

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพเมล็ดพันธุ์และระยะเวลาการเก็บรักษาของ  
ข้าวโพดหวาน 3 พันธุ์

Relationship between Seed Qualities and Storage Periods of  
Three Sweet Corn Varieties

ภักัสสร วัฒนกุลภาคิน<sup>1/</sup> ศุภลักษณ์ ลัตยสมิตสถิต<sup>1/</sup> กัณทิมา ทองศรี<sup>1/</sup>

Papassorn Wattanakulpakin<sup>1/</sup> Supalak Sattayasamitsathit<sup>1/</sup> Kantima Thongsri<sup>1/</sup>

Received 25 Jan. 2022/Revised 11 Apr. 2022/Accepted 12 Apr. 2022

**ABSTRACT**

The relationship between seed qualities and storage periods of three sweet corn varieties at ambient for 10 months were investigated. The suitable parameters found would be used as a method for seed quality and storage evaluation. Results showed that the decrease of standard germination (SG), germination after accelerated aging (GAA), radicle emergence (RE), field emergence (FE) and the increase of electrical conductivity (EC) were related with the longer storage time in all varieties. Increase of soluble sugar content (SS) along the storage period was observed in DOA1 and PV2 varieties, but SS of PV1 remained almost unchanged until the end of storage time. According to Plant Act B.E. 2518. the storability of sweet corn seeds is at 60% minimum standard germination. In DOA1 variety, the storage time was 8 months with 60% SG. Moreover, we observed high correlation coefficient ( $r$ ), up to 0.80, between SG and GAA, RE, FE and EC, and between GAA and RE, FE and EC. In case of PV1, the storability was 7 months with 74% SG. The  $r$  value of up to 0.80 in the relationship between SG and GAA, RE and FE, and between GAA and FE were also observed. Meanwhile, the shelf life of PV2 variety was only 4 months as indicated by the 63% SG, and the  $r$  value up to 0.80 in the relationship between SG and GAA, RE and FE, and between GAA and RE and FE were found. The SS content showed negative correlation with SG and vigor, but the  $r$  value was lower than 0.80 in all varieties. Our research suggests that GAA, RE and FE methods are applicable and would be introduced to quality and storability assessment in sweet corn seeds for all varieties. Moreover, the test duration were 3 days for RE, 10 days for GAA and 14 days for FE tests.

**Keywords:** sweet corn, seed quality and storage period relationship

<sup>1/</sup> ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร 813 ม.8 ต.วังทอง อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130

<sup>1/</sup> Phitsanulok Seed Research and Development Center, Seed Research Development Division, Department of Agriculture, 813 Moo.8 Wangthong, Phitsanulok 65130

\* Corresponding author: kwanpapas@gmail.com

## บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพ เมล็ดพันธุ์และระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ข้าวโพดหวาน 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ DOA1 PV2 และ PV1 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 เดือน เพื่อนำมาประยุกต์เป็นวิธีประเมินคุณภาพและอายุ การเก็บรักษา ผลการทดลองพบว่า การลดลงของความงอกมาตรฐาน (standard germination; SG) ความงอกภายหลังการเร่งอายุ (germination after accelerated aging, GAA) การแทงราก (radicle emergence percentage, RE) และความงอกในสภาพไร่ (field emergence, FE) และการเพิ่มขึ้นค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) สัมพันธ์กับระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นใน ข้าวโพดหวานทั้ง 3 พันธุ์ ขณะที่การเพิ่มขึ้นของ ปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้ (soluble sugar content, SS) ตามระยะเวลาการเก็บรักษา พบในพันธุ์ DOA1 และ PV2 แต่พันธุ์ PV1 ค่อนข้างคงที่ ความงอก มาตรฐานตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 ซึ่งต้องไม่ต่ำกว่า 60% พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด หวานพันธุ์ DOA1 มีอายุการเก็บรักษา 8 เดือน โดย SG มีค่า 60% และพบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) มีค่า 0.80 ขึ้นไป ระหว่างความสัมพันธ์ของ SG กับ GAA, RE, FE และ EC และระหว่าง GAA กับ RE, FE และ EC สำหรับพันธุ์ PV1 เก็บรักษาได้ 7 เดือน โดย SG มีค่า 74% และพบความสัมพันธ์ ที่มีค่า  $r$  0.80 ขึ้นไป ระหว่าง SG กับ GAA RE และ FE และระหว่าง GAA กับ FE ในขณะที่พันธุ์ PV2 เก็บรักษาได้นาน 4 เดือน SG มีค่า 63% และ พบความสัมพันธ์ระหว่าง SG กับ GAA RE และ FE และระหว่าง GAA กับ RE และ FE ที่ให้ค่า  $r$  0.80 ขึ้นไป ส่วนปริมาณ SS ให้ค่าความสัมพันธ์ เชิงลบกับ SG และความแข็งแรง โดยมีค่า  $r$  ต่ำ กว่า 0.80 ทั้งสามพันธุ์ ดังนั้น วิธีการตรวจสอบความ แข็งแรงที่แนะนำสำหรับประเมินคุณภาพและอายุ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานทั้ง 3 พันธุ์ ได้แก่ RE, GAA และ FE โดยใช้ระยะเวลาในการ ตรวจสอบด้วย 3, 10 และ 14 วัน ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน, ระยะเวลา การเก็บรักษา, คุณภาพเมล็ดพันธุ์

