56
4528

สำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

ผลการเร่งอายุที่มีต่อคุณภาพและเมมเบรนของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

Effect of Accelerated Aging on Quality and Membrane of Soybean Seed

T100328

โดย

นาย ธนิต ภักดีโสดา น.ส นภาพร เยาวรัตน์

นาย บัญญัติ แจ่มใส นาย วิชัย มุ่งงาม

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. อารมย์ ศรีนิจิตต์)

ภาควิชารับรองแล้ว

ปก.
T2628
2537

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....100328
วัน,เดือน,ปี.....18 JUN 2009

.....

(ผศ.ดร. ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ ..... เดือน..... พ.ศ.2537

คณะเทคโนโลยีการเกษตร ห้องสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อเรื่อง ผลการเร่งอายุที่มีต่อคุณภาพและเมมเบรนของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

Effect of Accelerated Aging on Quality and Membrane of Soybean Seed

โดย

1.นาย ธนิต ภักดีโสดา

2.น.ส นภาพร เยาวรัตน์

3.นาย บัญญัติ แจ่มใส

4.นาย วิชัย มุ่งงาม

สาขา พืชไร่ ภาควิชา เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. อารมย์ ศรีพิจิตต์

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60ที่ได้รับการเร่งอายุตั้งแต่ 0-7 วัน ผลที่ได้พบว่า ความงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า ดัชนีการงอกของเมล็ด การรั่วไหลของเมล็ดและการติดสีจากการย้อมเนื้อเยื่อของเมล็ดด้วย Even's Blue จะเสื่อมไปตามจำนวนวันที่เพิ่มขึ้นของการเร่งอายุ การเสื่อมคุณภาพและความเสียหายของเมมเบรนอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดลดลง

ABSTRACT

Seed deterioration soybean (Glycine max (L) Merr.) seeds cv. Chiengmai 60 was studied after the seeds were aged up to 7 days by accelerate aging technique. The results showed that seed germination, seedling growth rate seed leakage, index germination and Even's Blue staining deteriorated as number of aging day increased. Membrane deterioration may be one of causes of seed life and storage increased.

คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จนี้ไปด้วยดี เนื่องจากการได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ. ดร.อารมย์ ศรีพิจิตต์ ซึ่งท่านเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสำหรับปัญหาพิเศษฉบับนี้ ท่านอาจารย์ได้ให้ความกรุณาสละเวลาอันมีค่าของท่านให้คำแนะนำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือในด้านการจัดหาอุปกรณ์ในการทดลองตลอดจนควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดช่วงเวลาในการทดลอง จนเสร็จสิ้นและช่วยตรวจแก้ไข การนำเสนอผลการทดลองจนสามารถจัดทำเป็นรูปเล่มขึ้นมาให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

และขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ ดร.ปัญญา โพฐิติรัตน์ ที่ท่านกรุณาให้ใช้สถานที่ทำการทดลองปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณ ภาควิชา การกำจัดศัตรูพืชและคุณพรหมมาศ ที่ได้ให้ใช้กล้องและให้ความช่วยเหลือในด้านการถ่ายรูป สำหรับใช้ประกอบในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้

ขอขอบคุณเพื่อนทุกๆคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นาย ธนิต ภักดีโสดา

น.ส นภาพร เยาวรัตน์

นาย บัญญัติ แจ่มใส

นาย วิชัย มุ่งงาม

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญภาพ	(2)
สารบัญตาราง	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	7
ผลการทดลอง	12
วิจารณ์ผลการทดลอง	21
สรุปผลการทดลอง	24
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	28

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เปอร์เซนต์การงอกของถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุ 0-7 วัน	14
2	การเจริญเติบโตของต้นกล้าของเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุ 0-7 วัน	15
3	การรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุ 0-7 วัน	16
4	ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุ 0-7 วัน	17
5	การติดสีของ EVan's Blue ของเมล็ดถั่วเหลืองโดยการแบ่งครึ่งเมล็ดภายหลังการเร่งอายุตั้งแต่ 0-7 วัน	19
6	การติดสีของ Evan's Blue ของเซลล์ใบเลี้ยงของเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุตั้งแต่ 0-7 วัน	20

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลของการเร่งอายุที่มีต่อความงอก อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า การรั่วไหลของเมล็ด และดัชนีการงอก	13
2	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปอร์เซนต์ความงอก อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า และการรั่วไหลของเมล็ด	23
	(ภาคผนวก)	
1	เปอร์เซนต์ความงอกของเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุนาน 1 ถึง 7 วัน ทำ 4 ซ้ำ	28
2	อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุนาน 1 ถึง 7 วัน ทำ 4 ซ้ำ	29
3	ค่าการรั่วไหลของเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุนาน 1 ถึง 7 วัน ทำ 4 ซ้ำ	30
4	ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุนาน 1 ถึง 7 วัน ทำ 4 ซ้ำ	31
5	อุณหภูมิที่ใช้ในห้อง และตู้เพาะที่ใช้ในการทดลองเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง	32
6	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความงอก	33
7	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า	34
8	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการรั่วไหลของเมล็ด	35
9	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของดัชนีการงอก	36

คำนำ

ในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เริ่มตั้งแต่เมื่อเมล็ดเข้าสู่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological maturity) จะเป็นระยะที่มีเมล็ดมีคุณภาพและน้ำหนักแห้งสูงสุด (Rench & Shaw 1971) แต่เราไม่สามารถที่จะทำการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์นั้นได้ เพราะเมล็ดที่มีอยู่ในระยะนี้จะมีปริมาณความชื้นสูง ซึ่งถ้าเราเก็บเมล็ดพันธุ์ในช่วงนี้จะมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว ถ้าในช่วงที่เก็บทำการลดปริมาณความชื้นลงไปได้ตามเกณฑ์ โดยปกติการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์จะเก็บเกี่ยวเมื่อเมล็ดอยู่ในระยะการสุกแก่ที่เก็บเกี่ยวได้ (harvest maturity)ซึ่งในระยะนี้ปริมาณความชื้นของเมล็ดจะลดลงอย่างมากพอที่จะเก็บเกี่ยวได้ ในเมล็ดถั่วเหลืองความชื้นในช่วงที่เก็บเกี่ยวได้ประมาณ 14 วันซึ่งในระยะเวลาตั้งแต่เมล็ดสุกแก่จนถึงก่อนการเก็บเกี่ยว เป็นช่วงระยะเวลาที่เมล็ดยังคงอยู่กับต้นแม่ ซึ่งในช่วงที่เมล็ดจะเสื่อมคุณภาพลงไป เนื่องจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะความชื้นในอากาศ ถ้าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศสูง การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย

สำหรับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เป็นกระบวนการที่ค่อยเป็นค่อยไป การเสื่อมจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ ซึ่งการที่เราจะนำเมล็ดไปปลูกทิ้งไว้ระยะเวลาห่างกันแค่ไม่กี่วัน ก็จะทำให้คุณภาพของเมล็ดแตกต่างกันไป สำหรับการศึกษาในเรื่องการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองนี้ เราใช้เทคนิคของการเร่งอายุซึ่งจะเป็นตัวอย่างวิธีการในการศึกษาการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้เป็นอย่างดี เพราะเราใช้เวลาเพียง 7 วันเราก็สามารถที่จะทราบได้ว่าเมล็ดพันธุ์ที่เรามีเสื่อมคุณภาพไปมากเท่าไร และยังสามารถที่จะทราบถึงสาเหตุที่ทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพได้อีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพนั้นเราจะเห็นได้ชัดจากการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ว่า ถ้าคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เสื่อมลงเท่าไรความงอกจะลดลงไปมากเท่านั้นจนถึงเมล็ดไม่งอกเลย ซึ่งในการทดลองเราทดสอบทั้งความงอก อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า ดัชนีการงอก การรั่วไหลของเมล็ดและการเสื่อมสภาพของเมมเบรนจากการเร่งอายุ

ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมล็ดจากการเร่งอายุที่มากขึ้น เมล็ดก็จะเสื่อมคุณภาพตามไป

ด้วยซึ่งเราไม่สามารถที่จะทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์กลับมาเหมือนเดิมได้ แต่เราสามารถที่จะชลอการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ให้ช้าลงหรือเสื่อมไปอย่างช้าๆได้ ดังนั้นการศึกษาการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และเมมเบรนของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองนี้ จึงนำไปสู่การคิดค้นหาวิธีการที่จะชลอการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ให้ช้าลงในโอกาสต่อไปได้

วัตถุประสงค์

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของความงอกความแข็งแรงของเมล็ดในการเร่งอายุที่ต่างกัน
2. เพื่อศึกษาผลของการเร่งอายุที่มีต่อการเสื่อมของเมมเบรนของเมล็ดถั่วเหลือง

การตรวจเอกสาร

เมล็ดถั่วเหลือง (Glycine max (L.) Merr.)(Ricker และMouse,1948) เป็นเมล็ดที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น เมื่อเปรียบเทียบกับพืชไร่ชนิดอื่น (Deloche et al., 1973) ในเขตร้อนเมล็ดถั่วเหลืองจะสูญเสียความงอก และความแข็งแรงอย่างรวดเร็ว ภายในระยะเวลาเพียง2-3เดือนภายหลังจากการเก็บเกี่ยว (Gregg,1922)โดยปกติเมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซนต์ความงอกและความแข็งแรงสูงสุดเมื่อเมล็ดมีการสุกแก่ทางสรีระวิทยา (physiological maturity) เมื่อระยะเวลาผ่านไปความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดจะลดลง การศึกษาการเสื่อมสภาพเราอาจทำได้เร็วขึ้นโดยไม่ต้องรอคอยนานหลายเดือนโดยใช้เทคนิคการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ Delouche และ Baskin (1973)ได้เสนอแนะวิธีการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ด โดยใช้วิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ (accelerated aging test)เป็นการเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในสภาพวิกฤตกล่าวคือให้เมล็ดอยู่ภายใต้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงทำให้เมล็ดเกิดการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว

ดังนั้นจึงนับได้ว่าวิธีการนี้มีประโยชน์ในการศึกษาเกี่ยวกับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มาก เมล็ดพันธุ์ที่ทนต่อสภาพวิกฤตจะเป็นเมล็ดที่มีความแข็งแรงสูง นอกจากนี้ยังเป็นการทำนายได้ว่าเมล็ดพันธุ์นั้นจะสามารถเก็บรักษาไว้ได้ดีและนานเพียงไร โดยการเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศสูงๆ 90-100 เปอร์เซนต์ และอุณหภูมิ 40-45 ซ เป็นระยะเวลาเพียงไม่กี่วันเท่านั้นเปรียบเสมือนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นั้นในสภาพปกติ (Open storage) เป็นระยะเวลาเพียงไม่กี่วันเท่านั้น เปรียบเสมือนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นั้นในสภาพปกติ (Open storage)เป็นเวลา 6-12 เดือน

เมื่อเมล็ดเริ่มเสื่อมคุณภาพจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวะเคมี (Abdul Baki และ Anderson,1973) เมล็ดที่เสื่อมคุณภาพจะมีการทำงานของเอนไซม์ภายในเมล็ดลดลง เช่น กิจกรรมของเอนไซม์ peroxidase ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการแบ่งระดับการเสื่อมคุณภาพ หรืออีกนัยหนึ่ง คือความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และเมล็ดพันธุ์พืชชนิดอื่นที่มีการทำลดลงเมื่อเมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพ นอกจากนี้เอนไซมีอื่นที่มีการทำงานลดลงขณะเมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพ ได้แก่ α - amylase Abdul-Baki,1969), Catalase, glutamate acid decarboxylase และ cytochrome Oxidase

(linko และ Song,1980, Cerabe,1964) เอนไซม์ต่างๆเหล่านี้มีความสำคัญต่อการเคลื่อนย้ายและการนำสารอาหารที่เก็บสะสมไว้ไปใช้แระโยชน์ในการงอก (Abdul-baki และ Anderson, 1972) แต่สำหรับเอนไซม์ Hydrolytic หลายชนิด พบว่า มักถูกกระตุ้นให้มีการทำงานมากขึ้น ได้แก่ เอนไซม์ lipase (Baker และคณะ,1957)ซึ่งย่อยไขมันที่อยู่ในรูป triglyceride ของกรดไขมันเป็น glyceral และกรดไขมันอิสระ เอนไซม์ phosphatase ทำให้สูญเสียพลังงานในรูป ATPเอนไซม์ phytase และphospholipase ทำให้โครงสร้างของผนังเซลถูกทำลาย และเอนไซม์ Protenase และ Rnase ซึ่งทำให้เมล็ดสูญเสียโปรตีนและกรดอะมิโนบางชนิด (ching และ Schooloratt,1968)

ในเมล็ดที่เสื่อมคุณภาพ cell mambrane และ Subcellular ต่างๆ ในเมล็ดจะสูญเสียคุณสมบัติในการควบคุม Permeability ของเมล็ด เมื่อนำเมล็ดไปแช่น้ำสารต่างๆที่อยู่ในเมล็ด เช่น น้ำตาล กรด amino อิสระ กรดอินทรีย์ และธาตุอีกหลายชนิด จะถูกชะล้างออกมาได้ง่าย จึงสามารถวัดการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดโดยการวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity meter) (Rajendra และคณะ,1990)ของสารต่างๆที่ปลดปล่อยออกมาเมล็ดถั่วเหลืองที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลานานพบว่าค่าการนำไฟฟ้าของสารที่ถูกชะล้างออกมาจากเมล็ดเพิ่มขึ้นโดยมีความเข้มข้นของไนโตรเจนและแป้งที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น (Parrish และ Leopold,1978)

จากหลักการดังกล่าว สามารถวัดสารที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดแต่ละเมล็ด เป็นค่าการนำไฟฟ้า โดยเมล็ดที่มีความแข็งแรงสูงจะมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ และเมล็ดที่เสื่อมคุณภาพจะมีค่าการนำไฟฟ้าสูง (Olivera และคณะ,1984)Parrish และ Leopold (1978) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการเร่งอายุ พบว่า ความงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของรากลดลง (Musgrave et al,1980) กล่าวว่า วิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ สามารถทำนายอายุการเก็บรักษาของเมล็ดถั่วเหลืองได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก และจากการตรวจสอบวิธีนี้พบว่า เมล็ดถั่วเหลืองที่มีความชื้นเดิมสูง มักเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นต่ำ (Tao,1979) ส่วน Delouche และ Baskin(1973) และ Mcdonal และ Phaneendranth (1978) รายงานไว้ว่าเมล็ด Crimson Clover และถั่วเหลืองที่ผ่านการเร่งอายุ จะมีความชื้นภายในเมล็ดเพิ่มขึ้น และทำให้เชื้อราเข้าทำลายเมล็ดได้ง่าย (Mallick และ Nandi,1979) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีการเสื่อมคุณภาพ

เร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ชนิดอื่น (Delarches et al,1973) เนื่องจากมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นไขมัน วิ่งจะถูกออกซิไดซ์เปลี่ยนเป็นกรดไขมันอิสระได้ง่าย (Ching,1973) จึงเป็นสาเหตุให้การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ได้ไม่นาน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์การทดลอง

1. เมล็ดถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60
2. กระป๋องอลูมิเนียม
3. บีกเกอร์
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า
5. ใบมีดโกน
6. กล้องจุลทรรศน์
7. ขวดโหลเร่งอายุ
8. ตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิได้
9. ถุงพลาสติก
10. กระดาษเพาะ (paper towel)
11. ถุงกระดาษ
12. น้ำกลั่น
13. สารละลาย Evan's Blue
14. Aluminium Foil
15. Crison conductivity

วิธีการ

1. วิธีการสุ่มตัวอย่างปฏิบัติการ (Working sample) ใช้วิธีแบ่งเมล็ดด้วยมือ ดังนี้

1.1 เทเมล็ดที่จะแบ่งลงบนพื้นผิวเรียบ คนเมล็ดพันธุ์ให้เข้ากัน

1.2 ในครั้งแรกแบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วน โดยใช้ไม้บรรทัด แบ่งเมล็ด 2 ส่วนนี้ ออกเป็น 4 ส่วน และจาก 4 ส่วนแบ่งต่อไปอีกเป็น 8 ส่วน

1.3 หยิบกองเมล็ดออกไปโดยสลับกัน นำกองเมล็ด 4 กองที่เหลือมาคลุกเคล้ากันเป็นกองเดียวกัน

1.4 เริ่มต้นแบ่งแบบเดิมที่ ปฏิบัติมาใน 1.1 จนกระทั่งได้ตัวอย่างที่ปริมาณเพียงพอที่จะไปตรวจสอบคุณภาพ

2. วิธีการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

2.1 การตรวจความชื้นของเมล็ด (seed moisture test)

ตรวจสอบความชื้นของเมล็ดโดยวิธี hot airoven ทำ 4 ซ้ำ ๆ ละ 25 เมล็ด อบเมล็ดที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จึงนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง เปอร์เซนต์ความชื้นของเมล็ด คำนวณได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซนต์ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}) \times 100}{\text{น้ำหนักสด}}$$

2.2 การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ (Accelerated Aging Test)

นำเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 320 เมล็ด ใส่บนตะแกรงในขวดโหล (500 มล.) ที่มีน้ำ 100 มล. ปิดฝาขวดให้แน่นสนิท นำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 40 ± 2 °ซ เป็นเวลา 0,1,2,3,4,5,6 และ 7 วันตามลำดับ ในแต่ละวันจะทำการทดลอง 4 ซ้ำๆละ 25เมล็ด จากนั้นนำเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุมาทดสอบความงอก (germination test) อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (seedling growth rate test) ตรวจสอบการรั่วไหลของเมล็ด (seed leakage test) และทดสอบการติดสีของเนื้อเยื่อด้วยสารละลาย Evan's Blue

2.3 การทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ (Germination test)

นำเมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการเร่งอายุ 1-7 วัน ตามลำดับ มาวางบนกระดาษเพาะ (paper towel) ทำให้ชื้นด้วยน้ำกลั่น จำนวน 25 เมล็ด ทำ 4 ซ้ำ แล้วม้วนกระดาษอย่างหลวม ๆ ใส่ลงในบีกเกอร์คลุมด้วยถุงพลาสติก เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องตรวจสอบและประเมินผลความงอก เมื่อครบ 5 วัน และ 8 วันหลังเพาะ

2.4 การตรวจสอบอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (Seedling growth rate test)

นำเมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการเร่งอายุวางบนกระดาษเพาะ (paper towel) ทำให้ชื้นด้วยน้ำกลั่น โดยจัดวางเรียงเป็น 2 แถว แถวแรกวางห่างจากขอบกระดาษด้านบน 6.5 ซม. แถวที่สองวางห่าง 13 ซม. วางเมล็ดเหลื่อมกัน ในแต่ละแถวจะมีจำนวนเมล็ด 12 และ 13 เมล็ด ตามลำดับ ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ๆ ละ 25 เมล็ด หลังจากนั้นนำม้วนกระดาษใส่ลงในบีกเกอร์ คลุมด้วยถุงพลาสติก เก็บไว้ในตู้เพาะในที่มืด นาน 7 วัน เมื่อครบ 7 วัน นับจำนวนต้นที่งอกปกติ (normal seedling) แล้วใช้มีดโกนตัดใบเลี้ยงของต้นกล้าที่งอกปกติทิ้ง เอาต้นกล้าใส่ในถุงกระดาษอบที่อุณหภูมิ 80 °ซ นาน 24 ชั่วโมง

แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งคำนวณอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า จากสูตร

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของต้นกล้า (มก.)}}{\text{จำนวนต้นที่ปกติ}}$$

2.5 การตรวจสอบการรั่วไหลของเมล็ด (Seed leakage test)

นำเมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการเร่งอายุแล้วใส่ลงในบีกเกอร์ (200 มล.) ที่มีน้ำกลั่นอยู่ 75 มล.จำนวน 25 เมล็ด ปิดด้วย Aluminium foil ทำ 4 ซ้ำ แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20 °ซ นาน 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดแล้ว วัดค่าการรั่วไหลของเมล็ดในรูปของค่าเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า (electrical conductivity) ด้วย Crison conductivity 525 ค่า cell constant 1.01 ค่าที่ได้บันทึกเป็น μs/ซม./25 เมล็ด

2.6 การติดสีของเนื้อเยื่อเมล็ดด้วย Evan's Blue

สุ่มเมล็ดในแต่ละ treatment มา 10 เมล็ด นำเมล็ดที่สุ่มมาทำให้นุ่มโดยปฏิบัติเช่นเดียวกับการทดสอบความงอก ทิ้งค้างคืนที่อุณหภูมิห้องในห้องปฏิบัติการ แล้วจึงลอกเอาเปลือกออก ใช้มีดโกนตัดใบเลี้ยงตามขวางออกเป็น 3 ส่วน ๆ ละเท่า ๆ กันโดยประมาณ นำเนื้อเยื่อเมล็ดดังกล่าวแช่ในสารละลาย Evan's Blue 1% เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 2 ชั่วโมง รินสารละลายที่แช่เนื้อเยื่อเมล็ดทิ้งไป ล้างเนื้อเยื่อด้วยน้ำประปา 2-3 ครั้ง แล้วแช่ไว้ในน้ำกลั่นป้องกันมิให้เนื้อเยื่อแห้ง ใช้มีดโกนตัดส่วนของเนื้อเยื่อที่ติดสีให้บางที่สุด ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ เซลล์ที่ติดสีน้ำเงินเป็นเซลล์ที่ไม่มีชีวิต

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นเปอร์เซนต์ จะถูกเปลี่ยนไปเป็นค่าของ aresine วางแผนทดลองแบบ complete randomized design ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ย ทดสอบด้วย Duncan's new multiple range test และทำการทดสอบ Simple correlation co-efficient ในระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วย

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการของภาควิชาพืชไร่ และห้องปฏิบัติการของภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ผลการทดลอง

