



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์)

ปริญญา

พฤกษศาสตร์

พฤกษศาสตร์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาความสามารถในการถ่ายละอองเรณูและการติดผลของทุเรียนพันธุ์ 'หมอนทอง' ในช่วงเวลาและวิธีการผสมเกสรที่ต่างกัน

Studies of Pollination and Fruit Set in Durian (*Durio zibethinus* Murr.) cv. 'Monthong' by Various Periods and Methods of Pollination

นามผู้วิจัย นายณภัทร ศิริสุนทรลักษณ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์คณพล จุฑามณี, D.Agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์นิรันดร์ จันทวงศ์, Dr.nat.tech.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์เสมอมาลัย วงศ์ชาจันท์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์สุรียา ตันติวิวัฒน์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความสามารถในการถ่ายละอองเรณูและการติดผลของทุเรียนพันธุ์ 'หมอนทอง' ในช่วง
เวลาและวิธีการผสมเกสรที่ต่างกัน

Studies of Pollination and Fruit Set in Durian (*Durio zibethinus* Murr.) cv. 'Monthong' by
Various Periods and Methods of Pollination

โดย

นายณภัทร ศิริสุนทรลักษณ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์)

พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฉันทิร สิริสุนทรลักษณ์ 2553: การศึกษาความสามารถในการถ่ายละอองเรณูและการติดผลของทุเรียนพันธุ์ 'หมอนทอง' ในช่วงเวลาและวิธีการผสมเกสรที่ต่างกัน ปรินญาวิทยา ศาสตรมหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์) สาขาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์คณพล จุฑามณี, D. Agr. 77 หน้า

โครงสร้างของดอกทุเรียนมีลักษณะคว่ำลง และดอกทุเรียนบานเฉพาะในเวลากลางคืน อีกทั้งยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสรก่อนอับเรณูที่แตกในเวลากลางคืน ทำให้การผสมเกสรเกิดขึ้นได้ยาก การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาช่วงเวลาและวิธีการผสมเกสรที่เหมาะสมในทุเรียนพันธุ์หมอนทอง โดยศึกษาจากการผสมเกสร 4 วิธี ได้แก่ ผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. และการผสมเกสรตามธรรมชาติ ผลการทดลองพบว่า การติดผลที่ระยะเวลา 120 วันของการผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. และการผสมเกสรตามธรรมชาติไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่การผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. มีการติดผลในระยะเวลาเพียง 42 วัน หลังจากนั้นไม่พบการติดผล ยอดเกสรเพศเมียสามารถพร้อมรับการผสมเกสรเหมือนกันทั้งในเวลา 14.00 น. และ 18.00 น. การผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. และผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. มีการเจริญของหลอดเรณูถึงบริเวณส่วนโคนของก้านเกสรเพศเมียภายในเวลา 12 ชั่วโมงหลังจากการผสมเกสรเร็วกว่าวิธีการผสมเกสรตามธรรมชาติและผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. ซึ่งมีการเจริญของหลอดเรณูถึงบริเวณส่วนโคนของก้านเกสรเพศเมียภายในเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากการผสมเกสร การผสมเกสรตามธรรมชาติมีปริมาณละอองเรณูที่ออกและปริมาณหลอดเรณูต่ำที่สุดทุกช่วงเวลาหลังจากการผสมเกสรตั้งแต่เวลา 6 – 168 ชั่วโมง การผสมเกสรทุกวิธีการมีการเจริญของหลอดเรณูต่อมาถึงรังไข่ที่บริเวณ micropyle ภายในระยะเวลา 72 ชั่วโมงหลังจากการผสมเกสร ผลทุเรียนที่เกิดจากวิธีการผสมเกสรตามธรรมชาติพบสัดส่วนของรูปร่างทรงผลที่ผิดปกติสูงที่สุด ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การช่วยผสมตัวเองในเวลากลางวันไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจากเกิดการพัฒนาของผลเพียง 42 วัน ความสมบูรณ์ของรูปร่างผลในทุกวิธีการผสมเกสร มีแนวโน้มสอดคล้องกับปริมาณของหลอดเรณูที่ออก โดยการผสมเกสรตามธรรมชาติทำให้อุบัติการผิดปกติมากที่สุดเนื่องมาจากหลอดเรณูมีการเจริญมาถึงรังไข่ในปริมาณน้อย

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Napat Sirisuntornlak 2010: Studies of Pollination and Fruit Set in Durian (*Durio zibethinus* Murr.) cv. 'Monthong' by Various Periods and Methods of Pollination. Master of Science (Botany), Major Field: Botany, Department of Botany. Thesis Advisor: Associate Professor Kanapol Jutamanee, D.Agr. 77 pages.

The durian floral characters are pendulous branched inflorescences and nocturnal blooming. Furthermore, stigma is receptive before the nocturnal anther dehiscence. These problems cause failure of natural pollination. The objective of these studies was to observe the suitable periods and methods of pollination in durian 'Monthong' cultivar by observing in four various methods of pollination such as self – pollination in the same tree at 18.00, self – pollination from other trees at 18.00, self – pollination from other trees at 14.00 and open pollination. The results showed that the percentages of fruit set within 120 days obtained from self – pollination in the same tree at 18.00, self – pollination from other trees at 18.00 and open pollination were similar, whereas self – pollination from other trees at 14.00 revealed fruit retention for only 42 days. The stigmas were both receptive at 14.00 and 18.00. Pollen tubes of self – pollination in the same tree at 18.00 and self – pollination from other trees at 18.00 reached the base of the styles within 12 hours after pollination before the pollen tubes of open pollination and self – pollination from other trees at 14.00 that reached the base of the styles within 24 hours after pollination. The lowest number of germinated pollens and pollen tubes during 6 – 168 hours were obtained from open pollination. The pollen tubes reached the ovary at the micropyle within 72 hours after pollination in all treatments. Open pollination revealed the highest percentage of deformed fruits. These results indicated that self - pollination at 14.00 could not successful due to fruit retention was observed only in 42 days. The fruit shape seemed to be related to the number of pollen tubes. The open pollination produced the highest percentage of deformed fruits due to the low number of pollen tube penetration in the ovaries.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.คณพล จุฑามณี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. นิรันดร์ จันทวงศ์ และอาจารย์ ดร. เมอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์ อาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. วัลลภ อารีรบ และดร. ทรงพล สมศรี ที่กรุณาให้
คำปรึกษาแนะนำในการดำเนินงานวิทยานิพนธ์ รวมทั้งให้ความรู้ และแนวคิดทางด้านวิชาการ
ตลอดจนตรวจแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณวิรัตน์ อุณหเลขจิตและครอบครัว เจ้าของสวนทุเรียนที่ให้ความอนุเคราะห์
แปลงพื้นที่ในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ที่กรุณาเอื้อเฟื้อข้อมูล
เบื้องต้นของทุเรียน เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลห้องกล้องจุลทรรศน์ ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำด้านกล้องจุลทรรศน์แบบ
ฟลูออเรสเซนซ์ ขอขอบคุณ น.ส. ชมมนัส เกียรติโพธา และนิสิตบัณฑิตวิทยาลัยภาควิชา
พฤกษศาสตร์ทุกท่านในการให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยครั้งนี้

ท้ายสุด ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจตลอด
มา และคุณงามความดีของรองศาสตราจารย์ ดร. เสาวณี สาธรวีระพงษ์ ที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือ
และให้คำปรึกษาในช่วงปีแรกของการศึกษา หวังว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จักเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่าน
และผู้ศึกษาวิจัยทุกท่าน ได้มากพอสมควร

ณภัทร ศิริสุนทรลักษณ์

พฤษภาคม 2553

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	28
อุปกรณ์	28
วิธีการ	28
ผลและวิจารณ์	34
ผล	34
วิจารณ์	56
สรุปผลการทดลอง	60
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	61
ภาคผนวก	65
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	77

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะภายนอกของผลในระหว่างวิธีการผสมเกสรทั้ง 3 วิธี	49
2	ลักษณะภายในของผลในระหว่างวิธีการผสมเกสรทั้ง 3 วิธี	50
3	สหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักผลกับลักษณะภายนอกและภายในผลทุเรียน	51
4	สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของเมล็ดกับลักษณะภายนอกและภายในผลทุเรียน	53
ตารางผนวกที่		
1	เปรียบเทียบปริมาณเฉลี่ยของละอองเรณูที่งอกบนยอดเกสรเพศเมีย	69
2	เปรียบเทียบปริมาณเฉลี่ยของหลอดเรณูที่มีการเจริญเข้ามาสู่ส่วนต้นของก้านเกสรเพศเมีย	70
3	เปรียบเทียบปริมาณเฉลี่ยของหลอดเรณูที่มีการเจริญเข้ามาสู่ส่วนกลางของก้านเกสรเพศเมีย	71
4	เปรียบเทียบปริมาณเฉลี่ยของหลอดเรณูที่มีการเจริญเข้ามาสู่ส่วนโคนของก้านเกสรเพศเมีย	72
5	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การติดผลในระหว่างวิธีการผสมเกสรทั้ง 4 วิธี	73
6	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านกว้างของผลตั้งแต่ระยะเวลา 14 วันจนถึงระยะเก็บเกี่ยวที่ 120 วัน	75
7	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านยาวของผลตั้งแต่ระยะเวลา 14 วันจนถึงระยะเก็บเกี่ยวที่ 120 วัน	76

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การงอกของเรณูภายในก้านเกสรเพศเมียที่เวลา 1 ถึง 12 ชั่วโมง	38
2	การงอกของเรณูภายในก้านเกสรเพศเมียที่เวลา 24 ถึง 72 ชั่วโมง	39
3	การงอกของเรณูภายในก้านเกสรเพศเมียที่เวลา 120 ถึง 168 ชั่วโมง	40
4	การเจริญของหลอดเรณูมาถึงอวุลที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมงหลังการผสม เกสรภายในรังไข่ของการทดลองทั้ง 4 ทรีตเมนต์	41
5	การติดผลของทุเรียนพันธุ์หมอนทองหลังการผสมเกสรจนถึงระยะเวลาเก็บ เกี่ยวที่ 120 วัน	43
6	การเจริญเติบโตของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เกิดจากการผสมเกสรต่าง วิธีกันในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน	45
7	เปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ต่อผลผลิตทั้งหมดของรูปร่างทรงผลทุเรียนพันธุ์ หมอนทองที่ระยะเก็บเกี่ยว 120 วัน	47
8	ลักษณะภายในผลของทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เกิดจากการผสมเกสรต่างวิธี กันในระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ 120 วัน	54
9	ลักษณะเมล็ดของทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เกิดจากการผสมเกสรต่างวิธีกัน ในระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ 120 วัน	55
ภาพผนวกที่		
1	การงอกของละอองเรณูบนยอดเกสรเพศเมีย	66
2	การเจริญของหลอดเรณูภายในก้านเกสรเพศเมีย	67
3	ลักษณะทรงผลของทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เกิดจากการผสมเกสรต่างวิธี กันในระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ 120 วัน	68

การศึกษาความสามารถในการถ่ายละอองเรณูและการติดผลของทุเรียนพันธุ์
'หมอนทอง' ในช่วงเวลาและวิธีการผสมเกสรที่ต่างกัน

Studies of Pollination and Fruit Set in Durian (*Durio zibethinus* Murr.) cv.
'Monthong' by Various Periods and Methods of Pollination

คำนำ

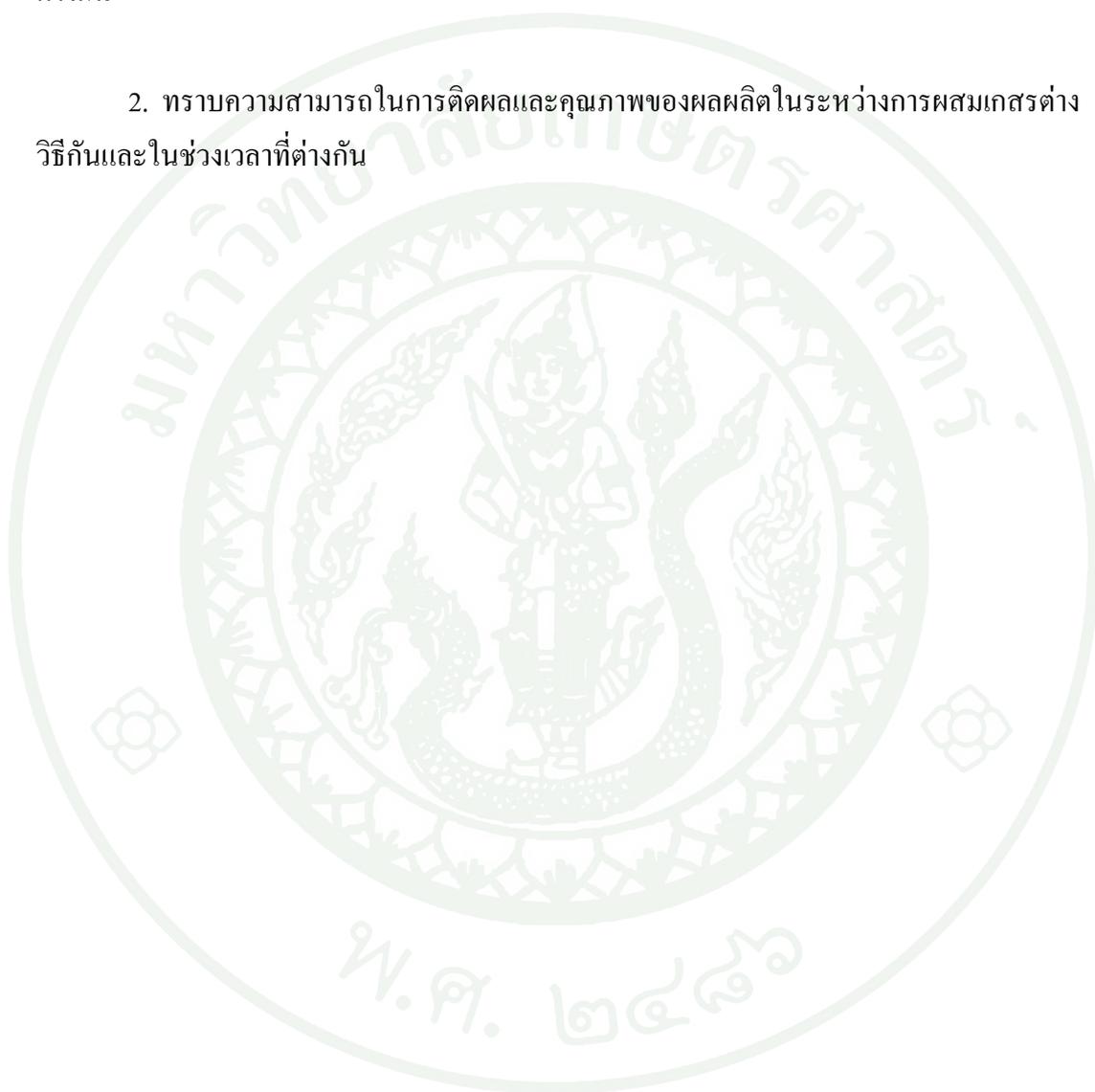
ทุเรียน (*Durio zibethinus* Murray) เป็นไม้ผลตามฤดูกาลเขตร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จัดอยู่ในอันดับ Malvales วงศ์ Bombacaceae สกุล *Durio* มีถิ่นกำเนิดบริเวณหมู่เกาะอินเดียน ป่าดิบชื้นแถบศูนย์สูตรของมาเลเซียและอินโดนีเซีย เป็นไม้ผลที่มีขนาดผลใหญ่ มีหนามแหลม รสชาดหวานมัน มีกลิ่นหอมแรงเฉพาะตัว เดิมนิยมบริโภคในกลุ่มประเทศอาเซียน ปัจจุบันเป็นที่รู้จักกันแพร่หลายและนิยมบริโภคมากขึ้นในภูมิภาคอื่น ๆ ของโลก (วิเชียร, 2546; Lim, 1996; Subhadrabandhu and Ketsa, 2001) ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกทุเรียนรายใหญ่ของโลก ตั้งแต่ปี 2546-2552 เฉลี่ยปีละ 700,129 ตัน โดยในปี 2551 และ 2552 ประมาณการผลผลิต 679,142 ตัน และ 684,104 ตัน ตามลำดับ แหล่งผลิตที่สำคัญคือ ภาคตะวันออก ได้แก่ จันทบุรี ระยอง และตราด และภาคใต้ ได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช (สำนักบริหารการค้าสินค้าทั่วไป, 2552) ทุเรียนที่ปลูกเป็นการค้าในประเทศไทยคือ *Durio zibethinus* Murray พันธุ์ปลูกส่วนใหญ่เจริญมาจากต้นกล้าที่เกิดจากการผสมแบบปล่อยตามธรรมชาติและตั้งชื่อตามลักษณะของรูปทรงผลหรือสีเนื้อผล ผู้คัดเลือกหรือสถานที่ที่พบ (Subhadrabandhu and Ketsa, 2001) ทุเรียนพันธุ์หลักที่ปลูกเป็นการค้าของประเทศไทยที่สำคัญในปัจจุบันมี 3 พันธุ์ ได้แก่ หมอนทอง ชะนี และกระดุม (สำนักงานการค้าภายในจังหวัดจันทบุรี, 2552)

งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการค้นพบว่า สามารถช่วยผสมเกสรดอกทุเรียนในเวลากลางวันได้ เนื่องจากยอดเกสรเพศเมียมีความพร้อมรับการผสมเกสรประมาณ 6 ชั่วโมงก่อนดอกบาน คือ ช่วงเวลาตั้งแต่ 13.00 น. จนถึง 01.00 น. แต่มีการติดผลต่ำกว่าการช่วยผสมเกสรในเวลากลางคืนที่ระยะดอกบาน (Honsho *et al.*, 2007a) และสาเหตุการร่วงของผลทุเรียน มีการสันนิษฐานว่า น่าจะมีความเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ late-acting self-incompatibility เนื่องจากมีการค้นพบว่า การงอกของละอองเรณูบนตัวเอง ซึ่งปรากฏการณ์ late-acting self-incompatibility นี้ เป็นปรากฏการณ์

ยับยั้งหลอดเรณูไม่ให้เข้าปฏิสนธิกับอวุล โดยจะเริ่มทำงานภายใน 4 สัปดาห์หลังจากการปฏิสนธิ (Honscho *et al.*, 2004) จึงเป็นสาเหตุที่ต้องทำการศึกษาความสามารถในการปฏิสนธิของทุเรียนในงานวิจัยครั้งนี้โดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีการช่วยผสมเกสรในเวลากลางวันกับการช่วยผสมเกสรในเวลากลางคืน ซึ่งมีการตั้งสมมติฐาน คือ การช่วยผสมเกสรในเวลากลางวันน่าจะสามารถเกิดการติดผลได้เช่นเดียวกันกับการช่วยผสมเกสรในเวลากลางคืน ในการศึกษานี้จะทำการผสมเกสรทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ ผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ ผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. และผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. เพื่อศึกษาผลกระทบของวิธีการผสมเกสรและระยะเวลาที่มีต่อความพร้อมรับการผสมของยอดเกสรเพศเมีย (stigmatic receptivity) การเจริญของหลอดเรณูภายในก้านเกสรเพศเมีย (pollen tube growth in style) การเจริญของหลอดเรณูภายในรังไข่ (pollen tube growth in ovary) การติดผลและรูปร่างทรงผลของทุเรียนพันธุ์ดังกล่าว

วัตถุประสงค์

1. ทราบความพร้อมรับการผสมของยอดเกสรเพศเมีย การงอกของหลอดเรณูภายในก้านเกสรเพศเมีย และการเจริญของของหลอดเรณูภายในรังไข่ ในระหว่างทริตเมนต์และช่วงเวลาที่ต่างกัน
2. ทราบความสามารถในการติดผลและคุณภาพของผลผลิตในระหว่างการผสมเกสรต่างวิธีกันและในช่วงเวลาที่ต่างกัน



การตรวจเอกสาร

แหล่งกำเนิดและการกระจายพันธุ์

ทุเรียน เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Bombacaceae ซึ่งวงศ์นี้มีสมาชิกประมาณ 27 สกุล ประมาณ 250 ชนิด แพร่กระจายกว้างในเขตร้อน มีอยู่ 5 สกุล (มี 1 สกุลที่มาจากต่างประเทศ) 13 ชนิดที่พบเฉพาะในประเทศไทย (Phengkhai, 2005)

ทุเรียน จัดอยู่ในสกุล *Durio* มีสมาชิกประมาณ 27 ชนิด ในเอเชียเขตร้อน ในประเทศไทย พบเพียง 5 ชนิด คือ ทุเรียนซาเรียน (*D. mansoni* (Gamble) Bakh.) ทุเรียนข้าวตึก (*D. graveolens* Becc.) ทุเรียนนก (*D. lowianus* Scort. ex King.) ทุเรียนนก (*D. griffithii* (Mast.) Bakh.) และ ทุเรียนบ้าน (*D. zibethinus* Murr.) (ทรงพล, 2551; Phengkhai, 1997, 2005)

แหล่งกำเนิดของทุเรียนอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยมีศูนย์กลางของการกระจายพันธุ์อยู่ที่คาบสมุทรมลายู อินโดนีเซีย และหมู่เกาะบอร์เนียว ชนิดของทุเรียนที่นิยมปลูกกันตามบ้านเรือนส่วนใหญ่ คือ *Durio zibethinus* Murr. ซึ่งมีการแพร่กระจายพันธุ์ผ่านคาบสมุทรมลายู ภาคใต้ของไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย หมู่เกาะบอร์เนียว และนิวกินี อีกทั้งยังนำเข้าสู่อินเดีย ศรีลังกา พม่า เวียดนาม และจาไมกาด้วย (Subhadrabandhu and Ketsa, 2001) ทุเรียนในประเทศไทย มีการปลูกทางภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ – ภาคตะวันออกเฉียงใต้ และบริเวณแถบคาบสมุทรมลายู มีการกระจายพันธุ์ทั่วทั้งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พันธุ์ป่าพบในสุมาตรา และบอร์เนียว ปลูกที่ความสูงต่ำกว่าระดับน้ำทะเลจนถึง 300 เมตร ไม่มีรายงานเกี่ยวกับผลที่ปลูกเหนือความสูง 1,000 เมตร (Phengkhai, 2005)

ในสกุล *Durio* นี้ มีอย่างน้อย 6 ชนิด ที่สามารถรับประทานได้ ซึ่งได้แก่ ทุเรียนป่า (*D. dulcis* Becc.), ทุเรียนรากขา (*D. kutejensis* Becc.), ทุเรียนขนยาว (*D. oxleyanus* Griff.), ทุเรียนข้าวตึก (*D. graveolens* Becc.), ทุเรียนเต่า (*D. testudinarum* Becc.) และทุเรียนบ้าน (*D. zibethinus* Murr.) นอกจากนี้ ชนิดที่เหลือจะเป็นทุเรียนที่รับประทานไม่ได้เนื่องจากไม่มีเนื้อหรือมีเนื้อหุ้มเล็กน้อยเฉพาะที่ฐานของเมล็ด ประกอบด้วย *D. acutifolius* (Mast.) Kosterm., *D. affinis* Becc., *D. beccarianus* Kosterm., *D. carinatus* Mast., *D. crassipes* Kosterm., *D. excelsus* Bakh., *D. grandiflorus* (Mast.) Kosterm., ทุเรียนนก (*D. griffithii* Bakh.), *D. kinabaluensis* Kosterm., *D.*

lanceolatus Mast., *D. lissocarpus* Mast., ทุเรียนนกก (*D. lowianus* Scort. ex King.), *D. macrolepis* Ridl., *D. macrophyllus* Ridl., ทุเรียนคอน (*D. malaccensis* Planch. ex Mast.), ทุเรียนซาเรียน (*D. mansoni* Bakh.), *D. oblongus* Mast., ทุเรียนป่า (*D. pinangianus* Ridl.), *D. purpureus* Kosterm. & Soegeng., *D. singaporensis* Ridl. และ *D. wyatt-smithii* Kosterm. (ทรงพล, 2551; Subhadrabandhu and Ketsa, 2001)

การจำแนกพันธุ์ทุเรียน

ทุเรียนสวนและทุเรียนพื้นเมืองที่มีการปลูกในปัจจุบัน (*Durio zibethinus*) แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ได้ 3 กลุ่ม คือ

1. พันธุ์เบา
2. พันธุ์กลาง
3. พันธุ์หนัก

โดยมีหลักในการพิจารณา 2 แบบด้วยกัน คือ

1. พิจารณาจากระยะเวลาตั้งแต่ปลูกถึงให้ผล (กิ่งตอน, กิ่งทาบ เสียบยอด และติดตา)

1.1 ทุเรียนพันธุ์เบา เป็นทุเรียนที่ปลูกแล้วให้ผลครั้งแรกในเวลา 4 – 6 ปี ได้แก่ พันธุ์หลวง กระดุม ชมพูศรี ชะนี ฯลฯ