## บทนำ

ข้าวโพดหวานเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่ ได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งในรูปฝักสดและการ แปรรูป ความต้องการของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน จึงมีปริมาณสูงตามไปด้วย ปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทย ส่งออกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน จำนวน 546 ตัน คิดเป็น มูลค่ากว่า 274 ล้านบาท (สำนักควบคุมพืชและวัสดุ การเกษตร, 2562) หน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ที่ทำการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน จึงให้ความสำคัญ ในด้านการจัดการเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน ทั้งก่อน และหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อให้ได้คุณภาพตามมาตรฐาน การส่งออก ซึ่งตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 กำหนดให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานต้องมีความงอก และความบริสุทธิ์ 60% และ 96% ตามลำดับ

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ สามารถบ่งบอก ได้ถึงความสามารถในการงอก การแข่งขันใน สภาพแปลงปลูก และความสามารถในการเก็บ รักษาคุณสมบัติเหล่านี้ สามารถตรวจสอบได้โดย การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งเป็น วิธีที่นิยมทำควบคู่ไปกับการตรวจสอบความงอก มาตรฐาน (จงจันทร์, 2529) เพื่อเป็นการประเมิน คักยภาพของเมล็ดพันธุ์แต่ละกอง (lot) ก่อนที่จะ จำหน่ายหรือส่งออก วิธีตรวจสอบความแข็งแรง ในปัจจุบันมีหลายวิธี เช่น วิธีการเร่งอายุ การวัด ค่าการนำไฟฟ้า ความเร็วในการงอก ดัชนีการงอก การทดสอบในสภาพอากาศเย็น เปอร์เซ็นต์การ แทงราก เป็นต้น แต่วิธีการที่นิยมตรวจสอบความ แข็งแรงในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานโดยทั่วไป เช่น วิธีการเร่งอายุ (Hampton and Tekrony, 1995; วราภรณ์ และสุนันทา, 2547) การทดสอบในสภาพ อากาศเย็น (AOSA, 2009) และค่าการนำไฟฟ้า (Hampton and Tekrony, 1995; วราภรณ์ และ สุนันทา, 2547) สำหรับวิธีการเร่งอายุพบว่า มีความ สัมพันธ์กับการงอกในสภาพไร่ (Hampton and Tekrony, 1992; วราภรณ์ และสุนันทา, 2547)

และอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน (Hampton and Tekrony, 1995; บุญมี และวิวัฒน์, 2551) และถั่วเหลือง (AOSA, 2009; Hampton and Tekrony, 1995) นอกจากนี้ พบความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับความงอกในสภาพไร่ในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน (วรภรณ์ และสุนันทา, 2547) และทานตะวัน (Szemruch *et al.*, 2015) Zhao *et al.* (2007) พบว่า volatile aldehyde และ dehydrogenase activity มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด super sweet และ sugar-enhanced sweet corn ตามลำดับ สุจิตรา (2544) พบว่า การเร่งอายุที่ 41 และ 42°C นาน 96 ชม. และ 43°C นาน 72 ชม. สามารถประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่เก็บรักษาได้นาน 4 เดือน จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าวิธีการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์นั้นมีหลายวิธี และวิธีการเร่งอายุเป็นวิธีที่นิยมสำหรับประเมินอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ อย่างไรก็ตาม การเร่งอายุใช้เวลาประมาณ 10-11 วัน จึงควรมีการศึกษาวิธีการตรวจสอบคุณภาพ โดยคำนึงถึงความแม่นยำ ถูกต้อง รวดเร็ว ประหยัด และปลอดภัย ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน 3 พันธุ์ ในระหว่างการเก็บรักษา เพื่อนำมาประยุกต์ใช้เป็นวิธีการประเมินคุณภาพและความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กรมวิชาการเกษตร จำนวน 1 พันธุ์ (DOA1) และเมล็ดพันธุ์จากภาคเอกชน จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ PV1 และ PV2

### 2. การตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน 3 พันธุ์ ได้แก่ DOA1 PV1 และ PV2 มาตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น ได้แก่ ความชื้น ความงอกมาตรฐาน

การเร่งอายุ เเปอร์เซ็นต์การแตกราก และความงอกในสภาพไร่ วางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด โดยใช้พารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

**ความชื้น (moisture test, MC):** นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมาบดละเอียดด้วยเครื่องบด ชั่งน้ำหนัก 4.5 ก. นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 °ซ ระยะเวลา 4 ชม. จากนั้นนำไปไว้ในโถดูดความชื้นประมาณ 30 นาที คำนวณน้ำหนักที่หายไปตามวิธีการมาตรฐาน (ISTA, 2016)