ความงอกของเมล็ด

เปอร์เซนต์การงอกของเมล็ดลดลงโดยตลอดตามจำนวนวันที่ทำการเร่งอายุ ที่เพิ่มขึ้นแสดงใน (ตารางที่ 1) ในระยะวันแรกของการเร่งอายุ การลดลงของความงอกมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ 0 วัน (control) และจากระยะนี้ไปแล้วการลดลงของความงอกมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ control ในช่วง 6 วันและ 7 วันของการเร่งอายุเมล็ดจะตายหมด (ภาพที่ 1)

อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า

จากการทดลองจะทราบอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าโดยจะแสดงออกมาให้เห็นในรูปของน้ำหนักแห้งของต้นกล้า ที่จะลดลงตามจำนวนวันที่เร่งอายุที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1) ในช่วง 0-3 วันของการเร่งอายุการลดลงของน้ำหนักแห้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หลังจากระยะนี้ไปแล้วน้ำหนักแห้งของต้นกล้าจะลดลงอย่างรวดเร็ว ในวันที่ 6 ของการเร่งอายุไม่พบว่ามีเมล็ดสามารถงอกได้เลย (ภาพที่ 2)

การรั่วไหลของเมล็ด

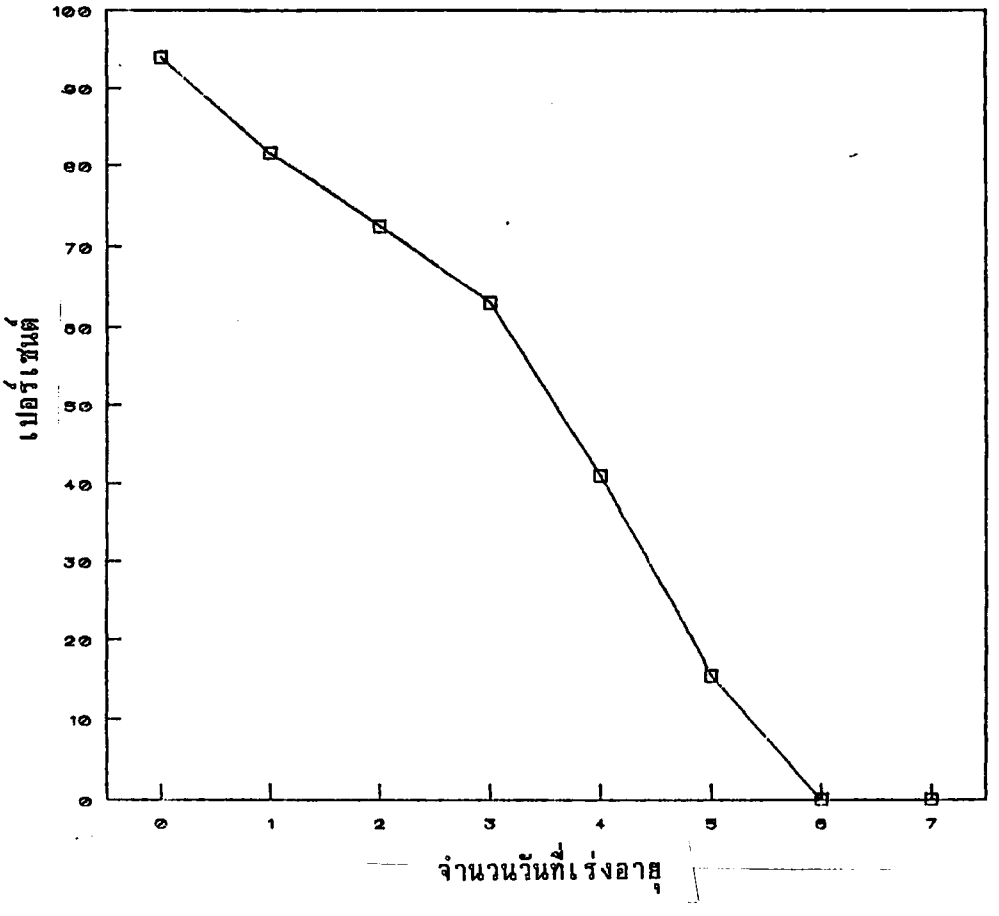
การรั่วไหลของสารละลายภายในเมล็ดถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันเร่งอายุที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1) ในช่วง 0-1 วันของการเร่งอายุ เมล็ดมีการรั่วไหลของสารไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติหลังจาก 2 วัน ของการเร่งอายุไปแล้วค่าการรั่วไหลของเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 3)

ดัชนีการงอกของเมล็ด

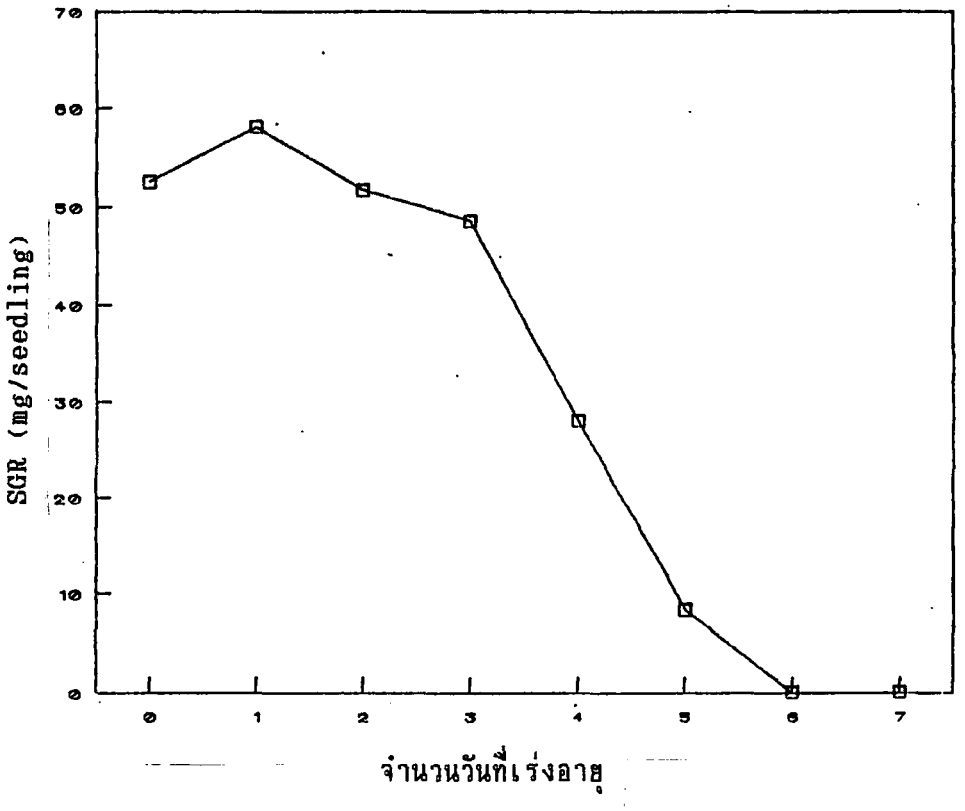
จากการทดลองพบว่าดัชนีการงอกของเมล็ดถั่วเหลืองจะลดลงตามจำนวนวันเร่งอายุที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1) ในช่วง 0-3 วันของการเร่งอายุการลดลงของดัชนีการงอกของเมล็ดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติหลังจากระยะนี้ไปแล้วดัชนีการงอกของเมล็ดจะลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 6 และ 7 ของการเร่งอายุไม่พบว่ามีเมล็ดงอกได้เลย(ภาพที่ 4)

