ME-NETT23
The 23rd Conference of the Mechanical Engineering Network of Thailand

AMM-027353

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23
4 – 7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่

เครื่องผลิตข้าวเปลือกงอก

Producing Apparatus of Germinated Paddy Rice

ชาญวิทย์ ศรีเพ็ญชัย, อภิชาติ อาจนาเสียว* และ ทินกร คำแสน

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002
* ติดต่อ: โทรศัพท์: 043-362240, โทรสาร: 043-362240
E-mail: artnaseaw@yahoo.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันวิสาหกิจชุมชนไม่มีเครื่องผลิตข้าวเปลือกงอกที่เป็นระบบ ทำให้ข้าวเปลือกงอกที่ได้มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นจึงมีการสร้างเครื่องผลิตข้าวเปลือกงอก ที่เหมาะสมกับการผลิตในระดับวิสาหกิจชุมชน โดยชุดผลิตข้าวเปลือกงอกที่สร้างนี้ ประกอบด้วย 1) ถังแช่ขนาด 2.4 x 0.6 x 0.6 ลูกบาศก์เมตร ทำจากสแตนเลส หุ้มทับภายนอกด้วยฉนวนกันความร้อน ควบคุมอุณหภูมิน้ำแช่ที่ 40 องศาเซลเซียส ด้วยขดลวดความร้อนที่ทำงานสัมพันธ์กับการไหลเวียนของน้ำจากปั๊มน้ำขนาดเล็ก 2) ถังงอก มีขนาดเท่ากับถังแช่ ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในถังงอกที่ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80%RH ด้วยขดลวดความร้อนและพัดลมระบายอากาศ 3) ถาดนึ่ง ทำจากอะลูมิเนียม ความสูง 15 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ทำการนึ่งด้วยไอน้ำที่ความดันบรรยากาศ มีพลังงานความร้อนจากก๊าซ LPG 4) เครื่องอบแห้ง เป็นเครื่องอบแบบถังหมุน อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 60 องศาเซลเซียส สามารถอบข้าวเปลือกงอกที่ผ่านการนึ่งมีความชื้นเริ่มต้น 34% มาตรฐาน เปียกจนกระทั่งเหลือความชื้น 14% มาตรฐานเปียก ได้ในเวลา 6 ชั่วโมง และ 5) เครื่องสีข้าวเปลือกขนาดเล็ก เป็นเครื่องกะเทาะที่ใช้ลูกยาง 3 ชุดในการกะเทาะข้าวเปลือก โดยชุดผลิตข้าวเปลือกงอกที่สร้างขึ้นนี้มีมูลค่ารวมประมาณ 200,000 บาท จากการทดสอบโดยชุดผลิตข้าวเปลือกงอกที่สร้างขึ้นพบว่าสามารถผลิตข้าวเปลือกงอกได้วันละ 100 กิโลกรัมต่อวัน และข้าวกล้องงอกที่ได้มีปริมาณสารแกมมาอะมิโนบิวทาริกแอซิด 90 มิลลิกรัม/100 กรัมข้าว โดยมีค่าความเบี่ยงเบน 0.86 เท่านั้น ต่างจากวิธีดั้งเดิมที่มีความเบี่ยงเบน 2.79

คำหลัก: ข้าวงอก วิสาหกิจ GABA

Abstract

Germinated paddy rice is widely made in many community enterprises but their process can not control the quality of end product. Therefore, the object of this study is to develop the germinated paddy rice apparatus to control the factor in process for good quality of end product and to be suitable for small

enterprise production. The germinated paddy rice apparatus consists with 1) Soaking tank 2) Germinating tank 3) Streaming tray 4) Drum dryer and 5) Paddy husker. Soaking tank dimension 2.4 x 0.6 x 0.6 m^3 was made from stainless steel and the outside cover with heat insulator. The soaking water temperature was controlled at 40°C by electrical heater and small water pump. Germinating tank was made from stainless steel with the same dimension with soaking tank. The temperature and humidity inside tank were controlled at 40°C and 80%RH by electrical heater and small fan, respectively. Steaming tray was made from aluminum with diameter 50 cm and height 15 cm. Germinated paddy rice was used to stop growing by steaming at the atmosphere pressure about 40 minutes in steaming tray. The drying temperature in drum dryer was 60°C. It reduced the germinated rice moisture from 34% w.b. to 14% w.b. within 6 hours. Three rubber roll type, small paddy husker was used to debark the germinated rice. The total cost of this germinated paddy rice apparatus is 200,000 baths. From the testing, the germinated rice apparatus in this study has productivity 100 kg paddy rice/day. Germinated rice from process has gamma-aminobutyric acid content 90 mg/100 g rice and has standard deviation of 0.86.

