

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าว

พันธุ์สังข์หยดพัทลุง

Effect of Storage Periods on Seed Quality of Sangyod Phatthalung Rice

นราเดช สุขแก้ว* และ วิชัย หวังวโรดม

Naradat Sukkaew* and Vichai Wongvarodom

Received: 26 October 2020, Revised: 24 December 2020, Accepted: 5 February 2021

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพหลังการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุง ที่เก็บรักษาในกระสอบพลาสติกสาน ใส่ในกล่องโฟม เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง และห้องเย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2562 ถึงพฤษภาคม 2563 ดำเนินการที่สาขาวิชานวัตกรรมและการจัดการ (วิชาเอกพืชศาสตร์) คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีความงอกมาตรฐาน 80 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษานาน 3 เดือน และเมล็ดพันธุ์ที่อายุการเก็บรักษานาน 9 เดือนขึ้นไป มีความงอกและความแข็งแรงลดลงอย่างมาก ในขณะที่การเก็บรักษาในห้องเย็น นาน 12 เดือน เมล็ดพันธุ์ยังคงมีความงอกมาตรฐานสูง 85 เปอร์เซ็นต์ มีความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในรูปเวลาเฉลี่ยในการงอก 7.29 วัน ความงอกในดิน 87 เปอร์เซ็นต์ และมีการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงเช่นเดียวกับก่อนการเก็บรักษา ส่วนความสัมพันธ์ของลักษณะคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และ ห้องเย็น พบว่าความงอกมาตรฐาน มีความสัมพันธ์สูงกับความงอกเมื่อนับครั้งแรก ($r=0.91^{**}$ และ $r=0.64^{**}$ ตามลำดับ) และน้ำหนักแห้งต้นกล้ามีความสัมพันธ์สูงกับความยาวยอด ($r=0.98^{**}$ และ $r=0.84^{**}$ ตามลำดับ) และความยาวราก ($r=0.98^{**}$ และ $r=0.75^{**}$ ตามลำดับ) ผลจากการศึกษานี้จะนำไปสู่การพัฒนากระบวนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุงที่เหมาะสม และวิธีการประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวที่สัมพันธ์กับการตั้งตัวของต้นกล้าในแปลงนา

คำสำคัญ: ข้าว, คุณภาพเมล็ดพันธุ์, การเก็บรักษา, ความงอก, ความแข็งแรง

สาขาวิชานวัตกรรมและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ตำบลคลองสีย อำเภหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

Agricultural Innovation and Management Division, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Kho Hong, Hat Yai, Songkhla 90112, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): tew.naradat@hotmail.com

ABSTRACT

Seed quality after storage of Sangyod Phatthalung rice stored in plastic woven bag and kept in polystyrene foam box at room temperature and in a cold room (10°C) for 12 months was investigated during May 2019 - May 2020 at Agricultural Innovation and Management Division (Plant Science), Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla. The result showed that seeds stored at room temperature had standard germination of 80% after being stored for 3 months. Seed germination and vigor rapidly decreased after being stored for more than 9 months. After storage for 12 months, seeds stored in a cold room maintained high standard germination of 85%. Seed vigor in terms of mean germination time was 7.29 days and soil emergence of 87%, and the seedling growth was not different from before storage. The correlation between seed quality traits after stored at room temperature and in a cold room were revealed. The standard germination had high correlation with first count germination ($r=0.91^{**}$ and $r=0.64^{**}$ respectively) and seedling dry weight showing high correlation with shoot length ($r=0.98^{**}$ and $r=0.84^{**}$ respectively) and root length ($r=0.98^{**}$ and $r=0.75^{**}$ respectively). Such information may help in developing the appropriate rice seed storage conditions and seed testing methods which correlate to rice seedling establishment in the paddy field.

Key words: rice, seed quality, seed storage, germination, vigor

บทนำ

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักและเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญกับคนไทย และคนเอเชีย รวมถึงประเทศอื่นๆ ทั่วโลก คนไทยบริโภคข้าวเฉลี่ยประมาณ 109-120 กิโลกรัมต่อคนต่อปี และส่งออกต่างประเทศประมาณ 9.20 ล้านตันข้าวสาร คิดเป็นมูลค่าประมาณ 119,215 ล้านบาท (Weerapat, 2012) ในปี พ.ศ.2561 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 69 ล้านไร่ หรือประมาณ 46 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมด (Office of Agricultural Economics, 2019) ใช้สำหรับปลูกข้าวนาปีประมาณ 59 ล้านไร่ และปลูกข้าวนาปรังประมาณ 9 ล้านไร่ (Department of Agricultural Extension, 2019a) โดยภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมปลูกทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ภาคกลางปลูกข้าวเจ้าเป็นส่วนใหญ่ และภาคใต้ส่วนใหญ่เป็นข้าวเจ้า โดยภาคใต้มีข้าว

