ศึกษาและออกแบบเครื่องผลิตข้าวกล้องงอกขนาดเล็กในครัวเรือน

Study and Design of a Small Germinated Brown Rice Machine for Home

สุนัน ปานสาคร[1] ศราวุฒิ สุขนาค[2] เบญจวรรณ พงษ์ศักดิ์[2] สุกานดา สนรัมย์[2]

บทคัดย่อ

ข้าวกล้องงอกเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูงและกำลังเป็นที่นิยมในท้องตลาด แต่ปัจจุบันขั้นตอนการผลิตข้าวกล้องงอกขาด การควบคุมกระบวนการผลิตที่ดี ส่งผลต่อผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกที่มีคุณภาพต่ำ นอกจากนี้การบริโภคข้าวกล้องงอกสดหรือข้าวกล้องงอกที่ไม่ผ่านกระบวนการอบแห้งย่อมได้คุณค่าทางอาหารที่สูงกว่าข้าวกล้องงอกที่ผ่านการอบแห้ง ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้าวกล้องงอกสดที่มีคุณภาพสูง งานวิจัยนี้จึงเน้นถึงการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตข้าวกล้องงอกขนาดเล็กในครัวเรือน รวมถึงการหากระบวนการที่เหมาะสมในการผลิตข้าวกล้องงอกโดยใช้เครื่องดังกล่าว ซึ่งพิจารณาจากคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและทางเคมีของข้าวกล้องงอก จากการศึกษาพบว่าเครื่องผลิตข้าวกล้องงอกสามารถผลิตข้าวกล้องงอกได้ 8-9 กิโลกรัมต่อวัน และมีขนาด (ก x ย x ส) 40 x 60 x 40 เซนติเมตร ประกอบด้วย ตัวถังเครื่อง, ชุดควบคุมเวลา, ชุดท่อสเปรย์น้ำ, ชุดตะแกรงบรรจุตัวอย่างข้าวกล้อง และชุดควบคุมการเปิด-ปิดน้ำด้วยระบบโซลินอยวาล์ว เมื่อทำการผลิตข้าวกล้องงอกที่สภาวะบรรยากาศ ($27 \pm 2^{\circ}$ซ, $60 \pm 5\%$RH) พบว่า ได้คุณภาพของข้าวกล้องงอกที่ดีที่สุดทั้งทางกายภาพและทางเคมี เมื่อนำตัวอย่างข้าวกล้องแช่ในน้ำเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ร่วมกับการบ่มที่สภาวะเดียวกันเป็นเวลา 20 ชั่วโมง โดยที่ระหว่างกระบวนการบ่มมีการสเปรย์น้ำผ่านตัวอย่างข้าวทุก 4 ชั่วโมง ซึ่งที่สภาวะดังกล่าวนี้ให้ค่าปริมาณจุลินทรีย์ที่มีแนวโน้มลดลง เมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่มีการสเปรย์น้ำผ่านข้าว ในขณะที่กรณีดังกล่าวนี้ให้ค่าปริมาณสาร GABA เพิ่มมากขึ้นจากข้าวกล้อง ที่ไม่ผ่านการงอกประมาณ 4 เท่า และได้คุณภาพข้าวกล้องงอกหลังการหุงสุกที่มีกลิ่นหอม เนื้อสัมผัสนุ่ม เหมาะแก่การนำไปบริโภค

คำสำคัญ: ข้าวกล้องงอก สารกาบา ความชื้น เครื่องผลิตข้าวกล้องงอก จุลินทรีย์ทั้งหมด

Abstract

Germinated brown rice product is rich in nutrients and it has gained a great deal of attention. Recently, the low quality of germinated brown rice product (GRB) was found, which cause lack in controlling process. Besides to consume fresh of GRB gave higher of nutrients than dry of GRB product. Thus resulting in higher qualities of GRB, the aim of this study was to design and construct of a small GRB machine for home. In addition, the optimum process of GRB was also investigated base on the physicochemical properties of GRB product. The capacity of GRB machine was 8-9 kg/day and the cubic size 40x60x40 cm. consisted of bucket, time controller, spray unit, baskets sample and solenoid valves for controlling water on-off. At room temperature condition ($27 \pm 2^{\circ}$C, $60 \pm 5\%$RH) resulted in good physicochemical properties when soaked brown rice in water for 4 hr combined with incubate process at the same condition for 20 hr. During the incubation process, water was sprayed every 4 hr interval which showed lowest in growth microorganism, whilst there was 4 times greater for GABA content compared with brown rice. At this condition was observed in good quality of GRB after cooking such as good flavor and soft of texture.

