



ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของภาชนะบรรจุถั่วงอกที่มีลักษณะแตกต่างกันในการเก็บรักษา

(Effect of Different Material in Bean Sprout Storage.)

โดย

นายจิตติพงษ์ เฟื่องแพง



T098227

เสนอ

ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถานบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2545

รฟ.

จุ 339 ผ

2545

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 98227

วัน เดือน ปี..... 17 0 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี  
ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของภาชนะบรรจุถั่วงอกที่มีลักษณะแตกต่างกันในการเก็บรักษา  
(Effect of Different Material in Bean Sprout Storage.)

โดย

นายรัฐพงษ์ เฟื่องแสง

ได้รับการพิจารณาจาก

.....

(รศ.ภัญชณา มีแก้วกฤษ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่...เดือน...ค.ศ. ....

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.สมภพ จูฑะวสันต์)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่...เดือน...ค.ศ. ....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง : ผลของภาชนะบรรจุถั่วงอกที่มีลักษณะแตกต่างกันในการเก็บรักษา  
โดย : นายฐิติพงษ์ เฟื่องแพง  
สาขาวิชา : ฟิสิกสวน  
ภาควิชา : ฟิสิกสวน  
คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร  
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ภัญชณา มีแก้วกฤษร

### บทคัดย่อ

การศึกษาผลของภาชนะบรรจุถั่วงอกที่มีลักษณะแตกต่างกันในการเก็บรักษาถั่วงอก โดยเก็บไว้ในเครื่องทำความเย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และนำออกมาชั่งน้ำหนักที่สูญเสียไปพร้อมกับดูการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของถั่วงอกทุก ๆ วัน วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design จำนวน 4 วิธี 4 ซ้ำ ก็คือ ถูพลาสติกปิดปากถุง ถูพลาสติกปิดปากถุงเจาะรู ถูพลาสติกเปิดปากถุง และถูพลาสติกเปิดปากถุงเจาะรู ทุกวิธีการเก็บไว้ในเครื่องทำความเย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน ผลปรากฏว่า ถูพลาสติกปิดปากถุงมีการสูญเสียน้ำหนักไปน้อยที่สุดคือ 2.75% คุณภาพยังเป็นที่ต้องการของตลาดอยู่ รองลงมาคือ ถูพลาสติกที่ปิดปากถุงเจาะรูสูญเสียน้ำหนักไป 9.50% คุณภาพยังเป็นที่ต้องการของตลาดอยู่ รองลงมาอีกคือถูพลาสติกเปิดปากถุงไม่เจาะรูสูญเสียน้ำหนักไป 14.75% คุณภาพไม่เป็นที่ต้องการของตลาดแล้ว ส่วนถูพลาสติกเปิดปากถุงเจาะรูจะมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดคือ 16.25% คุณภาพไม่เป็นที่ต้องการของตลาด

**Title** : Effect of Different Material in Bean Sprout Storage.  
**By** : Mr.Titiphong Pengpang  
**Major** : Horticulture  
**Department** : Horticulture  
**Faculty** : Agricultural Technology  
**Advisor** : Assoc. Prof. Panchana Meekeawkunchorn

### **Abstract**

Study effect of different material in bean sprout storage. The experiment was Completely Randomized Design (CRD), There were 4 treatments and 4 replications. There were plastic bag with seal, plastic bag with seal and hole punctured, the opened plastic bag, plastic bag and hole punctured. Every treatment was kept in 10°C for 4 days. The results showed that the sealed plastic bag lost the lowest weight of 2.75 percent, the quality was marketable accepted, next was the sealed with hole punctured lost the weight of 9.50 percent, the quality was marketable accepted, the opened plastic bag and the opened plastic bag with hole punctured lost the highest weight of 16.25 percent. The last 2 treatments the marketable quality were not accepted.

## คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ ภัณฑนา มีแก้วกฤษร ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา  
ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไข วิธีการทดลองทดลองจนช่วยจัดหาวัสดุ  
อุปกรณ์ที่ใช้ ช่วยให้การศึกษานี้ปัญหาพิเศษครั้งนี้ ประสบความสำเร็จอย่างยิ่ง

อนึ่งข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้องที่ได้ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือใน  
ด้านต่าง ๆ

ท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้กำลังใจและเสียสละทุก ๆ สิ่ง  
ที่มีเพื่อความสำเร็จและอนาคตของลูก ๆ มาโดยตลอด

จิตพิงษ์ เพ็งแพง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญตาราง	(1)
สารบัญภาคผนวก	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	15
ผลการทดลอง	17
วิจารณ์ผลการทดลอง	20
สรุปผลการทดลอง	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	23



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของถั่วงอกคิบและสุก	11
ตารางที่ 2 คุณค่าทางอาหารของเมล็ดถั่วเขียว, แป้งถั่วเขียว, ถั่วงอกและเส้นวุ้น	11
ตารางแสดงผลการทดลองที่ 1 การสูญเสียที่น้ำหนักของถั่วงอก 1-4 วัน	19
ตารางแสดงผลการทดลองที่ 2 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของถั่วงอก 1-4 วัน	19



## สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	แสดงการสูญเสียน้ำหนักของถั่วงอกหลังเก็บรักษาได้ 1 วัน	23
2	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วงอกวันที่ 1	23
3	แสดงการสูญเสียน้ำหนักของถั่วงอกหลังเก็บรักษาได้ 2 วัน	24
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วงอกวันที่ 2	24
5	แสดงการสูญเสียน้ำหนักของถั่วงอกหลังเก็บรักษาได้ 3 วัน	25
6	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วงอกวันที่ 3	25
7	แสดงการสูญเสียน้ำหนักของถั่วงอกหลังเก็บรักษาได้ 4 วัน	26
8	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วงอกวันที่ 4	26

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ถั่วงอกหลังเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันในเครื่องทำความเย็น อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน	27
2	ถั่วงอกหลังเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันในเครื่องทำความเย็น อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน	28
3	ถั่วงอกหลังเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันในเครื่องทำความเย็น อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน	29
4	ถั่วงอกหลังเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันในเครื่องทำความเย็น อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	30

## คำนำ

ถั่วเขียวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทยพืชหนึ่ง ใช้บริโภคทั้งภายในประเทศและส่งขายต่างประเทศ (สุปราณี, 2524) ถั่วเขียวมีประโยชน์หลายอย่าง เช่น ใช้ทำวุ้นเส้น ทำขนมต่าง ๆ และทำถั่วงอกรับประทานเป็นผักสด (ภคินี, 2520) เป็นต้น ถั่วงอกเป็นอาหารที่ให้โปรตีนสูงถึง 6% สามารถใช้ในการประกอบอาหารได้มากมาย (สมสุข, 2528)

ถั่วงอกเป็นผักที่สำคัญอย่างหนึ่ง นิยมบริโภคกันทั่วไป แต่ถั่วงอกเสื่อมคุณภาพเร็ว เช่น เหี่ยว ไม่กรอบ รสชาติไม่อร่อย การรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวสามารถทำได้ ถ้ามีการเก็บรักษาที่เหมาะสม เช่น ดังที่ได้มีการทดลองเก็บรักษาพืชผักต่าง ๆ

การทดลองครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาภาชนะที่ใช้ในการบรรจุถั่วงอก ขณะที่ทำการเก็บรักษา ภายหลังการเก็บเกี่ยวที่มีต่อผลผลิตรวมอายุการเก็บรักษาของถั่วงอก เพื่อเป็นแนวทางในการเก็บรักษาถั่วงอกต่อไป



## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของภาชนะบรรจุถั่วงอกที่แตกต่างกัน กับการยืดอายุการเก็บรักษาถั่วงอกเพื่อการค้า
2. เพื่อทราบถึงอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อถั่วงอก
3. เพื่อเผยแพร่ความรู้หรือเทคนิคในการยืดอายุการเก็บรักษาถั่วงอก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

### ชนิดของถั่วเขียว

เพิ่มพูน (2531) กล่าวว่า ถั่วเขียวที่ปลูกกันในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 4 ชนิด โดยขึ้นอยู่กับรูปร่างและลักษณะของเมล็ด ดังนี้

ถั่วเขียวธรรมดาหรือถั่วเขียวเมล็ดค้ำน เป็นพันธุ์ที่นิยมใช้ทำถั่วงอก วั่นเส้น และส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ถั่วเขียวชนิดนี้ถ้าปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ และน้ำเพียงพอจะได้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ คือ 400 กิโลกรัมต่อไร่

ถั่วทองหรือถั่วเขียวสีทอง ถั่วเขียวชนิดนี้มีลักษณะลำต้น ใบและฝักเหมือนกับถั่วเขียวเมล็ดค้ำน อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 90 วัน เมล็ดมีสีเหลืองทอง ประโยชน์ใช้ทำขนม เพราะมีสีที่สวยงามนำรับประทาน

ถั่วเขียวมันเมล็ดใหญ่ เป็นถั่วงอกที่มีเมล็ดเป็นมัน มีสีดำ เหมาะที่จะปลูกเป็นการค้า เพราะให้ผลผลิตสูงและขายได้ราคาดี ตลาดต่างประเทศต้องการถั่วเขียวชนิดนี้มาก ถั่วเขียวมันเมล็ดใหญ่ ยังแบ่งออกได้เป็น 2 พวก ตามสีของฝักแก่ คือ พวกที่เมื่อฝักแก่เปลือกฝักจะเปลี่ยนเป็นสีขาวนวล และอีกพวกหนึ่ง เมื่อฝักแก่จะเปลี่ยนเป็นสีดำ

