ผลของการไพรมมิงเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่เสื่อมคุณภาพ

EFFECT OF SEED PRIMING ON GERMINATION AND VIGOR OF AGED TOMATO SEEDS

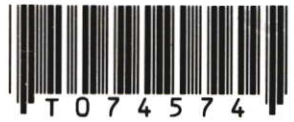
สุมาลิกาญจน์ ด้วงทอง
SUMALIKARN DOUNGTHONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชไร่
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2550

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของการไพรมมิงเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่เสื่อมคุณภาพ

EFFECT OF SEED PRIMING ON GERMINATION AND VIGOR OF AGED TOMATO SEEDS



สุมาลิกาญจน์ ด้วงทอง

SUMALIKARN DOUNGTHONG

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 74574
วัน,เดือน,ปี - 3 ต.ค. 2550

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชไร่

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2550

EFFECT OF SEED PRIMING ON GERMINATION AND VIGOR OF AGED TOMATO SEEDS

SUMALIKARN DOUNGTHONG

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

2007

COPYRIGHT 2007

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการไพรมมิ่งเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่เสื่อมคุณภาพ

Effects of Seed Priming on Germination and Vigor of Aged Tomato Seeds

ชื่อนักศึกษา นางสาวสุมาลิกาญจน์ ด้วงทอง

รหัสประจำตัว 47062201

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา พืชไร่

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.อารมย์ ศรีพิจิตต์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ทรงยศ	ตันพิพัฒน์	
รศ.ดร.ปัญญา	โพธิ์ฐิติรัตน์	
รศ.ภัญชนา	มีแก้วกุญชร	
รศ.ดร.อารมย์	ศรีพิจิตต์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 15 พฤษภาคม 2550 เวลา 09.00-12.00 น.

สถานที่สอบ ณ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ (ชั้น 3 ตึก L)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 23 **เดือน** พฤษภาคม **พ.ศ.** 2550

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการไพรมมิ่งเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่เสื่อมคุณภาพ
นักศึกษา	นางสาวสุมาลิกาญจน์ ด้วงทอง
รหัสประจำตัว	47062201
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	พืชไร่
พ.ศ.	2550
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. อารมย์ ศรีพิจิตต์

บทคัดย่อ

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ซึ่งได้แก่ ความงอก และความแข็งแรงสามารถทำให้เพิ่มขึ้นมาได้ด้วยการไพรมมิง ซึ่งจะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอก อัตราเร็วและความสม่ำเสมอของการงอกเพิ่มขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมที่กว้าง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ (1) เพื่อตรวจสอบผลของการทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิงต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศก่อนและภายหลังการเร่งอายุในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ (2) เพื่อการตอบสนองของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ภายหลังการทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิง และ (3) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการทำไพรมมิงระหว่างห้องปฏิบัติการและในสภาพไร่ วางแผนการทดลองใช้ Factorial in completely randomized design ทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมเป็นระยะเวลา 0, 2, 3 และ 4 วันที่ 44 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90% แบ่งเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งนำไปทำไฮโดรไพรมมิงพร้อมกับมีการให้อากาศไปด้วยเป็นระยะเวลา 0, 15, 18 และ 21 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง ส่วนที่เหลือนำไปทำออสโมไพรมมิงโดยใช้ PEG 8000 (-1.0 MPa) ที่มีการให้อากาศเป็นระยะเวลา 0, 8, 10 และ 12 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ทำไพรมมิงในห้องปฏิบัติการและในสภาพไร่ โดยใช้การตรวจสอบความงอกสองวิธีคือ ความงอกมาตรฐานและความงอกในไร่ ส่วนการตรวจสอบความแข็งแรงที่ใช้ได้แก่ ดัชนีการงอก จำนวนวันที่ใช้ในการงอกและระยะเวลาที่ใช้งอกได้ 50% ของความงอกที่ได้รับมากที่สุด การทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิงเป็นระยะเวลา 15 ชม. และ 12 วัน ตามลำดับ จะทำให้เมล็ดพันธุ์ที่ยังไม่เสื่อมคุณภาพมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากที่สุด ผลปรากฏว่าไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิงสามารถทำให้ความงอกและความแข็งแรงในห้องปฏิบัติการและในสภาพไร่ของเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพเพิ่มขึ้นมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำไพรมมิง อย่างไรก็ตามในสองทรีตเมนท์ (treatment) นี้ ออสโมไพรมมิงน่าที่จะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าในการช่วยเพิ่มคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ การเร่งอายุทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์

ซึ่งได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความงอก อัตราและความสม่ำเสมอของการงอกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ การไพรมมิ่งทั้ง 2 วิธีสามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพ อย่างไรก็ตามเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพน้อย (เร่งอายุเป็นระยะเวลา 2 วัน) แสดงให้เห็นถึงการได้รับประโยชน์จากการทำไพรมมิงได้ดีกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพมากกว่า สำหรับเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพต่ำการทำไฮโดรไพรมมิงเป็นระยะเวลา 18 ชั่วโมง และออสโมไพรมมิงเป็นระยะเวลา 12 วัน น่าที่จะเหมาะสมที่สุด โดยสรุปเพื่อให้เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ยังไม่เสื่อมคุณภาพมีความงอก อัตราเร็วและความสม่ำเสมอของการงอกเพิ่มขึ้นมากที่สุด ระยะเวลาที่เหมาะสมของการทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิงคือ 15 ชั่วโมง และ 12 วัน ตามลำดับ สำหรับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่เสื่อมคุณภาพน้อย ระยะเวลาที่เหมาะสมของการทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิง ในการทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์และอัตราของการงอกเพิ่มขึ้นสูงสุด คือ 18 ชั่วโมง และ 12 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ความงอกและความแข็งแรงในห้องปฏิบัติการของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการทำไพรมมิงสามารถที่จะใช้ทำนายความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในสภาพไร่ได้อีกด้วย

Thesis Titile	Effect of Seed Priming on Germination and Vigor of Aged Tomato Seeds
Student	Miss. Sumalikarn Doungthong
Student ID	47062201
Degree	Master of science
Programm	Agronomy
Year	2007
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Arom Sripichitt

ABSTRACT

Seed quality in terms of vigor and germination can be increased by seed priming so that percentage of germination, rate and uniformity of germination would increase under a wider range of environmental condition. The objectives of this study were to (1) determined the effect of hydropriming and osmopriming treatments on germination and vigor of tomato seeds before and after accelerated aging under laboratory and field conditions, (2) compared the response seed quality after hydropriming and osmopriming and (3) determined the relationship of quality of primed seed in the laboratory and those in the field conditions. Factorial in completely randomized design was used in this experiment. Hybrid seeds of tomato were subjected to accelerated aging treatments for 0, 2, 3 and 4 days at 44°C and 90% RH. The seeds were then divided into two portions; one of them was primed with aerated hydropriming at room temperature for periods of 0, 15, 18 and 21 hours and the rest was primed with aerated osmopriming at room temperature using PEG 8000 (-1.0 MPa) for periods of 0, 8, 10 and 12 days. Quality of primed seeds was assessed in the laboratory as well as in the field condition by two germination tests namely standard germination and field emergence and three vigor tests including germination index, days to emergence and time to reach 50% of maximum germination. Hydropriming and osmopriming of unaged seeds with periods of 15 hours and 12 days, respectively would increased the highest germination percentage and vigor. Both hydropriming and osmopriming could significantly enhanced germination and vigor in the laboratory and in the field conditions of unaged seed was greater than nonprimed seeds. Of this two treatments, however, osmopriming appeared to be better effectiveness in enhancing seed quality. Accelerated aging resulted in significant decreased in seed quality as showed by reduce in germination percentage, rate and uniformity of germination. Both of the priming treatments were able to

improve the quality of aged seeds. However, seeds with less deterioration (accelerated aging for 2 day-period) appeared to obtain better benefit of priming than seeds with more advanced deterioration. To obtain such greater advantage for less seed deterioration it appeared that hydropriming for 18 hours and osmopriming for 12 days would be optimum. In conclusion, for maximal seed germination, rate and uniformity of germination for unaged tomato seeds, hydropriming and osmopriming of a period of 15 hours and 12 days, respectively, should be optimum. For less aged seeds (accelerated aging for 2 days), hydropriming and osmopriming for 18 hours and 12 days, respectively should be optimum for maximum seed germination and rate of germination. In addition, germination and vigor of primed seed in the laboratory could be used to predict those in the field conditions.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก รศ. ดร. อารมย์ ศรีพิจิตต์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ สั่งสอน และจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับงานวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จและสมบูรณ์ไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ทรงยศ ตันพิพัฒน์ รศ.ดร. ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ และรศ.ภัญชนา มีแก้วกุญชร ที่กรุณาให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะในการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ในด้านต่าง ๆ รวมทั้งให้แนวคิดและให้คำแนะนำปรึกษาเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณบริษัท เจียไต๋ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศพันธุ์ไต้ฝุ่น

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.วัชระ เพิ่มชาติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเกษตร ที่ช่วยออกแบบเครื่อง SPS

ขอขอบคุณ นายรุ่ง ทับทิมโต ที่ช่วยประกอบเครื่อง SPS และช่วยในการจัดหาอุปกรณ์สำหรับงานวิจัย

ขอขอบคุณ คุณจุฑามาศ วาสิกรัตน์ คุณ นิติกร ปะตาทายัง คุณอัมราวรรณ ทิพยวัฒน์ และทุกๆ คนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ และมีส่วนร่วมทำให้งานทดลองครั้งนี้ประสบผลสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกๆ เรื่อง ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุมาลิกาญจน์ ด้วงทอง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ..... V

สารบัญ..... VI

สารบัญตาราง..... VIII

สารบัญภาพ..... X

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 3

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะเขือเทศ..... 4

2.2 ปัจจัยจำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์..... 5

2.3 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์..... 6

2.4 ลักษณะสำคัญของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์..... 7

2.5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์..... 8

2.6 การปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์..... 8

2.7 กลไกของการทำไพรมมิงกับเมล็ดพันธุ์..... 9

2.8 เทคโนโลยีของการทำไพรมมิงกับเมล็ดพันธุ์..... 10

2.9 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำไพรมมิง..... 12

2.10 ไพรมมิงกับการซ่อมแซม..... 13

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ..... 16

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 16

3.2 สถานที่การดำเนินงาน..... 16

3.3 ระยะเวลาดำเนินการ..... 17

3.4 วิธีการดำเนินงาน..... 17

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 20

3.6 การบันทึกข้อมูล..... 21

บทที่ 4 ผลการทดลอง..... 22

4.1. ผลของการทำไพรมมิงต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์..... 22

4.2. ผลของไฮโดรไพรมมิงต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุ..... 24

4.3. ผลของออสโมไพรมมิงต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุ..... 26

4.4. ผลของการทำไพรมมิงต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในสภาพไร่..... 29

4.5. ผลของไฮโดรไพรมมิงต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุในสภาพไร่..... 31

4.6. ผลของออสโมไพรมมิงต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุในสภาพไร่..... 33

4.7. ความสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์..... 36

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง..... 39

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง..... 42

บรรณานุกรม..... 44

ประวัติผู้เขียน..... 50

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ผลของการทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิงต่อความงอกมาตรฐาน (SG) ดัชนีการงอก (GI) และจำนวนวันที่งอก (DTE) ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ.....	23
4.2	ผลของการเร่งอายุและการทำไฮโดรไพรมมิงต่อความงอกมาตรฐาน (SG) ดัชนีการงอก (GI) และจำนวนวันที่ใช้ในการงอก (DTE) ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ.....	25
4.3	ผลของการเร่งอายุและการทำออสโมไพรมมิงต่อความงอกมาตรฐาน (SG) ดัชนีการงอก (GI) และจำนวนวันที่ใช้ในการงอก (DTE) ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ.....	27
4.4	เปรียบเทียบผลของการทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิงต่อความงอกมาตรฐาน (SG) ดัชนีการงอก (GI) และจำนวนวันที่ใช้ในการงอก (DTE) โดยตลอดระยะเวลาของการทำไพรมมิงของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลาต่าง ๆ กัน.....	29
4.5	ผลของการทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิงต่อความงอกในไร่ (FE) ดัชนีการงอก (GI) และจำนวนวันที่งอก (DTE) ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ปลูกในสภาพไร่.....	30
4.6	ผลของการเร่งอายุและการทำไฮโดรไพรมมิงต่อความงอกในไร่ (FE) ดัชนีการงอก (GI) และจำนวนวันที่ใช้ในการงอก (DTE) ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ปลูกในสภาพไร่.....	32
4.7	ผลของการเร่งอายุและการทำออสโมไพรมมิงต่อความงอกในไร่ (FE) ดัชนีการงอก (GI) และจำนวนวันที่ใช้ในการงอก (DTE) ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ปลูกในสภาพไร่.....	34
4.8	เปรียบเทียบผลของการทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิงต่อความงอกในไร่ (FE) ดัชนีการงอก (GI) จำนวนวันที่ใช้ในการงอก (DTE) ในสภาพไร่โดยตลอดระยะเวลาของการทำไพรมมิงของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลาต่างๆ กัน.....	36
4.9	ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการกับในสภาพไร่ โดยตลอดระยะเวลาของการทำออสโมไพรมมิงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ไม่ได้เร่งอายุ.....	37
4.10	ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการกับในสภาพไร่ โดยตลอดระยะเวลาของการทำไฮโดรไพรมมิงและการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ.....	38

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.11 ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการกับในสภาพไร่ โดยตลอดระยะเวลาของการทำออสโมไพรมมิงและการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ..... 38

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ระยะการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการงอกและภายหลังการงอก.....	10
2.2	รูปแบบของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และลำดับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในระหว่างการเก็บรักษาและการดูดน้ำ.....	15
3.3	Seed priming system (SPS) ซึ่งดัดแปลงจาก Akers and Holley (1986).....	19

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในบรรดาพืชผักที่เป็นพืชเศรษฐกิจของโลก มะเขือเทศเป็นพืชผักเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมมากที่สุด จึงมีการปลูกกันแพร่หลายทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่นของโลก โดยมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดในเขตอบอุ่น (FAO. 2006) มะเขือเทศเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้หลากหลายไม่ว่าจะเป็นในรูปของการบริโภคสดในรูปแบบต่าง ๆ หรืออุตสาหกรรมแปรรูป เช่น น้ำมะเขือเทศพร้อมดื่ม ซอสมะเขือเทศ แยม น้ำมะเขือเทศเข้มข้น เป็นต้น (Doty and Sinnes. 1981) นอกจากนี้มะเขือเทศยังอุดมไปด้วยวิตามินและเกลือแร่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิตามินเอและวิตามินซีซึ่งจะช่วยลดการขาดวิตามินดังกล่าวในประชากรของประเทศที่กำลังพัฒนา เมื่อเร็วนี้ยังมีการพบสารไลโคพีน (lycopene) ซึ่งช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง และยังช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งต่อมลูกหมากได้สูงถึง 21% (ยากียะห์ เจ๊ะเห้ง. 2550) จากความหลากหลายของประโยชน์และคุณค่าดังกล่าวของมะเขือเทศและประกอบกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร จึงทำให้มีการบริโภคมะเขือเทศเพิ่มขึ้นทั้งในประเทศไทยและประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ในรอบทศวรรษที่ผ่านมาประเทศไทยมีพื้นเพาะปลูกมะเขือเทศเพิ่มขึ้นมาโดยตลอด (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2548) การเพิ่มขึ้นของผลผลิตจึงเป็นการตอบสนองต่อการบริโภคที่เพิ่มขึ้นทั้งภายในประเทศและการส่งออก นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างรายได้ที่สำคัญให้กับเกษตรกรอีกด้วย (Nikornpun and Lumyong. 1989)

การเพิ่มขึ้นของผลผลิตของมะเขือเทศขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ปลูก เป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญที่กระทบต่อผลผลิต (Bradford. 1986) ช่วงเวลานับจากที่เมล็ดพันธุ์งอกจนกระทั่งมีการตั้งตัวของต้นกล้าในไร่นั้น เป็นก้าวแรกที่สำคัญในวงจรของการผลิตพืช เพราะเป็นระยะที่เมล็ดพันธุ์มีความอ่อนแอต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เมล็ดพันธุ์ที่งอกได้น้อยย่อมทำให้เกษตรกรต้องทำการปลูกซ่อม ทำให้การเก็บเกี่ยวต้องล่าช้าออกไป ส่งผลให้ผลผลิตขายได้ราคาต่ำ หรือเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้าหรืองอกไม่สม่ำเสมอก็จะทำให้ผลผลิตลดลง และยังต้องใช้เวลาเก็บเกี่ยวหลายครั้ง (Matthews and Powell. 1986) ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองแรงงานและเพิ่มต้นทุนในการผลิต ในปัจจุบันมีความนิยมในการใช้เมล็ดพันธุ์ลูกผสมซึ่งมีราคาแพงเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมล็ดพันธุ์แต่ละเมล็ดที่ปลูกดังกล่าวจึงควรงอกเร็วและสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามนอกเหนือไปจากคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แล้วบ่อยครั้งที่สภาพแวดล้อมในไร่ไม่อยู่ในสภาพที่จะเอื้ออำนวยให้เมล็ดพันธุ์งอกได้มากหรืองอกได้เร็ว ตัวอย่างเช่นการมีอุณหภูมิของดินสูงเกินไป ความชื้นในดินมีมากหรือน้อยเกินไป การเข้าทำลายของเชื้อโรคในดิน และสารพิษต่าง ๆ ที่ตกค้างในดิน เป็นต้น ปัจจัย

เหล่านี้อาจทำความเสียหายรุนแรงจนทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอก ความแข็งแรง และการตั้งตัวของต้นกล้า (Khan. 1977 ; Bradford. 1986) จึงนำไปสู่การคิดค้นหาวิธีการที่จะช่วยปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมล็ดพันธุ์พืชผักเศรษฐกิจให้มีความงอกเพิ่มขึ้น งอกได้เร็ว และสม่ำเสมอ

วิธีการหนึ่งที่น่าจะให้ผลดีที่สุดและเป็นที่นิยมใช้กันมากในการทำให้เมล็ดพันธุ์มีอัตราการงอกเพิ่มขึ้น และมีความสม่ำเสมอในการตั้งตัวของต้นกล้าคือ การทำไพรมมิง (priming) (Haigh *et al.* 1986 ; Karssen *et al.* 1989 ; Halmer. 2000) ซึ่งมีหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้กันมากคือ ออสโมไพรมมิง (osmopriming) และไฮโดรไพรมมิง (hydropriming) หรือไฮเดรชัน-ดีไฮเดรชัน (hydrarion-dehydration treatment) (McDonald. 2000) เทคนิคนี้เป็นการควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์เพื่อให้เกิดกระบวนการงอกซึ่งเป็นการเกิดขึ้นของกระบวนการทางสรีรวิทยาภายในเมล็ด เช่น การสังเคราะห์โปรตีน การสังเคราะห์ไมโตคอนเดรีย (mitochondria) การหายใจเพิ่มสูงขึ้น การซ่อมแซมเมมเบรน (membrane) (Bewley. 1997) โดยอาจใช้เวลาหลายชั่วโมงหรือหลายวัน เพื่อให้กระบวนการดังกล่าวดำเนินไปอย่างพอเพียงและสิ้นสุดก่อนที่รากจะงอกออกมา เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการทำไพรมมิงจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้นและงอกได้เร็วในสภาพไร่ (Bradford. 1986) เพราะระบบต่าง ๆ ทางสรีรวิทยาและชีวเคมีภายในเมล็ดได้รับการกระตุ้นมาแล้วจึงทำให้ระยะเวลาในการดูดน้ำของกระบวนการงอกสั้นลง (Khan. 1977 ; McDonald. 2000) นอกจากนี้การทำไพรมมิงยังสามารถทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพกลับมามีความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น (Tilden and West. 1985 ; Alvarado and Bradford. 1988 ; Pijlen *et al.* 1995) และยังทำให้อายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นอีกด้วย (Alvarado and Bradford. 1987 ; Owen and Pill. 1994 ; Powell *et al.* 2000) ดังนั้นการทำไพรมมิงไม่ว่าจะเป็น ออสโมไพรมมิงหรือไฮโดรไพรมมิงน่าที่จะช่วยทำให้เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมีความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังอาจทำให้เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่เสื่อมคุณภาพแล้วกลับมามีคุณภาพดีขึ้น จากการตรวจเอกสารพบว่าการศึกษาถึงผลของการทำไพรมมิงกับเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยังมีข้อมูลอยู่น้อย การศึกษานี้จะทำให้บริษัทผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์พืชผักลูกผสมโดยเฉพาะมะเขือเทศทราบว่ามีความเหมาะสมหรือคุ้มค่าเพียงใดในการทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษาเพื่อรอการขนส่งไปยังผู้ซื้อ

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อตรวจสอบผลของการทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิงต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศก่อนและภายหลังการเร่งอายุในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ภายหลังการทำไฮโดรไพรมมิ่งและออสไพรมมิง

1.2.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ทำไพรมมิงในห้องปฏิบัติการและในสภาพไร่

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้เครื่องต้นแบบการทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์ที่จะนำไปพัฒนาให้เหมาะสมในเชิงการค้า

1.3.2 ได้ทราบระยะเวลา และวิธีการทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสม สำหรับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะเขือเทศ

มะเขือเทศ เป็นพืชอยู่ในวงศ์ Solanaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* Mill. มีโครโมโซม 2n = 24 เป็นตระกูลที่เล็กมากเพราะมีเพียง 6 species และ 2 subgenera หรือ section มีถิ่นกำเนิดอยู่ตามชายฝั่งทะเลตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้ แถบเปรู ชิลี และอีเควเตอร์

2.1.1 ลำต้น มีกิ่งก้านที่แตกแขนงสลับกันเป็นจำนวนมาก ลำต้นอ่อนมีขนปกคลุม ลำต้นแก่มีลักษณะเป็นเหลี่ยม ในระยะแรกของการเจริญเติบโตลำต้นตั้งตรงระยะหนึ่ง ต่อมาเมื่อลำต้นสูง 1-2 ฟุต จะทอดไปในแนวราบ

2.1.2 ใบ เจริญสลับกันแบบ odd-pinnately compound leaves เป็นใบประกอบค่อนข้างใหญ่ บางพันธุ์มีใบย่อยกว้าง บางสายพันธุ์ใบจะยาวและแคบ มีขนอ่อนขึ้นบนใบ และมีต่อมสารระเหยที่ขน เมื่อถูกรบกวนจะปลดปล่อยสารที่มีกลิ่นออกมา สายพันธุ์ส่วนใหญ่มีขอบใบหยัก จำนวนใบเจริญแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สายพันธุ์พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าส่วนใหญ่จะมีใบประมาณ 7 ใบ

2.1.3 ราก เป็นแบบระบบรากแก้ว เจริญเติบโตเร็ว โดยทั่วไปรากแก้วจะขาดในระหว่างย้ายปลูกทำให้เกิดรากแขนง และรากพิเศษ (adventitious and fibrous roots) เป็นจำนวนมาก ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม มะเขือเทศจะสร้างรากแขนงที่ลำต้น ซึ่งจะช่วยในการดูดอาหารไปเลี้ยงต้น

2.1.4 ช่อดอก ดอกมะเขือเทศจะอยู่สลับกันในช่อดอก เรียก raceme หรือ monochasialcyne ช่อดอกสามารถแตกกิ่งมากกว่าสองกิ่ง การเจริญของกิ่งจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งดอกช่อแรกบาน การเพิ่มจำนวนช่อดอกอาจจะทำได้โดยการใช้อุณหภูมิต่ำ สายพันธุ์โดยทั่วไปจะมีจำนวน 4-5 ดอกต่อช่อ แต่บางสายพันธุ์มีมากกว่านี้ โดยเฉพาะสายพันธุ์ที่มีผลขนาดเล็ก ในสภาพอากาศที่เหมาะสมช่อดอกของบางสายพันธุ์สามารถเจริญเติบโตได้ตลอดเวลา ซึ่งเรียกว่าลักษณะช่อดอกแบบไม่จำกัด (indeterminate) บางสายพันธุ์มีจำนวนดอกต่อช่อมาก จนกระทั่งมีดอกเจริญอยู่บนยอดช่อดอก ซึ่งจะไปจำกัดการเจริญของช่อดอกเรียกช่อดอกแบบนี้ว่าช่อดอกแบบจำกัด (determinate หรือ self running)

2.1.5 ดอก เป็นแบบสมบูรณ์เพศ (complete or perfect flower) ประกอบด้วยกลีบเลี้ยงสีเขียว กลีบดอกสีเหลือง จำนวน 5-6 กลีบ เกสรตัวผู้จำนวน 5 อัน อยู่ถัดจากกลีบรองดอกล้อมรอบ

เกสรตัวเมีย ตาดอกจะเริ่มพัฒนา 3-4 อาทิตย์ก่อนปรากฏออกมา หรือ 10 วันถึง 3 อาทิตย์หลังจากที่ใบเลี้ยงกางออกเต็มที่

2.1.6 ผล เป็นแบบ berry สร้างเมล็ดใน fleshy mesocarp โดยเมล็ดจะเกิดขึ้นบน placenta ซึ่งอยู่ในโพรง (locule) ผลประกอบด้วยโพรง จำนวน 2-15 โพรง ผลมีลักษณะอวบ สด มีรูปร่าง ขนาด และสี แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ผิวของมะเขือเทศจะไม่มีสีผิว ส่วนผลสีชมพูหรือเหลืองเกิดจากสีของเนื้อ ลักษณะของผลแตกต่างกัน เช่น กลม กลมแป้น กลมยาว หรือเป็นเหลี่ยม (นิพนธ์ ไชยมงคล. 2549)

2.2 ปัจจัยจำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์

2.2.1 น้ำ เป็นปัจจัยแรกที่เมล็ดพันธุ์ต้องการใช้สำหรับการงอก โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์จะมีความชื้นในเมล็ดประมาณ 6-14% การที่เมล็ดจะงอกได้นั้นเมล็ดพันธุ์ต้องมีความชื้นสูงประมาณ 30-60% ของน้ำหนักแห้ง โดยจะมากหรือน้อยเพียงใดนั้นแตกต่างกันไปตามชนิดพืช องค์ประกอบของเมล็ดและขนาดเมล็ด (Copeland and McDonald. 1995) น้ำจะทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดพันธุ์อ่อนตัวลง ออกซิเจน และคาร์โบไฮเดรต จึงซึมผ่านเข้าไปได้ง่าย (Copeland. 1976) แต่ก็มีบางเมล็ดพันธุ์ที่พบว่าการให้น้ำมากเกินไปจะทำให้อัตราการงอกลดลง เพราะทำให้เมล็ดพันธุ์ดูดออกซิเจนได้น้อยลง

2.2.2 อุณหภูมิ เมล็ดพันธุ์พืชแต่ละชนิดมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกแตกต่างกัน อุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับการงอกแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเหมาะสม และอุณหภูมิสูงสุด (Copeland and McDonald. 1995) อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไปจะยับยั้งหรือทำให้เมล็ดพันธุ์ไม่งอก อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกของเมล็ดพันธุ์นั้นขึ้นอยู่กับชนิดพืช และพันธุ์ที่แตกต่างกัน อุณหภูมิที่เหมาะสมที่พืชทั่วไปสามารถงอกได้ดี คือ 15-30 °ซ ส่วนอุณหภูมิสูงสุดที่สามารถใช้ได้กับพืชบางชนิด คือ 35-40 °ซ (Copeland and McDonald. 1995) เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศสามารถงอกได้ในช่วงอุณหภูมิ 10-35 °ซ (Shai *et al.* 1994) Khan and Tao (1978) รายงานว่าที่อุณหภูมิ 15 และ 20 °ซ เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ

2.2.3 ออกซิเจน เมล็ดพันธุ์พืชทั่วไปต้องการออกซิเจนมาใช้ในขบวนการงอก ถ้าไม่มีออกซิเจน หรือออกซิเจนไม่เพียงพอก็จะมีขบวนการหายใจที่ไม่ใช้ออกซิเจนเกิดขึ้น และมีการสะสมสารพิษขึ้นมาในเมล็ดพันธุ์ ถ้าบรรยากาศรอบ ๆ เมล็ดพันธุ์มีออกซิเจนมากขึ้นอัตราการงอกจะเพิ่มขึ้น (McDonald. 1995) ในมะเขือเทศเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) อาจทำให้การงอกของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นช้า เนื่องจากเยื่อหุ้มเมล็ดขัดขวางหรือชะลอการดูดน้ำและการแลกเปลี่ยนแก๊ส (Ikuma and Thimann. 1963) ในระหว่างที่เมล็ดพันธุ์งอก อัตราการหายใจของเมล็ดพันธุ์จะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีกระบวนการออกซิเดชันเกิดขึ้น เมล็ดพันธุ์จึงต้องการแก๊สออกซิเจนอย่าง

เพียงพอ ไม่เช่นนั้นแล้วการงอกของเมล็ดพันธุ์จะช้าลง เนื่องจากในสภาพที่มีออกซิเจนอยู่ในระดับต่ำกว่าสภาพอากาศปกติจะนำไปสู่การสร้างอิทานอล (ethanol) เพิ่มมากขึ้นภายในเซลล์ซึ่งอิทานอลจะไปขัดขวางกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในเซลล์ของเมล็ดพันธุ์ (Thomson and Greenway. 1991)

2.2.4 แสง พืชจำนวนมากไม่ต้องการแสงในการงอก แต่ก็มีเมล็ดพันธุ์พืชบางชนิดที่ต้องการแสงในการงอก แสงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการแก้การพักตัวของเมล็ดพันธุ์พืช การพักตัวของเมล็ดพันธุ์พืชเหล่านี้ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากเปลือกหรือส่วนห่อหุ้มคัพภะ (Bewley and Black. 1985) ความต้องการแสงในการงอกอาจทดแทนได้ด้วยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulator) เช่น จิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน และโพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) เมล็ดพันธุ์พืชที่ต้องการแสงในการงอกเช่น ยาสูบ ผักกาดขาวปลี พริก และมะเขือเทศ เป็นต้น (Copeland and McDonald. 1995)

2.3 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ประกอบขึ้นด้วยคุณสมบัติที่สำคัญ (วัลลภ สันติประชา. 2538 ; Tekrony *et al.* 1987) หลายประการคือ

2.3.1 ความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรม (genetic purity) ความบริสุทธิ์ของพันธุ์พืชที่ปลูก มีความสำคัญต่อการแสดงออกของพืชในด้านต่าง ๆ เช่น มีความสูงสม่ำเสมอกัน มีระยะสุกแก่ที่พร้อมกัน เป็นต้น

2.3.2 ความบริสุทธิ์ทางกายภาพ (physical purity) กองเมล็ดพันธุ์ (seed lot) ที่มีคุณภาพดีควรมีวัตถุอื่นปะปนน้อยที่สุด และไม่ควรมีการปะปนของเมล็ดวัชพืชและเมล็ดพันธุ์พืชอื่น ๆ

2.3.3 ความงอก (germination) เมล็ดพันธุ์ที่มีชีวิตจะสามารถงอกเป็นต้นกล้าปกติได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เมล็ดพันธุ์พืชเศรษฐกิจแต่ละชนิดต่างก็มีความงอกมาตรฐานแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในประเทศไทยอยู่ที่ 75% (กรมวิชาการเกษตร. 2542)

2.3.4 ความแข็งแรง (vigor) ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เป็นการแสดงออกถึงความสามารถในการงอกได้รวดเร็ว งอกสม่ำเสมอ และให้ต้นกล้าปกติที่มีการตั้งตัวดีในสภาพไร่

ในบรรดาองค์ประกอบดังกล่าวของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีความสำคัญมากที่สุด เพราะปัจจัยทั้งสองนี้เป็นพื้นฐานสำคัญของความสำเร็จในการตั้งตัวของต้นกล้าที่จะนำไปสู่การได้รับผลผลิตที่ดี

ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นสูงสุดเมื่อเมล็ดมีการสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) หลังจากระยะนี้ไปแล้วความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ก็จะ

ลดลง (Dornbos. 1995) การเสื่อมคุณภาพนี้จะเกิดขึ้นเร็วหรือช้าเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ (Franca Neto *et al.* 1994) ได้แก่

1. การสุกแก่ของเมล็ดเกิดขึ้นในระหว่างที่มีอุณหภูมิสูง
2. ความผันแปรของความชื้น
3. การมีอุณหภูมิสูงสลับกับมีฝนตกบ่อย
4. การขาดธาตุอาหารในดิน
5. การเข้าทำลายของแมลง
6. การมีการจัดการที่ไม่เหมาะสมในการลดความชื้นและการเก็บรักษา

