

ความแตกต่างทางสายพันธุ์ในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง
ภายหลังการเสื่อมคุณภาพในไร่

VARIETAL DIFFERENCE IN SEED QUALITY OF SOYBEANS
AFTER FIELD WEATHERING

ธีระพันธ์ ยุงษ์ฉาย
TEERAFONT YUPONGCHAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการโดยศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์ วิชากร
ภาควิชาพืชไร่

สาขาวิชาพืชไร่

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2003-AG-M-010-013

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

**ความแตกต่างทางสายพันธุ์ในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง
ภายหลังการเสื่อมคุณภาพในไร่**

**VARIETAL DIFFERENCE IN SEED QUALITY OF SOYBEANS
AFTER FIELD WEATHERING**

ธีระพงษ์ ยูพงษ์ฉาย

TEERAPONT YUPONGCHAI

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... **81354**

วัน,เดือน,ปี..... **1.1. อ.ย. 2551**

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชไร่

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2551

KMITL-2007-AG-010-013

**VARIETAL DIFFERENCE IN SEED QUALITY OF SOYBEANS AFTER
FIELD WEATHERING**

TEERAPONT YUPONGCHAI

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN AGRONOMY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2008

KMITL-2007-AG-010-013

COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ความแตกต่างทางสายพันธุ์ในคุณภาพของเมล็ด
พันธุ์ถั่วเหลืองภายหลังการเสื่อมคุณภาพในไร่
นายธีระพนธ์ บุพษย์ฉาย

นักศึกษา

รหัสประจำตัว

47062203

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

พืชไร่

พ.ศ.

2550

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.ดร. อารมย์ ศรีพิจิตรต์

บทคัดย่อ

ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง [*Glycine max* (L.) Merr.] อาจลดลงก่อนที่จะทำการเก็บเกี่ยว เมื่ออยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ร้อนและชื้น วัตถุประสงค์สำคัญของการศึกษานี้ก็เพื่อที่จะทำการเปรียบเทียบ 2 วิธีการของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เพื่อจำแนกพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่ของเมล็ดพันธุ์และเพื่อตรวจสอบการซึมซับของเมล็ดพันธุ์โดยตรวจสอบด้วยการนำไฟฟ้า ปลูกถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ ทำ 3 ซ้ำ ในปลายฤดูฝน โดยให้ได้รับ 3 treatment คือ 1) unweathering หรือ control (เมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บเกี่ยวที่ระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา), 2) การเสื่อมคุณภาพในไร่ (เมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บเกี่ยวภายหลังการสุกแก่ทางสรีรวิทยา 14 วัน) และ 3) การเสื่อมคุณภาพในตูบ (เก็บเกี่ยวฝักถั่วเหลืองที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้วนำมาอบที่ 35° ซ ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 90% เป็นเวลา 7 วัน) หลังจากนั้นจึงนำเมล็ดพันธุ์มาประเมิน ความงอก ความแข็งแรง (ตรวจสอบการนำไฟฟ้า) การดูดน้ำและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ (เฉพาะเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา) ได้แก่ สีเมล็ด เมล็ดแข็ง ขนาดเมล็ด รูปร่างเมล็ด พื้นที่ผิว น้ำหนักเชื้อหุ้มเมล็ด น้ำหนักจำเพาะเชื้อหุ้มเมล็ดและเปอร์เซ็นต์เชื้อหุ้มเมล็ด นอกจากนี้ยังทำการตรวจสอบการนำไฟฟ้าของสารรั่วไหลและอัตราการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองอีกด้วย

การเสื่อมคุณภาพในตูบทำให้เมล็ดพันธุ์เกิดความผันแปรมากในความงอก (56.00-98.67%) และความแข็งแรง (6.73-22.15 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{เมล็ด}$) สิ่งนี้เป็นการชี้ให้เห็นถึงการมีความสม่ำเสมอของสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมมากกว่าของการเสื่อมคุณภาพในตูบ สภาพเช่นนี้ทำให้เมล็ดพันธุ์ต่างๆของถั่วเหลืองแสดงความแตกต่างทางพันธุกรรมในการมีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ออกมาให้เห็นได้อย่างชัดเจน ในขณะที่การเสื่อมคุณภาพในไร่มีแนวโน้มที่จะไม่แสดงความแตกต่างดังกล่าวออกมาให้เห็น จากการทดลองพบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ มีอัตราการรั่วไหลเกิดขึ้น 2 แบบ โดย ถั่วเหลือง 16 พันธุ์ ถูกจัดเข้าอยู่ใน

ประเภทการซึมซับที่มีการชะลอตัว เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีการชะลอตัวของการซึมซับจะมีอัตราการรั่วไหลเกิดขึ้นช้ามากใน 30 นาทีแรก หลังจากนั้นจึงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย รูปแบบเช่นนี้คล้ายคลึงกับที่พบในการเปลี่ยนแปลงของการดูดน้ำ เมล็ดพันธุ์ที่จัดเข้าอยู่ในประเภทการซึมซับที่ไม่มีการชะลอตัวจะมีการรั่วไหลเกิดขึ้นในทันทีและมีการดูดน้ำเข้าไปอย่างรวดเร็วในระยะเริ่มแรกของการแช่น้ำ ในบรรดาลักษณะทางกายภาพทั้งหมดของเมล็ดพันธุ์ที่ตรวจสอบ มีเพียงเปอร์เซ็นต์เชื้อหุ้มเมล็ดเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับทุกลักษณะยกเว้นรูปร่างเมล็ด นอกจากนี้ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งขนาดเมล็ด พื้นที่ผิวและเปอร์เซ็นต์เชื้อหุ้มเมล็ดแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความงอก ค่านำไฟฟ้าของสารรั่วไหลและการดูดน้ำ สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่อาจเกิดจากการมีส่วนร่วมเชื้อหุ้มเมล็ดสูงและมีเมล็ดเล็กจึงทำให้เกิดการชะลอตัวหรือป้องกันการดูดน้ำของเมล็ด พันธุ์ถั่วเหลืองที่แสดงการมีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ซึ่งตรวจสอบโดยการเสื่อมคุณภาพในตูบ และการชะลอตัวในการซึมซับของเชื้อหุ้มเมล็ดซึ่งตรวจสอบโดยการนำไฟฟ้าได้แก่ Kalitur, Fort Lamy, CM 923845-1 CST, Lee, Kyemon, Utsaha A, Sukhothai 3, SSR 8412-9-2, M-Pop-8-BL, Dumtia 1, Santamaria, Yodson, SSR 8502-14-1, CM 9501-3-17, 9520-21, SJ 4, Chiangmai 60, 9515-1, Chakkrabhandhu 1, SJ 5 และ KKU 35.

Thesis Title	Varietal Difference In Seed Quality Of Soybeans After Field Weathering
Student	Mr. Teerapont Yupongchai
Student ID	47062203
Degree	Master of science
Program	Agronomy
Year	2007
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Arom Sripichitt

ABSTRACT

Germination and vigor of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] seed may be reduced by preharvest exposure to hot and humid environments. The principal objectives of this study were to compare two seed weathering treatments for identification of soybean genotypes with resistance to field weathering of seed and to test the seed permeability by using the electrical conductivity test. Fourty four soybean genotypes were planted with 3 replications in late rainy season and subjected to 3 treatments, namely 1) unweathering or control (seeds were harvested at physiological maturity), 2) field weathering (seeds were harvested 14 days after physiological maturity), and 3) incubator weathering (pods at physiological maturity were harvested from the plant and kept at 35°C and about 90% relative humidity for 7 days). After exposure to these treatments, the seeds were evaluated for germination, vigor (electrical conductivity test), water imbibition, and physical characteristics of seed (only seeds harvested at physiological maturity) including seed color, hard seed, seed size, eccentricity, surface area, seed coat weight, specific weight of seed coat, seed coat thickness and seed coat percentage. The electrical conductivity of leachate and water imbibition rate of soybean seeds also were examined.

The incubator weathering resulted in the considerable variation of germination (0.6-91.33%) as well as vigor (8.37-88.50 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{seed}$) of seeds, whereas field weathering caused much less variation in seed germination (56.00-98.67%) and vigor (6.73-22.15 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{seed}$), indicating the more stress uniform of environmental conditions of incubator weathering. This conditions clearly reveal the genotypic differences in resistance to seed deterioration, whereas the field weathering treatment tended to mask such differences. There were two types of leaching rate

found among seed of 44 soybean genotypes. Sixteen genotypes were regarded as delayed permeable due to leaching few electrolytes initially, and the rest was regarded as permeable. The genotypes with delayed permeable had much slowly leaching rate for the first 30 minutes and little increased after that. A similar pattern was observed for the change in water imbibition. The seeds which were termed as permeable promptly leached and rapidly imbibed water at the initial phase of soaking. All of the physical characteristics of seed tested only seed coat percentage significantly correlated with others except eccentricity. Furthermore, the physical characteristics of seed especially seed size, surface area and seed coat percentage showed significant correlation with germination, electrolyte leachate and water imbibition. This indicated that genotypes having resistance to field weathering may be due to high proportion of seed coat and small seed resulting in delay or prevent water imbibition. The soybean genotypes as showing resistance to seed weathering tested by incubator weathering and to delay permeability of the seed coat tested by electrical conductivity were : Kalitur, Fort Lamy, CM 923845-1 CST, Lee, Kyemon, Utsaha A, Sukhothai 3, SSR 8412-9-2, M-Pop-8-BL, Dumtia 1, Santamaria, Yodson, SSR 8502-14-1, CM 9501-3-17, 9520-21, SJ 4, Chiangmai 60, 9515-1, Chakkrabhandhu 1, SJ 5 and KKU 35.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก รศ.ดร. อารมย์ ศรีพิจิตต์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และข้าพเจ้ารู้สึกทราบบ้างในความอนุเคราะห์จาก ท่าน รศ.ดร. ปัญญา โพธิ์จิตร์รัตน์, ดร. อูมา แสงศรีราม, รศ.ภัญชนา มีแก้วกฤษร ต้องขอขอบพระคุณ เป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับ ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สาขาวิชาพืชไร่ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจ เสมอมา

ขอขอบคุณบัณฑิตศึกษาและบัณฑิตวิทยาลัย คณะเทคโนโลยีการเกษตรที่ให้ความช่วยเหลือ ในเรื่องต่างๆ

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็น กำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่อง ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอบอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ธีระพนธ์ ยูพงษ์ฉาย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ลักษณะทั่วไปของฉนวนเหลือง.....	3
2.2 พันธุ์ฉนวนเหลือง.....	5
2.2.1 พันธุ์อายุสั้น.....	5
2.2.2 พันธุ์อายุปานกลาง.....	5
2.2.3 พันธุ์อายุยาว.....	5
2.3 การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ด.....	5
2.4 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการพัฒนา.....	6
2.5 การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์.....	7
2.6 ปัจจัยทางพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์.....	8
2.7 ปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์.....	10
2.8 การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในไร่.....	11
2.9 การตรวจสอบคุณภาพและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์.....	12
2.9.1 การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์.....	12
2.9.2 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ.....	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	15
3.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	15
3.2 สถานที่ดำเนินงาน.....	17
3.3 ระยะเวลาดำเนินงาน.....	17
3.4 วิธีการทดลอง.....	17
3.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ.....	20
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	22
4.1 ความงอกมาตรฐาน.....	22
4.2 ค่าการนำไฟฟ้าของสารร่วไหล.....	25
4.3 ลักษณะการร่วไหลของเมล็ด.....	28
4.4 การคูดน้ำของเมล็ด.....	32
4.5 ลักษณะการคูดน้ำของเมล็ด.....	35
4.6 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์.....	39
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ด.....	45
4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกมาตรฐาน การนำไฟฟ้าและการคูดน้ำกับ.....	45
ลักษณะทางกายภาพของเมล็ด	
บทที่ 5 วิจัยผลผลการทดลอง.....	45
5.1 การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์กับวิธีการประเมินพันธุ์ถั่วเหลือง.....	45
5.2 การร่วไหลและการคูดน้ำของเมล็ด.....	47
5.3 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์และความสัมพันธ์กับความ.....	48
ด้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพ	
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง.....	51
บรรณานุกรม.....	53
ประวัติผู้เขียน.....	60

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ภายหลัง..... การเสื่อมคุณภาพใน control การเสื่อมคุณภาพในไร่ (field weathering) และการเสื่อมคุณภาพในตู้อบ (incubator weathering)	22
4.2	ค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ ภายหลังการเสื่อมคุณภาพใน control การเสื่อมคุณภาพ ในไร่ (field weathering) และการเสื่อมคุณภาพในตู้อบ (incubator weathering)	26
4.3	การคูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ภายหลังการเสื่อม..... คุณภาพใน control การเสื่อมคุณภาพในไร่ (field weathering) และการเสื่อม คุณภาพในตู้อบ (incubator weathering)	32
4.4	ลักษณะต่างๆทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์..... ซึ่งเก็บเกี่ยวในระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา	43
4.5	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง..... 44 พันธุ์/สายพันธุ์ ซึ่งเก็บเกี่ยวในระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา	47
4.6	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความงอกมาตรฐาน ค่าการนำไฟฟ้าของสาร..... รั่วไหลและการคูดน้ำภายหลังการเสื่อมคุณภาพในตู้อบ ของเมล็ดพันธุ์ ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ กับลักษณะทางกายภาพของเมล็ด	48

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิเฉลี่ย (a)..... ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (b) และปริมาณน้ำฝน (c) ที่ศูนย์วิจัยในระหว่างการเจริญเติบโตและการสุกแก่ ของ ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์	19
3.2 การเปลี่ยนแปลงของอัตราการรั่วไหลของสารในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ ภายหลังจากการเสื่อมคุณภาพในตู้อบในระหว่างการแช่น้ำ (a)-(i) เป็นเมล็ดพันธุ์ที่เรียงน้ำหนักเมล็ดจากน้อยไปหามากตามลำดับ	31
3.3 การเปลี่ยนแปลงของการคุดน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์..... ในระหว่างการแช่น้ำภายหลังจากการเสื่อมคุณภาพในตู้อบ (a)-(i) เป็นเมล็ดพันธุ์ ที่เรียงน้ำหนักเมล็ดจากน้อยไปหามากตามลำดับ	38

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมาการผลิตถั่วเหลืองของโลกได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นไปเพื่อตอบสนองต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรม เช่น น้ำมันเพื่อการบริโภค และอาหารสัตว์ เป็นต้น ผลผลิตส่วนใหญ่ได้มาจากประเทศในเขตอบอุ่นที่พัฒนาแล้ว ผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลืองในเขตร้อนชื้นจะต่ำกว่าผลผลิตในประเทศอบอุ่นที่พัฒนาแล้วอยู่มาก (Smith and Huysen.1987) อุปสรรคสำคัญที่เป็นข้อจำกัดในการขยายตัวของการผลิตถั่วเหลืองในเขตร้อนชื้นคือ ความยากลำบากในการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพดี หรือมีความงอกและความแข็งแรงสูง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญเบื้องต้นที่จะทำให้ต้นกล้างอกได้รวดเร็วและสม่ำเสมอ อันจะนำไปสู่ความพอใจในผลผลิตที่ได้รับ เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพต่ำเกิดจากการมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่นการมีอุณหภูมิและความชื้นสูงในระหว่างการเก็บรักษาและ / หรือ การมีฝนตกบ่อยหรือยาวนาน สลับกับอากาศร้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างภายหลังการสุกแก่ก่อนการเก็บเกี่ยว สภาพเช่นนี้ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลดลงอย่างรวดเร็ว (Delouche. 1980) トラบไคที่การผลิตถั่วเหลืองในเขตร้อนชื้นยังต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก การเผชิญกับสภาพอากาศดังกล่าวในระหว่างการสุกแก่ของเมล็ดจึงเป็นสิ่งที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ ดังนั้นคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตในเขตร้อนชื้นโดยทั่วไปจึงต่ำ

เมล็ดพันธุ์จะมีความงอกและความแข็งแรงสูงสุดเมื่อเมล็ดมีการสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) หลังจากระยะนี้การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ก็จะเริ่มขึ้นและดำเนินเรื่อยไป การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการสุกแก่ทางสรีรวิทยาและก่อนการเก็บเกี่ยว เรียกว่า การเสื่อมคุณภาพในไร่ (field weathering) (Bhatia *et al.* 1993) ปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวเร่งอัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในระยะหลังการสุกแก่ก่อนเก็บเกี่ยว คือการมีฝนตกบ่อยครั้ง และครั้งละนานๆ ร่วมกับการมีอุณหภูมิและความชื้นของอากาศสูง สภาพแวดล้อมเช่นนี้ไม่เอื้ออำนวยต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพดี (Delouche *et al.* 1973)

ถั่วเหลืองต่างพันธุ์กันปลูกในสภาพแวดล้อมเดียวกันได้รับการดูแลรักษาเหมือนกันจะให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกัน (Nangju. 1977; Wien and Kueneman. 1981) เนื่องมาจากในขณะที่เมล็ดกำลังพัฒนาและสุกแก่อยู่นั้น เมล็ดถั่วเหลืองต่างพันธุ์กันจะมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมแตกต่างกัน จึงทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวมามีคุณภาพแตกต่างกันไป วันชัย จันทร์ประเสริฐ และคณะ (2539) พบว่าลักษณะทางกายภาพบางประการ โดยเฉพาะ น้ำหนักเมล็ด ค่าลักษณะรูปทรงเมล็ด (eccentricity) และเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด มีความสัมพันธ์กับความ

งอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ซึ่งเก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ที่เก็บเกี่ยวได้ (harvest maturity) Bhatia *et al.* (1993) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีขนาดเล็กมีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่นาดีกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีขนาดใหญ่ จึงทำให้มีความงอกสูงกว่ามาก นอกจากขนาดของเมล็ดแล้ว Kuo (1989) เสนอให้ใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดชะลอการซึมซับของน้ำ (delayed permeability of seed coat) เมล็ดพันธุ์ที่มีลักษณะเช่นนี้จะมีการคุดน้ำหรือความชื้นจากอากาศช้า ทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพช้าลง นอกจากนี้เมล็ดพันธุ์ที่มีลักษณะดังกล่าวยังมีขนาดเล็ก มีเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดสูง ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่นาอาจเกิดจากเมล็ดที่มีขนาดเล็ก หรือ มีสัดส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดสูงจนทำให้เกิดการชะลอการคุดน้ำหรือความชื้น ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงสูง ดังนั้น การศึกษาลักษณะดังกล่าวในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ / สายพันธุ์ต่างๆอาจเป็นข้อมูลที่ช่วยในการปรับปรุงพันธุ์หรือคัดเลือกพันธุ์ให้มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่นาในเขตร้อนชื้น เพื่อที่จะได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีไปใช้ในการผลิตพืชต่อไป

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบสองวิธีการที่ใช้ในการประเมินหาพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่นา

1.2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะทางกายภาพบางลักษณะ กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่นา

1.2.3 เพื่อศึกษาการซึมซับของเยื่อหุ้มเมล็ด (permeability of seed coat) โดยตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ดและการคุดน้ำของเมล็ด

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้ทราบถึงคุณภาพและคุณสมบัติต่างๆทางกายภาพ ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา และระยะสุกแก่ที่เก็บเกี่ยวได้

1.3.2 ได้แนวทางการตรวจสอบความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ แทนการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในไร่นาซึ่งมีสภาพอากาศที่ผันแปร

1.3.3 ได้ถั่วเหลืองพันธุ์/สายพันธุ์ ที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่นา เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทั่วไปของถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองอยู่ใน family leguminosae, subfamily papalionoideae และ tribe phaseoleae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max* (L.) Merr สามารถจำแนกถั่วเหลืองตามขั้นตอนทางพฤกษศาสตร์ (Shanmugasundaram. 1976; Hymowitz and Singh. 1987; Melchior. 1994) ได้ดังนี้

Kingdom	Plant Kingdom
Subkingdom	Cormobionta
Division	Spermatophyta
Class	Dicotyledoneae
Subclass	Archichlamydae
Order	Polypetalae
Suborder	Leguminosinae
Family	Leguminosae
Subfamily	Papalionoideae
Tribe	Phaseoleae
Subtribe	Glycininae
Genus	Glycine
Subgenus	Soja
Species	max

เมล็ด เมล็ดถั่วเหลืองเกิดขึ้นในฝัก มีลักษณะกลมรีคล้ายไต หนักประมาณ 120-180 มิลลิกรัมต่อเมล็ด เมล็ดถั่วเหลืองส่วนใหญ่จะมีสีเหลืองฟาง ภายนอกจะเห็นรอยแผลเป็นเรียกว่า hilum ซึ่งเป็นจุดที่เมล็ดติดกับฝัก และมีรูเล็กๆ ซึ่งเป็นจุดที่เชื้อตัวผู้เข้าผสมกับไข่ เรียกว่า micropyle ถัดไปจะเป็นรอยงอกของ hypocotyl-radicle axis เมล็ดถั่วเหลืองประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) ต้นอ่อน (embryo) และ เนื้อเยื่อสะสมอาหาร (storage tissue)

ฝัก ฝักจะเกิดเป็นกลุ่ม มีลักษณะตรงหรือโค้งเล็กน้อย ความยาว 2-7 เซนติเมตร เมื่อแก่ฝักจะมีสีเหลือง ดำ หรือน้ำตาล ซึ่งแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ภายในจะมีเมล็ด 1-5 เมล็ด แต่โดยมากจะมี 3 เมล็ด บางพันธุ์ฝักแก่จะแตก (shattering) ตามรอยแตก

ราก เป็นระบบรากแก้ว (tap root system) และมีรากแขนงซึ่งเจริญจากรากแก้วโดยเจริญไปตามแนวนานกับผิวดินมีความยาวประมาณ 40-75 เซนติเมตร จากนั้นจึงเจริญลึกกลงไปในแนวดิ่ง โดยสามารถเจริญได้ถึง 150 เซนติเมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับดินและสภาพแวดล้อม โดยทั่วไปรากแก้วเหลืองจะเจริญเติบโตเป็นกระจุกอยู่ในระดับความลึกประมาณ 15 เซนติเมตร รากขนอ่อน (root hair) จะเกิดขึ้นที่ปลายสุดของราก ซึ่งมีบทบาทอย่างมากในการดูดซับธาตุอาหาร น้ำ และเกี่ยวข้องกับการสร้างปมของเชื้อไรโซเบียม

ลำต้น ลักษณะความสูงของลำต้นเป็นลักษณะทางพันธุกรรม พันธุ์ที่ปลูกทั่วไปมีรูปแบบการเจริญทางความสูง (stem termination) 3 ประเภท คือ การเจริญแบบทอดยอด ไม่ทอดยอดและกิ่งทอดยอด โดยลำต้นที่ทอดยอด พันธุ์การค้า ลำต้นจะตั้งตรงเป็นพุ่มสูงประมาณ 50-70 เซนติเมตร การแตกแขนงของกิ่งและจำนวนปล้องจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ ต้นลำต้นที่มีลักษณะกลมหรือมีเหลี่ยมเล็กน้อย มีขนปกคลุมทั่วไป ยกเว้นที่ใบเลี้ยงและกลีบดอกความหนาแน่นของขนปกคลุม สีขน ความยาวและรูปร่างของขนจะแตกต่างกันตามพันธุ์

