

ผลของสภาพการเก็บรักษาภายใต้สภาวะปิดความดันต่ำที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวและแมลงในโรงเก็บ

Effect of hermetic low-pressure storage condition on rice seed quality and storage insects

จุฑามาศ ร่มแก้ว^{1*}, กนกวรรณ เทียงธรรม¹, วิลัยลักษณ์ ดิเรกโชค¹ และ วัชรพล ชยประเสริฐ²

Jutamas Romkaew^{1*}, Kanokwan Teingtham, Wilailuk Diregphok¹

and Watcharapol Chayaprasert²

บทคัดย่อ: ศึกษาประสิทธิภาพการเก็บรักษาภายใต้สภาวะปิดความดันต่ำ การรมด้วยสารเคมี และการเก็บในสภาวะควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวและแมลงในโรงเก็บ วางแผนการทดลองแบบ split plot design in Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ main plot คือ สภาพการเก็บรักษา 5 สภาพ ได้แก่ 1) กระสอบป่านที่ 15°C-45 %RH 2) สภาวะปิดความดันต่ำที่อุณหภูมิห้อง (25-35°C, 76-91%RH) 3) กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง และรมด้วยสารฟอสฟีน 4) ภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง และ 5) กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง sub plot คือ ระยะเวลาการเก็บรักษา 7 ระยะ ได้แก่ 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เดือน พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45 %RH และสภาวะปิดความดันต่ำที่อุณหภูมิห้อง มีความงอกในกระดาศเพาะ ความงอกในทราย ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ และดัชนีการงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องรมด้วยสารฟอสฟีน ภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องมีจำนวนแมลงสูงที่สุด เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45%RH และสภาวะปิดความดันต่ำที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บรักษาได้นาน 12 เดือน ส่วนเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องรมด้วยสารฟอสฟีน และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บรักษาได้นาน 6, 4 และ 4 เดือน ตามลำดับ โดยยังคงมีความงอกในกระดาศเพาะ ความงอกในทราย และความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุไม่ต่ำกว่า 80% เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ความงอก ความงอกในทราย ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ และดัชนีการงอกลดลง ในขณะที่จำนวนแมลงเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: สภาวะปิดความดันต่ำ, ข้าว, คุณภาพเมล็ดพันธุ์, การเก็บรักษา, การรมฟอสฟีน

ABSTRACT: Seed qualities of rice storage under hermetic low-pressure, fumigation, temperature and humidity control conditions were studied. The experiment was arranged in split-split plot design in Completely Randomized Design (CRD) with 4 replications. Five storage conditions consisted of 1) jute bag at 15°C-45%RH 2) hermetic

¹ ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

² ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

* Corresponding author: agrjur@ku.ac.th

low-pressure at room temperature (25-35 °C, 76-91%RH) 3) jute bag at room temperature with phosphine fumigation 4) closed container at room temperature and 5) jute bag at room temperature as main plot. Seven storage periods of 0, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 months was sub plot. The results revealed that rice seed storage in jute bag at 15°C-45%RH and hermetic low-pressure at room temperature had higher in germination percentage tested by top of paper and sand method, vigor by accelerated aging (AA) and germination index than those of jute bag at room temperature with phosphine fumigation, closed container at room temperature and jute bag at room temperature. Rice seed storage in jute bag at room temperature had the highest in number of insect. Rice seed storage in 15°C-45%RH and hermetic low-pressure at room temperature could store for 12 months. While, rice seed storage in closed container at room temperature, jute bag at room temperature with phosphine fumigation and jute bag at room temperature could store for 6, 4 and 4 months, respectively by germination tested by top of paper and sand method and vigor by AA still higher than 80%. As storage period increased, germination tested by top of paper and sand method, vigor by AA and germination index decreased, while number of insect increased.

Keywords: hermetic low-pressure, rice, seed quality, storage, phosphine fumigation

บทนำ

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นขั้นตอนสำคัญในการคงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทั้งความงอก และความแข็งแรง การเก็บรักษาที่ดีเป็นเพียงการชะลอการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์แต่ไม่สามารถทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ดีขึ้นได้ ความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์พืชแต่ละชนิด ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์พืช ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ขณะเก็บรักษา (Elias and Copeland, 1994; Fabrizio et al., 1999) การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสภาพควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เป็นวิธีหนึ่งที่ชะลอการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้ดี และสามารถลดอัตราการเจริญเติบโตและการพัฒนาของแมลงในโรงเก็บได้ (Dickie et al., 1990; McDonald, 1999) แต่เป็นวิธีที่ใช้ต้นทุนในการเก็บรักษาสูง สำหรับประเทศไทย เกษตรกรและผู้ประกอบการเมล็ดพันธุ์ข้าวส่วนใหญ่นิยมเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสภาพอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์สูงซึ่งมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว และเกิดความเสียหายจากการเข้าทำลายของแมลงในโรงเก็บ จากการศึกษาของ พรทิพย์ และคณะ (2554) พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บเกี่ยวในฤดูนาปี สามารถเก็บรักษาได้นาน 8-12 เดือน ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บเกี่ยวในฤดูนาปรัง สามารถเก็บรักษาได้นาน 4-6 เดือน ดังนั้น จึงต้องมีวิธีการในการชะลอการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และลดการเข้าทำลายของแมลง โดยการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ให้ต่ำ ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ขณะเก็บรักษา การคลุกเมล็ด

หรือรมด้วยสารเคมี เป็นต้น การรมด้วยฟอสฟีน (phosphine) มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงได้กว้าง ไม่มีผลตกค้าง และไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ (Sittisung and Nakakita, 1985; Hill, 1999)

สำหรับการเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศหรือสภาวะปิด (hermetic storage) เป็นการเก็บรักษาโดยการลดระดับความดันในสภาพการเก็บรักษาแบบปิดซึ่งส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนลดลงจากระดับบรรยากาศจนถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อการมีชีวิตอยู่ของแมลง การที่ความเข้มข้นก๊าซออกซิเจนลดต่ำลงจะช่วยลดอัตราการหายใจ การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และการเจริญของแมลงศัตรูในโรงเก็บ แมลงก็จะไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ (Oxley and Wickenden, 1963) จากการศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวแบบปิดสนิทเป็นเวลา 21 เดือน ใน Super Bag® พบว่า Super Bag® ชะลอการแลกเปลี่ยนออกซิเจน และความชื้นระหว่างอากาศภายในถุงกับสภาพอากาศภายนอกถุง เมล็ดพันธุ์ข้าวมีความงอกเฉลี่ยเริ่มต้น 93 % เมื่อเก็บรักษาใน Super Bag® เป็นเวลา 21 เดือน เมล็ดพันธุ์ข้าวยังคงมีความงอกเฉลี่ย 88% และไม่พบแมลงศัตรูในโรงเก็บตลอดการเก็บรักษา (Thavong et al., 2011) สอดคล้องกับ Ben et al. (2006) พบว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวแบบปิดสนิทเป็นเวลา 12 เดือน โดยใช้ Super Bag® ยังคงมีความงอกสูงกว่า 90% และไม่พบแมลงศัตรูในโรงเก็บตลอดการเก็บรักษา จะเห็นได้ว่าวิธีการเก็บรักษาแบบ hermetic เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งในการชะลอการเสื่อม

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และป้องกันการเข้าทำลายของแมลง

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ได้นำเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมชลสิทธิ์เก็บรักษาในสภาวะปิดความดันต่ำ (hermetic low pressure) เปรียบเทียบกับวิธีการเก็บรักษาแบบอื่นๆ เพื่อเป็นทางเลือกในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ และลดความเสียหายของเมล็ดพันธุ์ข้าวจากแมลงศัตรูในโรงเก็บโดยไม่ต้องใช้สารเคมี ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวและจำนวนแมลงในโรงเก็บ

วิธีการศึกษา

การเตรียมเมล็ดพันธุ์

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมชลสิทธิ์ เก็บรักษาในสภาพการเก็บรักษาแตกต่างกัน เป็นเวลา 12 เดือน วางแผนการทดลองแบบ split plot in CRD จำนวน 4 ซ้ำ main plot คือ สภาพการเก็บรักษา 5 สภาพ ได้แก่ 1) กระสอบป่านที่อุณหภูมิ 15°C-45% RH นำเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมชลสิทธิ์ เก็บรักษาในกระสอบป่าน กระสอบละ 2 กก. และเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ 15°C-45% RH 2) สภาวะปิดความดันต่ำที่อุณหภูมิห้อง (25-35°C, 76-91%RH) เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในขวดอลูมิเนียม ขวดละ 1.5 กก. ซึ่งถูกใช้เป็นสภาวะปิด (ภาชนะสุญญากาศ) มีฝาเกลียวพร้อมซีลยางปิดสนิท นำระบบควบคุมความดันเชื่อมต่อกับภาชนะสุญญากาศ แล้วจึงเปิดเครื่อง และตั้งค่าความดันเพดานบนและเพดานล่างที่ค่า 10 มม.ปรอท จากความดันทดสอบ (50, 100 และ 200 มม.ปรอท) ระบบจะลดความดันในภาชนะสุญญากาศลงช่วงความดันทดสอบ และรักษาความดันภายในภาชนะ บันทึกระยะเวลาสำหรับการทดสอบระบบควบคุมความดัน 2 ช่วง ช่วงที่ 1 คือ ระยะเวลาการลดความดัน ซึ่งจะเริ่มนับเวลาตั้งแต่ระบบเริ่มลดความดันจากความดันบรรยากาศจนกระทั่งระบบยกการลดความดัน และเข้าสู่การรักษาความดัน ช่วงที่ 2 คือ ระยะเวลาของรอบการทำงานของระบบควบคุมความดัน ซึ่งจะเริ่มนับเวลาตั้งแต่ระบบเข้าสู่ช่วงหยุดการลด

ความดันจนกระทั่งระบบเข้าสู่ช่วงหยุดลดความดันใหม่อีกครั้ง การทดสอบในแต่ละระดับความดัน ใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 1 ชม. ซึ่งข้อมูลความดันจะถูกบันทึกในหน่วยความจำของระบบควบคุมความดันเอง หลังการทดสอบ ทำการปลดท่อลมออกเพื่อปรับความดันภายในภาชนะสุญญากาศสู่ความดันบรรยากาศ โดยจะลดความดันในภาชนะทุกๆ 2 เดือน 3) กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรวมด้วยสารเคมีฟอสฟีน ทุกๆ 2 เดือน นำเมล็ดพันธุ์ข้าว บรรจุในกระสอบป่าน กระสอบละ 2 กก. และรวมด้วยสารฟอสฟีน (อลูมิเนียมฟอสไฟด์) อัตรา 1 เม็ด/ลบ.ม. โดยใช้ผ้าพลาสติกทาร์พอลีนคลุมในการรวม เป็นเวลา 7 วัน หลังจากสิ้นสุดการรวมแล้ว ระบายอากาศเป็นเวลา 5 วัน 4) ภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง นำเมล็ดพันธุ์ข้าวบรรจุในภาชนะปิดสนิท (ขวดอลูมิเนียม) 1.5 กก. เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และ 5) กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง นำเมล็ดพันธุ์ข้าว บรรจุในกระสอบป่าน กระสอบละ 2 กก. เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สำหรับ sub plot คือ ระยะเวลาการเก็บรักษา 7 ระยะ ได้แก่ 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เดือน

