บทที่ 8

สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

8.1 สรุปการวิจัย

การอบแห้งเมล็ดพืชแบบไหลในทิศทางเดียวกัน เป็นวิธีการที่รวดเร็วและเหมาะสมต่ออุตสาหกรรมการผลิตข้าวเพื่อทำให้ข้าวเปลือกมีความชื้นตามมาตรฐาน ดังนั้นในการวิจัยนี้มุ่งที่จะหาตัวแปรที่มีความสำคัญต่อระบบอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกแบบไหลในทิศทางเดียวกัน โดยพัฒนาสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ และทำการสร้างเครื่องทดลองที่มีระยะอบแห้ง 1 ช่วงการอบ (one-stage concurrent flow dryer) เพื่อนำผลของการจำลองแบบมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลอง เป็นการยืนยันความถูกต้องของสมการที่ใช้

การจำลองแบบได้ใช้สมการการอบแห้งของชั้นบางของเมล็ดข้าวเปลือก 4 สมการ เป็นสมการที่แสดงรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก ผลปรากฏว่าสมการที่อยู่ในรูปสมการของ Page ซึ่งสร้างขึ้นโดย Wang และ Singh (1978) สามารถใช้แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกชนิดเมล็ดยาวภายในห้องอบแห้งได้ ซึ่งให้ผลคำตอบที่สอดคล้องกับการทดลอง กล่าวคือ ข้าวเปลือกสามารถอบแห้งจากปริมาณความชื้นเฉลี่ย 20.5 % เป็น 18.5 % w.b. และจากปริมาณความชื้นเฉลี่ย 17 % เป็น 14.6 % w.b. ได้เมื่อใช้ลมร้อนที่มีอุณหภูมิ 120 °C อัตราการไหลของลมร้อน 30 m^3/m^2-min เมล็ดข้าวเปลือกมีความเร็วเท่ากับ 2.6 m/hr ระยะช่วงอบแห้งเท่ากับ 0.75 ม. โดยเมล็ดข้าวเปลือกไม่เสียคุณภาพไปจากเดิม

ผลการวิจัยเพื่อหาตัวแปรที่สำคัญต่อระบบอบแห้งโดยการจำลองแบบได้ผลดังนี้ คือ (ก) อัตราไหลของลมร้อน อัตราไหลของเมล็ดข้าวเปลือก และอุณหภูมิของลมร้อน เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญในการควบคุมอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นและอุณหภูมิของเมล็ดข้าวเปลือกภายในห้องอบแห้ง จากการศึกษาครั้งนี้ได้ค่าที่เหมาะสมของตัวแปรทั้ง 3 ดังนี้ คือ อัตราไหลของลมร้อนเท่ากับ 40 m^3/m^2-min อัตราไหลของข้าวเปลือกเท่ากับ 2.0 m^3/m^2-hr. และอุณหภูมิของลมร้อนเท่ากับ 120 °C โดยสามารถอบแห้งข้าวเปลือกจากความชื้น 17 % w.b. ให้เหลือความชื้น 13 % w.b. ได้ภายในระยะอบแห้งที่มีความลึก 1.2 m. (ข) เมื่อทำการ

เพิ่มอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งเป็น 150 °C และให้ค่าตัวแปรอื่นคงที่ พบว่าอัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้น คือสามารถอบแห้งจากความชื้น 20 % ให้เหลือ 15.1 % w.b. ได้ภายในระยะความลึก 1.2 ม. แต่มีข้อเสียคืออุณหภูมิของเมล็ดข้าวมีค่าสูงถึง 62.1 °C ดังนั้นค่าอุณหภูมิของลมร้อนที่เหมาะสมจึงควรใช้ที่ 120 °C ซึ่งจะทำให้เมล็ดข้าวมีอุณหภูมิสูงไม่เกิน 55 °C (ค) เมื่อทำการเพิ่มค่าอัตราไหลของลมร้อน โดยให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่ ผลปรากฏว่าอัตราการอบแห้งและอุณหภูมิของเมล็ดข้าวเปลือกมีค่าเพิ่มขึ้น (ง) เมื่ออัตราไหลของเมล็ดข้าวเปลือกมีค่าสูงขึ้น อัตราการอบแห้งและอุณหภูมิของเมล็ดข้าวเปลือกจะมีค่าลดลง (จ) สภาวะภูมิอากาศประจำวันที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงถึง 80 % สามารถใช้ทำเป็นลมร้อนเพื่อใช้อบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกได้ โดยลมร้อนไม่เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำ

การวิจัยนี้พบว่าตัวแปรที่สำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นและอุณหภูมิของเมล็ดข้าวเปลือกในระบบอบแห้งแบบไหลในทิศทางเดียวกัน คือ อัตราไหลของลมร้อน อุณหภูมิของลมร้อน และอัตราไหลของเมล็ดข้าวเปลือก ดังนั้นในการออกแบบระบบอบแห้งแบบไหลในทิศทางเดียวกันนี้ จึงควรที่จะคำนึงถึงตัวแปรทั้ง 3 เป็นพิเศษ การเลือกค่าตัวแปรทั้ง 3 ให้เหมาะสมจะสามารถส่งผลให้ระบบอบแห้งระบบนี้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด จากการศึกษาโดยการจำลองแบบครั้งนี้พบว่าค่าที่เหมาะสมในการอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือก คือ อุณหภูมิลมร้อน 120 ° C อัตราไหลของลมร้อน 40 m^3/m^2-min และอัตราไหลของข้าวเปลือก 2.0 m/hr. ได้โดยไม่ทำให้คุณภาพของเมล็ดข้าวเปลือกเสียหาย.

การควบคุมตัวแปรทั้งสามสามารถควบคุมได้โดยการใช้ชุดควบคุมอุณหภูมิ อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบของพัดลมเป่าอากาศ (blower) และชุดเกียรทดปรับความเร็วรอบของ screw conveyor เพื่อทำการควบคุมอุณหภูมิของลมร้อน อัตราไหลของลมร้อน และอัตราไหลของเมล็ดข้าวเปลือกตามลำดับ แต่ในทางปฏิบัติส่วนใหญ่จะให้อุณหภูมิและอัตราไหลของลมร้อนมีค่าคงที่ตามกำลังความสามารถที่ทำได้ และทำการควบคุมอัตราไหลของเมล็ดพืชเพียงอย่างเดียว ดังนั้นอัตราไหลของเมล็ดพืชจึงเป็นตัวแปรที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกภายในห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้งแบบไหลในทิศทางเดียวกัน

8.2 ข้อเสนอแนะ

8.2.1 ทำการศึกษาเพื่อหาจุดที่เหมาะสมของตัวแปรในการอบแห้งข้าวเปลือกโดยคำนึงถึงหลักเศรษฐศาสตร์ เพื่อให้ระบบอบแห้งแบบไหลในทิศทางเดียวกันมีความเป็น

ไปได้ในการนำมาใช้งานในอุตสาหกรรม

8.2.2 ทำการศึกษาเรื่องการอบแห้งชั้นบาง (thin-layer drying) สำหรับข้าวเปลือกที่ปลูกในประเทศไทย โดยสร้างสมการการอบแห้งตามสมการของ Page (page model) เพื่อนำมาใช้ในการจำลองแบบ ซึ่งจะให้ผลคำตอบที่แม่นยำมากขึ้น

8.2.3 วิเคราะห์คุณสมบัติของข้าวเปลือกทั้งชนิดเมล็ดสั้น เมล็ดยาวปานกลาง และเมล็ดยาว เพื่อหาผลสรุปว่าลักษณะของเมล็ดข้าว ให้ผลแตกต่างกันหรือไม่ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความชื้น ของเมล็ดข้าวเปลือกภายในระบบอบแห้ง

8.2.4 ศึกษาถึงระบบควบคุมการอบแห้งแบบอัตโนมัติ ที่สามารถควบคุมความชื้นของข้าวเปลือกตรงทางออกให้มีค่าตามต้องการ โดยการควบคุมตัวแปรอัตราไหลของข้าวเปลือกตรงทางออก

8.2.5 ทำการศึกษาการอบแห้งเมล็ดพืชชนิดอื่นด้วยระบบอบแห้งแบบไหลในทิศทางเช่น ข้าวโพด ข้าวฟาง ถั่วชนิดต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อให้ทราบค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับเมล็ดพืชนั้น ๆ ซึ่งจะทำให้ระบบอบแห้งแบบนี้มีประโยชน์ต่อการใช้งานมากที่สุด

Fontana, C., Concurrent flow versus conventional drying of rice. , Ph.D Thesis, Michigan State University, MI., 1983

Korateyev, I.G., "Effect of the drying temperature conditions on the quatity of rice kernels.", Scientific Information Section NTAE, Bedford; Translation No:42, 1975

Kunze, O.R., "Fissuring of the rice grain after heated air drying." , Trans, of ASAE : 1197-1201, 1207, 1979

Morita, T., and Singh, R.P., "Physical and thermal properties of short-grain rough rice.", Trans. of ASAE :, 630-636, 1979

Muhibauer, W., Scheuermann, A., Maurer, K., and Blumenl, K., "Drying of grain maize by the concurrent flow method at high temperatures.", Scientific Information Section NTAE, Bedford; Translation No:396, 1971

Novoselov, S., Orlova, Z., and Alekseyeva, L., "Maximum permissible temperture for heating rice during drying.", Scientific Information Section NTAE, Bedford; Translation No:396, 1971

Sharma, A.D., Tolley, H.D., and Kunze, O.R., "A two-compartment drying model related to the fissuring in rough rice.", ASAE Tech. paper No:79-3550, Am. Soc. Agr. Engr. St Joseph, MI.49085, 1979

Sharma, A.D., and Kunze, O.R., "Post-drying fissure developments in rough rice.", Trans. of ASAE :, 465-468, 474, 1982

Spencer, H.B., "A Mathermatical simulation of grain drying.", Jour. of Agric. Engng. Res. 14 (3), 226-235, 1969

Steffe, J.F., and Singh, R.P., "Parameter required in the analysis of rough rice drying.", DRYING '80, Volumne 2 McGraw-Hill, 256-262, 1980

Suministrado, D.C., Some physical and thermal properties of rough rice., M. Eng Thesis ; Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand., 1979

Verma, L.R., Bucklin, R.A., Endan, J.B., and Wratten, F.T., "Effect of drying air parameters on rice drying model.", Trans. of ASAE :, 296-301, 1985

Walker, L.P., Process analysis of a multistage concurrent flow rice dryers., Ph.D thesis ; Michigan State University, MI. ,1978

Wang, C.Y., and Singh, R.P., "A single layer drying equation for rough rice.", ASAE Tech. paper No:78-3001,Am. Soc. Agr. Engr. St Joseph, MI., 1978

Wratten, F.T., Pode, W.D., Chesness, J.L., Bal, S., and Ramarao, V. , "Physical and themal properties of rough rice.", Trans. of ASAE 12 :, 801-803, 1979