ใบ เป็นใบประกอบมีใบย่อย 3 ใบ (trifoliate leaves) แต่ใบเลี้ยงและใบจริงคู่แรกจะเป็นใบเดี่ยวเกิดตรงข้ามกัน จำนวนใบย่อยอาจมีมากกว่า 3 ใบ ขึ้นอยู่กับลักษณะของพันธุ์ รูปร่างใบมีหลายแบบ เช่น ใบแคบ ใบค่อนข้างกลมรี เป็นต้น ก้านใบมีหูใบ (stipule) 1 คู่ ที่บริเวณโคนก้านใบรวมมี pulvinus ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวของใบ ในระหว่างมุมใบจะพบตาซึ่งจะเจริญเป็นกิ่งต่อไป ใบจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเมื่อฝักเริ่มแก่ และจะร่วงหล่นจากต้นเมื่อฝักแก่เต็มที่ มีบางพันธุ์เท่านั้นที่ใบไม่ร่วงจากลำต้นเมื่อฝักแก่เต็มที่

ดอก ช่อดอกเป็นแบบ raceme ซึ่งจะมีดอกประมาณ 2-35 ดอกต่อกลุ่มดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ กลีบเลี้ยง กลีบดอกที่ประกอบด้วย standard wing 2 อัน และ keel 2 อัน ซึ่งแยกกันอยู่อย่างอิสระ เกสรตัวผู้มี 9 อันที่เชื่อมติดกันและมี 1 อันที่แยกอิสระ เกสรตัวเมีย 1 อัน ซึ่งมี 1-4 ovules ก้านเกสรตัวเมียจะมีขนปกคลุมและโค้งงอไปทางด้านหลังของดอก มีปลาย stigma โป่งเป็นทรงกลม จำนวน ovules จะควบคุมจำนวนเมล็ดต่อฝัก ลำต้นที่ทอดยอดจะยังพัฒนาทางลำต้น ส่วนลำต้นที่ไม่ทอดยอด จะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นจนกระทั่งลำต้นเริ่มออกดอกจึงหยุดการพัฒนาทางลำต้น โดยสิ้นเชิง ดอกจะออกทุกส่วนและที่ปลายยอดดอกจะมีขนาดใหญ่ที่สุด (ทรงยศ ต้นพิพัฒน์. 2529; ไสว พงษ์เก่า. 2534; อารีย์ วรรณคุณ วัณก์. 2544; อภิพรธน พุกภักดี. 2546)

2.2 พันธุ์ถั่วเหลือง

พันธุ์ถั่วเหลืองของประเทศไทยในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามอายุการเก็บเกี่ยวได้ ดังนี้

2.2.1 พันธุ์อายุสั้น อายุการเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 70-80 วัน เหมาะที่จะปลูกในระบบปลูกพืช ทั้งในฤดูแล้ง ต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน และในแปลงปลูกที่มีปริมาณการให้น้ำจำกัดหรือฝนตก น้อยกว่าปกติ ขณะนี้มี 2 พันธุ์ ได้แก่ นครสวรรค์ 1 และเชียงใหม่ 1

2.2.2 พันธุ์อายุปานกลาง อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 90-100 วัน เป็นกลุ่มที่เกษตรกรนิยม ปลูกมากที่สุด ได้แก่ อุดสาหกรรม, สจ.1, สจ.2, สจ.4, สจ.5, สุโขทัย1, เชียงใหม่60, สุโขทัย 2, สุโขทัย 3, และเชียงใหม่ 3

2.2.3 พันธุ์อายุยาว อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 110-120 วัน ได้แก่ พันธุ์ มข.35 และ จักรพันธ์ 1

2.3 การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ด

การพัฒนาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะเริ่มขึ้นหลังจากไข่ได้รับการปฏิสนธิ ในขณะเดียวกัน ความงอกและความแข็งแรง (คุณภาพเมล็ดพันธุ์) จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในระหว่างการพัฒนาของเมล็ด การพัฒนานี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระยะคือ

ระยะที่ 1 จะเริ่มขึ้นหลังจากไข่ได้รับการปฏิสนธิ และจะมีการแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว เมื่อ สิ้นสุดระยะนี้ ใบเลี้ยงและคัพภะจะเจริญและพัฒนาอย่างสมบูรณ์ซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 อาทิตย์หลัง ออกดอก (Tekrony *et al.* 1980)

ระยะที่ 2 ระยะนี้มีการสะสมอาหารสำรองที่ส่งมาจากต้นแม่ ทำให้น้ำหนักแห้งของเมล็ด เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในขณะที่ความชื้นของเมล็ดจะค่อยๆ ลดลง เมื่อใกล้สิ้นสุดระยะนี้น้ำหนักแห้ง ของเมล็ดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ระยะที่ 3 ระยะนี้การสะสมอาหารสำรองเริ่มช้าลงและจะหยุดการสะสมเมื่อถึงระยะสุกแก่ ทางสรีรวิทยา (physiological maturity, PM) ระยะนี้การสะสมน้ำหนักแห้งจะเกิดขึ้นสูงสุดและเป็น ระยะที่เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงสูงสุด (Harrington. 1972; Egli and Tekrony. 1979) ระยะนี้น้ำและธาตุอาหารจากต้นแม่จะไม่เคลื่อนย้ายไปยังเมล็ด เพราะระบบท่อน้ำท่ออาหาร ระหว่างต้นแม่กับเมล็ดได้แห้งลงไป ทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็วจนเหลือความชื้น ประมาณ 15-16 % ซึ่งเป็นระดับความชื้นที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยว หรือเรียกว่าระยะสุกแก่ที่เก็บ เกียวได้ (harvest maturity, HM)ระยะสุกแก่จาก PM ถึง HM อาจใช้เวลายาวนานถึง 3 สัปดาห์ (Tekrony *et al.* 1980)

เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะสุกแก่ที่ PM โดยใช้เวลาประมาณ 50-60 วันหลังดอกบาน ที่ระยะนี้เมล็ดพันธุ์มีความชื้นสูงประมาณ 50 % (Andrew. 1966; Delouche. 1974) ที่ระยะนี้เมล็ดพันธุ์จะมีความงอกและความแข็งแรงสูงสุด (Delouche. 1974) หลังจากเมล็ดพันธุ์สุกแก่ที่ PM แล้วแม้ว่าความงอกของเมล็ดจะยังคงสูงอยู่ แต่ขนาดของเมล็ด น้ำหนักแห้ง ความชื้น และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะลดลง (Delouche. 1974) ดังนั้นจึงควรจะทำกรเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ภายหลังการสุกแก่ที่ PM ให้เร็วที่สุด การเก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ที่ PM นี้ทำได้ยาก เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ยังมีความชื้นสูงอยู่ ซึ่งจะทำให้เก็บรักษาไว้ได้ไม่นาน (Thomson. 1979) เพราะเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงจะสูญเสียความงอกเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นต่ำ (Delouche. 1974) Scott and Aldrick (1970) แนะนำให้เก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเมื่อลำต้นและใบเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง

2.4 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการพัฒนาและการสุกแก่

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ หมายถึง ผลรวมของลักษณะต่างๆ ของเมล็ดทั้งกอง และแต่ละเมล็ดที่แสดงออกมารวมกัน (วัลลภ สันติประชา. 2538) คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองประกอบด้วยลักษณะต่างๆ (วัลลภ สันติประชา. 2538) ดังนี้

1. ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ (seed physical purity) ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ หมายถึง ลักษณะรวมของกองเมล็ดพันธุ์ว่ามีความสะอาดหรือมีเมล็ดพันธุ์ที่ควรอยู่ในส่วนไหน มีสิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ เช่น เมล็ดพืชอื่น เมล็ดวัชพืช และสิ่งเจือปนปะปนอยู่มากน้อยเพียงใด การวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ทำโดยการจำแนกองค์ประกอบของตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่เก็บมาจากกองเมล็ดด้วยตา โดยแยกองค์ประกอบเป็น 4 ส่วน คือ เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ (pure seed) เมล็ดพืชอื่น (other crop seed) เมล็ดวัชพืช (weed seed) และสิ่งเจือปน (inert matter)

2. ความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์ (varietal purity) ความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์ คือ การตรงตามพันธุ์ของสายพันธุ์ที่ระบุไว้ว่าเป็นสายพันธุ์แท้ไม่มีสายพันธุ์อื่นและเมล็ดพันธุ์ของสายพันธุ์อื่นมาปะปน ความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์เป็นลักษณะคุณภาพหนึ่งที่สำคัญ ในการใช้เมล็ดพันธุ์และการผลิตพืช ทำให้การปรับปรุงพันธุ์พืชเป็นไปตามเป้าหมาย

3. ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (seed germination) ความงอก หมายถึง สัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดพันธุ์พืชที่งอกจากจำนวนที่เพาะ และเมล็ดพันธุ์ที่งอกต้องมีการเจริญเติบโตของต้นอ่อน ที่จะเจริญเป็นต้นพืชเพื่อการผลิตพืชต่อไป

4. ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (seed vigor) ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์สามารถแสดงให้เห็นได้ เมื่อสภาพแวดล้อมบางอย่างไม่เหมาะสม หรือลักษณะการแสดงออกบางอย่างที่มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ Ching (1973) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความแข็งแรง

ของเมล็ดพันธุ์เป็นแนวโน้มที่เมล็ดพันธุ์จะสามารถงอกได้อย่างรวดเร็ว สม่าเสมอ และได้ต้นกล้าที่เจริญเติบโตรวดเร็วเมื่อนำไปปลูกในไร่

5. ความชื้นของเมล็ด (seed moisture content) ความชื้นของเมล็ด คือ น้ำที่อยู่อย่างอิสระในเมล็ด โดยอาจอยู่ในช่องว่าง หรือเคลือบ โมเลกุลของสารและส่วนต่างๆในเมล็ดพันธุ์ โดยไม่รวม น้ำที่เป็นส่วนประกอบของสารเคมีในเมล็ดพันธุ์

6. ขนาดเมล็ด (seed size) ขนาดเมล็ดหมายถึง ความเล็กใหญ่ซึ่งอาจวัดในรูปความกว้าง ความยาว ความหนา หรือเส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ด

7. น้ำหนักเมล็ด (seed weight) น้ำหนักเมล็ดคือน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ที่ชั่งได้ อาจแสดงในรูป น้ำหนัก 100 เมล็ด หรือน้ำหนัก 1000 เมล็ด หรือจำนวนเมล็ดต่อหน่วยน้ำหนัก

8. สีเมล็ด (seed color) เมล็ดพันธุ์ที่ดีต้องมีสีสดใสสม่ำเสมอ ตรงตามสายพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ที่มีสีไม่ตรงตามสายพันธุ์ แสดงว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ ไม่ดีและอาจมีเมล็ดพันธุ์เก่าปะปนหรือผ่านการผลิตในสภาพที่ไม่สมบูรณ์ สีของเมล็ดพันธุ์สามารถแยกสีที่ต่างกันได้โดยใช้เครื่องมือแยกสี (electrical color sorter)

9. สุขภาพของเมล็ดพันธุ์ (seed health) สุขภาพของเมล็ดพันธุ์คือ โรคและแมลง ที่ติดปะปนมากับเมล็ดพันธุ์ซึ่งมีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทั้งในระหว่างการเก็บรักษาและในแปลงเพาะปลูก เนื่องจากสิ่งเหล่านี้จะทำลายและทำความเสียหายให้แก่ทั้งเมล็ดพันธุ์และพืชที่เพาะปลูกจากเมล็ดพันธุ์ดังกล่าว

ในบรรดองศ์ประกอบดังกล่าวคุณภาพที่สำคัญที่สุดของเมล็ดพันธุ์คือ ความงอกหรือความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Yacklich *et al.* 1986) สำหรับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองระยะสุกแก่ที่ PM ใช้เวลาประมาณ 50-60 วันหลังดอกบาน ที่ระยะนี้เมล็ดจะมีความชื้นสูงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ มีความงอกและความแข็งแรงสูงสุด ภายหลังเมล็ดสุกแก่ที่ PM แล้ว ขนาดของเมล็ด ความชื้นและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะเริ่มลดลง (Barrie *et al.* 1973) ดังนั้นเมื่อเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสุกแก่ที่ PM จึงควรทำการเก็บเกี่ยวเมล็ด โดยทันที Delouche (1975) รายงานว่า การเก็บเกี่ยวในระยะที่เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสุกแก่ทางสรีรวิทยานั้นทำได้ยาก เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ยังมีความชื้นอยู่สูง หากเก็บเกี่ยวมาแล้วจะต้องทำการตากหรืออบเมล็ด โดยทันที เพื่อให้เมล็ดพันธุ์มีความชื้นอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษาเพราะ เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงจะทำการเก็บรักษาไว้ได้ไม่นาน (Thomson. 1979) เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงจะสูญเสียความงอกเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นต่ำ Delouche (1975) พบว่าเมื่อเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสุกแก่ที่ระยะ PM ความชื้นภายในเมล็ดจะลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 1-2 สัปดาห์ โดยลดลงจาก 50 เปอร์เซ็นต์ เหลือเพียง 13-15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระยะที่เกษตรกรสามารถทำการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองได้

2.5 การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

กระบวนการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะเกิดขึ้นหลังจากเมล็ดพันธุ์สุกแก่ทางสรีรวิทยา การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีลักษณะที่สำคัญ(จวงจันท์ ดวงพัตรา 2529 ; วันชัย จันท์ประเสริฐ. 2537) ดังต่อไปนี้

1. การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ไม่สามารถป้องกันหรือหยุดยั้งได้ (seed deterioration is inexorable or iniliable)

2. การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งที่ไม่สามารถคืนกลับได้ (seed deterioration is irreversible) กล่าวคือ เมื่อเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพเกิดขึ้นแล้ว เมล็ดพันธุ์นั้นก็จะไม่สามารถกลับมาเป็นเมล็ดพันธุ์ที่คิสมบูรณ์แข็งแรงดั้งเดิมได้อีก

3. เมล็ดพันธุ์ต่างกองกันมีอัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ต่างกัน ดังนั้นเมล็ดพันธุ์พืชชนิดเดียวกัน พันธุ์เดียวกัน แต่มีประวัติความเป็นมาต่างกัน ย่อมมีอัตราการเสื่อมคุณภาพแตกต่างกัน

4. เมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพน้อยที่สุดเมื่อเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา หลังจากระยะนี้ไปแล้วเมล็ดพันธุ์จะเสื่อมคุณภาพเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

5. อัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พืชต่างชนิดกันแตกต่างกัน ดังนั้นเมล็ดพันธุ์พืชต่างชนิดกัน ต่างพันธุ์กัน จึงมีอัตราการเสื่อมคุณภาพแตกต่างกัน

6. อัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ แต่ละหน่วยเมล็ดในกองเดียวกันย่อมแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมักพบเสมอว่า เมล็ดพันธุ์มีความงอกลดลงเรื่อยๆ เมล็ดพันธุ์ในกองเดียวกันบางเมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพเร็วจึงตายก่อนหรือเมื่อนำไปเพาะจะงอกเป็นต้นกล้าผิดปกติหรือไม่งอกเลย

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุหลัก 2 ประการ คือ ปังจัยภายในและปังจัยภายนอก ปังจัยภายในจะเกี่ยวข้องกับด้านพันธุกรรมและองค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ด ส่วนปังจัยภายนอกเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม (จวงจันท์ ดวงพัตรา. 2523)

1. ปังจัยภายใน แบ่งออกได้เป็น 3 ประการคือ

1.1 ชนิดของพืช

1.2 พันธุกรรม

1.3 องค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ด

2 ปังจัยภายนอก แบ่งออกได้เป็น 3 ประการคือ

2.1 สภาพแวดล้อมในระหว่างการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์

2.2 ระยะเวลาที่เมล็ดพันธุ์นั้นถูกเก็บเกี่ยวรวมทั้งวิธีการเก็บเกี่ยว

2.3 สภาพและเงื่อนไขในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

2.6 ปัจจัยทางพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

ด้านพันธุกรรม พบว่า เมล็ดพันธุ์พืชชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กัน มีความสามารถในการเก็บรักษาหรือมีอัตราการเสื่อมคุณภาพที่แตกต่างกัน ถึงแม้จะได้รับการดูแลรักษาที่เหมือนกัน ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกันก็ตาม เนื่องจากเมล็ดพืชต่างพันธุ์กันย่อมมีความแตกต่างกันทางด้านกายวิภาคและองค์ประกอบทางเคมี (วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537; Dornbos. 1995)

Nangju (1977) พบว่าถั่วเหลืองต่างพันธุ์กันปลูกในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ได้รับการดูแลรักษาเหมือนกัน จะให้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพแตกต่างกันได้ ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่เมล็ดพันธุ์กำลังพัฒนาและสุกแก่อยู่นั้น เมล็ดถั่วเหลืองต่างพันธุ์กันมีความแตกต่างกันในแง่ของความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เกี่ยวข้องได้มีคุณภาพแตกต่างกันไปด้วย

Krishnasamy and Seshu (1990) รายงานการปลูกถั่วเหลืองในเขตร้อนชื้นที่มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิสูง สภาพเช่นนี้จะเร่งการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นการคัดเลือกพันธุ์ที่มีพื้นฐานทางพันธุกรรมที่ต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพจึงมีความสำคัญมากเนื่องจากช่วยลดอัตราเสี่ยงในการนำเมล็ดพันธุ์ไปปลูก

นอกจากนี้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองยังสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดอีกด้วย ลักษณะทางกายภาพที่สำคัญได้แก่ ขนาด น้ำหนัก ความหนาแน่น รูปร่าง สี และเปอร์เซ็นต์เชื้อหุ้มเมล็ด เป็นต้น Bhatia *et al.* (1993) พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีขนาดเล็กมีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่ได้ดีกว่าพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ โดยเมล็ดเล็กมีความงอก 79 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เมล็ดใหญ่มีความงอก 54 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Kuo (1989) ซึ่งพบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีขนาดใหญ่มักจะมีคุณภาพต่ำและมีรูปทรงของเมล็ดค่อนข้างกลม โดยมีค่า eccentricity ต่ำกว่าเมล็ดขนาดเล็กซึ่งมีคุณภาพดี และเมล็ดค่อนข้างรี (ค่า eccentricity คือ ค่าที่แสดงถึงรูปทรงของเมล็ด ค่า eccentricity ที่มีค่าใกล้ 0 เมล็ดจะมีลักษณะเป็นทรงกลม ถ้าค่า eccentricity ที่มีค่าใกล้ 1 เมล็ดจะมีลักษณะเป็นทรงรี) นอกจากนี้ Dassou and Kueneman (1984) รายงานว่าสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีเชื้อหุ้มเมล็ดสีดำมีอัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดในแปลงปลูกช้ากว่าสายพันธุ์ที่มีเชื้อหุ้มเมล็ดสีเหลือง และมีความสามารถในการเก็บรักษาได้ยาวนานกว่า และยังพบอีกว่าสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความทนทานต่อการเสื่อมคุณภาพก่อนการเก็บเกี่ยวจะทนทานต่อการเสื่อมคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวอีกด้วย เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีเชื้อหุ้มเมล็ดสีดำมักมีเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดแข็งสูง

Dickson (1980) รายงานว่าลักษณะเชื้อหุ้มเมล็ดแข็งหรือลักษณะเมล็ดแข็งซึ่งถูกถ่ายทอดทางพันธุกรรมร่วมกับสภาพแวดล้อม จะทำให้เมล็ดพันธุ์มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพและสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าเมล็ดพันธุ์ปกติ เนื่องจากเชื้อหุ้มเมล็ดไม่ยอมให้น้ำและอากาศเข้าสู่เมล็ดได้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Potts (1978) ซึ่งรายงานว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความ

ด้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไรมักจะเป็นพันธุ์ที่มีเชื้อหุ้มเมล็ดแข็ง นอกจากนี้การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดพันธุ์ โดยเมล็ดที่มีองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่เป็นแป้งและน้ำตาลจะมีอัตราการเสื่อมคุณภาพช้ากว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นน้ำมันและโปรตีน ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ที่ประกอบด้วยแป้งและน้ำตาลสูงจึงมีความสามารถในการเก็บรักษาสูง

2.7 ปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

2.7.1 สภาพแวดล้อมในระหว่างการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์

ปัจจัยที่เร่งอัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่สำคัญได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิในระหว่าง 2 ปัจจัยนี้ความชื้นสัมพัทธ์มีอิทธิพลต่ออายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มากกว่า (Delouche *et al.* 1973; Bass. 1979)

Boyd *et al.* (1975) รายงานว่า เมล็ดโดยทั่วไปมีคุณสมบัติที่เรียกว่า hygroscopic กล่าวคือเมล็ดพันธุ์จะรับหรือถ่ายเทความชื้นของบรรยากาศรอบๆเมล็ด จนกระทั่ง vapour pressure ภายในเมล็ด สมดุลกับ vapour pressure ของบรรยากาศรอบๆเมล็ด เมล็ดก็จะมี ความชื้นคงที่ ซึ่งเรียกว่า ความชื้นที่จุดสมดุล (equilibrium moisture content) ถ้าบรรยากาศรอบๆเมล็ดมีความชื้นสูง เมล็ดก็จะรับความชื้นจากบรรยากาศทำให้ความชื้นในเมล็ดสูงขึ้น แต่ถ้าบรรยากาศมีความชื้นต่ำเมล็ดก็จะถ่ายเทความชื้นออกจากเมล็ด ความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศรอบๆเมล็ดจึงเป็นตัวกำหนดความชื้นของเมล็ด ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาไว้ในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ความชื้นในเมล็ดพันธุ์จะเพิ่มขึ้นมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพลงอย่างรวดเร็ว

นอกจากนี้เมื่ออากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง เชื้อราก็จะเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ได้ง่าย และสปอร์ของเชื้อราจะติดไปกับเมล็ดพันธุ์และเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ได้ในระหว่างการเก็บรักษาอีกด้วย ทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างรวดเร็ว ธนินาฏ สมบัติศิริ และคณะ (2521) พบว่าความงอกมาตรฐาน และความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4 ที่เปียกฝนขณะเก็บเกี่ยวจะต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เปียกฝน โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เปียกฝนขณะเก็บเกี่ยวคุณภาพจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด

อุณหภูมิเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองตั้งแต่อยู่ในแปลงปลูก ในระหว่างการพัฒนาจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาและระหว่างรอการเก็บเกี่ยว สภาพอากาศร้อนและแห้งก่อนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสุกแก่ที่ PM มีผลทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลดลง Harris *et al.* (1965) พบว่า ถ้าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองได้รับอุณหภูมิสูงในช่วง 45 วันสุดท้ายในระหว่างการพัฒนา จะทำให้เมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงต่ำโดยจะพบเมล็ดเขียว เมล็ดย่น และเมล็ดเน่าเป็นจำนวนมาก (Gregg. 1982) นอกจากนี้อุณหภูมิที่สูงยังมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ที่อยู่ใน

ระหว่างรอการเก็บเกี่ยวเสื่อมคุณภาพลงด้วย Whigham and Minor (1978) รายงานว่า อุณหภูมิที่สูงถึง 40 องศาเซลเซียสในระหว่างการเก็บเกี่ยว จะทำให้ใบเลี้ยง (cotyledon) เสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ epicotyl และ hypocotyl ยังคงมีชีวิตอยู่ อัตราการหายใจของเมล็ดพันธุ์เพิ่มสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 50 องศาเซลเซียส และในระยะสุดท้ายของการพัฒนาของเมล็ด อัตราการหายใจที่เมล็ดได้รับผลกระทบจากความชื้นและอุณหภูมิที่สูง พบว่ามีอัตราการสูญเสียน้ำ 0.03, 0.04 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง เมื่อได้รับอุณหภูมิ 21, 29, และ 32 องศาเซลเซียสตามลำดับ

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์นอกจากอาจจะเกิดขึ้นก่อนเก็บเกี่ยว ยังอาจเกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาอีกด้วย Bass *et al.* (1963) รายงานว่าความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์จะยาวนานขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง ความเย็นจะมีผลทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆภายในเมล็ดพันธุ์ลดลง ส่งผลให้อัตราการหายใจของเมล็ดพันธุ์ต่ำลง ในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 9 สายพันธุ์ ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆกัน พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 เดือนจะมีผลต่อการลดลงของความงอกเพียงเล็กน้อย ส่วนการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ความงอกของเมล็ดพันธุ์จะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 2-3 เดือนแรก และเมื่อเก็บรักษาไว้นานถึง 9 เดือนเมล็ดพันธุ์จะมีความงอกต่ำมากจนเกือบเป็นศูนย์ในบางสายพันธุ์ นอกจากนี้ Christensen and Kaufman (1969) รายงานว่าปริมาณของเชื้อรา *Aspergillus* spp. ในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์และอุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงขึ้น ความงอกของเมล็ดพันธุ์จะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อปริมาณของเชื้อราเพิ่มมากขึ้น Anderson *et al.* (1970) พบว่าที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส เชื้อรา *Aspergillus* spp. เจริญเติบโตในเมล็ดพันธุ์ได้มาก ทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างรวดเร็ว

2.8 การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในไร่

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในไร่ (field weathering) เป็นอุปสรรคสำคัญของการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพดีในเขตร้อนชื้น ซึ่งมีสาเหตุมาจากสภาพแวดล้อมคือ การมีฝนตกบ่อย หรือฝนตกยาวนานสลับกับการมีอุณหภูมิสูง (Delouche. 1980) Bhatia *et al.* (1993) ได้รายงานว่าการเสื่อมคุณภาพในไร่จะเกิดขึ้นภายหลังที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาไปแล้วจนถึงช่วงระยะเก็บเกี่ยว การเสื่อมคุณภาพในไร่เช่นนี้โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นในขณะที่ฝักและเมล็ดยังอยู่บนต้นแม่ เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะได้รับความเสียหายสูงจากการเสื่อมคุณภาพในไร่เนื่องจากมีฝนตกลงมามากภายหลังระยะสุกแก่ก่อนการเก็บเกี่ยว ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นได้แก่ เมล็ดสูญเสียความมีชีวิต และการเข้าทำลายของเชื้อโรค (Mallick and Nandi. 1979) Ching and Scoolcraft (1968) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวล่าช้า จะให้จำนวนต้นที่งอกในไร่ต่ำ เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกต่ำนี้เมื่อนำไปตรวจสอบทางเคมีจะพบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ protease phytase และ phosphatase ลดลง

Johnson and Wax (1978) พบว่าน้ำหนักแห้งของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวล่าช้าจะต่ำกว่าน้ำหนักแห้งของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่เหมาะสม และมีเมล็ดที่เหี่ยวยุบมาก เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ไปตรวจสอบความงอก พบว่า ต้นกล้ามีส่วนยอดและรากไม่สมบูรณ์ (Mondragon and Pott. 1974) Kueneman (1982) รายงานว่าการผลิตเมล็ดพันธุ์ด้วเหลืองในช่วงที่มีอากาศร้อนและความชื้นของอากาศสูง โดยเฉพาะในระหว่างการสุกแก่ของเมล็ดมีผลทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง Delouche and Baskin (1973) พบว่าด้วเหลืองแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันในด้านความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่ และยังเก็บเมล็ดพันธุ์ล่าช้ามากเพียงใด เมล็ดพันธุ์ก็จะยังได้รับความเสียหายมากขึ้นเท่านั้น Tekrony *et al.* (1980) สรุปว่า คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วเหลืองขึ้นอยู่กับสภาพปัจจัยของสิ่งแวดล้อมในระหว่างการพัฒนา ระหว่างการสุกแก่ และในระหว่างที่เมล็ดสุกแก่แล้วแต่ยังไม่ได้เก็บเกี่ยว ดังนั้น ฤดูปลูกจึงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ การเลือกฤดูปลูกที่สภาพอากาศมีความรุนแรงน้อย หรือใช้พันธุ์ที่ต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่ (Kueneman. 1982) อาจเป็นหนทางหนึ่งที่สามารถจะประสบผลสำเร็จในการผลิตเมล็ดพันธุ์ด้วเหลืองในประเทศเขตร้อน ดังนั้นการเสื่อมคุณภาพในไร่ของเมล็ดพันธุ์ อาจจำกัดหรือลดความรุนแรงลงได้ในเขตร้อน โดยการใช้พันธุ์อายุยาว ใช้พันธุ์ที่มีเมล็ดแข็งหรือใช้พันธุ์ที่มีความต้านทานต่อความเสื่อมคุณภาพในไร่ (Delouche. 1980 ; Paschal and Ellis. 1978 ; Dassou and Kueneman. 1984)

2.9 การตรวจสอบคุณภาพและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์

2.9.1 การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

1 การตรวจสอบความงอกมาตรฐาน (standard germination test) วัสดุที่ใช้ในการเพาะมีหลายชนิด เช่น กระดาษเพาะ ดินและทราย วิธีการประเมินค่าความงอกและระยะเวลาที่ใช้ทดสอบความงอกจะแตกต่างกันไปตามชนิดของเมล็ดพันธุ์พืช (Anonymous.1976) การเพาะกระทำภายใต้การควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการงอก

2 การตรวจสอบความแข็งแรง (vigor test) คือ ความสามารถที่จะงอกเป็นต้นกล้าปกติ และสามารถให้ผลผลิตสูงในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เป็นผลรวมของคุณสมบัติต่างๆของเมล็ดพันธุ์ (AOSA. 1983) สำหรับการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่นิยมใช้ตรวจสอบกันอย่างแพร่หลาย ได้แก่

2.1 การตรวจสอบความงอกในไร่ (field emergence test) จะแตกต่างจากการตรวจสอบความงอกมาตรฐาน คือ การตรวจสอบความงอกในไร่จะนำไปเพาะในแปลงที่มีสภาพแวดล้อมแปรปรวนหรือไม่เหมาะสม ทำให้ได้ค่าความงอกในไร่ค่อนข้างต่ำ (ชวนใจ อ่อนเรียบร้อย . 2526) ธนินาฏ สมบัติศิริ และเฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง (2526) ทำการทดลองในด้วเหลือง

พันธุ์ สจ.5 พบว่า ค่าความงอกมาตรฐานจะมีค่าสูงถึง 91 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความงอกในไร่มีค่าเพียง 32 เปอร์เซ็นต์

2.2 การวัดอัตราการรั่วไหลหรือค่าการนำไฟฟ้า (conductivity test) เป็นวิธีที่นิยมใช้วัดความแข็งแรงในเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง (Tao.1979) ข้าวฟ่าง (Perl *et al.* 1978) วิธีนี้อาศัยหลักการที่ว่า การสูญเสียความมั่นคงแข็งแรงของผนังเมมเบรน เป็นเหตุให้คุณสมบัติในการควบคุมการซึมซับของผนังเมมเบรนสูญเสียไปด้วย การที่ผนังเมมเบรนในเมล็ดเสื่อมสภาพจนไม่สามารถเก็บกักและควบคุมการเข้าออกของสารต่างๆ ไว้ได้ เป็นเหตุให้เซลล์ไม่สามารถตอบสนองต่อการเกิด osmosis และเซลล์สูญเสียความเต่ง (turgor) นอกจากนี้สารเมตาโบไลต์ต่างๆ ที่รั่วไหลออกมาจะกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทั้งในและนอกเมล็ด ทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพเร็วยิ่งขึ้น (วันชัย จันทรประเสริฐ. 2537) McDonald and Wilson (1980) พบว่า การรั่วไหลของสารต่างๆ หลังจากแช่เมล็ดในน้ำเพียงไม่กี่ชั่วโมงมีความสัมพันธ์กับระดับความเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ในเมล็ดใหม่ที่ยังไม่เสื่อมคุณภาพ การรั่วไหลของสารออกจากเมล็ดพันธุ์อาจเกิดขึ้นได้ในชั่วโมงไม่กี่นาทีหรือไม่กี่ชั่วโมงซึ่งเป็นสภาพปกติทั่วไป เนื่องจากผนังเมมเบรนเมื่ออยู่ในสภาพแห้งต้องการระยะเวลาในการจัดเรียงหรือจัดระเบียบตัวเอง หลังจากระยะนี้ไปแล้วอัตราการรั่วไหลจะลดน้อยลง ในเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพ การรั่วไหลจะเกิดต่อเนื่องเป็นเวลานาน และมีความสัมพันธ์กับความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

2.3 การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ (accelerated aging test : AA test) การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เป็นการวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประเมินค่าความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ (Delouche and Baskin. 1973) หลักการสำคัญของการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์คือการสร้างสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมให้กับเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ การให้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูง เป็นระยะเวลาหนึ่ง เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงจะทนทานต่อสภาพเช่นนี้ได้ดีกว่าเมล็ดพันธุ์ที่อ่อนแอ วิธีการตรวจสอบกระทำโดยนำเมล็ดพันธุ์มาไว้ในที่อุณหภูมิระหว่าง 40-45 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 2-8 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช (Hampton and Tekrony. 1995) จากนั้นนำเมล็ดมาตรวจสอบความงอกเพื่อประเมินความงอกของเมล็ดพันธุ์ว่าลดลงมากน้อยเพียงใด

2.9.2 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ตรวจสอบกันได้แก่

1 เมล็ดแข็ง (hard seed) คือ เมล็ดที่มีเปลือกหรือเยื่อหุ้มเมล็ดไม่ยอมให้น้ำผ่านเข้าออกได้ พบมากในเมล็ดพืชตระกูลถั่ว ลักษณะที่ปรากฏคือ เยื่อหุ้มเมล็ดไม่ดูดน้ำแม้เมล็ดจะแช่อยู่ในน้ำเป็นเวลานานถึง 24 ชั่วโมง (วันชัย จันทรประเสริฐ. 2537) สายพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีเมล็ดแข็งจะมีความต้านทานต่อสภาพลมฟ้าอากาศ และยังมีอายุการเก็บรักษายาวนาน (Kuo. 1989)

2 น้ำหนัก 100 เมล็ด (seed weight) เป็นค่าที่บ่งบอกถึง ขนาดของเมล็ด ถั่วเหลืองสายพันธุ์ใดมีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ดสูง แสดงว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์นั้นมีขนาดเมล็ดค่อนข้าง

ใหญ่ ส่วนสายพันธุ์ใดมีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำกว่าแสดงว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์นั้นมีขนาดเมล็ดค่อนข้างเล็ก Wien and Kueneman (1981) พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็กจะคงความมีชีวิตได้ยาวนานกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็กจะปรากฏลักษณะของเมล็ดแข็ง

3 สีเมล็ด (seed color) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีสีเข้มหรือสีดำจะมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ดี คือมีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีสีจางหรือสีเหลือง (Dassou and Kueneman. 1984)

4 การตรวจประเมินรูปร่างของเมล็ด (eccentricity) เป็นค่าที่ใช้บ่งบอกถึงรูปร่างของเมล็ดว่ามีลักษณะค่อนข้างตรงหรือทรงแท่ง วันชัย จันทร์ประเสริฐ (2537) พบว่า ค่า eccentricity จะแสดงความสัมพันธ์กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วคือ เมล็ดที่มีค่า eccentricity สูง มีแนวโน้มที่มีความงอกและความแข็งแรงสูง Kuo (1989) พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีขนาดใหญ่ มักจะมีคุณภาพต่ำและมีรูปทรงของเมล็ดค่อนข้างกลม โดยมีค่า eccentricity ต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ขนาดเล็กซึ่งมีคุณภาพดี และเมล็ดค่อนข้างรี (ค่า eccentricity คือ ค่าที่แสดงถึงรูปทรงของเมล็ด ค่า eccentricity ที่มีค่าใกล้ 0 เมล็ดจะมีลักษณะเป็นทรงกลม ถ้าค่า eccentricity ที่มีค่าใกล้ 1 เมล็ดจะมีลักษณะเป็นทรงรี)

5 น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat weight) คือ น้ำหนักแห้งของเยื่อหุ้มเมล็ด หลังจากการแยกเยื่อหุ้มเมล็ดออกจากตัวเมล็ดแล้ว ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด และเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดนี้สามารถบ่งบอกถึงความแตกต่าง และความสัมพันธ์กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลักษณะอื่นๆ

6 เปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด (percentage of seed coat) ค่านี้สามารถบอกได้ถึงความหนาบางของเยื่อหุ้มเมล็ดได้ว่ามีมากน้อยเพียงใด (วันชัย จันทร์ประเสริฐ และคณะ. 2539) พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีแนวโน้มของเยื่อหุ้มเมล็ดสูง จะมีความงอกมาตรฐาน ความงอกจากการเร่งอายุ และความงอกในไร่สูง แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้า

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ที่ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ประกอบด้วย

1.1 เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 23 พันธุ์ ได้แก่

- | | |
|--------------------|-----------------|
| - Kyemon | - Dumtia 1 |
| - Nakhon Sawan 1 | - Sukhothai 1 |
| - Sukhothai 2 | - Sukhothai 3 |
| - Chiang Mai 2 | - Chiang Mai 3 |
| - Chiang Mai 4 | - Chiang Mai 60 |
| - SJ 1 | - SJ 2 |
| - SJ 4 | - SJ 5 |
| - Yodson | - Fort Lamy |
| - Beagumkhong | - Utsaha-A |
| - Lee | - Kaltur |
| - Santamaria | - Kku 35 |
| - Chakkrabhandhu 1 | |

1.2 เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 21 สายพันธุ์ ได้แก่

- | | |
|-----------------|-------------------|
| - SSR 8502-14-1 | - SSR 8412-9-2 |
| - SSR 8407Y-2-1 | - CM 9510-1 |
| - CM 9510-5 | - CM 9123-4 |
| - CM 9541-4 | - CM 9238-45-1CST |
| - CM 9501-3-17 | - CM 9513-3 |
| - PI 2059-12 | - PI 205908-2 |
| - EHP 275 | - M-POP-L-8BL |
| - TGx.536-02D | - TGx.814-27D |
| - GC 2796 | - 9518-2 |
| - 9502-16 | - 9520-21 |
| - 9519-1 | |

2. สารเคมี

2.1 สารกำจัดศัตรูพืช

- 2.2.1 ฟลอร่าฟอส 40 ชื่อสามัญ ไตรอะโซฟอส
- 2.1.2 ฟลอร่าเม็ค ชื่อสามัญ อะบาเม็กติน
- 2.1.3 คลอร์ไพริฟอส ชื่อสามัญ แอฟอรัท
- 2.1.4 แมนโคเซฟ ชื่อสามัญ ราแมน
- 2.1.5 ฟุราดาน
- 2.1.6 สารจับใบ
- 2.1.7 สารป้องกันกำจัดเชื้อรา แคปแทน (CAPTAN)

2.2 ปุ๋ยเคมี

- 2.2.1 ปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0
- 2.2.2 ปุ๋ยราชาอินทรีย์ทอง สูตร 15-30-15
- 2.2.3 ออกามิน
- 2.3 แอลกอฮอล์ 70 %

3. เครื่องมือวิทยาศาสตร์

- 3.1 ตู้อบลมร้อน (Hot air-oven) ยี่ห้อ 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 Digital vernier caliper

4. เครื่องแก้ว

- 4.1 กระจกบอควง
- 4.2 บีกเกอร์ ขนาด
- 4.3 จานแก้ว (Petri dish)

5. น้ำกลั่น

6. กระดาษเพาะ

7. ดินผสม

8. วัสดุ

- 8.1 กล่องพลาสติก

- 8.2 ถุงพลาสติก
- 8.3 ตะแกรงลวด
- 8.4 ตะกร้าพลาสติก
- 8.5 กระดาษเพาเช่ (paper towel)
- 8.6 ถุงกระดาษสีน้ำตาล
- 8.7 ไม้บรรทัด
- 8.8 มีด
- 8.9 กรรไกร

3.2 สถานที่ดำเนินงาน

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา และห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3 ระยะเวลาดำเนินงาน

ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ.2547 จนถึงเดือนกันยายน พ.ศ.2548

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ split plot in completely randomized block design จำนวน 3 ซ้ำ โดยปัจจัยหลัก (main plot) ได้แก่ วิธีการทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพ 3 วิธี ประกอบด้วย control (ชุดควบคุม), FW (field weathering), IW (incubator weathering) ปัจจัยรอง (sub plot) ได้แก่ พันธุ์/สายพันธุ์ จำนวน 44 พันธุ์/สายพันธุ์

3.4.2 การดำเนินการทดลอง

(1) การปลูกและการดูแลรักษา

แบ่งแปลงทดลองออกเป็น 9 แปลงหลัก ขนาด 1x4 ตารางเมตรต่อแปลง กำหนดให้ 1 ปัจจัยหลัก ใช้ 3 แปลง โดยแต่ละแปลงคือ 1 ซ้ำ ซึ่งปลูกถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ ใช้ระยะห่างระหว่างต้น 25 ซม. หยอดเมล็ด 4 เมล็ดต่อหลุม รอกันหลุมด้วยฟุราดาน ฉีดสารกำจัดวัชพืชหลังปลูกทันที ให้น้ำถั่วเหลืองทุก 2 วัน จนถั่วเหลืองอายุ 2 สัปดาห์ ทำการถอนแยกต้นกล้าเหลือ 1 ต้น

ต่อหลุม จากนั้นให้น้ำถั่วเหลืองทุก 2 วัน จนถั่วเหลืองสุกแก่ทางสรีรวิทยา(ข้อมูลลมฟ้าอากาศตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวแสดงในภาพที่ 3.1)

(2) การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

ในแปลงที่กำหนดให้เป็นชุดควบคุม (CT) จะทำการเก็บเกี่ยวเมื่อถั่วเหลืองถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (PM) นำฝักที่เก็บเกี่ยวมาลดความชื้นในที่ร่มจนกระทั่งฝักแห้ง ทำการนวดด้วยมือ ลดความชื้นในที่ร่มอีกครั้งจนเมล็ดพันธุ์มีความชื้นลดลงเหลือประมาณ 10-13 เปอร์เซ็นต์ นำเมล็ดพันธุ์บรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดสนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพื่อรอตรวจสอบคุณภาพและลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

สำหรับถั่วเหลืองที่กำหนดให้เสื่อมคุณภาพในไร่ (FW) หลังจากสุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้ว ปล่อยให้ถั่วเหลืองขึ้นต้นค้างแปลงโดยให้น้ำด้วยสปริงเกอร์ ในช่วงบ่ายทุกวัน วันละ 2 ชั่วโมง นาน 2-3 สัปดาห์ ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อฝักมีสีน้ำตาล จากนั้นนำมาลดความชื้นในที่ร่ม คัดเลือกเฉพาะฝักที่รอยตะเข็บของฝักไม่แตก ปริ หรือมีรอยร้าวไว้ในถุงพลาสติกปิดสนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพื่อรอการตรวจสอบคุณภาพ และลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์

สำหรับปัจจัยหลักสุดท้ายคือการให้ถั่วเหลืองเสื่อมสภาพในห้องปฏิบัติการ (IW) ดำเนินการเช่นเดียวกับชุดควบคุม ตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดสนิทแต่ก่อนนำเมล็ดมาตรวจสอบคุณภาพและลักษณะทางกายภาพจะทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพภายใต้สภาวะจำลอง โดยนำเมล็ดมาอบที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ นาน 7 วัน ซึ่งเป็นวิธีคัดแปลงจาก Dassou and Kuenaman (1984) ลดความชื้นในที่ร่มจนกระทั่งความชื้นของเมล็ดลดลงเหลือประมาณ 10-13 เปอร์เซ็นต์ จึงนำเมล็ดพันธุ์บรรจุใส่ถุงพลาสติกหนา 2 ชั้น ปิดปากถุงให้แน่นสนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพื่อรอการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

การหาความชื้นของเมล็ดดำเนินการโดยอบเมล็ดถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วคำนวณความชื้นจากสูตร

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสดก่อนอบ} - \text{น้ำหนักแห้งหลังอบ}}{\text{น้ำหนักสดก่อนอบ}} \times 100$$

(3) การบันทึกข้อมูล

ทำการตรวจสอบคุณภาพ และลักษณะทางกายภาพของเมล็ดถั่วเหลือง โดยบันทึกข้อมูลต่อไปนี้

(3.1) การตรวจสอบความงอกมาตรฐาน (standard germination test) นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 50 เมล็ด มาเพาะลงบนกระดาษเพาะหนา 2 ชั้น ซึ่งชื้นด้วยน้ำกลั่น ปิดทับด้วยกระดาษเพาะชั้นอีกชั้นหนึ่ง ม้วนกระดาษหลวมๆนำไปวางในกล่องพลาสติก และนำไปเพาะในตู้เพาะ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำการประเมินความงอกภายหลังเพาะ (ISTA. 1985)

(3.2) การวัดอัตราการรั่วไหล ทำตามวิธีของ AOSA (1983) โดยแช่เมล็ดพันธุ์ 25 เมล็ดในบีกเกอร์ (250 มล.) ที่มีน้ำกลั่น 75 มล. นำไปไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ตรวจสอบค่าการรั่วไหลทุกๆระยะ 30 นาที จำนวน 6 ครั้ง ดังนี้ 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 นาที จากนั้นแช่แก้วเหลืองต่อจนครบ 24 ชั่วโมง จึงทำการวัดการรั่วไหลครั้งสุดท้าย ทั้งนี้ทำการเปลี่ยนน้ำกลั่นทุกครั้งเมื่อวัดค่าการรั่วไหลแล้ว

(3.3) การวัดอัตราการดูดน้ำของเมล็ด ดำเนินการโดยชั่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์จำนวน 25 เมล็ดก่อนนำไปแช่ใน Deionized water จำนวน 125 มล. ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ตรวจสอบการดูดน้ำทุกๆ ระยะ 30 นาที จำนวน 6 ครั้ง ดังนี้ 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 จากนั้นแช่แก้วเหลืองต่อจนครบ 24 ชั่วโมง จึงทำการวัดการดูดน้ำครั้งสุดท้าย คำนวณหาค่าปริมาณน้ำที่เมล็ดดูดเข้าไปจากสูตร

$$\text{ปริมาณน้ำที่เมล็ดดูด} = \text{น้ำหนักเมล็ดหลังแช่ในน้ำกลั่น} - \text{น้ำหนักเมล็ดก่อนแช่ในน้ำกลั่น}$$

(3.4) การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์

(3.4.1) สีเมล็ด (seed color) ทำการตรวจสอบสีของเยื่อหุ้มเมล็ดโดยมองด้วยตาแล้วจดบันทึก

(3.4.2) เมล็ดแข็ง (hard seed) แช่เมล็ดแก้วเหลืองจำนวน 50 เมล็ด ในน้ำกลั่นนาน 24 ชั่วโมง ตรวจสอบจำนวนเมล็ดแข็งโดยดูจากเมล็ดที่ไม่ดูดน้ำ

(3.4.3) น้ำหนักเมล็ด (seed weight) 100 เมล็ด

(3.4.4) การประเมินรูปร่างของเมล็ด (eccentricity) โดยนำเมล็ดมาวัดหาความกว้าง ความยาว และความหนา ด้วย digital vernier caliper แล้วคำนวณหาค่าลักษณะรูปทรงเมล็ด (eccentricity) (Kuo. 1989) จากสูตร

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

e = ค่าลักษณะรูปทรงเมล็ด (eccentricity)

a = ครึ่งหนึ่งของด้านยาวของเมล็ด

b = ครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ยระหว่างด้านกว้าง และด้าน
หนาของเมล็ด

ค่า eccentricity เป็นค่าที่บอกรูปร่าง หรือความกลมของเมล็ด ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ค่าที่เข้าใกล้ 0 แสดงว่ารูปร่างเมล็ดเข้าใกล้ทรงกลม ส่วนค่าที่เข้าใกล้ 1 แสดงว่า เมล็ดยาวรี (วันชัย จันทรประเสริฐและคณะ. 2539)

(3.4.5) การหาพื้นที่ผิวของเมล็ดการหาพื้นที่ผิวของเมล็ด ใช้สูตรของ Kuo (1989) ดังนี้

$$\text{พื้นที่ผิว} = 2\pi ab[(\sin^{-1} e)/e] + 2\pi ab^2 \text{ (mm}^2\text{)}$$

เมื่อค่า e = ค่า eccentricity

a = ครึ่งหนึ่งของความยาวเมล็ด

b = ครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ยระหว่างด้านกว้าง และด้านหนาของเมล็ด

(3.4.6) น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat weight) นำเมล็ดพันธุ์จำนวน 50 เมล็ด มาชั่งน้ำหนัก ก่อนนำไปแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 15-16 ชั่วโมง จากนั้นแยกเยื่อหุ้มเมล็ดออก นำเยื่อหุ้มเมล็ด ไปอบในตู้อบลมร้อนที่ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง นำเมล็ดมาชั่งน้ำหนัก และบันทึกค่าน้ำหนักแห้ง

(3.4.7) การหาค่าน้ำหนักจำเพาะเยื่อหุ้มเมล็ด ใช้สูตรของ Kuo (1989) ดังนี้

$$\text{น้ำหนักจำเพาะเยื่อหุ้มเมล็ด} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของเยื่อหุ้มเมล็ด (mg)}}{\text{พื้นที่ผิวของเมล็ด (mm}^2\text{)}}$$

(3.4.8) การหาความหนาของเยื่อหุ้มเมล็ด นำเยื่อหุ้มเมล็ดที่อบ และชั่งเรียบร้อยแล้วใน แต่ละพันธุ์/สายพันธุ์ มาวัดความหนาโดยใช้ ดิจิตอลคาลิเปอร์

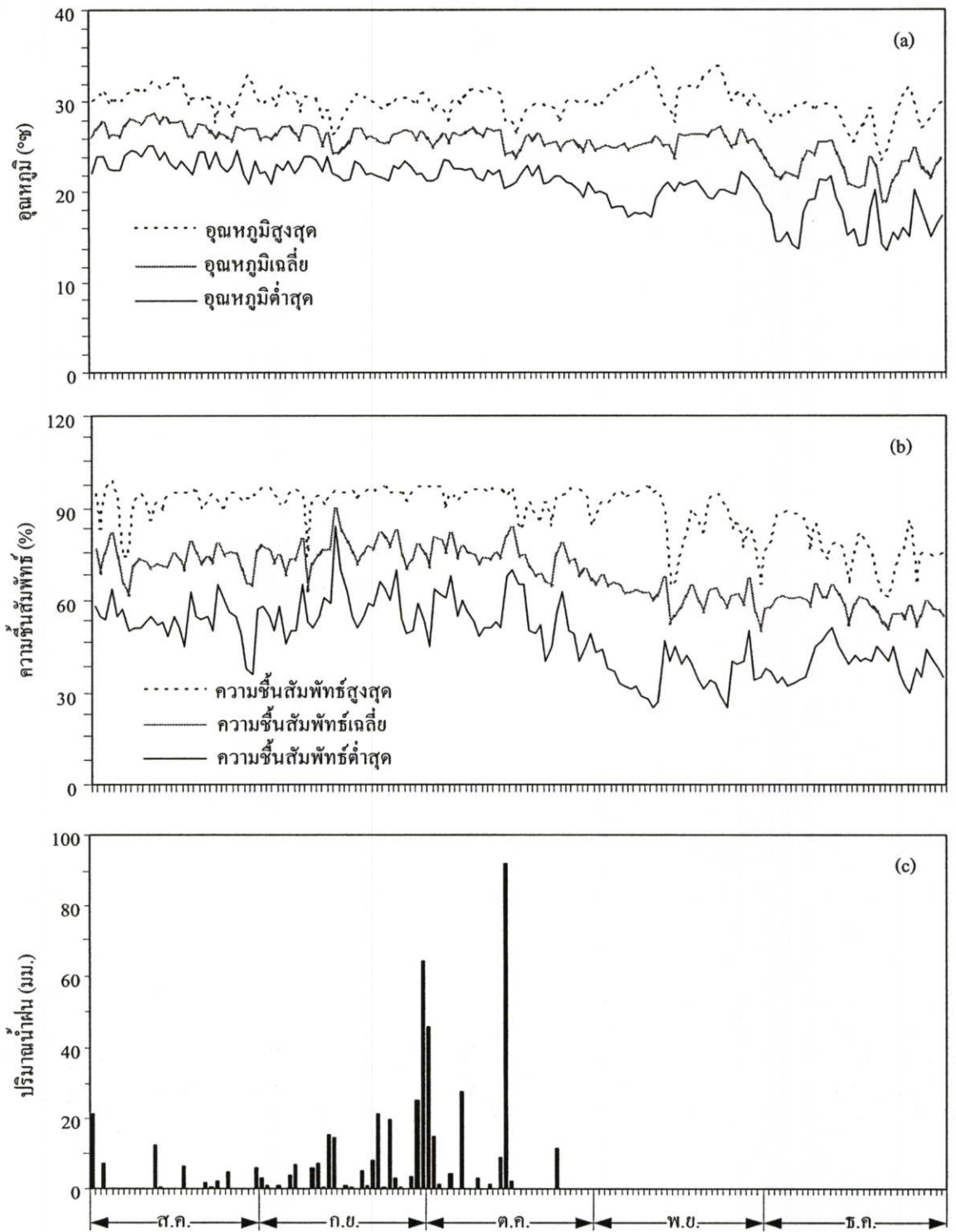
(3.4.9) การหาเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด (percentage of seed coat) นำค่าที่บันทึกได้ในข้อ (5) มาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดจากสูตร (Kuo. 1989) ดังนี้

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

น้ำหนักแห้งของเมล็ดหาได้จาก เมล็ดที่แยกออกจากเยื่อหุ้มเมล็ดในข้อ (4) นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) โดยใช้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์ทางสถิติ SAS เวอร์ชัน 6.12 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี least significant difference (LSD.) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คำนวณค่าสหสัมพันธ์แบบ bivariance โดยใช้โปรแกรม SPSS



ภาพที่ 3.1 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิเฉลี่ย (a) ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (b) และปริมาณน้ำฝน(c) ที่ศูนย์วิจัยในระหว่างการเจริญเติบโตและการสุกแก่ของ ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ความงอกมาตรฐาน

ภายหลังการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์โดยทั้ง 3 วิธี คือ เมล็ดพันธุ์ที่ยังไม่เสื่อมคุณภาพ (control) การเสื่อมคุณภาพในไร่และการเสื่อมคุณภาพในตู้อบ มีผลทำให้ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ 44 พันธุ์/สายพันธุ์ แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1) สำหรับ control โดยส่วนใหญ่แล้วมีความงอกมาตรฐานสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้มีความงอกมาตรฐานเฉลี่ยสูงถึง 91 เปอร์เซ็นต์ โดยพันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความงอกมาตรฐานสูงกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ มี 13 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ SSR 8407Y-2-1, Utsaha A, SSR 8412-9-2, M-Pop-8-BL, Santamaria, Yodson, Sukhothai 2, CM 9501-3-17, Beagumkhung, TGX 536-02D, 9502-16, Chakkrabhandhu 1 และ KKU 35 ในจำนวนนี้ KKU 35 เป็นพันธุ์ที่มีความงอกมาตรฐานสูงที่สุด (98.67 เปอร์เซ็นต์) พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความงอกมาตรฐาน 90-95 เปอร์เซ็นต์มี 17 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ CM 9238-45-1CST, Lee, Kyemon, Chiang Mai 4, Dumtia1, SSR8502-14-1, CM9510-5, 9518-2, EPH 275, CM9123-4, 9520-21, TGX 814-21D, SJ 4, CM9501-1, Chiang Mai 60, 9515-1 และ Nakhonsawan 1 ในจำนวนนี้ พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความงอกมาตรฐานสูงถึง 94 เปอร์เซ็นต์ มี 3 พันธุ์ ได้แก่ Kyemon, TGX 814-21D และ SJ 4 ส่วนพันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความงอกมาตรฐาน 80-89 เปอร์เซ็นต์ มี 12 พันธุ์/สายพันธุ์

ตารางที่ 4.1 ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ภายหลังการเสื่อมคุณภาพใน control การเสื่อมคุณภาพในไร่ (field weathering) และการเสื่อมคุณภาพในตู้อบ (incubator weathering)

พันธุ์/สายพันธุ์	ความงอกมาตรฐาน (%)			เฉลี่ย
	Control	Field weathering	Incubator weathering	
Kalitur	89.33	95.33	90.67	91.78
Fort Lamy	84.67	98.67	91.33	91.56
CM 9238-45-1 CST	92.67	92.67	39.33	74.89
SSR 8407 Y-2-1	97.33	86.00	24.67	69.33
Lee	93.33	92.67	47.33	77.78

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

พันธุ์/สายพันธุ์	ความงอกมาตรฐาน (%)			เฉลี่ย
	Control	Field weathering	Incubator weathering	
Kyemon	94.00	96.00	58.67	82.89
Chiang Mai 4	92.67	94.67	8.00	65.11
Utsaha A	96.00	94.00	51.33	80.44
Chiang Mai 3	84.00	96.00	6.00	62.00
Sukhothai 3	84.00	76.67	67.33	76.00
SSR 8412-9-2	96.67	92.67	69.33	86.22
M-PoP-8-BL	96.67	90.67	76.00	87.78
Dumtia 1	90.67	97.33	51.33	79.78
Santa Maria	96.00	73.33	40.00	69.78
Yodson	96.67	96.67	76.00	89.78
SJ.1	88.67	94.00	46.67	76.44
SSR 8502-14-1	91.33	88.00	71.33	83.56
Sukhothai 2	96.67	88.00	34.00	72.89
CM 9501-3-17	96.00	95.33	66.67	86.00
Sukhothai 1	86.00	56.00	5.33	49.11
CM 9510-5	90.00	94.67	8.00	64.22
Chiang Mai 2	83.33	87.33	2.00	57.56
9518-2	92.67	87.33	16.67	65.56
EHP 275	90.67	97.33	17.33	68.44
SJ.2	76.00	90.67	6.67	57.78
Beagumkhung	96.00	95.33	5.33	65.56
CM 9123-4	92.67	90.67	11.33	64.89
GC 2796	76.00	97.33	9.33	60.89
9520-21	92.67	94.00	64.00	83.56

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

พันธุ์/สายพันธุ์	ความงอกมาตรฐาน (%)			เฉลี่ย
	Control	Field weathering	Incubator weathering	
TGX 536-02D	96.67	94.67	40.00	77.11
TGX 814-21D	94.67	78.00	40.00	70.89
9502-16	96.67	96.67	33.33	75.56
PI 205908-2	89.33	88.00	47.33	74.89
SJ 4	94.67	93.33	71.33	86.44
CM 9501-1	92.00	91.33	36.00	73.11
CM 9541-4	82.67	92.00	10.67	61.78
Chiang Mai 60	90.00	89.33	53.33	77.56
9515-1	90.00	88.00	60.67	79.56
Chakkrabhandhu 1	98.00	97.33	52.67	82.67
CM 9513-3	84.00	94.00	0.67	59.56
SJ.5	88.67	82.00	58.67	76.44
KKU 35	98.67	91.33	50.00	80.00
PI 205912	87.33	87.33	14.00	62.89
Nakhonsawan 1	90.67	82.67	12.67	62.00
เฉลี่ย	91.08	90.35	39.62	73.68
LSD.(0.05) (main plot)			3.90	
LSD.(0.05)(sub plot)			11.88	
C.V. (%) (main plot)			15.50	
C.V. (%) (sub plot)			17.37	

ในจำนวนนี้มี 5 พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความงอกมาตรฐานสูงกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ สำหรับพันธุ์ที่เหลือซึ่งมีความงอกมาตรฐานสูงเพียง 76 เปอร์เซ็นต์ คือ SJ 2 และ GC 2796

ส่วนการเสื่อมคุณภาพในไร่โดยส่วนใหญ่แล้วพันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความงอกมาตรฐานสูงมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.1) จึงทำให้มีความงอกมาตรฐานเฉลี่ยสูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์/

สายพันธุ์ที่มีความงอกมาตรฐานสูงกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ มี 9 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ Fort Lamy, Kyemon, Chiang Mai 3, Dumtia, Yodson, EPH 275, GC 2796, 9502-16 และ Chakkrabhandhu 1 โดยพันธุ์ Fort Lamy มีความงอกมาตรฐานสูงที่สุดคือ 98.67 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความงอกมาตรฐาน 90-95 เปอร์เซ็นต์ มี 20 พันธุ์ ได้แก่ Kalitur, Fort Lamy, Chiang Mai 4, Utsaha A, SSR8412-9-2, M-PoP-8-BL, Dumtia1, Santamaria, Yodson, SSR8502-14-1, Sukhothai 2, CM9510-5, 9518-2, Beagumkhung, CM9123-4, TGX536-02D, TGX814-21D, PI205908-2, CM9541-4 และ KCU 35 โดยพันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความงอกมาตรฐานสูงถึง 95 เปอร์เซ็นต์ มี 3 พันธุ์ ได้แก่ Kalitur, CM9501-3-17 และ Beagumkhung ส่วนพันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความงอกมาตรฐาน 80-89 เปอร์เซ็นต์ มี 11 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยมี 9 พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความงอกมาตรฐานสูงกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ สำหรับพันธุ์ที่มีความงอกมาตรฐาน 73-78 เปอร์เซ็นต์ มี 3 พันธุ์ คือ Sukhothai 3, Santamaria และ TGX 814-21D และมีเพียงพันธุ์เดียว คือ Sukhothai 1 ที่มีความงอกมาตรฐานต่ำสุดเพียง 56 เปอร์เซ็นต์

การเสื่อมคุณภาพในตู้อบทำให้ความงอกมาตรฐานของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆ มีความผันแปรกว้างตั้งแต่ 0.67-91.33 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.1) โดยมีเพียง 2 พันธุ์เท่านั้นคือ Kalitur และ Fort Lamy ที่มีความงอกมาตรฐาน 90.67 และ 91.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กลุ่มที่มีความงอกมาตรฐาน 71-76 เปอร์เซ็นต์ มี 4 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ M-PoP-8-BL, Yodson, SSR8502-14-1 และ SJ 4 โดย M-PoP-8-BL เป็นพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานสูงที่สุด ส่วนกลุ่มที่มีความงอกมาตรฐาน 60-69 เปอร์เซ็นต์ มี 5 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ Sukhothai 3, SSR8412-9-2, CM9501-3-17, 9520-21 และ 9515-1 ในกลุ่มนี้ SSR 8412-9-2 ให้เปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานสูงที่สุด กลุ่มที่มีความงอกมาตรฐาน 50-58 เปอร์เซ็นต์ มี 7 พันธุ์ คือ Kyemon, Utsaha A, Dumtia 1, Chiang Mai 60, Chakkrabhandhu 1, SJ 5 และ KCU 35 โดยมี Kyemon เป็นพันธุ์ที่ให้เปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานสูงที่สุด ส่วนกลุ่มที่เหลือเป็นพันธุ์/สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ทั้งสิ้น ในกลุ่มนี้มี 9 พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความงอกมาตรฐานต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ โดย CM 9513-3 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานต่ำที่สุดเพียง 0.67 เปอร์เซ็นต์

4.2 ค่าการนำไฟฟ้าของสารร่วไหล

ภายหลังการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยทั้ง 3 วิธีดังกล่าว มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของสารร่วไหลออกมาจากเมล็ดพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) โดยส่วนใหญ่แล้วพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆ ในกลุ่ม control มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่า 20 $\mu\text{S/cm/seed}$ ยกเว้น Nakhonsawan 1 เท่านั้นที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงถึง 26.38 $\mu\text{S/cm/seed}$ จึงทำให้มีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยต่ำเพียง 12.78 ในกลุ่มที่มีค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 20 $\mu\text{S/cm/seed}$ ดังกล่าว เป็น

กลุ่มที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่า $10 \mu\text{S/cm/seed}$ จำนวน 11 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ Kalitur, Fot Lamy, CM 9238-45-1CST, Lee, Chiang Mai 4, SSR 8412-9-2, M-PoP-8-BL, Santamaria, Yodson, SJ 1 และ Sukhothai 2 โดยมี Kalitur เป็นพันธุ์ที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุดเพียง $6.68 \mu\text{S/cm/seed}$ รองลงมาคือ Fort Lamy ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าเพียงเล็กน้อย ($7.10 \mu\text{S/cm/seed}$)

ส่วนการเสื่อมคุณภาพในไร่มีค่าการนำไฟฟ้าของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆเกิดขึ้นในลักษณะที่คล้ายกันกับค่าการนำไฟฟ้าของ control (ตารางที่ 4.2) จึงทำให้มีค่าเฉลี่ยของการนำไฟฟ้าต่ำใกล้เคียงกัน ($12.90 \mu\text{S/cm/seed}$) อย่างไรก็ตามมีเพียง 2 พันธุ์เท่านั้น คือ Kku 35 และ Nakhonsawan 1 ที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่า $20 \mu\text{S/cm/seed}$ ส่วนกลุ่มที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่า $10 \mu\text{S/cm/seed}$ มี 11 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ Kalitur, Fort Lamy, Lee, Utsaha A, Sukhothai 3, SSR8412-9-2, Dumtia 1, Yodson, SJ 1, SSR 8502-14-1 และ Beagunkhung โดยมี SSR 8412-9-2 เป็นสายพันธุ์ที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุดเพียง $6.73 \mu\text{S/cm/seed}$

สำหรับการเสื่อมคุณภาพในคู่อบทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆ มีความผันแปรกว้างตั้งแต่ $8.37-100.83 \mu\text{S/cm/seed}$ (ตารางที่ 4.2) โดยมี Fort Lamy เป็นเพียงพันธุ์เดียวที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ $8.37 \mu\text{S/cm/seed}$ ส่วนกลุ่มที่มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง $10-20 \mu\text{S/cm/seed}$ มี 9 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ Kalitur, CM 9238-45-1CST, SSR8412-9-2, M-PoP-8-BL, Dumtia 1, Santamaria, Yodson และ SSR 8502-14-1 ในกลุ่มนี้ Lee และ SSR8412-9-2 มีค่าการนำไฟฟ้า 12.90 และ $10.68 \mu\text{S/cm/seed}$ ตามลำดับ กลุ่มที่มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง $21-30 \mu\text{S/cm/seed}$ มี 6 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ Sukhothai 3, SJ 1, 9520-21, SJ 4, Chiang Mai 60 และ SJ 5 ในกลุ่มนี้ SJ4 และ Chiang Mai 60 มีค่าการนำไฟฟ้า $21 \mu\text{S/cm/seed}$ กลุ่มที่มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง $31-40 \mu\text{S/cm/seed}$ มี 7 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ SSR 8407Y-2-1, Kyemon, Utsaha A, TGX 814-21D, 9502-16, CM 9501-1 และ 9515-1 กลุ่มที่มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง $41-50 \mu\text{S/cm/seed}$ มี 5 พันธุ์/สายพันธุ์ กลุ่มที่มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง $51-80 \mu\text{S/cm/seed}$ มี 10 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ Chiang Mai 3, Sukhothai 1, Chiang Mai 2, CM9510-5, 9518-2, EHP 275, SJ 2, CM9123-4, Beagumkung และ CM 9541-4 ส่วนกลุ่มที่เหลือมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง $81-100 \mu\text{S/cm/seed}$ มี 4 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ GC 2796, CM 9513-3, PI 205912 และ Nakhonsawan 1 ในกลุ่มนี้ PI 205912 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุดคือ $100.83 \mu\text{S/cm/seed}$

ตารางที่ 4.2 ค่าการนำไฟฟ้าของสารร่วไหลออกมาจากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ ภายหลังการเสื่อมคุณภาพใน control การเสื่อมคุณภาพในไร่ (field weathering) และการเสื่อมคุณภาพในตู้อบ (incubator weathering)

พันธุ์/สายพันธุ์	ค่า การร่วไหล ($\mu\text{s}/\text{cm}/$ เมล็ด)			เฉลี่ย
	Control	Field Weathering	Incubator Weathering	
Kalitur	6.68	8.93	18.60	11.41
Fort Lamy	7.10	9.70	8.37	8.39
CM 9238-45-1 CST	9.07	10.48	18.92	12.82
SSR 8407 Y-2-1	11.63	10.45	36.42	19.50
Lee	7.73	8.05	12.90	9.56
Kyemon	11.75	10.28	32.55	18.19
Chiang Mai 4	9.98	10.37	46.83	22.39
Utsaha A	10.85	9.67	34.95	18.49
Chiang Mai 3	12.07	11.45	61.00	28.17
Sukhothai 3	10.18	7.33	26.10	14.54
SSR 8412-9-2	8.70	6.73	10.68	8.71
M-PoP-8-BL	9.53	12.13	18.28	13.32
Dumtia 1	10.18	8.17	18.98	12.44
Santn Maria	8.97	10.03	14.80	11.27
Yodson	9.30	8.35	18.57	12.07
SJ.1	9.48	9.72	25.67	14.96
SSR 8502-14-1	10.60	8.05	14.92	11.19
Sukhothai 2	9.40	14.98	43.08	22.49
CM 9501-3-17	10.50	10.48	44.93	21.97
Sukhothai 1	12.05	13.27	51.50	25.61
Chiang Mai 2	16.62	16.12	73.50	35.41
CM 9510-5	13.72	13.65	61.17	29.51
9518-2	12.90	16.72	80.33	36.65

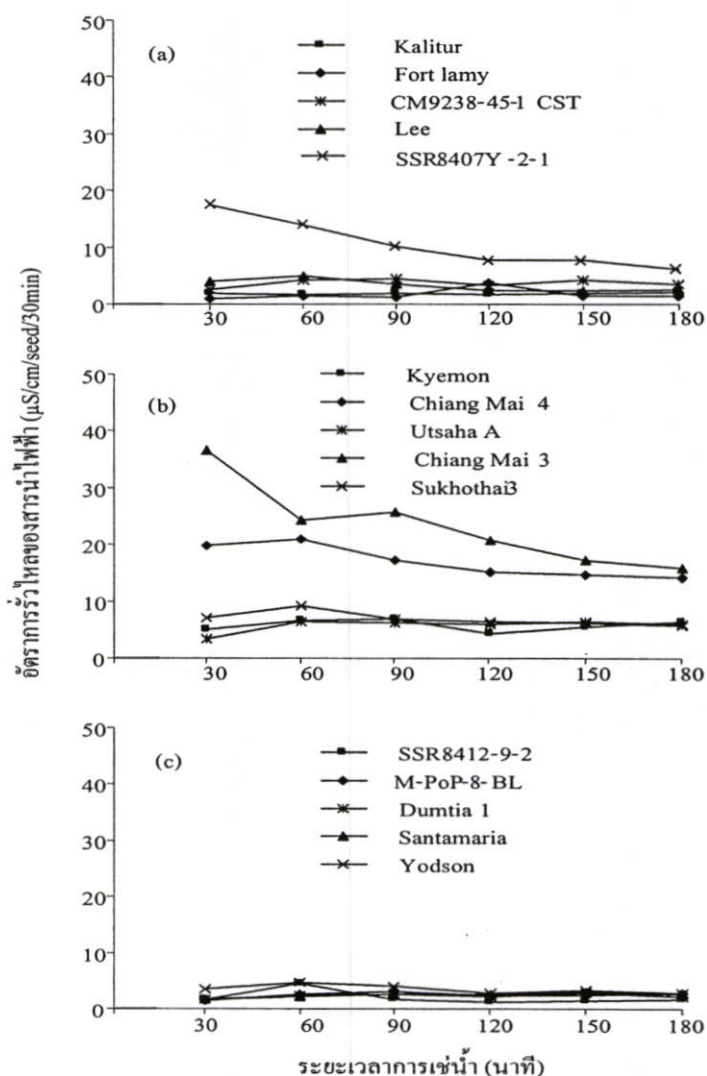
ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

