# การออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกสำหรับโรงสีข้าวชุมชน

# Design and Development of the processing germinated brown rice tea for the community mill rice

ภิญโญ ชุมมณี[1] วีระชาติ จริตงาม[2] ธนรัตน์ ศรีรุ่งเรือง[2] วัชระ ชัยสงคราม[1]

## Abstract

The objective of this paper was to design and Development of the processing germinated brown rice tea powder machine using spray dryer. The work is continuous and the flow of hot air in the same direction as the injection of fluid (co-current flow) into the system. A prototype spray dryer was designed and fabricated for community mill rice. Germinated brown rice tea powder quality after drying also has been taken into consideration. Soaked germinated brown rice 1 kilogram for about 10 liters of water to be the material in transmutation of germinated brown rice tea powder. Experimental results show that the material was system about 5 minutes. Temperature-efficient was 230-270 °C; air speed of 1m/s; electric power of 375W and average amount of LPG gas 1 kg/h. Germinated brown rice powder processing cost was 74 baht/kg, fixed cost for produced dryer 16 baht/kg for spray dryer 5 years-used, energy cost 20.5 baht/kg and operating cost 37.5 baht/kg when used dryer 8 h/day.

**Key words:** germinated brown rice tea, spray dryer, community mill rice

[1]Division of Energy Engineering, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan, 60000

[2]Division of Electromechanic Manufacturing Engineering, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan, 60000

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรรูปชาข้าวกล้องงอกสำหรับโรงสีข้าวชุมชน โดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอยด้วยลมร้อนและของเหลวไหลทางเดียวกันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งคำนึงถึงคุณภาพผงชาข้าวกล้องงอกหลังการแปรรูปให้อยู่ในเกณฑ์ดี เพื่อต้องการให้เป็นต้นแบบสำหรับโรงสีข้าวชุมชน ซึ่งมีข้อดีและข้อได้เปรียบพอที่จะแนะนำให้โรงสีข้าวชุมชนสามารถออกแบบ สร้างและดำเนินการทดลองใช้งานได้จริง พบว่า การแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกจะใช้ข้าวกล้องงอก 1 กิโลกรัมมาผสมกับน้ำจำนวน 10 ลิตร โดยกำหนดให้น้ำข้าวกล้องงอกอยู่ในระบบนานประมาณ 5 นาที ใช้อุณหภูมิที่มีผลต่อประสิทธิภาพการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกมากที่สุดอยู่ในช่วงประมาณ 230-270 องศาเซลเซียส ความเร็วของกระแสอากาศร้อนประมาณ 1 เมตรต่อวินาที อัตราใช้กำลังไฟฟ้า 375 วัตต์ ใช้เชื้อเพลิงก๊าซหุงต้มเฉลี่ย 1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หากมีการใช้งาน 8 ชั่วโมงต่อวันจะมีค่าใช้จ่ายในการอบแห้งผงข้าวกล้องงอกเป็น 74 บาทต่อกิโลกรัม แยกเป็นค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยผงข้าวกล้องงอกเท่ากับ 16 บาทต่อกิโลกรัม คิดอายุการใช้งานของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยผงข้าวกล้องงอก 5 ปี ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน 20.5 บาทต่อกิโลกรัมและเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ 37.5 บาทต่อกิโลกรัม


**คำสำคัญ** : ผงชาข้าวกล้องงอก, การอบแห้งแบบพ่นฝอย, โรงสีชุมชน

## บทนำ

ข้าวเป็นผลิตผลหลักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยเกษตรกรส่วนใหญ่จะทำนาปีละ 2 ครั้ง คือข้าวนาปรังและข้าวนาปี ข้าวนาปรังจะปลูกในนอกฤดูฝน ส่วนข้าวนาปีจะทำนาในฤดูฝนและจะเก็บราวเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน ทำให้เกิดปัญหาความชื้นในเมล็ดข้าวเปลือกสูงถึง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยทั่วไปเกษตรกรจะทำการขายข้าวเปลือกให้โรงสีข้าวในท้องถิ่นทันทีหลังจากการเก็บเกี่ยว ซึ่งทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ขายข้าวเปลือกได้ในราคาที่ต่ำกว่ามาตรฐานเพราะโรงสีข้าวมีข้อกำหนดในการรับซื้อข้าวเปลือกที่ระดับความชื้น 13 เปอร์เซ็นต์ ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นความชื้นที่เหมาะสมต่อการแปรรูปและเก็บรักษาต่อไป ดังนั้นการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าและสร้างรายได้ให้กับชาวนามีบทบาทสำคัญต่อชาวนาเป็นอย่างมาก ซึ่งข้าวที่นำมาแปรรูปเป็นผงชาข้าวกล้องงอกจะมีราคาสูงกว่าการขายข้าวเปลือกให้โรงสีข้าวในท้องถิ่นทันทีหลังจากการเก็บเกี่ยว เนื่องจากการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกมีความต้องการ

การแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอก เป็นวิธีการหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มมูลค่าสินค้าและสร้างรายได้ให้กับชาวนา การเลือกใช้เครื่องแปรรูปชาข้าวกล้องงอกสำหรับโรงสีข้าวชุมชน โดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอยด้วยลมร้อนและของเหลวไหลทางเดียวกันอย่างต่อเนื่อง จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกให้สูงมากขึ้น นอกจากนี้ในปัจจุบันเกษตรกรมีความใส่ใจในเรื่องการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกมากขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรรูปชาข้าวกล้องงอกสำหรับโรงสีข้าวชุมชน

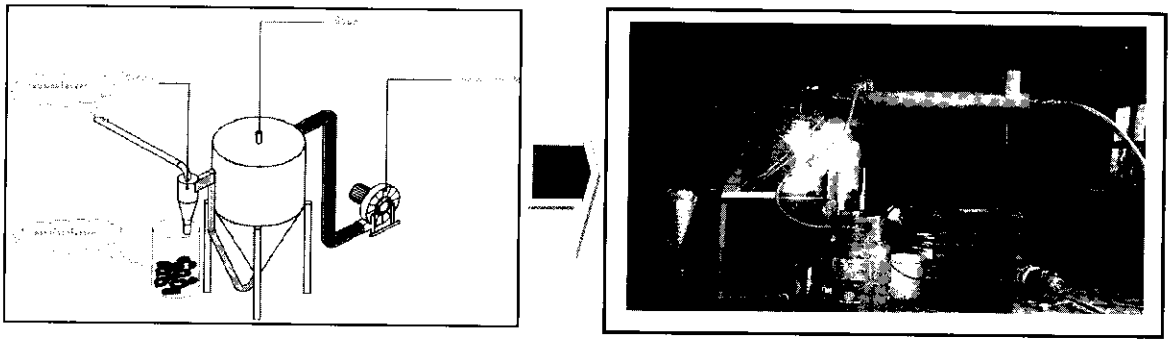
**วิธีการวิจัย**

ข้าวกล้องงอกจากเกษตรกรในพื้นตำบลหนองยายดาอำเภอสว่างอารมณ์ จังหวัดอุทัยธานี โดยศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรรูปชาข้าวกล้องงอกสำหรับโรงสีข้าวชุมชน โดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอยด้วยลมร้อนและของเหลวไหลทางเดียวกันอย่างต่อเนื่องและตัวแปรที่เกี่ยวอุณหภูมิต่างๆที่ทำให้ประสิทธิภาพการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกมากที่สุด โดยใช้ค่าอุณหภูมิตั้งแต่ 100, 150, 200, 230, 250, 270 และ 300 องศาเซลเซียส โดยนำข้าวกล้องงอกมาชั่งน้ำหนักให้ได้ 1 กิโลกรัมแล้วผสมกับน้ำจำนวน 10 ลิตร จากนั้นทำการเตรียมข้าวกล้องงอกที่ใช้ในการทดสอบงานวิจัย โดยเตรียมข้าวกล้องงอกให้อยู่ในสภาพเป็นของเหลวก่อนเข้าเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกให้ได้ขวดละ 1 ลิตร แล้วทำการแปรรูปข้าวกล้องงอกด้วยเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกจากเทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอยด้วยลมร้อนและของเหลวไหลทางเดียวกันอย่างต่อเนื่องที่ได้ออกแบบและสร้างเอาไว้ จากนั้นนำผงชาข้าวกล้องงอกที่ออกจากเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกจากเทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอยด้วยลมร้อนและของเหลวไหลทางเดียวกันอย่างต่อเนื่องมาตรวจวัดน้ำหนักผงชาข้าวกล้องงอกที่ได้ โดยบันทึกค่าน้ำหนักผงชาข้าวกล้องงอกด้วยเครื่องตาชั่งและบันทึกอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้มที่ใช้ในการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกในแต่ละการทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักผงชาข้าวกล้องงอกและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้มระหว่างก่อน-หลังการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกต่อไป

## ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรรูปชาข้าวกล้องงอกสำหรับโรงสีข้าวชุมชน โดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอยด้วยลมร้อนและของเหลวไหลทางเดียวกันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งได้ออกแบบและสร้างเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่มีกำลังผลิต 10 ลิตรต่อชั่วโมง เพื่อใช้แปรรูป

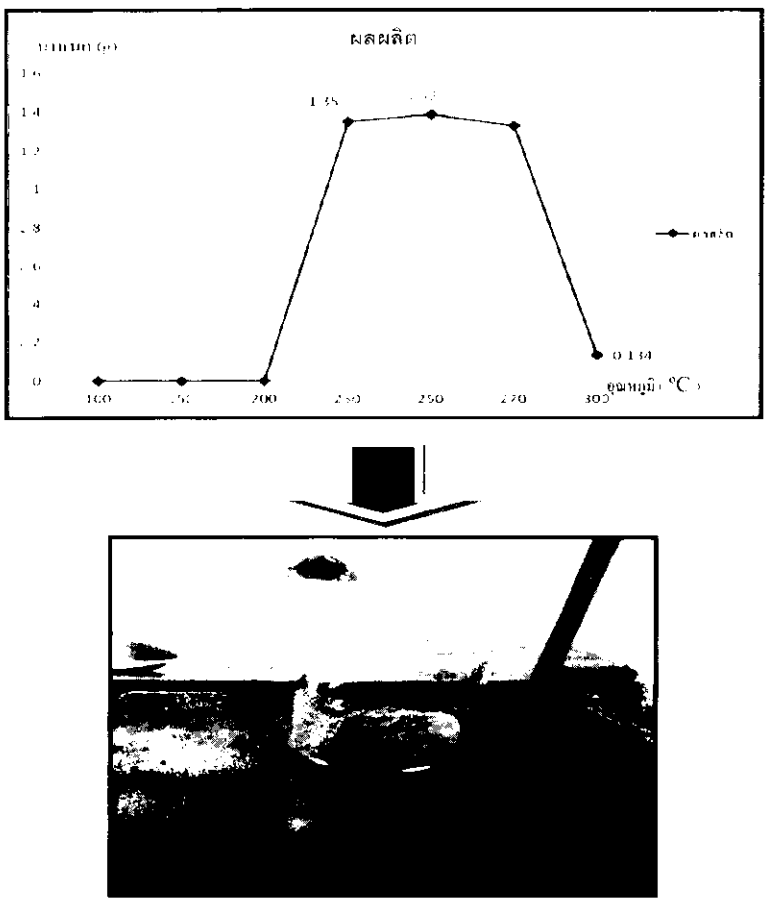
ผงชาข้าวกล้องงอกกับกลุ่มตัวอย่างข้าวกล้องงอกพื้นที่ตำบลหนองยายดา อำเภอสว่างอารมณ์ จังหวัดอุทัยธานี สามารถแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่กำลังผลิต 10 ลิตรต่อชั่วโมงได้อย่างต่อเนื่อง จากกลุ่มตัวอย่างที่ได้ทดสอบแสดงดังภาพที่ 1 และการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกด้วยเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกจากเทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอยด้วยลมร้อนและของเหลวไหลทางเดียวกันอย่างต่อเนื่องสำหรับโรงสีข้าวชุมชนนั้นได้คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี



**ภาพที่** 1 การออกแบบและสร้างเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอก

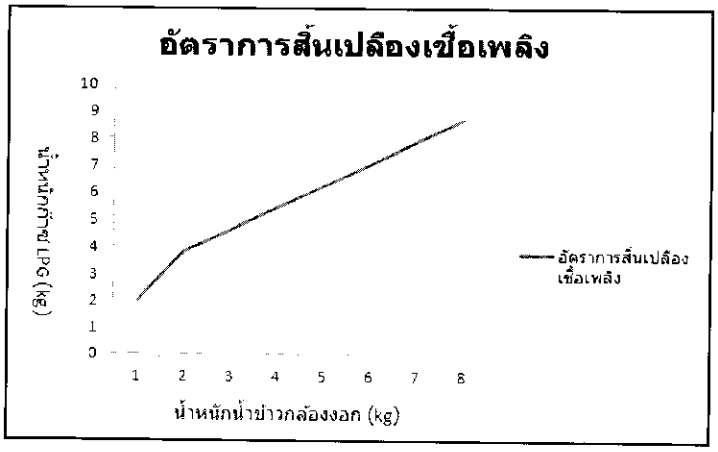
การเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิที่มีผลต่อประสิทธิภาพการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอก โดยใช้เครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกจากเทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอยด้วยลมร้อนและของเหลวไหลทางเดียวกันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งพิจารณาจากการตรวจวัดน้ำหนักข้าวกล้องงอกและน้ำก่อนเข้าเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกในทุกการทดสอบของค่าอุณหภูมิลมร้อนต่างๆ ที่ทำให้แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักข้าวกล้องงอกที่เพิ่มมากขึ้นแสดงดังภาพที่ 2 โดยกำหนดให้ข้าวเปลือกอยู่ในเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกนานประมาณ 5 นาทีต่อรอบ โดยใช้ความเร็วของกระแสอากาศร้อนในเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกประมาณ 1 เมตรต่อวินาที สำหรับพันธุ์ข้าวเปลือกที่ใช้ในการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอก คือ พันธุ์ข้าวเปลือกสุพรรณบุรี 3 พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ 1 การแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีค่าน้ำหนักข้าวกล้องงอกร้อยละ 0 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 การแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส มีค่าน้ำหนักข้าวกล้องงอกร้อยละ 0 กลุ่มตัวอย่างที่ 3 การแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส มีค่าน้ำหนักข้าวกล้องงอกร้อยละ 0 กลุ่มตัวอย่างที่ 4 การแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่อุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส มีค่าน้ำหนักข้าวกล้องงอกร้อยละ 84.37 กลุ่มตัวอย่างที่ 5 การแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส มีค่าน้ำหนักข้าวกล้องงอกร้อยละ 86.87 กลุ่ม

ตัวอย่างที่ 6 การแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่อุณหภูมิ 270 องศาเซลเซียส มีค่าน้ำหนักข้าวกล้องงอกร้อยละ 81.25 กลุ่มตัวอย่างที่ 7 การแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส มีค่าน้ำหนักข้าวกล้องงอกร้อยละ 8.375 ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณเปอร์เซ็นต์ของผงชาข้าวกล้องงอกที่ได้ตามลำดับ




**ภาพที่** 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับประสิทธิภาพการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอก

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง พบว่า การใช้แก๊สหุงต้มจะมีค่าสูงขึ้นในทุกระดับของอุณหภูมิการเป่าลม สำหรับการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่อุณหภูมิ 230-270 องศาเซลเซียสในแต่ละช่วงน้ำหนักข้าวกล้องงอกจะมีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้มแตกต่างกันไป ดังต่อไปนี้ เริ่มต้นการเดินเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่ 1-2 กิโลกรัมจะสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้มไป 2 กิโลกรัมหลังจากนั้นสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้มไป 1 กิโลกรัมแสดงดังภาพที่ 3




**ภาพที่** 3 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของก๊าซหุงต้ม

การออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรรูปชาข้าวกล้องงอกสำหรับโรงสีข้าวชุมชน โดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอยด้วยลมร้อนและของเหลวไหลทางเดียวกันอย่างต่อเนื่อง โดยได้ออกแบบและสร้างเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่มีกำลังผลิต 10 ลิตรต่อชั่วโมง พบว่าสามารถแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่กำลังผลิต 10 ลิตรต่อชั่วโมงได้อย่างต่อเนื่อง แสดงดังรูปที่ 1 และคุณภาพของผงชาข้าวกล้องงอกโดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอยด้วยลมร้อนและของเหลวไหลทางเดียวกันอย่างต่อเนื่องให้อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งมีข้อดีและข้อได้เปรียบพอที่จะแนะนำให้ชุมชนสามารถทำการออกแบบ สร้างและดำเนินการทดลองใช้งานได้จริง

การเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิที่มีต่อประสิทธิภาพการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอก ซึ่งพิจารณาจากการตรวจวัดปริมาณข้าวกล้องงอกก่อนเข้าเครื่องแปรรูปชาข้าวกล้องงอกสำหรับโรงสีข้าวชุมชนในทุกการทดสอบของข้าวกล้องงอก ที่มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงจากค่าอุณหภูมิที่มีผลต่อประสิทธิภาพการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกอยู่ในช่วงประมาณ 100-300 องศาเซลเซียส แสดงดังรภาพที่ 2 โดยกำหนดให้ข้าวกล้องงอกอยู่ในท่ออบแห้งนานประมาณ 5 นาที โดยใช้ความเร็วของกระแสอากาศร้อนในระบบประมาณ 1 เมตรต่อวินาที พบว่า การแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่อุณหภูมิอยู่ในช่วงประมาณ 230-270 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงค่าผงชาข้าวกล้องงอกในเกณฑ์ดีที่สุด

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง พบว่า การใช้แก๊สหุงต้มจะมีค่าสูงขึ้นในทุกระดับจากการปรับค่าอุณหภูมิการเป่าอากาศร้อนขึ้นดังต่อไปนี้ ส่วนที่หนึ่งการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียสในแต่ละช่วงน้ำหนักข้าวกล้องงอกจะมีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้มแตกต่างกันไปดังต่อไปนี้ เริ่มต้นการเดินเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกที่ 1-2

กิโลกรัมจะสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้มไป 2 กิโลกรัมหลังจากนั้นสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้มไป 1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานปฐมภูมิจำเพาะมีค่าสูงในช่วงเริ่มต้นนั้นพิจารณาได้ว่ามาจากสาเหตุ 2 ประการคือ อุณหภูมิตัวเครื่องแปรรูปมีค่าเริ่มต้นต่ำ จึงต้องใช้พลังงานความร้อนในการอุ่นระบบก่อนเดินเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกให้ได้ค่าอุณหภูมิที่ต้องการ และการหมุนเวียนข้าวกล้องงอกในบริเวณห้องอบแห้งนั้นไม่สม่ำเสมอ สำหรับการปรับอัตราในการป้อนข้าวกล้องงอกจะต้องทำการปรับให้มีความเหมาะสมกับค่าความร้อนของการอบแห้งแบบพ่นฝอยด้วย เพื่อให้การอบแห้งแบบพ่นฝอยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

## สรุปผลการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรรูปชาข้าวกล้องงอกสำหรับโรงสีข้าวชุมชน โดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอยด้วยลมร้อนและของเหลวไหลทางเดียวกันอย่างต่อเนื่อง สามารถแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกจากการใช้ข้าวกล้องงอก 1 กิโลกรัมมาผสมกับน้ำจำนวน 10 ลิตร แล้วนำมาใส่ในเครื่องแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอก โดยกำหนดให้น้ำข้าวกล้องงอกอยู่ในระบบนานประมาณ 5 นาที ใช้อุณหภูมิที่มีผลต่อประสิทธิภาพการแปรรูปผงชาข้าวกล้องงอกมากที่สุดอยู่ในช่วงประมาณ 230-270 องศาเซลเซียส ความเร็วของกระแสอากาศร้อนประมาณ 1 เมตรต่อวินาที อัตราใช้กำลังไฟฟ้า 375 วัตต์ ใช้เชื้อเพลิงก๊าซหุงต้มเฉลี่ย 1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หากมีการใช้งาน 8 ชั่วโมงต่อวันจะมีค่าใช้จ่ายในการอบแห้งผงข้าวกล้องงอกเป็น 74 บาทต่อกิโลกรัม แยกเป็นค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยผงข้าวกล้องงอกเท่ากับ 16 บาทต่อกิโลกรัม คิดอายุการใช้งานของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยผงข้าวกล้องงอก 5 ปี ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน 20.5 บาทต่อกิโลกรัมและเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ 37.5 บาทต่อกิโลกรัม

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินการวิจัยใคร่ ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณดำเนินการจนโครงการประสบความสำเร็จ

## เอกสารอ้างอิง

วสันต์ ด้วงคำจันทร์. 2546. **ปัจจัยในการทำงานที่สำคัญสำหรับการออกแบบเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยกรณีศึกษากระเจี๊ยบผง.** วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยขอนแก่น

จินตนา ศรีผุย. **การศึกษาผลของสภาวะการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่มีผลต่อคุณภาพสารชีวภาพ.** 2537.วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. วิศวกรรมแปรรูปอาหาร.พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์;

อภิญญา จันทะเบี้ยว. 2541. **สภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการผลิตกระเจี๊ยบผง.**วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น