# ผลของการแช่และพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

นายธนาคาร กาวดิลก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2560

# EFFECTS OF SEED SOAKING AND PELLETING WITH HORMONES ON SEED QUALITY OF LETTUCE

**Tanakarn Kaodilok**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the**

**Degree of Master of Science in Crop Science**

**Suranaree University of Technology**

**Academic Year 2017**

**ผลของการแช่และพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ศ. ดร.ปิยะดา อลิฌาณ์ ตันตสวัสดิ์)
ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร.อารักษ์ ธีรอำพน)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(ผศ. ดร.ธีรยุทธ เกิดไทย)
กรรมการ

(รศ. ดร.บุญมี ศิริ)
กรรมการ

(ศ. ดร.สันติ แม้นศิริ)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและพัฒนาความเป็นสากล

(ศ. ดร.หนึ่ง เตียอำรุง)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ธนาคาร กาวดิลก : ผลของการแช่และพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม (EFFECTS OF SEED SOAKING AND PELLETING WITH HORMONES ON SEED QUALITY OF LETTUCE) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารักษ์ ธีรอำพน, 75 หน้า.

ผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.) เป็นผักกินใบชนิดหนึ่ง ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในประเทศไทย โดยปัญหาหลักของเมล็ดผักกาดหอมคือมีรูปร่างแบน ขนาดเล็ก และอาหารสะสมในเมล็ดน้อย ซึ่งส่งผลให้งอกไม่สม่ำเสมอและเจริญเติบโตช้า การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษากรรมวิธีของการพอกเมล็ดผักกาดหอมร่วมกับฮอร์โมน Gibberellic acid ($GA_3$) และ Indole-3-acetic acid (IAA) ทำการศึกษาโดยใช้เมล็ดผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 การทดลองดังนี้ 1) ศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมกรีนโอ๊คต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยใช้ calcium sulfate เป็นวัสดุพอก ร่วมกับวัสดุประสาน carboxymethyl cellulose (CMC) พบว่า การพอกเมล็ดด้วย CMC ความเข้มข้น 0.3 % อัตรา 150 มล. ส่งผลให้เมล็ดพอกมีคุณภาพการพอกดีที่สุด โดยเมล็ดพอกมีความแข็งแรง และมีความกร่อนของสารพอกน้อย ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพอกเมล็ดด้วย CMC ความเข้มข้น 0.5 % อัตรา 150 มล. โดยการพอกเมล็ดทุกกรรมวิธีส่งผลต่อความเร็วในการงอกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอม 2) ศึกษาผลของการแช่เมล็ดในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA ด้วย อัตราความเข้มข้นแตกต่างกันต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม พบว่า การแช่เมล็ดร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ 150 มก./ล. ส่งผลให้มีความงอก ความเร็วในการงอก ความยาวยอดดีที่สุด ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง และการแช่เมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. ส่งผลให้มีความยาวยอด ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งดีที่สุด ในสภาพเรือนทดลอง นอกจากนี้การแช่เมล็ดพันธุ์ร่วมกับ $GA_3$ และ $GA_3$ ผสม IAA ทุกกรรมวิธี ทำให้ความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า ดีกว่าเมล็ดที่ไม่ได้แช่ แต่อย่างไรก็ตามการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย IAA ทุกกรรมวิธีจะส่งผลยับยั้งการงอก และการเจริญส่วนยอดของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม 3) ศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชในอัตราส่วนที่แตกต่างกันต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม โดยเลือกใช้วิธีการพอกที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ (1) คือ CMC 0.3 % ปริมาณ 150 มล. และเลือกใช้ความเข้มข้นของฮอร์โมนที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ (2) นำมาเตรียมเป็นสารละลายฮอร์โมน (stock solution) คือ $GA_3$

150 มก./ล. และ IAA 60 มก./ล. จากนั้นนำฮอร์โมนจากสารละลายที่เตรียมไว้ ผสมกับวัสดุประสาน ตามอัตราของฮอร์โมนที่กำหนด แล้วจึงทำการพอกเมล็ดพันธุ์ พบว่า การพอกเมล็ดด้วย $GA_3$ 6 % ผสม IAA 6 % ส่งผลให้ความงอก ความยาวยอด และความยาวรากสูงที่สุด ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง อีกทั้งการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ส่งผลให้ความงอกของผักกาดหอมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง นอกจากนี้การพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ และ $GA_3$ ผสม IAA ทุกกรรมวิธี ทำให้เมล็ดผักกาดหอม มีความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอกและเมล็ดพอกปกติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ลายมือชื่อนักศึกษา _____
ปีการศึกษา 2560 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

TANAKARN KAODILOK : EFFECTS OF SEED SOAKING AND PELLETING WITH HORMONES ON SEED QUALITY OF LETTUCE. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. ARAK TIRA-UMPHON Ph.D., 75 PP.

LETTUCE/HORMONE/GERMINATION/SEEDLING GROWTH/PELLETING SEED

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is a leaf vegetable that the economic importance in Thailand. Lettuce seed were had a ploblem, the seeds are flat in shape and small size with small amounts of stored food reserves resulting in non-uniform germination, and slow seedling growth rate. The purpose of this research was to effects of seed pelleting with Gibberellic acid ($GA_3$) and Indole-3-acetic acid (IAA). The study was using green oak lettuce seeds. The experimental design was a Completely Randomized Design (CRD) with 4 replications, comprised 3 experimentation as following. 1) Study on effects of pelleting seed with filler material calcium sulfate cooperate adhesive material carboxymethyl cellulose (CMC). The results showed that the pelleting seed with CMC concentration 0.3 % rate 150 ml had the highest quality of pelleting. The pelleting was hardness and low friability which not significance compared to seed pelleting with CMC concentration 0.5 % rate 150 ml. All treatments of pelleted seed had effect on speed of germination were highly significant

different but not had effects with germination and seedling growth. 2) Study on effect of seed soaking with hormones $GA_3$ and IAA with different concentrations on seed quality. The results showed that the seed soaking with $GA_3$ 150 mg/l had the highest of germination, speed of germination and shoot length under the laboratory and greenhouse conditions. The seed soaking with $GA_3$ 150 mg/l combine IAA 80 mg/l had the highest of shoot length, root length, fresh weight and dry weight under greenhouse condition. In addition, the seed soaking with $GA_3$ and $GA_3$ combine IAA all treatments had effects of germination and seedling growth better than non-seed soaking. However, the seed soaking with IAA had effects of inhibits the germination and growth of shoot. 3) Study on effect of seed pelleting with hormones $GA_3$ and IAA with different concentrations on seed quality. Select the best of ratio from experiment (1) and (2) that were CMC concentration 0.3 % rate 150 ml, $GA_3$ 150 mg/l and IAA 60 mg/l respectively. Prepare a stock solution of hormones, then mixed hormones with adhesive material before to pelleting with definition rates. The results showed that the seed pelleting with $GA_3$ 6 % combine IAA 6 % had the highest of germination, shoot length and root length under the laboratory and greenhouse conditions. Seed pelleting in all treatments increasing germination percentage were highly significant different under the laboratory and greenhouse conditions. In addition, seed pelleting with $GA_3$ and $GA_3$ combine IAA all treatments had effects of seed vigor better than non-seed pelleting and normally pelleting seed.

School of Crop Production Technology Student's Signature Tanakun Kaodilok

Academic Year 2017 Advisor's Signature Asst. Prof. Dr. Amphan

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัย จากบุคคล และกลุ่มบุคคลต่างๆ ได้แก่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อารักษ์ ธีรอำพน อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้โอกาสทางการศึกษา ทุนสำหรับบัณฑิต ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ช่วยแก้ไขปัญหา และให้กำลังใจในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วง

รองศาสตราจารย์ ดร. บุญมี ศิริ อาจารย์ประจำภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร สาขาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษาในการทำงานวิจัย และความเอื้ออาทรตลอดระยะเวลาที่ทำงานวิจัยที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บุคลากรและเจ้าหน้าที่โรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ ที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือด้านเทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์ บุคลากรและเจ้าหน้าที่อาคารเกษตรพิวัฒน์ (F14) ที่อำนวยความสะดวกทางด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ คุณวันดี ธีรอำพน ที่สนับสนุนทุนวิจัย และพี่น้องบัณฑิตศึกษาทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในทุกเรื่องมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ด้านต่างๆ ทั้งในอดีต และปัจจุบัน และขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา รวมถึงญาติพี่น้องของผู้วิจัยทุกท่านที่ให้การอบรมเลี้ยงดู และให้การสนับสนุนทางการศึกษาเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิตเรื่อยมา สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา มารดา และญาติพี่น้องซึ่งเป็นที่รัก และเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ผู้สอนที่เคารพทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ผู้วิจัยทั้งในอดีต และปัจจุบันจนสำเร็จการศึกษาไปได้ด้วยดี

ธนาคาร กาวดิลก

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

**บทที่**

**1. บทนำ**

1.1 ความสำคัญของปัญหา ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา ..... 2

1.3 สมมติฐานของการศึกษา ..... 2

1.4 ขอบเขตของการศึกษา ..... 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 3

**2. ปริทัศน์วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

2.1 ความสำคัญของผักกาดหอม ..... 4

2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ..... 4

2.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ..... 5

2.4 ฮอร์โมนและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ..... 5

2.5 เมล็ดพันธุ์และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ..... 9

2.6 การพอกเมล็ด ..... 10

**3. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินงานวิจัย**

3.1 การศึกษาผลกระทบของการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมกรีนโอ๊คต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ..... 16

3.2 การศึกษาผลของการแช่เมล็ดผักกาดหอมในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA ด้วยอัตราความเข้มข้นแตกต่างกัน ..... 17

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 การศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชในอัตราส่วนที่แตกต่างกันต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม ..... 18
3.4 การแบ่งระดับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ..... 19
3.5 การตรวจสอบคุณภาพการพอกด้านกายภาพ ..... 20
3.6 การเพาะเมล็ดและการดูแลรักษาภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง ..... 21
3.7 การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ..... 21
3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล ..... 22
3.9 สถานที่ทำการทดลอง ..... 22

**4. ผลการทดลอง**

4.1 การศึกษาผลกระทบของการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมกรีนโอ๊คต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ..... 23
4.2 การศึกษาผลของการแช่เมล็ดผักกาดหอมในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA ด้วยอัตราความเข้มข้นแตกต่างกัน ..... 26
4.3 การศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชด้วยความเข้มข้นที่แตกต่างกันต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม ..... 35

**5. วิจารณ์ผลการทดลอง**

5.1 การศึกษาผลกระทบของการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมกรีนโอ๊คต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ..... 45
5.2 การศึกษาผลของการแช่เมล็ดผักกาดหอมในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA ด้วยอัตราความเข้มข้นแตกต่างกัน ..... 46
5.3 การศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชด้วยความเข้มข้นที่แตกต่างกันต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม ..... 48

**6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ**

6.1 สรุปผลการทดลอง ..... 51
6.2 ข้อเสนอแนะ ..... 52

# สารบัญ (ต่อ)

**หน้า**

รายการอ้างอิง ..... 53
ภาคผนวก ..... 61
ประวัติผู้เขียน ..... 75

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**


1 คุณภาพกายภาพของเมล็ดพอกผักกาดหอม ด้วยความเข้มข้นและอัตราส่วน ของวัสดุประสานที่แตกต่างกัน ..... 24

2 ความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอม ที่ผ่านกระบวนการพอก ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ..... 25

3 ความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอม ที่ผ่านกระบวนการ ภายใต้สภาพเรือนทดลอง ..... 26

4 ความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดผักกาดหอม ที่ผ่านการแช่เมล็ดร่วมกับ ฮอร์โมน ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง ..... 28

5 ความยาวยอดและความยาวรากของต้นกล้าผักกาดหอม ที่ผ่านการแช่เมล็ดร่วมกับ ฮอร์โมน ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง ..... 31

6 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าผักกาดหอม ที่ผ่านการแช่เมล็ดร่วมกับ ฮอร์โมน ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง ..... 34

7 ความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดผักกาดหอม ที่ผ่านกระบวนการพอก ร่วมกับฮอร์โมน ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง ..... 37

8 ความยาวยอดและความยาวรากของต้นกล้าผักกาดหอม ที่ผ่านกระบวนการพอก ร่วมกับฮอร์โมน ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง ..... 41

9 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าผักกาดหอม ที่ผ่านกระบวนการพอกร่วมกับ ฮอร์โมน ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง ..... 44

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**หน้า**

**ตารางภาคผนวก**


1 ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพกายภาพการพอกเมล็ดผักกาดหอม ..... 62

2 ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมพอกภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ..... 63

3 ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมพอกภายใต้สภาพเรือนทดลอง ..... 64

4 ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่แช่ร่วมกับฮอร์โมนกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ..... 65

5 ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่แช่ร่วมกับฮอร์โมนกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ..... 66

6 ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่แช่ร่วมกับฮอร์โมนกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงต่ำ ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ..... 67

7 ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่แช่ร่วมกับฮอร์โมนกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง ภายใต้สภาพเรือนทดลอง ..... 68

8 ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่แช่ร่วมกับฮอร์โมนกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง ภายใต้สภาพเรือนทดลอง ..... 69

9 ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่พอกร่วมกับฮอร์โมนกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ..... 70

10 ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่พอกร่วมกับฮอร์โมนกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ..... 71

11 ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่พอกร่วมกับฮอร์โมนกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงต่ำ ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ..... 72

12 ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่พอกร่วมกับฮอร์โมนกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง ภายใต้สภาพเรือนทดลอง ..... 73

13 ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่พอกร่วมกับฮอร์โมนกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง ภายใต้สภาพเรือนทดลอง ..... 74

# สารบัญภาพ

**รูปที่** **หน้า**

1 เครื่องพอกเมล็ดพันธุ์รุ่น SKK12 ..... 17
2 เครื่องวัดความกร่อน Tablet Friability Tester ..... 20

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญของปัญหา

ผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.) เป็นผักกินใบชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยในปี 2560 ประเทศไทยนำเข้าเมล็ดผักกาดหอมปริมาณ 26.64 ตัน คิดเป็นมูลค่า 34.68 ล้านบาทแต่การส่งออกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมมีปริมาณเพียง 7.43 ตัน คิดเป็นมูลค่า 10.69 ล้านบาท (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย, 2560) ปัญหาหลักของเมล็ดผักกาดหอมคือเมล็ดมีขนาดเล็ก รูปร่างแบน อาหารสะสมในเมล็ดน้อย ซึ่งส่งผลให้ความแข็งแรงของเมล็ดต่ำและงอกไม่สม่ำเสมอ จากปัญหาที่กล่าวมา แนวทางการแก้ไขคือการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เพื่อทำให้เมล็ดมีความงอกดีขึ้นและงอกสม่ำเสมอ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การคลุกเมล็ดร่วมกับสารเคมี การแช่เมล็ด การทำ seed priming การเคลือบเมล็ด และหนึ่งในนั้นคือการพอกเมล็ดซึ่งเป็นเทคนิคที่ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อปรับปรุงลักษณะของเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบาและรูปร่างไม่สม่ำเสมอ รวมทั้งช่วยแก้ไขปัญหาความยากลำบากในระหว่างทำการเพาะปลูก ถือได้ว่าการพอกเมล็ดเป็นวิธีปฏิบัติต่อเมล็ดพันธุ์ ที่ใช้ในการปรับปรุงความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ช่วยให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และลดปัญหาการสูญเสียของเมล็ดพันธุ์เมื่อใช้กับเครื่องปลูก จึงทำให้เกษตรกรและฟาร์มผู้ผลิตผักระบบอุตสาหกรรมในประเทศไทย ได้นำเข้าเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมพอก (pelleted seed) จากต่างประเทศ ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีราคาสูงและต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมาก (จักรพงษ์ และบุญมี, 2558) ซึ่งเทคโนโลยีการพอกเมล็ดพันธุ์ (seed pelleting) มีความสำคัญอย่างมากที่จะช่วยปรับปรุงลักษณะเมล็ดพันธุ์ โดยการเพิ่มวัสดุพอกหรือสารเติมเต็ม (filler) เช่น pumice, perlite, vermiculite และ calcium sulfate และใช้วัสดุประสาน (binder) เป็นตัวช่วยยึดเกาะและเพิ่มความแข็งแรงให้กับวัสดุพอก ทำให้เมล็ดพืชหลังจากพอกมีการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาในการงอก ช่วยให้ต้นกล้ามีคุณภาพดีกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก (Kim *et al*., 2005; Bruggink, 2005) นอกจากนี้การพอกเมล็ดทำให้สามารถเพิ่มสารออกฤทธิ์บางอย่างตามวัตถุประสงค์ได้ เช่น ธาตุอาหารพืช หรือสารป้องกันกำจัดโรคแมลง (Taylor and Harman, 1990) และฮอร์โมนซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการเจริญเติบโตและกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในต้นพืช รวมทั้งมีความสำคัญในกระบวนการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ ปัจจุบันมีการนำสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดมาใช้ในการเร่งการ

เจริญเติบโตของต้นพืช โดยเฉพาะกรดจิบเบอเรลลิค (gibberellic acid; $GA_3$) และออกซิน (auxin) เช่น Indole-3-acetic acid (IAA) ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีผลต่อการพัฒนาคุณภาพผลผลิต ช่วยเร่งอัตราการงอก ทำให้รากและต้นกล้ายืดยาวขึ้นได้ (Yang, 2006) มีการวิจัยที่ชี้ว่าการเพิ่มขึ้นของการงอกรากอาจมาจาก $GA_3$ ที่สามารถกระตุ้นการงอก การยืดยาวของของเซลล์และการงอกของรากให้โผล่พ้นเปลือกหุ้มได้เร็ว โดยการใช้ $GA_3$ ที่ความเข้มข้นสูงจะทำให้เมล็ดสามารถงอกได้มากขึ้น (Carr *et al*., 1964) และการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย IAA ซึ่งเป็นฮอร์โมนพืชที่สำคัญชนิดหนึ่งในกลุ่มออกซิน (Auxin) ที่มีบทบาทสำคัญต่อการงอกของเมล็ด (Slavov *et al*., 2003) และการยืดยาวของราก (San-Francisco *et al*., 2005)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของการแช่เมล็ดผักกาดหอมในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA และศึกษาผลกระทบของการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม อีกทั้งได้ศึกษาผลของการพอกเมล็ดผักกาดหอมร่วมกับฮอร์โมนพืช $GA_3$ และ IAA เพื่อหาชนิดและอัตราความเข้มข้นของฮอร์โมน ที่เหมาะสมสำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม เพื่อเป็นการเพิ่มความงอก และความแข็งแรงให้แก่เมล็ดพันธุ์ อีกทั้งหากสามารถผลิตเพื่อจำหน่ายภายในประเทศได้ จะเป็นการลดต้นทุนการผลิต และลดการนำเข้าเมล็ดพอกจากต่างประเทศ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษากรรมวิธีการพอกเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการพอกเมล็ดผักกาดหอม

1.2.2 เพื่อศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA ในการแช่เมล็ดผักกาดหอมต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

1.2.3 เพื่อศึกษาการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA ที่อัตราความเข้มข้นแตกต่างกันต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

## 1.3 สมมติฐานของการศึกษา

เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมซึ่งมีขนาดเล็ก รูปร่างแบน และมีความแข็งแรงต่ำ อีกทั้งมีความงอกไม่สม่ำเสมอ ส่งผลทำให้ผลผลิตและคุณภาพของผักกาดหอมลดลง รวมถึงมีความไม่เหมาะสมในเพาะปลูกโดยเครื่องจักร งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกรรมวิธีการพอกเมล็ดพันธุ์ และผลของการแช่เมล็ดผักกาดหอมในสารละลายฮอร์โมน อีกทั้งศึกษาผลของการพอกเมล็ดผักกาดหอมร่วมกับฮอร์โมน เพื่อเป็นการเพิ่มความงอกและความแข็งแรงให้แก่เมล็ดพันธุ์ รวมทั้งความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกด้วยเครื่องจักรและป้องกันเมล็ดพันธุ์จากศัตรูพืชขนาดเล็ก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## 1.4 ขอบเขตของการศึกษา

ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการพอกเมล็ด โดยใช้วัสดุพอก calcium sulfate และวัสดุประสาน carboxymethyl cellulose เป็นองค์ประกอบในการพอก และได้ทำการศึกษาวิธีการแช่และพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมร่วมกับฮอร์โมนพืช $GA_3$ และ IAA ด้วยอัตราความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงวิธีการพอกเมล็ดพันธุ์ ผลของการแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลายฮอร์โมน รวมทั้งการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมน และสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้กับเมล็ดพันธุ์อื่นๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 2
# ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ความสำคัญของผักกาดหอม

ผักกาดหอมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* L. เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ *Asteraceae* มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศยุโรปและเอเชีย (Thompson and Kelly, 1957) ผักกาดหอมเป็นพืชในเขตหนาวเจริญเติบโตได้ดีเมื่ออุณหภูมิช่วงกลางวันอยู่ระหว่าง 18-25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิช่วงกลางคืนอยู่ในช่วง 10-15 องศาเซลเซียส (Ryder, 1998) แต่ถ้าปลูกผักกาดหอมในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง ผลผลิตสดที่ได้จะมีคุณภาพต่ำ คือ ใบมีรสขมและเกิดการแทงช่อดอกเร็ว ผักกาดหอมเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิด แต่สามารถปลูกได้ผลดีที่สุดในดินร่วน ซึ่งมีการระบายน้ำและระบายอากาศดี มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ราวๆ 6.5-7.2 มีความชื้นในดินพอสมควร พื้นที่ปลูกผักกาดหอมควรให้ได้รับแสงเต็มที่ตลอดวัน มีธาตุอาหารอย่างเพียงพอ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K)

ผักกาดหอมโอ๊คลีฟ (Oak Leaf Lettuce) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Lactuca sativa* var. *crispa* L. นิยมปลูกเพื่อบริโภคในประเทศไทย เช่น กรีนโอ๊คและเรดโอ๊ค ลักษณะทั่วไปของผักกาดหอมโอ๊คลีฟ คือ ใบมีลักษณะบาง ขอบใบหยัก มีทั้งสีเขียวและแดงขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย และยุโรป เป็นพืชฤดูเดียว มีลำต้นอวบสั้นช่วงข้อถี่ ใบจะเจริญจากข้อเป็นกลุ่ม มีระบบรากแก้วที่สามารถเจริญลงไปในดินอย่างรวดเร็ว ช่อดอกเป็นแบบ panicle สูง 2-4 ฟุต ประกอบด้วยดอก 10-25 ดอกต่อช่อ เป็นดอกสมบูรณ์เพศกลีบดอกสีเหลืองหรือขาวปนเหลือง ดอกจะบานช่วงเช้าเป็นระยะสั้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## 2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

รากของผักกาดหอมเป็นระบบรากแก้ว มีรากแก้วที่แข็งแรงอวบอ้วน และเจริญอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะเมื่อปลูกในดินร่วนปนทรายที่มีความชื้นเพียงพอ รากแก้วสามารถหยั่งลึกลงไปในดินได้ถึง 5 ฟุตหรือมากกว่า ลำต้นของผักกาดหอมในระยะแรกมักจะมองไม่ค่อยเห็น เนื่องจากใบมักจะปกคลุมไว้ จะเห็นชัดก็ต่อเมื่อระยะแทงช่อดอก ลักษณะลำ ต้นผักกาดหอมจะตั้งตรง สูงชะลูดขึ้นจนสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ใบแตกออกมาจากลำต้นโดยรอบ สีใบมีตั้งแต่เขียวอ่อน เขียวปนเหลือง จนถึงสีเขียวแก่ บางพันธุ์มีสีแดงหรือน้ำตาลปนอยู่ ทำให้มีสีแดง บรอนซ์ หรือ

น้ำตาลปนเขียว พันธุ์ที่ห่อเป็นหัวจะมีใบหนา เนื้อ ใบอ่อนนุ่ม ใบจะห่อหัวอัดกันแน่นคล้ายกะหล่ำปลี ใบที่ห่ออยู่ข้างในจะเป็นมัน บางชนิดมีใบม้วนงอเปราะมีเส้นใบเห็นได้ชัด ขอบใบมีลักษณะเป็นหยัก ขนาดและรูปร่างของใบผักกาดหอมจะแตกต่างกันตามชนิดดอกผักกาดหอมมีลักษณะเป็นช่อแบบที่เรียกว่า Panicle ประกอบด้วยกลุ่มของดอกที่อยู่เป็นกระจุกตรงยอด แต่ละกระจุกประกอบด้วยดอกย่อย 15-25 ดอกหรือมากกว่า ก้านช่อดอกจะยาวประมาณ 2 ฟุต ช่อดอกอันแรกจะเกิดที่ยอดอ่อน จากนั้นจะเกิดช่อดอกข้างตรงมุมใบขึ้นภายหลัง เมล็ดผักกาดหอมเป็นชนิดเมล็ดเดียว (achene) ซึ่งเจริญมาจากรังไข่อันเดียว เมล็ดจะมีเปลือกหุ้มเมล็ดบาง เปลือกเมล็ดจะไม่แตกเมื่อเมล็ดแห้งเมล็ดของผักกาดหอมมีลักษณะแบนยาว หัวท้ายแหลมเป็นรูปหอก มีเส้นเล็กๆ ลาดยาวไปตามด้านยาวของเมล็ดที่ผิวเปลือกหุ้มเมล็ด เมล็ดมีสีเทาปนครีม ความยาวของเมล็ดประมาณ 4 มิลลิเมตร และกว้างประมาณ 1 มิลลิเมตร

## 2.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ผักกาดหอมเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นดินเหนียว ดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย แต่สามารถปลูกผักกาดหอมได้ผลดีที่สุดในดินร่วน ซึ่งมีการระบายน้ำและระบายอากาศดี ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินอยู่ระหว่าง 6.5-7.2 มีความชื้นในดินพอสมควร พื้นที่ปลูกผักกาดหอมควรให้ได้รับแสงเต็มที่ตลอดวัน เพราะผักกาดหอมต้องการแสงเต็มที่ตลอดวัน ผักกาดหอมเป็นพืชฤดูเดียว เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเย็น หากปลูกผักกาดหอมในสภาพอุณหภูมิที่สูงเกินไปจะทำให้ผักกาดหอมมีรสขมและแทงช่อดอกเร็ว แต่อย่างไรก็ตามผักกาดหอมสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี

## 2.4 ฮอร์โมนและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

### 2.4.1 ฮอร์โมนพืช

ฮอร์โมนพืช (plant hormones) หมายถึง สารที่ผลิตขึ้นในพืช มีหน้าที่ควบคุม (regulators) การเจริญเติบโต กระตุ้นหรือยับยั้งกระบวนการทางสรีรวิทยา สามารถเคลื่อนย้ายไปมีผลต่อเนื้อเยื่อต่างๆ หรือมีผลต่อบริเวณที่สร้างก็ได้ ทั้งนี้ต้องเป็นสารที่ทำงานได้ที่ความเข้มข้นต่ำก็สามารถควบคุมกระบวนการต่างๆในแง่สรีรวิทยาของพืชได้ สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators) คือสารประกอบอินทรีย์ที่นอกเหนือไปจากธาตุอาหารต่างๆ ซึ่งเมื่อมีอยู่ในปริมาณเพียงเล็กน้อยจะช่วยเพิ่มหรือยับยั้ง หรืออีกนัยหนึ่ง ก่อให้เกิดความผันแปรแก่กระบวนการหนึ่งของสรีรวิทยาของพืช ปัจจุบันมีการนำสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช หลายชนิดมาใช้ในการเจริญเติบโตของต้นพืช โดยเฉพาะ gibberellin และ auxin ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ของพืชที่มีผลต่อการพัฒนาคุณภาพผลผลิต ช่วยเร่งอัตราการงอกทำให้รากและต้นกล้ายืดยาวขึ้นได้ (Yang, 2006) ซึ่งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชมีหลายชนิดด้วยกัน

**2.4.2 Gibberellin**

จิบเบอเรลลินถูกค้นพบครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่น ในการศึกษาโรคของข้าวที่เจริญเป็นต้นที่สูงมาก ในปี ค.ศ. 1890 ญี่ปุ่นเรียกโรคนี้ว่า bakanae disease (foolish seedling disease) (นพดล, 2537) ต่อมาปี 1954 มีการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและส่วนประกอบทางเคมีของจิบเบอเรลลินโดยนักเคมีชาวอังกฤษ ซึ่งสามารถแยกสารบริสุทธิ์จากอาหารเลี้ยงเชื้อรา *Gibberella fujikuroi* และเรียกสารนี้ว่า กรดจิบเบอเรลลิก (gibberellic acid) (ดนัย, 2539) $GA_3$ เป็นสารที่รู้จักกันมากที่สุดในกลุ่มของจิบเบอเรลลิน และนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรอย่างมาก เป็นสารบริสุทธิ์ มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ แต่ไม่ละลายน้ำ

**2.4.3 แหล่งสังเคราะห์และการเคลื่อนย้ายจิบเบอเรลลินในพืช**

แหล่งสังเคราะห์จิบเบอเรลลินที่สำคัญคือ บริเวณใบอ่อน ผลอ่อน และ ต้นอ่อน รากพืชอาจสามารถสร้างจิบเบอเรลลินได้บ้าง แต่จิบเบอเรลลินมีผลต่อการเจริญเติบโตของรากน้อย การเคลื่อนย้ายของจิบเบอเรลลินในพืชเป็นแบบไม่มีทิศทางที่แน่นอน (nonpolar transport) โดยเคลื่อนที่จากส่วนข้อของใบไปสู่ส่วนยอดและรากในเวลาเดียวกัน สามารถเคลื่อนที่ในท่อน้ำ (xylem) และท่ออาหาร (phloem) (สมบุญ, 2544)

**2.4.4 ผลของจิบเบอเรลลินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช**

จินเบอเรลลิน (Gibberellin) หรือกรดจิบเบอเรลลิก (Gibberellic Acid) เรียกย่อๆว่า $GA_3$ เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโต ซึ่งส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชโดยพืชตอบสนองต่อ $GA_3$ โดยการยืดตัวของเซลล์และลำต้น (cell elongation) (สมบุญ, 2544) มีกลไกการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ Hydrolytic enzymes และ amylase มีการย่อยสลายแป้งได้น้ำตาลเพิ่มขึ้น แรงดันออสโมติคเพิ่มขึ้น ทำให้ดึงน้ำมาสะสมภายในเซลล์มากขึ้น ส่งผลให้เซลล์มีการขยายขนาด และการยืดตัวของผนังเซลล์เนื่องจาก $GA_3$ มีบทบาทส่งเสริมการแบ่งเซลล์ในส่วนของปลายยอด (shoot apex) (Weaver, 1972) นอกจากนี้ $GA_3$ ช่วยส่งเสริมการทำงานของออกซิน MacLeod และ Maillar (1962) พบว่า $GA_3$ กระตุ้นให้เกิดการสร้าง proteolytic enzymes ซึ่งทำหน้าที่ในการย่อยโปรตีน ปลดปล่อยกรดอะมิโน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดอะมิโนทริปโตเฟนซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ IAA ทำให้ออกซินมีปริมาณเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของออกซินมายังบริเวณที่พืชต้องการการกระตุ้นให้เกิดการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์พืช สำหรับการงอกของเมล็ด และการทำลายการพักตัวของตาเมล็ดหรือตาของพืชบางชนิด ซึ่งมีการพักตัวทำให้ไม่สามารถงอกได้ในสภาพปกติซึ่ง $GA_3$ สามารถทำหน้าที่ช่วยให้เซลล์ภายในเมล็ดยืดตัวจึงทำให้ราก

สามารถดันผ่านเปลือกหรืออาหารสะสมออกมาได้ (นิตย์, 2541) เช่น เมล็ดของ *Cerciscanadensis var. canadensis* L. ที่แช่ใน $GA_3$ เข้มข้น 50 μM นาน 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง กระตุ้นการงอกของเมล็ด (Geneve, 1991) ต่อมา Shittu และ Adeleke (1999) ศึกษาผลของการใช้ $GA_3$ (0, 10, 250 และ 500 มก./ล.) โดยพ่นให้ทางใบของมะเขือเทศพันธุ์ 158-3 พบว่าความสูงของต้น จำนวนใบ จำนวนตา และดอกต่อต้นเพิ่มขึ้น โดยต้นที่ได้รับ $GA_3$ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีความสูงของต้นและจำนวนใบมากที่สุด ต้นที่ได้รับ $GA_3$ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนตาและดอกมากที่สุดและ $GA_3$ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้จำนวนผลมากที่สุดสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชิติ (2559) พบว่าการแช่เมล็ดมะแขม่วด้วย $GA_3$ ความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตรและสารอีธีฟอน (ethyphon) 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้ระยะเวลาในการงอกน้อยกว่าการแช่ด้วยน้ำอุ่นและน้ำเปล่า และส่งผลให้ความสูงและความกว้างทรงพุ่มของต้นกล้าหลังย้ายปลูกดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ

**2.4.5 Indole-3-acetic acid (IAA)**

IAA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซิน สามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติจากการสังเคราะห์ของพืช โดยมีคุณสมบัติเป็นสารเร่งการเจริญเติบโต มีผลกระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์ การยืดตัวของเซลล์ และยังมีผลกระตุ้นการเกิดราก การเจริญเติบโตในส่วนต่างๆของพืช ปัจจุบันมีการสังเคราะห์สารต่างๆ ที่มีคุณสมบัติคล้ายออกซินเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร สารสังเคราะห์เหล่านี้มีอยู่หลายชนิด แต่ที่นิยมใช้กันทั่วไปมีอยู่เพียงไม่กี่ชนิด ได้แก่ NAA (1-naphthylacetic acid), IBA (indol-3-butyric acid), 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) และ 4-CPA (4-chlorophenoxyacetic acid)

**2.4.6 การเคลื่อนย้ายของออกซินในพืช**

จากส่วนของพืชที่มีการสังเคราะห์ ฮอร์โมนจะเคลื่อนย้ายไปสู่ส่วนอื่นๆ และมีผลกระทบต่อเนื้อเยื่อที่ได้รับฮอร์โมน การเคลื่อนที่จะถูกควบคุมอย่างดี การเคลื่อนย้ายของออกซินในพืชเป็นแบบมีทิศทางหรือโพลาทรานสปอร์ต (polar transport) ในลำต้นออกซินจะถูกสร้างที่ส่วนปลายยอดเป็นส่วนใหญ่ และจะเคลื่อนย้ายจากปลายยอดลงสู่ราก เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบเบซิเพทอล (basipetal movovement) ความเร็วในการเคลื่อนย้ายออกซินในลำต้นประมาณ 5-10 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งสูงกว่าอัตราการแพร่ถึง 10 เท่า และจำเป็นต้องอาศัยพลังงานในการเคลื่อนย้ายออกซินในพืช ในสภาพที่มีออกซินอยู่น้อย หรืออุณหภูมิต่ำ อัตราการเคลื่อนย้ายออกซินจะลดลงเช่นกัน จะเห็นได้ว่าการเคลื่อนย้ายของออกซินเป็นแบบมีทิศทาง ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบใช้พลังงานหรือแอคทีฟทรานสปอร์ต (active transport) ซึ่งสามารถปั๊มสารเข้าออกนอกเซลล์ได้โดยผ่านทางเยื่อหุ้มเซลล์ ความเร็วของการเคลื่อนที่จะเกิดมากที่บริเวณใกล้ปลายยอดและจะลดต่ำลงเมื่อลงมาสู่ด้านล่าง ความเร็วในการเคลื่อนที่ของสารสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติของออกซิน จะช้ากว่าการ

เคลื่อนที่ของ IAA แต่ลักษณะการเคลื่อนที่ของสารสังเคราะห์ เช่น 2,4-D IBA และ NAA ก็เกิดในลักษณะโพลาร์เช่นเดียวกับสาร IAA (สมบุญ, 2544; ลิลลี่ และคณะ, 2549)

**2.4.7 ผลของออกซินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช**

ออกซินมีผลกระตุ้นการยืดตัวของเซลล์และการแบ่งเซลล์ โดยส่งเสริมการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิก และโปรตีน ออกซินช่วยทำให้เกิดการขยายตัวของผนังเซลล์และช่วยเร่งการขยายตัวของเซลล์ ซึ่งออกซินจะช่วยกระตุ้นกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในเซลล์ เร่งการเคลื่อนย้ายสารต่างๆ และกระตุ้นการสังเคราะห์สารที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์เพื่อนำไปสร้างผนังเซลล์ใหม่ ทำให้เซลล์ขยายขนาด ซึ่งจากการแบ่งตัวและขยายขนาดของเซลล์ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในแต่ละส่วนของพืชจะมีการตอบสนองต่อออกซินในปริมาณที่แตกต่างกัน (สมบุญ, 2544) ออกซินนิยมใช้กันมากในการกระตุ้นการออกรากของกิ่งปักชำและกิ่งตอน อีกทั้งในงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อกระตุ้นการเจริญของแคลลัสให้พัฒนาเป็นต้น (พีรเดช, 2537) และมีผลกระตุ้นการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพืช โดยมีคุณสมบัติในการดูดดึงสารประกอบอินทรีย์จากแหล่งอื่นภายในต้น (นิรันดร์, 2536) ความสมดุลของฮอร์โมนออกซินและไซโตไคนิน มีผลต่อการสร้างอวัยวะเป็นอย่างมาก และสารทั้งสองชนิดนี้จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการกำเนิดอวัยวะของเซลล์ที่เลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ กล่าวคือ ชนิดของพัฒนาการ ได้แก่ การเกิดแคลลัส ราก หรือยอดถูกกำหนดโดยปริมาณความสัมพันธ์ของออกซินและไซโตไคนิน (รังสฤษดิ์, 2540) โดยถ้าอัตราส่วนระหว่างออกซินและไซโตไคนินไม่เหมาะสม การเจริญของเนื้อเยื่อจะไม่ดีเท่าที่ควร ถ้ามีออกซินมากเกินไปเนื้อเยื่อจะเจริญเป็นรากมาก และจะมีการเจริญของตาเพียงเล็กน้อย ในทางกลับกันถ้าอาหารมีไซโตไคนินมาก เนื้อเยื่อก็จะมีการเจริญของตาได้ดี แต่จะมีการเจริญของรากน้อย อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสองกลุ่มนี้ ขึ้นอยู่กับการเจริญของเนื้อเยื่อแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน (สัมพันธ์,2526) ต่อมา Brain และ Hemming (1957) ได้ทดลองกับ stem ของ hypocotyle ของต้นแตง พบว่าการให้ $GA_3$ ก่อนแล้วจึงให้ IAA ตามจะทำให้เซลล์ยืดตัวได้มากกว่า IAA เพียงอย่างเดียว แต่การให้ IAA ก่อนแล้วจึงให้ $GA_3$ ตามมีแนวโน้มว่าน่าจะไม่ได้ผล จึงมีสมมติฐานว่า $GA_3$ น่าจะเป็นตัวทำให้เนื้อเยื่อมีความไวต่อ auxin มากขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ สัมพันธ์ (2525) พบว่าการให้ GA พร้อมๆกับ auxin จะทำให้ขนาดของผลองุ่นโตขึ้นกว่าเดิมถึง 2 เท่า จากผลวิจัยดังกล่าวจึงสันนิษฐานว่า GA อาจกระตุ้นให้มีการสร้าง auxin เพิ่มขึ้นภายในรังไข่ ส่วน จิราภรณ์และบุญมี (2560) ได้ทดลองพอกเมล็ดพันธุ์แตงกวาร่วมกับฮอร์โมนผสมระหว่าง $GA_3$ และ IAA พบว่าฮอร์โมนผสมสามารถช่วยเพิ่มความยาวยอดในสภาพเรือนทดลองได้ อีกทั้ง anu *et al*. 2013 ได้ใช้ฮอร์โมนผสมระหว่าง ออกซิน (IAA) และ $GA_3$ เพื่อเพิ่มผลผลิตของ Linseed (*Linum usitatissimum* L.) พบว่าการใช้ IAA ผสม $GA_3$ สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตของ Linseed ได้

## 2.5 เมล็ดพันธุ์และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

### 2.5.1 เมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการผลิตพืชผัก นอกเหนือจากสภาพแวดล้อมและวิธีการปลูกที่ทันสมัยต่างๆ มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ปลูกโดยใช้เมล็ด ฉะนั้นการเลือกใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี มีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อม โรคและแมลง เป็นก้าวแรกที่นำไปสู่ความสำเร็จในการผลิต การเลือกใช้เมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพแหล่งปลูก จะช่วยลดต้นทุนในด้านการจัดการอย่างมาก ถ้าหากใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ จะทำให้เสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตสูง ส่วนประกอบเมล็ด แยกเป็นส่วนต่างๆได้ดังนี้ (จานุลักษณ์, 2541)

1) เปลือก (seed coat) เป็นส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ดอยู่ภายนอก ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้กับส่วนประกอบของเมล็ดที่อยู่ภายใน ควบคุมการดูดซับน้ำ ป้องกันโรคและแมลงเข้าทำลาย สารพันธุกรรม (gene) ของเปลือกจะได้รับการถ่ายทอดจากต้นแม่

2) ต้นอ่อน (embryo) เป็นส่วนประกอบของเมล็ดที่จะเจริญไปเป็นส่วนของลำต้นและราก ต้นอ่อนเกิดจากการปฏิสนธิของเพศและเพศเมีย มีโครโมโซม 2n

3) ส่วนที่สะสมอาหาร (supporting tissue) เป็นส่วนประกอบที่ทำหน้าที่สะสมอาหารสำหรับต้นอ่อนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตในระยะแรก จนกระทั่งต้นอ่อนสามารถสังเคราะห์อาหารได้เอง จำแนกส่วนที่สะสมอาหารตามการเกิดได้ 2 พวก คือ cotyledon เป็นส่วนของเนื้อเยื่อที่มีชีวิต สามารถแบ่งเซลล์และมีการยืดตัวของเซลล์ได้ระยะหนึ่ง ในระยะแรกของการงอกและ endosperm เป็นส่วนของเมล็ดที่เป็นอาหารของต้นอ่อน และมีโครโมโซมในสภาพ triploids (3n) เมล็ดพันธุ์ในพืชบางชนิดปรากฏ endosperm ชัดเจน เช่น ข้าว ข้าวโพด แต่บางชนิดปรากฏไม่ชัดเจน เช่น พืชตระกูลแตง (cucurbitaceae)

### 2.5.2 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ หมายถึง เมล็ดพันธุ์ที่สะอาด ปราศจากสิ่งเจือปน มีความบริสุทธิ์และตรงตามสายพันธุ์โดยไม่มีเมล็ดของพืชอื่นและพันธุ์อื่นปะปน ซึ่งเมล็ดที่มีคุณภาพดีต้องมีความชื้นอยู่ในระดับที่เหมาะสม มีความงอกสูง งอกได้เร็ว ให้ต้นกล้าที่แข็งแรงและทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหสมะสม เป็นเมล็ดที่สุกแก่เต็มที่และสมบูรณ์ดี มีน้ำหนักและสีสม่ำเสมอ ไม่มีเมล็ดวัชพืช โรคและแมลงศัตรูพืชปะปน โดยบุญมี (2558) ได้แบ่งลักษณะเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีควรมีองค์ประกอบดังนี้

1) คุณภาพทางพันธุกรรม (genetic quality) หมายถึง เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพตรงตามพันธุ์ที่ได้รับจากพ่อและแม่พันธุ์ เมื่อปลูกแล้วต้องมีลักษณะที่ปรากฏ (phenotype) ตรงตามพันธุ์

2) คุณภาพทางกายภาพ (physical quality) หมายถึง ลักษณะที่ปรากฏให้เห็นได้ เช่น มีลักษณะภายนอกดี ขนาด น้ำหนัก และรูปร่างสม่ำเสมอ ไม่มีสิ่งเจือปน ไม่แตกหักหรือร้าว เป็นต้น

3) คุณภาพทางสรีรวิทยา (physiological quality) หมายถึง ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยภายในและภายนอก

4) ปราศจากโรคและแมลง (phytosanitary quality) หมายถึง เมล็ดพันธุ์ต้องไม่มีโรคและแมลงติดมากับเมล็ด

**2.5.3 การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์**

การปลูกพืชจะประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสภาพของเมล็ดพันธุ์ เพื่อตรวจสอบว่าเมล็ดพันธุ์มีคุณภาพหรือเสื่อมคุณภาพมีการตรวจสอบคุณภาพต่างๆหลายประการเช่น การตรวจสอบความสามารถในการงอกหรือความมีชีวิตซึ่งเป็นการตรวจสอบให้ทราบถึงการเจริญเติบโตของส่วนต่างๆที่สำคัญจากต้นอ่อนในเมล็ดว่าสามารถจะเจริญเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้มากน้อยเพียงใดเมื่อนำไปปลูกในสภาพไร่ การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์หมายถึงลักษณะรวมๆหลายประการของเมล็ดอันเป็นลักษณะเด่นที่เมล็ดสามารถแสดงออกมาเมื่อนำเมล็ดไปเพาะในสภาวะแวดล้อมที่แปรปรวนและไม่เหมาะสม เมล็ดที่มีความแข็งแรงสูงจะสามารถงอกได้ดี ส่วนเมล็ดที่มีความแข็งแรงต่ำไม่สามารถงอกได้หรืองอกได้น้อย การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น การเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ การวัดดัชนีการงอกของเมล็ด การวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้า เป็นต้น การตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีต้องมีความบริสุทธิ์สูง มีเมล็ดพืชอื่นและสิ่งเจือปนในปริมาณน้อย การตรวจสอบความชื้นของเมล็ดพันธุ์ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของเมล็ดพันธุ์และเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงจะเก็บรักษาไม่ได้นาน ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จึงต้องวัดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ด้วยเสมอ เป็นต้น

## 2.6 การพอกเมล็ด

**2.6.1 เทคนิคการพอกเมล็ด**

เทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์เป็นเทคนิคที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืช โดยคำจำกัดความของการพอกเมล็ดพันธุ์ คือ “การเพิ่มสารประเภท inert material ลงไปบนผิวของเมล็ดพันธุ์เพื่อเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างของเมล็ดและเป็นการปรับปรุงความสามารถของพืช” (Halmer, 1988) การพอกเมล็ดพันธุ์ได้พัฒนาขึ้นในปี 1940 และเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในปี 1960 (Smith and Miller, 1987) การพอกเมล็ดพันธุ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์พืช ความแข็งแรงของต้นอ่อน ลดการสูญเสียที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายและขนส่งเมล็ดพันธุ์ (Taylor *et al*., 1998) เพิ่มขนาดเมล็ดที่มีขนาดเล็ก และเมล็ดที่มีรูปร่างไม่ปกติให้มีลักษณะกลม (Halmer, 1988) ยกตัวอย่างเมล็ดพันธุ์พืชบางชนิดที่มีขนาดเล็ก เช่น หัวหอมใหญ่ ผักกาดหอม ยาสูบ ไม้ดอกจำพวกพิททูเนีย ดาวเรือง เป็นต้น ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ เช่น ชูการ์

บีท ข้าวโพดหวาน เป็นต้น การใช้เทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์ยังสามารถป้องกันผิวของเมล็ดพันธุ์จากการเข้าทำลายของนก แมลงศัตรูพืช หนูและสัตว์เล็กอื่นๆ ความสำคัญของการพอกเมล็ดคือช่วยให้สามารถปลูกได้ง่ายยิ่งขึ้น เมล็ดที่มีขนาดเล็กและไม่สม่ำเสมอ สามารถเพิ่มขนาดและน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ให้ใหญ่ขึ้น อีกทั้งปรับเปลี่ยนรูปร่างของเมล็ดพันธุ์ให้เหมาะสมกับการใช้ร่วมกับเครื่องปลูก เพื่อให้มีระยะปลูกที่ถูกต้องแน่นอน ซึ่งจากงานวิจัยของ จักรพงษ์ และบุญมี (2558) พบว่าการใช้ carbonxymethyl cellulose (CMC) และ hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) เป็นวัสดุประสานโดยใช้ pumice เป็นวัสดุพอก สำหรับพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม ทำให้ก้อนพอกมีลักษณะที่ดี ก้อนพอกมีความแข็งแรง มีการดูดซับน้ำได้ดีเมื่อเพาะความงอก และไม่มีผลต่อคุณภาพของความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ อีกทั้งการพอกในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าการพอกเมล็ดด้วยpumiceร่วมกับ CMC และ HPMC ในทุกอัตราไม่มีผลต่อความงอก ความเร็วในการงอกและดัชนี การงอกของเมล็ดพันธ์ผักกาดหอมเนื่องจาก CMC และ HPMC มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี จึงไม่ไปขัดขวางการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์อีกทั้งรากที่งอกจากเมล็ดสามารถแทงทะลุผ่านวัสดุประสานและวัสดุพอกได้ง่าย (จักรพงษ์ และบุญมี, 2556; จักรพงษ์, 2557) ในขณะที่ ศศิประภาและบุญมี (2560) รายงานว่าการพอกเมล็ดผักกาดหอมด้วย calcium sulfate สามารถขึ้นรูปได้ง่าย มีความกร่อนต่ำ และละลายน้ำได้ง่าย นอกจากนี้ยังพบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการพอกมีดัชนีความงอกไม่แตกต่างกัน นิยมใช้กันมากในพืชผักและไม้ดอกที่มีมูลค่าสูง (Robinson and Mayberry, 1976) นอกจากนี้ยังสามารถผสมสารออกฤทธิ์ร่วมกับวัสดุพอกบนผิวเมล็ดพันธุ์ได้ตามความต้องการและความจำเป็นสำหรับการอารักขาพืชเพื่อให้ต้นกล้าสามารถอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้อย่างปลอดภัยและเจริญเติบโตได้อย่าง เช่น ธาตุอาหารพืช สารควบคุมการเจริญเติบโต สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลง อีกทั้งสารออกฤทธิ์ต่างๆจะส่งผลต่อเมล็ดให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ได้ดีกว่าการคลุก (Taylor and Harman, 1990; Longden, 1975) การพอกเมล็ดที่มีประสิทธิภาพต้องไม่ทำให้อัตราการงอกของเมล็ดช้าลงหรือมีความงอกลดลง และการพอกเมล็ดพันธุ์สามารถป้องกันเมล็ดจากการกระทบกระแทก (barrier) ส่งผลให้ต้นกล้างอกได้ดี สม่ำเสมอและมีความแข็งแรง สารออกฤทธิ์ต่างๆจะส่งผลต่อเมล็ดให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ได้ดีกว่าการคลุก (Longden, 1975)

**2.6.2 หลักการในการพอกเมล็ดพันธุ์**

หลักสำคัญของการพอกเมล็ดพันธุ์คือเมล็ดที่พอกต้องไม่ได้รับผลกระทบในทางลบ กล่าวคือเมล็ดที่ผ่านกระบวนการพอกต้องไม่ส่งผลให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง อีกทั้งการพอกต้องไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ภายหลังการเก็บรักษา เช่น หากก้อนพอกมีความชื้นมากเกินไปในขณะการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อยู่ภายในจะดูดซับความชื้นและอัตราการหายใจของเมล็ดพันธุ์สูงขึ้น ส่งผลให้เมล็ดมีคุณภาพลดลง ส่วนการกำหนดปริมาณวัสดุพอกเพื่อ

พิจารณาหาอัตราส่วนระหว่างวัสดุพอกกับปริมาณเมล็ดพันธุ์อย่างเหมาะสมนั้น จะขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของเมล็ด ซึ่งแตกต่างกันตามสายพันธุ์และชนิดของพืช

**2.6.3 วัสดุที่ใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์**

ส่วนประกอบที่สำคัญในการพอกเมล็ดพันธุ์ประกอบด้วย วัสดุพอกหรือสารเติมเต็ม (filler) วัสดุประสานหรือสารยึดเกาะ (binder) และสารออกฤทธิ์ (active ingredient) ดังนี้

1) วัสดุพอก (pelleting material) หรือสารตัวเติม (filler material) วัสดุพอกที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ pumice, perlite, calcium carbonate, calcium sulfate, clay, zeolite, gypsum, bentonite, talcum และ vermiculite เป็นต้น วัสดุพอกจะเป็นตัวเปลี่ยนแปลงรูปร่างขนาดและน้ำหนักของเมล็ด (Hill, 1999) ขนาดอนุภาคของวัสดุพอกจะมีผลต่อความพรุนและความสามารถในการกักเก็บน้ำของวัสดุพอกด้วย โดยเฉพาะวัสดุพอกที่ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็ก เช่น calcium sulfate จะประกอบด้วยรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมาก ทำให้มีปริมาณช่องว่างโดยรวมมาก ส่งผลให้มีความสามารถในการกักเก็บน้ำสูง ในขณะที่วัสดุที่ประกอบด้วยรูพรุนขนาดใหญ่จะมีปริมาตรของช่องว่างโดยรวมที่น้อยกว่า จึงส่งผลให้มีความสามารถในการกักเก็บน้ำต่ำ แต่จะช่วยในการถ่ายเทน้ำและอากาศผ่านวัสดุพอกได้ดีขึ้น (ลำยอง, 2552)

2) วัสดุประสาน (binder) วัสดุประสานที่ใช้ในการพอกมีหลายชนิด เช่น methyl cellulose, polyvinyl alcohol, carboxymethyl cellulose, methyl ethyl cellulose, hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), gelatin, polyvinyl acetate, polyvinyl pyrolidone (PVP) และ poly ethylene oxide เป็นต้น วัสดุประสานแต่ละชนิดจะมีความเข้มข้นและความหนืดที่เหมาะสมแตกต่างกัน วัสดุประสานที่สามารถใช้ร่วมกับวัสดุพอกได้ดีจะต้องมีความเหมาะสมกัน อากาศสามารถเข้าสู่เมล็ดได้ มีความยืดหยุ่นและไม่แตกร้าวง่าย เมื่อเมล็ดพอกสัมผัสกับความชื้นต้องละลายได้ และไม่เป็นพิษหรือเป็นอันตรายต่อเมล็ดพันธุ์ที่อยู่ภายใน โดยวัสดุประสานจะส่งผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ซึ่ง Halmer (1987) พบว่าหากใช้ในปริมาณมากเกินไปจะทำให้เมล็ดงอกช้าหรือไม่สามารถงอกได้ ในทางตรงข้ามหากใช้ในปริมาณน้อยเกินไปจะส่งผลให้วัสดุพอกยึดติดกันอย่างหลวมๆเมื่อเมล็ดพอกผ่านการลดความชื้นอาจแตกหรือหลุดร่วงได้ในระหว่างการปลูกหรือขณะขนส่ง

3) สารออกฤทธิ์ (active ingredient) ส่วนประกอบอื่นหรือที่เรียกว่าสารออกฤทธิ์ที่สามารถเพิ่มเติมเข้าไปในส่วนประกอบของการพอกเมล็ดพันธุ์ เช่น สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงจากการศึกษาของ Lutchmeah and Cooke (1985) พบว่า การควบคุมโรคแบบชีววิธี โดยการใช้สปอร์ของเชื้อ *Pythiumoligandrum* ผสมลงไปในวัสดุพอกที่ใช้พอกเมล็ดพันธุ์แครอท สามารถช่วยลดอาการของโรคโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Mycocentrosporaacevina* ได้ การพอกเมล็ดร่วมกับสารชีวภาพจากการศึกษาของ Wright *et al*. (2005) ที่พอกเมล็ดแครอทด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Serratia entomophila* เพื่อป้องกันการเข้าทำลายของ grass grub larvae พบว่าอัตราความเสียหายของต้นกล้าแครอทลดลง

ส่วนการพอกเมล็ดร่วมกับธาตุอาหารพืช มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชเนื่องจากธาตุอาหารละลายอยู่ในรัศมีของรากพืชทำให้พืชสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการงอกและเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอมได้ (Jakkrapong and Boonmee, 2017) จากงานทดลองของ Ramesh *et al.* (2001) พบว่าการพอกเมล็ดถั่วเหลืองด้วย ammonium molybdate ปริมาณ 0.25 กรัม และ ferrous sulfate ปริมาณ 0.50 กรัม ร่วมกับการให้ปุ๋ยทางใบด้วย diammonium phosphate ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์และ benzyladenine ความเข้มข้น 25 ppm ที่ 45 และ 60 วันหลังปลูก ส่งผลให้ต้นกล้าถั่วเหลืองมีความสูงต้น พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้ง และอัตราการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น การพอกเมล็ดร่วมกับสารชีวภาพหรือจุลินทรีย์ที่มีชีวิต เพื่อส่งเสริมการงอกและเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช และหนึ่งในสารออกฤทธิ์ที่ทำการศึกษาในการวิจัยครั้งนี้คือ การพอกเมล็ดร่วมกับสารเคมีที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหรือฮอร์โมนพืช ช่วยให้เมล็ดพันธุ์มีการพัฒนาการงอกได้สมบูรณ์ขึ้น โดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็กการพัฒนาการของต้นกล้าช้า บุญมีและสุริยา (2557) พบว่า การนำเมล็ดพันธุ์ยาสูบและฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA มาพอกร่วมกันด้วยฮอร์โมน $GA_3$ อัตรา 3 มิลลิลิตร ต่อเมล็ดพันธุ์ 3 กรัมพบว่าทำให้เมล็ดมีความงอกและความเร็วในการงอกดีที่สุด 98 เปอร์เซ็นต์มีความเร็วในการงอก 14.05 ต้น/วัน ซึ่งความงอกและความเร็วในการงอกในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลองดีกว่าเมล็ดพันธุ์ที่พอกด้วยวิธีอื่นๆ จากการศึกษาของ Maryam *et al*. (2006) ได้ทดลองพอกเมล็ด *Trifolium repens* L. ด้วย vanillin, ABA และสารสกัดจากใบยูคาลิปตัส พบว่าไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าลดลง นอกจากนี้ บุญมี และคณะ (2556) ซึ่งได้เคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสมด้วยฮอร์โมน 2 ชนิด คือ $GA_3$ อัตรา 0.1, 2 และ 3 มิลลิลิตร และ indole-3-butyric acid (IBA) อัตรา 0.01, 0.05 และ 0.1 มิลลิลิตร ต่อเมล็ดพันธุ์ 18 กรัม พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชทุกอัตราทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบร่วมกับฮอร์โมน โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Qing (2006) ซึ่งได้เคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวาร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$, 6-BA และ 2,4-D พบว่าอัตราความเข้มข้นของ $GA_3$ อัตรา 193 มก./ล. ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอก ดัชนีความแข็งแรง ความยาว และน้ำหนักแห้งของต้น (hypocotyls) และใบเลี้ยง (cotyledon) เพิ่มมากขึ้น ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับงานวิจัยของ จิราภรณ์ และบุญมี (2560) ซึ่งได้เคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวาด้วย PVP-K90 อัตรา 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับฮอร์โมนพืช 3 ชนิด คือ $GA_3$, IBA และ IAA ด้วยอัตราที่แตกต่างกัน พบว่าในสภาพห้องปฏิบัติการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเพาะในสภาพเรือนทดลองเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วย IAA อัตรา 1.5 เปอร์เซ็นต์และ IBA อัตรา 0.1 เปอร์เซ็นต์และฮอร์โมนผสมระหว่าง $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ผสมกับ IBA 0.1 เปอร์เซ็นต์ส่งผลให้เมล็ดมีความงอกและความเร็วในการงอกสูงที่สุด และการเจริญเติบโตของต้นกล้ามีแนวโน้มว่าเมล็ดที่ผ่านการเคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืชมีความยาวรากและความยาวต้นมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ จากงาน

ทดลองของ กิตติวรรณ และบุญมี (2557) ได้เคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วย $GA_3$ และ IBA โดยใช้อัตราที่แตกต่างกัน โดยใช้พอลิเมอร์ PVP-K30 ปริมาณ 180 มิลลิลิตรต่อเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ 1 กิโลกรัม พบว่า IBA อัตรา 0.2 เปอร์เซ็นต์ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วย $GA_3$ และ IBA ทุกๆอัตรา ซึ่งต่อมา กิตติวรรณ และบุญมี (2558ก) ได้ทดลองเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วย PVP-K90 อัตรา 4 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับฮอร์โมนพืช 3 ชนิด ได้แก่ $GA_3$, IBA และ IAA ด้วยอัตราที่แตกต่างกัน พบว่าเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่เคลือบร่วมกับฮอร์โมน IAA อัตรา 2 เปอร์เซ็นต์มีความงอกสูงที่สุด โดยมีความงอกเพิ่มขึ้น 27 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืชซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติวรรณ และบุญมี (2558ข) ได้เคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมด้วย PVP-K90 อัตรา 200 มิลลิลิตรต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม ร่วมกับฮอร์โมน IAA อัตรา 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์พบพบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วย IAA อัตรา 2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกเพิ่มขึ้นทั้งหลังการเคลือบและการเร่งอายุ และการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ IAA ทำให้ความงอก และความเร็วในการงอกราก และการโพล่พ้นของ hypocotyls สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ และให้ผลไปในทิศทางเดียวกันกับงานทดลองของ กิตติวรรณ และบุญมี (2559) ซึ่งเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศร่วมกับฮอร์โมนพืช $GA_3$ และ IBA ด้วยอัตราที่แตกต่างกัน โดยใช้พอลิเมอร์ PVP-K30 อัตราความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับ titanium dioxide และ Iriodin ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วยฮอร์โมน IBA ที่ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกเพิ่มขึ้น 17 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ และการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชยังส่งผลให้ความยาวรากของต้นกล้ามะเขือเทศยาวกว่าการที่ไม่ได้เคลือบเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนพืชทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลอง อีกทั้งมีการทดลองเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเพื่อยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยพบว่าการเคลือบเมล็ดร่วมกับ IBA 2 เปอร์เซ็นต์ และเคลือบด้วย $GA_3$ 2 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 0.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดพันธุ์มีการเจริญเติบของต้นกล้า ดีกว่าเมล็ดพันธุ์ไม่ได้เคลือบเมื่อตรวจสอบหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ (ณัฐชญา และบุญมี, 2560) โดยต่อมา พัชรา และคณะ, 2561 ได้ทำการศึกษาผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวาร่วมกับฮอร์โมนพืช พบว่า การเคลือบเมล็ดร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$, IAA และ Ethephon ส่งผลให้ความยาวราก และความยาวรวมของต้นดีกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากการนี้เคลือบร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี มีแนวโน้มทำให้จำนวนรากแขนง และน้ำหนักสะสมของต้นกล้าดีกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืช

# บทที่ 3
# วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับการคุณภาพกายภายของการพอกเมล็ดพันธุ์ การแช่และพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืช $GA_3$ (จากบริษัท Sisco Research Laboratories) และ IAA (จากบริษัท Laboratory Reagents and Fine Chemicals) ต่อการตอบสนองของคุณภาพเมล็ดของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม โดยใช้เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมกรีนโอ๊ค จากกลุ่มเมล็ดพันธุ์ผักอินทรีย์นิคมเศรษฐกิจพอเพียง อำเภอวังน้ำเขียว โดยการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 3 งานทดลอง ดังนี้

## 3.1 การศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมกรีนโอ๊คต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

การทดลองนี้ศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมกรีนโอ๊ค ต่อคุณภาพกายภาพของการพอกเมล็ด และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ นำเมล็ดผักกาดหอมมาพอกด้วยเครื่องพอกเมล็ดแบบถังหมุน (rotary drum) รุ่น SKK12 ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ โรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยใช้วัสดุพอก calcium sulfate ในอัตรา 200 กรัม ต่อเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม 10 กรัม และใช้ carboxymethyl cellulose เป็นวัสดุประสานด้วยอัตราความเข้มข้นที่แตกต่างกัน นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการพอกมาลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นเมล็ดพันธุ์แบบลมแห้งและการหมุนเหวี่ยง ให้มีความชื้นเท่ากับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ก่อนพอก จากนั้นจึงสุ่มตัวอย่างเมล็ดพอกมาตรวจสอบคุณภาพการพอกด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าความกร่อน ความเร็วในการละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้แก่ ความงอก ความเร็วในการงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) ทำ 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด โดยมีกรรมวิธีการทดลองดังนี้ อัตราความเข้มข้นของวัสดุประสานและอัตราส่วนการพอก 6 ระดับ ได้แก่

เมล็ดที่ไม่ได้พอก (ควบคุม) (T0)

CMC ความเข้มข้น 0.3% อัตรา 90 มล. (T1)

CMC ความเข้มข้น 0.3% อัตรา 120 มล. (T2)

CMC ความเข้มข้น 0.3% อัตรา 150 มล. (T3)

CMC ความเข้มข้น 0.5% อัตรา 90 มล. (T4)

CMC ความเข้มข้น 0.5% อัตรา 120 มล. (T5)

CMC ความเข้มข้น 0.5% อัตรา 150 มล. (T6)

**ภาพที่ 1** เครื่องพอกเมล็ดพันธุ์รุ่น SKK12

### 3.2 การศึกษาผลของการแช่เมล็ดในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA ด้วย อัตราความเข้มข้นที่แตกต่างกันต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

การทดลองนี้ศึกษาผลของการแช่เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมกรีนโอ๊ค ในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA ด้วยอัตราความเข้มข้นแตกต่างกัน โดยแช่เมล็ดในสารละลายฮอร์โมนเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ในสภาพห้องมืด ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นจึงตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ความงอก ความเร็วในการงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) ทำ 4 ซ้ำๆละ 100 เมล็ด หน่วยทดลองคือ ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ สูง กลาง และต่ำ โดยมีกรรมวิธีการทดลองดังนี้

อัตราความเข้มข้นของฮอร์โมนมี 16 ระดับ ได้แก่

เมล็ดที่ไม่ได้แช่ (ควบคุม) (T1)

$GA_3$ 50 มก./ล. (T2)

$GA_3$ 100 มก./ล. (T3)

$GA_3$ 150 มก./ล. (T4)

IAA 40 มก./ล. (T5)

IAA 60 มก./ล. (T6)

IAA 80 มก./ล. (T7)

$GA_3$ 50 มก./ล. + IAA 40 มก./ล. (T8)

$GA_3$ 50 มก./ล. + IAA 60 มก./ล. (T9)

$GA_3$ 50 มก./ล. + IAA 80 มก./ล. (T10)

$GA_3$ 100 มก./ล. + IAA 40 มก./ล. (T11)

$GA_3$ 100 มก./ล. + IAA 60 มก./ล. (T12)

$GA_3$ 100 มก./ล. + IAA 80 มก./ล. (T13)

$GA_3$ 150 มก./ล. + IAA 40 มก./ล. (T14)

$GA_3$ 150 มก./ล. + IAA 60 มก./ล. (T15)

$GA_3$ 150 มก./ล. + IAA80 มก./ล. (T16)

### 3.3 การศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชในอัตราส่วนที่แตกต่างกันต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

การทดลองนี้ศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมกรีนโอ๊คร่วมกับฮอร์โมนพืช ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมกรีนโอ๊ค โดยเลือกใช้วิธีการพอกที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 คือ CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 150 มิลลิลิตร ต่อเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม 10 กรัม และเลือกใช้ความเข้มข้นของฮอร์โมนที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 นำมาเตรียมเป็นสารละลายฮอร์โมน (stock solution) คือ $GA_3$ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร และ IAA 60 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นนำฮอร์โมนจากสารละลายที่เตรียมไว้ ผสมกับวัสดุประสานตามอัตราของฮอร์โมนที่กำหนด แล้วจึงทำพอกเมล็ด จากนั้นจึงตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ความงอก ความเร็วในการงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) ทำ 4 ซ้ำๆละ 100 เมล็ด หน่วยทดลองคือ ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ สูง กลาง และต่ำ โดยมีกรรมวิธีการทดลองดังนี้ อัตราของฮอร์โมนมี 16 ระดับ ได้แก่

เมล็ดที่ไม่ได้พอก (ควบคุม1) (T0)

เมล็ดพอกปกติ (ควบคุม2) (T1)

$GA_3$ 2% (T2)

| | |
|---|---|
| $GA_3$ 4% | (T3) |
| $GA_3$ 6% | (T4) |
| IAA 2% | (T5) |
| IAA 4% | (T6) |
| IAA 6% | (T7) |
| $GA_3$ 2% + IAA 2% | (T8) |
| $GA_3$ 2% + IAA 4% | (T9) |
| $GA_3$ 2% + IAA 6% | (T10) |
| $GA_3$ 4% + IAA 2% | (T11) |
| $GA_3$ 4% + IAA 4% | (T12) |
| $GA_3$ 4% + IAA 6% | (T13) |
| $GA_3$ 6% + IAA 2% | (T14) |
| $GA_3$ 6% + IAA 4% | (T15) |
| $GA_3$ 6% + IAA 6% | (T16) |

### 3.4 การแบ่งระดับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

วิธีการทำให้เมล็ดพันธุ์ได้ความแข็งแรง 3 ระดับ คือ สูง กลาง และต่ำ คือการทำให้เมล็ดเสื่อมโดยใช้วิธีการเร่งอายุ เมล็ดแข็งแรงสูงคือ ไม่ต้องผ่านการเร่งอายุ ส่วนเมล็ดแข็งแรงปานกลางใช้เวลาในการเร่งอายุ 72 ชั่วโมง อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส และเมล็ดแข็งแรงต่ำใช้เวลาในการเร่งอายุ 48 ชั่วโมง อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงสุ่มมาตรวจสอบความแข็งแรง ซึ่งความแข็งแรงวัดจาก ระดับของความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ 3 ระดับ ตามเกณฑ์ของ TeKrony and Egli (1977) ดังนี้

- ระดับความแข็งแรงสูง มีความงอกสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์
- ระดับความแข็งแรงปานกลาง มีความงอกอยู่ระหว่าง 60-80 เปอร์เซ็นต์
- ระดับความแข็งแรงต่ำ มีความงอกต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## 3.5 การตรวจสอบคุณภาพการพอกด้านกายภาพ

### 3.5.1 น้ำหนักหลังการพอก

สุ่มเมล็ดที่ยังไม่ผ่านการพอก และผ่านการพอกกรรมวิธีละ 1,000 เมล็ด 4 ซ้ำ โดยการนำมาชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 3 ตำแหน่งแล้วบันทึกผล

### 3.5.2 ความกร่อน

การตรวจสอบความกร่อนของเมล็ดพอก โดยการสุ่มเมล็ดพันธุ์หลังพอกจำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ดพอก มาชั่งน้ำหนักจากนั้นนำเข้าเครื่องทดสอบความกร่อน Tablet Friability Tester รุ่น 45-2200 ที่ความเร็ว 25 รอบ/นาที เป็นเวลา 4 นาที (100 รอบ) แล้วชั่งน้ำหนักเมล็ดที่เหลืออยู่ทั้งหมดหลังทดสอบ จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความกร่อน (ศศิประภา และบุญมี, 2560)

$$\text{ความกร่อน (เปอร์เซ็นต์)} = \left(\frac{\text{น้ำหนักเมล็ดก่อนทดสอบ-น้ำหนักเมล็ดหลังทดสอบ}}{\text{น้ำหนักเมล็ดก่อนทดสอบ}}\right) \times 100$$

**ภาพที่ 2** เครื่องวัดความกร่อน Tablet Friability Tester

### 3.5.3 ความเร็วในการละลายน้ำของวัสดุพอก

การละลายน้ำของเมล็ดพอก สุ่มเมล็ดพอกจำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 10 เมล็ดพอก แช่ในน้ำปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยแช่ทีละเมล็ดและจับเวลาการละลายในน้ำของวัสดุพอก และหยุดเวลาเมื่อพบว่าวัสดุพอกมีการหลุดล่วงหรือการแตกหักของเมล็ดพอก (ศศิประภา และบุญมี, 2560)

**3.5.4 ค่าความเป็นกรด-ด่างของเมล็ดพอก**

การตรวจสอบความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเมล็ดพอก โดยนำเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่ผ่านการพอกกรรมวิธีละ 4 ซ้ำๆ ละ 3 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ซึ่งมีน้ำกลั่นปริมาณ 30 มิลลิลิตร เพื่อตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของเมล็ดพอกโดยใช้ Inolab pH Cond Level 1

## 3.6 การเพาะเมล็ดและการดูแลรักษาภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง

**3.6.1 การเพาะเมล็ดภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ**

เพาะเมล็ดในกล่องพลาสติกขนาด 30x30x10 เซนติเมตร โดยเพาะเมล็ดด้วยวิธี TP (top of paper) จำนวน 100 เมล็ด ให้ความชื้นแก่กระดาษเพาะด้วยน้ำ RO จากนั้นนำไปไว้ในตู้เพาะความงอก รุ่น NK system/LPH-241SP ซึ่งตั้งความชื้นไว้ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ให้แสงตลอด 24 ชั่วโมง และเติมความชื้นทุกๆ 24 ชั่วโมง

**3.6.2 การเพาะเมล็ดภายใต้สภาพเรือนทดลอง**

เพาะเมล็ดในถาดเพาะเมล็ด โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุปลูก จากนั้นนำไปไว้ในเรือนทดลอง ให้ความชื้นแก่เมล็ดโดยการรดน้ำวันละ 2 ครั้ง เวลาเช้าและเย็น

## 3.7 การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

**3.7.1 ตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง**

สุ่มเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านกระบวนการพอกและไม่พอกในแต่ละกรรมวิธีจำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ดมาทดสอบความงอกโดยวิธี Top of Paper (TP) นำไปไว้ในตู้เพาะความงอก ตรวจนับความงอกหลังการเพาะที่ 4 วัน (first count) และ 7 วัน (final count) และนำมาประเมินผลการตรวจสอบความงอกตามวิธีของ ISTA (2013)

**3.7.2 ตรวจสอบความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง**

สุ่มเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านกระบวนการพอกและไม่พอกในแต่ละกรรมวิธีจำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ดมาทดสอบความเร็วในการงอกโดยวิธี Top of Paper (TP) นำไปไว้ในตู้เพาะความงอกโดยตรวจนับจำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติตั้งแต่วันที่เริ่มเพาะเมล็ด เป็นเวลา 7 วันจากนั้นนำผลการนับมาคำนวณหาความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ตามวิธีของ ISTA (2013)

**3.7.3 ตรวจสอบการเจริญเติบโตของต้นกล้า ในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง**

1) ตรวจวัดความยาวยอดเมื่อต้นกล้าอายุ 7 วัน โดยสุ่มต้นกล้าจำนวน 10 ต้นต่อซ้ำ จากนั้นใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวตั้งแต่โคนต้นจนถึงส่วนยอดและจนบันทึก
2) ความยาวรากเมื่อต้นกล้าอายุ 7 วัน โดยสุ่มต้นกล้าจำนวน 10 ต้นต่อซ้ำ จากนั้นใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวตั้งแต่โคนต้นจนถึงปลายรากที่ยาวที่สุดและจดบันทึก
3) ตรวจวัดน้ำหนักสดเมื่อต้นกล้าอายุ 7 วัน โดยสุ่มต้นกล้าจำนวน 10 ต้นต่อซ้ำ จากนั้นชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งและจดบันทึก
4) ตรวจวัดน้ำหนักแห้งเมื่อต้นกล้าอายุ 7 วัน โดยสุ่มต้นกล้าจำนวน 10 ต้นต่อซ้ำ จากนั้นนำต้นกล้าไปอบในตู้อบลมร้อนรุ่น Hot air oven memmert/uf160 โดยใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำต้นกล้ามาชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งและจดบันทึก

## 3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของแต่ละกรรมวิธีตามแผนการทดลองที่วางไว้ โดยแปลงข้อมูลเฉพาะความงอกของเมล็ดพันธุ์เพื่อวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิธีแปลงค่าด้วย arcsine และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูปทางสถิติ SPSS version 24.0

## 3.9 สถานที่ทำการทดลอง

อาคารเกษตรพิวัฒน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และโรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ สาขาพืชไร่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 4

# ผลการทดลอง

## 4.1 การศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมกรีนโอ๊คต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

### 4.1.1 คุณภาพกายภาพของการพอก (physical quality of pelleting)

จากการทดลองพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม เพื่อศึกษาอัตราส่วนของวัสดุประสานที่เหมาะสมสำหรับการพอกเมล็ดผักกาดหอม โดยใช้ calcium sulfate เป็นวัสดุพอก ร่วมกับการใช้ CMC เป็นวัสดุประสาน ทั้งหมด 6 กรรมวิธี เมื่อตรวจสอบความกร่อนพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใช้วัสดุประสาน CMC ความเข้มข้น 0.3 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 150 มิลลิลิตร ส่งผลให้เมล็ดพอกมีความกร่อนน้อยที่สุดคือ 19.63 และ 19.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ ทำให้เมล็ดพอกมีความกร่อนเฉลี่ย 48-49 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการละลายน้ำของเมล็ดพอก พบว่าการใช้วัสดุประสาน CMC ความเข้มข้น 0.3 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 90 และ 120 มิลลิกรัม ส่งผลให้เมล็ดพอกละลายน้ำได้เร็วที่สุดคือ 9 และ 10 วินาที ตามลำดับ ขณะที่การใช้วัสดุประสาน CMC ความเข้มข้น 0.3 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 150 มิลลิลิตร ส่งผลให้เมล็ดพอกละลายน้ำได้ช้าที่สุดคือ 16 วินาที ส่วนการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของเมล็ดพอก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใช้วัสดุประสาน CMC ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 150 มิลลิลิตร ส่งผลให้มีค่า pH สูงที่สุดคือ 8.23 ในขณะที่การใช้วัสดุประสาน CMC ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 90 มิลลิลิตร ส่งผลให้มีค่า pH ต่ำที่สุดคือ 7.66 ส่วนการวัดน้ำหนักเมล็ดจำนวน 1,000 เมล็ด โดยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 1.037 กรัม ซึ่งการพอกเมล็ด ส่งผลให้น้ำหนักเมล็ดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับวัสดุประสาน CMC ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 150 มิลลิลิตร ส่งผลให้มีน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด สูงที่สุดคือ 26.338 กรัม รองลงมาคือ วัสดุประสาน CMC ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 120 มิลลิลิตร (25.604 กรัม) ขณะที่เมล็ดที่พอกร่วมกับวัสดุประสาน CMC ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 90 มิลลิลิตร มีน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด ต่ำที่สุดคือ 22.515 กรัม (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** คุณภาพกายภาพของเมล็ดพอกผักกาดหอม ที่ผ่านกระบวนการพอกเมล็ดด้วยความเข้มข้นและอัตราส่วนของวัสดุประสานที่แตกต่างกัน

| กรรมวิธี[1/] | ความกร่อน (%) | เวลาในการละลายน้ำ (วินาที) | ความเป็นกรด-ด่าง (pH) | น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) |
|---|---|---|---|---|
| T0 | - | - | - | 1.037 f |
| T1 | 49.63 a | 9 b | 7.66 e | 22.515 e |
| T2 | 49.78 a | 10 b | 7.79 d | 23.330 d |
| T3 | 19.63 b | 16 a | 7.87 c | 23.845 c |
| T4 | 49.76 a | 9 b | 7.90 c | 24.201 c |
| T5 | 48.89 a | 10 b | 8.14 b | 25.604 b |
| T6 | 19.82 b | 16 a | 8.23 a | 26.338 a |
| F-test | ** | ** | ** | ** |
| C.V. (%) | 36.33 | 27.03 | 2.55 | 5.57 |

**: แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ P≤0.01

[1/]: เมล็ดที่ไม่ได้พอก (ควบคุม) (T0); CMC ความเข้มข้น 0.3% อัตรา 90 มล. (T1); CMC ความเข้มข้น 0.3% อัตรา 120 มล. (T2); CMC ความเข้มข้น 0.3% อัตรา 150 มล. (T3); CMC ความเข้มข้น 0.5% อัตรา 90 มล. (T4); CMC ความเข้มข้น 0.5% อัตรา 120 มล. (T5); CMC ความเข้มข้น 0.5% อัตรา 150 มล. (T6)

### 4.1.2 คุณภาพเมล็ดพันธุ์ (seed quality)

ทำการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เพื่อศึกษาผลกระทบจากการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม โดยทำการประเมินความงอก ความเร็วในการงอก ความยาวยอด ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ทั้งสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง พบว่า การทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ การพอกเมล็ดร่วมกับวัสดุประสาน CMC ทุกกรรมวิธี ไม่ส่งผลกระทบต่อ ความงอก ความยาวยอด ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ความเร็วในการงอก พบว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก มีความเร็วในการงอกสูงที่สุด 27.85 ต้นต่อวัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเมล็ดที่พอกทุกกรรมวิธี โดยเมล็ดที่พอกร่วมกับวัสดุประสาน CMC ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 150 มิลลิลิตร ส่งผลให้มีความเร็วในการงอกช้าที่สุดคือ 21.05 ต้นต่อวัน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กับเมล็ดที่พอกทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 2)

ด้านการทดสอบในสภาพเรือนทดลอง พบว่า การพอกเมล็ดร่วมกับวัสดุประสาน CMC ทุกกรรมวิธี ไม่ส่งผลกระทบต่อ ความงอก ความยาวยอด ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ความเร็วในการงอก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมล็ดที่ไม่ได้พอก มีความเร็วในการงอกสูงที่สุดคือ 21.17 ต้นต่อวัน ส่วนการพอกเมล็ดร่วมกับวัสดุประสาน CMC ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 120 มิลลิลิตร ส่งผลให้มีความเร็วในการงอกช้าที่สุด 18.75 ต้นต่อวัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กับการพอกเมล็ดทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 2** ความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอม ที่ผ่านกระบวนการพอก ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

| กรรมวิธี[1/] | สภาพห้องปฏิบัติการ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความงอก (%) | ความเร็วในการงอก (ต้นต่อวัน) | ความยาวยอด (มม.) | ความยาวราก (มม.) | น้ำหนักสด (กรัม) | น้ำหนักแห้ง (กรัม) |
| T0 | 97.75[2/] | 27.85 a | 21.95 | 31.97 | 0.2226 | 0.0224 |
| T1 | 98.00 | 21.10 b | 21.17 | 31.85 | 0.2275 | 0.0220 |
| T2 | 98.50 | 21.12 b | 21.75 | 31.87 | 0.2214 | 0.0219 |
| T3 | 98.75 | 21.33 b | 21.25 | 31.72 | 0.2254 | 0.0220 |
| T4 | 98.50 | 21.10 b | 21.70 | 31.85 | 0.2223 | 0.0221 |
| T5 | 99.00 | 21.28 b | 21.85 | 32.07 | 0.2245 | 0.0222 |
| T6 | 98.25 | 21.05 b | 21.10 | 31.87 | 0.2230 | 0.0219 |
| F-test | ns | ** | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 0.88 | 11.10 | 3.04 | 1.68 | 3.09 | 2.58 |

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

[1/]: เมล็ดที่ไม่ได้พอก (ควบคุม) (T0); CMC ความเข้มข้น 0.3% อัตรา 90 มล. (T1); CMC ความเข้มข้น 0.3% อัตรา 120 มล. (T2); CMC ความเข้มข้น 0.3% อัตรา 150 มล. (T3); CMC ความเข้มข้น 0.5% อัตรา 90 มล. (T4); CMC ความเข้มข้น 0.5% อัตรา 120 มล. (T5); CMC ความเข้มข้น 0.5% อัตรา 150 มล. (T6)

[2/]: แปลงข้อมูลโดยวิธีอาร์คไซน์ก่อนทำการวิเคราะห์ทางสถิติและแปลงกลับเพื่อการนำเสนอตาราง

**ตารางที่ 3** ความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอม ที่ผ่านกระบวนการพอก ภายใต้สภาพเรือนทดลอง

| กรรมวิธี[1/] | สภาพเรือนทดลอง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความงอก (%) | ความเร็วในการงอก (ต้นต่อวัน) | ความยาวยอด (มม.) | ความยาวราก (มม.) | น้ำหนักสด (กรัม) | น้ำหนักแห้ง (กรัม) |
| T0 | 79.25[2/] | 21.17 a | 17.22 | 36.70 | 0.2191 | 0.0214 |
| T1 | 79.25 | 19.18 b | 17.05 | 35.70 | 0.2187 | 0.0221 |
| T2 | 77.50 | 18.75 b | 17.17 | 35.60 | 0.2158 | 0.0216 |
| T3 | 79.00 | 19.50 ab | 17.32 | 35.82 | 0.2198 | 0.0219 |
| T4 | 79.75 | 19.75 ab | 17.25 | 35.85 | 0.2233 | 0.0220 |
| T5 | 78.00 | 19.43 ab | 17.17 | 35.80 | 0.2198 | 0.0219 |
| T6 | 77.50 | 19.71 ab | 17.12 | 35.77 | 0.2220 | 0.0220 |
| F-test | ns | ** | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 1.90 | 4.34 | 3.36 | 1.72 | 3.16 | 2.69 |

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

[1/]: เมล็ดที่ไม่ได้พอก (ควบคุม) (T0); CMC ความเข้มข้น 0.3% อัตรา 90 มล. (T1); CMC ความเข้มข้น 0.3% อัตรา 120 มล. (T2); CMC ความเข้มข้น 0.3% อัตรา 150 มล. (T3); CMC ความเข้มข้น 0.5% อัตรา 90 มล. (T4); CMC ความเข้มข้น 0.5% อัตรา 120 มล. (T5); CMC ความเข้มข้น 0.5% อัตรา 150 มล. (T6)

[2/]: แปลงข้อมูลโดยวิธีอาร์คไซน์ก่อนทำการวิเคราะห์ทางสถิติและแปลงกลับเพื่อการนำเสนอตาราง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## 4.2 การศึกษาผลของการแช่เมล็ดผักกาดหอมในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA ด้วยอัตราความเข้มข้นที่แตกต่างกันต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

### 4.2.1 ความงอกและความเร็วในการงอก (Germination and speed of germination)

การกระตุ้นความงอกและตรวจสอบความเร็วในการงอก ของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมโดยการแช่เมล็ดพันธุ์ในสายละลายฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA ด้วยความเข้มข้นที่แตกต่างกัน พบว่าในสภาพห้องปฏิบัติการ กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง ความงอกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความเร็วในการงอก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการแช่เมล็ดในสารละลาย $GA_3$ 150 มก./ล. ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความเร็วในการงอกสูงที่สุด เท่ากับ 32.36 ต้นต่อวัน รองลงมาคือ $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. มีความเร็วในการงอกเท่ากับ 31.13 ต้นต่อวัน กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลางพบว่า การแช่เมล็ดในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA มีผลต่อความงอก ของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมกรีนโอ๊คอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่ โดยการแช่เมล็ดด้วย $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 60 มก./ล. ส่งผลให้มีความงอกสูงที่สุดคือ 56.25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. $GA_3$ 100 มก./ล. ผสม IAA 40 มก./ล. $GA_3$ 100 มก./ล. $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 40 มก./ล. $GA_3$ 50 มก./ล. $GA_3$ 150 มก./ล. และ $GA_3$ 100 มก./ล. ผสม IAA 60 มก./ล. โดยมีความงอกเท่ากับ 56.00, 51.50, 49.50, 48.50, 48.00, 48.00 และ 48.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย $GA_3$ 50 มก./ล. ผสม IAA 60 มก./ล.พบว่ามีความงอกต่ำที่สุดคือ 35.25 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้แช่ (35.75 เปอร์เซ็นต์) ความเร็วในการงอก พบว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วยฮอร์โมน $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 60 มก./ล. และ $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. มีความเร็วในการงอกสูงที่สุด เท่ากับ 16.69 และ 16.36 ต้นต่อวัน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่ ซึ่งมีความเร็วในการงอกต่ำที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 9.07 ต้นต่อวัน ส่วนกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงต่ำพบว่าความงอก มีความแตกต่างกันอย่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่าการแช่เมล็ดในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ 100 มก./ล. มีความงอกสูงที่สุด เท่ากับ 39.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ IAA 60 มก./ล. มีความงอกเท่ากับ 34.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความเร็วในการงอก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมล็ดที่แช่ด้วยฮอร์โมน $GA_3$ 100 มก./ล. มีความเร็วในการงอกสูงที่สุด เท่ากับ 10.84 ต้นต่อวัน (ตารางที่ 4)

ด้านสภาพเรือนทดลองพบว่า กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้แช่ ซึ่งเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่แช่ในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ 100 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. และ $GA_3$ 150 มก./ล. มีความงอกสูงที่สุด เท่ากับ 89.50 และ 89.00 เปอร์เซ็นต์ การใช้ฮอร์โมน IAA ทุกความเข้มข้น และการใช้ IAA ผสม $GA_3$ ความเข้มข้นต่ำ (50 มก./ล.) ทำให้เมล็ดผักกาดหอมมีความงอกต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่ (78.00 เปอร์เซ็นต์)

ความเร็วในการงอก พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการแช่เมล็ดในสารละลาย $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 60 มก./ล. $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. $GA_3$ 100 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. $GA_3$ 150 มก./ล. และ $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 40 มก./ล. มีค่าความเร็วในการงอกสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 24.23, 24.02, 24.00, 23.82 และ 23.58 ต้นต่อวัน ตามลำดับ ส่วนในกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลางพบว่าความงอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่แช่ในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ ความเข้มข้น 150 มก./ล. มีความงอกสูงที่สุด คือ 22.33 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การแช่ในสารละลาย IAA 80 มก./ล. ส่งผลให้มีความงอกต่ำที่สุดคือ 5.67 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วในการงอก พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมล็ดที่แช่ด้วยฮอร์โมน $GA_3$ 150 มก./ล. มีความเร็วในการงอกสูงที่สุด เท่ากับ 8.36 ต้นต่อวัน ในขณะที่การแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย IAA 80, 40 และ 60 มก./ล. ส่งผลให้ความเร็วในการงอกต่ำลงอย่างมาก (1.67, 2.57 และ 2.81 ต้นต่อวัน ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่ (6.72 ต้นต่อวัน) ส่วนในกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงต่ำ พบว่าเมล็ดไม่สามารถงอกได้ในสภาพเรือนทดลอง (ตารางที่ 4)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางที่ 4** ความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดผักกาดหอม ที่ผ่านการแช่เมล็ดร่วมกับฮอร์โมน ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง

| กรรมวิธี[1/] | สภาพห้องปฏิบัติการ | | | | | | สภาพเรือนทดลอง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความงอก (%) | | | ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน) | | | ความงอก (%) | | | ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน) | | |
| ความแข็งแรง | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ |
| T1 | 98.25[2/] | 35.75 c | 23.50 cd | 28.29 ef | 9.07 g | 6.62 e | 78.00 bc | 22.00 ab | - | 18.15 d | 6.72 b | - |
| T2 | 98.25 | 48.00 ab | 31.50 bc | 29.14 cd | 13.68 c | 8.81 c | 77.25 bc | 19.33 ab | - | 17.94 d | 7.41 b | - |
| T3 | 98.25 | 49.50 ab | 39.00 a | 29.14 cd | 14.63 b | 10.84 a | 85.00 ab | 17.67 ab | - | 19.24 c | 7.15 b | - |
| T4 | 97.50 | 48.00 ab | 30.00 bc | 32.36 a | 14.73 b | 8.69 c | 89.00 a | 22.33 a | - | 23.82 a | 8.36 a | - |
| T5 | 96.75 | 36.25 c | 22.50 cd | 29.30 cd | 10.74 ef | 6.99 e | 66.00 ef | 10.75 de | - | 18.52 cd | 2.57 f | - |
| T6 | 98.50 | 36.50 c | 34.50 b | 28.28 ef | 10.12 f | 9.93 b | 68.25 de | 11.33 cd | - | 15.17 ef | 2.81 f | - |
| T7 | 99.50 | 36.75 c | 27.25 bc | 28.53 de | 11.29 de | 7.78 d | 56.50 g | 5.67 f | - | 14.12 g | 1.67 g | - |
| T8 | 98.00 | 36.00 c | 25.75 bc | 29.18 cd | 11.07 de | 7.80 d | 61.25 fg | 13.00 cd | - | 15.27 ef | 5.58 c | - |
| T9 | 98.00 | 35.25 c | 22.75 cd | 28.83 cd | 10.59 ef | 7.15 de | 57.75 fg | 14.33 ab | - | 15.07 f | 5.66 c | - |
| T10 | 99.00 | 39.50 bc | 17.25 d | 28.25 g | 10.58 ef | 4.49 h | 63.75 fg | 12.00 cd | - | 15.93 e | 5.95 c | - |
| T11 | 99.25 | 51.50 ab | 27.00 bc | 28.84 cd | 14.47 bc | 7.21 de | 86.75 ab | 17.33 ab | - | 22.73 b | 4.74 d | - |
| T12 | 99.75 | 48.00 ab | 21.25 cd | 29.12 cd | 13.97 bc | 5.97 f | 82.25 ab | 17.00 ab | - | 22.08 b | 5.51 c | - |
| T13 | 98.25 | 36.25 bc | 26.75 bc | 29.73 c | 11.58 d | 7.18 de | 89.50 a | 9.00 ef | - | 24.00 a | 2.56 f | - |
| T14 | 97.50 | 48.50 ab | 28.25 bc | 29.48 c | 14.23 bc | 7.74 d | 83.50 ab | 15.67 ab | - | 23.58 a | 3.64 e | - |
| T15 | 99.25 | 59.25 a | 18.75 d | 29.69 c | 16.69 a | 5.13 g | 83.50 ab | 13.33 bc | - | 24.23 a | 3.67 e | - |
| T16 | 99.25 | 56.00 ab | 21.75 cd | 31.13 b | 16.36 a | 5.55 fg | 85.00 ab | 13.33 bc | - | 24.02 a | 4.22 de | - |
| F-test | ns | * | ** | ** | ** | ** | ** | ** | - | ** | ** | - |
| C.V. (%) | 0.69 | 14.52 | 13.62 | 3.92 | 18.42 | 22.78 | 8.18 | 20.13 | - | 19.07 | 20.27 | - |

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

[1/]: เมล็ดที่ไม่ได้แช่ (ควบคุม) (T1); $GA_3$ 50 มก./ล. (T2); $GA_3$ 100 มก./ล. (T3); $GA_3$ 150 มก./ล. (T4); IAA 40 มก./ล. (T5); IAA 60 มก./ล. (T6); IAA80 มก./ล. (T7); $GA_3$ 50 มก./ล. + IAA 40 มก./ล. (T8); $GA_3$ 50 มก./ล. + IAA60 มก./ล. (T9); $GA_3$ 50 + IAA 80 มก./ล. (T10); $GA_3$ 100 มก./ล. + IAA 40 มก./ล. (T11); $GA_3$ 100 + IAA 60 มก./ล. (T12); $GA_3$ 100 มก./ล. + IAA 80 มก./ล. (T13); $GA_3$ 150 + IAA 40 มก./ล. (T14); $GA_3$ 150 + IAA 60 มก./ล. (T15); $GA_3$ 150 + IAA 80 มก./ล. (T16)

[2/]: แปลงข้อมูลโดยวิธีอาร์คไซน์ก่อนทำการวิเคราะห์ทางสถิติและแปลงกลับเพื่อการนำเสนอตาราง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**4.2.2 ความยาวยอดและความยาวรากของต้นกล้า (Shoot and root length of seedling)**

ในสภาพห้องปฏิบัติการ กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง พบว่าความยาวยอด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการแช่เมล็ดในสารละลาย $GA_3$ 100 มก./ล. ทำให้ต้นกล้ามีความยาวยอดสูงที่สุด เท่ากับ 30.90 มม. รองลงมาคือ $GA_3$ 100 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. (27.93 มม.) และ $GA_3$ 100 มก./ล. ผสม IAA 40 มก./ล. (29.18 มม.) ตามลำดับ ส่วนความยาวราก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง พบว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. และ $GA_3$ 150 มก./ล. มีความยาวยอดสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 31.48 และ 31.15 มม. ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้แช่ ในขณะที่การแช่เมล็ดด้วย IAA 40, 60 และ 80 มก./ล. ส่งผลให้มีความยาวยอดต่ำที่สุดคือ 10.78, 11.95 และ 14.10 มม. ตามลำดับ ส่วนความยาวราก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย $GA_3$ 100 มก./ล. ผสม IAA 40 มก./ล. มีความยาวรากสูงสุด เท่ากับ 36.55 มม. ส่วนการแช่เมล็ดด้วย $GA_3$ 50 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. ส่งผลให้มีความยาวรากต่ำที่สุด เท่ากับ 28.88 มม. กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงต่ำ พบว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย $GA_3$ 50 มก./ล. ผสม IAA 60 มก./ล. ส่งผลให้มีความยาวยอดสูงที่สุดเท่ากับ 19.53 มม. ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้แช่ ส่วนความยาวราก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการแช่ด้วย $GA_3$ 50 มก./ล. มีค่าความยาวรากสูงที่สุด เท่ากับ 31.33 มม. รองลงมาคือ IAA 40 และ 60 มก./ล. โดยมีค่าเท่ากับ 29.35 และ 28.78 มม. ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ด้านสภาพเรือนทดลอง จากผลการทดลองในกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง พบว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย $GA_3$ 100 มก./ล. ผสม IAA 60 มก./ล. มีค่าความยาวยอดสูงที่สุด เท่ากับ 28.75 มม. ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการแช่เมล็ดด้วย $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 60 มก./ล. $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. และ $GA_3$ 50 มก./ล. ผสม IAA 40 มก./ล. โดยมีค่าเท่ากับ 27.98, 27.10 และ 26.95 มม. ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่ ขณะที่การแช่เมล็ดด้วย IAA 80, 40 และ 60 มก./ล. ส่งผลให้มีความยาวยอดต่ำที่สุดคือ 10.63, 12.63 และ 13.18 มม. ส่วนความยาวรากพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วยฮอร์โมน $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. ส่งผลให้มีความยาวรากสูงสุด เท่ากับ 35.88 มม. และเมล็ดที่แช่ด้วย IAA 80 มก./ล. มีความยาวรากต่ำสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 24.55 มม. ขณะที่กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการแช่เมล็ดด้วย $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. ส่งผลให้มีความยาวยอดสูงสุด เท่ากับ 29.10 มม. ส่วนการแช่เมล็ดด้วย IAA 40, 60 และ 80 มก./ล. ส่งผลให้มีความยาวยอดต่ำที่สุด เท่ากับ 12.33, 12.45 และ 13.43 มม. ตามลำดับ ส่วนความยาวราก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ยิ่งทางสถิติ โดยการแช่เมล็ดด้วย $GA_3$ 100 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. $GA_3$ 50 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. และ $GA_3$ 50 มก./ล. ผสม IAA 60 มก./ล. ส่งผลให้มีความยาวรากสูงที่สุด เท่ากับ 36.00, 35.63 และ 35.20 มม. ตามลำดับ ขณะที่เมล็ดที่ไม่ได้แช่ มีความยาวรากต่ำสุด เท่ากับ 26.95 มม. (ตารางที่ 5)

**ตารางที่ 5** ความยาวยอดและความยาวรากของต้นกล้าผักกาดหอม ที่ผ่านการแช่เมล็ดร่วมกับฮอร์โมน ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง

| กรรมวิธี[1/] | สภาพห้องปฏิบัติการ | | | | | | สภาพเรือนทดลอง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความยาวยอด (มม.) | | | ความยาวราก (มม.) | | | ความยาวยอด (มม.) | | | ความยาวราก (มม.) | | |
| ความแข็งแรง | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ |
| T1 | 20.00 f | 19.18 i | 4.43 g | 33.38 | 30.10 de | 20.78 h | 21.10 c | 18.65 g | - | 30.95 bc | 26.95 d | - |
| T2 | 27.53 bc | 24.78 ef | 16.73 cd | 32.90 | 31.05 de | 31.33 a | 24.88 ab | 28.18 ab | - | 30.95 bc | 31.68 bc | - |
| T3 | 30.90 a | 28.28 b | 17.33 bc | 30.58 | 35.55 ab | 27.43 bc | 26.38 ab | 27.55 ab | - | 31.30 bc | 30.25 cd | - |
| T4 | 25.78 de | 31.15 a | 16.50 cd | 30.95 | 30.60 de | 24.88 ef | 26.13 ab | 28.13 ab | - | 32.18 ab | 29.48 cd | - |
| T5 | 12.75 g | 10.78 k | 5.35 g | 34.00 | 29.05 e | 29.35 ab | 12.63 d | 12.33 h | - | 29.20 c | 31.55 bc | - |
| T6 | 12.63 g | 11.95 k | 4.85 g | 31.55 | 34.48 ab | 28.78 ab | 13.18 d | 12.45 h | - | 29.33 c | 31.53 bc | - |
| T7 | 11.45 g | 14.10 j | 5.75 g | 32.33 | 32.30 cd | 27.93 bc | 10.63 d | 13.43 h | - | 24.55 d | 34.08 ab | - |
| T8 | 27.38 bc | 21.05 h | 16.70 cd | 32.15 | 30.70 de | 28.35 bc | 26.95 a | 27.78 ab | - | 35.18 ab | 30.00 cd | - |
| T9 | 23.68 de | 22.50 g | 19.53 a | 33.45 | 32.40 cd | 27.40 bc | 25.68 ab | 24.08 de | - | 31.93 ab | 35.20 a | - |
| T10 | 23.28 de | 23.78 fg | 18.85 ab | 30.70 | 28.88 e | 23.90 fg | 25.58 ab | 22.80 ef | - | 35.20 ab | 35.63 a | - |
| T11 | 27.93 ab | 24.60 ef | 17.78 ab | 32.30 | 36.55 a | 26.88 bc | 26.13 ab | 26.13 ab | - | 32.23 ab | 31.80 bc | - |
| T12 | 26.98 bc | 25.53 cd | 18.13 ab | 33.50 | 32.05 cd | 21.35 h | 28.75 a | 27.55 ab | - | 32.65 ab | 30.20 cd | - |
| T13 | 29.18 ab | 26.05 cd | 14.55 f | 32.80 | 29.25 e | 23.08 fg | 25.75 ab | 24.88 cd | - | 33.38 ab | 36.00 a | - |
| T14 | 23.63 de | 26.48 c | 15.73 de | 34.05 | 35.60 ab | 20.35 h | 22.75 bc | 21.75 f | - | 34.38 ab | 33.83 ab | - |
| T15 | 25.28 de | 27.88 b | 14.80 ef | 36.75 | 33.75 bc | 25.85 cd | 27.98 a | 25.08 bc | - | 31.25 bc | 28.90 cd | - |
| T16 | 22.13 ef | 31.48 a | 14.20 f | 33.50 | 30.80 de | 25.13 de | 27.10 a | 29.10 a | - | 35.88 a | 31.40 bc | - |
| F-test | ** | ** | ** | ns | ** | ** | ** | ** | - | ** | ** | - |
| C.V. (%) | 26.60 | 26.81 | 38.89 | 8.72 | 8.74 | 13.72 | 26.06 | 25.71 | - | 11.10 | 9.82 | - |

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

[1/]: เมล็ดที่ไม่ได้แช่ (ควบคุม) (T1); $GA_3$ 50 มก./ล. (T2); $GA_3$ 100 มก./ล. (T3); $GA_3$ 150 มก./ล. (T4); IAA 40 มก./ล. (T5); IAA 60 มก./ล. (T6); IAA80 มก./ล. (T7); $GA_3$ 50 มก./ล. + IAA 40 มก./ล. (T8); $GA_3$ 50 มก./ล. + IAA60 มก./ล. (T9); $GA_3$ 50 + IAA 80 มก./ล. (T10); $GA_3$ 100 มก./ล. + IAA 40 มก./ล. (T11); $GA_3$ 100 + IAA 60 มก./ล. (T12); $GA_3$ 100 มก./ล. + IAA 80 มก./ล. (T13); $GA_3$ 150 + IAA 40 มก./ล. (T14); $GA_3$ 150 + IAA 60 มก./ล. (T15); $GA_3$ 150 + IAA 80 มก./ล. (T16)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**4.2.3 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้า (Fresh weight and dry weight of seedling)**

ในสภาพห้องปฏิบัติการ กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลาย $GA_3$ 100 มก./ล. ผสม IAA 60 มก./ล.ทำให้ต้นกล้ามีน้ำหนักสดสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 0.2871 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย $GA_3$ 100 มก./ล. ผสม IAA 40 มก./ล.และ $GA_3$ 50 มก./ล. ผสม IAA 60 มก./ล.เท่ากับ 0.2726 และ 0.2701 กรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการแช่เมล็ดด้วย IAA ทุกความเข้มข้น ส่งผลให้ต้นกล้ามีน้ำหนักสดลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่แช่ ขณะที่การแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย $GA_3$ 100 มก./ล. ผสม IAA 60 มก./ล.ส่งผลให้ต้นกล้ามีน้ำหนักแห้งสูงที่สุด เท่ากับ 0.0309 กรัม รองลงมาคือ $GA_3$ 100 มก./ล. ผสม IAA 40 มก./ล. เท่ากับ 0.0277 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่ ส่วนการแช่เมล็ดด้วย IAA 80, 60 และ 40 มก./ล. ส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งต่ำที่สุดคือ 0.1807, 0.1855 และ 0.1876 กรัม ตามลำดับ ขณะที่กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งปานกลาง จากผลการทดลองพบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย $GA_3$ 50 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. ทำให้ต้นกล้ามีน้ำหนักสดสูงที่สุด เท่ากับ 0.2649 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไมได้แช่ ซึ่งมีน้ำหนักสดต่ำที่สุดคือ 0.1887 กรัม ส่วนน้ำหนักแห้งของต้นกล้า พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการแช่เมล็ดด้วย $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. และ $GA_3$ 50 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. ทำให้มีต้นกล้ามีน้ำหนักแห้งสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 0.0258 และ 0.0257 กรัม ตามลำดับ ขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่ มีน้ำหนักแห้งต่ำสุดเท่ากับ 0.0122 กรัม กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงต่ำ พบว่าน้ำหนักสดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่ โดย $GA_3$ 50 มก./ล. ส่งผลให้มีน้ำหนักสดสูงที่สูง เท่ากับ 0.1969 กรัม ขณะที่เมล็ดที่ไม่ได้แช่ มีน้ำหนักสดต่ำสุด คือ 0.1271 กรัม ส่วนน้ำหนักแห้ง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งการแช่เมล็ดด้วย $GA_3$ 50 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. ส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 0.0222 กรัม ส่วนเมล็ดที่ไม่ได้แช่ มีน้ำหนักแห้งต่ำที่สุด เท่ากับ 0.0138 กรัม (ตารางที่ 6)

ด้านสภาพเรือนทดลอง กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง พบว่าน้ำหนักสดของต้นกล้าผักกาดหอมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วยฮอร์โมน $GA_3$ 150 มก./ล. และ $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. ส่งผลให้น้ำหนักสดสูงที่สุด เท่ากับ 0.2798 และ 0.2764 กรัม ตามลำดับ ขณะที่การแช่เมล็ดด้วย IAA 60 มก./ล. ทำให้น้ำหนักสดต่ำสุด เท่ากับ 0.1779 กรัม ส่วนการแช่เมล็ดด้วย $GA_3$ 150 มก./ล. ส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งสูงที่สุด เท่ากับ 0.0293 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้แช่ ส่วนการแช่เมล็ดด้วย IAA 40 มก./ล. ทำให้มีน้ำหนักแห้งต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0188 กรัม กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง พบว่าน้ำหนักสดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่าเมล็ดที่

แช่ด้วย $GA_3$ 150 มก./ล. และ $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. ส่งผลให้มีน้ำหนักสดสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.2417 และ 0.2396 กรัม ตามลำดับ ขณะที่การแช่ด้วยฮอร์โมน IAA 60, 80 และ 40 มก./ล. ส่งผลให้มีน้ำหนักสดต่ำที่สุดคือ 0.1697, 0.1720 และ 0.1762 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. ทำให้มีน้ำหนักแห้งสูงสุดเท่ากับ 0.0252 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับ $GA_3$ 150 และ 100 มก./ล. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0239 และ 0.0236 กรัม ตามลำดับ ส่วนการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย IAA ความเข้มข้น 80 มก./ล. ทำให้น้ำหนักแห้งต่ำสุดเท่ากับ 0.0161 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับ IAA 60 มก./ล. และ $GA_3$ 50 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0162 และ 0.0166 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางที่ 6** น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าผักกาดหอมภาย ที่ผ่านการแช่เมล็ดร่วมกับฮอร์โมน ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง

| กรรมวิธี[1/] | สภาพห้องปฏิบัติการ | | | | | | สภาพเรือนทดลอง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำหนักสด (กรัม) | | | น้ำหนักแห้ง (กรัม) | | | น้ำหนักสด (กรัม) | | | น้ำหนักแห้ง (กรัม) | | |
| ความแข็งแรง | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ |
| T1 | 0.2198 g | 0.1887 f | 0.1271 e | 0.0230 gh | 0.0122 h | 0.0138 f | 0.1817 cd | 0.1963 de | - | 0.0198 gh | 0.0197 ef | - |
| T2 | 0.2344 ef | 0.2494 ab | 0.1969 a | 0.0251 de | 0.0207 de | 0.0183 bc | 0.2263 bc | 0.2087 cd | - | 0.0223 ef | 0.0189 g | - |
| T3 | 0.2529 cd | 0.2564 ab | 0.1680 bc | 0.0254 cd | 0.0206 de | 0.0182 bc | 0.2481 ab | 0.2202 bc | - | 0.0271 bc | 0.0236 ab | - |
| T4 | 0.2562 bc | 0.2237 cd | 0.1797 ab | 0.0252 de | 0.0216 cd | 0.0185 bc | 0.2798 a | 0.2417 a | - | 0.0293 a | 0.0239 ab | - |
| T5 | 0.1876 h | 0.1893 f | 0.1667 bc | 0.0188 i | 0.0181 ef | 0.0160 de | 0.1853 cd | 0.1762 fg | - | 0.0188 h | 0.0190 fg | - |
| T6 | 0.1855 h | 0.2133 de | 0.1576 bc | 0.0211 h | 0.0172 fg | 0.0156 ef | 0.1779 d | 0.1697 g | - | 0.0189 gh | 0.0162 h | - |
| T7 | 0.1807 h | 0.1981 ef | 0.1679 bc | 0.0168 j | 0.0155 g | 0.0163 de | 0.2018 cd | 0.1720 g | - | 0.0208 fg | 0.0161 h | - |
| T8 | 0.2420 de | 0.2386 ab | 0.1733 ab | 0.0249 de | 0.0189 de | 0.0192 ab | 0.2265 bc | 0.2188 bc | - | 0.0235 e | 0.0213 cd | - |
| T9 | 0.2701 ab | 0.2583 ab | 0.1858 ab | 0.0267 bc | 0.0215 cd | 0.0201 ab | 0.2541 ab | 0.1914 de | - | 0.0241 de | 0.0209 de | - |
| T10 | 0.2463 de | 0.2649 a | 0.1599 bc | 0.0244 ef | 0.0257 a | 0.0222 a | 0.2575 ab | 0.1799 ef | - | 0.0266 c | 0.0166 h | - |
| T11 | 0.2726 ab | 0.2358 bc | 0.1709 ab | 0.0277 b | 0.0246 ab | 0.0216 ab | 0.2645 ab | 0.2050 cd | - | 0.0264 c | 0.0244 bc | - |
| T12 | 0.2871 a | 0.2511 ab | 0.1697 ab | 0.0309 a | 0.0250 ab | 0.0194 ab | 0.2591 ab | 0.2234 ab | - | 0.0257 cd | 0.0222 bc | - |
| T13 | 0.2508 de | 0.2393 ab | 0.1695 ab | 0.0232 fg | 0.0188 de | 0.0170 cd | 0.2743 ab | 0.2178 bc | - | 0.0276 ab | 0.0227 bc | - |
| T14 | 0.2549 bc | 0.2513 ab | 0.1431 cd | 0.0265 bc | 0.0241 ab | 0.0169 cd | 0.2715 ab | 0.2187 bc | - | 0.0277 ab | 0.0232 bc | - |
| T15 | 0.2603 bc | 0.2325 bc | 0.1739 ab | 0.0271 bc | 0.0220 bc | 0.0217 ab | 0.2633 ab | 0.2298 ab | - | 0.0277 ab | 0.0232 bc | - |
| T16 | 0.2475 de | 0.2554 ab | 0.1333 de | 0.0240 fg | 0.0258 a | 0.0153 ef | 0.2764 a | 0.2396 a | - | 0.0287 ab | 0.0252 a | - |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | - | ** | ** | - |
| C.V. (%) | 13.58 | 11.94 | 13.87 | 14.50 | 19.96 | 17.03 | 17.92 | 12.25 | - | 14.68 | 14.55 | - |

** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

[1/]: เมล็ดที่ไม่ได้แช่ (ควบคุม) (T1); $GA_3$ 50 มก./ล. (T2); $GA_3$ 100 มก./ล. (T3); $GA_3$ 150 มก./ล. (T4); IAA 40 มก./ล. (T5); IAA 60 มก./ล. (T6); IAA80 มก./ล. (T7); $GA_3$ 50 มก./ล. + IAA 40 มก./ล. (T8); $GA_3$ 50 มก./ล. + IAA60 มก./ล. (T9); $GA_3$ 50 + IAA 80 มก./ล. (T10); $GA_3$ 100 มก./ล. + IAA 40 มก./ล. (T11); $GA_3$ 100 + IAA 60 มก./ล. (T12); $GA_3$ 100 มก./ล. + IAA 80 มก./ล. (T13); $GA_3$ 150 + IAA 40 มก./ล. (T14); $GA_3$ 150 + IAA 60 มก./ล. (T15); $GA_3$ 150 + IAA 80 มก./ล. (T16)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## 4.3 การศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชด้วยความเข้มข้นที่แตกต่างกันต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

### 4.3.1 ความงอกและความเร็วในการงอก (Germination and speed of germination)

การทดลองพอกเมล็ดผักกาดหอมกรีนโอ๊คร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA ด้วยความเข้มข้นที่แตกต่างกัน จากผลการทดลองในสภาพห้องปฏิบัติการ กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง พบว่า ความงอกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดมีความงอกสูงสุดคือ 99.50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เมล็ดที่ไม่ได้พอกมีความงอกต่ำสุดคือ 97.75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความเร็วในการงอก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมล็ดที่ไม่ได้พอก มีความเร็วในการงอกสูงที่สุดคือ 28.13 ต้นต่อวัน รองลงมาคือ เมล็ดที่พอกร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ส่วนเมล็ดที่พอกปกติ มีความเร็วในการงอกต่ำที่สุดคือ 19.63 ต้นต่อวัน กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง พบว่า ความงอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 2 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ความงอกสูงที่สุดคือ 90.50 และ 90.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ และฮอร์โมนผสมทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีความงอกสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ ในขณะที่การพอกเมล็ดร่วมกับ IAA 2 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ความงอกต่ำสุดคือ 76.00 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการพอกเมล็ดร่วมกับ IAA 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดที่ไม่ได้พอก (76.75, 78.50 และ 78.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ส่วนความเร็วในการงอก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมล็ดที่ไม่ได้พอกมีความเร็วในการงอกสูงที่สุดคือ 25.74 ต้นต่อวัน ส่วนการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ และฮอร์โมนผสมทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีความเร็วในการงอกสูงกว่าเมล็ดพอกปกติ ในขณะที่การพอกเมล็ดร่วมกับ IAA 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีความเร็วในการงอกต่ำที่สุดคือ 17.53 ต้นต่อวัน แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่พอกร่วมกับ IAA 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ (17.78 และ 17.63 ต้นต่อวัน ตามลำดับ) กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงต่ำ พบว่า ความงอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมล็ดที่พอกร่วมกับ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความงอกสูงที่สุดคือ 33.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 2 เปอร์เซ็นต์ (31.75, 31.00, 30.75 และ 30.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ในขณะที่เมล็ดพอกปกติ ส่งผลให้มีค่าความงอกต่ำที่สุดคือ 24.50 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก (25.00 เปอร์เซ็นต์) ส่วนความเร็วในการงอก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมล็ดที่ไม่ได้พอกมีความเร็วในการงอกสูงที่สุดคือ 13.00 ต้นต่อวัน รองลงมาคือเมล็ดที่พอกร่วมกับ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์

(11.68 ต้นต่อวัน) ส่วนเมล็ดพอกปกติ และเมล็ดที่พอกร่วมกับ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 2 เปอร์เซ็นต์ มีความเร็วในการงอกต่ำที่สุดคือ 10.33 และ 10.37 ต้นต่อวัน (ตารางที่ 7)

ด้านสภาพเรือนทดลอง จากผลการทดลองพบว่า ความงอกในกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้เมล็ดมีความงอกสูงที่สุดคือ 91.75 เปอร์เซ็นต์ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีความงอกสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก ซึ่งมีความงอกต่ำที่สุดคือ 85.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความเร็วในการงอก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมล็ดที่ไม่ได้พอกมีความเร็วในการงอกสูงที่สุดคือ 22.11 ต้นต่อวัน ในขณะที่การพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนผสมทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีความเร็วในการงอกสูงกว่าเมล็ดพอกปกติ และเมล็ดที่พอกร่วมกับฮอร์โมนเดี่ยวทุกกรรมวิธี ยกเว้น $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เมล็ดพอกปกติ และเมล็ดที่พอกร่วมกับ IAA 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีความเร็วในการงอกต่ำที่สุดคือ 16.51 และ 16.51 ต้นต่อวัน ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่พอกร่วมกับ IAA 6 เปอร์เซ็นต์ (16.55 ต้นต่อวัน) กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมล็ดที่พอกร่วมกับ $GA_3$ 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้เมล็ดมีความงอกสูงที่สุดคือ 84.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ (82.75, 82.25, 81.75 และ 80.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ขณะที่การพอกเมล็ดร่วมกับ IAA 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้เมล็ดมีความงอกต่ำที่สุดคือ 69.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความเร็วในการงอก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมล็ดที่ไม่ได้พอกมีความเร็วในการงอกสูงที่สุดคือ 21.10 ต้นต่อวัน รองลงมาคือเมล็ดที่พอกร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ (17.43 ต้นต่อวัน) ในขณะที่การพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนผสมทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีความเร็วในการงอกสูงกว่าเมล็ดพอกปกติ ซึ่งมีความเร็วในการงอกต่ำที่สุดคือ 15.77 ต้นต่อวัน ส่วนในกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงต่ำ พบว่าเมล็ดไม่สามารถงอกได้ในสภาพเรือนทดลอง (ตารางที่ 7)

**ตารางที่ 7** ความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดผักกาดหอม ที่ผ่านกระบวนการพอกร่วมกับฮอร์โมนภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง

| กรรมวิธี[1/] | สภาพห้องปฏิบัติการ | | | | | | สภาพเรือนทดลอง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความงอก (%) | | | ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน) | | | ความงอก (%) | | | ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน) | | |
| ความแข็งแรง | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ |
| T0 | 97.75[2/] | 78.75 ef | 25.00 gh | 28.13 a | 25.74 a | 13.00 a | 85.50 d | 75.25 cd | - | 22.11 a | 21.10 a | - |
| T1 | 98.75 | 80.75 de | 24.50 h | 19.63 c | 18.22 ef | 10.33 e | 87.50 bc | 79.00 bc | - | 16.51 d | 15.77 g | - |
| T2 | 99.00 | 85.25 bc | 28.75 bc | 20.49 b | 18.36 cd | 10.58 cd | 87.50 bc | 84.50 a | - | 16.65 cd | 16.17 ef | - |
| T3 | 98.75 | 84.50 bc | 27.75 de | 20.63 b | 18.23 de | 10.52 de | 89.75 ab | 81.75 ab | - | 16.61 d | 16.55 cd | - |
| T4 | 99.00 | 88.50 ab | 29.25 bc | 20.86 b | 18.47 bc | 10.48 de | 90.25 ab | 82.75 ab | - | 17.13 bc | 16.85 bc | - |
| T5 | 99.50 | 76.00 f | 27.25 fg | 20.97 b | 17.78 fg | 10.53 de | 86.00 cd | 69.25 d | - | 16.51 d | 15.79 g | - |
| T6 | 99.00 | 76.75 ef | 27.25 fg | 20.64 b | 17.63 g | 10.48 de | 87.00 bc | 71.75 cd | - | 16.78 bc | 15.85 fg | - |
| T7 | 98.00 | 78.50 f | 28.50 de | 20.79 b | 17.53 g | 10.70 cd | 86.00 cd | 72.50 cd | - | 16.55 d | 15.96 fg | - |
| T8 | 98.75 | 87.00 ab | 27.50 ef | 20.84 b | 18.56 bc | 10.44 de | 88.00 bc | 76.25 cd | - | 17.04 bc | 16.43 de | - |
| T9 | 99.50 | 87.25 ab | 28.50 cd | 20.54 b | 18.58 bc | 10.53 de | 87.50 bc | 78.50 bc | - | 17.16 bc | 16.52 cd | - |
| T10 | 98.50 | 82.25 cd | 28.50 cd | 20.77 b | 18.53 bc | 10.83 cd | 88.25 bc | 77.75 bc | - | 17.06 bc | 16.80 bc | - |
| T11 | 98.25 | 88.00 ab | 27.75 de | 21.15 b | 18.59 bc | 10.37 e | 89.00 ab | 79.00 bc | - | 16.88 bc | 16.51 cd | - |
| T12 | 98.25 | 86.75 ab | 30.75 ab | 21.18 b | 18.41 cd | 11.04 bc | 87.50 bc | 76.25 cd | - | 17.15 bc | 16.79 bc | - |
| T13 | 99.50 | 84.25 bc | 33.00 a | 21.33 b | 18.93 b | 11.68 b | 88.00 bc | 80.75 ab | - | 16.94 bc | 16.95 bc | - |
| T14 | 98.75 | 90.50 a | 30.50 ab | 20.99 b | 18.72 bc | 10.80 cd | 89.50 ab | 77.25 bc | - | 17.19 bc | 17.02 bc | - |
| T15 | 99.25 | 87.50 ab | 31.00 ab | 21.31 b | 18.75 bc | 11.26 bc | 89.00 ab | 79.00 bc | - | 17.40 bc | 17.18 bc | - |
| T16 | 99.00 | 90.25 a | 31.75 ab | 21.04 b | 18.74 bc | 11.32 bc | 91.75 a | 82.25 ab | - | 17.47 b | 17.43 b | - |
| F-test | ns | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | - | ** | ** | - |
| C.V. (%) | 0.45 | 3.05 | 8.30 | 8.65 | 9.60 | 7.09 | 1.32 | 3.72 | - | 7.65 | 7.39 | - |

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

[1/]: เมล็ดที่ไม่ได้พอก (ควบคุม1) (T0); เมล็ดพอกปกติ (ควมคุม2) (T1) $GA_3$ 2% (T2); $GA_3$ 4% (T3); $GA_3$ 6% (T4); IAA 2% (T5); IAA 4% (T6); IAA 6% (T7); $GA_3$ 2% + IAA 2% (T8); $GA_3$ 2% + IAA 4% (T9); $GA_3$ 2% + IAA 6% (T10); $GA_3$ 4% + IAA 2% (T11); $GA_3$ 4% + IAA 4% (T12); $GA_3$ 4% + IAA 6% (T13); $GA_3$ 6% + IAA 2% (T14); $GA_3$ 6% + IAA 4% (T15); $GA_3$ 6% + IAA 6% (T16)

[2/]: แปลงข้อมูลโดยวิธีอาร์คไซน์ก่อนทำการวิเคราะห์ทางสถิติและแปลงกลับเพื่อนำเสนอตาราง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**4.3.2 ความยาวยอดและความยาวรากของต้นกล้า (Shoot and root length of seedling)**

ในสภาพห้องปฏิบัติการ กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง พบว่าความยาวยอดของต้นกล้าผักกาดหอมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ต้นกล้ามีความยาวยอดสูงที่สุดคือ 31.07, 30.47, 30.45 และ 30.12 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ และฮอร์โมนผสมทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีความยาวยอดสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดปกติ ส่วนเมล็ดที่พอกร่วมกับ IAA 2 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวยอดต่ำที่สุดคือ 7.05 มิลลิเมตร ขณะที่ความยาวราก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ต้นกล้ามีความยาวรากสูงที่สุดคือ 35.65 มิลลิเมตร รองลงมาคือ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ 33.90 มิลลิเมตร ส่วนเมล็ดที่พอกร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ 2 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 2 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 2 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ความยาวรากต่ำที่สุดคือ 29.70 และ 29.77 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพอกปกติ กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง พบว่าความยาวยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีความยาวยอดสูงที่สุดคือ 30.75 มิลลิเมตร รองลงมาคือ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความยาวยอดเท่ากับ 26.87 และ 26.35 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ และฮอร์โมนผสมทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีความยาวยอดสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดปกติ ในขณะที่การพอกเมล็ดร่วมกับ IAA ทุกกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ ส่วนการพอกเมล็ดร่วมกับ IAA 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ต้นกล้ามีความยอดต่ำที่สุดคือ 3.72 มิลลิเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับต้นกล้าของเมล็ดปกติ เมล็ดพอกปกติ และเมล็ดที่พอกร่วมกับ IAA 4 เปอร์เซ็นต์ (4.15, 5.27 และ 7.52 มิลลิเมตร ตามลำดับ) ขณะที่ความยาวราก พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ต้นกล้ามีความยาวรากสูงที่สุดคือ 34.17 มิลลิเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 2 เปอร์เซ็นต์ (33.60, 33.40 และ 33.22 มิลลิเมตร ตามลำดับ) โดยการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีความยาวรากสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ ในขณะที่เมล็ดที่ไม่ได้พอกมีความยาวรากต่ำที่สุดคือ 26.75 มิลลิเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพอกปกติและเมล็ดที่พอกร่วมกับ $GA_3$ 2, 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (26.97, 27.42, 27.50 และ 28.02 มิลลิเมตร ตามลำดับ) กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงต่ำ พบว่าความยาวยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทาง

สถิติ โดยเมล็ดที่พอกร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีต้นกล้ามีความยาวยอดสูงที่สุดคือ 25.27 มิลลิเมตร รองลงมาคือ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ (23.07, 22.75 และ22.65 มิลลิเมตร ตามลำดับ) ซึ่งการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ และฮอร์โมนผสมทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีความยาวยอดสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดปกติ ส่วนการพอกเมล็ดร่วมกับ IAA ทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีความยาวยอดต่ำกว่าเมล็ดพอกปกติ อีกทั้งการพอกเมล็ดร่วมกับ IAA 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีความยาวยอดต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก ซึ่งการพอกเมล็ดร่วมกับ IAA 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ต้นกล้ามีความยาวยอดต่ำที่สุดคือ 4.57 มิลลิเมตร ส่วนความยาวราก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ IAA 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ต้นกล้ามีความยาวรากสูงที่สุดคือ 30.45 มิลลิเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ และ IAA 2 เปอร์เซ็นต์ (29.75 และ 29.07 มิลลิเมตร ตามลำดับ) โดยการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีความยาวรากสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ ซึ่งเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติมีความยาวรากต่ำที่สุดคือ 20.22 และ 20.67 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ด้านสภาพเรือนทดลอง จากผลการทดลองพบว่า ความยาวยอดในกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีความยาวยอดสูงที่สุด คือ 25.15 และ 25.02 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่พอกร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ (24.80 และ 24.45 มิลลิเมตร ตามลำดับ) ซึ่งการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีความยาวยอดสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ โดยเมล็ดที่ไม่ได้พอก พบว่ามีความยาวยอดต่ำที่สุดคือ 17.72 มิลลิเมตร ขณะที่ความยาวราก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมล็ดที่พอกร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีความยาวรากสูงที่สุดคือ 46.90 มิลลิเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่พอกร่วมกับ IAA 2 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ (46.67, 45.87, 45.77 และ 45.32 มิลลิเมตร ตามลำดับ) ซึ่งการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีความยาวรากสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ โดยเมล็ดที่ไม่ได้พอก พบว่ามีความยาวรากต่ำที่สุดคือ 34.95 มิลลิเมตร กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง พบว่าความยาวยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีความยาวยอดสูงที่สุดคือ 23.15 มิลลิเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่พอกร่วมกับ $GA_3$ 2 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 2 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 2 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4

เปอร์เซ็นต์ (22.15, 22.07, 21.97 และ 21.50 มิลลิเมตร ตามลำดับ) โดยการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีความยาวยอดสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก ซึ่งเมล็ดที่ไม่ได้พอก พบว่ามีความยาวยอดต่ำที่สุดคือ 12.65 มิลลิเมตร ขณะที่ความยาวราก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ IAA 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีความยาวรากสูงที่สุด คือ 48.47 มิลลิเมตร รองลงมาคือ $GA_3$ 2 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 2 เปอร์เซ็นต์ (44.87 มิลลิเมตร) ซึ่งการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีความยาวรากสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ โดยเมล็ดที่ไม่ได้พอกและเมล็ดที่พอกปกติ พบว่ามีความยาวรากต่ำที่สุดคือ 33.77 และ 34.42 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางที่ 8** ความยาวยอดและความยาวรากของต้นกล้าผักกาดหอม ที่ผ่านกระบวนการพอกร่วมกับฮอร์โมน ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง

| กรรมวิธี[1/] | สภาพห้องปฏิบัติการ | | | | | | สภาพเรือนทดลอง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความยาวยอด (มม.) | | | ความยาวราก (มม.) | | | ความยาวยอด (มม.) | | | ความยาวราก (มม.) | | |
| ความแข็งแรง | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ |
| T0 | 21.05 e | 4.15 ef | 6.22 hi | 30.52 fg | 26.75 e | 20.22 h | 17.72 e | 12.65 h | - | 34.95 g | 33.77 f | - |
| T1 | 22.22 de | 5.27 ef | 12.3 g | 30.25 gh | 26.97 e | 20.67 h | 18.35 de | 16.32 de | - | 39.47 f | 34.42 f | - |
| T2 | 26.70 bc | 25.25 bc | 22.45 bc | 31.57 cd | 27.42 e | 25.87 ef | 18.60 de | 15.27 g | - | 40.77 ef | 39.12 e | - |
| T3 | 27.62 b | 26.87 b | 22.75 b | 32.72 bc | 28.02 de | 26.85 de | 22.22 c | 16.05 ef | - | 40.72 ef | 41.47 cd | - |
| T4 | 30.45 a | 27.80 ab | 23.07 b | 30.82 ef | 27.50 e | 27.95 bc | 23.62 b | 16.92 de | - | 39.90 f | 41.92 bc | - |
| T5 | 7.05 g | 3.72 f | 4.57 j | 30.52 fg | 29.40 cd | 29.07 ab | 18.95 de | 15.20 g | - | 46.67 ab | 48.47 a | - |
| T6 | 10.01 f | 7.52 ef | 6.40 hi | 32.92 bc | 30.47 cd | 28.35 bc | 18.87 de | 17.70 de | - | 45.02 cd | 42.70 bc | - |
| T7 | 9.60 f | 7.82 e | 7.45 h | 32.35 bc | 30.62 cd | 30.45 a | 19.15 d | 18.05 d | - | 44.60 cd | 42.27 bc | - |
| T8 | 25.10 c | 24.82 bc | 20.27 cd | 29.70 h | 29.32 cd | 27.55 cd | 21.17 c | 20.17 c | - | 44.37 cd | 44.87 b | - |
| T9 | 22.35 de | 22.22 c | 19.82 d | 29.77 h | 30.27 cd | 27.92 bc | 22.12 c | 21.50 ab | - | 45.27 bc | 43.55 bc | - |
| T10 | 24.40 cd | 22.82c | 17.57 e | 30.57 fg | 30.35 cd | 23.87 g | 22.35 c | 22.15 ab | - | 45.00 cd | 41.50 cd | - |
| T11 | 24.95 c | 25.42 bc | 20.97 bc | 31.00 de | 31.20 bc | 26.15 ef | 22.07 c | 20.22 c | - | 42.17 e | 40.82 cd | - |
| T12 | 27.57 b | 21.70 c | 19.07 de | 30.50 fg | 30.20 cd | 25.70 fg | 24.45 ab | 20.42 bc | - | 45.32 ab | 42.20 bc | - |
| T13 | 27.40 b | 21.85 c | 20.95 bc | 33.90 b | 33.40 ab | 26.37 de | 25.02 a | 20.30 bc | - | 45.77 ab | 39.55 de | - |
| T14 | 30.12 a | 30.75 a | 22.05 bc | 32.47 bc | 33.22 ab | 26.57 de | 23.62 b | 22.07 ab | - | 43.97 d | 41.80 cd | - |
| T15 | 31.07 a | 26.35 b | 22.65 b | 32.07 cd | 33.60 ab | 27.60 cd | 24.80 ab | 21.97 ab | - | 45.87 ab | 40.87 cd | - |
| T16 | 30.47 a | 25.17 bc | 25.27 a | 35.65 a | 34.17 a | 29.75 ab | 25.15 a | 23.15 a | - | 46.90 a | 40.82 cd | - |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | - | ** | ** | - |
| C.V. (%) | 32.06 | 48.83 | 39.99 | 5.67 | 9.18 | 11.14 | 12.12 | 16.76 | - | 7.50 | 8.98 | - |

** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

[1/]: เมล็ดที่ไม่ได้พอก (ควบคุม1) (T0); เมล็ดพอกปกติ (ควบคุม2) (T1) $GA_3$ 2% (T2); $GA_3$ 4% (T3); $GA_3$ 6% (T4); IAA 2% (T5); IAA 4% (T6); IAA 6% (T7); $GA_3$ 2% + IAA 2% (T8); $GA_3$ 2% + IAA 4% (T9); $GA_3$ 2% + IAA 6% (T10); $GA_3$ 4% + IAA 2% (T11); $GA_3$ 4% + IAA 4% (T12); $GA_3$ 4% + IAA 6% (T13); $GA_3$ 6% + IAA 2% (T14); $GA_3$ 6% + IAA 4% (T15); $GA_3$ 6% + IAA 6% (T16)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**4.3.3 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้า (Fresh weight and dry weight of seedling)**

ในสภาพห้องปฏิบัติการ กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง พบว่าน้ำหนักสดของต้นกล้าผักกาดหอมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีน้ำหนักสดสูงที่สุดคือ 0.2751 และ 0.2673 กรัม ตามลำดับ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ และฮอร์โมนผสมทุกกรรมวิธี พบว่ามีน้ำหนักสดสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการพอกเมล็ดร่วมกับ IAA 6, 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีน้ำหนักสดต่ำที่สุดคือ 0.1878, 0.1918 และ 0.1965 กรัม ตามลำดับ ขณะที่น้ำหนักแห้ง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งสูงที่สุดคือ 0.0300 กรัม รองลงมาคือ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ (0.0282 กรัม) โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ และฮอร์โมนผสมทุกกรรมวิธี พบว่ามีน้ำหนักสดสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการพอกเมล็ดร่วมกับ IAA 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งต่ำที่สุดคือ 0.0200 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพอกเมล็ดร่วมกับ IAA 6 เปอร์เซ็นต์ (0.0207 กรัม) กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง พบว่าน้ำหนักสดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีน้ำหนักสดสูงที่สุดคือ 0.2549 กรัม โดยการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีน้ำหนักสดสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ ซึ่งเมล็ดที่ไม่ได้พอก พบว่ามีน้ำหนักสดต่ำที่สุดคือ 0.1641 กรัม ขณะที่น้ำหนักแห้ง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งสูงที่สุดคือ 0.0239 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่พอกร่วมกับ $GA_3$ 2 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 2 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ (0.0225, 0.0224 และ 0.0224 กรัม ตามลำดับ) โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ และฮอร์โมนผสมทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ ในขณะที่การพอกเมล็ดร่วมกับ IAA ทุกกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ ซึ่งเมล็ดที่ไม่ได้พอก พบว่ามีน้ำหนักแห้งต่ำที่สุดคือ 0.0147 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพอกปกติ (0.0157 กรัม) กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงต่ำ พบว่าน้ำหนักสดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีน้ำหนักสดสูงที่สุดคือ 0.1916 กรัม โดยการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีน้ำหนักสดมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ ซึ่งเมล็ดที่ไม่ได้พอก พบว่ามีน้ำหนักสดต่ำที่สุดคือ 0.1300 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพอกปกติ (0.1367 กรัม) ขณะที่น้ำหนักแห้ง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ

$GA_3$ 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งสูงที่สุดคือ 0.0201 กรัม อีกทั้งการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ ซึ่งเมล็ดที่ไม่ได้พอก พบว่ามีน้ำหนักแห้งต่ำที่สุดคือ 0.0127 กรัม (ตารางที่ 9)

ด้านสภาพเรือนทดลอง จากผลการทดลองพบว่า น้ำหนักสดในกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีน้ำหนักสดสูงที่สุดคือ 0.3047 และ 0.3002 กรัม ตามลำดับ รองลงมาคือ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 2 เปอร์เซ็นต์ (0.2783 กรัม) โดยการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีน้ำหนักสดสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ ซึ่งเมล็ดที่ไม่ได้พอก พบว่ามีน้ำหนักสดต่ำที่สุดคือ 0.2022 กรัม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่พอกปกติ (0.2124 กรัม) ขณะที่น้ำหนักแห้ง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมล็ดที่พอกร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งสูงที่สุดคือ 0.0291 และ 0.0281 กรัม โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ IAA และฮอร์โมนผสมทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ ซึ่งเมล็ดที่ไม่ได้พอก พบว่ามีน้ำหนักแห้งต่ำที่สุดคือ 0.0204 กรัม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่พอกปกติ และเมล็ดที่พอกร่วมกับ $GA_3$ 2 เปอร์เซ็นต์ IAA 2 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (0.0219, 0.0219, 0.0220 และ 0.0220 กรัม ตามลำดับ) กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง พบว่าน้ำหนักสดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 4 เปอร์เซ็นต์ และ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีน้ำหนักสดสูงที่สุดคือ 0.2499, 0.2476, 0.2434 และ 0.2430 กรัม ตามลำดับ โดยการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีน้ำหนักสดสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ ซึ่งเมล็ดที่ไม่ได้พอกและเมล็ดพอกปกติ มีน้ำหนักสดต่ำที่สุดคือ 0.1914 และ 0.1973 กรัม ตามลำดับ ขณะที่น้ำหนักแห้ง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมล็ดที่พอกร่วมกับ $GA_3$ 6 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งสูงที่สุดคือ 0.0270 กรัม รองลงมาคือ $GA_3$ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสม IAA 6 เปอร์เซ็นต์ (0.0250 กรัม) โดยการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ ซึ่งเมล็ดที่ไม่ได้พอกและเมล็ดพอกปกติ พบว่ามีน้ำหนักแห้งต่ำที่สุดคือ 0.0185 และ 0.0194 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

**ตารางที่ 9** น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าผักกาดหอม ที่ผ่านกระบวนการพอกร่วมกับฮอร์โมน ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง

| กรรมวิธี[1/] | สภาพห้องปฏิบัติการ | | | | | | สภาพเรือนทดลอง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำหนักสด (กรัม) | | | น้ำหนักแห้ง (กรัม) | | | น้ำหนักสด (กรัม) | | | น้ำหนักแห้ง (กรัม) | | |
| ความแข็งแรง | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ | สูง | กลาง | ต่ำ |
| T0 | 0.2233 f | 0.1641 f | 0.1300 d | 0.0233 fg | 0.0147 f | 0.0127 f | 0.2022 h | 0.1914 e | - | 0.0204 e | 0.0185 h | - |
| T1 | 0.2309 ef | 0.1995 de | 0.1367 d | 0.0226 gh | 0.0157 f | 0.0147 e | 0.2124 gh | 0.1973 e | - | 0.0214 de | 0.0194 h | - |
| T2 | 0.2292 f | 0.2252 bc | 0.1916 a | 0.0245 ef | 0.0181 de | 0.0201 a | 0.2184 fg | 0.2154 cd | - | 0.0219 de | 0.0212 g | - |
| T3 | 0.2449 cd | 0.2472 ab | 0.1629 bc | 0.0251 de | 0.0192 cd | 0.0187 ab | 0.2444 e | 0.2203 cd | - | 0.0220 de | 0.0215 fg | - |
| T4 | 0.2504 bc | 0.2513 ab | 0.1770 ab | 0.0244 ef | 0.0192 cd | 0.0189 ab | 0.2272 f | 0.2430 a | - | 0.0220 de | 0.0223 ef | - |
| T5 | 0.1965 g | 0.2311 bc | 0.1640 bc | 0.0200 j | 0.0163 ef | 0.0170 bc | 0.2248 fg | 0.2212 cd | - | 0.0219 de | 0.0224 ef | - |
| T6 | 0.1918 g | 0.2009 de | 0.1606 bc | 0.0214 hi | 0.0161 ef | 0.0165 de | 0.2454 e | 0.2267 c | - | 0.0228 cd | 0.0229 de | - |
| T7 | 0.1878 g | 0.2011 de | 0.1578 cd | 0.0207 ij | 0.0151 f | 0.0167 cd | 0.2520 de | 0.2403 ab | - | 0.0241 bc | 0.0236 cd | - |
| T8 | 0.2355 de | 0.2219 cd | 0.1720 ab | 0.0252 de | 0.0192 cd | 0.0172 bc | 0.2602 cb | 0.2099 d | - | 0.0242 b | 0.0225 ef | - |
| T9 | 0.2642 ab | 0.2318 bc | 0.1741 ab | 0.0253 de | 0.0201 cd | 0.0170 bc | 0.2696 bc | 0.2215 cd | - | 0.0246 b | 0.0228 de | - |
| T10 | 0.2482 bc | 0.2405 ab | 0.1598 cd | 0.0256 de | 0.0225 ab | 0.0163 de | 0.2615 cb | 0.2296 bc | - | 0.0248 b | 0.0227 ef | - |
| T11 | 0.2635 ab | 0.2506 ab | 0.1749 ab | 0.0263 cd | 0.0224 ab | 0.0180 bc | 0.2645 bc | 0.2236 cd | - | 0.0245 bc | 0.0231 de | - |
| T12 | 0.2641 ab | 0.2529 ab | 0.1699 bc | 0.0272 bc | 0.0224 ab | 0.0165 de | 0.2643 bc | 0.2414 ab | - | 0.0246 b | 0.0234 cd | - |
| T13 | 0.2595 ab | 0.2355 bc | 0.1528 c | 0.0262 cd | 0.0192 cd | 0.0161 de | 0.2647 bc | 0.2476 a | - | 0.0253 b | 0.0250 b | - |
| T14 | 0.2615 ab | 0.2456 ab | 0.1733 ab | 0.0258 cd | 0.0209 bc | 0.0175 bc | 0.2783 b | 0.2236 cd | - | 0.0255 b | 0.0243 bc | - |
| T15 | 0.2673 a | 0.2332 bc | 0.1715 ab | 0.0282 b | 0.0195 cd | 0.0163 de | 0.3047 a | 0.2434 a | - | 0.0281 a | 0.0247 bc | - |
| T16 | 0.2751 a | 0.2549 a | 0.1663 bc | 0.0300 a | 0.0239 a | 0.0159 de | 0.3002 a | 0.2499 a | - | 0.0291 a | 0.0270 a | - |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | - | ** | ** | - |
| C.V. (%) | 11.75 | 12.43 | 11.00 | 10.88 | 15.61 | 11.69 | 11.59 | 8.01 | - | 10.21 | 9.27 | - |

** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

[1/]: เมล็ดที่ไม่ได้พอก (ควบคุม1) (T0); เมล็ดพอกปกติ (ควมคุม2) (T1) $GA_3$ 2% (T2); $GA_3$ 4% (T3); $GA_3$ 6% (T4); IAA 2% (T5); IAA 4% (T6); IAA 6% (T7); $GA_3$ 2% + IAA 2% (T8); $GA_3$ 2% + IAA 4% (T9); $GA_3$ 2% + IAA 6% (T10); $GA_3$ 4% + IAA 2% (T11); $GA_3$ 4% + IAA 4% (T12); $GA_3$ 4% + IAA 6% (T13); $GA_3$ 6% + IAA 2% (T14); $GA_3$ 6% + IAA 4% (T15); $GA_3$ 6% + IAA 6% (T16)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 5
# วิจารณ์ผลการทดลอง

## 5.1 การศึกษาผลกระทบของการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมกรีนโอ๊คต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

จากการศึกษาผลกระทบของการพอกเมล็ด โดยได้ทำการตรวจสอบคุณภาพกายภาพของการพอกเมล็ดพันธุ์ และตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ พบว่า เมื่อทำการทดลองพอกเมล็ดผักกาดหอมด้วยเครื่องพอกแบบถังหมุน (rotary drum) รุ่น SKK12 พบว่าการใช้ calcium sulfate เป็นวัสดุพอก ทำให้สามารถขึ้นรูปเมล็ดพอกได้ง่ายที่สุด (ศศิประภา และบุญมี, 2560) ในขณะที่การเลือกใช้วัสดุประสาน CMC พบว่า สามารถทำให้วัสดุพอกเกาะกันได้ดี ผิวมีลักษณะเรียบเนียน ละลายได้ง่ายเมื่อได้รับความชื้น ทั้งนี้ความแข็งแรงของเมล็ดพอกขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและอัตราที่ใช้ ซึ่งจากการทดลองพบว่าการใช้ CMC ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 150 มิลลิลิตร ส่งผลให้เมล็ดพอกมีคุณภาพการพอกดีที่สุด โดยเมล็ดพอกมีความแข็งแรง สารพอกสามารถยึดติดกันได้ดี มีความกร่อนของสารพอกน้อยที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพอกเมล็ดด้วย CMC ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 150 มิลลิลิตร แต่พบว่า CMC ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องฉีดสเปรย์ได้ดีกว่า เพราะมีค่าความหนืดของสารต่ำ เมื่อตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นด่างเล็กน้อย ซึ่งเหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุประสาน (จักรพงษ์ และบุญมี, 2558) ในขณะที่การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ พบว่าการพอกไม่ส่งผลกระทบต่อความงอก ความยาวยอด ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ จักรพงษ์ และบุญมี (2558) พบว่าการพอกเมล็ดผักกาดหอม โดยใช้วัสดุประสาน CMC และ HPMC ร่วมกับวัสดุพอกพัมมิซ (pumice) ไม่ส่งผลกระทบต่อความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม นอกจากนั้นความเข้มข้นและอัตราของวัสดุประสาน ยังส่งผลต่อความสามารถในการงอกของเมล็ด หากใช้ความเข้มข้นหรืออัตราของวัสดุประสานมากเกินไป จะทำให้ผิวของเมล็ดพอกแตกออกได้ช้า ส่งผลให้ความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์เป็นไปได้ยาก หรือไม่สามารถงอกได้เลย (Zenk, 2004) ในขณะที่หากใช้ปริมาณต่ำเกินไป สารพอกจะไม่สามารถจับตัวเป็นเมล็ดพอกได้ และมีความกร่อนของสารพอกสูง

## 5.2 การศึกษาผลของการแช่เมล็ดผักกาดหอมในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA ด้วยอัตราความเข้มข้นแตกต่างกัน

จากการศึกษาผลของการแช่เมล็ดผักกาดหอมในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA และตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ พบว่า เมล็ดผักกาดหอมที่แช่ร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ และฮอร์โมน $GA_3$ ผสม IAA บางอัตราความเข้มข้น ส่งผลให้มีความงอกเพิ่มมากขึ้น และแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้แช่ โดยการใช้ฮอร์โมนในอัตราความเข้มข้นสูง มีแนวโน้มที่จะส่งผลให้ความงอกสูงขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า $GA_3$ เป็นฮอร์โมนที่เหมาะแก่การกระตุ้นความงอกเมล็ดพันธุ์ โดย $GA_3$ สามารถทำลายการพักตัวของเมล็ดพืชและตาของพืชบางชนิดได้ โดยช่วยกระตุ้นความงอกของเมล็ด (Desai *et al*., 1997) ซึ่ง $GA_3$ จะช่วยเพิ่มกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ เช่น $\alpha$- และ $\beta$-amylase (ชยพร, 2546) นอกจากนี้ $GA_3$ ยังกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ mannanase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายอาหารในเอนโดสเปิร์ม (endosperm) จึงช่วยลดการจำกัดในการเจริญเติบโตของต้นอ่อน (mechanical constraint) ในระหว่างการงอกของเมล็ด จึงทำให้เมล็ดมีความงอกสูงขึ้น (Groot and Karssen, 1987) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Stanislaw and Anwar (1977) พบว่าการแช่เมล็ดผักกาดหอมในสารละลาย $GA_3$ ด้วยระยะเวลาที่เหมาะสมสามารถกระตุ้นความงอกเมล็ดพันธุ์ได้ ในขณะที่การแช่เมล็ดในสารละลาย IAA พบว่า ความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ในสภาพเรือนทดลอง พบว่าความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจเกิดจากกลไกการตอบสนองของพืช ต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญ ต่อกระบวนการงอกของเมล็ด (Mohammad and Faezeh, 2017) มีผลกระทบร่วมกับฮอร์โมน ในการควบคุมการพักตัวของเมล็ด โดย Xiaodong *et al.* (2013) ได้รายงานว่า ออกซินสามารถควบคุมการพักตัวของเมล็ด *Arabidopsis* ได้ โดยปัจจัยสำคัญคือ ระดับ signaling pathway ของออกซิน ที่จะไปมีผลต่อการควบคุมปริมาณฮอร์โมน ABA ซึ่งเป็นฮอร์โมนสำคัญ ในการควบคุมการพักตัวของตาและเมล็ด หากมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลง จะสามารถควบคุมหรือปลดปล่อยการพักตัวของเมล็ดได้ ซึ่งต่อมา Fahad *et al.* (2015) ได้รายงานถึงผลกระทบระหว่าง ฮอร์โมนและสภาพแวดล้อมต่อพืช โดยฮอร์โมนภายในพืชสามารถถูกกระตุ้นได้ง่าย จากปัจจัยจากสภาพแวดล้อมภายนอกเพียงเล็กน้อย โดยพบว่า ABA มีบทบาทเป็นสื่อกลางในการตอบสนองต่อความเครียด จากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้หลายรูปแบบ เช่น สภาวะเครียดจากความเค็ม และพบว่าความเครียดจากสภาพแวดล้อม ส่งผลกระทบต่อระดับ IAA ทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง เช่นเดียวกับ Haiwei *et al.* (2017) ได้รายงานว่า การให้ออกซิน (IAA) จากภายนอก ทำให้เมล็ดข้าวสาลีมีความงอกลดลง และยับยั้งการแตกหน่อ อีกทั้งออกซินยังสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ด *Arabidopsis* ภายใต้สภาพเครียดจากความเค็ม ส่วนความเร็วในการงอก พบว่า $GA_3$ ส่งเสริมให้เมล็ดผักกาดหอมงอกเร็วและสม่ำเสมอขึ้น เนื่องจาก

$GA_3$ ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ $\alpha$- และ $\beta$-amylase ซึ่งเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายอาหารที่สะสมในเมล็ด จึงส่งผลให้เมล็ดงอกเร็วขึ้น (Copeland and McDonald, 1995) ซึ่ง Cantliffe and Watkins (1983) พบว่ากรดจิบเบอเรลลิก สามารถส่งเสริมให้เมล็ดพริกงอกได้เร็วขึ้น โดยเมล็ดพริกที่ผ่านกระบวนการกระตุ้นความงอกในสารละลายกรดจิบเบอเรลลิก ทำให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้นจาก 10.6 วัน เป็น 5.5 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการกระตุ้นความงอก ส่วนในกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงต่ำพบว่าเมล็ดไม่สามารถงอกได้ในสภาพเรือนทดลอง คาดว่าการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ ส่งผลให้เมล็ดเสื่อมลงค่อนข้างมาก ทำให้เมล็ดอยู่ในระดับความแข็งแรงต่ำ ซึ่งเป็นระดับที่ไม่สามารถงอกได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (Delouche and Baskin, 1973) อีกทั้งอาจเป็นผลจากอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด-สูงสุดในสภาพโรงเรือน ซึ่งช่วงความแตกต่างของอุณหภูมิกลางวัน และกลางคืนที่ค่อนข้างมาก มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ Chinese red birch ไม่สามารถงอกได้ (Wu *et al*., 2004) ด้านการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอม พบว่าการแช่เมล็ดร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ และฮอร์โมน $GA_3$ ผสม IAA ทุกอัตรา การเจริญเติบโตด้านความยาวยอดและความรากเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้แช่ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Naeem *et al*. (2004) ได้ทำการแช่ตาของเม็ดถั่วในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ kinetin และ IAA พบว่าความยาวยอดที่แช่ด้วย IAA ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตาที่ไม่ได้แช่ แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับตาที่แช่ด้วย $GA_3$ และฮอร์โมน $GA_3$ ผสม IAA ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มความยาวยอดได้ ซึ่งต่อมา Bakrim *et al*. (2007) พบว่า $GA_3$ สามารถช่วยให้ลำต้นของต้นกล้ามะเขือเทศยาวขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ชุดควบคุม อีกทั้ง Kumar *et al*. (2014) ได้ศึกษาผลของการใช้ฮอร์โมนกับผักชี (*Coriandrum sativum* L.) พบว่าการใช้ $GA_3$ สามารถช่วยลดระยะเวลาในการงอกและยังมีผลต่อความยาวต้นและพื้นที่ใบ ขณะที่การใช้ $GA_3$ IAA และฮอร์โมนผสมบางอัตราความเข้มข้น สามารถส่งเสริมการเจริญของรากได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับงานทดลองของ Dhoran and Gudadhe (2012) พบว่าการแช่เมล็ด *Asparagus sprengeri* ด้วยสารละลายฮอร์โมน $GA_3$, IAA, NAA และ IBA สามารถส่งเสริมความงอกและการเจริญเติบโตทางรากของต้นกล้าได้ โดยการแช่เมล็ดด้วย $GA_3$ ให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือ IBA, IAA และ NAA ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ กิตติวรรณและบุญมี (2559) ได้ทดลองเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศร่วมกับฮอร์โมนพืช $GA_3$ IAA และ IBA พบว่าการเคลือบเมล็ดร่วมกับ IAA อัตรา 2.0% ทำให้ต้นกล้ามีความยาวรากสูงที่สุดและสูงกว่าการเคลือบร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี ด้านน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองพบว่า การแช่เมล็ดในสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ และฮอร์โมนผสมสามารถส่งเสริมให้ต้นกล้ามีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับงานทดลองของ Bengu (2013) ได้ทดลองแช่เมล็ดข้าวสาลีร่วมกับ $GA_3$ และ IBA พบว่า $GA_3$ สามารถช่วยเพิ่มน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของส่วนยอดของข้าวสาลีได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ที่ไม่ได้แช่ อีกทั้งการแช่เมล็ด *Pinus massoniana* ในสารละลายฮอร์โมน

พบว่า $GA_3$ และ IAA ช่วยส่งเสริมความงอก ความยาวต้นกล้าและน้ำหนักสดของต้นกล้าได้ (Zhao and Jiang, 2014) ขณะที่ Maku *et al.* (2014) ทำการทดลองแช่เมล็ด *Tetrapleura tetraptera* ร่วมกับฮอร์โมนหลายชนิด พบว่า $GA_3$ ความเข้มข้น 0.001 และ 0.005 กรัม/มล. สามารถช่วยให้ต้นกล้ามีน้ำหนักแห้งเพิ่มมากขึ้น และการแช่เมล็ดด้วย IAA ความเข้มข้น 0.01 และ 0.015 กรัม/มล. มีแนวโน้มว่าจะทำให้ต้นกล้ามีน้ำหนักแห้งเพิ่มมากขึ้น

## 5.3 การศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชด้วยความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

จากการคัดเลือกกรรมวิธีการพอกที่เหมาะสมต่อการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม และคัดเลือกอัตราความเข้มข้นของฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA ที่เหมาะแก่การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม จากนั้นจึงนำมาประยุกต์ร่วมกับการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมน พบว่า การพอกเมล็ดทุกกลุ่มความแข็งแรงร่วมกับฮอร์โมน ส่งเสริมให้ความงอกของเมล็ดผักกาดหอมเพิ่มขึ้น ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง โดยมีแนวโน้มว่าการใช้ $GA_3$ ผสม IAA ที่ความเข้มข้นสูง จะส่งผลให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์สูงขึ้นมากที่สุด โดย $GA_3$ ช่วยในการสังเคราะห์เอนไซม์ hydrolase ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์น้ำตาลภายในเมล็ด และ $GA_3$ มีผลต่อกระบวนการย่อยสลายพันธะเปบไทด์ ทำให้มีกิจกรรมของเอนไซม์ protease สูงขึ้น ส่งผลให้มีกรดอะมิโนเพิ่มมากขึ้น โดยกรดอะมิโนมีส่วนช่วยในการเจริญเติบโตของต้นอ่อน ทำให้เมล็ดมีความงอกสูงขึ้น (Plus and Lambeth, 1974) อย่างไรก็ตาม ในกลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง เมื่อนำมาเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลองที่ 4.2.1 โดยงานวิจัยของ จิราภรณ์ และบุญมี (2560) พบว่า การเคลือบเมล็ดแตงกวาที่มีความแข็งแรงสูงร่วมกับฮอร์โมนพืช GA, IAA, IBA และ NAA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ควบคุม ในขณะที่การพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมน กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลางและต่ำ พบว่า $GA_3$ และ IAA สามารถส่งเสริมความงอกของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมได้ เช่นเดียวกับงานทดลองของ บุญมี และคณะ (2559) ได้ทดลองเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม ร่วมกับฮอร์โมนพืช $GA_3$ และ IBA พบว่า ในสภาพก่อนเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ ความงอกและความเร็วในการงอกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ภายหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ พบว่า $GA_3$ และ IBA ทุกกรรมวิธีสามารถช่วยเพิ่มความงอกและความเร็วในการงอกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้ง Yang (2006) ซึ่งได้เคลือบเมล็ดแตงกวาร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ พบว่าอัตราความเข้มข้นของ $GA_3$ ที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดีที่สุดคือ 193 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งทำให้ค่าดัชนีความงอกราก และน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ต่อมา Wang (2007) ได้ทำการทดสอบความงอกและความแข็งแรงของแตงกวาด้วย $GA_3$ พบว่าการใช้ $GA_3$ ที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเพิ่มอัตราการงอก ความแข็งแรง และเพิ่มการ

เจริญเติบโตของต้นกล้า ได้มากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้แช่ด้วยฮอร์โมน ในขณะที่เมล็ดผักกาดหอมที่พอกร่วมกับ IAA ส่งผลให้ความงอกของเมล็ดลดลง ในบางกลุ่มความแข็งแรง ซึ่งคาดว่าความเข้มข้นที่สูงเกินไปของออกซิน หรืออัตราความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสมต่อสภาพเมล็ดพันธุ์ จะยับยั้งการเจริญเติบโตและเป็นพิษต่อพืช โดยทำให้อวัยวะของพืชมีการเติบโตที่ไม่สัมพันธ์กัน เช่นแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นแต่เซลล์ไม่ขยายขนาด อวัยวะบิดเบี้ยวเสียรูปทรง และการเจริญของพืชลดลง (นพดล, 2537) รวมทั้งปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผล ต่อการตอบสนองต่อฮอร์โมนภายในเมล็ด และฮอร์โมนที่ให้จากภายนอกเปลี่ยนแปลงไป (Fahad *et al.*, 2015) อีกทั้งความแตกต่างของระดับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ส่งผลให้มีการตอบสนองที่แตกต่างกัน (Halmer, 2004) ในขณะที่ความเร็วในการงอกของเมล็ดผักกาดหอมพอก พบว่าความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้พอก อย่างไรก็ตาม การพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี มีแนวโน้มที่จะส่งผลให้เมล็ดมีความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่พอกปกติเพียงอย่างเดียว ด้านการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอม พบว่า การพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ และฮอร์โมน $GA_3$ ผสม IAA สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโต ด้านความยาวยอดและความยาวรากของต้นกล้าผักกาดหอมให้สูงขึ้น โดยพบว่า GA สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากมะเขือเทศได้ (Tognoni *et al*, 1967) ต่อมา Bhore (1999) พบว่า GA มีผลต่อการเจริญเติบโตของ Coriandrum sativuml และช่วยลดระยะเวลาในการงอก นอกจากนั้นยังส่งผลต่อความยาวต้น และพื้นที่ใบ (Kumar, 2014) โดยมีแนวโน้มว่าการใช้ $GA_3$ ที่ความเข้มข้นสูง สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตด้านความยาวยอดและรากได้มากขึ้น ในขณะที่การใช้ IAA พบว่า ทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตด้านความยาวยอดในสภาพห้องปฏิบัติการ ซึ่งให้ผลขัดแย้งกับงานทดลองของ กิตติวรรณ และบุญมี (2559ก) พบว่าการเคลือบเมล็ดมะเขือเทศร่วมกับฮอร์โมนพืช IAA ส่งผลให้ความยาวยอดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในสภาพห้องปฏิบัติการ ซึ่งอาจเกิดจากอัตราความเข้มข้นของออกซินที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตด้านลำต้นของผักกาดหอม ถ้าออกซินสูงเกินไปจะเกิดการยับยั้งการเติบโตของพืช เพราะออกซินที่สูงเกินไปจะกระตุ้นให้พืชสร้างเอทิลีนออกมา และไปจำกัดการยืดขยายตัวของเซลล์ (Bucher and Pilet, 1983) อย่างไรก็ตามการพอกเมล็ดร่วมกับ IAA ส่งเสริมให้ความยาวรากสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ โดยการยืดขยายความยาวของรากรากจะไวต่อความเข้มข้นของออกซินมาก โดย IAA อัตราความเข้มข้นต่ำจะกระตุ้นการขยายตัวของรากได้ดีที่สุด (Momonoki *et al*, 1983) สอดคล้องกับงานทดลองของ กิตติวรรณ และบุญมี (2558ข) พบว่าการเคลือบเมล็ดมะเขือเทศลูกผสมร่วมกับ IAA 1, 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีความยาวรากสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ และเมล็ดที่เคลือบร่วมกับ polymer เพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับ กิตติวรรณ และบุญมี (2559) ได้ทำการเคลือบเมล็ดมะเขือเทศร่วมกับฮอร์โมนพืช $GA_3$ IAA และ IBA พบว่า การเคลือบเมล็ดร่วมกับ IAA 2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้

มีความยาวรากสูงที่สุด ด้านน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง พบว่าการพอกเมล็ดร่วมกับ $GA_3$ และ $GA_3$ ผสม IAA ส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ โดยมีแนวโน้มว่าการใช้ $GA_3$ ร่วมกับ IAA ที่อัตราความเข้มข้นสูง ส่งผลให้มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งดีที่สุด ขณะที่การพอกเมล็ดร่วมกับ IAA ส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลดลง ซึ่งสอดคล้องกับความยาวยอดของต้นกล้าที่ถูกยับยั้งการเจริญเติบโต ทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง ในการทดลองที่ 2 และ 3 พบว่า การแช่และพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ และ $GA_3$ ผสม IAA ทำให้ความงอกของเมล็ดทุกกลุ่มความแข็งแรงเพิ่มขึ้น โดยการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนมีแนวโน้มจะส่งเสริมความงอกได้ดีกว่าการแช่เมล็ดร่วมกับฮอร์โมน ซึ่งคาดว่าการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนมีระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมมากกว่าการแช่เมล็ด เพราะระดับของฮอร์โมนที่เหมาะสมจะส่งเสริมความงอกได้ดี หากมากเกินไปจะยับยั้ง ซึ่งการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมน เมื่อเมล็ดพอกได้รับความชื้น สารพอกจะค่อยๆละลายและปลดปล่อยฮอร์โมนออกมา ทำให้เมล็ดได้รับการกระตุ้นจากฮอร์โมนอย่างช้าๆและไม่เข้มข้นมากเกินไป ในขณะที่การแช่เมล็ดด้วย IAA ทำให้ความงอกลดลง ซึ่งคาดว่าความเข้มข้นของฮอร์โมนที่สูงเกินไปจะทำให้เมล็ดถูกยับยั้งการเจริญเติบโตหรือทำให้เกิดการพักตัวของเมล็ดได้ อีกทั้งการทำให้เมล็ดเสื่อมด้วยวิธีการเร่งอายุ ส่งผลให้ความแข็งแรงปานกลางในการทดลองที่ 2 และ 3 แตกต่างกัน ซึ่งคาดว่าเกิดจากการที่เร่งอายุเมล็ดทีละชุด โดยเมื่อจะทำการทดลองจึงจะทำการเร่งอายุก่อนนำมาใช้ ซึ่งการทดลองที่ 2 และ 3 ไม่ได้ทดลองในเวลาเดียวกัน ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับที่ไม่เท่ากัน จึงทำให้ความงอกของเมล็ดไม่เป็นไปตามเกณฑ์ของ Tekrony and Egli (1977) ส่วนด้านการเจริญเติบโตของพืช พบว่า การพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมน ในสภาพห้องปฏิบัติการให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน แต่ในสภาพเรือนทดลอง พบว่า การพอกเมล็ดด้วย $GA_3$ IAA และฮอร์โมนผสมทุกกรรมวิธีช่วยส่งเสริการเจริญเติบโตด้านความยาวยอดและความยาวรากได้ดี ในขณะที่การแช่เมล็ดด้วย IAA ทุกกรรมวิธีทำให้ความยาวยอดลดลง คาดว่าเกิดจากความเข้มข้นของฮอร์โมนที่สูงเกินไป ซึ่งฮอร์โมน IAA สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตได้เมื่อได้ในอัตราความเข้มข้นต่ำ (Hussain et al, 2010)

# บทที่ 6
# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม และการแช่เมล็ดผักกาดหอมร่วมกับสารละลายฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA จากนั้นได้นำข้อมูลจากการทดลองทั้งสอง นำไปสู่การทดลองพอกเมล็ดผักกาดหอมร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ และ IAA ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

## 6.1 สรุปผลการทดลอง

6.1.1 สูตรสำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม ที่เหมาะสมที่สุดคือ ใช้วัสดุพอก calcium sulfate ร่วมกับวัสดุประสาน CMC ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 150 มิลลิลิตร ทำให้เมล็ดพอกมีการเกาะติดดี สม่ำเสมอ มีความกร่อนน้อย อีกทั้งสามารถขึ้นรูปเมล็ดพอกได้ง่าย

6.1.2 การเจริญเติบโตของต้นกล้าหลังการพอก พบว่าการพอกทุกกรรมวิธี ไม่ส่งผลกระทบต่อความงอก ความยาวยอด ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง อย่างไรก็ตาม พบว่าการพอกทุกกรรมวิธี ส่งผลให้ความเร็วในการงอกลดลงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้พอก ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง

6.1.3 การกระตุ้นความงอกของเมล็ดผักกาดหอม โดยการแช่เมล็ดในสารละลาย $GA_3$ 150 มก./ล. ผสม IAA 60 มก./ล. มีแนวโน้มทำให้เมล็ดผักกาดหอมมีความงอกดีที่สุด ในสภาพห้องปฏิบัติการ ในขณะที่การแช่เมล็ดในสารละลาย $GA_3$ 150 มก./ล. และ $GA_3$ 100 มก./ล. ผสม IAA 80 มก./ล. มีแนวโน้มทำให้เมล็ดผักกาดหอมมีความงอกดีที่สุด ในสภาพเรือนทดลอง ด้านการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอม โดยการแช่เมล็ดในสารละลาย $GA_3$ และ $GA_3$ ผสม IAA ทุกกรรมวิธี มีแนวโน้มทำให้ต้นกล้าผักกาดหอมมีความยาวยอด ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำแห้งเพิ่มมากขึ้น ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง ในขณะที่การแช่ด้วย IAA ส่งผลให้การเจริญส่วนยอดหยุดชะงัก แต่กระตุ้นการเจริญส่วนราก

6.1.4 การพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ และ $GA_3$ ผสม IAA ทุกกรรมวิธี มีแนวโน้มทำให้ความงอกของเมล็ดผักกาดหอมเพิ่มขึ้น ในสภาพห้องปฏิบัติการ ในขณะที่การพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนทุกกรรมวิธี มีแนวโน้มทำให้ความงอกของเมล็ดผักกาดหอมสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพอกปกติ ในสภาพเรือนทดลอง ด้านการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอม พบว่าการพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมน $GA_3$ และ $GA_3$ ผสม IAA สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอมได้ดี ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง ในขณะที่การพอกเมล็ดร่วมกับฮอร์โมน IAA มีผลกระตุ้นการเจริญเติบโตส่วนราก แต่ยับยั้งการเจริญเติบโตส่วนยอด

## 6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ควรปรับอัตราส่วนของวัสดุพอกและวัสดุประสานที่นำมาใช้ให้มีความหลากหลายมากขึ้น เพื่อให้การพอกเมล็ดมีลักษณะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ อีกทั้งการเลือกใช้วัสดุพอกและวัสดุประสานชนิดใหม่ อาจมีความเหมาะสมกับเมล็ดพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน

6.2.2 ควรมีการเพิ่มชนิด และอัตราของฮอร์โมนพืชที่ศึกษาให้หลากหลายมากขึ้น เพื่อให้มีการเปรียบเทียบกับฮอร์โมนชนิดอื่นๆ

6.2.3 ควรมีการศึกษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่พอกร่วมกับฮอร์โมนแล้วนำไปเก็บรักษาทุกๆเดือน เพื่อดูระยะเวลาการเก็บรักษาที่เหมาะสมสำหรับเมล็ดที่พอกร่วมกับฮอร์โมน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# รายการอ้างอิง


กิตติวรรณ กล้ารอด และบุญมี ศิริ. (2557). ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ. ใน **การประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 ณ.โรงแรมแกรนด์จอมเทียนพาเลซ เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี ระหว่างวันที่ 20–23 พฤษภาคม 2557**.

กิตติวรรณ กล้ารอด และบุญมี ศิริ. (2558ก). ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมน GA, IBA และ IAA ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของมะเขือเทศในระยะต้นกล้า. ใน **การประชุมเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 12 ระหว่างวันที่ 9-11 มิถุนายน 2558**.

กิตติวรรณ กล้ารอด และบุญมี ศิริ. (2558ข). ผลของการเคลือบด้วยฮอร์โมน IAA ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม. **แก่นเกษตร 43 ฉบับพิเศษ** 1: 260-267.

กิตติวรรณ กล้ารอด และบุญมี ศิริ. (2559). อิทธิพลของการเคลือบเมล็ดด้วยฮอร์โมนพืชต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้าของมะเขือเทศ. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า** 34(3): 143-156

จานุลักษณ์ ขนบดี. (2541). **การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. (2556). ผลของการพอกเมล็ดด้วยวัสดุประสานชนิดต่างกัน ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยาสูบพันธุ์เวอร์จิเนีย. ใน **การประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 10 ณ โรงแรม HANSA JB Hotel จังหวัดสงขลา ระหว่างวันที่ 20-24 พฤษภาคม 2556**.

จักรพงษ์ กางโสภา. (2557). ผลของสูตรตำรับและวิธีการพอกเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันโรคเน่าคอดินต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ยาสูบ. **วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น**.

จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. (2558). ศักยภาพของการใช้ carboxymethyl cellulose และ hydroxypropyl methylcellulose เป็นวัสดุประสาน สำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม. **แก่นเกษตร 43 ฉบับพิเศษ** 1: 268-273.

จิราภรณ์ หาญสุริย์ และบุญมี ศิริ. (2560). การเปรียบเทียบชนิดและอัตราของฮอร์โมนพืชที่ใช้เคลือบเมล็ดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์แตงกวาหลังการเร่งอายุ. **แก่นเกษตร 45 ฉบับพิเศษ** 1: 307-313.

ชยพร แอคะรัจน์. (2546). **วิทยาการเมล็ดพันธุ์**. ฐานเกษตรกรรม. นนทบุรี.

ชิติ ศรีตนทิพย์ สันติ ช่างเจรจา สัญชัย พันธโชติ ปริญญาวดี ศรีตนทิพย์ และปรียาพร วิกาหะ. (2559). ผลของวิธีกลและสารเคมีต่อการงอกของเมล็ดมะแขว่น (Zanthoxylum limon-elle Alston). **วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 3 ฉบับพิเศษ** 1: 06/9-12.

ณัฐชญา สายคำวงศ์ และบุญมี ศิริ. (2560). การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศโดยการเคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืช. **แก่นเกษตร 45 ฉบับพิเศษ** 1: 348-354.

ดนัย บุณยเกียรติ. (2539). **สรีรวิทยาของพืช**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 216 หน้า.

ธมลวรรณ พรมอ้น. (2558) .ผลของวัสดุประสานต่อลักษณะทางกายภาพและคุณภาพ ของเมล็ดพันธุ์ยาสูบ. **วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.** 95 หน้า.

นิตย์ ศกุนรักษ์. (2541). **สรีรวิทยาของพืช**. ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 237 หน้า.

นิรันดร์ จันทวงศ์. (2536). **การเจริญและการเติบโตของพืช**. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 137 หน้า.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์. (2537). **ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**. กรุงเทพฯ: สห-มิตรออฟเซท.

บุญมี ศิริ กิตติวรรณ กล้ารอด และจักรพงษ์ กางโสภา. (2556). ผลของการเคลือบ Gibberelic acid และ Indole-3-butyric acid ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสม. หน้า. 40-45. ใน **รายงานการประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 10 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา**.

บุญมี ศิริ และสุริยา ตราชู. (2557). ผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมน Gibberellin และ Indole-3-butyric acid ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ยาสูบพันธุ์เวอร์จิเนีย. **แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ** 1: 104-109.

บุญมี ศิริ. (2558). **การปรับปรุงสภาพ และยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์**. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. ขอนแก่น.

บุญมี ศิริ กิตติวรรณ กล้ารอด และจิราภรณ์ หาญสุริย์. (2559). ผลการเคลือบเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนพืชต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม. **แก่นเกษตร 44 ฉบับพิเศษ** 1: 345-349.

พัชรา คำพันธ์, จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. (2561). ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชต่อคุณภาพและการเจริญเติบโตระยะต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์แตงกวา. **แก่นเกษตร 46 ฉบับพิเศษ** 1: 43-48.

พีรเดช ทองอำไพ. (2537). **ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย**. วิชัยการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 196 หน้า.

รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ. (2540). **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ หลักการและเทคนิค**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 219 หน้า.

ลิลลี่ กาวีต๊ะ มาลี ณ นคร ศรีสม สุวรรณวงศ์ และสุรียา ตันติวิวัฒน์. (2549). **สรีรวิทยาของพืช**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 261 หน้า.

ลำยอง ครีบผา. (2552). ผลของสมบัติทางกายภาพของวัสดุพอกต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน. **วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**. 85 หน้า.

ศศิประภา บัวแก้ว และบุญมี ศิริ. (2560). คุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมหลังการพอกด้วยวัสดุพอกที่แตกต่างกัน. **แก่นเกษตร 45 ฉบับพิเศษ** 1: 286-291.

สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์. (2560). **ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุม ประจำปี 2560**. [ออนไลน์]. ได้จาก: https://www.thasta.com/index.php/2016-05-29-01-47-24/2016-05-29-01-48-39.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. (2544). **สรีรวิทยาของพืช**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สัมพันธ์ คัมภีรานนท์. (2525). **สรีรวิทยาของพืช**. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 135 หน้า.

สัมพันธ์ คัมภิรานนท์. (2526). **ฮอร์โมนพืช**. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 147 หน้า.

Anu Rastogi1, Ameena Siddiqui1, Brij K Mishra1, Mrinalini Srivastava1, Rawli Pandey1, Pratibha Misra1, Munna Singh and Sudhir Shukla1. (2013). Effect of auxin and gibberellic acid on growth and yield components of linseed (*Linum usitatissimum* L.). **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 13: 136-143.

Bakrim, A., M. Lamhamdi, F. Sayah and F. Chibi. (2007). Effects of plant hormones and 20-hydroxyecdysone on tomato (*Lycopersicum esculentum*) seed germination and seedlings growth. **African Journal of Biotechnology** Vol. 6 (24),pp. 2792-2802.

Bengu Turkyilmaz Unal. (2013). Effects of growth regulators on seed germination, seedling growth and some aspects of metabolism of wheat under allelochemical stress. **Bangladesh** J. Bot. 42(1): 65-71.

Bhore S. J., R.S. Nadgauda and R. V. Gadre. (1999). Effect of phytohormones on root elongation

of germinating tomato *Lycopersicon esculentum* Mill. Var. Sun 5715 seedling. **Indian journal of Experimental Biology**. Vol. 37, January 1999, pp. 102-103.

Brain, P. N. and Hemming, H. G. (1957). The effect of maleic hydrazide on the growth response of plants to gibberellic acid. Ann. Appl. **Biol**. 45, 489-497.

Bruggink, G. T. (2005). Flower seed priming, pregermination, pelleting and coating. McDonald, M. B. and F. Y. Kwong (eds). Flower seed biology and technology. **CABI publishing**. USA. pp. 249–262.

Bucher D. and Pilet P. E. (1983) Auxin effects on root growth and ethylene production. **Experientia** 39: 493-494.

Cantliffe, D. J. and J. T. Watkins. (1983). More rapid germination of pepper seeds after seed treatment. Proc. Fla. **State Hort**. Soc. 96: 99-101.

Carr, D. J., D. M. Reid, and K. G. M. Skene. (1964). The supply of gibberellins from the root to the shoot. **Plania** 63: 382-392.

Copeland, L. O. and M. B. McDonald. (1995). **Seed science and technology**. Chapman & Hill. New York.

Delouche, J. C. and C. C. Baskin. (1973). Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology** 1: 427-452.

Desai, B. B., P. M. Kotecha and D. K. Salunkhe. (1997). Seed handbook biology, production, processing and storage. **Marecl Deaker**, Inc, New York.

Dhoran and Gudadhe, (2012). Effect of plant growth regulators on seed germination and seedling vigour in asparagus sprengeri Regelin. **International Research Journal of Biological Sciences**, 1(7): 6-10.

Fahad, S., L. Nie, Y. Chen, C.Wu, D. Xiong. (2015). Crop plant hormones and environmental stress. In: Sustainable Agriculture Reviews. Lichtfouse, E., (Ed.). **Springer**, China, pp-371-400.

Geneve, R. L. (1991). Seed dormancy in eastern redbud (*Cercis canadensis*). **Journal of American Society for Horticultural Science** 116(1):85-88.

Groot, S. P. C. and C. M. Karssen. (1987). Gibberellins regulate seed germination in tomato by endosperm weakening: a study with gibberellin-deficient mutants. **Planta** 171: 525-531.

Haiwei Shuai, Yongjie Meng, Xiaofeng Luo, Feng Chen, Wenguan Zhou, Yujia Dai, Ying Qi,

Junbo Du, Feng Yang, Jiang Liu, Wenyu Yang and Kai Shu. (2017). Exogenous auxin represses soybean seed germination through decreasing the gibberellin/abscisic acid (GA/ABA) ratio. **Scientific** report 7:12620. 1-11.

Halmer, P. (1987). Technical and commercial aspect of seed pelleting and film coating. **British Protection Council**, Thornton Heath : 194-204.

Halmer, P. (1988). Technical and commercial aspects of seed pelleting and filmcoating. pp. 191-204. In: T. J. Martin (ed.), Application to Seeds and Soil. Thornton Health/Surrey, British **Crop Protection Council**, England.

Halmer, P. (2004). Methods to improve seed performance in the field. In Benech-Arnold, R. L. and Sanchez, R. A. (Eds), Handbook of seed physiology: Applications to agriculture (pp. 125-166). **Food Products Press® and The Haworth Reference Press**, NY, USA. 395p.

Hill H. J. (1999). **Advances in seed technology. Original Journal of New Seeds**. The Haworth Press, Inc. Vol 1(1).

Hussain K, Hussain M, Majeed A, Nawaz K, Nisar MF and Afghan S. (2010) Morphological response of scurf pea (*Psoralea corylifolia* L.) to indole acetic acid (IAA) and nitrogen (N). **World Applied Sciences Journal** 8: 1220-1225.

ISTA. (2013). **International Rules for Seed Testing**, Edition 2013. ISTA, Switzerland.

Jakkrapong Kangsopa and Boonmee Siri. (2017). Improvement of lettuce germination and seedling growth by seed pelleting with ammonium nitrate compound. **KHON KAEN AGR. J.** 45 (4): 741-750.

Kim, J. D., C. H. Kwon, S. G. Kim, J. K. Kim and S. N. Hur. (2005). Development of seed pelleting technique for surface sowing of alfalfa. **Journal of Animal Science and Technology** 47: 475-480.

Kumar, M., R. K. Agnihotri, R.Vamil and R. Sharma. (2014). Effect of phytohormones on seed germination and seedling growth of Coriandrum sativum L. **Pakistan Journal of Biological Sciences** 17(4): 584-596.

Longden, P. C. (1975). Sugar beet seed pelleting. **Advance in Agronomy Quarterly Review** 18: 73-80.

Lutchmeah, R. S., and R. C. Cooke. (1985). Pelleting of seed with the antagonist *Pythium oligandrum* for biological control of damping-off. **Plant Pathology** 34: 528-531.

MacLeod, A. M. and Miller, (1962). Effects of gibberellic acid on barley eddosperm. **J Inst Brewing**, 59:322-332.

Maku, J., O. A. E. Gbadamosi, and S. A. Oke. (2014). Effect of some growth hormones on seed germination and seedling growth of *tetrapleuratetraptera* (thaub**). International Journal of Plant Research**, 4(1): 36-42.

Maryam, M., M. N. Esfahani and S. Mansour. (2006). The use of seed pelleting in order to delay germination of *Trifolium repen* L. **Pakistan Journal of Biological Science** 9: 893-897.

Momonoki Y. S., Schulze A., and Bandurski R. S. (1983) Effect of deseeding on the indole-3-acetic acid content of shoots and roots of *Zea mays* seedlings. **Plant Physiol** 72: 526-529.

Mohammad Rezvani and Faezeh Zaefarian. (2017). Effect of some environmental factors on seed germination of *Eryngium caeruleum* M. Bieb. popolations. **Acta Botanica Brasilica** 31(2): 220-228.

Naeem, M., Bhatti, I., Ahmad, R. H. and Ashraf M. Y. (2004).Effects of some growth hormones ($Ga_3$, IAA and Kinetin) on the morphology and early or delayed initiation of bud of lentil pakistan. **Journal of Botany** 36: 801 809.

Plus, E. E. and V. N. Lambeth. (1974). Chemical stimulation of germination rate in aged tomato seed. **Journal of the American Society of Horticultural Science** 99: 9-12.

Qing, Y. W. (2006). **Effects of GA3, 6-BA and 2,4-D applied in cucumber seed film coating** (Abstract). [online]. from: http://goo.gl/q4X3un

Ramesh, K. and V. Thirumurugan. (2001). Effect of seed pelleting and foliar nutrition on growth of soybean. **Madras Agricultural Journal** 88: 465-468.

Robinson, F. E. and K. S. Mayberry. (1976). Seed coating, precision planting and sprinkler irrigation for optimum stand establishment. **Agronomy Journal** 68: 694-695.

Ryder, E. J. (1998). Lettuce, Endive and Chicory. **CABI Publishing**. USA p.79

San Francisco, S., Houdusse, F., Zamarreno, A. M,, Garnica, M., Casanova, E. and Garcia-Mina, J. M. (2005). Effects of IAA and IAA precursors on the development, mineral nutrition, IAA content and free polyamine content of pepper plants cultivated in hydroponic conditions. **Sci. Horti**., 106, 38-52.

Shittu, G. A., Adeleke, J. A. (1999). Effect of gibberellic acid on the growth and development of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivar 158-3. **Global J.** Pure Appl. Sci., 5:

27-30.

Slavov, S., Onckelen, H. V., Batchvarova, R., Atanassov, A., Prinsen, E. (2003). IAA production during germination of *Orobanche* spp. seeds. J**. Plant Physiol**., 161, 847-853.

Smith, A. E. and R. Miller. (1987). Seed pellets for improved seed distribution of small seeded forages crops. **Journal of Seed Technology** 11: 42-51.

Stanislaw Lewak and Anwar A. Khan. (1977). Mode of action of gibberellic acid and light on lettuce seed germination. **Plant Physiol** 60: 575-577.

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

Taylor, A. G., P. S. Allen, M. A. Bennett, K. J. Bradford, J. S. Burris, and M. K. Misra. (1998). Seed Enchancements. **Seed Science Research** 8: 245-256.

TeKrony, D. M. and Egli, D. B. (1977). Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. **Crop sci**. 17: 573-577.

Thompson, H. C. and Kelly, W. C. (1957). Vegetable Crops. **McGraw Hill Book Company** Inc., New York.

Tognoni, F., A. H. Halevy, and S. H. Wittwer. (1967). Growth of bean and tomato plants as affected by root absorbed growth substances and atmospheric carbon dioxide. **Planta** 72: 43-52.

Wang Xiao-hong. (2007). Effect of $ga_3$ and others on seed germination and seeding vigor of *Cucumis sativus* L (Abstract). **Journal of Anhui Agricultural Sciences**. [online]. from: https://goo.gl/WtgQcg

Weaver, R. J. (1972). Plant growth substances in agriculture, W. H. **Freemand and Company**, San Francisco.

Wright, D. A., J. Swaminathan, M. Blaser, and T. A. Jackson. (2005). Carrot seed coating with Bacteria for seedling protection from grass grub damage. **New Zealand Plant Protection** 58: 229–233.

Wu, Y., Q. Liu, H. He, B. Lin and H. Yin. (2004). Effects of light and temperature on seed germination of *Picea asperata* and *Betula albosinensis*. **Ying yong sheng tai xue bao** 15(12): 2229-2232.

Xiaodong Liu, Hong Zhang, Yang Zhao, Zhengyan Feng, Qun Li, Hong-Quan Yang, Sheng Luan, Jianming Li, and Zu-Hua He. (2013). Auxin controls seed dormancy through stimulation

of abscisic acid signaling by inducing ARF-mediated ABI3 activation in arabidopsis. **Proceedings of the National Academy of Sciences**: vol.110 no.38 15485-15490.

Yang Wen Qing. (2006). **Effects of $GA_3$, 6-BA and 2,4-D Applied in Cucumber Seed Film Coating** (Abstract). [online]. from: http://www.dissertationtopic.net/doc/1002130

Zenk, P. (2004). Seed coatings get serious. [online]. from http://farmindustrynews.com/mag

Zhao Guangwu and Jiang Xuwen. (2014). Roles of gibberellin and auxin in promoting seed germination and seedling vigor in *Pinus massoniana*. **Forest Science** 60(2): 367-373.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 1** ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพกายภาพการพอกเมล็ดผักกาดหอม

| Source | Dependent Variable | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| physical qaulity of pelleting | ความกร่อน | 4734.860 | 5 | 946.972 | 705.061** | 0.00 |
| | ความเป็นกรด-ด่าง | 0.911 | 5 | 0.182 | 92.885** | 0.00 |
| | การละลายน้ำ | 0.023 | 5 | 0.005 | 79.371** | 0.00 |
| | น้ำหนัก 1,000 เมล็ด | 40.796 | 5 | 8.159 | 102.049** | 0.00 |
| Error | ความกร่อน | 24.176 | 18 | 1.343 | | |
| | ความเป็นกรด-ด่าง | 0.035 | 18 | 0.002 | | |
| | การละลายน้ำ | 0.001 | 18 | 5.833E-5 | | |
| | น้ำหนัก 1,000 เมล็ด | 1.439 | 18 | 0.080 | | |
| Corrected Total | ความกร่อน | 4759.036 | 23 | | | |
| | ความเป็นกรด-ด่าง | 0.947 | 23 | | | |
| | การละลายน้ำ | 0.024 | 23 | | | |
| | น้ำหนัก 1,000 เมล็ด | 42.235 | 23 | | | |

** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 2** ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมพอก ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

| Source | Dependent Variable | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seed quality | ความงอก | 4.429 | 6 | 0.738 | 0.954$^{ns}$ | 0.47 |
| | ความเร็วในการงอก | 153.496 | 6 | 25.583 | 57.320$^{**}$ | 0.00 |
| | ความยาวยอด | 0.030 | 6 | 0.005 | 1.211$^{ns}$ | 0.33 |
| | ความยาวราก | 0.003 | 6 | 0.000 | 0.135$^{ns}$ | 0.99 |
| | น้ำหนักสด | 0.000 | 6 | 1.842E-5 | 0.327$^{ns}$ | 0.91 |
| | น้ำหนักแห้ง | 8.850E-7 | 6 | 1.475E-7 | 0.391$^{ns}$ | 0.87 |
| Error | ความงอก | 16.250 | 21 | 0.774 | | |
| | ความเร็วในการงอก | 9.373 | 21 | 0.446 | | |
| | ความยาวยอด | 0.086 | 21 | 0.004 | | |
| | ความยาวราก | 0.075 | 21 | 0.004 | | |
| | น้ำหนักสด | 0.001 | 21 | 5.634E-5 | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 7.927E-6 | 21 | 3.775E-7 | | |
| Corrected Total | ความงอก | 20.679 | 27 | | | |
| | ความเร็วในการงอก | 162.868 | 27 | | | |
| | ความยาวยอด | 0.116 | 27 | | | |
| | ความยาวราก | 0.078 | 27 | | | |
| | น้ำหนักสด | 0.001 | 27 | | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 8.813E-6 | 27 | | | |

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 3** ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมพอก ภายใต้สภาพเรือนทดลอง

| Source | Dependent Variable | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seed quality | ความงอก | 20.429 | 6 | 3.405 | 1.776$^{ns}$ | 0.15 |
| | ความเร็วในการงอก | 11.347 | 6 | 1.891 | 4.694$^{**}$ | 0.00 |
| | ความยาวยอด | 0.002 | 6 | 0.000 | 0.075$^{ns}$ | 0.99 |
| | ความยาวราก | 0.032 | 6 | 0.005 | 1.588$^{ns}$ | 0.20 |
| | น้ำหนักสด | 0.000 | 6 | 2.305E-5 | 0.414$^{ns}$ | 0.86 |
| | น้ำหนักแห้ง | 1.460E-6 | 6 | 2.433E-7 | 0.642$^{ns}$ | 0.69 |
| Error | ความงอก | 40.250 | 21 | 1.917 | | |
| | ความเร็วในการงอก | 8.460 | 21 | 0.403 | | |
| | ความยาวยอด | 0.089 | 21 | 0.004 | | |
| | ความยาวราก | 0.071 | 21 | 0.003 | | |
| | น้ำหนักสด | 0.001 | 21 | 5.569E-5 | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 7.960E-6 | 21 | 3.790E-7 | | |
| Corrected Total | ความงอก | 60.679 | 27 | | | |
| | ความเร็วในการงอก | 19.806 | 27 | | | |
| | ความยาวยอด | 0.090 | 27 | | | |
| | ความยาวราก | 0.103 | 27 | | | |
| | น้ำหนักสด | 0.001 | 27 | | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 9.420E-6 | 27 | | | |

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 4** ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่แช่ร่วมกับฮอร์โมน กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

| Source | Dependent Variable | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seed quality | ความงอก | 0.035 | 15 | 0.002 | 1.760$^{ns}$ | 0.07 |
| | ความเร็วในการงอก | 69.466 | 15 | 4.631 | 15.760$^{**}$ | 0.00 |
| | ความยาวยอด | 21.964 | 15 | 1.464 | 36.742$^{**}$ | 0.00 |
| | ความยาวราก | 1.424 | 15 | 0.095 | 1.222$^{ns}$ | 0.28 |
| | น้ำหนักสด | 0.061 | 15 | 0.004 | 28.893$^{**}$ | 0.00 |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.001 | 15 | 4.713E-5 | 25.806$^{**}$ | 0.00 |
| Error | ความงอก | 0.063 | 48 | 0.001 | | |
| | ความเร็วในการงอก | 14.105 | 48 | 0.294 | | |
| | ความยาวยอด | 1.913 | 48 | 0.040 | | |
| | ความยาวราก | 3.728 | 48 | 0.078 | | |
| | น้ำหนักสด | 0.007 | 48 | 0.000 | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 8.766E-5 | 48 | 1.826E-6 | | |
| Corrected Total | ความงอก | 0.098 | 63 | | | |
| | ความเร็วในการงอก | 83.571 | 63 | | | |
| | ความยาวยอด | 23.877 | 63 | | | |
| | ความยาวราก | 5.152 | 63 | | | |
| | น้ำหนักสด | 0.067 | 63 | | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.001 | 63 | | | |

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 5** ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่แช่ร่วมกับฮอร์โมน กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

| Source | Dependent Variable | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seed quality | ความงอก | 7.491 | 15 | 0.499 | 2.112* | 0.02 |
| | ความเร็วในการงอก | 334.735 | 15 | 22.316 | 84.628** | 0.00 |
| | ความยาวยอด | 23.728 | 15 | 1.582 | 182.404** | 0.00 |
| | ความยาวราก | 3.670 | 15 | 0.245 | 9.145** | 0.00 |
| | น้ำหนักสด | 0.037 | 15 | 0.002 | 9.713** | 0.00 |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.001 | 15 | 5.963E-5 | 14.709** | 0.00 |
| Error | ความงอก | 11.349 | 48 | 0.236 | | |
| | ความเร็วในการงอก | 12.657 | 48 | 0.264 | | |
| | ความยาวยอด | 0.416 | 48 | 0.009 | | |
| | ความยาวราก | 1.284 | 48 | 0.027 | | |
| | น้ำหนักสด | 0.012 | 48 | 0.000 | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.000 | 48 | 4.054E-6 | | |
| Corrected Total | ความงอก | 18.840 | 63 | | | |
| | ความเร็วในการงอก | 347.393 | 63 | | | |
| | ความยาวยอด | 24.144 | 63 | | | |
| | ความยาวราก | 4.954 | 63 | | | |
| | น้ำหนักสด | 0.049 | 63 | | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.001 | 63 | | | |

* = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 6** ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่แช่ร่วมกับฮอร์โมน กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงต่ำ ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

| Source | Dependent Variable | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seed quality | ความงอก | 6.012 | 15 | 0.401 | 5.009** | 0.00 |
| | ความเร็วในการงอก | 169.054 | 15 | 11.270 | 62.166** | 0.00 |
| | ความยาวยอด | 17.563 | 15 | 1.171 | 86.622** | 0.00 |
| | ความยาวราก | 6.258 | 15 | 0.417 | 12.309** | 0.00 |
| | น้ำหนักสด | 0.020 | 15 | 0.001 | 4.676** | 0.00 |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.000 | 15 | 2.479E-5 | 5.118** | 0.00 |
| Error | ความงอก | 3.840 | 48 | 0.080 | | |
| | ความเร็วในการงอก | 8.702 | 48 | 0.181 | | |
| | ความยาวยอด | 0.649 | 48 | 0.014 | | |
| | ความยาวราก | 1.627 | 48 | 0.034 | | |
| | น้ำหนักสด | 0.013 | 48 | 0.000 | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.000 | 48 | 4.843E-6 | | |
| Corrected Total | ความงอก | 9.852 | 63 | | | |
| | ความเร็วในการงอก | 177.756 | 63 | | | |
| | ความยาวยอด | 18.212 | 63 | | | |
| | ความยาวราก | 7.885 | 63 | | | |
| | น้ำหนักสด | 0.033 | 63 | | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.001 | 63 | | | |

** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 7** ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่แช่ร่วมกับฮอร์โมน กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง ภายใต้สภาพเรือนทดลอง

| Source | Dependent Variable | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seed quality | ความงอก | 9.287 | 15 | 0.619 | 25.123** | 0.00 |
| | ความเร็วในการงอก | 868.840 | 15 | 57.923 | 214.643** | 0.00 |
| | ความยาวยอด | 20.248 | 15 | 1.350 | 22.976** | 0.00 |
| | ความยาวราก | 4.680 | 15 | 0.312 | 4.655** | 0.00 |
| | น้ำหนักสด | 0.077 | 15 | 0.005 | 6.133** | 0.00 |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.001 | 15 | 4.925E-5 | 28.038** | 0.00 |
| Error | ความงอก | 1.183 | 48 | 0.025 | | |
| | ความเร็วในการงอก | 12.953 | 48 | 0.270 | | |
| | ความยาวยอด | 2.820 | 48 | 0.059 | | |
| | ความยาวราก | 3.217 | 48 | 0.067 | | |
| | น้ำหนักสด | 0.040 | 48 | 0.001 | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 8.431E-5 | 48 | 1.756E-6 | | |
| Corrected Total | ความงอก | 10.470 | 63 | | | |
| | ความเร็วในการงอก | 881.793 | 63 | | | |
| | ความยาวยอด | 23.068 | 63 | | | |
| | ความยาวราก | 7.897 | 63 | | | |
| | น้ำหนักสด | 0.117 | 63 | | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.001 | 63 | | | |

** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 8** ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่แช่ร่วมกับฮอร์โมน กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง ภายใต้สภาพเรือนทดลอง

| Source | Dependent Variable | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seed quality | ความงอก | 8.420 | 15 | 0.561 | 3.919** | 0.00 |
| | ความเร็วในการงอก | 233.871 | 15 | 15.591 | 69.940** | 0.00 |
| | ความยาวยอด | 20.418 | 15 | 1.361 | 35.573** | 0.00 |
| | ความยาวราก | 3.958 | 15 | 0.264 | 5.823** | 0.00 |
| | น้ำหนักสด | 0.033 | 15 | 0.002 | 14.442** | 0.00 |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.001 | 15 | 3.374E-5 | 19.917** | 0.00 |
| Error | ความงอก | 6.875 | 48 | 0.143 | | |
| | ความเร็วในการงอก | 10.700 | 48 | 0.223 | | |
| | ความยาวยอด | 1.837 | 48 | 0.038 | | |
| | ความยาวราก | 2.175 | 48 | 0.045 | | |
| | น้ำหนักสด | 0.007 | 48 | 0.000 | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 8.132E-5 | 48 | 1.694E-6 | | |
| Corrected Total | ความงอก | 15.294 | 63 | | | |
| | ความเร็วในการงอก | 244.571 | 63 | | | |
| | ความยาวยอด | 22.255 | 63 | | | |
| | ความยาวราก | 6.133 | 63 | | | |
| | น้ำหนักสด | 0.040 | 63 | | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.001 | 63 | | | |

** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 9** ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่พอกร่วมกับฮอร์โมน กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

| Source | Dependent Variable | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seed quality | ความงอก | 0.014 | 16 | 0.001 | 1.518$^{ns}$ | 0.13 |
| | ความเร็วในการงอก | 211.220 | 16 | 13.201 | 42.612$^{**}$ | 0.00 |
| | ความยาวยอด | 36.600 | 16 | 2.287 | 97.532$^{**}$ | 0.00 |
| | ความยาวราก | 1.622 | 16 | 0.101 | 9.720$^{**}$ | 0.00 |
| | น้ำหนักสด | 0.049 | 16 | 0.003 | 30.925$^{**}$ | 0.00 |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.000 | 16 | 2.758E-5 | 28.529$^{**}$ | 0.00 |
| Error | ความงอก | 0.030 | 51 | 0.001 | | |
| | ความเร็วในการงอก | 15.800 | 51 | 0.310 | | |
| | ความยาวยอด | 1.196 | 51 | 0.023 | | |
| | ความยาวราก | 0.532 | 51 | 0.010 | | |
| | น้ำหนักสด | 0.005 | 51 | 9.832E-5 | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 4.931E-5 | 51 | 9.668E-7 | | |
| Corrected Total | ความงอก | 0.045 | 67 | | | |
| | ความเร็วในการงอก | 227.020 | 67 | | | |
| | ความยาวยอด | 37.796 | 67 | | | |
| | ความยาวราก | 2.155 | 67 | | | |
| | น้ำหนักสด | 0.054 | 67 | | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.000 | 67 | | | |

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 10** ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่พอกร่วมกับฮอร์โมน กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

| Source | Dependent Variable | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seed quality | ความงอก | 01.382 | 16 | 0.086 | 12.468** | 0.00 |
| | ความเร็วในการงอก | 213.981 | 16 | 13.374 | 142.755** | 0.00 |
| | ความยาวยอด | 56.826 | 16 | 3.552 | 56.451** | 0.00 |
| | ความยาวราก | 3.658 | 16 | 0.229 | 7.837** | 0.00 |
| | น้ำหนักสด | 0.039 | 16 | 0.002 | 8.113** | 0.00 |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.001 | 16 | 3.125E-5 | 16.389** | 0.00 |
| Error | ความงอก | 0.353 | 51 | 0.007 | | |
| | ความเร็วในการงอก | 4.778 | 51 | 0.094 | | |
| | ความยาวยอด | 3.209 | 51 | 0.063 | | |
| | ความยาวราก | 1.488 | 51 | 0.029 | | |
| | น้ำหนักสด | 0.015 | 51 | 0.000 | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 9.726E-5 | 51 | 1.907E-6 | | |
| Corrected Total | ความงอก | 1.736 | 67 | | | |
| | ความเร็วในการงอก | 218.759 | 67 | | | |
| | ความยาวยอด | 60.034 | 67 | | | |
| | ความยาวราก | 5.146 | 67 | | | |
| | น้ำหนักสด | 0.054 | 67 | | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.001 | 67 | | | |

** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 11** ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่พอกร่วมกับฮอร์โมน กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงต่ำ ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

| Source | Dependent Variable | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seed quality | ความงอก | 0.920 | 16 | 0.057 | 5.564** | 0.00 |
| | ความเร็วในการงอก | 28.321 | 16 | 1.770 | 7.781** | 0.00 |
| | ความยาวยอด | 31.002 | 16 | 1.938 | 96.252** | 0.00 |
| | ความยาวราก | 4.966 | 16 | 0.310 | 17.779** | 0.00 |
| | น้ำหนักสด | 0.014 | 16 | 0.001 | 5.563** | 0.00 |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.000 | 16 | 1.104E-5 | 6.677** | 0.00 |
| Error | ความงอก | 0.527 | 51 | 0.010 | | |
| | ความเร็วในการงอก | 11.601 | 51 | 0.227 | | |
| | ความยาวยอด | 1.027 | 51 | 0.020 | | |
| | ความยาวราก | 0.890 | 51 | 0.017 | | |
| | น้ำหนักสด | 0.008 | 51 | 0.000 | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 8.435E-5 | 51 | 1.654E-6 | | |
| Corrected Total | ความงอก | 1.447 | 67 | | | |
| | ความเร็วในการงอก | 39.922 | 67 | | | |
| | ความยาวยอด | 32.029 | 67 | | | |
| | ความยาวราก | 5.856 | 67 | | | |
| | น้ำหนักสด | 0.022 | 67 | | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.000 | 67 | | | |

** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 12** ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่พอกร่วมกับฮอร์โมน กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงสูง ภายใต้สภาพเรือนทดลอง

| Source | Dependent Variable | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seed quality | ความงอก | 0.159 | 16 | 0.010 | 2.753** | 0.00 |
| | ความเร็วในการงอก | 106.343 | 16 | 6.646 | 32.193** | 0.00 |
| | ความยาวยอด | 4.300 | 16 | 0.269 | 42.580** | 0.00 |
| | ความยาวราก | 6.577 | 16 | 0.411 | 41.140** | 0.00 |
| | น้ำหนักสด | 0.053 | 16 | 0.003 | 41.317** | 0.00 |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.000 | 16 | 2.139E-5 | 17.931** | 0.00 |
| Error | ความงอก | 0.184 | 51 | 0.004 | | |
| | ความเร็วในการงอก | 10.529 | 51 | 0.206 | | |
| | ความยาวยอด | 0.322 | 51 | 0.006 | | |
| | ความยาวราก | 0.510 | 51 | 0.010 | | |
| | น้ำหนักสด | 0.004 | 51 | 8.080E-5 | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 6.084E-5 | 51 | 1.193E-6 | | |
| Corrected Total | ความงอก | 0.343 | 67 | | | |
| | ความเร็วในการงอก | 116.872 | 67 | | | |
| | ความยาวยอด | 4.622 | 67 | | | |
| | ความยาวราก | 7.087 | 67 | | | |
| | น้ำหนักสด | 0.058 | 67 | | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.000 | 67 | | | |

** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 13** ค่าการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่พอกร่วมกับฮอร์โมน กลุ่มเมล็ดพันธุ์แข็งแรงปานกลาง ภายใต้สภาพเรือนทดลอง

| Source | Dependent Variable | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seed quality | ความงอก | 1.151 | 16 | 0.072 | 2.994** | 0.00 |
| | ความเร็วในการงอก | 94.020 | 16 | 5.876 | 31.880** | 0.00 |
| | ความยาวยอด | 5.969 | 16 | 0.373 | 26.831** | 0.00 |
| | ความยาวราก | 7.434 | 16 | 0.465 | 13.681** | 0.00 |
| | น้ำหนักสด | 0.018 | 16 | 0.001 | 15.271** | 0.00 |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.000 | 16 | 1.611E-5 | 19.540** | 0.00 |
| Error | ความงอก | 1.225 | 51 | 0.024 | | |
| | ความเร็วในการงอก | 9.401 | 51 | 0.184 | | |
| | ความยาวยอด | 0.709 | 51 | 0.014 | | |
| | ความยาวราก | 1.732 | 51 | 0.034 | | |
| | น้ำหนักสด | 0.004 | 51 | 7.466E-5 | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 4.204E-5 | 51 | 8.243E-7 | | |
| Corrected Total | ความงอก | 2.376 | 67 | | | |
| | ความเร็วในการงอก | 103.421 | 67 | | | |
| | ความยาวยอด | 6.678 | 67 | | | |
| | ความยาวราก | 9.166 | 67 | | | |
| | น้ำหนักสด | 0.022 | 67 | | | |
| | น้ำหนักแห้ง | 0.000 | 67 | | | |

** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# ประวัติผู้เขียน

นายธนาคาร กาวดิลก เกิดเมื่อวันที่ 21 เมษายน 2534 ที่จังหวัดอุบลราชธานี ได้เข้าศึกษาและสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช ต่อมาในปี พ.ศ. 2552 ได้เข้าศึกษาระดับปริญญาตรีที่สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และในปี พ.ศ. 2555 ได้สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตพืช) โดยได้ผ่านการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาจากบริษัทแอร์ออร์คิดส์ & แล็ป ในปี พ.ศ. 2556 ได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ขณะศึกษาได้รับทุน (OROG) ระดับบัณฑิตศึกษา พร้อมทั้งเป็นผู้ช่วยสอนในสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี