หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปและวิจารณ์

6.1 ผลของการอบกล้วยในเครื่องอบแห้งแบบที่ 1 และแบบที่ 2

การอบกล้วยในเครื่องอบแห้งแบบที่ 1 ด้วยปริมาณกล้วยประมาณ 3 กิโลกรัมต่อตารางเมตรของพื้นที่แผ่นรับแสงพบว่า ใช้เวลาในการทำให้แห้งเป็นกล้วยตาก 2 วันครึ่งถึง 3 วัน ทั้ง ๆที่ปริมาณกล้วยที่ใช้น้อยและความเข้มแสงแดดขณะที่ทำการทดลองมีค่ามาก ผลที่ได้จึงยังไม่ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องจากความร้อนจากแผ่นรับแสงไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์เต็มที่ เพราะแผ่นรับแสงอยู่เหนือตะแกรงตาก เมื่อแผ่นรับแสงร้อนอากาศร้อนจะลอยขึ้น ความร้อนนี้ได้แพร่ลงไปยังตะแกรงตากด้วยแต่อากาศบริเวณตะแกรงตากก็ยังร้อนน้อยกว่าอากาศเหนือแผ่นรับแสง ดังรูปที่ 5.4 - 5.6 ความร้อนที่ไประเหยน้ำจากผลิตผลจึงมีอุณหภูมิไม่สูง

สำหรับการอบกล้วยในเครื่องอบแห้งแบบที่ 2 ด้วยน้ำหนัก 4.71 และ 3.03 กิโลกรัมต่อตารางเมตรของพื้นที่แผ่นรับแสง แต่ละชุดไม่ได้อบจนเป็นกล้วยตากเพราะผลการตากในเครื่องอบเทียบกับการตากธรรมดานอกเครื่องอบยังไม่ดี ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มแสงแดดในขณะที่ทำการทดลองมีค่าน้อย บางขณะมีฝนตกเล็กน้อยทำให้อุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆในเครื่องอบไม่สูง (ดูรูปที่ 5.11 - 5.14) แต่ถึงแม้ว่าความเข้มแสงแดดมีค่ามาก อุณหภูมิในเครื่องอบก็คงไม่สูงนักเพราะ

ก. กระจกและแผ่นรับแสงอยู่ห่างกันมากเกินไป ทำให้มีการสูญเสียความร้อนผ่านกระจกโดยการพาและการนำ

ข. ด้านข้างและด้านล่างของส่วนรับแสงไม่ได้หุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน ความร้อนส่วนหนึ่งจึงสูญเสียไปทางด้านล่างและด้านข้าง

ค. ปริมาตรของตู้อบที่สร้างเพิ่มเติมใหญ่เกินไปเมื่อเทียบกับพื้นที่แผ่นรับแสง ต้องแก้ไขโดยเพิ่มพื้นที่แผ่นรับแสงหรือลดปริมาตรของตู้อบ

6.2 ผลของการอบผลิตผลในเครื่องอบแห้งแบบที่ 3

จากข้อบกพร่อง 3 ประการข้างต้น จึงได้สร้างเครื่องอบแห้งขึ้นใหม่และทดลองอบกล้วยน้ำว้าด้วยน้ำหนักต่อพื้นที่แผ่นรับแสงต่าง ๆ กัน สรุปได้ผลว่า

6.2.1 จากรูปที่ 5.17 - 5.21 จะได้ว่าเมื่ออบกล้วยจำนวนน้อยใช้เวลาในการทำให้แห้ง 2 วัน และตากธรรมดานอกเครื่องอบใช้เวลา 4 วัน เมื่ออบกล้วยจำนวนมากขึ้นเวลาในการทำให้แห้งจะมากขึ้นเป็น 2 วันครึ่ง และเมื่ออบกล้วยจำนวนมากขึ้นอีก คือน้ำหนัก 12.16 กิโลกรัมต่อตารางเมตร พบว่าใช้เวลาพอ ๆ กับการตากนอกเครื่องอบ แสดงว่าน้ำหนักกล้วยที่ให้ผลดีคือที่ 10.1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร สำหรับที่ 12.16 กิโลกรัมต่อตารางเมตรซึ่งใช้เวลาในการอบแห้งพอ ๆ กับเมื่อตากนอกเครื่องอบ อาจเนื่องมาจากปริมาณกล้วยมากเกินไป เพราะในการอบกล้วยชุดนี้วันแรกจำนวนกล้วยที่วางบนตะแกรงเต็มพอดี 3 ชั้น หลังจากอบแล้ว 1 วัน นำกล้วยมาทับให้แบน ปรากฏว่าพื้นที่ตะแกรงทั้ง 3 ชั้นไม่พอวางกล้วย จึงต้องวางซ้อนกันเล็กน้อยทำให้การไหลของอากาศผ่านชั้นต่าง ๆ ของกล้วยไม่สะดวก การแห้งจึงช้าลง อนึ่งโดยปกติแล้วกล้วยที่ตากกลางแจ้งจะใช้เวลาประมาณ 5 วัน[1] แต่ในการทดลองนี้ใช้เวลาเพียง 4 วัน อาจเนื่องมาจากสถานที่ทำการทดลองอยู่บนชั้น 4 ซึ่งมีลมแรงทำให้น้ำระเหยจากกล้วยเร็วกว่าปกติ

6.2.2 จากรูปที่ 5.22 - 5.25 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิอากาศในตู้อบมีความสัมพันธ์กับปริมาณกล้วยในตู้อบ อุณหภูมิของแผ่นรับแสงและอุณหภูมิอากาศเหนือแผ่นรับแสงของทั้ง 4 รูป มีค่าใกล้เคียงกัน แต่อุณหภูมิอากาศในตู้อบตรงใกล้ทางออกเมื่อมีปริมาณกล้วยน้อยมีค่าสูงกว่าเมื่อมีปริมาณกล้วยมากประมาณ 15 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อมีกล้วยปริมาณมากความชื้นในตู้อบมีค่าสูง ความร้อนจากแผ่นรับแสงถูกนำมาใช้ระเหยน้ำออกจากกล้วยมากขึ้น ทำให้อุณหภูมิอากาศใกล้ทางออกมีค่าลดลง แม้ว่าอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าตู้อบจะสูงเกิน 100 องศาเซลเซียส แต่เมื่อเข้าตู้อบแล้วอุณหภูมิจะต่ำลงเพราะมีการถ่ายเทของอากาศและการนำอากาศร้อนไประเหยน้ำออกจากกล้วย จากรูปทั้งสี่แสดงว่าผิวกล้วยมีอุณหภูมิไม่เกิน 80 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศในส่วนที่ใช้อบของเครื่องอบแห้งแบบที่ 3 สูงกว่าแบบที่ 1 และ 2 ประมาณ 2 เท่า ดังนั้นการแห้งของกล้วยในเครื่องแบบที่ 3 จึงดีกว่าแบบที่ 1 และ 2