Keywords: germinated rice, community enterprise, GABA

1. บทนำ

ข้าวกล้องงอก (germinated brown rice หรือ GABA-rice) ถือเป็นนวัตกรรมหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเป็นอย่างมาก ซึ่งปกติแล้วข้าวกล้องประกอบด้วยสารอาหารจำนวนมาก เช่น ใยอาหาร กรดไฟติก (Phytic acid) วิตามินซี วิตามินอี และกรดแกมมาอะมิโนบิวทาริก (γ-aminobutyric acid, GABA) ซึ่งสามารถช่วยป้องกันโรคต่างๆ เช่น โรคความดันโลหิตสูง เบาหวาน เป็นต้น แต่เมื่อนำข้าวกล้องมาผ่านกระบวนการเพื่อทำให้งอก จะได้ข้าวกล้องที่มีสารอาหาร กรดแกมมาอะมิโนบิวทาริกและวิตามินบี 1 เพิ่มขึ้นจากเดิม มีผลในการป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ รักษาระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันโรคหัวใจ ช่วยลดความดันโลหิต รวมทั้งป้องกันโรค Alzheimer's [1] ซึ่งนอกจากจะได้ประโยชน์จากปริมาณสารอาหารที่สูงขึ้นแล้ว ข้าวกล้องงอกที่หุงสุกยังมีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม รับประทานได้ง่ายกว่าข้าวกล้องธรรมดา จึงเหมาะสมกับการหุงรับประทานโดยไม่ต้องผสมกับข้าวขาวตามความนิยมของผู้บริโภคที่ต้องการข้าวที่คุณค่าทางอาหารสูงอย่างข้าวกล้องแต่มีความอ่อนนุ่ม

กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก เริ่มจากการนำข้าวกล้องที่ยังคงมีจมูกข้าว ซึ่งเป็นข้าว กล้อง ที่สามารถเจริญเติบโตได้ มาทำการแช่น้ำ และปล่อยให้เกิดการงอก จากนั้นจึงทำการอบแห้งเพื่อลดความชื้นก่อนทำการบรรจุถุงเพื่อเก็บรักษาหรือจำหน่าย ซึ่ง มีรูปแบบคล้ายคลึงกับวัฒนธรรมการทำข้าวเปลือกงอก (germinated paddy rice) ของชนพื้นเมืองในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของ ประเทศไทย ที่เรียกว่า ข้าวฮาง โดยกระบวนการผลิตข้าวเปลือกงอก หรือข้าวกล้องงอกชนิดงอกทั้งเปลือก เริ่มจากการนำข้าวเปลือกมาผ่านกระบวนการแช่ในน้ำ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตของข้าว จากนั้นนำมาเพาะให้งอกภายใต้อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม แล้วหยุดการเจริญเติบโตของข้าวเปลือกงอกด้วยการนึ่งโดยไอน้ำ จากนั้นลดความชื้นด้วยการตากแดดโดยตรง ก่อนทำการกะเทาะเปลือกต่อไป

จาก การศึกษาก่อนหน้านี้ พบว่า ระหว่างกระบวนการเจริญเติบโตของข้าวในขั้นตอนการเพาะข้าวให้งอก จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายใน

เมล็ดข้าว ส่งผลให้ภายในเมล็ดข้าวมี ปริมาณกรดแกมมาอะมิโนบิวทาริกเพิ่มสูงขึ้น [2] แต่เนื่องจากความแตกต่างทางกระบวนการผลิตของข้าว กล้องงอกและข้าวเปลือกงอก ซึ่ง ข้าวเปลือกงอกมีข้อได้เปรียบกว่าข้าวกล้องงอก คือ สามารถผลิตได้ในปริมาณมากได้ เพราะ ข้าวเปลือกงอกไม่ต้องคัดเลือกข้าว กล้องที่ยังคงมีจมูกข้าวเหมือนข้าวกล้องงอก ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญในกระบวนการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม และไม่จำเป็นต้องมีการเฝ้าระวังปริมาณจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการแช่ข้าว [3]

เนื่องจากช่วงที่ผ่านมากระแสความนิยมจากผู้บริโภคที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือรวมตัวกันเพื่อก่อตั้ง วิสาหกิจชุมชน ดำเนิน กิจการ ผลิตข้าวกล้องงอกในรูปแบบข้าวเปลือก เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลผลิตทางการเกษตรอีกทางหนึ่ง แต่เนื่องจากกระบวนการผลิตข้าวเปลือกงอกของวิสาหกิจชุมชนในปัจจุบัน เป็นกระบวนการผลิตที่ ยังไม่มีระบบที่จะสามารถควบคุมผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพให้สม่ำเสมอ โดยเฉพาะปริมาณกรดอะมิโนบิวทาริกแอซิด ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังไม่เป็นที่น่าเชื่อถือจากกลุ่มผู้บริโภคมากนัก

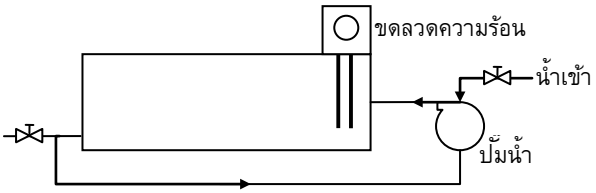
ดังนั้นในงานวิจัย นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบเครื่องผลิตข้าวเปลือกงอก ที่มีขนาดเหมาะสมกับการผลิตในระดับวิสาหกิจชุมชน เพื่อยกระดับ มาตรฐาน กระบวนการผลิตและคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกชนิดงอกทั้งเปลือก

2. การออกแบบและการทำงานของเครื่องผลิตข้าวเปลือกงอก

ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบการใช้งานชุดเครื่องผลิตข้าวเปลือกงอกซึ่งประกอบด้วย

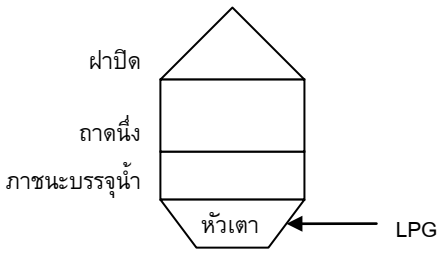
1) ถังแช่ขนาด 2.4 x 0.6 x 0.6 ลูกบาศก์เมตร ทำจากสแตนเลส หุ้มทับภายนอกด้วยฉนวนกันความร้อน ควบคุมอุณหภูมิน้ำขณะแช่ข้าวเปลือก ด้วยขดลวดความร้อนที่ทำงานสัมพันธ์กับการไหลเวียนของน้ำจากปั๊มน้ำขนาดเล็ก ¼ แรงม้า รูปที่ 1

2) ถังงอก มีขนาดเท่ากับถังแช่ สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในถังงอก ที่สม่ำเสมอ ด้วยขดลวดความร้อนและพัดลม หมุนเวียนอากาศตามลำดับ โดยขดลวดความร้อนและพัดลมจะทำงานเมื่อความอุณหภูมิอากาศชื้นภายในถังมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้



รูปที่ 1 ถังแช่ข้าวเปลือก

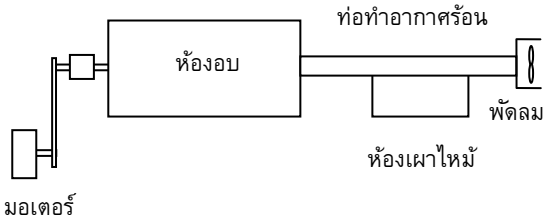
3) ถาดนึ่ง ทำจากอะลูมิเนียม ความสูง 15 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ซึ่งมีขายทั่วไปตามท้องตลาด เพื่อใช้ นึ่งข้าวเปลือกงอกด้วยไอน้ำที่ความดันบรรยากาศ ใช้พลังงานความร้อนจากก๊าซ LPG ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 อุปกรณ์นึ่งข้าวเปลือกงอก

