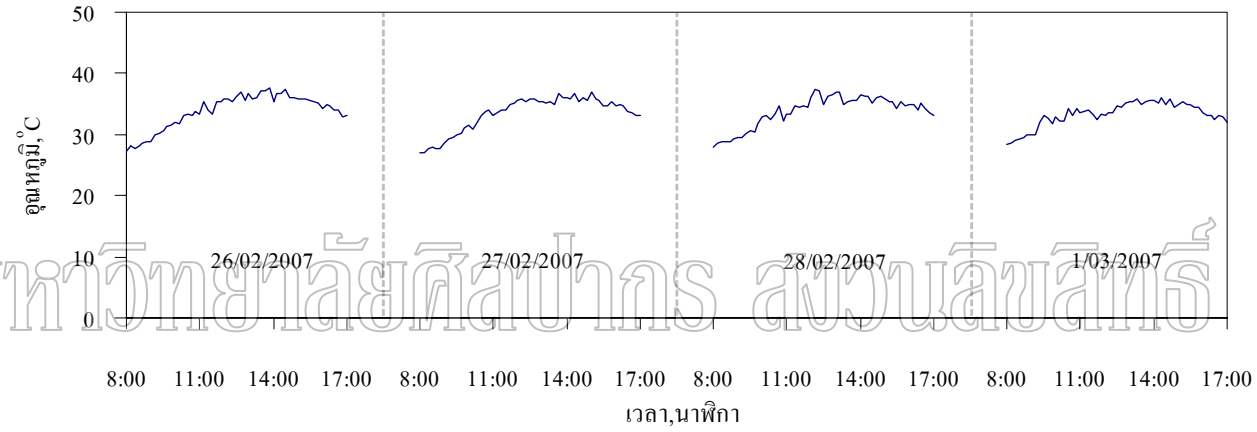
สำหรับการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในเครื่องอบแห้งแสดงรูปที่ 3.74 ซึ่งเมื่อความชื้นในผลผลิตลดลง ความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้งก็จะลดลง เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งพบว่า การแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆ ของส่วนรับรังสีและส่วนอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.75 และ3.76 ตามลำดับ การแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าและออกจากส่วนอบแห้ง ส่วนอุณหภูมิสูงสุดตรงทางออกของส่วนรับรังสี (T5) มีค่าประมาณ 65 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิสูงสุดตรงทางออกของส่วนอบแห้ง (T15) มีค่าประมาณ 55 องศาเซลเซียส เฉพาะในวันแรก แต่จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในวันต่อๆไปของการทดลอง ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.77 และอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของบริเวณทางเข้าส่วนอบแห้ง กลางส่วนอบแห้งและปลายส่วนอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.78 – 3.80 ตามลำดับ การแปรค่าอุณหภูมิตามระยะทางของของเครื่องอบแห้ง ณ เวลา 13.00 น.แสดงดังรูปที่ 3.81

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา ประเทศไทย

ในการทดลองครั้งนี้พบว่าใช้เวลาอบแห้ง 4 วัน ทำให้ความชื้นของกล้วยมีค่าอยู่ประมาณ 20 % ส่วนความชื้นของกล้วยที่ตากตามธรรมชาติมีค่าประมาณ 30 % การแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.82 การแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณกลางส่วนอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.83 และการแปรค่าความชื้นของกล้วยแสดงดังรูปที่ 3.84 จะเห็นว่ากล้วยที่อบแห้ง ณ ตำแหน่งต่างๆ ภายในเครื่องอบแห้งจะมีค่าความชื้นสุดท้ายไม่ต่างกันมากนัก

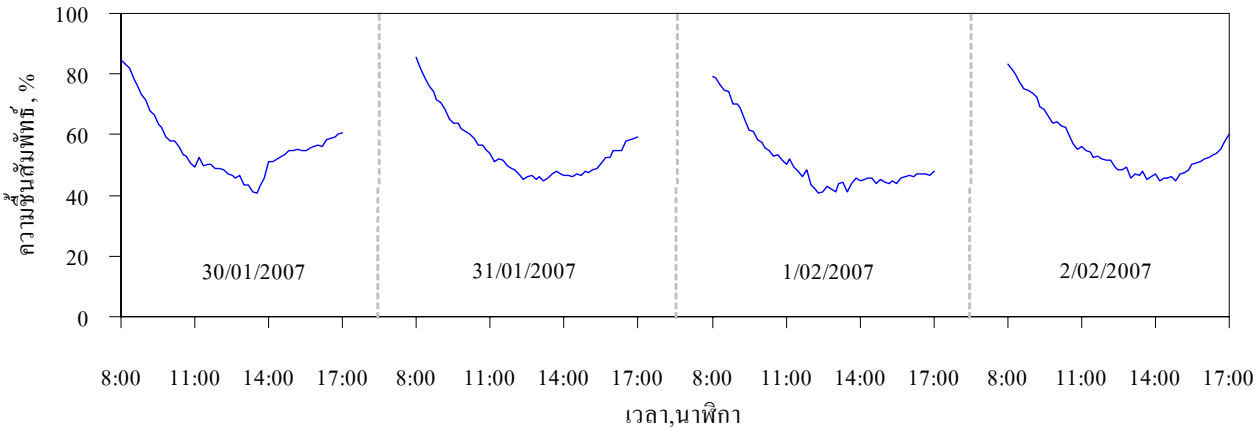


รูปที่ 3.68 กราฟแสดงการแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50

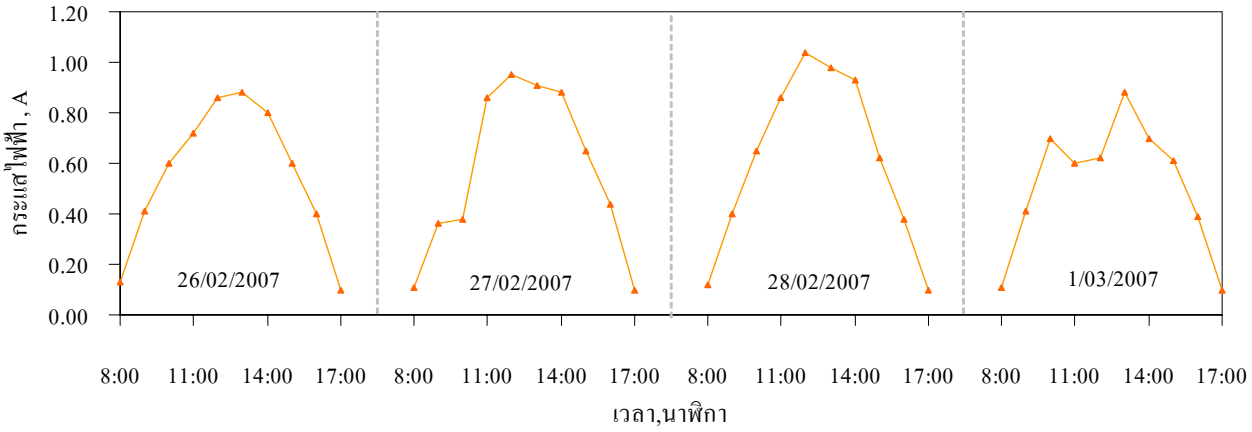


มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

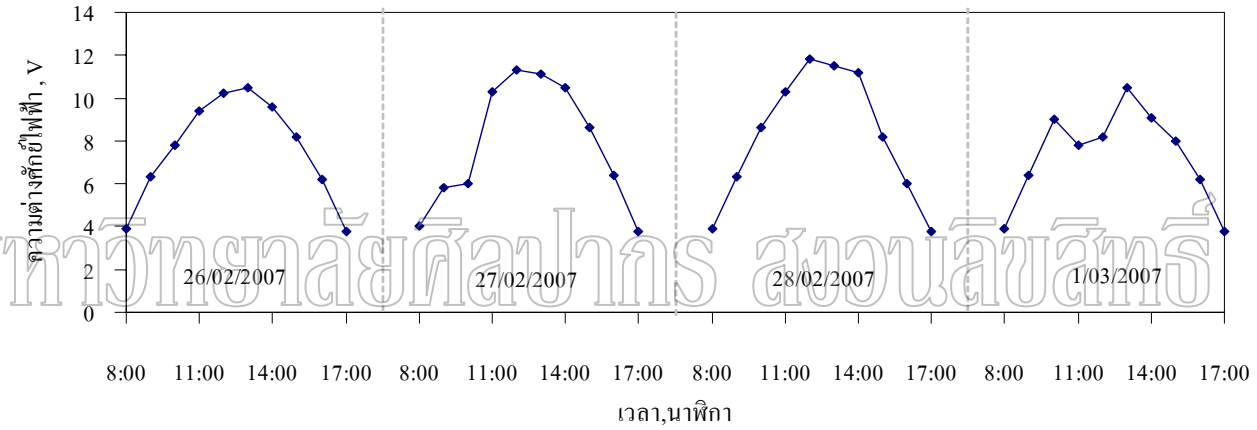
รูปที่ 3.69 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศแวดล้อมระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50



รูปที่ 3.70 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม
ระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50

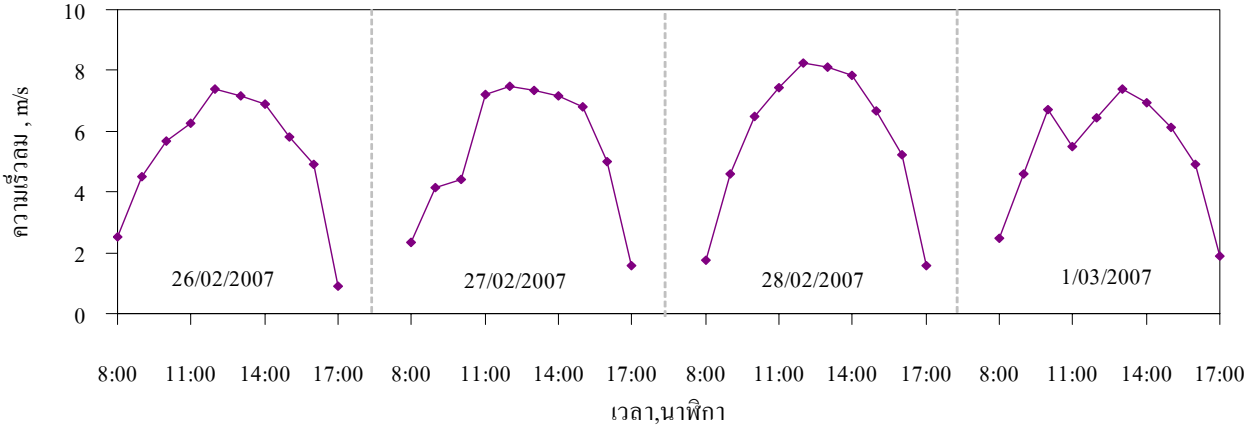


รูปที่ 3.71 กราฟแสดงการแปรค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์
ระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50

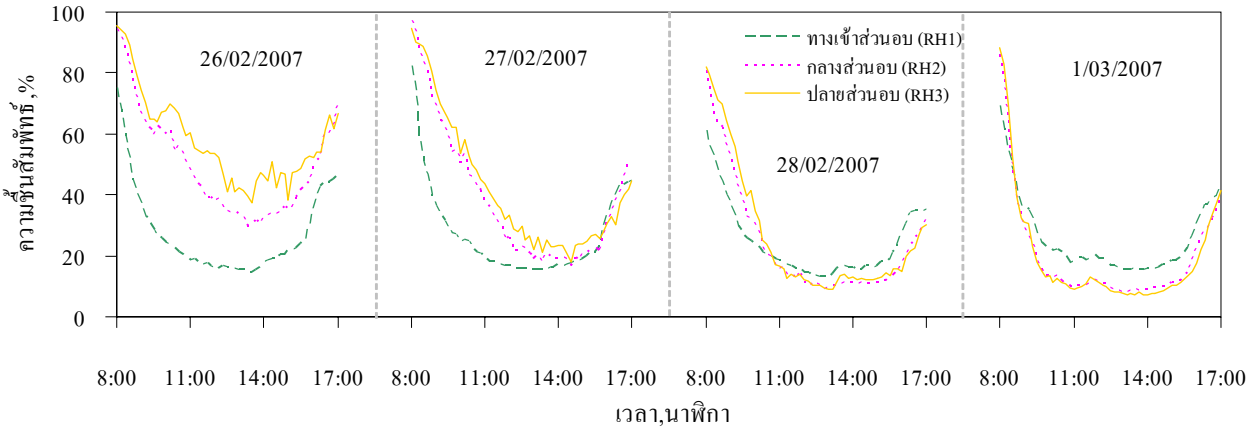


มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

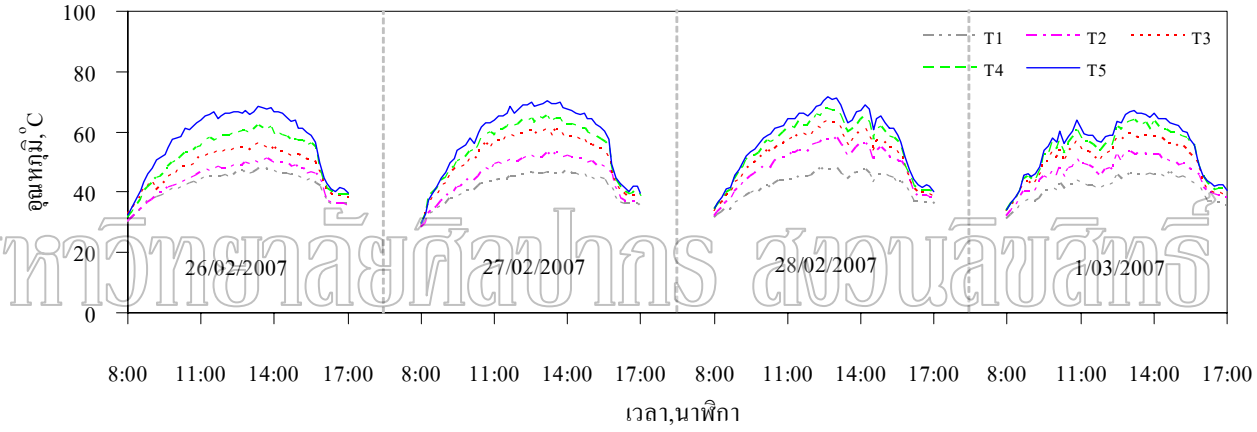
รูปที่ 3.72 กราฟแสดงการแปรค่าความต่างศักย์จากแผงโซลาร์เซลล์
ระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50