6.2.3 จากรูปที่ 5.32 - 5.42 แสดงว่าอัตราการแห้งแบ่งได้เป็น 3 ระยะ คือ ระยะแรกอัตราการแห้งจะค่อย ๆ สูงขึ้นเมื่อเวลามากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากตู้อบต้องใช้เวลาในการอุ่นอากาศในตู้ให้ร้อน ระยะที่สองอัตราการแห้งจะมีค่ามากที่สุดเพราะเป็นระยะที่ความเข้มแสงแดดมีค่าสูงขึ้นและอุณหภูมิอากาศในตู้อบเข้าสู่สมดุลย์แล้ว สำหรับระยะสุดท้ายอัตราการแห้งจะค่อย ๆ ลดลง แม้ว่าเวลาในช่วงต้น ๆ ของระยะสุดท้าย ความเข้มแสงแดดมีค่ามากที่สุด แต่ผิวกล้วยเริ่มจะแห้งเพราะอัตราการส่งผ่านของความชื้นจากภายในกล้วยช้ากว่าอัตราการระเหยของน้ำที่ผิวกล้วย ดังนั้นอัตราการแห้งจึงค่อย ๆ ลดลง ในการอบกล้วยวันที่สองของแต่ละชุดลักษณะกราฟของอัตราการแห้งจะคล้ายวันแรก ทั้งนี้เพราะหลังจากสิ้นสุดการอบกล้วยวันแรกคือเมื่อหมดแสงแดดแล้ว อุณหภูมิอากาศในตู้อบจะค่อย ๆ ลดต่ำลงจนมีค่าเท่ากับอุณหภูมิอากาศภายนอก อัตราการระเหยของน้ำที่ผิวกล้วยจะช้าลงทำให้อัตราการส่งผ่านความชื้นจากภายในมายังผิวกล้วยได้ทัน ผิวกล้วยจึงเริ่มเปียกชื้นอีกเหมือนวันแรกก่อนเข้าตู้อบ ลักษณะของกราฟในแต่ละวันจึงคล้ายกัน แต่อัตราการแห้งจะลดลงกว่าวันแรก สำหรับชุดที่มีการอบวันที่สามด้วย ลักษณะของกราฟก็เหมือนวันแรกเช่นกัน

6.2.4 จากรูปที่ 5.31 ได้ผลว่าประสิทธิภาพของเครื่องอบมีค่าสูงขึ้นเมื่อปริมาณกล้วยมากขึ้นเพราะความร้อนจากแผ่นรับแสงได้นำมาใช้ประโยชน์เต็มที่ จากกราฟจะได้ว่าประสิทธิภาพของเครื่องอบดีที่สุดเมื่อน้ำหนักกล้วยเท่ากับ 12.16 กิโลกรัมต่อตารางเมตร แต่แห้งช้ากว่าที่ 10.08 กิโลเมตรต่อตารางเมตร ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเพียงเล็กน้อย ดังนั้นสรุปได้ว่าเมื่ออบกล้วยด้วยน้ำหนัก 10.08 กิโลกรัมต่อตารางเมตรจะให้ผลดีทั้งในด้านเวลาและประสิทธิภาพ

ผลของการอบถั่วในเครื่องอบแห้งแบบที่ 3 ได้ผลไม่ใคร่ดี อาจเนื่องมาจากตะแกรงตากถั่วต้องเป็นชนิดรูตะแกรงเล็กมาก ๆ เพื่อว่าเวลาใส่ถั่วจะได้ไม่หล่น ตะแกรงตากถั่วในการทดลองนี้ใช้ตะแกรงตากกล้วย 2 แผ่นวางซ้อนกันระหว่างกลางเป็นแผ่นมุ้งลวด เหตุที่ต้องใส่แผ่นมุ้งลวดเพราะแม้ว่าใช้ตะแกรงตากกล้วย 2 แผ่นวางซ้อนให้ช่องว่างเหลื่อมกันแล้ว เวลาใส่ถั่วก็ยังลอดผ่านรูได้ ผลจากการใส่แผ่นมุ้งลวดทำให้การไหลของอากาศผ่านชั้นอบถั่วไม่สะดวก ความหนาของถั่วในแต่ละชั้นก็มีผลต่อการไหลของอากาศ ถ้าความหนาของถั่วมากการไหลของอากาศย่อมไม่ดี แม้ว่าอุณหภูมิในตู้อบจะสูงแต่ความชื้นในตู้ไม่ระบายออก การ

แห้งย่อมช้าลง สรุปได้ว่าถ้าจะอบถั่วจะต้องหาตะแกรงชนิดที่มีรูเล็กพอที่ถั่วไม่สามารถลอดผ่านรูได้ แต่อากาศผ่านได้สะดวก และปริมาณถั่วในแต่ละชั้นไม่หนา ดังนั้นการอบถั่วปริมาณมากทำได้โดยทำชั้นหลาย ๆ ชั้น

เครื่องอบแห้งสามารถใช้อบผลิตผลอย่างอื่นเช่น เนื้อเค็ม แต่ลักษณะการวางเนื้อเค็ม ไม่ควรวางแผ่แบบกล้วยตาก เพราะในกรณีปริมาณเนื้อมากการระบายอากาศจะไม่ดี ดังนั้นในตู้ควรทำเป็นราวและแขวนเนื้อในแนวตั้ง

สรุปได้ว่าการใช้ตู้อบกับผลิตผลอะไรก็ตามควรคำนึงถึงลักษณะของผลิตผล ว่าจะวางอย่างไรจึงไม่กั้นการไหลของอากาศที่ผ่านผลิตผล

6.3 ผลของการศึกษาวิธีวัดการไหลของอากาศในเครื่องอบแห้งแบบที่ 3

การแห้งของผลิตผลในตู้อบนอกจากจะขึ้นกับอุณหภูมิแล้ว ยังขึ้นกับการไหลของอากาศในตู้อบอีกด้วย การไหลของอากาศในตู้อบช้ามาก เครื่องมือวัดความเร็วลมธรรมดาไม่สามารถวัดได้ และสภาพโครงสร้างของตู้อบทำให้ขอบเขตการวัดมีจำกัด เครื่องมือที่ใช้วัดควรอยู่นอกตู้อบเพื่ออ่านค่าได้สะดวก แต่ไม่ถูกรบกวนโดยลมภายนอก ผู้ทดลองได้ใช้วิธีการต่าง ๆ วัดการไหลของอากาศในเครื่องอบแห้งแบบที่ 3 ดังนี้คือ

