สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

## เรื่อง

อิทธิพลของสารเคมีบางชนิดในความเข้มข้นต่างกันที่มีผลต่อการงอกของถั่วงอก

Effects of some Chemicals in Different Concentration on the Germination of Bean Sprout (*Phaseolus aureus* L.)

โดย

นายวาทิศ เด่นชีวา

นายศิวพล รถา

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ธวัชชัย อุบลเกิด

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 102664
วัน,เดือน,ปี 18 ส.ค. 2552

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)

พุทธศักราช 2549

T 102664

b.19040904
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
# ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

อิทธิพลของสารเคมีบางชนิดในความเข้มข้นต่างกันที่มีผลต่อการงอกของถั่วงอก

Effects of some Chemicals in Different Concentration on the Germination of Bean Sprout (*Phaseolus aureus* L.)

โดย

นายวาทิศ เด่นชีวา

นายศิวพล รถา

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(อาจารย์ธวัชชัย อุบลเกิด)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรอง

.....

(รศ. ดร. สมยศ เดชภิรัตนมงคล)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 24 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **เรื่อง** | : อิทธิพลของสารเคมีบางชนิดในความเข้มข้นต่างกันที่มีผลต่อการงอกของถั่วงอก |
| **โดย** | : นาย วาทิศ เด่นชีวา |
| | : นาย ศิวพล รถา |
| **ภาควิชา** | : เทคโนโลยีการผลิตพืช |
| **คณะ** | : เทคโนโลยีการเกษตร |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | : อาจารย์ธวัชชัย อุบลเกิด |

## บทคัดย่อ


การศึกษาอิทธิพลของสารเคมีบางชนิดที่มีผลต่อการงอกของถั่วงอก จุดประสงค์ของการทดลองนี้ เพื่อการศึกษาถึงสารอินทรีย์ที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางรากและลำต้นของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 และมีการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มีจำนวน 3 ชุดการทดลอง กับ 1 ตัวควบคุม จำนวน 3 ซ้ำ ใช้สาร 3 ชนิด คือ ฮอร์โมน BA+$GA_3$, EM+นมสด, และสารประกอบอะมิโนแอซิดโดยสารแต่ละชนิดมี 3ความเข้มข้น คือ 10/1, 10/2, 10/3

พบว่า ความยาวเฉลี่ยของลำต้น (hypocotyl) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยฮอร์โมน BA+$GA_3$ในความเข้มข้นสาร 3 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตร มีความยาวเฉลี่ยยาวที่สุด คือ 3.50 เซนติเมตร รองลงมาคือฮอร์โมน BA+$GA_3$ ในความเข้มข้นสาร 2 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตร ซึ่งมีความยาวเฉลี่ย 3.26 เซนติเมตร

ในการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของราก (radicle) พบว่า EM+นมสดในความเข้มข้นสาร 2 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตร มีความยาวเฉลี่ยสั้นที่สุด 3.46 เซนติเมตร รองลงมาคือ EM+นมสดในความเข้มข้นสาร 1 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตร มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.62 เซนติเมตร

ในการเปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยของต้นถั่วงอกพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยฮอร์โมน BA+$GA_3$ในความเข้มข้น 3 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตร มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.86 กรัม รองลงมาคือฮอร์โมน BA+$GA_3$ในความเข้มข้น 2 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตร มีน้ำหนักเฉลี่ย คือ 2.17 กรัมถั่วงอกให้ผลเจริญแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากการศึกษาประสิทธิภาพสารเคมีบางชนิดในการทดลองครั้งนี้วิธีการที่ให้ผลผลิตดีที่สุด มีลักษณะเป็นที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภคคือการใช้ฮอร์โมน BA+$GA_3$ ในความเข้มข้นสาร 3 ซีซีต่อน้ำ10ลิตร ได้น้ำหนักของถั่วงอกเฉลี่ย 2.86 กรัม ส่วนความยาวเฉลี่ยของลำต้น (hypocotyl)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ได้ลักษณะที่ดี คือ BA+$GA_3$ในความเข้มข้นสาร 3 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตร ซึ่งมีความยาวเฉลี่ย 3.50 เซนติเมตร และความยาวเฉลี่ยของราก (radicle) คือ EM+นมสดในความเข้มข้นสาร 2 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตร มีความยาวเฉลี่ยสั้นที่สุด 3.46 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าฮอร์โมน BA+$GA_3$และEM+นมสด หลังจากเพาะได้ 3 วันจะให้ผลที่ดีที่สุดแต่ยังไม่ได้ผลดีเท่ากับสารเพาะถั่วงอกที่ใช้ในอุตสาหกรรมเพาะถั่วงอก หากนำสารทั้ง 2 ชนิดนี้มาเพาะถั่วงอกเพื่อใช้รับประทานภายในครัวเรือนหรือเพาะเพื่อเป็นการค้าขนาดเล็กก็จะทำให้ได้ถั่วงอกที่ปลอดสารพิษอีกด้วย

**คำสำคัญ** : ถั่วงอก, ฮอร์โมน, ราก, ลำต้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| Title | : Effects of some Chemicals in Different Concentration on the Germination of Bean Sprout (*Phaseolus aureus* L.) |
| Author | : Mr. Watis Denchiwa |
| | : Mr. Siwapon Ratha |
| Department | : Plant Production Technology |
| Faculty | : Agricultural Technology |
| Advisor | : Mr.Tawatchai Ubonkerd |


## ABSTRACT

Effects of some chemicals in Different Concentration on the germination of bean sprout for experiment study on growth and development of hypocotyl and radicle of bean sprout kampangsaen 2. The experiment was Completely Randomized Design (CRD), 5 treatments, 3 replications. Substance consist of hormone BA, hormone BA+$GA_3$, hormone $GA_3$, Sugar and amino acid

The results indicated that average length of hypocotyl concluded that bean sprouts were significantly average length of hypocotyl which dipped in hormone BA+$GA_3$ was the best 6.93 centimeters and was 6.16 centimeters with hormone $GA_3$ was longer than hormone BA+$GA_3$

The results indicated the average length of radicle concluded that bean sprouts were significantly average length of radicle which dipped in hormone BA+$GA_3$ was the shortest was 5.06 centimeters and was 6.07 centimeters in sugar with was longer than hormone BA+$GA_3$

And average weight after dipped bean sprouts in hormone BA+$GA_3$ was the highest 384.25 gram and dipped bean sprouts in hormone BA with was less weight than hormone BA+$GA_3$ 362.51 gram, the result of average weight were significantly.



Key word : bean sprout, hormone, hypocotyl, radicle



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| สารบัญ | (1) |
| สารบัญตาราง | (2) |
| สารบัญตารางภาคผนวก | (3) |
| สารบัญภาคผนวก | (4) |
| คำนำ วัตถุประสงค์ | 1 |
| การตรวจเอกสาร | 2 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 17 |
| ผลการทดลอง | 19 |
| วิจารณ์ | 22 |
| สรุป | 23 |
| เอกสารอ้างอิง | 24 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | แสดงความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการงอก(เปอร์เซ็นต์) | 5 |
| 2 | อุณหภูมิที่เมล็ดสามารถงอกได้ | 5 |
| 3 | คุณค่าทางอาหารของถั่วงอกดิบและสุก | 15 |
| 4 | คุณค่าของเมล็ดถั่วเขียว แป้งถั่วเขียว ถั่วงอกและวุ้นเส้น | 16 |
| 5 | แสดงความยาวเฉลี่ยของต้น(hypocotyl)โดยเฉลี่ยของถั่วงอกในแต่ละวิธีการ(หน่วยเซนติเมตร) | 19 |
| 6 | แสดงความยาวเฉลี่ยของราก(radicle)โดยเฉลี่ยของถั่วงอกในแต่ละวิธีการ(หน่วยเซนติเมตร) | 20 |
| 7 | แสดงน้ำหนักเฉลี่ยถั่วงอกในแต่ละวิธีการ(หน่วยเป็นกรัม) | 21 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตารางผนวก


| ตารางผนวกที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติของความยาวต้น (hypocotyl) ของถั่วงอกในแต่ละวิธีการ | 27 |
| 2 | การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติของความยาวราก (radicle) ของถั่วงอกในแต่ละวิธีการ | 27 |
| 3 | การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติของน้ำหนักของถั่วงอกในแต่ละวิธีการ | 28 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาคผนวก


| | หน้า |
|---|---|
| การคำนวณความยาวของต้น | 29 |
| การคำนวณความยาวของราก | 31 |
| การคำนวณน้ำหนัก | 33 |
| ประวัติผู้เขียน | 35 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนำ

ถั่วงอกเป็นผลิตผลที่ได้จากการเพาะถั่วเขียวอายุประมาณ 3-4 วัน เนื่องจากถั่วงอกเป็นพืชที่เพาะง่ายและสามารถนำมาบริโภคแทนผักสดกันอย่างแพร่หลาย และเป็นพืชผักปลอดสารพิษ จึงมีผู้ทำการเพาะถั่วงอกเป็นอาชีพกันมาก เนื่องจากใช้ต้นทุนน้อยและให้ผลตอบแทนสูง ส่วนการทดลองในครั้งนี้จะใช้สารEM+นมสด,สารประกอบอะมิโนแอซิดและฮอร์โมน $GA_3$+BA เนื่องจากหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดสามารถนำมาเพาะถั่วงอกเพื่อผลิตรับประทานในครัวเรือนเองได้และไม่ทำให้เกิดสารพิษตกค้าง ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ด้วยคุณสมบัติที่เป็นสารฮอร์โมนชนิดหนึ่งและใช้ในปริมาณที่น้อยโดยองค์ประกอบของสารคือ จิบเบอเรลลินและไซโตไคนิน ซึ่งไม่มีอันตรายต่อผู้บริโภค และการใช้สารชนิดนี้สามารถช่วยเพิ่มคุณภาพและปริมาณให้กับถั่วงอกได้ดีกว่าการเพาะถั่วงอกโดยวิธีอื่น หรือไม่ใช้สารอะไรเลย โดยลักษณะของถั่วงอกที่ได้จะมีขนาดความยาวของ Hypocotyl ที่อวบอ้วนและยาวขึ้นทำให้น่ารับประทานยิ่งขึ้น เป็นที่ต้องการของตลาด วิธีการเพาะถั่วงอกโดยวิธีนี้ ปัจจุบันได้เป็นที่แพร่หลายกันมาก แต่ที่สำคัญคือ ถั่วงอกในตลาดส่วนใหญ่จะมีการปลอมปนของสารเคมีที่เป็นอันตรายอยู่มาก ซึ่งสารเหล่านี้จะสะสมภายในร่างกายของผู้บริโภคซึ่งอาจนำไปสู่สารก่อมะเร็ง ซึ่งเราสามารถใช้วิธีการเพาะถั่วงอกวิธีนี้ เท่านี้เราก็จะได้ถั่วงอกที่กรอบอร่อยไม่ดำและยังปลอดสารพิษอีก

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของสาร BA+$GA_3$ , EM+นมสด , สารประกอบอะมิโนแอซิด ในความเข้มข้นที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการงอกของถั่วงอกและลักษณะของถั่วงอกที่ตลาดมีความต้องการ
2. เพื่อเผยแพร่ความรู้หรือเทคนิคในการเพาะถั่วงอกเพื่อการผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือนและเป็นการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ตรวจเอกสาร

ถั่วเขียวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Phaseolus aureus L.* ถั่วเขียวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น นำมาทำขนม อาหาร และสิ่งที่สำคัญคือ สามารถนำมาใช้เพาะถั่วงอกได้

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของถั่วเขียว** (ไสว, 2534)

ถั่วเขียวเป็นพืชใน

| | |
|---|---|
| Family | *Papilionaceae* |
| Genus | *Phaseolus* |
| Species | *aureus* |

ราก ถั่วเขียวมีระบบรากแบบ tap root system รากที่เจริญมาจาก radicle คือรากแก้ว จะมีการแตกแขนงมาก และเจริญลงไปใต้ผิวดินค่อนข้างลึก ถั่วเขียวสามารถเจริญเติบโตได้ในดินที่มีความชื้นจำกัด บริเวณรากจะพบปมซึ่งเกิดจากแบคทีเรียพวก Rhizobium spp.เข้าไปอาศัยอยู่เพื่อสร้างปมและตรึงไนโตรเจน การอยู่ร่วมกันระหว่างถั่วเขียวและแบคทีเรียนี้เรียกว่า symbiosis

ลำต้น ถั่วเขียวเป็นพืชล้มลุกที่มีลำต้นตั้งตรงเป็นพุ่มสูงประมาณ 30-120 ซ.ม. ลำต้นมีการแตกแขนง บางพันธุ์มีลำต้นแบบกึ่งเลื้อย ส่วนของลำต้นที่อยู่เหนือใบเลี้ยง(cotyledon) ค่อนข้างเหลี่ยม มีขนอ่อนปกคลุมอยู่ทั่วไป

ใบ ใบของถั่วเขียวเป็นใบประกอบเกิดสลับบนลำต้น ใบประกอบหนึ่งๆประกอบด้วย ใบย่อย 3 ใบ แต่ต้นที่เกิดจากการกลายสายพันธุ์(mutation)สามารถมีใบย่อยมากกกว่า 3 ใบ ก้านใบยาว ที่ฐานของก้านมีหูใบ 2 อัน ก้านใบย่อยสั้น ใบย่อยใบกลางมีหูใบย่อย 2 อัน ส่วนใบย่อย 2 ใบใบล่างมีหูใบย่อยข้างละอัน ใบขนปกคลุมทั่วไป เช่นเดียวกับลำต้น

ดอก ถั่วเขียวมีดอกที่เกิดเป็นช่อ ช่อดอกเกิดตามมุมใบที่อยู่ตอนบนของลำต้นและที่ปลายยอดของลำต้นหรือกิ่งก้าน ช่อของดอกถั่วเขียวเป็นแบบ condensedraceme คือมีก้านดอกยาวและมีดอกเกิดเป็นกลุ่มที่ปลาย ช่อดอกหนึ่งๆ มีดอกประมาณ 10-25 ดอก กลีบดอกมีสีม่วง เหลือง และ ขาว ดอกบานมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 1 ซ.ม. แต่ละดอกประกอบด้วย calyx ที่มีฐานเชื่อมติดกัน ปลายแยกออกเป็น 5 แฉก ที่ฐานของ calyx จะพบ calyx bract 2 อัน มีความยาวมากกว่า calyx เล็กน้อย corolla ประกอบด้วย 1 standard 2 wing 3 keel มี stamen 10 อัน เป็นแบบ diadelphonus คือฐานของ stamen 9 อันเชื่อมติด united stamen และอีก 1 stamen แยกอยู่เป็นอิสระ (free stamen) pistil มี ovary ยาวรี ovary หนึ่งๆมีประมาณ 10-15 ovule

ฝัก และถั่วเขียว ฝักของถั่วเขียวมีรูปร่างกลมยาว ส่วนปลายอาจโค้งออกเล็กน้อยเมื่อแก่ฝักจะเป็นสีน้ำตาลเข้ม และดำและขาวนวลแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ฝักหนึ่งๆจะมีเมล็ดประมาณ 10-15 เมล็ด น้ำหนัก 1000 เมล็ดประมาณ 20-80 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ด คือไข่(ovule) ที่ได้รับการผสมแล้ว เมื่อเจริญเติบโตจนแก่สุก คัพภะ (embryo) ซึ่งพักตัว(dormant) อยู่ภายใต้เปลือกนอกเรียกว่า seed coat หรือ testa และอาจมีอาหารเก็บค้างอยู่ในเมล็ดนั้นด้วย คัพภะจะสามารถคงความงอกงามไว้ได้ ในขณะที่เมล็ดอยู่ในระยะพักตัว เมื่อพ้นระยะพัก และได้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแก่การงอกแล้ว คัพภะก็จะงอกออกมา เมล็ดเป็นสิ่งจำเป็นของการสำหรับการกระจายพันธุ์ ซึ่งอากาศ,น้ำ และสัตว์ เป็นพาหะที่ดีที่จะนำเมล็ดไปตกที่ ต่างๆ แล้วก็จะงอกเป็นต้นอ่อนต่อไปได้ (Haupt,1946)

โครงร่างของเมล็ด เมล็ดพืชทุกชนิดจะมีคัพภะ และเปลือกหุ้มเมล็ด เมล็ดของพวก pea bean ขณะที่เจริญเติบโตเต็มที่คัพภะของมัน จะดูดเอาอาหาร (foot material) เข้าไปไว้ทั้งหมด ไม่มีที่เก็บอาหารแยกออกไปจากตัวคัพภะเลย เมล็ดพวกนี้จึงเป็นชนิดที่เรียกว่า non-endospermic หรือ exalbuminous ส่วนเมล็ดพวก corn,whaet,castor bean เหล่านี้ยังคงเหลืออาหารภายนอกคัพภะ คัพภะจะเอาอาหารไปใช้ตอนเมล็ดนั้นงอก ดังนั้นเมล็ดพวกนี้ จึงเป็น endospermic หรือ albuminous เมล็ดที่เก็บอาหารไว้ในคัพภะนี้ จะอยู่ในใบเลี้ยง (cotyledon) ของคัพภะนั้นเอง เปลือกหุ้มเมล็ด(testa) มีหน้าที่เป็นตัวป้องกันสิ่งต่างๆที่อยู่ภายในเมล็ดประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นเดียวซึ่งเกิดมาจากเนื้อเยื่อที่ครอบคลุม ห่อหุ้มรังไข่ด้านนอก (outer integument) ที่ยังอ่อน เมื่อรังไข่กลายเป็นเปลือกหุ้มเมล็ด ส่วนเนื้อเยื่อชั้นใน (inner intergument) จะเกิดเป็นเปลือกบางๆอยู่ภายในเปลือกหุ้มเมล็ดอีกชั้นหนึ่ง เปลือกหุ้มเมล็ดเป็นเปลือกชั้นนอกซึ่งมีรอยแผล (hilum) ที่เกิดจากเมล็ดและผลหลุดออกจากกันตอนเมล็ดแก่ ( Weier,1964)

**ชนิดของถั่วงอก**

โดยทั่วไปถั่วทุกชนิดใช้เพาะเป็นถั่วงอกได้ ในปัจจุบันถั่วที่นำมาเพาะเป็นถั่วงอก หรือ เมล็ดงอกได้แก่ ถั่วเหลือง,ถั่วลิสง,ถั่วลันเตา,ถั่วพุ่ม,ถั่วอัลฟัลฟ่า เป็นต้น

แม้จะมีเมล็ดถั่วหลายชนิดที่สามารถนำมาเพาะเป็นถั่วงอกได้ แต่ถั่วงอกที่ได้รับความนิยม คือ ถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียว เมล็ดถั่วเขียวที่นำมาเพาะเป็นถั่วงอกมี 2 ชนิด คือถั่วเขียวผิวมัน(ชัยนาท 72 ,ชัยนาท 36 ,ชัยนาท 60 ,กำแพงแสน 1 และ กำแพงแสน 2) และถั่วเขียวผิวดำ (อู่ทอง 2 และพิษณุโลก 2) ถั่วเขียวผิวมัน เมื่อนำมาเพาะแล้วจะได้ถั่วงอกต้นโตสีเหลือง และมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าถั่วเขียวผิวดำ ถั่วเขียวผิวดำเมื่อนำมาเพาะจะได้ถั่วงอกที่ต้นเล็กกว่า และมีสีขาว แต่ข้อดีของถั่วงอกที่ใช้เพาะจากถั่วเขียวผิวดำ คือ จะมีความคงทน เมื่อโดนลมหรือแสงสว่าง โดยที่จะยังคงมีสีขาวขาวไม่ออกคล้ำเหมือนถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวผิวมัน นอกจากนี้เมล็ดถั่วเขียวผิวดำยังสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยอัตราการงอกจะไม่ลดลงมากนัก ทำให้เพาะได้ตลอดปี แต่ถั่วเขียวผิวมันอัตราการงอกจะลดลงเรื่อยๆเมื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้นาน อย่างไรก็ตามผู้บริโภคมักจะชอบถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวผิวมันมากกว่า เพราะต้นอวบอ้วนสีอมเหลืองดูน่ารับประทาน รสชาติหวานกว่าและไม่เหม็นเขียว เมื่อเทียบกับถั่วเขียวผิวดำ (คมสัน และกำพล, 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การงอกของเมล็ด** (The germination of seeds)

เนาวรัตน์ (2526) กล่าวว่า Bewley และ Black (1985) ซึ่งเป็นนักสรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์พบว่า ขบวนการงอก (germination process) คือขบวนการที่เริ่มตั้งแต่การดูดน้ำของเมล็ด (imbibition) และสิ้นสุดที่การยืดตัวของแกนคัพภะ (โดยปรกติเป็นราก) ในระหว่างการงอกมีเหตุการณ์ต่างๆ เกิดขึ้นได้แก่ การดูดน้ำของโปรตีน (protein hydration) การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างต่างๆ ภายในเซลล์ การหายใจ การสังเคราะห์สารโมเลกุลใหญ่และการยืดตัวของเซลล์ เหตุการณ์เหล่านี้มีผลรวมกันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพจากคัพภะแห้งที่อยู่ในภาวะเงียบ (resting of quiescent embryo) ไปสู่คัพภะที่มีเม่ตาบอลิซึมสูง จะปรากฏมีการเจริญเติบโตออกมาให้เห็น ดังนั้น กระบวนการงอกในความหมายนี้ ไม่ได้หมายถึงการเจริญเติบโตของต้นกล้า (seeding growth) ซึ่งเริ่มต้นจากที่รากอ่อนแทงทะลุเปลือกเมล็ดออกมา นอกจากนี้ ขบวนการขนย้ายอาหารสะสมในเมล็ด (movilization of storage reserves) ก็ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของขบวนการงอกนี้เพราะการเคลื่อนย้ายอาหารส่วนใหญ่เกิดขึ้นภายหลัง

ปัจจัยที่จำเป็นในการงอกของเมล็ดพืช (The Physical Requirements for Germination)

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

นอกจากปัจจัยที่จำเป็นทั้ง 3 ปัจจัยดังที่กล่าวแล้วแสง (light) อาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เมล็ดพืชบางชนิดจำเป็นต้องใช้ในการงอก นักวิทยาศาสตร์บางท่านจึงรวมเข้าไว้เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ด ทั้งๆ ที่เมล็ดพืชส่วนใหญ่ไม่ต้องการแสงในการงอก

**ปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์** (วันชัย, 2537)

1. น้ำหรือความชื้นทำให้อาหารที่เก็บสะสมไว้ในเมล็ด ในรูปโมเลกุลใหญ่แตกย่อยออกเป็นโมเลกุลเล็กๆ เพื่อย้ายไปยังจุดที่เจริญเมล็ดพันธุ์ในสภาพที่แห้งโดยทั่วไป มีความชื้นประมาณ ร้อยละ 6-14 แต่การที่จะงอกได้นั้น เมล็ดต้องมีความชื้นประมาณร้อยละ 30-60 ของน้ำหนักแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่** 1 แสดงความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการงอก (เปอร์เซ็นต์)

| ชนิด | ความชื้น |
|---|---|
| ข้าว | 32-35 |
| ข้าวโอ๊ต | 32-36 |
| ข้าวโพด | 30 |
| ถั่วเหลือง | 50 |
| ถั่วลิสง | 50-55 |
| ข้าวสาลี | 69 |
| ถั่วลันเตา | 49 |
| ถั่วแขก | 80 |
| ถั่วเขียว | 30-60 |

ที่มา : (วันชัย, 2537)