พันธุ์/สายพันธุ์	ค่า การรั่วไหล ($\mu\text{s/cm/}$ เมล็ด)			เฉลี่ย
	Control	Field weathering	Incubator weathering	
EHP 275	12.22	12.28	71.92	32.14
SJ.2	15.37	16.65	62.97	31.66
CM 9123-4	16.58	14.75	64.33	31.89
Beagumkhung	13.92	8.12	79.50	33.84
GC 2796	16.93	18.42	82.33	39.23
9520-21	13.55	14.35	24.95	17.62
TGX 536-02D	11.00	12.72	48.77	24.16
TGX 814-21D	13.05	15.02	33.13	20.40
9502-16	12.52	12.88	39.45	21.62
PI 205908-2	12.62	15.97	47.57	25.38
SJ.4	12.68	14.20	21.58	16.16
CM 9541-4	17.83	12.68	72.33	34.28
CM 9501-1	12.45	14.05	36.38	20.96
Chiang Mai 60	16.13	12.50	21.45	16.69
9515-1	16.15	16.62	33.52	22.09
Chakkrabhandhu 1	19.45	13.37	47.10	26.64
CM 9513-3	18.23	18.12	88.33	41.56
KKU 35	12.83	20.63	46.65	26.71
SJ.5	15.15	18.85	27.03	20.34
PI 205912	18.08	18.33	100.83	45.75
Nakhonsawan 1	26.38	22.15	88.50	45.68
เฉลี่ย	12.78	12.90	43.45	23.04
LSD.(0.05)(main plot)		2.39		
LSD.(0.05)(sub plot)		7.97		
C.V. (%) (main plot)		30.36		
C.V. (%) (sub plot)		37.28		

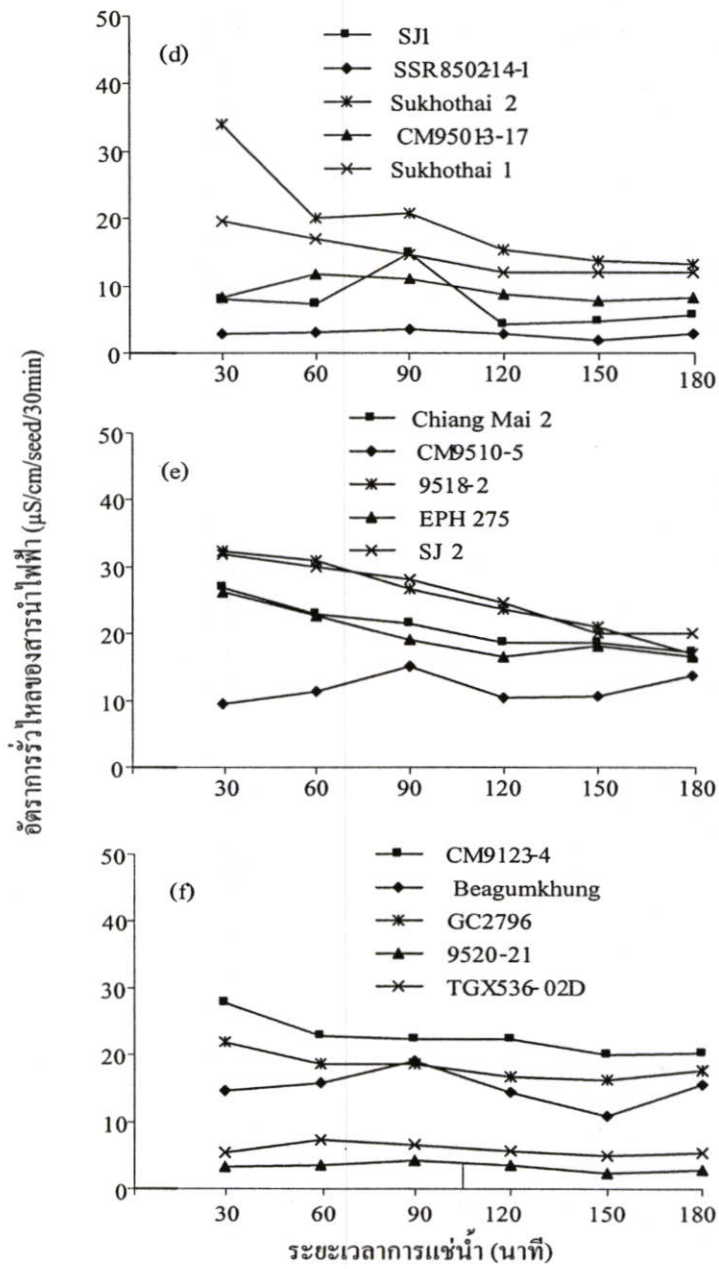
4.3 ลักษณะการรั่วไหลของเมล็ด

เมื่อศึกษาลักษณะการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองต่างๆภายหลังการเสื่อมคุณภาพในตู้อบในทุกๆ 30 นาที เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีการรั่วไหล $>5 \mu\text{S}/\text{cm}$ /เมล็ด เพิ่มขึ้นให้เห็นได้อย่างชัดเจนโดยทันทีในช่วง 30 นาทีแรกของการแช่น้ำ มี 28 พันธุ์/สายพันธุ์จากทั้งหมด 44 พันธุ์/สายพันธุ์ (ภาพที่ 3.2) หลังจากนั้นอัตราการรั่วไหลจึงลดลง ลักษณะการรั่วไหลเช่นนี้เรียกว่า permeable (Kuo. 1989) หรือการรั่วไหลที่ไม่มีการชะลอตัว

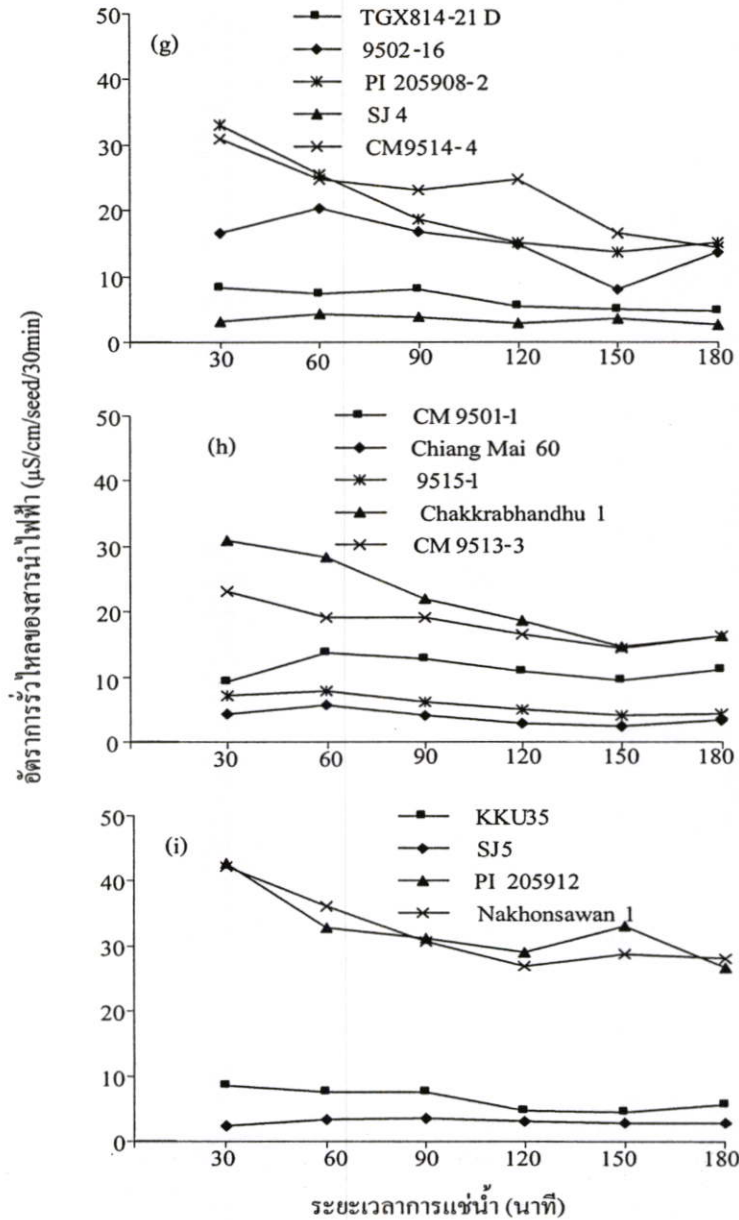
สำหรับ 16 พันธุ์/สายพันธุ์ที่เหลือมีอัตราการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นช้ากว่ามาก หลังจากนั้นอัตราการรั่วไหลจึงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแล้วค่อยๆลดลงหรือคงที่ไปโดยตลอด ลักษณะการรั่วไหลเช่นนี้เรียกว่า delayed permeable (Kuo. 1989) หรือการรั่วไหลที่มีการชะลอตัว



ภาพที่ 3.2 การเปลี่ยนแปลงของอัตราการรั่วไหลของสารในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ ภายหลังการเสื่อมคุณภาพในตู้อบในระหว่างการแช่น้ำ (a)-(i) เป็นเมล็ดพันธุ์ที่เรียง น้ำหนักเมล็ดจากน้อยไปหามากตามลำดับ



ภาพที่ 3.2 (ต่อ)



ภาพที่ 3.2 (ต่อ)

4.4 การควบแน่นของเมล็ด

ภายหลังการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์โดยทั้ง 3 วิธีดังกล่าว มีผลทำให้การควบแน่นของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3) เมื่อมองในภาพรวม ค่าเฉลี่ยการควบแน่นโดยตลอดของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆ ใน control ใกล้เคียงกับพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆ

ตารางที่ 4.3 การคุดน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ภายใต้การเสื่อมคุณภาพใน control การเสื่อมคุณภาพในไร่ (field weathering) และการเสื่อมคุณภาพในตูบ (incubator weathering)

พันธุ์/สายพันธุ์	การคุดน้ำ (มก./เมล็ด)			เฉลี่ย
	Control	Field weathering	Incubator weathering	
Kalitur	90.97	132.91	115.37	113.08
Fort Lamy	94.07	132.27	98.04	108.13
CM 9238-45-1 CST	133.17	126.58	111.41	123.72
SSR 8407 Y-2-1	128.29	140.15	149.84	139.43
Lee	124.59	131.16	121.47	125.74
Kyemon	144.05	157.11	154.41	151.86
Chiang Mai 4	141.87	178.72	114.83	145.14
Utsaha A	140.60	147.99	143.22	143.94
Chiang Mai 3	146.79	192.55	140.76	160.03
Sukhothai 3	151.00	171.28	147.12	156.47
SSR 8412-9-2	141.76	150.09	141.60	144.48
M-PoP-8-BL	130.60	164.61	145.84	147.02
Dumtia 1	148.33	124.20	137.72	136.75
Santn Maria	160.64	199.96	165.54	175.38
Yodson	132.65	153.27	142.91	142.94
SJ.1	161.19	175.92	122.15	153.09
SSR 8502-14-1	162.64	180.96	163.23	168.94
Sukhothai 2	188.53	197.51	178.11	188.05
CM 9501-3-17	167.97	193.48	163.37	174.94
Sukhothai 1	146.43	181.12	230.71	186.09
CM 9510-5	189.91	176.41	161.59	175.97
Chiang Mai 2	197.48	209.41	155.41	187.43
9518-2	188.95	230.13	176.97	198.68
EHP 275	182.67	175.00	182.49	180.05

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

พันธุ์/สายพันธุ์	การดูน้ำ (มก./เมล็ด)			เฉลี่ย
	Control	Field weathering	Incubator weathering	
SJ.2	167.27	177.13	149.15	164.52
Beagumkhung	201.84	199.17	169.83	190.28
CM 9123-4	179.61	182.57	162.24	174.81
GC 2796	218.03	257.04	245.47	240.18
9520-21	188.60	224.39	202.73	205.24
TGX 536-02D	200.56	209.03	179.75	196.45
TGX 814-21D	183.79	192.20	182.88	186.29
9502-16	205.85	208.83	176.03	196.90
PI 205908-2	198.85	197.96	191.04	195.95
SJ.4	194.20	200.73	122.15	172.36
CM 9510-1	183.20	187.72	172.59	181.17
CM 9541-4	196.36	192.64	182.85	190.62
Chiang Mai 60	206.41	225.97	218.88	217.09
9515-1	216.53	206.09	193.77	205.46
Chakkrabhandhu 1	190.40	205.73	192.07	196.07
CM 9513-3	203.17	210.92	198.52	204.20
SJ.5	208.87	263.72	214.64	229.08
KKU 35	237.57	248.81	216.07	234.15
PI 205912	256.83	304.69	212.19	257.90
Nakhonsawan 1	249.51	268.28	211.75	243.18
เฉลี่ย	174.60	190.60	167.24	177.48
LSD.(0.05)(main plot)		4.34		
LSD.(0.05)(sub plot)		19.07		
C.V. (%) (A)		7.14		
C.V. (%) (B)		11.54		

ของการเสื่อมคุณภาพในคู่อบ ส่วนการคูดน้ำของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆของการเสื่อมคุณภาพในไร่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า

การคูดน้ำของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆใน control มีความผันแปรอยู่ในช่วงตั้งแต่ 90.97-249.51 มก./เมล็ด ซึ่งสามารถจำแนกพันธุ์/สายพันธุ์ตามปริมาณน้ำที่คูดเข้าไปในเมล็ดออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มคูดน้ำน้อย (<100มก./เมล็ด) กลุ่มคูดน้ำปานกลาง (ไม่มากกว่า 150 มก./เมล็ด) กลุ่มคูดน้ำค่อนข้างมาก (ไม่มากกว่า 200 มก./เมล็ด) และกลุ่มคูดน้ำมาก (>200มก./เมล็ด) กลุ่มคูดน้ำน้อยมีเพียง 2 พันธุ์ เท่านั้น คือ Kalitur และ Fort Lamy กลุ่มคูดน้ำปานกลางมี 12 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ CM 9238-45-1CST, SSR 8407Y-2-1, Lee, Kyemon, Chiang Mai 3, SSR 8412-9-2, M-PoP-8-BL, Dumtia 1, Yodson และ Sukhothai 1 ในกลุ่มนี้ Lee เป็นพันธุ์ที่คูดน้ำได้น้อยที่สุด (124.59 มก./เมล็ด) กลุ่มที่คูดน้ำค่อนข้างมากมี 19 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ Sukhothai 3, Santamaria, SJ 1, SSR 8502-14-1, Sukhothai 2, CM 9501-3-17, CM 9510-5, Chiang Mai 2, 9518-2, EHP 275, SJ 2, CM9123-4, 9520-21, TGX 814-21D, PI 205908-2, SJ 4, CM9510-1, CM9541-4 และ Chakkrabhandhu 1 ในกลุ่มนี้ Sukhothai 3 เป็นพันธุ์ที่คูดน้ำได้น้อยที่สุด ส่วนกลุ่มสุดท้ายซึ่งเป็นกลุ่มที่คูดน้ำได้มาก มี 11 พันธุ์/สายพันธุ์ ในกลุ่มนี้ Beagumkhung เป็นพันธุ์ที่คูดน้ำน้อยที่สุด (201.84 มก./เมล็ด) ส่วนพันธุ์ที่คูดน้ำได้มากที่สุดคือ PI 205912 (256.83 มก./เมล็ด)

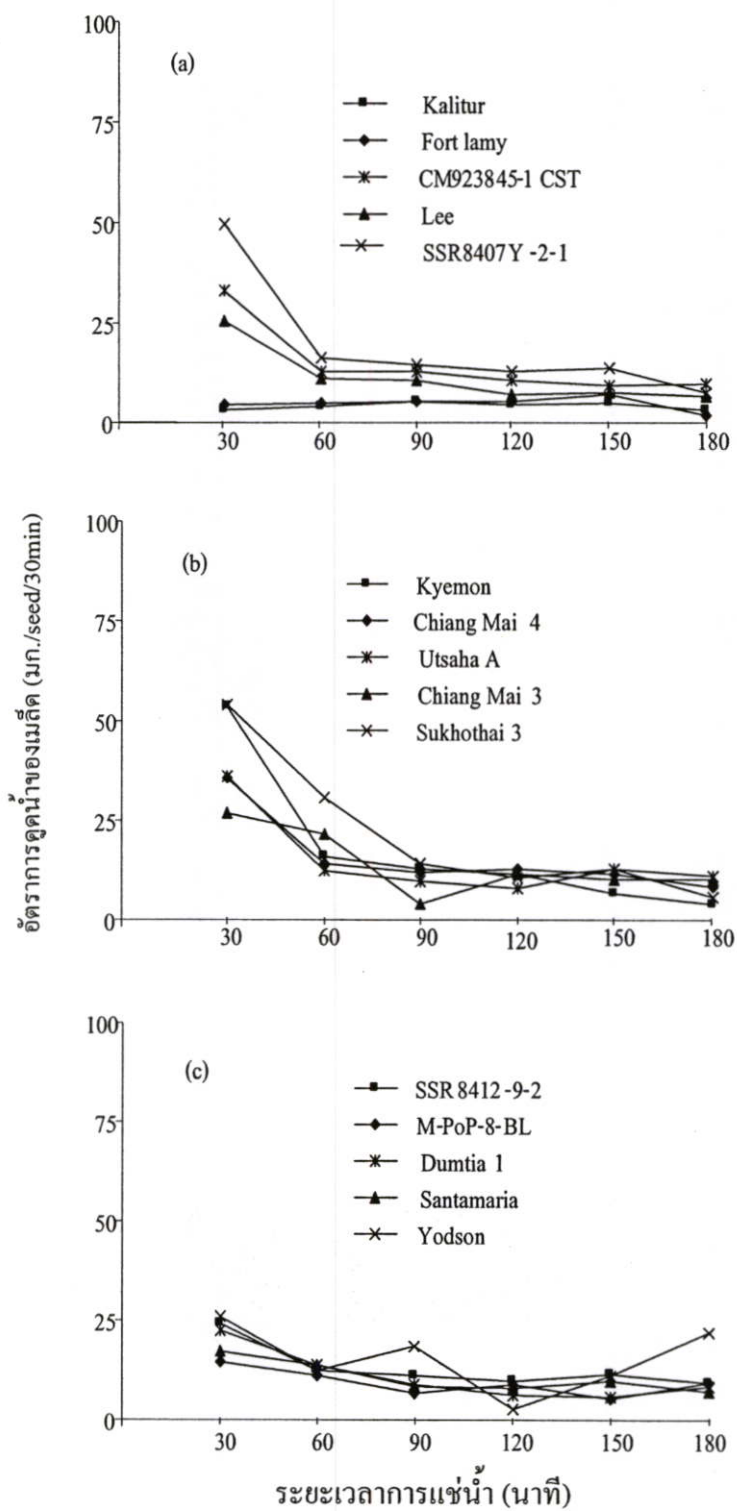
การเสื่อมคุณภาพในไร่เป็น treatment ที่ดูเหมือนว่าจะทำให้เมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่มีการคูดน้ำเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ control โดยมีความผันแปรอยู่ในช่วงตั้งแต่ 124.20-304 มก./เมล็ด ปริมาณน้ำที่เมล็ดคูดเข้าไปจึงสามารถแบ่งออกได้เพียง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มคูดน้ำปานกลาง กลุ่มคูดน้ำค่อนข้างมาก และกลุ่มคูดน้ำมาก กลุ่มที่คูดน้ำปานกลางมี 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ Kalitur, Fort Lamy, CM 9238-45-1CST, SSR 8407 Y-2-1, Lee, Utsaha A และ Dumtia 1 ในกลุ่มนี้มี CM 9238-45-1CST เป็นสายพันธุ์ที่คูดน้ำได้น้อยที่สุด (126.58 มก./เมล็ด) ส่วนกลุ่มที่คูดน้ำค่อนข้างมาก มี 22 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ Kyemon, Chiang Mai 4, Chiang Mai 3, Sukhothai 3, SSR 8412-9-2, M-PoP-8-BL, Santamaria, Yodson, SJ 1, SSR8502-14-1, Sukhothai 2, CM9501-3-17, Sukhothai 1, CM 9510-5, EHP 275, SJ 2, Beagumkhung, CM 9123-4, TGX 814-21D, PI 205908-2, CM 9510-1 และ CM 9541-4 ในกลุ่มนี้มี SSR 8412-9-2 เป็นสายพันธุ์ที่คูดน้ำได้น้อยที่สุด (150.09 มก./เมล็ด) ส่วนกลุ่มสุดท้ายซึ่งเป็นกลุ่มที่เมล็ดมีการคูดน้ำได้มาก มี 15 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ Chiang Mai 2, 9518-2, GC 2796,9520-21, TGX 536-02D, 9502-16, SJ 4, Chiang Mai 60, 9515-1, Chakkrabhandhu 1, CM9513-3, SJ 5, KKV 35, PI 205-12 และ Nakhonsawan 1 ในกลุ่มนี้มี SJ 4 เป็นพันธุ์ที่คูดน้ำได้น้อยที่สุด (200.73 มก./เมล็ด) และ PI205912 เป็นเพียงสายพันธุ์เดียวที่คูดน้ำเข้าไปมากกว่า 300 มก./เมล็ด

สำหรับการเสื่อมคุณภาพในคู่อบ ส่วนใหญ่เมล็ดพันธุ์ต่างๆมีการคูดน้ำในลักษณะที่คล้ายคลึงกับ control โดยมีความผันแปรอยู่ในช่วงตั้งแต่ 98.04-245.47 มก./เมล็ด จึงสามารถ

