



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชสวน	พืชสวน
สาขา	ภาควิชา

เรื่อง ผลของอายุเก็บเกี่ยวและการพรางแสงต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียน
พันธุ์หมอนทอง

Effect of Harvesting Time and Shading on Uneven Fruit Ripening of Mon-Thong
Durians (*Durio zibethinus* Murray cv. Mon-Thong)

นามผู้วิจัย นายอนรรฆ พรคเจริญ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์จริงแท้ ศิริพานิช, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์อนุจร บัญประกอบ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ชัยณรงค์ รัตนกรिताกุล, Dr.sc.agr.)

หัวหน้าภาควิชา

(ศาสตราจารย์จริงแท้ ศิริพานิช, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของอายุเก็บเกี่ยวและการพรางแสงต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

Effect of Harvesting Time and Shading on Uneven Fruit Ripening of Mon-Thong Durians

(*Durio zibethinus* Murray cv. Mon-Thong)

โดย

นายอนรรฆ พรรกเจริญ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2551

อนรรฆ พรหมเจริญ 2551: ผลของอายุเก็บเกี่ยวและการพรางแสงต่อการสุกไม่สม่ำเสมอ
ของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศาสตราจารย์
จริงแท้ ศิริพานิช, Ph.D. 79 หน้า

การสุกไม่สม่ำเสมอมักพบในทุเรียนพันธุ์หมอนทอง อาการดังกล่าวไม่สามารถ
ตรวจสอบได้จากลักษณะภายนอกและสาเหตุของอาการดังกล่าวยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่มีข้อ
สันนิษฐานว่า การเก็บทุเรียนอ่อนเกินไปและการแตกใบอ่อนอาจเป็นสาเหตุของอาการดังกล่าว
จึงทำการเก็บเกี่ยวผลทุเรียนที่อายุ 106 และ 113 วันหลังดอกบาน และประเมินความสัมพันธ์
ระหว่างอายุกับการสุกไม่สม่ำเสมอ พบว่าผลทุเรียนที่อายุอ่อนกว่า มีลักษณะการสุกไม่สม่ำเสมอ
มากกว่าผลทุเรียนที่อายุมากกว่า และมีค่าความแปรปรวนสูงทั้งน้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่
ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อ สำหรับผลจากการแตกใบอ่อนต่อการสุกไม่สม่ำเสมอนั้นคาดว่า
เป็นการแก่งแย่งอาหารระหว่างใบอ่อนกับผลจึงได้ทดลองพรางแสง 1 หรือ 3 สัปดาห์ ให้กับต้น
ทุเรียน โดยใช้ตาข่ายพรางแสง 50 % เพื่อให้ผลทุเรียนได้รับอาหารจากใบน้อยลง พบว่าผลที่เก็บ
เกี่ยวจากต้นที่พรางแสงมีลักษณะการสุกไม่สม่ำเสมอสูงกว่าผลทุเรียนที่เก็บเกี่ยวจากต้นที่ได้รับ
แสงตามปกติ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้เอทิลฟอนความเข้มข้นสูงกับผลทุเรียนไม่สามารถลดการ
สุกไม่สม่ำเสมอได้

Anak Pakcharoen 2008: Effect of Harvesting Time and Shading on Uneven Fruit Ripening of Mon-Thong Durians (*Durio zibethinus* Murray cv. Mon-Thong). Master of Science (Agriculture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Professor Jingtair Siriphanich, Ph.D. 79 pages.

Uneven fruit ripening is often found in Mon-Thong durian. This defect can not be detected from external appearance. Its cause is unknown. It was suggested that perhaps too early harvesting and leave flushing were the most probable causes of the problem. To establish this, Mon-Thong durians were harvested at 106 and 113 day after anthesis (DAA), in order to evaluate whether the maturity stage was related to uneven fruit ripening. The less mature durians were found to have higher uneven fruit ripening characteristic, including higher variation in pulp dry weight, soluble solids and firmness. To determine that food competition between fruit and other developing parts such as the flushing leaves was also related to uneven fruit ripening, bearing durian trees were shaded by 50 % using Saran net for one or three weeks. It was found that durians from shaded trees had higher uneven fruit ripening characteristic than those from the control trees. It was also found that treating the fruits with high concentration of ethephon could not alleviate uneven fruit ripening symptom.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. จริงแท้ ศิริพานิช ประธาน
กรรมการ ที่ได้มอบโอกาสอันเป็นประโยชน์ทางการศึกษาต่อข้าพเจ้าเสมอมา รองศาสตราจารย์
ดร. อุณารุจ บุญประกอบ กรรมการวิชาเอก และ ดร. ชัยณรงค์ รัตนกริธากุล กรรมการวิชาการ
ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบคุณพี่เบงก์ พี่ตาล พี่ปิงปอง พี่เอส พี่ยะ พี่ปู ที่มอบประสบการณ์และความชำนาญ
เพื่อประกอบในการทำงานวิจัยนี้ พี่อ้อมอรุณ ดัน กิ เก๊ ตี้ก เจ ชมพู๋ ต่าย พี่ๆ เพื่อนๆ น้องที่มีได้
กล่าวนามในที่นี้ ที่ได้ช่วยเป็นแรงใจ แรงมือ อีกทั้งพี่ๆ เจ้าหน้าที่งานวิจัยหลังการเก็บเกี่ยวทุกท่าน
ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานตลอดมา

และขอขอบพระคุณ โครงการพัฒนาระดับบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยา
เขตกำแพงแสน และศูนย์วิจัยพืชสวนจังหวัดจันทบุรีที่ได้เอื้อสถานที่ทำงานวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณยาย และพี่สาวที่เคารพรักทุกท่าน ที่ให้การ
สนับสนุน ทั้งเป็นกำลังใจช่วยเหลือตลอดรอดฝั่ง

อนรรฆ พรรรคเจริญ

เมษายน 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
ตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	17
ผลและวิจารณ์	27
สรุป	60
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	61
ภาคผนวก	72

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียน อายุ 106 และ 113 วันหลังดอกบาน (DAA)	28
2	องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนสุก	29
3	องค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อในแต่ละอายุผล	29
4	องค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในแต่ละอายุผล	30
5	องค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อในแต่ละอายุผล	31
6	คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสของทุเรียนที่อายุ 106 และ 113 วันหลังดอกบาน	31
7	น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียน จากต้นที่ได้รับแสงตามปกติและต้นที่พรางแสงระยะยาว 3 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว ที่อายุผล 113 วันหลังดอกบาน และบ่มจนสุก	32
8	องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติและจากต้นที่พรางแสงระยะยาว 3 สัปดาห์ ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุผล 113 วันหลังดอกบาน และบ่มจนสุก	33
9	องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน ในแต่ละสภาพการได้รับแสง	34
10	องค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน ในแต่ละสภาพการได้รับแสง	34
11	องค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อของผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน ในแต่ละสภาพการได้รับแสง	35
12	คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสของทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ และทุเรียนจากต้นที่พรางแสง 3 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุผล 113 วันหลังดอกบาน	35

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียน จากต้นที่ได้รับแสงตามปกติและต้นที่พรางแสง 1 สัปดาห์ ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุผล 106 วันหลังดอกบาน และบ่มจนสุก	36
14	น้ำหนักแห้งของใบทุเรียนก่อนและหลังทำการทดลองจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติและต้นที่พรางแสง 1 สัปดาห์	37
15	องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติและจากต้นที่พรางแสง 1 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุผล 106 วันหลังดอกบาน และบ่มจนสุก	38
16	องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน ในแต่ละสภาพการได้รับแสง	38
17	องค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน ในแต่ละสภาพการได้รับแสง	39
18	องค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน ในแต่ละสภาพการได้รับแสง	40
19	คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสของทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ และผลทุเรียนจากต้นที่พรางแสง 1 สัปดาห์ ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุผล 106 วันหลังดอกบาน	40
20	น้ำหนักแห้ง และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบานจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติโดยตลอด และผลทุเรียนจากต้นที่พรางแสง 1 สัปดาห์ ก่อนได้รับแสงตามปกติ	41
21	องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง และความแน่นเนื้อของผลทุเรียนที่อายุ 113 วันหลังดอกบาน จากต้นที่ได้แสงในสภาพต่างกัน (ได้รับแสงตามปกติ โดยตลอดกับได้รับการพรางแสงก่อนได้รับแสงตามปกติ)	42
22	องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของเนื้อผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน จากต้นที่ได้รับแสงตามปกติโดยตลอดกับผลทุเรียนจากต้นที่พรางแสงก่อน 1 สัปดาห์แล้วจึงกลับมาให้รับแสงตามปกติอีก 1 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว	43

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	องค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อของผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน จากต้นที่ได้รับแสงตามปกติโดยตลอดกับผลทุเรียนจากต้นที่พร่างแสงก่อน 1 สัปดาห์แล้วจึงกลับมาให้รับแสงตามปกติอีก 1 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว	44
24	คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสของทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติโดยตลอดกับทุเรียนที่ได้รับการพร่างแสง 1 สัปดาห์ และกลับมาได้รับแสงตามปกติอีก 1 สัปดาห์ ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุ 113 วันหลังดอกบาน	44
25	น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน ที่ใช้เอทิฟอนความเข้มข้น 0 และ 48 % ป้ายข้าวผลหลังการเก็บเกี่ยว	45
26	องค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน เมื่อผลสุก	46
27	องค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน ในแต่ละระดับความเข้มข้นของเอทิฟอนที่ใช้ป้ายข้าวผล	47
28	องค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน ในแต่ละระดับความเข้มข้นของเอทิฟอนที่ใช้ป้ายข้าวผล	47
29	คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสของทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน ที่ใช้เอทิฟอนความเข้มข้น 0 และ 48 % ป้ายข้าวผลหลังการเก็บเกี่ยว	48
30	น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน ที่ใช้เอทิฟอนความเข้มข้น 0 และ 48 % ป้ายข้าวผลหลังการเก็บเกี่ยว	48
31	องค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน ในทุกระดับความเข้มข้นของเอทิฟอนที่ใช้ป้ายข้าวผลหลังการเก็บเกี่ยว	49

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
32	องค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน ที่ใช้เอทิฟอนความเข้มข้น 0 และ 48 % ป้ายข้าวผลหลังการเก็บเกี่ยว	50
33	องค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน ที่ใช้เอทิฟอนความเข้มข้น 0 และ 48 % ป้ายข้าวผลหลังการเก็บเกี่ยว	50
34	คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสของเนื้อทุเรียน ผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน ที่ใช้เอทิฟอนความเข้มข้น 0 และ 48 % ป้ายข้าวผลหลังการเก็บเกี่ยว	51
ตารางผนวกที่		
1	ระยะเวลาตั้งแต่เก็บเกี่ยวกระทั่งผลสุกในแต่ละกรรมวิธี	73
2	จำนวนเมล็ดภายในพู่ต่อปริมาณเนื้อทุเรียนต่อพู่	73
3	น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของพูขนาดใหญ่และพูนขนาดเล็กของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน เมื่อผลทุเรียนสุก	74
4	องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งระหว่างพูนขนาดใหญ่และพูนขนาดเล็กของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน	74
5	องค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ระหว่างพูนขนาดใหญ่และพูนขนาดเล็กของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน เมื่อผลทุเรียนสุก	75
6	องค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อระหว่างพูนขนาดใหญ่และพูนขนาดเล็กของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน เมื่อผลทุเรียนสุก	75
7	น้ำหนักแห้งแต่ละตำแหน่งของเนื้อทุเรียนภายในพู่	76
8	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แต่ละตำแหน่งของเนื้อทุเรียนภายในพู่ เมื่อผลทุเรียนสุก	76
9	ความแน่นเนื้อแต่ละตำแหน่งของเนื้อทุเรียนภายในพู่เมื่อผลทุเรียนสุก	77

สารบัญภาพ

ภาพผนวกที่		หน้า
1	อุณหภูมิภายนอกทรงพุ่ม ภายในทรงพุ่ม และภายในทรงพุ่มที่ได้รับการพรางแสงของต้นทุเรียน ระหว่างวันที่ 5 ถึง 25 พฤษภาคม 2549 (3 สัปดาห์)	78
2	ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกทรงพุ่ม ภายในทรงพุ่ม และภายในทรงพุ่มที่ได้รับการพรางแสงของต้นทุเรียน ระหว่างวันที่ 5 ถึง 25 พฤษภาคม 2549 (3 สัปดาห์)	78
3	อุณหภูมิภายในทรงพุ่ม และภายในทรงพุ่มที่ได้รับการพรางแสงของต้นทุเรียน ระหว่างวันที่ 2 ถึง 8 เมษายน 2550 (1 สัปดาห์)	79
4	ความชื้นสัมพัทธ์ภายในทรงพุ่ม และภายในทรงพุ่มที่ได้รับการพรางแสงของต้นทุเรียน ระหว่างวันที่ 2 ถึง 8 เมษายน 2550 (1 สัปดาห์)	79

ผลของอายุเก็บเกี่ยวและการพรางแสงต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผล
ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

**Effect of Harvesting Time and Shading on Uneven Fruit Ripening of Mon-Thong
Durians (*Durio zibethinus* Murray cv. Mon-Thong)**

คำนำ

ทุเรียน (*Durio zibethinus* Murray) เป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก ในปี พ.ศ. 2548 มีปริมาณการส่งออก 150,133 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 2,600 ล้านบาท (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2549) และแม้ว่าในประเทศไทยจะมีพันธุ์ทุเรียนไม่น้อยกว่า 200 พันธุ์ (แสวง, 2530) แต่มีเพียง 4 พันธุ์เท่านั้นที่มีการปลูกเป็นการค้า คือ หมอนทอง ชะนี ก้านยาว และกระดุม (หิรัญ และคณะ, 2542) พันธุ์หมอนทองเป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด (อภิรดี, 2534) มีรสชาติดี เนื้อหนา เมล็ดลึบ แต่มีข้อด้อย คือ ในผลเดียวกันมักพบอาการสุกไม่สม่ำเสมอ เมล็ดบนของพูอาจยังแข็งอยู่ เมล็ดบริเวณกลางพูอาจสุกพอดี ส่วนเมล็ดที่อยู่ด้านล่างอาจและเกินไป (สุรพงษ์ และคณะ, 2538) หรือบางเมล็ดมีเนื้อแข็งและแห้งไม่มีรสชาติอยู่ติดกับเมล็ดที่สุด (Subbhadrabandhu and Ketsa, 2001)

แม้ว่าการสุกไม่สม่ำเสมอมักจะพบในทุเรียนพันธุ์หมอนทองซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมและไม่สามารถสังเกตผลที่มีอาการผิดปกตินี้จากภายนอกผลได้ แต่ในปัจจุบันก็ยังไม่มีการศึกษาถึงสาเหตุ และลักษณะของอาการผิดปกตินี้อย่างจริงจัง มีเพียงสมมติฐานหรือข้อสังเกตหลายประการที่มักพบในทุเรียนผลที่มีอาการสุกไม่สม่ำเสมอ เช่น เกิดจากการเก็บเกี่ยวผลทุเรียนอ่อนเกินไป (Siriphanich, 2002) มีการแตกใบอ่อนขณะติดผล (สุชาติ, 2531; Nakasone and Paull, 1998) ผลมีขนาดใหญ่และมีเมล็ดจำนวนมาก (Sapii and Nanthachai, 1994b) ความไม่สมดุลของธาตุอาหาร โดยเฉพาะแมกนีเซียมและแคลเซียม (Sapii and Nanthachai, 1994c) และรวมถึงสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงติดผล และขณะผลกำลังเจริญเติบโต (สุรพงษ์ และคณะ, 2538) เป็นต้น ซึ่งสมมติฐานเหล่านี้ส่วนใหญ่ยังไม่มีการพิสูจน์ทราบแต่อย่างใด มีเพียงรุจิรา (2549) ศึกษาผลของอายุเก็บเกี่ยวที่ต่างกันคือ 100 107 และ 114 วันหลังดอกบานต่อการสุกไม่สม่ำเสมอในผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง พบว่าผลทุเรียนที่อายุ 100 วันหลังดอกบาน มีการสุกไม่สม่ำเสมอมากกว่าทุเรียนที่เก็บเกี่ยวในระยะอื่น

การศึกษานี้จึงได้ศึกษาถึงสาเหตุของการสุกไม่สม่ำเสมอ จึงเลือกปัจจัยปริมาณแสงเป็นตัวแทนของปัจจัยต่างๆ ที่น่ามีผลต่อการสะสมอาหารในระหว่างการพัฒนาผลและส่งผลให้เกิดการสุกไม่สม่ำเสมอในที่สุด ทั้งนี้ได้ทดสอบว่าเมื่อต้นทุเรียนได้รับปริมาณแสงต่างกัน ผลทุเรียนมีอาการสุกไม่สม่ำเสมอแตกต่างกันหรือไม่ อีกทั้งทำการทดลองซ้ำเรื่องปัจจัยอายุเก็บเกี่ยวต่อการเกิดการสุกไม่สม่ำเสมอ และเนื่องจากเป็นที่ทราบกันดีว่าก๊าซเอทิลินช่วยให้ผลไม้สุกสม่ำเสมอได้ ในการศึกษานี้จึงได้ทดลองใช้เอทิลินซึ่งเป็นสารปลดปล่อยก๊าซเอทิลินเพื่อแก้ไขปัญหานี้ด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ทราบผลของอายุเก็บเกี่ยวต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียน
2. เพื่อให้ทราบผลของการพรางแสงให้กับต้นทุเรียนต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผล
ทุเรียน
3. เพื่อให้ทราบผลของเอทิลเฟอนต่อการแก้ไขหรือลดการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียน

การตรวจเอกสาร

ทุเรียนเป็นพืชในวงศ์ Bombacaceae สกุล *Durio* มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Durio zibethinus* Murray สันนิษฐานว่ามีถิ่นกำเนิดในแถบหมู่เกาะบอร์เนียว อินโดนีเซีย และมาเลเซีย (Barwick, 2004) เป็นไม้ผลเขตร้อนยืนต้นขนาดใหญ่ มีอายุยาว 80-150 ปี (Subhadrabandhu and Ketsa, 2001) มีใบเดี่ยวเรียงสลับปลายใบแหลมรูปหอก ด้านบนใบมีสีเขียวเข้ม ส่วนด้านใต้ใบเรียบมัน ดอกออกเป็นช่อตามกิ่ง (Barwick, 2004) เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีผลแบบ capsule ซึ่งปกคลุมด้วยหนามรูปปิรามิดฐานกว้าง (แสวง, 2530) ส่วนของเนื้อทุเรียนที่นำมารับประทานนั้นเป็นชั้นของเนื้อเยื่อที่เรียกว่า aril ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อ funiculus ที่เจริญเป็นแผ่นแข็งสีขาวเคลือบออกมาห่อหุ้มเมล็ดไว้ (วิยดา, 2523; รวี, 2524; ทวีป และ ภาวนา, 2534)

ทุเรียนในประเทศไทยมีมากกว่า 200 พันธุ์ แต่มีเพียงไม่กี่พันธุ์ที่นิยมนำมาปลูกเป็นการค้า สำหรับการแบ่งกลุ่มพันธุ์ทุเรียนสามารถแบ่งตามระยะเวลาการพัฒนาผลตั้งแต่ดอกบานถึงเก็บเกี่ยวผล (ดีพร้อม, 2535) ดังนี้

1. พันธุ์เบา เป็นพันธุ์ทุเรียนที่ใช้เวลาพัฒนาผลตั้งแต่ดอกบานถึงเก็บเกี่ยว 90-115 วัน ได้แก่ พันธุ์กระดุม ชะนี เป็นต้น
2. พันธุ์กลาง เป็นพันธุ์ทุเรียนที่ใช้เวลาพัฒนาผลตั้งแต่ดอกบานถึงเก็บเกี่ยว 115-135 วัน ได้แก่ พันธุ์ก้านยาว ชามะไฟ กบเล็บเหยี่ยว ทองย้อยจักร และหมอนทอง เป็นต้น
3. พันธุ์หนัก เป็นพันธุ์ทุเรียนที่ใช้เวลาพัฒนาผลตั้งแต่ดอกบานถึงเก็บเกี่ยวผลมากกว่า 135 วัน ได้แก่ พันธุ์อีหนัก เป็นต้น

พันธุ์ทุเรียนที่ปลูกเพื่อการค้าหลักของประเทศไทย ประกอบด้วย 4 พันธุ์ คือ พันธุ์กระดุม ชะนี ก้านยาว และหมอนทอง โดยพันธุ์หมอนทองเป็นพันธุ์ที่นิยมรับประทานและมีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดเมื่อเทียบกับทุเรียนพันธุ์อื่นๆ ทั้งนี้เพราะทุเรียนพันธุ์หมอนทองมีปริมาณเนื้อมาก เมล็ดลีบ และกลิ่นน้อย แต่ปัญหาการส่งออกทุเรียนไปยังต่างประเทศมักประสบปัญหาทุเรียนปลายทางมีคุณภาพต่ำ ซึ่ง โชติช่วง (2546) รายงานว่าทุเรียนปลายทางที่ส่งออกจากไทยไปยังไต้หวันมักมีคุณภาพต่ำที่เกิดจากทุเรียนอ่อน ทุเรียนสุกมากเกินไป และ โรคผลเน่าหลังการเก็บ

เกี่ยว สำหรับการแก้ไขปัญหาดังกล่าวนอกจากการปรับสภาพการขนส่งทุเรียนแล้ว การควบคุมคุณภาพของผลทุเรียนต้นทางและสภาพแหล่งที่มาของผลทุเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง

คุณภาพของผลทุเรียน

เนื่องจากผลทุเรียนมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นภายหลังจากการเก็บเกี่ยว เมื่อผลสุกแล้วจึงมีอัตราการลดลงในภายหลัง (เพ็ชรรัตน์, 2532; Tongdee *et al.*, 1988a) จึงจัดทุเรียนเป็นผลไม้ประเภท climacteric ซึ่งเป็นผลไม้ที่มีการหายใจสูงอย่างชัดเจนเมื่อเข้าระยะการสุก โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและองค์ประกอบเคมีอย่างชัดเจน (McGlasson, 1985; จริงแท้, 2544) ไปจนถึงจุดที่เหมาะสมแก่การบริโภค เช่น มีรสหวานขึ้นเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นน้ำตาล (รวี, 2524; จริงแท้, 2544) มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวจากการสังเคราะห์สารระเหยพวก esters และ thioesters (Wong and Tie, 1995) เนื้อผลมีการอ่อนนุ่มมากขึ้น เนื่องจากองค์ประกอบของผนังเซลล์ของเนื้อผลมีการเปลี่ยนแปลงของเพกตินจากรูปที่ไม่ละลายน้ำมาอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ ทำให้ผนังเซลล์แยกตัวออกจากกัน (Ketsa and Daengkanit, 1999) โดยเป็นผลจากการทำงานของเอนไซม์ pectin methylesterase และ polygalacturonase (Ketsa, 1997) ดังนั้นคุณภาพของเนื้อทุเรียนจึงเป็นผลพวงจากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางชีวเคมีในระหว่างการสุก ซึ่งปัญหาคุณภาพผลทุเรียนต่ำสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. ้วยของผลทุเรียน ผลทุเรียนอ่อนเกินไปจากการเก็บเกี่ยวผลทุเรียนที่ยังไม่บริบูรณ์เพียงพอหรือมีน้ำหนักแห้งของเนื้อต่ำกว่า 30 % ลงไป ทำให้ผลทุเรียนดังกล่าวเมื่อสุกแล้วไม่มีกลิ่นหอม มีความหวานน้อย ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ส่วนผลทุเรียนที่แก่เกินไปจากการเก็บเกี่ยวผลทุเรียนที่มีความบริบูรณ์มากเกินไป จึงทำให้ผลทุเรียนมีระยะเวลาในการวางตลาดสั้น หรือมีเนื้อและ กลิ่นแรง และผลแตกก่อนวางจำหน่าย (โชติช่วง, 2546)

2. โรคผลเน่าของผลทุเรียนจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Phytophthora palmivora* โดยเชื้อราดังกล่าวสามารถเข้าทำลายได้ในหลายระยะการพัฒนาของทุเรียน แต่มักพบการเข้าทำลายมากในระยะผลทุเรียนเข้าสู่ความบริบูรณ์ช่วงฤดูฝน โดยสปอร์สามารถแพร่กระจายไปกับน้ำได้เป็นอย่างดี ซึ่งโรคผลเน่าจะแสดงอาการให้เห็นภายหลังจากการเก็บเกี่ยว โดยเริ่มเกิดอาการจ้ำน้ำและมีสีน้ำตาลดำบริเวณผิวเปลือกผล จากนั้นจะขยายขนาดแผลและลุกลามไปยังส่วนเนื้อ

(Subhadranhu and Ketsa, 2001)

