

# ใบรับรองปัญหาพิเศษ

## ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

การศึกษาความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรตัวผู้ของระกำ

Studies on Pollen Viability and Germination of *Salacca* sp.

โดย

นางสาวกมลวรรณ พิกเทศ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

อาจารย์มณฑินี ชีรารักษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(...../...../.....)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.สมภพ จูตะวสันต์)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

(...../...../.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี



เรื่อง

การศึกษาความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรตัวผู้ของระกำ  
Studies on Pollen Viability and Germination of *Salacca* sp.

โดย

นางสาวกมลวรรณ พิกเทศ

เสนอ

ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร

สพ.

ก137ก

2047

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....

วันเดือนปี.....

108939

-2 ส.ค. 2553

b.....
12228060
i.....

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	:	การศึกษาความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรตัวผู้ของระกำ
โดย	:	นางสาวกมลวรรณ พักเทศ
สาขาวิชา	:	พืชสวน
ภาควิชา	:	พืชสวน
คณะ	:	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	อาจารย์มณฑินี ธีรารักษ์

### บทคัดย่อ

การตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรระกำ (*Salacca wallichiana* C.Martius) โดยวิธีการย้อมสี (staining method) ละอองเกสรด้วย acetocarmine 1 เปอร์เซ็นต์ พบว่าละอองเกสรระกำมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตเท่ากับ 74.32 เปอร์เซ็นต์ และตรวจสอบความงอกของละอองเกสรระกำด้วยการเลี้ยงละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครส 5 ระดับ คือ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ การเลี้ยงละอองเกสรโดยใช้สารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 150 ppm และน้ำกลั่น และการเลี้ยงละอองเกสรระกำโดยใช้สูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) ที่มีส่วนประกอบของ  $H_3BO_3$  100 ppm,  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  300 ppm,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  200 ppm และ  $KNO_3$  100 ppm ซึ่งผันแปรระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 5 ระดับ คือ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรระกำที่เลี้ยงในสารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดบอริก 100 ppm มีค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยดีที่สุดเท่ากับ 14.79 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวของหลอดละอองเกสรเท่ากับ 200.36 ไมโครเมตร ส่วนละอองเกสรระกำที่เลี้ยงในสารละลายน้ำตาลซูโครส ผลปรากฏว่า ที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุดเท่ากับ 7.81 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวของหลอดละอองเกสรเท่ากับ 12.42 ไมโครเมตร และการเลี้ยงละอองเกสรระกำในสูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) ที่เติมน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ ละอองเกสรระกำมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุดเท่ากับ 10.29 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวของหลอดละอองเกสรเท่ากับ 213.03 ไมโครเมตร

Title : Studies on Pollen Viability and Germination of *Salacca* sp.  
By : Miss Kamolwan Fakthet  
Major : Horticulture  
Department : Horticulture  
Faculty : Agricultural Technology  
Advisor : Miss Montinee Teerarak

### Abstract

The viability testing of Rakum (*Salacca wallichiana* C.Martius) pollen was observed by staining method with 1 % acetocarmine revealed that the pollen viability was 74.32 percent. In continuous experiment, Rakum pollen was germinated in vitro in nutrient medium supplemented with 5 concentration of sucrose, 5 concentration of boric acid association with 5% sucrose and Brewbaker and Kwack medium ( $H_3BO_3$  100 ppm,  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  300 ppm,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  200 ppm and  $KNO_3$  100 ppm ) containing different sucrose concentration. The highest percentage and pollen tube length achieved with 5 % sucrose and 100 ppm boric acid were 14.79 percent and 200.36 micrometer, respectively. In sucrose solution, maximum germination percentage and tube length was found at 5% sucrose. The germination percentage was 7.81 percent and tube length was 12.42 micrometer. Maximum germination percentage and tube length found in Brewbaker and Kwack medium containing sucrose 5 percent were 10.29 percent and 213.03 micrometer, respectively.

## คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์ มณฑินี ธีรารักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้ให้คำแนะนำต่างๆ ตลอดจนให้คำปรึกษาในระหว่างทำการทดลอง ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนในด้านกำลังใจ และคอยเป็นกำลังใจให้ตลอดมา และขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ช่วยผลักดันให้การทำปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

กมลวรรณ พิภพเทศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

สารบัญตาราง	i
สารบัญภาพ	iii
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจสอบเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	10
ผลการทดลอง	13
วิจารณ์	25
สรุป	27
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก	30



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. เปรอร์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยของละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครสที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง	14
2. เปรอร์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยของละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครสและกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง	18
3. เปรอร์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยของละอองเกสรระกำในสูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) ซึ่งผันแปรความเข้มข้นน้ำตาลซูโครสระดับต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง	22



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
1. ความยาวของหลอดละอองเกสร โดยเฉลี่ยของระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครส ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง	31
2. ความยาวของหลอดละอองเกสร โดยเฉลี่ยของระกำในสารละลายซูโครสและกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง	31
3. ความยาวของหลอดละอองเกสร โดยเฉลี่ยของระกำในสูตรอาหาร สังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) ซึ่งผันแปรความเข้มข้นน้ำตาลซูโครสระดับต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง	32



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. การย้อมสีละอองเกสรด้วยสี acetocarmine 1%	13
2. เปรอร์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยของละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลชูโครสที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง	15
3. ความยาวของหลอดละอองเกสรระกำโดยเฉลี่ยในสารละลายน้ำตาลชูโครสที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง	15
4. การงอกของละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลชูโครสที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	16
5. เปรอร์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยของละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลชูโครสและกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง	19
6. ความยาวของหลอดละอองเกสรระกำโดยเฉลี่ยในสารละลายน้ำตาลชูโครสและกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง	19
7. การงอกของละอองเกสรระกำในน้ำกลั่น และสารละลายน้ำตาลชูโครสร่วมกับกรดบอริก ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	20
8. เปรอร์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยของละอองเกสรระกำในอาหารสังเคราะห์สูตร Brewbaker และ Kwack (1963) ซึ่งผันแปรความเข้มข้นน้ำตาลชูโครสระดับต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง	23
9. ความยาวของหลอดละอองเกสรระกำโดยเฉลี่ยในสูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) ซึ่งผันแปรความเข้มข้นน้ำตาลชูโครส หลังจากเลี้ยงนาน 4	23
10. การงอกหลอดละอองเกสรระกำในสูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) ที่ผันแปรระดับความเข้มข้นน้ำตาลชูโครส	24

## คำนำ

พืชสกุลระกำเป็นพืชที่เป็นที่นิยมปลูกของเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับการปลูกไม้ผลบางชนิด เช่น ทูเรียน เงาะ มังคุด ซึ่งมีต้นทุนการผลิตสูง แต่ราคาของผลผลิตค่อนข้างต่ำ อีกทั้งยังมีปัญหาเรื่องโรคและแมลงศัตรูระบาดมาก พืชสกุลระกำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ คือ ระกำ สละ สะก้า และสลัก จึงเป็นพืชอีกกลุ่มหนึ่งที่น่าจะปลูกแทน โดยเฉพาะสละเป็นพืชสกุลระกำที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค เนื่องจากมีรสชาติหวาน กลิ่นหอม แต่ปัญหาสำคัญในการผลิตสละคือ ปัญหาเกี่ยวกับการผสมเกสร เนื่องจากการติดผลของสละ ดอกตัวเมียจำเป็นต้องได้รับละอองเกสรจากต้นตัวผู้ ซึ่งในสละมีการผลิตละอองเกสรตัวผู้่น้อย ดังนั้นในการผสมเกสรจึงต้องใช้ละอองเกสรตัวผู้จากระกำช่วยผสมเกสร จะทำให้สละติดผลได้ดี มีผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่ในการผสมพันธุ์บางครั้งก็เกิดความล้มเหลว เนื่องจากการใช้ละอองเกสรที่หมดความสามารถในการงอก หรือละอองเกสรที่ตายแล้ว หรือการใช้ละอองเกสรจากดอกตัวผู้ที่เป็นหมัน ดังนั้นหากมีการตรวจสอบความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรก่อนนำไปผสมเกสรจะเพิ่มโอกาสให้สละติดผลได้ดีมีผลผลิตเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจสอบความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรระกำ
2. เพื่อศึกษาหาสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับการงอกของละอองเกสรระกำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

### ระกำ

ชื่อพฤกษศาสตร์	<i>Salacca wallichiana</i> C.Martius
วงศ์	Palmae
ชื่อพ้อง	<i>Zalacca rumphii</i> Wallich ex Blume (1843) (ไพโรจน์, 2545)

ระกำมีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย ระกำหวานมีปลูกมากในเขตจังหวัดชุมพร รองลงมาได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ซึ่งมีภูมิอากาศใกล้เคียงกันได้เริ่มมีการปลูกระกำหวานบ้างในเขตอำเภอทองผาภูมิ และอำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี เนื่องจากเป็นพืชที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี เจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ทั่วไปทั้งในที่ลุ่มและที่ดอน

### ลักษณะเฉพาะของระกำ

**ลำต้น** ระกำอาจมีอายุยืนนานมากกว่า 50 ปีขึ้นไปก็ได้ ลำต้นหรือเหง้าเดี่ยวทอดอยู่ใต้ผิวดินและทอดไปตามผิวดิน ต้นที่มีอายุมากอาจมีลำต้นยาว 2-3 เมตร มีรากออกจากลำต้น โดยทั่วไปรากไม่ยังลึก แต่เดินไปตามผิวดินได้ไกลถึงกว่า 2 เมตร ลำต้นแตกหน่อขึ้นก่ายกันเป็นกอไม่แน่นหนัก บางต้นขึ้นเป็นกอแน่นจนมองไม่เห็นโคนต้น ลำต้นมีหนามแหลม

