

ผลของสภาพน้ำท่วมขังในระยะเก็บเกี่ยวต่อคุณลักษณะทางกายภาพ ของเมล็ดข้าวเจียงพัทลุง

Effects of waterlogging at harvesting stage on physical quality of
Chiang Phatthalung rice (*Oryza sativa* L.) seeds

ภัทรพร ภัคดิณวน^{1*} และ ขนิษฐา พันชุกกลาง¹

Phattharaporn Pakdeechnuan^{1*} and Khanittha Punchuklang¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของสภาพระดับน้ำท่วมขังในระยะเก็บเกี่ยวต่อคุณลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวเจียงพัทลุง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จัดสิ่งทดลองแบบแฟคทอเรียล 3×4 (factorial in completely randomized design) จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 คือ สภาพรวงข้าวที่ได้รับผลกระทบจากระดับน้ำท่วมขัง 3 สภาพ ได้แก่ รวงข้าวไม่จมน้ำ รวงข้าวที่จมน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรวง และรวงข้าวจมน้ำทั้งรวง และปัจจัยที่ 2 การตากลดความชื้น 4 วิธี ได้แก่ ไม่ลดความชื้น ลดความชื้นด้วยการตาก 1, 3 และ 5 วัน ผลการทดลองพบว่า ระดับน้ำท่วมขังรวงข้าวและวิธีการตากลดความชื้นทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กล่าวคือ เมล็ดข้าวจากรวงข้าวที่จมน้ำทั้งรวงมีความชื้นสูงสุด (40.55 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ รวงข้าวที่โน้มน้ำจมน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรวง (27.94 เปอร์เซ็นต์) และรวงข้าวที่ไม่จมน้ำ (22.99 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ การตากลดความชื้นทันทีภายหลังการเก็บเกี่ยวเป็นเวลา 5 วัน ทำให้เมล็ดพันธุ์จากรวงข้าวที่ไม่จมน้ำ เมล็ดพันธุ์จากรวงข้าวที่โน้มน้ำจมน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรวง และเมล็ดพันธุ์จากรวงข้าวจมน้ำทั้งรวงมีความชื้นเท่ากับ 7.56, 7.66 และ 7.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับการจมน้ำและการตากแห้งรวงข้าวต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สภาพน้ำท่วมขังรวงข้าวในระยะเก็บเกี่ยวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ดข้าวเปลือกและเมล็ดข้าวสารเมื่อประเมินด้วยค่า L^* , a^* และ b^* พบว่า เมล็ดข้าวเปลือกและเมล็ดข้าวกล้องมีลักษณะสีคล้ำเข้มขึ้นตามระดับน้ำท่วมขังรวงข้าวที่เพิ่มขึ้นโดยเมื่อประเมินจากค่า L^* ที่เพิ่มขึ้น และเมล็ดจากรวงข้าวที่จมน้ำทั้งรวงมีการเกิดท้องไขในเมล็ดข้าวเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้การวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope; SEM) แสดงให้เห็นว่าสภาพน้ำท่วมขังรวงข้าวในระยะเก็บเกี่ยวส่งผลกระทบต่อการเกาะเรียงตัวของเม็ดแป้งและช่องว่างของโครงสร้างแป้ง

คำสำคัญ: ข้าวเจียงพัทลุง น้ำท่วมขัง การเก็บเกี่ยว คุณลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าว

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of waterlogging at harvesting stage on physical qualities of Chiang Phatthalung rice seeds. A factorial 3×4 in completely randomized design was used with 4 replications. The

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

¹ Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University

* Corresponding author. E-mail: pphattha@hotmail.com

Received: October 11, 2019; Revised: November 5, 2019; Accepted: November 21, 2019

first factor comprised with three conditions of waterlogging at different submergence depths of rice spike, no waterlogging (control), half submerged spike length, and fully submerged spike length. The other factor consists of different sun drying durations as follow; non-drying, sun drying for 1 day, sun drying for 3 days and sun drying for 5 days. The results revealed that the levels of waterlogging and the sun drying durations resulted in a significant different in the percentage of grain moisture content ($p < 0.05$). The seeds from fully submerged rice spike gave the high percentage of moisture content (40.55%). Followed by the seeds from half submerged spike length (27.94%) and the seed from no waterlogging (22.99%), respectively. The sun drying for 5 days showed that the seed from no waterlogging, the seed half submerged spike length and the seeds from fully submerged rice spike had moisture content with the value of 7.56, 7.66 and 7.95%, respectively. Significant interaction was obtained between the levels of waterlogging and the sun drying durations on the percentage of seed moisture content. Waterlogging at harvesting stage affected color of the paddy rice and the milled rice seeds as verified by L^* , a^* and b^* values. It was found that both of the paddy rice and the milled rice seeds became darker with increasing submergence depth, as indicated by increasing L^* value. The seeds from fully submerged rice spike caused grain chalkiness to increase. In addition, scanning electron microscope (SEM) analysis indicated that the waterlogging at harvesting stage affected the starch granule formation and the gap in starch structure.

