Agricultural Sci. J. 46 : 3/1 (Suppl.) : 433-436 (2015) ว. วิทย. กษ. 46 : 3/1 (พิเศษ) : 433-436 (2558)

การพัฒนาเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกพร้อมรับประทานแบบกึ่งอัตโนมัติ

Development of a Semi-automatically Brown Rice Seedling Machine

พงศ์ศักดิ์ ชลธนสวัสดิ์[1] บพิตร ตั้งวงศ์กิจ[1] รัตนา ตั้งวงศ์กิจ[1] และ ชุติ ม่วงประเสริฐ[1]

Pongsak Chontanaswat[1] Borpit Tangwongkit[1] Rattana Tangwongkit[1] and Chuti Moungprasert[1]

Abstract

This research aims to develop a semi-automatic prototype of germinated brown rice germinator and cooker using the automatic controlling system composed of an electronic circuit board and the application software to instruct and control each component's function. The application software and working steps of each component was developed from the previous research information, the study on the environmental factors affecting germination of brown rice for design and development of a semi-automatic germinated brown rice germinator. The application software was developed in the C programming language and MPLAB IDE v8.70 and the program was loaded into the CDEK-TN8 circuit board. It instructed and controlled the prototype on the three main processes; soaking of regular brown rice, germinating and cooking to get ready to eat cook brown rice. It was found that the semi-automatic germinator and cooker worked well following the steps of the designed application software. Germination of Khao Dawk Mali 105 brown rice in this prototype right after hulling was 94.04% which was 21.74 % higher than those other methods of germination. In addition, materials for this system should be further developed to meet the standard in order to gain consumers' confidence on the safety of consuming this cooked brown rice.

Keywords: Brown rice, Brown rice seedling machine, GABA

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับเพาะและหุงสุกข้าวกล้องงอกพร้อมรับประทานแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติประกอบด้วยแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ชุดคำสั่งของโปรแกรมในการสั่งงานและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ชุดคำสั่งของโปรแกรมและลำดับขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์พัฒนาขึ้นจากข้อมูลจากผลการศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีต่อการงอกของข้าวกล้องเพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้ ภาษา C, MPLAB IDE v8.70 และแปลงชุดคำสั่งบรรจุลงในแผงวงจร CDEK – TN8 โปรแกรมทำหน้าที่สั่งงาน และควบคุมการทำงานของเครื่องต้นแบบตามกระบวนการหลัก 3 ขั้นตอนคือ การแช่เมล็ดข้าวกล้อง การบ่มเพาะให้เมล็ดงอก และการหุงข้าวกล้องงอกให้สุกพร้อมรับประทาน ผลการทดสอบพบว่า เครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ดี เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการสั่งงานของชุดคำสั่งโปรแกรมที่ออกแบบ การเพาะข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทันทีหลังจากการกะเทาะเปลือก ด้วยเครื่องต้นแบบพบว่า ข้าวกล้องมีอัตราการงอกร้อยละ 94.04 สูงกว่าวิธีการเพาะแบบปกติถึงร้อยละ 21.74 ทั้งนี้ควรมีการพัฒนาอุปกรณ์ประกอบของระบบให้ได้มาตรฐานมากยิ่งขึ้นเพื่อให้ผู้บริโภคมั่นใจในด้านความปลอดภัยในการรับประทานข้าวกล้องงอกหุงสุก

คำสำคัญ: ข้าวกล้องงอก, เครื่องเพาะข้าวกล้องงอก, กาบ้า

คำนำ

ข้าวเป็นคำทั่วไปที่ใช้เรียกเมล็ดข้าวทางพฤกษศาสตร์หมายถึงผลที่มีลักษณะเป็นผลเดี่ยวเกิดจากรังไข่อันเดียวชนิดลอยตัวของดอกเดี่ยวในแต่ละดอกย่อยที่เกิดรวมกันอยู่เป็นช่อดอกผลเดี่ยวนี้จะติดแน่นอยู่กับผนังของรังไข่หรือเยื่อหุ้มผลซึ่งเมื่อผลสุกหรือแก่จะเป็นผลแห้งที่ไม่แตกเรียกว่าเมล็ดที่มีเยื่อหุ้มผลและเปลือกหุ้มเมล็ดเชื่อมรวมกันอย่างแนบแน่นโดยตลอดผลหรือเมล็ดข้าวเมล็ดข้าวประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ (1) ส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าว (หรือผล) เรียกว่า แกลบและ (2) ส่วนเนื้อผล