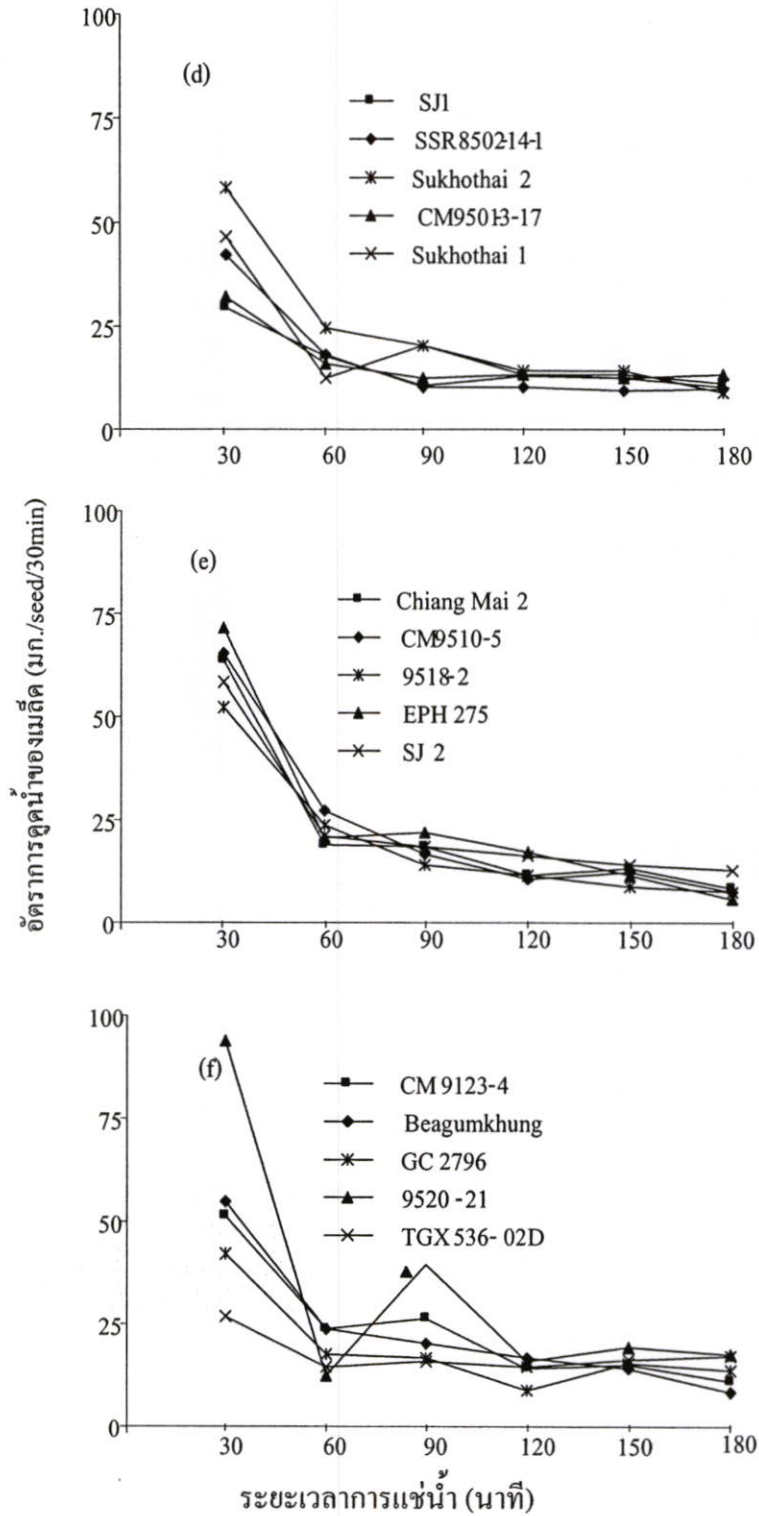
แบ่งเป็นกลุ่มต่างๆ ได้ 4 กลุ่มเช่นเดียวกับ control สำหรับกลุ่มที่มีการดูดน้ำน้อยนั้นจะมีเพียงพันธุ์เดียวเท่านั้นคือ Fort Lamy กลุ่มที่มีการดูดน้ำได้ปานกลางมี 15 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยมี CM 9238-45-1CST เป็นสายพันธุ์ที่ดูดน้ำได้น้อยที่สุด (111.41 มก./เมล็ด) กลุ่มที่มีการดูดน้ำค่อนข้างมากมี 20 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยมี Kyemon เป็นพันธุ์ที่ดูดน้ำได้น้อยที่สุด (154.41 มก./เมล็ด) ส่วนกลุ่มที่มีการดูดน้ำมาก มี 8 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยมี 9520-21 เป็นสายพันธุ์ที่ดูดน้ำได้น้อยที่สุด และ GC 2796 เป็นสายพันธุ์ที่มีการดูดน้ำได้มากที่สุด (245.47 มก./เมล็ด)

4.5 ลักษณะการดูดน้ำของเมล็ด

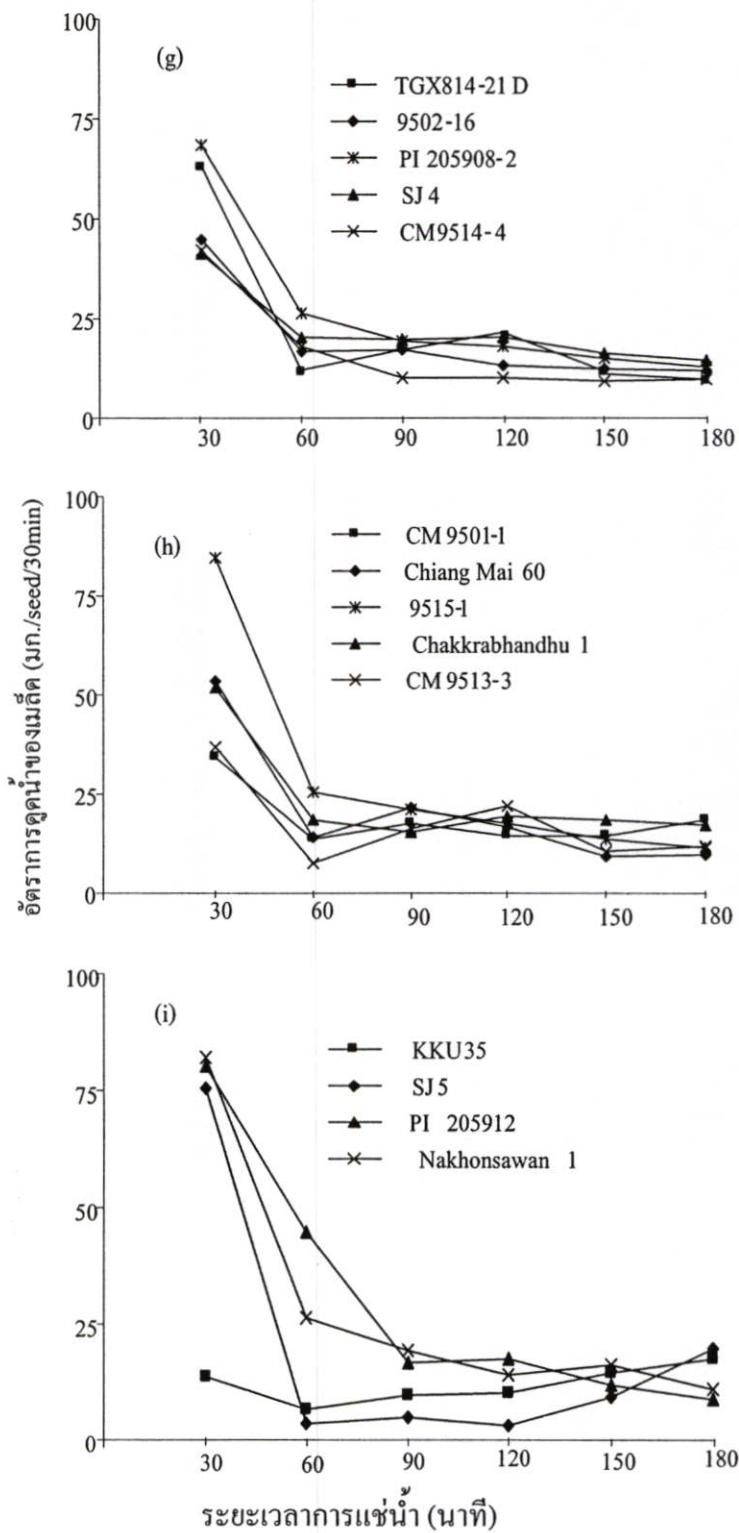
จากการศึกษาลักษณะการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองต่างๆภายหลังจากการเสื่อมคุณภาพในตู้อบ ในทุกระยะ 30 นาที เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง พบว่ารูปแบบอัตราการดูดน้ำ (ภาพที่ 3.3) ส่วนใหญ่คล้ายคลึงกับอัตราการรั่วไหล (ภาพที่ 3.2) โดยพันธุ์/สายพันธุ์ที่อยู่ในกลุ่ม permeable จะมีอัตราการดูดน้ำเพิ่มขึ้นสูงในทันทีภายหลัง 30 นาทีแรกที่แช่น้ำ หลังจากนั้นอัตราการดูดน้ำก็จะลดลงในลักษณะที่คล้ายกับอัตราการรั่วไหล อย่างไรก็ตามเนื่องจากอัตราการดูดน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วภายหลัง 30 นาทีแรกที่แช่น้ำ (ประมาณ 25 มก./เมล็ด หรือมากกว่า) ของหลายพันธุ์/สายพันธุ์ที่แสดงให้เห็นชัดเจนมากกว่าอัตราการรั่วไหล ดังนั้นพันธุ์/สายพันธุ์ที่จัดขึ้นใหม่ในกลุ่ม permeable จึงมีทั้งหมด 36 สายพันธุ์/สายพันธุ์ ส่วนพันธุ์/สายพันธุ์ที่มีการดูดน้ำน้อยภายใน 30 นาทีแรกจึงจัดเข้าอยู่ในกลุ่ม delayed-permeable ซึ่งมี 8 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ Kalitur, Fort Lamy, Dumtia, SSR 8412-9-2, M-PoP-8-BL, Dumtia 1, Santamaria, Yodson และ KKKU 35 โดยในกลุ่มนี้ Kalitur และ Fort Lamy มีอัตราการดูดน้ำช้ากว่ามาก (ภาพที่ 3.3a)



ภาพที่ 3.3 การเปลี่ยนแปลงของการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ข้าวเหลืองในระหว่างการแช่น้ำภายหลังการเสื่อมคุณภาพในตูบ 44 พันธุ์/สายพันธุ์ (a)-(i) เป็นเมล็ดพันธุ์ที่เรียงน้ำหนักจากน้อยไปมากตามลำดับ



ภาพที่ 3.3 (ต่อ)



ภาพที่ 3.3 (ต่อ)

4.6 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์

จากการศึกษาลักษณะต่างๆทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ในระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา ซึ่งได้แก่ สีเชื้อหุ้มเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด (ขนาดเมล็ด) ค่า Eccentricity พื้นที่ผิว ความหนาเชื้อหุ้มเมล็ด เปอร์เซ็นต์เชื้อหุ้มเมล็ด น้ำหนักจำเพาะเชื้อหุ้มเมล็ด น้ำหนักเชื้อหุ้มเมล็ดและเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง พบว่าลักษณะดังกล่าวยกเว้นสีเชื้อหุ้มเมล็ด ของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4) เมล็ดพันธุ์ที่ศึกษาส่วนใหญ่จะมีสีเชื้อหุ้มเมล็ดเป็นสีเหลือง ยกเว้น Yodson และ SSR 8502-14-1 มีสีดำ และ CM 9123-4 และ TGX 356-02D มีสีเขียวอ่อน

พันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆมีน้ำหนัก 100 เมล็ด อยู่ในช่วงตั้งแต่ 8.70-20.70 กรัม เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (14.46 กรัม) แล้วเมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่มีขนาดเมล็ดปานกลาง พันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดเล็กคือ Kalitur และ Fort Lamy โดยมีน้ำหนักเมล็ด 8.70 และ 9.10 กรัม/100 เมล็ด ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) เมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดค่อนข้างเล็กจะมีน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ในช่วง ตั้งแต่ 10.20-13.75 กรัม มี 17 พันธุ์/สายพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดปานกลางมีน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ในช่วงตั้งแต่ 14.10-17.30 กรัม มี 20 พันธุ์/สายพันธุ์ ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดค่อนข้างใหญ่ซึ่งมีน้ำหนัก 100 เมล็ด อยู่ในช่วงตั้งแต่ 18.10-20.70 กรัม มี 5 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยมี Nakhonsawan 1 เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด (20.70 กรัม)

เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ศึกษามีค่า eccentricity อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.52-0.74 เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (0.64) โดยส่วนใหญ่แล้วเมล็ดพันธุ์จะมีรูปร่างค่อนข้างไปทางยาวรี เมล็ดพันธุ์ที่มี eccentricity อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.52-0.59 จึงเป็นเมล็ดพันธุ์/สายพันธุ์ที่มีรูปร่างไม่กลมและไม่ยาวรี มีจำนวน 7 พันธุ์/สายพันธุ์ ในกลุ่มนี้ 9518-2 มีค่าดังกล่าวต่ำที่สุด รองลงมาที่ใกล้เคียงกันคือ Sukhothai 1 (0.53) GC2796 (0.54) และ Fort Lamy (0.54) เมล็ดพันธุ์ที่มีค่า eccentricity อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.70-0.72 จึงมีรูปร่างไปทางยาวรีค่อนข้างมาก ในกลุ่มนี้มี 4 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยมี M-PoP-L-8BL และ CM 9541-4 มีค่า eccentricity สูงที่สุด

พื้นที่ผิวเมล็ด โดยส่วนใหญ่แล้วเพิ่มขึ้นไปตามขนาดเมล็ด (ตารางที่ 4.4) เมล็ดที่มีขนาดเล็ก (Kalitur และ Fort Lamy) จึงมีค่าพื้นที่ผิวดำต่ำที่สุด ส่วนกลุ่มที่มีขนาดเมล็ดค่อนข้างเล็ก (10.20-13.75 กรัม/100 เมล็ด) จะมีพื้นที่ผิวอยู่ในช่วงตั้งแต่ 94.30-114.90 มม.²/เมล็ด กลุ่มเมล็ดขนาดปานกลาง (14.10-17.30 กรัม/ 100 เมล็ด) จะมีพื้นที่ผิวอยู่ในช่วงตั้งแต่ 120.10-139.50 มม.²/เมล็ด ส่วนกลุ่มเมล็ดค่อนข้างใหญ่ (18.10-20.70 กรัม/ 100 เมล็ด) จะมีพื้นที่ผิวอยู่ในช่วงตั้งแต่ 141.40-151.50 มม.²/เมล็ด โดยเฉลี่ยแล้วเมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่จึงมีค่าพื้นที่ผิวปานกลาง

ในส่วนของความหนาเชื้อหุ้มเมล็ดมีความผันแปรกว้างตั้งแต่ 0.03-0.09 มม. ความหนาของเมล็ดไม่ได้เพิ่มขึ้นตามขนาดเมล็ด พันธุ์ที่มีเมล็ดเล็ก (Kalitur และ Fort Lamy) มีความหนาเชื้อหุ้มเมล็ดต่างกันถึง 0.04 ความหนาเชื้อหุ้มเมล็ดของ Kalitur และ Fort Lamy คือ 0.08 และ 0.04 มม.

ตามลำดับ จึงเห็นได้ว่าเมล็ดเล็กอาจมีความหนาเยื่อหุ้มเมล็ดมากหรือน้อยก็ได้ แนวโน้มเช่นนี้ก็ยังเกิดขึ้นได้กับเมล็ดที่มีขนาดใหญ่กว่าอีกด้วย สำหรับกลุ่มเมล็ดขนาดค่อนข้างใหญ่ (18.10-20.70 กรัม/100 เมล็ด) ความหนาของเยื่อหุ้มมีตั้งแต่ 0.04-0.08 มม.

ในส่วนของน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดมีแนวโน้มว่า จะเพิ่มขึ้นไปตามขนาดของเมล็ด โดยเฉลี่ยแล้วเมล็ดพันธุ์ที่ศึกษาส่วนใหญ่จะมีน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดค่อนข้างมาก กลุ่มเมล็ดเล็กและกลุ่มเมล็ดค่อนข้างเล็กจะมีน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดอยู่ในช่วงตั้งแต่ 7.19-11.75 มก./เมล็ด ในกลุ่มนี้มี 12 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่มีน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดต่ำกว่า 10 มก./เมล็ด โดยมี CM 9238-45-1CST มีน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดน้อยที่สุด (7.19 มก./เมล็ด) ส่วนกลุ่มเมล็ดขนาดปานกลางโดยส่วนใหญ่จะมีน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดอยู่ในช่วง 10-11.64 มก./เมล็ด ยกเว้น 9518-2, SJ 2, TGX 356-02D และ Chakkrabhandhu 1 เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดมากที่สุด (11.64 มก./เมล็ด) ส่วนกลุ่มเมล็ดค่อนข้างใหญ่จะมีน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดตั้งแต่ 11.15-13.35 มก./เมล็ด โดย SJ 5 มีน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดมากที่สุด (13.35 มก./เมล็ด) ในส่วนของเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดนั้นเป็นไปในลักษณะที่ลดลงเมื่อเมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น หรือเมล็ดที่มีขนาดเล็กจนถึงค่อนข้างเล็กจะมีเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดสูงกว่าเมล็ดที่มีขนาดใหญ่กว่า พันธุ์ Kalitur และ Fort Lamy ซึ่งเป็นเมล็ดเล็ก มีเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดมากที่สุดคือ 10.53 และ 9.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกลุ่มขนาดเมล็ดค่อนข้างเล็ก ส่วนใหญ่จะมีเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดอยู่ในช่วง 8-10 เปอร์เซ็นต์ โดยมี Santamaria มีเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดมากที่สุด (9.67 เปอร์เซ็นต์) รองลงมามีที่ใกล้เคียงกันคือ Sukhothai 3 (9.40 เปอร์เซ็นต์) ส่วนกลุ่มที่มีขนาดเมล็ดปานกลาง ส่วนใหญ่จะมีเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน (>7.0-7.87 เปอร์เซ็นต์) ยกเว้น EPH 275 ที่มีเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดสูงถึง 8.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่มเมล็ดค่อนข้างใหญ่เป็นกลุ่มที่มีเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ โดยมีค่าต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น SJ 5 (7.53 เปอร์เซ็นต์)

ในส่วนของน้ำหนักจำเพาะเยื่อหุ้มเมล็ดมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด โดยกลุ่มเมล็ดเล็กและค่อนข้างเล็กจะมีน้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ดมากกว่าเมล็ดที่มีขนาดใหญ่กว่า ในทำนองเดียวกันกลุ่มเมล็ดขนาดปานกลางก็มีแนวโน้มที่จะมีน้ำหนักจำเพาะเยื่อหุ้มเมล็ดที่มากกว่ากลุ่มเมล็ดที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่

ในส่วนเมล็ดแข็งนั้นพบว่า มีตั้งแต่ปราศจากเมล็ดแข็ง ไปจนถึงมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งมากที่สุดถึง 24.00 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ปราศจากเมล็ดแข็ง มี 21 พันธุ์/สายพันธุ์ (ตารางที่ 4.4) กลุ่มที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ มี 20 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยมี CM 9123-4 และ TGX 814-21D ต่างก็มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งสูงที่สุด (9.33 เปอร์เซ็นต์) และมี 11 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งต่ำถึง 1.33 เปอร์เซ็นต์ PI 205908-2 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง 10.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีก 2 พันธุ์ คือ Kalitur และ Fort Lamy มีเมล็ดแข็งในส่วนที่สูงถึง 24.00 และ 17.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 ลักษณะต่างๆทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 สายพันธุ์/สายพันธุ์ซึ่งเก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ทางศรีวิทยา

พันธุ์/สายพันธุ์	สีเยื่อหุ้มเมล็ด	เมล็ดแข็ง (%)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	Eccentricity	พื้นที่ผิว (มม ² /เมล็ด)	น้ำหนัก เยื่อหุ้มเมล็ด (มก./เมล็ด)	น้ำหนักเฉพาะ เยื่อหุ้มเมล็ด (มก./มม ²)	ความหนา เยื่อหุ้มเมล็ด (มม.)	เปอร์เซ็นต์ เยื่อหุ้มเมล็ด (%)
Kalitur	ดำ	24.00	8.70	0.65	84.90	8.51	2.51	0.08	10.53
Fort Lamy	ดำ	17.33	9.10	0.54	91.10	8.17	2.24	0.04	9.71
CM 9238-45-1CST	เหลือง	0.00	10.20	0.57	94.30	7.19	1.91	0.04	7.55
SSR 8407Y-2-1	เหลือง	0.00	10.40	0.61	98.00	7.73	1.97	0.04	8.02
Lee	เหลือง	0.00	10.60	0.74	96.30	8.27	2.15	0.07	8.24
Kyemon	เหลือง	2.67	11.50	0.64	99.80	9.53	2.39	0.09	8.66
Chiang Mai 4	เหลือง	1.33	11.60	0.62	104.30	8.55	2.05	0.04	7.66
Utsaha A	เหลือง	4.00	11.90	0.67	101.50	9.67	2.38	0.07	8.82
Chiang Mai 3	เหลือง	0.00	12.00	0.64	107.50	8.81	2.05	0.04	7.67
Sukhothai 3	ดำ	1.33	12.09	0.65	105.70	10.80	2.55	0.07	9.40
SSR 8412-9-2	ดำ	0.00	12.08	0.66	111.40	10.15	2.28	0.07	8.96
M-POP-L-8BL	ดำ	0.00	12.30	0.72	112.30	9.97	2.22	0.06	8.84
Dumtia 1	ดำ	4.00	12.30	0.64	106.30	10.24	2.41	0.05	8.73
Santamaria	ดำ	1.33	12.60	0.62	115.40	11.75	2.55	0.09	9.67

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

พันธุ์/สายพันธุ์	สีเขียวเมล็ด	เมล็ดแข็ง (%)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	Eccentricity	พื้นที่ผิว (มม ² /เมล็ด)	น้ำหนัก เนื้อหุ้มเมล็ด (มก./เมล็ด)	น้ำหนักจำเพาะ เนื้อหุ้มเมล็ด (มก./มม ³)	ความหนา เนื้อหุ้มเมล็ด (มม.)	เปอร์เซ็นต์ เนื้อหุ้มเมล็ด (%)
Yodson	ดำ	1.33	13.00	0.67	114.90	10.76	2.34	0.06	9.05
SJ 1	เหลือง	0.00	13.10	0.66	110.80	9.72	2.19	0.04	8.01
SSR 8502-14-1	ดำ	0.00	13.60	0.65	106.40	10.92	2.57	0.08	8.66
Sukhothai 2	เหลือง	0.00	13.68	0.61	112.60	8.92	1.98	0.04	6.79
CM 9501-3-17	เหลือง	2.67	13.75	0.68	114.90	10.16	2.21	0.05	7.90
Sukhothai 1	เหลือง	0.00	14.10	0.53	120.10	10.48	2.18	0.05	7.61
Chiang Mai 2	เหลือง	1.33	14.30	0.70	120.70	10.37	2.15	0.04	7.87
CM 9510-5	เหลือง	0.00	14.31	0.65	117.50	10.37	2.21	0.06	7.47
9518-2	เหลือง	0.00	14.50	0.52	126.80	9.64	1.90	0.05	7.24
EPH 275	เหลือง	0.00	14.80	0.56	123.80	11.43	2.31	0.06	8.33
SJ 2	เหลือง	0.00	15.40	0.62	124.00	9.97	2.01	0.04	7.20
CM 9123-4	เขียว	9.33	15.47	0.69	121.70	10.85	2.23	0.05	7.40
Beagumkhong	เหลือง	0.00	15.51	0.55	125.90	10.53	2.09	0.05	7.40
GC 2796	เหลือง	1.33	15.60	0.54	127.40	10.69	2.10	0.04	7.40

