เครื่องผลิตข้าวเปลือกงอก
Paddy Germination Machine

นฤบดี ศรีสังข์[2] **น้ำฝน กัณทบุตร**[1] **ภัสรา วงศ์จินดา**[1] **และ สุธาธิณี สามคำนิล**[1]
Naruebodee Srisang[2] Namfon Kanthabut[1], Passara Wongjinda[1] and Suthathinee Samkamnin[1]

Abstract

Conventional method for paddy germination was done by soaking paddy in water for 48 to 72 hours causing the germinated paddy to have fermentation odor along with it. The objective of this research is to design and construct a paddy germination machine to germinate paddy and to destruct microorganism growth during the soaking period. The machine consisted of a 45 x 75 x 20 cm^3 stainless steel soaking bin. The bin was covered with insulation material and a 4,500 W electric heater was installed inside the bin for controlling the water temperature at 40 °C. A drum type paddy container 12.5 cm x 54.5 cm (D x H) made of perforated stainless steel sheet, was turning every hour during the soaking period. Two nuzzles for spraying water every 4 hours during sowing were mounted at the top of the germination machine, and a 0.5 Hp water pump was used for spraying water. 'Dok-phayom' rice variety was used in this experiment. Effects of soaking times, 3, 6, and 9 hours, condition of incubation, with aeration and without aeration, and spraying frequencies, every 4 and 6 hours of the 24 hours incubation period were investigated. Results of the study showed that the soaking of paddy in warm water 40°C for 9 hours in combination with incubation at 27°C without aeration for 24 hours had the highest germination, 85.67%. Microbial count was less than 10,000 colonies per gram of germinated paddy after being sterilized with 65°C warm water. GABA content was 9.64 mg/100g. Color of the germinated brown rice was comparable with those sold in the market and aroma rating was 4.39 of 5.0 score from the test panels.

Keywords: Germinated paddy, Soaking, Percentage of germination

บทคัดย่อ

วิธีการทำข้าวงอกโดยทั่วไปใช้การแช่ข้าวในน้ำเป็นเวลาประมาณ 48-72 ชั่วโมง ส่งผลให้ข้าวงอกเกิดกลิ่นเหม็นเนื่องจากการหมักของข้าว ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีการสร้างเครื่องผลิตข้าวเปลือกงอก (PGM) เพื่อเพาะงอกข้าว และฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเพาะงอก ตัวเครื่องประกอบด้วย ถังแช่ขนาด 45 x 75 x 20 cm^3 ทำจากสแตนเลส หุ้มด้วยฉนวน และภายในติดตั้งฮีตเตอร์ขนาด 4500 วัตต์ เพื่อควบคุมอุณหภูมิน้ำที่ 40°C ถังตะแกรงทรงกระบอกสำหรับบรรจุข้าวขนาด 12.5 x 54.5 cm^2 ทำจากจากสแตนเลส หัวสเปรย์น้ำ จำนวน 2 หัว สำหรับสเปรย์น้ำในระหว่างการเพาะงอก และปั๊มน้ำขนาด 0.5 HP ในการทดลองนำข้าวเปลือกพันธุ์ดอกพะยอมมาเพาะงอก เพื่อศึกษาผลกระทบของเวลาการแช่ข้าวในน้ำ (3 6 และ 9 ชั่วโมง)และสภาวะการบ่ม (สถาวะเปิดและปิด) ต่อการงอก และคุณภาพของข้าวเปลือกงอกที่ได้จาก PGM ประเมินจาก ปริมาณของจุลินทรีย์ สีเมล็ดข้าว เปอร์เซ็นต์การแตกหัก ปริมาณสาร γ-amino–butyric acid (GABA) และกลิ่นของข้าวเปลือกงอกจากการทดสอบด้วยแบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่า การแช่ข้าวเปลือกในน้ำอุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 9 ชั่วโมง ร่วมกับการบ่มที่อุณหภูมิห้อง (27°C) ในสภาวะปิดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้ได้ข้าวเปลือกงอกที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุดเท่ากับ 85.67% ปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในระดับที่ปลอดภัย (น้อยกว่า 10,000 โคโลนีต่อกรัม) ปริมาณสาร GABA เท่ากับ 9.46 mg/100 g ซึ่งเพิ่มขึ้นประมาณสามเท่าหลังการงอก สีเมล็ดข้าวแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญกับสีเมล็ดข้าวเปลือกงอกที่วางจำหน่าย เปอร์เซ็นต์การแตกหักของเมล็ดข้าวแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญหลังจากการงอกด้วยเครื่อง และผลจากแบบสอบถามแสดงถึงกลิ่นของข้าวเปลือกงอกได้รับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: ข้าวเปลือกงอก การแช่ เปอร์เซ็นต์การงอก

