

คุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลแตงที่มีผลมาจากอุณหภูมิและภาชนะบรรจุในสภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

Cucurbitaceous plants seed quality as affected by temperature and packages different storage conditions

ไยไหม ช่วยหนู^{1*}, ปฐมา แทนนา², วันวิสาข์ วัฒนพันธุ์ศักดิ์², ธรรมธวัช แสงงาม² และ
อโนชา แก้ววงษ์วัลย์²

Yaimai Chuaynoo^{1*}, Pathama Thannak², Wanwisa Wattanapunsak²,
Thamthawat Saengngam² and Anocha Kaewwongwal²

¹ สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

¹ Sithiporn Kridakorn Research Station, Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus Nakhon Pathom, 73140.

² ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

² Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus Nakhon Pathom, 73140.

บทคัดย่อ: การศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลแตงที่มีผลมาจากอุณหภูมิและภาชนะบรรจุในสภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกันในระยะเวลา 12 เดือนของเมล็ดพันธุ์ แตงกวา ฟักเขียว และบวบเหลี่ยม วางแผนการทดลองแบบ split-split plot in complete randomized design (split plot in CRD) จำนวน 4 ซ้ำ Main plot คือการเก็บใน 2 อุณหภูมิ ได้แก่ อุณหภูมิห้องที่ 25-35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 76-91 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 45 เปอร์เซ็นต์ Sub plot คือการเก็บใน 2 ภาชนะบรรจุได้แก่ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ และถุงกระดาษคราฟท์ Sub-sub plot คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 7 ระยะ ได้แก่ 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เดือน พบว่าเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลแตงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 45 เปอร์เซ็นต์ มีความงอกสูง แต่ความชื้นต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เมล็ดพันธุ์แตงกวาที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีความชื้นต่ำกว่า ความงอกมาตรฐานสูง และยังคงความงอกมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษานาน 12 เดือน เมล็ดพันธุ์ฟักเขียว ที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีความงอกสูงกว่า และเมล็ดพันธุ์บวบเหลี่ยมที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ มีความงอกสภาพโรงเรือนสูงกว่าในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ซิปล็อค มีคุณภาพของเมล็ดดีกว่า การเก็บรักษาในถุงกระดาษคราฟท์หลังจากเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นาน 12 เดือน เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษายังคงความงอกสูงมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: พืชตระกูลแตง; คุณภาพเมล็ดพันธุ์; การเก็บรักษา

ABSTRACT: Cucurbitaceous plants seed quality as affected by temperature and packages under different storage conditions in period of 12 months of cucumber winter melon and Luffa acutangula were studied. The experiment was arranged in a split-plot design in a completely randomized design (split plot in CRD) with 4 replications. Two storage conditions (25-35°C and 76-91% RH and 15°C and 45% RH) are main plot. Two storage packages (an aluminum bag and kraft paper bag) are sub plot. Seven storage periods; 0, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 months are sub-sub plot. The

* Corresponding author: fagrymc@ku.ac.th

Received: date; January 28, 2025 Revised: date; July 23, 2025

Accepted: date; September 19, 2025 Published: date; February 6, 2026

results revealed that cucurbitaceous seed storage at 15°C and 45% RH had higher in seed germination and lower moisture content than those stored under ambient temperature. While cucumber seed in an aluminum bag gave lower moisture content but had the highest percentage of seed germination, still more than 75% after storage for 12 months. The winter melon seed in an aluminum bag had a higher percentage of seed germination. While Luffa acutangula seed in aluminum bag gave the highest percentage of greenhouse germination. The storage packages consisted of aluminum bag had higher seed quality than those stored at kraft paper bag, and had germination still more than 75% after storage for 12 months.

Keywords: Cucurbitaceae; seed quality; seed storage

บทนำ

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ผักที่สำคัญ สามารถผลิตได้หลายพื้นที่โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมคือแห้งและเย็น มีดินและน้ำที่อุดมสมบูรณ์ (สิริรัตน์, 2553) พืชตระกูลแตงมีการบริโภคอย่างแพร่หลาย จึงทำให้มีความต้องการใช้เมล็ดที่สูงอย่างต่อเนื่อง เมล็ดคือส่วนขยายพันธุ์ของพืชที่สำคัญที่สุดและเป็นปัจจัยพื้นฐานในการกำหนดปริมาณ และคุณภาพผลผลิตทางการเกษตร (พจนาน, 2559) โดยเมล็ดพันธุ์ที่ดีจะมีความแข็งแรงสูง งอกได้เร็ว และงอกได้สม่ำเสมอ ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีผลทำให้ต้นกล้าตั้งตัวได้ดีหลังการเพาะปลูก (Covell et al., 1986) ในการผลิตเมล็ดพันธุ์พืช หากมีการปฏิบัติที่ไม่เหมาะสมในระหว่างกระบวนการผลิต กระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว รวมถึงการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้เมล็ดพันธุ์เกิดการเสื่อมคุณภาพ เช่น ความงอก ความแข็งแรง ความสม่ำเสมอในการงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา (นภาพร, 2561) โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์ที่จำหน่ายตามร้านค้าปลีกส่วนใหญ่มีกฎกว้างไว้หน้าร้านจึงถูกแสงแดดและได้รับความร้อน ซึ่งเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดจะมีอายุการเก็บรักษาต่างกัน แม้เก็บรักษาในสภาพเดียวกัน ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้อยู่ได้นาน จึงขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์และการดูแลรักษาเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยว เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีก่อนการบรรจุ เก็บรักษาและจำหน่ายต่อไป (วันชัย, 2542) การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการเก็บรักษาระดับคุณภาพของผลผลิตในด้านความแข็งแรง ความงอก การเก็บรักษาที่ดีเป็นการชะลอการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (Elias and Copeland, 1994; Fabrizius et al., 1999) แม้ว่าเมล็ดพันธุ์จะเป็นปัจจัยสำคัญในการเกษตร แต่ปัญหาที่มักพบในการผลิตและการจัดเก็บเมล็ดพันธุ์คือ การเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเก็บรักษาในระยะเวลาอันยาวนาน ปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ประกอบด้วย อุณหภูมิที่สูงขึ้นช่วยเร่งกระบวนการหายใจของเมล็ด ทำให้ใช้พลังงานสะสมหมดเร็วขึ้น ความชื้นสูงทำให้เมล็ดดูดซับน้ำซึ่งอาจกระตุ้นให้เกิดการงอกก่อนเวลา แสงสว่างมากเกินไปอาจกระตุ้นให้เมล็ดพันธุ์เริ่มงอกก่อนเวลาและการสัมผัสกับออกซิเจนสูงเร่งกระบวนการหายใจของเมล็ด ซึ่งหากไม่ได้รับการควบคุมที่เหมาะสมปัญหาการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์เป็นปัญหาที่ส่งผลต่อการผลิตและผลผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะในพืชตระกูลแตงมีปริมาณไขมันสูงโดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น linoleic acid (74.4%) และ oleic acid (6.95%) (Younis et al., 2000) อุณหภูมิสูงจะเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ไขมันในเมล็ดกลายเป็นสารเหนียวเหนียว hydroperoxides และ aldehydes ความชื้นสูงเพิ่มการเคลื่อนไหวของโมเลกุลทำให้เอนไซม์อย่าง lipase กระตุ้นการสลายไขมัน (lipid hydrolysis) และเกิดกลิ่น ออกซิเจนที่สัมผัสกับอากาศทำให้เกิด lipid peroxidation ส่งผลให้โครงสร้างเซลล์เสียหายแสงกระตุ้นการเกิดอนุมูลอิสระในกรดไขมันไม่อิ่มตัว ทำให้ไขมันเสื่อมเร็วขึ้นการเก็บไว้นานเกินไปโดยไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมมีแนวโน้มว่าเมล็ดจะมีการเสื่อมสภาพ (Wu et al., 2012) การวิจัยนี้จึงมีความสำคัญในการศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบของ อุณหภูมิ และ ภาชนะบรรจุ ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในระยะเวลา 12 เดือน ผลลัพธ์ที่ได้จะช่วยให้เกษตรกรและผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์สามารถพัฒนาวิธีการเก็บรักษาที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ลดการสูญเสีย และเพิ่มผลผลิต ซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มรายได้และความมั่นคงทางอาหารในอนาคต ดังนั้น จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและอุณหภูมิในสภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกันที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลแตง

วิธีการศึกษา

เตรียมเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลแตงที่ใช้ทดลองได้แก่ แตงกวา (*Cucumis sativus* L.) ฟักเขียว (*Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn) และบวบเหลี่ยม (*Luffa acutangula* (L.) Roxb.) วางแผนการทดลองแบบ split plot in complete randomized design (split plot in CRD) จำนวน 4 ซ้ำ Main plot คือการเก็บใน 2 อุณหภูมิ ได้แก่ อุณหภูมิห้องที่ 25-35 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 45 เปอร์เซ็นต์ Sub plot คือการเก็บใน 2 ภาชนะบรรจุ ได้แก่ ถุงออลูมิเนียมฟอยล์ซีปล็อก และถุงคราฟเคลือบพลาสติกซีปล็อก Sub-sub plot คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 7 ระยะ ได้แก่ 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เดือน ตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ทุกๆ 2 เดือน ตามวิธีการของจวงจันท์ (2529ก) และบันทึกข้อมูล

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ (Seed moisture content ; SMC) นำเมล็ดพันธุ์มาทดสอบความชื้น ด้วยวิธี high constant temperature oven method ที่อุณหภูมิ 130-133°C นาน 1 ชั่วโมง $\pm$ 3 นาที (ISTA, 2018) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 4.5 $\pm$ 0.5 กรัม

ความงอกมาตรฐาน (standard germination) เพาะเมล็ดพันธุ์ที่ทดสอบ โดยใช้กระดาษแบบ between paper จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด แล้วนำไปไว้ในตู้เพาะที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ประเมินความงอกที่ 8 วันหลังเพาะเมล็ด คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอก (ISTA, 2018)

ความงอกในสภาพโรงเรือน (Greenhouse germination) เพาะเมล็ดในโรงเรือนในถาดเพาะ จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะ ประเมินความงอกที่ 8 วันหลังเพาะเมล็ด คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอก

ดัชนีความงอก (Germination index; GI) หรือความเร็วในการงอก (Speed of germination) นับจำนวนต้นกล้าทุกวันจนครบกำหนด 8 วัน แล้วคำนวณค่าดัชนีความงอกจากสูตร (AOSA, 2002)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทาง สถิติ (Analysis of variance) เพื่อหาค่า F-test พร้อมทั้งค่าสถิติ สำหรับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม R (ชูศักดิ์, 2552)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ความชื้นเมล็ดพันธุ์ (Seed moisture content)

เมล็ดพันธุ์แตงกวาที่เก็บในถุงบรรจุที่แตกต่างกัน 2 ประเภท ได้แก่ ถุงออลูมิเนียมฟอยล์และถุงกระดาษคราฟท์ จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-35°C, 76-91%RH) และห้องควบคุมอุณหภูมิ (15°C, 45% RH) เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน การเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิมีความชื้นของเมล็ดต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง แต่การเก็บรักษาในถุงบรรจุที่แตกต่างกันมีความชื้นของเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกัน (Table 1) เมล็ดพันธุ์แตงกวาที่เก็บในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องมีความชื้น 6.31 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ในถุงกระดาษคราฟท์มีความชื้นเมล็ดพันธุ์สูงกว่าหลังจากเก็บรักษาเฉลี่ย 6.72 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาจากความชื้นเมล็ดพันธุ์เริ่มต้น 5.21 เปอร์เซ็นต์ ค่อยๆเพิ่มขึ้นจนถึง 7.72 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ซึ่งแสดงถึงการเพิ่มขึ้นของความชื้นในเมล็ดพันธุ์เมื่อเก็บรักษานานขึ้น (Figure 1) ความชื้นในเมล็ดมีผลอย่างมากต่อการเสื่อมสภาพ โดยเมล็ดที่มีความชื้นสูงจะเสื่อมสภาพเร็วขึ้นในสภาพอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำและความชื้นที่ควบคุมได้จะมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานกว่า เนื่องจากความชื้นเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของเมล็ดพันธุ์ ความชื้นสูงเพิ่มการเคลื่อนไหวของโมเลกุล ทำให้เอนไซม์อย่าง lipase กระตุ้นการสลายไขมัน (lipid hydrolysis) (Copeland and McDonald, 2001) ภาวะออลูมิเนียม สามารถรักษาคุณภาพของเมล็ดได้ดีกว่า ถุงกระดาษคราฟท์ ถึงแม้จะมีความหนาและแข็งแรงแต่ก็ยังมีช่องว่างที่ให้อากาศและความชื้นสามารถซึมผ่านได้บ้างแม้ว่าจะช่วยระบายนความชื้นจากภายในถุงได้แต่ไม่สามารถป้องกันการซึมผ่านของความชื้นจากภายนอกได้ดีเท่ากับภาวะออลูมิเนียม โดยเฉพาะในเรื่องการป้องกันความชื้นและรักษาอัตราการงอกของเมล็ดเนื่องจากภาวะออลูมิเนียมมีการซึมผ่านของอากาศต่ำ ทำให้สามารถป้องกันการสูญเสียความชื้นได้ดีกว่า เมล็ดพันธุ์ที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันความชื้นเช่นภาวะออลูมิเนียมหรือถุงโพลีเอทิลีนจะลดการเสื่อมสภาพของเมล็ดได้ Doijode (2001)