3. อาการผิดปกติทางสรีระวิทยาของผลทุเรียน อาการผิดปกติทางสรีระวิทยาที่มักพบ คือ อาการไส้ซึม โดยเกิดอาการลำน้ำในส่วนแกนกลางผล เนื้อทุเรียนและและน้มนุ่มและ มักพบอาการดังกล่าวมากเมื่อมีฝนตกหนักก่อนการเก็บเกี่ยว อาการเตาเผาเป็นอาการที่ส่วนเนื้อผลบางส่วน กลายเป็นสีน้ำตาล เกิดจากการขาดธาตุอาหารหรือน้ำในระหว่างการเจริญของเนื้อทุเรียน และอีก ลักษณะอาการหนึ่งที่มักพบในผลทุเรียนคือ อาการสุกไม่สม่ำเสมอในผลเดียวกัน ซึ่งเป็นลักษณะ การสุกที่ผิดปกติโดยเนื้อทุเรียนบางส่วนยังแข็ง รสชาติจืดชืด แต่เนื้ออีกส่วนในพูเดียวกันหรือต่าง พูกัน น้มนุ่มหรือละ ไปแล้ว (Sapit and Nanthachai, 1994a)

ลักษณะการสุกของผลไม้

เมื่อผลไม้พัฒนาเข้าสู่ระยะบรรจบมักเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านกายภาพและเคมี ต่างๆ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกผล เนื้อผลมีรสหวาน และอ่อนนุ่มมากขึ้น โดยผลไม้ แต่ละชนิดมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไป บางชนิดอาจสุกจากข้างในออกมาข้างนอกผล เช่น ในมะม่วงที่สุกเต็มที่จะมีเนื้อด้านติดเมล็ดอ่อนนุ่มและมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ มากกว่าเนื้อด้านที่ติดเปลือก และพบกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการอ่อนนุ่มในเนื้อด้านใน มากกว่าด้านนอก (Cua and Lizada, 1990; Lazan *et al.*, 1993) อีกทั้งเนื้อด้านติดเมล็ดมีปริมาณกรด ทั้งหมดต่ำกว่าเนื้อด้านที่ติดเปลือก ซึ่งเห็นความแตกต่างนี้ได้ชัดเจนในมะม่วงพันธุ์ Harumanis และพันธุ์ Mulgoa (Chaplin *et al.*, 1990) นอกจากมะม่วงที่มีการสุกจากข้างในออกมาข้างนอกผล แล้ว แอปเปิ้ลก็มีการสุกเริ่มจากบริเวณแกนออกไปยังรอบนอกเช่นกัน โดยสังเกตได้จากการติดสี ดำน้ำเงินของ I₂-KI ในบริเวณที่มีแป้ง (Blanpied, 1974; Smith *et al.*, 1979; Reid *et al.*, 1982; Brookfield *et al.*, 1997) ในทางกลับกันผลองุ่นจะสุกจากด้านนอกเข้าไปยังด้านในเนื่องจากเปลือก มีสีเข้มกว่าเนื้อเมื่อผลองุ่นเริ่มสุก (Coombe, 1976) ผลไม้บางชนิดอาจสุกจากขั้วผลไปปลายผล เช่น สับปะรด โดยเปลือกเริ่มเปลี่ยนสีเป็นเหลืองจากขั้วด้านล่างไปปลายผลด้านบนที่มีจุกอยู่ (Bartholomew *et al.*, 2003) แต่สำหรับมะละกอจะเริ่มเหลืองจากปลายผลไปยังขั้วผล (Kader, 2002) นอกจากนั้นมะละกอยังมีการอ่อนนุ่มจากด้านในออกมาด้านนอกของผลด้วย โดยเนื้อส่วน endocarp มีกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการอ่อนนุ่มสูงกว่าเปลือก (Chan *et al.*, 1981; Paull and Chen, 1983)

ลักษณะการสุกข้างต้นเป็นลักษณะการสุกปกติที่มีทิศทางหรือแบบแผน สามารถพบได้ใน ผลไม้ทั่วไป ซึ่งจำเพาะตามแต่ชนิดของพืชนั้นๆ แต่มีการสุกลักษณะหนึ่งที่ไม่ทิศทางหรือแบบ

แผนแน่นอน เรียกว่า การสุกไม่สม่ำเสมอ ซึ่งจัดเป็นลักษณะอาการผิดปกติและสามารถพบได้ในผลไม้ที่แสดงอาการผิดปกติหลายชนิด

การสุกไม่สม่ำเสมอของผลไม้

การสุกไม่สม่ำเสมอของผลไม้อาจจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การสุกไม่สม่ำเสมอของผลภายในผลเดียวกัน และการสุกไม่สม่ำเสมอภายในช่อเดียวกัน โดยการสุกไม่สม่ำเสมอภายในผลเดียวกันสามารถพบได้ในผลไม้หลายชนิด เช่น ผลอะโวคาโดพันธุ์ Pinkerton พบว่าการสุกไม่สม่ำเสมอเกิดขึ้นเนื่องจากเนื้อบางส่วนมีอัตราการสุกช้ากว่าส่วนอื่น (Whiley *et al.*, 2002) ในผลมะเขือเทศ อาการสุกสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะอาการ คือ อาการภายนอกและอาการภายใน โดยอาการภายนอกของผลเมื่อสุก พบบางส่วนของผิวเปลือกยังคงมีสีเขียวอยู่ ส่วนอาการภายในผลพบเนื้อเยื่อสีขาวกระจายทั่วภายในผล อาการดังกล่าวทำให้ผลมะเขือเทศมีลักษณะไม่เหมาะต่อการแปรรูป (Hartz *et al.*, 1999) นอกจากนี้ในผลมะเขือเทศพันธุ์ Trust ที่เกิดการสุกไม่สม่ำเสมอ ยังพบกิจกรรมของเอนไซม์ endo- β -mannanase แตกต่างกันระหว่างส่วนผลที่สุกกับส่วนผลที่ยังไม่สุกแม้ในผลเดียวกัน (Bewley *et al.*, 2000) ส่วนตัวอย่างของการสุกไม่สม่ำเสมอในช่อเดียวกัน ได้แก่ องุ่น โดยเฉพาะองุ่นพันธุ์ Concord ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าในทางตอนใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา และองุ่นพันธุ์ Gulabi ซึ่งปลูกในประเทศอินเดีย มีปัญหาการสุกไม่สม่ำเสมอของผลองุ่นในช่อเดียวกัน คือมีทั้งผลองุ่นที่ยังดิบและผลองุ่นที่พร้อมเก็บเกี่ยวได้อยู่ในช่อเดียวกัน ซึ่งถือเป็นช่อองุ่นที่ด้อยคุณภาพ (Cawthon and Morris, 1982)

สำหรับการสุกไม่สม่ำเสมอของเนื้อทุเรียนในผลเดียวกัน เป็นอาการที่ไม่สามารถสังเกตได้จากภายนอกผล ทำให้เป็นปัญหาในการคัดเลือก และมักพบในพันธุ์หมอนทอง (หิรัญ และคณะ, 2542; Hiranpradit *et al.*, 1992) โดยทุเรียนแต่ละพูภายในผล เมล็ดบนของพูอาจยังแข็งอยู่ในขณะที่เมล็ดบริเวณกลางพูอาจสุกพอดี ส่วนเมล็ดที่อยู่ด้านล่างอาจละเอียดเกินไป (สุรพงษ์ และคณะ, 2538) หรืออาจพบว่าบางเมล็ดมีเนื้อแข็งและแห้ง ไม่มีรสชาติอยู่ติดกับเมล็ดที่สุก และ Siriphanich (2002) ทดสอบปริมาณแป้งด้วย I_2 -KI พบการสะสมของแป้งอย่างไม่สม่ำเสมอในแต่ละพู หรือแม้แต่ในแต่ละเมล็ด และผลทุเรียนที่เก็บเกี่ยวก่อนกำหนดจะยังแสดงอาการสุกไม่สม่ำเสมอมากขึ้น (รุจิรา, 2549)

ปัจจัยที่มีผลต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผลไม้

1. ปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยว

1.1 พันธุ์ สำหรับทุเรียนมักพบอาการสุกไม่สม่ำเสมอในทุเรียนพันธุ์หมอนทอง (หิรัญ และคณะ, 2542; Hiranpradit *et al.*, 1992) ซึ่ง Siriphanich (2002) สันนิษฐานว่า การที่ทุเรียนพันธุ์หมอนทองมีอาการสุกไม่สม่ำเสมอมากกว่าพันธุ์อื่นน่าจะเนื่องจากทุเรียนพันธุ์หมอนทองมีปริมาณเนื้อต่อน้ำหนักมากกว่าพันธุ์อื่น กล่าวคือ ทุเรียนพันธุ์หมอนทองมีปริมาณเนื้อประมาณ 50 % ของน้ำหนักผล ขณะที่ทุเรียนพันธุ์กระดุมมีปริมาณเนื้อเพียง 25 % ของน้ำหนักผล ซึ่งการมีปริมาณเนื้อมากจะมีเนื้อเยื่อสะสมอาหารอยู่มาก จึงกลายเป็น sink ที่แรง ในขณะที่ใบไม่สามารถส่งอาหารมาเลี้ยงได้ทัน อีกทั้งลักษณะเมล็ดลีบซึ่งเป็นลักษณะประจำพันธุ์ของทุเรียนหมอนทอง จึงอาจเกิดการแก่งแย่งอาหารกันระหว่างเมล็ดสมบูรณ์และเมล็ดลีบ (หิรัญ และคณะ, 2542; Hiranpradit *et al.*, 1992) อาจทำให้เนื้อแต่ละส่วนเจริญเติบโตไม่เท่ากันและพัฒนาจนบริบูรณ์ไม่เท่ากันจึงสุกไม่พร้อมกัน นอกจากนี้ทุเรียนพันธุ์ D 24 ซึ่งเป็นพันธุ์ปลูกของประเทศมาเลเซียก็มักพบอาการสุกไม่สม่ำเสมอโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่มีขนาดผลใหญ่เช่นกัน (Subhadrabhanhu and Ketsa, 2001) อีกทั้ง Sapii and Nanthachai, (1994a) รายงานว่าขนาดของผลและจำนวนเมล็ดต่อผลก็มีความสัมพันธ์กับอาการสุกไม่สม่ำเสมอเช่นกัน โดยผลที่มีขนาดใหญ่และมีจำนวนเมล็ดต่อผลมากจะแสดงอาการสุกไม่สม่ำเสมอมากกว่าผลขนาดเล็กและมีจำนวนเมล็ดต่อผลน้อย แต่ไม่พบอาการผิดปกติในทุที่มีเพียงหนึ่งเมล็ด แต่ Cawthon and Morris (1982) พบว่าผลอ่อนที่มีเมล็ดจำนวน 3 เมล็ด จะเจริญพัฒนาได้เร็วกว่าผลอ่อนที่มีจำนวนเมล็ดน้อยกว่า โดยมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และความเข้มข้นของสีน้ำอู่นมากกว่า ซึ่งอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการสุกไม่สม่ำเสมอ กล่าวคือ ถ้าผลอ่อนในช่อเดียวกันมีจำนวนเมล็ดที่แตกต่างกันมากก็อาจทำให้พบการสุกไม่สม่ำเสมอในช่อเดียวกันมากขึ้น

1.2 ธาตุอาหาร การได้รับปุ๋ยชนิดเคมีในปริมาณมากเกินไปทำให้ได้ช่ออู่นที่มีคุณภาพต่ำสุกไม่สม่ำเสมอ ในการแก้ไขปัญหาการสุกไม่สม่ำเสมอในช่ออู่นนั้น พบว่าการพ่นธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองทางใบแก่ช่ออู่นพันธุ์ Perlette จะช่วยลดจำนวนผลอู่นดิบและผลอู่นที่ได้รับความเสียหายในแต่ละช่อลงได้ โดยเฉพาะการพ่นด้วย โบรอน เหล็ก ยูเรีย และแมกนีเซียมจะช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของอู่นได้ (Usha and Singh, 2002) ในผลมะเขือเทศ Hartz *et al.* (1999) รายงานว่าการให้โพแทสเซียม 200-400 ปอนด์/เฮกตาร์ หรือยิปซัม 2-4 ตันเสริมให้ทางดิน ช่วยลดความไม่สม่ำเสมอของสีผิวผล แต่ไม่ช่วยลดการสุกไม่สม่ำเสมอภายในผล

โดยเนื้อเยื่อภายในผลบางส่วนยังมีสีขาว และ Windsor (1973) ซึ่งกล่าวว่าการใช้โพแทสเซียมในปริมาณมากขึ้นช่วยลดการสุกไม่สม่ำเสมอในผลมะเขือเทศ ในผลแอฟริคอตพันธุ์ Moorpark พบการสุกไม่สม่ำเสมอเมื่อมีการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 500-1,250 กรัม/ต้น/ปี และการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณมากยังทำให้เนื้อแข็งของแอฟริคอตมีสีเข้มซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่การให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 0-500 กรัม/ต้น/ปี ช่วยให้ผลแอฟริคอตมีการสุกสม่ำเสมอมากยิ่งขึ้น เนื้อแอฟริคอตแห้งมีสีไม่เข้มเกินไป และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Rettke *et al.*, 2006)

ในทุเรียน ความไม่สมดุลของแมกนีเซียมและแคลเซียมก็อาจมีผลต่อการเกิดอาการสุกไม่สม่ำเสมอด้วย (Sapit and Nanthachai, 1994c) นอกจากนี้การแตกใบอ่อนขณะติดผลทำให้อาหารถูกดึงไปเลี้ยงใบอ่อนมากกว่าส่งมาให้ผล อาจทำให้การสร้างเนื้อทุเรียนและการพัฒนาสีของเนื้อไม่สม่ำเสมอ (สุชาติ, 2531; Nakasone and Paull, 1998) สอดคล้องกับ Fresco (2000) ที่รายงานว่าต้นทุเรียนที่ได้รับน้ำมากกว่า 200 มิลลิเมตร ในช่วงเข้าใกล้ความบริบูรณ์ของผลเต็มที่ จะไปเร่งการเจริญและการพัฒนาด้านลำต้นจนเกิดการดึงอาหารจากผลไปเลี้ยงใบ ทำให้ผลทุเรียนเกิดการสุกไม่สม่ำเสมอ

1.3 อุณหภูมิ อุ่นมีการสุกไม่สม่ำเสมอในช่อผลเดียวกันเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับความเครียดจากสิ่งแวดล้อม เช่น การได้รับอุณหภูมิสูงประมาณ 40 องศาเซลเซียส (Cawthon and Morris, 1982) สำหรับมะเขือเทศพันธุ์ Solairo และพันธุ์ Espero ซึ่งนิยมปลูกในสหราชอาณาจักร โดยเพาะปลูกในโรงเรือนที่ได้รับการควบคุมอุณหภูมิที่ 20.4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์หลังปลูก แล้วปรับอุณหภูมิขึ้นเป็น 25.9 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 หรือ 7 วันก่อนตรวจผล พบว่าผลมะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิ 25.9 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน มีการสุกไม่สม่ำเสมอมากกว่าผลมะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน นอกจากนั้นการเพิ่มอุณหภูมิจาก 20.4 ไปเป็น 25.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ค่าการสุกไม่สม่ำเสมอเพิ่มขึ้นในอัตรา 2.7 คะแนน/องศาเซลเซียส และค่าความแน่นเนื้อลดลงในอัตรา 0.073 นิวตัน/องศาเซลเซียส (Mulholland *et al.*, 2003)

1.4 โรคและแมลง เชื้อบางชนิดเมื่อเข้าทำลายพืชสามารถก่อให้เกิดอาการสุกไม่สม่ำเสมอได้ เช่น แบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* pv. *Musacearum* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรค banana *Xanthomonas wilt* ในกล้วย ทำให้เกิดการเหี่ยวของใบโดยเริ่มจากเส้นกลางใบ และส่วนลำต้นเทียม เมื่อเชื้อเข้าทำลายส่วนผลจะทำให้ผลกล้วยภายในเครือสุกไม่สม่ำเสมอ (Tushemereirwe

et al., 2004) นอกจากนี้ยังพบว่าแมลง Silverleaf Whitefly (*Bemisia tabaci* Biotype B) สามารถสร้างพิษที่ก่อให้เกิดการสุกไม่สม่ำเสมอในผลมะเขือเทศได้ (Brown and Shapiro, 1997)

1.5 การจัดแต่งทรงพุ่ม องุ่นพันธุ์ Concord ที่ผ่านการจัดแต่งทรงพุ่มแบบ modified Munson ประมาณหนึ่งเดือนก่อนเก็บเกี่ยวจะมีการสุกไม่สม่ำเสมอของผลองุ่นในข้อเดียวกันน้อยกว่าการจัดแต่งทรงพุ่มแบบ 4-arm Kniffin รวมทั้งมีปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และผลผลิตสูงกว่าการจัดแต่งทรงพุ่มแบบ 4-arm Kniffin ด้วย (Couvillon and Nakayama, 1970)

1.6 ปริมาณแสงที่พืชได้รับ การแก้ไขหรือลดการสุกไม่สม่ำเสมอในผลมะเขือเทศสามารถใช้วิธีการพรางแสง 30 % ช่วยปรับคุณภาพผลมะเขือเทศ โดยลดอาการสุกไม่สม่ำเสมอ อาการแตกที่ผิวและก้นผลเน่าได้ (Gent, 2003) ในทางตรงข้ามการพรางแสงมีผลให้ผลิตผลทางการเกษตรหลายอย่างมีคุณภาพด้อยลง เช่น การพรางแสง 47 % เป็นเวลา 2 สัปดาห์ก่อนผลเริ่มสุก ทำให้ผลสตอเบอร์รี่พันธุ์ Elsanta มีปริมาณสารระเหย น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลซูโครสลดลง (Watson *et al.*, 2002) เช่นเดียวกับการพรางแสง 50 % เป็นเวลา 5 วันก่อนเก็บเกี่ยว ทำให้คุณภาพผลเมลอนลดลง โดยพบอาการน้ำเน่าของเนื้อผลเพิ่มขึ้น การสะสมน้ำตาลซูโครสในผลลดลง และมีรสชาติจืดชืด (Nishizawa and Taira, 1998) นอกจากนี้การพรางแสงยังทำให้ความบริบูรณ์ของผลช้าลง เช่น การพรางแสง 50 % ระหว่างการพัฒนาผลบลูเบอร์รี่พันธุ์ Brigitta และพันธุ์ Bluegold ทำให้ผลมีความบริบูรณ์ช้าลง 14 วัน (Hicklenton *et al.*, 2003)

2. ปัจจัยการเก็บเกี่ยว

ในการเก็บเกี่ยวผลไม้ให้ได้คุณภาพดีจำเป็นต้องคำนึงถึงอายุที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยว เพราะหากเก็บเกี่ยวก่อนกำหนดจะได้ผลไม้ที่มีคุณภาพต่ำ ผิวเหี่ยวและได้รับความเสียหายภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ง่าย ส่วนการเก็บเกี่ยวช้าเกินไปผลจะนุ่มและมีกลิ่นผิดปกติ อีกทั้งผลที่เก็บเกี่ยวอ่อนหรือแก่เกินไปจะพบปัญหาความผิดปกติทางสรีรวิทยาได้มากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่เหมาะสม (Kader, 1999) เช่น การเก็บเกี่ยวมะม่วงไม่แก่จัด จะได้มะม่วงสุกที่มีรสเปรี้ยว ผลเหี่ยวมาก สีเนื้อและสีเปลือกไม่น่ารับประทาน อาจมีกลิ่นผิดปกติ ส่วนผลมะม่วงที่แก่พอเหมาะจะมีรสหวาน ผลไม่เหี่ยวหรือเหี่ยวเพียงเล็กน้อย และมีกลิ่นหอม ในขณะที่ผลมะม่วงที่แก่จัดเกินไป เมื่อผลสุกแล้วจะมีเนื้อนุ่ม โดยเฉพาะบริเวณใกล้เมล็ดอาจพบรอยช้ำ (สุนทร, 2530; สายชล, 2533) และแอปเปิ้ลที่เก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่เหมาะสมจะมีคุณภาพสูงกว่าผลที่เก็บเกี่ยวก่อนกำหนดหรือช้า

กว่ากำหนด และแม้ว่าผลแอปเปิลที่เก็บเกี่ยวช้ากว่ากำหนดจะมีการพัฒนาสีที่ดีกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสมแต่ผลที่เก็บเกี่ยวช้ากว่ากำหนดจะเสื่อมสภาพเร็วกว่าและมีอาการไส้สีน้ำตาล (Skrzyński, 1994) นอกจากการเก็บเกี่ยวผลที่ยังไม่บริบูรณ์ทำให้ผลไม่มีคุณภาพด้อยตามที่กล่าวมาแล้ว ยังทำให้เกิดการสุกไม่สม่ำเสมอได้ เช่นที่พบในผลอะโวคาโดพันธุ์ Hass (Thorp *et al.*, 1997) และการสุกไม่สม่ำเสมอของผลองุ่นในช่อเดียวกัน (Usha and Singh, 2002) เป็นต้น

สำหรับทุเรียน สุมิตร (2543) รายงานว่าทุเรียนพันธุ์หมอนทองมีความบริบูรณ์พร้อมเก็บเกี่ยวเมื่อผลมีอายุ 106 วัน ในขณะที่พีรพงษ์ (2541) พบว่าจะเก็บเกี่ยวได้เมื่อผลมีอายุ 113 วัน ซึ่งเป็นระยะที่ผลทุเรียนมีขนาดและน้ำหนักผลรวมทั้งส่วนต่างๆ ในผล สีเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำหนักแห้งของเนื้อ และปริมาณแป้งไม่แตกต่างจากผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผลมีอายุมากกว่า ทั้งนี้ในการระบุอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม โดยการนับวันหลังดอกบานต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมขณะที่ผลเจริญเติบโตด้วย เพราะอุณหภูมิและปริมาณแสงแดดที่มากกว่าทำให้ต้นทุเรียนผลิตอาหารได้มากขึ้นจึงเข้าสู่ระยะบริบูรณ์ได้เร็วขึ้น (สุมิตร, 2543)

กัลย์และคณะ (2546) ได้กล่าวถึงการจัดระดับความบริบูรณ์ทุเรียนที่ใช้ในทางการค้า พบว่าทุเรียนที่มีอายุทางการค้า 50 % เป็นทุเรียนอ่อนมาก ไม่สามารถสุกได้ตามปกติ ส่วนทุเรียนที่มีอายุ 60 % สามารถสุกได้โดยใช้เวลามากกว่า 2 สัปดาห์ ในขณะที่ทุเรียนที่มีอายุ 70 % (เทียบได้กับผลทุเรียนที่มีอายุ 106 วัน) เป็นทุเรียนบริบูรณ์ในระดับต่ำสุดที่สามารถเก็บเกี่ยวเพื่อจำหน่ายในต่างประเทศ โดยมีรสชาติอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และสุกได้ภายใน 7-10 วันหลังเก็บเกี่ยว และทุเรียนอายุ 100 % หรือผลที่สุกบนต้น มีรสชาติดีที่สุด ส่วนผลทุเรียนที่เก็บเกี่ยวก่อนถึงระยะบริบูรณ์ที่พร้อมเก็บเกี่ยวจะไม่มีกลิ่นเมื่อผลสุก เนื้อมีสีขาว และรสชาติจืดชืด (โกสินทร์ และคณะ, 2546; โชติช่วง, 2546) และรุจิรา (2549) ได้รายงานว่าทุเรียนที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 100 วันหลังดอกบานพบการสุกไม่สม่ำเสมอมากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวที่อายุมากกว่า คือ 107 และ 114 วันหลังดอกบานตามลำดับ อีกทั้ง Tongdee *et al.* (1988b) พบว่าแม้แต่ทุเรียนพันธุ์ชะนีก็ไม่ค่อยพบอาการสุกไม่สม่ำเสมอก็แสดงอาการสุกไม่สม่ำเสมอเมื่อเก็บเกี่ยวเร็วเกินไป

3. ปัจจัยหลังการเก็บเกี่ยว

3.1 อุณหภูมิเก็บรักษา อุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษามีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความชื้น การสูญเสียน้ำ และอัตราการหายใจของผลไม้ ซึ่งการเก็บรักษาผลไม้มาก่อนได้อุณหภูมิที่เหมาะสมช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลไม้ โดยอุณหภูมิดังกล่าวไปช่วยลดอัตราการหายใจ การ

เปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพต่างๆของผลไม้ แต่การเก็บรักษาผลไม้ในสภาพอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิต่ำหรือสูงเกินไป ตลอดจนการที่ผลไม้ได้รับความเครียดจากอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมเพียงช่วงขณะอาจก่อให้เกิดความผิดปกติกับผลไม้ได้ เช่น ผลอะโวคาโดพันธุ์ Hass ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน และปล่อยให้สุกที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบการสุกไม่สม่ำเสมอ 100 % ส่วนผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิเดียวกัน แต่ปล่อยให้สุกที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส กลับไม่พบการสุกไม่สม่ำเสมอ (Hopkirk *et al.*, 1994) การเก็บผลไม้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือการทำ heat treatment ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ทำให้เกิดการสุกไม่สม่ำเสมอ (Alia-Tejacal *et al.*, 2007)

ในการเก็บรักษาทุเรียนก็อาจพบอาการผิดปกติได้เช่นกัน หากเก็บที่อุณหภูมิต่ำเกินไป เช่น ทุเรียนพันธุ์ชะนีเก็บรักษาที่ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วปล่อยให้สุกที่อุณหภูมิห้อง พบว่าเกิดอาการสุกไม่สม่ำเสมอโดยสุกเป็นบางส่วนหรือไม่สุกเลยทั้งผล (สุรพงษ์, 2529)

3.2 สภาพบรรยากาศ การใช้สารเคลือบผิวกับผลสาลี่พันธุ์ Bartlett พบการสุกไม่สม่ำเสมอเกิดขึ้น 7 วันหลังการเคลือบ ที่อุณหภูมิเก็บรักษา 20 องศาเซลเซียส โดย Meheriuk (1988) คาดว่าการสุกที่ผิดปกตินี้เกิดขึ้นเนื่องจากออกซิเจนซึมผ่านชั้นเคลือบผิวเนื้อเยื่อพืชไม่เพียงพอ และการเก็บรักษาผลมะเขือเทศในที่ที่มีความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศสูง ทำให้ผลมะเขือเทศเกิดการสุกไม่สม่ำเสมอขึ้นภายหลังจากนำผลออกจากสภาพบรรยากาศดังกล่าว (Morris and Kader, 1977)

การเก็บรักษาทุเรียนในที่ที่มีการระบายอากาศไม่ดีพอ (ประภัทรพงษ์, 2529) หรือการเก็บรักษาในที่ที่มีความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ 10 % เป็นเวลา 7 วัน แล้วนำไปเก็บในสภาพบรรยากาศปกติที่ 22 องศาเซลเซียส จนกระทั่งผลสุก พบว่าเนื้อทุเรียนบางส่วนยังคงแข็งอยู่ ซึ่งคาดว่าคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นมากกว่าปกติไปยับยั้งการทำงานของเอทิลีนในกระบวนการสุก ทำให้เกิดการสุกที่ผิดปกติไป (อนวัช และ ชิง ชิง, 2531)

3.3 การใช้สารเคมีภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ผลอะโวคาโดพันธุ์ Hass แสดงอาการสุกไม่สม่ำเสมอมากขึ้นแปรผันตามระดับความเข้มข้นของสาร 1-MCP โดยผลอะโวคาโดที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 500 ml l⁻¹ มีอาการสุกไม่สม่ำเสมอมากกว่าผลที่รม 1-MCP ความเข้มข้น 100 ml l⁻¹ (Woolf *et al.*, 2005) การใช้เอทิลีนกับผลองุ่นพันธุ์บิวตี้ไร้เมล็ด (Beauty Seedless)

สามารถเพิ่มปริมาณแอนโทไซยานิน ทำให้ผลองุ่นมีผิวสีเข้มสม่ำเสมอ และมีคุณภาพผลดีขึ้นด้วย (สาธิต, 2531)

จากปัจจัยที่มีผลต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผลไม้ข้างต้น แม้ว่าจะยังไม่มีการพิสูจน์สาเหตุที่ชัดเจนของการสุกไม่สม่ำเสมอของทุเรียน แต่ Sapit and Nanthachai (1994a) คาดว่าการสุกไม่สม่ำเสมอของทุเรียนไม่น่าจะเกิดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเท่านั้น แต่อาจเป็นผลรวมของหลายปัจจัยมาเสริมกัน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องธาตุอาหาร น้ำ หรือสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามหากมีการจัดการปุ๋ย ระบบน้ำ และการระบายน้ำที่เหมาะสม (Subhadrabandhu and Ketsa, 2001) รวมทั้งมีการตัดแต่งผล เก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสม และการบ่มด้วยเอทิลีน จะช่วยแก้หรือลดการเกิดอาการสุกไม่สม่ำเสมอได้ (Siriphanich, 2002)

เอทิลีนและกระบวนการสุก

เอทิลีนเป็นฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นเองตามธรรมชาติในรูปก๊าซ มีบทบาทในกระบวนการชราภาพ (senescence) ของพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม (Kader, 1985) และจะผลิตมากขึ้นกว่าปกติในระหว่างเกิดการสุกของผลไม้ประเภท climacteric ขณะเกิดการหลุดร่วงของใบ ดอก และผล รวมทั้งในสภาวะเครียดด้วย (พีรเดช, 2533)

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าเอทิลีนเป็นฮอร์โมนที่ทำให้ผลไม้สุก บางครั้งจึงเรียกเอทิลีนว่า ripening hormone เอทิลีนสามารถชักนำให้เกิดการสุกได้เร็วขึ้น โดยเฉพาะผลไม้ประเภท climacteric สามารถเก็บผลบริบูรณ์ที่ยังไม่สุกมาบ่มด้วยเอทิลีนให้เกิดการสุกและมีคุณภาพดีได้ (สายชล, 2528) แต่อย่างไรก็ตามผลไม้ที่อ่อนอยู่ต้องใช้เอทิลีนความเข้มข้นสูงกว่าผลที่บริบูรณ์แล้วหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าระดับความไวของผลไม้ที่ตอบสนองต่อเอทิลีนมีมากขึ้นเมื่อผลมีความบริบูรณ์มากขึ้น (จิ่งแท้, 2549) และนอกจากจะมีการใช้เอทิลีนบนผลิตผลโดยตรงแล้วยังมีการใช้เอทิลีนในรูปสารปลดปล่อยเอทิลีน คือ เอทิลีน (2-chloroethylphosphonic acid) มีชื่อทางการค้าว่า อีเทรล (Yang, 1985) มีสภาพเป็นกรด pH ต่ำกว่า 4 และจะเกิดการสลายตัวเมื่อ pH สูงกว่า 4.5 แล้วปลดปล่อยเอทิลีนในรูปก๊าซออกมา มักใช้เอทิลีนทั้งในระยะก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อเร่งผลไม้ให้สุกเร็วขึ้น มีสีสวยขึ้น เกิดการสุกพร้อมๆ กัน (รวี, 2524; พีรเดช, 2533)

บทบาทของเอทิลีนต่อกระบวนการสุกของผลไม้มีหลายด้าน โดยเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออัตราการหายใจในระหว่างกระบวนการสุก เมื่อผลไม้ประเภท climacteric ได้รับเอทิลีน การ

หายใจจะถูกกระตุ้นให้มีอัตราสูงขึ้นเร็วกว่าปกติ และเพิ่มขึ้นสูงสุดเร็วกว่าปกติ แต่อัตราการหายใจ ณ จุดสูงสุดนั้นไม่แตกต่างไปจากปกติ ส่วนในผลไม้ประเภท non-climacteric อัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของเอทิลินที่ได้รับและอัตราการหายใจจะยังคงสูงอยู่ตราบที่ยังคงมีเอทิลินอยู่ และเมื่อไม่มีเอทิลินแล้ว อัตราการหายใจจึงลดลงสู่ระดับปกติ นอกจากนี้ยังพบว่าผลไม้ประเภท climacteric มีการสร้างเอทิลินสูงขึ้นในระหว่างการสุกจนถึงจุดสูงสุดแล้วลดลงคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจ ส่วนในผลไม้ประเภท non-climacteric อัตราการสังเคราะห์เอทิลินจะต่ำอยู่ตลอดเวลาจนกระทั่งผลไม้เสื่อมสลายไป (จริงแท้, 2549) ในด้านความแน่นเนื้อของเนื้อผลนั้น เอทิลินมีผลให้เกิดความแน่นเนื้อของผลลดต่ำลง โดยเอทิลินไปมีบทบาทต่อการแสดงออกของยีนที่ควบคุมการอ่อนนุ่มของเนื้อผล เช่น การให้เอทิลินแก่ผลท้อพันธุ์ Akatsuki พบว่าเอทิลินควบคุมการถอดรหัสยีนที่เกี่ยวข้องกับการอ่อนนุ่มของเนื้อผล ได้แก่ ยีน *PpPG*, *PpARF/XYL* และ *PpExp3* เป็นต้น จึงทำให้ผลท้อมีความอ่อนนุ่มเพิ่มขึ้น (Hayama *et al.*, 2006) ด้านเมล็ดสี เอทิลินมีผลต่อการสลายตัวของเมล็ดสี เช่น การใช้เอทิลินฉีดพ่นในระหว่างการพัฒนาผลของมะเดื่อ ช่วยเร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี อย่างรวดเร็ว (Puech *et al.*, 1976) ด้านปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่าการใช้เอทิลินกับผลพลัมพันธุ์ Santa Rosa ภายหลังจากเก็บเกี่ยวมีผลให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลพลัมที่ไม่ได้รับเอทิลิน ซึ่งต่างจากผลพลัมพันธุ์ Golden Japan เมื่อได้รับเอทิลินแล้ว ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กลับไม่เพิ่มขึ้น (Zuzunaga *et al.*, 2005)

การใช้เอทิลินในทุเรียน

นับจากอดีตถึงปัจจุบันมีการศึกษาการนำเอทิลินมาใช้ในทุเรียนทั้งในระยะก่อนเก็บเกี่ยว และระยะหลังเก็บเกี่ยว โดยในระยะก่อนเก็บเกี่ยว พิรพงษ์ (2541) ได้พ่นเอทิลิน 500 ppm จำนวน 3 ครั้ง ให้กับทุเรียนพันธุ์หมอนทองในช่วงปลายระยะที่ 2 ของการเจริญเติบโต (log phase) พบว่าผลทุเรียนมีขนาดเล็กและสุกช้ากว่าผลที่ไม่ได้พ่นเอทิลิน ส่วนผลที่พ่นเอทิลิน 1,000 ppm มีน้ำหนักผลไม่ต่างจากผลปกติที่ไม่ได้พ่นสาร แต่มีเนื้อสีเหลืองเข้มกว่าและมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในผลสูงกว่าผลปกติ ขณะที่สุมิตร (2543) พบว่าการพ่นเอทิลิน 500 ppm ทุกสัปดาห์ๆ ละ 3 ครั้ง ในช่วงต้นของการเจริญเติบโตในระยะสุดท้าย (stationary phase) ผลทุเรียนมีขนาดผลไม่แตกต่างกันแต่น้ำหนักผลน้อยกว่าผลปกติ และผลทุเรียนที่พ่นเอทิลินทุกความเข้มข้นมีปริมาณ β -carotene และไขมัน ไม่แตกต่างจากผลปกติที่ไม่ได้พ่นสาร

การทดลองใช้เอทيفونภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ผลที่แตกต่างไปจากที่กล่าวข้างต้น สมศักดิ์ (2538) พบว่าผลทุเรียนพันธุ์ชะนีที่จุ่มเอทيفونที่ความเข้มข้น 500 1,000 และ 1,500 ppm มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่าผลที่ไม่ได้จุ่ม ที่ความเข้มข้น 1,500 ppm มีเนวโน้มที่ผลจะสุกเร็วกว่าและมีคุณภาพดี แต่เมื่อใช้ความเข้มข้นของเอทيفونทั้ง 3 ความเข้มข้นกับผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองกลับไม่สามารถเร่งการสุกได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้เอทيفونเพื่อกระตุ้นการแตกของเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ซึ่งคาร์ณี และ จริงแท้ (2544) ได้ใช้เอทيفون ป้ายข้าวผลเปรียบเทียบกับการพ่นผลด้วยความเข้มข้น 2,000 ppm พบว่าทั้งสองวิธีมีการแตกของเปลือกและมีความแน่นเนื้อมากกว่าผลที่เก็บรักษาในสภาพปกติ

ผลทุเรียนพันธุ์ชะนีที่มีอายุน้อยจะตอบสนองต่อเอทิลีนน้อยกว่าผลที่มีอายุมากกว่า (สุจิตร์, 2536) ส่วนอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมสำหรับทุเรียนแต่ละพันธุ์แตกต่างกันไป ในทุเรียนพันธุ์ชะนีบ่มที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 % มีการพัฒนาของสี ปริมาณ β -carotene และมีรสชาติดีที่สุด (สุจิตร์, 2536) ขณะที่ทุเรียนพันธุ์หมอนทองสุกเร็ว สม่าเสมอ ปอกเปลือกง่าย มีรสชาติดีที่สุดเมื่อบ่มที่ 29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 ± 5 % (จิรา, 2538) และควรบ่มทุเรียนในที่ที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก หากเก็บทุเรียนในสภาพที่มีการระบายอากาศไม่ดีพอ (ประภัทรพงษ์, 2529) หรือการเก็บรักษาในที่ที่มีความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ 10 % เป็นเวลา 7 วัน แล้วนำไปเก็บในสภาพบรรยากาศปกติที่ 22 องศาเซลเซียส จนกระทั่งผลสุกก็พบว่าเนื้อทุเรียนบางส่วนยังคงแข็งอยู่ ซึ่งคาดว่าคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นมากกว่าปกติไปยับยั้งการทำงานของเอทิลีนในกระบวนการสุก ทำให้เกิดการสุกที่ผิดปกติไป (อนวัช และ ชิง ชิง, 2531)

ส่วนความเข้มข้นของเอทิลีนที่เหมาะสมในการบ่มทุเรียนนั้น Siriphanich *et al.* (1994) ทดลองใช้เอทيفون 0.1-0.3 ppm พ่นผลทุเรียนแล้วพบว่าเนื้อทุเรียนที่มีคุณภาพต่ำเนื่องจากเกิดการสุกเร็วเกินไป หากใช้วิธีการจุ่มข้าวผลทุเรียนด้วยเอทيفون 10,000 ppm เกิดการสุกช้ากว่าและเนื้อทุเรียนมีคุณภาพดีกว่า แต่การบ่มทุเรียนในทางการค้า นั้น ชาวสวน ผู้ค้า และผู้ส่งออกมักจุ่มผลทุเรียนในเอทيفون 300-3,000 ppm (สุรพงษ์ และคณะ, 2538) และหากจุ่มทุเรียนในเอทيفون 2,000 ppm แล้วผึ่งให้แห้ง จะทำให้ทุเรียนสุกได้ในเวลา 3 วัน (แสวง, 2530) Subhadrabanhu and Ketsa (2001) กล่าวว่า การจุ่มทุเรียนทั้งผลจะมีประสิทธิภาพดีกว่าการจุ่มเฉพาะที่ข้าว แต่จริงแท้ (2544) กลับพบว่าทั้งการจุ่มผลทุเรียนด้วยเอทيفون 2,400 ppm และการจุ่มเฉพาะที่ข้าวด้วยความเข้มข้น 1 % ก็ทำให้ทุเรียนสุกได้ดีเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงศักยภาพของเอทيفونในการแก้หรือลดอาการสุกไม่สม่ำเสมอ จากรายงานของ รุจิรา (2549) พบว่าการใช้เอทيفونป้ายข้าวผลที่ความ

เข้มข้น 1 % ไม่สามารถแก้หรือลดอาการสูกไม่สม่ำเสมอในผลทุเรียนเดียวกันได้ แต่ในทางการค้า
การบ่มผลทุเรียนด้วยเอทิลฟอนมักใช้ที่ความเข้มข้น 48 % อันเป็นความเข้มข้นสูงสุดกับผลทุเรียน
ต้นฤดู

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 ผลของอายุผลเก็บเกี่ยวต่อการเกิดการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียน

ใช้ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองจากต้นทุเรียนอายุ 6 ปี ซึ่งมีความกว้างของทรงพุ่มประมาณ 6 เมตร จำนวน 8 ต้น โดยเลือกต้นที่มีขนาด ความสมบูรณ์ และจำนวนผลใกล้เคียงกัน ปลูกในบริเวณสวนเดียวกัน จำนวน 1 สวน ซึ่งชาวสวนได้ตัดแต่งดอกและผลจนเหลือผลทุเรียนเพียงรุ่นเดียวบนต้น สำหรับเกณฑ์ดัชนีการเก็บเกี่ยวใช้การนับวันหลังดอกบานตามบันทึกการบานของดอกทุเรียนของชาวสวน วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design ที่จัดสิ่งทดลองแบบ multi-stage nested experiment ประกอบด้วย 2 สิ่งทดลอง คือ

1. ผลอายุ 106 วันหลังดอกบาน (9 เมษายน 2550)
2. ผลอายุ 113 วันหลังดอกบาน (16 เมษายน 2550)

สุ่มให้สิ่งทดลองอายุเก็บเกี่ยวแก่หน่วยทดลอง โดยสุ่ม 4 ต้นแรกเก็บผลเมื่อมีอายุ 106 วันหลังดอกบาน และ 4 ต้นหลังทำการเก็บเกี่ยวผลเมื่อมีอายุ 113 วันหลังดอกบาน จำนวน 10 ผลต่อต้น นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86 ± 4 %) ตรวจวัดการสุกของผลทุเรียนแต่ละผลทุกวัน โดยใช้ดัชนีวัดการสุกด้วยการเคาะฟังเสียงจากผลประกอบกับการดมกลิ่น เมื่อเคาะเสียงจากผลทุเรียนแล้วพบมีเสียง โพรกก้อง และมีกลิ่นหอมอ่อนๆ แสดงว่าผลนั้นสุก จากนั้นจึงปอกเปลือกทุเรียนออกด้วยความระมัดระวังแล้วชั่งเนื้อทุเรียนทุกพูในแต่ละผลเพื่อสุ่มพุมานาน 3 จากนั้นตรวจวิเคราะห์ทางจิตวิสัย (subjective) ของลักษณะความไม่สม่ำเสมอของเนื้อทุเรียนโดยการใช้มือสัมผัสตลอดทั้งพู (ดูหน้า 20-21) แล้วจึงแบ่งพื้นที่ด้านแก้มในแต่ละพูออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน คือ ส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่างของพูเพื่อตรวจวัดลักษณะวัตถุวิสัย (objective) ได้แก่ ความแน่นเนื้อ จากนั้นชั่งน้ำหนักเนื้อทุเรียน 3 กรัม จากแต่ละส่วนที่แบ่งไว้ นำไปตรวจสอบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และชั่งน้ำหนักเนื้อทุเรียนอีก 10 กรัม เพื่อไปหาค่าน้ำหนักแห้ง (ดูหน้า 19-20) โดยข้อมูลลักษณะวัตถุวิสัย อันได้แก่ น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อ นำมาวิเคราะห์ความไม่สม่ำเสมอด้วยการวิเคราะห์ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งเป็นค่าสะท้อนความผันแปรของข้อมูล และวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวน (variance component) ในส่วนตำแหน่ง พู ผล และต้น ตามลำดับ แล้วเปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะวัตถุวิสัยกับข้อมูลลักษณะจิตวิสัย

การทดลองที่ 2 ผลของการพรางแสงและการได้รับแสงต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียน

2.1 ผลของการพรางแสงระยะยาวต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียน

ใช้ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองจากต้นทุเรียนอายุ 7 ปี ซึ่งมีความกว้างของทรงพุ่มประมาณ 7 เมตร จำนวน 6 ต้น โดยเลือกต้นที่มีขนาด ความสมบูรณ์ และจำนวนผลใกล้เคียงกัน ปลูกลงในบริเวณสวนเดียวกัน จำนวน 1 สวน ซึ่งชาวสวนได้ตัดแต่งดอกและผลจนเหลือผลทุเรียนเพียงรุ่นเดียวบนต้น สำหรับเกณฑ์ดัชนีการเก็บเกี่ยวใช้การนับวันหลังดอกบานตามบันทึกการบานของดอกทุเรียนของชาวสวน วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design ที่จัดสิ่งทดลองแบบ multi-stage nested experiment สุ่มให้สิ่งทดลองแก่หน่วยทดลอง โดยสุ่ม 3 ต้นแรกเก็บผลเมื่อมีอายุ 113 วันหลังดอกบาน (26 พฤษภาคม 2549) และ 3 ต้นหลังทำการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง (Saran สีดำ) 50 % (เมื่อผลมีอายุ 92 วันหลังดอกบาน) พรางแสงเป็นเวลา 3 สัปดาห์แล้วจึงเก็บเกี่ยวผลทุเรียนเมื่ออายุ 113 วันหลังดอกบาน จำนวน 5 ผลต่อต้น นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86 ± 3 %) ตรวจวัดการสุกของผลทุเรียนแต่ละผลทุกวัน โดยใช้ดัชนีวัดการสุกด้วยการเคาะฟังเสียงจากผลประกอบกับการดมกลิ่น เมื่อเคาะเสียงจากผลทุเรียนแล้วพบมีเสียงโพรกก้อง และมีกลิ่นหอมอ่อนๆ แสดงว่าผลนั้นสุก จากนั้นจึงปอกเปลือกทุเรียนออกด้วยความระมัดระวังแล้วชั่งเนื้อทุเรียนทุกพูในแต่ละผลเพื่อสุ่มพุ่มจำนวน 3 พู เพื่อตรวจวัดคุณภาพเนื้อทุเรียนสุกด้านลักษณะจิตวิสัยและวัตถุวิสัยเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

2.2 ผลของการพรางแสงระยะสั้นต่อการสุกไม่สม่ำเสมอในผลทุเรียน

ใช้ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองจากต้นทุเรียนอายุ 6 ปี ซึ่งมีความกว้างของทรงพุ่มประมาณ 6 เมตร จำนวน 8 ต้น โดยเลือกต้นที่มีขนาด ความสมบูรณ์ และจำนวนผลใกล้เคียงกัน ปลูกลงในบริเวณสวนเดียวกัน จำนวน 1 สวน ซึ่งชาวสวนได้ตัดแต่งดอกและผลจนเหลือผลทุเรียนเพียงรุ่นเดียวบนต้น สำหรับเกณฑ์ดัชนีการเก็บเกี่ยวใช้การนับวันหลังดอกบานตามบันทึกการบานของดอกทุเรียนของชาวสวน วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design ที่จัดสิ่งทดลองแบบ multi-stage nested experiment สุ่มให้สิ่งทดลองแก่หน่วยทดลอง โดยสุ่ม 4 ต้นแรกเก็บผลเมื่อมีอายุ 106 วันหลังดอกบาน (9 เมษายน 2550) และ 4 ต้นหลังทำการพรางแสงด้วยตาข่าย 50 % (เมื่อผลมีอายุ 99 วันหลังดอกบาน) พรางแสงเป็นเวลา 7 วันและเก็บเกี่ยวผลทุเรียนเมื่อมีอายุ 106 วันหลังดอกบาน จำนวน 10 ผลต่อต้น นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86 ± 4 %) ตรวจวัดการสุกของผลทุเรียนแต่ละผลทุกวัน โดยใช้ดัชนีวัดการสุกด้วย

การเคาะฟุ้งเสียงจากผลประกอบกับการดมกลิ่น เมื่อเคาะเสียงจากผลทุเรียนแล้วพบมีเสียงโพรงก้อง และมีกลิ่นหอมอ่อนๆ แสดงว่าผลนั้นสุก จากนั้นจึงปอกเปลือกทุเรียนออกด้วยความระมัดระวังแล้วชั่งเนื้อทุเรียนทุกพูในแต่ละผลเพื่อสุ่มพุ่มาจำนวน 3 พู ทำการตรวจวัดและบันทึกผลดังเช่นการทดลองที่ 1 นอกจากนี้ยังตรวจวัดน้ำหนักแห้งของใบทุเรียนก่อนและหลังการได้รับการพรางแสง

2.3 ผลของการได้รับแสงตามปกติภายหลังการพรางแสงต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียน

ใช้ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองจากต้นทุเรียนอายุ 6 ปี ซึ่งมีความกว้างของทรงพุ่มประมาณ 6 เมตร จำนวน 8 ต้น โดยเลือกต้นที่มีขนาด ความสมบูรณ์และจำนวนผลใกล้เคียงกัน ปลูกในบริเวณสวนเดียวกัน จำนวน 1 สวน ซึ่งชาวสวนได้ตัดแต่งดอกและผลจนเหลือผลทุเรียนเพียงรุ่นเดียวบนต้น สำหรับเกณฑ์ดัชนีการเก็บเกี่ยวใช้การนับวันหลังดอกบานตามบันทึกการบานของดอกทุเรียนของชาวสวน วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design ที่จัดสิ่งทดลองแบบ multi-stage nested experiment โดย 4 ต้นแรกเป็นชุดควบคุมที่ได้รับแสงธรรมชาติตามปกติ เก็บเกี่ยวผลเพื่อใช้ในการทดลองเมื่อผลมีอายุ 113 วันหลังดอกบาน (16 เมษายน 2550) ส่วนอีก 4 ต้น ทำการพรางแสงด้วยตาข่าย 50 % (เมื่อผลมีอายุ 99 วันหลังดอกบาน) พรางแสงเป็นเวลา 7 วัน (ผลมีอายุ 106 วันหลังดอกบาน) และเก็บเกี่ยวผลทุเรียนเมื่อมีอายุ 113 วันหลังดอกบานเช่นกัน เป็นจำนวน 10 ผลต่อต้น นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86 ± 4 %) ตรวจวัดการสุกของผลทุเรียนแต่ละผลทุกวัน โดยใช้ดัชนีวัดการสุกด้วยการเคาะฟุ้งเสียงจากผลประกอบกับการดมกลิ่น เมื่อเคาะเสียงจากผลทุเรียนแล้วพบมีเสียงโพรงก้อง และมีกลิ่นหอมอ่อนๆ แสดงว่าผลนั้นสุก จากนั้นจึงปอกเปลือกทุเรียนออกด้วยความระมัดระวังแล้วสุ่มเลือกพุ่มาจำนวน 3 พู ทำการตรวจวัดและบันทึกผลดังเช่นการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 3 ผลของการใช้เอทีฟอนต่อการลดหรือแก้ไขอาการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียน

3.1 เปรียบเทียบผลของการใช้เอทีฟอนต่อการลดหรือแก้ไขอาการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน

ใช้ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่มีอายุ 106 วันหลังดอกบาน (9 เมษายน 2550) จำนวน 56 ผล จากต้นทุเรียนอายุ 6 ปี ที่มีขนาดและความสมบูรณ์ใกล้เคียงกัน ปลูกในบริเวณสวนเดียวกัน

โดยผลที่ใช้ได้ทำการติดป้ายเพื่อนับอายุผลตั้งแต่ระยะดอกบานเต็มที่ วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design ที่จัดถึงทดลองแบบ multi-stage nested experiment โดยปัจจัยการใช้เอทีฟอนมี 2 ระดับ คือ การไม่ใช้เอทีฟอน และการใช้สารละลายเอทีฟอนที่ความเข้มข้น 48 % ป้ายชั่วผลภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยสุ่มให้สิ่งทดลองแก่ผลทุเรียนหลังเก็บเกี่ยวจากต้น สิ่งทดลองละ 28 ผล จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86 ± 4 %) ตรวจวัดการสุกของผลทุเรียนแต่ละผลทุกวัน โดยใช้ดัชนีวัดการสุกด้วยการเคาะฟังเสียงจากผล ประกอบกับการดมกลิ่น เมื่อเคาะเสียงจากผลทุเรียนแล้วพบมีเสียงโพรกก้อง และมีกลิ่นหอมอ่อนๆ แสดงว่าผลนั้นสุก จากนั้นจึงปอกเปลือกทุเรียนออกด้วยความระมัดระวังแล้วชั่งเนื้อทุเรียนทุกพูในแต่ละผลเพื่อคัดแยกพูที่มีน้ำหนักมากที่สุดมาจำนวน 3 พู ทำการตรวจวัดและบันทึกผล ดังเช่นการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 แต่ไม่มีการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง

3.2 เปรียบเทียบผลของการใช้เอทีฟอนต่อการลดหรือแก้ไขอาการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน

ทำการทดลองและวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนเช่นเดียวกับการทดลองในหัวข้อ 3.1 แต่เปลี่ยนผลทุเรียนที่ใช้เป็นผลที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 113 วันหลังดอกบาน (16 เมษายน 2550) แทนการใช้ผลทุเรียนที่อายุ 106 วันหลังดอกบาน

การตรวจสอบคุณภาพและวิเคราะห์เคมี

1. การตรวจวัดข้อมูลลักษณะวัตถุวิสัย (objective) หรือการตรวจสอบคุณภาพของผลไม้ที่สามารถวัดค่าเป็นปริมาณ ตัวเลขได้ ได้แก่

1.1 การวัดความแน่นเนื้อ

ตรวจสอบความแน่นเนื้อและวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบความแปรปรวน เพื่ออธิบายการสุกไม่สม่ำเสมอของความแน่นเนื้อเมื่อผลทุเรียนสุกด้วยเครื่อง fruits firmness tester ขนาด 1 กิโลกรัม ใช้หัวกดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร สำหรับเนื้อทุเรียนที่ดิบหรือแข็ง และใช้หัวกดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร สำหรับเนื้อทุเรียนที่เริ่มนิ่ม นุ่ม หรือละเอียด ตรวจวัดความแน่นเนื้อ 3 จุดในแต่ละพู คือ ส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่างของพู โดยแต่ละ

จุดที่จะวัดความแน่นเนื้อนั้นจะทำการลอกเยื่อบางๆ ของเนื้อผลออกก่อนจึงกดเนื้อจนทะลุ จากนั้นแปลงค่าจากหน่วยกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรเป็นหน่วยนิวตันต่อตารางเซนติเมตรโดยการคูณด้วย 9.807

1.2 การวัดเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

ในการทดลองครั้งนี้ทำการตรวจวัดน้ำหนักแห้งและวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนเพื่ออธิบายความสม่ำเสมอของการสะสมอาหารในระหว่างการเจริญและพัฒนาของผล โดยทำการสุ่มเนื้อทุเรียนภายในพุ่มมา 3 จุด สับเนื้อทุเรียนจากแต่ละจุดแล้วนำมาชั่งน้ำหนักเนื้อทุเรียน 10 กรัม ใส่ลงบนถ้วยที่ทราบน้ำหนัก นำไปอบในเครื่อง hot air oven ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ประมาณ 6 วัน แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งจนน้ำหนักคงที่ นำค่าที่ได้มาหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง} = \frac{\text{น้ำหนักแห้ง} - \text{น้ำหนักถ้วย}}{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักถ้วย}} \times 100$$

1.3 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ทำการตรวจวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนเพื่ออธิบายการสุกไม่สม่ำเสมอของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยทำการปั่นเนื้อทุเรียน 3 กรัม กับน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร ด้วยเครื่องปั่น (homogenizer) แล้วนำไปเหยียงด้วยเครื่องเหยียงที่ความเร็ว 7,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที นำสารละลายส่วนใสมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วยเครื่อง hand refractometer นำค่าที่ได้มาคำนวณโดยคูณด้วย dilution factor คือ 4 ค่าที่ได้มีหน่วยเป็น °Brix

2. การตรวจวัดข้อมูลลักษณะจิตวิสัย (subjective) หรือการตรวจวัดคุณภาพของผลไม้ด้วยการชิม สัมผัสด้วยมือ และความพึงพอใจ เป็นต้น ในที่นี้ได้ตรวจสอบลักษณะจิตวิสัยโดยการให้คะแนนความไม่สม่ำเสมอของความแน่นเนื้อโดยการสัมผัสด้วยมือ ซึ่งกำหนดระดับเนื้อสัมผัสของเนื้อทุเรียนสุกเป็น 5 ระดับ คือ แข็ง แน่น เริ่มนิ่ม นุ่ม และนิ่มและ ตามความแน่นเนื้อที่วัดได้จากเครื่องวัดความแน่นเนื้อขนาด 1 กิโลกรัม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวกด 0.8 เซนติเมตร โดยกำหนดให้

แข็ง	= ความแน่นเนื้อมากกว่า 1.0 กิโลกรัม
แน่น	= ความแน่นเนื้อ 0.8-1.0 กิโลกรัม
เริ่มนุ่ม	= ความแน่นเนื้อ 0.6-0.79 กิโลกรัม
นุ่ม	= ความแน่นเนื้อ 0.4-0.59 กิโลกรัม
นุ่มละ	= ความแน่นเนื้อน้อยกว่า 0.4 กิโลกรัม

จากนั้นจึงให้คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัส จากการใช้มือประเมินระดับเนื้อสัมผัสในแต่ละพู ดังนี้

- 1 คะแนน = สัมผัสเนื้อทั้งพูพบเพียง 1 ระดับเนื้อสัมผัส (ไม่มีการสุกไม่สม่ำเสมอ)
- 2 คะแนน = สัมผัสเนื้อทั้งพูแยกได้ 2 ระดับเนื้อสัมผัส (มีการสุกไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย)
- 3 คะแนน = สัมผัสเนื้อทั้งพูแยกได้ 3 ระดับเนื้อสัมผัส (มีการสุกไม่สม่ำเสมอมาก)
- 4 คะแนน = สัมผัสเนื้อทั้งพูแยกได้ 4 ระดับเนื้อสัมผัส (มีการสุกไม่สม่ำเสมอมากที่สุด)

โดยคะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสที่ได้ นำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี non-parametric methods เปรียบเทียบระหว่างสองประชากร

การวิเคราะห์ผลในการทดลองส่วนที่ 1

รูปแบบทางสถิติของการวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design ที่จัดตั้งทดลองแบบ multi-stage nested experiment คือ

$$Y_{ijklmno} = \mu + \text{อายุ}_i + \text{ต้น}_{j/i} + \text{ผล}_{k/ij} + \text{พู}_{l/ijk} + \text{ตำแหน่ง}_{m/ijkl}$$

เมื่อ

$Y_{ijklmno}$ = ค่าสังเกตจากอายุที่ระดับ i ต้นที่ระดับ j ผลที่ระดับ k พูที่ระดับ l และตำแหน่งที่ระดับ m

μ = ค่าเฉลี่ยร่วม

อายุ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยอายุเก็บเกี่ยว ที่ระดับ i เมื่อ $i = 106$ และ 113 วันหลังดอกบาน

$\text{ต้น}_{j/i}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยต้นทุเรียน ที่ระดับ j ที่ซ่อนอยู่ในระดับ i เมื่อ $j = 1, 2, 3$ และ 4

$\text{ผล}_{k/ij}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยผลทุเรียน ที่ระดับ k ที่ซ่อนอยู่ในระดับ i และ j เมื่อ $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ และ 10

$\text{พู}_{l/ijk}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยพูทุเรียน ที่ระดับ l ที่ซ่อนอยู่ในระดับ ij และ k เมื่อ $l = 1, 2$ และ 3

$\text{ตำแหน่ง}_{m/ijkl}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยตำแหน่งทุเรียน ที่ระดับ m ที่ซ่อนอยู่ในระดับ ijk และ l เมื่อ $m = 1, 2$ และ 3

การวิเคราะห์ผลในการทดลองส่วนที่ 2

รูปแบบทางสถิติของการวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design ที่จัดสิ่งทดลองแบบ multi-stage nested experiment ในการทดลองที่ 2.1 คือ

$$Y_{ijklmno} = \mu + \text{แสง}_i + \text{ต้น}_{j/i} + \text{ผล}_{k/ij} + \text{พู}_{l/ijk} + \text{ตำแหน่ง}_{m/ijkl}$$

เมื่อ

$Y_{ijklmno}$ = ค่าสังเกตจากอายุที่ระดับ i ต้นที่ระดับ j ผลที่ระดับ k พูที่ระดับ l และตำแหน่งที่ระดับ m

μ = ค่าเฉลี่ยร่วม

แสง_i = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยการได้รับแสง ที่ระดับ i เมื่อ i = การได้รับแสงตามปกติ และการได้รับการพร่างแสงระยะยาว 3 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุ 113 วันหลังดอกบาน

$\text{ต้น}_{j/i}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยต้นทุเรียน ที่ระดับ j ที่ซ่อนอยู่ในระดับ i เมื่อ $j = 1, 2$ และ 3

$\text{ผล}_{k/ij}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยผลทุเรียน ที่ระดับ k ที่ซ่อนอยู่ในระดับ i และ j เมื่อ $k = 1, 2, 3, 4$ และ 5

$\text{พู}_{l/ijk}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยพูทุเรียน ที่ระดับ l ที่ซ่อนอยู่ในระดับ ij และ k เมื่อ $l = 1, 2$ และ 3

$\text{ตำแหน่ง}_{m/ijkl}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยตำแหน่งทุเรียน ที่ระดับ m ที่ซ่อนอยู่ในระดับ ijk และ l เมื่อ $m = 1, 2$ และ 3

รูปแบบทางสถิติในการทดลองที่ 2.2 คือ

$$Y_{ijklmno} = \mu + \text{แสง}_i + \text{ต้น}_{j/i} + \text{ผล}_{k/ij} + \text{พู}_{l/ijk} + \text{ตำแหน่ง}_{m/ijkl}$$

เมื่อ

$Y_{ijklmno}$ = ค่าสังเกตจากอายุที่ระดับ i ต้นที่ระดับ j ผลที่ระดับ k พูที่ระดับ l และตำแหน่งที่ระดับ m

μ = ค่าเฉลี่ยร่วม

แสง_i = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยการได้รับแสง ที่ระดับ i เมื่อ i = การได้รับแสงตามปกติ และการได้รับการพร่างแสงระยะสั้น 1 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุ 106 วันหลังดอกบาน

$\text{ต้น}_{j/i}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยต้นทุเรียน ที่ระดับ j ที่ซ่อนอยู่ในระดับ i เมื่อ $j = 1, 2, 3$ และ 4

$\text{ผล}_{k/ij}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยผลทุเรียน ที่ระดับ k ที่ซ่อนอยู่ในระดับ i และ j เมื่อ $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ และ 10

$\text{พู}_{l/ijk}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยพูทุเรียน ที่ระดับ l ที่ซ่อนอยู่ในระดับ ij และ k เมื่อ $l = 1, 2$ และ 3

$\text{ตำแหน่ง}_{m/ijkl}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยตำแหน่งทุเรียน ที่ระดับ m ที่ซ่อนอยู่ในระดับ $ijkl$ และ l เมื่อ $m = 1, 2$ และ 3

รูปแบบทางสถิติในการทดลองที่ 2.3 คือ

$$Y_{ijklmno} = \mu + \text{แสง}_i + \text{ต้น}_{j/i} + \text{ผล}_{k/ij} + \text{พู}_{l/ijk} + \text{ตำแหน่ง}_{m/ijkl}$$

เมื่อ

$Y_{ijklmno}$ = ค่าสังเกตจากอายุที่ระดับ i ต้นที่ระดับ j ผลที่ระดับ k พูที่ระดับ l และตำแหน่งที่ระดับ m

μ = ค่าเฉลี่ยร่วม

แสง_i = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยการได้รับแสง ที่ระดับ i เมื่อ i = การได้รับแสงตามปกติ และการได้รับแสงปกติภายหลังการได้รับการพร่างแสง

$\text{ต้น}_{j/i}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยต้นทุเรียน ที่ระดับ j ที่ซ่อนอยู่ในระดับ i เมื่อ $j = 1, 2, 3$ และ 4

$\mu_{k/ij}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยผลทุเรียน ที่ระดับ k ที่ซ้อนอยู่ในระดับ i และ j เมื่อ $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ และ 10

$\mu_{l/ijk}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยทุเรียน ที่ระดับ l ที่ซ้อนอยู่ในระดับ ij และ k เมื่อ $l = 1, 2$ และ 3

ตำแหน่ง $m/ijkl$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยตำแหน่งทุเรียน ที่ระดับ m ที่ซ้อนอยู่ในระดับ ijk และ l เมื่อ $m = 1, 2$ และ 3

การวิเคราะห์ผลในการทดลองส่วนที่ 3

รูปแบบทางสถิติของการวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design ที่จัดตั้งทดลองแบบ multi-stage nested experiment ในการทดลองที่ 3.1 และ 3.2 คือ

$$Y_{ijkl} = \mu + \text{เอทيفون}_{i} + \text{ผล}_{j/i} + \mu_{k/ij} + \text{ตำแหน่ง}_{l/ijk}$$

เมื่อ

Y_{ijkl} = ค่าสังเกตจากเอทيفونที่ระดับ i ผลที่ระดับ j ทุที่ระดับ k และตำแหน่งที่ระดับ l

μ = ค่าเฉลี่ยร่วม

อายุ _{i} = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยความเข้มข้นของเอทيفون ที่ระดับ i เมื่อ $i = 0$ และ 48%

ผล _{j/i} = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยผลทุเรียน ที่ระดับ j ที่ซ้อนอยู่ในระดับ i เมื่อ $j = 1, 2, 3, \dots$

28

$\mu_{k/ij}$ = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยทุเรียน ที่ระดับ k ที่ซ้อนอยู่ในระดับ i และ j เมื่อ $k = 1, 2$ และ 3

ตำแหน่ง l/ijk = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยตำแหน่งทุเรียน ที่ระดับ l ที่ซ้อนอยู่ในระดับ ijk และ k เมื่อ $l = 1, 2$ และ 3

โดยการทดลองที่ 3.1 ใช้ผลทุเรียนที่อายุ 106 วันหลังดอกบาน แต่การทดลองที่ 3.2 ใช้ผลทุเรียนที่อายุ 113 วันหลังดอกบาน

สถานที่ทำการวิจัย

1. สวนทุเรียนในตำบลซึ้ง อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี
2. ศูนย์วิจัยพืชสวนจังหวัดจันทบุรี ตำบลตะปอนน้อย อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี
3. ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาทำการทดลอง

กุมภาพันธ์ 2549 – พฤษภาคม 2550

ผลและวิจารณ์

ผล

การทดลองที่ 1 ผลของอายุเก็บเกี่ยวต่อลักษณะการสุกไม่สม่ำเสมอของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

การทดลองผลของอายุเก็บเกี่ยวต่อการสุกไม่สม่ำเสมอได้ตรวจสอบการสุกไม่สม่ำเสมอเป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะวัตถุวิสัย (objective) หรือลักษณะเชิงคุณภาพที่สามารถตรวจวัดเป็นปริมาณ ตัวเลขได้และลักษณะจิตวิสัย (subjective) หรือลักษณะที่สามารถตรวจวัดด้วยการสัมผัสด้วยมือ และการชิม เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปเมื่อผลไม้สุกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหลายด้าน เช่น มีการอ่อนนุ่มของเนื้อผล มีการเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาล และการเปลี่ยนแปลงสี เป็นต้น ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงได้ตรวจสอบลักษณะวัตถุวิสัยเมื่อผลสุก ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และความแน่นเนื้อ โดยใช้ค่าความแปรปรวนของทั้งสองลักษณะดังกล่าวมาเป็นตัวแทนอธิบายการสุกไม่สม่ำเสมอ โดยถือว่าหากมีความแปรปรวนสูง หมายความว่ามีการสุกไม่สม่ำเสมอมาก และหากมีค่าความแปรปรวนต่ำ หมายความว่ามีการสุกไม่สม่ำเสมอ น้อย อีกทั้งยังได้ตรวจสอบน้ำหนักแห้งของเนื้อผลทุเรียนเพื่อเปรียบเทียบความแปรปรวนหรือความสม่ำเสมอของการสะสมอาหารระหว่างการพัฒนาของผลด้วย สำหรับลักษณะจิตวิสัยที่ตรวจสอบ คือการให้คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อ โดยการสัมผัสด้วยมือเมื่อทุเรียนสุก และเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะวัตถุวิสัยกับลักษณะจิตวิสัย

จากการทดลองพบว่าด้านลักษณะวัตถุวิสัยของเนื้อทุเรียนสุกที่อายุเก็บเกี่ยวต่างกัน (106 และ 113 วันหลังดอกบาน) มีค่าน้ำหนักแห้ง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นเมื่อผลทุเรียนมีอายุมากขึ้น แต่ความแน่นเนื้อของผลทุเรียนทั้งสองอายุไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) และเห็นได้ว่าลักษณะวัตถุวิสัยทั้งสามลักษณะอาจมีความสม่ำเสมอยิ่งขึ้นเมื่อผลทุเรียนมีอายุมากขึ้น เพราะค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะวัตถุวิสัยทั้งสามมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 1 น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนอายุ 106 และ 113 วันหลังดอกบาน (DAA)

ลักษณะวัตถุวิสัยที่ตรวจสอบ	106 DAA	113 DAA	P-value ¹
น้ำหนักแห้ง (%)	31.0	39.1	< 0.0001
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.75	2.27	
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)	24.4	29.4	< 0.0001
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.43	2.22	
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน/ตารางเซนติเมตร)	9.0	8.3	0.34
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.64	2.23	

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนของแต่ละลักษณะวัตถุวิสัย (ตารางที่ 2) ซึ่งสามารถแยกความแปรปรวนโดยรวมออกเป็นความแปรปรวนในส่วนต้น ผล พู และตำแหน่ง โดยองค์ประกอบของความแปรปรวนดังกล่าวสามารถคิดเป็นค่าร้อยละ และผลรวมของค่าร้อยละในส่วนต้น ผล พู และตำแหน่งจะเท่ากับ 100 (ตารางที่ 2) พบว่าองค์ประกอบความแปรปรวนของค่าน้ำหนักแห้งและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีส่วนขององค์ประกอบความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ คล้ายคลึงกัน โดยมีองค์ประกอบของความแปรปรวนระหว่างตำแหน่งภายในพูเดียวกันมากที่สุด รองลงมาเป็นความแปรปรวนระหว่างผลภายในต้นเดียวกัน ความแปรปรวนระหว่างต้น ตามลำดับ และไม่พบความแปรปรวนระหว่างพูภายในผลเดียวกัน ซึ่งต่างจากองค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อ ที่พบว่ามีค่าความแปรปรวนระหว่างตำแหน่งภายในพูเดียวกันมากที่สุด รองลงมาเป็นความแปรปรวนระหว่างผลภายในต้นเดียวกัน ความแปรปรวนระหว่างพูภายในผลเดียวกัน และความแปรปรวนระหว่างต้น ตามลำดับ จากทั้งสามลักษณะสังเกตเห็นได้ชัดว่าเนื้อทุเรียนสุกมีความไม่สม่ำเสมอระหว่างตำแหน่งมากที่สุดทั้งในด้านการสะสมอาหารในระหว่างการพัฒนาผล ความหวาน และความอ่อนนุ่มเมื่อผลทุเรียนสุก โดยสังเกตจากองค์ประกอบความแปรปรวนในส่วนตำแหน่งค่าน้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อ ตามลำดับ

ตารางที่ 2 องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และ ความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนสุก

แหล่งของ ความ แปรปรวน	น้ำหนักแห้ง		ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้		ความแน่นเนื้อ	
	องค์ประกอบความ แปรปรวน	%	องค์ประกอบความ แปรปรวน	%	องค์ประกอบความ แปรปรวน	%
ต้น	1.17	17.5	0.35	6.3	0.17	2.8
ผล	1.57	23.4	1.49	27.0	1.98	32.6
พู	0	0	0	0	0.34	5.6
ตำแหน่ง	3.96	59.1	3.69	66.7	3.58	59.0
รวม	6.7	100	5.53	100	6.07	100

จากตารางที่ 2 ข้างต้นได้แยกองค์ประกอบความแปรปรวนแต่ละลักษณะวัตถุวิสัยเป็น องค์ประกอบความแปรปรวนแต่ละอายุเก็บเกี่ยวเพื่อเปรียบเทียบความแปรปรวนระหว่างอายุเก็บเกี่ยว พบว่า ในด้านน้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 3) พบว่าผลทุเรียนที่อายุมากขึ้นมีความแปรปรวน โดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง อาจเพราะแหล่งความแปรปรวนในส่วนผลและตำแหน่งมีความแปรปรวนลดลงเมื่อผลทุเรียนมีอายุมากขึ้น แต่ไม่พบความแปรปรวนในส่วนพู ซึ่งหมายความว่า ผลทุเรียนที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน แต่ละพูภายในผลมีน้ำหนักแห้งหรือมีอาหารสะสมไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งในแต่ละอายุผล

แหล่งของความ แปรปรวน	องค์ประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	106 DAA	113 DAA	
ต้น	1.46 (16.8)	0.88 (15.0)	
ผล	2.49 (28.7)	0.94 (16.1)	
พู	0 (0)	0 (0)	
ตำแหน่ง	4.74 (54.6)	4.01 (68.9)	
รวม	8.69 (100)	5.84 (100)	0.00016

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ตารางที่ 4) พบว่าเมื่อผลทุเรียนมีอายุมากขึ้น ความแปรปรวนโดยรวมมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความแปรปรวนในส่วนผลที่ลดลงเมื่ออายุผลมากขึ้น กล่าวคือผลทุเรียนภายในต้นเดียวกันอาจมีความหวานใกล้เคียงกันยิ่งขึ้น เมื่อปล่อยให้ผลทุเรียนมีอายุผลบนต้นมากขึ้น นอกจากนั้นยังไม่พบความแปรปรวนในส่วนพู เช่นเดียวกับค่าน้ำหนักแห้ง ซึ่งหมายความว่าผลทุเรียนที่อายุเกือบจะเดียวกัน แต่ละพูภายในผลเดียวกันมีความหวานใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4 องค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในแต่ละอายุผล

แหล่งของความแปรปรวน	องค์ประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	106 DAA	113 DAA	
ต้น	0.69 (10.1)	0.02 (0.3)	
ผล	2.03 (29.6)	1.24 (23.0)	
พู	0 (0)	0 (0)	
ตำแหน่ง	4.13 (60.3)	4.14 (76.7)	
รวม	6.85 (100)	5.40 (100)	0.0498