2.ออกซิเจนการงอกของเมล็ดเป็นขบวนการที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ที่มีชีวิตและต้องใพลังงานจึงต้องใช้ออกซิเจนสำหรับการหายใจเพื่อย่อยสลายอาหารให้ได้มาซึ่งพลังงานที่จำเป็นสำหรับการงอก โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์พืชงอกได้บรรยากาศที่มีออกซิเจนร้อยละประมาณ 20 ถ้าบรรยากาศรอบๆเมล็ดมีคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้อัตราการงอกของเมล็ดลดลง

3. อุณหภูมิที่พอเหมาะ ปกติเมล็ดพันธุ์พืชทั่วๆไป สามารถงอกได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 10 - 35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่สูงเกินไปหรือต่ำเกินไปจะยับยั้งหรือทำให้เมล็ดไม่งอก

**ตารางที่** 2 อุณหภูมิที่เมล็ดสามารถงอกได้

| ชนิด | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | |
|---|---|---|---|
| | ต่ำสุด | เหมาะสม | สูงสุด |
| ข้าว | 10-20 | 20-30 | 40-42 |
| ข้าวบาร์เลย์ | 3-5 | 15-20 | 30-40 |
| ข้าวโพด | 8-10 | 25 | 40-44 |
| ข้าวสาลี | 3-5 | 15-20 | 30-43 |
| ถั่วเขียว | 8 | 20-35 | 40 |

ที่มา : (วันชัย, 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การดูดน้ำ (Imbibition)** (เพิ่มพูน, 2531)

เมื่อเมล็ดได้รับน้ำหรือความชื้น ในระยะแรกโมเลกุลของน้ำเข้าสู่เมล็ดโดยการแพร่ (diffusion) แรงดูดน้ำของเมล็ดที่เกิดขึ้นในระยะนี้เรียกว่า imbibitional force แรงดูดน้ำนี้จะลดลงเมื่อเมล็ดดูดน้ำเข้าไปมากขึ้น ต่อมาจะมีการดูดน้ำโดยขบวนการออสโมซีส แรงดูดน้ำแบบนี้ osmotic force ซึ่งมีผลต่อความชื้นสุดท้ายของเมล็ดขณะสิ้นสุด hydration phase ซึ่งโดยทั่วไปความชื้นของเมล็ดที่ระยะนี้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช อาจผันแปรอยู่ในช่วง 30-60 เปอร์เซ็นต์ การดูดน้ำของเมล็ดพืชปรกติจะเกิดขึ้นรอบเปลือกเมล็ด แต่สำหรับในพืชตระกูลถั่วตำแหน่งที่ไวต่อการดูดซับน้ำเข้าสู่เมล็ดคือ micropyle และ hilum ตัวอย่างเช่น เมล็ดพืชพวก Vicia และ Phaseolus นำเข้าสู่เมล็ดทางรู micropyle มากกว่าทางอื่น สำหรับในเมล็ดพืชที่มีเมล็ดแข็งบางชนิดเช่น melilotus alba และ Trigonella Arabica ที่บริเวณ hilum และ micropyle ของเมล็ดจะมี plug มาอุด เรียก strophiolar cleft การที่น้ำจะเข้าสู่เมล็ดได้นั้น เนื้อเยื่อบริเวณนี้จะต้องอ่อนนุ่มลงก่อนจากนั้นจึงเข้าสู่เมล็ดผ่านช่องเปิดนี้ และแพร่เข้าไปสู่เซลล์รอบๆ เมล็ดอย่างรวดเร็วแบ่งการดูดน้ำได้เป็น 3 ระยะ

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

**การหายใจขณะเมล็ดงอก** (Respiration during germination) (เพิ่มพูน, 2531)

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

การดูดใช้ออกซิเจนของเมล็ดอาจแบ่งออกได้เป็น 3 หรือ 4 ระยะ

ระยะที่ 1 การดูดใช้ออกซิเจนจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว

ระยะที่ 2 เป็นระยะงัน (lag phase) ออกซิเจนจะถูกดูดใช้อย่างช้าๆ

ระยะที่ 3 เป็นระยะที่มีการหายใจสูงขึ้น

ระยะที่ 4 เกิดในส่วนสะสมอาหารเท่านั้น

**การสังเคราะห์โปรตีนของเมล็ด** (Protein Syntesisduring Germination)

การงอกแบบอิพิเจียล (Epigeal Germination) การงอกของเมล็ดแบบนี้ เป็นการงอกเมล็ดพืชตระกูลถั่ว แต่ยังพบว่ามีเมล็ดพวกละหุ่ง หอม

การงอกแบบไฮโปเจียล (Hypogeal Germination) การงอกของเมล็ดแบบนี้เป็นการงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของข้าวโพด แต่ก็ยังพบเมล็ดของพืชตระกูลถั่วบางชนิด เช่น ถั่วลันเตา ถั่วพร้า และถั่วหรั่ง

**การหายใจขณะเมล็ดงอก** (respiration during germnation) (เพิ่มพูน, 2531)

เมล็ดที่กำลังงอก บางครั้งจะมีการหายใจของจุลินทรีย์ที่ติดมากับเมล็ดเข้ามาเสริม ทำให้อัตราการหายใจของพืชสูงขึ้น ทันทีที่เมล็ดมีการดูดน้ำเข้า ทำให้อัตราการหายใจของพืชสูงขึ้น ทันทีที่เมล็ดมีการดูดน้ำเข้ามา จะมีการสร้างสารพวก Keto acid เช่น transamination ซึ่ง keto aicd จะเป็น intermediate ซึ่งสำคัญในขบวนการหายใจการดูดใช้ออกซิเจนของเมล็ดอาจแบ่งได้ 3 หรือ 4 ระยะ

ระยะที่ 1 การดูดใช้ออกซิเจนจะเป็นไปได้อย่างช้าๆ

ระยะที่ 2 เป็นระยะงัน (Lag phase) ออกซิเจนจะถูกดูดได้อย่างช้าๆ

ระยะที่ 3 เป็นระยะที่มีการหายใจสูงขึ้น

ระยะที่ 4 เกิดในส่วนสะสมอาหารเท่านั้น

**การสังเคราะห์โปรตีนของเมล็ด** (protein synthesis during germination)

การสังเคราะห์โปรตีนมีความหมายสำคัญอย่างยิ่งต่อการงอกของเมล็ด ในขณะเมล็ดกำลังพัฒนาบนต้นแม่เท่านั้น มีการสังเคราะห์โปรตีนมาก แต่การสังเคราะห์หยุดลงเมื่อเมล็ดเริ่มและคายความชื้น (เพิ่มพูน, 2531)

**การเคลื่อนย้ายของอาหารสะสมในระหว่างการงอก** (mobilization of seed germination)

การงอกแบบอิพิเจลียล (Epigeal Germination) การงอกของเมล็ดแบบนี้ เป็นการงอกของพืชตระกูลถั่ว แต่พบว่ามีเมล็ดพวกละหุ่ง หอม

การงอกแบบไฮโปจีเจียล (Hypogeal Germination) การงอกของเมล็ดแบบนี้ เป็นการงอกของเมล็ดข้าวโพด แต่ก็ยังมีเมล็ดของพืชตระกูลถั่วบางชนิด เช่นถั่วลันเตา ถั่วพร้า และถั่วหรั่ง (เพิ่มพูน, 2531)

**การงอกในที่มืด** (etionlation)

เมล็ดที่งอกในที่มืด ลักษณะของต้นกล้าจะแตกต่างไปจากการงอกในที่มีแสงสว่าง คือต้นกล้าจะยืดยาว ใบอ่อนมีขนาดเล็ก และมีสีเหลือง การงอกในที่มืด เรียกว่า Etionlation เป็นการปรับตัวของต้นกล้า โดยพยายามยืดใบเลี้ยงหรือใบอ่อนขึ้นเพื่อหาแสงแดดเหนือดิน หรือให้พ้นจากร่มเงาที่บดบังต้นกล้าอยู่ เพื่อให้ยอดอ่อนได้รับแสงจะได้มีการสังเคราะห์แสงสร้างอาหารเลี้ยงตัวเองได้ ในเมล็ดพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น เมล็ดข้าวโพดเมื่อนำไปเพาะในที่มืดจะมีการยืดยาวของเมโซคอทิล (mesocotyl) มากผิดปกติ ในที่มีแสงเมโซคอทิลจะยืดตัวเพียงไม่กี่มิลลิเมตร ขณะที่มืดเมโซคอทิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจยืดยาวได้หลายเซนติเมตร ต้นกล้าในที่มืดจะมีปลอกหุ้มยอด (coleotile) ห่อหุ้มใบอ่อนไว้ โดยที่ใบอ่อนนั้นไม่มีการสร้างคลอโรฟิลล์ ทำให้สีเหลืองซีด แสงสว่างมีความสำคัญต่อการงอก ดังนี้

1.แสงสว่าง สามารถกระตุ้นให้ใบเลี้ยง และใบอ่อนของต้นกล้าสร้างคลอโรพลาส

2.กระตุ้น ให้มีการขยายตัวของใบเห็นได้ชัดในพืชใบเลี้ยงคู่ มากกว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยว แสงแดดสามารถยับยั้งการยืดตัวที่ผิดปกติของต้นกล้า (ไฮโปคอทิล หรือเมโซคอทิล) แสงกระตุ้น ให้มีการพัฒนาของราก ต้นกล้าที่เพาะในที่มีแสงจะมีการพัฒนาของรากดีกว่าต้นกล้าที่เพาะในที่มืด (วันชัย, 2537)

**สารควบคุมการเจริญเติบโต** (พีรเดช, 2529)

สารควบคุมการเจริญเติบโต หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า ฮอร์โมน จัดเป็นกลุ่มของสารที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบันนี้ เนื่องจากสามารถใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางและเห็นผลได้ค่อนข้างเด่นชัด โดยมากใช้ในการติดผลเร่ง หรือชะลอการแก่ การสุก ซึ่งลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ถูกควบคุมโดยสารแต่ละชนิดแตกต่างกันไป ดังนั้น ถ้ามีการเลือกใช้ได้อย่างถูกต้องก็จะทำให้เราสามารถควบคุมการเติบโตของพืชได้ตามต้องการ เมื่อกล่าวถึง ฮอร์โมนพืช (plant hormones) ก็เชื่อว่าทุกท่านคงเคยได้ยินและรู้จักว่าเป็นสารที่ใช้ฉีดพ่นต้นไม้เพื่อให้มีการออกดอก ติดผลตามที่ต้องการ แต่โดยความจริงแล้ว คำว่า ฮอร์โมนพืช นี้มีความหมายในเชิงวิชาการว่า เป็นสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นเอง ในปริมาณน้อยมาก แต่มีผลในด้านการส่งเสริมหรือยับยั้งการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายในต้นพืชนั้น ๆ ทั้งนี้ไม่รวมพวกน้ำตาล หรือสารอาหารที่เป็นอาหารพืชโดยตรง จะเห็นได้ว่าพืชสร้างฮอร์โมนขึ้นน้อยมาก โดยมีปริมาณเพียงพอที่จะควบคุมการเติบโตภายในต้นพืชนั้น ๆ ดังนั้นการสกัดสารฮอร์โมนออกมาจากต้นพืช เพื่อไปพ่นให้ต้นไม้อื่น ๆ จึงเป็นเรื่องยาก และไม่คุ้มค่า จึงได้มีการค้นคว้าและสังเคราะห์สารต่าง ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนธรรมชาติขึ้นมาใช้ประโยชน์แทน เมื่อเป็นเช่นนี้ สารที่เรานำมาฉีดพ่นให้ต้นพืชเพื่อให้เกิดลักษณะตามที่เราต้องการนั้น จึงไม่ใช่ฮอร์โมนพืช แต่จัดเป็นสารสังเคราะห์ ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนจึงได้มีการบัญญัติศัพท์ทางวิชาการขึ้นมาว่า สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulartors) ซึ่งมีความหมายถึงฮอร์โมนพืช และสารสังเคราะห์ มีคุณสมบัติในการกระตุ้นยับยั้ง หรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืชได้ การเติบโตของพืชในทุกขั้นตอนล้วนแล้วแต่ถูกควบคุมโดยฮอร์โมนทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการงอกของเมล็ดจนกระทั่งต้นตาย ดังนั้นการใช้สารสังเคราะห์ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนฉีดพ่นให้กับต้นพืชจึงเป็นการเปลี่ยนระดับความสมดุลของฮอร์โมนภายใน ทำให้ต้นพืชแสดงลักษณะต่าง ๆ ออกมานอกเหนือการควบคุมของธรรมชาติ แต่ก่อนที่จะใช้สารสังเคราะห์เหล่านี้ให้ได้ผลควรที่จะต้องศึกษาคุณสมบัติฮอร์โมน และสารสังเคราะห์ชนิดต่างๆ โดยละเอียดเสียก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ฮอร์โมนที่เกี่ยวกับการงอก** (นภดล, 2537)

จิบเบอเรลลิน (gibberellins) พบครั้งแรก ในประเทศญี่ปุ่น ในการศึกษาโรคของข้าวที่เจริญเป็นต้นที่สูงมาก ต้นข้าวที่เป็นโรคนี้ไม่สามารถค้ำจุนตัวเองได้ มักโค่นล้มและตายไปเนื่องจากอ่อนแอมีโรคแมลงเข้าไปทำลายได้ง่าย ในตอนต้นปี ค.ศ.1890 ญี่ปุ่นเรียกโรคนี้ว่า bakanae disease (foolish seedling disease) สาเหตุเนื่องจากเชื้อรา Gibberella fujikuroi เป็นระยะไม่สมบูรณ์เพศของเชื้อ Fusarium moniliforme ในปีค.ศ.1926 นักโรคพืชพบว่า เมื่อนำสารที่สกัดได้จากเชื้อรานี้ไปให้กับต้นข้าว จะก่อให้เกิดอาการเช่นเดียวกับที่เกิดจากเชื้อรานี้โดยตรง แสดงว่าสารสกัดนี้เป็นตัวก่อให้เกิดโรคนี้ขึ้น ในปี ค.ศ. 1930 T.Yabuto และ T.Hayashi สามารถแยกสารที่เป็นสารออกฤทธิ์ได้ (active compound) จากเชื้อรา ซึ่งเขาตั้งชื่อว่า gibberellin และจิบเบอเรลลินที่ค้นพบแล้วในเชื้อราและพืชมีมากกว่า 72 ชนิด รวมทั้งที่สังเคราะห์ได้โครงสร้างของจิบเบอเรลลินประกอบด้วยคาร์บอน 19 หรือ 20 อะตอม และมี carboxyl group อย่างน้อยหนึ่งกลุ่มเป็นส่วนประกอบ จิบเบอเรลลินใช้ตัวย่อ GA และตามด้วยตัวเลขกำกับ เช่น $GA_1$,$GA_2$,$GA_3$ เป็นต้น

**ตำแหน่งที่สังเคราะห์จิบเบอเรลลินในพืช** (ช.ณิฏศิร, 2543)

1.. ที่บริเวณผอดอ่อนของพืช โดยทดลองนำต้นกล้าทานตะวันมาตัดส่วน apex มาวิเคราะห์พบว่ามี GA มาก

2. ราก โดยทดลองดึงน้ำจากส่วนรากมาวิเคราะห์หาจิบเบอเรลลิน ได้พบว่ามีปริมาณมากพอสมควร ค. ในเมล็ดที่กำลังเจริญเมล็ดที่ยังอ่อน มีปริมาณจิบเบอเรลลินสูง ได้มีการทดลองเอาเมล็ดถั่วมาทำ embryo culture พบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ ต่อมานำสารยับยั้งจิบเบอเรลลิน คือ Amo-1618 พบว่าจะเจริญเติบโตระยะหนึ่งแล้วชะงักลงแสดงว่ามีจิบเบอเรลลินอยู่ในเมล็ดแล้ว ซึ่งช่วยให้พืชเจริญเติบโต พอหมดพืชจะชะงักการเจริญเติบโต การทดลองนี้เป็นหลักฐานว่าจิบเบอเรลลินถูกสร้างขึ้นในเมล็ดที่กำลังเจริญเติบโต

1. **จิบเบอเรลลิน** (gibberellins)

การสังเคราะห์จิบเบอเรลลินทางชีววิทยา (Biosynthesis)

เนาวรัตน์ (2526) กล่าวว่า Birch (1958) เป็นผู้ค้นพบโครงสร้างของจิบเบอเรลลิน ซึ่งประกอบขึ้นด้วย ไอโซฟรีนอยด์หน่วยเล็กๆ มาต่อเนื่องกัน จัดเป็นสารประเภทเทอร์พีนอยด์ (terpenoid) ประกอบด้วยคาร์บอนทั้ง 20 ตัว และมีต้นกำเนิดมาจากกรดมีวาโลนิค ซึ่งได้จากอะเซทิลโคเอ ซึ่งเป็นสารตัวหนึ่งในวัฏจักรเครบ

จิบเบอเรลลินที่มีคุณสมบัติกระตุ้นความเจริญเติบโตของพืชได้ดี คือ $GA_1$, $GA_2$, $GA_3$, $GA_4$, $GA_5$, $GA_6$, $GA_7$, $GA_9$, $GA_{20}$, $GA_{29}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตำแหน่งที่สังเคราะห์จิบเบอเรลลินในพืช**

1. ที่บริเวณยอดและใบอ่อนๆ ของพืช โดยทดลองนำต้นกล้าทานตะวันมาตัดเอาส่วน apex มาวิเคราะห์ พบว่า GA มาก

2. ราก โดยทดลองดึงน้ำจากส่วนรากมาวิเคราะห์หาจิบเบอเรลลิน ได้พบว่ามีปริมาณมากพอควร

3. ในเมล็ดที่กำลังเจริญเมล็ดที่ยังอ่อน มีปริมาณจิบเบอเรลลินสูง ได้มีการทดลองเอาเมล็ดถั่วมาทำ embryo culture พบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ ต่อมานำสารยับยั้งจิบเบอเรลลิน คือ Amo-1618 พบว่าจะเจริญเติบโตระยะหนึ่งแล้วชะงักลงแสดงว่ามีจิบเบอเรลลินอยู่ในเมล็ดแล้ว ซึ่งช่วยให้พืชเจริญเติบโต พอหมดพืชจะชะงักการเจริญเติบโต การทดลองนี้เป็นหลักฐานว่าจิบเบอเรลลินถูกสร้างขึ้นในเมล็ดที่กำลังเจริญเติบโต

**คุณสมบัติของจิบเบอเรลลิน**

1. กระตุ้นการแบ่งเซลล์
2. กระตุ้นการขยายตัวของเซลล์
3. ไม่ช่วยและไม่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองให้เกิดการโค้งงอในพืช
4. ไม่มีการเคลื่อนย้ายลงจากยอด

**จิบเบอเรลลินที่ใช้ในการเกษตร**

จิบเบอเรลลินได้เข้ามามีบทบาทในการเกษตร โดยไปช่วยในเรื่องต่างๆ ของพืชดังนี้

1. เพิ่มความยาวของก้าน เพิ่มผลผลิตของคื่นช่าย
2. ขจัดการพักตัวของหัวมันฝรั่ง
3. เพิ่มขนาดของผลองุ่น
4. กระตุ้นการเกิดผลที่ไม่มีเมล็ดองุ่น
5. เพิ่มขนาดของดอกไม้
6. ยืดเวลาการแก่ของผลไม้บางชนิด
7. ยืดเวลาในการเก็บเกี่ยวของพืชบางชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2. ไซโตไคนิน (Cytokinins)**

2.1 ไซโตไคนินตามธรรมชาติ

มิลเลอร์ (Miller) พบไซโตไคนินในข้าวโพดต่อมาลีแธม (Letham) ได้สกัดแยกไซโตไคนินจากข้าวโพด แล้วตั้งชื่อใหม่ว่า ซีเอติน (Zeatin) ซึ่งเป็นไซโตไคนินธรรมชาติตัวแรกที่พบ

2.2 รูปแบบของไซโตไคนิน

ไซโตไคนินสามารถเกิดขึ้นได้ 2 แบบ คือ

ก. Free Cytokinins เกิดในแบบอิสระให้ผลตอบสนองต่อพืช ไซโตไคนินแบบนี้ได้แก่ Zeatin , bonzyl adenine

ข. Bound Cytokinins ได้แก่ ไซโตไคนินที่เกิดในรูปรวมกับสารประกอบอื่นๆ เช่น มีโมเลกุลของ t-RNA เกาะติดโครงสร้างของไซโตไคนิน ไม่ให้ตอบสนองต่อพืชในทันที

การตอบสนองต่อสรีระวิทยาของพืช

**คุณสมบัติสำคัญของไซโตไคนิน** คือ

1. ช่วยในการแบ่งเซลล์ของพืช
2. ช่วยในการเปลี่ยนสภาพเซลล์
3. กระตุ้นการเจริญเติบโตของตาข้าง
4. ชะลอการแก่ (senescence)

**ผลของไซโตไคนินที่มีผลต่อชีววิทยาของพืช** คือ

1. การชะลอการแก่ การชะลอการแก่นั้น เนื่องมาจากไซโตไคนินไปลดกิจกรรมในขบวนการต่างๆ ของพืชให้ช้าลง เมตาโบลิซึมของใบช้าลง เอนไซม์ต่างๆ ลดกิจกรรมน้อยลงทำให้เซลล์ชะลอการแก่

2. ช่วยในการเคลื่อนที่ย้ายธาตุอาหาร จากการทดลอง Mothes ในประเทศเยอรมันพบว่า การเคลื่อนย้ายอาหารต้องมีไคเนตินร่วมด้วยสารอาหารต่างๆ จะถูกดูดเคลื่อนย้ายไปรวมตัวกันตรงที่มี ไซโตไคนินอยู่ในพืช activity สูงตรงส่วน apical ของรากหรือตา เมื่อมีการแบ่งเซลล์ และส่วนที่กำลังเจริญเติบโตจะมีไคเนตินอยู่มาก เพื่อดึงเอาธาตุอาหารให้เคลื่อนย้ายไปสู่บริเวณนั้น

**ไซโตไคนินที่ใช้ในวงการเกษตร**

1. ช่วยในการแบ่งเซลล์และกระตุ้นการเกิดตาดอก
2. ช่วยในการเปลี่ยนสภาพของเซลล์และกระตุ้นการเจริญเติบโตของกิ่งแขนง
3. ชะลอการแก่
4. ช่วยในการออกดอก
5. ช่วยในการติดผล
6. ช่วยให้ผลหรือพืชสุกช้าลง
7. ช่วยในการออกรากของพืชที่ออกรากยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(เจ็งสุน, 2520) กล่าวว่า การเพาะถั่วงอกให้ได้ผลดีนั้นจะไม่ใช้วัสดุเพาะต้องมีปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. ต้องเลือกภาชนะที่ทึบแสง ถ้าใช้เข่งก็ต้องพลาสติกสีดำมาล้อมรอบเข่งกันแสงเข้า
2. ถั่วเขียวที่จะนำมาเพาะถั่วงอกต้องเป็นถั่วเก่า มีการพักตัวพอสมควร ถ้าเป็นถั่วใหม่จะทำให้เกิดการเน่าและไม่ค่อยงอกในระหว่างการเพาะ
3. เลือกเมล็ดถั่วเขียวที่ปราศจากแมลงเจาะ แตกหัก เอาออกทิ้งไป
4. ถ้าเป็นถั่วใหม่ จะต้องมีการพักตัว โดยผึ่งแดดหรือแช่น้ำร้อนพออุ่นๆ ก็ได้
5. การทำการเพาะ ควรแช่ถั่วเขียวอย่างน้อย 12 ชั่วโมง
6. นำขึ้นมาผึ่งลม และเอาเมล็ดเสียออกอีกครั้ง
7. ใส่ถั่วเขียวที่แช่น้ำแล้วนำลงไปในภาชนะครั้งเดียวพร้อมกันทั้งหมด ประมาณ 1 ใน 4 ส่วนของภาชนะที่ใช้เพาะ
8. คลุมเมล็ดถั่วเขียวด้านบนด้วยกระสอบหรือผ้า เพื่อควบคุมความชื้นและกันแสง
9. ถ้าปล่อยให้อากาศเข้าไปในภาชนะมากจะทำให้ถั่วงอกมีลักษณะผอมยาว
10. ถ้าน้ำใต้ภาชนะขังมากเกินไปจะทำให้ถั่วเน่าได้ และไม่ค่อยงอก
11. ควรรดน้ำทุกๆ 4 ชั่วโมง
12. อากาศที่เย็นเกินไปจะทำให้ถั่วเขียวงอกช้ากว่าปกติ
13. น้ำที่ใช้รดจะต้องสะอาด ปราศจากความเป็นกรดและคลอรีน
14. ถั่วงอกชอบน้ำที่มีความเป็นด่างอ่อนๆ
15. การรดน้ำจะต้องให้น้ำผ่านต้นถั่วงอกจนกว่าจะเย็น

**ถั่วงอกผักเศรษฐกิจที่น่าสนใจ**(www.google.co.th)
(http://www.doae.go.th/library/html/detail/KUmagazine/june_44/tuongok/bean.htm)

ถั่วงอก พืชผักที่คนไทยรู้จักบริโภคกันมานานแล้ว เพราะถั่วงอกเป็นผักที่มีคุณค่าทางโภชนาสูง โดยเฉพาะโปรตีน เกลือแร่และวิตามิน นอกจากนี้ถั่วงอกยังเป็นพืชผักชนิดเดียวที่สามารถใช้เวลาในการเพาะจนถึงเก็บเกี่ยวขายหรือบริโภคได้เร็วที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผักชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะประเทศไทย ถ้าเพาะถั่วงอกในช่วงฤดูร้อนหรือฤดูฝนจะใช้เวลาไม่เกิน 3 วัน แต่ถ้าเป็นฤดูหนาวและมีอุณหภูมิของอากาศเย็นจะต้องใช้เวลาเพาะเพียง 4 วันเท่านั้น ถั่วงอกเป็นพืชที่นำรายได้ให้ผู้เพาะขายเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริม

ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน รูปแบบและเทคนิคการเพาะถั่วงอกในเมืองไทยมีรูปแบบการพัฒนาแตกต่างกันไปตามความชำนาญและทักษะของผู้เพาะ พร้อมทั้งความแตกต่างกันในเรื่องรูปแบบภาชนะที่ใช้เพาะ แต่เทคนิคการดูแลจะคล้ายคลึงกัน เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การเพาะถั่วงอกแบบใช้ไหดิน**

เลือกใช้ไหดินที่มีคอยาว ลักษณะคล้ายไหใส่น้ำปลาแต่มีขนาดความสูง 40-50 เซนติเมตร มีการเจาะรูระบายน้ำที่ก้นไหขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร ใส่ถั่วเขียวที่แช่น้ำแล้ว จนเมล็ดเริ่มพองลงในไห และใช้ฟางอุดที่ปากไหเพื่อป้องกันแสงสว่าง และสะดวกต่อการรดน้ำ ให้น้ำทุกๆ 4-5 ชั่วโมง นาน 3 วัน ก็สามารถเก็บมาขายหรือบริโภคได้

**การเพาะถั่วงอกในเข่งไม้ไผ่**

ควรใช้เข่งไม้ไผ่ผิวเรียบ ละเอียด สานเป็นเข่ง ล้างถั่วเขียวให้สะอาด ปูลงในเข่งไม้ไผ่ความสูง1/2 ของความสูงเข่ง และปูกระสอบปานคลุมผิวหน้าเข่งหรือใช้ไผ่ขัดแตะที่ผิวหน้า อาจจะใช้ก้อนกรวดเรียงทับผิวหน้าอีกครั้งหนึ่ง วางไว้ในที่ร่มและใช้น้ำสะอาดรดทุกๆ 2-3 ชั่วโมง นาน 3 วัน ก็สามารถเก็บขายหรือบริโภคได้

**การเพาะถั่วงอกในโอ่งดินเผาหรือโอ่งเคลือบ เจาะรูที่ก้นโอ่ง**

ล้างถั่วให้สะอาด ใส่ถั่วลงในโอ่ง(ขนาดความสูงของโอ่ง 0.6-0.8 เมตร)และใช้กระสอบป่านคลุมผิวหน้าถั่วในโอ่ง รดน้ำสะอาด 4-5 ชั่วโมง วางไว้ในที่มืดนาน 3 วันก็สามารถเก็บขายหรือบริโภคได้

**การเพาะถั่วงอกในถังซีเมนต์กลม**

ใช้ถังซีเมนต์กลมมาหล่อทำพื้นก้นถังตรงกลางเป็นช่องให้มีรูระบายน้ำออกจากถังซีเมนต์ได้ นำถั่วเขียวมาล้างให้สะอาดแล้วเทลงไปในถังซีเมนต์และคลุมกระสอบป่านที่ผิวหน้า และรดน้ำสะอาดทุกๆ 4-5 ชั่วโมง นาน 3 วัน หลังเพาะแล้วสามารถนำมาจำหน่ายบริโภคได้

**การเพาะถั่วงอกในปี๊บอลูมิเนียม**

ให้เจาะรูที่ก้นปี๊บ มีการวางแคร่ไม้เล็กๆ รองไว้ที่ก้นเพื่อช่วยในเรื่องการระบายน้ำ ปูผ้าพลาสติกกรีดให้เป็นริ้วๆ ลงบนแคร่ไม้ วัสดุที่ใช้เพาะถั่วงอกเป็นทรายหยาบหรือขี้เถ้าแกลบที่สั่งเผาโดยเฉพาะ (โดยที่แกลบยังอยู่ในสภาพที่ไม่เป็นผุยผงยังคงเป็นรูปตัวแกลบอยู่) ปูทรายหยาบหรือขี้เถ้าแกลบหนา 1.5 นิ้ว ลงไปบนผ้าพลาสติกหรือในปี๊บ แล้วเรียงเมล็ดถั่วเขียวลงไปหนา 1 นิ้วทับผิวหน้าเมล็ดถั่ว ด้วยทรายหยาบหรือใช้ขี้เถ้าแกลบสลับกันระหว่างการเรียงถั่วเขียวกับทรายหยาบหรือขี้เถ้าแกลบประมาณ 5-6 ชั้น ความสูงของเมล็ดถั่วเขียวในปี๊บไม่เกินครึ่งหนึ่งของความสูงปี๊บ รดน้ำทุกวันวันละ 3 ครั้ง ได้แก่ เช้า ระหว่างเวลา 08.00-10.00 น. ช่วงบ่าย เวลา 16.00 น. และช่วงเกลางคืน เวลา 24.00 น. นาน 3 วัน จึงสามารถเก็บขายหรือบริโภคได้

**การเพาะถั่วงอกในตะกร้าพลาสติก หรือลังพลาสติก**

แบบใส่ตะกร้าผลไม้ (ขนาดที่บรรจุขนผลไม้ในท้องตลาด) เนื่องจาก ตะกร้าพลาสติกประเภทนี้มีรูระบายน้ำอยู่แล้ว จึงควรกรุตะกร้าพลาสติกด้วยกระสอบป่านก่อนนำเมล็ดถั่วเขียวที่แช่น้ำแล้ว ถ่ายลงไปในตะกร้าพลาสติกปิดหน้าเมล็ดถั่วด้วยกระสอบป่านเช่นเดิม รดน้ำด้วยสายยางทุกๆ 1-2 ชั่วโมง นาน 3 ชั่วโมง จึงสามารถนำมาจำหน่ายหรือบริโภคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก**

เป็นวิธีที่ง่ายในครัวเรือน และสามารถขายเป็นอุตสาหกรรมครัวเรือนได้ โดยใช้ถังพลาสติกทึบแสงเจาะรูระบายน้ำที่ก้นถังตามแนวตะเข็บถังเพื่อระบายน้ำ และเจาะรูด้านข้างถังเพื่อระบายอากาศ นำเมล็ดถั่วเขียวล้างน้ำให้สะอาด เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนหรือสิ่งสกปรกจากเมล็ดพันธุ์ ใช้น้ำอุ่นอัตราส่วนน้ำร้อน : น้ำเย็น 1:1 (อุณหภูมิประมาณ 55 องศาเซลเซียส ตอนเริ่มแช่) แช่เมล็ดถั่วเขียวไว้นาน 8-10 ชั่วโมง จนเมล็ดพองตัวขึ้น ถ่ายเมล็ดถั่วลงในถังเพาะ นำฟองน้ำปิดไว้ที่ผนังด้านบนเมล็ด วางถังเพาะในที่มืดรดน้ำสม่ำเสมอทุกๆ 1.5 ชั่วโมง โดยรดน้ำผ่านฟองน้ำ หลังจากเพาะถั่วเขียวลงในถังนาน 1 วัน (24 ชั่วโมง) ถั่วเขียวเริ่มงอกมีรากสีขาวเล็กๆ ขนาด 0.8-1.0 เซนติเมตร ใส่สารถั่วอ้วนเพื่อช่วยการเพิ่มการสร้างโปรตีนในถั่วงอกอ้วนขึ้น โดยก่อนรดสารถั่วอ้วนควรรดงดการให้น้ำก่อนและหลัง 2 ชั่วโมง เพื่อให้ผิวหน้าเมล็ดถั่วแห้ง สารถั่วอ้วนจะได้เข้าไปทำงานเต็มที่ หลังจากนั้นรดน้ำปกติทุกๆ ชั่วโมง จนกระทั่งครบ 2 วัน ให้รดสารถั่วอ้วนอีกครั้งหนึ่ง โดยอัตราการใช้สารขึ้นอยู่กับปริมาณของถั่วเขียวที่ใช้เพาะ รดน้ำให้ชุ่มและควรงดน้ำก่อนและหลัง 2 ชั่วโมงเช่นกัน เมื่อเพาะครบ 3 วัน (ประมาณ 65-72 ชั่วโมง) นับตั้งแต่เริ่มแช่ถั่วในน้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในช่วงฤดูกาลที่เพาะ เช่น ฤดูร้อนอาจใช้เวลาเพียง 65 ชั่วโมง แต่ในช่วงฤดูหนาวใช้เวลานานถึง 72 ชั่วโมงจึงสามารถนำมาจำหน่ายหรือบริโภคได้

ถั่วงอกเมื่อเพาะเสร็จเรียบร้อยแล้วในถังหรือภาชนะเพาะ แต่ละแบบจะมีลักษณะขาวสวย แต่เมื่อนำออกมาจากถังเพาะและถูกลมหรือแสงสว่างนานเกิน 3-4 ชั่วโมง ถั่วงอกจะสามารถสังเคราะห์แสงได้อีก สีขาวของถั่วงอกจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวและเมื่อถูกแสงนานเกินไป ใบเลี้ยงจะโผล่ออกมาทำให้ไม่น่ารับประทาน

**ขั้นตอนและวิธีการเพาะ** (คมสัน และกำพล, 2542)

1. การเตรียมเมล็ดถั่ว
   - เลือกเมล็ดถั่วที่ไม่เก่า เก็บเศษสกปรก และเลือกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ทิ้ง
   - แช่ถั่วในน้ำอุ่น และแช่ต่อไปจนน้ำเย็น ประมาณ 6 - 8 ชั่วโมง เมล็ดถั่วจะพองขึ้น เก็บเมล็ดที่ลอยน้ำทิ้งไป
   - ล้างถั่วให้สะอาด
2. การเตรียมภาชนะ และวัสดุเพาะ
   - ภาชนะเพาะจะต้องสะอาด แห้ง ผ่านการตากแดด หรือฆ่าเชื้อแล้ว
   - ฟองน้ำสะอาดผ่านการฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อน แล้วตากแดดแห้ง
3. นำถั่วเขียวจากข้อ 1 ใส่ในถังเพาะเกลี่ยให้เสมอกัน
4. วางฟองน้ำปิดทับบนเมล็ดถั่ว
5. รดน้ำบนฟองน้ำให้ทั่ว อาจจะใช้ฝักบัวรดน้ำ หรือสายยางก็ได้
6. ปิดฝาถังเพาะ วางไว้ในที่ร่ม ไม่ร้อน และพื้นแห้ง อาจจะวางบนอ่างล้านจานในล้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. รดน้ำทุก ๆ 3 - 4 ชั่วโมง โดยรดน้ำให้ทั่วบนฟองน้ำ ให้น้ำไหลผ่านออกทางรูด้านล่าง ควรรด 2 ครั้ง ครั้งแรกเพื่อระบายความร้อน ครั้งที่ 2 เพื่อให้ถั่วชุ่มน้ำ หากเวลากลางวันที่ไปทำงาน หรือกลางคืน อาจจะวางถังเพาะ เปิดฝาไว้ในอ่างล้างแล้วปล่อย ให้น้ำค่อย ๆ หยดตลอดเวลา

8. รดน้ำตามข้อ 7 นาน 3 วัน วันที่ 2 ถั่วงอกจะถอดปลอก ควรรับประทานในวันที่ 3 หรือ 4 หากยังไม่รับประทาน ให้นำถั่วใส่ในตู้เย็น หรือเก็บถั่วงอกใส่ถุงพลาสติก หากทิ้งไว้ถั่วจะงอกยืดยาวออก

9. เก็บถั่วงอกออกจากถัง ทำความสะอาดทุกครั้งที่ใช้แล้ว

**คุณค่าทางอาหาร**

ในการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของถั่วงอก พบว่าองค์ประกอบส่วนใหญ่ของ ถั่วงอกเป็นน้ำ ซึ่งมีถึงร้อยละ 90 และในถั่วงอก 100 กรัมประกอบด้วยโปรตีน 2.8 มิลลิกรัม (ถ้าเป็นถั่วเหลืองงอก หรือถั่วงอกหัวโตจะมีโปรตีนมากกว่าถั่วเขียวงอกถึง 2 เท่า) แคลเซียม 27 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 85 มิลลิกรัม เหล็ก 1.2 มิลลิกรัม วิตามินบี 1 0.07 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.03 มิลลิกรัม ไนอาซีน 1 มิลลิกรัมวิตามินซี 6 มิลลิกรัม และใยอาหาร 2.2 กรัม (คมสัน และกำพล, 2542)

**ตารางที่** 3 คุณค่าทางอาหารของถั่วงอกดิบและสุก

| แร่ธาตุ | ถั่วงอกดิบ | ถั่วงอกสุก | หน่วย |
|---|---|---|---|
| Moisture | 88.80 | 91.00 | gm. |
| Calory | 35.00 | 28.00 | Unit. |
| 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 | 64.0 | 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. |
| Niain | 0.80 | 0.70 | Mgm. |
| Vitamin C | 19.00 | 6.00 | Mgm. |

ที่มา : (ดรุณี, 2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่** 4 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 | 88.0 | 0.2 | 6.6 | 3.8 |
| วุ้นเส้น | 15.7 | 0.6 | 82.9 | 0.13 |

ที่มา : (เพิ่มพูน, 2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



# อุปกรณ์และวิธีการ

## อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. กระถาง จำนวน 33 ใบ
2. เมล็ดถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2
3. ฮอร์โมน $GA_3$
4. ฮอร์โมน BA
5. EM
6. นมสด
7. สารประกอบอินทรีย์อะมิโนแอซิด
8. น้ำเปล่าสะอาด
9. ถุงดำ
10. บัวรดน้ำ
11. กระบอกตวงสารขนาด 50 มิลลิลิตร
12. กระบอกตวงสารขนาด 1000 มิลลิลิตร
13. เครื่องชั่งหยาบขนาด 1 กิโลกรัม
14. เข็มฉีดยา
15. บีกเกอร์ขนาดต่างๆ
16. ไม้บรรทัด,ปากกา,สมุดบันทึก

## วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD)มีจำนวน 3 ชุดการทดลอง กับ 1 ตัวควบคุม จำนวน 3 ซ้ำ ใช้สาร 3 ชนิด คือ ฮอร์โมน BA+$GA_3$, EM+นมสด, และสารประกอบอะมิโนแอซิดโดยสารแต่ละชนิดมี 3ความเข้มข้น แต่ละซ้ำใช้ถั่วเขียว 150 กรัม วิธีการที่ 1 ให้น้ำเพียงอย่างเดียว (control) รดทุกๆ 3 ชั่วโมง วิธีการที่ 2 ใช้ Em+นมสด วิธีการที่ 3 ใช้สารประกอบอินทรีย์อะมิโนแอซิด วิธีการที่ 4 ใช้ฮอร์โมน BA+$GA_3$ และวิธีการที่ 5 ซึ่งวิธีการที่ 2,3,4ให้ทดสอบในปริมาณสารที่แตกต่างกัน 3 ความเข้มข้น จำนวน 3 ซ้ำ คือ 1.ใช้สาร 1 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตร 2.ใช้สาร 2 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตร 3.ใช้สาร 3 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตร จะให้น้ำทุกๆ 3 ชั่วโมงและให้สารทุกๆ 12 ชั่วโมง เมื่อทำการทดลองครบ 3 วัน ทำการสังเกตและบันทึกผล

102664

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การทดลอง**

1. ล้างทำความสะอาดกระถาง แล้วนำกระถางไปตากแดด
2. เตรียมสารเคมีที่จะใช้ในการทดลองตามสัดส่วนที่กำหนด
3. ชั่งน้ำหนักถั่วเขียวตามจำนวนสิ่งทดลองและตามจำนวนซ้ำๆตามวิธีการทดลอง
4. แช่ถั่วเขียวที่ชั่งน้ำหนักแล้วในน้ำที่อุณหภูมิปกติ นาน 8 ชั่วโมง
5. จากนั้นตวงสารตามสิ่งทดลองคือสารต่ออัตราน้ำเปล่าตามวิธีการทดลองโดยการรดฮอร์โมนและน้ำในครั้งแรกของวันโดยให้สารท่วมเมล็ดถั่ว
6. เมื่อรดน้ำเสร็จแล้วทิ้งไว้แล้วทำการรดน้ำเปล่าในทุกๆ3ชั่วโมงและเมื่อจะครบรอบที่ต้องรดสารจะหยุดให้น้ำหนึ่งรอบเพื่อให้ถั่วจะได้ดูดซับสารอย่างเต็มที่
7. หลังจากนั้นเมื่อครบ 3 วันถั่วงอกจะได้ขนาดที่เหมาะสมจึงทำการเก็บถั่วงอกและบันทึกผล

**การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ**

รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาวิเคราะห์หาข้อมูลตามแผนการทดลอง Completely Randomized Design (CRD) และหาค่า LSD เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย หลังจากนั้น ทำตารางและรายงานผลการทดลองโดยหลังจากที่รดน้ำถั่วงอกเป็นเวลา 3 วันได้ถั่วงอกในขนาดที่เหมาะสมจึงทำการเก็บบันทึกผล โดยทำการชั่งน้ำหนัก วัดจากความยาวของ hypocotyl และ radicle ของถั่วงอกที่ได้และสุ่มตัวแทนถั่วงอกแต่ละสิ่งทดลองแต่ละซ้ำๆละ 10 ต้น เพื่อเปรียบเทียบกันระหว่างถั่วงอกที่ทดสอบกับน้ำเปล่า (Control)

**ระยะเวลาในการทดลอง**

เริ่มทำการทดลองวันที่ 1 มกราคม 2550

สิ้นสุดการทดลองวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2550

**สถานที่ทดลอง**

ระเบียงตึกพืชไร่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ผลการทดลอง**

จากการเพาะถั่วงอกในกระถาง 3 ชุดการทดลอง กับ 1 ตัวควบคุม จำนวน 3 ซ้ำ ใช้สาร 3 ชนิด คือ ฮอร์โมน BA+$GA_3$, EM+นมสด, และสารประกอบอะมิโนแอซิดโดยสารแต่ละชนิดมี 3 ความเข้มข้น ในแต่ละซ้ำใช้ถั่วเขียว 150 กรัม เมื่อล้างทำความสะอาดถั่วเขียวเรียบร้อยแล้ว ก็แช่น้ำอุ่นเป็นเวลา 8 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเมล็ดถั่วเขียวใส่กระถางจะให้น้ำทุกๆ 3 ชั่วโมงและให้สารทุกๆ 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน จึงทำการเก็บผลการทดลองโดยการชั่งน้ำหนักรวมแต่ละซ้ำแล้ววัดความยาวของต้นและความยาวรากของถั่วงอกโดยการสุ่มถั่วงอกแต่ละชุดการทดลองในแต่ละซ้ำๆ ละ 10 ต้น ดังตารางที่ 1,2 และ 3

**ตารางที่** 5 แสดงความยาวเฉลี่ยของต้น (hypocotyl) โดยเฉลี่ยของถั่วงอกในแต่ละวิธีการ (หน่วยเป็น เซนติเมตร)

| วิธีการ | ซ้ำ | | | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| น้ำเปล่า | 1.26 | 1.79 | 1.90 | 4.95 | 1.65B |
| อะมิโนแอซิด 10/1 | 1.83 | 1.95 | 1.97 | 5.75 | 1.92B |
| อะมิโนแอซิด 10/2 | 1.79 | 1.55 | 1.98 | 5.32 | 1.77B |
| อะมิโนแอซิด 10/3 | 2.26 | 1.82 | 2.26 | 6.34 | 2.11B |
| BA+$GA_3$ 10/1 | 2.77 | 3.27 | 3.61 | 9.65 | 3.22A |
| BA+$GA_3$ 10/2 | 3.01 | 3.05 | 3.73 | 9.79 | 3.26A |
| BA+$GA_3$ 10/3 | 3.04 | 3.59 | 3.87 | 10.50 | 3.50A |
| EM+นมสด 10/1 | 2.57 | 1.52 | 1.97 | 6.06 | 2.02B |
| EM+นมสด 10/2 | 1.52 | 1.56 | 2.13 | 5.21 | 1.74B |
| EM+นมสด 10/3 | 1.95 | 2.08 | 2.31 | 6.34 | 2.11B |
| P.VALUE | | | | | ** |
| LSD.01 | | | | | 0.80 |

จากการเก็บข้อมูลในส่วนความยาวของต้น (ตารางที่ 5) แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางภาคผนวกที่ 1) โดยสามารถจัดผลการทดลองได้เป็นกลุ่ม ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่ม A เป็นผลที่ได้จาก $BA+GA_3$ 10/1, $BA+GA_3$ 10/2, $BA+GA_3$ 10/3

กลุ่ม B เป็นผลที่ได้จากน้ำเปล่า, อะมิโนแอซิด 10/1, อะมิโนแอซิด 10/2, อะมิโนแอซิด 10/3, EM+นมสด 10/1, EM+นมสด 10/2, EM+นมสด 10/3

**ตารางที่** 6 แสดงความยาวเฉลี่ยของราก(radicle)โดยเฉลี่ยของถั่วงอกในแต่ละวิธีการ(หน่วยเป็นเซนติเมตร)

| วิธีการ | ซ้ำ | | | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| น้ำเปล่า | 3.24 | 3.57 | 4.99 | 11.80 | 3.93A |
| อะมิโนแอซิด 10/1 | 5.55 | 4.67 | 4.66 | 14.88 | 4.96A |
| อะมิโนแอซิด 10/2 | 5.15 | 4.28 | 4.10 | 13.53 | 4.51A |
| อะมิโนแอซิด 10/3 | 4.83 | 3.82 | 5.19 | 13.30 | 4.61A |
| $BA+GA_3$ 10/1 | 3.73 | 3.63 | 4.92 | 11.65 | 4.09A |
| $BA+GA_3$ 10/2 | 3.68 | 3.92 | 4.54 | 12.14 | 4.05A |
| $BA+GA_3$ 10/3 | 4.70 | 5.13 | 4.44 | 14.27 | 4.76A |
| EM+นมสด 10/1 | 5.05 | 2.29 | 3.51 | 10.85 | 3.62A |
| EM+นมสด 10/2 | 2.59 | 2.45 | 5.35 | 10.39 | 3.46A |
| EM+นมสด 10/3 | 5.13 | 4.82 | 2.08 | 12.03 | 4.01A |
| P.VALUE | | | | | ** |
| LSD.01 | | | | | 2.34 |

จากการเก็บข้อมูลในส่วนความยาวของราก (ตารางที่ 6) แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางภาคผนวกที่ 2) ซึ่งสามารถจัดผลการทดลองได้เป็น กลุ่ม ดังนี้

กลุ่ม A เป็นผลที่ได้จากน้ำเปล่า, อะมิโนแอซิด 10/1, อะมิโนแอซิด 10/2, อะมิโนแอซิด 10/3, $BA+GA_3$ 10/1, $BA+GA_3$ 10/2, $BA+GA_3$ 10/3, EM+นมสด 10/1, EM+นมสด 10/2, EM+นมสด 10/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 7** แสดงน้ำหนักเฉลี่ยถั่วงอกในแต่ละวิธีการ(หน่วยเป็นกรัม)

| วิธีการ | ซ้ำ | | | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| น้ำเปล่า | 1.97 | 1.73 | 2.28 | 5.98 | 1.99A |
| อะมิโนแอซิด 10/1 | 1.25 | 1.47 | 1.77 | 4.49 | 1.50A |
| อะมิโนแอซิด 10/2 | 1.70 | 2.10 | 2.02 | 5.82 | 1.94A |
| อะมิโนแอซิด 10/3 | 2.04 | 2.14 | 1.96 | 6.14 | 2.05A |
| BA+$GA_3$ 10/1 | 2.07 | 2.30 | 1.97 | 6.34 | 2.11A |
| BA+$GA_3$ 10/2 | 1.87 | 2.60 | 2.03 | 6.50 | 2.17A |
| BA+$GA_3$ 10/3 | 4.81 | 1.90 | 1.86 | 8.57 | 2.86A |
| EM+นมสด 10/1 | 1.68 | 2.01 | 1.54 | 5.23 | 1.74A |
| EM+นมสด 10/2 | 1.59 | 1.71 | 1.38 | 6.48 | 1.56A |
| EM+นมสด 10/3 | 1.79 | 1.74 | 2.02 | 5.55 | 1.85A |
| P.VALUE | | | | | ** |
| LSD.01 | | | | | 1.34 |

เมื่อทำการชั่งน้ำหนักเฉลี่ยในแต่ละซ้ำของถั่วงอก (ตารางที่ 7) แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางภาคผนวกที่ 3) โดยสามารถจัดการทดลองได้เป็นกลุ่ม ดังนี้

กลุ่ม A เป็นผลที่ได้จากน้ำเปล่า, อะมิโนแอซิด 10/1, อะมิโนแอซิด 10/2, อะมิโนแอซิด 10/3, BA+$GA_3$ 10/1, BA+$GA_3$ 10/2, BA+$GA_3$ 10/3, EM+นมสด 10/1, EM+นมสด 10/2, EM+นมสด 10/3

จากการทดลองแบบ CRD พบว่าเมื่อใช้สาร $GA_3$+BA ในความเข้มข้นสาร 3 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตรจะให้ผลผลิตถั่วงอกที่มีลักษณะลำต้นอ้วนและได้น้ำหนักเฉลี่ยสูง โดยEM+นมสดในความเข้มข้นสาร 2 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตรจะให้ผลผลิตถั่วงอกที่มีลักษณะรากสั้น ดังนั้น $GA_3$+BAและEM+นมสดจะให้ผลผลิตถั่วงอกที่มีลักษณะลำต้นอ้วนรากสั้นดีกว่าสารอื่นๆซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิจารณ์

ในการเพาะถั่วงอกควรคำนึงถึงความสะอาดของน้ำที่รดและการระบายถ่ายเทของน้ำและอากาศเนื่องจากจะทำให้รากของถั่วงอกมีสีแดงซึ่งทำให้ดูไม่น่ารับประทาน การควบคุมระบบการให้น้ำควรคำนึงถึงสภาพแวดล้อม อากาศ ซึ่งถ้าความร้อนและความชื้นมากเกินไปจะทำให้ถั่วงอกเน่าเสียได้ ถ้าถั่วงอกได้รับแสงจะทำให้เกิดใบสีเขียวแล้วส่วนของลำต้นจะเหนียวและไม่กรอบ การทดลองในครั้งนี้วิธีการที่ใช้จะเห็นได้ว่าฮอร์โมน BA+$GA_3$และEM+นมสด หลังจากเพาะได้ 3 วันจะให้ผลที่ดีที่สุดโดยจะให้ผลผลิตตรงตามความต้องการของตลาดและผู้บริโภค แต่ถ้าใช้น้ำเปล่าเพียงอย่างเดียวจะทำให้ถั่วงอกต้นผอม ใบออกมายาว รากยาวและเป็นฝอยไม่น่ารับประทาน อนึ่งในการเพาะถั่วงอกต้องหาภาชนะที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถเก็บความชื้นได้ดีจะได้ไม่ต้องให้น้ำบ่อยและควรหาโรงเรือนที่มีการถ่ายเทของอากาศได้ดีและไม่มีแสงเข้า การที่จะทำการผลิตถั่วงอกเพื่อการค้าเราต้องทำการศึกษาความต้องการของผู้บริโภคเป็นสิ่งสำคัญว่าต้องการถั่วงอกที่มีลักษณะอย่างไรแล้วจึงทำการผลิตถั่วงอกโดยจะต้องมีการศึกษาวิธีการเพาะถั่วงอกอย่างถูกวิธีซึ่งจะทำให้ได้ตรงตามเป้าหมายของการผลิตถั่วงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาประสิทธิภาพสารเคมีบางชนิดในการทดลองครั้งนี้วิธีการที่ให้ผลผลิตดีที่สุด มีลักษณะเป็นที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภคคือการใช้ฮอร์โมน BA+$GA_3$ ในความเข้มข้นสาร 3 ซีซีต่อน้ำ10ลิตร ได้น้ำหนักของถั่วงอกเฉลี่ย 2.86 กรัม ส่วนความยาวเฉลี่ยของลำต้น (hypocotyl) ที่ได้ลักษณะที่ดี คือ BA+$GA_3$ในความเข้มข้นสาร 3 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตร ซึ่งมีความยาวเฉลี่ย 3.50 เซนติเมตร และความยาวเฉลี่ยของราก (radicle) คือ EM+นมสดในความเข้มข้นสาร 2 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตร มีความยาวเฉลี่ยสั้นที่สุด 3.46 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าฮอร์โมน BA+$GA_3$และEM+นมสด หลังจากเพาะได้ 3 วันจะให้ผลที่ดีที่สุดแต่ยังไม่ได้ผลดีเท่ากับสารเพาะถั่วงอกที่ใช้ในอุตสาหกรรมเพาะถั่วงอก หากนำสารทั้ง 2 ชนิดนี้มาเพาะถั่วงอกเพื่อใช้รับประทานภายในครัวเรือนหรือเพาะเพื่อเป็นการค้าขนาดเล็กก็จะทำให้ได้ถั่วงอกที่ปลอดสารพิษอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง


คมสัน หุตะแพทย์ และกำพล กาหลง. 2524.คู่มือพึ่งตัวเอง สารพัดวิธีเพาะถั่วงอก. เพาะกินเองก็ได้เพาะขายก็ดี.สยามศิลปการพิมพ์.กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา. 2530. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ. หน้า 439-441.

ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ. 2543. หลักพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.กรุงเทพฯ.

ดรุณี ชณะนันท์กุล. 2520. เทคโนโลยีการผลิตอาหาร. มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537.ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช: จิบเบอเรลลิน. สำนักพิมพ์รั้วเขียว.กรุงเทพฯ.หน้า 57-60.

เนาวรัตน์ ปานแย้ม. 2526. สรีระวิทยาของพืช เล่มที่1.พิมพ์ที่ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.กรุงเทพฯ.

ประธาน สีคต,ฐิตา หรุดคงและพัชราวรรณ สอนสุภาพ. 2546.อิทธิพลของฮอร์โมน Flomura # 5 ( 8503 ) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียว พันธุ์ ชัยนาท 72 และพันธุ์ตามท้องตลาด.ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชไร่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.กรุงเทพฯ.

พีระเดช ทองอำไพ. 2529.ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์. แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย.พิมพ์ครั้งที่ 1.หจก.ไดนามิคการพิมพ์.กรุงเทพฯ.

เพิ่มพูน ศักดิ์เกษม. 2531. ถั่วเขียว.ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร.กรุงเทพฯ.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537.สรีระวิทยาเมล็ดพันธุ์.ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

ไสว พงษ์เก่า.2534. พืชเศรษฐกิจ เล่ม1.ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

อารมย์ ศรีพิจิตต์. 2524. วิทยาการเมล็ดพันธุ์เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. หน้า 20-30.

Feierabend, J. 1979. Role of cytoplasmic protein synthesis and its coordication with the plastidicprotein 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.


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Haupt,A. W. 1946. An Introduction to Botany.Mc Graw-Mill Book Company,Inc. New York and London.

Jones, R.L. and J.L. Stoddart. 1977. Gibberellins and seed germination. In The physiology and Biochemistly of Seed Dormancy and Germination , pp. 77-109. Edited by A.A. Khan, North Holland. Amsterdam.

Weier,T. E.and C.R.Stocking.1964. Botany.California wiley.California.

http://www.doae.go.th/library/html/detail/KUmagazine/june_44/tuongok/bean.htm. 2 February 2007.

http://sme2.ismed.or.th/consult/productivity/detialboard.php?Questionid=62. 10 March 2007.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ 1** การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติของความยาวต้น (hypocotyl) ของถั่วงอกในแต่ละวิธีการ (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 | F-Prob |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 9 | 13.5340 | 1.5038 | 12.73** | 2.39 | 3.46 | 0.0000 |
| Ex.Error | 20 | 2.3631 | 0.1182 | | | | |
| Total | 29 | 15.8971 | 0.5482 | | | | |

CV = 14.7504 %

LSD.05 = 0.5854

LSD.01 = 0.7984

** แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

**ตารางผนวกที่ 2** การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติของความยาวราก (radicle) ของถั่วงอกในแต่ละวิธีการ(หน่วยเป็นเซนติเมตร)

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 | F-Prob |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 9 | 6.5384 | 0.7265 | 0.71** | 2.39 | 3.46 | 0.0000 |
| Ex.Error | 20 | 20.3681 | 1.0184 | | | | |
| Total | 29 | 26.9065 | 0.9278 | | | | |

CV = 24.0257 %

LSD.05 = 1.7188

LSD.01 = 2.3442

** ไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่** 3 การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติของน้ำหนักของถั่วงอกในแต่ละวิธีการ (หน่วยเป็นกรัม)

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 | F-Prob |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 9 | 3.9306 | 0.4367 | 1.31** | 2.39 | 3.46 | 0.2936 |
| Ex.Error | 20 | 6.6869 | 0.3343 | | | | |
| Total | 29 | 10.6175 | 0.3661 | | | | |

CV = 29.2525 %

LSD.05 =0.9848

LSD.01 =1.3431

** ไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณhypo

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| hypowater | 1.26 | 1.79 | 1.90 | MEAN= | 1.6500 |
| amino10/1 | 1.83 | 1.95 | 1.97 | MEAN= | 1.9167 |
| amino10/2 | 1.79 | 1.55 | 1.98 | MEAN= | 1.7733 |
| amino10/3 | 2.26 | 1.82 | 2.26 | MEAN= | 2.1133 |
| BA+GA310/1 | 2.77 | 3.27 | 3.61 | MEAN= | 3.2167 |
| BA+GA310/2 | 3.01 | 3.05 | 3.73 | MEAN= | 3.2633 |
| BA+GA310/3 | 3.04 | 3.59 | 3.87 | MEAN= | 3.5000 |
| EM+milk10/ | 2.57 | 1.52 | 1.97 | MEAN= | 2.0200 |
| EM+milk10/ | 1.52 | 1.56 | 2.13 | MEAN= | 1.7367 |
| EM+milk10/ | 1.95 | 2.08 | 2.31 | MEAN= | 2.1133 |

**********

| Treatment | Mean |
|---|---|
| hypowater | 1.6500 |
| amino10/1 | 1.9167 |
| amino10/2 | 1.7733 |
| amino10/3 | 2.1133 |
| BA+GA310/1 | 3.2167 |
| BA+GA310/2 | 3.2633 |
| BA+GA310/3 | 3.5000 |
| EM+milk10/1 | 2.0200 |
| EM+milk10/2 | 1.7367 |
| EM+milk10/3 | 2.1133 |

**********

: Sirichai Statistics Version 6.00 :
02-26-2007 19:24:42
Problem Identification: Procedure : Analysis of Variance I

---

Table.... Analysis of Variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 | F-Prob |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 9 | 13.5340 | 1.5038 | 12.73 | 2.39 | 3.46 | 0.0000 |
| Ex.Error | 20 | 2.3631 | 0.1182 | | | | |
| Total | 29 | 15.8971 | 0.5482 | | | | |

GRAND MEAN = 2.330333331632614
CV = 14.7504 %

LSD .05 = .585452487862698
LSD .01 = .798471873427314

**********

* *
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
*PROBLEM IDENTIFICATION= *
*NUMBER OF MEANS= 10 *
*ERROR DEGREE OF FREEDOM= 20 *
*ERROR MEAN SQUARE= .118153329027497 *
*STANDARD ERROR OF MEAN= .198455141049975 *
* *

**********

| NAME | ID | MEAN | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|---|---|---|---|
| BA+GA310/3 | | 3.5000 | A |
| BA+GA310/2 | | 3.2633 | A |
| BA+GA310/1 | | 3.2167 | A |
| amino10/3 | | 2.1133 | B |
| EM+milk10/3 | | 2.1133 | B |
| EM+milk10/1 | | 2.0200 | B |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่านวณhypo

| | |
|---|---|
| amino10/1 | 1.9167 B |
| amino10/2 | 1.7733 B |
| EM+milk10/2 | 1.7367 B |
| hypowater | 1.6500 B |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

| NAME | ID | MEAN | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|---|---|---|---|
| BA+GA310/3 | | 3.5000 | A |
| BA+GA310/2 | | 3.2633 | A |
| BA+GA310/1 | | 3.2167 | A |
| amino10/3 | | 2.1133 | B |
| EM+milk10/3 | | 2.1133 | B |
| EM+milk10/1 | | 2.0200 | B |
| amino10/1 | | 1.9167 | B |
| amino10/2 | | 1.7733 | B |
| EM+milk10/2 | | 1.7367 | B |
| hypowater | | 1.6500 | B |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่านวณradicle

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| radiclewat | 3.24 | 3.57 | 4.99 | MEAN= | 3.9333 |
| amino10/1 | 5.55 | 4.67 | 4.66 | MEAN= | 4.9600 |
| amino10/2 | 5.15 | 4.28 | 4.10 | MEAN= | 4.5100 |
| amino10/3 | 4.83 | 3.82 | 5.19 | MEAN= | 4.6133 |
| BA+GA310/1 | 3.73 | 3.63 | 4.92 | MEAN= | 4.0933 |
| BA+GA310/2 | 3.68 | 3.92 | 4.54 | MEAN= | 4.0467 |
| BA+GA310/3 | 4.70 | 5.13 | 4.44 | MEAN= | 4.7567 |
| EM+milk10/ | 5.05 | 2.29 | 3.51 | MEAN= | 3.6167 |
| EM+milk10/ | 2.59 | 2.45 | 5.35 | MEAN= | 3.4633 |
| EM+milk10/ | 5.13 | 4.82 | 2.08 | MEAN= | 4.0100 |

**********

| Treatment | Mean |
|---|---|
| radiclewater | 3.9333 |
| amino10/1 | 4.9600 |
| amino10/2 | 4.5100 |
| amino10/3 | 4.6133 |
| BA+GA310/1 | 4.0933 |
| BA+GA310/2 | 4.0467 |
| BA+GA310/3 | 4.7567 |
| EM+milk10/1 | 3.6167 |
| EM+milk10/2 | 3.4633 |
| EM+milk10/3 | 4.0100 |

**********

: Sirichai Statistics Version 6.00 ;
02-26-2007 19:35:38
Problem Identification: Procedure : Analysis of Variance I
---

Table.... Analysis of Variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 | P-Prob |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 9 | 6.5384 | 0.7265 | 0.71 | 2.39 | 3.46 | 0.6919 |
| Ex.Error | 20 | 20.3681 | 1.0184 | | | | |
| Total | 29 | 26.9065 | 0.9278 | | | | |

GRAND MEAN = 4.20033334891001
CV = 24.0257 %

LSD .05 = 1.71881285666038
LSD .01 = 2.34421024793805

**********

* *
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
*PROBLEM IDENTIFICATION= *
*NUMBER OF MEANS= 10 *
*ERROR DEGREE OF FREEDOM= 20 *
*ERROR MEAN SQUARE= 1.01840339383763 *
*STANDARD ERROR OF MEAN= .582638651263266 *
* *

**********

| NAME | ID | MEAN | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|---|---|---|---|
| amino10/1 | | 4.9600 | A |
| BA+GA310/3 | | 4.7567 | A |
| amino10/3 | | 4.6133 | A |
| amino10/2 | | 4.5100 | A |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่านวณradicle

| | |
|---|---|
| BA+GA310/1 | 4.0933 A |
| BA+GA310/2 | 4.0467 A |
| EM+milk10/3 | 4.0100 A |
| radiclewater | 3.9333 A |
| EM+milk10/1 | 3.6167 A |
| EM+milk10/2 | 3.4633 A |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

| | |
|---|---|
| amino10/1 | 4.9600 A |
| BA+GA310/3 | 4.7567 A |
| amino10/3 | 4.6133 A |
| amino10/2 | 4.5100 A |
| BA+GA310/1 | 4.0933 A |
| BA+GA310/2 | 4.0467 A |
| EM+milk10/3 | 4.0100 A |
| radiclewater | 3.9333 A |
| EM+milk10/1 | 3.6167 A |
| EM+milk10/2 | 3.4633 A |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่านวณน้ำหนัก

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| weightwate | 1.97 | 1.73 | 2.28 | MEAN= | 1.9933 |
| amino10/1 | 4.81 | 1.90 | 1.86 | MEAN= | 2.8567 |
| amino10/2 | 1.70 | 2.10 | 2.02 | MEAN= | 1.9400 |
| amino10/3 | 2.04 | 2.14 | 1.96 | MEAN= | 2.0467 |
| BA+GA310/1 | 2.07 | 2.30 | 1.97 | MEAN= | 2.1133 |
| BA+GA310/2 | 1.25 | 1.47 | 1.77 | MEAN= | 1.4967 |
| BA+GA310/3 | 1.87 | 2.60 | 2.03 | MEAN= | 2.1667 |
| EM+milk10/ | 1.68 | 2.01 | 1.54 | MEAN= | 1.7433 |
| EM+milk10/ | 1.59 | 1.71 | 1.38 | MEAN= | 1.5600 |
| EM+milk10/ | 1.79 | 1.74 | 2.02 | MEAN= | 1.8500 |

**********

| Treatment | Mean |
|---|---|
| weightwater | 1.9933 |
| amino10/1 | 2.8567 |
| amino10/2 | 1.9400 |
| amino10/3 | 2.0467 |
| BA+GA310/1 | 2.1133 |
| BA+GA310/2 | 1.4967 |
| BA+GA310/3 | 2.1667 |
| EM+milk10/1 | 1.7433 |
| EM+milk10/2 | 1.5600 |
| EM+milk10/3 | 1.8500 |

**********

: Sirichai Statistics Version 6.00 :
02-26-2007 19:39:23
Problem Identification: Procedure : Analysis of Variance I

---

Table.... Analysis of Variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 | F-Prob |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 9 | 3.9306 | 0.4367 | 1.31 | 2.39 | 3.46 | 0.2936 |
| Ex.Error | 20 | 6.6869 | 0.3343 | | | | |
| Total | 29 | 10.6175 | 0.3661 | | | | |

GRAND MEAN = 1.97666665712992
CV = 29.2525 %

LSD .05 = .984838452142757
LSD .01 = 1.3431761248064

**********

* *
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
*PROBLEM IDENTIFICATION= *
*NUMBER OF MEANS= 10 *
*ERROR DEGREE OF FREEDOM= 20 *
*ERROR MEAN SQUARE= .334343315393132 *
*STANDARD ERROR OF MEAN= .333837942417741 *
* *

**********

| NAME | ID | MEAN | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|---|---|---|---|
| amino10/1 | | 2.8567 | A |
| BA+GA310/3 | | 2.1667 | A |
| BA+GA310/1 | | 2.1133 | A |
| amino10/3 | | 2.0467 | A |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คำนวณน้ำหนัก**

| | |
|---|---|
| weightwater | 1.9933 A |
| amino10/2 | 1.9400 A |
| EM+milk10/3 | 1.8500 A |
| EM+milk10/1 | 1.7433 A |
| EM+milk10/2 | 1.5600 A |
| BA+GA310/2 | 1.4967 A |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

| NAME | ID | MEAN | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|---|---|---|---|
| amino10/1 | | 2.8567 | A |
| BA+GA310/3 | | 2.1667 | AB |
| BA+GA310/1 | | 2.1133 | AB |
| amino10/3 | | 2.0467 | AB |
| weightwater | | 1.9933 | AB |
| amino10/2 | | 1.9400 | AB |
| EM+milk10/3 | | 1.8500 | AB |
| EM+milk10/1 | | 1.7433 | AB |
| EM+milk10/2 | | 1.5600 | B |
| BA+GA310/2 | | 1.4967 | B |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล : นาย วาทิศ เด่นชีวา

วันเดือนปีเกิด : วันที่ 6 มีนาคม พ.ศ. 2528

ที่อยู่ในสำเนาทะเบียนบ้าน : 309 ถ.เจริญเขต ซ.13 อ.สุไหงโก-ลก จ.นราธิวาส 96120

ที่อยู่ปัจจุบัน : 309 ถ.เจริญเขต ซ.13 อ.สุไหงโก-ลก จ.นราธิวาส 96120

การศึกษา : พ.ศ.2534-2539 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนบ้านสุไหงโก-ลก จ.นราธิวาส

พ.ศ.2540-2542 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสุไหงโก-ลก จ.นราธิวาส

พ.ศ.2543-2545 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย จ.กรุงเทพมหานคร

พ.ศ.2546 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ – นามสกุล : นาย ศิวพล รถา

วันเดือนปีเกิด : วันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ. 2527

ที่อยู่ในสำเนาทะเบียนบ้าน : 66 ม.7 ต.ไชยบุรี อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม 48120

ที่อยู่ปัจจุบัน : 66 ม.7 ต.ไชยบุรี อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม 48120

การศึกษา : พ.ศ.2534-2537 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนชุมชนบ้านไชยบุรี

พ.ศ.2538-2539 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนอุเทนวิทยาคาร

พ.ศ.2540-2542 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนอุเทนพัฒนา

พ.ศ.2543-2545 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอุเทนพัฒนา

พ.ศ.2546 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้