

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการสุกแก่และการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ต่อความงอก ความแข็งแรง และการรั่วไหลของ
เมล็ดพันธุ์ั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษา

Effect of seed maturity and desiccation on germination, vigor
and leachate of soybean seeds during storage.



TQ99934



โดย

นางสาวทวิพร มลิรัตน์
นางสาวนาถวดี เขตต์เขื่อน

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.อารมย์ ศรีพิจิตรต์

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ป.ท.

ทอ 213๘ เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

2542

พุทธศักราช 2542

เลขหมู่.....

99934

เลขทะเบียน.....

วันที่.....

17 Jun 2000

ขอสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
โดยไม่ได้รับอนุญาต หากฝ่าฝืนจะถือว่าผิดกฎหมายและต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

ผลของการสุกแก่และการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ต่อความงอก ความแข็งแรง และการรั่วไหลของ
เมล็ดพันธุ์ั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษา

Effect of seed maturity and desiccation on germination, vigor
and leachate of soybean seeds during storage.

โดย

นางสาวทวิพร มลิรัตน์
นางสาวนาถวดี เขตต์เขื่อน

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

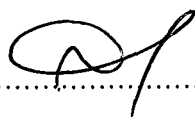


(ผศ.ดร.อารมย์ ศรีพิจิตรต์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

๒/พ
๓๒/๓ ๘
๖๕๔๒

ภาควิชารับรองแล้ว



(ผศ.ดร.สมยศ เดชภีรัตนมงคล)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ ๒ เดือน..... พ.ศ. ๒๕๖๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในระดับปริญญาตรี การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ได้รับการอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.อารมย์ ศรีพิจิตร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาตลอดจนการควบคุมดูแลและสอนเทคนิคต่างๆ อย่างใกล้ชิด ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลองพร้อมทั้งตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ รศ.ดร.ปัญญา โพธิ์รัฐดิรัตน์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้ความรู้ทางด้านสถิติ

ขอขอบคุณบิดาและมารดา ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาและคอยเป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด

ท้ายสุดนี้ ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ที่ให้คำแนะนำและการช่วยเหลือ ทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี



นางสาวทวิพร มลิรัตน์
นางสาวนาถวี เขตต์เขื่อน
มิถุนายน 2543

เรื่อง :ผลของการสุกแก่และการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ต่อความงอก ความแข็งแรง และการรั่วไหล ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษา

Effect of seed maturity and desiccation on germination, vigor and leachate of soybean seeds during storage .

โดย :นางสาวทวิพร มลิรัตน์

นางสาวนาถวี เขตต์เขื่อน

สาขา :เทคโนโลยีการผลิตพืช

ภาควิชา :เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ :เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา :ผศ.ดร. อารมย์ ศรีพิจิตรต์

บทคัดย่อ

การเก็บเกี่ยวเมล็ดที่สุกแก่ทางสรีรวิทยา (PM) และลดความชื้นในที่รุ่มน้ำที่จะเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาไว้ซึ่งคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merr.) การศึกษานี้เป็นการวิจัยเพื่อประเมินถึงผลของการสุกแก่ของเมล็ดและการลดความชื้นต่อความงอก ความแข็งแรงและการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษา เก็บเกี่ยวเมล็ดที่ระยะ PM และเมื่อสุกแก่ในระยะที่เก็บเกี่ยวได้ (HM) ไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์เบื้องต้น ลดความชื้นโดยไม่ต้องนวดเมล็ดให้แห้งอย่างช้าๆ ภายในรุ่มของห้องปฏิบัติการและให้แห้งอย่างรวดเร็วด้วยแสงอาทิตย์ นวดเมล็ดด้วยมือเมื่อความชื้นเมล็ดลดลงเหลือ 14 – 15 % และลดความชื้นต่อไปจนกระทั่งเมล็ดมีความชื้น 8 – 9 % การทดลองทั้งหมดไม่มีผลเสียอย่างมีนัยสำคัญต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา ยกเว้นเมล็ดที่ PM ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ที่แสดงการลดลงของการงอกในไร่และอัตราการเจริญของต้นกล้าเมื่อเก็บรักษาได้ 120 วัน ถึงแม้ว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงในความงอกของทุกการทดลอง การเสื่อมสภาพได้ปรากฏออกมาให้เห็น โดยการลดลงของ TZ1 และการเพิ่มขึ้นของ TZ3 ถึง TZ5 อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้เกิดขึ้นเล็กน้อยในเมล็ดที่ PM ซึ่งลดความชื้นในที่รุ่ม เมล็ดที่ HM ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ แสดงการรั่วไหลของเมล็ดออกมาให้เห็นในระยะเริ่มแรกของการคูดน้ำตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 90 วัน ในขณะที่เมล็ดที่ PM มีการรั่วไหลเกิดขึ้นเมื่อเก็บรักษาไปได้ 120 วัน ผลการทดลองนี้เสนอแนะว่าการเก็บเกี่ยวเมล็ดที่ PM และลดความชื้นในที่รุ่มสามารถที่จะรักษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไว้ได้ในการเก็บรักษา วิธีการนี้น่าที่จะเหมาะสมสำหรับเกษตรกรที่จะเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ได้เร็วขึ้นเพื่อหลีกเลี่ยงจากการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เนื่องจากสภาพอากาศไม่เหมาะสมภายหลังการสุกแก่

ที่ PM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

Harvesting seeds at physiological maturity (PM) and drying in the shade offer an effective mean for maintenance of seed quality in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). The present study was conducted to evaluate the effect of stages of seed maturity and desiccation on germination, vigor and leachate of soybean seeds during storage. The seeds were harvested either at PM or at harvest maturity (HM), and then the seeds were tested for initial quality and allowed to air – dry in intact pods either slowly under shade in the laboratory or rapidly in full sunlight. The seeds were hand shelled when seed moisture content of 14 – 15 % was achieved and further dried until moisture content of 8 – 9 % was obtained. All the treatments had no significantly detrimental influence on seed germination and vigor during storage. Except seed at PM with sun drying showed decline in field emergence and seedling growth rate at 120 days of storage. Although, there was no change in seed germination of all treatments. Deterioration appeared by reduction of TZ1 and increase of TZ3 to TZ5. However, such change was small in seed at PM with shade drying. Seed at HM with sun drying showed apparent seed leachate at early imbibition through storage period up to 90 days, whereas seed at PM with sun drying showed leachate at 120 days of storage. The results suggested that harvested seeds at PM and drying in the shade could maintain seed quality in storage. This would be a practical method for the farmer to harvest seed earlier and thus avoid from field weathering.

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(1)
สารบัญภาพ	(2)
กําน่า	1
วัตถุประสงค์	3
ตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	8
ผลการทดลอง	13
วิจารณ์ผลการทดลอง	35
สรุปผลการทดลอง	38
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก	45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

Table		หน้า
1	Effect of maturity stage, drying and storage period on germination (SG) (%) and viability (TZ test) (%) of soybean seeds cv. SJ5.	15
2	Effect of maturity stage, drying and storage period on field emergence (%), germination after accelerated aging (AA) (%), speed of germination, SGR (mg/seedling), shoot and root length (SL and RL), electrical conductivity of leachate ($\mu\text{s}/\text{cm}/\text{seed}$) of soybean seeds cv. SJ5.	16
3	Effect of maturity stage, drying and storage period on TZ staining pattern of soybean seeds cv. SJ5.	19



สารบัญภาพ

Figure		หน้า
1	Change in moisture content of soybean seeds cv. SJ5 harvested at PM and HM and dried with shade or sun drying.	14
2	Staining pattern of soybean seeds, cv. SJ5, after TZ test. The seeds were harvested at PM and HM and dried with shade or sun drying.	20
3	Changes in conductivity of seed leachate from soybean seeds, cv. SJ5, stored for various periods of 0 day, 30 days, 60 days, 90 days and 120 days at room temperature.	26
4	Effect of seed maturity and drying during storage membrane damage as showed by staining with Evans blue.	29



คำนำ

ถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merr.) เป็นพืชเศรษฐกิจและพืชน้ำมันที่สำคัญพืชหนึ่งของประเทศไทย เมล็ดแก่มีโปรตีนประมาณ 50 % น้ำมันประมาณ 20 % (พิชัย, 2528) เมล็ดถั่วเหลืองสามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมแปรรูปเป็นอาหารและเครื่องดื่ม เช่น เต้าเจี้ยว เต้าหู้ และนมถั่วเหลือง (ลิลลี่, 2537) ความต้องการถั่วเหลืองในประเทศไทยนั้นเพิ่มขึ้นทุกๆ ปีแต่กำลังการผลิตภายในประเทศยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ ในแต่ละปีจึงต้องนำเข้าถั่วเหลืองในรูปเมล็ด น้ำมัน และกากถั่วเหลือง (soybean meal) ปีละไม่ต่ำกว่า 5,000 ล้านบาท รัฐบาลเล็งเห็นถึงความสำคัญของถั่วเหลือง จึงได้มีการส่งเสริมการผลิตถั่วเหลืองมาโดยตลอด ไม่ว่าจะเป็นในด้านการขยายพื้นที่เพาะปลูกหรือการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้มากขึ้น ทั้งนี้เพื่อตอบสนองการขยายตัวด้านอุตสาหกรรมการแปรรูปต่างๆ เป็นสำคัญ

ในปัจจุบันการปลูกถั่วเหลืองยังไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศ เนื่องจากในระยะที่ผ่านมายังประสบกับปัญหาหลายประการซึ่งทำให้ผลผลิตต่อไร่ไม่สูงเท่าที่ควร สาเหตุเนื่องมาจากการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองผันแปรตามสภาพแวดล้อมได้ง่าย (วรราชดี, 2524) สาเหตุอีกประการหนึ่งที่สำคัญคือ คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งมีผลอย่างมากต่อการผลิตและผลผลิตของพืช (Gelmond *et al.*, 1978) โดยเฉพาะในสภาวะที่มีปัจจัยการผลิตจำกัด การใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสามารถลดความเสี่ยงของการผลิตพืชได้ โดยทั่วไปแล้วการปลูกพืชไร่ส่วนใหญ่เมล็ดพันธุ์ถือเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่มีความสำคัญหากพันธุ์ที่เลือกใช้เป็นพันธุ์ดีเหมาะสมต่อท้องถิ่นปลูก และใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงแล้วย่อมทำให้การดูแลและการจัดการการผลิตในเวลาต่อๆ มาง่ายและสะดวกขึ้น การใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงปลูกจะให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ 10-50 % (ทวี, 2526; วันชัยและจวงจันทร์, 2533)

ในประเทศไทยการผลิตเมล็ดพันธุ์จำหน่ายของถั่วเหลืองยังมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังเช่นในปี 2538 ผลิตได้ 11,325 ตัน ขณะที่ความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ในปี 2538/2539 เป็น 18,810 ตัน คิดเป็น 60 % ของความต้องการ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2539) อย่างไรก็ตามถั่วเหลืองเป็นพืชที่เกษตรกรสามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เองได้ หรือซื้อจากร้านค้าท้องถิ่นซึ่งเกษตรกรมักประสบปัญหาเรื่องคุณภาพอยู่เสมอ ในด้านความบริสุทธิ์หรือความงอกของเมล็ด ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น การดูแลพืชก่อนการเก็บเกี่ยว ระยะเวลาและวิธีการเก็บเกี่ยว รวมไปถึงการปฏิบัติต่างๆ ต่อเมล็ดหลังการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา ล้วนเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ทั้งสิ้น ดังนั้นการผลิตเมล็ดพันธุ์ดีนอกจากจะต้องให้ตรงตามพันธุ์ที่ต้องการแล้วเมล็ดต้องมีคุณภาพดี คือมีความงอกและความแข็งแรงสูง และมีความสามารถในการเก็บรักษาดี นอกจากนี้ความแปรปรวนของอากาศในแปลงปลูกก็มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ทั้งในระยะก่อนและหลังการสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological maturity, PM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามทฤษฎีแล้วเมล็ดถั่วเหลืองจะมีคุณภาพสูงสุด เมื่อเมล็ดสุกแก่ที่ PM (Delouche, 1974) การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหลังจากเมล็ดสุกแก่ที่ PM รวดเร็วเท่าใดจะมีผลทำให้เมล็ดถั่วเหลืองได้รับผลกระทบจากสภาพความแปรปรวนของอากาศในแปลงปลูกน้อยลงเท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกถั่วเหลืองในฤดูฝน ซึ่งขณะเก็บเกี่ยวอาจมีฝนตกเป็นผลให้เมล็ดที่ได้มีคุณภาพต่ำ ดังนั้นการเก็บเกี่ยวให้เร็วขึ้นกว่าปกติหลังจากเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้วโดยมีการลดความชื้นที่ดีอาจเป็นวิธีที่จะช่วยรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ไม่ให้เสื่อมไปอย่างรวดเร็ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการสุกแก่และวิธีการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยแสงอาทิตย์และการฝังในที่
รุ่มต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะมีคุณภาพดีที่สุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity, PM) ระยะเวลาเป็นระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด (Delouche, 1974) เมล็ดมีการพัฒนาทั้งทางด้านสัณฐานวิทยาและทางสรีรวิทยาอย่างสมบูรณ์เต็มที่ (จวงจันท์, 2523) ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ด คือเมื่ออาหารเคลื่อนย้ายไปยังเมล็ดมากขึ้น เมล็ดก็จะมี ความงอกและความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น (Bishnoi, 1974) นับจากวันออกดอกจนถึงระยะ PM จะใช้เวลาประมาณ 49-65 วัน ในระยะนี้เมล็ดถั่วเหลืองมีความชื้นประมาณ 30-50% (นงลักษณ์และสุรัตน์, 2531) และเมล็ดจะมีความแข็งแรงและความงอกหรือความมีชีวิตสูงสุดด้วย (Delouche, 1974) หลังระยะ PM ไปแล้วแม้ว่าความงอกของเมล็ดยังคงสูงอยู่แต่ขนาดของเมล็ด น้ำหนักแห้ง ความชื้น และความแข็งแรงของเมล็ดถั่วเหลืองจะลดลง (Delouche, 1974) ฉะนั้นเมื่อเมล็ดถั่วเหลืองถึงระยะ PM แล้วจึงควรเก็บเกี่ยวเมล็ดโดยทันที แต่เนื่องจากที่ระยะ PM นี้ ความชื้นภายในเมล็ดค่อนข้างสูง จึงไม่เหมาะที่จะเก็บเกี่ยว หากทำการเก็บเกี่ยวจะต้องตากหรืออบเมล็ดเพื่อลดความชื้นของเมล็ดให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษา เมล็ดที่เก็บเกี่ยวขณะที่เมล็ดมีความชื้นสูงจะเก็บรักษาไว้ไม่ได้นาน (Thomson, 1979) ความชื้นที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองคือ เมื่อเมล็ดมีความชื้น 13% หากทำการเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วเหลืองเมื่อเมล็ดมีความชื้น 20% เมล็ดจะเสียหายมาก แต่ถ้าเก็บเกี่ยวเมื่อเมล็ดมีความชื้น 15% จะมีความเสียหายเกิดขึ้นบ้างเล็กน้อย (Tanner and Hume, 1978) เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง ได้เมื่อลำต้นและใบเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองหรือเมื่อใบเริ่มร่วง (Burris, 1973)

เมล็ดถั่วเหลืองที่ PM ถ้าถูกทิ้งไว้ในแปลงปลูกจะทำให้คุณภาพของเมล็ดลดลง เนื่องจากความชื้นในเมล็ดจะเปลี่ยนไปตามระดับความชื้นของบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เป็นผลทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น (Mondragon and Potts, 1974) ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเมล็ดที่ทิ้งไว้ในแปลงหลังระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ความงอกเมล็ดลดลง (Green *et al.*, 1966 และ Metzger, 1967) ซึ่งเกิดจากการแตกร้าวของเชื้อหุ้มเมล็ด โดยมีสาเหตุมาจาก สภาพลมฟ้าอากาศ และแมลงต่างๆ (Meada *et al.*, 1980)