6.3.1 ใช้ควันจากกาบมะพร้าว โดยใส่กาบมะพร้าวในกระป๋อง เจาะช่องให้ควันออก นำไปจ่อที่ทางอากาศเข้าคือชั้นระหว่างกระจก จับเวลาตั้งแต่ควันเริ่มเข้าจนกระทั่งควันลงช่องลม วัดระยะจากปากทางเข้าจนถึงช่องลมหารด้วยเวลา ทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง ได้ความเร็วเฉลี่ย 6 เซนติเมตรต่อวินาที เมื่อคูณด้วยพื้นที่ช่องว่างระหว่างกระจกคือ 39.5 x 1.7 ตารางเซนติเมตร ได้ค่าเท่ากับ 402.9 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที นั่นคือการไหลของอากาศในเครื่องอบประมาณ 400 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที เวลาที่ทำการทดลองประมาณ 12.30 น. ซึ่งเป็นเวลาที่ความเข้มแสงแดดค่อนข้างมากที่สุดในแต่ละวัน

6.3.2 ใช้แผ่นฟองสบู่ [19] (Soap film method) ซึ่งเป็นวิธีวัดความเร็วลมน้อย ๆ ทดลองโดยใช้หลอดแก้วยาวประมาณ 70 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 8 มิลลิเมตร จุ่มฟองสบู่จะเกิดฟองเป็นแผ่นบางในหลอดแก้ว เมื่อมีอากาศผ่านหลอดแก้วจะดันแผ่นฟองสบู่ให้เคลื่อน จับเวลาที่แผ่นฟองสบู่เคลื่อนที่ในระยะทางอันหนึ่งก็จะหาความเร็วได้

การทดลองได้วัดความเร็วของอากาศที่ออกจากตู้อบโดยจ่อหลอดแก้วอันหนึ่งที่ช่องระบายอากาศออกให้แกนของหลอดแก้วอยู่ในแนวระดับ ขณะที่ทดลองเปิดช่องระบายอากาศ 7 ช่อง โดยแต่ละช่องทำให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่าหลอดแก้ว วัดความเร็วหลาย ๆ ครั้ง ได้ความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 0.65 เซนติเมตรต่อวินาทีเมื่อคูณพื้นที่ของช่องระบายทั้งหมดจะได้ว่า อากาศออกจากตู้อบด้วยอัตรา 2.29 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที เวลาที่ทำการทดลองประมาณ 12.45 น. วันเดียวกันกับการวัดโดยใช้ควัน

การวัดโดย 2 วิธีดังกล่าวนี้ ได้ทำการทดลองอยู่หลายวันในเวลาประมาณเที่ยงเศษเช่นเดียวกัน ข้อมูลที่ได้ในแต่ละวันมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลในหัวข้อ 6.3.1 และ 6.3.2

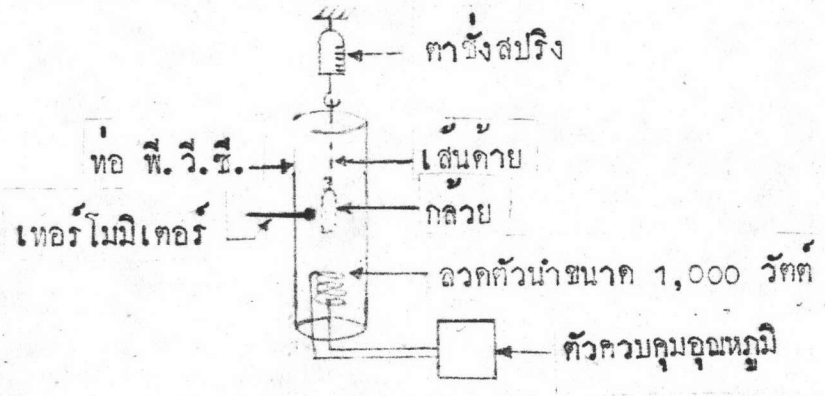
ผลการทดลองของทั้ง 2 วิธีจะได้ว่า อัตราการไหลของอากาศเมื่อวัดตอนเช้ามีค่ามากกว่าตอนออก 200 เท่า ซึ่งเป็นไปไม่ได้ ถึงแม้ว่าจะใช้วิธีวัดต่างกัน ค่าที่ได้ก็ไม่ควรต่างกันมากเช่นนี้ แสดงว่าค่าที่วัดได้จากวิธีหนึ่งมีความผิดพลาดมากกว่าอีกวิธีหนึ่งมาก การวัดโดยใช้ควันเป็นวิธีไม่ดีนักเพราะเมื่อควันเข้าไประหว่างชั้นของกระจกจะแพร่กระจายและอากาศระหว่างชั้นกระจกร้อนทำให้การแพร่เร็วขึ้น ดังนั้นความเร็วที่วัดได้อาจจะมากเกินไป ความผิดพลาดอาจจะเกิดจากการจับเวลาด้วย แต่ได้แก้ไขโดยทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้งแล้วหาความเร็วเฉลี่ย สำหรับวิธีใช้แผ่นฟองสบู่พบว่า แผ่นฟองสบู่จะเคลื่อนที่เมื่อมีลมพัดผ่านเท่านั้น แสดงว่าฟองสบู่มีแรงตึงผิวมากกว่าแรงดันของอากาศที่ออกจากตู้อบ เมื่อมีลมพัดผ่านหลอดแก้ว ปลายของหลอดแก้วด้านที่ไม่ได้จ่อกับช่องระบายอากาศจะมีความดันต่ำจึงดูดให้แผ่นฟองสบู่เคลื่อนที่ ดังนั้นค่าที่วัดได้จึงไม่ถูกต้องเท่าที่ควร สรุปได้ว่าค่าที่วัดได้จาก 2 วิธีดังกล่าวยังเชื่อถือไม่ได้

การไหลของอากาศจะดีขึ้นถ้าเปิดช่องระบายมาก แต่อุณหภูมิในตู้อบจะต่ำทำให้ความชื้นภายในตู้อบถึงจุดอิ่มตัวเร็วการระเหยจึงช้า ถ้าเปิดช่องระบายน้อยอุณหภูมิในตู้อบสูงขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์ภายในต่ำ อากาศภายในตู้อบสามารถรับความชื้นไว้ได้มากกว่าจะถึงจุดอิ่มตัว ดังนั้นการระเหยน้ำจากผลิตผลจะดีขึ้น การปรับช่องระบายอากาศขึ้นกับปริมาณและชนิดของผลิตผล เช่น ถ้าปริมาณผลิตผลน้อยเปิดช่องระบายน้อยได้ เพราะความชื้นในตู้อบน้อย สำหรับชนิดของผลิตผลตัวอย่างเช่นกล้วย ซึ่งมีความชื้นมากกว่าถั่ว ถ้าอบด้วยน้ำหนักเริ่มต้นเท่ากัน การอบกล้วยย่อมต้องเปิดช่องระบายมากกว่าอบถั่ว เพราะอากาศในตู้อบถึงจุดอิ่มตัวเร็วกว่า

6.4 การแห้งของกล้วยที่อุณหภูมิคงที่

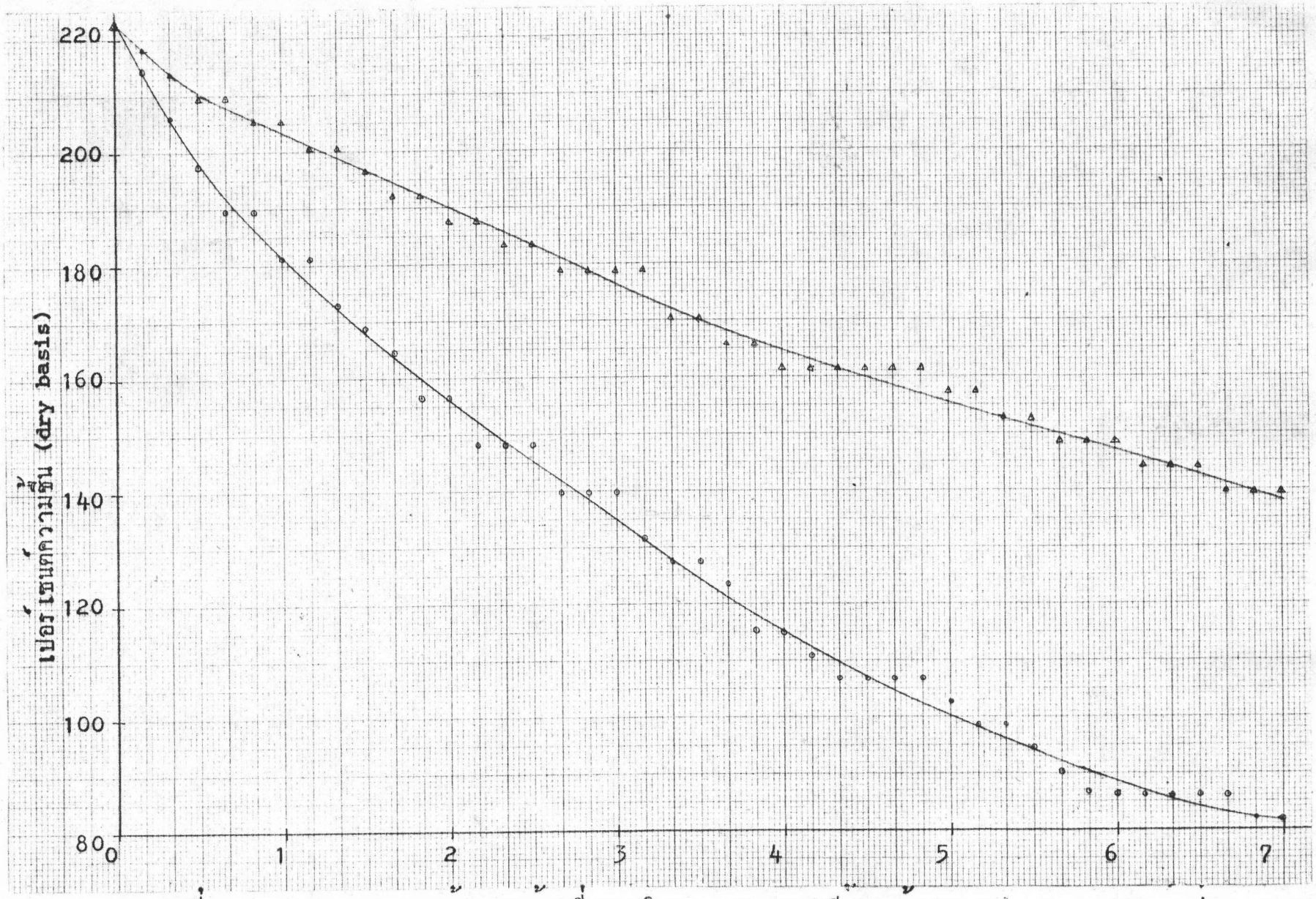
ในบทที่ 4 ได้กล่าวถึงการแห้งของของแข็งทางทฤษฎีภายใต้เงื่อนไขภายนอกคงที่ ที่สำคัญคืออุณหภูมิ, การไหลของอากาศและความชื้น การแห้งของกล้วยในเครื่องอบแห้งไม่อาจบอกได้ว่าเหมือนหรือแตกต่างจากทฤษฎีเพียงไร เพราะความเข้มแสงแคดมีค่าไม่คงที่ ทำให้อุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งไม่คงที่ ดังนั้นจึงได้ศึกษาการแห้งของกล้วยที่อุณหภูมิคงที่ต่าง ๆ โดยที่การไหลของอากาศคงที่ที่แต่ละอุณหภูมิ ในการทดลองได้ประกอบเครื่องมืออย่างง่าย 3 แบบ สำหรับอบกล้วยที่อุณหภูมิคงที่ต่าง ๆ เครื่องมือแบบที่ 1 และ 2 มีลักษณะคล้ายกันคือ มีตัวทำความร้อน (heater) ต่ออยู่กับตัวควบคุมอุณหภูมิ(powerstat) ตัวทำความร้อนครอบด้วยท่อพี. วี. ซี.และทำให้อุณหภูมิอากาศภายในท่อคงที่ตามต้องการได้โดยปรับความต่างศักย์ที่ตัวควบคุมอุณหภูมิ สำหรับเครื่องมือแบบที่ 3 ใช้ศึกษาการแห้งของกล้วยที่อุณหภูมิต่ำและไม่มีการไหลของอากาศเพื่อดูว่าอัตราการแห้งของกล้วยจะเป็นอย่างไร ถ้าผิวกล้วยเปียกชื้นตลอดเวลา

เครื่องมือแบบที่ 1 ตัวทำความร้อนคือลวดตัวนำ 1,000 วัตต์ โดยพันรอบฉนวน (ในที่นี้ใช้แผ่นฝ้า) แล้วครอบด้วยท่อ พี.วี.ซี. ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ยาวประมาณ 60 เซนติเมตร ปลายท่อทั้ง 2 ด้านเปิดให้อากาศเข้าออกได้สะดวก ปลายของลวดตัวนำต่อเข้ากับตัวควบคุมอุณหภูมิ เอากล้วย 1 ใบ ผูกด้วยเส้นด้ายแล้วแขวนไว้ในท่อพี.วี.-ซี. ปลายบนของเส้นด้ายแขวนกับตาชั่งสปริงเพื่ออ่านน้ำหนักกล้วยทุก 10 นาที เป็นเวลา 7 ชั่วโมง อุณหภูมิอากาศที่ใช้อบกล้วยคือที่ 50 และ 70 องศาเซลเซียส โดยอ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ที่เสียบเข้าไปในท่อใกล้ตำแหน่งที่แขวนกล้วย (ดังรูปที่ 6.1)



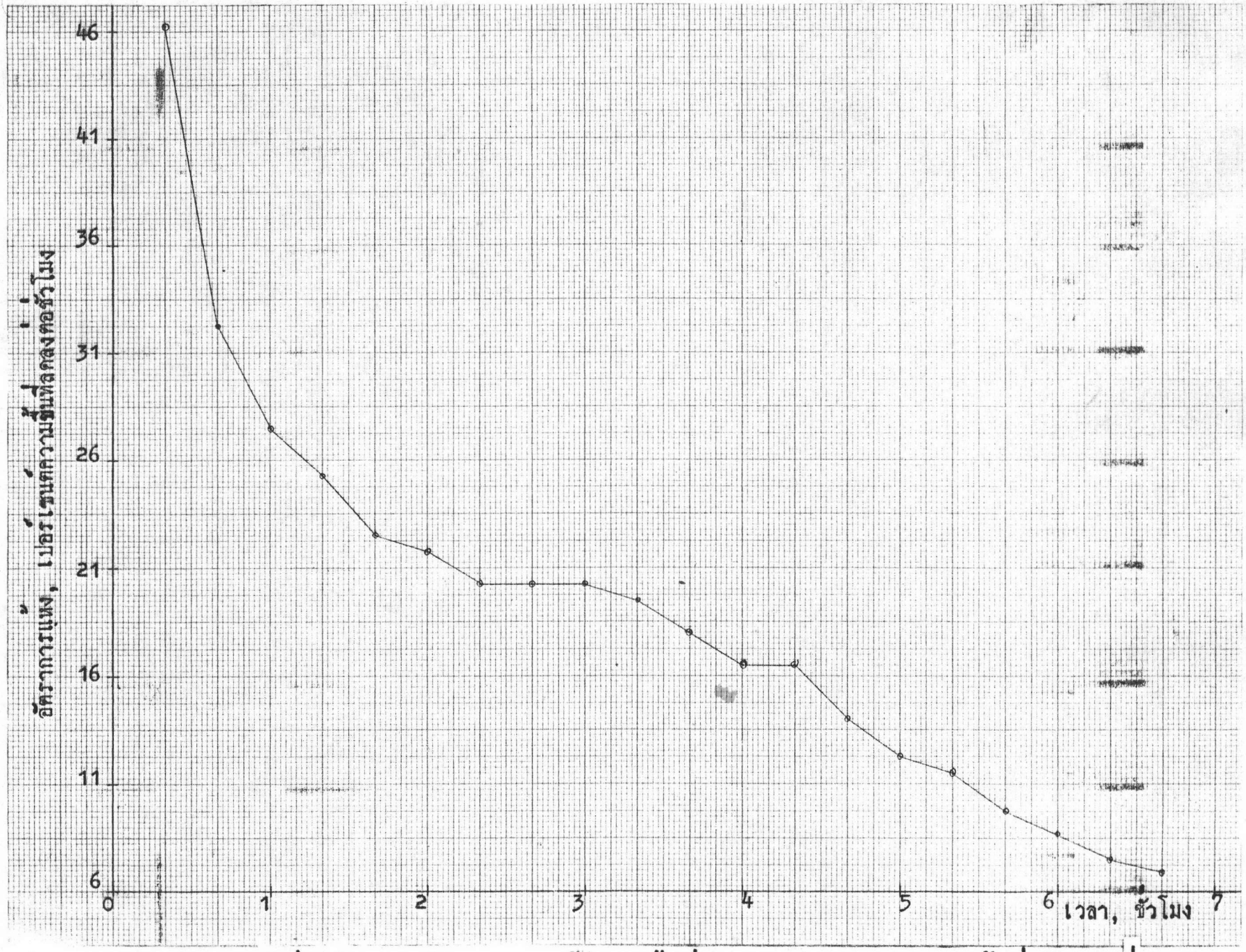
รูปที่ 6.1 แสดงเครื่องมือแบบที่ 1 ซึ่งใช้อบกล้วยที่อุณหภูมิคงที่ 50 และ 70 องศาเซลเซียส

จากน้ำหนักกล้วยที่อ่านทุก 10 นาที นำมาเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของเปอร์เซนต์ความชื้น (dry basis) แล้วเขียนกราฟระหว่างเปอร์เซนต์ความชื้นกับเวลา จะได้กราฟดังรูปที่ 6.2 และความชัน (slope) ในรูปที่ 6.2 ก็คืออัตราการแห้ง ดังนั้นสามารถเขียนเป็นกราฟของอัตราการแห้งกับเวลาได้ดังรูปที่ 6.3 และ 6.4



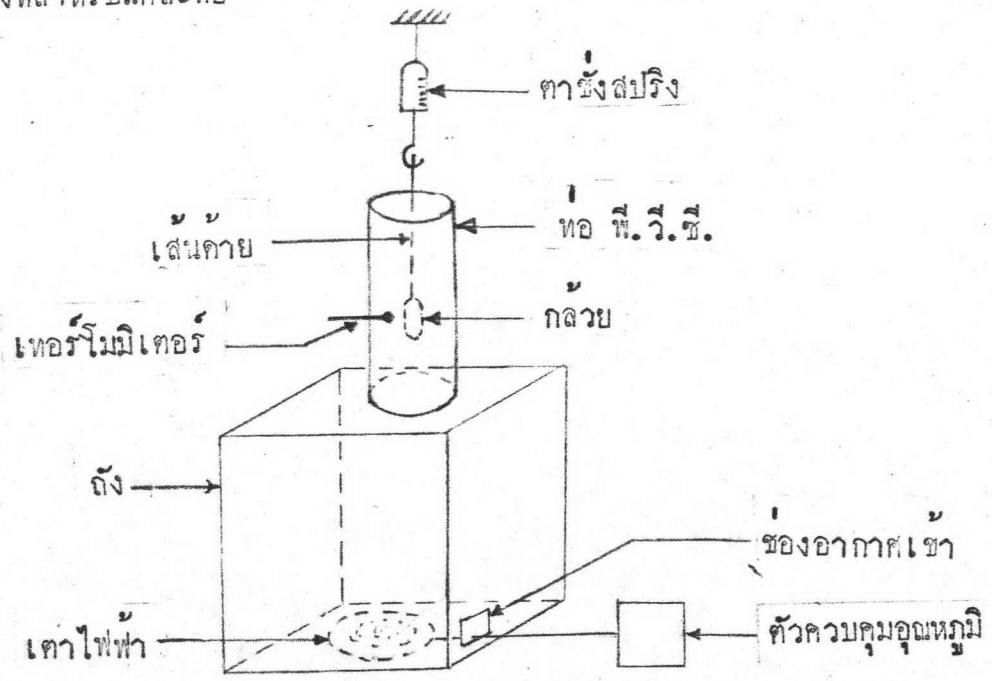
รูปที่ 6.2 กราฟแสดงการแห้งของกล้วยที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (เส้นบน) และ 70 องศาเซลเซียส (เส้นล่าง) โดยใช้เครื่องมือแบบที่ 1 (ดังรูปที่ 6.1)

รูปที่ 6.3 กราฟแสดงอัตราการแห้งของกล้วย ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (ใช้เครื่องมือดังรูปที่ 6.1)



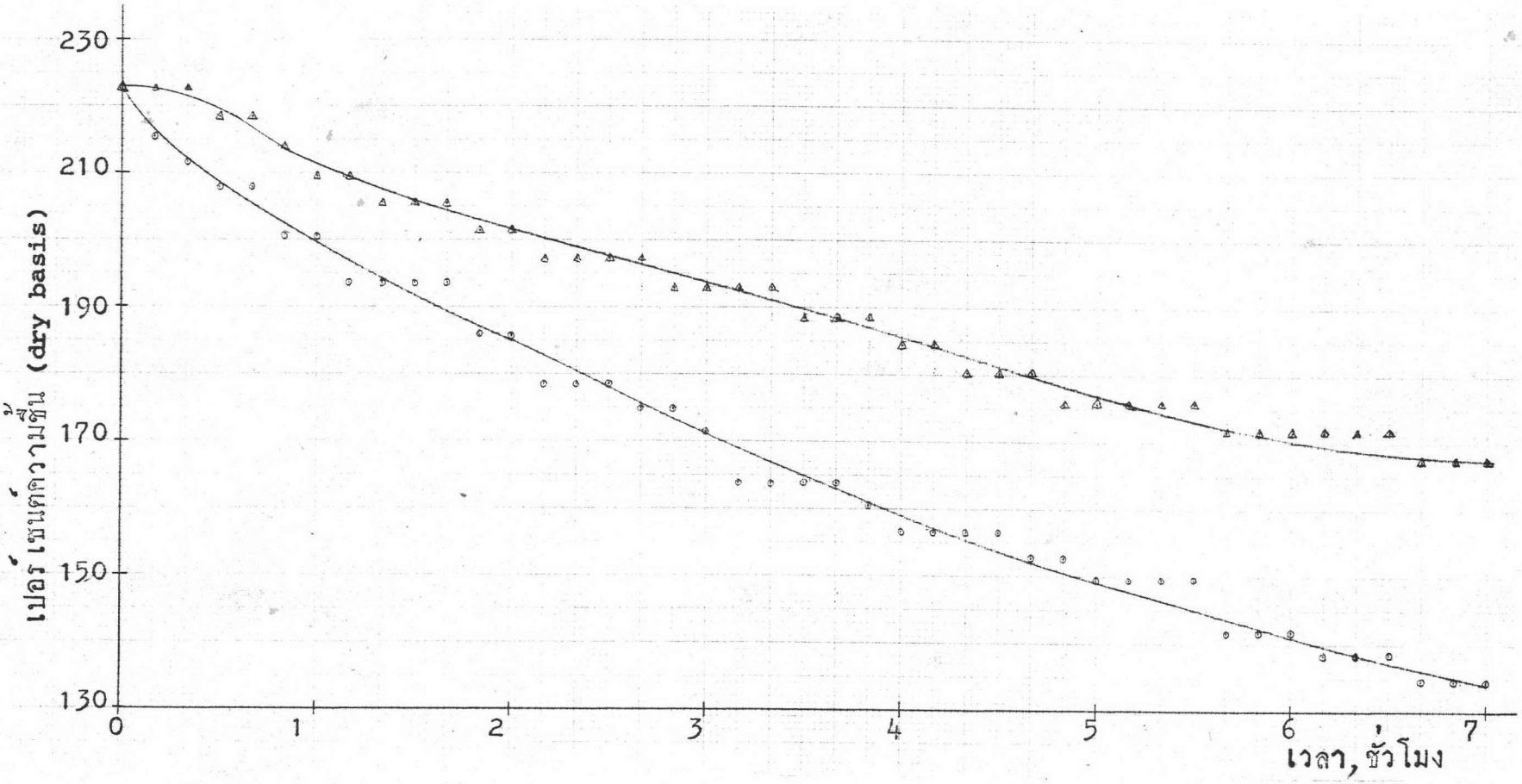
รูปที่ 6.4 กราฟแสดงอัตราการแห้ง ของกล้วยที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (ใช้เครื่องมือดังรูปที่ 6.1)

เครื่องมือแบบที่ 2 ตัวทำความร้อนคือ เตาไฟฟ้าขนาด 600 วัตต์ ซึ่งใส่อยู่ในถังสี่เหลี่ยมที่มีฝาปิด ตอนล่างของถังได้เจาะรูสี่เหลี่ยมขนาด 3 X 3 ตารางเซนติเมตร เพื่อให้อากาศภายนอกเข้าได้ ฝาปิดด้านบนได้เจาะเป็นร่องกลมขนาดพอดีสวมท่อ พี.วี.ซี.ชนิดและขนาดเดียวกับที่ใช้ในแบบที่ 1 ต่อตัวทำความร้อนเข้ากับตัวควบคุมอุณหภูมิ แขวนกล้วย 1 ใบ ไว้ในท่อ พี.วี.ซี. โดยปลายบนของเส้นด้ายแขวนกับตาชั่งสปริง และอ่านน้ำหนักกล้วยทุก 10 นาที เป็นเวลา 7 ชั่วโมง อุณหภูมิอากาศที่ใช้อบกล้วยคือที่ 45 และ 60 องศาเซลเซียส โดยอ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ที่เสียบเข้าไปในท่อใกล้ตำแหน่งที่แขวนกล้วย เนื่องจากช่องให้อากาศเข้าของเครื่องมือแบบที่ 2 มีขนาดเล็กกว่าแบบที่ 1 ดังนั้นการไหลของอากาศภายในท่อจะช้ากว่าแบบที่ 1 ถึงแม้ว่าอุณหภูมิอากาศในท่อทั้ง 2 แบบจะเท่ากัน สำหรับอุณหภูมิที่คงที่ค่าหนึ่ง การไหลของอากาศและความชื้นภายในท่อทั้ง 2 แบบ อาจจะถือว่าคงที่สำหรับแต่ละท่อ

