บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

จากการสำรวจงานวิจัยที่ได้นำผลผลิตทางการเกษตร ได้แก่ ผัก และผลไม้ต่างๆ มาแปรรูปโดยวิธีการอบแห้งซึ่งช่วยในการเก็บรักษาผลผลิตไว้ให้ได้นานขึ้น ซึ่งมีผู้ที่ศึกษาและวิจัย เกี่ยวกับการอบแห้งดังนี้ คือ

ประเทศโคลัมเบีย

ซึ่งเป็นเม็ดกาแฟโดยใช้วิธีการตากแห้งและการนำเม็ดกาแฟใส่กระบะไม้หรือโลหะแล้วนำไปตากบนลานโดยการนำไปตากบนลานโดยการรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรงซึ่งจะได้ประสิทธิภาพการตากแห้งประมาณ 23% การอบแห้งชนิดนี้นิยมใช้กับฟาร์มขนาดเล็กมีการลงทุนน้อย ส่วนฟาร์มขนาดใหญ่จะสร้างห้องอบแห้งขนาดใหญ่ซึ่งใช้พลังงานแสงอาทิตย์เหมือนกันทำให้ได้การตากแห้งครั้งละมากๆ กินเนื้อที่น้อย

ประเทศอินเดีย

ได้สร้างเครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบตู้มีฝารอบด้านทั้ง 4 ปิดทึบฝาด้านบนทำด้วยกระจกด้านล่างและข้างเจาะรูเพื่อให้อากาศระบายออกจากการทดลองสามารถลดเวลาในการตากแห้งน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของการตากแห้งแบบไม่ใช้เครื่องอบแห้ง

ประเทศสหรัฐอเมริกา

ได้ทำการทดลองเครื่องอบแห้งแบบไซโล เครื่องอบแห้งชนิดนี้มีลักษณะคล้าไซโลเก็บอาหารพวกถั่วหรือข้าวโพดซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกระบอกกลมในแนวดิ่ง รอบถังมีแผ่นยื่นออกมาตรงครีบรอบๆถังทาด้วยสีดำด้านมีแผ่นพลาสติกใสห่อหุ้มรอบครีบเพื่อทำเป็นท่ออากาศซึ่งอากาศที่ไหลผ่านครีบจะมีความร้อนสูงเนื่องจากแผ่นครีบรับความร้อนจากดวงอาทิตย์อากาศร้อนจะถูกพัดลมดูดผ่านตรงกลางกล่องซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้า เครื่องอบแห้งแบบไซโลนี้ควรตั้งอยู่ในแหล่งที่มีการใช้ ไฟฟ้า

การพัฒนาเครื่องอบแห้งในประทศไทยในประเทศไทยได้มีการพัฒนาเครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เช่นกันทั้งที่สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) , มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์กระทรวงอุสาหกรรม กลุ่มวิทยาลัยครูภาคตะวันตก เป็นต้น

การศึกษาวิจัยที่สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT)

ได้สร้างเครื่องอบข้าวเปลือกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งมีการหมุนเวียนอากาศภายในแบบธรรมชาติ (NaturalConvection) และตัวรับรังสีแสงอาทิตย์ดัดแปลงให้เอียงทำมุมกับพื้นราบและปูพื้นด้วยแกลบเผาเพื่อเป็นตัวดูดพลังงานแสงอาทิตย์จากการทดลองอบข้าวเปลือกหนา 15 ซม. พบว่าสามารถลดความชื้นจาก 22% เหลือ 14% ภายใน 23 วัน โดยข้าวเปลือกที่ชั้นบนและชั้นล่างจะแห้งเร็วกว่าและได้การพัฒนาเรื่อยมา

การศึกษาวิจัยที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ได้สร้างเครื่องอบแบบกล่องซึ่งมีพื้นที่รับแสงเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 3721 cm^2 เพื่อศึกษาความลาดเอียงของแผ่นกระจกต่อลักษณะการแผ่กระจายของอุณหภูมิในเครื่องอบแห้งพบว่าการใช้มุมเอียงของกระจกเป็น 5 , 10 , 15 , 20 องศาไม่มีผลต่ออุณหภูมิเฉลี่ยในเครื่องอบแห้ง

