การศึกษาการติดสีของต้นอ่อนแตงกวาโดยเทคนิคเตตราโซเลียม

Study on Staining of Cucumber Seedling by Tetrazolium Technique

วสุ อมฤตสุทธิ์ และ ไพลิน ภิญโย

Wasu Amaritsut and Pailin Pinyo

บทคัดย่อ

เมล็ดพันธุ์แตงกวาที่มีความแข็งแรง 3 ระดับคือ สูง ปานกลางและต่ำ ได้ถูกนำมาบ่มเป็นระยะเวลา 0, 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์แตงกวาแต่ละระยะเวลาการบ่มมาแกะเยื่อหุ้มเมล็ดและผ่าตามยาว แล้วนำไปย้อมด้วยสารลายเตตราโซเลียม ความเข้มข้น 0.1% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่า ระดับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีผลต่อลักษณะการติดสีของเมล็ดพันธุ์แตงกวา ทั้งนี้เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงมีจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่ติดสวย 25.6% มากกว่าเมล็ดพันธุ์ชุดอื่น ในขณะที่เมล็ดที่มีระดับความแข็งแรงต่ำมีจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ติดสีสูงที่สุด 43% เปอร์เซ็นต์การติดสีจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการบ่ม ทั้งนี้การบ่มเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ระยะเวลา 18 ชั่วโมงเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้พิจารณาการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตงกวาโดยใช้วิธีการเตตราโซเลียมเนื่องจากมีพัฒนาการภายในเมล็ดเกิดขึ้นอย่างชัดเจน เช่น พัฒนาการส่วนยอด ใบจริง และรากแขนง

คำสำคัญ : เมล็ดพันธุ์แตงกวา, การตรวจสอบเตตราโซเลียม, การบ่มเมล็ด

ABSTRACT

Cucumber seedling with three levels of seed vigor (high, medium and low) were tested by incubated for five periods of time (0, 6, 12, 18 and 24 hrs at room temperature). Incubated seeds were peeled off the seedcoat, longitudinally cut and stained with Tetrazolium solution (0.1%) for one hour. Interaction between seed vigor and number of stained seed was found. High vigor seed showed the highest number of beauty color seed (25.6%). On the other hand, low vigor seed showed the lowest number of unstained seed (43%). The percentage of stained seed was increased with incubation time. An eighteen-hour period was suitable for tetrazolium stain technique since structure inside the seed such as plumule, primary leaf and secondary root were clearly developed.

Key word: cucumber seed, tetrazolium testing, seed incubation

1. คำนำ

การตรวจสอบความงอกมาตรฐานและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพในการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่สำคัญ ซึ่งการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีเตตราโซเลียม เพื่อประเมินความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยพัฒนาขึ้นครั้งแรกที่ประเทศเยอรมัน ประมาณปี ค.ศ 1940 โดย Lakon (1928) ผู้ซึ่งพยามหาวิธีการแยกระหว่างเมล็ดที่มีชีวิตและเมล็ดที่ตายโดยใช้เกลือ Selenium แต่พบว่าเกลือ tetrazolium ให้ผลดีกว่า โดย Lakon (1928) ได้รายงานเป็นฉบับแรกเกี่ยวกับการใช้สารละลาย 2,3,5 triphenyl tetrazolium chloride หรือ bromide ซึ่งเมื่อเข้าไปในเนื้อเยื่อของพืชที่มีชีวิต จะเปลี่ยนเป็นสีแดงในรูป triphenyl tetrazolium formazan การ

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี วารินชำราบ อุบลราชธานี 34190

Department of Horticulture, Ubon Ratchathani University, Warinchumrap, Ubon Ratchathani 34190

ตรวจสอบดังกล่าวใช้กันอย่างแพร่หลายในการประเมินความมีชีวิต เป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ทั่วไป และเป็นวิธีการตรวจสอบที่ได้ผลอย่างรวดเร็ว แต่ยังคงมีปัญหาความแม่นยำในการตรวจสอบและมีเกณฑ์ที่สามารถนำมาใช้เพื่อพิจารณาความแข็งแรงสำหรับการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์บางชนิดเท่านั้น

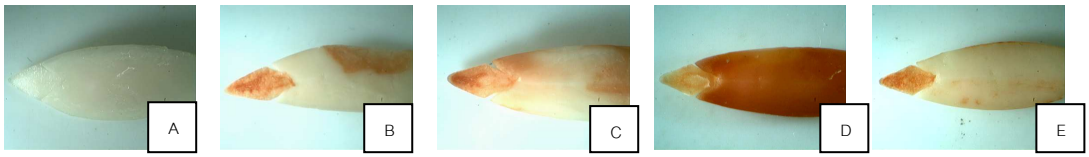
แตงกวาเป็นพืชตระกูลแตงชนิดหนึ่ง เมล็ดพันธุ์ของแตงกวามีเยื่อหุ้มเมล็ดสีน้ำตาล มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 3-4 กรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ซึ่งมักพบปัญหาเมล็ดพันธุ์ถูกทำลายหรือเสื่อมความงอก เนื่องมาจากการเก็บเกี่ยวในช่วงอายุที่ไม่เหมาะสมและการจัดการเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยวไม่ดีพอ การตรวจสอบคุณภาพส่วนใหญ่ใช้วิธีการตรวจสอบความงอกมาตรฐานและตรวจสอบความแข็งแรงด้วยวิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการตรวจสอบหลายวันจึงทราบผล วิธีการเตตราโซเลียมสามารถนำมาใช้ตรวจสอบและสามารถทราบผลเร็วขึ้นแต่ประสบปัญหาความแม่นยำในการตรวจสอบ

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาเกี่ยวกับระยะการพัฒนาของต้นอ่อนที่เหมาะสมในการพัฒนารูปแบบการติดสี ของเมล็ดพันธุ์แตงกวาเพื่อให้สามารถใช้บ่งบอกเกณฑ์ที่ควรใช้ในการพิจารณา ความมีชีวิต และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์แตงกวาในการตรวจสอบด้วยวิธีการเตตราโซเลียม

2. อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาการติดสีของต้นอ่อนแตงกวาลูกผสมพันธุ์สวัสดี โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ ระดับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์แตงกวา 3 ระดับ(ตารางที่ 1) และปัจจัยที่ 2 คือระยะเวลาที่ใช้บ่มเมล็ดพันธุ์ 5 ระยะ โดยมีวิธีการศึกษา คือ นำเมล็ดพันธุ์แตงกวาทั้ง 3 ระดับความแข็งแรง นำเมล็ดพันธุ์ไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0, 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์แตงกวาแต่ละระยะเวลาการบ่มมาแกะเยื่อหุ้มเมล็ดและผ่าตามยาวใส่ในบิ๊กเกอร์ แล้วนำไปย้อมด้วยสารลายเตตราโซเลียม ความเข้มข้น 0.1 % เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาดประมาณ 3-4 ครั้ง โดยใส่น้ำในเมล็ดพันธุ์เล็กน้อยเพื่อรักษาความชื้นและหยุดปฏิกิริยาของสารละลายเตตราโซเลียมจากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพดังนี้

1. ตรวจสอบการติดสีของเมล็ดพันธุ์ สังเกตลักษณะการติดสีของเมล็ด 5 ระดับดังนี้ คือ เมล็ดไม่ติดสี ติดสีเล็กน้อย ติดสีปานกลาง ติดสีสวย และติดสีเข้ม พร้อมตรวจนับการติดสีของเมล็ดพันธุ์แต่ละระดับ



<u>ภาพที่ 1</u> ระดับการติดสีของเมล็ดพันธุ์แตงกวา (A: เมล็ดไม่ติดสี, B: เมล็ดติดสีเล็กน้อย, C: เมล็ดติดสีปานกลาง, D: เมล็ดติดสีเข้ม และ E: เมล็ดติดสีสวย)

2. ตรวจสอบการเจริญเติบโตของต้นกล้า นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการย้อมด้วยสารละลายเตตราโซเลียมแต่ละระยะการบ่ม นำมาตรวจวัดความยาวส่วนราก ยอด ลำต้น และ การพัฒนาส่วนประกอบตำแหน่งต่างๆ ของต้นกล้า

ตารางที่ 1 ระดับความแข็งแรงที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษา

ชุดเมล็ดพันธุ์	ดัชนีการงอก	อัตราการเจริญเติบโต (ซม.)		ความงอกมาตรฐาน (%)
		ความยาวราก	ความยาวยอด	
ความแข็งแรงต่ำ	3.97c	3.64b	0.70b	46c
ความแข็งแรงปานกลาง	36.17b	2.92b	0.73b	70b
ความแข็งแรงสูง	29.34a	7.23a	1.00a	98a
CV (%)	12.61	10.29	19.71	12.62

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

เมล็ดพันธุ์ทั้ง 3 ระดับความแข็งแรงที่ผ่านการบ่มที่เวลา 0, 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง เมื่อย้อมด้วยสารละลายเตตราโซเลียมความเข้มข้น 0.1% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าระดับความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์มีผลต่อลักษณะการติดสีของเมล็ดพันธุ์แตงกวา เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงมีจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่ติดสวย 25.6% มากกว่าเมล็ดพันธุ์ชุดอื่น ในขณะที่เมล็ดที่มีระดับความแข็งแรงต่ำมีจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ติดสีสูงที่สุด 43% หากพิจารณาค่าความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์แต่ละชุดจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดพันธุ์ที่ติดสีสวยรวมกับเมล็ดพันธุ์ที่ติดสีปานกลางและติดสีเล็กน้อย ในขณะที่เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดที่ติดสีเข็มซ้ำเมื่อรวมกับจำนวนเมล็ดที่ไม่ติดสีมีค่าใกล้เคียงกับเปอร์เซ็นต์เมล็ดพันธุ์ที่ไม่สามารถงอกได้ ทั้งนี้ เมล็ดที่มีความแข็งแรงปกติจะดูดสารได้ช้าและมีแนวโน้มการติดสีจางกว่าเมล็ดที่มีความบอบช้ำ เมล็ดอายุมาก หรือเมล็ดที่ได้รับความกระทบกระเทือนจากปัจจัยต่างๆ (Copeland, 1995)

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าทั้งความยาวราก ยอด และลำต้น เมื่อผ่านการบ่มที่เวลา 0, 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง ของเมล็ดพันธุ์ระดับความแข็งแรงต่างๆ มีความแตกต่างทางสถิติ และจากการวิเคราะห์ผล พบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างระดับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์และความยาวของราก ยอด ลำต้น พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงเมื่อใช้ระยะเวลาในการบ่มที่เพิ่มขึ้นทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตของราก ยอด และลำต้น เพิ่มอย่างรวดเร็วด้วย (ตารางที่ 3)

การบ่มที่ 24 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยของความยาวราก ยอด และลำต้นสูงสุด รองลงมาคือการบ่มที่ 18 ชั่วโมง ซึ่งเวลาในการบ่มนานขึ้นก็จะทำให้เมล็ดที่บ่มมีการเจริญในด้านความยาวราก ยอด และลำต้น เพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 5) การบ่มที่ 0 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์ไม่ติดสีสูงสุด ที่ 30.67 % และเมล็ดพันธุ์จะไม่ติดสีลดลงเป็น 15.00 % เมื่อบ่มที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง และระยะเวลาการบ่ม 12, 18 และ 24 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การติดสีจะเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 12.33, 11.67 และ 12.33 % ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

จากการสังเกตการพัฒนาของต้นกล้า พบว่า มีการพัฒนาของส่วนยอดและใบจริงปรากฏหลังการบ่ม 12 ชั่วโมง และ ปรากฏการพัฒนาของรากแขนงหลังจากการบ่ม 18 ชั่วโมง ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากข้อมูลการติดสีและการพัฒนาของต้นกล้า แสดงให้เห็นว่า การบ่มเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ระยะเวลา 18 ชั่วโมงเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้พิจารณาการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตงกวาโดยใช้วิธีการเตตราโซเลียมเนื่องจากมีพัฒนาการภายในเมล็ดเกิดขึ้นอย่างชัดเจน เช่น พัฒนาการส่วนยอด ใบจริง และรากแขนง

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะการติดสีของเมล็ดพันธุ์แตงกวาทั้ง 3 ชุดการทดลองหลังการบ่ม

ชุดเมล็ดพันธุ์	ลักษณะการติดสี (%)				
	ไม่ติดสี	ติดสีเล็กน้อย	ติดสีปานกลาง	ติดสีสวย	ติดสีเข้ม
ความแข็งแรงต่ำ	43.00a	18.67b	20.05b	12.00c	6.20c
ความแข็งแรงปานกลาง	15.10b	28.67a	26.23a	15.80b	13.20a
ความแข็งแรงสูง	0.00c	28.33a	35.00a	25.60a	10.1b
CV (%)	14.77	16.73	22.68	15.59	14.81

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 3 แสดงลักษณะการติดสีของเมล็ดพันธุ์แตงกวาหลังการบ่มที่เวลา 0, 6, 12,18 และ 24 ชั่วโมง

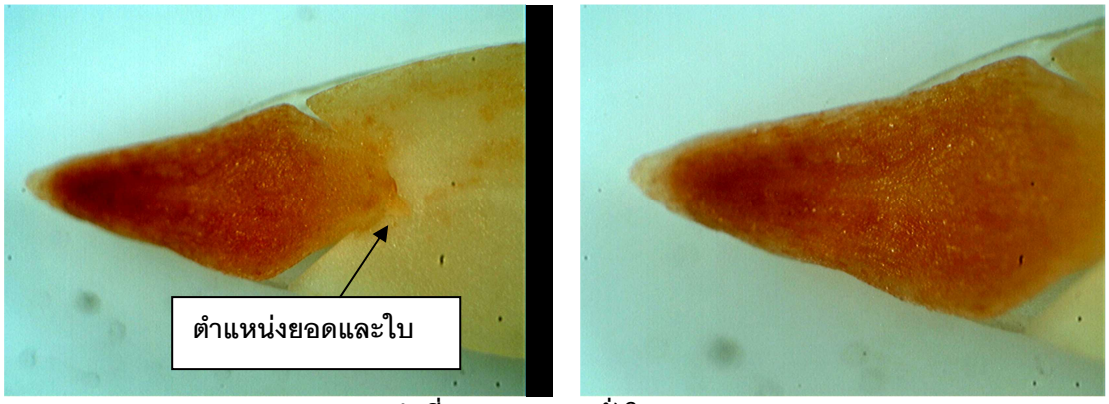
เวลาการบ่ม (ชั่วโมง)	ลักษณะการติดสี (%)					ส่วนประกอบตำแหน่ง	
	ไม่ติดสี	ติดสีเล็กน้อย	ติดสีปานกลาง	ติดสีสวย	ติดสีเข้ม	ยอดและใบจริง	รากแขนง
0	30.67a	11.67c	23.33b	18.00a	15.67b	-	-
6	15.00b	28.67c	24.00b	12.00b	20.33a	-	-
12	12.33c	34.33b	25.33b	19.33a	8.00c	/	-
18	11.67c	38.67a	29.08a	19.00a	02.04c	/	/
24	12.33c	40.00a	30.000a	15.67ab	2.00c	/	/
CV (%)	14.77	16.73	22.68	14.59	10.81		

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

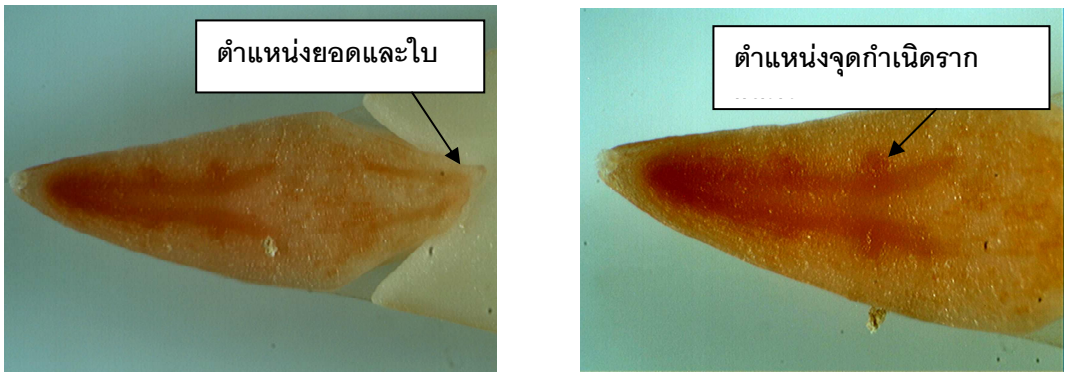
ตารางที่ 4 แสดงอัตราการเจริญเติบโตตำแหน่งส่วนประกอบของราก ยอด และลำต้น ในแต่ละระยะเวลาที่บ่ม 0, 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง

เวลาบ่ม(ชั่วโมง)	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)		
	ราก	ยอด	ลำต้น
0	4.36c	3.73bc	6.4d
6	4.47c	3.66bc	6.75c
12	5.04b	3.52c	6.46d
18	5.12b	3.80b	7.8b
24	5.85a	5.20a	8.86a
CV (%)	6.03	8.05	4.76

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)



บ่มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง



บ่มที่ระยะเวลา 18 ชั่วโมง

ภาพที่ 2 ลักษณะการพัฒนาภายในเมล็ดพันธุ์ที่บ่มเวลา 12 และ 18 ชั่วโมง

บ่มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง พบว่า มีการพัฒนาของส่วนยอดและใบจริง

บ่มที่ระยะเวลา 18 ชั่วโมง พบว่า การพัฒนาของรากแขนง

4. สรุปผลการทดลอง

1. การตรวจสอบความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์แตงกวา 3 ชุดการทดลอง สรุปได้ว่า เมล็ดพันธุ์ชุดที่ 2 มีดัชนีความงอกของเมล็ด ความยาวเฉลี่ยของราก ยอด ลำต้น และมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเมล็ดสูงกว่าเมล็ดทุกชุดการทดลอง