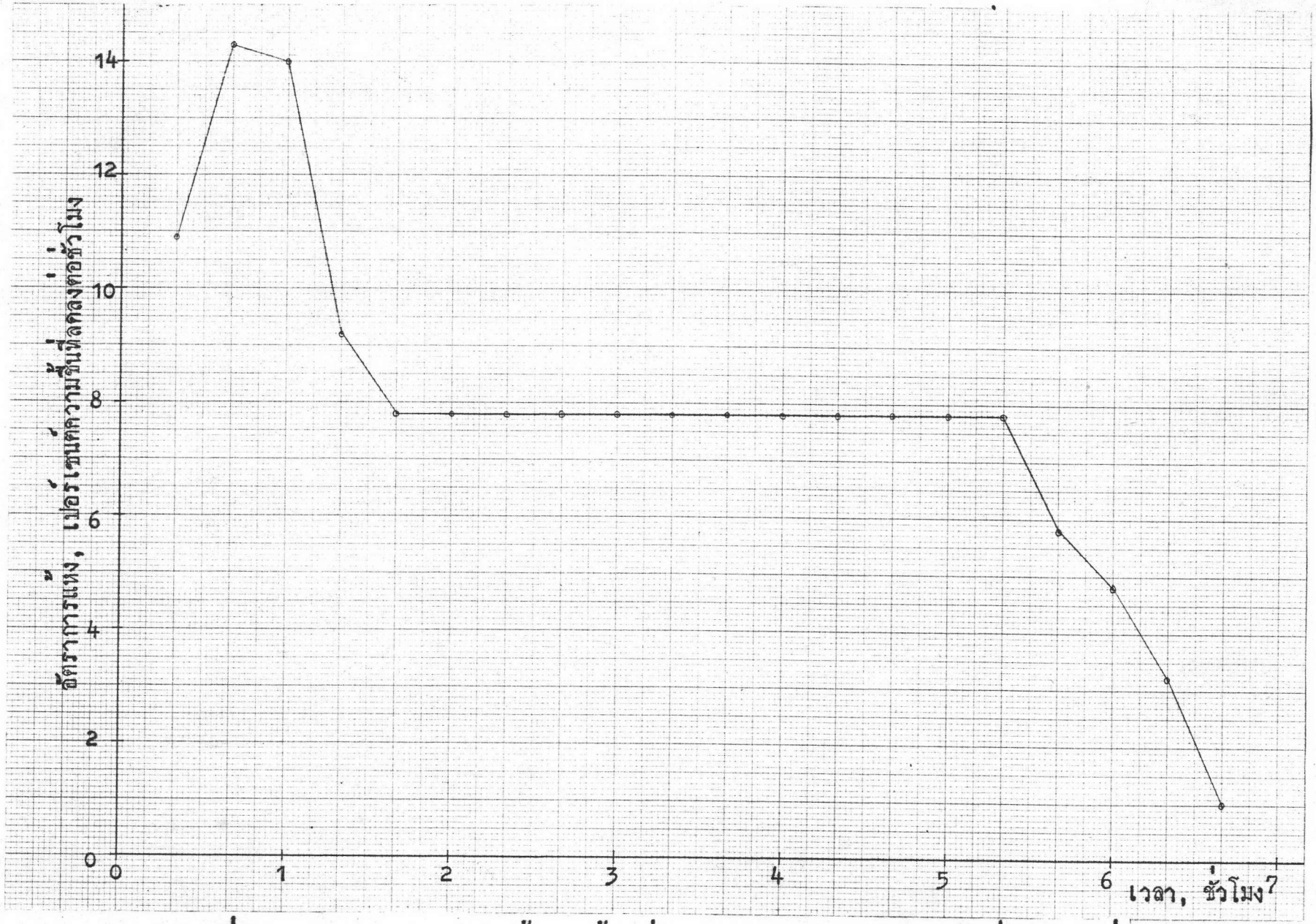


รูปที่ 6.5 แสดงเครื่องมือแบบที่ 2 ซึ่งใช้อบกล้วยที่อุณหภูมิคงที่ 45 และ 60 องศาเซลเซียส

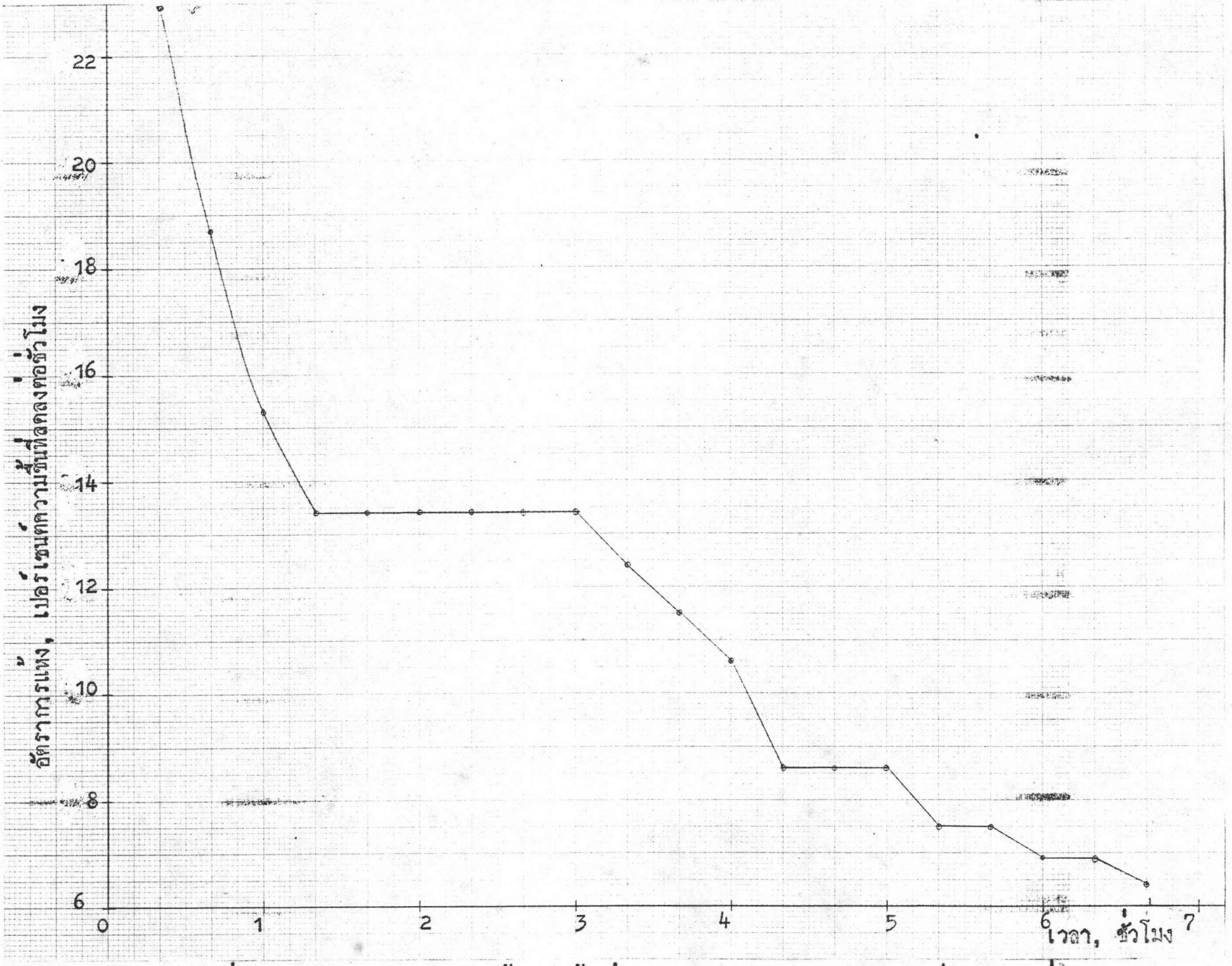
จากน้ำหนักกล้วยที่อ่านทุก 10 นาที ของเครื่องมือแบบที่ 2 นำมาเขียนเป็นกราฟในรูปเปอร์เซนต์ความชื้น (dry basis) กับเวลา จะได้กราฟดังรูปที่ 6.6 และจากรูปที่ 6.6 สามารถเขียนเป็นกราฟของอัตราการแห้งกับเวลาดังรูปที่ 6.7 และ 6.8



รูปที่ 6.6 กราฟแสดงการแห้งของกล้วยที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส (เส้นบน) และ 60 องศาเซลเซียส (เส้นล่าง) โดยใช้เครื่องมือแบบที่ 2 (ดังรูปที่ 6.5)

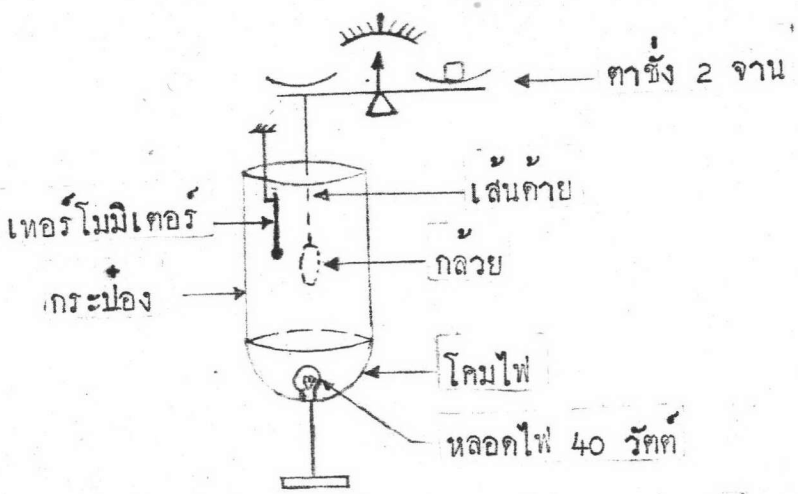


รูปที่ 6.7 กราฟแสดงอัตราการแห้งของกล้วย ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส (ใช้เครื่องมือดังรูปที่ 6.5)



รูปที่ 6.8 กราฟแสดงอัตราการแห้งของกล้วยที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (ใช้เครื่องมือคังรูปที่ 6.5)

เครื่องมือแบบที่ 3 ตัวทำความร้อนคือหลอดไฟขนาด 40 วัตต์ จ่ออยู่ใต้กระป๋อง ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 13 เซนติเมตร สูง 17 เซนติเมตร โดยที่กระป๋องเปิดเฉพาะฝาด้านบนเท่านั้น ฝาด้านล่างไม่ได้เจาะช่องให้อากาศผ่าน ดังนั้นจึงไม่มีการไหลของอากาศ เอากล้วยผูกห้อยไว้ในกระป๋องโดยปลายบนของเส้นด้ายแขวนกับตาชั่ง 2 จาน เพื่อชั่งน้ำหนักกล้วยทุก 10 นาที เป็นเวลา 10 ชั่วโมง อุณหภูมิอากาศภายในกระป๋องอ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ที่แขวนใกล้กับตำแหน่งที่มีกล้วย สำหรับหลอดไฟ 40 วัตต์ จะทำให้อุณหภูมิอากาศภายในกระป๋องคงที่เป็นเวลานานที่ 36 องศาเซลเซียส และสามารถปรับให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไม่เกิน $\pm$ 2 องศาเซลเซียส โดยปรับความสว่างของหลอดไฟ



รูปที่ 6.9 แสดงเครื่องมือแบบที่ 3 ซึ่งใช้อบกล้วยที่อุณหภูมิ 36 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส โดยไม่มีการไหลของอากาศ

น้ำหนักกล้วยที่อ่านได้จากเครื่องมือแบบที่ 3 เมื่อเขียนเป็นกราฟให้อยู่ในรูปของเปอร์เซนต์ความชื้น (dry basis) กับเวลา จะได้กราฟดังรูปที่ 6.10 และจากรูปที่ 6.10 สามารถเขียนเป็นกราฟของอัตราการแห้งกับเวลาดังรูปที่ 6.11

รูปที่ 6.10 กราฟแสดงการแห้งของกล้วยที่อุณหภูมิ 36 ± 2 องศาเซลเซียส
โดยใช้เครื่องมือแบบที่ 3 (ดังรูปที่ 6.9)

รูปที่ 6.11 กราฟแสดงอัตราการแห้งของกล้วยที่อุณหภูมิ 36 ± 2 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องมือแบบที่ 3 (ดังรูปที่ 6.9)

การชั่งน้ำหนักกล้วยโดยใช้ตาชั่งสปริง ความผิดพลาดเกิดจากสเกลไม่ละเอียดพอและสปริงอาจมีความฝืด เนื่องจากขณะที่กล้วยระเหยน้ำแล้วน้ำหนักเบาขึ้น สปริงอาจไม่ขยับขึ้น ดังนั้นก่อนอ่านค่าทุกครั้งควรจะเคาะเสียก่อน สำหรับการชั่งน้ำหนักกล้วยโดยใช้ตาชั่ง 2 จาน อาจมีการผิดพลาดคือ บางครั้งชั่งหนักไปหรือเบาไปเนื่องจากความไว (sensitivity) ของตาชั่ง ความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการชั่งน้ำหนักทำให้ค่าของเปอร์เซนต์ความชื้นผิดพลาดได้ ดังนั้นอัตราการแห้งที่อุณหภูมิคงที่ต่าง ๆ จึงมีความถูกต้องน้อยลงเป็นอันดับสอง เพราะค่าของเปอร์เซนต์ความชื้นขึ้นกับน้ำหนักที่ชั่งได้ และอัตราการแห้งขึ้นกับค่าของเปอร์เซนต์ความชื้น

จากกราฟของอัตราการแห้งของกล้วยที่อุณหภูมิคงที่ต่าง ๆ พบว่าไม่ได้เป็นไปตามทฤษฎีการแห้งของของแข็ง เพราะของแข็งในทฤษฎีมีองค์ประกอบคือ น้ำกับเนื้อของของแข็งเท่านั้น ดังตัวอย่างการแห้งของทรายเปียกในรูปที่ 4.5 แต่สำหรับผลิตผลเกษตรกรรม กลไกการแห้งซับซ้อนมากขึ้นและนอกจากมีน้ำกับเนื้อของของแข็งแล้วยังมีสารอื่นเป็นองค์ประกอบเช่น น้ำตาล, แป้ง ดังนั้นกราฟของอัตราการแห้งจึงไม่เป็นไปตามทฤษฎี