1.2 ทุเรียนพันธุ์กลาง ใช้เวลาปลูก 6 – 8 ปี จึงจะให้ผล ได้แก่ พันธุ์ก้านยาว หมอนทอง กบต่าง ๆ นัตรสีนาก ฯลฯ

1.3 ทุเรียนพันธุ์หนัก ใช้เวลาในการปลูก 8 ปีขึ้นไปจึงให้ผล ได้แก่ พันธุ์อู้นัก กำป่วน ฯลฯ (วิเชียร, 2546; สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2534)

2. พิจารณาจากระยะเวลาดังแต่เริ่มผลิดอกจนผลแก่ตัดได้

2.1 ทุเรียนพันธุ์เบา ดอกจะเริ่มผลิประมาณเดือนธันวาคม ต้นเดือนกุมภาพันธ์ดอกแต่ละรุ่นจะบานทยอยกันไปจนหมดต้น โดยใช้เวลาประมาณ 8 – 10 วัน ดังนั้น ผลทุเรียนจะแก่เร็วหรือช้าต่างกันประมาณ 8 – 10 วัน เช่นกัน ทุเรียนจะแก่และสุกเก็บได้ประมาณเดือนเมษายน เช่น พันธุ์กระดุมทอง ลวง ชะนี ชมพูศรี ย่ามะหวาด เป็นต้น

ระยะเวลาจากผลิดอกจนถึงตัดผลได้ 163 - 165 วัน

ระยะเวลาจากดอกบานจนถึงผลแก่ใช้เวลา 95 – 105 วัน

2.2 ทุเรียนพันธุ์กลาง เริ่มผลิดอกประมาณกลางเดือนธันวาคม ดอกบานกลางเดือนกุมภาพันธ์ และแก่ตัดได้ประมาณเดือนมิถุนายน เช่น พันธุ์กบต่าง ๆ หมอนทอง

ระยะเวลาจากผลิดอกจนถึงตัดผลได้ 182 – 190 วัน

ระยะเวลาจากดอกบานจนถึงผลแก่ใช้เวลา 105 – 120 วัน

2.3 ทุเรียนพันธุ์หนัก ดอกจะเริ่มผลิพร้อม ๆ กับพันธุ์กลาง คือ ราวเดือนธันวาคม ดอกจะเริ่มบานประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ และแก่ตัดได้ประมาณเดือนกรกฎาคม เช่น พันธุ์ทองย้อย ฉัตร อีหนัก กำป็น เป็นต้น

ระยะเวลาจากผลิดอกจนถึงตัดผลได้ 200 – 210 วัน

ระยะเวลาจากดอกบานจนถึงผลแก่ใช้เวลาตั้งแต่ 120 วันขึ้นไป

ระยะเวลาที่ทุเรียนเริ่มผลิดอกให้ผลนั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพดินฟ้าอากาศ และการปฏิบัติดูแลของเกษตรกร แต่ระยะเวลาดังแต่ดอกบานถึงผลแก่ตัดได้นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ (วิเชียร, 2546; สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2534)

การจัดจำแนกกลุ่มพันธุ์ทุเรียน

การจัดจำแนกกลุ่มทุเรียนไทยเป็นการจำแนกภายใต้ระดับ species พบว่าลักษณะสามารถใช้เป็นเครื่องจำแนกทุเรียนไทย ได้แก่ รูปร่างใบ ปลายใบ ฐานใบ ทรงผล และหนามผล ซึ่งเป็นลักษณะที่ค่อนข้างคงที่ไม่แปรปรวนไปตามสภาพแวดล้อม การจัดจำแนกกลุ่มพันธุ์ทุเรียนพอจะจำแนกออกได้เป็น 6 กลุ่ม (หิรัญและคณะ, 2546) ดังนี้

1. กลุ่มกบ มีลักษณะรูปร่างใบ (leaf shape) เป็นแบบ oval – oblong ลักษณะปลายใบ (leaf apex) เป็นแบบ acuminate – curve ลักษณะฐานใบ (leaf base) เป็นแบบ rounded – obtuse ลักษณะของผลกลุ่มกบนี้จะกระจายอยู่ใน 3 ลักษณะ คือ กลม (rounded) กลมรี (oval) กลมแป้น (oblate) มีรูปร่างของหนามผล (fruit spine shape) มีลักษณะโค้งงอ (hooked)

พันธุ์ทุเรียนที่จำแนกอยู่ในกลุ่มกบ เช่น กบแม่เต่า กบเล็บเหยี่ยว กบตาขำ เป็นต้น

2. กลุ่มดวง มีลักษณะรูปร่างใบ (leaf shape) รูปไข่ขอบขนาน (oval - oblong) ลักษณะปลายใบ (leaf apex) แหลมเรียว (acuminate - acute) ลักษณะฐานใบ (leaf base) แหลม (acute) และมน (obtuse) ลักษณะทรงผลกระจายอยู่ใน 2 ลักษณะ คือ ทรงกระบอก (cylindroidal) และรูปรี (elliptic) ลักษณะหนามผลเว้า (concave)

พันธุ์ทุเรียนที่จำแนกอยู่ในกลุ่มดวง เช่น ดวงทอง ชะนี ชมพูศรี ขำมะหาด เป็นต้น

3. กลุ่มก้านยาว มีลักษณะรูปร่างใบ (leaf shape) ป้อมปลายใบ (obovate - lanceolate) ลักษณะปลายใบ (leaf apex) เรียวแหลม (acuminate) ลักษณะฐานใบ (leaf base) เรียว (cuneate - acute) ลักษณะทรงผลเป็นรูปไข่กลับ (obovate) และรูปกลม (rounded) รูปร่างหนามผลนูน (convex)

พันธุ์ทุเรียนที่จำแนกอยู่ในกลุ่มก้านยาว เช่น ก้านยาว ทองสุก เป็นต้น

4. กลุ่มกำป็น มีลักษณะรูปร่างใบ (leaf shape) ยาวเรียว (linear - oblong) ลักษณะปลายใบ (leaf apex) เรียวแหลม (caudate - acuminate) ลักษณะฐานใบ (leaf base) แหลม (acute) ลักษณะทรงผล ทรงขอบขนาน (oblong) รูปร่างหนามผลแหลมตรง (pointed)

พันธุ์ทุเรียนที่จำแนกอยู่ในกลุ่มกำป็น เช่น กำป็นเดิม (กำป็นขาว) กำป็นแดง หมอนทอง เป็นต้น

5. กลุ่มทองย้อย มีลักษณะรูปร่างใบ (leaf shape) แบบป้อมปลายใบ (obovate - lanceolate) ลักษณะปลายใบ (leaf apex) เรียวแหลม (acuminate) ลักษณะฐานใบ (leaf base) มน (obtuse) ลักษณะทรงผลเป็นรูปไข่ (ovate) รูปร่างหนามผลนูนปลายแหลม (pointed - convex)

พันธุ์ทุเรียนที่จำแนกอยู่ในกลุ่มทองย้อย เช่น ทองย้อยเดิม ทองย้อยฉัตร ธานี หวาน นกหยิบ เป็นต้น

6. กลุ่มเบ็ดเตล็ด ทุเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้มีลักษณะไม่แน่ชัด บางลักษณะอาจเหมือนกับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งใน 5 กลุ่มแรก ขณะเดียวกันก็มีลักษณะที่ผันแปรออกไป เช่น รูปร่างใบ (leaf shape) จะมีลักษณะป้อมกลางใบ (elliptical) หรือรูปไข่ขอบขนาน (oval - oblong) ลักษณะของปลายใบ (leaf apex) เป็นแหลมเรียว (acuminate - acute) หรือ cuspidate - acuminate ลักษณะฐานใบ (leaf base) แหลม (acute) หรือ มน (obtuse) ลักษณะทรงผลกระจายกันอยู่ใน 3 ลักษณะ คือ กลมแป้น (oblate) กลมรี (oval) และทรงกระบอก (cylindroidal) หนามผลมีลักษณะเว้าปลายแหลม (pointed - concave) หรือนูนปลายแหลม (pointed - convex)

พันธุ์ทุเรียนที่จำแนกอยู่ในกลุ่มเบ็ดเตล็ด เช่น กลุ่มกะเทยต่าง ๆ กระจุมทอง อีหนัก พวงมณี เป็นต้น (สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ, 2544)

ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

ชื่อพันธุ์	:	หมอนทอง (Monthong)
ชื่อสามัญ	:	ทุเรียน (Durian)
ชื่อวิทยาศาสตร์	:	<i>Durio zibethinus</i> Murray
ประวัติ	:	เพาะจากเมล็ดกำป่น แหล่งที่ค้นพบ: จ.จันทบุรี จ.ระยอง
สถานภาพพันธุ์	:	พันธุ์พื้นเมือง

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

ลำต้น

1. ทรงพุ่มรูปกรวยต่ำ
2. ลำต้นสีออกน้ำตาล
3. การแตกกิ่งก้านไม่เป็นระเบียบ กิ่งมักจะแตกออกตั้งฉากกับลำต้น แต่เนื่องจากกิ่งอ่อนจึงทำให้กิ่งลู่ลง ขนาดของโคนกิ่งไม่ใหญ่จึงไม่แข็งแรง ขณะเดียวกันมักยาวมากจึงทำให้กิ่งทอดลง แต่กิ่งที่แตกออกมาใหม่ ๆ ปลายกิ่งจะชูขึ้นตามปกติ แต่เมื่อกิ่งเจริญขึ้นกิ่งก็จะทอดลงมาเรื่อย ๆ

ใบ

1. ใบยาวเรียว (linear – oblong) แตกต่างจากพันธุ์อื่นๆ
2. ความกว้างของใบค่อนข้างสม่ำเสมอ โคนใบและปลายใบเกือบเท่ากัน
3. ปลายใบเรียวแหลม (acuminate) โคนงอเล็กน้อย ฐานใบแหลม (acute)

ดอก

1. รูปไข่ยาวรีค่อนข้างอวบ
2. ช่อดอกใหญ่ยาว
3. ดอกตูมจะมีสีทองบรอนซ์ รูปร่างเป็นขอบขนาน (oblong) ปลายดอกตูมแหลม (acute)

ผล

1. ผลค่อนข้างยาวใหญ่ น้ำหนักประมาณ 3 – 4 กิโลกรัม
2. ปลายผลแหลม (pointed) ฐานผลแบน (flattened) ช่ผลใหญ่ค่อนข้างยาว
3. ก้านผลรูปร่างขอบนูน (lip) ความยาวก้านผลปานกลาง (medium) 5 – 11 เซนติเมตร
4. หนามผลรูปร่างแหลม (pointed) มีหนามผลรอบจุดศูนย์กลางผล หนามปลายผลตรง (vertical spine) หนามรอบช่ผลงุ้มเข้า (hooked)
5. หนามห่างระหว่างร่องหนามทุก 1 – 2 ตารางนิ้ว จะมีหนามเล็กๆ เรียกว่า “เขี้ยวงู” ขึ้นแซมอยู่

6. พูมมูนเห็นเด่นชัด
7. เนื้อสีเหลืองอ่อน ละเอียดแห้ง กลิ่นไม่จัด

(สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2534; สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ, 2544)

ลักษณะทางการเกษตร

การเจริญเติบโตของต้น (growth habit): เรื้อ; การออกดอก (flowering): มาก (abundant); การติดผล (fruit setting): มาก (abundant); ผลผลิตต่อต้นเมื่ออายุได้ 15 ปี (fruit bearing): 70 – 80 ผล; ความยาวผล 26 เซนติเมตร; ความกว้างผล 21 เซนติเมตร; เส้นรอบวงผล 65 เซนติเมตร; น้ำหนักผล (fruit weight) 4 กิโลกรัม; ความกว้างปากปลิง 2.5 เซนติเมตร; ความยาวจากช่ผลถึง

ปากปลิง 16.5 เซนติเมตร; น้ำหนักเนื้อ (flesh weight) 1,140 กรัม; ความหนาเนื้อ (flesh thickness) 2.21 เซนติเมตร; สีเนื้อผลสุก (flesh colour of ripe fruit) Yellow 8C; กลิ่นของเนื้อ (flesh aroma): มีกลิ่นอ่อน (mild); รสชาติของเนื้อ (taste) หวานมันพอดี; ลักษณะของเนื้อ (flesh texture) หยาบ (coarse); เส้นใยในเนื้อ (fibrous) : มี; ปริมาณน้ำในเนื้อ (fruit juiciness) ปานกลาง (intermediate); น้ำหนักเปลือก (husk weight) 2,300 กรัม; สีเปลือก (husk colour) Yellowish-Green 160D; จำนวนเมล็ดลืบต่อเมล็ดเต็ม 76/24; ขนาดของเมล็ด (seed size) : ความกว้าง (width) 3 เซนติเมตร; ความยาวเมล็ด 5.5 เซนติเมตร; รูปทรงของเมล็ด (seed shape) : ขอบขนาน (oblong); น้ำหนักเมล็ด (seed weight) 140 กรัม; ฤดูกาลเก็บเกี่ยว (harvesting season) ตรงฤดูกาล (season); อายุการเก็บเกี่ยว (harvesting index) 130 วัน (สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ, 2544)

ข้อดีของพันธุ์หอมทอง

1. ตลาคภายในและต่างประเทศต้องการมาก และราคาสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ
2. การเจริญเติบโตดีมาก
3. การติดผลดีมาก และน้ำหนักผลดี และเมื่อผลสุกแล้วเก็บได้นาน
4. มีเนื้อมาก เมล็ดม้กลีบ มีกลิ่นน้อย เนื้อละเอียดแห้งไม่ละ
5. ไม่ค่อยเป็นไส้ซึม

ข้อเสียของพันธุ์หอมทอง

อ่อนแอต่อโรครากเน่า และโคนเน่า (สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2534)

พัฒนาการของดอกทุเรียน

ทุเรียนจะเริ่มออกดอกประมาณเดือนพฤศจิกายน ระยะเวลาในการพัฒนาตั้งแต่ระยะไข่ปลาดจนถึงดอกบาน ใช้เวลาประมาณ 60 วัน ดอกจะเริ่มบานและติดผลในเดือนมกราคม ผลจะมีการพัฒนาการจนแก่ และเก็บเกี่ยวได้ในราวเดือนเมษายน (หิรัญ และคณะ, 2546)

การออกดอก

ช่อดอกทุเรียนแต่ละช่อ จะมีดอกถึง 30 ดอก แต่จะมี 2 หรือ 3 ดอก เท่านั้นที่เจริญไปเป็นผลจนถึงเก็บเกี่ยวได้ แต่ละดอกที่แตกมาจากช่อเดียวกันจะพัฒนาไม่พร้อมกัน หลังจากเกิดตาดอกประมาณ 40 – 50 วัน กระบวนการสร้างดอกจะเสร็จสมบูรณ์จะเห็นดอกตูมชัดเจน กลีบดอกสีขาวจะโผล่พ้นออกมา ซึ่งมักจะเกิดขึ้นในช่วงเช้าประมาณ 8.00 – 9.00 น. และเกสรเพศเมียพร้อมที่จะรับการผสมในตอนบ่าย ช่วง 14.00 – 15.00 น. จะสังเกตได้จากเกสรเพศเมียโผล่ยื่นออกมาจากดอก ดอกบานเต็มที่ตั้งแต่เวลา 16.00 – 17.00 น. และละอองเรณูพร้อมที่จะผสมเมื่อเวลา 18.00 – 19.00 น. (Subhadrabandhu and Ketsa, 2001)

ขั้นตอนการเจริญของดอกทุเรียน แบ่งเป็น 6 ระยะ ดังนี้

1. ระยะไข่ปลา คือ ระยะตั้งแต่ดอกเริ่มผลิจะสังเกตเห็นเป็นตุ่มเล็กๆ คล้ายไข่ปลา มีสีน้ำตาลอ่อนปนเขียว ขนาดเล็กมาก
2. ระยะเหยียดดินหนู หรือ ระยะตาปู เป็นระยะหลังจากระยะไข่ปลา พักตัวไปชั่วระยะหนึ่ง แล้วเจริญออกมาเป็นดอกเล็กๆ ยื่นออกมาจากกิ่ง ลักษณะคล้ายกับตาของปู
3. ระยะลูกกระดุม หรือระยะมะเขือพวง จากระยะเหยียดดินหนูดอกจะเจริญต่อไป ส่วนที่เป็นดอกจะกลมคล้ายกระดุมเลื้อยขึ้น ก้านดอกจะยื่นยาวออกมาเห็นชัดเจนดูเหมือนช่อมะเขือพวง
4. ระยะหัวกำไล หลังจากระยะกระดุมดอกจะเจริญอย่างรวดเร็ว ทั้งด้านกว้างและด้านยาว ดอกจะมีสีเทาปนเขียว เกสรที่อยู่ภายในจะเจริญคั่นส่วนของดอกให้ยื่นแหลมออกมาเล็กน้อย ลักษณะคล้ายหัวกำไลเท้าของเด็ก
5. ระยะดอกบาน เมื่อระยะหัวกำไลเจริญถึงที่สุด เกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียจะขยายตัวดันออกมาโดยชั้นแรกกลีบเลี้ยง (bract) จะแตกออกเป็น 2 ซีก แล้วกลีบรองดอก (calyx) และกลีบดอก (corolla) จะขยายกลีบออก
6. ระยะปิ่น หรือไม้กั๊ด หรือระยะหางแย้ เมื่อดอกบานก็จะเกิดการผสมพันธุ์ระหว่างเกสรตัวผู้และตัวเมีย หลังจากนั้นแล้วกลีบดอก และก้านเกสรตัวผู้จะเริ่มร่วงหลุดออกหมด เหลือแต่เกสรตัวเมีย มีลักษณะเป็นก้านยาว ติดห้อยอยู่กับกิ่งคล้ายกับไม้กั๊ดหรือปิ่นปักผม (สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2534)

การผสมเกสรดอกทุเรียน

โดยทั่วไปทุเรียนมีประสิทธิภาพในการผสมตัวเองต่ำ ดังนั้น จึงต้องการการผสมข้าม เพื่อให้รูปทรงผลดี รังไข่จะพัฒนาไปเป็นผลหลังจากอวุลที่อยู่ภายในเกิดการปฏิสนธิกับละอองเรณู หลังจากการปฏิสนธิสิ้นสุด อวุลจะสร้างเป็นเมล็ดขึ้นมา จำนวนอวุลที่เหมาะสมในรังไข่ ต้องได้รับการผสมเพื่อว่าทรงผลจะมีรูปร่างดี ดอกทุเรียนที่ไม่ได้รับการผสมทุกอวุลจะส่งผลต่อการพัฒนาของผลที่มีคุณภาพต่ำ ขนาดเล็ก และรูปร่างทรงผลบิดเบี้ยว โดยทั่วไป ทรงผลที่บิดเบี้ยวเป็นผลมาจาก ช่อง locule ที่ว่าง ซึ่งเกิดจากการสร้างเมล็ดไม่สมบูรณ์ รูปทรงผลเป็นปัจจัยเชิงคุณภาพปัจจัยหนึ่งของทุเรียน (Sapit and Nanthachai, 1994; Subhadrabandhu and Ketsa, 2001)

การผสมข้ามสามารถช่วยแก้ปัญหาของการติดผลในทุเรียนที่เห็นผลอย่างแน่นอนได้ จากผลการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า ระดับความสำเร็จในการผสมเกสรจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ พันธุ์ชะนีจะทำการผสมข้ามได้ผลดีกว่าพันธุ์อื่น นอกจากนี้การผสมข้ามสามารถพัฒนาทั้งรูปทรงผลและขนาดผลได้ ถ้าสามารถจับคู่พันธุ์ที่เหมาะสม (ทรงพล, 2530)

ในการช่วยผสมเกสร สามารถทำได้ในดอกทั้ง 2 ระยะ คือ ระยะดอกบาน หรือระยะดอกที่ยังตูมอยู่ แต่กลีบรองดอก (epicalyx) ปรือออกแล้ว ถ้าทำในระยะดอกตูม จะต้องทำการตัดเกสรเพศผู้ ออกให้หมดเสียก่อน โดยดอกตูมที่โผล่กลีบดอกแฉ่มออกมาเป็นระยะดอกที่เหมาะสมในการทำ emasculation ซึ่งจะทำได้ในเวลาตอนบ่ายแก่ ๆ เกสรตัวผู้ที่จะใช้ผสมได้จากดอกที่เก็บไว้ 2 – 3 ชั่วโมง ก่อนดอกบาน และจุ่มก้านดอกในน้ำ เพื่อให้ดอกสดเหมือนเดิม อาจเก็บไว้ในตู้เย็นได้เพื่อยืดอายุการใช้งาน ในการผสมเกสร จะทำโดยใช้พู่กันปัดอับเรณู แล้วนำไปแตะลงบนยอดเกสรเพศเมีย จากการศึกษาพบว่า การผสมเกสรในระยะดอกตูม จะมีอัตราการติดผลที่สูงกว่าการผสมในระยะดอกบาน (Subhadrabandhu and Ketsa, 2001; Honsho *et al.*, 2007a) นอกจากนี้ การศึกษาของ Honsho *et al.* (2007a) ยังพบว่า มีการติดผลเกิดขึ้นในช่วงเวลาทำการผสมเกสรก่อนระยะดอกบาน 6 ชั่วโมง โดยกำหนดให้เวลา 19.00 น. เป็นระยะดอกบาน

การช่วยผสมเกสรทุเรียนสามารถแก้ปัญหาคัดผลน้อยของทุเรียนได้แน่นอน และทำให้มีลักษณะรูปทรงผลสวย ส่วนลักษณะภายในของผลทุเรียน ส่วนใหญ่ไม่แตกต่างจากผลที่ปล่อยให้ผสมเกสรตามธรรมชาติ ทั้งลักษณะเนื้อ สีเนื้อ รสชาติ น้ำหนักเนื้อต่อน้ำหนักเมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดิบ แต่มีแนวโน้มได้เมล็ดเต็มมากขึ้นและมีจำนวนเมล็ดต่อผลมากขึ้น (ทรงพล, 2530)

การติดผลของทุเรียน

การติดผลของทุเรียน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพจากดอกไปเป็นผลอ่อน เกิดขึ้นหลังจากประสบความสำเร็จในการถ่ายละอองเกสร แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ

1. การถ่ายละอองเกสร (pollination)
2. การปฏิสนธิ (fertilization)

โดยปกติ กระบวนการผสมเกสรของทุเรียน ใช้เวลาประมาณ 72 ชั่วโมง ลักษณะภายนอกที่สังเกตเห็นได้ คือ ผลมีสีเขียวสดใสขึ้น รังไข่ (ovary) มีการขยายตัวทำให้เกิดการบิดตัว ปลายก้านเกสรเพศเมียจะชี้ขึ้น ชาวสวนเรียกว่า “ พลิกลูก ”

ข้อจำกัดของการติดผล

อาจเกิดจากตัวพืชเองหรือเกิดจากปัจจัยแวดล้อม มีผลทำให้กระบวนการผสมเกสรไม่สามารถดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง การติดผลจึงล้มเหลว ข้อจำกัดของการติดผล จำแนกเป็น

1. ไม่มีละอองเรณูตกลงปลายยอดเกสรเพศเมีย หรือมีน้อยมาก

การมีละอองเรณูปริมาณมากอยู่บนปลายยอดเกสรเพศเมีย หลังจากมีกระบวนการถ่ายละอองเรณู จะทำให้มีปริมาณฮอร์โมนออกซินและจิบเบอเรลลินมากขึ้น จึงมีโอกาสติดผลได้มากกว่า การมีละอองเรณูน้อย ละอองเรณูของทุเรียนมีเมือกเหนียวหุ้มอยู่โดยรอบ ทำให้จับกันเป็นก้อนเหนียว ไม่สามารถถูกลมพัดพาไปได้ ต้องอาศัยแมลงหรือค้างคาวช่วยในการผสมเกสร และเนื่องจากดอกทุเรียนบานในเวลากลางคืน จึงมีแมลงช่วยในการผสมเกสรน้อย ดังนั้นการผสมเกสรจึงเกิดขึ้นได้ยากในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ จึงต้องมีการช่วยผสมเกสร (หิรัญและคณะ, 2546)

Honsho *et al.* (2004b) รายงานว่า จากการศึกษาการติดผลในทุเรียนไทย 4 พันธุ์ คือ หมอนทอง กระจุกทอง ชะนี และ พวงมณี พบว่าการติดผลหลังจากการผสมแบบปล่อยตามธรรมชาติ มีค่าต่ำมากที่สุด เมื่อเทียบกับการทดสอบหลังการช่วยผสมในทุกๆพันธุ์ อาจเนื่องมาจากการผสมเกสรไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ ความห่างกันระหว่างอับเรณูกับยอดเกสรเพศเมีย เนื่องจาก

ความแตกต่างในเรื่องความยาวของ ก้านชูเกสรเพศเมียกับก้านชูเกสรเพศผู้ ก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การถ่ายละอองเรณูตามธรรมชาติเป็นไปได้ยากยิ่งขึ้น (Honsho *et al.*, 2007b)

ทรงพล (2532) ศึกษาการติดผลในพันธุ์แม่หมอนทองในปี พ.ศ. 2531 พบว่า เมื่ออายุได้ 14 วันหลังผสมเกสร ทูเรียนพันธุ์หมอนทองผสมเกสรตามธรรมชาติ ผสมเกสรด้วยเรณูพันธุ์นกหีบ ชะนี และกบพิกุลทอง ไม่ติดผลเลย ในขณะที่ผสมเกสรด้วยเรณูหมอนทองต่างต้นติดผลมากที่สุด รองลงมา คือ ผสมเกสรด้วยเรณูพันธุ์ชมพูศรี ก้านยาว และกระดุมทอง ตามลำดับ และเมื่ออายุ 129 วันหลังผสมเกสร ผสมเกสรด้วยเรณูหมอนทองต่างต้นมีการติดผลมากที่สุด รองลงมา คือ ผสมเกสรด้วยเรณูพันธุ์ชมพูศรี ในปี พ.ศ. 2531 การติดผลของหมอนทองไม่ดี อาจเนื่องมาจากต้นที่ทำการทดลองมีการแตกใบอ่อนมากขณะที่ดอกกำลังบานและติดผลอ่อน ต่อมาได้ทดลองซ้ำใหม่ในปี พ.ศ. 2532 พบว่า เมื่ออายุ 14 วันหลังผสมเกสร พันธุ์หมอนทองผสมด้วยเรณูพันธุ์ชะนี ก้านยาว กระดุมทอง ชมพูศรี และหมอนทองต่างต้น ติดผลมากที่สุดตั้งแต่ 76.14 – 89.64% โดยผสมด้วยเรณูพันธุ์ชมพูศรี ติดผลมากที่สุดเท่ากับ 89.64% ในขณะที่ผสมด้วยเรณูพันธุ์กบพิกุลทองและนกหีบ ติดผล 48.58 และ 48.26% ตามลำดับ แต่ก็ยังสูงกว่าทูเรียนพันธุ์หมอนทองที่ผสมปล่อยตามธรรมชาติซึ่งมีการติดผลน้อยที่สุด 44.32% และเมื่ออายุ 126 วันหลังผสมเกสร พบว่า พันธุ์แม่หมอนทองผสมด้วยเรณูพันธุ์ชะนีติดผลมากที่สุด รองลงมา คือ ผสมด้วยเรณูพันธุ์กระดุมทอง ก้านยาว และชมพูศรี ในขณะที่พันธุ์หมอนทองผสมปล่อยตามธรรมชาติติดผลน้อยที่สุด คือ 4.91% การติดผลในปี พ.ศ. 2532 ดีกว่าในปี พ.ศ. 2531 มาก เนื่องจากต้นที่ทำการทดลองในปี พ.ศ. 2532 มีสภาพต้นสมบูรณ์ ใบหนาแน่น และไม่มีการแตกใบอ่อนช่วงดอกกำลังบาน มีอาหารสะสมเพียงพอ ทำให้สามารถเลี้ยงผลอ่อนที่ติดจนกระทั่งถึงเก็บเกี่ยวได้

2. ความไม่พร้อมของเกสรเพศเมียและเกสรเพศผู้ในกระบวนการถ่ายละอองเรณู

ดอกทูเรียนซึ่งเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (protogynous type) ในพันธุ์หมอนทอง กลีบดอกสีขาวจะแย้มเวลาประมาณ 9.00 น. เกสรเพศเมียมีความพร้อมที่จะรับการผสม 13.30 น. ดอกบานเต็มที่เมื่อเวลา 16.45 น. ในขณะที่ละอองเรณูที่อยู่ภายในอับเรณูยังไม่พร้อมที่จะถูกปล่อยออกมา แม้ว่าดอกจะบานแล้วก็ตาม เมื่อนำเอาละอองเรณูเหล่านี้มาผสมกับเกสรเพศเมีย พบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกของเรณูจะต่ำมาก ละอองเรณูจะเริ่มปล่อยออกมาและพร้อมผสมเมื่อเวลาประมาณ 18.00-19.00 น. ของวันเดียวกัน เช้าวันรุ่งขึ้น ทุกส่วนของดอกยกเว้นเกสรเพศเมียจะร่วงหมด ดังนั้น จึงต้องมีช่วงเวลาที่มียประสิทธิภาพในการผสมเกสร (effective pollination period หรือ EPP) ที่แน่นอน

ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อช่วงเวลาดังกล่าวนี้ ได้แก่ ความพร้อมของยอดเกสรเพศเมีย (stigma receptivity) การเจริญของหลอดเรณูภายในก้านชูเกสรเพศเมียและควมมีชีวิตของออวูล (ovule longevity) (นิรันดร์, 2545; หิรัญและคณะ, 2546; Subhadrabandhu and Ketsa, 2001; Honsho *et al.*, 2007a)

ผลจากการช่วยผสมเกสรที่ระยะดอกบาน (anthesis) พบว่า ดอกทุเรียนมีความพร้อมที่จะรับการผสม และมีอัตราการติดผลสูง EPP ของทุเรียนสั้นมากและมีความยาวนานแค่ 1 คืนเท่านั้น การติดผลที่เกิดจากการผสมในตอนเช้าหลังดอกบาน มีตั้งแต่ 0-3.4 % ไม่มีการติดผลเกิดขึ้นในการผสมเกสรหลังจากดอกบานผ่านไป 24 ชั่วโมงหรือมากกว่า ดอกทุเรียนสามารถพร้อมรับการผสมได้หลายชั่วโมงก่อนดอกบาน อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาโดยกล้องฟลูออเรสเซนซ์ พบว่า เรณูสามารถออกได้บนยอดเกสรเพศเมียในช่วงการผสมเกสรหลังจากดอกบาน 48 ชั่วโมง แต่จำนวนหลอดเรณูที่ยอดก้านชูเกสรเพศเมียลดลงจาก 34.6 (ที่ดอกบาน) จนถึง 0.5 (48 ชม.หลังดอกบาน) และชี้ให้เห็นว่าการแทงหรือการยืดยาวของหลอดเรณูภายในก้านชูเกสรเพศเมียถูกยับยั้ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการลดลงของสารอาหารหล่อเลี้ยงจากเกสรเพศเมียที่มาเลี้ยงหลอดเรณู สิ่งนี้อาจจะเป็นปัจจัยจำกัดของ EPP ในทุเรียน (Honsho *et al.*, 2007a)

จากการศึกษา พบว่า EPP ของทุเรียนที่ระยะ 12 ชั่วโมงหลังดอกบาน (hours from anthesis หรือ HFA) จะต่อเนื่องจนถึงเช้า เพอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุดอยู่ที่ระยะเวลา 6 HFA และที่ระยะดอกบาน ซึ่งทำการศึกษาที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี สวนทุเรียนในจันทบุรีและตราด ในทุกพื้นที่ที่ทำการทดลอง ไม่มีการติดผลเกิดขึ้นเลยที่ระยะหลังจาก 24 HFA ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เกิดการสูญเสียประสิทธิภาพของเรณูมากที่สุด การผสมที่ไม่สมบูรณ์ในวันหลังจากดอกบาน ทำให้เกิดผลคุณภาพต่ำได้ การติดผลเปอร์เซ็นต์สูงและคงที่ สามารถเกิดขึ้นได้โดยการผสมล่วงหน้า 2-3 ชั่วโมงก่อนดอกบาน เนื่องจากเกสรเพศเมียพร้อมผสมแล้ว เมื่อยอดเกสรเพศเมียแทงโผล่พ้นดอกตูม (Honsho *et al.*, 2007a)

3. เพอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของเรณู

ความมีชีวิต ความสมบูรณ์แข็งแรง และความสามารถในการออก รวมทั้งการเจริญของหลอดเรณู เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์และเอื้อต่อกัน ถ้าเรณูมีความมีชีวิตสูง สามารถงอกได้เร็ว การเจริญเติบโตของหลอดเรณูดี โอกาสติดผลดีก็มีสูง ละอองเรณูของทุเรียนแต่ละพันธุ์ จะมีเพอร์เซ็นต์ความมีชีวิตต่างกัน ของพันธุ์หมอนทอง ก้านยาว กระจุกทองและชะนี ที่เพิ่งปล่อยจากอับเรณู จะมีค่าประมาณ 85-90% ของจำนวนเรณูทั้งหมด ข้อมูลของลักษณะสัณฐานวิทยาของการ

แตกของอับเรณูและช่วงชีวิตของเรณู จำเป็นต่อความสำเร็จในการช่วยผสมเกสร นอกจากนี้วิธีการยืดอายุเรณูจึงจำเป็นสำหรับการผสมเกสรในเวลาที่เหมาะสม รวมทั้งการเคลื่อนย้ายเรณูระหว่างสวน

มีการศึกษาการแตกของอับเรณู ตรวจสอบช่วงชีวิตของเรณู และผลของการยืดอายุของเรณูโดยวิธี desiccation ในทุเรียน 4 พันธุ์คือ หมอนทอง ชะนี กระจุกทอง และพวงมณี ผลการงอกในหลอดทดลอง ที่ระยะดอกบาน พบว่าทั้งหมด มีเปอร์เซ็นต์การงอกตั้งแต่ 40.2-52.9% และที่ 24 ชม. หลังจากดอกบาน พบว่าความสามารถในการงอกจะลดลง แต่ยังคงสูงกว่า 40% การงอกของเรณูทุกพันธุ์จะลดลงใกล้ศูนย์ที่ 120 ชั่วโมงหลังจากดอกบาน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0, 12 และ 24 ชั่วโมงหลังจากดอกบาน ละอองเรณูยังคงมีประสิทธิภาพการงอกจนถึงเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมงหลังจากดอกบาน เกสรเพศผู้จะร่วงภายใน 12 ชั่วโมงขณะดอกบาน แสดงว่า ละอองเรณูในอับเรณูสามารถมีชีวิตอย่างน้อย 12 ชั่วโมง จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการทำ desiccation โดยการเก็บรักษาเรณูไว้ใน desiccator ที่มี silica gel อยู่ มีประสิทธิภาพในการยืดอายุของเรณูได้ ก่อนนำเรณูมาทำการผสมเกสร จะต้องทำการ rehydration ก่อนเพื่อให้คืนความสามารถในการงอกดั้งเดิม เมื่อนำเรณูแห้งมาเลี้ยงบนอาหารพบว่า ไม่มีการงอก (0%) แต่ถ้าทำ rehydration นาน 12 ชั่วโมง (ทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง 27°C ความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 70%) จะให้ผลการงอกถึง 47%

ในการศึกษาการงอกในหลอดทดลองของเรณูหมอนทอง พบว่า ความเข้มข้นของซูโครสที่เหมาะสมคือ 10% และ โปแทสเซียมเป็นธาตุที่มีความสำคัญมากที่สุดสำหรับการงอก ละอองเรณูมีความสามารถในการงอกถึง 24 ชม. หรือมากกว่าและอย่างน้อย 5 วัน ภายใต้สภาวะ desiccation ผลจากการศึกษานี้นำมาซึ่งวิธีการใหม่ในการช่วยผสมเกสร เช่น การเคลื่อนย้ายเรณูจากสวนที่ห่างไกล และการผสมเกสรในช่วงกลางวันก็สามารถกระทำได้ (หิรัญและคณะ, 2546 ; Honsho *et al.*, 2007b)

4. สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการงอกของละอองเรณู

สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง เช่น อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป ฝนตก น้ำค้างจัด และลมแรง เป็นต้น มีส่วนทำให้ความมีชีวิต ความเร็ว ความสามารถในการงอกและการเจริญของหลอดเรณูด้อยลง ความเข้มข้นของน้ำหวานที่บริเวณปลายยอดของเกสรเพศเมียของทุเรียน ประมาณ 20-25% ซึ่งเหมาะมากสำหรับการงอกและการเจริญของหลอดเรณู เมื่อมีฝนตกหรือน้ำค้างจัดในขณะดอกบานและพร้อมที่จะผสมเกสร น้ำฝนหรือน้ำค้างจะทำให้ น้ำหวานเจือจางลงกว่าปกติจนไม่

เหมาะต่อการงอกของละอองเรณู นอกจากทำให้น้ำหวานปลายเกสรตัวเมียเจือจางแล้ว ฝนและน้ำค้างจะชะล้างละอองเกสรให้หลุดร่วงไปจากปลายเกสรตัวเมียอีกด้วย หรือถ้าฝนตกในขณะที่ดอกกำลังบาน จะทำให้การติดผลน้อยลง น้ำฝนอาจชะเอาละอองเกสรออกจากอับเรณูหรือทำให้อับเรณูแตกแยกขึ้น (แสวง, 2527; หิรัญและคณะ, 2546; กรมวิชาการเกษตร, 2547) ถ้าความชื้นในอากาศน้อยเกินไป จะทำให้ยอดเกสรตัวเมียและก้านเกสรตัวเมียแห้งเหี่ยว เป็นอุปสรรคต่อการงอกของเกสรตัวผู้ (แสวง, 2527)

5. ความไม่สมบูรณ์ของไขภายในรังไข่

ไขที่อยู่ภายในรังไข่ไม่สมบูรณ์ซึ่งอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอกไม่เหมาะสมในช่วงที่ไขกำลังมีการพัฒนาหรืออาจเนื่องจากต้นไม่สมบูรณ์ (หิรัญและคณะ, 2546)

6. การเข้ากันไม่ได้ของละอองเรณูและเกสรเพศเมีย (Self-incompatibility)

เป็นปรากฏการณ์ที่พืชต้นเดียวกันหรือพันธุ์เดียวกันแต่ต่างต้นกันซึ่งปกติแล้วมีเซลล์สืบพันธุ์ทั้งเพศผู้และเพศเมียที่สมบูรณ์แต่ไม่สามารถผสมและสามารถสร้าง zygote ได้เนื่องจากในการผสมนั้นต้นแม่ไม่รับหรือไม่สามารถผสมกันได้ ซึ่งในพืชชั้นสูงพบว่า SI เกิดจากการควบคุมของ S locus ที่มีหลาย allele (นิรันดร์, 2545) ปรากฏการณ์นี้มักเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการถ่ายละอองเรณูและการปฏิสนธิ ในกรณีที่ละอองเรณูและเกสรตัวเมียมาจากต้นเดียวกันหรือพันธุ์เดียวกัน เหตุผลเพื่อป้องกันมิให้เผ่าพันธุ์อ่อนแอ (หิรัญและคณะ, 2546; กรมวิชาการเกษตร, 2547) Self-incompatibility แบ่งเป็น 4 แบบ ได้แก่

6.1 Sporophytic self-incompatibility (SSI)

เป็น self-incompatibility รูปแบบหนึ่งที่อยู่ในระบบ homomorphic system ซึ่งลักษณะของ incompatibility เกิดจากดอกที่มีสัณฐานภายนอกไม่มีความแตกต่างกัน โดยใน SSI พบว่า phenotype ของเรณูถูกกำหนดโดย diploid genome ของต้นที่สร้างเรณูนั้น (sporophyte) SSI จะถูกควบคุมด้วย allele ของ S gene ในเรณูที่เหมือนกับ allele ใน pistil ของต้นแม่ (mother plant) ซึ่งเป็นผลให้เกิดปฏิกิริยาต่อต้าน (rejection reaction) กันบน stigma ประกอบกับการเกิด dominance หรือ codominance ระหว่าง allele ของ S gene ด้วยกัน จึงทำให้เกิด incompatibility ขึ้น เรณูจึงไม่สามารถงอกหลอดเรณูและผสมกับ egg ได้ ในสภาพที่เกิด SSI พบว่าผิวของ stigma แห่ง

หรือถ้าเกิด SSI อย่างอ่อน ๆ ผิวของ stigma อาจมีน้ำหรือของเหลวทำให้เรณูสามารถงอกผ่านผิว cuticle เข้าไปได้ แต่ถูกยับยั้งไม่ให้งอกผ่านเข้าไปใน stigma ได้

ตัวอย่างพืชที่เกิด SSI นี้ ได้แก่ *Iberis amara*, *Raphanus sativa* และ *Brassica oleracea* (นิรันดร์, 2545)

6.2 Gametophytic self-incompatibility (GSI)

เป็น self-incompatibility รูปแบบที่สองที่อยู่ในระบบ homomorphic system ใน GSI พบว่า phenotype ของเรณูจะถูกควบคุมด้วย haploid genome ของเรณูเพียง 1 allele (หรือที่เรียกว่า a single, highly polymorphic locus) ซึ่งเป็น allele ของ S gene ที่เหมือนกับ allele ของ S gene ใน pistil ของต้นแม่ เป็นผลทำให้การงอกของหลอดเรณูใน style ถูกยับยั้ง หรือชะลอการงอกของหลอดเรณูที่เกิดจากการผสมตัวเอง (self-pollination) พบในพืชสกุล *Betula*, *Pyrus* และ *Malus* โดยหลอดเรณูหยุดการงอกภายใน style บริเวณปลายหลอดมีลักษณะพองขึ้นและมีการสะสมของแคลโลส GSI ต่างกับ SSI ในส่วนที่ GSI ไม่มี dominance ของ allele ของ S gene ใน style ลักษณะที่สำคัญของ GSI อีกประการหนึ่ง ได้แก่ การที่เรณูสามารถงอกหลอดเรณูผ่านผิว stigma เข้าไปใน style ได้ อย่างไรก็ตามในพืชบางชนิดที่มี GSI การยับยั้งอาจเกิดขึ้นได้บนผิว stigma ตัวอย่างพืชที่เกิด GSI ได้แก่ พืชในวงศ์ Gramineae, *Oenothera organensis* และ *Tradescantia pallida* เป็นต้น (นิรันดร์, 2545; Sedgley, 1994)

6.3 Late-acting self-incompatibility (LSI)

Late-acting self-incompatibility หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Ovarian self-incompatibility (OSI) กลไกของ self-incompatibility ชนิดนี้ไม่ได้เกิดขึ้นใน stigma หรือภายใน style แต่จะเกิดการยับยั้งที่เกิดจากรังไข่แทน เรณูที่เกิดจากดอกเดียวกันมีการงอกหลอดเรณูและมีการเจริญของหลอดเรณูถึงอวุลแต่ไม่เกิดการติดผล โดยหลอดเรณูที่เข้ากันไม่ได้นี้จะถูกยับยั้งภายในรังไข่ที่บริเวณ placenta ใกล้กับ micropyle หรือเกิดที่ micropyle เอง sperm cell ถูกส่งมาจากหลอดเรณูที่เข้ากันไม่ได้สู่ embryo sac แต่ sperm nuclei ไม่สามารถรวมตัวกับ egg nucleus และ polar nuclei ได้ LSI สามารถเป็นได้ทั้งก่อนระยะไซโกต (เช่น การเสื่อมสลายของ embryo sac ก่อนที่หลอดเรณูจะงอกมาถึง) หรือหลังระยะไซโกต (การเกิดไซโกตหรือเอ็มบริโอที่ผิดปกติ) ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่ลดการเกิดเมล็ดที่เกิดจากการผสมตัวเองเนื่องจากการแท้งของเอ็มบริโอหลังระยะไซโกต แต่การเจริญของหลอดเรณูภายในก้านเกสรเพศเมียไม่ได้ถูกยับยั้ง การเกิดกลไกของ LSI ใน

taxa ต่าง ๆ และที่พบทั่วไปยังคงเป็นหัวข้อที่ยังมีการโต้แย้งกันอยู่ แต่มีผู้วิจารณ์ยืนยันว่าการที่ไม่เกิดการติดผลมีความเกี่ยวข้องกับความบกพร่องทางพันธุกรรม (ยีนด้อยโฮโมไซกัสที่ทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดความผิดปกติจนเสียชีวิต) ซึ่งเป็นผลโดยตรงจากการปฏิสนธิในตัวเอง (inbreeding depression = ผลเสียที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างสปีชีส์เดียวกัน) ในทางกลับกันมีผู้สนับสนุนหลายท่านได้ถกเถียงกันถึงเรื่องเกณฑ์พื้นฐานซึ่งมีการแยกเป็นหลายกรณีที่ชัดเจนของ LSI จากปรากฏการณ์ inbreeding depression (Sage *et al.*, 1994; Sedgley, 1994)

6.4 Cryptic self-incompatibility (CSI)

Cryptic self-incompatibility เป็น self-incompatibility รูปแบบหนึ่งที่มีผลทำให้อัตราการปฏิสนธิของอูฐจากเรณูต่างพันธุ์มีค่าสูงกว่าเรณูต้นเดียวกัน โดยปกติจะเกิดขึ้นที่ระยะการยืดยาวของหลอดเรณูภายในก้านเกสรเพศเมียและชักนำให้การยืดยาวของหลอดเรณูต่างพันธุ์เร็วกว่าหลอดเรณูต้นเดียวกัน กลไกของ CSI นี้ เรณูต่างพันธุ์กับเรณูจากต้นเดียวกันตกลงบนยอดเกสรเพศเมียพร้อมกัน ให้ผล คือ เรณูต่างพันธุ์มีการติดเมล็ดสูงกว่าเรณูจากต้นเดียวกัน แม้ว่าจะมีการขัดแย้งกันว่าเป็น “complete” หรือ “absolute” SI แต่ใน CSI นี้ การผสมตัวเองที่ไม่มีการแข่งขันกับเรณูต่างพันธุ์ให้ผลคือ เกิดการปฏิสนธิและการติดเมล็ดเป็นผลสำเร็จ ในกรณีนี้เกิดการสืบพันธุ์ได้แน่นอนเมื่อไม่มีการผสมข้าม CSI เกิดอย่างน้อยในพืชบางชนิด โดยเรณูต่างพันธุ์เกิดการยืดยาวของหลอดเรณูเร็วกว่าเรณูต้นเดียวกัน แต่กลไกระดับเซลล์และโมเลกุลาร์ยังไม่ชัดเจน ระดับความแรงของ CSI นั้นสามารถอธิบายได้โดยสังเกตจากอัตราส่วนของเรณูต่างพันธุ์ต่อเรณูต้นเดียวกัน เมื่อปริมาณของเรณูต่างพันธุ์กับเรณูต้นเดียวกันที่ตกลงบนยอดเกสรเพศเมียมีค่าเท่ากับอัตราส่วนที่พบในสกุลในปัจจุบันพบว่าอยู่ในช่วงระหว่าง 3.2 ถึง 11.5 (Travers and Mazer, 2000; Horsley and Johnson, 2007)

จากการตรวจสอบประสิทธิภาพของการถ่ายละอองเรณูที่มีต่อการติดผลในทุเรียนพันธุ์ไทย 4 พันธุ์ คือ หมอนทอง ชะนี กระจุกทอง และ พวงมณี พบว่า การผสมแบบปล่อยตามธรรมชาติของทุกพันธุ์มีการติดผลต่ำที่สุดอยู่ในช่วง 0-1.4 % ที่ระยะเก็บเกี่ยว ผลเกิดการร่วงอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับ การช่วยผสม ผลร่วงส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นภายใน 2 สัปดาห์ ในการช่วยผสม พบว่าการผสมตัวเองเกิดการติดผลต่ำในทุกพันธุ์ยกเว้นกระจุกทองและเปอร์เซ็นต์การติดผลสุทธิในหมอนทอง ชะนี พวงมณี มีค่า 7.7, 3.6 และ 0 % ตามลำดับ และในกระจุกทองมีค่า 13.3 % ซึ่งสูงกว่าที่เกิดจากผสมข้ามโดยเรณูของพวงมณี (5.0 %) และเมื่อทำการผสมข้ามโดยใช้เรณูของกระจุกทองจะทำให้

การติดผลสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในหมอนทอง (27.3 %) ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การติดผลสูงขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (16.3 %) (Honscho *et al.*, 2004)

จากผลของการงอกของหลอดเรณูบนยอดเกสรเพศเมียและการเจริญของหลอดเรณูในก้านชูเกสรเพศเมีย พบว่า เรณูจำนวนมากสามารถงอกบนยอดเกสรเพศเมียได้ หลอดเรณูสามารถงอกถึงฐานของก้านชูเกสรเพศเมียภายใน 24 ชม. หลังการผสมตัวเองและผสมข้าม ความเร็วในการงอกของหลอดเรณูไม่แตกต่างกัน (Honscho *et al.*, 2004)

ระดับของ self-incompatible จะไม่เหมือนกันทั้งหมดและแตกต่างตามพันธุ์ปลูก กลไกของ self-incompatibility ในทุเรียนยังไม่ชัดเจน มี 2 สมมติฐานคือ ยับยั้งการงอกของหลอดเรณูที่ฐานของยอดเกสรเพศเมียหรือ ในก้านชูเกสรเพศเมีย และยับยั้งการพัฒนาของ embryo หรือ endosperm การงอกของเรณูบนยอดเกสรเพศเมียและการเจริญของหลอดเรณูในก้านชูเกสรเพศเมีย ไม่ได้ถูกยับยั้งโดยการผสมตัวเองเมื่อเทียบกับการผสมข้ามพันธุ์ สันนิษฐานว่า self-incompatibility จะเกิดขึ้นหลังจากหลอดเรณูงอกถึงรังไข่ ปรากฏการณ์นี้เป็นที่รู้จักกันในชื่อว่า late-acting self-incompatibility ซึ่งแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนคือ (1) ยับยั้งไม่ให้หลอดเรณูเข้าผสมได้โดยรังไข่ก่อนหลอดเรณูเข้าถึง ovule (2) ยับยั้งก่อนการปฏิสนธิใน ovule (3) post-zygote rejection (ปฏิเสธหลังการเกิด zygote) (4) การยับยั้งของ ovule ระบบ self-incompatibility จะทำงานภายใน 4 สัปดาห์ หลังการผสม เนื่องจากระยะนี้จะเห็นผลร่วงชัดเจน การศึกษาทาง cytology ต่อไปในช่วงนี้ จำเป็นต้องตรวจสอบว่าขั้นตอนที่ ระบบ self-incompatibility ทำงานอยู่ขั้นใดในทุเรียน (Honscho *et al.*, 2004)

7. ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการงอกของละอองเรณูมีไม่เพียงพอ

แคลเซียม โบรอน แมกนีเซียมและโปแตสเซียม เป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการงอกและการเจริญเติบโตของละอองเกสรทุเรียน (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

ละอองเกสรทุเรียนจะงอกได้ดีในสภาพที่มีความเข้มข้นของน้ำตาล 20-25% (200,000-250,000 ppm) แคลเซียม 50-90 ppm โบรอน 30-60 ppm โปแตสเซียมและแมกนีเซียมชนิดละ 15-30 ppm ปริมาณธาตุอาหารที่มากหรือน้อยกว่านี้จะทำให้การงอกและการเจริญเติบโตของหลอดเรณูลดลง หลอดละอองเกสรไม่แข็งแรงและการติดผลต่ำลง(หิรัญและคณะ, 2546)

จากการสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ในใบทุเรียนที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า ธาตุแคลเซียม โปแตสเซียม และแมกนีเซียมในใบมีปริมาณมากกว่าปริมาณที่เหมาะสมต่อการงอกของละอองเกสร 40-150 เท่า ในขณะที่ธาตุโบรอนมีปริมาณน้อยกว่า ทำให้เกิดความไม่สมดุลย์ในสัดส่วนของธาตุแคลเซียม : โบรอน ขึ้น ซึ่งสัดส่วนที่สมดุลย์นี้มีบทบาทสำคัญต่อการสังเคราะห์แสงและเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตในพืช โดยทั่วไปสัดส่วนที่เหมาะสมในพืชเท่ากับ 200 : 1 แต่จากการวิเคราะห์ในทุเรียนพบว่าสัดส่วนธาตุแคลเซียม : โบรอน เป็น 337 : 1 แสดงว่าทุเรียนยังต้องการธาตุโบรอนเพิ่มเติม (หิรัญและคณะ, 2546)

8. การตัดแต่ง

การตัดแต่งเป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้การติดผลดีขึ้น เพราะการตัดแต่งมีผลต่อจำนวนอาหารสะสมในลำต้น อีกทั้งเป็นการปรับสัดส่วนของอาหารเพื่อช่วยให้การติดผลดีขึ้น (แสวง, 2527)

9. โรคและแมลง

ดอกของไม้ผลบางที่อาจถูกรบกวนโดยแมลงหรือโรค ทำให้การติดผลน้อยลง แมลงพวกเพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ จะดูดกินน้ำเลี้ยงจากดอกตูมอาจทำให้ดอกแคระแกร็นหรือร่วงได้ นอกจากนี้ยังมีหนอนบางชนิดกัดกินดอกให้ได้รับความเสียหายอีกด้วย (แสวง, 2527)

ปัจจัยควบคุมที่กำหนด effective pollination period (EPP)

1. ความพร้อมรับการผสมเกสรของยอดเกสรเพศเมีย

ความพร้อมรับการผสมเกสรของยอดเกสรเพศเมีย คือ ค่าที่ประเมินได้จากความสามารถของยอดเกสรเพศเมียที่จะช่วยส่งเสริมการงอกของเรณูได้ การเริ่มต้นของความพร้อมรับการผสมเกสรของยอดเกสรเพศเมียเกิดขึ้นพร้อมกันกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดในกระบวนการเจริญของยอดเกสรเพศเมีย ในพืชทั้ง sweet cherry กับ peach การเปลี่ยนแปลงนี้จะเป็นสื่อกลางที่นำไปสู่การเสื่อมสลายของ stigmatic papilla ซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกันกับการผลิตสาร secretion ออกมา สาร secretion นี้ดูเหมือนว่าจะเกี่ยวเนื่องกับกระบวนการ recognition และ hydration มากกว่าอาหารสะสมเมื่อหลอดเรณูเจริญแบบ auto - trophic เกิดการสูญเสียอาหารสะสมในช่วงระยะนี้

ในทางตรงกันข้าม การหยุดชะงักของ stigmatic receptivity มีความเกี่ยวข้องเนื่องกับการเสื่อมสลายของ ยอดเกสรเพศเมียใน apricot และ การสูญเสียความสมบูรณ์ของ papillar ในกีวี

คำอธิบายส่วนใหญ่ในเรื่องชีววิทยาการเจริญพันธุ์ของไม้ผล กล่าวว่า ยอดเกสรเพศเมีย จะพร้อมรับการผสมที่ระยะ anthesis ซึ่งใช้อธิบายใน พีช เอพริคอต สวีทเชอร์รี่ แอปเปิ้ล และ กีวี อย่างไรก็ตาม การแก่ช้ำของยอดเกสรเพศเมียที่ระยะ anthesis ก็พบในพีชและลูกแพร์บางชนิดด้วย ดังที่กล่าวมานี้ก็เกี่ยวข้องเนื่องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ในเรื่อง protandry นั่นคือ ความพร้อมผสมของ ส่วนสืบพันธุ์เพศผู้ก่อนเพศเมีย และแสดงให้เห็นถึงความล่าช้าของความพร้อมผสมของเกสรเพศเมียในระยะ anthesis

ความพร้อมที่ช้าของยอดเกสรเพศเมียอาจมีผลรบกวน EPP ที่มีข้อจำกัดดังที่บรรยายไว้ใน ลูกแพร์ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นช่วงก่อนการสลายของยอดเกสรเพศเมียที่จะจำกัด EPP (Sanzol and Herrero, 2001)

ความพร้อมรับการผสมเกสรของยอดเกสรเพศเมีย (stigma receptivity) สามารถตรวจสอบได้โดยใช้วิธี hydrogen peroxide test ใช้การประเมินค่าการเกิดฟองก๊าซออกซิเจนบน ผิวหน้าของยอดเกสรเพศเมีย ผิวหน้าของยอดเกสรเพศเมียที่พร้อมรับการผสมเกสรจะผลิตเอนไซม์ เพอร์ออกซิเดส (peroxidase enzymes) ออกมา ซึ่งเอนไซม์นี้จะทำให้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ สลายตัว แล้วเกิดฟองก๊าซออกซิเจนขึ้น แสดงให้เห็นว่า อัตราการปล่อยฟองก๊าซจากผิวหน้าของ ยอดเกสรเพศเมียในไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับของความพร้อมรับการผสมเกสร ซึ่งแบ่งเป็น 1-5 ระดับ เพิ่มขึ้นตามความพร้อมรับการผสมเกสร คือ 1= ไม่มีฟองก๊าซ จนถึง 5= มีฟองก๊าซเกิดขึ้นจำนวนมากอย่างรวดเร็ว (Seymour and Blaylock, 2000; Sheffield *et al.*, 2005)

2. การเคลื่อนที่ของหลอดเรณู

เมื่อเรณูงอกบนยอดเกสรเพศเมีย ชั้นแรก หลอดเรณูจะเจริญผ่าน stylar transmitting tissue และต่อมาจะแทงผ่านปลาเซนดาในรังไข่จนถึงอวุลในที่สุด การเคลื่อนที่ของหลอดเรณูมีความผันแปรสูง ขึ้นอยู่กับ ชนิด พันธุ์ปลูก แหล่งกำเนิดเรณู สถานะธาตุอาหารของดอก หรือ สภาพแวดล้อม

เกสรเพศเมียมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญของหลอดเรณู ดังนั้น การเจริญของหลอดเรณูในเกสรเพศเมียจึงไม่คงที่ และจะเปลี่ยนแปลงความเร็วตามความแตกต่างของโครงสร้างที่หลอดเรณูแทงผ่าน ตัวอย่างการศึกษาในพีช พบว่า หลอดเรณูใช้เวลา 7 วันในการงอกถึงโคนของก้านชูเกสรเพศเมียโดยจะไปหยุดที่ obturator (ฝาปิด) ของบริเวณดังกล่าว ซึ่งเป็นปุ่มยื่นของพลาเซนตาที่บริเวณทางเข้าสู่รังไข่ เมื่อ obturator เจริญเข้าสู่ระยะ secretary phase หลอดเรณูจะหยุดการเจริญชั่วคราวจนเวลาผ่านไป 5 วันจึงเจริญต่อ การเจริญของหลอดเรณูจะหยุดอีกครั้งในไมโครไพล์ก่อนการปฏิสนธิซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากการถ่ายละอองเรณูผ่านไป 19 วัน ผลการทดลองที่ได้เหล่านี้แสดงถึงปฏิกริยาร่วมระหว่างหลอดเรณูที่กำลังงอกกับเกสรเพศเมีย ปฏิกริยานี้ขึ้นอยู่กับระบบการสนับสนุนการจำกัดของเกสรเพศเมีย (pistil support-constraint system) ที่ควบคุมทั้งการเคลื่อนที่ของหลอดเรณูและการกำหนดทิศทางของหลอดเรณูไปยังอวูล

ในการคาดคะเนทางอ้อมของ EPP ที่ดี ข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์นั้น นอกจากระยะเวลาที่หลอดเรณูใช้ในการงอกไปถึงฐานของก้านชูเกสรเพศเมียแล้ว ยังต้องนำเวลาที่ใช้ในการเดินทางภายในรังไข่จนกระทั่งการปฏิสนธิเกิดขึ้นมาวิเคราะห์ด้วย เมื่อเปรียบเทียบระยะทางสั้น ๆ ที่งอกถึงรังไข่กับระยะทางที่งอกภายในก้านชูเกสรเพศเมีย พบว่า หลอดเรณูที่เจริญภายในรังไข่จะช้ากว่าและอาจใช้เวลามากกว่าหลอดเรณูที่งอกผ่านก้านชูเกสรเพศเมียถึง 2 เท่า (Sanzol and Herrero, 2001)

3. ความมีชีวิตของอวูล

ความมีชีวิตของอวูลในไม้ผลจะทำหน้าที่เป็นตัวชี้ขาดใน EPP เช่นเดียวกับการกำหนดการติดผล ความผิดปกติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาของอวูล ซึ่งพบได้ในไม้ผลหลายชนิดจะสามารถจำกัด EPP และการติดผลได้ ซึ่งประกอบด้วย พัฒนาการที่ไม่สมบูรณ์ของโครงสร้างอวูล เช่น ใน sour cherry ความผิดปกติในพัฒนาการของอวูล หรือ embryo sac ขณะที่กำลังออกดอก เช่น olive, avocado และ almond และแนวโน้มการเสื่อมสลายของอวูล ทั้งก่อนและหลังการปฏิสนธิอาจทำให้การติดผลลดลงอย่างมากได้ ในอวูลที่พัฒนาปกติ ช่วงชีวิตของอวูลที่สั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่จำกัด EPP เมื่อความผิดปกติเหล่านี้ บางอย่างมีพื้นฐานมาจากพันธุกรรม การเสื่อมสลายในระยะแรกของอวูลก็น่าจะมีผลมาจากสิ่งแวดล้อม

วิธีการศึกษาการเสื่อมสลายของอวูลที่ง่ายและเร็ว ทำได้โดยใช้วิธีการปั่นตัวอย่างให้แตก ซึ่งค้นพบโดย Stösser และ Anvari ในปี 1982 โดยยึดตามหลักการที่ว่า การเสื่อมสลายของ

อวูลจะล้อมรอบโดยชั้นแคลโลสที่เกิดขึ้นตรงบริเวณ chalazal end ของ nucellus ต่อมาจะเห็นว่าเกิดการสะสมของแคลโลสขึ้นที่ chalaza และเคลื่อนย้ายสู่อวูล ทำให้อวูลถูกรบกวน และการรบกวนดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นหลังจากการลดลงของแป้งในอวูล ซึ่งปรากฏการณ์นี้จะเกิดในพืชกลุ่ม *Prunus species* แต่ไม่พบในลูกแพร์หรือแอปเปิ้ล (Sanzol and Herrero, 2001)

ปัจจัยที่มีผลต่อ effective pollination period (EPP)

มี 3 ปัจจัยหลักที่มีผลต่อ EPP ได้แก่ อุณหภูมิ คุณภาพของดอก และ chemical treatments

1. อุณหภูมิ

อุณหภูมิขณะดอกบานเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่มีผลต่อการติดผล อุณหภูมิสูงเร่งและอุณหภูมิต่ำชะลออัตราเร็วของการงอกหลอดเรณูตามลำดับ อาจจะคาดคะเนได้ว่าการปฏิสนธิและการติดผลอาจมีค่าสูงขึ้นโดยอุณหภูมิสูงและมีค่าลดลงโดยอุณหภูมิต่ำในขณะดอกบาน นอกจากนี้ อุณหภูมิก็มีผลต่อพัฒนาการของเกสรเพศเมียด้วย โดยจะเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิสูง และลดลงที่อุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิสูงขณะดอกบานไม่เพียงแต่จะเร่งการเจริญของหลอดเรณูให้เร็วขึ้นแต่ก็ยังเร่งให้ยอดเกสรเพศเมียแก่เร็วขึ้น ต่อมาเริ่มสลายตัวเร็วขึ้นและเร่งพัฒนาการของอวูลให้เร็วขึ้นอีกด้วย ในทางตรงข้าม อุณหภูมิต่ำทำให้ลดการเจริญของหลอดเรณูช้าลงเช่นกัน นอกจากนี้ก็ยังยึดความมีชีวิตของอวูลให้ยาวออกไปด้วย

โดยทั่วไปอุณหภูมิต่ำขณะออกดอก จะลดอัตราการเจริญของหลอดเรณู แต่จะยืด EPP โดยผ่านทางผลการยืดอายุของอวูล อุณหภูมิที่ต่ำสุดขีดก็สามารถย่นระยะ EPP ได้ ถ้าความมีชีวิตของอวูลไม่ได้ทำให้อัตราการเจริญของหลอดเรณูมีค่าต่ำเกินไป อุณหภูมิสูงจะเพิ่มอัตราการเจริญของหลอดเรณูให้สูงขึ้นและย่นระยะ EPP ให้สั้นลงโดยย่นระยะพร้อมรับการผสมของยอดเกสรเพศเมียบอกอวูลให้สั้นลง (Sanzol and Herrero, 2001)

2. คุณภาพของดอก

คุณภาพของดอก มีผลต่อ EPP เนื่องจากมีอิทธิพลต่อความมีชีวิตของอวูล และ stigma receptivity และได้รับผลกระทบจากหลายปัจจัย รวมทั้งอุณหภูมิก่อนที่ดอกจะบาน สถานะธาตุอาหาร สภาพดินและอายุของต้นไม้ ทิศทางตำแหน่งของกิ่ง (Sanzol and Herrero, 2001)

3. Chemical treatments

การใช้สารเคมี เพื่อปรับปรุง EPP และการติดผล ได้รับความสำเร็จในการปรับปรุงทั้ง อัตราการเจริญของหลอดเรณูและควมมีชีวิตของอวุล อาศัย 2 หลักการสำคัญคือ จัดการด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต ส่วนมากเป็นเอทิลีน หรือการจัดการด้วยสถานะธาตุอาหารที่ทำให้เกิดดอก โดยใช่โบรอนหรือโพลิเอมีนส์

เอทิลีนมีอิทธิพลต่อการพัฒนาของเกสรเพศเมียและสัญญาณการถ่ายเรณู ส่วนโบรอนมีอิทธิพลต่อการติดผล โดยจะเพิ่มการงอกของเรณูในต้นพืช และต่อมาทำให้หลอดเรณูเจริญเติบโต พบว่าการให้โพลิเอมีนส์ขณะที่ดอกบาน จะเพิ่มการติดผลใน แพร่ แอปเปิลและโอลิฟเกิดจากการยืดออกไปของ EPP ซึ่งเป็นผลของทั้งการยืดอายุของอวุล และอัตราการเจริญของหลอดเรณูเพิ่มขึ้น (Sanzol and Herrero, 2001)

พัฒนาการและการเจริญของผล

ถ้าการผสมเกสรไม่ประสบผลสำเร็จ เช่นเดียวกับในดอกที่ผสมตัวเอง เกสรเพศเมียจะเหี่ยวลง และหลุดร่วง หลังจากดอกบานแล้วประมาณ 4 วัน แต่ถ้าการผสมเกสรประสบผลสำเร็จ สีของผลอ่อนจะเปลี่ยนจากสีน้ำตาลอ่อน ไปเป็นสีเขียวอ่อน และใน 1 สัปดาห์ รังไข่ก็จะเริ่มขยายใหญ่ขึ้น รังไข่มี 5 ช่อง (locule) แต่ละช่องประกอบด้วย 7 – 9 อวุล อย่างไรก็ตาม อวุลจะพัฒนาไม่ทั้งหมด และผลจะประกอบด้วยเมล็ดที่เจริญเต็มที่โดยเฉลี่ย 13 เมล็ด การขยายขนาดของรังไข่จะเกิดขึ้นไปพร้อมๆ กับการขยายขนาดของก้านผล หลังจากการผสมเกสรผ่านไป 2 สัปดาห์ หนามจะเริ่มเกิดเป็นปุ่มเล็กๆ ขึ้นออกมา

รูปแบบการเจริญของผลทุเรียน ได้แก่ ความยาวผล ความกว้างผล หรือปริมาตรของผล จะอยู่ในรูปของ sigmoid curve ในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากการผสมเกสร จะเกิดเปลี่ยนแปลงขึ้นเล็กน้อยระหว่างความยาวผลกับเส้นผ่าศูนย์กลางของผล และจะเกิดต่อเนื่องไปจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 เป็นต้นไป ความยาวจะเพิ่มขึ้นมากกว่าการเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง การเจริญของผลจะเร็วมากจนถึงสัปดาห์ที่ 13 และจะช้าลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 เมื่อผลเริ่มร่วงจนเข้าสู่ระยะผลแก่ ในทุเรียนพันธุ์ชะนี ช่วง 10 สัปดาห์แรกหลังการผสมเกสร ความยาว และกว้างของผลที่ปล่อยตามธรรมชาติ หรือผสมตัวเองจะมีค่ามากกว่าผลที่เกิดจากการผสมข้ามเล็กน้อย จากสัปดาห์ที่ 10 ถึงสัปดาห์ที่ 15 ซึ่งใกล้เคียงกับเกี่ยวของพันธุ์ชะนี ผลที่เกิดจากการผสมข้ามโดยใช้เรณูของ

หมอนทองจะมีค่าความยาวและความกว้างของผลเพิ่มขึ้นสูงกว่าผลที่เกิดจากการผสมตามธรรมชาติ ในพันธุ์ก้านยาว ผลที่เกิดจากการผสมโดยใช้เรณูของชะนีหรือหมอนทอง จะมีการเพิ่มความยาวและความกว้างในระดับที่เท่ากันตลอดระยะเวลาการเจริญของผล ในช่วงระหว่างสัปดาห์ที่ 10 และ 11 มีการเจริญมากกว่าผลที่เกิดจากการผสมตามธรรมชาติ ระยะเวลาเจริญของผลแตกต่างกันตามพันธุ์ บางพันธุ์ใช้เวลานานกว่าจะโตเต็มที่ (Subhadrabandhu and Ketsa, 2001)

ขั้นตอนการเจริญของผล

1. ระยะเวลาเกิดผล หลังจากดอกทุเรียนบานก็จะเริ่มผสมเกสร หลังจากนั้นแล้วกลีบดอกและก้านเกสรตัวผู้จะร่วงหมด ซึ่งในระยะนี้นั้นผลทุเรียนจะยังไม่เจริญจะพักตัวอยู่ประมาณ 2 สัปดาห์ ดอกที่ไม่ได้รับการผสมจะร่วงหล่นไป ระยะนี้ไม่มีการขยายตัวของเซลล์ และช่วงระยะนี้ถ้าได้รับน้ำมากเกินไป จะทำให้ผลร่วงง่ายขึ้น

2. ระยะเวลาผลเริ่มเจริญ หลังจากพักตัวแล้วผลทุเรียนจะเริ่มขยายตัว และเจริญอย่างรวดเร็ว ระยะนี้ถ้าได้รับน้ำมากผลทุเรียนจะร่วงได้ง่ายเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์ชะนี ซึ่งมีอัตราการร่วงของผลในระยะนี้สูงมาก ดังนั้นในช่วง 4 สัปดาห์ หลังจากทุเรียนติดผลจำเป็นต้องควบคุมน้ำเพื่อป้องกันการร่วงของผล ระยะนี้ผลจะมีขนาดประมาณผลหมากดิบ จึงนิยมเรียกว่า ระยะเวลาผลหมากดิบ

3. ระยะเวลาหลังติดผล 4 สัปดาห์ ซึ่งเป็นระยะสร้างเนื้อ ระยะนี้ผลทุเรียนจะเจริญอย่างรวดเร็ว การร่วงของผลมีน้อย ยกเว้นบางกรณีทำให้ผลร่วงได้ เช่น ฝนตกทำให้ทุเรียนได้รับน้ำมากเกินไป มีดอกรุ่นใหม่เกิดขึ้นทุเรียนแตกใบอ่อน หรือปริมาณน้ำที่ทุเรียนได้รับไม่สม่ำเสมอ สาเหตุเหล่านี้จะทำให้ผลทุเรียนร่วงได้

4. ระยะเวลาหลังติดผล 6 สัปดาห์จนถึงเก็บเกี่ยว ระยะนี้ผลร่วงน้อยมาก หลังจากดอกผสมแล้วประมาณ 90 – 140 วัน ทุเรียนจะแก่สามารถตัดได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์ทุเรียน สภาพแวดล้อม และการปฏิบัติของเกษตรกร (สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2534)

ลักษณะของผลทุเรียนที่เกิดจากการผสมเกสรระหว่างเกสรเพศผู้พันธุ์ต่าง ๆ กับพันธุ์แม่หมอนทอง

จากผลการทดลองของทรงพล (2532) ทั้งปี พ.ศ. 2531 และ 2532 พบว่า ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่ผสมด้วยเกสรเพศผู้พันธุ์ต่าง ๆ มีลักษณะรูปทรงผลดี พูเต็มเกือบทุกพู พูที่บิดเบี้ยวมีน้อยมาก โดยเฉพาะผลที่ผสมด้วยเกสรเพศผู้พันธุ์ชะนี กระจุกมทอง และชมพูศรี มีน้ำหนักผลเฉลี่ยตั้งแต่ 1.86 – 2.91 กิโลกรัม เปลือกบางตั้งแต่ 0.53 – 1.15 เซนติเมตร โดยเฉพาะผสมด้วยเกสรเพศผู้พันธุ์ชมพูศรี มีลักษณะเปลือกบางมากที่สุดเพียง 0.53 เซนติเมตร ความหนาเนื้อเฉลี่ยตั้งแต่ 1.24 – 2.78 เซนติเมตร โดยเฉพาะผลที่ผสมด้วยเกสรเพศผู้พันธุ์ก้านยาวและชมพูศรี มีความหนาเนื้อมาก 2.78 และ 2.44 เซนติเมตร ตามลำดับ จำนวนเมล็ดเฉลี่ยตั้งแต่ 4.5 -17.72 เมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบเฉลี่ยตั้งแต่ 40 – 74.73% โดยผสมด้วยเกสรเพศผู้พันธุ์ชมพูศรีมีเมล็ดลีบมากที่สุด 74.73% น้ำหนักเนื้อต่อน้ำหนักผลเฉลี่ยตั้งแต่ 0.29: 1 – 0.39: 1 ส่วนลักษณะเนื้อ สีเนื้อ รสชาติ ไม่แตกต่างจากผลที่ผสมปล่อยตามธรรมชาติ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ต้นทุเรียนพันธุ์หมอนทอง อายุประมาณ 9 ปี จำนวน 16 ต้น
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมเกสร ได้แก่ ถุงกระดาษไขสำหรับห่อดอก เชือกไหมพรมสีต่างๆ ก้น 8 สี แปรงขนอ่อน (แปรงทาแลกเกอร์) พู่กัน กรรไกรเล็ก ชุดไฟฉายพร้อมแบตเตอรี่ ลวดเย็บกระดาษ ป้ายสำหรับบันทึกชื่อพันธุ์ เชือกฟาง
3. เคชิกเคเตอร์บรรจุซิลิกาเจล
4. ขวดบรรจุสารสำหรับใส่ตัวอย่างเกสรเพศเมียพร้อมฝาปิด
5. สารเคมี ได้แก่ สารละลาย 70% FAA สารละลายสีย้อม 0.1% (w/v) aniline blue ($C_{32}H_{25}N_3Na_2O_9S_3$) ใน 0.1 M โพแทสเซียมฟอสเฟต (K_3PO_4) สารละลาย 10% ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (H_2O_2) สารละลาย 4 N โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และน้ำกลั่น
6. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับศึกษาการงอกของหลอดเรณูภายในเกสรเพศเมีย ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนซ์ ไข่มัดโกน สไลด์และกระจกปิดสไลด์ หลอดหยด ปีกเกอร์ พลาสติก เครื่องแก้ว เครื่องนับจำนวน (hand tally counter)
7. เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับศึกษาการเจริญของหลอดเรณูภายในรังไข่ ได้แก่ เครื่องตัด rotary microtome ชุดแอลกอฮอล์และบิวทานอล พาราฟิน สไลด์และกระจกปิดสไลด์ กล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนซ์พร้อมโปรแกรมถ่ายภาพ
8. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบคุณภาพผลผลิต และการติดผล ได้แก่ เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ (vernier calipers) ตลับเมตรและสายวัด (สำหรับวัดขนาดผล) เครื่องชั่ง เครื่องมือ penetrometer (firmness tester) สำหรับวัดค่าความแน่นเนื้อ

วิธีการ

ทำการทดลองโดยสุ่มเลือกต้นทุเรียนพันธุ์หมอนทอง 16 ต้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomize design) 4 ทรีตเมนต์ 4 ซ้ำ โดยวิธีการผสมเกสรเป็นทรีตเมนต์ และจำนวนต้นเป็นจำนวนซ้ำ

ทรีตเมนต์ที่ 1 ผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ

ทรีตเมนต์ที่ 2 ผสมตัวเองภายในต้นเดียวกัน ในเวลา 18.00 น.

ทรีตเมนต์ที่ 3 ผสมตัวเองข้ามต้น ในเวลา 18.00 น.

ทรีตเมนต์ที่ 4 ผสมตัวเองข้ามต้น ในเวลา 14.00 น.

ทรีตเมนต์ที่ 1 ผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ

สุ่มเลือกต้นทุเรียนมา 4 ต้น โดยในแต่ละต้นจะเลือกดอก 11 ดอกต่อกิ่งจากกิ่งที่อยู่ในระดับเดียวกันหรือใกล้เคียงกันจำนวน 3 กิ่ง

ทรีตเมนต์ที่ 2 ผสมตัวเองภายในต้นเดียวกัน ในเวลา 18.00 น.

1. สุ่มเลือกต้นทุเรียนมา 4 ต้น ผูกป้ายชื่อไว้ที่ต้นแต่ละต้น โดยในแต่ละต้นจะเลือกดอก 11 ดอกต่อกิ่งจากกิ่งที่อยู่ในระดับเดียวกันหรือใกล้เคียงกันจำนวน 3 กิ่ง

2. ทำการผสมเกสรในต้นเดียวกัน ในเวลา 18.00 น. โดยใช้แปรงขนอ่อน (แปรงทาแลคเกอร์) ต่อไม้ (อาจเป็นไม้ไผ่หรือไม้ระกำ) ขาวเท่าไรก็ได้ตามต้องการ นำส่วนของแปรงขนอ่อนแต่ละอองเรณูแล้วไปป้ายที่ยอดเกสรเพศเมียภายในต้นเดียวกัน (ทรงพล, 2532) เพื่อให้ละอองเรณูแพร่กระจายและตกลงบนยอดเกสรเพศเมีย ห่อดอกด้วยถุงกระดาษไขทันที เย็บปากถุงด้วยลวดเย็บกระดาษเพื่อป้องกันแมลงและการผสมเกสรจากดอกอื่น

ทรีตเมนต์ที่ 3 ผสมตัวเองข้ามต้น ในเวลา 18.00 น.

1. สุ่มเลือกต้นทุเรียนมา 4 ต้น ผูกป้ายชื่อไว้ที่ต้นแต่ละต้น โดยในแต่ละต้นจะเลือกดอก 11 ดอกต่อกิ่งจากกิ่งที่อยู่ในระดับเดียวกันหรือใกล้เคียงกันจำนวน 3 กิ่ง

2. ตัดเกสรเพศผู้ออก (emasculation) ก่อนทำการผสมเกสร ประมาณ 1 ชั่วโมง

3. ทำการตัดเฉพาะอับเรณูที่มีละอองเรณูสีขาวเกาะอยู่ของดอกต้นพ่อในระยะดอกบานจำนวน 3 – 5 ดอก ใส่ในขวดพลาสติก ถ้าอับเรณูแตกจะสังเกตเห็นเป็นผงละเอียดสีขาว แล้วใช้พู่กันแต่ละอองเรณูนำไปป้ายที่ยอดเกสรเพศเมียของดอกต้นแม่ (ทรงพล, 2532) ห่อดอกด้วยถุงกระดาษไขทันที เย็บปากถุงด้วยลวดเย็บกระดาษเพื่อป้องกันแมลงและการผสมเกสรจากดอกอื่น

ทริตเมนต์ที่ 4 ผสมตัวเองข้ามต้น ในเวลา 14.00 น.

1. สุ่มเลือกต้นทุเรียนมา 4 ต้น ผูกป้ายชื่อไว้ที่ต้นแต่ละต้น โดยในแต่ละต้นจะเลือกดอก 11 ดอกต่อกิ่งจากกิ่งที่อยู่ในระดับเดียวกันหรือใกล้เคียงกันจำนวน 3 กิ่ง
2. ทำการตัดเฉพาะอับเรณูที่มีละอองเรณูสีขาวเกาะอยู่ของดอกต้นพ่อในระยะดอกบาน (18.00 น.) (ทรงพล, 2532) ประมาณ 3 – 5 ดอก แล้วนำไปเก็บไว้ในภาชนะเดซิกเคเตอร์ ซึ่งมีซิลิกาเจลบรรจุอยู่ โดยเก็บในที่เย็นอุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง วันรุ่งขึ้นนำมา rehydration ประมาณ 1 ชั่วโมงก่อนทำการผสมเกสร
3. ตัดเกสรเพศผู้ออก (emasculation) ก่อนทำการผสมเกสร ประมาณ 1 ชั่วโมง
4. ถ่ายอับเรณูของดอกต้นพ่อที่เก็บไว้ลงในขวดพลาสติก เมื่อเวลา 14.00 น. ใช้ฟูกันตะละอองเรณูนำไปป้ายที่ยอดเกสรเพศเมียของดอกต้นแม่ (ทรงพล, 2532) ห่อดอกด้วยถุงกระดาษไขทันที เช็ดปากถุงด้วยลวดเย็บกระดาษเพื่อป้องกันแมลงและการผสมเกสรจากดอกอื่น

การทดลองที่ 1 การศึกษาความพร้อมรับการผสมเกสรของยอดเกสรเพศเมีย

1. เลือกดอกที่จะศึกษาจาก 3 กิ่ง กิ่งละ 1 ดอก ในต้นทุเรียนทุกต้น ก่อนทำการผสมเกสรในแต่ละทริตเมนต์
2. ตัดเกสรตัวผู้และส่วนกลีบชั้นอื่นๆ ของดอกออกให้หมดให้เหลือเฉพาะเกสรเพศเมีย
3. นำเกสรเพศเมียมาทดสอบกับสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ความเข้มข้น 10% ทั้งนี้ตามวิธีของ Dafni and Maués (1998)

การทดลองที่ 2 การเจริญของหลอดเรณูภายในก้านเกสรเพศเมีย

1. ทำการเก็บเกสรเพศเมียของดอกในทริตเมนต์ต่างๆ ที่ระยะเวลา 1, 6, 12, 48, 72, 120 และ 168 ชั่วโมง หลังการผสมเกสร ตามลำดับ โดยนำมาเก็บไว้ในขวดตัวอย่างที่บรรจุสารละลาย 70% FAA สุ่มเก็บเกสรเพศเมียในแต่ละต้น ต้นละ 3 ดอก ในช่วงเวลาที่ทำการเก็บ
2. นำเกสรเพศเมียทุกทริตเมนต์ที่เก็บไว้ในสารละลาย 70% FAA มาทำการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนซ์ โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

2.1 นำชิ้นตัวอย่างมาล้างด้วยสารละลาย 4N NaOH โดยแช่ไว้ประมาณ 2 ชั่วโมงหลังจากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง

2.2 แช่ชิ้นตัวอย่างในสารละลายสีย้อม 0.1% (w/v) aniline blue ใน 0.1 M K_3PO_4 (Shivanna and Rangaswamy, 1992) แบ่งเป็น 3 ท่อน คือ ตั้งแต่ยอดเกสรเพศเมียจนถึงส่วนต้นของก้านเกสรเพศเมีย ส่วนกลางของก้านเกสรเพศเมีย และส่วนโคนของก้านเกสรเพศเมีย ตัดชิ้นตัวอย่างตามยาว (longitudinal section) เป็นชิ้นบางๆ ด้วยใบมีดโกน แล้ว mount ตัวอย่างด้วยสารละลายสีย้อม 0.1% (w/v) aniline blue ใน 0.1 M K_3PO_4 เช่นเดียวกันบนสไลด์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ แล้วนำไปศึกษาใต้กล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนซ์ เพื่อศึกษาจำนวนและละอองเรณู การงอกของละอองเรณู และการเจริญของหลอดเรณูภายในก้านเกสรเพศเมีย การนับจำนวนหลอดเรณูสามารถทำได้ในด้านตัดตามยาวทั้ง 2 ชิ้น แล้วนำมารวมกันเป็นค่าเดียว ในแต่ละตัวอย่างจะศึกษา 4 ตำแหน่ง ได้แก่ ยอดเกสรเพศเมีย ส่วนต้นของก้านเกสรเพศเมีย ส่วนกลางของก้านเกสรเพศเมีย และ โคนของก้านเกสรเพศเมีย (Honsho *et al.*, 2004b)

2.3 บันทึกผลและถ่ายภาพ นำค่าจำนวนละอองเรณูและหลอดเรณูที่นับได้ไปคำนวณและวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองที่ 3 การเจริญของหลอดเรณูภายในรังไข่

นำชิ้นส่วนตัวอย่างรังไข่ทุกทริตเมนต์ที่แช่ในสารละลาย 70% FAA ไป dehydrated ผ่านชุดแอลกอฮอล์และบิวทานอล และ embedded ในพาราฟิน ตัดตัวอย่างตามยาว (longitudinal section) หนา 10-20 μm ด้วยเครื่องตัด microtome (Honsho *et al.*, 2007a) ย้อมสีด้วยสารละลายสีย้อม 0.1% (w/v) aniline blue ใน 0.1 M K_3PO_4 แล้วนำไปศึกษาการเจริญของหลอดเรณูภายในรังไข่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนซ์ ถ่ายภาพและบันทึกผล

การทดลองที่ 4 ศึกษาการติดผล

4.1 เปอร์เซ็นต์การติดผล

หลังจากเก็บตัวอย่างดอกที่จะใช้ศึกษาในห้องปฏิบัติการครบแล้ว ให้ทำการไว้ผลทุเรียนที่เหลือ จำนวน 3 ผล ต่อ 1 กิ่ง รวมทั้งหมด 9 ผล ต่อ 1 ต้น ในทุกทริตเมนต์ ติดผลที่ไม่ต้องการออกไปให้หมด

บันทึกการติดผล หลังการผสมทุก 7 วัน จนถึงผลแก่เก็บเกี่ยวได้ นำไปคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การติดผลจากจำนวนผลทั้งหมดที่เหลือติดอยู่ต่อจำนวนดอกที่ผสมทั้งหมด พร้อมทั้งวิเคราะห์ทางสถิติ

4.2 การเจริญเติบโตของผล

บันทึกการเจริญเติบโตของผล โดยวัดความยาวของผลตามแนวยาวโค้งของพู ความกว้างของผล ตรงกลางผลตามแนวโค้งของผล จากระยะติดผล 1 สัปดาห์หลังผสมเกสร จนถึงผลแก่เก็บเกี่ยวได้ในสัปดาห์ที่ 17 หลังผสมเกสร

การทดลองที่ 5 ศึกษาคุณภาพของผลผลิต

เมื่อผลแก่เก็บเกี่ยวได้ ทำการบันทึกลักษณะคุณภาพของผลจากจำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้ทั้งหมด และนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

1. ลักษณะภายนอก ได้แก่ ลักษณะความสมบูรณ์ของรูปร่างทรงผล ขนาดผล (ความยาวผล วัดจากขั้วผลถึงปลายผล ความกว้างผลวัดตรงกลางผล) น้ำหนักผล เส้นรอบวงผล ความหนาเปลือกผล น้ำหนักเปลือก จำนวนพูเต็ม

2. ลักษณะภายใน ได้แก่ น้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ น้ำหนักเมล็ด ขนาดเมล็ด จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ เฉพาะความแน่นเนื้อให้แปลงค่าแรงกดที่ได้จาก กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรเป็นนิวตันต่อตารางเซนติเมตร โดยการคูณด้วย 9.807 (พีรพงษ์, 2541)

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

สถานที่ทำการวิจัย

1. สวนทุเรียนของคุณวิรัตน์ อุณหเลขจิต ที่อยู่ 9/10 ม.6 ต.พลวง กิ่ง อ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี
2. ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาและห้องวิจัยโครงสร้างพืช ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
3. ห้องกล้องจุลทรรศน์ ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

ระยะเวลาทำการวิจัย

ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ถึง เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2551

ผลและวิจารณ์

ผล

การทดลองที่ 1 การศึกษาความพร้อมรับการผสมเกสรของยอดเกสรเพศเมีย

จากผลการทดสอบความพร้อมรับการผสมเกสรของยอดเกสรเพศเมีย พบว่า ให้ผลการทดสอบกับสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ไม่แตกต่างกันระหว่างยอดเกสรเพศเมียภายในเวลา 14.00 น. และ 18.00 น. พบฟองก๊าซขึ้นที่บริเวณผิวหน้าของยอดเกสรเพศเมีย

การทดลองที่ 2 การเจริญของหลอดเรณูภายในก้านเกสรเพศเมีย

จากการศึกษาพบว่า การทดลองผสมเกสรทั้ง 4 วิธี มีการงอกของละอองเรณูบนยอดเกสรเพศเมียและการเจริญของหลอดเรณูภายในก้านเกสรเพศเมีย (ภาพผนวกที่ 1 และ 2) การเจริญของหลอดเรณูภายในก้านเกสรเพศเมียใน 4 บริเวณที่ระยะเวลาต่าง ๆ หลังการผสมเกสรเป็นดังนี้

ที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมงหลังการผสมเกสร พบว่า การผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. การผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. และการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. มีการงอกของละอองเรณูบนยอดเกสรเพศเมีย โดยปริมาณละอองเรณูที่งอกของการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. มีค่าสูงที่สุด รองลงมา คือ ผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. และการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. มีค่าต่ำสุด ($p = 0.0002$) และภายในช่วงเวลานี้พบว่าการผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. มีการเจริญของหลอดเรณูมาถึงส่วนต้นของก้านเกสรเพศเมีก่อนทริตเมนต์อื่น ในขณะที่การผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติยังไม่มีมีการงอกของละอองเรณูเกิดขึ้น (ภาพที่ 1 ก และตารางผนวกที่ 1 - 2)

ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมงหลังการผสมเกสร พบว่า การผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติมีการงอกของละอองเรณูบนยอดเกสรเพศเมีย และการทดลองอีก 3 ทริตเมนต์ที่พบการงอกของละอองเรณูด้วยเช่นกันตั้งแต่วันที่ 1 ชั่วโมงก่อนหน้านี้นี้ โดยปริมาณละอองเรณูที่งอกของการผสมตัวเองข้ามต้นและผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. มีค่าสูงที่สุด รองลงมา คือ การผสม

ตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. และการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติมีค่าต่ำที่สุด ($p < 0.0001$) การทดลองทั้ง 4 ทริตเมนต์มีการเจริญของหลอดเรณูต่อมาถึงส่วนต้นและส่วนกลางของก้านเกสรเพศเมีย โดยปริมาณหลอดเรณูของการผสมตัวเองข้ามต้นและผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. มีค่าสูงที่สุด ในขณะที่การผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติและการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. มีปริมาณหลอดเรณูต่ำที่สุด ($p < 0.0001$) (ภาพที่ 1 ข และตารางผนวกที่ 1 - 3)

ที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมงหลังการผสมเกสร การงอกของละอองเรณูบนยอดเกสรเพศเมียจากทั้ง 4 ทริตเมนต์ พบว่า ปริมาณเรณูที่งอกของการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. มีค่าสูงที่สุด การผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. และการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. มีค่ารองลงมา และการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติมีปริมาณเรณูที่งอกต่ำที่สุด ($p = 0.0486$) ปริมาณหลอดเรณูที่พบภายในส่วนต้นของก้านเกสรเพศเมียจากการผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันและผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. มีค่าสูงสุด รองลงมา คือ การผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. และการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติพบหลอดเรณูในปริมาณต่ำสุด ($p = 0.0097$) ภายในส่วนกลางของก้านเกสรเพศเมียพบปริมาณหลอดเรณูสูงที่สุดจากการผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. และผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. ในขณะที่การผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติพบปริมาณหลอดเรณูต่ำที่สุด ($p = 0.0066$) ในช่วงเวลา 12 ชั่วโมงนี้ พบว่า การผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันและผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. มีการเจริญของหลอดเรณูมาถึงส่วนโคนของก้านเกสรเพศเมีย โดยปริมาณหลอดเรณูที่พบจากการผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. มีค่าสูงกว่าการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. ($p = 0.0002$) (ภาพที่ 1 ค และตารางผนวกที่ 1 - 4)

ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงหลังการผสมเกสร พบว่า การทดลองทั้ง 4 ทริตเมนต์มีการเจริญของหลอดเรณูถึงส่วนโคนของก้านเกสรเพศเมีย โดยปริมาณเรณูที่งอกบนยอดเกสรเพศเมียและปริมาณหลอดเรณูที่ส่วนต้นของก้านเกสรเพศเมียจากทั้ง 4 ทริตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกัน ($p = 0.0983$ และ $p = 0.1398$) ในขณะที่บริเวณส่วนกลางของก้านเกสรเพศเมียปริมาณหลอดเรณูจากทั้ง 4 ทริตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันเช่นเดียวกัน ($p = 0.0851$) ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงนี้ พบว่า การผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติและการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. มีการเจริญของหลอดเรณูถึงส่วนโคนของก้านเกสรเพศเมียในช่วงเวลาดังกล่าว โดยปริมาณหลอดเรณูที่พบจากการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. มีค่าสูงสุด การผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. มีปริมาณรองลงมา ในขณะที่การผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติและการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. มีปริมาณหลอดเรณูต่ำสุด ($p = 0.0364$) (ภาพที่ 2 ก และตารางผนวกที่ 1 - 4)

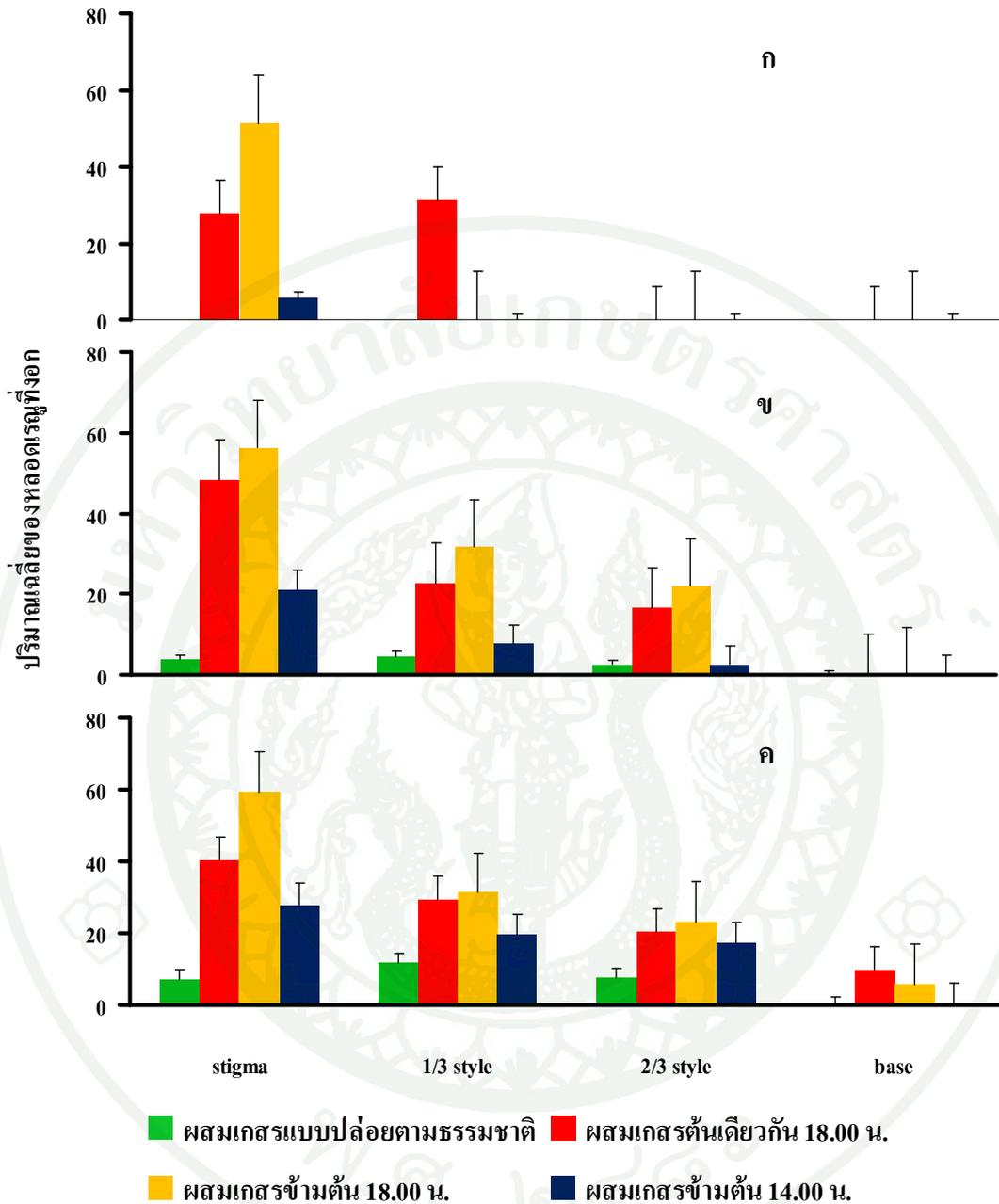
ที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมงหลังการผสมเกสร ปริมาณเรณูที่งอกบนยอดเกสรเพศเมียมีความแตกต่างกันโดยการผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. มีค่าสูงสุด รองลงมา คือ ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. ในขณะที่การผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติและผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. มีปริมาณเรณูที่งอกต่ำสุด ($p = 0.0310$) ปริมาณหลอดเรณูที่พบภายในส่วนต้นของก้านเกสรเพศเมียจากการผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. มีค่าสูงสุด รองลงมา คือ การผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. อันดับสาม คือ การผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. และปริมาณหลอดเรณูต่ำสุดพบจากการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ ($p = 0.0019$) ภายในส่วนกลางและส่วน โคนของก้านเกสรเพศเมีย พบว่า การผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันและผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. มีปริมาณหลอดเรณูสูงกว่าการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ และผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. ($p = 0.0008$ และ $p = 0.0005$) (ภาพที่ 2 ข และตารางผนวกที่ 1 - 4)

ที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมงหลังการผสมเกสร ปริมาณเรณูที่งอกบนยอดเกสรเพศเมียและหลอดเรณูที่พบภายในส่วนต้นของก้านเกสรเพศเมียจากการผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันและผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. พบว่ามีค่าสูงกว่าการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติและผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. ($p = 0.0001$ และ $p < 0.0001$) ปริมาณหลอดเรณูที่มีการเจริญมาถึงส่วนกลางของก้านเกสรเพศเมีย พบว่า การผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. มีค่าสูงสุด รองลงมา คือ การผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. อันดับสาม คือ การผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. และการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติพบปริมาณหลอดเรณูต่ำสุด ($p = 0.0028$) ภายในส่วนโคนของก้านเกสรเพศเมีย พบว่า การผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันและผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. มีปริมาณหลอดเรณูสูงสุด การผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. มีปริมาณหลอดเรณูรองลงมา และการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติมีปริมาณหลอดเรณูที่พบต่ำที่สุด ($p = 0.0093$) (ภาพที่ 2 ค และตารางผนวกที่ 1 - 4)

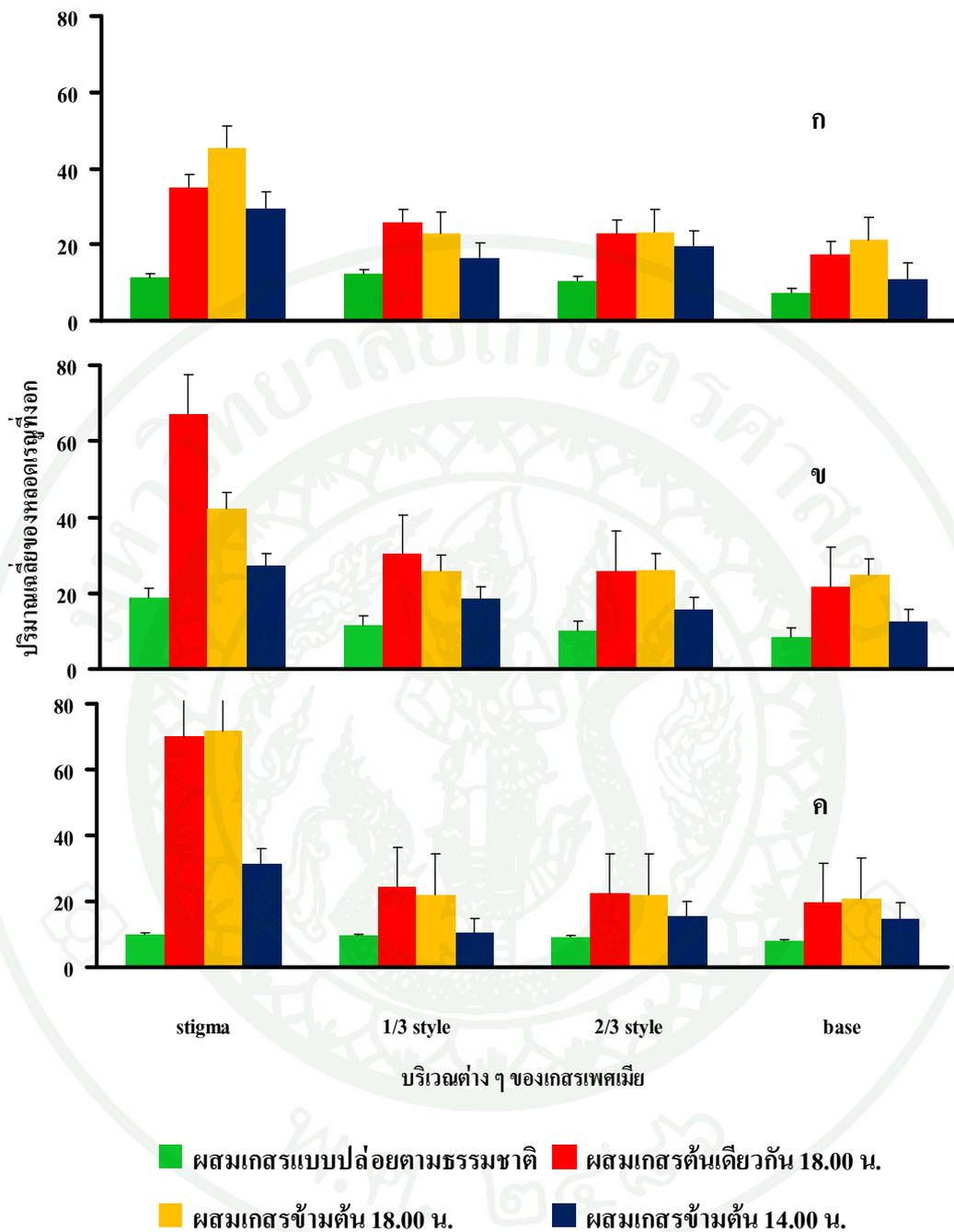
ที่ระยะเวลา 120 ชั่วโมงหลังการผสมเกสร ภายในส่วนโคนของก้านเกสรเพศเมีย พบปริมาณหลอดเรณูสูงที่สุดจากการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. รองลงมา คือ ผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. การผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. พบปริมาณหลอดเรณูเป็นอันดับสาม และการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติพบปริมาณหลอดเรณูต่ำที่สุด ($p = 0.0057$) (ภาพที่ 3 ก และตารางผนวกที่ 4)

ที่ระยะเวลา 168 ชั่วโมงหลังการผสมเกสร ภายในส่วนโคนของก้านเกสรเพศเมีย พบว่าการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. มีปริมาณหลอดเรณูเพิ่มสูงขึ้นจากเดิม โดยมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณหลอดเรณูที่พบจากการผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันและผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. ซึ่งมีค่าสูงสุด ในขณะที่การผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติยังคงพบปริมาณหลอดเรณูลดลง และมีค่าต่ำที่สุด ($p < 0.0001$) (ภาพที่ 3 ข และตารางผนวกที่ 4)

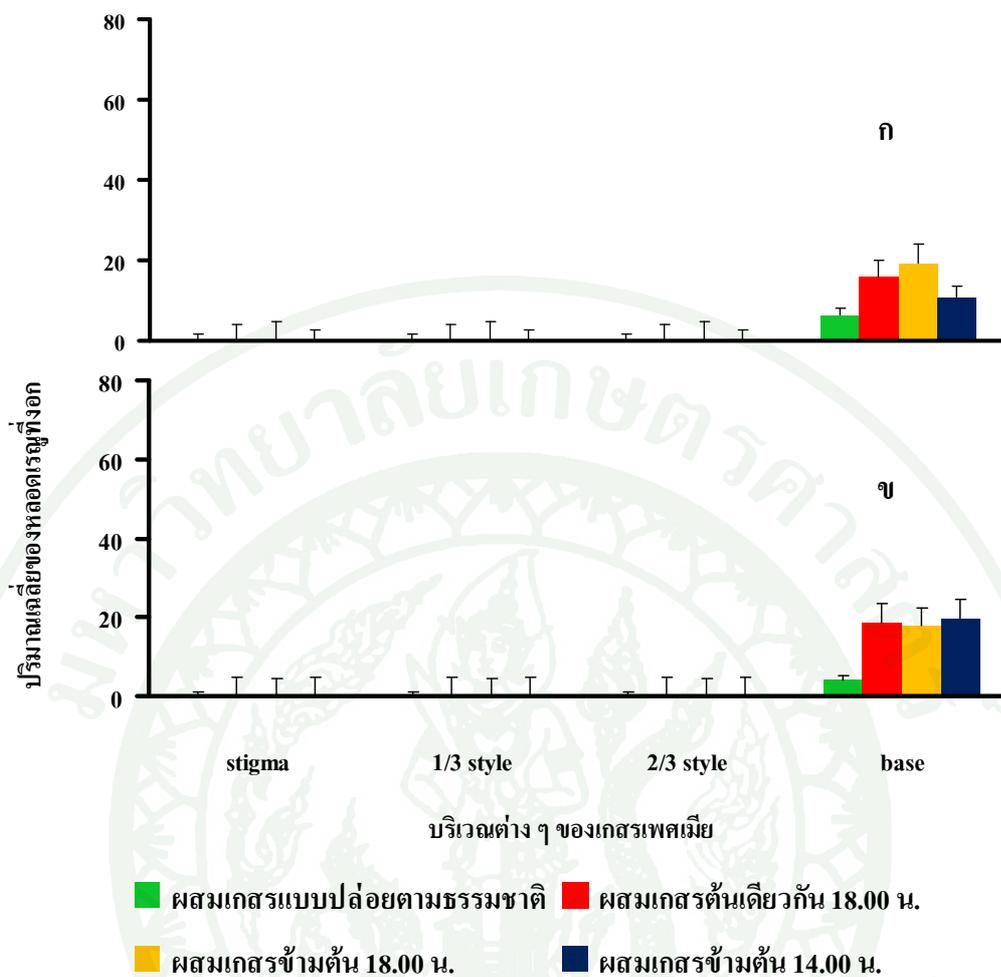




ภาพที่ 1 การลดลงของปริมาณเรณูที่งอกภายในก้านเกสรเพศเมียที่เวลา
 ก. 1 ชั่วโมง ข. 6 ชั่วโมง ค. 12 ชั่วโมง



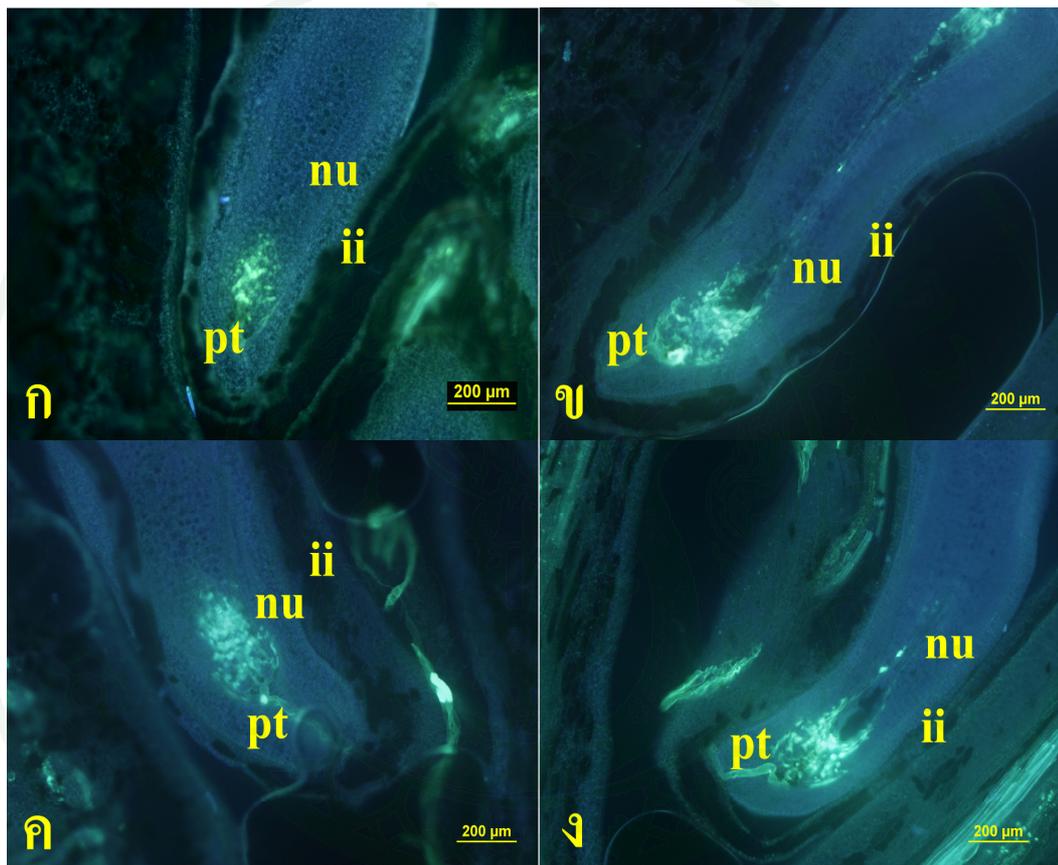
ภาพที่ 2 การลดลงของปริมาณเรณูที่งอกภายในก้านเกสรเพศเมียที่เวลา
 ก. 24 ชั่วโมง ข. 48 ชั่วโมง ค. 72 ชั่วโมง



ภาพที่ 3 การลดลงของปริมาณเรณูที่งอกภายในก้านเกสรเพศเมียที่เวลา ก. 120 ชั่วโมง ข. 168 ชั่วโมง stigma, 1/4 style และ 2/4 style ไม่สามารถตรวจสอบได้ เนื่องจากหลอดเรณูเกิดการเสื่อมสลาย

การทดลองที่ 3 การเจริญของหลอดเรณูภายในรังไข่

หลังจากการศึกษาการเจริญของหลอดเรณูภายในรังไข่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนส์ พบว่าที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมงสามารถสังเกตพบการเรืองแสงของหลอดเรณูที่เจริญเข้าสู่รังไข่เหมือนกันในการทดลองผสมเกสรทั้ง 4 วิธีการ (ภาพที่ 4 ก – ง)



ภาพที่ 4 การเจริญของหลอดเรณูมาถึงอวุลที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมงหลังการผสมเกสร (10x) ภายในรังไข่ของการทดลองทั้ง 4 ทรีตเมนต์;

- ก. ผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ ข. ผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น.
ค. ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. ง. ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น.

(pt = pollen tube, nu = nucellus, ii = inner integument)

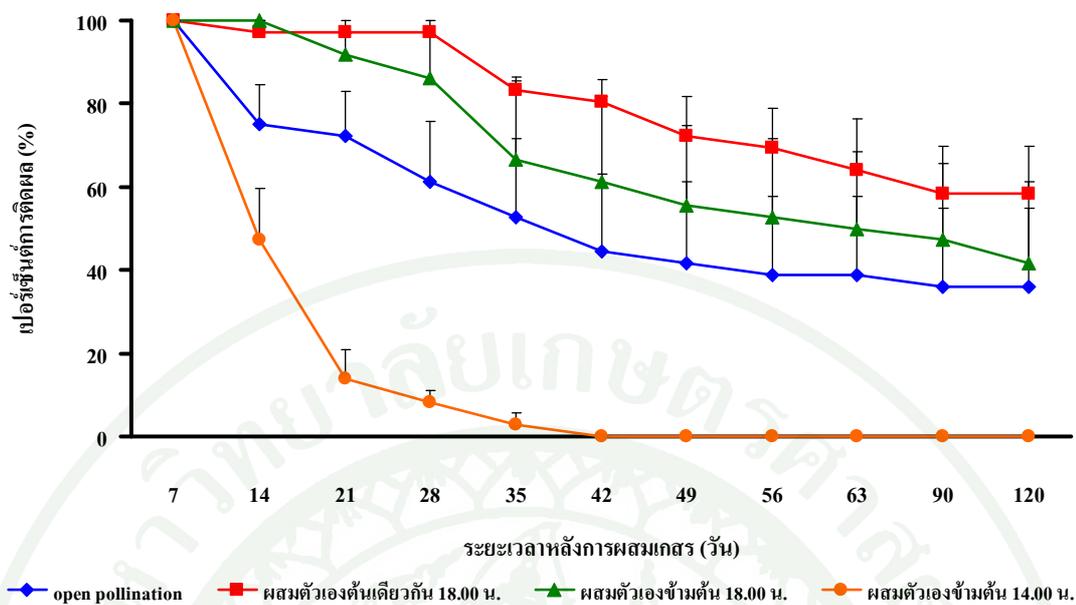
การทดลองที่ 4 การติดผล

4.1 เปอร์เซ็นต์การติดผล

การศึกษาการติดผลหลังจากการผสมเกสรทั้ง 4 ทริตเมนต์ พบว่า การติดผลที่เวลา 7 วันของการผสมเกสรทั้ง 4 ทริตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกัน ดอกที่ผสมมีการติดผลทั้งหมดและไม่มี การร่วงของผล เมื่อเข้าสู่วันที่ 14 พบว่า การติดผลมีค่าลดลงโดยเฉพาะการผสมตัวเองข้ามต้นใน เวลา 14.00 น. มีเปอร์เซ็นต์การติดผลเพียง 47.2% ซึ่งแตกต่างจากการผสมเกสรแบบปล่อยตาม ธรรมชาติ การผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันและการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. ซึ่งมีค่า เท่ากับ 75% 97.2% และ 100% ตามลำดับ

ต่อมาในระยะเวลาตั้งแต่ 21 - 42 วัน พบว่า การติดผลของทั้ง 4 ทริตเมนต์ยังคงมีค่า ลดลงเรื่อย ๆ แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 4 ทริตเมนต์พบว่า การผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันใน เวลา 18.00 น. มีการติดผลสูงที่สุด รองลงมา คือ การผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. และการ ผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ ส่วนการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. หลังจากวันที่ 7 หลังการผสมเกสรมีการติดผลและผลที่ติดมีการร่วงจน ไม่มีการติดผลเหลืออยู่เลยในวันที่ 42

ช่วงสุดท้ายตั้งแต่ระยะเวลาที่ 49 - 120 วัน พบว่า การติดผลของการผสมเกสรอีก 3 ทริตเมนต์ยังคงมีการลดลงต่อมา โดยการผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันและผสมตัวเองข้ามต้นใน เวลา 18.00 น. มีการติดผลสูงกว่าการติดผลของการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติตั้งแต่วันที่ 49 จนถึงวันที่ 90 เมื่อเข้าสู่วันที่ 120 ซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า การติดผลของการผสม ตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. มีการลดลงจนถึงค่าที่ใกล้เคียงกับการติดผลของการผสมเกสรแบบ ปล่อยตามธรรมชาติและการผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. โดยมีค่าเท่ากับ 41.7% 36.1% และ 58.3% ตามลำดับ (ภาพที่ 5 และตารางผนวกที่ 5)



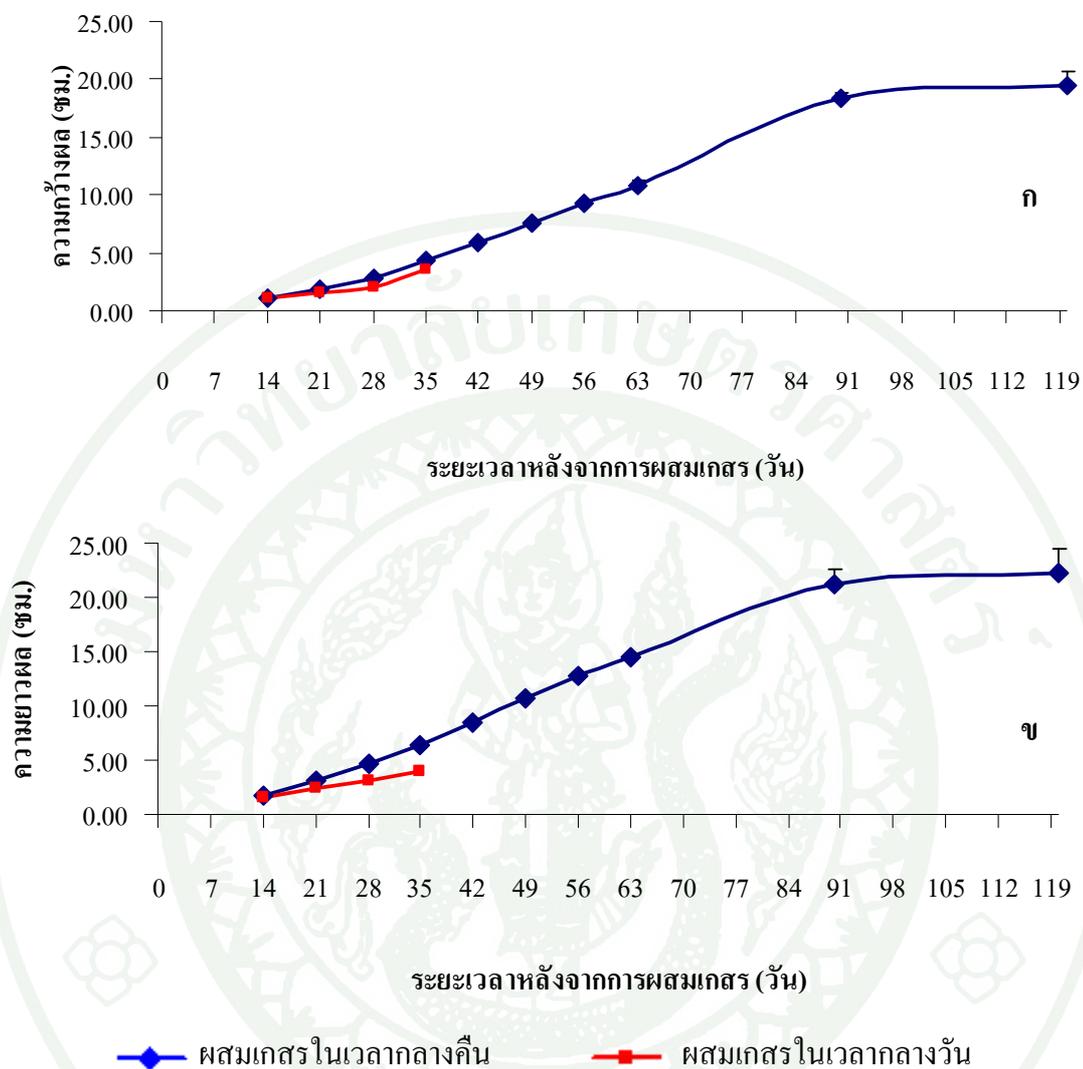
ภาพที่ 5 การติดผลของทุเรียนพันธุ์หมอนทองหลังการผสมเกสรจนถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ 120 วัน

4.2 การเจริญเติบโตของผล

ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เกิดจากการผสมตัวเองในเวลากลางคืนทั้งภายในต้นเดียวกันและข้ามต้น เมื่อเทียบกับการเจริญของผลที่เกิดจากการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ พบว่า ค่าเฉลี่ยของการเจริญทางด้านความกว้างและความยาวในระหว่างทั้ง 3 ทริตเมนต์ที่ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางผนวกที่ 6 และ 7) จึงคำนวณค่าใหม่เป็นค่าเฉลี่ยของความกว้างและความยาวของทั้ง 3 ทริตเมนต์ และ plot graph ออกมาเป็นกราฟเส้นเดียว พบว่า กราฟของการเจริญเติบโตของผลเป็นแบบ simple sigmoid curve ในขณะที่การเจริญเติบโตของผลที่เกิดจากการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลากลางวันมีการเจริญของผลต่ำกว่าการผสมเกสรในเวลากลางคืนและผลมีการเจริญเติบโตเพียง 35 วัน จึงร่วงหมด (ภาพที่ 6)

การเจริญเติบโตของผลทางด้านความกว้างที่เกิดจากการผสมเกสรในเวลากลางคืน พบว่า ช่วงเวลาตั้งแต่วันแรกจนถึงวันที่ 21 ผลมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (exponential phase) ต่อมาในช่วงวันที่ 21 จนถึงวันที่ 90 ผลมีการเจริญเพิ่มขึ้นคงที่ (linear phase) และตั้งแต่วันที่ 90 จนถึงวันที่ 120 ผลมีการเจริญเติบโตลดลงจนถึงระยะเก็บเกี่ยวที่ 120 วัน (maturation phase) (ภาพที่ 6 ก)

การเจริญเติบโตของผลทางด้านความยาว พบว่า ช่วงเวลาตั้งแต่วันแรกจนถึงวันที่ 14 ผลมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (exponential phase) ต่อมาในช่วงวันที่ 14 ถึงวันที่ 90 ผลมีการเจริญเพิ่มขึ้นคงที่ (linear phase) และตั้งแต่วันที่ 90 จนถึงวันที่ 120 ผลมีการเจริญเติบโตลดลงจนถึงระยะเก็บเกี่ยวที่ 120 วัน (maturation phase) (ภาพที่ 6 ข)

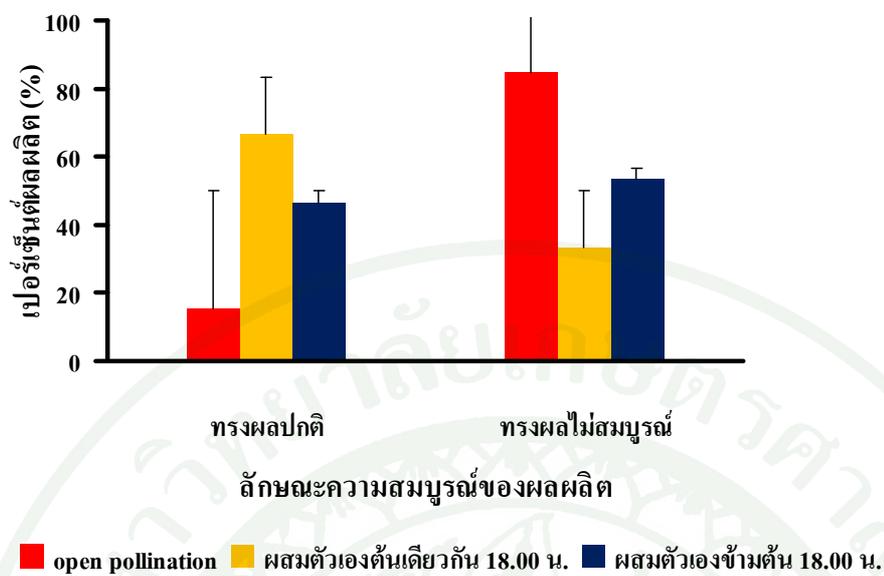


ภาพที่ 6 การเจริญเติบโตของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เกิดจากการผสมเกสรต่างวิธีกันใน
 ช่วงเวลาที่ต่างกัน; ก. การเจริญเติบโตทางด้านความกว้าง ข. การเจริญเติบโตทางด้าน
 ความยาว

การทดลองที่ 5 ลักษณะของผลทุเรียนที่ได้จากการผสมเกสร

5.1 ความสมบูรณ์ของรูปร่างทรงผล

หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ระยะเวลา 120 วัน มีผลผลิตเหลือเพียง 3 ทรืตเมนต์ที่ทำการศึกษา ได้แก่ การผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ การผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. และการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. เมื่อตรวจสอบลักษณะความสมบูรณ์ของรูปร่างผลทุเรียนที่ได้จากการผสมเกสรทั้ง 3 วิธี พบว่า ผลทุเรียนที่ได้จากการผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. พบสัดส่วนของผลที่มีรูปร่างปกติสูงที่สุดเท่ากับ 66.7% สัดส่วนรูปทรงผลปกติที่มีค่ารองลงมา คือ ผลที่เกิดจากการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. มีค่าเท่ากับ 46.7% และผลทุเรียนที่เกิดจากการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติพบสัดส่วนรูปทรงผลที่มีรูปร่างปกติน้อยที่สุดเท่ากับ 15.4% แต่มีสัดส่วนของผลที่มีรูปร่างไม่สมบูรณ์สูงที่สุดเท่ากับ 84.6% รองลงมา คือ ผลที่เกิดจากการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. และการผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. มีค่าสัดส่วนของผลที่มีรูปร่างไม่สมบูรณ์ต่ำที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 53.3% และ 33.3% ตามลำดับ (ภาพที่ 7 และ ภาพผนวกที่ 3 ก - ค)



ภาพที่ 7 เปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ต่อผลผลิตทั้งหมดของรูปร่างทรงผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่
ระยะเก็บเกี่ยว 120 วัน

5.2 ลักษณะภายนอกและภายในของผลทุเรียน

เมื่อได้ทำการศึกษาลักษณะภายนอกของผลทุเรียนจากกลุ่มที่ทำการผสมเกสรทั้ง 3 กลุ่มแล้ว พบว่า ข้อมูลของลักษณะภายนอกผล ได้แก่ น้ำหนักผลอยู่ในช่วง 2.8 - 3.4 กิโลกรัม ความกว้างผลอยู่ในช่วง 19.2 - 20.8 เซนติเมตร ความยาวผลอยู่ในช่วง 22.3 - 24.4 เซนติเมตร เส้นรอบวงผลอยู่ในช่วง 58.1 - 61.5 เซนติเมตร ความหนาเปลือกผลอยู่ในช่วง 0.8 - 0.9 เซนติเมตร น้ำหนักเปลือกอยู่ในช่วง 1.2 - 1.6 กิโลกรัม และจำนวนพูเต็มอยู่ในช่วง 4.4 - 4.7 พู ของผลทุเรียนที่เกิดจากการผสมเกสรทั้ง 3 วิธี ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 1) และจากข้อมูลของลักษณะภายในผล ได้แก่ น้ำหนักเนื้ออยู่ในช่วง 729.1 - 905.5 กรัม ความแน่นเนื้ออยู่ในช่วง 12.76 - 13.98 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร น้ำหนักเมล็ดอยู่ในช่วง 142.1 - 170.0 กรัม ความกว้างของเมล็ดอยู่ในช่วง 2.9 - 3.0 เซนติเมตร ความยาวของเมล็ดอยู่ในช่วง 4.8 - 5.0 เซนติเมตร ความหนาของเมล็ดอยู่ในช่วง 1.9 - 2.0 เซนติเมตร และจำนวนเมล็ดสมบูรณ์อยู่ในช่วงตั้งแต่ 5.4 - 7.5 พบว่า ข้อมูลของลักษณะภายในผลจากการผสมเกสรทั้ง 3 วิธี ไม่มีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 8 - 9 และตารางที่ 2)

หลังจากที่ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักผลกับลักษณะภายนอกและลักษณะภายในของผลแล้ว พบว่า น้ำหนักผลมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทางบวกกับลักษณะภายนอกและภายในของผล ได้แก่ ความกว้างผล ความยาวผล เส้นรอบวงผล น้ำหนักเปลือก น้ำหนักเนื้อ ความยาวเมล็ด น้ำหนักเมล็ด และจำนวนเมล็ดสมบูรณ์ โดยลักษณะเหล่านี้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับน้ำหนักผลมากที่สุด ลักษณะของผลที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงรองลงมา ได้แก่ ความหนาของเมล็ด และจำนวนเมล็ดต่อผล และลักษณะของผลที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับน้ำหนักผลน้อยที่สุด คือ จำนวนพูเต็ม และความกว้างของเมล็ด ในขณะที่ความหนาเปลือกและความหนาแน่นเนื้อไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับน้ำหนักผล (ตารางที่ 3) นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทางบวกระหว่างน้ำหนักเมล็ดและจำนวนเมล็ดกับลักษณะผลด้วย โดยลักษณะผลที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด ได้แก่ น้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล เส้นรอบวงผล น้ำหนักเปลือก และน้ำหนักเนื้อ รองลงมา คือ จำนวนพูเต็ม ในขณะที่ความหนาเปลือกและความหนาแน่นเนื้อไม่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักเมล็ด ส่วนลักษณะของผลที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับจำนวนเมล็ดมากที่สุด คือ น้ำหนักเนื้อ รองลงมา คือ น้ำหนักผล ความยาวผล เส้นรอบวงผล และจำนวนพูเต็ม ลักษณะของผลที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับจำนวนเมล็ดน้อยที่สุด คือ ความกว้างผลและน้ำหนักเปลือก ในขณะที่ความหนาเปลือกและความหนาแน่นเนื้อไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับจำนวนเมล็ด (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะภายนอกของผลในระหว่างวิธีการผสมเกสรทั้ง 3 วิธี

วิธีการผสม เกสร	น้ำหนัก ผล (กก.)	ความ กว้างผล (ซม.)	ความยาว ผล (ซม.)	เส้นรอบ วงผล (ซม.)	ความ หนา เปลือก (ซม.)	น้ำหนัก เปลือก (กก.)	จำนวน พูเต็ม (พู)
ผสมเกสร ปล่อยตาม ธรรมชาติ	2.9±0.25 ^{1, 2/}	19.9±0.89	23.6±0.51	58.5±2.34	0.9±0.10	1.4±0.02	4.5±0.12
ผสมตัวเอง ภายในต้น เดียวกัน 18.00 น.	2.8±0.34	19.2±0.97	22.3±1.34	58.1±2.26	0.8±0.02	1.2±0.11	4.7±0.10
ผสมตัวเอง ข้ามต้น 18.00 น.	3.4±0.41	20.8±0.52	24.4±1.38	61.5±1.82	0.9±0.06	1.6±0.28	4.4±0.40
Pr > F	0.5115	0.4501	0.5347	0.5366	0.1864	0.3830	0.6260

หมายเหตุ 1/ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2/ ค่าเฉลี่ย ± standard error

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบลักษณะภายในของผลในระหว่างวิธีการผสมเกสรทั้ง 3 วิธี

วิธีการผสมเกสร	ความกว้าง เมล็ด (ซม.)	ความยาว เมล็ด (ซม.)	ความหนาเมล็ด (ซม.)	น้ำหนักเมล็ด (ก.)	น้ำหนักเนื้อ (ก.)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน/ตร.ซม.)	จำนวนเมล็ด สมบูรณ์
ผสมเกสรปล่อยตาม ธรรมชาติ	3.0±0.02 ^{1/, 2/}	5.0±0.16	2.0±0.12	142.1±23.0	729.1±103.7	13.98±1.03	5.4±0.7
ผสมตัวเองภายใน ต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น.	2.9±0.06	4.8±0.11	1.9±0.11	165.1±12.4	758.9±121.6	12.76±1.06	7.4±0.2
ผสมตัวเองข้ามต้น ในเวลา 18.00 น.	3.0±0.16	4.9±0.22	2.0±0.17	170.0±26.3	905.5±140.7	13.44±2.30	7.5±1.9
Pr > F	0.9650	0.5890	0.6719	0.6667	0.6440	0.8768	0.4804

หมายเหตุ 1/ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2/ ค่าเฉลี่ย ± standard error

ตารางที่ 3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักผลกับลักษณะภายนอกและภายในผลทุเรียน

	ความกว้างผล	ความยาวผล	เส้นรอบวงผล	ความหนาเปลือก	น้ำหนักเปลือก	จำนวนพูเต็ม	น้ำหนักเนื้อ	ความหนาแน่นเนื้อ
น้ำหนักผล	0.83*** ^{2/}	0.91***	0.92***	0.24ns ^{1/}	0.91***	0.31*	0.97***	0.16ns
Pr > F	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.1103	<0.0001	0.0399	<0.0001	0.2906

ตารางที่ 3 (ต่อ)

	ความกว้างเมล็ด	ความยาวเมล็ด	ความหนาเมล็ด	น้ำหนักเมล็ด	จำนวนเมล็ดสมบูรณ์	จำนวนเมล็ดรวม
น้ำหนักผล	0.31* ^{2/}	0.61***	0.43**	0.71***	0.55***	0.52**
Pr > F	0.0404	<0.0001	0.0034	<0.0001	<0.0001	0.0003

หมายเหตุ 1/ ns หมายถึง ไม่มีสหสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

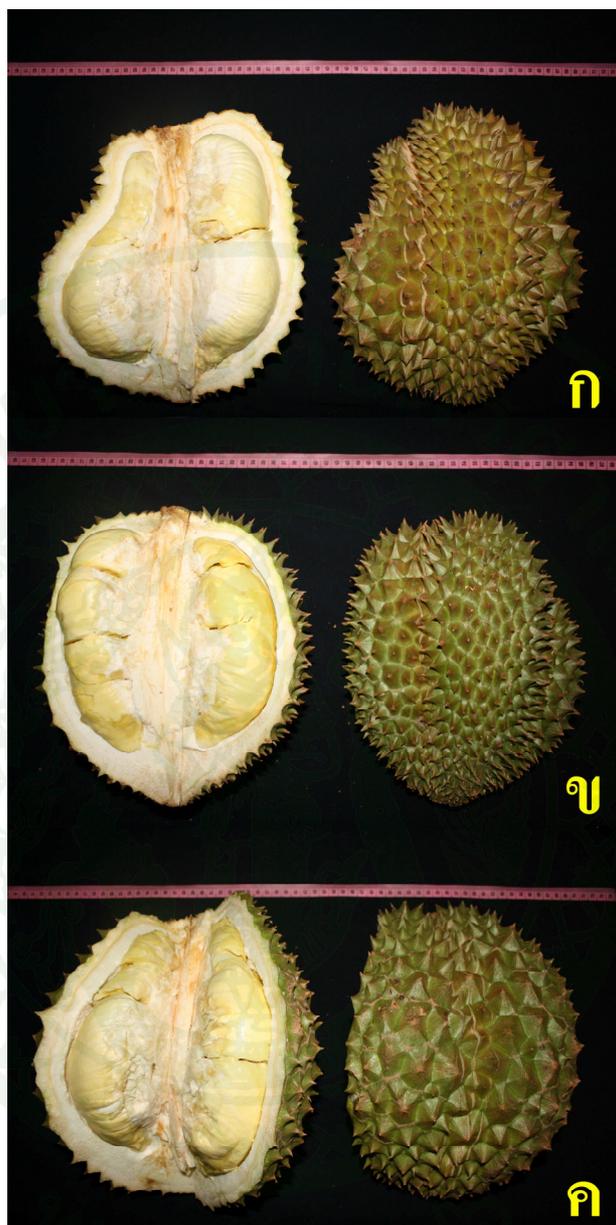
2/ *, **, *** หมายถึง มีสหสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, 99% และมีสหสัมพันธ์ทางสถิติอย่างยิ่งยวด ตามลำดับ

ตารางที่ 4 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของเมล็ดกับลักษณะภายนอกและภายในผลทุเรียน

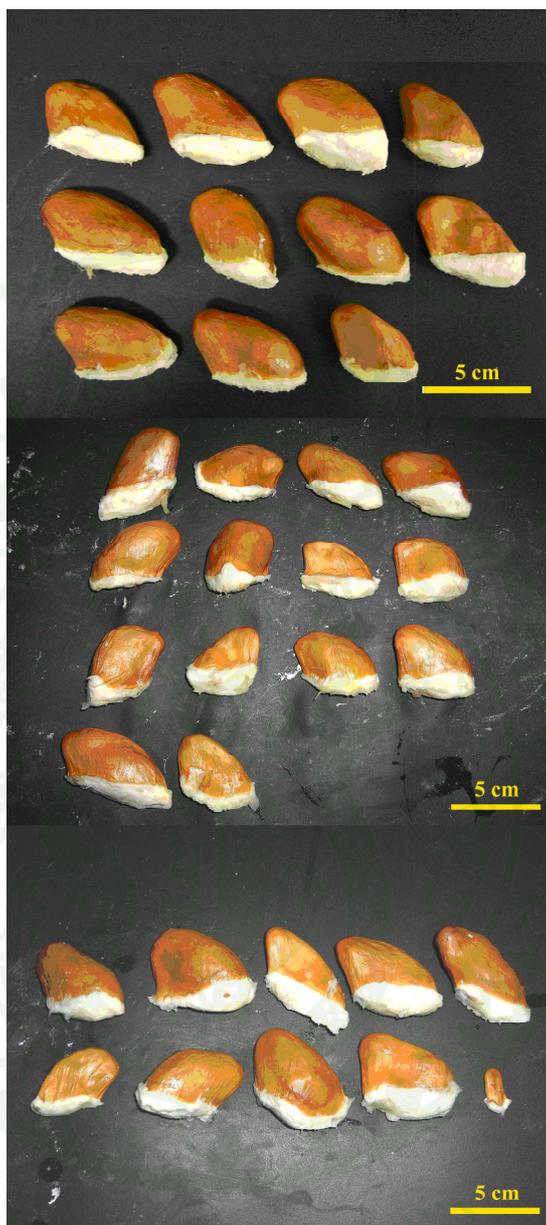
	น้ำหนัก ผล	ความกว้าง ผล	ความยาว ผล	เส้นรอบวง ผล	น้ำหนัก เปลือก	ความหนา เปลือก	จำนวนพู เต็ม	น้ำหนัก เนื้อ	ความหนาแน่น เนื้อ
น้ำหนัก เมล็ด	0.71*** ^{2/}	0.56***	0.57***	0.73***	0.64***	0.09ns ^{1/}	0.39**	0.66***	0.14ns
Pr > F	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.5604	0.0080	<0.0001	0.3624
จำนวนเมล็ด	0.52**	0.32*	0.40**	0.47**	0.37*	0.14ns	0.50**	0.56***	0.08ns
Pr > F	0.0003	0.0345	0.0063	0.0010	0.0136	0.3607	0.0005	<0.0001	0.6123

หมายเหตุ 1/ ns หมายถึง ไม่มีสหสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2/ *, **, *** หมายถึง มีสหสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, 99% และมีสหสัมพันธ์ทางสถิติอย่างยิ่งยวด ตามลำดับ



ภาพที่ 8 ลักษณะภายในผลของทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เกิดจากการผสมเกสรต่างวิธีกันใน
ระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ 120 วัน; ก. การผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ ข. การผสม
ตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. ค. การผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น.



ก

ข

ค

ภาพที่ 9 ลักษณะเมล็ดของทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เกิดจากการผสมเกสรต่างวิธีกันในระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ 120 วัน; ก. การผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ ข. การผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. ค. การผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น.

วิจารณ์

1. การงอกของหลอดเรณูกับการติดผล

การติดผลที่เกิดจากการผสมตัวเองในเวลากลางวันและกลางคืนที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยการผสมตัวเองในเวลากลางวันเวลา 18.00 น. และการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติมีการติดผล ในขณะที่การผสมตัวเองในเวลากลางวันเวลา 14.00 น. เกิดการติดผลต่ำกว่าและผลมีการพัฒนาเพียง 42 วันจึงร่วงหมด ผลที่ได้นี้ไม่มีอิทธิพลของความแตกต่างของต้นที่มีต่อการติดผลมาเกี่ยวข้องเนื่องจาก เมื่อวิเคราะห์สถิติตามแผนการทดลองแบบ RCBD แล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่าง block (ต้น)

แม้ว่าจะพบหลอดเรณูออกจำนวนมากที่บริเวณโคนของก้านเกสรเพศเมียในการผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น. และการผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น. (ตารางผนวกที่ 5) แต่เปอร์เซ็นต์การติดผลของทั้ง 3 ทริตเมนต์ในการทดลองครั้งนี้มีค่าต่ำ (ตารางผนวกที่ 1) น่าจะเกิดจากการแห้งของเอ็มบริโอหลังระยะไซโกต ทำให้ปริมาณการติดเมล็ดไม่แน่นอนมีค่าแปรปรวนเป็นช่วงกว้าง ปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นผลมาจาก self-sterility ในรูปแบบของ Early-acting inbreeding depression ที่เป็นระบบต่อต้านการผสมตัวเอง โดยก่อให้เกิดความล้มเหลวในการพัฒนาของถุงเอ็มบริโอหลังระยะไซโกต (Sage and Sampson, 2003) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทริตเมนต์ที่ผสมตัวเองในเวลากลางวันที่มีการติดผลต่ำที่สุดและผลร่วงหมดนั้น อาจมีปัจจัยภายนอกมาเกี่ยวข้องด้วย ได้แก่ อุณหภูมิสูงก่อนดอกบาน เนื่องจากการผสมเกสรในเวลากลางวันซึ่งเป็นระยะก่อนดอกบานนั้นมีอุณหภูมิสูงกว่าตอนกลางคืน โดยมีผลชะลอการเจริญเติบโตของเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียและชักนำให้เกิดความผิดปกติขึ้นในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ จึงชักนำให้ควมมีชีวิตของเรณูและการสร้างถุงเอ็มบริโอต่ำลงไปด้วย ทำให้ควมพร้อมในกระบวนการปฏิสนธิแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีผลทำให้การติดผลและปริมาณของผลผลิตลดลง (Nava *et al.*, 2009) หรืออาจเกิดจากวิธีการเก็บรักษาเรณูเพื่อใช้ผสมเกสรในเวลากลางวันก็เป็นได้ เพราะการเก็บเรณูไว้ในเดซิกเคเตอร์ดูดความชื้นอาจทำให้เรณูสูญเสียความชื้นมากเกินไป เรณูอาจตายได้หรือควมมีชีวิตของเรณูต่ำลง (นิรันดร์, 2545) เมื่อนำเรณูออกมาฟุ้งเพื่อทำการ rehydration คี้นควมมีชีวิตของเรณูในการศึกษาครั้งนี้ใช้เวลาในการรับควมชื้นจากภายนอกน้อยเกินไปเพียง 1 ชั่วโมง อาจคีนควมมีชีวิตของเรณูได้น้อยกว่าที่ควรจะเป็น เนื่องจากเรณูของทุเรียนที่ผ่านการเก็บรักษาในสภาพดูดควมชื้นต้องใช้เวลาในการ rehydration เป็นเวลา 12

ชั่วโมง จึงจะมีการงอกสูงที่สุดเท่ากับ 47% (Honscho *et al.*, 2007b) ซึ่งอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การติดผลที่เกิดจากการผสมเกสรในเวลากลางวันมีความแตกต่างจากการติดผลที่เกิดจากการผสมเกสรในเวลากลางคืน แม้ว่าเป็นเรณูที่เก็บจากระยะดอกบานเช่นเดียวกันก็ตาม ดังนั้นจึงควรทำการ rehydration ให้นานขึ้นกว่าเดิมเพื่อคืนความมีชีวิตของเรณูให้สูงขึ้น

การผสมตัวเองต่างกันในเวลา 14.00 น. ในการศึกษาไม่ประสบความสำเร็จในการติดผล ไม่มีความสอดคล้องกับผลการทดลองของ Honscho *et al.* (2004) ที่รายงานว่า การช่วยผสมเกสรมีโอกาสติดผลสูงกว่าการปล่อยให้ผสมเกสรเองตามธรรมชาติ และไม่สอดคล้องกับผลการทดลองของ Honscho *et al.* (2007a) ที่รายงานว่ามีการติดผลในช่วงเวลาทำการผสมเกสรก่อนระยะดอกบาน 6 ชั่วโมง (เวลาประมาณ 13.00 น.) ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกับการผสมเกสรข้ามต้นในเวลา 14.00 น. ในการศึกษา

การผสมตัวเองในเวลากลางวันนั้นแม้ว่าจะพบปริมาณหลอดเรณูสูงกว่าการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติก็ตาม แต่ในการศึกษารุ่นนี้ไม่สามารถตรวจหาสาเหตุของการร่วงของผลได้ชัดเจน เนื่องจากการศึกษาการเจริญของหลอดเรณูภายในรังไข่ได้ทำการศึกษาเพียงช่วงเวลาเดียวที่ 72 ชั่วโมงเท่านั้นซึ่งพบว่าทริตเมนต์ทั้ง 4 มีการเจริญของหลอดเรณูมาถึงอวุลแล้วแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าทั้ง 4 ทริตเมนต์มีการปฏิสนธิในช่วงเวลาดังกล่าวหรือไม่ หรืออาจจะมีการปฏิสนธิเกิดขึ้นก่อนหน้านั้น ดังนั้น การศึกษาทางกายวิภาคของรังไข่ตั้งแต่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงเป็นต้นไปจึงน่าจะ เป็นวิธีที่สามารถตรวจสอบการปฏิสนธิของทุเรียนได้

แม้ว่าการช่วยผสมตัวเองในเวลากลางคืนและการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติมีการติดผลไม่แตกต่างกันก็ตาม แต่การช่วยผสมตัวเองในเวลากลางคืนมีผลให้รูปทรงผลที่ได้มีลักษณะรูปทรงดี ในขณะที่รูปทรงผลที่ได้จากการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติมีลักษณะบิดเบี้ยวดังภาพที่ 8 ดังนั้นเกษตรกรยังคงมีความจำเป็นต้องใช้วิธีช่วยผสมเกสรเพื่อให้ได้ลักษณะรูปทรงผลที่สมบูรณ์ขึ้น สำหรับผู้ที่ศึกษาต่อออกจากรานวิทยานิพนธ์เล่มนี้ควรเก็บข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นตลอดช่วงเวลาที่ทำการทดลองและควรเพิ่มจำนวนซ้ำของตัวอย่างที่เก็บให้มากขึ้นกว่าเดิม

การผสมเกสรทั้ง 4 วิธี พบการงอกของละอองเรณูและมีการเจริญของหลอดเรณูมาถึงส่วนโคนของก้านเกสรเพศเมีย การผสมตัวเองในเวลากลางวันและกลางคืนพบปริมาณของหลอดเรณูที่ส่วนโคนของก้านเกสรเพศเมียสูงกว่าการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ เนื่องจากเป็นการช่วยผสมเกสร โดยเฉพาะปริมาณหลอดเรณูที่พบจากการผสมตัวเองในเวลากลางวันและการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติมีแนวโน้มสอดคล้องกับความสมบูรณ์ของรูปทรงผล คือ การผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันและต่างต้นในเวลากลางวันพบรูปทรงผลที่สมบูรณ์มากกว่าการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ

2. การเจริญเติบโตของผล

การเจริญเติบโตของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เกิดจากการผสมเกสรในเวลากลางวันและการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติในการศึกษาครั้งนี้เป็นแบบ simple sigmoid curve เช่นเดียวกับการเจริญเติบโตของผลทุเรียนพันธุ์ชะนีในการทดลองของทรงพล (2530) โดยในการศึกษาครั้งนี้ log phase ของความยาวอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 – 14 วัน linear phase ตั้งแต่ 14 – 90 วัน และ senescence phase อยู่ในช่วง 90 – 120 วัน ส่วน log phase ของความกว้างอยู่ที่ 0 – 21 วัน linear phase อยู่ที่ 21 – 90 วัน และ senescence phase อยู่ที่ 90 – 120 วัน ในขณะที่การทดลองของทรงพลพบว่า log phase อยู่ในช่วงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 – 5 linear phase อยู่ระหว่างสัปดาห์ที่ 5 – 11 และ senescence phase อยู่ในช่วงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 11 ถึงสัปดาห์ที่ 15 โดยพบว่าการเจริญเติบโตของผลที่เกิดจากการผสมเกสรด้วยเรณูพันธุ์ชะนีต่างต้น หมอนทอง ก้านยาว กบพิกุลทอง และกะเทย มีการเจริญเติบโตดีกว่าผลที่เกิดจากการผสมเกสรตามธรรมชาติตั้งแต่ช่วงเวลาหลังจากสัปดาห์ที่ 10 เป็นต้นไปจนถึงสัปดาห์ที่ 15 โดยมีทั้งขนาดความยาวและความกว้างของผลเพิ่มขึ้นมากกว่า ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่าการเจริญเติบโตของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เกิดจากการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติและการผสมตัวเองในเวลากลางวันไม่มีความแตกต่างกัน

แม้ว่าการเจริญเติบโตของผลที่เกิดจากการช่วยผสมตัวเองในเวลากลางวันไม่แตกต่างกับการเจริญเติบโตของผลที่เกิดจากการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ แต่การช่วยผสมตัวเองในเวลากลางวันยังสามารถเพิ่มการติดผลได้ (ตารางผนวกที่ 5)

ในการศึกษาครั้งนี้ ข้อมูลการเจริญเติบโตของผลที่เวลาตั้งแต่ 63 – 120 วัน มีความบกพร่อง เนื่องจากการเก็บข้อมูลภายในช่วงเวลาดังกล่าวทิ้งช่วงห่างกันเกินกว่า 7 วัน ซึ่งเป็นผลมาจากการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกันกับการติดผล

3. ลักษณะของผลทุเรียนที่ได้จากการผสมเกสร

ลักษณะของผลทุเรียนที่เกิดจากการผสมตัวเองของพันธุ์หมอนทองในเวลากลางคืนจากการศึกษาครั้งนี้มีความสอดคล้องกับลักษณะรูปทรงผลที่เกิดจากการผสมเกสรระหว่างเรณูพันธุ์ต่าง ๆ กับพันธุ์แม่หมอนทองในการทดลองของทรงพล (2532) ในขณะที่ลักษณะรูปทรงผลที่เกิดจากการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติมีความสมบูรณ์ต่ำกว่าเช่นเดียวกัน โดยการที่รูปทรงผลผิดปกตินั้นอาจมีสาเหตุมาจากการผสมเกสรที่ไม่สมบูรณ์หรืออวุลอาจไม่ได้รับการปฏิสนธิ (Lim and Luders, 1998) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้เก็บข้อมูลของลักษณะสีเนื้อ จึงไม่สามารถบอกความแตกต่างของสีเนื้อได้ชัดเจน

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษารูปได้ว่าการผสมตัวเองในเวลากลางวันมีการติดผลต่ำกว่าการผสมตัวเองในเวลากลางคืนและการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ และผลที่ได้มีการพัฒนาเพียง 42 วันจิ้ง
ร่วงหมด

การช่วยผสมตัวเองในเวลากลางคืนของทุเรียนพันธุ์หมอนทองมีผลทำให้ได้รูปทรงผลที่ดีกว่าการผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติเช่นเดียวกับการผสมเกสรข้ามพันธุ์ โดยสังเกตจากปริมาณของหลอดเรณูที่พบมีแนวโน้มสอดคล้องกับความสมบูรณ์ของรูปร่างทรงผลและมีการติดผลที่ดี

ในขณะที่การช่วยผสมตัวเองในเวลากลางวันไม่ประสบผลสำเร็จเป็นผลเนื่องมาจาก self-sterility ในรูปแบบของ Early-acting inbreeding depression ที่เป็นระบบต่อต้านการผสมตัวเอง โดยก่อให้เกิดความล้มเหลวในการพัฒนาของถุงเอ็มบริโอหลังระยะไซโกต อาจรวมถึงสภาพแวดล้อมภายนอกเช่น อุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมต่อการปฏิสนธิและการพัฒนาการของอวูล

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการ: **ทุเรียน**. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ทรงพล สมศรี. 2530. การศึกษาการผสมเกสรทุเรียนพันธุ์ชะนีและก้านยาวโดยใช้เกสรตัวผู้พันธุ์ต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทรงพล สมศรี. 2532. ผลการทดลองผสมข้ามพันธุ์ทุเรียนล่าสุดปี 2531-2532 (ตอน 2). นิตยสารเคหการเกษตร 13(12): 57-61.

ทรงพล สมศรี. 2551. **ทุเรียนไทยและการปรับปรุงพันธุ์: กรณีศึกษาพันธุ์จันทบุรี 1 จันทบุรี 2 จันทบุรี 3**. สำนักผู้เชี่ยวชาญ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

นิรันดร์ จันทวงศ์. 2545. **สรุปรายการเจริญพันธุ์ของพืช**. สำนักพิมพ์ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิรพงษ์ แสงวนวงศ์กุล. การเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองและอิทธิพลของเอทีฟอนในระยะก่อนเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิเชียร ทองพันชั่ง. 2546. **ทุเรียน**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์เกษตรสาส์น, นนทบุรี.

สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ. 2544. **ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืชทุเรียน (Plant Germplasm Database for Durian)**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานการค้าภายในจังหวัดจันทบุรี. 2552. **สถานการณ์ผลไม้ของจังหวัดจันทบุรีปี 2552. สถานการณ์ผลไม้จังหวัดจันทบุรี**. แหล่งที่มา: <http://www.dit.go.th/chantaburi/contentdet.asp?deptid=51&id=7499>, 15 กันยายน 2552.

สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคตะวันออก จังหวัดระยอง. 2534. **ทุเรียนภาคตะวันออก.**

สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคตะวันออก จังหวัดระยอง, ระยอง.

สำนักบริหารการค้าสินค้าทั่วไป กรมการค้าต่างประเทศ. 2552. การผลิต. **สถานการณ์**

การค้าทุเรียน. แหล่งที่มา: http://www.dft.go.th/level4Frame.asp?sPage=the_files/

\$\$16/level4/3.ทุเรียนรายไตรมาส%202552.doc&level4=2510, 15 กันยายน 2552.

แสวง ภูศิริ. 2527. **เรื่องทุเรียน.** วิทยาลัยเกษตรกรรมตรัง, ตรัง.

หิรัญ หิรัญประดิษฐ์, สุขวัญ จันทระปรณิก และ เสริมสุข สลักเพชร. 2546. **เทคโนโลยีการ**

ผลิตทุเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Dafni, A. and M.M. Maués. 1998. A rapid and simple procedure to determine stigma receptivity. **Sex. Plant Reprod.** 11 (3): 177-180.

Honsho, C., S. Somsri, T. Tetsumura, K. Yamashita and K. Yonemori. 2007a. Effective pollination period in durian (*Durio zibethinus* Murr.) and the factors regulating it. **Sci. Hort.** 111 (2): 193-196.

Honsho, C., S. Somsri, T. Tetsumura, K. Yamashita, C. Yapwattanaphun and K. Yonemori. 2007b. Characterization of male reproductive organs in durian; anther dehiscence and pollen longevity. **J. Japan. Soc. Hort. Sci.** 76 (2): 120-124.

Honsho, C., K. Yonemori, S. Somsri, S. Subhadrabandhu and A. Sugiura. 2004. Marked improvement of fruit set in Thai durian by artificial cross-pollination. **Sci. Hort.** 101 (4): 399-406.

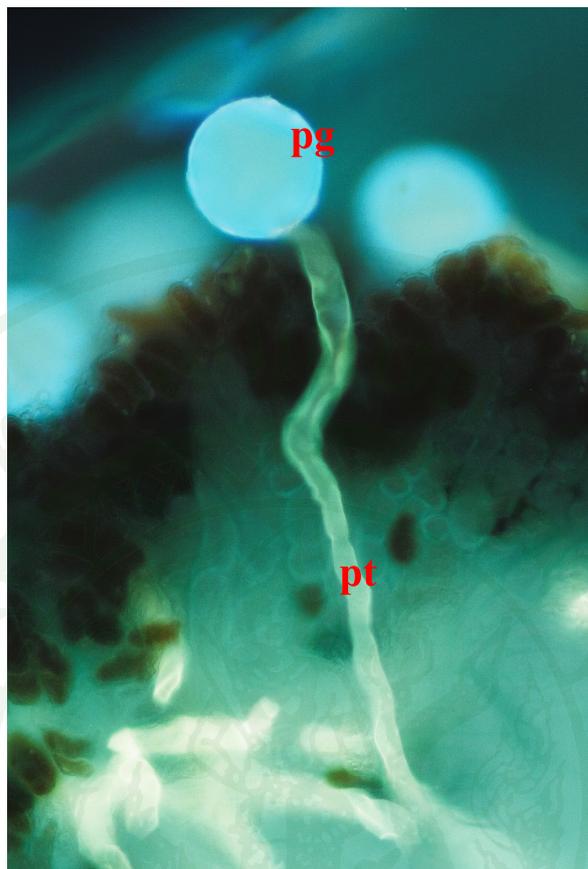
Horsley, T.N. and S.D. Johnson. 2007. Is *Eucalyptus* Cryptically self-incompatible? **Ann. Bot.** 100 (6): 1373-1378.

- Lim, T.K. 1996. Durian Characteristics and Cultivars. **Agnote**. Available Source: http://www.nt.gov.au/dpifm/Primary_Industry/Content/File/horticulture/639.pdf, January 26, 2008.
- Lim, T.K. and L. Luders. 1998. Durian flowering, pollination and incompatibility studies. **Ann. Appl. Biol.** 132 (1): 151-165.
- Nava, G.A., G.A. Dalmago, H. Bergamaschi, R.Paniz, R.P. dos Santos and G.A.B. Marodin. 2009. Effect of high temperatures in the pre-blooming and blooming periods on ovule formation, pollen grains and yield of ‘Granada’ peach. **Sci. Hort.** 122 (1): 37-44.
- Phengklaï, C. 1997. Studies on Bombacaceae of Thailand. **Thai For. Bull. (Bot.)** 25: 81-101.
- _____. 2005. Bombacaceae, pp. 10-32. In T. Santisuk and K. Larsen, eds. **Flora of Thailand Vol. 9 part 1**. Prachachon Co.Ltd., Thailand.
- Sage, T.L., and F.B. Sampson. 2003. Evidence for ovarian self-incompatibility as a cause of self-sterility in relectual woody angiosperm, *Pseudowintera axillaris* (Winteraceae). **Ann. Bot.** 91 (7): 807-816.
- Sage, T.L., R.I. Bertin and E.G. Williams. 1994. Ovarian and other late-acting self-incompatibility systems, pp. 116-140. In E.G. Williams, A.E. Clarke and R.B. Knox, eds. **Genetic control of self-incompatibility and reproductive development in flowering plants**. Kluwer Academic Plublishers, Dordrecht.
- Sanzol, J. and M. Herrero. 2001. The “effective pollination period” in fruit trees. **Sci. Hort.** 90 (1-2): 1-17.

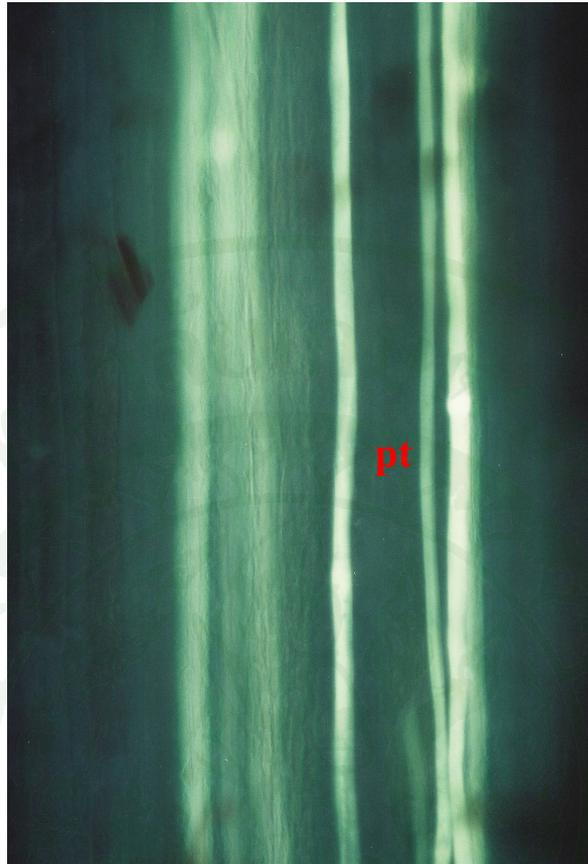
- Sapit, A.T. and S. Nanthachai. 1994. Fruit growth and development, pp. 44-47. *In* S. Nanthachai, ed. **Durian: Fruit Development, Postharvest Physiology, Handling and Marketing in ASEAN**. ASEAN Food Handling Bureau, Kuala Lumpur.
- Sedgley, M. 1994. Self-incompatibility in woody horticultural species, pp. 141-163. *In* E.G. Williams, A.E. Clarke and R.B. Knox, eds. **Genetic control of self-incompatibility and reproductive development in flowering plants**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Seymour, R.S. and A.J. Blaylock. 2000. Stigma peroxidase activity in association with thermogenesis in *Nelumbo nucifera*. **Aquat. Bot.** 67 (2): 155-159.
- Sheffield, C.S., R.F. Smith and P.G. Kevan. 2005. Perfect syncarpy in apple (*Malus x domestica* 'Summerland McIntosh') and its implications for pollination, seed distribution and fruit production (Rosaceae: Maloideae). **Ann. Bot.** 95: 583-591.
- Shivanna, K.R. and N.S. Rangaswamy. 1992. **Pollen biology: a laboratory manual**. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Subhadrabandhu, S. and S. Ketsa. 2001. **Durian: King of Tropical Fruit**. CABI Publishing, Wellington, New Zealand.
- Travers, S.E. and S.J. Mazer. 2000. The absence of cryptic self-incompatibility in *Clarkia unguiculata* (Onagraceae). **Am. J. Bot.** 87 (2): 191-196.



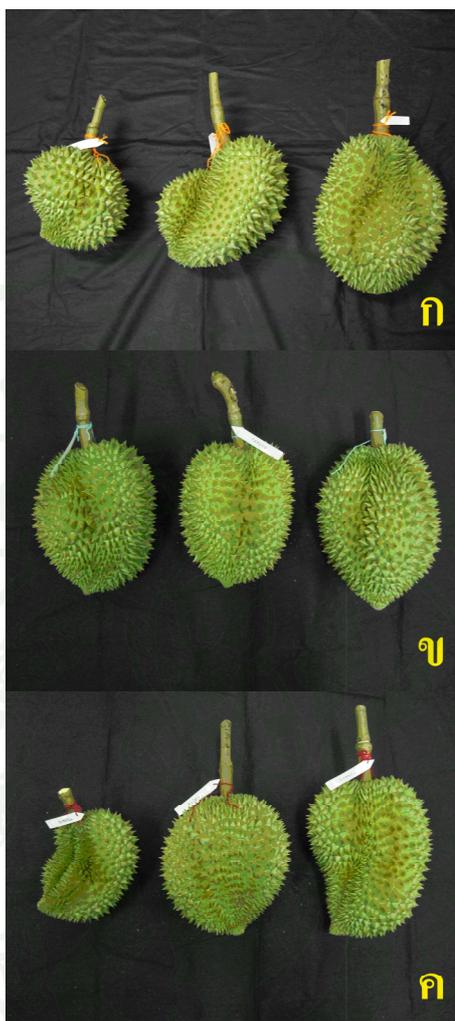
ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 การงอกของละอองเรณูบนยอดเกสรเพศเมีย (pg = pollen grain, pt = pollen tube)



ภาพผนวกที่ 2 การเจริญของหลอดเรณูภายในก้านเกสรเพศเมีย (pt = pollen tubes)



ภาพผนวกที่ 3 ลักษณะทรงผลของทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เกิดจากการผสมเกสรต่างวิธีกันในระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ 120 วัน; ก. การผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ มีรูปร่างทรงผลปกติน้อยที่สุด ข. การผสมเกสรภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น. มีรูปร่างทรงผลปกติมากที่สุด ค. การผสมเกสรข้ามต้นในเวลา 18.00 น. มีรูปร่างทรงผลปกติรองลงมา

ตารางผนวกที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณเฉลี่ยของจำนวนละอองเรณูที่งอกบนยอดเกสรเพศเมีย

วิธีการผสมเกสร	ช่วงเวลาหลังจากการผสมเกสร (ชั่วโมง)					
	1	6	12	24	48	72
ผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ	0.08±0.08c ^{1/,2/}	3.75±2.41c	7.25±6.70b	11.42±7.43b	19.00±13.63b	9.83±6.06b
ผสมตัวเองภายในต้นเดียวกัน 18.00 น.	27.75±2.26b	48.17±5.58a	40.25±18.11ab	34.75±5.62ab	67.17±11.44a	70.00±10.44a
ผสมตัวเองข้ามต้นภายในเวลา 18.00 น.	51.13±10.96a	56.25±5.34a	59.25±12.06a	45.33±11.44a	42.17±9.56ab	71.50±3.34a
ผสมตัวเองข้ามต้นภายในเวลา 14.00 น.	5.67±3.50c	21.17±3.39b	28.00±4.64ab	29.75±9.40ab	27.17±4.75b	31.25±7.19b
Pr > F	0.0002	<0.0001	0.0486	0.0983	0.0310	0.0001

หมายเหตุ 1/ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว มีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2/ ค่าเฉลี่ย ± standard error

ตารางผนวกที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณเฉลี่ยของจำนวนหลอดเรณูที่มีการเจริญเข้ามาสู่ส่วนต้นของก้านเกสรเพศเมีย

วิธีการผสมเกสร	ช่วงเวลาหลังจากการผสมเกสร (ชั่วโมง)					
	1	6	12	24	48	72
ผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ	0.00±0.00b ^{1,2/}	4.67±1.88b	11.75±5.84b	12.33±6.34a	11.50±3.94c	9.58±2.71b
ผสมตัวเองภายในต้นเดียวกัน 18.00 น.	31.42±5.23a	22.83±4.44a	29.33±2.72a	25.67±3.08a	30.25±1.94a	24.33±1.56a
ผสมตัวเองข้ามต้นภายในเวลา 18.00 น.	0.00±0.00b	31.75±2.92a	31.25±2.87a	22.83±3.80a	25.75±2.63ab	21.83±0.73a
ผสมตัวเองข้ามต้นภายในเวลา 14.00 น.	0.00±0.00b	7.67±1.60b	19.58±2.25ab	16.50±1.38a	18.58±1.79bc	10.33±1.19b
Pr > F	<0.0001	<0.0001	0.0097	0.1398	0.0019	<0.0001

หมายเหตุ 1/ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว มีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2/ ค่าเฉลี่ย ± standard error

ตารางผนวกที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณเฉลี่ยของจำนวนหลอดเรณูที่มีการเจริญเข้ามาสู่ส่วนกลางของก้านเกสรเพศเมีย

วิธีการผสมเกสร	ช่วงเวลาหลังจากการผสมเกสร (ชั่วโมง)					
	1	6	12	24	48	72
ผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ	0.00±0.00a ^{1/,2/}	2.67±1.51b	7.67±3.45b	10.67±5.18b	10.08±3.89b	9.25±2.27c
ผสมตัวเองภายในต้นเดียวกัน 18.00 น.	0.00±0.00a	16.42±3.69a	20.42±2.89a	22.83±1.58a	25.92±1.02a	22.58±0.85a
ผสมตัวเองข้ามต้นภายในเวลา 18.00 น.	0.00±0.00a	22.00±1.85a	23.08±0.42a	23.42±4.34a	26.33±1.71a	22.08±1.03ab
ผสมตัวเองข้ามต้นภายในเวลา 14.00 น.	0.00±0.00a	2.50±1.37b	17.17±2.58a	19.58±1.11ab	15.67±1.89b	15.42±3.46bc
Pr > F	-	<0.0001	0.0066	0.0851	0.0008	0.0028

หมายเหตุ 1/ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2/ ค่าเฉลี่ย ± standard error

ตารางผนวกที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณเฉลี่ยของจำนวนหลอดเรณูที่มีการเจริญเข้ามาสู่ส่วนโคนของก้านเกสรเพศเมีย

วิธีการผสมเกสร	ช่วงเวลาหลังจากการผสมเกสร (ชั่วโมง)							
	1	6	12	24	48	72	120	168
ผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ	0.00±0.00a ^{1,2/}	0.00±0.00a	0.00±0.00c	7.42±3.32b	8.50±3.18b	8.08±2.38b	6.42±3.24c	4.25±2.18b
ผสมตัวเองภายในต้นเดียวกัน 18.00 น.	0.00±0.00a	0.00±0.00a	9.67±1.93a	17.25±1.98ab	21.83±1.52a	19.67±1.82a	15.92±1.42ab	18.75±1.07a
ผสมตัวเองข้ามต้นภายในเวลา 18.00 น.	0.00±0.00a	0.00±0.00a	5.67±1.31b	21.25±3.41a	24.92±0.97a	20.92±1.40a	19.25±1.27a	17.92±1.12a
ผสมตัวเองข้ามต้นภายในเวลา 14.00 น.	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00c	11.08±3.52b	12.75±2.32b	15.00±3.36ab	10.75±2.06bc	19.58±1.14a
Pr > F	-	-	0.0002	0.0364	0.0005	0.0093	0.0057	<0.0001

หมายเหตุ 1/ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2/ ค่าเฉลี่ย ± standard error

ตารางผนวกที่ 5 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การติดผลในระหว่างวิธีการผสมเกสรทั้ง 4 วิธี

วิธีการผสมเกสร	จำนวนวันหลังการผสมเกสร					
	7	14	21	28	35	42
ผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ	100.0±0.00a	75.0±9.49a ^{1/2/}	72.2±10.64b	61.1±14.70b	52.8±18.91a	44.5±18.70a
ผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น.	100.0±0.00a	97.2±2.78a	97.2±2.78a	97.2±2.78a	83.3±3.21a	80.6±5.32a
ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น.	100.0±0.00a	100.0±0.00a	91.7±5.32ab	86.1±10.52ab	66.7±18.70a	61.1±20.54a
ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น.	100.0±0.00a	47.2±12.32b	13.9±6.99c	8.3±2.78c	2.8±2.78b	0.0±0.00b
Pr > F	-	0.0016	<0.0001	<0.0001	0.0068	0.0103

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

วิธีการผสมเกสร	จำนวนวันหลังการผสมเกสร				
	49	56	63	90	120
ผสมเกสรแบบปล่อยตามธรรมชาติ	41.7±19.45ab	38.9±18.98ab	38.9±18.98ab	36.1±18.91ab	36.1±18.91ab
ผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น.	72.2±9.62a	69.4±9.49a	63.9±12.32a	58.3±11.46a	58.3±11.46a
ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น.	55.6±19.25a	52.8±18.91a	50.0±18.43a	47.2±18.36a	41.7±19.45ab
ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น.	0.0±0.00b	0.0±0.00b	0.0±0.00b	0.0±0.00b	0.0±0.00b
Pr > F	0.0240	0.0273	0.0483	0.0673	0.0863

หมายเหตุ 1/ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2/ ค่าเฉลี่ย ± standard error

ตารางผนวกที่ 6 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านกว้างของผลตั้งแต่ระยะเวลา 14 วันจนถึงระยะเก็บเกี่ยวที่ 120 วัน

วิธีการผสมเกสร	จำนวนวันหลังจากการผสมเกสร									
	14	21	28	35	42	49	56	63	90	120
ผสมปล่องตามธรรมชาติ	1.12±0.05a ^{1/, 2/}	1.77±0.12ab	2.60±0.28a	4.00±0.47a	5.63±0.33a	7.27±0.25a	9.19±0.23a	10.53±0.35a	17.96±1.23a	18.30±1.63a
ผสมตัวเองภายในต้น เดียวกันในเวลา 18.00 น.	1.11±0.01a	1.94±0.02a	2.99±0.04a	4.42±0.11a	5.92±0.20a	7.51±0.26a	9.26±0.45a	10.82±0.43a	18.86±0.89a	19.19±0.97a
ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น.	1.14±0.08a	1.89±0.09a	2.92±0.12a	4.39±0.22a	5.90±0.50a	7.70±0.56a	9.49±0.64a	11.23±0.69a	18.41±0.28a	20.79±0.52a
ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น.	1.08±0.03a	1.51±0.10b	2.00±0.20b	3.50a	- ^{3/}	-	-	-	-	-
Pr > F	0.8288	0.0340	0.0146	0.3592	0.8090	0.7372	0.9011	0.6564	0.7806	0.3659

หมายเหตุ 1/ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2/ ค่าเฉลี่ย ± standard error

3/ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากเหตุการณ์การเจริญเติบโตจนไม่เกิดการติดผล

ตารางผนวกที่ 7 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านยาวของผลตั้งแต่ระยะเวลา 14 วันจนถึงระยะเก็บเกี่ยวที่ 120 วัน

วิธีการผสมเกสร	จำนวนวันหลังจากการผสมเกสร									
	14	21	28	35	42	49	56	63	90	120
ผสมปลอ้อยตามธรรมชาติ	1.67±0.11a ^{1/2/}	2.87±0.26ab	4.29±0.49a	6.12±0.95ab	8.19±0.94a	10.18±1.07a	12.46±1.28a	14.05±1.49a	19.79±2.77a	19.89±3.70a
ผสมตัวเองภายในต้นเดียวกันในเวลา 18.00 น.	1.65±0.03a	3.16±0.06a	4.77±0.05a	6.62±0.21a	8.43±0.40a	10.90±0.48a	12.91±0.74a	14.63±0.71a	22.24±1.25a	22.34±1.34a
ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 18.00 น.	1.76±0.13a	3.22±0.21a	4.71±0.28a	6.38±0.58ab	8.60±0.98a	10.85±1.03a	13.05±1.23a	14.80±1.11a	21.70±0.73a	24.44±1.38a
ผสมตัวเองข้ามต้นในเวลา 14.00 น.	1.54±0.10a	2.38±0.06b	3.17±0.22b	4.00b	- ^{3/}	-	-	-	-	-
Pr > F	0.4854	0.0401	0.0216	0.2796	0.9323	0.8008	0.9245	0.8851	0.5954	0.4328

หมายเหตุ 1/ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2/ ค่าเฉลี่ย ± standard error

3/ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากเหตุการณ์เจริญเติบโตจนไม่เกิดการติดผล

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายฉัตร ศิริสุนทรลักษณ์
เกิดวันที่	21 พฤศจิกายน 2526
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	ผลของการช่วยผสมเกสรในเวลากลางวันที่มีต่อความสามารถในการติดผลของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง, การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 48 (พ.ศ. 2553)
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา เพื่อการตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติและระดับนานาชาติจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2551