Keywords: Germinated brown rice, GABA, Moisture content, Germinated Brown Rice Machine, Microorganism

[1] อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[2] นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1. คำนำ

ข้าวเป็นอาหารหลักไม่เฉพาะคนไทยเท่านั้น หากเป็นอาหารหลักของคนส่วนใหญ่ในภูมิภาคเอเชีย รวมถึงได้มีการนำข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในหลากหลายรูปแบบ ปัจจุบันผู้บริโภคมิได้บริโภคข้าวเพียงเพื่อความอิ่มเท่านั้นหากแต่ได้หันมาคำนึงถึงคุณประโยชน์ต่างๆ ที่จะได้จากข้าวชนิดนั้นๆ ดังนั้นจึงได้เกิดงานวิจัยต่างๆ มากมายเพื่อมาตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในส่วนนี้อย่างต่อเนื่องซึ่งข้าวกล้องงอกก็เป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่กำลังเป็นที่นิยม เนื่องจากสาร GABA ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่ผลิตจากกระบวนการ decarboxylation ของกรดกลูตามิกโดยมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อนำข้าวกล้องไปผ่านกระบวนการงอก [1] สาร GABA ทำหน้าที่เป็นสารสื่อนำประสาท โดยจะทำหน้าที่รักษาสมดุลในสมองที่ได้รับการกระตุ้นซึ่งจะช่วยทำให้สมองเกิดการผ่อนคลายและนอนหลับสบาย ลดความดันโลหิต และช่วยให้ระบบขับถ่ายดีขึ้นและที่สำคัญลดอัตราการเสี่ยงต่อโรคมะเร็ง นอกจากนั้น GABA ยังช่วยควบคุมอาการโรคพิษสุราเรื้อรัง [1- 3]

ในการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกต้องมีการควบคุมปัจจัยหลายๆ ปัจจัยในกระบวนการผลิตโดยเฉพาะปัจจัยหลัก อันประกอบไปด้วย ปริมาณความชื้นที่เหมาะสม อุณหภูมิ เวลา และความยาวของจมูกข้าวที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการงอก [4-6] แต่ปัจจุบันเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่นิยมอย่างสูงดังนั้นจึงมีการผลิตจำหน่ายกันอย่างกว้างขวางและขาดหลักเกณฑ์การควบคุมกระบวนการผลิตที่ดีจึงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกที่มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้การบริโภคข้าวกล้องงอกสดหรือข้าวกล้องงอกที่ไม่ผ่านกระบวนการทำแห้งย่อมได้คุณค่าทางอาหารที่สูงกว่าข้าวกล้องงอกที่ผ่านการอบแห้ง ดังนั้นนักวิจัยจึงเกิดแนวความคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตข้าวกล้องงอกขนาดเล็กเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกสดที่มีคุณภาพสำหรับบริโภคในครัวเรือน ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้าวกล้องงอกสดที่มีสาร GABA เพิ่มมากขึ้น [1] โดยข้าวกล้องงอกที่ได้ไม่ต้องผ่านการอบแห้ง อีกทั้งเครื่องดังกล่าวจะเป็นเครื่องมือในการผลิตข้าวกล้องงอกซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการทำน้ำข้าวกล้องงอกได้ จึงเป็นการส่งเสริมการทำผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่เกิดจากข้าวกล้องงอกได้

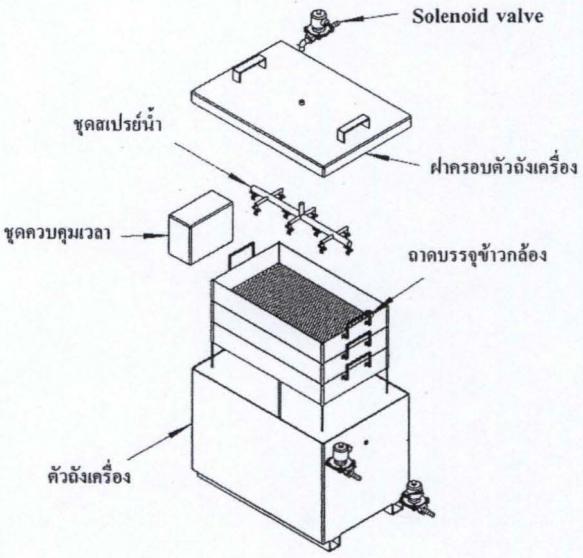
2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

