วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี YRU Journal of Science and Technology ISSN : 2539-5688

การเปลี่ยนแปลงความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลือง หลังการเคลือบเมล็ดด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus thuringiensis* และ *Beauveria bassiana*

Changes of Germination and Seedling Growth of Soybean after Seed Coating with Microbial Inoculant *Bacillus thuringiensis* and *Beauveria bassiana*

จักรพงษ์ กางโสภา*, พสธร สมโภชน์, สมใจ ยศศรี และเพชรรัตน์ จี้เพชร
Jakkrapong Kangsopa*, Potsathorn Sompoch, Somjai Yodsri and Phetcarat Jeephet

สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290
Division of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290
* Corresponding author, e-mail: jakkrapong_ks@mju.ac.th
(Received: Mar 20, 2020; Revised: Oct 9, 2020; Accepted: Nov 9, 2020)

บทคัดย่อ

เกษตรกรนิยมปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 และ สจ. 5 ซึ่งเป็นพันธุ์ส่งเสริมที่นิยมปลูกกันมาเป็นเวลานาน ทำให้เกษตรกรมีความเสี่ยงต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลงได้ทั้งในระยะการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว และในระยะการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นงานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเคลือบเมล็ดด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ชีวภาพ *Bacillus thuringiensis* สูตร 4 (MMO4) และหัวเชื้อจุลินทรีย์ชีวภาพ *Beauveria bassiana* สูตร 5 (MMO5) ในอัตราที่แตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5 โดยแบ่งออกเป็น 8 กรรมวิธีทดลอง คือ เมล็ดไม่เคลือบ T1), การเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว T2), และการเคลือบเมล็ดด้วย MMO4 และ MMO5 ที่อัตรา 3 ระดับคือ 0.1, 0.2 และ 0.3 มิลลิลิตร (T3-T8) ตามลำดับ โดยมีผลการทดลองดังนี้ การเคลือบเมล็ดด้วย Carboxymethyl cellulose การเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 อัตรา 0.1 และ 0.2 มิลลิลิตร มีการงอกราก ดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่เคลือบ นอกจากนี้การเคลือบเมล็ดทุกวิธีการมีความงอกดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ และเมื่อตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 ทุกอัตราทำให้ความยาวต้น และผลรวมต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่ดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบเมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ และการเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 ทุกอัตรามีความยาวต้นของต้นกล้าดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบเมื่อตรวจสอบในสภาพเรือนทดลอง ดังนั้นการเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 อัตรา 0.1 มิลลิลิตร เป็นอัตราแนะนำสำหรับใช้เคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง เนื่องจากลดต้นทุนมากที่สุดและมีผลต่อการส่งเสริมคุณภาพเมล็ดพันธุ์มากที่สุด

คำสำคัญ : คุณภาพเมล็ดพันธุ์ การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ จุลินทรีย์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

Abstract

Chiang Mai 60 (CM 60) and Sor Jor 5 (SJ 5) are two popular types of soybeans grown among farmers since they have long been extension seeds. The seeds are prone to being destroyed by diseases and insects during the cultivation phase, harvesting phase, and seed storage phase. This experiment aims to study the results of coating seeds with *Bacillus thuringiensis* formula 4 (MMO4) and *Beauveria bassiana* formula 5 (MMO5) in different ratios to observe the changes in germination and growth of SJ 5 soybean seedlings. The experiment was divided into eight groups which are uncoated seeds T1), seeds coated with Carboxymethyl cellulose T2), seeds coated with 0.1-0.3 ml. of MMO4, respectively T3-T5), seeds coated with 0.1-0.3 ml. of MMO5, respectively T6-T8). The experiment results are as follows. Seeds coated with Carboxymethyl cellulose and seeds coated with 0.1 ml. and 0.2 ml. of MMO5 had better radical emergence compared to uncoated seeds. Additionally, seeds coated with all methods had better germination compared to uncoated seeds. When tested under greenhouse conditions, seeds coated with

all ratios of MMO5 had grown into seedlings with a longer shoot length and total seedling length compared to uncoated seeds tested under laboratory condition. At the same time, seeds coated with all ratios of MMO5 had grown into seedlings with a longer shoot length compared to uncoated seeds when tested under greenhouse condition. As a result, 0.1 ml. of MMO5 is a recommended ratio to coat soybean seeds since it is the most cost-effective and has the best effect on the soybean seed quality.

Keywords: Seed quality, Seed enhancement, Microorganisms

บทนำ

ถั่วเหลืองเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยเป็นพืชที่ให้โปรตีนและน้ำมันสูง อีกทั้งเป็นวัตถุดิบสำคัญที่มีการใช้ในปริมาณมากสำหรับอุตสาหกรรมสกัดน้ำมัน อุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร และอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ (Agricultural Research Development Agency, 2016, pp. 7-45) นอกจากนี้ประเทศไทยยังส่งออกถั่วเหลืองมีปริมาณ 3.2 พันตัน คิดเป็นมูลค่ามากกว่า 59 ล้านบาท (Office of Agricultural Economics (Thailand), (2019), Online) ซึ่งเห็นได้ว่า ถั่วเหลืองยังคงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ให้กับไทยอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามในปัจจุบันประเทศไทยตกอยู่ในสถานะที่ขาดความมั่นคงและยั่งยืนทางอาหารเป็นอย่างมาก โดยในรอบ 12 ปีที่ผ่านมา (2545-2556) มีพื้นที่เพาะปลูกถั่วเหลืองลดลงอย่างต่อเนื่อง จาก 1.3 ล้านไร่ในปี 2545 เหลือเพียง 0.259 ล้านไร่ในปี 2556 หรือลดลงร้อยละ 77.06 (Agricultural Research Development Agency, 2016, pp. 7- 45) ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีราคาถูกมากกว่าต้นทุนการเพาะปลูกภายในประเทศไทย

ปัจจุบันการเพาะปลูกแบบใช้สารเคมีได้รับความนิยมลดลง เนื่องจากมีผลกระทบต่อสภาพดินและสิ่งแวดล้อมในระยะยาว จึงทำให้การเกษตรแบบดั้งเดิมที่เน้นใช้วิธีทางชีวภาพเข้ามาช่วย จะทำให้ลดต้นทุนการผลิต และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Kesan, 2007, pp. 29-37) โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้จุลินทรีย์พวก *Bacillus thuringiensis* และ *Beauveria bassiana* ที่มีผลต่อการป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช อีกทั้งการใช้เชื้อจุลินทรีย์มีข้อได้เปรียบมากกว่าการใช้สารเคมีในด้านการมีความเฉพาะเจาะจงต่อศัตรูพืชเป้าหมาย ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และโอกาสในการต้านทานและดื้อต่อสารเคมีมีน้อย (Glick, 2012, pp. 1-15; Backer *et al*., 2018, pp. 1-17; Schillaci *et al*., 2019, pp. 1-21) นอกจากนี้ ยังเป็นการนำเทคโนโลยีการเคลือบเมล็ดพันธุ์มาใช้ร่วมกับการนำพาสารออกฤทธิ์ให้ติดอยู่กับเมล็ด โดยการเคลือบเมล็ดพันธุ์คือการนำสารสะสมที่มีลักษณะบางเบา มาฉาบยึดเกาะให้สม่ำเสมอไปบนผิวของเมล็ดพันธุ์ (Film Coating) โดยเมล็ดจะถูกห่อหุ้มเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ จำพวก Thin Polymer (Pedrini *et al*. 2017, pp. 106-116; Siri, 2015, pp.10-239; Kangsopa, 2019, pp. 63-79) เพื่อเป็นสื่อกลางในการนำพาจุลินทรีย์ให้ติดไปกับเมล็ดพันธุ์ ทำให้การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยการเคลือบเมล็ดร่วมกับจุลินทรีย์ก่อนนำไปใช้เพื่อการเพาะปลูก จึงเป็นอีกหนึ่งในวิธีที่สามารถยกระดับการใช้เมล็ดพันธุ์ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด (Siri, 2015, pp. 10-239) ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus thuringiensis* สูตร 4 (MMO4) และ *Beauveria bassiana* สูตร 5 (MMO5) มาใช้ร่วมกับการเคลือบเมล็ดพันธุ์ โดยหัวเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองสูตรเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ชีวภาพของสถาบันบริการการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยหัวเชื้อจุลินทรีย์ MMO4 จะสร้าง endospore ที่เป็นผลึกโปรตีนที่มีความเป็นพิษภายในตัวแมลงศัตรูพืช ส่วนหัวเชื้อจุลินทรีย์ MMO5 จะผลิตเอนไซม์ที่เป็นพิษภายในตัวแมลงเช่นเดียวกัน จึงทำให้หัวเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดสามารถควบคุมแมลงศัตรูพืชได้โดยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตาม ผลของการนำหัวเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้มาใช้ร่วมกับการเคลือบเมล็ดพันธุ์ต่อการงอกและการเจริญเติบโตในระยะต้นกล้ายังไม่มีรายงาน ดังนั้นวัตถุประสงค์สำคัญของการวิจัยนี้จึงต้องการทราบว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพร้อมด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ด้วยอัตราแตกต่างกัน จะมีผลอย่างไรต่อการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์การงอก ความเร็วในการงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลือง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการเคลือบเมล็ดด้วย *Bacillus thuringiensis* สูตร 4 (MMO4) และ *Beauveria bassiana* สูตร 5 (MMO5) ในอัตราที่แตกต่างกัน ต่อการเปลี่ยนแปลงความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5 จากศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชเชียงใหม่ กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร โดยได้ดำเนินการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ระหว่างเดือน กันยายน 2562 – กุมภาพันธ์ 2563 ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังต่อไปนี้

1. การเคลือบเมล็ดพันธุ์ (Seed coating)

การศึกษาการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองใช้ Carboxymethyl cellulose (CMC) อัตรา 0.1% โดยน้ำหนักเป็นสารเคลือบ แล้วนำมาผสมร่วมกับสารออกฤทธิ์ 2 ชนิด คือ *Bacillus thuringiensis* และ *Beauveria bassiana* ดังตารางที่ 1 ต่อเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 45 กรัมในแต่ละกรรมวิธี จากนั้นนำไปเคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง แล้วลดความชื้นของเมล็ดหลังการเคลือบโดยวิธีการผึ่งลมในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่าง ๆ

ตารางที่ 1 แสดงสูตรสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus thuringiensis* และ *Beauveria bassiana* ในอัตราที่แตกต่างกัน

สารออกฤทธิ์	สูตรสารเคลือบ							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Carboxymethyl cellulose (CMC) (กรัม)	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Bacillus thuringiensis (MMO4) (มิลลิลิตร)	-	-	0.1	0.2	0.3	-	-	-
Beauveria bassiana (MMO5) (มิลลิลิตร)	-	-	-	-	-	0.1	0.2	0.3
น้ำ (มิลลิลิตร)	-	99.9	99.8	99.7	99.6	99.8	99.7	99.6

2. การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

2.1 การทดลองในสภาพห้องปฏิบัติการ (Laboratory condition)

2.1.1 การตรวจสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการ ทำโดยสุ่มเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการเคลือบและไม่เคลือบเมล็ดจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด มาทดสอบความงอกโดยวิธี Between paper (BP) จากนั้นนำไปไว้ในตู้เพาะความงอกที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 80% ความเข้มข้นแสง 180 μE มีแสง 24 ชั่วโมง แล้วตรวจนับความงอกหลังการเพาะครั้งแรกที่ 5 วัน (First count) และ 8 วันหลังเพาะ (Final count) โดยนำมาประเมินผลการตรวจสอบความงอกตามวิธีของ ISTA (2017, pp. 1-20)

2.1.2 การตรวจสอบเมล็ดเน่า เมล็ดสด และต้นกล้าผิดปกติ โดยประเมินจากเมล็ดที่ผ่านการเพาะในแต่ละวิธีการจากหัวข้อ 2.1.1 จากนั้นประเมินลักษณะของเมล็ดเน่า โดยประเมินจากลักษณะของเมล็ดที่นิ่ม เน่า เมื่อทำการกดเมล็ด จะพบว่าเมล็ดมีการยุบตัวลง ส่วนเมล็ดแข็งจะประเมินโดยสังเกตเมล็ดที่มีการดูดน้ำแต่ไม่สามารถเจริญไปเป็นต้นกล้าปกติได้ จากนั้นประเมินต้นกล้าผิดปกติ โดยตรวจสอบลักษณะของลำต้น และรากของต้นกล้า ที่ไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าสมบูรณ์ได้ ซึ่งแต่ละลักษณะตรวจนับจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดเน่า เมล็ดสด และต้นกล้าผิดปกติ

2.1.3 การตรวจสอบความเร็วในการงอก ทำโดยสุ่มเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านกระบวนการเคลือบและไม่เคลือบหลังเพาะทดสอบจากหัวข้อ 2.1.1 จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด นับจำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ นับทุกวันตั้งแต่วันที่เริ่มตรวจนับครั้งแรก (First count) จนถึงวันสุดท้าย (Final count) (5-8 วัน) แล้วนำผลการนับมาคำนวณหาความเร็วในการงอกตามสูตร

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

2.1.4 การตรวจสอบการงอกของราก โดยสุ่มประเมินการงอกรากในระหว่างวันที่ 1 ถึง 4 จากการเพาะทดสอบในแต่ละวิธีการจากหัวข้อ 2.1.1 ทำ 4 ซ้ำ ๆ 50 เมล็ด โดยจะเริ่มตรวจนับเมื่อเมล็ดมีการงอกของรากที่ความยาว 2 มิลลิเมตร แล้วนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอกราก

2.1.5 การตรวจสอบความเร็วในการงอกราก ดำเนินการตรวจนับเมล็ดที่มีการงอกของรากที่ความยาว 2 มิลลิเมตร หลังผ่านการเพาะทดสอบในแต่ละวิธีการจากหัวข้อ 2.1.1 ทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 4 หลังการเพาะ ทำ 4 ซ้ำ ๆ 50 เมล็ด จากนั้นนำมาคำนวณหาความเร็วในการงอกรากของต้นกล้าถั่วเหลือง

2.1.6 การตรวจสอบความยาวต้น ความยาวราก และผลรวมต้นกล้า โดยสุ่มประเมินเมล็ดหลังเพาะทดสอบในแต่ละวิธีการจากหัวข้อ 2.1.1 ในวันที่ 8 หลังเพาะ โดยความยาวต้นโดยวัดตั้งแต่โคนต้นจนถึงปลายใบของต้นกล้า และความยาวรากวัดจากโคนต้นลงมาจนถึงปลายรากของต้นกล้า ส่วนผลรวมต้นกล้าคือ การวัดตั้งแต่ปลายรากไปจนถึงปลายใบของต้นกล้า ทั้งหมดทำ 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ต้น จากนั้นนำแต่ละลักษณะที่ได้จากการสุ่มมาประเมินผล มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

2.2 การทดลองในสภาพเรือนทดลอง (Greenhouse condition)

2.2.1 การตรวจสอบความงอก สุ่มเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการเคลือบและไม่เคลือบจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด มาทดสอบความงอกในถาดหลุม ซึ่งใช้พีทมอส (Peatmoss) เป็นวัสดุเพาะต้นกล้า แล้วตรวจนับความงอกหลังการเพาะครั้งแรกที่ 5 วัน (First count) และ 8 วันหลังเพาะ (Final count) จากนั้นนำมาประเมินผลความงอกตามหลักสากล (ISTA, 2017, pp. 1-20)

2.2.2 การตรวจสอบความเร็วในการงอก ทำโดยสุ่มเมล็ดพันธุ์จากการเพาะทดสอบในหัวข้อ 2.2.1 ในแต่ละวิธีการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด ตรวจนับจำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ นับทุกวันตั้งแต่เริ่มนับครั้งแรก (First count) จนถึงวันสุดท้าย (Final count) (5-8 วัน) แล้วนำผลการนับมาคำนวณหาความเร็วในการงอก

2.2.3 การตรวจสอบการโผล่พ้นดิน สุ่มประเมินการงอกของ Cotyledon ของต้นกล้าถั่วเหลืองที่ผ่านการเพาะทดสอบจากหัวข้อ 2.2.1 ที่โผล่พ้นดินขึ้นมาจากหลุมเพาะต้นกล้า ในแต่ละกรรมวิธี ทำ 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด จากนั้นนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การโผล่พ้นดินของต้นกล้าถั่วเหลือง

2.2.4 การตรวจสอบความเร็วในการโผล่พ้นดิน สุ่มตรวจนับการงอกของ Cotyledon ของต้นกล้าถั่วเหลืองที่ผ่านการเพาะทดสอบจากหัวข้อ 2.2.1 ที่โผล่พ้นดินขึ้นมา นับทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 4 หลังการเพาะ ในแต่ละกรรมวิธี ทำ 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด จากนั้นนำมาคำนวณหาความเร็วในการโผล่พ้นดินของต้นกล้าถั่วเหลือง

2.2.5 การตรวจสอบความยาวต้น โดยสุ่มประเมินความยาวต้นในแต่ละวิธีการที่ผ่านการเพาะทดสอบจากหัวข้อ 2.2.1 ประเมินที่อายุต้นกล้า 8 วันหลังเพาะ จากนั้นประเมินความยาวต้น โดยวัดตั้งแต่โคนต้นชิดวัสดุเพาะไปจนถึงปลายใบ ทั้งหมดทำ 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ต้น จากนั้นนำผลของความยาวต้นที่ได้จากการสุ่มมาประเมินผล มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองตามลักษณะต่าง ๆ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แปลงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดเพื่อวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิธี Arcsine Transformation และเมื่อข้อมูลมีค่าเป็น 0 มีการแปลงค่าโดยวิธี Square Root $\sqrt{x+0.5}$ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SAS (Version 9.1)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

หลังจากการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus thuringiensis* (MMO4) และ *Beauveria bassiana* (MMO5) ด้วยอัตราที่แตกต่างกัน แล้วนำไปตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง โดยมีผลการทดลอง ดังนี้

การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในสภาพห้องปฏิบัติการ

เมื่อพิจารณาตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหลังผ่านการเคลือบเมล็ดร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus thuringiensis* (MMO4) และ *Beauveria bassiana* (MMO5) ในอัตราที่แตกต่างกันพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย MMO4 ทุกอัตราทำให้เมล็ดมีลักษณะเน่ามากกว่าวิธีการอื่น ๆ อาจเนื่องจากหัวเชื้อจุลินทรีย์ยังคงมีอัตราความเข้มข้นสูง จึงทำให้เมล็ดมีอาการเน่าได้ง่าย เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สูตร MMO5 ส่วนการพิจารณาเมล็ดสดพบว่า เมล็ดไม่เคลือบ การเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว และการเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 อัตรา 0.2 มิลลิลิตร มีลักษณะเมล็ดสดมากกว่าวิธีการอื่น ๆ

อย่างไรก็ตามจำนวนเมล็ดสดยังคงพบเพียงเล็กน้อย แต่จะพบมากกว่าในเมล็ดไม่เคลือบและการเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 อัตรา 0.2 มิลลิลิตร ทั้งนี้การเคลือบเมล็ดด้วย MMO4 ทุกอัตราแสดงให้เห็นว่า ไม่มีจำนวนเมล็ดสดของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหลังการเคลือบ ต่อมาเมื่อตรวจสอบลักษณะต้นกล้าผิดปกติพบว่า เมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบมีลักษณะของต้นกล้าผิดปกติมากที่สุดและแตกต่างกันในทางสถิติกับวิธีการเคลือบเมล็ดทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 2) ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมล็ดไม่เคลือบจะมีลักษณะของต้นกล้าผิดปกติมากที่สุดอย่างชัดเจน และการเคลือบเมล็ดด้วย MMO4 ทุกอัตรา มีจำนวนต้นกล้าผิดปกติน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลุ่มจุลินทรีย์ *B. thuringiensis* MMO4 ออกฤทธิ์ในเชิงการสร้างสารพิษในรูปผลึกโปรตีนที่มีพิษทำลายเฉพาะเจาะจงต่อแมลงศัตรูพืช จึงมีผลกระทบต่อพัฒนาการของต้นกล้าถั่วเหลืองน้อยมากกว่าการใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์สูตร MMO5

ตารางที่ 2 แสดงเมล็ดเน่า เมล็ดสด และต้นกล้าผิดปกติ หลังผ่านการเคลือบเมล็ดร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus thuringiensis* และ *Beauveria bassiana* ในอัตราที่แตกต่างกัน เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ

กรรมวิธี[3/]	สภาพห้องปฏิบัติการ		
	เมล็ดเน่า (%)	เมล็ดสด (%)	ต้นกล้าผิดปกติ (%)
T1	9 bc[1/2/]	3 a	13 a
T2	6 c	2 a-c	10 b
T3	12 ab	0 d	4 c
T4	15 a	0 d	4 c
T5	14 a	0 d	5 c
T6	8 c	1 cd	9 b
T7	9 bc	3 a	7 b
T8	9 bc	1 cd	9 b
F-test	**	**	**
CV. (%)	14.19	29.75	10.30

** : มีความแตกต่างกันทางสถิติ P≤0.01

[1/] อักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ P≤0.05

[2/] แปลงข้อมูลเปอร์เซ็นต์เมล็ดสด เพื่อวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี square root $\sqrt{x+0.5}$

[3/] T1 = เมล็ดไม่เคลือบ, T2 = การเคลือบเมล็ดด้วย CMC, T3 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. thuringiensis* 0.1 มิลลิลิตร, T4 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. thuringiensis* 0.2 มิลลิลิตร, T5 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. thuringiensis* 0.3 มิลลิลิตร, T6 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. bassiana* 0.1 มิลลิลิตร, T7 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. bassiana* 0.2 มิลลิลิตร และ T8 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. bassiana* 0.3 มิลลิลิตร

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหลังการเคลือบเมล็ดร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ในสภาพห้องปฏิบัติการ

เมื่อพิจารณาตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหลังการเพาะทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว การเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 อัตรา 0.1 และ 0.2 มิลลิลิตร มีการงอกรากของเมล็ดถั่วเหลืองดีมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ ส่วนการตรวจสอบความเร็วในการงอกรากพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 อัตรา 0.2 มิลลิลิตร มีความเร็วในการงอกของรากดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ แต่ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติกับการเคลือบเมล็ดเพียงอย่างเดียว และการเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 อัตรา 0.1 และ 0.3 มิลลิลิตร และเมื่อตรวจสอบความงอกพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย MMO4 อัตรา 0.1 มิลลิลิตร และ MMO5 อัตรา 0.1 มิลลิลิตร มีความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสูงมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบแต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติกับการเคลือบเมล็ดด้วยวิธีการอื่น ๆ จากนั้นตรวจสอบความเร็วในการงอกพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย MMO4 อัตรา 0.1 มิลลิลิตร ทำให้เมล็ดมีความเร็วในการงอกดีที่สุด และมีความแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ (ตารางที่ 3)

ซึ่งเมื่อพิจารณาการงอกรากจะเห็นว่า การเคลือบเมล็ดเพียงอย่างเดียวไม่มีผลขัดขวางต่อการงอกของรากในทางตรงกันข้ามยังสามารถช่วยให้เมล็ดสามารถงอกรากได้ดีมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก Carboxymethyl cellulose (CMC) เป็นสารเคลือบอนุพันธ์เซลลูโลสที่ละลายน้ำง่าย (Su, 2013, pp. 137-183) สามารถช่วยให้เมล็ดควบคุมการไหลเข้าออกของน้ำ และอากาศ เข้าไปภายในเมล็ดได้อย่างช้า ๆ จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้เมล็ดสามารถงอกรากได้ดี ส่วนกรรมวิธีการเคลือบ

เมล็ดแสดงให้เห็นว่า เมล็ดที่ถูกเคลือบร่วมกับ MMO5 อัตรา 0.1 และ 0.2 มิลลิลิตร ไม่มีผลขัดขวางต่อกระบวนการงอกรากของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง อีกทั้งการเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 อัตรา 0.2 มิลลิลิตร ยังทำให้เมล็ดมีความเร็วในการงอกของรากได้ดีอีกด้วย อาจเนื่องมาจากหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้จากการหมักสูตร MMO5 มีการออกฤทธิ์จำเพาะต่อแมลงศัตรูพืชโดยเฉพาะจึงไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ในทางตรงกันข้าม น้ำหมักที่เกิดจากการหมักหัวเชื้อจุลินทรีย์มีผลสนับสนุนส่งเสริมให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสามารถงอกรากได้ดี และเร็วมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบการรายงานการนำหัวเชื้อจุลินทรีย์สูตร MMO4 และ MMO5 มาเคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเคลือบเมล็ดทุกวิธีการไม่ทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงจากเดิม อีกทั้งมีแนวโน้มของความงอกดีมากกว่าเมล็ดไม่เคลือบ โดยเฉพาะการเคลือบเมล็ดร่วมกับ MMO4 อัตรา 0.1, 0.2 และ 0.3 มิลลิลิตร ทำให้เมล็ดมีความเร็วในการงอกดีที่สุด ถึงแม้ในช่วงระยะ 1 - 4 วันหลังเพาะ จะทำให้เมล็ดมีการงอกรากที่ช้า แต่เมื่อเมล็ดตั้งตัวได้และเข้าสู่ระยะการยืดขยายของเซลล์รากและลำต้น (8 วันหลังเพาะ) สามารถทำให้ต้นกล้ามีพัฒนาการการงอกได้เร็วและดีมากกว่าวิธีการอื่น ๆ อย่างชัดเจน นอกจากนี้ Clinic Technology Call Center (2010, Online) ได้สนับสนุนว่า เชื้อราบิววาเรียเมื่ออาศัยอยู่กับเมล็ดธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด และข้าวฟ่าง จะสามารถเจริญเติบโตสปอร์ได้ดี โดยไม่มีความเป็นพิษต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้การใช้ MMO4 และ MMO5 ซึ่งเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ชีวภาพที่ผ่านการหมักรวมกับสารตั้งต้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (ความลับทางการค้า) ทำให้มีส่วนของธาตุอาหารและฮอร์โมนพืชปะปนรวมอยู่ด้วย จึงเป็นอีกหนึ่งคุณสมบัติที่สามารถช่วยส่งเสริมกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์พืชให้เพิ่มสูงขึ้นจากเดิมได้ อีกทั้ง Zeng *et al*. (2012, pp. 1-5) ได้รายงานว่า จากการประยุกต์ใช้ไคโตซานเป็นสารเคลือบเมล็ดพันธุ์เพื่อใช้ป้องกันหนอนเจาะฝักถั่วเหลือง และเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองพบว่าการเคลือบเมล็ดร่วมกับการใช้ไคโตซานที่อัตรา 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลกระทบต่อความสามารถในการงอก และความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง อีกทั้งยังมีความงอกที่ดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ

ตารางที่ 3 แสดงการงอกราก ความเร็วในการงอกราก ความงอก และความเร็วในการงอก หลังผ่านการเคลือบเมล็ดร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus thuringiensis* และ *Beauveria bassiana* ในอัตราที่แตกต่างกัน เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ

กรรมวิธี[3/]	สภาพห้องปฏิบัติการ			
	การงอกราก (%)	ความเร็วในการงอกราก (ราก/วัน)	ความงอก (%)	ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน)
T1	76 b[1/2/]	32.00 b	75 b	14.63 e
T2	83 a	34.56 ab	81 ab	15.65 c
T3	59 c	23.56 c	84 a	16.38 a
T4	51 d	21.50 cd	81 ab	16.09 b
T5	52 d	20.72 d	81 ab	16.13 b
T6	83 a	33.22 ab	82 ab	15.47 d
T7	84 a	35.11 a	83 ab	15.65 c
T8	77 b	34.22 ab	82 ab	15.54 cd
F-test	**	**	*	**
CV.(%)	3.48	5.70	4.16	1.74

*, ** : มีความแตกต่างกันทางสถิติ P≤0.05 และ P≤0.01 ตามลำดับ

[1/] อักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ P≤0.05

[2/] แปลงข้อมูลการงอกรากและความงอก ก่อนนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิธี arcsin

[3/] T1 = เมล็ดไม่เคลือบ, T2 = การเคลือบเมล็ดด้วย CMC, T3 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. thuringiensis* 0.1 มิลลิลิตร, T4 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. thuringiensis* 0.2 มิลลิลิตร, T5 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. thuringiensis* 0.3 มิลลิลิตร, T6 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. bassiana* 0.1 มิลลิลิตร, T7 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. bassiana* 0.2 มิลลิลิตร และ T8 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. bassiana* 0.3 มิลลิลิตร

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหลังการเคลือบเมล็ดร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ในสภาพเรือนทดลอง

จากการตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหลังการเพาะทดสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว การเคลือบเมล็ดด้วย MMO4 อัตรา 0.1 และ 0.3 มิลลิลิตร มีการโผล่พ้นดินดีมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ ส่วนการพิจารณาความเร็วในการโผล่พ้นดินพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย MMO5

อัตรา 3 มิลลิลิตร ทำให้ต้นกล้ามีความเร็วในการโผล่พ้นดินแตกต่างและมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ แต่เมื่อตรวจสอบความงอกและความเร็วในการงอกพบว่า การเคลือบเมล็ดทุกกรรมวิธีไม่ทำให้ความงอกและความเร็วในการงอกมีความแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบเมล็ด (ตารางที่ 4) จากผลการทดลองหลังการเพาะตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองเห็นได้ชัดว่า ในระยะ 1-4 วันหลังเพาะ การเคลือบเมล็ดทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มของการโผล่พ้นดินและความเร็วในการโผล่พ้นดินของต้นกล้าถั่วเหลืองดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ ซึ่งเป็นการบ่งชี้ว่า เมล็ดที่เคลือบร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ MMO4 และ MMO5 ไม่มีผลกระทบต่อกระบวนการงอกในระยะแรกของต้นกล้าถั่วเหลือง อีกทั้งเมื่อพิจารณาทั้งความงอกและความเร็วในการงอกยังคงแสดงให้เห็นว่า การเคลือบเมล็ดทุกวิธีการไม่มีผลขัดขวางต่อกระบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ทั้งนี้หัวเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 2 สูตร เป็นจุลินทรีย์ที่ได้จากการหมักที่มีความจำเพาะของสถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (Institute of Product Quality and Standardization, 2020, Online) จึงไม่สามารถระบุอิทธิพลของวัสดุสำหรับการหมักได้โดยตรง แต่จากผลการทดลองเบื้องต้นในการตรวจสอบคุณภาพก่อนนำไปต่อยอดศึกษาการป้องกันแมลงในระดับต่อไป ยังคงแสดงให้เห็นว่า ทั้งสูตร MMO4 และ MMO5 ไม่มีผลกระทบต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

ตารางที่ 4 แสดงการโผล่พ้นดิน ความเร็วในการโผล่พ้นดิน ความงอก และความเร็วในการงอก หลังผ่านการเคลือบเมล็ดร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus thuringiensis* และ *Beauveria bassiana* ในอัตราที่แตกต่างกัน เมื่อตรวจสอบในสภาพเรือนทดลอง

กรรมวิธี[3/]	สภาพเรือนทดลอง			
	การโผล่พ้นดิน (%)	ความเร็วในการโผล่พ้นดิน (ต้น/วัน)	ความงอก (%)	ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน)
T1	19 b[1/2/]	5.17 c	83	13.37
T2	40 a	7.67 a-c	91	14.05
T3	35 a	9.06 ab	86	13.06
T4	31 ab	7.89 a-c	89	13.13
T5	33 a	8.44 a-c	85	12.97
T6	27 ab	6.89 bc	91	13.45
T7	30 ab	7.89 a-c	90	13.95
T8	29 ab	10.61 a	83	12.96
F-test	*	*	ns	ns
CV.(%)	14.76	27.75	6.72	5.21

ns, * : ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ, มีความแตกต่างกันทางสถิติ P≤0.05 ตามลำดับ

[1/] อักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ P≤0.05

[2/] แปลงข้อมูลการโผล่พ้นดินและความงอก ก่อนนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิธี arcsin

[3/] T1 = เมล็ดไม่เคลือบ, T2 = การเคลือบเมล็ดด้วย CMC, T3 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. thuringiensis* 0.1 มิลลิลิตร, T4 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. thuringiensis* 0.2 มิลลิลิตร, T5 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. thuringiensis* 0.3 มิลลิลิตร, T6 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. bassiana* 0.1 มิลลิลิตร, T7 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. bassiana* 0.2 มิลลิลิตร และ T8 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. bassiana* 0.3 มิลลิลิตร

การเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองหลังการเคลือบเมล็ดร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง

เมื่อตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหลังการเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย MMO4 อัตรา 0.3 มิลลิลิตร มีความยาวต้นกล้าสูงมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบและวิธีการอื่น ๆ แต่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับวิธีการเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว และการเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 อัตรา 0.2 มิลลิลิตร ส่วนการตรวจสอบความยาวรากพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียวทำให้ต้นกล้าถั่วเหลืองมีความยาวรากดีมากกว่าและแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ จากนั้นพิจารณาผลรวมต้นกล้าพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว การเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 อัตรา 0.1 และ 0.3 มิลลิลิตร มีผลรวมของต้นกล้ามากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ จากนั้นตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่า เมล็ดถั่ว

เหลืองที่ผ่านการเคลือบด้วย MMO5 อัตรา 0.3 มิลลิลิตร มีความยาวลำต้นของต้นกล้าดีมากกว่าและแตกต่างในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ แต่ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติกับการเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 อัตรา 0.1 และ 0.2 มิลลิลิตร (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลือง ผลการทดลองยังคงแสดงให้เห็นว่าการเคลือบเมล็ดทุกกรรมวิธีไม่มีผลกระทบต่อความยาวของต้นกล้าถั่วเหลือง โดยเฉพาะการเคลือบเมล็ดร่วมกับ MMO5 มีแนวโน้มทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นดีมากกว่าเมล็ดไม่เคลือบและการเคลือบเมล็ดด้วย MMO4 ทุกอัตรา ส่วนผลกระทบที่เกิดกับรากต้นกล้าพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย MMO4 อัตรา 0.1 มิลลิลิตร มีผลกระทบต่อการยืดขยายของรากต้นกล้าถั่วเหลือง แต่ไม่แตกต่างกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ อย่างไรก็ตาม การเคลือบเมล็ดร่วมกับ MMO4 และ MMO5 อัตราอื่น ๆ มีแนวโน้มทำให้รากของต้นกล้าถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตที่ดีอย่างชัดเจน จากนั้นเมื่อพิจารณาผลรวมต้นกล้าสามารถบ่งชี้ได้ชัดเจนว่า การเคลือบเมล็ดเพียงอย่างเดียว และการเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 ทุกอัตรา ทำให้ต้นกล้าถั่วเหลืองมีรากและลำต้นที่สามารถเจริญเติบโตมาเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์แข็งแรงได้ดีมากกว่าวิธีการอื่น ๆ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของต้นกล้าในสภาพเรือนทดลองยังคงพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 ทุกอัตรายังมีแนวโน้มทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่ดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ และการเคลือบเมล็ดด้วยวิธีการอื่น ๆ

ตารางที่ 5 แสดงความยาวต้น ความยาวราก และผลรวมต้นกล้า หลังผ่านการเคลือบเมล็ดร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus thuringiensis* และ *Beauveria bassiana* ในอัตราที่แตกต่างกัน เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ และสภาพเรือนทดลอง

กรรมวิธี[2/]	สภาพห้องปฏิบัติการ			สภาพเรือนทดลอง
	ความยาวต้น (มิลลิเมตร)	ความยาวราก (มิลลิเมตร)	ผลรวมต้นกล้า (มิลลิเมตร)	ความยาวต้น (มิลลิเมตร)
T1	104.55 d[1/]	104.55 c	209.10 e	47.93 d
T2	158.30 ab	155.13 a	313.43 a	56.20 d
T3	138.17 c	114.40 c	252.57 d	46.43 cd
T4	141.83 c	129.77 b	271.60 bc	55.08 b-d
T5	133.90 c	128.53 b	246.80 cd	52.90 b-d
T6	154.53 b	148.77 ab	303.30 a	59.67 a-c
T7	161.03 ab	134.23 b	295.27 ab	64.57 a-d
T8	167.30 a	136.50 ab	303.80 a	66.30 a
F-test	**	**	**	**
CV.(%)	5.35	10.12	6.36	11.94

** : มีความแตกต่างกันทางสถิติ P≤0.01

[1/] อักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ P≤0.05

[2/] T1 = เมล็ดไม่เคลือบ, T2 = การเคลือบเมล็ดด้วย CMC, T3 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. thuringiensis* 0.1 มิลลิลิตร, T4 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. thuringiensis* 0.2 มิลลิลิตร, T5 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. thuringiensis* 0.3 มิลลิลิตร, T6 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. bassiana* 0.1 มิลลิลิตร, T7 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. bassiana* 0.2 มิลลิลิตร และ T8 = การเคลือบเมล็ดด้วย *B. bassiana* 0.3 มิลลิลิตร

สรุปผลการวิจัย

จากผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus thuringiensis* (MMO4) และ *Beauveria bassiana* (MMO5) ในอัตราที่แตกต่างกัน แล้วนำมาเพาะตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันพบว่า

1. การเคลือบเมล็ดด้วย *B. bassiana* (MMO5) ทุกอัตรา มีแนวโน้มที่มีผลกระทบต่อคุณภาพด้านความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ *B. thuringiensis* (MMO4) ในอัตราที่แตกต่างกัน

2. การเคลือบเมล็ดด้วย MMO5 อัตรา 0.1 มิลลิลิตร เป็นอัตราแนะนำสำหรับใช้เคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

3. การเคลือบเมล็ดร่วมกับ MMO5 มีต้นทุนเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการเคลือบเมล็ดเพียงอย่างเดียว แต่เนื่องจากการทดลองนี้เป็นขั้นต้นสำหรับการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบเมล็ดร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ จากนั้นจะนำไปสู่ขั้นตอนต่อไปคือ การทดสอบการป้องกันการเข้าทำลายของแมลง ดังนั้นถ้าเมล็ดที่ผ่านการเคลือบร่วมกับ

หัวเชื้อจุลินทรีย์แล้วสามารถป้องกันการเข้าทำลายของแมลงได้ จึงมีความคุ้มทุนสูงมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบและการเคลือบเมล็ดเพียงอย่างเดียว

4. การเคลือบเมล็ดด้วย MMO4 ในอัตราลดลงจากอัตรา 0.1 มิลลิลิตร มีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในเชิงลบลดลง จึงควรระวังการใช้ MMO4 ร่วมกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองโดยการสัมผัสเมล็ดโดยตรงในอัตราความเข้มข้นสูงมาก เนื่องจากเป็นน้ำหมักหัวเชื้อจุลินทรย์ที่มีความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์สูง

เอกสารอ้างอิง

Agricultural Research Development Agency. (2016). *Maize, Soybean, Mung Bean and Peanut, Direction of Thai Economic Crops in Asean*. Bangkok: Pornsup Printing Co., Ltd. (in Thai).

Backer, R., Rokem, J. S., Ilangumaran, G., Lamont, J., Praslickova, D., Ricci, E., & Smith, D. L. (2018). Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Context, Mechanisms of Action, and Roadmap to Commercialization of Biostimulants for Sustainable Agriculture. *Frontiers in Plant Science, 9*, Article ID 1473, 1-17.

Clinic Technology Call Center. (2010). *Request Information of Insect Fungi Beauveria Bassiana* [Online]. Retrieved October 20, 2010, from: https://bit.ly/2SaZZdD. (in Thai).

Glick, B. R. (2012). Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications. *Scientifica, 2012,* Article ID 963401, 1-15.

Institute of Product Quality and Standardization. (2020). *Distribution of Biological Products (Microbes)* [Online]. Retrieved February 2, 2020, from: http://www.iqs.mju.ac.th. (in Thai).

ISTA (International Seed Testing Association). (2017). *International Rules for Seed Testing*, Edition 2017. Bassersdorf: International Seed Testing Association.

Kangsopa, J. (2019). Seed Coating. *Journal of Agricultural Production, 1*(2), 63-76. (in Thai).

Kesan, J. P. (2007). *Agricultural Biotechnology and Intellectual Property: Seeds of Change*. Wallingford, UK: CAB International.

Office of Agricultural Economics (Thailand). (2019). *Statistic of Exports* [Online]. Retrieved February 2, 2020, from: https://bit.ly/38Uqqem. (in Thai).

Pedrini, S., Merritt, D. J., Stevens, J. & Dixon K. (2017). Seed Coating: Science or Marketing Spin?.*Trends in Plant Science, 22*(2), 106-116.

Schillaci, M., Gupta, S., Walker, R., & Roessner, U. (2019). *The Role of Plant Growth-Promoting Bacteria in the Growth of Cereals under Abiotic Stresses*. pp. 1-21. *In:* Root Biology-Growth, Physiology, and Functions. London: IntechOpen.

Siri, B. (2015). *Seed Conditioning and Seed Enhancements*. Khon Kaen: Klungnanawitthaya Priting. (in Thai).

Su, W. F. (2013). *Principles of Polymer Design and Synthesis*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Zeng, D., Luo, X. & Tu, R. (2012). Application of Bioactive Coatings Based on Chitosan for Soybean Seed Protection. *International Journal of Carbohydrate Chemistry, 2012*, Article ID 104565, 1-5.