4) เครื่องอบแห้ง เป็นเครื่องอบแบบถังหมุนชนิดไม่ต่อเนื่อง เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากวิธีการตากแดดโดยตรง ที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิและปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม ห้องอบมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร ยาว 2 เมตร อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 60 องศา

เซลเซียส ความเร็วกระแสอากาศในห้องอบ 0.5 เมตร/วินาที ทำอากาศร้อนโดยการดูดอากาศแวดล้อมผ่านท่อเหล็กที่ถูกเผาโดยตรง ใช้เชื้อเพลิงการเผาไหม้จากชีวมวลทาง การเกษตร ควบคุมการหมุนด้วยมอเตอร์ระบบเฟืองทดและสายพาน มีระบบถอดล๊อคเพื่อให้หมุนถังอบด้วยมือได้ ดังรูปที่ 3 และ 4 สามารถบรรจุข้าวเปลือกงอกได้ครั้งละ 100 กิโลกรัม



รูปที่ 3 เครื่องอบแบบถังหมุน

รูปที่ 4 เครื่องอบแบบถังหมุนที่สร้างขึ้น

5) เครื่องสีข้าวเปลือกขนาดเล็ก เป็นเครื่องกะเทาะที่ใช้ลูกยาง 3 ชุด ซึ่งเป็นลูกยางที่มีขายในท้องตลาดทั่วไป เพื่อใช้ การกะเทาะข้าวเปลือกให้เป็นข้าวกล้อง

3. วิธีการทดลอง

3.1 เตรียมตัวอย่าง

ในการทดลองนี้ใช้ข้าวเปลือกหอมมะลิซึ่งมีแหล่งเพาะปลูกในจังหวัดหนองบัวลำภู ในฤดูการเก็บเกี่ยว 2551/52

3.2 การแช่

เริ่มกระบวนการโดยนำข้าวเปลือกที่เตรียมไว้มาแช่น้ำในถังแช่ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการทำงานของสารชีวเคมีและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าว อุณหภูมิที่เหมาะสมในขั้นตอนนี้ คือ 40 องศาเซลเซียส [4] และมีการไหลเวียนน้ำ ภายในถังด้วยปั๊มขนาดเล็กเพื่อ ให้เมล็ดข้าวเปลือกได้รับความร้อนสม่ำเสมอทั่วทั้งถัง ทำการแช่ข้าวเปลือกนาน 24 ชั่วโมง

3.3 การงอก

นำข้าวเปลือกที่ผ่านการแช่ จากข้อ 3.2 มาเพาะให้งอกภายในถังเพาะ ที่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของข้าว โดยควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ ที่ 80 %RH อุณหภูมิภายในถังงอก ที่ 40 องศาเซลเซียส [5] ด้วยพัดลมระบายอากาศขนาดเล็กและขดลวดทำความร้อนตามลำดับ ทำการเพาะข้าวเปลือกให้งอกในถังงอกนาน 24 ชั่วโมง จะสังเกตเห็นปุ่มรากงอกออกมาจากเมล็ดข้าวเปลือกประมาณ 2 เซนติเมตร

3.4 การนึ่ง

ทำการ หยุดการเจริญเติบโตของข้าวเปลือกงอก ด้วยการนึ่งไอน้ำที่ความดันบรรยากาศ นา น ประมาณ 40 นาที ภายในถาดนึ่งที่ทำจากอะลูมิเนียม โดยใช้ความร้อนเพื่อต้มน้ำจากการเผาไหม้แก๊ส LPG

3.5 การอบแห้ง

หลังจากขั้นตอนการนึ่ง จะได้ข้าวเปลือกงอกนึ่งที่มีความชื้นสูง ซึ่งเ เป็นอุปสรรคในการกะเทาะเปลือกเนื่องจากข้าวที่มีความชื้นสูงจะทำให้เปลือกข้าวเกาะติดลูกยาง ของเครื่อง กะเทาะ ส่งผลให้ต้องใช้แรงกดของเครื่องกะเทาะสูงขึ้น ข้าวกล้องที่ได้จึงเกิดการแตกหักมาก เพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงต้องมีการลดความชื้นของข้าวเปลือกงอกด้วยเครื่องอบแห้งแบบถัง