[1]ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[1]Department of Farm mechanics, Faculty of Agriculture at KamphaengSaen, Kasetsart University, KamphaengSaen Campus, NakhonPathom73140

หรือผลแท้หรือข้าวกล้อง (brown rice) เมื่อเปรียบเทียบส่วนต่างๆของเมล็ดข้าวจากน้ำหนักร้อยละ 100 พบว่าเมล็ดข้าวมีสัดส่วนของข้าวกล้องมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 80 ซึ่งส่วนประกอบหลักในข้าวกล้องเป็นส่วนของเนื้อเมล็ดถึงร้อยละ 90.5

การงอกของเมล็ดหมายถึงกระบวนการที่เมล็ดได้รับปัจจัยการงอกที่เหมาะสมและกระตุ้นให้ต้นอ่อนที่อยู่ในระยะพักการเจริญเติบโตแทงทะลุส่วนของเมล็ดออกมา (วัลลภ, 2540) การงอกของเมล็ดหมายถึงระยะตั้งแต่เริ่มแรกที่เมล็ดพันธุ์มีขบวนการต่างๆเกิดขึ้นในเมล็ดที่กำลังพักผ่อนไปจนถึงระยะที่ต้นอ่อนเจริญเติบโตและพัฒนาไปเป็นต้นกล้าที่แข็งแรงสามารถเจริญเติบโตเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ต่อไป (จวงจันทร์, 2529)

ข้าวกล้องงอก (Germinated Brown Rice) โดยการนำข้าวกล้องมาผ่านการแช่น้ำให้เกิดการงอกคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกในระหว่างกระบวนการงอกสารอาหารต่างๆในข้าวกล้องเกิดการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากโดยสารอาหารที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นได้แก่ γ-aminobutyric acid (GABA), dietary fiber, inositols, ferulic acid, phytic acid, tocotrienols, magnesium, potassium, zinc, γ-oryzanol และ prolylendopeptide inhibitor การได้รับสาร GABA อย่างต่อเนื่องจะสามารถช่วยยับยั้งความดันในเลือดและลดอาการนอนไม่หลับอีกทั้งบรรเทาการเจ็บปวดในระหว่างมีประจำเดือนของผู้หญิงวัยทองได้และการรับประทานข้าวกล้องงอกอย่างต่อเนื่องจะส่งผลดีต่อสมองป้องกันอาการปวดหัวบรรเทาอาการท้องผูกป้องกันมะเร็งในลำไส้ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดป้องกันโรคหัวใจลดความดันโลหิตอีกทั้งยังป้องกันการเกิดโรคอัลไซเมอร์ได้อีกด้วย (Kayahara and Tsukahara, 2000)

ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการงอกของข้าวกล้องในการใช้ออกแบบและพัฒนาเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกแบบกึ่งอัตโนมัติ ได้แก่ ระยะเวลาหลังการกะเทาะเปลือกเมล็ดข้าวอัตราการงอกจะลดลงตามอายุการเก็บ อัตราส่วนปริมาณน้ำต่อปริมาณข้าวกล้องที่สูงในการแช่ข้าวจะให้อัตราการงอกสูงและลดการบูดเน่าการเปลี่ยนถ่ายน้ำและการเติมออกซิเจนในระหว่างขบวนการแช่ข้าวจะช่วยลดการเน่าเสียของข้าวได้ซึ่งจะช่วยปรับค่า pHของน้ำให้เป็นกลาง การพ่นละอองน้ำในระหว่างการบ่มข้าวด้วยหัวพ่นละอองหมอกข้าวกล้องจะมีอัตราการงอกสูงขึ้น (พงศ์ศักดิ์, 2556)

