วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 28 (ฉบับที่ 1) มกราคม – เมษายน พ.ศ. 2566
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 28 (No.1) January – April 2023 บทความวิจัย

ผลของการเคลือบเมล็ดด้วยธาตุอาหารพืชต่อการงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า และอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี

Effect of Seed Coating with Plant Nutrients Substance on Germination, Seedling Growth and Longevity of Wheat Seeds

สุรีมาศ จันต๊ะอินทร์, เนตรนภา อินสลุด, สุธีระ เหิมฮึก และ จักรพงษ์ กางโสภา*

Sureemard Chantain, Nednapa Insalud, Sutheera Hermhuk and Jakkrapong Kangsopa*

สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Division of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University

Received : 5 January 2022

Revised : 26 February 2022

Accepted : 6 May 2022

บทคัดย่อ

ข้าวสาลีเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญที่มีคุณประโยชน์ในด้านของสารอาหาร ไฟเบอร์ สารต้านอนุมูลอิสระสูง และมีความต้องการของผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ แต่ในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลียังมีการงอกและความแข็งแรงต่ำ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาชนิดและความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมสำหรับการเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีและติดตามการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีผลการทดลองดังนี้ ส่วนที่ 1 การเคลือบเมล็ดร่วมกับ $ZnSO_4$ 0.7, KH_2PO_4 0.3, NH_4NO_3 0.7 และ $CaCl_2$ 0.5 กรัม มีการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวสาลีดีกว่าวิธีการอื่น ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ โดยในส่วนที่ 2 นำผลการทดลองในส่วนที่ 1 มาเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เพื่อทดสอบการงอกและการเจริญเติบโตหลังผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน มีผลดังนี้ ตลอดอายุการเก็บรักษานาน 4 เดือนทั้งในสภาพควบคุมและไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมพบว่า การเคลือบเมล็ดทุกวิธีการมีการงอกและความเร็วในการงอกไม่แตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ แต่หลังการเก็บรักษา 6 เดือน การเคลือบเมล็ดร่วมกับธาตุอาหารพืชทุกวิธีการมีการงอกและความเร็วในการงอกสูงมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบเมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ ส่วนการตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่า ตลอดการเก็บรักษา 6 เดือนในสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม การเคลือบเมล็ดทุกวิธีการมีการงอกและความเร็วในการงอกไม่แตกต่างกับเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ แต่เมื่อพิจารณาการเก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมพบว่า การเคลือบเมล็ดร่วมกับ NH_4NO_3 ความเข้มข้น 0.5 และ 0.7 กรัม หลังการเก็บรักษานานทั้ง 4 และ 6 เดือน มีการงอกและความเร็วในการงอกสูงมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ ดังนั้นการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ NH_4NO_3 ความเข้มข้น 0.5 และ 0.7 กรัม จึงเป็นชนิดและความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชแนะนำเพื่อการนำไปใช้ยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี

คำสำคัญ : เมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี ; การไพรม์เมล็ดพันธุ์ ; การเคลือบเมล็ดพันธุ์ ; ธาตุอาหารพืช

Abstract

Wheat is an important cash crop that is high nutritional, dietary fiber, antioxidants and health-conscious consumer needs. However, in the process of wheat seed production, wheat seeds were susceptible to poor germination and low vigour. The objectives of this experiment are to find suitable plant nutrient types and concentration for coating wheat seeds and to monitor changes in the quality and shelf life of wheat seeds. The Completely Randomized Design (CRD) with 4 repetitions was used as an experimental design. The results were as follows: (1) For the first phase of the experiment, seeds coated with 0.7 g of $ZnSO_4$, 0.3 g of KH_2PO_4, 0.7 g of NH_4NO_3, and 0.5 g of $CaCl_2$ showed better germination and seedling growth than those coated with other methods when compared to non-coated seeds. (2) For the second phase of the experiment, the results from the first phase were stored in different environmental conditions, to test germination and growth after 6 months of storage. As for the results of the experiment in the second phase, throughout the 4 months of the shelf life of seeds in both controlled and ambient conditions, it was found that seeds coated with all methods had the same germination rate and speed of germination compared to the non-coated seeds. Nevertheless, after 6 months of storage, all seeds coated with plant nutrients in all experimental groups showed a higher germination rate and speed of germination than non-coated seeds when examined in a laboratory condition. As for the experiment in the greenhouse condition, it was found that throughout the 6 months of seed storage under ambient conditions, coated seeds with all experimental methods had the same germination rate and speed of germination as non-coated seeds. However, when examining the seeds stored under the controlled condition, it was found that seeds coated with 0.5 and 0.7 g of NH_4NO_3 after both 4 and 6 months of storage had a higher germination rate and speed of germination than non-coated seeds. Therefore, 0.5 and 0.7 g of NH_4NO_3 were the recommended plant nutrient types and concentration for improvement of seed quality of wheat.

Keywords : wheat seeds ; seed coating ; seed priming ; plant nutrient

***Corresponding author. E-mail :** jakkrapong_ks@mju.ac.th

บทนำ

ข้าวสาลีเป็นธัญพืชหลักชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญในด้านเศรษฐกิจ เนื่องจากมีคุณประโยชน์ในด้านของสารอาหาร ไฟเบอร์ และสารต้านอนุมูลอิสระ ในปัจจุบันกระแสการบริโภคผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้รับความสนใจมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวสาลีที่มีคุณลักษณะที่โดดเด่น เช่น ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์ร้อยละ 70 เช่น คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ซี และคลอโรฟิลล์ดี โดยคลอโรฟิลล์เอ จะมีสีเขียวแกมน้ำเงิน (bluish–green) และคลอโรฟิลล์บี มีสีเขียวแกมเหลือง (yellow – green) (Gross, 1991) มีสูตรทางเคมี ดังนี้ $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ และ $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบวิตามินเอ ซี และอี แร่ธาตุต่าง ๆ เช่น เหล็ก แคลเซียม แมกนีเซียม และกรดอะมิโนกว่า 17 ชนิด (Padalia, *et al*., 2010) จึงส่งผลให้ในด้านอุตสาหกรรมการแปรรูปสร้างผลิตภัณฑ์จากข้าวสาลีในประเทศไทยมีความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง ทั้งในด้านการงอก ความแข็งแรง และสามารถเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ได้อย่างสม่ำเสมอ อีกทั้งต้องมีอายุการเก็บรักษาไว้ได้นานโดยที่ยังคงคุณภาพที่ดีไว้ เพื่อที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของตลาดและผู้บริโภคได้ อย่างไรก็ตาม การผลิตเมล็ดพันธุ์ในประเทศไทยสามารถเพาะปลูกได้เพียงบางพื้นที่ของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเท่านั้น และมักประสบปัญหาฝนตก หรือความชื้นสูงขณะทำการเก็บเกี่ยว จึงทำให้เมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพเร็ว งอกช้า ความแข็งแรงต่ำ และเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าที่ไม่สมบูรณ์และสูญเสียสารอาหารที่สำคัญไป (Wetchakama & Khaengkhan, 2018) เมื่อนำไปสร้างเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปสำหรับรอการจำหน่าย

ในปัจจุบันได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์และประสบความสำเร็จแล้วในพืชหลายชนิด ทำด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน (Indra & Gayathri, 2003; Lu & Yong-fu, 2005; Rathod & Jadhao, 2006) วิธีการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ คือ การเคลือบเมล็ดพันธุ์ ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีการเคลือบเมล็ดพันธุ์มีราคาลดลงจากเดิมเนื่องจากประเทศไทยสามารถพัฒนาสารเคลือบเมล็ดขึ้นใช้ได้เองภายในประเทศ จึงทำให้ต้นทุนในการสร้างสารเคลือบลดลงและสามารถนำมาใช้กับเมล็ดที่มีราคาต่ำ เพื่อสร้างมูลค่าให้กับเมล็ดได้ อีกทั้งการเคลือบเมล็ดเป็นวิธีการที่ทำให้สารออกฤทธิ์เกาะติดกับผิวเมล็ดอย่างแน่นไม่เกิดการหลุดร่วงในขณะนำเมล็ดไปเพาะปลูก และมีความสม่ำเสมอครอบคลุมผิวของเมล็ดในลักษณะเป็นฟิล์มบาง ๆ โดยเมล็ดไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไป (Taylor & Harman, 1990) โดยการเคลือบเมล็ดพันธุ์สามารถเพิ่มสารออกฤทธิ์ได้อีกด้วย เช่น สารป้องกันกำจัดเชื้อรา ฮอร์โมนพืช และธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะการเคลือบร่วมกับธาตุอาหารพืชเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านการงอกและเป็นการเสริมธาตุอาหารพืชสำหรับการตั้งตัวและการเจริญเติบโตต้นกล้าได้ โดยเฉพาะการเคลือบเมล็ดด้วยธาตุอาหารพืชที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตในระยะต้นกล้า (Siri, 2015) เช่น ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม และสังกะสี เป็นต้น เนื่องด้วยธาตุอาหารเหล่านี้เป็นองค์ประกอบหลักที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของของเซลล์และกระตุ้นการทำงานของกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเมล็ด (Scott & Blair, 1988; Wang *et al*., 2009; Chaimongkol *et al*., 2011) ซึ่งจะช่วยให้พืชสามารถนำธาตุอาหารที่เคลือบติดที่ผิวเมล็ดไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยธาตุอาหารพืชจะถูกละลายอยู่ในรัศมีของรากพืช สอดคล้องกับ Siri *et al*. (2012) พบว่าการเคลือบเมล็ดร่วมกับธาตุอาหารพืช KNO_3 และ KH_2PO_4 ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้การงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมเพิ่มขึ้นสูงกว่าเมล็ดไม่เคลือบ เช่นเดียวกับ Tongpamnak *et al*. (1997) พบว่าเมล็ดข้าวโพดหวานที่เคลือบด้วย $ZnSO_4$ ทำให้เมล็ดพันธุ์มีการงอก 98 % ซึ่งมากกว่าเมล็ดที่ไม่เคลือบตลอดอายุการเก็บรักษานาน 9 เดือน

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับธาตุอาหารพืช เพื่อรักษาระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีให้คงคุณภาพการงอก ความแข็งแรงที่ดี และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี เพื่อตอบสนองต่อความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาต่อยอดการสร้างผลิตภัณฑ์แปรรูปเพื่อสุขภาพต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์และโรงเรือนทดลอง สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) 4 ซ้ำ โดยมีวิธีการทดลองดังนี้

การไพรม์เมล็ดข้าวสาลีร่วมกับ KNO_3

เตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีสายพันธุ์ ฝาง 60 โดยมีแหล่งที่มาจากศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ดำเนินการโดย นำเมล็ดจำนวน 280 กรัมในแต่ละวิธีการมาไพรม์ร่วมกับสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.2% น้ำหนักโดยปริมาตร ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำเมล็ดไปล้างผ่านน้ำสะอาดเป็นเวลา 1 นาที แล้วจึงนำไปลดความชื้นในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนได้ความชื้นใกล้เคียงกับความชื้นก่อนการไพรม์เมล็ด (9.7% ± 1)

การเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีร่วมกับธาตุอาหารพืช

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีที่ผ่านการเตรียมจากการไพรม์เมล็ดข้าวสาลีร่วมกับ KNO_3 มาเคลือบด้วยธาตุอาหารพืชที่คัดเลือก โดยใช้ Carboxymethyl cellulose (CMC) ความเข้มข้น 0.2% น้ำหนักโดยปริมาตร เป็นสารเคลือบ โดยมีกรรมวิธีการทดลองทั้งหมด 14 กรรมวิธี โดยสามารถแบ่งกรรมวิธีในการเคลือบได้ดังนี้ คือ เมล็ดไม่เคลือบ (T1), เมล็ดที่เคลือบร่วมกับสารเคลือบ CMC เพียงอย่างเดียว (T2), เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.2, 0.5 และ 0.7 กรัม (T3, T4, T5), เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ KH_2PO_4 ความเข้มข้น 0.3, 0.5 และ 0.7 กรัม (T6, T7, T8), เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $CaCl_2$ ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 กรัม (T9, T10, T11) และเมล็ดที่เคลือบร่วมกับ NH_4NO_3 ความเข้มข้น 0.3, 0.5 และ 0.7 กรัม (T12, T13, T14) โดยเตรียมสารละลายของธาตุอาหารพืชแต่ละชนิดละลายกับน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาเคลือบโดยใช้เครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์แบบถังหมุน รุ่นโมเดล SKK-12 ใช้ความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที แล้วนำเมล็ดหลังการเคลือบไปลดความชื้นในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนได้ความชื้นใกล้เคียงกับความชื้นก่อนการเคลือบเมล็ด (9.7% ± 1)

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์หลังผ่านการเคลือบร่วมกับธาตุอาหารพืช

คัดเลือกสูตรการเคลือบเมล็ดที่ดีที่สุดมา 4 สูตร ที่ส่งผลให้มีการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวสาลีดีกว่าวิธีการอื่น ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ โดยนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บรักษาที่อายุและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยการบรรจุเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีที่คัดเลือกใส่ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์กรรมวิธีละ 10 กรัม จากนั้นนำไปเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน คือ สภาพที่ไม่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม และสภาพที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%) หลังจากนั้นทำการสุ่มเมล็ดทุก 2 เดือน เป็นเวลา 6 เดือน มาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่าง ๆ

การบันทึกผลการทดลอง

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ

1. การตรวจสอบการงอก

การตรวจสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ นำเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีมาทดสอบการงอกโดยวิธีการ Between paper (BP) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด แล้วนำไปไว้ในตู้เพาะการงอกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80% ที่ความเข้มแสง 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ให้แสงตลอดเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนับการงอกครั้งแรก (First count) หลังการเพาะ 4 วัน และนับครั้งสุดท้าย (Final count) หลังเพาะ 8 วัน จากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอก ดังสมการที่ (1) ตามวิธีการของ ISTA (2018) ดังนี้

$$\text{การงอก (\%)} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอก}}{\text{จำนวนเมล็ดพันธุ์ทั้งหมด}} \times 100 \quad (1)$$

2. การตรวจสอบการงอกรากแรกเกิด

การตรวจสอบการงอกรากแรกเกิด ประเมินการงอกรากแรกเกิดจากการเพาะทดสอบ ทำทั้งหมด 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ประเมินในวันที่ 3 หลังเพาะ โดยนับจำนวนรากที่งอกในแต่ละกรรมวิธี โดยเริ่มตรวจนับเมื่อเมล็ดมีการงอกของรากที่ความยาว 2 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปหาเปอร์เซ็นต์การงอกรากแรกเกิด ดังสมการที่ (2)

$$\text{การงอกรากแรกเกิด (\%)} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกราก}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100 \quad (2)$$

3. การตรวจสอบความเร็วในการงอกรากแรกเกิด

การตรวจสอบความเร็วในการงอกรากแรกเกิด ดำเนินการตรวจนับรากที่มีความยาว 2 มิลลิเมตร ในทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 3 หลังการเพาะ ทำทั้งหมด 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ดในทุกกรรมวิธี จากนั้นนำมาหาความเร็วในการงอกรากแรกเกิด ดังสมการที่ (3)

$$\text{ความเร็วในการงอกรากแรกเกิด (ราก/วัน)} = \text{ผลรวมของ } \frac{[\text{จำนวนรากที่งอกในแต่ละวัน}]}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}} \quad (3)$$

4. การตรวจสอบความสูงลำต้น ความยาวราก และความยาวต้นกล้า

ประเมินในวันที่ 8 ของการเพาะเมล็ด ทำโดยสุ่มต้นกล้า ทั้งหมด 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น แล้วนำมาวัดความยาวต้นโดยวัดตั้งแต่โคนต้นจนถึงปลายใบของต้นกล้า ส่วนความยาวราก วัดจากโคนต้นลงมาจนถึงปลายรากของต้นกล้า และการประเมินความยาวต้นกล้าทั้งหมด ตรวจวัดตั้งแต่ปลายรากไปจนจนถึงปลายสุดใบ โดยใช้ไม้บรรทัดมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพเรือนทดลอง

เพาะทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพเรือนทดลอง ใช้ถาดเพาะต้นกล้าขนาด 104 หลุม (4 x 4.5 เซนติเมตร) ซึ่งใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุเพาะต้นกล้า โดยเพาะต้นกล้าให้ลึกประมาณ 2 เซนติเมตร จากนั้นประเมินคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่าง ๆ

1. การตรวจสอบการงอก

โดยสุ่มเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบร่วมกับธาตุอาหารพืชทำทั้งหมด 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด โดยใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุเพาะ จากนั้นทำการนับการงอกครั้งแรก (First count) หลังการเพาะ 4 วัน และนับครั้งสุดท้าย (Final count) หลังเพาะ 8 วัน จากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอกตามวิธีการของ ISTA (2018)

2. การตรวจสอบความเร็วในการงอก

ตรวจนับจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเป็นต้นกล้าปกติในทุก ๆ วัน เริ่มนับครั้งแรกที่ 4 วัน (First count) จนถึงวันที่ 8 หลังเพาะ (Final count) โดยทำทั้งหมด 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ดในทุกกรรมวิธี จากนั้นนำมาคำนวณหาความเร็วในการงอกของต้นกล้าข้าวสาลี (AOSA, 1983) แล้วนำผลการนับมาคำนวณหาความเร็วในการงอกเช่นเดียวกันกับการตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แปลงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์เพื่อวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิธี Arcsine transformation เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีการทดลองโดยวิธี Duncan' New Multiple Range Test (DMRT) โดยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป

ผลการวิจัย

การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นการค้นหาชนิดของธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมต่อการเคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี จากนั้นคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด 4 สูตร นำไปเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเพื่อค้นหาสูตรตำรับที่ดีที่สุดเพื่อนำไปใช้สำหรับการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี โดยมีผลการทดลองดังนี้

คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีหลังผ่านการเคลือบเมล็ดด้วยธาตุอาหารพืช

เมื่อพิจารณาเมล็ดที่เคลือบเมล็ดร่วมกับ $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.7 กรัม (T5), KH_2PO_4 ความเข้มข้น 0.3, 0.5, 0.7 กรัม (T6-T8 ตามลำดับ), $CaCl_2$ ความเข้มข้น 0.5, 1, 1.5 กรัม (T9-T11 ตามลำดับ) และ NH_4NO_3 ความเข้มข้น 0.3 กรัม (T12) ส่งผลให้ความเร็วในการงอกรากแรกเกิดดีกว่าและมีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการ

เคลือบ ส่วนเมล็ดที่เคลือบด้วยธาตุอาหารพืช พบว่าการเคลือบเมล็ดทุกกรรมวิธีไม่ส่งผลต่อการงอกรากแรกเกิด การงอก และความเร็วในการงอกมีความแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเคลือบ (T1) (ตารางที่ 1)

ส่วนการตรวจสอบการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวสาลีในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า การเคลือบเมล็ดร่วมกับสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) และเคลือบร่วมธาตุอาหารพืชทุกกรรมวิธีส่งผลทำให้ความยาวต้น และความยาวรากของต้นกล้าข้าวสาลีมีความแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเคลือบ (T1) ส่วนการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ NH_4NO_3 ความเข้มข้น 0.7 กรัม (T14) มีความยาวต้นกล้าสูงมากกว่าวิธีการอื่น ๆ แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเคลือบ (T1) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 การงอกรากแรกเกิด ความเร็วในการงอกรากแรก การงอก และความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีหลังผ่านการเคลือบร่วมกับธาตุอาหารพืชที่ชนิดและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ

กรรมวิธี[1]	สภาพห้องปฏิบัติการ			
	การงอกรากแรกเกิด[2] (%)	ความเร็วในการงอกรากแรกเกิด (ราก/วัน)	การงอก (%)	ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน)
T1	98	70.75 b-c[3]	100	24.78
T2	99	67.50 cd	100	24.95
T3	99	67.00 cd	100	24.83
T4	100	64.25 d	100	25.00
T5	99	78.50 a	99	24.75
T6	100	79.25 a	100	24.98
T7	100	76.25 a	100	25.00
T8	99	77.50 a	100	24.93
T9	100	78.00 a	100	24.88
T10	98	77.75 a	99	24.68
T11	99	76.50 a	100	24.95
T12	99	77.00 a	100	24.95
T13	99	74.50 ab	100	24.95
T14	98	72.50 a-c	100	24.73
F-test	ns	**	ns	ns
CV. (%)	5.75	5.71	3.15	0.90

ns, **: ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ และมีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ P ≤ 0.01 ตามลำดับ

[1] T1 = เมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ, T2 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ CMC, T3 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $ZnSO_4$ 0.2 กรัม, T4 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $ZnSO_4$ 0.5 กรัม, T5 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $ZnSO_4$ 0.7 กรัม, T6 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ KH_2PO_4 0.3 กรัม, T7 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ KH_2PO_4 0.5 กรัม, T8 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ KH_2PO_4 0.7 กรัม, T9 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $CaCl_2$ 0.5 กรัม, T10 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $CaCl_2$ 1 กรัม, T11 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $CaCl_2$ 1.5 กรัม, T12 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ NH_4NO_3 0.3 กรัม, T13 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ NH_4NO_3 0.5 กรัม, T14 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ NH_4NO_3 0.7 กรัม

[2] แปลงข้อมูลการงอกรากแรก และการงอกก่อนนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิธี arcsin

[3] อักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ P ≤ 0.05

ตารางที่ 2 ความสูงลำต้น ความยาวราก และความยาวต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีหลังผ่านการเคลือบด้วยธาตุอาหารพืชที่ชนิดและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ

กรรมวิธี[1]	สภาพห้องปฏิบัติการ		
	ความยาวต้น (เซนติเมตร)	ความยาวราก (เซนติเมตร)	ความยาวต้นกล้า (เซนติเมตร)
T1	15.15	15.75	30.90 a-c[2]
T2	14.64	15.49	30.13 cd
T3	15.00	15.84	30.84 a-c
T4	14.91	16.55	31.46 a-c
T5	15.73	16.04	31.76 a-c
T6	14.96	15.90	30.86 a-c
T7	15.74	16.05	31.79 a-c
T8	14.32	14.54	28.85 d
T9	15.64	16.58	32.22 ab
T10	14.87	15.66	30.53 b-c
T11	14.86	16.03	30.89 a-c
T12	14.53	15.37	29.90 cd
T13	14.89	16.36	31.25 a-c
T14	15.40	17.30	32.69 a
F-test	ns	ns	**
CV. (%)	4.25	5.96	3.66

ns, **: ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ และมีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ $P \leq 0.01$ ตามลำดับ

[1] T1 = เมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ, T2 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ CMC, T3 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $ZnSO_4$ 0.2 กรัม, T4 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $ZnSO_4$ 0.5 กรัม, T5 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $ZnSO_4$ 0.7 กรัม, T6 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ KH_2PO_4 0.3 กรัม, T7 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ KH_2PO_4 0.5 กรัม, T8 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ KH_2PO_4 0.7 กรัม, T9 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $CaCl_2$ 0.5 กรัม, T10 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $CaCl_2$ 1 กรัม, T11 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $CaCl_2$ 1.5 กรัม, T12 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ NH_4NO_3 0.3 กรัม, T13 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ NH_4NO_3 0.5 กรัม, T14 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ NH_4NO_3 0.7 กรัม

[2] อักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ $P \leq 0.05$

หลังจากคัดเลือกสูตรตำรับการเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่ดีที่สุดมาทั้งหมด 4 สูตรตำรับ คือ $ZnSO_4$ 0.7 กรัม, KH_2PO_4 0.3 กรัม, NH_4NO_3 0.7 กรัม และ $CaCl_2$ 0.5 กรัม จากนั้นนำแต่ละสูตรตำรับมาเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 6 เดือน แล้วตรวจสอบการงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ด โดยมีผลการศึกษาดังนี้

การงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีที่ผ่านการเคลือบเมล็ดด้วยธาตุอาหารพืชหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

จากการตรวจสอบการงอกในสภาพห้องปฏิบัติการหลังผ่านการเก็บรักษาในสภาพที่ควบคุมสภาพแวดล้อมพบว่า ทุกกรรมวิธีการเคลือบเมล็ดตลอดอายุการเก็บรักษาในเดือนที่ 0, 2 และ 4 มีการงอกไม่แตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเคลือบ (T1) ส่วนเมล็ดที่เคลือบด้วยธาตุอาหารพืชทุกกรรมวิธีส่งผลให้การงอกของเมล็ดหลังผ่านการเก็บรักษาผ่านไปแล้วนาน 6 เดือน ยังคงมีการงอกสูงมากกว่าและมีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ และเมื่อพิจารณาตรวจสอบการงอกในสภาพเรือนทดลองพบว่า เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ CMC เพียงอย่างเดียว (T2) ในเดือนที่ 2 มีการงอกสูงมากกว่าวิธีการอื่น ๆ แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ (T1) เมื่อผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 4 และ 6 เดือน พบว่า เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $CaCl_2$ ความเข้มข้น 0.5 กรัม (T5) และ NH_4NO_3 ความเข้มข้น 0.7 กรัม (T6) มีการงอกสูงมากกว่า และแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ แต่ไม่พบความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับการเคลือบเมล็ดด้วย CMC เพียงอย่างเดียว (T2) (ตารางที่ 3)

ต่อมาพิจารณาตรวจสอบการงอกในสภาพห้องปฏิบัติการหลังผ่านการเก็บรักษาในสภาพที่ไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม พบว่า ตลอดอายุการเก็บรักษานาน 4 เดือน การเคลือบเมล็ดทุกกรรมวิธีการไม่ทำให้การงอกมีความแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ ส่วนการงอกของเมล็ดหลังผ่านการเก็บรักษานาน 6 เดือนแสดงให้เห็นว่า การเคลือบเมล็ดทุกกรรมวิธีมีการงอกมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ ส่วนการตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่า ตลอดอายุการเก็บรักษานาน 6 เดือน การเคลือบเมล็ดทุกกรรมวิธีมีการงอกไม่แตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การงอก (%) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีหลังผ่านการเคลือบด้วยธาตุอาหารพืชที่ชนิดและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน และเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี[1]	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							
	สภาพห้องปฏิบัติการ				สภาพเรือนทดลอง			
	0	2	4	6	0	2	4	6
สภาพควบคุมสภาพแวดล้อม								
T1	100	100	100	99 b[2, 3]	100	90 ab	84 c	83 d
T2	100	100	98	98 b	100	93 a	94 ab	93 a-c
T3	100	100	100	100 a	100	79 c	91 bc	90 bc
T4	100	100	100	100 a	100	84 bc	89 bc	89 cd
T5	100	100	100	100 a	100	83 bc	96 a	95 a
T6	100	100	100	100 a	100	87 a-c	97 a	97 a
F-test	ns	ns	ns	**	ns	*	**	**
CV. (%)	3.23	2.62	3.59	2.96	1.85	6.17	6.60	4.90
สภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม								
T1	100	98	96	96 b	100	76	81	78
T2	100	100	100	100 a	100	92	97	95
T3	100	100	100	100 a	100	85	99	96
T4	100	100	100	99 a	100	81	98	96
T5	100	100	100	99 a	100	89	100	100
T6	100	100	100	100 a	100	93	98	98
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	3.23	3.59	4.98	5.00	1.85	6.12	8.19	7.67

ns, *, **: ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ, มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ และ $P \leq 0.01$ ตามลำดับ

[1] T1 = เมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ, T2 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ CMC 0.2 กรัม, T3 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $ZnSO_4$ 0.7 กรัม, T4= เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ KH_2PO_4 0.3 กรัม, T5 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $CaCl_2$ 0.5 กรัม, T6 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ NH_4NO_3 0.7 กรัม

[2] แปลงข้อมูลการงอกรากแรก และการงอกก่อนนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิธี arcsin

[3] อักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ $P \leq 0.05$

ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีที่ผ่านการเคลือบเมล็ดด้วยธาตุอาหารพืชหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

จากการตรวจสอบความเร็วในการงอกในสภาพห้องปฏิบัติการ หลังผ่านการเก็บรักษาที่สภาพควบคุมสภาพแวดล้อม พบว่า หลังผ่านการเก็บรักษาในเดือนที่ 0, 2 และ 4 มีความเร็วในการงอกไม่แตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเคลือบ ส่วนเมล็ดที่ผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 6 เดือนแสดงให้เห็นว่า การเคลือบเมล็ดด้วยธาตุอาหารพืชทุกกรรมวิธีมีความเร็วในการงอกสูงมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ (T1) และการเคลือบเมล็ดด้วย CMC เพียงอย่างเดียว (T2) ส่วนการตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่า ความเร็วในการงอกหลังการเคลือบเมล็ด ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ (T1) แต่เมื่อผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 2 เดือนพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย CMC เพียงอย่างเดียว (T2) มีความเร็วในการงอกสูงมากกว่าและแตกต่างกับวิธีการอื่น ๆ แต่ไม่แตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ (T1) และการเคลือบเมล็ดด้วย NH_4NO_3 ความเข้มข้น 0.7 กรัม (T6) และเมื่อตรวจสอบเมล็ดหลังผ่านการเก็บรักษานาน 4 และ 6 เดือนพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย NH_4NO_3 ความเข้มข้น 0.5 กรัม (T5) และ 0.7 กรัม (T6) มีความเร็วในการงอกสูงมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ แต่ไม่พบความแตกต่างกับการเคลือบเมล็ดด้วย CMC เพียงอย่างเดียว (T2) (ตารางที่ 4)

เมื่อตรวจสอบความเร็วในการงอกในสภาพห้องปฏิบัติการ หลังผ่านการเก็บรักษาที่สภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม พบว่า หลังการเคลือบและหลังผ่านการเก็บรักษานาน 4 เดือน การเคลือบเมล็ดทุกวิธีการไม่ทำให้ความเร็วในการงอกมีความแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ (T1) แต่เมื่อผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 6 เดือนพบว่า การเคลือบเมล็ดทุกกรรมวิธีมีความเร็วในการงอกสูงมากกว่าและแตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ ส่วนการตรวจสอบความเร็วในการงอกในสภาพเรือนทดลองแสดงให้เห็นว่า หลังการเคลือบเมล็ดและหลังการเก็บรักษานาน 6 เดือน มีความเร็วในการงอกไม่แตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีหลังผ่านการเคลือบด้วยธาตุอาหารพืชที่ชนิดและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน และเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี[1]	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							
	สภาพห้องปฏิบัติการ				สภาพเรือนทดลอง			
	0	2	4	6	0	2	4	6
สภาพควบคุมสภาพแวดล้อม								
T1	24.88	25.00	25.00	24.50 b[2]	24.76	22.50 ab	20.88 d	20.25 d
T2	25.00	25.00	24.50	23.50 b	24.67	23.08 a	23.50 a-c	23.50 a-c
T3	24.88	25.00	25.00	25.00 a	24.95	19.73 c	22.75 bc	22.50 c
T4	25.00	24.88	25.00	25.00 a	24.93	20.85 bc	22.25 c	21.25 c
T5	24.88	25.00	25.00	25.00 a	24.88	20.65 bc	24.00 a	24.00 a
T6	25.00	24.88	25.00	25.00 a	24.93	21.50 a-c	24.25 a	24.25 a
F-test	ns	ns	ns	*	ns	*	**	**
CV. (%)	0.70	0.57	1.03	1.16	0.89	5.86	3.90	2.15
สภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม								
T1	24.88	24.50	24.13	23.63 b	24.76	18.79	23.95	23.25
T2	25.00	25.00	24.88	24.88 a	24.67	22.18	23.95	23.95
T3	24.88	25.00	24.88	24.88 a	24.95	20.72	24.58	25.00
T4	25.00	25.00	25.00	24.75 a	24.93	19.90	24.33	24.25
T5	24.88	24.88	25.00	24.75 a	24.88	21.88	25.00	24.00
T6	25.00	25.00	25.00	24.75 a	24.93	23.10	24.38	24.00
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	0.70	1.03	2.02	1.98	0.89	11.09	3.46	2.54

ns, *, **: ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ, มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ และ $P \leq 0.01$ ตามลำดับ

[1] T1 = เมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ, T2 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ CMC 0.2 กรัม, T3 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $ZnSO_4$ 0.7 กรัม, T4= เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ KH_2PO_4 0.3 กรัม, T5 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ $CaCl_2$ 0.5 กรัม, T6 = เมล็ดที่เคลือบร่วมกับ NH_4NO_3 0.7 กรัม

[2] อักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ $P \leq 0.05$

วิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 จะเป็นการค้นหาชนิดและความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมสำหรับการเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี และส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาประสิทธิภาพอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี ซึ่งมีผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นดังนี้

หลังการเคลือบเมล็ดทุกกรรมวิธีมีการงอกรากแรกเกิด การงอก และความเร็วในการงอกของเมล็ดข้าวสาลีไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ ทั้งนี้เมล็ดพันธุ์สำหรับใช้ทดลองเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ยังคงมีคุณภาพการงอกสูง เพื่อใช้ทดสอบวัตถุประสงค์หลักคือ ประสิทธิภาพการเก็บรักษา ทำให้วิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยธาตุอาหารพืชยังคงไม่พบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการงอกและความแข็งแรงชัดเจนแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม การเคลือบเมล็ดด้วยธาตุอาหารพืชตั้งแต่ T5-T12 แสดงให้เห็นว่า เมล็ดมีความเร็วในการงอกรากแรกเกิดได้สูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ 8-12 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นธาตุอาหารที่ใช้ร่วมกับการเคลือบเมล็ดมีส่วนช่วยให้เมล็ดสามารถงอกได้เร็วขึ้น โดยธาตุอาหารจะมีบทบาทสำคัญช่วยส่งเสริมกระบวนการงอกของเมล็ดให้สมบูรณ์ขึ้น (Ritmanee, 1983) โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนที่ได้จาก NH_4NO_3 เป็นองค์ประกอบสำคัญอยู่ในเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ ที่มีบทบาทสำคัญต่อการกระตุ้นและควบคุมปฏิกิริยาต่าง ๆ ในกระบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Osuna *et al*., 2015) ส่วนธาตุฟอสฟอรัสที่ได้จาก KH_2PO_4 เป็นองค์ประกอบที่หลักในเอนไซม์ต่าง ๆ หลายชนิด ที่จำเป็นต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมต่อการงอกของเมล็ด (Yang, 2018) และธาตุสังกะสีที่ได้จาก $ZnSO_4$ มีบทบาทในกระตุ้นการสร้างกรดอะมิโนทริปโทเฟน ที่มีบทบาทในการสังเคราะห์ฮอร์โมนพืชออกซิน (IAA) ที่เพิ่มการยืดตัวของผนังเซลล์ (Plasticity) ทำให้พืชที่มีการยืดขยายเซลล์ในส่วนของปลายรากได้ดีมากขึ้น ส่งผลให้การแทงแรกรากเกิดได้เร็วกว่ามากยิ่งขึ้น จากการรายงานของ Siri (2015) พบว่าการเคลือบเมล็ดร่วมกับธาตุอาหารพืช KNO_3 และ KH_2PO_4 ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมเพิ่มขึ้นสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านเคลือบ ดังนั้นจากบทบาทที่สำคัญของธาตุอาหารพืชดังกล่าวทำให้การเพิ่มธาตุอาหารพืชผ่านวิธีการเคลือบเมล็ดสามารถช่วยให้เมล็ดข้าวสาลีมีการงอกรากแรกเกิดได้ไวขึ้นจากเดิม

ส่วนการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวสาลีพบว่า หลังการเคลือบเมล็ดร่วมกับธาตุอาหารพืชแสดงให้เห็นว่า ความยาวต้นและความยาวรากไม่มีความแตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ แต่เมื่อพิจารณาความยาวของต้นกล้าทั้งหมด (ลำต้น + ราก) แสดงให้เห็นว่า การเคลือบเมล็ดด้วย NH_4NO_3 ความเข้มข้น 0.7 กรัม มีความยาวต้นกล้าสูงมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ 6 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้หลังการเคลือบเมล็ดผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ต้นกล้าที่ผ่านการเคลือบเมล็ดถึงแม้จะมีการงอกไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มของการเจริญเติบโตของต้นกล้า (มีราก มีลำต้น และมีใบจริง) ที่สมบูรณ์มากขึ้นจากเดิม โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ได้รับอิทธิพลของธาตุไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโปรตีนต่าง ๆ โดย NO_3^- ที่เมล็ดได้รับจากวิธีการเคลือบเมล็ด จะเข้าไปช่วยให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนเพิ่มขึ้นภายในเมล็ด ทำให้เมล็ดมีกระบวนการงอกและการเจริญเติบโตเร็วขึ้น (Chanitra *et al*., 2010) อีกทั้งยังส่งผลให้เซลล์มีการยืดขยายตัวได้เร็วขึ้น และสามารถกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่มีความสำคัญต่อการควบคุมการแบ่งเซลล์ การเจริญเติบโตของลำต้น ใบ และราก (Davies, 2010) รวมถึงมีคุณสมบัติที่สามารถส่งเสริมการแบ่งเซลล์ของพืช การยืดยาวของลำต้น (Sun, 2011; Vera-Sirera *et al*., 2016) จากผลการ

ทดลองดังกล่าวจะช่วยให้ต้นกล้าข้าวสาลีมีการเจริญเติบโตไวขึ้นและสามารถตั้งตัวได้ไว หาอาหารเองได้เร็วขึ้น และมีโอกาสที่จะเจริญเติบโตไปเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ได้เร็วขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ

เมื่อพิจารณาการงอกและความเร็วในการงอกหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมและไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า คุณภาพเมล็ดพันธุ์ตลอดอายุการเก็บรักษานาน 4 เดือน ทุกกรรมวิธีทดลองมีการงอกและความเร็วในการงอกไม่แตกต่างกัน แต่จะเริ่มพบการเปลี่ยนแปลงเมื่อผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 6 เดือน เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่เริ่มต้นใช้ในการทดลองยังคงมีคุณภาพดี ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการรักษาคุณภาพเมล็ดให้ยาวนานหลังการเก็บรักษา และผลการทดลองเริ่มแสดงให้เห็นว่า เมื่อผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 6 เดือน เมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของการงอกและความเร็วในการงอกลดลง โดย Hwang & Sung (1991) และ Siri (2015) อธิบายว่า การเคลือบเมล็ดคือการห่อหุ้มเมล็ดด้วยพอลิเมอร์ที่มีส่วนช่วยป้องกันความชื้นและปัจจัยภายนอกที่ไม่เหมาะสม ทำให้เมล็ดสามารถชะลอการเสื่อมคุณภาพได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ สารเคลือบยังเป็นตัวกลางนำพาธาตุอาหารพืชให้ติดไปกับเมล็ดเพื่อช่วยในกระบวนการงอกของเมล็ดได้ดีเพิ่มขึ้น (Kangsopa, 2020) อีกทั้งช่วยป้องกันการดูดซับน้ำหรือชะลอการเคลื่อนตัวของน้ำเข้าสู่เมล็ดพืชได้ (Henning, 1990) ซึ่งสามารถควบคุมการแลกเปลี่ยนระหว่างความชื้นในเมล็ดและความชื้นสัมพัทธ์ ช่วยลดการดูดซับความชื้นของเมล็ดแม้อยู่ในสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ทำให้สามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้เป็นเวลานานมากขึ้น (Siri, 2015) รวมถึงป้องกันอันตรายจากสภาวะความเครียดต่าง ๆ ที่เกิดจากการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์และการเก็บรักษา (Sherin, 2003)

เมื่อพิจารณาการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพเรือนทดลอง หลังผ่านการเก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมนาน 4-6 เดือน ยิ่งแสดงให้เห็นว่า การเคลือบเมล็ดด้วย NH_4NO_3 ความเข้มข้น 0.5 (T5) และ 0.7 กรัม (T6) มีการงอกและความเร็วในการงอกสูงมากกว่าและแตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ ทั้งนี้เมล็ดข้าวสาลีที่ถูกเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำจะถูกชะลอกิจกรรมทางชีวเคมีต่าง ๆ ภายในเมล็ดให้ช้าลง (Bewley *et al*., 2013) เช่น กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และ α-amylase เป็นต้น (Szczerba *et al*., 2021) เมื่อนำมาเพาะทดสอบจึงมีการเปลี่ยนแปลงของการงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดน้อยมากกว่าเมล็ดที่ผ่านการเคลือบด้วยธาตุอาหาร ในทางตรงกันข้าม ธาตุอาหารที่ถูกเคลือบร่วมกับเมล็ดสามารถช่วยกระตุ้นให้เมล็ดมีกิจกรรมทางชีวเคมีได้ดีเพิ่มขึ้น (Klarod *et al*., 2021) จึงช่วยให้เมล็ดที่แม้จะถูกเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ (4 °C) ยังคงสามารถงอกได้ดีแม้ผ่านการเก็บรักษานาน 6 เดือน ส่วนทุกกรรมวิธีทดลองเมล็ดที่ถูกเก็บรักษาภายใต้สภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมกลับมีการเปลี่ยนแปลงของการงอกและความเร็วในการงอกไม่แตกต่างกันในทางสถิติเมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ แต่เมื่อพิจารณาผลการทดสอบมีความแปรปรวนระหว่างซ้ำของเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบสูง โดยเฉพาะการพบลักษณะของเมล็ดตายเพิ่มสูงขึ้น

สรุปผลการวิจัย

การเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ NH_4NO_3 ความเข้มข้น 0.5 กรัม และ 0.7 กรัม หลังเก็บรักษา 6 เดือน ส่งผลให้การงอกและความเร็วในการงอกดีกว่าวิธีการอื่น ๆ เมื่อเก็บรักษาในสภาพควบคุมและไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม จึงเป็นชนิดและความเข้มข้นที่แนะนำสำหรับนำไปใช้ยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนา Lanna Grain Hub เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัย และขอบคุณสาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้สนับสนุนสถานที่และวัสดุอุปกรณ์สำหรับการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

AOSA. (1983). *Seed Vigor Testing Handbook*. New York: Association of Official Seed Analysts.

Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst, H.W.M., & Nonogaki, H. (2013). *Seeds Physiology of Development, Germination and Dormancy*. 3th Edition. New York: Springer.

Chaimongkol, O., Sompamitra, C., Sawadeemit, C., Vearasilp, S., & Thanapornpoonpong, S. (2011). Effect of seed coating mixtures of urea and polyethylene glycol on the quality of sweet corn seedling. *Agricultural Science Journal*, *42*(Suppl. 3), 385-388. (in Thai).

Chanitra, P., Photchanachai, S., Uthairatanakij, A., & Rithichai, P. (2010). Effect of seed priming on quality of cucumber seed. *Agricultural Science Journal, 41*(Suppl. 3/1), 405-408. (in Thai).

Davies, P.J. (2010). *Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action*. 3rd Edition, New York: Springer-Verlag.

Gross, J. (1991). *Pigments in Vegetables Chlorophylls and Carotenoid*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Henning, A.A. (1990). *Polymeric Coatings Improve the Storage Life of Soybean Seeds*. Ph. D. Thesis. University of Florida.

Hwang, W.D., & Sung, F.J.M. (1991). Prevention of soaking injury in edible soybean seeds by ethyl cellulose coating. *Seed Science and Technology*, *19*, 269-378.

Indra, N., & Gayathri, S. (2003). Management of black gram root rot by *Macrophomia phaseolina* by antagonistic microorganism. *Madras Agricultural Journal*, *90*(7-9), 490-494.

ISTA. (2018). *International Rules for Seed Testing, Edition 2018*. Bassersdorf: International Seed Testing Association.

Kangsopa, J. (2020). Seed coating with plant nutrients on seed germination and seedling vigour. *King. Mongkut's Agricultural Journal, 38*(3), 417-425. (in Thai).

Klarod, K., Dongsansuk, A., Piepho, H.-P., & Siri, B. (2021). Seed coating with plant nutrients enhances germination and seedling growth, and promotes total dehydrogenase activity during seed germination in tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Seed Science and Technology*, *49*(2), 107-124.

Lu, X-P., & Yong-fu, B. (2005). Influences of primed and pelleted flue-cured tobacco seeds on the growth of tobacco seedlings produced by float system. *Journal of Hunan Agricultural University, (Natural Sciences), 4,* 388-391.

Osuna, D., Prieto, P., & Aguilar, M. (2015). Control of seed germination and plant development by carbon and nitrogen availability. *Frontiers in Plant Science*, *6*, 1-14.

Padalia, S., Drabu, S., Raheja, I., Gupta, A., & Dhamija, M. (2010). Multitude potential of wheatgrass juice (Green Blood): An overview. *Chronicles of Young Scientists*, *1*(2), 23-8.

Rathod, T. H., & S.D. Jadhao. (2006). Effect of seed pelleting on growth, yield and morphological parameters in soybean (*Glycine max* L.). *Asian Journal of Biological Sciences*, *1*(2), 60-63.

Ritmanee, T. (1983). *Tobacco*. Bangkok: Krung Siam Printing. (in Thai).

Scott, J.M., & Blair, G.L. (1988). Phosphorus seed coatings for pasture species. I. Effect of source and rate of phosphorus on emergence and early growth of phalaris (*Phalaris aquatica* L.) and lucerne (*Medicago sativa* L.). *Australian Journal of Agriculture Research*, *39*(3), 447-455.

Sherin, S.J. (2003). *Seed film coating technology using polykote for maximizing the planting value, growth and productivity of maize*. Cv. Col. M.Sc. (Agri.) Thesis, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore (India).

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

Siri, B., Keawklang, P., & Woraphandhammakul, W. (2012). Effect of seed coating with plant nutrients on hybrid tomato seed quality. *Khon Kaen Agriculture Journal, 40*(Suppl.), 171–176. (in Thai).

Sun, T.P. (2011). The molecular mechanism and evolution of the GA-GIDI-DELLA signaling module in plant. *Current Biology*, *21*, 338 - 345.

Szczerba, A., Agnieszka, P., Pastuszak J., Kopeć, P., Hornyák, M., & F. Dubert, F. (2021). Effect of low temperature on germination, growth, and seed yield of four soybean (*Glycine max* L.) cultivars. *Agronomy*, *11*(4), 800.

Taylor, A.G., & Harman, G.E. (1990) Concepts and technologies of selected seed treatments. *Annual Review of Phytopathology, 28*, 321-339.

Tongpamnak, P., Thongdonae, W., Prasipsongneon, P., & Sankaha, K. (1997). Seed coating and pelleting and its application. *Annual Research Report, Research Grants in 1997*. Research and development institute, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus. (in Thai).

Vera-Sirera, F., Gomez, M.D., & Perez-Amador, M.A. (2016). Plant transcription factors. In D. H. Gonzalez (Ed.), *DELLA Proteins, a Group of GRAS Transcription Regulators that Mediate Gibberellin Signaling*. (pp. 313-328). London: Academic Press.

Wang, X.R., Gao, J.H., Zhang, C.H., Liao, H., & Yan, X.L. (2009). Effects of seed coating and P application on tobacco growth and nutrient accumulation (Abstract). *Journal of South China Agricultural University*. Retrieved January 30, 2009, from https://bit.ly/3L3wipx.

Wetchakama, N., & Khaengkhan, P. (2018). Improvement of seed qualities with seed priming techniques. *Prawarun Agricultural Journal. 15*(1), 17-30. (in Thai).

Yang, W. (2018). Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer on growth and seed germination of (*Capsella bursa-pastoris* L.) medikus. *Journal of Plant Nutrition*, *41*(5), 636-644.