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์หอมชลสิทธิ์ ที่เก็บรักษาในสภาพที่แตกต่างกัน มาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ทุกๆ 2 เดือน ดังนี้ 1) ความชื้นของเมล็ด (seed moisture content) นำตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าว จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด อบที่อุณหภูมิ 130°C เป็นเวลา 2 ชม. โดยวิธี hot-air oven เมื่อครบกำหนด แล้วนำมาชั่งน้ำหนักเมล็ดหลังอบ และคำนวณหาความชื้นของเมล็ดพันธุ์ (ISTA, 2011) 2) ความงอกที่ทดสอบด้วยวิธี top of paper (germination tested by top of paper) เพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวบนกระดาษเพาะแบบ top of paper จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด ประเมินความงอกที่ 14 วันหลังเพาะ (ISTA, 2011) 3) ความงอกที่ทดสอบด้วยทราย (germination tested by sand) นำตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าว จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด ปลูกโดยใช้ทรายเป็นวัสดุเพาะ นับจำนวนต้นกล้าที่

14 วันหลังปลูก โดยนับจำนวนต้นกล้าที่งอกโผล่พ้นผิวดิน และเห็นใบจริงตั้งแต่ 1 ใบขึ้นไป 4) ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (vigor by accelerated aging test) นำตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าว จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด ใส่ตะแกรงลวดแสดงตนเลขรูปทรงกลม วางในขวดโหลที่มีน้ำ 100 มล. ปิดฝาขวดให้สนิท นำไปต้มที่อุณหภูมิ 42°C เป็นเวลา 84 ชม. นำเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุมาทดสอบความงอกมาตรฐาน (จวงจันท์, 2529ก) 5) ดัชนีการงอก (germination index) ประเมินความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวทุกวันโดยตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน จากนั้นนำมาคำนวณดัชนีการงอกของเมล็ด เท่ากับ ผลบวกของจำนวนต้นกล้าที่งอกในแต่ละวัน/จำนวนวันหลังเพาะ และ 6) จำนวนแมลง นับจำนวนแมลงจากการสุ่มเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในสภาพที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 25 ก.

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ split plot in CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม R (R Core Team, 2017)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ความชื้นของเมล็ด

จากการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมชลสิทธิ์มาเก็บรักษาในสภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน เป็นเวลา 12 เดือน พบว่า สภาพการเก็บรักษามีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวหอมชลสิทธิ์มีความชื้นแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาที่ 15°C -45%RH มีความชื้นของเมล็ดเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 6.85% รองลงมา คือ การเก็บรักษาในสภาวะปิดความชื้นต่ำ ที่มีความชื้นของเมล็ด 9.25% ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรวมด้วยสารเคมีฟอสฟีน และการเก็บรักษาในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง มีความชื้นของเมล็ดเฉลี่ย 10.27 และ 10.35% สูง

กว่าการเก็บรักษาในสภาพอื่นๆ (Table 1) ทั้งนี้ เนื่องจากการเก็บรักษาในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และในสภาวะปิดความชื้นต่ำ เมล็ดพันธุ์มีการแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศภายนอกต่ำกว่า ทำให้ความชื้นของเมล็ดต่ำกว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรวมด้วยสารฟอสฟีน เนื่องจากเป็นสภาพที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ที่เมล็ดพันธุ์และความชื้นสัมพัทธ์ 28 - 35°C -76-91%RH

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่าง 2 ปัจจัย คือ สภาพและระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกัน กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาที่ 15°C -45% RH และสภาวะปิดความชื้นต่ำ มีความชื้นของเมล็ดลดลง ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรวมด้วยสารฟอสฟีน ภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องมีความชื้นของเมล็ดเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวเป็นเวลา 12 เดือน (Table 1) ความชื้นของเมล็ดที่เพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรวมด้วยสารฟอสฟีน ภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขณะเก็บรักษามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความชื้นของเมล็ด เนื่องจากเมล็ดมีคุณสมบัติเป็น hygroscopic material คือ สามารถรับหรือถ่ายเทความชื้นกับบรรยากาศรอบเมล็ดจนกว่าจะถึงจุดสมดุลความชื้นของเมล็ด เมล็ดจะมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นไปตามสภาพของความชื้นสัมพัทธ์บรรยากาศ ถ้าความชื้นสัมพัทธ์บรรยากาศสูง เมล็ดมีความชื้นสูงตามความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้น ในทางตรงข้ามกันถ้าความชื้นสัมพัทธ์บรรยากาศต่ำ เมล็ดก็มีความชื้นต่ำไปด้วย (จวงจันท์, 2529ข) ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ 15°C -45% RH ซึ่งเป็นสภาพที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ อุณหภูมิต่ำมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์สามารถชะลอกิจกรรมเมตาบอลิซึม และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสามารถชะลอการถ่ายเทความชื้น

ไปยังเมล็ดได้ ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิที่สูงจะไปกระตุ้นให้เมล็ดมีกิจกรรมเมตาบอลิซึมเพิ่มขึ้น และความชื้นสัมพัทธ์สูงจะมีการถ่ายเทความชื้นไปยังเมล็ด มีผลทำให้ความชื้นของเมล็ดสูงขึ้น สอดคล้องกับงานทดลองของ Thavong et al. (2011) ที่พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในกระสอบพลาสติกสานที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 เดือน มีความชื้นของเมล็ดสูงกว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในถุง Super Bag® ที่มีคุณสมบัติป้องกันการแลกเปลี่ยนออกซิเจน และความชื้นของเมล็ดพันธุ์กับบรรยากาศภายนอกภาชนะบรรจุเมล็ด

พันธุ์ เช่นเดียวกับ วิไลลักษณ์ (2557) ที่พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในสภาพที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีความชื้นของเมล็ดสูงและไยใหม่ (2558) ที่พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าว กข31 และพิษณุโลก 2 ที่อุณหภูมิห้อง มีความชื้นของเมล็ดสูงกว่าการเก็บรักษาที่ 15°C-45%RH สอดคล้องกับการศึกษาของ วรณนา (2559) ที่พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าว กข41 ที่เก็บรักษาที่ 15°C-45%RH มีความชื้นของเมล็ดเฉลี่ยต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาที่ 25°C-60%RH อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิห้อง ร่วมกับการรวมฟอสฟีน

Table 1 Seed moisture content (%) of rice seed cv. Cholasith under different storage conditions

