

ผลของอายุการเก็บรักษาของตำรับสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ต่อลักษณะทางกายภาพ
และคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและคะน้า

Effects of the Shelf Life of Organic Seed Coating Formulations
on the Physical Characteristics and Quality of Tomato and Collard Green Seeds

นรารัตน์ ทาวงค์¹ สุธีระ เหมฮึก^{2,5} จัตรสุดา เผือกใจแก้ว^{3,5} จิราภรณ์ อินทสาร⁴ และจักรพงษ์ กางโสภา^{1,5*}

Nararat Thawong¹, Sutheera Hermhuk^{2,5}, Chatsuda Phuakjaiphaeo^{3,5}

Jiraporn Inthasan⁴ and Jakkrapong Kangsopa^{1,5*}

¹สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

²สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ (ทรัพยากรป่าไม้และการจัดการ) คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

³สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ (อารักขาพืช) คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

⁴สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ (ปฐพีศาสตร์) คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

⁵ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์สมัยใหม่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹Division of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

²Bachelor of Science (Forest Resources and Management), Faculty of Agricultural Production, Maejo University
Chiang Mai, Thailand 50290

³Bachelor of Science (Plant Protection), Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

⁴Bachelor of Science (Soil Resources and Environment), Faculty of Agricultural Production, Maejo University
Chiang Mai, Thailand 50290

⁵Modern Seed Technology Research Center, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: jakkrapong_ks@mju.ac.th

Received: June 11, 2024

Revised: September 26, 2024

Accepted: October 04, 2024

Abstract

In conventional agriculture, most crops are grown from seeds coated with chemicals to protect against diseases and pests, which can reduce the impact of unfavorable growing conditions. However, in organic farming systems, the use of chemically treated seeds is not permitted, potentially lowering the efficiency of organic seed utilization. Therefore, developing organic seed coating formulations can enhance the viability of organic seeds, making them comparable to conventionally grown crops. This experiment therefore aimed to study the formula of organic seed coating using a Completely Randomized Design (CRD) created with four replications for three seed coating formulations: 0.3% w/v gum arabic, 0.2% w/v sodium alginate, and 0.1% w/v xanthan gum. These formulations were stored under two different conditions: controlled conditions (4 °C) and ambient conditions (27±2 °C). The coating formula was stored for 12 months and their physical characteristics were tested every three months over a 12-month period. Additionally, the formulations were tested on tomato and collard green seeds. The result

indicated that the pH of all three formulations was initially highly alkaline but gradually decreased over the storage period. All formulations maintained suitable viscosity for seed coating throughout the storage period under both conditions. 0.3% w/v gum arabic film maintained 100% water solubility throughout storage, while 0.2% w/v sodium alginate and 0.1% w/v xanthan gum films showed good water solubility for the three months, which decreased over time. 0.2% w/v sodium alginate demonstrated formulation the highest radicle emergence and germination percentages for both tomato and collard green seeds compared to other formulations. Therefore, organic seed coating prepared with 0.2% w/v sodium alginate stored in controlled conditions for 12 months is recommended as an effective organic seed costing for coating tomato and kale seeds.

Keywords: seed quality, organic seed enhancement, biopolymers, organic farming

บทคัดย่อ

การปลูกพืชทั่วไปส่วนใหญ่ใช้เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบเมล็ดร่วมกับสารเคมีป้องกันโรคและแมลงเพื่อลดการเข้าทำลายของปัจจัยการเพาะปลูกที่ไม่เหมาะสม แต่ในระบบการปลูกพืชในระบบเกษตรอินทรีย์ไม่สามารถใช้เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเตรียมร่วมกับสารเคมีได้ จึงเป็นการลดประสิทธิภาพการใช้เมล็ดพันธุ์อินทรีย์ลง ดังนั้นการสร้างสูตรสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์จึงเป็นการเพิ่มโอกาสการใช้เมล็ดพันธุ์อินทรีย์ให้สามารถเพาะปลูกได้ทัดเทียมกับการปลูกพืชในระบบทั่วไปได้ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรดาร์บสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย การสร้างสูตรสารเคลือบจำนวน 3 ดาร์บ ประกอบด้วย gum arabic 0.3% w/v, sodium alginate 0.2% w/v และ xanthan gum 0.1% w/v แล้วนำไปเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน 2 สภาพ คือ สภาพควบคุมอุณหภูมิ (4 องศาเซลเซียส) และสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิ (27 ± 2 องศาเซลเซียส) เก็บรักษาสูตรสารเคลือบเป็นระยะเวลา 12 เดือน จากนั้นสุ่มสารเคลือบในแต่ละดาร์บทุก ๆ 3 เดือน มาทดสอบลักษณะทางกายภาพและทดลองเคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและเมล็ดพันธุ์คะน้า

จากการศึกษาพบว่า pH ของสารเคลือบทั้ง 3 ดาร์บ มีค่าเป็นต่างกันในช่วง 3 เดือนแรก จากนั้นความเป็นต่างก็จะค่อย ๆ ลดลงเมื่อเก็บรักษานานยาวนานขึ้น ส่วนสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ทั้ง 3 ดาร์บ พบว่าหลังการเก็บรักษาทั้ง 2 สภาพสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ยังคงมีความหนืดที่เหมาะสมสำหรับการเคลือบเมล็ดพันธุ์ เมื่อตรวจสอบแผ่นฟิล์มของ gum arabic 0.3% w/v พบว่าสามารถละลายน้ำได้ 100% ตลอดการเก็บรักษาทั้ง 2 สภาพ ส่วนแผ่นฟิล์มของ sodium alginate 0.2% w/v และ xanthan gum 0.1% w/v สามารถละลายน้ำได้ดีในช่วง 3 เดือนแรก จากนั้นจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์พบว่าดาร์บสารเคลือบ sodium alginate 0.2% w/v มีเปอร์เซ็นต์การงอกแรกและเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและคะน้าดีกว่าดาร์บอื่น ๆ ดังนั้นจึงแนะนำสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ที่ได้จากการเตรียมด้วย sodium alginate 0.2% w/v ที่เก็บรักษาในสภาพควบคุมเป็นระยะเวลา 12 เดือน เป็นสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพดีสำหรับใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและเมล็ดพันธุ์คะน้า

คำสำคัญ: คุณภาพเมล็ดพันธุ์ การยกระดับเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ ไบโอฟอลิเมอร์ เกษตรอินทรีย์

คำนำ

การปลูกพืชในระบบอินทรีย์ คือ การทำเกษตรที่ไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์หรือปุ๋ยเคมี โดยเน้นการใช้วัสดุธรรมชาติและวิธีการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งในด้านการปรับปรุงดิน การควบคุมศัตรูพืช และการเพิ่มผลผลิต การปลูกพืชในระบบนี้ยังมีจุดมุ่งหมายเพื่อรักษาความหลากหลายทางชีวภาพและความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ โดยจุดเริ่มต้นการเพาะปลูกพืชในระบบอินทรีย์ให้ได้ตามมาตรฐานแล้วยังต้องใช้เมล็ดพันธุ์ที่ผลิตจากระบบอินทรีย์ด้วย (Agricultural Research Development Agency, 2020) จากข้อจำกัดในการปลูกพืชในระบบอินทรีย์ต้องไม่ใช้สารเคมีในกระบวนการเพาะปลูก จึงทำให้ยากต่อการควบคุมปัจจัยเสี่ยงจากสภาพแวดล้อม เช่น การเข้าทำลายของโรคและแมลง เป็นต้น ซึ่งแตกต่างจากเมล็ดพันธุ์ทั่วไปที่สามารถใช้เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการคลุกหรือเคลือบเมล็ดร่วมกับสารเคมีป้องกันโรคและแมลงก่อนนำไปเพาะปลูกได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้เมล็ดพันธุ์อินทรีย์ถูกลดประสิทธิภาพการใช้ลง ดังนั้นเพื่อเพิ่มศักยภาพการใช้เมล็ดพันธุ์อินทรีย์จึงจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีที่สามารถยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้ดีและใกล้เคียงกับระบบการปลูกพืชแบบทั่วไปได้ ซึ่งเทคโนโลยีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ (seed coating) เป็นวิธีการปฏิบัติต่อเมล็ดพันธุ์มานานและมีประสิทธิภาพสูง โดยเป็นวิธีการนำสารสะสมที่มีลักษณะบางเบา (film coating) มาฉาบรอบ ๆ เปลือกเมล็ดพันธุ์เพื่อเป็นตัวกลางนำพาสารออกฤทธิ์ให้ติดไปกับเมล็ดพันธุ์ได้ (Kangsopa, 2019) แต่สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่สามารถใช้ได้ในระบบอินทรีย์ตามกฎหมายของสมาพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federation of Organic Agriculture Movements: IFOAM) ต้องเป็นสารเคลือบชีวภาพหรือไบโอพอลิเมอร์ (biopolymer) ซึ่งเป็นสารประกอบพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติหรือผ่านกระบวนการชีวภาพ เช่น พืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์ เป็นต้น โดยพอลิเมอร์ชนิดนี้ต้องสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (biodegradable) และไม่ก่อให้เกิดมลพิษหรือ

สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เช่น โซเดียมแอลจีเนต (sodium alginate) กัมอารบิก (gum arabic) และแซนแทนกัม (xanthan gum) เป็นต้น (Deaker *et al.*, 2004) อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการสร้างสูตรสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ขึ้นเพื่อใช้ในเชิงการค้า อีกทั้งยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น การปรับเปลี่ยน pH ความหนืด และการละลายของฟิล์ม เป็นต้น อีกทั้งผลของสารเคลือบเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บรักษาต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เช่น เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ เป็นต้น ซึ่งสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ที่มีข้อจำกัดการแต่งเติมสำหรับสร้างสูตรสารเคลือบ จึงจำเป็นต้องมีการทดสอบให้แน่นอนเพื่อลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรตำรับสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ หลังผ่านการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน และติดตามการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับใช้เป็นสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ สำหรับเป็นตัวแทนนำพากลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อการออกและการเจริญเติบโตของพืชให้ติดไปกับเมล็ด เพื่อให้เกิดการใช้เมล็ดพันธุ์อินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพสูงทัดเทียมกับการปลูกพืชในระบบทั่วไปได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์และการเก็บรักษา

ก่อนการทดลองได้ทำการทดสอบเบื้องต้นจากการคัดเลือกพอลิเมอร์อินทรีย์ที่อยู่ภายใต้การรับรองของ International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) ที่ให้สามารถใช้ได้ร่วมกับการปลูกพืชในระบบเกษตรอินทรีย์ ซึ่งจากการคัดเลือกได้พอลิเมอร์ต่างระดับความเข้มข้นมาทั้งหมด 3 ชนิดคือ gum arabic 0.3% w/v, sodium alginate 0.2% w/v และ

xanthan gum 0.1% w/v สำหรับนำมาเป็นองค์ประกอบหลักในการสร้างสูตรตำรับสารเคลือบอินทรีย์ จากนั้นนำมาเตรียมร่วมกับสารเติมแต่งดังแสดงใน Table 1

หลังการเตรียมสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ในแต่ละสูตรตำรับเสร็จแล้วนำสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ในแต่ละตำรับไป

เก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน 2 สภาพ คือ สภาพควบคุมอุณหภูมิ (4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $50 \pm 2\%$) และสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิ (27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $70 \pm 5\%$) เป็นเวลา 12 เดือน

Table 1 The component of the organic seed coating formula

Organic seed coating components	Organic seed coating formula		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Gum arabic (w/v)	0.3%	-	-
Sodium alginate (w/v)	-	0.2%	-
Xanthan gum (w/v)	-	-	0.1%
Additive type 1 (g)	1	1	1
Additive type 2 (g)	0.1	0.1	0.1
Additive type 3 (g)	0.2	0.2	0.2
Distilled water	98.4	98.5	98.6

การเคลือบเมล็ดพันธุ์

การทดลองนี้ใช้เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและเมล็ดพันธุ์คะน้าอินทรีย์ จากศูนย์ปรับปรุงพันธุ์และผลิตเมล็ดพันธุ์ผักอินทรีย์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จากนั้นนำมาทำความสะอาดโดยการแช่ใน 1.0% sodium hypochlorite (NaClO) เป็นเวลา 1 นาที แล้วล้างด้วยน้ำนิ่งฆ่าเชื้อ 5 ครั้ง ลดความชื้นเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและคะน้าให้เหลือ $9 \pm 1\%$ และ $8 \pm 1\%$ ตามลำดับด้วยเครื่องลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ระบบลมแห้ง รุ่น KCU40-2 ที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดทั้ง 2 ชนิดมาเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับสูตรสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ทั้ง 3 สูตรตำรับ ดังแสดงใน Table 1 ด้วยเครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์แบบจานหมุนรุ่น KSC-40 จากนั้นนำไปลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการที่ได้รายงานไว้หลังการทำความสะอาดเมล็ด

การบันทึกผลการทดลอง

สุ่มสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ในแต่ละตำรับทุก ๆ 3 เดือน มาทดสอบการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของสารเคลือบ คือ

1) การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของสารเคลือบเมล็ดพันธุ์

1.1) ความเป็นกรด-ด่าง ของสารเคลือบ

นำสารเคลือบที่ได้จากการเตรียมรูปแบบของเหลว ตามในสูตรต่าง ๆ มาวัดความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH meter รุ่น PH-80 เทสารเคลือบลงในบีกเกอร์ 50 มิลลิลิตร แล้วนำแท่งแก้วจุ่มลงในสารเคลือบแล้วอ่านค่าที่ได้ บันทึกผลการทดลองโดยแต่ละสูตรทำซ้ำ 4 ครั้ง

1.2) ความหนืดของสารเคลือบ

การหาค่าความหนืดของสารเคลือบโดยใช้ Standard Ford Viscosity Cups No. 04 โดยเทสาร

เคลือบปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ไว้ใน Ford cups พร้อม กับใช้น้ำปิดกั้นภาชนะเพื่อป้องกันสารเคลือบไหลออก จากนั้นปล่อยน้ำที่ปิดกั้นภาชนะพร้อมจับเวลาตั้งแต่สาร เคลือบเริ่มไหลลง และหยุดเวลาตอนที่สารเคลือบไหลจน หมด ทำการวัดความหนืดของสารเคลือบที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส แล้วบันทึกข้อมูล แต่ละสูตรทำซ้ำ 4 ครั้ง จากนั้นนำค่าที่บันทึกได้ไปคำนวณเพื่อหาค่าความหนืด ของสารเคลือบ (Korkasetwit, 2008)

1.3) การวัดค่าละลายของฟิล์ม

เตรียมแผ่นฟิล์มจากสารเคลือบสูตรต่าง ๆ โดย เทสารเคลือบลงบน Petri dish 30 มิลลิลิตร จากนั้น นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง เมื่อแผ่นฟิล์มแห้งแล้วทำการลอกแผ่นฟิล์มออก

จาก Petri dish แล้วนำแผ่นฟิล์มมาทดสอบการละลาย โดยนำตะแกรงที่มีขนาด 3 x 5 เซนติเมตร ขนาดรู ตะแกรง 2 x 1.5 มิลลิเมตร พับขอบทั้งสี่ด้านให้มีความสูง ประมาณ 1 เซนติเมตร ตัดแผ่นฟิล์มที่ทำจากสารเคลือบ ตำรับต่าง ๆ ขนาด 4 ตารางเซนติเมตร วางบนตะแกรง และชั่งน้ำหนัก นำตะแกรงที่มีแผ่นฟิล์มจุ่มในน้ำที่บรรจุใน ปีกเกอร์ ใช้เวลาในการจุ่มแผ่นฟิล์มลงในน้ำ 5 นาที เมื่อ ครบเวลาที่กำหนด นำตะแกรงที่มีแผ่นฟิล์มไปอบที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง เมื่อฟิล์ม แห้งแล้วนำมาชั่งน้ำหนักตะแกรงพร้อมแผ่นฟิล์มที่เหลือ บนตะแกรง ทดสอบสูตรละ 3 ครั้ง แล้วคำนวณหาค่า การละลายน้ำของฟิล์ม (Korkasetwit, 2008)

$$\text{ค่าการละลายของฟิล์ม (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักฟิล์มเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักฟิล์มที่เหลืออยู่}}{\text{น้ำหนักฟิล์มเริ่มต้น}} \times 100$$

2) การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพ ห้องปฏิบัติการ

นำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและคะน้ามาเพาะ ทดสอบความงอกโดยวิธี Top of Paper (TP) ทำการ ทดลอง 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด โดยวางไว้ในตู้เพาะความ งอก ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80% ใช้ความเข้มแสง 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ให้แสงตลอดเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นตรวจสอบคุณภาพ เมล็ดพันธุ์ทั้ง 2 ชนิด ดังนี้ (ISTA, 2019)

$$\text{การงอกแรก (\%)} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกแรก}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100$$

2.2) การตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความงอก

ประเมินความงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ โดยนับครั้งแรก (first count) หลังจากเพาะวันที่ 5 และนับครั้งสุดท้าย (final count) หลังเพาะวันที่ 14

2.1) การตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การงอกแรก

ประเมินการงอกแรกเมื่อเมล็ดมีการงอกของ รากที่ความยาว 2 มิลลิเมตร (ISTA, 2019) โดยเมล็ด มะเขือเทศจะประเมินวันที่ 4 หลังเพาะ และเมล็ดคะน้า จะประเมินวันที่ 4 หลังเพาะ ในแต่ละวิธีการทำ 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด จากนั้นนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอก รากแรกดังนี้

ส่วนเมล็ดคะน้าเริ่มนับครั้งแรก (first count) หลังเพาะ วันที่ 5 และนับครั้งสุดท้าย (final count) หลังเพาะวันที่ 10 (ISTA, 2019)

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

3) การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพเมล็ดพันธุ์ตามลักษณะต่าง ๆ ใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยแปลงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความงอกโดยใช้วิธี Arcsine Transformation เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

คุณสมบัติทางกายภาพของสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์

จากผลการพิจารณาสูตรสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์หลังผ่านการเก็บรักษา โดยสุ่มมาทดสอบลักษณะทางกายภาพของสารเคลือบพบว่า สารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ตำรับ gum arabic 0.3% w/v, sodium alginate 0.2% w/v และ xanthan gum 0.1% w/v เก็บรักษาที่อุณหภูมิควบคุมและอุณหภูมิห้องนาน 12 เดือน มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 7.32 ถึง 8.70 โดยช่วง 3 เดือนแรกของการเก็บรักษาสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ทุกตำรับมีความเป็นด่างค่อนข้างสูง หลังจากนั้นค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงอยู่ที่ระยะต่างอ่อน (Table 2)

เมื่อพิจารณาความหนืดของสารเคลือบพบว่า สารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ทั้ง 3 สูตรตำรับ เมื่อผ่านการเก็บรักษาในสภาพควบคุมและไม่ควบคุมอุณหภูมิ พบว่ามีความหนืดแตกต่างกันในทางสถิติ ซึ่งหลังการเก็บรักษา

สารเคลือบเมล็ดทั้ง 2 ชนิด ใน 2 สภาพการเก็บรักษาพบว่าเมื่อผลไปในทิศทางเดียวกัน โดยสารเคลือบ sodium alginate 0.2% w/v มีความหนืดค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสารเคลือบชนิดอื่น ๆ โดย gum arabic 0.3% w/v ถึงแม้จะถูกเตรียมในความเข้มข้นสูงกว่าชนิดอื่น ๆ แต่กลับมีความหนืดน้อยกว่าสารเคลือบทุกชนิด และหากพิจารณาเพิ่มเติมพบว่า สารเคลือบ sodium alginate 0.2% w/v และ xanthan gum 0.1% w/v จะมีความหนืดลดลงเมื่อเก็บรักษานาน 12 เดือน ในทางตรงกันข้ามพบว่า gum arabic 0.3% w/v จะมีความหนืดเพิ่มสูงขึ้น แต่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (Table 3)

จากนั้นพิจารณาการละลายน้ำของแผ่นฟิล์มสารเคลือบแต่ละตำรับพบว่า แผ่นฟิล์มจากสารเคลือบ gum arabic 0.3% w/v ที่ผ่านการเก็บทั้ง 2 สภาพ นาน 12 เดือน สามารถละลายน้ำได้ 100% ส่วนแผ่นฟิล์มของสารเคลือบ sodium alginate 0.2% w/v และ xanthan gum 0.1% w/v พบว่าในการเก็บรักษาทั้ง 2 สภาพ ยังแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่สามารถละลายน้ำได้ดีซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 79.21-86.78 เปอร์เซ็นต์ แต่หลังจากผ่านการเก็บรักษา 3 เดือน แสดงให้เห็นว่าแผ่นฟิล์มมีประสิทธิภาพการละลายน้ำลดลงเมื่อทดสอบใน 5 นาทีของการละลายน้ำ โดยเฉพาะแผ่นฟิล์มที่ได้จาก sodium alginate 0.2% w/v ที่เผยให้เห็นว่าสามารถละลายน้ำได้น้อยกว่าแผ่นฟิล์มที่ได้จากการเตรียมด้วยพอลิเมอร์ชนิดอื่นอย่างชัดเจน (Table 4)

Table 2 The pH of the coating formula after being stored under different conditions for 12 months

Treatment	Storage period (months)				
	0	3	6	9	12
Controlled condition					
Gum arabic 0.3% w/v	8.53 a ¹	8.63 a	7.8 a	7.53 b	7.40 ab
Sodium alginate 0.2% w/v	8.67 b	8.63 a	7.7 b	7.60 a	7.60 a
Xanthan gum 0.1% w/v	8.40 c	8.43 b	7.6 c	7.32 c	7.33 b
F-test	**	*	**	**	*
CV (%)	0.55	0.95	0.25	0.39	1.41
Ambient condition					
Gum arabic 0.3% w/v	8.53 a	8.63 a	7.80 b	7.73 b	7.63
Sodium alginate 0.2% w/v	8.67 b	8.70 a	7.90 a	7.83 a	7.57
Xanthan gum 0.1% w/v	8.40 c	8.47 b	7.60 c	7.60 c	7.53
F-test	**	**	**	**	ns
CV (%)	0.55	0.54	0.59	0.61	1.07

ns, *, **non significantly, significantly different at $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$, respectively

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

Table 3 The viscosity (cSt) of coating formulations after being stored under different conditions for 12 months

Treatment	Storage period (months)				
	0	3	6	9	12
Controlled condition					
Gum arabic 0.3% w/v	5.10 c ¹	5.55 c	6.26 c	6.54 c	6.30 c
Sodium alginate 0.2% w/v	45.64 a	42.73 a	43.37 a	36.31 a	33.08 a
Xanthan gum 0.1% w/v	19.08 b	15.09 b	13.43 b	11.38 b	10.52 b
F-test	**	**	**	**	**
CV (%)	6.40	6.98	9.37	5.77	2.80

Table 3 (Continued)

Treatment	Storage period (months)				
	0	3	6	9	12
Ambient condition					
Gum arabic 0.3% w/v	5.10 c	6.45 c	5.81 c	6.36 c	6.76 c
Sodium alginate 0.2% w/v	45.64 a	36.31 a	33.08 a	32.70 a	30.58 a
Xanthan gum 0.1% w/v	19.08 b	11.38 b	13.97 b	11.53 b	11.85 b
F-test	**	**	**	**	**
CV (%)	6.40	3.65	6.91	7.16	5.2

significantly different at $P \leq 0.01$ ¹Means within a column followed by the same letter are not significantly at $P \leq 0.05$ by DMRT.Table 4** The solubility percentage of coating formulations after storage under different conditions for 12 months

Treatment	Storage period (months)				
	0	3	6	9	12
Controlled condition					
Gum arabic 0.3% w/v	100 a ¹	100 a	100 a	100 a	100 a
Sodium alginate 0.2% w/v	80.54 b	80.54 c	14.01 c	11.02 c	6.19 c
Xanthan gum 0.1% w/v	84.78 b	86.78 b	35.14 b	31.52 b	16.08 b
F-test	**	**	**	**	**
CV (%)	2.58	2.23	3.56	4.42	0.53
Ambient condition					
Gum arabic 0.3% w/v	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
Sodium alginate 0.2% w/v	80.54 b	79.21 b	11.35 c	9.52 c	9.10 c
Xanthan gum 0.1% w/v	84.78 b	84.11 b	30.52 b	21.34 b	15.74 b
F-test	**	**	**	**	**
CV (%)	2.58	3.16	2.29	1.93	1.23

**significantly different at $P \leq 0.01$ ¹Means within a column followed by the same letter are not significantly at $P \leq 0.05$ by DMRT.

คุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและคะน้า

เมื่อพิจารณาสารเคลือบที่เก็บรักษาในสภาพควบคุมอุณหภูมิแล้วนำมาทดสอบเคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์แสดงให้เห็นว่าสารเคลือบ sodium alginate 0.2% w/v มีเปอร์เซ็นต์การงอกรากแรกมะเขือเทศใกล้เคียงและไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบเมล็ด ส่วนการทดสอบสารเคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์คะน้าพบว่า สารเคลือบทุกตำรับที่ถูกเก็บในสภาพควบคุมอุณหภูมิตลอดระยะเวลาการเก็บนาน 12 เดือนไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกรากแรกของเมล็ดมีความแตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ จากนั้นตรวจสอบคุณภาพสารเคลือบเมล็ดหลังเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุม

อุณหภูมิพบว่า เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบเมล็ดยังคงมีเปอร์เซ็นต์การงอกรากแรกสูงกว่าการเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบ gum arabic 0.3% w/v และ xanthan gum 0.1% w/v แต่การเคลือบเมล็ดด้วย sodium alginate 0.2% w/v มีเปอร์เซ็นต์การงอกรากแรกใกล้เคียงและไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบเมล็ด ส่วนสารเคลือบเมล็ดที่ถูกเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิแล้วนำมาทดสอบร่วมกับเมล็ดคะน้าพบว่า สารเคลือบ sodium alginate 0.2% w/v และ xanthan gum 0.1% w/v ที่ถูกเก็บรักษาตลอดทั้ง 12 เดือน มีเปอร์เซ็นต์การงอกรากแรกสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบอย่างชัดเจน (Table 5)

Table 5 The radicle emergence percentage of tomato and collard green seeds after coatings were stored under different conditions for 12 months and tested under laboratory conditions.

Treatment	Tomato seeds					Collard green seeds				
	Storage period (months)									
	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12
Controlled condition										
T1	99	99 a	95 a	80 a	89 a	84	83	82	82	88
T2	96	91 b	88 ab	80 a	83 ab	81	87	86	86	87
T3	98	96 ab	94 a	82 a	86 a	83	86	85	85	84
T4	95	81 c	83 b	78 b	70 b	89	85	89	89	86
F-test	ns	**	**	*	**	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5.39	5.02	10.91	5.68	6.54	8.95	5.22	5.82	5.82	7.45

Table 5 (Continued)

Treatment	Tomato seeds					Collard green seeds				
	Storage period (months)									
	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12
Ambient condition										
T1	99	99 a	99 a	83 a	81 a	84	80 b	82 b	82 b	84 b
T2	96	88 b	85 b	65 b	74 b	81	82 ab	90 ab	90 ab	91 ab
T3	98	97 a	98 a	84 a	82 a	83	84 a	93 a	94 a	94 a
T4	95	86 b	86 b	77 b	78 b	89	85 a	95 a	95 a	88 ab
F-test	ns	**	**	**	**	ns	*	*	*	*
C.V. (%)	5.39	6.87	6.21	9.67	5.59	8.95	11.76	8.86	8.86	7.44

ns, *, **non significantly, significantly different at $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$, respectively

¹T1 = uncoated seeds, T2 = gum arabic 0.3% w/v, T3 = sodium alginate 0.2% w/v, T4 = xanthan gum 0.1% w/v

²Data are transformed by the arcsine before statistical analysis.

³Means within a column followed by the same letter are not significantly at $P \leq 0.05$ by DMRT.

เมื่อพิจารณาสูตรสารเคลือบเมล็ดที่ถูกเก็บรักษาในสภาพควบคุมอุณหภูมิแล้ว นำมาทดสอบเคลือบร่วมกับเมล็ด เพื่อตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศพบว่า ในระยะการเก็บรักษานาน 6 เดือน เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ถูกเคลือบด้วยสารเคลือบทั้ง 3 ตำรับ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ แต่เมื่อผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 6 เดือนเป็นต้นไป พบว่าสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ gum arabic 0.3% w/v และ sodium alginate 0.2% w/v มีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารเคลือบ xanthan gum 0.1% w/v ที่ถูกเก็บรักษานาน 6 เดือนขึ้นไปจะทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดลดลง ส่วนการทดสอบเคลือบร่วมกับเมล็ดคะน้าเผยให้เห็นว่าสารเคลือบที่ผ่านการเก็บรักษานาน 9 เดือน ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดลดลง และไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบเมล็ด แต่หลังจากการเก็บรักษานาน 9 เดือนเป็นต้นไป

พบว่าเมื่อนำเมล็ดมาทดสอบจะทำให้ความงอกของเมล็ดเริ่มลดลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ (Table 6)

ส่วนการทดสอบสารเคลือบเมล็ดหลังผ่านการเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิพบว่า ในระยะ 6 เดือน สารเคลือบเมล็ดทั้ง 3 ตำรับ ยังคงไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลดลง และเมื่อทดสอบหลังการเก็บรักษานาน 9 และ 12 เดือน พบว่าสารเคลือบ sodium alginate 0.2% w/v ยังคงทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าการใช้สารเคลือบเมล็ดในตำรับอื่น ๆ ส่วนการทดสอบสารเคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์คะน้ายังคงเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการเก็บรักษาในสภาพควบคุมอุณหภูมิ และเมื่อทดสอบสารเคลือบในเดือนที่ 12 หลังการเก็บรักษายังแสดงให้เห็นว่า เมล็ดไม่เคลือบ สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ gum arabic 0.3% w/v และ sodium alginate 0.2% w/v ยังคงมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงมากกว่าและแตกต่างในทางสถิติกับการใช้ xanthan gum 0.1% w/v (Table 6)

Table 6 The germination percentage of tomato and collard greens after coatings were stored under different conditions for 12 months and tested under laboratory conditions.

Treatment	Tomato seeds					Collard green seeds				
	Storage period (months)									
	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12
Controlled condition										
T1	98	98	99	100 a	98 a	88	87	88	87	87 a
T2	99	99	99	98 ab	96 ab	92	90	90	89	85 b
T3	98	99	98	97 ab	98 a	91	90	89	90	85 b
T4	98	96	97	95 b	93 b	91	89	90	91	85 b
F-test	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	*
CV (%)	7.56	7.72	6.47	7.15	6.31	6.08	5.88	5.02	5.41	6.17
Ambient condition										
T1	98	98	98	99 a	96 b	88	87	89	89	89 a
T2	99	100	97	99 a	97 ab	92	84	88	90	87 a
T3	94	98	98	100 a	98 a	86	87	87	91	87 a
T4	98	99	99	96 b	96 b	91	86	89	93	84 b
F-test	ns	ns	ns	**	*	ns	ns	ns	ns	**
CV (%)	7.56	5.81	8.04	5.34	3.87	6.80	6.43	4.47	5.53	5.93

ns, *, **non significantly, significantly different at $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$, respectively¹T1 = uncoated seeds, T2 = gum arabic 0.3% w/v, T3 = sodium alginate 0.2% w/v, T4 = xanthan gum 0.1% w/v²Data are transformed by the arcsine before statistical analysis.³Means within a column followed by the same letter are not significantly at $P \leq 0.05$ by DMRT.

วิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองนี้เป็นการสร้างสูตรสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์โดยใช้ไบโอพอลิเมอร์ที่ได้รับการรับรองจากสมาพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federation of Organic Agriculture Movements: IFOAM) ให้สามารถใช้ได้ในระบบการปลูกพืชในระบบเกษตรอินทรีย์ หลังการเตรียมสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ทั้ง 3 ตำรับ จากนั้นนำไปเก็บรักษาใน

สภาพแวดล้อมที่ต่างกันนาน 12 เดือน คือ สภาพควบคุมอุณหภูมิ (4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $50 \pm 2\%$) และสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิ (27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $70 \pm 5\%$) แล้วสุ่มทดสอบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของสารเคลือบ และติดตามการเปลี่ยนแปลงของผลกระทบของสารเคลือบหลังการเก็บรักษาต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ 2 ชนิด คือ มะเขือเทศและคะน้า ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารเคลือบอินทรีย์มีคุณสมบัติเป็นต่างในช่วง 3

เดือนของการเก็บรักษาจากนั้นความเป็นต่างจะลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ทั้งนี้ pH ของสารเคลือบจะมีความสำคัญต่อการดูดซับความชื้นและการดูดซึมสารอาหารที่จำเป็นในระหว่างกระบวนการงอกของเมล็ด (Siri, 2015) นอกจากนี้หากมี pH ที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลต่อการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการงอกของเมล็ดอาจทำงานไม่เต็มที่ ทำให้กระบวนการงอกเกิดช้าหรือไม่สมบูรณ์ได้ (Cherrate *et al.*, 2023) ซึ่งโดยทั่วไป pH ที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดจะเป็นกลางถึงด่างอ่อน

ส่วนการตรวจสอบความหนืดของสารเคลือบซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการเคลือบเมล็ดพันธุ์ในขั้นตอนการใช้เครื่องเคลือบเมล็ด หากสารเคลือบเมล็ดมีความหนืดสูงจะทำให้เมล็ดถูกเคลือบกระจายไม่สม่ำเสมอ จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าหลังการเตรียม sodium alginate 0.2% w/v พบว่ามีความหนืดของสารเคลือบสูงมากกว่าตำรับของ gum arabic 0.3% w/v และ xanthan gum 0.1% w/v ทั้งนี้ Korkasetwit (2008) ได้รายงานว่สารเคลือบที่ถูกเตรียมจาก Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC) มีความหนืดอยู่ระหว่าง 163–281 cSt และไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารเคลือบที่ถูกเตรียมจาก gum arabic 0.3% w/v, sodium alginate 0.2% w/v และ xanthan gum 0.1% w/v ไม่ได้มีความหนืดที่สูง และจากการทดลองเคลือบเมล็ดพบว่าความหนืดที่มีค่าอยู่ระหว่าง 5.10–45.64 cSt สามารถเคลือบเมล็ดได้ง่ายและสารเคลือบกระจายทั่วเมล็ดอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ Korkasetwit (2008) ยังรายงานว่ตลอดการเก็บรักษาสารเคลือบที่ถูกเตรียมจาก HPMC เป็นเวลา 6 เดือนความหนืดของสารเคลือบจะลดลง ซึ่งมีผลสอดคล้องกับผลการเก็บรักษาของสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์

ส่วนผลการทดสอบการละลายน้ำของแผ่นฟิล์มที่ได้จากการเตรียมสารเคลือบอินทรีย์จากทั้ง 3 ตำรับแสดงให้เห็นว่าแผ่นฟิล์มของตำรับ gum arabic 0.3% w/v สามารถละลายน้ำได้ 100% ตลอดอายุการเก็บ

รักษา ทั้งนี้ gum arabic มีความหนืดต่ำจึงช่วยให้ละลายน้ำได้ดี โดยในโครงสร้างของ gum arabic มีกลุ่มฟังก์ชันที่เป็นขั้ว เช่น กลุ่มไฮดรอกซิล (-OH) และกลุ่มคาร์บอกซิล (-COOH) ซึ่งกลุ่มฟังก์ชันเหล่านี้สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำจึงทำให้ gum arabic สามารถละลายในน้ำได้ดี (Patel and Goyal, 2015) ส่วน sodium alginate 0.2% w/v และ xanthan gum 0.1% w/v แสดงให้เห็นว่าเมื่อเก็บรักษาสารเคลือบเมล็ดทั้ง 2 สภาพในระยะ 3 เดือน จะมีเปอร์เซ็นต์การละลายน้ำของแผ่นฟิล์มได้ใกล้เคียงกันเฉลี่ย 79.21–86.78% และหลังจากการเก็บรักษานานกว่า 3 เดือนเป็นต้นไป จะมีเปอร์เซ็นต์การละลายของแผ่นฟิล์มลดลง ทั้งนี้ sodium alginate มีกลุ่มฟังก์ชันหลักในโครงสร้าง คือกลุ่มไฮดรอกซิล (-OH) และกลุ่มคาร์บอกซิล (-COOH) ซึ่งสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนและพันธะไอออนิกกับโลหะ เช่น แคลเซียม เป็นต้น จึงทำให้เกิดเป็นแผ่นฟิล์มที่มีความคงตัวสูง แต่ยังสามารถละลายน้ำได้ แต่เมื่อเก็บรักษาดำรับสารเคลือบของ sodium alginate ไว้ระยะเวลา นานอาจมีค่าการละลายลดลง เนื่องจากสารเคลือบได้รับอิทธิพลจากสารเติมแต่งที่มีส่วนประกอบของแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) จึงทำให้เกิดอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน การตกตะกอนของอนุภาคขนาดเล็ก การเปลี่ยนแปลงของ pH และการดูดความชื้นจากอากาศ ซึ่งทั้งหมดนี้ทำให้โครงสร้างและการละลายของ sodium alginate เปลี่ยนแปลงไป (Frent *et al.*, 2022)

ส่วน xanthan gum ประกอบด้วยโครงสร้างหลักที่เป็นโซ่ของกลูโคส (glucose) ที่เรียกว่าแบ็คโบน (backbone) ซึ่งประกอบด้วยหน่วย D-glucose ที่เชื่อมต่อกันแบบ β -1,4 ด้วยโครงสร้างนี้ที่มีการแยกแขนงมากจึงทำให้สามารถดักจับและกักเก็บน้ำได้มาก ดังนั้นฟิล์มที่เกิดจาก xanthan gum จึงสามารถละลายน้ำได้ดีในช่วงแรกของการเตรียมและการเก็บรักษาในระยะ 3 เดือน แต่เมื่อเก็บรักษานานเกิน 3 เดือน ค่าการละลายแผ่นฟิล์มของ xanthan gum จะลดลง อาจเนื่องมาจากการเกิดอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน การ

เปลี่ยนแปลงของ pH การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในสารเคลือบ และการดูดซับความชื้น ซึ่งทั้งหมดนี้อาจเป็นสาเหตุทำให้โครงสร้างและการละลายแผ่นฟิล์มของ xanthan gum เปลี่ยนแปลงไป (Petri, 2015)

ส่วนการเปลี่ยนของคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและเมล็ดพันธุ์คะน้าหลังสุมสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ในแต่ละเดือนหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันแล้วนำมาเคลือบร่วมกับเมล็ด ผลการทดลองพบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาในสภาพควบคุมและไม่ควบคุมอุณหภูมิ 12 เดือน ตำรับสารเคลือบ sodium alginate 0.2% w/v ไม่ส่งผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์การงอกแรก และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ ทั้งนี้หากพิจารณาตามคุณสมบัติทางกายภาพของสารเคลือบตำรับ sodium alginate พบว่าส่วนใหญ่สารเคลือบจะมีความเป็นต่างแก็และจะเป็นต่างอ่อนเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งในกระบวนการเคลือบเมล็ดจะใช้สารเคลือบเพียงเล็กน้อยจึงไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

นอกจากนี้ตำรับสารเคลือบ sodium alginate 0.2% w/v ยังสามารถละลายน้ำได้ดีทำให้เมล็ดได้รับปัจจัยที่เหมาะสมต่อกระบวนการงอก ทั้งความชื้น ออกซิเจน และอื่น ๆ ได้ครบถ้วน (Siri, 2015) นอกจากนี้ sodium alginate เมื่ออยู่ในสถานะเป็นแผ่นฟิล์มและได้รับปัจจัยจากสารเติมแต่งที่มีองค์ประกอบของแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) จึงช่วยเชื่อมต่อโมเลกุลของกรดกูโรนิกในหลายโมเลกุลเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดโครงสร้างฟิล์มแข็งแรงและมีความคงตัวสูง ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวจึงช่วยชะลอการดูดซับความชื้นให้เข้าไปยังเมล็ดอย่างช้า ๆ ซึ่งเป็นส่วนช่วยให้เมล็ดเกิดกระบวนการทางชีวเคมีสมบูรณ์ขึ้น จึงทำให้เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมีคุณภาพด้านเปอร์เซ็นต์การงอกแรกและเปอร์เซ็นต์ความงอกเป็นไปตามปกติ (Reed *et al.*, 2022)

ส่วนการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์คะน้าพบว่าการเก็บรักษาสารเคลือบในสภาพควบคุมอุณหภูมิตลอดการเก็บรักษานาน 12 เดือนไม่มีผลกระทบต่อ

เปอร์เซ็นต์การงอกแรกและเปอร์เซ็นต์ความงอก แต่จะพบการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยของเปอร์เซ็นต์ความงอกเมื่อผ่านการเก็บรักษาสารเคลือบที่ 12 เดือน แต่เมื่อพิจารณาการเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิ เผยให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ยังคงมีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกัน แต่จะเห็นได้ชัดด้านคุณภาพของเปอร์เซ็นต์การงอกแรก ซึ่งตลอดการเก็บรักษาสารเคลือบทั้ง 3 ตำรับนาน 12 เดือน มีเปอร์เซ็นต์การงอกแรกเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ ทั้งนี้เมล็ดพันธุ์คะน้ามีโครงสร้างเปลือกหุ้มเมล็ดค่อนข้างบางกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกหุ้มเมล็ดของมะเขือเทศ จึงทำให้เมล็ดคะน้าเมื่อถูกห่อหุ้มด้วยสารเคลือบในแต่ละตำรับจะเป็นตัวช่วยควบคุมกลไกการดูดซับความชื้นให้เข้าไปยังเมล็ดได้ช้าขึ้น ซึ่งน้ำหรือความชื้นที่ถูกดูดซึมเข้าไปอย่างช้า ๆ จะกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ เช่น อะไมเลส (amylase) ทำงานได้สมบูรณ์ขึ้นโดยเฉพาะช่วยกระตุ้นการย่อยสลายแป้งให้เป็นน้ำตาลเพื่อใช้เป็นพลังงานสำหรับการงอกแรกได้เร็วมากขึ้นกว่าเดิม (Bewley *et al.*, 2013)

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของตำรับสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ต่อลักษณะทางกายภาพและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและคะน้าสามารถสรุปได้ดังนี้

1. pH ของสารเคลือบทั้ง 3 ตำรับหลังผ่านไป 3 เดือน ความเป็นต่างจะเริ่มลดลง
2. สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ทั้ง 3 ตำรับหลังการเก็บรักษาทั้ง 2 สภาวะ มีความหนืดอยู่ในช่วงที่เหมาะสมและเคลือบเมล็ดพันธุ์ได้สม่ำเสมอ
3. แผ่นฟิล์มของสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ตำรับ gum arabic 0.3% w/v สามารถละลายน้ำได้ 100% ตลอดอายุการเก็บรักษาทั้ง 2 สภาวะ สำหรับแผ่นฟิล์มของสารเคลือบตำรับ sodium alginate 0.2% w/v และ

xanthan gum 0.1% w/v สามารถละลายน้ำได้ดีในช่วง 3 เดือนแรกของการเก็บรักษาทั้ง 2 สภาพ

4. ตำรับสารเคลือบ sodium alginate 0.2% w/v หลังเก็บรักษานาน 12 เดือน ทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การงอกแรกและเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและเมล็ดพันธุ์คะน้าดีที่สุด

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าสารเคลือบ sodium alginate 0.2% w/v เก็บรักษานาน 12 เดือน เป็นตำรับสารเคลือบเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ที่แนะนำสำหรับนำไปใช้เป็นสารเคลือบ เพื่อยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและเมล็ดพันธุ์คะน้าได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ภายใต้โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัย เพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ประจำปีงบประมาณ 2565 (รหัสโครงการ N41A650733) และขอขอบคุณสาขาวิชาพืชไร่ และศูนย์วิจัยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์สมัยใหม่ สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารอ้างอิง

Agricultural Research Development Agency.

2020. **Standards for Organic Crop Production in Thailand.** Bangkok:

Agricultural Cooperative Community of Thailand Ltd. Thailand. 40 p. [in Thai]

Bewley, J.D. K.J. Bradford, H.W.M. Hilhorst

and H. Nonogaki. 2013. **Seeds:**

Physiology of Development,

Germination and Dormancy.

3rd edition. New York: Springer. 392 p.

Cherrate, M, N. Radouane, S. Ezrari,

G. Echchgadda, A. Maissour, K. Makroum,

G. Plavan, O.H. Abd-Elkader and

M. Bouriou. 2023. Effects of

temperature pH and salinity on seed germination of *Acinos alpinus* subsp.

Meridionalis and FTIR analysis of molecular composition changes.

Sustainability 15(6): 4793.

Deaker, R., R.J. Roughley and I.R. Kennedy.

2004. Legume seed inoculation

technology—a review. **Soil Biology and Biochemistry** 36(8): 1275–1288.

Frent, O.D., L.G. Vicas, N. Duteanu,

C.M. Morgovan, T. Jurca, A. Pallag,

M.E. Muresan, S.M. Filip, R.L. Lucaciu,

and E. Marian. 2022. Sodium alginate–natural microencapsulation material of polymeric microparticles. **International Journal of Molecular Sciences**

23(20): 12108.

ISTA. 2019. **International Rules for Seed Testing: Weight Determination.**

Bassersdorf: Int. Seed Testing Assoc. 298 p.

Kangsopa, J. 2019. Seed coating. **Maejo**

Journal of Agricultural Production 1(2): 63–76. [in Thai]

Korkasetwit, S. 2008. **Effect of Coating**

Substance on Quality and Longevity of Sweet Corn Seed. Master Thesis.

in Agronomy. Khon kaen University. 81 p. [in Thai]

Patel, S. and Goyal, A. 2015. Applications of natural polymer gum arabic: a review.

International Journal of Food Properties 18(5): 986–998.

Petri, D.F. 2015. Xanthan gum: a versatile biopolymer for biomedical and technological applications. **Journal of Applied Polymer Science** 132(23): 1-13
<https://doi.org/10.1002/app.42035>

Reed, R.C., K.J. Bradford and I. Khanday. 2022.

Seed germination and vigor: ensuring crop sustainability in a changing climate. **Heredity** 128(6): 450–459.

Siri, B. 2015. **Seed Conditioning and Seed Enhancements**. Khon Kaen: Klunghanawitthaya Printing. 239 p.
[in Thai]