รูปที่ 3.73 กราฟแสดงการแปรค่าความเร็วลมของพัดลมขณะดูดอากาศเข้าเครื่องอบ
ระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50

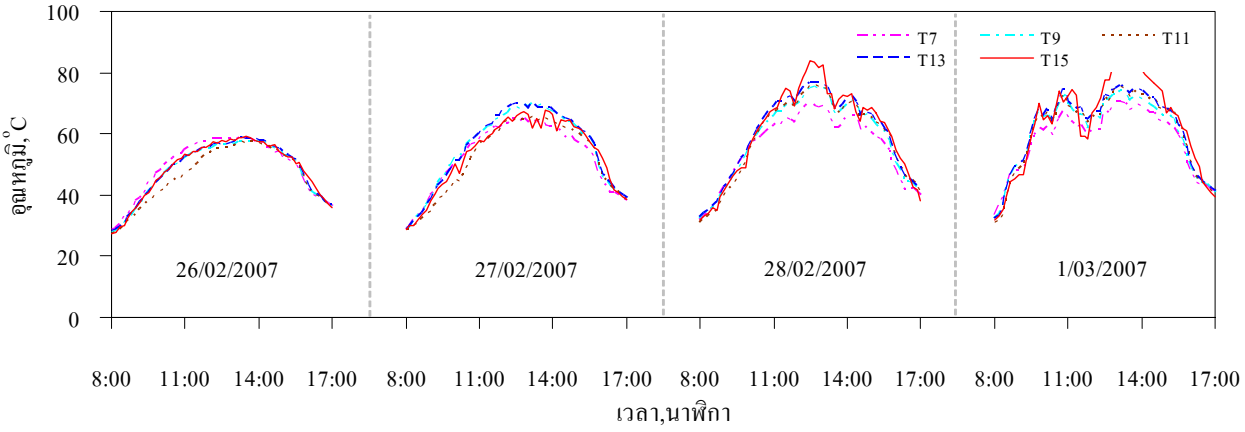


รูปที่ 3.74 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศบริเวณทางเข้าส่วนอบแห้ง กลางส่วนอบแห้ง และบริเวณปลายส่วนอบแห้งระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50

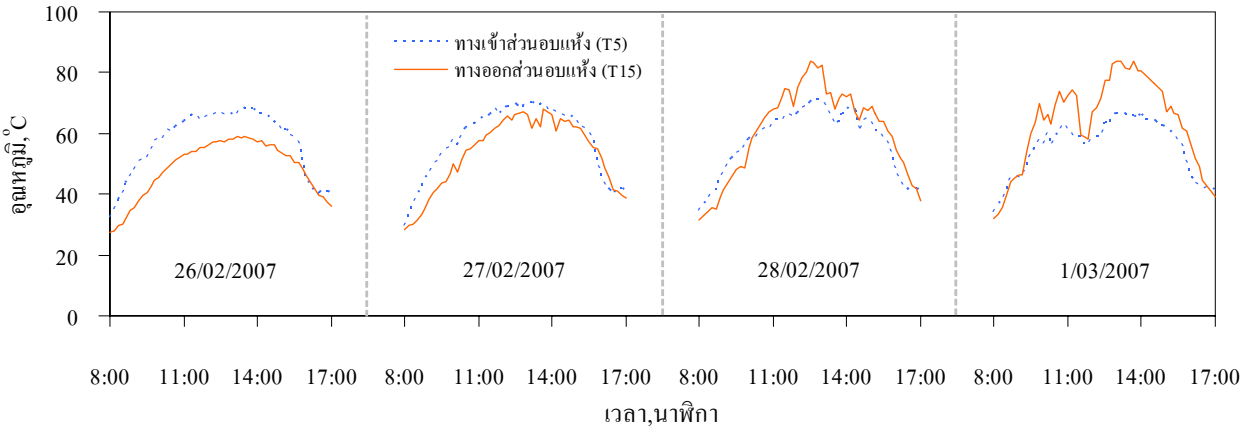


มหาวิทยาลัยศิลปากร ลิขสิทธิ์

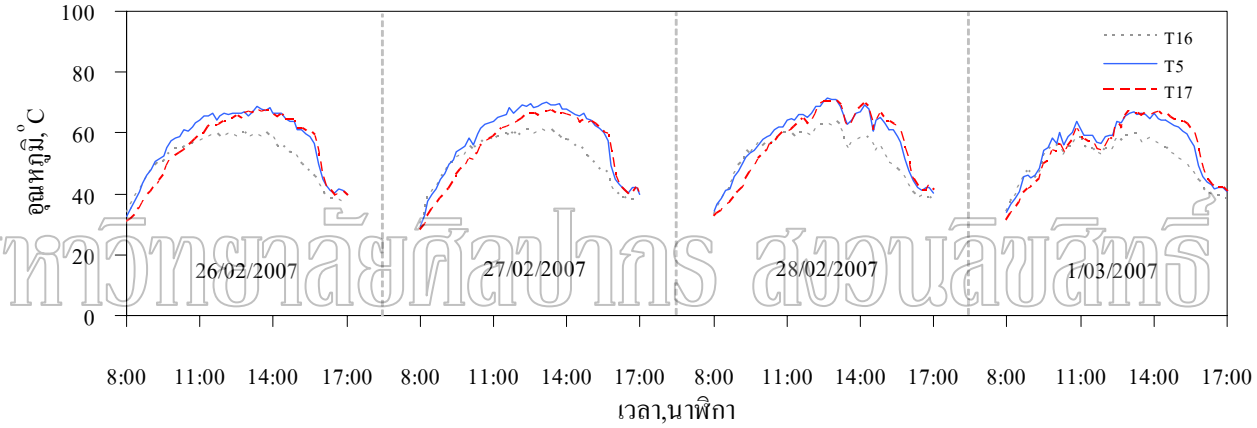
รูปที่ 3.75 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆ ของส่วนรับรังสี ระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50



รูปที่ 3.76 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆ ของส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50

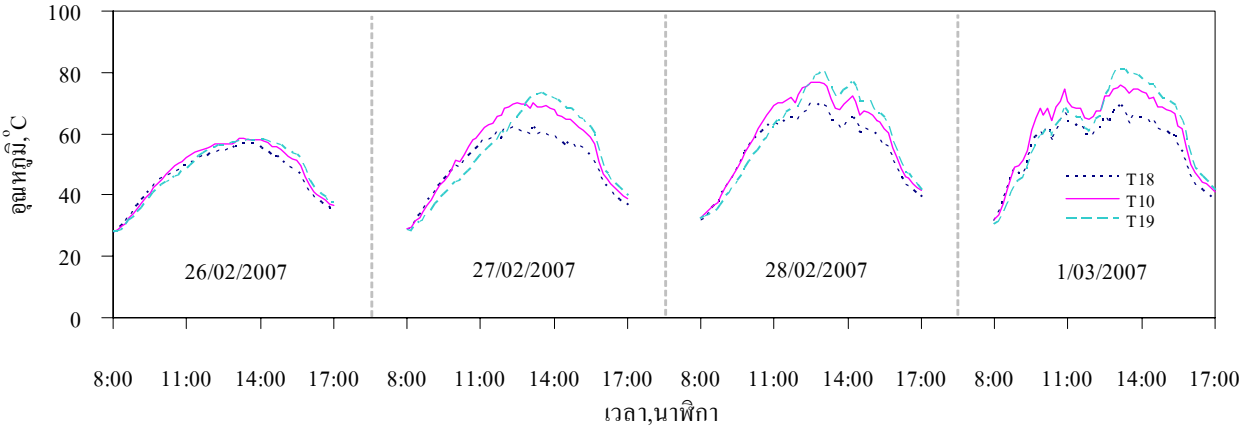


รูปที่ 3.77 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าและออกจากส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50

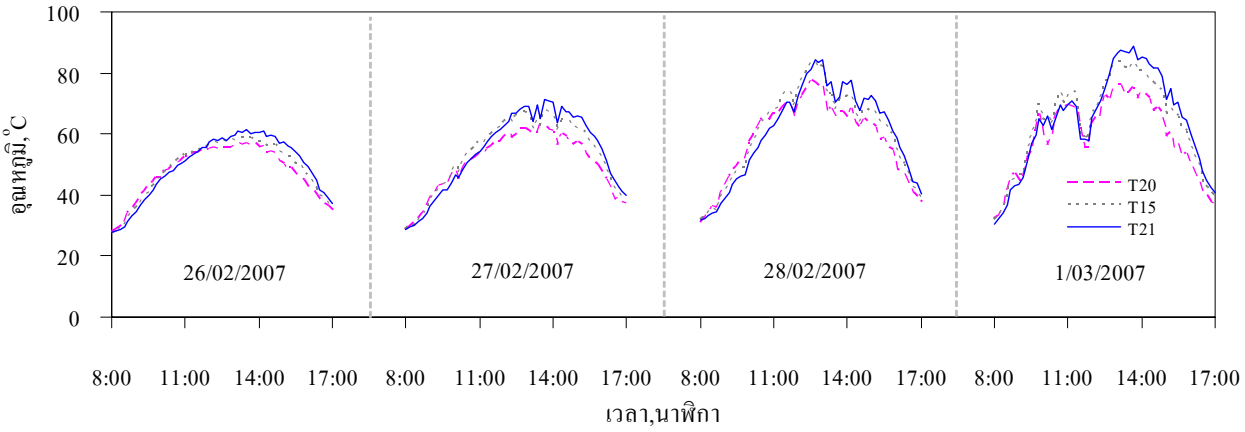


มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

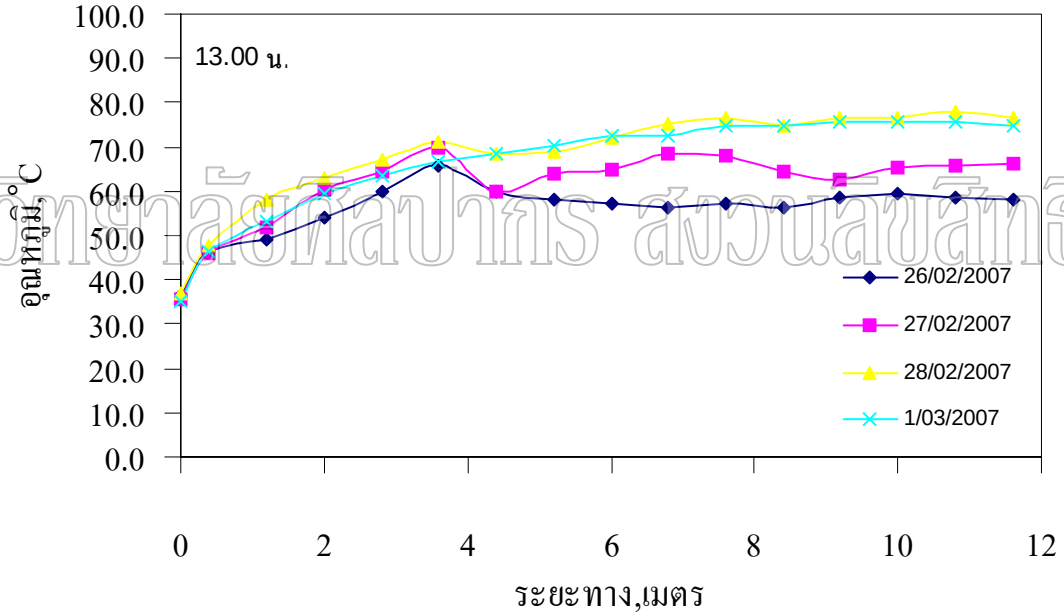
รูปที่ 3.78 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณทางเข้าส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50



รูปที่ 3.79 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณกลางส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50

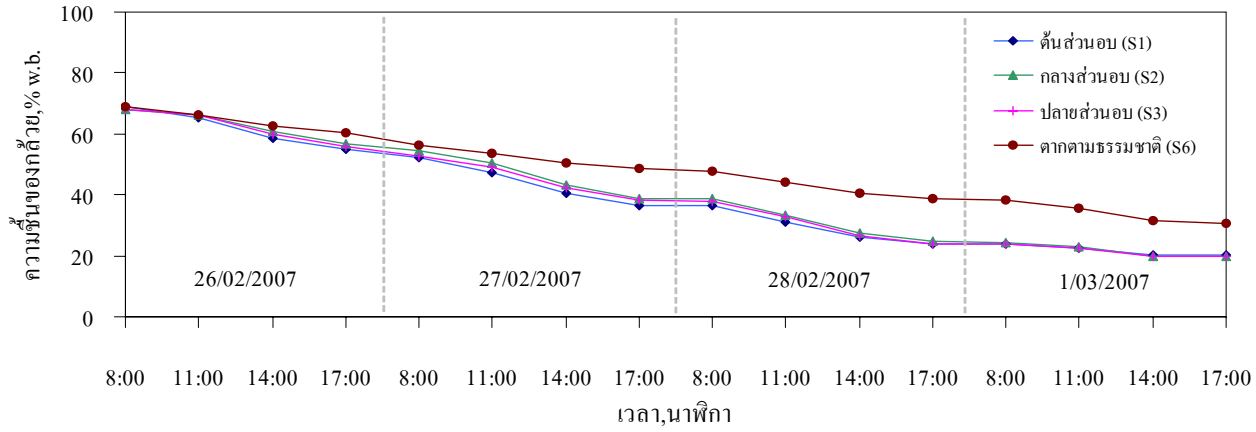


รูปที่ 3.80 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณปลายส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50

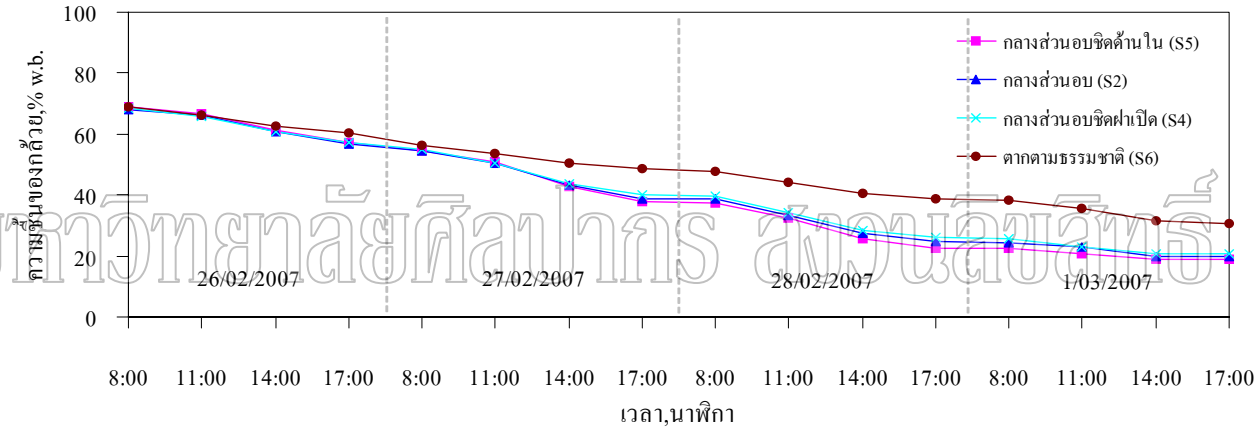


มหาวิทยาลัยศิลปากร ลงวันลงชื่อ

รูปที่ 3.81 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิตามระยะทางของของเครื่องอบแห้ง ณ เวลา 13:00 น. ระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50

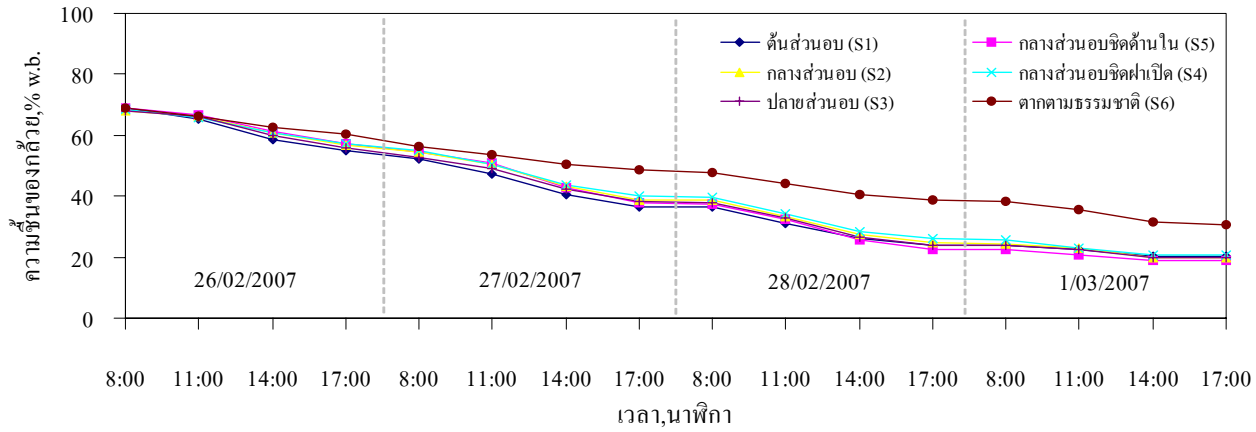


รูปที่ 3.82 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องอบแห้ง ระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50



มหาวิทยาลัยศิลปากร สังวนลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.83 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณกลางส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50



รูปที่ 3.84 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นของกล้วยระหว่างวันที่ 26 ก.พ. 50 – 1 มี.ค. 50

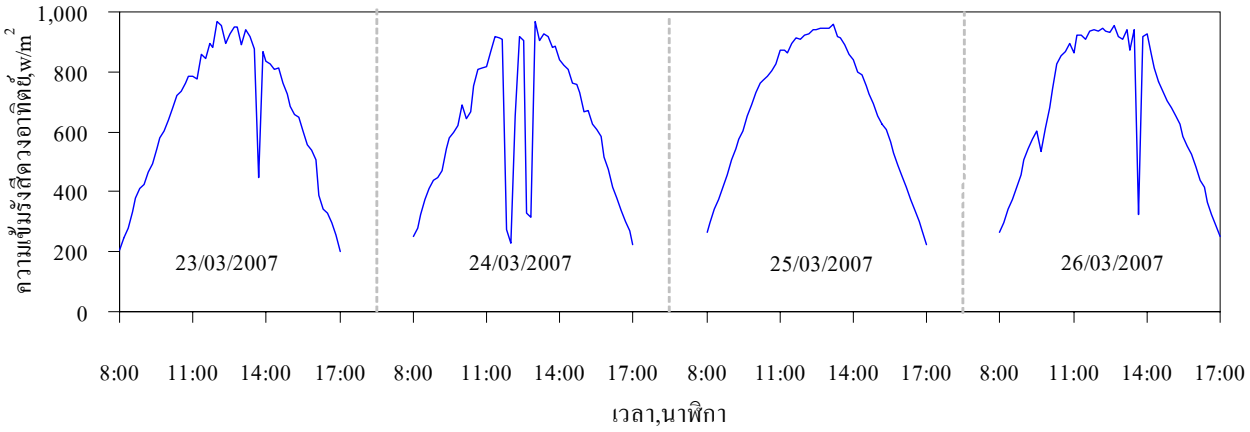
ง) การทดลองครั้งที่ 4 (23 - 26 มีนาคม 2550)

การทดลองครั้งนี้ใช้กล้วยน้ำว้าสุกซึ่งมีมวลของเนื้อกล้วยหลังจากปอกเปลือกแล้ว 100 กิโลกรัม มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 66 %(w.b.) ในช่วงการทดลองสภาพท้องฟ้าโดยทั่วไปนั้นค่อนข้างแจ่มใส มีเมฆเพียงเล็กน้อย โดยมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุด 950 W/m^2 ลักษณะการแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แสดงดังรูปที่ 3.85 ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงที่ทำการทดลองเป็นช่วงฤดูร้อน อุณหภูมิอากาศแวดล้อมจึงมีค่าสูงมีค่าสูงสุดประมาณ 38 องศาเซลเซียสในแต่ละวันไว้ดังรูปที่ 3.86 ส่วนความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมแสดงดังรูปที่ 3.87 โดยในแต่ละวันการแปรค่ากระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและความเร็วลมของพัดลมจะแปรตามค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แสดงดังรูปที่ 3.88 - 3.90 ตามลำดับ

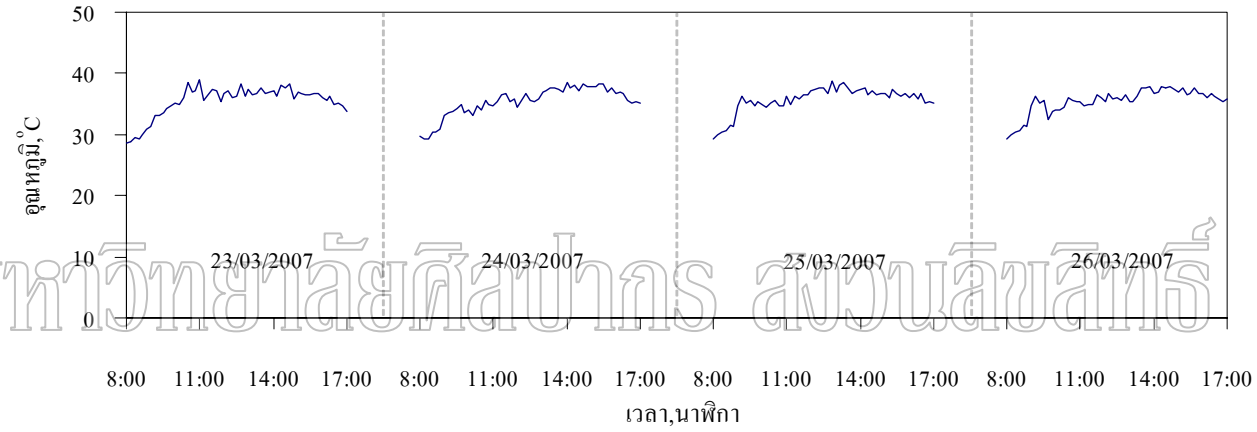
สำหรับการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในเครื่องอบแห้งแสดงรูปที่ 3.91 ซึ่งเมื่อความชื้นในผลผลิตลดลง ความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้งก็จะลดลง เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งพบว่า การแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆ ของส่วนรับรังสีและส่วนอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.92 และ3.93 ตามลำดับ การแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าและออกจากส่วนอบแห้ง ส่วนอุณหภูมิสูงสุดตรงทางออกของส่วนรับรังสี (T5) มีค่าประมาณ 70 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิสูงสุดตรงทางออกของส่วนอบแห้ง (T15) มีค่าประมาณ 60 องศาเซลเซียส เฉพาะในวันแรก แต่จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในวันต่อๆไปของการทดลองซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.94 และอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของบริเวณทางเข้าส่วนอบแห้ง กลางส่วนอบแห้งและปลายส่วนอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.95 – 3.97 ตามลำดับ การแปรค่าอุณหภูมิตามระยะทางของเครื่องอบแห้ง ณ เวลา 13.00 น.แสดงดังรูปที่ 3.98

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ในการทดลองครั้งนี้พบว่าใช้เวลาอบแห้ง 4 วัน ทำให้ความชื้นของกล้วยมีค่าอยู่ประมาณ 20 % ส่วนความชื้นของกล้วยที่ตากตามธรรมชาติมีค่าประมาณ 30 % การแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.99 การแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณกลางส่วนอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.100 และการแปรค่าความชื้นของกล้วยแสดงดังรูปที่ 3.101 ซึ่งจะเห็นว่ากล้วยที่อบแห้งอยู่ภายในเครื่องอบแห้ง ณ ตำแหน่งต่างๆ มีความชื้นไม่ต่างกันมากนัก