---

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ชุมพร 86160
[1] Department of Agricultural Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chumphon Campus, Chumphon 86160
[2] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ชุมพร 86160
[2] Department of Mechanical Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chumphon Campus, Chumphon 86160

คำนำ

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนในภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลก ประเทศไทยในฐานะประเทศผู้ผลิตข้าวเพื่อการส่งออกเป็นอันดับต้นๆของโลกได้มีการศึกษาเพื่อเพิ่มมูลค่าของข้าว โดยนำข้าวมาผ่านกระบวนการกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโต ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในเมล็ดข้าว และทำให้เมล็ดข้าวมีสารอาหารเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาร GABA (Maeda *et al*., 2007) วิธีการทำข้าวงอกโดยทั่วไปจะนำข้าวเปลือกมาแช่น้ำเป็นเวลานาน 48-72 ชั่วโมง จากนั้นนำไปผึ่งลมให้แห้งเป็นระยะเวลา 1 วัน ซึ่งวิธีเพาะงอกดังกล่าวทำให้ข้าวเปลือกงอกมีกลิ่นเหม็นอันเนื่องจากการหมักของข้าว และมีการปนเปื้อนสิ่งสกปรกจากสิ่งแวดล้อม วิธีการหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว คือ การผลิตข้าวเปลือกงอกด้วยเครื่อง ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกจากภายนอก ตัวเครื่องออกแบบให้สามารถสเปรย์น้ำและกวนข้าวแบบอัตโนมัติ ทำให้ข้าวเปลือกได้รับความชื้นอย่างสม่ำเสมอและช่วยลดกลิ่นของการหมัก ตามลำดับ ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้สร้างเครื่องผลิตข้าวงอกเพื่อศึกษาถึงผลกระทบของเวลาในการแช่ข้าว เวลาในการพรมน้ำ และสภาวะการบ่ม ที่ส่งผลต่อการงอกของเมล็ดข้าว รวมทั้งตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกงอกในเรื่องของปริมาณจุลินทรีย์ สีเมล็ดข้าว เปอร์เซ็นต์การแตกหัก ปริมาณสาร γ-amino–butyric acid (GABA) และกลิ่นของข้าวงอก

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้าวเปลือกพันธุ์ดอกพะยอม ได้รับมาจากศูนย์วิจัยข้าว จังหวัดกระบี่ ข้าวเปลือกถูกนำมาเพาะงอกภายในเครื่องผลิตข้าวเปลือกงอก (ดังแสดงใน Figure 1a) ตัวเครื่องประกอบด้วย ถังแช่ขนาด 45 x 75 x 20 cm^3 ทำจากสแตนเลส หุ้มด้วยฉนวนและภายในติดตั้งฮีตเตอร์ขนาด 4500 วัตต์ เพื่อควบคุมอุณหภูมิน้ำ ถังตะแกรงทรงกระบอกสำหรับบรรจุข้าวขนาด 12.5 x 54.5 cm^2 ทำจากจากสแตนเลส (Figure 1b) ปั๊มน้ำขนาด 0.5 HP และหัวสเปรย์น้ำ จำนวน 2 หัว ติดตั้งที่ฝาถัง (Figure 1c) สำหรับสเปรย์น้ำในระหว่างการเพาะงอก นำข้าวเปลือกมาแช่น้ำในถังตะแกรงที่อุณหภูมิ 40°C เป็น 3, 6 และ 9 ชั่วโมง โดยถังตะแกรงจะหมุนทุกๆ 1 ชั่วโมง หลังจากครบ 9 ชั่วโมง ถ่ายน้ำออกจากถัง และบ่มข้าวในถังเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยมีการสเปรย์น้ำทุกๆ 4 ชั่วโมง ข้าวเปลือกภายหลังการแช่น้ำและการบ่มจะเกิดการงอกบริเวณจมูกข้าวเป็นตุ่มขนาดเล็กประมาณ 0.5-2 mm. จากนั้นทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โดยเติมน้ำเข้าไปในถังแช่และตั้งค่าอุณหภูมิน้ำไว้ที่ 65°C แช่ข้าวในน้ำเป็นเวลา 2 นาที สุดท้ายนำข้าวเปลือกงอกไปอบแห้งด้วย Hot air oven จนความชื้นลดลงเหลือ 13-15% (d.b.)

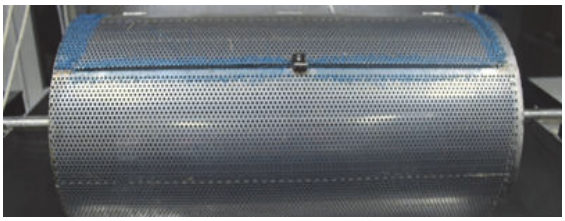
a) b)  c)

Figure 1 a) Paddy germination machine (PGM) b) sieve bin and c) nozzles locations

เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวหาได้โดยสุ่มข้าวจำนวน 100 เมล็ด และนับจำนวนเมล็ดข้าวที่งอก ทำ 3 ซ้ำ คุณภาพของข้าวเปลือกงอกทดสอบในเรื่องของ การแตกหักของเมล็ด โดยหาเปอร์เซ็นต์ของการแตกหักจากการคัดด้วยเครื่องคัดแยกเมล็ดข้าว ปริมาณสาร GABA โดยการนำแป้งข้าวเปลือกงอกไปวิเคราะห์หาปริมาณสาร GABA ด้วยเครื่อง HPLC ปริมาณของจุลินทรีย์ วิเคราะห์โดยหาปริมาณของแบคทีเรีย ยีสต์และรา ตามวิธีมาตรฐานของ BAM สีของข้าวเปลือกงอกตรวจวัดด้วยเครื่องวัดสี และกลิ่นของข้าวเปลือกงอกประเมินด้วยประสาทสัมผัสของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 36 คน

ผล

ข้าวเปลือกพันธุ์ดอกพะยอมเกิดการงอกหลังจากผ่านการแช่น้ำ (3 6 และ 9 ชั่วโมง) และบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อทดลองบ่มในสภาวะปิด (อับอากาศ) และสภาวะเปิด (มีอากาศหมุนเวียน) พบว่า การบ่มในสภาวะปิดมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่าในสภาวะเปิด (Figure 2a) เปอร์เซ็นต์การงอกและความชื้นของข้าวเพิ่มขึ้นตามเวลาการแช่ข้าวที่เพิ่มขึ้น ในสภาวะปิดที่เวลาการแช่ 9 ชั่วโมง และบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุดเท่ากับ 85.67% มีความชื้นสูงสุดหลังแช่และหลังบ่มเท่ากับ 58.84 และ 62.54% (d.b.) ตามลำดับ (Figure 2a และ Figure 2b)