ตารางที่ 1 ผลของการเร่งอายุที่มีต่อความงอก อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า และการรั่วไหลของเมล็ด

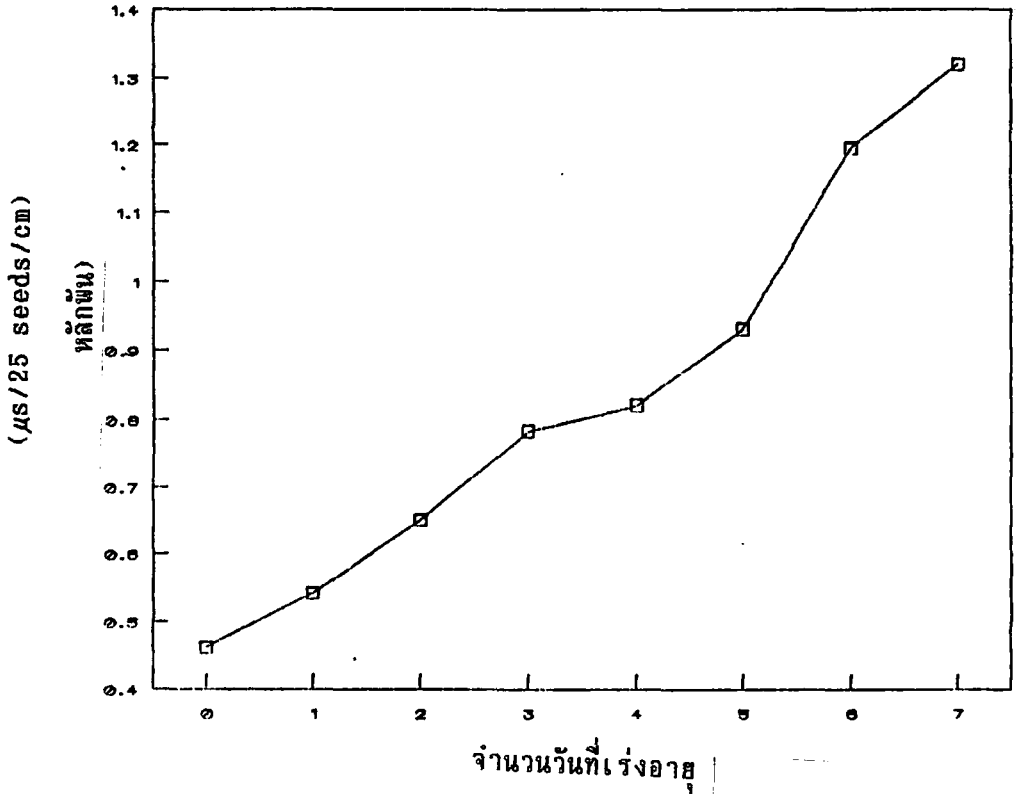
จำนวนวันที่เร่งอายุ	ความงอก	อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า(มิลลิกรัม/ต้น)	การนำไฟฟ้า (μS/ซม/25เมล็ด)	ดัชนีการงอก
0	94 A	52.55 A	462 F	20.94 A
1	81.5 B	58.07 A	542.75 F	20.21 A
2	72.5 B	51.73 A	651.25 E	19.21 A
3	63 C	48.56 A	782.75 D	17.67 A
4	41 D	28.18 B	820.75 D	6.50 B
5	15.5 E	8.5 C	931 C	4.13 B
6	0 F	0 C	1194.75 B	0 C
7	0 F	0 C	1320.75 A	0 C



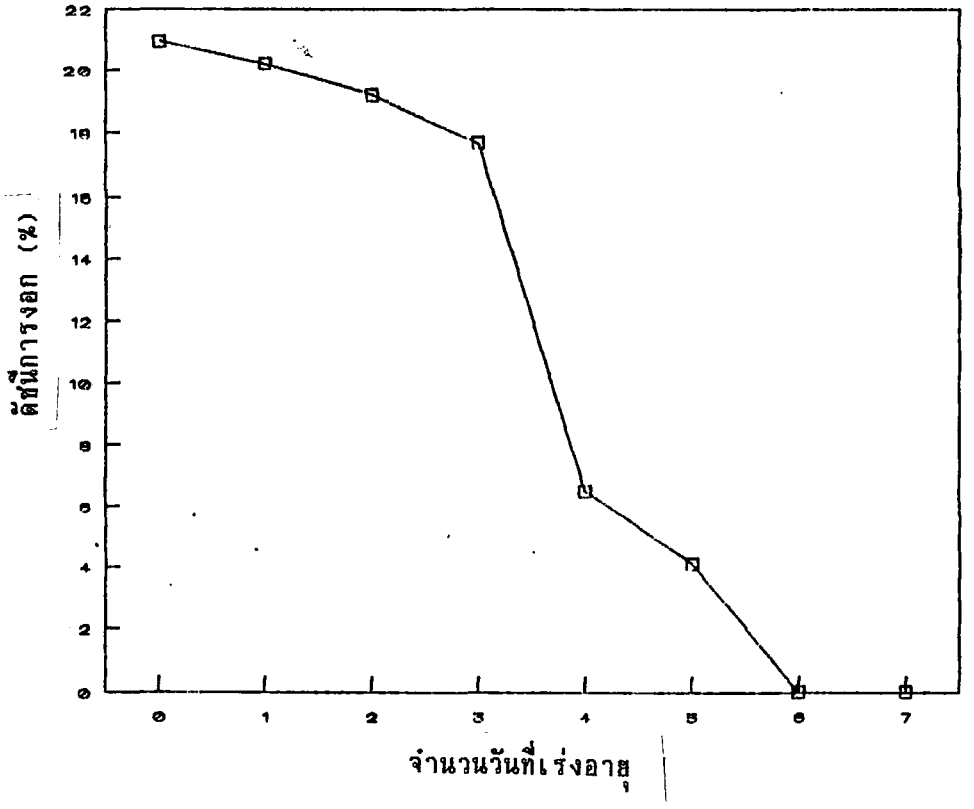
ภาพที่ 1 ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุ 0-7 วัน



ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของต้นกล้าภายหลังการเร่งอายุ 0-7 วัน



ภาพที่ 3 การรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุ 0-7 วัน

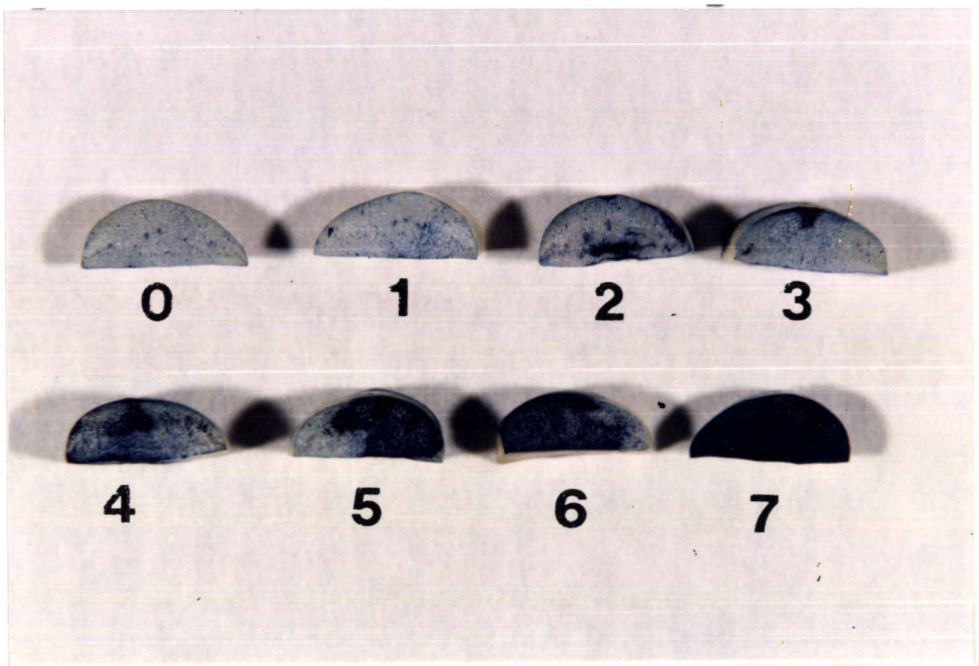


ภาพที่ 4 ดัชนีการงอกของถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุ 0-7 วัน

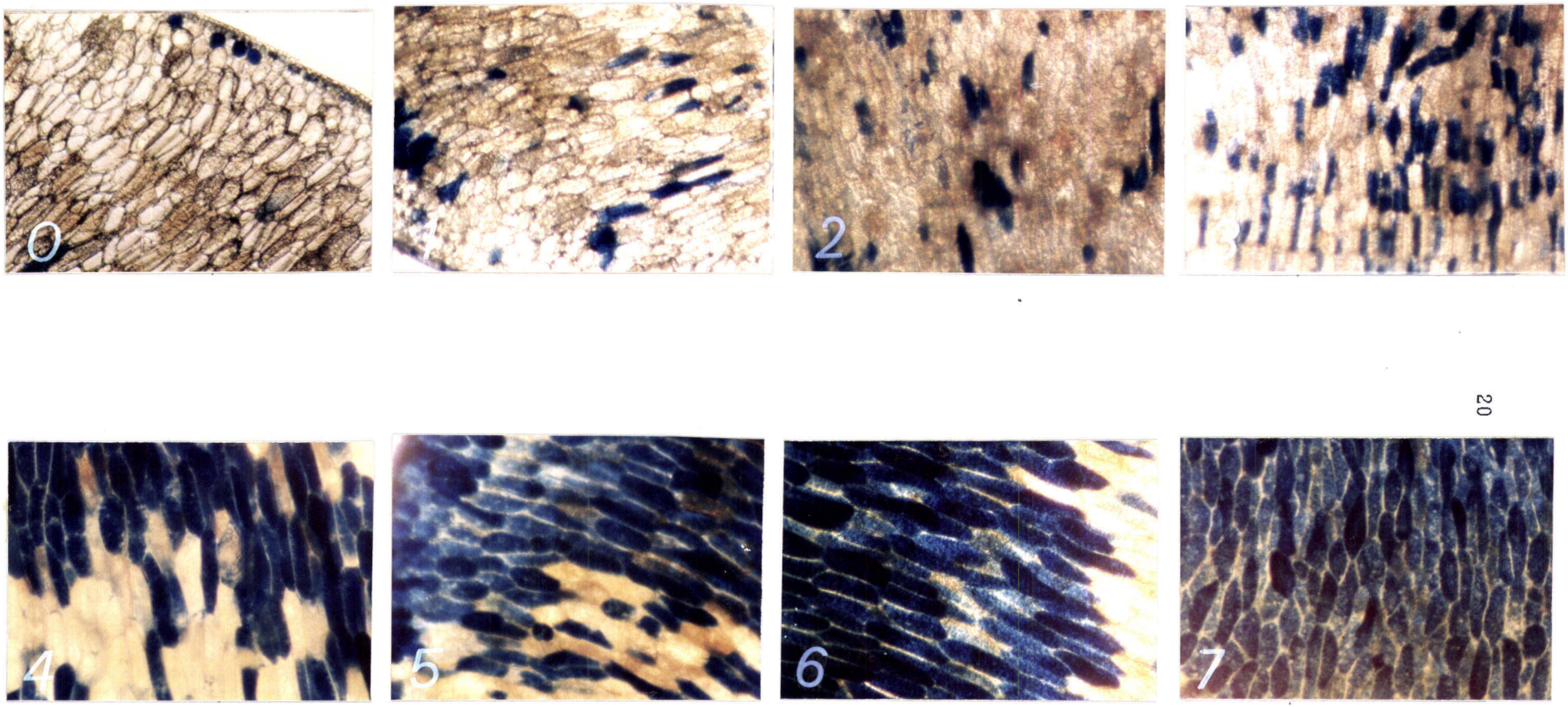
100328

การติดสีของ Evan's Blue

เมื่อนำเมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการเร่งอายุทั้ง 7 วันมาตัดใบเลี้ยงออกตามขวาง นำไปย้อมสีด้วย Evan 's Blue แล้วนำมาเปรียบเทียบ ลักษณะการกระจายตัวของความเข้มของการติดสี โดยดูพื้นที่หน้าตัดของถั่วเหลืองจะพบว่าถั่วเหลืองที่ผ่านการเร่งอายุ 0 และ 1 วัน จะย้อมติดสีน้ำเงินของ Evan's Blue น้อยและหลังจากถั่วเหลืองที่ผ่านการเร่งอายุตั้งแต่ 2 ถึง7 วัน เซลของถั่วเหลืองจะติดสีเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามเวลาการเร่งอายุ (ภาพที่ 5)และเมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ภาพที่ 6) จากภาพจะเห็นว่าเมื่อจำนวนวันเร่งอายุเพิ่มขึ้นจะมีเซลล์ที่ติดสีน้ำเงินเพิ่มขึ้นและแสดงให้เห็นว่าจำนวนเซลล์ที่ตายมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วง 5-7 วันพบว่ามีปริมาณเซลล์ที่ติดสีน้ำเงินหรือเซลล์ที่ตายแล้วเป็นส่วนมาก



ภาพที่ 5 การติดสีของ Evan's Blue ของเมล็ดถั่วเหลืองโดยการแบ่งครึ่งเมล็ด ภายหลังการเร่งอายุตั้งแต่ 0-7 วัน



ภาพที่ 6 การติดสีของ Evan's Blue ของเซลล์ใบเลี้ยงของเมล็ดถั่วเหลือง ภายหลังการเร่งอายุตั้งแต่ 0-7 วัน เนื้อเยื่อตัดตามขวาง ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์ NIKON รุ่น UF XII LABOPHOTO (X10) บริเวณที่ติดสีน้ำเงิน คือ เซลล์ที่ตาย

14528

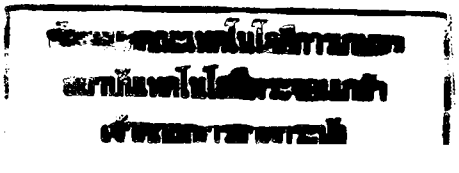
สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ สามารถที่จะกระทำได้โดยการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในสภาพธรรมดาหรือเก็บรักษาโดยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ (Priestely และคณะ,1980) ซึ่งวิธีการหลังนี้มีความสะดวกและรวดเร็วกว่าวิธีการแรกและยังสามารถใช้ในการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดได้อีกด้วย (AOSA,1983) อาการเสื่อมที่เมล็ดแสดงออกหลังจากการทดสอบคุณภาพของเมล็ดแล้วจะเป็นเครื่องบ่งชี้ให้เห็นว่าเมล็ดมีความแข็งแรงลดลง ได้แก่ ความงอกของเมล็ดลดลง การเจริญเติบโตของต้นกล้าลดลง จำนวนต้นกล้าที่ผิดปกติเพิ่มขึ้นและอัตราการรั่วไหลของสารจากเมล็ดสูงขึ้น (Abdul Baki และ Anderson,1972)

การเร่งอายุ สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดได้(Tao, 1979)จากการทดลองนี้พบว่าเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุนาน 2 วัน ที่ 40+1 ซ ความแข็งแรงของเมล็ดลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเร่งอายุ (0 วัน) ถ้าเมล็ดที่นำมาทดสอบเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ภายหลังหลัง 2 วันของการเร่งอายุ ก็ไม่ควรที่จะแตกต่างจากคุณภาพเบื้องต้นของเมล็ดมากนัก (อารมย์,2533)โดยปกติแล้วเมล็ดพันธุ์ที่นำมาทำการทดลองจะต้องมีคุณภาพเบื้องต้นสูงการสรุปจะเป็นไปได้อย่างถูกต้อง แต่อย่างไรก็ดี อุปกรณ์และวิธีการทดลองก็มีส่วนสำคัญในการทำให้การทดลองประสบความสำเร็จ ซึ่งในการทดลองนี้เมล็ดพันธุ์ที่นำมาทดลองเบื้องต้นมีคุณภาพสูงใช้ได้

จากการตรวจสอบความงอก, อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า, ดัชนีการงอกก็เป็นไปในทางเดียวกันคือ ยิ่งจำนวนวันเร่งอายุเพิ่มขึ้นความแข็งแรงของเมล็ดก็จะยิ่งลดลง (ตารางที่ 1)ดังนั้นก็แสดงว่ายิ่งเร่งอายุมากขึ้นเมล็ดก็เสื่อมคุณภาพลงมากเท่านั้น ความแข็งแรงของเมล็ดก็ลดลงและยังไปมีผลต่อการรั่วไหลของสารละลายภายในเมล็ดเพิ่มสูงขึ้นเมล็ดที่มีการรั่วไหลมากขึ้นเท่าใดจำนวนเซลล์ที่ตายก็จะมากขึ้น (ภาพที่ 1และ 2) ปรากฏการณ์นี้ทำให้ทราบว่า ความงอก ความแข็งแรง และการรั่วไหล ต่างก็มีความสัมพันธ์กัน(ตารางที่ 2) ดังนั้นเมล็ดที่มีการรั่วไหลจึงมีผลทำให้ความงอก และความแข็งแรงลดลง (Powell, 1986) การรั่วไหลของเมล็ดเกิดจากเซลล์ที่ไม่มีชีวิต เมื่อย้อมสีจะเห็นเป็นสีน้ำเงิน



(Schoettle และ Leopold,1984) เกิดขึ้นเนื่องจากการสูญเสียคุณสมบัติในการซึมซาบของการเกิดปฏิกริยา lipid peroxidation ที่ทำให้เอนไซม์ไม่ทำงานระงับการสังเคราะห์โปรตีนส่งผลทำให้โครงสร้างของผนังเซลล์ถูกทำลาย (Ching & Leopold,1968)การเสื่อมคุณภาพของผนังเซลล์ทำให้สารอาหารภายในเมล็ดสลายออกมาภายนอกทำให้ไม่สามารถตรวจสอบคุณภาพได้โดยการวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายภายในเมล็ด

การรั่วไหลมีความสัมพันธ์กับความงอกและความแข็งแรง (ตารางที่ 2)ในระยะ 0-1 วันแรกของการเร่งอายุเมล็ดมีการรั่วไหลเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1) ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งความงอกก็มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความเสียหายของเมมเบรนได้เกิดก่อนที่จะมีความสูญเสียความงอกและความแข็งแรง (Parrish และ Leopold ,1978)ดังนั้นสาเหตุสำคัญของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดน่าจะเกิดจากความเสียหายของเมมเบรนเป็นประการแรก (Delouche& Baskin, 1973) ซึ่งจากการทดลองสาเหตุที่ความงอกมีความแตกต่างกันทางสถิติในช่วง 0-1วันแรก เหมือนกันกับการรั่วไหลของเมล็ดนั้น อาจมีสาเหตุมาจาก

1.การสุ่มเมล็ดพันธุ์เพื่อนำมาทดลองไม่กระจายอย่างทั่วถึง

2.อุปกรณ์ในการทอสอบการเร่งอายุอุณหภูมิของตู้อบไม่ค่อยคงที่

ซึ่งสาเหตุทั้งสองประการจึงอาจทำให้การทดลองไม่ได้ผลเต็มที่

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปอร์เซนต์ความงอก อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าและการนำไฟฟ้า

	ความงอกของเมล็ด	อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า	การนำไฟฟ้า
ความงอกของเมล็ด	-	0.98 **	(-0.96)**
อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า			(-0.93)**
การนำไฟฟ้า			

สรุปผลการทดลอง

1. พบว่าเมื่อจำนวนเร่งอายุเพิ่มขึ้น ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดลดลง
2. การรั่วไหลของสารละลายในเมล็ดจะเพิ่มขึ้น ตั้งแต่วันแรกที่ทำการเร่งอายุ
3. การรั่วไหลของสารละลายในเมล็ด จะมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของเมล็ด เมื่อจำนวนวันเร่งอายุเพิ่มขึ้น คุณภาพของเมล็ดลดลง การรั่วไหลของสารละลายในเมล็ดจะเพิ่มขึ้น
4. เมื่อตรวจสอบ membrane damage โดยวิธี Evan's Blue พบว่า เมื่อจำนวนวันเร่งอายุเพิ่มขึ้น เซลล์ที่ได้รับความเสียหายก็เพิ่มขึ้น
5. ความงอกของเมล็ด มีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์กับอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าในทิศทางเดียวกัน (ตารางที่ 2) โดยที่ความงอกของเมล็ดลดลงหลังจากการเร่งอายุที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าจะลดลงด้วย เนื่องจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ความงอกของเมล็ด และอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้ามีค่า 0.98 เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เปรียบเทียบกับค่าโดยใช้ตาราง ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ที่ได้มีค่าสูงกว่า rในตารางที่ระดับความเป็นไปได้ .05(0.7932) และที่ระดับความเป็นไปได้ .01(0.6464)แสดงว่าความงอกของเมล็ดมีความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าอย่างสูงในทางบวก (high positive)
6. อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า มีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์กับการนำไฟฟ้า
7. เมื่อจำนวนวันที่เร่งอายุเพิ่มขึ้น ดัชนีการงอกของเมล็ดลดลง เนื่องจากเซลล์ถูกทำลายลง

เอกสารอ้างอิง

อารมย์ ศรีพิจิตต์.2533. ผลของการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยซิลิกาเจลที่มีต่อการติดสีของ TTC ความงอก ความแข็งแรง และการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด ว.เกษตรศาสตร์ (วทบ.)24 : 167-175

Abdul-Baki, A.A.1969. Relationship of glycose metabolism to germinability and vigor in barley and Wheat seeds. Crop Sci. 9(6): 732-737

Abdul-Baki, A.A and J.D.Anderson.1972. Physiological and biochemical deteriotation of seeds,pp.383-315.In T.T.Kozlowski (ed).Seed Biology Vol.177.Academic Press, Newyork

Abdul-Baki, A.A. and J.D.Anderson.1973. Vigor determination on Soybean Seed by mutiple criteria Crop Sci. 13(6): 630-632

Baker,D.,M.H. Neustadt and L.Zeleng.1957. Application of the fat acidity test as an inder of grain deterioration Lereal chem 34(4): 226-235

Baskin,C.Cand E.H.N. Viciria.1980. Predicting the storability of soybean seed lots. J.Seed Technol. 5(2) :1-13

Ching, T.M and D.Schooleraft.1968. Physiological and chemical deferrence in aged seeds. Crop Sci. 8(6) : 407-409

Ching, T.M.1973. Biochemical aspest of seed vigor Seed Sci & Technol. 1(1) : 73-88

Delouche, J.C.1973. Precepts of seed storage. Proc Short Course for Seedsmen 16 : 97-122. Miss.State Univ.Seed-Tech Lab.

Delouche,J.C.and C.C. Baskin.1973. Accelerate aging technique for predicting the relative storability of seed lots. Seed

Sci and Technol. 1:427-452

Desai, D.B.1976.Predicting the relative Storability of Seed lots accelerated aging test. Seed Res. 4:62-64

Grabe, E.F.1964. Glutamic acid decarboxylase Setivity as a measure of seedling vigor.Proc Assoe of Seed Anal.54:100-109

Gregy,B.B.1982. Soybean Seed quality and practical storage.52-56

Linko,P. and L. Song.1960. Relative of Viability and storage deterioration to glutamic acid decarboxylic in Wheat. Cereal chem. 37(5) :489-490

Oliveira , M.Dea., S.Matthews and Alison A.Powell.1984. The role of split Seed Coats in determing Seed Vigor in commercial seed lots of Soybean, as measured by the electrical conductivity test. Seed Sci.& Technol. 12:659-668

Parrish, D.J. and A. Carl Leopold.1978. On the Mechanism of Aging in Soybean seeds. Plant Physical. 61 :365-368

Powell, A.A. and S. Matthews.1977. Deteriorative change in pea seeds (Pisum Sativum 2) Stored on humid or dry conditiond. J. Exp.Bot. 28 :225-234

Powell, A.A. 1986. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for souring.J.Seed Technol. 10 :81-100

Priestley, D,A., Mcbride,M.B and Leopold, C.1980. Tocopherol and organic free radical levels in Soybean seeds during natural and accelerated aging Plant Physiology, Washington,66,715-719

Rajendra P.Vyas, Raghveadra Kumar, V.d Prakask and R.R. Katigar.1990. Germinability of Soybean Seeds after Harvest in subsequent storage. Seed Research Vol. 18(1) :44-46

Schoettle, A.W. and A.C. Leopold.1984. Solute leakage from artifically aged soybean seeds after inhibition. Crop Sci. 24 :835-838

Stewart, R.R.C and Bewley, J.D.1980. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes Plant Physiology, Washington,65, 245-248

Tao, K.L.1979. An Evaluation of alternative methods of accelerate aging seed vigor test for soybeans. J.Seed Technol. 3:30-40

Wilson Jr.Do.1992 A unified approach to interpretation of single seed conductivity data by D.O. Wilson Jr.Seed Sci. & Technol,20,135-163

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 เปอร์เซนต์ความงอกของเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุนาน 1 ถึง 7 วัน ทำ 4 ซ้ำ

Rep	จำนวนวันที่เร่งอายุ							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1	98	84	74	72	46	14	0	0
2	88	78	70	60	46	8	0	0
3	98	84	70	64	36	16	0	0
4	92	80	76	56	36	24	0	0
ค่าเฉลี่ย (%)	94	81.5	72.5	63	41	15.5	0	0

ตารางที่ 2 อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (SGR) เมล็ดถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุนาน 1 ถึง 7 วัน ทำ 4 ซ้ำ

Rep	จำนวนวันที่เร่งอายุ							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1	51.17	56.11	50.83	43.20	25.00	20.00	0	0
2	44.75	58.47	58.69	53.45	24.33	0	0	0
3	62.40	59.00	51.00	47.60	29.37	0	0	0
4	51.87	58.68	46.40	50.00	34.00	14.00	0	0
ค่าเฉลี่ย (%)	52.55	58.07	51.73	48.56	28.18	8.5	0	0

ตารางที่ 3 ค่าการรั่วไหล (μs/25 seeds/cm)ของเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุนาน 1 ถึง 7 วัน ทำ 4 ซ้ำ

Rep	จำนวนวันที่เร่งอายุ							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1	435	545	549	802	793	990	1194	1243
2	443	505	720	771	842	940	1137	1312
3	413	596	626	748	832	898	1285	1370
4	557	515	710	810	816	896	1163	1358
ค่าเฉลี่ย	462	542.75	651.25	782.75	820.75	931	1194.75	1320.75

ตารางที่ 4 ดัชนีการงอกของถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุนาน 1 ถึง 7 วันทำ 4 ซ้ำ

Rep	ดัชนีการงอก							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1	21.33	20.50	21.08	16.50	5.33	4.67	0	0
2	19.57	21.67	18.83	20.50	7.00	3.17	0	0
3	22.32	19.92	17.33	20.53	8.33	4.33	0	0
4	20.54	18.75	19.58	13.13	5.33	4.33	0	0
ค่าเฉลี่ย (%)	20.94	20.21	19.21	17.67	6.50	4.13	0	0

ตารางที่ 5 อุณหภูมิห้องและตู้เพาะที่ใช้ในการทดลองของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

วันที่	อุณหภูมิห้องเฉลี่ยองศาเซลเซียส	อุณหภูมิในตู้เพาะเฉลี่ย	
		Tmax	Tmin
6 ต.ค-12 ต.ค	31.5	32.0	31.0
13 ต.ค-19 ต.ค	31.5	31.0	28.5
20 ต.ค-26 ต.ค	30.0	30.0	26.5
27 ต.ค- 2 พ.ย	30.0	30.0	26.5
3 พ.ย- 9 พ.ย	29.0	30.0	26.0
10 พ.ย-16 พ.ย	32.0	33.5	28.0
17 พ.ย-23 พ.ย	32.0	32.5	29.5
24 พ.ย-30 พ.ย	29.0	29.0	26.0
1 ธ.ค- 7 ธ.ค	31.0	32.0	29.0
8 ธ.ค-14 ธ.ค	30.0	30.0	26.0
15 ธ.ค-21 ธ.ค	27.5	29.0	24.0
22 ธ.ค-28 ธ.ค	26.0	28.0	24.0

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการวัดความงอก

source	df	ss	Ms	F
Treatment	7	38970.875	5567.268	268.842**
Error	24	497.000	20.708	
Total	31	39467.875	1273.157	

GRAND MEAN = 45.9375

CV = 9.91%

significant.05 = 6.641517

significant.01 = 9.000156

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการวัดอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า

source	df	ss	Ms	F
Treatment	7	17484.767	2497.824	89.941**
Error	24	666.522	27.772	
Total	31	18151.289	585.525	

GRAND MEAN = 30.9475

CV = 17.03%

significant.05 = 7.691237

significant.01 = 10.42267

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการรั่วไหลของเมล็ด

source	df	ss	Ms	F
Treatment	7	2542963.50	363280.500	127.660**
Error	24	68296.50	2845.688	
Total	31	2611260.00	84234.194	

GRAND MEAN = 838.25

CV = 6.36%

significant.05 = 77.85532

significant.01 = 105.5045

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ค่าความแปรปวนของดัชนีการงอก

source	df	ss	Ms	F
Treatment	7	2419.434	345.633	134.584**
Error	24	61.636	2.568	
Total	31	2481.070	80.035	

GRAND MEAN = 11.0803125

CV = 14.46%

significant.05 = 2.338871

significant.01 = 3.169488