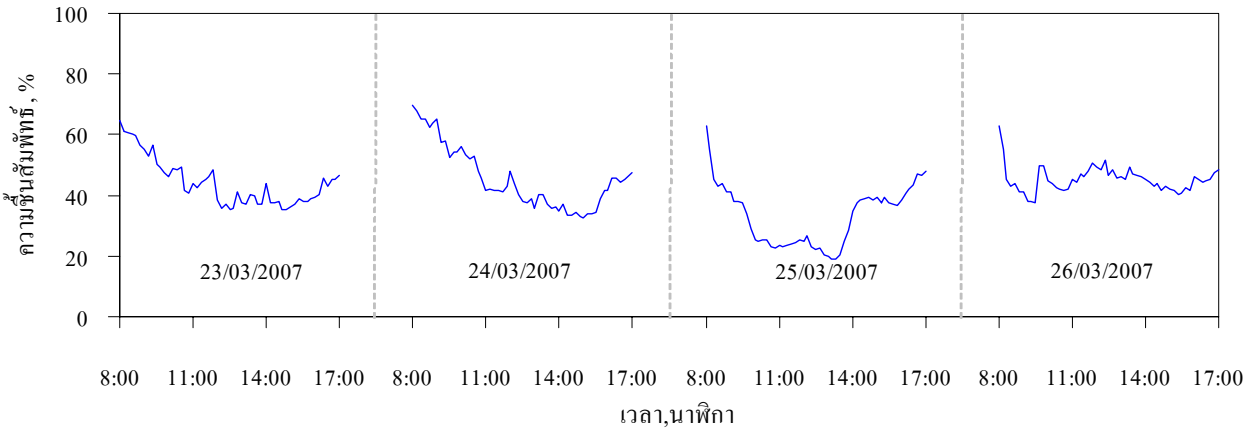


รูปที่ 3.85 กราฟแสดงการแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50

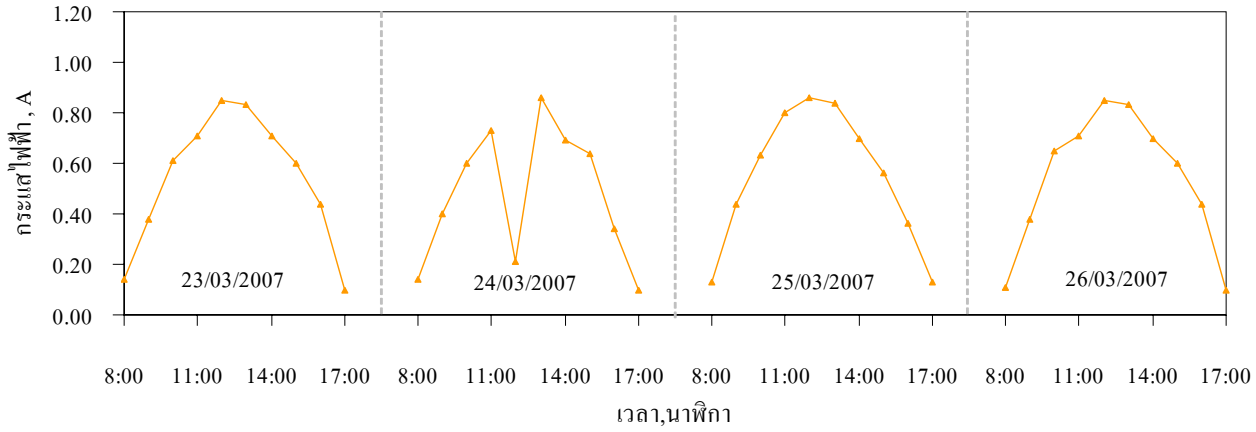


มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

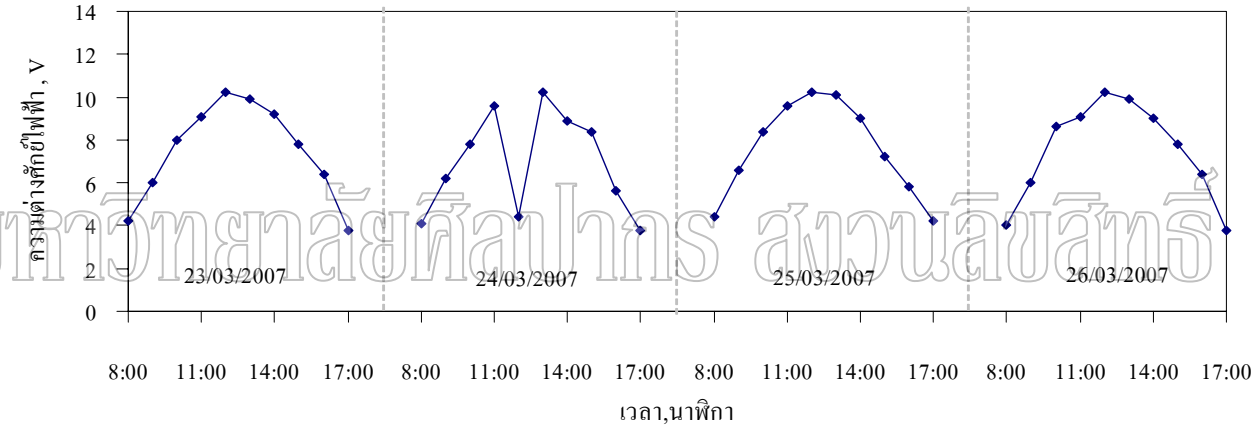
รูปที่ 3.86 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศแวดล้อมระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50



รูปที่ 3.87 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม
ระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50

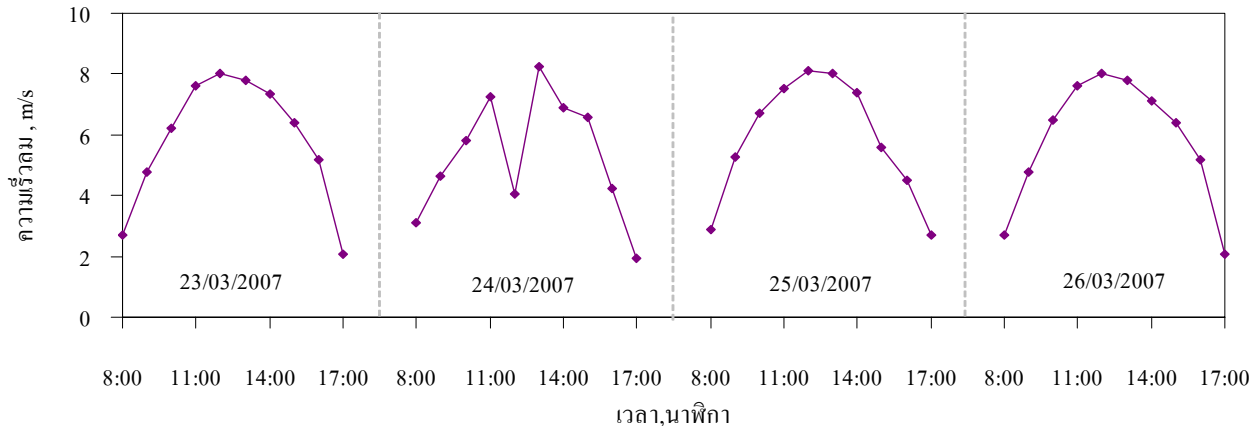


รูปที่ 3.88 กราฟแสดงการแปรค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์
ระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50

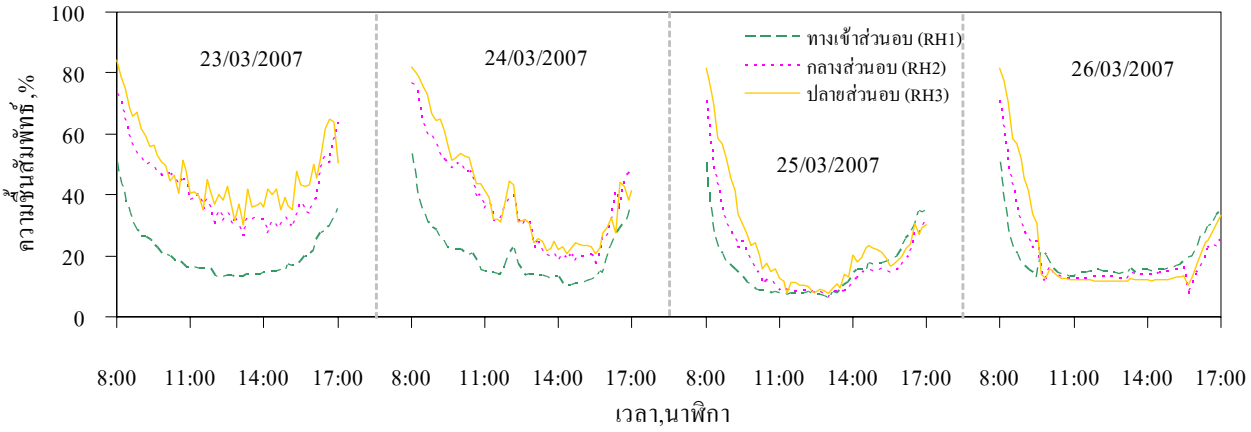


มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

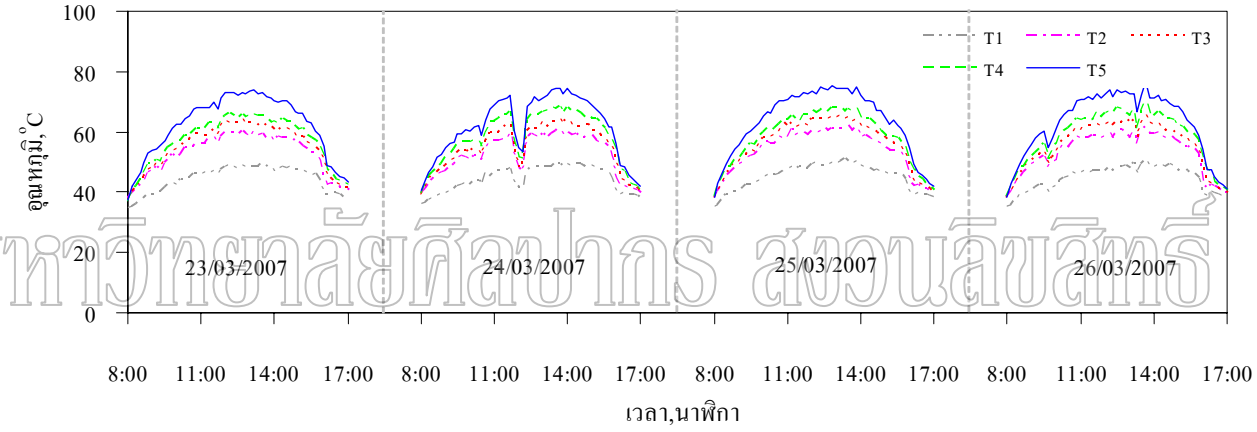
รูปที่ 3.89 กราฟแสดงการแปรค่าความต่างศักย์จากแผงโซลาร์เซลล์
ระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50



รูปที่ 3.90 กราฟแสดงการแปรค่าความเร็วลมของพัดลมขณะดูดอากาศเข้าเครื่องอบ
ระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50

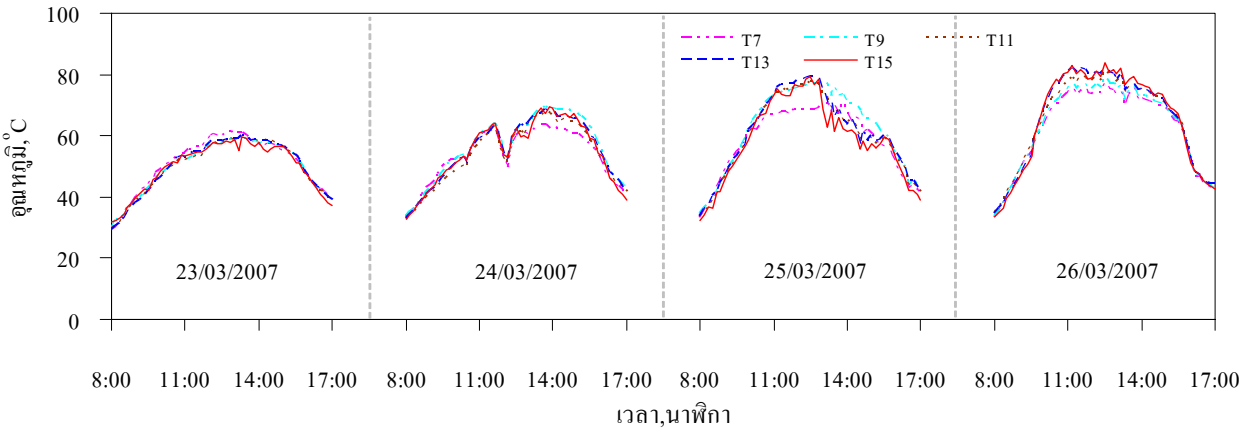


รูปที่ 3.91 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศบริเวณทางเข้าส่วนอบแห้ง กลางส่วนอบแห้ง และบริเวณปลายส่วนอบแห้งระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50