ถั่วเขียวพิวคำ มีลักษณะลำต้น ใบ และฝักคล้ายถั่วเขียวธรรมดาแต่มีขนตามกิ่ง ก้านใบ และฝัก บางพันธุ์มีลำต้นสูง และทอดยอดฝักแก่สีดำไม่แตกง่าย เมล็ดมีสีดำ นิยมใช้เพาะถั่วงอก เพราะต้นถั่วงอกที่ได้มีความอวบอ้วน ขาว นำรับประทาน และคงความสดไว้ได้นานกว่าถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวธรรมดา

### พันธุ์ถั่วเขียว

ถั่วเขียวที่ปลูกในประเทศไทยมีมากมายหลายพันธุ์ด้วยกัน และมักจะทำให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ในปัจจุบันนี้หน่วยงานของกรมวิชาการเกษตรพยายามที่จะคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียว เพื่อให้มีผลผลิตสูงและต้านทานโรค เท่าที่ปลูกกันในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้

- ถั่วเขียวพันธุ์อุู่ทอง 1
- ถั่วเขียวพันธุ์อุู่ทอง 2
- ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1
- ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2
- ถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 60
- ถั่วเขียวพันธุ์บ้านแพรก 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 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 ภายในเซลล์การหายใจ การสังเคราะห์สารโมเลกุลใหญ่และการยึดตัวของเซลล์ เหตุการณ์เหล่านี้มีผลรวมกันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพการคัพภะแห่งที่อยู่ในภาวะเจียบ (resting of quiescent embryo) ไปสู่คัพภะที่มีเมตาโบลิซึมสูง จะปรากฏมีการเจริญเติบโตออกมาให้เห็น ดังนั้นกระบวนการงอกในความหมายนี้ ไม่ได้หมายถึงการเจริญเติบโตของต้นกล้า (seedling growth) ซึ่งเริ่มต้นจากที่รากอ่อนแทงทะลุเปลือกเมล็ดออกมา นอกจากนี้ขบวนการขนย้ายอาหารสะสมในเมล็ด (mobilization of storage reserves) ก็ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของขบวนการงอกนี้ เพราะการเคลื่อนย้ายอาหารส่วนใหญ่เกิดขึ้นในภายหลัง

### ปัจจัยที่จำเป็นในการงอกของเมล็ดพืช (The Physical Requirements for Germination)

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

นอกจากปัจจัยที่จำเป็นทั้ง 3 ปัจจัยที่กล่าวแล้ว แสง (light) อาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เมล็ดพืชบางชนิดจำเป็นต้องใช้ในการงอก นักวิทยาศาสตร์บางท่านจึงรวมเข้าไว้เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดทั้ง ๆ ที่เมล็ดพืชส่วนใหญ่ไม่ต้องการแสงในการงอก

### การดูดน้ำ (Imbibition)

เมื่อเมล็ดได้รับน้ำหรือความชื้นในระยะแรก โมเลกุลของน้ำเข้าสู่เมล็ด โดยการแพร่ (diffusion) แรงดูดน้ำของเมล็ดที่เกิดขึ้นในระยะนี้เรียกว่า imbibitional force แรงดูดน้ำนี้จะลดลงเมื่อเมล็ดดูดน้ำเข้าไปมากขึ้น ต่อมาจะมีการดูดน้ำโดยขบวนการออสโมซิส แรงดูดน้ำแบบนี้ osmotic force ซึ่งมีผลต่อความชื้นสุดท้ายของเมล็ดขณะสิ้นสุด hydration phase ซึ่งโดยทั่วไปความชื้นของเมล็ดที่ระยะนี้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช อาจผันแปรอยู่ในช่วง 30-60 เปอร์เซ็นต์ การดูดน้ำของเมล็ดพืชปกติจะเกิดขึ้นรอบเปลือกเมล็ด แต่สำหรับในพืชตระกูลถั่ว ตำแหน่งที่ไวต่อการดูดซับน้ำเข้าสู่เมล็ดคือ micropyle และ hilum ตัวอย่างเช่นเมล็ดพืช เมล็ดพืชพวก Vicia และ Phaseolus นำเข้าสู่เมล็ดทางรู micropyle มากกว่าทางอื่นสำหรับในเมล็ดพืชที่มีเมล็ดแข็งบางชนิดเช่น melilotus alba และ Trigonella arabica ที่บริเวณ hilum และ micropyle ของเมล็ดจะมี plug มาอุดเรียก strophilar cleft การที่น้ำจะเข้าสู่เมล็ดได้นั้น เนื้อเยื่อบริเวณนี้จะต้องอ่อนนุ่มลงก่อนจากนั้นจึงเข้าสู่เมล็ดผ่านช่องเปิดนี้ และแพร่เข้าไปสู่เซลล์รอบ ๆ เมล็ดอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบ่งการดูดน้ำได้เป็น 3 ระยะ

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

### การหายใจขณะเมล็ดงอก (Respiration during germination)

เมล็ดที่กำลังงอก บางครั้งจะมีการหายใจของจุลินทรีย์ที่ติดมากับเมล็ดเข้ามาเสริม ทำให้อัตราการหายใจของพืชสูงขึ้น ทั้งนี้ที่เมล็ดมีการดูดน้ำเข้ามา จะมีการสร้างสารพวก keto acid เช่น  $\alpha$ -ketoglutarate และ pyruvate ขึ้นมาจาก amino acid โดยปฏิกิริยา deamination และ transamination ซึ่ง keto acid จะเป็น intermediate ที่สำคัญในขบวนการหายใจ

การดูใช้ออกซิเจนของเมล็ดอาจแบ่งออกได้ 3 หรือ 4 ระยะ

ระยะที่ 1 การดูใช้ออกซิเจนจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว

ระยะที่ 2 เป็นระยะงัน (lag phase) ออกซิเจนจะถูกดูใช้อย่างช้าๆ

ระยะที่ 3 เป็นระยะที่มีการหายใจสูงขึ้น

ระยะที่ 4 เกิดในส่วนสะสมอาหารเท่านั้น

### การสังเคราะห์โปรตีนของเมล็ด (Protein Synthesis during Germination)

การสังเคราะห์โปรตีนมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการงอกของเมล็ด ในขณะที่เมล็ดกำลังพัฒนาบนต้นแม่เท่านั้น มีการสังเคราะห์โปรตีนมาก แต่การสังเคราะห์หยุดลงเมื่อเมล็ดเริ่มแก่และคายความชื้น

### การเคลื่อนย้ายอาหารสะสมในระหว่างการงอก (Mobilization of Seed Germination)

- การงอกแบบอีพิเจียล (Epigeal Germination) การงอกของเมล็ดแบบนี้ เป็นการงอกของพืชตระกูลถั่ว แต่ยังคงพบว่ามีเมล็ดพวกกะหล่ำ หอม

- การงอกแบบไฮโปจีเยล (Hypogeal Germination) การงอกของเมล็ดแบบนี้เป็นการงอกของข้าวโพด แต่ยังคงพบว่ามีเมล็ดของพืชตระกูลถั่วบางชนิด เช่น ถั่วลิ้นเต่า ถั่วพรี และถั่วหรั่ง

### การงอกในที่มืด (Etiolation)

เมล็ดที่งอกในที่มืด ลักษณะของต้นกล้าจะแตกต่างไปจากการงอกในที่ที่มีแสงสว่าง คือต้นกล้าจะยืดยาว ใบอ่อนมีขนาดเล็ก และมีสีเหลือง การงอกในที่มืดเรียกว่า etiolation เป็นการปรับตัวของต้นกล้าโดยพยายามยืดใบเลี้ยงหรือใบอ่อนขึ้นหาแสงแดดเหนือดิน หรือให้พ้นจากร่มเงาที่บดบังต้นกล้าอยู่ เพื่อให้ยอดอ่อนได้รับแสง จะได้มีการสังเคราะห์แสงสร้างอาหารเลี้ยงตัวเองได้ในเมล็ดพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น เมล็ดข้าวโพดเมื่อนำไปเพาะในที่มืด จะมีการยืดยาวของเมโซคอติล (Mesocotyl) มากผิดปกติ ในที่มีแสงเมโซคอติลจะยืดตัวเพียงไม่กี่มิลลิเมตร ขณะที่ในที่มืด เมโซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอทิลอากยีตยาวได้หลายเซนติเมตร ต้นกล้าในที่มืดจะมีปลอกหุ้มยอด (coleoptile) ห่อหุ้มใบอ่อนไว้ โดยที่ใบอ่อนนั้นไม่มีการสร้างคลอโรฟิลล์ ทำให้มีสีเหลืองซีด แสงสว่างมีความสำคัญต่อการงอกของต้นกล้ามีดังนี้

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

แสงกระตุ้นให้มีการพัฒนาของราก ต้นกล้าที่เพาะในที่มืดจะมีพัฒนาการของรากดีกว่าต้นกล้าที่เพาะในที่มืด

### จิบเบอเรลลิน (gibberellins)

การสังเคราะห์จิบเบอเรลลินทางชีววิทยา (Biosynthesis)