จากการทดลองในเบื้องต้นพบว่า ข้าวกล้องสามารถงอกได้ดีที่สภาวะบรรยากาศ (27±2°ซ, 60±5%RH) และเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ขณะกระบวนการงอก ซึ่งจุลินทรีย์ดังกล่าวจะส่งผลต่อการเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์และเนื้อสัมผัสที่ด้อยคุณภาพกับตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าว ตัวอย่างข้าวกล้องจะถูกล้างด้วยน้ำสะอาด ทุก 4-6 ชั่วโมง จากข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวจึงเป็นปัจจัยหลักในการนำไปออกแบบและสร้างเครื่องผลิตข้าวกล้องงอกโดยมีองค์ประกอบหลักของเครื่องผลิตข้าวกล้องงอกขนาดเล็กดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย ตัวถังเครื่อง ชุดควบคุมเวลา ชุดท่อสเปรย์น้ำ ชุดตะแกรงบรรจุตัวอย่างข้าวกล้อง และชุดควบคุมการเปิด-ปิด น้ำด้วยระบบ Solenoid Valve

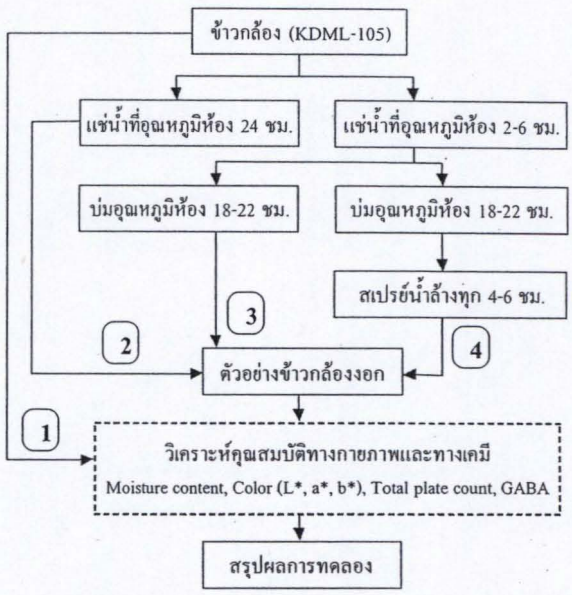
2.1 วัสดุทดสอบและแผนการทดสอบ

วัสดุเกษตรที่ใช้เป็นข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีความชื้นเริ่มต้น 12 ±1 %wb. ก่อนการทดสอบจะนำข้าวเปลือกมากะเทาะเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะ (NW 2000, TURBO) และแยกเมล็ดแตกหัก จนได้ข้าวเต็มเมล็ดและเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1°ซ) จนกว่าจะนำไปใช้ซึ่งไม่เกิน 2 วัน โดยในการทดสอบเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 2

- ขั้นตอนแรกทดสอบกระบวนการงอกโดยแช่ข้าวกล้องในน้ำที่อุณหภูมิห้อง (27±2°ซ, 60±5%RH) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง *(2)* เปรียบเทียบกับการแช่ข้าวกล้องในน้ำที่สภาวะเดียวกัน 2-6 ชั่วโมง ร่วมกับการบ่ม 18-22 ชั่วโมง *(3)* โดยไม่มีการสเปรย์น้ำ และข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการงอก *(1)*
- ขั้นตอนที่สองนำสภาวะที่เหมาะสมในขั้นตอนแรก



รูปที่ 1 เครื่องผลิตข้าวกล้องงอกขนาดเล็กในครัวเรือน



รูปที่ 2 แผนการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผลิตข้าวกล้องงอก

มาศึกษาผลของคุณภาพข้าวกล้องงอกจากการสเปรย์น้ำผ่านตัวอย่างข้าวทุก 4-12 ชั่วโมง เพื่อสังเกตผลการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ *(4)* ในแต่ละกระบวนการ

ตัวอย่างข้าวกล้องงอกที่ได้จากการทดลองทั้งหมดผ่านการลดความชื้นด้วยเครื่องอบควบคุมอุณหภูมิ 20°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ที่ความชื้นสุดท้าย 12±1%wb. (ความชื้นเท่ากับข้าวกล้องที่ไม่ผ่านกระบวนการงอก) ก่อนนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีต่อไป