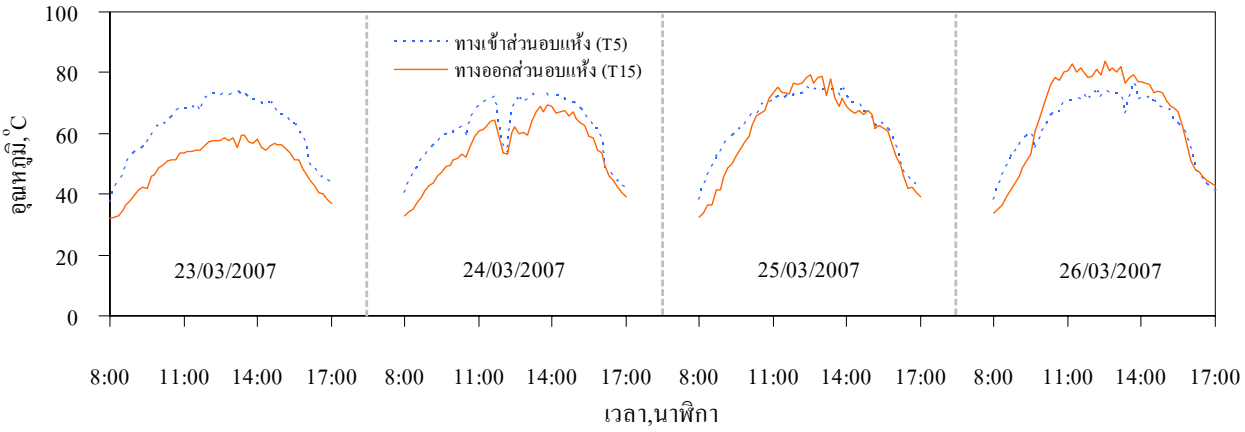


มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

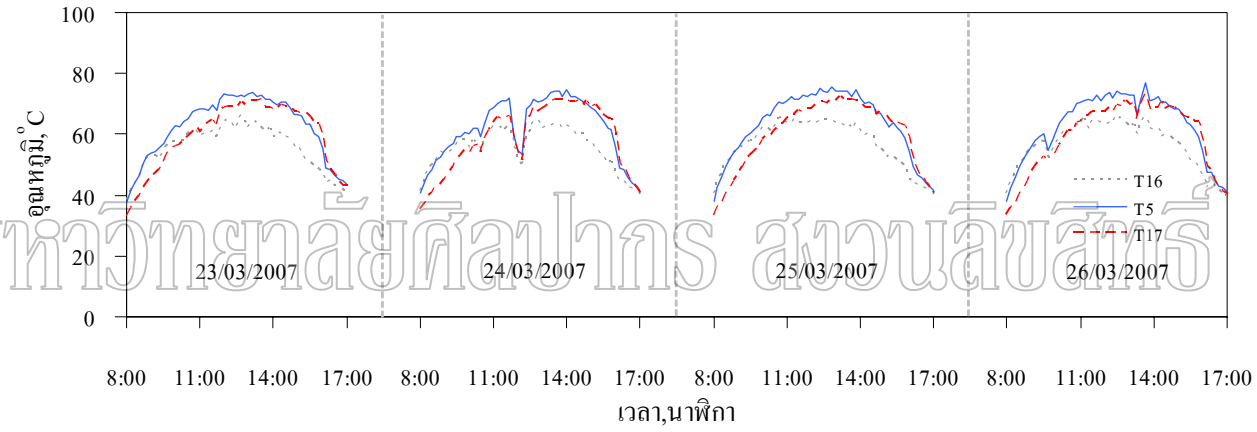
รูปที่ 3.92 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆ ของส่วนรับรังสี ระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50



รูปที่ 3.93 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆ ของส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50

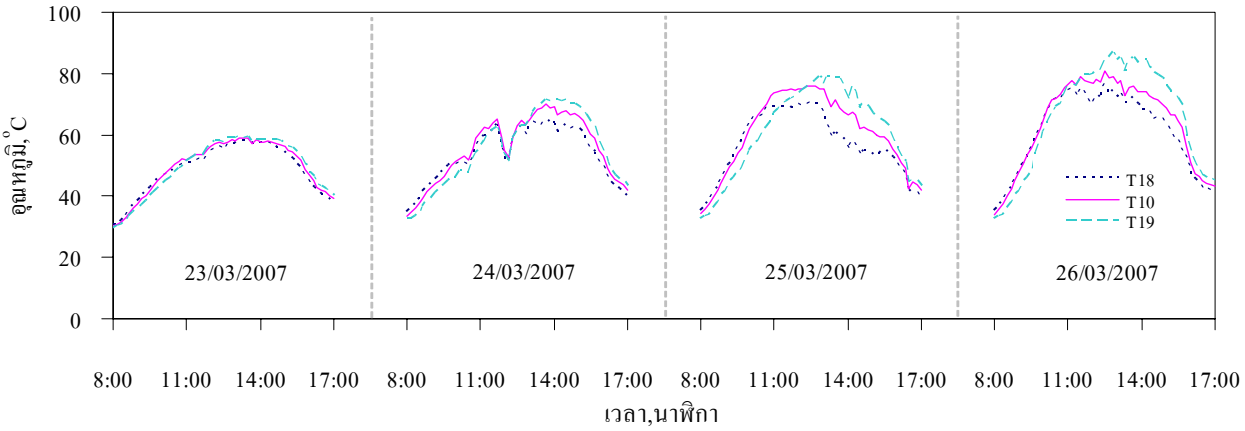


รูปที่ 3.94 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าและออกจากส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50

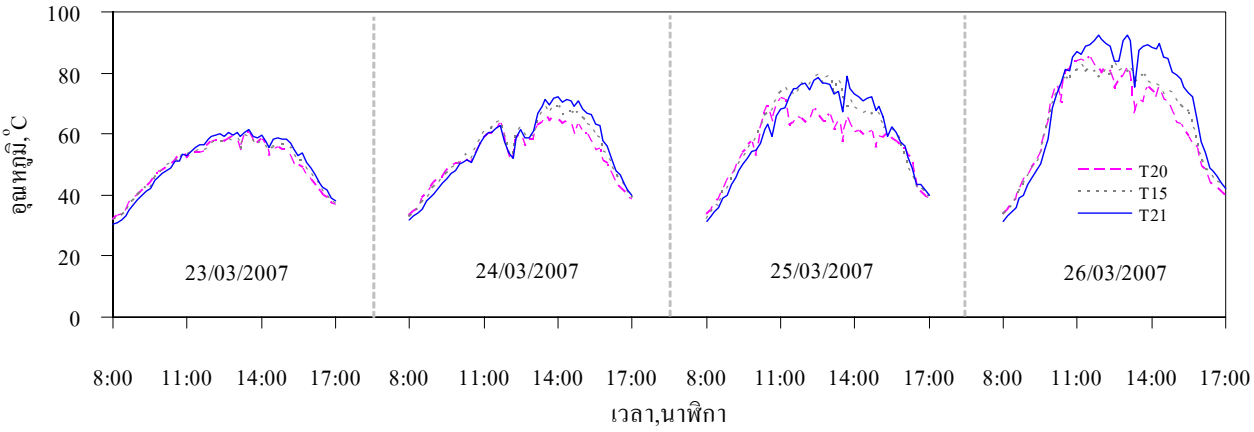


มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

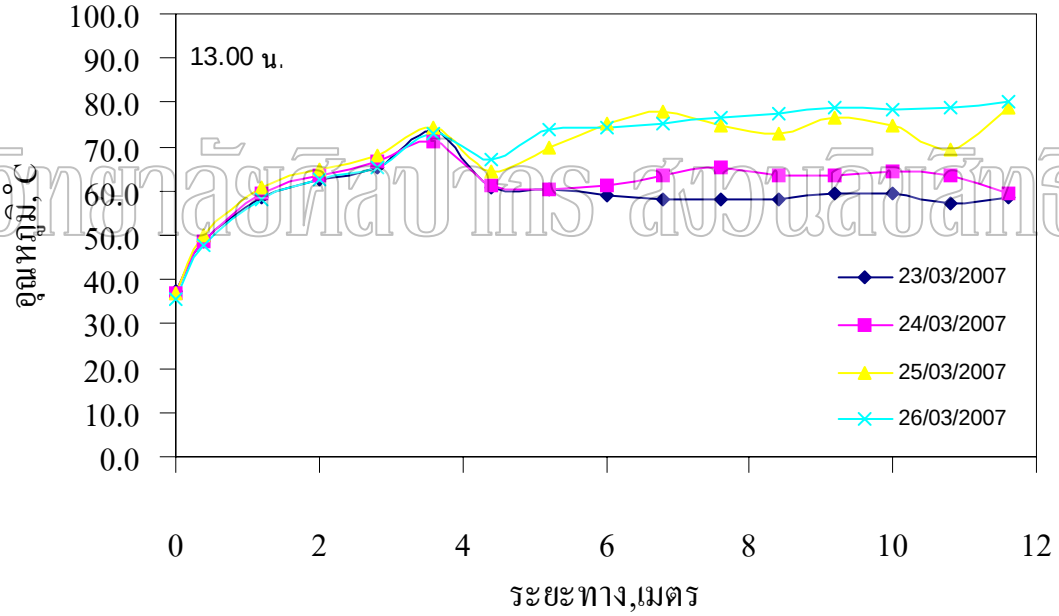
รูปที่ 3.95 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณทางเข้าส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50



รูปที่ 3.96 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณกลางส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50

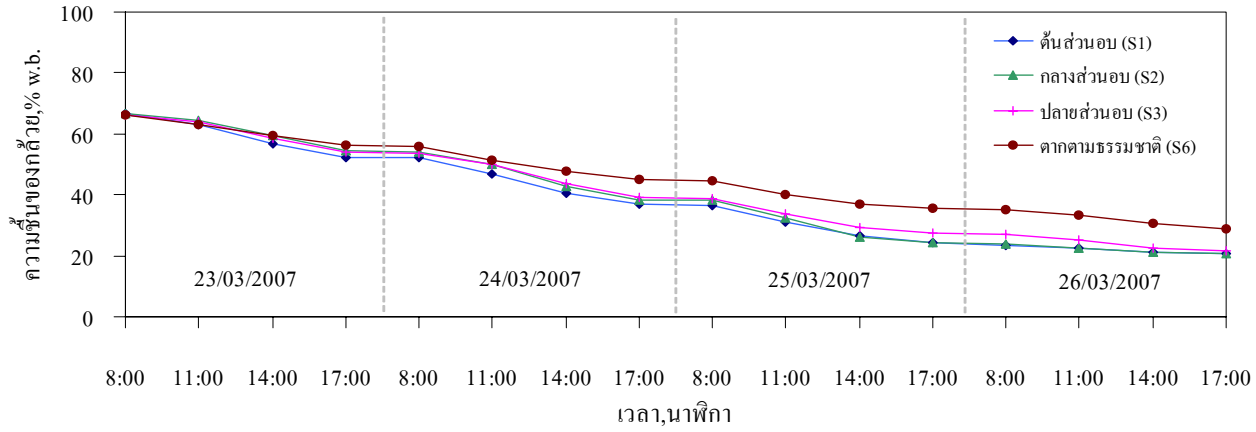


รูปที่ 3.97 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณปลายส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50

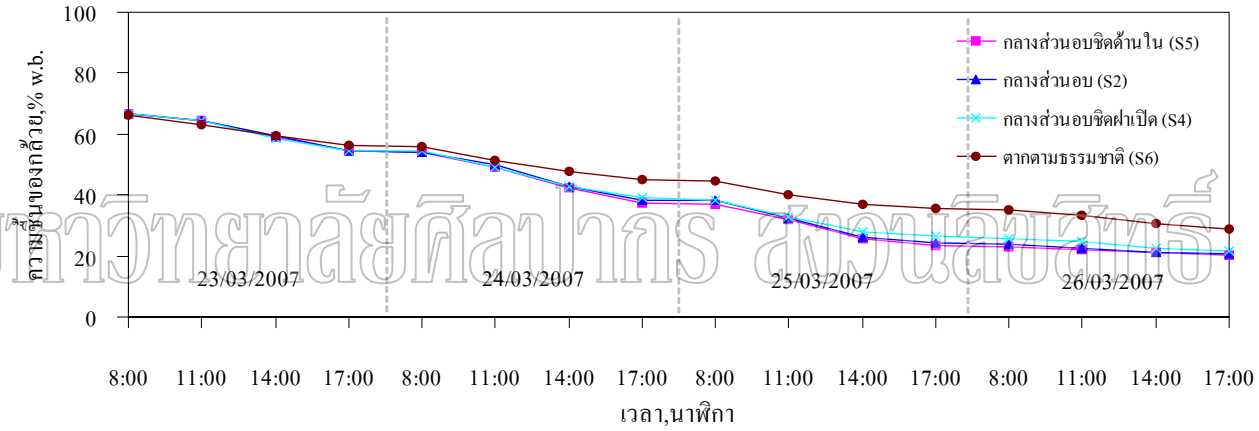


มหาวิทยาลัยศิลปากร ลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.98 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิตามระยะทางของของเครื่องอบแห้ง ณ เวลา 13:00 น. ระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50