Keywords: Chiang Phatthalung rice, waterlogging, harvesting stage, physical quality of rice seeds

บทนำ

ข้าวพันธุ์เฉื่อยพัทลุงเป็นข้าวพื้นเมืองที่เกษตรกรนิยมปลูกในจังหวัดพัทลุงและสงขลา ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวเฉื่อยพัทลุงเป็นข้าวนาสวน มีความไวต่อแสง มีความสามารถในการปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ดี เมล็ดมีการพักตัวประมาณ 1 สัปดาห์ อายุในการเก็บเกี่ยวปานกลาง และให้ผลผลิตเฉลี่ยค่อนข้างสูงประมาณ 470 กิโลกรัมต่อไร่ (Yingyong, Arayarangsarn, & Chotcheun, 2017) นาท่วมนาข้าวแบบฉะพาลันจัดเป็นปัญหาภัยพิบัติด้านการเกษตร ซึ่งเกิดขึ้นเกือบทุกปีในช่วงกลางเดือนธันวาคม ถึงช่วงปลายเดือนมกราคม โดยเฉพาะพื้นที่ 4 อำเภอของคาบสมุทระสงขลา ได้แก่ อำเภอสิงหนคร อำเภอสทิงพระ อำเภอกระแสดินธุ์ และอำเภอระโนด ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวที่มีการผลิตข้าวมากที่สุดของจังหวัดสงขลา คิดเป็นร้อยละ 78.70 ของพื้นที่ปลูก

ข้าวทั้งหมดในจังหวัดสงขลา (Office of Agricultural Economics, 2016) ต้องประสบปัญหาน้ำท่วมนาข้าว ฉะพาลันและท่วมขังเป็นระยะเวลานาน ทำให้ต้นข้าวจมน้ำจนเกิดการเน่าเปื่อยเสียหาย ส่งผลกระทบต่อการทำนาปีในจังหวัดสงขลา เกษตรกรจึงมีปริมาณผลผลิตข้าวไม่เพียงพอสำหรับการส่งออกสู่ตลาดในฤดูกาลนั้น ทำให้ต้องขาดรายได้ นอกจากนี้สภาพน้ำท่วมขังรวงข้าวยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเมล็ดข้าวซึ่งมักใช้เป็นเกณฑ์กำหนดคุณภาพข้าวสำหรับการซื้อขายข้าวเพื่อการแปรรูปหรือการหุงสุก จากการศึกษาของ Zhou et al. (2018) รายงานว่าเมล็ดข้าวสาลีภายหลังการถูกน้ำท่วมขังจะมีขนาดเล็กและสภาพน้ำท่วมขังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของเม็ดแป้ง (starch granule) คือมีปริมาณเม็ดแป้งและปริมาณ

อะไมโลเพคตินในโครงสร้างเม็ดแป้งลดลง ในขณะที่ปริมาณอะไมโลสและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดแป้งเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางความหนืด (pasting properties) ของแป้งเมื่อผ่านการแปรรูปด้วยความร้อน แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีงานวิจัยกล่าวถึงสภาพน้ำท่วมขังรวงข้าวต่อคุณภาพทางโครงสร้างของเมล็ดข้าว ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของสภาพน้ำท่วมขังในระยะเก็บเกี่ยวต่อความชื้นของเมล็ดข้าว คุณลักษณะทางกายภาพ รวมถึงลักษณะของโครงสร้างเมล็ดข้าวภายหลังการขัดสี ซึ่งข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับความชื้น ลักษณะกายภาพ และโครงสร้างของเมล็ดข้าวที่ได้รับความเสียหายจากน้ำท่วมขัง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการแนะนำให้เกษตรกรเลือกเก็บเมล็ดข้าวพื้นเมืองที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมขังระดับต่างๆ และเป็นการช่วยเหลือเบื้องต้นเพื่อไม่ให้พันธุ์กรรมข้าวพื้นเมืองสูญหายไปจากแปลงเกษตรกร ตลอดจนเป็นข้อมูลคุณภาพสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการแปรรูปข้าวต่อไป

วิธีการศึกษา

1. การวิเคราะห์ความชื้นของเมล็ดข้าว

ดำเนินการเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวเจียงพัทลุงในระยะสุกแก่เก็บเกี่ยว (harvesting maturity) ที่ปลูกอยู่ในแปลงนา ณ ตำบลลำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ในช่วงปลายเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ซึ่งประสบปัญหาน้ำท่วมฉับพลันและท่วมขังต้นข้าวนานประมาณ 15 วัน วางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ประกอบด้วย 2 ปัจจัย โดยมีปัจจัยที่ 1 คือ สภาพรวงข้าวที่ได้รับผลกระทบจากสภาพน้ำท่วมขัง 3 สภาพ คือ 1) สภาพรวงข้าวที่ไม่จมน้ำ 2) สภาพรวงข้าว

ที่จมน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรวง และ 3) สภาพรวงข้าวที่จมน้ำทั้งรวง ส่วนปัจจัยที่ 2 คือ ระยะเวลาในการตากแดดลดความชื้น 4 แบบ คือ 1) ไม่ตากแดดลดความชื้น 2) ตากแดดลดความชื้น 1 วัน 3) ตากแดดลดความชื้น 3 วัน และ 4) ตากแดดลดความชื้น 5 วัน เก็บข้อมูลความชื้นของเมล็ดพันธุ์โดยสุ่มเมล็ดข้าวมาชั่งน้ำหนักสด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาหาคำนวณความชื้นของเมล็ด โดยใช้น้ำหนักสดเป็นเกณฑ์ (wet weight basic) จากสูตร ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง})}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

2. การประเมินคุณลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวเจียงพัทลุง

2.1 ค่าสี นำเมล็ดข้าวเปลือกและเมล็ดข้าวสารมาวัดค่าสีในรูป L*, a* และ b* ตามการวัดสีระบบ hunter lab scale

2.2 ปริมาณท้องไข นำเมล็ดข้าววางบนช่องที่แสงจากหลอดไฟส่องผ่าน เพื่อบอกปริมาณของจุลข้าวขึ้น เป็นระดับคะแนน 0-5 ดังนี้ (Juliano, 1985)

- 0 = ไม่มีจุลข้าวขึ้นในเมล็ดข้าวสาร
- 1 = มีจุลข้าวขึ้น <10% ของเนื้อเมล็ดข้าวสาร
- 2 = มีจุลข้าวขึ้น 10-20% ของเนื้อเมล็ดข้าวสาร
- 3 = มีจุลข้าวขึ้น 20-35% ของเนื้อเมล็ดข้าวสาร
- 4 = มีจุลข้าวขึ้น 35-50% ของเนื้อเมล็ดข้าวสาร

5 = มีจุลชีวปนเปื้อน >50% ของเนื้อเมล็ดข้าวสาร

2.3 โครงสร้างจุลภาคของเมล็ดข้าว ตรวจสอบ

โครงสร้างจุลภาคของเมล็ดข้าวสารด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยายสูงแบบส่องกราด (scanning electron microscope; SEM) ตามวิธีของ Kato, Hayakawa, Hyodo, Ikoma, & Yano (2000)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดข้าวเจีย

การตรวจสอบหาความชื้นของเมล็ดข้าวเจียพัสดุ ซึ่งเก็บเกี่ยวได้จากแปลงนาที่ประสบปัญหาน้ำท่วมฉับพลัน จำแนกสภาพรวงตามระดับน้ำท่วมขังรวง 3 สภาพ คือ สภาพรวงข้าวที่ไม่จมน้ำ สภาพรวงข้าวที่น้ำมลงจมน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรวง และสภาพรวงข้าวที่จมน้ำทั้งรวง จากนั้นนำไปลดความชื้นทันทีภายหลังการเก็บเกี่ยวโดยตากแดดลดความชื้น 4 วิธี คือ ไม่ตาก (เก็บเกี่ยวจากแปลง) ตากแดดลดความชื้น 1, 3 และ 5 วัน พบว่า มีอิทธิพลร่วมระหว่างสภาพรวงข้าวที่ได้รับผลกระทบจากระดับน้ำท่วมขังกับระยะเวลาในการตากลดความชื้น (Table 1) จะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดข้าวภายหลังการเก็บเกี่ยวแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเมล็ดจากรวงข้าวที่จมน้ำทั้งรวงมีความชื้นสูงสุด 40.55 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดจากรวงข้าวที่น้ำมลงจมน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรวง และเมล็ดจากรวงข้าวที่ไม่จมน้ำ มีความชื้นเท่ากับ 27.94 และ 22.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2) ทั้งนี้เมล็ดข้าวที่ประสบภัยน้ำท่วมขังต้นข้าวในระยะสุกแก่เก็บเกี่ยวมีความชื้นค่อนข้างสูง แต่เมื่อผ่านการ

