อภิสิกธิ์ ภักดีแก้ว : การควบคุมอุณหภูมิข้าวเปลือกในเครื่องอบแห้งแบบพาหะลม
(Paddy temperature control in pneumatic dryer)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กระวี ตรีอำนรรค, 229 หน้า

คำสำคัญ: กระบวนการอบแห้ง/ข้าวเปลือก/อุณหภูมิข้าวเปลือก/การวิเคราะห์ปัจจัย/การวิเคราะห์ความไว/การควบคุมแบบพีไอดี/วิธีการของซีเกลอร์-นิโคลส์/การควบคุมอุณหภูมิข้าวเปลือก

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมสภาวะการอบแห้งข้าวเปลือกในเครื่องอบแห้งพาหะลมซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการดำเนินงาน 5 ส่วน ได้แก่ 1. การพัฒนาระบบควบคุมอัตราส่วนความชื้นจากการปรับสัดส่วนอากาศอบแห้งเวียนกลับ 2. การศึกษาอิทธิพลของการหมุนเวียนอากาศอบแห้งมาใช้ใหม่ต่อการใช้พลังงานในระบบอบแห้ง 3. การทดลองอบแห้งข้าวเปลือกด้วยอากาศร้อนอุณหภูมิคงที่ 4. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อค้นหาความสำคัญของตัวแปรอิสระที่มีผลต่อสมรรถนะของระบบอบแห้ง และ 5. การทดลองอบแห้งข้าวเปลือกด้วยวิธีควบคุมอุณหภูมิข้าวในกระบวนการอบแห้ง ซึ่งทั้งหมดเป็นการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กัน ผลจากการดำเนินงานพบว่าระบบควบคุมแบบป้อนกลับสามารถกำจัดข้อผิดพลาดในกระบวนการได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับระบบที่ใช้การคำนวณทางทฤษฎีโดยตรง ระบบควบคุมอัตราส่วนความชื้นอากาศอบแห้งผสมที่พัฒนาขึ้นจากวาล์วปีกผีเสื้อสามารถเวียนอากาศกลับได้สูงถึง 83.33% มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในสถานะคงตัวต่ำกว่า 2% และเมื่อนำระบบควบคุมการหมุนเวียนอากาศและวาล์วปีกผีเสื้อไปติดตั้งกับเครื่องอบแห้งพาหะลมพบว่าที่อุณหภูมิอากาศ 80 °C สามารถลดการใช้พลังงานในระบบลงได้ 3.38% การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยและการวิเคราะห์ความไวผ่านแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ทำให้เข้าใจโครงสร้างและทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอบแห้งได้ดีขึ้นและพบว่าอุณหภูมิข้าวเปลือกเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งและส่งผลต่อการใช้พลังงาน อัตราการอบแห้งและคุณภาพข้าวในกระบวนการอบแห้ง การศึกษาในส่วนสุดท้ายเป็นการประยุกต์ใช้วิธีการของซีเกลอร์-นิโคลส์เข้ามาปรับแต่งตัวควบคุมพีไอดีเพื่อให้ระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิข้าวเปลือกในกระบวนการอบแห้งได้ ซึ่งพบว่าระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิข้าวเปลือกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการทำงานในสถานะคงตัวมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 2% ผลการอบแห้งโดยควบคุมอุณหภูมิข้าวเปลือกที่ 45 °C พบว่ามีอัตราการอบแห้งและร้อยละผลผลิตข้าวกล้องสูงกว่าการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยอุณหภูมิอากาศอบแห้งคงที่ 60 °C อยู่ 71.74% และ 8.96% ตามลำดับ แม้ว่าจะมีข้อเสียเปรียบด้านพลังงานอยู่ประมาณ 13.88% อย่างไรก็ตามนัยสำคัญด้านอัตราอบแห้งที่โดดเด่นประกอบกับปริมาณข้าวหักที่ลดลงอย่างมากจึงทำให้การอบแห้งโดยควบคุมอุณหภูมิข้าวเปลือกที่ 45 °C ยังคงเป็นรูปแบบการอบแห้งที่มีความเหมาะสมกับเครื่องอบแห้งแบบพาหะลมที่สุด

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนักศึกษา .....

ปีการศึกษา 2566 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

APHISIK PAKDEEKAEW : PADDY TEMPERATURE CONTROL IN PNEUMATIC DRYER.
THESIS ADVISOR : ASST. PROF. KRAWEE TREEAMNUK, D.Eng., 229 PP.

Keyword: Drying Process/ Paddy/ Paddy Temperature/ Factor Analysis/ Sensitivity Analysis/ PID Control/ Ziegler–Nichols Method/ Paddy Temperature Control

This thesis aims to develop a control system for the drying conditions of paddy rice in a pneumatic dryer and to evaluate the dryer's performance and rice quality resulting from different drying methods. The research consists of five key stages: 1. developing a humidity ratio control system by adjusting the proportion of recirculated drying air, 2. studying the impact of recirculating drying air on energy consumption, 3. experimentally drying paddy rice with constant temperature hot air, 4. analyzing data to identify the significance of independent variables on the drying system's performance, and 5. experimentally drying paddy rice with controlled rice temperature. All operations were continuous and interrelated. The results indicate that the feedback control system is more effective in reducing process errors than systems relying on theoretical calculations. The mixed air humidity ratio control system, implemented with a butterfly valve, achieved a return air rate as high as 83.33%, with an average steady-state error of less than 2%. Upon integrating this butterfly valve-based air circulation system with a pneumatic dryer, energy savings of 3.38% were observed at an air temperature of 80 °C. Utilizing factor analysis and sensitivity analysis techniques through artificial neural network models enabled a deeper understanding of the structure and relationships between variables associated with the drying process. It was determined that paddy temperature significantly influences energy consumption, drying rate, and rice quality in the drying. The final phase of the study applied the Ziegler-Nichols method to adjust the PID controller, enabling effective control of paddy temperature during the drying process. The system demonstrated an approximate 2% steady-state error during operation. Drying experiments conducted at a controlled paddy temperature of 45 °C revealed a 71.74% higher drying rate and an 8.96% higher yield of brown rice compared to drying with a constant drying air temperature of 60 °C. Despite an energy disadvantage of approximately 13.88%, the significant increase in drying rate and reduced amount of broken rice highlight drying with paddy temperature control at 45 °C as the preferred method for pneumatic dryers.

School of Mechanical Engineering
Academic year 2023

Student's Signature Aphisik Pakdeekaew
Advisor's Signature Krawee Treeamnuk