

ผลการกระตุ้นการงอกเมล็ดมะเขว่นโดยใช้กรดจิบเบอเรลลิกที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน  
THE STIMULATING ON SEED GERMINATION OF MA - KWAEN USING DIFFERENT  
CONCENTRATIONS OF GIBBERELIC ACID

นิชารีย์ เผ่าพงศ์วนา<sup>1</sup> กัญลักษณ์ เป็นพลเมือง<sup>1</sup> สุภัตรา แสงขำ<sup>1</sup> ทวี ปิงสุแสน<sup>1</sup> นุชศิวิ ลุนศรีทอง<sup>1</sup>  
อรทัย แสงมณีจรัส<sup>1</sup>และ ปิยะฉัตร ระเบียบนา<sup>1</sup>

Nicharee Phouphongwana<sup>1\*</sup>, Kanyaluk Penpollamung<sup>1</sup>, Supatra Sangkham<sup>1</sup>, Tawee Pingsusan<sup>1</sup>, Nuchsiwa Lunsrithong<sup>1</sup>,  
Orathai Saengmaneejarat<sup>1</sup> and Piyachat Rabiabna<sup>1</sup>

Received: 22 June 2024

Revised: 14 August 2024

Accepted: 1 December 2024

### บทคัดย่อ

การกระตุ้นการงอกเมล็ดมะเขว่นโดยใช้กรดจิบเบอเรลลิก เพื่อศึกษาความเข้มข้นของกรดจิบเบอเรลลิกต่อการกระตุ้นการงอกของเมล็ดมะเขว่น ใช้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomize Design: CRD) ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี คือ แช่น้ำสะอาด แช่กรดจิบเบอเรลลิกเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 และ 0.6 กรัม/ลิตร ทำการแช่เมล็ดนาน 12 ชั่วโมง ใช้วัสดุเพาะกล้าสำเร็จรูป (มีเคียว) ในช่วงเดือนธันวาคม 2566 ถึง มกราคม 2567 ผลการทดลองพบว่าระยะเวลาการงอกเมล็ดมะเขว่น นับระยะเวลาตั้งแต่วันที่เพาะจนถึงวันที่เมล็ดงอกเป็นต้นแรก (จำนวนวันที่เมล็ดงอกได้เร็ว) ได้แก่ กรรมวิธีที่แช่น้ำสะอาด กรรมวิธีแช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.2, 0.3 และ 0.4 กรัม/ลิตร มีจำนวนวันที่เมล็ดงอกได้เร็วที่สุดคือ 13 วัน ส่วนกรรมวิธีที่แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.1, 0.5 และ 0.6 กรัม/ลิตร มีจำนวนวันที่เมล็ดงอกได้ 20 วัน ในส่วนอัตราการงอกที่ 20, 27, 34 และ 41 วัน พบว่ากรรมวิธีที่แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.6 กรัม/ลิตร ให้อัตราการงอกของเมล็ดมะเขว่นสูงที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 72, 74, 84 และ 84 ตามลำดับ เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาการงอกของเมล็ดมะเขว่นหลังการทดลองโดยใช้สารจิบเบอเรลลิน สารอิธิฟอน และการแช่เมล็ดในน้ำอุ่นใช้ระยะเวลาการงอกสั้นกว่าการแช่น้ำเปล่า และการแช่เมล็ดในสารจิบเบอเรลลินและอิธิฟอนมีการงอกในช่วงระยะเวลา 28 ถึง 49 วันมีจำนวนต้นที่งอกมากกว่าการแช่น้ำอุ่นและน้ำเปล่า (ชิตี ศรีตนทิพย์ และ คณะ, 2559)

**คำสำคัญ :** มะเขว่น; กรดจิบเบอเรลลิก; การทำลายการพักตัวเมล็ด; การงอก

<sup>1</sup> วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงใหม่ สถาบันการอาชีวภาคเหนือ 1 เชียงใหม่ 50120

<sup>1</sup> Chiangmai College of Agriculture and Technology, Institute of Vocational Education Northern Region 1, Chiangmai, 50120, Thailand

\*Corresponding Author, E-mail: nicharee@cmcat.ac.th

## Abstract

Effect of stimulation of MA-KWAEN seed germination using gibberellic acid. To determine the concentration of gibberellic acid on the stimulation of MA-KWAEN seed germination. The experiment was conducted with completely randomized experiment. There are 7 processes; method 1 is soaked in water, soaked in 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 and 0.6 g/L of gibberellic acid, respectively. Soak the seeds for 12 hours and plant them in ready-made seedling material (media). The germination period of MA-KWAEN seeds was conducted from December 2023 to January 2024.

The results of count the period from the date of seeding to the date of germination of the first seed (the number of days when the seeds germinate quickly). It was found that the first method was to soak in water, soaked in 0.2, 0.3, and 0.4 g/l of gibberellic acid, the earliest number of days for seeds to emerge was 13 days, while methods were soaked with 0.1, 0.5 and 0.6 g/l of gibberellic acid. The germination rates were 20, 27, 34 and 41 days found that soaked in 0.6 of gibberellic acid was highest germination rate of MA-KWAEN seeds on average 72, 74, 84 and 84 percent, respectively. It is in the same direction as the study of the germination of Ma Kwaen seeds Ethephon and soaking seeds in warm water take a shorter time to germinate than soaking Borellin and Ethephon germinated over a period of 28 to 49 days, with more plants Plain water (Chiti Sritunthip et al., 2016)

**Keywords :** Ma-Kwaen; Gibberellic Acid; Dormancy breaking; Germination

## บทนำ

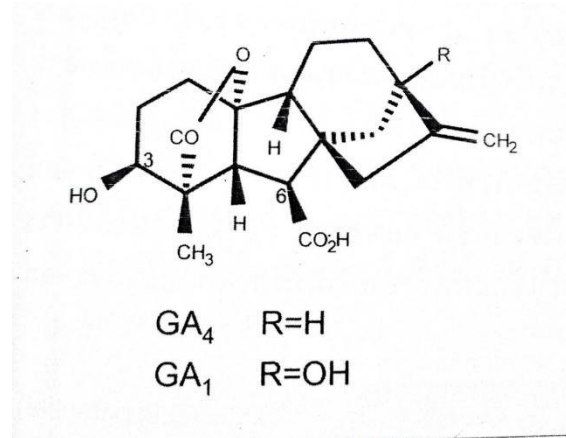
มะแขว่น หรือ บ่าแขว่น เป็นไม้ยืนต้นผลัดใบ มีหนามตามลำต้นและกิ่งก้าน ชอบขึ้นในที่โล่งในป่าดิบเขาและดิบแล้ง เป็นพืชสมุนไพรพื้นบ้าน เมล็ดมีกลิ่นหอม ใช้แก้ลมวิงเวียน บำรุงเลือด บำรุงหัวใจ ขับลมในลำไส้ ขับปัสสาวะ บำรุงธาตุ ถอนพิษฟกช้ำ และแก้หนองใน (เกรียงไกร เพาะเจริญ และคณะ, 2551) และเป็นพืชสมุนไพรที่ชาวล้านนา นิยมนำมาทำเป็นเครื่องเทศประกอบอาหารเพื่อดับกลิ่นคาวของเนื้อสัตว์ นิยมนำมาเก็บไว้ให้แห้งเพื่อบริโภคได้นาน มะแขว่นนั้นนิยมขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ด แต่เมล็ดนั้นมีอัตราการงอกต่ำและใช้ระยะเวลาในการงอก การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ กรดจิบเบอเรลลิก ซึ่งมีบทบาทต่อกระบวนการสรีรวิทยาของพืชด้านการงอกของเมล็ด การพักตัวของเมล็ดและตาในพืชบางชนิด สามารถพ้นจากระยะการพักตัวได้เมื่อได้รับจิบเบอเรลลิน จิบเบอเรลลินมีอิทธิพลต่อการย่อยสลายอาหารสะสมในเมล็ด โดยการกระตุ้นให้เซลล์ในชั้น Aleurone layer สังเคราะห์เอนไซม์กลุ่ม hydrolytic ประกอบด้วย  $\alpha$ -amylase และเป็น Hydrolase เพื่อย่อยสลายอาหารสะสมในเมล็ดให้ได้น้ำตาลและกรดอะมิโนนำไปใช้ในกระบวนการการงอกต่อไป (พัชรียา บุญกอแก้ว, 2560) ในการทดลองในครั้งนี้ เพื่อหาความเข้มข้นของกรดจิบเบอเรลลิกกระตุ้นการงอกที่เหมาะสมของเมล็ดมะแขว่นสำหรับเป็นแนวทางในการเพิ่มการงอกของเมล็ดสำหรับการทำต้นพันธุ์ และสำหรับการปลูกในเชิงการค้าต่อไป

## วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลการกระตุ้นการงอกเมล็ดมะแขว่นโดยใช้กรดจิบเบอเรลลินที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

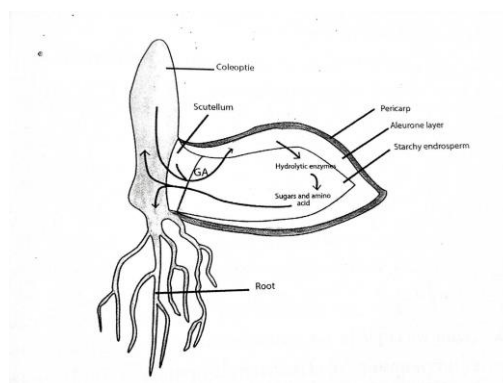
## บททวนวรรณกรรม

มะแขว่น เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง สูงถึง 20 เมตร มีหนามแหลมตามลำต้นและกิ่ง เปลือกต้นสีน้ำตาล อมเหลือง ใบดกหนาสีเขียวสด ใบประกอบแบบขนนกปลายคี่หรือคู่ ออกเรียงสลับ ก้านใบสีแดง ใบย่อยรูปไข่หรือรูปรี ปลายแหลม โคนใบแหลมและเบี้ยว ขอบเรียบหรือหยักห่างๆ ช่อดอกออกแยกแขนง ออกที่ยอดหรือตามง่ามใบ มีสีน้ำตาลหรือสีขาวอมเขียว รูปรี หรือรูปไข่ ผลเป็นผลกลุ่มออกเป็นช่อ ผลค่อนข้างกลม ผิวขรุขระ สีเขียว มีกลิ่นหอม ผลแก่ เปลือกหุ้มเมล็ดสีแดง แก่จัดมีสีดำและแตกอำพัน เมล็ดในสีดำเล็กๆ สภาพนิเวศ พบในป่าดิบแล้ง หรือป่าดิบเขา พบมากในภาคเหนือ เจริญเติบโตได้ดีในที่ชื้น มีแสงแดดจัด การขยายพันธุ์ใช้ส่วนของเมล็ด การใช้ประโยชน์ นำไปเป็นพืชอาหารและพืชสมุนไพร ผลอ่อนรับประทานเป็นเครื่องเคียงลาบ หรือใส่อาหารประเภทแกง เมล็ดแก่สดหรือแห้งเป็นเครื่องเทศใส่ลาบหรือแกง ช่วยเพิ่มรสชาติและกลิ่นหอม คนเหนือเชื่อว่าจะช่วยฆ่าพยาธิได้ รากนำไปต้มน้ำดื่มขับลมในลำไส้ แก้ลมขึ้นเบื้องสูง บำรุงธาตุไฟ แก้ลมวิงเวียนศีรษะ ขับระดูไม่ปกติ (อัปสร วิทยประภรณ์ และคณะ, 2553) กรดจิบเบอเรลลิน (หรือ Gibberellin A3, GA, และ (GA3) จัดเป็นสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชเช่นเดียวกับกลุ่มออกซิน ไซโตไคนิน ในปัจจุบันมีการนำสารจิบเบอเรลลินสังเคราะห์มาใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชได้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในไม้ผล เช่น องุ่น ลองกอง ไข่เพื่อช่วยยืดช่อผลให้ยาวขึ้น เป็นการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิตได้เป็นอย่างดี แหล่งสังเคราะห์จิบเบอเรลลินที่สำคัญในพืชชั้นสูง คือ บริเวณที่กำลังยึดตัวของปลายยอด ปลายราก และเมล็ดที่กำลังงอก จิบเบอเรลลินเป็นสารในกลุ่ม diterpenoi ประกอบด้วยคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบ โดยมีโครงสร้างหลักเรียกว่า *ent-gibberellane* มีลักษณะเป็น cyclic diterpenes สามารถกระตุ้นการแบ่งตัวและการยึดตัวของเซลล์ได้



ภาพที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของ Gibberellin A<sub>3</sub>

กลไกการทำงานของจิบเบอเรลลิน ส่งเสริมการแบ่งเซลล์ที่บริเวณยอดของพืช โดยปกติในวงจรการแบ่งเซลล์ (cell division cycle) ซึ่งจะมีการแบ่งเซลล์จาก 1 เป็น 2 เซลล์นั้น ในแต่ละวงจรจะใช้เวลาอยู่ในช่วงระหว่าง 16-24 ชั่วโมง แต่เซลล์ที่ได้รับ GAs สามารถย่นระยะเวลาของวงจรการแบ่งเซลล์ให้เร็วขึ้นได้ โดยจิบเบอเรลลินจะเข้าไปมีอิทธิพลในวงจรการแบ่งเซลล์ ในระยะ G1 (G1-phase) ไปสู่ระยะ S (S-phase) มีผลทำให้ใช้เวลาในระยะของ S ต่ำลง จึงมีผลทำให้การแบ่งเซลล์เป็นไปอย่างรวดเร็ว จากคุณสมบัติของจิบเบอเรลลิน มีบทบาทของจิบเบอเรลลินต่อกระบวนการสรีรวิทยาของพืชด้านการงอกของเมล็ดดังนี้ การพักตัวของเมล็ดและตาในพืชบางชนิด สามารถพ้นจากระยะการพักตัวได้เมื่อได้รับจิบเบอเรลลิน โดยเฉพาะพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาว นอกจากนี้ จิบเบอเรลลิน ยังมีอิทธิพลต่อการย่อยสลายอาหารสะสมในเมล็ด โดยการกระตุ้นให้เซลล์ในชั้น Aleurone layer สังเคราะห์เอนไซม์กลุ่ม hydrolytic ประกอบด้วย  $\alpha$ -amylase และเป็น Hydrolase เพื่อย่อยสลายอาหารสะสมในเมล็ดให้น้ำตาลและกรดอะมิโนนำไปใช้ในกระบวนการงอกต่อไป (พัชรียา บุญกอกแก้ว, 2560)



ภาพที่ 2 บทบาทของจิบเบอเรลลินต่อการงอกของเมล็ด

## วิธีดำเนินการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomize Design: CRD) ทำการเพาะงอกด้วย 7 กรรมวิธี 5 ซ้ำๆ ละ 10 เมล็ด โดยแบ่งแต่ละกรรมวิธีไว้ดังนี้ แขน้ำสะอาด, แขน้ำ GA3 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 และ 0.6 กรัม/ลิตร

### ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

1. เตรียมเมล็ดมะเขว่น จำนวนทั้งสิ้น 350 เมล็ด หนึ่งกรรมวิธีใช้ 50 เมล็ด จากสายต้นอุตรดิตถ์ เก็บเมล็ดมะเขว่นจากต้นได้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วนำมาทดลองการเพาะเมล็ด
2. เตรียมกรดจิบเบอเรลลิกตามอัตราความเข้มข้นของการทดลอง
3. เตรียมวัสดุเพาะ (มีเดีย) ในตะกร้าพลาสติกขนาด 8X5 นิ้ว ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์รองบริเวณพื้นและด้านข้างตะกร้า
4. นำเมล็ดมะเขว่นแช่ลงในน้ำสะอาด และในกรดจิบเบอเรลลิกตามแผนการทดลอง ระยะเวลาการแช่ 12 ชั่วโมง เมื่อแช่ครบตามเวลาที่กำหนดนำเมล็ดไปเพาะทันที
5. นำไปไว้ในโรงเรือน รดน้ำเปล่าทุกวัน วันละ 1 ครั้ง

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลระยะเวลาการงอก (จำนวนวันที่เมล็ดงอก) และ อัตราการงอกของเมล็ดมะเขว่น

### สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Least Significant Differences Test (LSD)

### ผลการวิจัย

ผลการกระตุ้นการงอกเมล็ดมะเขว่นโดยใช้กรดจิบเบอเรลลิกที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ดังนี้

1. ระยะเวลาการงอกเมล็ดมะเขว่น นับระยะเวลาตั้งแต่วันที่เพาะจนถึงวันที่เมล็ดงอกเป็นต้นแรก (จำนวนวันที่เมล็ดงอกได้เร็ว) พบว่า กรรมวิธีที่ 1 แขน้ำสะอาด กรรมวิธีที่แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.2, 0.3 และ 0.4 กรัม/ลิตร มีจำนวนวันที่เมล็ดงอกได้เร็วที่สุด คือ 13 วัน ส่วนการแช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.1, 0.5 และ 0.6 กรัม/ ลิตร มีจำนวนวันที่เมล็ดงอกได้ คือ 20 วัน (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาการงอกของเมล็ดมะแขว่น (จำนวนวันที่เมล็ดงอกได้เร็ว)

กรรมวิธีการเพาะงอก	ระยะเวลาการงอก (วัน)
แช่น้ำสะอาด	13
แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.1 กรัม/ลิตร	20
แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.2 กรัม/ลิตร	13
แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.3 กรัม/ลิตร	13
แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.4 กรัม/ลิตร	13
แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.5 กรัม/ลิตร	20
แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.6 กรัม/ลิตร	20

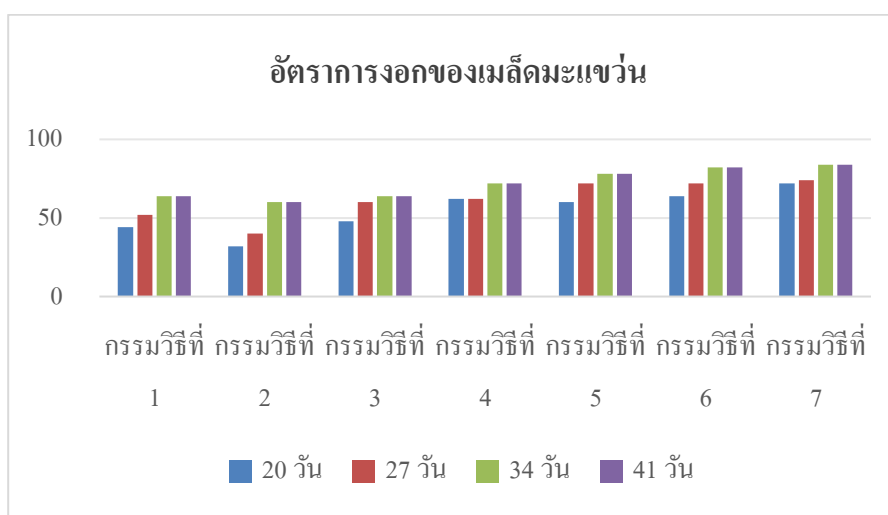
2. อัตราการงอกของเมล็ดมะแขว่นแสดงในตารางที่ 2 และ ภาพที่ 3 ซึ่งนับวันเพาะงอกที่ 20 วัน พบว่ากรรมวิธี แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.6, 0.5 0.4 และ 0.3 กรัม/ลิตร มีร้อยละการงอกเฉลี่ยเท่ากับ 72, 64, 62 และ 60 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $p < 0.01$ ) กับกรรมวิธีที่แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.2, 0.1 กรัม/ลิตร และ แช่น้ำสะอาด มีร้อยละการงอกเฉลี่ยเท่ากับ 48, 32 และ 44 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยอัตราการงอกของเมล็ดมะแขว่น เริ่มนับตั้งแต่วันที่เพาะจนถึงวันที่เมล็ดงอกครั้งแรก

กรรมวิธีการเพาะงอก	ระยะเวลานับตั้งแต่วันที่เพาะจนถึงวันที่เมล็ดงอก (วัน)			
	20	27	34	41
แช่น้ำสะอาด	44 <sup>cd</sup>	52 <sup>bc</sup>	64 <sup>ab</sup>	64 <sup>ab</sup>
แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.1 กรัม/ลิตร	32 <sup>d</sup>	40 <sup>c</sup>	60 <sup>b</sup>	60 <sup>b</sup>
แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.2 กรัม/ลิตร	48 <sup>bcd</sup>	60 <sup>ab</sup>	64 <sup>ab</sup>	64 <sup>ab</sup>
แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.3 กรัม/ลิตร	62 <sup>abc</sup>	62 <sup>ab</sup>	72 <sup>ab</sup>	72 <sup>ab</sup>
แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.4 กรัม/ลิตร	60 <sup>abc</sup>	72 <sup>a</sup>	78 <sup>ab</sup>	78 <sup>ab</sup>
แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.5 กรัม/ลิตร	64 <sup>ab</sup>	72 <sup>a</sup>	82 <sup>a</sup>	82 <sup>a</sup>
แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.6 กรัม/ลิตร	72 <sup>a</sup>	74 <sup>a</sup>	84 <sup>a</sup>	84 <sup>a</sup>
P-value	**	**	*	*
LSD	19.525	18.387	20.775	20.775
CV (%)	27.62	23.00	22.27	22.27

อักษรยกที่เหมือนกันในแถวตั้งแสดงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

นับวันเพาะงอกที่ 27 วัน พบว่ากรรมวิธีที่แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.6, 0.4, 0.5, 0.3 และ 0.2 กรัม/ลิตร มีการงอกร้อยละ 74, 72, 72, 62 และ 60 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $p < 0.01$ ) กับ dki แช่น้ำสะอาดและแช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.1 กรัม/ลิตร (การงอกร้อยละ 52 และ 40 ตามลำดับ) ที่ 34 วัน พบว่ากรรมวิธีที่แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.6, 0.5, 0.4, 0.3 และ 0.2 กรัม/ลิตร และแช่น้ำสะอาด มีการงอกร้อยละ 84, 82, 78, 72, 64 และ 64 ตามลำดับ ( $p < 0.05$ ) เปรียบเทียบกับการแช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.1 (การงอกร้อยละ 60) และที่ 41 วัน พบว่าการแช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.6, 0.5, 0.4, 0.3 และ 0.2 กรัม/ลิตร และแช่น้ำสะอาด มีการงอกร้อยละ 84, 82, 78, 72, 64 และ 64 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) กับการแช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.1 (มีการงอกร้อยละ 60)



ภาพที่ 3 กราฟแสดงอัตราการงอกของเมล็ดมะเขว่น

### อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ระยะเวลาการงอกเมล็ดมะเขว่น นับระยะเวลาตั้งแต่วันที่เพาะจนถึงวันที่เมล็ดงอกเป็นครั้งแรก (จำนวนวันที่เมล็ดงอกได้เร็ว) พบว่า กรรมวิธีที่ 1 แช่น้ำสะอาด กรรมวิธีที่แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.2, 0.3 และ 0.4 กรัม/ลิตร มีจำนวนวันที่เมล็ดงอกได้เร็วที่สุด คือ 13 วัน ส่วนกรรมวิธีที่แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.1, 0.5 และ 0.6 กรัม/ ลิตร มีจำนวนวันที่เมล็ดงอกได้ คือ 20 วัน

อัตราการงอกที่ 20, 27, 34 และ 41 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ 7 แช่กรดจิบเบอเรลลิก 0.6 กรัม/ ลิตร ให้อัตราการงอกของเมล็ดมะเขว่นสูงที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 72, 74, 84 และ 84 ตามลำดับ เนื่องจากกรดจิบเบอเรลลิกมีบทบาทต่อกระบวนการสรีรวิทยาของพืชด้านการงอกของเมล็ด การพักตัวของเมล็ดและตาในพืชบางชนิด สามารถพ้นจากระยะการพักตัวได้เมื่อได้รับจิบเบอเรลลิน จิบเบอเรลลินมีอิทธิพลต่อการย่อยสลายอาหารสะสมในเมล็ด โดยการกระตุ้นให้เซลล์ในชั้น Aleurone layer สังเคราะห์เอนไซม์กลุ่ม hydrolytic ประกอบด้วย  $\alpha$ -amylase และเป็น Hydrolase เพื่อย่อยสลายอาหารสะสมในเมล็ดให้ได้น้ำตาลและกรดอะมิโนนำไปใช้ในกระบวนการงอกต่อไป (พัชรียา บุญกอกแก้ว, 2560)



กรรมวิธีที่ 1



กรรมวิธีที่ 2



กรรมวิธีที่ 3



กรรมวิธีที่ 4



กรรมวิธีที่ 5



กรรมวิธีที่ 6



กรรมวิธีที่ 7

ภาพที่ 4 ลักษณะการงอกของเมล็ดมะเขว่นที่ 41 วัน



## References

- กานต์ติมา ชีรางกูร, พิจิตรา แก้วสอนม และ ทศไฉย จารุวัฒนพันธ์. (2563). ผลของ  $KNO_3$  และ  $GA_3$  ต่อการทำลายการพักตัวของเมล็ดกระซับ (*Xanthium strumarium* L.). *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*. 38(2), 200-207.
- เกรียงไกร เพาะเจริญ, จารุณี ภิฑุมวงศ์, อัปสร วิทย์ประภารัตน์ และ พัชราวดี พรรณเนตร. (2551). *พืชอาหารและสมุนไพรท้องถิ่นบนพื้นที่สูง ชุดที่ 1 บ้านปางมะโอ* (พิมพ์ครั้งที่ 1). สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). บริษัท ทรี โอ แอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์ มีเดีย จำกัด.
- ชิตี ศรีตนต์พิพย์, สันติ ช่างเจรจา, สัญชัย พันธโชติ, ปริญาญาวดี ศรีตนต์พิพย์ และ ปรียาพี วิกาหะ. (2559). การศึกษาการใช้วิธีการและสารการกระตุ้นการงอกของเมล็ดมะเขวนสายต้นเชียงใหม่. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์*, 3(ฉบับพิเศษ), 9-12.
- พัชรียา บุญกอแก้ว. (2560). *สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช*. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อัปสร วิทย์ประภารัตน์, พัชราวดี พรรณเนตร, เกรียงไกร เพาะเจริญ, จารุณี ภิฑุมวงศ์ และ กมลทิพย์ เรารัตน์. (2553). *พืชอาหารและสมุนไพรท้องถิ่นบนพื้นที่สูง ชุดที่ 2 บ้านโป่งคำ* (พิมพ์ครั้งที่ 1). สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). บริษัท ทรี โอ แอดเวอร์ไทซิ่งแอนด์ มีเดีย จำกัด.