16972

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

อิทธิพลของการสุกแก่และวิธีการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ต่อความงอก ความแข็งแรง และการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

The influence of seed maturity and desiccation method on germination, vigor and leachate of soybean seeds.

T100021

โดย

นางสาวแจ่มจันทร์ เชื้อสุวรรณ์

นางสาวภาณี ลาภทวี

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.อารมย์ ศรีพิจิตต์

ปพ.
จ844ป
2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 100021
วัน,เดือน,ปี 17 JUN 2009

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

อิทธิพลของการสุกแก่และวิธีการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ต่อความงอก ความแข็งแรง และการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

The influence of seed maturity and desiccation method on germination, vigor and leachate of soybean seeds.

โดย

นางสาวแจ่มจันทร์ เชื้อสุวรรณ์

นางสาวภาณี ลาภทวี

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(ผศ.ดร.อารมย์ ศรีพิจิตต์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ปพ
จ 8440
2542

16972
5 - ก.ย. 2543

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(ผศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 15 เดือน ม.ค. พ.ศ. 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

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

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้ความรู้ทางด้านสถิติ

ขอขอบคุณบิดาและมารดา ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาและคอยเป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด

ท้ายสุดนี้ ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ที่ให้คำแนะนำและการช่วยเหลือ ทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

แจ่มจันทร์ เชื้อสุวรรณ์
ภาณี ลาภทวี
พฤษภาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง :อิทธิพลของการสุกแก่และวิธีการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ต่อความงอก ความแข็งแรง และการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

The influence of seed maturity and desiccation method on germination, vigor and leachate of soybean seeds.

โดย :นางสาวแจ่มจันทร์ เชื้อสุวรรณ์

นางสาวภาณี ลาภทวี

สาขา :พืชไร่

ภาควิชา :เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ :เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา :ผศ.ดร.อารมย์ ศรีพิจิตต์

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อประเมินผลของระยะสุกแก่และวิธีการลดความชื้นต่อความงอก ความแข็งแรงและการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง [*Glycine max* (L.) Merr. พันธุ์ สจ.5] เก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเมื่อสุกแก่ทางสรีรวิทยา (เมล็ดมีความชื้น 52 % โดยน้ำหนักสด) และเมื่อสุกแก่ในระยะที่เก็บเกี่ยวได้ (เมล็ดมีความชื้น 25 %) ไปตรวจสอบหาคุณภาพเบื้องต้นและการรั่วไหล และลดความชื้นโดยไม่ต้องนวดเมล็ดโดยให้ความชื้นระเหยออกไปอย่างช้าๆ ภายในร่มของห้องปฏิบัติการและให้ความชื้นระเหยออกโดยเร็วด้วยแสงอาทิตย์ เมื่อเมล็ดมีความชื้นลดลงเหลือ 14 – 15 % จึงนวดเมล็ดด้วยมือแล้วลดความชื้นต่อไปจนกระทั่งเมล็ดมีความชื้น 8 – 9 % ระยะสุกแก่ของเมล็ดที่เก็บเกี่ยวและวิธีการลดความชื้นต่างก็ไม่มีผลเสียอย่างมีนัยสำคัญต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ อย่างไรก็ตามพบว่าเมล็ดที่ลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์มีอัตราการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดและอัตราการดูดน้ำมากกว่าเมล็ดที่ลดความชื้นในที่ร่ม สิ่งนี้อาจเป็นการชี้ให้เห็นถึงการเสื่อมสภาพของเมมเบรนซึ่งเกิดจากการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of seed maturity and drying method on germination , vigor and leachate of soybean [*Glycine max* (L.) Merr. cv. SJ5] seeds. The seeds were harvested either at physiological maturity (PM) (52% seed moisture content on wet weight basis) or at harvest maturity (25% m.c.), 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. When seed moisture content of 14 – 15 % was achieved, the seeds were then hands shelled and further dried until moisture content of 8 – 9 % was obtained. Neither the stage of maturity at harvest and drying method had significantly detrimental influence on seed germination and vigor. However, sun dried seeds appeared to have greater rate of electrical conductivity of seed leachate and water absorption than those of shade dried seeds. This may be indicative of membrane deterioration induced by sun drying.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(1)
สารบัญภาพ	(2)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	6
ผลการทดลอง	11
วิจารณ์ผลการทดลอง	23
สรุปผลการทดลอง	25
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

Table		หน้า
1	Effect of maturity stage and drying on germination (%), viability (TTC test) (%), field emergence (%), germination after accelerated aging (AA) (%), speed of germination, SGR (mg/seedling), root and shoot length, electrical conductivity of seed leachate (µs/cm/g) and water imbibition (mg/seed) of soybean seed cv. SJ5.	14
2	Effect seed maturity and drying on TTC staining pattern of soybean seed cv.SJ5.	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

Figure		หน้า
1	Changes in moisture content of soybean seeds cv. SJ5 harvested at PM by sun and shade drying.	12
2	Changes in moisture content of soybean seeds cv. SJ5 harvested at HM by sun and shade drying.	13
3	Staining pattern of soybean seed cv. SJ 5 after TTC test. The seed were harvested at PM and dried by sunlight and shade. Explanation of each staining pattern (T1 to T9) is shown in Table 2.	15
4	Staining pattern of soybean seed cv. SJ 5 after TTC test. The seed were harvested at HM and dried by sunlight and shade. Explanation of each staining pattern (T1 to T9) is shown in Table 2.	16
5	Changes in conductivity of seed leachate from soybean seed cv. SJ5 harvested at PM after drying.	19
6	Changes in conductivity of seed leachate from soybean seed cv. SJ5 harvested at HM after drying.	20
7	Changes in water absorption of soybean seed cv. SJ5 harvested at HM after drying.	21
8	Effect of seed drying and seed maturity on membrane damage as show by staining with Evans blue of cell of soybean seed cv. SJ5.	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merr.) เป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญมากพืชหนึ่งของโลก ถั่วเหลืองประกอบด้วย โปรตีนประมาณ 38% น้ำมันประมาณ 18% ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ถั่วเหลืองถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารกันอย่างกว้างขวาง (อภิพรรณ, 2528) เช่น เต้าเจี้ยว เต้าหู้ และนมถั่วเหลือง (ลิลลี่, 2537) อย่างไรก็ตามผลผลิตถั่วเหลืองของประเทศไทยในแต่ละปียังอยู่ในระดับต่ำ จึงต้องมีการนำเข้าถั่วเหลืองจากต่างประเทศในรูปกากและน้ำมันถั่วเหลืองประมาณปีละ 4 แสนตัน ทำให้เป็นการสูญเสียเงินตราออกไปหลายพันล้านบาทต่อปี

การผลิตถั่วเหลืองเพื่อให้ได้ผลผลิตดีนั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพเบื้องต้นของเมล็ดพันธุ์เป็นสำคัญ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่สำคัญได้แก่ ความมีชีวิต (Viability) และความแข็งแรง (Seed vigor) (Yaklich *et al.*, 1979) ซึ่งจะลดลงอย่างรวดเร็วในเขตร้อนชื้น การสูญเสียคุณภาพของเมล็ดพันธุ์อาจเกิดขึ้นภายหลังการสุกแก่ก่อนเก็บเกี่ยวและในระหว่างการเก็บรักษา ปัจจัยสำคัญที่ทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างรวดเร็วเกิดจากการมีสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม เช่น อากาศร้อนชื้น ฝนตกบ่อยๆ ซึ่งมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วจึงควรหาทางหลีกเลี่ยงจากสภาพอากาศที่รุนแรง เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น

การเก็บเกี่ยวให้เร็วขึ้น เช่น การเก็บเกี่ยวเมื่อเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity , PM) เป็นวิธีหนึ่งเพื่อหลีกเลี่ยงไปจากสภาพอากาศดังกล่าว แต่เมล็ดซึ่งสุกแก่ที่ PM นี้ยังมีความชื้นสูงอยู่มาก (ประมาณ 50 – 60 %) จึงจำเป็นต้องมีการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์โดยเร็วมิฉะนั้น เมล็ดพันธุ์จะเสื่อมคุณภาพไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากความชื้นของเมล็ดมีผลต่อขบวนการหายใจและการสลายตัวของสารอาหารที่สะสม ในเขตร้อนโดยทั่วไปแล้วการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์เป็นที่นิยมปฏิบัติกัน ส่วนอีกวิธีหนึ่งก็คือวิธีการผึ่งลมในที่ร่ม ทั้งสองวิธีเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับเกษตรกรที่ไม่มีเงินทุน หรือเครื่องมือลดความชื้นที่ทันสมัย ดังนั้นการเก็บเกี่ยวเมล็ดเพื่อที่จะใช้เป็นเมล็ดพันธุ์จะต้องคำนึงถึงระยะสุกแก่ของเมล็ด รวมถึงวิธีการลดความชื้นต่างๆ ให้เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี ที่จะนำไปสู่ความพึงพอใจในผลผลิตที่ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาถึงผลของระยะเวลาการสุกแก่และวิธีการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยแสงแดดและการผึ่งลมที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

การพัฒนาของเมล็ดพันธุ์จะเริ่มตั้งแต่ระยะที่มีการปฏิสนธิเกิดขึ้น ในระหว่างการเจริญเติบโตและพัฒนาของเมล็ดนั้น เมล็ดมีการเก็บสะสมอาหารไว้ภายในเมล็ด มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านรูปร่าง ลักษณะต่างๆของเมล็ด ตลอดไปจนถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาของเมล็ด จนกระทั่งเมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงที่สุด เรียกระยะนี้ว่า ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological maturity , PM)(Delouche,1975 ; วัลลภ, 2538) ระยะเวลาตั้งแต่มีการปฏิสนธิไปจนกระทั่งถึงระยะ PM นี้แตกต่างกันไปตามชนิดของพืช (จวงจันทร์, 2529) ที่ระยะ PM ถั่วเหลืองยังคงมีความชื้นของเมล็ดสูงอยู่ Duangpatra (1983) รายงานว่าที่ระยะ PM ของถั่วลิสง นอกจากจะมีความงอกและความแข็งแรงสูงแล้ว ความสามารถของการงอกในไร่ยังสูงอีกด้วย และ Lou *et al.*(1983) พบว่าความงอกของเมล็ดจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และมีค่าสูงสุดก่อนที่เมล็ดจะเข้าสู่ระยะ PM เพียงเล็กน้อย ความงอก และความแข็งแรงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ด กล่าวคือ เมื่ออาหารเคลื่อนย้ายไปยังเมล็ดมากขึ้น ทำให้เมล็ดมีความงอก และความแข็งแรงเพิ่มขึ้นด้วย (วันชัย, 2537) ในทำนองเดียวกัน Baskin and Delouche (1971) รายงานว่าเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ KUP 240-421 ที่สุกแก่เต็มที่จะมีน้ำหนักแห้งสูงสุด เนื่องจากเมล็ดที่สุกแก่เต็มที่มีอาหารสะสมในเมล็ดมากกว่าเมล็ดที่ยังอ่อนอยู่