เมล็ดพันธุ์ผักเขียวที่เก็บในอุณหภูมิห้อง มีความชื้นเฉลี่ย 7.75 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การเก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิ มีค่าความชื้นเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยที่ต่ำกว่าคือ 7.46 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าสภาพการเก็บที่แห้งเย็นช่วยลดการสะสมความชื้นในเมล็ดพันธุ์ได้ดีกว่า เมล็ดจะมีอัตราการดูดซับความชื้นจากอากาศต่ำลงเนื่องจากอากาศเย็นมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าอากาศร้อน ทำให้เมล็ดไม่สามารถดูดซับความชื้นจากอากาศได้ง่าย ซึ่งช่วยลดการเกิดการงอกหรือการเสื่อมสภาพของเมล็ด (Table 2) เมล็ดพันธุ์ผักเขียวที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ในห้องควบคุมอุณหภูมิ มีความชื้นเริ่มต้น 6.08 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นเป็น 7.74 เปอร์เซ็นต์หลังจากเก็บรักษาในขณะที่การเก็บรักษาในถุงกระดาษคราฟท์ที่อุณหภูมิห้องมีความชื้นสูงถึง 8.73 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2) การเก็บเมล็ดที่ควบคุมอุณหภูมิสามารถรักษาความมีชีวิตของเมล็ดได้ดีขึ้น เนื่องจากความเย็นช่วยชะลออัตราการสูญเสียความชื้นและป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ (Ogunlela et al., 2012) ความชื้นในเมล็ดที่สูงกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ จะเร่งการเสื่อมสภาพของเมล็ดเนื่องจากความชื้นสูงส่งผลต่อการทำลายโครงสร้างของโปรตีนและเอนไซม์ในเมล็ด (Harrington, 1972)

เมล็ดพันธุ์บวบเหลี่ยมที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องและการเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ มีค่าเฉลี่ยความชื้นเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกัน (Table 3) ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่เก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีค่าความชื้นเมล็ดพันธุ์ต่ำสุดที่ 6.26 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในถุงกระดาษคราฟท์มีความชื้นเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยสูงสุดที่ 7.35 เปอร์เซ็นต์ (Figure 3) การใช้ถุงอลูมิเนียมช่วยลดการสะสมความชื้นในเมล็ดพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความชื้นที่ต่ำช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ในระยะยาว ซึ่งบ่งบอกว่าการเก็บรักษาในสภาวะที่มีความชื้นต่ำช่วยลดการดูดซับความชื้นในเมล็ดพันธุ์ ทำให้เมล็ดมีความเสถียรและคงทนมากขึ้น การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า ซึ่งช่วยลดการดูดซับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ (Ellis et al., 1980) การเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ได้ เนื่องจากลดโอกาสในการดูดซับความชื้นที่อาจนำไปสู่การเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ (Vertucci and Roos, 1993) ดังนั้นในสภาพการเก็บรักษาที่เมล็ดสามารถแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศรอบๆ เมล็ดได้ ความชื้นของเมล็ดจึงเปลี่ยนไปตามความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศสูง ความชื้นของเมล็ดก็จะสูงตามไปด้วย (จวงจันทร, 2529ข)

ความงอกมาตรฐาน (Standard germination)

เมล็ดพันธุ์แตงกวา ที่เก็บรักษาในถุงบรรจุที่แตกต่างกันในห้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และห้องควบคุมอุณหภูมิ มีความงอกของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกัน เมล็ดพันธุ์ที่จัดเก็บรักษามีค่าความงอกมาตรฐานเริ่มต้นที่ 91.68 เปอร์เซ็นต์ และลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่ผ่านมา โดยหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ความงอกมาตรฐานเหลือเพียง 78.75 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ใน ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ซิปล็อค มีความงอกสูงกว่าเก็บรักษาในถุงกระดาษคราฟท์เฉลี่ยที่ 95.42 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1) การลดลงนี้ชี้ให้เห็นว่าสภาพอุณหภูมิที่ไม่ควบคุมทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพได้เร็วกว่า เนื่องจากอาจมีผลกระทบจากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่ไม่เสถียรและสูงกว่าที่เหมาะสม การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์การชะลอการเสื่อมของเมล็ด การจัดเก็บเมล็ดใน ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ที่เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการรักษาความงอกมาตรฐานของเมล็ดแตงกวาในระยะยาว ความงอกมาตรฐานจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยเฉพาะเมื่อเก็บในสภาพแวดล้อมที่มีออกซิเจนและความชื้นสูง (Bewley and Black, 1994) เมล็ดที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันความชื้นและอากาศได้ดี เช่น ถุงอลูมิเนียม จะมีความงอกมาตรฐานที่สูงกว่าเมื่อเก็บในระยะยาว เมื่อเก็บรักษานานเกินกว่า 6 เดือน จะเห็นว่าความงอกมาตรฐานมาตรฐานลดลงอย่างชัดเจน (Copeland and McDonald, 2001) เมล็ดพันธุ์เมื่อเก็บไว้นานขึ้นจะเกิดกระบวนการออกซิเดชันในไขมันและโปรตีนที่อยู่ในเมล็ด