2.1 วิธีการทดสอบ

2.1.1 ปริมาณความชื้น (Moisture content) ตัวอย่างข้าวกล้องชั่งน้ำหนัก 30 กรัม อบที่อุณหภูมิ 130°ซ 24 ชั่วโมง [7]

2.1.2 ค่าความแข็ง (Hardness value) เตรียมตัวอย่างข้าวหุงสุกโดยชั่งตัวอย่างข้าว 25 กรัม เติมน้ำกลั่นในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร วางในหม้อหุงข้าว ที่บรรจุน้ำปริมาตร 300 - 400 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 99-100°ซ เริ่มจับเวลาเท่ากับเวลาการหุง (Cooking time) [7] ปิดสวิตซ์และตั้งทิ้งไว้ 10 นาที หลังจากนั้นนำบีกเกอร์ที่บรรจุตัวอย่างข้าวคว่ำบนตะแกรง เป็นเวลา 45 นาที และปิดด้วยอลูมิเนียมฟอยด์จนกว่าจะนำไปใช้ทดสอบค่าความแข็ง [8] ซึ่งค่าความแข็งของข้าวหุงสุกทดสอบแรงกดด้วยเครื่อง Instron Universal Tester Machine ตามวิธีการกดแบบ Back extrusion [9]

2.1.3 ปริมาณการดูดซึมน้ำ (Water absorption) ชั่งตัวอย่างข้าว 2 กรัม เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง ปิดฝาด้วยสำลี ให้ความร้อนเริ่มต้นที่ 97– 99°ซ ในหม้อต้มเป็นเวลาเท่ากับเวลาหุงต้ม (Cooking time) หลังจากนั้นนำหลอดทดลองแช่ในน้ำเย็นทันทีเป็น เวลาประมาณ 10 นาที และค่อยๆ รินน้ำออกจากหลอดทดลองอย่างระมัดระวัง ตามด้วยการคว่ำหลอดทดลองลงโดยปิดด้วยสำลี ประมาณ 45 นาที ก่อนจะชั่งน้ำหนักข้าวที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นกรัมของน้ำที่ดูดซึมต่อกรัมของข้าว [9] ปริมาณจุลินทรีย์โดยรวม (Total plate count) อ้างอิงกระบวนการทดสอบจากมาตรฐาน [10]

2.1.4 ค่าสี (Color) เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าสีคือ Color Difference Meter (Model JC801, Tokyo, Japan) รายงานผลออกมาในรูปของ L*, a*, b*

2.1.5 ปริมาณ GABA: อ้างอิงกระบวนการทดสอบจากมาตรฐาน [11] ตัวอย่างข้าวกล้องงอกที่ผ่านการอบแห้งแล้วบดด้วยเครื่องบดความละเอียด 0.5

มิลลิเมตร ก่อนนำมาสกัดด้วยแอลกอฮอลล์ 50% 50°ซ นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าอุณหภูมิ 50°ซ เป็นเวลา 20 นาที หลังจากนั้นเหวี่ยงแยกด้วยเครื่องเหวี่ยงความเร็วสูง (1350g) 20 นาที แยกส่วนใสที่ได้วิเคราะห์ค่า GABA ด้วยเครื่อง GC (Gas chromatography)

2.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ 95% (One – way analysis of variance (ANOVA)) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธีของ Duncan New's Multiple Range Test (DMRT)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

เครื่องผลิตข้าวกล้องงอกขนาดเล็กในครัวเรือนนี้เป็นเครื่องต้นแบบทดสอบขนาดเล็กที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับอุตสาหกรรมในครัวเรือน ที่มีกำลังการผลิต 8-9 กิโลกรัมข้าวกล้องต่อวัน การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสามารถทำได้โดยการทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการงอกและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกที่ได้จากการผลิตด้วยเครื่องดังกล่าวซึ่งให้ผลการทดลองดังตารางที่ 1-2

3.1 การทดสอบกระบวนการงอกระหว่างการแช่และการแช่ร่วมกับการบ่มที่เวลาต่างๆ

จากผลการทดลองแสดงดังตาราง ที่ 1 พบว่าการแช่ข้าวกล้องในน้ำส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นซึ่งพบว่าหลังการแช่ข้าวกล้องในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นเพิ่มขึ้นจากค่าเริ่มต้น 11.68 ± 0.37%wb. จนกระทั่งมีค่าความชื้นเป็น 33.69 ± 0.94%wb. เช่นเดียวกับการแช่ร่วมกับการบ่มพบว่าค่าความชื้นเพิ่มขึ้นในช่วง 34-36 %wb. ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่าความชื้นนอกจากส่งผลต่อการงอกของเมล็ดข้าวแล้วยังมีผลต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพด้านอื่นๆ ซึ่งสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงค่าความขาวและค่าสีของเมล็ดข้าวกล้อง โดยพบว่าข้าวกล้องที่ไม่ผ่านกระบวนการงอกให้ค่าความขาวต่ำสุด (58.13 ± 1.62%) และไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) กับตัวอย่างข้าวกล้องที่ผ่านการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง (58.97 ± 0.35%) ในขณะที่ให้ผลแตกต่าง ทางสถิติ (P<0.05) กับตัวอย่างข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่น้ำร่วมกับการบ่ม อย่างไรก็ตามจากการทดลองพบว่าค่าความขาวของข้าวกล้องงอกเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้น สำหรับค่า b-value พบว่าการแช่ข้าวกล้องในน้ำร่วมกับการบ่มที่เวลาต่างๆ ให้ค่า b-value ในช่วง 18.03–18.87 ในขณะที่ข้าวกล้องที่ไม่ผ่านกระบวนการงอกให้ค่า b-value มากกว่า (19.63) ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเกิดจากปัจจัยหลักคือการเพิ่มขึ้นของความชื้นทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของเม็ดสี (Pigment) ที่ผิวของเมล็ดข้าวซึมเข้าสู่เมล็ดส่งผลต่อค่าความเหลืองที่ลดลงในขณะที่ค่าความขาวเพิ่มขึ้น

กระบวนการงอกของข้าวกล้องส่งผลต่อการลดลงของค่าความแข็งของเมล็ดข้าวกล้องหลังการหุงสุก

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบกระบวนการงอกระหว่างการแช่และการแช่ร่วมกับการบ่มที่เวลาต่างๆ (ไม่ผ่านการสเปรย์น้ำ)

ตัวอย่าง*	ความชื้น (% wb)	ค่าความขาว (L*, %)	ค่าสี (b*)	ค่าความแข็ง (N)	ค่าการดูดซึมน้ำ (g water/g rice)	จุลินทรีย์ (log cfu/g)
1	$11.68^{c} \pm 0.37$	$58.13^{c} \pm 1.62$	$19.63^{a} \pm 0.25$	$26.92^{a} \pm 0.35$	$4.50^{c} \pm 0.18$	5.21
2	$33.69^{b} \pm 0.94$	$58.97^{bc} \pm 0.35$	$20.33^{a} \pm 0.55$	$21.97^{b} \pm 1.14$	$5.94^{a} \pm 0.10$	5.99
3	$34.14^{b} \pm 0.37$	$62.53^{a} \pm 1.27$	$18.87^{b} \pm 0.15$	$18.49^{c} \pm 1.35$	$4.04^{d} \pm 0.16$	6.66
4	$34.67^{b} \pm 0.39$	$62.00^{a} \pm 2.21$	$18.80^{b} \pm 0.36$	$17.70^{c} \pm 0.86$	$4.30^{cd} \pm 0.16$	6.41
5	$36.00^{a} \pm 0.26$	$61.07^{ab} \pm 1.20$	$18.03^{c} \pm 0.15$	$16.39^{c} \pm 1.48$	$5.37^{b} \pm 0.16$	6.38

^{abc} อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05) (mean±SD)

*(1): ข้าวกล้อง; (2): แช่ 24 ชม.; (3): แช่ 2ชม. +บ่ม 22 ชม.; (4): แช่ 4 ชม. + บ่ม 20 ชม.;(5): แช่ 6 ชม. + บ่ม 18 ชม.

