

# โครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การแตกของฝักต้อยติ่ง”

โดย.. 1. นายครองรัฐ สุวรรณศรี  
2. นายทงศักร ชินอรุณชัย  
3. นายสุขสันต์ อธิธิปัญญาพันธ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์นิพนธ์ ศรีนฤมล

โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา กรุงเทพฯ

## บทคัดย่อ

จากการศึกษาการแตกของฝักต้อยติ่ง *Ruellia tuberosa* พบข้อมูลด้านสัณฐานวิทยาและกายวิภาค ระหว่างฝักอ่อน ฝักแก่ และลักษณะการแตกของฝักต้อยติ่งแก่โดยการผ่าฝักต้อยติ่งอ่อนตามยาว ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอและการผ่าฝักต้อยติ่งอ่อนตามขวางผ่านกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดาแล้วเปรียบเทียบกับฝักต้อยติ่งแก่ที่แตกจากนั้น พบว่าสลักยอดฝักเป็นบริเวณเดียวที่สัมผัสน้ำแล้วฝักแตก เนื่องจากเป็นบริเวณที่ยึดผนังผลไว้ รวมทั้งการขยายตัวของเนื้อเยื่อ 3 ชั้นตลอดความยาวฝักไม่เท่ากัน ทำให้ฝักต้อยติ่งแตก

เมื่อศึกษาช่วงความยาวของฝักต้อยติ่งที่เหมาะสมในการกระจายพันธุ์ของเมล็ดบนพื้นที่วงกลมที่สร้างขึ้นโดยแบ่งฝักต้อยติ่งแก่เป็น 5 ชุด การทดลองตามความยาวของฝักตั้งแต่ 1.6 ถึง 2.6 เซนติเมตร พบว่าฝักต้อยติ่งที่มีช่วงความยาวตั้งแต่ 2.0 ถึง 2.2 เซนติเมตร มีจำนวนมากที่สุดในตัวอย่างฝักต้อยติ่งที่สุ่มมา มีลักษณะการแตกและการกระจายเมล็ดที่เหมาะสมที่สุดในการกระจายพันธุ์ตามทฤษฎีการคัดสรรตามธรรมชาติ ดังนั้นคือ เมื่อฝักต้อยติ่งความยาวฝักช่วงนี้แตก เมล็ดจะมีความเร็วต้นมากกว่าชุดอื่น แบ่งพลังงานจลน์ระหว่างกากับเมล็ดได้ดีอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ทำให้กระจายเมล็ดได้ไกลอย่างสม่ำเสมอที่สุด

## ที่มาและความสำคัญ



ต้อยติ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ruellia tuberosa* ถูกจัดอยู่ในวงศ์ Acanthaceae เป็นไม้ล้มลุก มีดอกสีม่วง ผลมีลักษณะเป็นฝัก ยาวรี ปลายฝักเรียวแหลม ตอนเป็นฝักอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่ขนาดของฝักจะใหญ่ขึ้นและมีสีเขียวเข้มขึ้น จนกระทั่งแก่จัดฝักจะแห้งลงจนมีสีน้ำตาลเข้ม หากฝักแก่ได้รับน้ำหรือความชื้นที่เหมาะสม ฝักจะแตกออกทำให้เมล็ดภายในฝักกระเด็นและกระจายตัวออกไป จากการสังเกต ต้นต้อยติ่งภายในโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา พบว่าต้นต้อยติ่งกระจายพันธุ์อย่างหนาแน่นหลายบริเวณ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนจะมีมากเป็นพิเศษ จนกลายเป็นวัชพืชซึ่งในธรรมชาติเป็นพืชที่ปรับตัวดี ทำให้วัชพืชนั้นเพิ่มประชากรได้อย่างรวดเร็วซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ควรแก่

การศึกษามากกว่าจะพยายามกำจัดให้หมดสิ้นไป ประกอบกับเมื่อตอนเด็กเคยนำฝักต้อยตั้งที่แก๊จัดมา โยนลงน้ำเพื่อฟังเสียงการแตกของฝักและการติดของเมล็ดพันธุ์อย่างสนุกสนาน ด้วยเหตุผลดังกล่าว กลุ่มโครงงานวิทยาศาสตร์ของเราจึงเกิดความสนใจที่จะศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการแตกของฝักต้อยตั้ง โดยอาศัยความรู้วิชาฟิสิกส์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ (projectile motion) และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม (law of conservation of momentum) วิชาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงเส้นมาเชื่อมโยงลักษณะการแตกของฝักและแรงในการกระจายเมล็ดซึ่งมีรูปแบบที่น่าสนใจและน่าศึกษา เป็นอย่างยิ่งเพราะเป็นผลจากการคัดเลือกตามธรรมชาติอย่างเหมาะสม

ผลการศึกษาเบื้องต้นนี้คาดว่าจะสามารถนำไปเป็นฐานข้อมูลเพื่อพัฒนาทางด้านวัสดุศาสตร์และประยุกต์ในทางเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

### จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคกับลักษณะการแตกของฝักต้อยตั้งแก่
2. เพื่อศึกษาการกระจายตัวของผนังผลและเมล็ดต้อยตั้งบนพื้นที่วงกลมที่สร้างขึ้นในห้องปิด



### การทดลอง

#### ตอนที่ 1 การศึกษาการไกลในการแตกของฝักต้อยตั้งแก่

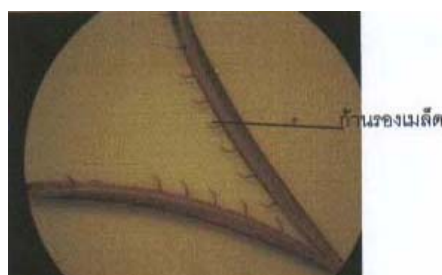
1. ทดลองหาบริเวณของฝักต้อยตั้งที่สัมผัสน้ำแล้วฝักแตกออก
2. ฝาดตามขวางฝักต้อยตั้งแก่บริเวณรอยตะเข็บหนาและรอยตะเข็บบางเปรียบเทียบกัน
3. เปรียบเทียบผลการทดลองกับลักษณะฝักหลังแตกด้วยน้ำและแตกหลังเด็ดสลักยอดฝัก
4. เปรียบเทียบผลการทดลองกับโครงสร้างภายในฝักที่ฝาดตามยาวและตามขวางผ่านกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง

## ผลการทดลอง

ตำแหน่งของฝักต่อยอดที่สัมผัสน้ำ		ผลการแตกของฝักต่อยอดหลังสัมผัสน้ำ
ยอดฝัก	สลักยอดฝักด้านสีขาว	แตก
	สลักยอดฝักด้านสีดำ	ไม่แตก
กลางฝัก	รอยตะเข็บหนา	ไม่แตก
	รอยตะเข็บบาง	ไม่แตก
โคนฝัก		ไม่แตก



ภาพฝักที่แตกหลังให้น้ำ



ภาพฝักที่แตกหลังเด็ดสลักยอดฝัก



ภาพฝักหลังผ่าด้านรอยตะเข็บหนา

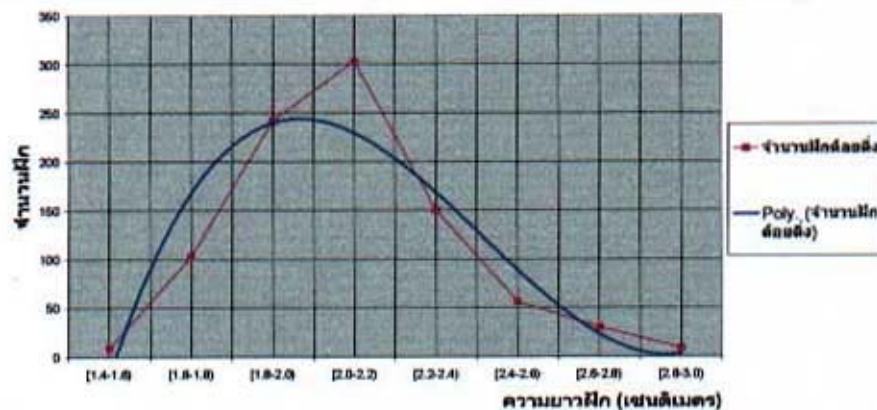


ภาพฝักหลังผ่าด้านรอยตะเข็บบาง

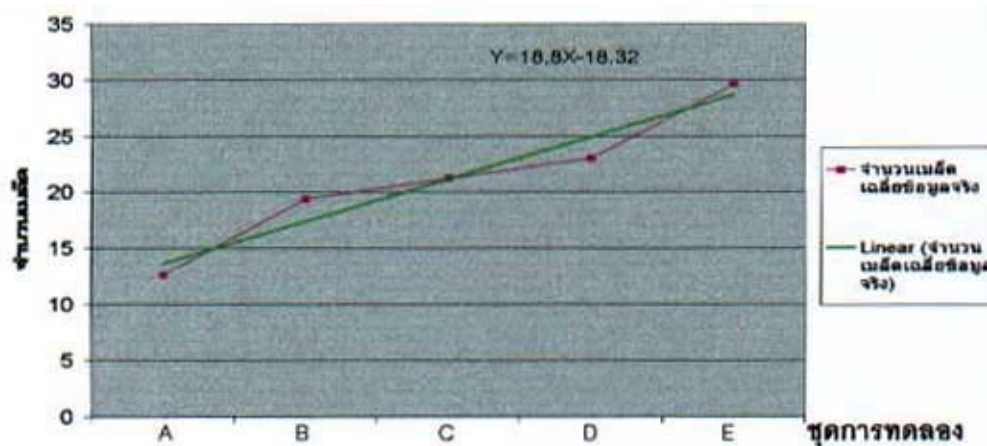
พบว่าสลักยอดฝักด้านสีขาวเป็นตำแหน่งเดียวที่สัมผัสน้ำแล้วฝักแตก และเมื่อเด็ดส่วนนี้ออกจากฝักพบว่าฝักแตกเช่นเดียวกันกับการสัมผัสน้ำ แสดงว่าสลักยอดฝักด้านสีขาวเป็นส่วนที่ยึดฝักไว้ไม่ให้ฝักแตกออก

จากการผ่าตามขวางด้านรอยตะเข็บหนาและบางพบว่าเมื่อผ่าบริเวณรอยหนาฝักแตก ผ่าบริเวณรอยบางฝักไม่แตก ประกอบกับลักษณะของฝักหลังแตกด้วยน้ำหนึ่งผลโค้งงอออก ความยาวด้านในมากกว่าความยาวด้านนอก ไม่สามารถดันฝักให้อยู่ในลักษณะก่อนแตกได้ และบริเวณแกนกลางเป็นบริเวณที่ติดกัน เมื่อพิจารณาร่วมกับโครงสร้างภายใน พบว่าแกนกลางฝักมีการเรียงตัวของเนื้อเยื่อที่ต่างกัน และการผ่าตามขวางด้านรอยตะเข็บหนาเป็นการผ่าผ่านแกนกลางฝัก แสดงว่า แกนกลางฝักเป็นบริเวณที่สร้างแรงยึดให้กับฝัก โดยยึดตัวออกหลังจากสลักยอดฝักสัมผัสน้ำ จึงสร้างแรงยึดให้กับฝัก

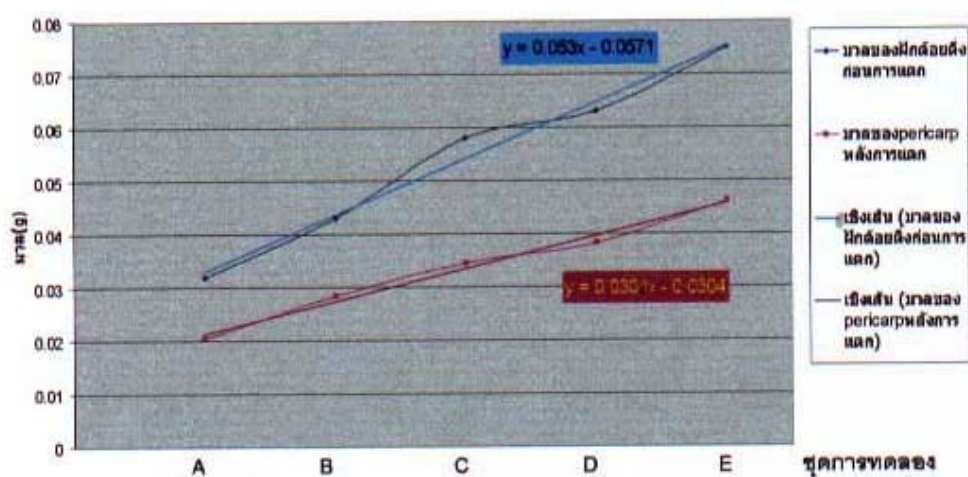
ตอนที่ 2 การศึกษาการกระจายตัวของผนังผลและเมล็ดต้อยติ่งบนพื้นที่วงกลมที่สร้างขึ้นในห้องปิด ผลการทดลอง



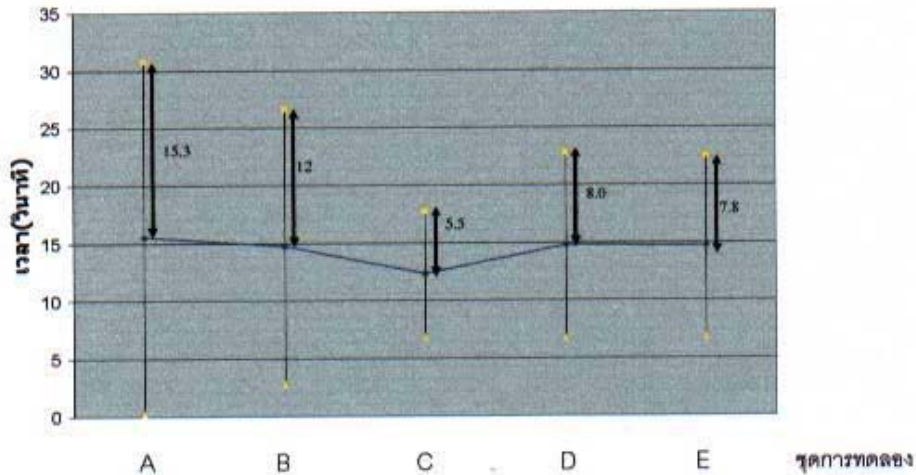
เปรียบเทียบจำนวนของฝักต้อยติ่งในแต่ละช่วงความยาว 0.2 เซนติเมตร จำนวน 900 ฝัก



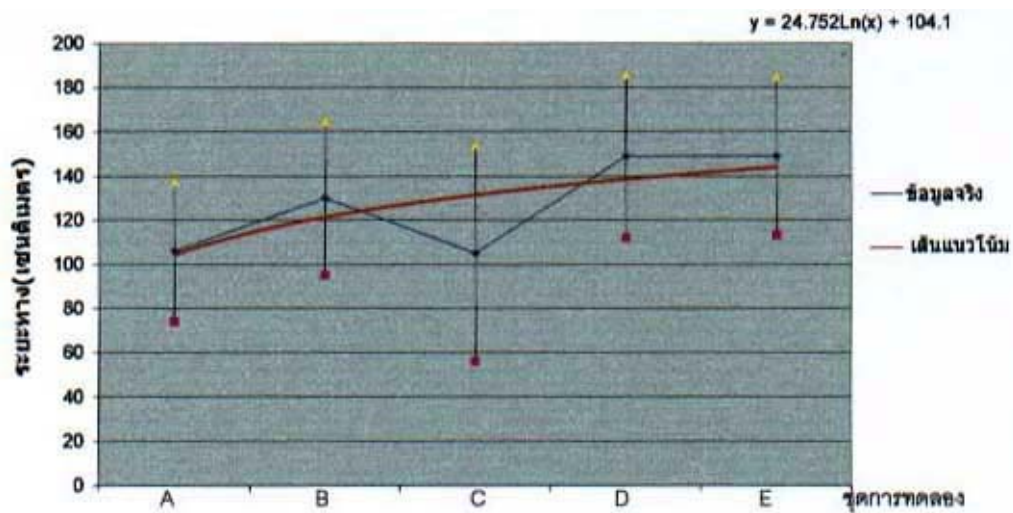
จำนวนเมล็ดเฉลี่ยของฝักต้อยติ่งแก่ต่อ 1 ฝักของแต่ละชุดการทดลอง



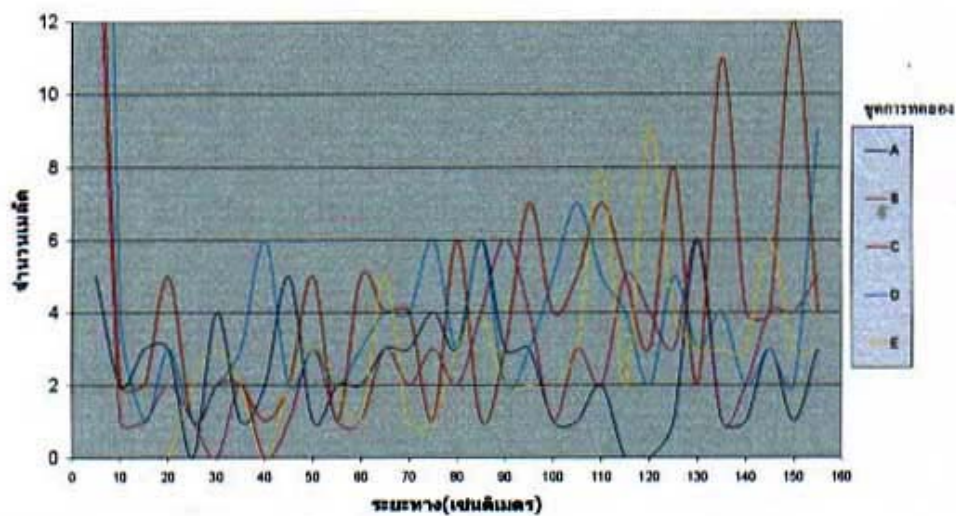
เปรียบเทียบระหว่างมวลของฝักต้อยติ่งก่อนการแตกและผนังผลหลังการแตกในแต่ละชุดการทดลอง



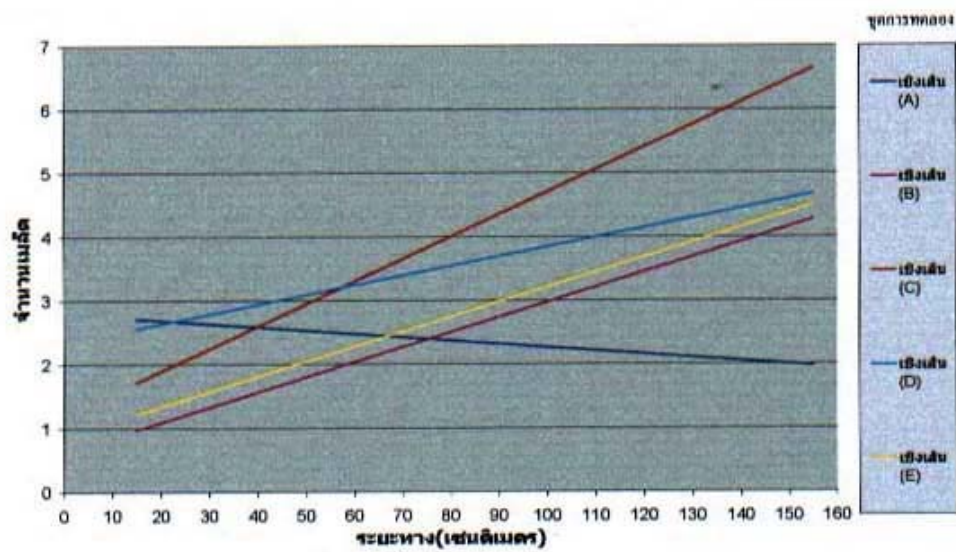
เวลาเฉลี่ยต่อ 1 ฟัก หลังจากฟักตัวยิ่งแก่สัมพัทธ์น้ำหนักในแต่ละชุดการทดลอง



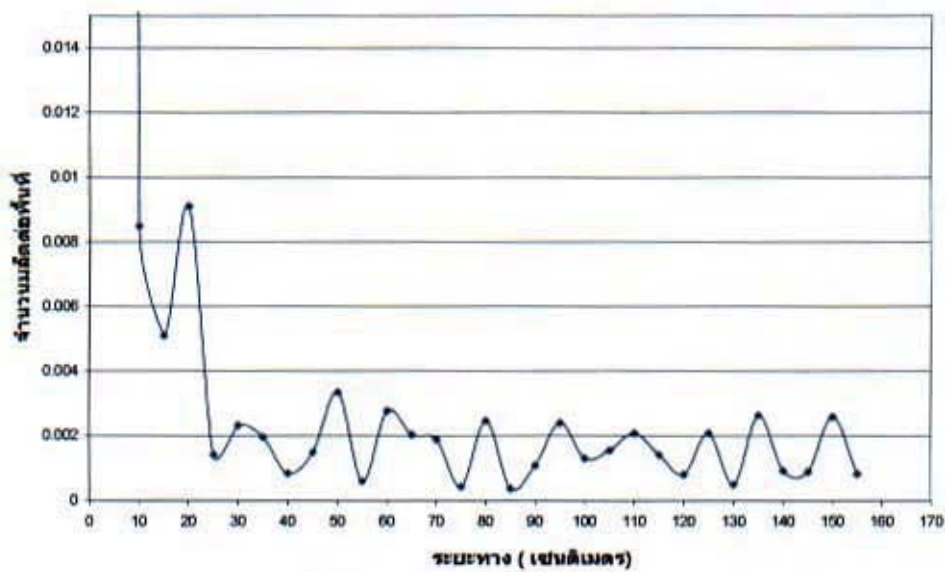
ระยะทางเฉลี่ยของผนังผลของฟักตัวยิ่งแก่ ในแต่ละชุดการทดลอง  
หลังการแตกบัพพื้นที่วงกลมที่สร้างขึ้น



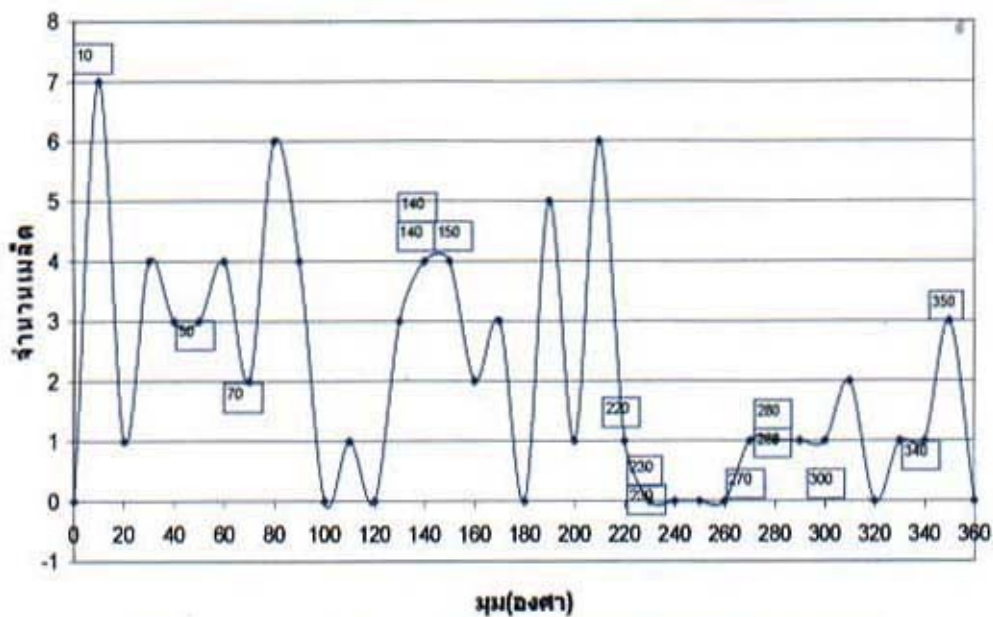
การกระจายตัวของเมล็ดตัวยิ่งแก่ในแต่ละชุดการทดลองที่ระยะทางต่าง ๆ บนพื้นที่วงกลมที่สร้างขึ้น



การกระจายตัวของเมล็ดต้อยตั้งในแต่ละชุดการทดลอง  
ที่ระยะทางต่าง ๆ บนพื้นที่วงกลมแสดงโดยกราฟเส้นตรง



การกระจายตัวของเมล็ดต้อยตั้งของชุดการทดลอง C ที่ระยะทางต่าง ๆ บนพื้นที่วงกลม  
โดยนำเสนอเป็นจำนวนเมล็ดในพื้นที่วงแหวนของระยะทางนั้น



การกระจายเมล็ดและผนังผลตามมุมของชุดการทดลอง B  
 กรอบสีน้ำเงินแสดงพิกัดมุมของผนังผล

### สรุปผลการทดลอง

ฝักต้อยติ่งแก่พร้อมจะแตกออกเนื่องจากแรงดันที่บริเวณเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ซึ่งต่อกับรอยตะเข็บหนา แต่แรงดันนั้นไม่สามารถเอาชนะแรงยึดระหว่างสลักยอดฝักได้ จึงอยู่ในลักษณะสมดุลกล น้ำเป็นปัจจัยที่ทำให้ฝักต้อยติ่งแตกโดยน้ำจะเข้าไปทางด้านสีขาวของสลักยอดฝักที่มีเนื้อเยื่อสีขาวหนาเป็นพิเศษและเชื่อมต่อกับแนวเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ได้ทางเดียว ทำให้บริเวณที่ติดกันระหว่างสลักบริเวณปลายยอดฝักเสียสภาพไปจากเดิม ทำให้แรงดันบริเวณเนื้อเยื่อ 3 ชั้น สามารถเอาชนะแรงยึดระหว่างรอยตะเข็บบางและแรงยึดบริเวณโคนฝักได้ ฝักจึงแตกออก โดยแตกในแนวระหว่างรอยตะเข็บบาง และผนังผลโค้งงอออก โดยบริเวณแกนกลางมีความยาวมากกว่าด้านนอก

ฝักต้อยติ่งที่มีช่วงความยาวตั้งแต่ 2.0 ถึง 2.2 เซนติเมตร มีจำนวนมากที่สุดในตัวอย่างฝักต้อยติ่งที่สุ่มมา มีลักษณะการแตก และการกระจายเมล็ดที่เหมาะสมที่สุดในการกระจายพันธุ์ตามทฤษฎีการคัดสรรตามธรรมชาติ ดังนั้นคือ ใช้เวลาในการสัมผัสน้ำจนฝักแตกน้อยสุด พร้อมทั้งค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และกระจายเมล็ดได้ไกลอย่างสม่ำเสมอที่สุด

ผนังผลและเมล็ดจะแตกกระจายในทิศตรงกันข้ามกัน มีความสัมพันธ์กันทางด้านระยะทางคือ ระยะทางของ ผนังผลมีความสัมพันธ์โดยแปรผกผันกับระยะทางของเมล็ด ตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ทั้งนี้ระยะทางของเมล็ดยังขึ้นกับอีกหลายปัจจัย

### ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. ถ้ามีกล้องวีดีโอความเร็วสูงจะสามารถหาความเร็วต้นและมุมของผนังผลและเมล็ดที่แตกได้
2. การทดลองครั้งนี้มีความคาดเคลื่อนบางประการ เช่น การกระเด็นของเมล็ดและผนังผลของพื้นที่วงกลม, การนับหาเมล็ดบนพื้นที่วงกลม เป็นต้น
3. ตำแหน่งของเมล็ดในฝักย่อยตั้งมีความสัมพันธ์กับการแตกและการกระจายเมล็ดอย่างไร
4. การศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปเป็นฐานข้อมูลในการกระจายตัวของพืชชนิดอื่น ๆ ได้

### รางวัลที่ได้รับ

ชนะเลิศในการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2548 จัดโดยสมาคม  
วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์