T 157482

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อการศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งข้าวเปลือกแบบฟลูอิไดซ์เบดด้วยอากาศร้อนและไอน้ำร้อนยวดยิ่ง ออกแบบ สร้างและทดสอบสมรรถนะเครื่องต้นแบบอบแห้งข้าวเปลือกแบบฟลูอิไดซ์เบดด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งแบบต่อเนื่อง และการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งข้าวเปลือกแบบฟลูอิไดซ์เบดด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง

จากการศึกษาเปรียบเทียบ พบว่าข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งมีร้อยละต้นข้าวสูงกว่าข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งด้วยอากาศร้อน ส่วนความขาวของข้าวสารต่ำกว่า ในช่วงแรกของการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะเกิดการควบแน่นของไอน้ำ โดยอุณหภูมิของเมล็ดข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นถึงอุณหภูมิเจลาทิไนเซชันได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งการเกิดเจลาทิไนเซชันของข้าวเปลือกที่อบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งดีกว่าข้าวเปลือกที่อบแห้งด้วยอากาศร้อน เมื่อนำไปสีจึงได้ร้อยละต้นข้าวมากกว่า นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวเปลือกที่แช่เป็นเวลานานมีร้อยละข้าวท้องไข่ลดลง ส่วนความเร็วที่ใช้ในการอบแห้งไม่มีอิทธิพลต่อการลดลงของข้าวท้องไข่มากนัก

จากการทดสอบอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องต้นแบบฟลูอิไดซ์เบดโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง ขนาดกำลังผลิต 100 kg/h อบแห้งที่อุณหภูมิ 128-164^{o}C เวลาในการอบแห้ง 4-5 นาที พบว่าสามารถลดความชื้นข้าวเปลือกจาก 40-50%d.b. ลงเหลือ 21-28%d.b. โดยความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกจะลดลงตามอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งที่เพิ่มขึ้น ข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งจะมีลักษณะเป็นข้าวนึ่ง และร้อยละต้นข้าวจะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้าวอ้างอิง ส่วนความขาวของข้าวสารจะลดลงตามอุณหภูมิอบแห้งที่เพิ่มขึ้น ลักษณะสมบัติความหนืดของแป้ง มีค่า peak viscosity และค่า final viscosity ลดต่ำลง เมื่อเทียบกับข้าวอ้างอิง และมีแนวโน้มลดลงตามอุณหภูมิอบแห้งที่เพิ่มขึ้น จากผลการทดลองของเครื่องอบแห้งต้นแบบฟลูอิไดซ์เบดด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง พบว่าข้าวที่ผ่านการอบแห้งมีลักษณะเป็นข้าวนึ่ง ดังนั้นจึงรวมขั้นตอนการนึ่งและอบแห้งไว้ในขั้นตอนเดียวกัน ซึ่งมีผลทำให้ลดต้นทุนและระยะเวลาในการผลิตข้าวนึ่งลง เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการผลิตข้าวนึ่งทั่วไป

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกแบบฟลูอิไดซ์เบดด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่ได้พัฒนาขึ้น แบ่งช่วงการคำนวณออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงเพิ่มอุณหภูมิของเมล็ดข้าวเปลือก (Heat up Period) ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ (Constant drying rate period) และช่วงอัตราการอบแห้งลดลง (Falling drying rate period) สามารถทำนายผลการอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกได้ใกล้เคียงกับผลการทดลอง จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการทดลอง พบว่าอุณหภูมิของไอน้ำร้อนยวดยิ่งมีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกมากที่สุด รองลงมา คือ ความสูงเบดข้าวเปลือก โดยข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งที่ความสูงเบดข้าวเปลือกต่ำจะมีผลทำให้อัตราการอบแห้งอัตราการอบแห้งสูง

Abstract

TE 157482

This research is to compare paddy drying techniques between hot-air and superheated steam fluidized-bed drying, to design, construct and test a prototype of superheated-steam-fluidized-bed dryer, and to develop the mathematical model of fluidized bed paddy drying using superheated steam.

Comparison results showed that paddy dried by had higher head rice yield but lower whiteness than that dried by hot-air fluidized-bed drying. The higher head rice yield was due to condensation occurring at the beginning of the superheated steam drying, causing paddy temperature to increase rapidly to the paddy gelatinization temperature. A gelatinization process, therefore, occurred more in the superheated steam than in the hot air drying. In addition to both drying processes, it was found that longer soaking time resulted in a lower percentage of white belly while drying medium velocity had no effect on the decrease in white belly.

Testing of the prototype of superheated-steam-fluidized-bed dryer with a capacity of 100 kg/h at drying temperature in a range of 128-164°C and drying time of 4-5 minutes showed that this machine was able to reduce the moisture content of paddy from 40-50%d.b. to 21-28%d.b. The decrease in moisture content depended on the increase in drying temperature and time. The dried paddy outputted as parboiled rice and had higher head rice yield compared with reference paddy. Its whiteness dropped when the drying temperature increased. The peak and final viscosity of dried paddy's starch were lower than those of reference paddy and decreased with the drying temperature. Due to the output of dried paddy from this dryer was parboiled rice, thus, the machine combined steaming and drying process together. This reduced an investment cost and operating time for producing parboiled rice compared with an commercial process.

The developed mathematical model of superheated-steam-fluidized-bed drying was divided into three periods, i.e., heat-up, constant drying rate and falling drying rate. Predicted results of the model were moderately close to the experiments. The results from both model and experiments indicated the superheated steam temperature was the most influence parameter on the paddy drying rate. Another parameter affecting the drying rate was paddy bed depth. Thinner bed depth resulted in higher drying rate.