บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิวะ อัจฉริยวิริยะ และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์ (2531) ทำการศึกษาหาพารามิเตอร์สำหรับวิเคราะห์การอบแห้งมะละกอแช่อิ่ม โดยมีความชื้นเริ่มต้นของมะละกอแช่อิ่มก่อนอบแห้งประมาณ 50% มาตรฐานแห้ง จากการทดลองหาสัมประสิทธิ์การแพร่ของมะละกอแช่อิ่ม ที่อุณหภูมิ 40-80°C พบว่า ไม่ปรากฏช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ คงมีเฉพาะช่วงอัตราการอบแห้งลดลงเท่านั้น และค่าสัมประสิทธิ์การแพร่จะเพิ่มขึ้นลักษณะ Exponential เมื่ออุณหภูมิของการอบแห้งเพิ่มขึ้น และจากการทดลองที่ความเร็วลมระหว่าง 0.7-1.3 m/s พบว่า ความเร็วลมร้อนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์การแพร่จากการทดลองหาความชื้นสมดุล โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิระหว่าง 35-65°C และความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 10-90% โดยใช้สารละลายเกลืออิ่มตัวเป็นสารควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และใช้ตู้อบเป็นส่วนควบคุมอุณหภูมิ พบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความชื้นสมดุลย์จะต่ำลง ในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ 0-25% แต่สูงขึ้นเมื่อความชื้นสัมพัทธ์อากาศมากกว่า 45% สมการที่สามารถอธิบายผลการทดลองความชื้นสมดุลได้ผลดี เป็นสมการของ Brunaueret al. จากผลการทดลองหาความหนาแน่นของแช่อิ่ม พบว่า ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นของมะละกอแช่อิ่มเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นลักษณะเชิงเส้น และจากการทดลองหาความร้อนจำเพาะ พบว่า ความร้อนจำเพาะมีค่าสูงขึ้น เมื่อความชื้นมะละกอแช่อิ่มนั้นเพิ่มขึ้น แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมานี้ สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ได้ ทุกๆ ค่าของอุณหภูมิลมร้อนระหว่าง 45-80°C และความร้อนจำเพาะกับความหนาแน่นสามารถหาได้ทุกๆ ค่าของความชื้นของมะละกอแช่อิ่ม

เพ็ญพรรณ์ ทะสะโส (2532) ศึกษาหาแนวทางการอบแห้งมะละกอแช่อิ่ม โดยทำการทดลองอบแห้งมะละกอแช่อิ่มในตู้อบแห้งแบบถาดอยู่กับที่และพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากการเปรียบเทียบระหว่างผลการทดลองกับแบบจำลองพบว่า อัตราการอบแห้งจากการคำนวณได้ผลใกล้เคียงกับอัตราการอบแห้งจากการทดลอง จากการหาแนวทางการอบแห้งที่เหมาะสมโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ร่วมกับผลการทดลอง โดยพิจารณาจากคุณภาพ เวลาที่ใช้ในการอบแห้งและความสิ้นเปลืองพลังงาน พบว่าสภาวะอากาศที่อบแห้งควรมีอุณหภูมิประมาณ 65°C อัตราการไหลจำเพาะของอากาศเท่ากับ 45.2 กิโลกรัมอากาศแห้งต่อชั่วโมง-กิโลกรัมมะละกอแช่อิ่มแห้ง และอัตราส่วนการนำอากาศที่ใช้อบแห้งแล้วกลับมาใช้ใหม่ประมาณ 90-95%

ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี เวลาที่ใช้ในการอบแห้งและความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะต่ำ