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพกรมวิทยาศาสตร์กระทรวงอุสาหกรรม

ได้สร้างเครื่องอบแห้งรูปสี่เหลี่ยมภายในทาสีดำด้านด้านบนปิดด้วยกระจกโปรงใสเจาะเป็นรูเล็กเพื่อระบาอากาศและไอน้ำที่ระเหยออกจากวัสดุด้านล่างวัสดุอบแห้งใช้กล้วยน้ำว้าโดยบรรจุครั้งละ 200 ผล พบว่าอุณหภูมิในเครื่องอบแห้งอยู่ประมาณ 58-75 ^0C กล้วยที่อบแห้งประมาณ 4-5 วัน และมีคุณค่าทางอาหารมากกว่ากล้วยที่ตากกลางแจ้งเพราะสะอาดกว่า

กลุ่มวิทยาลัยครูภาคตะวันตก

ได้สร้างและทดสอบสมรรถนะการอบแห้งแบบมีตัวรับรังสีแสงอาทิตย์โดยมีทั้งแบบที่ใช้กระจกใสเป็นผนังกั้นประตูตู้และปิดทับบนตัวรับรังสีแสงอาทิตย์และแบบที่ใช้พลาสติกใส (Polyethelene) เป็นผนังกั้นประตูและปิดทับบนตัวรับรังสีด้วยพลาสติกใสแข็ง (Acrylic) หรือพลาสติกเสริมใยแก้วใส (Fiberglassreinforcedplastic) วัสดุที่ใช้ในการอบแห้งคือผ้าสำลีชุบน้ำ พบว่าเครื่องอบแห้งที่ใช้กระจกเป็นทั้งผนังกั้นและปิดทับตัวรับรังสีและมีแผ่นดูดรับรังสีอยู่ตรงกลางช่องอากาศของตัวรับรังสีจะให้อัตตราการอบแห้งดีที่สุด ทำให้สามารถระเหยน้ำจากผ้าสำลีได้ประมาณ 0.87 kg/m^2 โดยมีขนาดของช่องระบายอากาศซึ่งประมาณ 1% ของพื้นที่รับแสงในแนวนอนทั้งหมด ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้มีการนำเครื่องอบแห้งที่มีอัตราการอบแห้งที่มีอัตราการอบแห้งที่ดีที่สุดมาใช้ในการทดลองวัสดุทางการเกษตร ต่อมามีการพัฒนาโดยการออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในลักษณะต่าง ๆ อีกมากมาย เพื่อเป็นทางเลือกที่ดีในการนำมาประยุกต์ใช้กับผลิตผลทางการเกษตร เนื่องจากผลผลิตทางการเกษตรหลายอย่างไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน ดังนั้นวิธีการแปรรูปโดยการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ใช้ในการถนอมอาหาร

ศิวะ อัจฉริยวิริยะ และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์

ได้ทำการทดลองหาสัมประสิทธิ์การแพร่ของกล้วยน้ำว้า พบว่าสัมประสิทธิ์การแพร่จะเพิ่มขึ้นเป็นลักษณะเชิงเส้นเมื่ออุณหภูมิลมร้อนเพิ่มขึ้นในช่วง 50 – 85 °c และจากการทดลองหาความชื้นสมดุลที่อุณหภูมิระหว่าง 40 –65 °c และความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 10 – 90 % โดยใช้สารละลายเกลืออิ่มตัวควบคุมความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และใช้ตู้อบควบคุมอุณหภูมิ พบว่าที่ความชื้นสัมพัทธ์อากาศคงที่ความชื้นสมดุลจะต่ำลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และที่อุณหภูมิคงที่ความชื้นสมดุลจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อความชื้นสัมพัทธ์อากาศเพิ่มขึ้นในช่วงแรก (0-40%) แต่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงความชื้นสัมพัทธ์อากาศสูง (มากกว่า 40%) จากการทดลองหาความร้อนจำเพาะ พบว่าความร้อนจำเพาะเพิ่มขึ้นลักษณะเชิงเส้น เมื่อความชั้นกล้วยน้ำว้าเพิ่มขึ้น และยังพบว่า ความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้นลักษณะเชิงเส้นเมื่อความชื้นกล้วยน้ำว้าลดลง

