วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 2559 : 34 (3) : 143-156

อิทธิพลของการเคลือบเมล็ดด้วยฮอร์โมนพืชต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ และการเจริญเติบโตของต้นกล้าของมะเขือเทศ

Effects of Seed Coating with Plant Hormones on the Seed Quality and Seedling Growth of Tomato

กิตติวรรณ กล้ารอด[1] และ บุญมี ศิริ [1]
Kittiwan Klarod[1]and Boonmee Siri[1]

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาชนิดและอัตราของฮอร์โมนพืชที่เหมาะสมกับการเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศต่อความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าหลังการเคลือบและหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ ทำทดลองที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ โรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วยเครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์แบบจานหมุนรุ่น SKK10 ใช้พอลิเมอร์ Polyvinylpyrrolidone (PVP-K90) ความเข้มข้น 4.0% ร่วมกับฮอร์โมนพืช 3 ชนิด และความเข้มข้นที่ต่างกัน คือ Gibberellins (GA) ที่ความเข้มข้น 1.5, 2.0 และ 2.5% Indole-3-butyric acid (IBA) ที่ความเข้มข้น 0.2, 0.3 และ 0.4% และ Indole-3-acetic acid (IAA) ที่ความเข้มข้น 1.0, 1.5 และ 2.0% หลังจากนั้นตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบ และตรวจสอบความแข็งแรงด้วยวิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ ผลการตรวจสอบพบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมน IAA อัตรา 2.0% ทำให้ความงอกเพิ่มขึ้นสูงที่สุดประมาณ 27% เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืช จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และเมื่อตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการเร่งอายุในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าเมล็ดที่เคลือบร่วมกับฮอร์โมน IAA ที่อัตรา 2.0% ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงสูง โดยมีความงอกในสภาพเรือนทดลอง และความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้นประมาณ 65 และ 86% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืช นอกจากนี้การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยฮอร์โมนพืชทุกๆ กรรมวิธีทำให้การเติบโตของต้นกล้าสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบร่วมกับฮอร์โมนเมื่อตรวจสอบหลังการเคลือบและหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์

คำสำคัญ : เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ การเคลือบเมล็ดพันธุ์ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ ฮอร์โมนพืช

Abstract

The aims of this experiment were to find the types and application rate of plant hormones and coating of tomato seeds on germination, vigor and growth of seedlings after coating and accelerated aging. The experiment was conducted at seed technology laboratory, Seed Processing Plant, Faculty of Agriculture, KhonKaen University. The tomato seeds were coated by centri seed coater model SKK 10. Polyvinylpyrrolidone (PVP-K90) was used as a polymer, with 4.0% aqueous and mixed with 3 types and different concentrations of plant hormones, namely, GA 1.5, 2.0 and 2.5%, IBA with 0.2, 0.3 and 0.4%, and IAA with 1.0, 1.5 and 2.0%. The coated seeds were then tested for quality. Seed vigor was tested by using accelerated aging method. The results indicated that the germination of coated seed with 2.0% of IAA gave the highest seed germination, by increasing of about 27% compared to a non-coated seeds under laboratory. The results after accelerated aging showed that the coated seed with 2.0% of IAA had higher

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

seed vigor, with increasing of seed germination and speed germination under greenhouse condition about 65% and 86%, respectively compared to non-coated seeds. In addition, the coated seeds with plant hormones in all treatments showed higher seedling growth rate than non-coated seeds when evaluated after coating and accelerated aging.

Keywords: tomato seed, seed coating, seed quality, plant hormone

คำนำ

การใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงจะนำไปสู่การเจริญเติบโตของต้นกล้าที่ดีแม้จะอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (FAO, 2015) เมล็ดพันธุ์ทางการค้านั้นจะต้องเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนดทั้งความงอกและความแข็งแรง โดยทั่วไปแล้วเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศจัดเป็นเมล็ดพันธุ์พืชผักที่มีมูลค่าสูง (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย, 2556) ในปัจจุบันมีการพัฒนาสายพันธุ์มะเขือเทศเพื่อให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคที่เพิ่มสูง และการพัฒนาสายพันธุ์ใหม่อาจทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศบางสายพันธุ์มีปัญหาทางด้านความงอก และความแข็งแรงที่ต่ำลง อันเนื่องมาจากฐานพันธุกรรมที่เลือกใช้ และสภาพของการผลิต การดูแลรักษาที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้มีปัญหาการเสื่อมคุณภาพเร็ว เก็บรักษาได้ไม่นาน เมล็ดพันธุ์มีความงอกต่ำลง การพัฒนาในระยะต้นกล้าไม่สมบูรณ์