ตากลดความชื้นเป็นระยะเวลา 5 วัน พบว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดจากรวงข้าวที่ไม่จมน้ำ เมล็ดจากรวงข้าวที่น้ำมลงจมน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรวง และเมล็ดจากรวงข้าวที่จมน้ำทั้งรวง มีความชื้นเท่ากับ 7.56, 7.66 และ 7.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการตากแดดนับเป็นวิธีการที่มีอัตราเร็วในการลดความชื้นได้ค่อนข้างสูง โดยเมื่อเมล็ดข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงได้รับความร้อนจากแสงแดดก็จะเกิดเป็นความร้อนสะสมทำให้มีการถ่ายเทมวลของน้ำออกจากภายในเมล็ดไปยังผิวหน้าของเปลือกเมล็ดได้อย่างง่ายและรวดเร็ว แล้วจะคายความชื้นออกมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งปริมาณความชื้นจะลดลงตามระยะเวลาที่ใช้ในการตากแดด (Eklou et al., 2006) จากการทดลองต้องใช้ระยะเวลาในการตากแดดลดความชื้นนาน 5 วัน จึงสามารถตากเมล็ดจนแห้งและทำให้เมล็ดจากรวงข้าวที่ไม่จมน้ำรวงข้าวที่น้ำมลงจมน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรวง และรวงข้าวที่จมน้ำทั้งรวง มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ในระดับใกล้เคียงกันและอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ สอดคล้องกับ Rice department (2010) ที่กล่าวว่า ระดับความชื้นเป็นตัวเร่งอัตราการเสื่อมความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นภายหลังจากเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีความชื้นสูง ควรมีการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์โดยการนำน้ำออกจากเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการที่ปลอดภัยต่อเมล็ดพันธุ์เอง โดยทั่วไปนิยมนำเมล็ดพันธุ์ตากแดดให้แห้ง 3-5 วัน เพื่อให้มีความชื้นต่ำกว่า 12-14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปลอดภัยต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

Table 1 Percentage of seed moisture content of Chiang Phatthalung rice seeds under different waterlogging conditions and various sun drying durations.

treatment	percentage of seed moisture content
A: sun drying duration	
no drying (control)	30.49 A ^{1/}
drying 1 day	14.42 B
drying 3 days	8.94 C
drying 5 days	7.72 D
B: waterlogging conditions	
no waterlogging (control)	12.42 c ^{2/}
half submerged spike length	14.22 b
fully submerged spike length	18.78 a
F-test	
sun drying durations (A)	**
waterlogging conditions (B)	**
A × B	**
C.V. (%)	9.30

** = significantly different at $p \leq 0.01$.

^{1/}In the first factor, mean values within the same column followed by the same capital letters are not significantly different by DMRT.

^{2/}In the second factor, mean values within the same column followed by the same small letters are not significantly different by DMRT.

Table 2 Effect of waterlogging conditions and sun drying durations on percentage of rice seed moisture content.

sun drying durations	waterlogging conditions		
	no waterlogging	half submerged spike length	fully submerged spike length
no drying (control)	22.99 a ^{1/}	27.94 a	40.55 a
drying 1 day	11.37 b	13.14 b	15.71 b
drying 3 days	7.77 c	8.15 c	10.91 c
drying 5 days	7.56 c	7.66 c	7.95 d

^{1/} Mean values within the same column followed by the same small letters are not significantly different by DMRT.

2. คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดข้าว

2.1 ค่าสี

จากการวิเคราะห์ค่า L^* (ค่าความสว่าง) ค่า a^* (ค่าความเป็นสีแดง) และค่า b^* (ค่าความเป็นสีเหลือง) ของเมล็ดข้าวเปลือก (Figure 1) และเมล็ดข้าวกล้องของรวงข้าวที่ไม่จมน้ำ รวงข้าวที่โน้มลงจมน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรวง และรวงข้าวที่จมน้ำทั้งรวง ซึ่งผ่านการตากแดดลดความชื้น 1, 3 และ 5 วัน พบว่าค่าสีของเมล็ดข้าวเปลือก (Figure 2) และเมล็ดข้าวกล้อง (Figure 3) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อพิจารณาค่าสีของเมล็ดข้าวเปลือกพบว่าค่า L^* (ความสว่าง) ของเมล็ดข้าวเปลือกจมน้ำจมน้ำทั้งรวง (ตากแดดลดความชื้น 1, 3 และ 5 วัน) มีค่าน้อยที่สุด รองลงมาคือเมล็ดข้าวเปลือกจมน้ำจมน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรวง (ตากแดดลดความชื้น 1, 3 และ 5 วัน) สอดคล้องกับ Durga, Naidu, Bharathi, & Rani (2015) ที่รายงานว่าข้าวที่ถูกน้ำท่วมขังในระยะเก็บเกี่ยวและการจมน้ำของเมล็ดพันธุ์ข้าว นับเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกหุ้มเมล็ด ซึ่งเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidative reaction) ที่เกิดขึ้นที่เปลือกหุ้มเมล็ด และสามารถถูกกระตุ้นให้เกิดขึ้นเพิ่มขึ้นภายใต้สภาพความชื้นสูง (Durga, Naidu, Bharathi, & Rani, 2015) จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่า เมื่อเมล็ดข้าวเปลือกจมน้ำจะเกิดการดูดซับน้ำไว้ภายในโครงสร้างเปลือกหุ้มเมล็ดจึงมีการสะสมความชื้นเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบภายในเมล็ด