2. เมล็ดพันธุ์แตงกวาชุดที่ 3 มีอายุการเก็บรักษาน้อยกว่าชุดที่ 2 แต่มีความงอกและความแข็งแรง ต่ำกว่า เนื่องจากมีความแตกต่างกันทางสายพันธุ์และแหล่งผลิตที่มาของเมล็ดพันธุ์

3 เมล็ดที่ผ่านการบ่มที่ 0, 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง ย้อมด้วยเตตราโซเลี่ยม 0.1% เป็นเวลา1ชั่วโมง พบว่าเมล็ดพันธุ์ชุดที่ 1 (มีความงอกและความแข็งแรงต่ำ) มีค่าเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดที่ไม่ติดสีสูงสุด ในทุกระยะที่ย้อมหรือมีเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีชีวิตสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ทุกชุดการทดลอง ขณะที่ พบว่าเมล็ดพันธุ์ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดติดสีสวย (เป็นสีชมพู) สูงแสดงถึงจำนวนเมล็ดที่มีความแข็งแรงสูง

4. ส่วนเมล็ดที่บ่ม 0 ชั่วโมง มีเมล็ดที่ไม่ติดสีสูงสุด เมล็ดที่บ่มทุกระยะเวลา พบว่า มีเมล็ดติดสีสวยเป็นสีชมพูหรือเมล็ดมีความแข็งแรงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนระยะเวลาที่เหมาะสมในการบ่มเมล็ดพันธุ์ คือการบ่มที่เวลา 18 ชั่วโมง เนื่องจากการบ่มที่ 18 ชั่วโมง เริ่มเห็นลักษณะพัฒนาการส่วนประกอบภายในของเมล็ดที่เริ่มงอกอย่างชัดเจน ได้แก่ ยอด ใบจริง และจุดกำเนิดรากแขนง

5. เอกสารอ้างอิง

กมล เลิศรัตน์. 2536. **การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก**. โครงการพัฒนาการผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก ภายใต้ความช่วยเหลือจาก เอฟเอโอ/ดานิด้า. กองขยายพันธุ์พืช. กรมส่งเสริมการเกษตร. น. 189-212.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์**. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพ. 194 น.

ธวัชชัย ฑีฆชุณหเถียร วสุ อมฤตสุทธิ์ เชิดชาย วังคำ วราภรณ์ จักกรณ์ และ เบญจวรรณ โชติมลทิน. 2544. การพัฒนารูปแบบการติดสีของเมล็ดจากการย้อมด้วยสารละลายเตตระโซเลี่ยมความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 8** วันที่ 28-29 สิงหาคม 2544 ณ โรงแรมพรพิงค์ จ.เชียงใหม่. 17 น.

Copeland, L.D., and M.B. McDonald. 1995. **Principle of Seed Science and Technology**. Chapman & Hall, New York. 409 p.

Dacosta N.P. and J. Marcos. 1994a. Alternative methodology for the tetrazolium test for soybean seeds. **Seed sci & Technol**. 22(1): 9-17.

Delouche, J.C., T.W. Still, M. Raspet and M. Lienhard. 1962. **The Tetrazolium Test for Seed Viability**. Agricultural Experiment Station, Mississippi State University. 64 p.

Don, R., J. Bartz, G.F.M. Bryant, A.V. Geffen, G. Lunn, P. Overaa and A.M. Steiner. 1990. Germination and tetrazolium testing of treated barley seed samples from glyphosate treated crops in seven ISTA. **Seed sci & Technol**. 18(3): 641-651.

Enescu, V. 1997. The tetrazolium programme. **Seed sci & Technol**. 25(4): 806-808.

Grabe, F.D. 1970. **Tetrazolium Testing Handbook for Agricultural Seed**. Association of Official Seed Analysts. 62 p.

Hill, K. 1994. **Seed Quality Assessment**. Seed Technology Centre, Massey University, NewZealand. 91 p.

Hill, M.J. 2001. Seed quality and quality assessment, p. 141-168. *In* **Conference on Functional Genomics of Riceand Seed Biotechnology**, BioThailand 2001:From Research to Market.

Lakon, G. 1928. Ist die Bestimmug der Keimfa higkeit der Samen ohne Keimversuch moglich. **Angewandte Botanik** 10: 470.

PTCL. 2002. Safety data for 2,3,5-triphenyl-2h- tetrazolium chlorlde. Physical and Theoretical Chemistry Laboratory, University of oxford. Available Source: http:www.physchem.ox.ac.uk/msds/tr/2,3,5-trlphenyl-2h- tetrazolium_chloride. 0 html.

Sarah, F.S. and W. Brenda. 2002. Seed testing details: Tetrazolium chloride (TZ). Available Source: http://www.2020seedlabs.com/tetrazolium.html.