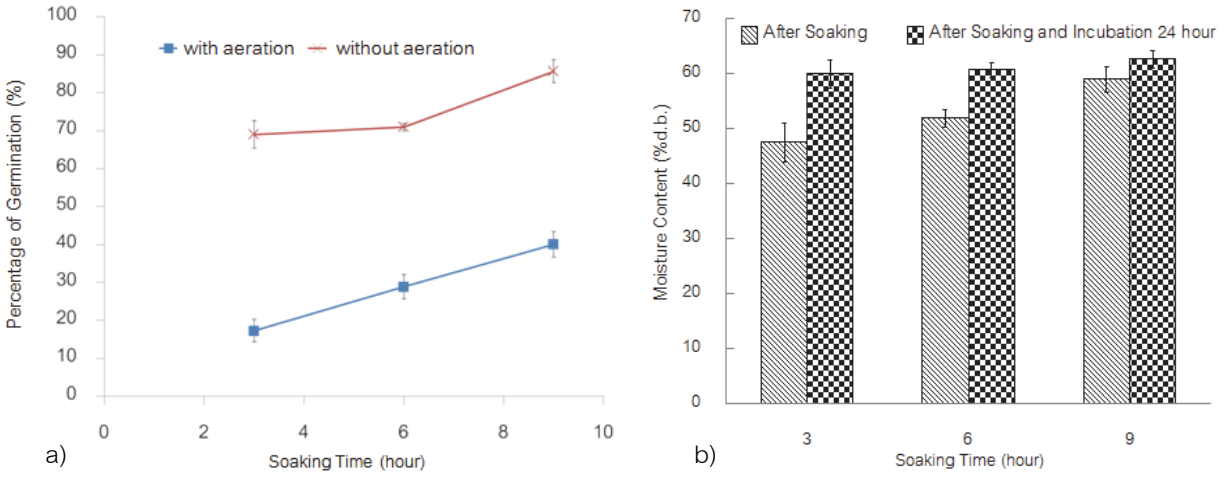


Figure 2 a) Effect of incubation condition and soaking time on the percentage of germination and b) Moisture content after soaking and incubation (without aeration period)

หลังการแช่ข้าวเป็นเวลา 9 ชั่วโมง เมล็ดข้าวถูกบ่มภายในเครื่อง ในระหว่างการบ่ม เมล็ดข้าวที่ได้รับการสเปรย์น้ำทุกๆ 4 ชั่วโมง มีค่าความชื้นสูงสุดเท่ากับ 62% (d.b.) ที่เวลา 12 ชั่วโมง และความชื้นของเมล็ดข้าวมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 54-62% (d.b.) ในขณะที่เมล็ดข้าวที่ได้รับการสเปรย์น้ำทุกๆ 6 ชั่วโมง มีความชื้นต่ำกว่าโดยมีความชื้นสูงสุดเท่ากับ 57% (d.b.) ที่เวลา 1 ชั่วโมง และความชื้นเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 38-57% (d.b.)(Figure 3)

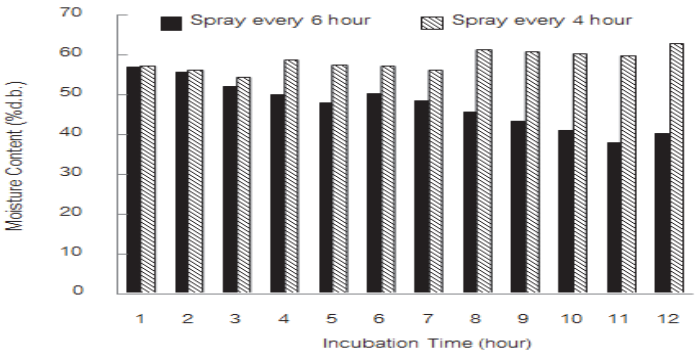


Figure 3 Effect of spraying frequency on moisture content of paddy during incubation (soaking 9 hour and incubation 24 hour)

ข้าวเปลือกงอกหลังการแช่น้ำเป็นเวลา 9 ชั่วโมง และบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ถูกนำมาฆ่าเชื้อด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 65°C มีปริมาณจุลินทรีย์ลดลงสูงสุดเท่ากับ *99.73%* โดยมีปริมาณของจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยในอาหาร คือ ไม่เกิน 10,000 โคโลนีต่อกรัม (Table 1) สีของข้าวเปลือกงอก (ค่า L a และ b) ที่ได้รับจากเครื่องผลิตข้าวเปลือกงอกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสีของข้าวเปลือกงอกที่วางจำหน่าย เปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวเปลือกงอกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากผ่านการงอกด้วยเครื่อง ข้าวเปลือกงอกที่ผลิตจากเครื่องมีปริมาณสาร GABA ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสินค้าเกษตร คือ มีปริมาณสาร *GABA* ไม่น้อยกว่า 5 mg/100 g *(*Thai Agricultural Standard, 2012) โดยมีปริมาณสาร GABA เท่ากับ 9.46 mg/100 g ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และเพิ่มขึ้นประมาณสามเท่าหลังการงอก (Table 2) ผลจากการตอบแบบสอบถาม แสดงถึงกลิ่นของข้าวเปลือกงอกได้รับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก โดยได้คะแนน *4.39* จากคะแนนเต็ม 5.00

.

