

ผลของการพอกเมล็ดด้วยเมทิลไฮดรอกซีเอทิล เซลลูโลส
และคาร์บอกซีเมทิล เซลลูโลส ต่อลักษณะทางกายภาพ
และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

Effect of Seed Pelleting with Methyl Hydroxyethyl Cellulose
and Carboxymethyl Cellulose on Physical Characteristics and
Seed Quality of Lettuce (*Lactuca sativa*)

เพชรรัตน์ จีเพช และ จักรพงษ์ กางโสภา*

Phetcarat Jeepet and Jakkrapong Kangsopa*

สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

Division of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: jakkrpong_ks@mju.ac.th

(Received: 15 November 2021; Revised: 21 December 2021; Accepted: 9 March 2022)

Abstract

Lettuce seeds are small and less food accumulated in the seed. When being grown, seedlings have low germination rate and vigor. Therefore, lettuce farmers import pelleted seeds from other countries instead. Creating a pelleting substance formula for farmers' own use is an important step to improve lettuce cultivation in Thailand. This study aims to find an appropriate type and a concentration level of binder material for lettuce seed pelleting. A randomized complete block design with four replications was used as the experimental design. Seeds were put in two main groups, which were those pelleted with five concentration levels of methyl hydroxyethyl cellulose (MHEC) which were 0.3%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, and 1.0% (w/v) and those pelleted with the same five concentration levels of carboxyl methyl cellulose (CMC) as in the first seed groups. 130 grams of zeolite were used as a pelleting material per 10 grams of lettuce seeds. The experiment results showed that the pelleted seed with 0.3% and 0.4% (w/v) were the concentration levels of MHEC and CMC that made pellet forming the easiest and easy, respectively. After

testing the quality of the pelleted lettuce seeds, it was found that the seeds pelleted with 0.4%, 0.6%, and 0.8% (w/v) of CMC had higher speed of germination and the differences were statistically significant when compared to other seed pelleting methods under laboratory conditions. At the same time, under the laboratory conditions, seeds pelleted with 0.4% (w/v) of CMC had higher root length and shoot length when compared to seeds that were not pelleted. Those differences were found statistically significant. Hence, after considering the experimental results from all seed pelleting methods, it can be concluded that pelleting red oak lettuce seeds with 0.4% (w/v) of CMC is the most proper concentration level.

Keywords: Seed enhancement, seed quality, organic seeds, filler material

บทคัดย่อ

เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมมีขนาดเล็ก และมีอาหารสะสมในเมล็ดน้อย เมื่อนำไปเพาะต้นกล้ามีความงอกและความแข็งแรงต่ำ เกษตรกรจึงนำเข้าเมล็ดที่ผ่านการพอกจากต่างประเทศ การสร้างสูตรสารพอกขึ้นใช้เองภายในประเทศจึงมีความสำคัญต่อการยกระดับการเพาะปลูกผักกาดหอมในประเทศไทย ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาชนิดและความเข้มข้นของวัสดุประสานที่เหมาะสมสำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมเรดโอ๊ค วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีกรรมวิธีดังนี้คือ การพอกเมล็ดด้วย Methyl hydroxyethyl cellulose (MHEC) และ Carboxymethyl cellulose (CMC) ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ระดับเช่นเดียวกันคือ 0.3%, 0.4%, 0.6%, 0.8% และ 1.0% (w/v) ตามลำดับ โดยใช้ zeolite เป็นวัสดุพอก ที่อัตรา 130 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม 10 กรัม โดยมีผลการทดลองดังนี้ การพอกเมล็ดด้วย MHEC และ CMC ที่ความเข้มข้นเท่ากันคือ 0.3% และ 0.4% (w/v) ทำให้การขึ้นรูปก้อนพอกเมล็ดอยู่ที่ระดับง่ายที่สุด และง่าย ตามลำดับ เมื่อตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการพอกเมล็ดพบว่า การพอกเมล็ดด้วย CMC ที่ความเข้มข้น 0.4%, 0.6% และ 0.8% (w/v) มีความเร็วในการงอกสูงและแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ หลังทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ ส่วนการพอกเมล็ดด้วย CMC ที่ความเข้มข้น 0.4% (w/v) มีความยาวรากและความยาวต้นกล้ามากกว่าและแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการพอก การพอกเมล็ดด้วย CMC ที่ความเข้มข้น 0.4% (w/v) เป็นชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับใช้พอกร่วมกับเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คมากที่สุด

คำสำคัญ: การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์อินทรีย์ วัสดุพอก

คำนำ

ผักกาดหอม (*Lactuca sativa*) เป็นผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีความต้องการบริโภคตลอดทั้งปีโดยเฉพาะช่วงเทศกาลต่าง ๆ จัดได้ว่าเป็นผักที่ตลาดต้องการสูง และมีแนวโน้มความต้องการปริมาณเพิ่มสูงขึ้น (ระบบสารสนเทศการผลิตทางการเกษตร, 2564) อีกทั้งยังเป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ประกอบไปด้วยวิตามินเอ วิตามินซี แคลเซียม เหล็ก โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต เป็นต้น ในปี 2560 มีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม ปริมาณ 26.04 ตัน คิดเป็นมูลค่า 34.68 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) ซึ่งในระบบการผลิตผักกาดหอมการเพาะกล้าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เนื่องจากขนาดของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม มีขนาดเล็ก แบน และมีอาหารสะสมในเมล็ดน้อย เมื่อนำไปเพาะต้นกล้าเมล็ดจะมีความงอก ความแข็งแรงต่ำ และต้นกล้าจอกไม่สม่ำเสมอ ทำให้เกษตรกร และฟาร์มผู้ผลิตผักระบบอุตสาหกรรมในประเทศไทยนิยมนำเข้าเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม ที่ผ่านการพอกจากต่างประเทศมาใช้ในระบบการเพาะปลูกแทน ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีราคาสูง และเพิ่มต้นทุนการผลิตมากขึ้น 5 เท่าตัว (จักรพงษ์ และ บุญมี, 2558)

การสร้างสูตรสารพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม ขึ้นใช้เองภายในประเทศไทยมีความจำเป็นอย่างมาก เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตและช่วยส่งเสริมเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ให้สามารถส่งออกเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการปรับปรุงสภาพให้มีมูลค่าสูงเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งการพอกเมล็ดเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหานี้ในเรื่องของขนาดเมล็ดที่มีขนาดเล็ก แบน หรือรูปร่างเมล็ดไม่สม่ำเสมอ โดยจะช่วยให้เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น มีรูปร่างกลม สม่ำเสมอ และง่ายต่อการนำไปเพาะปลูก ได้มากยิ่งขึ้น (บุญมี, 2558) อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบ

สำคัญที่จะทำให้การพอกเมล็ดพันธุ์ประสบผลสำเร็จได้นั้นจะต้องขึ้นอยู่กับวัสดุพอก วัสดุประสาน และสารออกฤทธิ์ โดยเฉพาะวัสดุประสานจะทำหน้าที่เป็นกาวที่ยึดเกาะระหว่างเมล็ดพันธุ์ และวัสดุพอก โดยวัสดุประสานคือ สารเหนียวที่มีความหนืดอยู่ระหว่าง 7.0-30.0 ตารางมิลลิเมตรต่อวินาที ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติแต่ละชนิดของวัสดุประสาน โดยมีหน้าที่เชื่อมยึดให้เมล็ดพันธุ์และวัสดุพอก เกาะยึดติดกัน วัสดุประสานที่ดีต้องมีคุณสมบัติที่ละลายน้ำได้ง่าย ทำให้ไม่ขัดขวางต่อกระบวนการซึมผ่านของน้ำ และอากาศเข้าสู่เมล็ดพันธุ์หลังการพอกเมล็ด (จักรพงษ์, 2563) วัสดุประสานที่นิยมนำมาใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์ได้แก่ Hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), Carboxy methylcellulose (CMC), Methylcellulose (MC) และ Hydroxyethyl methylcellulose (MHEC) เป็นต้น ปัจจุบันวัสดุประสานสำหรับใช้พอกเมล็ดพันธุ์มีมากมายหลายชนิด อีกทั้งมีคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน เมื่อนำมาเตรียมให้อยู่ในรูปของสารละลายพร้อมใช้ จึงทำให้วัสดุประสานมีความเหมาะสมที่จำเพาะเจาะจงต่อชนิดของวัสดุพอก และชนิดของเมล็ดพันธุ์ จึงทำให้การพอกเมล็ดพันธุ์จำเป็นต้องทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการพอก (บุญมี, 2558) เพื่อเป็นการยืนยันถึงผลของการสร้างสูตรสารพอกเมล็ดที่สมบูรณ์ ยกตัวอย่างการรายงานของ ศศิประภา และบุญมี (2561) ได้ทดลองพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมด้วย MHEC ที่ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ (w/w) พบว่าสามารถขึ้นรูปเมล็ดพอกได้ง่าย เมล็ดพอกมีความร่อนต่ำ และก้อนพอกสามารถละลายน้ำได้ดี

ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาชนิดและความเข้มข้นของวัสดุประสานที่

เหมาะสมสำหรับการพอกร่วมกับเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม และติดตามการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพก่อนพอก ความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้า เพื่อเป็นการยกระดับการเพาะปลูกผักกาดหอมให้มีประโยชน์สูงสุดในเชิงพาณิชย์ และการเพิ่มมูลค่าให้กับเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมในประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ และโรงเรือนทดลอง สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยใช้เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมอินทรีพันธุ์เรดโอ๊คเป็นเมล็ดพันธุ์ทดลอง ฤดูการผลิตปี 2563 โดยศูนย์การเรียนรู้การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก เกษตรอินทรีย์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนมกราคม - พฤษภาคม 2564 ดังนี้

การพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

คัดเลือกวัสดุประสาน 2 ชนิดที่มีความเป็นไปได้สำหรับใช้พอกร่วมกับเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม ประกอบไปด้วย Methyl hydroxylethyl cellulose (MHEC) และ Carboxymethyl cellulose (CMC) ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน โดยใช้ zeolite เป็นวัสดุพอก จึงแบ่งกรรมวิธีการทดลอง ดังนี้ การพอกเมล็ดด้วย MHEC 0.3 เปอร์เซ็นต์, 0.4 เปอร์เซ็นต์, 0.6 เปอร์เซ็นต์, 0.8 เปอร์เซ็นต์ และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ (T1-T6 ตามลำดับ) และการพอกเมล็ดด้วย CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์, 0.4 เปอร์เซ็นต์, 0.6 เปอร์เซ็นต์, 0.8 เปอร์เซ็นต์ และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ (T7-T10 ตามลำดับ) โดยแต่ละกรรมวิธีใช้ zeolite เป็นวัสดุพอก ที่อัตรา 130 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม 10 กรัม จากนั้นนำวัสดุพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

ตามแผนการทดลอง ด้วยเครื่องพอกเมล็ดพันธุ์แบบถังหมุนรุ่น JK-01 แล้วนำเมล็ดที่ผ่านการพอกแต่ละกรรมวิธีมาลดความชื้นในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนความชื้นใกล้เคียงหรือเท่ากับความชื้นเมล็ดพันธุ์เริ่มต้น (6 เปอร์เซ็นต์±2) จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการพอกไปตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพของก้อนพอกและคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการพอกเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง

การบันทึกข้อมูล

ลักษณะทางกายภาพของก้อนพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

การละลายของแผ่นฟิล์ม โดยนำตะแกรงที่มีขนาด 3x5 เซนติเมตร ขนาดรูตะแกรง 2x1.5 มิลลิเมตร พับขอบทั้ง 4 ด้านให้มีความสูงประมาณ 1 เซนติเมตร มาขึงนำหนักตัดแผ่นฟิล์มที่ทำจากวัสดุประสานที่แตกต่างกัน ขนาด 4 ตารางเซนติเมตร วางบนตะแกรง และขึงน้ำหนัก นำตะแกรงที่มีแผ่นฟิล์มจุ่มในน้ำที่บรรจุในบีกเกอร์ใช้เวลาจุ่มแผ่นฟิล์มลงในน้ำประมาณ 5 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำตะแกรงที่มีแผ่นฟิล์มไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ขึงน้ำหนักตะแกรงพร้อมแผ่นฟิล์มที่เหลือบนตะแกรง ทดสอบวิธีการละ 4 ครั้ง และคำนวณค่าการละลายของฟิล์มจากสูตร ค่าการละลายของฟิล์ม (เปอร์เซ็นต์) = $\frac{[\text{น้ำหนักฟิล์มเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักฟิล์มที่เหลืออยู่} / \text{น้ำหนักฟิล์มเริ่มต้น}] \times 100}{\text{(สุวารี, 2551)}}$

น้ำหนักแผ่นฟิล์ม เตรียมแผ่นฟิล์มเช่นเดียวกับหัวข้อ การละลายของแผ่นฟิล์ม จากนั้นนำฟิล์มที่ได้จากชนิดและความเข้มข้นที่แตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธีมาตัดให้มีขนาด 4 ตารางเซนติเมตร แล้ว

ซังน้ำหนักฟิล์ม ทำ 4 ซ้ำ จากนั้นรายงานผลมีหน่วยเป็นมิลลิกรัม

การขึ้นรูปก้อนพอก การขึ้นรูปของก้อนพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมในระหว่างการพอกเมล็ดจะสังเกตความยาก-ง่ายของการขึ้นรูปก้อนพอกของวัสดุพอกแต่ละชนิดที่สามารถยึดเกาะและคลุมเปลือกของเมล็ดพันธุ์โดยใช้ค่าคะแนน 1-5 ในการประเมินการขึ้นรูปเมล็ดพอก กำหนดให้ 1 = ยากมาก, 2 = ยาก, 3 = ปานกลาง, 4 = ง่าย และ 5 = ง่ายมาก (สันติภาพ และบุญมี, 2562)

ความกร่อนของก้อนพอก ทำโดยสุมก้อนพอกเมล็ดผักกาดหอมจำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เมล็ดพอกนำมาซังน้ำหนักก่อนทดสอบ หลังจากนั้นนำเข้าเครื่องทดสอบความกร่อน Tablet Friability Tester รุ่น 45-2200 ที่ความเร็ว 25 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 4 นาที (100 รอบ) แล้วซังน้ำหนักเมล็ดที่เหลืออยู่ทั้งหมดหลังทดสอบ จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความกร่อน (กฤษชีกา และเกศรา, 2549)

การละลายน้ำของก้อนพอกเมล็ด สุ่มคัดเลือกก้อนพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมในแต่ละกรรมวิธีจำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ก้อนพอก จากนั้นนำก้อนพอกมาแช่ในน้ำปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยแช่ก้อนพอกทีละก้อนให้หยุดเวลาเมื่อก้อนพอกเริ่มมีการปริแตกทันที จากนั้นบันทึกเวลาการละลายในน้ำของวัสดุพอก ดัดแปลงจาก Anderson *et al.* (1969)

ความเป็นกรด-ด่างของก้อนพอกเมล็ด ตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างของก้อนพอกที่ผ่านการพอกเมล็ด ทำ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 กรัม นำวัสดุพอกแต่ละชนิดใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ที่มีน้ำปริมาตร 30 มิลลิลิตร จากนั้นตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างของเมล็ดพอก โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่างรุ่น Pen type pH meter รุ่น PH-03

การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ

เพาะทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทั้งที่ผ่านการพอกและไม่พอกเมล็ดด้วยวิธี Top of paper (TP) ในกล่องพลาสติกใส (110 × 110 × 30 มิลลิเมตร, ยาว × กว้าง × สูง) ทำทั้งหมด 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ดพอก จากนั้นนำไปไว้ที่ตู้เพาะความงอกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มแสง 180 ไมโครไอน์สโตล ให้แสงตลอด 24 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดทั้งที่ผ่านการพอกและไม่พอกในแต่ละกรรมวิธีมาประเมินผลลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

ความงอกของเมล็ดพันธุ์ ประเมินเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติในวันที่ 4 (first count) และวันที่ 7 (final count) โดยทำทั้งหมด 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด จากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอก (ISTA, 2019)

$$\text{ความงอก (\%)} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่เป็นต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100$$

ความเร็วในการงอก ประเมินจำนวนเมล็ดที่สามารถงอกเป็นต้นกล้าปกติในทุก ๆ วัน ตั้งแต่ประเมินครั้งแรกที่ 4 วัน (first count) จนถึงวันที่ 7 หลังเพาะ (final count) โดยทำทั้งหมด 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด จากนั้นนำมาคำนวณหาความเร็วในการงอกตามวิธีการของ AOSA (1983)

$$\text{ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน)} = \frac{\text{ผลรวมของ [จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน]}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}}$$

ความยาวต้น ความยาวราก และความยาวต้นกล้า ประเมินที่ 7 วันหลังเพาะ ทำ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น โดยความยาวต้นวัดจากโคนลำต้นอ่อนจนถึงปลายใบเลี้ยง และความยาวรากวัดจากโคนรากแก้วจนถึงปลายราก ส่วนความยาวต้นกล้าตรวจวัดตั้งแต่ปลายรากจนถึงปลายใบ โดยใช้ไม้บรรทัดมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพเรือนทดลอง

ความงอกของเมล็ดพันธุ์ นำเมล็ดพันธุ์ฝักกาดหอมที่ผ่านการพอกและไม่พอกมาทดสอบความงอกที่ถาดหลุมเพาะเมล็ด โดยมีพีทมอสเป็นวัสดุเพาะ ทำ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ทำการนับความงอกครั้งแรก (first count) หลังจากเพาะ 4 วัน และนับครั้งสุดท้าย (final count) หลังเพาะ 7 วัน (ISTA, 2019)

ความเร็วในการงอก ประเมินเมล็ดพันธุ์ที่สามารถงอกเป็นต้นกล้าปกติในทุก ๆ วัน ตั้งแต่เริ่มเพาะครั้งแรกที่ 4 วัน (first count) จนถึงวันที่ 7 หลังเพาะ (final count) โดยทำทั้งหมด 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด จากนั้นนำมาคำนวณหาความเร็วในการงอกเช่นเดียวกันกับการทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ

$$\text{ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน)} = \frac{\text{ผลรวมของ [จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน]}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}}$$

ความยาวต้น ประเมินความยาวต้นที่ 7 วันหลังเพาะ ทำโดยตัดลำต้นของต้นกล้าชิดวัสดุปลูกทั้งหมดทำ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น จากนั้นนำมาวัดบันทึกข้อมูลโดยใช้ไม้บรรทัด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลผลของวัสดุประสานที่แตกต่างกันต่อลักษณะทางกายภาพและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ฝักกาดหอม วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยแปลงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ก่อนวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้วิธี Arcsine transformation และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SAS (Version 9.1)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ลักษณะทางกายภาพของวัสดุประสานและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

จากการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุประสาน 2 ชนิดพบว่า ทุกความเข้มข้นของการละลายของแผ่นฟิล์มและน้ำหนักแผ่นฟิล์มของ Methyl hydroxyethyl cellulose (MHEC) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ Carboxymethyl cellulose (CMC) อย่างไรก็ตาม การตรวจสอบลักษณะของแผ่นฟิล์มแสดงให้เห็นว่า การใช้ MHEC และ CMC ที่ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์, 0.4 เปอร์เซ็นต์, 0.6 เปอร์เซ็นต์ และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ทำให้แผ่นฟิล์มที่ได้มีลักษณะบางเบา แต่มีความยืดหยุ่น ส่วนการใช้ MHEC และ CMC ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้แผ่นฟิล์มมีความเหนียว คงทน และฉีกขาดยาก (Figure 1) โดย MHEC ที่เป็นองค์ประกอบของอนุพันธ์เซลลูโลสสายยาวประกอบด้วย 27-32 เปอร์เซ็นต์ ของ hydroxyl group (ดวงกมล และเตชะชัย, 2549) และ CMC เป็นอนุพันธ์เซลลูโลสที่ประกอบด้วย 3 หมู่ ของ Hydroxyl group จึงทำให้โครงสร้างของวัสดุประสาน

ทั้ง 2 ชนิด มีโมเลกุลของเซลลูโลสมาเชื่อมต่อกัน เป็นสายยาวแบบเชิงเส้น (linear polymer) ทำให้มีโครงสร้างเป็นร่างแห (Rowe *et al.*, 2009) ทำให้แผ่นฟิล์มของ MHEC และ CMC ที่มีความแข็งแรง และทนทาน จึงเหมาะสมสำหรับนำมาเป็นสารเชื่อมยึดระหว่างเมล็ดพันธุ์และวัสดุพอกสำหรับการสร้างก้อนพอกเมล็ดพันธุ์ให้สมบูรณ์ได้ ส่วนการขึ้นรูปก้อนพอกพบว่า การใช้ MHEC และ CMC ที่ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การขึ้นรูปก้อนพอกง่ายที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุประสานชนิดและความเข้มข้นอื่น ๆ รองลงมาคือ การใช้ MHEC และ CMC ที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ ที่ทำให้การขึ้นรูปก้อนพอกง่ายกว่าการใช้ MHEC และ CMC ที่ความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์, 0.8 เปอร์เซ็นต์ และ 1 เปอร์เซ็นต์ โดย MHEC และ CMC เป็นอนุพันธ์เซลลูโลสที่สกัดได้จากพืช จึงมีโครงสร้างเป็นร่างแห ทำให้วัสดุประสานมีความเหนียวมากกว่ากลุ่มวัสดุประสานสังเคราะห์ การใช้ความเข้มข้นของ MHEC 0.3 เปอร์เซ็นต์ และ CMC 0.4 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปก้อนพอกเมล็ดพันธุ์ฝักกาดหอมได้ง่ายที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ความเข้มข้นของวัสดุประสานที่ความเข้มข้นอื่น ๆ (จักรพงษ์, 2563) โดย ศศิประภา และบุญมี (2561) ได้รายงานไว้ว่า เมื่อใช้ MHEC ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นวัสดุประสานร่วมกับการใช้ Calcium sulfate เป็นวัสดุพอกพบว่าสามารถขึ้นรูปก้อนพอกเมล็ดพันธุ์ฝักกาดหอมได้ในระดับที่ง่าย จึงสามารถพอกเมล็ดเป็นก้อนพอกที่สวยและแข็งแรงได้ อีกทั้งงานทดลองนี้ได้ใช้ Calcium sulfate เป็นวัสดุพอกสำหรับใช้ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุประสานชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติดูดซับความชื้นได้ดี มีความแข็งแรงสูง (ลดา, 2552) อีกทั้งมีอนุภาคละเอียดประมาณ

79 ไมครอน (Chindaprasirt *et al.*, 2011) จึงทำให้ Calcium sulfate สามารถรวมตัวกับวัสดุประสานที่มีองค์ประกอบของอนุพันธ์เซลลูโลสจำพวก CMC และ MHEC ได้ดี

ส่วนการตรวจสอบความกร่อนของก้อนพอกพบว่า การใช้ MHEC ที่ความเข้มข้น 0.8 เปอร์เซ็นต์, 1.0 เปอร์เซ็นต์ และ CMC ที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์, 0.6 เปอร์เซ็นต์, 0.8 เปอร์เซ็นต์ และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ก้อนพอกไม่มีความกร่อนและแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีการอื่น ๆ ทั้งนี้การพอกเมล็ดโดยใช้ MHEC และ CMC ที่ความเข้มข้นสูง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวัสดุพอกรวมตัวกับเมล็ดได้อย่างแนบแน่น เป็นก้อนพอกที่สมบูรณ์ไม่พบความกร่อนของวัสดุพอกจากคุณสมบัติที่มีโครงสร้างเป็นร่างแหทำให้เกิดการเชื่อมยึดกันอย่างแน่นหนา (บุญมี, 2558) นอกจากนี้ ศศิประภา และบุญมี (2561) ได้ทดสอบพอกเมล็ดพันธุ์ฝักกาดหอมโดยใช้ Calcium sulfate เป็นวัสดุพอกและใช้ MHEC 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นวัสดุประสานพบว่า ก้อนพอกมีความกร่อนเพียง 1.31 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อตรวจสอบการละลายน้ำของก้อนพอกพบว่า การพอกเมล็ดด้วย MHEC ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ก้อนพอกละลายน้ำได้ช้าที่สุดคือ 7.28 นาที และมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ รองลงมาคือ การพอกเมล็ดด้วย CMC และ MHEC ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดย MHEC และ CMC จัดเป็นพอลิเมอร์ที่ละลายน้ำได้ (natural water soluble polymers) (Rowe *et al.*, 2009) ทำให้ก้อนพอกเมล็ดที่ได้จึงมีคุณสมบัติไม่ขัดขวางต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ ส่วนการตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างพบว่า วัสดุประสานทั้ง 2 ชนิด มี pH อยู่ระหว่าง 7.48-7.70

ซึ่งหมายถึง MHEC และ CMC ทุกความเข้มข้น มีความเป็นกลาง (Science Notes, 2021) คล้ายกับการรายงานของ สันติภาพ และคณะ (2561) พบว่า การเตรียม MHEC สำหรับพอกเมล็ด

พันธุ์มะเขือเทศที่ความเข้มข้น 0.7 เปอร์เซ็นต์ มีค่า pH ของ MHEC คือ 6.96 ซึ่งใกล้เคียงกับการเตรียมวัสดุประสานในการทดลองนี้ สำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม (Table 1)

Table 1 Film dissolution, film weight, forming, friability of pelleted seed, dissolution period of pelleted seed and pH of pelleted seed of pelleted lettuce seed with MHEC and CMC at different types and concentrations

Treatment	Film dissolution (%)	Film weight (mg)	Forming	Friability of pelleted seed (%)	Dissolution period of pelleted seed (min)	pH of pelleted seed
MHEC 0.3%	96	30	5 ¹	62.83 a ²	0.07 e	7.63 d
MHEC 0.4%	96	30	4	66.55 a	0.10 e	7.67 b
MHEC 0.6%	97	50	3	5.56 b	1.38 d	7.70 a
MHEC 0.8%	99	40	2	0 c	2.94 c	7.64 cd
MHEC 1.0%	99	60	2	0 c	7.28 a	7.65 c
CMC 0.3%	97	30	5	4.61 b	0.03 e	7.62 d
CMC 0.4%	98	30	4	0 c	0.04 e	7.56 e
CMC 0.6%	98	40	3	0 c	0.03 e	7.48 g
CMC 0.8%	99	50	2	0 c	0.07 e	7.55 e
CMC 1.0%	99	70	2	0 c	5.48 b	7.52 e
<i>F</i> -test	ns	ns	-	**	**	**
CV.(%)	0.21	1.10	-	40.92	0.20	0.17

ns, **: Non significantly and significantly different at $P \leq 0.01$, respectively

¹ The forming scores for the seed pelleting: 1 = very hard, 2 = difficult, 3 = medium, 4 = easy, 5 = very easy

² Means with in a column followed by the same letter are not significantly at $P \leq 0.05$ by DMRT

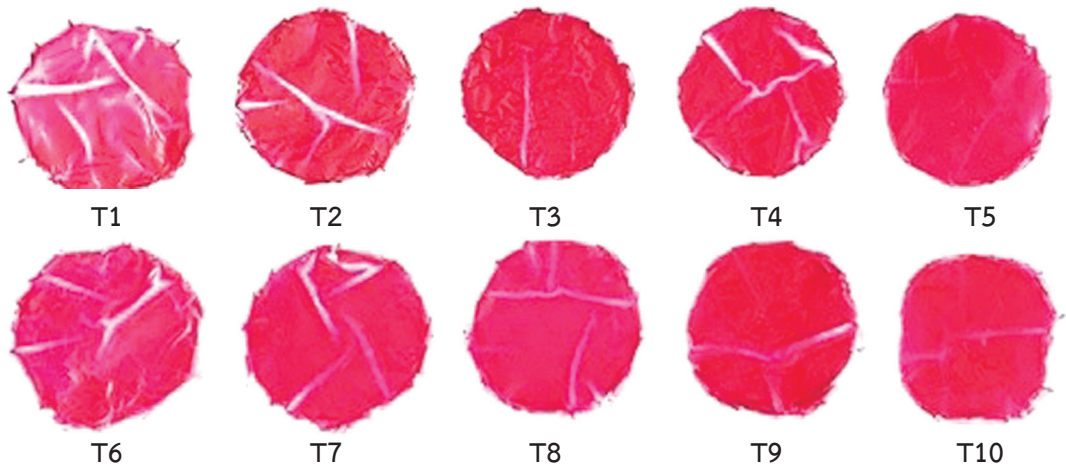


Figure 1 Physical characteristics of film at different types and concentrations of binder: T1 = MHEC 0.3%, T2 = MHEC 0.4%, T3 = MHEC 0.6%, T4 = MHEC 0.8%, T5 = MHEC 1.0%, T6 = CMC 0.3%, T7 = CMC 0.4%, T8 = CMC 0.6%, T9 = CMC 0.8%, T10 = CMC 1.0%

คุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมหลังการพอกเมล็ดด้วยวัสดุประสานและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

เมื่อตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า การพอกเมล็ดด้วย CMC ที่ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์, 0.6 เปอร์เซ็นต์ และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดมีความงอก 99 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่ากรรมวิธีการอื่น ๆ และแตกต่างทางสถิติกับการพอกเมล็ดด้วย CMC 1.0 เปอร์เซ็นต์ การพอกเมล็ดด้วย CMC ที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์, 0.6 เปอร์เซ็นต์ และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดมีความเร็วในการงอกสูงกว่าและแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ (Table 2) โดย CMC มีคุณสมบัติสามารถละลายน้ำได้ง่าย ทำให้เมื่อใช้ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ จึงไม่มีผลขัดขวางต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ด (จักรพงษ์, 2563) โดยมีรายงานของ Anbarasan *et al.* (2016) ได้ทดลองใช้ CMC อัตรา 5 กรัม เป็นวัสดุประสานสำหรับพอกเมล็ดถั่วมะแฮพบว่า การใช้ CMC ไม่มีผลขัดขวางต่อการงอกของเมล็ด อีกทั้งเมล็ดที่ผ่านการพอกมีความงอกสูงมากกว่าเมล็ด

ที่ไม่ได้ผ่านการพอก นอกจากนี้ จักรพงษ์ และ บุญมี (2558) ยังรายงานเพิ่มเติมว่า การใช้ CMC เป็นวัสดุประสานที่ความเข้มข้น 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 กรัม สำหรับพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมพบว่า ไม่มีผลกระทบต่อความงอกและความเร็วในการงอกเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการพอก

เมื่อตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่า การพอกเมล็ดด้วย MHEC ที่ความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดมีความงอก 99 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าและแตกต่างกับการพอกเมล็ดด้วย MHEC ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และ CMC ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีการอื่น ๆ ส่วนการพอกเมล็ดด้วย MHEC ที่ความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์, 0.8 เปอร์เซ็นต์, 1.0 เปอร์เซ็นต์ และ CMC ที่ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์, 0.4 เปอร์เซ็นต์, 0.8 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการพอก มีความเร็วในการงอกสูงมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับพอกเมล็ดด้วย CMC ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่พบความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่น ๆ (Table 2) โดยการ

ทดสอบในสภาพเรือนทดลองเป็นการเพาะทดสอบโดยใช้วัสดุเพาะกล้าเป็นพีทมอสภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่ได้ควบคุม ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การพอกเมล็ดด้วย MHEC และ CMC ที่ความเข้มข้น 0.4-0.8 เปอร์เซ็นต์ มีความงอกไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการพอก ซึ่งทั้ง MHEC และ CMC เป็นวัสดุประสานที่ได้จากอนุพันธ์เซลลูโลสที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี ทำให้การทดสอบในวัสดุเพาะกล้าที่ระดับความลึกประมาณ 2 เซนติเมตร ก้อนพอกยังสามารถปริและแตกได้ โดยไม่ขัดขวางต่อกระบวนการงอกของเมล็ด (จักรพงษ์ และบุญมี, 2556) อีกทั้งการพอกเมล็ดด้วยวัสดุประสานที่ชนิดและความเข้มข้นแตกต่างกันยังแสดงให้เห็นว่า

มีความเร็วในการงอกไม่แตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการพอก ยกเว้นการพอกเมล็ดด้วย CMC ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เมล็ดมีความเร็วในการงอกน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อย่างชัดเจน ทั้งนี้ CMC ที่เป็นอนุพันธ์เซลลูโลสที่มีโครงสร้างเป็นร่างแห (บุญมี, 2558) เมื่อใช้ในระดับความเข้มข้นสูงกว่า 0.8 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้วัสดุประสานมีความหนืดสูง ก้อนพอกละลายน้ำได้ช้า (Table 1) ทำให้เมล็ดที่อยู่ภายในก้อนพอกได้รับปัจจัยที่เหมาะสมต่อการงอกช้าไปด้วย (จวงจันท์, 2529; วันชัย, 2553) จึงทำให้เมล็ดที่ผ่านการพอกด้วย CMC ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ งอกช้ามากกว่ากรรมวิธีการอื่น ๆ

Table 2 Germination and speed of germination of pelleted lettuce seed with MHEC and CMC at different types and concentrations, tested under laboratory and greenhouse conditions

Treatment	Laboratory condition		Greenhouse condition	
	Germination (%)	Speed of germination (plant/day)	Germination (%)	Speed of germination (plant/day)
Non pelleted	96 ab ^{1,2}	11.85 c	97 a-c	12.08 a
MHEC 0.3%	96 ab	11.95 c	96 a-c	11.49 ab
MHEC 0.4%	98 ab	12.10 c	98 ab	11.34 ab
MHEC 0.6%	96 ab	11.85 c	99 a	11.98 a
MHEC 0.8%	96 ab	11.93 c	97 a-c	11.96 a
MHEC 1.0%	98 ab	12.09 c	93 c	12.06 a
CMC 0.3%	99 a	12.20 c	96 a-c	11.55 a
CMC 0.4%	97 ab	24.06 a	97 a-c	12.56 a
CMC 0.6%	99 a	24.39 a	96 a-c	10.63 ab
CMC 0.8%	99 a	24.33 a	96 a-c	12.49 a
CMC 1.0%	95 b	21.88 b	94 c	9.65 b
F-test	*	**	*	*
CV.(%)	5.12	3.10	5.07	10.24

*, **: Significantly different at $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$, respectively

¹ Means with in a column followed by the same letter are not significantly at $P \leq 0.05$ by DMRT

² Data are transformed by the arcsine before statistical analysis

การเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอมหลังการพอกเมล็ดด้วยวัสดุประสานและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

เมื่อตรวจสอบการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอมในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า การพอกเมล็ดด้วย CMC ที่ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวต้น 1.26 เซนติเมตร สูงมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีการอื่น ๆ ซึ่งมีความยาวต้น 0.98-1.7 เซนติเมตร แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับการพอกเมล็ดด้วย MHEC ที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวต้น 1.20 เซนติเมตร ส่วนการพอกเมล็ดด้วย CMC ที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีความยาวราก 6.87 เซนติเมตร และความยาวต้นกล้า 8.04 เซนติเมตร มากกว่าและแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการพอกเมล็ด (Table 3) ซึ่งเมื่อพิจารณาจาก Figure 2 จะพบว่า ต้นกล้าที่ผ่านการพอกเมล็ดด้วย CMC ที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มของการเจริญเติบโตได้ดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการพอกเมล็ด จากผลการทดลองสามารถพิจารณาได้จากผลของการละลายน้ำของก้อนพอกซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพอกเมล็ดด้วย CMC ที่ความเข้มข้น 0.3-0.8 เปอร์เซ็นต์ ก้อนพอกสามารถละลายน้ำได้ดี (Table 1) ทำให้เมล็ดมีโอกาสได้รับปัจจัยการงอกและการเจริญเติบโตเร็วมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งจากการพิจารณาทั้งความยาวต้น ความยาวรากและความยาวต้นกล้าแสดงให้เห็นว่าการพอกเมล็ดทุกวิธีการทำให้ต้นกล้าผักกาดหอมมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของต้นกล้าสูงมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ

กับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการพอก ดังนั้นการใช้วัสดุประสานชนิด MHEC และ CMC ทุกความเข้มข้นสำหรับใช้พอกร่วมกับเมล็ดพันธุ์จึงไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอม คล้ายกับการรายงานของ ศศิประภา และบุญมี (2561) พบว่าการพอกเมล็ดผักกาดหอมด้วย MHEC 0.3 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวรากสูงมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการพอก

ส่วนการตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่า การพอกเมล็ดด้วย MHEC ที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวต้นสูงมากกว่าและแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการพอกเมล็ดด้วย CMC ทุกความเข้มข้น แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีการอื่น ๆ (Table 3) ซึ่งจากผลการทดลองเห็นได้ชัดว่า การใช้ CMC เป็นวัสดุประสานที่มีความเข้มข้นเกิน 0.4 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลขัดขวางต่อความยาวต้นกล้ามากกว่าการพอกเมล็ดด้วย MHEC ทุกความเข้มข้น ทั้งนี้ CMC เป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสชนิดหนึ่ง โดยโมเลกุลของเซลลูโลสประกอบด้วยหน่วยย่อยของ D-anhydroglucopyranose มาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาวแบบเชิงเส้นด้วยพันธะ b-14 glucosidic ทำให้มีโครงสร้างเป็นร่างแห (Rowe *et al.*, 2009) จึงทำให้ก้อนพอกมีความแข็งแรง ทำให้ส่งผลต่อการดูดซึมน้ำของออกซิเจน และความชื้น ได้ช้ากว่าวิธีการอื่น ๆ (วันชัย, 2553) เมล็ดจึงได้รับปัจจัยที่ใช้ในกระบวนการย่อยสลายอาหารสำหรับการงอกและการเจริญเติบโตช้า ทำให้ในระยะเวลา 8 วันสำหรับการประเมินการตรวจนับครั้งสุดท้าย (final count) แสดงให้เห็นว่า ต้นกล้ามีพัฒนาการด้านความยาวต้นน้อยมากกว่าวิธีการอื่น ๆ

Table 3 Shoot, root and seedling length of pelleted lettuce seed with MHEC and CMC at different types and concentrations, tested under laboratory and greenhouse conditions

Treatment	Laboratory condition			Greenhouse condition
	Shoot length (cm)	Root length (cm)	Seedling length (cm)	Shoot length (cm)
Non pelleted	0.98 e ¹	4.05 e	5.03 d	1.10 a-d
MHEC 0.3%	1.13 b-d	5.85 c	6.97 b	1.18 a
MHEC 0.4%	1.20 ab	6.05 bc	7.25 b	1.15 ab
MHEC 0.6%	1.08 d	6.04 bc	7.12 b	1.15 ab
MHEC 0.8%	1.10 cd	4.97 d	6.07 c	1.10 a-c
MHEC 1.0%	1.13 b-d	5.88 c	7.01 b	1.12 ab
CMC 0.3%	1.26 a	6.17 bc	7.42 ab	1.06 b-e
CMC 0.4%	1.17 bc	6.87 a	8.04 a	1.05 b-e
CMC 0.6%	1.07 d	6.65 ab	7.72 ab	0.98 de
CMC 0.8%	1.17 bc	5.95 bc	7.12 b	0.97 e
CMC 1.0%	1.10 cd	6.18 a-c	7.27 b	0.99 c-e
<i>F</i> -test	**	**	**	**
CV.(%)	4.89	7.80	6.75	6.75

** : Significantly different at $P \leq 0.01$

¹ Means with in a column followed by the same letter are not significantly at $P \leq 0.05$ by DMRT

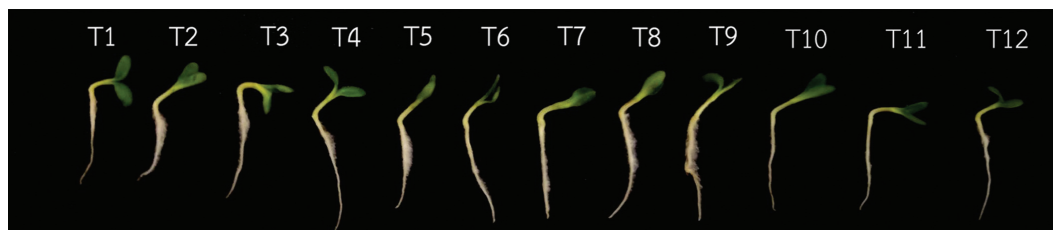


Figure 2 The seedling growth of lettuce was examined under laboratory conditions 7 days after planting. T1) non pelleted seed, T2) pelleted seed + MHEC 0.3%, T3) pelleted seed + MHEC 0.4%, T4) pelleted seed + MHEC 0.6%, T5) pelleted seed + MHEC 0.8%, T6) pelleted seed + MHEC 1.0%, T7) pelleted seed + CMC 0.3%, T8) pelleted seed + CMC 0.4%, T9) pelleted seed + CMC 0.6%, T10) pelleted seed + CMC 0.8%, T11) pelleted seed + CMC 1.0%

สรุปผลการวิจัย

การใช้ MHEC และ CMC ที่ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การขึ้นรูปก้อนพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมง่ายที่สุด และง่ายตามลำดับ ส่วนการพอกเมล็ดด้วย CMC ที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์, 0.6 เปอร์เซ็นต์ และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ มีความเร็วในการงอกสูงมากกว่าและแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ ซึ่งการพอกเมล็ดด้วย CMC ที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวรากและความยาวต้นกล้ามากกว่าและแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการพอก หลังทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ อีกทั้งหลังการทดสอบในสภาพเรือนทดลองยังมีความงอกและความเร็วในการงอกไม่แตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการพอก

ดังนั้นการพอกเมล็ดด้วย CMC ที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นชนิดและอัตราแนะนำสำหรับใช้เป็นวัสดุประสานสำหรับใช้พอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ภายใต้โครงการ การพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ประจำปีงบประมาณ 2564 (รหัสโครงการ N41A640243) และขอขอบคุณสาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และบริษัท เซเรสอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่ได้สนับสนุนสถานที่และวัสดุอุปกรณ์สำหรับการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- คุณจิตกา ดำรงปราษฎ์ และเกศรา ชูคำสัตย์. 2549. อิทธิพลของพลาสติกไซเซอรต่อการปลดปล่อยยาที่ละลายน้ำได้ดีจากเม็ดยาออสโมติกบีมชนิดรูพรุน. โครงการพิเศษปริญญาเภสัชศาสตร์บัณฑิต, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. 2556. ผลของการพอกเมล็ดด้วย pumice zeolite และ bentonite ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยาสูบพันธุ์เวอร์จิเนีย. วารสารแก่นเกษตร 41(พิเศษ 1): 257-262.
- จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. 2558. ศักยภาพของการใช้ carboxymethyl cellulose และ hydroxypropyl methylcellulose เป็นวัสดุประสานสำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม. วารสารแก่นเกษตร 43(พิเศษ 1): 268-273.
- จักรพงษ์ กางโสภา. 2563. วัสดุประสานสำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์. วารสารแก่นเกษตร 48(1): 119-130.
- ดวงกมล ศรีราชจันทร์ และเตชชินธุ์ ประสิทธิ์วุฒิเวช. 2549. การพัฒนาตำรับพยายอสำหรับใช้ภายนอก. โครงการพิเศษ ปริญญาเภสัชศาสตร์บัณฑิต, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- บุญมี ศิริ. 2558. การปรับปรุงสภาพและการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์. คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.
- ระบบสารสนเทศการผลิตทางการเกษตร. 2564. รายงานข้อมูลภาวะการผลิตพืชจำแนกตาม

- พื้นที่ แหล่งข้อมูล <https://bit.ly/2ZZce53> (15 ตุลาคม 2564).
- ลดดา พันธุ์สุขุมธนา. 2552. ปูนพลาสติกกับกรับการนำกลับมาใช้. วารสารเซรามิกส์ 3(3): 34-35.
- วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2553. สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศศิประภา บัวแก้ว และบุญมี ศิริ. 2561. ลักษณะทางกายภาพและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ฝักกาดหอมหลังการพอกด้วยวัสดุประสานและวัสดุพอกที่แตกต่างกัน. วารสารแก่นเกษตร 46(3): 469-480.
- สันติภาพ ไชยสาร จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. 2561. ผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วยวัสดุประสานชนิดแตกต่างกันต่อลักษณะทางกายภาพของก้อนพอกและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม. วารสารแก่นเกษตร 46(พิเศษ 1): 36-42.
- สันติภาพ ไชยสาร และบุญมี ศิริ. 2562. ผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วยวัสดุพอกที่แตกต่างกันต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และลักษณะทางกายภาพของก้อนพอกมะเขือเทศลูกผสม. วารสารแก่นเกษตร 47(3): 467-478.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. การนำเข้าและส่งออก. แหล่งข้อมูล <http://impexp.oae.go.th/service/> (2 พฤศจิกายน 2564).
- สุวารี ก่อเกษตรวิศว์. 2551. ผลของสารเคลือบที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Anbarasan, R., P. Srimathi, and A. Vijayakumar. 2016. Influence of seed pelleting on seed quality improvement in redgram (*Cajanus cajan* L.). Legume Res. 39(4): 584-589.
- Anderson, R.A., H.F. Conway, V.F. Pfeifer, and E.L. Griffin. 1969. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. Cereal Sci. Today. 14: 4-12.
- AOSA. 1983. Seed vigor testing handbook. Association of Official Seed Analysts, New York.
- Chindaprasirt, P., K. Boonserm, T. Chairuangsi, W. Vichit-Vadakan, T. Eaimsin, T. Sato, and K. Pimraksa. 2011. Plaster material from waste calcium sulfate containing chemicals, organic fibers and inorganic additive. Constr. Build. Mater. 25: 3193-3203.
- ISTA. 2019. International rules for seed testing, Edition 2019. International Seed Testing Association, Bassersdorf.
- Rowe, R.C., P.J. Sheskey, and M.E. Quinn. 2009. Handbook of pharmaceutical excipients. 6th Edition. Pharmaceutical Press, London.
- Science Notes. 2021. The pH scale of common chemicals. Available: <https://sciencenotes.org/the-ph-scale-of-common-chemicals> (November 3, 2021).