ค่าความแข็งของข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการงอกให้ค่าสูงสุด 26.92 ± 0.35 N ซึ่งลดลดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ที่ประมาณ 16–18 N เมื่อข้าวกล้องผ่านการงอกด้วยการแช่ในน้ำ 2–6 ชั่วโมง ร่วมกับการบ่ม 18–22 ชั่วโมง ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าปริมาณการดูดซึมน้ำขณะหุงต้ม มีผลอย่างยิ่งต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก ทั้งนี้ส่งผลต่อเนื้อสัมผัสหลังการหุงสุก จากผลการทดลองพบว่าค่าปริมาณการดูดซึมน้ำมีค่าระหว่าง 4-6 g water/g rice ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่สภาวะการทดลองระหว่างกระบวนการแช่และกระบวนการแช่ร่วมกับการบ่ม ทั้งนี้เนื่องด้วยระหว่างกระบวนการงอกที่ปราศจากการล้างหรือการสเปรย์น้ำ มีการย่อยสลายของโครงสร้างโปรตีน [5] และเกิดการเพิ่มขึ้นของปริมาณจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงส่งผลให้เมล็ดข้าวกล้องงอกมีกลิ่นเมื่อกระบวนการงอกสิ้นสุดลงในช่วง 24 ชั่วโมง และปริมาณการดูดซึมน้ำของตัวอย่างข้าวระหว่างการต้มพบว่าลดลงเมื่อตัวอย่างข้าวกล้องมีระยะเวลาการแช่ในน้ำสั้น สังเกตได้จากตัวอย่างที่ 3,4 และ 5 ทั้งนี้เนื่องจากการแช่ข้าวในน้ำเป็นการเพิ่มความชื้นให้กับเมล็ดในระหว่างการงอกจึงต้องเหมาะสมและเพียงพอ เมื่อระยะเวลาสั้นความชื้นไม่เพียงพอจึงส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้

3.2 การทดสอบการสเปรย์น้ำที่เวลาต่างๆ

ต่อเนื่องจากการทดลองในหัวข้อ 3.1 พบว่ากระบวนการทำงอกข้าวกล้องโดยปราศจากการล้างหรือการสเปรย์น้ำผ่านข้าวนั้นส่งผลต่อผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกที่มีคุณภาพต่ำดังนั้นการล้างหรือการสเปรย์น้ำผ่านข้าวจึงจำเป็นอย่างยิ่ง จากผลการทดลองเมื่อนำข้าวกล้องผ่านกระบวนการแช่ที่ 4 ชั่วโมง ร่วมกับการบ่ม 20 ชั่วโมง โดยระหว่างกระบวนการสเปรย์น้ำทุก 4-12 ชั่วโมง ให้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2

ปริมาณความชื้นในระหว่างกระบวนการบ่มนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง ในขณะที่การสเปรย์น้ำมีผลอย่างยิ่งต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความขาวและค่า b-value จากการทดลองพบว่า กระบวนการสเปรย์น้ำทุก 4-12 ชั่วโมง ให้ค่าความขาวในช่วง 60-62% ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่การเพิ่มจำนวนครั้งของการสเปรย์น้ำ หรือทุก 4 ชั่วโมงตลอดกระบวนการงอก 24 ชั่วโมง พบว่าให้ค่า b-value ต่ำสุด (17.80 ± 0.57) และให้ผลที่แตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กับการสเปรย์น้ำทุก 12 ชั่วโมงหรือ 2 ครั้ง ตลอดกระบวนการงอก 24 ชั่วโมงโดยมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 19.03 ± 0.42 เช่นเดียวกับค่าความแข็งของของเมล็ดข้าวหลังการหุงสุกที่มีค่าลดลง เมื่อจำนวนครั้งของการสเปรย์น้ำเพิ่มขึ้น

จากการทดสอบจุลินทรีย์ทั้งหมดสังเกตได้ว่าการสเปรย์น้ำมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ ทั้งนี้จากการเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการงอกที่ผ่านและไม่ผ่านการสเปรย์น้ำจากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 พบว่าการทดลองแบบสเปรย์น้ำส่งผลต่อการมีแนวโน้มที่ลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ โดยพิจารณาที่สภาวะการทดสอบเดียวกัน คือ แช่ข้าวในน้ำ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกระบวนการงอกโดยการแช่ร่วมกับการบ่มที่เวลาต่างๆ และควบคุมเวลาในการสเปรย์น้ำ

ตัวอย่าง*	ความชื้น (% wb)	ค่าความขาว (L*, %)	ค่าสี (b*)	ค่าความแข็ง (N)	ค่าการดูดซึมน้ำ (g water/g rice)	จุลินทรีย์ (log cfu/g)
1	$11.68^{c} \pm 0.37$	$58.13^{b} \pm 1.62$	$19.63^{a} \pm 0.25$	$26.92^{a} \pm 0.35$	$4.50^{b} \pm 0.18$	5.21
2	$36.25^{a} \pm 0.30$	$62.10^{a} \pm 1.47$	$17.80^{c} \pm 0.75$	$19.86^{c} \pm 1.04$	$5.48^{a} \pm 0.39$	5.87
3	$35.16^{b} \pm 0.31$	$61.63^{a} \pm 1.64$	$18.20^{cd} \pm 0.44$	$22.81^{b} \pm 2.18$	$5.52^{a} \pm 0.25$	6.14
4	$35.15^{b} \pm 0.57$	$60.50^{a} \pm 0.70$	$19.03^{ba} \pm 0.42$	$23.91^{b} \pm 1.23$	$5.60^{a} \pm 0.17$	6.31

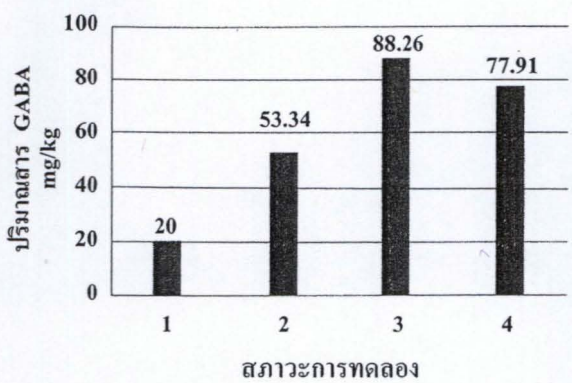
^{abc} อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$) (mean ฑ SD)

*(1): ข้าวกล้อง, (2): แช่ 4ชม+บ่ม 20ชม. spray น้ำทุก 4ชม. (3): แช่ 4ชม.+บ่ม 20ชม. spray น้ำทุก 8ชม., (4): แช่ 4ชม.+บ่ม 20ชม. spray น้ำทุก 12ชม.

4 ชั่วโมง ร่วมกับการบ่ม 20 ชั่วโมง หากไม่ทำการสเปรย์น้ำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 6.41 log cfu/g

3.3. ผลการทดสอบปริมาณกรดแกมมาแอมิโนบิวทิริก (GABA)

จากการทดลองดังแสดงในรูปที่ 3 พบว่าข้าวกล้อง ผ่านกระบวนการงอกโดยแช่ในน้ำ ตลอด 24 ชั่วโมง มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณสาร GABA จาก 20 mg/kg เป็น 53.34 mg/kg ซึ่งจากการสังเกตพบว่าที่จมูกข้าวเกิดการงอกโดยมีความยาวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (< 1 มิลลิเมตร) แต่เมื่อทดลองโดยการแช่ตัวอย่างข้าวกล้องในน้ำร่วมกับการบ่มพบว่าให้ค่าปริมาณสาร GABA เพิ่มขึ้นในช่วง 77–88 mg/kg และสังเกตลักษณะการงอกของเมล็ดเพิ่มมากขึ้น คือ ความยาวของจมูกข้าวที่ประมาณ 1–2 มิลลิเมตร (รูปที่ 4) นอกจากนี้การสเปรย์น้ำเพื่อลดปริมาณการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ระหว่างกระบวนการงอก ส่งผลดีทางด้านคุณลักษณะทางกายภาพภายนอกโดยให้สีและกลิ่นเป็นที่พึงพอใจแต่กลับส่งผลต่อการลดลงของปริมาณสาร GABA ประมาณ 10 mg/kg ดังนั้นพบว่ากระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกด้วยเครื่องผลิตข้าวกล้องงอกขนาดเล็กจะได้ผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกที่มีคุณภาพดีทั้งทางกายภาพและทางเคมีรวมถึงได้คุณค่าทางอาหารของข้าวกล้องเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 3 ปริมาณกรดแกมมาแอมิโนบิวทิริก (GABA) ในระหว่างขั้นตอน (1): ข้าวกล้อง, (2) แช่ 24ชม, (3) แช่ 4 ชม.+บ่ม 20 ชม. ไม่ spray น้ำ,(4) แช่ 4 ชม.+บ่ม 20 ชม. Spray น้ำ ทุก 4 ชั่วโมง

(ปริมาณ GABA) เมื่อผ่านการผลิตในสภาวะที่เหมาะสม ดังภาพตัวอย่างข้าวกล้องงอกที่มีคุณภาพดีแสดงในรูปที่ 3