**ความงอกมาตรฐาน (SG):** ทำการเพาะเมล็ดโดยวิธีการเพาะระหว่างกระดาษ (between paper) จำนวน 100 เมล็ด/พันธุ์ เก็บไว้ในห้องเพาะความงอกอุณหภูมิ 20-30 °ซ. ประเมินความงอกที่อายุ 7 วัน (ISTA, 2016)

**ความงอกภายหลังการเร่งอายุ (GAA):** นำเมล็ดไปเร่งอายุที่อุณหภูมิ 41 °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 98±2 เป็นระยะเวลา 72 ชม. (Hampton and Tekrony, 1995) จำนวน 100 เมล็ด/พันธุ์ เมื่อครบกำหนดนำเมล็ดไปทดสอบความงอกตามวิธีมาตรฐาน (ISTA, 2016)

**เปอร์เซ็นต์การแตกราก (RE):** เพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบ between paper จำนวน 25 เมล็ด/ม้วน จำนวน 2 ม้วน/หน่วยการทดลอง นำไปเก็บไว้ในตู้เพาะที่อุณหภูมิ 20±1 °ซ. เป็นเวลา 66 ชม.±15 นาที จากนั้นนับเฉพาะเมล็ดที่มีความยาวรากประมาณ 2 มม. คำนวณผลเป็นร้อยละ (ISTA, 2016)

**ความงอกในสภาพไร่ (FE):** นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานทั้ง 3 พันธุ์ ไปปลูกในแปลงปลูก จำนวน 100 เมล็ด/พันธุ์ ประเมินความงอกที่อายุ 14 วัน หลังปลูก

### 3. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพภายหลังการเก็บรักษา

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสม ทั้ง 3 พันธุ์ข้างต้น มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 เดือน หรือจนกระทั่งเสื่อมความงอก โดยบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนปริมาณ 150 ก./ถุง วางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ กรรมวิธีคือ ระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 1-10 เดือน

วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานในระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ ความชื้น ความงอกมาตรฐาน การเร่งอายุ เฮอร์เซ็นต์การแทงราก และความงอกในสภาพไร่ เช่นเดียวกับวิธีการข้างต้น ยกเว้นค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้ โดยวิเคราะห์ทุก ๆ 1 เดือนจนครบระยะเวลาการเก็บรักษา สำหรับวิธีวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้ มีดังนี้

**ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC)**

การทดสอบค่าการนำไฟฟ้า วางแผนการทดลอง

$$\text{ค่าการนำไฟฟ้า } (\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}) = \text{ค่าการนำไฟฟ้า } (\mu\text{S cm}^{-1}) / \text{น้ำหนักเมล็ด (g)}$$

**ปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้ (soluble sugar content, SS)** นำสารละลายจากการวัดค่าการนำไฟฟ้าของแต่ละตัวอย่างมาทดสอบปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้ ตามวิธีของ Zhao *et al.* (2007)

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ทางสถิติโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; *r*) ระหว่างพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานทั้งสามพันธุ์

แบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด/พันธุ์ ซึ่งน้ำหนักเมล็ดแต่ละหน่วยทดลอง เตรียมน้ำกลั่นปริมาตร 250 มล. ใส่ขวดรูปชมพู่ บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 24 ชม. จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ที่เตรียมไว้ใส่ในขวดรูปชมพู่ที่บรรจุน้ำกลั่นแล้ว บ่มที่อุณหภูมิ 20 °C. เป็นเวลา 24 ชม. นำตัวอย่างมาวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่อง conductivity meter (ISTA, 2016) แล้วคำนวณตามสูตรดังนี้

**ผลการทดลองและวิจารณ์**

**1. คุณภาพเบื้องต้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน**

คุณภาพเบื้องต้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานทั้งสามพันธุ์ก่อนการเก็บรักษา พบว่า พันธุ์ PV2 มีความชื้น 12.7% ในขณะที่ PV1 และ DOA1 มีความชื้นประมาณ 10% ความงอกมาตรฐานพันธุ์ PV1 มีค่าสูงที่สุด 98% รองลงมาคือ DOA1 และ PV2 ความงอก 97 และ 94% ตามลำดับ ความแข็งแรงวัดโดยความงอกภายหลังการเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่ พบว่า พันธุ์ DOA1 มีค่า 95 79 และ 97% สำหรับพันธุ์ PV1 มีค่า 96 89 และ 95% และ PV2 มีค่า 85 93 และ 92% ตามลำดับ (Table 1)

**Table 1** Moisture content (MC), standard germination (G), germination after accelerated aging (GAA), radicle emergence (RE) and field emergence (FE) of 3 varieties of sweet corn seeds prior to storage

Varieties	MC (%)	G (%)	GAA (%)	RE (%)	FE (%)
DOA1	10.0	97	95	79	97
PV1	10.2	98	96	89	95
PV2	12.7	94	85	93	92

**2. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพภายหลังการเก็บรักษา**

**2.1 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ DOA1**

ความชื้นลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ในเดือนที่ 10 มีค่า 9.6% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเริ่มต้น 10% (Table 2) ความงอกมาตรฐาน ความงอกภายหลัง

การเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่ มีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้มีค่าเพิ่มขึ้น ในเดือนที่ 10 เมล็ดพันธุ์มีความงอกมาตรฐาน 20% ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานขั้นต่ำของ พรบ.พันธุ์พืช พ.ศ. 2518 ที่กำหนดไว้ 60% ดังนั้น เมื่อพิจารณา

ที่ความงอก 60% พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน พันธุ์ DOA1 มีอายุการเก็บรักษา 8 เดือน โดยยังคงมีความงอก 60% สำหรับความแข็งแรง ได้แก่ ความงอกภายหลังการเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่มีค่า 21.7 และ 53% ตามลำดับ ส่วนค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้มีค่า  $21.2 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  และ  $220.1 \mu\text{g glucose g}^{-1}$  ตามลำดับ (Figure 1a-1f)

## 2.2 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ PV1

ความชื้นค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาโดยมีค่าอยู่ในช่วง 9.5-10.2% (Table 2) ความงอกมาตรฐาน ความงอกภายหลังการเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่มีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้มีค่าค่อนข้างคงที่ ในเดือนสุดท้ายของการเก็บรักษาพบความงอกมาตรฐานมีค่า 23% อย่างไรก็ตาม ควรเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน PV1 เพียง 7 เดือน เท่านั้น เนื่องจากยังคงมีความงอกมาตรฐาน 74% ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานตาม พรบ.พันธุ์พืช พ.ศ. 2518 นอกจากนี้ ความงอกภายหลังการเร่งอายุ การแทงราก ความงอกในสภาพไร่ ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้ ในเดือนที่ 7 มีค่า 55%, 14%, 66%,  $12.9 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  และ  $93.2 \mu\text{g glucose g}^{-1}$  ตามลำดับ (Figure 1a-1f)

## 2.3 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ PV2

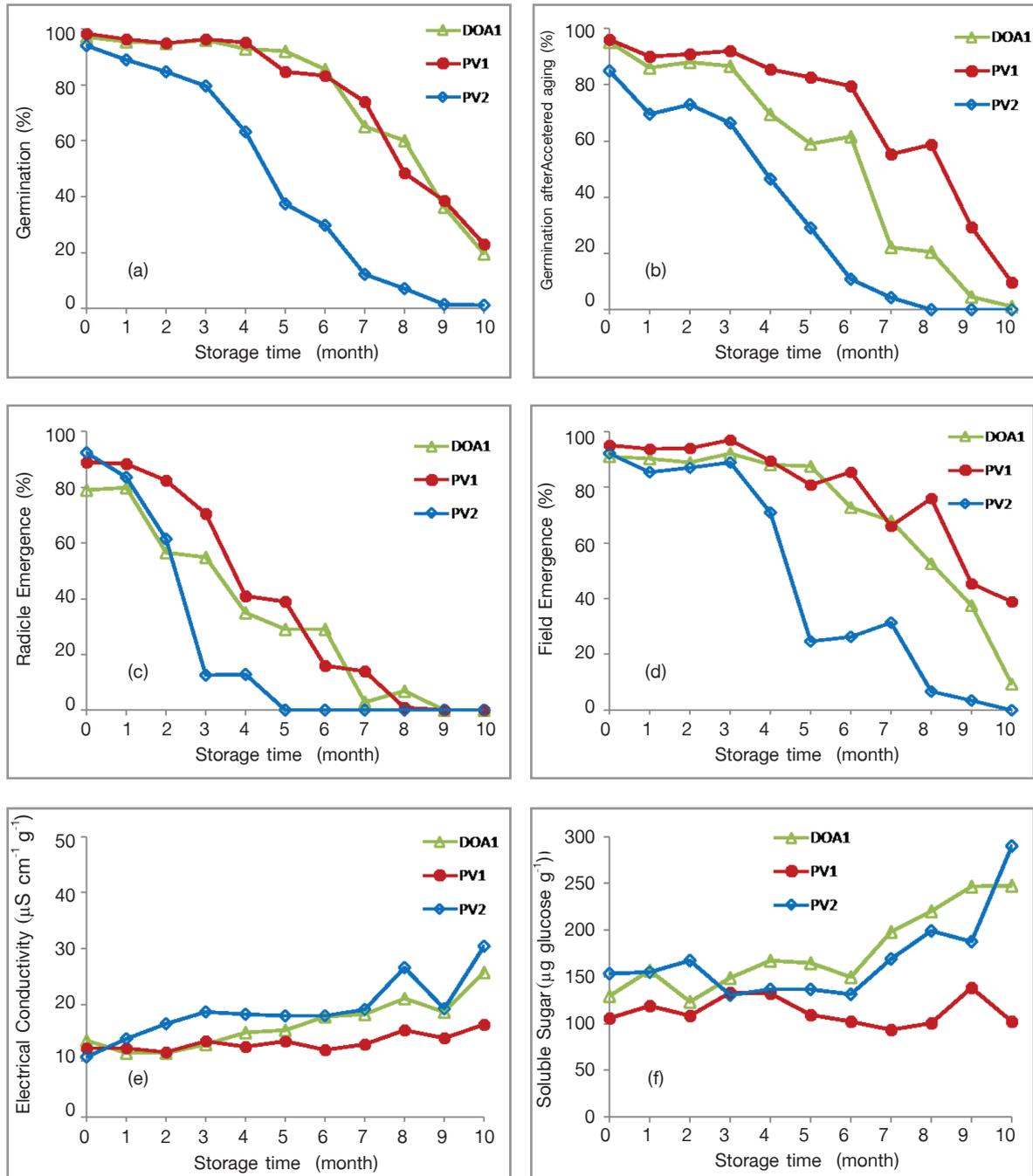
ความชื้นลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในเดือนที่ 10 มีค่า 9.2% ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเริ่มต้น 12.7% (Table 2) ความงอกมาตรฐาน ความงอกภายหลังการเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่มีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้มีค่าเพิ่มขึ้น ในเดือนที่ 10 ของการเก็บรักษาความงอกมาตรฐานลดลงเหลือเพียง 1% อย่างไรก็ตาม เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน PV2 มีอายุการเก็บรักษา