สภาพแวดล้อมทั้งก่อนและหลังการสุกแก่ของเมล็ดมีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะเมล็ดที่ถูกฝนก่อนการเก็บเกี่ยวจะเกิดความเสียหายทั้งด้านกายภาพและด้านคุณภาพ ด้านกายภาพเมล็ดที่ถูกฝนมีการดูดน้ำอย่างรวดเร็ว และจะคายน้ำออกสู่บรรยากาศเมื่ออากาศแห้งทำให้เมล็ดขุ่นและมีรอยแตกที่เชื้อหุ้มเมล็ด ส่วนความเสียหายทางด้านคุณภาพพบว่า การที่มีฝนตกหนักบ่อยๆ ทำให้ความงอกลดลง (Delouche, 1971) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวล่าช้าจะมีความงอกลดลง และถ้าถูกฝนในขณะที่เก็บเกี่ยวจะทำให้มีความเสียหายเพิ่มขึ้น (Costa, 1980) ความงอกมาตรฐานและความงอกในไร่ของเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4 ที่เปียกฝนในขณะที่เก็บเกี่ยวต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เปียก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝน โดยเฉพาะความงอกในไร่จะแตกต่างกันมาก (ชนินาฏ และคณะ, 2521) อัตราเสื่อมของเมล็ดถั่วเหลืองที่เปียกฝนจะลดลงเร็วกว่าชนิดที่ไม่เปียกฝนเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (รัชนิ และคณะ, 2521)

เมล็ดถั่วเหลืองจะมีคุณภาพสูงสุดที่ PM ดังนั้นการเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วเหลืองโดยเร็วในระยะดังกล่าวจะทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพดี แต่ปัญหาก็คือเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงจึงต้องลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย อุณหภูมิที่ใช้ในการลดความชื้นมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์โดยขึ้นกับระดับของอุณหภูมิ เมล็ดถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวที่ PM มีความชื้นประมาณ 49% เมื่อนำมาลดความชื้นที่อุณหภูมิ 43 ° และ 33 ° ซ ทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพต่ำ (Metzer, 1967) การลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง โดยใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 °, 60 ° และ 65 ° ซ ทำให้ความงอกลดลงมากกว่าการเป่าลมที่ระดับอุณหภูมิห้อง (Ghaly and Sutherland, 1983) การแตกร้าวของเชื้อหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองจะเพิ่มมากขึ้นไปตามระดับอุณหภูมิที่สูงขึ้น (White *et al.*, 1976) การแตกร้าวของเชื้อหุ้มเมล็ดเกิดจากการใช้อุณหภูมิสูงในการลดความชื้นเมล็ดที่มีความชื้นสูง และยังพบว่าที่ความชื้นสัมพัทธ์ 40% จะไม่มีผลต่อการแตกร้าวของเมล็ด (Young and Misra, 1981) การลดความชื้นมีผลต่อการแตกร้าวของเชื้อหุ้มเมล็ดและการลดลงของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยจะเกิดความเสียหายต่อเมล็ดมากขึ้นถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในการลดความชื้นลดต่ำลง การลดความชื้นเป็นสาเหตุการแตกร้าวของเมล็ด ซึ่งมีผลทำให้ความงอกลดลงจาก 93–96% เป็น 83% (Sosnowski *et al.*, 1989) ความชื้นของเมล็ดขณะเริ่มต้นและอุณหภูมิในการลดความชื้นเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการแตกร้าวของเชื้อหุ้มเมล็ด (Ting *et al.*, 1980) การนวดเมล็ดถั่วเหลืองด้วยมือ การลดความชื้น โดยใช้อุณหภูมิต่ำ (ไม่เกิน 38 ° ซ) จะช่วยรักษาความงอกไว้ได้ 12 เดือน หลังเก็บรักษา (Sangakkara, 1988 และ Overhults *et al.*, 1973)

เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าเมล็ดพืชชนิดอื่น เนื่องจากมีองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่เป็นไขมัน ซึ่งจะถูกออกซิไดซ์เป็นกรดไขมันอิสระได้ง่ายจึงเป็นสาเหตุให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเก็บรักษาไว้ได้ไม่นาน (Ching, 1973) ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเหลืองให้มีชีวิตยาวนานจึงควรเก็บเมล็ดที่มีความงอกและความแข็งแรงเบื้องต้นสูงโดยเก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่เหมาะสม เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการที่ถูกต้อง เมล็ดต้องผ่านการนวด ทำความสะอาดเบื้องต้น การตากหรืออบให้แห้ง และทำการคัดแยกทำความสะอาดเมล็ด เมล็ดที่ผ่านการปรับปรุงสภาพแล้วเป็นเมล็ดที่มีคุณภาพเหมาะแก่การเก็บรักษา (Delouche, 1968b) ประวัติความเป็นมาของเมล็ด เริ่มตั้งแต่ปลูก ชนิดและพันธุ์ที่ปลูก การดูแลในระหว่างปลูก การเก็บเกี่ยว การอบการตาก การคัดแยกทำความสะอาด บรรจุหีบห่อ จนกระทั่งวิธีการนำเมล็ดนั้นมาเก็บรักษา ล้วนมีผลต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (จวงจันทร, 2523) ความแตกต่างในกระบวนการต่างๆ เหล่านี้มีผลทำให้เมล็ดพืชในแต่ละกอง (lot) มีคุณภาพต่างกัน สิ่งเหล่านี้เป็นตัวบ่งชี้ว่าเมล็ดนั้นจะเก็บรักษาไว้ได้นานเพียงใด (Delouche and Baskin, 1973) เมล็ดถั่วเหลืองที่มีระดับความสุกแตกต่างกันจะมีความยาวนานในการเก็บรักษาและความมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชีวิตที่ต่างกันเมื่อเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้อง และเมื่อนำเมล็ดที่ได้รับการคัดเลือกจากความเสียหายจากการนวดมาเก็บรักษาความงอกของเมล็ดจะลดลงอย่างรวดเร็ว (นงลักษณ์, 2524)

เมล็ดถั่วเหลืองมีคุณสมบัติเป็น hygroscopic คือสามารถถ่ายเทความชื้นกับบรรยากาศรอบๆ ได้จนกว่าแรงดันไอน้ำภายในกับภายนอกจะอยู่ในภาวะสมดุล ถ้าบรรยากาศรอบๆ เมล็ดมีความชื้นสูงจะทำให้เมล็ดมีความชื้นสูง แต่ถ้าบรรยากาศมีความชื้นต่ำเมล็ดก็จะถ่ายเทความชื้นออกจากเมล็ด ความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศรอบๆ เมล็ดจึงเป็นตัวกำหนดความชื้นของเมล็ด ดังนั้นเมล็ดที่เก็บไว้ในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงความชื้นในเมล็ดจะเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพไปอย่างรวดเร็ว (Boyd *et al.*, 1975) เนื่องจากอาหารที่สะสมไว้ในเมล็ดถูกใช้ไปในกระบวนการหายใจ มีผลทำให้ความร้อนภายในภาชนะเก็บสูงขึ้นจนทำให้เมล็ดตายได้ อุณหภูมิจึงเป็นปัจจัยอีกอย่างหนึ่งในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์จะสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้นเมื่อลดอุณหภูมิลง ความเย็นมีผลทำให้กิจกรรมต่างๆ ภายในเมล็ดลดลง (Bass *et al.*, 1961) ในเขตร้อนชื้นที่มีสภาพความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศและอุณหภูมิสูง ควรเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในห้องที่ปิดมิดชิด โดยมีอุณหภูมิประมาณ 20–22 °ซ หรือต่ำกว่า และมีความชื้นสัมพัทธ์ 60% หรือต่ำกว่า จะสามารถเก็บรักษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไว้คงสภาพอยู่ได้นาน 8–9 เดือน (Delouche, 1975)

เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาไว้อย่างปลอดภัยควรมีความชื้นในเมล็ดต่ำ ถ้าความชื้นในเมล็ดสูงกิจกรรมต่างๆ ภายในเมล็ดจะเกิดขึ้นมากกว่าปกติ เช่น อัตราการหายใจสูง เกิดความร้อนสูงและโรคแมลงเข้าทำลายได้ง่าย (Halder and Gupta, 1980) การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงภายในระยะเวลา 11 วัน หลังจากเริ่มเก็บรักษาความงอกจะลดลงอย่างรวดเร็ว (Wolf and Cawan, 1971) ในสภาพการเก็บรักษาเดียวกัน เมล็ดที่มีความชื้นสูงจะเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าเมล็ดที่มีความชื้นต่ำ (McDonald, 1977) การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้นต่ำเกินไปอาจจะมีผลต่อคุณภาพของเมล็ด ได้เช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากการที่ความชื้นในเมล็ดต่ำเกินไปจะมีผลทำให้ส่วนต่างๆ ของเมล็ดได้รับอันตราย เช่น เปลือกหุ้มเมล็ดแตก (Green *et al.*, 1966) เมล็ดที่มีความชื้นต่ำ (6.7%) เมื่อนำไปปลูกพบว่า ค่อนข้างมีลักษณะผิดปกติคือ รากอ่อนขาด หรือมีแต่ส่วนของใบเลี้ยงเท่านั้นที่เจริญเติบโต (Hobb and Obendorf, 1972) การนำเมล็ดที่มีความชื้นต่ำมาเพิ่มความชื้นให้สูงขึ้นโดยนำเมล็ดไปไว้ในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง จนกระทั่งเมล็ดนั้นมีความชื้นภายในเมล็ดเพิ่มขึ้นจนอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายจากการคุดน้ำอย่างรวดเร็วแล้วจึงนำเมล็ดนั้นมาปลูก

เมล็ดที่ลดความชื้นจนกระทั่งความชื้นอยู่ในระดับเหมาะสมแล้วหากเก็บไว้ในสภาพของอุณหภูมิห้องธรรมดาเป็นเวลานาน ความชื้นเมล็ดจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดการถ่ายเทความชื้นกับบรรยากาศเป็นผลทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น ดังนั้นจึงควรนำเมล็ดมาเก็บในภาชนะที่ผนึกแน่นสนิท (Hor, 1977) ความชื้นเมล็ดที่เหมาะสมในการบรรจุในภาชนะที่ผนึกแน่นสนิทนั้น เมล็ดที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแป้งควรมีความชื้นต่ำกว่า 8% และเมล็ดที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นไขมันควรมีความชื้นต่ำกว่า 6% (Christensen and Kaufman, 1969) ภาชนะที่ใช้ในการเก็บเมล็ดในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะนี้ควรเป็นวัสดุที่สามารถป้องกันการถ่ายเทความชื้นของเมล็ดกับบรรยากาศ (Clark and Bass, 1975) เช่น ถุงพลาสติกที่มีความหนาย่างต่ำ 7 mil (1 mil = 1/1000 นิ้ว) กระจายอุณหภูมิเนื้อมขวดแก้ว (จวงจันทร, 2521) การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้น 8.6% ในภาชนะโลหะปิดสนิทจะมีความงอกสูงกว่าการเก็บรักษาเมล็ดที่มีความชื้น 10.7 และ 12.5% โดยความงอกลดลงจาก 94 เป็น 89% (Ravala *et al.*, 1980) เมล็ดที่มีความชื้น 6 และ 8% สามารถรักษาความมีชีวิตไว้ได้เมื่อเก็บไว้ในภาชนะแก้วปิดแน่นสนิท (Sripichitt *et al.*, 1989) การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในภาชนะผนึกแน่นสนิทนั้น เมล็ดจะต้องมีความชื้นต่ำกว่าการเก็บไว้ในสภาพห้องเก็บปกติ เนื่องจากในสภาพปกตินั้นเมล็ดสามารถถ่ายเทหรือแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศ แต่ในภาชนะที่ผนึกแน่นสนิทนั้นบรรยากาศภายในภาชนะที่บรรจุเมล็ดจะถูกกำหนดโดยความชื้นของเมล็ด ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะที่บรรจุเมล็ดสูงขึ้น เช่นที่อุณหภูมิ 21 °ซ ถั่วเหลืองมีความชื้น 12% จะมีผลทำให้บรรยากาศภายในภาชนะที่บรรจุเมล็ดแบบปิดแน่นสนิทที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 60% ดังนั้นควรลดความชื้นในเมล็ดให้ต่ำลงอีก 2-3% เพื่อให้ความชื้นภายในภาชนะบรรจุไม่สูงเกิน 60% (Delouche, 1968)



วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องแก้ว

1. Petri dish
2. Beaker
3. Cylinder

อุปกรณ์สำหรับเพาะ

1. กระดาษเพาะ (Paper towel)
2. ถังพลาสติก ขนาด 35.5×55.5 ซม.
3. ตู้เพาะ (Incubator)
4. ถังพลาสติกสำหรับเพาะ ขนาด $18 \times 27 \times 10$ ซม
5. ทรายละเอียด
6. ดินผสม
7. เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5

เครื่องมือวัดค่าการนำไฟฟ้า

1. Jenway 4041 conductivity meter และ PCM 121 (K) conductivity cell

เครื่องมือวัดการดูดน้ำ

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า (ทศนิยม 3 ตำแหน่ง)

สารเคมี

1. Evans blue
2. 2, 3, 5 – Triphenyl tetrazolium chloride (TTC)

อุปกรณ์ในการเก็บรักษา

1. ถังพลาสติก
2. กระป๋องพลาสติกพร้อมฝา
3. ขางรัด
4. พาราฟิล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

เมล็ดพันธุ์ขยาย ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ผลผลิตที่อำเภอถาน สัก จังหวัดอุทัยธานี ภายใต้การควบคุมของศูนย์ขยายพันธุ์พืชที่ 4 จังหวัดชัยนาท โดยปลูกเมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2542 สุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ด้วยมือ 2 ครั้ง ครั้งแรกวันที่ 29 ตุลาคม 2542 เป็นเมล็ดพันธุ์ที่สุกแก่ในระยะ PM (ฝักเป็นสีเหลืองโดยสมบูรณ์) ครั้งที่ 2 เก็บวันที่ 4 พฤศจิกายน 2542 เมื่อเมล็ดสุกแก่ในระยะ HM (ฝักเป็นสีน้ำตาล) นำเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในแต่ละระยะการสุกแก่มา ตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นและลดความชื้น หลังจากลดความชื้นแล้วนำเมล็ดพันธุ์มาตรวจสอบคุณภาพก่อนทำการเก็บรักษา

วิธีการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์

นำเมล็ดที่เก็บเกี่ยวในระยะ PM และ HM มาลดความชื้นดังนี้

1. การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยแสงอาทิตย์ (Sun drying) นำเมล็ดถั่วเหลืองที่ยังไม่ได้ นวด วางลงบนตะแกรง (80 × 120 × 52.5 ซม) มาตากในที่กลางแจ้งเพื่อให้ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ เคลี่ยให้เป็นชั้นบางๆ ให้ทั่วทั้งตะแกรง เคลี่ยเมล็ดกลับไปมาวันละ 3 ครั้ง เพื่อให้เมล็ดแห้ง โดยทั่วถึงกัน จนกระทั่งความชื้นของเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 14-15% จึงทำการนวดเมล็ดด้วยมือ และลดความชื้นต่อไปจนกระทั่งความชื้นของเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 8-9% จึงนำเมล็ดมาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ย้อมสีด้วย TZ และ Fast green และ membrane permeability ก่อนการเก็บรักษา

2. การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ในที่ร่ม (Shade drying) นำเมล็ดถั่วเหลืองที่ยังไม่ได้ นวด มาผึ่งลมบนตะแกรง (79 × 151 × 45 ซม) ในห้องปฏิบัติการ ปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วจนกระทั่งความชื้นเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 11% ซึ่งเป็นระดับที่สมดุลกับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากเราต้องการความชื้นเมล็ดให้ลดลงเหลือประมาณ 8-9% เพื่อการเก็บรักษา เราจึงใช้ซิลิกาเจลช่วยลดความชื้น โดยใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 20 : 1 (เมล็ด : ซิลิกาเจล) (อารมย์, 2533) จนกระทั่งเมล็ดมีความชื้นประมาณ 8-9% จึงทำการตรวจสอบด้วยวิธีการต่างๆ ดังกล่าวมาแล้ว ก่อนการเก็บรักษา

การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

ก่อนการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทำการปรับระดับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นต่ำกว่า 10% ให้อยู่ประมาณ 11-12% เพื่อป้องกันการแตกร้าวของเนื้อเยื่อเนื่องจากการดูดน้ำอย่างรวดเร็ว แล้วจึงทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในด้านต่างๆ ดังนี้

1. การตรวจสอบความงอก

นำเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 25 เมล็ด วางบนกระดาษเพาะ (Paper towel) ที่ทำให้ชื้นด้วยน้ำกลั่น แล้วม้วนกระดาษหลวมๆ ใส่ในถุงพลาสติกที่เติมน้ำกลั่นปริมาณเล็กน้อยแล้วใช้ขางรัดปากถุง เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25^oซ ประเมินผลหลังเพาะได้ 8 วัน (ISTA, 1976)

2. การตรวจสอบความแข็งแรง

การตรวจสอบความแข็งแรงที่ใช้มีดังนี้

2.1 อัตราการเจริญของต้นกล้า (Seedling growth rate, SGR)

นำเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 25 เมล็ด เพาะตามวิธีการตรวจสอบความงอกมาตรฐาน วางเมล็ดโดยให้ Micropyle หันไปทางขอบบนของกระดาษเพาะแถวแรกห่างจากขอบกระดาษด้านบน 6.5 ซม แถวที่ 2 ห่าง 13 ซม วางเมล็ดให้หลวมกัน ในแต่ละแถว (AOSA, 1983) อบที่อุณหภูมิ 25^oซ นาน 8 วันในที่มืด ประเมินผลโดยวัดความยาวยอดและราก (มม) และหาน้ำหนักแห้งของต้นกล้าโดยนับเฉพาะจำนวนต้นกล้าที่งอกปกติ แล้วใช้มีดโกนตัดใบเลี้ยงของต้นกล้าทิ้ง นำต้นกล้าที่ได้ใส่ถุงกระดาษอบที่อุณหภูมิ 105^oซ นาน 24 ชม แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง (มก) คำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าดังนี้

$$SGR = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของต้นกล้า}}{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}$$

2.2 การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ (Accelerated aging)

นำเมล็ดถั่วเหลือง 25 เมล็ด วางบนตะแกรงลวด (9.5 × 9.5 × 4.5 ซม) ในกล่องพลาสติก(10.5 × 10.5 × 6 ซม) ที่บรรจุน้ำ 110 มล ปิดฝากล่องให้สนิทนำไปอบที่อุณหภูมิ 42^oซ นาน 48 ชั่วโมง (ISTA, 1976) จากนั้นนำเมล็ดมาทดสอบความงอกโดยเพาะด้วยทรายที่ผ่านการฆ่าเชื้อในกล่องพลาสติกใส (18 × 27 × 10 ซม) นาน 8 วัน แล้วจึงทำการประเมินผลความงอก

2.3 ความเร็วในการงอก (Speed of germination)

นำเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 25 เมล็ด เพาะตามวิธีการตรวจสอบความงอกมาตรฐาน โดยทำการประเมินผลทุกๆ 2 วัน จนครบ 8 วัน แล้วคำนวณหาอัตราเร็วในการงอกจากสูตร (AOSA, 1983)

$$\text{อัตราเร็วในการงอก} = \frac{\sum \text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}}$$

2.4 การตรวจสอบความงอกในไร่ (Field emergence test)

เพาะเมล็ดถั่วเหลือง 25 เมล็ด/แถว/ซ้ำ ในกระบะที่ใส่ดินผสม โดยหยอดเมล็ดลงในหลุมลึก 2 ซม ระยะปลูก 5 × 10 ซม ตรวจสอบนับต้นกล้าทุกๆ 2 วัน

3. การข้อมสีเมล็ดพันธุ์ด้วยTZ

นำเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 25 เมล็ด มาทำให้อ่อนนุ่มโดยวางเมล็ดลงบนกระดาษเพาะที่ขึ้นด้วยน้ำกลั่นเป็นเวลา 1 คืน แล้วนำเมล็ดแช่ในสารละลาย TZ 1% อบที่อุณหภูมิ 35^oซ ในที่มีดินนาน 3 ชั่วโมง (Grabe, 1970) และเชื้อหุ้มเมล็ดออกแล้วประเมินลักษณะรูปแบบการติดสีและความเข้มของสีออกเป็นประเภทที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต

การตรวจสอบการรั่วไหลของเมล็ด

วิธีที่ใช้มีดังนี้

1. การนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ด (Electrical conductivity of seed leachate)

ชั่งน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง 25 เมล็ด แล้วนำไปแช่ในน้ำกลั่น 75 มล ในบีกเกอร์ (250 มล) ปิดด้วย Aluminium foil วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดด้วย Jenway 4014 conductivity meter และ PCM 121 (K=1) conductivity cell ทุกๆ ชั่วโมงเป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมง และวัดครั้งสุดท้ายที่ 24 ชั่วโมง

2. การข้อมสีด้วย Evans blue

นำเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 20 เมล็ด ทำให้อ่อนนุ่มด้วยการให้เมล็ดดูดน้ำระหว่างกระดาษเพาะนาน 1 คืน จากนั้นนำเมล็ดมาผ่าตามยาวผ่านกึ่งกลางของใบเลี้ยง โดยที่เชื้อหุ้มเมล็ดยังไม่ขาดออกจากกัน แล้วนำไปแช่ในสารละลาย Evans blue 1% (W/V) นาน 2 ชั่วโมง ล้างเมล็ดด้วยน้ำประปา แล้วใช้มีดโกนตัดเซลล์เนื้อเยื่อที่ติดสีไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

การเก็บรักษา

เมื่อทำการลดความชื้นของเมล็ดที่เก็บเกี่ยวในระยะ PM และ HM โดยการตากด้วยแสงอาทิตย์และผึ่งลมในที่ร่มจนกระทั่งเมล็ดมีความชื้นต่ำกว่า 10% แล้วจึงนำแล้วมาเก็บไว้ในถุงพลาสติกมัดปากให้แน่นแล้วใส่ลงในกระป๋องพลาสติกปิดฝาให้สนิท แล้วใช้พาราฟิล์มพันให้รอบตรงรอยต่อของฝากับตัวกระป๋องเพื่อป้องกันความชื้นจากอากาศเข้าสู่เมล็ด เก็บรักษาไว้ในห้องปกติ ทำการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทุก 30 วัน เป็นระยะเวลา 120 วัน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ซึ่งสุกแก่ที่ PM และ HM โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD มี 3 ปัจจัย ($2 \times 2 \times 5$) ทำ 4 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

ปัจจัยแรก คือ ระยะเวลาแก่ของเมล็ดพันธุ์มี 2 ระดับคือ

- ระยะเวลาแก่ทางสรีรวิทยา
- ระยะเวลาแก่ที่เก็บเกี่ยวได้

ปัจจัยที่สอง คือ วิธีการลดความชื้น มี 2 ระดับคือ

- ตากด้วยแสงอาทิตย์
- ฟิ้งลมในที่ร่ม

ปัจจัยที่สาม คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษามี 5 ระดับ ได้แก่

- 0 วัน
- 30 วัน
- 60 วัน
- 90 วัน
- 120 วัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็ดพันธุ์

ความชื้นเมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บเกี่ยวที่ PM ลดลงอย่างรวดเร็วจาก 50% เหลือประมาณ 10% หลังจากตากด้วยแสงอาทิตย์และ 13% หลังจากผึ่งลมได้ 3 วัน (Figure 1) หลังจากนั้นความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่ลดโดยวิธีทั้งสองจะค่อยๆ ลดลงเหลือประมาณ 8% โดยใช้เวลาทั้งหมด 14 วัน และ 23 วัน จากการตากด้วยแสงอาทิตย์และในผึ่งที่ร่มตามลำดับ

สำหรับเมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บเกี่ยวที่ HM นั้น การลดลงของความชื้น (Figure 1) มีลักษณะคล้ายคลึงกับเมล็ดที่ PM

ความงอกและควมมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา

ความงอกและควมมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ก่อนการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญไม่ว่าจะเก็บเกี่ยวเมื่อสุกแก่ในระยะใดหรือลดความชื้นด้วยวิธีใดก็ตาม (Table 1) ในระหว่างการเก็บรักษาก็ไม่พบความแตกต่างดังกล่าวด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าความงอกของเมล็ดที่สูงสูญเสียความชื้นไปอย่างรวดเร็วด้วยแสงอาทิตย์ (Figure 1) ลดลงภายหลังการเก็บรักษาได้ 120 วัน

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา

ในระยะก่อนการเก็บรักษาพบว่าความงอกภายหลัง AA ของเมล็ดพันธุ์ ส่วนใหญ่สูงกว่า 90% (Table 2) แสดงให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์นี้สามารถเก็บรักษาได้ยาวนาน ผลจากการงอกของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ (Table 1) และการงอกในสภาพไร่ซึ่งสูงกว่า 90% ในระหว่างการเก็บรักษา (Table 2) เป็นการสนับสนุนการทำนาดังกล่าว

จากการตรวจสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการต่างๆ พบว่าความงอกภายหลัง AA ความเร็วของการงอก ความยาวยอดและรากและค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา 120 วัน ไม่ว่าจะเก็บเกี่ยวในระยะใดหรือลดความชื้นด้วยวิธีใด อย่างไรก็ตามเมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บเกี่ยวที่ PM และลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์เท่านั้นที่พบว่ามี ความแข็งแรงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.01$) โดยมีความงอกในสภาพไร่ลดลงเหลือ 90% และอัตราการเจริญของต้นกล้าลดลงเหลือ 22.56 mg/secd/ling ภายหลังการเก็บรักษาได้ 120 วัน (Table 2)

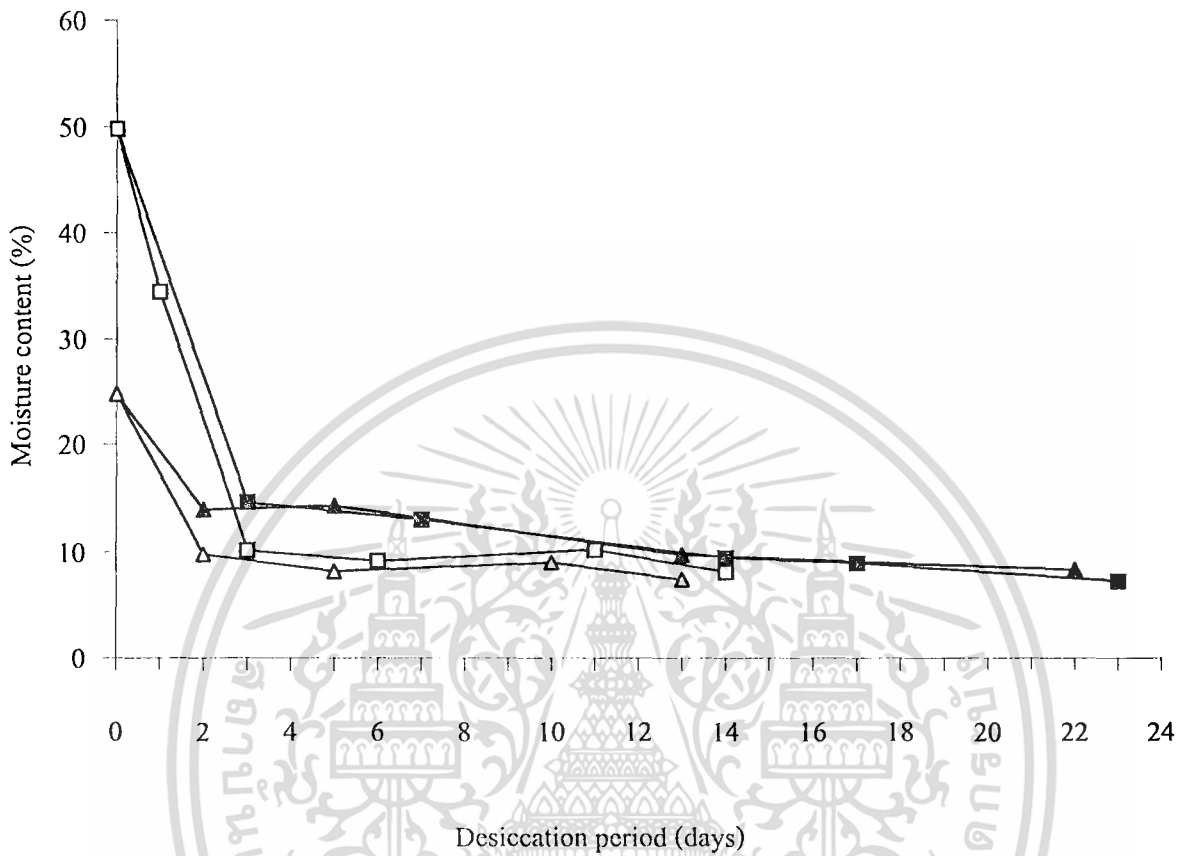


Figure 1 Change in moisture content of soybean seeds cv. SJ5 harvested at PM and HM and dried with shade or sun drying. ■, PM with shade drying; □, PM with sun drying; ▲, HM with shade drying; △, HM with sun drying.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1 Effect of maturity stage, drying and storage period on germination (SG) (%) and viability (TZ test) (%) of soybean seeds cv. SJ5.

Maturity stage	Drying treatment	Storage period (days)	SG (%)	TZ (%)
PM	Shade	0	100a	97a
		30	100a	99a
		60	98ab	99a
		90	100a	99a
		120	100a	98a
PM	Sun	0	95ab	91ab
		30	88b	82b
		60	96ab	90ab
		90	95ab	94a
		120	87b	98a
HM	Shade	0	89ab	93a
		30	95ab	93a
		60	94ab	95a
		90	96ab	97a
		120	90ab	98a
HM	Sun	0	97ab	92a
		30	92ab	97a
		60	95ab	94a
		90	96ab	95a
		120	91ab	96a

¹ Means in same columns followed by the same letter are not significantly different at the $P = 0.01$ level according to Duncan's Multiple range test.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2 Effect of maturity stage, drying and storage period on field emergence (%), germination after accelerated aging (AA) (%), speed of germination, SGR (mg/scedling), shoot and root length (SL and RL), electrical conductivity of seed leachate ($\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$) of soybean seeds cv. SJ5.

Maturity stage	Drying treatment	Storage period	Field (%)	AA (%)	Speed (index)	SGR (mg/seeding)	SL (mm.)	RL (mm.)	EC ($\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$)
PM	Shade	0	100a	100a	10.75bcd	26.43bc	104.40cde	58.85bcd	46.52bc
		30	98abc	96ab	11.44abc	37.03a	154.22b	93.12a	47.62bc
		60	99ab	99a	10.00de	26.81bc	111.23cd	56.36bcde	44.01bc
		90	98abc	98ab	11.50abc	22.59cd	90.88def	42.72def	47.93bc
		120	95abc	100a	11.75ab	24.35bc	104.55cde	56.36bcde	53.55abc
PM	Sun	0	100a	99a	11.89ab	29.78b	105.76cde	55.69bcde	51.14abc
		30	95abc	88bc	11.44abc	17.67d	73.51fg	36.38f	39.52c
		60	95abc	94ab	12.06a	23.72bcd	108.85cde	52.58bcde	47.64bc
		90	97abc	96ab	11.44abc	22.51cd	88.83def	45.12cdef	39.38c
		120	90bc	97ab	10.81abcd	22.56cd	194.07a	79.97a	66.95a
HM	Shade	0	89c	84c	9.44e	22.45cd	63.15g	40.30ef	49.39ab
		30	96abc	93abc	11.25abc	23.89bcd	85.10ef	57.28bcd	48.24abc
		60	98abc	94ab	10.38abc	24.43bc	94.53def	52.57bcde	48.74bc
		90	93abc	99a	11.19abcd	26.41bc	104.46cde	52.71bcde	47.18bc
		120	97abc	96ab	11.00abcd	23.25bcd	103.46cde	52.56bcde	59.06abc
HM	Sun	0	90bc	92abc	11.63abc	28.49bc	104.70cde	62.40b	49.47abc
		30	100a	92abc	11.69ab	26.54bc	111.06cd	51.80bcde	39.71c
		60	98abc	98ab	12.06a	25.25bc	118.74c	61.00bc	40.90abc
		90	100a	94ab	12.00ab	23.47bcd	98.08cde	50.63bcdef	50.43abc
		120	93abc	93abc	11.25abc	27.51bc	118.84c	52.90bcde	54.26abc

¹ Means in same columns followed by the same letter are not significantly different at $P = 0.01$ level according to Duncan's Multiple range test.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดสีของเมล็ดพันธุ์

จากการตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ที่ PM และ HM ด้วย TZ ปรากฏว่าไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติของเมล็ดที่ลดความชื้นทั้ง 2 วิธี (Table 1) อย่างไรก็ตาม โดยอาศัยรูปแบบและความเข้มของการติดสี (Figure 2) ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาชี้ให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมสภาพเกิดขึ้นหรือมีความแข็งแรงลดลง โดยมีการลดลงของสัดส่วนเปอร์เซ็นต์เมล็ดในกลุ่ม TZ1 ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (เก็บเกี่ยวที่ PM และ HM) และในที่ร่ม (เก็บเกี่ยวที่ HM) (Table 3) ในการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ใน TZ1 ของเมล็ดพันธุ์ที่ PM ลดลงมากที่สุดแต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของ TZ1 ในเมล็ดพันธุ์ที่ HM ซึ่งลดความชื้นในที่ร่มตลอดอายุการเก็บรักษาอย่างใดเลยทั้งสิ้น นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของการเสื่อมสภาพนอกเหนือไปจาก TZ1 ก็มีเพียงเล็กน้อย ในขณะที่การเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยเฉพาะ TZ3, TZ4 และ TZ5 ของเมล็ดพันธุ์ที่ PM และ HM ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ และเมล็ดพันธุ์ที่ HM ซึ่งลดความชื้นในที่ร่ม การเสื่อมสภาพนี้ดูเหมือนกับว่าจะเกิดขึ้นมากในเมล็ดพันธุ์ที่ PM ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์

การรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์

ค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดพันธุ์ (วัดที่ 24 ซม) ไม่ว่าจะเก็บเกี่ยวที่ระยะใดหรือลดความชื้นด้วยวิธีใดก็ตาม ไม่พบว่ามีค่าการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) อย่างไรก็ตามเมื่อได้ตรวจสอบการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์เป็นระยะๆ เป็นเวลา 10 ชม (Figure 3) พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ที่ HM และลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์มีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะ 4-5 ชั่วโมงแรกภายในระยะเวลา 0, 30, 60 และ 90 วัน ของการเก็บรักษา (Figure 3 a, b, c และ d) สำหรับเมล็ดซึ่งเก็บที่ระยะ PM และลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์นั้นค่าการนำไฟฟ้ามีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนหลังจากที่แช่น้ำได้ 6 ชม และเพิ่มขึ้นโดยตลอดจนถึง 24 ชม ภายหลังจากการเก็บรักษาได้ 120 วัน (Figure 3) ผลจากการย้อมสีเมล็ดพันธุ์ด้วย Evans blue โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมล็ดพันธุ์ที่ HM ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (Figure 4 j, n, r และ v) มีพื้นที่ของเซลล์ที่เมมเบรนที่เสียหาย (เซลล์ติดสีน้ำเงิน) มากกว่าพื้นที่ของเมล็ดพันธุ์ที่ PM หรือ HM ซึ่งฝังให้แห้งในที่ร่มหลังการเก็บรักษาได้ 30, 60, 90 และ 120 วัน สิ่งนี้อาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ดังกล่าวมีอัตราการรั่วไหลอย่างเห็นได้ชัดเจนในระยะแรกของการดูดน้ำ (Figure 3) ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่ PM ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (Figure 4 h, l และ p) นั้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ PM ซึ่งลดความชื้นในที่ร่ม มีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ที่เมมเบรนของเซลล์เสียหายเช่นกัน แต่ก็ยังเพิ่มขึ้นน้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ HM ซึ่งลดความชื้นด้วยวิธีเดียวกัน อย่างไรก็ตามที่ 120 วันของการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ PM ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (Figure 4 t) มีพื้นที่ของเซลล์ที่เมม

เบรนเสียหายเพิ่มขึ้นใกล้เคียง กับเมล็ดพันธุ์ที่ HM ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (Figure 4 v) นี้ก็อาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ดังกล่าวมีการร่วไหลเพิ่มมากขึ้นภายหลังการดูน้ำไปได้ 6 ชม ที่ 120 วันของการเก็บรักษา (Figure 3) แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าทำไมเมล็ดพันธุ์ที่ HM ซึ่งลดความชื้นด้วยวิธีเดียวกันที่ 120 วันของการเก็บรักษาจึงมีอัตราการร่วไหลต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ PM ทั้งที่มีพื้นที่ที่เมมเบรนเสียหายไม่แตกต่างกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3 Effect of maturity, drying and storage period on TZ staining pattern of soybean seeds cv. SJ5.

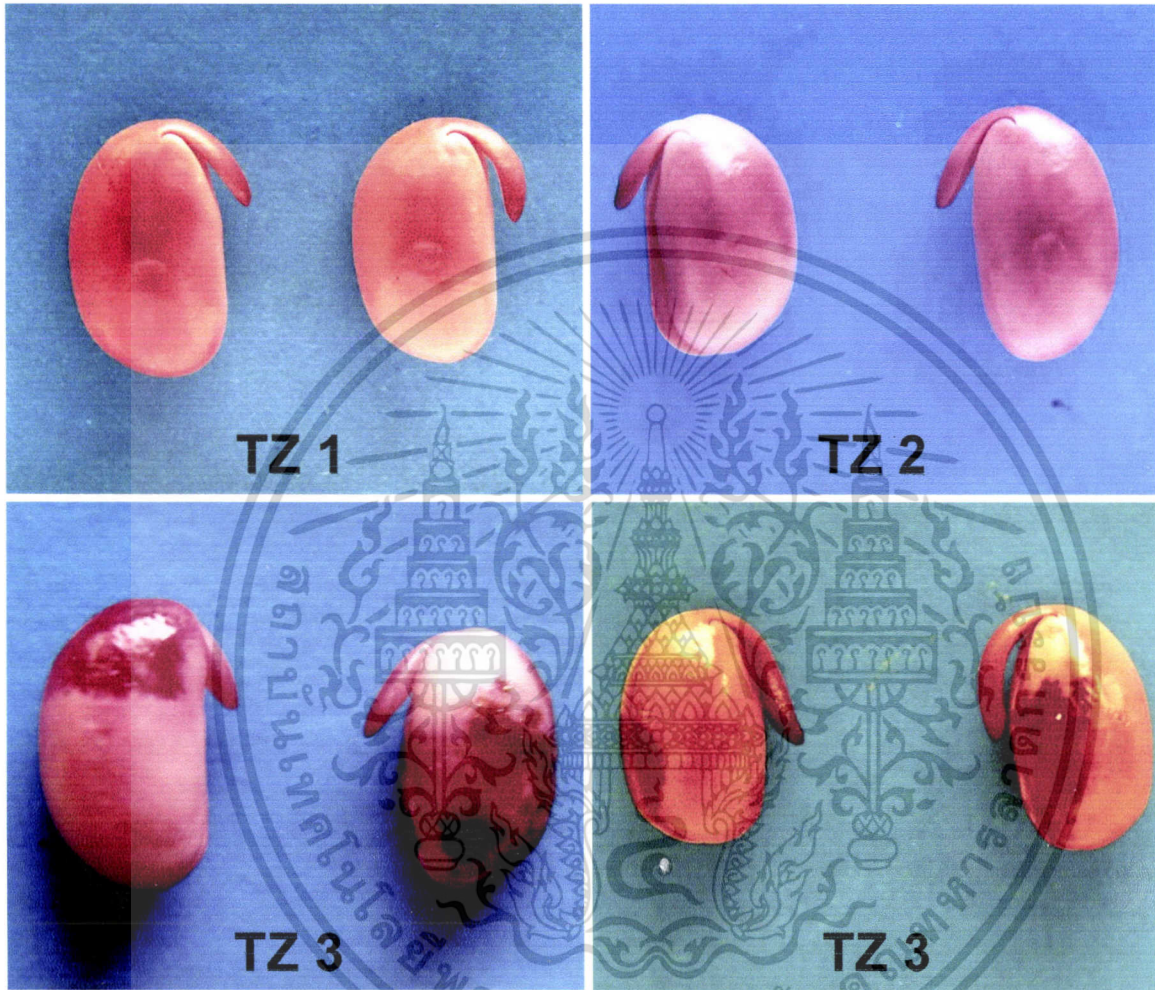
Maturity stage	Drying treatment	Storage period (days)	TZ staining pattern (%)								
			Viable seed				Nonviable seed				
			TZ1	TZ2	TZ3	TZ4	TZ5	TZ6	TZ7	TZ8	TZ9
PM	shade	0	92	-	3	2	2	1	-	-	-
		30	93	-	2	4	1	-	-	-	-
		60	97	-	2	1	-	-	-	-	-
		90	95	-	1	3	1	-	-	-	-
		120	95	-	-	3	2	-	-	-	-
PM	sun	0	76	1	10	4	4	3	-	1	1
		30	75	-	-	7	8	7	-	3	-
		60	79	4	4	3	7	3	-	-	-
		90	66	1	17	10	6	-	-	-	-
		120	79	-	6	13	1	-	1	-	-
HM	shade	0	81	1	8	3	7	-	-	-	-
		30	75	-	9	9	5	1	1	-	-
		60	86	1	1	7	5	-	-	-	-
		90	87	-	2	8	2	-	-	1	-
		120	93	-	3	2	1	-	-	1	-
HM	sun	0	84	-	3	5	4	3	-	-	1
		30	94	-	2	1	2	-	1	-	-
		60	89	-	2	3	4	2	-	-	-
		90	85	-	4	6	5	-	-	-	-
		120	79	-	4	13	3	-	1	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2 Staining pattern of soybean seeds, cv. SJ 5, after TZ test. The seeds were harvested at PM and HM and dried with shade or sun drying.

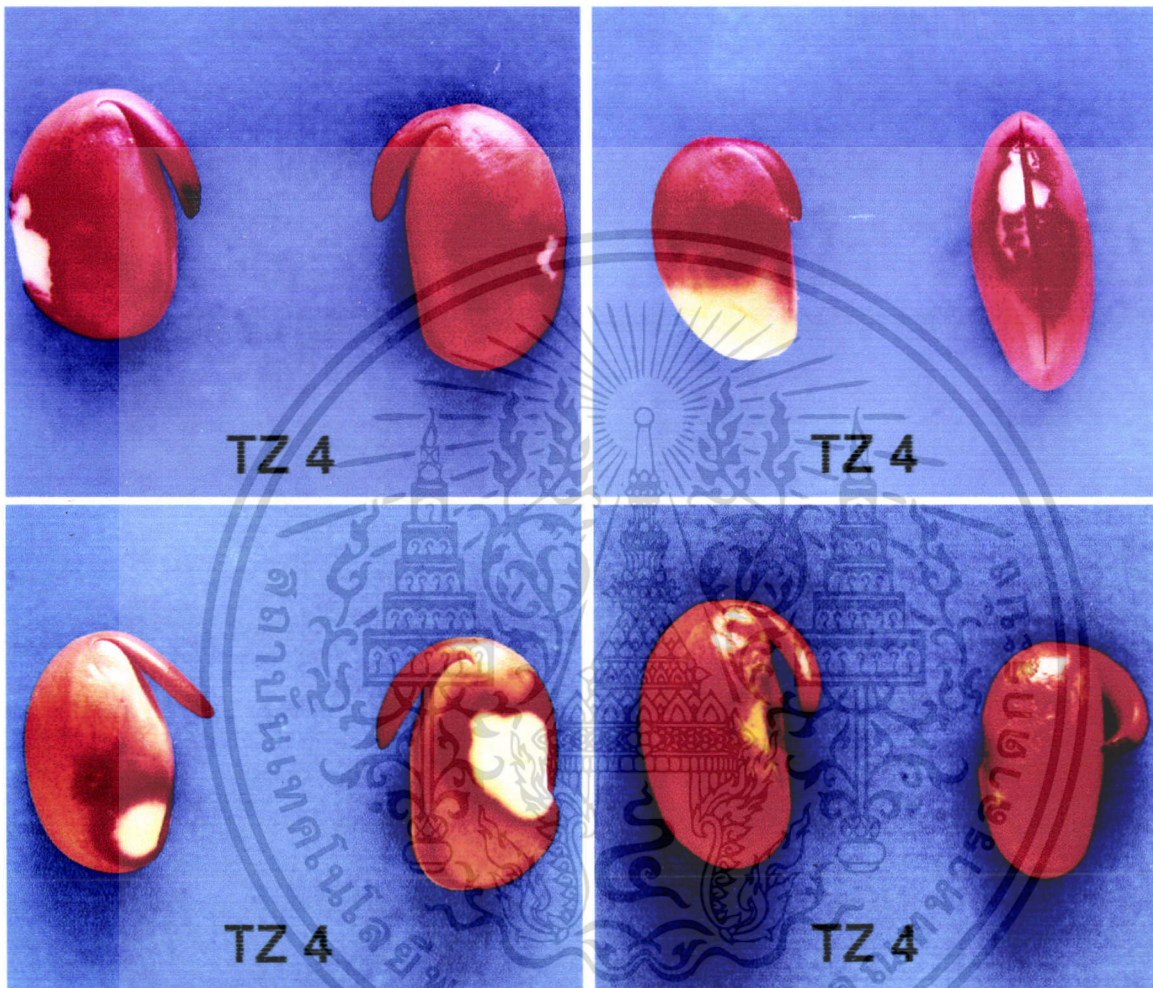
Category	TZ Staining pattern
Viable	TZ1 Seed completely stained, stain is normal and uniform.
	TZ2 Seed completely stained with minor light stained area.
	TZ3 Seed completely stained with dark red patches (less than 50 %) irregularly distributed except radicle – hypocotyl axis.
	TZ4 Minor unstained area (10 – 20 %) irregularly distributed on the cotyledons except at juncture of radicle – hypocotyl axis and cotyledons.
Non – Viable	TZ5 Seeds with unstained areas : (1) on or near point of attachment of cotyledons and radicle – hypocotyl axis ; (2) on region where plumule develops ; (3) on entire radicle – hypocotyl axis ; (4) more than extreme tip of radicle ; (5) more than one half of cotyledons.
	TZ6 Seed stained normal (more or less than 50 %) with dark red patches on radicle – hypocotyl axis on at the point of attachment of cotyledons and axis.
	TZ7 Seed stained dark red with unstained area (more than 50 %) on region where plumule developed or at the point of attachment of cotyledons and axis.
	TZ8 Seed almost entirely unstained.
	TZ9 Seed completely unstained.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

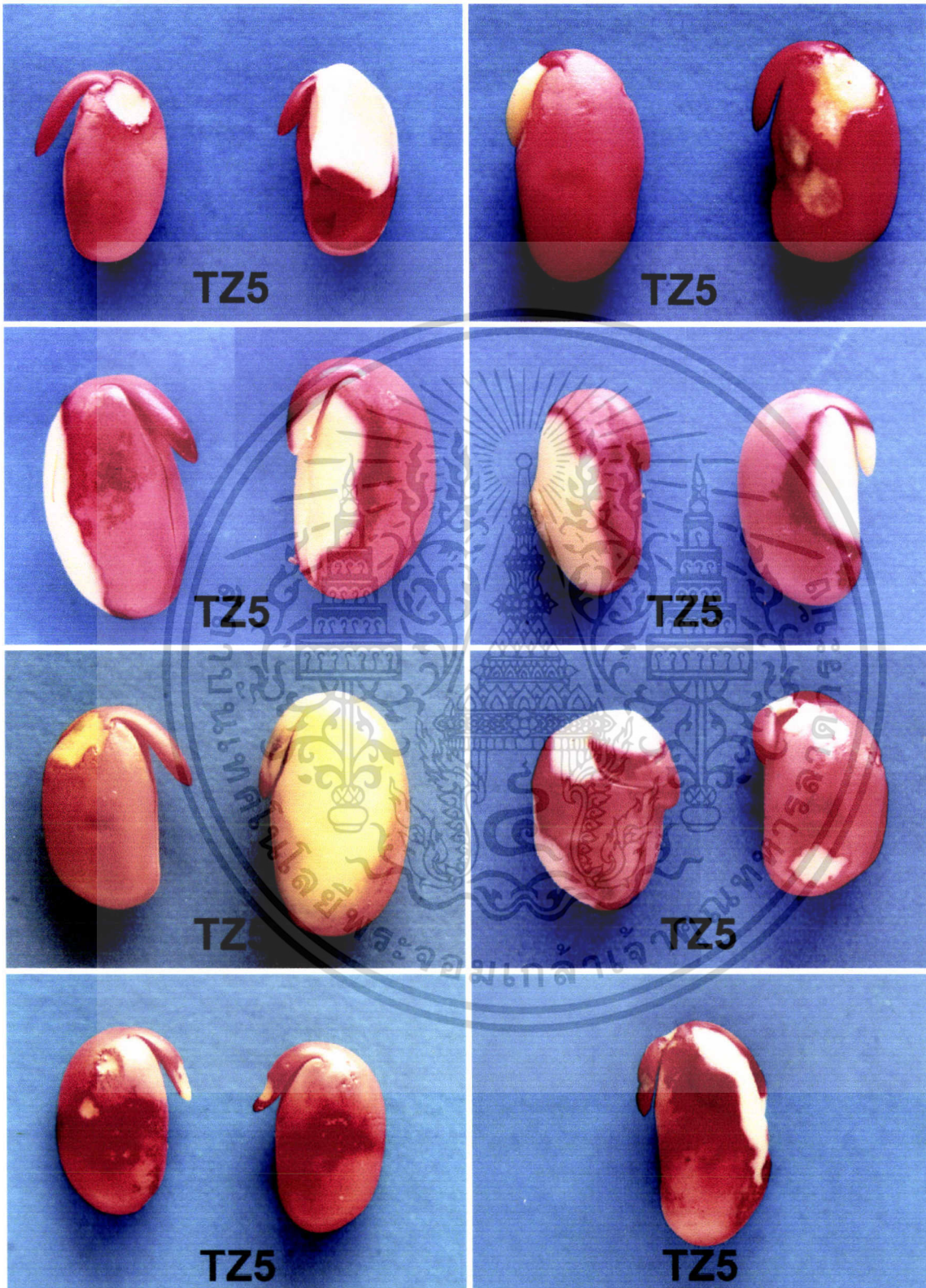


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

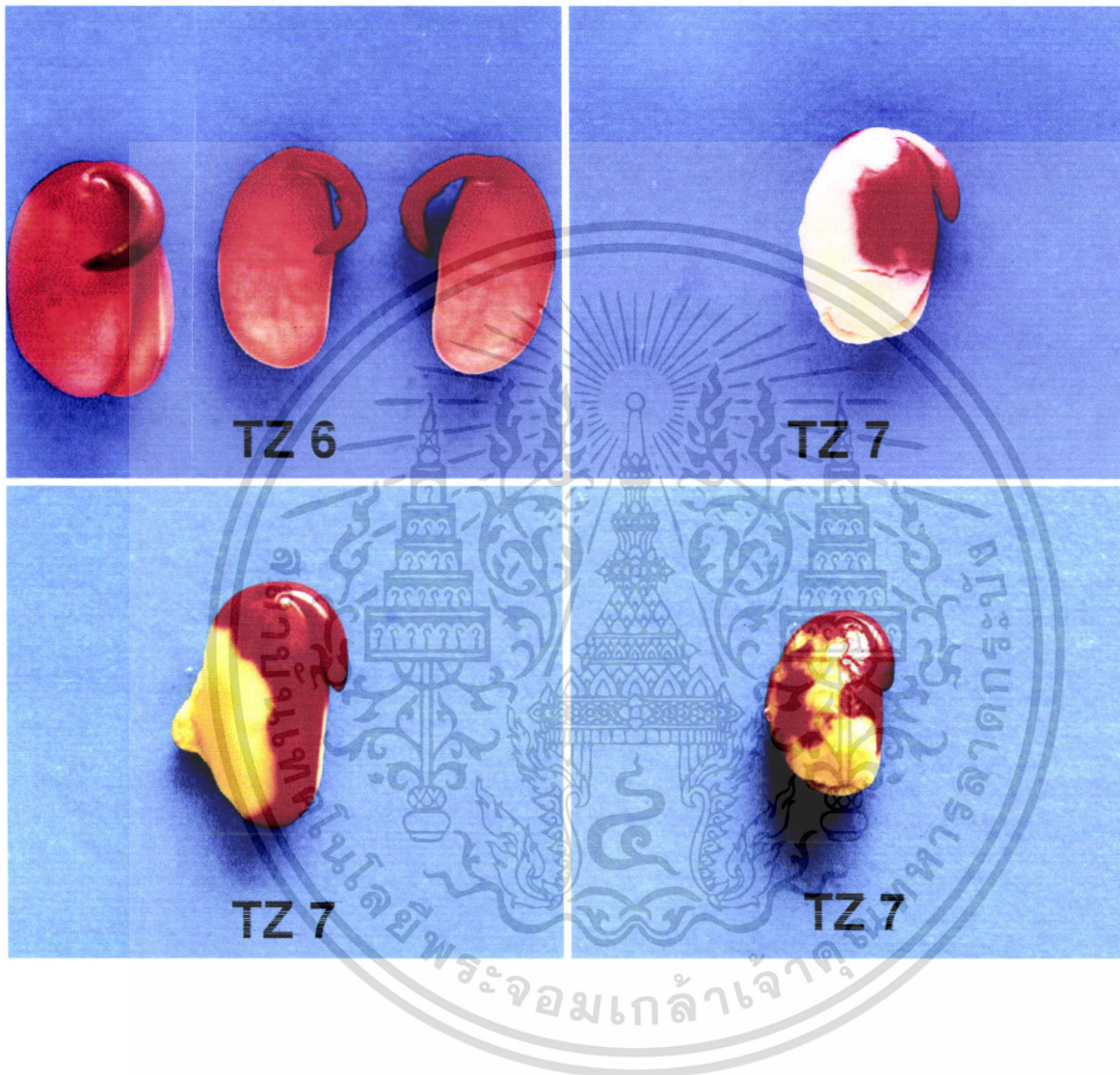
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร :
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง



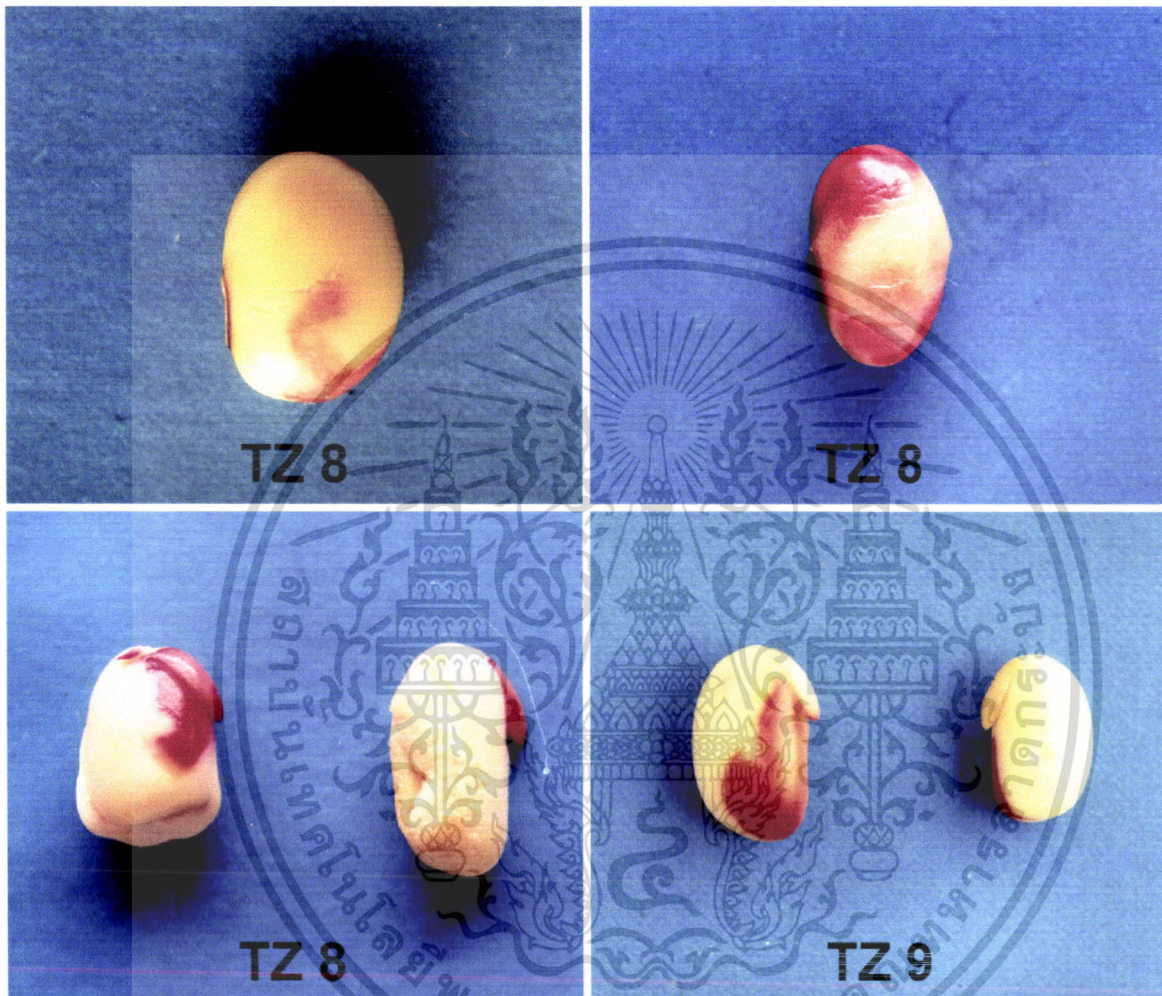
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



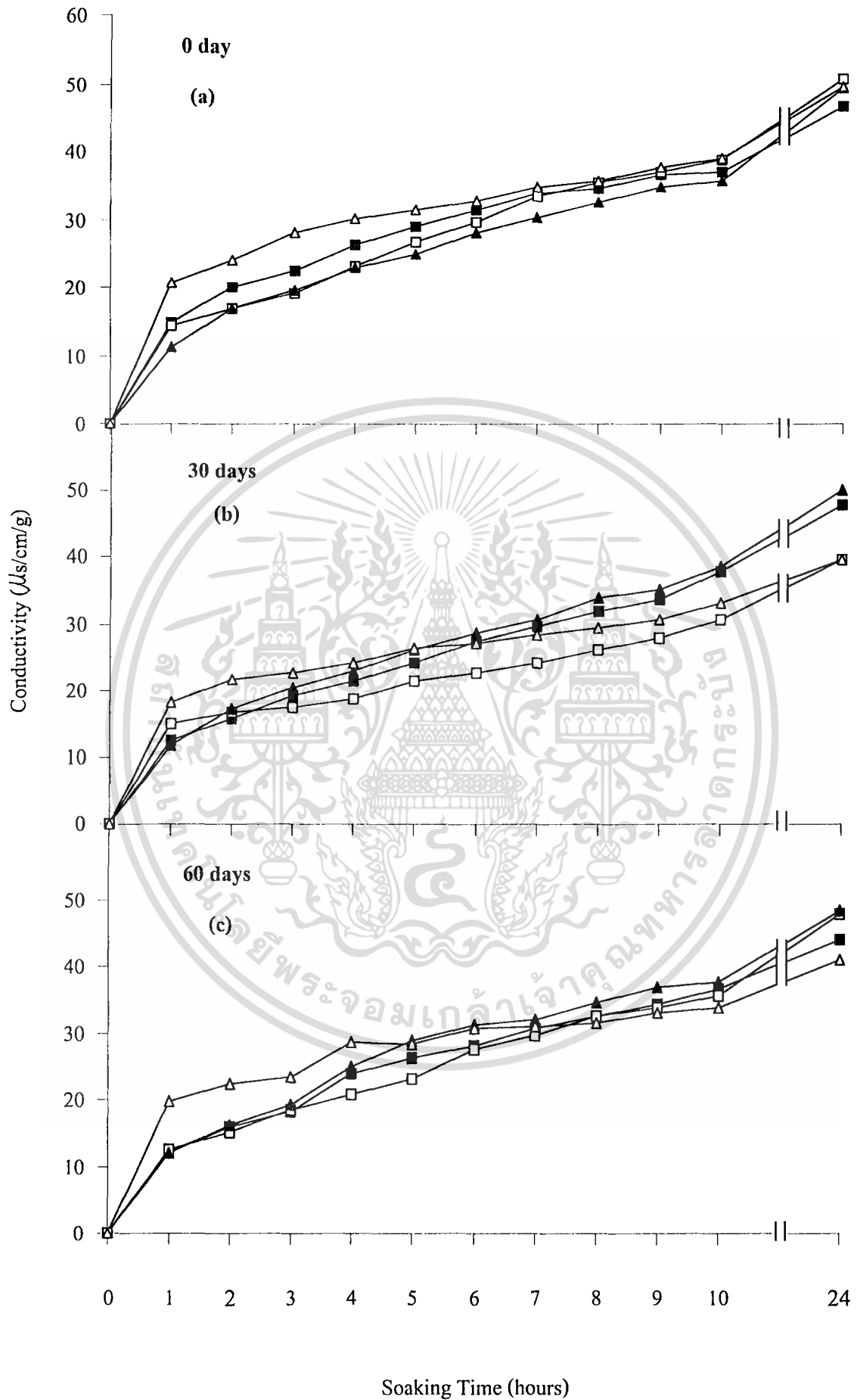
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



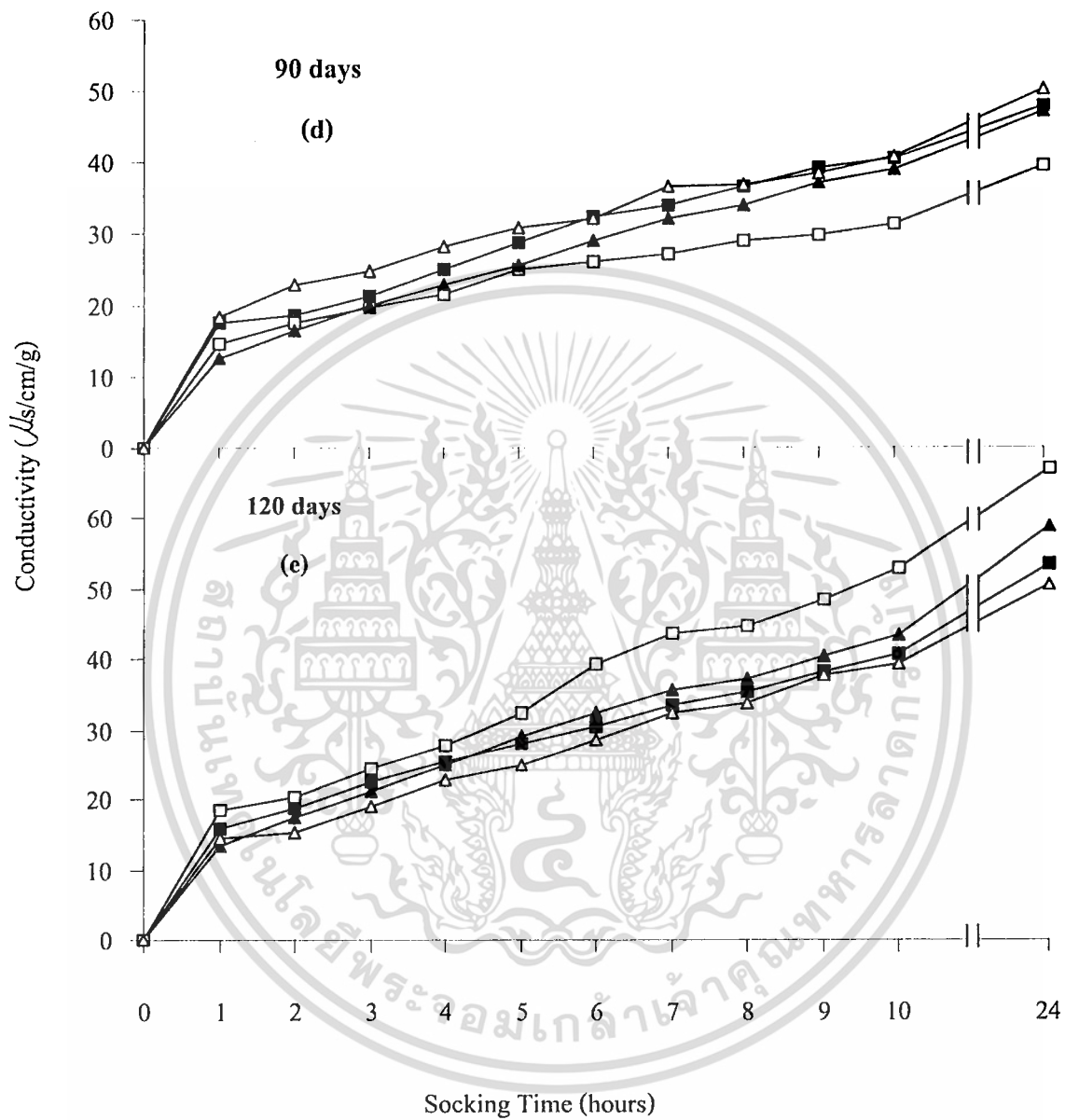
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3 Changes in conductivity of seed leachate from soybean seeds, cv. SJ5, stored for various periods of 0 day (a), 30 days (b), 60 days (c), 90 days (d) and 120 days (e) at room temperature. ■, PM with shade drying; □, PM with sun drying; ▲, HM with shade drying; △, HM with sun drying.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

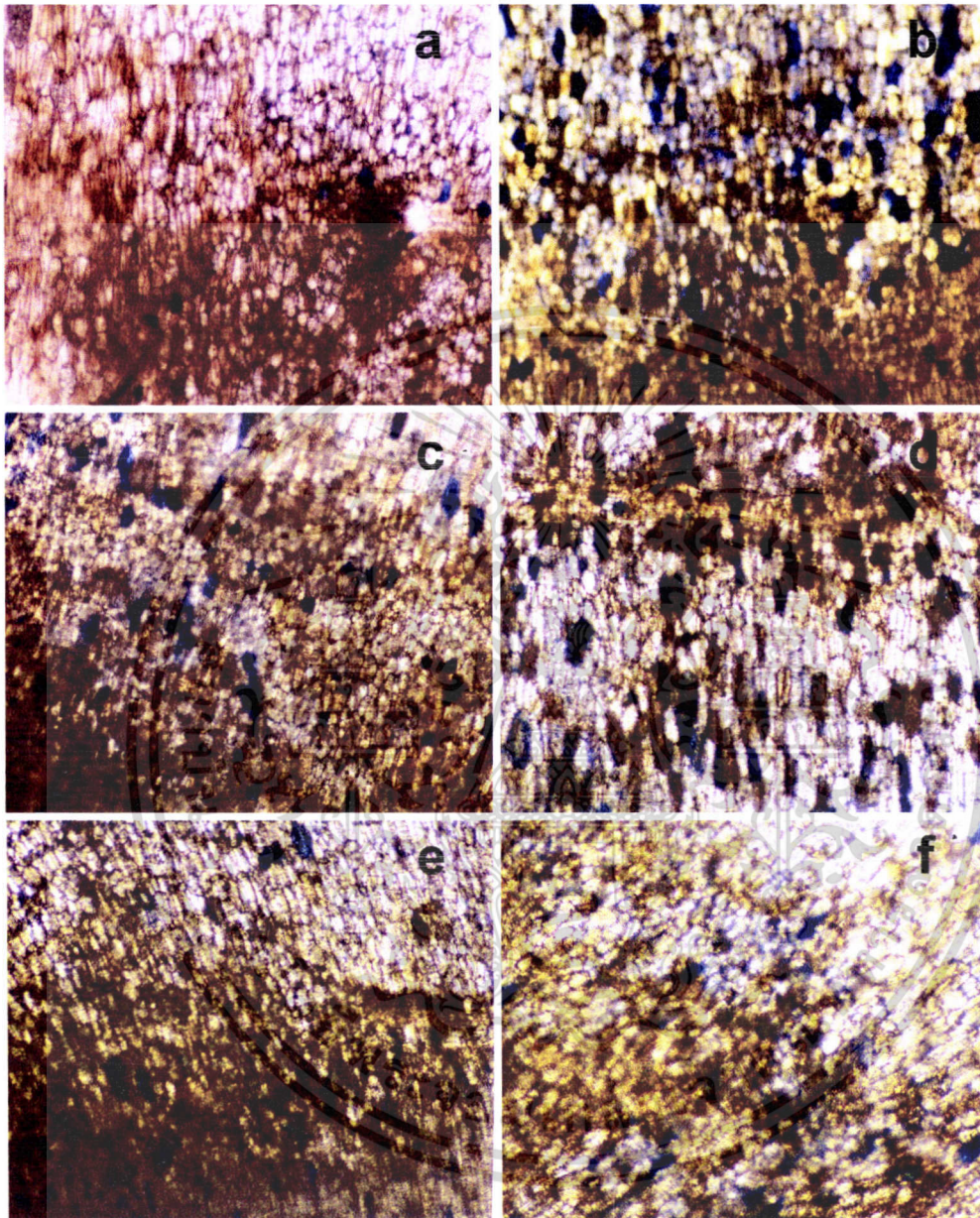


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

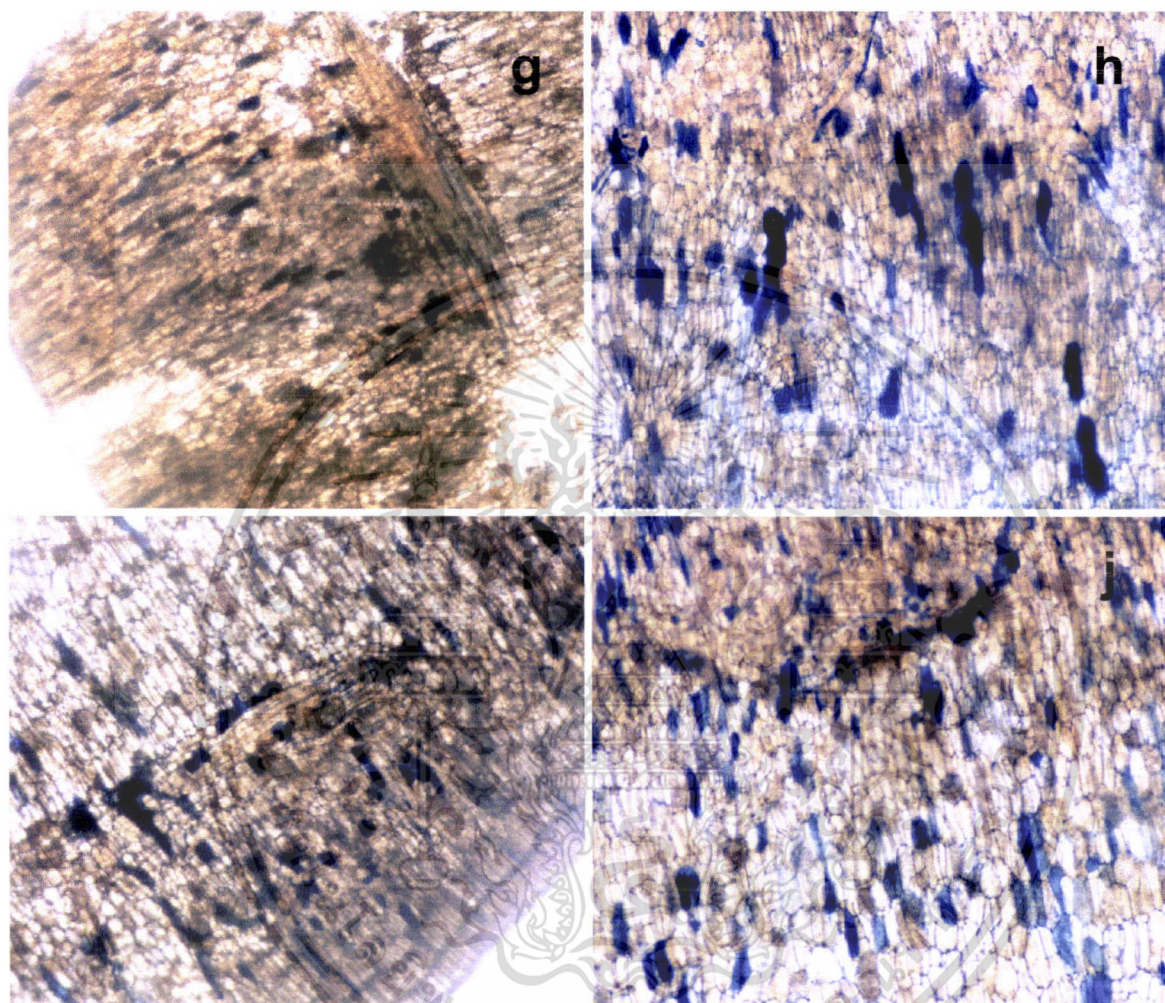


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

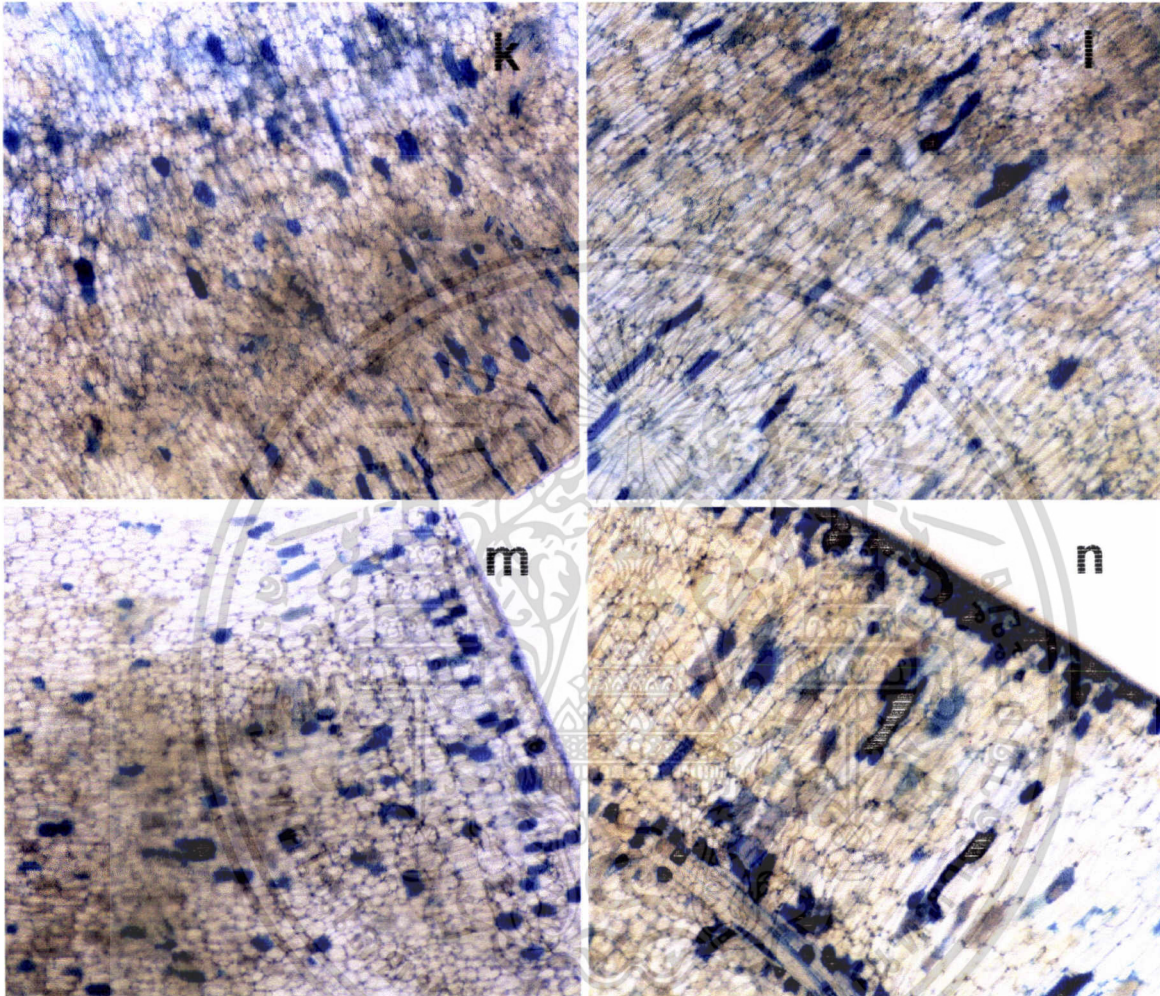
Figure 4 Effect of seed maturity and drying during storage membrane damage as showed by staining with Evans blue. a, PM before drying; b, HM before drying; c, PM with sun drying (0 day); d, HM with sun drying (0 day); e, PM with shade drying (0 day); f, HM with shade drying (0 day); g, PM with shade drying at 30 days; h, PM with sun drying at 30 days; i, HM with shade drying at 30 days; j, HM with sun drying at 30 days; k, PM with shade drying at 60 days; l, PM with sun drying at 60 days; m, HM with shade drying at 60 days; n, HM with sun drying at 60 days; o, PM with shade drying at 90 days; p, PM with sun drying at 90 days; q, HM with shade drying at 90 days; r, HM with sun drying at 90 days; s, PM with shade drying at 120 days; t, PM with sun drying at 120 days; u, HM with shade drying at 120 days; v, HM with sun drying at 90 days.



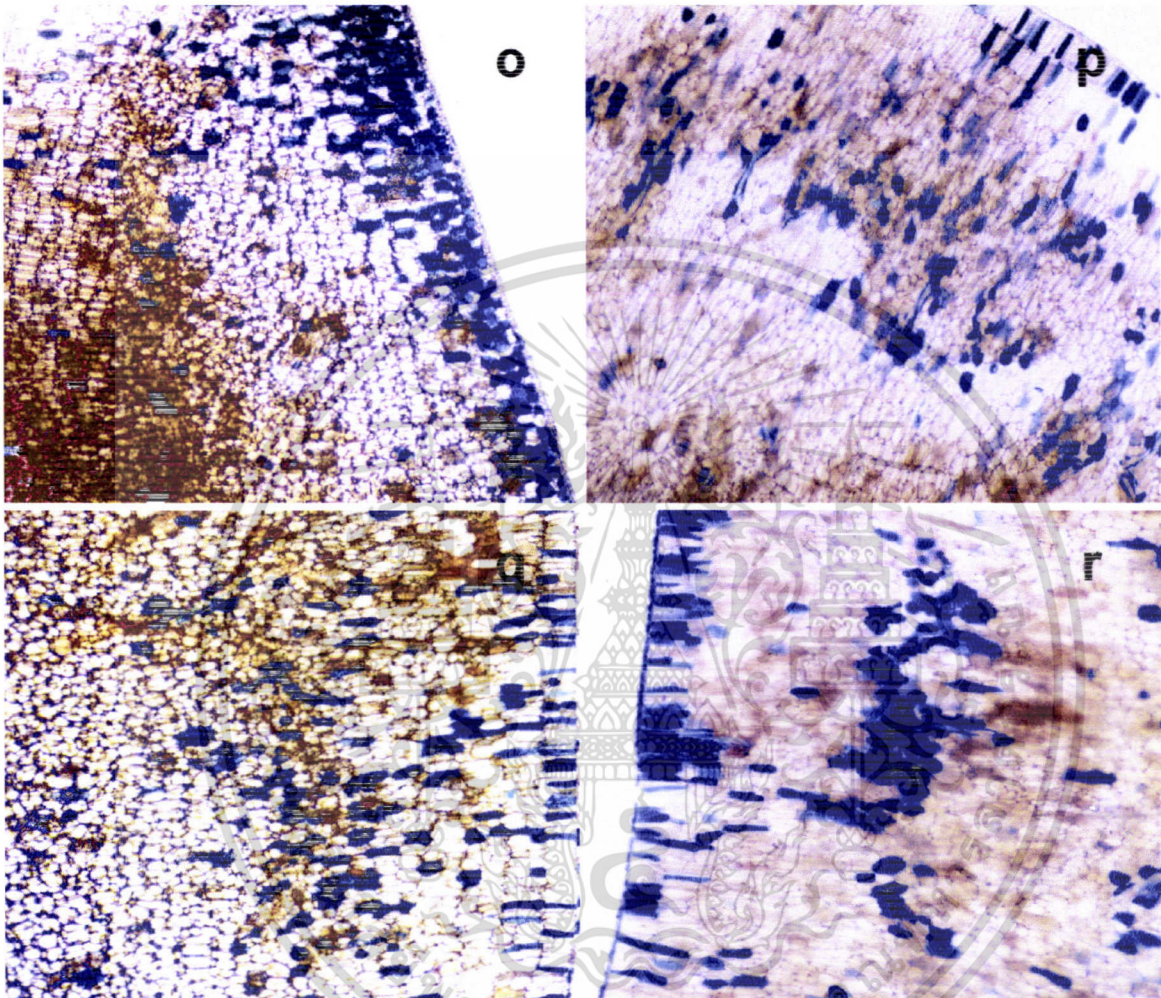
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