ในการพิจารณาถึงระยะ PM การสังเกตเฉพาะสีฝัก และเมล็ดนั้นไม่เพียงพอควรพิจารณาน้ำหนักแห้งของเมล็ดด้วย Delouche (1974) กล่าวว่าที่ระยะ PM นี้อาจยังมีฝักสีเขียวปรากฏอยู่เล็กน้อย ซึ่งเมล็ดจะหดตัวจากผนังฝักและมีสีเขียวปนกับสีเหลือง ในระยะนี้เนื้อเยื่อที่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองนั้นเริ่มจากบริเวณส่วนของ Hypocotyl และ Radicle ก่อนส่วนอื่นๆ หรือสุกแก่ก่อนน้ำหนักแห้งของเมล็ดจะขึ้นสูงสุด ดังรายงานของ อารมย์ (2537) ที่กล่าวว่าในระยะก่อนที่น้ำหนักแห้งของเมล็ดจะเริ่มสูงสุดสีของฝักและเมล็ดจะเป็นสีเขียว ในระยะนี้น้ำหนักแห้งของเมล็ดเริ่มสูงสุดเป็นครั้งแรก พบว่าฝักเริ่มมีสีเหลืองเกิดขึ้น เมล็ดจะเริ่มหดตัวจากผนังฝักและปรากฏสีเหลือง แสดงว่าเมื่อการสุกแก่ของเมล็ดเข้าใกล้ระยะ PM สีเขียวจะค่อยๆ จางหายไปในขณะเดียวกันสีเหลืองก็จะเข้ามาแทนที่ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Tekrony *et al.* (1979) ที่พบว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่อยู่ในระยะแรกของ PM สีของฝักและเมล็ดยังคงมีสีเขียวปนอยู่กับสีเหลือง นอกจากนี้เขายังกล่าวอีกว่าระยะ PM โดยสมบูรณ์นั้น คือระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด รวมทั้งฝักและเมล็ดจะต้องมีสีเหลืองอย่างสมบูรณ์ด้วย (Burris, 1973) และ Delouche (1975) แนะนำถึงการพิจารณาการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในระยะ PM ว่าควรทำการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองเมื่อลำต้นและใบเริ่มเป็นสีเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม้ว่าเมล็ดที่อยู่ในระยะ PM จะมีความงอกและความแข็งแรงสูงก็ตาม แต่โดยปกติแล้วเกษตรกรจะไม่ทำการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในระยะนี้ เนื่องจากความชื้นในเมล็ดค่อนข้างสูงในถั่วเหลืองจะมีความชื้นประมาณ 50 – 60% (Tekrony *et al*., 1979) จึงไม่เหมาะสมที่จะทำการเก็บเกี่ยวในระยะ PM นี้ (Thomson, 1979) เพราะเมล็ดถั่วเหลืองที่มีความชื้นสูงจะสูญเสียความงอกได้เร็วกว่า เมล็ดที่มีความชื้นต่ำ (Delouche, 1974) ภายหลังจากระยะ PM ไปแล้วความชื้นของเมล็ดถั่วเหลืองจะลดลงอย่างรวดเร็ว จนมีความชื้นประมาณ 14 – 20% ซึ่งเป็นความชื้นที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยว เรียกระยะนี้ว่า ระยะสุกแก่ที่เก็บเกี่ยวได้ (Harvest maturity, HM) (จวงจันทร์, 2529) ภายหลังจากการสุกแก่ของเมล็ดที่ PM แล้วคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะขึ้นอยู่กับสภาพลมฟ้าอากาศเป็นสำคัญ ในช่วงเวลาระหว่างระยะ PM กับ HM นี้อาจเกิดสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม เช่นอากาศร้อนชื้น ฝนตกบ่อยๆ มีผลทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง หรือเสื่อมลงอย่างรวดเร็ว (Delouche, 1980 ; Tekrony *et al*., 1980) ธนีนาฏ และคณะ (2521) และ อนงค์ (2531) รายงานว่า หากถั่วเหลืองถูกฝนขณะเก็บเกี่ยวแม้เพียงครั้งเดียว จะมีผลต่อความงอกทันทีและยังพบว่า ถั่วเหลืองต่างพันธุ์กันมีความทนทานต่อสภาพลมฟ้าอากาศแตกต่างกัน และมีคุณภาพของเมล็ดที่เก็บเกี่ยวแตกต่างกันอีกด้วย ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงสภาพอากาศที่ไม่แน่นอน จึงควรทำการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่ระยะ PM (อารมย์, 2537) เพราะจะทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีกว่าที่จะเก็บที่ระยะ HM แต่การเก็บเกี่ยวเมล็ดในระยะ PM นี้ยังมีความชื้นสูงเกินไปทำให้ไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้อย่างปลอดภัยจึงจำเป็นต้องมีการลดความชื้นของเมล็ดที่เก็บในระยะ PM ให้เร็วที่สุดด้วยวิธีการที่เหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงผลเสียหายหลายประการที่จะเกิดขึ้นซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ คือ น้ำที่มีอยู่อย่างอิสระภายในเมล็ดพันธุ์ อาจอยู่ในช่องว่างหรือเคลือบโมเลกุลของสารต่างๆ ในเมล็ดพันธุ์ โดยไม่รวมน้ำที่เป็นส่วนประกอบของสารเคมีในเมล็ด น้ำที่เป็นความชื้นของเมล็ดมีผลอย่างมากต่อคุณภาพการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ คือ เมล็ดที่มีความชื้นสูงจะมีการเสื่อมคุณภาพไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีอัตราการหายใจที่สูง และมีการเสื่อมคุณภาพไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นเมล็ดที่ดีจะต้องอบหรือลดความชื้นให้เหลือไม่เกิน 12 – 13% จึงสามารถเก็บรักษาได้อย่างปลอดภัย (วัลลภ, 2538)

เมล็ดพืชที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ๆ โดยปกติจะมีความชื้นสูง การทำให้เมล็ดแห้งจึงเป็นสิ่งจำเป็นถ้าจะเก็บเมล็ดดังกล่าวเป็นเมล็ดพันธุ์ อย่างไรก็ตามการทำให้เมล็ดแห้งเกินไปเมล็ดอาจได้รับความเสียหายที่เกิดจากการใช้เครื่องจักรขณะเก็บเกี่ยว นวด กะเทาะ หรือปรับสภาพ เช่นเมล็ดที่มีความชื้น 8% มีความงอกและความแข็งแรงต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ระดับความชื้น 10, 12 และ 14% (สวัสดิ์, 2535) กองขยายพันธุ์พืช, (2527) ได้ให้คำแนะนำว่าการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ถั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหลืองไม่ควรลดความชื้นของเมล็ดให้ลดต่ำลงกว่า 10% Thongteera (1985) พบว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่ลดความชื้นให้เหลือ 9 – 10% แล้วนำไปปรับสภาพจะทำให้ความงอกลดลง จาก 93% เหลือเพียง 57% Nangju *et al.*, (1980) กล่าวว่าในการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์นั้นไม่ควรใช้อุณหภูมิสูงกว่า 50°ซ จะทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดลดลง โดยเฉพาะเมื่อมีความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดสูง

การลดความชื้นมีความสำคัญดังนี้ (วันชัย, 2542., Bala, 1997)

1.ช่วยป้องกันความเสียหายที่เกิดจากการสะสมความร้อน และ จุลินทรีย์

2. ช่วยรักษาความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ให้อยู่ในระดับที่สูง

3. ช่วยให้ทำการเก็บรักษาเมล็ดไว้ได้นานปราศจากการเสื่อมคุณภาพ

4. ทำให้เกษตรกรมีผลผลิตที่ดีสำหรับบริโภคและขาย

5. รักษาความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ และทำให้เกษตรกรใช้และขายเมล็ดที่ดีมีคุณภาพ

ทั้งนี้การลดความชื้นโดยวิธีธรรมชาติขึ้นอยู่กับความร้อนจากแสงอาทิตย์ และกระแสลม วิธีนี้เมล็ดถูกควบคุมความชื้นโดย อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รอบๆ เมล็ด ถ้าขณะลดความชื้นในอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและมีลมพัด ทำให้อากาศถ่ายเทดี จะพัดความชื้นออกจากผิวเมล็ดโดยเร็วทำให้เมล็ดนั้นแห้งเร็ว ซึ่งการลดความชื้นวิธีนี้เป็นทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรรายย่อย และเป็นการลดความชื้นแบบง่ายๆ ซึ่งไม่ซับซ้อนไม่ต้องใช้เครื่องมือราคาแพง เป็นการใช้แหล่งพลังงานราคาถูก จึงเหมาะสมอย่างยิ่งต่อเกษตรกรที่มีพื้นที่เพาะปลูกน้อยและเป็นการลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์การทดลอง

เครื่องแก้ว

1. โถดูดความชื้น (Desiccator)
2. Petri dish
3. Beaker
4. Cylinder

เครื่องมืออุปกรณ์สำหรับตรวจสอบความชื้น

1. ตู้อบ (Hot air oven)
2. กระป๋องอลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม. สูง 4 ซม.
3. เทอร์โมมิเตอร์
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า (ทศนิยม 3ตำแหน่ง)

อุปกรณ์สำหรับเพาะ

1. กระดาษเพาะ (Paper towel)
2. ถุงพลาสติก ขนาด 35.5 × 55.5 ซม.
3. ทรายละเอียด
4. ตู้เพาะ (Incubator)
5. กล่องพลาสติกสำหรับเพาะ ขนาด 18 × 27 ×10 ซม.
6. ดินผสม
7. เมล็ดถั่วเหลือง พันธุ์ สจ.5

เครื่องมือวัดค่าการนำไฟฟ้า

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

สารเคมี

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดพันธุ์ขยาย ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ผลิตที่อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี ภายใต้การควบคุมของศูนย์ขยายพันธุ์พืชที่ 4 จังหวัดชัยนาท โดยปลูกเมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2542 สุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ด้วยมือ 2 ครั้ง ครั้งแรกวันที่ 29 ตุลาคม 2542 เป็นเมล็ดพันธุ์ที่สุกแก่ในระยะ PM (ฝักเป็นสีเหลืองโดยสมบูรณ์) ครั้งที่2 เก็บวันที่ 4 พฤศจิกายน 2542 เมื่อเมล็ดสุกแก่ในระยะ HM (ฝักเป็นสีน้ำตาล) นำเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในแต่ระยะการสุกแก่มาตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นและลดความชื้น

การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่จะทำการตรวจสอบประกอบไปด้วยการตรวจสอบความงอก ความแข็งแรง และการย้อมสีเมล็ดด้วย TTC และ fast green

1. การตรวจสอบความงอก

นำเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 25 เมล็ด วางบนกระดาษเพาะ (Paper towel) ที่ทำให้ชื้นด้วยน้ำกลั่น แล้วม้วนกระดาษหลวมๆใส่ในถุงพลาสติกที่เติมน้ำกลั่นปริมาณเล็กน้อยแล้วใช้ยางรัดปากถุง เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25°ซ ประเมินผลหลังเพาะได้ 8 วัน (ISTA, 1976)

2. การตรวจสอบความแข็งแรง

การตรวจสอบความแข็งแรงที่ใช้มีดังนี้

2.1 อัตราการเจริญของต้นกล้า (Seedling growth rate, SGR)

นำเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 25 เมล็ด เพาะตามวิธีการตรวจสอบความงอกมาตราฐาน โดยวางเมล็ดโดยให้ micropyle หันไปทางขอบบนของกระดาษเพาะโดยให้แถวแรกห่างจากขอบกระดาษด้านบน 6.5 ซม. แถวที่ 2 ห่าง 13 ซม. วางเมล็ดให้เหลื่อมกัน ในแต่ละแถว (AOSA, 1983) อบที่อุณหภูมิ 25°ซ นาน 8 วันในที่มืด ประเมินผลโดยวัดความยาวยอดและราก (มม.) และหาน้ำหนักแห้งของต้นกล้าโดยนับเฉพาะจำนวนต้นกล้าที่งอกปกติ แล้วใช้มีดโกนตัดใบเลี้ยงของต้นกล้าทิ้ง นำต้นกล้าที่ได้ใส่ถุงกระดาษอบที่อุณหภูมิ 105°ซ นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง (มก.) คำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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°ซ นาน 48 ชั่วโมง (ISTA,1976) จากนั้นนำเมล็ดมาทดสอบความงอกโดยเพาะด้วยทรายที่ผ่านการฆ่าเชื้อในกล่องพลาสติกใส (18 × 27 × 10 ซม.) นาน 8 วัน แล้วจึงทำการประเมินผลความงอก

2.3 ความเร็วในการงอก (Speed of germination)

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

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

2.4 การตรวจสอบความงอกในไร่ (Field emergence test)

เพาะเมล็ดถั่วเหลือง 25 เมล็ด/แถว/ซ้ำ ในกระบะที่ใส่ดินผสมโดยหยอดเมล็ดลงในหลุมลึก 2 ซม. ระยะปลูก 5 × 10 ซม. ตรวจนับต้นกล้าทุกๆ 2 วัน

3. การย้อมสีเมล็ดพันธุ์

การย้อมสีเมล็ดพันธุ์ในที่นี้ได้แก่

3.1 การย้อมสีด้วย TTC

นำเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 25 เมล็ด มาทำให้อ่อนนุ่มโดยวางเมล็ดลงบนกระดาษเพาะที่ชื้นด้วยน้ำกลั่นเป็นเวลา 1 คืน แล้วจึงนำเมล็ดมาแช่ในสารละลาย TTC 1% อบที่อุณหภูมิ 35°ซ ในที่มืดนาน 3 ชั่วโมง (Grabe, 1970) แกะเยื่อหุ้มเมล็ดออกแล้วประเมินลักษณะรูปแบบการติดสีและความเข้มของสีออกเป็นประเภทที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต

3.2 การย้อมสีด้วย Fast green เพื่อตรวจสอบรอยแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด

นำเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 10 เมล็ด ทำ 2 ซ้ำ มาทำให้อ่อนนุ่มโดยวางเมล็ดระหว่างกระดาษเพาะที่ชื้นด้วยน้ำกลั่นนาน 1 คืน แล้วแช่ในสารละลาย Fast green FCF 1% นาน 3 นาที ล้างออกด้วยน้ำประปา ประเมินผลโดยบริเวณรอยแตกร้าวจะปรากฏออกมาเป็นรอยสีเขียวเข้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์

นำเมล็ดที่เก็บเกี่ยวในระยะ PM และ HM มาลดความชื้นดังนี้

1. การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยแสงอาทิตย์ (Sun drying) นำเมล็ดถั่วเหลืองที่ยังไม่ได้นวดวางบนตระแกรง (80 × 120 × 52.5 ซม.) มาตากในที่กลางแจ้งเพื่อรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ เกลี่ยให้เป็นชั้นบางๆ ให้ทั่วทั้งตะแกรง เกลี่ยเมล็ดกลับไปมาวันละ 3 ครั้ง เพื่อให้เมล็ดแห้งโดยทั่วถึงกัน จนกระทั่งความชื้นของเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 14 – 15% จึงทำการนวดเมล็ดด้วยมือ และตากด้วยแสงอาทิตย์ต่อไปจนกระทั่งความชื้นของเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 8 – 9% จึงนำเมล็ดมาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ย้อมสีด้วย TTC และ Fast green และการรั่วไหลของเมล็ด ก่อนเก็บรักษา

2. การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ในร่ม (Shade drying) นำเมล็ดถั่วเหลืองที่ยังไม่ได้นวดมาผึ่งลมบนตะแกรง (79 × 151 × 45 ซม.) ในห้องปฏิบัติการ ปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วในการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์จนกระทั่งความชื้นของเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 11% ซึ่งเป็นระดับที่สมดุลย์กับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากเราต้องการความชื้นเมล็ดให้ลดลงเหลือประมาณ 8 – 9% เพื่อการเก็บรักษาจึงใช้ซิลิกาเจลช่วยลดความชื้น โดยใช้อัตราส่วน 20 : 1 (เมล็ด : ซิลิกาเจล) (อารมย์, 2533) จนกระทั่งเมล็ดมีความชื้นประมาณ 8 – 9% จึงทำการตรวจสอบด้วยวิธีการต่างๆ ดังกล่าวมาแล้ว ก่อนการเก็บรักษา

การทดสอบความชื้นของเมล็ด

หาโดยนำเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 25 เมล็ด อบที่อุณหภูมิ 105°ซ นาน 24 ชั่วโมง หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น (wet weight basis) โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{\text{(น้ำหนักสด – น้ำหนักแห้ง)}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

การตรวจสอบการรั่วไหลของเมล็ด

วิธีที่ใช้มีดังนี้

1. การดูดน้ำ (Water absorption)

ชั่งน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง 25 เมล็ด แล้วนำไปแช่ในน้ำกลั่น 50 มล. ในบีกเกอร์ (250 มล.) ที่อุณหภูมิ 20°ซ. วัดการดูดน้ำของเมล็ดทุกๆ ชั่วโมงเป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมง และวัดครั้งสุดท้ายที่ 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. 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 1 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมง และวัดครั้งสุดท้ายที่ 24 ชั่วโมง

3. การย้อมสีด้วย Evans blue

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

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ซึ่งสุกแก่ที่ PM และ HM โดยวางแผนการทดลองแบบ 2 × 2 completely randomized factorial design ทำ 4 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงของความชื้นเมล็ดพันธุ์

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บเกี่ยวที่ PM ลดลงอย่างรวดเร็วจาก 50% เหลือประมาณ 10% หลังจากตากแดดและ 13% หลังจากผึ่งลมได้ 3 วัน (Figure 1) หลังจากนี้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่ลดโดยวิธีทั้งสองจะค่อยๆ ลดลงเหลือประมาณ 8% โดยใช้เวลา 14 วัน จากการตากด้วยแสงอาทิตย์ และ 23 วัน จากการผึ่งลมและใช้ซิลิกาเจล

สำหรับเมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บเกี่ยวที่ HM นั้น การลดลงของความชื้น (Figure 2) มีลักษณะเช่นเดียวกับเมล็ดที่ PM

การเปลี่ยนแปลงในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ที่ได้รับก่อนที่จะนำมาลดความชื้น มีความงอกและความแข็งแรงสูงทีเดียวไม่ว่าจะเป็นที่ระยะ PM หรือ HM (Table 1) ถึงแม้ว่าเมล็ดพันธุ์ที่ HM จะแสดงอาการเสื่อมออกมาให้เห็นบ้างในด้านความงอก ภายหลัง AA และความงอกในไร่ แต่ภายหลังการลดความชื้นไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ในด้านความงอก และความมีชีวิต เมล็ดที่ PM และ HM แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในความแข็งแรง โดยเมล็ดที่ PM แสดงแนวโน้มให้เห็นว่ามีความแข็งแรงในด้านความงอกภายหลัง AA อัตราการเจริญของต้นกล้า และความงอกในไร่สูงกว่าเมล็ดที่ HM

การติดสีของเมล็ดพันธุ์

จากการตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดที่ PM และ HM ด้วย TTC ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติภายหลังการลดความชื้นในทั้ง 2 วิธี (Table 1) อย่างไรก็ตามโดยอาศัยรูปแบบและความเข้มของการติดสี (Figure 3 และ 4) พบว่าเมล็ดมีการเสื่อมสภาพเกิดขึ้น นั่นคือสัดส่วนของเมล็ดในกลุ่มที่ I ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนลดความชื้นที่ PM (Table 2) นอกจากนี้สัดส่วนของเมล็ดยังได้เพิ่มขึ้นในกลุ่มอื่นๆ อีกด้วย

จากการย้อมเมล็ดด้วย fast green ไม่พบว่ามีรอยแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดเกิดขึ้น

การรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์

การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์โดยการตากด้วยแสงอาทิตย์และผึ่งลมในที่ร่มไม่ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของสารรั่วไหลจากเมล็ดและการดูดน้ำของเมล็ดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่า ค่าการนำไฟฟ้าและการดูดน้ำของเมล็ดโดยการตากด้วยแสงอาทิตย์จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

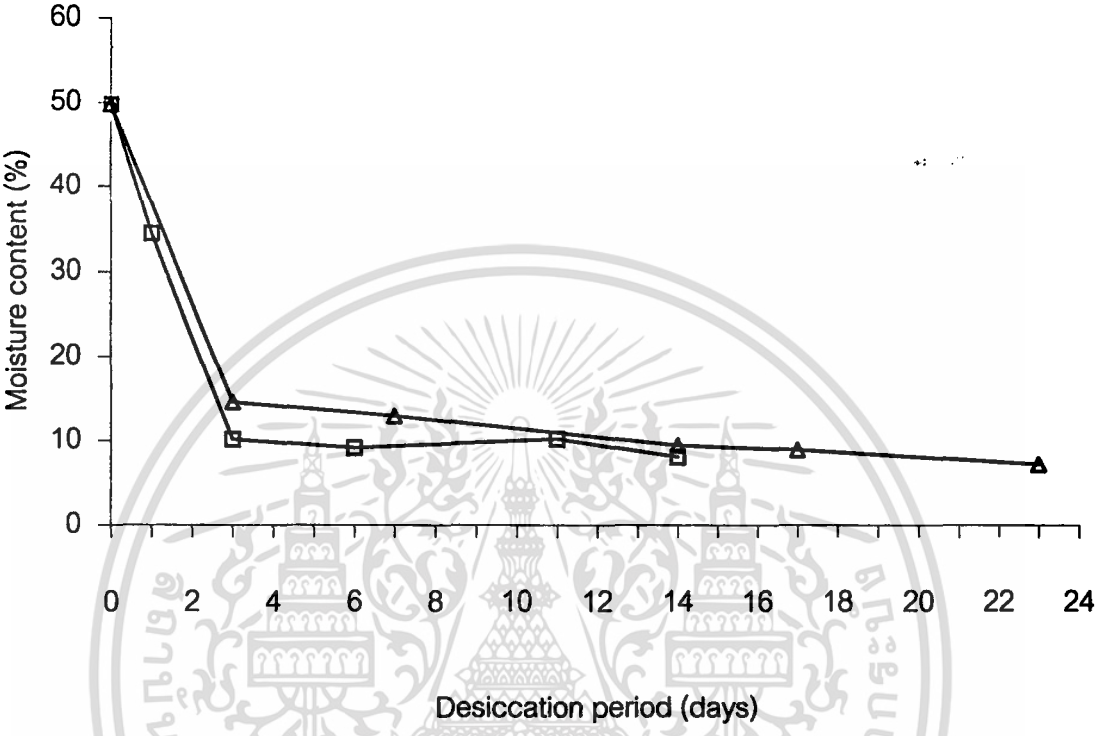

Figure 1 Changes in moisture content of soybean seeds cv. SJ5 harvested at PM by sun (□) and shade (△) drying.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

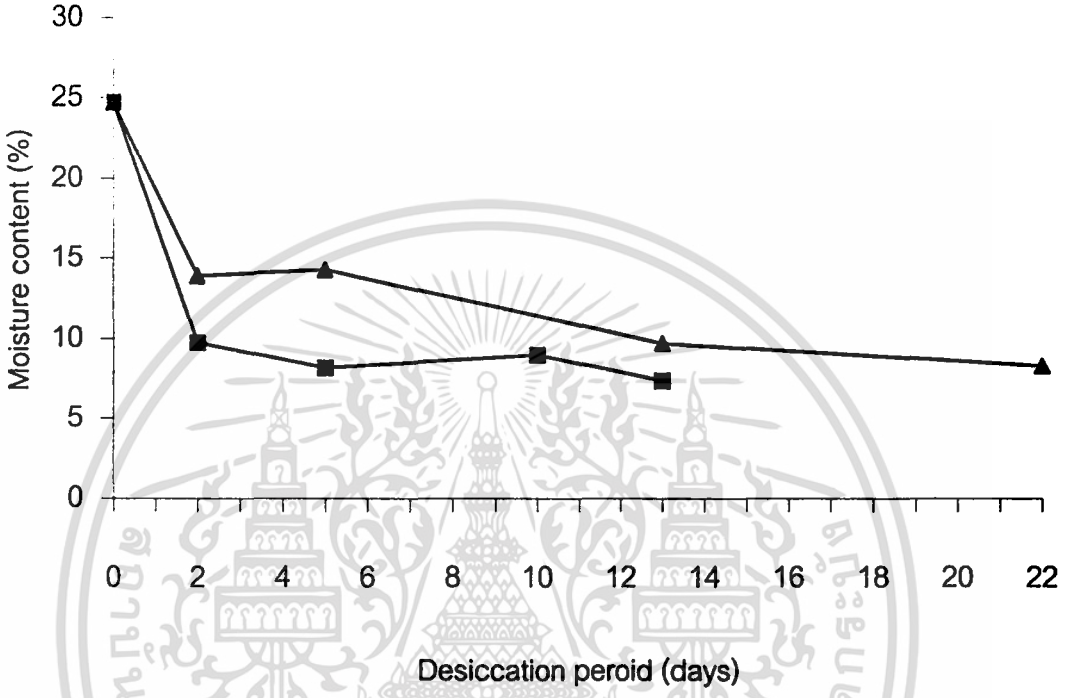

Figure 2 Changes in moisture content of soybean seeds cv. SJ5 harvested at HM by sun (■) and shade (▲) drying.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1 Effect of maturity stage and drying on germination (%), field emergence (%), viability (TTC test) (%), germination after accelerated aging (AA) (%), speed of germination, SGR (mg/seedling), root and shoot length, electrical conductivity of seed leachate (EC) (µs/cm/g) and water imbibition (mg/seed) of soybean seed cv. SJ5.

Maturity stage	Drying treatment	Germ (%)	Field (%)	TTC (%)	AA (%)	Speed (mg/seedling)	SGR (mg/seedling)	Root length (mm/seedling)	Shoot length (mm/seedling)	EC (µs/cm/g)	Imbibition (mg/seed)
PM	Before drying	100	100 a	100	100 a(1)	12.062 a	35.79 ab	74.05 a	125.25 a	15.379 b	52.57 d
	Sun	95	100 a	91	98 ab	11.875 ab	29.77 abc	55.69 ab	105.755 a	51.676 a	178.597 a
	Shade	95	100 a	97	98 ab	10.75 b	26.425 bc	40.30 b	62.75 b	47.319 a	171.08 ab
HM	Before drying	94	90 b	93	80 c	11.063 ab	38.07 a	72.075 a	125.5 a	50.447 a	145.63 c
	Sun	96	90 b	92	92 bc	11.625 ab	28.492 abc	62.40 ab	105.15 a	50.06 a	165.22 ab
	Shade	89	89 b	93	84 c	9.477 c	22.447 a	58.85 ab	104.75 a	49.902 a	161.01 bc
CV (%)		9.693	4.875	10.758	7.341	5.205	16.265	18.836	14.045	28.86	5.33

(1) Means in each column followed by the same letter do not differ significantly (P = 0.01) by Duncan's new multiple range test.

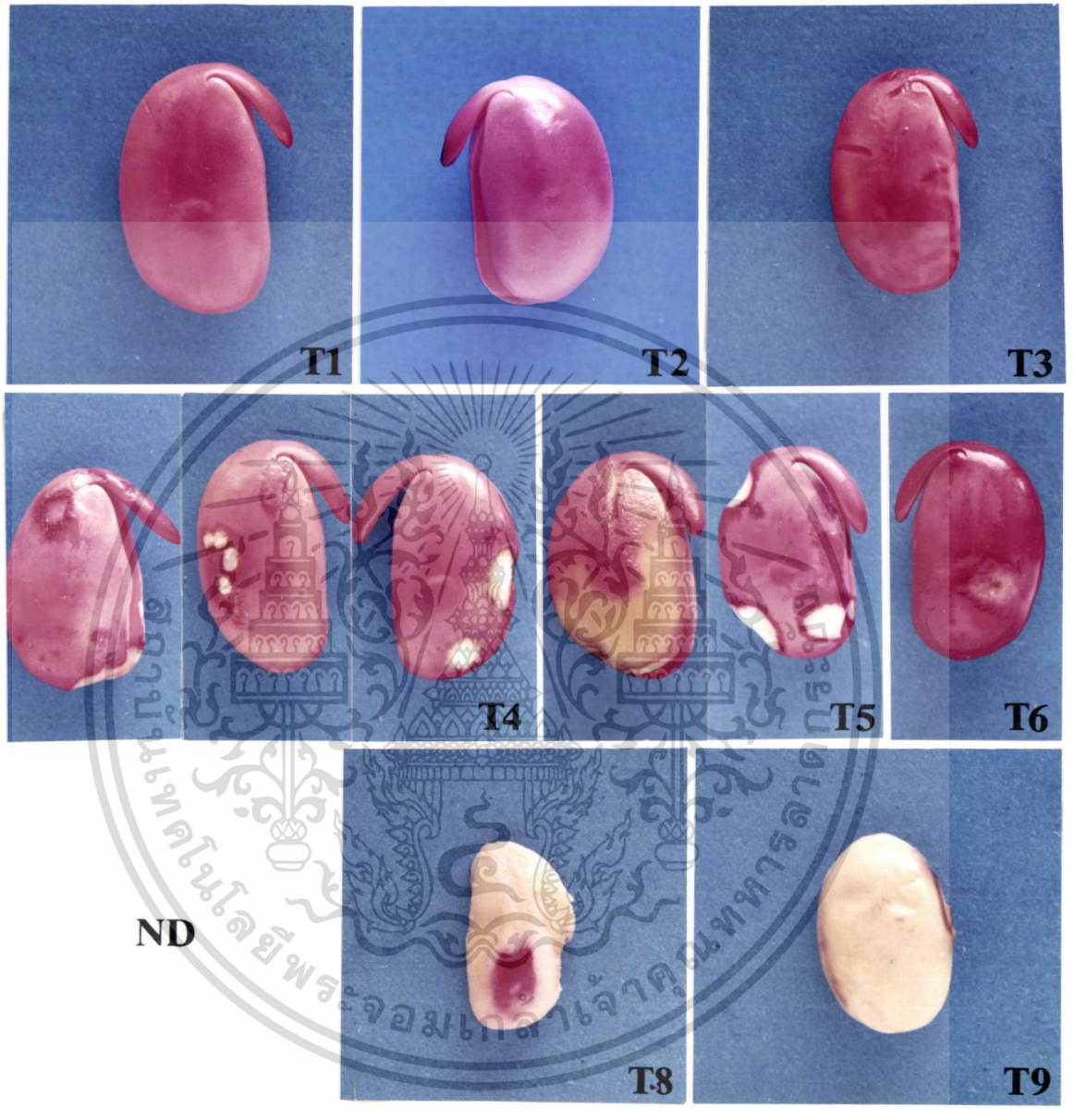

Figure 3 Staining pattern of soybean seed cv. SJ5 after TTC test. The seeds were harvested at PM and dried by sunlight and shade. Explanation of each staining pattern (T1 to T9) is shown in Table 2. ND = not detect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