พันธุ์พื้นเมืองหลายพันธุ์ที่เป็นที่นิยม เช่น สังข์หยด พัทลุง เลียงพัทลุง และเล็บนกปัตตานี เป็นต้น (Weerapat, 2012) ข้าวสังข์หยดพัทลุงยังได้ขึ้นทะเบียนเป็นข้าวสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indication; GI) (Rice Product Development Division, 2016) ในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวสังข์หยดพัทลุงประมาณ 14,440 ไร่ (Department of Agricultural Extension, 2019b) โดย Rice Department (2020) แนะนำอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพสูง งอกได้ดี แนะนำให้ใช้ 15-20 กิโลกรัมต่อไร่สำหรับนาหว่าน และ 5-7 กิโลกรัมต่อไร่สำหรับนาปักดำ แสดงให้เห็นถึงความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุงในประเทศไทย ซึ่งการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดีเป็นปัญหาที่สำคัญในการผลิตข้าวในประเทศไทย (Agricultural Research Development Agency, 2017)

ทั้งนี้มาตรฐานคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าว ต้องมีความงอกไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ (Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2013) คุณภาพเมล็ดพันธุ์จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิตข้าวให้ได้ผลผลิต และคุณภาพ ตามที่ต้องการ ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ข้าวจำเป็นต้องมีคุณภาพสูง มีความงอกสูง แข็งแรง งอกเร็ว สม่าเสมอ ต้นกล้าตั้งตัวได้ดีและแข็งแรง อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในช่วงเวลา ก่อนถึงฤดูเพาะปลูก ทำให้เมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา โดยเฉพาะในสภาพภูมิอากาศภาคใต้ ที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงตลอดเวลา ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวมีความชื้นเพิ่มสูงขึ้น ประกอบกับอุณหภูมิที่สูงยังเร่งอัตราการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ และส่งเสริมการแพร่กระจายของโรคและแมลง ทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพไปอย่างรวดเร็ว (Songkrait and Prasertsak, 2015) โดยเมล็ดพันธุ์มีความสามารถในการเก็บรักษาแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์พืช ความชื้น ของเมล็ดพันธุ์ ประวัติเมล็ดพันธุ์ และสภาพการเก็บรักษา (Duangpatra, 1986) การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพและความสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุงหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และห้องเย็น เพื่อนำไปสู่การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ และใช้ความสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในการร่วมประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้อย่างเหมาะสม

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

2.2 การทดสอบคุณภาพทางสรีรวิทยา

1) ความงอกมาตรฐาน เพาะเมล็ดพันธุ์ในกระดาษเพาะแบบ between paper จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด นำไปไว้ในตู้เพาะที่อุณหภูมิสถับ 20-30 องศาเซลเซียส ประเมินความงอกครั้งแรกที่อายุ 5 วัน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมเมล็ดพันธุ์

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุงจากศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพัทลุง มาเก็บรักษาในกระสอบพลาสติกสาน ที่อุณหภูมิห้อง และห้องเย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ณ ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์พืช สาขาวิชาวนวัฒนกรรมการเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในระหว่างเดือนพฤษภาคม 2562 - เดือนพฤษภาคม 2563 สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ก่อนการเก็บรักษา และทุก 3 เดือนหลังการเก็บรักษา จนครบ 12 เดือน

2. การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุงที่เก็บรักษาในสภาพและระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน มาทดสอบคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางสรีรวิทยา ดังนี้

2.1 การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ

1) ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ นำตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าว จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 25 เมล็ด ชั่งน้ำหนักก่อนอบ แล้วอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด นำมาชั่งน้ำหนักหลังอบ แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์โดยใช้น้ำหนักสดเป็นเกณฑ์ (ISTA, 2019) จากสูตร

และประเมินความงอกครั้งสุดท้ายที่อายุ 14 วัน หลังการเพาะ (ISTA, 2019)

2) เวลาเฉลี่ยในการงอก คำนวณจากจำนวนต้นกล้าปกติในแต่ละวันจากการทดสอบความงอกมาตรฐาน (Santiprachha, 2007) จากสูตร

$$MGT = \frac{\sum D_n}{\sum n}$$

เมื่อ D = อายุวันที่ตรวจนับ และ n = จำนวนต้นกล้า
ปกติที่งอกในวันที่ตรวจนับ

3) ความงอกในดิน สุ่มเมล็ดพันธุ์จำนวน 4
ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด เพาะเมล็ดพันธุ์ในกระบะดินผสม
ระหว่าง ดินร่วนกับดินล้าควนในอัตรา 1:1 ประเมิน
ต้นกล้าที่อายุ 14 วัน นำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความ
งอกในดิน

$$\frac{\text{การนำไฟฟ้า}}{(\text{ไมโครซีเมน/เซนติเมตร/กรัม})} = \frac{\text{ค่าการนำไฟฟ้าอ่านจากเครื่องวัด (ไมโครซีเมน/เซนติเมตร)}}{\text{น้ำหนัก 25 เมล็ด (กรัม)}}$$

5) การเจริญของต้นกล้าในรูปของความยาว
ยอด ความยาวราก และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า โดย
สุ่มเมล็ดพันธุ์จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 20 เมล็ด วางเมล็ด
พันธุ์บนกระดาษเพาะเรียงเป็น 2 แถว ตามความยาว
ของกระดาษ แถวแรกห่างจากขอบกระดาษด้านบน 6
เซนติเมตร และแถวที่สองห่างจากขอบกระดาษ
ด้านบน 13 เซนติเมตร วางเมล็ดพันธุ์ให้ส่วนที่เจริญ
เป็นปลายรากอ่อนอยู่ด้านล่าง และต้นอ่อนอยู่ด้านบน
ของกระดาษ แล้วม้วนกระดาษเพาะ วางให้ตั้งเอียง
เป็นมุม 45 องศา ในตู้เพาะสภาพมืดที่อุณหภูมิ 25
องศาเซลเซียส เมื่อครบกำหนด 7 วัน นำต้นกล้ามาวัด
ความยาวยอดและความยาวราก โดยวัดจากส่วนที่
เป็นรอยต่อระหว่างยอดกับรากถึงปลายยอดและ
ปลายราก ตามลำดับ และนำต้นกล้าปกติของแต่ละซ้ำ
มาตัดแยกส่วนเนื้อเชื้อสะสมอาหารออกให้เหลือ
เฉพาะส่วนของแกนต้นอ่อน นำไปอบที่อุณหภูมิ 80
องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักแห้ง
ของต้นกล้า คำนวณหาน้ำหนักแห้งของต้นกล้า
(AOSA, 2002)

4) การวัดการนำไฟฟ้า สุ่มเมล็ดพันธุ์จำนวน
4 ซ้ำๆ ละ 25 เมล็ด มาชั่งน้ำหนักและนำเมล็ดพันธุ์ใส่
ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร ที่มีน้ำปราศจาก
ประจุ 75 มิลลิลิตร นำไปไว้ในตู้ที่อุณหภูมิ 20 องศา
เซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำสารละลายที่แช่
เมล็ดพันธุ์มาวัดค่าการนำไฟฟ้าในหน่วยไมโครซีเมน
ต่อเซนติเมตร และคำนวณการนำไฟฟ้าของเมล็ด
พันธุ์ในหน่วยไมโครซีเมนต่อเซนติเมตรต่อกรัม
($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) (Santiprachha, 2007) จากสูตร

3. การวางแผนการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ Completely
Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย
วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้
โปรแกรม R (Soonswon, 2015) และวิเคราะห์หา
ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่
เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และห้องเย็น นาน 0 3 6 9
และ 12 เดือน ด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
(correlation coefficient; r)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุง ที่ เก็บรักษาในอุณหภูมิตกสถานี่อุณหภูมิห้อง นาน 12 เดือน

เมล็ดพันธุ์ข้าวสังข์หยดพัทลุงที่เก็บรักษาใน
อุณหภูมิตกสถานี่อุณหภูมิห้อง มีความชื้นไม่
แตกต่างกัน ทางสถิติโดยลดลงเล็กน้อยหลังการเก็บ
รักษานาน 3-6 เดือน และเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับ 11.61-
12.14 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษานาน 9-12 เดือน
(ตารางที่ 1) และสามารถคงความงอกมาตรฐานได้สูง

กว่า 80 เปอร์เซ็นต์ จนถึงอายุ 3 เดือนหลังการเก็บรักษา และความงอกลดลงอย่างรวดเร็วหลังเก็บรักษานาน 9 เดือนขึ้นไป สอดคล้องกับ Santipracha and Santipracha (1998) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์พัทลุง 60 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สามารถคงความงอกมาตรฐานสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ได้นาน 3 เดือน ส่วนเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ กข 7 กข13 แก่นจันทร์ ขาวดอกมะลิ 105 ดอกพะยอม และนางพญา 132 (Santipracha and Santipracha, 1998) ปทุมธานี 1 (Direghphok, 2013) หอมชลสิทธิ์ (Romkaew *et al.*, 2018) Telangana Sona (Harsha *et al.*, 2017) BW 196 (Mutinda *et al.*, 2017) Giza 179 และ Egyptian Yasmen (Katta *et al.*, 2019) มีความงอกมาตรฐานสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ได้นาน 6 เดือน แสดงให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวมีการเสื่อมคุณภาพ และสูญเสียความงอกไปอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องภายใน 3-6 เดือน เนื่องจากอุณหภูมิสูงเร่งอัตราการหายใจของเมล็ดพันธุ์ อาหารสะสมถูกใช้และ

สลายตัวไป เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความแข็งแรงและความงอกไปในที่สุด (Bewley and Black, 1994; Aguiar *et al.*, 2015)

เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ก่อนการเก็บรักษาเร็วที่สุด 6.83 วัน และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในระหว่างการเก็บรักษา กระทั่งมีค่าสูงสุด 11 วัน ในเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษานาน 12 เดือน (ตารางที่ 1) ความงอกเมื่อนับครั้งแรกลดลงอย่างมีนัยสำคัญตามอายุการเก็บรักษา สอดคล้องกับความงอกมาตรฐาน และความงอกในดิน ที่สูงจนถึงอายุ 3 เดือนหลังการเก็บรักษา และลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บรักษานาน 9 เดือนขึ้นไป เช่นเดียวกับ Santos *et al.* (2019) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ BRS Esmeralda มีความงอกเมื่อนับครั้งแรกลดลง สอดคล้องกันกับการลดลงของความงอกมาตรฐาน แสดงให้เห็นว่าความงอกเมื่อนับครั้งแรกสามารถบ่งชี้การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวได้

ตารางที่ 1 ความชื้น ความงอกมาตรฐาน เวลาเฉลี่ยในการงอก ความงอกเมื่อนับครั้งแรก และความงอกในดิน ของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุงที่เก็บรักษาในกระสอบพลาสติกสานที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 เดือน

เดือน	ความชื้น (%)	ความงอกมาตรฐาน (%)	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)	ความงอกเมื่อนับครั้งแรก (%)	ความงอกในดิน (%)
0	11.56	96.00 a	6.83 c	84.50 a	94.50 a
3	9.95	80.00 b	7.52 bc	45.50 b	93.00 a
6	9.56	70.00 c	6.91 c	29.00 c	47.00 b
9	12.14	11.50 d	8.36 b	3.50 d	7.00 c
12	11.61	1.00 e	11.00 a	0 d	0 c
F-test	ns	**	**	**	**
C.V.(%)	19.71	6.45	5.11	18.62	8.67

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ; ** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$); ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์แบบ DMRT

เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษานาน 0 เดือน มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด 43.38 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตรต่อกรัม เพิ่มขึ้นทางสถิติในช่วง 75.33-81.97 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตรต่อกรัม ในเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษานาน 3-12 เดือน (ตารางที่ 2) เมล็ดพันธุ์ข้าวมีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นภายหลังการเก็บรักษา เนื่องจากการเสื่อมสภาพของเมมเบรน ซึ่งเป็นปรากฏการณ์แรกที่เกิดขึ้นเมื่อเมล็ดพันธุ์เริ่มเสื่อมคุณภาพ เป็นผลให้เกิดการสูญเสียความสามารถในการกักเก็บสารต่างๆ ของเมมเบรน ทำให้มีการรั่วไหลของสารและโมเลกุลต่างๆ ออกมา (Duangpatra, 1986) Guenha *et al.* (2014) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ ITA 312 ที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง ก่อนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด 42.77 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตรต่อกรัม เพิ่มขึ้นทางสถิติ อยู่ในช่วง 57.82-58.65 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตรต่อกรัม หลังเก็บรักษานาน 3-6 เดือน เช่นเดียวกับ

เมล็ดพันธุ์ทานตะวันพันธุ์ลูกผสม G3 ที่เก็บรักษาในถุงกระดาษที่อุณหภูมิห้อง หลังการเก็บรักษานาน 1 เดือน เมล็ดพันธุ์มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุด และเพิ่มขึ้นทางสถิติอยู่ในระดับเดียวกันหลังการเก็บรักษานาน 5-19 เดือน (Szemruch *et al.*, 2015) ส่วนความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในรูปความยาวยอด ความยาวราก และน้ำหนักแห้งต้นกล้าลดลงชัดเจน หลังการเก็บรักษานาน 9 เดือน จาก 5.31 เซนติเมตร 8.85 เซนติเมตร และ 4.32 มิลลิกรัมต่อต้น เป็น 2.35 เซนติเมตร 3.08 เซนติเมตร และ 1.68 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ แสดงว่าความสามารถในการสร้างน้ำหนักแห้งของต้นกล้าลดลง ทั้งนี้การเจริญเติบโตของต้นกล้าสามารถแสดงถึงการใช้อาหารสะสมของเมล็ดพันธุ์ในการเจริญเติบโต และสร้างอวัยวะของต้นอ่อนขณะงอกเป็นต้นกล้า ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Santipracha, 1997)

ตารางที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้า ความยาวยอด ความยาวราก และน้ำหนักแห้งต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุงที่เก็บรักษาในกระสอบพลาสติกสานที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 เดือน

เดือน	การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/เซนติเมตร/กรัม)	ความยาวยอด (เซนติเมตร)	ความยาวราก (เซนติเมตร)	น้ำหนักแห้งต้นกล้า (มิลลิกรัม/ต้น)
0	43.38 b	5.31 a	8.85 a	4.32 a
3	79.47 a	3.94 a	5.72 ab	3.35 ab
6	75.33 a	4.97 a	6.74 ab	3.84 ab
9	77.22 a	2.35 ab	3.08 bc	1.68 bc
12	81.97 a	0 b	0 c	0 c
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	10.44	40.33	40.60	43.87

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$); ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์แบบ DMRT

2. คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุง ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิตกสถานในห้องเย็น นาน 12 เดือน

เมล็ดพันธุ์ข้าวสังข์หยดพัทลุงที่เก็บรักษาในอุณหภูมิตกสถานในห้องเย็น มีความชื้นลดลงในช่วงเดือนที่ 3-6 และเพิ่มขึ้นสูงสุด 14.13 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษานาน 12 เดือน (ตารางที่ 3) เมล็ดพันธุ์สามารถรักษาความงอกอยู่ในช่วง 85.00-96.50 เปอร์เซ็นต์ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา สอดคล้องกับการทดลองของ Santipracha and Santipracha (1998) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ กข 7 กข 13 แก่นจันทร์ ขาวดอกมะลิ 105 ดอกพะยอม นางพญา 132 และพัทลุง 60 ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิตกสถานในห้องเย็น รวมถึงพันธุ์ หอมชลสิทธิ์ (Romkaew *et al.*, 2018) ปทุมธานี 1 และปิ่นเกษตร ที่เก็บรักษาในกระสอบป่านในห้องเย็น (Direghphok, 2013) มีความงอกมาตรฐานสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ได้นาน 12 เดือน ทั้งนี้การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิต่ำทำให้การหายใจและกิจกรรมทางชีวเคมีต่างๆ ภายในเมล็ด