เพียง 4 เดือน เนื่องจากยังคงความงอก 63% มากกว่ามาตรฐานขั้นต่ำที่กำหนดใน พรบ.พันธุ์พืช พ.ศ. 2518 สำหรับคุณภาพด้านอื่น ๆ ได้แก่ ความงอกภายหลังการเร่งอายุ การแทงราก ความงอกในสภาพไร่ ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้มีค่า 47% 13% 71%  $18.3 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  และ  $136.7 \mu\text{g glucose g}^{-1}$  ตามลำดับ (Figure 1a-1f)

การลดลงของความงอกมาตรฐานและความแข็งแรงในระหว่างการเก็บรักษาข้าวโพดหวานพันธุ์ DOA1, PV1 และ PV2 สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าการนำไฟฟ้าตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 11.33-25.73, 11.54-16.45 และ 10.73-30.48  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  ตามลำดับ (Figure 1a-1e) อีกทั้งพบว่า เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงมีการเสื่อมสภาพช้ากว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำ ซึ่งสามารถบ่งชี้ได้จากค่าการนำไฟฟ้าในเดือนที่ 10 ของการเก็บรักษาโดยพันธุ์ DOA1 และ PV1 มีค่า 25.73 และ  $16.45 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  ซึ่งต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ PV2 มีค่า  $30.48 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  (Table 2) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภักดิ์สร และคณะ (2559) ที่ค่าการนำไฟฟ้าในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีค่าผกผันกับความแข็งแรง กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์ที่ระดับความแข็งแรงสูงจะมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ การที่ค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้นเนื่องจากความสามารถในการเป็นเยื่อเลือกผ่านของเมมเบรนลดลง ส่งผลให้การรั่วไหลของประจุและสารละลายต่าง ๆ ออกมานอกเซลล์มากขึ้น กระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน การทำงานของเอนไซม์และการหายใจสูงขึ้น ส่งผลต่อการเกิดอนุมูลอิสระในเซลล์ ทำให้เซลล์เมมเบรน โปรตีน ลิพิด หรือเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้รับความเสียหาย เมล็ดพันธุ์จึงมีความแข็งแรงลดลง (Powell and Matthews, 1979; Saha and Basu, 1984; Zhao *et al.*, 2007; Wattanakulpakin *et al.*, 2012) สำหรับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้ในระหว่างการเก็บรักษาให้ผลแตกต่างกัน พันธุ์ DOA1 และ PV2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา

การเก็บรักษาที่นานขึ้น (Figure 1f) แต่พันธุ์ PV1 มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดในเดือนที่ 3-4 แล้วลดลงใกล้เคียงกับค่าเริ่มต้นจนถึงเดือนที่ 10 ของ

การเก็บรักษา ซึ่งอาจเป็นเพราะปัจจัยด้านพันธุกรรมที่แตกต่างกัน (Parera *et al.*, 1995; Wilson *et al.*, 1992)



**Figure 1** Standard germination (a) germination after accelerating aging (b) radicle emergence (c) field emergence (d) electrical conductivity (e) and soluble sugar (f) of three varieties of sweet corn seeds DOA1, PV1, PV2 during storage at ambient for 10 months

**Table 2** Moisture content (MC) of sweet corn var. DOA1, PV1 and PV2 seeds during storage at ambient for 10 months

Storage time (Month)	DOA1 (%)	PV1 (%)	PV2 (%)
0	10.0a	10.2ab	12.7a
1	10.1a	10.3ab	10.7b
2	10.3a	10.7a	12.4a
3	10.6a	10.7a	12.2a
4	10.6a	10.9a	12.1a
5	10.6a	10.8a	11.7ab
6	10.2a	10.5ab	11.3ab
7	10.0a	10.2ab	10.8b
8	10.0a	10.0ab	10.0bc
9	9.5b	10.1ab	10.0bc
10	9.6b	9.5b	9.2c
F-test	**	**	**
C.V. (%)	0.7	0.7	0.8

Mean in the same column follow by a common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT

### 3. ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกมาตรฐานและความแข็งแรง

#### 3.1 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ DOA1

พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความงอกมาตรฐานและความแข็งแรง ได้แก่ ความงอกภายหลังการเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่ โดย  $r$  มีค่า 0.93\*\* 0.80\*\* และ 0.97\*\* ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกภายหลังการเร่งอายุกับการแทงรากและความงอกในสภาพไร่มีค่า 0.92\*\* และ 0.89\*\* ตามลำดับ สำหรับการแทงรากกับความงอกในสภาพไร่ และค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้  $r$  มีค่า 0.75\*\* และ 0.66\*\* ตามลำดับ แต่พบความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับความงอกมาตรฐาน ความงอกภายหลังการเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่ โดย  $r$  มีค่า -0.87\*\* -0.89\*\* -0.87\*\* และ -0.88\*\* ตามลำดับ สำหรับปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้พบความสัมพันธ์เชิงลบกับความงอกมาตรฐานและความแข็งแรงอื่นๆ แต่  $r$  มีค่าน้อยกว่า 0.80 ในทุกพารามิเตอร์ (Table 3)

#### 3.2 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ พันธุ์ PV1

ความงอกมาตรฐานมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความงอกภายหลังการเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่ โดย  $r$  มีค่า 0.95\*\* 0.81\*\* และ 0.87\*\* ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกภายหลังการเร่งอายุกับการแทงรากและความงอกในสภาพไร่มีค่า 0.79\*\* และ 0.92\*\* ตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างการแทงรากกับความงอกในสภาพไร่  $r$  มีค่า 0.74\*\* และพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้มีค่าต่ำกว่า 0.50 ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้ากับความงอกมาตรฐาน ความงอกภายหลังการเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่มีความสัมพันธ์แบบเชิงลบ โดย  $r$  มีค่า -0.69\*\* -0.62\*\* -0.53\*\* และ -0.55\*\* ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้กับความงอกและความแข็งแรงโดย  $r$  มีค่าค่อนข้างต่ำในทุกพารามิเตอร์ (Table 3)

**Table 3** Correlation coefficients (*r*) between germination (G), germination after acerating aging (GAA), radicle emergence (RE), field emergence (FE), electrical conductivity (EC) and soluble sugar (SS) of 3 varieties of sweet corn seeds during storage at ambient for 10 months

Varieties	Parameters	Correlation coefficients ( <i>r</i> )				
		GAA	RE	FE	EC	SS
DOA1	G	0.93**	0.80**	0.97**	-0.87**	-0.66**
	GAA		0.92**	0.89**	-0.89**	-0.66**
	RE			0.75**	-0.87**	-0.73**
	FE				-0.88**	-0.61**
	EC					0.66**
PV1	G	0.95**	0.81**	0.87**	-0.69**	-0.17
	GAA		0.79**	0.92**	-0.62**	-0.16
	RE			0.74**	-0.53**	-0.29
	FE				-0.55**	-0.21
	EC					0.14
PV2	G	0.98**	0.81**	0.95**	-0.69**	-0.65**
	GAA		0.83**	0.94**	-0.66**	-0.58**
	RE			0.75**	-0.59**	-0.55**
	FE				-0.66**	-0.65**
	EC					0.74**

**Note:** \*\*, \* significantly different at 1 % and 5%, respectively.

### 3.3 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ พันธุ์ PV2

พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความงอกมาตรฐานกับความงอกภายหลังการเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่ให้โดย *r* มีค่า 0.98\*\* 0.81\*\* และ 0.95\*\* ตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความงอกภายหลังการเร่งอายุกับการแทงราก และความงอกในสภาพไร่มีค่า 0.83\*\* และ 0.94\*\* ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างการแทงรากกับความงอกในสภาพไร่มีค่า 0.75 \*\* ค่าการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้มีค่า 0.74 \*\* อย่างไรก็ตาม ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้มีค่าความสัมพันธ์เชิงลบกับความงอกมาตรฐาน และความแข็งแรง ซึ่งค่า *r* ระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับความงอกมาตรฐาน ความงอกภายหลังการเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่ มีค่า -0.69\*\* -0.66\*\* -0.59\*\* และ -0.66\*\* ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้มีค่าความสัมพันธ์เชิงลบกับความงอกมาตรฐาน ความงอกภายหลังการเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่ *r* มีค่า -0.65\*\* -0.58\*\* -0.55 \*\* และ -0.65\*\*