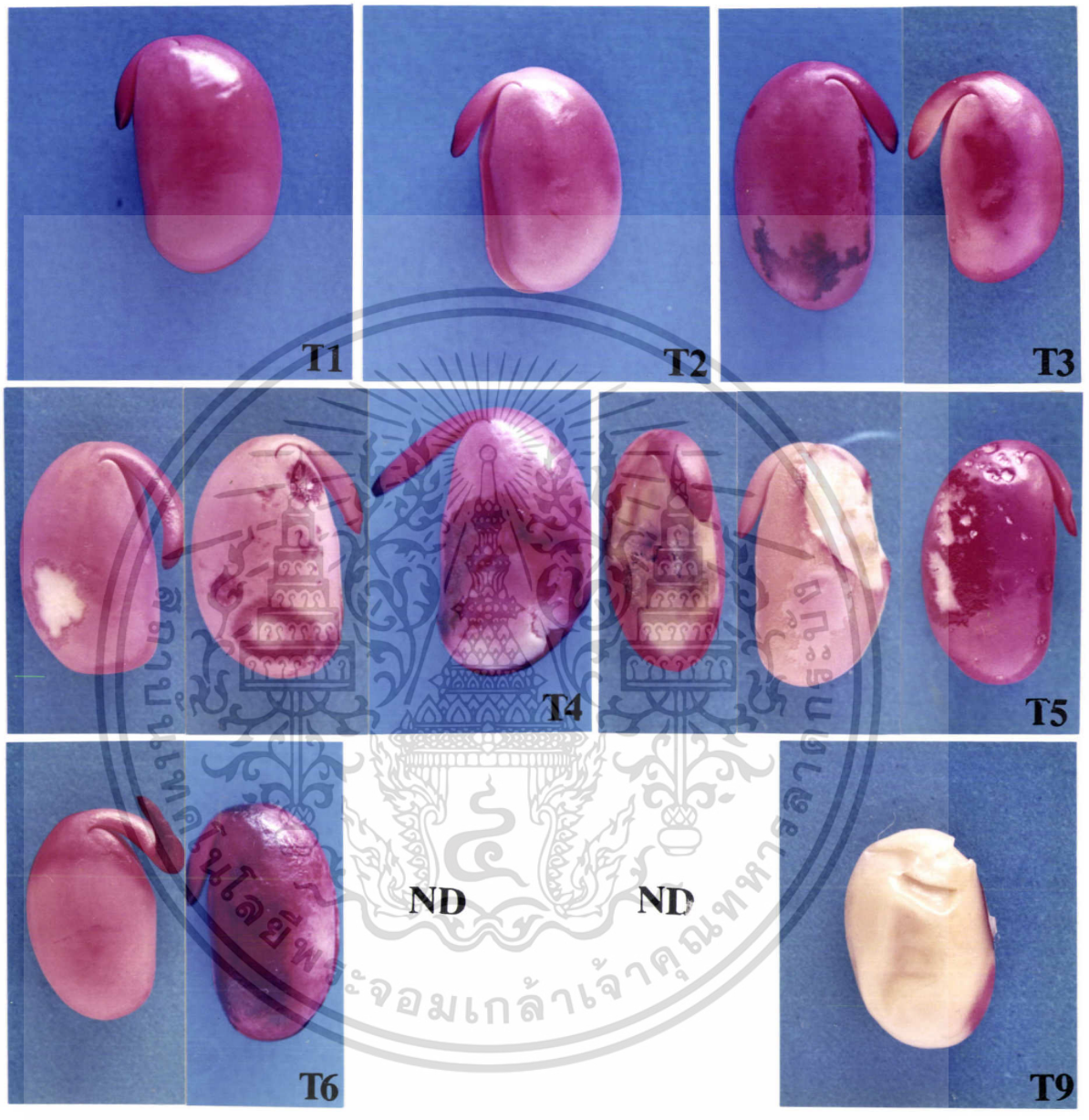

Figure 4 Staining pattern of soybean seed cv. SJ5 after TTC test. The seeds were harvested at HM and dried by sunlight and shade. Explanation of each staining pattern (T1 to T9) is shown in Table 2. ND = not detect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2 Effect seed maturity and drying on TTC staining pattern of soybean seed cv. SJ5.

Maturity stage	Drying Treatment	Germination %	Viability %	Proportion of seed in each category (%)				
				Viable seed			Non - viable seed	
				I	II	III	IV	V
PM	Before drying	100	100	100	-	-	-	-
	Sun	95	91	77	10	4	7	2
	Shade	95	97	92	3	2	3	-
HM	Before drying	94	93	82	6	5	7	-
	Sun	96	92	84	3	5	7	1
	Shade	89	93	82	8	3	7	-

Viable seed

I Seed completely stained , stain is normal and uniform or minor light stain (T1 and T2).

II Seed completely stained with dark red patches (less than 10%) irregularly distributed except on critical area (radicle - hypocotyl axis or at the point of attachment of cotyledons to axis) (T3).

III Minor unstained area (10 - 20%) on unimportant area (T4).

Non - viable seed

IV Seed stained normal (more or less than 50%) with dark red patches or unstained area on critical area (T5 ,T6 and T7).

V Seed completely unstained or minor stain (5 - 10%) (T8 and T9).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100021

สูงกว่าเมล็ดที่ลดความชื้นด้วยการผึ่งลม เมื่อติดตามค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดเป็นระยะๆ ภายใน 24 ชั่วโมง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ที่ PM ภายหลังการลดความชื้นโดยการตากด้วยแสงอาทิตย์และผึ่งลมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อแช่เมล็ดในน้ำกลั่นเพียง 1 ชั่วโมง โดยเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ก่อนที่จะลดความชื้น (Figure 5) หลังจากนี้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ที่ลดความชื้นโดยทั้ง 2 วิธีดังกล่าว เป็นไปในลักษณะขนานกันไป โดยเมล็ดพันธุ์ที่ตากด้วยแสงอาทิตย์มีแนวโน้มที่จะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผึ่งลมหลังจากแช่น้ำไปได้ 24 ชั่วโมง แนวโน้มเช่นนี้เห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นสำหรับเมล็ดที่ HM (Figure 6) การดูดน้ำของเมล็ดก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน (Figure 7) เมล็ดพันธุ์ที่ HM ภายหลังการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อแช่น้ำไปได้เพียง 1 ชั่วโมง ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่ผึ่งลมแสดงการดูดน้ำเข้าไปอย่างช้า จากปรากฏการณ์ดังกล่าวดูเหมือนกับว่าการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์มีผลทำให้เมมเบรนเสื่อม จึงทำให้เกิดการรั่วไหลและดูดน้ำอย่างรวดเร็ว ผลจากการย้อมสีด้วย Evans blue เหมือนกับว่าเมล็ดที่ HM ซึ่งลดความชื้นโดยการตากด้วยแสงอาทิตย์ทำให้เมมเบรนเสื่อมมากกว่าจึงทำให้มีจำนวนเซลล์ติดสีน้ำเงินมากกว่า เมล็ดที่ PM (Figure 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

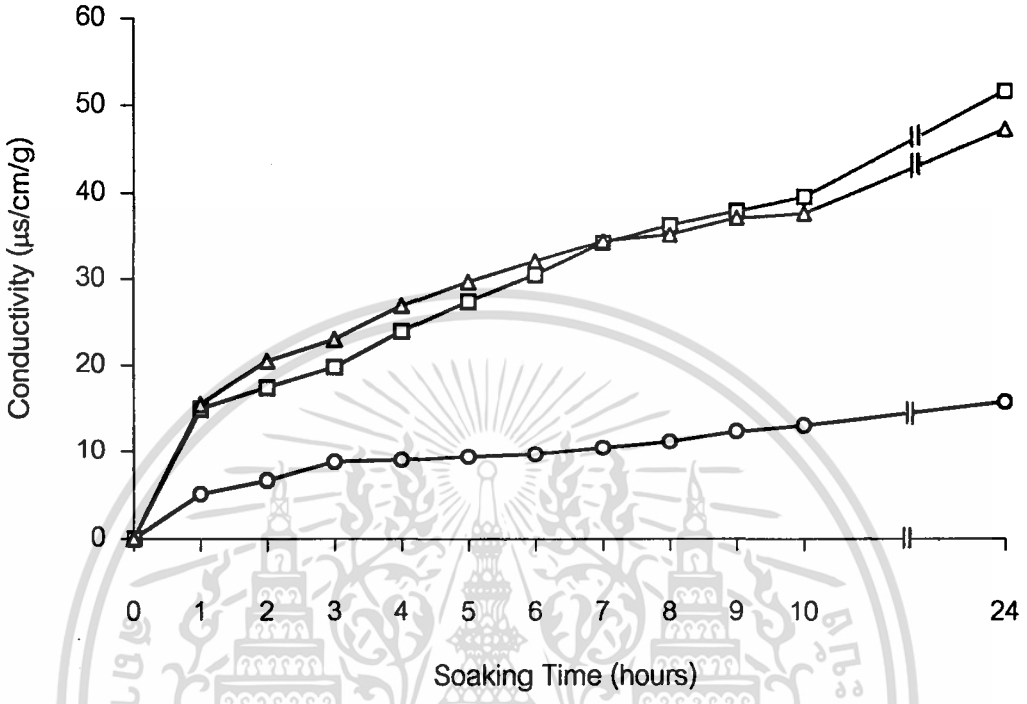

Figure 5 Changes in conductivity of seed leachate from soybean seeds cv. SJ5 harvested at PM after drying.