ข้าวเปลือกโดยเอนไซม์ที่อยู่ในเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสให้กลายเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) ซึ่งระดับของน้ำตาลรีดิวซ์จัดเป็นส่วนสำคัญในการเกิดสีน้ำตาลที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนระดับสีของเมล็ดข้าวเปลือกและเมล็ดข้าวกล้องให้มีลักษณะสีคล้ำขึ้นตามสภาพน้ำท่วมขังในระยะเก็บเกี่ยว นอกจากนี้เมื่อเมล็ดข้าวเปลือกสะสมความชื้นเพิ่มมากขึ้นก็ทำให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะเชื้อรามากขึ้น ซึ่งเชื้อราบางกลุ่มอาจแคปแน่นบริเวณเปลือกหุ้มเมล็ดและสร้างสารที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนสีของเมล็ดข้าวเปลือก แต่เชื้อราบางกลุ่มอาจเข้าไปภายในเมล็ดแล้วทำลายต้นอ่อน (embryo) และอาหารสะสม (endosperm) ทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์และเมล็ดข้าวเพื่อการบริโภคลดลง (Sumangala, Patil, Nargund, & Ramegowda, 2009; Durga, Naidu, Bharathi, & Rani, 2015)

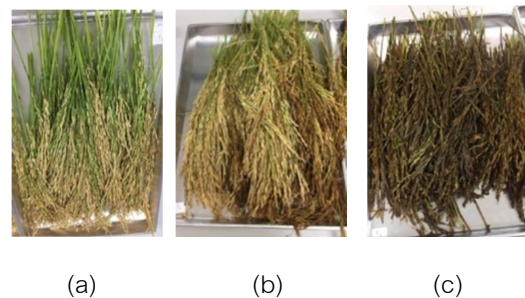


Figure 1 Rice seed discolouration of (a) non-submerged rice spike (b) half submerged rice spike and (c) fully submerged rice spike.

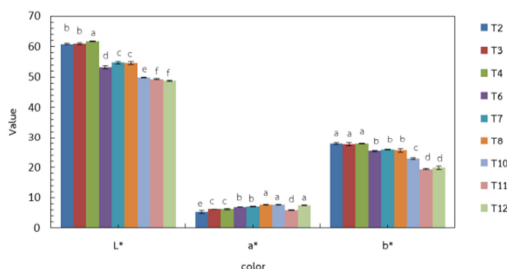


Figure 2 L^* , a^* and b^* values of paddy rice from no waterlogging (T2, T3, T4) half submerged spike length (T6, T7, T8) and fully submerged spike length (T10, T11, T12).

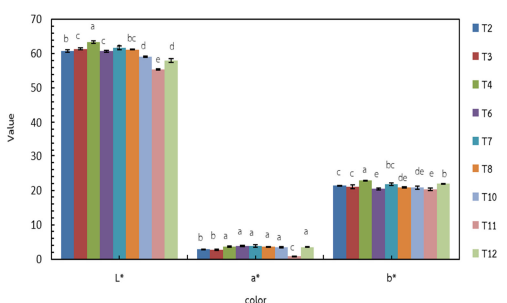


Figure 3 L^* , a^* and b^* values of milled rice from no waterlogging (T2, T3, T4), half submerged spike length (T6, T7, T8) and fully submerged spike length (T10, T11, T12).

2.2 ค่าท้องไข

ข้าวท้องไขเป็นลักษณะทางกายภาพอย่างหนึ่งของเมล็ดข้าว โดยลักษณะท้องไขจะเป็นจุดขาวที่บ่งแสดงคล้ายขดลวดอยู่ภายในเมล็ดข้าวสารซึ่งเกิดจากการจับตัวกันอย่างหลวมๆ ของเม็ดแป้งกับโปรตีนทำให้เกิดเป็นช่องว่างเล็กๆ ภายในเมล็ด (Hosoya,

