Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 437-440 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 437-440 (2554)

ผลของการแช่เมล็ดพันธุ์พริกด้วยสารละลายไคโตซานและการใช้น้ำร้อนต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา

Effect of Chitosan and Hot Water Treatment on Chilli Seed Quality during Seed Storage

นกน้อย ชูคงคา[1] ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1*] ภภัสสร วัฒนกุลภาคิน[1] และเดือนเต็ม ลอยมา[1]

Noknoi Chookhongkha[1], Songsin Photchanachai[1*], Papassorn Wattanakulpakin[1] and Duentem Loyma[1]

Abstract

Chilli seeds cv. TVRC 758 harvested in 2006 were dipped in various solutions at various times; distilled water and hot water at 50°C for 30 min, 0.5% acetic acid, 0.6 and 0.8% chitosan solution for 1 h. The seeds were then dried at room temperature for 1 h. The non treated seeds (83.7% germination) were used as control samples. Germination (91.75%), seed vigour (germination index; 10.90) and seedling survival (38.25%) of chilli seeds dipped in distilled water were the best compared to the other treatments. The tested seeds packed in polyethylene bags were stored at 1-5°C for 4 years. Germination of all tested seed samples were higher than 65.7%. The seeds treated with water had the highest germination percentage (80.2%), germination index, mean germination time, shoot and root length and seedling survival. The seed treated with 0.6 and 0.8% chitosan had 75.0 and 73.2% germination percentages, respectively. Therefore, the deterioration rate chilli seed cv. TVRC 758 could retarded by dipping it in water followed by drying at room temperature to initial moisture content.

Keywords: Chilli seed, Chitosan, Seed quality

บทคัดย่อ

การทดลองผลของการแช่เมล็ดพริกพันธุ์ TVRC 758 ที่เก็บเกี่ยวในปี พ.ศ. 2549 ในน้ำกลั่น น้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที กรดอะซิติก 0.5 เปอร์เซ็นต์ และสารละลายไคโตซาน 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 60 นาที แล้วนำมาผึ่งลมให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับเมล็ดชุดควบคุมที่มีความงอก 83.7 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เมล็ดที่แช่น้ำกลั่นมีความงอก (91.7 เปอร์เซ็นต์) ความแข็งแรงของเมล็ด (ดัชนีความงอกมีค่า 10.90) และเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของต้นกล้า (38.25 เปอร์เซ็นต์) สูงที่สุด เมื่อนำเมล็ดพันธุ์พริกดังกล่าวบรรจุในถุงซิปชนิดโพลีเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1-5 องศาเซลเซียส นาน 4 ปี พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดชุดทดลองสูงกว่า 65.7 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดที่แช่น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์ความงอก (80.2 เปอร์เซ็นต์) และความแข็งแรงที่ทดสอบด้วยวิธีดัชนีความงอก ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) และความยาวรากและลำต้นสูงที่สุด และให้เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของต้นกล้าสูงที่สุด รองลงมาคือ เมล็ดที่แช่สารละลายไคโตซาน 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความงอก 75.0 และ 73.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้น การจุ่มเมล็ดพันธุ์พริก TVRC 758 ด้วยน้ำกลั่นแล้วลดความชื้นให้เท่ากับความชื้นเริ่มต้นสามารถชะลอการเสื่อมสภาพของเมล็ดได้

คำสำคัญ: เมล็ดพันธุ์พริก, ไคโตซาน, คุณภาพเมล็ดพันธุ์

คำนำ

พริกจัดเป็นพืชที่นิยมนำมาปรุงอาหารในรูปพริกสดและแห้ง แปรรูปในอุตสาหกรรมอาหารและยา จึงทำให้มีความต้องการเมล็ดพันธุ์พริกที่มีคุณภาพสูงตลอดทั้งปี นอกจากนี้ ประเทศไทยยังมีศักยภาพในการผลิตเมล็ดพันธุ์พริกสูง เนื่องจากมีมูลค่าการส่งออกในปี 2552/2553 เป็นเงิน 226.43 ล้านบาท แต่มีมูลค่าการนำเข้าเพียง 20.98 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดจะเริ่มขึ้นหลังจากเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาไปจนกว่าจะถึงการปลูกครั้งต่อไป (จวงจันทร์, 2529) แต่อย่างไรก็ตาม มีการรายงานว่า ความงอกและความแข็งแรง (ดัชนีความงอก) ของเมล็ดพริก ไม่เปลี่ยนแปลงภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน (มาน์ศรี, 2533) การชะลอการเสื่อมด้วยการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้ดีก่อนนำไปเก็บรักษา เช่น การนำเมล็ดมาดูดซับความชื้นจากน้ำหรือสารละลายจนเพียงพอต่อความต้องการสำหรับการงอกแต่เมล็ดยังไม่แทงราก แล้วนำเมล็ดไปลดความชื้นจนเท่ากับความชื้นเริ่มต้น เป็นวิธีที่สามารถยืดอายุ

[1] หลักสูตร เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[1] Postharvest Technology Programme, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University Thonburi, Bangkhuntein Campus, Bangkok, 10150

*Corresponding Author

เมล็ดพันธุ์พืชได้หลายชนิด เช่น การแช่เมล็ดข้าวสาลีด้วยสารละลายไคโตซาน แล้วลดความชื้นของเมล็ดให้เท่ากับความชื้นเริ่มต้นก่อนเก็บรักษานาน 6 เดือน พบว่า เมล็ดมีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดชุดควบคุม (Reddy *et al*., 1999) Guan *et al*., (2009) ทดลองทำ priming ด้วยสารละลายไคโตซานกับเมล็ดข้าวโพดพันธุ์ Mo17 และ Huang C ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดดีกว่าเมล็ดพันธุ์ชุดควบคุม ซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีดังกล่าวน่าจะมีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น อย่างไรก็ตาม พบว่า เมล็ดพันธุ์มะระ (Hsu *et al*., 2003) และข้าวโพดหวานพันธุ์ *sh*-2 (Chiu *et al*., 2002) ที่ดูดซับความชื้นหลังจากนั้นนำมาลดความชื้นลงให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย มีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการดังกล่าว นอกจากนี้มีการรายงานว่าเมล็ดกะหล่ำปลี กะหล่ำปม มะเขือ มะเขือเทศ และผักโขมที่จุ่มน้ำร้อนสามารถลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับเมล็ดได้ (Miller *et al*., 2010) สามารถกระตุ้นให้เมล็ดมะขาม (*Tamarindus indica* L.) (Muhammad and Amusa, 2003) มีความงอกสูงและระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการแช่เมล็ดพันธุ์พริกด้วยสารละลายไคโตซาน และการใช้น้ำร้อนเพื่อชะลอการเสื่อมสภาพและยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดให้นานขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

เมล็ดพันธุ์พริกลูกผสมพันธุ์ TVRC 758 เก็บเกี่ยวในปี พ.ศ. 2549 นำมาแช่ด้วยน้ำกลั่น น้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที กรดอะซิติก 0.5 เปอร์เซ็นต์ ไคโตซาน 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาผึ่งลมให้แห้งที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ชั่วโมง ให้ความชื้นเหลือประมาณ 6-7 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดที่ไม่แช่สารละลายใดๆ เป็นเมล็ดชุดควบคุม จากนั้นนำเมล็ดมาทดสอบคุณภาพ ก่อนนำเมล็ดพันธุ์พริกดังกล่าวมาบรรจุในถุงซิปชนิดโพลีเอทิลีน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1-5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ปี จากนั้นนำมาทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอก ความแข็งแรงของเมล็ด ได้แก่ ดัชนีความงอก ความยาวรากและลำต้น (ISTA, 2007) ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (Mean germination time ; MGT) (Sood *et al*., 2005) เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของต้นกล้าที่เพาะบนกระดาษเพาะที่ปนเปื้อนด้วยเชื้อ *Colletotrichum* sp. (Photchanachai *et al*., 2006) ทำการทดลอง 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์

การแช่เมล็ดพริกพันธุ์ TVRC 758 ที่มีความงอกเริ่มต้น 83.7 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) ด้วยน้ำกลั่น น้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสและสารละลายไคโตซานต่อความงอกและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ก่อนการเก็บรักษา (ปี พ.ศ. 2549) พบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์พริกด้วยน้ำกลั่นทำให้เมล็ดมีความงอกสูงที่สุด (91.7 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ในชุดทดลองอื่นๆ ยกเว้นเมล็ดที่แช่ด้วยสารละลายไคโตซาน 0.8 เปอร์เซ็นต์ และน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) เมื่อนำเมล็ดมาทดสอบความแข็งแรง พบว่า เมล็ดที่แช่น้ำกลั่นมีค่าดัชนีความงอก และเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของต้นกล้าสูงที่สุดคือ 10.90 และ 38.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่นๆ (Table 1) เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกที่อุณหภูมิ 1-5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ปี พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดในทุกชุดทดลองลดลง แต่ยังคงสูงกว่า 65.7 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) ซึ่งสูงกว่า พ.ร.บ. พันธุ์พืช พ.ศ. 2549 (กำหนดไม่ต่ำกว่า 55 เปอร์เซ็นต์) และพบว่าเมล็ดที่แช่น้ำกลั่นมีความงอกสูงที่สุดคือ 80.2 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่แช่ด้วยสารละลายไคโตซาน 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดในชุดควบคุม (Table 2) แต่เมล็ดที่แช่ด้วยน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส และกรดอะซิติก 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีความงอกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่นๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิของน้ำที่สูงกว่าทำให้องค์ประกอบภายในของเมล็ดเกิดความเสียหาย (Hsu *et al*., 2003) และการที่เมล็ดแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกมีความงอกลดลง อาจเป็นไปได้ว่ากรดมีผลโดยตรงต่อองค์ประกอบที่สำคัญของเปลือกจนอาจทำให้ได้รับความเสียหาย และพบว่า เมล็ดที่แช่ด้วยน้ำกลั่น สารละลายไคโตซาน 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ มีค่าดัชนีความงอกสูงกว่า และทำให้เมล็ดมีระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) เร็วกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดในชุดทดลองอื่นๆ แต่การแช่เมล็ดในสารละลายทุกชนิดไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของต้นกล้า ความยาวรากและลำต้นแตกต่างกัน (Table 2) การแช่เมล็ดด้วยสารละลายไคโตซาน 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความงอกและดัชนีความงอกของเมล็ดมีอัตราการลดลงน้อยกว่าชุดทดลองอื่นๆ (Table1 and 2) ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากไคโตซานมีคุณสมบัติเป็นสารเคลือบผิวสามารถป้องกันการซึมผ่านของน้ำและอากาศ จึงน่าจะชะลอการหายใจของเมล็ดลงได้ เช่นเดียวกันกับการเคลือบผิวผลส้มเขียวหวานด้วยไคโตซานพบว่า สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักและอัตราการหายใจได้ดีกว่าส้มเขียวหวานชุดควบคุมจึง

ส่งผลให้เมล็ดที่แช่ด้วยสารละลายไคโตซานเสื่อมสภาพน้อยกว่าเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานมากขึ้น (พฤฒิยา, 2545) นอกจากนี้ยังพบว่า ไคโตซานสามารถป้องกันและกำจัดเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชได้หลายชนิด (Jianming *et al*.,1997) เช่น เมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีที่แช่ด้วยสารละลายไคโตซานทำให้การปนเปื้อนของเชื้อราสาเหตุโรคใบไหม้น้อยกว่าชุดควบคุมตลอด ระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน จึงทำให้เมล็ดมีความงอกและความแข็งแรงดีกว่า (Reddy *et al*.,1999) นอกจากนี้ ไคโตซาน ที่บริเวณผิวเมล็ดน่าจะทำหน้าที่ในการป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อราในอากาศได้อีกด้วย (Photchanachai *et al*., 2006) สำหรับเมล็ดที่แช่ในน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส เมล็ดพันธุ์พริกน่าจะมีอัตราการดูดน้ำเร็วกว่าสารละลายอื่นๆ จึงอาจก่อให้เกิด ความเสียหายของเซลล์เมนเบรนได้ เช่น เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ได้รับหรือดูดน้ำมากอย่างรวดเร็วทำให้เมล็ดเสียหายและมีความ งอกลดลง (พริศรา, 2544) อาจเนื่องจากเมล็ดที่ดูดน้ำเร็วจะทำให้อัตราการหายใจสูงขึ้น ส่งผลต่อการสะสมของ Reaction Oxygen Species (ROS) ชักนำให้เกิดความเสียหายต่อสารชีวโมเลกุล RNA, DNA โดยเฉพาะการเกิดออกเดชั่นของเซลล์ เมนเบรนซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญต่อการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ (Bewley and Black,1983) ส่วนการแช่เมล็ดในสารละลาย กรดอะซิติก 0.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดมีความงอกและความแข็งแรงลดลงในระหว่างการเก็บรักษาใกล้เคียงกับเมล็ดพันธุ์ที่แช่ ในน้ำร้อน น่าจะมีสาเหตุจากกรดอะซิติกละลายสารประกอบบางอย่างบริเวณผิวเมล็ดจึงทำให้เปลือกเมล็ดบางลง หรือกรดอะ ซิติกอาจจะซึมเข้าไปภายในเมล็ดแล้วไปมีผลกระทบต่อต้นอ่อนภายในเมล็ดได้

สรุป

การแช่เมล็ดพริกพันธุ์ TVRC 758 ด้วยน้ำกลั่นเป็นเวลา 30 นาที แล้วลดความชื้นลงประมาณ 6-7 เปอร์เซ็นต์ บรรจุใน ถุงซิปโพลีเอทิลีน สามารถเก็บรักษาได้นาน 4 ปี ที่อุณหภูมิ 1-5 °C โดยยังคงทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอก (80.2 เปอร์เซ็นต์) และ ความแข็งแรงสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ เมล็ดที่แช่ด้วยสารละลายไคโตซาน 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น การแช่เมล็ดพริกพันธุ์ TVRC 758 ด้วยน้ำกลั่นหรือการแช่ด้วยสารละลายไคโตซานจึงน่าจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริก ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติสำหรับทุนสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย และ ขอขอบคุณ ผศ.ดร. ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ ที่เอื้อเฟื้อเชื้อราสาเหตุโรคพืช *Colletotrichum* sp. ในการทำวิจัยนี้

Table 1 The seed germination, germination index and seedling survival of chilli seed cv. TVRC 758 dipped in water and hot water for 30 min, 0.5% acetic acid, 0.6% chitosan and 0.8% chitosan for 1 h and control (non treated) then dry at room temperature for 1 h.

Treatment	Seed germination (%)	Germination index	Seedling survival (%)
Control	83.7ab	8.99	32.25
Distilled water	91.7a	10.90	38.25
Hot water	74.2b	8.80	31.25
0.5% Acetic acid	81.7ab	9.31	30.00
0.6% Chitosan	78.0ab	8.89	32.50
0.8% Chitosan	74.0b	8.30	23.00
F-test	*	ns	ns
C.V. (%)	10.77	13.48	19.18

Means in the same column followed by same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test at $P \leq 0.05$

ns = non significant, * = significant $P \leq 0.05$

Table 2 The seed germination, germination index, mean germination time (MGT), seedling survival, shoot height and root length of chilli seed cv. TVRC 758 dipped in water and hot water for 30 min, dipped in 0.5% acetic acid, 0.6% chitosan and 0.8% chitosan for 1 h and control (non treated) then dry at room temperature for 1 h and stored in polyethylene bags at 1-5 ^{o}C for 4 years.

Treatment	Seed germination (%)	Germination index	MGT	Seedling Survival (%)	Shoot height (cm)	Root length (cm)
Control	71.7abc	7.12b	11.04a	35.00	1.88	3.10
Distilled water	80.2a	8.33a	10.00c	39.33	2.06	3.29
Hot water	65.7c	7.19b	10.24bc	33.67	1.75	2.87
0.5% Acetic acid	67.0bc	6.97b	10.65ab	31.67	1.88	2.91
0.6% Chitosan	75.0ab	8.59a	9.99c	31.33	2.10	3.02
0.8% Chitosan	73.2abc	8.65a	9.80c	32.00	1.91	2.98
F-test	*	**	**	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.39	6.46	3.94	15.28	23.42	25. 68

Means in the same column followed by same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test at $P \leq 0.05$

ns = non significant, * = significant $P \leq 0.05$

เอกสารอ้างอิง

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ. 210 น.

พฤฒิยา นิลประพฤกษ์. 2545. ผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาส้มเขียวหวาน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. 134 น.

พริศรา ยี่รัญศิริ. 2544 ผลของการเคลือบเมล็ดที่มีต่อการป้องกันการสำลักน้ำ และความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด (*Clycine max* (L.) Merr.). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มาน์ศรี มาลีวงษ์. 2533. อิทธิพลของอายุและวิธีการแยกเมล็ดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 57 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร : http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=8115&filename=index (24 มิถุนายน 2553).

Bewley, J.D. and M. Black. 1983. Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. Vol. I. Springer-Verlag, Berlin.

Chiu, K.Y., C.L. Chen and J.M. Sung. 2002. Effect of Priming Temperature on Storability of Primed *sh-2* Sweet Corn Seed. Crop Science 42:1996–2003.

Hsu, C.C., C.L. Chen, J.J. Chen and J.M. Sung. 2003. Accelerated aging-enhanced lipid peroxidation in bitter gourd seeds and effects of priming and hot water soaking treatments. Scientia Horticulturae 98:201–212.

Guan, Y.J., J. Hu, X.J. Wang and C.X. Shao. 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. Journal of Zhejiang University Science 10: 427 - 433.

Hsu, C.C., C.L. Chen, J.J. Chen and J.M. Sung. 2003. Accelerated aging-enhanced lipid peroxidation in bitter gourd seeds and effects of priming and hot water soaking treatments. Scientia Horticulturae 98: 201 - 212.

ISTA. 2007. International Rules for Seed Testing Edition, published by The International Seed Testing Association. Switzerland.

Jianming, D., Hiroshi, G. and I. Shuichi. 1997. Effect of Chitosan Coating on Storage of Peach, Japanese Pear and Kiwifruit. Journal of Japan Society Horticulturae Science 66: 15 - 22.

Miller S.A., L. Melanie and L. Ivey. Hot Water and Chlorine Treatment of Vegetable Seeds to Eradicate Bacterial Plant Pathogens, http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/3000/3085.html (26 สิงหาคม 2553).

Muhammad S. and N. A. Amusa. 2003. Effects of sulphuric acid and hot water treatments on seed germination of tamarind (*Tamarindus indica* L.). African Journal of Biotechnology 9: 276 - 279.

Photchanachai S., J. Singkaew and J. Thamthong. 2006. Effects of chitosan seed treatment on *Colletotrichum* sp. and seedling growth of chilli cv. Jinda, Acta Horticulturae 712: 585 - 590.

Reddy, B.M.V., J. Arul, P. Angers and L. Couture. 1999. Chitosan treatment of Wheat Seeds Induces Resistance to *Fusarium graminearum* and Improves Seed Quality. Journal of Agricultural and Food Chemistry 47: 1208-1216.

Sood, S., V. Gupta and C. T. Baishnab. 2005. Photoregulation of the greening process of wheat seedlings grown in red light. Plant Molecular Biology 59: 269–287.