หมุน ซึ่งสามารถอบแห้งข้าวเปลือกงอกได้ครั้งละ 100 กิโลกรัมข้าวเปลือก

3.6 การกะเทาะเปลือก

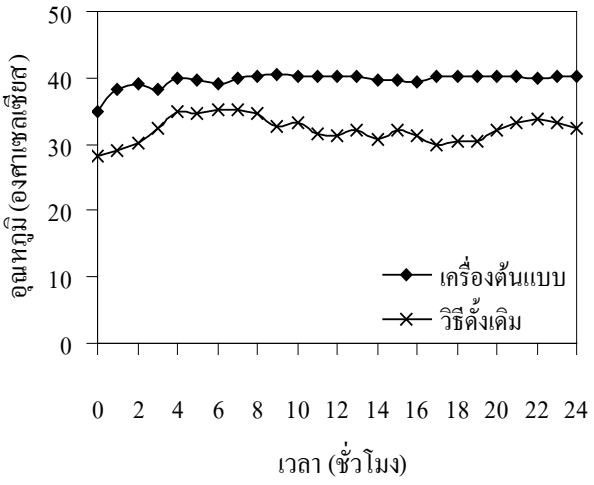
ขั้นตอนสุดท้ายคือการกะเทาะเปลือกข้าวด้วยเครื่องกะเทาะที่ใช้ลูกยาง 3 ชุดในการกะเทาะข้าวเปลือก เพื่อให้ได้เป็นข้าวกล้อง

การทดลองทุกขั้นตอน ทำ 3 ซ้ำเพื่อหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

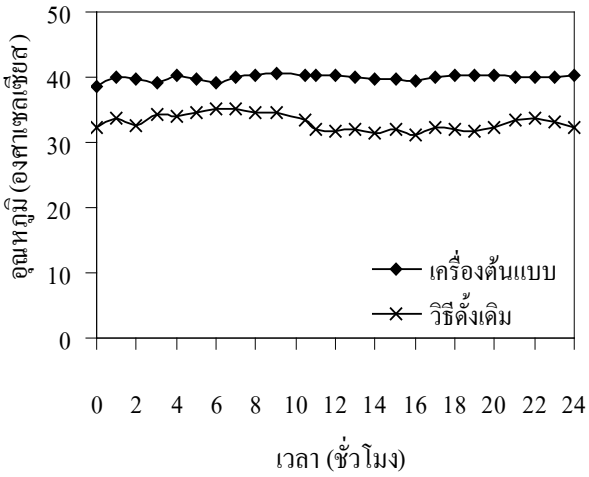
4. ผลการทดลอง

จากการทดสอบความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิของถังแช่และถังงอก ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำในถังแช่มีอุณหภูมิ 40 ± 1 องศาเซลเซียส (รูปที่ 5) และบรรยากาศในถังงอกมีอุณหภูมิ 40 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 80 ± 2 %RH ดังแสดงในรูปที่ 6 และ 7 ตามลำดับ

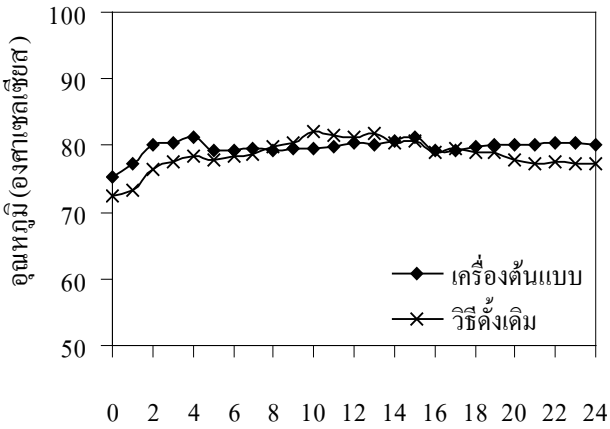
จากชุดถังแช่และถังงอก ที่สามารถควบคุมและเพิ่มอุณหภูมิเพื่อให้เหมาะสมกับกระบวนการงอกของเมล็ดข้าวได้ ในขณะที่ การแช่และการงอกด้วยวิธีการดั้งเดิม อุณหภูมิของน้ำและบรรยากาศใน ถังแช่และ ถัง งอกจะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้