**ใบ** มีทางใบที่ยอด แตกออกมาเช่นเดียวกับทางใบมะพร้าว ทางใบยาว 3-4 เมตร บางครั้งยาวถึง 10 เมตร จากโคนทางใบสูงขึ้นไปราว 1 เมตร มีหนามแข็งยาวแหลมคมงอกซ้อนกัน ทางใบค่อนข้างลู่ลง ปลายใบและฐานใบเรียว ส่วนกลางใบกว้าง

**ดอก** ระกำมีทั้งต้นตัวผู้และต้นตัวเมีย เมื่ออายุได้ 4-5 ปีหลังปลูก ระกำจะเริ่มออกดอก โดยจะแทงทะลายนอกออกมาจากโคนต้น ทะลายนอกอาจยาวได้ถึง 2 เมตร แทงทะลุออกจากกึ่งกลางโคนทางใบ ทอยยกกันออกมาทั้งปี บนทะลายนอกจะมีกระปุกดอกสีแดงจำนวน 3-8 กระปุกต่อทะลายนอก

**ผล** กอที่สมบูรณ์จะมีผลยาวมากกว่า 10 ทะลายนอก แต่ละทะลายนอกมีผล 3-8 กระปุก หลังจากดอกบานได้ 28-30 สัปดาห์ ผลจะแก่สามารถเก็บเกี่ยวได้ เมื่อผลยังอ่อนเปลือกผลมีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ เมื่อผลแก่มากขึ้นสีเปลือกผลจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนและเป็นสีส้ม เมื่อผลสุกเปลือกผลมีหนามแข็งงุ้มไปทางด้านท้ายผล ส่วนใหญ่ผลหนึ่งๆ มี 2-3 กลีบ ผลที่มี 2 กลีบจะมีเนื้อมากขึ้น ผลระกำที่มี 1 กลีบ จะเรียกว่า ระกำโทน ปกติเนื้อผลระกำจะอ่อนและบาง สีน้ำตาลแดง ฉ่ำน้ำ ติดเมล็ด ผลดิบมีรสฝาดและเปรี้ยว และจะเปลี่ยนรสชาติเมื่อแก่ขึ้น เป็นเปรี้ยวอมหวานและหวานหอมตามลำดับ ถ้าตัดทะลายนอกเมื่อผลเริ่มสุก แล้วนำมารับประทานทันทีจะมีรสหวานอมเปรี้ยว เมื่อปล่อยให้ 3-4 วัน จะหวานสนิท เกษตรกรไม่นิยมไว้ผลบนต้นจนมีรสหวานสนิทแล้วจึงเก็บเกี่ยวผล เพราะเกรงว่าจะถูกแมลง หรือสัตว์บางชนิดทำให้เสียหายและเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวจะน้อยลง การเก็บเกี่ยวผลเมื่อแก่เกินไปจะมีรสออกขม (สุพจน์, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ลักษณะรูปร่างของละอองเกสรของระกำ

มีลักษณะกลม มีสภาพการเกิดเป็นแบบเดี่ยว (monad) มีลักษณะผิว(exine sculpturing) เป็นแบบ echinate จัดเป็นละอองเกสรแบบไม่มีช่องเปิด (inaperturate) ซึ่งละอองเกสรของพืชวงศ์ Palmae เช่นมะพร้าว น้ำหอม ละอองเกสรมีลักษณะกลมเช่นเดียวกัน แต่จะมีช่องเปิดเป็นร่องยาว 1 ช่องเปิด และมีลักษณะผิวค่อนข้างเรียบ จัดเป็นละอองเกสรแบบ monocolpate (เจตสุดา, 2523)

## การออกดอกและการติดผลของสละ

### การออกดอกของสละ

สละ (*Salacca* sp.) เป็นพืชวงศ์ Palmae จะออกดอกจากบริเวณกาบใบ จากนั้นจึงเจริญเติบโต ยึดยาวและอ่อนลู่ลงกับพื้นดิน หรือทอดนอนไปบนพื้นดิน เรียกว่า ทะลายดอก หรือที่ชาวสวนเรียกว่า กาน ในช่วงหนึ่งปีสละ 1 ต้น จะมีทะลายดอกประมาณ 9-12 ทะลาย บนทะลายดอกจะประกอบด้วย กระจุกดอกซึ่งเจริญเติบโตสลับห่างไปมาแยกออกมาจากทะลายยอด ประกอบด้วยดอกเล็กๆ จำนวนมาก หนึ่งทะลายดอกจะมีตั้งแต่ 3-15 กระจุกดอก หนึ่งกระจุกดอกก็คือหนึ่งกระจุกผล แต่แต่ละกระจุกดอกใช้เวลาประมาณ 80-90 วัน ตั้งแต่เริ่มเป็นระยะหัวหอมจนถึงดอกบาน ระยะการบานตั้งแต่ดอกแรก จนถึงดอกสุดท้ายในแต่ละกระจุกดอกใช้เวลา 3 วัน เช่นเดียวกับพืชสกุลระกำชนิดอื่น สละจะมีต้นตัวผู้และต้นตัวเมียแยกกันคนละต้น กระจุกดอกที่เกิดบนต้นตัวผู้จะประกอบด้วยดอกเล็กๆ จำนวนมากมาย มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกสีแดง ไม่มีเกสรตัวเมีย จะมีเฉพาะเกสรตัวผู้ ทำหน้าที่ผลิตละอองเกสรสำหรับการผสมพันธุ์ ส่วนกระจุกดอกที่เกิดบนต้นตัวเมียจะมีทั้งดอกสมบูรณ์เพศและดอกตัวผู้ร่วมกัน ดอกสมบูรณ์เพศจะมีกลีบเลี้ยงสีชมพูกลีบ ดอกสีแดงมีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน แต่เกสรตัวผู้ไม่สามารถผลิตละอองเกสรได้ ดอกประเภทนี้จึงทำหน้าที่เป็นดอกตัวเมีย ดอกตัวผู้จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับดอกบนต้นตัวผู้ แต่ไม่สามารถผลิตละอองเกสรได้ ดังนั้นการปลูกเฉพาะต้นตัวเมียเป็นแปลงเดี่ยวๆ โดยที่ไม่มีต้นตัวผู้ของสละ ในบริเวณใกล้เคียงจะทำให้สละติดผลน้อยมาก หรือไม่ติดเลย เนื่องจากต้นตัวเมียไม่สามารถผลิตละอองเกสรสำหรับการผสมพันธุ์ได้เอง (ทีมงานนักวิชาการศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี, 2539)

### การติดผลของสละ

การติดผลของสละในที่นี้หมายถึง การที่ดอกสมบูรณ์เพศบนกระจุกดอกที่เกิดบนต้นตัวเมีย เปลี่ยนสภาพเป็นผลอ่อน ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีกระบวนการผสมเกสร คือ การที่ละอองเกสรตัวผู้ มาตกลงบนปลายยอดของเกสรตัวเมีย (มี 3 แฉก สีแดงเข้ม) ละอองเกสรตัวผู้จะงอกหลอดละอองเกสรไปตามท่อของเกสรตัวเมียจนถึงไข่ที่อยู่ภายในรังไข่แล้วเข้าผสมกับไข่ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาขึ้นภายในรังไข่ มีการแบ่งเซลล์ และขยายขนาดของเซลล์ ทำให้ขนาดของไข่ขยายขึ้น ซึ่งก็คือเกิดกระบวนการปฏิสนธิ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการปฏิสนธิก็ถือว่าสละติดผลแล้ว หากกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวนวโศภการเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมเกสรเกิดขึ้นได้สมบูรณ์แล้ว ในเวลา 5-7 วันหลังการช่วยผสมเกสร จะมีการเปลี่ยนแปลงภายนอกที่สังเกตเห็นได้ คือ รังไข่ซึ่งมีขนสีน้ำตาลอ่อนนุ่มปกคลุมอยู่จะขยายขนาดโตขึ้น ขนสีน้ำตาลจะกางออกเล็กน้อย เปรียบเทียบกับดอกที่ไม่ได้รับการผสมจะแห้งดำ ขนหลุดร่วง และดอกจะร่วงจากกระดูกดอกในที่สุด โดยปกติในรังไข่ของสละและพืชสกุลระกำอื่นๆ จะมีไข่ทั้งหมด 3 ใบ ซึ่งถ้าได้รับการผสมครบทุกใบ สามารถมีการพัฒนาการและเจริญเติบโตได้ จะกลายเป็นผล 1 ผล ที่มี 3 เมล็ด (3 กลีบ) (ทีมงานนักวิชาการศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี, 2539)

### การจัดการเพิ่มผลผลิตสละ

เนื่องจากสละจะมีทั้งต้นตัวผู้และต้นตัวเมียแยกกันอยู่คนละต้น และการติดผลจะเกิดขึ้นได้ก็ต้องมีละอองเกสรจากต้นตัวผู้ตกลงมาบนปลายยอดของเกสรตัวเมีย และงอกลงไปผสมกับไข่ในรังไข่ การปลูกสละเพื่อให้ติดผลดีก็จำเป็นต้องปลูกสละทั้งต้นตัวผู้และต้นตัวเมีย หรือต้นตัวผู้ของพืชสกุลระกำอื่นร่วมกันในแปลงเดียวกัน โดยปกติละอองเกสรของสละจะเป็นผงแห้ง ไม่เกาะกันเป็นก้อนต่างจากละอองเกสรของทุเรียน จึงง่ายต่อการที่จะถูกลม แผลง หรือคนพาไปตกบนปลายยอดเกสรตัวเมีย การจัดการเสริมเพื่อช่วยเพิ่มการติดผล โดยเริ่มปลูกต้นตัวผู้ของพืชสกุลระกำชนิดต่างๆ ให้กระจายอยู่ทั่วสวนและปล่อยให้แมลงและลมพัดพาละอองเกสรไปยังต้นตัวเมีย ทำให้พบว่าสละติดผลได้ดีขึ้น จึงได้พัฒนามาเป็นใช้แรงงานคนในการช่วยผสมเกสร โดยมุ่งหวังเพื่อเพิ่มผลผลิตของสละ

วิธีการช่วยผสมเกสรก็คือ นำกระดูกดอกตัวผู้ของระกำ สะก้า หรือสละที่บ้านแล้วมาเคาะโดยตรงบนดอกสมบูรณ์เพศ หรือดอกกระเทยบนต้นตัวเมีย เพื่อให้ละอองเกสรตกลงบนปลายยอดเกสรตัวเมีย หรือนำกระดูกดอกตัวผู้มาผูกติด หรือเสียบติดไว้กับกระดูกดอกบนต้นตัวเมีย ปล่อยให้แมลงและลมช่วยพาละอองเกสรไป การปฏิบัติเช่นนี้จะช่วยทำให้สละติดผลได้ดีขึ้น แต่เป็นการสิ้นเปลืองละอองเกสร และหากกระดูกดอกบนต้นตัวผู้และต้นตัวเมียบานไม่พร้อมกันก็จะทำให้เสียโอกาสในการช่วยผสมเกสร (ทีมงานนักวิชาการศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี, 2539)

### อิทธิพลของละอองเกสรที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของสละ

การใช้ละอองเกสรของพืชสกุลระกำ เช่น ระกำ สะก้า มาช่วยในการผสมเกสรสละ สามารถช่วยเพิ่มการติดผล ทำให้มีจำนวนผลต่อกระดูกมากและไข่ (ovule) ทุกฟองมีโอกาสปฏิสนธิได้มากกว่าปล่อยให้มีการผสมเกสรตามธรรมชาติ จึงทำให้ได้เมล็ดที่สมบูรณ์ตั้งแต่ 1-3 เมล็ด ขึ้นกับความสำเร็จในการปฏิสนธิ ดังนั้นผลสละที่ได้จากดอกที่มีการผสมเกสรที่สมบูรณ์จึงมีรูปร่างอ้วนป้อมและมีเนื้อมาก และยังพบว่าการใช้ละอองเกสรจากพืชสกุลระกำที่ต่างกันมีผลต่อขนาดของเมล็ดและคุณภาพเนื้อด้วย เช่น การใช้ละอองเกสรตัวผู้จากสะก้ามาใช้ในการผสมกับสละเนินวงจะได้ผลที่มีเนื้อค่อนข้างกรอบ ไม่ฉ่ำน้ำ เมล็ดเล็ก และมีกลิ่นหอมคล้ายสะก้า ในขณะที่การใช้ละอองเกสรจากสะก้าจะให้ผลที่มีเมล็ดค่อนข้างใหญ่ (ทีมงานนักวิชาการศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี, 2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กลไกในการงอกและการเจริญของละอองเกสร

ในธรรมชาติละอองเกสรจะงอกหลังจากตกลงสู่ยอดเกสรตัวเมีย โดยปกติยอดเกสรตัวเมียจะนำน้ำ เนื่องจาก exudates ที่พืชปลดปล่อยออกมาซึ่งประกอบด้วยลิวพิค ฟีนอลิก น้ำตาลอิสระ กรดอะมิโน และโปรตีน แต่จะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืชยอดเกสรตัวเมียที่มี exudates จัดเป็น wet stigma เช่น พืชเนื้อ ถ้าไม่มี exudates จัดเป็น dry stigma เช่น ฝ้าย wet stigma จะช่วยในการจับและการงอกของละอองเกสร ในพืชบางชนิดผิวของเกสรตัวเมีย (stigma surface) จะปกคลุมด้วยคิวติน (cutin) ละอองเกสรของพืชพวกนี้จะมีเอนไซม์สำหรับย่อยสารดังกล่าว ในพืชส่วนมากแล้วละอองเกสรจะงอกทันทีเมื่อตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย ในข้าวโพดละอองเกสรจะงอกภายในเวลา 5 นาที และอัตราการเจริญของหลอดละอองเกสรยาวถึง 1 เซนติเมตรต่อชั่วโมง (Barnabas และ Fridralszky, 1984)

หลอดละอองเกสรจะงอกออกมาจากทางที่เรียกว่าช่องเปิด (germ pore) ไซโตพลาสซึมจะไหลไปรวมอยู่ที่ส่วนปลายของหลอดละอองเกสร callose plug จะถูกสร้างขึ้นในระยะต่างๆ กันหลอดละอองเกสรออกเป็นช่วงต่างๆ เมื่อเริ่มเกิด callose plug จะมีลักษณะคล้ายวงแหวน หลังจากนั้นก็ขยายขึ้นเรื่อยๆ lumen จะเล็กลง จนในที่สุด lumen จะติดกันหมดเกิดเป็นผนังกันตามขวางอยู่ในหลอดละอองเกสร ไซโตพลาสซึมที่เคลื่อนที่ไปสู่ส่วนปลายไม่หมดยังคงเหลืออยู่ในส่วนของหลอดเกสร ก็จะสลายตัวไปในที่สุด

หลังจากที่ละอองเกสรงอกแล้ว หลอดละอองเกสรก็จะแทงทะลุเข้าสู่คอเกสรตัวเมีย คอเกสรตัวเมียอาจจะทึบ หรือกลวงก็ได้แล้วแต่ชนิดของพืช ถ้าคอเกสรตัวเมียทึบหลอดละอองเกสรจะเจริญผ่านเนื้อเยื่อที่เรียกว่า transmitting tissue หรือ conducting tissue ส่วนคอเกสรตัวเมียกลวงหลอดละอองเกสรก็จะเจริญผ่านผิวนอกของเซลล์ซึ่งบุท่อกลวงนี้ไว้ คือ canal cell ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น secretory cell ด้วย และปล่อยสารพวก mucilaginous substance ออกมาอยู่ในบริเวณท่อกลวง ซึ่งจะเป็นอาหารของหลอดละอองเกสรในขณะที่งอกต่อไป

กลไกในการงอกและการเจริญของละอองเกสรในหลอดทดลอง (*in vitro*) พบว่ามีการสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้นพืชพวก *Tradescantia* sp. มีการสร้างโพลีโซม (polysome) ขึ้นเป็นจำนวนมาก แต่จำนวนไรโบโซมเดี่ยวๆ จะลดลง (Mascarenhas และ Bell, 1969) พืชหลายชนิดมีการสร้างโปรตีนเกิดขึ้น (Linskens และคณะ (1970) ; Tupy (1977) ; Hocksyra และ Bruinsma (1978) ; Hockstra และ Bruinsma (1979))

## วิธีการตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสร (Bajaj, 1987) คือ

1. การทดสอบความงอกของละอองเกสรในอาหารสังเคราะห์ (*In vitro* germination) โดยทั่วไปนิยมใช้อาหารสังเคราะห์ดัดแปลงโดย Brewbaker และ Kwack (1963) ซึ่งเป็นอาหารสังเคราะห์ที่มีสภาพคล้ายคลึงกับ stigmatic fluid วิธีการที่นิยมใช้ในการตรวจสอบความงอกของละอองเกสร คือ วิธี hanging drop method (Vasil, 1987) โดยหยดอาหารสังเคราะห์ลงบน cover glass 1 หยด เช็กละออง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวทช. ผลิตขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกสรลงบนหยดอาหารให้กระจายทั่วในอาหาร พลิก cover glass แล้ววาง cover glass ลงบนสไลด์หลุม (cavity slide) ให้หยดอาหารอยู่ตรงช่องว่างของสไลด์หลุม ภายขอบของ cover glass ด้วย lanolin หรือ mineral oil นำไปวางในที่อุณหภูมิค่อนข้างต่ำ ความชื้นสูง โดยควบคุมอุณหภูมิประมาณ 20°C และความชื้นในอากาศที่อิ่มตัว แล้วตรวจนับเปอร์เซ็นต์ละอองเกสรที่งอก pollen tube ออกมาหลังจากเวลาผ่านไประยะหนึ่ง ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความงอกนี้บอกถึงควมมีชีวิตของละอองเกสรและความสามารถในการงอกของละอองเกสรขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมหลายอย่าง เช่น น้ำ ออกซิเจน osmotic pressure ที่เหมาะสม (Brewbaker และ Kwack, 1963)

2. การย้อมสีละอองเกสร (Staining methods) สีที่นิยมใช้ เช่น สี acetocarmine 1% ซึ่งมีความจำเพาะต่อโครโมโซม สี aniline blue มีความจำเพาะต่อแคลโลส สี phloxin-methyl green มีความจำเพาะต่อไซโตพลาสซึมและเซลลูโลส เป็นต้น หลังจากย้อมสีทำการตรวจนับจำนวนละอองเกสรที่ติดสีและไม่ติดสี เปอร์เซ็นต์ของละอองเกสรที่ติดสีบอกถึงเปอร์เซ็นต์ควมมีชีวิตของละอองเกสร วิธีนี้มีข้อเสียคือ ละอองเกสรที่เป็นหมัน ละอองที่แก่ไม่เต็มที หรือละอองเกสรที่ไม่งอกแล้วแต่ยังมีระดับขององค์ประกอบทางเคมีสูงพอจะให้ผลบวกในการทดสอบ ทำให้เกิดความผิดพลาด มีรายงานว่าละอองเกสรที่ไม่มีชีวิตของข้าวสาลีถูกผสมสามารถติดสีได้เร็วเท่ากับละอองเกสรที่แก่เต็มที่ (Stanley และ Linskens, 1974) ดังนั้นการใช้สีย้อมหลายชนิดจึงยังให้ผลไม่แน่นอนเพียงพอ เป็นเพียงวิธีการที่ใช้คาดคะเนควมมีชีวิตของละอองเกสรอย่างหยาบๆ เท่านั้น

3. การทดสอบความสามารถในการเข้าปฏิสนธิของละอองเกสร (Ability to fertilize) โดยนำละอองเกสร ไปผสมเกสร สังเกตการติดผลและเมล็ด

### อิทธิพลของสารเคมีชนิดต่างๆ ที่มีบทบาทต่อการงอกและการเจริญของละอองเกสรในหลอดทดลอง

น้ำตาลเป็นส่วนประกอบของอาหารสังเคราะห์ที่ใช้เลี้ยงละอองเกสร โดยน้ำตาลมีความสำคัญต่อการควบคุมแรงดันออสโมซิสและใช้เป็น substrate ในปฏิกิริยาของการหายใจ เพื่อให้ได้พลังงานมาใช้สำหรับการงอกของละอองเกสร น้ำตาลที่มีผลต่อการงอกมากที่สุดคือ ซูโครส (sucrose) ละอองเกสรในพืชหลายชนิดจะงอกได้ดีในหลอดทดลองที่มีน้ำตาลซูโครสเป็นองค์ประกอบ Layne และ Hagedorn (1964) พบว่าในพวกดั่ว (pea) น้ำตาลซูโครสจะมีความจำเป็นต่อการงอกของละอองเกสร Brewbaker และ Kwack (1963) รายงานว่าความเข้มข้นของน้ำตาลจะมีผลต่อการงอกของละอองเกสร ความเข้มข้นของน้ำตาลมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้การงอกและการเจริญของละอองเกสรลดลง ถ้าความเข้มข้นของน้ำตาลต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้หลอดละอองเกสรมีลักษณะเต่งบวม ไม่เป็นหลอดและแตก (bursting)

ธาตุแคลเซียม มีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมการงอกของละอองเกสรและช่วยให้หลอดละอองเกสรที่งอกแล้วยึดตัวได้ดี หลอดละอองเกสรเจริญอย่างรวดเร็ว ตั้งตรงและแข็งแรง โดยธาตุแคลเซียม

จะไปยึดจับกับหมู่ pectate carboxyl ของผนังของหลอดละอองเกสร จึงช่วยส่งเสริมให้โครงสร้างแข็งแรงและควบคุมการเคลื่อนย้ายของสารต่างๆ ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

ธาตุโพแทสเซียม ( $K^+$ ) แมกนีเซียม ( $Mg^{++}$ ) และโซเดียม ( $Na^+$ ) มีบทบาทช่วยดูดซึมและส่งเสริมอิทธิพลของธาตุแคลเซียมได้

ธาตุโบรอน มีบทบาทช่วยส่งเสริมการงอกของละอองเกสรและการเจริญของหลอดละอองเกสรในพืชชนิดต่างๆ มีผลช่วยป้องกันไม่ให้หลอดละอองเกสรแตก ช่วยการลำเลียงน้ำตาลและสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต (Vasil, 1987) วรินทร์ (2536) รายงานว่าการผสมสารละลายแคลเซียม – โบรอน (sorba-spray) ความเข้มข้น 0.5-2.0 มล. /ล. ในอาหารที่ใช้เลี้ยงละอองเกสร (high sucrose liquid medium) ช่วยเพิ่มความงอกของละอองเกสรใน oil Palm และ kiwifruit (Brewbaker และ Kwack, 1963)

### ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรินทร์ (2536) รายงานว่าการผสมสารละลายแคลเซียม – โบรอน (Sorba-spray) ความเข้มข้น 0.5-2.0 มล. /ล. ในอาหารที่ใช้เลี้ยงละอองเกสร (high sucrose liquid medium) ช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และพันธุ์แรด

ผ่องพรรณ (2538) ศึกษาว่าความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสมีผลต่อการงอกของละอองเกสรข้าว โดยพบว่าสูตรอาหารที่ประกอบด้วย  $CaCl_2$  10 ppm,  $H_3BO_3$  10 ppm และน้ำตาลซูโครส 25 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรข้าวสูงสุด 64.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สูตรอาหารที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 20 เปอร์เซ็นต์ มีการงอกของละอองเกสร แต่หลอดละอองเกสรที่งอกออกมาเกิดการแตก (bursting) ส่วนสูตรอาหารที่มีน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ ไม่พบว่ามีอาการงอกของละอองเกสร

ชมภู (2539) ทำการตรวจสอบความมีชีวิตของพืชสกุลระกำ ได้แก่ สละเนินวง (*Salacca sp.*) สะก้า (*Salacca sp.*) และระกำ (*Salacca wallichina* Mart.) โดยเก็บรวบรวมละอองเกสรจากดอกที่บานเต็มที่ แล้วย้อมด้วยสี acetocarmine 1 เปอร์เซ็นต์ พบว่าละอองเกสรสละเนินวง สะก้า และระกำ มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตเท่ากับ 67.05, 73.42 และ 86.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเลี้ยงละอองเกสรในสูตรอาหารสังเคราะห์ของ Breabaker และ Kwack (1963) ที่มีส่วนประกอบของ  $H_3BO_3$  100 ppm,  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  300 ppm,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  200 ppm และ  $KNO_3$  100 ppm พบว่าสูตรอาหารซึ่งเติมน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ ละอองเกสรมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุดเท่ากับ 50.30, 62.91 และ 71.02 เปอร์เซ็นต์ และสามารถงอกหลอดละอองเกสรได้ยาวที่สุดโดยมีความยาวเท่ากับ 119.30, 142.37 และ 101.69 ไมโครเมตร ในสละเนินวง สะก้า และระกำ ตามลำดับ

Layne และ Hagedorn (1964) พบว่าในถั่ว (pea) การงอกของละอองเกสรจะเกิดขึ้นได้ดีในอาหารสังเคราะห์ที่มีธาตุโบรอนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ระดับของธาตุโบรอนที่เหมาะสม

คือ 9-10 ppm ซึ่งธาตุโบรอนมีบทบาทช่วยป้องกันไม่ให้หลุดละอองเกสรแตก รวมทั้งทำหน้าที่เคลื่อนย้ายน้ำตาลและการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต

Ahloowalia (1973) พบว่าละอองเกสรของ ryegrass ที่เป็น diploid จะงอกและเจริญได้ดีในสูตรอาหารที่มีน้ำตาลซูโครส 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งดีกว่าที่ระดับน้ำตาลซูโครส 20 เปอร์เซ็นต์

Owuor และ Owino (1993) รายงานว่าใน *Sesbania sesban* (L.) Merr. ระดับน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสมต่อการงอกของละอองเกสร คือ 10 เปอร์เซ็นต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. ละอองเกสรระกำ
2. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
  - สีข้อม acetocarmine 1 เปอร์เซ็นต์
  - กรดบอริก ( $H_3BO_3$ )
  - โพแทสเซียมไนเตรต ( $KNO_3$ )
  - แมกนีเซียมซัลเฟต ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ )
  - แคลเซียมไนเตรต ( $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ )
3. น้ำตาลซูโครส
4. แผ่นสไลด์หลุม (cavity slide)
5. กระจกปิดสไลด์ (cover glass)
6. แผ่นสไลด์
7. เจ็มเจีย
8. กล่องพลาสติก
9. ทิชชู
10. น้ำกลั่น
11. บีกเกอร์
12. กล้องจุลทรรศน์ รุ่น BH-2 (Olympus)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการทดลอง

### การเตรียมสี aceto-carmin

อุ่น 45% acetic acid จำนวน 200 มิลลิลิตร ละลายสี carmine จำนวน 1 กรัม ต้มให้เดือดนาน 1-2 นาที หรือจนกระทั่งสีแดงของ carmine เปลี่ยนเป็นสีแดงเข้ม จากนั้นปล่อยให้เย็นแล้วกรองด้วยกระดาษกรอง เก็บสารละลายในที่เย็นและมีด

### การทดลองที่ 1 ศึกษาความมีชีวิตของละอองเกสรระกำ

โดยวิธีการย้อมสี (staining method) ละอองเกสรด้วยสี acetocarmine 1 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สี acetocarmine หยดลงบนแผ่นสไลด์ 1 หยด เชียละอองเกสรลงไปแล้วคนให้ละอองเกสรกระจายให้ทั่ว ปิดด้วย cover glass

บันทึกผล นับจำนวนละอองเกสรทั้งหมดที่สุ่มนับใน 1 บริเวณ ละอองเกสรที่ย้อมติดสีแดง เข้มสม่ำเสมอ มีรูปร่างกลมไม่บิดเบี้ยว และวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางละอองเกสร ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า สุ่มนับ 5 บริเวณ (Field) จำนวน 4 ซ้ำ แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสร โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสร} = \frac{\text{จำนวนละอองเกสรที่ย้อมติดสี} \times 100}{\text{จำนวนละอองเกสรทั้งหมดที่สุ่มนับใน 1 บริเวณ}}$$

### การทดลองที่ 2 ศึกษาความงอกของละอองเกสรระกำในหลอดทดลองด้วยสูตรอาหารต่างๆ

2.1 เตรียมสารละลายน้ำตาลซูโครส 5 ระดับ คือ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

2.2 เตรียมสารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 150 ppm และน้ำกลั่น

2.3 เตรียมสูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker and Kwack (1963) ที่ประกอบด้วย  $H_3BO_3$  100 ppm,  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  300 ppm,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  200 ppm และ  $KNO_3$  100 ppm ซึ่งผันแปรระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 5 ระดับ คือ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

ตรวจสอบความงอกของละอองเกสรระกำด้วยวิธี hanging drop method โดยวิธีการคือ หยดอาหารลงบน cover glass 1 หยด เชียละอองเกสรลงไปให้กระจายทั่วอาหาร (ที่เตรียมไว้จากข้อ 2.1, 2.2 และ 2.3) พลิก cover glass วางบนสไลด์หลุม ให้หยดอาหารอยู่บนช่องว่างของช่องสไลด์ บ่มที่อุณหภูมิในกล่องพลาสติกที่เปียกชื้นนาน 4 ชั่วโมง

บันทึกผล โดยนำมาสุ่มนับจำนวนละอองเกสรที่งอกและไม่งอกหลอดละอองเกสร ละอองเกสรที่ไม่สมบูรณ์ คือ ละอองเกสรมีลักษณะลีบ ไม่กลม ละอองเกสรที่แตก วัดความยาวของหลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละอองเกสร กำลังขยาย 400 เท่า จำนวน 5 บริเวณ (Field) แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสร} = \frac{\text{จำนวนละอองเกสรที่งอก} \times 100}{\text{จำนวนละอองเกสรทั้งหมดที่สุ่มนับ}}$$

โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ

#### ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง เดือนตุลาคม 2547 และสิ้นสุดการทดลอง เดือนมกราคม 2548

#### สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการกลาง ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

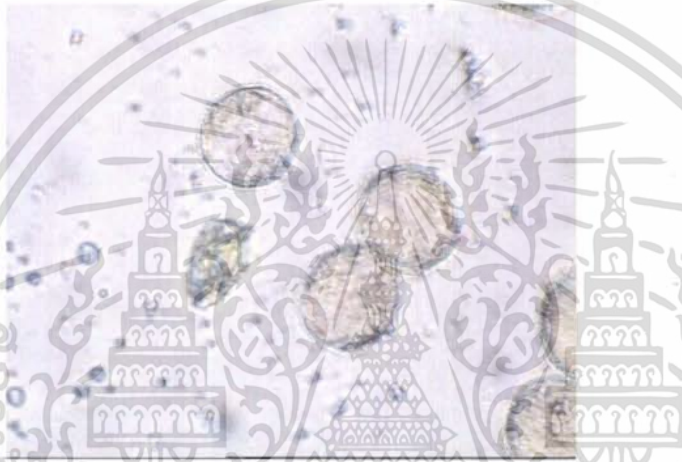


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลอง

### การทดลองที่ 1 ความมีชีวิตของละอองเกสร

การตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรระกำ โดยวิธีย้อมสีละอองเกสรด้วยสี acetocarmine 1 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตเท่ากับ 74.32 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสังเกตได้จากละอองเกสรที่ย้อมติดสีแดงสม่ำเสมอตรงส่วนไซโทพลาสซึม มีรูปร่างไม่บิดเบี้ยวเป็นละอองเกสรที่มีชีวิต ส่วนละอองเกสรที่ย้อมไม่ติดสี หรือติดสีจางไม่สม่ำเสมอ รูปร่างบิดเบี้ยวเป็นละอองเกสรที่ไม่มีชีวิต (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 การย้อมสีละอองเกสรด้วยสี acetocarmine 1%

### การทดลองที่ 2 ศึกษาความงอกของละอองเกสรระกำในหลอดทดลองด้วยสูตรอาหารต่างๆ

#### สูตรอาหารน้ำตาลซูโครส

การตรวจสอบความงอกของละอองเกสรระกำ โดยใช้สารละลายน้ำตาลซูโครส 5 ระดับ คือ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ผลปรากฏว่า ละอองเกสรสามารถงอกหลอดละอองเกสรได้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.06, 7.81, 6.24, 5.99 และ 7.53 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรระกำที่เลี้ยงในสารละลายน้ำตาลซูโครสที่ระดับความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางสถิติกับสารละลายน้ำตาลซูโครสที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 15 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่สารละลายน้ำตาลซูโครสที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1) ละอองเกสรที่เลี้ยงในสารละลายน้ำตาลซูโครสระดับความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ความไม่สมบูรณ์ของละอองเกสรสูงที่สุดเท่ากับ 12.66 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การแตก (bursting) ของละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 1.97 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชูโครสที่ระดับความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ความไม่สมบูรณ์ของละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 7.9 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเปอร์เซ็นต์การแตกของละอองเกสรสูงที่สุดเท่ากับ 6.72 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2)

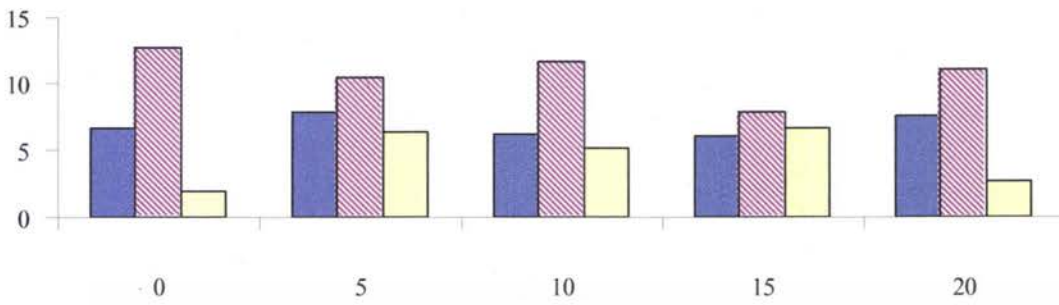
เมื่อทำการวัดความยาวของหลอดละอองเกสรระยะก้ำหลังจากเลี้ยงในสารละลายน้ำตาลชูโครส 5 ระดับ คือ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง พบว่าความยาวของหลอดละอองเกสรระยะก้ำที่เลี้ยงในสารละลายน้ำตาลชูโครสที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน มีความยาวของหลอดละอองเกสรโดยเฉลี่ยเท่ากับ 8.73, 12.42, 10.82, 11.56 และ 19.31 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 3 และตารางผนวกที่ 1) หลอดละอองเกสรที่งอกออกมาค่อนข้างสั้น แต่มีความยาวใกล้เคียงกันในสารละลายน้ำตาลแต่ละความเข้มข้น (ภาพที่ 4)

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยของละอองเกสรระยะก้ำในสารละลายน้ำตาลชูโครสที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง

ความเข้มข้นน้ำตาลชูโครส (%)	ค่าเฉลี่ยความงอกของละอองเกสรระยะก้ำ (%)
0	6.62AB <sup>1/</sup>
5	7.81A
10	6.24AB
15	5.99B
20	7.53AB
F-test	*
CV (%)	15.52

\* : แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

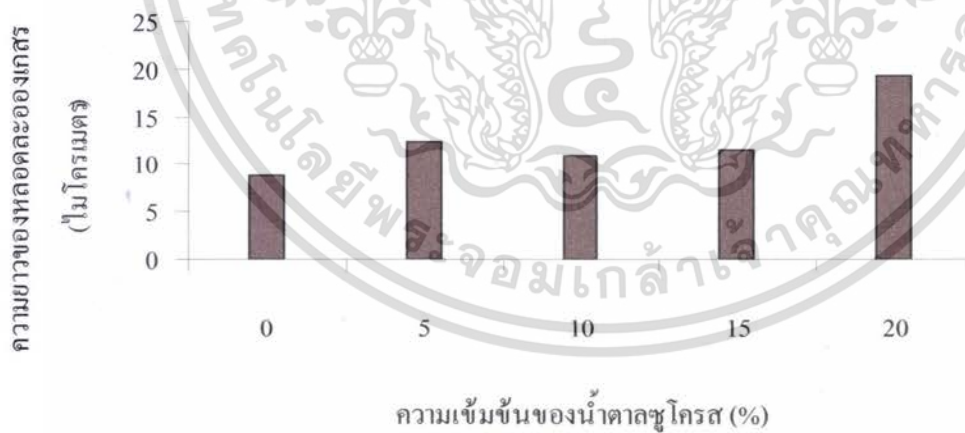
1/ : ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์แบบ DMRT



ความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส (%)

■ %ความงอกของลวดลวด ■ %ความไม่สมบูรณ์ของลวดลวด □ %การแตกของลวดลวด

ภาพที่ 2 เปรอ์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยของลวดลวดระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครสที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง



ภาพที่ 3 ความยาวของลวดลวดระกำโดยเฉลี่ยในสารละลายน้ำตาลซูโครสที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง

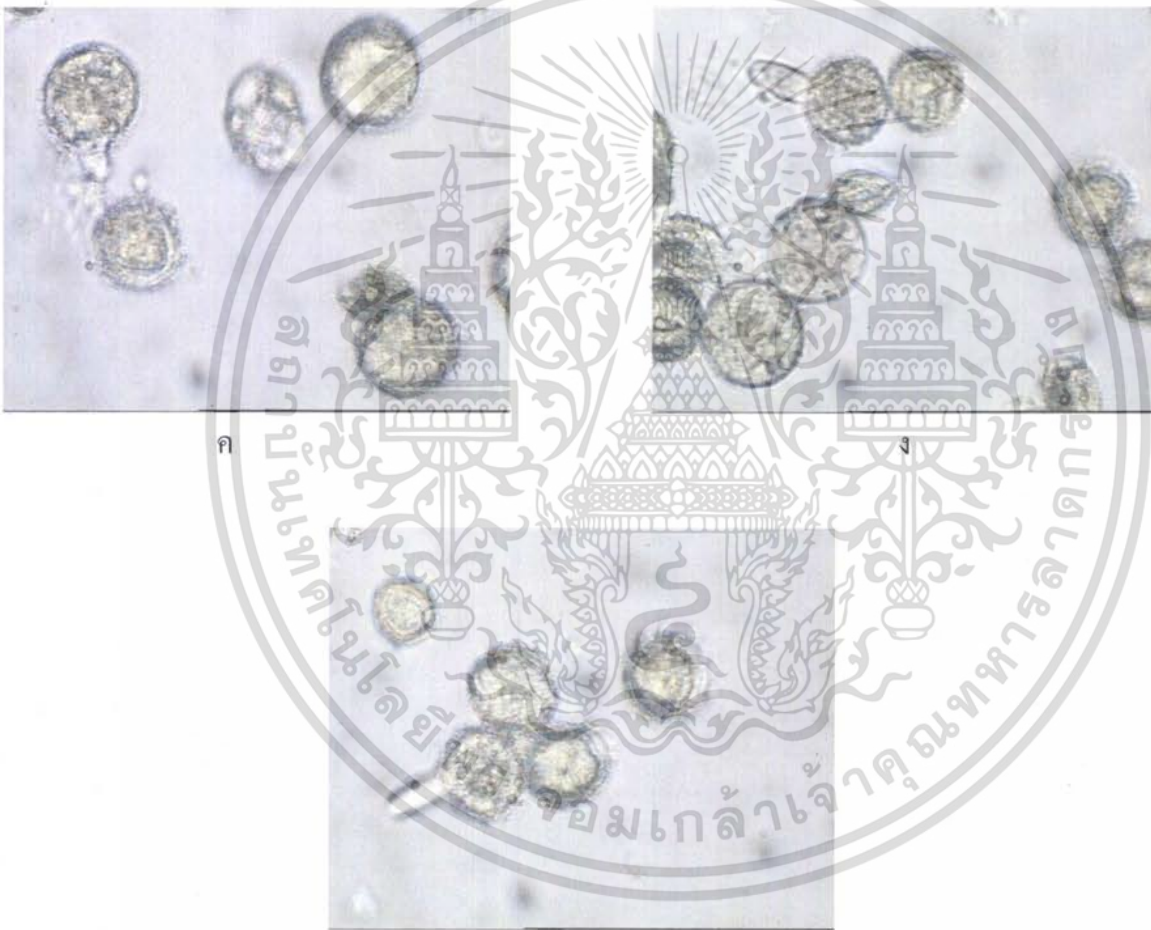
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก



ข



ค

ง

จ

**ภาพที่ 4** การงอกของละอองเกสรระกำในน้ำตาลชูโครสที่ระดับความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ (ก)  
5 เปอร์เซ็นต์ (ข) 10 เปอร์เซ็นต์ (ค) 15 เปอร์เซ็นต์ (ง) 20 เปอร์เซ็นต์ (จ) กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สูตรอาหารน้ำตาลซูโครสและกรดบอริก

จากการตรวจสอบความงอกของละอองเกสรระกำโดยใช้สารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ กับกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 150 ppm เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น ผลปรากฏว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกของเกสรระกำที่เลี้ยงในน้ำกลั่น มีความแตกต่างกันทางสถิติกับ เปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครสที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ และกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในสารละลายน้ำตาลซูโครส ที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ และกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้น 10, 50 และ 150 ppm ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) ละอองเกสรระกำที่เลี้ยงในน้ำกลั่นสามารถงอกหลุดละออง เกสร ได้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.81 เปอร์เซ็นต์ ส่วนละอองเกสรที่เลี้ยงในสารละลาย น้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดบอริกในแต่ละระดับความเข้มข้น มีเปอร์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ย เท่ากับ 8.87, 11.18, 14.79 และ 9.11 ตามลำดับ จากการสังเกตละอองเกสรระกำที่เลี้ยงใน สารละลาย น้ำตาลซูโครสร่วมกับกรดบอริก พบว่าการแตก (bursting) ของละอองเกสรน้อยลง เมื่อเทียบกับการ เลี้ยงละอองเกสรในสารละลายน้ำตาลซูโครสเพียงอย่างเดียว ละอองเกสรระกำที่เลี้ยงในสารละลาย น้ำตาลซูโครสที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 150 ppm มีการแตกของละอองเกสรมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.09, 2.82, 2.59 และ 1.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และความไม่สมบูรณ์ของละอองเกสรมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.59, 9.05, 14.53 และ 6.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ละอองเกสรที่เลี้ยงในน้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การแตกของละอองเกสรเท่ากับ 2.32 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ความไม่สมบูรณ์ของละอองเกสรเท่ากับ 12.21 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 5)

เมื่อทำการวัดความยาวของหลอดละอองเกสรระกำหลังจากเลี้ยงในสารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ กับกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 150 ppm และการเลี้ยงละอองเกสร ในน้ำกลั่น เป็นเวลา 4 ชั่วโมง พบว่า ความยาวของหลอดละอองเกสรระกำที่วัด ได้มีความยาวโดยเฉลี่ย เท่ากับ 12.30, 101.59, 86.59, 200.36 และ 182.04 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 6 และตาราง ผนวกที่ 2) หลอดละอองเกสรระกำมีความยาวเพิ่มขึ้น และมีการแตก (bursting) ของหลอดละอองเกสร น้อยลง เมื่อเทียบกับการเลี้ยงละอองเกสรในสารละลายน้ำตาลซูโครสเพียงอย่างเดียวสูตร (ภาพที่ 7)

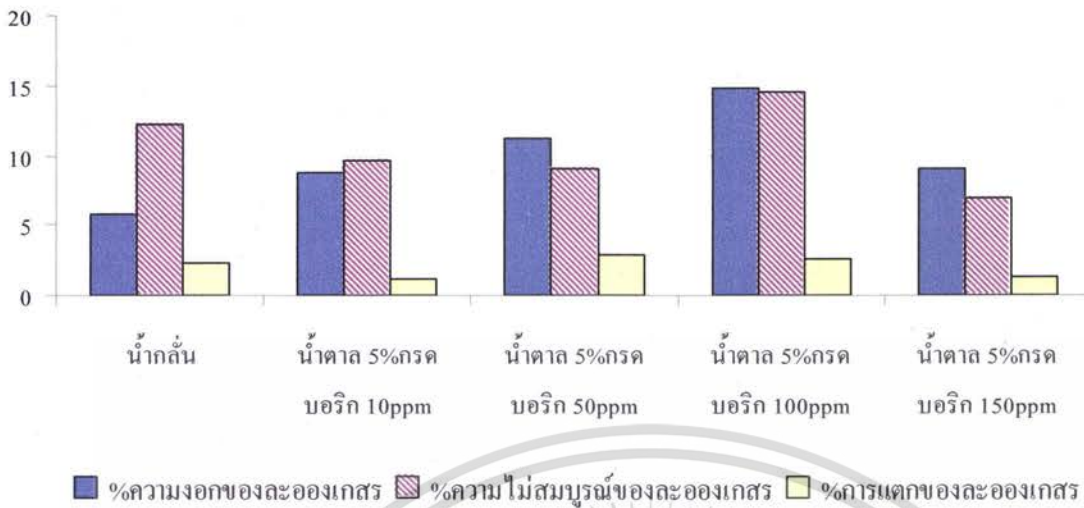
108939

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยของละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครสและกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง

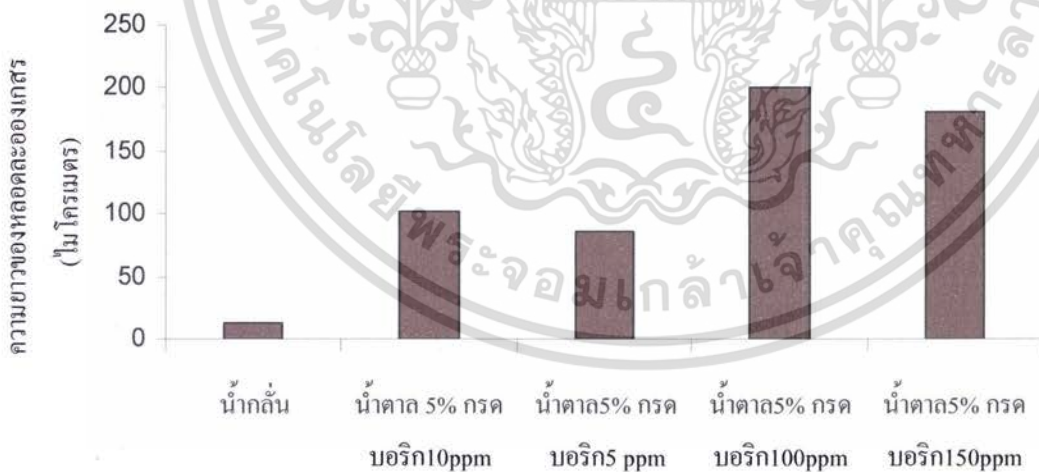
ความเข้มข้นน้ำตาลซูโครส (%)	ความเข้มข้นกรดบอริก (ppm)	ค่าเฉลี่ยความงอกของละอองเกสรระกำ (%)
0	0	5.81B <sup>1/</sup>
5	10	8.78AB
5	50	11.18AB
5	100	14.79A
5	150	9.11AB
F-test		*
CV (%)		45.16

\* : แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1/ : ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์แบบ DMRT



ภาพที่ 5 เปรอ์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยของละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครสและกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง

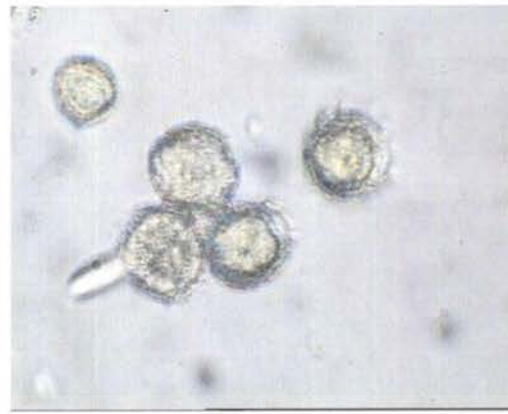


ภาพที่ 6 ความยาวของหลอดละอองเกสรระกำโดยเฉลี่ยในสารละลายน้ำตาลซูโครสและกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก



ข



ค



ง

**ภาพที่ 7** การงอกของละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครส 0 เปอร์เซ็นต์ และกรดบอริก 0 ppm  
 (ก) สารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ และกรดบอริก 10 ppm (ข) สารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ และกรดบอริก 50 ppm (ค) สารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ และกรดบอริก 100 ppm (ง) สารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ และกรดบอริก 150 ppm (จ) กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สูตรอาหารของ Brewbaker และ Kwack (1963)

ในการตรวจสอบความงอกของละอองเกสรระกำโดยใช้สูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) ซึ่งผันแปรระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 5 ระดับ คือ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ผลปรากฏว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรระกำในสูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกับสูตรอาหารสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) ละอองเกสรสามารถงอกหลุดละอองเกสรได้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.50, 10.29, 6.99, 7.52 และ 6.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ละอองเกสรมีการแตก (bursting) เพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับการเลี้ยงละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครสเพียงอย่างเดียว และการเลี้ยงละอองเกสรในสูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) การแตกของละอองเกสรมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.46, 1.15, 2.81, 2.03 และ 0.29 เปอร์เซ็นต์ ความไม่สมบูรณ์ของละอองเกสรมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 13.42, 9.27, 13.15, 11.77 และ 10.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 8)

เมื่อทำการวัดความยาวของหลอดละอองเกสร (pollen tube) หลังจากเลี้ยงละอองเกสรในสูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) ซึ่งผันแปรระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 5 ระดับ คือ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ นาน 4 ชั่วโมง พบว่าความยาวของหลอดละอองเกสรระกำที่เลี้ยงในสูตรอาหารที่ไม่มีน้ำตาลซูโครสเป็นองค์ประกอบ มีความยาวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 93.85 ไมโครเมตร เมื่อมีการเติมน้ำตาลซูโครสลงไปในสูตรอาหาร พบว่าหลอดละอองเกสรระกำมีความยาวโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 9-10 และตารางผนวกที่ 3)

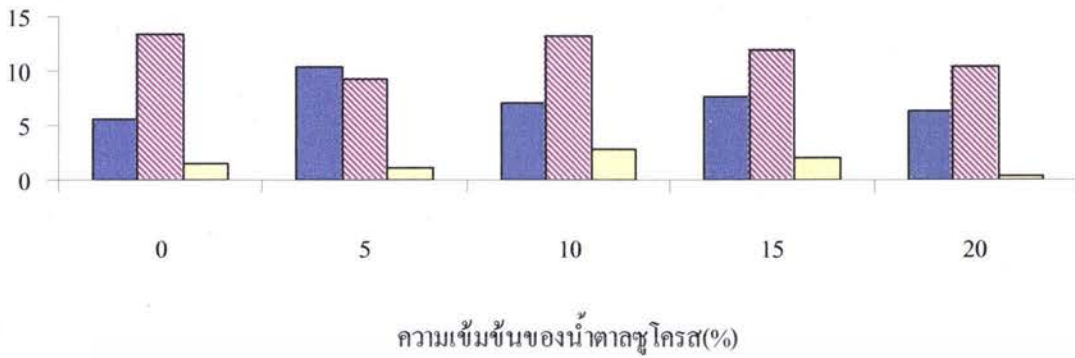
ตารางที่ 3 เปรอร์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยของละอองเกสรระกำในอาหารสังเคราะห์สูตร Brewbaker และ Kwack (1963) ซึ่งผันแปรความเข้มข้นน้ำตาลซูโครสระดับต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง

ความเข้มข้นน้ำตาลซูโครส (%)	ค่าเฉลี่ยความงอกของละอองเกสรระกำ (%)
0	5.50B <sup>1/</sup>
5	10.29A
10	6.99B
15	7.52B
20	6.25B
F-test	*
CV (%)	23.24

\* : แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปรอร์เซ็นต์

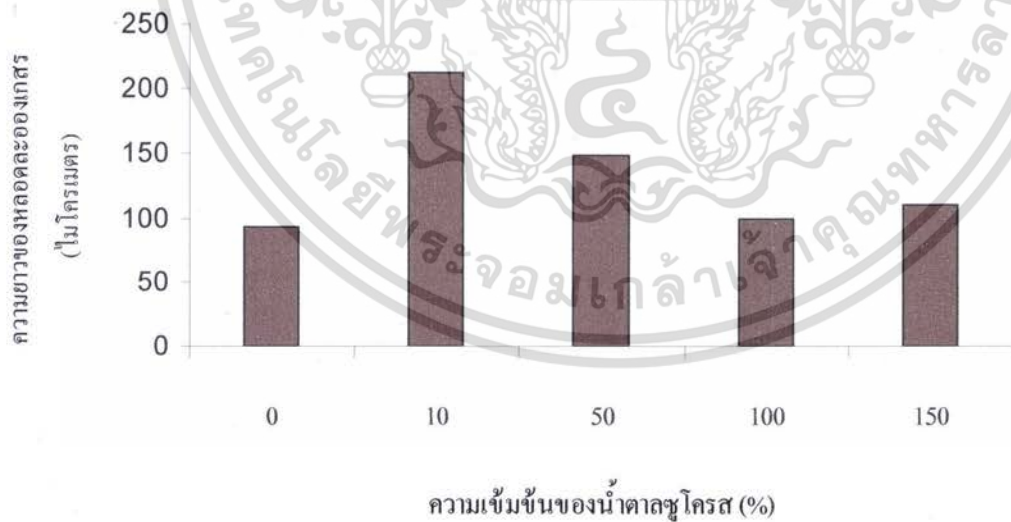
1/ : ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปรอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



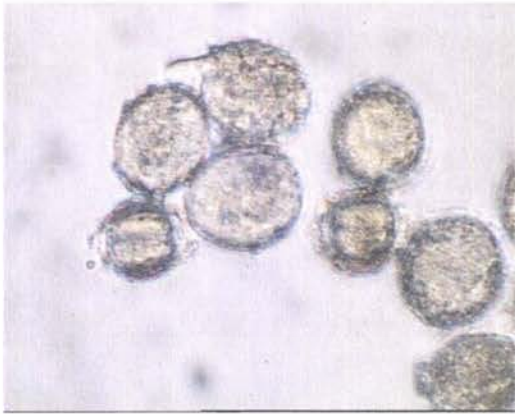
■ %การงอกของละอองเกสร ■ %ความไม่สมบูรณ์ของละอองเกสร ■ %การแตกของละอองเกสร

ภาพที่ 8 เปรอ์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยของละอองเกสรระกำในอาหารสังเคราะห์สูตร Brewbaker และ Kwack (1963) ซึ่งผันแปรความเข้มข้นน้ำตาลซูโครสระดับต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง



ภาพที่ 9 ความยาวของหลอดละอองเกสรระกำโดยเฉลี่ยในอาหารสังเคราะห์สูตร Brewbaker และ Kwack (1963) ซึ่งผันแปรความเข้มข้นน้ำตาลซูโครสระดับต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก



ข



ค

ง



จ

**ภาพที่ 10** การออกหอดของเกสรระกำในสูตรอาหารสังเคราะห์ Brewbaker และ Kwack (1963)  
 น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ (ก) น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ (ข)  
 น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (ค) น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ (ง)  
 น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (จ) กำลังขยาย 400 เท่า  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิจารณ์

การศึกษาความมีชีวิตของละอองเกสรระกำ พบว่า ละอองเกสรระกำมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตค่อนข้างสูง เท่ากับ 74.32 เปอร์เซ็นต์ จึงน่าจะสามารถงอกหลอดละอองเกสรได้ดี เมื่อมีการผสมเกสรหรือเมื่อนำละอองเกสรลงเลี้ยงในหลอดทดลอง แต่เมื่อทำการเลี้ยงละอองเกสรในสารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ การเลี้ยงในสารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดบอริก 100 ppm และการเลี้ยงละอองเกสรในสูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) ที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกที่สูงสุดในแต่ละสูตรอาหารมีเพียง 7.81, 14.79 และ 10.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งอาจมีสาเหตุเนื่องจาก ละอองเกสรบางอันยังไม่แก่เต็มที่หรือเป็นละอองเกสรที่เป็นหมัน จึงไม่สามารถงอกได้ แต่จะแสดงความมีชีวิตอยู่ เนื่องจากยังมีระดับขององค์ประกอบทางเคมีสูงและให้ผลบวกในการตรวจสอบด้วยการย้อมสี ซึ่งวิธีนี้เป็นเพียงการคาดคะเนความมีชีวิตของละอองเกสรอย่างง่าย ๆ ในเวลาอันรวดเร็วเท่านั้น (Stanley และ Linskens, 1974)

การศึกษาเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครส 5 ระดับ คือ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การเลี้ยงละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรสูงสุดเท่ากับ 7.81 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 4 ชั่วโมง เนื่องจากน้ำตาลมีความสำคัญต่อการควบคุมแรงดันออสโมซิสและเป็น substrate ในปฏิกิริยาของการหายใจ เพื่อให้ได้พลังงานมาใช้สำหรับการงอกของละอองเกสร

การเลี้ยงละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 150 ppm และน้ำกลั่น พบว่าการเลี้ยงละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดบอริก 100 ppm มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรสูงสุดเท่ากับ 14.79 เปอร์เซ็นต์ และหลอดละอองเกสรที่มีความยาวเท่ากับ 200.36 ไมโครเมตร เมื่อเลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 4 ชั่วโมง ในสารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ และกรดบอริก 10 ppm มีการแตกของละอองเกสรต่ำที่สุดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.09 เปอร์เซ็นต์ ตรงกับรายงานของ Layne และ Hagedorn (1964) พบว่าในถั่ว (pea) การงอกของละอองเกสรจะเกิดขึ้นได้ดีในอาหารสังเคราะห์ที่มีธาตุโบรอนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ระดับของธาตุโบรอนที่เหมาะสม คือ 9-10 ppm และธาตุโบรอนนี้จะมึบทบาทช่วยป้องกันไม่ให้หลอดละอองเกสรแตก รวมทั้งโบรอนยังทำหน้าที่เคลื่อนย้ายน้ำตาลและการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต

การเลี้ยงละอองเกสรระกำในสูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) ที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 5 ระดับ คือ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การเลี้ยงละอองเกสรในสูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) ที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรสูงสุดเท่ากับ 10.29 เปอร์เซ็นต์ และมีความยาวของหลอดละอองเกสรเท่ากับ 213.03 ไมโครเมตร เมื่อเลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไวสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวโม่ ซึ่งเป็นอาหารสังเคราะห์ที่มีสภาพคล้ายคลึงกับ stigmatic fluid ในสูตรอาหารประกอบด้วย  $H_3BO_3$  100 ppm,  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  300 ppm,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  200 ppm และ  $KNO_3$  100 ppm และ น้ำตาลซูโครส สูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) ที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 20 เปอร์เซ็นต์ ละอองเกสรมีการแตกตัวที่สุคมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.29 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) ที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ ความไม่สมบูรณ์ของละอองเกสรมีค่าต่ำที่สุคมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.27 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลอง พบว่าสูตรอาหารที่มีน้ำตาลซูโครสเป็นส่วนประกอบมีผลต่อการงอกของละอองเกสรมากกว่าในสูตรอาหารที่ไม่มีน้ำตาลซูโครส ซึ่งตรงกับรายงานของ Brewbaker และ Kwack (1963) และ Layne และ Hagedon (1964) รายงานว่า ความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการงอกของละอองเกสร ถ้าความเข้มข้นมากเกินไปจะทำให้การงอกและการเจริญของละอองเกสรลดลง ถ้าความเข้มข้นน้อยเกินไปจะทำให้ละอองเกสรมีลักษณะเต่งบวมและแตก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุป

การศึกษามีชีวิตและความงอกของละอองเกสรระกำ สรุปได้ว่า

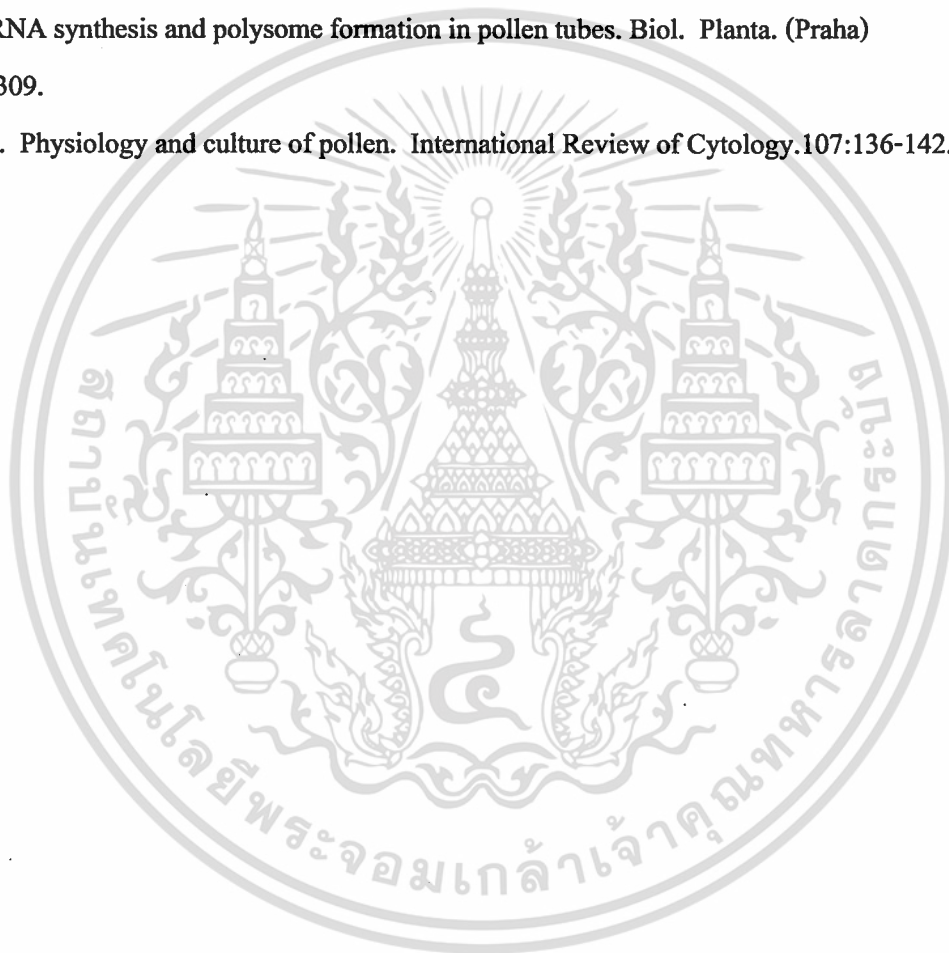
1. การตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรระกำ ด้วยการย้อมสี acetocarmine 1 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรระกำเท่ากับ 74.32 เปอร์เซ็นต์
2. การศึกษาการงอกของละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครส ที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุดเท่ากับ 7.81 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวของหลอดละอองเกสรเท่ากับ 12.42 ไมโครเมตร การแตกของละอองเกสรมีค่าเท่ากับ 6.34 เปอร์เซ็นต์ ความไม่สมบูรณ์ของละอองเกสรมีค่าเท่ากับ 10.49 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเลี้ยงละอองเกสรระกำในสารละลายน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดบอริก มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรสูงสุดในสารละลายน้ำตาลซูโครสที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดบอริก 100 ppm ความยาวของหลอดละอองเกสรเท่ากับ 200.36 ไมโครเมตร การแตกของละอองเกสรมีค่าเท่ากับ 2.59 เปอร์เซ็นต์ ความไม่สมบูรณ์ของละอองเกสรมีค่าเท่ากับ 14.53 เปอร์เซ็นต์ และการเลี้ยงละอองเกสรในสูตรอาหารสังเคราะห์ของ Brewbaker และ Kwack (1963) ประกอบด้วย  $H_3BO_3$  100 ppm,  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  300 ppm,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  200 ppm และ  $KNO_3$  100 ppm ที่เติมน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ ละอองเกสรมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุดเท่ากับ 10.29 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวของหลอดละอองเกสรเท่ากับ 213.03 ไมโครเมตร การแตกของละอองเกสรมีค่าเท่ากับ 1.15 เปอร์เซ็นต์ ความไม่สมบูรณ์ของละอองเกสรเท่ากับ 9.27 เปอร์เซ็นต์

## เอกสารอ้างอิง

- เจตสุดา กิตติโสภณ. 2523. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและควมมีชีวิตของละอองเกสรในไม้ผลบางชนิด. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชมภู กิมศรี. 2539. การศึกษาควมมีชีวิต ความงอกและวิธีการเก็บรักษาละอองเกสรของพืชสกุลระกำบางชนิด. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ทีมงานนักวิชาการศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. 2539. สารของสละ. เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 65 น.
- ห้องพรรณ จรัสจินดารัตร์. 2538. การงอกและการเจริญของละอองเรณูของข้าว *Oryza* หลังจากการผสมตัวเองและผสมข้ามชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์. 2545. ผลไม้ไทยๆ. สหมิตรพรินติ้ง, กรุงเทพฯ. 142 น.
- วรินทร์ สุทนต์. 2536. อิทธิพลของแคลเซียม – โบรอน ต่อการงอกของละอองเกสรและการติดผลของมะม่วง. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุพจน์ ตั้งจตุพร. 2546. 8 เชื้อยีสวนสละและระกำหวาน. คู่มือการทำสวนสละและระกำหวานอย่างมืออาชีพ. บ. ก. พล (1996) จำกัด, กรุงเทพฯ. 119 น.
- Ahloowalia, B.S. 1973. Germination *in vitro* of ryegrass pollen grains. *Euphytica*. 22:575-581.
- Bajaj, Y.P.S. 1987. Cryopreservation of pollen embryos, and the establishment of pollen banks. *International Review of Cytology* 107:397-420.
- Barnabas, B. and L. Fridralszky. 1984. Adhesion and germination of differently treated maize pollen grains on the stigma. *Acta Bot. Hungar.* 30:329-332.
- Brewbaker, J.L. and B.H. Kwack. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth *Amer. J. Bot.* 50(9):859-865.
- Hockstra, F.A. and J. Bruinsma. 1978. Reduced independence of the male gametophyte in angiosperm development. *Ann. Bot.* 42:759-762
- \_\_\_\_\_. 1979. Protein synthesis of binucleate and trinucleate pollen and its relationship to tube emergence and growth. *Planta* 146:559-560.
- Layne, R.E.C. and D. J. Hagedorn. 1964. Effect of boron and agar on germination of pea pollen in sucrose media. *Crop Sci.* 4:39-41.
- Lehman, W.F. and Y.P. Puri. 1964. Factors affecting germination and tube growth of hand-collected and bee-collected pollen of alfalfa (*Medicago sativa* L.) on agar media. *Crop Sci.* 4:213-217.
- Linskens, H.F., J.A.M. Schrauwen and R.N.H. Konings. 1970. Cell-free protein synthesis with polysomes from germination *Petunia* pollen grains. *Planta* 90:153-162.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Linskens, H.F., J.A.M. Schrauwen and R.N.H. Konings. 1970. Cell-free protein synthesis with polysomes from germination *Petunia* pollen grains. *Planta* 90:153-162.
- Mascarenhas, J.P. and E. Bell. 1969. Protein synthesis during germination of pollen Studies on polyribosome formation. *Biochem. Biophys. Acta* 179:199-203.
- Owour, B.O. and F. Owino. 1993. Control pollination and pollen management in *Sesbania sesban* (L.) Merr. *Euphytica*. 70:161-165.
- Stanley, R.G. and H.F. Linskens. 1974. *Pollen: Biology, Biochemistry and Management*. Springer Verlag. Berlin. 236 p.
- Tupy, J. 1977. RNA synthesis and polysome formation in pollen tubes. *Biol. Planta. (Praha)* 19:300-309.
- Vasil, I. K. 1987. Physiology and culture of pollen. *International Review of Cytology*.107:136-142.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ 1** ความยาวของหลอดละอองเกสรระกำโดยเฉลี่ยในสารละลายน้ำตาลซูโครสที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง

ความเข้มข้นน้ำตาลซูโครส (%)	ค่าเฉลี่ยความยาวของละอองเกสรระกำ (ไมโครเมตร)
0	8.73
5	12.42
10	10.82
15	11.56
20	19.31

**ตารางผนวกที่ 2** ความยาวของหลอดละอองเกสรระกำโดยเฉลี่ยในสารละลายน้ำตาลซูโครสและกรดบอริกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง

ความเข้มข้นน้ำตาลซูโครส (%)	ความเข้มข้นกรดบอริก (ppm)	ค่าเฉลี่ยความยาวของละอองเกสรระกำ (ไมโครเมตร)
0	0	12.30
5	10	101.59
5	50	86.59
5	100	200.36
5	150	182.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ 3** ความยาวของหลอดตะอองเกอร์ระกำโดยเฉลี่ยในอาหารสังเคราะห์สูตร Brewbaker และ Kwack (1963) ซึ่งผันแปรความเข้มข้นน้ำตาลซูโครสระดับ ต่างๆ หลังจากเลี้ยงนาน 4 ชั่วโมง

ความเข้มข้นน้ำตาลซูโครส (%)	ค่าเฉลี่ยความยาวของหลอดตะอองเกอร์ระกำ (ไมโครเมตร)
0	93.85
5	213.03
10	148.58
15	99.14
20	109.84



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้