เมล็ดพันธุ์ผักเขียว ที่เก็บรักษาในถุงบรรจุที่แตกต่างกันในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และห้องควบคุมอุณหภูมิ มีความงอกของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกัน เมล็ดพันธุ์ที่เก็บในสภาพอุณหภูมิห้องมีความงอกมาตรฐานเฉลี่ย 75.3 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่เก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิ มีค่าความงอกมาตรฐานสูงกว่า คือ 88.9 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาในอุณหภูมิที่สามารถคงความมีชีวิตของเมล็ดได้ดีกว่า (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ พบว่าเมล็ดพันธุ์ในถุงอลูมิเนียมมีความงอกมาตรฐานสูงสุดที่ 86.6 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เมล็ดในถุงกระดาษคราฟท์มีความงอกมาตรฐานต่ำกว่าอยู่ที่ 83.7 เปอร์เซ็นต์ ความงอกมาตรฐานลดลงตามระยะเวลาการจัดเก็บ โดยการลดลงมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมและประเภทบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ ดังนั้นการเลือกสภาพการเก็บรักษาและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมจะช่วยคงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้ยาวนานขึ้น (Figure 2) อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ต่ำช่วยลดอัตราการ

เสื่อมของเซลล์ในเมล็ดพันธุ์ และการป้องกันการสัมผัสกับออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ เช่น ถุงออลูมิเนียม มีผลดีต่อ ความงอกมาตรฐานในระยะยาว (Copeland and McDonald, 2001)

เมล็ดพันธุ์บวบเหลี่ยม ที่เก็บรักษาในถุงบรรจุที่แตกต่างกันมีความงอกของเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกัน การเก็บรักษานานขึ้นมีผลให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมสภาพทำให้ความงอกมาตรฐานลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ความงอกเริ่มต้นของเมล็ดพันธุ์มีความงอกมาตรฐานสูงสุดที่ 95.25 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ความงอกมาตรฐานลดลงเหลือเพียง 39.25 เปอร์เซ็นต์ (Table 3) ระยะเวลากการเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้คุณภาพของเมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในเรื่องของความงอกมาตรฐานและความเร็วในการงอก อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ และการใช้ถุงออลูมิเนียมพอลิซิปล็อก ช่วยลดผลกระทบจากระยะเวลากการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้ (Figure 3) การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในบรรจุภัณฑ์อะลูมิเนียมในสภาพอุณหภูมิต่ำช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์และคงความงอกมาตรฐานไว้ได้ดีกว่าอุณหภูมิกระดาศ (Walters et al., 2005) สภาพแวดล้อมการเก็บรักษามีผลสำคัญต่อการคงทนของเมล็ดพันธุ์ โดยบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันแสงและความชื้นจะช่วยลดการเสื่อมสภาพได้อย่างมีนัยสำคัญ (Brown and Pritchard, 2002)

ความงอกในสภาพโรงเรือน (Greenhouse germination)

เมล็ดพันธุ์แตงกวา มีความงอกในสภาพโรงเรือนของเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกัน ความงอกเริ่มต้นในสภาพโรงเรือนสูงสุดที่ 97.25 เปอร์เซ็นต์ ความงอกในสภาพโรงเรือนลดลงชัดเจนโดยเฉพาะในเมล็ดพันธุ์ที่เก็บในสภาพอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิกระดาศ มี ความงอกต่ำสุดที่ 54.56 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ระยะเวลากการจัดเก็บที่นานขึ้นส่งผลต่อการลดลงของ ความงอกในสภาพโรงเรือน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมล็ดพันธุ์ที่จัดเก็บในสภาพการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม (Table 1) เมล็ดพันธุ์แตงกวาบรรจุในอุณหภูมิกระดาศที่ห้องควบคุมอุณหภูมิ มีความงอกในสภาพโรงเรือนยังรักษาความงอกของเมล็ดพันธุ์ได้สูงสุดหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน เมื่อเทียบกับถุงบรรจุชนิดอื่น (Figure 1) เมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้เป็นเวลานานจะเกิดการเสื่อมสภาพทั้งในระดับโครงสร้างและทางชีวเคมี ทำให้เซลล์เกิดความเสียหายและเสี่ยงต่อการสูญเสียความสามารถในการงอก (Priestley, 1986)

เมล็ดพันธุ์ฟักเขียว ที่การเก็บรักษาในถุงบรรจุที่แตกต่างกันมีความงอกในสภาพโรงเรือน ของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกัน ถุงออลูมิเนียมพอลิ มี ความงอกในสภาพโรงเรือน 78.50 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าบรรจุในอุณหภูมิกระดาศ 73.19 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) ถุงออลูมิเนียมพอลิจึงเหมาะสำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในระยะยาว เพื่อคงคุณภาพและความสามารถในการงอกในสภาพโรงเรือนให้ สูงที่สุด ระยะเวลากการเก็บรักษาที่นานขึ้นส่งผลให้ ความงอกมาตรฐานในสภาพโรงเรือนลดลงอย่างชัดเจนหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน เหลือเพียง 61.80 เปอร์เซ็นต์ จากความงอกเริ่มต้นที่ 96.25 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2) ออลูมิเนียมพอลิสามารถป้องกันการสูญเสีย ความชื้นได้ดีกว่า เนื่องจากมีความทนทานต่อการซึมผ่านของอากาศและความชื้น ในขณะที่อุณหภูมิกระดาศจะมีโอกาสซึมผ่านอากาศได้มากกว่า ทำให้มีการสูญเสียความชื้นได้ง่ายกว่า ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ความงอกมาตรฐานในบรรจุภัณฑ์กระดาศต่ำลง (Hay and Probert, 2013)