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ส่วนด้านความแน่นเนื้อ (ตารางที่ 5) พบว่าเมื่อผลทุเรียนมีอายุมากขึ้นทำให้ความแปรปรวนโดยรวมหรือความสม่ำเสมอของความแน่นเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง อาจเป็นเพราะแหล่งความแปรปรวนในส่วนผลและพูมีความแปรปรวนลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจสอบลักษณะจิตวิสัยของเนื้อทุเรียนสุกด้วยการให้คะแนนความไม่สม่ำเสมอโดยใช้มือสัมผัส (ตารางที่ 6) ที่พบว่า ผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน มีคะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสลดลงเป็น 1.98 คะแนน หรือมีการสุกไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสเล็กน้อย เมื่อเทียบกับผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน ที่มีคะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสเท่ากับ 2.58 คะแนน หรือมีการสุกไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสปานกลาง

ตารางที่ 5 องค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อในแต่ละอายุผล

แหล่งของความแปรปรวน	องค์ประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	106 DAA	113 DAA	
ต้น	0.16 (2.3)	0.18 (3.5)	
ผล	2.76 (39.0)	1.19 (23.5)	
พุ่ม	0.61 (8.6)	0.07 (1.4)	
ตำแหน่ง	3.56 (50.1)	3.61 (71.6)	
รวม	7.10 (100)	5.04 (100)	0.0006

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 6 คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสของทุเรียนที่อายุ 106 และ 113 วันหลังดอกบาน

ลักษณะจิตวิสัยที่ตรวจสอบ	106 DAA	113 DAA	P-value ¹
ความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัส (คะแนน)	2.58	1.98	< 0.0001
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.50	0.38	

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากที่กล่าวมาข้างต้น (ตารางที่ 3 4 และ 5) สังเกตเห็นได้ว่าเมื่อผลทุเรียนมีอายุมากขึ้น ความแปรปรวนโดยรวมมีค่าลดลงทั้งในด้านน้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อ หรือกล่าวได้ว่าเมื่อผลทุเรียนมีอายุมากขึ้นการสะสมอาหารในระหว่างการพัฒนาผล ความหวาน และการอ่อนนุ่มเมื่อผลทุเรียนสุกนั้นมีความสม่ำเสมอยิ่งขึ้น แต่มีข้อสังเกตว่าผลทุเรียนเมื่อมีอายุมากขึ้นกลับมีความแปรปรวนโดยรวมของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อเทียบความแปรปรวนโดยรวมของน้ำหนักแห้ง และความแน่นเนื้อที่มีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด

การทดลองที่ 2 ผลของการพร่างแสงและการได้รับแสงต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียน

2.1 ผลของการพร่างแสงระยะยาวต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

ในระหว่างการทำกรทดลองนี้ มีฝนตกชุกและโรคระบาด จึงทำให้ต้นทุเรียนที่สุ่มมาใช้ในการทดลองตาย อีกทั้งผลทุเรียนที่เก็บเกี่ยวถูกโรคเข้าทำลายไปบางส่วน ทำให้ในการทดลองดังกล่าวมีต้นทุเรียนเหลือเพียงสิ่งทดลองละ 2 ต้น และผลทุเรียนน้อยกว่าการทดลองอื่น

จากการตรวจสอบลักษณะวัตถุวิสัย (ตารางที่ 7) พบว่าการพร่างแสงระยะยาว 3 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุผล 113 วันหลังดอกบาน ทำให้น้ำหนักแห้งและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อทุเรียนลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเทียบกับผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ แต่เมื่อพิจารณาค่าความแน่นเนื้อกลับไม่มีความแตกต่างกันระหว่างสองสภาพการได้รับแสงดังกล่าว แต่เห็นได้ว่าลักษณะวัตถุวิสัยทั้งสามมีความไม่สม่ำเสมอยิ่งขึ้นเมื่อได้รับการพร่างแสงระยะยาว โดยสังเกตจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 7 น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติและต้นที่พร่างแสงระยะยาว 3 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุผล 113 วันหลังดอกบาน และบ่มจนสุก

ลักษณะวัตถุวิสัยที่ตรวจสอบ	แสงตามปกติ	พร่างแสง 3 สัปดาห์	P-value ¹
น้ำหนักแห้ง (%)	31.2	20.9	0.0004
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.91	2.27	
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)	25.1	20.1	0.0102
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.30	2.48	
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน/ตารางเซนติเมตร)	9.8	10.3	0.49
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.90	9.80	

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนในแต่ละลักษณะวัตถุวิสัย (ตารางที่ 8) ในด้านน้ำหนักแห้ง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบความแปรปรวนส่วนใหญ่อยู่ในส่วนตำแหน่ง รองลงมาคือ ผล และพู่ ตามลำดับ โดยไม่พบความแปรปรวนในส่วนต้นเช่นเดียวกัน แต่ในด้านความแน่นเนื้อ พบความแปรปรวนส่วนใหญ่อยู่ในส่วนตำแหน่ง รองลงมาคือ ต้น พู และผล ตามลำดับ อาจกล่าวโดยภาพรวมได้ว่า ในระหว่างการเจริญและการพัฒนาของผลนั้น ผลทุเรียนมีการสะสมอาหารไม่สม่ำเสมอระหว่างตำแหน่งภายในพุ่ม และมีการสะสมอาหารไม่สม่ำเสมอระหว่างพุ่มภายในผลบ้างเล็กน้อย

ตารางที่ 8 องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติและจากต้นที่พร่างแสงระยะยาว 3 สัปดาห์ ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุผล 113 วันหลังดอกบาน และบ่มจนสุก

แหล่งของความแปรปรวน	น้ำหนักแห้ง		ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้		ความแน่นเนื้อ	
	องค์ประกอบความแปรปรวน	%	องค์ประกอบความแปรปรวน	%	องค์ประกอบความแปรปรวน	%
ต้น	0	0	0	0	17.40	26.8
ผล	1.60	35.2	2.60	44.1	9.20	14.2
พู่	0.50	11.0	0.39	6.6	10.50	16.2
ตำแหน่ง	2.45	53.9	2.90	49.2	27.90	43.0
รวม	4.55	100	5.89	100	65.00	100

เมื่อนำความแปรปรวนในแต่ละลักษณะวัตถุวิสัยตามตารางที่ 8 มาแยกวิเคราะห์ความแปรปรวนในแต่ละสภาพการได้รับแสง (ตารางที่ 9 และ 10) พบว่าการพร่างแสงระยะยาวไม่มีผลให้ความแปรปรวนโดยรวมของน้ำหนักแห้งและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ แต่มีข้อสังเกตว่าทั้งสองลักษณะวัตถุวิสัยดังกล่าวอาจมีความแปรปรวนในส่วนผลเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับการพร่างแสงระยะยาว แม้ความแปรปรวนโดยรวมทั้งหมดจะไม่แตกต่างกัน โดยเป็นไปได้ว่าการพร่างแสงระยะยาวอาจมีผลลดการสังเคราะห์อาหารจนเกิดการแก่งแย่งเพื่อการเจริญและพัฒนาผล จึงทำให้แต่ละผลภายในต้นมีอาหารสะสม และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แตกต่างกันมาก สำหรับด้านความแน่นเนื้อ (ตารางที่ 11) พบว่าการพร่างแสงระยะยาวทำให้ความแปรปรวนโดยรวมของความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลทุเรียน

จากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ อาจเป็นเพราะความแปรปรวนที่มีค่ามากขึ้นในทุกส่วน ทั้งในส่วน ตำแหน่ง ผล พู และต้น

ตารางที่ 9 องค์กรประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน ในแต่ละสภาพการได้รับแสง

แหล่งของความแปรปรวน	องค์กรประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	ได้รับแสงตามปกติ	พรางแสง 3 สัปดาห์	
ต้น	0 (0)	0 (0)	
ผล	0.47 (12.5)	3.20 (55.2)	
พู	0.93 (24.7)	0.08 (1.4)	
ตำแหน่ง	2.38 (63.1)	2.51 (43.3)	
รวม	3.77 (100)	5.80 (100)	0.0526

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 10 องค์กรประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน ในแต่ละสภาพการได้รับแสง

แหล่งของความแปรปรวน	องค์กรประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	ได้รับแสงตามปกติ	พรางแสง 3 สัปดาห์	
ต้น	0 (0)	0 (0)	
ผล	1.56 (27.9)	4.15 (60.0)	
พู	0.91 (16.3)	0 (0)	
ตำแหน่ง	3.11 (55.5)	2.76 (39.9)	
รวม	5.60 (100)	6.92 (100)	0.21

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 11 องค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อของผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน ในแต่ละสภาพการได้รับแสง

แหล่งของความแปรปรวน	องค์ประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	ได้รับแสงตามปกติ	พรางแสง 3 สัปดาห์	
ต้น	0 (0)	35.46 (30.8)	
ผล	1.98 (12.6)	16.54 (14.4)	
พุ่ม	1.58 (10.1)	19.31 (16.8)	
ตำแหน่ง	12.11 (77.1)	43.73 (38.0)	
รวม	15.70 (100)	115.10 (100)	< 0.0001

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากข้อมูลลักษณะวัตถุวิสัยข้างต้นที่บ่งชี้ว่าการพรางแสงระยะยาวทำให้ความแน่นเนื้อของเนื้อทุเรียนไม่สม่ำเสมอเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 11) สอดคล้องกับการตรวจวัดคุณภาพเนื้อทุเรียนสุกด้วยลักษณะจิตวิสัยโดยการให้คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัส ที่พบว่าเนื้อทุเรียนจากต้นที่ได้รับการพรางแสงระยะยาวมีคะแนนการสุกไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสสูงกว่าผลจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสของทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติและทุเรียนจากต้นที่พรางแสง 3 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุผล 113 วันหลังดอกบาน

ลักษณะจิตวิสัยที่ตรวจสอบ	แสงตามปกติ	พรางแสง 3 สัปดาห์	P-value ¹
ความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัส (คะแนน)	2.09	2.67	< 0.001
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.66	0.48	

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2.2 ผลของการพรางแสงระยะสั้นต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

ในด้านลักษณะวัตถุวิสัย (ตารางที่ 13) พบว่า การพรางแสงระยะสั้น 1 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุผล 106 วันหลังดอกบาน ทำให้น้ำหนักแห้งของเนื้อผลลดลงเมื่อเทียบกับผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ สอดคล้องกับน้ำหนักแห้งของใบที่ลดลงเมื่ออยู่ในสภาพพรางแสงเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 14) สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แม้ไม่แตกต่างกันระหว่างผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติกับผลจากต้นที่ได้รับการพรางแสง แต่มีแนวโน้มลดลงเมื่อต้นทุเรียนได้รับการพรางแสง ส่วนด้านความแน่นเนื้อของเนื้อทุเรียนสุกกลับไม่มีความแตกต่างกันระหว่างสองสภาพการได้รับแสง แต่มีแนวโน้มที่ความแน่นเนื้อจะเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับการพรางแสง (ตารางที่ 13) และเห็นได้ว่าลักษณะวัตถุวิสัยทั้งสามมีความไม่สม่ำเสมอยิ่งขึ้นเมื่อได้รับการพรางแสงระยะสั้น เพราะค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 13 น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติและต้นที่พรางแสง 1 สัปดาห์ ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุผล 106 วัน หลังดอกบาน และบ่มจนสุก

ลักษณะวัตถุวิสัยที่ตรวจสอบ	แสงตามปกติ	พรางแสง 1 สัปดาห์	<i>P</i> -value ¹
น้ำหนักแห้ง (%)	30.6	27.9	0.03
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.91	3.15	
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)	24.6	22.9	0.053
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.17	2.27	
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน/ตารางเซนติเมตร)	8.7	10.3	0.096
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.68	4.16	

¹*P*-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 14 น้ำหนักแห้งของใบทุเรียนก่อนและหลังทำการทดลองจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ และต้นที่พรางแสง 1 สัปดาห์

ลักษณะการได้รับแสง	น้ำหนักแห้งของใบทุเรียน (%)	
	ก่อนทำการทดลอง	หลังทำการทดลอง
ต้นที่ได้รับแสงตามปกติ	37.4	37.9
ต้นที่พรางแสง	36.8	35.6
<i>P</i> -value ¹	0.38	< 0.001

¹*P*-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะวัตถุวิสัยต่างๆ (ตารางที่ 15) พบว่าองค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งส่วนใหญ่อยู่ในส่วนตำแหน่ง ร่องลงมา คือ ความแปรปรวนในส่วนผล และต้น ตามลำดับ แต่ไม่พบความแปรปรวนในส่วนพู สำหรับองค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ส่วนใหญ่มาจากความแปรปรวนในส่วนตำแหน่ง ร่องลงมา คือ ความแปรปรวนในส่วนต้น และผล ตามลำดับ โดยที่ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในส่วนต้นและผล มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 0.87 และ 0.84 ตามลำดับ อีกทั้งไม่พบความแปรปรวนในส่วนพูเช่นเดียวกับด้านน้ำหนักแห้ง ส่วนองค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อส่วนใหญ่อยู่ในส่วนตำแหน่ง ร่องลงมา คือ ความแปรปรวนในส่วนผล พู และต้น ตามลำดับ แสดงว่าเมื่อผลทุเรียนสุกมักพบความแตกต่างของความแน่นเนื้อระหว่างผล ระหว่างพูภายในผลเดียวกัน และระหว่างต้น ตามลำดับ และเมื่อผลสุกก็มีความหวาน และการอ่อนนุ่มระหว่างตำแหน่งภายในพูแตกต่างกัน โดยสังเกตจากความแปรปรวนส่วนตำแหน่งของน้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อตามลำดับ ส่วนการสุกไม่สม่ำเสมอระหว่างพูนั้นพบเฉพาะการสุกไม่สม่ำเสมอของความแน่นเนื้อเท่านั้น

ตารางที่ 15 องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติและจากต้นที่พรางแสง 1 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว ที่อายุผล 106 วันหลังดอกบาน และบ่มจนสุก

แหล่งของความแปรปรวน	น้ำหนักแห้ง		ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้		ความแน่นเนื้อ	
	องค์ประกอบความแปรปรวน	%	องค์ประกอบความแปรปรวน	%	องค์ประกอบความแปรปรวน	%
ต้น	1.48	15.3	0.87	16.9	0.90	7.2
ผล	3.96	41.0	0.84	16.3	3.01	24.0
พู	0	0	0	0	1.50	11.9
ตำแหน่ง	4.22	43.7	3.45	66.9	7.12	56.8
รวม	9.66	100	5.16	100	12.53	100

เมื่อนำองค์ประกอบความแปรปรวนในแต่ละลักษณะวัตถุวิสัยตามตารางที่ 15 มาแยกพิจารณาเป็นองค์ประกอบความแปรปรวนในแต่ละสภาพการได้รับแสง พบว่าผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติและผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับการพรางแสงมีความแปรปรวนโดยรวมของน้ำหนักแห้ง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 16 และ 17) หรือผลทุเรียน

ตารางที่ 16 องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน ในแต่ละสภาพการได้รับแสง

แหล่งของความแปรปรวน	องค์ประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	ได้รับแสงตามปกติ	พรางแสง 1 สัปดาห์	
ต้น	1.55 (16.4)	1.42 (13.6)	
ผล	3.53 (37.4)	4.52 (43.4)	
พู	0 (0)	0 (0)	
ตำแหน่ง	4.36 (46.2)	4.49 (43.0)	
รวม	9.44 (100)	10.44 (100)	0.067

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ทั้งสองสภาพการได้รับแสง โดยภาพรวมมีความไม่สม่ำเสมอของการสะสมอาหารในระหว่างการพัฒนาผล และมีความไม่สม่ำเสมอของความหวานเมื่อผลสุก ไม่แตกต่างกันระหว่างทั้งสองสภาพการได้รับแสง แต่มีข้อสังเกตว่าการพร่างแสงอาจส่งผลให้ความแปรปรวนในส่วนผลสูงกว่าผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ กล่าวคือ หากต้นทุเรียนได้รับแสงไม่เพียงพอ อาจทำให้แต่ละผลภายในต้นเดียวกันมีคุณภาพแตกต่างกันมากกว่าผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ

ตารางที่ 17 องค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน ในแต่ละสภาพการได้รับแสง

แหล่งของความแปรปรวน	องค์ประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	ได้รับแสงตามปกติ	พร่างแสง 1 สัปดาห์	
ต้น	0.68 (12.0)	1.03 (18.2)	
ผล	0.78 (13.8)	1.17 (20.6)	
พู	0 (0)	0 (0)	
ตำแหน่ง	4.23 (77.2)	3.48 (61.2)	
รวม	5.70 (100)	5.68 (100)	0.203

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สำหรับองค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อของเนื้อทุเรียนสุก (ตารางที่ 18) พบว่าการพร่างแสง 1 สัปดาห์ ให้ความแปรปรวนโดยรวมหรือความไม่สม่ำเสมอของความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ อาจเป็นเพราะความแปรปรวนหรือการสุกไม่สม่ำเสมอในส่วนผล พู และตำแหน่งที่เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับการพร่างแสงระยะสั้น และอาจกล่าวได้ว่าการพร่างแสงระยะสั้นทำให้เกิดการสุกไม่สม่ำเสมอของความแน่นเนื้อภายในผล (ทั้งการสุกไม่สม่ำเสมอของความแน่นเนื้อระหว่างตำแหน่งภายในพู และระหว่างพูภายในผล) นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิดการสุกไม่สม่ำเสมอของความแน่นเนื้อระหว่างผลเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน

ตารางที่ 18 องค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน ในแต่ละสภาพการได้รับแสง

แหล่งของความแปรปรวน	องค์ประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	ได้รับแสงตามปกติ	พร่างแสง 1 สัปดาห์	
ต้น	0.82 (11.1)	0.98 (5.6)	
ผล	2.60 (35.1)	3.43 (19.4)	
พู	0.58 (8.0)	2.41 (13.7)	
ตำแหน่ง	3.40 (45.9)	10.83 (61.4)	
รวม	7.42 (100)	17.65 (100)	< 0.0001

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากที่กล่าวมาข้างต้น (ตารางที่ 16 17 และ 18) สังเกตเห็นได้ว่าความแปรปรวนโดยรวมหรือความไม่สม่ำเสมอโดยรวมของน้ำหนักแห้ง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างผลทุเรียนทั้งสองสภาพการได้รับแสง แต่การพร่างแสงมีผลให้ความแน่นเนื้อไม่สม่ำเสมอเพิ่มขึ้นเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจสอบลักษณะจิตวิสัย (ตารางที่ 19) ที่พบว่า การพร่างแสงทำให้คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสของเนื้อทุเรียนเท่ากับ 2.67 คะแนน ซึ่งมีค่าสูงกว่าผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่มีค่าความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสเท่ากับ 2.53 คะแนน

ตารางที่ 19 คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสของทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติและผลทุเรียนจากต้นที่พร่างแสง 1 สัปดาห์ ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุผล 106 วันหลังดอกบาน

ลักษณะจิตวิสัยที่ตรวจสอบ	แสงตามปกติ	พร่างแสง 1 สัปดาห์	P-value ¹
ความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัส (คะแนน)	2.53	2.67	0.031
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.5	0.5	

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2.2 ผลของการได้รับแสงตามปกติภายหลังจากการได้รับการพร่างแสงต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

จากการทดลองเรื่องปัจจัยแสงที่ผ่านมามีไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับการสุกไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นในการทดลองนี้จึงไม่ได้ตรวจวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

จากการทดลอง พบว่าเนื้อทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติภายหลังจากการพร่างแสง 1 สัปดาห์ มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 35.03 % ซึ่งยังคงมีค่าต่ำกว่าผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติมาโดยตลอดที่มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 37.9 % แต่ในด้านความแน่นเนื้อของเนื้อทุเรียนสุก พบว่าทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติโดยตลอดกับทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติภายหลังจากการพร่างแสงมีความแน่นเนื้อไม่ต่างกัน (ตารางที่ 20) และเห็นได้ว่าลักษณะวัตถุวิสัยทั้งสองของทั้งสองสภาพการได้รับแสงมีความไม่สม่ำเสมอพอกัน โดยสังเกตจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 20 น้ำหนักแห้ง และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบานจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติโดยตลอด และผลจากต้นที่พร่างแสง 1 สัปดาห์ก่อนได้รับแสงตามปกติ

ลักษณะวัตถุวิสัยที่ตรวจสอบ	รับแสงปกติ โดยตลอด	พร่างแสงก่อนได้รับ แสงตามปกติ	P-value ¹
น้ำหนักแห้ง (%)	37.9	35.0	0.0081
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.56	2.40	
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน/ตารางเซนติเมตร)	8.3	8.6	0.703
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.33	2.32	

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง และความแน่นเนื้อของ ทั้งสองสภาพการได้รับแสง (ตารางที่ 21) พบว่าความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งส่วนใหญ่อยู่ใน ส่วนตำแหน่ง ผล และต้น ตามลำดับ แต่ไม่พบองค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งใน ส่วนพู หมายความว่า แต่ละพูในผลเดียวกันมีน้ำหนักแห้งไม่ต่างกัน สำหรับแหล่งความแปรปรวน ของความแน่นเนื้อส่วนใหญ่อยู่ในส่วนตำแหน่ง รองลงมาเป็น ผล ต้น และพู ตามลำดับ หมายความว่า จะพบลักษณะการสุกไม่สม่ำเสมอของความแน่นเนื้อระหว่างตำแหน่งภายในพู เดียวกันมากที่สุด รองลงมาเป็นความต่างกันระหว่างผล ระหว่างต้น และระหว่างพูภายในผล ตามลำดับ

ตารางที่ 21 องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง และความแน่นเนื้อของผลทุเรียนที่อายุ 113 วันหลังดอกบาน จากต้นที่ได้แสงในสภาพต่างกัน (ได้รับแสงตามปกติโดยตลอด กับได้รับการพรางแสงก่อนได้รับแสงตามปกติ)

แหล่งของ ความ แปรปรวน	น้ำหนักแห้ง		ความแน่นเนื้อ	
	องค์ประกอบความ แปรปรวน	%	องค์ประกอบความ แปรปรวน	%
ต้น	0.86	13.4	0.87	15.2
ผล	1.90	29.7	1.05	18.5
พู	0	0	0.51	9.0
ตำแหน่ง	3.64	56.9	3.24	57.3
รวม	6.40	100	5.67	100

เมื่อนำองค์ประกอบความแปรปรวนของทั้งน้ำหนักแห้งและความแน่นเนื้อจากตาราง ที่ 21 มาแยกเป็นองค์ประกอบความแปรปรวนในแต่ละสภาพการได้รับแสง พบว่าองค์ประกอบ ความแปรปรวนโดยรวมของน้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 22) และความแน่นเนื้อ (ตารางที่ 23)ระหว่าง สองสภาพการได้รับแสงดังกล่าวไม่ต่างกัน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการให้ต้นทุเรียนกลับมาได้รับแสง ตามปกติตั้งเดิมนั้นช่วยลดความรุนแรงของอาการสุกไม่สม่ำเสมอไม่ให้มีอาการรุนแรงเกินกว่าผล ที่ได้รับแสงตามปกติโดยตลอด แม้ยังพบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อระหว่างพูภายในผล เดียวกันอยู่บ้าง เมื่อเทียบกับผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติโดยตลอดที่มีความแน่นเนื้อ สม่ำเสมอดีระหว่างพูภายในผล แต่เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพโดยรวมของความแน่นเนื้อ (สังเกตจาก

ผลรวมองค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อ) ผลทุเรียนทั้งสองสภาพการได้รับแสงมีความสม่ำเสมอด้านความแน่นเนื้อใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจสอบลักษณะจิตวิสัยโดยการให้คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อด้วยการใช้มือสัมผัส (ตารางที่ 24) ที่พบว่าผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติกับผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับการพรางแสงก่อนกลับมาได้รับแสงตามปกติดั้งเดิมมีคะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 22 องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของเนื้อผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน จากต้นที่ได้รับแสงตามปกติโดยตลอดกับผลทุเรียนจากต้นที่พรางแสงก่อน 1 สัปดาห์แล้วจึงกลับมาให้รับแสงตามปกติอีก 1 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว

แหล่งของความแปรปรวน	องค์ประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	รับแสงตามปกติโดยตลอด	พรางแสงก่อนได้รับแสงตามปกติ	
ต้น	1.32 (17.2)	0.40 (6.8)	
ผล	1.81 (23.8)	2.10 (35.6)	
พู	0 (0)	0.24 (4.0)	
ตำแหน่ง	4.51 (59.0)	3.16 (53.6)	
รวม	7.64 (100)	5.89 (100)	0.1085