การผลิตข้าวกล้องงอกในปัจจุบันนั้นมีขั้นตอนที่ค่อนข้างยุ่งยากและต้องใช้เวลาในการผลิตนาน เพื่อเป็นการส่งเสริมให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสำหรับเป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่ผลิตได้จากวัตถุดิบในประเทศและเกิดความสะดวกลดระยะเวลาในการผลิตข้าวกล้องงอกพร้อมรับประทานภายในครัวเรือน จึงมีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาเครื่องเพาะและหุงสุกข้าวกล้องงอกพร้อมรับประทานแบบกึ่งอัตโนมัติขึ้น โดยมีแนวทางการพัฒนาและออกแบบที่เน้นการใช้งานที่ง่ายและสะดวกเป็นสำคัญโดยใช้หลักการทำงานเช่นเดียวกับการหุงข้าวตามปกติด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้าที่มีใช้ในครัวเรือนทั่วไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยเครื่องคัดเปอร์เซ็นต์ข้าวสารขนาดเล็ก (ขนาดมอเตอร์ 1/3 HP, 220 V) เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก (ขนาดมอเตอร์ 1 HP, 220 V) อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการสร้างเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกแบบกึ่งอัตโนมัติประกอบด้วย หม้อหุงข้าวไฟฟ้าอัตโนมัติ (ขนาด1.8 ลิตร, AC 220-240V, 50Hz, 750W) ปั๊มน้ำไฟฟ้า อัตราการสูบน้ำ 400, 500 และ 600ลิตรต่อชั่วโมง ปั๊มออกซิเจนไฟฟ้า 2 หัว อัตราการสูบออกซิเจนหัวละ 3 ลิตรต่อนาที แผงวงจรควบคุมการตัดต่อปั๊มน้ำ 2 ระดับ (HOBBY ELECTRONIC 77, HTC, AC 220-240V, 50Hz) แผงวงจรควบคุมการทำงานเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกแบบกึ่งอัตโนมัติ CDEK – TN8 (ตัวประมวลผล PIC18LF8722) และหม้อแปลงปรับค่าได้ขนาด 6V-12V (Henry, HR 501, AC-DC, 5A, INPUT : 220V 50-60Hz OUTPUT : 6V-12V) และอุปกรณ์ประกอบระบบต่างๆ ของตัวเครื่อง ออกแบบลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยนำข้อมูลผลการศึกษาสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการงอกของข้าวกล้อง (พงศ์ศักดิ์, 2556) ที่เหมาะสมที่สุดมาใช้ในการเขียนชุดคำสั่งลำดับการทำงาน โดยใช้ ภาษา C, MPLAB IDE v8.70 และแปลงชุดคำสั่งบรรจุลงในแผงวงจร CDEK – TN8 ประกอบชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ เข้ากับตัวเครื่อง ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์จากการสั่งงานของชุดคำสั่งที่ป้อนเอาไว้ในแผงวงจรควบคุมการทำงาน ทดสอบการทำงานจริงด้วยการเพาะและหุงสุกข้าวกล้องงอกโดยใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาทำการกะเทาะเปลือกเพื่อให้ได้ข้าวกล้องและคัดเอาเฉพาะเมล็ดเต็มก่อนนำไปใช้ในการทดสอบ ทดสอบการงอกของข้าวกล้องด้วยวิธีการเพาะแบบปกติเปรียบเทียบกับการเพาะด้วยเครื่องเพาะข้าวกล้องแบบกึ่งอัตโนมัติโดยการใช้ข้าวกล้องหลังการขัดสีที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ มาใช้ในการเพาะ

ผลและวิจารณ์ผล

จากรายงานผลการศึกษาของ พงศ์ศักดิ์ (2556) เรื่อง ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีต่อการงอกของข้าวกล้องสำหรับการออกแบบเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกกึ่งอัตโนมัติข้าวกล้องหลังการกะเทาะเปลือกเมื่อนำมาเพาะจะให้อัตราการงอกสูงสุดและ

อัตราการงอกจะลดลงเมื่ออายุการเก็บข้าวกล้องเพิ่มขึ้น อัตราส่วนปริมาณน้ำที่ใช้ในการแช่ข้าวกล้องต่อปริมาณข้าวกล้องที่ 4:1 จะมีอัตราการงอกสูงที่สุดและค่าความเป็นกรดต่ำที่สุดการฉีดพ่นน้ำระหว่างการบ่มเพาะข้าวกล้องทุกๆ 6 ชม. ให้อัตราการงอกสูงสุด อัตราการงอกจะลดลงเมื่อทำการฉีดพ่นน้ำถี่ขึ้นหรือไม่มีการฉีดพ่นน้ำเลย การเติมออกซิเจนในระหว่างที่ทำการเพาะข้าวกล้องจะทำให้อัตราการงอกสูงขึ้นและค่าความเป็นกรดลดต่ำลง และระยะเวลาในการเปลี่ยนถ่ายน้ำแช่ข้าวกล้องที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 3 ชั่วโมงซึ่งข้าวกล้องจะยังไม่เกิดการเน่าเสียนำข้อมูลมาใช้ในการออกแบบกำหนดอุปกรณ์และเขียนโปรแกรมชุดคำสั่งในการควบคุมสั่งงานอุปกรณ์ของระบบเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกพร้อมรับประทานแบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งองค์ประกอบของเครื่องประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้ในขบวนการแช่ การบ่มเพาะ การหุงสุกข้าวกล้องงอก และส่วนของชุดคำสั่งสำหรับควบคุมและสั่งงานอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทำงานตามขั้นตอนที่ออกแบบ

ส่วนประกอบของตัวเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกแบบกึ่งอัตโนมัติ

1. หม้อหุงข้าวไฟฟ้าอัตโนมัติ ขนาด 1.8 ลิตรสามารถตั้งโปรแกรมการทำงานในโหมดหุงข้าวสวยอัตโนมัติ ท่ออะลูมิเนียมขนาด 1/8, 2/8, 4/8 นิ้ว เป็นอุปกรณ์สำหรับต่อพ่วงสายยางจากปั๊มน้ำไฟฟ้าเพื่อสูบและจ่ายน้ำจากภาชนะเก็บน้ำสำรองเข้าไปในหม้อหุงข้าวหัวพ่นหมอกแรงดันต่ำ ทำหน้าที่พ่นละอองน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นภายในหม้อหุงข้าวไฟฟ้าขณะบ่มเพาะข้าวกล้องปั๊มน้ำไฟฟ้า อัตราการสูบน้ำ 500, 400 และขนาด 600 ลิตรต่อชั่วโมง จำนวน 2 ตัว ปั๊มน้ำตัวที่ 1 สำหรับสูบน้ำออกจากหม้อหุงข้าวปั๊มน้ำตัวที่ 2 สูบน้ำเข้าหม้อหุงข้าว ปั๊มน้ำตัวที่ 3 สูบน้ำและเพิ่มแรงดันให้กับหัวพ่นหมอก และปั๊มน้ำตัวที่ 4 ใช้สูบน้ำจากภายนอกเข้าสู่ภาชนะเก็บสำรองน้ำโดยอุปกรณ์ตัวนี้ทำงานร่วมกับแผงวงจรควบคุมการตัดต่อปั๊มน้ำ 2 ระดับซึ่งขบวนทำงานเปรียบเสมือนวาล์วเปิด-ปิดน้ำปั๊มออกซิเจนไฟฟ้า 2 หัว อัตราการสูบหัวละ 3 ลิตรต่อนาที

2. แผงวงจรควบคุมการทำงานเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกแบบกึ่งอัตโนมัติ CDEK – TN8 ติดตั้งอยู่ด้านข้างภายนอกภาชนะเก็บสำรองน้ำทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกพร้อมรับประทานแบบกึ่งอัตโนมัติโดยมีสายไฟต่อรีเลย์ที่ 1-5 ในหน้าคอนแทค COM และ NO เพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่างๆแผงวงจรควบคุมการตัดต่อปั๊มน้ำ 2 ระดับ (HOBBY ELECTRONIC 77, HTC, AC 220-240V, 50Hz) หม้อแปลงปรับค่าได้ขนาด 6V-12V (Henry, HR 501, AC-DC, 5A, INPUT : 220V 50-60Hz OUTPUT : 6V-12V)

3. ชุดคำสั่งโปรแกรม สำหรับควบคุมและสั่งงานอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทำงานตามลำดับ การเขียนชุดคำสั่งในสำหรับการสั่งงานและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกโดยใช้ ภาษา C, MPLAB IDE v8.70 และแปลงชุดคำสั่งบรรจุลงในแผงวงจร CDEK – TN8 โปรแกรมทำหน้าที่สั่งงาน และควบคุมการทำงานของเครื่องต้นแบบตามกระบวนการหลัก 3 ขั้นตอนคือ การแช่เมล็ดข้าวกล้อง การบ่มเพาะให้เมล็ดงอก และการหุงข้าวกล้องงอกให้สุกพร้อมรับประทาน

หลักการทำงานของเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกพร้อมรับประทานแบบกึ่งอัตโนมัติ

การทำงานของเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกแบบกึ่งอัตโนมัติทำงานโดยการสั่งงานของชุดคำสั่งที่บรรจุอยู่ภายในแผงวงจร CDEK – TN8 ซึ่งจะควบคุมระบบการทำงานของรีเลย์ 5 ตัว เริ่มจากรีเลย์ตัวที่ (1) จะทำงานทันทีเมื่อเปิดสวิตช์ทำให้ปั๊มน้ำ (1) สูบน้ำเข้ามาเก็บในภาชนะพักน้ำสำรองเพื่อไม่ทำให้เกิดการขาดตอนของน้ำเมื่อปั๊มน้ำเข้าหม้อหุงข้าว จากนั้นรีเลย์ (2) สั่งงานให้ปั๊มน้ำ 2 สูบน้ำเข้าหม้อหุงข้าวเพื่อทำการแช่ข้าวเมื่อครบกำหนดเวลาแช่ข้าว รีเลย์ตัวที่ (3) สั่งงานให้ปั๊มน้ำ (3) สูบน้ำออกเพื่อเป็นการเปลี่ยนถ่ายน้ำแช่ข้าวทำให้ในระหว่างแช่ข้าวไม่เกิดการเน่าเสีย ทำการแช่ข้าวเป็นเวลา12 ชั่วโมง จึงเข้าสู่กระบวนการบ่มเพาะข้าว โดยรีเลย์ตัวที่ (4) สั่งงานให้ปั๊มน้ำทำการสูบน้ำส่งไปยังหัวพ่นหมอกทำการให้ความชื้นแก่ข้าวในระหว่างที่ทำการบ่มเพาะข้าวกล้องเพื่อเพิ่มอัตราการงอกให้สูงขึ้น หลังจากบ่มเพาะข้าวครบ 12 ชั่วโมงแล้ว รีเลย์ตัวที่ (2) จะทำงานสั่งให้ปั๊มน้ำสูบน้ำเข้าสู่หม้อหุงข้าวเพื่อเตรียมน้ำสำหรับหุงข้าวกล้องงอก เมื่อได้ปริมาณน้ำที่เหมาะสมแล้วรีเลย์ตัวที่ (5) จะสั่งงานทำให้หม้อหุงข้าวหุงข้าวกล้องงอกจนกระทั่งข้าวกล้องสุก จึงจบการขั้นตอนการทำงานของเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกแบบกึ่งอัตโนมัติ

ผลการทดสอบอัตราการงอกของข้าวกล้องเมื่อเพาะด้วยวิธีปกติและใช้เครื่องเพาะข้าวกล้องงอกแบบกึ่งอัตโนมัติ

ผลการทดสอบอัตราการงอกของเมล็ดข้าวกล้องด้วยวิธีเพาะแบบปกติเปรียบเทียบกับการเพาะด้วยเครื่องเพาะข้าวกล้องแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้ข้าวกล้องหลังการขัดสีเป็นเวลาต่างๆ คือ หลังการขัดสีทันทีหลังการกะเทาะเปลือก 1 สัปดาห์ และหลังการกะเทาะเปลือก 2 สัปดาห์พบว่าการเพาะข้าวกล้องด้วยวิธีปกติมีอัตราการงอกของข้าวกล้องเท่ากับร้อยละ 73.60,

72.26, 70.33 และการเพาะข้าวกล้องด้วยเครื่องเพาะข้าวกล้องแบบกึ่งอัตโนมัติมีอัตราการงอกเท่ากับร้อยละ 94.04, 92.36, 91.09 ตามลำดับซึ่งจะเห็นได้ว่าการเพาะด้วยเครื่องเพาะข้าวกล้องแบบกึ่งอัตโนมัติให้อัตราการงอกที่สูงกว่าการเพาะด้วยวิธีปกติทุกๆ อายุของข้าวกล้องหลังการขัดสีที่ใช้ในการเพาะเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 22.01 และอัตราการงอกของข้าวกล้องจะลดลงเมื่อใช้ข้าวกล้องที่มีอายุการเก็บรักษาหลังการขัดสีนานมากขึ้นมาใช้ในการเพาะด้วยวิธีการเพาะทั้งแบบปกติและเพาะด้วยเครื่องเพาะข้าวกล้องแบบกึ่งอัตโนมัติ

Table1 Germination rate of brown rice by a common method compared with the semi-automatic prototype.

Time after hulling	Brown rice germination rate (%)		
	Common method	Semi-automatic prototype	Difference
Immediately	73.60	94.04	21.74
1 week after hulling	72.26	92.36	21.76
2 weeks after hulling	70.33	91.09	22.79
Average	72.06	92.49	22.10

เครื่องเพาะข้าวกล้องงอกพร้อมรับประทานแบบกึ่งอัตโนมัติ สามารถทำงานตามขั้นตอนที่กำหนดจากชุดคำสั่งที่ป้อนเอาไว้ในแผงวงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง ทำให้ข้าวกล้องที่นำมาเพาะมีอัตราการงอกที่สูงกว่าวิธีการเพาะแบบปกติ ลดการบูดเน่าของข้าวกล้องในขบวนการแช่และบ่มเพาะ จากผลการศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเพาะงอกของข้าวกล้องนั้นควรใช้ข้าวกล้องหลังการขัดสีเมื่อนำมาเพาะงอกจะมีอัตราการงอกสูงที่สุด โดยใช้ปริมาณน้ำต่อปริมาณข้าวด้วยอัตราส่วนเท่ากับ3:1 โดยมีช่วงระยะเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกๆ 3 ชั่วโมง ซึ่งจะให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ในค่าที่ยอมรับได้และควรมีการพ่นละอองน้ำทุกๆ 6 ชั่วโมงซึ่งจะทำให้อัตราการงอกของข้าวกล้องสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ดีกระบวนการแช่และบ่มเพาะข้าวกล้องเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จำเป็นต้องมีการเติมออกซิเจนเพื่อทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ไม่ต่ำจนเกินไปซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการบูดเน่าของข้าวกล้อง ในการออกแบบและทดสอบเครื่องไม่มีการนำปัจจัยด้านอุณหภูมิทั้งภายในและภายนอกตัวเครื่องมาเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพาะข้าวกล้อง ซึ่งอุณหภูมิในระหว่างการเพาะที่แตกต่างกันอาจส่งผลต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำแช่ข้าว อัตราการงอกและการเน่าเสียของข้าวกล้องได้

สรุป

เครื่องเพาะข้าวกล้องงอกพร้อมรับประทานแบบกึ่งอัตโนมัติ ที่ทำการออกแบบและสร้างขึ้นมีองค์ประกอบหลักคือส่วนของอุปกรณ์ชุดกลไกการทำงานในขบวนการแช่ข้าว การบ่มเพาะและการหุงสุกข้าวกล้องงอกด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า มีความสามารถในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามลำดับขั้นตอนการสั่งงานของชุดคำสั่งที่กำหนด โดยทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำรวมทั้งการใช้งานที่ง่าย ทำให้ข้าวกล้องหลังจากการกะเทาะเปลือกที่นำมาเพาะด้วยเครื่องมีอัตราการงอกที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเพาะแบบปกติ สามารถลดการบูดเน่าของข้าวกล้องในขบวนการแช่และบ่มเพาะ ทั้งนี้เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมให้มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะข้าวกล้องงอก แต่จำเป็นจะต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องโดยจะต้องมีการนำปัจจัยด้านอุณหภูมิในขณะที่ทำการเพาะข้าวกล้องมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกด้วยเพื่อเพิ่มอัตราการงอกที่สูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ทั่งฮั่วซิน, กรุงเทพฯ. 210 หน้า.

พงศ์ศักดิ์ ชลธนสวัสดิ์. 2556. ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีต่อการงอกของข้าวกล้องสำหรับการออกแบบเครื่องเพาะข้าวกล้องงอกกึ่งอัตโนมัติ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 44 (3 พิเศษ): 482-485.

วัลลภ สันติประชา. 2540. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชศาสตร์คณะทรัพยากรธรรมชาติ} มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 225 หน้า.

Kayahara, H. and K. Tsukahara. 2000. Flavor, Health and Nutritional Quality of Pre-Germinated Brown Rice. pp. 546-551. *In*: International Chemical Congress of Pacific Basin Societies in Hawaii2000.