อิทธิพลของน้ำต่อการเกิดเนื้อแก้วในผลมังคุด

Influence of Water on the Incidence of Translucent Flesh Disorder in Mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.) Fruits

เสาวภา ลิ้มพันธ์อุดม

Saovapa Limpun-Udom

หมวดวิทย. SB359.M25 ส25 2544 ฉ.2
Bib Key 208560
3 มิ.ย. 2544

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Plant Science

Prince of Songkla University

2544

ชื่อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของน้ำต่อการเกิดเนื้อแก้วในผลมังคุด
ผู้เขียน	นางสาวเสาวภา ลิ้มพันธ์อุดม
สาขาวิชา	พืชศาสตร์

คณะกรรมการที่ปรึกษา	คณะกรรมการสอบ
..... ประธานกรรมการ	.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)	(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)
..... กรรมการ	.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์มงคล แซ่หลิม)	(รองศาสตราจารย์มงคล แซ่หลิม)
..... กรรมการ	.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.รัตนา สดุดี)	(รองศาสตราจารย์ ดร.รัตนา สดุดี)
	.....กรรมการ
	(ผู้ช่วยศาสตราจาย์ ดร.อภินันท์ กำนันรัตน์)
	.....กรรมการ
	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารักษ์ จันทศิลป์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิติ ทฤษฎิคุณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

หอสมุด คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทรี
สงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่
บัณฑิตวิทยาลัย ม.อ.
วันที่ 3 ก.ย. 2544

ชื่อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของน้ำต่อการเกิดเนื้อแก้วในผลมังคุด
ผู้เขียน	นางสาวเสาวภา ลิ้มพันธ์อุดม
สาขาวิชา	พืชศาสตร์
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของน้ำต่อการเกิดเนื้อแก้วในผลมังคุดได้ทำการทดลองระหว่างปี 2542-2543 ได้ทำการศึกษาเป็น 2 แนวทางคือ การเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพและเคมีของผลมังคุดปกติและผลมังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วและการศึกษาอิทธิพลของน้ำต่อการเกิดเนื้อแก้วในผลมังคุดในสภาพควบคุมหรือภายใต้เรือนโรงหลังคาพลาสติก

ผลการศึกษาลักษณะของมังคุดเนื้อแก้วพบว่า ระยะเวลาการพัฒนาของผลมังคุดเนื้อแก้วมากกว่าผลมังคุดปกติคือ 96.3 วันและ 89.8 วันตามลำดับ และมีผลทำให้น้ำหนักผลเฉลี่ยของผลที่มีอาการเนื้อแก้วมากกว่ามังคุดเนื้อปกติคือ 115.8 กรัม และ 88.7 กรัมตามลำดับ จากการศึกษาขนาดของกลุ่มท่อน้ำในเปลือก ความชื้นในเปลือกและเนื้อผลพบว่า ขนาดกลุ่มท่อน้ำในเปลือกมังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วมีขนาดใหญ่กว่าในเปลือกมังคุดปกติ (1,280 ไมครอน และ 595 ไมครอน ตามลำดับ) และความชื้นในเปลือกและเนื้อผลมังคุดที่มีอาการเนื้อแก้ว (66.8 เปอร์เซ็นต์ และ 82.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) มากกว่าในเปลือกและเนื้อของมังคุดเนื้อปกติ (64.2 เปอร์เซ็นต์ และ 80.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริก และค่าความเป็นกรดของน้ำคั้นจากเนื้อผลปกติมากกว่าเนื้อแก้วด้วย จากการศึกษาลักษณะเปลือกผลด้านนอกของมังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วมีรอยแตกเกิดขึ้นและเนื้อแก้วมีการขยายขนาดของพาเรนไคมาเซลล์ นอกจากนี้ได้มีการศึกษาปริมาณธาตุแคลเซียมและโบรอนในส่วนของเปลือกและเนื้อผลพบว่า เปลือกมังคุดปกติมีปริมาณธาตุแคลเซียมมากกว่าเปลือกเนื้อแก้วคือ มีค่าเท่ากับ 0.09 เปอร์เซ็นต์ และ 0.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ปริมาณธาตุโบรอนในเนื้อแก้วมีมากกว่าน้ำหนักแห้งของเนื้อปกติคือ มีค่าเท่ากับ 4.61 ppm และ 4.09 ppm ตามลำดับ

ในการศึกษาอิทธิพลของน้ำต่อการเกิดผลมังคุดเนื้อแก้วได้ทำการศึกษาในแปลงทดลองภายใต้สภาพเรือนโรงหลังคาพลาสติกมี 4 วิธีการทดลองคือ การให้น้ำโดยใช้ระบบน้ำโปรย (sprinkle system) 3 แบบคือ 1. การให้น้ำทางผิวดินเมื่อความชื้นดินลดลงใกล้ -100 kPa (T1) 2. การให้น้ำทางผิวดิน 10 ชั่วโมงต่อวัน (T2) 3. การให้น้ำโดยติดตั้งระบบน้ำเหวี่ยงเหนือและภายในทรงพุ่ม 10 ชั่วโมงต่อวัน (T3) เปรียบเทียบกับต้นมังคุดที่อยู่นอกเรือนโรงโดยได้รับน้ำฝน (T4) พบ

ว่า การให้น้ำแบบที่ 3 มีปริมาณผลที่เป็นเนื้อแก้วมากที่สุด (60.5 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือการให้น้ำแบบที่ 2 (23.7 เปอร์เซ็นต์) และต้นมังคุดที่อยู่นอกโรงเรือน (7.0 เปอร์เซ็นต์) ส่วนการให้น้ำแบบที่ 1 ปรากฏว่าไม่พบผลที่เป็นเนื้อแก้วแต่ผลมังคุดเกิดอาการยางไหล (87.7 เปอร์เซ็นต์) ส่วนการเปรียบเทียบคุณภาพผลระหว่างวิธีการให้น้ำแบบต่างๆ พบว่า คุณภาพผลที่เปรียบสอดคล้องกับอาการผิดปกติของการเกิดเนื้อแก้วคือ การให้น้ำแบบที่ 3 ทำให้ความชื้นในเนื้อและเปลือกสูงที่สุด แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุด

Thesis Title	Influence of Water on the Incidence of Translucent Flesh Disorder in Mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.) Fruits
Author	Ms. Saovapa Limpun-Udom
Major Program	Plant Science
Academic Year	2000

Abstract

The influence of water on the incidence of translucent flesh disorder in mangosteen was investigated during 1999-2000. Two aspects were undertaken as : 1) a comperison of physico-chemical factors between normal and translucent flesh disorder fruits, and 2) the investigation of influence of water on the incidence of translucent flesh disorder in mangosteen under control condition or plastic shelter.

The results showed that the longer fruit development period and higher average weight were found in translucent flesh disorder (96.3 days and 88.7 g., respectively) compared with normal fruit (89.8 days and 88.7 g., respectively). Water content in peel and flesh of translucent flesh disorder fruit (67 % and 83%, respectively) were higher than that in normal fruit (64% and 81%, respectively). The translucent flesh disorder fruit also showed the larger size of xylem in fruit peel with higher water in flesh (1280 μm and 595 μm, respectively). Total soluble solids, citric acid and pH of normal fruit juice were also higher than that of translucent flesh disorder juice. Results from anatomical study, cuticle fractures and enlarged parenchyma cell were found in translucent flesh disorder fruit. Calcium and boron in the flesh and peel of normal fruits and translucent flesh disorder fruit were analyzed. It was evidenced that calcium content in the peel of normal fruit (0.09%) was higher than the translucent flesh disorder fruit (0.07%), but boron content in the translucent flesh of normal fruit (4.09 ppm) was few than the translucent flesh disorder fruit (4.61 ppm).

The influence of water on the incidence of translucent flesh disorder in mangosteen was conducted in an experimental orchared. Four treatments were

arranged as: 1) rewatering to field capacity using a sprinkler as soil water potential falling to -100 kPa (T1), daily sprinkling for 10 hours (T2), and sprinkling above and inside the canopy for 10 hours (T3). These were compared to control sample under nature rainfed conditions (T4). The results showed higher percentage of translucent flesh disorder fruit occurred in the T3 (60.5%), and was significantly different from those of the T2 (23.7%), T4 (7.0%) and T1 (0%). Although there was no translucent flesh disorder fruit occurred in the T1, but 87.7% 0f harvested fruits showed gamboge disorder, Watering system type T3 showed the most coincidence of translucent flesh disorder, where highest moisture in the peel and flesh and lowest amount of total soluble solid were occurred.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์มงคล แซ่หลิม รองศาสตราจารย์ ดร.รัตนา สดุดี ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการศึกษาวิจัยและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภินันท์ กำนัลรัตน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารักษ์ จันทศิลป์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่หน่วยวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ และหน่วยวิจัยและบริการคณะเภสัชศาสตร์ ที่ให้ความร่วมมือด้วยดีตลอดมา

เสาวภา ลิ้มพันธ์อุดม

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบาญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการรูป	(10)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	9
2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	10
3 ผล	17
4 วิจารณ์	37
5 สรุป	44
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก	53
ประวัติผู้เขียน	62

รายการตาราง

ตารางที่ หน้า

1. ระยะเวลาการเจริญของผล น้ำหนักผล ความชื้นในส่วนเปลือกและเนื้อ ค่าเฉลี่ยความกว้างของขนาดกลุ่มท่อน้ำในส่วนเปลือก และความหนาของเปลือกผลมังคุด 17
2. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริก และค่าความเป็นกรด-เบสของเนื้อผลมังคุด 19
3. ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอนในน้ำหนักแห้งของเปลือกและเนื้อของมังคุดปกติและมังคุดเนื้อแก้ว 23
4. ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ซูโครส และฟรุกโตสในน้ำคั้นจากเนื้อผลมังคุด 24
5. ค่าศักย์ของน้ำในใบและการชักนำปากใบมังคุด 30
6. ปริมาณการเกิดมังคุดเนื้อแก้ว ปริมาณการเกิดผลยางไหล ระยะเวลาการเจริญของผล และน้ำหนักของผลมังคุดเนื้อแก้วจากการให้น้ำ 4 แบบ 35
7. ความชื้นในเปลือกและเนื้อผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริก (TA) และค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของผลมังคุดเนื้อแก้วจากการให้น้ำ 4 แบบ 36

รายการรูป

รูปที่ หน้า

1. แสดงลักษณะของกลุ่มท่อน้ำในส่วนเปลือกด้านในของเปลือกมังคุด ก. เปลือกมังคุดปกติ ข. เปลือกมังคุดเนื้อแก้ว ค. ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด 18
2. ภาพตัดขวางเนื้อและเปลือกผลมังคุด ก. เนื้อมังคุดปกติ ข. เปลือกมังคุดเนื้อปกติ ค. เนื้อมังคุดเนื้อแก้ว ง. เปลือกมังคุดเนื้อแก้ว p= พาเรนไคมาเซลล์ 20
3. การเปรียบเทียบลักษณะชั้นเคลือบผิว ก. เปลือกมังคุดปกติ ข. เปลือกมังคุดเนื้อแก้ว 21
4. การเปรียบเทียบลักษณะชั้นเคลือบผิวของเปลือกมังคุด ก. ด้านนอกของผลมังคุดปกติ ข. ด้านนอกของผลมังคุดเนื้อแก้ว ค. ด้านในของผลมังคุดปกติ ง. ด้านในของผลมังคุดเนื้อแก้ว จ. ด้านในของผลมังคุดปกติ ฉ. ด้านในของผลมังคุดเนื้อแก้ว 22
5. ข้อมูลอากาศในช่วงเดือนมกราคม 2542 ถึงเดือนมกราคม 2543 จากสถานีวิจัยอากาศอำเภอคอหงส์ จังหวัดสงขลา (ก) การเจริญในต้นมังคุดในรอบปีและกิจการในช่วงดำเนินการทดลอง (ข) 26
6. สภาพแวดล้อมบริเวณทรงพุ่มของต้นมังคุด ก. ปริมาณแสงตกกระทบเหนือทรงพุ่มในและนอกโรงหลังคาพลาสติก ข. ค่าศักย์ของน้ำในใบมังคุด ค. ค่าการซักนำปากใบมังคุด 27
7. อุณหภูมิภายในทรงพุ่มต้นมังคุดที่ได้รับการให้น้ำ 4 แบบ ในช่วงผลมังคุดมีอายุ 8-14 สัปดาห์หลังดอกบาน 28
8. การเปลี่ยนแปลงระดับความชื้นในดินในช่วง 8-12 สัปดาห์หลังดอกบาน ก. ระดับความลึก 35 เซนติเมตร ข. ระดับความลึก 10 เซนติเมตร 29
9. การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำในต้นมังคุด 31
10. อัตราการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางของผล ในช่วงสัปดาห์ที่ 9-13 32
11. การเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลในรอบวันของผลมังคุด ก. อายุ 8 สัปดาห์หลังดอกบาน ข. อายุ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน 33

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

มังคุดเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งในจำนวนผลไม้หลายชนิดของไทยที่มีรสชาติดีจนได้รับขนานนามว่า ราชินีแห่งผลไม้ (Queen of fruits) ในปัจจุบันมังคุดจัดเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ คือนอกจากผลิตเพื่อการบริโภคภายในประเทศ ยังสามารถส่งออกนำรายได้ให้กับประเทศปีละหลายสิบล้านบาท ดังเช่นในปี 2540 มีปริมาณการส่งออกจำนวน 3,248 ตัน คิดเป็นมูลค่าส่งออก 99 ล้านบาท (กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2540) โดยมีตลาดส่งออกที่สำคัญ คือ ประเทศญี่ปุ่น ไต้หวัน ตะวันออกกลางและสหรัฐอเมริกาเป็นตลาดสำคัญ และในขณะที่ความต้องการของตลาดต่างประเทศสูงมาก ปัญหาที่พบในขณะนี้คือ ผลผลิตมีไม่เพียงพอ และคุณภาพของมังคุดที่ผลิตได้ไม่ดีทำให้ไม่สามารถส่งออกได้ตามความต้องการของตลาดต่างประเทศ ลักษณะของมังคุดที่มีคุณภาพคือ มีน้ำหนักมากกว่า 80 กรัม ผิวเรียบเป็นมันไม่มีร่องรอยการทำลายของโรคและแมลง ไม่มีอาการเนื้อแก้ว และยางไหล โดยเฉพาะอาการเนื้อแก้วซึ่งเป็นลักษณะที่ยากแก่การสังเกตเห็นจากภายนอกได้และมักพบว่ามีผลมังคุดที่มีลักษณะไม่ดีเหล่านี้ปะปนกับมังคุดปกติในการส่งออกเสมอ จากรายงานของ ชาติชาย และคณะ (2532) พบว่าปริมาณผลผลิตมังคุดที่มีคุณภาพที่เกษตรกรผลิตได้มีน้อยกว่า 60 % ของผลผลิตรวมทั้งหมด ดังนั้นการศึกษาถึงลักษณะและสาเหตุของการเกิดเนื้อแก้ว จึงเป็นเรื่องสำคัญเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพมังคุดให้เป็นที่ต้องการของตลาดและเพิ่มศักยภาพในการส่งออกในอนาคต

การตรวจเอกสาร

มังคุด (*Garcinia mangostana* Linn.) มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ไทย และพม่า เจริญเติบโตดีในสภาพดินเหนียวปนทราย แต่มังคุดก็สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิดได้ แหล่งปลูกมังคุดมีมากที่สุดทางภาคใต้นับตั้งแต่ชุมพรลงไปจนตลอดภาค ภาคกลางปลูกกันมากในเขตจังหวัดนนทบุรี ภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัด จันทบุรี ระยอง ตราด และปราจีนบุรี ทางภาคเหนือมีปลูกกันบ้างเช่น จังหวัดอุตรดิตถ์ ลำพูน และเชียงใหม่ (หลวงบุเรศ, 2518) มังคุดขึ้นได้ดีในเขตที่มีอากาศร้อน ความชื้นสูง ปริมาณน้ำฝนสม่ำเสมอ ระดับอุณหภูมิที่สม่ำเสมอช่วง 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,270 มิลลิเมตรต่อปี ระดับความสูงใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเลจนถึงประมาณ 70 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล สภาพดินอุดมสมบูรณ์ด้วยอินทรีย์วัตถุ ดินร่วนซุย ไม่แน่นทึบ และความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 5-6 (ชาติชาย และคณะ, 2532)

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มังคุดเป็นไม้ผลขนาดกลาง ต้นโตเต็มที่สูง 10-25 เมตร ทรงพุ่มเป็นแบบปิรามิด ลำต้นกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 25-35 เซนติเมตร เปลือกลำต้นมีสีน้ำตาล และมียางสีเหลือง (สมสุข, 2531; Ochse *et al.*, 1970) ใบเป็นใบเดี่ยวแบบตรงกันข้าม ลักษณะยาวรีคล้ายรูปไข่ ขนาดกว้างประมาณ 4-12 เซนติเมตร ยาวประมาณ 15-25 เซนติเมตร ผิวเป็นมัน (มงคล และคณะ, 2528) ดอกมังคุดเกิดจากส่วนตายอดของกิ่ง (terminal bud) ที่มีอายุมากกว่า 2 ปี (เกียรติเกษตร และคณะ, 2530 ; ชำนาญ , 2535) เกิดเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นกลุ่ม 2 – 3 ดอก มีทั้งดอกตัวผู้ และดอกกะเทยในต้นเดียวกัน (Bailey, 1975) ดอกบานมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 –6 เซนติเมตร (สมสุข และคณะ, 2527 ; สมสุข, 2531 ; Coronel, 1990) ก้านดอกหนาแข็งและเป็นเหลี่ยมยาวประมาณ 1.8-2.0 เซนติเมตร หนา 0.7-0.9 เซนติเมตร (นิวัฒน์, 2532) ดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 4 กลีบ ซึ่งติดถาวรกับผลจนผลแก่ และกลีบดอก 4 กลีบ (สมสุข และคณะ, 2527 ; Coronel, 1983 ; Coronel, 1990) ภายในดอกประกอบด้วยเกสรตัวผู้14-16 อัน โดยเกิดเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 อัน เกสรตัวผู้ทุกอันจะมีชีวิตในช่วงแรก แต่จะฝ่อตายไปในเวลาต่อมา ทำให้เกสรตัวผู้เป็นหมัน (รวี และ พีรเดช, 2522) ในดอกกะเทยรังไข่อยู่บนฐานรองดอกมีช่องภายใน 4-8 ช่อง รังไข่จะอยู่สูงกว่ากลีบเลี้ยง กลีบดอก และเกสรตัวผู้ (Bailey, 1975 ; Coombe, 1976) มีก้านชูเกสรตัวเมีย ยอดเกสรตัวเมียมีลักษณะเป็นแฉกรัศมีติดกับรังไข่ดอกมังคุดจะบานในช่วงเย็นเวลา 16.00 ถึง 18.00 นาฬิกา หลังจากดอกบาน 24 ชั่วโมงส่วนของกลีบดอกจะร่วง ส่วนกลีบเลี้ยงติดกับผลจนแก่

(Lan, 1984) ผลมังคุดมีลักษณะค่อนข้างกลมประกอบด้วยยอดของรังไข่ในดอกห่อหุ้มด้วยกลีบเลี้ยง ผลมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.5-8.0 เซนติเมตร (เอี่ยน, 2536 ; Jill, 1976)) เปลือกหนา 0.8 – 1.0 เซนติเมตร (Jill, 1976 ; Ochse, 1961) ผลเมื่อสุกมีสีเลือดแดง (Bailey, 1953 ; Bailey, 1975) ภายในผลแบ่งออกเป็น 4 – 8 กลีบ ตามจำนวนออวุล (Chandler, 1950 ; Jaacob and Tindall, 1995) และกลีบที่มีเมล็ดมีขนาดใหญ่กว่ากลีบอื่นๆ (ฝ่ายข้อมูลวารสารเคหการเกษตร, 2530) ผลมีน้ำหนักเฉลี่ย 80 –150 กรัม ด้านบนของผลประกอบด้วยขั้วผลขนาดใหญ่และแข็งแรงเชื่อมติดอยู่กับกลีบเลี้ยง 4 กลีบ โดยกลีบคู่หนึ่งมีขนาดเล็กและอีกคู่มีขนาดใหญ่กว่าติดอยู่บนผล ส่วนด้านก้นของผลมียอดเกสรตัวเมียสีน้ำตาลเข้มลักษณะเป็นแฉกจำนวน 4 – 8 แฉก ซึ่งเป็นตัวบอกจำนวนพูของรังไข่ ผลขณะยังอ่อนมีสีเขียวพอเริ่มแก่จะมีลายเส้นสีแดงชัดขึ้นที่เรียกว่า สายเลือด กระทั่งแก่จัดสีผิวจึงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มอมม่วง ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มติดผลจนกระทั่งเก็บเกี่ยวได้ใช้เวลาประมาณ 11–12 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามช่วงการพัฒนาเหล่านี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ถ้ามีฝนตกช่วงสุดท้ายของการพัฒนาผลจะแก่เร็วกว่าในสภาพที่ไม่มีฝนตก โดยมีแบบแผนการเจริญเติบโตของผลซึ่งวัดจากค่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของน้ำหนักเนื้อ ความกว้างและความยาวของผล และความหนาของเนื้อมีลักษณะเป็นแบบคล้าย sigmoid curve (กวิศร์, 2524) ผลแก่เนื้อภายในจะมีสีขาวอ่อนนุ่มองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อมังคุดประกอบด้วยสารคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ในปริมาณสูงโดยมากอยู่ในรูปของน้ำตาล มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 19.8 องศาบริกซ์ น้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 17.5 โดยมีน้ำตาลหลักคือ กลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส (Martin, 1980 ; Cornel, 1983)

ชาติชาย และคณะ (2532) รายงานว่า มังคุดมีเพียงพันธุ์เดียวแต่มีการผันแปรบ้างในด้านสี ขนาดและรสชาติของผลตามสภาพแวดล้อมที่ปลูก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2532) รายงานว่า มังคุดเป็นพืชที่ยังไม่มีการกลายพันธุ์ ลักษณะทั่วไปของมังคุดคล้ายคลึงกันจะแตกต่างกันบ้างด้านขนาดของผล ขั้วผล ใบ และเปลือก ซึ่งลักษณะที่แตกต่างกันนี้เกิดจากสภาพแวดล้อมที่ปลูกแตกต่างกันเช่น ลักษณะดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน อุณหภูมิ ปริมาณน้ำ และความชื้น (เกียรติเกษตร และคณะ, 2530)

2. อิทธิพลของน้ำต่อการเจริญเติบโตของมังคุด

การเจริญเติบโตและออกดอกติดผลของมังคุดมีความสัมพันธ์อย่างมากกับปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละรอบปี จากรายงานของ ธีรวัฒน์ (2533) พบว่าในช่วงดอกบานหาก

มังคุดได้รับผลกระทบจากฝนจะทำให้เปอร์เซ็นต์การบานของดอกลดลงและส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตลดลงด้วย กรณีเกิดฝนตกต่อเนื่องในระยะออกดอกมีผลทำให้ตาดอกเปลี่ยนเป็นใบแทนดอก ส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตเนื่องจากอาหารที่พืชสร้างถูกนำไปใช้ในการแตกใบอ่อนและการเจริญของใบ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี (2536) รายงานว่า ถ้ามังคุดขาดน้ำเป็นระยะเวลา 20-30 วัน จะทำให้ก้านใบเหี่ยวเป็นร่องและใบตกมีผลให้การสังเคราะห์แสงและการสร้างอาหารสะสมลดลง เนื่องจากในสภาวะขาดน้ำปากใบปิดเพื่อลดการสูญเสียน้ำทางใบขณะเดียวกันทำให้การแพร่ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ใบลดลงส่งผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง (สัมพันธ์, 2525; เฉลิมพล, 2542) สายัณห์ (2533) และ (2537) รายงานว่า ในสภาวะที่มังคุดขาดน้ำเป็นสภาวะที่เกิดขึ้นเนื่องจากอัตราการคายน้ำของพืชมากกว่าการดูดน้ำ ทำให้ปริมาณน้ำในพืชลดลงจนมีผลเสียต่อสรีรวิทยาของพืช และเมื่อความรุนแรงของการขาดน้ำเพิ่มมากขึ้นก็ยิ่งทำให้มีผลเสียต่อกระบวนการทางสรีรวิทยารุนแรงมากขึ้นพร้อมกับส่งผลกระทบไปยังกระบวนการอื่นที่มีความสำคัญอย่างต่อเนื่องคือ พืชจะสังเคราะห์กรดแอบซิลซิคและเอทธีลีนเพิ่มขึ้นเพราะกรดแอบซิลซิคทำให้การปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำของพืชและการเกิดเอทธีลีนทำให้เกิดการร่วงของใบเร็วขึ้น

3. ดัชนีการเก็บเกี่ยวมังคุด

หลังจากมังคุดติดผลถึงสัปดาห์ที่ 12 จะมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกมังคุดโดยในระยะแรกจะเกิดจุดประสีม่วงแดงกระจายอยู่ทั่วไปบนผิวเปลือกสีเขียวตองอ่อนจากนั้นสีม่วงแดงจะเพิ่มจำนวนมากขึ้นหรือขยายขนาดใหญ่ขึ้นจนกระทั่งผลสุกงอมสีเปลือกมังคุดจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงดำ การเปลี่ยนแปลงนี้ใช้เวลา 7 วัน แต่ละวันความเข้มของสีจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ส่วนปริมาณยางในเปลือกจะลดลง สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้แบ่งดัชนีระดับสีของมังคุดออกเป็น 7 ระดับดังนี้ (สุรพงษ์, 2527 อ้างโดย สมศักดิ์, 2541)

ระดับสีที่ 0 ผลสีเขียวตองอ่อนทั้งผลหรือมีสีขาวอมเหลืองแต้มด้วยสีเขียวอ่อนหรือจุดสีเทาเป็นผลอ่อนเกินไป มียางสีเหลืองภายในเปลือกในระดับรุนแรงมาก เนื้อและเปลือกไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ไม่ควรเก็บเกี่ยวเพราะคุณภาพด้อยมากซึ่งผลที่เก็บเกี่ยวได้ในระยะนี้ถึงแม้จะเปลี่ยนสีไปเป็นระดับ 6 ได้ก็ตามแต่ผลที่ได้จะมีรสชาติไม่ดี

ระดับสีที่ 1 ผลมีสายเลือดมีสีเหลืองอ่อนอมเขียวมีจุดสีชมพูกระจัดกระจายอยู่ในบางส่วนของผลยางภายในเปลือกยังคงมีอยู่ในระดับรุนแรง เนื้อและเปลือกยังไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ผลที่เก็บเกี่ยวในระยะนี้ถึงแม้จะเปลี่ยนสีไปเป็นระดับที่ 6 ได้ก็ตาม แต่ผลที่ได้จะมีรสชาติไม่ดี

แต่เหมาะต่อการขนส่งไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศหรือสามารถบริโภคได้ภายใน 4 วันหลังการเก็บเกี่ยว

ระดับสีที่ 2 ผลมีสีน้ำตาลแดงเรื่อๆ เกือบทั้งผลหรือมีสีเหลืองอ่อนอมชมพูกระจัดกระจายไปทั่วผลยางภายในเปลือกอยู่ในระดับปานกลาง การแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกทำได้ยากถึงปานกลางเป็นระยะอ่อนที่สุดสำหรับการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ผลที่มีคุณภาพดี ไม่ควรปล่อยให้ติดผลกับต้นเกินวัยมากกว่านี้

ระดับสีที่ 3 ผลสีชมพูสม่ำเสมอประสีชมพูเริ่มขยายเข้ามารวมกันไม่แบ่งแยกกันอย่างชัดเจนดังเช่นในระดับที่ 2 ยางภายในเปลือกยังคงมีอยู่ถึงน้อยมาก การแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกปานกลาง เป็นระยะที่เหมาะสำหรับเก็บเกี่ยวเพื่อส่งออกต่างประเทศ

ระดับสีที่ 4 ผลสีแดงหรือน้ำตาลอมแดงบางครั้งมีแต้มสีม่วง ยางภายในเปลือกมีน้อยถึงไม่มีเลย การแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกดีมากเหมาะสมสำหรับเก็บเกี่ยวเพื่อส่งออกต่างประเทศ เป็นระยะที่เกือบรับประทานได้

ระดับสีที่ 5 ผลสีม่วงอมแดงภายในเปลือกไม่มียางเหลืออยู่ เนื้อและเปลือกสามารถแยกออกจากกันได้ง่ายเป็นระยะที่รับประทานได้

ระดับสีที่ 6 ผลสีม่วงเข้มจนถึงม่วงดำภายในเปลือกไม่มียางเหลืออยู่เนื้อและเปลือกสามารถแยกออกจากกันได้ง่าย เป็นระยะที่เหมาะแก่การรับประทานให้อร่อยมากที่สุด อายุหลังจากนี้อยู่ได้อีกประมาณ 10 วัน ถ้ามีการเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องอย่างถูกต้อง

4. ลักษณะความผิดปกติของผลมังคุด ได้แก่

4.1 อาการเปลือกแข็ง

4.1.1 เกิดจากการขาดน้ำของต้นมังคุดในช่วงที่มังคุดเริ่มติดผลและช่วงที่มังคุดเริ่มแก่

4.1.2 เปลือกแข็งเกิดมากในต้นมังคุดที่มีอายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป ทั้งนี้อาจเนื่องจากประสิทธิภาพของการดูดอาหาร และน้ำด้อยกว่าต้นมังคุดที่อายุน้อย

4.1.3 การที่ผลถูกกระทบกระเทือนในขณะเก็บเกี่ยวทำให้เกิดเปลือกแข็งในจุดที่ถูกกระทบกระเทือนและเปลือกแข็งจะค่อยๆลุกลามไปทั้งผลทั้งนี้รวมถึงผลที่หล่นกระทบดินเองด้วย

4.1.4 ปริมาณของธาตุอาหารในดินโดยเฉพาะแคลเซียมและโปแตสเซียมซึ่งเป็นส่วนสำคัญของเปลือกมังคุด (แคลเซียมเปคเตท) ถ้ามีมากกว่าปกติอาจเป็นสาเหตุของการเกิดเปลือกแข็งได้

4.2 เนื้อแก้ว เป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับผลมังคุดที่เจริญเต็มที่หรือสุก เมื่อดูภายนอกไม่อาจบอกได้ว่าผลใดเป็นเนื้อแก้วอยู่ภายในนอกจากผ่าออกดู เนื้อแก้วอาจเกิดขึ้นเพียงบางส่วนของเนื้อหรืออาจเกิดขึ้นทั้งผลคือ มีลักษณะคล้ายแก้วส่วนที่เป็นเมล็ดจะไม่เจริญเติบโตตามปกติมีขนาดเล็กไม่แข็งมากสามารถใช้ฟันกัดหรือมีดตัดออกโดยง่าย เนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดไม่อ่อนนุ่มแต่เป็นไตแข็ง เมื่อกัดจะขาดออกโดยง่ายมีลักษณะใสค่อนข้างโปร่งแสงติดอยู่บริเวณขั้วผลหรือบางส่วนติดอยู่กับส่วนที่เปลือกของผล เมล็ดที่เป็นแก้วจะมีความหวานน้อย (เอี่ยน, 2536) สาเหตุที่ทำให้เกิดมังคุดเนื้อแก้วมีหลายประการเช่น เกิดจากการได้รับความกระทบกระเทือนหรือเกิดจากความไม่สมดุลของธาตุอาหาร (นิวัฒน์, 2532)

จากรายงานของ กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช (2538) ทำการศึกษาการแตกของเปลือกมังคุดต่อการเกิดอาการเนื้อแก้วโดยทำให้เปลือกผลมังคุดแตกในระยะ 4 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว พบว่า การกรีดเปลือกผลในแนวตั้งหรือแนวทแยงขนาดความยาว 3 เซนติเมตร ลึกประมาณ 2 มิลลิเมตร โดยไม่ห่อผลจะมีเปอร์เซ็นต์ของการเกิดเนื้อแก้วอยู่ในระดับใกล้เคียงกับการไม่กรีดและไม่ห่อผลเฉลี่ย 33 – 38 เปอร์เซ็นต์ การกรีดในแนวขวางไม่ห่อผลหรือการกรีดในแนวตั้งห่อผล หรือการกรีดในแนวทแยงห่อผลด้วยกระดาษจะมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 52–55 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการไม่กรีดแต่ห่อผลจะมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วเพิ่มขึ้นเป็น 63 เปอร์เซ็นต์ ประวัติ และคณะ (2521) ได้รายงานว่า พบอาการเนื้อแก้วในมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 แม้ว่าจะชุบหรือทาขั้วด้วย benomyl 500 ppm ยังมีอาการดังกล่าวถึงร้อยละ 20 หลังจากเก็บรักษาไว้นาน 21 วัน ศรียนต์ (2529) ได้ทำการศึกษาอาการเนื้อแก้วของมังคุด พบว่าในมังคุดที่เก็บเกี่ยวเมื่อผลมีสีม่วง มีอาการเนื้อแก้วประมาณร้อยละ 22.9 และผลสีชมพูร้อยละ 16.7 ส่วนผลสีเขียวไม่พบอาการเนื้อแก้วเลย เมื่อนำผลมังคุดไปตรวจเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ และศึกษาโครงสร้างเนื้อเยื่อ ไม่ปรากฏเชื้อจุลินทรีย์แต่อย่างใด เนื้อเยื่อของมังคุดเนื้อแก้วและเนื้อปกติประกอบด้วยเซลล์พาเรนไคมา (parenchyma) และพบช่องว่างขนาดใหญ่ (pore) แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าอาการเนื้อแก้วของมังคุดเกิดจากสาเหตุใด จากรายงานของวรภัทร (2539) พบว่า การให้น้ำเหนือทรงพุ่มเกิดอาการเนื้อแก้วขึ้นมากกว่าการให้น้ำเฉพาะใต้ทรงพุ่มแม้ว่าจะมีการชักนำหรือไม่ชักนำให้เกิดความเครียดน้ำ สุรกิตติ (2532) พบว่า ผลมังคุดที่แตก (ลักษณะเป็นรอยร้าว) มักพบอาการเนื้อแก้วด้วยเสมอโดยเกิดขึ้นกับต้นมังคุดที่ขาดการดูแลรักษา เช่น ได้รับน้ำไม่สม่ำเสมอ หรือขาดน้ำเป็นเวลานานๆ จากการสอบถามความคิดเห็นของเกษตรกรถึงสาเหตุของการเกิดเนื้อแก้วของ ศรีสังวาลย์ (2537) สรุปได้ว่า ถ้ามีฝนตกชุกติดต่อกันประมาณ 3–4 วัน พบผลที่เกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลมากกว่าปกติ ผลมังคุดที่เก็บช่วงปลายฤดูเก็บ

เกี่ยว (ประมาณปลายเดือน มิถุนายน) ซึ่งมีฝนตกชุกพบผลที่เกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลมากกว่าต้นฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ประมาณเดือนพฤษภาคม) ซึ่งมีฝนตกน้อยกว่า ผลมังคุดที่เจริญเติบโตในที่มีอากาศค่อนข้างแห้งแล้งแล้วมีฝนตกลงมาทำให้เกิดผลแตกและพบว่าผลที่แตกมักเกิดอาการเนื้อแก้วร่วมด้วย นอกจากนี้ยังมีข้อคิดเห็นที่น่าสนใจเพิ่มเติมคือ ถ้าต้นหรือกิ่งที่ติดผลมีความสมบูรณ์มากจะเกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลน้อย และอายุของผลที่เก็บเกี่ยว ถ้าเก็บผลระยะสายเลือดมีสีเขียวที่ผลมากพบว่ามีผลที่เป็นเนื้อแก้วและยางไหลมากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อมีสีม่วง สมชาย (2535) รายงานว่า ถ้าหากมีปริมาณน้ำฝนมากพบว่าผลแตกร้าวกลางผลโดยผิวด้านนอกของเปลือกมังคุดแตกเป็นแนวขวางและแนวนอนดูคล้ายผลมังคุดร้าวทั้งผลและพบอาการเนื้อแก้ว และยางไหล ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ศรีสังวาลย์ (2537) พบว่า ปริมาณน้ำฝนที่มากประกอบกับความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงและแสงแดดน้อยทำให้เกิดมังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วมากขึ้น

อาการเนื้อแก้วที่เกิดกับผลมังคุดมีลักษณะคล้ายกับอาการแตกของผลไม้ชนิดอื่นเช่น จากการทดลองของ Davenport และคณะ (1972) อ้างโดย วรภัทร (2539) รายงานว่า การแตกของเซอร์รี่มักเกิดขึ้นเมื่อฝนตกใกล้เวลาเก็บเกี่ยวมีสาเหตุมาจากการดูดน้ำผ่านผิวผลเข้าไปโดยเกี่ยวข้องกับ soluble solids ที่เป็นตัวควบคุมการดูดน้ำและการแตกของผล จากการทดลองของ Byers และคณะ (1990) พบว่าอาการแตกของผลแอปเปิลเกิดขึ้นจากผลได้รับน้ำมากเกินไปโดยการดูดซึมผ่านทางผิวผล นอกจากนี้ Glenn และ Poovaiah (1989) พบว่า การเพิ่มขึ้นของแรงดันภายในเซลล์จากการที่น้ำซึมผ่านทางผิวผลทำให้ชั้นเอพิเดอร์มิสและคิวติเคิลเกิดการแยกตัวออกจากกันโดยบริเวณชั้นเอพิเอดร์มิสเกิดการบวมขึ้นและเกิดรอยแยกของคิวติเคิลทำให้ผลแตกในที่สุด Milad และ Shackel (1992) พบว่า ผลพรุน (prune) ที่ได้รับสภาพความเครียดน้ำก่อนแล้วจึงได้รับน้ำเพิ่มขึ้นภายหลังเกิดอาการผลแตกที่ก้นผล (fruit end) เนื่องจากในสภาพที่ต้นพรุนได้รับความเครียดน้ำจึงเกิดการสะสมของสารต่างๆ ภายในผลโดยเฉพาะมีการสะสมในบริเวณก้นผลเป็นปริมาณมากกว่าบริเวณขั้วผล ดังนั้นทำให้ค่าออสโมติคโพเทนเทียล (osmotic potential) ของผลมีค่าไม่เท่ากัน เมื่อได้รับน้ำเข้าไปหลังจากได้รับสภาพความเครียดน้ำทำให้มีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของศักย์ของน้ำ (water potential) ที่ก้นผล เนื่องจากการได้รับน้ำเกิดขึ้น ขณะเดียวกันจะมีการลดลงของค่าศักย์ออสโมซิสเป็นผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของแรงดันเต่ง (turgor pressure) ที่บริเวณก้นผลจึงเกิดการขยายขนาดของเซลล์จนเกิดผลแตกขึ้น

4.3 อาการยางไหล มี 2 ชนิด คือ ยางไหลภายนอก และยางไหลภายในผล

ยางไหลภายนอกที่ผิวของผลจะมียางสีเหลืองปูดขึ้นมาเกาะเป็นก้อนอยู่ที่ผิว บางผลอาจพบยางไหลเพียงจุดเดียวขณะที่บางผลมียางไหลเปื้อนไปที่ผิวเกือบทั้งผล สาเหตุอาจเกิดจากการทำลายดูดกินของไร เพลี้ยไฟ หรือแมลงวันทอง แมลงพวกนี้ทำให้เกิดแผลแล้วมียางไหลออกมา แต่ยังไม่มีผลการทดลองยืนยัน ชัยวัฒน์ และ สุชาติ (2537) พบว่าการเกิดยางไหลมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝนโดยพบเสมอๆว่าในช่วงฝนชุกมักมีอาการยางไหลมากบนผลมังคุดที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากต้นมังคุดได้รับน้ำเข้าไปมาก ซึ่งปริมาณน้ำที่ต้นดูดเข้าไปอาจไปมีผลทำให้แรงดันของน้ำยางในเปลือกของผลมากขึ้นด้วยทำให้น้ำยางอาจประทุออกมา ผลที่มียางไหลนี้ไม่มีผลทำความเสียหายต่อภายในผลเพียงแต่ปัดออกด้วยแปรงก็สามารถส่งไปขายได้แต่ทำให้เสียเวลาในการทำและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และผลมีผิวไม่สวยเท่าที่ควร

ยางไหลภายในผลในบางผลที่มียางไหลภายนอกหรือไม่มีก็ตาม เมื่อผ่าดูจะพบว่ามีอาการยางไหลอยู่ภายในผล โดยอาการมียางไหลอยู่ตรงกลางระหว่างตรงกลางของกลีบผลเป็นยางสีเหลืองเหมือนที่พบอยู่ภายนอกผล ยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่นอน (สมศักดิ์, 2541)

5. ลักษณะโครงสร้างของเปลือกมังคุด

สุภา และคณะ (2537) ศึกษาลักษณะโครงสร้างของเซลล์เปลือกผลมังคุดในระยะเก็บเกี่ยวพบว่า เซลล์เปลือกผลชั้นนอก (epicarp) ประกอบด้วยเซลล์พวกพาเรนไคมา (parenchyma) จำนวน 8-10 ชั้น มีผนังเซลล์บางและมีสารแทนนินภายในเซลล์ เปลือกผลชั้นกลาง (mesocarp) ประกอบด้วยเซลล์พวกสเกลอรีด ผนังเซลล์บางและบางเซลล์เปลี่ยนแปลงเป็นท่อน้ำยาง เปลือกชั้นใน (endocarp) ประกอบด้วยเซลล์ผนังบางพวกพาเรนไคมา จำนวน 5 ชั้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของผลมังคุดปกติและผลมังคุดที่เกิดอาการเนื้อแก้ว
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของการให้น้ำต่อการเกิดเนื้อแก้ว

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองทำที่แปลงภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ระหว่างเดือนมีนาคม 2542 ถึงเดือนมกราคม 2543

วัสดุและอุปกรณ์

1. วัสดุ
   1.1 ต้นมังคุดอายุ 13 ปี จำนวน 20 ต้น (การศึกษาลักษณะของผลมังคุดที่เกิดเนื้อแก้วจำนวน 4 ต้น และการศึกษาผลจากการให้น้ำแบบต่างๆต่อการเกิดความผิดปกติของผลมังคุด จำนวน 16 ต้น)
   1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทำสไลด์ถาวรกายวิภาคของเซลล์ ได้แก่ น้ำยาเอฟ. เอ. เอ เอธิล แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ กรดกลาเซียล อะซิติค ฟอร์มาลีน ไซลีน สีเซฟรานิน สีฟาสท์กรีน และน้ำยาปิดแผ่นสไลด์
   1.3 ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ สูตร 16 - 16 - 16 13 - 13 - 21 และ 8 - 52 - 34

2. อุปกรณ์
   2.1 อุปกรณ์การเตรียมตัวอย่างสำหรับดูสัณฐานของผล ได้แก่ เครื่องดูดอากาศออกจากเซลล์ (critical point dryer : CPD) ฐานติดตัวอย่างพืช (stub) กาวติดฐานตัวอย่างพืช (adhesive material)
   2.2 กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stereo microscope) กล้องจุลทรรศน์แบบอินเวอเดท (inverted microscope) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (scanning electron microscope : SEM)
   2.3 เครื่องวัดแสง (LI–250 Light meter with LI–190SA Quantum sensor, LI-COR USA), เครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำในต้น
   2.4 เครื่องวัดความชื้นในดิน (tensiometer)
   2.5 เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศ, เพรสเซอร์แชมเบอร์ และเครื่งวัดการชักนำปากใบ
   2.6 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (hand refractometer)

2.7 เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (pH meter)

2.8 อุปกรณ์ติดตั้งระบบการให้น้ำ ได้แก่ เครื่องสูบน้ำ ถังเก็บน้ำขนาด 500 ลิตร ท่อพีวีซี หัวจ่ายน้ำแบบเหวี่ยง เครื่องตั้งเวลา (timer) สายไฟ เครื่องตั้งการทำงานของหัวจ่ายน้ำแบบเหวี่ยง

2.9 เครื่องวัดอย่างละเอียด (vernier) กล้องถ่ายรูป ฟิล์มสี และอุปกรณ์อื่นๆ

วิธีการ

การศึกษาลักษณะทางกายภาคและเคมีของผลมังคุดเนื้อแก้วและอิทธิพลของการให้น้ำต่อการเกิดมังคุดเนื้อแก้วประกอบด้วย 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 การศึกษาลักษณะทางกายภาคและเคมีของผลมังคุดเนื้อแก้ว โดยใช้ผลมังคุดที่เก็บเกี่ยวจากต้นมังคุดจำนวน 4 ต้น ทำการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2542 ถึง ตุลาคม 2542 การทดลองที่ 2 การศึกษาอิทธิพลของการให้น้ำต่อการเกิดมังคุดเนื้อแก้ว ใช้ต้นมังคุดจำนวน 16 ต้น ทำการติดตั้งการให้น้ำ 4 แบบ และบันทึกลักษณะของผลที่เก็บเกี่ยวได้ ทำการทดลองระหว่างเดือนตุลาคม 2542 ถึงเดือนมกราคม 2543

การทดลองที่ 1 การศึกษาลักษณะของผลมังคุดที่เกิดอาการเนื้อแก้ว

ใช้ต้นมังคุดอายุ 13 ปี จำนวน 4 ต้น ทำการทดลอง ณ แปลงภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด เริ่มทดลองโดยการผูกป้ายพลาสติกกับดอกในระยะกลีบเลี้ยงเริ่มแยกออกจากกันพร้อมบันทึกวันที่รอจนกระทั่งระยะผลเป็นสีชมพูทั้งผลประกอบด้วย 2 ชุดการทดลองคือ ผลมังคุดปกติและผลมังคุดเนื้อแก้ว จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 25 ผลและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' s multiple range test มีการบันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ระยะเวลาในการเจริญของผล ทำการบันทึกวันดอกบานโดยถือวันที่กลีบเลี้ยงเริ่มแยกออกให้เห็นเป็นวันแรกจนกระทั่งผลมังคุดเปลี่ยนเป็นสีชมพู่ทั้งผลทำการเก็บเกี่ยวผล

2. น้ำหนักผล โดยใช้ผล 200 ผลแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย (100 ผลปกติ และ 100 ผลเนื้อแก้ว)

3. ความชื้นในส่วนเปลือกและเนื้อ (เมื่อผลมีสีชมพูทั้งผล) นำมังคุดมาทำการผ่าผลแยกส่วนเปลือกและเนื้อออกจากกัน ทำการชั่งน้ำหนักสดของเปลือกและเนื้อแล้วนำไปอบในตู้อบที่มี

อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 4 และ 7 วันตามลำดับ นำมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง แล้วคำนวณหาปริมาณน้ำในเปลือกและเนื้อผลมังคุดจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นในเปลือก (เนื้อ)} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

4. ความกว้างของกลุ่มท่อน้ำบริเวณด้านในของเปลือกผลและวัดความหนาของเปลือกมังคุด

5. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยนำน้ำคั้นจากเนื้อมังคุดปกติและเนื้อแก้วมาวัดค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ โดยใช้เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

6. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริก (เปอร์เซ็นต์) โดยการนำน้ำคั้นจากข้อ 5 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร มาทำการไทเทรตด้วยสารละลายเบสโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐานความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ โดยหยดฟีนอปทาลีน 1 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวตรวจสอบแล้วนำมาคำนวณหาค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เป็นปริมาณเบสที่ใช้ในการไทเทรตดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้} = \frac{\text{N base} \times \text{ml Base} \times \text{meq wt ของกรดซิตริก}}{\text{ml ของน้ำคั้น}} \times 100$$

โดยที่ N base = ความเข้มข้น (normality) ของสารละลายเบสมาตรฐาน

ml base = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายเบสมาตรฐาน

meq wt = 0.06404 N (ฤกษ์, 2530)

7. ค่าความเป็นกรด-เบสของเนื้อผลโดยใช้น้ำคั้นจากเนื้อผล วัดด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-เบส

8. การศึกษากายวิภาคของมังคุดปกติและมังคุดเนื้อแก้วโดยสไลด์ถาวร

โดยนำเนื้อมังคุดปกติและเนื้อมังคุดเนื้อแก้วมาทำตามวิธีการของ ภูวดล (2528)

8.1 การรักษาสภาพเซลล์ (fixation) เก็บตัวอย่างเนื้อทั้งแบบปกติและแก้วในน้ำยา เอฟ. เอ. เอ ซึ่งประกอบด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ 90 มิลลิลิตร กรดอะซิติค 5 มิลลิลิตร และฟอร์มาลีน 5 มิลลิลิตร แล้วนำตัวอย่างใส่ในโถแก้วที่ติดตั้งเครื่องดูดอากาศเพื่อดูดอากาศออกจากตัวอย่าง (เพื่อให้น้ำยา เอฟ.เอ.เอ สามารถซึมทั่วทั้งตัวอย่าง) นาน 15 นาที แล้วแช่ตัวอย่างไว้ในน้ำยาเอฟ. เอ. เอ เพื่อทำขั้นตอนต่อไป

8.2 การดึงน้ำออกจากเซลล์ (dehydration) เทน้ำยา เอฟ. เอ. เอ ออกแล้วนำตัวอย่างไปเข้าสู่ขั้นตอนการดึงน้ำออกจากเซลล์ 12 ขั้นตอนๆ ละ 2 ชั่วโมงยกเว้นขั้นตอนที่ 10 (รายละเอียดภาคผนวกตารางที่ 1)

8.3 การฝังตัวอย่างในพาราฟิน (embedding) หลังจากผ่านขั้นตอนดึงน้ำออกจากเซลล์ในสารละลายครบ 12 ขั้นตอนนำตัวอย่างพืชเข้าตู้อบอุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส เทพาราฟินที่หลอมให้ท่วมตัวอย่างพืช แช่ตัวอย่างพืชเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จึงเปลี่ยนพาราฟินใหม่อีก 2 ครั้ง ทุก 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นแช่ตัวอย่างพืชไว้นานอีก 24 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนพาราฟินใหม่อีกครั้งและแช่ตัวอย่างพืชต่อไปอีก 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นเทพาราฟินพร้อมตัวอย่างพืชลงในกระทงที่ทำด้วยอะลูมินัมฟอยล์จัดตำแหน่งตัวอย่างพืชตามที่ต้องการจะตัดปล่อยให้เย็นจึงนำไปเข้าเครื่องตัดเนื้อเยื่อ

8.4 การตัดเนื้อเยื่อ (slicing) นำชิ้นส่วนพืชขนาด 0.5 x 0.5 เซนติเมตรที่ฝังในพาราฟินแล้วนำมาเชื่อมกับบล๊อคพลาสติก จึงนำไปตัดด้วยเครื่องตัดเนื้อเยื่อ

8.5 การติดตัวอย่างบนสไลด์ (affixing)

8.6 การย้อมสีด้วยสีเซฟรานินและสีฟาสท์กรีน ตามขั้นตอนในตารางภาคผนวกที่ 2

8.7 ตรวจสไลด์ บันทึกภาพและประเมินผลด้วยกล้องจุลทรรศน์

9. การศึกษากายวิภาคของเปลือกมังคุดปกติและเปลือกมังคุดเนื้อแก้วด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน

โดยนำเปลือกมังคุดปกติและเปลือกมังคุดเนื้อแก้วไปดองด้วยน้ำยารักษาสภาพเซลล์เป็นเวลา 1 เดือน จากนั้นนำตัวอย่างไปทำการดึงน้ำออกจากตัวอย่างตามวิธีการของ เวคิน (2527 และ 2529) คือ

9.1 การเก็บ การดองรักษาตัวอย่าง ในน้ำยารักษาสภาพเซลล์

9.2 การดึงน้ำออก โดยใช้แอลกอฮอล์ 35 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 15–20 นาที 1 ครั้ง ตามลำดับ จากนั้นนำไปแช่ในแอลกอฮอล์ 95 และ 100 เปอร์เซ็นต์ นาน 15–20 นาที 2 ครั้ง ตามลำดับ

9.3 การทำให้แห้ง โดยวิธี critical point drying (CPD) โดยการนำชิ้นส่วนพืชใส่ลงเครื่องดูดอากาศออกจากเซลล์ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไหลเข้าสู่เครื่องดูดอากาศเพื่อไล่อากาศ และน้ำออกจากชิ้นส่วนพืช ปรับอุณหภูมิ และความดัน (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 1000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทิ้งไว้นาน 20–30 นาที) ทำการดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออก

จากเครื่องดูดอากาศเพื่อให้เกิดสูญญากาศจะได้ชิ้นส่วนพืชที่อยู่ในสภาพแห้งจึงนำไปติดบนฐานตัวอย่างพืช โดยใช้วัสดุประเภทกาวเป็นตัวเชื่อม

9.4 การฉาบผิวตัวอย่างด้วยโมเลกุลของโลหะ ใน vacuum evaporator หลังจากขั้นตอนนี้จะได้ชิ้นส่วนพืชที่พร้อมจะนำไปตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ตัวอย่างที่ได้สามารถเก็บไว้ได้นาน โดยเก็บไว้ในที่มีบรรยากาศแห้งและปราศจากฝุ่น)

10. การศึกษาปริมาณธาตุในน้ำหนักแห้งในส่วนเปลือกและเนื้อของผลมังคุด

โดยนำเปลือกและเนื้อของมังคุดปกติและมังคุดเนื้อแก้วมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 และ 7 วัน ตามลำดับ จากนั้นนำมาบดให้ละเอียดนำมาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอนตามวิธีการของ Helrich (1990)

11. การหาปริมาณน้ำตาลกลูโคส ซูโครส และฟรุกโตส ในเนื้อมังคุดปกติและเนื้อแก้ว

โดยการนำน้ำคั้นจากเนื้อมังคุดมาผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลกลูโคส ซูโครส และฟรุกโตสโดยวิธี high performance liquid chromatography (Islam *et al.*, 1996)

การทดลองที่ 2 การศึกษาอิทธิพลของการให้น้ำต่อการเกิดมังคุดเนื้อแก้ว

โดยเลือกต้นมังคุดที่มีอายุ 13 ปีมีขนาดและความสมบูรณ์ต้นสม่ำเสมอ จำนวน16 ต้น ที่ปลูกในแปลงภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อผลมังคุดมีอายุ 9 สัปดาห์คลุมต้นด้วยโรงหลังคาพลาสติกขนาด 20 x 20 x 6 เมตร ติดตั้งเครื่องสูบน้ำ ถังน้ำขนาด 500 ลิตร วางระบบท่อส่งน้ำ อุปกรณ์ตั้งเวลา และระบบน้ำโปรย โดยกำหนดให้ในท่อส่งน้ำมีความดัน 0.02 MPa วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด มี 4 ชุดการทดลอง (treatments) จำนวน 4 ซ้ำ ซึ่งมีรายละเอียดของชุดการทดลองดังนี้ คือ

1. ควบคุมความชื้นในดินโดยให้น้ำเมื่อความชื้นดินลดลงใกล้ -100 kPa (เป็นการให้น้ำเป็นช่วงๆ)
2. ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 kPa (ระดับอิ่มตัว) ให้น้ำ 10 ชั่วโมงต่อวัน
3. ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 kPa ร่วมกับการติดตั้งระบบน้ำเหวี่ยงที่บริเวณเหนือและภายในทรงพุ่ม นาน 10 ชั่วโมงต่อวัน
4. ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ (อยู่ภายนอกโรงหลังคาพลาสติก)

หมายเหตุ วิธีการให้น้ำแบบที่ 1 2 และ 3 อยู่ภายใต้โรงหลังคาพลาสติกและใช้เครื่องมือวัดความชื้นในดิน (tensiometer) ฝังลึก 30 เซนติเมตร เพื่อตรวจวัดศักย์ของน้ำในดิน

มีการบันทึกผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. สภาพแวดล้อมบริเวณทรงพุ่มของต้นมังคุด

1.1 ปริมาณแสงที่ตกกระทบบริเวณในและนอกโรงหลังคาพลาสติก

ใช้เครื่องวัดแสงวัดปริมาณแสงที่ตกกระทบเหนือทรงพุ่ม (μmol. $m^{-2}s^{-1}$) โดยทำการวัดบริเวณนอกโรงหลังคาพลาสติกจำนวน 2 ครั้งจากนั้นทำการวัดบริเวณด้านในโรงหลังคาพลาสติก จำนวน 8 ครั้ง นำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยเป็นปริมาณแสงที่ตกกระทบด้านในโรงหลังคาพลาสติก

1.2 อุณหภูมิภายในทรงพุ่ม

ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศวัดอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดภายในทรงพุ่ม โดยใช้ที่วัดอุณหภูมิอากาศและวัดความชื้นสัมพัทธ์ด้วยอุปกรณ์วัดความชื้นชนิดตุ้มเปียกกับแห้ง (wet-dry thermometer)

1.3 การเปลี่ยนแปลงระดับความชื้นในดิน

วัดระดับความชื้นในดินโดยใช้เครื่องมือวัดความชื้นในดินโดยฝังระดับความลึก 30 เซนติเมตร บริเวณกลางทรงพุ่มด้านทิศตะวันออกและใช้ Theta probe วัดระดับความชื้นที่ระดับ 10 เซนติเมตร ทำการวัดเวลา 11.00-12.00 น.

2. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นมังคุด

2.1 ศักย์ของน้ำในใบมังคุด

ใช้เพรสเซอร์แชมเบอร์วัดศักย์ของน้ำในในพืชเพื่อประเมินค่าสภาวะการขาดน้ำของมังคุดมีหน่วยเป็น MPa ทำการสุ่มวัดจากใบที่ขยายตัวเต็มที่แล้ว ในเวลา 8.00 10.00 12.00 14.00 และ 16.00 น. เมื่อผลมังคุดอายุ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน

2.2 การซักนำปากใบมังคุด

ใช้เครื่องวัดการซักนำปากใบทำการสุ่มวัดจากใบที่ขยายตัวเต็มที่แล้ว ในเวลา 8.00 10.00 12.00 14.00 และ 16.00 น. เมื่อผลมังคุดอายุ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน

2.3 อัตราการไหลของน้ำในต้นมังคุด

ใช้เครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำในต้นมังคุดมีหน่วยเป็นลิตรต่อชั่วโมง เมื่อผลมังคุดอายุ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน

3. ลักษณะคุณภาพผลของมังคุด

3.1 การขยายตัวของผลมังคุด

โดยใช้เครื่องวัดอย่างละเอียด (vernier) วัดการขยายตัวของผล และใช้เครื่องวัดการขยายตัวของผลแบบต่อเนื่อง (dendrometer) วัดการขยายตัวของผลในรอบวัน

3.2 ปริมาณการเกิดมังคุดเนื้อแก้ว

3.3 ระยะเวลาในการเจริญของผลตั้งแต่ระยะดอกบานจนกระทั่งผลมีสีชมพูทั้งผล

3.4 น้ำหนักผลเฉลี่ยของมังคุดเนื้อแก้ว (กรัม)

3.5 ความชื้นในส่วนเปลือกและผลมังคุดเนื้อแก้ว

3.6 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในส่วนเนื้อแก้ว มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์

3.7 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปกรดซิตริก (เปอร์เซ็นต์)

3.8 ความเป็นกรด-เบสของเนื้อแก้ว โดยนำเนื้อผลแก้วมาคั้นน้ำนำน้ำคั้นไปวัดด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-เบส

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's multiple range test และใช้ค่า Least significant difference ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในรูปกราฟ

บทที่ 3

ผล

การทดลองที่ 1 การศึกษาลักษณะของผลมังคุดเนื้อแก้ว

1. ระยะเวลาการเจริญของผล

มังคุดเนื้อแก้วใช้ระยะเวลาในการพัฒนาของผลตั้งแต่ระยะดอกบานจนกระทั่งผลเป็นสีชมพูนานกว่ามังคุดปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 96.25 และ 89.75 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

2. น้ำหนักผล

มังคุดเนื้อแก้วมีน้ำหนักผลเฉลี่ยมากกว่ามังคุดปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 115.8 และ 88.7 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

3. ความชื้นในส่วนเปลือกและเนื้อผล

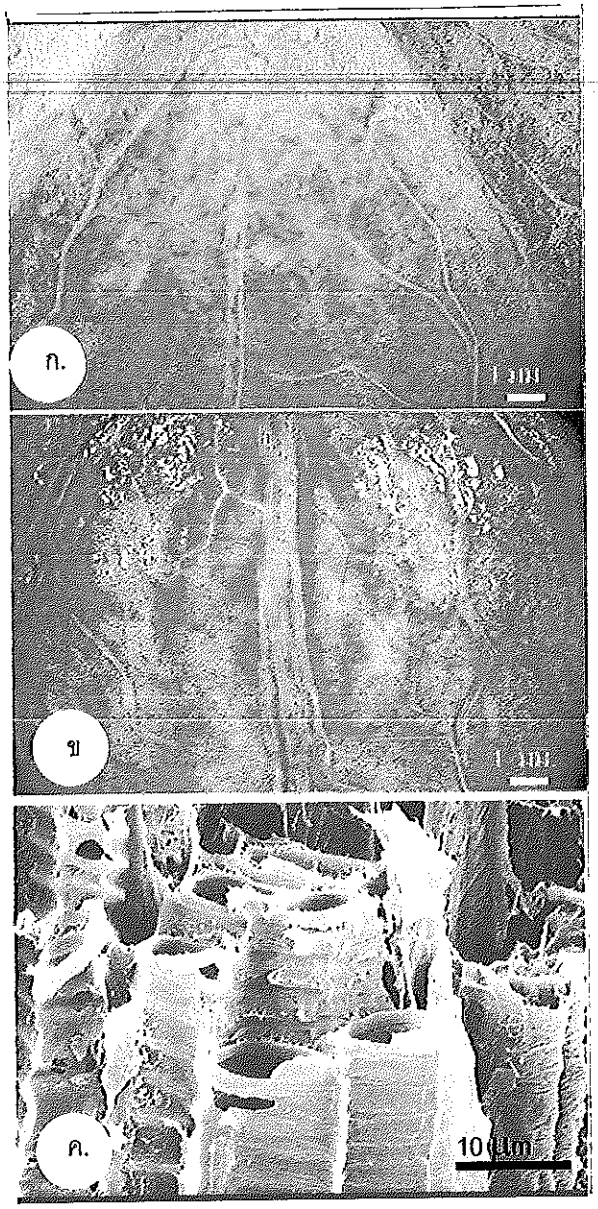
มังคุดเนื้อแก้วมีความชื้นในส่วนเปลือกมากกว่ามังคุดปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 66.8 และ 64.2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนเนื้อแก้วมีความชื้นในส่วนเนื้อผลมากกว่าเนื้อปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 82.6 และ 80.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

4. ขนาดกลุ่มท่อน้ำในส่วนเปลือก

มังคุดเนื้อแก้วในส่วนเปลือกผลมีขนาดกลุ่มท่อน้ำกว้างกว่าในมังคุดปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,280 และ 595 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และรูปที่ 1) เปลือกของมังคุดปกติหนากว่าเปลือกมังคุดเนื้อแก้ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.52 และ 7.59 มม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ระยะเวลาการเจริญของผล ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผล เปอร์เซ็นต์น้ำในส่วนเปลือกและเนื้อผล ค่าเฉลี่ยความกว้างของขนาดกลุ่มท่อน้ำในส่วนเปลือก และความหนาของเปลือกผลมังคุด

ผล	จำนวนวันเจริญของผล	น.น ผล (กรัม)	% น้ำในเปลือก	% น้ำในเนื้อ	ขนาดกลุ่มท่อน้ำ (ไมครอน)	ความหนาของเปลือก (มม.)
ปกติ	89.75 a	88.7 b	64.2 b	80.9 b	595 b	8.52 a
แก้ว	96.25 b	115.8 a	66.8 a	82.6 a	1280 a	7.59 b
F-test	*	*	*	*	*	*
CV (%)	2.38	8.56	5.50	1.16	15.59	5.4



รูปที่ 1 แสดงลักษณะของกลุ่มท่อน้ำในส่วนเปลือกด้านในของเปลือกมังคุด ก. เปลือกมังคุดปกติ ข. เปลือกมังคุดเนื้อแก้ว ค. ขนาดของกลุ่มท่อน้ำภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

5. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

มังคุดปกติในส่วนเนื้อมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่าเนื้อแก้ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.5 และ 14.6 บริกซ์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

6. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริก (เปอร์เซ็นต์)

มังคุดปกติในส่วนเนื้อมีเปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้มากกว่าเนื้อแก้ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.9 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

7. ค่าความเป็นกรด-เบส

มังคุดปกติในส่วนเนื้อค่าความเป็นกรด-เบสสูงกว่าในเนื้อแก้ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.9 และ 3.5 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริก และค่าความเป็นกรด-เบสของเนื้อผลมังคุด

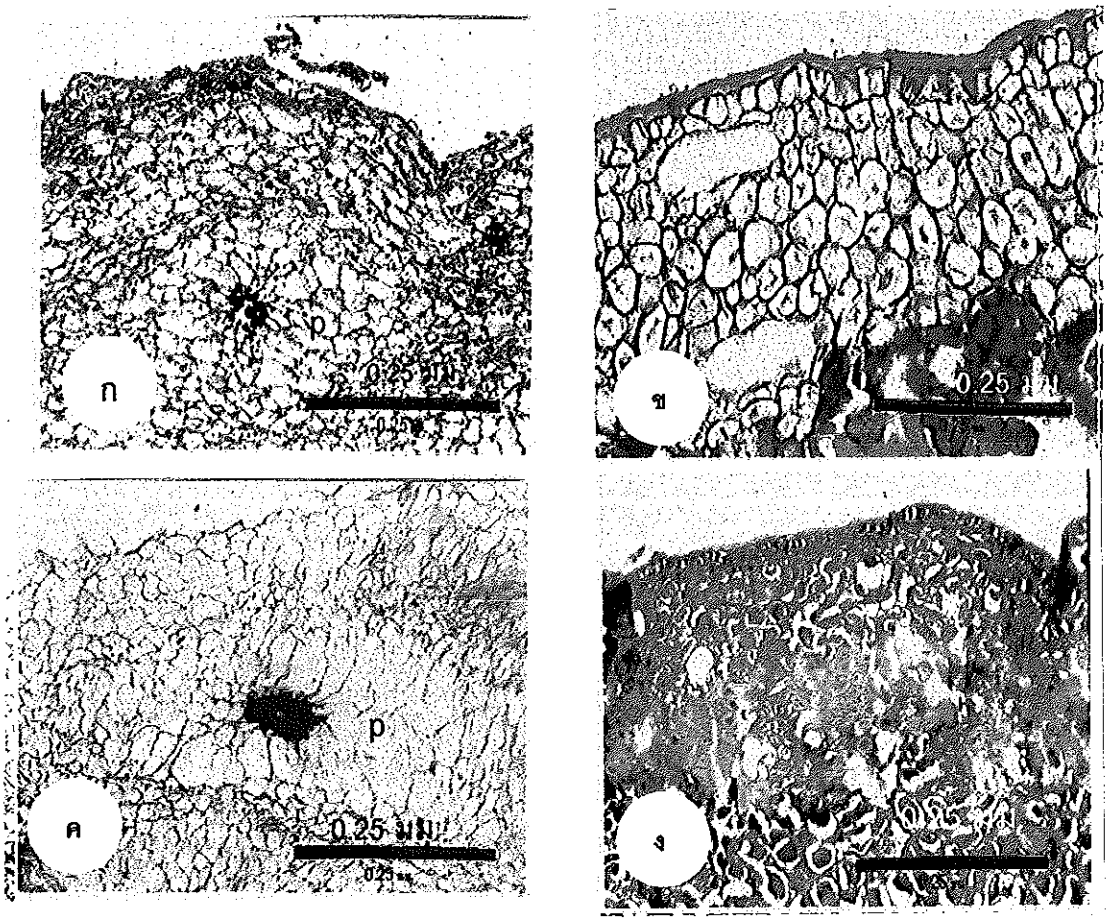
ผลมังคุด	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปกรดซิตริก (%)	ค่าความเป็นกรด-เบส
ปกติ	18.5 a	0.9 a	2.9 b
แก้ว	14.6 b	0.7 b	3.5 a
F-test	*	*	*
CV (%)	3.23	4.56	6.18

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติที่ $P > 0.05$ โดยวิธี DMRT

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

8. การศึกษากายวิภาคของมังคุดปกติและมังคุดเนื้อแก้ว โดยสไลด์ถาวร

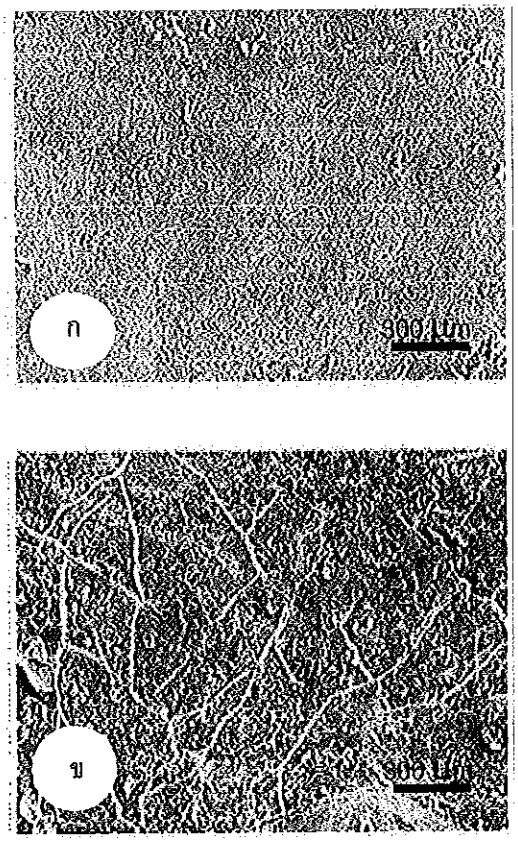
จากการเปรียบเทียบลักษณะเนื้อผลระหว่างเนื้อมังคุดปกติและเนื้อมังคุดเนื้อแก้วพบว่า พาเรนไคมาเซลล์ของเนื้อผลมังคุดเนื้อแก้ว (รูปที่ 2 ค) มีการขยายใหญ่กว่าในเนื้อมังคุดปกติ (รูปที่ 2 ก) และพบว่าเปลือกผลมังคุดปกติ (รูปที่ 2 ข) มีการจัดเรียงตัวของชั้นเนื้อเยื่อเป็นระเบียบมากกว่าในเปลือกผลมังคุดเนื้อแก้ว (รูปที่ 2 ง)



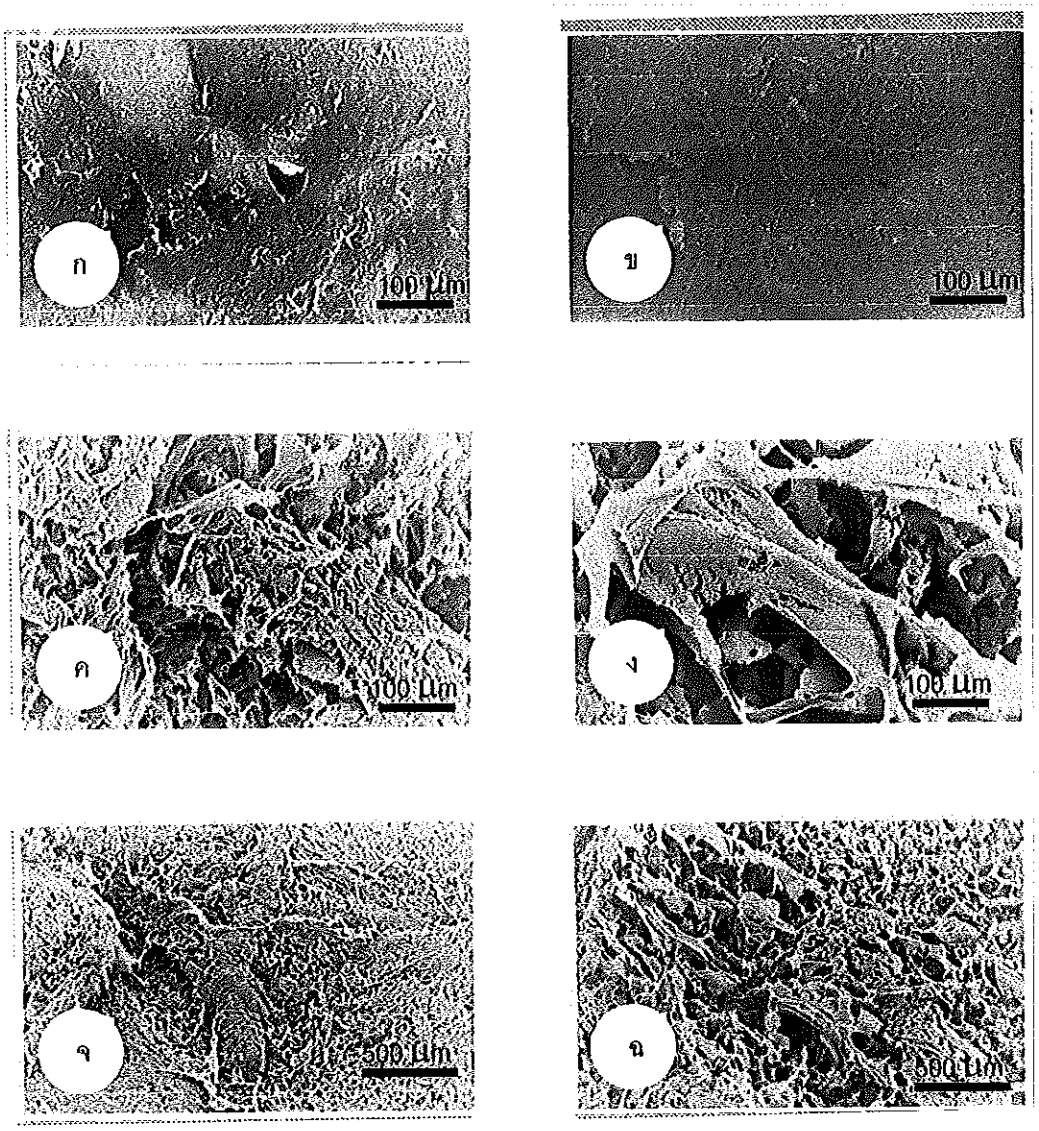
รูปที่ 2 ภาพตัดขวางเนื้อและเปลือกผลมังคุด ก. เนื้อมังคุดปกติ ข. เปลือกมังคุดเนื้อปกติ
ค. เนื้อมังคุดเนื้อแก้ว ง. เปลือกมังคุดเนื้อแก้ว
p = พาเรนไคมาเซลล์

9.การศึกษากายวิภาคของเปลือกมังคุดปกติและเปลือกมังคุดเนื้อแก้วด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

จากการเปรียบเทียบเปลือกผลมังคุดปกติและเปลือกผลมังคุดเนื้อแก้วพบว่า ชั้นเคลือบบางของเปลือกด้านนอกของผลมังคุดปกติ (รูปที่ 3 ก และ รูปที่ 4 ก) มีลักษณะเรียบในขณะที่ชั้นเคลือบบางของเปลือกด้านนอกของผลมังคุดที่เป็นเนื้อแก้ว (รูปที่ 3 ข และ รูปที่ 4 ข) มีการแตกของชั้นเคลือบผิว (cuticular fractures) เกิดขึ้น นอกจากนี้จากการตรวจสอบผิวเปลือกด้านในพบว่า ชั้นเคลือบบางของเปลือกมังคุดปกติ (รูปที่ 4 ค และ จ) โครงสร้างมีลักษณะละเอียด เรียบร้อยกว่าในเปลือกผลมังคุดเนื้อแก้ว (รูปที่ 4 ง และ จ)



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบลักษณะชั้นเคลือบผิว ก. เปลือกมังคุดปกติ
ข. เปลือกมังคุดเนื้อแก้ว



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบลักษณะชั้นเคลือบผิวของเปลือกมังคุด ก. ด้านนอกของผล
มังคุดปกติ ข. ด้านนอกของผลมังคุดเนื้อแก้ว ค. ด้านในของผลมังคุดปกติ
ง. ด้านในของผลมังคุดเนื้อแก้ว จ. ด้านในของผลมังคุดปกติ
ฉ. ด้านในของผลมังคุดเนื้อแก้ว

10. ปริมาณธาตุในน้ำหนักแห้งของเปลือกและเนื้อผลมังคุด

จากการทดลองพบว่า ในน้ำหนักแห้งของเปลือกผลมังคุดปกติมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอนเท่ากับ 0.60 0.05 1.66 0.09 0.05 และ 6.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งของเปลือกมังคุดเนื้อแก้วมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอนเท่ากับ 0.50 0.04 1.36 0.07 0.04 และ 5.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในน้ำหนักแห้งของเนื้อผลปกติมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอน เท่ากับ 0.63 0.07 0.74 0.05 0.10 และ 4.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งของเนื้อผลแก้วมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอนเท่ากับ 0.67 0.08 0.78 0.04 0.11 และ 4.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอนในน้ำหนักแห้งของเปลือกและเนื้อของมังคุดปกติและมังคุดเนื้อแก้ว

ตำแหน่ง	ผล	ปริมาณธาตุ (%)					
		N	P	K	Ca	Mg	B (ppm)
เปลือก	ผลปกติ	0.60	0.05	1.66	0.09 a	0.05 a	6.69 a
	ผลแก้ว	0.50	0.04	1.36	0.07 b	0.04 b	5.93 b
	F-test	ns	ns	ns	*	*	*
	C.V (%)	16.70	11.95	18.06	13.79	0.00	3.69
เนื้อ	ผลปกติ	0.63	0.07	0.74	0.05	0.10	4.09
	ผลแก้ว	0.67	0.08	0.78	0.04	0.11	4.61
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	C.V (%)	20.45	14.43	13.15	10.53	14.37	6.24

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P > 0.05$ โดยวิธี DMRT

11. ปริมาณน้ำตาลในน้ำคั้นจากเนื้อผล

จากการทดลองพบว่าเนื้อผลมังคุดแก้วมีปริมาณน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุกโตสมากกว่าที่พบในเนื้อปกติ โดยเฉพาะปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสที่พบในเนื้อแก้วมีมากกว่าในเนื้อปกติแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีค่าเท่ากับ 0.86 และ 0.36 mg/ml ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ซูโครส และฟรุกโตส ในน้ำคั้นจากเนื้อผลมังคุด

เนื้อผล	ปริมาณน้ำตาล (mg/ml)		
	กลูโคส	ซูโครส	ฟรุกโตส
มังคุดปกติ	4.11	48.34	0.36 b
มังคุดเนื้อแก้ว	5.18	52.22	0.86 a
F-test	ns	ns	*
CV (%)	22.81	14.19	10.50

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P > 0.05$ โดยวิธี DMRT

การทดลองที่ 2 การศึกษาอิทธิพลของการให้น้ำต่อการเกิดมังคุดเนื้อแก้ว

ช่วงทำการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2542 ถึงเดือนมกราคม 2543 พบว่า ในช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุด 603.0 มิลลิลิตร ในเดือนธันวาคม 2542 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำสุด 101.5 มิลลิลิตร ในเดือนกรกฎาคม 2542 อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 33.7 องศาเซลเซียส ในเดือนมีนาคม 2542 อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 23.0 องศาเซลเซียส ในเดือนมกราคม 2542 การคายระเหยน้ำมีปริมาณมากสุด 146.5 มิลลิลิตร ในเดือน มีนาคม 2542 . และการคายระเหยน้ำมีค่าน้อยที่สุด 58.0 มิลลิลิตร ในเดือนธันวาคม 2542 (รูปที่ 5 ก) ในช่วงการทดลองต้นมังคุดมีการเจริญของต้นมังคุดในรอบปี คือ ระยะการแตกใบอ่อน (มิถุนายน-กรกฎาคม 2542) ระยะออกดอก (กรกฎาคม-กันยายน 2542) ระยะการติดผลและการเจริญของผล (กันยายน- มกราคม 2543) (รูปที่ 5 ข)

1. สภาพแวดล้อมบริเวณทรงพุ่มของต้นมังคุด

1.1 ปริมาณแสงที่ตกกระทบใน-นอกโรงหลังคาพลาสติก

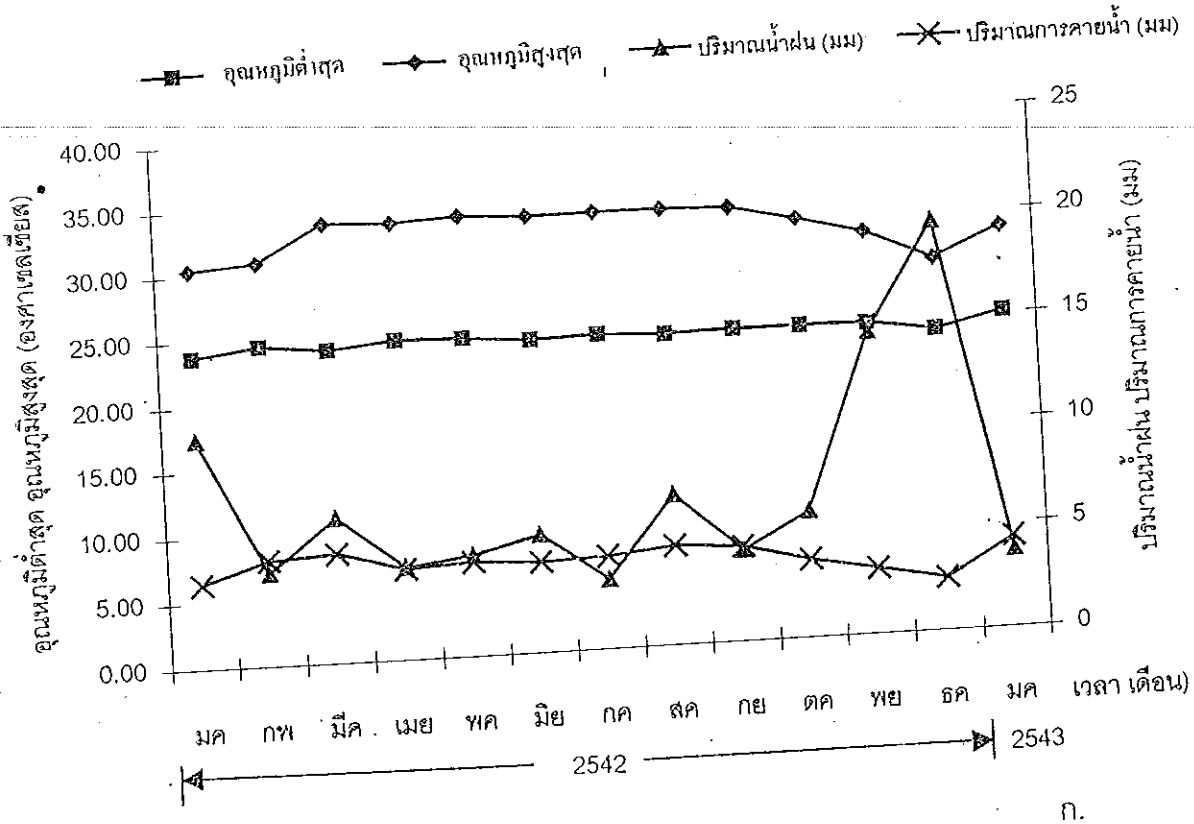
จากการทดลองวัดปริมาณแสงที่ตกกระทบใน-นอกโรงหลังคาพลาสติกพบว่า บริเวณนอกโรงหลังคาพลาสติกมีปริมาณแสงตกกระทบเหนือทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเมื่อเวลา 12.00 น. เท่ากับ 1997.7 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ในขณะที่บริเวณในโรงหลังคาพลาสติกมีปริมาณแสงตกกระทบเหนือทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1155 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที เมื่อเวลา 12.00 น. (รูปที่ 6 ก) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าศักย์ของน้ำในใบมังคุดและค่าการชักนำปากใบมังคุดพบว่า สามารถวัดค่าศักย์ของน้ำในใบมังคุดและค่าการชักนำปากใบมังคุดวัดได้ค่าสูงสุดเมื่อเวลา 12.00 น. (รูปที่ 6 ข และ ค)

1.2 อุณหภูมิภายในทรงพุ่มของต้นมังคุด

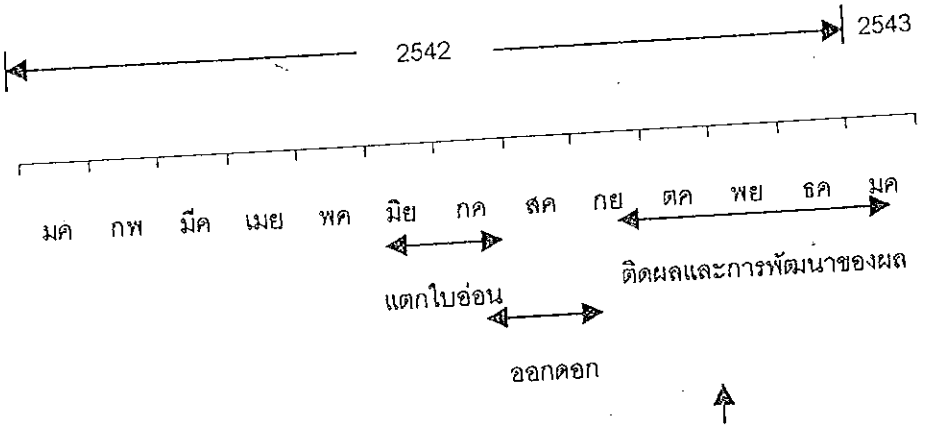
พบว่า อุณหภูมิภายในทรงพุ่มของต้นมังคุดในชุดการทดลองที่ 4 มีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 29.0 องศาเซลเซียส รองลงมาคือชุดการทดลองที่ 1 2 และ 3 มีอุณหภูมิเท่ากับ 27.5 26.0 และ 25.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (รูปที่ 7) และวัดความชื้นสัมพัทธ์ภายในทรงพุ่มต้นมังคุดในชุดการทดลองที่ 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 86 และ 79 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

1.3 การเปลี่ยนแปลงระดับความชื้นในดิน

จากการทดลองพบว่าในชุดการทดลองที่ 1 ที่ระดับความลึก 35 เซนติเมตรและ 10 เซนติเมตร ความชื้นในดินมีค่าเท่ากับ 0 kPa และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ หลังจากการทดลอง 7 วัน ความชื้นในดินมีค่าเท่ากับ -100 kPa ส่วนชุดการทดลองที่ 2 3 และ 4 พบว่าความชื้นในดินที่ระดับความลึก 35 และ 10 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 0 0 -15 kPa และ 40 40 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (รูปที่ 8 กและ ข)



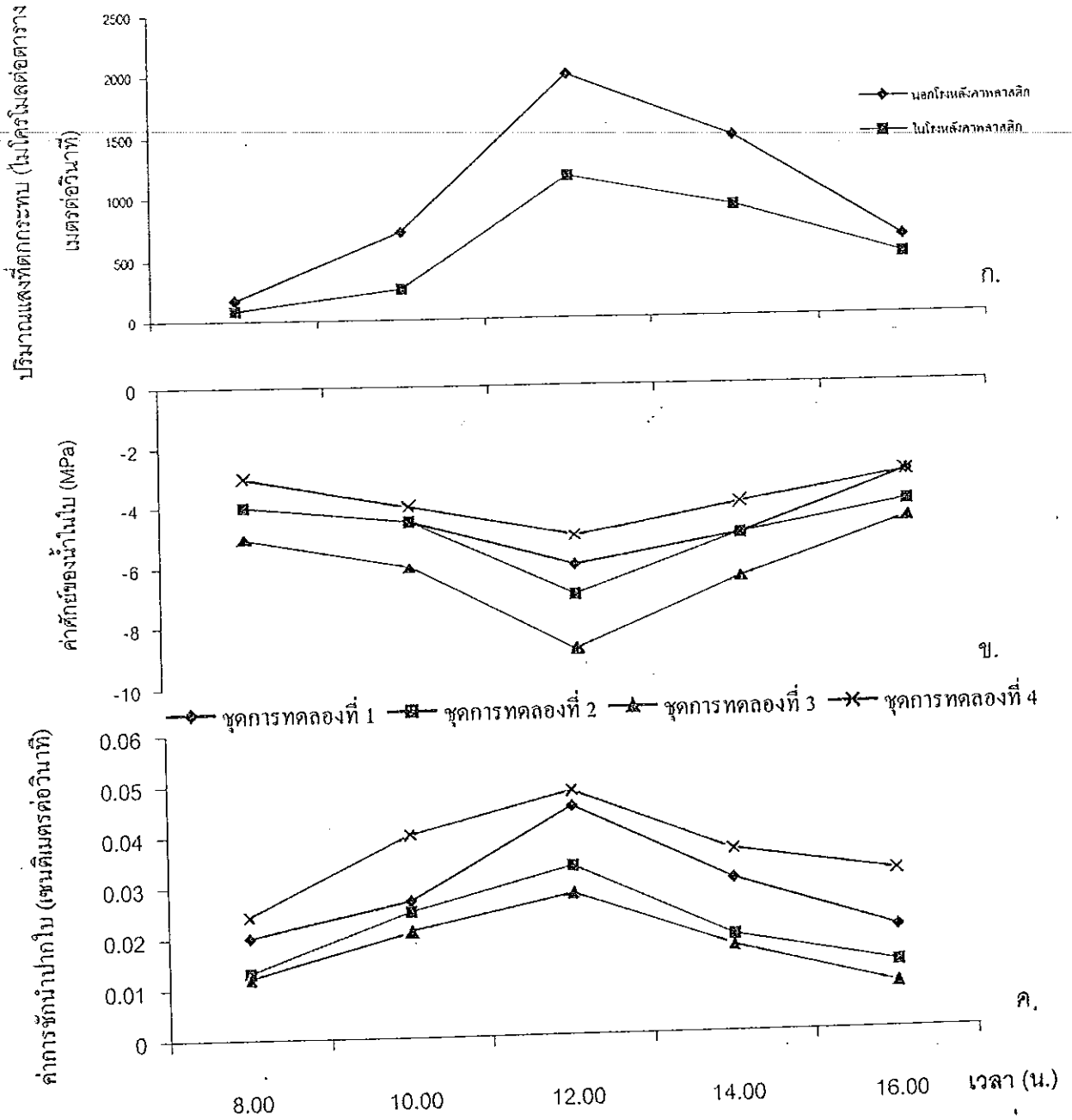
ก.



ปูพลาสติกบนโครงหลังคาพลาสติก
เมื่อผลมังคุดมีอายุ 5-6 สัปดาห์หลัง

ข.

รูปที่ 5 ก. ข้อมูลอากาศในช่วงเดือนมกราคม 2542 ถึงเดือนมกราคม 2543 จาก สถานีวิจัยอากาศ อำเภอคอหงส์ จังหวัดสงขลา (ก) การเจริญในต้นมังคุดในรอบปีและกิจการในช่วงดำเนินการทดลอง (ข)



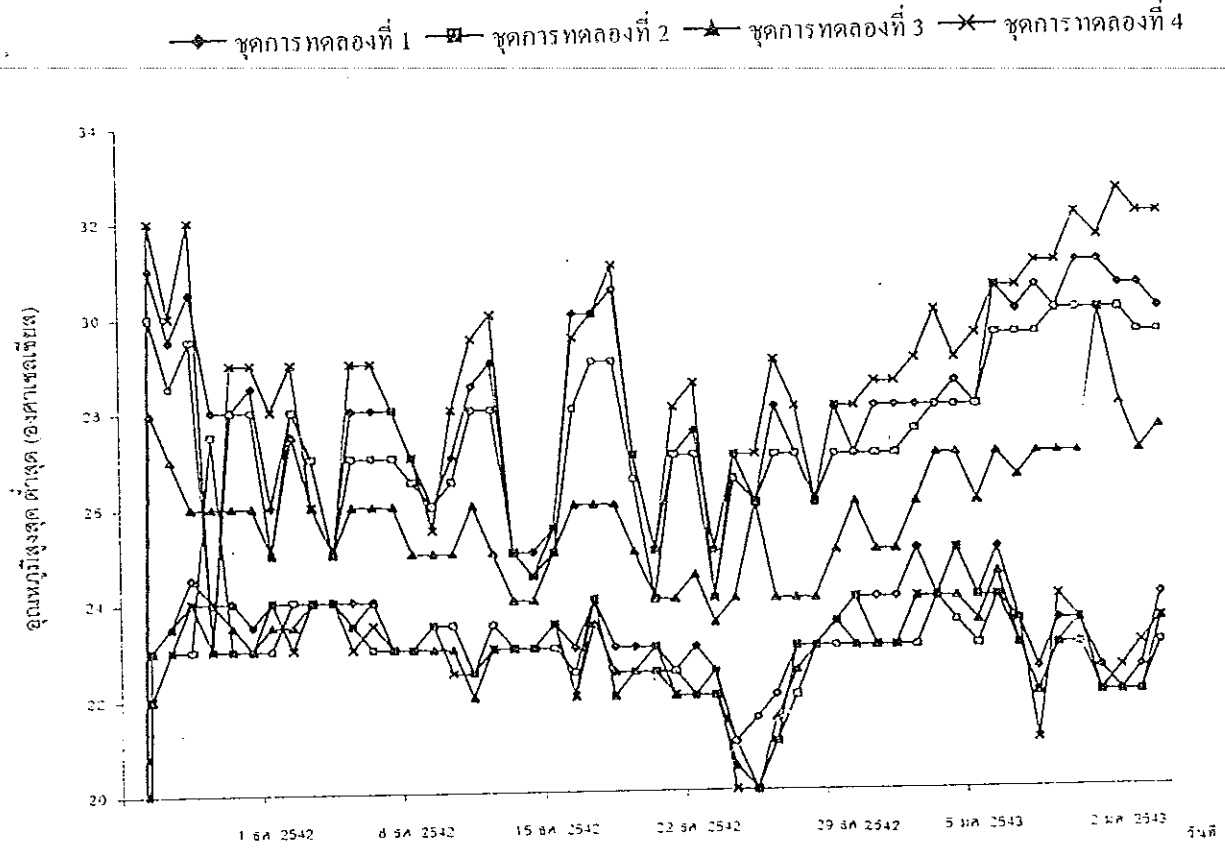
รูปที่ 6 สภาพแวดล้อมบริเวณทรงพุ่มของต้นมังคุด ก.ปริมาณแสงตกกระทบเหนือทรงพุ่มในและนอกโรงหลังคาพลาสติก ข. ค่าศักย์ของน้ำในใบมังคุด ค. ค่าการซักนำปากใบมังคุด

ชุดการทดลองที่ 1 ควบคุมความชื้นในดินโดยให้น้ำเมื่อความชื้นดินลดลงใกล้ -100 kPa (เป็นการให้น้ำเป็นช่วงๆ)

ชุดการทดลองที่ 2 ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 kPa (ระดับอิ่มตัว) ให้น้ำ 10 ชั่วโมงต่อวัน

ชุดการทดลองที่ 3 ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 kPa ร่วมกับการติดตั้งระบบน้ำ เหวี่ยงที่บริเวณเหนือและภายในทรงพุ่ม นาน 10 ชั่วโมงต่อวัน

ชุดการทดลองที่ 4 ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ (อยู่ภายนอกโรงหลังคาพลาสติก)



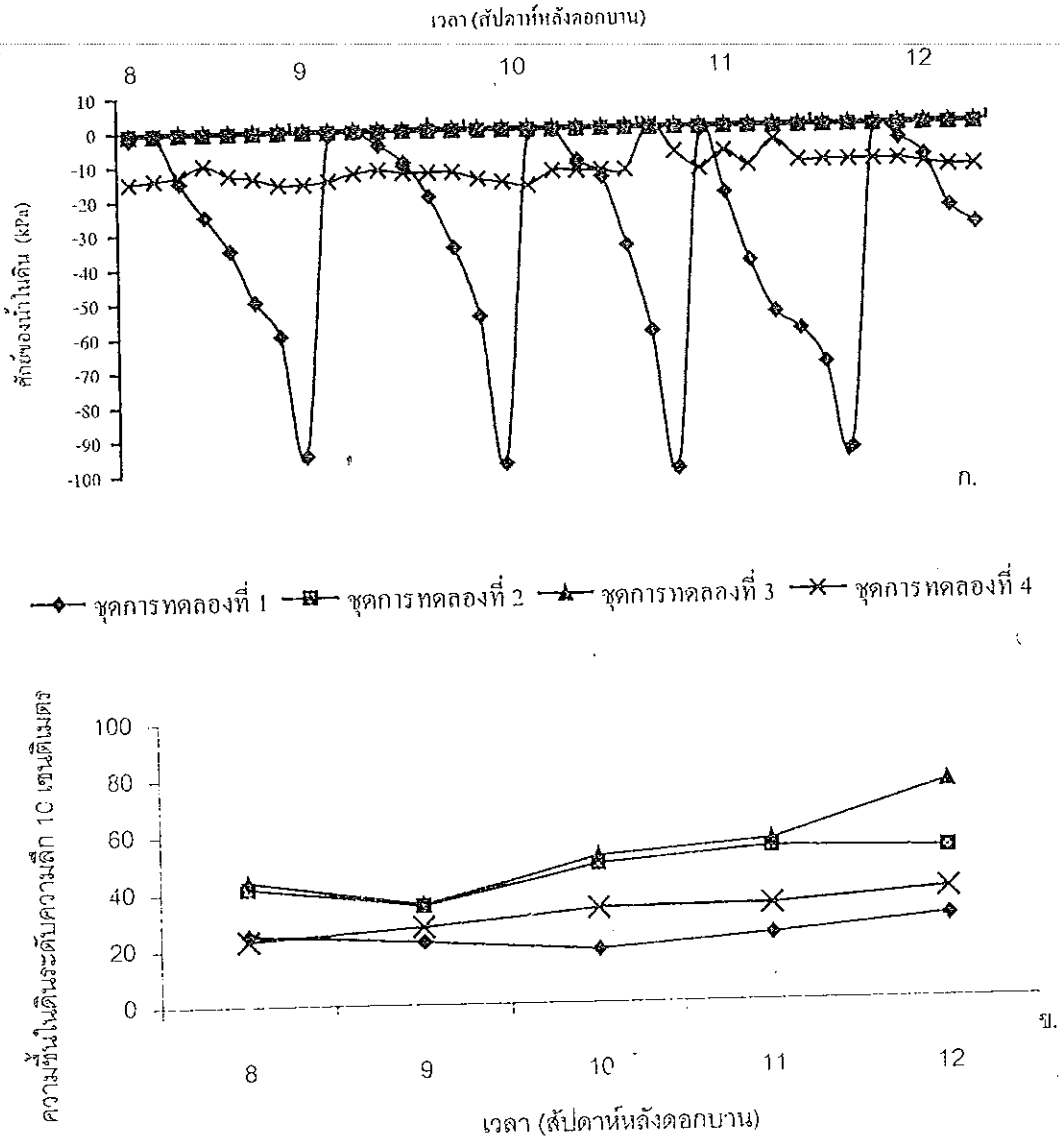
รูปที่ 7 อุณหภูมิภายในทรงพุ่มต้นมังคุดที่ได้รับการให้น้ำ 4 แบบ ในช่วงผลมังคุดมีอายุ 8 - 14 สัปดาห์หลังดอกบาน

ชุดการทดลองที่ 1 ควบคุมความชื้นในดินโดยให้น้ำเมื่อความชื้นดินลดลงใกล้ -100 kPa (เป็นการให้น้ำเป็นช่วงๆ)

ชุดการทดลองที่ 2 ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 kPa (ระดับอิ่มตัว) ให้น้ำ 10 ชั่วโมงต่อวัน

ชุดการทดลองที่ 3 ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 kPa ร่วมกับการติดตั้งระบบน้ำ เหวี่ยงที่บริเวณเหนือและภายในทรงพุ่ม นาน 10 ชั่วโมงต่อวัน

ชุดการทดลองที่ 4 ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ (อยู่ภายนอกโรงหลังคาพลาสติก)



รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงระดับความชื้นในดินในช่วง 8 - 12 สัปดาห์หลังดอกบาน ก.ระดับความลึก 35 เซนติเมตร ข. ระดับความลึก 10 เซนติเมตร

ชุดการทดลองที่ 1 ควบคุมความชื้นในดินโดยให้น้ำเมื่อความชื้นดินลดลงใกล้ -100 kPa (เป็นการให้น้ำเป็นช่วงๆ)

ชุดการทดลองที่ 2 ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 kPa (ระดับอิ่มตัว) ให้น้ำ 10 ชั่วโมงต่อวัน

ชุดการทดลองที่ 3 ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 kPa ร่วมกับการติดตั้งระบบน้ำ เหวี่ยงที่บริเวณเหนือและภายในทรงพุ่ม นาน 10 ชั่วโมงต่อวัน

ชุดการทดลองที่ 4 ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ (อยู่ภายนอกโรงหลังคาพลาสติก)

2. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นมังคุด

2.1 ศักย์ของน้ำในใบมังคุด

จากการทดลองพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติของค่าเฉลี่ยของศักย์ของน้ำในใบในชุดการทดลอง โดยชุดการทดลองที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของศักย์ของน้ำในใบสูงสุดเท่ากับ -3.8 เมกกาปาสคาล (MPa) รองลงมาคือชุดการทดลองที่ 1 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยของศักย์ของน้ำในใบเท่ากับ –4.5 –5.1 และ –6.1 เมกกาปาสคาล ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และรูปที่ 6)

2.2 การชักนำปากใบมังคุด

จากการทดลองพบว่า ต้นมังคุดในชุดการทดลองที่ 4 มีค่าการชักนำปากใบมังคุดเฉลี่ยสูงสุดคือ 0.04 เซนติเมตรต่อวินาที รองลงมาคือชุดการทดลองที่ 1 มีค่าการชักนำปากใบมังคุดเท่ากับ 0.03 เซนติเมตรต่อวินาที แตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ซึ่งมีค่าการชักนำปากใบมังคุดเท่ากับ 0.02 และ 0.02 เซนติเมตรต่อวินาที (ตารางที่ 5 และรูปที่ 6)

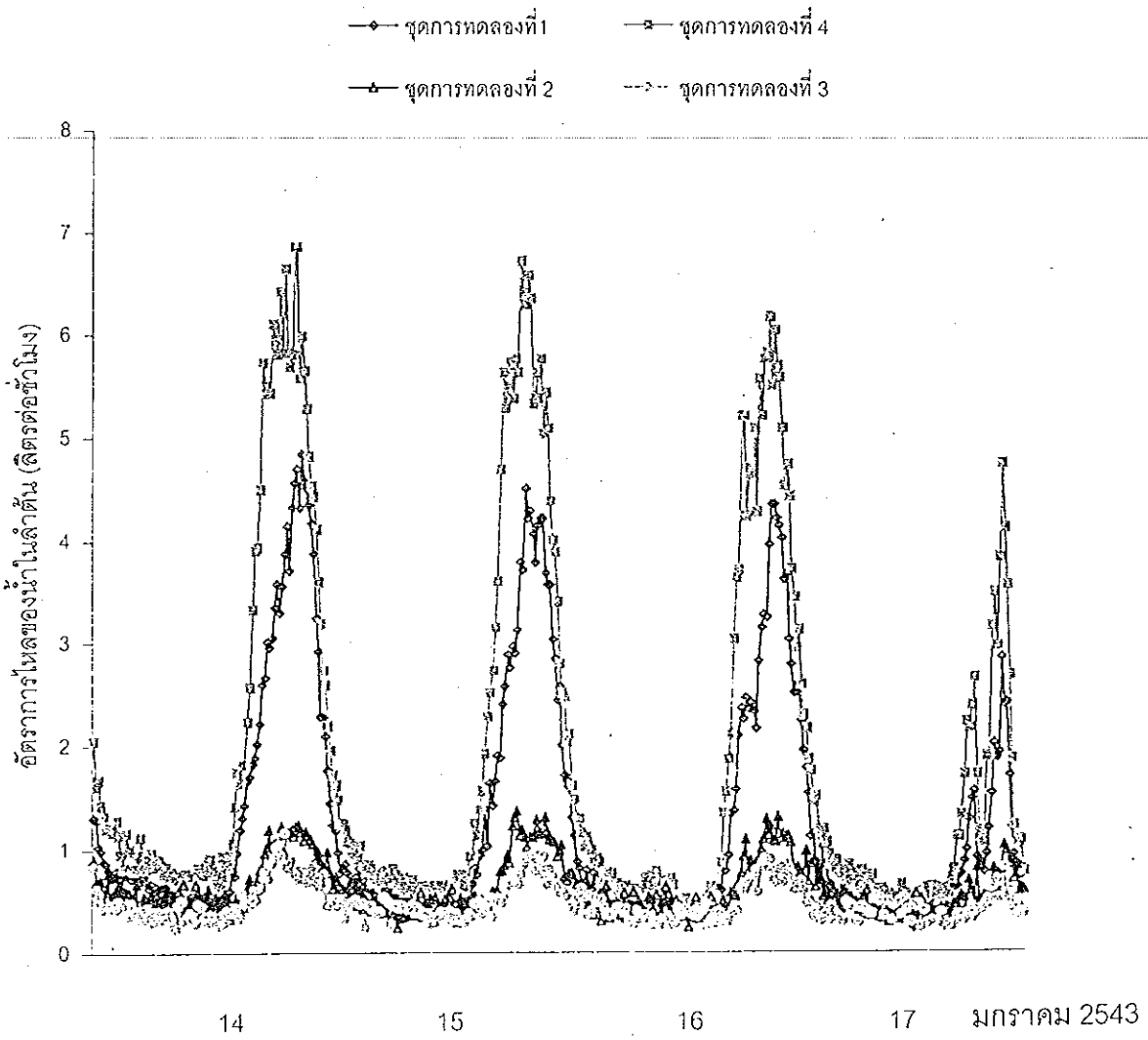
2.3 อัตราการไหลของน้ำในต้นมังคุด

จากการทดลองพบว่า ต้นมังคุดชุดการทดลองที่ 4 มีอัตราการไหลของน้ำในต้นมากที่สุด คือ 7.0 ลิตรต่อชั่วโมง รองลงมาคือชุดการทดลองที่ 1 2 และ 3 ซึ่งมีอัตราการไหลของน้ำในต้นเท่ากับ 4.0 1.0 และ 0.5 ลิตรต่อชั่วโมง (รูปที่ 9)

ตารางที่ 5 ค่าศักย์ของน้ำในใบและ การชักนำปากใบมังคุด

ชุดการทดลอง	ค่าศักย์ของน้ำในใบ (เมกกาปาสคาล)	การชักนำของปากใบ (เซนติเมตรต่อวินาที)
1	-4.50 a	0.03 ab
2	-5.10 ab	0.02 b
3	-6.10 b	0.02 b
4	-3.80 a	0.04 a
F-test	*	*
CV (%)	24.43	34.13

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติที่ P>0.05 โดยวิธี DMRT



รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำในต้นมังคุด

ชุดการทดลองที่ 1 ควบคุมความชื้นในดินโดยให้น้ำเมื่อความชื้นดินลดลงใกล้ -100 kPa (เป็นการให้น้ำเป็นช่วงๆ)

ชุดการทดลองที่ 2 ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 kPa (ระดับอิ่มตัว) ให้น้ำ 10 ชั่วโมงต่อวัน

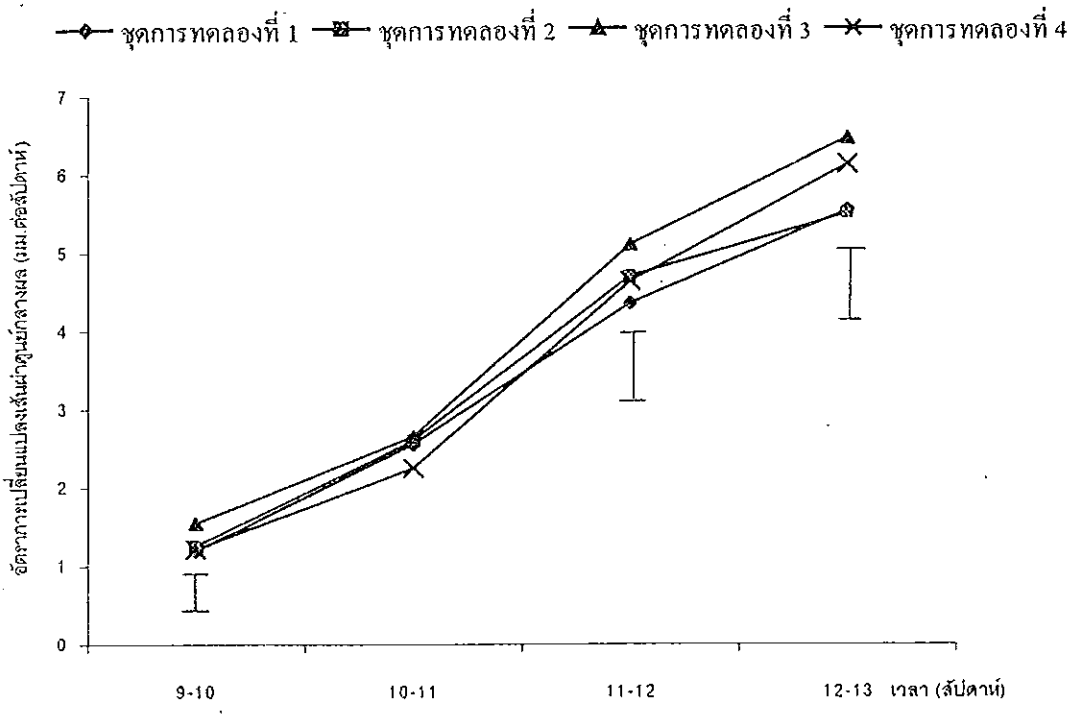
ชุดการทดลองที่ 3 ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 kPa ร่วมกับการติดตั้งระบบน้ำ เหวี่ยงที่บริเวณเหนือและภายในทรงพุ่ม นาน 10 ชั่วโมงต่อวัน

ชุดการทดลองที่ 4 ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ (อยู่ภายนอกโรงหลังคาพลาสติก)

3. ลักษณะคุณภาพผลของมังคุดเนื้อแก้ว

3.1 การขยายตัวของผล

จากการศึกษาการขยายตัวของผลมังคุดที่มีการให้น้ำ 4 แบบ พบว่า ผลมังคุดทุกชุดการทดลองมีการหดตัวในเวลากลางวันและขยายตัวในเวลากลางคืน (รูปที่ 10) โดยผลมังคุดในชุดการทดลองที่ 3 ผลมังคุดมีการหดขยายขนาดของผลมากที่สุด รองลงมาคือผลมังคุดในชุดการทดลองที่ 4 1 และ 2 ตามลำดับ (รูปที่ 10)



รูปที่ 10 อัตราการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางของผล ในช่วงสัปดาห์ที่ 9-13

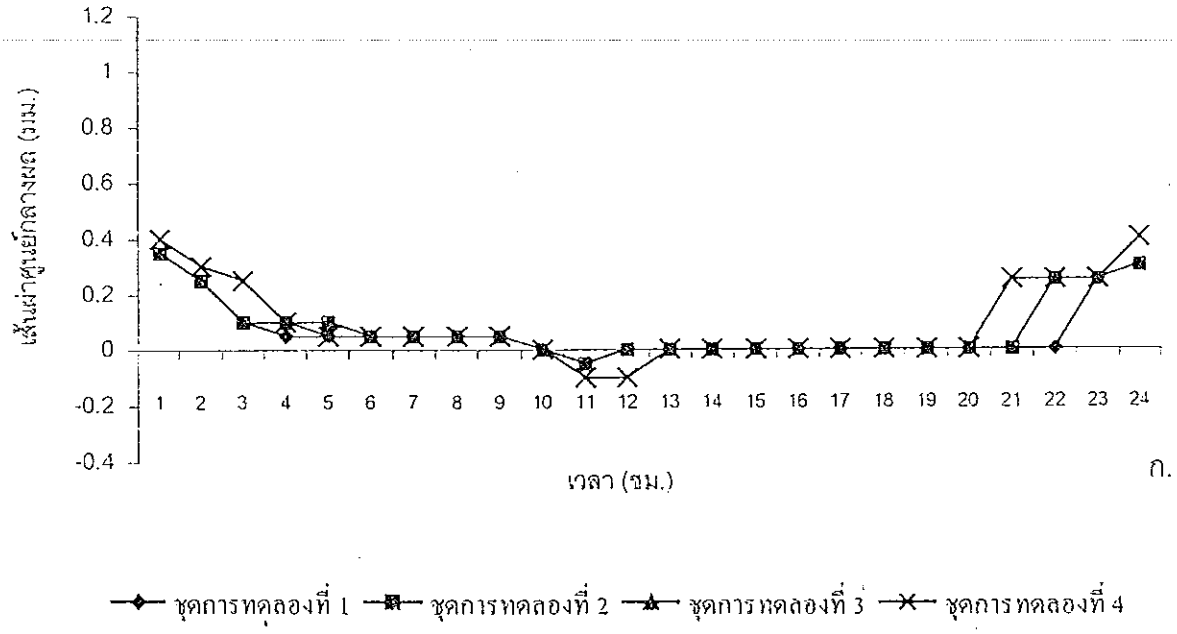
เส้นตั้งแสดงค่า $lsd_{0.05}$

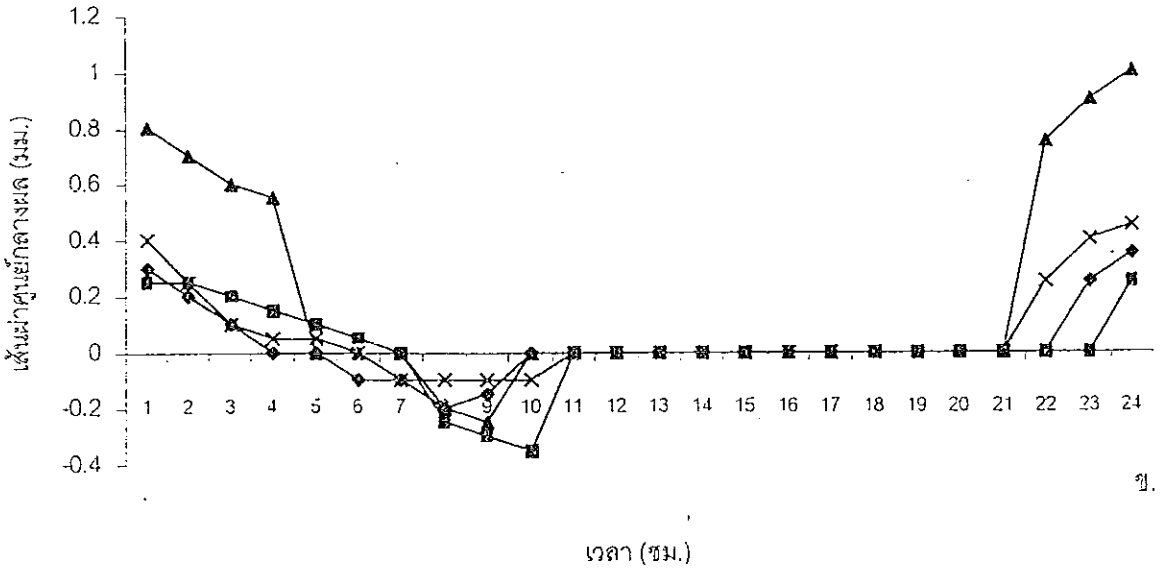
ชุดการทดลองที่ 1 ควบคุมความชื้นในดินโดยให้น้ำเมื่อความชื้นดินลดลงใกล้ -100 kPa (เป็นการให้น้ำเป็นช่วงๆ)

ชุดการทดลองที่ 2 ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 kPa (ระดับอิ่มตัว) ให้น้ำ 10 ชั่วโมงต่อวัน

ชุดการทดลองที่ 3 ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 kPa ร่วมกับการติดตั้งระบบน้ำ เหวี่ยงที่บริเวณเหนือ-ภายในทรงพุ่ม 10 ชั่วโมงต่อวัน

ชุดการทดลองที่ 4 ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ (อยู่ภายนอกโรงหลังคาพลาสติก)





รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลในรอบวันของผลมังคุดอายุ 8 สัปดาห์หลังดอกบาน (ก) และ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน (ข)

3.2 ปริมาณการเกิดมังคุดเนื้อแก้ว

จากการทดลองพบว่า การให้น้ำในชุดการทดลองที่ 3 เกิดมังคุดเนื้อแก้วมากที่สุด คือ 60.5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การให้น้ำในชุดการทดลองที่ 2 และ 4 ตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 23.7 และ 7.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการให้น้ำแบบที่ 1 ไม่พบผลที่เป็นเนื้อแก้ว แต่เกิดอาการผิดปกติของผลคือ เกิดอาการยางไหลภายในผล คิดเป็น 87.7 เปอร์เซ็นต์ โดยผลมังคุดจากการให้น้ำแบบที่ 3 2 และ 4 พบผลที่มีอาการยางไหลคิดเป็น 13.94 3.97 และ 2.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

3.3 ระยะเวลาในการพัฒนาของผล

จากการทดลองพบว่า ผลมังคุดเนื้อแก้วในชุดการให้น้ำแบบที่ 2 3 และ 4 ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาของผลไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 102.75 99.25 และ 96.0 วัน ตามลำดับ ส่วนการให้น้ำแบบที่ 1 ไม่พบผลที่เป็นเนื้อแก้วแต่ผลมีอาการยางไหลใช้ระยะเวลาการเจริญของผล 99.75 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

3.4 น้ำหนักผลเฉลี่ยของมังคุดเนื้อแก้ว

จากการทดลองพบว่า ผลมังคุดเนื้อแก้วในชุดการให้น้ำแบบที่ 2 3 และ 4 มีน้ำหนักผลเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 106.04 106.56 และ 106.22 กรัม ตามลำดับ ส่วนการให้น้ำแบบที่ 1 ไม่พบผลที่เป็นเนื้อแก้วแต่ผลมีอาการยางไหลมังคุดเกิดอาการยางไหลมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 106.08 กรัม (ตารางที่ 6)

3.5 ความชื้นในเปลือกและเนื้อผลของมังคุดเนื้อแก้ว

จากการทดลองพบว่า ความชื้นในเปลือกผลของชุดการให้น้ำแบบที่ 3 มีค่ามากที่สุด คือ 69.4 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากการให้น้ำแบบที่ 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 66.6 และ 66.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการให้น้ำแบบที่ 1 มีความชื้นในเปลือกเท่ากับ 70.29 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นในเนื้อผลของชุดการให้น้ำแบบที่ 3 มีค่ามากที่สุดคือ 84.5 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากการให้น้ำแบบที่ 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 83.1 และ 82.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการให้น้ำแบบที่ 1 มีความชื้นในเปลือกเท่ากับ 66.0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

3.6 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในเนื้อแก้ว (TSS)

จากการทดลองพบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในส่วนเนื้อแก้วในชุดการให้น้ำแบบที่ 4 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 14.6 14.2 และ 13.8 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ส่วนการให้น้ำแบบที่ 1

ไม่พบผลที่เป็นเนื้อแก้ว แต่ผลมีอาการยางไหลมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 14.8 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 7)

3.7 วัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริก (TA)

จากการทดลองพบว่า ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริกในชุดการให้น้ำแบบที่ 2 และ 3 มีค่ามากที่สุด คือ 7.2 และ 7.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างจากการให้น้ำแบบที่ 3 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.6 เปอร์เซ็นต์ การน้ำแบบที่ 1 ไม่พบผลที่เป็นเนื้อแก้ว แต่ผลมีอาการยางไหลมีอาการยางไหลมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริกเท่ากับ 5.2เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

3.8 วัดความเป็นกรด-เบสของเนื้อแก้ว (pH)

จากการทดลองพบว่า การให้น้ำแบบที่ 2 4 และ 3 มีค่าความเป็นกรดเท่ากับ 3.24 3.26 และ 3.42 ตามลำดับ การให้น้ำแบบที่ 1 ไม่พบผลที่เป็นเนื้อแก้ว แต่ผลมีอาการยางไหลมีค่าความเป็นกรดเท่ากับ 3.6 (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6 ปริมาณการเกิดมังคุดเนื้อแก้ว ปริมาณการเกิดผลยางไหล ระยะเวลาการเจริญของผล และน้ำหนักของผลมังคุดเนื้อแก้วจากการให้น้ำ 4 แบบ

ชุดการทดลอง	ผลเนื้อแก้ว (%)	ผลยางไหล (%)	ระยะเวลาการเจริญของผล(วัน)	น้ำหนักผล (กรัม)
1	0 d	87.70 a	99.75 *	106.08*
2	23.70 b	3.97 c	102.75	106.04
3	60.50 a	13.94 b	99.25	106.56
4	7.00 c	2.54 c	96.00	106.22
F-test	*	*	ns	ns
CV (%)	35.10	31.10	3.80	21.97

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติที่ P>0.05 โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* ไม่พบผลที่เป็นเนื้อแก้ว แต่ผลมีอาการยางไหลในและนอกผล

ตารางที่ 7 ความชื้นในเปลือกและเนื้อผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริก (TA) และค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของผลมังคุดเนื้อแก้วจากการให้น้ำ 4 แบบ

ชุดการทดลอง	ความชื้นในเปลือก (%)	ความชื้นในเนื้อผล (%)	TSS (องศาบริกซ์)	TA (%)	ค่าความเป็นกรด-เบส
1	66.04 c *	81.50 d *	14.75 a *	5.23 b *	3.58 a *
2	66.65 b	83.13 b	14.20 b	7.27 a	3.24 c
3	69.42 a	84.53 a	13.85 b	6.66 a	3.42 b
4	66.54 b	82.48 c	14.60 a	7.31 a	3.26 c
F-test	*	*	*	*	*
CV (%)	20.00	35.70	16.80	9.48	3.26

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติที่ P>0.05 โดยวิธี DMRT

* ไม่พบผลที่เป็นเนื้อแก้ว แต่ผลมีอาการยางไหลในและนอกผล

บทที่ 4

วิจารณ์

หลายจังหวัดในภาคใต้ที่มีการปลูกมังคุดเช่น จังหวัด ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา พบว่าได้รับสภาพฝนทิ้งช่วงประมาณเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่กระตุ้นให้ต้นมังคุดพักตัว และสามารถกระตุ้นให้เกิดตาดอกได้ในเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน และเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ประมาณเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม (สายัณห์, 2533) แต่ในปี 2541 ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากปรากฏการณ์เอลนิโน จึงทำให้เกิดสภาวะแห้งแล้งยาวนาน แต่ในปี 2542 ประเทศไทยกลับได้รับสภาวะฝนตกมากกว่าปกติ ทำให้ไม่มีระยะฝนทิ้งช่วงเพื่อกระตุ้นให้มังคุดออกดอกในฤดูปกติ แต่มีระยะฝนทิ้งช่วงในเดือนกรกฎาคม (รูปที่ 5ก) ส่งผลให้มังคุดออกดอกในเดือนกันยายน และเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ประมาณเดือนพฤศจิกายน 2542 ถึงเดือนมกราคม 2543 ซึ่งถือว่าเป็นผลผลิตนอกฤดูกาล

จากการทดลองของ วรภัทร (2539) พบว่า มังคุดเนื้อปกติมีปริมาณการผลิตเอทธีลีนมากกว่าเนื้อแก้วประมาณ 6 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่พบว่ามังคุดเนื้อแก้วใช้ระยะเวลาในการเจริญของผลตั้งแต่ระยะหลังดอกบานจนกระทั่งผลเปลี่ยนเป็นสีชมพูทั้งผลนานกว่ามังคุดปกติ (96.25 วัน และ 89.75 วัน ตามลำดับ) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบระยะการเจริญของผลเนื้อแก้วที่ได้จากการให้น้ำ 4 แบบพบว่าการให้น้ำแบบที่ 2 และ 3 ใช้ระยะเวลาการเจริญของผลนานกว่า (102.75 และ 99.25 วัน ตามลำดับ) แต่ที่ไม่แตกต่างทางสถิติอาจจะเนื่องมาจากสภาวะที่ต้นมังคุดได้รับน้ำในระดับอิ่มจนทำให้ต้นมังคุดอยู่ในสภาพขาดก๊าซออกซิเจนซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเปลี่ยนแปลงสาร ACC ไปเป็นเอทธีลีน (เฉลิมพล, 2542) โดยที่เอทธีลีนเป็นสารที่เกี่ยวข้องกับการสุกแก่ของผลไม้ ดังนั้นเมื่อต้นมังคุดขาดก๊าซออกซิเจนส่งผลให้ปริมาณของเอทธีลีนต่ำลง

น้ำหนักเฉลี่ยของผลมังคุดเนื้อแก้วมากกว่าผลมังคุดปกติ น่าจะอาจมีสาเหตุมาจากเปลือกและเนื้อของมังคุดเนื้อแก้วมีความชื้นมากกว่ามังคุดปกติ เพราะบริเวณเปลือกมังคุดเนื้อแก้วเกิดการขยายตัวของขนาดกลุ่มท่อน้ำ จากตารางที่ 1 พบว่า ในบริเวณเปลือกมังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วมีการขยายตัวและเมื่อมังคุดเนื้อแก้วมีกลุ่มท่อน้ำขยายตัวมากขึ้นทำให้มีการเคลื่อนที่ของน้ำเข้าสู่ผลได้เร็วมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสมการของพัวซอยล์ (poiseuille) ที่กล่าวว่าอัตราการไหลผันแปรโดยตรงกับค่ายกกำลังสองของรัศมีของท่อน้ำไหล (สุนทรี, 2535) ดังนั้นท่อน้ำที่มีขนาดใหญ่ย่อมทำให้น้ำผ่านได้ในอัตราที่เร็วกว่าท่อน้ำที่มีขนาดเล็ก

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริกของเนื้อมังคุดปกติมีมากกว่าเนื้อแก้ว (18.5 องศาบริกซ์ 0.9 เปอร์เซ็นต์กรดซิตริก และ 14.6 องศาบริกซ์ 0.7 เปอร์เซ็นต์กรดซิตริก ตามลำดับ) โดยค่าที่วัดได้ต่างจากที่ วรภัทร (2539) รายงานว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อปกติและเนื้อแก้วมีค่าเท่ากับ 16.6 และ 15.8 องศาบริกซ์ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริกของเนื้อมังคุดปกติและเนื้อแก้วมีค่าเท่ากับ 0.48 และ 0.43 ตามลำดับ สาเหตุที่ผลการทดลองมีค่าต่างกันอาจเนื่องจากความแตกต่างของสภาพแวดล้อมที่ต้นมังคุดเจริญเติบโตเช่น สภาพดิน ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ อย่างไรก็ตามผลการทดลองที่ได้ก็สอดคล้องกันว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริกของเนื้อปกติมากกว่าเนื้อแก้ว โดยวรภัทร (2539) ได้กล่าวถึงสาเหตุว่าเนื่องมาจากเนื้อแก้วเป็นเนื้อเยื่อที่เซลล์ส่วนใหญ่ตายเยื่อหุ้มเซลล์แตกและฉีกขาดจึงทำให้สารละลายต่างๆภายในเซลล์รั่วไหลออกนอกเซลล์ในระหว่างการเกิดเนื้อแก้วและอาจไปทำปฏิกริยากับสารประกอบต่างๆจึงทำให้สารละลายที่วัดได้จากเนื้อแก้วอยู่ในสภาพที่เจือจาง มีผลทำให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริกต่ำลง

ศรียนต์ (2529) มีความเห็นว่าในเนื้อมังคุดปกติมีอากาศแทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ทำให้เห็นเป็นสีขาวเช่นเดียวกับน้ำแข็งที่มีฟองอากาศแทรกอยู่ทำให้เห็นน้ำแข็งเป็นสีขาวขุ่น ขณะที่เนื้อแก้วเซลล์ได้รับน้ำมากเกินไปทำให้แรงดันภายในเซลล์เพิ่มมากขึ้นจนดันให้เยื่อหุ้มเซลล์ฉีกขาดน้ำเข้าไปแทนที่อากาศในช่องว่างระหว่างเซลล์ทำให้เห็นเนื้อผลใสเหมือนกับน้ำแข็งที่ไม่มีฟองอากาศแทรกอยู่ภายใน ดังนั้นเซลล์ของเนื้อมังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วมีขนาดของเซลล์ใหญ่กว่าในเนื้อมังคุดปกติ (รูปที่ 2)

จากการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของเปลือกผลมังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วพบว่า มีรอยแตกเกิดขึ้นบนชั้นเคลือบผิว ดังที่พบกับผลไม้หลายชนิดเช่น ผลเชอร์รี่ (Glenn and Poovaiah ,1989) ผลมะเขือเทศ (Bakker, 1988) โดยมีข้อมูลสนับสนุนว่ารอยแตกที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุแคลเซียมในผลเช่น จากการทดลองของ Fuller (1976) อ้างโดย เกษม (2532) รายงานว่า ในการเก็บรักษาผลส้มที่มีธาตุแคลเซียมต่ำและสูงในระยะที่เก็บเกี่ยวในที่มีอุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสแล้วตรวจดูในกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนพบว่าภายหลัง 81 วันของการเก็บรักษาผลส้มที่มีธาตุแคลเซียมต่ำแสดงอาการผิดปกติของส่วนเยื่อหุ้มของเซลล์และองค์ประกอบภายในส่วนมากของเซลล์แตกสลาย โดยการแตกสลายของผนังเซลล์รุนแรงมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาผลนานขึ้นในผลส้มที่มีธาตุแคลเซียมต่ำ นอกจากนี้ Li และ Huang (1995) พบว่า เปลือกผลลิ้นจี่ที่แตกมีปริมาณธาตุแคลเซียมในน้ำหนักแห้งของเปลือกผลน้อยกว่าเปลือกผลลิ้นจี่ปกติ ซึ่งสอดคล้องกับ

การทดลองที่พบว่าเปลือกมังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วมีปริมาณธาตุแคลเซียมน้อยกว่าในเปลือกผลมังคุดปกติ

สมบุญ (2538), สุมาลี (2536) และธวัชชัย (2541) กล่าวว่า ธาตุโบรอนมีบทบาทในการเคลื่อนย้ายน้ำตาลออกจากใบในรูปของ sugar borate complex มาสู่ผล จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เมื่อทำการวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส ในน้ำคั้นมังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วมีปริมาณมากกว่าในเนื้อปกติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่า ในน้ำหนักแห้งของเนื้อผลมังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วมีปริมาณธาตุโบรอนมากกว่าในน้ำหนักแห้งของเนื้อผลปกติ นอกจากนี้ยังมีรายงานที่เกี่ยวข้องกับอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลผลิตเกี่ยวกับปริมาณน้ำตาลเช่น อาการผลแตกในลิ้นจี่ Li และ Huang (1995) พบว่า ปริมาณน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสในเนื้อผลลิ้นจี่ที่แตกมีปริมาณมากกว่าในเนื้อผลปกติ Kawamata (1978) พบว่า ผลสาลี่ที่เกิดอาการ yuzuhada (ผลสาลี่มีลักษณะแข็งและบริเวณผิวผลเป็นสีดำโดยเฉพาะที่ขั้วและก้นผล) มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสมากกว่าผลปกติ

รวี (2526) รายงานว่าปริมาณการใช้น้ำในไม้ผลนอกจากจะมีความสัมพันธ์กับอายุ ระยะการเจริญเติบโต ปริมาตรทรงพุ่ม และลักษณะเนื้อดิน ยังมีความสัมพันธ์กับอัตราการระเหยของน้ำศักย์ของน้ำในใบ แรงต้านทานปากใบ ในชุดการทดลองที่ 3 ต้นมังคุดอยู่ในสภาวะที่อิ่มตัวด้วยน้ำและได้รับความเข้มแสง 60 เปอร์เซ็นต์ทำให้วัดอัตราการไหลของน้ำได้ต่ำเท่ากับ 0.5 ลิตรต่อชั่วโมง ในขณะที่ชุดการทดลองที่ 4 ซึ่งอยู่นอกโรงหลังคาพลาสติกต้นมังคุดได้รับแสงเต็มที่ทำให้มีอัตราการคายน้ำสูง ส่งผลให้อัตราการไหลของน้ำในต้นสูงตามไปด้วยคือ 7 ลิตรต่อชั่วโมง (เมื่อผลมีอายุ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน)

จากการทดลองของ ธนสิต และจริงแท้ (2541) นพ และชัยพร (2541) พบว่า ผลมังคุดที่เกิดอาการเนื้อแก้วเกิดขึ้นบริเวณส่วนล่างของทรงพุ่มซึ่งเป็นบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าบริเวณด้านบนของทรงพุ่ม และมีสภาพคล้ายกับชุดการให้น้ำแบบที่ 3 คือ ต้นมังคุดได้รับน้ำ 0 kPa ร่วมกับการให้ฝนเทียม 10 ชั่วโมงต่อวัน ในสภาพดังกล่าวทำให้อากาศภายในทรงพุ่มมีการเคลื่อนที่น้อย ใบพืชไม่มีการคายน้ำหรือมีน้อยมาก (เฉลิมพล, 2542) ส่งผลให้พบผลที่มีอาการเนื้อแก้วสูงกว่าการให้น้ำแบบอื่น นอกจากนี้เมื่อทำการวัดการไหลของน้ำในชุดการให้น้ำแบบที่ 3 พบว่าอัตราการไหลของน้ำในต้นมีค่าน้อยสุดแต่การขยายของผลกลับเพิ่มขึ้น น่าเป็นไปได้ว่าน้ำจากการให้สภาพฝนเทียมมีผลทำให้น้ำเข้าทางใบและผิวผลซึ่งเกิดจากความแตกต่างของความเข้มข้นของน้ำภายนอกผลกับสารละลายภายในผลมังคุด เนื่องจากในช่วงที่ผลมังคุดแก่จัดเกิดการสะสมน้ำตาลและกรดมากขึ้นมีการย่อยสลายสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่เป็นแป้งของสารประกอบในกลุ่มเพก

ติน (pectin) และเฮมิเซลลูโลส (hemi-cellulose) เพื่อทำให้เนื้อมังคุดอ่อนตัวมีการเปลี่ยนกรดไปเป็นน้ำตาลมากขึ้นทำให้ความเข้มข้นของเนื้อมังคุดเพิ่มมากขึ้นจึงเกิดแรงดูดสารละลายจากภายนอก (osmotic pressure) เพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อผลมังคุดได้รับน้ำผ่านเข้าไปในผลอย่างต่อเนื่องทำให้เซลล์ของเนื้อผลได้รับน้ำเข้าไปมากเกินกว่าแรงต้านของผนังเซลล์เป็นผลให้เซลล์ของส่วนเนื้อแตกและฉีกขาดซึ่งคล้ายกับการแตกของผลเชอรี่ (Facteau and Rowe, 1979; Ackley and Krueger; 1980; Anderson and Richardson 1982; Glenn and Poovaiah; 1989) การแตกของพริก (Moreshet *et al.*,1999) นอกจากนี้ Sekse (1995) เสนอแนะว่า การแตกของผลเชอร์รี่เกิดจากการเคลื่อนที่ของน้ำแบบอะโพพลาสต์ (apoplast) คือการเคลื่อนที่ของน้ำผ่านผนังเซลล์ช่องว่างระหว่างเซลล์และเซลล์ที่ไม่มีชีวิต โดยน้ำจากภายนอกผลสามารถซึมผ่านทางช่องที่อยู่บริเวณชั้นเคลือบผิวเนื่องจากความแตกต่างของความต่างศักย์ของน้ำระหว่างภายนอกและภายในผลและระหว่างชั้นเคลือบผิวที่อยู่ถัดลงไป

Yamamoto (1983) พบว่า การหดขยายตัวของผลสาลี่เกิดขึ้นจากความต่างศักย์ของน้ำระหว่างใบและผลโดยที่ในเวลากลางวันผลเกิดการหดตัวเกิดขึ้นจากการคายน้ำของใบสูงกว่าผลทำให้ศักย์ของน้ำในใบในตอนกลางวันมีค่าต่ำกว่าศักย์ของน้ำในผลน้ำจึงไหลจากผลไปสู่ใบ และในเวลากลางคืนน้ำไหลจากใบมาสู่ผลทำให้ผลเกิดการขยายตัวขึ้น จากการทดลองที่ 2 พบว่าอัตราการขยายตัวของผลมังคุด ผลมังคุดในชุดการทดลองที่ 3 มีการหดขยายตัวของผลต่อวันมากที่สุด ทำให้ชั้นเคลือบผิวของผลเกิดการเสียสภาพการยืดหยุ่นจนกระทั่งมักพบว่าผลมังคุดที่เก็บได้จากชุดการทดลองนี้เกิดการแตกร่วมกับการเกิดเนื้อแก้วภายในผล

จากการทดลองพบว่าการให้น้ำแบบที่ 3 มีผลมังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วมากที่สุดแตกต่างจากการให้น้ำแบบที่ 2 แสดงให้เห็นว่า น้ำที่ทำให้เกิดผลมังคุดเนื้อแก้วนอกจากสามารถผ่านเข้าทางระบบรากแล้ว ยังสามารถซึมผ่านทางผิวผลได้ ส่วนการให้น้ำแบบที่ 1 คือ ดินมีความชื้นลดลงจนถึงระดับ 100 kPa แล้วให้น้ำอย่างฉับพลันไม่พบผลมังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วแต่ปรากฏว่าผลมังคุดมีอาการยางไหลในและนอกผลเกิดขึ้น ซึ่งคณะกรรมการกลุ่มผลิตชุดวิชาการจัดการการผลิตไม้ผลและผัก (2540) เสนอ อาการยางไหลภายในผลเกิดจากปัจจัยภายนอกคือ น้ำซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาวะน้ำภายในผลอย่างรวดเร็วและรุนแรงจนทำให้ท่อน้ำยางซึ่งอยู่ในเซลล์เดี่ยวหรือกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า เลทิซิเฟอร์ (laticifer) ได้รับน้ำส่วนเกินอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องในช่วงสั้นๆ ทำให้ท่อน้ำยางที่มีฐานอยู่ที่ผิวเมล็ดและปลายท่อแทรกอยู่ระหว่างเนื้อหรือท่อน้ำยางที่อยู่ที่ผิวเปลือกผลด้านในและหากมีการปรับเปลี่ยนสภาวะน้ำภายในผลเป็นระยะๆอย่างรุนแรงทำให้ท่อน้ำยางนั้นขับยาง (latex) ให้ไหลออกมาอยู่ที่เนื้อมากขึ้นจนเกิดอาการยางไหลภายในผลเกิดขึ้น

จากการทดลองนี้ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดเนื้อแก้วของมังคุดคือ 1) น้ำที่ต้นมังคุดได้รับทั้งทางดินโดยพืชดูดขึ้นไปทางรากและน้ำที่จะเข้าทางผลโดยตรงตามรอยแตกของผิวผล และ 2) ความไม่สมดุลย์ของธาตุอาหารที่พืชได้รับ เช่น ธาตุแคลเซียม เป็นต้น

ดังนั้นแนวทางที่สามารถลดการเกิดผลมังคุดเนื้อแก้ว น่าจะมีการค้นคว้าต่อไปในการป้องกันไม่ให้พืชได้รับน้ำมากเกินไปทั้งทางดินและทางผิวผลโดยตรง การป้องกันทางดินน่าจะมีการคลุมดิน ส่วนการป้องกันการผ่านของน้ำทางผิวผลน่าจะมีการทดลองใช้สารฉีดพ่นเพื่อเคลือบผิวผลเพื่อป้องกันการซึมผ่านของน้ำในช่วงก่อนเก็บเกี่ยว นอกจากนี้น่าจะมีการค้นคว้าวิจัยต่อไปในการจัดการให้ธาตุอาหารที่เหมาะสมเช่น การประยุกต์การให้ธาตุแคลเซียมในรูปที่เหมาะสมในช่วงการพัฒนาของผล

บทที่ 5

สรุป

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาคและเคมีของมังคุดเนื้อแก้วพบว่า มังคุดเนื้อแก้วใช้ระยะเวลาในการเจริญของผลนานกว่ามังคุดปกติ น้ำหนักผลเฉลี่ยของมังคุดเนื้อแก้วมากกว่ามังคุดเนื้อปกติ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริกในเนื้อปกติมากกว่าเนื้อแก้ว ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความชื้นในเปลือกและเนื้อผลที่พบว่ามังคุดเนื้อแก้วมีความชื้นในเปลือกและเนื้อมากกว่ามังคุดที่มีอาการเนื้อแก้ว เมื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของเนื้อและเปลือกผลมังคุดเนื้อแก้ว พบว่า เซลล์พาเรนไคมาของเนื้อแก้วมีการขยายใหญ่ขึ้น เนื้อเยื่อบริเวณเปลือกผลมีการจัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบและบริเวณชั้นเคลือบผิวของผลมีรอยแตกเกิดขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุแคลเซียมในน้ำหนนักแห้งเปลือกผลที่พบว่ามีค่าน้อยกว่าในเปลือกผลมังคุดปกติ ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ซูโคส และฟรุกโตส ของน้ำคั้นจากเนื้อแก้วมีค่ามากกว่าน้ำคั้นจากเนื้อปกติ เนื่องจากน้ำหนักแห้งของเนื้อแก้วมีปริมาณโบรอนมากกว่าในน้ำหนักแห้งของเนื้อผลปกติ

ในการศึกษาอิทธิพลของน้ำต่อการเกิดผลมังคุดเนื้อแก้วภายใต้สภาพเรือนโรงหลังคาพลาสติกที่มีการให้น้ำ 3 แบบ (1. มีการให้น้ำเมื่อความชื้นดินลดลงใกล้ –100 kPa 2. ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 kPa ให้น้ำ 10ชั่วโมงต่อวัน 3. ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 kPa และติดตั้งระบบน้ำเหวี่ยงเหนือและภายในทรงพุ่ม 10 ชั่วโมงต่อวัน เปรียบเทียบกับต้นมังคุดที่อยู่นอกโรงเรือนโดยได้รับน้ำฝน ผลของการให้น้ำแบบที่3 ทำให้เกิดมังคุดเนื้อแก้วมากที่สุดแตกต่างจากวิธีการให้น้ำแบบอื่นอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือวิธีการให้น้ำแบบที่ 2 และวิธีที่ได้รับน้ำฝน สำหรับวิธีการให้น้ำแบบที่ 1 ไม่พบผลที่เป็นเนื้อแก้วแต่กลับพบว่ามีผลมีอาการยางไหลสูงที่สุด (87.70 %) แตกต่างจากวิธีการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าการให้น้ำแบบที่ 3 มีผลมีอาการยางไหลรองลงมา (13.94 %) ส่วนการให้น้ำแบบที่ 2 และการได้รับน้ำฝนมีผลยางไหลเพียง 3.97 % และ 2.54 % ตามลำดับ ส่วนการเปรียบเทียบคุณภาพผลระหว่างวิธีการต่างๆ พบว่า คุณภาพผลที่เปรียบเทียบสอดคล้องกับอาการผิดปกติของการเกิดเนื้อแก้วคือ การให้น้ำแบบที่ 3 ทำให้ความชื้นในเนื้อและเปลือกสูงที่สุด แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช. 2538. การศึกษาการแตกของเปลือกมังคุดต่อการเกิดอาการเนื้อแก้ว. สรุปผลการปฏิบัติงานประจำปี 2537 ของงานวิทยาการพฤกษศาสตร์. วารสารเคหการเกษตร 19 หน้า 164.

กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์. 2540. รายงานปริมาณและมูลค่าการส่งออกผลไม้และผัก. ฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กวิศร์ วานิชกุล. 2524. การเจริญเติบโตของมังคุด. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกษม สร้อยทอง. 2532. โรคพืชวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์ มโนธรรม สัจจถาวร อดุลย์ พงศ์สุวรรณ พรรณ บูรณะ และลิขิต เอียดแก้ว. 2530. มังคุดราชินีแห่งไม้ผล. กรุงเทพฯ : สหมิตรออฟเซท.

คณะกรรมการกลุ่มผลิตชุดวิชาการจัดการผลิตไม้ผลและผัก. 2540. การจัดการการผลิตไม้ผลและผัก. กรุงเทพฯ : เอกสารการสอนชุดวิชาการจัดการการผลิตไม้ผลและผัก สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จินดารัฐ วีระวุฒิ. 2541. สับปะรดและสรีรวิทยาการเจริญเติบโตของสับปะรด. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. เชียงใหม่ : ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชัยวัฒน์ กระตุฤกษ์ และสุชาติ วิจิตรานนท์. 2537. โรคและอาการผิดปกติของมังคุด. นสพ. กสิกร. 67 : 221-225.

ชาติชาย พฤกษ์รัตนกุล ธนาภรณ์ ตั้งวิสุทธิจิต รจนา โรจน์วิโรจน์ วสุ อมฤตสุทธิ์ และอนันชัย กิตติศรัณย์เลิศ. 2532. มังคุดเพื่อการส่งออก. ข่าวสารเกษตรศาสตร์ 34 : 62-68.

ชำนาญ กลิ่นหอมยืน. 2535. การทำสวนมังคุด. ข่าวกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง 118 : 16-22.

เทียมใจ คมกฤส. 2541. กายวิภาคของพฤกษ์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนสิต ลิมปาวิภากร และจริงแท้ ศิริพานิช. 2541. อาการยางไหลในผลมังคุดจากส่วนต่างๆ ของทรงพุ่ม. สาระไม้ผล 3 : 5-7.

ธวัชชัย ชิณวงศ์. 2541. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลสดทางพืชสวน. สุรินทร์ : ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสุรินทร์.

ธีรวัฒน์ บุญสม. 2533. การพัฒนาและการสุกแก่ของผลและเมล็ดมังคุด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นพ ศักดิเศรษฐ์ และชัยพร เฉลิมพักตร์. 2540. ตำแหน่งทรงพุ่มที่มีต่อการติดผล ปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตมังคุด. วารสารเคหการเกษตร 22 : 186-187.

นิวัฒน์ พรหมแพทย์. 2532. มังคุดเพื่อการส่งออก. กรุงเทพฯ : ชมรมไม้ผลแห่งประเทศไทย.

ประวัติ ตันบุญเอก วัลลภา ธีรภาวะ สุภา อโนธารมณ์ และดารา พวงสุวรรณ. 2521. โรคและวิธีการเก็บรักษามังคุดหลังการเก็บเกี่ยว. กรุงเทพฯ : กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ฝ่ายข้อมูลวารสารเคหการเกษตร. 2530. ไม้ผลเศรษฐกิจของไทย. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดเจริญรัฐการพิมพ์.

ภูวดล บุตรรัตน์. 2528. เทคนิคทางพฤกษศาสตร์. ปัตตานี : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มงคล แซ่หลิม ทศพร เหมพัฒน์ และวิจิตต์ วรรณชิต. 2528. การหาพันธุ์พืชที่เหมาะสมสำหรับทำต้นตอมังคุด เพื่อให้ขึ้นได้ในที่แห้งแล้งและความอุดมสมบูรณ์ต่ำในภาคใต้. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

รวี ภักดีกุลสัมพันธ์ และพีรเดช ทองอำไพ. 2522. ข้อสังเกตเกี่ยวกับละอองเกสรของมังคุด. วารสารพืชสวน. 3 : 37-40.

รวี เศรฐภักดี. 2526. การสร้างสวนผลไม้. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรภัทร ลัคนทินวงศ์. 2539. อิทธิพลของน้ำที่มีต่อการเกิดลักษณะผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลมังคุด. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เวคิน นพนิตย์. 2527. จุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน : การประยุกต์ทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ. กรุงเทพฯ : ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เวคิน นพนิตย์. 2529. จุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน : การประยุกต์ทางวิทยาศาสตร์การแพทย์. กรุงเทพฯ : คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศรียนต์ ชัยจำรูญพันธุ์. 2529. การศึกษาอาการเนื้อแก้วในมังคุด. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศรีสังวาลย์ ลายวิเศษกุล. 2537. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการเนื้อแก้วในมังคุด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. 2536. เทคโนโลยีการผลิตมังคุดให้มีคุณภาพ. จันทบุรี : เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมชาย กล้าหาญ. 2535. แนวทางการใช้ไนโตรเจนเก็บรักษามังคุดและลำไย. วารสารกสิกร 65 : 171-174.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2541. มังคุด. กรุงเทพฯ : บริษัท เอเชียแปซิฟิคพริ้นติ้ง จำกัด.

สมสุข ศรีจักรวาฬ. 2531. มังคุดไม้ผลที่น่าจับตามอง. วารสารกสิกร 61 : 501-502.

สมสุข ศรีจักรวาฬ เสียงใส พิชัยพฤณต์ ไพโรจน์ มาศผล ปราโมทย์ เกิดคีรี และ นพรัตน์ หยัดจันทร์. 2527. อิทธิพลของโปแตสเซียมไนเตรทต่อการงอกของเมล็ดมังคุด. วารสารวิทยาศาสตรเกษตร 17 : 429-436.

สายัณห์ สดุดี. 2533. การศึกษาการตอบสนองของมังคุดต่อสภาวะเครียดน้ำ : I. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของมังคุดต่อสภาวะขาดน้ำ. สงขลา : วารสารสงขลานครินทร์ 12 : 103-117.

สายัณห์ สดุดี. 2533. อิทธิพลของฝนที่มีต่อผลผลิตมังคุดในภาคใต้. วารสารสงขลานครินทร์ 12 : 177-182.

สายัณห์ สดุดี. 2537. สภาวะขาดน้ำในการผลิตพืช. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สัมพันธ์ คัมภิรานนท์. 2525. สรีรวิทยาของพืช. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2535. ชลศาสตร์ในระบบดิน-พืช. กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภา ผ่องโสภา จิตติมา สิงหวรกิจ และจริงแท้ ศิริพานิช. 2539. โครงสร้างคุณภาพและการเคลือบผิวในผลมังคุดปกติ. วารสารเกษตรศาสตร์ 28 : 161-166.

สุมาลี สุทธิประดิษฐ์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. สงขลา : ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุรกิตติ ศรีกุล และ เที่ยง ตู้แก้ว. 2532. มังคุด. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรัสวดี พรหมอยู่. 2543. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมและโบรอนในผลกับอาการบิดเบี้ยวของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. วารสารเคหการเกษตร 24 : 181-182.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2538. เป้าหมายการผลิตสินค้าเกษตรกรรมที่สำคัญปี 39/39. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

หลวงบุเรศ บำรุงการ. 2518. การปลูกมังคุดและละมุดฝรั่ง. กรุงเทพฯ : สมาคมพฤกษชาติแห่งประเทศไทย.

เอี่ยน ศิลาย้อย. 2536. โรคพืชไม้ผล สมุนไพร และการป้องกันกำจัด. กรุงเทพฯ : บริษัทประชาชน.

ฤกษ์ ศ้ยามานนท์. 2530. การวางแผนการทดลองไม้ยืนต้น. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Ackley, W.B. and W.H. Krueger. 1980. Overhead irrigation water quality and the cracking of cherries. HortScience 15 : 289-299.

Alan, w. 1988. Russell's Soil Conditions and Plant Growth. New York : John Wiley and Son, Inc.

Anderson, P.C. and D.G. Richarson. 1982. A rapid method to estimate fruit water status with special reference to rain cracking of sweet cherries. Journal of the American Society for Horticultural Science 107 : 441-444.

Bailey, L.H. 1953. The Standard Cyclopedia of Horticulture Vol. II. The Macmillan Co., New York. pp. 1989-1990.

Bailey, L.H. 1975. Manual of Cultivated Plants. The Macmillan Co., New York. . pp. 674-675.

Bakker, J.C. 1988. Russeting (cuticle cracking) in glasshouse tomatoes in relation to fruit growth. Journal of Horticultural Science 63 : 459-463.

Byers, R.E., D.H. Carbaugh and C.N. Presley. 1990. 'Stayman' fruit cracking as affected by surfactants, plant growth regulators, and other chemicals. Journal of the American Society for Horticultural Science 115 : 405-411.

Campbell, A.K. 1985. Intercellular Calcium Its Universal Role as Regulator. Department of Medical Biochemistry Walsh, National School of Medicine.

Chandler, W.H. 1950. Evergreen Orchard. Lea and Febiger. Philadelphia.

Coombe, B.G. 1976. The development of fleshly fruits. Annnal. Review.of Plant Physiology 27 : 507-528.

Coronel, R.E. 1983. Mangosteen. In Promissing Fruits of the Philippines College of Agriculture. UPLB, Los Banos, Philippines. pp. 307-322.

Coronel, R.E. 1990. Promissing Fruits of the Philippines. Loos Banos : College of Agriculture, University of the Philippines.

Facteau, T.J. and K.E. Rowe. 1979. Factors associated with surface pitting of sweet cherry. Journal of the American Society for Horticultural Science : 104 : 706-710.

Glenn, G.M., B.W. Poovaiah and H.P. Rasmussen. 1985.Pathways of calcium penetration through isolate cuticle of "Golden Delicious" apple fruit. Journal of the American Society for Horticultural Science 110 : 166-171.

Glenn, G.M. and B.W. Poovaiah. 1989. Cuticular properties and postharvest calcium applications influence cracking of sweet cherries. Journal of the American Society for Horticultural Science 114 : 781-788.

Helrich, K. 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. The Association of official Analytical Chemists, Inc., Arlington.

Huang, X.M., H.C. Wang., F.F. Gao and H.B. Huang. 1999. A comparative study of the pericarp of litchi cultivars susceptible and resistant to fruit cracking. Journal of Horticultural Science & Biotechnology 74 : 351-354.

Islam, M.S., T. Matsui and Y. Yoshida. 1996. Carbohydrate content and the activities of sucrose synthase, sucrose phosphate synthase and acid invertase in different tomato cultivars during fruit development. Scientia Horticulturae 65 : 125-136.

Jaacob, o and H.D. tindall. 1995. Mangosteen Cultivatiion. FAO Plant Production and Protection Division, Rome.

Jill, E.K. 1976. *Garcinia mangostana* – Mangosteen. In : Garner, R.J. (ed), the Propagation tropical fruit trees. Horticulture Review No 44. East Commonwealth Bureaux of Horticulture and Plantation Malling, Maidetone, Ront. pp. 367- 375.

Kawamata, S. 1978. Occurrence of 'Yuzuhada', a physiological disorder of Japanese pear (Rehd. Cv. 'Nijisseiki'), in relation to its nutrient content and respiration rates. Scientia Horticulturae 8 : 143-153.

Lan, L.A. 1984. The embryology of *Garcinia mangostana* L. Gard. Bull. Sing. 37 : 93-103.

Li, J and Huang, H. 1995. Physio-chemical properties and peel morphology in relation to fruit-cracking susceptibility in litchi fruit. Journal of South China 16 : 84-89.

Martin, F.W. 1980. Durian and Mangosteen. In Tropical and Subtropical Fruits. (ed. Nagy, S. and Shaw, D.E.) Westpart, Connecticut : The AVI Publishing Co., Ltd.

Milad, R.E. and K.A. Shac. 1992. Water relations of fruit end cracking in French prune (*Prunus domestica* L. cv. French). Journal of the American Society for Horticultural Science 117 : 824-828.

Mills, T.M., M.H. Behboudian., P.Y. Tan and B.E. Clothier. 1994. Plant Water Status and Fruit Quality in 'Braebuen' Apples. HortScience 29 : 1274-1278.

Moreshet, S., C. Yao., B. Aloni., L. Karni., M. Fuchs and C. Stanghellini. 1999. Enivironmental factors affecting the cracking of greenhouse grown bell pepper fruit. Journal of Horticultural Science & Biotechnology 74 : 6-12.

Ochse, J.J. 1961. Tropical and Subtropical Agriculture. The Macmillan Co., New York.

Ochse, J.J., M.J. Soule., M.J. Dijkman and C. Wehlbury. 1970. Tropical and Subtropical Agriculture. The Macmillan Co., New York.

Sekse, L. 1995. Fruit cracking in sweet cherries Zprunus avium L.). Some physiological aspects - a mini review. Scientia Horticulturae 63 : 135-141.

Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1975. Soil Fertility and Fertilizer. New York : MacMillan Co.

Yamamota, T. 1983. Model of water competition between fruits and leaves on spurs 'Bartlett' pear tees and its measurement by a heat pulse method. Scientia Horticulturae 20 : 241-250.

ตารางผนวกที่ 1 ขั้นตอนการดึงน้ำออกจากเซลล์

ขั้นตอนที่	ส่วนประกอบสาร		
	น้ำ (มิลลิลิตร)	แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ (มิลลิลิตร)	บิวธิลแอลกอฮอล์ (มิลลิลิตร)
1	95	5	0
2	90	10	0
3	80	20	0
4	70	30	0
5	50	40	10
6	30	50	20
7	15	50	35
8	5	40	55
9	0	25	75
10	บิวธิลแอลกอฮอล์		วางไว้ 24 ชั่วโมง
11	บิวธิลแอลกอฮอล์		
12	บิวธิลแอลกอฮอล์ 50 ซีซี. + พาราฟินออย 50 ซีซี		

ที่มา : ภูวดล (2528)

ตารางผนวกที่ 2 ขั้นตอนการย้อมสีด้วย Safranin และ Fast Green

สารเคมี	เวลา (นาที)	จำนวนครั้ง
Xylene	5	1
Xylene + absolute alcohol (1:1)	3	1
Absolute alcohol + ether (1:1)	3	1
Alcohol 95 %	3	1
Alcohol 70 %	3	1
Safranin	2-48 ชั่วโมง	1
Water	3	1
Alcohol 50 %	3	1
Alcohol 70 %	3	1
Alcohol 95 %	3	1
Alcohol 100 %	10	1
Fast Green	5-15 วินาที	1
Clove oil + Alcohool 100 % + Xylene (2:1:1)	3	1
Xylene	2-48 ชั่วโมง	1

ที่มา : ภูวดล (2528)

ตารางผนวกที่ 3 วิเคราะห์ความแปรปรวนวันพัฒนาของผลปกติและผลเนื้อแก้ว

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	1	84.50	84.5	17.19*
Error	6	29.50	4.92	
Corrected total	7	114.00		

C.V. = 2.38 %

ตารางผนวกที่ 4 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลมังคุด

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	1	1468.8200	1468.8200	19.15*
Error	6	460.1200	76.686667	
Corrected total	7	1928.9400		

C.V. = 8.56 %

ตารางผนวกที่ 5 วิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์น้ำในส่วนเปลือก

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	1	13.520	13.520000	104.19*
Error	6	0.7786	0.1297667	
Corrected total	7	14.2986		

C.V. = 5.49

ตารางผนวกที่ 6 วิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์น้ำในส่วนเนื้อผลมังคุด

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	1	4.992800	4.9928	5.56*
Error	6	5.383600	0.89726	
Corrected total	7	10.376400		

C.V. = 1.16 %

ตารางผนวกที่ 7 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความกว้างของขนาดกลุ่มท่อน้ำในส่วนเปลือกผล

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	1	93845.00	938450.00	43.90*
Error	6	128248.00	21374.6667	
Corrected total	7	1066698.00		

C.V. = 15.59475 %

ตารางผนวกที่ 8 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความหนาของเปลือกผลมังคุด

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	1	6.0729	6.0729	31.93*
Error	6	4.9454	0.190	
Corrected total	7	11.018		

C.V. = 5.4 %

ตารางผนวกที่ 9 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อผลมังคุด

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	1	30.420	30.420	106.12*
Error	6	1.720	0.28666	
Corrected total	7	32.14		

C.V. = 3.23 %

ตารางผนวกที่ 10 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดที่ไทเรตได้ในรูปของกรดซิตริกของเนื้อผลมังคุด

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	1	0.080	0.080	60.00*
Error	6	0.008	0.00133	
Corrected total	7	0.088		

C.V. = 4.564355 %

ตารางผนวกที่ 11 วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อผลมังคุด

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	1	0.7200	0.72000000	18.38*
Error	6	0.2350	0.03916667	
Corrected total	7	0.9550		

C.V. = 6.1845 %

ตารางผนวกที่ 12 วิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุแคลเซียมในเปลือกผลมังคุด

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	1	0.0041667	0.00041	3.57*
Error	4	0.000466	0.00011	
Corrected total	5	0.00088		

C.V. = 13.788 %

ตารางผนวกที่ 13 วิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุโบรอนในเปลือกผลมังคุด

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	1	0.851266	0.85126	15.68*
Error	4	0.2171	0.05428	
Corrected total	5	1.0684		

C.V. = 3.692 %

ตารางผนวกที่ 14 วิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุโบรอนในเนื้อผล

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	1	0.2756	0.275625	3.75*
Error	2	0.1470	0.073525	
Corrected total	3	0.4226		

C.V. = 6.237 %

ตารางผนวกที่ 15 วิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำตาลฟรุกโตสในเนื้อผลมังคุด

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	1	0.0682	0.0682	10.89*
Error	4	0.0250	0.0062	
Corrected total	5	0.0933		

C.V. = 10.50 %

ตารางผนวกที่ 16 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าศักย์ของน้ำในใบมังคุดจากการให้น้ำ 4 แบบ

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	3	14.2375	4.7458	3.35*
Error	16	22.700	1.41875	
Corrected total	19	36.9375		

C.V. = 24.433 %

ตารางผนวกที่ 17 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการชักนำของปากใบมังคุดจากการให้น้ำ 4 แบบ

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	3	0.0009577	0.000319	4.13*
Error	16	0.001236	0.000077	
Corrected total	19	0.00219		

C.V. = 34.13 %

ตารางผนวกที่ 18 วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การเกิดผลเนื้อแก้วจากการให้น้ำ 4 แบบ

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	3	6347.415	2115.8	3250.92*
Error	8	5.20	0.650	
Corrected total	11	6352.622		

C.V. = 35.1 %

ตารางผนวกที่ 19 วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การเกิดผลยางไหลจากการให้น้ำ 4 แบบ

Analysis of Variance				
Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	3	14668.92	4889.640	7084.89*
Error	8	5.549	0.69367	
Corrected total	11	14674.47		

C.V. = 31.05 %

ตารางผนวกที่ 20 วิเคราะห์ความแปรปรวนระยะเวลาการพัฒนาการของผลเนื้อแก้วจากการให้น้ำ 4 แบบ

Analysis of Variance				
Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	3	67.0208	22.340	46.62*
Error	8	3.833	0.479	
Corrected total	11	70.8541		

C.V. = 69.7 %

ตารางผนวกที่ 21 วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์น้ำในเปลือกแก้ว

Analysis of Variance				
Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	3	17.71829	5.906	307.34*
Error	8	0.1537	0.0192	
Corrected total	11	17.872		

C.V. = 20.00 %

ตารางผนวกที่ 22 วิเคราะห์ความแปรปรวนของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อแก้วจากการให้น้ำ 4 แบบ

Analysis of Variance				
Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	3	1.98	0.660	11.31*
Error	12	0.70	0.0583	
Corrected total	15	2.68		

C.V. = 16.8 %

ตารางผนวกที่ 23 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริก

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	3	13.81	4.604	11.73*
Error	16	6.28	0.392	
Corrected total	19	20.096		

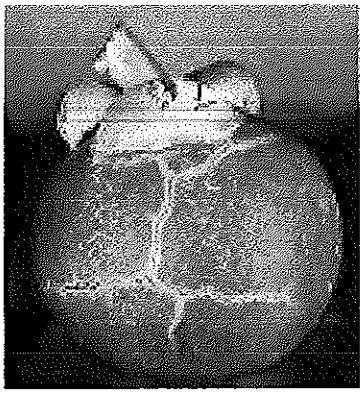
C.V. = 9.48 %

ตารางผนวกที่ 24 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อผลแก้วจากการให้น้ำ 4 แบบ

Analysis of Variance

Source of variance	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F-value
Model	3	0.369	0.123	10.11*
Error	16	0.194	0.0121	
Corrected total	19	0.563		

C.V. = 32.6 %



รูปผนวกที่ 1 ลักษณะผลมังคุดจากการให้น้ำแบบที่ 3 (ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 Kpa ร่วมกับการติดตั้งระบบน้ำเหวี่ยงที่บริเวณเหนือและภายในทรงพุ่มนาน 10 ชั่วโมงต่อวัน)

รูปผนวกที่ 2 ลักษณะผลมังคุดที่ได้จากการให้น้ำ 4 แบบ

ก. ควบคุมความชื้นในดินโดยให้น้ำเมื่อความชื้นดินลดลงใกล้ 100 Kpa (เป็นการให้น้ำเป็นช่วงๆ)

ข. ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 Kpa ให้น้ำ 10 ชั่วโมงต่อวัน

ค. ควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 0 Kpa ร่วมกับการติดตั้งระบบน้ำเหวี่ยงที่บริเวณเหนือและภายในทรงพุ่ม นาน 10 ชั่วโมงต่อวัน

ง. ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวเสาวภา ลิ้มพันธ์อุดม
วัน เดือน ปี เกิด	17 ตุลาคม 2515

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่	2537