บัญชา ยาทิพย์ และคณะ

ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ของการนำปั๊มความร้อนมาใช้ในการอบแห้ง โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ที่มีส่งผลต่อความสิ้นเปลืองของพลังงาน โดยพบว่า อัตราการอบแห้งขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของอากาศจำเพาะ และอุณหภูมิของอากาศที่อัตราการไหลของอากาศจำเพาะต่ำ อุณหภูมิสูง จะสิ้นเปลืองพลังงานต่ำ และที่ความสูงของชั้นข้าวเปลือกสูงจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานสูงจุดที่เหมาะสมในการอบแห้งคือที่อัตราการไหลของอากาศจำเพาะ 12 m^3/min-m^3-paddy อุณหภูมิ 49 °c ความสูงของชั้นข้าวเปลือก 0.5 m เมื่อใช้งาน 2160 ชั่วโมงต่อปี ค่าใช้จ่ายในการอบแห้งข้าวเปลือกโดยลดความชื้นจาก 24 % เหลือ 14% มาตรฐานเปียกเท่ากับ 61.50 บาท/ตัน

มารีนา นุ้ยหมีม

ได้ทำการทดลองการอบแห้งสับปะรดแช่อิ่ม โดยใช้เครื่องอบแห้งแบบถาดอยู่กับที่ ทำการอบแห้งสับปะรดแช่อิ่มที่สภาวะต่าง ๆ เพื่อหาแนวโน้มของแนวทางการอบแห้งสับปะรดแช่อิ่ม ที่เป็นไปได้จริงในทางปฏิบัติ เมื่อกำหนดความหนาของสับประรดแช่อิ่ม 1 เซนติเมตร ความชื้นเริ่มต้น 65 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานแห้ง ความชื้นสุดท้าย 23 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง อุณหภูมิอากาศแวดล้อม 30 ℃ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม 70 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิอากาศอบแห้ง 65 ℃ พบว่าควรอบแห้งด้วยอัตราการไหลของอากาศจำเพาะ 11 กิโลกรัมอากาศแห้ง / ชั่วโมง – กิโลกรัม สับปะรดแช่อิ่ม อัตราส่วนอากาศเวียนกลับประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถหาได้ว่า เวลาที่ใช้ในการอบแห้งประมาณ 20 ชั่วโมง และความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 9.5 เมกกะจูล/ กิโลกรัมน้ำที่ระเหย เมื่อเพิ่มความหนาของสับปะรด แช่อิ่มเป็น 2 เซนติเมตร หรือลดความชื้นเริ่มต้นของสับปะรดแช่อิ่มลงเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง พบว่าเงื่อนไขในการอบแห้งที่เหมาะสมไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะใกล้เคียงกันแต่เวลาที่ใช้ในการอบแห้งเพิ่มขึ้นตามความหนาและความชื้นเริ่มต้นของสับปะรดแช่อิ่ม

เพชร ไสว และคณะ

ได้ทำการทดลองอบแห้งหอมหัวใหญ่ โดยการนำหอมหัวใหญ่ มาหั่นเป็นแผ่นบาง แล้วเริ่มการทดลอง การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 , 55 , 60 และ 65 ℃ ซึ่งผลการทดลองสามารถอธิบายได้ด้วย สมการเอ็กซ์โปเนนเชียล นอกจากนั้น กระบวนการก่อนการอบแห้ง และการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง จะทำให้อัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้น