รูปที่ 5 อุณหภูมิน้ำในถังแช่



รูปที่ 6 อุณหภูมิบรรยากาศในถังงอก



รูปที่ 7 ความชื้นสัมพัทธ์ในถังงอก

จากผลการวิเคราะห์อัตราการงอกของข้าวเปลือกที่ได้จากกระบวนการแช่และงอกด้วยชุดเครื่องมือต้นแบบที่สร้างขึ้นคิดเป็นร้อยละ 96 โดยน้ำหนัก มากกว่าวิธีการดั้งเดิมร้อยละ 12

สำหรับขั้นตอนการนึ่งข้าวเปลือกงอกด้วยไอน้ำที่ความดันบรรยากาศใช้แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำ โดยถาดนึ่ง 1 ชุด ประกอบด้วยถาดบรรจุข้าวเปลือกงอกและภาชนะบรรจุน้ำขนาด 25 ลิตร สามารถนึ่งข้าวเปลือกงอกที่มีความชื้นร้อยละ 34.0 มาตรฐานเปียก (ร้อยละ 51.5 มาตรฐานแห้ง) ได้ครั้งละ 20 กิโลกรัม ใช้เวลาในการนึ่งข้าวเปลือกงอกด้วย

ไอน้ำที่ความดันบรรยากาศนาน 40 นาที สิ้นเปลืองแก๊ส LPG 0.25 กิโลกรัมต่อครั้ง

เครื่องอบแห้งสามารถอบแห้งข้าวเปลือกงอกแบบถังหมุน สามารถอบแห้งข้าวเปลือกงอกได้ครั้งละ 100 กิโลกรัม โดยใช้อุณหภูมิอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส ให้ความร้อนอากาศโดยการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวลจากการเกษตร เช่น แกลบ และเศษไม้ เป็นต้น เครื่องอบแห้งสามารถลดความชื้นของข้าวเปลือกงอกที่ได้จากการนึ่ง ความชื้นเริ่มต้น ร้อยละ 34 มาตรฐานเปียก (ร้อยละ 52 มาตรฐานแห้ง) จนกระทั่งเหลือความชื้น ร้อยละ 14 มาตรฐานเปียก (ร้อยละ 16 มาตรฐานแห้ง) ได้ในเวลา 6 ชั่วโมง

สำหรับปริมาณข้าวข้าวเต็มเมล็ดที่ได้จากการกระเทาะเปลือกข้าวเปลือกงอกที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องกะเทาะแบบ 3 ลูกยาง พบว่า ข้าวกล้องที่ได้มีปริมาณข้าวเต็มเมล็ดร้อยละ 61.9 ± 0.8 โดยอัตราการกะเทาะ 8:2 ซึ่งปริมาณข้าวเต็มเมล็ดที่ได้นี้ไม่มีความแตกต่างจากข้าวกล้องงอกที่ผลิตด้วยวิธีการเดิม ($p \geq 0.05$) ที่ลดความชื้นด้วยการตากลานที่มีปริมาณข้าวเต็มเมล็ดร้อยละ 61.5 ± 1.7

ผลการวิเคราะห์ข้าวที่ได้จากการทดสอบผลิตข้าวเปลือกงอกด้วยชุดเครื่องผลิตข้าวเปลือกงอกที่ได้สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ พบว่าข้าวเปลือกงอก มีปริมาณกรดแกมมาอะมิโนบิวทาริกแอซิดเฉลี่ย 90.22 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งมากกว่าข้าวเปลือกงอกที่ผลิตด้วยวิธีการดังเดิม 4.87 มิลลิกรัม/100 กรัม ดังตารางที่ 1

เนื่องจากการผลิตข้าวกล้องงอกแบบเดิมไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิในกระบวนการแช่และงอกของข้าวได้ จึงส่งผลให้ปริมาณกรดแกมมาอะมิโนบิวทาริกมีค่าต่ำและไม่คงที่ แต่ในขณะที่ชุดผลิตข้าวกล้องงอกสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตได้ โดยเฉพาะอุณหภูมิในขั้นตอนการแช่และงอกของข้าว จึงส่งผลให้ปริมาณกรดแกมมาอะมิโนบิวทาริกในข้าว เพิ่มสูงขึ้นและค่อนข้างคงที่มากกว่าวิธีการดั้งเดิม

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณกรดแกมมาอะมิโนบิวทาริกในข้าวกล้องงอก (เฉลี่ย 3 ซ้ำ)

ข้าวเปลือกงอก	ปริมาณกรดแกมมาอะมิโนบิวทาริก (mg/100g)	
	เฉลี่ย	SD
วิธีดั้งเดิม	85.35	2.79
เครื่องผลิตข้าวกล้องงอก	90.22	0.86

5. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างชุดเครื่องผลิตข้าวเปลือกงอก ที่มีขนาดกำลังการผลิตเหมาะสมกับวิสาหกิจชุมชนขนาดเล็ก เพื่อยกระดับกระบวนการผลิตข้าวเปลือกงอกให้สามารถควบคุมปริมาณกรดอะมิโนบิวทาริกแอซิดให้คงที่ และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ชุดเครื่องผลิตข้าวเปลือกงอกประกอบด้วย ถังแช่ ถังงอก ถาดนึ่ง เครื่องอบแห้งแบบถังหมุน และเครื่องกะเทาะเปลือกข้าวแบบ 3 ลูกยาง มีราคารวมประมาณ 200,000 บาท สามารถดำเนินการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง 100 กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อวัน โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในกระบวน การแช่และงอกของข้าวให้คงที่ได้ที่ 40 องศาเซลเซียส ซึ่งมีผลโดยตรงต่อปริมาณกรดแกมมาอะมิโนบิวทาริกในข้าวกล้องงอก แต่ทั้งนี้ปริมาณกรดแกมมาอะมิโนบิวทาริกยังขึ้นอยู่กับคุณภาพและลักษณะของข้าวเปลือกที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

จากผลการวิเคราะห์ข้าวที่ได้จากชุดเครื่องผลิตข้าวกล้องงอกแบบงอกทั้งเปลือกต้นแบบที่สร้างขึ้น พบว่ามีปริมาณ กรดแกมมาอะมิโนบิวทาริกแอซิดเฉลี่ย 90.22 ± 0.86 มิลลิกรัม/100 กรัมข้าว

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการให้งบประมาณสนับสนุน

งานวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและภาควิชาวิศวกรรมเคมีทุกท่าน ที่ช่วยอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการศึกษางานวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Shoichi, I. (2004). Marketing of value-added rice products in Japan: germinated brown rice and rice bread, *FAO rice conference*, pp. 1-10.

[2] พัชรี ตั้งตระกูล, วารุณี วารัญญานนท์, วิภา สุโรจนะเมธากุล และลัดดา วัฒนศิริธรรม (2549). งานวิจัยและพัฒนาด้านอาหารเพื่อเศรษฐกิจพอเพียง เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 80 พรรษา 5 ธันวาคม 2550. *สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[3] Piernas Valerie and Joseph P. Guiraud. (1998). Control of microbial growth on rice sprouts.*J.Food Sci.and Tech*, 33, pp. 297-305.

[4] Horino, T., Mori, Y. and Saikusa, T. (1994). Distribution of free amino acids in the rice kernel and kernel fractions and the effect of water soaking on the distribution, *Journal Agricultural Food Chemistry*, 42, pp. 1122-1125.

[5] จารุรัตน์ สันเต, วรนุช ศรีเจษฎารักษ์ และรัชฎา ตั้งวงค์ไชย (2550). ผลของกระบวนการแช่และกระบวนการงอกของข้าวกล้อง (หอมมะลิ 105) ต่อปริมาณสารแกมมาอะมิโนบิวเทอริกเอซิดในข้าวกล้องงอก, *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 38, 6 (พิเศษ), pp. 103-106.