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 23 องค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อของผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน จากต้นที่ได้รับแสงตามปกติโดยตลอดกับผลทุเรียนจากต้นที่พรางแสงก่อน 1 สัปดาห์แล้วจึงกลับมาให้รับแสงตามปกติอีก 1 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว

แหล่งของความแปรปรวน	องค์ประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	รับแสงตามปกติโดยตลอด	พรางแสงก่อนได้รับแสงตามปกติ	
ต้น	1.30 (22.5)	0.45 (6.6)	
ผล	1.21 (20.8)	0.88 (15.8)	
พู	0.09 (1.5)	0.94 (16.5)	
ตำแหน่ง	3.20 (55.2)	3.27 (59.1)	
รวม	5.80 (100)	5.54 (100)	0.47

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 24 คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสของทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติโดยตลอดกับทุเรียนที่ได้รับการพรางแสง 1 สัปดาห์ และกลับมาได้รับแสงตามปกติอีก 1 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวที่อายุ 113 วันหลังดอกบาน

ลักษณะจิตวิสัยที่ตรวจสอบ	รับแสงปกติ	พรางแสงก่อนได้รับ	P-value ¹
	โดยตลอด	แสงตามปกติ	
ความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัส (คะแนน)	2.06	2.04	0.78
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.40	0.46	

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การทดลองที่ 3 ผลของเอทิฟอนต่อการลดการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

3.1 ผลของเอทิฟอนต่อการลดการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน

จากการทดลองพบว่าผลทุเรียนที่นำมาใช้ในการทดลองมีน้ำหนักแห้ง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันระหว่างสิ่งทดลอง แต่การใช้เอทิฟอนความเข้มข้น 48% ป้ายข้าวผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน ทำให้เนื้อผลทุเรียนสุกมีความแน่นเนื้อลดลง เท่ากับ 7.4 นิวตัน/ตารางเซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่าผลทุเรียนที่ไม่ใช้เอทิฟอนป้ายข้าวผล โดยมีความแน่นเนื้อ เท่ากับ 8.9 นิวตัน/ตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 25)

ตารางที่ 25 น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน ที่ใช้เอทิฟอนความเข้มข้น 0 และ 48% ป้ายข้าวผลหลังการเก็บเกี่ยว

ลักษณะวัตถุวิสัยที่ตรวจสอบ	เอทิฟอน 0 %	เอทิฟอน 48 %	<i>P</i> -value ¹
น้ำหนักแห้ง (%)	32.4	32.9	0.55
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.58	3.14	
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)	25.9	25.2	0.18
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.88	2.92	
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน/ตารางเซนติเมตร)	8.9	7.4	0.0003
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.20	3.15	

¹*P*-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สำหรับการทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบผลของเอทิฟอนต่อการลดการสุกไม่สม่ำเสมอ ฉะนั้นจึงไม่คำนึงถึงความแปรปรวนหรือความไม่สม่ำเสมอของการสะสม (น้ำหนักแห้ง) ระหว่างการพัฒนาของผลอีก ด้วยเหตุนี้จึงวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะ

วัตถุประสงค์เฉพาะด้านปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อเท่านั้น พบว่าความแปรปรวนส่วนใหญ่ของทั้งความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในส่วนตำแหน่งรองลงมาเป็นผล และไม่พบความแปรปรวนในส่วนพู (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26 องค์กรประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน เมื่อผลสุก

แหล่ง ความ แปรปรวน	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้		ความแน่นเนื้อ	
	องค์กรประกอบความ แปรปรวน	%	องค์กรประกอบความ แปรปรวน	%
ผล	3.27	40.4	4.14	40.6
พู	0	0	0	0
ตำแหน่ง	5.24	61.6	6.06	59.4
รวม	8.51	100	10.20	100

และเมื่อนำองค์กรประกอบความแปรปรวนทั้งด้านปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และความแน่นเนื้อข้างต้นมาแยกพิจารณาเป็นองค์กรประกอบความแปรปรวนในแต่ละระดับความเข้มข้นของเอทิฟอน พบว่าการใช้เอทิฟอนความเข้มข้น 48 % ป้ายข้าวผลทุเรียน ไม่สามารถลดความแปรปรวนโดยรวมหรือการสุกไม่สม่ำเสมอโดยรวมของทั้งปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อลงได้ (ตารางที่ 27 และ 28) ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจสอบลักษณะจิตวิสัยด้วยการให้คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อทุเรียน โดยใช้มือสัมผัสที่พบว่าการใช้หรือไม่ใช้เอทิฟอนที่ความเข้มข้น 48 % มีการสุกไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 29) และแม้ว่าความแปรปรวนทั้งปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันระหว่างการใช้หรือไม่ใช้เอทิฟอน แต่มีข้อสังเกตว่าการใช้เอทิฟอนความเข้มข้น 48 % อาจช่วยลดความแปรปรวนในส่วนตำแหน่งได้ทั้งในด้านปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และความแน่นเนื้อ (ตารางที่ 27 และ 28) และในทางกลับกันเอทิฟอนอาจทำให้ความแปรปรวนในส่วนผลเพิ่มขึ้นได้

ตารางที่ 27 องค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อผลทุเรียน อายุ 106 วันหลังดอกบาน ในแต่ละระดับความเข้มข้นของเอทิลฟอนที่ใช้ป้ายข้าวผล

แหล่งของความแปรปรวน	องค์ประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	เอทิลฟอน 0 %	เอทิลฟอน 48 %	
ผล	2.67 (28.4)	4.22 (46.8)	
พุ่ม	0 (0)	0 (0)	
ตำแหน่ง	6.74 (71.6)	4.81 (53.2)	
รวม	9.41 (100)	9.03 (100)	0.427

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 28 องค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน ในแต่ละระดับความเข้มข้นของเอทิลฟอนที่ใช้ป้ายข้าวผล

แหล่งของความแปรปรวน	องค์ประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	เอทิลฟอน 0 %	เอทิลฟอน 48 %	
ผล	3.55 (30.7)	4.88 (48.4)	
พุ่ม	0 (0)	0.66 (6.6)	
ตำแหน่ง	8.02 (69.3)	4.55 (45.0)	
รวม	11.57 (100)	10.09 (100)	0.413

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 29 คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสของทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน ที่ใช้เอทิฟอนความเข้มข้น 0 และ 48 % ป้ายข้าวหลังการเก็บเกี่ยว

ลักษณะจิตวิสัยที่ตรวจสอบ	เอทิฟอน 0 %	เอทิฟอน 48 %	P-value ¹
ความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัส (คะแนน)	2.43	2.51	0.38
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.52	0.57	

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3.2 ผลของเอทิฟอนต่อการลดการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน

ด้านลักษณะวัตถุวิสัย พบว่าผลทุเรียนที่นำมาใช้มีน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันระหว่างสิ่งทดลอง แม้ผลทุเรียนที่สุกด้วยการบ่มเอทิฟอนจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าผลทุเรียนที่สุกตามธรรมชาติเล็กน้อย และการใช้เอทิฟอนสามารถลดความแน่นเนื้อได้ (ตารางที่ 30)

ตารางที่ 30 น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน ที่ใช้เอทิฟอนความเข้มข้น 0 และ 48 % ป้ายข้าวหลังการเก็บเกี่ยว

ลักษณะวัตถุวิสัยที่ตรวจสอบ	เอทิฟอน 0 %	เอทิฟอน 48 %	P-value ¹
น้ำหนักแห้ง (%)	39.0	39.3	0.589
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.67	2.15	
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)	29.7	28.2	0.0002
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.43	2.00	
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน/ตารางเซนติเมตร)	8.1	6.7	0.0002
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.38	2.40	

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ และความแน่นเนื้อในแต่ละลักษณะวัตถุวิสัย (ตารางที่ 31) พบว่าองค์ประกอบของความแปรปรวนส่วนใหญ่อยู่ในส่วนตำแหน่ง รองลงมา คือ ผล และ พู ตามลำดับ ยกเว้นในด้านปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ได้ที่ไม่พบความแปรปรวนในส่วนพู

ตารางที่ 31 องค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนอายุ 113 หลังดอกบาน ในทุกระดับความเข้มข้นของเอทิฟอนที่ใช้ป้ายข้าวผลหลังการเก็บเกี่ยว

แหล่ง ความ แปรปรวน	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้		ความแน่นเนื้อ	
	องค์ประกอบความ แปรปรวน	%	องค์ประกอบความ แปรปรวน	%
ผล	1.63	33.5	1.04	17.8
พู	0	0	1.02	17.5
ตำแหน่ง	3.39	67.5	3.77	64.7
รวม	5.02	100	5.83	100

เมื่อนำองค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และความแน่นเนื้อจากตารางที่ 31 มาแยกพิจารณาเป็นองค์ประกอบความแปรปรวนในแต่ละระดับความเข้มข้นของเอทิฟอน ในด้านปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ตารางที่ 32) พบว่าการใช้เอทิฟอน 48 % สามารถลดความแปรปรวนโดยรวมหรือการสุกไม่สม่ำเสมอได้ อาจเป็นเพราะการใช้เอทิฟอนที่ความเข้มข้นดังกล่าวไปลดความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในส่วนตำแหน่ง สำหรับด้านความแน่นเนื้อ (ตารางที่ 33) กลับพบว่า การใช้เอทิฟอนที่ความเข้มข้น 48 % ไม่สามารถลดความแปรปรวนโดยรวมลงได้เมื่อเทียบกับผลทุเรียนที่ไม่ใช้เอทิฟอน ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจสอบลักษณะจิตวิสัยด้วยการให้คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อทุเรียนโดยใช้มือสัมผัส (ตารางที่ 34) ที่พบว่าเนื้อทุเรียนจากผลที่สุกตามธรรมชาติกับผลที่สุกโดยการบ่มด้วยเอทิฟอนมีความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 2.05 และ 2.19 คะแนนตามลำดับ

ตารางที่ 32 องค์ประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อผลทุเรียน อายุ 113 วันหลังดอกบาน ที่ใช้เอทิฟอนความเข้มข้น 0 และ 48 % ป้ายข้าวผลหลังการเก็บเกี่ยว

แหล่งของความแปรปรวน	องค์ประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	เอทิฟอน 0 %	เอทิฟอน 48 %	
ผล	1.68 (27.9)	1.63 (15.8)	
พุ่ม	0 (0)	0 (0)	
ตำแหน่ง	4.34 (72.1)	2.63 (61.7)	
รวม	6.03 (100)	4.26 (100)	0.001

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 33 องค์ประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อของเนื้อผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน ที่ใช้เอทิฟอนความเข้มข้น 0 และ 48 % ป้ายข้าวผลหลังการเก็บเกี่ยว

แหล่งของความแปรปรวน	องค์ประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	เอทิฟอน 0 %	เอทิฟอน 48 %	
ผล	1.13 (19.8)	0.94 (15.8)	
พุ่ม	1.09 (19.0)	0.95 (16.0)	
ตำแหน่ง	3.51 (61.2)	4.03 (68.2)	
รวม	5.73 (100)	5.91 (100)	0.397

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 34 คะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสของเนื้อทุเรียน ผลทุเรียนอายุ 113 วันหลัง
 ดอกบาน ที่ใช้เอทิลฟอนความเข้มข้น 0 และ 48 % ป้ายข้าวผลหลังการเก็บเกี่ยว

ลักษณะจิตวิสัยที่ตรวจสอบ	เอทิลฟอน 0 %	เอทิลฟอน 48 %	<i>P</i> -value ¹
ความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัส (คะแนน)	2.05	2.19	0.06
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.46	0.53	

¹*P*-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

วิจารณ์

1. อาการสุกไม่สม่ำเสมอและปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

1.1 ผลของอายุเก็บเกี่ยวต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

การทดลองครั้งนี้พบว่าผลทุเรียนที่มีอายุเพิ่มขึ้น มีลักษณะการสุกไม่สม่ำเสมอลดลง เห็นได้จากค่าความแปรปรวนโดยรวมค่าน้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อ รวมทั้งคะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสลดลงเมื่อผลทุเรียนมีอายุเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของรุจิรา (2549) ที่พบว่าเมื่อผลทุเรียนมีอายุมากขึ้น ลักษณะการสุกไม่สม่ำเสมอลดลง

การที่ผลทุเรียนเก็บเกี่ยวที่อายุน้อยมีอาการสุกไม่สม่ำเสมอมาก อาจเป็นเพราะเนื้อผลทุเรียนที่มีอายุน้อยยังเจริญไม่เต็มที่ อาหารที่ส่งเข้ามาจากใบไม่มากพอทำให้เนื้อเยื่อแต่ละส่วนเจริญไม่เท่ากัน บางส่วนอาจเจริญเต็มที่แล้ว บางส่วนอาจยังอยู่ระหว่างการเจริญ จึงมีความสามารถในการสุกที่ต่างกัน โดยบริเวณที่ได้รับอาหารมากน่าจะเจริญเต็มที่ มีอาหารสะสมมากและเริ่มเกิดกระบวนการสุกก่อน เช่นเดียวกับที่ Siriphanich (2002) รายงานว่าทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เก็บอ่อนเกินไป มีการสะสมแป้งไม่สม่ำเสมอ สังเกตได้จากเนื้อทุเรียนแต่ละบริเวณมีการติดสีของ I_2 -KI ไม่เท่ากัน

เมื่อพิจารณาการสุกไม่สม่ำเสมอระหว่างตำแหน่งภายในพูเดียวกัน พบว่าค่าความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อไม่ต่างกันระหว่างสองอายุผล หมายความว่าผลทุเรียนอายุ 106 และ 113 วันหลังดอกบาน มีการสุกไม่สม่ำเสมอใกล้เคียงกันในแต่ละบริเวณของพู สอดคล้องกับรุจิรา (2549) ที่พบว่าทุเรียนอายุ 107 และ 114 วันหลังดอกบาน เมื่อผลสุกมีค่าความแปรปรวนของความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งสองอายุใกล้เคียงกันในแต่ละบริเวณภายในพู อย่างไรก็ตามรุจิรา (2549) พบว่าผลทุเรียนที่อายุ 100 วันหลังดอกบาน มีค่าความแปรปรวนระหว่างตำแหน่งภายในพูสูงกว่าผลทุเรียนอายุ 107 และ 114 วันหลังดอกบาน อย่างเห็นได้ชัด กล่าวได้ว่าผลทุเรียนที่อ่อนมาก (อายุ 100 วันหลังดอกบาน) เป็นผลทุเรียนที่มีค่าความแปรปรวนหรือเกิดการสุกไม่สม่ำเสมอระหว่างตำแหน่งภายในพูมากกว่าผลที่มีอายุมาก

การสุกไม่สม่ำเสมอระหว่างตำแหน่งภายในพู ซึ่งเป็นการสุกไม่สม่ำเสมอส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นกับผลทุเรียน (ตารางที่ 2) อาจเป็นได้จากหลายสาเหตุ เช่น เกสรเพศผู้ที่ตกลงบนยอดเกสรเพศเมียออกไปยังแต่ละพูในระยะเวลาใกล้เคียงกัน แต่การปฏิสนธิแต่ละเมล็ดภายในพูเกิดขึ้นไม่พร้อมกันจึงทำให้การเจริญและการพัฒนาจนบรรลุนิยามของแต่ละเมล็ดภายในพูไม่พร้อมกัน สอดคล้องกับ Mena-Alí and Rocha (2005) ที่รายงานว่า *Bauhinia unguulate* (พืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่ง) มีความบรรลุนิยามของเมล็ดด้านที่ติดกับก้านเกสรเพศเมียมากกว่าเมล็ดด้านที่ติดกับฐานรองดอก นอกจากนี้ภายในพูของผลทุเรียนอาจมีทั้งเมล็ดสมบูรณ์ และเมล็ดลีบ (หิรัญ และคณะ, 2542; Hiranpradit *et al.*, 1992) โดยเมล็ดสมบูรณ์และเมล็ดลีบอาจมีความสามารถในการสังเคราะห์ออกซิเจนได้ต่างกัน ซึ่งออกซิเจนเป็นฮอร์โมนที่สำคัญต่อการเจริญและพัฒนาของผล เมล็ดที่สมบูรณ์น่าจะมีความสามารถในการสังเคราะห์ออกซิเจนได้มากกว่า และทำให้สามารถดึงอาหารและเข้าสู่ความบรรลุนิยามได้เร็วกว่าเมล็ดลีบ ด้วยเหตุนี้จึงเกิดการแก่งแย่งอาหารกันระหว่างเมล็ดและเกิดการสุกไม่สม่ำเสมอระหว่างตำแหน่งภายในพู เช่นเดียวกับสตรอเบอร์รี่เมื่อนำเอาผลจริง (achene) ออกครึ่งผล ทำให้เนื้อผลสตรอเบอร์รี่ด้านที่มี achene มีการเจริญและพัฒนาของเนื้อผลสูง ส่วนด้านที่ไร้ achene มีการเจริญและพัฒนาของเนื้อผลต่ำแต่กลับเกิดการระบวนการสุกโดยเนื้อเปลี่ยนเป็นสีแดงก่อน เนื่องจาก achene ช่วยในการสังเคราะห์ออกซิเจน ดังนั้นด้านที่ไร้ achene จึงตอบสนองต่อเอทิลีนและเข้ากระบวนการสุกก่อนสตรอเบอร์รี่ด้านที่มี achene (Given *et al.*, 1988) อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้ไม่สามารถระบุได้ว่าเมล็ดสมบูรณ์และเมล็ดลีบมีการสุกแตกต่างกัน

นอกจากจะพบความต่างกันระหว่างตำแหน่งภายในพูแล้ว อาจพบทั้งพูที่แข็งและพูที่นิ่มภายในผลทุเรียนเดียวกัน ในการทดลองครั้งนี้พบว่าทุเรียนมีความไม่สม่ำเสมอของความแน่นเนื้อระหว่างพู แต่ไม่พบความแปรปรวนระหว่างพูในด้านน้ำหนักแห้งของเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แสดงว่าแต่ละพูภายในผลน่าจะมีการสะสมอาหารใกล้เคียงกันแต่มีลักษณะการสุกย่อยๆ ต่างกัน และจากการทดลองพบว่าผลทุเรียนที่อายุมากขึ้นอาจมีความสม่ำเสมอของความแน่นเนื้อระหว่างพูมากขึ้น

การสุกไม่สม่ำเสมอระหว่างพูนั้นอาจเกิดจากความแตกต่างกันของจำนวนเมล็ดในแต่ละพู โดยพูที่มีจำนวนเมล็ดมากอาจมีการสังเคราะห์ออกซิเจนสูงกว่าพูที่มีจำนวนเมล็ดน้อยกว่า ทำให้พูที่มีจำนวนเมล็ดมากมีการพัฒนาจนบรรลุนิยามและอ่อนนุ่มก่อนพูที่มีจำนวนเมล็ดน้อย และทำให้เกิดการสุกไม่สม่ำเสมอระหว่างพูขึ้น เช่นเดียวกับ Cawthon and Morris (1982) ที่รายงานว่าผลองุ่นที่มีเมล็ดจำนวน 3 เมล็ด จะเจริญพัฒนาได้เร็วกว่าผลองุ่นที่มีจำนวนเมล็ดน้อยกว่าโดยมีความเข้มของสีน้ำองุ่นมากกว่า และผลแอปเปิ้ลที่มีจำนวนเมล็ดมากจะมีขนาดผลใหญ่กว่าและเข้าสู่

ความบริบูรณ์ก่อนผลที่มีจำนวนเมล็ดน้อยกว่า (Blazek and Hlusickova, 2006) รวมทั้งสุรพงษ์ (2538) ที่รายงานการสุกของทุเรียนว่าจะเริ่มสุกจากพูเอกหรือพูที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ซึ่งมีเมล็ดมากก่อน อีกทั้งการที่ผลทุเรียนมีจำนวนเมล็ดและขนาดของพูต่างกันภายในผลเดียวกัน ทำให้มีการสุกไม่สม่ำเสมอของความแน่นเนื้อในแต่ละพูต่างกัน โดยพบว่าพูที่มีขนาดใหญ่หรือเนื้อมากจะมีความแปรปรวนหรือการสุกไม่สม่ำเสมอของความแน่นเนื้อระหว่างตำแหน่งมากกว่าพูที่มีขนาดเล็ก (ตารางผนวกที่ 6) สอดคล้องกับ Siriphanich (2002) ที่กล่าวว่าผลทุเรียนพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่หรือมีเนื้อมาก เช่น พันธุ์หมอนทอง มักมีอาการสุกไม่สม่ำเสมอมากกว่าผลทุเรียนพันธุ์ที่ขนาดเล็กหรือมีเนื้อน้อย เช่น กระจุกม เป็นต้น

นอกจากนี้ยังพบว่าผลทุเรียนที่มีความบริบูรณ์ต่ำอายุน้อยมีการสุกไม่สม่ำเสมอระหว่างพูสูงกว่าผลทุเรียนที่มีความบริบูรณ์กว่า อาจเป็นเพราะผลทุเรียนที่เก็บอ่อนมีความสามารถในการสังเคราะห์เอทิลินได้น้อย (Tongdee *et al.*, 1990) ประกอบกับทุเรียนพันธุ์หมอนทองมีการผลิตเอทิลินต่ำกว่าพันธุ์ก้านยาวและชะนีถึง 4 เท่า (เพ็ชรรัตน์, 2532) และอาจมีการสร้างตัวรับของเอทิลินต่ำ จึงตอบสนองต่อเอทิลินได้น้อยจนกระทบต่อกระบวนการสุกให้ผิดปกติ ดังเช่นผลมะเขือเทศที่ไม่บริบูรณ์มีการแสดงออกของยีนตัวรับของเอทิลินต่ำและเมื่อให้ไฟโรไฟลีนในบรรยากาศเพื่อเร่งกระบวนการสุกกลับไม่มีผลเร่งอัตราการหายใจหรือการสังเคราะห์เอทิลินแต่อย่างใด (Nakatsuka *et al.*, 1998) ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่การพัฒนาของผล อิทธิพลร่วมระหว่างฮอร์โมนต่างๆ และความสามารถในการตอบสนองต่อฮอร์โมนในแต่ละส่วนภายในผลมีบทบาทสำคัญต่อกิจกรรมของเอนไซม์ในแต่ละบริเวณให้ต่างกันไปและกระทบต่อกระบวนการสุกจนแสดงอาการสุกไม่สม่ำเสมอขึ้น

นอกเหนือจากความไม่สม่ำเสมอภายในผลตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว ในการทดลองครั้งนี้ยังพบความไม่สม่ำเสมอระหว่างผลภายในต้น กล่าวคือ แต่ละผลภายในต้นมีน้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อต่างกันมากในอายุเก็บเกี่ยวแรก แต่เมื่อยืดอายุผลบนต้นออกไปพบว่าแต่ละผลภายในต้นมีคุณภาพใกล้เคียงกันมากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการปฏิสนธิในการติดผลไม่พร้อมกันตั้งแต่แรก จึงทำให้การเจริญและการพัฒนาของผลในระยะ lag phase (ซึ่งเป็นระยะที่มีการเจริญและพัฒนาอย่างรวดเร็ว) เร็วช้าต่างกัน และมีการสะสมอาหารภายในแต่ละผลมากน้อยต่างกัน ฉะนั้นการเก็บเกี่ยวผลเร็วไปจึงมีความแปรปรวนด้านคุณภาพระหว่างผลสูง แต่เมื่อยืดอายุเก็บเกี่ยวมากขึ้น การเจริญและพัฒนาผลผ่านระยะ lag phase เข้าสู่ระยะชะลอตัว ทำให้ผลที่พัฒนามาช้ากว่าสามารถเจริญและพัฒนาไล่ทันผลที่พัฒนามาก่อนได้ (พิ

รพงษ์, 2541) การเก็บเกี่ยวผลทุเรียนที่อายุผลมากขึ้น จึงทำให้แต่ละผลภายในต้นมีคุณภาพใกล้เคียงกันมากขึ้น

การทดลองทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองเมื่อสุกมีความแปรปรวนทั้งในด้าน น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อ ทั้งระหว่างต้น ระหว่างผล ระหว่างพู โดยเฉพาะระหว่างตำแหน่งภายในพู ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของรุจิรา (2549) แสดงว่าแต่ละบริเวณของพูมีการสะสมอาหารของเนื้อผลต่างกัน ผลการทดลองในครั้งนี้จึงยืนยันรายงานในอดีตที่กล่าวว่าทุเรียนมักจะมีการสุกไม่สม่ำเสมอของเนื้อทุเรียนในผลเดียวกัน ซึ่งอาจสุกไม่สม่ำเสมอภายในแต่ละพูหรือแม้แต่ภายในพูเดียวกัน (สุรพงษ์ และคณะ, 2538)

1.2 ผลของการพรางแสงต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

จากการทดลองพบว่าผลทุเรียนจากต้นที่พรางแสงมีการสะสมอาหาร และปริมาณน้ำตาลน้อยกว่าผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ อาจเป็นเพราะการสร้างอาหารของใบลดลง จึงมีอาหารที่สามารถลำเลียงจากใบไปสู่ผลลดลง โดยสังเกตจากน้ำหนักแห้งของใบทุเรียนที่ลดลง (ตารางที่ 14) นอกจากนี้ผลทุเรียนจากต้นที่พรางแสงมีคุณภาพภายหลังจากการเก็บเกี่ยวลดลง โดยเมื่อผลสุกแสดงความไม่สม่ำเสมอของความแน่นเนื้อสูงกว่าผลจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ และสอดคล้องกับคะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสที่เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับการพรางแสง ส่วนความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่ต่างกันระหว่างผลทุเรียนจากต้นที่พรางแสงและผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ

ผลทุเรียนจากต้นที่พรางแสงมีความไม่สม่ำเสมอระหว่างตำแหน่งภายในพูสูงกว่าผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติอย่างเห็นได้ชัดกว่าการทดลองที่ 1 อาจเพราะผลทุเรียนที่ใช้ในการทดลองนี้แม้จะเก็บเกี่ยวที่อายุผล 106 วันหลังดอกบาน เช่นเดียวกับผลทุเรียนบางส่วนในการทดลองที่ 1 แต่เนื่องจากได้รับการพรางแสงก่อนการเก็บเกี่ยว ดังนั้นอาจไปลดความสามารถในการสังเคราะห์แสงของพืชจนส่งผลกระทบต่อการพัฒนาและการสะสมอาหารรวมทั้งความบริบูรณ์ของผลให้ล่าช้าออกไป ทำให้ผลเมื่อสุกมีคุณภาพด้อยกว่าผลที่ได้รับแสงตามปกติ เช่นเดียวกับการพรางแสง 50 % ให้กับต้นเมลอน เป็นเวลา 5 วันก่อนเก็บเกี่ยว ทำให้คุณภาพผลลดลง โดยมีอาการจ้ำน้ำของเนื้อผลเพิ่มขึ้น การสะสมน้ำตาลซูโครสลดลง และมีรสชาติจืดชืด (Nishizawa and Taira, 1998) และการพรางแสง 50 % กับต้นบลูเบอร์รี่พันธุ์ Brighhita และพันธุ์ Bluegold ระหว่างการพัฒนาผลทำให้ความบริบูรณ์ของผลล่าช้าออกไปถึง 14 วัน (Hicklenton *et al.*, 2003) ส่วนความแปรปรวน

ด้านน้ำหนักแห้ง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ระหว่างตำแหน่งภายในพูกลับมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างผลจากต้นทั้งสองสภาพการได้รับแสง เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ที่พบว่าผลทุเรียนที่อายุ 106 และ 113 วันหลังดอกบาน มีความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ใกล้เคียงกัน

นอกจากนี้ผลทุเรียนจากต้นที่พรางแสงยังพบความไม่สม่ำเสมอของความแน่นเนื้อของเนื้อผลระหว่างพูกมากกว่าผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ แต่ไม่พบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ระหว่างพูกทั้งในผลทุเรียนจากต้นที่พรางแสงและผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ โดยคาดว่าแต่ละพูกมีอาหารสะสมใกล้เคียงกันเช่นเดียวกับผลการทดลองที่ 1 เรื่องอายุเก็บเกี่ยว

การที่ผลทุเรียนมีลักษณะการสุกไม่สม่ำเสมอในด้านความแน่นเนื้อมากกว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ อาจเป็นเพราะการย่อยสลายผนังเซลล์จนเกิดการอ่อนนุ่มเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนกว่าการย่อยแป้งเป็นน้ำตาล เนื่องจากผนังเซลล์มีความซับซ้อนทางด้านโครงสร้าง ซึ่งประกอบด้วย เซลลูโลส ไกลแคน และเพกติน สานกันเป็นร่างแหต้องอาศัยเอนไซม์หลายชนิดและมีลำดับเป็นขั้นตอนในการเข้าทำปฏิกิริยาจนเกิดการอ่อนนุ่มขึ้น ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาลมีเอนไซม์ไม่กี่ชนิดในการย่อยแป้งเป็นน้ำตาลและแป้งที่พืชสะสมอยู่ในเมล็ดแป้งซึ่งง่ายต่อการเข้าทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผลทุเรียนมีการสุกไม่สม่ำเสมอในด้านความแน่นเนื้อมากกว่าด้านปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

การพรางแสงไม่เพียงส่งผลให้เกิดการสุกไม่สม่ำเสมอภายในผลสูงขึ้นเท่านั้น แต่ยังทำให้ความแปรปรวนระหว่างผลภายในต้นสูงขึ้นทั้งในด้านน้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อ เมื่อเทียบกับผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติ หมายความว่าผลที่ต้นทุเรียนได้รับแสงไม่เพียงพอทำให้คุณภาพแต่ละผลภายในต้น เมื่อผลสุกมีคุณภาพโดยรวมแตกต่างกันมากกว่าผลภายในต้นที่ได้รับแสงเพียงพอ ซึ่งมีคุณภาพระหว่างผลใกล้เคียงกันมากกว่า ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าผลทุเรียนที่ได้จากต้นที่มีแหล่งสะสมอาหารน้อย เช่น มีใบน้อย ติดผลมากเป็นโรค ฯลฯ จะทำให้ความสามารถในการสร้างอาหารจากการสังเคราะห์ด้วยแสงต่ำและไม่สามารถส่งอาหารให้ผลพัฒนาได้สมบูรณ์ ส่วนผลให้ผลสุกไม่สม่ำเสมอ

ในการทดลองให้ต้นที่พรางแสงกลับมาได้รับแสงตามปกติอีก 1 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวแล้วเปรียบเทียบอาการสุกไม่สม่ำเสมอกับผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติโดยตลอด พบว่า

ความแปรปรวนโดยรวมด้านความแน่นเนื้อและน้ำหนักแห้งของทั้งสองสภาพการได้รับแสงมีค่าไม่แตกต่างกัน หมายความว่าผลทุเรียนจากต้นที่กลับมาได้รับแสงตามปกติภายหลังการพรางแสง และผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงตามปกติโดยตลอดมีความสม่ำเสมอของการสุกโดยรวมไม่ต่างกัน อีกทั้งผลทุเรียนทั้งสองมีความแปรปรวนระหว่างผล และระหว่างตำแหน่งภายในพูไม่ต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามผลทุเรียนจากต้นที่พรางแสงและกลับมาได้รับแสงตามปกติมีการสะสมอาหารซึ่งวัดในรูปน้ำหนักแห้งน้อยกว่า

จากการทดลองทั้งหมดข้างต้นพบว่าทั้งปัจจัยอายุเก็บเกี่ยวและปริมาณแสงส่งผลต่อการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียน โดยผลทุเรียนที่เก็บอ่อนไป และผลทุเรียนจากต้นที่ได้รับแสงไม่เพียงพอมีการสุกไม่สม่ำเสมอสูงทั้งระหว่างตำแหน่ง ระหว่างพู รวมทั้งระหว่างผล จึงอาจพอสรุปได้ว่า การสุกไม่สม่ำเสมอของทุเรียนเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัยซึ่งเป็นปัจจัยใดก็ตามที่ขัดขวางการสะสมอาหารจนทำให้ผลไม่สามารถพัฒนาได้สมบูรณ์ จึงไม่มีความสามารถที่จะพัฒนากระบวนการสุกได้อย่างสม่ำเสมอและแสดงอาการสุกไม่สม่ำเสมอขึ้น ดังนั้นปัจจัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นต้นทุเรียนที่ไม่สมบูรณ์ มีโรคเข้าทำลาย มีการจัดการบำรุงต้นที่ไม่เหมาะสม การติดผลมากเกินไป รวมถึงสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวย ทั้งสภาพแล้ง น้ำท่วม ลมแรง ฯลฯ ก็อาจส่งผลทำให้เกิดการสุกไม่สม่ำเสมอในทุเรียนได้

2. การแก้ไขอาการสุกไม่สม่ำเสมอของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

ปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลให้อาหารถูกส่งมาให้ผลทุเรียนไม่เพียงพอ ผลทุเรียนพัฒนาได้ไม่เต็มที่ จึงอาจมีความสามารถในการสร้างเอทิลีนต่ำและไม่สามารถเกิดกระบวนการสุกได้อย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นการให้เอทิลีนจากภายนอกกับผลทุเรียนที่พัฒนาไม่บริบูรณ์เหล่านี้ น่าจะช่วยให้การสุกไม่สม่ำเสมอหมดไปได้ แต่จากการทดลองของรุจิรา (2549) ใช้เอทิฟอนที่ความเข้มข้น 1 % กับผลทุเรียนที่อายุผล 100 107 และ 114 วันหลังดอกบาน ด้วยวิธีป้ายข้าว พบว่าไม่สามารถลดอาการสุกไม่สม่ำเสมอลงได้ ด้วยเหตุนี้ในการทดลองครั้งนี้จึงได้ใช้เอทิฟอน 48 % ซึ่งเป็นความเข้มข้นสูงสุดป้ายข้าวผลทุเรียนและตรวจวัดความไม่สม่ำเสมอ

จากการใช้เอทิฟอนที่ความเข้มข้นสูงกับผลทุเรียนอายุ 106 และ 113 วันหลังดอกบาน ภายหลังการเก็บเกี่ยว ทำให้ผลทุเรียนทั้งสองอายุมีความแน่นเนื้อลดลงกว่าการไม่ใช้เอทิฟอน และเมื่อพิจารณาการสุกไม่สม่ำเสมอโดยรวม พบว่าการใช้เอทิฟอนไม่สามารถลดความไม่สม่ำเสมอโดยรวมของความแน่นเนื้อลงได้ในทั้งสองอายุ สอดคล้องกับคะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อ

สัมผัส โดยผลทุเรียนที่ป้ายข้าวด้วยเอทิลฟอนในทั้งสองอายุมีคะแนนความไม่สม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสไม่ต่างจากผลทุเรียนที่ไม่ใช้เอทิลฟอน แต่การใช้เอทิลฟอนสามารถลดความไม่สม่ำเสมอโดยรวมของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉพาะผลทุเรียนอายุ 113 วันหลังดอกบาน อาจเป็นเพราะเอทิลฟอนไปลดการสุกไม่สม่ำเสมอระหว่างตำแหน่ง แต่กลับไม่มีผลในทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน

เมื่อพิจารณาการสุกไม่สม่ำเสมอระหว่างตำแหน่งภายในพู พบว่าการใช้เอทิลฟอนอาจทำให้ความไม่สม่ำเสมอด้านความแน่นเนื้อระหว่างตำแหน่งลดลงเฉพาะผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน เท่านั้น เมื่อเทียบกับผลทุเรียนที่ไม่ใช้เอทิลฟอน ส่วนด้านปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่าการใช้เอทิลฟอนอาจช่วยลดความไม่สม่ำเสมอระหว่างตำแหน่งภายในพูได้ทั้งสองอายุผลเมื่อเทียบกับผลที่ไม่ใช้เอทิลฟอน

ด้านการสุกไม่สม่ำเสมอระหว่างพูภายในผล พบว่ามีความสม่ำเสมอดีของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ระหว่างพู และการใช้เอทิลฟอนไม่สามารถลดความไม่สม่ำเสมอของความแน่นเนื้อระหว่างพูได้ สำหรับความไม่สม่ำเสมอระหว่างผล พบว่าการใช้เอทิลฟอนไม่สามารถลดความแปรปรวนระหว่างผลในด้านความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ในทั้งสองอายุผลเมื่อเทียบกับผลที่ไม่ใช้เอทิลฟอน

จากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้เอทิลฟอนสามารถช่วยลดความไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียนได้บางส่วนเท่านั้น ซึ่งต่างจากรายงานในอดีตที่ผ่านมา ที่รายงานว่าการใช้เอทิลฟอนกับผลมะม่วง ซึ่งสามารถลดความแปรปรวนของค่าความแน่นเนื้อจากตำแหน่งบน กลาง และล่างลงได้ (Pal, 1998) ในผลมะละกอที่ได้รับเอทิลีนจากภายนอกมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของสีเปลือกลดลง 6 เท่า จากผลปกติ (An and Paull, 1990) และ การใช้เอทิลฟอนภายหลังการเก็บเกี่ยวกับผลสับปะรด ทำให้ผลมีสีเปลือกเหลืองสม่ำเสมอทั่วทั้งผลและพร้อมรับประทาน (Smith, 1991)

ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าการสุกไม่สม่ำเสมอในผลทุเรียนอาจเกิดจากตัวรับของเอทิลีน ซึ่งผลทุเรียนอาจสร้างตัวรับของเอทิลีนได้น้อยและไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะจับกับเอทิลีนจนตอบสนองเกิดกระบวนการสุกได้อย่างสม่ำเสมอและสมบูรณ์ได้ เพราะจากการใช้เอทิลฟอน 48 % ซึ่งเป็นเอทิลฟอนความเข้มข้นสูงสุดกับผลทุเรียนไม่สามารถลดอาการสุกไม่สม่ำเสมอได้อย่างสมบูรณ์ ฉะนั้นในการศึกษาเพื่อให้เข้าใจถึงกระบวนการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียน จึงควรมี

การศึกษาเกี่ยวกับตัวรับของเอทิลีนของผลทุเรียน โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงออกของยีนที่ควบคุมเกี่ยวกับตัวรับเอทิลีนกับการแสดงอาการสุกไม่สม่ำเสมอที่เกิดขึ้นของผลทุเรียน

สำหรับการแก้ไขปัญหาคารสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง แนวทางที่ง่ายที่สุดคือการแก้ไขปัญหาคาที่ต้นเหตุ โดยการบำรุงต้นให้มีความสมบูรณ์ การไถ่ผลบนต้นไม่มากเกินไป การตัดแต่งกิ่งไม่ให้ทรงพุ่มที่บวมเกินไปเพื่อลดปัญหาการเข้าทำลายของโรค แมลง และเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง รวมทั้งไม่เก็บเกี่ยวผลอ่อน ซึ่งจะทำได้ผลทุเรียนที่มีคุณภาพดี และสุกสม่ำเสมอ

ส่วนผลทุเรียนที่ไม่ได้จัดการตามแนวทางแก้ไขข้างต้น เป็นไปได้ที่จะเกิดการสุกไม่สม่ำเสมอ ซึ่งผลทุเรียนดังกล่าวเป็นผลที่มีคุณภาพต่ำ จึงควรขายในตลาดล่าง และอาจใช้เอทิลฟอนป้ายข้าวซึ่งอาจลดปัญหาคารสุกไม่สม่ำเสมอลงได้บ้าง

สรุป

ผลทุเรียนสามารถพบอาการสุกไม่สม่ำเสมอได้ทั้งภายในพู ระหว่างพูภายในผล รวมทั้งระหว่างผลภายในต้น โดยการเก็บผลที่อ่อนเกินไป และการที่ต้นทุเรียนอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีแสงไม่เพียงพอ จะทำให้ผลไม่มีความสามารถที่จะพัฒนากระบวนการสุกได้อย่างสม่ำเสมอ จึงอาจพอสรุปได้ว่าปัจจัยใดก็ตามที่มีผลต่อการพัฒนาและการสะสมอาหารภายในผลทุเรียน เป็นสาเหตุให้เกิดการสุกไม่สม่ำเสมอ และการใช้เอทิลพอนความเข้มข้น 48 % ป้ายข้าวผลทุเรียนภายหลังการเก็บเกี่ยว อาจช่วยลดอาการสุกไม่สม่ำเสมอระหว่างตำแหน่งภายในพูได้บ้าง แต่ไม่สามารถแก้ไขการสุกไม่สม่ำเสมอโดยรวมได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กัลย์ กัลยาณมิตร, รังสินันท์ พอดี, ชงชัย ยันตรศรี และจินดา ศรศรีวิชัย. 2546. การประเมินและจัดระดับคุณภาพภายในผลทุเรียนและมังคุด. ว. วิทย. กษ. 34: 1-3 (พิเศษ): 255-258.

โกสินทร์ จ่านงไทย, วุฒิวัฒน์ คงรัตนประเสริฐ และสมชาย อรุณรุ่งรัมย์. 2546. การหาความแก่สุกของทุเรียนด้วยการวัดการลดทอนของคลีนอูลตราโซนิคส์, น. 14-15. ใน การสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัยโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาการผลิตและการตลาดทุเรียนเพื่อการส่งออก. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติร่วมกับกรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

จริงแท้ สิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

โชติช่วง เข้มฉวี. 2546. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่ส่งออกไปยังไต้หวัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดารณี ปานขลิบ และจริงแท้ สิริพานิช. 2544. การปอกผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง. สารแม่ผล 6(6): 2-3.

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2535. ทุเรียน' 35. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ทวีป รื่นรมย์ และภavana อัสวาประภา. 2534. ทุเรียนภาคตะวันออก. งานพืชสวน ฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาการผลิต สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคตะวันออก, ระยอง.

ธิดา แดงกนิษฐ์. 2538. การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของคุณภาพของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองสุกที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประภัทรพงษ์ เวชชาชีวะ. 2529. ทูเรียนเพื่อการส่งออก. *เคหการเกษตร* 10(10): 9-16.

พีรเดช ทองอำไพ. 2533. สารควบคุมการเจริญเติบโต, น. 191-198. ใน *คณาจารย์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บรรณาธิการ. การทำสวนมะม่วง. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.*

พีรพงษ์ แสงวนวงศ์กุล. 2541. การเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองและอิทธิพลของเอทิลฟอนในระยะก่อนเก็บเกี่ยว. *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*

พีเชษฐ์รัตน์ บุญเจิม. 2532. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลทุเรียน 3 พันธุ์ ภายหลังจากเก็บเกี่ยว. *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*

รวี เสธฐักคี. 2524. การสร้างสวนผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์มิตรสยาม, กรุงเทพฯ.

รุจิรา ทิศารัมย์. 2549. ลักษณะและการแก้ไขการสุกไม่สม่ำเสมอของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง. *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*

วิยดา เทพหัตถิ. 2523. *พจนานุกรมศัพท์พฤกษศาสตร์ สาขาพฤกษอนุกรมวิธาน. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.*

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2549. *สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศปี 2548 เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 404.*

สมศักดิ์ อดัญธิ. 2538. ผลของเอทิลฟอนต่อการสุกและคุณภาพของทุเรียนพันธุ์ชะนีและหมอนทอง. *ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*

สุนทร โปธา. 2530. อายุของผลและตำแหน่งของผลในต้นที่มีผลต่อคุณภาพของมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว. *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*

- สาธิต พสุวิทย์กุล. 2531. ผลของเอทيفونที่มีต่อสีผลและคุณภาพของผลองุ่นพันธุ์ Beauty Seedless. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- _____. 2533. การเก็บเกี่ยวและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว, น. 204-214. ใน การทำสวนมะม่วง. คณะอาจารย์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บรรณาธิการ. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- สุจิตร์ แผงกุล. 2536. ผลของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ เอทิลีน และอายุของผลที่มีต่อการสุกและคุณภาพของทุเรียนพันธุ์ชะนี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุชาติ วิจิตรานนท์. 2531. โรคของทุเรียน, น. 8-21. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง ทุเรียน วันที่ 25-26 กุมภาพันธ์ 2531. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- สุมิตร คุณเจตน์. 2543. อิทธิพลของเอทيفونต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2529. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มังคุด ทุเรียน เงาะ. เภษการเกษตร 10(115): 37-41.
- _____. 2538. ดัชนีการเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยว การบ่ม และการใช้ประโยชน์, น. 8-23. ใน ผลทุเรียน: การเก็บเกี่ยวและการดำเนินการภายหลังจากเก็บเกี่ยว. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____, สณทรรศน์ นันทะไชย, มานิตย์ โฆษิตตระกูล และเบญจมาศ รัตนชินทร. 2538. รายงานการสำรวจการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผลทุเรียน, น. 79-90. ใน **ผลทุเรียน: การเก็บเกี่ยวและการดำเนินการภายหลังการเก็บเกี่ยว**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

แสวง ภูศิริ. 2530. **ทุเรียน**. ฟาร์มรัตนา เขาช่อง, ตรัง.

หิรัญ หิรัญประดิษฐ์, สุขวัฒน์ จันทรปรณิก และเสริมสุข สลักเพ็ชร. 2542. **เทคโนโลยีการผลิตทุเรียน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนวัช สุวรรณกุล และชิง ชิง ทองดี. 2531. ผลของการปรับสภาพบรรยากาศที่มีต่อการสุกของทุเรียน, น. 46-54. ใน **เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องทุเรียน วันที่ 25-26 กุมภาพันธ์ 2531**. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

อภิรดี อุทัยรัตนกิจ. 2534. **ความนิยมในการบริโภคทุเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Alia-Tejagal, I., R. Villanueva-Arce, C. Pelayo-Zaldívar, M.T. Colinas-León, V. López-Martínez and S. Bautista-Baños. 2007. Postharvest physiology and technology of sapote mamey fruit (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearm). **Postharvest Biol. Technol.** 45(3): 285-297.

An, J. and R.E. Paull. 1990. Storage temperature and ethylene influence on ripening of papaya fruit. **J. Amer. Soc. Hortic. Sci.** 115(6): 949-953.

Bartholomew, D.P., E. Malézieux, G.M. Sanewski and E. Sinclair. 2003. Inflorescence and fruit development and yield, pp. 167-202. In D.P. Bartholomew, R.E. Paull and K.G. Rohrbach, eds. **The Pineapple: Botany Production, and Uses**. CAB International, Oxon.

Barwick, M. 2004. **Tropical & Subtropical Trees: A Worldwide Encyclopedic Guide.**

Thames and Hudson Ltd., London.

Bewley, J.D., M. Banik, R. Bourgault, J.A. Feurtado, P. Toorop and H.W.M. Hilhorst. 2000.

Endo- β -mannanase activity increases in the skin and outer pericarp of tomato fruits during ripening. **J. Exp. Bot.** 51(344): 529-538.

Blanpied, G.D. 1974. A study of indices for earliest acceptable harvest of delicious apples. **J.**

Amer. Soc. Hortic. Sci. 99(6): 537-539.

Blazek, J. and I. Hlusickova. 2006. Seed count, fruit quality and storage properties in four apple

cultivars. **J. Fruit Orman. Plant Res.** 14: 151-160.

Brookfield, P., P. Murphy, R. Harker and E. MacRae. 1997. Starch degradation and starch pattern

indices; interpretation and relationship to maturity. **Postharvest Biol. Technol.** 11: 23-30.

Brown, J.K. and J.P. Shapiro. 1997. Section B fundamental research, behavior, biochemistry,

biotypes, morphology, physiology, systematics, virus diseases and virus vector interactions, pp. 43-50. *In* T.J. Henneberry, N.C. Toscano, T.M. Perring and R.M. Faust, eds. **Silverleaf Whitefly, 1997 Supplement to the Five-Year National Research and Action Plan-Fifth Annual Review.** U.S. Dept. Agric., Washington, D.C.

Cawthon, D.L. and J.R. Morris. 1982. Relationship of seed number and maturity to berry

development, hormonal changes, and uneven ripening of 'Concord' (*Vitis labrusca* L.) grapes. **J. Amer. Soc. Hortic. Sci.** 107(6): 1097-1104.

Chan, H.T. Jr., S.Y.T. Tam and S.T. Seo. 1981. Papaya polygalacturonase and its role in

thermally injured ripening fruit. **J. Food Sci.** 46: 190-191, 197.

Chaplin, G.R., M.J. Buckley and S.C. Lai. 1990. Differential softening and physico-chemical

changes in mesocarp of ripening mango fruit. **Acta Hortic.** 269-233-239.

- Coombe, B.G. 1976. The development of fleshy fruit. **Annu. Rev. Plant Physiol.** 27: 207-228.
- Couvillon, G.A. and T.O.M. Nakayama. 1970. The effect of the modified Munson training system on uneven ripening, soluble solids and yield of 'Concord' grapes. **J. Amer. Soc. Hortic. Sci.** 95(2): 158-162.
- Cua, A.U. and M.C.C. Lizada. 1990. Ethylene production in the 'Carabao' mango (*Mangifera indica* L.) fruit during maturation and ripening. **Acta Hortic.** 269: 169-179.
- Fresco, M.C.O. 2000. **Mulching arrests uneven fruit ripening in durian, study reveals.** Archives. Available Source: http://www.bar.gov.ph/bardigest/2000/julsep00_mulching.asp, September 20, 2007.
- Gent, M.P.N. 2003. Greenhouse tomato cultivar trials in Connecticut 1999-2002. **Conn. Aes. Bull.** 990.
- Given, N.K., M.A. Venis and D. Gierson. 1988. Hormonal regulation of ripening in the strawberry, a non-climacteric fruit. **Planta** 174(3): 402-406.
- Hartz, T.K., G. Miyao, R.J. Mullen, M.D. Cahn, J. Valencia and K.L. Brittan. 1999. Potassium requirements for maximum yield and fruit quality of processing tomato. **J. Amer. Soc. Hortic. Sci.** 124: 199-204.
- Hayama, H., T. Shimada, H. Fujii, A. Ito and Y. Kashimura. 2006. Ethylene-regulation of fruit softening and softening-related genes in peach. **J. Exp. Bot.** 57(15): 4071-4077.
- Hicklenton, P., C. Forney and C. Domytrak. 2003. Use of row covers and postharvest storage techniques to alter maturity and marketing period for highbush blueberries. **Acta Hortic.** 626: 287-295.