Storage condition (S)	Storage period (months) (M)							Average (S)
	0	2	4	6	8	10	12	
1. Gunny bag + 15°C-45% RH	10.90	8.11	7.58	5.56	5.29	5.22	5.27	6.85 d ^{1/}
2. Hermetic + AT ^{3/}	10.83	9.37	9.43	9.35	9.07	8.31	8.38	9.25 c
3. Gunny bag + AT + phosphine	10.82	9.34	9.43	10.54	10.01	10.82	10.97	10.27 a
4. Closed container + AT	10.41	9.60	9.57	9.94	9.62	10.65	10.85	10.09 b
5. Gunny bag + AT	10.69	9.87	9.83	10.41	10.38	10.49	10.78	10.35 a
Average (M)	10.73 a ^{2/}	9.26 b	9.17 bc	9.16 bc	8.87 d	9.10 c	9.25 b	

LSD_{0.05} (S) = 0.15

LSD_{0.05} (M) = 0.12

LSD_{0.05} (S x M) = 0.42

F-test (S) = **

F-test (M) = **

F-test (S x M) = **

C.V. (S) % = 2.08

C.V. (M) % = 3.20

^{1/}Mean within the same column followed by the same letters are not significantly different by LSD

^{2/}Mean within the same row followed by the same letters are not significantly different by LSD

^{3/}AT = Ambient temperature

** = significantly different at P ≤ 0.01

ความงอกในกระดาศเพาะ

สภาพการเก็บรักษามีผลทำให้ความงอกในกระดาศเพาะแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในสภาวะปิดความดันต่ำที่มีความงอก 93.5% ไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45% RH ที่มีความงอกเฉลี่ย 93.1% แต่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรวมด้วยสารฟอสฟีน และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง ที่มีความงอกเฉลี่ย 78.7, 72.8 และ 69.2% ตามลำดับ (Table 2) ในขณะที่ระยะ

เวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ความงอกในกระดาศเพาะแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความงอกเฉลี่ยลดลงจาก 93.0 เหลือเพียง 55.6% เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่าง 2 ปัจจัย คือ สภาพและระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ความงอกในกระดาศเพาะแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45% RH และสภาวะปิดความดันต่ำ มีความงอกในกระดาศเพาะลดลงจาก 93.5 เหลือ 85.5% และ 90.0 เหลือ 89.5% ตามลำดับ ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในภาชนะปิดที่

อุณหภูมิห้อง กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรวมด้วยสารเคมีฟอสฟีน และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องมีความงอกลดลงจาก 92.0 เหลือ 38.0% 97.0 เหลือ 39.5% และ 92.5 เหลือ 25.5% (Table 2) จะเห็นได้ว่าเมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน เป็นเวลา 12 เดือน เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45% RH และสภาวะปิดความดันต่ำ ยังคงมีความงอกในกระดาะเพาะสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรวมด้วยสารเคมีฟอสฟีน และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง เมื่อพิจารณาความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาพที่แตกต่างกันนั้นพบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45% RH และสภาวะปิดความดันต่ำ สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 12 เดือน ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรวมด้วยสารเคมีฟอสฟีน และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้นาน 8, 4 และ 6 เดือน ตามลำดับ โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวยังคงมีความงอกไม่ต่ำกว่า 80% ตามเกณฑ์ของ พระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 (Table 2)

จะเห็นได้ว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวที่อุณหภูมิห้องนั้นมีความงอกของเมล็ดต่ำ เนื่องจากอุณหภูมิห้องเป็นสภาพที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูง (28-35°C, 76-91%RH) อุณหภูมิสูงจะไปเร่งการเกิดกิจกรรมเมตาบอลิซึมต่างๆ ภายในเมล็ด ทำให้เมล็ดสูญเสียความงอกอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาที่ 15°C-45% RH จะมีการเสื่อมคุณภาพช้ากว่าการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้อง เนื่องจากการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ จะทำให้ชะลอกิจกรรมเมตาบอลิซึมต่างๆ ภายในเมล็ด มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในสภาพควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์มีการเสื่อมสภาพช้ากว่าการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้อง (จวงจันท์, 2559) สำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสภาพปิด (hermetic storage) นั้น เมล็ดพันธุ์ไม่สามารถแลกเปลี่ยนความชื้น และออกซิเจนกับ

บรรยากาศรอบๆ เมล็ด เป็นการดัดแปลงสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษา เนื่องจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตทั้งเมล็ดพันธุ์และแมลง ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น (Bass, 1980) การที่ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงเนื่องจากเมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งที่ชีวิตจึงใช้อาหารที่สะสมในเมล็ดเพื่อใช้สำหรับการหายใจ ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นเวลานานอาหารสะสมในเมล็ดจึงลดลง ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกลดลง (วัลลภ, 2540) ดังนั้น หากเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูง เป็นระยะเวลาสั้น ความงอกของเมล็ดพันธุ์จะลดลงเร็วกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ สอดคล้องกับงานทดลองของ Elizabeth et al. (2014) ที่ศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาพที่แตกต่างกัน 4 สภาพ ได้แก่ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 12, 18°C และอุณหภูมิห้อง พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีผลทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง และการบรรจุเมล็ดพันธุ์ในถุงสุญญากาศช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Rickman and Aquino (2004) ที่พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในถุงสุญญากาศ เป็นเวลานาน 12 เดือน มีความงอก 82% ในขณะที่การเก็บรักษาในภาชนะเปิด ในสภาพที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ มีความงอก 65% หลังจากเก็บรักษานาน 9 เดือน สอดคล้องกับ Ben et al. (2006) ที่รายงานว่า การเก็บรักษาข้าวในสภาวะปิดหรือใน super bag มีความชื้นต่ำและมีความงอกสูงกว่า 90%ตลอดการเก็บรักษานาน 12 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาวะเปิด ซึ่งมีความงอกต่ำกว่า (Thavong et al., 2011) สอดคล้องกับการทดลองของ Sabio et al. (2006) ที่พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาพสุญญากาศและที่อุณหภูมิต่ำ (13-15 °C-40-50% RH) มีความงอกสูงกว่า 85%ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 9 เดือน เช่นเดียวกับ กัลยา และคณะ (2560) ที่พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก 2 ที่ความชื้นเริ่มต้น 8 และ 10%ในบรรจุภัณฑ์ ที่ผลิตในประเทศ ชนิด

low density polyethylene (LDPE), Nylon และ polyethyleneterephthalate (PET) ช่วยยืดอายุเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวได้เช่นเดียวกับ IRR Super bag สามารถรักษาความงอกของเมล็ดพันธุ์ได้นาน 36 เดือน เมล็ดพันธุ์ข้าว กข6 ที่ความชื้นเริ่มต้น 8 % ในบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศ ชนิด LDPE และ PET ช่วยยืดอายุเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวได้เช่นเดียวกับ

IRRI Super bag สามารถรักษาความงอกของเมล็ดพันธุ์ได้นาน 24 เดือน เมล็ดพันธุ์ข้าวสันป่าตอง 1 ที่ความชื้นเริ่มต้น 8 และ 10% ในบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศ ชนิด LDPE Nylon และ PET ช่วยยืดอายุเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวได้เช่นเดียวกับ IRR Super bag สามารถรักษาความงอกของเมล็ดพันธุ์ได้นาน 24 เดือน

Table 2 Germination tested by top of paper (%) of rice seed cv. Cholasith under different storage conditions

Storage condition (S)	Storage period (months) (M)							Average (S)
	0	2	4	6	8	10	12	
1. Gunny bag + 15°C-45% RH	93.5	93.5	97.0	96.0	91.5	95.0	85.5	93.1 a ^{1/}
2. Hermetic + AT ^{3/}	90.0	94.5	96.5	94.5	93.5	96.5	89.5	93.5 a
3. Gunny bag + AT + phosphine	97.0	90.0	87.5	75.5	65.0	55.5	39.5	72.8 c
4. Closed container + AT	92.0	91.0	93.0	83.5	83.0	70.5	38.0	78.7 b
5. Gunny bag + AT	92.5	92.5	90.5	81.5	56.0	47.0	25.5	69.2 d
Average (M)	93.0 a ^{2/}	91.7 a	93.4 a	86.2 b	77.8 c	72.9 d	55.6 e	

LSD_{0.05} (S) = 1.40

LSD_{0.05} (M) = 2.18

LSD_{0.05} (S x M) = 3.72

F-test (S) = **

F-test (M) = **

F-test (S x M) = **

C.V. (S) % = 3.49

C.V.(M) % = 3.26

^{1/}Mean within the same column followed by the same letters are not significantly different by LSD

^{2/}Mean within the same row followed by the same letters are not significantly different by LSD

^{3/}AT = Ambient temperature

** = significantly different at $P \leq 0.01$

ความงอกในทราย

ความงอกในทรายของเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมชลสิทธิ์ ให้ผลการทดลองที่มีแนวโน้มเช่นเดียวกับกับความงอกในกระดาเพาะ กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45% RH (93.4%) และ สภาวะปิดความดันต่ำ (93.2%) มีความงอกในทรายไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีความงอกในทรายสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรมด้วยสารเคมีฟอสฟีน และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องที่มีความงอกในทราย 85.3, 81.4 และ 74.7% ตามลำดับ (Table 3) ในขณะที่ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ความงอกในทรายแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความงอกในทรายเฉลี่ยลดลงจาก 89.9 เหลือเพียง 70.0% เมื่อพิจารณา

อิทธิพลร่วมระหว่าง 2 ปัจจัย คือ สภาพและระยะเวลา การเก็บรักษามีผลทำให้ความงอกในทรายแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45% RH และสภาวะปิดความดันต่ำ มีความงอกในทรายลดลงจาก 87.0 เหลือ 86.5% และ 92.5 เหลือ 84.0% ตามลำดับ ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรมด้วยสารเคมีฟอสฟีน และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง มีความงอกลดลงจาก 96.5 เหลือ 61.5%, 85.5 เหลือ 69.0% และ 88.0 เหลือ 49.0% ตามลำดับ (Table 2) เมื่อพิจารณาความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาพที่แตกต่างกันนั้น พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45% RH และสภาวะปิดความดันต่ำ สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 12 เดือน ในขณะที่

ที่เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรมด้วยสารเคมีฟอสฟีน และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้นาน 8 8 และ 4 เดือน ตามลำดับ โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวยังคงมีความงอกในทรายไม่ต่ำกว่า 80% ตามเกณฑ์ของ พระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518

(Table 3) จะเห็นได้ว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ 15°C-45% RH และ ในสภาวะปิดความดันต่ำ เป็นเวลา 12 เดือน มีประสิทธิภาพดีกว่าการเก็บรักษาในภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง และรมด้วยสารเคมีฟอสฟีน และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง

Table 3 Germination tested by sand (%) of rice seed cv.Cholasith under different storage conditions

Storage condition (S)	Storage period (months) (M)							Average (S)
	0	2	4	6	8	10	12	
1. Gunny bag + 15°C-45% RH	87.0	97.0	99.5	98.5	91.5	94.0	86.5	93.4 a ^{1/}
2. Hermetic + AT ^{3/}	92.5	97.0	100.0	96.0	90.5	93.0	84.0	93.2 a
3. Gunny bag + AT + phosphine	85.5	85.5	84.5	86.5	82.5	76.5	69.0	81.4 c
4. Closed container + AT	96.5	94.5	99.0	88.5	84.5	73.0	61.5	85.3 b
5. Gunny bag + AT	88.0	95.5	89.0	77.0	69.5	55.5	49.0	74.7 d
Average (M)	89.9 b ^{2/}	93.9 a	94.4 a	89.3 b	83.7 c	78.4 d	70.0 e	

LSD_{0.05} (S) = 1.79

LSD_{0.05} (M) = 2.23

LSD_{0.05} (S x M) = 4.74

F-test (S) = **

F-test (M) = **

F-test (S x M) = **

C.V. (S) % = 3.95 C.V. (M) % = 3.94

^{1/}Mean within the same column followed by the same letters are not significantly different by LSD

^{2/}Mean within the same row followed by the same letters are not significantly different by LSD

^{3/}AT = Ambient temperature

** = significantly different at $P \leq 0.01$

ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ

นอกจากความงอกและความงอกในทรายที่มีผลมาจากสภาพการเก็บรักษาและระยะเวลาแล้ว ยังมีผลทำให้ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45% RH มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุเฉลี่ย 92.8% ไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในสภาวะปิดความดันต่ำที่อุณหภูมิห้องที่มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุเฉลี่ย 92.2% แต่มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุสูงกว่าการเก็บรักษาในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรมด้วยสารเคมีฟอสฟีน และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง ที่มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุเฉลี่ย 77.7, 75.0 และ 72.5% ตามลำดับ (Table 4)

ในขณะที่ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุเฉลี่ยลดลงจาก 92.4 เหลือ 58.3% เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่าง 2 ปัจจัย คือ สภาพและระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45% RH และสภาวะปิดความดันต่ำ มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุลดลงจาก 90.0 เหลือ 91.0% และ 95.5 เหลือ 87.0% ตามลำดับ ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรมด้วยสารเคมีฟอสฟีน และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง มีความงอกลดลงจาก 92.0 เหลือ 40.0% 90.0 เหลือ 38.5% และ 94.5 เหลือ 35.0% ตามลำดับ (Table 4) เมื่อพิจารณาความ

สามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาพที่แตกต่างกันนั้น พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45% RH และสภาวะปิดความดันต่ำสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 12 เดือน ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรวมด้วยสารเคมีฟอสฟีน และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้นาน 6, 4 และ 4 เดือน ตามลำดับ โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวยังคงมีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุไม่ต่ำกว่า 80% (Table 4) ซึ่งความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุของเมล็ด (accelerated aging test, AA-test) เป็นวิธีที่วัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยอาศัยหลักการที่ว่า เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุแล้วยังคงมีความงอกสูง แสดงว่า เมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุสูง และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน (จงจันทร์, 2529) จะเห็นได้ว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนั้นมีความงอกหลังการเร่งอายุของเมล็ดต่ำ เนื่องจากอุณหภูมิห้องเป็นสภาพที่มีอุณหภูมิและ

ความชื้นสัมพัทธ์สูง จึงเร่งกระบวนการเมตาบอลิซึมในเมล็ด เกิดการเสื่อมของเมล็ด มีผลทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดต่ำ (วันชัย, 2553) ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุให้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีความแข็งแรงของเมล็ดต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C-45% RH สอดคล้องกับงานทดลองของ วิไลลักษณ์ (2557) ที่พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45% RH และสภาวะปิดความดันต่ำที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้นาน 12 เดือน ในขณะที่การเก็บรักษาในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรวมด้วยสารฟอสฟีน และภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บรักษาได้นาน 6 เดือน และในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้นาน 2 เดือน โดยยังมีความงอกหลังการเร่งอายุสูงกว่า 85%เช่นเดียวกับ ไยใหม่ (2558) ที่พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่อุณหภูมิห้องมีความงอกหลังการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ต่ำกว่าการเก็บรักษาที่ห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (15°C-45% RH)

Table 4 Vigor as determined by accelerated aging (%) of rice seed cv. Cholasith under different storage conditions

Storage condition (S)	Storage period (months) (M)							Average (S)
	0	2	4	6	8	10	12	
1. Gunny bag + 15°C-45% RH	90.0	92.5	97.0	94.0	91.5	94.0	91.0	92.8 a ^{1/}
2. Hermetic + AT ^{3/}	95.5	91.5	97.5	93.5	90.5	90.5	87.0	92.2 a
3. Gunny bag + AT + phosphine	90.0	90.0	93.0	79.2	74.0	60.5	38.5	75.0 c
4. Closed container + AT	92.0	94.0	94.5	82.0	79.0	62.5	40.0	77.7 b
5. Gunny bag + AT	94.5	95.5	91.0	79.0	58.0	55.0	35.0	72.5 d
Average (M)	92.4 a ^{2/}	92.7 a	94.6 a	85.5 b	78.6 c	72.5 d	58.3 e	

LSD_{0.05} (S) = 1.87

LSD_{0.05} (M) = 2.27

LSD_{0.05} (S x M) = 4.97

F-test (S) = **

F-test (M) = **

F-test (S x M) = **

C.V. (S) % = 4.21 C.V. (M) % = 4.30

^{1/}Mean within the same column followed by the same letters are not significantly different by LSD

^{2/}Mean within the same row followed by the same letters are not significantly different by LSD

^{3/}AT = Ambient temperature

** = significantly different at $P \leq 0.01$

ดัชนีการงอก

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกันมีผลทำให้ดัชนีการงอกของเมล็ด

พันธุ์ข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45% RH และสภาวะปิดความดันต่ำที่อุณหภูมิห้อง มีดัชนีการ

งอกเฉลี่ย 15.17 และ 15.26 ซึ่งสูงกว่าดัชนีการงอกของ เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรวมด้วยสารฟอสฟีน ภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องที่มีดัชนีการงอก 11.52, 12.35 และ 10.79 ตามลำดับ (Table 5) เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน มีดัชนีการงอกลดลง ซึ่งดัชนีการงอกเป็นพารามิเตอร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เป็นค่าที่วัดความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ หากเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงสูงก็จะสามารถงอกได้เร็ว และมีดัชนีการงอกสูง แต่เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำ จะงอกได้ช้า จึงมีค่าดัชนีการงอกต่ำ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง ภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง

และรวมด้วยสารฟอสฟีน มีดัชนีการงอกต่ำกว่า การเก็บรักษาในกระสอบป่านที่อุณหภูมิ 15°C-45% RH และสภาวะปิดความดันต่ำที่อุณหภูมิห้อง หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน มีดัชนีการงอกลดลง เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Thavong et al. (2011) ที่พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบพลาสติกสานสวมทับด้วย Super Bag® แบบไม่คลุมสารเคมี มีดัชนีการงอกต่ำที่สุด โดยดัชนีการงอกจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เมล็ดพันธุ์ที่มีความขึ้น 10% เก็บรักษาในกระสอบพลาสติกสานสวมทับด้วย Super Bag® แบบไม่คลุมสารเคมีและคลุมสารเคมี และเมล็ดพันธุ์ที่มีความขึ้น 12% เก็บรักษาในกระสอบพลาสติกสานสวมทับด้วย Super Bag® แบบคลุมสารเคมี มีดัชนีการงอก 25.5 25.1 และ 21.0 ตามลำดับ

Table 5 Germination index of rice seed cv.Cholasith under different storage conditions

Storage condition (S)	Storage period (months) (M)							Average (S)
	0	2	4	6	8	10	12	
1. Gunny bag + 15°C-45% RH	14.99	15.33	15.67	15.09	15.24	15.45	14.42	15.17 a ^{1/}
2. Hermetic + AT ^{3/}	14.41	15.36	16.17	15.01	15.71	15.95	14.21	15.26 a
3. Gunny bag + AT + phosphine	14.85	14.55	14.65	11.24	10.47	8.21	6.68	11.52 c
4. Closed container + AT	14.90	14.85	14.91	13.53	11.02	10.94	6.27	12.35 b
5. Gunny bag + AT	13.89	14.57	14.75	12.88	8.64	6.83	4.00	10.79 d
Average (M)	14.61 a ^{2/}	14.93 a	15.23 a	13.55 b	12.21 c	11.47 d	9.12 c	
LSD _{0.05} (S) = 0.52	LSD _{0.05} (M) = 0.64			LSD _{0.05} (S x M) = 1.39				
F-test (S) = **	F-test (M) = **			F-test (S x M) = **				
C.V. (S) % = 7.48	C.V. (M) % = 7.64							

^{1/}Mean within the same column followed by the same letters are not significantly different by LSD

^{2/}Mean within the same row followed by the same letters are not significantly different by LSD

^{3/}AT = Ambient temperature

** = significantly different at $P \leq 0.01$

จำนวนแมลงในโรงเก็บ

จากการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมชวลลสิทธิ์ ที่สภาพการเก็บรักษาแตกต่างกันเป็นเวลา 12 เดือน มีผลทำให้จำนวนแมลงแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง มีจำนวนแมลงเฉลี่ย 4.86 ตัว/เมล็ด 25 ก. แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง กระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรวมด้วยสารฟอสฟีน สภาวะปิดความดันต่ำที่อุณหภูมิห้อง และ

กระสอบป่านที่อุณหภูมิ 15°C-45% RH ที่มีจำนวนแมลงเฉลี่ย 0.54, 0.29, 0.18 และ 0.14 ตัว/เมล็ด 1 กก. ตามลำดับ ชนิดแมลงที่พบ ได้แก่ ตัวงวงข้าว (rice weevil, *Sitophilus oryzae* L.) มอดข้าวสาร (lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* Fabricius) และผีเสื้อข้าวเปลือก (Angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella* Olivier) เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวเป็นเวลา 12 เดือน พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษากระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง มีจำนวนแมลง

เพิ่มขึ้นสูงที่สุด ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45% RH และสภาวะปิดความดันต่ำที่อุณหภูมิห้อง หลังจากเก็บรักษานาน 12 เดือน ไม่พบจำนวนแมลง (Table 6) สอดคล้องกับการทดลองของ Sabio et al. (2006) พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาพสุญญากาศ และที่อุณหภูมิต่ำ 13-15°C ความชื้นสัมพัทธ์ 40-50 % เป็นเวลา 9 เดือน สามารถควบคุมแมลง และลดการสูญเสียน้ำหนักของเมล็ด ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 9 เดือน Ben et al. (2006) พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวแบบปิดสนิท โดยใช้ Super Bag® เป็นเวลา 8 เดือน จำนวนแมลงที่เข้าทำลายลดลง ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่อ มีจำนวนแมลงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 53

ตัว/เมล็ด 1 กก. เมื่อการเก็บรักษานาน 8 เดือน เช่นเดียวกับ Thavong et al. (2011) ที่พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวใน Super Bag® ยังคงมีความงอกเฉลี่ย 88% เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน และไม่พบแมลงตลอดการเก็บรักษา 12 เดือน และจากการศึกษาในครั้งนี้ เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรวมด้วยสารฟอสฟีน สามารถควบคุมแมลงได้ สอดคล้องกับ ไพฑูรย์และคณะ (2531) ที่พบว่า การรวมเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยฟอสฟีนอัตรา 2.0 ก. สารออกฤทธิ์/ลบ.ม. แล้วคลุมผ้าพลาสติกปิดไว้ตลอดการเก็บรักษา 6 เดือน สามารถลดความเสียหายจากการทำลายของแมลงได้ดี และไม่มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าว

Table 6 Number of Insect per 25 g. seed of rice seed cv.Cholasith under different storage conditions

Storage condition (S)	Storage period (months) (M)							Average (S)
	0	2	4	6	8	10	12	
1. Gunny bag + 15°C-45% RH	0.25	0.25	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.14 c ^{1/}
2. Hermetic + AT ^{3/}	0.25	0.25	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.18 c
3. Gunny bag + AT + phosphine	0.00	0.00	0.25	0.50	0.50	0.50	0.25	0.29 c
4. Closed container + AT	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.75	1.00	0.54 b
5. Gunny bag + AT	0.50	0.50	0.50	4.75	8.00	9.00	10.75	4.86 a
Average (M)	0.30 d ^{2/}	0.30 d	0.30 d	1.25 c	1.80 b	2.05 ab	2.40 a	

LSD_{0.05} (S) = 0.41

LSD_{0.05} (M) = 0.30

LSD_{0.05} (S x M) = 0.80

F-test (S) = **

F-test (M) = **

F-test (S x M) = **

C.V. (S) % = 53.0 C.V. (M) % = 47.8

^{1/}Mean within the same column followed by the same letters are not significantly different by LSD

^{2/}Mean within the same row followed by the same letters are not significantly different by LSD

^{3/}AT = Ambient temperature

** = significantly different at P ≤ 0.01

สรุป

เมล็ดพันธุ์ข้าวหอมชลสิทธิ์ที่เก็บรักษาในกระสอบป่านที่ 15°C-45% RH และสภาวะปิดความดันต่ำที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บรักษาได้นาน 12 เดือน และไม่พบแมลงในโรงเก็บ ในขณะที่การเก็บรักษาในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องและรวมด้วยสารฟอสฟีนภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง และกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บรักษาได้นาน 4 6 และ 4 เดือน ตามลำดับ โดยมีความงอกในกระดาศเพาะ

ความงอกในทราย และความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุไม่ต่ำกว่า 80%

เอกสารอ้างอิง

กัลยาบุญสง่า, นวรัตน์วงศ์, สุดใจมะติยาภักดิ์, ปิยะพันธ์ ศรีคุ้ม, ทองมา มานะกุล และพรทิพย์ ถาวงค์. 2560. ผลของบรรจุภัณฑ์แบบ Hermetic ในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าว. น. 157-173. ใน: รายงานการประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 14. วันที่ 30 พฤษภาคม-2 มิถุนายน 2560. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ

- ทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร, ชุมพร.
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529ก. การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529ข. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ไพฑูรย์ อุไรพงศ์, ประสutti สิทธิธรรม, กิตติยา กิจควรดี และนิพนธ์ มาฆทาน. 2531. การใช้สารรมฟอสฟีนลดความสูญเสียของเมล็ดพันธุ์ข้าวจากแมลงศัตรูในโรงเก็บ. น. 211-219. ใน: รายงานการสัมมนาความก้าวหน้าของงานวิจัยและพัฒนาวิทยาการเมล็ดพันธุ์ ครั้งที่ 3. กรมวิชาการเกษตร และสมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- พรทิพย์ ถาวงศ์, สุพล ยศเทียม และชาลี รุติฐาน. 2554. ผลของการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แบบปิดสนิทใน Super Bag ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว. น. 199-208. ใน: รายงานการประชุมวิชาการข้าว โรงแรมอมารี แอร์พอร์ต ดอนเมือง, กรุงเทพฯ.
- โยโหม ชัยหนู. 2558. ผลของสภาพการเก็บรักษาและการคลุกสารเคมีที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวและแมลงศัตรูในโรงเก็บ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วรรณดา คงสมทอง. 2559. การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์และคุณภาพการสีของข้าวภายใต้สภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2553. สรรพวิทยาเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาชีพ ไร่ นา คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วัลลภ สันติประชา. 2540. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาชีพ ศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่, สงขลา.
- วิไลลักษณ์ ดิเรกโกศ. 2557. คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะปิดความชื้นต่ำการรมด้วยสารเคมี และสภาวะควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Bass, L.N. 1980. Flower seed storage and testing. Seed men' Digest. 31: 38-41.
- Ben, D.C., P.V. Liem, N.T. Dao, M. Gummert and J.K. Rickman. 2006. Effect of hermetic storage in the super bag on seed quality and on milled rice quality of different varieties in Bac Lieu, Vietnam. p. 567. In: 2th International Rice congress 2006. New Delhi, India.
- Dickie, J.B., R.H. Ellis, H.L. Kraak, K. Ryder, and P.B. Tompsett. 1990. Temperature and seed storage longevity. Ann. Bot. 65: 197-204.
- Elias, S.G., and L.O. Copeland. 1994. The effect of storage conditions on canola (*Brassica napus* L.) seed quality. J. Seed Technol. 18: 21-22.
- Elizabeth, R.M., E.F. Araujo, R.F. Araujo, S.M. Filho, and P.C. Soares. 2014. Seed quality of rice cultivars stored in different environments. J. Seed Sci. 36: 32-39
- Fabrizius, E., D. TeKrony, D.B. Egli, and M. Rucker. 1999. Evaluation of a viability model for predicting soybean seed germination during warehouse storage. Crop Sci. 39: 194-201.
- Hill, M. 1999. The storage environment and its control. pp. 69-91. In: The Drying and Storage of Grain and Herbage Seeds. The Raven Press, Christchurch, New Zealand.
- ISTA. 2011. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: Physiology, repair and assessment. Seed Sci. & Technol. 27: 177-237.
- Oxley, T.A., and G. Wickenden. 1963. The effect of restricted air supply on some insects which insect grain. Ann. Appl. Biol. 51: 313-324.
- R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rickman, F. J., and E. Aquino. 2004. Appropriate technology for maintaining grain quality in small-scale storage. pp. 149-157. In: Proc. Int. Conf. Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Gold-Coast Australia 8-13th August 2004. FTIC Ltd. Publishing, Israel.
- Sabio, G.C., J.V. Dator, R.F. Orge, D.D.T. Julian, D.G. Alvindia, G.C. Miranda, and M.C. Austria. 2006. Preservation of Mestizo 1 (PSB Rc72H) seeds using hermetic and low temperature storage technologies. pp. 946-955. In: Proceeding of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection. Sao Paulo, Brazil.
- Sittisuang, P., and H. Nakakita. 1985. The effect of phosphine and methyl bromide on germination of rice and corn. J. Pestic. Sci. 10: 461-468.
- Thavong, P., S. Yodtiem, and C. Tetratan. 2011. Effect of hermetic seed storage in super bag on rice seed quality. pp. 199-208. In: 2nd Rice Annual Conference 2011. Rice and National Farmers' Day, Bangkok.