2013) จากการวิเคราะห์ค่าท้องไขของเมล็ดข้าวสารจากรวงข้าวที่ไม่จมน้ำ รวงข้าวที่โน้มลงจมน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรวง และรวงข้าวที่จมน้ำทั้งรวง พบว่า ท้องไขของเมล็ดข้าวสารที่ตรวจพบมีรูปลักษณะท้องไขแบบ white belly ซึ่งมีท้องไขเกิดขึ้นทางด้านท้องของเมล็ดในด้านเดียวกับคัพภะ (embryo) โดยเมล็ดข้าวสารที่มาจากรวงข้าวที่ไม่จมน้ำมีระดับคะแนนท้องไขในระดับ 0 เท่านั้น ส่วนเมล็ดข้าวสารที่มาจากรวงข้าวที่โน้มลงจมน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรวง มีระดับคะแนนท้องไขในระดับ 0, 2, 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 73.60, 8.40, 7.20 และ 10.80 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่รวงข้าวที่จมน้ำทั้งรวงมีระดับท้องไขข้าวในระดับ 0, 3, 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 48.20, 11.00, 6.80, 11.60 และ 22.40 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Table 3 and Figure 4) จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเมล็ดข้าวเปลือกจากรวงข้าวที่จมน้ำทั้งรวงซึ่งเปลือกมีสีคล้ำขึ้นโดยมีค่า L^* (ความสว่าง) มีค่าน้อยที่สุดและมีความชื้นเฉลี่ย 40.55 เปอร์เซ็นต์ภายหลังการเก็บเกี่ยวนั้น มีการเกิดท้องไขในเมล็ดข้าวเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ Durga, Naidu, Bharathi, & Rani (2015) ที่รายงานว่า การเปลี่ยนสีของเมล็ดข้าวจะส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวโดยทำให้มีท้องไขเพิ่มมากขึ้น และ Lee et al. (2019) ซึ่งรายงานว่า มีการเกิดท้องไขในเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้นเมื่อต้นข้าวได้รับความเครียดจากสภาพน้ำท่วมขังในระยะเมล็ดสุกแก่ (ripening stage) และการเก็บเกี่ยวข้าวที่มีความชื้นเมล็ดสูงเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เกิดท้องไขมาก ส่งผลให้เมล็ดแตกหักง่ายเมื่อนำไปสี

Table 3 Chalkiness score of rice grain from non-submerged rice pike, half submerged rice spike and fully submerged rice spike.

waterlogging conditions	percentage of rice grain					
	0 ^{1/}	1	2	3	4	5
no waterlogging	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
one-two submerged	73.60	0.00	8.40	0.00	7.20	10.80
spike length 50%						
fully submerged spike length	48.20	0.00	11.00	6.80	11.60	22.40

^{1/} Score scale based on per cent area of chalkiness.

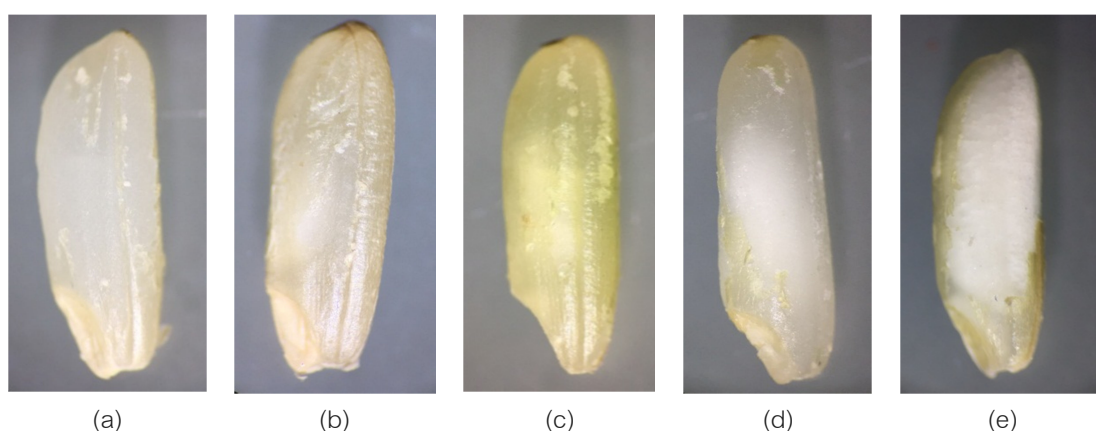


Figure 4 Rice grain chalkiness with occurrence from non-submerged rice pike, half submerged rice spike and fully submerged rice spike Scale based on per cent area of chalkiness: score 0 = non-grain chalkiness (a), score 2 = grain chalkiness with 10-20% (b), score 3 = grain chalkiness with 20-35% (c), score 4 = grain chalkiness with 35-50% (d), score 5 = grain chalkiness >50% (e).

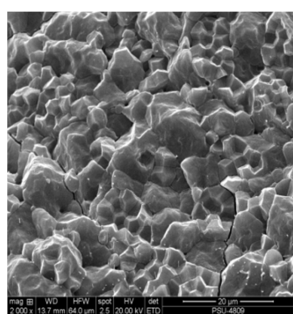
3. โครงสร้างจุลภาคของเมล็ดข้าว

ศึกษาโครงสร้างจุลภาคของเมล็ดข้าวจากรวงข้าวที่ไม่จมน้ำ รวงข้าวที่โน้มลงจมน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรวง และรวงข้าวที่จมน้ำทั้งรวง ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscopy: SEM) ชนิด Quanta400 ที่กำลังขยาย

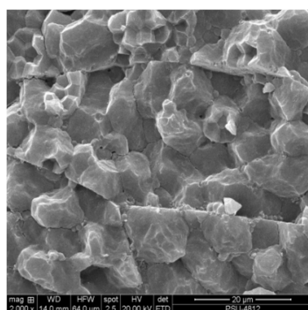
2,000X ดัง (Figure 5) พบว่าโครงสร้างของเมล็ดข้าวที่ไม่จมน้ำมีลักษณะเซลล์เป็นช่องๆ แบบรวงผึ้งโดยแต่ละช่องมีผนังเซลล์หรือเยื่อหุ้มอะไมโลพลาสต์ (amyloplast envelopes) ในการแบ่งช่องและเกาะกันเป็นกลุ่มก้อนอย่างหนาแน่น ในขณะที่เมล็ดข้าวจากรวงข้าวที่โน้มลงจมน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของ

ความยาวรวง และรวงข้าวที่จมน้ำทั้งรวง มีลักษณะของเยื่อหุ้มอะไมโลพลาสต์ที่แยกออกจากกันและจับตัวกันแบบหลวมๆ โดยลักษณะการเรียงตัวแบบหลวมๆ ของเยื่อหุ้มอะไมโลพลาสต์แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของเมล็ดข้าวที่ไม่แข็งแรง ทั้งนี้โครงสร้างของเมล็ดข้าวจากรวงที่ไม่จมน้ำ มีการเรียงตัวของเม็ดแป้งเกาะตัวกันแน่นบ่งบอกถึงการมีพัฒนาการของเมล็ดดี และสุกแก่เต็มที่ เมล็ดไม่ได้รับความเสียหายจากสภาพน้ำท่วมขัง ในขณะที่รวงข้าวที่จมน้ำจะทำให้เมล็ดข้าวมีความชื้นเพิ่มขึ้น ทำให้น้ำซึมผ่านผิวเปลือกเมล็ดเข้าสู่ส่วนสะสมอาหารภายในเมล็ด และเม็ดแป้ง (starch granule) ดูดซึมน้ำและขยายพองตัวขึ้น ซึ่งเกิดการ

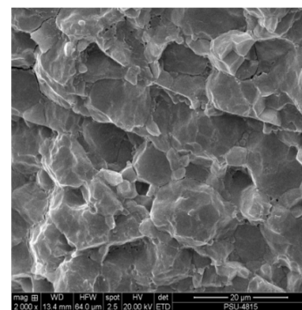
สูญเสียโครงสร้างของเยื่อหุ้มอะไมโลพลาสต์ จึงส่งผลให้เกิดการแยกตัวออกจากกันของเม็ดแป้ง และปรากฏช่องว่างระหว่างเม็ดแป้งที่ขยายขนาดใหญ่ขึ้น (Zakaria, Matsuda, & Nitta, 2000) จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าเมล็ดข้าวเปลือกจากรวงข้าวที่จมน้ำทั้งรวงซึ่งมีการเกิดท้องไขในเมล็ดข้าวนั้น มีโครงสร้างของเมล็ดข้าวที่มีการเกาะกันของเม็ดแป้งแบบหลวมๆ และช่องว่างค่อนข้างมาก ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะท้องไขในข้าวพันธุ์ SPR1 ที่มีการเกาะตัวกันของเม็ดแป้งค่อนข้างหลวม หลุดออกจากกันได้ง่าย ขนาดเล็ก และมีช่องว่างระหว่างเม็ดแป้งค่อนข้างมาก (Panomjan, Jandum, & Petkaew, 2018)



(a)



(b)



(c)

Figure 5 Scanning electron microscope of rice grain from no waterlogging (a), half submerged spike length (b) and fully submerged spike length (c) (scanning electron microscopy; SEM) at 2000X magnification.

สรุป

น้ำท่วมขังแปลงนาข้าวเชิงพัลลึงในระยะสุกแก่เก็บเกี่ยว ทำให้เมล็ดพันธุ์จากรวงข้าวที่ไม่จมน้ำ เมล็ดพันธุ์จากรวงข้าวที่โน้มน้ำจมน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรวง และเมล็ดพันธุ์จากรวงข้าว

จมน้ำทั้งรวงมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 22.99, 27.94 และ 40.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การตากแดดลดความชื้นทันทีภายหลังการเก็บเกี่ยวเป็นระยะเวลา 5 วัน สามารถทำให้เมล็ดพันธุ์ดังกล่าวมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นก่อนการเก็บรักษาอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน

เท่ากับ 7.56, 7.66 และ 7.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ระดับน้ำท่วมขังรวงข้าวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ดข้าวเปลือกและเมล็ดข้าวสาร การเกิดท้องไข และการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นผิวของเมล็ดข้าวสาร และการเกาะกันของเม็ดแป้ง โดยเมล็ดจากรวงข้าวจมน้ำทั้งรวงมีสีของเมล็ดข้าวเปลือกและเมล็ดข้าวสารคล้ำขึ้น เกิดท้องไขในเมล็ดข้าวเพิ่มมากขึ้น และมีการเกาะกันของเม็ดแป้งแบบหลวมๆ และช่องว่างค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์จากรวงข้าวที่ไม่จมน้ำ เมล็ดพันธุ์จากรวงข้าวที่โน้มน้ำจมน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรวง ดังนั้น ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับนักวิจัยและเกษตรกร เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการเลือกเก็บเกี่ยวพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมขังระดับต่างๆ และจัดการลดความชื้นให้เหมาะสม อย่างไรก็ตามข้าวพันธุ์เฉียงพัทลุงในการทดลองนี้ควรถูกนำไปศึกษาผลของระดับน้ำท่วมขังในระยะเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้แก่ ความชื้น ความงอกมาตรฐาน และความแข็งแรงภายหลังการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Durga, K. K., Naidu, N. V., Bharathi, V., & Rani, M. S. (2015). Influence of seed discolouration on seed quality in paddy. *J. Life Sciences International Research*, 2(2), 275-279.
- Eklou, A. S., Ines, M. S., Francis, N., Moussa, S., Ayoni, A. O., Kayode, S., & Daniel, D. T. (2006). Comparative studies of drying methods on the seed quality of interspecific NERICA rice varieties (*Oryza glaberrima* x *Oryza sativa*) and their parents. *J. African Journal of Biotechnology*, 5(18), 1618-1624.
- Hosoya, K. (2013). Analysis on the occurrence of Chalky rice grain taking into consideration all of the grains within a panicle. *J. of Developments in Sustainable Agriculture*, 8, 127-131.
- Juliano, B. O. (1985). Rice bran. In *Rice: Chemistry and Technology*. St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists.
- Kato, M., Hayakawa, Y., Hyodo, H., Ikoma, Y., & Yano, M. (2000). Wound-induced ethylene synthesis and expression and formation of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) synthase, ACC oxidase, phenylalanine and peroxidase in wounded mesocarp tissue of *Cucurbita maxima*. *Plant Cell Physiol*, 98, 440-447.
- Lee, H. S., Hwang, W. H., Jeong, J. H., Ahn, S. H., Baek, J. H., Jeong, H. Y., Park, H. K., Ku, B. I., Yun, J. T., Lee, G. H., & Choi, K. J. (2019). Analysis of the distribution of assimilation products and the characteristics of transcriptomes in rice by submergence during the ripening stage. *BMC Genomics*, 20, 1-16.
- Office of Agricultural Economics. (2016). *Attached the flooded area in Sathing Phra Peninsula*. Received 23 February 2016, from <http://www.oae.go.th/view/>
- Panomjan, N., Jandum, S., & Petkaew, W. (2561). Grain quality characteristics and structure of opaque and translucent endosperm in Sang Yod rice variety. *J. Thaksin University*, 21(3), 82-90.
- Rice department. (2010). *The rice seed production* (2nd ed.). Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand.
- Sumangala, K. Patil, M. B., Nargund, V. B., & Ramegowda, G. (2009). Effect of grain discolouration on

quality parameters in rice. *Journal of Plant Disease Science*, 4(1), 33-37.

Yingyong, S., Arayarangsarn, L., & Chotcheun, S. (2017).

Top Thai rice. Received 10 May 2017, from <http://www.toyota.co.th/>

Zakaria, S., Matsuda, T., & Nitta, Y. (2000).

Morphological studies on the mobilization of reserves in germinating rice seed. *Plant Prod. Sci.* 3(2), 152-160.

Zhou, Q., Huang, M., Huang, X., Liu, J., Wang, X., Cai,

J., Dai, T., Cao, W., & Jiang, D. (2018). Effect of post-anthesis waterlogging on biosynthesis and granule size distribution of starch in wheat grains. *Plant Physiology and Biochemistry*, 132, 222-228.