เมล็ดพันธุ์บวบเหลี่ยม ที่เก็บรักษาในถุงบรรจุที่แตกต่างกันเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และห้องควบคุมอุณหภูมิมีความงอกใน สภาพโรงเรือน ของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกัน อุณหภูมิกระดาศ มี ความงอกในสภาพโรงเรือน 83.35 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าบรรจุใน อุณหภูมิห้อง 74.75 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลากการเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้คุณภาพความงอกในสภาพโรงเรือน ของเมล็ด ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในการเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ ช่วยลดผลกระทบจากระยะเวลากการเก็บได้ (Table 3) (Figure 3) การเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่ทึบแสงและป้องกันความชื้น เช่น ถุงอะลูมิเนียม จะช่วยรักษาคุณภาพการงอกได้ดีกว่าการเก็บ ในอุณหภูมิกระดาศ และการควบคุมสภาพแวดล้อมการเก็บรักษายังมีบทบาทสำคัญในการยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (Walters et al., 2005) และ (Rao, 2004)

ดัชนีความงอก (Germination index)

เมล็ดพันธุ์แตงกวา ที่เก็บรักษาในถุงบรรจุที่แตกต่างกันที่อุณหภูมิห้องและห้องควบคุมอุณหภูมิ มีดัชนีความงอกของเมล็ดพันธุ์ ไม่แตกต่างกัน ดัชนีความงอกเริ่มต้นของเมล็ดพันธุ์มีความงอกมาตรฐานสูงสุดที่ 14.29 และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ความงอก มาตรฐานลดลงเหลือเพียง 3.77 ระยะเวลากการเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้ดัชนีความงอกของเมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ดัชนีการงอกที่ ลดลงในทุกสภาวะการเก็บรักษาเมื่อเวลาผ่านไป (Table 1) การเก็บรักษาในถุงออลูมิเนียมพอลิที่ห้องควบคุมอุณหภูมิ มีประสิทธิภาพ

สูงสุดในการรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ซึ่งช่วยลดการเสื่อมสภาพได้มากกว่าที่เก็บรักษาในถุงกระดาษคราฟท์ หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ดัชนีความงอกอยู่ที่ 4.34 ในขณะที่เก็บรักษาในถุงกระดาษคราฟท์ในอุณหภูมิห้องอยู่ที่ 2.79 (Figure 1) ดัชนีการงอกเป็นการประเมินคุณภาพของการงอก ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าดัชนีการงอกลดลงในทุกสภาวะการเก็บรักษาเมื่อเวลาผ่านไปซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเสื่อมสภาพของสารอาหารที่ใช้ในกระบวนการงอก ดัชนีการงอกจะลดลงเมื่อเมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพส่งผลให้การเจริญเติบโตช้าลง (Finch-Savage and Bassel, 2016) เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมสภาพจะใช้เวลานานขึ้นในการเริ่มกระบวนการงอก เนื่องจากการเสื่อมสภาพของเอนไซม์และโครงสร้างของเซลล์ที่สำคัญ (McDonald, 1999)

เมล็ดพันธุ์พักเขียว ที่เก็บในถุงบรรจุที่แตกต่างกัน พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและห้องควบคุมอุณหภูมิ มีดัชนีความงอกของเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกัน ดัชนีความงอกเริ่มต้นของเมล็ดพันธุ์มีความงอกมาตรฐานสูงสุดที่ 11.00 และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ความงอกมาตรฐานลดลงเหลือเพียง 3.29 ระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้ดัชนีความงอกของเมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2) การเก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่ห้องควบคุมอุณหภูมิ ลดการเสื่อมสภาพได้มากกว่าที่เก็บรักษาในถุงกระดาษคราฟท์ หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ดัชนีความงอกอยู่ที่ 4.77 ในขณะที่เก็บรักษาในถุงกระดาษคราฟท์ที่อุณหภูมิห้องอยู่ที่ 1.86 (Figure 2) ดัชนีการงอกจะลดลงในสภาพการเก็บรักษาที่มีออกซิเจนและความชื้นสูง และการใช้บรรจุภัณฑ์ที่ลดการซึมผ่านของความชื้น เช่น ถุงอลูมิเนียม จะช่วยเพิ่มความเร็วในการงอก (Ellis and Roberts, 1980)

เมล็ดพันธุ์บวบเหลี่ยม ที่เก็บรักษาในถุงบรรจุที่แตกต่างกันในห้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ มีดัชนีความงอกของเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกัน ดัชนีความงอกเริ่มต้นของเมล็ดพันธุ์มีความงอกมาตรฐานสูงสุดที่ 10.84 และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ความงอกมาตรฐานลดลงเหลือเพียง 2.17 การลดลงของค่าดัชนีความงอกบ่งชี้ถึงความเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เมื่อเวลาผ่านไป (Table 3) การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์บวบเหลี่ยมในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ในห้องควบคุมอุณหภูมิ มีค่าดัชนีความงอก 4.15 หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในถุงกระดาษคราฟท์นั้นสามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้ในช่วงแรก แต่ในระยะยาวไม่สามารถป้องกันการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ การเก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์เหมาะสมในการเก็บรักษาคุณภาพในระยะยาว (Figure 3) การลดลงของค่าดัชนีการงอก บ่งชี้ถึงความเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เมื่อเวลาผ่านไป การศึกษาของ Dickie et al. (1990) พบว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในบรรจุภัณฑ์ที่ไม่มีการควบคุมความชื้นและอุณหภูมิอาจทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในอัตราที่รวดเร็วกว่า

Table 1 Seed moisture content, germination, greenhouse germination and germination index of two packages of *Cucumis sativus* L. under different storage conditions for 12 months

Treatments	Seed moisture content (%)	Standard germination (%)	Greenhouse germination (%)	Germination index; GI
Storage conditions (A)				
ambient temperature	7.75 a	75.53 b	74.75	5.10
15°C-45% RH	7.46 b	88.39 a	76.95	5.57
F-test	**	**	ns	ns
Storage packages (B)				
aluminium bag	7.66	88.76 a	78.50 a	5.57
kraft paper bag	7.54	75.16 b	73.19 b	5.10
F-test	ns	**	**	ns
Storage times (C)				
0 month	6.68 d	97.25 a	96.25 a	11.00 a
2 months	7.22 c	88.43 ab	84.44 b	7.16 b
4 months	7.62 bc	87.44 ab	79.19 bc	5.42 c
6 months	7.86 ab	76.25 b-d	76.25 c	4.64 c
8 months	7.58 bc	83.50 a-c	69.00 d	2.93 d
10 months	7.91 ab	71.75 cd	66.13 de	2.92 d
12 months	8.36 a	69.13 d	62.69 e	3.29 d
F-test	**	**	**	**
%CV	8.932	21.96	8.03	22.855

^{1/} Mean in a same column followed by different letters are significantly different by LSD (P<0.05,*), (P<0.01,**) ns ; not significantly different (P<0.05)

Table 2 Seed moisture content, germination, greenhouse germination and germination index of two packages of *Benincasa hispida* under different storage conditions for 12 months

Treatments	Seed moisture content (%)	Standard germination (%)	Greenhouse germination (%)	Germination index; GI
Storage conditions (A)				
ambient temperature	6.96 a	86.41 b	73.10	7.25
15°C-45% RH	6.07 b	92.36 a	79.55	7.58
F-test	**	**	ns	ns
Storage packages (B)				
aluminium bag	6.31 b	92.42 a	74.93	7.68
kraft paper bag	6.72 a	86.34 b	77.73	7.18
F-test	**	**	ns	ns
Storage times (C)				
0 month	5.21 d	91.68 ab	97.25 a	14.29 a
2 months	5.03 d	97.75 a	91.13 a	11.21 b
4 months	7.08 b	94.19 ab	88.75 a	7.71 c
6 months	6.60 c	93.13 ab	85.68 a	5.53 d
8 months	6.39 c	85.68 bc	58.13 b	5.16 de
10 months	7.57 a	84.50 bc	58.81 b	4.26 ef
12 months	7.72 a	78.75 c	54.56 b	3.77 f
F-test	**	**	*	**
%CV	9.557	15.368	22.683	2.178

^{1/} Mean in a same column followed by different letters are significantly different by LSD (P<0.05,*), (P<0.01,**) ns ; not significantly different (P<0.05)

Table 3 Seed moisture content, germination, greenhouse germination and germination index of two packages of *Luffa acutangula* L. under different storage conditions for 12 months

Treatments	Seed moisture content (%)	Standard germination (%)	Greenhouse germination (%)	Germination index; GI
Storage conditions (A)				
ambient temperature	6.97	72.00	75.95	5.55
15°C-45% RH	6.63	77.88	82.16	5.81
F-test	ns	ns	ns	ns
Storage packages (B)				
aluminium bag	6.26 b	78.91	83.35 a	5.96
kraft paper bag	7.35 a	70.96	74.75 b	5.40
F-test	**	ns	*	ns
Storage times (C)				
0 month	5.28 c	95.25 a	94.5 a	10.84 a
2 months	6.15 b	84.19 ab	86.06 ab	6.88 b
4 months	6.69 b	79.81 ab	84.5 ab	6.55 b
6 months	7.61 a	82.88 ab	82.25 ab	5.08 c
8 months	6.33 b	74.25 b	77.25 bc	4.90 d
10 months	7.61 a	68.94 b	66.81 cd	3.35 d
12 months	7.97 a	39.25 c	62.00 d	2.17 d
F-test	*	**	**	**
%CV	15.483	33.20	25.03	28.997

^{1/} Mean in a same column followed by different letters are significantly different by LSD (P<0.05,*), (P<0.01,**) ns ; not significantly different (P<0.05)

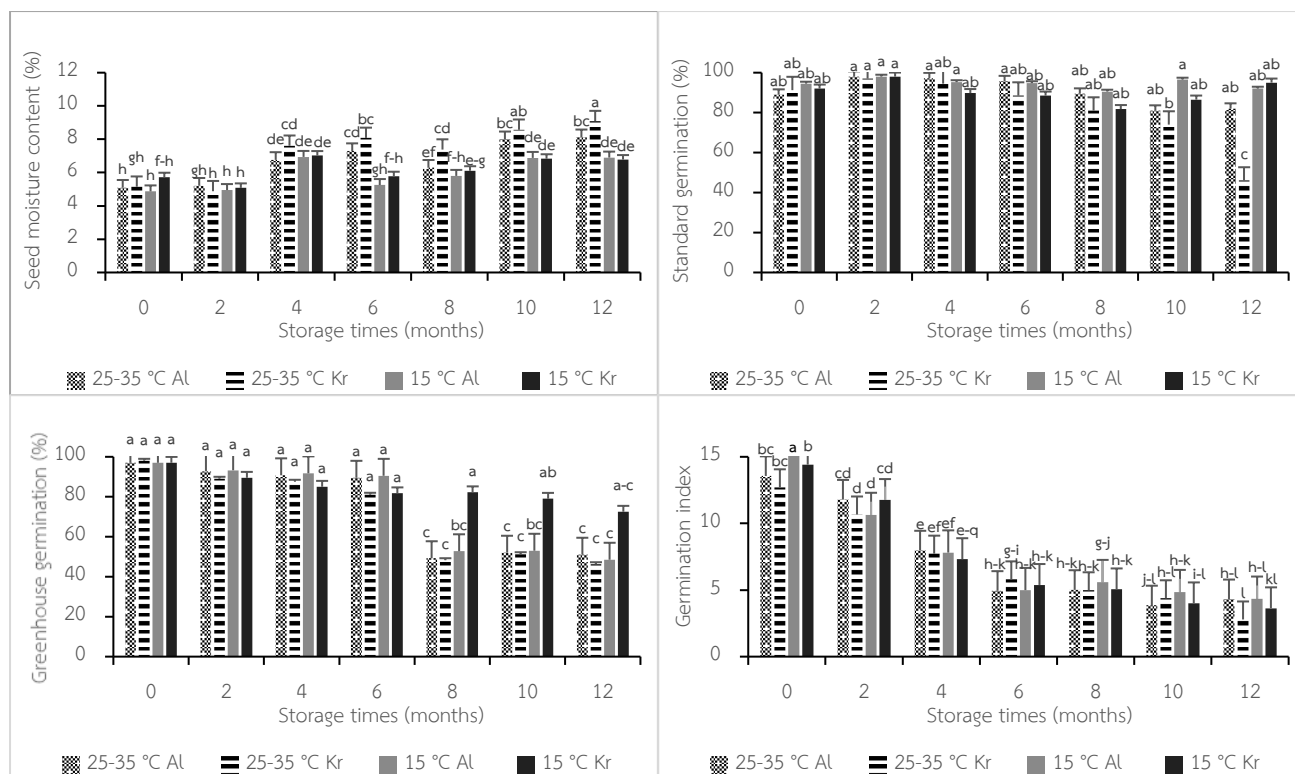


Figure 1 Effect of storage packages aluminium foil bag; AL and kraft paper bag; Kr and storage times on seed moisture content, germination, greenhouse germination and germination index of *Cucumis sativus* L. under different storage conditions for 12 months

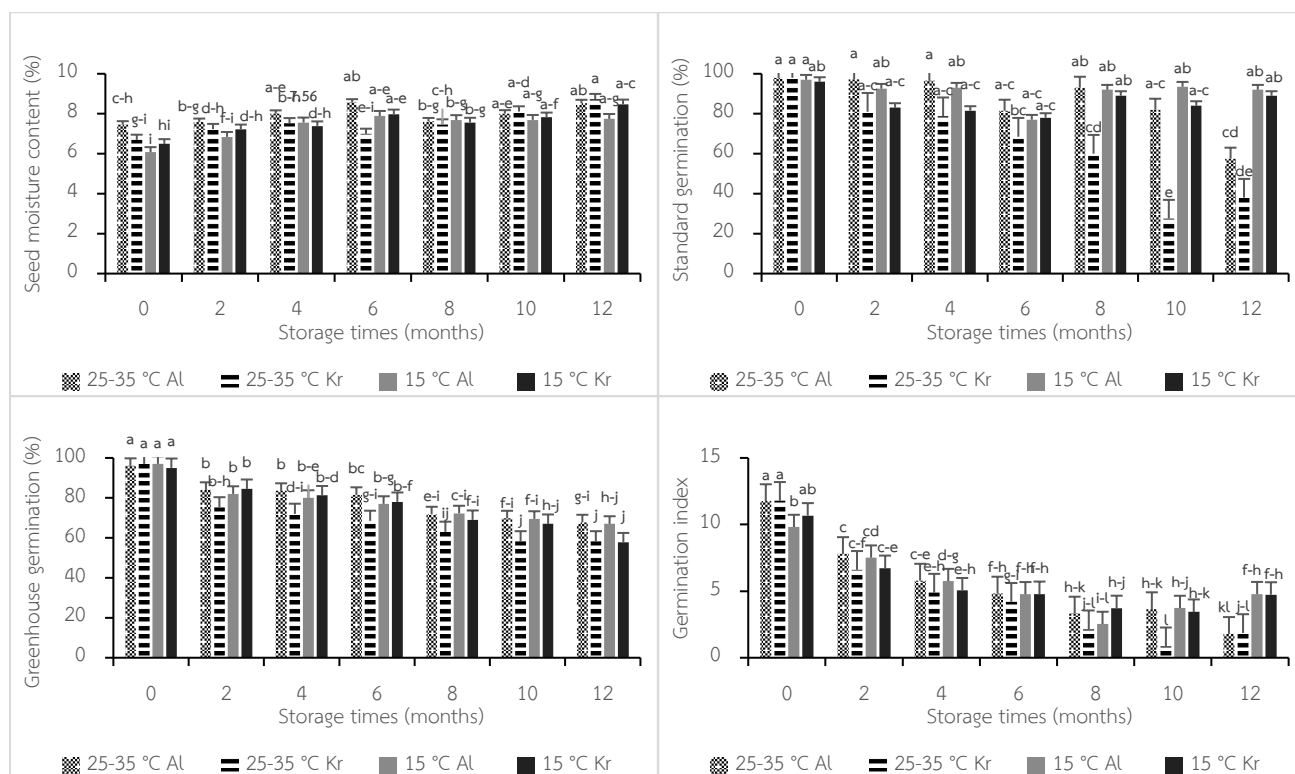


Figure 2 Effect of storage packages aluminium foil bag; AL and kraft paper bag; Kr and storage times on seed moisture content, germination, greenhouse germination and germination index of *Benincasa hispida* under different storage conditions for 12 months

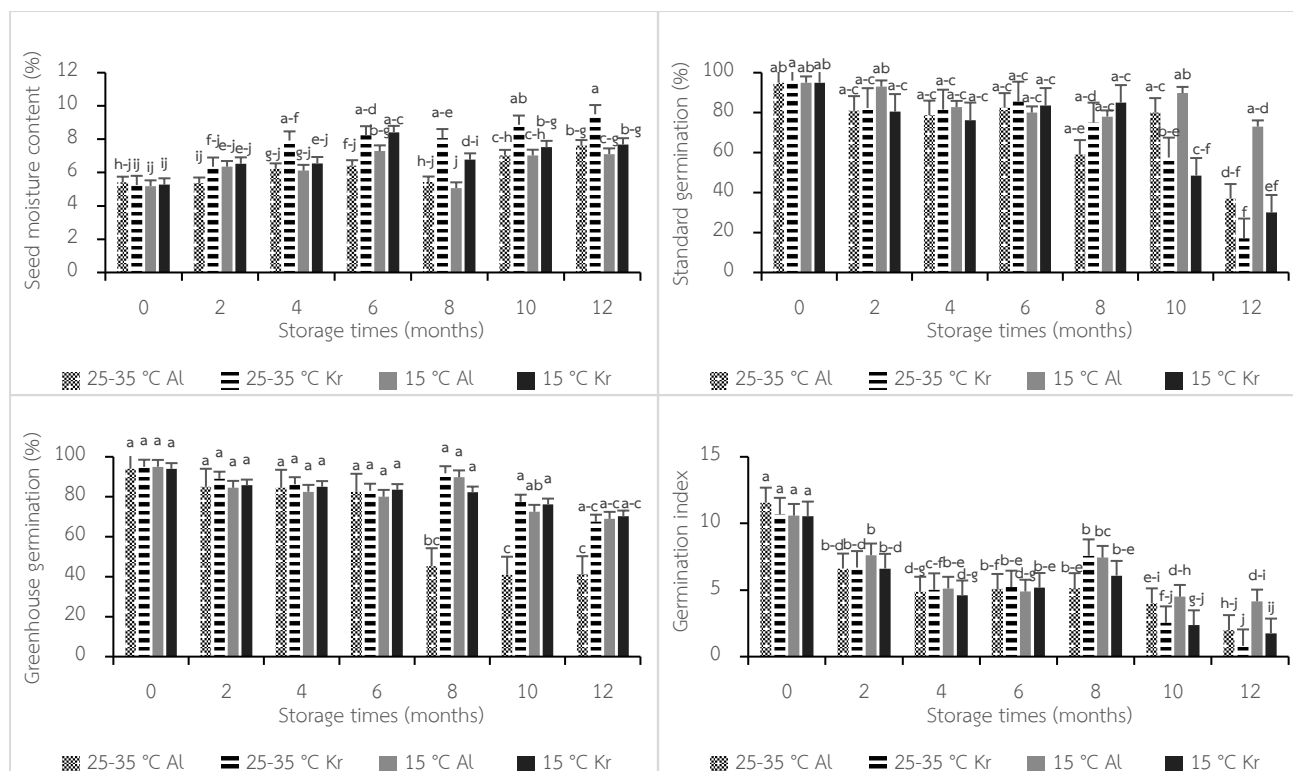


Figure 3 Effect of storage packages aluminium foil bag; Al and kraft paper bag; Kr and storage times on seed moisture content, standard germination, germination sand and germination index of *Luffa acutangula* L. under different storage conditions for 12 months

สรุป

1. เมล็ดพันธุ์พืชตระกูลแตงทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ แตงกวา ฟักเขียว และบวบเหลี่ยม ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 45 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่ 25-35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 76-91 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ซีปล็อก มีคุณภาพของเมล็ดดีกว่าการเก็บรักษาในถุงกระดาษคราฟท์ เมล็ดพันธุ์แตงกวาและเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวสามารถเก็บได้นาน 12 เดือน โดยความงอกยังคงสูงกว่ามาตรฐานตามที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาของเมล็ดพันธุ์พืชควบคุมตามกำหนดมาตรฐาน คุณภาพ ความงอก และความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518

2. เมล็ดพันธุ์แตงกวาที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ มีความงอกมาตรฐานสูงที่สุดในขณะที่เมล็ดพันธุ์ฟักเขียวและเมล็ดพันธุ์บวบเหลี่ยมที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ มีความงอกในสภาพโรงเรือนสูงกว่าที่เก็บรักษาในถุงอื่น ๆ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 12 เดือน และเมล็ดพันธุ์บวบเหลี่ยมดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์น้อยที่สุด บ่งบอกถึงความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เป็นค่าที่วัดความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ หากเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงสูงก็จะสามารถงอกได้เร็ว แต่เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำจะงอกได้ช้า

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณกองบริหารการวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยวิทยาเขตกำแพงแสน 2566 และขอขอบคุณศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่อุปกรณ์สำหรับการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จวงจันทร ดวงพัตรา. 2529ก. การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.
- จวงจันทร ดวงพัตรา. 2529ข. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ชูศักดิ์ จอมพุท. 2552. สถิติ: การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืชด้วย "R". สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นภาพร เวชกามา และพีระยศ แข็งขัน. 2561. การปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยเทคนิค Seed priming. เกษตรพระวรุณ. 15: 17-30.
- พจนนา สีขาว. 2559. การเคลือบเมล็ดเพื่อป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์. เกษตรพระจอมเกล้า. 34: 157-163.
- วันชัย จันทรประเสริฐ. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ พืชไร่. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สิริรัตน์ ภาคสวรรค์. 2553. คุณภาพและอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่คลุกด้วยสารเคมีชนิดต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- AOSA. 2002. Seed Vigor Testing Handbook. AOSA. Handbook. No. 32.
- Bewley, J. D., and M. Black. 1994. Seeds: Physiology of development and germination. Springer Science and Business.
- MediaCopeland, L. O., and M. B. McDonald. 2001. Seed science and technology. Springer Science and Business Media.
- Covell, S., R. H. Ellis, E. H. Roberts, and R. J. Summerfield. 1986. The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes: A comparison of chickpea, lentil, soybean and cowpea at constant temperature. Journal of Experimental Botany. 37: 705-715.
- Dickie, J. B., R. H. Ellis, H. L. Kraak, and T. D. Hong. 1990. Temperature and seed storage longevity. Annals of Botany. 65: 197-204.
- Doijode, S. D. 2001. Seed Storage of Horticultural Crops. Food Products Press, New York, USA.
- Ellis, R. H., and E. H. Roberts. 1980. Improved equations for the prediction of seed longevity. Annals of Botany. 45: 13-30.
- Elias, S. G., and L. O. Copeland. 1994. The effect of storage conditions on canola (*Brassica napus* L.) seed quality. Journal Seed Technology. 18: 21-29.
- 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 Science. 39: 194-201.
- Finch-Savage, W. E., and G. W. Bassel. 2016. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. Journal of Experimental Botany. 67: 567-591.
- Harrington, J. F. 1972. Seed storage and longevity, pp. 145-245. In: T. T. Kozłowski. Seed Biology. Academic Press, New York, USA.
- Hay, F. R., and R. J. Probert. 2013. Advances in seed conservation of wild plant species: A review of recent research. Conservation Physiology. 1: 1-14.
- ISTA. 2018. International Rules for Seed Testing 2018. International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, Switzerland.
- McDonald, M. B. 1999. Seed deterioration: Physiology, repair and assessment. Seed Science and Technology. 27: 177-237.

- Ogunlela, V. B., O. I. Muibat, and K. M. Ahmed. 2012. Effect of seed storage environment on seed longevity and quality. *Journal of Seed Technology*. 34: 205-212.
- Priestley, D. A. 1986. Seed aging: implications for seed storage and persistence in the soil. Comstock Pub. Associates.
- Rao, N. K. 2004. Plant genetic resources: Advancing conservation and use through biotechnology. *African Journal of Biotechnology*. 3: 136-145.
- Vertucci, C. W., and E. E. Roos. 1993. Seed moisture content, storage, and relative humidity. *Seed Science Research*. 3: 97-101.
- Walters, C., L. J. Wheeler, and P. C. Stanwood. 2005. Longevity of cryogenically stored seeds. *Cryobiology*. 51: 464-472.
- Wu, X. Y., Z. M. Chao, C. Wang, Z. G. Tan, and W. Sun. 2012. Chemical constituents contained in fatty oil from seeds of *Cucumis sativus*. *China Journal of Chinese Materia Medica*. 37: 3252-3255.
- Younis, Y. M., S. Ghirmay, and S. S. al-Shihry. 2000. African *Cucurbita pepo* L. properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil. *Phytochemistry*. 54: 71-5.