ศิวะ อัจฉริยวิริยะ และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์

ได้ทำการศึกษาหาพารามิเตอร์ที่จำเป็นสำหรับวิเคราะห์การอบแห้งมะละกอแช่อิ่ม โดยมีความชื้นเริ่มต้นของมะละกอแช่อิ่มก่อนอบแห้งประมาณ 50% มาตรฐานแห้ง จากการทดลองหาสัมประสิทธิ์การแพร่ของมะละกอแช่อิ่มที่อุณหภูมิ 40-80 °c พบว่าไม่ปรากฏช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ คงมีเฉพาะช่วงอัตราการอบแห้งลดลงเท่านั้น และค่าสัมประสิทธิ์การแพร่จะเพิ่มขึ้นลักษณะ exponential เมื่ออุณหภูมิการอบแห้งเพิ่มขึ้น และจากการทดลองที่ความเร็วลมระหว่าง 0.7-1.3 m/s พบว่าความเร็วลมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์การแพร่ จากการทดลองหาความชื้นสมดุลโดยทำการทดลองที่อุณหภูมิระหว่าง 35-65 °c และความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 10-90% โดยใช้สารละลายเกลืออิ่มตัวเป็นสารควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และใช้ตู้อบเป็นส่วนควบคุมอุณหภูมิ พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความชื้นสมดุลจะต่ำลงในช่วงความชื้นสัมพัทธ์อากาศ 0-25% แต่สูงขึ้นเมื่อความชื้นสัมพัทธ์อากาศมากกว่า 45% สมการที่สามารถอธิบายผลการทดลองความชื้นสมดุลใช้ได้ผลดี เป็นสมการของ Brunauer et al. จากผลการทดลองหาความหนาแน่นของมะละกอแช่อิ่ม พบว่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นมะละกอแช่อิ่มเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นลักษณะเชิงเส้น และจากการทดลองหาความร้อนจำเพาะ พบว่าความร้อนจำเพาะมีค่าสูงขึ้นเมื่อความชื้นมะละกอแช่อิ่มเพิ่มขึ้น แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมานี้สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ได้ทุก ๆ ค่าของอุณหภูมิลมร้อนระหว่าง 45-80 °c หาความชื้นสมดุลตลอดช่วงความชื้นสัมพัทธ์ 10-90% กับช่วงอุณหภูมิ 35-65 °c และความร้อนจำเพาะกับความหนาแน่น สามารถหาได้ทุก ๆ ค่าของความชื้นของมะละกอแช่อิ่ม

ศิวะ อัจฉริยวิริยะ และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์

ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งมะละกอแช่อิ่มในตู้อบแห้ง และศึกษาการพัฒนาแนวทางการอบแห้งที่เหมาะสม โดยทำสมดุลมวลและพลังงาน จากการพิจารณาห้องอบแห้งทั้งห้องเป็นปริมาตรควบคุม และสมมุติว่าเกิดสมดุลความร้อนระหว่างผลิตภัณฑ์และอากาศที่ใช้อบแห้ง จากการเปรียบเทียบผลจากการทดลองและการคำนวณ พบว่าอัตราการอบแห้งจากการคำนวณสูงกว่าการทดลองเล็กน้อย และจากการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ พบว่าควรอบแห้งมะละกอแช่อิ่มที่อุณหภูมิประมาณ 60℃ ซึ่งผลที่ได้ คือผิวของมะละกอแช่อิ่มจะแห้งสม่ำเสมอและผิวภายนอกไม่แข็ง สีสดเหมือนเดิม จากการศึกษาหาแนวทางการอบแห้งที่เหมาะสม โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่าควรอบแห้งที่อุณหภูมิ 60℃ โดยใช้อัตราการไหลของอากาศประมาณ 35 kg/h-kg dry papaya glace และสัดส่วนการนำเอาอากาศที่ใช้อบแห้งแล้วกลับมาใช้ใหม่ประมาณ 80-85% ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 15 MJ/kg-H_2O evap. ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง เวลาที่ใช้ในการอบแห้งและความสิ้นเปลืองของพลังงานมีค่าค่อนข้างต่ำ จากแบบจำลองนี้รูปทรงของมะละกอแช่อิ่มเป็นรูปทรงลูกบาศก์ซึ่งแต่ละด้านมีขนาด 0.005 เมตร จากการหาสภาวะที่เหมาะสม พบว่าขนาดของชิ้นมะละกอแช่อิ่มมีผลต่อความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ คือเมื่อขนาดเพิ่มขึ้นความสิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

<u>เพ็ญพรรณ์ ทะสะโส</u>

ได้ศึกษาแนวทางการอบแห้งที่เหมาะสมของมะละกอแช่อิ่มโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบตู้ ซึ่งภายในบรรจุถาดอยู่กับที่ ทำการอบแห้งมะละกอแช่อิ่มที่สภาวะต่างๆ เพื่อหาแนวโน้มของแนวทางการอบแห้งมะละกอแช่อิ่มที่เป็นไปได้จริงในทางปฏิบัติ จากนั้นใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์หาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งมะละกอแช่อิ่ม โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคือ คุณภาพของมะละกอแช่อิ่มที่ผ่านการอบแห้งที่ได้ เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง และค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ จากการทดลองอัตราการอบแห้งมะละกอแช่อิ่ม พบว่ามะละกอแช่อิ่มที่ผ่านการอบแห้งแล้วจากแต่ละบริเวณของถาดทุกถาดมีความชื้นแตกต่างกัน และที่แต่ละชั้นของถาดอบก็มีความชื้นลดลงไม่เท่ากันเช่นกัน เนื่องมากจากการกระจายลมร้อนภายในตู้อบแห้งไม่ดีพอ และเมื่อนำความชื้นเฉลี่ยของมะละกอแช่อิ่มมาเขียนกราฟกับเวลา พบว่าความชื้นเฉลี่ยของมะละกอแช่อิ่มลดลงเมื่อเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเพิ่มขึ้นจากการทดลอง พบว่าเมื่ออัตราการไหลจำเพาะของอากาศลดลง ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้งมะละกอแช่อิ่ม จะลดลงด้วย และเมื่ออัตราส่วนเวียนกลับของอากาศที่ใช้อบแห้งแล้วเพิ่มขึ้นจะทำให้ความสิ้นเปลืองพลังงานลดลง ส่วนการเพิ่มอุณหภูมิอบแห้งก็จะทำให้ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะลดลงเช่นกัน คุณภาพของมะละกอแช่อิ่มอบแห้งที่ได้จะมีคุณภาพดีที่สุด พบว่าควรอบแห้งที่อุณหภูมิ 65℃ โดยใช้อัตราการไหลจำเพาะอากาศประมาณ 45.2 กิโลกรัมอากาศแห้งต่อชั่วโมง-กิโลกรัมแห้งของมะละกอแช่อิ่ม อัตราส่วนเวียนกลับของอากาศที่ใช้อบแห้งแล้วประมาณ 90-95 เปอร์เซ็นต์

จากการสำรวจเอกสารต่างๆ ที่ผ่านมา พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาผลของตัวแปรต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการอบแห้งผลไม้ เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม อัตราการไหลอากาศจำเพาะ และอัตราส่วนเวียนกลับอากาศร้อน โดยมีการไหลอากาศเป็นแบบบังคับ อุณหภูมิเป็นตัวแปรสำคัญต่อการอบแห้ง จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์การเกษตรอยู่ในช่วง 40-65℃ โดยถ้าอุณหภูมิสูงเกินไป จะเกิดปัญหาการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่จาก*<u>งานวิจัยบัญชา ยาทิพย์ และคณะ</u>* ได้สรุปว่าการเพิ่มอุณหภูมิอบแห้งทำให้ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะลดลง ความเร็วลม และ อัตราการไหลอากาศจำเพาะจะมีค่าคงที่ค่าหนึ่ง การเพิ่มความเร็วลมไม่ได้มีอิทธิพลมากต่อการอบแห้งสำหรับทุกๆ ผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา การนำอากาศร้อนกลับมาใช้อบแห้งใหม่ หรือ อัตราส่วนเวียนกลับของอากาศที่ใช้อบแห้ง ทำให้สามารถประหยัดพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งได้ จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีค่าเหมาะสมอยู่ในช่วง 80-85% แต่บางงานวิจัยมีค่าเหมาะสมอยู่ในช่วง 90-95% การวิเคราะห์พลังงานในการอบแห้งจะวิเคราะห์ในเทอม ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