ลดลง (Duangpatra, 1986) ช่วยลดอัตราการเสื่อมคุณภาพ (Aguilar *et al.*, 2015) มีผลทำให้สามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ได้เป็นเวลานาน (Chanprasert, 1999)

ในด้านความแข็งแรง พบว่าก่อนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วที่สุด 6.83 วัน และเมื่อเก็บรักษานาน 6 เดือน เมล็ดพันธุ์มีเวลาเฉลี่ยในการงอกช้าที่สุด 8.82 วัน หลังจากนั้นลดลงอยู่ในช่วง 7.29-7.32 วัน หลังการเก็บรักษานาน 9-12 เดือน ความงอกเมื่อนับครั้งแรกสูงสุด 84.50 เปอร์เซ็นต์ ในเมล็ดพันธุ์ก่อนการเก็บรักษา และลดลงอย่างมีนัยสำคัญจนมีค่าต่ำสุด 42.00 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษานาน 12 เดือน สอดคล้องกับการลดลงของความงอกในดิน ที่พบว่าเมล็ดพันธุ์มีความงอกในดิน 94.50-97.00 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุ 0-6 เดือน หลังการเก็บรักษา จากนั้นลดลงเหลือ 72.00-87.50 เปอร์เซ็นต์ หลังเก็บรักษานาน 9-12 เดือน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ความชื้น ความงอกมาตรฐาน เวลาเฉลี่ยในการงอก ความงอกเมื่อนับครั้งแรก และความงอกในดินของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุงที่เก็บรักษาในกระสอบพลาสติกสถานในห้องเย็น นาน 12 เดือน

เดือน	ความชื้น (%)	ความงอก มาตรฐาน (%)	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)	ความงอก เมื่อนับครั้งแรก (%)	ความงอกในดิน (%)
0	11.56 ab	96.00 a	6.83 b	84.50 a	94.50 a
3	8.94 c	96.50 a	7.42 b	76.00 a	95.00 a
6	10.50 b	96.50 a	8.82 a	49.50 b	97.00 a
9	12.09 a	93.00 a	7.32 b	62.50 ab	72.00 b
12	14.13 a	85.00 b	7.29 b	42.00 b	87.50 ab
F-test	**	**	**	**	*
C.V.(%)	14.22	2.68	6.56	16.22	12.27

* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$); ** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$); ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์แบบ DMRT

เมล็ดพันธุ์ก่อนเก็บรักษาในห้องเย็น มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด 43.38 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตรต่อกรัม เพิ่มขึ้นทางสถิติอยู่ในช่วง 63.82-70.57 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตรต่อกรัม หลังเก็บรักษานาน 3-12 เดือน เมื่อพิจารณาค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และห้องเย็น พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในห้องเย็น มีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นน้อยกว่าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง แสดงว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในห้องเย็นมีการเสื่อมสภาพของเมมเบรนที่น้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทำให้มีการรั่วไหลของสารต่างๆ ที่น้อยกว่า จึงวัดค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ได้ต่ำกว่า

ส่วนความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่วัดจากการเจริญเติบโตของต้นกล้าในรูปของความยาวยอดพบว่า มีค่าลดลงทางสถิติในช่วงเดือนที่ 3-9 และเพิ่มขึ้นสูงสุด 6.78 เซนติเมตร หลังการเก็บรักษานาน 12 เดือน ส่วนความยาวราก และน้ำหนักแห้งต้นกล้าลดลงน้อยมากโดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับก่อนการเก็บรักษา มีค่าอยู่ระหว่าง 7.42-9.16 เซนติเมตร และ 3.28-5.16 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าการนำไฟฟ้า ความยาวยอด ความยาวราก และน้ำหนักแห้งต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุงที่เก็บรักษาในกระสอบพลาสติกสานในห้องเย็น นาน 12 เดือน

เดือน	การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/เซนติเมตร/กรัม)	ความยาวยอด (เซนติเมตร)	ความยาวราก (เซนติเมตร)	น้ำหนักแห้งต้นกล้า (มิลลิกรัม/ต้น)
0	43.38 b	5.32 b	8.85	4.32
3	69.14 a	3.35 c	7.92	3.28
6	63.82 a	3.94 bc	7.42	3.84
9	68.20 a	3.45 c	9.16	3.77
12	70.57 a	6.78 a	8.82	5.16
F-test	**	**	ns	ns
C.V.(%)	9.21	14.92	17.55	22.69

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ; ** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$); ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์แบบ DMRT

3. สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุงที่เก็บรักษาในกระสอบพลาสติกสานที่อุณหภูมิห้อง และห้องเย็น

ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกมาตรฐานและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และห้องเย็น แสดงในตารางที่ 5 และ 6 ตามลำดับ พบว่าความงอกเมื่อนับครั้งแรก มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความงอก

มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.91^{**}$ และ $r=0.64^{**}$ ตามลำดับ) สอดคล้องกับการศึกษาในเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี ($r=0.938^{**}$) (Fuller *et al.*, 2012) เมล็ดพันธุ์ทานตะวัน ($r=0.97^{**}$) (Mohsen and Naser, 2015) ($r=0.99^{*}$) (Chambo *et al.*, 2017) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ($r=0.8085^{**}$) (Matera *et al.*, 2019) ($r=0.99^{**}$) (Edje, 1970) เมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่าง ($r=0.829^{**}$) (Wang *et al.*, 2017) ($r=0.8808^{**}$) (Negi *et al.*, 2019) เมล็ดพันธุ์ถั่ว

คำ ($r=0.84^*$) (Scariot *et al.*, 2017) เมล็ดพันธุ์พืชตระกูลแตง ($r=0.48^{**}$) (Kaymak, 2012) และเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ($r=0.435^*$) (Panwar *et al.*, 2018)

การนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์ทางลบกับความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ($r=-0.57^{**}$) แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในห้องเย็น ความแข็งแรงในรูปของความยาวยอดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักแห้งต้นกล้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.98^{**}$ และ $r=0.84^{**}$ ตามลำดับ) สอดคล้องกับการศึกษาในเมล็ดพันธุ์ข้าว ($r=0.87^{**}$) (Zhang *et al.*, 2017) ($r=0.627^{**}$) (Kalhori *et al.*, 2018) และเมล็ดพันธุ์ถั่วดำ ($r=0.75^*$) (Scariot *et al.*, 2017) เช่นเดียวกันกับความแข็งแรงในรูปของความยาวรากที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักแห้งต้นกล้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.98^{**}$ และ $r=0.75^{**}$ ตามลำดับ) สอดคล้องกับเมล็ดพันธุ์ข้าว ($r=0.596^{**}$) (Kalhori *et al.*, 2018) ($r=0.50^{**}$) (Zhang *et al.*, 2017) และเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ($r=0.464^*$) (Panwar *et al.*, 2018) นอกจากนี้พบว่า

ความงอกเมื่อนับครั้งแรกมีความสัมพันธ์ทางลบกับการนำไฟฟ้า ($r=-0.78^{**}$ และ $r=-0.56^*$ ตามลำดับ) คุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีความสัมพันธ์สูงระหว่างกัน ดังนั้น ความงอกมาตรฐาน เวลาเฉลี่ยในการงอก ความงอกในดิน ความยาวยอด ความยาวราก และ น้ำหนักแห้งต้นกล้า และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในห้องเย็นมีความสัมพันธ์สูงระหว่างความงอกมาตรฐานกับความยาวยอด และ น้ำหนักแห้งต้นกล้า และเวลาเฉลี่ยในการงอกกับความงอกเมื่อนับครั้งแรก (ตารางที่ 5 และ 6) ในภาพรวมแสดงการใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์ของความงอกเมื่อนับครั้งแรกกับความงอกมาตรฐาน และความแข็งแรงในรูปของความยาวยอดและรากกับน้ำหนักแห้งต้นกล้า ซึ่งอาจนำไปสู่การพัฒนาวิธีการทดสอบความแข็งแรงที่สามารถใช้ประเมินความงอกมาตรฐาน ศักยภาพการเจริญเติบโตในระยะต้นกล้า และความสามารถในการแตกกอกับการให้ผลผลิตของข้าวต่อไป

ตารางที่ 5 สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุงที่เก็บรักษาในกระสอบพลาสติกสานที่อุณหภูมิห้อง

Traits	MC	SG	MGT	FCG	SE	EC	SL	RL	SDW
MC	1.00								
SG	-0.26ns	1.00							
MGT	0.17ns	-0.83**	1.00						
FCG	-0.06ns	0.91**	-0.71**	1.00					
SE	-0.20ns	0.95**	-0.74**	0.90**	1.00				
EC	-0.06ns	-0.57**	0.48*	-0.78**	-0.51*	1.00			
SL	-0.26ns	0.77**	-0.81**	0.66**	0.68**	-0.56*	1.00		
RL	-0.22ns	0.80**	-0.79**	0.74**	0.74**	-0.67**	0.98**	1.00	
SDW	-0.26ns	0.78**	-0.80**	0.67**	0.71**	-0.57**	0.98**	0.98**	1.00

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ; * = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$); ** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

MC = ความชื้น; SG = ความงอกมาตรฐาน; MGT = เวลาเฉลี่ยในการงอก; FCG = ความงอกเมื่อนับครั้งแรก; SE = ความงอกในดิน; EC = การนำไฟฟ้า; SL = ความยาวยอด; RL = ความยาวราก; SDW = น้ำหนักแห้งต้นกล้า

ตารางที่ 6 สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุงที่เก็บรักษาในกระสอบพลาสติกสานในห้องเย็น

Traits	MC	SG	MGT	FCG	SE	EC	SL	RL	SDW
MC	1.00								
SG	-0.54*	1.00							
MGT	-0.12ns	0.20ns	1.00						
FCG	-0.40ns	0.64**	-0.61**	1.00					
SE	-0.23ns	0.38ns	0.27ns	0.13ns	1.00				
EC	0.05ns	-0.38ns	0.30ns	-0.56*	-0.16ns	1.00			
SL	0.52*	-0.70**	-0.28ns	-0.30ns	0.11ns	-0.12ns	1.00		
RL	0.05ns	-0.38ns	-0.29ns	-0.03ns	-0.15ns	-0.02ns	0.48*	1.00	
SDW	0.36ns	-0.63**	-0.17ns	-0.33ns	-0.01ns	-0.04ns	0.84**	0.75**	1.00

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ; * = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$); ** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

MC = ความชื้น; SG = ความงอกมาตรฐาน; MGT = เวลาเฉลี่ยในการงอก; FCG = ความงอกเมื่อนับครั้งแรก; SE = ความงอกในดิน; EC = การนำไฟฟ้า; SL = ความยาวยอด; RL = ความยาวราก; SDW = น้ำหนักแห้งต้นกล้า

สรุป

เมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุงในกระสอบพลาสติกสาน ใส่ในกล่องโฟมที่อุณหภูมิห้อง มีความงอกมาตรฐาน 80 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษานาน 3 เดือน หลังจากนั้นความงอกลดลงเรื่อยๆ ในขณะที่การเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน เมล็ดพันธุ์ยังคงมีความงอกมาตรฐานสูง 85 เปอร์เซ็นต์ และ มีความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในรูปของความงอกในดิน ความยาวยอด ความยาวราก และน้ำหนักแห้งต้นกล้าดีเช่นเดียวกันกับเมล็ดพันธุ์ก่อนการเก็บรักษา

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพเมล็ดพันธุ์ต่างๆ ของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และห้องเย็น พบว่าความงอก

มาตรฐานมีความสัมพันธ์สูงกับความงอกเมื่อนับครั้งแรก ($r=0.91^{**}$ และ $r=0.64^{**}$ ตามลำดับ) และ น้ำหนักแห้งต้นกล้ามีความสัมพันธ์สูงกับความยาวยอด ($r=0.98^{**}$ และ $r=0.84^{**}$ ตามลำดับ) และความยาวราก ($r=0.98^{**}$ และ $r=0.75^{**}$ ตามลำดับ)

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ขอขอบคุณ สาขาวิชานวัตกรรมเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์พืชในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Agricultural Research Development Agency. 2017. **Rice Production Model Development with Farmer Participation**. Published documents, Agricultural Research Development Agency, Bangkok. (in Thai)
- Aguiar, R.W.S., Brito, D.R., Lopes, M.M., Santos, G.R., Sousa, C.M., Silva, E.M.M. and Didonet, J. 2015. Physiological and enzymatic changes in rice seeds stored at low temperatures. **African Journal of Biotechnology** 14(31): 2434-2441.
- AOSA. 2002. **Seed Vigor Testing Handbook**. The Association of Official Seed Analysts, Washington.
- Bewley, J.D. and Black, M. 1994. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. 2nd ed. Plenum Press, New York.
- Chambo, E.D., Oliveira, N.T.E., Garcia, R.C., Ruvoilo-Takasusuki, M.C.C. and Toledo, V.A.A. 2017. Phenotypic correlation and path analysis in sunflower genotypes and pollination influence on estimates. **Open Biological Sciences Journal** 3: 9-15.
- Chanprasert, W. 1999. **Agronomy Seed Technology**. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Department of Agricultural Extension. 2019a. **Rice production situation in 2018/2019**. Agricultural Production. Available Source: <http://www.agriinfo.doe.go.th/year62/plant/rortor/rice/p1.pdf>, October 11, 2020. (in Thai)
- Department of Agricultural Extension. 2019b. **Sangyod Phatthalung: planting year 2018/2019**. Agricultural Production. Available Source: <http://www.agriinfo.doe.go.th/year62/plant/rortor/rice/rice1/r2.pdf>, October 11, 2020. (in Thai)
- Direghphok, W. 2013. Seed Quality of Rice Storage under Hermetic Low-Pressure, Fumigation, Temperature and Humidity Control Conditions. Master of Science Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Duangpatra, J. 1986. **Seed Technology**. 2nd ed. Agri Book Group, Bangkok. (in Thai)
- Edge, O.T. 1970. Physiological and Biochemical Changes and Field Performance of Deteriorated Soybean Seeds. Doctor of Philosophy in Botany Thesis, Iowa State University.
- Fuller, M.P., Hamza, J.H., Rihan, H.Z. and Al-Issawi, M. 2012. Germination of primed seed under NaCl stress in wheat. **International Scholarly Research Network Botany** 12: 1-5.
- Guenha, R., Salvador, B.V., Rickman, J., Goulao, L.F., Muocha, I.M. and Carvalho, M.O. 2014. Hermetic storage with plastic sealing to reduce insect infestation and secure paddy seed quality: A powerful strategy for rice farmers in Mozambique. **Journal of Stored Products Research** 59: 275-281.
- Harsha, A., Rajeswari, B., Krishnaveni, D. and Keshavulu, K. 2017. Effect of seed treatments and storage containers on seed quality parameters of popular rice (*Oryza sativa* L.) cultivar. **South Asian Journal of Food Technology and Environment** 3(1): 502-506.

- ISTA. 2019. **International Rules for Seed Testing**. International Seed Testing Association, Bassersdorf.
- Kalhor, N., Nulit, R., Azizi, P., Abiri, R. and Atabki, N. 2018. Hydro priming stimulates seedling growth and establishment of Malaysian indica rice (MR219) under drought stress. **Acta Scientific Agriculture** 2(11): 9-16.
- Katta, Y.M., Kamara, M.M., El-Aty, M.S.A., Elgamal, W.H., Soleiman, R.M., Mousa, K.M. and Ueno, T. 2019. Effect of storage temperature on storage efficacy, germination and physical characters of some paddy rice cultivars during different storage periods. **Journal-Faculty of Agriculture Kyushu University** 64(1): 61-69.
- Kaymak, H.C. 2012. The relationships between seed fatty acids profile and seed germination in cucurbit species. **Zemdirbyste** 99(3): 299-304.
- Matera, T.C., Pereira, L.C., Braccini, A.L., Krzyzanowski, F.C., Scapim, C.A., Piana, S.C., Marteli, D.C.V., Pereira, R.C., Ferri, G.C. and Suzukawa, A.K. 2019. Accelerated aging test and its relationship to physiological potential of soybean seeds. **Journal of Seed Science** 41(3): 301-308.
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2013. **Standards for quality and storage methods for controlled seed**. Notification of Ministry of Agriculture and Cooperatives. Available Source: <http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2556/E/058/26.PDF>, October 11, 2020. (in Thai)
- Mohsen, J. and Naser, S. 2015. Effect of pre-sowing seed treatments with silicon nanoparticles on germinability of sunflower (*Helianthus Annuus*). **Botanica Lithuanica** 21(1): 13-21.
- Mutinda, Y.A., Muthomi, J.W., Kimani, J.M., Cheminigw'wa, G.N. and Olubayo, F.M. 2017. Viability and dormancy of rice seeds after storage and pre-treatment with dry heat and chemical agents. **Journal of Agricultural Science** 9(7): 175-185.
- Negi, S., Kumar, V. and Panwar, A. 2019. Correlation studies on seed quality traits in diverse genotypes of finger millet (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences** 8(9): 737-744.
- Office of Agricultural Economics. 2019. **Agricultural land use of each province in 2018**. Agricultural Production Information. Available Source: <http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/socio/LandUtilization2561.pdf>, October 11, 2020. (in Thai)
- Panwar, A., Mishra, A.C. and Negi, S. 2018. Correlation studies on seed quality, pod and seed yield in germplasm of pea (*Pisum sativum* L.). **International Journal of Bio-Resource and Stress Management** 9(1): 98-102.
- Rice Department. 2020. **Seeding rate**. Rice Knowledge Bank. Available Source: <http://www.ricethailand.go.th/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=46-2.htm>, October 10, 2020. (in Thai)

- Rice Product Development Division. 2016. **Best rice from the south of Thailand**. Sangyod Phatthalung Rice. Available Source: <http://brpd.ricethailand.go.th/index.php/standard-rice/88-sangyod>, December 8, 2020. (in Thai)
- Romkaew, J., Teingtham, K., Diregphok, W. and Chayaprasert, W. 2018. Effect of hermetic low-pressure storage condition on rice seed quality and storage insects. **Khon Kaen Agriculture Journal** 46(1): 93-104. (in Thai)
- Santipracha, W. 1997. **Seed Technology**. Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla. (in Thai)
- Santipracha, W. 2007. **Seed Technology Laboratory Manual**. Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla. (in Thai)
- Santipracha, W. and Santipracha, Q. 1998. **Seed Accelerated Aging Technique for the Humid Tropics**. Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla. (in Thai)
- Santos, M.A.D., Oliveira, I.C., Nogueira, G.A., Silva, J.B., Candido, A.C.S. and Alves, C.Z. 2019. Test of exudate pH in rice seeds. **Revista Caatinga** 32(4): 960-965.
- Scariot, M.A., Tiburski, G., Junior, F.W.R., Radunz, L.L. and Meneguzzo, M.R.R. 2017. Moisture content at harvest and drying temperature on bean seed quality. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 47(1): 93-101.
- Songkrait, M. and Prasertsak, A. 2015. Seed accelerated aging of rice for longevity evaluation in the humid tropic, pp. 312-319. **In Proceedings of the 12th National Seed Conference 2015**. Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang. (in Thai)
- Soonsuwon, W. 2015. **Using R program for data analysis**. Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla. (in Thai)
- Szemruch, C., Longo, O.D., Ferrari, L., Renteria, S., Murcia, M., Cantamutto, M. and Rondanini, D. 2015. Ranges of vigor based on the electrical conductivity test in dehulled sunflower seeds. **Research Journal of Seed Science** 8(1): 12-21.
- Wang, M.L., Xin, Z., Burow, G., Chen, J., Vankus, P., Pinnow, D., Tonniss, B., Cuevas, H. and Yu, J. 2017. Evaluation of sweet sorghum accessions for seedling cold tolerance using both lab and field cold germination test. **Journal of Agricultural Science and Botany** 1(1): 4-11.
- Weerapat, P. 2012. **Basic Knowledge of Rice**. Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. (in Thai)
- Zhang, A., Liu, C., Chen, G., Hong, K., Gao, Y., Tian, P., Peng, Y., Zhang, B., Ruan, B., Jiang, H., Guo, L., Qian, Q. and Gao, Z. 2017. Genetic analysis for rice seedling vigor and fine mapping of a major QTL *qSSL1b* for seedling shoot length. **Breeding Science** 67(3): 307-315.