วารสารวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมการเกษตร
Agricultural Science and Innovations Journal
ปีที่ 56 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2568 | Vol.56 No.1 January-April 2025
https://li01.tci-thaijo.org/index.php/ASJ

ผลของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชร่วมกับพอลิเมอร์เคลือบเมล็ดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Effect of insecticide with polymer as seed coating on seed quality and seedling growth of maize

พิชญา นอกพุดซา[1]
Pichaya Nokphutsa[1]
สุวรรณา แก่นนาคำ[1]
Suwanna Kaennakham[1]
จริยา รอดดี[1,2]
Jariya Roddee[1,2]
วิศณีย์ โพธิ์หล้า[1,2,*]
Wissanee Pola[1,2,*]

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000
[2] ศูนย์วิจัยนวัตกรรมยกระดับคุณภาพผลิตผลทางการเกษตรเพื่ออุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000
[1] Department of School of Crop Production Technology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000
[2] Innovation of Quality Enhancement of Agricultural Products for Agro-Industry-Research Center, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000

*Corresponding author: wissanee@sut.ac.th

ประวัติบทความ

รับเรื่อง: 23 กรกฎาคม 2567
ปรับแก้ไข: 9 กันยายน 2567
รับตีพิมพ์: 2 ตุลาคม 2567

คำสำคัญ

อิมาเมกตินเบนโซเอท
ความเร็วในการงอก
การเคลือบเมล็ด
กล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนต์

Article History

Received: 23 July 2024
Revised: 9 September 2024
Accepted: 2 October 2024

Keywords

Emamectin benzoate
Speed of germination
Seed coating
Fluorescence microscopy

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์: การทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดส่งผลให้การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลงอย่างต่อเนื่อง การเคลือบเมล็ดร่วมกับสารกำจัดศัตรูพืชอาจช่วยป้องกันต้นกล้าในระยะแรกที่เจริญเติบโตได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการเคลือบเมล็ดด้วยสารพอลิเมอร์ PRIME GREEN G106 (PG) ร่วมกับสารกำจัดแมลงศัตรูพืชที่ชื่อว่า emamectin benzoate (EB)

วิธีดำเนินการวิจัย: นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มาเคลือบตามทรีตเมนต์ (T) ดังนี้ (T1) เมล็ดไม่เคลือบ (T2) เคลือบสาร PG และ (T3)–(T7) เคลือบสาร PG ผสมสาร EB ความเข้มข้น 0.01 0.05 0.1 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ประเมินความงอก ความเร็วในการงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า และการดูดซึมสารออกฤทธิ์ภายในต้นกล้า

ผลการวิจัย: การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคลือบ PG ผสมสาร EB ทุกความเข้มข้นไม่ทำให้เมล็ดมีความงอกแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ไม่เคลือบ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตาม การเคลือบเมล็ดด้วยสาร PG ผสมสาร EB ที่ความเข้มข้น 0.05–1.0 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าดีกว่าการเคลือบด้วยทรีตเมนต์อื่น นอกจากนี้ ผลจากการศึกษาการดูดซึมสารออกฤทธิ์ พบว่า ต้นกล้าสามารถดูดสารที่เคลือบเมล็ดผ่านระบบท่อลำเลียงในระหว่างการเจริญเติบโตได้

สรุป: การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสาร PG ร่วมกับการผสมสาร EB ความเข้มข้น 0.05–1.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้โดยยังคงความงอก ความงอกหลังการเร่งอายุ และการเจริญเติบโตของต้นกล้าได้สูง ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นก่อนการทดสอบประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์กับการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่อไป

การอ้างอิง

พิชญา นอกพุดซา, สุวรรณา แก่นนาคำ, จริยา รอดดี และ วิศณีย์ โพธิ์หล้า. 2568. ผลของสารกำจัดแมลงศัตรูพืชร่วมกับพอลิเมอร์เคลือบเมล็ดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. ว. วิทย. นวัต. กษ. 56(1): 1–12.

How to cite

Nokphutsa, P., S. Kaennakham, J. Roddee and W. Pola. 2025. Effect of insecticide with polymer as seed coating on seed quality and seedling growth of maize. Agric. Sci. Innov. J. 56(1): 1–12.

Abstract

Background and Objective: The infestation of fall armyworms dramatically decreases maize production. Coating seeds with insecticide may protect seedlings during the early growth stages. This research aims to trial seed coating using a PRIME GREEN G106 (PG) polymer combined with the insecticide emamectin benzoate (EB).

Methodology: Maize seeds were coated according to the following treatments (T): (T1) non-coated seeds, (T2) seeds coated with PG, and (T3)–(T7) seeds coated with PG mixed with EB at concentrations of 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, and 1.0%, to assess seed germination, germination speed, seedling growth, and the absorption of the active ingredient within seedlings.

Main Results: Seed coating with PG mixed with all concentrations of EB showed no statistically significant differences in seed germination compared to non-coated seeds ($P > 0.05$). However, seed coating with PG mixed with EB at concentrations of 0.05–1.0% showed the most favorable trend in seedling growth compared to the other treatments. Furthermore, the study on active ingredient absorption found that seedlings could uptake the substance from the coated seeds through the transport system during growth.

Conclusions: Coating seeds with PG mixed with 0.05–1.0% of EB can be applied to maize seeds while maintaining germination, germination after accelerated aging, and seedling growth. This will provide preliminary data before testing the efficacy of the active ingredients against fall armyworm infestation.

บทนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นอีกหนึ่งพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ในปี พ.ศ. 2566 มีสถิติการนำเข้าและส่งออกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นอันดับหนึ่งของประเทศไทย (Office of Agricultural Regulation, 2023) อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กำลังอยู่ในสถานการณ์วิกฤต โดยในปี พ.ศ. 2565–2566 ประเทศไทยมีแนวโน้มในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลง ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น ราคาปุ๋ยและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ต้องเพิ่มต้นทุนการผลิต สภาพแวดล้อมที่แปรปรวนและมีความรุนแรงอย่างต่อเนื่อง และการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูพืช เป็นต้น (Office of Agricultural Economics, 2023) โดยเฉพาะหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (*Spodoptera frugiperda*) ในข้าวโพดที่มักเข้าทำลายในระยะแรกของการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่มีอายุตั้งแต่ 10 วันหลังปลูก จนกระทั่งถึงระยะการออกฝัก โดยทั่วไปผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดมักจะวางไข่บนใบข้าวโพดอย่างต่อเนื่อง โดยจะวางไข่มากในระยะ 3 สัปดาห์แรกหลังจากข้าวโพดงอก หากมีการเพาะปลูกช่วงที่สภาพอากาศร้อนจัดและแห้งแล้ง (อุณหภูมิ 36–41 องศาเซลเซียส) จะพบหนอนอยู่ใต้ผิวดินและกัดกินเนื้อเยื่อเจริญส่วนโคนต้นข้าวโพด ทำให้เกิดอาการยอดเหี่ยวและต้นตาย ซึ่งสามารถสร้างความเสียหายให้กับผลผลิตได้มากถึง 73 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ (Nakhon Sawan Field Crops Research Center, 2023) อาจเป็นสาเหตุทำให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีปริมาณลดลง อีกทั้งยังทำให้เกษตรกรต้องใช้ปัจจัยการป้องกันแมลงศัตรูพืชในแปลงปลูกเพิ่มขึ้น (Hruska, 2019; Puetipongkun *et al.*, 2023) จากการรายงานของ Nakhon Sawan Field Crops Research Center (2023) พบช่วงเวลาที่ต้องมีการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด คือ ระยะตั้งแต่ข้าวโพดงอกจนถึงอายุประมาณ 30–34 วัน เนื่องจากมีการระบาดของหนอนค่อนข้างรุนแรงและเป็นช่วงที่ข้าวโพดยังฟื้นตัว

ได้เอง ดังนั้น การป้องกันกำจัดในช่วงดังกล่าวจะลดปริมาณหนอนที่จะเข้าทำลายในระยะออกฝัก ซึ่งเป็นระยะที่ต้นข้าวโพดสูงทำให้ยากต่อการพ่นสาร เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน และไม่มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนที่เจาะอยู่ในฝัก จากปัญหาดังกล่าวล้วนส่งผลต่อการผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทางเลือกที่อาจช่วยเพิ่มความสามารถในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ คือ การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่และมีประสิทธิภาพมาประยุกต์ใช้ร่วมด้วย

การเคลือบเมล็ดพันธุ์ (Seed coating) เป็นการนำพอลิเมอร์เคลือบรอบผิวของเมล็ดพันธุ์ เพื่อนำพาสารออกฤทธิ์ชนิดต่าง ๆ ให้ติดไปกับเมล็ดพันธุ์ เช่น สารเพิ่มการงอกและการเจริญเติบโต และสารป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืช เป็นต้น (Siri, 2015) ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ เพื่อยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้มีศักยภาพเพิ่มขึ้นตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้เมล็ดพันธุ์ชนิดนั้น ๆ โดยไม่ทำลายโครงสร้างและรูปร่างของเมล็ดพันธุ์ให้เปลี่ยนแปลงไป หากสภาวะการเคลือบและสารเคลือบที่ใช้มีความเหมาะสม นอกจากจะไม่ส่งผลเชิงลบต่อการงอก ยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับเมล็ดพันธุ์และปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย เนื่องจากการเคลือบเมล็ดพันธุ์จะไม่ทำให้เกิดฝุ่นหรือการฟุ้งกระจายของสารเคมี ซึ่งจะป้องกันเมล็ดและต้นกล้าได้ตรงเป้าหมายมากขึ้น (Timkratok, 2021) โดยการเลือกใช้สารออกฤทธิ์ตามความประสงค์ของการใช้งานนั้น ต้องคำนึงถึงผลกระทบในเชิงลบหรือส่งผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์น้อยที่สุด จึงจำเป็นต้องทดสอบความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ในพอลิเมอร์เคลือบผิวให้เหมาะสมกับเมล็ดพันธุ์พืชแต่ละชนิด (Siri, 2015; Afzal *et al*., 2020) เพื่อให้เกิดการปกป้องต้นกล้าในระยะแรกของการเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สารอิมาเมกตินเบนโซเอท (Emamectin benzoate; EB) เป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติช่วยกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดที่มีการแนะนำให้ใช้ในการผลิตข้าวโพด (Nakhon Sawan Field Crops Research Center, 2023) โดยมีสารออกฤทธิ์ในกลุ่มแมคโครไซคลิกแลคโตน (Macrocyclic lactone) ซึ่งได้มาจากอะเวอร์เมกติน (Avermectin) ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Wu *et al*., 2016) จากการรายงานของ Muraro *et al*. (2021) พบว่า การฉีดพ่นสาร EB ให้ต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ระยะที่มีใบจริงจำนวน 4 ใบ ในอัตราที่แนะนำในแปลงทดลองนั้น (15 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ โดยเจือจางในน้ำ 150 ลิตร) ช่วยยับยั้งการเจริญของตัวอ่อนของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในใบข้าวโพดได้ดีกว่าการไม่ให้สารดังกล่าว อย่างไรก็ตาม อัตราการใช้สาร EB เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพจากการแนะนำส่วนใหญ่นั้นเป็นอัตราแนะนำสำหรับการฉีดพ่นในแปลงปลูก แต่ยังไม่พบงานวิจัยรองรับการนำสาร EB ในอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดโดยไม่ส่งผลกระทบต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตในพืชแต่ละชนิดภายหลังการเคลือบเมล็ด ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับอัตราที่เหมาะสมกับชนิดพืชนั้นต่อไป

นอกจากนี้ การศึกษาการดูดซึมสารเพื่อติดตามสารออกฤทธิ์ในระบบท่อลำเลียง (Transport system) ของต้นกล้าพืชอาจทำให้ทราบถึงการลำเลียงของสารออกฤทธิ์ในส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้าจากเทคนิคการเคลือบเมล็ดได้ชัดเจนมากขึ้น (Zhang *et al*., 2020) ทั้งนี้ การนำกล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescence microscope) มาใช้ศึกษาร่วมกับการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ถือเป็นส่วนหนึ่งในการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการเคลือบเมล็ดพันธุ์ได้ ดังนั้น ในเบื้องต้นของงานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสารออกฤทธิ์ EB ที่ผสมร่วมกับพอลิเมอร์ทางการค้า ด้วยวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พร้อมกับติดตามการดูดซึมสารออกฤทธิ์ภายในต้นกล้า เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นก่อนการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคลือบเมล็ดกับการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่าง แผนการทดลอง และการเคลือบเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ใช้ในการศึกษาเป็นของบริษัท แปซิฟิคเมล็ดพันธุ์ จำกัด ที่รับซื้อจากแปลงเกษตรกร จำนวน 2 แปลง แปลงที่ 1 จากอำเภอสีคิ้ว (Lot 1) และแปลงที่ 2 จากอำเภอครบุรี (Lot 2) จังหวัดนครราชสีมา โดยการนำเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวและกะเทาะแล้วมาลดความชื้นในโรงตากเมล็ดพันธุ์ ให้ความชื้นในเมล็ดลดเหลือเท่ากับ 10 ± 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นจึงนำมาทำความสะอาดด้วยเครื่องคัดแยกเมล็ดพันธุ์ในระดับห้องปฏิบัติการ ดำเนินการศึกษา ณ อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาคารเกษตรภิวัฒน์ และฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา สำหรับสารเคลือบผิวเมล็ดพันธุ์ที่ทดสอบได้จากการเตรียมพอลิเมอร์ทางการค้าชนิด PRIME GREEN G106 (PG) (บริษัท เซเรส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ประเทศไทย) ผสมกับสารกำจัดแมลงศัตรูพืชชนิดอิมาเมกตินเบนโซเอท (EB) (บริษัท ฟอร์เวิร์ด ประเทศไทย 1989 จำกัด)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีทรีตเมนต์ทั้งหมด

7 ทรีตเมนต์ ได้แก่ ทรีตเมนต์ที่ 1 เมล็ดไม่เคลือบสาร (Non-coated seed) ทรีตเมนต์ที่ 2 สารเคลือบ PG ทรีตเมนต์ที่ 3 สารเคลือบ PG ผสมสาร EB ความเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ ทรีตเมนต์ที่ 4 สารเคลือบ PG ผสมสาร EB ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ ทรีตเมนต์ที่ 5 สารเคลือบ PG ผสมสาร EB ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ทรีตเมนต์ที่ 6 สารเคลือบ PG ผสมสาร EB ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ และทรีตเมนต์ที่ 7 สารเคลือบ PG ผสมสาร EB ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำทุกทรีตเมนต์มาเคลือบเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ด้วยเครื่องเคลือบในระดับห้องปฏิบัติการ (รุ่น CERES KSC-02 บริษัท เซเรส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด) ในอัตราส่วนเมล็ด (กรัม) ต่อสารเคลือบ (มิลลิลิตร) เท่ากับ 100:6 และสารเรืองแสง rhodamine B (RB) ที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นจึงลดความชื้นเมล็ดที่เคลือบในสภาพห้องปกติ (30 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือจนกว่าเมล็ดพันธุ์มีความชื้นลดลงเท่ากับ 10 ± 2 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เครื่องวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์ (รุ่น KU–60 บริษัท เกรนชัวร์ จำกัด) ซึ่งแสดงลักษณะปรากฏของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการเคลือบดัง Figure 1 จากนั้นจึงนำเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบไปตรวจสอบความงอก โดยการศึกษาเบื้องต้นทดสอบความงอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ Lot 1 และ Lot 2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของสารเคลือบเมล็ดพันธุ์

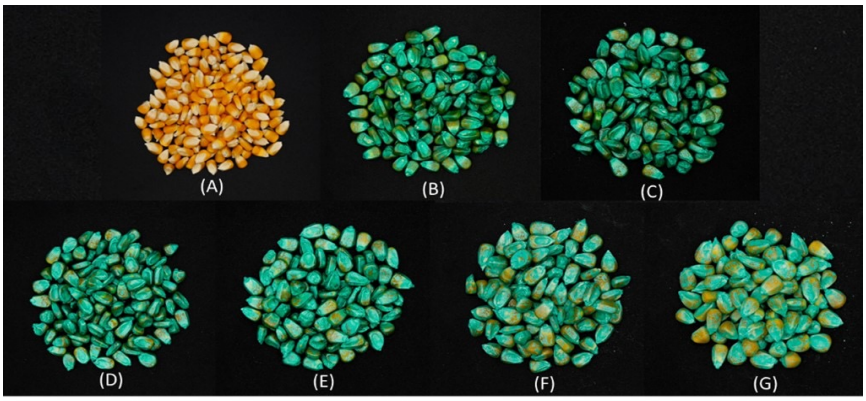

Figure 1 The coated maize seeds with non-coating (A), PG (B), PG + 0.01% EB (C), PG + 0.05% EB (D), PG + 0.1% EB (E), PG + 0.5% EB (F), and PG + 1.0% EB (G). EB = Emamectin benzoate, PG = PRIME GREEN G106.

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายหลังการเคลือบ

ทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีมาตรฐาน (Standard germination test; germination (%)) ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ตามวิธีของ ISTA (International Seed Testing Association, 2018) โดยนำเมล็ดพันธุ์ จำนวน 50 เมล็ดต่อซ้ำ มาเพาะด้วยวิธีเพาะระหว่างกระดาษ (Between paper; BP) จำนวน 4 ซ้ำต่อทรีตเมนต์ ในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิคงที่เท่ากับ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นประเมินความงอกเมื่อครบ 4 และ 7 วันหลังเพาะ โดยต้นอ่อนปกติจะมีลักษณะของรากและลำต้นสมบูรณ์ และยอดโผล่พ้นจากปลอกหุ้มยอดเกินมาครึ่งหนึ่งของความยาวปลอกหุ้ม และคำนวณเปอร์เซ็นต์การงอกตามสมการที่ [1]

$$\text{Germination (\%)} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะทั้งหมด}} \times 100 \quad \text{--- [1]}$$

การเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ (Accelerated aging test; AA-test) เป็นอีกหนึ่งวิธีในการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Woltz and TeKrony, 2001) โดยนำเมล็ดทุกทรีตเมนต์วางบนตะแกรง แล้วบรรจุในขวดโหลแก้ว เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิทก่อนนำไปวางในตู้บ่มที่ตั้งอุณหภูมิคงที่เท่ากับ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด จึงนำเมล็ดไปวิเคราะห์คุณภาพทั้งด้านความงอกและการเจริญเติบโตทางลำต้นต่อไป

ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Speed of germination) ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ (Ellis and Roberts, 1980) เป็นการนำเมล็ดพันธุ์ไปเพาะเช่นเดียวกันกับการหาเปอร์เซ็นต์ความงอก แต่จะเริ่มนับต้นอ่อนปกติทุกวันภายหลังการสังเกตเห็นต้นอ่อนปกติเริ่มงอก จนกระทั่งถึงวันสุดท้ายของการประเมิน ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้ ดัชนีความงอก (Germination index; GI) และระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (Mean germination time; MGT) จะเป็นการนำผลของจำนวนต้นปกติที่งอกในแต่ละวันมาคำนวณตามสมการที่ [2] และ [3] ดังนี้

Germination Index = ผลรวมของ (จำนวนต้นกล้าปกติที่นับในแต่ละวัน / จำนวนวันหลังการเพาะที่นับ) --- [2]

$$\text{Mean germination time} = \frac{\text{(ผลรวมของ (จำนวนต้นกล้าปกติที่นับในแต่ละวัน} \times \text{จำนวนวันหลังการเพาะที่นับ))}}{\text{ผลรวมของจำนวนต้นกล้าปกติที่งอกทั้งหมด}} \quad \text{--- [3]}$$

การวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้า (Seedling growth) โดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพาะด้วยวิธี BP จำนวน 25 เมล็ดต่อซ้ำ ทำทั้งหมด 4 ซ้ำ หลังจากนั้นนำไปเพาะในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส วางในที่มืดเป็นเวลา 7 วัน จึงนับจำนวนต้นกล้าปกติ วัดความยาวรากและความยาวลำต้น (Root and shoot lengths) ด้วยไม้บรรทัด (หน่วยเป็นเซนติเมตร) และหาค่าเฉลี่ยจากข้อมูลที่บันทึก จากนั้นนำต้นกล้าปกติไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48–96 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง (หน่วยเป็นมิลลิกรัม) เพื่อหาน้ำหนักแห้ง (Dry weight matter; DW) และคำนวณอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (Seedling growth rate; SGR) ตามสมการที่ [4] ดังนี้

$$\text{Seedling growth rate (mg/plant)} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}} \quad \text{--- [4]}$$

สำหรับค่าดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้า (Seedling vigor index; SVI) เป็นการนำค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดที่เพาะในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อมและค่าที่ได้จากการวัดความยาวของต้นกล้าในส่วนต้นและราก (Amirkhani *et al*., 2019) มาคำนวณตามสมการที่ [5] ดังนี้

$$\text{Seedling vigor index} = (\text{ความยาวต้น} + \text{ความยาวราก}) \times \text{เปอร์เซ็นต์ความงอก} \quad \text{--- [5]}$$

ศึกษาการดูดซึมสารของต้นกล้า โดยการนำสารเคลือบที่ใช้ทดสอบมาผสมกับสารเรืองแสง RB ที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ (Wang *et al*., 2020) จากนั้นนำมาเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และเพาะเมล็ดในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อมเช่นเดียวกันกับการหาเปอร์เซ็นต์ความงอก จนได้ต้นกล้าที่มีอายุ 7 วัน จากนั้นเตรียมตัวอย่างสไลด์สดของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยมีส่วนของต้นกล้าที่ศึกษา ได้แก่ ราก ลำต้น และใบ จากนั้นนำมาศึกษาการดูดซึมสารผ่านระบบท่อลำเลียงภายใต้กล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescence microscope) (รุ่น Nikon ECLIPSE 80i ประเทศญี่ปุ่น)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) จำนวน 4 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's HSD (Honestly significant difference test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistic base authorized user version 29

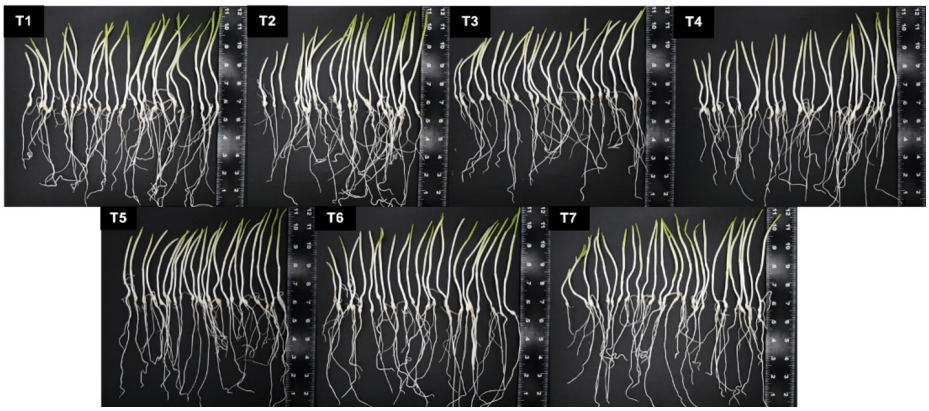

Figure 2 The appearance of 7-days seedlings of the coated seeds (Lot 1 and lot 2) with non-coated seed (T1), PG (T2), PG + 0.01% EB (T3), PG + 0.05% EB (T4), PG + 0.1% EB (T5), PG + 0.5% EB (T6), and PG + 1.0% EB (T7) in laboratory condition. EB = Emamectin benzoate, PG = PRIME GREEN G106.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของการเคลือบและการเร่งอายุต่อความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ Lot 1 และ Lot 2 ที่มีความงอกเริ่มต้นเท่ากับ 98.0 และ 96.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มาเคลือบด้วยพอลิเมอร์ทางการค้า PG ผสมกับสาร EB ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (Table 1) พบว่า เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ Lot 1 ที่เคลือบทุกทรีตเมนต์มีความงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดไม่เคลือบ ยกเว้นการเคลือบสาร PG ผสมสาร EB ความเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ ที่ทำให้เมล็ดมีความงอกต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในทำนองเดียวกัน เมื่อนำเมล็ด Lot 2 มาเคลือบเพื่อยืนยันประสิทธิภาพของสารเคลือบ พบว่า การเคลือบทุกทรีตเมนต์ทำให้เมล็ดมีความงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดไม่เคลือบ ซึ่งมีความงอกอยู่ในช่วง 94.5–98.5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงนำเมล็ดใน Lot 2 มาทดสอบการเร่งอายุเมล็ดที่เคลือบเพื่อประเมินความแข็งแรง (Figures 3–4) จากผลการทดสอบ พบว่า ความงอกของเมล็ดพันธุ์ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง ซึ่งเมล็ดมีความงอกลดลงโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 81.3–88.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม การเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ Lot 2 ทุกทรีตเมนต์ไม่ส่งผลกระทบในเชิงลบต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ไม่เคลือบ (Figure 3A) ในทำนองเดียวกับ Kangsopa and Jeephet (2021) ที่รายงานว่า การเคลือบเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผ่านการเตรียมความพร้อม (Seed priming) ร่วมกับสาร captan ที่เป็นสารป้องกันเชื้อรา ทำให้เมล็ดงอกได้ดีขึ้นทั้งในห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลอง สอดคล้องกับการทดลองของ Wilson and Geneve (2004) ที่รายงานว่า การเคลือบเมล็ดข้าวโพดหวานชนิด Shrunken-2 ที่มีความแข็งแรงแตกต่างกัน 2 ชุด (สูงและต่ำ) ด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อราชนิด Apron FL + Captan 400 + Thiram 42S + Vitavax 34 ผสมในพอลิเมอร์ พบว่า การเคลือบไม่มีผลต่อการงอกทั้งในเมล็ดที่มีความแข็งแรงสูงและต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่เคลือบเมล็ด ดังนั้น ในการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับสารออกฤทธิ์ชนิดต่าง ๆ หากมีการผสมในอัตราส่วนที่เหมาะสม นอกจากจะไม่ส่งผลกระทบต่อการงอก แต่อาจช่วยส่งเสริมให้เมล็ดมีความแข็งแรงและสามารถงอกได้ดีขึ้น ซึ่งจะเป็นอีกหนึ่งวิธีการปกป้องต้นกล้าจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชหรือเชื้อราในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของต้นกล้าในแปลงปลูกได้

นอกจากนี้ เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ Lot 2 ที่เคลือบแล้วมาประเมินความเร็วในการงอก (Figures 3B–3C) โดยค่าดัชนีความงอก (GI) แสดงจำนวนต้นอ่อนปกติที่งอกได้ในแต่ละวันหลังการเพาะ จากผลการทดลองใน Figure 3B พบว่า ภายหลังการเคลือบเมล็ดทุกทรีตเมนต์ แสดงค่า GI ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบเมล็ดพันธุ์ไม่เคลือบ ภายหลังการเร่งอายุทำให้เมล็ดพันธุ์มีค่า GI ลดลง และไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ในทุกทรีตเมนต์ที่ทดสอบ สำหรับระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) หากมีค่าน้อย แสดงว่า เมล็ดพันธุ์ชุดนั้นสามารถงอกได้เร็วกว่า จากผลใน Figure 3C แสดงให้เห็นว่า ภายหลังการเคลือบเมล็ดด้วยสาร PG ผสมสาร EB ความเข้มข้น 0.05 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงค่า MGT น้อยไม่แตกต่างจากเมล็ดพันธุ์

Table 1 Germination of coated seeds as pre-tested coating formulations in 2 lots of maize

Treatments	Germination (%)	
	Lot 1	Lot 2
T1: Non-coated seed	98.0 ± 2.0[a]	96.0 ± 1.6
T2: PG	99.3 ± 1.2[a]	98.5 ± 1.9
T3: PG + 0.01% EB	82.7 ± 8.0[b]	96.0 ± 0.0
T4: PG + 0.05% EB	96.0 ± 2.0[a]	98.0 ± 1.6
T5: PG + 0.1% EB	97.3 ± 1.2[a]	98.0 ± 0.0
T6: PG + 0.5% EB	96.0 ± 2.0[a]	94.5 ± 3.4
T7: PG + 1.0% EB	92.7 ± 2.3[a]	95.5 ± 3.8
P-value	0.001	0.140
F-test	**	ns
C.V. (%)	3.4	2.3

Means within the same column followed by different superscript letters (a, b) are significantly different ($P < 0.05$). Values are presented as mean ± standard deviation, EB = emamectin benzoate, PG = PRIME GREEN G106.

ไม่เคลือบ (P > 0.05) และภายหลังการทดสอบเร่งอายุพบว่าเมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกลดลง ทั้งนี้ อาจเกิดจากสภาวะการให้ความร้อนและความชื้นในระหว่างทดสอบการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ส่งผลให้กระบวนการทางชีวเคมีภายในเมล็ดพันธุ์เกิดได้เร็ว (Priestley, 1986) เมื่อนำมาเพาะจึงงอกได้เร็วขึ้น อย่างไรก็ตาม การเคลือบด้วยสาร PG ผสมสาร EB ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงค่า MGT สูงไม่แตกต่างจากเมล็ดพันธุ์ไม่เคลือบ แต่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (P < 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับการเคลือบสาร PG เพียงอย่างเดียว (T2) และที่ผสมสาร EB ความเข้มข้น 0.01–0.1 เปอร์เซ็นต์ (T3–T5) ซึ่งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เคลือบร่วมกับสาร EB ในความเข้มข้นต่ำกว่า 0.1 เปอร์เซ็นต์ อาจทำให้สารที่นำมาเคลือบเมล็ดพันธุ์มีความเจือจางมากกว่า จึงไม่กีดขวางการแทงทะลุของต้นอ่อน ทำให้ใช้เวลาในการงอกเฉลี่ยสั้นกว่าเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดเคลือบร่วมกับสาร EB ที่ความเข้มข้นที่สูงกว่า 0.5–1.0 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เป็นเพียงข้อสันนิษฐานที่จำเป็นต้องมีการพิสูจน์ต่อไป

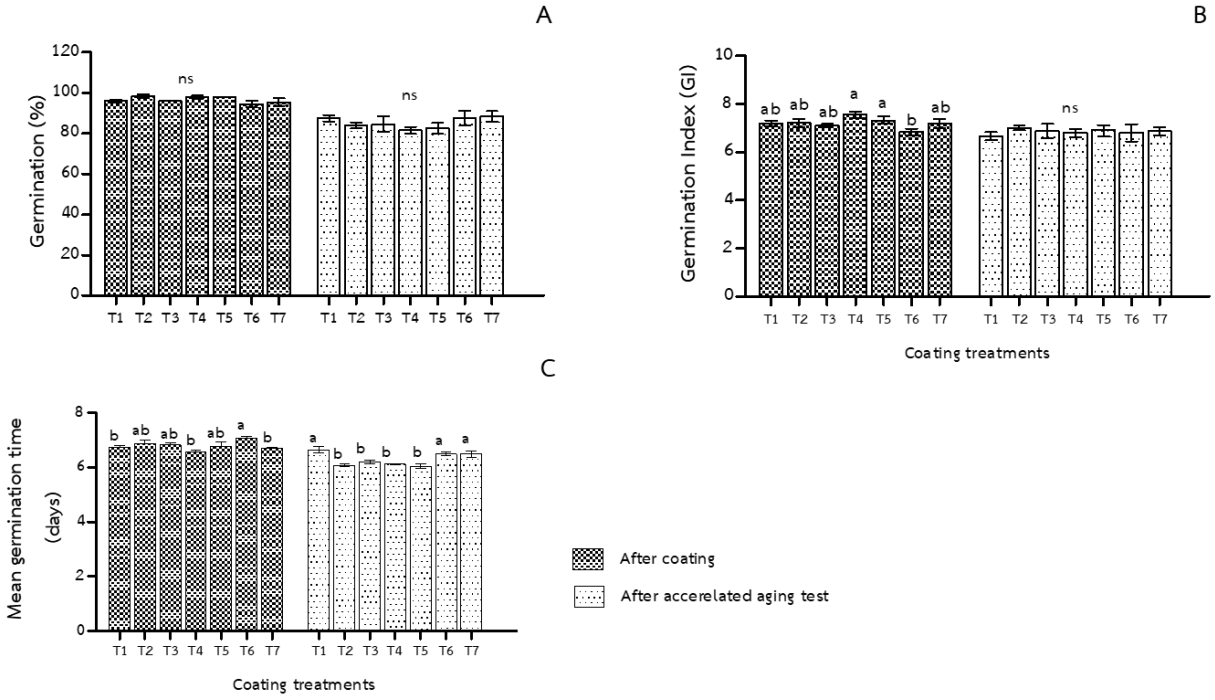

Figure 3 Germination (A), germination index (B), and mean germination time (C) of maize seed (Lot 2) after coating and after the accelerated aging test (AA-test). a,b Means within the groups are significantly different according to Turkey's HSD Test (P < 0.05). T1 = non-coated seed, T2 = PG, T3 = PG + 0.01% EB, T4 = PG + 0.05% EB, T5 = PG + 0.1% EB, T6 = PG + 0.5% EB, and T7 = PG + 1.0% EB. EB = emamectin benzoate, PG = PRIME GREEN G106.

ผลของการเคลือบและการเร่งอายุต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

สำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้าภายหลังการเคลือบจากการวัดความยาวลำต้นและรากของต้นกล้าที่อายุ 7 วันหลังการเพาะ (Table 2) พบว่า ภายหลังการเคลือบทุกทรีตเมนต์ทำให้ความยาวรากและลำต้นของต้นกล้าไม่แตกต่างจากเมล็ดพันธุ์ไม่เคลือบ (P > 0.05) แต่ภายหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ พบว่าการเคลือบร่วมกับสาร EB ความเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ (T3) ทำให้ต้นกล้ามีความยาวรากและลำต้นต่ำที่สุด (P < 0.05) ในขณะที่การเคลือบด้วยทรีตเมนต์อื่น ๆ ทำให้ต้นกล้ามีความยาวรากไม่แตกต่างจากเมล็ดไม่เคลือบ (P > 0.05) แต่มีความยาวลำต้นสูงกว่าเมล็ดไม่เคลือบ (P < 0.05) โดยเฉพาะการเคลือบสาร PG ผสมสาร EB ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ (T4) ภายหลังการเร่งอายุที่ทำให้ต้นกล้ามีความยาวรากและลำต้นสูงที่สุด (P < 0.05) นอกจากนี้ เมื่อประเมินผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ต่อการวัดอัตราการเจริญเติบโต (SGR) และน้ำหนักแห้ง (DW) ของต้นกล้า หากมีค่าสูงจะบ่งบอกว่าต้นกล้ามีขนาดใหญ่และมีการสะสมน้ำหนักแห้งมาก

Table 2 Root and shoot lengths of maize seedlings (Lot 2) after coating and after the accelerated aging test (AA-test)

Treatments	Root length (cm)		Shoot length (cm)	
	After coating	After AA-test	After coating	After AA-test
T1: Non-coated seed	13.3 ± 2.1	15.4 ± 0.4^{ab}	12.5 ± 0.4	12.0 ± 1.3^{c}
T2: PG	12.8 ± 1.2	13.8 ± 1.6^{b}	11.5 ± 1.2	11.1 ± 1.1^{cd}
T3: PG + 0.01% EB	12.5 ± 0.9	12.0 ± 1.1^{c}	10.5 ± 0.3	10.2 ± 0.6^{d}
T4: PG + 0.05% EB	12.6 ± 0.5	16.2 ± 0.7^{a}	12.4 ± 1.5	17.2 ± 0.4^{a}
T5: PG + 0.1% EB	12.6 ± 0.7	14.4 ± 1.5^{ab}	12.6 ± 2.1	15.5 ± 1.0^{b}
T6: PG + 0.5% EB	14.5 ± 0.6	14.8 ± 1.3^{ab}	12.6 ± 1.8	14.8 ± 0.5^{b}
T7: PG + 1.0% EB	14.4 ± 1.0	15.7 ± 2.0^{ab}	12.9 ± 1.1	14.4 ± 0.9^{b}
P-value	0.059	0.008	0.210	0.000
F-test	ns	**	ns	***
C.V. (%)	8.4	9.5	11.0	6.7

Means within the same column followed by different superscript letters (a, b, c, d) are significantly different ($P < 0.05$). Values are presented as mean ± standard deviation, EB = emamectin benzoate, PG = PRIME GREEN G106.

จากผลการทดลองแสดงใน Figures 4A–4B พบว่า ภายหลังการเคลือบเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยสาร PG ผสมสาร EB ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้นกล้ามีค่า SGR และ DW สูงกว่าความเข้มข้นอื่นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดไม่เคลือบ ($P > 0.05$) หลังจากนำเมล็ดพันธุ์ไปเร่งอายุ พบว่า เมล็ดที่เคลือบสาร PG ผสมสาร EB ความเข้มข้น 0.05–1.0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้นกล้ามีค่า SGR สูงไม่แตกต่างจากเมล็ดไม่เคลือบ ($P > 0.05$; Figure 4A) แต่ทำให้ค่า DW สูงกว่าทรีตเมนต์ที่เป็นสารเคลือบ PG เพียงอย่างเดียว สารเคลือบผสม EB ความเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดพันธุ์ไม่เคลือบ (Figure 4B) เช่นเดียวกับค่าดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้า (SVI) (Figure 4C) ที่พบว่า การเคลือบสาร PG ผสมสาร EB ความเข้มข้น 0.05–1.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงไม่แตกต่างจากเมล็ดพันธุ์ที่เป็นชุดควบคุมทั้งภายหลังการเคลือบและการเร่งอายุ ในขณะที่ การเคลือบเมล็ดด้วยสาร PG เพียงอย่างเดียว และการเคลือบร่วมกับสาร EB ความเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ แสดงค่าการเจริญเติบโตของต้นกล้าต่ำที่สุด (Figures 4A–4C) จากการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคลือบ PG เพียงอย่างเดียวและการเคลือบร่วมกับสาร EB ที่ความเข้มข้นต่ำ (0.01 เปอร์เซ็นต์) ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามากกว่าความเข้มข้น 0.05–1.0 เปอร์เซ็นต์ ในทำนองเดียวกับ Mobli *et al*. (2020) พบว่า การใช้สารไกลโฟเซตที่เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทดูดซึมความเข้มข้น 2.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ทำให้ต้นวัชพืช *Sonchus oleraceus* มีการเจริญเติบโตทางลำต้นต่ำกว่าการใช้สารที่ความเข้มข้น 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะในบางกรณีการใช้สารเคมีในปริมาณที่ต่ำส่งผลให้เกิด hormesis ซึ่งเป็นภาวะที่สารเคมีในปริมาณต่ำทำให้พืชเครียดเล็กน้อย แทนที่จะส่งเสริมการเติบโต แต่พืชจะต้องใช้พลังงานในการตอบสนองต่อความเครียดนั้นทำให้การเจริญเติบโตของพืชชะลอตัวลง (Calabrese and Baldwin, 2002) อย่างไรก็ตาม ในการศึกษา hormesis ทางการเกษตรเกี่ยวกับการใช้สารเคมีต่าง ๆ มักพบว่าสารเคมีในปริมาณต่ำจะกระตุ้นให้พืชตอบสนองด้านการเติบโตดีขึ้น แต่ในปริมาณสูงเกินไปจะส่งผลเสีย (Calabrese and Baldwin, 2003) ซึ่งมีความขัดแย้งกับการศึกษาในครั้งนี้ ดังนั้น ยังคงต้องมีการวิจัยในเชิงลึกเพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกการเกิดและผลกระทบดังกล่าวให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม สาร EB ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นพืช (Wu *et al*., 2016) การทดสอบสาร EB ที่ความเข้มข้น 15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และละลายในน้ำ 150 ลิตร โดยการนำมาฉีดพ่นให้กับต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในระหว่างการเจริญเติบโตระยะ V4 พบว่า สามารถยับยั้งการเติบโตของหนอนกระทู้ข้าวโพด (*S. frugiperda*) บริเวณใบของต้นข้าวโพดได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นพืช (Muraro *et al*., 2021) ทั้งนี้ หากมีการใช้สาร EB มากจนเกินไปอาจส่งผลเสีย เช่น ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อระบบนิเวศ พืชทดสอบ ผู้ใช้งาน และอาจทำให้เกิดปัญหาการดื้อยาในแมลงศัตรูพืช (National Center for Biotechnology Information, 2024) จากผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ พบว่า สาร EB ที่ผสมกับพอลิเมอร์เคลือบผิวเมล็ดพันธุ์ นอกจากจะไม่ส่งผลกระทบต่อความงอกของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แล้ว ยังมีแนวโน้มช่วยให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าทั้งภายหลังการเคลือบและหลังการเร่งอายุได้ ทั้งนี้ ยังไม่มีการรายงานรองรับการใช้งาน EB ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชในทางตรง ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาในเชิงลึกต่อไป แต่อาจจะมีผลกระทบทางอ้อม เช่น หากมีการใช้สาร EB ในอัตราส่วนที่เหมาะสม จะปกป้องต้นกล้าจากแมลงศัตรูพืชที่จะเข้าทำลายต้นกล้าในระยะแรกของการเจริญเติบโต ซึ่งจะช่วยให้ต้นกล้าเจริญเติบโตอย่างแข็งแรง เพิ่มโอกาสรอดชีวิต และนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตได้

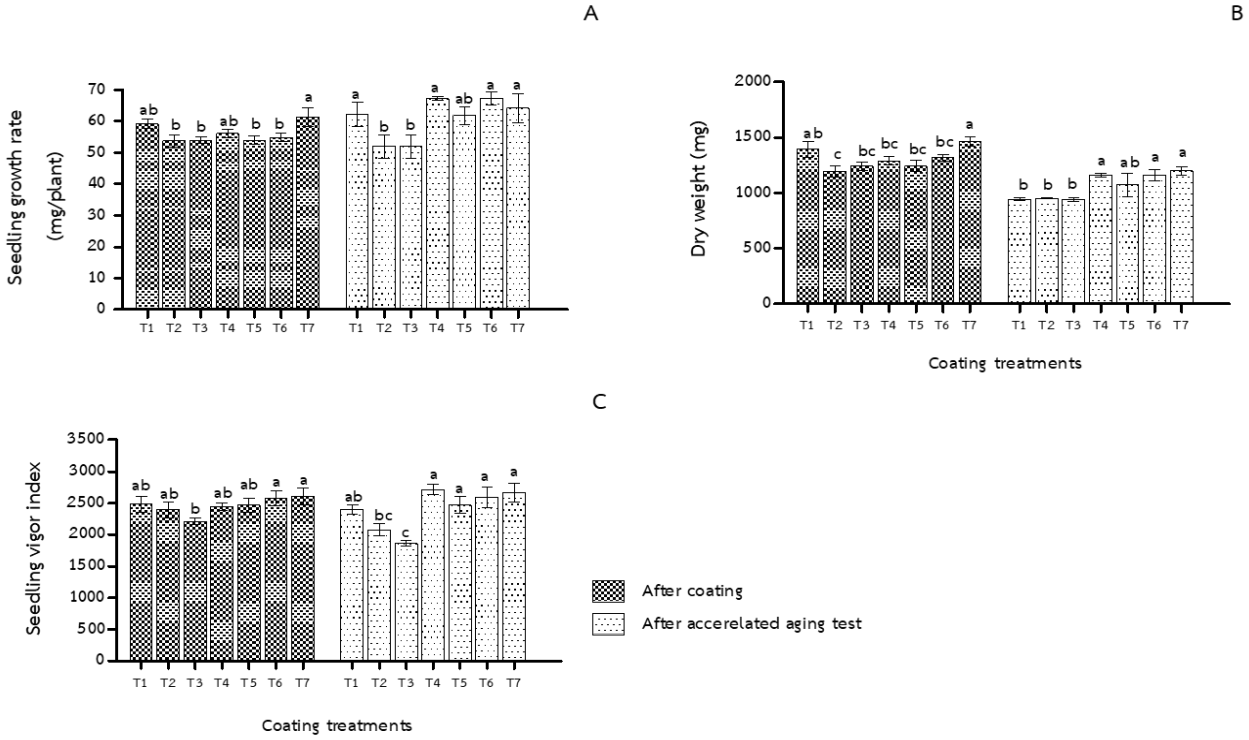

Figure 4 Seedling growth rate (A), dry weight (B), and seedling vigor index (C) of maize seed (Lot 2) after coating and after the accelerated aging test (AA-test). a,b,c Means ± standard deviation (n=4) within the groups are significantly different according to Turkey's HSD Test ($P < 0.05$). T1 = non-coated seed, T2 = PG, T3 = PG + 0.01% EB, T4 = PG + 0.05% EB, T5 = PG + 0.1% EB, T6 = PG + 0.5% EB, and T7 = PG + 1.0% EB. EB = emamectin benzoate, PG = PRIME GREEN G106.

ผลการศึกษาการดูดซึมสารภายในต้นกล้าด้วยกล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนต

จากการศึกษาการดูดซึมสารภายในต้นกล้าภายหลังการเคลือบเมล็ดด้วยกล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนต์ โดยการใช้สารเรืองแสงชนิด RB ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับสารเคลือบ PG และสาร EB ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความเข้มข้นของสารที่เลือกทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตค่อนข้างดี จึงนำมาใช้เพื่อเคลือบเมล็ดพันธุ์ก่อนการเพาะทดสอบโดยเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ (ชุดควบคุม) จากผลการศึกษาใน Figure 5 แสดงให้เห็นการดูดซึมของสารเรืองแสง RB ไปตามระบบท่อลำเลียงของต้นกล้า ซึ่งมีลักษณะการเรืองแสงเป็นสีแดงตลอดท่อลำเลียงตั้งแต่ราก ลำต้น และใบค่อนข้างชัดเจน (Figures 5D–5F) ในขณะที่ ต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เพาะจากเมล็ดชุดควบคุมที่ไม่ได้เคลือบสาร (Figures 5A–5C) ไม่พบการเรืองแสงในท่อลำเลียงของต้นกล้า เนื่องจากไม่ได้ให้สารเรืองแสงในเมล็ดพันธุ์ชุดดังกล่าว ดังนั้น การเคลือบเมล็ดด้วยการผสมสาร PG สาร EB และสาร RB สามารถประเมินได้ว่าเมล็ดที่เคลือบ ในระหว่างการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า จะมีการดูดซึมของสารเคลือบเข้าสู่ภายในเปลือกหุ้มเมล็ดและไปตลอดทุกส่วนตั้งแต่ราก ลำต้น และใบของต้นกล้าได้ โดยมีเนื้อเยื่อลำเลียงในพืชที่สำคัญ เช่น ไซเลม (Xylem) ที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุจากรากไปยังส่วนอื่น ๆ ภายในต้นพืชได้ (Taiz and Zeiger, 2002) เช่นเดียวกัน

กับการศึกษาของ Wang *et al*. (2020) ที่ศึกษาการดูดซึมของสารเรืองแสงหลายชนิดผ่านเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองด้วยเทคนิค IVIS spectrum image system พบว่า สาร RB ที่ความเข้มข้น 0.05–0.1 เปอร์เซ็นต์ สามารถเปล่งแสงภายในเนื้อเยื่อของต้นกล้าได้ทุกส่วนทั้งราก ลำต้นใต้ใบเลี้ยง ใบเลี้ยง ลำต้นเหนือใบเลี้ยง และใบที่ค่อนข้างสม่ำเสมอมากกว่าสารเรืองแสงชนิดอื่น เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Salanenka and Taylor (2008) และ Su *et al*. (2019) ที่รายงานว่า เมล็ดถั่วฝักยาวและแตงกวาสามารถดูดซับสารเรืองแสงผ่านเปลือกหุ้มเมล็ดเข้าไปในต้นกล้าได้ จึงพบสารเรืองแสงภายในระบบท่อลำเลียงของราก ลำต้นใต้ใบ ใบเลี้ยง และใบจริง

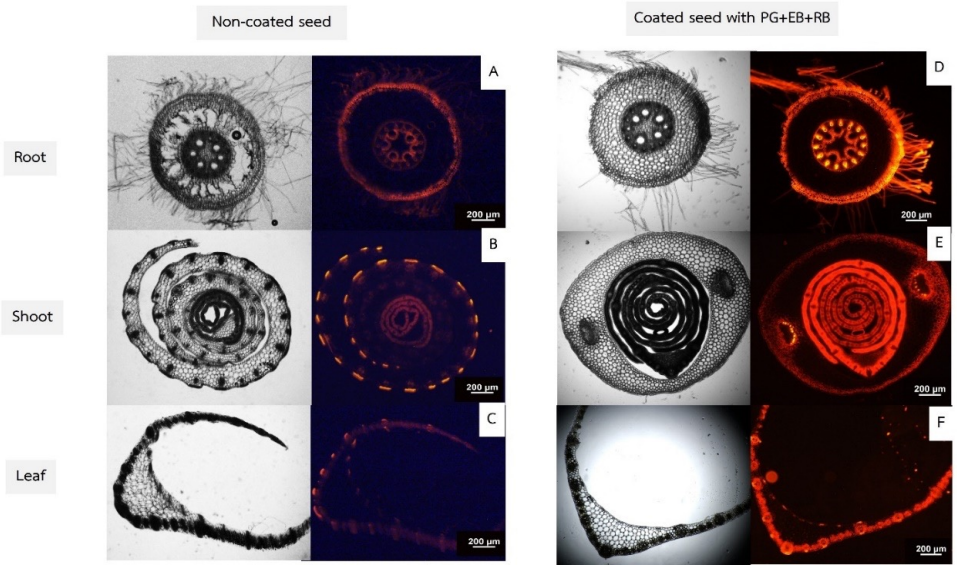

Figure 5 The seedling uptake as observed by fluorescence microscopy of maize seeds coating with a slurry of PG + 1.0% EB + 0.5% RB (D–F) and non-coated seeds (A–C). EB = emamectin benzoate, PG = PRIM GREEN G106, and RB = rhodamine B.

สรุป

การนำสารอิมาเมกตินเบนโซเอท (EB) ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.05–1.0 เปอร์เซ็นต์ มาผสมร่วมกับพอลิเมอร์ทางการค้า (PG) ใช้เคลือบเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นั้น ไม่ส่งผลกระทบทางลบต่อความงอกหลังการเคลือบและความงอกหลังการเร่งอายุ อีกทั้งยังไม่มีผลต่อความแข็งแรงของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าทางด้านความยาวของต้นกล้า อัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักแห้ง และดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้า และจากการศึกษาผลของการดูดซึมสารของต้นกล้า 7 วัน หลังเพาะเมล็ดผ่านกล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนต์จะเห็นว่าต้นกล้าสามารถดูดซึมสารผ่านทางระบบท่อลำเลียงของราก ลำต้น และใบได้ อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้ยังคงต้องศึกษาประสิทธิภาพของสารเคลือบผิวเมล็ดพันธุ์ต่อการป้องกันศัตรูพืชในต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และกองทุนส่งเสริม ววน. รหัสโครงการ FF3-302-67-12-11(F) และขอขอบคุณบริษัท เซเรส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่ได้ให้การสนับสนุนสารเคลือบพอร์ลิเมอร์ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Afzal, I., T. Javed, M. Amirkhani and A.G. Taylor. 2020. Modern seed technology: Seed coating delivery systems for enhancing seed and crop performance. Agriculture. 10(11): 526. https://doi.org/10.3390/agriculture 10110526.

Amirkhani, M., H.S. Mayton, A.N. Netravali and A.G. Taylor. 2019. A seed coating delivery system for bio-based biostimulants to enhance plant growth. Sustainability. 11(19): 5304. https://doi.org/10.3390/su11195304.

Calabrese, E.J. and L.A. Baldwin. 2002. Defining hormesis. Hum. Exp. Toxicol. 21(2): 91–97. https://doi.org/10.1191/0960327102ht217oa.

Calabrese, E.J. and L.A. Baldwin. 2003. Hormesis: The dose-response revolution. Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol. 43: 175–197. https://doi.org/10.1146/annurev.pharmtox.43.100901.140223.

Ellis, R.H. and E.H. Roberts. 1980. Improved equations for the prediction of seed longevity. Ann. Bot. 45(1): 13–30. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a085797.

Hruska, A.J. 2019. Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) management by smallholders. CAB. Rev. 14: 43. https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201914043.

International Seed Testing Association. 2018. International Rules for Seed Testing. ISTA, Bassersdorf, Switzerland. 298 pp.

Kangsopa, J. and P. Jeephet. 2021. Effect of seed coating with metalaxyl, captan and mancozeb after primed on germination and seedling growth of field corn seeds. Thai Science and Technology Journal. 29(3): 441–453. https://doi.org/10.14456/tstj.2021.38. (in Thai)

Mobli, A., A. Matloob and B.S. Chauhan. 2020. Glyphosate-induced hormesis: Impact on seedling growth and reproductive potential of common sowthistle (*Sonchus oleraceus*). Weed Sci. 68(6): 605–611. https://doi.org/10.1017/wsc.2020.77.

Muraro, D.S., D.O.A. Neto, R.H. Kanno, I.S. Kaiser, O. Bernardi and C. Omoto. 2021. Inheritance patterns, cross-resistance and synergism in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) resistant to emamectin benzoate. Pest Manag. Sci. 77(11): 5049–5057. https://doi.org/10.1002/ps.6545.

Nakhon Sawan Field Crops Research Center. 2023. Fall Armyworm. Available Source: https://www.doa.go.th/fc/nakhonsawan/?p=1332, July 12, 2024. (in Thai)

National Center for Biotechnology Information. 2024. PubChem compound summary for CID 11650986: Emamectin benzoate. Available Source: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/Emamectin-benzoate, July 12, 2024.

Office of Agricultural Economics. 2023. Maize seed. Available Source: https://www.oae.go.th/view/1/TH-TH, July 9, 2024. (in Thai)

Office of Agricultural Regulation. 2023. The controlled seed for commercial as classified by plant type. Available Source: https://www.doa.go.th/ard/?page_id=1443, July 10, 2024. (in Thai)

Priestley, D.A. 1986. Seed Aging: Implications of Seed Storage and Persistence in the Soil. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA. 304 pp.

Puetipongkun, A., K. Bunrut, N. Junsang and P. Kueamanee. 2023. Maize. Available Source: https://www.opsmoac.go.th, July 20, 2023.

Salanenka, Y.A. and A.G. Taylor. 2008. Seed coat permeability and uptake of applied systemic compounds. Acta Hortic. 782: 151–154. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.782.16.

Siri, B. 2015. Seed Conditioning and Seed Enhancements. Klungnana Vitthaya Press, Khon Kaen, Thailand. 239 pp. (in Thai)

Su, W.H., S.A. Fennimore and D.C. Slaughter. 2019. Fluorescence imaging for rapid monitoring of translocation behaviour of systemic markers in snap beans for automated crop/weed discrimination. Biosyst. Eng. 186: 156–167. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.07.009.

Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. Plant Physiology. 3rd Eedition. Sinauer Associates, Massachusetts, USA. 623 pp.

Timkratok, W. 2021. Application of modern seed enhancement technology. Available Source: www.eastwestseed.com, August 14, 2021. (in Thai)

Wang, Z., M. Amirkhani, S.A.G. Avelar, D. Yang and A.G. Taylor. 2020. Systemic uptake of fluorescent tracers by soybean (*Glycine max* L. Merr.) seed and seedlings. Agriculture. 10(6): 248. https://doi.org/10.3390/agriculture10060248.

Wilson, T.T. and R.L. Geneve. 2004. The impact of film coating on initial water uptake and imbibitional chilling injury in high and low vigor sh2 sweet corn seeds. SST. 32(2): 271–281. https://doi.org/10.15258/sst.2004.32.2.01.

Woltz, J.M. and D.M. TeKrony. 2001. Accelerated aging test for corn seed. Seed Technology. 23(1): 21–34.

Wu, X., L. Zhang, C. Yang, M. Zong, Q. Huang and L. Tao. 2016. Detection on emamectin benzoate-induced apoptosis and DNA damage in *Spodoptera frugiperda* Sf-9 cell line. Pestic. Biochem. Physiol. 126: 6–12. https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2015.06.009.

Zhang, K., J. He, L. Liu, R. Xie, L. Qiu, X. Li, W. Yuan, K. Chen, Y. Yin, M.M.M. Kyaw, A.A. San, S. Li, X. Tang, C. Fu and M. Li. 2020. A convenient, rapid and efficient method for establishing transgenic lines of *Brassica napus*. Plant Methods. 16: 43. https://doi.org/10.1186/s13007-020-00585-6.