ศิวะ อัจฉริยวิริยะ และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ (2532) ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งมะละกอแช่อิ่มในตู้อบแห้ง และศึกษาหาแนวทางการอบแห้งที่เหมาะสม โดยทำสมดุลมวลและพลังงาน จากการพิจารณาห้องอบแห้งทั้งห้องเป็นปริมาตรควบคุม และสมมติว่าเกิดสมดุลความร้อนระหว่างผลิตภัณฑ์และอากาศที่ใช้อบแห้ง จากการเปรียบเทียบผลจากการทดลองและการคำนวณ พบว่า อัตราการอบแห้งจากการคำนวณสูงกว่าการทดลองเล็กน้อย และจากการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ พบว่า ควรอบแห้งมะละกอแช่อิ่มที่อุณหภูมิประมาณ 60°C ซึ่งผลที่ได้ คือ ผิวของมะละกอแช่อิ่มจะแห้งสม่ำเสมอและผิวภายนอกไม่แข็ง สีสดเหมือนเดิม จากการศึกษาหาแนวทางการอบแห้งที่เหมาะสม โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่าควรอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C โดยใช้อัตราการไหลของอากาศประมาณ 35 กิโลกรัมอากาศแห้งต่อชั่วโมง-กิโลกรัมมะละกอแช่อิ่มแห้ง และสัดส่วนการนำเอาอากาศที่ใช้อบแห้งแล้วกลับมาใช้ใหม่ประมาณ 80-85% ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 15 เมกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสูง เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง และความสิ้นเปลืองพลังงานมีค่าค่อนข้างต่ำ จากแบบจำลองนี้ รูปทรงของมะละกอแช่อิ่มเป็นรูปทรงลูกบาศก์ ซึ่งแต่ละด้านมีขนาด 0.005 เมตร จากการหาสภาวะที่เหมาะสมพบว่า ขนาดของชิ้นมะละกอแช่อิ่มมีผลต่อความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ คือ เมื่อขนาดเพิ่มขึ้นความสิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ศิวะ อัจฉริยวิริยะ และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์ (2532) ศึกษาหาพารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องใช้ในแบบจำลองคณิตศาสตร์ของอบแห้งกล้วยน้ำว้า จากการทดลองหาสัมประสิทธิ์การแพร่ พบว่า สัมประสิทธิ์การแพร่จะเพิ่มเป็นเชิงเส้นเมื่ออุณหภูมิลมร้อนเพิ่มขึ้นในช่วง 50-85 °C และจากการทดลองหาความชื้นสมดุลที่อุณหภูมิระหว่าง 40-65°C และความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 10-90% โดยใช้สารละลายเกลืออิ่มตัวควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ ควบคุมความชื้นอากาศ และใช้ตู้อบควบคุมอุณหภูมิ พบว่าที่ความชื้นสัมพัทธ์อากาศคงที่ ความชื้นสมดุลจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และที่อุณหภูมิคงที่ ความชื้นสมดุลจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อความชื้นสัมพัทธ์อากาศเพิ่มขึ้นในช่วงแรก (0-40%) และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงความชื้นสัมพัทธ์อากาศสูง (มากกว่า 40%) และ สมการที่อธิบายผลการทดลองหาความชื้นสมดุลได้ดีเป็นสมการของ Halsey จากการทดลองหาความร้อนจำเพาะ พบว่า ความร้อนจำเพาะเพิ่มขึ้นเป็นลักษณะเชิงเส้น เมื่อความชื้น

กล้วยน้ำว้าเพิ่มขึ้น และจากการทดลองหาความหนาแน่น พบว่า ความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้นลักษณะเชิงเส้น เมื่อความชื้นกล้วยน้ำว้าลดลง

อารีย์ เทียนไชย (2532) ได้ศึกษาพารามิเตอร์สำหรับวิเคราะห์การอบแห้งสับปะรดแช่อิ่ม พบว่า จากการทดลองหาความชื้นสมดุล โดยใช้สารละลายเกลืออิ่มตัวเป็นตัวควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ 10-80% อุณหภูมิระหว่าง 50-72°C พบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความชื้นลดลง ในช่วงความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 35% แต่มีค่าสูงขึ้นเมื่อความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 45% และสมการที่อธิบายผลการทดลองความชื้นสมดุลได้ดีเป็นรูปแบบสมการ Iglesias Chirife จากการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ ซึ่งสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นของสับปะรดแช่อิ่มช่วงอุณหภูมิ 45-75°C พบเฉพาะอัตราการอบแห้งลดลงเท่านั้น จากการศึกษาเรื่องอุณหภูมิลมร้อนพบว่า เมื่ออุณหภูมิลมร้อนสูงขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่จะสูงขึ้น และจากการทดลองอบแห้งที่ความเร็วลม 0.8 m/s และที่ 1.3 m/s พบว่า ความเร็วลมร้อนในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งสับปะรดแช่อิ่มอยู่ในช่วง 55-65°C เวลาการอบแห้งประมาณ 20 ชั่วโมง เพื่อลดความชื้นของสับปะรดแช่อิ่มให้เหลือ 18% มาตรฐานเปียก