○, before drying ; □, sun drying ; △, shade drying.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

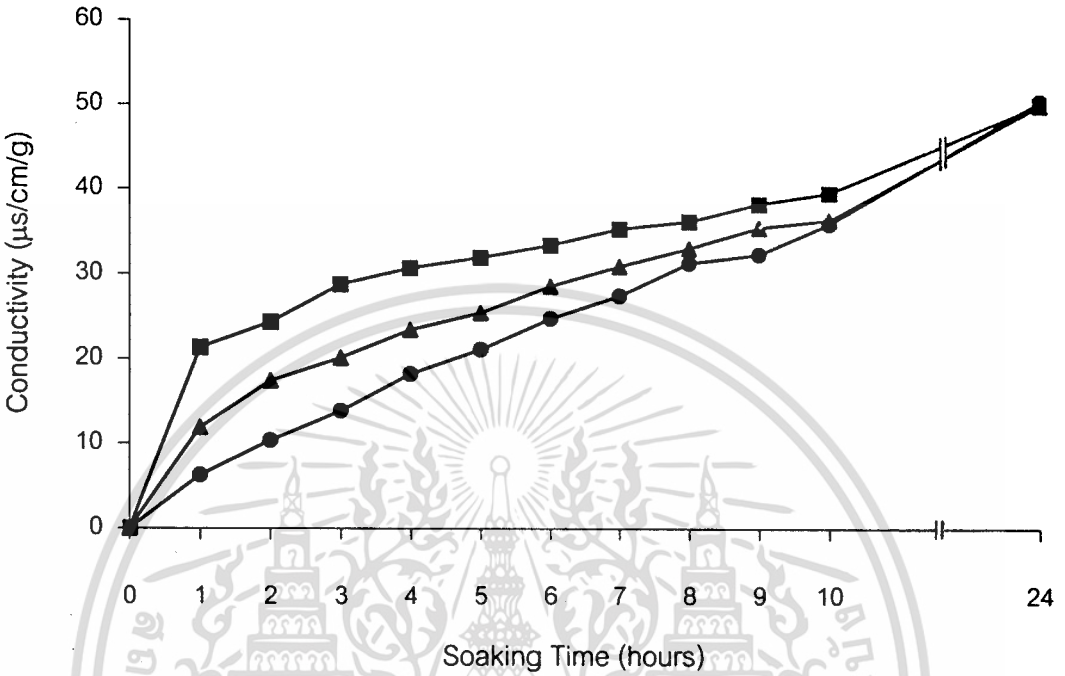

Figure 6 Changes in conductivity of seed leachate from soybean seeds cv. SJ5 harvested at HM after drying.

● , before drying ; ■ , sun drying ; ▲ , shade drying.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16972

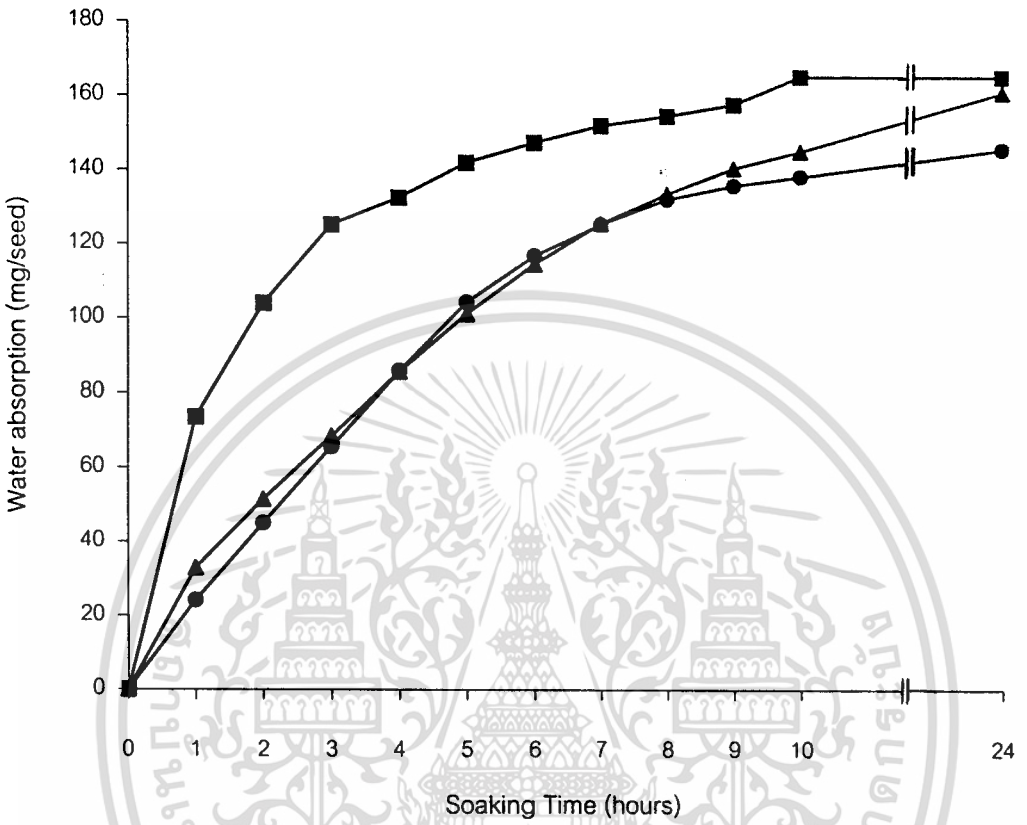

Figure 7 Changes in water absorption of soybean seeds cv. SJ5 harvested at HM after drying.

●, before drying ; ■ , sun drying ; ▲ , shade drying.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

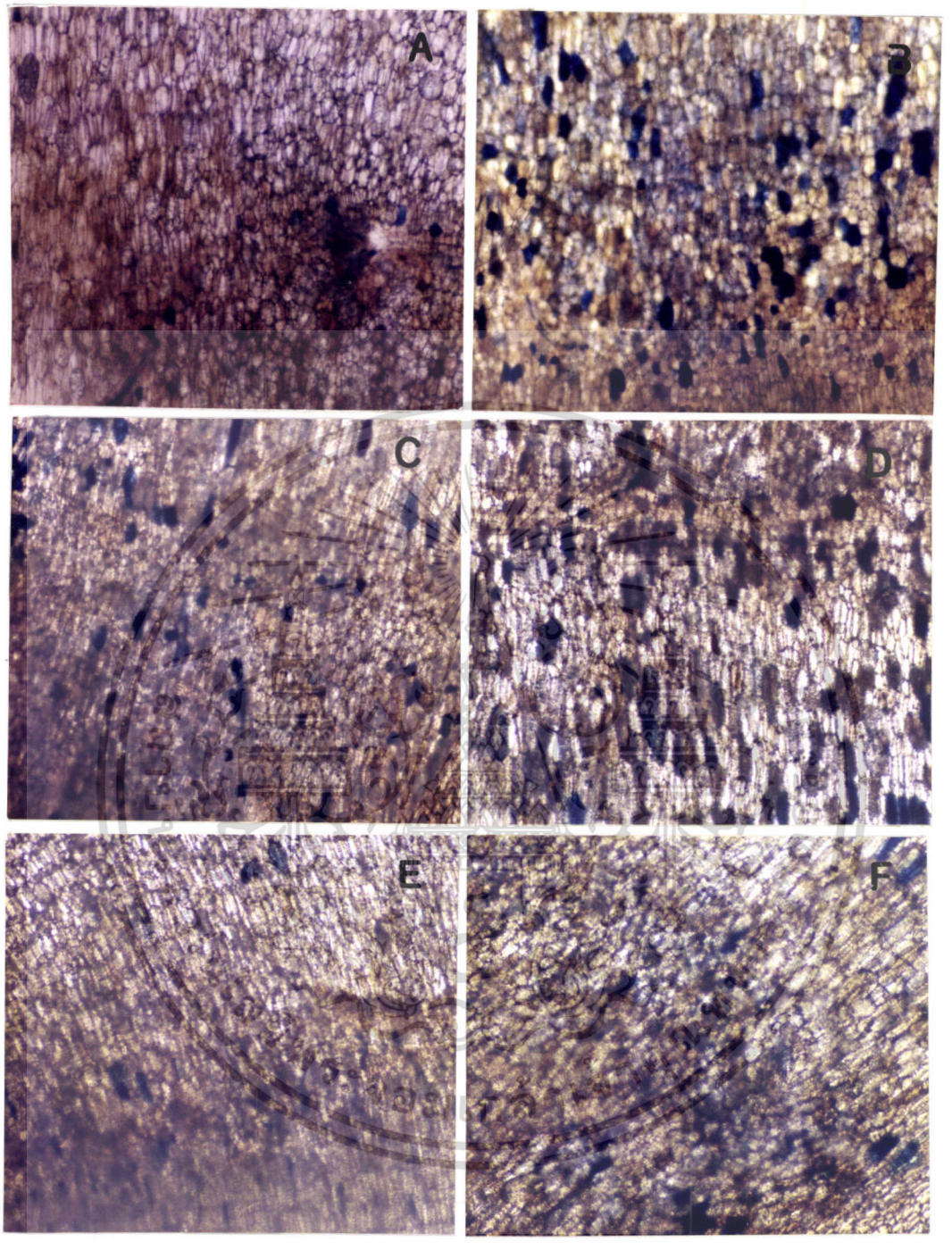

Figure 8 Effect of seed drying and seed maturity on membrane damage as shown by staining with Evans blue of cell of soybean seed cv. SJ 5. A, before drying; B, before drying of seed at HM; C, sun dried seed at PM; D, sun dried seed at HM; E, shade dried seed at PM; F, shade dried seed at HM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

โดยปกติความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นในระหว่างการพัฒนาและเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อสุกแก่ที่ PM อย่างไรก็ตามถ้าสภาพสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสมในระยะที่การสุกแก่ของเมล็ดเข้าใกล้ PM ก็มีผลทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลงได้ Spears *et al.* (1997) พบว่าสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูง (33° – 38°ซ) ในช่วงที่การพัฒนาของเมล็ดถั่วเหลืองเข้าใกล้ระยะสุกแก่ (R5 ถึง PM) นั้น ถึงแม้จะรีบเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์โดยทันทีที่ระยะ PM มาถึงก็ไม่ได้ช่วยป้องกันการสูญเสียในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บเกี่ยวในระยะ PM ที่ใช้ในการศึกษานี้นับได้ว่ามีคุณภาพสูง ซึ่งตรงกับหลักการที่ว่าความงอกและความแข็งแรงจะเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อเมล็ดสุกแก่ที่ PM อีกทั้งยังเป็นการแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมในระยะก่อน PM ไม่รุนแรงที่จะทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมสภาพ แต่ในช่วง PM – HM สภาพในไร่มีอากาศร้อนสลับกับฝนตกบ่อยๆ จึงมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บเกี่ยวที่ HM มีความแข็งแรงลดลง (ความงอกในไร่และภายหลังการเร่งอายุ) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ ธนีนาฏ และคณะ (2521) และ Delouche (1980) การทดลองนี้จึงยืนยันให้เห็นว่าการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ในระยะ HM ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ไปได้ การใช้เมล็ดที่ PM เป็นเมล็ดพันธุ์น่าที่จะมีความเหมาะสมมากกว่า

การทำให้เมล็ดแห้งไม่ว่าจะโดยการทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็วโดยอาศัยความร้อนจากแสงอาทิตย์ หรือทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลงอย่างช้าๆ โดยผึ่งเมล็ดในที่ร่ม ทั้งสองวิธีนี้ไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดที่ PM และ HM แต่มีผลทำให้ความแข็งแรงลดลง (ความเร็วในการงอก อัตราเจริญของต้นกล้า ความยาวรากและยอด) สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีความว่องไวหรืออ่อนไหวมากต่อการเสื่อม ซึ่งเห็นพ้องกับหลักการทั่วไปของความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ที่กล่าวว่าความแข็งแรงจะลดลงก่อนความมีชีวิตหรือความงอกขณะเมล็ดเสื่อม (Byrd and Delouche , 1971 อ้างโดย Tekrony *et al.*, 1987) ดังนั้นในการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์จึงควรทำการตรวจสอบทั้งความงอกและความแข็งแรงควบคู่กันไป ถึงแม้ว่าในปัจจุบันการตรวจสอบความงอกเท่านั้นที่ได้รับการรับรองกันโดยทั่วไปก็ตาม

การลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์มีแนวโน้มว่าอาจทำให้เมล็ดเกิดความเสียหายในระดับเซลล์ (Ultrastructural level) ในระหว่างที่ทำให้เมล็ดแห้งลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากอากาศมีอุณหภูมิสูง (40°– 55°ซ) โดยทั่วไปเมื่อเมล็ดเข้าใกล้ระยะสุกแก่ ความชื้นของเมล็ดก็จะค่อยๆ ลดลงซึ่งสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของเมมเบรนและ organelle ดังนี้ โครงสร้างของ plasma membrane ไม่ต่อเนื่องกัน ชั้นของ rough endoplasmic reticulum (ER) ลดลง พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ribosome เพียง 2 – 3 ribosome organelle บางชนิดหายไป รูปร่าง mitochondria ผิดปกติและมีโครงสร้างเมมเบรนภายในไม่สมบูรณ์หรือหายไป (Paulson and Srivastava , 1968 ; Webster and Leopold , 1977 ; Abdul – Baki , 1980) การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้เป็นไปเพื่อรักษาไว้ซึ่งคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เมื่อนำเมล็ดพันธุ์นี้ไปดูดน้ำหรือไปเพาะ โครงสร้างของ plasma membrane จะกลับมาเชื่อมติดกันไปโดยตลอดปริมาณของ ER จะเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากและมีโครงสร้างกลับคืนเป็นปกติ mitochondria มีปริมาณเพิ่มขึ้น รูปร่างกลมหรือรูปไข่ โครงสร้างเมมเบรนภายนอก (outer membrane) และภายใน (inner membrane) เห็นได้ชัดเจนและต่อเนื่องกันไปโดยตลอด และมีจำนวน cristae เพิ่มขึ้นมาก (Abdul – Baki and Baker , 1973 ; Webster and Leopold , 1977) แต่ในกรณีที่ทำให้เมล็ดสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็วโดยแสงอาทิตย์นั้น อาจทำให้ระบบเมมเบรนเกิดความเสียหาย (Adams *et al.*, 1983 ; Seyedin *et al.*, 1984) จนทำให้การซ่อมแซมตัวเองของเมมเบรนไม่สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ในระหว่างการดูดน้ำของเมล็ด (Abdul – Baki, 1980 ; Roberts ,1981 อ้างโดย Valentini *et al.*, 1999) จึงมีผลทำให้อัตราการรั่วไหลและการดูดน้ำของเมล็ดเพิ่มขึ้นโดยรวดเร็วกว่าเมล็ดที่ทำให้ความชื้นลดลงอย่างช้าๆ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Adams *et al.* (1983) และ Seyedin *et al.* (1984) ปรากฏการณ์เช่นนี้จึงเป็นการชี้ให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของ membrane permeability โดยอาจมีสาเหตุมาจากการเสื่อมสภาพของเมมเบรน เมื่อพิจารณาจากความแข็งแรงของเมล็ดที่ PM โดยเฉพาะอย่างยิ่งความงอกในไร่ และความงอกภายหลัง AA แล้วจะเห็นได้ว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญไปจากก่อนลดความชื้นเลย ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของเมมเบรนที่เกิดขึ้นในขณะที่ยังไม่พบการสูญเสียความงอกและความแข็งแรงดังกล่าว การเสื่อมสภาพของเมมเบรนจึงน่าที่จะเป็นสาเหตุสำคัญเบื้องต้นที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

การศึกษานี้ได้ชี้ให้เห็นว่าระยะสุกแก่และการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งความแข็งแรง การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่ PM และลดความชื้นในที่ร่มมีแนวโน้มว่าจะมีความเหมาะสมมากกว่าเมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บเกี่ยวที่ HM และลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ นอกจากนี้การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยแสงอาทิตย์อาจทำให้เมมเบรนเกิดการเสื่อมสภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กองขยายพันธุ์พืช. 2527. อิทธิพลของขนาดเมล็ดที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง. กองขยายพันธุ์พืช กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพ. 15 หน้า.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. กลุ่มหนังสือเกษตร. กรุงเทพ. 210 หน้า.

ธนีนาฏ สมบัติศิริ, เจริญรัฐ น้อยสุวรรณ,โกมล เจริญศรี และ สนิท กิตติกรณ์. 2521ก. การศึกษาคุณภาพและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ผลิตในฤดูฝน. 215 หน้า. ในรายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2521. กองพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพ.

ลิลลี่ กาวิตั๊ะ. 2537. ถั่วเหลือง. เอกสารวิชาการปลูกพืชไร่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 180 หน้า.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537. สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสาตร์. 203 หน้า.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2542. สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสาตร์. 269 หน้า.

วัลลภ สันติประชา. 2538. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินท์. 209 หน้า.

สวัสดิ์ หาญปราบ, วันชัย จันทร์ประเสริฐ และ จงกล กรรณเลขา. 2535. รายงานสัมนาทางวิชาการถั่วเหลือง ครั้งที่4. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 180 หน้า.

อนงค์ รัตนอุบล. 2531. ผลของการเก็บเกี่ยวล่าช้า วิธีการนวด และการเก็บรักษาในสภาพต่างๆ ต่อคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merr.). วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ.

อภิพรรณ พุกภักดี. 2528. คู่มือการปลูกถั่วเหลืองด้วยรูปภาพ. กลุ่มหนังสือเกษตร. 63 หน้า.

อารมย์ ศรีพิจิตต์. 2537. การบ่งชี้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดถั่วเหลืองที่สุกแก่ในระยะสรีรวิทยา. วารสารวิชาการเกษตร 12 : 170 – 174.

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.

Abdul – Baki, A.A. 1980. Biochemical aspects of seed vigor. Hort Science 15 : 765 – 770.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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. 88 pp.

Bala, K.B. 1997. Principles of drying. Pages 1 – 3. In: Drying and storage of cereal grains. Science Publishers, Inc., United State of America.

Baskin, C.C. and J.C. Delouche. 1971. Difference in metabolic activity in peanut seed of differrent size classes. Proc. Assoc. Off Seed Anal. 61 : 73 – 77.

Burris, J.S.1973. Effect of seed maturation and plant population on soybean seed quality. Agron.J. 65 : 440 – 441.

Delouche, J.C. 1974. Maintaining soybean seed quality. Pages 42 – 62. In: Soybean production, marketing and use. Bulletin Y – 69. National Fertilizer Development Center, Tennessee Valley Authority.

Delouche, J.C. 1975. Seed quality and storage of soybean. Pages 86 – 107. In: Soybean production, protection and utilization. College of Agriculture. University of Illinois.

Delouche, J.C. 1980. Environmental effects on seed development and seed quality. Hort Science 15 : 775 – 780.

Duanpatra, J. 1983. Groundnut seed technology. Pages 37 – 48. In: Research report groundnut. Faculty of Agriculture, Kasetsart Univ; Bangkok.

ISTA. 1976. International rules for Seed Testing. Seed Sci. and Technol. 4 : 3 – 177.

Luo, B.X., Li, Y.X., Wen, G.F., Chen, C.Q., Ye, B.R. and Z.X.Chen. 1983. Studies on the anatomy and morphology of pod development in groundnut. Trop. Oil Seed Abstr. 8 : 373.

Nangju, D., H.C. Wien and B. Ndinande. 1980. Improved practice for soybean seed production in the tropics. Pages 427 – 447. In: P.D. Habblethawaite (ed.). Seed Production. Butterworth and Co. (Publishers) Ltd., London.

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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Seyedin, 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.

Spears, J.F., D.M. Tekrony and D.B. Egli. 1997. Temperature drying seed filling and soybean seed germination vigour. Seed Sci. and Technol. 25 : 233 – 244.

Tekrony, D.M.,D.B. Egli,J.Balles, T.Pfeiffer and R.J. Fellows. 1979. Physiological maturity in soybean. Agron.J. 71 : 771 – 775.

Tekrony, D.M.,D.B. Egli and A.D. Phillips. 1980. Effect of weathering and the viability and vigor of soybean seed. Agron.J. 72 : 742 – 753.