ตามลำดับ (Table 3)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกมาตรฐานและความแข็งแรง ได้แก่ ความงอกภายหลังการเร่งอายุ ความงอกในสภาพไร่ และการแทงรากในระหว่างการเก็บรักษา พบว่ามีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานทั้งสามพันธุ์ดังกล่าวข้างต้น มีเพียงความสัมพันธ์ระหว่างความงอกภายหลังการเร่งอายุและการแทงรากในพันธุ์ PV1 เท่านั้น ที่ *r* มีค่า 0.79\*\* จากงานวิจัยที่ผ่านมารายงานว่าวิธีการแทงรากสามารถใช้ประเมินความแข็งแรงในเมล็ดพันธุ์ได้ เช่น ข้าวโพดไร่ (Matthews and Khajeh-Hosseini, 2006) พริก (Demir *et al.*, 2008) และเรพซิด (Matthews *et al.*, 2018) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับความงอกมาตรฐานและความแข็งแรง (ความงอกภายหลังการเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่) พบในพันธุ์ DOA1 เพียงพันธุ์เดียวที่มีค่า *r* มากกว่า 0.80\*\* สอดคล้องกับการรายงานของวรภรณ์ และสุนันทา (2547) ซึ่งพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าและความงอก

ในสภาพไร่ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้พบว่า พันธุ์ PV1 และ PV2 ให้ค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวค่อนข้างต่ำ ซึ่งอาจเป็นผลจากความแตกต่างด้านพันธุกรรม ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า วิธีการตรวจสอบความแข็งแรงที่สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานทั้งสามพันธุ์ได้ คือ ความงอกภายหลังการเร่งอายุ ความงอกในสภาพไร่ และการแทงราก โดยทั่วไปวิธีการตรวจสอบความแข็งแรงด้วยความงอกภายหลังการเร่งอายุ และความงอกในสภาพไร่ นิยมใช้ในการประเมินความแข็งแรงและอายุการเก็บรักษาในเมล็ดพันธุ์หลายชนิดรวมถึงข้าวโพดหวานด้วย (ISTA, 2016; Parera *et al.*, 1995) แต่วิธีการดังกล่าวใช้เวลาค่อนข้างนานโดยความงอกภายหลังการเร่งอายุใช้เวลา 10 วัน และความงอกในสภาพไร่ใช้เวลา 14 วัน ซึ่งจากผลการทดลองนี้พบว่า การแทงรากเป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากใช้เวลาเพียง 3 วัน อย่างไรก็ตาม วิธีการทดสอบความแข็งแรงด้วยการแทงรากเป็นวิธีที่แนะนำสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ISTA, 2016) อาจต้องทำการศึกษารายละเอียดเพื่อพัฒนาวิธีการแทงรากสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานโดยตรง เพื่อให้วิธีการทดสอบมีความเที่ยงตรงและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

สำหรับค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้กับความงอกมาตรฐานและความแข็งแรงอื่น ๆ มีค่าความสัมพันธ์แบบเชิงลบและพบค่า  $r$  มากกว่า 0.50 ในพันธุ์ DOA1 และ PV2 ส่วนพันธุ์ PV1 มีค่าความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ (Table 3) แม้ว่าปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้สามารถบ่งบอกถึงการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานได้ โดยปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้มากขึ้นบ่งบอกถึงการเสื่อมสภาพที่มากขึ้นและความแข็งแรงต่ำลง (Douglass *et al.* 1993) แต่ค่าความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำตาลกับความงอกมาตรฐานและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานทั้งสามพันธุ์ไม่ไปในทิศทางเดียวกัน และค่าความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำทั้งสามพันธุ์ ดังนั้น การตรวจวัดปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้อาจไม่เหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินความแข็งแรงและอายุการเก็บรักษาในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

## สรุปผลการทดลอง

1. การเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานจะมีความสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา กล่าวคือ ความงอกมาตรฐาน ความงอกภายหลังการเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่ มีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ส่วนค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งพบในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานทั้งสามพันธุ์ ในขณะที่การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นพบในพันธุ์ DOA1 และ PV2 แต่พันธุ์ PV1 ค่อนข้างคงที่

2. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ DOA1 มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 8 เดือน โดยมีความงอกมาตรฐาน 60% สำหรับพันธุ์ PV1 และพันธุ์ PV2 มีอายุการเก็บรักษา 7 และ 4 เดือน โดยมีความงอกมาตรฐาน 74 และ 63% ตามลำดับ

3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานภายหลังการเก็บรักษาที่ 10 เดือน มีค่า 0.80 ขึ้นไปทั้ง 3 พันธุ์ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกมาตรฐานกับการเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่ และความสัมพันธ์ระหว่างการเร่งอายุกับความงอกในสภาพไร่ สำหรับพันธุ์ DOA1 และ PV2 พบความสัมพันธ์ระหว่างการเร่งอายุกับการแทงรากที่ให้ค่า  $r$  0.80 ขึ้นไป ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับความงอกมาตรฐานและความแข็งแรง (การเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่) พบในพันธุ์ DOA1 เท่านั้น ดังนั้น วิธีการตรวจสอบความแข็งแรงที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานทั้งสามพันธุ์ได้ คือ วิธีการเร่งอายุ การแทงราก และความงอกในสภาพไร่ โดยวิธีการแทงรากใช้เวลา 3 วัน การเร่งอายุและความงอกในสภาพไร่ใช้เวลา 10 และ 14 วัน ตามลำดับ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของผู้ปฏิบัติงาน

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วง

## เอกสารอ้างอิง

- จวงจันท์ ดวงพัตรา. 2529. การตรวจสอบและวิเคราะห์เมล็ดพันธุ์ ภาควิชาพืชไร่มา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 192 หน้า.
- บุญมี ศิริ และวิทวัส สิริธิตี. 2551. การประเมินความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดข้าวโพดหวานพิเศษลูกผสม 3 พันธุ์ โดยการเร่งอายุ. *ว. วิทย์. กษ.* 39(พิเศษ 3): 246-249.
- ภักธสร วัฒนกุลภาคิน นิภาภรณ์ พรณรดา กัณทิมา ทองศรี และสมญา จำปา. 2559. ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60. หน้า 301-311. ใน : ประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 13 วันที่ 21-25 มิถุนายน 2559. ม.ราชชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จ.สุรินทร์.
- พระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดมาตรฐาน คุณภาพและวิธีเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ควบคุม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2556. หน้า 32-33. ใน : ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 130 ตอนพิเศษ 148 ง.
- วารภรณ์ ลิงหำรุง และ สุันนทา จันทกุล. 2547. การศึกษาวิธีวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เพื่อการประเมินความงอกในสภาพไร่สำหรับข้าวโพดหวาน. หน้า 291-299. ใน : เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42: สาขาพืช สาขาลงเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร, 3-6 กุมภาพันธ์ 2547 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2562. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุม ประจำปี 2562. แหล่งข้อมูล: <http://www.thasta.com/statistics.asp>. สืบค้น: 24 ตุลาคม 2562.
- สุจิตรา พรหมเชื้อ. 2544. ผลของการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 58 หน้า.
- AOSA. 2009. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No 32 to the Handbook of Seed Testing. Association of Official Seed Analysts. NE, USA. 334 p.
- Demir, I., S. Ermis, K. Mavi, and S. Matthews. 2008. Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum annuum* L.) predicts size and uniformity of seedlings in germination tests and transplant modules. *Seed Sci. and Technol.* 36(1): 21-30.
- Douglass, S.K, J.A. Juvik and W.E. Splittstoesser. 1993. Sweet corn seedling emergence and variation in kernel carbohydrate reserves. *Seed Sci. and Technol.* 21(2): 433-445.
- Hampton, J.G. and D.M. TeKrony. 1995. Handbook of vigour test methods, 3rd Edition, The International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland. 119 p.
- Hampton, J.G., K.A. Johnstone and V. Eua – Umpon. 1992. Ageing vigour tests for mungbean and French bean seed lots. *Seed Sci. and Technol.* 20(3): 643-653.
- ISTA. 2016. International rules for seed testing. International Seed Testing Association. Basesdorf, Switzerland. 284 p.
- Matthews, S. and M. Khajeh-Hosseini. 2006. Mean germination time as an indicator of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays*). *Seed Sci. and Technol.* 34(2): 339 - 347.
- Matthews, S., M.-H. Wagner, L. Kerr and A.A. Powell. 2018. Potential for early counts of radicle emergence and leakage of electrolytes as quick tests to predict the percentage of normal seedlings. *Seed Sci. and Technol.* 46(1): 1-18.
- Parera, C.A., D.J. Cantliffe, P.J. Stoffella and B.T. Scully. 1995. Field emergence of shrunken-2 corn predicted by single and multiple vigor laboratory tests. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(1): 128-132.
- Powell, A.A. and S. Matthews. 1979. The influence of testa condition on the imbibition and vigour of pea seeds. *J. Exp. Bot.* 30(114): 193-197.
- Saha, R and R.N. Basu. 1984. Invigoration of soybean seed for the alleviation of soaking injury and aging damage on germinability. *Seed Sci. and Technol.* 12(2): 613-622.
- Szemruch, C., O. Del Longo, L. Ferrari, S. Renteria, M. Murcia, M. Cantamutto and D. Rondanini. 2015. Ranges of vigor based on the electrical conductivity test in dehulled sunflower seeds. *Res. J. Seed Sci.* 8(1): 12-21.
- Wattanakupakin, P., S. Photchanachai, S. Miyagawa, and K. Ratanakhanokchai. 2012. Loss of maize seed vigor as affected by biochemical changes during hydropriming. *Crop Sci.* 52(6): 2783-2793.
- Wilson, D.O. Jr., J.C. Alleyne, B. Shafii and S.K. Mohan. 1992. Combining vigour test results for prediction of final stand of shrunken-2 sweet corn seed. *Crop Sci.* 32(6): 1496-1502.
- Zhao, G., S. Qun and W. Jianhua. 2007. Improving seed vigour assessment of super sweetcorn and sugar enhanced sweet corn. *New Zealand J. Crop and Hort. Sci.* 35(3): 349-356.