มารีนา นุ้ยหมิ่ม, สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และ บุษยา บุนนาค (2534) ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งสับปะรดแช่อิ่มในตู้อบแห้งแบบถาดอยู่กับที่ และศึกษาหาแนวทางการอบแห้งที่เหมาะสม จากการเปรียบเทียบผลการทดลองและจากแบบจำลอง พบว่า อัตราการอบแห้งจากการคำนวณใกล้เคียงกับอัตราจากการทดลอง โดยพิจารณาจากคุณภาพ เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง และความสิ้นเปลืองพลังงาน พบว่า สภาวะที่อบแห้งควรมีอุณหภูมิประมาณ 65°C อัตราการไหลของอากาศจำเพาะ 11 กิโลกรัมอากาศแห้ง/ชั่วโมง-กิโลกรัมสับปะรดแห้ง และสัดส่วนการนำเอาอากาศที่ใช้อบแห้งแล้วมาใช้ใหม่ประมาณ 75% ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี เวลาที่ใช้ในการอบแห้งและความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะต่ำ และเมื่อเพิ่มความหนาของสับปะรดแช่อิ่ม หรือลดความชื้นเริ่มต้นของสับปะรดแช่อิ่มลง พบว่า เงื่อนไขในการอบแห้งที่เหมาะสมไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะใกล้เคียงกัน แต่เวลาที่ใช้ในการอบแห้งเพิ่มขึ้นตามความหนาของความชื้นเริ่มต้นของสับปะรดแช่อิ่ม

Rossi, Neves and Kieckbusch (1992) ศึกษาการอบแห้งผักโดยใช้ฮีตปั๊มอบแห้งผักแบบถาดอยู่กับที่ ใช้สารทำความเย็น R-22 ขนาดถาดอลูมิเนียม 0.20×0.20×0.08 ลูกบาศก์เมตร ตู้อบแห้งบรรจุผักจำนวน 1.3 กิโลกรัม อุณหภูมิอากาศร้อนในห้องอบแห้ง 55°C ความเร็วอากาศร้อน 1.25 เมตรต่อวินาที การอบแห้งเป็นแบบระบบเปิดคือ อากาศแวดล้อมผ่านเข้าเครื่อง

ทำระเหยผ่านเครื่องควบแน่น และผ่านเข้าห้องอบแห้งแล้วปล่อยทิ้งไป โดยมีเงื่อนไขการทดลอง ดังนี้ 1) เปลี่ยนอุณหภูมิของอากาศแวดล้อมที่เข้าเครื่องทำระเหย 2) เปลี่ยนความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เข้าเครื่องทำระเหย 3) เปลี่ยนอัตราการไหลของอากาศที่เข้าเครื่องทำระเหย ผลการทดลองพบว่า ตัวแปรที่มีผลที่ต่อค่าสมรรถนะของเครื่องอบแห้งโดยใช้ฮีตปั๊ม คือ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เข้าเครื่องทำระเหย และอุณหภูมิของเครื่องทำระเหย นอกจากนี้ยังทำการเปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่างเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน และเครื่องอบแห้งโดยฮีตปั๊ม พบว่า เครื่องอบแห้งโดยใช้ฮีตปั๊มประหยัดพลังงานได้ 30-40% ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งก็มีคุณภาพดี และเวลาที่ใช้ในการอบแห้งต่ำ

Clement et al. (1993) ศึกษาการอบแห้งแบบต่อเนื่องโดยใช้ฮีตปั๊ม โดยทำการเปรียบเทียบผลระหว่างการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การทดลองจะทำการทดลองอบแห้งโดยใช้วัสดุประเภทยางในการอบแห้ง ใช้สารทำความเย็น R-12 อุณหภูมิอบแห้ง 70°C และใช้พัดลมเป่าอากาศโดยปรับความเร็วรอบได้ ผลการทดลองพบว่าข้อมูลจากการทดลองกับผลจากการคำนวณแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะให้ผลใกล้เคียงกันมาก ค่า SMER (Specific moisture extraction rate) โดยจะอยู่ระหว่าง 1.5-2.5 กิโลกรัมน้ำที่ระเหยต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง สามารถอบแห้งได้ประมาณ 20 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตัวแปรที่มีผลต่อสมรรถนะของระบบอบแห้งโดยใช้ฮีตปั๊ม คือ 1) ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ผ่านเข้าเครื่องระเหยยิ่งมีค่าสูง COP (Coefficient of performance) จะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย 2) อัตราส่วนอากาศที่ไม่ผ่านเครื่องทำระเหย (By pass air) ที่เหมาะสมคือ ประมาณ 60-70% ของอัตราการไหลของอากาศทั้งหมดในระบบ 3) อัตราการไหลของอากาศที่เหมาะสมคือ 0.63 กิโลกรัมอากาศแห้งต่อวินาที สำหรับห้องอบแห้งขนาด 1.0×4.1×0.5 ลูกบาศก์เมตร 4) ความเร็วรอบของเครื่องอัดไอ

Chou et al. (1994) ศึกษาการอบแห้งผลไม้โดยใช้ฮีตปั๊ม โดยใช้เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่างขนาดหนึ่งตัน ทำหน้าที่เป็นฮีตปั๊มเพื่อให้ความร้อน พร้อมทั้งมีขดลวดเพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับลมร้อนที่จะใช้ในการอบแห้ง การทดลองจะทำการทดลองอบแห้งกล้วยและสับปะรด โดยตู้อบแห้งจะเป็นแบบถาดอยู่กับที่ การเตรียมการทดลองจะทำการหั่นกล้วย และสับปะรด ให้มีความหนาชิ้นละ 10 เซนติเมตร ใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 6 ชั่วโมง สภาวะที่ใช้ทดลองเป็นดังนี้ 1) ทดลองแบบระบบเปิด โดยจะอบแห้งผลไม้ด้วยอุณหภูมิ 61°C ความชื้นสัมพัทธ์ 43% อากาศที่ออกจากห้องอบแห้งหลังการอบแห้งบางส่วนจะถูกทิ้งไป หลังจากผ่านเครื่องทำระเหย (Evaporator) เพื่อเอาความร้อนให้กับเครื่องทำระเหย และลดความชื้นลง จากนั้นอากาศใหม่จะไปเข้าคอนเดนเซอร์ (Condenser) เพื่อเพิ่มอุณหภูมิก่อนเข้าเครื่องอบแห้ง โดยอัตราของอากาศที่

เข้าใหม่จะเท่ากับอากาศที่ออกไป 2) แบบทดลองระบบปิด โดยจะอบแห้งผลไม้ด้วยความร้อนประมาณ 55°C ความชื้นสัมพัทธ์ 43% โดยให้อากาศหลังการอบแห้ง บางส่วนผ่านเข้าเครื่องทำระเหย บางส่วนถูกทิ้งไป โดยอากาศร้อนหลังจากผ่านเครื่องทำระเหยจะผสมกับอากาศใหม่ก่อนจะผ่านเข้าเครื่องควบแน่น เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นก่อนเข้าห้องอบแห้ง จากการทดลองพบว่าการอบแห้งแบบระบบปิดสามารถอบแห้งผลไม้ได้รวดเร็วกว่าการอบแห้งระบบเปิด

Young et al. (1995) ศึกษาการอบแห้งโดยใช้ฮีตปั๊ม โดยใช้เครื่องอบแห้งชนิดแบบถาดอยู่กับที่ มีพื้นที่ถาดทั้งหมด 15 ตารางเมตร สามารถบรรจุปริมาณผลิตภัณฑ์ได้ 60-100 กิโลกรัม ความเร็วลมในห้องอบแห้งประมาณ 0.3 เมตรต่อวินาที ระบบฮีตปั๊มโดยมีคอมเพรสเซอร์ขนาด 1.3 กิโลวัตต์ ปริมาณน้ำที่ควบแน่นออกมาจากเครื่องทำระเหย (Evaporator) เนื่องจากการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศขึ้นมีค่าสูงสุดประมาณ 8 ลิตรต่อชั่วโมง ส่วนประกอบของระบบจะประกอบด้วย 1) คอนเดนเซอร์ (Condenser) จำนวน 2 ตัว และ 2) เครื่องระเหย (Evaporator) จำนวน 2 ตัว 3) Recuperator ซึ่งเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศที่ร้อนที่ออกจากเครื่องอบแห้งกับอากาศเย็นที่ออกจากเครื่องระเหย คอนเดนเซอร์ตัวนอกจะใช้ควบคุมอุณหภูมิของลมร้อนในห้องอบแห้ง และเครื่องระเหยตัวนอกจะทำงานเมื่อเริ่มเปิดเครื่องอบแห้ง (Preheat) ทำการทดลองโดยอบแห้งขิง มะเขือเทศ และเห็ด เงื่อนไขของการทดลองมีดังนี้ คือ 1)ปรับเปลี่ยนอุณหภูมิลมร้อนในห้องอบแห้ง 2) ปรับความเร็วลมที่เข้าเครื่องระเหย 3) เปลี่ยนแปลงขนาดวัสดุที่ใช้อบแห้ง 4) เปลี่ยนความเร็วลมในห้องอบแห้งโดยใช้พัดลมหลัก ผลการทดลอง พบว่า เมื่ออุณหภูมิอบแห้ง ความเร็วของลมร้อนในห้องอบแห้งเพิ่มสูงขึ้น เวลาในการอบแห้งจะสั้นลง และเมื่อเพิ่มขนาดวัสดุจะทำให้เวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นด้วย

ประทาน รักปรางค์ (2539) ศึกษาการอบแห้งมะละกอแช่อิ่มโดยใช้ฮีตปั๊มแบบอัดไอและใช้สารทำความเย็น R-22 ทำการทดลองอบแห้งมะละกอแช่อิ่มในระบบปิด โดยใช้อุณหภูมิอบแห้ง 50°C อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ 0.45 กิโลกรัมต่อวินาที สัดส่วนของอากาศเวียนกลับ 63% การทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกอบแห้งมะละกอแช่อิ่มขนาด 6.35×15.00×2.54 ลูกบาศก์เซนติเมตร ความชื้นเริ่มต้น 74% มาตรฐานแห้ง และช่วงที่สอง นำมะละกอแช่อิ่มจากช่วงแรกมาลดขนาดลงเป็น 0.98×0.98×0.98 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำไปอบต่อจนเหลือความชื้นสุดท้าย 23% มาตรฐานแห้ง จากผลการทดลอง พบว่า มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานเท่ากับ 9.93 เมกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย หรือ SMER (Specific moisture extraction rate) เท่ากับ 0.363 กิโลกรัมน้ำที่ระเหยต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ที่อัตราการไหลจำเพาะของอากาศต่ำสุด 21.42 กิโลกรัมอากาศแห้งต่อชั่วโมง-กิโลกรัมมะละกออบแช่อิ่มแห้ง ค่า

สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อน (COP_{hp}) มีค่าระหว่าง 3.71-3.85 และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการอบแห้งมะละกอแช่อิ่มทั้งหมดเท่ากับ 12.8 บาทต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย แยกเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเท่ากับ 5.3 บาทต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย ค่าใช้จ่ายด้านการบำรุงรักษาเท่ากับ 1.4 บาทต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย และค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องอบแห้งเท่ากับ 6.1 บาทต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย

ปิยรัตน์ หนูสุก (2539) ศึกษาแนวทางการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งมะละกอแช่อิ่มในอุโมงค์ และพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้ง จากการทดลองพบว่า มะละกอแช่อิ่มชิ้นใหญ่สิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้งสูงกว่ามะละกอแช่อิ่มชิ้นเล็ก คุณภาพของมะละกอแช่อิ่มภายหลังการอบแห้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานด้านความปลอดภัย และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลไม้แห้ง จากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทำนายการอบแห้ง โดยแบ่งการอบแห้งออกเป็นสองช่วง ช่วงแรกอบแห้งมะละกอแช่อิ่มขนาด 3.1×7.8×1.4 ลูกบาศก์เซนติเมตร ความชื้นเริ่มต้น 60% มาตรฐานแห้ง อุณหภูมิอบแห้ง 70°C อบแห้งให้ได้ความชื้นสุดท้าย 38% มาตรฐานแห้ง พบว่า สภาวะเหมาะสมที่ทำให้เวลาในการอบแห้งและความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมีค่าต่ำ คือ อัตราการไหลจำเพาะของอากาศ 12 กิโลกรัมอากาศแห้งต่อชั่วโมง-กิโลกรัมมะละกอแช่อิ่มแห้ง อัตราส่วนอากาศเวียนกลับประมาณ 70% เวลาการอบแห้ง 26 ชั่วโมง ความสิ้นเปลืองพลังงาน 8.3 เมกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย และช่วงที่สองได้นำมะละกอจากช่วงแรกลดขนาดลงเป็น 0.98×0.98×0.98 ลูกบาศก์เซนติเมตร ความชื้นเริ่มต้น 38% มาตรฐานแห้ง อุณหภูมิอบแห้ง 55°C อบแห้งให้ได้ความชื้นสุดท้าย 23% มาตรฐานแห้ง พบว่า สภาวะเหมาะสมที่ทำให้เวลาในการอบแห้งและความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมีค่าต่ำ คือ อัตราการไหลจำเพาะของอากาศ 10 กิโลกรัมอากาศแห้งต่อชั่วโมง-กิโลกรัมมะละกอแช่อิ่มแห้ง อัตราส่วนอากาศเวียนกลับประมาณ 80% เวลาการอบแห้ง 21 ชั่วโมง ความสิ้นเปลืองพลังงาน 9.3 เมกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย

วราภรณ์ รัตตนงพิสัตย์ (2540) ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้อธิบายการอบแห้งผลไม้โดยใช้ฮีตปั๊ม ผลไม้ที่ใช้ศึกษาคือ มะละกอแช่อิ่ม สมการที่ใช้ในแบบจำลองมีดังนี้ สมการอัตราการอบแห้ง สมการสมดุลมวลและสมดุลพลังงาน สมการคำนวณคุณสมบัติทางกายภาพของมะละกอแช่อิ่ม และสมการการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้วิธีการคำนวณแบบการแทนค่าต่อเนื่อง เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองอบแห้งมะละกอแช่อิ่มโดยใช้ฮีตปั๊มกับผลที่ได้จากแบบจำลองพบว่า แบบจำลองสามารถทำนายค่าได้ค่อนข้างใกล้เคียงกับผลการทดลอง เช่น ความชื้นสุดท้าย อุณหภูมิอากาศที่จุดต่างๆ ในระบบ และ

อุณหภูมิของสารทำความเย็น โดยเฉพาะในช่วงความชื้นของมะละกอแช่อิ่มที่ค่าต่ำๆ ซึ่งจากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาแนวทางการอบแห้งมะละกอแช่อิ่ม โดยมีการเปลี่ยนค่าสัดส่วนอากาศที่ไม่ผ่านเครื่องทำระเหย อุณหภูมิการอบแห้ง และกำหนดให้อัตราการไหลจำเพาะของอากาศอยู่ที่ 29.8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง-กิโลกรัมมะละกอแช่อิ่มแห้ง (อัตราการไหลของอากาศ 0.45 กิโลกรัมต่อนาที) พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิอากาศที่ใช้อบแห้งทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งสั้นและมีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานลดลง สัดส่วนอากาศที่ไม่ผ่านเครื่องทำระเหยที่เหมาะสม (ทำให้มีการสิ้นเปลืองพลังงานค่อนข้างต่ำ) อยู่ในช่วง 86-90 เปอร์เซ็นต์

ฐานิตย์ เมธิยานนท์ (2541) ได้ออกแบบ สร้าง และประเมินสมรรถนะเพื่อใช้เป็นเครื่องต้นแบบในระดับอุตสาหกรรม การทดลองเป็นแบบระบบปิด โดยอบแห้งมะละกอแช่อิ่ม อุณหภูมิอบแห้งเฉลี่ย 55 องศาเซลเซียส ความชื้นเริ่มต้น 83-86% มาตรฐานแห้ง อบแห้งจนเหลือความชื้นสุดท้าย 12-14% มาตรฐานแห้ง ใช้เวลาอบแห้งประมาณ 32 ชั่วโมง พบว่า ความแตกต่างของค่าความชื้นสุดท้ายเฉลี่ยตามแนวยาวและขวางของตู้อบแห้งมีค่าไม่มากนัก เนื่องจากผลของการกระจายอุณหภูมิลมร้อนที่สม่ำเสมอตลอดทั้งตู้อบแห้ง นอกจากนี้ พบว่าอัตราการอบแห้งลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับเวลาอบแห้ง กล่าวคือ อัตราการดึงความชื้นออกจากมะละกอแช่อิ่มจะเป็นไปอย่างรวดเร็วในช่วงต้นของการอบแห้ง และจะค่อยๆ ลดลงในเวลาต่อมา ในขณะที่พลังงานทั้งหมดที่ใช้ค่อนข้างจะคงที่ตลอดช่วงเวลาการอบแห้ง ถึงแม้ว่ากระบวนการอบแห้งจะดำเนินไปในลักษณะสภาวะไม่คงที่ก็ตาม ที่ความชื้นเริ่มต้นสูงการระเหยน้ำออกจากมะละกอแช่อิ่มจะดีกว่าที่ความชื้นเริ่มต้นต่ำ ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.92 เมกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำระเหย การใช้อุณหภูมิอบแห้งที่ไม่สูง ทำให้คุณภาพของมะละกอแช่อิ่มอบแห้งในด้านของสีอยู่ในเกณฑ์ดี

ศักดิ์รินทร์ รัสศรี (2541) ศึกษาการอบแห้งมะม่วงแช่อิ่มโดยใช้ปั๊มความร้อนแบบระบบวงจรปิด (Close loop system) ในการทดลองตั้งอุณหภูมิอบแห้งที่ 50°C น้ำหนักมะม่วงแช่อิ่มก่อนอบแห้ง 40 kg อัตราส่วนอากาศไหลข้ามเครื่องทำระเหย (By pass air) 63 เปอร์เซ็นต์ โดยเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศอบแห้ง ขนาดมะม่วงแช่อิ่ม เปอร์เซ็นต์ความชื้นเริ่มต้นของมะม่วงแช่อิ่ม จากการทดลองพบว่า สามารถลดความชื้นมะม่วงแช่อิ่มลงเหลือ 18 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง ความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบต่ำสุด 10.99 เมกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย สมรรถนะระบบปั๊มความร้อน (COP_{hp}) อยู่ระหว่าง 3.70-4.65 คุณภาพมะม่วงแช่อิ่มหลังการอบแห้งได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ มีผิวหน้าแห้งไม่เกาะติดกัน เนื้อไม่แข็งกระด้าง มีรูปร่างและรูปทรงสม่ำเสมอ ซึ่งได้ตามมาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมีสีส้มปนแดงค่อนข้างอ่อน ตาม Code 34-C ตามมาตรฐานเทียบสี R.H.S.Color Chart ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี

Prasertsan, Saen-saby and Prateepchaikul (1998) ศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อสมรรถนะของการอบแห้งด้วยฮีตปั๊มในระบบเปิด และระบบปิด จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาองค์ประกอบที่มีผลต่อสมรรถนะการอบแห้งคือ 1) อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมและความชื้นสัมพัทธ์ 2) อัตราส่วนอากาศย้อนกลับ 3) อัตราส่วนอากาศที่ไม่ผ่านเครื่องทำระเหย (Evaporator) และ 4) ประสิทธิภาพของการอบแห้งโดยประเมินจากสมรรถนะของระบบซึ่งใช้ค่า SMER (Specific moisture extraction rate) และค่า MER (Moisture extraction rate) จากการศึกษาพบว่า ในระบบเปิดอัตราส่วนอากาศย้อนกลับมีผลเกี่ยวเนื่องกับค่า SMER และค่า MER ซึ่งเป็นฟังก์ชันกับอุณหภูมิอากาศแวดล้อม และความชื้นสัมพัทธ์ ในระบบปิดอัตราส่วนอากาศที่ไม่ผ่านเครื่องทำระเหยจะไม่มีผลต่อสมรรถนะรวมของระบบ แต่ประสิทธิภาพของการอบแห้งจะมีผลกระทบต่อสมรรถนะของระบบ

อาทิตย์ โคตรสาร (2543) ทำการประเมินสมรรถนะเครื่องอบแห้งแบบฮีตปั๊มในระดับอุตสาหกรรมเป็นจำนวน 2 เครื่องขณะใช้งานจริง และได้พิจารณาคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งและปัญหาในการใช้งานด้วย พบว่า เครื่องอบแห้งเครื่องแรกเป็นแบบระบบเปิดใช้สำหรับอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวขนาด 8 ตัน อัตราการไหลเวียนเมล็ดพันธุ์ข้าวสูงสุด 6 ตันต่อชั่วโมง ผลการประเมินสมรรถนะ พบว่า ค่าเฉลี่ยสูงสุดของอัตราการอบแห้งเท่ากับ 25 กิโลกรัมน้ำที่ระเหยต่อชั่วโมง อัตราการดึงน้ำออกจำเพาะ (SMER) 1.9 กิโลกรัมน้ำที่ระเหยต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง สัมประสิทธิ์สมรรถนะของปั๊มความร้อน (COP) เท่ากับ 7 ส่วนค่าเฉลี่ยความต้องการพลังงานจำเพาะต่ำสุดเท่ากับ 1.9 เมกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบ คือ อุณหภูมิลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้งต่ำ มีการสะสมของฝุ่นที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และมีน้ำแข็งเกาะที่เครื่องระเหยเมื่ออุณหภูมิอากาศแวดล้อมต่ำ ส่วนเครื่องอบแห้งที่ 2 เป็นแบบระบบปิด ใช้อบแห้งผลิตภัณฑ์ทางเกษตรทั้งแบบสดและแปรรูป ห้องอบแห้งบรรจุรถเข็นได้ 4 คัน แต่ละคันมี 17 ถาด การใช้งานส่วนใหญ่จะใส่ผลิตภัณฑ์ไม่เต็มพิกัดและใส่หลายชนิด ผลจากการประเมินสรรถนะพบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงดังนี้ อัตราการอบแห้ง 6-11.6 กิโลกรัมน้ำที่ระเหยต่อชั่วโมง ค่า SMER 0.5-0.9 กิโลกรัมน้ำที่ระเหยต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยความต้องการพลังงานจำเพาะต่ำสุดเท่ากับ 4.2-7.8 เมกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย และค่า COP อยู่ในช่วง 3.8-4.7 ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบคือ ในช่วงผลิตภัณฑ์ใกล้แห้ง อุณหภูมิลมร้อนมีค่าสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้ไม่สามารถควบคุมได้ มีลมรั่วออกจากห้องอบแห้งที่บริเวณขอบประตู และการลำเลียงรถเข็นเข้าห้อง