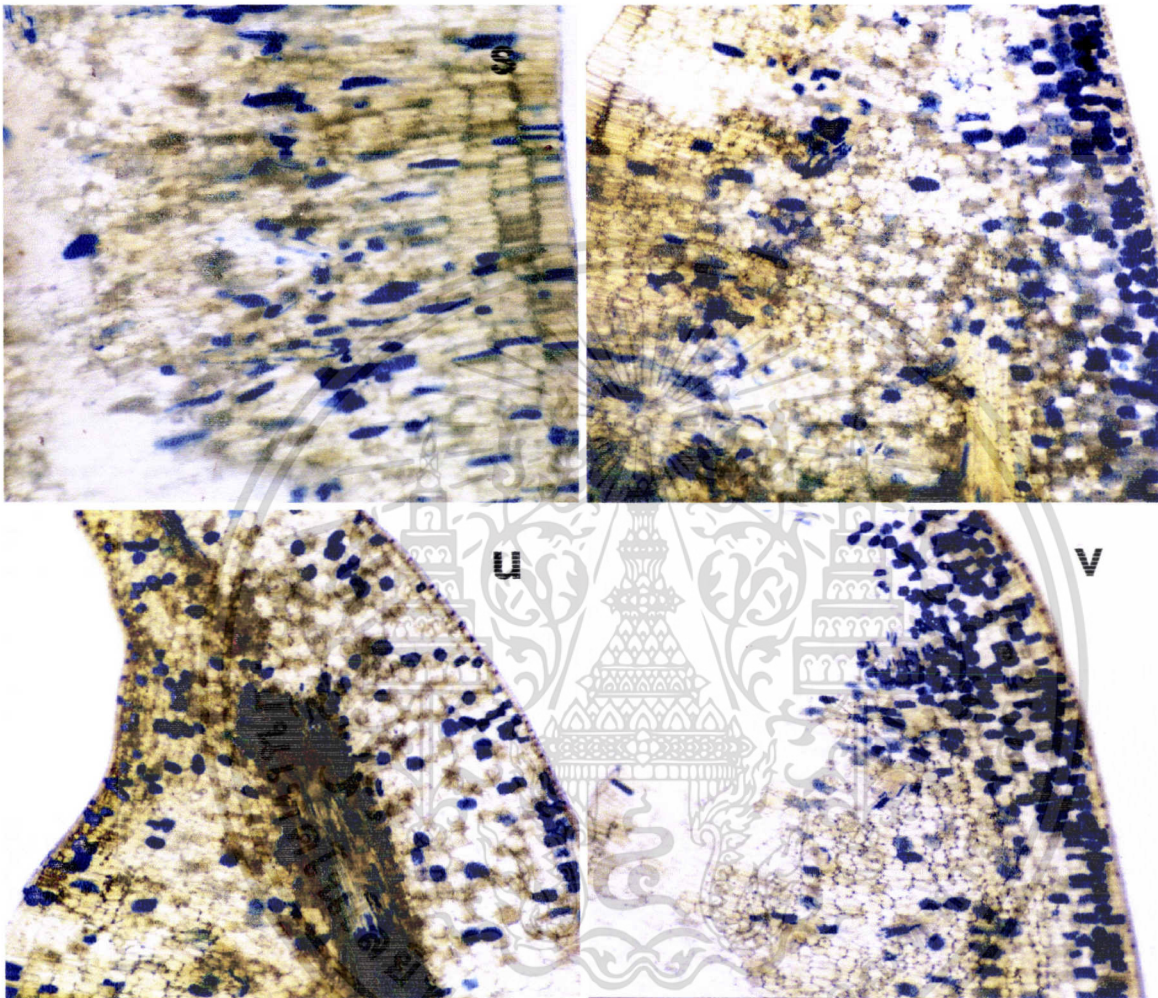
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

ความงอกและความแข็งแรงจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นในระหว่างการพัฒนาของเมล็ดและเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเมล็ดสุกแก่ที่ PM (Harrington, 1972) แต่ถ้าสภาพแวดล้อมเกิดไม่เหมาะสมขึ้นในระหว่างการสุกแก่ของเมล็ดเข้าใกล้ PM ก็อาจมีผลทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลงได้ Spcars *et al.* (1997) พบว่า สภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูง (33–38°C) ซึ่งเกิดขึ้นในระยะ RS ถึง PM ของเมล็ดถั่วเหลืองนั้น ถึงแม้จะريبเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์โดยทันทีที่ระยะ PM มาถึง ก็ไม่ได้ช่วยป้องกันการสูญเสียคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ อย่างไรก็ตามเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองซึ่งเก็บเกี่ยวที่ PM และใช้ในการศึกษานี้ นับได้ว่ามีคุณภาพสูง (ความงอกในห้องปฏิบัติการและความงอกในไร่มากกว่า 95%) จึงเป็นการสนับสนุนแนวคิดที่ว่า ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะเกิดขึ้นสูงสุดที่ PM อีกทั้งยังเป็นการแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมในระยะก่อน PM ไม่มีความรุนแรงที่จะทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพ แต่ในระหว่าง PM–HM สภาพในแปลงปลูกมีอากาศร้อนสลับกับฝนตกบ่อยๆ จึงมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บเกี่ยวที่ HM มีความแข็งแรงลดลง (เปอร์เซ็นต์ความงอกในไร่และภายหลังการเร่งอายุ) เมื่อเปรียบเทียบกับ PM (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ชินินาญ และคณะ (2521) และ Delouche (1980) ดังนั้นจึงเป็นการยืนยันให้เห็นว่าการเสื่อมสภาพของเมล็ดภายหลังจาก PM เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่เราจะต้องผลิตพืชกันในฤดูฝน ดังนั้นการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่ PM เพื่อใช้เป็นเมล็ดพันธุ์น่าที่จะมีความเหมาะสมมากกว่า

ในบรรดามลพิษที่พืชไร่ด้วยกัน เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจัดเข้าอยู่ในกลุ่มที่มีการเสื่อมสภาพเร็ว (Delouche *et al.*, 1973) นอกจากนี้การมีเชื้อหุ้มเมล็ดที่บางประเภทกับตำแหน่งของ radicle – hypocotyl ที่งอกออกมาจึงทำให้เมล็ดมีโอกาสแตกร้าวย่างรวดเร็วเมื่อเมล็ดแห้งลงอย่างรวดเร็ว (Moore, 1972) อย่างไรก็ตามการทำให้เมล็ดแห้งไม่ว่าจะกระทำโดยลดความชื้นของเมล็ดลงอย่างรวดเร็วด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ หรือทำให้ความชื้นลดลงอย่างช้าๆ โดยผึ่งเมล็ดในที่ร่ม ทั้งสองวิธีนี้ ไม่มีผลต่อความงอกในระหว่างการเก็บรักษาของเมล็ดซึ่งเก็บเกี่ยวที่ PM หรือ HM และยังไม่พบรอยแตกร้าวยของเชื้อหุ้มเมล็ดที่ทำให้แห้งลงอย่างรวดเร็วด้วยแสงอาทิตย์ไม่ว่าจะเป็นก่อนหรือหลังการเก็บรักษา ทั้งที่อุณหภูมิในระหว่างการตากด้วยแสงอาทิตย์สูงถึง 40–55°C ซึ่งเป็นระดับอุณหภูมิที่อาจทำให้เมล็ดเกิดการแตกร้าวย (Foster, 1973) หรือสูญเสียความมีชีวิต (Carter, 1973) อย่างไรก็ตามไม่พบความเสียหายนี้ในการทดลองเข้าใจว่าเกิดจากการลดความชื้นกระทำโดยปราศจากการนวดเมล็ด ผักที่หุ้มเมล็ดจึงเป็นเสมือนร่มเงาที่ช่วยลดความร้อนที่มากระทบเมล็ดโดยตรง จึงทำให้ไม่พบความเสียหายดังกล่าวเกิดขึ้น

การสูญเสียความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา เช่น สูญเสียการทำงานของเอนไซม์ โปรตีนเสื่อมสภาพ การหายใจลดลง เมนเบรนเสียหาย ระวังการสังเคราะห์โปรตีน (Wilson and เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

McDonald, 1986; McDonald, 1999) การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะเกิดขึ้นน้อยมากในเมล็ดที่มีความชื้นต่ำ (Woodstock and Grabe, 1967; Ching, 1972) นอกจากนี้ถ้าเมล็ดที่เก็บรักษามีคุณภาพเบื้องต้นสูงด้วยแล้วก็จะทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาได้ยาวนานถึงแม้จะเก็บไว้ภายใต้สภาพธรรมดา (Delouche, 1975) Egli *et al.* (1979) เสนอแนะว่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษามีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับคุณภาพเบื้องต้น เนื่องจากเมล็ดที่ใช้ในการศึกษานี้มีความงอกและความแข็งแรงเบื้องต้นสูงจึงสามารถเก็บรักษาได้ยาวนานถึง 120 วัน โดยไม่พบการเปลี่ยนแปลงในความงอกหรือการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความแข็งแรง อย่างไรก็ตามการข้อมลเมล็ดด้วย TZ แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าเมล็ดมีการเสื่อมสภาพเกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงในสัดส่วนของเมล็ดจาก TZ1 ถึง TZ9 แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นและอาการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ การลดลงของสัดส่วนใน TZ1 เป็นการชี้ให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงลดลง (Yaklich and Kulik, 1979) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเสื่อมสภาพจะเกิดกับเมล็ดพันธุ์ที่ PM ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์มากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ HM ซึ่งลดความชื้นในที่ร่มและด้วยแสงอาทิตย์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Shephard *et al.* (1996) การติดเชื้อ (TZ3 และ TZ6) เกิดจากสารละลาย TZ ซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อได้เร็วและลึกจึงทำให้มองเห็นเป็นสีแดงเข้มกว่าเนื้อเยื่อปกติ ซึ่งอาจเกิดจากเมมเบรนของเซลล์ที่ยังมีชีวิตได้รับความเสียหายจนทำให้เกิดการรั่วไหลและดูดซึมสารเคมีเข้าไปอย่างรวดเร็ว (Powell and Matthews, 1977) นอกจากนี้พื้นที่ที่ข้อมลไม่ติด (TZ4 และ TZ5) เกิดจากการตายของเนื้อเยื่อ (Grabe, 1970) ซึ่งมีสาเหตุมาจากการสูญเสียเอนไซม์ dehydrogenase (Roberts, 1951) เอนไซม์ชนิดนี้เกี่ยวข้องกับการหายใจของ mitochondria (Throneberry and Smith, 1955; Moller, 1986) และเกิดขึ้นอยู่ใน matrix ของเมมเบรน (Branton, 1969; Moller, 1986) ดังนั้นความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเมมเบรนของ mitochondria ย่อมมีผลกระทบต่อเอนไซม์ dehydrogenase จนทำให้การหายใจลดลง (Ferguson *et al.*, 1990) ถ้าความเสียหายมีมากก็อาจทำให้เซลล์นั้นตายจึงทำให้ข้อมลไม่ติด ดังนั้นการเสื่อมสภาพของระบบเมมเบรนของเซลล์จึงอาจเป็นสาเหตุสำคัญเบื้องต้นที่จะนำไปสู่การสูญเสียความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

เนื้อเยื่อที่ติดเชื้อแดงเข้ม (TZ3 และ TZ6) และเนื้อเยื่อที่ข้อมลไม่ติด (TZ4 และ TZ5) น่าที่จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการรั่วไหลของเมล็ด โดยเฉพาะอย่างยิ่งรูปแบบการติดเชื้อของเมล็ดพันธุ์ที่ PM ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (Table 3) ดูราวกับว่ามีการเสื่อมสภาพเกิดขึ้นมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ HM ซึ่งลดความชื้นด้วยวิธีเดียวกัน แต่การรั่วไหลของเมล็ดที่ PM กว่าที่จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อเก็บรักษาไปได้ 120 วัน ทั้งที่ควรจะเกิดขึ้นในอัตราที่ใกล้เคียงกันหรือมากกว่าในระยะแรกของการเก็บรักษา คำอธิบายที่น่าจะเป็นไปได้ อาจเกิดจากการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ PM นั้นเป็นการเริ่มต้นในระยะที่ยังไม่มีการเสื่อมสภาพเกิดขึ้น ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่ HM มีอัตราการเสื่อมสภาพเกิดขึ้นมาแล้วในระดับหนึ่ง จึงอาจทำให้เมล็ดพันธุ์ที่ HM ซึ่งลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์มีอัตราการเสื่อมสภาพของเมมเบรนเกิดขึ้นเร็วกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยแสงอาทิตย์มีแนวโน้มที่อาจทำให้เมล็ดได้รับความเสียหายในระดับเซลล์ (ultrastructure level) เนื่องจากเมล็ดแห้งลงอย่างรวดเร็ว (Adams *et al.*, 1983) โดยทั่วไปเมื่อเมล็ดเริ่มจะสุกแก่ความชื้นเมล็ดจะค่อยๆ ลดลง โดยสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของเมมเบรนและ organelle โครงสร้างของ plasma membrane ไม่ต่อเนื่องกัน ชั้นของ rough endoplasmic reticulum (ER) ลดลง จำนวน ribosome ลดลงมาก organelle บางชนิดหายไป mitochondria มีรูปร่างผิดปกติและมีโครงสร้างเมมเบรนภายในไม่สมบูรณ์หรือหายไป (Paulson and Srivastara, 1968; Webster and Leopold, 1977; Abdul – Baki, 1980) การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้เกิดขึ้นเพื่อรักษาไว้ซึ่งคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในขณะที่เมล็ดแห้ง เมื่อนำเมล็ดนี้ไปคุดน้ำหรือเพาะ โครงสร้าง plasma membrane จะกลับมาเชื่อมต่อกัน ปริมาณ ER จะเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก และมีโครงสร้างกลับคืนเป็นปกติ mitochondria มีปริมาณเพิ่มขึ้น โครงสร้างภายในและภายนอกของเมมเบรน (inner and outer membrane) เห็นได้ชัดเจนและต่อเนื่องกัน โดยตลอด และมีจำนวน cristae เพิ่มขึ้นมาก (Abdul – Baki and Baker, 1973; Webster and Leopold, 1977) ในกรณีที่ทำให้เมล็ดสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็วโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์อาจทำความเสียหายให้กับระบบเมมเบรน (Adams *et al.*, 1983; Seyedin *et al.*, 1984) จนทำให้การซ่อมแซมตัวเองของเมมเบรนในระหว่างการคุดน้ำของเมล็ดไม่สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ (Abdul – Baki, 1980; Roberts, 1981 อ้างโดย Valentini *et al.*, 1999) จึงมีผลทำให้อัตราการรั่วไหลและการคุดน้ำของเมล็ดเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าเมล็ดที่ทำให้ความชื้นลดลงอย่างช้าๆ ปรัชญาการเช่นนี้เป็นการชี้ให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของ membrane permeability โดยอาจมีสาเหตุมาจากการเสื่อมสภาพของเมมเบรน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุสำคัญเบื้องต้นที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (Powell and Matthews, 1977; Ferguson *et al.*, 1990)

สรุปผลการทดลอง

ผลจากการศึกษานี้ได้ชี้ให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีระยะสุกแตกต่างกันมีผลทำให้คุณภาพเมล็ดต่างกัน โดยเมล็ดพันธุ์ที่ PM จะมีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บเกี่ยวที่ HM การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์อย่างรวดเร็วด้วยแสงอาทิตย์อาจทำให้เมนเบรนเสื่อมสภาพ การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่ PM และลดความชื้นโดยไม่มีการนวดเมล็ดด้วยการผึ่งลมในที่ร่มไม่มีผลเสียใดๆ ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ วิธีนี้จึงน่าที่จะเป็นทางเลือกของเกษตรกรที่ต้องการเก็บรักษาถั่วเหลืองเป็นเมล็ดพันธุ์หรือปลูกในฤดูต่อไป โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องลดความชื้นหรือห้องควบคุมอุณหภูมิซึ่งไม่เหมาะสมต่อสภาพเศรษฐกิจเพื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- จวงจันท์ ดวงพัตรา. 2521. เทคโนโลยีของเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จวงจันท์ ดวงพัตรา. 2523. เอกสารประกอบการสอนวิชาพืชไร่ 581 สรีรวิทยาของเมล็ด. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จวงจันท์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีของเมล็ดพันธุ์. กลุ่มหนังสือเกษตร. กรุงเทพฯ. 210 น.
- ทวี ปรีมทรัพย์. 2526. เมล็ดพันธุ์พืชและหลักการผลิต. ใน “คู่มือการปฏิบัติงานผลิตเมล็ดพันธุ์พืช” เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 2 ประจำเดือนพฤษภาคม 2526 ศูนย์ขยายพันธุ์พืชที่ 1 จ. พิษณุโลก.
- ชนินาฏ สมบัติศิริ, รังสรรค์ ศิริทวีป และ สนิท กิตติกรณ์. 2521. ศึกษาผลของคุณภาพเมล็ดที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง. น. 216, ใน “รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2521”. กองพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.
- นงลักษณ์ ประกอบบุญ และ สุรัตน์ นักร้อง. 2531. ผลของอายุการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ. น. 73, ใน “รายงานการสัมมนาความก้าวหน้าของงานวิจัยและพัฒนาวิทยาการเมล็ดพันธุ์ ครั้งที่ 3”. กรมวิชาการเกษตร และ สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- นงลักษณ์ ประกอบบุญ. 2524. Viability of soybean as affected by threshing injury. น. 59-65, ใน “รายงานการสัมมนาเรื่องวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวข้าว พืชไร่ และพืชสวน 19-20 พ.ย. 2524” กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.
- พิชัย สราวุธชัย. 2528. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับถั่วเหลืองสำหรับการศึกษาปริญญาตรี. กรุงเทพฯ. 478 น.
- รัชณี คงตาต้า, ชนินาฏ สมบัติศิริ, โกมล เจริญศรี และ สนิท กิตติกรณ์. 2521. ศึกษาการเสื่อมและอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เปียกฝน. น. 213, ใน “รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2521”. กองพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.
- ลิลลี่ กาวิต๊ะ. 2537. ถั่วเหลือง. เอกสารวิชาการปลูกพืชไร่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 180 หน้า.
- วรรณชลี ศิริวัฒน์ไพฑูร. 2524. อิทธิพลของความชื้นของดินที่มีต่อการเกิดปม และประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียม และถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 180 หน้า.

- วันชัย จันทร์ประเสริฐ และ จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2533. งานวิจัยคุณภาพเมล็ดพันธุ์กับการผลิตพืชไร่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 104-131. ใน “รายงานสัมมนาเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 4.” กองขยายพันธุ์พืช กรมส่งเสริมการเกษตร.
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2539. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2538/2539. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 28/2539 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.
- อารมย์ ศรีพิจิษฐ์. 2533. ผลของการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยซิลิกาเจลที่มีต่อการติดสีของ TCC ความงอก ความแข็งแรง และการแตกร้าวของเชื้อหุ้มเมล็ด. วิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์. 24(2) : 167 – 175.
- Abdul-Baki,A.A. 1980. Biochemical aspects of seed vigor. Hortscience 15:765-770.
- Abdul-Baki,A.A. and J.E. Baker. 1973. Are changes in cellular organelles or membranes related to vigor loss in seed. Seed Sci. and Technol. 1:89-125.
- Adams, C.A, M.C. Fjerstad and R.W. Rinne. 1983. Characteristics of soybean seed maturation:necessity for slow dehydration. Crop Sci. 23:265-267.
- AOSA. 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32 to the Handbook on Seed Testing. Association of Official Seed Analysts. 88pp.
- Bass, L.N., T. M. Ching and F. L. Winter. 1961. Packages that Protect Seeds. USDA Year Book of Agriculture, Washington, D. C. 519 pp.
- Bishnoi, U. R. 1974. Physiological maturity of seed in *Triticale hexaploid* L. Crop Sci. 14:819-821.
- Boyd, A. H., G. M. Dougherty, R. K. Matthes and K. W. Rushing. 1975. Seed drying and processing. Cereal Seed Technology. FAO. Rome, Italy. 87-107.
- Branton, D. 1969. Membrane structure. Ann. Rev. Plant Physiol. 20:209-237.
- Burriss J. S. 1973. Effect of seed maturation and plant population on soybean seed quality. Agron J. 65:440-441.
- Carter, J.B.H. 1973. The influence of the testa, damage and seed dressing on the emergence of groundnut (*Archis hypogaea*). Ann. Appl. 74:315-323.
- Ching, T. M. 1973. Aging stresses on physiological and biochemical activities of crimson clover (*Trifolium incarnatum* L. var. Dixie) seeds. Crop Sci. 12:415-418.
- Christensen, C. M. and H. H. Kaufman. 1969. The role of fungi in quality loss. Grain Storage. University of Minnesota Press. Minneapolis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Clark, D. C. and L. N. Bass. 1975. Effect of storage condition, packaging materials and moisture content on longevity of crimson clover seeds. *Crop Sci.* 15:577-580.
- Costa, A. V. 1980. Delay in harvest after maturity and its effect on seed quality and seedling emergence in 18 cultivars and lines of soybean. *Field Crops Abstr.* 33(2):1041.
- Delouche, J. C. 1968. Precepts for seed storage. *Proc. Short Course for Seedsmen. Seed Technology Laboratory, Mississippi State Univ. State College, Mississippi.* 85-119.
- Delouche, J. C. 1971. Determinants of seed quality. Page 53-68. In *Proc. Short course for Seedsmen. Seed Technology Laboratory, Mississippi State University. State College, Mississippi.*
- Delouche, J. C. 1974. Maintaining soybean seed quality. *Soybean Production Marketing and Use. Bulletin Y-69. National Fertilizer Development Center, Tennessee Valley Authority.* 42-62.
- Delouche, J. C. 1975. Seed quality and storage of soybeans. Page 86-107. In D. K. Whingham, ed. *Proceeding :soybean Production Protection and Utilization. INTSOY Series No. 6 University iv. of Illinois Urbana-Champaign.*
- Delouche, J. C. 1980. Enviromental effects on seed development and seed quality. *Hort Science* 15:775-780.
- Delouche, J. C. and C . C. Baskin. 1973. Accelerated aging techiques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. and Technol.* 1(2): 427-453.
- Egli, D. B., G. M. White and D.M. Tekrony. 1979. Relationship between seed vigor and the storability of soybean seed. *J. Seed Technol.* 3:1-11.
- Ferguson, J.M., D.M. Tekrony and D.B. Egli. 1990. Changes during early suybean seed and axes deterioration: I seed quality and mitochondrial respiration. *Crop Sci.* 30:175-179.
- Foster, G.H. 1973. Heated-air grain drying. Pages 189-208. In R.N. Sinha and W.E. Muir, eds. *Grain storage part of a system. The AVI publishing Co.,Inc., Westport, Connecticut.*
- Gelmond, H., I. Luria., L.W. Woodstock and M. Perl. 1978. The effect of accelerated aging of sorghum seeds on seedling vigour. *J.of Exp. Bot.* 29:489-495.
- Ghaly, T. F. and J. W. Sutherland. 1983. Quality aspects of heated-air drying of soybeans. *J. stored Prod. Res.* 19(1): 31-41.
- Grabe, D. F., ed. 1970. *Tetrazolium testing handbook for agricultural seeds. Contribution No. 29 to the Handbook on seed testing. Assoc. Off. Seed Anal.*

- Green, D. E., L. E. Cavanah and E.L. Pinnell. 1966. Effect of seed moisture content field weathering and combine cylinder speed on soybean seed quality. *Crop Sci.* 6:7-10.
- Halder, S. and K. Gupta. 1980. Effect of storage of sunflower seed in high and low relative humidity on solute leaching and internal biochemical change. *Seed Sci. and Technol.* 8 (3):317-321.
- Harrington, J. F. 1972. Seed storage and longevity. Page 145-245 in T.T. Kozlowski, ed. *Seed biology*, Vol. III. Academic Press, Inc., New York.
- Hobbs, P. R. and R. L. Obendorf. 1972. Interaction of initial seed moisture and imbibitional temperature on germination and productivity of soybean. *Crop Sci.* 12:664-667.
- Hor, Y. L. 1977. Storage of field crop seeds under Malaysia conditions. *Seed Technology in The Tropics*. Kuala Lumpur, Malaysia. 123-133.
- ISTA. 1976. International rules for Seed Testing. *Seed Sci. and Technol.* 4:3-177.
- McDonald, M. B. Jr. 1977. The influence of seed moisture on the accelerated aging seed vigor test. *J. Seed Technol.* 2(1): 18-28.
- McDonald, M. B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Sci. and Technol.* 27:177-237.
- Meada, J. A., M. A. C. Miranda, D. Arkcoll and E. Zink. 1980. Effect of various external factors on the quality of soybean seed. *Soybean Abst.* 3(3):45.
- Metzer, R. B. 1967. Natural and induced variation in soybean seed quality during maturation. *Cited by* D. M. TeKrony, D. B. Egli and A. D. Phillips. Effect of Field weathering on the Viability and of Soybean Seed. *Agron. J.* 72:749-753.
- Moller, I. M. 1986. NADH dehydrogenases in plant mitochondrial. *Physiol. Plant.* 67:517-520.
- Mondragon, R. L. and H. C. Potts. 1974. Field deterioration of soybeans as affected by environment. *Proc. Assoc. off. Seed Anal.* 64:63-67.
- Moore, R. L. and H. C. Potts. 1974. Effects of mechanical injuries on viability. Pages 94-113 in E. H. Roberts, ed. *Viability of seeds*. Chapman and Hall Ltd., London.
- Overhulth, D. G., G. M. White, H. E. Hamilton and I. J. Ross. 1973. Drying soybean with heated air. *Transactions of the ASAE.* 16:112-113.
- Paulson, R. E. and L. M. Srivastava. 1968. The fine structure of the embryo of *Lactuca sativa*. I. Dry embryo. *Can. J. Bot.* 46:1437-1450.

- Powell, A. A. and S. Matthews. 1977. Deteriorative changes in pea seed (*Pisum sativum* L.) stored in humid or dry conditions. *J. Exp. Bot.* 28: 225-234.
- Ravalo, E. J., F. D. Tenne, E. D. Rodda and J. B. Sinclair. 1980. Tropical storage of U.S. certified soybean seed. *Transactions of the ASAE.* 23:398-402.
- Roberts, L. W. 1951 Survey of factors responsible for reduction of 2, 3, 5- triphenyl tetrazolium chloride in plant meristem. *Science* 113:692-693.
- Sangakkara, U. R. 1990. Effect of threshing method drying temperature and storage condition on microbial deterioration of soybean seed. *Soyabean Abst.* 13(4): 182.
- Swayed, N., J. S. Burris and T. E. Flynn. 1984. Physiological studies on the effects of drying temperatures on corn seed quality. *Can. J Plant Sci.* 64:497-504.
- Shephard, H. L., R. E. L. Naylor and T. Stuchbury. 1996 The influence of seed maturity at harvest and drying method on the embryo, α -amylase activity and seed vigour in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Seed Sci. and Technol.* 24:245-259.
- Sosnowski, S., J. Pyzik and E. Sosnowska. 1989. Mechanical damage to soybean seeds during harvesting cleaning and drying. *Soyabean Abst.* 12(10): 295.
- Spears, J. F., D. M. Tekrony and D. B. Egli. 1997. Temperature during seed filling and soybean seed germination and vigor. *Seed Sci. and Technol.* 25: 233-244.
- Sripichitt, A., E. Nawata and S. Shigenaga. 1989. Effect of storage on changes in TTC staining pattern and germination of soybean seeds. *Seed Abst.* 12(2): 53.
- Tanner, J. W. and D. J. Hume. 1978. Management and production. *Soybean Physiology Agronomy and Utilization.* Academic Press, Inc., New York. 158-217.
- Thomson, J. R. 1979. *An Introduction to Seed Technology.* Thomson Litho Ltd. East Kilbride, Scotland.
- Ting, K. C., G. M. White, I. J. Ross and O. J. Loewer. 1980. Seed coat damage in deep-bed drying of soybean. *Transactions of the ASAE.* 23(5):1293-1296,1300.
- Webster, B. D. and A. C. Leopold. 1977. The ultrastructure of dry and imbibed cotyledons of soybean. *Amer. J. Bot.* 64:1286-1293.
- White, G. M., O. J. Loewer, I. J. Ross and D. B. Egli. 1976. Storage characteristics of soybean dried with heated air. *Transactions of the ASAE.* 19(2):306-310.
- Wilson, D. O. and M. B. McDonald. 1986. The lipid peroxidation model of seed aging. *Seed Sci. and Technol.* 14:269-300.

- Wolf, W. J. and J. C. Cawan. 1971. Processing soybean into oil meal. Soybean as a Food Source. Butterworth and Co Ltd, London. 15-20.
- Woodstock, L. W. and D. F. Grabe. 1967. Relationships between seed respiration during imbibition and subsequent seedling growth in *Zea mays* L. Plant Physiol. 42:1071-1076.
- Yaklich, R. W. and M. K. Kulik. 1979. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: relationship of the standard germination test, seedling vigor classification, seedling length, and tetrazolium staining to field performance. Crop Sci. 19:247-252.
- Young, J. H. and R. H. Misra. 1981. Simulation applications in soybean drying. Soybean Abst. 4 (5):97.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1 Analysis of variance for germination.

Source	df	SS	MS	F
Treatment	19	1256.8000	66.1474	2.408**
A	1	0.8000	0.8000	0.029ns
B	1	204.8000	204.8000	7.456**
C	4	118.8000	29.7000	1.081ns
AB	1	3.2000	3.2000	0.117ns
AC	4	549.2000	137.3000	4.999**
BC	4	169.2000	42.3000	1.540ns
ABC	4	210.8000	52.7000	1.919ns
Error	60	1648.0000	27.4667	
Total	79	2904.8000	36.7696	

Grand Mean = 94.7

CV = 5.5341%

Table 2 Analysis of variance for viability (TZ test).

Source	df	SS	MS	F
Treatment	19	1282.5500	67.5026	3.507**
A	1	92.4500	92.4500	4.803*
B	1	6.0500	6.0500	0.314ns
C	4	263.8000	65.9500	3.426*
AB	1	54.4500	54.4500	2.829ns
AC	4	343.8000	85.9500	4.465**
BC	4	142.2000	35.5500	1.847ns
ABC	4	379.8000	94.9500	4.932**
Error	60	1155.0000	19.2500	
Total	79	2437.5500	30.8551	

Grand Mean = 94.825

CV = 4.6269%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3 Analysis of variance for field emergence.

Source	df	SS	MS	F
Treatment	19	931.8000	49.0421	2.755**
A	1	16.2000	16.2000	0.910ns
B	1	5.0000	5.0000	0.281ns
C	4	366.8000	91.7000	5.152**
AB	1	57.8000	57.8000	3.247ns
AC	4	162.8000	40.7000	2.287ns
BC	4	58.0000	14.5000	0.815ns
ABC	4	265.2000	66.3000	3.725**
Error	60	1068.0000	17.8000	
Total	79	1999.8000	25.3139	

Grand Mean = 96.05

CV = 4.3925%

Table 4 Analysis of variance for germination after accelerated aging (AA).

Source	df	SS	MS	F
Treatment	19	1287.2000	67.7474	3.278**
A	1	156.8000	156.8000	7.587**
B	1	20.0000	20.0000	0.968ns
C	4	175.2000	43.8000	2.119ns
AB	1	0.0000	0.0000	0.000ns
AC	4	579.2000	144.8000	7.006**
BC	4	196.0000	49.0000	2.371ns
ABC	4	160.0000	40.0000	1.935ns
Error	60	1240.0000	20.6667	
Total	79	2527.2000	31.9899	

Grand Mean = 95.1

CV = 4.7802%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 5 Analysis of variance for germination of speed.

Source	df	SS	MS	F
Treatment	19	36.5773	1.9251	5.284**
A	1	5.3820	5.3820	14.773**
B	1	0.6570	0.6570	1.803ns
C	4	4.4953	1.1238	3.085*
AB	1	0.2258	0.2258	0.620ns
AC	4	9.5359	2.3840	6.544**
BC	4	8.4172	2.1043	5.776**
ABC	4	7.8641	1.9660	5.396**
Error	60	21.8594	0.3643	
Total	79	58.4367	0.7397	

Grand Mean = 11.24687

CV = 5.3667%

Table 6 Analysis of variance for seedling growth rate (SGR).

Source	df	SS	MS	F
Treatment	19	1127.1030	59.3212	6.912**
A	1	95.7950	95.7950	11.162**
B	1	117.0748	117.0748	13.641**
C	4	261.6526	65.4131	7.622**
AB	1	130.1061	130.1061	15.159**
AC	4	284.4153	71.1038	8.285**
BC	4	18.0850	4.5212	0.527ns
ABC	4	219.9742	54.9936	6.408**
Error	60	514.9489	8.5825	
Total	79	1642.0518	20.7855	

Grand Mean = 25.2561

CV = 11.5994%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 7 Analysis of variance for shoot length.

Source	df	SS	MS	F
Treatment	19	58052.6298	3055.4016	26.854**
A	1	3031.3376	3031.3376	26.642**
B	1	508.6875	508.6875	4.471*
C	4	14191.7844	3547.9461	31.183**
AB	1	5380.0202	5380.0202	47.285**
AC	4	13794.0490	3448.5122	30.309**
BC	4	10853.4772	2713.3693	23.848**
ABC	4	10293.2739	2573.3185	22.617**
Error	60	6826.7371	113.7790	
Total	79	64879.3669	821.2578	

Grand Mean = 106.9201

CV = 9.9763%

Table 8 Analysis of variance for root length.

Source	df	SS	MS	F
Treatment	19	12213.7035	642.8265	11.143**
A	1	66.2298	66.2298	1.148ns
B	1	62.5341	62.5341	1.084ns
C	4	2496.6110	624.1528	10.819**
AB	1	1777.0838	1777.0838	30.804**
AC	4	4371.2667	1092.8167	18.943**
BC	4	1583.4157	395.8539	6.862**
ABC	4	1856.5622	464.1405	8.045**
Error	60	3461.3908	57.6898	
Total	79	15675.0943	198.4189	

Grand Mean = 55.5643

CV = 13.6695%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 9 Analysis of variance for electrical conductivity of seed leachate (EC).

Source	df	SS	MS	F
Treatment	19	3397.4581	178.8136	2.504**
A	1	368.3823	368.3823	5.159*
B	1	278.5191	278.5191	3.900ns
C	4	329.9715	82.4929	1.155ns
AB	1	1449.3382	1449.3382	20.297**
AC	4	367.0981	91.7745	1.285ns
BC	4	210.5722	52.6431	0.737ns
ABC	4	393.5765	98.3941	1.378ns
Error	60	4284.3835	71.4064	
Total	79	7681.8415	97.2385	

Grand Mean = 48.5808

CV = 17.3941%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้