Tekrony, D.M.,D.B. Egli and G.M. White. 1987. Seed production and technology. Pages 295 – 353. In: J.R. Wilcox (ed.). Soybeans: Improvement, Production, and Uses. 2nd ed. Agronomy Monograph no. 16. ASA – CSSA – SSSA, Madison, Wisconsin.

Thomson, J.R. 1979. An Introduction to Seed Technology. Thomson Litho Ltd., East Kilbride Scottland. 252 pp.

Thongteera, W. 1985. Relationship between size and moisture content of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seed to machanical damage. M.S. Thesis, Mississippi state University, Mississippi.

Valentini, S.R. de T., J.D.Biagi and R.A.R.Gomes. 1999. Effect of drying processes on peroba – rosa (*Aspidosperma polyneuron* M.Arg.) seed germination. Seed Sci. and Technol. 27 : 283 – 290.

Webster, B.D. and A.C. Leopold. 1977. The ultrastructure of dry and imbibed cotyledons of soybean. Amer. J. Bot. 64 : 1286 – 1293.

Yaklich, R.W., M.M.Kulik and C.S. Garrison. 1979. Evaluation of vigor in soybean seed: Influence of date of planting and soil type on emergence, stand and yield. Crop Sci. 19 : 242 – 246.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1 Analysis of variance for seed germination.

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	710.287	142.057	2.367
A	1	184.649	184.649	3.077
B	2	392.824	196.412	3.273
AB	2	132.815	66.407	1.107
Error	18	1080.084	60.005	
Total	23	1790.371	77.842	

Grand Mean = 79.913

CV = 9.693 %

Table 2 Analysis of variance for germination speed.

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	18.194	3.639	10.871**
A	1	4.242	4.242	12.611**
B	2	12.83	6.415	19.071**
AB	2	1.122	0.561	1.667
Error	18	6.055	0.336	
Total	23	24.249	1.054	

Grand Mean = 11.142

CV = 5.205 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3 Analysis of variance for germination after accelerated aging (AA).

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	2222.045	444.409	13.842**
A	1	1933.215	1933.215	60.215**
B	2	53.749	26.874	0.837
AB	2	235.081	117.54	3.661*
Error	18	577.896	32.105	
Total	23	2799.94	121.737	

Grand Mean = 77.178

CV = 7.341 %

Table 4 Analysis of variance for seedling growth rate (SGR).

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	682.513	136.503	5.670**
A	1	5.91	5.91	0.246
B	2	637.199	318.599	13.234**
AB	2	39.404	19.702	0.818
Error	18	433.336	24.074	
Total	23	1115.849	48.515	

Grand Mean = 30.166

CV = 16.265 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 5 Analysis of variance for shoot length.

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	10463.644	2092.729	9.648**
A	1	1156.204	1156.204	5.331*
B	2	6934.787	3467.394	15.986**
AB	2	2372.653	1186.326	5.469*
Error	18	3904.197	216.9	
Total	23	14367.842	624.689	

Grand Mean = 104.859

CV = 14.045 %

Table 6 Analysis of variance for root length.

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	3020.278	604.056	4.642**
A	1	361.461	361.461	2.778
B	2	2234.224	1117.112	8.584**
AB	2	424.594	212.297	1.631
Error	18	2342.385	130.132	
Total	23	5362.663	233.159	

Grand Mean = 60.560

CV = 18.836 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 7 Analysis of variance for field emergence.

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	1991.299	398.26	25.605**
A	1	1988.168	1988.168	127.826**
B	2	1.566	0.783	0.05
AB	2	1.566	0.783	0.05
Error	18	279.967	15.554	
Total	23	2271.266	98.751	

Grand Mean = 80.898

CV = 4.875 %

Table 8 Analysis of variance for electrical conductivity of seed leachate (EC).

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	4008.613	801.723	4.940**
A	1	866.041	866.041	5.336*
B	2	1530.238	765.119	4.714*
AB	2	1612.333	806.167	4.967*
Error	18	2921.292	162.294	
Total	23	6929.905	301.3	

Grand Mean = 44.129

CV = 28.868 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 9 Analysis of variance for water imbibition.

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	44047.569	8809.514	145.679**
A	1	3235.009	3235.009	53.496**
B	2	26169.055	13084.527	216.373**
AB	2	14643.505	7321.753	121.076**
Error	18	1088.499	60.472	
Total	23	45136.068	1962.438	

Grand Mean = 145.676

CV = 5.338 %

Table 10 Analysis of variance for viability (TTC test).

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	927.99	185.598	2.614
A	1	325.901	325.901	4.59*
B	2	213.396	106.698	1.503
AB	2	388.692	194.346	2.737
Error	18	1277.949	70.997	
Total	23	2205.938	95.91	

Grand Mean = 78.319

CV = 10.758 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 11 Effect seed maturity and drying on TTC staining pattern of soybean seed cv. SJ5.

Treatment		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
PM	Before drying	95	5	-	-	-	-	-	-	-
	Sun	76	1	10	4	4	3	-	1	1
	Shade	92	-	3	2	2	1	-		
HM	Before drying	78	4	6	5	2	5	-	-	-
	Sun	84	-	3	5	4	3	-	-	1
	Shade	81	1	8	3	7	-	-	-	-

Viable seed = T1 - T4

Non - viable seed = T5 - T9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

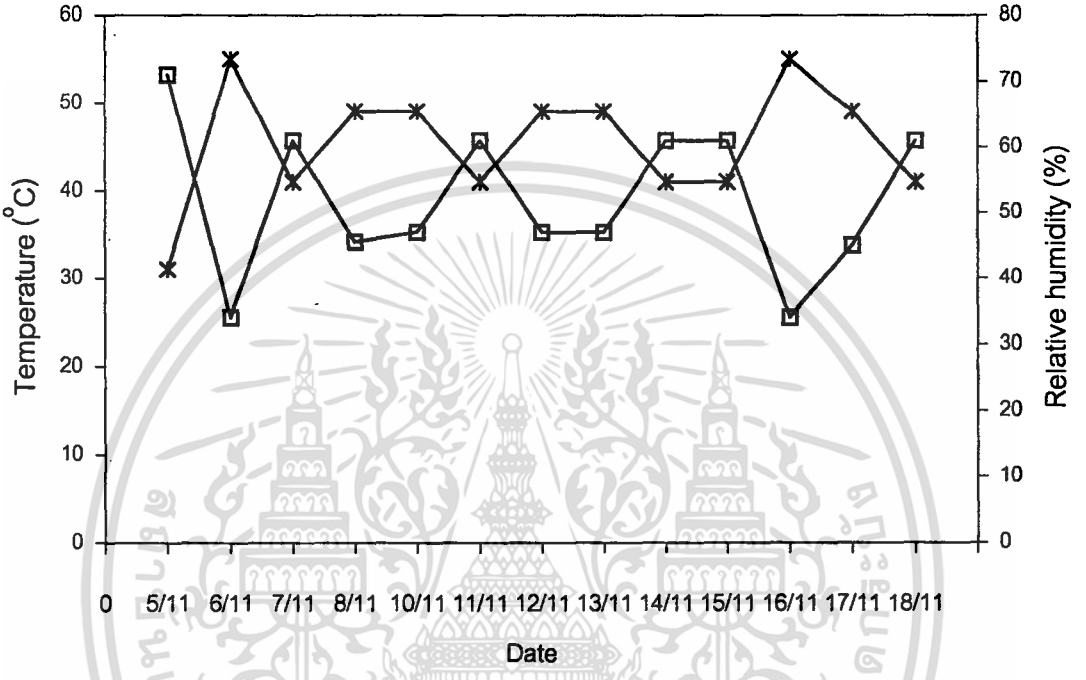

Figure 1 Average air temperature and relative humidity during sun drying of soybean seeds cv. SJ5 from 5 to 18 November, 1999.

✱ = temperature; □ = relative humidity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

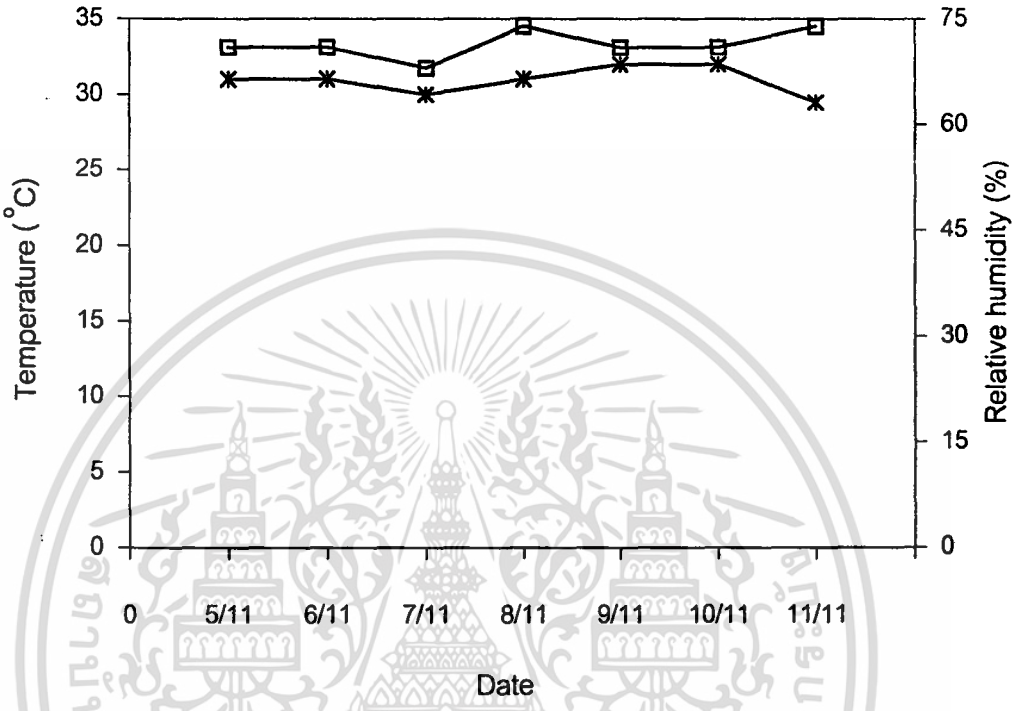

Figure 2 Average air temperature and relative humidity during shade drying of soybean seeds cv. SJ5 from 5 to 11 November, 1999.

✱ = temperature; □ = relative humidity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้