จากปัจจัยดังกล่าวจึงเห็นได้ว่าการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์สามารถเกิดขึ้นได้ในขณะที่เมล็ดยังอยู่กับต้นแม่หรือก่อนการเก็บเกี่ยว และภายหลังการเก็บเกี่ยว การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จึงเป็นกระบวนการทางธรรมชาติซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในเมล็ดในด้านเซลล์พันธุศาสตร์ (cytogenetic) สรีรวิทยา ชีวเคมี และกายภาพ การเปลี่ยนแปลงที่ไม่ปกติดังกล่าวจะทำให้ความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ลดลง จนกระทั่งตายในที่สุด (Franca Neto *et al.* 1994)

2.4 ลักษณะสำคัญของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

Delouche and Baskin (1973) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไว้ 3 ประการ คือ

1. การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ไม่สามารถป้องกันหรือหยุดยั้งได้ (inexorable process) แต่ถ้าหากมีวิธีการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ดี อาจทำให้อัตราการเสื่อมคุณภาพช้าลงได้

2. กระบวนการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ไม่สามารถผันแปรกลับได้ (irreversible process) กล่าวคือ เมื่อเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพเกิดขึ้นแล้ว เมล็ดพันธุ์นั้นจะไม่สามารถคืนกลับมาเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ดีสมบูรณ์แข็งแรงดังเดิมได้อีก

3. การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันไปตามชนิดพืช พันธุ์ เมล็ดแต่ละกอง หรือแม้แต่เมล็ดแต่ละเมล็ดในกองเดียวกัน

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ไม่สามารถคืนกลับได้นั้น เนื่องจากมีการเสื่อมเกิดขึ้นทางเคมีในระดับเซลล์ โครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะย่อยภายในเซลล์ของเมล็ดพันธุ์ (Priestley. 1986) เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพจะมีความงอกต่ำ อย่างไรก็ตาม ถ้านำเมล็ดพันธุ์นี้มาปรับปรุงคุณภาพ เช่น การทำไพรมมิ่ง จะทำให้เมล็ดพันธุ์มีความสามารถในการงอกสูงขึ้น เช่น งอกได้เร็วขึ้นหรือมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์ ทำให้เมมเบรนที่เสื่อมสภาพมีการจัดเรียงตัวและซ่อมแซม ตลอดจนมีการกำจัดสารพิษให้น้อยลงหรือหมดไป จึงทำ

ให้เมล็ดพันธุ์งอกได้ดีขึ้น ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพแล้วอาจสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นมาได้ในระดับหนึ่ง (Heydecker *et al.* 1975)

2.5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เกิดจากปัจจัยที่เกิดขึ้นทั้งภายในเมล็ดและปัจจัยที่เกิดจากภายนอกเมล็ด ดังนี้

2.5.1 ปัจจัยที่เกิดขึ้นภายในเมล็ด เมล็ดพันธุ์พืชต่างชนิดหรือต่างพันธุ์กัน อาจมีอัตราการเสื่อมคุณภาพต่างกัน ทำให้มีอายุการเก็บรักษาต่างกัน เนื่องจากเมล็ดพันธุ์พืชต่างชนิดหรือต่างพันธุ์กัน ย่อมมีความแตกต่างกันทางด้านกายวิภาคและองค์ประกอบทางเคมี เช่น ลักษณะเมล็ดแข็ง ซึ่งควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรมร่วมกับสภาพแวดล้อม จะทำให้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้ยาวนานกว่าเมล็ดพันธุ์ปกติ (วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537) Francis and Coolbear (1984) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฟอสโฟลิปิด (phospholipids) ในเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศพันธุ์ Moneymaker พบว่ามีปริมาณฟอสโฟลิปิดลดลงในเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาตามธรรมชาติ และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุ (accelerated aging) การลดลงของฟอสโฟลิปิดนี้ จะสัมพันธ์กับการลดลงของเปอร์เซ็นต์ความงอก Sakunnarak (1992) พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 6 วัน ที่ 40 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการแยกตัวของผนังเมมเบรนออกจากผนังเซลล์ ของเนื้อเยื่อชั้นโปรคอร์เทกซ์ (procortical tissue) ของรากอ่อน และมีการรวมตัวของเม็ดโปรตีน (protein body) ซึ่งเกิดจากการย่อยของเอนไซม์ (hydrolytic damage)

2.5.2 ปัจจัยที่เกิดภายนอกเมล็ด เมล็ดพันธุ์พืชโดยทั่วไปจะมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการใช้เป็นเมล็ดพันธุ์เพียงใดขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมตั้งแต่ปลูก จนถึงการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษา เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในสภาพที่มีอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์สูงจะทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว (จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529) Kolowski (1972) กล่าวว่า ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเป็นปัจจัยภายนอกที่มีความสำคัญมากต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะควบคุมความชื้นภายในเมล็ด ส่วนอุณหภูมิจะมีผลต่อปฏิกิริยาเคมีภายในเมล็ดพันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ของเมล็ดพันธุ์และอุณหภูมิแล้ว ความชื้นสัมพัทธ์ของเมล็ดพันธุ์มีบทบาทที่สำคัญต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์มากกว่าอุณหภูมิ

2.6 การปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

มีวิธีการหลายวิธีที่สามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์และการคัดเลือกพันธุ์เป็นวิธีการพื้นฐานที่ใช้กันมากที่สุด แต่วิธีการดังกล่าวต้องมีการลงทุนสูงและ

ใช้ระยะเวลายาวนาน ในปัจจุบันการทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์ (seed priming) เป็นวิธีการที่ให้ผลดีที่สุดในการปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (Karssen *et al.* 1989) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมล็ดพันธุ์พืชผักหลายชนิด (Bradford. 1986)

การทำไพรมมิงเป็นการควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ให้พอเพียงต่อการเกิดขึ้นของกระบวนการงอก แต่ไม่อยู่ในระดับที่จะทำให้รากปรากฏออกมาให้เห็น แล้วจึงนำเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวไปลดความชื้นเพื่อสะดวกต่อการเก็บรักษา และการจัดการต่อไป (McDonald. 2000) การทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์มีวัตถุประสงค์สำคัญตามที่ให้ไว้โดย McDonald (2000) ดังนี้

1. เพื่อให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงขึ้น
2. เพื่อเพิ่มอัตราเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์
3. เพื่อให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่กว้างและ
4. เพื่อให้ต้นกล้าที่เกิดขึ้นมาแข็งแรงและเจริญเติบโตได้ดี

การทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์จึงเป็นการปรับปรุงให้เมล็ดพันธุ์งอกได้มากขึ้น งอกได้เร็วและสม่ำเสมอ และทำให้เมล็ดมีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมเพิ่มขึ้น (Corbineau and Come. 2006) โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์พันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพไปแล้วก็จะไม่สามารถทำให้กลับมามีคุณภาพดีได้อีก (Delouche and Baskin. 1973) อย่างไรก็ตามในกรณีที่เมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพเกิดขึ้นน้อย การใช้เทคโนโลยีไพรมมิงอาจทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้นสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำไพรมมิง (Bray. 1995; McDonald. 2000) นอกจากนี้ยังเป็นการลดระยะเวลาในการเพาะกล้าและการย้ายปลูกในไร่ ทำให้เป็นการลดแรงงาน และต้นทุนในการผลิตได้ส่วนหนึ่ง (Bray. 1995)

2.7 กลไกของการทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์

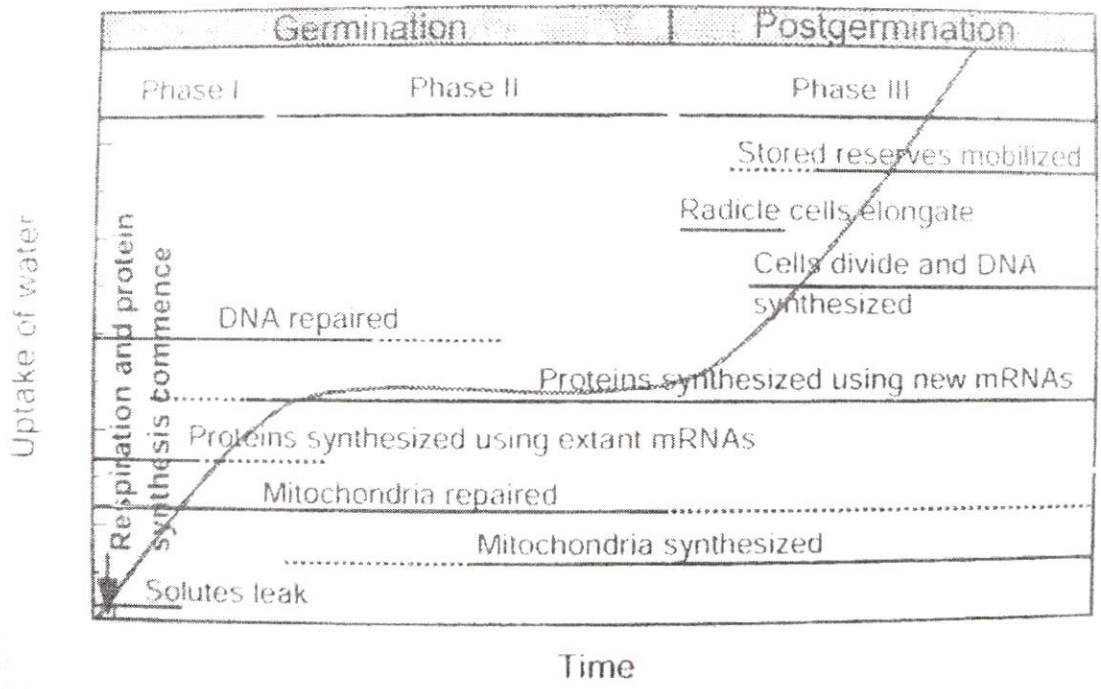
เทคนิคของการทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์ให้ประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับการมีความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานของการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการงอกเป็นสำคัญ ภายใต้สภาพที่เหมาะสมการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์จะเป็นไปตามลำดับ 3 ระยะ (ภาพที่ 2.1) (Bewley. 1997 ; McDonald. 2000) ดังนี้

ระยะแรก (phase I) เป็นระยะที่เมล็ดจะดูดน้ำ (imbibition) เข้าไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งเกิดจากเมล็ดพันธุ์มีศักย์ของน้ำ (water potential) ต่ำกว่าน้ำที่เมล็ดดูดเข้าไป ระยะนี้การหายใจของเมล็ดพันธุ์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดีเอ็นเอ และไมโตคอนเดรียมีการซ่อมแซมตัวเอง และเริ่มมีการสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้น

ระยะที่สอง (phase II) เป็นระยะที่เมล็ดพันธุ์ดูดน้ำได้น้อย เนื่องจากเป็นระยะที่เมล็ดมีศักย์ของน้ำสมดุลกับศักย์ของน้ำที่อยู่ภายนอกเมล็ด กล่าวได้ว่าระยะนี้เป็นระยะที่สำคัญที่สุด เพราะมี

การเกิดเมตาโบลิซึมต่าง ๆ เกิดขึ้น เช่น การซ่อมแซมและการสังเคราะห์ไมโตคอนเดรีย การสังเคราะห์โปรตีนและการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ (Corbineau and Come. 2006) เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ภายในเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการงอกของรากออกมาจากเยื่อหุ้มเมล็ด

ระยะที่สาม (phase III) เป็นระยะที่เมล็ดมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว พร้อมกับมีการงอกของรากออกมาให้เห็น ระยะนี้จึงอาจเรียกว่าเป็นระยะการเจริญเติบโตของคัพภะที่จะเป็นต้นกล้า



ภาพที่ 2.1 ระยะการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการงอกและภายหลังการงอก (Bewley. 1997)

ดังนั้นระยะที่หนึ่งและระยะที่สองของการดูดน้ำดังกล่าวจึงเป็นกระบวนการของการงอก เมื่อรากได้งอกออกมาจากเมล็ดก็แสดงว่า กระบวนการงอกได้สิ้นสุดลงแล้ว จากความหมายของการทำไพรมมิงที่ได้กล่าวมาแล้ว การทำไพรมมิงจึงสิ้นสุดลงพร้อมกับกระบวนการงอกหรือเมื่อสิ้นสุดระยะที่สอง เมล็ดพันธุ์ที่ทำไพรมมิงอาจนำไปปลูกได้ทันทีหรือนำไปลดความชื้นก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาเพื่อรอการปลูก เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ที่ทำไพรมมิงได้ผ่านระยะที่สองของการดูดน้ำมาก่อนแล้ว ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดพันธุ์จะมีความอ่อนไหวต่อปัจจัยต่าง ๆ ของสิ่งแวดล้อมมากกว่าระยะสามของการดูดน้ำ ดังนั้นการนำเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวไปปลูกจะทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้น งอกได้เร็วขึ้น งอกได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่กว้างกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ปราศจากการทำไพรมมิง และยังทำให้ต้นกล้าแข็งแรงและเจริญเติบโตได้ดี

2.8 เทคโนโลยีของการทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์

การควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์สามารถทำได้หลายวิธี วิธีที่นิยมใช้ในทางการค้าในปัจจุบัน ได้แก่ ไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิง Matripriming และ pregermination (McDonald. 2000) สำหรับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ใช้ออสโมไพรมมิงกันมาก รองลงมาคือไฮโดรไพรมมิง (Black and Bewley. 2000)

2.8.1 ไฮโดรไพรมมิง เป็นการแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำหรือฉีดพ่นละอองน้ำไปที่เมล็ดพันธุ์ในระยะเวลาหนึ่ง จึงนำเมล็ดพันธุ์มาลดความชื้นก่อนที่เมล็ดพันธุ์จะงอก วิธีนี้มีข้อดีคือมีการใช้สารเคมีน้อย และน้ำที่ทิ้งไม่มีสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม (McDonald. 1999) Cantliffe *et al.* (1984) พบว่า ความงอกของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 15 °ซ เป็นระยะเวลา 20 ชั่วโมง สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่น้ำมาก่อน Basu and Pal (1979) พบว่า ต้นกล้าที่ได้จากเมล็ดพันธุ์ข้าวภายหลังการทำไฮโดรไพรมมิง มีความงอกและความยาวของต้นกล้าสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่ได้ทำไฮโดรไพรมมิง อย่างเห็นได้ชัดเจน นอกจากนี้การให้อากาศแก่เมล็ดพันธุ์ในระหว่างการดูดน้ำ จะทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็วขึ้นอีกด้วย ประเสริฐ ประภานภสินธุ์ (2542) ทดลองให้อากาศแก่เมล็ดพันธุ์พริกในระหว่างการทำไฮโดรไพรมมิง พบว่าเมล็ดพันธุ์พริกงอกได้เร็วขึ้นกว่าเมล็ดพันธุ์พริกที่ไม่ให้อากาศ Fujikura *et al.* (1993) พบว่าการทำไฮโดรไพรมมิงเมล็ดพันธุ์กะหล่ำดอกพันธุ์ 'Alpha Paloma' ที่ไม่ได้เร่งอายุที่อุณหภูมิต่าง ๆ (10, 20 และ 30 °ซ) ทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้มากขึ้น โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 10 °ซ จะทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้สูงสุด McDonald *et al.* (2005) รายงานว่าการทำไฮโดรไพรมมิงเมล็ดมะเขือเทศพันธุ์ 'Expo Wine' เป็นเวลาต่าง ๆ กันพบว่าการทำไฮโดรไพรมมิง เป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมงจะเพิ่มความเร็วในการงอก แต่เปอร์เซ็นต์การงอกไม่แตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำไพรมมิงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วน Sanchez *et al.* (2001) ได้นำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ พริก และแตงกวามาทำไฮเดรชัน-ดีไฮเดรชันแล้วทำให้แห้งด้วยความร้อนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้ความงอกเพิ่มขึ้น และทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศและพริกทนทานต่ออุณหภูมิสูง ส่วนเมล็ดพันธุ์แตงกวาสามารถทนทานต่อความร้อนดีที่สุดเมื่อดูดน้ำเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง

2.8.2 ออสโมไพมมิง เป็นการแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลายที่มีค่าศักย์ของน้ำต่ำ เพื่อควบคุมปริมาณน้ำที่เมล็ดพันธุ์ดูดเข้าไปให้อยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการงอกของราก ในขณะเดียวกันมีการให้อากาศแก่เมล็ดพันธุ์ร่วมไปด้วย (Black and Bewley. 2000) สารประกอบที่ใช้ในการควบคุมศักย์ของน้ำมีหลายชนิด แต่นิยมใช้ PEG (polyethylene glycol) กันมาก เพราะ PEG เป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (6,000 – 8,000 Daltons) และเป็นสารประกอบเฉื่อย (inert compound) จึงไม่ซึมเข้าไปในเมล็ดพันธุ์ และไม่เป็นพิษกับเมล็ดพันธุ์ในภายหลังซึ่งตรงกันข้ามกับการใช้เกลือเป็นตัวควบคุมศักย์ของน้ำ (Copeland and McDonald. 2001) Black and Bewley (2000)

ได้สรุปในภาพรวมว่าการทำออสโมไพรมมิง เพื่อทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพดี ควรแช่เมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 15 °ซ ในสารละลาย PEG ที่มีค่าศักย์ของน้ำ -0.8 ถึง -1.6 MPa เป็นระยะเวลาหลายชั่วโมงถึงหลายสัปดาห์ Ozbingol *et al.* (1998) รายงานว่าการแช่เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศในสารละลาย PEG ที่มีค่าศักย์ของน้ำ -1.0 MPa ทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็วขึ้นและสามารถงอกได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้างขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ไม่ได้แช่ในสารละลายดังกล่าว Bino *et al.* (1992) ทำการแช่เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศในสารละลาย PEG 6000 ซึ่งมีค่า water potential -1.5 MPa เป็นเวลา 14 วัน พบว่าเมล็ดพันธุ์งอกเร็วขึ้น และงอกได้สม่ำเสมอ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่ Fujikura *et al.* (1993) รายงานว่าการทำออสโมไพรมมิงเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุโดยใช้สาร PEG ที่มีค่าศักย์ของน้ำ -1.5 MPa ที่อุณหภูมิ 20 °ซ เป็นเวลา 1 สัปดาห์ จะช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าปกติให้สูงขึ้น

2.9 ปัจจัยที่มีผลต่อการไพรมมิง

McDonald (2000) ได้นำเสนอปัจจัยที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ตอบสนองต่อการทำไพรมมิงต่างกันดังนี้

2.9.1 การใช้เทคนิคของไพรมมิงที่ต่างกัน เมล็ดพันธุ์พืชพันธุ์เดียวกัน และมาจากกองเดียวกันอาจให้การตอบสนองต่อออสโมไพรมมิงดีกว่าไฮโดรไพรมมิง Smith and Cobb (1991) พบว่าอัตราเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกภายหลังการทำออสโมไพรมมิงด้วยเกลือ Na_2SO_4 จะเพิ่มขึ้นสูงกว่าการทำไฮโดรไพรมมิง นอกจากนี้ในการใช้เทคนิคเดียวกันแต่ใช้สารละลายเกลือต่างกันก็จะทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่างกัน Mauromicale and Cavallaro (1995) รายงานว่าการทำออสโมไพรมมิงด้วยสารละลาย KNO_3+K_3PO_4 เป็นเวลา 6 วัน กับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศพันธุ์ Rio fuego จะทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้นสูงกว่าการใช้สารละลาย PEG อย่างมีนัยสำคัญ

2.9.2 ความผันแปรของสภาพแวดล้อม ปัจจัยสำคัญของสภาพแวดล้อมที่จะทำให้การทำไพรมมิ่งประสบความสำเร็จเพียงได้ใดนั้นขึ้นอยู่กับ ออกซิเจน แสง และอุณหภูมิ

1. ออกซิเจน เป็นสิ่งจำเป็นในการทำออสโมไพรมมิงโดยใช้ PEG เพราะทำให้สารละลายมีความหนืด การให้ออกซิเจนไปด้วยในระหว่างการทำออสโมไพรมมิง ทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้น

2. แสง จะให้เฉพาะกับเมล็ดพันธุ์ที่ต้องการแสงในระหว่างการทำไพรมมิง เพื่อลดระยะเวลาการพักตัว

3. อุณหภูมิ การใช้อุณหภูมิต่ำ เช่น 15 °ซ ในระหว่างการทำไพรมมิง จะทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็วขึ้น เพราะไปทำให้กระบวนการทางสรีรวิทยาของการงอกชะลอตัว นอกจากนี้การใช้อุณหภูมิต่ำยังเป็นการช่วยลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระหว่างการทำไพรมมิงได้อีกด้วย

2.9.3 การมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ต่างกัน เมล็ดพันธุ์ที่มีระดับการเสื่อมคุณภาพหรือมีความแข็งแรงต่างกันจะตอบสนองต่อการทำไพรมมิงต่างกัน Pijlen *et al.* (1995) พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพน้อยจะตอบสนองต่อการทำไพรมมิงได้ดีกว่าหรือทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพมากกว่า

2.9.4 อัตราการลดความชื้น วิธีการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ภายหลังการทำไพรมมิงทำได้หลายวิธี เช่นใช้สารละลายเกลืออิ่มตัวเพื่อควบคุมอากาศให้มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ปล่อยให้ความชื้นเมล็ดลดลงเองที่อุณหภูมิห้องหรือใช้ลมร้อนเป่า การทำให้ความชื้นเมล็ดลดลงเร็วเกินไปจะทำให้ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำไพรมมิงต้องสูญเสียไป

2.9.5 การเพิ่มสารควบคุมการเจริญเติบโต การใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิด เช่น จิบเบอเรลลิน (gibberellin) คิเนติน (kinetin) เป็นต้น ลงไปในระหว่างการทำไพรมมิ่งสามารถช่วยให้เมล็ดงอกได้มากขึ้นและงอกได้เร็วขึ้น

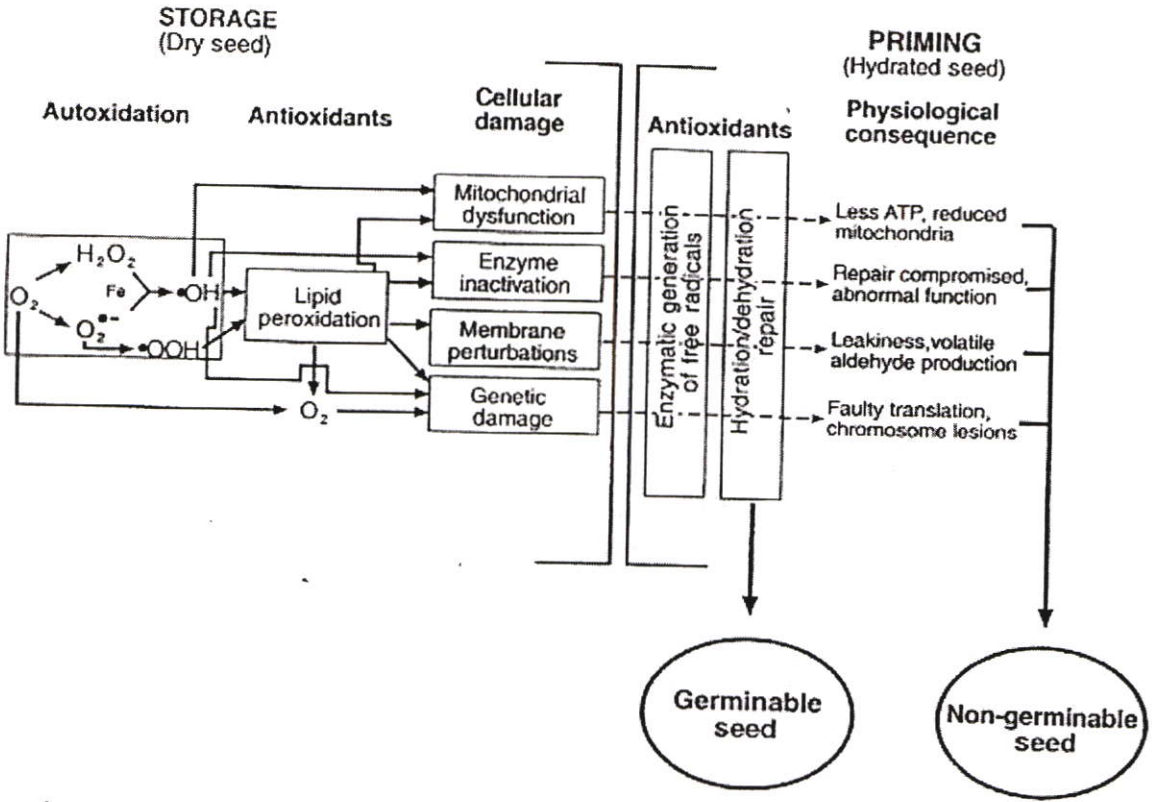
2.9.6 ระยะเวลาการเก็บรักษา การทำไพรมมิงเป็นการทำให้กระบวนการต่าง ๆ ทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของเมล็ดพันธุ์ได้รับการกระตุ้นให้อยู่ในระดับที่จะทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้ในระยะเวลาสั้นเมื่อนำไปเพาะ เพื่อให้เหมาะสมต่อการเก็บรักษา เมล็ดพันธุ์จะต้องได้รับการลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เมล็ดพันธุ์ที่แห้งแล้วนี้จะยังคงมีระดับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของการไพรมมิงดังกล่าวอยู่กับเมล็ดพันธุ์ ลักษณะเช่นนี้ทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพได้ง่ายมากขึ้น จึงทำให้ข้อดีของไพรมมิงต้องสูญเสียไปอย่างรวดเร็วในระหว่างการเก็บรักษา การสูญเสียเช่นนี้ขึ้นอยู่กับชนิดพืช อุณหภูมิและความชื้นของอากาศในระหว่างการเก็บรักษา Argerich *et al.* (1989) ทำการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศภายหลังการทำไพรมมิงให้เหลือ 6% แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 °ซ และ 30 °ซ เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าความงอกและอัตราเร็วของการงอกของเมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4°ซ ไม่ลดลงเลยตลอดอายุการเก็บรักษา ในขณะที่ความงอกและอัตราเร็วของการงอกของเมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 °ซ ลดลงอย่างรวดเร็วภายหลัง 6 เดือนของการเก็บรักษา Owen and Pill (1994) เสนอแนะว่าถ้าต้องการให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์หน่อไม้ฝรั่งและมะเขือเทศภายหลังการทำออสโมไพรมมิงเพิ่มขึ้นสูงสุด ควรเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวไว้ที่อุณหภูมิ 4 °ซ. ซึ่งจะเป็นการดีกว่าที่จะเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20 °ซ อย่างไรก็ตามเมล็ดพันธุ์พริกภายหลังการทำออสโมไพรมมิ่งมีอายุการเก็บรักษาได้ยาวนานเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 °ซ และความชื้นสัมพัทธ์ 96% (Karssen *et al.* 1989)

2.10 ไพรมมิงกับการซ่อมแซม (Priming and repair)

เนื่องจากคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พืชผักและไม้ดอกหลายชนิดเพิ่มขึ้นภายหลังการทำไพรมมิง (McDonald, 2000) ซึ่งอาจเกิดจากการทำไพรมมิงทำการแก้ไขหรือซ่อมแซมความเสียหายบางประการซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างการเสื่อมคุณภาพ (Bray. 1995 ; McDonald. 2000)

ในปัจจุบันสาเหตุที่แท้จริงของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยังไม่เป็นที่ทราบกันแน่ชัด อย่างไรก็ตามในระหว่าง 20 ปีที่ผ่านมามีการศึกษากันมากเกี่ยวกับสรีรวิทยาของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ จึงได้มีการนำเสนอสาเหตุเบื้องต้นที่อาจทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งได้แก่ การเสื่อมหรือความเสียหายของดีเอนเอ ความเสียหายของเมมเบรน และ lipid peroxidation (Coolbear. 1995 ; Smith and Berjak. 1995 ; McDonald. 2000) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง lipid peroxidation ได้รับการเสนอแนะและเชื่อกันมากที่สุดว่าน่าที่จะเป็นสาเหตุสำคัญของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (McDonald. 2000) กระบวนการนี้ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ (free radical) ซึ่งจะเข้าไปทำความเสียหายให้กับเมมเบรนและ macromolecule เช่น ดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ เป็นต้น

McDonald (2000) ได้เสนอรูปแบบการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (ภาพที่ 2.2) โดยแสดงให้เห็นถึงปรากฏการณ์ทางสรีรวิทยาบางอย่างที่สัมพันธ์กับการเสื่อมคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาและการซ่อมแซมในระหว่างการทำไพรมมิง จากสภาพการเก็บรักษาเอื้ออำนวยต่อการเกิด lipid peroxidation ทำให้อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นเข้าไปทำความเสียหายให้กับเซลล์ได้แก่ ไมโตคอนเดรีย เอนไซม์ เมมเบรน และพันธุกรรม ความเสียหายดังกล่าวถ้าเกิดขึ้นมากก็จะทำให้เมล็ดพันธุ์ไม่สามารถงอกได้ แต่ถ้าเซลล์ได้รับสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ตัวอย่างเช่น superoxide dismutase, catalase และ tocopherol เป็นต้น อย่างพอเพียงก็จะสามารถลดปริมาณอนุมูลอิสระหรือป้องกันเมล็ดพันธุ์ไม่ให้เกิดความเสียหายจากอนุมูลอิสระ ทำให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้ การทำไพรมมิงจะทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์กลับคืนมา ตัวอย่างเช่นทำให้การรั่วไหลลดลง อาร์เอ็นเอเพิ่มขึ้น ไมโตคอนเดรียมีปริมาณเพิ่มขึ้น การทำงานของเอนไซม์เพิ่มขึ้น ยับยั้งการเกิดขึ้นของ lipid peroxidation และการเพิ่มขึ้นของสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งทำให้ความเสียหายของเซลล์ที่เกิดจากอนุมูลอิสระลดลง ในกรณีที่ความเสียหายของเซลล์เกิดขึ้นมากเกินไป การทำไพรมมิงอาจไม่สามารถซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดขึ้นได้ ในที่สุดเมล็ดพันธุ์ก็จะตายหรือไม่สามารถงอกได้



ภาพที่ 2.2 รูปแบบของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และลำดับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในระหว่างการเก็บรักษาและการดูดน้ำ (McDonald. 2000)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมพันธุ์ไต้ฝุ่น (*Lycopersicon esculentum* Mill cv. Typhoon)
2. สารเคมี
   2.1. สารละลาย polyethylene glycol (PEG 8000)
   2.2. สารเคมีฆ่าเชื้อราแคปแทน
3. เครื่องมือวิทยาศาสตร์
   3.1. ตู้อบลมร้อน (Hot air-oven)
   3.2. ตู้เพาะความงอก
   3.3. hot-plate
   3.4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง
4. เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น บีกเกอร์ จานแก้ว (Petri dish)
5. น้ำกลั่น
6. วัสดุ
   6.1. กล่องพลาสติกขนาด 11.25 × 11.25 ซม. และขนาด 18.75 × 27.50 ซม.
   6.2. ตะแกรงลวดขนาด 15.0 × 22.5 ซม.
   6.3. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 2
   6.4. กระดาษ kimwipes
   6.5. กระป๋องอะลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. สูง 4 ซม.
   6.6. พาราฟิลม์
   6.7. ถาดเพาะ
   6.8. ดินผสม
   6.9. ปุ๋ยยูเรีย

3.2 สถานที่การดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.3 ระยะเวลาดำเนินการ

เดือนพฤษภาคม 2549 – พฤศจิกายน 2549

3.4 วิธีการดำเนินงาน

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design และ Factorial in completely randomized design มีจำนวน 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 ได้แก่ วิธีการทำไพรมมิ่งได้แก่ ไฮโดรไพรมมิง หรือ ออสโมไพรมมิง

ปัจจัยที่ 2 ได้แก่ การเร่งอายุ มี 4 ระดับคือ 0, 2, 3, 4 วัน

ก่อนทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ ทำการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์โดยการตรวจสอบความงอกมาตรฐาน และความแข็งแรง

3.4.1 การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ

3.4.1.1 การตรวจสอบความงอกมาตรฐาน (standard germination, SG)

เพาะเมล็ดพันธุ์จำนวน 50 เมล็ดทำ 3 ซ้ำในจานแก้ว โดยวางบนกระดาษกรองเบอร์ 2 จำนวน 2 แผ่น ที่ชื้นด้วยน้ำกลั่น และปิดทับเมล็ดพันธุ์ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 2 จำนวน 1 แผ่น ที่ชื้นด้วยน้ำกลั่น ปิดฝาจานแก้ว นำไปไว้ที่อุณหภูมิที่ 25 ^{0}ซ ตรวจผลการงอกทุกวัน รายงานผลเป็นร้อยละตามวิธีของ ISTA (1993)

3.4.1.2 การตรวจสอบความแข็งแรง

วิธีการที่ใช้ได้แก่

1. ดัชนีการงอก (germination index, GI) โดยการตรวจนับความงอกทุกวันจนครบ 14 วัน แล้วนำมาคำนวณโดยใช้สูตรของ ISTA (1993)

$$\text{ดัชนีการงอก} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนวันของการนับครั้งแรก}} + \ldots\ldots\ldots + \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนวันของการนับครั้งสุดท้าย}}$$

2. จำนวนวันที่งอก (days to emergence, DTE) ตรวจนับเมล็ดที่มีรากงอกออกมาให้เห็นในแต่ละวัน แล้วนำมาคำนวณค่า DTE (Dhillon. 1995) จากสูตร

74574

$$DTE = \frac{\sum(NxD_{i=1-14})}{T}$$

T = จำนวนเมล็ดทั้งหมดที่มีการงอกรากออกมา

N = จำนวนเมล็ดที่มีการงอกรากออกมาในวันที่ $D_{i=1-14}$

$D_{i=1-14}$ = จำนวนวันหลังเพาะเมล็ด

3.4.2 การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในแปลงทดลอง

3.4.2.1 การตรวจสอบความงอกในไร่ (field emergence, FE) เพาะเมล็ดพันธุ์จำนวน 50 เมล็ด 3 ซ้ำ ลงบนดินผสมในกระบะเพาะแล้วกลบด้วยดินผสมให้หนาประมาณ 1 ซม. นำกระบะเพาะไปไว้ในแปลงปลูก ให้ปุ๋ยยูเรียทุก 7 วัน หลังเพาะได้ 21 วัน ตรวจผลการงอกทุกวัน รายงานผลเป็นร้อยละ

3.4.2.2 การตรวจสอบความแข็งแรง

วิธีการที่ใช้ ได้แก่

1. ดัชนีการงอก (germination index, GI) โดยการตรวจนับความงอกทุกวันจนครบ 21 วัน แล้วนำมาคำนวณโดยใช้สูตรของ ISTA (1993)

$$\text{ดัชนีการงอก} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนวันของการนับครั้งแรก}} + \ldots\ldots\ldots + \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนวันของการนับครั้งสุดท้าย}}$$

2. จำนวนวันที่งอก (days to emergence, DTE) ตรวจนับเมล็ดที่มีต้นกล้าโผล่ออกมาให้เห็นในแต่ละวัน แล้วนำมาคำนวณค่า DTE (Dhillon. 1995) จากสูตร

$$DTE = \frac{\sum(NxD_{i=1-21})}{T}$$

T = จำนวนต้นกล้าทั้งหมดที่มีการโผล่ออกมา

N = จำนวนต้นกล้าที่มีการโผล่ออกมาในวันที่ $D_{i=1-21}$

$D_{i=1-21}$ = จำนวนวันหลังเพาะเมล็ด

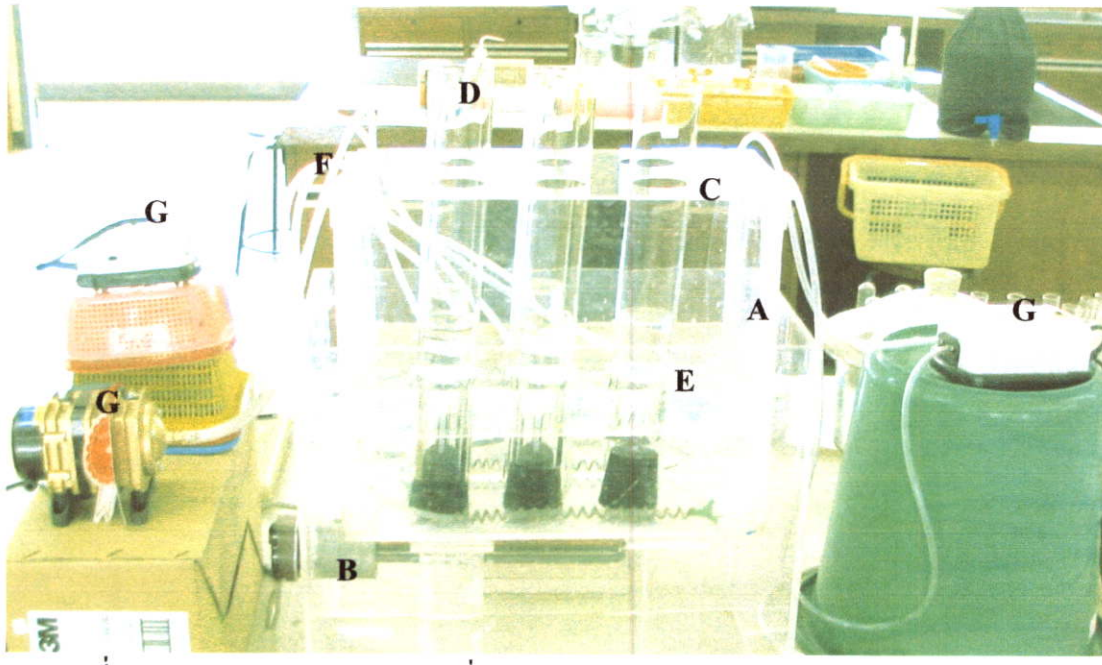
3.4.3. การเร่งอายุ (Accelerated aging)

นำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมาคลุกสารป้องกันเชื้อราแคปแทน จากนั้นทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 44 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ ~90% (โดยใช้น้ำกลั่น) ด้วยวิธี tray method (AOSA. 1983) เป็นระยะเวลา 0, 2, 3 และ 4 วัน เมื่อครบกำหนดนำเมล็ดพันธุ์ออกมาลดความชื้นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน แบ่งเมล็ดพันธุ์เป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งนำมาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ตามวิธีในข้อ 3.4.1 และ 3.4.2 และส่วนที่สองนำมาทำไฮโดรไพรมมิง และออสโมไพรมมิง

3.4.4. การทำไพรมมิ่งเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีไฮโดรไพรมมิง

1) หาระยะเวลาในการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ก่อนการงอกของราก นำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมาดูดน้ำบนกระดาษกรองเบอร์ 2 ปฏิบัติเช่นเดียวกับการตรวจสอบความงอก สังเกตการณ์ปรากฏของรากทุกชั่วโมง เพื่อหาระยะเวลาการดูดน้ำก่อนการปรากฏของราก ระยะเวลาดังกล่าวจะนำมาใช้ในการทำไฮโดรไพรมมิ่งต่อไป

2) การทำไฮโดรไพรมมิง นำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่เร่งอายุมาทำไฮโดรไพรมมิงด้วยเครื่องมือ SPS (seed priming system) (ภาพที่ 3) ซึ่งดัดแปลงจาก Akers and Holley (1986) ดังนี้



ภาพที่ 3 Seed priming system (SPS) ซึ่งดัดแปลงจาก Akers and Holley (1986) ประกอบด้วย

A) ตู้ปลา กว้าง 28 ซม. ยาว 33 ซม.

B) เครื่องให้ความร้อนอากาศ (heater)

C) โครงแผ่นพลาสติกที่ไว้ใส่คอลัมน์

D) คอลัมน์แก้ว ยาว 33 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 ซม.

E) กรวยพลาสติก เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.2 ซม.

F) สายอากาศพลาสติก

G) เครื่องให้ออกซิเจนรุ่น BB-7000 220-240V/50HZ และ AP-10

ใส่เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศในถุงตาข่าย ผูกปากถุงเพื่อป้องกันการกระจายของเมล็ดพันธุ์ในคอลัมน์ แช่เมล็ดพันธุ์ที่อยู่ในถุงตาข่ายลงในน้ำกลั่นที่อยู่ในคอลัมน์เป็นระยะเวลา 0, 15, 18 และ 21 ชม. โดยมีการให้อากาศตลอดระยะเวลาการแช่น้ำ จากนี้ซับเมล็ดพันธุ์ด้วยกระดาษ kimwipes ให้แห้ง ลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 วัน แล้วนำไปตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ตามวิธีในข้อ 3.4.1 และ 3.4.2

3.4.5. การทำไพรมมิ่งเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีออสโมไพรมมิง

นำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่เร่งอายุมาทำออสโมไพรมมิง ด้วยเครื่องมือ SPS ที่ดัดแปลงจาก Akers and Holley (1986) ตามที่ได้บรรยายมาแล้ว ใส่เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศในถุงตาข่าย ผูกปากถุงเพื่อป้องกันการกระจายของเมล็ดพันธุ์ในคอลัมน์ แช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลาย PEG 8000 ที่อยู่ในคอลัมน์แก้ว ที่มีศักย์ของน้ำ -1.0 MPa เป็นระยะเวลา 8, 10 และ 12 วัน ในระหว่างการแช่มีการให้อากาศตลอดเวลาการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ เมื่อครบระยะเวลาการดูดน้ำ นำเมล็ดพันธุ์มาล้างด้วยน้ำกลั่นซับเมล็ดพันธุ์ให้แห้ง ด้วยกระดาษ kimwipes นำเมล็ดพันธุ์มาลดความชื้นที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 วันแล้วนำไปตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ตามวิธีในข้อ 3.4.1 และ 3.4.2

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละหน่วยทดลอง โดยใช้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์ทางสถิติ SAS เวอร์ชัน 6.12

3.6 การบันทึกข้อมูล

3.6.1 การตรวจสอบคุณภาพในห้องปฏิบัติการ

- เปอร์เซ็นต์ความงอก (%)
- ดัชนีการงอก
- จำนวนวันที่งอก

3.6.2 การตรวจสอบคุณภาพในแปลงทดลอง

- เปอร์เซ็นต์ความงอก (%)
- ดัชนีการงอก
- จำนวนวันที่งอก

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลของการทำไพรมมิงต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

การทำไฮโดรไพรมมิงไม่ได้ทำให้ SG เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำไฮโดรไพรมมิง (NP) (ตารางที่ 4.1) แต่ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ NP GI เพิ่มขึ้นสูงสุดที่ระยะ 15 ชม. ของการทำไฮโดรไพรมมิง หลังจากระยะนี้ไปแล้ว GI ก็จะลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วน DTE ต่างก็ลดลงเมื่อทำไฮโดรไพรมมิงเป็นระยะเวลา 15 และ 18 ชม. โดยจะลดลงมากที่สุดที่ระยะ 18 ชม. ของการทำไฮโดรไพรมมิง แต่การลดลงนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ NP ส่วนการทำไฮโดรไพรมมิงเป็นระยะเวลายาวนานถึง 21 ชม. มีผลทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงในทุกกรณีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การทำออสโมไพรมมิงเป็นระยะเวลา 10 วันเท่านั้นที่ทำให้ SG ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ NP (ตารางที่ 4.1) เมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นภายหลังการทำออสโมไพรม มิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ NP โดย GI จะเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ระยะเวลา 12 วันของการทำออสโมไพรมมิงแต่ก็ไม่แตกต่างไปจากระยะเวลาอื่น ๆ ของการทำออสโมไพรมมิง ในทำนองเดียวกันลักษณะเช่นนี้ก็เกิดขึ้นกับ DTE ด้วยเช่นกัน

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ทำไพรมมิงทั้ง 2 วิธี มีแนวโน้มว่าออสโมไพรมมิงจะทำให้เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นดีกว่า

ตารางที่ 4.1 ผลของการทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิงต่อความงอกมาตรฐาน (SG) ดัชนีการงอก (GI) และจำนวนวันที่งอก (DTE)ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ

การทำไพรมมิง	SG (%)	GI	DTE (วัน)
ไฮโดรไพรมมิง (ชม.)			
0 (NP)	92.67	15.78	3.16
15	95.33	29.84	2.32
18	87.33	23.95	2.22
21	88.67	16.67	3.54
ค่าเฉลี่ย	91	21.56	2.81
F-test	ns	**	ns
LSD (0.05)	8.06	4.51	1.12
LSD (0.01)	11.73	6.57	1.62
ออสโมไพรมมิง (วัน)			
0 (NP)	92.67	15.78	3.16
8	90	31.03	1.79
10	84.67	30.94	1.82
12	89.33	34.65	1.58
ค่าเฉลี่ย	89.17	28.1	2.09
F-test	ns	**	**
LSD (0.05)	7.53	5.78	0.3
LSD (0.01)	10.96	8.41	0.44

NP nonpriming

ns nonsignificant

** ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

4.2 ผลของการทำไฮโดรไพรมมิงต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุ

ผลจากการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์เป็นระยะเวลา 2, 3 และ 4 วันทำให้ SG ลดลงเหลือ 86, 77.3 และ 68.6% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการเร่งอายุ (ตารางที่ 4.2) จากการเปลี่ยนแปลงของ SG ดังกล่าว ในที่นี้จะกำหนดให้การเร่งอายุเป็นระยะเวลา 2, 3 และ 4 วัน เป็นระดับการเสื่อมคุณภาพน้อย ปานกลาง และ มากตามลำดับ ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เร่งอายุจะมีการเสื่อมน้อยที่สุด

เมื่อเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพจากการเร่งอายุเกิดขึ้น จะทำให้ SG และความแข็งแรงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เร่งอายุ (ตารางที่ 4.2) การใช้ระยะเวลาเร่งอายุเพิ่มมากขึ้นเท่าใดก็จะยิ่งทำให้เปอร์เซ็นต์ SG และความแข็งแรงลดลงมากขึ้นเท่านั้น ระยะเวลาต่าง ๆ ของการทำไฮโดรไพรมมิงไม่ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ SG ในเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 3 และ 4 วัน แต่สำหรับเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 2 วัน การทำไฮโดรไพรมมิงเป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมงทำให้เปอร์เซ็นต์ SG ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทำไฮโดรไพรมมิง เปอร์เซ็นต์ SG จะเพิ่มขึ้นหรือไม่แตกต่างไปจากก่อนการทำไฮโดรไพรมมิงก็ต่อเมื่อภายหลัง 18 ชั่วโมงของการทำไฮโดรไพรมมิงไปแล้ว

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นของการทำไฮโดรไพรมมิง เมล็ดพันธ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 2 วัน มีการเพิ่มขึ้นของ GI และการลดลงของ DTE ภายหลังการทำไฮโดรไพรมมิงเป็นระยะเวลา 18 ชม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับระยะก่อนการทำไฮโดรไพรมมิง (ตารางที่ 4.2) สำหรับเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเพิ่มขึ้น 3 และ 4 วัน ถึงแม้ว่าการทำไฮโดรไพรมมิงเป็นระยะเวลา 18 ชม. จะทำเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากที่สุด แต่ความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นนี้ก็ยังน้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 2 วัน ดังนั้นผลจากการทำไฮโดรไพรมมิงจึงทำให้เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เร่งอายุมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 2, 3 และ 4วัน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 ผลของการเร่งอายุและการทำไฮโดรไพรมมิงต่อความงอกมาตรฐาน (SG) ดัชนีการงอก (GI) จำนวนวันที่ใช้ในการงอก (DTE) ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ

การเร่งอายุ (วัน)	ไฮโดรไพรมมิง (ชม.)	คุณภาพเมล็ดพันธุ์		
		SG (%)	GI	DTE (วัน)
0	0 (NP)	92.67	15.79	3.17
	15	95.33	29.84	2.32
	18	87.33	23.95	2.22
	21	88.67	16.67	3.54
2	0 (NP)	86.00	9.63	5.20
	15	74.67	10.66	4.13
	18	80.00	12.65	3.92
	21	82.67	13.11	3.86
3	0 (NP)	77.33	6.22	7.03
	15	80.00	9.77	4.83
	18	77.33	11.52	4.18
	21	78.00	9.84	4.82
4	0 (NP)	68.67	7.50	4.90
	15	73.33	9.00	4.82
	18	74.67	9.65	4.58
	21	68.00	8.41	4.58
LSD (0.05)		8.67	2.34	0.73
LSD (0.01)		5.83	1.57	0.49
Significances (factorial treatments)				
ระยะเวลาการทำไฮโดรไพรมมิง (HP)		ns	**	**
ระยะเวลาการเร่งอายุ (AA)		**	**	**
HP × AA		ns	**	**

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

การเร่งอายุ (วัน)	ไฮโดรไพรมมิง (ชม.)	คุณภาพเมล็ดพันธุ์		
		SG (%)	GI	DTE (วัน)
ค่าเฉลี่ยไฮโดรไพรมมิง	0	81.17	9.82	5.08
	15	80.83	14.82	4.03
	18	79.83	14.44	3.73
	21	79.33	12.01	4.20
ค่าเฉลี่ยการเร่งอายุ	0	91.00	21.56	2.81
	2	80.83	11.51	4.28
	3	78.17	9.28	5.22
	4	71.17	8.72	4.72

NP nonpriming

ns nonsignificant

** ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

4.3 ผลของการทำออสโมไพรมมิงต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุ

ในภาพรวมการเปลี่ยนแปลงของ SG และความแข็งแรงภายหลังการทำออสโมไพรมมิง (ตารางที่ 4.3) เป็นไปในทำนองเดียวกันกับการทำไฮโดรไพรมมิง (ตารางที่ 4.2) เมื่อเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพจากจากการเร่งอายุเพิ่มขึ้นจะทำให้ SG และความแข็งแรงลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เร่งอายุ (ตารางที่ 4.3) การลดลงในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์นี้จะเพิ่มขึ้นไปตามระยะเวลาการเร่งอายุ การทำออสโมไพรมมิงไม่ได้ช่วยทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เพิ่มสูงขึ้นมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เร่งอายุ แต่การทำออสโมไพรมมิงช่วยทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพด้วยกันมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำออสโมไพรมมิง

การทำออสโมไพรมมิงเป็นระยะเวลาต่าง ๆ กันไม่ได้ช่วยทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของ SG ในเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลาต่าง ๆ กัน (ตารางที่ 4.3) แต่ช่วยทำให้เมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นไปตามระยะเวลาของการทำออสโมไพรมมิง เมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 2 วัน มี SG และความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลามากกว่าการทำออสโมไพรมมิงเป็น

ระยะเวลา 10 และ 12 วัน ทำให้เมล็ดพันธุ์มีการเพิ่มขึ้นของ GI และการลดลงของ DTE อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทำออสโมไพรมมิง ในทำนองเดียวกันลักษณะเช่นนี้ก็เกิดขึ้นกับเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 3 วัน ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 4 วัน ต้องทำออสโมไพรมมิงเป็นระยะเวลายาวนานถึง 12 วัน จึงจะสามารถทำให้ SG เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับก่อนการทำออสโมไพรมมิง และทำให้ GI เพิ่มขึ้น และ DTE ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทำออสโมไพรมมิง ในทำนองเดียวกันกับการทำไฮโดรไพรมมิง (ตารางที่ 4.2) ผลจากการทำออสโมไพรมมิงจะทำให้เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เร่งอายุมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 2, 3 และ 4 วันตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 ผลของการเร่งอายุและการทำออสโมไพรมมิงต่อความงอกมาตรฐาน (SG) ดัชนีการงอก (GI) และจำนวนวันที่ใช้ในการงอก (DTE)ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ

การเร่งอายุ (วัน)	ออสโมไพรมมิง (วัน)	คุณภาพเมล็ดพันธุ์		
		SG (%)	GI	DTE (วัน)
0	0 (NP)	92.67	15.79	3.17
	8	90.00	31.03	1.80
	10	84.67	30.94	1.82
	12	89.33	34.65	1.58
2	0 (NP)	86.00	9.63	5.20
	8	79.33	23.75	2.39
	10	82.67	31.48	1.85
	12	83.33	29.65	2.10
3	0 (NP)	77.33	6.22	7.03
	8	77.33	16.59	2.90
	10	77.33	17.40	2.56
	12	74.67	15.66	2.64
4	0 (NP)	68.67	7.50	4.90
	8	35.33	3.96	5.19
	10	52.00	6.11	4.84
	12	62.00	17.01	2.28

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

การเร่งอายุ (วัน)	ออสโมไพรมมิง (วัน)	คุณภาพเมล็ดพันธุ์		
		SG (%)	GI	DTE (วัน)
LSD (0.05)		10.19	3.92	0.47
LSD (0.01)		6.85	2.63	0.32
Significances (factorial treatments)				
ระยะเวลาไพรมมิ่ง (OP)		**	**	**
ระยะเวลาเร่งอายุ (AA)		**	**	**
OP × AA		**	**	**
ค่าเฉลี่ยออสโมไพรมมิง	0	81.17	9.82	5.08
	8	70.50	18.83	3.07
	10	74.17	21.48	2.77
	12	77.33	24.24	2.15
ค่าเฉลี่ยการเร่งอายุ	0	89.17	28.10	2.09
	2	82.83	23.63	2.88
	3	76.67	13.92	3.79
	4	54.50	8.73	4.30

NP nonpriming

** ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิง (ตารางที่ 4.4) การทำออสโมไพรมมิงทำให้ SG เพิ่มขึ้นสูงกว่าการทำไฮโดรไพรมมิงเฉพาะในเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 0 และ 2 วัน แต่ทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นสูงมากกว่าการทำไฮโดรไพรมมิ่งโดยตลอดระยะเวลาของการเร่งอายุ

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบผลของการทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิงต่อความงอกมาตรฐาน (SG) ดัชนีการงอก (GI) และจำนวนวันที่ใช้ในการงอก (DTE) โดยตลอดระยะเวลาของการทำไพรมมิงของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลาต่าง ๆ กัน

การเร่งอายุ (วัน)	การทำไพรมมิง	SG (%)	GI	DTE (วัน
0	ไฮโดรไพรมมิง	91.00±2.47	21.56±1.38	2.81±0.34
	ออสโมไพรมมิง	89.17±2.31	28.10±1.77	2.09±0.10
2	ไฮโดรไพรมมิง	80.83±3.45	11.51±0.58	4.28±0.10
	ออสโมไพรมมิง	82.83±3.11	23.63±1.66	2.88±0.17
3	ไฮโดรไพรมมิง	78.17±2.56	9.34±0.48	5.21±0.31
	ออสโมไพรมมิง	76.67±3.97	13.97±0.83	3.78±0.21
4	ไฮโดรไพรมมิง	71.17±3.42	8.64±0.39	4.72±0.18
	ออสโมไพรมมิง	54.50±4.38	8.65±0.90	4.30±0.16

4.4 ผลของการทำไพรมมิงต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในสภาพไร่

ทุกระยะเวลาของการทำไฮโดรไพรมมิงทำให้เมล็ดพันธุ์มี FE เพิ่มขึ้นแต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5) อย่างไรก็ตามการทำไฮโดรไพรมมิงเป็นระยะเวลา 15 ชม. จะทำให้ FE ของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นมากที่สุด ไฮโดรไพรมมิงนอกจากจะทำให้ FE เพิ่มขึ้นแล้วยังทำให้เมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอีกด้วย โดยเฉพาะการทำไฮโดรไพรมมิงเป็นระยะเวลา 15 ชม. ทำให้ GI เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ NP ส่วน DTE จะลดลงเฉพาะที่ระยะเวลา 15 ชม. ของการทำไฮโดรไพรมมิงเท่านั้น หลังจากระยะนี้ไปแล้ว DTE ก็จะเพิ่มขึ้น

ในทำนองเดียวกันกับการทำไฮโดรไพรมมิงทุกระยะเวลาของการทำออสโมไพรมมิงทำให้เมล็ดพันธุ์มี FE เพิ่มขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5) การทำออสโมไพรมมิงเป็นระยะเวลา 12 วันทำให้ FE ของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นมากที่สุด นอกจากนี้การทำออสโมไพรมมิงยังทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยเมื่อเปรียบเทียบกับ NP การทำออสโมไพรมมิงเป็นระยะเวลา 12 วันก็ยังเป็นระยะเวลาที่ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากที่สุดไม่ว่าจะเป็น GI และ DTE

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ทำไพรมมิงทั้ง 2 วิธีดังกล่าว มีแนวโน้มว่าการทำออสโมไพรมมิงจะทำให้เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นดีกว่า

ตารางที่ 4.5 ผลของการทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิงต่อความงอกในไร่ (FE) ดัชนีการงอก (GI) และจำนวนวันที่งอก (DTE)ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ปลูกในสภาพไร่

การทำไพรมมิง	คุณภาพเมล็ดพันธุ์		
	FE (%)	GI	DTE (วัน)
ไฮโดรไพรมมิ่ง (ชม.)			
0 (NP)	71.33	5.94	6.81
15	87.33	9.83	6.02
18	78.67	6.59	7.8
21	80	8.01	7.01
ค่าเฉลี่ย	79.33	7.6	6.91
F-test	ns	ns	ns
LSD (0.05)	21.39	2.89	1.78
LSD (0.01)	31.12	4.20	2.59
ออสโมไพรมมิ่ง (วัน)			
0 (NP)	71.33	5.94	6.81
8	86.67	9.99	6.01
10	83.33	10.73	4.78
12	87.33	12.64	4.35
ค่าเฉลี่ย	82.17	9.83	5.49
F-test	ns	**	ns
LSD (0.05)	21.66	2.68	1.91
LSD (0.01)	31.52	3.91	2.77

NP nonpriming

ns nonsignificant

** ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

4.5 ผลของการทำไฮโดรไพรมมิงต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุในสภาพไร่

การเปลี่ยนแปลงของ FE ภายหลังการเร่งอายุ (ตารางที่ 4.6) เกิดขึ้นในลักษณะเดียวกัน SG ของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุ (ตารางที่ 4.2) แต่การลดลงของ FE เกิดขึ้นในลักษณะที่ต่ำกว่า SG มากกว่า การเปลี่ยนแปลงของ FE ภายหลังการเร่งอายุเป็นระยะเวลาต่าง ๆ กัน ทำให้ยังสามารถกำหนดระดับการเสื่อมคุณภาพเช่นเดียวกับที่กำหนดให้กับการเปลี่ยนแปลงของ SG โดยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เร่งอายุก็ยังคงมีการเสื่อมคุณภาพน้อยที่สุด

เมื่อเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพจากการเร่งอายุเกิดขึ้นจะทำให้ FE และความแข็งแรงลดลง (ตารางที่ 4.6) การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เป็นระยะเวลา 4 วันเท่านั้นที่ทำให้ FE และ GI ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เร่งอายุ การทำไฮโดรไพรมมิงในระยะเวลาต่าง ๆ กันทำให้ FE เพิ่มขึ้นในทุกระยะเวลาของการเร่งอายุ โดย FE จะเพิ่มขึ้นมากที่สุดในเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 2 วัน เมื่อทำไฮโดรไพรมมิงเป็นระยะเวลา 21 วัน FE ที่เพิ่มขึ้นรองลงมาได้แก่เมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 3 และ 4 วัน ตามลำดับ

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเฉพาะเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 2 และ 3 วัน โดยมีการเพิ่มขึ้นของ GI และการลดลงของ DTE แต่การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทำไฮโดรไพรมมิง (ตารางที่ 4.6) ในภาพรวมเมื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จากการทำไฮโดรไพรมมิงของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เร่งอายุก็จะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 2, 3 และ 4 วัน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 ผลของการเร่งอายุและการทำไฮโดรไพรมมิงต่อความงอกในไร่ (FE) ดัชนีการงอก (GI) และจำนวนวันที่ใช้ในการงอก (DTE)ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ปลูกในสภาพไร่

การเร่งอายุ (วัน)	ไฮโดรไพรมมิง (ชม.)	คุณภาพเมล็ดพันธุ์		
		FE (%)	GI	DTE (วัน)
0	0 (NP)	71.33	5.94	6.81
	15	87.33	9.84	6.02
	18	78.67	6.59	7.80
	21	80.00	8.02	7.01
2	0 (NP)	68.67	5.64	6.78
	15	70.67	5.73	6.41
	18	76.67	5.91	6.45
	21	79.33	6.77	6.52
3	0 (NP)	62.00	4.77	7.45
	15	75.33	6.10	5.85
	18	72.00	5.59	6.60
	21	70.67	5.37	6.75
4	0 (NP)	54.00	3.68	8.05
	15	68.00	4.23	8.96
	18	66.67	4.27	9.17
	21	61.33	3.73	9.77
LSD (0.05)		12.30	1.53	1.35
LSD (0.01)		8.27	1.03	0.91
Significances (factorial treatments)				
ระยะเวลาไพรมมิ่ง (HP)		**	**	ns
ระยะเวลาเร่งอายุ (AA)		**	**	**
HP × AA		ns	*	ns

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

การเร่งอายุ (วัน)	ไฮโดรไพรมมิง (ชม.)	คุณภาพเมล็ดพันธุ์		
		FE (%)	GI	DTE (วัน)
ค่าเฉลี่ยไฮโดรไพรมมิง	0	64.00	5.01	7.27
	15	75.33	6.48	6.81
	18	73.50	5.59	7.51
	21	72.83	5.97	7.51
ค่าเฉลี่ยการเร่งอายุ	0	79.33	7.60	6.91
	2	73.83	6.01	6.54
	3	70.00	5.46	6.66
	4	62.50	3.98	8.99

NP nonpriming

ns nonsignificant

*,** ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 และ 99% ตามลำดับ

4.6 ผลของการทำออสโมไพรมมิงต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุในสภาพไร่

การเปลี่ยนแปลงของ FE และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุภายหลังการทำออสโมไพรมมิง (ตารางที่ 4.7) เป็นไปในทำนองเดียวกันกับการทำไฮโดรไพรมมิง (ตารางที่4.6) เมื่อเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพจากการเร่งอายุเพิ่มขึ้นจะทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลงไปตามระยะเวลาของการเร่งอายุ อย่างไรก็ตามการลดลงนี้จะมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เร่งอายุเฉพาะกับเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 4 วันเท่านั้น (ตารางที่ 4.7) การทำออสโมไพรมมิงช่วยทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเพิ่มขึ้น (ยกเว้นเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 4 วัน) อย่างเห็นได้ชัดเจน แต่การเพิ่มขึ้นนี้ไม่มากพอที่จะทำให้เกิดความแตกต่างกันทางสถิติ และไม่ได้ช่วยทำให้มีคุณภาพของเมล็ดพันธุ์สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เร่งอายุ

การทำออสโมไพรมมิ่งช่วยทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุมีเปอร์เซ็นต์ FE และความแข็งแรงเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.7) เมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 2 วันมี FE และความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 3 และ 4 วัน โดยเฉพาะการทำออสโมไพรมมิงที่ระยะเวลา 12 วัน จะเป็นระยะที่ทำให้เมล็ดพันธุ์มี FE และ GI เพิ่มขึ้นสูงมากที่สุด และ DTE ลดลงมากที่สุด ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 3 วัน การทำออสโมไพรมมิงเป็นระยะเวลา 8 วัน

ทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพเพิ่มขึ้นรองลงมา สำหรับเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 4 วัน การทำออสโมไพรมมิงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์น้อย ในทำนองเดียวกันกับการทำไฮโดรไพรมมิง (ตารางที่ 4.6) ลำดับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ก็ยังคงเป็นไปในลักษณะเดียวกับที่ได้กล่าวมาแล้ว

ตารางที่ 4.7 ผลของการเร่งอายุและการทำออสโมไพรมมิงต่อความงอกในไร่ (FE) ดัชนีการงอก (GI) และจำนวนวันที่ใช้ในการงอก (DTE)ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ปลูกในสภาพไร่

การเร่งอายุ (วัน)	ออสโมไพรมมิ่ง (วัน)	คุณภาพเมล็ดพันธุ์		
		FE (%)	GI	DTE (วัน)
0	0 (NP)	71.33	5.94	6.81
	8	86.67	9.99	6.01
	10	83.33	10.74	4.78
	12	87.33	12.64	4.35
2	0 (NP)	68.67	5.64	6.78
	8	72.67	8.03	5.41
	10	82.00	9.14	5.22
	12	82.67	12.85	3.87
3	0 (NP)	62.00	4.77	7.45
	8	70.00	9.68	4.86
	10	71.33	5.94	6.62
	12	68.67	4.52	7.92
4	0 (NP)	54.00	3.68	8.05
	8	32.00	5.60	3.82
	10	47.33	3.09	9.09
	12	55.33	3.35	8.97
LSD (0.05)		15.55	1.97	1.29
LSD (0.01)		10.45	1.32	0.87

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

การเร่งอายุ (วัน)	ออสโมไพรมมิ่ง (วัน)	คุณภาพเมล็ดพันธุ์		
		FE (%)	GI	DTE (วัน)
Significances (factorial treatments)				
ระยะเวลาไพรมมิ่ง (OP)		ns	**	**
ระยะเวลาเร่งอายุ (AA)		**	**	**
OP × AA		ns	**	**
ค่าเฉลี่ยออสโมไพรมมิง	0	64.00	5.01	7.27
	15	65.33	8.33	5.03
	18	71.00	7.23	6.43
	21	73.50	8.34	6.28
ค่าเฉลี่ยการเร่งอายุ	0	82.17	9.83	5.49
	2	76.50	8.92	5.32
	3	68.00	6.23	6.72
	4	47.17	3.93	7.48

NP nonpriming

ns nonsignificant

*,** ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 และ 99% ตามลำดับ

เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิง (ตารางที่ 4.8) การทำออสโมไพรมมิงทำให้ FE เพิ่มขึ้นสูงกว่าการทำไฮโดรไพรมมิงเฉพาะเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลา 0 วัน แต่ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นสูงมากกว่าการทำไฮโดรไพรมมิงโดยตลอดระยะเวลาของการเร่งอายุ

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบผลของการทำไฮโดรไพรมมิงและออสโมไพรมมิงต่อความงอกในไร่ (FE) ดัชนีการงอก (GI) และจำนวนวันที่ใช้ในการงอก (DTE) ในสภาพไร่โดยตลอดระยะเวลาของการทำไพรมมิงของเมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุเป็นระยะเวลาต่าง ๆ กัน

การเร่งอายุ (วัน)	การทำไพรมมิง	FE (%)	GI	DTE (วัน)
0	ไฮโดรไพรมมิง	79.33±6.56	7.59±0.89	6.91±0.54
	ออสโมไพรมมิง	82.17±6.64	9.83±0.82	5.49±0.58
2	ไฮโดรไพรมมิง	78.83±2.40	6.89±0.34	6.54±0.35
	ออสโมไพรมมิง	76.50±6.71	9.42±0.87	5.32±0.39
3	ไฮโดรไพรมมิง	70.00±2.62	5.86±0.31	6.66±0.35
	ออสโมไพรมมิง	68.00±4.42	7.78±0.60	6.72±0.32
4	ไฮโดรไพรมมิง	62.50±4.15	3.98±0.37	8.99±0.58
	ออสโมไพรมมิง	47.17±2.81	3.93±0.25	7.48±0.46

4.7 ความสัมพันธ์ของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

ในการทำไฮโดรไพรมมิงของเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เร่งอายุไม่พบว่ามีความสัมพันธ์ใด ๆ ทั้งสิ้นระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ทำในห้องปฏิบัติการกับในสภาพไร่ ซึ่งก็เป็นไปตามความคาดหมาย เพราะมีความผันแปรในองค์ประกอบของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในทั้ง 2 สภาพ (ตารางที่ 4.2 และ 4.6) แต่การทำออสโมไพรมมิงของเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เร่งอายุพบว่าเฉพาะความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับ FE และ GI ในสภาพไร่ (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการกับในสภาพไร่ โดยตลอดระยะเวลาของการทำออสโมไพรมมิงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ไม่ได้เร่งอายุ

คุณภาพเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ	คุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพไร่		
	FE	GI	DTE
SG	-0.520ns	-0.608ns	0.716ns
GI	0.982*	0.977*	-0.853ns
DTE	-0.985*	-0.964*	0.833ns

SG = ความงอกมาตรฐาน , FE = ความงอกในไร่ ,

GI = ดัชนีการงอก , DTE = จำนวนวันของการงอก

ns nonsignificant

*,** ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 และ 99% ตามลำดับ

เมื่อเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพเกิดขึ้นจากการเร่งอายุ พบว่าภายหลังการทำไฮโดรไพรมมิง คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในสภาพไร่ (ตารางที่ 4.10) โดย SG จะมีความสัมพันธ์กับ FE, GI และ DTE ในสภาพไร่และเฉพาะ GI และ DTE ในห้องปฏิบัติการเท่านั้นที่จะมีความสัมพันธ์กับ DTE ในสภาพไร่

ส่วนการทำออสโมไพรมมิงกับเมล็ดพันธุ์ภายหลังการเร่งอายุ (ตารางที่ 4.11) พบว่า SG มีความสัมพันธ์กับ FE และ GI ในสภาพไร่ GI ในห้องปฏิบัติการมีความสัมพันธ์กับ FE, GI และ DTE ในสภาพไร่ ส่วน DTE มีความสัมพันธ์เฉพาะกับ FE และ GI เท่านั้น

ตารางที่ 4.10 ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการกับในสภาพไร่ โดยตลอดระยะเวลาของการทำไฮโดรไพรมมิงและการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ

คุณภาพเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ	คุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพไร่		
	FE	GI	DTE
SG	0.779**	0.854**	-0.583*
GI	-0.316ns	-0.365ns	0.685**
DTE	-0.341ns	-0.436ns	0.728**

SG = ความงอกมาตรฐาน , FE = ความงอกในไร่ ,

GI = ดัชนีการงอก , DTE = จำนวนวันของการงอก

ns nonsignificant

*,** ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 และ 99% ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการกับในสภาพไร่ โดยตลอดระยะเวลาของการทำออสโมไพรมมิงและการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ

คุณภาพเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ	คุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพไร่		
	FE	GI	DTE
SG	0.912**	0.556*	-0.195ns
GI	0.879**	0.846**	-0.531*
DTE	-0.693**	-0.634**	0.364ns

SG = ความงอกมาตรฐาน , FE = ความงอกในไร่ ,

GI = ดัชนีการงอก , DTE = จำนวนวันของการงอก

ns nonsignificant

*,** ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 และ 99% ตามลำดับ

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการปลูกพืชฤดูเดียว ระยะเวลานับตั้งแต่เมล็ดพันธุ์พืชงอกจนกระทั่งเจริญเติบโตเป็นต้นกล้า นับได้ว่าเป็นช่วงเวลาที่สำคัญมากช่วงหนึ่งในการผลิตพืช (Bradford. 1986) เพราะเป็นระยะที่เมล็ดพันธุ์มีความอ่อนไหวมากต่อสภาพแวดล้อม (Corbineau and Come. 2006) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตร้อน เมล็ดพันธุ์จะต้องพบกับการมีอุณหภูมิของอากาศสูง ความชื้นในดินมากหรือน้อยเกินไป การเข้าทำลายของเชื้อโรคพืชซึ่งเจริญเติบโตได้ดีในดิน และการแข่งขันของวัชพืช สภาพเช่นนี้ไม่เอื้ออำนวยต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า (Bradford. 1986 ; Fenner and Thompson. 2006) การใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงหรือมีการเสื่อมคุณภาพน้อย และการใช้เทคโนโลยีของไพรมมิ่งเข้าช่วยน่าที่จะเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาของการปลูกพืชในเขตร้อน โดยเฉพาะการใช้กับเมล็ดพันธุ์พืชผักลูกผสมที่มีราคาสูง

เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานเบื้องต้นสูง (>90%) การทำไพรมมิ่งไม่ว่าจะเป็นไฮโดรไพรมมิ่งหรือออสโมไพรมมิ่งจึงไม่ได้ทำให้ความงอกมาตรฐานสูงไปกว่านี้ได้อีก (Pijlen *et al.* 1995) แต่ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1) (Liptay and Zariffa. 1993 ; Bray. 1995 ; McDonald. 2000 ; Corbineau and Come. 2006) การใช้ระยะเวลาการทำไพรมมิ่งนานเกินกว่าระยะเวลาที่เหมาะสมของ 15 ชม. โดยเฉพาะการทำไฮโดรไพรมมิ่งเป็นระยะเวลายาวนานถึง 21 ชม. ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง ทั้งนี้อาจเกิดจากการสูญเสียสารอาหารซึ่งถูกใช้ไปโดยกระบวนการงอกที่มีช่วงเวลาในระหว่างการทำไพรมมิ่งยาวนานเกินไป จึงทำให้เมล็ดพันธุ์มีสารอาหารไม่พอเพียงที่จะนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของต้นกล้า (Liu *et al.* 1996) จึงทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง อย่างไรก็ตามสำหรับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เร่งอายุดูเหมือนว่าการทำออสโมไพรมมิ่งเป็นระยะเวลายาวนานถึง 12 วัน น่าที่จะมีความเหมาะสมที่สุดในการช่วยเพิ่มความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ สิ่งนี้เป็นการแสดงให้เห็นว่าการทำไพรมมิ่งควรจะต้องยับยั้งความงอกของเมล็ดพันธุ์ให้ยาวนานขึ้นเพื่อที่จะได้รับผลสูงสุดของการทำไพรมมิ่ง (Smith and Cobb. 1991) ซึ่งตรงกันข้ามกับการทำไฮโดรไพรมมิ่งที่การใช้ระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นจะทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าการทำไฮโดรไพรมมิ่งมีประสิทธิภาพน้อยกว่าการทำออสโมไพรมมิ่ง (ตารางที่ 4)

เนื่องจากความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์เป็นการประเมินภายใต้สภาพที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการ ผลที่ได้จึงได้รับการคาดหมายว่าจะมีค่าสูงกว่าการตรวจสอบความงอกในไร่ซึ่งสภาพแวดล้อมมีความเหมาะสมน้อยกว่า จึงทำให้ความงอกมาตรฐานมักจะไม่ค่อยสัมพันธ์กับความงอกในไร่ (Dornbos. 1995 ; Elias. 2006) จากการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้

เร่งอายุภายหลังการทำไพรมมิ่งในสภาพไร่ (ตารางที่ 5) พบว่าความงอกในไร่ไม่ว่าจะเป็นก่อนหรือภายหลังการทำไพรมมิ่งต่ำกว่าความงอกมาตรฐาน (ตารางที่ 1) นอกจากนี้ยังมีความแข็งแรงต่ำกว่าอีกด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความไม่เหมาะสมของสภาพแวดล้อมในไร่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการทำไฮโดรไพรมมิ่งจะมีความผันแปรมากกว่าในสภาพไร่ จึงทำให้ไม่พบความสัมพันธ์ใด ๆ ทั้งสิ้นระหว่างคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการกับในสภาพไร่ อย่างไรก็ตามภายใต้สภาพแวดล้อมของธรรมชาติที่ไม่ค่อยมีความเหมาะสมต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ การทำไฮโดรไพรมมิ่งสามารถช่วยทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงในสภาพไร่เพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกันการทำออสโมไพรมมิ่งก็สามารถทำให้ความงอกและความแข็งแรงในสภาพไร่ของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นได้เช่นกัน สิ่งนี้จึงเป็นการยืนยันว่าการทำไพรมมิ่งช่วยปรับปรุงความงอกและอัตราเร็วของเมล็ดพันธุ์ให้เพิ่มขึ้นได้ภายใต้สภาพแวดล้อมในไร่ที่ไม่ค่อยเหมาะสม (Bradford. 1986 ; Haigh *et al.* 1986 ; McDonald. 2000 ; Corbineau and Come. 2006) ผลจากการที่ความงอกและความแข็งแรงในสภาพไร่ของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นไปตามระยะที่เพิ่มขึ้นของการทำออสโมไพรมมิ่ง จึงทำให้ความงอกและ GI ในสภาพไร่มีความสัมพันธ์สูงกับความแข็งแรงในห้องปฏิบัติการ (ตารางที่ 10) ดังนั้นความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการภายหลังการทำออสโมไพรมมิ่งจึงสามารถใช้ทำนายถึงความงอกและอัตราเร็วของการงอกที่จะเกิดขึ้นในไร่ได้ดี

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทางพันธุกรรม สรีรวิทยา ชีวเคมีและกายภาพภายในเมล็ด (Franca Neto *et al.* 1994) เช่น ความเสียหายของไมโตคอนเดรีย ความเสียหายของเมมเบรน ความเสียหายของดีเอนเอ เอนไซม์ไม่ทำงาน และการเกิดขึ้น lipid peroxidation (McDonald. 1999) เมื่อการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เพิ่มมากขึ้นก็จะทำให้เมล็ดพันธุ์ที่ปลูกมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ งอกได้ช้าลงและงอกไม่สม่ำเสมอ มีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมของการงอกที่ไม่เหมาะสมลดลง อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าลดลงจนกระทั่งตายไปในที่สุด (Abdul-Baki and Anderson. 1972 ; Delouche and Baskin. 1973 ; Pijlen *et al.* 1995) ผลจากการศึกษาการเสื่อมคุณภาพที่เกิดจากการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ พบว่าทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง ซึ่งเป็นอาการที่มองเห็นได้ของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เมื่อทำการทำไพรมมิ่งเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวมีผลทำให้คุณภาพที่สูญเสียไปกลับคืนมาโดยทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกและอัตราเร็วของการงอกเพิ่มขึ้นภายใต้สภาพแวดล้อมที่กว้าง จึงเป็นการยืนยันให้เห็นถึงประโยชน์ของการทำไพรมมิ่ง (Bray. 1995 ; McDonald. 2000 ; Corbineau and Come. 2006) และเห็นพ้องกับนักวิทยาศาสตร์หลายท่านที่รายงานถึงความสำเร็จของการใช้ไพรมมิ่งในการปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพให้กลับมาดีขึ้นได้ Dearman *et al.* (1986) (cited in Bray. 1995) ทำการไพรมมิ่งเมล็ดพันธุ์หัวหอมภายหลังการเร่งอายุ พบว่าทำให้เมล็ดพันธุ์มีอัตราการงอกเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ

เมล็ดพันธุ์ที่เร่งอายุแต่ไม่ได้ทำไพรมมิ่ง Tilden and West (1985) พบว่าการทำไฮโดรไพรมมิ่งโดยให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายหลังการเร่งอายุมีการดูดน้ำเข้าไปอย่างช้า ๆ จะทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของเมล็ดพันธุ์ที่มีการดูดน้ำเข้าไปเร็วเกินไป Pijlen *et al.* (1995) รายงานการทำออสโมไพรมมิ่งของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศภายหลังการเร่งอายุ พบว่าทำให้เมล็ดพันธุ์มีการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์ความงอก อัตราเร็ว และความสม่ำเสมอของการงอก

เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพมากเกินไป (เช่นเร่งอายุเป็นระยะเวลา 3 หรือ 4 วัน) การทำไพรมมิ่งนอกจากจะไม่มีผลต่อความงอกแล้วยังไม่ได้ทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพน้อยกว่า สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าการทำไพรมมิ่งไม่สามารถช่วยทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพมากให้กลับมามีคุณภาพดีขึ้น (Tilden and West. 1985 ; Bray. 1995) ซึ่งอาจเกิดจากความเสียหายในระดับเซลล์ของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นในสัดส่วนที่มากเกินกว่าที่จะทำการซ่อมแซมได้ หรือระบบการซ่อมแซมเสียหายมากเกินไปจึงทำให้การทำไพรมมิ่งมีประสิทธิภาพน้อยเกินไปในการที่จะแก้ไขหรือซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดกับเซลล์ดังกล่าว (Bray. 1995) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่าการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เกิดขึ้นน้อย การทำไพรมมิ่งอาจมีส่วนช่วยให้มีการซ่อมแซมความเสียหายต่าง ๆ ที่ยังไม่มากนัก (Priestley. 1986 ; Bray. 1995 ; McDonald. 2000) นอกจากนี้ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ที่มีคัพภะ (embryo) ฝังตัวอยู่ในเอนโดสเปอร์ม (endosperm) และล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) อีกชั้นหนึ่ง (Argerich and Bradford. 1989) สภาพเช่นนี้จึงอาจเป็นข้อจำกัดสำคัญต่อการเจริญเติบโตของคัพภะในกระบวนการงอกจนทำให้อัตราการงอกโดยเฉพาะของเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำกว่าช้าลง (Liptay and Zariffa. 1993) การทำให้เซลล์เอนโดสเปอร์มอยู่กันอย่างหลวม ๆ หรืออ่อนตัวลงโดยการทำไพรมมิ่ง (Karseen *et al.* 1989 ; Pijlen *et al.* 1995) จนทำให้เกิดช่องว่าง (free space) ซึ่งจะเปิดทางให้น้ำที่ดูดเข้าไปในเมล็ดเกิดขึ้นโดยสะดวกยิ่งขึ้น (Argerich and Bradford. 1989) ทำให้เกิดแรงกดดันซึ่งเกิดจากการขยายตัวของคัพภะและการทำงานของไฮโดรลิติค (hydrolytic) ไปที่ผนังเซลล์ของเอนโดสเปอร์มจนอาจทำให้เนื้อเยื่อมีรูปร่างผิดปกติ จึงเปิดทางให้รากงอกออกไปภายนอกเมล็ดได้โดยสะดวก (Liu *et al.* 1996)

ดังนั้นการทำไพรมมิ่งสามารถปรับปรุงหรือส่งเสริมให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพเพิ่มขึ้น จึงอาจเกิดจากการผสมผสานของการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการต่าง ๆ ในทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และกายภาพ ซึ่ง Pill (1995) ได้ทำการสรุปไว้ดังนี้ (1) การซ่อมแซมความเสียหายต่าง ๆ ของเซลล์และเมมเบรน (2) ลดการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ทำให้เป็นการลดการเจริญเติบโตของเชื้อโรคด้วย (3) ส่งเสริมให้มีการย่อยสลายและการเคลื่อนย้ายของอาหารสำรองไปยังคัพภะ ซึ่งเป็นผลมาจากการสังเคราะห์เอนไซม์สำคัญ (4) ปรับความดันของออสโมซิสและการเพิ่มความเต่งของราก (radicle turgor) (5) การพัฒนาอย่างรวดเร็วของคัพภะ (6) ทำให้เนื้อเยื่อที่ล้อมรอบรากอ่อนตัว และ (7) การเพิ่มขึ้นของออกซิเดทีฟ ฟอสโฟรีเลชัน (oxidative phosphorylation) และการสะสมของเอทีพี (ATP)

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

โดยทั่วไปการงอกและการตั้งตัวของต้นกล้าจะเกิดขึ้นภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม หรือสภาพแวดล้อมที่กว้าง การใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงและการทำไพรมมิ่งจะช่วยส่งเสริมให้เมล็ดพันธุ์งอกได้มาก งอกได้เร็ว และสม่ำเสมอภายใต้สภาพดังกล่าว ซึ่งจะนำไปสู่การได้รับผลผลิตที่สูง เนื่องจากเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ใช้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานสูงมากกว่า 90% การทำไพรมมิ่งทั้ง 2 วิธีไม่ว่าจะเป็นไฮโดรไพรมมิ่งหรือออสโมไพรมมิ่งจึงไม่ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในความงอกมาตรฐานมากนัก แต่ทำให้เมล็ดพันธุ์มีอัตราความงอกเพิ่มขึ้นมากและใช้เวลาในการงอกลดลง โดยระยะเวลาที่เหมาะสมของการทำไฮโดรไพรมมิ่งคือ 15 ชม. จะเป็นระยะที่ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกมาตรฐานเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 95.33% และงอกได้เร็วที่สุด ส่วนระยะที่เหมาะสมของการทำออสโมไพรมมิ่งคือ 12 วัน ซึ่งจะทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกมาตรฐานสูงถึง 89.33% งอกได้เร็วกว่า และใช้เวลาในการงอกสั้นกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ทำไฮโดรไพรมมิ่ง ลักษณะเช่นนี้จึงดูเหมือนกับว่าออสโมไพรมมิ่งน่าที่จะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าไฮโดรไพรมมิ่งในการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวไปปลูกในสภาพไร่จะมีค่าต่ำกว่าความงอกมาตรฐาน 20% สิ่งนี้เป็นการแสดงให้เห็นถึงความไม่เหมาะสมของสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติที่มีต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ อย่างไรก็ตามการทำไพรมมิ่งช่วยทำให้เมล็ดพันธุ์ดังกล่าวมีเปอร์เซ็นต์ความงอกในไร่และความแข็งแรงเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการทำไฮโดรไพรมมิ่งและออสไพรมมิ่งเป็นระยะเวลา 15 ชม. และ 12 วัน ตามลำดับ น่าที่จะเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพน้อยที่สุด เพราะช่วยปรับปรุงทั้งความงอกและความแข็งแรงให้เพิ่มขึ้นมากที่สุด จึงเป็นการยืนยันถึงประโยชน์ของการไพรมมิ่งที่ช่วยปรับปรุงความงอก อัตราเร็วและความสม่ำเสมอของการงอกให้เกิดขึ้นดีกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำไพรมมิ่งภายใต้สภาพแวดล้อมในไร่

นอกจากนี้การทำไพรมมิ่งยังช่วยปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพจากการเร่งอายุให้กลับคืนมาได้อีกด้วย เมล็ดพันธุ์ดังกล่าวจะมีความงอกและความแข็งแรงลดลงไปตามลำดับของการเสื่อมคุณภาพ การทำไพรมมิ่งโดยเฉพาะการใช้ระยะเวลา 15 และ/หรือ 18ไฮโดรไพรมมิ่ง และ 10 และ/หรือ 12 วันของออสโมไพรมมิ่งน่าที่จะมีความเหมาะสมในการทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพน้อย (เร่งอายุ 2 วัน) มีความงอกมาตรฐานหรือความงอกในไร่และความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพมากกว่า แต่ประสิทธิภาพของไฮโดรไพรมมิ่งโดยเฉพาะอัตราเร็วการงอกจะช้ากว่าของออสโมไพรมมิ่ง สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าการทำไพรมมิ่งมีความเหมาะสมในการช่วยปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพน้อยจนถึงน้อยที่สุดให้เพิ่มขึ้นในด้านเปอร์เซ็นต์ความงอก อัตราเร็ว และความสม่ำเสมอของการงอกภายใต้สภาพแวดล้อมที่กว้าง

นอกจากนี้การมีความสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการกับในสภาพไร่ภายหลังการทำไพรมมิ่ง จึงสามารถใช้ผลของความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการมาทำนายคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ได้รับในสภาพไร่ได้อีกด้วย สิ่งนี้จึงเป็นการช่วยยืนยันให้เกิดความมั่นใจในประโยชน์ของการทำไพรมมิ่งเมื่อนำเมล็ดพันธุ์ไปปลูกในไร่

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2542. **ข่าวสารสถาบันวิจัยพืชไร่.** กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร.

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

นิพนธ์ ไชยมงคล. ฐานข้อมูลพืชผัก : tomato มะเขือเทศ. [Online]. Available : http://www.agric-prod.mju.ac.th/vegetable/File_link/tomato.pdf.

ประเสริฐ ประภานภสินธุ์. 2542. การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพริกด้วยวิธี hydropriming และ osmoconditioning. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยากียะห์ เจ๊ะเห้ง. 2550. มะเขือเทศมีคุณสมบัติต้านมะเร็ง. [Online]. Available : http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652021.doc

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537. **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์.** กรุงเทพฯ : คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตร ศาสตร์.

วัลลภ สันติประชา. 2538. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์.** ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2548. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2548.** กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1972. "Physiological and biochemical deterioration of seeds". pp. 238-315. In : Kozlowski, T.T. (ed.). **Seed biology**. Vol. III. New York : Academic Press.

Aker, A.W. and Holley, K.E. 1986. "SPS : a System for priming seeds using aerated polyethylene glycol or salt solution". **HortScience** 21 : 529-531.

Alvarado, A.D. and Bradford, K.J. 1988. "Priming and storage of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) seeds. I. Effects of storage temperature on germination rate and viability". **Seed Sci. and Technol.** 16 : 601-612.

Alvarado, D. and Bradford, K.J. 1987. Storage life and vigor of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds following osmotic priming. Acta Hort. (ISHS) 200 : 206. [online]. Available : http://www.actahort.org/books/200/200-22.htm

AOSA. 1983. "Seed Vigor Testing Handkook". **Contribution no. 32.** Assoc. Off. Seed Analyst.

Argerich, C.A. Bradford, K.J. and Tarquis, A.M. 1989. "The effects of priming and aging on resistance to deterioration of tomato seeds". **J. Exp. Bot**. 40 : 593-598.

Basu, R.N. and Pal, P. 1979. "Physiochemical control of seed deterioration in rice." **Indian J. Agric. Sci**. 49(1) : 1-6.

Bewley, J.D. 1997. "Seed germination and dormancy". **The Plant Cell** 9 : 1055-1066.

Bewley, J.D. and Black, M. 1985. **Seed : Physiology of development and germination**. Plenum Press, New York and London.

Bino, R.J. De Vries, J.N. Kraak, H.L. and Van Pijlen, J.G. 1992. "Flow cytometric determination of nuclear replication stages in tomato seeds during priming and germination". **Ann. Bot.** 69: 231-236

Black, M. and Bewley, J.D. (eds.). 2000. **Seed technology and its biological basis**. England : Sheffield Academic Press.

Bradford, K.J. 1986. "Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress condition." **HortScience.** 21 : 1105-1112.

Bray, C.M. 1995. "Biochemical processes during the osmopriming of seeds". pp. 767-789. In : Kigel, J. and Galili, G. (eds.). **Seed development and germination**. New York. Marcel Dekker, Inc.

Cantliffe, D.J. Fischer, J.M. and Nell, T.A. 1984. "Mechanism of seed priming in circumventing thermodormancy in lettuce". **Plant Physiol**. 75 : 290-294.

Coolbear, P. 1995. "Mechanisms of seed deterioration". pp. 223-277. In : Basra, A.S. (ed.). **Seed quality : basic mechanisms and agricultural implications**. New York. Food Produce Press, an imprint of the Haworth Press, Inc.

Copeland, L.O. 1976. **Principles of seed science and technology**. Minneapolis, Minnesota. Burgrass Publishing Company.

Copeland, L.O. and McDonald, M.B. 1995. **Principles of seed science and technology**. NewYork. Chapman and Hill.

Copeland, L.O. and McDonald, M.B. 2001. "Seed vigor and vigor testing". In : **Seed science and technology**. New York. Chapman and Hall.

Corbineau, F. and Come, D. 2006. "Priming : a technique for improving seed quality". **Seed Testing International** 132 : 38-40.

Delouche, J.C. and Baskin, C.C. 1973. "Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots". **Seed Sci. and Technol.** 1 : 427-452.

Dornbos, D.L., Jr. 1995. "Seed vigor". pp. 45-80. In : Basra, A.S. (ed.). **Seed quality : basic mechanisms and agricultural implications**. New York. Food Product Press, an imprint of The Haworth Press, Inc.

Dornbos, J.R. 1995. "Production environment and seed quality". pp. 119-152. In : Basra, A.S. (ed.). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York. Food Product Press.

Doty, W.L. and Sinnes, A.C. 1981. **All about tomatoes**. California. Chevron Chemical Co.

Elias, S. 2006. "Seed quality testing". pp. 561-601. In Basra, A.S. (ed.). **Handbook of seed science and technology**. New York. Food Product Press, an imprint of The Haworth Press, Inc.

FAO. 2006. **FAO Statistical Yearbook**. [online]. Available : http://faostat.fao.org

Fenner, M. and Thompson, K. 2006. **The ecology of seeds**. UK. Cambridge University Press.

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 production**. Rome, Italy. FAO.

Francis, A. and Coolbear, P. 1984. "Changes in the membrane phospholipids composition of tomato seeds accompanying loss of germination capacity caused by controlled deterioration". **J. Exp. Bot**. 35 : 1764-1770.

Fujikura, Y. Kraak, H.L. Basra, A.S. and Karssen, C.M. 1993. "Hydropriming, a simple and inexpensive priming method". **Seed Sci. and Technol**. 21: 639-642.

Haigh, A.M. Barlow, E.W.R. and Milthorpe, F.L. 1986. Field emergence of tomato, carrot and onion seeds primed in an aerated salt solution. **J. Amer. Soc. Hort. Sci**. 111(5) : 660-665.

Halmer, P. 2000. "Commercial seed treatment technology". pp. 257-286. In : Black, M. and Bewley, J.D. (eds.). **Seed technology and its biological basis**. England. Sheffield Academic Press.

Heydecker, W. Higgins, J. and Turner, Y.J. 1975. "Invigoration of seed?". **Seed Sci. and Technol**. 3 : 881-888.

Ikuma, H. and Thimann, K.V. 1963. "The role of the seed coats in germination of photosensitive lettuce seed". **Plant Cell Physiol.** 4 : 169-185.

Karssen, C.M. Haigh, A. Van der Toorn, P. and Weges, R. 1989. "Physiological mechanisms involved in seed priming". p.p. 269-280. In : Taylorson, R.B. (ed.). **Recent advances in the development and germination of seeds**. New York. Plenum Press.

Khan, A.A. 1977. "Preconditioning, germination and performance of seeds". p.p. 283-316. In : Khan, A.A. (ed.). **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. Amsterdam, The Netherland. Elsevier/North-Holland Biomedical Press.

Khan, A.A. and Tao, K.L. 1978. "Phytohormones seed dormancy and germination". pp. 341-422. In : Lestham, D.S. Goodwin, P.B. and Higgins, T.J.V. (eds.). **Phytohormones and related compounds - a comprehensive treatis**. Amsterdam, The Netherland. Elsevier/North-Holland Biomedical Press.

Kolowski, T.T.,editor. 1972. **Seed biology. Vol III**. New York : Academic Press.

Liptay, A. and Zariffa, N. 1993. "Testing the morphological aspects of polyethylene glycol-primed tomato seeds with proportional odds analysis". **HortScience** 28 : 881-883.

Liu, Y. Bino, R.J. Van der Bung, W.J. Groot, S.P.C. and Hilhorst, H.W.M. 1996. "Effects of osmotic priming on dormancy and storability of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds". **Seed Sci. Res.** 6 : 49-55.

Matthews, S. and Powell, A.A. 1986. "Environmental and physiological constraints on field performance of seeds." **HortScience** 21 : 1125-1128.

Mauromicale, G. and Cavallaro, V. 1995. "Effects of seed osmopriming on germination of tomato at different eater potential". **Seed Sci. and Technol.** 23 : 393-403

McDonald, M.B. 1995. "Genetic purity: from protein electrophoresis to RAPDs". pp. 256-271. In : **The Fiftieth Annual Corn & Sorghum Industry Research Conference. Proceedings.**

McDonald, M.B. 1999. "Seed deterioration : physiology, repair and assessement". **Seed Sci. and Technol.** 27 : 177-237.

McDonald, M.B. 2000. "Seed priming". pp. 287-325. In : Black, M. and Bewley, J.D. (eds.). **Seed technology and its biological basis**. England. Sheffield Academic Press.

McDonald, M.B. Li, W. Bennett, M.A. and Kwong, F.Y. 2005. Hydropriming of differing sized impatients 'Expo Wine' seeds. **Seed Sci. and Technol.** 33(3) : 635-646(8).

Nikornpun, M. and Lumyong, P. 1989. "Tomato and pepper production and improvement in Thailand". pp. 566-575. In : Green, S.K., Griggs, T.D. and McLean, B.T. (eds.). **Tomato and pepper production in the tropics. Proceeding of the International Symposium on Integrated Management Practices**. Taiwan. AVRDC.

Owen, P.L. and Pill, W.G. 1994. "Germination of osmotically primed asparagus and tomato seeds after storage up to three months". **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 119 : 636-641.

Ozbingol, N. Corbineau, F. and Come, D. 1998. "Responses of tomato seeds to osmoconditioning a related to temperature and oxygen". **Seed Sci. Res.** 8 : 377-384.

Pijlen, J.G. Kraak, H.L. Bino, R.J. and Vos, C.H.R. 1995. "Effects of aging and osmopriming on germination characteristics and chromosome aberrations of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds". **Seed Sci. and Technol.** 23 : 823-830.

Pill, W.G. 1995. "Low water potential and presowing germination treatments to improve seed quality". pp. 319-359. In : Basra, A.S. (ed.). **Seed qualiy : basic mechanisms and agricultural implications**. New York. Food Product Press, an imprint of The Haworth Press, Inc.

Powell, A.A. Yule, L.T. Jing, H.C. Groot, S.P.C. Bino, R.J. and Pritchard, H.W. 2000. "The influences of aerated hydration seed treatment on seed longevity as assessed by the viability equations". **J. Exp. Bot.** 51 : 2031-2043.

Priestly, D.A. 1986. **Seed aging : Implications for seed storage and persistence in the soil**. London. Comstock Publishing Associates.

Sakunnarak, N. 1992. **An evaluation of antioxidant and hydration treatments for the improvement of the storability of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seeds**. Palmers on North, New Zealand. Unpublished PhD thesis, Massey University.

Sanchez, J.A. Nunoz, B.C. and Fresneda, J. 2001. "Combined effects of hardening hydration-dehydration and heat shock treatments on the germination of tomato, pepper and cucumber". **Seed Sci. and Technol.** 29 : 691-697.

Shai, L. Oded, S. and Shmuel, W. 1994. "Roles of different seed components in controlling tomato seed germination at low temperature". **Scientia Hort.** 56 : 197-206.

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 : Kigel,

J. and Galili, G. (eds.). **Seed development and germination**. New York. Marcel Dekker, Inc.

Smith, P.T. and Cobb, B.G. 1991. "Accelerated germination of pepper seed by priming with salt solutions and water". **HortScience** 26 : 417-419.

Tekrony, D.M. Egli, D.B. and White, G.M. 1987. pp. 295-354. "Seed production and technology". In : Wilcox, J. R. (ed.). **Soybeans : Improvement, Production, and Uses; Second Edition.** Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy.

Thomson, C.J. and Greenway, H. 1991. "Metabolic evidence of stellar anoxia in maize roots exposed to low O_2 concentrations". **Plant Physiol**. 96 : 1294-1302.

Tilden, R.L. and West, S.H. 1985. "Reversal of the effects of aging in soybean seeds". **Plant Physiol**. 77 : 584-586.

Zheng, G.H. Wilen, R.W. Slinkard, A.E. and L.V. Gusta. 1994. Enhancement of canola seed germination and seedling emergence at low temperature by priming. **Crop Sci.** 34 : 1589-1593.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล : นางสาวสุมาลิกาญจน์ ด้วงทอง

วัน เดือน ปีเกิด : วันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2525

ที่อยู่ : 1068 ม.1 ต.พระบาท อ.เมือง จ.ลำปาง 52000

ประวัติการศึกษา : - ระดับประถมศึกษา โรงเรียนอรุโณทัย จ.ลำปาง

- ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จ.ลำปาง
- ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จ.ลำปาง
- ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ระดับปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง