สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

ความแตกต่างทางสายพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ที่มีต่อความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่

Varietal Differences of Soybean Seed Resistant to Field Weathering

โดย

นายอารมย์ ศรีพิจิตต์

นายรัฐ เกาวนันท์

RCH
SB
205
.S7
อ 648ค
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....78013
วัน,เดือน,ปี.....19 ก.พ. 2551

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

11813933
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF WEATHERING ON RESISTANCE OF SOYBEAN SEED

ABSTRACT

The objectives of this study were to compare weathering treatments used to identify soybean genotypes with resistance to field weathering of seed and to study the relationships of seed quality and physical characteristics of seeds of 28 soybean varieties/lines planted in rainy season. The treatments used to identify harvested soybeans include 1) unweathering or control (seeds were harvested at physiological maturity), 2) field weathering (seeds were harvested 14 days following physiological maturity) and 3) incubator weathering (pods at physiological maturity were incubated at 35°C and 90% relative humidity for 7 days). Seed quality characteristics tested were standard germination, field emergence, electrical conductivity and imbibition rate. Physical characteristics of seed measured were visual seed quality, hard seed, seed weight (seed size), seed color, eccentricity, seed coat weight and percent of seed coat. The results showed that incubator weathering caused the most reduction in germination and vigor of seeds. Germination and vigor of seeds varied less for incubator weathering than for field weathering indicating that incubator weathering could reduce the variation of different pod maturity. Results from relationships among physical characteristics of seed showed that seed size was negatively correlated with hard seed and percent of seed coat. Hard seed was highly correlated with percent of seed coat ($r = 0.721^{**}$). The physical characteristics of seed especially seed size, hard seed and percent of seed coat showed highly significant correlation with seed quality in terms of electrical conductivity and imbibition. Both hard seed and percent of seed coat revealed the negatively close correlation with imbibition. Therefore soybean varieties/lines having resistance to field weathering were SJ1, GC2796, GC10848 and GC10981. Such resistance may be due to the presence of hard seed and/or high percent of seed coat.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ทุนวิจัยสนับสนุนโครงการวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โครงการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเริ่มต้นในการหาพันธุ์ถั่วเหลืองที่อาจมีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในสภาพไร่ พันธุ์ที่ได้นี้จะนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

คณะผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	14
ผลการทดลอง	20
วิจารณ์ผลการทดลอง	43
สรุปผลการทดลอง	48
บรรณานุกรม	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางกายภาพ 3 ลักษณะ (น้ำหนัก 100 เมล็ด, เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งและ ค่า Visual seed quality) ของถั่วเหลืองที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพทั้ง 3 วิธีการ(A) กับสีของเยื่อหุ้มเมล็ด, น้ำหนัก 100 เมล็ด, เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง และ ค่า Visual seed quality ของถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ (B) ที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลง..... 21

2 ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางกายภาพ 3 ลักษณะ (ค่า Eccentricity, น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด และ เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด) ของถั่วเหลืองที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพทั้ง 3 วิธีการ(A) กับ ค่าEccentricity, น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด และ เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดของถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ (B) ที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลง..... 23

3 ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ หลังจากผ่านการเสื่อมคุณภาพใน control , การเสื่อมคุณภาพในแปลง (field weathering) และ incubator weathering..... 26

4 ความงอกในสภาพไร่(ความแข็งแรง) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ หลังจากผ่านการเสื่อมคุณภาพใน control , การเสื่อมคุณภาพในแปลง (field weathering) และ incubator weathering..... 28

5 อัตราการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ หลังจากผ่านการเสื่อมคุณภาพใน control, การเสื่อมคุณภาพในแปลง (field weathering) และ incubator weathering..... 30

6 ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ หลังจากผ่านการเสื่อมคุณภาพใน control, การเสื่อมคุณภาพในแปลง (field weathering) และ incubator weathering..... 32

7 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 28 พันธุ์ /สายพันธุ์ โดยตลอดทั้ง control และ การเสื่อมคุณภาพในแปลง (PHS = เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง, ET = Eccentricity, SW = น้ำหนัก 100 เมล็ด, SCW = น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด, PSC = เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด..... 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง ต่อ

ตารางที่ หน้า

8 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ /สายพันธุ์ (GC10848, GC2796, สจ.1 และGC10981) โดยตลอดทั้ง 3 treatment (control , การเสื่อมคุณภาพในแปลง และ incubator weathering) (PHS = เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง, ET = Eccentricity, SW =น้ำหนัก 100 เมล็ด,SCW =น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด, PSC = เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด 40

9 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ กับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยตลอดทั้ง control และการเสื่อมคุณภาพในแปลง (SG = ความงอกมาตรฐาน, FE = ความงอกในสภาพไร่, EC = ค่าการนำไฟฟ้า, IMB = อัตราการดูดน้ำ, ET = Eccentricity, PHS = เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง, SW = น้ำหนัก 100 เมล็ด, SCW = น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด, PSC = เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด 41

10 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ กับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 4 พันธุ์/สายพันธุ์ (GC10848, GC2796, สจ.1 และ GC10981) โดยตลอดทั้ง 3 treatment (control, การเสื่อมคุณภาพในแปลง และ incubator weathering)(SG = ความงอกมาตรฐาน, FE = ความงอกในสภาพไร่,EC = ค่าการนำไฟฟ้า, IMB = อัตราการดูดน้ำ,ET = Eccentricity, PHS = เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง, SW = น้ำหนัก 100 เมล็ด, SCW = น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด, PSC = เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด 42

11 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ กับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 4 พันธุ์/สายพันธุ์ (GC10848, GC2796, สจ.1 และ GC10981) ที่รอดมาได้ภายใต้สภาพ incubator weathering (SG = ความงอกมาตรฐาน, FE = ความงอกในสภาพไร่, EC = ค่าการนำไฟฟ้า, IMB = อัตราการดูดน้ำ , ET = Eccentricity, PHS = เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง, SW = น้ำหนัก 100 เมล็ด, SCW = น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด, PSC = เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกมาตรฐานกับน้ำหนัก 100 เมล็ดของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ ใน control ที่มีสีของเยื่อหุ้มเมล็ดเป็น สีน้ำตาล (Brown ; Δ), สีเขียว (Green ; □) และสีเหลือง (Yellow ; ○).....	35
2	ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกในสภาพไร่กับน้ำหนัก 100 เมล็ดของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ ใน control ที่มีสีของเยื่อหุ้มเมล็ดเป็น สีน้ำตาล (Brown ; Δ), สีเขียว (Green ; □) และสีเหลือง (Yellow ; ○).....	36
3	ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกมาตรฐานกับน้ำหนัก 100 เมล็ดของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลง ที่มีสีของเยื่อหุ้มเมล็ดเป็น สีน้ำตาล (Brown ; Δ), สีเขียว (Green ; □) และ สีเหลือง (Yellow ; ○).....	37
4	ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกในสภาพไร่กับน้ำหนัก 100 เมล็ดของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลง ที่มีสีของเยื่อหุ้มเมล็ดเป็น สีน้ำตาล (Brown ; Δ), สีเขียว (Green ; □) และ สีเหลือง (Yellow ; ○).....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในบรรดาพืชตระกูลถั่วด้วยกัน ถั่วเหลือง [Glycine max (L.) Merr.] เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากที่สุดพืชหนึ่งของโลก ทั้งนี้โดยพิจารณาจากปริมาณการผลิตและการค้าระหว่างประเทศในรอบกว่าสามทศวรรษ นับตั้งแต่ปี 2503 เป็นต้นมา โลกให้ความสำคัญกับถั่วเหลืองมาโดยตลอด ไม่ว่าจะเป็นในด้านผลผลิตและพื้นที่ปลูกได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เป็นการตอบสนองต่อความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมน้ำมันพืชและแหล่งอาหารโปรตีนที่มีคุณค่าและมีราคาถูกที่สุดสำหรับมนุษย์และสัตว์เลี้ยง

ปัจจัยการผลิตในอุตสาหกรรมดังกล่าว ต้องการถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบประมาณปีละล้านกว่าตัน แต่ประเทศไทยผลิตถั่วเหลืองได้เพียงปีละ 4-5 แสนตันเท่านั้น ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ จึงมีความจำเป็นต้องนำถั่วเหลืองจากต่างประเทศซึ่ง คิดเป็นมูลค่าสูงหลายพันล้านบาท ยิ่งในสภาพวิกฤติเศรษฐกิจในปัจจุบันทำให้อัตราแลกเปลี่ยนมีค่าสูงขึ้น ก็จะยิ่งทำให้มูลค่าการนำเข้ามีราคาสูงอย่างมหาศาล จึงน่าที่จะหามาตรการจูงใจให้เกษตรกรผลิตถั่วเหลืองในประเทศเพิ่มขึ้นเพื่อลดค่าการนำเข้า

ในปัจจุบันผลผลิตถั่วเหลืองภายในประเทศไม่เพิ่มขึ้นเลย (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2542) ในขณะที่ความต้องการใช้ถั่วเหลืองเพิ่มมากขึ้นทุกปี ทั้งนี้เนื่องจากอุปสรรคสำคัญคือ พันธุ์ถั่วเหลือง คุณภาพเมล็ดพันธุ์สภาพการเก็บรักษาและปริมาณเมล็ดพันธุ์ดีมีจำกัด (พิพัฒน์, 2540) ฝนตกบ่อย ๆ สลับกับอากาศร้อน ลักษณะเช่นนี้ไม่เอื้ออำนวยต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพดีและต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (Delouche et al., 1973) นอกจากนี้เมล็ดถั่วเหลืองเองก็ยังมีอายุสั้นอีกด้วยเมื่อเทียบกับพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ ดังนั้นคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจึงอาจสูญเสียได้ ขณะอยู่ในแปลงก่อนเก็บเกี่ยวและภายหลังการเก็บเกี่ยว ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียคือ อุณหภูมิและความชื้น

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological maturity, PM) (Harrington, 1972 : Tekrony et al., 1980 a: Dornbos, 1995) หลังจาก PM ไปแล้วความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดก็จะลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีสภาพอากาศร้อนขึ้น Moore (1971 cited by Dornbos, 1995) รายงานว่าสภาพอากาศแห้งสลับชื้นทำให้เนื้อเยื่อเมล็ดได้รับความเสียหาย เนื่องจากการขยายตัวและหดตัวของเนื้อเยื่ออย่างรวดเร็วขณะเปียกและแห้ง ทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ลดลง Delouche (1980) สาธิตให้เห็นว่าการมีฝนตกบ่อย ๆ สลับกับอากาศร้อนในระหว่างการสุกแก่ก่อนเก็บเกี่ยว มีผลทำให้ความงอกของเมล็ดลดลง นอกจากนี้สภาพอากาศดังกล่าวยังเป็นการเอื้ออำนวยต่อการเจริญของเชื้อราจึงทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพเพิ่มมากขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีก (Tekrony et al., 1980 b ; Ndimande et al., 1981) ดังนั้นการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในเขตร้อนภายหลังการสุกแก่ที่ PM จึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ตราบใดที่การผลิตพืชยังต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ถึงแม้จะมีการปรับระยะเวลาปลูก เพื่อให้ฝนหยุดเมื่อเมล็ดสุกแก่ก็ไม่อาจที่จะคาดหมายได้อย่างถูกต้อง

การใช้สายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมน่าที่จะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในเขตร้อน Dassou and Kueneman (1984) พบว่าสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลงและต่อการเสื่อมคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา ส่วนใหญ่เป็นสายพันธุ์ที่มาจากประเทศเขตร้อน ความต้านทานดังกล่าวเกิดจากการมีเยื่อหุ้มเมล็ดแข็งและเมล็ดมีขนาดเล็ก Paschal and Ellis (1987) พบว่าเมล็ดที่มีขนาดเล็กมีความแข้งแรงและมีความต้านทานต่อเชื้อราได้ดีกว่าเมล็ดที่มีขนาดใหญ่ นอกจากนี้เมล็ดที่มีขนาดเล็กและเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดแข็งยังมีอายุเก็บรักษาที่ยาวนานอีกด้วย (Wien and Kueneman, 1981 ; Minor and Paschal, 1982) เนื่องจากความชื้นไม่สามารถเข้าไปภายในเมล็ด จึงทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อนำไปปลูกในฤดูเพาะปลูก การใช้เมล็ดที่มีคุณภาพดีปลูก ทำให้เมล็ดงอกเร็วและสม่ำเสมอ ส่งผลให้ได้ผลผลิตสูงในที่สุด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบวิธีการที่ใช้ในการประเมินลักษณะทางพันธุกรรม ที่มีความต้านทานต่อสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมของเมล็ดพันธุ์
2. เพื่อหาพันธุ์หรือสายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมหลังการสุกแก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ความมีชีวิตหรือความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะค่อยๆเพิ่มขึ้นในระหว่างการพัฒนาของเมล็ดและเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา(physiological maturity , PM) (Delouche. 1975 ; Dombos. 1995) ที่ระยะสุกแก่นี้ เมล็ดจะเป็นอิสระจากต้นแม่นั่นคือ ธาตุอาหารและน้ำจากต้นแม่จะไม่ถูกส่งไปยังเมล็ดอีกต่อไป ถึงแม้ว่าระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาจะเป็นระยะที่เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพสูงสุด เราก็ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้เพราะความชื้นของเมล็ดยังสูงอยู่มาก จึงต้องทิ้งให้เมล็ดอยู่กับต้นแม่จนกระทั่งความชื้นของเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 14% ระยะนี้เรียกว่าระยะสุกแก่ที่เก็บเกี่ยวได้(harvest maturity , HM) ระยะสุกแก่จาก PM ถึง HM อาจใช้ระยะเวลายาวนานถึง 3 อาทิตย์(Tekrony *et al.* 1980) คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในระหว่าง PM ถึง HM อาจลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากความรุนแรงของสภาพลมฟ้าอากาศเป็นสำคัญ นอกจากนี้ลักษณะทางพันธุกรรมและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบางลักษณะ เช่น ขนาดของเมล็ด สีของเมล็ด น้ำหนักของเมล็ด เป็นต้น ก็ล้วนแต่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ทั้งสิ้น การที่จะผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพดี จึงจำเป็นต้องทราบถึงคุณลักษณะของเมล็ดในด้านต่างๆ เพื่อนำเอาลักษณะที่ดีบางประการนั้นมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีคุณภาพดี

การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ด

การพัฒนาของเมล็ดถั่วเหลืองจะเริ่มต้นตั้งแต่มีการปฏิสนธิ(แบบอาศัยเพศ) หลังจากที่ไข่ได้รับการปฏิสนธิไม่นาน ช่องว่าง(vacuole)ขนาดใหญ่ซึ่งเคยปรากฏใน zygote ก็จะหายไป ขณะเดียวกันไซโตพลาสซึมจะรวมเป็นเนื้อเดียวและนิวเคลียสมีขนาดใหญ่ขึ้น จากนั้น zygote ก็จะเริ่มแบ่งตัว ระยะเวลานับจากการปฏิสนธิจนถึงการแบ่งเซลล์ครั้งแรกในถั่วเหลืองอาจใช้เวลาถึง 1 วัน ใบเลี้ยงทั้ง 2 และจุดเจริญจะพัฒนาเต็มที่ภายใน 2 สัปดาห์แรก การพัฒนาของน้ำหนักแห้งในเมล็ดจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆโดยใช้เวลา 20-30 วัน ภายหลังการออกดอก ส่วนความชื้นในเมล็ดจะลดลงอย่างช้าๆจาก 90% เป็น 80% เมื่อเริ่มเข้าวันที่ 25-35 ภายหลังการออกดอก การสะสมน้ำหนักแห้งจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเมล็ด และดำเนินเรื่อยไปจนกระทั่งถึงจุดที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุดที่ 65-75 วัน หลังจากนั้นน้ำหนักแห้งจะมีแนวโน้มคงที่หรือเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ในระหว่างช่วงเวลาที่เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งอย่างรวดเร็วนี้ ความชื้นในเมล็ดจะลดลงอย่างช้าๆจนเหลือประมาณ 40-50% ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุดมาถึง หลังจากระยะนี้ไปแล้วความชื้นในเมล็ดอาจลดลงจาก 40-50% เหลือเพียง 15-18% ภายใน 1 สัปดาห์ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีสภาพอากาศแห้งดี ระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุดนี้นิยมเรียกกันโดยทั่วไปว่า ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(มีความชื้นในเมล็ดประมาณ 40-50%)(จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2523) ที่ระยะนี้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะสูงที่สุด

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ด

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ หมายถึง ผลรวมของลักษณะต่างๆของเมล็ดพันธุ์ทั้งกอง และแต่ละเมล็ดที่แสดงออกมาร่วมกัน(วัลลภ สันติประชา. 2538) คุณภาพของเมล็ดพันธุ์แต่ละลักษณะมีความสำคัญต่อผู้ผลิตและผู้ใช้ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับผู้ใช้ สภาพแวดล้อมและการจัดการ วัลลภ สันติประชา (2538) บรรยายลักษณะคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไว้ดังนี้

1 ความงอกหรือความมีชีวิต(Seed germination or seed viability) หมายถึง สัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดพันธุ์ที่งอกจากจำนวนที่เพาะ และเมล็ดที่งอกต้องมีการเจริญเติบโตของต้นอ่อน ที่จะเจริญเป็นต้นพืชเพื่อการผลิตพืชต่อไป

2 ความแข็งแรงของเมล็ด(Seed vigor) ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์สามารถแสดงให้เห็นได้ เมื่อสภาพแวดล้อมบางอย่างไม่เหมาะสม หรือลักษณะการแสดงออกบางอย่างที่มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ จึงมีผู้ให้ความหมายของคำว่าความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ไว้หลายอย่าง เช่น "เป็นผลรวมของลักษณะต่างๆของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้อย่างรวดเร็ว สม่ำเสมอ และเจริญตั้งตัวได้ดีเมื่อนำไปปลูกในไร่นาหรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม"(Delouche and Caldwell. 1960) หรือ "เป็นแนวโน้มที่เมล็ดพันธุ์จะสามารถงอกได้อย่างรวดเร็ว สม่ำเสมอ และได้ต้นกล้าที่เจริญเติบโตรวดเร็วเมื่อนำไปปลูกในไร่นา"(Ching. 1973)

3 ความชื้นของเมล็ด(Seed moisture content) คือ น้ำที่อยู่อย่างอิสระในเมล็ดพันธุ์อาจอยู่ในช่องว่าง หรือเคลือบโมเลกุลของสารและส่วนต่างๆในเมล็ดพันธุ์ โดยไม่รวมน้ำที่เป็นส่วนประกอบของสารเคมีในเมล็ดพันธุ์

4 ขนาดของเมล็ด(Seed size) หมายถึง ความเล็กใหญ่ซึ่งอาจวัดในรูปความกว้าง ความยาว ความหนา หรือเส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ด

5 น้ำหนักแห้งของเมล็ด(Seed dry matter) คือ น้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ที่ชั่งได้ อาจแสดงในรูป น้ำหนัก 100 เมล็ด หรือน้ำหนัก 1000 เมล็ด หรือจำนวนเมล็ดต่อหน่วยน้ำหนัก

6 สีของเมล็ด(Seed color) เมล็ดพันธุ์เมื่อสุกแก่เต็มที่จะมีสีสดใสและตรงตามสายพันธุ์ สีของเมล็ดพันธุ์อาจแสดงที่เปลือกหรือเยื่อหุ้มเมล็ด เช่น สีของเมล็ดถั่วต่างๆ ซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่ดีต้องมีสีที่สดใสและตรงตามสายพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ที่มีสีไม่ตรงตามสายพันธุ์ มีสีอ่อน สีเข้ม สีหม่น สีสดใสปะปนกันอยู่ แสดงว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพไม่ดี และอาจมีเมล็ดพันธุ์เก่าปะปนอยู่ หรือผ่านการผลิตในสภาพที่ไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด คุณภาพที่สำคัญที่สุดของเมล็ดพันธุ์ คือ ความงอกหรือความมีชีวิต และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์(Yacklich *et al.* 1979) เมล็ดถั่วเหลืองจะสุกแก่ทางสรีรวิทยาใช้เวลาประมาณ 50-60 วันหลังดอกบาน ที่ระยะนี้เมล็ดมีความชื้นสูงประมาณ 50% มีความงอกและความแข็งแรงสูงสุด หลังจากเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้วแม้ว่าความงอกของเมล็ดจะยังคงสูงอยู่ แต่ขนาดของเมล็ด ความชื้นและความแข็งแรงของเมล็ดถั่วเหลืองจะลดลง (Barris. 1973) ดังนั้นเมื่อถั่วเหลืองสุกแก่ทางสรีรวิทยาเราจึงควรทำการเก็บเกี่ยวเมล็ดโดยทันที แต่ Delouche (1975) รายงานว่า การเก็บเกี่ยวในระยะที่เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่สุกแก่ทางสรีรวิทยานี้ทำได้ยาก เนื่องจากเมล็ดยังมีความชื้นสูงอยู่ หากเก็บเกี่ยวมาแล้วจะต้องทำการตากหรืออบเมล็ดโดยทันที เพื่อให้เมล็ดมีความชื้นอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษา ถ้าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวมายังมีความชื้นสูงอยู่จะทำให้เก็บรักษาไว้ได้ไม่นาน (Thomson. 1979) เพราะเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูง จะสูญเสียความงอกได้เร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นต่ำ Delouche. (1975) พบว่า เมื่อเมล็ดถั่วเหลืองสุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้วความชื้นภายในเมล็ดจะลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 1-2 สัปดาห์ โดยลดลงจาก 50% เหลือเพียง 13-15% ซึ่งเป็นระยะที่เกษตรกรทำการเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วเหลือง นอกจากนี้ Scott and Aldrick (1970) แนะนำให้เก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเมื่อลำต้นและใบเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

ระยะสมบูรณ์สูงสุดของเมล็ดนั้นอยู่ในระยะที่เมล็ดยังอยู่บนต้นแม่ เป็นระยะที่เมล็ดพัฒนามาจนกระทั่งมีน้ำหนักแห้งของเมล็ดสูงที่สุด ซึ่งเรียกว่า การสุกแก่ทางสรีรวิทยา ที่ระยะนี้เมล็ดจะมีความงอกและความแข็งแรงสูงที่สุด ขณะเดียวกันก็เริ่มมีกระบวนการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (seed deterioration) เกิดขึ้นด้วยซึ่งวันชัย จันทร์ประเสริฐ (2537) ได้อธิบายไว้ว่า การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์นี้จะดำเนินเรื่อยไปจนกระทั่งเมล็ดตาย ลักษณะของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มี 3 ประการ ดังนี้

1 การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ไม่สามารถป้องกันหรือหยุดยั้งได้ แต่ถ้าหากมีวิธีการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ดี อาจทำให้อัตราการเสื่อมช้าลงได้

2 กระบวนการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไม่สามารถคืนกลับได้ กล่าวคือ เมื่อเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพเกิดขึ้นแล้ว เมล็ดนั้นไม่สามารถกลับมาเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ดีสมบูรณ์แข็งแรงดังเดิมได้อีก

3 การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันออกไปตามประชากรเมล็ด กล่าวคือ เมล็ดพืชแต่ละชนิด แต่ละพันธุ์ แต่ละกอง หรือแต่ละเมล็ด ก็มีอัตราการเสื่อมที่แตกต่างกันออกไป

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุหลัก 2 ประการ คือ เนื้อเยื่อเสื่อมสภาพไปตามอายุ และมีการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ แมลงหรือสัตว์อื่นๆ (McGee. 1983)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ จวงจันทร์ ดวงพัตรา (2523) ยังกล่าวว่า ปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มี 2 ปัจจัยสำคัญ คือ ปัจจัยภายใน และปัจจัยภายนอก ปัจจัยภายในจะเกี่ยวข้องกับทางด้านพันธุกรรม และองค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ด ส่วนปัจจัยภายนอกจะเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมขณะที่พืชเจริญเติบโตอยู่ หรือในระหว่างสุกแก่ วิธีการเก็บเกี่ยว ตลอดจนการปรับปรุงสภาพ หรือสภาพการเก็บรักษาเป็นสำคัญ

ปัจจัยภายในที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

ด้านพันธุกรรม เมล็ดพืชชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กัน มีความสามารถในการเก็บรักษา หรือมีอัตราการเสื่อมคุณภาพที่แตกต่างกัน เนื่องจากเมล็ดที่ต่างพันธุ์กันย่อมมีความแตกต่างกันทางด้านกายวิภาคและองค์ประกอบทางเคมี อายุการเก็บรักษาจึงแตกต่างกันออกไป (วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537)

ในเรื่องของสีเมล็ด กฤษฎา สัมพันธารักษ์ (2537) กล่าวว่า เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้า มักมีเยื่อหุ้มเมล็ด(seed coat) สีเหลือง แต่พันธุ์อื่นๆ อาจมีสีเขียวอมเหลือง เขียว น้ำตาล หรือดำ เยื่อของเมล็ดที่มีสีจาง อาจมีสีดำหรือน้ำตาลปนอยู่ ลักษณะจุดบนเมล็ด อาจเกิดจากพันธุกรรม หรือเกิดจากสภาพแวดล้อมก็ได้ แต่ไม่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ Starzinger *et al.* (1982) พบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์ที่มีเมล็ดสีดำ มีความสามารถในการเก็บรักษาได้ยาวนานกว่าเมล็ดสีจาง

Nangju (1977) พบว่าถั่วเหลืองต่างพันธุ์กัน ปลูกในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ได้รับการดูแลรักษาเหมือนๆกัน จะให้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพแตกต่างกันได้ ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่เมล็ดกำลังพัฒนาและสุกแก่อยู่นั้นเมล็ดถั่วเหลืองต่างพันธุ์กันมีความแตกต่างกันในแง่ของความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ทำให้เมล็ดที่เก็บเกี่ยวได้มีคุณภาพแตกต่างกันไปด้วย

ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่(2539) ทำการทดลองเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าสายพันธุ์ SSR8305-3 มีความงอกสูงถึง 90% ในขณะที่พันธุ์สุโขทัย 1 และเชียงใหม่ 60 มีความงอกเพียง 58% และ 74% ตามลำดับ และเมื่อมีการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่มีอายุการเก็บรักษา 6 เดือน โดยวิธีเร่งอายุ พบว่าสายพันธุ์ SSR8305-3 ยังคงมีความงอกสูงถึง 88% สูงได้ระดับมาตรฐานสามารถใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ได้ ในขณะที่พันธุ์สุโขทัย 1 และเชียงใหม่ 60มีความงอกเพียง 52% เท่านั้น ไม่สามารถใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ได้

นอกจากนี้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองยังสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดอีกด้วย ลักษณะทางกายภาพที่สำคัญได้แก่ ขนาด น้ำหนัก ความหนาแน่น รูปร่าง สี และเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดเป็นต้น Edwards and Hartwig (1971) ศึกษาถั่วเหลือง 3 สายพันธุ์ ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมใกล้เคียงกัน (near-isogenic lines) แต่มีน้ำหนักเฉลี่ยของเมล็ดแตกต่างกัน พบว่า สายพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดเล็ก และขนาดกลาง สามารถงอกได้เร็วกว่าและมีความแข็งแรงสูงกว่าสายพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ นอกจากนี้ Horlings *et al.* (1994) พบว่า พันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความทนทานต่อการเสื่อมคุณ

ภาพในแปลง มักเป็นพันธุ์ที่มีขนาดเล็ก มีลักษณะเยื่อหุ้มเมล็ดแข็ง (hard seed coat) หรือ มีลักษณะเมล็ดแข็ง(hardseededness) ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้ จะถูกควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรม เมล็ดต่างพันธุ์กันจะมีลักษณะทางกายวิภาค และองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ทำให้มีลักษณะและปริมาณเมล็ดแข็งที่แตกต่างกัน เป็นผลให้อายุการเก็บรักษาต่างกันไปด้วย (เมล็ดแข็งจะเก็บได้นานกว่าเมล็ดปกติ) (วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537)

นอกจากนี้ ปัจจัยภายในทางด้านอื่นๆ อันได้แก่ องค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ดก็มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เช่นกัน เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นเนื้อเยื่อที่มีชีวิต และมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมี กายภาพ และชีวภาพอยู่ตลอดเวลา แม้จะเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ไม่ชัดเจนเหมือนพวกผลไม้หรือพืชผัก แต่ก็จะทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เสื่อมลง การเปลี่ยนแปลงต่างๆจะสัมพันธ์กับโปรตีนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักภายในเมล็ดถั่วเหลือง (Lambrecht *et al.* 1996)

ปัจจัยภายนอกที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ในเขตร้อนมักจะมีคุณภาพต่ำ (Paschal and Ellis. 1978 ; Nangju *et al.* 1980) ทั้งนี้เนื่องจากความไม่เหมาะสมของสภาพอากาศ เช่น การมีฝนตกบ่อยครั้ง และครั้งละนานๆ ประกอบกับการมีอุณหภูมิ และความชื้นของอากาศสูง ลักษณะสภาพแวดล้อมเช่นนี้ ไม่เอื้ออำนวยต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพดี และต่อการเก็บรักษา (Delouche *et al.* 1973) จึงทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสูญเสียความงอกไปอย่างรวดเร็วภายใน 2-3 เดือนจนไม่มีคุณภาพพอที่จะใช้ปลูกถ้าเก็บรักษาไว้ในสภาพธรรมดา อย่างไรก็ตามการผลิตเมล็ดพันธุ์ในเขตร้อนให้มีคุณภาพดีหรือให้เป็นที่น่าพอใจก็ยังเป็นไปได้ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ฤดูปลูก (Tekrony *et al.* 1980) ระยะเก็บเกี่ยว หรือระยะสุกแก่ (Green *et al.* 1965 ; Delouche. 1980) การลดความชื้น (Moysey. 1973) และการเก็บรักษา (Maguire. 1977 ; Bass. 1979)

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในเขตร้อน นับว่ากระทำได้ค่อนข้างลำบาก ที่จะทำให้เมล็ดพันธุ์มีอายุการเก็บรักษาได้ยาวนานอย่างน้อยๆ 1 ฤดูปลูก ทั้งนี้เนื่องจากเขตร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นของอากาศสูง สภาพเช่นนี้จะมีผลทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง (James. 1967 ; Harrington. 1973) ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อไปยังผลผลิตของพืช หลังจากเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาไปแล้วการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ก็จะเริ่มขึ้น ส่วนจะเกิดในอัตราที่เร็วเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศภายหลังการสุกแก่ขณะอยู่บนต้นแม่เป็นสำคัญ (Delouche *et al.* 1973) นอกเหนือจากสภาพอากาศแล้ว วิธีการปฏิบัติต่างๆภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การลดความชื้น การนวด เป็นต้น ต่างก็มีความสำคัญต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ก่อนการเก็บรักษา (Maguire. 1977) ดังนั้น ถ้าปราศจากความระมัดระวังดังกล่าว คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการเก็บเกี่ยวอาจลดลงอย่างมากก่อนที่เมล็ดพันธุ์จะถูกนำไปเก็บรักษา Delouche (1975) ได้เปรียบเทียบให้เห็นว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความแข็งแรงต่ำ เสื่อมคุณภาพเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความแข็งแรงสูงกว่าเมื่อทำการเก็บรักษาใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า

สภาพธรรมดา ดังนั้นการที่จะประสบความสำเร็จในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ จึงขึ้นอยู่กับคุณภาพเบื้องต้นก่อนการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์เป็นสำคัญ

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่มีผลมาจากการเสื่อมคุณภาพในแปลง

Bhatia *et al.* (1993) ได้รายงานถึงผลกระทบของการเสื่อมคุณภาพในแปลง (field weathering) ที่มีต่อถั่วเหลืองพันธุ์พื้นเมืองว่า การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในแปลงจะเกิดขึ้นในระหว่างที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาไปแล้วจนถึงช่วงระยะเก็บเกี่ยว การเสื่อมคุณภาพเช่นนี้โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นในขณะที่ฝักและเมล็ดยังอยู่บนต้นแม่ ถั่วเหลืองจะได้รับความเสียหายสูงจากการเสื่อมคุณภาพในแปลง เนื่องจากมีฝนตกลงมามากในระหว่างระยะสุกแก่ก่อนการเก็บเกี่ยว ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้น ได้แก่ เมล็ดสูญเสียความมีชีวิต และการเข้าทำลายของเชื้อโรคชนิดต่างๆ โดยเฉพาะเชื้อราบางชนิด เช่น *Aspergillus* spp. และ *Penicillium* spp. ซึ่งเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง (Mallick and Nadi. 1979) สภาพอากาศดังกล่าวทำให้เมล็ดพันธุ์เกิดการเสื่อมทางสรีรวิทยา โดยเริ่มต้นจากการลดลงของกิจกรรมเอนไซม์ซึ่งจะลดลงเมื่อเมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพมากขึ้นโดยเฉพาะเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่ที่เก็บสะสมในเมล็ด และเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เนื้อเยื่อใหม่ การหายใจก็เป็นอีกขบวนการหนึ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเสื่อมคุณภาพซึ่งมีเอนไซม์หลายชนิดเกี่ยวข้องอยู่ เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพจะมีอัตราการหายใจลดลง นอกจากนี้การรั่วไหลของสารจากภายในเซลล์(leachate)ของเมล็ดพันธุ์ที่กำลังเสื่อมคุณภาพก็จะเพิ่มขึ้น สะท้อนให้เห็นถึงความรุนแรงของการเสื่อมของผนังเมมเบรน การเปลี่ยนแปลงอีกประการหนึ่งก็คือการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระ(free fatty acid) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นผลมาจากการเข้าทำลายของเชื้อรา (Delouche and Baskins. 1973) ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันในด้านความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลง ยิ่งเก็บเมล็ดพันธุ์ล่าช้ามากเพียงใดเมล็ดก็จะได้รับความเสียหายมากยิ่งขึ้นเท่านั้น ดังนั้น Bhatia *et al.* (1993)จึงสรุปผลการทดลองของเขาว่า (1) การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ภายหลังจากเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้ว จะเกิดขึ้นเนื่องจากการเสื่อมคุณภาพในแปลงเป็นสำคัญ (2) ขอบเขตของการเสื่อมคุณภาพในแปลง จะเกิดขึ้นในระหว่างที่เมล็ดสุกแก่ ไปจนถึงช่วงเก็บเกี่ยว ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการเสื่อมคุณภาพในแปลงน่าจะมาจากเขตการเพาะปลูก หรือฤดูกาลที่เพาะปลูก

Ching and Schoolcraft (1968) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวล่าช้า จะให้จำนวนต้นที่งอกในไร่ (field emergence) ต่ำ เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกต่ำนี้เมื่อนำไปตรวจสอบทางเคมีจะพบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ protease phytase และ phosphatase ลดลง เมล็ดพันธุ์จะสูญเสีย membrane permeability แป้ง น้ำตาล และกรดอะมิโนที่อยู่ในเมล็ดจะรั่วไหลออกมามาก แสดงว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวล่าช้านั้นมีการเสื่อมคุณภาพมากกว่า เมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสม (Buxton *et al.* 1978) นอกจากนี้น้ำหนักแห้งของเมล็ดที่เก็บเกี่ยวล่าช้าจะต่ำกว่าน้ำหนักแห้งของเมล็ดที่เก็บ

เกี่ยวในระยะเวลาที่เหมาะสม (Johnson *et al.* 1978) และเกิดมีเมล็ดที่เหี่ยวย่นมาก เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ไปตรวจสอบความงอก พบว่า ต้นกล้ามีส่วนยอดและรากไม่สมบูรณ์ (Mondragon and Potts. 1974)

Kueneman (1982) กล่าวว่า การผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในช่วงที่มีอากาศร้อนและความชื้นของอากาศสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างการสุกแก่ของเมล็ดมีผลทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง Green *et al.* (1965) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่สุกแก่เมื่ออากาศร้อนและแห้งสิ้นสุดลงจะมีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่สุกแก่ในระหว่างอากาศร้อนและแห้ง Tekrony *et al.* (1980) สรุปว่า คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองขึ้นอยู่กับสภาพปัจจัยของสิ่งแวดล้อมในระหว่างการพัฒนา ระหว่างการสุกแก่ และในระหว่างที่เมล็ดสุกแก่แล้วแต่ยังไม่ได้เก็บเกี่ยว ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า ฤดูปลูก เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ การเลือกฤดูปลูกที่สภาพอากาศมีความรุนแรงน้อย หรือปลูกถั่วเหลืองให้ล่าที่สุด หรือใช้พันธุ์ที่ต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลง (Kueneman. 1982) จึงเป็นทางเลือกที่สามารถจะประสบผลสำเร็จในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองของประเทศในเขตร้อนได้

การตรวจสอบคุณภาพและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์

การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์อาจกระทำได้หลายทาง เช่น การตรวจสอบความงอกหรือความมีชีวิต และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ส่วนการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพที่นิยมวัดกัน เช่น ขนาดของเมล็ด หรือน้ำหนัก 100 เมล็ด เป็นต้น

1 การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

1) การตรวจสอบความงอกมาตรฐาน(Standard germination test) การตรวจสอบความงอกมาตรฐานเป็นวิธีการที่นิยมกันมากที่สุด ใช้อุปกรณ์น้อยที่สุดในการประเมินคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และใช้ได้กับเมล็ดพันธุ์ทุกชนิด วัสดุที่ใช้ในการเพาะมีหลายชนิด เช่น กระดาษเพาะ ดิน และทราย วิธีการประเมินค่าความงอกและระยะเวลาที่ใช้ทดสอบความงอก จะแตกต่างไปตามชนิดของเมล็ดพันธุ์พืช(Anonymous. 1976) ค่าความงอกของเมล็ดพันธุ์อาจแปรปรวนไปได้เนื่องจากวัสดุเพาะและวิธีการเพาะ Escoar (1983) พบว่า การใช้กระดาษเพาะเป็นวัสดุเพาะโดยไม่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ จะทำให้ค่าความงอกของข้าวโพดมีความแปรปรวนมากกว่าการเพาะในทราย Delouche (1975) กล่าวว่า การงอกไม่สามารถใช้วัดขั้นตอนของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ เนื่องจากความงอกเป็นวิธีการวัดการเสื่อมคุณภาพขั้นตอนสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์

2) การตรวจสอบความแข็งแรง (Vigor test) ความแข็งแรง คือ ความสามารถที่จะงอกเป็นต้นกล้าปกติ และสามารถให้ผลผลิตสูงในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เป็นผลรวมของคุณสมบัติต่างๆของเมล็ดพันธุ์ เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ที่แข็งแรงไปปลูกภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆจะได้ต้นกล้าที่แข็งแรง สม่ำเสมอ ไม่ว่าสภาพแวดล้อมเหล่านี้จะเหมาะสมหรือไม่ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาม(Anonymous. 1983) จวงจันทร์ ดวงพัตรา (2523) กล่าวว่า ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เป็นลักษณะเด่นบางประการของเมล็ดพันธุ์ จะแสดงออกเมื่อสภาพแวดล้อมต่างๆไม่เหมาะสมหรือแปรปรวนผิดปกติ สำหรับการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีหลายวิธี วิธีที่นิยมใช้ตรวจสอบกันอย่างแพร่หลาย ได้แก่

2.1) การตรวจสอบความงอกในสภาพไร่(Field emergence test) การตรวจสอบความงอกมาตรฐานต่างจากการตรวจสอบความงอกในสภาพไร่ คือ การตรวจสอบความงอกมาตรฐานมักจะให้ผลที่สูงกว่า เนื่องจากนำมาเพาะปลูกในวัสดุเพาะที่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (ยวนใจ อ่อนเรียบร้อย. 2529 ; Johnson and Wax. 1978) ทำให้ได้ค่าความงอกสูง ส่วนการตรวจสอบความงอกในสภาพไร่จะนำไปเพาะในแปลงที่มีสภาพแวดล้อมแปรปรวนหรือไม่เหมาะสม ทำให้ได้ค่าความงอกในสภาพไร่ค่อนข้างต่ำกว่า ดังรายงานของ ธนีนาฏ สมบัติศิริ และเฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง (2526) ซึ่งทำการทดลองในถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 พบว่า ค่าความงอกมาตรฐานจะมีค่าสูงถึง 91% ในขณะที่ความงอกในสภาพไร่มีค่าเพียง 32%

2.2) การวัดอัตราการรั่วไหลหรือค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity test) Presley (1958) เป็นผู้ที่นำวิธีการนี้มาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ฝ้ายเป็นคนแรก Matthew and Bradnock (1968) พัฒนาวิธีการนี้มาใช้วัดความแข็งแรงในเมล็ดพันธุ์ถั่วลันเตา เพื่อใช้ทำนายค่าความงอกในสภาพไร่ วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมกันมากเนื่องจากทราบผลรวดเร็ว(Thomas. 1960) และนิยมใช้วัดความแข็งแรงในเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง(Tao. 1979 ; Yaklich *et al.* 1979), ข้าวฟ่าง(Perl *et al.* 1978) และ ถั่วเขียว(วันชัย จันทร์ประเสริฐ และคณะ 2535) เป็นต้นวิธีนี้อาศัยหลักการที่ว่า การสูญเสียซึ่งความมั่นคงแข็งแรงของผนังเมมเบรน(membrane integrity) เป็นเหตุให้คุณสมบัติในการควบคุมการซึมผ่านของผนังเมมเบรนสูญเสียไปด้วย การที่ผนังเมมเบรนในเมล็ดเสื่อมสภาพจนไม่สามารถเก็บกักและควบคุมการเข้าออกของสารต่างๆไว้ได้ เป็นเหตุให้เซลล์ไม่สามารถตอบสนองต่อการเกิดออสโมซิส(osmosis) และเซลล์สูญเสียความเต่ง(turgor) นอกจากนี้สารเมตาโบไลท์(metabolites)ต่างๆที่รั่วไหลออกมาจะกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทั้งในและนอกเมล็ดทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพเร็วยิ่งขึ้น(วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537) นักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ทำการตรวจสอบการรั่วไหลของสารต่างๆจากเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพ พบว่าการรั่วไหลของสารต่างๆหลังจากแช่เมล็ดในน้ำเพียงไม่กี่ชั่วโมงมีความสัมพันธ์กับระดับความเสื่อมคุณภาพของเมล็ด(Powell and Matthews. 1977 และ McDonald and Wilson. 1980) ในเมล็ดใหม่ที่ยังไม่เสื่อมคุณภาพ(unaged seed) การรั่วไหลของสารออกจากเมล็ดพันธุ์อาจเกิดขึ้นได้ในชั่วไม่กี่นาทีหรือไม่กี่ชั่วโมงซึ่งเป็นสภาพปกติโดยทั่วไป เนื่องจากผนังเมมเบรนเมื่ออยู่ในสภาพแห้งต้องการระยะเวลาในการจัดเรียงหรือจัดระเบียบตัวเอง(reorganization) หลังจากระยะนี้ไปแล้วอัตราการรั่วไหลจะลดน้อยลง การรั่วไหลนี้จะไม่ก่อให้เกิดผลเสียทางสรีรวิทยาตามมา ในเมล็ดที่เสื่อมคุณภาพ(aged seed)การรั่วไหลจะเกิดต่อเนื่องเป็นเวลานาน และมีความสัมพันธ์กับความมี

ลิขสิทธิ์ของเอกสารนี้เป็นของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ Yaklich and Abdul-Baki (1975) พบว่า สารที่ถูกชะล้างออกมา เช่น น้ำตาลกลูโคส และกรดอะมิโนต่างๆจากเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำจะมีการชะล้างออกมามากทำให้ได้ค่าการนำไฟฟ้าสูง(Abdul-Baki and Anderson. 1973) ปัจจัยที่มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้า คือ ความบริสุทธิ์ของน้ำที่ใช้แช่เมล็ด ความสะอาดของเครื่องมือที่ใช้ ความสม่ำเสมอของตัวอย่าง เวลา อุณหภูมิที่ใช้ในการแช่ ความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดไม่ควรจะสูงหรือต่ำเกินไป ควรอยู่ในช่วง 10-14% (Anonymous. 1983) ในเมล็ดที่มีความชื้นต่ำเกินไป(ต่ำกว่า8.8%) เมื่อนำไปแช่โดยไม่มีการปรับความชื้นภายในเมล็ดให้สูงขึ้น จะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้นผิดปกติ เนื่องจากเมล็ดดูดน้ำเข้าไปในอัตราที่เร็วเกินไปจนทำให้เมล็ดเสียหายได้(Pollock *et al.* 1969) Tao (1978) พบว่า ชนิดของน้ำที่ใช้แช่เมล็ดควรจะเป็นน้ำกลั่น(distilled water) หรือน้ำที่ปราศจากประจุไฟฟ้า(deionized water) ในเมล็ดพันธุ์พืชชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กัน ค่าการนำไฟฟ้าอาจต่างกัน เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำของพันธุ์หนึ่ง อาจจะให้ค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่าเมล็ดที่มีความแข็งแรงสูงของอีกพันธุ์หนึ่ง (Tao. 1979)

2 การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์

ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ตรวจสอบกัน ได้แก่

1) การประเมินคุณภาพจากลักษณะภายนอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยสายตา (Visual seed quality) การประเมินคุณภาพจากลักษณะภายนอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยสายตาจะแบ่งเป็นช่วงค่าของคะแนน เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพของเมล็ดพันธุ์(Weiss *et al.* 1952) ข้อดีประการหนึ่งของวิธีการนี้คือประหยัดเวลาเมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจสอบความงอกในห้องปฏิบัติการหรือการตรวจสอบความงอกในสภาพไร่ อีกประการหนึ่งคือถ้าเรามีเมล็ดพันธุ์ไม่เพียงพอที่จะใช้ทดลอง เราอาจใช้การประเมินคุณภาพจากลักษณะภายนอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยสายตาได้(Green and Pinnell. 1968) Green *et al.* (1965) รายงานว่า ลักษณะรอยย่นของเยื่อหุ้มเมล็ด(wrinkled seed coat) รูปร่างเมล็ดที่มีใบเลี้ยงบิดเบี้ยว หดและเหี่ยวแห้ง(shriveled cotyledons) เมล็ดหรือใบเลี้ยงเป็นสีเขียว(green cotyledon color) โดยทั่วๆไปจะมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความงอกในห้องปฏิบัติการ และเปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่ต่ำ ลักษณะเหล่านี้ล้วนเป็นตัวบ่งชี้ถึงความมีชีวิตได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดสีม่วง(purple stain) และโรคอื่นๆในเมล็ดที่มีสาเหตุมาจากเชื้อราชนิดต่างๆ กับเปอร์เซ็นต์ความงอกในห้องปฏิบัติการ และเปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่ ยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน

2) การตรวจสอบเมล็ดแข็ง(Hard seed test) เมล็ดแข็ง คือ เมล็ดที่มีเปลือกหรือเยื่อหุ้มเมล็ดไม่ยอมให้น้ำผ่านเข้าออกได้ ซึ่งจัดเป็นการพักตัวของเมล็ดแบบหนึ่ง เรียกการพักตัวแบบนี้ว่า hardseededness ซึ่งพบมากในเมล็ดพืชตระกูลถั่ว ลักษณะที่ปรากฏคือ เยื่อหุ้มเมล็ด(seed coat) ไม่ดูดน้ำแม้เมล็ดจะแช่อยู่ในน้ำเป็นเวลานานถึง 24 ชั่วโมง หรืออยู่ในวัสดุเพาะที่ชุ่มน้ำตลอดช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่ตรวจสอบความงอก(วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537) สายพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีเมล็ดแข็งจะมีความต้านทานต่อสภาพลมฟ้าอากาศ และยังมีอายุการเก็บรักษายาวนานภายใต้สภาพการเก็บรักษาในภาชนะที่เปิด(Kuo. 1989) Minor and Paschal (1982) ทำการศึกษาถั่วเหลือง 235 สายพันธุ์ ในเขตร้อนของเปอร์โตริโก ภายใต้สภาพการเก็บรักษาแบบเปิด พบว่า มีเพียงถั่วเหลืองสายพันธุ์ Bar-chet สายพันธุ์เดียวเท่านั้น ที่มีความสามารถในการเก็บรักษาได้ยาวนานที่สุด เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งสูงมาก ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ มากว่าทุกๆสายพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษานี้ ส่วนในประเทศไทย วันชัย จันทร์ประเสริฐและคณะ (2530) พบว่า ปริมาณเมล็ดแข็งของถั่วเหลือง จะเปลี่ยนแปลงไปตามความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศที่เก็บรักษา เมล็ดพันธุ์ที่เก็บภายใต้สภาพความชื้นสัมพัทธ์ 33 เปอร์เซ็นต์ นาน 3 เดือน ปริมาณเมล็ดแข็งจะมีเท่าเดิม แต่เมื่อเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์เป็น 47 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดจะคลายการพักตัวลงส่วนหนึ่ง คือ ปริมาณเมล็ดแข็งลดลงจาก 31 เหลือ 21 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ขึ้นไปสูงถึง 85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณเมล็ดแข็งลดลงจาก 31 เปอร์เซ็นต์ เหลือเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ และจากการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษาเมล็ด 2 ระดับ คือที่ 20 °ซ และที่อุณหภูมิห้อง(28-33 °ซ) พบว่า อุณหภูมิมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเมล็ดแข็ง น้อยกว่าความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ

3) น้ำหนัก 100 เมล็ด(Seed weight) น้ำหนัก 100 เมล็ด เป็นค่าที่บ่งบอกถึง ขนาดของเมล็ด คือ ถ้าถั่วเหลืองสายพันธุ์ใด มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ดสูง แสดงว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์นั้น มีขนาดเมล็ดค่อนข้างใหญ่ ส่วนถั่วเหลืองสายพันธุ์ใดมีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำ แสดงว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์นั้น มีขนาดเมล็ดค่อนข้างเล็ก จากการศึกษาความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ พบว่าเมล็ดที่มีขนาดเล็กจะคงความมีชีวิตได้ยาวนานกว่าเมล็ดที่มีขนาดใหญ่(Delouche. 1975 ; Wien and Kueneman. 1981) เนื่องจากเมล็ดที่มีขนาดเล็กจะปรากฏลักษณะของเมล็ดแข็ง(Calero *et al.* 1981 ; Minor and Paschal. 1982 ; Potts *et al.* 1978) ในทำนองเดียวกัน Edwards and Hartwig (1971) ทำการศึกษาถั่วเหลือง 3 สายพันธุ์ ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมใกล้เคียงกัน แต่มีน้ำหนักเฉลี่ยของเมล็ดแตกต่างกัน พบว่า สายพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดเล็กและขนาดกลาง สามารถงอกได้เร็วกว่า และมีความแข็งแรงสูงกว่าสายพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่

4) สีของเมล็ด(Seed color) สีของเมล็ดพันธุ์อาจแสดงที่เยื่อหุ้มเมล็ด เช่น สีของเมล็ดถั่วต่างๆ ซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่ดีต้องมีสีที่สดใสและตรงตามสายพันธุ์ Star-zinger *et al.* (1982) พบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์เมล็ดสีดำมีความสามารถในการเก็บรักษาได้ยาวนานกว่าถั่วเหลืองพันธุ์ที่มีเมล็ดสีจาง Dassou and Kueneman (1984) พบว่า เมล็ดถั่วเหลืองที่มีสีดำหรือสีเข้มจะมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ดี คือ มีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีสีเหลือง

5) การตรวจวัดประเมินรูปร่างของเมล็ด(Eccentricity) ค่า eccentricity เป็นค่าที่ใช้บ่งบอกถึงรูปร่างของเมล็ดว่ามีลักษณะค่อนไปทางทรงกลมหรือทรงรี Kuo (1989) รายงานว่า ขนาดของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีความสัมพันธ์กับรูปร่างของเมล็ด กล่าวคือ สายพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเมล็ดที่มีรูปร่างค่อนข้างเป็นทรงกลม ซึ่งวัดได้ด้วยค่า eccentricity ส่วนวันชัย จันทร์ประเสริฐ และคณะ (2539) พบว่า ค่า eccentricity จะแสดงความสัมพันธ์กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ กล่าวคือ เมล็ดที่มีค่า eccentricity สูง(เมล็ดมีลักษณะยาวรี) มีแนวโน้มที่จะมีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่า เมล็ดที่มีค่า eccentricity ต่ำ(เมล็ดมีลักษณะใกล้ทรงกลม)

6) น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด(Seed coat weight) น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด คือ น้ำหนักแห้งของเยื่อหุ้มเมล็ดภายหลังจากการแยกเยื่อหุ้มเมล็ดออกจากตัวเมล็ดแล้ว ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด และเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดนี้จะสามารถบ่งบอกถึงค่าความแตกต่าง และความสัมพันธ์กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลักษณะอื่นๆได้

7) เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด(Percentage of seed coat) ค่าเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดจะแสดงในรูปเปอร์เซ็นต์ของเยื่อหุ้มเมล็ดต่อเมล็ด ค่านี้สามารถบ่งบอกถึงความหนาบางของเยื่อหุ้มเมล็ดได้ว่า มีมากน้อยเพียงใด วันชัย จันทร์ประเสริฐ และคณะ (2539) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีแนวโน้มของเยื่อหุ้มเมล็ดสูง จะมีความงอกมาตรฐาน ความงอกจากการเร่งอายุ และความงอกในสภาพไร่สูง แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ แบ่งตามแหล่งที่มา 2 แหล่ง คือ

เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 18 สายพันธุ์ จากศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักแห่งเอเชีย (AVRDC) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ได้แก่

1.1 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC9984

1.2 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC2796

1.3 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC7231

1.4 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC2679

1.5 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC10215

1.6 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC4120

1.7 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ KUSL-20004

1.8 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC4637

1.9 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC11101

1.10 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC4796

1.11 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC11254

1.12 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC10950

1.13 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC10981

1.14 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC9822

1.15 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC3318

1.16 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC10992

1.17 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ GC10848

1.18 เมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์ PK462

เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 10 พันธุ์ จากศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ ได้แก่

1.19 เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.1

1.20 เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.2

1.21 เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4

1.22 เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.23 เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ ชม.2

1.24 เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ ชม.3

1.25 เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ ชม.60

1.26 เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ สท.1

1.27 เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ สท.2

1.28 เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ นว.1

2. สารเคมี

2.1 แอลกอฮอล์ 70%

2.2 สารลดความชื้น ซิลิกา เจล

3. เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

3.1 ตู้อบลมร้อน(hot air-oven) WTB binder รุ่น F115

3.2 ตู้เพาะ hotpack รุ่น 352602 และ WTB binder รุ่น VAP2

3.3 Hygrometer และ maximum-minimum thermometer

3.4 Hot-plate

3.5 เครื่องชั่งไฟฟ้า(ทศนิยม 3 ตำแหน่ง)

3.6 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้ารุ่น Jenway 4041 conductivity meter และ PCM 121(K) conductivity cell

3.7 Vernier caliper

4. เครื่องแก้ว เช่น บิกเกอร์ขนาด 250 มล.

5. น้ำกลั่น

6. กระบะเพาะ

7. ดินผสม

8. วัสดุ

8.1 กล่องพลาสติกขนาด 18.75x27.50 ซม.

8.2 ถุงพลาสติกขนาด 45x55 ซม.

8.3 ตะแกรงลวดขนาด 15.0x22.5 ซม.

8.4 ตะกร้าพลาสติก

8.5 กระดาษเพาะ(paper towell)

8.6 ถุงกระดาษสีน้ำตาล

8.7 ไม้บรรทัด

8.8 มีดคัตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 การเตรียมเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ใช้มีทั้งหมด 28 พันธุ์/สายพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 10 พันธุ์ เป็นพันธุ์มาตรฐานซึ่งได้รับมาจาก ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ เมล็ดพันธุ์ที่เหลือได้รับมาจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

2.1 วิธีการปลูกและการปฏิบัติดูแลรักษา

ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์/สายพันธุ์ ดังกล่าวในแปลงเกษตรกร อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี โดยแบ่งเป็นแปลงย่อย 2 แปลงต่อ 1 พันธุ์/สายพันธุ์ แปลงย่อยแต่ละแปลงมีขนาด 1x3 ม. ในแต่ละแปลงจะปลูกถั่วเหลืองเป็นแถวจำนวน 5 แถว ภายในแถวจะขุดเป็นหลุม โดยให้มีระยะระหว่างแถวและหลุมเป็น 20x20 ซม. หยอดเมล็ดลงในหลุมๆละ 7-8 เมล็ด โดยมีฟูราดานรองที่ก้นหลุมเพื่อป้องกันแมลง เมื่อปลูกเสร็จเรียบร้อยจึงฉีดสารกำจัดวัชพืชเพื่อควบคุมวัชพืชในแปลงปลูก ภายหลังจากปลูก 2 อาทิตย์ ทำการถอนแยกต้นกล้าให้เหลือ 1 ต้นต่อ 1 หลุม เนื่องจากถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์มีระยะสุกแก่และเก็บเกี่ยวไม่ตรงกันจึงต้องแบ่งกลุ่มปลูกเป็น 2 กลุ่ม โดยจัดวันปลูก 2 ครั้งไม่พร้อมกัน ทั้งนี้เพื่อให้ถั่วเหลืองทุกพันธุ์มีระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาใกล้เคียงกัน และอยู่ภายใต้สภาพลมฟ้าอากาศเหมือนกัน

2.2 การเก็บเกี่ยวและการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์

การเก็บเกี่ยวจะทำ 2 ระยะ คือ ที่ระยะ PM กับ HM การเก็บเกี่ยวที่ระยะ PM เริ่มเมื่อฝักเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง ส่วนการเก็บเกี่ยวที่ระยะ HM เริ่มเมื่อฝักเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลเข้ม เมื่อทำการเก็บเกี่ยวฝักทั้ง 2 ระยะแล้ว นำฝักทั้งหมดมาผึ่งลมในที่ร่ม(ภายในห้อง) ภายหลังจากผึ่งลมได้ 1 สัปดาห์ฝักถั่วก็จะแห้งแล้วจึงทำการนวดเมล็ด นำเมล็ดที่ได้จากการนวดแล้วมาผึ่งลมไว้ในที่ร่มอีกครั้งหนึ่ง จนกระทั่งความชื้นในเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 10-13% แบ่งเมล็ดแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์ออกเป็น 3 กอง แล้วสุ่มเมล็ดพันธุ์จากในกองมาใส่ไว้ในถุงพลาสติกระบุชื่อพันธุ์/สายพันธุ์ และวิธีการตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆของเมล็ดพันธุ์แล้วจึงปิดปากถุงให้แน่นสนิท ทำเช่นเดียวกันทั้ง 3 กอง นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่บรรจุใส่ถุงพลาสติกแล้วไปเก็บไว้ในตู้เพาะที่อุณหภูมิ 5°ซ เพื่อรอการตรวจสอบคุณภาพและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ต่อไป สำหรับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวในระยะ PM ส่วนหนึ่งจะถูกแบ่งไว้เพื่อใช้ในการตรวจสอบการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ถูกควบคุม(incubator weathering)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3. วิธีการดำเนินงาน

ทำการตรวจสอบคุณภาพ และลักษณะทางกายภาพของเมล็ดทุกๆพันธุ์ทั้ง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ เมื่อความชื้นเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 10-13% (ความชื้นเมล็ดตรวจสอบโดยการอบเมล็ดที่อุณหภูมิ 105°ซ นาน 24 ชั่วโมง)

วางแผนการทดลองแบบ Split plot ทำ 3 ซ้ำ โดยจัดให้ปัจจัยหลัก(Main plot)ได้แก่ การเสื่อมคุณภาพ (Weathering) มี 3 ระดับ ส่วนปัจจัยรอง(Sub plot)ได้แก่ พันธุ์/สายพันธุ์ของถั่วเหลือง

ปัจจัยหลัก มี 3 ระดับ ได้แก่

1 Unweathering(control) เก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในระยะ PM หรือเมื่อฝักเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แล้วนำมาผึ่งในที่ร่มจนฝักแห้งจึงทำการนวดเมล็ดด้วยมือ ผึ่งลมในที่ร่มอีกครั้งจนกว่าเมล็ดพันธุ์จะมีความชื้นลดลงเหลือประมาณ 10-13% จึงนำเมล็ดพันธุ์บรรจุใส่ถุงพลาสติกหนา 2 ชั้น ปิดปากถุงให้แน่นสนิท เก็บไว้ในตู้เพาะที่อุณหภูมิ 5°ซ เพื่อรอการตรวจสอบคุณภาพและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์

2 Field weathering เก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองซึ่งสุกแก่ภายหลังจากระยะ PM 14 วัน มาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม นวดเมล็ดด้วยมือแล้วผึ่งต่อไปจนกระทั่งเมล็ดมีความชื้นประมาณ 10-13% บรรจุเมล็ดใส่ถุงพลาสติกหนา 2 ชั้นปิดปากถุงให้แน่นสนิทและเก็บไว้ในตู้เพาะที่อุณหภูมิ 5°ซ เพื่อรอการตรวจสอบคุณภาพและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์

3 Incubator weathering นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวมาทั้งฝักในระยะ PM อบที่อุณหภูมิ 35°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 90% นาน 7 วันโดยดัดแปลงจากวิธีการของ Dassou and Kueneman (1984) จึงนำเมล็ดพันธุ์มาผึ่งลมในที่ร่มจนฝักแห้ง ทำการนวดเมล็ดด้วยมือแล้วผึ่งลมในที่ร่มต่อไปจนกระทั่งความชื้นของเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 10-13% จึงนำมาบรรจุใส่ถุงพลาสติกหนา 2 ชั้น ปิดปากถุงให้แน่นสนิท เก็บไว้ในตู้เพาะที่อุณหภูมิ 5°ซ เพื่อรอการตรวจสอบในลักษณะเดียวกันกับที่ได้กล่าวมาแล้ว

78013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิธีการทดลอง

นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ทำการสุ่มไว้แล้วมาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์และและลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ ได้แก่

1. การตรวจสอบความงอกมาตรฐาน(Standard germination test) นำเมล็ดพันธุ์ 25 เมล็ด ทำ 3 ซ้ำ เพาะเมล็ดพันธุ์บนกระดาษเพาะที่ทำให้ชื้นด้วยน้ำกลั่น(between paper) ม้วนกระดาษหลวมๆ นำม้วนกระดาษที่เพาะเมล็ดไว้แล้วใส่ในถุงพลาสติก รัดปากถุงด้วยหนังยาง นำไปเพาะไว้ในตู้เพาะที่อุณหภูมิ 25°ซ ประเมินผลความงอกโดยนับจำนวนต้นกล้าที่งอกปกติภายหลังจากเพาะ 7 วัน (ISTA. 1985)

2. การตรวจสอบความงอกในสภาพไร่ (Field emergence test) นำเมล็ดพันธุ์จำนวน 25 เมล็ด ทำ 3 ซ้ำ มาปลูกลงในกระบะเพาะที่มีขนาด 2.0x3.5 ม. โดยใช้ดินผสมเป็นวัสดุปลูก ปลูกเป็นแถวๆละ 1 ซ้ำ หลุมละ 1 เมล็ด โดยให้มีระยะระหว่างหลุมและแถวเป็น 5x10 ซม. รดน้ำทุกวันแต่ไม่ให้แฉะจนเกินไป ตรวจวัดโดยนับจำนวนต้นกล้าที่งอกภายหลังจากที่ปลูกแล้ว 7 และ 10 วัน โดยนับเฉพาะต้นกล้าที่สมบูรณ์ มียอดและใบเลี้ยงโผล่พ้นผิวดินแล้ว

3. การวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหล ทำตามวิธีการของ AOSA(1983) ชั่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ 25 เมล็ด ทำ 3 ซ้ำ นำแต่ละตัวอย่างแช่ในบีกเกอร์ (250 มล.) ที่มีน้ำกลั่น 75 มล. นำไปไว้ที่อุณหภูมิ 20°ซ นาน 24 ชั่วโมงจึงตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ด

4. การวัดการดูดน้ำของเมล็ด ชั่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ 25 เมล็ด ทำ 3 ซ้ำ แล้วแช่เมล็ดพันธุ์ในบีกเกอร์ (250 มล.) ที่มีน้ำกลั่น 75 มล. นำไปไว้ที่อุณหภูมิ 20°ซ นาน 24 ชั่วโมง จึงนำเมล็ดพันธุ์มาซับน้ำให้แห้งด้วยกระดาษซับก่อนชั่งน้ำหนัก

การตรวจสอบคุณสมบัติและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์

1 การตรวจวัดจำนวนเมล็ดแข็ง (Hard seed) นำเมล็ดมาแช่ในน้ำกลั่นนาน 24 ชั่วโมง บันทึกจำนวนเมล็ดแข็ง(เมล็ดที่ไม่ดูดน้ำ) แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง ทำ 3 ซ้ำๆละ 25 เมล็ด

2 น้ำหนักเมล็ด (Seed weight) นำเมล็ดที่ทำการสุ่มไว้แล้วจำนวน 100 เมล็ด มาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทำ 3 ซ้ำๆละ 100 เมล็ด

3 สีของเมล็ด (Seed color) ตรวจสอบสีของเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) แล้วจดบันทึกไว้

4 การตรวจวัดประเมินรูปร่างของเมล็ด (Eccentricity) ทำ 3 ซ้ำๆละ 20 เมล็ด ตรวจสอบค่า eccentricity (Kuo. 1989) หาโดย นำเมล็ดมาวัดหาความกว้าง ความยาว และความหนา ด้วย vernier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

caliper แล้วคำนวณหาค่า eccentricity จากสูตร

$$e = (a^2-b^2)^{0.5}/a$$

โดย

e = ค่า eccentricity

a = ครึ่งหนึ่งของด้านความยาวเมล็ด

b = ครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ยระหว่างด้านความกว้าง และด้านความหนาของเมล็ด

ค่า eccentricity เป็นค่าที่บอกรูปร่างของเมล็ด หรือความกลมของเมล็ด มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 เมื่อค่าที่คำนวณได้มีค่าเข้าใกล้ 0 หรือใกล้เคียงกับ 0 แสดงว่ารูปร่างของเมล็ดจะเข้าใกล้ทรงกลม หรือเกือบจะเป็นทรงกลม แต่ถ้าค่าที่คำนวณได้มีค่าเข้าใกล้ 1 หรือใกล้เคียงกับ 1 แสดงว่ารูปร่างของเมล็ดค่อนข้างจะยาวรี(วันชัย จันทร์ประเสริฐ และคณะ. 2539)

5 น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด (Seed coat weight) ทำ 3 ซ้ำๆละ 20 เมล็ด นำเมล็ดพันธุ์ที่สุ่มเอาไว้แล้วมาชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 5°ซ นาน 15-16 ชั่วโมง แยกเยื่อหุ้มเมล็ดออกจากเมล็ด นำเยื่อหุ้มเมล็ดไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105°ซ นาน 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำเยื่อหุ้มเมล็ดมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง ในกรณีที่มีเมล็ดแข็งให้ใช้ใบมีดกรีดที่เยื่อหุ้มเมล็ดแล้วแช่น้ำต่อไป เมื่อเมล็ดดูดน้ำแล้วจึงดำเนินการตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

6 เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด (Percentage of seed coat) ทำ 3 ซ้ำๆละ 20 เมล็ด ทำตามวิธีการดังที่กล่าวในข้อ 6. แล้วจึงนำค่าที่บันทึกไว้มาคำนวณหาจากสูตร(Kuo. 1989)

$$\text{เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด} = \frac{(\text{น้ำหนักแห้งของเยื่อหุ้มเมล็ด}) \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งของเมล็ด}}$$

น้ำหนักแห้งของเมล็ด(Seed dry weight) หาโดย อบเมล็ดที่ถูกแยกออกจากเยื่อหุ้มเมล็ดในข้อที่ 6. นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เช่นเดียวกับการหาน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด

5. สถานที่ดำเนินงาน

ดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6. ระยะเวลาดำเนินงาน

ระยะเวลาในการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล 10 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพต่างๆของเมล็ดพันธุ์ซึ่งได้แก่ สีของเยื่อหุ้มเมล็ด, น้ำหนัก 100 เมล็ด, เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง, ค่า Eccentricity, น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด, เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด, และค่า Visual seed quality พบว่าถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์ จะมีลักษณะทางกายภาพดังนี้

ถั่วเหลืองทั้ง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยส่วนใหญ่จะมีสีของเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นสีเหลืองซึ่งมีทั้งหมด 19 พันธุ์/สายพันธุ์ได้แก่ สจ.1, สจ.2, สจ.4, สจ.5, ชม.3, ชม.60, สท.1, สท.2, ชม.2, นว.1, GC9984, KUSL-20004, GC2796, GC7231, GC2679, GC10215, GC4120, GC4637 และ PK462 ส่วนที่เหลืออีก 9 พันธุ์/สายพันธุ์มีสีที่แตกต่างออกไปดังนี้คือ สีเขียวมี 5 สายพันธุ์ ได้แก่ GC10992, GC4796, GC11101, GC11254 และ GC10950 สีน้ำตาลมี 4 สายพันธุ์ ได้แก่ GC3318, GC10981, GC9822 และ GC10848(ตารางที่ 1) โดยทั่วไปแล้วสีของเยื่อหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองจะมีสีเหลือง ส่วนสีที่แตกต่างไปจากนี้อาจเป็นผลมาจากลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งอาจจะมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ก็ได้

จากการศึกษาค่าเฉลี่ยของลักษณะทางกายภาพของเมล็ด ซึ่งได้แก่ น้ำหนัก 100 เมล็ด, เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง และค่า visual seed quality ของถั่วเหลืองที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพทั้ง 3 วิธีการ (ตารางที่ 1) พบว่า แต่ละลักษณะมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใน control จะมีค่าเฉลี่ยของแต่ละลักษณะสูงที่สุด ส่วนใน incubator weathering จะมีค่าต่ำที่สุด ซึ่งเป็นผลมาจากความรุนแรงของสภาวะที่ใช้ในวิธีการนี้ทำให้มีถั่วเหลืองเพียง 4 พันธุ์/สายพันธุ์เท่านั้นที่สามารถมีชีวิตรอดจากการผ่านสภาพ incubator weathering นี้ ทำให้ค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าต่ำที่สุด

ส่วนน้ำหนัก 100 เมล็ดและเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งเมื่อแยกเป็นพันธุ์/สายพันธุ์ที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลง(field weathering) จากการศึกษา พบว่า ลักษณะทั้งสองมีความแตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่ 1) โดยน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองทั้ง 28 พันธุ์/สายพันธุ์จะมีค่าตั้งแต่ 10.195-17.976 ก. โดยกลุ่มที่มีขนาดเมล็ดเล็กจะอยู่ในช่วง 10.195-11.633 ได้แก่ พันธุ์/สายพันธุ์ GC10848, สจ.1, GC10981, สท.1, PK462, GC11101, GC9984 และ GC10215 ในกลุ่มนี้ GC10848 และ GC10981 มีขนาดเมล็ดเล็กที่สุด ส่วนเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งนั้น พบว่า มีตั้งแต่ปราศจากเมล็ดแข็งไปจนถึงมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งมากที่สุดถึง 69.333% กลุ่มพันธุ์ที่ปราศจากเมล็ดแข็งได้แก่ พันธุ์/สายพันธุ์ GC2796, สจ.1, สท.2, ชม.2, GC11254, ชม.3, สท.1, ชม.60, สจ.2, สจ.4, GC9984, GC2679, PK462, KUSL-20004 และ GC10992 กลุ่มพันธุ์ที่เมล็ดแข็งต่ำกว่า 10% ได้แก่พันธุ์/สายพันธุ์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GC4796, นว.1, สจ.5, GC4120, GC4637, GC7231 และ GC3318 กลุ่มพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งไม่เกิน 20% ได้แก่ สายพันธุ์ GC10981, GC11101 และ GC10950 พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งไม่เกิน 30% มี 2 สายพันธุ์ คือ GC10215 และ GC9822 สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งมากที่สุด (69.333%) คือ GC10848 การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์จากลักษณะภายนอกของเมล็ดด้วยสายตา (Visual seed quality) ของถั่วเหลืองทั้ง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลง (ตารางที่ 1) พบว่าระดับคะแนนเฉลี่ยที่ประเมินได้มีค่าอยู่ในช่วง 4.267-4.777 ซึ่งแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย และค่าที่ประเมินได้จะมีค่าค่อนข้างสูงคือมีระดับคะแนนตั้งแต่ 4.00 ขึ้นไป แสดงว่ามีลักษณะผิดปกติของเมล็ดเกิดขึ้นน้อย

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางกายภาพ 3 ลักษณะ(น้ำหนัก 100 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง) ของถั่วเหลืองที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพทั้ง 3 วิธีการ (A) กับสีของเยื่อหุ้มเมล็ด, น้ำหนัก 100 เมล็ด, เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งและค่า Visual seed quality ของถั่วเหลือง 28 พันธุ์ / สายพันธุ์ (B) ที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลง

สิ่งทดลอง	สีของเยื่อหุ้มเมล็ด	น้ำหนัก 100 เมล็ด (ก.)	เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง (%)
วิธีการ(A)			
Control		14.341	13.333
Field weathering		14.195	7.047
Incubator weathering		1.799	1.238
พันธุ์/สายพันธุ์(B)			
GC10848	สีน้ำตาล	10.195	69.333
GC2796	สีเหลือง	15.965	0.000
สจ.1	สีเหลือง	10.795	0.000
GC10981	สีน้ำตาล	10.195	14.667
สท.2	สีเหลือง	14.235	0.000
ชม.2	สีเหลือง	17.096	0.000
GC11254	สีเขียว	16.690	0.000
ชม.3	สีเหลือง	14.001	0.000
GC4796	สีเขียว	13.603	5.333
GC11101	สีเขียว	11.454	13.333
นว.1	สีเหลือง	16.536	1.333

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สิ่งทดลอง	สีของเยื่อหุ้มเมล็ด	น้ำหนัก 100 เมล็ด (ก.)	เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง (%)
สท.1	สีเหลือง	10.448	0.000
ชม.60	สีเหลือง	17.976	0.000
สจ.2	สีเหลือง	13.497	0.000
สจ.4	สีเหลือง	14.327	0.000
สจ.5	สีเหลือง	17.303	1.333
GC9984	สีเหลือง	11.622	0.000
GC4120	สีเหลือง	16.838	6.667
GC2679	สีเหลือง	15.223	0.000
GC4637	สีเหลือง	17.378	2.667
GC10215	สีเหลือง	11.633	25.333
GC7231	สีเหลือง	15.107	8.000
PK462	สีเหลือง	10.225	0.000
KUSL-20004	สีเหลือง	14.850	0.000
GC10992	สีเขียว	14.705	0.000
GC9822	สีน้ำตาล	14.876	26.667
GC10950	สีเขียว	13.916	17.333
GC3318	สีน้ำตาล	13.567	5.333
LSD.(0.05)(A)		0.475	5.538
LSD.(0.05)(B)		0.581	7.440
C.V.(%)(A)		2.07	33.90
C.V.(%)(B)		3.55	63.86

จากการศึกษาค่าเฉลี่ยของลักษณะทางกายภาพของเมล็ด ซึ่งได้แก่ ค่า eccentricity, น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด และเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด ของถั่วเหลืองที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพทั้ง 3 วิธีการ(ตารางที่ 2) พบว่า ใน incubator weathering เท่านั้นที่มีความแตกต่างจากวิธีการอื่น เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดซึ่งก็เป็นเหตุผลเดียวกันกับที่ได้กล่าวมาแล้วในช่วงต้น

ส่วนค่า eccentricity ของถั่วเหลืองทั้ง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลงมีความแตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่ 2) โดยจะมีค่าตั้งแต่ 0.4729-0.7740 พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีค่า

eccentricity ต่ำที่สุด คือ GC10981 แสดงว่าเป็นสายพันธุ์ที่เมล็ดมีรูปร่างกลมกว่าพันธุ์/สายพันธุ์อื่น รองลงมาได้แก่ GC10848, GC2796, สท.2, สท.1, ชม.60, GC2679 และ GC4637 พันธุ์ที่มีค่า eccentricity สูงที่สุดได้แก่ GC10215 ส่วนพันธุ์อื่นๆมีค่าใกล้เคียงกัน จากการศึกษาน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดและเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดของถั่วเหลืองทั้ง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลง(ตารางที่ 2) พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดจะมีค่าตั้งแต่ 9.317-13.817 มก./เมล็ด พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดสูงกว่า 13 มก./เมล็ด ได้แก่ ชม.60, GC4120, GC4637 และ GC7231 พันธุ์ที่มีน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดสูงที่สุด คือ ชม.60 พันธุ์/สายพันธุ์อื่นๆที่มีน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดใกล้เคียงกัน ได้แก่ นว.1, สท.1, สจ.4, GC9984, KUSL-20004 และ GC9822 สายพันธุ์ที่มีน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดต่ำกว่า 10 มก./เมล็ด ได้แก่ GC2796, GC10981, GC4796 และ GC10215 โดยสายพันธุ์ที่มีน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดต่ำที่สุด คือ GC2796 ส่วนเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดจะมีค่าตั้งแต่ 6.783-11.208%(ตารางที่ 2) สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดสูงที่สุด คือ GC10848 สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดใกล้เคียงกัน ได้แก่ GC10215 และ GC7231 ส่วนพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดต่ำที่สุด คือ สท.2 พันธุ์/สายพันธุ์อื่นๆที่มีเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดใกล้เคียงกันกับ สท.2 ได้แก่ นว.1, ชม.60, GC2679 และ GC4637

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางกายภาพ 3 ลักษณะ(ค่า Eccentricity, น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด และเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด) ของถั่วเหลืองที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพทั้ง 3 วิธีการ(A) กับค่า Eccentricity, น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด และ เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดของถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ (B)ที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลง

สิ่งทดลอง	Eccentricity	น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด(มก./เมล็ด)	เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด (%)
วิธีการ(A)			
Control	0.6235	11.346	8.227
Field weathering	0.6257	11.536	8.214
Incubator weathering	0.0806	1.498	1.388
พันธุ์/สายพันธุ์(B)			
GC10848	0.5638	10.233	11.208
GC2796	0.5467	9.317	8.403
สจ.1	0.7099	10.900	8.445
GC10981	0.4729	9.717	8.650
สท.2	0.5578	11.317	6.783

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สิ่งทดลอง	Eccentricity	น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด(มก./เมล็ด)	เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด (%)
ชม.2	0.6642	11.550	7.701
GC11254	0.6969	11.500	8.267
ชม.3	0.6016	11.483	7.396
GC4796	0.6012	9.667	7.971
GC11101	0.6936	10.333	8.935
นว.1	0.6220	12.550	7.041
สท.1	0.5449	12.167	8.440
ชม.60	0.5728	13.817	7.190
สจ.2	0.6096	11.633	7.691
สจ.4	0.6285	12.050	8.350
สจ.5	0.6361	11.750	8.589
GC9984	0.6876	12.783	8.357
GC4120	0.6834	13.167	7.908
GC2679	0.5255	12.367	7.233
GC4637	0.5731	13.500	7.292
GC10215	0.7740	9.800	9.886
GC7231	0.6113	13.033	9.019
PK462	0.6809	10.967	7.614
KUSL-20004	0.6540	12.967	7.288
GC10992	0.6154	10.367	8.530
GC9822	0.6726	12.133	8.599
GC10950	0.6209	10.983	8.801
GC3318	0.6988	10.950	8.755
LSD.(0.05)(A)	0.0392	1.003	0.762
LSD.(0.05)(B)	0.0161	0.632	0.445
C.V.(%)(A)	3.71	5.45	5.65
C.V.(%)(B)	2.67	4.81	4.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ศึกษาได้แก่ ความงอกมาตรฐาน, ความงอกในสภาพไร่, อัตราการดูดน้ำ และค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ด

ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์

ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ทั้ง 28 พันธุ์/สายพันธุ์หลังจากผ่านการเสื่อมคุณภาพโดยทั้ง 3 วิธีการดังกล่าว มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความงอกของเมล็ดพันธุ์ใน control หรือเมื่อสุกแก่ทางสรีรวิทยาจะสูงกว่า treatment อื่นๆ (ตารางที่ 3) ซึ่งก็เป็นไปตามความคาดหมาย เนื่องจากเป็นระยะที่เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพสูงสุด พันธุ์ต่างๆใน control มีความผันแปรในความงอกของเมล็ดพันธุ์สูง โดยมีความงอกอยู่ในช่วงจาก 40.00-100.00% พันธุ์ที่มีความงอกสูงที่สุดคือ สจ.5 พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความงอกสูงกว่า 90% ได้แก่ GC10848, GC2796, สจ.1, ชม.2, GC4796, สจ.4 และ GC9984 พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความงอกสูงกว่า 80% ได้แก่ GC10981, สท.2, ชม.3, สท.1, ชม.60, สจ.2, PK462, GC10950 และ GC3318 สายพันธุ์ที่มีความงอกสูงกว่า 70% ได้แก่ GC11101, GC4120 และ KUSL-20004 ส่วนพันธุ์/สายพันธุ์ที่เหลือมีความงอกต่ำกว่าความงอกมาตรฐานที่กำหนดไว้โดยกรมส่งเสริมทั้งสิ้น โดยสายพันธุ์ที่มีความงอกต่ำที่สุด คือ GC10992

ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการเสื่อมคุณภาพในแปลง(field weathering) ลดลงทุกพันธุ์เมื่อเปรียบเทียบกับ control โดยเมล็ดพันธุ์มีความงอกอยู่ในช่วงจาก 16.00-90.67% สายพันธุ์ที่เสื่อมความงอกน้อยที่สุด คือ GC9984 ส่วนพันธุ์ที่เสื่อมความงอกมากที่สุด คือ สท.1 เมื่อเปรียบเทียบกับความงอกของ control แล้ว จะเห็นได้ว่าความงอกที่เกิดจากการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในแปลง มีช่วงความผันแปรกว้างกว่า เป็นการแสดงให้เห็นถึงการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์จะลดลงมากที่สุดภายหลังผ่านการเสื่อมคุณภาพใน incubator weathering โดยจะเหลือรอดอยู่เพียง 4 พันธุ์/สายพันธุ์เท่านั้น เมล็ดพันธุ์ที่งอกจะมีความงอกมาตรฐานอยู่ในช่วงจาก 26.67-69.33% สายพันธุ์ที่เสื่อมความงอกน้อยที่สุด คือ GC10848 รองลงมาได้แก่ GC10981, GC2796 และ สจ.1 ตามลำดับ(ตารางที่ 3) พันธุ์/สายพันธุ์อื่นๆนอกจากนี้ไม่สามารถนำมาตรวจสอบความงอกได้เนื่องจากเมื่อนำฝักออกมาจากตู้เพาะแล้ว พบว่าแทบทุกฝักมีเส้นใยสีขาวของเชื้อราปกคลุมอยู่ เมื่อแกะฝักออกดูพบว่า เมล็ดมีสีดำคล้ำ ฝ่อ เล็กลีบ และมีเส้นใยของเชื้อราขึ้นอยู่ด้วยอย่างเห็นได้ชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ หลังจากผ่านการเสื่อมคุณภาพใน control, การเสื่อมคุณภาพในแปลง (field weathering) และ incubator weathering

พันธุ์/สายพันธุ์	ความงอกมาตรฐาน(%)			เฉลี่ย	LSD. (0.05)(A)
	Control	Field weathering	Incubator weathering		
GC10848	96.00	77.33	69.33	80.89	
GC2796	93.33	49.33	36.00	59.56	
สจ.1	93.33	86.67	26.67	68.89	
GC10981	82.67	65.33	46.67	64.89	
สท.2	89.33	77.33	0.00[1]	55.56	
ชม.2	94.67	88.00	0.00	60.89	
GC11254	49.33	20.00	0.00	23.11	
ชม.3	82.67	29.33	0.00	37.33	
GC4796	94.67	84.00	0.00	59.56	
GC11101	77.33	52.00	0.00	43.11	
นว.1	57.33	34.67	0.00	30.67	
สท.1	88.00	16.00	0.00	34.67	
ชม.60	89.33	84.00	0.00	57.78	21.17
สจ.2	88.00	65.33	0.00	51.11	
สจ.4	97.33	82.67	0.00	60.00	
สจ.5	100.00	89.33	0.00	63.11	
GC9984	98.67	90.67	0.00	63.11	
GC4120	76.00	42.67	0.00	39.56	
GC2679	50.67	38.67	0.00	29.78	
GC4637	66.67	57.33	0.00	41.33	
GC10215	62.67	33.33	0.00	32.00	
GC7231	57.33	37.33	0.00	31.56	
PK462	85.33	65.33	0.00	50.22	
KUSL-20004	74.67	28.00	0.00	34.22	
GC10992	40.00	25.33	0.00	21.78	

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

พันธุ์/สายพันธุ์	ความงอกมาตรฐาน(%)			เฉลี่ย	LSD. (0.05)(A)
	Control	Field weathering	Incubator weathering		
GC9822	60.00	40.00	0.00[1]	33.33	
GC10950	81.33	40.00	0.00	40.44	21.71
GC3318	88.00	49.33	0.00	45.78	
เฉลี่ย	79.09	55.33	6.38	46.94	
LSD.(0.05)(B)			17.42		
C.V.(%)(A)			19.89		
C.V.(%)(B)			22.96		

[1] เมล็ดไม่อยู่ในสภาพที่จะนำมาตรวจสอบได้

ความงอกในสภาพไร่หรือความแข็งแรง

ความงอกในสภาพไร่ของเมล็ดพันธุ์ทั้ง 28 พันธุ์/สายพันธุ์หลังจากผ่านการเสื่อมคุณภาพโดยทั้ง 3 วิธีการดังกล่าว มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับความแข็งแรงของ control ก็เป็นไปในทำนองเดียวกันกับความงอกมาตรฐาน(ตารางที่ 3) คือ จะมีความแข็งแรงสูงกว่า treatment อื่นๆเช่นเดียวกัน(ตารางที่ 4) ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆใน control ก็มีความผันแปรสูงเช่นเดียวกันกับความงอกมาตรฐาน โดยมีความแข็งแรงอยู่ในช่วงจาก 50.67-93.99% พันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงที่สุด คือ ชม.2 พันธุ์อื่นๆที่มีความแข็งแรงในระดับที่ใกล้เคียงกับ ชม.2 มากที่สุด ได้แก่ สจ.2, สจ.4 และ สจ.5 พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงมากกว่า 80% ได้แก่ GC10848, สจ.1, สท.2, สท.1, ชม.60, GC9984, PK462 และ GC3318 พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความแข็งแรงในระดับปานกลาง(ระหว่าง 70-80%) ได้แก่ GC10981, ชม.3, GC4796, GC11101, GC10215 และ GC10950 ส่วนสายพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำที่สุด คือ GC10992

หลังจากที่เมล็ดพันธุ์ผ่านการมีคุณภาพ(ความงอกและความแข็งแรง) สูงสุดมาแล้ว ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะลดลงเร็วกว่าความงอกของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นถึงการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์(ตารางที่ 4)ได้ชัดเจนกว่าการใช้ความงอกแต่เพียงอย่างเดียว(ตารางที่ 3) ในที่นี้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆหลังจากผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลงมาแล้วอยู่ในช่วงจาก 26.67-86.67% (ตารางที่ 4) พันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงที่สุด คือ ชม.2 รองลงมาได้แก่ ชม.60, สจ.5, และ GC9984 พันธุ์ที่ให้ความแข็งแรงปานกลาง(ระหว่าง 70-80%) ได้แก่ สจ.1, สท.2 และ สจ.4 ส่วนสายพันธุ์ที่ให้ความแข็งแรงต่ำที่สุด คือ GC11254

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆ หลังจากผ่านการเสื่อมคุณภาพใน incubator weathering มาแล้ว อยู่ในช่วงจาก 29.33-45.33% (ตารางที่ 4) สายพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงที่สุด คือ GC10981 รองลงมาได้แก่ GC10848, สจ.1 และ GC2796 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์/สายพันธุ์อื่นๆนอกเหนือไปจากนี้ไม่สามารถนำมาตรวจสอบได้ โดยมีเหตุผลเช่นเดียวกับที่ได้กล่าวมาแล้วในการศึกษาความงอกมาตรฐาน

ตารางที่ 4 ความงอกในสภาพไร่(ความแข็งแรง) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ หลังจากผ่านการเสื่อมคุณภาพใน control, การเสื่อมคุณภาพในแปลง (field weathering) และ incubator weathering

พันธุ์/สายพันธุ์	ความงอกในสภาพไร่(%)				
	Control	Field Weathering	Incubator weathering	เฉลี่ย	LSD. (0.05)(A)
GC10848	84.00	50.67	40.00	58.22	
GC2796	69.33	42.67	29.33	47.11	
สจ.1	82.67	77.33	38.67	66.22	
GC10981	72.00	57.33	45.33	58.22	
สท.2	85.33	70.67	0.00	52.00	
ชม.2	93.33	86.67	0.00	60.00	
GC11254	52.00	26.67	0.00	26.22	
ชม.3	78.67	28.00	0.00	35.56	
GC4796	76.00	53.33	0.00	43.11	
GC11101	73.33	48.00	0.00	40.44	16.54
นว.1	53.33	33.33	0.00	28.89	
สท.1	82.67	33.33	0.00	38.67	
ชม.60	82.67	81.33	0.00	54.67	
สจ.2	90.67	56.00	0.00	48.89	
สจ.4	90.67	72.00	0.00	54.22	
สจ.5	90.67	82.67	0.00	57.78	
GC9984	85.33	80.00	0.00	55.11	
GC4120	69.33	34.67	0.00	34.67	
GC2679	54.67	36.00	0.00	30.22	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 (ต่อ)

พันธุ์/สายพันธุ์	ความงอกในสภาพไร่(%)			เฉลี่ย	LSD. (0.05)(A)
	Control	Field Weathering	Incubator weathering		
GC4637	62.67	40.00	0.00[1]	34.22	
GC10215	70.67	29.33	0.00	33.33	
GC7231	56.00	33.33	0.00	29.78	
PK462	82.67	65.33	0.00	49.33	
KUSL-20004	69.33	29.33	0.00	32.89	16.54
GC10992	50.67	29.33	0.00	26.67	
GC9822	60.00	42.67	0.00	34.22	
GC10950	78.67	36.00	0.00	38.22	
GC3318	86.67	42.67	0.00	43.11	
เฉลี่ย	74.43	49.95	5.47	43.28	
LSD.(0.05)(B)		15.19			
C.V.(%)(A)		16.86			
C.V.(%)(B)		21.69			

[1] เมล็ดไม่อยู่ในสภาพที่จะนำมาตรวจสอบได้

อัตราการดูดน้ำ

อัตราการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ทั้ง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ หลังจากผ่านการเสื่อมคุณภาพโดยทั้ง 3 วิธีดังกล่าว มีความแตกต่างกันทางสถิติ อัตราการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆใน control เป็นไปในลักษณะที่ช้ากว่าอีก 2 treatment อัตราการดูดน้ำของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆ ใน control มีความผันแปรสูง โดยอยู่ในช่วงจาก 41.00-252.67 มก./เมล็ด(ตารางที่ 5) จากช่วงดังกล่าวนี้ สายพันธุ์ที่มีอัตราการดูดน้ำช้า(อัตราการดูดน้ำต่ำกว่า 100 มก./เมล็ด) ได้แก่ GC10848, GC11101, GC10215 และ GC10950 โดยสายพันธุ์ที่มีอัตราการดูดน้ำช้าที่สุด คือ GC10848 พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีอัตราการดูดน้ำปานกลาง ได้แก่ พันธุ์/สายพันธุ์ทั้งหมดที่มีอัตราการดูดน้ำไม่เกิน 200 มก./เมล็ด ได้แก่ นว.1, ชม.60, GC2679 และ GC4637 โดยสายพันธุ์ที่มีอัตราการดูดน้ำเร็วที่สุด คือ GC4637

พันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลง มีความผันแปรของอัตราการดูดน้ำสูง โดยอยู่ในช่วงจาก 33.67-253.67 มก./เมล็ด สายพันธุ์ที่ยังคงมีอัตราการดูดน้ำช้าที่สุดก็ยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คงเป็นสายพันธุ์เดียวกับใน control คือ GC10848 ส่วนพันธุ์/สายพันธุ์อื่นๆที่จัดเข้าอยู่ในประเภทที่มีอัตราการดูดน้ำช้าเหมือนใน control นั้น เมื่อผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลงแล้วก็จะเปลี่ยนไปเป็นประเภทที่มีอัตราการดูดน้ำปานกลาง ส่วนพันธุ์/สายพันธุ์ที่จัดเข้าอยู่ในประเภทที่มีอัตราการดูดน้ำปานกลางใน control นั้น เมื่อผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลงแล้ว มีบางพันธุ์/สายพันธุ์ที่เปลี่ยนไปเป็นประเภทที่มีอัตราการดูดน้ำเร็ว ได้แก่ สท.2, GC11254, ชม.3 และ GC4120 ส่วนสายพันธุ์ที่ยังคงมีอัตราการดูดน้ำเร็วที่สุดก็ยังคงเป็นสายพันธุ์เดียวกับใน control คือ GC4637

ส่วนพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในสภาพ incubator weathering มาแล้ว จะเหลืออยู่เพียง 4 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่สามารถนำมาตรวจสอบได้ พันธุ์/สายพันธุ์ดังกล่าวนี้มีอัตราการดูดน้ำที่คล้ายคลึงกับใน control และการเสื่อมคุณภาพในแปลง โดยที่ GC10848 ยังคงมีอัตราการดูดน้ำช้าที่สุด ส่วนอีก 3 พันธุ์/สายพันธุ์ที่เหลือมีอัตราการดูดน้ำเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับ control

ตารางที่ 5 อัตราการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ หลังจากผ่านการเสื่อมคุณภาพใน control, การเสื่อมคุณภาพในแปลง (field weathering) และ incubator weathering

พันธุ์/สายพันธุ์	อัตราการดูดน้ำ(มก. / เมล็ด)				
	Control	Field weathering	Incubator weathering	เฉลี่ย	LSD. (0.05)(A)
GC10848	41.00	33.67	94.67	56.44	
GC2796	158.67	170.67	168.33	165.89	
สจ.1	165.00	170.67	171.67	169.11	
GC10981	125.33	135.67	131.33	130.78	
สท.2	188.00	202.33	0.00	130.11	
ชม.2	191.00	193.00	0.00	128.00	
GC11254	184.67	202.33	0.00	129.00	18.96
ชม.3	198.00	204.67	0.00	134.22	
GC4796	180.67	180.67	0.00	120.44	
GC11101	96.67	128.33	0.00	75.00	
นว.1	245.67	244.00	0.00	163.22	
สท.1	171.33	190.33	0.00	120.56	
ชม.60	213.67	210.33	0.00	141.33	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 (ต่อ)

พันธุ์/สายพันธุ์	อัตราการดูดน้ำ(มก. / เมล็ด)			เฉลี่ย	LSD.
	Control	Field weathering	Incubator weathering		(0.05)(A)
สจ.2	177.67	196.67	0.00[1]	124.78	
สจ.4	184.00	183.67	0.00	122.56	
สจ.5	163.33	172.00	0.00	111.78	
GC9984	160.67	180.33	0.00	113.67	
GC4120	194.67	221.67	0.00	138.78	
GC2679	215.67	238.33	0.00	151.33	
GC4637	252.67	253.67	0.00	168.78	
GC10215	76.33	123.33	0.00	66.56	18.96
GC7231	156.33	198.67	0.00	118.33	
PK462	183.33	193.67	0.00	125.67	
KUSL-20004	228.00	246.33	0.00	156.44	
GC10992	186.67	197.33	0.00	128.00	
GC9822	136.33	133.00	0.00	89.78	
GC10950	68.00	145.33	0.00	71.11	
GC3318	166.33	174.00	0.00	113.44	
เฉลี่ย	168.20	182.84	20.21	123.75	
LSD(0.05)(B)			17.24		
C.V.(%)(A)			6.76		
C.V.(%)(B)			8.62		

[1] เมล็ดไม่อยู่ในสภาพที่จะนำมาตรวจสอบได้

การนำไฟฟ้า

ค่าการนำไฟฟ้าหรือการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ทั้ง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ หลังจากผ่านการเสื่อมคุณภาพโดยทั้ง 3 วิธีการดังกล่าว มีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าการนำไฟฟ้าของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆในแต่ละ treatment แตกต่างกัน โดยพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆใน control จะมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุด ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆใน incubator weathering มีค่ามากที่สุด(ตารางที่ 5) ค่าการนำไฟฟ้าของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆใน control มีความผันแปรสูง โดยอยู่ในช่วงจาก

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ให้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32.51-97.13 μs/cm/g.seed ค่าการนำไฟฟ้าของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆใน control นี้ ไม่สอดคล้องกับอัตราการดูดน้ำของเมล็ดเสมอไป เช่น GC10848 มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุดถึง 32.51 μs/cm/g.seed และมีอัตราการดูดน้ำต่ำที่สุดด้วยเหมือนกัน ในขณะที่ GC10950 มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำถึง 32.72 μs/cm/g.seed แต่กลับมีอัตราการดูดน้ำสูงกว่า เป็นต้น อย่างไรก็ตามโดยส่วนใหญ่แล้ว พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงก็จะมีอัตราการดูดน้ำสูงด้วย

พันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลง มีความผันแปรของค่าการนำไฟฟ้าสูง โดยอยู่ในช่วงจาก 42.99-155.30 μs/cm/g.seed (ตารางที่ 6) สายพันธุ์ที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุดยังคงเป็น GC10848 ความไม่สอดคล้องกันระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับอัตราการดูดน้ำก็ยังคงปรากฏอยู่คล้ายกับใน control อย่างไรก็ตามโดยส่วนใหญ่แล้ว พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงก็จะมีอัตราการดูดน้ำสูงด้วย

ส่วนพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในสภาพ incubator weathering มาแล้ว จะเหลืออยู่เพียง 4 พันธุ์/สายพันธุ์ พันธุ์/สายพันธุ์เหล่านี้จะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าอีก 2 treatment การเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้าไม่สอดคล้องกับอัตราการดูดน้ำ นอกจากนี้สายพันธุ์ที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุดเปลี่ยนไปเป็น GC2796 ทั้ง 4 พันธุ์/สายพันธุ์มีความผันแปรของค่าการนำไฟฟ้าต่ำ โดยอยู่ในช่วง 106.75-175.38 μs/cm/g.seed เมื่อเปรียบเทียบกับความผันแปรของ control และของการเสื่อมคุณภาพในแปลง

ตารางที่ 6 ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ หลังจากผ่านการเสื่อมคุณภาพใน control, การเสื่อมคุณภาพในแปลง (field weathering) และ incubator weathering

พันธุ์/สายพันธุ์	ค่าการนำไฟฟ้า(μs/cm/g.seed)				
	Control	Field weathering	Incubator weathering	เฉลี่ย	LSD. (0.05)(A)
GC10848	32.51	42.99	129.32	68.28	
GC2796	85.47	91.56	106.75	94.60	
สจ.1	78.70	101.45	132.37	104.18	
GC10981	69.05	109.15	175.38	117.86	23.39
สท.2	58.97	74.57	0.00[1]	44.51	
ชม.2	55.97	59.40	0.00	38.46	
GC11254	65.31	114.46	0.00	59.92	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 (ต่อ)

พันธุ์/สายพันธุ์	ค่าการนำไฟฟ้า(µs/cm/g.seed)			เฉลี่ย	LSD.
	Control	Field weathering	Incubator weathering		(0.05)(A)
ชม.3	81.29	155.30	0.00[1]	78.87	
GC4796	64.82	128.99	0.00	64.60	
GC11101	78.36	151.43	0.00	76.60	
นว.1	65.50	80.38	0.00	48.63	
สท.1	59.97	136.47	0.00	65.48	
ชม.60	56.30	75.91	0.00	44.07	
สจ.2	55.16	81.76	0.00	45.64	
สจ.4	50.63	60.66	0.00	37.10	
สจ.5	43.51	61.53	0.00	35.01	
GC9984	42.37	58.05	0.00	33.47	
GC4120	97.13	97.74	0.00	64.96	23.39
GC2679	72.64	106.33	0.00	59.66	
GC4637	58.03	64.07	0.00	40.701	
GC10215	64.71	119.42	0.00	61.38	
GC7231	40.77	92.06	0.00	44.28	
PK462	81.67	99.65	0.00	60.44	
KUSL-20004	84.76	132.87	0.00	72.55	
GC10992	93.76	101.18	0.00	64.98	
GC9822	73.78	98.27	0.00	57.35	
GC10950	32.72	92.17	0.00	41.63	
GC3318	43.76	125.35	0.00	56.37	
เฉลี่ย	63.85	96.90	19.42	60.06	
LSD(0.05)(B)			19.27		
C.V.(%)(A)			17.18		
C.V.(%)(B)			19.85		

[1] เมล็ดไม่อยู่ในสภาพที่จะนำมาตรวจสอบได้

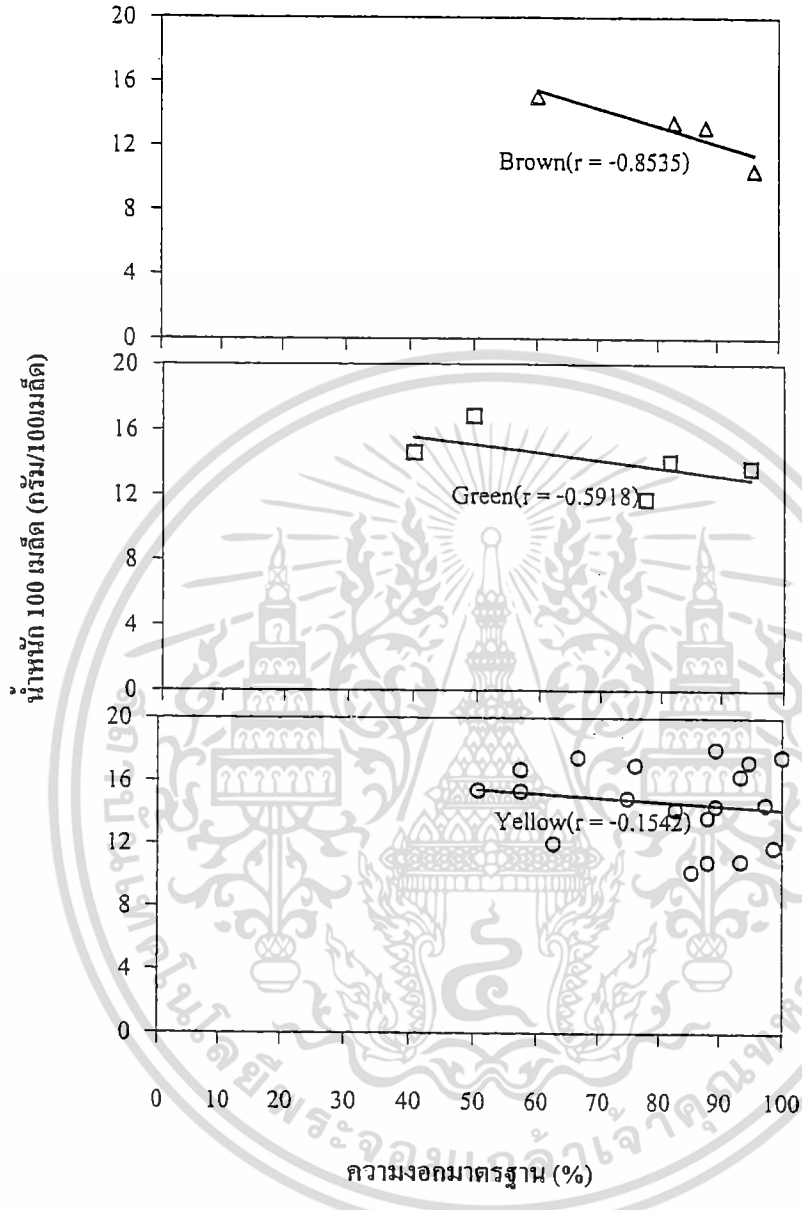
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเมล็ด กับความงอกมาตรฐานและความงอกในสภาพไร่ของเมล็ดพันธุ์โดยแยกตามลักษณะสีของเมล็ด

จากการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ของน้ำหนัก 100 เมล็ดหรือขนาดของเมล็ด กับความงอกมาตรฐานและความงอกในสภาพไร่ของเมล็ดพันธุ์ โดยแยกตามลักษณะสีของเยื่อหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ ซึ่งจะแบ่งออกได้เป็น 3 สีคือ สีเหลือง, สีเขียว และสีน้ำตาล ปรากฏว่าไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างกันเลยของเมล็ดใน control และเมล็ดพันธุ์จากการเสื่อมคุณภาพในแปลง การไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าว อาจเกิดจากการมีความผันแปรที่กว้างในความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ ตัวอย่างเช่น ความงอกของเมล็ดขนาดใหญ่ใน control อยู่ในช่วงจาก 49-100% ส่วนเมล็ดขนาดเล็กอยู่ในช่วงจาก 62-98%

ถึงแม้ว่าจะไม่พบความสัมพันธ์กันระหว่างน้ำหนัก 100 เมล็ด กับความงอกมาตรฐานและความงอกในสภาพไร่ของเมล็ดพันธุ์ใน control และเมล็ดพันธุ์จากการเสื่อมคุณภาพในแปลงก็ตาม แต่ก็มีแนวโน้มว่าเมล็ดที่มีขนาดเล็กและเยื่อหุ้มเมล็ดมีสีอื่น จะมีความงอกเพิ่มขึ้นหรือมีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลงได้ดีกว่าเมล็ดที่มีขนาดใหญ่และเยื่อหุ้มเมล็ดมีสีเหลือง(ภาพที่ 1-4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



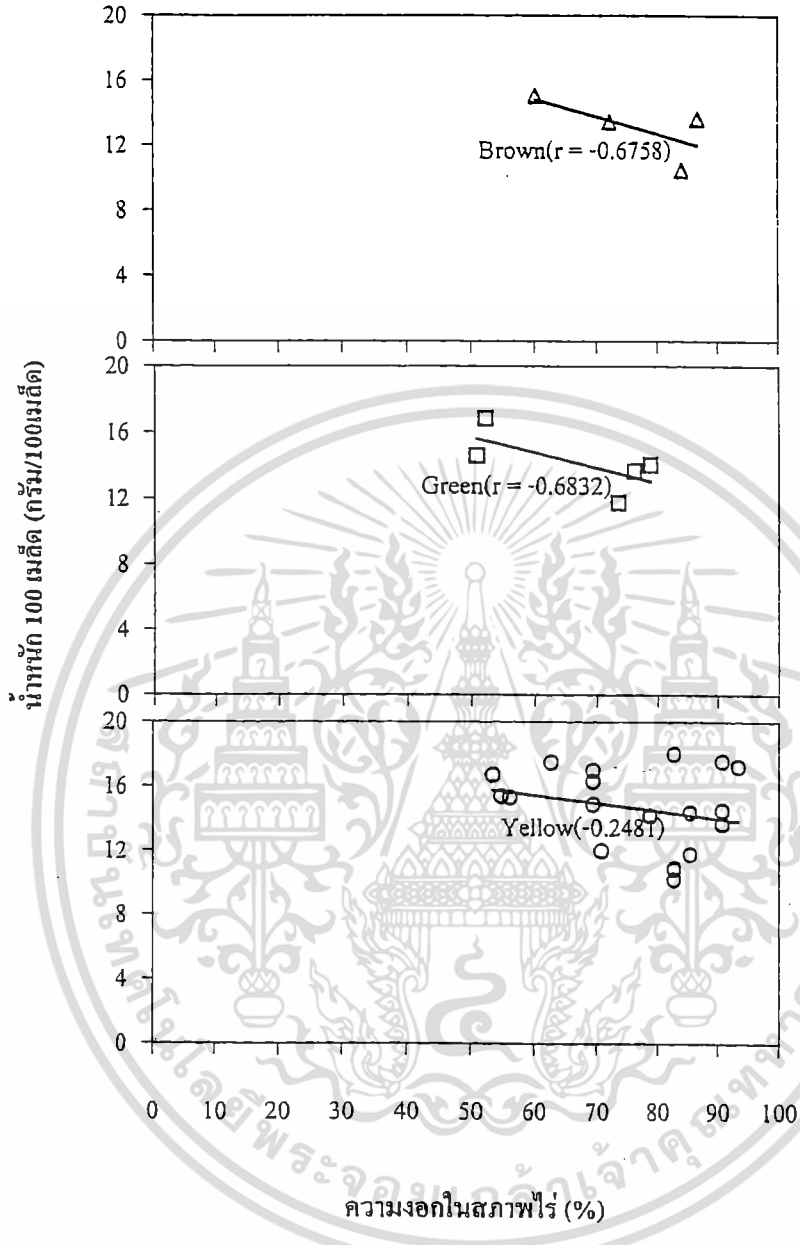
ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกมาตรฐานกับน้ำหนัก 100 เมล็ดของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ ใน control ที่มีสีของเยื่อหุ้มเมล็ดเป็น สีน้ำตาล (Brown ; △), สีเขียว (Green ; □) และสีเหลือง (Yellow ;○)

Brown : $R^2 = 0.7285$, $y = 22.077 - 0.1109x$

Green : $R^2 = 0.3502$, $y = 17.421 - 0.0475x$

Yellow : $R^2 = 0.0237$, $y = 16.660 - 0.0248x$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



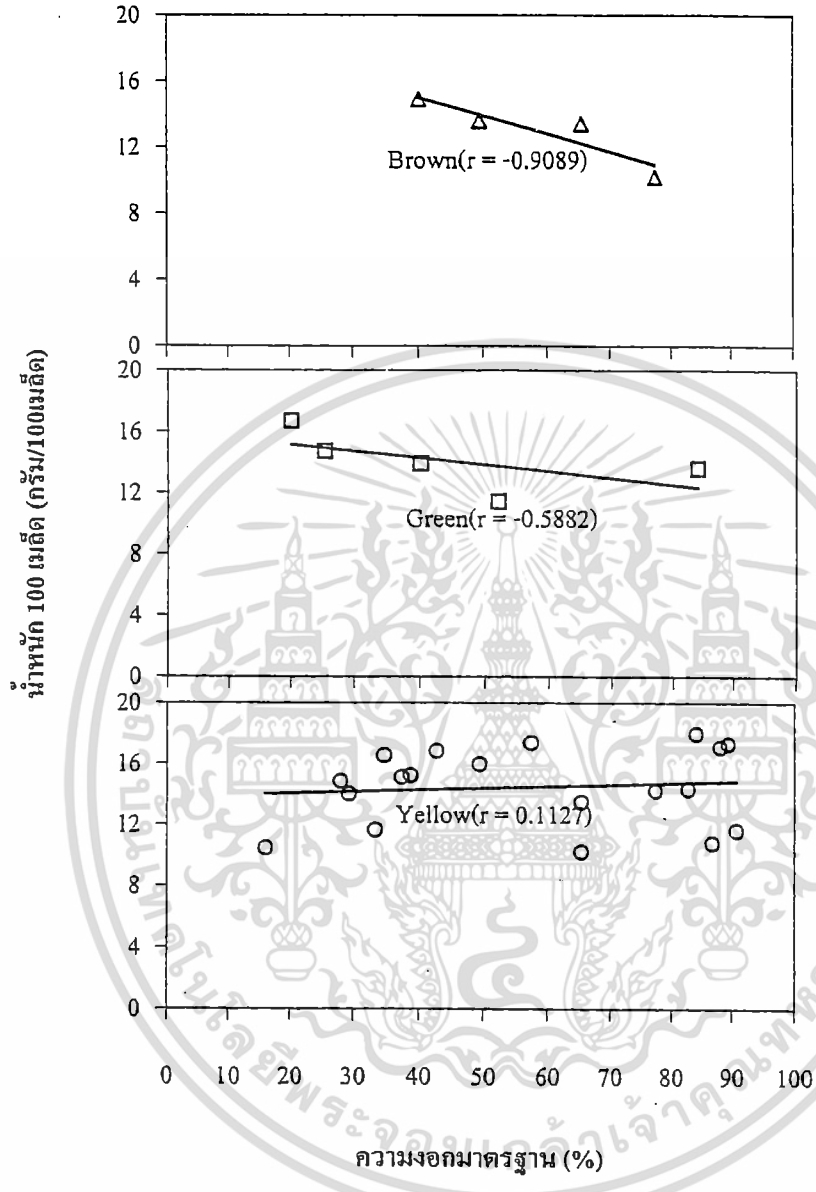
ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกในสภาพไร่ กับน้ำหนัก 100 เมล็ดของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ใน control ที่มีสีของเยื่อหุ้มเมล็ดเป็น สีน้ำตาล (Brown ; △), สีเขียว(Green ;□) และสีเหลือง (Yellow ; ○)

Brown : $R^2 = 0.4568$, $y = 21.205 - 0.1065x$

Green : $R^2 = 0.4667$, $y = 20.264 - 0.0922x$

Yellow : $R^2 = 0.0615$, $y = 18.300 - 0.0479x$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



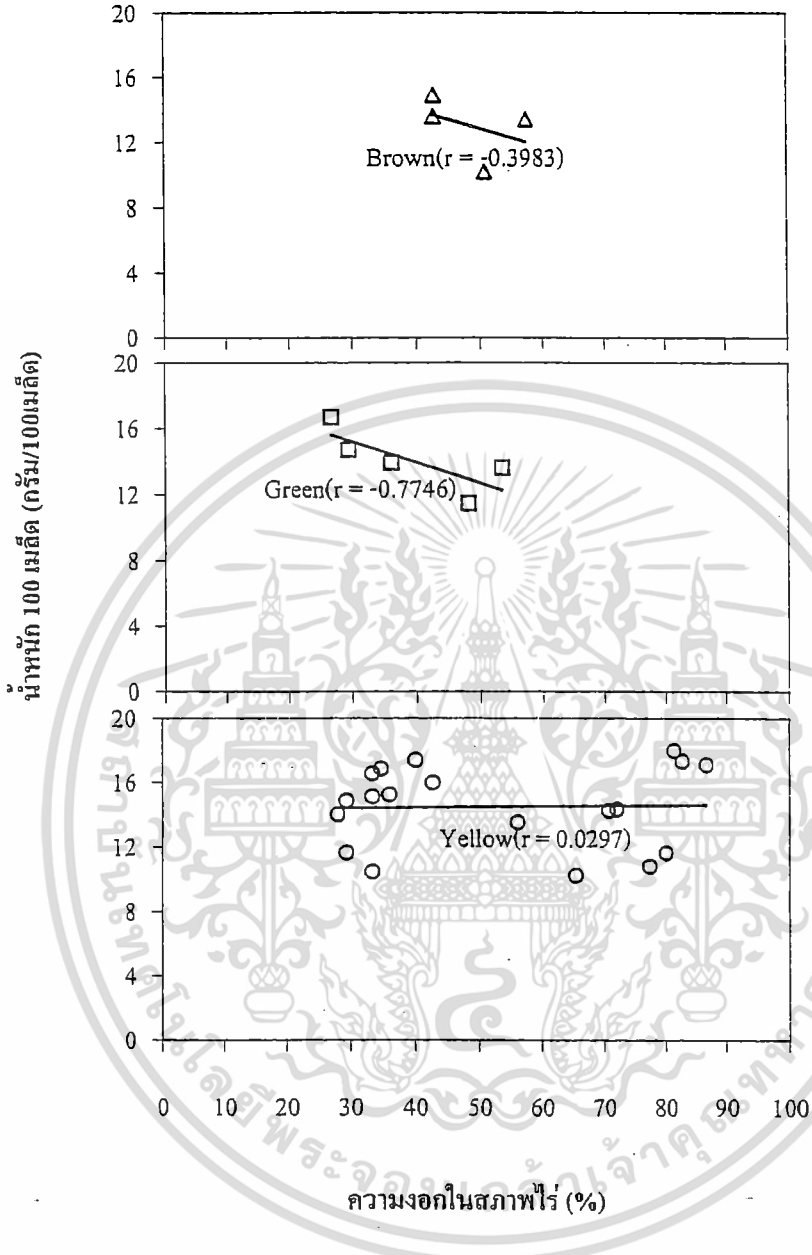
ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกมาตรฐานกับน้ำหนัก 100 เมล็ดของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลง ที่มีสีของเยื่อหุ้มเมล็ดเป็น สีน้ำตาล (Brown ; △), สีเขียว(Green ; □) และสีเหลือง (Yellow ; ○)

Brown : $R^2 = 0.8261$, $y = 19.324 - 0.1089x$

Green : $R^2 = 0.3461$, $y = 16.007 - 0.0437x$

Yellow : $R^2 = 0.0127$, $y = 13.823 + 0.0113x$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกในสภาพไร่ กับน้ำหนัก 100 เมล็ดของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ผ่านการเสื่อมคุณภาพในแปลง ที่มีสีของเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นสีน้ำตาล(Brown ; △), สีเขียว(Green ;□) และสีเหลือง (Yellow ; ○)

Brown : $R^2 = 0.1587$, $y = 18.414 - 0.1118x$

Green : $R^2 = 0.5999$, $y = 18.955 - 0.1262x$

Yellow : $R^2 = 0.0009$, $y = 14.296 + 0.0034x$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

ลักษณะต่างๆทางกายภาพของเมล็ดมีความสัมพันธ์กัน(ตารางที่ 7) ดังนี้ เมล็ดแข็งมีความสัมพันธ์กับขนาดเมล็ด และน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด แต่เป็นความสัมพันธ์ที่อ่อน เนื่องจากเมล็ดแข็งพบได้ทั้งในเมล็ดที่มีขนาดเล็กและใหญ่(ตารางที่ 1) และความไม่สม่ำเสมอกันของน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดกับขนาดของเมล็ด(ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตามเมล็ดแข็งมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด ($r = 0.721^{**}$) ซึ่งเป็นการชี้ให้เห็นว่า เมล็ดแข็งอาจเกิดจากการมีเยื่อหุ้มเมล็ดหนา

ตารางที่ 7 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยตลอดทั้ง control และการเสื่อมคุณภาพในแปลง (PHS = เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง, ET = Eccentricity, SW = น้ำหนัก 100 เมล็ด, SCW = น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด, PSC = เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด)

	PHS	SW	SCW	PSC
ET	0.070	-0.133	0.087	0.119
PHS		-0.319**	-0.240**	0.721**
SW			0.482**	-0.419**
SCW				-0.403**
PSC				

*,** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01, ตามลำดับ

ขนาดเมล็ดมีความสัมพันธ์กับทั้งน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด(ตารางที่ 8) จึงเป็นการสนับสนุนการรายงานของ วันชัย จันทร์ประเสริฐ และคณะ (2543a) ซึ่งพบว่า น้ำหนักและปริมาตรของเมล็ดถั่วเหลืองมีความสัมพันธ์กับเยื่อหุ้มเมล็ด นั่นคือ เมล็ดที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักน้อย จะมีเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดสูงและเยื่อหุ้มเมล็ดหนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ / สายพันธุ์(GC10848, GC2796, สจ.1 และGC10981) โดยตลอดทั้ง 3 treatment (control, การเสื่อมคุณภาพในแปลง และ incubator weathering) (PHS = เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง, ET = Eccentricity, SW = น้ำหนัก 100 เมล็ด, SCW = น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด, PSC = เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด)

	PHS	SW	SCW	PSC
ET	-0.207	-0.456**	0.369*	0.288
PHS		-0.477**	-0.098	0.721**
SW			-0.502**	-0.452**
SCW				0.158
PSC				

*,** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01, ตามลำดับ

5 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองกับลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพเมล็ดพันธุ์กับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดถั่วเหลือง ทั้ง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยตลอดของทั้ง 2 treatment (control และ การเสื่อมคุณภาพในแปลง)(ตารางที่ 9) พบว่า เมล็ดแข็งมีความสัมพันธ์ทั้งกับค่าการนำไฟฟ้า และอัตราการดูดน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมล็ดแข็งมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับอัตราการดูดน้ำ(r = -0.841**) นอกจากเมล็ดแข็งแล้ว ขนาดเมล็ดและน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดก็มีความสัมพันธ์กับการดูดน้ำด้วย สำหรับเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดมีความสัมพันธ์กับทั้งค่าการนำไฟฟ้าและอัตราการดูดน้ำ แต่จะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดเฉพาะกับอัตราการดูดน้ำ (r = -0.809**)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ กับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยตลอดทั้ง control และการเสื่อมคุณภาพในแปลง (SG = ความงอกมาตรฐาน, FE = ความงอกในสภาพไร่, EC = ค่าการนำไฟฟ้า, IMB = อัตราการดูดน้ำ, ET = Eccentricity, PHS = เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง, SW = น้ำหนัก 100 เมล็ด, SCW = น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด, PSC = เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด)

	ET	PHS (%)	SW (ก./100เมล็ด)	SCW (มก./เมล็ด)	PSC (%)
SG	-0.062	0.070	-0.094	-0.133	0.035
FE	0.016	0.027	-0.077	-0.075	-0.036
EC	0.106	-0.299**	-0.121	-0.100	-0.153*
IMB	-0.103	-0.841**	0.521**	0.552**	-0.809**

*,** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01, ตามลำดับ

ภายหลัง incubator weathering ปรากฏว่ามีเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเหลืออยู่เพียง 4 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ GC10848, GC2796, สจ.1 และ GC10981 ที่ยังมีชีวิตอยู่ (ตารางที่ 3) ดังนั้นจึงนำทั้ง 4 พันธุ์/สายพันธุ์นี้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์กับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดโดยตลอดทั้ง 3 treatment (control, การเสื่อมคุณภาพในแปลง และ incubator weathering) (ตารางที่ 10) ผลจากการวิเคราะห์ พบว่า เมล็ดแข็งมีความสัมพันธ์กับความงอกมาตรฐานและค่าการนำไฟฟ้า และมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับอัตราการดูดน้ำ(r = -0.973**) ขนาดเมล็ดและเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดต่างก็มีความสัมพันธ์ กับอัตราการดูดน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับอัตราการดูดน้ำ (r = -0.801**)

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์กับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดเฉพาะของ 4 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ยังมีชีวิตอยู่ภายใต้สภาพ incubator weathering (ตารางที่ 11) พบว่ามีเพียงความงอกมาตรฐาน และอัตราการดูดน้ำเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับบางลักษณะทางกายภาพของเมล็ด โดยทั้งความงอกมาตรฐาน และอัตราการดูดน้ำต่างก็มีความสัมพันธ์กับเมล็ดแข็งและเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ กับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 4 พันธุ์/สายพันธุ์ (GC10848, GC2796, สจ.1 และ GC10981) โดยตลอดทั้ง 3 treatment (control, การเสื่อมคุณภาพในแปลง และ incubator weathering) (SG = ความงอกมาตรฐาน, FE = ความงอกในสภาพไร่,EC = ค่าการนำไฟฟ้า, IMB = อัตราการดูดน้ำ, ET = Eccentricity, PHS = เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง, SW = น้ำหนัก 100 เมล็ด, SCW = น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด, PSC = เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด)

	ET	PHS (%)	SW (ก./100เมล็ด)	SCW (มก./เมล็ด)	PSC (%)
SG	0.024	0.377*	-0.257	-0.112	0.088
FE	0.159	0.225	-0.262	0.091	-0.106
EC	-0.026	-0.587**	0.162	0.175	-0.157
IMB	0.279	-0.973**	0.495**	0.080	-0.801**

*,** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01, ตามลำดับ

ตารางที่ 11 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ กับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 4 พันธุ์/สายพันธุ์ (GC10848, GC2796, สจ.1 และ GC10981) ที่รอดมาได้ภายใต้สภาพ incubator weathering (SG = ความงอกมาตรฐาน, FE = ความงอกในสภาพไร่, EC = ค่าการนำไฟฟ้า, IMB = อัตราการดูดน้ำ, ET = Eccentricity, PHS = เปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง, SW = น้ำหนัก 100 เมล็ด, SCW = น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด, PSC = เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด)

	ET	PHS (%)	SW (ก./100เมล็ด)	SCW (มก./เมล็ด)	PSC (%)
SG	-0.354	0.778**	-0.324	-0.238	0.652*
FE	-0.066	0.242	-0.309	0.181	0.389
EC	-0.217	0.162	-0.091	0.022	0.118
IMB	0.362	-0.957**	0.501	0.209	-0.720**

*,** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01, ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

ความผันแปรและความสัมพันธ์ของลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดหลายลักษณะ เช่น ขนาดของเมล็ด, เมล็ดแข็ง, เปอร์เซ็นต์หรือสัดส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด, สีเมล็ด และรูปร่างเมล็ด ได้รับการเสนอแนะว่า อาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทั้งในระหว่างก่อนและหลังการเก็บรักษา ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การมีขนาดเมล็ดเล็กและสัดส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดสูง อาจเป็นปัจจัยที่ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพ เนื่องจากทำให้การดูดน้ำของเมล็ดเกิดการชะลอตัวหรือช้าลง (Calero *et al.* 1981 ; Yaklich *et al.* 1986)

เมล็ดแข็งก็เป็นอีกลักษณะหนึ่งทางกายภาพของเมล็ดที่มีความสัมพันธ์กับความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์(Potts *et al.* 1978 ; Dassou and Kueneman. 1984 ; Horlings *et al.* 1994) ความต้านทานดังกล่าว เกิดจากเมล็ดแข็งมีสัดส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดสูง จึงทำให้น้ำผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ช้า(Calero *et al.* 1981 ; Kuo. 1989) ซึ่งอาจเกิดจากการปราศจากรูที่จะเป็นทางเข้าของน้ำ และการมีสารพวก wax ฝังตัวลงในเนื้อเยื่อ epidermis ของเยื่อหุ้มเมล็ด(Calero *et al.* 1981) ในการทดลองนี้พบว่า เมล็ดแข็งมีความสัมพันธ์กับการดูดน้ำ สัดส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดและขนาดของเมล็ด การศึกษานี้จึงสอดคล้องกับงานทดลองของนักวิทยาศาสตร์ดังกล่าว

ค่า eccentricity ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้รูปร่างของเมล็ดนั้น เมื่อคิดรวมทั้ง 28 พันธุ์/สายพันธุ์ ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับขนาดของเมล็ดและสัดส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด(ตารางที่ 7) ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ วันชัย จันทร์ประเสริฐ และคณะ(2543a และ 2543b) การไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวเกิดจากเมล็ดทั้งขนาดเล็กและใหญ่มีรูปร่างไม่แน่นอน คือ เมล็ดทั้ง 2 ขนาดอาจมีรูปทรงรี และ/หรือทรงกลม ในการทดลองนี้ค่า eccentricity จึงไม่น่าจะมีบทบาทต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเฉพาะ 4 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่รอดภายหลังผ่านการเสื่อมคุณภาพใน incubator weathering กลับพบความสัมพันธ์ดังกล่าว(ตารางที่ 8) ซึ่งเห็นพ้องกับ วันชัย จันทร์ประเสริฐ และคณะ(2543a และ 2543b) ที่พบว่า เมล็ดขนาดเล็กจะมีรูปร่างยาวรี และเยื่อหุ้มเมล็ดหนา ส่วนเมล็ดขนาดใหญ่จะมีรูปร่างกลมและเยื่อหุ้มเมล็ดบาง

ในลักษณะทางกายภาพนี้ ความสัมพันธ์ที่พบกับลักษณะทางกายภาพบางประการ (ตารางที่ 7 และ 8) ไม่ได้ช่วยบอกอะไรเกี่ยวกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ แต่การมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (ตารางที่ 9 และ 10) อาจจะช่วยในการประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ และใช้เป็นวิธีการคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลือง (Gree and Pinnel. 1968 ; Nagju. 1979 ; Dassou and Kueneman. 1984)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในแปลง

โดยปกติความงอก ความแข็งแรง และน้ำหนักแห้งของเมล็ดพันธุ์จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในระหว่างการพัฒนาของเมล็ด และเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเมล็ดมีการสุกแก่ทางสรีรวิทยา ผลจากการทดลองนี้ พบว่า ทั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยามีความผันแปรมาก(ตารางที่ 3 และ 4) สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่า สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูง และ/หรือ การมีฝนตกบ่อย ไม่แต่เพียงทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เสื่อมอย่างรวดเร็วภายหลังการสุกแก่ก่อนการเก็บเกี่ยวเท่านั้น(วันชัย จันทร์ประเสริฐ และคณะ. 2539 ; Delouche. 1980 ; Bhatia *et al.* 1993 ; Horlings *et al.* 1994) ยังมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์บางพันธุ์ในระหว่างการพัฒนาของเมล็ด หรือก่อนการสุกแก่ทางสรีรวิทยาอีกด้วย(Andrews. 1981 ; Dombos. 1995) ความผันแปรในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เกิดขึ้นในพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆ น่าที่จะเป็นผลมาจากลักษณะทางพันธุกรรมที่ทำให้มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลงแตกต่างกัน (Paschal and Ellis. 1978 ; Dassou and Kueneman. 1984 ; Horlings *et al.* 1994) การเสื่อมคุณภาพในแปลงของพันธุ์ที่อ่อนแอต่อสภาพอากาศร้อนชื้น ซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาของเมล็ดอาจเกิดจากกลไกทางชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับการงอกของเมล็ดพันธุ์ได้รับความเสียหาย(Smith and Berjak. 1995) ความบกพร่องที่เกิดขึ้นกับกลไกทางชีวเคมีนี้ อาจเกิดจากมีการสังเคราะห์สารประกอบพวกไนโตรเจนไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดความสมบูรณ์ขององค์ประกอบต่างๆของเซลล์ เมมเบรน และ metabolite ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการมีชีวิตของเมล็ด(Chamma *et al.* 1990) ดังนั้นปรากฏการณ์ดังกล่าวที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาของเมล็ด จึงอาจมีผลทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงเมื่อเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา Chamma *et al.* (1990) ได้สรุปว่า การมีคุณภาพสูงสุดของเมล็ดพันธุ์ที่ระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยานั้น ขึ้นอยู่กับการมีทั้งสารพลังงานพวกคาร์โบไฮเดรต และการมีองค์ประกอบของเซลล์ในสภาพที่เหมาะสมทั้งปริมาณและคุณภาพ ดังนั้นองค์ประกอบสำคัญทั้งสองนี้ ก็จะเป็นตัวผลักดันความงอกและความแข็งแรงให้เกิดขึ้นสูงสุดในเมล็ดพันธุ์ที่สุกแก่ทางสรีรวิทยา

ผลจากการศึกษาพบว่า การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในแปลง ซึ่งเกิดจากการมีสภาพอากาศร้อนชื้นสลับกันนี้ ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ภายหลังการสุกแก่ก่อนการเก็บเกี่ยว. ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Paschal and Ellis (1978) และ Dassou and Kueneman (1984) ซึ่งพบว่า สภาพอากาศที่มีฝนตกบ่อยสลับกับอากาศที่ร้อน จะทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายหลังการสุกแก่ก่อนการเก็บเกี่ยวสูญเสียไปอย่างรวดเร็ว การเสื่อมคุณภาพในแปลงทำให้ความงอกและความแข็งแรงของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆมีความผันแปรมาก คือ 16-90% สำหรับความงอก(ตารางที่ 3) และ 26-86% สำหรับความแข็งแรง(ตารางที่ 4) การมีความผันแปรกว้างมากในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เช่นนี้ น่าที่จะเกิดจากความผันแปรของการสุกแก่ของฝักทั้งในต้นเดียวกัน และในระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์/สายพันธุ์ ดังที่ได้สาธิตไว้โดย Dassou and Kueneman (1984) ดังนั้นฝักจึงได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันไปด้วย สำหรับการเสื่อมคุณภาพใน incubator weathering เป็นสภาพที่ทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพมากที่สุด เพราะมีเมล็ดพันธุ์ที่มีชีวิตเหลืออยู่เพียง 4 พันธุ์/สายพันธุ์เท่านั้น โดยมีช่วงของความงอกและความแข็งแรงอยู่ระหว่าง 0-69% (ตารางที่ 3) และ 0-45% (ตารางที่ 4) ตามลำดับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในการเสื่อมคุณภาพในแปลงแล้ว incubator weathering จะมีความผันแปรน้อยกว่า เมื่อคิดเฉพาะ 4 พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีชีวิตรอดมาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันในด้านความแข็งแรงแล้ว incubator weathering จะมีความผันแปร 29-45% ซึ่งน้อยกว่าการเสื่อมคุณภาพในแปลง ซึ่งมีความผันแปร 42-77% อย่างเห็นได้ชัดเจน การมีความผันแปรน้อยกว่าของ incubator weathering น่าที่จะเกิดจากการใช้ฝักที่มีระดับการสุกแก่ที่พร้อมกันในการตรวจสอบ จึงเป็นการช่วยลดความผันแปรของการสุกแก่ของฝักในต้นเดียวกันให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด นอกจากนี้การใช้ incubator weathering จะช่วยลดอิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อม ทำให้ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ที่มีอายุการสุกแก่แตกต่างกันสามารถแสดงลักษณะออกมาได้อย่างเต็มที่ (Dassou and Kueneman. 1984) ดังนั้น incubator weathering ที่ใช้ในการศึกษานี้ จึงน่าที่จะเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการบ่งบอกความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ผลจากวิธีการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่า 4 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่อาจมีความต้านทานดังกล่าว ได้แก่ GC10848, GC2796, สจ.1 และ GC10981

ความสัมพันธ์ของลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพ

สภาพแวดล้อมที่มีฝนตกบ่อยสลับกับการมีอุณหภูมิที่สูง เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เมล็ดพันธุ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังการสุกแก่ก่อนการเก็บเกี่ยว เสื่อมคุณภาพลงอย่างรวดเร็ว(Delouche. 1980 ; Bhatia *et al.* 1993 ; Horlings *et al.* 1994) การสูญเสียความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดังกล่าว ส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของเมล็ดพันธุ์ Woodstock *et al.* (1985) ได้สาธิตให้เห็นว่า การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ฝ้ายภายหลังการสุกแก่ก่อนการเก็บเกี่ยว เกิดจากโครงสร้างของผนังเซลล์และเมมเบรนได้รับความเสียหาย จึงทำให้เมล็ดพันธุ์เกิดการรั่วไหล ซึ่งสัมพันธ์กับการลดลงของความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ Howell *et al.* (1959) ศึกษาการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายหลังการสุกแก่ทางสรีรวิทยาภายใต้สภาพอากาศร้อนชื้น พบว่า สภาพแวดล้อมเช่นนี้ทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีอัตราการหายใจสูง จนทำให้เกิดการสูญเสียน้ำตาลและอาหารสำรองอื่นๆในเมล็ด นอกจากนี้การมีสภาพอากาศร้อนชื้นเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราอีกด้วย ดังนั้นผลของปัจจัยทั้งภายในเมล็ดและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายนอกดังกล่าว จึงทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพเร็วมากยิ่งขึ้นไปอีก(Paschal and Ellis. 1978 ; Ndimande *et al.* 1981)

อย่างไรก็ตามการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองต่างพันธุ์กันจะแตกต่างกัน ทั้งนี้น่าที่จะเป็นผลมาจากพันธุกรรมที่ทำให้มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลงต่างกัน ความต้านทานนี้อาจเกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพของเมล็ด Potts *et al.* (1978) ได้แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีเมล็ดแข็งสามารถป้องกันการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในแปลงได้ดี Dassou and Kueneman (1984) รายงานการมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างเมล็ดแข็งกับการงอกหลังจากผ่านการเสื่อมคุณภาพใน incubator weathering แต่มีความสัมพันธ์กับการงอกภายหลังการเสื่อมคุณภาพในแปลงต่ำ ในทำนองเดียวกันผลจากการศึกษา ก็พบความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดแข็งกับความงอกเช่นกัน(ตารางที่ 10 และ 11) แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวเกิดขึ้นเฉพาะกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเพียง 4 พันธุ์/สายพันธุ์ที่ยังมีชีวิตอยู่เท่านั้น ดังนั้น ถั่วเหลืองที่มีสัดส่วนของเมล็ดแข็งสูงจึงอาจช่วยให้เมล็ดพันธุ์มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลง นอกจากนี้การที่เมล็ดแข็งมีความสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้าหรือการรั่วไหล และการดูดน้ำ จึงเป็นการแสดงให้เห็นว่า ความต้านทานของเมล็ดแข็งต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลงอาจเกิดจากน้ำผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ช้า จึงทำให้เมมเบรนของเซลล์ชั้นนอกไม่ได้รับความเสียหายจากการที่น้ำผ่านเข้าไปในเมล็ดเร็วเกินไป (Powell and Matthews. 1978) เมื่อน้ำผ่านเข้าไปได้น้อยจึงไม่มีผลกระทบที่มากพอที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่อสรีรวิทยา และชีวเคมีที่อาจจะทำให้เกิดการสูญเสียในความงอกของเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้ การมีเยื่อหุ้มเมล็ดที่แข็งยังช่วยปกป้องเชื้อราไม่ให้ผ่านเข้าไปในเมล็ดได้อีกด้วย (Horlings *et al.* 1994) อย่างไรก็ตามในบรรดา 4 พันธุ์/สายพันธุ์ที่รอดมาได้นี้ ไม่ได้มีเมล็ดแข็งทั้งหมด ดังนั้นพันธุ์ที่ปราศจากเมล็ดแข็งแต่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลง อาจเกิดจากการมีสัดส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดสูงก็เป็นได้

การมีความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดกับการดูดน้ำ เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าเมล็ดที่มีสัดส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดสูงจะทำให้น้ำเข้าไปในเมล็ดได้ช้าลง ซึ่งอาจเกิดจากการมีจำนวนรูที่เยื่อหุ้มเมล็ดน้อยกว่าเมล็ดที่มีสัดส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดต่ำกว่า (Yaklich *et al.* 1986) Calero *et al.* (1981) พบว่า บริเวณพื้นผิวเมล็ดที่มีสัดส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดสูง มีสารพวก wax ฝังอยู่ใน epidermis และในรู ดังนั้นการที่เมล็ดดังกล่าวดูดน้ำได้ช้าอาจเกิดจากการมีจำนวนรูต่อพื้นที่ผิวของเยื่อหุ้มเมล็ดน้อย นอกจากนี้ยังมีสารพวก wax ฝังอยู่ในพื้นผิวของเยื่อหุ้มเมล็ดอีกด้วย จึงอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลง

การไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเมล็ดกับความงอกมาตรฐานในการศึกษานี้ ขัดแย้งกับนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน ที่ได้รายงานถึงการมีความสัมพันธ์ดังกล่าว(Paschal and Ellis. 1978 ; Bhatia *et al.* 1993 ; Horlings *et al.* 1994) การปราศจากความสัมพันธ์ดังกล่าวเกิดจาก การมีความผันแปรที่กว้างของขนาดเมล็ดกับความงอกของเมล็ดพันธุ์ แต่เมื่อพิจารณาถึงสีของเยื่อหุ้มเมล็ดด้วย

พบว่า เมล็ดขนาดเล็กที่มีสีน้ำตาลและเขียว งอกได้ดีกว่าเมล็ดขนาดใหญ่ที่มีสีเหลือง การทดลองนี้จึงสนับสนุนรายงานของ Dassou and Kueneman (1984) ซึ่งพบว่า เมล็ดขนาดเล็กและมีสีดำมีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพใน incubator weathering ได้ดีกว่าเมล็ดที่มีสีเหลือง

นักวิทยาศาสตร์หลายท่าน รายงานการมีความสัมพันธ์ระหว่าง visual seed quality กับความงอก และความแข็งแรง (Green *et al.* 1968 ; Nangju. 1979 ; Dassou and Kueneman. 1984) ในการศึกษานี้ก็พบความสัมพันธ์ดังกล่าวเช่นกัน ดังนั้น visual seed quality จึงสามารถที่จะนำมาใช้ในการทำนาย ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการเสื่อมคุณภาพของ treatment ที่ใช้ การทดลองนี้จึงเป็นการสนับสนุนรายงานของ Dassou and Kueneman (1984) ซึ่งสรุปว่า visual seed rating อาจจะนำมาใช้ในการประเมิน หรือคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

การศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นถึงความผันแปรของความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆในเขตร้อนชื้นที่เก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่แตกต่างกัน สิ่งนี้เป็นการแสดงถึงความแตกต่างทางพันธุกรรมที่มีต่อความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม จึงทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวมามีคุณภาพแตกต่างกันไปด้วย การมีความผันแปรในความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ใน incubator weathering น้อยกว่าการเสื่อมคุณภาพในแปลง ยิ่งไปกว่านั้น การที่ incubator weathering ทำให้พันธุ์ถั่วเหลืองมีชีวิตรอดอยู่ได้เพียง 4 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ GC10848, GC2796, สจ.1 และ GC10981 เป็นการแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ วิธีการทดลองนี้ได้เป็นอย่างดี สิ่งนี้เป็นการเสนอแนะให้เห็นว่า incubator weathering อาจเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่จะใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลง

ความแตกต่างในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของเมล็ด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความสัมพันธ์ของเมล็ดแข็ง กับขนาดของเมล็ด และเปอร์เซ็นต์หรือสัดส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด เป็นการชี้ให้เห็นว่า เมล็ดที่มีขนาดเล็กจะมีเมล็ดแข็งและมีสัดส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดสูง คุณสมบัติทางกายภาพดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับอัตราการดูดน้ำของเมล็ด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างอัตราการดูดน้ำกับเมล็ดแข็ง และกับสัดส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด เป็นการแสดงให้เห็นว่า พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลงมีแนวโน้มที่อาจเกิดจากการมีเมล็ดแข็ง และ/หรือมีสัดส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดสูง ดังนั้นลักษณะทางกายภาพของเมล็ดดังกล่าว อาจเป็นประโยชน์ในการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีคุณภาพดีในเขตร้อนชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2537. **พืชไร่.** กรุงเทพฯ :ไทยวัฒนาพานิช.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2523. **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์.** เอกสารประกอบการสอนวิชาพืชไร่นา ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 581หน้า

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์.** กรุงเทพฯ : กลุ่มหนังสือเกษตร

ธนีนาฏ สมบัติศิริ และเฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง. 2526. "ศึกษาการเจริญเติบโตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ผลิตจากสายพันธุ์ใหม่." ใน **รายงานผลการทดลองและวิจัยประจำปี 2526 (ฉบับย่อ).** กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ยวนใจ อ่อนเรียบร้อย. 2526. "ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดกับการเจริญเติบโตและลักษณะบางประการในข้าวโพดไร่." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ และคณะ. 2530. "การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเมล็ดแข็งและความงอกของเมล็ดถั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษา." หน้า 344-356. ใน **รายงานการสัมมนาการวิจัยและการพัฒนาพืชโปรตีนสูงประจำปี พ.ศ. 2526 และ 2527.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2533. "การศึกษาความงอก ความแข็งแรง และความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 18 สายพันธุ์."**วิทยาสารเกษตรศาสตร์.** 24 : 261-267.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ และคณะ. 2535. "ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว." **เกษตรก้าวหน้า.** 7 : 33-44.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537. **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 213 หน้า

วันชัย จันทร์ประเสริฐ และคณะ. 2539. "การเสื่อมคุณภาพในแปลง และลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 10 พันธุ์." หน้า 296-302. ใน วันชัย จันทร์ประเสริฐ, รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ, พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และ จุฑามาศ ร่มเกล้า, บรรณาธิการ. **รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 6, 2539.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ และคณะ. 2543a. "ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ดของถั่วเหลือง 40 สายพันธุ์/พันธุ์." หน้า 4. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38, 2543.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันชัย จันทร์ประเสริฐ และคณะ. 2543b. "ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 40 สายพันธุ์/พันธุ์." หน้า 6. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38, 2543.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วัลลภ สันติประชา. 2538. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์.** ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 212 หน้า

ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่. 2539. **ถั่วเหลืองพันธุ์สุโขทัย2.** สถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 40 หน้า

สนิท ลวดทอง. 2535. "ถั่วเหลืองพันธุ์ มข.35." หน้า 13-19. ใน **การสัมมนาทางวิชาการถั่วเหลือง ครั้งที่ 4.** คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1973. "Vigor determination in soybean by multiple criteria." **Crop Sci.** 13 : 630-633.

Andrews, C.H. 1981. "Preharvest environment : weathering." Pages 19-25. In J.B. Sinclair and J.A. Jackobs, eds. **Soybean seed quality and stand establishment. Proceedings of a Conference for Scientists of Asia.** INTSOY Series No. 22. College of Agriculture University of Illinois at Urbana-Champaign.

Anonymous. 1976. "International Rules of Seed Testing." **Seed Sci. and Technol.** 4(1) : 3-177.

Anonymous. 1980. **Annual report.** Pages 137-142. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.

Anonymous. 1983. **Seed Vigor Testing Handbook.** Association of Official Seed Analyst. USA.

AOSA. 1983. **Seed Vigor Testing Handbook.** Contribution. No. 32. Association of Official Seed Analyst. USA.

Barris, J.S. 1973. "Effect of seed maturation and plant population on soybean seed quality." **Agron. J.** 65 : 440-441.

Bass, L.N. 1979. "Physiological and other aspect of seed preservation." Pages 145-170. In I.Rubenstein, R.L. Phillips, C.E. Green and B.G. Gengenbach, ed. **The plant seed : development, preservation and germination.** New York : Acodemic Press, Inc.

Bhatia, V.S. *et. al.* 1993. "Effect of field weathering on soybean cv. Punjab1 and JS 71-05." **J. Seed Res.** 21(2) : 92-93.

Buxton, D.R. *et. al.* 1978. "Cottonseed vigor related to harvest and ginning data." **Agron. J.** 70 : 539-542.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Calero, E. *et al.* 1981. "Water absorption of soybean seeds and associated causal factors." **Crop Sci.** 21 : 926-933.

Chamma, H.M. *et al.* 1990. "Maturation of seeds of 'Aroana' beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and its influence on the storage potential." **Seed Sci. and Technol.** 18 : 371-382.

Ching, T.M. and schoolcraft, I. 1968. "Physiological and chemical difference in aged seed." **Crop Sci.** 8 : 407-409.

Ching, T.M. 1972. "Aging stresses on physiological and biochemical activities of crimson clover (*Trifolium incarnatum* L. var. Dixie.) seed." **Crop Sci.** 12 : 415-418.

Ching, T.M. 1973. "Biochemical aspect of seed vigor." **Seed Sci. and Technol.** 1 : 73-88.

Dassou, S. and Kueneman, E.A. 1984. "Screening methodology for resistance to field weathering of soybean seed." **Crop Sci.** 24 : 774-779.

Delouche, J.C. and Caldwell, W.P. 1960. "Seed vigor and vigor test." Pages 12-129. In **Proc. Assoc. Off. Seed Anal.** USA.

Delouche, J.C. and Baskin, C.C. 1973. "Accelerated aging techniques for predicting the storability of seed lot." **Seed Sci. and Technol.** 1(2) : 427-453.

Delouche, J.C. *et. al.* 1973. "Storage of seed in sub-tropical regions." **Seed Sci. and Technol.** 1 : 427-452.

Delouche, J.C. 1975. "Seed quality and storage of soybeans." Pages 86-107. In D.K. Whighom, ed. **Proceeding : soybean production, protection, and atilization.** . INTSOY Series No. 6. University of Illnois, Urbana-Champaign.

Delouche, J.C. 1980. "Environment effects on seed development and seed quality." **J. Hort. Sci.** 15 : 775-780.

Dornbos, Jr., D.L. 1995. "Production environment and seed quality." Pages 119-152. In A.S. Bosra, ed. **Seed quality : basic mechanisms and agricultural implications.** Food Products Press, an imprint of The Haworth Press, Inc., New York.

Edwards, C.J. and Hartwig, E.E. 1971. "Effect of seed size upon rate of germination in soybeans." **Agron. J.** 63 : 429-430.

Escoar, R. 1983. "Comparison of some method for the evaluation of germination in seed of maize (*Zea mays* L.)." **Field Crop Abstr.** 36(7) : 548.

FAO(1976). 1977. **FAO Production Yearbook, Vol. 30.** Rome : FAO.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Green, D.E. *et al.* 1965. "Effect of planting data and maturity date on soybean seed quality." **Agron. J.** 57 : 165-168.

Green, D.E. and Pinnell, E.L. 1968. "Inheritance of soybean seed quality. II. Heritability of visual ratings of soybean quality" **Crop Sci.** 8 : 11-15.

Harrington, J.F. 1973. "Problems of seed storage." Pages 251-263. In W. Heydecker, ed. **Seed ecology.** London : Butterworth.

Hartwig, E.E. and Potts, H.C. 1987. "Development and evaluation of impermeable seed coat for preserving seed quality." **Crop Sci.** 27 : 506-508.

Horling, G.P. *et al.* 1994. "Weathering of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] in the tropics, as affected by seed characteristics and reproductive development." **Trop. Agric. (Trinidad)** 71(2) : 110-115.

Howell, R.W. *et al.* 1959. "Respiration of soybean seeds as related to weathering losses during ripening. **Agron. J.** 51 : 677-679.

ISTA. 1985. "International rules for seed testing." **Seed sci. and Technol.** 13 : 299-355.

James, E. 1967. "Preservation of seed stocks." Pages 87-106. In A.G. Norman, ed. **Advances in agronomy, Vol. 19** New York : Academic Press Inc.

Johnson, J.W. *et al.* 1978. "Influence of data of harvest on yield and agronomic characteristics of mead foam." **Agron. J.** 70 : 1103-1105.

Johnson, R.R. and Wax, L.M. 1978. "Relationship of soybean germination and vigor test to field performance." **Agron. J.** 70 : 273-278.

Kueneman, E.A. 1982. "Genetic differences in soybean seed quality : screening methods for cultivar improvement." Pages 31-41. In J.B. Sinclair and J.A. Jackobs, eds. **Soybean seed stand establishment.** Proceedings of conference for scientists of Asia. International Agriculture Publication. INTSOY Series No.22.

Kueneman, E.A. and Costa, A.V. 1987. "Effect of seed color on seed deterioration." **Soybean Genetics Newsl.** 14 : 71-72.

Kuo, W.H.J. 1989. "Delayed-permeability of soybean seed : characteristics and screening methodology ." **Seed Sci. and Technol.** 17 : 131-142.

Lambrecht, H.S. *et al.* 1996. "Effect of soybean storage on tofu and soymilk production." **J. Food Quality.** 19 : 189-202.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Maguire, J.D. 1977. "Seed quality and germination." Pages 219-235. In A.A. Klam, ed. **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination.** Amsterdam, The Netherland : North-Holland Pubishing Co.

Mallick, A.K. and Nandi, B. 1979. "Role of moisture content in deterioration of rough rice in storage." **Seed Sci. and Technol.** 7(3) : 423-429.

Mathew, S. and Bradnock, W.T. 1968. "Relationship between seed exudation and field emergence in peas and French beans." Pages 65-66. In **Seed Vigor Testing Handbook.** Associated of Official Seed Analyst. USA.

McDonald, M.B. and Wilson, D.O. 1980. "ASA-610 ability to detect changes in soybean seed quality." **J. Seed Technol.** 5 : 56-66.

McGee, D.C. 1983. "Introduction : deterioration mechanisms in seeds." **Phytopatho.** 73 : 314-315.

Minor, H.C. and Paschal, E.H. 1982. "Variation in storability of soybeans under simulated tropical conditions." **Seed Sci. and Technol.** 10 : 131-139.

Mondragon, R.L. and Potts, H.C. 1974. "Field deterioration of soybeans as affected by environment." **Proc. Assoc. Off. Seed Anal.** 64 : 63-71.

Moysey, E.B. 1973. "Storage and drying of oil seeds." Pages 229-250. In R.N. Sinha and W.E. Muir, ed. **Grain storage-part of system.** Westport, Connecticut : The AVI Publishing Co. , Inc.

Nangju, D. 1977. "Effect of date harvest on seed quality and viability of soya bean." **J. Agic. Sci.** 89 : 107-112.

Nangju, D. 1979. "Seed characteristics and germination in soybean." **Expl. Agric.** 55 : 385-392.

Nangju, D. *et al.* 1980. " Improved practices for soybean seed production in the tropics." Pages 427-448. In P.D. Hebblethwaite, ed. **Seed Production.** London : Butter worth.

Ndimande, B.N. *et al.* 1981. "Soybean seed deterioration in the tropics. I. The role of physiological factors and fungal pathogens." **Field crop Res.** 4 : 112-121.

Paschal, E.H. and Ellis, M.A. 1978. "Variation in seed quality characteristics of tropically grown soybeans." **Crop Sci.** 18 : 837-840.

Perl, M. *et al.* 1978. "Biochemical changes in sorghum seeds affected by accelerated aging." **J. Exp. Bot.** 29 : 497-509.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pollock, B.M. *et al.* 1969. "Vigor of garden bean seeds and seedling influence by initial seed moisture, substrate, oxygen and imbibition temperature." **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 94 : 577-584.

Potts, H.C. *et al.* 1978. "Some influences of hardseededness on soybean seed quality." **Crop Sci.** 18 : 221-224.

Powell, A.A. and Matthews, S. 1977. "Deteriorative changes in pea seeds (*Pisum sativum* L.) stored in humid or dry condition." **J. Exp. Bot.** 28 : 225-243.

Powell, A.A. and Matthews, S. 1978. "The damaging effect of water on dry pea embryos during imbibition." **J. Exp. Bot.** 29 : 1215-1229.

Presley, J.T. 1958. "Relation of protoplast permeability to cotton seed viability and predisposition to seedling disease." **Plant Dis. Rep.** 42 : 582

Scott, W.O. and Aldrick, S.R. 1970. **Modern Soybean Production.** Champaign, Illinois : S and A Publications.

Smith, K.S. and Huyser, W. 1987. "World distribution and significance of soybean." Page 1-22. In J.R. wilcox, ed. **Soybean : Improvement, production, and uses.** 2nd ed. Agronomy Monograph No.16

Smith, M.T. and Berjak, P. 1995. "Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds." Pages 701-746. In J. Kigel and G. Galili, eds. **Seed development and germination.** . New York : Mercel Dekker, Inc.

Starzinger, E.K. *et al.* 1982. "An observation on the relationship of soybean seed coat color to viability maintenance." **Seed Sci. and Technol.** 10 : 301-305

Tao, K.J. 1978. "Factors causing variation in the conductivity test for soybean seeds." **J. Seed Technol.** 3(1) :10-18.

Tao, K.J. 1979. "An evaluation of alternative methods of accelerated aging seed vigor test for soybeans." **J. Seed Technol.** 3 : 30-40.

Tekrony, D.M. *et al.* 1980. "Effect of the field production environment on soybean seed quality." Pages 403-426. In P.D. Hebblethwaite, ed. **Seed Production.** London : Butter worth and Co., Ltd.

Thomas, C.A. 1960. **An Introduction to Seed Technology.** East Kilbride : Thomson Litho Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thomson, J.R. 1979. **An Introduction to Seed Technology.** East Kilbride, Scotland : Thomson Litho Ltd.

Weiss, M.G. *et al.* 1952. "Correlation of agronomic characters and temperature with seed compositional characters in soybeans as influenced by variety and time of planting." **Agron. J.** 44 : 289-297.

Wien, H.C. and Kueneman, E.A. 1981. "Soybean seed deterioration in the tropics II. Varietal differences and techniques for screening." **Field Crops Res.** 4 : 123-132

Woodstock, L.W. *et al.* 1985. "Relationship between weathering deterioration and germination, respiratory metabolism, and mineral leaching from cottonseeds." **Crop Sci.** 25 : 459-466.

Yacklich, R.W. and Abdul-Baki, A.A. 1975. "Viability in metabolism of individual axes of soybean seed and its relationship to vigor." **Crop Sci.** 15 : 424-426.

Yacklich, R.W. *et al.* 1979. "Evaluation of vigor in soybean seed : Influence of planting and soil type on emergence, stand and yield." **Crop Sci.** 19 : 242-246.

Yacklich, R.W. *et al.* 1986. "Pore development and seed coat permeability in soybean." **Crop Sci.** 26 : 616-624.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้