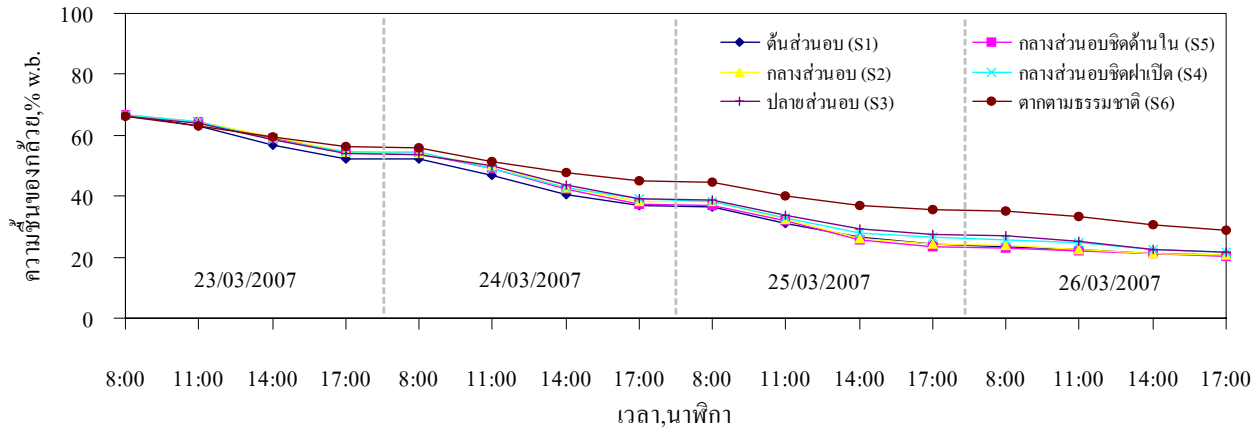


รูปที่ 3.99 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องอบแห้ง ระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50



มหาวิทยาลัยศิลปากร ลงวันลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.100 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณกลางส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50



รูปที่ 3.101 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นของกล้วยระหว่างวันที่ 23 - 26 มี.ค. 50

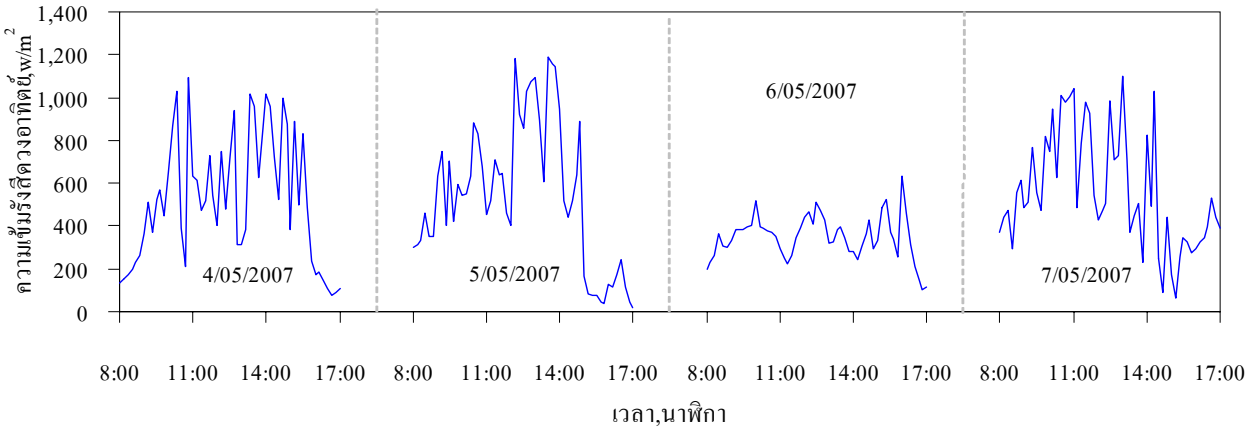
จ) การทดลองครั้งที่ 5 (4 - 7 พฤษภาคม 2550)

การทดลองครั้งนี้ใช้กล้วยน้ำว้าสุกซึ่งมีมวลของเนื้อกล้วยหลังจากปอกเปลือกแล้ว 100 กิโลกรัม มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 66 %(w.b.) ในช่วงการทดลองสภาพท้องฟ้าโดยทั่วไปนั้น มีเมฆมากเนื่องจากเข้าสู่ฤดูฝน โดยมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุด 1150 W/m^2 ลักษณะการแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แสดงดังรูปที่ 3.102 อุณหภูมิอากาศแวดล้อมมีค่าสูงมีค่าสูงสุดประมาณ 33 องศาเซลเซียสในแต่ละวันดังรูปที่ 3.103 ส่วนความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมมีค่าค่อนข้างสูง แสดงดังรูปที่ 3.104 โดยในแต่ละวันการแปรค่ากระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและความเร็วลมของพัดลมจะแปรตามค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แสดงดังรูปที่ 3.105 – 3.107 ตามลำดับ

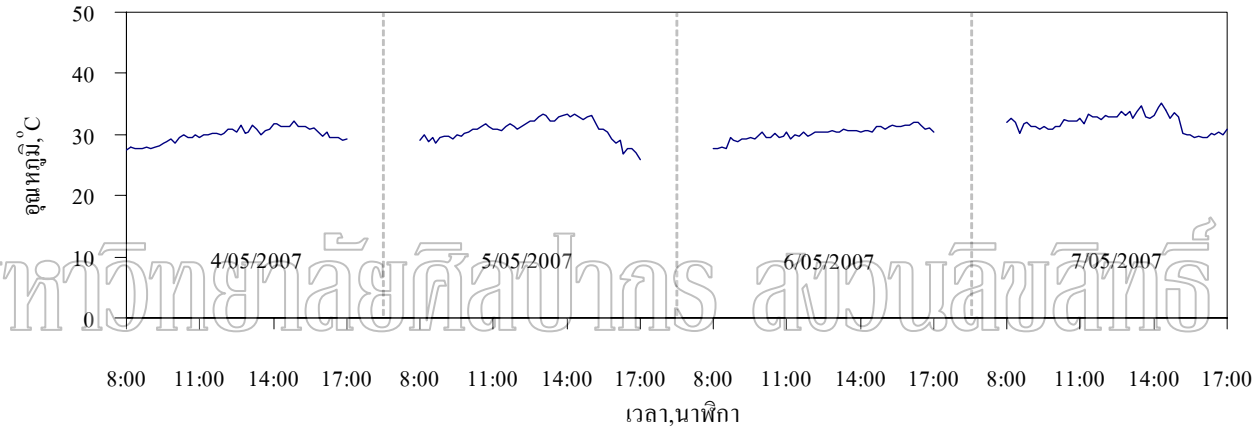
สำหรับการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในเครื่องอบแห้งแสดงรูปที่ 3.108 ซึ่งเมื่อความชื้นในผลผลิตลดลง ความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้งก็จะลดลง เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งพบว่า การแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆ ของส่วนรับรังสีและส่วนอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.109 และ3.110 ตามลำดับ การแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าและออกจากส่วนอบแห้ง ส่วนอุณหภูมิสูงสุดตรงทางออกของส่วนรับรังสี (T5) มีค่าประมาณ 70 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิสูงสุดตรงทางออกของส่วนอบแห้ง (T15) มีค่าประมาณ 50 องศาเซลเซียส เฉพาะในวันแรก แต่จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในวันต่อๆไปของการทดลอง ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.111 และอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของบริเวณทางเข้าส่วนอบแห้ง กลางส่วนอบแห้งและปลายส่วนอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.112 – 3.114 ตามลำดับ การแปรค่าอุณหภูมิตามระยะทางของเครื่องอบแห้ง ณ เวลา 13.00 น.แสดงดังรูปที่ 3.115

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ลิขสิทธิ์

ในการทดลองครั้งนี้พบว่าใช้เวลาอบแห้ง 4 วัน ทำให้ความชื้นของกล้วยมีค่าอยู่ประมาณ 20 % ส่วนความชื้นของกล้วยที่ตากตามธรรมชาติมีค่าประมาณ 30 % การแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.116 การแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณกลางส่วนอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.117 และการแปรค่าความชื้นของกล้วยแสดงดังรูปที่ 3.118 ซึ่งจะเห็นว่ากล้วยที่อบแห้งอยู่ภายในเครื่องอบแห้ง ณ ตำแหน่งต่างๆ มีความชื้นไม่ต่างกันมากนัก

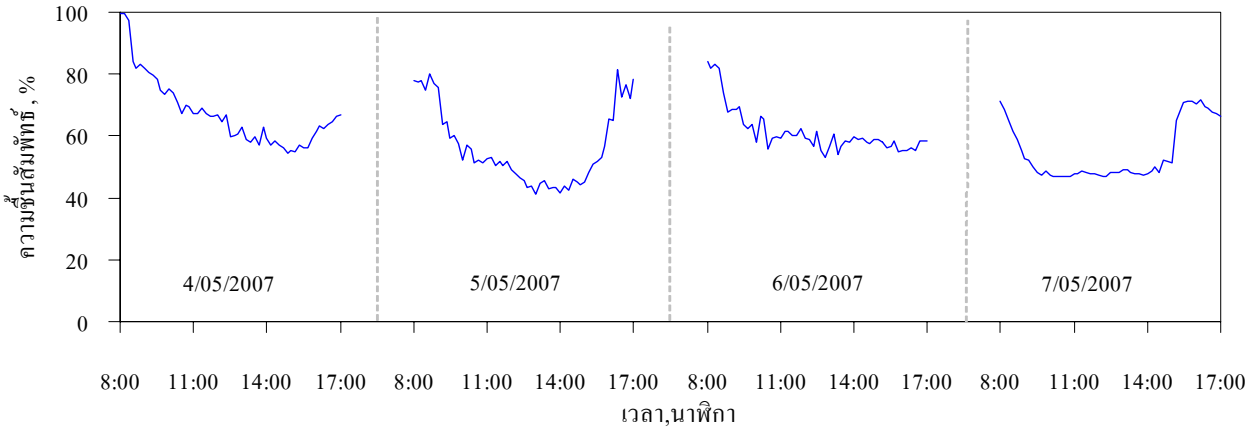


รูปที่ 3.102 กราฟแสดงการแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50

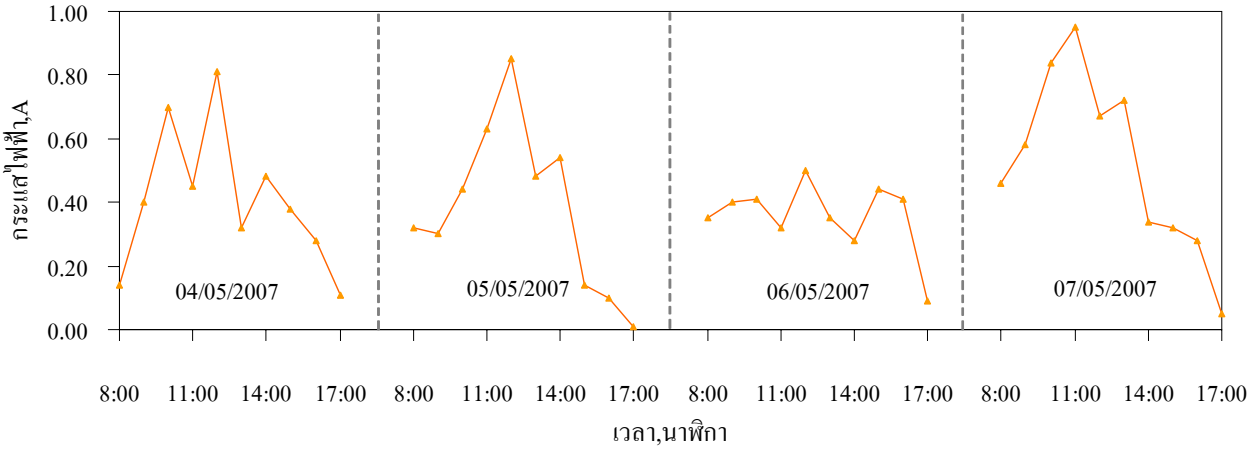


มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

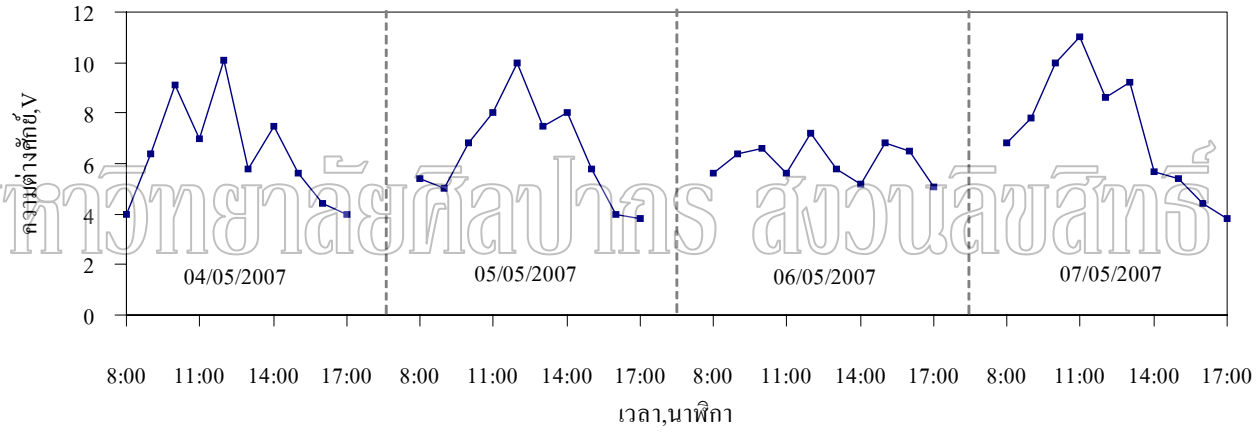
รูปที่ 3.103 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศแวดล้อมระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50



รูปที่ 3.104 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50

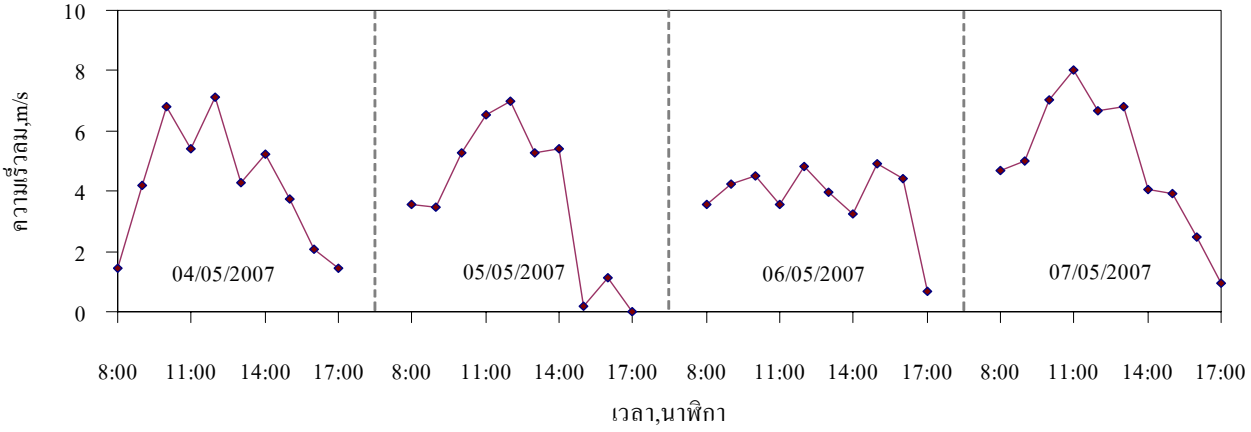


รูปที่ 3.105 กราฟแสดงการแปรค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์
ระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50

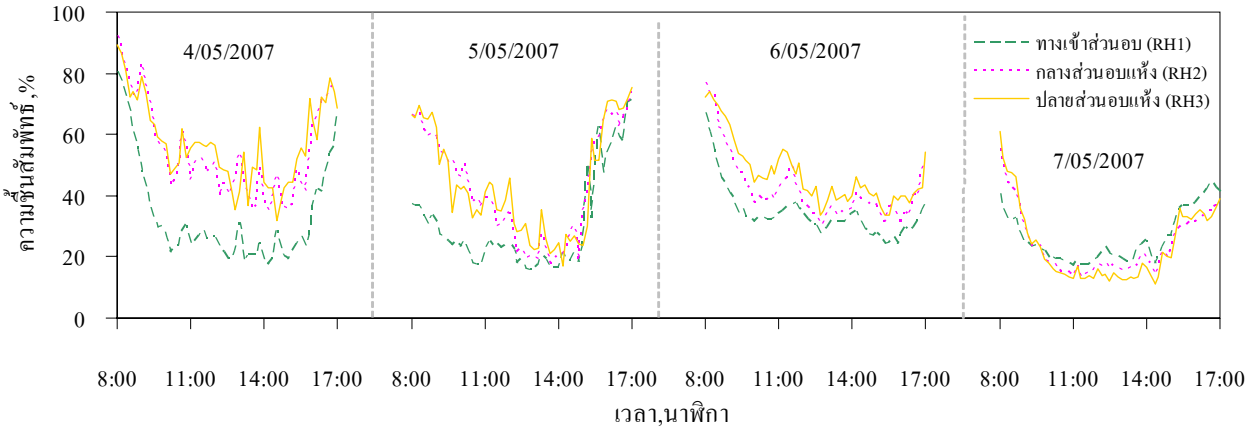


มหาวิทยาลัยศิลปากร ลิขสิทธิ์

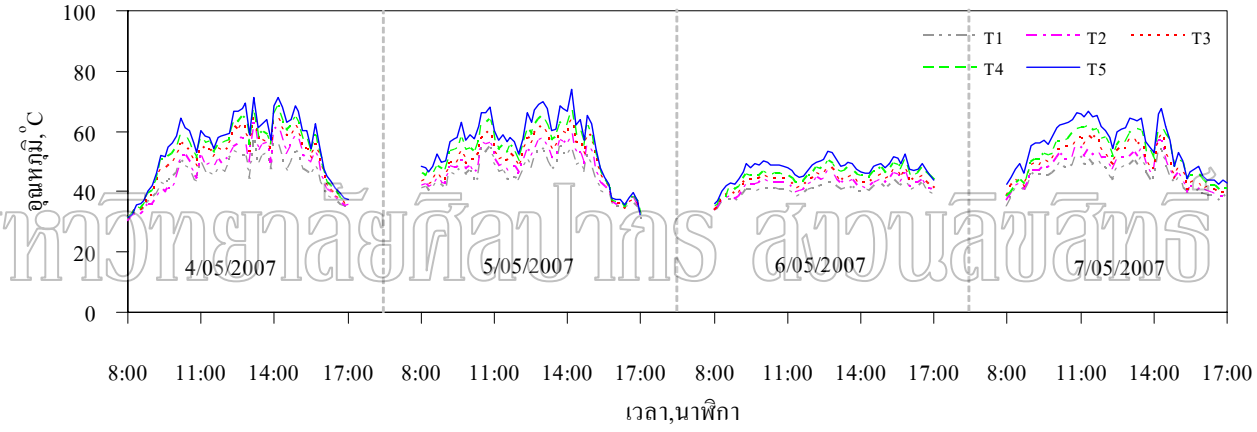
รูปที่ 3.106 กราฟแสดงการแปรค่าความต่างศักย์จากแผงโซลาร์เซลล์
ระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50



รูปที่ 3.107 กราฟแสดงการแปรค่าความเร็วลมของพัดลมขณะดูดอากาศเข้าเครื่องอบ
ระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50

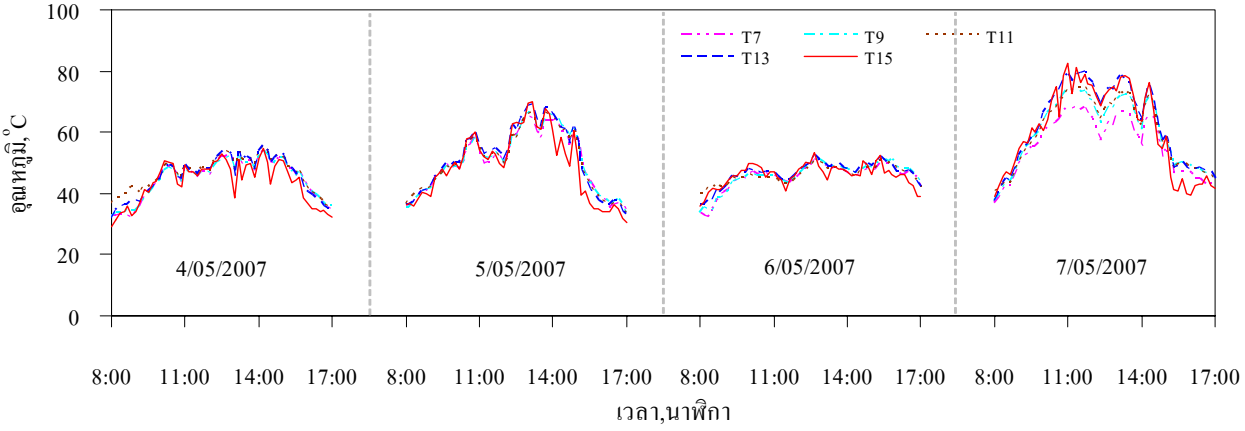


รูปที่ 3.108 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศบริเวณทางเข้าส่วนอบแห้ง กลางส่วนอบแห้ง และบริเวณปลายส่วนอบแห้งระหว่างระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50

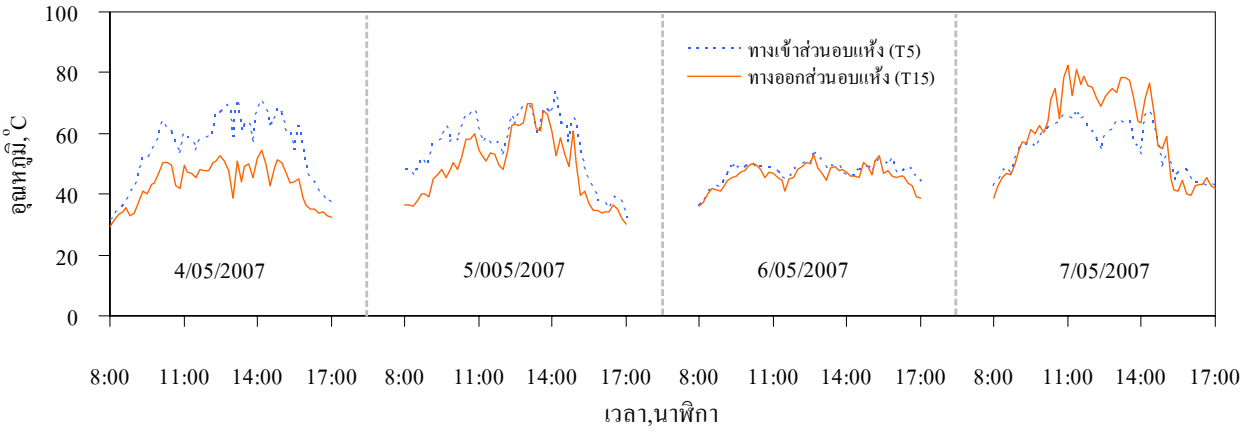


มหาวิทยาลัยศิลปากร ลิขสิทธิ์

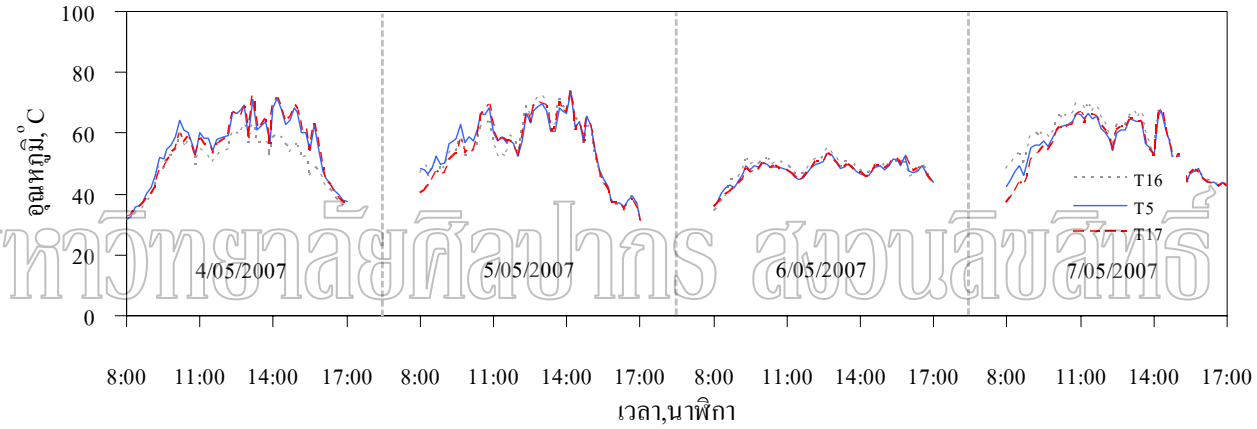
รูปที่ 3.109 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆ ของส่วนรับรังสี ระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50



รูปที่ 3.110 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านจุดต่างๆ ของส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50

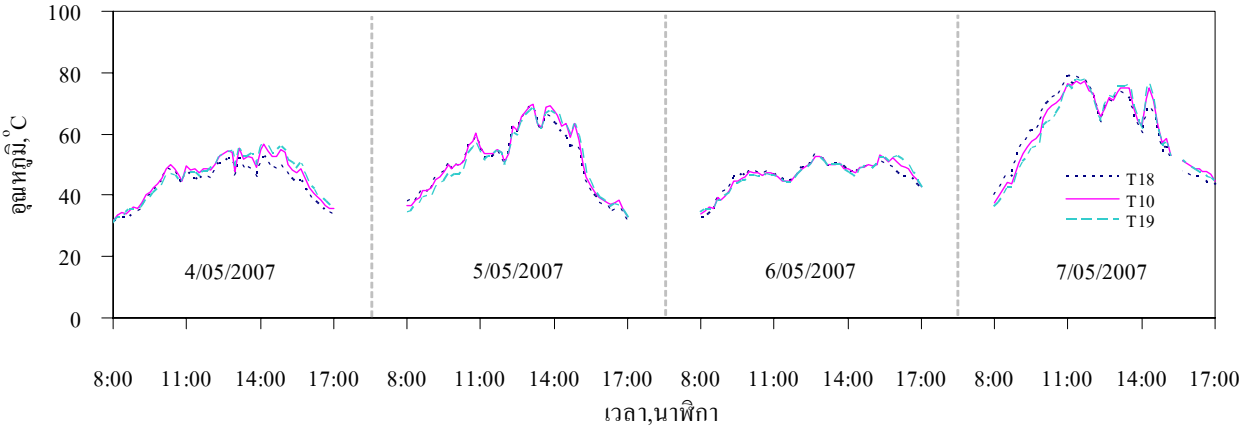


รูปที่ 3.111 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าและออกจากส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50

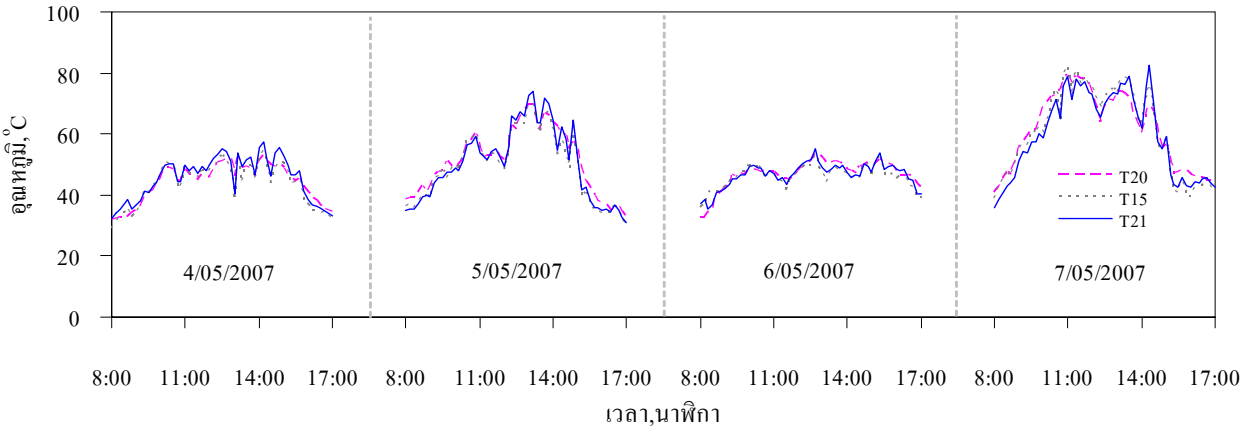


มหาวิทยาลัยศิลปากร ลิขสิทธิ์

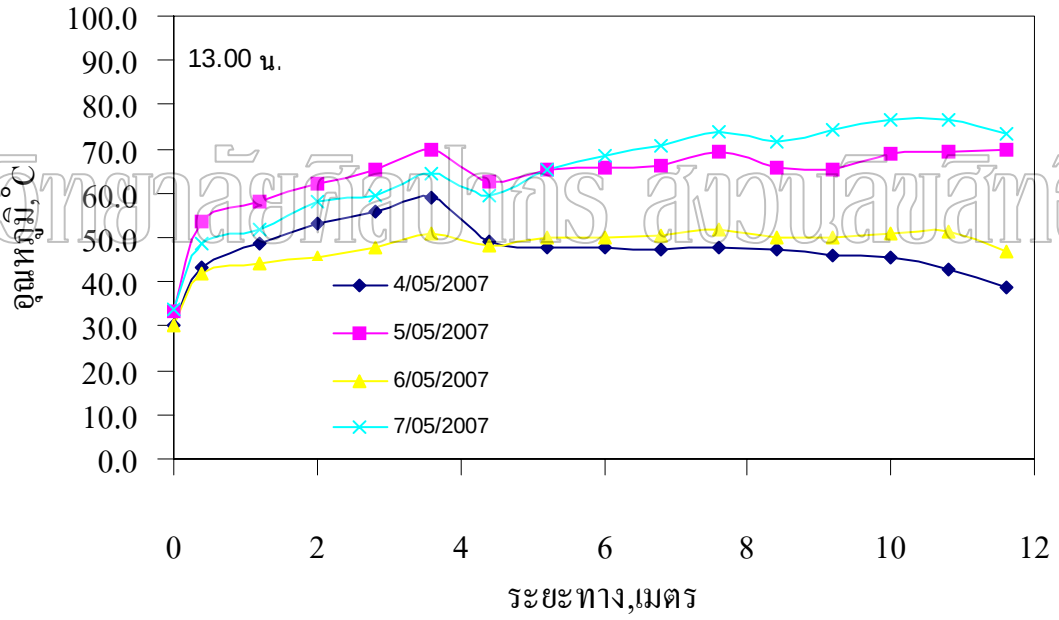
รูปที่ 3.112 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศบริเวณทางเข้าส่วนอบแห้ง ณ ตำแหน่งต่างๆ ระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50



รูปที่ 3.113 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศบริเวณกลางส่วนอบแห้ง ณ ตำแหน่งต่างๆ ระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50

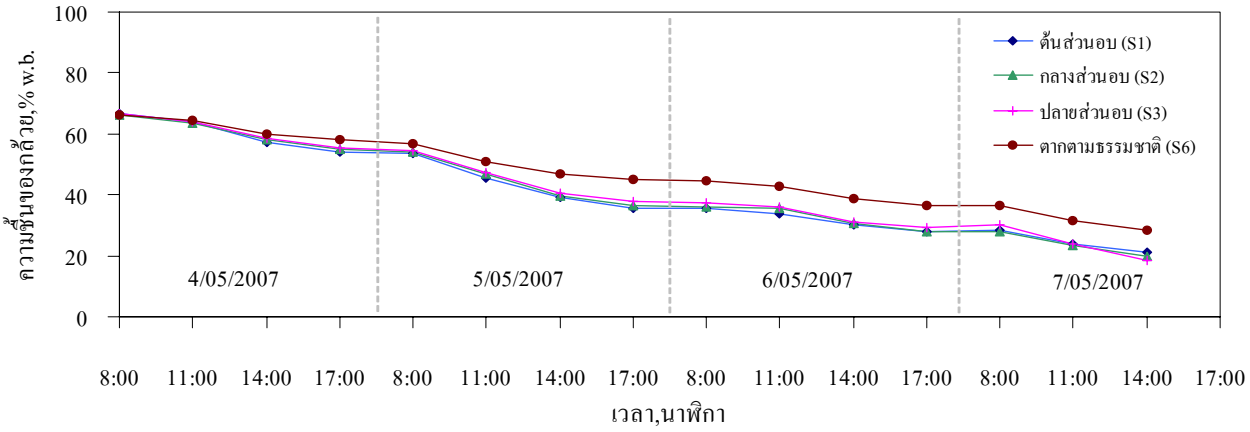


รูปที่ 3.114 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิของอากาศบริเวณปลายส่วนอบแห้ง ณ ตำแหน่งต่างๆ ระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50

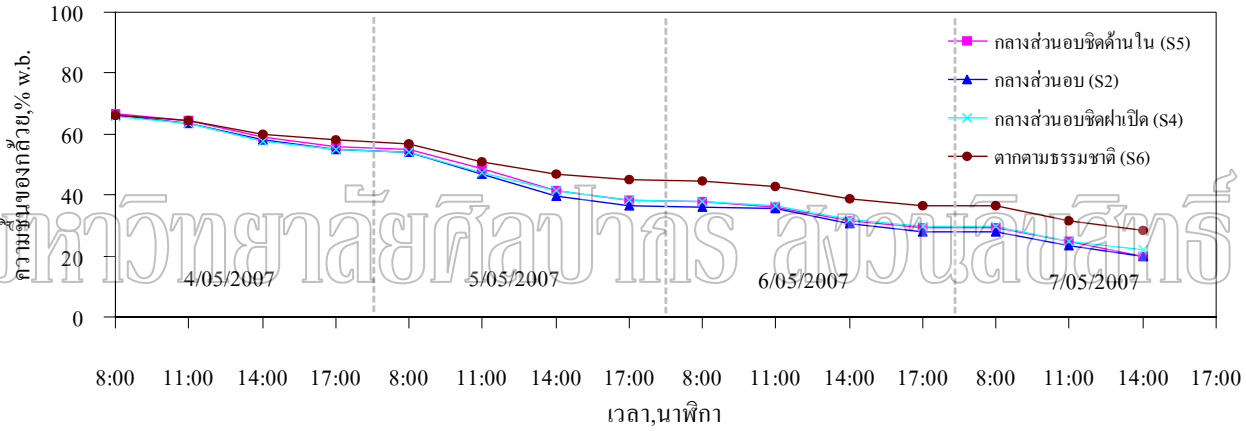


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำนักวิทยบริการ

รูปที่ 3.115 กราฟแสดงการแปรค่าอุณหภูมิตามระยะทางของของเครื่องอบแห้ง ณ เวลา 13.00 น. ระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50

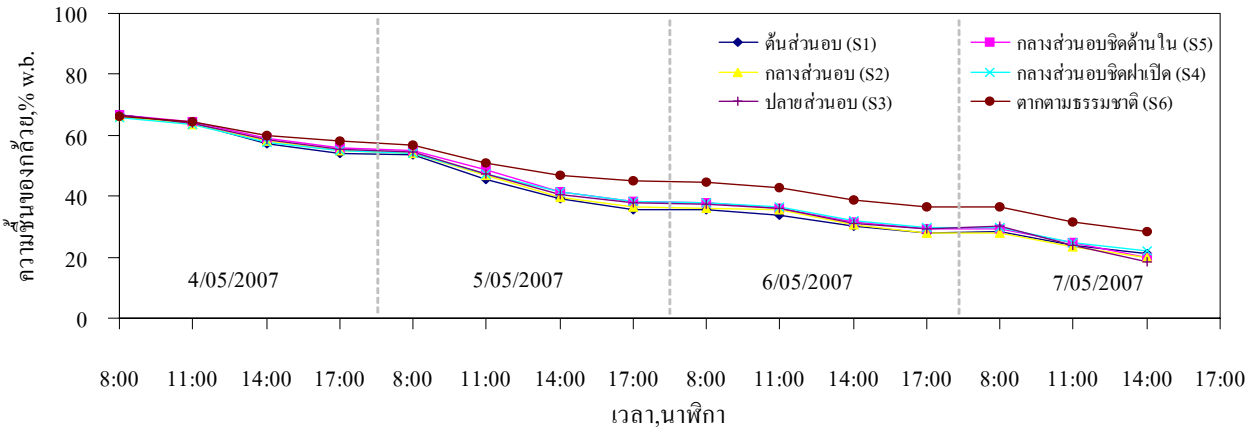


รูปที่ 3.116 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องอบแห้ง ระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50



มหาวิทยาลัยศิลปากร ลงวันลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.117 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นของกล้วย ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณกลางส่วนอบแห้ง ระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50



รูปที่ 3.118 กราฟแสดงการแปรค่าความชื้นของกล้วยระหว่างวันที่ ระหว่างวันที่ 4 – 7 พ.ค. 50