อบแห้งค่อนข้างลำบาก คุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งทั้ง 2 เครื่อง อยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับ

จากรายงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ในการอบแห้งผลิตภัณฑ์โดยใช้ฮีตปั๊มจะได้ผลิตภัณฑ์หลังผ่านการอบแห้งแล้วมีคุณภาพดี และมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง การอบแห้งด้วยฮีตปั๊มสามารถแบ่งได้ 3 ระบบด้วยกัน คือ

1. ระบบปิดอย่างสมบูรณ์ มีลักษณะการทำงาน คือ อากาศที่ใช้อบแห้งความชื้นต่ำ เมื่อผ่านการอบแห้งแล้วจะมีความชื้นสูงขึ้น นำไปลดความชื้นโดยผ่านเครื่องระเหย จากนั้นเวียนกลับมาใช้ใหม่ทั้งหมด พบว่าการทำงานของฮีตปั๊มในระบบปิดมีการสูญเสียพลังงานจำเพาะต่ำสุด

2. ระบบปิดบางส่วน มีลักษณะการทำงาน คือ อากาศที่ใช้อบแห้งมีความชื้นต่ำ เมื่อผ่านการอบแห้งแล้วมีความชื้นสูงขึ้น นำไปลดความชื้นโดยผ่านเครื่องระเหย จากนั้นปล่อยอากาศหลังผ่านการอบแห้งแล้วสู่สิ่งแวดล้อมบางส่วน โดยคำนึงถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างอากาศหลังผ่านการอบแห้งที่ระบายสู่สิ่งแวดล้อม กับอากาศเวียนกลับเพื่อใช้ผสมกับอากาศใหม่สำหรับอบแห้ง พบว่า เมื่อมีการนำอากาศหลังผ่านการอบแห้งมาใช้ใหม่ในอัตราส่วนประมาณ 60-70% จะช่วยให้ประหยัดพลังงานที่ต้องใช้ในการทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อใช้ในการอบแห้งได้มาก

3. ระบบเปิด มีลักษณะการทำงาน คือ นำอากาศหลังผ่านการอบแห้งแล้วปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมไม่นำกลับมาใช้อีก พบว่า เมื่ออากาศที่มีความร้อนหลงเหลืออยู่จากการอบแห้งระบายสู่สิ่งแวดล้อมลดลง จะช่วยให้อบแห้งผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น

การศึกษาสมรรถนะระบบอบแห้งด้วยฮีตปั๊ม สามารถใช้เป็นแนวทางการออกแบบและเลือกส่วนประกอบของระบบที่เหมาะสมได้ และการเพิ่มสมรรถนะของการอบแห้งโดยใช้ฮีตปั๊มสามารถกระทำได้โดยแบ่งสัดส่วนอากาศที่ไม่ผ่านเครื่องระเหยให้เหมาะสม รวมทั้งเพิ่มอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศขาเข้าและขาออกจากเครื่องทำระเหย

ด้านเศรษฐศาสตร์พบว่า การอบแห้งโดยใช้ฮีตปั๊มต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนขั้นต้นสูง แต่จะให้ผลคุ้มค่าในระยะยาว และจะให้ความคุ้มทุนในระยะเวลาอันสั้น เมื่อทำการอบแห้งผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนมาก