

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การศึกษาสารเคมีบางชนิดที่มีผลต่อการงอกของถั่วงอก

Effect of Some Chemicals on the Germination of Bean Sprout (*Phaseolus aureus* L.)



สภ.ว.

๒/ 33717

2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

108876

- 2 ต.ค. 2553

เสนอ

b. 12229118
i.

ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตพืช)

พุทธศักราช 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

การศึกษาศาสตร์เคมีบางชนิดที่มีผลต่อการงอกของถั่วงอก

Effect of Some Chemicals on the Germination of Bean Sprout (*Phaseolus aureus* L.)

โดย

นายประภัสร์ จันทรน้อย

ได้รับพิจารณาโดย

.....

(รศ. ภัญชณา มีแก้วกฤษกร)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

วันที่ ๕/๗ เดือน ๗ พ.ศ. ๕๗

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ. สมภพ จิตะวสันต์)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ ๕/๗ เดือน ๗ พ.ศ. ๕๗

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : การศึกษาสารเคมีบางชนิดที่มีผลต่อการงอกของถั่วงอก
โดย : นายประภัสร์ จันทรน้อย
สาขาวิชา : เทคโนโลยีการผลิตพืช
ภาควิชา : พืชสวน
คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ภัญญา มีแก้วกฤษกร

บทคัดย่อ

การศึกษاثิทธิพลของสารเคมี $\text{Ca}(\text{OH})_2$, น้ำผึ้ง, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ผสม ethrel และ ethrel เปรียบเทียบกับน้ำเปล่า ต่อการเจริญเติบโตของผลผลิตและคุณภาพของถั่วงอก โดยทำการทดลองแบบ Completely Randomized Design จำนวน 5 วิธีการ 3 ซ้ำ ได้แก่ วิธีการที่ 1 แช่น้ำเปล่าเพียงอย่างเดียว(control) วิธีการที่ 2 แช่น้ำผึ้ง 5 % วิธีการที่ 3 แช่น้ำ ethrel 25 ppm วิธีการที่ 4 แช่น้ำ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 100 % วิธีการที่ 5 แช่น้ำ ethrel 25 ppm ผสม $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 100 % ทุกวิธีการใช้เมล็ดถั่วเขียวแช่สารเป็นเวลา 12 ชั่วโมงหลังจากนั้นนำไปใส่ในกระถางดินเผาปิดด้วยผ้าพลาสติกรดน้ำทุก 4 ชั่วโมง เมื่อทำการทดลองครบ 4 วัน ปรากฏว่า วิธีการที่ 3 ใช้ ethrel 25 ppm จะให้ผลผลิตถั่วงอกมีลักษณะอ้วนสั้นเป็นที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภคเหมาะสำหรับใช้ผลิตเพื่อเป็นการค้า ส่วนวิธีการที่ 2,3,4 และ control ให้ผลผลิตไม่เป็นที่ต้องการของตลาด

Title :Effect of Some Chemicals on the Germination of Bean Sprout(*Phaseolus aureus* L.)
By :Mr. Prapat Chanoi
Major :Department of Plant Production Technology
Department :Horticulture
Faculty :Agricultural Technology
Advisor :Assoc.Prof. Panchana Meekaewkunchorn

Abstract

Study on some kinds of chemical substances for germination quality of bean sprout. The experiment was completely randomized design, 5 treatments, 3 replications. The treatments were: given water every 4 hours (control), honey 5%, ethrel 25 ppm, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 100 % and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 100 % mixed ethrel 25 ppm 1:1. Socking mung beans in each treatment 12 hours brought them in pots 12" covered with plastic after that every treatment was given water every 4 hours for 3 days. The results were ethrel 25 ppm gave the largest and shortest hypocotyl which was the marketable accepted and control (water) gave the longest hypocotyl which no one accepted quality.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการศึกษาปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ได้ดำเนินการทดลองเสร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์ภัญญา มีแก้วกฤษร อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนสมบูรณ์ทุกประการ ทางกระผมผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

สุดท้ายกระผมผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้อง เพื่อนๆของกระผมและขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และพนักงาน สจล. คณะเทคโนโลยีการเกษตรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนในการทดลองครั้งนี้จนเสร็จลุล่วงไปด้วยดี

(นายประภัสร์ จันทร์น้อย)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาคผนวก	ข
สารบัญภาพ	ค
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	14
ผลการทดลอง	15
วิจารณ์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	16
สรุปผลการทดลอง	17
เอกสารอ้างอิง	18
ภาคผนวก	19



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1. แสดงผลการทดลองของผลผลิต ความยาว hypocotyl และเส้นผ่าศูนย์กลาง
หลังเพาะได้ 4 วัน

16



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1. น้ำหนักโดยเฉลี่ย(กรัม)ของถั่วงอกในแต่ละวิธีการมีดังนี้	20
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (น้ำหนัก)	20
3. ความยาวโดยเฉลี่ย(เซ็นติเมตร)ของ Hypocotyl ของถั่วงอกในแต่ละวิธีการมีดังนี้	21
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (ความยาวของ Hypocotyl)	21
5. เส้นผ่าศูนย์กลางโดยเฉลี่ย(มิลลิเมตร)ของ Hypocotyl ของถั่วงอก ในแต่ละวิธีการมีดังนี้	22
6. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (เส้นผ่าศูนย์กลางของ Hypocotyl)	22



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. การใช้ผ้าพลาสติกคลุมกระถางเพื่อป้องกันไม่ให้ถั่วงอกถูกแสงแดด	23
2. เปรียบเทียบสภาพของถั่วงอกในแต่ละวิธี	23
3. การวัดความยาว hypocotyl ของถั่วงอกด้วยไม้บรรทัด	24
4. การวัดเส้นผ่าศูนย์กลาง hypocotyl ของถั่วงอกด้วยเวอร์เนีย	24
5. ลักษณะของถั่วงอกแต่ละชนิดที่ได้จากการใช้สารเคมีบางชนิดในแต่ละวิธีการ เมื่อเปรียบเทียบกับ control	25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ถั่วเขียวมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Phaseolus aureus* L. ถั่วเขียวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น นำมาทำขนม อาหาร และสิ่งสำคัญ คือ สามารถนำมาใช้เพาะถั่วงอกได้

ถั่วงอกเป็นผลผลิตที่ได้จากการเพาะถั่วเขียวอายุประมาณ 3-4 วัน เนื่องจากถั่วงอกเป็นพืชที่เพาะง่าย และสามารถนำมาบริโภคแทนผักสดกินอย่างแพร่หลาย และเป็นพืชผักปลอดสารพิษ จึงมีผู้ทำการเพาะถั่วงอกเป็นอาชีพกันมาก เนื่องจากใช้ต้นทุนน้อยและให้ผลตอบแทนสูงกว่าส่วนการทดลองในครั้งนี้จะใช้สาร Ca(OH)_2 , ethrel , ethrel ผสม Ca(OH)_2 , น้ำผึ้ง เนื่องจากไม่ทำให้เกิดสารพิษตกค้าง ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และการใช้สารชนิดต่างๆ ที่กล่าวมาก็เพื่อใช้ในการทดลองเพื่อจะได้นำไปพัฒนาการเพาะถั่วงอกเพื่อการค้าให้ดียิ่งขึ้น ปัจจุบันถั่วงอกในตลาดส่วนใหญ่จะมีการปลอมปนของสารเคมีที่เป็นอันตรายอยู่มากอาทิเช่น ฟอมาริน เพื่อทำให้ถั่วงอกเก็บไว้จำหน่ายได้นานและสารฟอกขาวที่ทำให้ถั่วงอกไม่ดำ ซึ่งสารเหล่านี้จะสะสมภายในร่างกายของผู้บริโภคนำไปสู่สารก่อมะเร็ง ซึ่งเราสามารถใช่วิธีเก็บรักษาไว้โดยวิธีอื่น โดยการแช่น้ำสารส้มหรือน้ำผสมน้ำส้มสายชูในปริมาณที่เหมาะสม เราก็จะได้ถั่วงอกที่กรอบอร่อยไม่ดำและยังปลอดสารพิษอีกด้วย



วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของสาร Ca(OH)_2 , น้ำผึ้ง, ethrel ผสม Ca(OH)_2 , และ ethrel ต่อการเพาะถั่วงอก : ผลผลิตและลักษณะของถั่วงอก
2. เพื่อเผยแพร่ความรู้หรือเทคนิคในการเพาะถั่วงอกเพื่อการค้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ชนิดของถั่ว

เพิ่มพูน(2531)กล่าวว่า ถั่วเขียวที่ปลูกกันในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 4 ชนิดโดยขึ้นอยู่กับรูปร่างและลักษณะของเมล็ดดังนี้

ถั่วเขียวธรรมดาหรือถั่วเขียวเมล็ดด้าน เป็นพันธุ์ที่นิยมใช้ทำถั่วงอก วั่นเส้นและส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ถั่วเขียวชนิดนี้ถ้าปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ และน้ำเพียงพอจะได้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ คือ 400 กิโลกรัม/ไร่

ถั่วทองหรือถั่วเขียวสีทอง ถั่วเขียวนชนิดนี้มีลักษณะลำต้น ใบและฝักเหมือนกับถั่วเขียวเมล็ดด้าน อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 90 วัน เมล็ดมีสีทอง ประโยชน์ใช้ทำขนม เพราะมีสีสวยสวยงามนำรับประทาน

ถั่วเขียวมันเมล็ดใหญ่ เป็นถั่วงอกที่มีเมล็ดเป็นมัน มีสีดำ เหมาะที่จะปลูกเป็นการค้าเพราะให้ผลผลิตสูงและขายได้ราคาดี ตลาดต่างประเทศต้องการถั่วเขียวชนิดนี้มาก ถั่วเขียวมันเมล็ดใหญ่อยังแบ่งออกได้เป็น 2 พวก ตามสีของฝักแก่ คือ พวกที่เมื่อฝักแก่เปลือกฝักจะเปลี่ยนเป็นสีขาวนวล และอีกพวกหนึ่ง เมื่อฝักแก่จะเปลี่ยนเป็นสีดำ

ถั่วเขียวพิวคำ มีลักษณะ ลำต้น ใบและฝักคล้ายถั่วเขียวธรรมดาแต่มีขนตามกิ่ง ก้าน ใบและฝักบางพันธุ์มีลำต้นสูง และทอดยอด ฝักแก่สีดำไม่แตกง่าย เมล็ดมีสีดำ นิยมใช้เพาะถั่วงอกเพราะต้นถั่วงอกที่ได้มีความอวบอ้วน ขาว นำรับประทาน และคงความสดไว้ได้นานกว่าถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวธรรมดา

พันธุ์ถั่วเขียว

ถั่วเขียวที่ปลูกในประเทศไทยมีมากมายหลายพันธุ์ด้วยกัน และมักจะทำให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ในปัจจุบันนี้หน่วยงานของกรมวิชาการเกษตรพยายามที่จะคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียว เพื่อให้มีผลผลิตสูงและต้านทานโรค เท่าที่ปลูกกันในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้คือ

- ถั่วเขียวพันธุ์อุ้มทอง 1
- ถั่วเขียวพันธุ์อุ้มทอง 2
- ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1
- ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2
- ถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 60
- ถั่วเขียวพันธุ์บ้านแพรก 1

การงอกของเมล็ด (The germination of seeds)

เนาวรัตน์(2526)กล่าวว่า Bewley และ Black (1985) ซึ่งเป็นนักสรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์พบว่า ขบวนการงอก (germination process) คือขบวนการที่เริ่มตั้งแต่การดูดน้ำของเมล็ด (imbibition) และสิ้นสุดที่การยึดตัวของแกนคัพภะ (โดยปกติเป็นราก) ในระหว่างการงอกมีเหตุการณ์ต่าง ๆ เกิดขึ้น ได้แก่ การดูดน้ำของโปรตีน (protein hydration) การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างต่าง ๆ ภายในเซลล์ การหายใจ การสังเคราะห์สาร โมเลกุลใหญ่และการยึดตัวของเซลล์ เหตุการณ์เหล่านี้มีผลรวมกัน ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพจากคัพภะแห่งที่อยู่ในภาวะเฉื่อย (resting of quiescent embryo) ไปสู่คัพภะที่มีเมตาโบลิซึมสูง จะปรากฏมีการเจริญเติบโตออกมาให้เห็น ดังนั้นขบวนการงอก ในความหมายนี้ไม่ได้หมายถึงการเจริญเติบโตของต้นกล้า (seedling growth) ซึ่งเริ่มต้นจากราก อ่อนแทงทะลุเปลือกเมล็ดออกมา นอกจากนี้ ขบวนการขนย้ายอาหารสะสมในเมล็ด (mobilization of storage reserves) ก็ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของขบวนการงอกนี้ เพราะการเคลื่อนย้ายอาหารส่วนใหญ่ เกิดขึ้นในภายหลัง

ปัจจัยที่จำเป็นในการงอกของเมล็ดพืช (The Physical Requirements for Germination)

1. น้ำ (Water)
2. อุณหภูมิ (Temperature)
3. ออกซิเจน (Oxygen)

นอกจากปัจจัยที่จำเป็นทั้ง 3 ปัจจัยดังกล่าวแล้ว แสง(light)อาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เมล็ดพืชบางชนิดจำเป็นต้องใช้ในการงอก นักวิทยาศาสตร์บางท่านจึงรวมเข้าไว้เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดทั้ง ๆ ที่เมล็ดพืชส่วนใหญ่ไม่ต้องการแสงในการงอก

การดูดน้ำ (Imbibition)

เมื่อเมล็ด ได้รับน้ำหรือความชื้นในระยะแรก โมเลกุลของน้ำเข้าสู่เมล็ด โดยการแพร่ (diffusion) แรงดูดน้ำของเมล็ดที่เกิดขึ้นในระยะนี้เรียกว่า imbibitional force แรงดูดน้ำนี้จะลดลงเมื่อเมล็ดดูดน้ำเข้าไปมากขึ้น ต่อมาจะมีการดูดน้ำโดยขบวนการออสโมซิส แรงดูดน้ำแบบนี้ osmotic force ซึ่งมีผลต่อความชื้นสุดท้ายของเมล็ดขณะสิ้นสุด hydration phase ซึ่งโดยทั่วไป ความชื้นของเมล็ดที่ระยะนี้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช อาจผันแปรอยู่ในช่วง 30-60 เปอร์เซ็นต์ การดูดน้ำของเมล็ดพืชปกติจะเกิดขึ้นรอบเปลือกเมล็ด แต่สำหรับในพืชตระกูลถั่ว ตำแหน่งที่ไวต่อการดูดน้ำเข้าสู่เมล็ดคือ micropyle และ hilum ตัวอย่างเช่น เมล็ดพืชพวก Vicia และ Phaseolus นำเข้าสู่เมล็ดทาง micropyle มากกว่าทางอื่น สำหรับในเมล็ดพืชที่มีเมล็ดแข็งบางชนิดเช่น melilotus alba และ trionella arabica ที่บริเวณ hilum และ micropyle ของเมล็ดจะมี plug มาอุด เรียก stropholiar cleft การที่น้ำจะเข้าสู่เมล็ดได้นั้น เนื้อเยื่อบริเวณนี้จะต้องอ่อนนุ่มลงก่อน จากนั้นจึงเข้าสู่เมล็ดผ่านช่องเปิดนี้ และแพร่เข้าไปสู่เซลล์รอบ ๆ เมล็ดอย่างรวดเร็วแบ่งการดูดน้ำได้เป็น 3 ระยะ

1. ระยะคูดน้ำ (Imbibition)
2. ระยะงัน (Lag phase)
3. ระยะการเจริญเติบโตของคัพภะ (Embryo growth)

การหายใจขณะเมล็ดงอก (Respiration during germination)

เมล็ดที่กำลังงอก บางครั้งจะมีการหายใจของจุลินทรีย์ที่ติดมากับเมล็ดเข้ามาเสริม ทำให้อัตราการหายใจของพืชสูงขึ้น ทันทีที่เมล็ดมีการคูดน้ำเข้ามาจะมีการสร้างสารพวก keto acid เช่น a-katoglutarate และ pyruvate ขึ้นมาจาก amino acid โดยปฏิกิริยา deamination ซึ่ง keto acid จะเป็น intermediate ที่สำคัญในขบวนการหายใจ

การคูดน้ำใช้ออกซิเจนของเมล็ดอาจแบ่งออกได้ 3 หรือ 4 ระยะ

- ระยะที่ 1 การคูดน้ำใช้ออกซิเจนจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว
- ระยะที่ 2 เป็นระยะงัน (Lag phase) ออกซิเจนจะถูกคูดน้ำใช้อย่างช้า ๆ
- ระยะที่ 3 เป็นระยะที่มีการหายใจสูงขึ้น
- ระยะที่ 4 เกิดในส่วนสะสมอาหารเท่านั้น

การสังเคราะห์โปรตีนของเมล็ด (Protein Synthesis Germination)

การสังเคราะห์โปรตีนมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการงอกของเมล็ด ในขณะที่เมล็ดกำลังพัฒนาบนต้นแม่เท่านั้น มีการสังเคราะห์โปรตีนมาก แต่การสังเคราะห์หยุดลงเมื่อเมล็ดเริ่มแก่และคายความชื้น

การเคลื่อนย้ายอาหารสะสมในระหว่างการงอก (Mobilization of Seed Germination)

- การงอกแบบอีพิเจียล (epigeal germination) การงอกของเมล็ดแบบนี้ เป็นการงอกของพืชตระกูลถั่ว แต่ยังคงพบว่ามีเมล็ดพวกกะหล่ำ หอม
- การงอกแบบไฮโปเจียล (hypogeal germination) การงอกของเมล็ดแบบนี้ เป็นการงอกของข้าวโพด แต่ยังคงพบว่ามีเมล็ดของพืชตระกูลถั่วบางชนิด เช่น ถั่วลิสง ถั่วพุ่มและถั่วหรั่ง

การงอกในที่มืด (Etiolation)

เมล็ดที่งอกในที่มืด ลักษณะของต้นกล้าจะแตกต่างไปจากการงอกในที่ที่มีแสงสว่าง คือต้นกล้าจะยืดยาว ใบอ่อนมีขนาดเล็ก และมีสีเหลือง การงอกในที่มืดเรียกว่า etiolation เป็นการปรับตัวของต้นกล้า โดยพยายามยืดใบเลี้ยงหรือใบอ่อนขึ้นหาแสงแดดเหนือดิน หรือให้พ้นจากร่มเงาที่บดบังต้นกล้าอยู่ เพื่อให้ยอดอ่อนได้รับแสง จะได้มีการสังเคราะห์แสงสร้างอาหารเลี้ยงตัวเองได้ในเมล็ดพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น เมล็ดข้าวโพดเมื่อนำไปเพาะในที่มืด จะมีการยืดยาวของไฮโปคอติล (hypocotyl) มากผิดปกติ ในที่มีแสงไฮโปคอติลจะยืดตัวเพียงไม่กี่มิลลิเมตร ขณะที่ในที่มืดไฮโปคอติลอาจยืดยาวได้หลายเซนติเมตร ต้นกล้าในที่มืดจะมีปลอกหุ้มยอด (coleoptile) ห่อหุ้มใบอ่อนไว้ โดยที่ใบอ่อนนั้นไม่มีการสร้างคลอโรฟิลล์ ทำให้มีสีเหลืองซีด แสงสว่างมีความสำคัญต่อการงอกของต้นกล้ามีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แสงสว่างสามารถกระตุ้นให้ใบเลี้ยงและใบอ่อนของต้นกล้าสร้างคลอโรพลาสต์
2. แสงกระตุ้นให้มีการขยายตัวของใบเห็นได้ชัดในพืชใบเลี้ยงคู่มากกว่าในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
3. แสงแดดสามารถยับยั้งการยืดตัวของต้นกล้า (ไฮโปคอติลหรือเมโซคอติล)

แสงกระตุ้นให้มีการพัฒนาของราก ต้นกล้าที่เพาะในที่มืดจะมีพัฒนาการของรากดีกว่าต้นกล้าที่เพาะในที่มืด

แคลเซียม (Calcium) และความสำคัญของแคลเซียมที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

จำเป็นในการแบ่งเซลล์ แคลเซียมเป็นองค์ประกอบของโครงสร้างที่สำคัญของผนังเซลล์ เพราะ calcium pectate เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของช่องว่างภายในผนังเซลล์ (middle lamella) พืชจะเจริญเติบโตได้จะต้องมีการแบ่งเซลล์ที่ส่วนยอดหรือปลายราก ถ้าพืชขาดแคลเซียมส่วนยอดและรากของพืชจะไม่เจริญ มีผู้พบว่าในปลายรากซึ่งกำลังเจริญจะมีปริมาณแคลเซียมอยู่มาก นอกจากนี้ แคลเซียมยังทำให้พืชมีลำต้นแข็ง

เป็นตัวก่อพิษของสารที่เป็นพิษ พวกกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ในพืชเช่น oxalic acid อาจเป็นพิษต่อพืชได้ถ้ามีปริมาณมากพอ พืชนั้นจะหายไปเมื่อมีแคลเซียมพอเพียง เพราะกรดดังกล่าวกลายเป็น calcium oxalate ซึ่งละลายน้ำยากไป

เป็นตัวต่อต้านฤทธิ์ของสาร auxin auxin เป็นฮอร์โมนที่ช่วยเร่งการขยายตัวของเซลล์ให้ยาวออกไป ถ้าไม่มีสิ่งที่ยับยั้งการต่อต้านทานฤทธิ์ของสารนี้แล้วจะทำให้เซลล์ขยายตัวยาวออกไปจนผิดปกติ แคลเซียมสามารถต่อต้านฤทธิ์ของสารชนิดนี้ได้

มีบทบาทต่อการสร้างโปรตีน เนื่องจากแคลเซียมส่งเสริมให้มีการดูดตั้งไนเตรตและไนโตรเจนมากขึ้น แคลเซียมจึงมีบทบาทต่อการสร้างโปรตีนด้วยทางอ้อม

ทำลายความเป็นพิษของทองแดงในพืช มีผู้พบว่าแคลเซียมในสภาพไอออน (Ca^{++}) นั้นสามารถทำลายความเป็นพิษของทองแดงในพืช เมื่อพืชดูดทองแดงเข้าไปมากเกินไปได้

เพิ่มสัดส่วนระหว่าง Ca : K และลดการดูดตั้งโปตัสเซียม มีหลักฐานปรากฏเด่นชัดว่าแคลเซียมช่วยเพิ่มสัดส่วนระหว่าง Ca : K และลดการดูดตั้ง (uptake) โปตัสเซียมของพืช ดังนั้นการใส่แคลเซียมมากเกินไป เช่นการใส่ปูนมากเกินไปอาจทำให้พืชดูดตั้งโปตัสเซียมได้ลดลง แต่ในดินที่มีโปตัสเซียมมาก การใส่ปุ๋ยแคลเซียมจะให้ประโยชน์ในแง่ที่ว่าแคลเซียมจะช่วยลดการดูดเข้าไปสะสมในปริมาณที่มากเกินไป (luxury consumption) ของโปตัสเซียมโดยพืช

มีส่วนในการเคลื่อนย้ายคลอโรพลาสต์และการเก็บรักษาคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน โดยเฉพาะในระยะที่พืชกำลังสร้างเมล็ด มีผู้รายงานว่าแคลเซียมมีส่วนในการเคลื่อนย้ายคลอโรพลาสต์และการเก็บรักษาคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน โดยเฉพาะในระยะที่พืชกำลังสร้างเมล็ด แต่กลไก (mechanism) ที่แน่นอนของปรากฏการณ์เช่นนี้ยังไม่มีผู้ใดรายงานไว้

ส่งเสริมการเกิดปมที่รากแก้ว calcium pectate นอกจากจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของช่องว่างภายในเซลล์ดังกล่าวแล้ว ยังเชื่อกันว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งของปมที่รากแก้วด้วย ดังนั้นพืชตระกูลถั่วที่ปลูกไว้หรือขึ้นเองในดินที่มีแคลเซียมพอเพียงจึงมักจะมีปมมากกว่าดินที่มีแคลเซียมน้อย

เอทิลีน (Ethylene)

ประวัติการค้นพบ เอทิลีนต่างกับฮอร์โมนพืชชนิดอื่นตรงที่ว่ามิใช่คุณสมบัติเป็นก๊าซ และยอมรับว่าเป็นฮอร์โมนพืชเมื่อมีการประดิษฐ์เครื่องมือที่เรียกว่า gas chromatography (GC) ขึ้นมา เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชซึ่งอยู่ในสภาพปกติ เพื่อที่พืชจะนำมาใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโตและพัฒนาต่าง ๆ เช่น การออกดอกและการสุกของผล เป็นต้น ที่ใช้กันอยู่เป็น gas ที่สังเคราะห์ได้จากเผาถ่านหิน พืชสร้างขึ้นได้ สร้างเมื่อเข้าสู่วัฏจักรภาพไม่มีการเคลื่อนย้าย มีชื่อการค้า ethrel หรือ ethephon ผลิตโดยบริษัท ยูเนียนคาร์ไบด์ 1965 (<http://web.kku.ac.th/~chachu/pgrc.ktml>)

ผลของเอทิลีนต่อพืช ทุกเซลล์และทุกเนื้อเยื่อของพืชผลิตเอทิลีน แต่ส่วนของพืชที่ผลิตเอทิลีนสูง ได้แก่ผลไม้เริ่มสุกจน senescence ส่วนของดอกหลังจากมีการถ่ายละอองเกสรส่วนของยอดที่กำลังเจริญเติบโตและใบที่กำลังคลี่ ยิ่งถ้าส่วนของพืชนั้นได้รับอันตรายยิ่งผลิตเอทิลีนสูง เช่น ผลผลิตสดที่ชอกช้ำหลังการเก็บเกี่ยวหรือในระหว่างการลำเลียงขนส่งเป็นต้น

ผลผลิตที่ได้รับเอทิลีนหรือผลิตเอทิลีนในปริมาณสูงทำให้เกิดผลเสียหายได้ เช่น ใบร่วงจากเอทิลีนที่อยู่ในควันไฟ ผลสุกเร็วเกินไป ดอกไม้เหี่ยวเร็ว เป็นต้น

ผลของเอทิลีนต่อการยืดตัวของลำต้นและราก แม้ว่าเอทิลีนเป็นสาเหตุของ epinasty ของใบโดยการส่งเสริมการยืดตัวของเซลล์บริเวณด้านบนของก้านใบ แต่มันมักจะยับยั้งการยืดตัวของลำต้นและราก โดยเฉพาะในพืชใบเลี้ยงคู่ เมื่อการยืดตัวถูกยับยั้ง ลำต้นและรากจะมีความหนาขึ้นโดยมีการขยายขนาดของเซลล์ด้านข้าง ในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์จะเกิดขึ้นโดยจะมีการพอกพูนของ cellulose microfibrils ในทางด้านแนวตั้งของผนังเซลล์มากกว่าแนวอน ในรากก็เกิดขึ้นในลักษณะเช่นเดียวกันนี้

ความสัมพันธ์ของเอทิลีน และอิทธิพลของออกซินที่มีต่อพืช

ความสามารถของออกซินและออกซินสังเคราะห์ทั้งหมด ในการเพิ่มการสร้างเอทิลีนก่อให้เกิดคำถามที่ว่าอิทธิพลต่างๆ ของออกซินนั้นจะเป็นอิทธิพลของเอทิลีนด้วยหรือไม่ ซึ่งปรากฏว่าในกรณีเช่น epinasty ของใบ การยับยั้งการยืดตัวของลำต้น ลักษณะตะขอของ epicotyl และ hypocotyl ในพืชใบเลี้ยงคู่ การเพิ่มสัดส่วนดอกตัวเมียในพืช dioecious และ apical dominance ในพืชใบเลี้ยงคู่ รวมทั้งในระหว่างการงอกของละอองเกสร (pollen grain) บน stigma เมื่อมีการถ่ายละอองเกสร (pollination) แล้วจะทำให้ดอกที่มีการผสมเกสรแล้วนั้นเหี่ยวเร็วขึ้นเป็นผลเนื่องจากออกซินส่งเสริมการสร้างเอทิลีน

แต่อย่างไรก็ตาม การส่งเสริมการเจริญเติบโต การส่งเสริมการเกิด adventitious root ในช่วงแรก และปรากฏการณ์อื่นๆ อีกมาก ปรากฏว่าไม่เกี่ยวข้องกับการสร้างเอธิลีนแต่อย่างใด ยกเว้นกรณีที่มีความเข้มข้นของออกซินมากเกินไปจนทำให้มีการสร้างเอธิลีนสูงขึ้นมากพอที่จะมีผลมากกว่าออกซินเท่านั้น

การนำเอธิลีนมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

- เร่งการสุกของผลไม้ จากคุณสมบัติของเอธิลีนที่ทำให้เกิดขบวนการกระตุ้นการเกิดเอธิลีนโดยเอธิลีน จนนำมาใช้เร่งการสุกของผลไม้ดังนี้

ขบวนการกระตุ้นการเกิดเอธิลีน โดยเอธิลีนนอกจากออกซินสามารถกระตุ้นการสังเคราะห์เอธิลีนแล้ว เอธิลีนก็กระตุ้นการสังเคราะห์เอธิลีนด้วยตนเองอีก ซึ่งปรากฏการณ์นี้จะเกิดในช่วงสุดท้ายของการเจริญเติบโต เช่น จากผลแก่ไปจนถึงเข้าขั้นสูงงอม (senescence) โดยมีสมมุติฐานดังนี้ อาจเป็นไปได้ที่มี methionine (สารเริ่มต้นของการเกิดการผลิตเอธิลีน) อยู่ในช่องว่างภายในเซลล์ (vacuole) หรืออยู่อีกส่วนหนึ่งของเซลล์ก็ได้ เอเอธิลีนภายนอกไหลไปทำให้การคัดเลือกสารของเยื่อหุ้มเซลล์ (permeability ของ cell membrane) เปลี่ยนไป methionine จึงออกมาปะปนกับเอนไซม์ในไซโตพลาสซึมเกิดปฏิกิริยาขึ้น ทำให้มีการสังเคราะห์เอธิลีนเพิ่มมากขึ้น เอธิลีนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในของผลไม้ เช่น การหายใจเพิ่มมากขึ้น แป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาลลดปริมาณกรด เปลี่ยนสาร pectic จากรูปไม้ละลายน้ำเป็นละลายน้ำได้ ผลอ่อนนุ่มสังเคราะห์เม็ดสีอื่น ๆ (สีเขียวหายไปเกิดสีเหลืองแดงและอื่น ๆ) การสลายตัวของ tannin (ความฝาดลดลง) ถ้าผลไม้แก่จัดเต็มที่ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์พอเหมาะมี O_2 เพียงพอ ผลไม้จะสุกมีคุณภาพดี

- เร่งการเปลี่ยนสีผิว ใช้กับผลไม้ประเภท nonclimacteric เช่น เงาะ ส้ม ลางสาด ลองกอง สับปะรด

- ใช้ในการเปลี่ยนเพศดอก ethephon (สลายในพืชแล้วให้ก๊าซเอธิลีน) มีผลในการกระตุ้นการเจริญของเพศเมียของมะละกอ ทำให้เกิดต้นที่ให้ดอกสมบูรณ์เพศมากกว่าปรกติ (ใช้ในระยะเป็นต้นกล้าที่มีใบจริง 2 ใบ และเป็นต้นกล้าจากเมล็ดของผลจากต้นที่สมบูรณ์เพศเท่านั้น)

- เพิ่มปริมาณปาเปน (papain) ปาเปนคือเอนไซม์ชนิดหนึ่งที่มีหน้าที่ย่อยโปรตีน พบในต้นมะละกอ มีมากในน้ำยางในผลมะละกอดิบ นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารหลายชนิด โดยนำ ethephon 500 มิลลิกรัม/ลิตร ผสมในน้ำมันมะพร้าวทาที่ผลดิบอายุประมาณ 75-80 วัน ทาเป็นแนวยาว 4 แนว หลังจากนั้น 2 สัปดาห์จึงเริ่มกรีดยาง นอกจากนี้ที่ใ้ช้มากในสวนยางคือเร่งการไหลของน้ำยางพารา

- เร่งการแก่ของผล เช่น ลำไย โดยใช้ ethephon ผสมกับ daminozide (สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช) ethephon เข้มข้นสูงผลอาจร่วง ได้จึงใช้ daminozide ช่วยลดการร่วง และอื่น ๆ เช่น สับปะรด

- เร่งการเกิดดอก เช่น สับปะรด ใช้ ethrel (มีสาร ethephon ออกฤทธิ์ 39.5 %) อัตรา 150 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 200 ลิตร และเติม ยูเรีย (urea) 6 กิโลกรัม ลงไปด้วยเพื่อให้ดูดซึมเร็วขึ้น หยอดลงที่ยอดคั่นละ 45-50 มิลลิลิตร ในอายุที่เหมาะสม ใช้ขณะอากาศเย็น (ช่วงกลางคืนหรือเช้ามืด) ควรใช้ซ้ำหลังการใช้ครั้งแรก 14-20 วัน

นอกจากนี้เร่งการเกิดดอกหรือกระตุ้นการเกิดดอกพืชอื่น ๆ ได้อีก เช่น มะม่วง สับปะรด ประคับ

Ahmad และ Choon, (2522) ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติ มาเลเซีย (University of Pertanian Malaysia) พบว่าการเพาะถั่วงอกโดยใช้สารเคมีช่วย ทำให้มีรูปร่างลักษณะที่ดีตามความต้องการของตลาดท้องถิ่นได้สรุปไว้ว่า calcium เป็นธาตุที่จำเป็นในการที่จะทำให้ต้นถั่วงอกสมบูรณ์โดยช่วยทำให้ hypocotyl ไม่หักและเลี้ยวหายง่าย calcium ไม่เพียงแต่จะช่วยทำให้ cell พืชยึดตัวและเร่งการเจริญเติบโตแต่ยังทำให้ cell ยึดกันเหนียวแน่น ดังนั้นจึงทำให้ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาเอาไว้ได้นานและมีคุณภาพดี

Ahmad และ Choon, (2522) ยังพบอีกว่า ethrel มีคุณสมบัติในการยับยั้งการยึดตัวของถั่วงอก โดยเฉพาะส่วน hypocotyl และรากแต่ hypocotyl จะอ่อนกว่าปรกติ อย่างไรก็ตามแม้ว่า hypocotyl และรากจะสั้นแต่น้ำหนักจะน้อยกว่าวิธี control และ ethrel วันที่ 3 หลัง จากการเพาะจะให้ความยาวของถั่วงอก 3.5 – 4.5 เซนติเมตร เขายังได้แนะนำอีกว่า การศึกษาสารเคมีชนิดอื่น ๆ ดูบ้าง แต่ต้องระวังในเรื่องผลตกค้างว่าจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคหรือไม่

จึงสรุป(2520) กล่าวว่า การเพาะถั่วงอกให้ได้ผลดีนั้นจะมีใช้วัสดุเพาะต้องมีปัจจัยต่างๆดังนี้

1. ต้องเลือกภาชนะที่ทึบแสง ถ้าใช้เข่งก็ต้องพลาสติกสีดำมาล้อมรอบเข่งกันแสงเข้า
2. ถั่วงอกที่จะนำมาเพาะถั่วงอกต้องเป็นถั่วงอกแก่ มีการพักตัวพอสมควร ถ้าเป็นถั่วงอกใหม่จะทำให้เกิดการเน่าและไม่ค่อยงอกในระหว่างการเพาะ
3. เลือกเมล็ดถั่วงอกที่ปราศจากแมลงเจาะ แดกหัก เอาออกทิ้งไป
4. ถ้าเป็นถั่วงอกใหม่ จะต้องมีการพักตัว โดยผึ่งแดดหรือแช่น้ำร้อนพออุ่น ๆ ก็ได้
5. การทำการเพาะ ควรแช่ถั่วงอกอย่างน้อย 12 ชั่วโมง
6. นำขึ้นมาผึ่งลม และเอาเมล็ดเลี้ยวออกอีกครั้ง
7. ใส่ถั่วงอกที่แช่น้ำแล้วนำลงไปในภาชนะครึ่งเดียวพร้อมกันทั้งหมด ประมาณ 1 ใน 4 ส่วนของภาชนะที่ใช้เพาะ
8. คลุมเมล็ดถั่วงอกด้านบนด้วยกระสอบหรือผ้า เพื่อควบคุมความชื้นและกันแสง
9. ถ้าปล่อยให้อากาศเข้าไปในภาชนะมากจะทำให้ถั่วงอกมีลักษณะพอมยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ถ้านำให้ภาชนะขังมากเกินไปจะทำให้ถั่วเน่าได้ และไม่ค่องอก
11. ควรรดน้ำทุก ๆ 4 ชั่วโมง
12. อากาศที่เย็นเกินไปจะทำให้ถั่วเขียวงอกช้ากว่าปรกติ
13. น้ำที่ไช้รดจะต้องสะอาด ปราศจากความเป็นกรดและคลอรีน
14. ถั่วงอกชอบน้ำที่มีความต่างอ่อนๆ
15. การรดน้ำจะต้องให้น้ำผ่านต้นถั่วงอกจนกว่าจะเย็น

ถั่วงอกผักเศรษฐกิจที่น่าสนใจ (www.google.com)

ถั่วงอก พืชผักที่คนไทยรู้จักบริโภคกันมานานแล้ว เพราะถั่วงอกเป็นผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะโปรตีนเกลือแร่และวิตามิน นอกจากนี้ถั่วงอกยังเป็นพืชผักชนิดเดียวที่สามารถใช้เวลาในการเพาะจนถึงเก็บเกี่ยวขายหรือบริโภคได้เร็วที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผักชนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะประเทศไทย ถ้าเพาะถั่วงอกในช่วงฤดูร้อนหรือฤดูฝนจะใช้เวลาไม่เกิน 3 วัน แต่ถ้าเป็นฤดูหนาวและมีอุณหภูมิของอากาศเย็นจะต้องใช้เวลาเพาะเพียง 4 วันเท่านั้น ถั่วงอกเป็นพืชที่นำรายได้ให้ผู้เพาะขายเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริม ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน รูปแบบและเทคนิคการเพาะถั่วงอกในเมืองไทยมีรูปแบบการพัฒนาแตกต่างกันไปตามความชำนาญและทักษะของผู้เพาะ พร้อมทั้งความแตกต่างกันในเรื่องรูปแบบภาชนะที่ใช้เพาะ แต่เทคนิคการดูแลจะคล้ายคลึงกัน เช่น

- การเพาะถั่วงอกแบบใช้ไหดิน เลือกใช้ไหดินที่คอดยาว ลักษณะคล้ายไหใต้น้ำปลาแต่มีขนาดความสูง 40-50 เซนติเมตร มีการเจาะรูระบายน้ำที่ก้นไหขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 เซนติเมตร ใส่ถั่วเขียวที่แช่น้ำแล้ว จนเมล็ดเริ่มพองลงในไห และใช้ฟางอุดที่ปากไหเพื่อป้องกันแสงสว่าง และสะดวกต่อการรดน้ำ ให้น้ำทุก ๆ 4-5 ชั่วโมง นาน 3 วัน ก็สามารถเก็บมาขายหรือบริโภคได้

- การเพาะถั่วงอกในแข่งไม้ไผ่ ควรใช้แข่งไม้ไผ่ผิวเรียบ ละเอียด สานเป็นแข่ง ล้างถั่วเขียวให้สะอาด ปูลงในแข่งไม้ไผ่ความสูง ½ ของความสูงแข่ง และปูกระสอบป่านคลุมผิวหน้าแข่งหรือใช้ไม้ไผ่ขัดแตะที่ผิวหน้า อาจจะใช้ก้อนกรวดเรียงทับบนผิวหน้าอีกครึ่งหนึ่ง วางไว้ในที่ร่มและใช้น้ำสะอาดรดทุก ๆ 2-3 ชั่วโมง นาน 3 วัน ก็สามารถเก็บขายหรือบริโภคได้

- การเพาะถั่วงอกในโอ่งดินเผาเคลือบเงารูที่ก้นโอ่ง การเพาะถั่วงอกในโอ่งดินเผาเคลือบเงารูที่ก้นโอ่ง(ขนาดความสูงของโอ่ง 0.6-0.8 เมตร) ล้างถั่วให้สะอาด ใส่ถั่วลงในโอ่งและใช้กระสอบป่านคลุมผิวหน้าถั่วในโอ่ง รดน้ำสะอาด 4-5 ชั่วโมง วางไว้ในที่มีดินาน 3 วันก็สามารถเก็บขายหรือบริโภคได้

- การเพาะถั่วงอกในถังซีเมนต์กลม ใช้ถังซีเมนต์กลมมาหล่อทำพื้นก้นถังตรงกลางเป็นช่องให้มีรูระบายน้ำออกจากถังซีเมนต์ได้ นำถั่วงอกมาล้างให้สะอาดแล้วเทลงไปถังซีเมนต์และคลุมกระสอบป่านที่ผิวหน้า และรดน้ำสะอาดทุก ๆ 4-5 ชั่วโมง นาน 3 วัน หลังเพาะแล้วสามารถนำมาจำหน่ายหรือบริโภคได้

- การเพาะถั่วงอกในบ๊อบอุมิเนียม ให้เจาะรูที่ก้นบ๊อบ มีการวางแคร่ไม้เล็ก ๆ รองไว้ที่ก้นเพื่อช่วยในเรื่องการระบายน้ำ ปูผ้าพลาสติกกริดให้เป็นริ้วๆ ลงบนแคร่ไม้ วัสดุที่ใช้เพาะถั่วงอกเป็นทรายหยาบหรือขี้เถ้าแกลบที่สังเภาเฉพาะ (โดยที่แกลบยังอยู่ในสภาพที่ไม่เป็นผุพังยังคงเป็นรูปตัวแกลบอยู่) ปูทรายหยาบหรือขี้เถ้าแกลบหนา 1.5 นิ้ว ลงไปบนผ้าพลาสติกหรือในบ๊อบ แล้วเรียงเมล็ดถั่วงอกไปหนา 1 นิ้วทับผิวหน้าเมล็ดถั่วงอกด้วยทรายหยาบหรือใช้ขี้เถ้าแกลบสลับกันระหว่างการเรียงเมล็ดถั่วงอกกับทรายหยาบหรือขี้เถ้าแกลบประมาณ 5-6 ชั้น ความสูงของเมล็ดถั่วงอกในบ๊อบไม่เกินครึ่งหนึ่งของความสูงบ๊อบรดน้ำทุกวันวันละ 3 ครั้ง ได้แก่ เช้า ระหว่างเวลา 8.00-10.00 น. ช่วงบ่าย เวลา 16.00 น. และช่วงกลางคืน เวลา 24.00 น. นาน 3 วัน จึงสามารถเก็บขายหรือบริโภคได้

- การเพาะถั่วงอกในตะกร้าพลาสติก หรือถังพลาสติก แบบใส่ตะกร้าผลไม้ (ขนาดที่บรรจุขนผลไม้ท้องตลาด) เนื่องจากตะกร้าพลาสติกประเภทนี้มีรูระบายน้ำอยู่แล้ว จึงควรกรุตะกร้าพลาสติกด้วยกระสอบป่านก่อนนำเมล็ดถั่วงอกที่แช่น้ำแล้ว ถ่ายลงในตะกร้าพลาสติกปิดหน้าเมล็ดถั่วงอกด้วยกระสอบป่านเช่นเดิม รดน้ำด้วยสายยางทุกๆ 1-2 ชั่วโมง นาน 3 วัน จึงสามารถนำมาจำหน่ายหรือบริโภคได้

- การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก เป็นวิธีที่ง่ายในครัวเรือนและสามารถขายเป็นอาชีพหรืออุตสาหกรรมครัวเรือนได้ โดยใช้ถังพลาสติกที่บดแสงเจาะรูระบายน้ำที่ก้นถังตามแนวตะเข็บถังเพื่อระบายน้ำ และเจาะรูด้านข้างถังเพื่อระบายอากาศ นำเมล็ดถั่วงอกล้างน้ำให้สะอาด เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนหรือสิ่งสกปรกจากเมล็ดพันธุ์ใช้น้ำอุ่นอัตราส่วนน้ำร้อน : น้ำเย็น : 1:1 (อุณหภูมิประมาณ 55 องศาเซลเซียส ตอนเริ่มแช่) แช่เมล็ดถั่วงอกไว้วัน 8-10 ชั่วโมง จนเมล็ดพองตัวขึ้น ถ่ายเมล็ดถั่วงอกลงในถังเพาะ นำฟองน้ำปิดไว้ที่ผนังด้านบนเมล็ด วางถังเพาะในที่ที่มีรดน้ำสม่ำเสมอทุก ๆ 1.5 ชั่วโมง โดยรดน้ำผ่านฟองน้ำ หลังจากเพาะถั่วงอกลงในถังนาน 1 วัน (24 ชั่วโมง) ถั่วงอกเริ่มงอกมีรากสีขาวเล็กๆ ขนาด 0.8-1.0 เซนติเมตร ใส่สารถั่วงอกเพื่อช่วยการเพิ่มการสร้างโปรตีนในถั่วงอกทำ ให้ถั่วงอกอ้วนขึ้น โดยก่อนรดสารถั่วงอกควรรดการให้น้ำก่อนและหลัง 2 ชั่วโมง เพื่อให้ผิวหน้าเมล็ดถั่วงอกแห้ง สารถั่วงอกจะได้เข้าไปทำงานเต็มที่ หลังจากนั้นรดน้ำปกติทุกๆ ชั่วโมงจนกระทั่งครบ 2 วัน ให้รดสารถั่วงอกอีกครั้งหนึ่ง โดยอัตราการใส่สารขึ้นอยู่กับปริมาณของถั่วงอกที่ใช้เพาะ รดน้ำให้ชุ่มและควรรดน้ำก่อนและหลัง 2 ชั่วโมงเช่นกัน เมื่อเพาะครบ 3 วัน (ประมาณ 65-72 ชั่วโมง) นับตั้งแต่เริ่ม แช่ถั่วงอกในน้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในช่วงฤดูกาลที่เพาะ เช่น ถั่วงอกอาจใช้เวลาเพียง 65 ชั่วโมง แต่ในช่วงฤดูหนาวใช้เวลานานถึง 72 ชั่วโมง จึงสามารถนำมาจำหน่ายหรือบริโภคได้

ถั่วงอกเมื่อเพาะเสร็จเรียบร้อยแล้วในถังหรือภาชนะเพาะ แต่ละแบบจะมีลักษณะขาวสวย แต่เมื่อนำออกมาจากถังเพาะและถูกลมหรือแสงสว่างนานเกิน 3-4 ชั่วโมง ถั่วงอกจะสามารถสังเคราะห์แสงได้อีก สีขาวของถั่วงอกจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวและเมื่อถูกแสงนานเกินไป ใบเลี้ยงจะโผล่ออกมาทำให้ไม่น่ารับประทาน

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของถั่วงอกดิบและสุก

แร่ธาตุ	ถั่วงอกดิบ	ถั่วงอกสุก	หน่วย
Moisture	88.80	91.00	gm.
Calory	35.00	28.00	gm.
Fat	0.20	0.20	gm.
Carbohydrate	6.60	5.20	gm.
Fiber	0.70	0.70	gm.
Protein	3.80	3.20	gm.
Calcium	19.00	17.00	Mgm.
Phosphorus	64.00	48.00	Mgm.
Ferrus	1.30	0.90	Mgm.
Vitamin A	20.00	20.00	I.U.
Vitamin B1	0.13	0.90	Mgm.
Vitamin B2	0.13	0.10	Mgm.
Niacin	0.80	0.70	Mgm.
Vitamin C	19.00	6.00	Mgm.

ที่มา : ครุณี (2530)

ตารางที่ 2 คุณค่าทางอาหารของเมล็ดถั่วเขียว แป้งถั่วเขียว ถั่วงอกและวุ้นเส้น

	ความชื้น (%)	ไขมัน (%)	แป้ง (%)	โปรตีน (%)
เมล็ดถั่วเขียว	13.0	2.0	58.0	23.4
แป้งถั่วเขียว	14.0	0.2	85.0	0.2
ถั่วงอก	88.8	0.2	6.6	3.8
วุ้นเส้น	15.7	0.6	82.9	0.13

ที่มา : เพิ่มพูน (2531)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารระหว่างผักกอกชนิดต่างๆ

ผักกอกดิบ (ปริมาณ 2 ถ้วย)	พลังงาน (แคลอรี)	โปรตีน (กรัม)	เส้นใย %	วิตามินซี	ธาตุเหล็ก	Folate
ถั้วอัลฟางอก	10	1.3	3	5	2	3
ถั่วเขียวงอก	26	2.5	4	23	4	9
ผักกาดแดงงอก	16	1.6	A	18	2	9
ถั่วเหลืองงอก	86	9.0	3	17	8	90
ข้าวสาลีงอก	214	8.0	4	5	11	10

ที่มา : <http://computer.act.ac.th/education/pimjai/nut.html>

อุปกรณ์และวิธีการทำการทดลอง

อุปกรณ์

1. กระจกดินเผาขนาด 12 นิ้วจำนวน 15 ใบ
2. เมล็ดถั่วเขียวจำนวน 2.25 กก.
3. ปูนแดง 1 ถุง ละลายน้ำเป็น $\text{Ca}(\text{OH})_2$
4. สอร์โมน ethrel 1 ขวด
5. น้ำผึ้งเก่า 1 ขวด
6. บีกเกอร์ขนาด 1,000 ซี.ซี. จำนวน 1 ใบ
7. แท่งตวงสาร 0.5 มิลลิเมตร 1 แท่ง
8. เวอร์เนีย 1 อัน
9. ตาชั่งละเอียด ก. 1 เครื่อง
10. พลาสติกทึบแสง 1 ผืน
11. ผ้าขาวบางจำนวน 15 ผืน
12. บัวรดน้ำ 1 ใบ
13. ไม้บรรทัด, ปากกา, ดินสอ
14. สมุดบันทึก
15. กล้องถ่ายรูป

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) มี 5 วิธีการ (treatment) จำนวน 3 ซ้ำ (replication) ใช้เมล็ดถั่วเขียวน้ำหนัก 150 กรัม ต่อ 1 กระจก การทดลองใช้กระจกทั้งหมด 15 ใบ โดยใช้สาร $\text{Ca}(\text{OH})_2$ น้ำผึ้ง, ethrel ผสม $\text{Ca}(\text{OH})_2$, ethrel แห่ เมล็ดถั่วเขียวทิ้งไว้ประมาณ 12 ชั่วโมงและต่อมาให้น้ำธรรมชาติทุก 4 ชม. จนกว่าจะครบอายุการเก็บผลผลิตจำหน่าย คือประมาณ 4-5 วัน

วิธีการที่ 1 control แห่น้ำเปล่า

วิธีการที่ 2 ใช้ น้ำผึ้ง 5%

วิธีการที่ 3 ใช้ ethrel 25 ppm

วิธีการที่ 4 ใช้ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 100%

วิธีการที่ 5 ใช้ ethrel 25 ppm กับ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 100% อัตราส่วน 1:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการศึกษาการเพาะถั่วงอกโดยใช้สารเคมีบางชนิดที่เหมาะสม ซึ่งมีผลต่อการงอกของ ถั่วงอกและมีผลต่อผลผลิตและการเจริญเติบโตของ Hypocotyl และความยาวของราก หลังเพาะ ถั่วงอกได้ 4 วัน ผลปรากฏว่า

ผลผลิต

ผลผลิตของถั่วงอกในแต่ละวิธีการให้ผลผลิตดังนี้ (ตารางแสดงผลการทดลอง) วิธีการที่ 2 แช่ในน้ำฝิ่ง 5% น้ำหนักมากที่สุด คือ 661.66 กรัม รองลงมา วิธีการที่ 5 แช่ใน ethrel ผสม $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ได้น้ำหนัก 658.33 กรัม วิธีการที่ 1 control แช่ในน้ำเปล่า ได้น้ำหนัก และ วิธีการที่ 4 แช่ใน $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ได้น้ำหนักเท่ากันคือ 630 กรัม ส่วนวิธีการที่ 3 แช่ใน ethrel ได้น้ำหนักน้อยที่สุด คือ 623.33 กรัม จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในแต่ละวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ความยาวของ hypocotyl

ความยาวของ hypocotyl ถั่วงอกแต่ละวิธีการได้ผลดังนี้ (ตารางแสดงผลการทดลอง) วิธีการที่ 1 control แช่ในน้ำเปล่าได้ความยาวมากที่สุด คือ 13.003 เซนติเมตร รองลงมาวิธีการที่ 4 แช่ใน $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ได้ความยาวของ hypocotyl 10.996 เซนติเมตร วิธีการที่ 2 แช่ในน้ำฝิ่งได้ความยาวของ hypocotyl 10.843 เซนติเมตร วิธีการที่ 5 แช่ใน ethrel ผสม $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ได้ความยาวของ hypocotyl 10.576 เซนติเมตร วิธีการที่ 3 แช่ใน ethrel ได้ความยาวน้อยที่สุดคือ 8.05 เซนติเมตร จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในแต่ละวิธีการมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

เส้นผ่าศูนย์กลางของ hypocotyl

เส้นผ่าศูนย์กลางของ hypocotyl ถั่วงอกในแต่ละวิธีการได้ผลดังนี้ (ตารางแสดงผลการทดลอง) วิธีการที่ 3 แช่ใน ethrel ได้เส้นผ่าศูนย์กลางของ hypocotyls กว้างที่สุดคือ 2.843 มิลลิเมตร รองลงมาวิธีการที่ 1 control แช่ในน้ำเปล่าได้เส้นผ่าศูนย์กลางของ hypocotyls 2.456 มิลลิเมตร วิธีการที่ 5 แช่ใน ethrel ผสม $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ได้เส้นผ่าศูนย์กลางของ hypocotyls 2.370 มิลลิเมตร วิธีการที่ 2 แช่ในน้ำฝิ่งได้เส้นผ่าศูนย์กลางของ hypocotyls 2.326 มิลลิเมตร วิธีการที่ 4 แช่ใน $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ได้เส้นผ่าศูนย์กลางของ hypocotyls น้อยที่สุด 2.106 มิลลิเมตร จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในแต่ละวิธีการมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางแสดงผลการทดลองของผลผลิต ความยาว hypocotyl และเส้นผ่าศูนย์กลาง หลังเพาะได้ 4 วัน

วิธีการ	น้ำหนัก ก่อนเพาะ 150 กรัม	ความยาว hypocotyls (เซนติเมตร)	เส้นผ่าศูนย์กลาง hypocotyls (มิลลิเมตร)
Control (น้ำเปล่า)	630.00 a	13.00 a	2.45 b
น้ำผึ้ง 5%	661.66 a	10.84 b	2.32 b
ethrel 25 ppm	623.33 a	8.05 c	2.84 a
Ca(OH) ₂ 100%	630.00 a	10.99 b	2.10 c
ethrel 25ppm ผสม Ca(OH) ₂ 100%	658.33 a	10.57 b	2.37 b

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษที่อยู่หลังตัวเลขในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิเคราะห์แบบ Duncan's New Multiple Range Test

วิจารณ์และข้อเสนอแนะ

จากการทดลองการเพาะถั่วงอกโดยแช่สาร Ca(OH)₂ , น้ำผึ้ง, Ca(OH)₂ ผสม ethrel และ ethrel เปรียบเทียบกับน้ำเปล่าโดยแช่ในสารเป็นเวลาประมาณ 12 ชั่วโมงและต่อไปใช้น้ำรดจนกว่าจะเก็บผลผลิต ผลผลิตที่ได้จากการใช้ Ca(OH)₂ และน้ำผึ้งจะให้ hypocotyl มีความยาวและขนาดปานกลางซึ่งยังไม่เป็นที่ต้องการของตลาด ส่วนผลผลิตที่ได้จากการใช้ Ca(OH)₂ ผสม ethrel และ ethrel จะทำให้ hypocotyl สั้นลงและมีขนาดใหญ่ขึ้นซึ่งจะทำให้เป็นที่ต้องการของตลาด การใช้ น้ำเปล่าเป็นวิธีที่ประหยัดที่สุด แต่ได้ถั่วงอกที่ยาวและพอมเกินไปไม่มารับประทาน ซึ่งในการเพาะถั่วงอก ควรคำนึงถึงความสะอาดของน้ำและระบบการถ่ายเทของน้ำและอากาศ รวมทั้งการควบคุมระบบการให้น้ำ ถ้าหากถั่วงอกมีความชื้นและร้อนมากเกินไปจะทำให้ถั่วงอกเน่าเสียได้ อนึ่งในการเพาะถั่วงอกควรรักษาความชื้นในภาชนะให้ดีจะได้ไม่ต้องรดน้ำบ่อยครั้ง

สรุปผลการทดลอง

จากการเพาะถั่วงอกโดยแช่สาร Ca(OH)_2 , น้ำผึ้ง , Ca(OH)_2 ผสม ethrel และ ethrel เปรียบเทียบกับน้ำเปล่า (control) เป็นตัวควบคุมสรุปผลได้ดังนี้

1. การแช่ในน้ำเปล่าเพียงอย่างเดียว (control) ให้ ขนาดใหญ่รองจากการใช้ ethrel แต่ให้ hypocotyl ยาวที่สุด ซึ่งเป็นลักษณะที่ตลาดไม่ต้องการ

2. การแช่ในน้ำผึ้ง ได้น้ำหนักดีที่สุด แต่ hypocotyl มีขนาดและความยาวปานกลางซึ่งยังไม่เป็นที่ต้องการของตลาด

3. การแช่ใน ethrel จะให้ hypocotyl ใหญ่และสั้นที่สุดซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดมากที่สุด

4. การแช่ใน Ca(OH)_2 จะให้ความยาวและขนาดของ hypocotyl พอๆกับการใช้น้ำผึ้ง

5. การแช่ใน Ca(OH)_2 ผสม ethrel ได้น้ำหนักค่อนข้างสูง hypocotyl ค่อนข้างสั้นและมีขนาดใหญ่ซึ่งจะเป็นไปตามความต้องการของตลาดรองจากการใช้ ethrel เพียงอย่างเดียว



108876

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา. 2530. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ. หน้า 439-441.
- ครุณี ชะนะนันท์กุล. 2520. เทคโนโลยีการผลิตอาหาร.มหาวิทยาลัยรามคำแหง.กรุงเทพฯ.
- นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. ฮอโรโมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. หน้า 57-60.
- เนาวรัตน์ ปานแย้ม. 2526. สรีระวิทยาของพืช เล่ม 1. พิมพ์ที่ คณะวิทยาศาสตร์.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.กรุงเทพฯ.
- เพิ่มพูน ศักดิ์เกษม. 2531. ถั่วเขียว. ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร.กรุงเทพฯ. หน้า 12-16.
- วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537. สรีระวิทยาเมล็ดพันธุ์. พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ. หน้า 58-87.
- อารมย์ ศรีพิจิตต์. 2524. วิทยาการเมล็ดพันธุ์เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ. หน้า 20-30.
- Feierabend, J. 1979. Role of cytoplasmic protein synthesis and its coordination with the plastidic Protein synthesis in the biogenesis of chloroplasts. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 92 : 553-594.
- Gulliver, R.L. and W. Heydecker. 1973. Establishment of seedlings in a changeable environment. In "Seed Ecology", pp. 433-462, Edited by W. Heydecker, Butterworth, London.
- Jones, R.L. and J.L. Stoddart. 1977. Gibberellins and seed germination. In "The physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination", pp. 77-109, Edited by A.A. Khan, North Holland, Amsterdam.
- Kriedemam, P. and H. Beevers. 1967. Sugar uptake and translocation in the castor bean seedling. Characteristics of transfer in intact and excised seedling. Plant Physiol. 42 : 161-173.
- Opik, H. 1966. Changes in cell fine structure in the cotyledons of *Phaseolus vulgaris* seeds. J.Exp. Bot. 19-64-76.
- Opik, H. and E.W. Simon. 1963. Water content and respiration rate of bean cotyledons. J. Exp. Bot. 14 : 299-310.
- www.doag.go.th/libery/html/detail/KUmagazime/june_44/tuongok/bean.htm
- <http://web.kku.ac.th/~chachu/pgrc.html>
- <http://computer.act.ac.th/education/pimjai/nut.html>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 น้ำหนักโดยเฉลี่ย(กรัม)ของถั่วงอกในแต่ละวิธีการมีดังนี้

วิธีการ	ซ้ำ			รวม	เฉลี่ย
	1	2	3		
Control (น้ำเปล่า)	625	635	630	1890	630.00 a
น้ำผึ้ง	665	660	660	1985	661.66 a
Ethrel	610	620	640	1870	623.33 a
Ca(OH) ₂	650	570	670	1890	630.00 a
Ethrel ผสม Ca(OH) ₂	635	650	690	1975	658.33 a

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (น้ำหนัก)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	3843.33	960.83	1.240 ^{ns}	3.48	5.99
Ex. Error	10	7750.0	775.00			
Total	14	11593.33	828.09			

GRAND MEAN = 640.66

CV. = 4.35 %

ns = non - significant

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษที่อยู่หลังตัวเลขในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิเคราะห์แบบ Duncan's New Multiple Range Test

ตารางภาคผนวกที่ 3 ความยาวโดยเฉลี่ย(เซ็นติเมตร)ของ Hypocotyl ของถั่วงอกในแต่ละวิธีการมีดังนี้

วิธีการ	ซ้ำ			รวม	เฉลี่ย
	1	2	3		
Control (น้ำเปล่า)	13.24	13.17	12.60	39.01	13.00 a
น้ำผึ้ง	10.48	10.53	11.52	32.53	10.84 b
Ethrel	8.38	8.22	7.99	24.55	8.05 c
Ca(OH) ₂	11.11	10.80	11.08	32.98	10.99 b
Ethrel ผสม Ca(OH) ₂	9.36	11.73	10.64	31.72	10.57 b

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (ความยาวของ Hypocotyl)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	37.35	9.33	22.26**	3.48	5.99
Ex. Error	10	4.19	0.42			
Total	14	41.55	2.96			

GRAND MEAN = 10.69

CV. = 6.06 %

** = Highly - significant

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษที่อยู่หลังตัวเลขในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิเคราะห์แบบ Duncan's New Multiple Range Test

ตารางภาคผนวกที่ 5 เส้นผ่าศูนย์กลางโดยเฉลี่ย(มิลลิเมตร)ของ Hypocotyl ของถั่วงอกในแต่ละวิธีการ มีดังนี้

วิธีการ	ซ้ำ			รวม	เฉลี่ย
	1	2	3		
Control (น้ำเปล่า)	2.53	2.03	2.54	7.36	2.45 b
น้ำผึ้ง	2.24	2.44	2.30	6.98	2.32 b
Ethrel	2.87	2.85	2.18	8.52	2.84 a
Ca(OH) ₂	2.22	2.07	2.30	6.31	2.10 c
Ethrel ผสม Ca(OH) ₂	2.45	2.37	2.29	7.11	2.30 b

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (เส้นผ่าศูนย์กลางของ Hypocotyl)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	0.870	0.217	23.46**	3.48	5.99
Ex. Error	10	0.093	0.009			
Total	14	0.962	0.069			

GRAND MEAN = 2.42

CV. = 3.98 %

** = Highly - significant

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษที่อยู่หลังตัวเลขในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิเคราะห์แบบ Duncan's New Multiple Range Test

วิธีการผลิตถั่วงอก



ภาพที่ 1 การใช้ผ้าพลาสติกคลุมกระถางเพื่อป้องกันไม่ให้ถั่วงอกถูกแสงแดด



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบสภาพของถั่วงอกในแต่ละวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

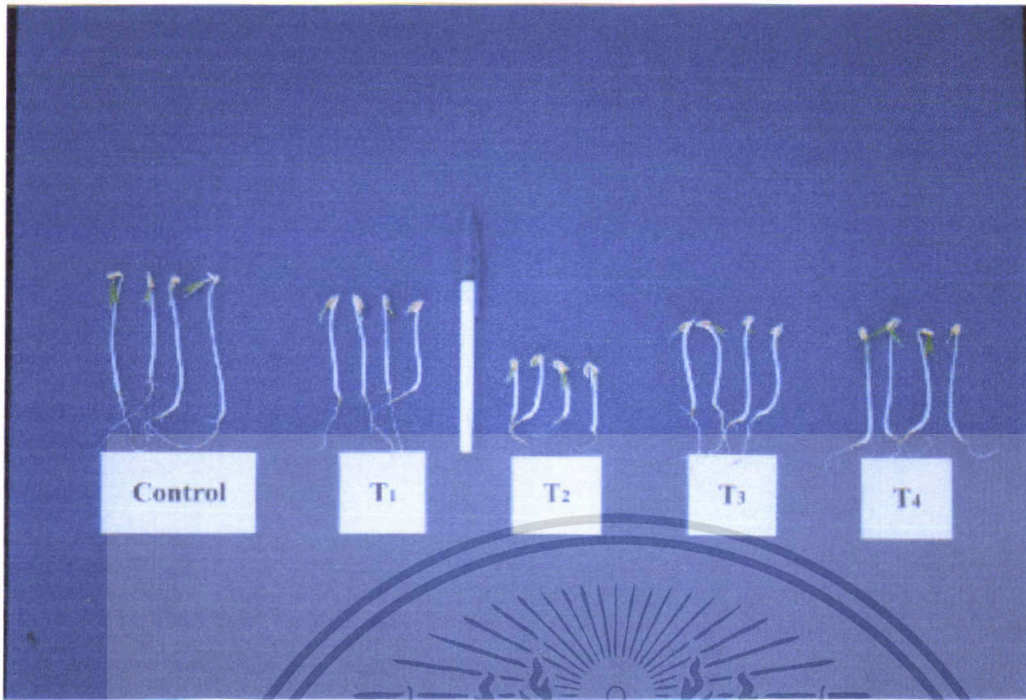


ภาพที่ 3 การวัดความยาว hypocotyl ของถั่วงอกด้วยไม้บรรทัด



ภาพที่ 4 การวัดเส้นผ่าศูนย์กลาง hypocotyl ของถั่วงอกด้วยเวอร์เนีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 ลักษณะของถั่วงอกแต่ละชนิดที่ได้จากการใช้สารเคมีบางชนิดในแต่ละวิธีการเมื่อเปรียบเทียบกับ control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้