เนาวรัตน์ (2526) กล่าวว่า ใน ค.ศ. 1958 เบิช (Birch) เป็นผู้ค้นพบโครงสร้างของจิบเบอเรลลิน ซึ่งประกอบขึ้นด้วย ไอโซพรีนอยด์หน่วยเล็ก ๆ มาต่อเนื่องกัน จัดเป็นสารประเภทเทอร์พีนอยด์ (Terpenoid) ประกอบด้วยคาร์บอนทั้ง 20 ตัว และมีต้นกำเนิดมาจากกรดมีวาโลนิก ซึ่งได้จากอะเซทิลโคเอ ซึ่งเป็นสารตัวหนึ่งในวัฏจักรเครบ

จิบเบอเรลลินที่มีคุณสมบัติกระตุ้นความเจริญเติบโตของพืชได้ดี คือ GA1, GA2, GA3, GA4, GA5, GA7, GA9, GA20, GA29

ตำแหน่งที่สังเคราะห์จิบเบอเรลลินในพืช

ก. ที่บริเวณยอดและใบอ่อน ๆ ของพืช โดยทดลองนำต้นกล้าทานตะวันมาตัดเอาส่วน apex มาวิเคราะห์พบว่า GA มาก

ข. ราก โดยทดลองดึงน้ำจากรากส่วนมาวิเคราะห์หาจิบเบอเรลลิน ได้พบว่ามีปริมาณมากพอควร

ค. ในเมล็ดที่กำลังเจริญเมล็ดที่ยังอ่อน มีปริมาณจิบเบอเรลลินสูง ได้มีการทดลองเอาเมล็ดถั่วมาทำ embryo culture พบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ ต่อมานำสารยับยั้งเบอเรลลินอยู่ในเมล็ดแล้ว ซึ่งช่วยให้พืชเจริญเติบโต พอหมดพืชจะชะงักการเจริญเติบโต การทดลองนี้เป็นหลักฐานว่าจิบเบอเรลลินถูกสร้างขึ้นในเมล็ดที่กำลังเจริญเติบโต

คุณสมบัติของจิบเบอเรลลิน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### จิบเบอเรลลินที่ใช้ในการเกษตร

จิบเบอเรลลินได้เข้ามามีบทบาทในการเกษตร โดยไปช่วยในเรื่องต่าง ๆ ของพืชดังนี้

1. เพิ่มความยาวของก้าน เพิ่มผลผลิตของขึ้นใจ
2. ขจัดการพักตัวของหัวมันฝรั่ง
3. เพิ่มขนาดของผลองุ่น
4. กระตุ้นการเกิดผลที่ไม่มีเมล็ดในองุ่น
5. เพิ่มขนาดของดอกไม้
6. ยืดเวลาการแก่ของผลไม้บางชนิด
7. ยืดเวลาในการเก็บเกี่ยวของพืชบางชนิด
8. ช่วยทำให้ผลไม้มีคุณภาพสูง

### ไซโตไคนิน (Cytokinins)

#### โครงสร้าง

#### 2.1 ไซโตไคนินตามธรรมชาติ

มิลเลอร์ (Miller) พบไซโตไคนินในข้าวโพด ต่อมาลีแธม (Letham) ได้สกัดแยกไซโตไคนินจากข้าวโพด แล้วตั้งชื่อใหม่ว่า ซีเอติน (Zeatin) เป็นไซโตไคนินธรรมชาติตัวแรกที่พบ

#### 2.2 รูปแบบของไซโตไคนิน

ไซโตไคนินสามารถเกิดขึ้นได้ 2 แบบ คือ

ก. Free Cytokinin เกิดในแบบอิสระให้ผลตอบสนองต่อพืช ไซโตไคนินแบบนี้ได้แก่ Zeatin, benzyl adenine

ข. Bound cytokinin ได้แก่ไซโตไคนินที่เกิดในรูปรวมกับสารประกอบอื่น ๆ เช่น มีโมเลกุลของ t-RNA เกาะติดโครงสร้างของไซโตไคนิน ไม่ให้ตอบสนองต่อพืชในทันที

**การตอบสนองต่อสรีระวิทยาของพืช**

คุณสมบัติสำคัญของไซโตไคนิน คือ

- ก. ช่วยในการแบ่งเซลล์ของพืช
- ข. ช่วยในการเปลี่ยนสภาพเซลล์
- ค. กระตุ้นการเจริญเติบโตของตาข้าง
- ง. ชะลอการแก่ (senescence)

**ผลของไซโตไคนินที่มีต่อชีววิทยาของพืช คือ**

ก. การชะลอการแก่ การชะลอการแก่นั้นเนื่องมาจากไซโตไคนินไปลดกิจกรรมในขบวนการต่าง ๆ ของพืชให้ช้าลง เมตาโบลิซึมของใบช้าลง เอนไซม์ต่าง ๆ ลดกิจกรรมน้อยลงทำให้เซลล์

**ชะลอการแก่**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ช่วยในการเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร จากการทดลอง Mothes ในประเทศเยอรมันพบว่า การเคลื่อนย้ายธาตุอาหารต้องมีโคเอนติน์ร่วมด้วย สารอาหารต่าง ๆ จะถูกดูดเคลื่อนย้ายไปรวมตัวกันตรงที่มีไซโตโคไนนินอยู่ในพืช activity สูงตรงส่วน apical ของรากหรือตา เมื่อมีการแบ่งเซลล์ และส่วนที่กำลังเจริญเติบโตจะมีโคเอนติน์อยู่มาก เพื่อดึงเอาธาตุอาหารให้เคลื่อนย้ายไปสู่บริเวณนั้น

#### ไซโตโคไนนินที่ใช้ในวงการเกษตร

1. ช่วยในการแบ่งเซลล์และกระตุ้นการเกิดตาดอก
2. ช่วยในการเปลี่ยนสภาพของเซลล์และกระตุ้นการเจริญเติบโตของกิ่งแขนง
3. ชะลอการแก่
4. ช่วยในการออกดอก
5. ช่วยในการติดผล
6. ช่วยให้ผลหรือพืชสุกช้าลง
7. ช่วยในการออกรากของพืชที่ออกรากยาก (รศ.ช.ฉิฎฎุศิริ. 2543)

เจิ้งซุน (2520) กล่าวว่า การเพาะถั่วงอกให้ได้ผลดีนั้นจะไม่ใช้วัสดุเพาะต้องมีปัจจัยต่าง ๆ

ดังนี้

1. ต้องเลือกภาชนะที่ทึบแสง ถ้าใช้เข่งก็ต้องพลาสติกสีดำมาล้อมรอบแข่งกันแสงเข้า
2. ถั้วเขียวที่จะนำมาเพาะถั่วงอกต้องเป็นถั้วเก่า มีการพักตัวพอสมควร ถ้าเป็นถั้วใหม่จะทำให้เกิดการเน่าและไม่ค่อยงอกในระหว่างการเพาะ
3. เลือกเมล็ดถั้วเขียวที่ปราศจากแมลงเจาะ แดกหัก เอาออกทิ้งไป
4. ถั้วเป็นถั้วใหม่ จะต้องมีการพักตัว โดยผึ่งแดดแห้งน้ำร้อนพออุ่น ๆ ก็ได้
5. การทำการเพาะ ควรแช่ถั้วเขียวอย่างน้อย 12 ชม.
6. นำขึ้นมาผึ่งลม และเอาเมล็ดเสียออกอีกครั้ง
7. ใส่ถั้วเขียวที่แช่น้ำแล้วนำลงไปภาชนะครึ่งเดียวพร้อมกันทั้งหมดประมาณ 1 ใน 4

ส่วน ของภาชนะที่ใช้เพาะ

8. คลุมเมล็ดถั้วเขียวด้านบนด้วยกระสอบหรือผ้า เพื่อควบคุมความชื้นและกันแสง
9. ถั้วปล่อยให้อากาศเข้าไปในภาชนะมากจะทำให้ถั่วงอกมีลักษณะผอมยาว
10. ถ้าน้ำได้ภาชนะขังมากเกินไปจะทำให้ถั้วเน่าได้ และไม่ค่อยงอก
11. ควรรดน้ำทุก ๆ 4 ชม.
12. อากาศที่เย็นเกินไปจะทำให้ถั้วเขียวงอกช้ากว่าปกติ
13. น้ำที่ใสจะต้องสะอาด ปราศจากความเป็นกรดและคลอรีน
14. ถั่วงอกชอบน้ำที่มีความเป็นด่างอ่อน ๆ
15. การรดน้ำจะต้องให้น้ำผ่านต้นถั่วงอกจนกว่าจะเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ถั่วงอกผักเศรษฐกิจที่น่าสนใจ ([www.google.com](http://www.google.com))

ถั่วงอก พืชผักที่คนไทยรู้จักบริโภคกันมานานแล้ว เพราะถั่วงอกเป็นผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะโปรตีน เกลือแร่และวิตามิน นอกจากนี้ถั่วงอกยังเป็นพืชผักชนิดเดียวที่สามารถใช้เวลาในการเพาะจนถึงเก็บเกี่ยวขายหรือบริโภคได้เร็วที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผักชนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะประเทศไทย ถ้าเพาะถั่วงอกในช่วงฤดูร้อนหรือฤดูฝนจะใช้เวลาไม่เกิน 3 วัน แต่ถ้าเป็นฤดูหนาวและมีอุณหภูมิของอากาศเย็นจะต้องใช้เวลาเพาะเพียง 4 วันเท่านั้น ถั่วงอกเป็นพืชที่นำรายได้ให้ผู้เพาะขายเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริม

ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน รูปแบบและเทคนิคการเพาะถั่วงอกในเมืองไทยมีรูปแบบการพัฒนาแตกต่างกันไปตามความชำนาญและทักษะของผู้เพาะ พร้อมทั้งความแตกต่างกันในเรื่องรูปแบบภาชนะที่ใช้เพาะ แต่เทคนิคการดูแลจะคล้ายคลึงกัน เช่น

### การเพาะถั่วงอกแบบใช้ไหดิน

เลือกใช้ไหดินที่มีคอกยาว ลักษณะคล้ายไหใส่น้ำปลาแต่มีขนาดความสูง 40-50 เซนติเมตร มีการเจาะรูระบายน้ำที่ก้นไหขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร ใสถั่วเขียวที่แช่น้ำแล้วจนเมล็ดเริ่มพองลงในไห และใช้ฟางอุดที่ปากไหเพื่อป้องกันแสงสว่าง และสะดวกต่อการรดน้ำ ให้น้ำทุก ๆ 4-5 ชั่วโมง นาน 3 วัน ก็สามารถเก็บมาขายหรือบริโภคได้

### การเพาะถั่วงอกในแข่งไม้ไผ่

ควรใช้แข่งไม้ไผ่ผิวเรียบ ละเอียด สานเป็นแข่ง ถ้างั่วเขียวให้สะอาด ปูลงในแข่งไม้ไผ่ ความสูง 1/2 ของความสูงแข่ง และปูกระสอบป่านคลุมผิวหน้าแข่งหรือใช้ไม้ไผ่ขัดและที่ผิวหน้าอาจจะใช้ก้อนกรวดเรียบทับบนผิวหน้าอีกครั้งหนึ่ง วางไว้ในที่ร่มและใช้น้ำสะอาดรดทุก ๆ 2-3 ชั่วโมง นาน 3 วัน ก็สามารถเก็บขายหรือบริโภคได้

### การเพาะถั่วงอกในโอ่งดินเผาหรือโอ่งเคลือบ เจาะรูที่ก้นโอ่ง

(ขนาดความสูงของโอ่ง 0.6-0.8 เมตร) ถ้างั่วให้สะอาด ใสถั่วลงในโอ่งและใช้กระสอบป่านคลุมผิวหน้าถั่วในโอ่ง รดน้ำสะอาด 4-5 ชั่วโมง วางไว้ในที่มีดินาน 3 วัน ก็สามารถเก็บขายหรือบริโภคได้

### การเพาะถั่วงอกในถังซีเมนต์กลม

ใช้ถังซีเมนต์กลมมาหล่อทำพื้นก้นถังตรงกลางเป็นช่องให้มีรูระบายน้ำออกจากถังซีเมนต์ได้ นำถั่วเขียวมาล้างให้สะอาดแล้วเทลงไปในถังซีเมนต์ และคลุมกระสอบป่านที่ผิวหน้า และรดน้ำสะอาดทุก ๆ 4-5 ชั่วโมง นาน 3 วัน หลังเพาะแล้วสามารถนำมาจำหน่ายหรือบริโภคได้

### การเพาะถั่วงอกในบับอลูมิเนียม

ให้เจาะรูที่ก้นบับ มีการวางแครงไม้เล็ก ๆ รองไว้ที่ก้นเพื่อช่วยในเรื่องการระบายน้ำ ปูผ้าพลาสติกกริดให้เป็นริ้ว ๆ ลงบนแครงไม้ วัสดุที่ใช้เพาะถั่วงอกเป็นทรายหยาบหรืออิฐเถ้าแกลบที่สังเภาเฉพาะ (โดยที่แกลบยังอยู่ในสภาพที่ไม่เป็นผุพังยังคงเป็นรูปตัวแกลบอยู่) ทรายหยาบหรืออิฐเถ้าแกลบนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เถาเถา 1.5 นิ้ว ลงไปบนผ้าพลาสติกหรือในบ๊อบ แล้วเรียงเมล็ดถั่วเขียวลงไปหนา 1 นิ้ว ทับผิวหน้าเมล็ดถั่วด้วยทรายหยาบหรือใช้ซี่เถาเถาสลับกันระหว่างการเรียงเมล็ดถั่วเขียวกับทรายหยาบหรือซี่เถาเถาประมาณ 5-6 ชั้น ความสูงของเมล็ดถั่วเขียวในบ๊อบไม่เกินครึ่งหนึ่งของความสูงบ๊อบ รดน้ำทุกวันวันละ 3 ครั้ง ได้แก่ เช้า ระหว่างเวลา 8.00-10.00 น. ช่วงบ่าย เวลา 16.00 น. และช่วงกลางคืนเวลา 24.00 น. นาน 3 วัน จึงสามารถเก็บขายหรือบริโภคได้

#### การเพาะถั่วงอกในตะกร้าพลาสติก หรือถังพลาสติก

แบบใส่ตะกร้าผลไม้ (ขนาดที่บรรจุขนผลไม้ในห้องตลาด) เนื่องจากตะกร้าพลาสติกประเภทนี้มีรูระบายน้ำอยู่แล้ว จึงควรกรูตะกร้าพลาสติกด้วยกระสอบป่านก่อนนำเมล็ดถั่วเขียวที่แช่น้ำแล้ว ถ่ายลงในตะกร้าพลาสติกปิดหน้าเมล็ดถั่วด้วยกระสอบป่านเช่นเดิม รดน้ำด้วยสายยางทุก ๆ 1-2 ชั่วโมง นาน 3 วัน จึงสามารถนำมาจำหน่ายหรือบริโภคได้

#### การเพาะถั่วงอกในถังพลาสติก

เป็นวิธีที่ง่ายในครัวเรือน และสามารถขายเป็นอุตสาหกรรมครัวเรือนได้ โดยใช้ถังพลาสติกที่บดแสงเจาะรูระบายน้ำที่ก้นถังตามแนวตะเข็บถังเพื่อระบายน้ำ และเจาะรูด้านข้างถังเพื่อระบายอากาศ นำเมล็ดถั่วเขียวล้างน้ำให้สะอาด เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนหรือสิ่งสกปรกจากเมล็ดพันธุ์ ใช้น้ำอุ่นอัตราส่วนน้ำร้อน : น้ำเย็น 1 : 1 (อุณหภูมิประมาณ 55 องศาเซลเซียส ตอนเริ่มแช่) แช่เมล็ดถั่วเขียวไว้นาน 8-10 ชั่วโมง จนเมล็ดพองตัวขึ้น ถ่ายเมล็ดถั่วลงในถังเพาะ นำฟองน้ำปิดไว้ที่ผนังด้านบนเมล็ด วางถังเพาะในที่มืดรดน้ำสม่ำเสมอทุก ๆ 1.5 ชั่วโมง โดยรดน้ำผ่านฟองน้ำ หลังจากเพาะถั่วเขียวลงในถังนาน 1 ชั่วโมง (24 ชั่วโมง) ถั่วเขียวเริ่มงอกมีรากสีขาวเล็ก ๆ ขนาด 0.8-1.0 เซนติเมตร ใส่สารถั่วอ่อนเพื่อช่วยการเพิ่มการสร้างโปรตีนในถั่วงอกทำให้ถั่วงอกอ้วนขึ้น โดยก่อนรดสารถั่วอ่อนควรรดการให้น้ำก่อนและหลัง 2 ชั่วโมง จนกระทั่งครบ 2 วัน ให้รดสารถั่วอ่อนอีกครั้งหนึ่ง โดยอัตราการใส่สารขึ้นอยู่กับปริมาณของถั่วเขียวที่ใช้เพาะ รดน้ำให้ชุ่มและควรรดน้ำก่อนและหลัง 2 ชั่วโมงเช่นกัน เมื่อเพาะครบ 3 วัน (ประมาณ 65-72 ชั่วโมง) นับตั้งแต่เริ่มแช่ถั่วในน้ำ) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในช่วงฤดูกาลที่เพาะ เช่นฤดูร้อนอาจใช้เวลาเพียง 65 ชั่วโมง แต่ในช่วงฤดูหนาวใช้เวลาจนถึง 72 ชั่วโมง จึงสามารถนำมาจำหน่ายหรือบริโภคได้

ถั่วงอกเมื่อเพาะเสร็จเรียบร้อยแล้วในถังหรือภาชนะเพาะ แต่ละแบบจะมีลักษณะขาวสวย แต่เมื่อนำออกมาจากถังเพาะและถูกลมหรือแสงสว่างส่องนานเกิน 3-4 ชั่วโมง ถั่วงอกจะสามารถสังเคราะห์แสงได้อีก สีขาวของถั่วงอกจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวและเมื่อถูกแสงนานเกินไป ใบเลี้ยงจะโผล่ออกมาทำให้ไม่น่ารับประทาน

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของถั่วงอกดิบและสุก

แร่ธาตุ	ถั่วงอกดิบ	ถั่วงอกสุก	หน่วย
Moisute	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.
Phosphours	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 : ดรณี (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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเก็บรักษาโดยห้องเย็น (Cold storage)

การมีห้องเย็นทำให้สามารถเก็บผักและผลไม้ไว้ได้นานหลังจากเก็บเกี่ยว ทำให้สามารถยืดเวลาของการขายในตลาดไว้ได้นาน ห้องเย็นหรืออุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเก็บรักษาผักและผลไม้ที่เน่าเสียเร็ว เพราะว่าอุณหภูมิที่ต่ำ (1) ยับยั้งการหายใจและกระบวนการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ภายในพืช (2) ยับยั้งการเกิด senescence เช่น การสุก การอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ การเปลี่ยนสี เป็นต้น (3) ยับยั้งการสูญเสียความชื้นและการเหี่ยว (4) การยับยั้งการเน่าเสียเนื่องจากเชื้อราและแบคทีเรีย และ (5) ยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชที่ไม่ต้องการ เช่น การแตกหน่อของมันฝรั่งและหอมหัวใหญ่

### หลักการการทำงานของเครื่องทำความเย็น

กระบวนการของการทำความเย็นอาจจะคล้าย ๆ กับการสูบอาหารออกจากถังปิด จนกระทั่งความดันภายในถังต่ำกว่าของบรรยากาศนอกถังตามระดับที่ต้องการ การสูบอากาศจะมีขึ้นอีกครั้งต่อเมื่อมีอากาศรั่วเข้าไปในถังอีก ในห้องเย็นนั้นเราต้องการที่จะรักษาอุณหภูมิที่ระดับหนึ่งให้ต่ำกว่านอกห้องเย็น ความร้อนจะถูกสูบออกจากห้องจนกระทั่งอุณหภูมิลดต่ำลงตามที่ต้องการ สำหรับการดูดความร้อนในครั้งต่อ ๆ ไปจะทำต่อเมื่อความร้อนเข้าไปในห้องโดยการรั่วไหลผ่านฝาผนังห้องและการเปิดประตู หรือความร้อนที่เกิดจากผักและผลไม้ภายในห้องเก็บรักษา

เมื่อดูดอากาศออกจากถังนั้น ถ้าต้องการสูบอากาศออกเพียงเล็กน้อย โดยปั๊มที่ใช้ดูดอากาศอาจจะมีกำลังน้อยและขนาดเล็กกว่าที่จะใช้ดูดอากาศมากจากถังใหญ่ ขนาดของปั๊มและกำลังของมอเตอร์ขึ้นอยู่กับ

1. ปริมาณของอากาศที่จะดูดออก
2. ความกดดันภายในถัง

### อุณหภูมิสำหรับผักและผลไม้แต่ละชนิด

อุณหภูมิในห้องเย็นสำหรับผักและผลไม้แตกต่างกันไป ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของผักและผลไม้ว่ามีแหล่งกำเนิดมาจากเขตหนาว เขตร้อน หรือกึ่งร้อน ความแปรปรวนของอุณหภูมิภายในห้องเก็บรักษาเพียง 2-3 องศาฟาเรนไฮต์ สูงหรือต่ำกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมจะเกิดการเน่าและสุกได้ นอกจากนี้ถ้ามีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมมาก ๆ จะเกิดการรวมตัวของไอน้ำและเกาะอยู่บนผิวของผักและผลไม้ ทำให้ผักและผลไม้เกิดการหดรัดตัวเสียคุณภาพและมีอายุการเก็บรักษาสั้นลง บางครั้งอาจจำเป็นต้องเก็บรักษาผักและผลไม้หลาย ๆ อย่างรวมกันซึ่งอาจจะปลอดภัยหรือไม่ปลอดภัยก็ได้ ผลไม้ในเขตร้อนหลาย ๆ อย่างซึ่งโดยทั่วไปอาจจะเก็บรวมกันได้ ถ้ามีอุณหภูมิที่ต้องการใกล้เคียงกัน ผักและผลไม้บางอย่างจะส่งกลิ่นออกมาและไปมีผลกับผลผลิตอื่น ๆ แก๊สที่ผลิตจากผักและผลไม้บางชนิด เช่น เอทิลีน จะเป็นอันตรายต่อผักและผลไม้อื่น ๆ ที่เก็บอยู่รวมกัน ไม่ควรเก็บแอปเปิ้ลหรือสาลี่ร่วมกับขึ้นฉ่าย กะหล่ำปลี แครอท มันฝรั่ง หรือหอมหัวใหญ่ ไม่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก็บขึ้นฉายรวมกับหอมหัวใหญ่หรือแครอท ไม่ควรเก็บพวกส้มต่าง ๆ รวมกับผักชนิดที่มีกลิ่นแรง ควรจะเก็บหอมหัวใหญ่ พริก และมันฝรั่งแยกออกจากกัน

### อุณหภูมิต่ำ

สำหรับประเภทรับประทานใบ ลำต้น และราก ย่ำเว้นมันเทศ ส่วนมากแล้วควรจะเก็บไว้ที่ 2-3 องศาเซลเซียส เหนือจุดเยือกแข็ง อายุการเก็บรักษาของผักประเภทรับประทานใบส่วนมากแค่ 2-3 สัปดาห์ แม้ว่าสภาพแวดล้อมจะเหมาะสม พวกพืชหัวต่าง ๆ เช่น แครอท บีท มันฝรั่ง หอมหัวใหญ่ สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้เป็นเวลานานหลายเดือน แต่ถ้าสภาพแวดล้อมภายนอกไม่เหมาะสมสามารถเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิต่ำได้ สำหรับผลไม้ในเขตหนาวสามารถเก็บไว้ได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ อายุการเก็บรักษาขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้

### อุณหภูมิต่ำปานกลาง

กฎโดยทั่วไปสำหรับผักและผลไม้ที่มีแหล่งกำเนิดของเขตร้อนหรือกึ่งร้อน จะไม่สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ เหนือจุดเยือกแข็ง เพราะจะเกิดลักษณะอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาที่เรียกว่า chilling injury ความรุนแรงของความเสียหายเนื่องจาก chilling injury จะมีมากขึ้นถ้าหากเก็บรักษาผักและผลไม้ไว้นาน ๆ ที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่แนะนำ

### ผลที่เกิดขึ้นกับผักและผลไม้หลังจากเคลื่อนย้ายออกจากห้องเย็น

มีความเชื่อกันว่า เมื่อผักและผลไม้ที่ได้เก็บรักษาไว้ในห้องเย็นแล้วนำออกมาจะทำให้ผักและผลไม้สูญเสียเร็วมากขึ้น แต่ไม่มีหลักฐานที่สนับสนุนเรื่องนี้ ยกเว้นในกรณีที่ผักและผลไม้ไม่ชอบอุณหภูมิต่ำเกินไป แต่ได้เก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิต่ำนานเกินไป สามารถทำให้เกิดการเน่าเสียหลังจากนำออกจากห้องเย็น ผักและผลไม้เกิด senescence อย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิต่ำและในที่สุดเกิดการเน่าเสีย ขณะที่อยู่ในที่อุณหภูมิต่ำ senescence และการเน่าเสียของผักและผลไม้จะถูกยับยั้ง ทำให้มีอายุยาวนานขึ้น แต่ขณะที่อยู่ในห้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ผักและผลไม้มีการใช้อาหารที่สะสมอยู่ในเนื้อเยื่อเพื่อการหายใจและการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ (metabolic activities) เพื่อการดำรงชีวิต อาหารสะสมบางส่วนจึงหมด ดังนั้นเป็นไม่ได้ที่ผักและผลไม้สดที่นำออกมาจากห้องเย็นแล้ว จะมีอายุยาวนานพอ ๆ กับผักและผลไม้สด ๆ ที่เพิ่งเก็บเกี่ยวเมื่อวางไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ถ้าเก็บผักและผลไม้ไว้ที่อุณหภูมิต่ำและความชื้นพอเหมาะและระยะเวลาเก็บรักษาไม่นานเกินไป หลังจากนั้นนำผักและผลไม้ออกจากห้องเย็นแล้ว ผักและผลไม้จะมีอายุการวางขายในตลาดได้อย่างพอเพียงก่อนที่จะเกิดการเน่าเสีย ผักและผลไม้หลังจากนำออกจากห้องเย็นและมีการนำมาใช้ประโยชน์ทันที เช่น การเก็บรักษาที่บ้าน ภัตตาคาร โรงแรม หรือเรือโดยสารมหาสมุทร สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าเวลาที่แนะนำเล็กน้อย มีข้อยกเว้นสำหรับผลท้อและสาเกบางพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการทำให้สุกหลังจากนำออกจากห้องเย็น ผลไม้เหล่านี้จะไม่สุกเป็นปกติถ้าเก็บรักษานานเกินไป ผักและผลไม้ที่เน่าเสียเร็วและมีอายุการเก็บรักษาสั้นหลังจากนำออกจากห้องเย็นควรจะได้รับนำไปใช้ประโยชน์ทันที แต่ไม่ได้หมายความว่า ผักและผลไม้พวกนี้นำออกจากห้องเย็นมาถูกอุณหภูมิที่สูงกว่าแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (shock effect) เพราะยังไม่มีหลักฐานที่สนับสนุนในเรื่องนี้

เมื่อนำผักและผลไม้ออกจากห้องเย็นไปสู่อุณหภูมิที่สูงกว่า จะมีไอน้ำเกาะอยู่รอบ ๆ ที่ผิวของผักและผลไม้ อาการเช่นนี้เรียกว่า sweating ยิ่งภายนอกห้องเย็นยังมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมาก ๆ ก็เกิดไอน้ำมากเกาะอยู่ตามผิวผักและผลไม้ ทั้งนี้เพราะไอน้ำในบรรยากาศกระทบผิวที่เย็นของผักและผลไม้จึงรวมตัวเป็นหยดน้ำ การเกิดหยดน้ำที่ผิวของผักและผลไม้ควรจะได้ป้องกันไม่ให้เกิดขึ้น โดยเฉพาะกับหอมหัวใหญ่และผลไม้เนื้ออ่อนทั้งหลาย เพราะมีสภาพที่ทำให้เหมาะสมต่อการเน่าเสีย การป้องกันการเกิดหยดน้ำตามผิวของผักและผลไม้สามารถทำได้ คือค่อย ๆ ทำให้ผักและผลไม้มีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างช้า ๆ โดยปกติแล้วถ้านำผักและผลไม้ออกจากห้องเย็นที่อุณหภูมิ 32 องศาฟาเรนไฮต์ไปสู่อุณหภูมิ 50-55 องศาฟาเรนไฮต์ การรวมตัวของไอน้ำในบรรยากาศกลายเป็นหยดน้ำเกาะอยู่ตามผิวของผักและผลไม้จะมีเพียงเล็กน้อยหรือไม่มี

#### การคัดคุณภาพ (Grading)

ผลไม้และผักชนิดต่าง ๆ จะมีลักษณะคุณภาพผิดแผกแตกต่างกันไป เนื่องจากลักษณะทางพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และการดูแลรักษาในการผลิต ดังนั้นในการขายจึงควรจะได้มีการคัดคุณภาพเพื่อเป็นการยุติธรรมในเรื่องราคาทั้งผู้ขายและผู้ซื้อ

แต่ละประเทศมักจะมีมาตรฐานของการคัดคุณภาพเป็นของตัวเอง แต่หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคูณภาพก็คล้ายคลึงกัน เช่น ความสมบูรณ์ ความแน่นเนื้อ ความสะอาด ขนาด น้ำหนัก สี รูปร่าง ความแก่ ปราศจากโรคแมลง และปราศจากผลที่เกิดจากเครื่องมือเครื่องใช้ในการเก็บเกี่ยวหรือการปฏิบัติดูแลรักษา เป็นต้น (สัมฤทธิ์. 2537)

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### อุปกรณ์

1. ถังออกจำนวน 3,200 กรัม
2. ถุงพลาสติกใสขนาด 4 x 6 นิ้ว จำนวน 16 ใบ
3. เครื่องทำความเย็น 1 เครื่อง
4. เทอร์โมมิเตอร์ 1 อัน
5. ตาชั่งชนิดละเอียดและหยาบอย่างละ 1 เครื่อง
6. สมุดบันทึก
7. ไม้บรรทัด, ปากกา, ดินสอ
8. กล้องถ่ายรูป
9. ตะแกรงล้างถังออกชนิดรูห่าง
10. ตาไก่เจาะรู

### วิธีการดำเนินการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) โดยใช้ภาชนะบรรจุที่แตกต่างกัน ยึดอายุการเก็บรักษาถังออกเพื่อการค้า มี 4 วิธีการ (Treatment) จำนวน 4 ซ้ำ (Replications) ใช้ถังออกจำนวน 200 กรัม ต่อ 1 ถุง ขนาดถุง 4 x 6 นิ้ว การทดลองใช้ถุงทั้งหมด 16 ใบ เก็บรักษาไว้ในเครื่องทำความเย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และมีการตรวจวัดค่าความสูญเสียน้ำหนักทุกวัน เป็นเวลา 4 วัน

วิธีการที่ 1 ใช้ถังออกบรรจุในถุงพลาสติกปิดปากถุง ไม่เจาะรู

วิธีการที่ 2 ใช้ถังออกบรรจุในถุงพลาสติกปิดปากถุง เจาะรู

วิธีการที่ 3 ใช้ถังออกบรรจุในถุงพลาสติกเปิดปากถุง ไม่เจาะรู

วิธีการที่ 4 ใช้ถังออกบรรจุในถุงพลาสติกเปิดปากถุง เจาะรู

### วิธีการทดลอง

1. นำถั่วงอกทั้งหมดมาล้างทำความสะอาดให้ดี คัดเอาต้นที่เสียทิ้ง แล้วนำมาใส่ในตะแกรงทิ้งไว้สะกักให้สะเด็ดน้ำ
2. นำถั่วงอกมาบรรจุในภาชนะที่เตรียมไว้ในแต่ละ Treatment โดยใส่ Treatment ละ 200 กรัมต่อ 1 ถุง ขนาดของถุง 4 x 6 นิ้ว
3. นำถั่วงอกที่บรรจุในภาชนะเรียบร้อยแล้วไปเข้าเครื่องทำความเย็นที่ตั้งอุณหภูมิไว้ 10 องศาเซลเซียส
4. นำถั่วงอกออกมาชั่งน้ำหนักและดูคุณภาพของถั่วงอกทุก ๆ วัน เป็นเวลา 4 วัน บันทึกผลและถ่ายรูปไว้

### การเก็บข้อมูล

1. ทำการเก็บข้อมูลของถั่วงอกทุก ๆ วัน โดยนำถั่วงอกที่บรรจุภาชนะที่แตกต่างกันออกมาชั่งน้ำหนักดูว่าสูญเสียน้ำไปเท่าไร (น้ำหนักเดิม 200 กรัม/ถุง) บันทึกผลและถ่ายรูป
2. นำถั่วงอกออกมาดูการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทุก ๆ วัน โดยสังเกตดูจากลักษณะภายนอกของถั่วงอก เช่น การเปลี่ยนแปลงสี ความสด เป็นต้น แล้วทำการให้คะแนน คะแนนเท่ากับ 10 หมายถึง คุณภาพดีที่สุด คะแนนเท่า 0 หมายถึง หมดสภาพการซื้อขาย มีผู้ร่วมให้คะแนน 5 คน บันทึกผลและถ่ายรูป
3. นำข้อมูลที่บันทึกไว้มาคำนวณค่าความแตกต่างทางสถิติ

### เวลาในการทำการทดลอง

วันเริ่มทำการทดลอง 15 สิงหาคม 2545

วันสิ้นสุดการทดลอง 18 สิงหาคม 2545

รวมระยะเวลาทดลอง 4 วัน

### สถานที่ทำการทดลอง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กรุงเทพมหานคร

## ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการเก็บรักษาถั่วงอกในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันมีผลต่อสภาพการสูญเสียน้ำหนักและความเสื่อมสภาพของถั่วงอก ภายในเครื่องทำความเย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วัน โดยการตรวจวัดเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักถั่วงอกที่สูญเสียไปในแต่ละวันและค่าความเสื่อมสภาพ ผลการทดลองมีดังนี้

### การสูญเสียน้ำหนักหลังเก็บรักษาถั่วงอกได้ 1 วัน

จะเห็นได้ว่าถั่วงอกพลาสติกเปิดปากถั่วงอกจะไม่เจาะรูจะมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด คือ 1.37%(a) รองลงมาคือถั่วงอกพลาสติกเปิดปากถั่วงอกเจาะรูสูญเสียน้ำหนักไป 1.25% (a) รองลงมาอีกคือถั่วงอกพลาสติกปิดปากถั่วงอกเจาะรูสูญเสียน้ำหนักไป 0.75% (b) ส่วนถั่วงอกพลาสติกปิดปากถั่วงอกไม่เจาะรูจะมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด คือ 0.62% (b) จะเห็นได้ว่าน้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วงอกหลังจากเก็บรักษาไว้ 1 วัน ในแต่ละวิธีการคือความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

### การสูญเสียน้ำหนักหลังเก็บรักษาถั่วงอกได้ 2 วัน

จะเห็นได้ว่าถั่วงอกพลาสติกเปิดปากถั่วงอกเจาะรูจะมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด คือ 8.50%(a) รองลงมาคือถั่วงอกพลาสติกเปิดปากถั่วงอกไม่เจาะรูมีการสูญเสียน้ำหนักไป 4.87% (b) รองลงมาอีกคือถั่วงอกพลาสติกปิดปากถั่วงอกเจาะรูมีการสูญเสียน้ำหนักไป 2.00% (c) ส่วนถั่วงอกพลาสติกปิดปากถั่วงอกไม่เจาะรูมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด คือ 2.00% (c) จะเห็นได้ว่าน้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วงอกหลังจากเก็บรักษาได้ 2 วัน ในแต่ละวิธีการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

### การสูญเสียน้ำหนักหลังเก็บรักษาถั่วงอกได้ 3 วัน

จะเห็นได้ว่าถั่วงอกพลาสติกเปิดปากถั่วงอกเจาะรูจะมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด คือ 13.50% (a) รองลงมาคือถั่วงอกพลาสติกเปิดปากถั่วงอกไม่เจาะรูมีการสูญเสียน้ำหนักไป 10.25% (b) รองลงมาอีกคือถั่วงอกพลาสติกปิดปากถั่วงอกเจาะรูมีการสูญเสียน้ำหนักไป 4.25% (c) ส่วนถั่วงอกพลาสติกปิดปากถั่วงอกไม่เจาะรูมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด คือ 2.75% (d) จะเห็นได้ว่าน้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วงอกหลังจากเก็บรักษาไว้ 3 วัน ในแต่ละวิธีการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

### การสูญเสียน้ำหนักหลังเก็บรักษาถั่วงอกได้ 4 วัน

จะเห็นได้ว่าถั่วงอกพลาสติกเปิดปากถั่วงอกเจาะรูจะมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด คือ 16.25% (a) รองลงมาคือถั่วงอกพลาสติกเปิดปากถั่วงอกไม่เจาะรูมีการสูญเสียน้ำหนักไป 14.75% (a) รองลงมาอีกคือถั่วงอกพลาสติกปิดปากถั่วงอกเจาะรูมีการสูญเสียน้ำหนักไป 9.50% (b) ส่วนถั่วงอกพลาสติกปิดปากถั่วงอกไม่เจาะรูมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด คือ 2.75% (c) จะเห็นได้ว่าน้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วงอกหลังจากเก็บรักษาได้ 4 วัน ในแต่ละวิธีการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางแสดงผลการทดลองที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ

หลังจากเก็บรักษาถั่วงอกไว้ในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันในเครื่องทำความเย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน และนำออกมาดูการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของถั่วงอกทุก ๆ วัน ผลปรากฏว่า

ถั่วงอกพลาสติกปิดปากถุงไม่เจาะรูมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยที่สุด เมื่อเก็บรักษาไว้ 1, 2, 3 และ 4 วัน มีค่าระดับคุณภาพเท่ากับ 9.5, 9, 8.5 และ 8 ตามลำดับ

ถั่วงอกพลาสติกปิดปากถุงเจาะรูมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพรองลงมาเมื่อเก็บรักษาไว้ 1, 2, 3 และ 4 วัน มีค่าระดับคุณภาพเท่ากับ 9, 8.5, 8 และ 7 ตามลำดับ

ถั่วงอกพลาสติกเปิดปากไม่เจาะรูมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพรองลงมาจากถั่วงอกพลาสติกปิดปากถุงเจาะรู เมื่อเก็บรักษาไว้ 1, 2, 3 และ 4 วัน มีค่าระดับคุณภาพเท่ากับ 7, 6, 5.5 และ 4.5 ตามลำดับ

ส่วนถั่วงอกพลาสติกปิดปากถุงเจาะรูมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพมากที่สุด เมื่อเก็บรักษาไว้ 1, 2, 3 และ 4 วัน มีค่าระดับคุณภาพเท่ากับ 6.5, 6, 5 และ 4 ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของถั่วงอกเฉลี่ยหลังเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันในเครื่องทำความเย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน ผลปรากฏว่า ถั่วงอกพลาสติกปิดปากถุงไม่เจาะรูมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยที่สุด ส่วนถั่วงอกพลาสติกเปิดปากถุงเจาะรูมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพมากที่สุดซึ่งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางแสดงผลการทดลองที่ 2)

ตารางแสดงผลการทดลองที่ 1 การสูญเสียน้ำหนักของถั่วงอก 1-4 วัน (%)

วิธีการ/วัน	1	2	3	4
ถั่วพลาสติกปิดปากถั่ว ไม่เจาะรู	0.62 (b)	2.00 (c)	2.75 (d)	2.75 (c)
ถั่วพลาสติกปิดปากถั่ว เจาะรู	0.75 (b)	2.05 (c)	4.25 (c)	9.50 (b)
ถั่วพลาสติกเปิดปากถั่ว ไม่เจาะรู	1.37 (a)	4.87 (b)	10.25 (b)	14.75 (a)
ถั่วพลาสติกเปิดปากถั่ว เจาะรู	1.25 (a)	8.50 (a)	13.50 (a)	16.25 (a)

ตารางแสดงผลการทดลองที่ 2 ค่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของถั่วงอก 1-4 วัน

วิธีการ/วัน	1	2	3	4
ถั่วพลาสติกปิดปากถั่ว ไม่เจาะรู	9.5	9	9	8
ถั่วพลาสติกปิดปากถั่ว เจาะรู	9	8.5	8	7
ถั่วพลาสติกเปิดปากถั่ว ไม่เจาะรู	7	6	5.5	4.5
ถั่วพลาสติกเปิดปากถั่ว เจาะรู	6.5	6	5	4

หมายเหตุ ระดับคุณภาพ 10 หมายถึง คุณภาพดีที่สุด และ 0 หมายถึง หมดสภาพการซื้อขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิจารณ์และข้อเสนอแนะ

ในการเก็บรักษาถ่วงอกภายในเครื่องทำความเย็นควรใช้เครื่องทำความเย็นที่สามารถรักษาอุณหภูมิได้คงที่และกระจายความเย็นได้สม่ำเสมอทั่วถึงกัน

เวลาบรรจุถ่วงอกภายในแต่ละถุงควรให้ถ่วงอกมีปริมาณน้ำที่ติดอยู่ภายในถุงน้อยที่สุด เพื่อไม่ให้ประสบปัญหาการเน่าเสีย

หนึ่งในการเก็บรักษาถ่วงอกไม่ควรใช้อุณหภูมิที่เย็นจนเกินไปเพราะจะทำให้โครงสร้างทางกายภาพและชีวภาคของถ่วงอกเสียหายได้ และในการทำความสะอาดถ่วงอกควรใช้น้ำที่สะอาดปราศจากคลอรีน และมีสภาพเป็นกลาง

สำหรับภาชนะบรรจุนั้น ถุงพลาสติกปิดปากถุงไม่เจาะรูช่วยในการเก็บรักษาถ่วงอกยังคงมีคุณภาพซื้อขายได้ยาวนานกว่าภาชนะอื่น ๆ เนื่องจากถุงพลาสติกปิดปากถุงไม่เจาะรูทำให้การสูญเสียน้ำเกิดขึ้นน้อย ส่วนถุงพลาสติกเปิดปากถุงเจาะรูมีการถ่ายเทของอากาศและน้ำทำให้ถ่วงอกสูญเสียน้ำหนักมากและเสื่อมคุณภาพเร็ว

จากการทดลองครั้งนี้จึงน่าจะเก็บรักษาไว้ในถุงพลาสติกปิดผนึกที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นานเกิน 4 วัน

## สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองใช้ภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันเก็บรักษาถั่วงอกไว้ในเครื่องทำความเย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน โดยใช้ถุงพลาสติกปิดปากถุงไม่เจาะรู, ถุงพลาสติกปิดปากถุงเจาะรู, ถุงพลาสติกเปิดปากถุงไม่เจาะรู และถุงพลาสติกเปิดปากถุงเจาะรู ผลปรากฏว่า

ถุงพลาสติกปิดปากถุงไม่เจาะรูสามารถยืดอายุการเก็บรักษาถั่วงอกได้นานและดีที่สุด คือมีการสูญเสียน้ำหนักไป 2.75 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพของถั่วงอกยังเป็นที่ต้องการของตลาดอยู่

ส่วนถุงพลาสติกเปิดปากถุงเจาะรูสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้น้อยที่สุด คือ สูญเสียน้ำหนักไป 16.25 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพของถั่วงอกหมดสภาพการซื้อขาย

ดังนั้นการใช้ถุงพลาสติกปิดปากถุงไม่เจาะรูจึงเหมาะแก่การเก็บรักษาถั่วงอกได้ดีที่สุด สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด และยังมีคุณภาพความต้องการของตลาดอยู่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง**

## เอกสารอ้างอิง

- ช.ณิภูริศิริ สุขสุวรรณ. 2543. **หลักพืชสวน ส่วนที่ 1 การเจริญเติบโตของพืช**. ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
- เนาวรัตน์ ปานแย้ม. 2526. **สรีระวิทยาของพืช เล่ม 1. พืชที่ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**. กรุงเทพฯ.
- บรรเจิด คติการ. 2516. **ไม้ตัดดอก**. สมาคมวิทยาศาสตร์เกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
- พีรเดช ทองอำไพ. 2529. **ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์ หจก. ไดนามิกการพิมพ์. กรุงเทพฯ.
- เพิ่มพูน ศักดิ์เกษม. 2531. **ถั่วเขียว**. ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร. กรุงเทพฯ. หน้า 12-16.
- วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537. **สรีระวิทยาเมล็ดพันธุ์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. หน้า 58-87.
- สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2537. **สรีระวิทยาไม้ผล**. ศิริภัณฑ์ออฟเซ็ท. ขอนแก่น. หน้า 206.
- อารมณ 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.
- Kriedemann, P. and H. Beevers. 1967. **Sugar uptake and translocation in the castor bean seedling. Characteristics of transfer in intact and exised seedlings**. 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงการสูญเสียน้ำหนักของถั่วอกหลังเก็บรักษาได้ 1 วัน

วิธีการ/วัน	R1	R2	R3	R4	รวม	เฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์
ถุงพลาสติกปิดปากถุง ไม่เจาะรู	1	2	1	1	5	1.25	0.65 (B)
ถุงพลาสติกปิดปากถุง เจาะรู	2	2	2	1	6	1.5	0.75 (B)
ถุงพลาสติกเปิดปากถุง ไม่เจาะรู	3	1	2	4	11	2.75	1.37 (A)
ถุงพลาสติกเปิดปากถุง เจาะรู	3	1	2	4	10	2.50	1.25 (A)

หมายเหตุ : อักษร A และ B สรุปมาจากตารางการวิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักที่สูญเสียไปวันที่ 1

Source	df.	SS	MS	F	F0.5	F0.1
Treatment	3	1.625	0.542	7.429**	3.49	5.95
Ex.Error	12	0.875	0.073			
Total	15	2.500	0.167			

CV = 27.00%

น้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วอกเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

วิธีการที่ 3	1.375	A
วิธีการที่ 4	1.25	AB
วิธีการที่ 2	.75	BC
วิธีการที่ 1	.625	C

น้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วอกเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

วิธีการที่ 3	1.375	A
วิธีการที่ 4	1.25	A
วิธีการที่ 2	.75	B
วิธีการที่ 1	.625	B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงการสูญเสียน้ำหนักของถั่วอกหลังเก็บรักษาได้ 2 วัน

วิธีการ/วัน	R1	R2	R3	R4	รวม	เฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์
ถุงพลาสติกปิดปากถุง ไม่เจาะรู	4	4	4	4	16	4	2.00 (C)
ถุงพลาสติกปิดปากถุง เจาะรู	3	4	4	5	16	4	2.00 (C)
ถุงพลาสติกเปิดปากถุง ไม่เจาะรู	10	9	10	10	39	9.75	4.87 (B)
ถุงพลาสติกเปิดปากถุง เจาะรู	18	16	18	16	68	17	8.50 (A)

หมายเหตุ : อักษร A และ B สรุปมาจากตารางการวิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักที่สูญเสียไปวันที่ 2

Source	df.	SS	MS	F	F0.5	F0.1
Treatment	3	113.242	37.747	372.047**	3.49	5.95
Ex.Error	12	1.218	0.101			
Total	15	114.459	7.631			

CV = 7.31%

น้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วอกเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

วิธีการที่ 3	8.5	A
วิธีการที่ 4	4.875	B
วิธีการที่ 2	2.05	C
วิธีการที่ 1	2	C

น้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วอกเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

วิธีการที่ 3	8.5	A
วิธีการที่ 4	4.875	B
วิธีการที่ 2	2.05	C
วิธีการที่ 1	2	C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงการสูญเสียน้ำหนักของถั่วงอกหลังเก็บรักษาได้ 3 วัน

วิธีการ/วัน	R1	R2	R3	R4	รวม	เฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์
ถุงพลาสติกปิดปากถุง ไม่เจาะรู	6	6	6	4	22	5.50	2.75 (D)
ถุงพลาสติกปิดปากถุง เจาะรู	4	8	14	8	34	8.50	4.25 (C)
ถุงพลาสติกเปิดปากถุง ไม่เจาะรู	18	14	22	28	82	20.50	10.25 (B)
ถุงพลาสติกเปิดปากถุง เจาะรู	22	32	28	26	108	27	13.50 (A)

หมายเหตุ : อักษร A และ B สรุปมาจากตารางการวิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักที่สูญเสียไปวันที่ 3

Source	df.	SS	MS	F	F0.5	F0.1
Treatment	3	306.188	102.063	139.97**	3.49	5.95
Ex.Error	12	8.750	0.729			
Total	15	314.938	20.996			

CV = 11.11%

น้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วงอกเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

วิธีการที่ 3	13.5	A
วิธีการที่ 4	10.25	B
วิธีการที่ 2	4.25	C
วิธีการที่ 1	2.75	C

น้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วงอกเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

วิธีการที่ 3	13.5	A
วิธีการที่ 4	10.25	B
วิธีการที่ 2	4.25	C
วิธีการที่ 1	2.75	D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงการสูญเสียน้ำหนักของถั่วงอกหลังเก็บรักษาได้ 4 วัน

วิธีการ/วัน	R1	R2	R3	R4	รวม	เฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์
ถั่วงอกพลาสติกปิดปากถูง ไม่เจาะรู	6	6	6	4	22	5.50	2.75 (C)
ถั่วงอกพลาสติกปิดปากถูง เจาะรู	22	14	18	22	76	19	9.50 (B)
ถั่วงอกพลาสติกเปิดปากถูง ไม่เจาะรู	20	20	30	48	118	29.50	14.75 (A)
ถั่วงอกพลาสติกเปิดปากถูง เจาะรู	36	32	30	32	130	32.50	16.25 (A)

หมายเหตุ : อักษร A และ B สรุปมาจากตารางการวิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักที่สูญเสียไปวันที่ 4

Source	df.	SS	MS	F	F0.5	F0.1
Treatment	3	447.188	149.063	86.205**	3.49	5.95
Ex.Error	12	20.750	1.729			
Total	15	467.938	31.169			

CV = 12.16%

น้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วงอกเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

วิธีการที่ 3	16.25	A
วิธีการที่ 4	14.75	A
วิธีการที่ 2	9.5	B
วิธีการที่ 1	2.75	C

น้ำหนักที่สูญเสียไปของถั่วงอกเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

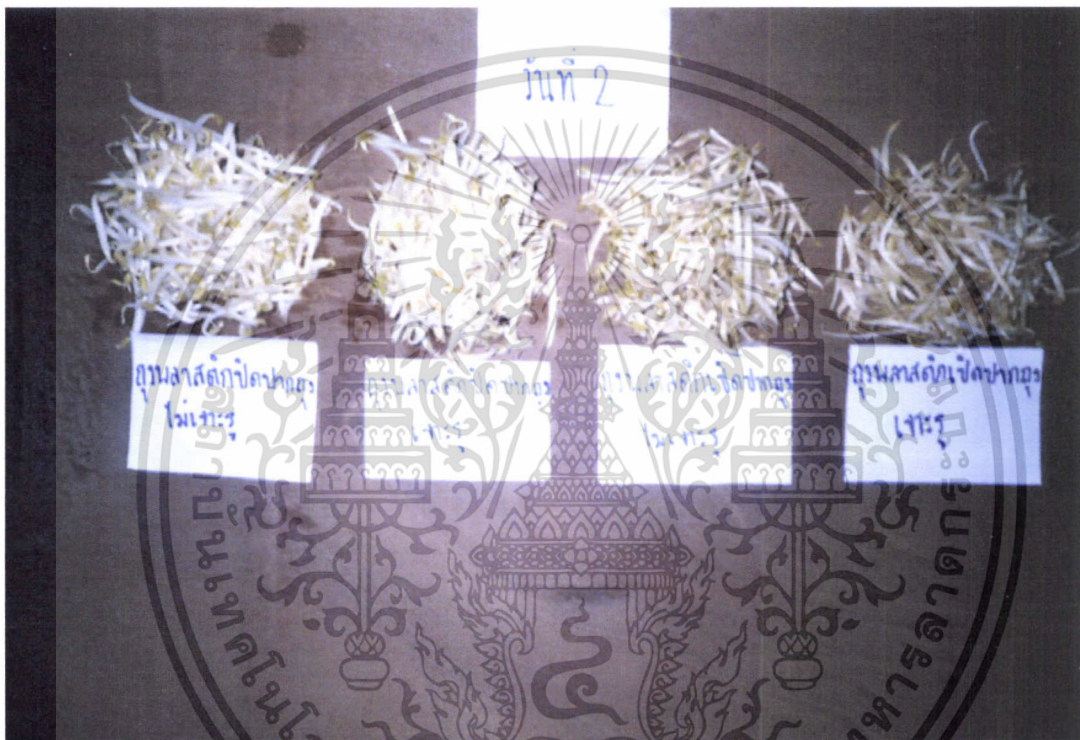
วิธีการที่ 3	16.25	A
วิธีการที่ 4	14.75	A
วิธีการที่ 2	9.5	B
วิธีการที่ 1	2.75	C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ถังงอกหลังเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันในเครื่องทำความเย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



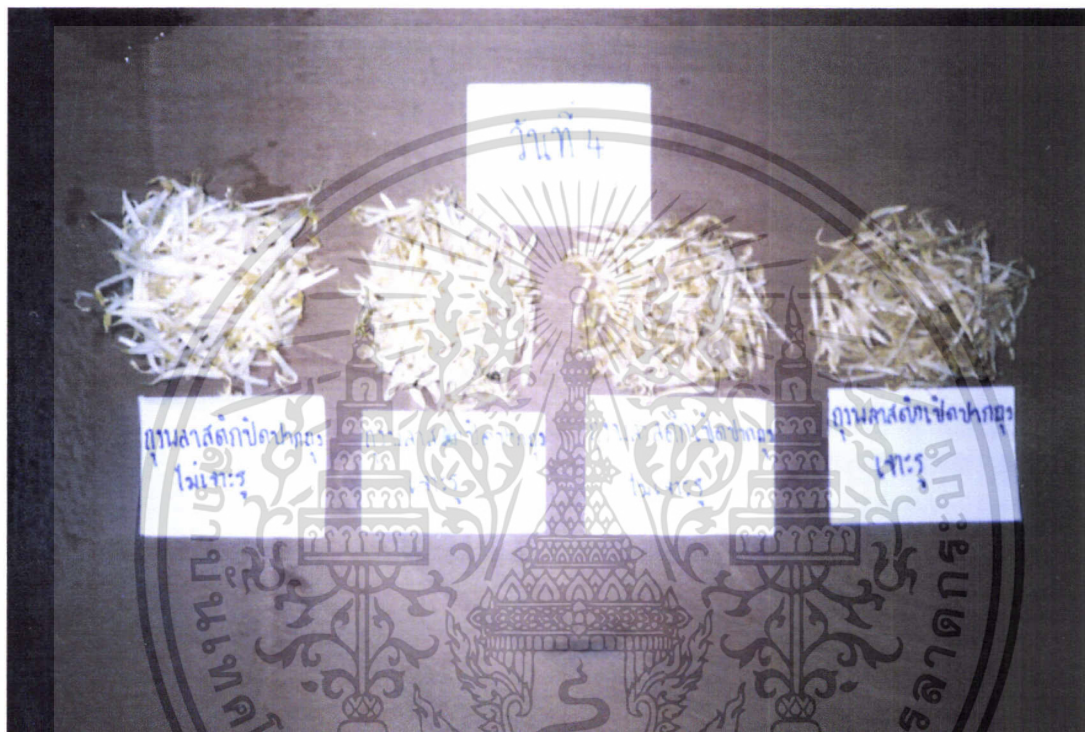
ภาพที่ 2 ถั่วงอกหลังเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันในเครื่องทำความเย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ถั่วงอกหลังเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันในเครื่องทำความเย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ถั่วงอกหลังเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันในเครื่องทำความเย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้