- Hiranpradit, H., S. Somsri, S. Chandrapanik and V. Detpittayanan. 1992. Clonal selection of *Durio zibethinus* Murr. **Acta Hort.** 321: 164-172.
- Hopkirk, G., A. White, D. J. Beever and S. K. Forbes. 1994. Influence of postharvest temperatures and the rate of fruit ripening on internal postharvest rots and disorders of New Zealand 'Hass' avocado fruit. **New Zeal. J. Crop Hortic.** 22: 305-311.
- Kader, A.A. 1985. Ethylene-induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops. **HortScience** 20: 54-57.
- _____. 1999. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. **Acta Hort.** 485: 203-208.
- _____. 2002. **Postharvest technology of horticultural crops**, 3rd ed. University of California Agriculture and Natural Resources, California.
- Ketsa, S. 1997. Durian, pp. 323-334. In S. Mitra, ed. **Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits**. CAB International, Wallingford.
- _____ and T. Daengkanit. 1999. Firmness and activities of polygalacturonase, pectinesterase, β -galactosidase and cellulose in ripening durian harvested at different stages of maturity. **Sci. Hortic.** 80(3-4): 181-188.
- Lazan, H., Z.M. Ali, J. Soh and Z. Talkah. 1993. The biochemical basis of differential ripening in mango. **Acta Hort.** 341: 500-509.
- McGlasson, W.B. 1985. Ethylene and fruit ripening. **HortScience** 20: 51-54.
- Meheriuk, M. and O.L. Lau. 1988. Effect of two polymeric coating on fruit quality of 'Bartlett' and 'd'Anjou' pears. **J. Amer. Soc. Hortic. Sci.** 113(2): 222-226.

- Mena-Alí, J.I. and O.J. Rocha. 2005. Effect of ovule position within the pod on the probability of seed production in *Bauhinia unguilata* (Fabaceae). **Ann. Bot.** 95(3): 449-455.
- Morris, L.L. and A.A. Kader. 1977. Physiology disorders of certain vegetables in relation to modified atmospheres. *In Proceeding of the Second National Controlled Atmosphere Research Conference, April 5-7, 1977*. Michigan State University, U.S.A.
- Mulholland, B.J., R.N. Edmondson, M. Fussell, J. Basham and L.C. Ho. 2003. Effect of high temperature on tomato summer fruit quality. **J. Hortic. Sci. Biol.** 78(3): 365-374.
- Nakasone, H.Y. and R.E. Paull. 1998. **Tropical Fruits**. CAB International, Wallingford.
- Nakatsuka, A., S. Murachi, H. Okunishi, S. Shiomi, R. Nakano, Y. Kubo, and A. Inaba. 1998. Differential expression and internal feedback regulation of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase, 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase, and ethylene receptor genes in tomato fruit during development and ripening. **Plant Physiol.** 118(4): 1295–1305.
- Nishizawa, T. and S. Taira. 1998. Acetaldehyde, ethanol and carbohydrate concentrations in developing muskmelon fruit (*Cucumis melo* L. cv. Andesu) are affected by short-term shading. **HortScience** 33(6): 992-994.
- Pal, R.K. 1998. Ripening and theological properties of mango as influenced by ethrel and calcium carbide. **J. Food Sci. Technol.** 35(4): 358-360.
- Paull, R.E. and N.J. Chen. 1983. Postharvest variation in cell wall-degrading enzymes of papaya (*Carica papaya* L.) during fruit ripening. **Plant Physiol.** 72: 382-385.
- Puech, A.A., C.A. Rebeiz and J.C. Crane. 1976. Pigment changes associated with application of ethephon ((2-Chloroethyl) phosphonic Acid) to fig (*Ficus carica* L.) fruits. **Plant Physiol.** 57: 504-509.

- Reid, M.S., C.A.S. Padfield, C.B. Watkins and J.E. Harman. 1982. Starch iodine pattern as a maturity index for Granny Smith apples. **New Zeal. J. Agric. Res.** 25: 229-237.
- Rettke, M.A., T.R. Pitt, N.A. Maier and J.A. Jones. 2006. Quality of fresh and dried fruit of apricot (cv. Moorpark) in response to soil-applied nitrogen. **Aust. J. Exp. Agric.** 46(1): 123-129.
- Sapit, A.T. and S. Nanthachai. 1994a. Physiological disorders in durian, pp. 58-61. *In* S. Nanthachai, ed. **Durian: Fruit Development, Postharvest Physiology and Marketing in ASEAN.** ASEAN Food Handling Bureau, Kuala Lumpur.
- _____, _____. 1994b. Physiological disorders in durian, pp. 58-59. *Cited* Anonymous. 1992. **Annual technical report.** Fruit Research Division, Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI). *In* S. Nanthachai, ed. **Durian: Fruit Development, Postharvest Physiology and Marketing in ASEAN.** ASEAN Food Handling Bureau, Kuala Lumpur.
- _____, _____. 1994c. Physiological disorders in durian, pp. 58-59. *Cited* Anonymous. 1993. **Annual technical report.** Fruit Research Division, Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI). *In* S. Nanthachai, ed. **Durian: Fruit development, postharvest physiology and marketing in ASEAN.** ASEAN Food Handling Bureau, Kuala Lumpur.
- Siriphanich, J. 2002. Postharvest physiology of tropical fruit. **Acta Hort.** 575: 623-629.
- _____, B. Ratanachinakorn, A. Hassan, R.A.B.S. Tritosoekotjo, W. Murtiningsih and S. Kosiyachinda. 1994. Storage and ripening, pp. 106-108. *In* S. Nanthachai, ed. **Durian: Fruit Development, Postharvest Physiology and Marketing in ASEAN.** ASEAN Food Handling Bureau, Kuala Lumpur.
- Skrzyński, J. 1994. The effect of harvest date on apple quality. **Acta Hort.** 575: 623-629.

- Smith, L.G. 1991. Effects of ethephon on ripening and quality of freshmarket pineapple. **Aust. J. Exp. Agric.** 31: 123-127.
- Smith, R.B., E.C. Lougheed, E.W. Franklin and I. McMillan. 1979. The starch iodine test for determining stage of maturation in apples. **Can. J. Plant Sci.** 59:725-735.
- Subhadrabanhu, S. and S. Ketsa. 2001. **Durian: King of Tropical Fruit.** Astra Print Ltd., Australia.
- Thorp, T.G., D. Hutching, T. Lowe and K.B. Marsh. 1997. Survey of fruit mineral concentrations and postharvest quality of New Zealand-grown 'Hass' avocado (*Persea Americana* Mill.). **New Zeal. J. Crop Hortic. Sci.** 25: 251-260.
- Tongdee, S.C., A. Chayasombat and S. Neamprem. 1988a. Respiration, ethylene production and the composition of internal atmospheres of durian (*Durio zibethinus* Murray), pp. 22-30. **In Proceedings of the Seminar on Durian, February 25-26, 1998.** TISTR, Bangkok.
- _____, _____ and _____. 1988b. Effects of harvest maturity on respiration, ethylene production and the composition of internal atmospheres of durian (*Durio zibethinus* Murray), pp. 31-36. **In Proceedings of the Seminar on Durian, February 25-26, 1998.** TISTR, Bangkok.
- _____, A. Suwangul and S. Neamprem. 1990. Durian fruit ripening and the effect of variety maturity stage at harvest and atmospheric gases. **Acta Hortic.** 269: 323-334.
- Tushemereirwe, W., A. Kangire, F. Ssekiwoko, L.C. Offord, J. Crozier, E. Boa, M. Rutherford and J.J. Smith. 2004. First report of *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* on banana in Uganda. **Plant Pathol.** 53: 802.

- Usha, K. and B. Singh. 2002. Effect of macro and micro-nutrient spray on fruit yield and quality endogenous cytokinins. **J. Hort. Sci.** 49: 135-142.
- Watson, R., C.J. Wright, T. McBurney, A.J. Jaylor and R.S.T. Linforth. 2002. Influence of harvest date and light integral on the development of strawberry flavor compounds. **J. Exp. Bot.** 53(377): 2121-2129.
- Whiley, A.W., B. Schaffer and B.N. Wolstenholme. 2002. **The Avocado: Botany, Production and Uses.** CAB International, Oxon.
- Windsor, C.W. 1973. Nutrition, pp. 35-42. In H.G. Kingman, ed. **The UK Tomato Manual.** Grower Books, London.
- Wong, K.C. and D.Y. Tie. 1995. Volatile constituents of durian (*Durio zibethinus* Murr.). **Flavour Frag. J.** 10: 79-83.
- Wolf, A.B., C. Requejo-Tapia, K.A. Cox, R.C. Jackman, A. Gunson, M.L. Arpaia and A. White. 2005. 1-MCP reduces physiological storage disorders of 'Hass' avocados. **Postharvest Biol. Technol.** 35(1): 43-60.
- Yang, S.F. 1985. Biosynthesis and action of ethylene. **HortScience** 20: 41-45.
- Zunzaga, M., P. Rodriguez, M. Serrano and F. Riquelme. 2005. Responses of two Plum (*Prunus salicina* Lindl.) Cultivars to Postharvest Ethylene Treatment. **Acta Hort.** 682: 111-117.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ระยะเวลาตั้งแต่เก็บเกี่ยวกระทั่งผลสุกในแต่ละกรรมวิธี

อายุเก็บเกี่ยว	กรรมวิธี ¹	
	ทุเรียนสุกปกติ	ทุเรียนสุกที่บ่มด้วยเอทีฟอน
ผลทุเรียนอายุ 106 DAA	14.5a	8.2b
ผลทุเรียนอายุ 113 DAA	10.3a	4.5b

หน่วย: วัน

¹ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม โดยใช้ t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางผนวกที่ 2 จำนวนเมล็ดภายในพูต่อปริมาณเนื้อทุเรียนต่อพู

จำนวนเมล็ดภายในพู	ปริมาณเนื้อทุเรียนต่อพู (กรัม) ¹
1	124.4c
2	163.3b
3	203.0a
F-test	**
C.V. (%)	13.4

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

¹ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

ตารางผนวกที่ 3 น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของพืชนาดใหญ่ และพืชนาดเล็กของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน เมื่อผลทุเรียนสุก

ขนาดพื	ลักษณะที่ตรวจวัด		
	น้ำหนักแห้ง (%)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน/ตารางเซนติเมตร)
น้อยกว่า 150 กรัม	31.5	25.1	9.2
มากกว่า 200 กรัม	31.9	24.8	9.7
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	6.8	9.6	11.4

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 4 องค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งระหว่างพืชนาดใหญ่และพืชนาดเล็กของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน

แหล่งของความแปรปรวน	องค์ประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	พืชนาดเล็ก	พืชนาดใหญ่	
พื ²	7.89 (60.0)	8.99 (70.9)	
ตำแหน่ง ³	5.42 (40.0)	3.88 (29.1)	
รวม	13.16 (100)	12.68 (100)	0.427

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

²แสดงความแปรปรวนของพื²ที่นำมาใช้ในการทดลองของแต่ละสิ่งทดลอง

³แสดงความแปรปรวนของตำแหน่งภายในพื²ของแต่ละสิ่งทดลอง

ตารางผนวกที่ 5 องค์กรประกอบความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ระหว่างพฤษภาคม
ใหญ่และพฤษภาคมเล็กของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน เมื่อผลทุเรียนสุก

แหล่งของความแปรปรวน	องค์กรประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	พฤษภาคมเล็ก	พฤษภาคมใหญ่	
พื ²	1.22 (15.7)	2.75 (35.6)	
ตำแหน่ง ³	6.54 (84.3)	4.98 (64.4)	
รวม	7.76 (100)	7.73 (100)	0.546

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

²แสดงความแปรปรวนของพื²ที่นำมาใช้ในการทดลองของแต่ละสิ่งทดลอง

³แสดงความแปรปรวนของตำแหน่งภายในพื²ของแต่ละสิ่งทดลอง

ตารางผนวกที่ 6 องค์กรประกอบความแปรปรวนของความแน่นเนื้อระหว่างพฤษภาคมใหญ่และพฤษภาคม
เล็กของผลทุเรียนอายุ 106 วันหลังดอกบาน เมื่อผลทุเรียนสุก

แหล่งของความแปรปรวน	องค์กรประกอบความแปรปรวน (%)		P-value ¹
	พฤษภาคมเล็ก	พฤษภาคมใหญ่	
พื ²	3.40 (43.8)	5.59 (49.2)	
ตำแหน่ง ³	3.92 (56.2)	5.77 (50.8)	
รวม	7.76 (100)	11.36 (100)	0.014

¹P-value > 0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

²แสดงความแปรปรวนของพื²ที่นำมาใช้ในการทดลองของแต่ละสิ่งทดลอง

³แสดงความแปรปรวนของตำแหน่งภายในพื²ของแต่ละสิ่งทดลอง

ตารางผนวกที่ 7 น้ำหนักแห้งแต่ละตำแหน่งของเนื้อทุเรียนภายในพู

ตำแหน่งของเนื้อทุเรียนภายในพู	น้ำหนักแห้ง (%) ¹	ความแปรปรวน
เนื้อบริเวณใกล้ขั้วผล	30.0b	12.8
เนื้อบริเวณกลางพู	31.5b	12.7
เนื้อบริเวณปลายขั้วผล	32.2a	13.4
F-test	**	
C.V. (%)	11.5	

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

¹ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

ตารางผนวกที่ 8 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แต่ละตำแหน่งของเนื้อทุเรียนภายในพูเมื่อผลทุเรียนสุก

ตำแหน่งของเนื้อทุเรียนภายในพู	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%) ¹	ความแปรปรวน
เนื้อบริเวณใกล้ขั้วผล	23.5c	5.7
เนื้อบริเวณกลางพู	25.3b	5.0
เนื้อบริเวณปลายขั้วผล	26.0a	7.5
F-test	**	
C.V. (%)	9.9	

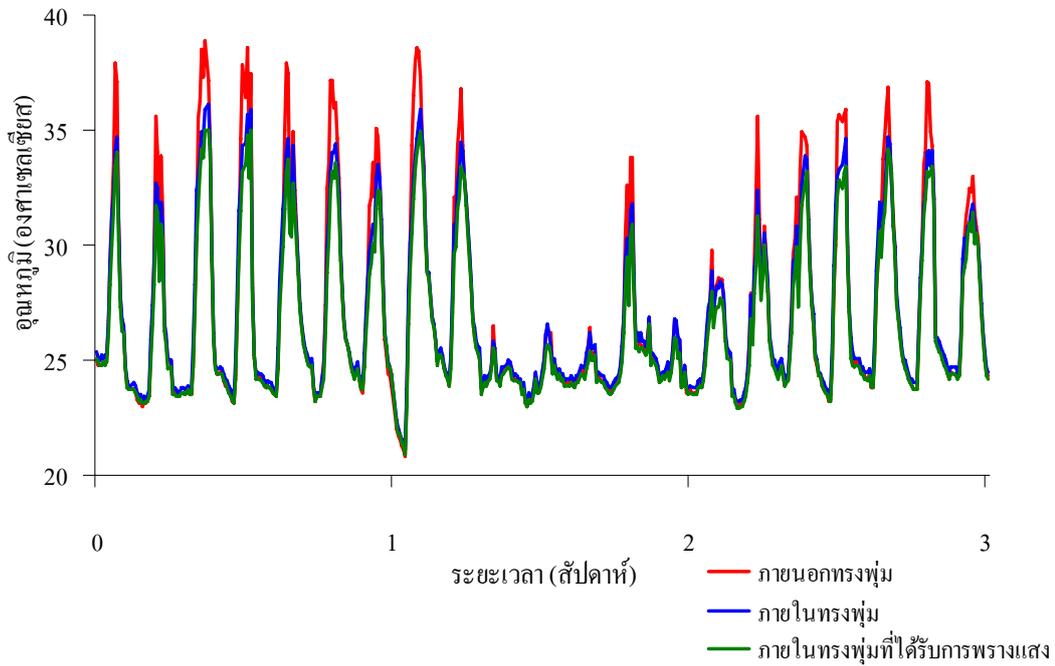
** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

¹ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

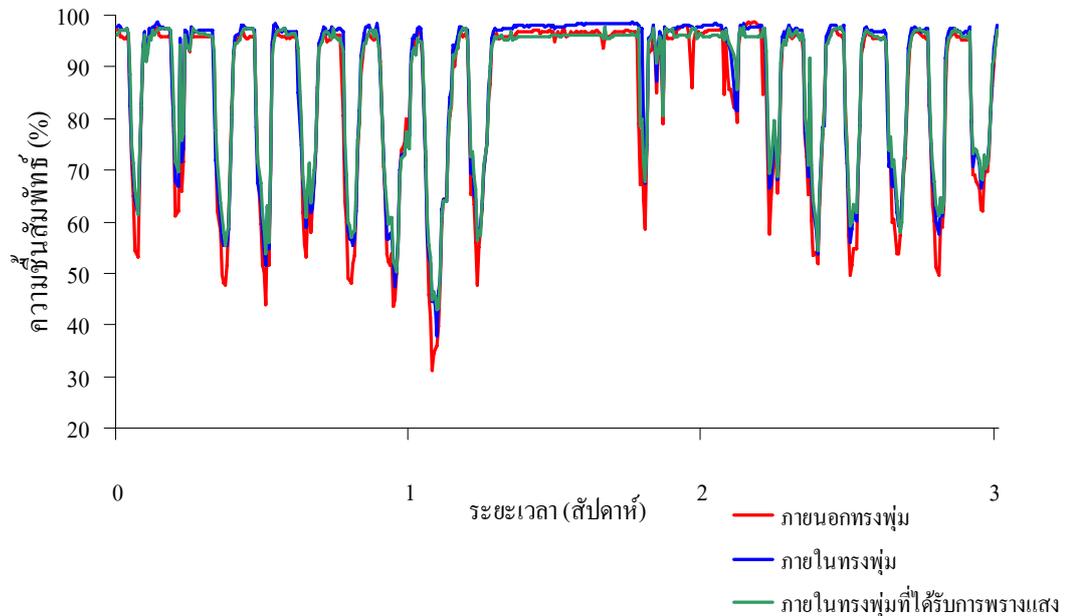
ตารางผนวกที่ 9 ความแน่นเนื้อแต่ละตำแหน่งของเนื้อทุเรียนภายในพูเมื่อผลทุเรียนสุก

ตำแหน่งของเนื้อทุเรียนภายในพู	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน/ตารางเซนติเมตร)	ความแปรปรวน
เนื้อบริเวณใกล้ขั้วผล	11.3	344.8
เนื้อบริเวณกลางพู	9.6	10.7
เนื้อบริเวณปลายขั้วผล	9.7	8.1
F-test	ns	
C.V. (%)	19.2	

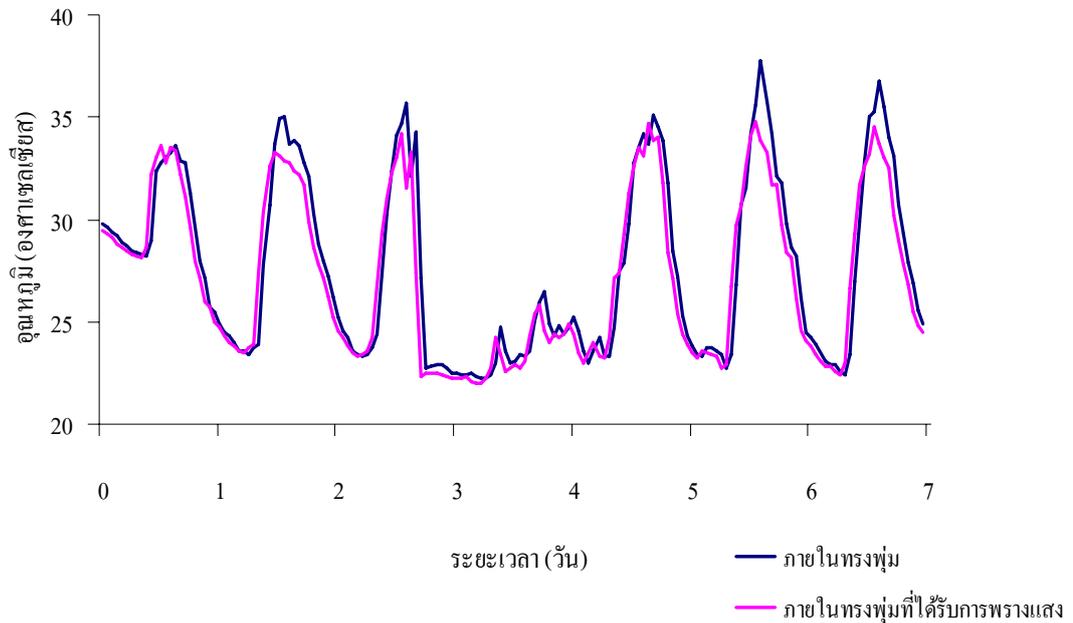
ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



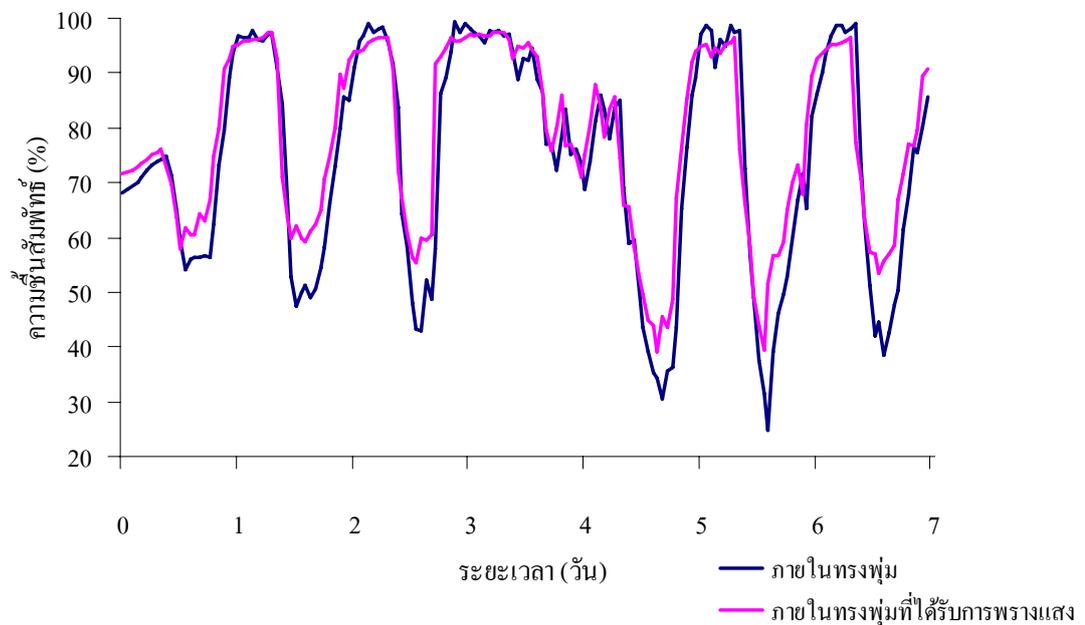
ภาพที่ 1 อุณหภูมิภายนอกทรงพุ่ม ภายในทรงพุ่ม และภายในทรงพุ่มที่ได้รับการพร่างแสงของด้นทุเรียน ระหว่างวันที่ 5 ถึง พฤษภาคม 2549 (3 สัปดาห์)



ภาพที่ 2 ความขึ้นสัมผัสพื้ภายนอกทรงพุ่ม ภายในทรงพุ่ม และภายในทรงพุ่มที่ได้รับการพร่างแสงของด้นทุเรียน ระหว่างวันที่ 5 ถึง 25 พฤษภาคม 2549 (3 สัปดาห์)



ภาพที่ 3 อุณหภูมิภายในทรงพุ่ม และภายในทรงพุ่มที่ได้รับการพรางแสงของต้นทุเรียน ระหว่างวันที่ 2 ถึง 8 เมษายน 2550 (1 สัปดาห์)



ภาพที่ 4 ความชื้นสัมพัทธ์ภายในทรงพุ่ม และภายในทรงพุ่มที่ได้รับการพรางแสงของต้นทุเรียน ระหว่างวันที่ 2 ถึง 8 เมษายน 2550 (1 สัปดาห์)