ปัจจุบันมีเทคโนโลยีต่างๆ ที่สามารถยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้ และการเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีหนึ่งที่จะนำพาสารออกฤทธิ์ให้ติดไปกับเมล็ดพันธุ์อย่างสม่ำเสมอ ในการแก้ปัญหาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ต่ำลงจึงใช้ฮอร์โมนพืชที่มีผลต่อการงอกและการเกิดราก ฮอร์โมนพืชเป็นกลุ่มของสารอินทรีย์ที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา (Philosoph-Hadas *et al*., 2005; Kucera *et al*., 2005) โดยฮอร์โมน IAA และ GA จะส่งสัญญาณควบคุมกิจกรรมระหว่างการเจริญเติบโตและการงอกในระหว่างการตั้งตัวของต้นกล้า (Miransari and Smith, 2014) ในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดมีการแนะนำให้ใช้ฮอร์โมนในกลุ่มออกซิน เช่น Indole-3-butyric acid (IBA) เป็นฮอร์โมนที่มีบทบาทในการควบคุมการพัฒนาของต้นอ่อนของพืช โดยที่ IBA จะช่วยให้เมล็ดงอกเร็วขึ้นต้นอ่อนจะมีการพัฒนาได้เร็ว (Scarbrough and Thompson, 2004) และการใช้ GA จะสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากได้ในพืชบางชนิด (Scott 1972; Torrey 1976; Goodwin 1978; Evans 1984; Feldman 1984) ซึ่ง GA สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอกได้โดยการเพิ่มกรดอะมิโนในเอมบริโอและกระตุ้นเอนไซม์ในการย่อยสลายแป้งในเอนโดสเปิร์ม (Chauhan *et al*., 2009; Chakraborti and Mukherji, 2003) จากที่กล่าวมานั้นการใช้ฮอร์โมนสามารถกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ได้ การทดลองนี้จึงนำฮอร์โมนพืชมาเป็นสารออกฤทธิ์ในการเคลือบเมล็ดพันธุ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาชนิดและอัตราของฮอร์โมนพืชที่เหมาะสมร่วมกับการเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศหลังการเคลือบและหลังการเร่งอายุ

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้ได้ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ โรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ระหว่างเดือนสิงหาคม – เดือนธันวาคม 2557 ดังนี้

1. การเตรียมสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืช

เตรียมสารเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศร่วมกับฮอร์โมนพืชในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง (25±3°C) โดยใช้พอลิเมอร์ Polyvinyl pyrrolidone (PVP-K90) ที่ความเข้มข้น 4.0% เติมสารเติมแต่งที่ช่วยเพิ่มความเนียน คือ Titanium dioxide และ Iriodin ความเข้มข้น 5.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผสมด้วยสีผสมอาหาร ความเข้มข้น 2.0% และเพิ่มสารออกฤทธิ์ที่ช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์โดยใช้ฮอร์โมนพืช 3 ชนิด คือ Gibberellins (GA) ที่

ความเข้มข้น 1.5, 2.0 และ 2.5% Indole-3-butyric acid (IBA) ที่ความเข้มข้น 0.2, 0.3 และ 0.4% และ Indole-3-acetic acid (IAA) ที่ความเข้มข้น 1.0, 1.5 และ 2.0% โดยใช้สารเคลือบปริมาณ 180 มิลลิลิตรต่อเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ 1 กิโลกรัม เคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยเครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์แบบจานหมุน SKK10 จากนั้นลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นระบบลมแห้ง SKK09 ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเมล็ดพันธุ์มีระดับความชื้นเท่ากับความชื้นเริ่มต้น หลังจากนั้นสุ่มเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศไปตรวจสอบคุณภาพ

2. ตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการเร่งอายุ

นำเมล็ดที่ผ่านการเคลือบและไม่ผ่านการเคลือบมาตรวจสอบความแข็งแรงด้วยวิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ โดยใช้อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 96 ชั่วโมง จากนั้นสุ่มเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านการเร่งอายุไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

3. การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

การงอกของราก (radicle emergence) เมื่อทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ

สุ่มนับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศจากทุกกรรมวิธีจำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด โดยทดสอบความงอกแบบ Top of paper (TP) ในตู้เพาะที่ควบคุมอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส แล้วตรวจนับการงอกของรากเมื่อยาวประมาณ 3-5 มิลลิเมตร ในวันที่ 3 จนถึงวันที่ 5 หลังเพาะ จากนั้นรายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอก

การงอกพ้นดิน (hypocotyls emergence) เมื่อทดสอบในสภาพเรือนทดลอง

สุ่มนับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศจากทุกกรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด เพาะในพีทมอสภายใต้สภาพเรือนทดลองที่ไม่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม โดยตรวจนับการงอกพ้นดินในวันที่ 3 จนถึงวันที่ 5 หลังเพาะ จากนั้นรายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอก

การตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์เมื่อทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลอง

สุ่มนับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศจากทุกกรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำๆ 100 เมล็ด โดยในสภาพห้องปฏิบัติการทดสอบความงอกแบบ Top of paper (TP) ในตู้เพาะที่ควบคุมอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส และในสภาพเรือนทดลองที่ไม่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมใช้พีชมอสเป็นวัสดุเพาะ ประเมินผลตรวจนับความงอกหลังจากเพาะในวันที่ 5 (first count) และนับทุกวันจนถึงวันที่ 14 (final count) จากนั้นรายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอก (ISTA, 2004)

ความเร็วในการงอกรากและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์เมื่อทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลอง

ทดสอบความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ตามกฎของ (ISTA (2004) ดำเนินการตามวิธีทดสอบความงอก แล้วตรวจนับจำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติและจำนวนวันที่งอกตั้งแต่ วันที่เริ่มนับครั้งแรก (first count) จนถึงวันสุดท้าย (final count) จากนั้นนำผลการนับมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ จากสูตร

$$\text{ความเร็วในการงอก} = \sum\left(\frac{\text{จ.น.ต้นกล้าปกติ 5 วันหลังเพาะ}}{\text{จ.น.วันที่ตรวจนับครั้งแรก (5 วัน)}} + \ldots\ldots + \frac{\text{จ.น.ต้นกล้าปกติ 14 วันหลังเพาะ}}{\text{จ.น.วันที่ตรวจนับครั้งสุดท้าย (14 วัน)}}\right)$$

4. การวัดความยาวรากและความยาวของลำต้น

การวัดความยาวราก

สุ่มต้นกล้าที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการที่มีอายุ 14 วัน หลังการเพาะ จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 10 ต้น โดยวัดจากโคนรากจนถึงปลายราก

การวัดความยาวลำต้น

สุ่มต้นกล้าที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลองที่มีอายุ 14 วัน หลังการเพาะ จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 10 ต้น วัดจากโคนต้นจนถึงปลายใบ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการวัดความยาวรากและความยาวลำต้น โดยวิเคราะห์ผลตามแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลมีการแปลงข้อมูลที่เป็นเปอร์เซ็นต์โดยวิธี arcsine

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเติบโตในระยะต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังการเคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืช

จากการตรวจสอบในห้องปฏิบัติการพบว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศทุกกรรมวิธีส่งผลให้เมล็ดงอกรากเร็วขึ้นและมีการงอกรากมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นการเคลือบร่วมกับ IAA 1.0% เท่านั้น แต่ในสภาพเรือนทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืช เคลือบร่วมกับพอลิเมอร์ และเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบ ในแต่ละกรรมวิธีจะเห็นว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชจะทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกรากเพิ่มขึ้น 1-8% เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบเมื่อทำการตรวจสอบทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง (Table 1) การเพิ่มขึ้นของการงอกรากอาจเนื่องมาจาก GA ที่สามารถกระตุ้นการงอก การยืดยาวของของเซลล์และการงอกของรากให้โผล่พ้นเปลือกหุ้มได้เร็ว (Salisbury and Ross, 2000) โดยการใช้ GA ที่ความเข้มข้นสูงจะทำให้เมล็ดสามารถงอกได้มากขึ้น (Carr *et al.*, 1964; Murakami, 1968; Crozier and Reid 1971; Prochazka, 1981)

จากการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังการเคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืช ในสภาพห้องปฏิบัติการให้เปอร์เซ็นต์ความงอกมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้เคลือบ (Table 2) โดยการเคลือบร่วมกับ IAA ที่อัตรา 1.0 และ 2.0% และเมล็ดที่เคลือบร่วมกับ IBA 0.3 และ 0.4% มีความงอกและความเร็วในการงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบและเคลือบร่วมกับพอลิเมอร์ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้นจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ ประมาณ 24-26% และเมื่อตรวจสอบในสภาพเรือนทดลอง พบว่าคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ (Table 2) ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพิ่มขึ้นนั้นสอดคล้องกับงานทดลองของ Groot and Karssen (1987) ที่ได้รายงานว่าการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเกิดขึ้นได้เมื่อมีการให้ GA กับเมล็ด หรือจาก GA ที่มีอยู่ภายในเมล็ด การให้ GA3 จากภายนอกจะทำให้เมล็ดพันธุ์มีการพัฒนาและสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ได้ (Bakrim, 2007) นอกจากฮอร์โมนพืชจะช่วยส่งเสริมการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวแล้วยังช่วยส่งผลให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น (Tiwari *et al*., 2011)

การวัดการเติบโตของต้นกล้าจากเมล็ดที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืชในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า เมล็ดที่เคลือบและเมล็ดที่ไม่เคลือบงอกให้ต้นกล้ามีความยาวลำต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) และเมื่อวัดความยาวรากพบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มว่าจะมีความยาวรากที่ยาวกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบ การเคลือบเมล็ดร่วมกับ GA ที่อัตรา 2.0% ส่งผลให้ต้นกล้ามีความยาวรากเพิ่มขึ้นจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบประมาณ 32% เมื่อตรวจสอบในสภาพเรือนทดลอง พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ทำให้ต้นกล้ามีความยาวลำต้นที่สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ พบว่าต้นกล้าจากเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบร่วมกับ GA ที่อัตรา 2.0 และ 2.5% มีความยาวลำต้นสูงกว่าการเคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืชทุกอัตรา โดยสูงขึ้นประมาณ 38-45% เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบ (Table 3)

Table 1 Effects of seed coating with three types of hormone: GA, IBA and IAA on radicle emergence, hypocotyl emergence and speed of emergence of coated and non-coated tomato seeds.

Treatments	Laboratory condition				Greenhouse condition			
	Radicle[2/] emergence (%)	Change[3/] (%)	Speed of radicle emergence (seedlings/day)	Change[3/] (%)	Hypocotyl[2/] emergence (%)	Change[3/] (%)	Speed of hypocotyl emergence (seedlings/day)	Change[3/] (%)
Control	91 c[1/]	0.00	25.86 c[1/]	0.00	89	0.00	21.91	0.00
Polymer	96 a	5.49	29.16 ab	12.76	89	0.00	21.89	-0.09
Polymer + GA 1.5%	98 a	7.69	29.05 ab	12.34	92	3.37	25.36	15.75
Polymer + GA 2.0%	98 a	7.69	29.30 ab	13.30	93	4.49	23.00	4.97
Polymer + GA 2.5%	97 a	6.59	29.01 ab	12.18	91	2.25	22.60	3.15
Polymer + IBA 0.2%	95 ab	4.40	28.56 b	10.44	92	3.37	21.80	-0.50
Polymer + IBA 0.3%	99 a	8.79	30.00 a	16.01	90	1.12	21.97	0.27
Polymer + IBA 0.4%	98 a	7.69	29.99 a	15.97	91	2.25	22.42	2.33
Polymer + IAA 1.0%	92 bc	1.10	26.59 c	2.82	92	3.37	22.49	2.65
Polymer + IAA 1.5%	96 ab	5.49	28.36 ab	9.67	92	3.37	22.45	2.46
Polymer + IAA 2.0%	99 a	8.79	28.98 ab	12.06	95	6.74	23.07	5.29
F-test	**		**		ns		ns	
C.V. (%)	2.20		2.55		4.01		4.32	

ns,**: non-significantly different and significantly different at $p \leq 0.01$, respectively.

[1/]Means within a column followed by the same letter are not significantly different at $p \leq 0.01$ by DMRT.

[2/]Data are transformed by the arcsine before statistical analysis.

[3/] Represented percentage of increase (+) or decrease (-) compared to the control.

Table 2 Effect of seed coating with different concentrations of three types of hormone: GA, IBA and IAA on qualities of tomato seeds.

Treatments	Laboratory condition				Greenhouse condition			
	Germination[2/] (%)	Change[3/] (%)	Speed of germination (plant/day)	Change[3/] (%)	Germination (%)	Change[3/] (%)	Speed of germination (plant/day)	Change[3/] (%)
Control	75 d[1/]	0.00	10.51 c[1/]	0.00	93	0.00	17.73	0.00
Polymer	76 d	1.33	10.65 c	1.33	89	-4.30	17.07	-3.72
Polymer + GA 1.5%	91 ab	21.33	11.95 abc	13.70	94	1.08	17.60	-0.73
Polymer + GA 2.0%	89 ab	18.67	12.77 ab	21.50	92	-1.08	17.38	-1.97
Polymer + GA 2.5%	73 d	-2.67	10.63 c	1.14	94	1.08	18.17	2.48
Polymer + IBA 0.2%	85 cd	13.33	11.29 bc	7.42	93	0.00	18.02	1.64
Polymer + IBA 0.3 %	94 a	25.33	13.04 a	24.07	89	-4.30	17.09	-3.61
Polymer + IBA 0.4%	94 a	25.33	12.86 ab	22.36	90	-3.23	17.93	1.13
Polymer + IAA 1.0%	93 a	24. 00	13.00 a	23.69	90	-3.23	16.27	-8.23
Polymer + IAA 1.5%	91 ab	21.33	12.27 ab	16.75	95	2.15	18.35	3.50
Polymer + IAA 2.0%	95 a	26.67	13.09 a	24.55	91	-2.15	17.23	-2.82
F-test	**		**		ns		ns	
C.V. (%)	5.01		7.18		7.19		3.68	

ns, **: non-significantly and significantly different at $p \leq 0.01$, respectively.

[1/]Means within a column followed by the same letter are not significantly at $p \leq 0.01$ by DMRT.

[2/]Data are transform by the arcsine before statistical analysis.

[3/] Represents percentage of increase (+) or decrease (-) compared to the control.

ผลการทดลองใน Table 3 สนับสนุนงานทดลองของ Tognoni *et al*. (1967) ที่ว่า GA สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากมะเขือเทศได้ และเมื่อให้ GA กับเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมจะมีผลเพียงเล็กน้อยต่อความยาวของรากเพราะรากพืชมีการสังเคราะห์ GA หลายชนิด ซึ่ง GA อาจจะอยู่ในระดับที่อิ่มตัวสำหรับการควบคุมของความยาวของราก (Tanimoto, 1987) ต่อมา Bhore (1999) พบว่า GA ที่ความเข้มข้น 001μM จะช่วยกระตุ้นการยืดยาวของรากมะเขือเทศได้ และการใช้ GA ที่ความเข้มข้น 001 μM จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของ *Coriandrum sativuml* และช่วยลดระยะเวลาในการงอกนอกจากนั้นยังส่งผลต่อ ความยาวต้น พื้นที่ใบ และการเพิ่มขึ้นของปริมาณแคโรทีนอยด์ (Kumar, 2014)

2. คุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตในระยะต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังการเร่งอายุ

จากการศึกษาความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยการเร่งอายุ เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืชมีแนวโน้มว่าจะมีความงอกรากเพิ่มขึ้นมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ (Table 4) โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบร่วมกับ IAA อัตรา 2.0% มีความงอกรากสูงที่สุด (86%) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่เคลือบร่วมกับฮอร์โมนในทุกอัตรา และพบว่าความเร็วในการงอกรากของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืชมีแนวโน้มว่าจะสามารถส่งเสริมให้เมล็ดงอกรากได้เร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ การเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ GA อัตรา 2.0% ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความเร็วในการงอกรากมากที่สุดและมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบ (Table 4) ส่วนการทดสอบในสภาพเรือนทดลอง พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์มีการงอกและความเร็วในการงอกพ้นดินสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ โดยเมล็ดที่เคลือบร่วมกับ GA อัตรา 2.0% และ IAA อัตรา 2.0% ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีการงอกและความเร็วในการงอกพ้นดินสูงกว่าทุกๆ กรรมวิธี (Table 4)

การเร่งอายุทำให้ความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ทานตะวันลดลง (Gibrol *et al*., 1996) อย่างไรก็ตามจากการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืชนั้นพบว่าเมล็ดพันธุ์ยังคงมีความแข็งแรงมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบนั้น สอดคล้องกับงานทดลองของ กิตติวรรณ และบุญมี (2557) ซึ่งพบว่าหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบร่วมกับร่วมกับฮอร์โมนพืช การเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ IBA 0.2% มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบร่วมกับฮอร์โมนในทุกๆ กรรมวิธี และจากการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่เคลือบร่วมกับ IAA ในอัตราที่ต่างกันพบว่า IAA ที่อัตรา 2.0% ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกสูงสุด (กิตติวรรณ และบุญมี, 2558)

จากการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการเร่งอายุ เมื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่า ความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบและกรรมวิธีที่เคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืชไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 5) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง ทั้งความงอกและความเร็วในการงอกพบว่าเพิ่มขึ้น 4-17 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบ เมื่อตรวจสอบในสภาพเรือนทดลอง พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบร่วมกับ GA อัตรา 2.0% และ IAA อัตรา 2.0% ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความเร็วในการงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) ซึ่งมีความงอกและความเร็วในการงอกเพิ่มจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบประมาณ 64 และ 85% ตามลำดับ จึงเห็นได้ชัดว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งร่วมกับฮอร์โมนพืชสามารถเพิ่มความเร็วในการงอกได้สูงขึ้นประมาณ 28-85% (Table 5) มีการศึกษาความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการเร่งอายุ โดยนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน เช่น Mumtaz Khan (2004) ได้เร่งอายุเมล็ดพันธุ์หัวหอม พบว่าทั้งความงอก ความเร็วในการงอก และความยาวรากลดลงถึง 50% เมื่อทำการเร่งอายุเป็นเวลา 7 วัน และ Bakri *et al.* (2007) รายงานว่า GA ที่ความเข้มข้น 10^{-4} M สามารถกระตุ้นเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศให้มีความงอกและความเร็วในการงอกสูงที่สุด (90%) เมื่อตรวจนับหลังการเพาะเมล็ดพันธุ์ 3 วัน

Table 3 Effect of seed coating with different concentrations of three types of hormone: GA, IBA and IAA on seedling growth of tomato.

Treatments	Laboratory condition				Greenhouse condition	
	Shoot length (cm.)	Change[1/] (%)	Root length (cm.)	Change[1/] (%)	Shoot length (cm.)	Change[1/] (%)
Control	8.32	0.00	8.27c[2/]	0.00	7.35 e	0.00
Polymer	8.42	1.20	9.83 ab	18.86	8.99 bc	22.31
Polymer + GA 1.5 %	8.20	-1.44	10.02 ab	21.16	9.49 b	29.12
Polymer + GA 2.0%	8.67	4.21	10.9 4a	32.29	10.71 a	45.71
Polymer + GA 2.5%	8.20	-1.44	8.93 bc	7.98	10.21 a	38.91
Polymer + IBA 0.2%	8.45	1.56	9.36 bc	13.18	9.22 bc	25.44
Polymer + IBA 0.3%	8.49	2.04	8.89 bc	7.50	8.98 bc	22.18
Polymer + IBA 0.4%	8.75	5.17	9.50 bc	14.87	8.88 bcd	20.82
Polymer + IAA 1.0%	8.69	4.45	9.24 bc	11.73	8.74 bcd	18.91
Polymer + IAA 1.5%	8.27	-0.60	9.34 bc	12.94	8.10 d	10.20
Polymer + IAA 2.0%	8.77	5.41	9.02 bc	9.07	8.64 cd	17.55
F-test	ns		*		**	
C.V.(%)	4.40		7.38		4.55	

ns, **: non-significantly and significantly different at p≤0.01, respectively.

[1/] Represents percentage of increase (+) or decrease (-) compared to the control.

[2/] Means within a column followed by the same letter are not significantly at p≤0.01 by DMRT.

Table 4 Effect of seed coating with three types of hormone: GA, IBA and IAA on radicle emergence, hypocotyl emergence and speed of emergence of tomato seeds after accelerated aging.

Treatments	Laboratory condition				Greenhouse condition			
	Radicle[2/] emergence (%)	Change[3/] (%)	Speed of Radicle emergence (seedling/day)	Change[3/] (%)	Hypocotyl[2/] emergence (%)	Change[3/] (%)	Speed of hypocotyls emergence (seedling/day)	Change[3/] (%)
Control	66 bc[1/]	0.00	11.23 cd[1/]	0.00	53 c[1/]	0.00	7.33 c[1/]	0.00
Polymer	60 c	-9.09	8.99 e	-19.95	63 bc	18.87	8.84 bc	20.60
Polymer + GA 1.5%	80 ab	21.21	14.44 ab	28.58	72 ab	35.85	10.17 ab	38.74
Polymer + GA 2.0%	74 ab	12.12	14.43 ab	28.50	85 a	60.38	12.18 a	66.17
Polymer + GA 2.5%	69 ab	4.55	10.29 de	-8.37	59 bc	11.32	8.16 bc	11.32
Polymer + IBA 0.2%	81 ab	22.73	14.45 ab	28.67	59 bc	11.32	8.04 bc	9.69
Polymer + IBA 0.3%	71 ab	7.58	12.52 bc	11.49	65 bc	22.64	9.04 bc	23.33
Polymer + IBA 0.4%	79 ab	19.70	14.29 ab	27.25	66 bc	24.53	9.19 bc	25.38
Polymer + IAA 1.0%	82 ab	24.24	15.05 a	34.02	68 bc	28.30	9.41 bc	28.38
Polymer + IAA 1.5%	75 ab	13.64	13.86 ab	23.42	61 bc	15.09	8.15 bc	11.19
Polymer + IAA 2.0%	86 a	30.30	15.84 a	41.05	83 a	56.60	11.81 a	61.12
F-test	**		**		**		**	
C.V. (%)	11.93		9.12		17.83		17.27	

**: significantly different at $p \leq 0.01$.

[1/]Means within a column followed by the same letter are not significantly different at $p \leq 0.01$ by DMRT.

[2/]Data are transform by the arcsine before statistical analysis.

[3/] Represents percentage of increase (+) or decrease (-) compared to the control.

การตรวจสอบการเติบโตของต้นกล้าหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชทุกกรรมวิธีจะช่วยส่งเสริมให้ต้นกล้ามีความยาวลำต้นสูงกว่าต้นกล้าจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบ (Table 6) โดยการเคลือบร่วมกับ GA ที่อัตรา 2.0% มีความยาวลำต้นสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการเคลือบเมล็ดร่วมกับ IBA และ IAA ในทุกอัตรา ต้นกล้าจากเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืชมีความยาวลำต้นเพิ่มขึ้นประมาณ 1-8% เมื่อเทียบกับต้นกล้าจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ เมื่อวัดความยาวรากพบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์จะมีความยาวรากสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบ (Table 6) การเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ IAA ที่อัตรา 2.0% ทำให้ต้นกล้ามีความยาวรากสูงที่สุดและสูงกว่าการเคลือบร่วมกับฮอร์โมนในทุกกรรมวิธี โดยเพิ่มจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบประมาณ 34% และเมื่อตรวจสอบในสภาพเรือนทดลอง พบว่าการเคลือบเมล็ดร่วมกับ IBA อัตรา 0.4% ทำให้ต้นกล้ามีความยาวต้นสูงที่สุดและสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบโดยเพิ่มจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบประมาณ 47% (Table 6) เมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชจะทำให้ได้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบ สอดคล้องกับการทดลองของ TeKrony and Hunter (1995) เมื่อให้ GA_3 ที่ความเข้มข้น 6 μML^{-1} จะช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ดให้เพิ่มขึ้นสูงสุดและมีอัตรารากต่อต้นสูง นอกจากนี้ GA_3 ยังช่วยให้เมล็ดพันธุ์มีการยืดยาวของรากเพิ่มมากขึ้น เมื่อเจอสภาวะเครียดจากดินเค็ม (Shohani and Mehrabi, 2014) และจากการทดลองของ Bakrim *et al*. (2007) พบว่า GA ที่ความเข้มข้น 10^{-4} M ส่งเสริมให้ลำต้นของต้นกล้ามะเขือเทศยาวกว่า (17.28 มม.) เมล็ดพันธุ์พันธุ์ชุดควบคุม (12.33 มม.)

สรุปผลการทดลอง

1. การเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศร่วมกับ IAA อัตรา 2.0% มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงที่สุด และมีความงอกเพิ่มขึ้นประมาณ 27% เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืช เมื่อทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ และการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชทุกชนิดจะช่วยส่งเสริมให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้ดีขึ้น

2. เมล็ดที่เคลือบร่วมกับฮอร์โมน IAA ที่อัตรา 2.0% ทำให้เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมีความงอกในสภาพเรือนทดลอง และความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้น จากการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วยวิธีการเร่งอายุ

3. เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบร่วมกับ GA ที่อัตรา 2.0% ส่งเสริมให้ต้นกล้าของมะเขือเทศมีความยาวของลำต้นและความยาวรากสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบ และการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยฮอร์โมนพืชทุกๆ กรรมวิธีมีผลทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบร่วมกับฮอร์โมนเมื่อตรวจสอบหลังการเคลือบและหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาศักยภาพเพื่อการวิจัยและพัฒนาสำหรับภาคอุตสาหกรรม (NUI-RC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติที่สนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณโรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการทดลอง

Table 5 Effect of seed coating with different concentrations of three types of hormone: GA, IBA and IAA on vigor of tomato seeds after accelerated aging.

Treatments	Laboratory condition				Greenhouse condition			
	Germination[1/] (%)	Change[2/] (%)	Speed of germination (plant/day)	Change[2/] (%)	Germination (%)	Change[2/] (%)	Speed of germination (plant/day)	Change[2/] (%)
Control	78	0.00	12.33	0.00	51 d[3/]	0.00	7.37 c[3/]	0.00
Polymer	87	11.54	14.42	16.95	63 cd	23.53	9.47 bc	28.49
Polymer + GA 1.5%	84	7.69	13.80	11.92	66 cd	29.41	9.97 bc	35.28
Polymer + GA 2.0%	87	11.54	13.56	9.98	86 a	68.63	13.85 a	87.92
Polymer + GA 2.5%	90	15.38	14.34	16.30	66 cd	29.41	9.52 bc	29.17
Polymer + IBA 0.2%	89	14.10	14.54	17.92	74 abc	45.10	11.00 ab	49.25
Polymer + IBA 0.3%	86	10.26	13.87	12.49	76 abc	49.02	11.66 ab	58.21
Polymer + IBA 0.4%	84	7.69	12.86	4.30	77 abc	50.98	12.11 ab	64.31
Polymer + IAA 1.0%	90	15.38	14.52	17.76	74 abc	45.10	10.00 bc	35.69
Polymer + IAA 1.5%	86	10.26	13.82	12.08	69 bc	35.29	9.73 bc	32.02
Polymer + IAA 2.0%	82	5.13	12.68	2.84	84 a	64.71	13.68 a	85.62
F-test	ns		ns		**		**	
C.V. (%)	7.19		7.34		14.36		17.87	

ns, **: non-significantly and significantly different at $p \leq 0.01$, respectively.

[1/]Data are transform by the arcsine before statistical analysis.

[2/] Represents percentage of increase (+) or decrease (-) compared to the control.

[3/]Means within a column followed by the same letter are not significantly different at $p \leq 0.01$ by DMRT.

Table 6 Effect of seed coating with different concentrations of three types of hormone: GA,IBA and IAA on seedling growth of tomato seeds testing by accelerated aging.

Treatments	Laboratory condition				Greenhouse condition	
	Shoot length (cm.)	Change[2/] (%)	Root length (cm.)	Change[2/] (%)	Shoot length (cm.)	Change[2/] (%)
Control	7.92 c[1/]	0.00	6.38 e[1/]	0.00	7.61 d[1/]	0.00
Polymer	7.32 d	-7.58	6.21 e	-2.66	8.92 bcd	17.21
Polymer + GA 1.5%	7.99 c	0.88	7.61 b	19.28	9.92 ab	30.35
Polymer + GA 2.0%	8.53 a	7.70	7.40 bcd	15.99	9.71 ab	27.60
Polymer + GA 2.5%	8.01 bc	1.14	7.02 cd	10.03	7.86 cd	3.29
Polymer + IBA 0.2%	8.47 ab	6.94	7.44 cd	16.61	7.85 cd	3.15
Polymer + IBA 0.3%	8.11 abc	2.40	7.34 bcd	15.05	9.33 bc	22.60
Polymer + IBA 0.4%	8.44 ab	6.57	6.39 d	0.16	11.24 a	47.70
Polymer + IAA 1.0%	8.46 ab	6.82	7.04 cd	10.34	9.20 bc	20.89
Polymer + IAA 1.5%	8.48 ab	7.07	7.73 b	21.16	9.72 ab	27.73
Polymer + IAA 2.0%	8.31 abc	4.92	8.58 a	34.48	9.11 bc	19.71
F-test	**		**		**	
C.V.(%)	3.23		3.89		9.19	

**: significantly different at p≤0.01 respectively.

[1/]Means within a column followed by the same letter are not significantly at p≤0.01 by DMRT.

[2/] Represents percentage of increase (+) or decrease (-) compared to the control.

เอกสารอ้างอิง

กิตติวรรณ กล้ารอด และ บุญมี ศิริ. 2557. ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ. การประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 ณ.โรงแรมกรนด์จอมเทียนพาเลซ เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี ระหว่างวันที่ 20 - 23 พฤษภาคม 2557

กิตติวรรณ กล้ารอด และ บุญมี ศิริ2558 .. ผลของการเคลือบด้วยฮอร์โมน IAA ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม. ใน : ประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 16 วันที่ 26-27 มกราคม 2558. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์. 2556. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุม ประจำปี 2555. แหล่งข้อมูลhttps://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:3vH3atHySIgJ: www.thasta.com/pdf/2012 ค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2556.

Bakrim, A., M. Lamhamdi, F. Sayah and F. Chibi. 2007. Effects of plant hormones and 20-hydroxyecdysone on tomato (*Lycopersicum esculentum*) seed germination and seedlings growth. African Journal of Biotechnology Vol. 6 (24), pp. 2792-2802.

Bhore S.J., R.S. Nadgauda and R.V. Gadre. 1999. Effect of phytohormones on root elongation of germinating tomato *Lycopersicon esculentum* Mill. Var. Sun 5715 seedling. Indian Journal of Experimental Biology. Vol. 37, January 1999, pp. 102-103.

Carr, D. J., D.M. Reid, and K.G.M. Skene. 1964. The supply of gibberellins from the root to the shoot. Plania 63: 382-392.

Chakraborti, N. and S. Mukherji. 2003. Effect of phytohormones pretreatment on nitrogen metabolism in *Vigna radiate* under salt stress. Biol. Plant, 46:63-66.

Chauhan, J.S., Y.K. Tomar, A. Badoni, N.I. Singh and A. seema. 2009. Morphology, germination and early seedling growth in *Phaseolus mungo* L. with reference to the influence of various plant growth substances. J. Am. Sci., 6:34-41.

Crozier, A. and D. M. Reid. 1971. Do roots synthesize gibberellins? Can. J. Bot. 49: 967-975.

Evans, M. L. 1984. Functions of hormones at the cellular level of organization. In Encyclopedia Plant Physiol. New Series. Vol. 10: Hormonal Regulation of Development II. Edited by Scott, T. K. pp. 50-53. Springer Verlag, New York.

FAO. 2015. Seeds. Available: http://www.fao.org/seeds/en/ Apr. 4. 2015.

Feldman, L.J. 1984. Regulatioin of root development. Annu. Rev. Plant Physiol. 35: 223-242.

Gidrol, X., P.A. Sabelli, Y.S. Fern and A.K. Kush. 1996. Annexin–like protein from *Arabidopsis thaliana* rescues delta oxyR mutant of *Escherichia coli* from H2O2 stress. Proc Natl Acad Sci., USA, 93:11268–73.

Goodwin, P. B. 1978. Phytohormones and growth and development of organs of the vegetative plant. In Phytohormones and Related Compounds: A Comprehensive Treatise II. Phytohormones and the Development of Higher Plants. Edited by Letham, D. S., Goodwin, P. B. and Higgins, T. J. V. pp. 31-173. Elsevier North-Holland Biomedical Press, Inc., Amsterdam.

Groot, S.P.C. and C.M. Karssen. 1987. Gibberellins regulate seed germination in tomato by endosperm weakening: a study with gibberellindeficient mutants. Planta 171:525-531.

ISTA. 2004. International Rules for Seed testing. Seed Science and technology. Glattbrugg, Switzerland.

Kucera B., M. A. Cohn and G. Leubner-Metzger. 2005. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. Seed Sci. Res. 15: 281-307.

Kumar, M., R.K. Agnihotri, R.Vamil and R. Sharma. 2014. Effect of phytohormones on seed germination and seedling growth of *Coriandrum sativum* L. Pakistan Journal of Biological Sciences 17(4): 584-596.

Miransari, M., and D.L. Smith. 2014. Plant hormones and seed germination .Environmental and Experimental Botany 99: 110–121.

Murakami, Y. 1968. Gibberellin-like substances in roots of *Oryza saliva,* Pharbitis nil, and Ipomoea batatas and the site of their synthesis in the plant. Bot. Mag (Tokyo) 81: 334-343.

Mumtaz Khan M., M. Javed Iqbal, M. Abbas, H. Raza, R. Waseem and Arshad. 2004. Loss of vigour and viability in aged onion (*Allium cepa* L.) Seeds, Int. J. Agri. biol. 6(4):

Philosoph-Hadas, S., H. Friedman and S. Meir,. 2005. Gravitropic bending and plant hormones. Vitam. Horm. 72: 31-78.

Prochazka, S. 1981. Translocation of growth regulators from roots in relation to the stem apical dominance in pea (*Pisum sativum* L.) seedlings. In Structure and Function of Plant Roots. Edited by Brouwer, R. et al. pp. 407-409, Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, The Hague.

Salisbury, F. and C. Ross. 2000. Fisiología de las plantas. A. Alonso. Primera Edición. Editorial Paraninfo Thomson learning. España, p. 988.

Scarbrough, J. and Thompson, M. 2004. Do rooting hormones affect the germination rate of seeds?. California State Science Fair 2004 Project Summary.

Scott, T. K. 1972. Auxins and roots. Anna. Rev. Plant Physiol. 23: 235-258.

Shohani F., A. A. Mehrabi, R. A. Khavarinegad, Z. Safari and S. Kian. 2014. The effect of gibberellic acid (GA3) on seed germination and early growth of lentil seedlings under salinity stress. Middle-East Journal of Scientific Research 19 (7): 995-1000, 2014.

Tanimoto, E. 1987. Gibberellin-dependent root elongation in *Lactuca sativa*: Recovery from growth retardant-suppressed elongation with thickening by low concentration of GA3. Plant Cell Physiol. 28(6): 963-973.

TeKrony, D.M. and J.L. Hunter. 1995. Effect of seed maturation and genotype on seed vigor in maize. Crop Sci. 35: 857-862.

Tognoni, F., A. H. Halevy, and S. H. Wittwer. 1967. Growth of bean and tomato plants as affected by root absorbed growth substances and atmospheric carbon dioxide. Planta 72: 43-52.

Torrey, J. G. 1976. Root hormones and plant growth. Annu. Rev. Plant Physiol. 27: 435-45.

Tiwari, D.K., P. Pandey, S.P. Giri and J.L. Dwivedi. 2011. Effect of gibberellic acid (GA3) and other plant growth regulators on hybrid rice seed production. Asian J. Plant Sci., 10: 133–139.