4. สรุปผลการทดลอง

เครื่องผลิตข้าวกล้องงอกขนาดเล็กในครัวเรือนนี้สามารถผลิตข้าวกล้องงอกที่มีคุณภาพที่ดีได้เมื่อทำการผลิตในสภาวะที่เหมาะสม คือ การแช่ข้าวกล้องที่สภาวะอุณหภูมิห้อง (27± 2°ซ, 60± 5%RH) จนกระทั่งความชื้นประมาณ 35–37%wb. หลังจากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการบ่มที่สภาวะเดิม 20 ชั่วโมงโดยทุก 4 ชั่วโมงมีการสเปรย์น้ำผ่าน เพื่อลดปริมาณการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ จากการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกที่ได้จะมีกลิ่นหอม สีขาว เนื้อสัมผัสนุ่มหลังการหุงสุกและได้ค่าปริมาณ GABA เพิ่มมากขึ้นจากข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการงอกประมาณ 4 เท่า

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2552 ที่สนับสนุนการศึกษาพร้อมทั้งทุน เพื่อการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ ในการดำเนินการโครงงานครั้งนี้

รูปที่ 4 ข้าวกล้องงอกที่ผลิตจากเครื่องผลิตข้าวกล้องงอกขนาดเล็ก

5. เอกสารอ้าง

[1] Komatsu:
2007.
on G.
Jour
[2] Kawabat
Mura
Yam
N., S
of az
with
20 (
[3] Oh, S.H.
brow
the r
Jour
[4] Shigehir
K. 2
brov
of J
[5] Maeda,
Dig
acti
and
Ch
[6] Siripra
ger
Res
Tec
[7] Juliano
use
of
In
Ph

:ที่เหมาะสม
ลงในรูปที่ 3

ครัวเรือนนี้
ด้เมื่อทำการ
องที่สภาวะ
ทั้งความชื้น
บวนการบ่ม
ารสเปรย์น้ำ
รีย์ จากการ
มีกลิ่นหอม
ค่าปริมาณ
นการงอก

นุนการวิจัย
รรมสำหรับ
ษาพร้อมทั้ง
ารโครงงาน

้องงอก

5. เอกสารอ้างอิง

[1] Komatsuzaki N., Tsukahara K., and Toyoshima H. 2007. Effect of Soaking and Gaseous Treatment on GABA Content in Germinated Brown Rice. **Journal of Food Microbiology.** 78 (2): 556-560.

[2] Kawabata, K., Tanaka, T., Murakami, T., Okada, T., Murai, H., Yamamoto, T., Hara, A., Shimizu, M., Yamada, Y., Matsunaga, K., Kuno,T., Yoshimi, N., Sugie., S and Mori H. 1999. Dietary prevention of azoxymethane-induced colon carcinogenesis with rice germ in F344 rats. **Carcinogenesis.** 20 (11): 2109-2115.

[3] Oh, S.H., Soh, J.R. and Cha, Y.S. 2003. Germinated brown rice extract shows a nutraceutical effect in the recovery of chronic alcohol-related symptoms. ***Journal of Medicinal Food***. 6 (2): 115-121.

[4] Shigehiro, O., Masakazu, S., Hiroshi, K. and Hiroyuki, K. 2000. Apparatus for producing germinated brown rice for food raw material. **Patent Abstracts of Japan**. JP2000093097.

[5] Maeda, I., Kiribuchi, S. and Nakamura, M., 1987. Digestion of barley starch granules by the combined action of α- and β-amylases purified from barley and barley malt. **Agricultural and Biological Chemistry**. 42 (2): 259-267.

[6] Siriprapa S. 2006. A study of the properties of germinated brown rice and its products. Master Research Study **No. FB-06-01**. Asian Institute of Technology, Bangkok.

[7] Juliano, B.O. 1982. An international survey of methods used for evaluation of cooking and eating qualities of milled rice. **International Rice Research Institute** Paper Series, number 77. Manila, Philippines. pp.1-27

[8] Banjong, K. 1986. A back extrusion tester for evaluation cooked rice texture. **Master Thesis No. AE 86 –20.** Asian Insititute of Technology, Bangkok. Thailand.

[9] Reyes. V.G. and Jindal, V.K. 1989. A small sample back extrusion test for measuring texture of cooked rice. **Journal of Food Quality**. 13 (2): 109-118.

[10] AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. AOAC International, Maryland, USA.

[11] Mustafa, A., Aman, P., Andersson, R., Eldin, A.K. 2007. Analysis of free amino acid in cereal products. **Food Chemistry**. 105 (1): 317-324.