

ผลของการงดการให้น้ำในระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ที่ต่างกัน
และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

Effect of Irrigation Disruption at Different Reproductive Growth Stages
and Seed Storage Times on Peanut Seed Quality

ธีระรัตน์ ชินแสน* กาญจนา กิระศักดิ์ ชยันต์ ภักดีไทย และภาคภูมิ ถิ่นคำ

Theerarat Chinnasaen*, Kanjana Kirasak, Chayant Pakdeethai and Parkpoom Thinkum

ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ขอนแก่น 40000

Khon Kaen Field Crops Research Center, Khon Kaen, Thailand 40000

*Corresponding author: nongtheerarat@gmail.com

Received: November 16, 2021

Revised: June 27, 2022

Accepted: August 17, 2022

Abstract

Water requirement of peanut is most crucial during reproductive stage in order to support growth and seed development. At the same time, peanut seed are high in lipid, which affects their storage duration. Therefore, the aim of this study was to evaluate peanut seed quality in which the mother plants were subjected to irrigation disruption during different reproductive stages and various storage periods. This experiment was carried out in December, 2020 at Khon Kaen Field Crops Research Center, Mueang district, Khon Kaen province. The two peanut cultivars, Khon Kaen 9 and Tainan 9 were used in the process of irrigation disruption at difference reproductive growth stages: well-watering (I_1), irrigation disruption at flowering to peg stage (I_2), irrigation disruption at peg stage to pod development stage (I_3), irrigation disruption at pod development stage to seed development stage (I_4) and irrigation disruption at seed development stage to maturation stage (I_5). After that, storing peanut pod at 0, 2, and 4 months for seed quality test after storage. The results showed that the irrigation disruption at seed development stage to maturation stage elevated the electrical conductivity to $26.81 \mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$. Moreover, seed quality of Tainan 9 was higher than that of Khon Kaen 9. Also, these two peanut cultivars could keep at ambient condition for 4 months, which higher than other storage times, without any effect on seed quality.

Keywords: germination percentage, mean germination time, germination index, electrical conductivity

บทคัดย่อ

ระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ของถั่วลิสงมีความต้องการน้ำสูงเพื่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการ

ของเมล็ด ขณะเดียวกันเมล็ดถั่วลิสงมีไขมันเป็นองค์ประกอบสูงซึ่งส่งผลต่ออายุการเก็บรักษา ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ต้นแม่ได้รับการงดการให้น้ำในช่วงระยะ

การเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ดำเนินการปลูกถั่วลิสงในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยจัดการให้น้ำถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 9 และไทนาน 9 ในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ที่แตกต่างกัน 5 ระยะ ได้แก่ (1) ให้น้ำตลอดฤดูปลูก (2) งดการให้น้ำช่วงออกดอกถึงแทงเข็ม (3) งดการให้น้ำช่วงแทงเข็มถึงติดฝัก (4) งดการให้น้ำช่วงติดฝักถึงพัฒนาเมล็ด และ (5) งดการให้น้ำช่วงพัฒนาเมล็ดถึงเมล็ดเต็มฝัก จากนั้นเก็บรักษาถั่วลิสงในรูปแบบฝักเพื่อทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่อายุเก็บรักษานาน 0, 2 และ 4 เดือน จากการศึกษาพบว่า การงดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงพัฒนาเมล็ดถึงเมล็ดเต็มฝักมีผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น เท่ากับ $26.81 \mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ขณะที่ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีคุณภาพเมล็ดพันธุ์สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 โดยถั่วลิสงทั้งสองพันธุ์สามารถเก็บรักษาในสภาพห้องทั่วไปได้นาน 4 เดือน ซึ่งไม่ส่งผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ และช่วงอายุการเก็บรักษาดังกล่าวมีผลให้ถั่วลิสงมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์สูงกว่าการเก็บรักษานาน 2 เดือนหรือก่อนการเก็บรักษา

คำสำคัญ: เปอร์เซ็นต์ความงอก เวลาเฉลี่ยในการงอก
ดัชนีความงอก ค่าการนำไฟฟ้า

คำนำ

ถั่วลิสงพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ทั้งนี้ ด้วยคุณค่าทางโภชนาการและรสชาติเฉพาะตัว จึงทำให้มีผู้นิยมบริโภคถั่วลิสงอย่างแพร่หลาย โดยรับประทานทั้งแบบฝักต้ม แบบคั่ว หรือผ่านการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย รวมถึงสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลากหลายชนิด อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าถั่วลิสงจะเป็นที่นิยมบริโภคโดยทั่วไปแต่พบว่าพื้นที่เพาะปลูกกลับมีแนวโน้มลดลง ผลผลิตถั่วลิสงไม่เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศส่งผลให้ประเทศไทย

ต้องนำเข้าถั่วลิสงจากต่างประเทศ โดยสาเหตุที่ผลผลิตถั่วลิสงมีไม่เพียงพออาจเนื่องมาจากการผลิตถั่วลิสงของประเทศไทยยังประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำเนื่องจากปริมาณน้ำฝนมีน้อยหรือมีความแปรปรวนของการกระจายตัวของน้ำฝนที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ ทำให้ถั่วลิสงมีผลผลิตลดลงตั้งแต่ 15-80% (ส่วนใหญ่ปลูกถั่วลิสงในเขตอาศัยน้ำฝน) (Songsri *et al.*, 2008) เพราะกระบวนการต่าง ๆ ภายในพืชได้รับผลกระทบเมื่อพืชขาดน้ำ เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง การเคลื่อนย้ายสารอาหารภายในพืชขาดประสิทธิภาพ เป็นต้น (Dongsansuk, 2017; Kasemsap, 2006) ทั้งนี้ นอกจากการขาดแคลนน้ำจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตถั่วลิสงแล้วคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ย่อมได้รับผลกระทบอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับถั่วลิสงซึ่งเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด

ถั่วลิสงเป็นพืชผสมตัวเอง (Self-pollination) เมื่อเกิดการปฏิสนธิหลังการถ่ายละอองเกสรแล้วเมล็ดถั่วลิสงจะเริ่มการเจริญเติบโตและพัฒนา โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะการเจริญเติบโตและแบ่งเซลล์ของเอ็มบริโอ ระยะสะสมอาหารโดยแหล่งของคาร์บอนที่เคลื่อนย้ายสู่เมล็ดที่อยู่ในรูปของน้ำตาลซูโครสซึ่งได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และระยะเมล็ดแก่ซึ่งเป็นระยะที่สิ้นสุดการสะสมอาหารในเมล็ดและมีการคายความชื้นอย่างรวดเร็ว (Chanprasert, 2010) เพื่อให้การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของเมล็ดเกิดขึ้นอย่างปกติและได้เมล็ดที่สมบูรณ์ ดังนั้น หลังการปฏิสนธิต้นแม่ควรได้รับปัจจัยการเจริญเติบโตที่เหมาะสม Ghassemi-Golezani *et al.* (2012) รายงานว่า คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลดลงเมื่อต้นแม่ได้รับสภาวะเครียดจากการขาดน้ำในระหว่างที่เมล็ดอยู่ในช่วงสะสมน้ำหนักแห้ง (Seed fillig phase) ทั้งนี้ เมล็ดถั่วลิสงเป็นพืชที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบสูงประมาณ 44-56% จึงส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น (Hassan and Ahmed, 2012) ขณะเดียวกัน ถั่วลิสงบางพันธุ์อาจแสดงอาการพังก้าวตามธรรมชาติ (After-

ripening) หรือการพักตัวหลังการเก็บเกี่ยว กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์จะมีความงอกต่ำหรือไม่สามารถงอกได้ในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งภายหลังการเก็บเกี่ยว (Chanprasert, 2010) เช่น พันธุ์ขอนแก่น 6 (KKFCRC, n.d.a) พันธุ์ขอนแก่น 60-3 (Teekachunhatean, 1997) เป็นต้น

สภาวะกระทบแล้งจึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้นแม่ได้รับสภาวะกระทบแล้งเมื่ออยู่ในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ (Reproductive growth) ที่มีความต้องการน้ำสูงเพื่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของเมล็ด (Righetti *et al.*, 2015) รวมถึงการพักตัวตามธรรมชาติที่ต้องการการเก็บรักษาในช่วงระยะเวลาหนึ่งเพื่อคลายการพักตัว ซึ่งอาจผูกพันกับศักยภาพในการเก็บรักษาถั่วลิสงที่ในเมล็ดมีไขมันเป็นองค์ประกอบสูงขณะเดียวกัน การศึกษาด้านคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงบางพันธุ์ยังมีอย่างจำกัด ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 9 (ถั่วลิสงพันธุ์ใหม่ที่ได้รับการรับรองพันธุ์โดยกรมวิชาการเกษตร เมื่อวันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2562) (DOA, 2021) และพันธุ์ไทนาน 9 (ถั่วลิสงพันธุ์ดั้งเดิมที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลายในประเทศไทย) (DOA, 2020) ที่ต้นแม่ได้รับการงดการให้น้ำในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่แตกต่างกันต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

อุปกรณ์และวิธีการ

เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ใช้ในการทดลอง

ดำเนินการปลูกถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 9 และไทนาน 9 ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ณ แปลงทดลองที่ควบคุมช่วงการงดการให้น้ำในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ที่แตกต่างกัน 5 แบบ ได้แก่ (1) ให้น้ำตลอดฤดูปลูก (2) งดการให้น้ำช่วงออกดอกถึงแทงเข็ม (3) งดการให้น้ำช่วงแทงเข็มถึงติดฝัก (4) งดการให้น้ำช่วงติดฝักถึงพัฒนาเมล็ด และ (5) งดการให้น้ำช่วงพัฒนาเมล็ดถึง

เมล็ดเต็มฝัก โดยปลูกถั่วลิสงด้วยระยะห่างระหว่างแถว x ระหว่างต้น เท่ากับ 50x20 ซม. ดินปลูกมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 6.6 ค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 0.024 dS/m ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 0.43% และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมและแคลเซียมที่สกัดได้ มีค่าเท่ากับ 0.02%, 77.44 มก./ก., 53.11 ppm และ 304.99 ppm ตามลำดับ ด้านการดูแลรักษาดำเนินการโดยใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กก./ไร่ พร้อมกับการปลูกถั่วลิสง และใส่ยิปซัม อัตรา 50 กก./ไร่ เมื่อถั่วลิสงออกดอก ให้น้ำถั่วลิสงด้วยระบบน้ำหยดและงดการให้น้ำถั่วลิสงตามระยะการเจริญเติบโตที่กำหนด กำจัดวัชพืช และควบคุมการเข้าทำลายของโรค-แมลง กระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อเปลือกด้านในเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำประมาณ 80% หรือที่อายุ 120 วันหลังหยอดเมล็ด หลังการเก็บเกี่ยวดำเนินการลดความชื้นฝักถั่วลิสงด้วยการผึ่งแดดจนเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมีความชื้นประมาณ 8-9% (Thongket, 2009) โดยประเมินความชื้นด้วยวิธี Low constant temperature oven method ที่อุณหภูมิ 103°C. นาน 24 ชม. (ISTA, 2010)

บรรจุฝักถั่วลิสงที่ผ่านการลดความชื้นลงในถุงผ้าแล้วเก็บรักษาในสภาพห้องทั่วไปเพื่อทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่อายุการเก็บรักษาที่แตกต่างกันคือ 0, 2 และ 4 เดือนหลังการเก็บรักษา โดยเมื่อครบกำหนดการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์จึงจะแกะฝักถั่วลิสงด้วยมือเพื่อนำเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงทั้งสองพันธุ์มาทดสอบคุณภาพ ทั้งนี้ อุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดอายุการเก็บรักษามีค่า เท่ากับ 34.36°C. และ 72.11%RH ตามลำดับ

การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

คัดเลือกเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงโดยเลือกเฉพาะเมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์ไม่พบการเข้าทำลายของโรค-แมลง เพื่อทดสอบลักษณะและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ดังนี้

1) น้ำหนัก 100 เมล็ด สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ ถั่วลิสง จำนวน 100 เมล็ด ทั้งหมด 4 ซ้ำ มาชั่งด้วยเครื่องชั่ง ทศนิยม 3 ตำแหน่ง (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2012)

2) ความงอกในสภาพแปลง เพาะเมล็ดพันธุ์ ถั่วลิสงในถาดเพาะที่ใช้ดินจากแปลงปลูกถั่วลิสงเป็นวัสดุ ปลูก โดยดินปลูกมีการนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด-ด่าง เฉลี่ยเท่ากับ $23.19 \mu\text{S}/\text{cm}$ และ 6.20 ตามลำดับ ดำเนินการ จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 25 เมล็ด จากนั้นจึงวาง ถาดเพาะถั่วลิสงในแปลงปลูก (เพื่อให้ถั่วลิสงได้รับปัจจัย การงอกภายใต้สภาพแปลงปลูกจริง) (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2012) ประเมินความงอกทุกวันจนถึง วันที่ 10 หลังเพาะเมล็ด (ยกเว้นการทดสอบความงอก ที่อายุการเก็บรักษานาน 0 เดือน ที่ประเมินความงอกครั้ง

สุดท้ายที่อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด เนื่องจากถั่วลิสงใช้ ระยะเวลาในการงอกยาวนานกว่าปกติ) โดยคุณภาพของ เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ได้จากการทดสอบความงอกในสภาพ แปลง ประกอบด้วย (2.1) เปอร์เซ็นต์ความงอก ดังสูตร (1) โดยกำหนดการประเมินความงอกครั้งแรก (First count) 5 วันหลังเพาะเมล็ด และครั้งสุดท้าย (Final count) 10 วันหลังเพาะเมล็ด (ยกเว้นการทดสอบความ งอกที่อายุการเก็บรักษานาน 0 เดือน) (ISTA, 2010) (2.2) เวลาเฉลี่ยในการงอก (Mean germination time; MGT) ดังสูตร (2) (Ellis and Roberts, 1980) และ (2.3) ดัชนี ความงอก (Germination index; GI) หรือ ความเร็วในการ งอก (Speed of germination) ดังสูตร (3) (AOSA, 1983)

$$\text{ความงอก (\%)} = \frac{(\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอก}) \times 100}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \quad (1)$$

$$\text{MGT (วัน)} = \frac{(G_1 \times D_1) + (G_2 \times D_2) + \dots + (G_n \times D_n)}{\text{จำนวนต้นกล้าปกติทั้งหมด}} \quad (2)$$

เมื่อ $G_{1,2,\dots,n}$ คือ จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกวันที่ 1, 2, ..., n ($n = 10$ หรือ 14)

$D_{1,2,\dots,n}$ คือ จำนวนวันที่ 1, 2, ..., n ($n = 10$ หรือ 14) หลังจากวันเพาะเมล็ด

$$\text{ดัชนีความงอก (GI)} = \text{ผลรวมของ} \left(\frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนวันที่ต้นกล้าปกติงอกในแต่ละวัน}} \right) \quad (3)$$

3) ค่าการนำไฟฟ้าของถั่วลิสง โดยนับเมล็ดพันธุ์ ถั่วลิสง จำนวน 25 เมล็ด แล้วชั่งน้ำหนัก นำเมล็ดพันธุ์แช่ ในน้ำ Deionized water (น้ำ DI) ปริมาตร 75 มล. ที่ อุณหภูมิ 25°C . จากนั้นประเมินค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ DI

ที่แช่เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงนาน 24 ชม. ด้วยเครื่อง EC meter ดำเนินการ จำนวน 4 ซ้ำ ประเมินค่าการนำไฟฟ้าในหน่วย $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2012) ดังสูตร (4)

$$\text{ค่าการนำไฟฟ้า } (\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}) = \frac{\text{ค่าการนำไฟฟ้าชั่วโมงที่ 24 } (\mu\text{S}/\text{cm})}{\text{น้ำหนัก 25 เมล็ด (g)}} \quad (4)$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เพื่อทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงจึงวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ 5x2x3 Factorial in CRD โดยปัจจัยแรก คือ การรดการให้น้ำ ในระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ที่แตกต่างกัน ปัจจัยที่สอง คือ พันธุ์ถั่วลิสงที่แตกต่างกัน และปัจจัยที่สาม คือ ระยะเวลาเก็บรักษาถั่วลิสงที่แตกต่างกัน โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของแต่ละลักษณะที่ทำการศึกษ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS และตรวจสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of correlation) ของแต่ละลักษณะด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการวิจัยและวิจารณ์

น้ำหนัก 100 เมล็ด

พันธุ์ถั่วลิสงหรือระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง (ในรูปแบบฝัก) ที่แตกต่างกันมีผลให้น้ำหนัก 100 เมล็ด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ขอนแก่น 9 มีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงกว่าพันธุ์ไทนาน 9 เท่ากับ 62.31 และ 51.46 กรัม ตามลำดับ ขณะที่การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงนาน 2 เดือน มีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงกว่าการเก็บรักษานาน 0 และ 4 เดือน เท่ากับ 58.69, 57.15 และ 54.81 กรัม ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่าการรดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับพันธุ์ถั่วลิสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) ทั้งนี้ การรดการให้น้ำในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ที่แตกต่างกันมีผลให้ผลผลิตเมล็ดแห้งของถั่วลิสงมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีผลผลิตเมล็ดแห้งสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 เท่ากับ 149.79 และ 140.53 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ไม่แสดงข้อมูล)

พันธุ์ถั่วลิสงที่แตกต่างกันมีผลให้ถั่วลิสงมีน้ำหนัก 100 เมล็ด แตกต่างกัน สอดคล้องกับ KKFCRC (n.d.b) ที่รายงานว่า น้ำหนัก 100 เมล็ด ของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 9 มีค่าสูงกว่าพันธุ์ไทนาน 9 เท่ากับ 52.80 และ 44.37 กรัม ตามลำดับ ขณะที่ Boontang *et al.* (2010) รายงานว่า ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดฤดูมีน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 53.90 กรัม ซึ่งมีน้ำหนักใกล้เคียงกับการทดลองนี้ ทั้งนี้ การเก็บรักษาในสภาพห้องทั่วไป มีผลให้ถั่วลิสงพันธุ์เดียวกันมีน้ำหนัก 100 เมล็ดแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากการเก็บรักษาในสภาพเปิดที่ไม่ควบคุมบรรยากาศ อุณหภูมิ หรือความชื้นสัมพัทธ์ ประกอบกับถั่วลิสงเป็นวัตถุที่มีคุณสมบัติเป็น Hygroscopic (Copeland and McDonald, 1999) ดังนั้น เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการเก็บรักษาสูงขึ้นหรือลดลง เมล็ดพันธุ์จึงดูดหรือคายความชื้นเพื่อให้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์สูงขึ้นหรือลดลงและเริ่มคงที่เพื่อเข้าสู่สภาวะสมดุลกับสภาพแวดล้อม โดยเรียกคุณสมบัติเช่นนี้ว่า ความชื้นสมดุลของเมล็ด (Seed equilibrium moisture content) หรือความชื้นของเมล็ดที่เข้าสู่สมดุลกับสภาพอากาศรอบ ๆ (Copeland and McDonald, 1999; Probert and Hay, 2000) ด้านผลผลิตที่การรดน้ำไม่มีอิทธิพลต่อผลผลิตถั่วลิสงนั้น อาจเนื่องมาจากถั่วลิสงทั้งสองพันธุ์มีศักยภาพในการฟื้นตัวสูง ดังเห็นได้จากเมื่อได้รับการให้น้ำตามปกติอีกครั้งยังสามารถให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากถั่วลิสงที่ได้รับน้ำตลอดฤดูปลูก

ความงอกในสภาพแปลง

ระหว่างการทดสอบความงอกถั่วลิสงในสภาพแปลงปลูก มีอุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ที่อายุ 0 เดือน (ก่อนการเก็บรักษา) เท่ากับ 23.50-37.50°ซ. 28.80°ซ. 77.73%RH และ 101.20 มม. ตามลำดับ ที่อายุการเก็บรักษานาน 2 เดือน เท่ากับ 23.50-35.00°ซ. 28.14°ซ. 79.55%RH และ 59.5 มม. ตามลำดับ และที่อายุการเก็บรักษานาน 4 เดือน เท่ากับ 23.00-33.00°ซ. 27.18°ซ.

84.91%RH และ 119.60 มม. ตามลำดับ ทั้งนี้ ความงอกในสภาพแปลงของถั่วลิสง แสดงดังนี้

เปอร์เซ็นต์ความงอก พันธุ์ ถั่วลิสงหรือระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง (ในรูปแบบฝัก) ที่แตกต่างกันมีผลให้ถั่วลิสงมีเปอร์เซ็นต์ความงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ไทนาน 9 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 เท่ากับ 91.80 และ 87.60% ตามลำดับ ขณะที่การเก็บรักษานาน 2 และ 4 เดือน มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าการเก็บรักษานาน 0 เท่ากับ 98.70, 98.50 และ 71.90% ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่าการงดการให้น้ำในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์กับพันธุ์ถั่วลิสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ถั่วลิสงและอายุการเก็บรักษา หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างการงดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์รวมกับพันธุ์ถั่วลิสงและอายุการเก็บรักษา (Table 1)

เวลาเฉลี่ยในการงอก เวลาเฉลี่ยในการงอกแสดงให้เห็นถึงความเร็วในการงอก หากเวลาเฉลี่ยในการงอกมีค่าน้อยแสดงว่าเมล็ดพันธุ์เหล่านั้นสามารถงอกได้เร็วและมีความแข็งแรงสูง จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า การงดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ที่แตกต่างกันมีผลให้ถั่วลิสงมีเวลาเฉลี่ยในการงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการงดการให้น้ำในช่วงติดฝักถึงพัฒนาเมล็ด และช่วงพัฒนาเมล็ดถึงเมล็ดเต็มฝัก มีเวลาเฉลี่ยในการงอกต่ำที่สุดหรือแสดงให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงสามารถงอกได้เร็วที่สุด เท่ากับ 6.79 และ 6.84 วัน ตามลำดับ ขณะที่ถั่วลิสงที่ได้รับน้ำตลอดฤดูปลูกมีเวลาเฉลี่ยในการงอกสูงที่สุดหรืองอกช้าที่สุด เท่ากับ 7.36 วัน เช่นเดียวกับพันธุ์ถั่วลิสงหรือระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง (ในรูปแบบฝัก) ที่แตกต่างกันมีผลให้ถั่วลิสงมีเวลาเฉลี่ยในการงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ไทนาน 9 งอกเร็วกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 เท่ากับ 6.80 และ 7.14 วัน ตามลำดับ ขณะที่การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไทนานขึ้นมีผลให้ถั่วลิสง

งอกได้เร็วยิ่งขึ้น โดยการเก็บรักษาที่อายุ 0, 2 และ 4 เดือน มีเวลาเฉลี่ยในการงอก เท่ากับ 10.79 5.97 และ 4.29 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่าง การงดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์กับพันธุ์ถั่วลิสง และการงดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์กับอายุการเก็บรักษา ที่มีผลต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างการงดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์กับพันธุ์ถั่วลิสง และอายุการเก็บรักษาที่มีผลต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

ดัชนีความงอก ดชนีความงอกหรือความเร็วในการงอกแสดงให้เห็นถึงความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่สามารถงอกได้เร็วและสม่ำเสมอ ยิ่งค่าดัชนีความงอกมีค่าสูงย่อมแสดงให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์นั้นมีความแข็งแรงสูงจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า พันธุ์ถั่วลิสงหรือระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง (ในรูปแบบฝัก) ที่แตกต่างกันมีผลให้ถั่วลิสงมีดัชนีความงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ไทนาน 9 มีดัชนีความงอกสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 เท่ากับ 4.10 และ 3.83 ตามลำดับ ขณะที่การเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้นมีผลให้ดัชนีความงอกมีค่าเพิ่มขึ้น โดยการเก็บรักษาที่อายุ 4, 2 และ 0 เดือน มีดัชนีความงอก เท่ากับ 5.94, 4.23 และ 1.73 ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการงดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์กับพันธุ์ถั่วลิสงซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

เมื่อทดสอบความงอกในสภาพแปลงพบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมีคุณภาพแตกต่างกันตามปัจจัยที่ได้รับ โดยถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 ซึ่งอาจเกิดจากความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมระหว่างการงอกหรือการเจริญเติบโตของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่เป็นถั่วลิสงพันธุ์ดั้งเดิมที่เรืมนำมาเพาะปลูกในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 และได้รับการรับรองพันธุ์

เมื่อวันที่ 27 กันยายน 2519 (DOA, 2020) และยังคงความนิยมเพาะปลูกมาจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการปรับตัวดังกล่าวคือ ลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งมีความจำเพาะต่อชนิดหรือพันธุ์พืชนั้น ๆ ขณะที่การเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้นช่วยให้เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมีคุณภาพดียิ่งขึ้น กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงสามารถงอกได้ดีและงอกได้เร็วขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากภายหลังการเก็บเกี่ยวในระยะแรกถั่วลิสงยังแสดงอาการพักตัวหลังการเก็บเกี่ยว (After-ripening) แต่เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงจะคลายการพักตัวเมื่อเก็บรักษาภายใต้สภาพอุณหภูมิห้อง ณ ช่วงระยะเวลาหนึ่ง (Xu *et al.*, 2020) สอดคล้องกับ Field and Renewable Energy Crops Research Institute (2020) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 6 มีระยะการพักตัวนาน 6 สัปดาห์ ขณะที่ Teekachunhatean (2006) รายงานว่า ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 จะคลายการพักตัวภายหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์นาน 4 สัปดาห์ ทั้งนี้ สาเหตุของการพักตัวตามธรรมชาติมีความเกี่ยวข้องกับสัดส่วนระหว่าง ABA (Absciscic acid) และ GAs (Gibberellins) ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ยับยั้งหรือส่งเสริมการงอกของเมล็ดพันธุ์ ตามลำดับ ดังนั้น หากสัดส่วนระหว่าง ABA/GA มีค่าสูงเมล็ดพันธุ์จะแสดงการพักตัว แต่เมื่อสัดส่วนดังกล่าวลดลง รากแรกเกิด (Radicle) จะสามารถแทงผ่านเยื่อหุ้มเมล็ด (Testa) ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปริมาณ ABA ในส่วนสะสมอาหาร (Cotyledons) ลดลง (Xu *et al.*, 2020) นอกจากนี้พบว่า การงดการให้น้ำมีผลให้ถั่วลิสงงอกได้เร็วขึ้นนั้น อาจมีสาเหตุจากการขาดน้ำมีผลให้สัดส่วนการสะสม ABA ในเมล็ดถั่วลิสงลดลงเนื่องจากในสภาวะขาดน้ำพืชจะสะสม ABA ที่ใบเพิ่มขึ้นเพื่อชักนำให้ปากใบปิดเพื่อรักษาน้ำภายในต้นพืช (Hu *et al.*, 2010) ทั้งนี้ จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ตอบสนองได้ดีต่อการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น (ที่อายุเก็บรักษานาน 4 เดือน) ขณะเดียวกัน Promchote (2000) รายงานว่า สามารถเก็บรักษาถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ในรูปแบบเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึก ในสภาพอุณหภูมิห้อง นาน 9 เดือน

โดยถั่วลิสงยังมีความงอกในสภาพแปลงสูงกว่า 90% อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมีไขมันเป็นองค์ประกอบสูงประมาณ 45-53% (Higg, 2003) จึงส่งผลให้เกิดการเสื่อมคุณภาพจากการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของกรดไขมันอิสระ (Chanprasert, 2010) ดังนั้น โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงจึงสามารถเก็บรักษาได้นานประมาณ 6 เดือน (El-Saidy and Abd El-Hai, 2011)

ค่าการนำไฟฟ้า

การงดการให้น้ำในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ถั่วลิสง หรือระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง (ในรูปแบบฝัก) ที่แตกต่างกัน มีผลให้ถั่วลิสงมีค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการงดการให้น้ำช่วงพัฒนาเมล็ดถึงเมล็ดเต็มฝักมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ $26.81 \mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ขณะที่การงดการให้น้ำในช่วงอื่นมีค่าการนำไฟฟ้า ระหว่าง 20.61 - $22.09 \mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ สำหรับพันธุ์ถั่วลิสงนั้นพบว่า พันธุ์ไทนาน 9 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 เท่ากับ 23.38 และ $21.51 \mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ตามลำดับ ด้านการเก็บรักษาพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น ค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มสูงขึ้น โดยที่อายุเก็บรักษานาน 4 เดือน มีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ $24.81 \mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ขณะที่อายุเก็บรักษานาน 0 และ 2 เดือน มีค่าเท่ากับ 21.76 และ $20.77 \mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ตามลำดับ ทั้งนี้ พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการงดการให้น้ำ ถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์กับพันธุ์ถั่วลิสงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

การวัดค่าการนำไฟฟ้าเป็นวิธีการวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์วิธีหนึ่ง เนื่องจากการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์มีความสัมพันธ์กับการเสื่อมสภาพของเซลล์ภายในเมล็ดพันธุ์ ดังนั้น เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำจะมีโครงสร้างหรือเนื้อเยื่อของเซลล์ที่ไม่แข็งแรง เมื่อเมล็ดดูดน้ำเข้าไปจะส่งผลให้สารต่าง ๆ (เช่น น้ำตาล กรดอะมิโน และฟอสเฟต เป็นต้น) ที่มีอยู่ภายในเซลล์รั่วซึมออกมาได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ ทั้งนี้ ปริมาณสารที่รั่วซึมออกมาจะแปรผันตรงกับค่าการนำ

ไฟฟ้าที่วัดได้ กล่าวคือ หากมีปริมาณสารร่วซึมออกมา มากจะมีค่าการนำไฟฟ้ามากด้วยเช่นกัน (Sukprakarn, 2002) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การงดการให้น้ำช่วง พัฒนาเมล็ดถึงเมล็ดเต็มฝักมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด อาจ เนื่องมาจาก น้ำหรือความชื้นที่มีความสำคัญต่อการแบ่ง เซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ภายในเมล็ดที่กำลัง พัฒนาซึ่งมีอย่างจำกัดเป็นปัจจัยสำคัญต่อการควบคุมการ พัฒนาเมล็ด และกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่าง ที่เมล็ดกำลังพัฒนา (Schnyder and Baum, 1992) ขณะเดียวกัน การขาดน้ำมีผลให้กระบวนการการ สังเคราะห์ด้วยแสงลดลงและยังมีผลให้แรงดันเต่งภายใน ท่อลำเลียงอาหารลดลงด้วยเช่นกัน เนื่องจากมีน้ำไม่ เพียงพอต่อการขับเคลื่อน ดังนั้น ความหนืดของซูโครส ภายในท่อลำเลียงอาหารจึงสูงขึ้นซึ่งขัดขวางการ เคลื่อนย้ายสารอาหารสูงแหล่งสะสมอาหาร (Sink) ในที่นี้ หมายถึง เมล็ด นั่นเอง (Sevanto, 2014) ดังนั้น จึงส่งผล กระทบต่อพัฒนาการของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ขณะที่ถั่วลิสง พันธุ์ไทนาน 9 อาจมีองค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ด ที่สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 โดย Promchote *et al.* (2008) รายงานว่า เมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีองค์ประกอบของ ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และโปรตีน เท่ากับ 54.8, 21.5 และ 21.2% ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับพันธุ์เกษตร 1 (ถั่วลิสง เมล็ดขนาดใหญ่) ที่มีองค์ประกอบทางเคมี เท่ากับ 55.9, 21.7 และ 20.1% ตามลำดับ ขณะที่ KKFCRC (n.d.b) รายงานว่า เมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 9 มีองค์ประกอบ ของไขมันเพียง 37.8% เท่านั้น

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพเมล็ดถั่วลิสง

น้ำหนัก 100 เมล็ด ของถั่วลิสงมีความสัมพันธ์ ในทางตรงกันข้ามกับดัชนีความงอกและค่าการนำไฟฟ้า ในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่เปอร์เซ็นต์ความงอก มีความสัมพันธ์ในระดับสูงในทางตรงกันข้ามและ ในทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเวลาเฉลี่ย

ในการงอกและดัชนีความงอก ตามลำดับ ส่วนเวลาเฉลี่ย ในการงอกมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามในระดับสูง และในระดับต่ำซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ดัชนีความงอกและค่าการนำไฟฟ้า ตามลำดับ และดัชนี ความงอกมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำซึ่งแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติกับค่าการนำไฟฟ้า (Table 2) เมล็ด พันธุ์ที่มีคุณภาพดีควรมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและความ แข็งแรงสูง (Chanprasert, 2010) จากการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับลักษณะของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีดังกล่าว โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงจะ สามารถงอกได้เร็ว (เวลาเฉลี่ยในการงอกสั้น) และมีดัชนี ความงอกสูง ขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดความ แข็งแรงของเมล็ดมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ มากกว่าความงอกในสภาพแปลง อาจเนื่องมาจากค่าการ นำไฟฟ้าเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ด หรืออาจเกิดจากระยะเวลาในการเก็บรักษาอาจยังไม่ถึง ช่วงวิกฤตที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง เช่นเดียวกับที่ Promchote (2000) รายงานว่า สามารถ เก็บรักษาถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ในรูปแบบเมล็ดพันธุ์ ที่บรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึก ในสภาพอุณหภูมิห้องนาน 9 เดือน โดยถั่วลิสงยังมีความงอกในสภาพแปลงสูงกว่า 90%

สรุปผลการวิจัย

การงดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงพัฒนาเมล็ดถึงเมล็ด เต็มฝักมีผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น ขณะที่ ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (เปอร์เซ็นต์ ความงอก เวลาเฉลี่ยในการงอก และดัชนีความงอก) ดีกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 โดยถั่วลิสงทั้งสองพันธุ์สามารถเก็บ รักษาในสภาพห้องทั่วไปได้นาน 4 เดือน ซึ่งไม่ส่งผลต่อ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ และช่วงอายุการเก็บรักษาดังกล่าว มีผลให้ถั่วลิสงมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์สูงกว่าการเก็บรักษานาน 2 เดือน หรือก่อนการเก็บรักษา

Table 1 Peanut seed qualities affected by irrigation disruption at reproductive stages during various storage duration times

Factor	100 seed weight (g)	Germination (%)	Mean germination time; MGT (day)	Germination index; GI	Electrical conductivity; EC ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)
Irrigation (I)					
I ₁ ^{1/}	57.89	90.50	7.36 a ^{2/}	3.81	21.49 b
I ₂	57.11	90.50	7.02 bc	4.10	21.09 b
I ₃	56.73	88.33	7.08 b	3.89	22.25 b
I ₄	56.59	90.67	6.79 c	4.06	20.61 b
I ₅	56.10	88.50	6.84 c	3.96	26.81 a
F-test	ns	ns	**	ns	**
Cultivar (C)					
Khon Kaen 9	62.31 a	87.60 b	7.14 a	3.83 b	21.51 b
Tainan 9	51.46 b	91.80 a	6.90 b	4.10 a	23.38 a
F-test	**	**	**	**	**
Storage duration (S) (month)					
0	57.15 b	71.90 b	10.79 a	1.73 c	21.76 b
2	58.69 a	98.70 a	5.97 b	4.23 b	20.77 b
4	54.81 c	98.50 a	4.29 c	5.94 a	24.81 a
F-test	**	**	**	**	**
I x C	**	**	**	*	*
I x S	ns	ns	**	ns	ns
C x S	ns	**	ns	ns	ns
I x C x S	ns	**	*	ns	ns
C.V.(%)	5.21	9.24	5.79	10.38	12.68

^{1/}I₁ = well-watering, I₂ = Irrigation disruption at flowering to peg stage, I₃ = Irrigation disruption at peg stage to pod development stage, I₄ = Irrigation disruption at pod development stage to seed development stage, and I₅ = Irrigation disruption at seed development stage to maturation stage, ^{2/}Mean in the same column followed by different lowercase was significantly different at the 5% level of probability by DMRT. *=Significant at p<0.05, **=Significant at p<0.01, ns=not significant

Table 2 Correlation coefficients among seed qualities of peanut under irrigation disruption at reproductive stages

Trait	100 seed weight (g)	Germination (%)	Mean germination time; MGT (day)	Germination index; GI	Electrical conductivity; EC ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)
100 seed weight (g)	1				
Germination (%)	-0.169ns ^{1/}	1			
Mean germination time; MGT (day)	0.139ns	-0.799**	1		
Germination index; GI	-0.194*	0.798**	-0.972**	1	
Electrical conductivity; EC ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)	-0.457**	0.154ns	-0.246**	0.283**	1

^{1/}*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed), **Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), ns=not significant

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Association of Official Seed Analysis. 1983.

Seed Vigor Testing Handbook.

Contribution No.32. Lincon: Association of Official Seed Analysis. 89 p.

Boontang, S., T. Girdthai, S. Jogloy, C. Akkasaeng, N. Vorasoot, A. Patanothai and N. Tantisuwichwong. 2010. Responses of released cultivars of peanut to terminal drought for traits related to drought tolerance. **Asian Journal of Plant Sciences** 9(7): 423-431.

Chanprasert, W. 2010. **Seed Physiology.** Special ed. Bangkok: Extension and Training Office, Kasetsart University. 167 p. [in Thai]

Copeland, L.O. and M.B. McDonald. 1999.

Principles of Seed Science and

Technology. 3thed. Minneapolis:

Burgess Publishing Co. 409 p.

Department of Agriculture. 2020. **Peanut**

Tainan 9. [Online]. Available

<http://202.139.197.174/RecFront/Plant>

DetailPdf/18 (October 8, 2021). [in Thai]

_____. 2021. **Peanut Khon Kaen 9.** [Online].

Available <http://202.139.197.174/RecFront>

/PlantDetailPdf/353 (October 8, 2021).

[in Thai]

Dongsansuk, A. 2017. **Physiological Responses**

of Plants to Environments. 1sted.

Khon Kaen: Faculty of Agriculture,

Khon Kaen University. 131 p. [in Thai]

Ellis, R.H. and E.H. Roberts. 1980. The influence

of temperature and moisture on seed

viability period in barley (*Hordeum*

distichum L.). **Ann. Bot.** 45: 31-37.

El-Saidy, A.E.A. and K.M. Abd El-Hai. 2011.

Alleviation of peanut seed deterioration

during storage using biotic and abiotic

agents. **Res. J. Seed Sci.** 4(2): 64-81.

Field and Renewable Energy Crops Research

Institute. 2020. **Peanut Production**

Technology. Bangkok: Department of

Agriculture, Ministry of Agriculture and

Cooperatives. 10 p. [in Thai]

Ghassemi-Golezani, K., R. Lotfi and M. Norouzi.

2012. Seed quality of soybean cultivars

affected by pod position and waterstress

at reproductive stages. **The International**

Journal of Plant, Animal and

Environmental Sciences 2(2): 119-125.

Hassan, F.U. and M. Ahmed. 2012. Oil and fatty

acid composition of peanut cultivars

grown in pakistan. **Pak. J. Bot.**

44(2): 627-630.

Higg, J. 2003. The beneficial role of peanuts in

the diet-part 2. **Nutr. Food Sci.**

33: 56-64.

Hu, B., J. Cao, K. Ge and L. Ling. 2010. The site

of water stress governs the pattern of

ABA synthesis and transport in peanut.

Scientific Reports 6: 1-11.

International Seed Testing Association. 2010.

International Rules for Seed Testing:

Edition 2010. Bassersdorf: ISTA.

53 p.

Kasemsap, P. 2006. **Biology 2.** 1sted. Bangkok:

The Project of Science and Mathematics

Book, The Promotion of Academic

Olympiad and Development of Science

Education Foundation. 404 p. [in Thai]

Khon Kaen Field Crops Research Center. n.d.a.

Peanut Khon Kaen 6: Large-seeded in

Thai Peanut Cultivar. Khon Kaen: Field

and Renewable Energy Crops Research

Institute (FCRI), Department of

Agriculture. 5 p. [in Thai]

_____. n.d.b. **Peanut Khon Kaen 9: New**

Shelling Cultivar. Khon Kaen: Field and

Renewable Energy Crops Research

Institute (FCRI), Department of

Agriculture. 5 p. [in Thai]

Probert, R.J. and F.R. Hay. 2000. Keeping Seeds

Alive. pp 375-410. In Bewley S.D. (ed.)

Seed Technology and Its Biological Basis.

Sheffield: Sheffield Academic Press.

- Promchote, P. 2000. **Seed Deterioration of Peanut at Different Maturity Levels.** Master Thesis. Kasetsart University. 245 p. [in Thai]
- Promchote, P., J. Duangpatra and W. Chanprasert. 2008. Seed composition and physiological changes in Thai peanut cv. Kaset 1 and Tainan 9 during maturation. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 42: 407-416.
- Righetti, K., J.L. Vu, S. Pelletier, B.L. Vu, E. Glaab, D. Lalanne, A. Pasha, R.V. Patel, N.J. Provart, J. Verdier, O. Leprince and J. Buitinka. 2015. Inference of longevity-related genes from a robust coexpression network of seed maturation identifies regulators linking seed storability to biotic defense-related pathways. **Plant Cell** 27: 2692-2708.
- Schnyder, H. and U. Baum. 1992. Growth of the grain of wheat (*Triticum aestivum* L.) the relationship between water content and dry matter accumulation. **Eur. J. Agron.** 1: 51-57.
- Sevanto, S. 2014. Phloem transport and drought. **J. Exp. Bot.** 65: 1751-1759.
- Songsri, P., S. Jogloy, T. Kesmala, N. Vorasoot, C. Akkasaeng, A. Patanothai and C.C. Holbrook. 2008. Response of reproductive characters of drought resistant peanut genotypes to drought. **Asian J. Plant Sci.** 7: 427-439.
- Sukprakarn, S. 2002. **Horticultural Seed Testing Laboratory.** 5thed. Bangkok: Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University. 211 p. [in Thai]
- Teekachunhatean, T. 1997. **Development of seed dormancy in peanuts (*Arachis hypogaea* L.) variety Khon Kean 60-1, Khon Kean 60-3 and Tainan 9.** [Online]. Available <http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/bitstream/123456789/860/1/bib269.pdf> (November 13, 2021). [in Thai]
- _____. 2006. **Development of seed dormancy in peanuts (*Arachis hypogaea* L.) variety Khon Kaen 60-1, Khon Kaen 60-3 and Tainan 9.** [Online]. Available http://ird.sut.ac.th/ird_engine/view_detail.php?mode=research&id=3 (November 13, 2021).
- Thongket, T. 2009. **Seed quality monitoring.** [Online]. Available <https://www.thastacom/pdf/article/การดูแลรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์.pdf> (November 17, 2020). [in Thai]
- Xu, P., G. Tang, W. Cui, G. Chen, C.L. Ma, J. Zhu, P. Li, L. Shan, Z. Liu and S. Wan. 2020. Transcriptional differences in peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds at the freshly harvested, after-ripening and newly germinated seed stages: insights into the regulatory networks of seed dormancy release and germination. **PLoS ONE.** 15(1): e0219413.