Table 1 Microorganism content of germinated paddy before and after sterilize by hot water at 65°C

Condition	Microorganism content (Colonies/gram)		Decrease of Microorganism (%)
	Before sterilize	After sterilize	
Soaking 3 hour and incubation 24 hour	12833 ± 764b	41 ± 10a	99.68%
Soaking 6 hour and incubation 24 hour	16171 ± 1763c	44 ± 12a	99.73%
Soaking 9 hour and incubation 24 hour	15630 ± 2344c	63 ± 15a	99.60%

a, b, c mean with different superscripts in the same column and row are significantly different ($p \leq 0.05$).

Table 2 Quality of germinated paddy (soaking 9 hour and incubation 24 hour)

Colour		Percentage of fissure (%)		GABA Content (mg/100g)	
Commercial	GPM	Before sprout	After sprout	Before sprout	After sprout
L=84.78 ± 1.32a	L=84.38 ± 0.44a	7.37 ± 0.57a	8.58 ± 0.70a	3.37 ± 0.05a	9.46 ± 1.54b
a=2.08 ± 0.14b	a=2.18 ± 0.25b				
b=0.25 ± 4.01b	b=-0.69 ± 3.41b				

a, b mean with different superscripts in the same row are significantly different ($p \leq 0.05$).

วิจารณ์ผล

เวลาการแช่ข้าวที่เพิ่มขึ้นจาก 3 เป็น 9 ชั่วโมง เมล็ดข้าวสามารถดูดซับน้ำได้มากขึ้น ทำให้เมล็ดข้าวมีความชื้นที่เพิ่มขึ้น นำไปสู่เปอร์เซ็นต์การงอกที่เพิ่มขึ้น ความชื้นของเมล็ดข้าวที่สูงจากการเพาะงอกในสภาวะปิดเนื่องจากสามารถรักษาความชื้นได้ดีกว่า ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่าในสภาวะเปิด บ่งชี้ว่าความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการงอกของข้าว การทำให้เมล็ดข้าวให้อยู่ในสภาวะอับอากาศเป็นการทำให้เมล็ดข้าวอยู่ในสภาวะเครียด ซึ่งช่วยกระตุ้นให้เมล็ดข้าวมีการผลิตสาร GABA เพิ่มขึ้นหลังการงอก (Roberts *et al*., 1984) ซึ่งเพิ่มขึ้นถึงสามเท่า การสเปรย์น้ำทุกๆ 4 ชั่วโมงสามารถรักษาระดับความชื้นในเมล็ดข้าวให้อยู่ในระดับสูงอย่างสม่ำเสมอ ส่งผลให้เมล็ดข้าวได้รับความชื้นที่เพียงพอและต่อเนื่องสำหรับใช้ในกระบวนการงอก ภายหลังการแช่และบ่มมีปริมาณจุลินทรีย์เกิดขึ้นต่ำ เนื่องจากข้าวมีการกวนอย่างสม่ำเสมอทุกๆ *1* ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทำข้าวงอกโดยทั่วไปที่มีปริมาณมากกว่า 1,000,000 โคโลนีต่อกรัม ส่งผลให้การฆ่าเชื้อใช้อุณหภูมิที่ต่ำ และใช้เวลาน้อย นอกจากนี้ยังทำให้เกิดกลิ่นจากการหมักน้อย สีเมล็ดข้าวไม่แตกต่างกับเมล็ดข้าวที่วางจำหน่าย และเปอร์เซ็นต์การแตกหักไม่เพิ่มขึ้นหลังการเพาะงอกด้วยเครื่อง ดังนั้นกระบวนการงอกด้วยเครื่องไม่ทำให้เมล็ดข้าวมีการเสียหาย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สถาบันเทคโนโลยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ที่สนับสนุนทุน อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการศึกษาวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

Maeda, S., H. Shinmura, K. Nakagawa, T. Asai and A. Morita. 2007. Comparison of the free amino acid content and certain other agronomic traits of germinated and non-germinated brown rice in monocultured and mixed plantings. Journal of Breeding and Genetics 39: 107-115.

Thai Agricultural Standard. 2012. National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards (TAS 4003-2012), p. 2 (in Thai).

Roberts, J.K.M., J. Callis, D. Wemmer, V. Walbot and O. Jardetzky. 1984. Mechanism of cytoplasmic ph regulation in hypoxic maize root tips and its role in survival under hypoxia. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 81: 3379-3383.