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

พันธุ์/สายพันธุ์	สีเขียว	เมล็ดแข็ง (%)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	Eccentricity	พื้นที่ผิว (mm ² /เมล็ด)	น้ำหนัก เนื้อหุ้มเมล็ด (มก./เมล็ด)	น้ำหนักจำเพาะ (มก./mm ³)	ความหนา เนื้อหุ้มเมล็ด (มม.)	เปอร์เซ็นต์ เนื้อหุ้มเมล็ด (%)
9520-21	เหลือง	0.00	15.80	0.59	127.40	10.92	2.14	0.03	7.40
TGx.356-02D	เขียว	0.00	15.90	0.61	139.50	9.95	1.78	0.04	6.88
TGx.814-21D	เหลือง	9.33	15.90	0.69	124.40	10.87	2.18	0.05	7.45
9502-16	เหลือง	0.00	16.20	0.65	123.40	11.61	2.35	0.08	7.53
PI 205908-2	เหลือง	10.67	16.27	0.69	131.60	11.12	2.11	0.04	7.41
SJ 4	เหลือง	0.00	16.30	0.68	126.70	11.39	2.25	0.03	7.53
CM 9541-4	เหลือง	0.00	16.69	0.72	130.60	11.36	2.17	0.05	7.19
CM 9510-1	เหลือง	4.00	16.74	0.60	120.00	10.36	2.16	0.06	7.03
Chiang Mai 60	เหลือง	1.33	16.90	0.64	131.40	10.96	2.08	0.06	7.21
9519-1	เหลือง	1.33	17.28	0.63	126.40	12.09	2.39	0.08	7.71
Chakkrabhandhu 1	เหลือง	1.33	17.30	0.64	130.50	11.64	2.23	0.08	7.21
CM 9513-3	เหลือง	1.33	18.10	0.71	141.40	11.15	1.97	0.04	6.76
KKU 35	เหลือง	0.00	18.83	0.61	146.30	11.52	1.97	0.05	6.49
SJ 5	เหลือง	8.00	18.85	0.69	148.10	13.35	2.25	0.06	7.53

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

พันธุ์/สายพันธุ์	สีเขียวเมล็ด	เมล็ดแข็ง (%)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	Eccentricity	พื้นที่ผิว (มม ² /เมล็ด)	น้ำหนัก เนื้อหุ้มเมล็ด (มก./เมล็ด)	น้ำหนักเฉพาะ เนื้อหุ้มเมล็ด (มก./มม ²)	ความหนา เนื้อหุ้มเมล็ด (มม.)	เปอร์เซ็นต์ เนื้อหุ้มเมล็ด (%)
PI 205912	เหลือง	4.00	19.90	0.63	151.50	12.95	2.14	0.08	6.87
Nakhonsawan 1	เหลือง	1.33	20.70	0.66	151.00	12.16	2.01	0.07	6.16
Average		0.05	1.90	15.65	0.63	10.40	2.19	125.54	10.83
LSD.05		7.99	1.83	0.06	11.18	0.76	0.17	0.01	0.73
C.V. (%)			7.78	5.72	5.78	4.51	4.91	7.56	5.69

4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

ลักษณะต่างๆทางกายภาพของเมล็ดที่ศึกษาพบที่มีความสัมพันธ์กัน (ตารางที่4.5) ดังนี้ เปรอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งมีความสัมพันธ์เฉพาะกับเปอร์เซ็นต์เชื้อหุ้มเมล็ดเท่านั้น ($r = 0.432^{**}$) ขนาดเมล็ดมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับพื้นที่ผิว ($r = 0.963^{**}$) น้ำหนักเชื้อหุ้มเมล็ด ($r = 0.828^{**}$) และในทางลบกับเปอร์เซ็นต์เชื้อหุ้มเมล็ด ($r = -0.769^{**}$) พื้นที่ผิวมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับน้ำหนักเชื้อหุ้มเมล็ด ($r = 0.806^{**}$) และในทางลบกับเปอร์เซ็นต์เชื้อหุ้มเมล็ด ($r = -0.739^{**}$) และมีความสัมพันธ์น้อยในทางลบกับน้ำหนักจำเพาะเชื้อหุ้มเมล็ด ($r = -0.368^*$) น้ำหนักเชื้อหุ้มเมล็ดมีความสัมพันธ์น้อยกับความหนาเชื้อหุ้มเมล็ด ($r = 0.319^*$) และในทางลบกับเปอร์เซ็นต์เชื้อหุ้มเมล็ด ($r = -0.318^*$) น้ำหนักจำเพาะเชื้อหุ้มเมล็ดมีความสัมพันธ์ทั้งกับทั้งความหนาเชื้อหุ้มเมล็ด ($r = 0.657^{**}$) และใกล้ชิดกับเปอร์เซ็นต์เชื้อหุ้มเมล็ด ($r = 0.737^{**}$) ความหนาเชื้อหุ้มเมล็ดมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์เชื้อหุ้มเมล็ด ($r = 0.394^{**}$)

ตารางที่ 4.5 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ ซึ่งเก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ทางศรีรวิทยา

	Seed size	Eccentricity	Surface area	Seed coat weight	Specific weight of seed coat	Seed coat thickness	Seed coat percentage
Hard seed	-0.233	0.068	-0.255	-0.155	0.286	0.107	0.432**
Seed size		0.101	0.963**	0.828**	-0.279	-0.005	-0.769**
Eccentricity			0.055	0.204	0.231	0.148	0.058
Surface area				0.806**	-0.368*	-0.081	-0.739**
Seed coat weight					0.248	0.319*	-0.318*
Specific weight of seed coat						0.657**	0.737**
Seed coat thickness							0.394**

4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกมาตรฐาน การนำไฟฟ้าและการดูน้ำกับลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกมาตรฐาน การนำไฟฟ้าของสารรั่วไหลและการดูน้ำกับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ ภายหลังจากการเชื่อม

คุณภาพในตู้อบ (ตารางที่ 4.6) พบว่า ความงอกมาตรฐานมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง ($r = 0.384^*$) มีความสัมพันธ์ในทางลบกับขนาดเมล็ด ($r = -0.340^*$) และพื้นที่ผิว ($r = -0.364^*$) มีความสัมพันธ์น้ำหนักจำเพาะเชื้อหุ้มเมล็ด ($r = 0.512^{**}$) ความหนาเชื้อหุ้มเมล็ดและเปอร์เซ็นต์เชื้อหุ้มเมล็ด ($r = 0.602^{**}$) การรั่วไหลของสารนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับขนาดเมล็ด ($r = 0.558^{**}$) พื้นที่ผิว ($r = 0.587^{**}$) และน้ำหนักเชื้อหุ้มเมล็ด ($r = 0.307^*$) และมีความสัมพันธ์ในทางลบกับทั้งน้ำหนักจำเพาะเชื้อหุ้มเมล็ด ($r = -0.468^{**}$) และเปอร์เซ็นต์เชื้อหุ้มเมล็ด ($r = -0.624^{**}$) ส่วนการดูดน้ำของเมล็ดมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับทั้งขนาดเมล็ด ($r = 0.779^{**}$) และพื้นที่ผิว ($r = 0.788^{**}$) นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักเชื้อหุ้มเมล็ด ($r = 0.680^{**}$) และในทางลบกับเปอร์เซ็นต์เชื้อหุ้มเมล็ด ($r = -0.595^{**}$)

ตารางที่ 4.6 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความงอกมาตรฐาน ค่าการนำไฟฟ้าของสารรั่วไหลและการดูดน้ำภายหลังการเสื่อมคุณภาพในตู้อบ ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ กับ ลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

	Hard seed	Seed size	Eccentricity	Surface area	Seed coat weight	Specific weight of seed coat	Seed coat thickness	Seed coat percentage
Standard Germination	0.384*	-0.340*	0.180	-0.364*	-0.071	0.512**	0.314*	0.602**
Electrical conductivity	-0.205	0.558**	-0.161	0.587**	0.307*	-0.468**	-0.208	-0.624**
Imbibition	-0.216	0.779**	-0.171	0.788**	0.680**	-0.219	0.061	-0.595**

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

การที่จะผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพดีหรือมีความงอกและความแข็งแรงสูงนั้น สิ่งแรกที่ต้องพิจารณาถ้าเป็นไปได้คือ ควรปลูกในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมที่ดีและเหมาะสม เช่น ดินดี ควบคุมความชื้นในดินด้วยการให้น้ำชลประทาน มีแสงอาทิตย์ในปริมาณที่เพียงพอ ความชื้นของอากาศต่ำ ฝนตกในปริมาณที่เหมาะสมหรือน้อยและมีอากาศเย็น สภาพเช่นนี้จะทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีผลผลิตสูง มีความงอกและความแข็งแรงสูงสม่ำเสมอ (Delouche 1980; Nangju *et al.* 1980; Franca Neto *et al.* 1994) สภาพดังกล่าวส่วนใหญ่อยู่ในเขตอบอุ่น จึงทำให้คุณภาพและผลผลิตของเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะถั่วเหลืองจึงสูงกว่าในเขตร้อนชื้นอยู่มาก ปัจจัยสำคัญที่เป็นอุปสรรคของการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในเขตร้อนชื้นทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพคือ การมีสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีฝนตกบ่อยหรือยาวนานสลับกับอากาศร้อนที่เกิดขึ้นภายหลังการสุกแก่ สภาพเช่นนี้ทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลดลงอย่างรวดเร็ว (Nangju 1979; Delouche 1980; Tekrony *et al.* 1980; Horling *et al.* 1994) ข้อมูลจากการทดลองนี้ ได้แสดงให้เห็นแล้วว่าพันธุ์/สายพันธุ์และ weathering treatments ต่างๆทำให้เมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพในลักษณะที่แตกต่างกัน

5.1 การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์กับวิธีการประเมินพันธุ์ถั่วเหลือง

โดยปกติคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเมล็ดมีการสุกแก่ทางสรีรวิทยา (AOSA. 1983; Dornbos. 1995) ผลจากการทดลองนี้ได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ความงอกมาตรฐานและความแข็งแรง(การนำไฟฟ้า)ของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในระยะนี้ส่วนใหญ่สูง (>90%) (ตารางที่ 4.1 และ 4.2) สิ่งนี้จึงเป็นการยืนยันถึงการมีคุณภาพสูงสุดหรือมีการเสื่อมคุณภาพน้อยที่สุดของเมล็ดพันธุ์ที่สุกแก่ทางสรีรวิทยา(วันชัย จันทรประเสริฐ และคณะ 2539; Tekrony *et al.* 1980; AOSA 1983; Dornbos. 1995) อย่างไรก็ตามที่ระยะสุกแก่นี้ ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ของบางพันธุ์/สายพันธุ์ ก็ยังต่ำกว่า 90% และบางพันธุ์ก็มีความงอกมาตรฐานต่ำถึง 76% นอกจากนี้ยังมีความแข็งแรงต่างกันอีกด้วยทั้งที่อยู่ภายใต้สภาพสิ่งแวดล้อมเดียวกัน ได้รับการดูแลรักษาเหมือนกัน สิ่งนี้น่าที่จะเป็นผลมาจากความแตกต่างทางพันธุกรรมที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่หรือสภาพแวดล้อมต่างกัน(Nangju 1977; Dassou and Kueneman. 1984; Horlings *et al.* 1994) การเสื่อมคุณภาพดังกล่าวซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาของเมล็ด อาจเกิดจากความเสียหายของกลไกทางชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับการงอกของเมล็ดพันธุ์(Smith and Berjak.

1995) ความเสียหายที่เกิดขึ้นนี้อาจเกิดจากมีการสร้างสารประกอบไนโตรเจนในระดับที่ไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดความสมบูรณ์ขององค์ประกอบต่างๆของเซลล์ เมมเบรนและmetabolite ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการความงอกของเมล็ดพันธุ์(Chamma *et al.* 1990) ปรากฏการณ์เช่นนี้จึงอาจทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงแทนที่จะเกิดขึ้นสูงสุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา เนื่องจากการปลุกถั่วเหลืองเริ่มจากปลายฤดูฝน การสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์จึงเกิดขึ้นในระยะที่ลมฟ้าอากาศมีความเหมาะสมคือ ปริมาณน้ำฝนต่ำ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ(ภาพที่ 3.1) จึงต้องมีการให้น้ำด้วย sprinkler ภายหลังการสุกแก่ทางสรีรวิทยาสำหรับ treatment ของการเสื่อมคุณภาพในไร่ เพื่อให้สภาพแวดล้อมมีความชื้นและความร้อนสลับกัน อย่างไรก็ตามสภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้นนี้ก็ไม่มีรุนแรงเพียงพอที่จะทำให้เมล็ดพันธุ์ของพันธุ์ต่างๆแสดงการเสื่อมคุณภาพมากนัก เพราะการมีสภาพลมฟ้าอากาศค่อนข้างแห้งและเย็นในช่วงดังกล่าว จึงทำให้การแสดงออกในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์คล้ายคลึงกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา(ตารางที่ 4.1 และ 4.2)

ในทางตรงกันข้ามกับการเสื่อมคุณภาพในไร่ การเสื่อมคุณภาพในตู้อบทำให้เมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยการศึกษาความผันแปรที่กว้างของทั้งความงอกมาตรฐาน(ตารางที่ 4.1) และความแข็งแรง(ตารางที่ 4.2) สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่า treatment ของการเสื่อมคุณภาพในตู้อบสามารถทำให้พันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆแสดงความแตกต่างทางพันธุกรรมในการมีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพออกมาให้เห็นได้อย่างชัดเจน ซึ่งเห็นพ้องกับการทดลองของ Dassou and Kueneman (1984) ที่ได้แสดงให้เห็นว่า การเสื่อมคุณภาพในตู้อบสามารถทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 35 พันธุ์/สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของต้นกล้าแตกต่างกันให้เห็นได้อย่างชัดเจนมากกว่าการเสื่อมคุณภาพในไร่ ผลจากการทดลองนี้การเสื่อมคุณภาพในตู้อบ สามารถทำให้พันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆ แสดงให้เห็นถึงการมีระดับความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพที่แตกต่างกันได้อย่างชัดเจน โดย Kalitur และ Fort Lamy น่าที่จะเป็นพันธุ์ที่มีความต้านทานสูงต่อการเสื่อมคุณภาพ(ความงอก >90%) ส่วน M-PoP-8-BL, Yodson, SSR8502-14-1 และ SJ 4 เป็นพันธุ์ที่มีความต้านทานปานกลาง(ความงอก 71-76%) และกลุ่มที่มีความต้านทานน้อย(ความงอก 50-69%) มี 12 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ Sukhothai 3, SSR8412-9-2, CM9501-3-17, 9520-21, 9515-1, Kyemon, Utsaha A, Dumtia 1, Chaing Mai 60, Chakkrabhandhu 1, SJ 5 และ KKV 35 นอกจากนี้สาเหตุที่การเสื่อมคุณภาพในตู้อบทำให้ความงอกและความแข็งแรงของพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆแสดงการตอบสนองที่แตกต่างกันได้อย่างชัดเจนมากกว่าการเสื่อมคุณภาพในไร่ น่าที่จะเกิดจากการใช้ฝักที่มีความสม่ำเสมอในระดับการสุกแก่ ซึ่งจะเป็นการช่วยลดความผันแปรระหว่างต้นพืชให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด(Dassou and Kueneman. 1984) และสภาพแวดล้อมที่มีความสม่ำเสมอในอุณหภูมิและความชื้น ดังนั้นการใช้วิธีของการเสื่อมคุณภาพในตู้อบ จึงน่าที่จะเป็นวิธีที่มีศักยภาพและประสิทธิภาพในการช่วยคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่ได้ดีกว่าการใช้การเสื่อม

คุณภาพในไร่ ซึ่งไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมและความแตกต่างในการสุกแก่ของพันธุ์ถั่วเหลืองได้

5.2 การรั่วไหลและการดูดน้ำของเมล็ด

การเสื่อมคุณภาพหรือการเสียหายของเมมเบรนได้ถูกเสนอให้อยู่ในลำดับแรกสุดของกระบวนการเสื่อมคุณภาพที่จะนำไปสู่การสูญเสียในความสามารถของการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Delouche and Baskin. 1973) ถ้าความเสียหายของเมมเบรนเป็นสาเหตุเบื้องต้นของความสูญเสียดังกล่าว การรั่วไหลของสารต่างๆ เช่น น้ำตาล กรดอะมิโนและโปรตีนออกจากเมล็ดโดยผ่านเมมเบรนออกมาก็ควรที่จะเกิดขึ้นในระยะเวลาสั้นๆ ในช่วงแรกที่เมล็ดมีการดูดน้ำ (Simon and Raja Harum. 1972) โดยปกติเมล็ดที่แห้ง โครงสร้างของเมมเบรนจะมีลักษณะเป็น nonbilayer หรือมีการเรียงตัวในโครงสร้างของเมมเบรนที่ผิดปกติ จึงทำให้เมล็ดมีการรั่วไหลเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในระหว่าง 10 นาทีแรกของการดูดน้ำ (Simon. 1974) ต่อมาเมื่อเมล็ดดูดน้ำเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ การรั่วไหลก็จะลดลง เนื่องจากมีการซ่อมแซมตัวเองของโครงสร้างเมมเบรน (Parrish and Leopold. 1977; Halmer and Bewley. 1984) ปรากฏการณ์นี้จึงสามารถใช้อธิบายได้ถึงการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ที่เกิดขึ้นในระยะแรกของการดูดน้ำ (ภาพที่ 3.2) ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ยังคงมีการรั่วไหลเพิ่มขึ้นมากกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์อื่นๆ ภายหลังระยะแรกของการดูดน้ำไปแล้วจึงเป็นการแสดงให้เห็นถึงการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งอาจเกิดจากความเสียหายของเมมเบรนที่เกิดขึ้นมากเกินไป จนทำให้การซ่อมแซมเกิดขึ้นไม่ได้ หรือกลไกซ่อมแซมไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ (Berjak and Villiers. 1972 ; Villiers. 1973) ซึ่งจะนำไปสู่การลดลงของความงอกในที่สุด (Villiers. 1973)

เนื่องจากรูปแบบของการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ในระยะแรกที่แช่น้ำ (ภาพที่ 3.2) มีความคล้ายคลึงกับอัตราการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ในระยะแรกที่แช่น้ำ (ภาพที่ 3.3) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Kuo (1989) ดังนั้นการมีอัตราการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ที่เพิ่มขึ้นมากกว่าเมล็ดพันธุ์อื่นๆ ในระยะแรกที่แช่น้ำ จึงอาจเป็นการชี้ให้เห็นถึงการรั่วไหลที่ไม่มีการชะลอตัวของเมล็ด (permeable seed) หรือเกิดความเสียหายขึ้นกับโครงสร้างของเซลล์เมมเบรน (Sreeramulu. 1982) จึงทำให้น้ำที่เข้าไปในเมล็ดผสมผสานเข้ากับองค์ประกอบของเซลล์ในลักษณะที่ไม่ควรจะเกิดขึ้นกับเซลล์ในสภาพปกติ (Abdul-Baki. 1980) การผสมผสานเช่นนี้อาจทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงได้

การที่เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหลายพันธุ์แสดงการรั่วไหลหรือมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแรกที่แช่น้ำ สิ่งนี้จึงเป็นการแสดงให้เห็นถึงการไม่มีการชะลอตัวของเยื่อหุ้มเมล็ด ในขณะที่อีกหลายพันธุ์มีการรั่วไหลหรือการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นช้ากว่ามาก ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็น

เห็นถึงการชะลอตัวของเชื้อหุ้มเมล็ด เมล็ดพันธุ์ที่มีการชะลอตัวของเชื้อหุ้มเมล็ดจะคุดน้ำจากน้ำฝน น้ำค้างหรือหมอกก่อนการเก็บเกี่ยวได้ช้ากว่าเมล็ดที่ปราศจากการชะลอตัวของเชื้อหุ้มเมล็ด (Kuo. 1989) Andrew (1982) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีเชื้อหุ้มเมล็ดที่ปราศจากการชะลอตัวนี้จะเสื่อมคุณภาพได้ง่ายภายใต้สภาพชื้นและร้อนสลับกัน ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีคุณสมบัติในการชะลอตัวของเชื้อหุ้มเมล็ด จึงน่าที่จะมีศักยภาพในการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอก เบื่องต้นสูงหรือคุณภาพดีมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ปราศจากคุณสมบัติดังกล่าวภายใต้สภาพเขตร้อนชื้น ซึ่งไม่เอื้ออำนวยต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพดี

โดยอาศัยความแตกต่างของการร่วงไหลของเมล็ดพันธุ์ที่เกิดขึ้นในระยะแรกของการแช่น้ำ ทำให้สามารถแยกเมล็ดพันธุ์ที่มีการชะลอตัวออกจากเมล็ดพันธุ์ที่ปราศจากการชะลอตัวของเชื้อหุ้มเมล็ดได้ โดยพันธุ์/สายพันธุ์ที่อยู่ในกลุ่มที่มีการชะลอตัวของเชื้อหุ้มเมล็ดนี้ ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่อยู่ในกลุ่มที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในตู้อบ ดังนั้นการตรวจสอบด้วยการนำไฟฟ้าจึงอาจเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่มีศักยภาพในการคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์และความสัมพันธ์กับความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพ

โดยทั่วไปการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในเขตร้อนชื้นจะเริ่มกันในช่วงฤดูฝน บ่อยครั้งที่การเก็บเกี่ยวเมื่อเมล็ดสุกแก่ไม่อาจกระทำได้ เนื่องจากฝนที่ยังคงตกลงมายาวนานหรือตกสลับกับอากาศที่ร้อน สภาพเช่นนี้ทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เสื่อมลงอย่างรวดเร็ว (Nangju. 1979; Delouche. 1980; Horlings *et al.* 1994) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีสภาพอากาศร้อนชื้นสลับกันไปมา จะทำให้การคุดน้ำเข้าไปภายในเมล็ดเป็นไปอย่างรวดเร็วและไม่สม่ำเสมอ สภาพเช่นนี้ทำให้เนื้อเยื่อคัพภะและเชื้อหุ้มเมล็ดได้รับความเสียหายซึ่งจะนำไปสู่การสูญเสียความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ (Moore. 1972) อย่างไรก็ตามการผลิตเมล็ดพันธุ์ในเขตร้อนชื้นยังมีความเป็นไปได้ โดยการเลือกฤดูปลูกที่อากาศมีความเหมาะสมต่อการสุกแก่และเก็บเกี่ยว แต่วิธีนี้ต้องอาศัยการชลประทานเข้าช่วย ทำให้มีต้นทุนสูง จึงไม่ค่อยเหมาะสมนักสำหรับประเทศกำลังพัฒนาที่ต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลักในการปลูกพืช ดังนั้นวิธีที่มีความเป็นไปได้และเหมาะสมคือการใช้พันธุ์ที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่

ผลจากการทดลองนี้ได้แสดงให้เห็นแล้วว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองต่างพันธุ์กันจะมีการเสื่อมคุณภาพต่างกันภายใต้การเสื่อมคุณภาพในตู้อบ (ตารางที่ 4.1 และ 4.2) ทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่มีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่างกัน (วันชัย จันทรประเสริฐ. 2533; Paschal and Ellis. 1978; Dassou and Kueneman. 1984; Horlings *et al.* 1994) ความต้านทานน่าที่จะเกิดจาก

ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์บางลักษณะ Potts *et al.* (1978) ได้แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีเมล็ดแข็งจะช่วยลดการเสื่อมคุณภาพในไร่ภายหลังการสุกแก่ก่อนการเก็บเกี่ยว Dassou and Kueneman (1984) รายงานถึงการมีความสัมพันธ์ที่สูง ($r = 0.73^{**}$) ระหว่างเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งกับความงอกของต้นกล้าภายหลังการเสื่อมคุณภาพในตูบ การพบความสัมพันธ์ดังกล่าวในการทดลองนี้จึงสอดคล้องกับรายงานดังกล่าว แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีน้อย ($r = 0.384^*$) เพราะเมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งต่ำจนถึงไม่มีเลย (ตารางที่ 4.4) ยกเว้น Kalitur และ Fort Lamy ที่มีสัดส่วนเมล็ดแข็งค่อนข้างสูง เมล็ดแข็งนี้เกิดจากน้ำไม่สามารถซึมผ่านเยื่อหุ้มเมล็ดที่แข็งซึ่งมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยรูเล็กๆและยังมีแวกซ์ (wax) ฝังตัวอยู่ในชั้นของเซลล์เอพิเดอร์มิส (epidermis) อีกด้วย ซึ่งอาจช่วยป้องกันหรือลดอัตราการคุดน้ำของเมล็ดให้ช้าลง (Vertucci. 1989) สภาพเช่นนี้ทำให้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ไม่สูงพอที่จะชักนำให้เกิดอนุมูลอิสระ (free radical) ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อเซลล์และระบบเมมเบรนของเซลล์ จนนำไปสู่การสูญเสียในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (Harrington. 1973; Leopold and Vertucci. 1989; Dornbos. 1995; McDonald. 1999) จึงทำให้พันธุ์ทั้งสองดังกล่าวมีความงอกและความแข็งแรงภายหลังการเสื่อมคุณภาพในตูบสูงกว่าพันธุ์/สายพันธุ์อื่นๆอยู่มาก

อย่างไรก็ตามการมีลักษณะเมล็ดแข็งแต่เพียงลักษณะเดียวไม่น่าที่จะมีส่วนรับผิดชอบทั้งหมดต่อการมีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพ เพราะ Kalitur และ Fort Lamy มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งไม่สูงมากนัก (24.00 และ 17.33% ตามลำดับ) นอกจากนี้พันธุ์/สายพันธุ์อื่นๆที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในตูบรองลงมา ก็มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งน้อยมากจนถึงไม่มีเลย ดังนั้นลักษณะเยื่อหุ้มเมล็ด โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะทางกายภาพของเยื่อหุ้มเมล็ด เช่น สัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ด ความหนาเยื่อหุ้มเมล็ด น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด น้ำหนักจำเพาะเยื่อหุ้มเมล็ด น่าที่จะมีส่วนรับผิดชอบที่สำคัญต่อการมีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่ (วันชัย จันทรประเสริฐและคณะ. 2543; Caleo *et al.* 1981) การมีความสัมพันธ์ของสัดส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดกับลักษณะทางกายภาพอื่นที่ศึกษา (ยกเว้นรูปร่างของเมล็ด) และการมีความสัมพันธ์กับความงอก การร่วงไหลและการคุดน้ำในการทดลองนี้ จึงเป็นการสนับสนุนแนวคิดและรายงานดังกล่าว

การที่ลักษณะต่างๆของเยื่อหุ้มเมล็ดดังกล่าวอาจมีส่วนรับผิดชอบที่สำคัญต่อการมีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่นั้น สิ่งนี้น่าที่จะเกิดจากองค์ประกอบหรือโครงสร้างของเยื่อหุ้มเมล็ด ที่ทำให้น้ำเข้าไปในเมล็ดได้ช้า จึงทำให้การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลงหรือเกิดขึ้นช้า วันชัย จันทรประเสริฐและคณะ (2544) ทำการศึกษาลักษณะพื้นผิวเยื่อหุ้มเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 6 พันธุ์ด้วย scanning electron microscope พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกและความแข็งแรงสูงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและจำนวนรูของพื้นผิวเยื่อหุ้มเมล็ดต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ที่มีคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ต่ำกว่า นอกจากนี้ยังพบว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงดังกล่าวมีเปอร์เซ็นต์และความหนาเยื่อหุ้มเมล็ดสูงกว่าอีกด้วย Caleo *et al.* (1981) พบว่าพื้นผิวเยื่อ

หุ้มเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีขนาดรูเล็กและยาวรี และมีไข่ที่มีความหนาแน่นสูง (high density) ฝังตัวอยู่ในเซลล์ผิวหนัง (epidermis) จะทำให้อัตราการคุดน้ำของเมล็ดลดลง ดังนั้นการที่เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในการศึกษานี้คุดน้ำได้ช้าจึงอาจเกิดจากการมีส่วนเชื่อมหุ้มเมล็ดสูง และมีจำนวนรูต่อพื้นที่ผิวของเชื่อมหุ้มเมล็ดน้อยหรือมีขนาดเล็กและยาวรี และมีไข่ฝังอยู่ในเซลล์ผิวหนัง ลักษณะต่างๆ ดังกล่าวนี้จึงอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่

ในการทดลองนี้พบว่าขนาดเมล็ดมีความสัมพันธ์กับความงอกการร้วไหลและการคุดน้ำ (ตารางที่ 4.6) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน (วันชัย จันทรประเสริฐและคณะ. 2539; วันชัย จันทรประเสริฐและคณะ. 2543; Paschal and Ellis. 1978; Nangju. 1979; Dassou and Kueneman. 1984; Kuo. 1989; Bhatia *et al.* 1993; Horlings *et al.* 1994) นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเมล็ดกับสัดส่วนเชื่อมหุ้มเมล็ดอีกด้วย (วันชัย จันทรประเสริฐและคณะ. 2543; Kuo. 1989) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็กก็อาจจะมีสัดส่วนเชื่อมหุ้มเมล็ดสูงด้วย นอกจากขนาดของเมล็ดแล้ว เมล็ดพันธุ์ที่มีเชื่อมหุ้มเมล็ดสีดำและมีเมล็ดเล็กก็มีแนวโน้มว่าจะมีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีเชื่อมหุ้มเมล็ดสีเหลืองอีกด้วย (Dassou and Kueneman. 1984; Horlings *et al.* 1994) ดังนั้นผลการทดลองนี้จึงสอดคล้องกับสมมุติฐานว่า เมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดเล็กและมีสัดส่วนเชื่อมหุ้มเมล็ดสูง อาจมีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่ได้ดีกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่และมีสัดส่วนเชื่อมหุ้มเมล็ดดำ เพราะเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็กก็จะมีสัดส่วนเชื่อมหุ้มเมล็ดสูง นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ผิวดำอีกด้วย จึงช่วยชะลอการคุดน้ำหรือความชื้นที่จะเข้าไปภายในเมล็ดทำให้การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นช้า เมล็ดพันธุ์จึงมีความงอกและความแข็งแรงสูง

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงการมีความแตกต่างกันของความงอกและความแข็งแรง (ค่าการนำไฟฟ้า) ภายหลังจากการเสื่อมคุณภาพและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 44 พันธุ์/สายพันธุ์ สิ่งนี้แสดงถึงการมีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมของพันธุ์/สายพันธุ์ แต่ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา เนื่องจากปัจจัยของสภาพแวดล้อมภายหลังการสุกแก่ไม่รุนแรงคือ มีปริมาณฝนตกน้อย อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจึงทำให้การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไม่ปรากฏให้เห็นชัดเจน อย่างไรก็ตามเมล็ดพันธุ์ภายหลังการเสื่อมคุณภาพในตู้อบ แสดงความแตกต่างในความงอกและความแข็งแรงออกมาให้เห็นได้อย่างชัดเจน เนื่องจาก Treatment นี้มีสภาพอุณหภูมิและความชื้นสูงสม่ำเสมอ จึงทำให้เมล็ดพันธุ์ต่างๆแสดง ความแตกต่างในการมีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพให้เห็นได้ชัดเจนดีกว่าการเสื่อมคุณภาพในไร่ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่ผันแปร ดังนั้นการเสื่อมคุณภาพในตู้อบจึงเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพดีกว่าการเสื่อมคุณภาพในไร่ ในการใช้คัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่ภายหลังการสุกแก่

การทดลองนี้สนับสนุนการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน (Delouche and Baskin. 1973; Villiers. 1973; Powell and Matthews. 1977; McDonald and Wilson. 1980; McDonald. 1999) ว่าความเสียหายของเมมเบรนอาจเป็นสาเหตุเบื้องต้นของการสูญเสียความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพภายใต้สภาพอากาศร้อนและชื้น จะเกิดการรั่วไหลในอัตราที่ช้ากว่าหรือมีความสามารถในการซ่อมแซมเมมเบรนจึงทำให้อัตราการรั่วไหลลดลง ในทำนองเดียวกันการคุดน้ำของเมล็ดพันธุ์ก็เกิดขึ้นในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน จึงเป็นการยืนยันว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่อาจเกิดจากความสามารถในการป้องกันหรือการชะลอตัวของน้ำที่จะเข้ามาในเมล็ด ความสามารถเช่นนี้น่าที่จะเกิดจากเยื่อหุ้มเมล็ด การมีความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดกับความงอก การรั่วไหลและการคุดน้ำจึงเป็นการยืนยันว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่อาจเกิดจากความสามารถของเยื่อหุ้มเมล็ดในการชะลอหรือป้องกันการคุดน้ำหรือความชื้นที่จะเข้ามาในเมล็ด จึงทำให้การสูญเสียความงอกและความแข็งแรงเกิดขึ้นช้า นอกจากนี้การมีเมล็ดเล็กและมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำอาจมีส่วนเกี่ยวข้องในการชะลอตัวของน้ำที่จะเข้ามาในเมล็ดอีกด้วย ดังนั้นการตรวจสอบค่านำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดจึงอาจเป็นวิธีการที่เหมาะสมวิธีหนึ่งในการคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ อย่างไรก็ตามไม่จำเป็นเสมอ

ไปที่เมล็ดพันธุ์ที่ร่วงไหลซ้ำหรือมีการชะลตัวจะให้เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกสูงหรือมีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในคู่อบ

บรรณานุกรม

- จวงจันท์ ดวงพัตรา. 2523. **สรীরวิทยาเมล็ดพันธุ์**. เอกสารประกอบการสอนวิชาพืชไร่นา ภาควิชาพืช ไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- จวงจันท์ ดวงพัตรา. 2529. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กลุ่มหนังสือเกษตร. กรุงเทพฯ. 210 หน้า.
- ทรงยศ ดันพิพัฒน์. 2529. **พืชน้ำมัน**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 532 หน้า.
- ธนีนาถ สมบัติ สิริ รังสรรค์ ศิริทวีป และสนธิ กิติกรณ์. 2521. “ศึกษาผลของคุณภาพเมล็ดที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง” ในรายงานผลการค้นคว้าวิจัยประจำปี 2521. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. น.216.
- ชวนใจ อ่อนเรียบร้อย. 2526. “ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดกับการเจริญเติบโตและลักษณะบางประการในข้าวโพดไร่.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วันชัย จันท์ประเสริฐ. 2533. การศึกษาความงอก ความแข็งแรง และความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 18 สายพันธุ์. **วารสารเกษตรศาสตร์** 24: 261-267.
- วันชัย จันท์ประเสริฐ. 2537. **สรীরวิทยาเมล็ดพันธุ์**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 213 หน้า
- วันชัย จันท์ประเสริฐ. สุชาติ อ่อนคำ. รังสฤษฏ์ กาวิตะ. และสุรพล อุปคิสสกุล. 2539. การเสื่อมคุณภาพในแปลง และลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 10 พันธุ์. หน้า 296-302. ใน วันชัย จันท์ประเสริฐ. รังสฤษฏ์ กาวิตะ. พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และจุฑามาศ ร่มเกล้า. บรรณาธิการ. **รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 6, 2539**. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- วันชัย จันท์ประเสริฐ. เชิดชาย วงคำ. สมศักดิ์ ศรีสมบุญ และลิลลี่ กาวิตะ. 2543. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 40 สายพันธุ์/พันธุ์. หน้า 32-42. ในรายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 38, 2543. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- วันชัย จันท์ประเสริฐ. เชิดชาย วงคำ. สมศักดิ์ ศรีสมบุญ และลิลลี่ กาวิตะ. 2544. การศึกษาเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบลำแสงส่องกราดในถั่วเหลืองพันธุ์ที่มีคุณภาพเมล็ดต่างกัน. ใน**การประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติครั้งที่ 8** จังหวัดเชียงใหม่.

- วัลลภ สันติประชา. 2538. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์**. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 212 หน้า.
- อภิพรหม พุกภักดี. 2546. **ถั่วเหลือง: พืชทองของไทย**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .264 หน้า.
- อารีย์ วรรณวัฒน์. 2544. **ถั่ว ถั่วลิสง และถั่วหรั่ง**. โรงพิมพ์โชติวงศ.กรุงเทพฯ. 177 หน้า.
- ไสว พงษ์เก่า. 2534. **ถั่วเหลืองพืชเศรษฐกิจ (เล่ม1)** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 478 หน้า.
- Abdul-Baki, A.A. 1980. Biochemical aspects of seed vigor. **HortScience**. 15: 765-770.
- Anderson, J.D. Baker, J.E. and Worthington, E.K. 1970. Ultrastructural changes of embryos in wheat infected with storage fungi. **Plant Physiol**. 46 : 857-859.
- Andrew, C.H. 1966. **Some aspects of pod and seed development in Lee soybean**. Mississippi State University. 1966. 75 p.
- Andrew, C.H. 1982. Preharvest environment: weathering. pp. 19-25. In J.B. Sinclair and J.A. Jackobs (eds.). **Soybean seed quality and stand establishment**. INTSOY Series no. 22. Illinois: University of Illinois.
- Anonymous. 1976. International rules of seed testing. **Seed Sci. and Technol**. 4(1) : 3-177.
- AOSA. 1983. **Seed vigor testing handbook**. Contribution. No. 32. Association of Official Seed Analyst. USA.
- Barrie, J.S., Edje, O.T. and Wahab, A.H. 1973. Effects of seed size on seedling performance in soybeans : II. Seedling growth and photosynthesis and field performance. **Crop Sci** . 18: 867-870.
- Bass, L.N., Clark, D.C. and James, E. 1963. Vacuum and inert gas storage of safflower and sesame seeds. **Crop Sci** .5: 237-240.
- Bass, L.N. 1979. Physiological and other aspect of seed preservation. pp. 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 : Academic Press. Inc.
- Berjak, P. and Villiers, T.A. 1972. Aging in plant embryos II. Age-induces damage and its repair during early germination. **New Phytol**. 71: 135-144.
- Bhatia, V.S., Tiwari, S.P., Joshi, O.P. and Sharma, A.N. 1993. Effect of field weathering on soybean cv. Punjab 1 and JS 71-05. **J. Seed Res**. 21(2): 92-93.

- Boyd, A.S., Dougherty, G.M., Mattes, R.K. and Rushing, K.W. 1975. Seed drying and processing. **Cereal Seed Technology**. FAO. Rome. Italy.
- Calero, E., West, S.H. and Hinson, K. 1981. Water absorption of soybean seeds and associated causal factors. **Crop Sci.** 21: 926-933.
- Chamma, H.M., Marcos-Filho, J and Crocomo, O.J. 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. 1973. Biochemical aspect of seed vigor. **Seed Sci. and Technol.** 1 : 73-88.
- Christensen, C.M. and Kaufman, H.H. 1969. The role of fungi in quality loss. **Grain Storage**. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- 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 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., Matthes, R.K., Dougherty, G.M. and Boyd, A.H. 1973. Storage of seed in subtropical regions. **Seed Sci. and Technol.** 1 : 427-452.
- Delouche, J.C. 1974. Maintaining soybean seed quality. pp. 42-46. **Soybean Production, Protection and Use**. Bulletin Y-69. Tennessee: National Fertilizer Development Center, Valley Authority.
- Delouche, J.C. 1975. Seed quality and storage of soybeans. pp. 86-107. In D.K. Whigham, ed. **Proceeding: soybean production, protection, and utilization**. INTSOY Series No.6, University of Illinois, Urbana-Champaign.
- Delouche, J.C. 1980. Environment effects on seed development and seed quality. **J. Hort. Sci.** 15 : 775-780.
- Dickson, M.H. 1980. Genetic aspects of seed quality. **HortScience.** 15(6) : 771-774.
- Dornbos, Jr., D.L. 1995. Production environment and seed quality. pp.119-152. In A.S. Basra, ed. **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. Food Products Press, an imprint of The Haworth Press, Inc., New York.

- Egli, D.B. and Tekrony, D.M. 1979. Relationship between soybean seed vigor and yield. **Agron. J.** 71: 755-759.
- Franca Neto, J.B., Henning, A.A. and Krzyzanowski, F.C. 1994. Seed production and technology for the tropics. pp. 217-240. In **Tropical soybean: improvement and product**. Rome: FAO.
- Gregg, B.R. 1982. Soybean seed quality and practice storage. pp. 52-56. In J.B. Sinclair and J. A. Jackobs (eds.). **Soybean seed quality and establishment**. International Agr.Publ. INSOY Series No. 22. University of Illinois. Urbana-Champaign. Illinois.
- Halmer, P. and Bewley, J.D. 1984. A physiological perspective on seed vigor testing. **Seed Sci. and Technol.** 12: 561-575.
- Hampton, J.G. and Tekrony, D.M. 1995. **Handbook of vigour test methods**. Zurich: ISTA. 117p.
- Harrington, J.F. 1972. Seed storage and longevity. pp. 145-245. In T.T.Kozlowski, ed. **Seed Biology**. Vol.3. New York. Academic press, Inc.
- Harrington, J.F. 1973b. Biochemical basic of seed longevity. **Seed Sci. and Technol.** 1: 453-461.
- Harris, H.B., Parker, M.B. and Johnson, B.J. 1965. Influence of molybdenum content of soybean seed and other factors associated with seed source on progeny response to applied molybdenum. **Agron. J.** 57: 379-399.
- Horlings, G.P., Gamble, E.E. and Shanmugasundaram, S. 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.
- Hymowitz, T. and Singh, R.J. 1987. Taxonomy and speciation. pp.23-48. In Soybean: improvement production and uses. 2 nd ed. J.R. Wilcox. **Agronomy Monograph No.16** Issued by the American Society of Agronomy Madisons Wisconsin.
- ISTA. 1985. International rules for seed testing. **Seed sci. and Technol.** 13 : 299-355.
- Johnson, R.R. and Wax, L.M. 1978. Relationship of soybean germination and vigor test to field performance. **Agron. J.** 70: 273-278.
- Krishnasamy, V. and Seshu, D.V. 1990. Germination after accelerated aging and associated characters in rice varieties. **Seed Sci. and Technol.**18: 147-156.
- Kueneman, E.A. 1982. Genetic difference in soybean seed quality : screening methods for cultivar improvement. Pages 31-41. In J.B. Sinclair and J.A. Jackson. eds. **Soybean seed**

- stand establishment.** Proceedings of conference for scientists of Asia. International Agriculture Publication. INTSOY Series No. 22.
- Kuo, W.H.J. 1989. Delayed-permeability of soybean seed : characteristics and screening methodology. **Seed Sci. and Technol.** 17 : 131-142.
- Leopold, A.C. and Vertucci, C.W. 1989. Moisture as a regulator of physiological reaction in seeds. pp. 51-67. In Stanwood, P.C. and McDonald, M.B. (eds.). **Seed moisture. CSSA special publication number 14.** Madison, Wisconsin: Crop Science Society of America, Inc.
- 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.
- Melchior, H. 1994. **A Engler's syllabus der flenzen Familien, vol2 Berlin Nikolasalee.** Germany Gebruder Bomtrager.
- McDonald, M.B. and Wilson, D.O. 1980. ASA-610 ability to detect change in soybean seed quality. **J. Seed Technol.** 5 : 56-66.
- McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Sci. and Technol.** 27: 177-237.
- Mondragon, R.L. and Potts, H.C. 1974. Field deterioration of soybeans as affected by environment. **Proc.Assoc. Off. Seed Anal.** 64 : 63-71.
- Moore, R.P. 1972. Effects of mechanical injuries on viability. pp. 94-113. In E.H. Roberts (ed.). **Viability of seeds.** New York : Syracuse University Press.
- Nangju, D. 1977. Effect of date harvest on seed quality and viability of soya bean. **J. Agric. Sci.** 89 : 107-112.
- Nangju, D. 1979. Seed characters and germination in soybean. **Expl.Agric.** 55: 385-392.
- Nangju, D., Wien, H.C. and Ndimande, B. 1980. Improved practices for soya bean seed production in the tropics. pp. 427-448. In P.D. Hebblethwaite, ed. **Seed Production.** London: Butterworth.
- Parrish, D.J. and Leopold, A.C. 1977. Transient change during soybean imbibition. **Plant Physiol.** 59: 1111-1115.
- Paschal, E.H. and Ellis, M.A. 1978. Variation in seed quality characteristics of tropically grown soybeans. **Crop Sci.** 18 : 837-840.

- Perl, M. Luria, I. and Gelmond, H. 1978. Biochemical changes in sorghum seeds affected by accelerated aging. **J. Exp. Bot.** 29 : 497-509.
- Potts, H.C. 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 : 225-234.
- Scott, W.O. and Aldrick, S.R. 1970. **Modern Soybean Production.** Champaign, Illinois: S and A Publications.
- Shanmugasundaram, S. 1976. Varictal development and germplasm utilization in soybean. **Food and Fertilizer Technology Center Tech. Bull. No. 30** Taiwan.
- Simon, E.W. and Raja Harun, R.M. 1972. Leakage during seed imbibition. **J. Exp. Bot.** 23: 1076-1085.
- Simon, E.W. 1974. Phospholipids and plant membrane permeability. **New Phytol.** 73: 377-420.
- Smith, K.S. and Huysen, W. 1987. World distribution and significance of soybean. pp. 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. pp. 701-746. In J. Kigel and G. Galili (eds.). **Seed development and germination.** New York: Mercel Dekker, Inc.
- Sreeramulu, N. 1982. Leakage during imbibition by seeds of bambarra groundnut [*Voandzeia subterranean* (L.) Thouars] at different stages of loss of viability. **Trop. Agric.** 60: 265-268.
- 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., Egli, D.B. and Phillips, A.D. 1980. Effect of field weathering on the viability and vigor of soybean seed. **Agron. J.** 72 : 749-753.
- Thomson, J.R. 1979. **An introduction to seed technology.** East Kilbride, Scotland: Thomson Litho Ltd.
- Vertucci, C.W. 1989. The kinetics of seed imbibition: controlling factors and relevance to seedling vigor. pp. 93-115. In P.C. Stanwood and M.B. McDonald (eds.). **Seed moisture.** CSSA Special Publication Number 14.

- Villiers, T.A. 1973. Aging and the longevity of seeds in field conditions. pp. 265-288. In W. Heydecker (ed.). **Seed ecology**. London: Butterworths.
- Whigham, K. and Minor, H.C. 1987. Agronomic characteristics and environment stress. pp. 77-118. In A.G. Norman (eds.). **Soybean physiology, agronomy and utilization**. London. Academic Press
- 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.
- Wolf, W.J. and Cawan, J.C. 1971. Processing soybean into oil meal. pp. 15-20. **Soybean as a Food Source**. London. Butter worth Co., Ltd.
- Yaklick, R.W., Vigil, E.L. and Wergin, W.P. 1986. Pore development and seed coat permeability in soybean. **Crop Sci.** 26 : 616-624.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล : นายธีระพนธ์ ยูพงษ์ฉาย

วัน เดือน ปีเกิด : วันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2524

ที่อยู่ : 58/281 ม.แสงอรุณ ซ.รามอินทรา68 คันนายาว จ.กรุงเทพฯ

ประวัติการศึกษา: -ระดับประถมศึกษา โรงเรียนฉัตรวิทยา จ. กรุงเทพฯ

- ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนนวมินทราชูทิศ จ.กรุงเทพฯ

- ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนวมินทราชูทิศ จ.กรุงเทพฯ

- ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- ระดับปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง