การทดสอบดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดูพันธุ์อีดอ ที่ใช้การคำนวณปริมาณความร้อนสะสม

ธงไชย ธิไชยวงค์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2556

ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน

ชื่อเรื่อง
การทดสอบดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดูพันธุ์อีดอ ที่ใช้การคำนวณ
ปริมาณความร้อนสะสม

โดย
ธงไชย ธิไชยวงค์

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา ....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ)
วันที่..28....เดือน...มี.ค........พ.ศ..2556.......

กรรมการที่ปรึกษา ....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ข้ามสี่)
วันที่...28....เดือน...มี.ค.........พ.ศ. 2556...

กรรมการที่ปรึกษา ....
(อาจารย์ ดร.เสกสันต์ อุสสหตานนท์)
วันที่....28...เดือน...มี.ค.......พ.ศ. ...2556..

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร ......พรพันธ์ ภู่พร้อมพันธุ์......
(อาจารย์ ดร.พรพันธ์ ภู่พร้อมพันธุ์)
วันที่..28..เดือน..มี.ค.....พ.ศ. 2556.

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว ....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จาตุพงศ์ วาฤทธิ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่..28.....เดือน...มี.ค.........พ.ศ. .2556......

ชื่อเรื่อง การทดสอบดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดูพันธุ์อีดอ ที่ใช้การคำนวณปริมาณความร้อนสะสม

ชื่อผู้เขียน นายธงไชย ธิไชยวงค์

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน

ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ

บทคัดย่อ

การทดสอบดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดูพันธุ์อีดอ โดยใช้ปริมาณความร้อนสะสมเป็นเกณฑ์ ดำเนินการศึกษากับต้นลำไยอายุ 5 ปี จำนวนรวม 10 ต้น ที่แปลงทดลองสาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือการชักนำให้ลำไยออกดอกในเดือนมิถุนายน และในเดือนกรกฎาคม ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อผลผลิตได้รับปริมาณความร้อนสะสม 1,950, 2,000, 2,050, 2,100, 2,150, 2,200, 2,250 และ 2,300 GDD การชักนำให้ออกดอกในเดือนกรกฎาคม เก็บเกี่ยวเมื่อผลผลิตได้รับปริมาณความร้อนสะสม 2,350, 2,400 และ 2,450 GDD ด้วย ปริมาณความร้อนสะสมที่ใช้หาได้จากสูตรผลรวมของอุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละวัน - อุณหภูมิพื้นฐาน โดยอุณหภูมิพื้นฐานที่ใช้เท่ากับ 10.76 °C ผลการทดลอง พบว่าลำไยที่ชักนำให้ออกดอกในเดือนมิถุนายน เมื่อเก็บเกี่ยวที่ความร้อนสะสม 2,100-2,150 GDD มีคุณภาพดีตามเกณฑ์การเก็บเกี่ยวมาตรฐานทั่วไป หรือเมื่อผลมีอายุ 152.6-156.6 วันหลังดอกบาน ในขณะที่ลำไยที่ชักนำให้ออกดอกในเดือนกรกฎาคม เก็บเกี่ยวได้เมื่อได้รับความร้อนสะสม 2,400-2,450 GDD หรือเมื่อผลมีอายุ 181.5-184.4 วันหลังดอกบาน

Title	Testing of Harvesting Index for Off-season Longan *(Dimocarpus longan* Lour.) CV. " E - Daw " by Using Heat Sum
Author	Mr. Thongchai Thichaiwong
Degree of	Master of Science in Horticulture
Advisory Committee Chairperson	Assistant Professor Dr. Theeranuch Jaroenkit

ABSTRACT

In this study, the harvesting index for off-season longan *(Dimocarpus longan* Lour.) cv. "E-DAW" by using heat sum was tested with experiments conducted at the Division of Pomology, Faculty of Agriculture, Maejo University, Chiang Mai province on five year-old longan trees. With a total of ten longan trees per experiment, the trees were induced to flower in June and July. For flowering induction in June, fruits were harvested when heat sum reached 1950, 2000, 2050, 2100, 2150, 2200, 2250 and 2300 GDD while for July flowering induction, fruits were harvested at heat sum of 1950, 2000, 2050, 2100, 2150, 2200, 2250 2300, 2350, 2400 and 2450 GDD. Heat sums were calculated by accumulating the difference between average of daily temperature and baseline temperature (10.76 ^{o}C). Results showed that when flowers were induced in June and when fruits were harvested at heat sum of 2100-2150 GDD , fruits showed good quality based on general standards of harvesting criteria when fruit age was about 152.6-156.6 days after blooming. Meanwhile, flowers induced in July resulted to high harvesting standards of fruits at heat sum of 2400-2450 GDD or when fruit age was about 181.5-184.4 days after blooming.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และแนะนำตั้งแต่เริ่มต้นการวิจัย ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ข้ามสี่ อาจารย์ ดร.เสกสันต์ อุสสหตานนท์ กรรมการที่ปรึกษา และ เจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้ที่ให้คำปรึกษาในด้านการผลิตลำไยนอกฤดูในช่วงเวลาต่างๆ และขอขอบคุณ พี่ เพื่อน และน้อง ๆ ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้ความช่วยเหลือและมีส่วนร่วมในการดำเนินงานทดลองในครั้งนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สาขาไม้ผลและเจ้าหน้าที่ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้ความช่วยเหลือและ คำแนะนำในเรื่องต่างๆในการดำเนินงาน

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อทองอินทร์ คุณแม่บัวเรียว ธิไชยวงค์ และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษา และเป็นกำลังใจตลอดมา และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้และคอยช่วยเหลือดูแลและให้คำปรึกษาแนะนำในเรื่องต่างๆ

ธงไชย ธิไชยวงค์
มีนาคม 2556

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก หน้า

ตารางผนวก หน้า

ตารางผนวก หน้า

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก หน้า

บทที่ 1
บทนำ

การผลิตลำไยนอกฤดูในปัจจุบันได้มีการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรต เพื่อชักนำการออกดอก แต่การผลิตลำไยนอกฤดูอาจจะไม่ประสบผลสำเร็จเสมอไป จากการสำรวจเกษตรกรที่ผลิตลำไยนอกฤดูในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน พบว่าเกษตรกรประสบความสำเร็จเพียง 30% เท่านั้น (ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้ และสำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6, 2550) ซึ่งสาเหตุหนึ่งอาจจะเกิดมาจากการขาดประสบการณ์และความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรในเรื่องการเก็บเกี่ยวผลผลิต เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงใช้การสังเกต ขนาดผล รูปร่าง และสีผิว เป็นต้น แต่สิ่งเหล่านี้ไม่สามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดูที่แน่นอนได้ เนื่องจากลำไยนอกฤดูจะมีการพัฒนาของผลในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจจะมีผลต่อการพัฒนาของผลได้ จากการรายงานของ ทรงศักดิ์และคณะ (2552) ที่พบว่าลำไยพันธุ์ดอที่เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม (ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตช่วงเดือนมิถุนายน) มีระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 172-176 วันหลังดอกบาน และเมื่อคำนวณปริมาณความร้อนสะสมจะอยู่ระหว่าง 2,110 – 2,140 GDD ส่วนลำไยพันธุ์ดอที่เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ (ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตช่วงเดือนกรกฎาคม) ระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 158-162 วันหลังดอกบาน และมีปริมาณความร้อนสะสม 2,400-2,480 GDD แต่ในการศึกษาครั้งนั้นยังไม่มีการทดลองยืนยันว่า ปริมาณความร้อนสะสมดังกล่าวจะสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดูได้หรือไม่

งานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบปริมาณความร้อนสะสมที่รายงานไว้ดังกล่าวว่าจะสามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์อีดอนอกฤดูได้หรือไม่

วัตถุประสงค์

ทดสอบความเหมาะสมของปริมาณความร้อนสะสมที่จะสามารถใช้เป็นดัชนีในการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์อีดอนอกฤดู

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการผลิตลำไยนอกฤดู

2. ทราบการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและทางเคมีของผลลำไยที่ติดผลในช่วงเวลาต่างๆกัน

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดูที่ปลูกในจังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีการคำนวณค่าปริมาณความร้อนสะสม

2. ศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์อีดอที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนมิถุนายน และกรกฎาคม 2553

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การทำลำไยนอกฤดูโดยใช้สารโพแทสเซียมคลอเรต

การผลิตลำไยนอกฤดูนั้น สามารถทำได้ โดยการใช้สารเคมีชักนำการออกดอก ซึ่งสารที่นิยมใช้กันในปัจจุบันนี้คือ โพแทสเซียมคลอเรต ซึ่งการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรตเพื่อชักนำให้ลำไยออกนอกฤดู พาวิน (2545) ได้สรุปขั้นตอนการใช้ดังนี้

1. ทำความสะอาดบริเวณทรงพุ่ม กำจัดวัชพืชและกวาดเอาวัสดุคลุมดินออก ถ้าดินบริเวณโคนต้นแห้งเกินไป ควรรดน้ำให้ชุ่มก่อนราดสาร 1 วัน

2. ใช้สารในอัตราส่วนที่เหมาะสมดังนี้

ลำไยขนาดเล็ก อายุ 5 – 7 ปี ใช้สารโพแทสเซียมคลอเรต 100 กรัม/ต้น

ลำไยขนาดกลาง อายุ 7 – 10 ปี ใช้สารโพแทสเซียมคลอเรต 150 กรัม/ต้น

ลำไยขนาดใหญ่ อายุ 10 ปีขึ้นไป ใช้สารโพแทสเซียมคลอเรต 200 กรัม/ต้น ละลายสารในน้ำ 50 – 100 ลิตร รดให้ทั่วบริเวณทรงพุ่ม

3. รักษาดินให้ชุ่มชื้นตลอด 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นให้น้ำเพิ่มไปจนกระทั่งลำไยออกดอก ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 20 – 35 วัน

4. ควรใช้สารโพแทสเซียมคลอเรต ก่อนฤดูกาลออกดอกตามปกติ คือไม่เกินเดือนพฤศจิกายน หรือหลังจากฤดูกาลปกติ ประมาณเดือนพฤษภาคมหรือมิถุนายน

สำหรับการผลิตลำไยนอกฤดูนั้น สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1(2551) รายงานว่า ลำไยจะใช้เวลาตั้งแต่ราดสาร โพแทสเซียมคลอเรต ($KClO_3$) จนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 7 เดือน การใช้สารโพแทสเซียมคลอเรตผลิตลำไยนอกฤดูแต่ละเดือนในรอบปี ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 แผนการผลิตลำไยนอกฤดูในรอบปี

เดือนที่ใช้สาร $KClO_3$	ระยะเวลา	เดือนที่เก็บเกี่ยวผลผลิตลำไย
ต้นมกราคม		กลางสิงหาคม
ต้นกุมภาพันธ์		กลางกันยายน
ต้นมีนาคม		ต้นตุลาคม
ปลายเมษายน		ต้นพฤศจิกายน
ต้นพฤษภาคม		กลางพฤศจิกายน
ต้นมิถุนายน		กลางธันวาคม
ปลายมิถุนายน	ประมาณ 7 เดือน	ต้นมกราคม
ต้นกรกฎาคม		ต้นกุมภาพันธ์
ต้นสิงหาคม		กลางมีนาคม
ต้นกันยายน		กลางเมษายน
ต้นตุลาคม		กลางพฤษภาคม
ต้นพฤศจิกายน		ต้นมิถุนายน
ต้นธันวาคม		กลางกรกฎาคม

หมายเหตุ ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวลำไย อาจมีการผันแปรไปตามสภาพแวดล้อมในแต่ละปี โดยอาจจะเก็บเกี่ยวได้เร็วกว่าหรือช้ากว่า 7 เดือน

ช่วงการผลิตลำไยนอกฤดูที่เกษตรกรนิยมทำคือ ให้ผลผลิตออกตรงกับเทศกาลสำคัญของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (ตาราง 2, ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้และสำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6, 2550) เพราะช่วงเวลาดังกล่าวตลาดมีความต้องการสูง และราคาดี

ตาราง 2 ช่วงการผลิตลำไยนอกฤดูที่เกษตรกรในเขตภาคเหนือตอนบนนิยมปฏิบัติ

เดือนที่ราดสาร $KClO_3$	เดือนที่เก็บเกี่ยว	เทศกาล
ปลายกุมภาพันธ์-มีนาคม	กันยายน	วันชาติจีน
พฤษภาคม-มิถุนายน	ธันวาคม	คริสต์มาส/ปีใหม่
10-30 มิถุนายน	ปลายมกราคม-ต้นกุมภาพันธ์	ตรุษจีน
ปลายกรกฎาคม-ต้นสิงหาคม	มีนาคม	เชงเม้ง
พฤศจิกายน	มิถุนายน	ก่อนฤดู

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกดอก

ปัจจัยภายใน

1. ความสมบูรณ์ของต้น ลำไยเป็นพืชที่ใช้เวลาตั้งแต่ออกดอกถึงผลแก่ นานประมาณ 6 - 7 เดือน ในปีที่ติดผลดกอาหารจะถูกใช้ไปอย่างมากและต้นลำไยจะมีระยะเวลาในการพักฟื้นและสะสมอาหารสั้น หากการดูแลรักษาไม่ดีพอจะทำให้ต้นไม่สมบูรณ์ โดยเฉพาะถ้าสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวยในปีถัดไปก็จะออกดอกน้อย (พาวิน, ม.ป.ป.) Batten (1986) แนะนำว่าในปีที่ลำไยออกดอกมากควรปลิดช่อดอกออกประมาณร้อยละ 40 และหลังติดผลให้ปลิดผลออกอีก 10 %

2. ฮอร์โมนภายในต้น จากการศึกษาของนพพร (2539) ถึงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลำไยก่อนการออกดอก พบว่า ในช่วงก่อนออกดอกปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินลดลงและลดต่ำสุดจนไม่สามารถตรวจพบในสัปดาห์ที่มีการออกดอก อย่างไรก็ตามเคยมีผู้ทดลองใช้สารพาโคลบิวทราโซล ซึ่งเป็นสารยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลิน กลับไม่สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้ (ประหยัด, 2529) แสดงให้เห็นว่าการลดระดับของจิบเบอเรลลินเพียงอย่างเดียวนั้น ไม่สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า การออกดอกของลำไยอาจถูกควบคุมด้วยฮอร์โมนมากกว่า 1 ชนิด

ปัจจัยภายนอก

1. อุณหภูมิ เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดตาดอกลำไย โดยลำไยต้องการอุณหภูมิเพื่อการออกดอกต่ำประมาณ 10-20 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาวช่วงหนึ่งคือประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ดังนั้นในแหล่งปลูกลำไยควรมีอากาศหนาวเย็นช่วงหนึ่งก่อนออกดอก (พาวิน, ม.ป.ป.) กนกมณฑล (2527) กล่าวว่าอุณหภูมิต่ำมีผลต่อการออกดอกเนื่องจากอุณหภูมิต่ำทำให้พืชมีการหายใจน้อย จึงมีอาหารสะสมมากขึ้น สามารถออกดอกได้ดี โดยจะสังเกตได้ว่าในปีที่มีอากาศหนาวเย็นมาก และยาวนาน สามารถชักนำให้ลำไยทั้งต้นที่สมบูรณ์และต้นที่โทรมออกดอกได้

2. แสง เป็นพลังงานที่สำคัญในกระบวนการสร้างอาหารของพืช พืชส่วนใหญ่ต้องการความเข้มของแสงในปริมาณที่สูงในการออกดอก โดยมีผลต่อการสะสมปริมาณสารอาหารและสารกระตุ้นการสร้างตาดอก (สมบุญ, 2536) พาวิน (ม.ป.ป.) กล่าวว่า ลำไยออกดอกที่ปลายยอดที่ได้รับแสง ส่วนที่ไม่ได้รับแสงจะไม่ออกดอกหรือออกดอกน้อย ก่อนการออกดอกของลำไยปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (Total non-structural carbohydrate หรือ TNC) ในยอดลำไยจะสูง จากนั้นจะลดลงเมื่อเริ่มแทงช่อดอกและมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆจนเก็บเกี่ยว

3. น้ำ การงดการให้น้ำช่วยส่งเสริมการออกดอกของลำไย โดยช่วยลดการผลิใบอ่อนที่อาจจะเกิดขึ้นในช่วยฤดูหนาวก่อนออกดอก (กลางเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม) ทั้งนี้เนื่องจากพืชดูดน้ำได้น้อยลง ทำให้ได้รับธาตุไนโตรเจนที่มีบทบาทช่วยส่งเสริมให้เกิดการเจริญทางกิ่งใบน้อยลง ดังนั้นเมื่อระดับไนโตรเจนต่ำลง การผลิใบจะชะลอหรือยับยั้ง จากนั้นเมื่อพืชได้รับอุณหภูมิต่ำเพียงพอก็จะสามารถออกดอกได้ (พงษ์ศักดิ์, 2542)

4. ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงก่อนการออกดอกเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลงจะทำให้ความชื้นในดินลดลง ทำให้รากพืชดูดน้ำไปใช้ได้ลดลงและมีการใช้คาร์โบไฮเดรตลดลงส่งผลให้มีอาหารเพิ่มขึ้น (พิจิตร, 2547) ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมที่สุดของลำไยในระยะก่อนออกดอกควรต่ำกว่า 80% (คีรี, 2540)

5. ความชื้นในดิน สภาพดินที่แห้งแล้งก่อให้เกิดความเครียดของน้ำในดิน เมื่อความชื้นในดินต่ำหรือการขาดน้ำ การดูดธาตุไนโตรเจนที่ละลายไปกับน้ำก็ลดลง นอกจากนี้สภาพความชื้นในดินต่ำยังมีผลต่อการสร้างฮอร์โมน Abscisic acid ซึ่งเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต ทำให้ต้นลำไยมีการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านลดลงและมีการสร้างอาหารเพิ่มขึ้น จึงทำให้ออกดอกได้ดีขึ้น (พิจิตร, 2547)

ปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

1. พันธุ์ ลำไยพันธุ์ต่างๆที่ปลูกกันอยู่ในขณะนี้มีนิสัยการออกดอกที่แตกต่างกัน เช่น พันธุ์ใบดำ และอีดอ มีนิสัยการออกดอกที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ ส่วนพันธุ์เบี้ยวเขียวและแห้ว มักจะออกดอกเว้นปี ลำไยบางพันธุ์มีนิยมการออกดอกมากกว่าหนึ่งครั้งในรอบปี (พาวิน, ม.ป.ป.)

2. โรคและแมลง ทำลายใบอ่อนและใบแก่ของลำไย ซึ่งมีผลต่อการสะสมอาหารของลำไย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542)

3. การเก็บเกี่ยว หากมีวิธีการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม เช่น ใช้มือหักช่อผลจะทำให้ลำไยมีการแตกใบอ่อนช้า จะมีผลต่อการสร้างและการสะสมอาหารได้น้อย (กรมส่งเสริมการเกษตร , 2542)

การบานของดอกและการผสมเกสรลำไย

ระยะเวลาตั้งแต่ช่อดอกเริ่มแทงจนถึงดอกเริ่มบานใช้เวลาประมาณ 3-4 สัปดาห์ โดยลักษณะการบานของดอกลำไยจะบานจากโคนไปหาปลายช่อและการบานของช่อแขนงย่อยจะบานจากโคนไปหาปลายเช่นกัน โดยลำไยต้นหนึ่ง ๆ จะมีระยะการบานประมาณ 1-1.5 เดือน (พาวินและคณะ, 2546) สำหรับลำดับการบานของดอกนั้น พบว่ามี 2 รูปแบบคือ รูปแบบที่ 1 ดอกตัวผู้บานก่อน โดยดอกตัวผู้จะบานต่อเนื่องกันตั้งแต่ดอกแรกถึงดอกสุดท้าย ใช้เวลา 25-28 วัน ส่วนดอกตัวเมียจะบานหลังดอกตัวผู้เริ่มบานประมาณ 14 วัน โดยดอกตัวเมียมีระยะเวลาการบาน 5-7 วัน แต่จะมีการบานมากที่สุดในวันที่สองของการบาน ส่วนรูปแบบที่ 2 คือดอกตัวเมียบานก่อนและมีการบานอยู่สองช่วง โดยแต่ละช่วงมีระยะการบาน 4-7 วัน หลังจากดอกตัวเมียชุดแรกบานได้ 4-6 วัน ดอกตัวผู้จะเริ่มบานและบานต่อเนื่องกันไป 15-25 วัน (นพดล และคณะ, 2543)

ลักษณะของดอกตัวเมียที่บานเต็มที่และพร้อมที่จะรับละอองเกสร (receptive) สังเกตได้จากยอดเกสรตัวเมีย (stigma lobe) จะแยกออกเป็น 2 แฉก (bifurcation) และมีน้ำหวาน (nectar) ที่จานรองดอกและมีช่วงเวลาในการผสมเกสรอยู่ระหว่าง 7.00-10.30 น. (วัฒนา, 2511)โดยอับละอองเกสรมีระยะการแตกหรือเปิดต่อเนื่องกันประมาณ 4 ชั่วโมงหลังดอกบาน มนตรี และคณะ (ม.ป.ป.) พบว่าอับละอองเรณูมีการเปิด 14% ในเวลา 11.00 น. 40% ในเวลา 13.00 น. 27% ในเวลา 15.00 น.ส่วนที่เหลือจะเปิดในเวลาอื่น ดอกตัวผู้แต่ละดอกบานประมาณ 2-3 วัน หลังจากนั้นดอกจะร่วง

การผสมเกสรโดยธรรมชาติอาจเกิดได้สองกรณีคือ ผสมข้ามดอกภายในต้นเดียว (self pollination) และผสมข้ามต้น (cross pollination) การผสมทั้งสองกรณีจะสำเร็จได้โดยอาศัยแมลงเป็นสื่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงพวกผึ้ง ส่วนลมและแรงดึงดูดของโลกมีบทบาทอยู่บ้างแต่น้อยมาก โดยการปฏิสนธิ (double fertilization) จะเกิดขึ้นในถุงต้นอ่อน (embryo sac) ประมาณ 4 วันหลังจากมีการถ่ายละอองเรณู (ฉันทนา, 2513)

สัดส่วนเพศดอก ช่อดอกหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยดอกตัวผู้ ดอกตัวเมีย ส่วนดอกสมบูรณ์เพศพบน้อยมากหรือไม่พบเลย โดยปกติดอกตัวผู้จะมีมากกว่าดอกตัวเมียแต่สัดส่วนเพศดอกจะผันแปรตามพันธุ์ การปฏิบัติดูแลรักษาและสภาพแวดล้อมในแต่ละปี มนตรี และคณะ (ม.ป.ป.) รายงานว่าต้นลำไยที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดมีสัดส่วนดอกตัวผู้ต่อดอกตัวเมีย 5:1 ส่วนต้นที่ปลูกด้วยกิ่งตอนมีสัดส่วนของดอกตัวผู้ต่อดอกตัวเมียสูงกว่า คือพันธุ์แห้วมีสัดส่วน 6:1 เบี้ยวเขียว 7:1 ดอและสีชมพู 9:1 การมีดอกตัวเมียอยู่สูงก็มีโอกาสติดผลต่อช่อสูงด้วย

พัฒนาการของผล

สมบุญ (2536) รายงานว่า ผลเจริญมาจากรังไข่ (ovary wall) หลังจากการปฏิสนธิของไข่ (ovule) และเปลี่ยนเป็นเพอริคาร์พ (pericarp) ห่อหุ้มเมล็ดอีกชั้นหนึ่ง ลักษณะของเพอริ-คาร์พจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช บางชนิดอ่อนนุ่ม บางชนิดแข็ง บางชนิดอาจเป็น 3 ชั้นอย่างเด่นชัด คือ ผนังชั้นนอก (exocarp) ผนังชั้นกลาง (mesocarp) และผนังชั้นใน (endocarp) ผลบางชนิดพบว่าเพอริคาร์พจะรวมตัวกันยากต่อการแยกส่วนออกมา หลังจากการผสมแล้วรังไข่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นผล ส่วนไข่จะเปลี่ยนไปเป็นเมล็ด กลีบเลี้ยงและกลีบดอกจะค่อย ๆ เหี่ยวแห้งและหล่นร่วงไป การเติบโตอย่างรวดเร็วของรังไข่หลังจากมีการถ่ายละอองเกสรและการปฏิสนธินี้เรียกว่า การติดผล (fruit set) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงจากดอกไปเป็นผล การเติบโตของรังไข่เป็นผลของฮอร์โมนจากละอองเรณูซึ่งมีออกซินอยู่จะช่วยกระตุ้นการเติบโตของรังไข่ในระยะแรก

สำหรับการเจริญเติบโตของผลลำไยพันธุ์อีดอ ดาวเรือง (2530) รายงานว่าผลลำไยใช้เวลาในการเติบโตจากระยะติดผลถึงผลโตเต็มที่ประมาณ 21 สัปดาห์ ซึ่งสามารถแบ่งการเจริญเติบโตของผลลำไยเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ตั้งแต่สัปดาห์ที่เริ่มติดผลจนถึงสัปดาห์ที่ 10 จะมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ โดยเป็นการเจริญเติบโตของเปลือกและเมล็ด ส่วนเนื้อผลเริ่มเกิดเมื่อผลอายุประมาณ 6

สัปดาห์ และมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 14 ในขณะที่เมล็ดใช้เวลาตั้งแต่ติดผลถึงสัปดาห์ที่ 8

ระยะที่ 2 เริ่มตั้งแต่สัปดาห์ที่ 10-12 หลังติดผล ระยะนี้ผลลำไยจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในส่วนของเนื้อผลจะเจริญอย่างรวดเร็วตั้งแต่สัปดาห์ที่ 14 จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 21 การเจริญของเนื้อจะคงที่ ส่วนเมล็ดจะเจริญอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 8 ถึงสัปดาห์ที่ 14 หลังจากนั้นขนาดของเมล็ดจะโตเกือบเต็มที่

ระยะที่ 3 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 21 เป็นต้นไปเป็นระยะที่มีการเจริญเติบโตของผลช้าลงเนื่องจากส่วนเนื้อและเมล็ดมีการเจริญเกือบคงที่

ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของพืช

อุณหภูมินั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับอัตราการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช เนื่องจากกระบวนการต่างๆทางสรีระวิทยาจะเกิดขึ้นได้ในช่วงที่อุณหภูมิแตกต่างกัน โดยช่วงอุณหภูมินี้เรียกว่า cardinal temperature (Daubenmire, 1974) ซึ่งหมายถึงช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช โดยจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ส่วนต่างๆของพืช และระยะการเจริญเติบโตของพืช

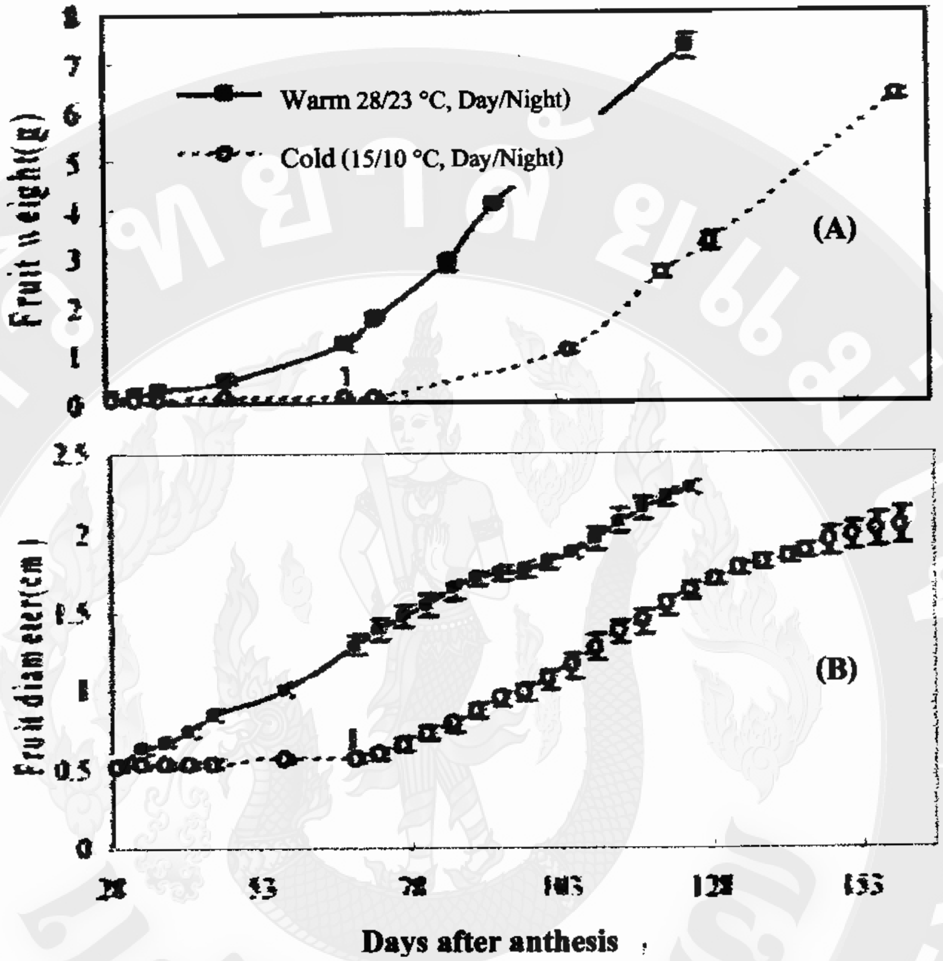
การเจริญเติบโตของพืชมีการตอบสนองต่ออุณหภูมิ ดังนี้คือ ในช่วงอุณหภูมิต่ำระหว่าง 0-15 องศาเซลเซียส พืชจะมีการเจริญเติบโตช้ามาก และจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส และการเจริญเพิ่มขึ้นช้าหรือชะงักเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิสูงสุด ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีความต้องการระดับของอุณหภูมิที่เหมาะสมแตกต่างกัน (Leopold, 1964)

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรอบวันจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชเช่นกัน โดยส่วนใหญ่แล้วอุณหภูมิกลางคืนจะมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชมากกว่าอุณหภูมิกลางวัน ซึ่งการที่อุณหภูมิกลางคืนต่ำกว่าอุณหภูมิกลางวันจะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาการดีกว่าการที่อุณหภูมิกลางคืนเท่ากับอุณหภูมิกลางวัน โดยทั่วไปอุณหภูมิกลางคืนที่เหมาะสมมักต่ำกว่าอุณหภูมิกลางวันที่เหมาะสมประมาณ 10 องศาเซลเซียส (สังคม, 2536) ในขณะที่ George and Nissen (1987) รายงานว่า ในน้อยหน่า (custard apple) การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืน (17/12, 22/17, 27/22, 32/27 องศาเซลเซียส) จะส่งผลทำให้มีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น

อุณหภูมิมีบทบาทต่อแทบทุกกระบวนการในพืช เนื่องจากกระบวนการต่างๆทางชีวเคมีเกิดขึ้นได้ โดยกิจกรรมของน้ำย่อย (enzyme) ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง และกิจกรรมของน้ำย่อยจะขึ้นกับระดับของอุณหภูมิเป็นอย่างมาก โดยผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช Bertin (2005) ได้รายงานไว้ว่า ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จะมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนเซลล์ แต่จะมีการลดลงของขนาดเซลล์ โดยจะไม่ส่งผลต่อขนาดของผลในมะเขือเทศ

ส่วนลำไยในสภาพภูมิอากาศหนาวเย็น (อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนเท่ากับ 15/10 องศาเซลเซียส) การพัฒนาการของผลจะถูกระงับการแบ่งเซลล์และการขยายตัวของเซลล์ ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลผลิตที่ลดลง (Wei-Hai Yang et al.,2010b) นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีอิทธิพลต่อขนาดของผล โดย Denne (1963) พบว่า แอปเปิ้ลที่ปลูกในประเทศนิวซีแลนด์มีความบริบูรณ์ที่เร็วกว่าและมีขนาดที่ใหญ่กว่าแอปเปิ้ลที่ปลูกที่ประเทศอังกฤษที่มีสภาพภูมิอากาศที่หนาวเย็นกว่า Guglielmo Costa et al. (2004) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความร้อนสะสมกับขนาดของผลแอปเปิ้ลเพื่อใช้ในการเก็บเกี่ยว 3 พันธุ์ คือ Gala, Gloden Delicious และ Fuji พบว่า เมื่อมีการสะสมความร้อนมากขึ้นจะทำให้น้ำหนักผลและขนาดผลเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง โดยมี $R^2 = 0.78$

จากการรายงานของ Wei-Hai Yang et al.(2010a) ที่ศึกษาถึงผลกระทบของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของผลลำไยพันธุ์ Chuliang ในตู้ Phytotron ที่อุณหภูมิ 15/10 องศาเซลเซียส (กลางวัน/กลางคืน) ในระยะที่ผลมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลประมาณ 4 มิลลิเมตร พบว่าผลมีการพัฒนาที่ช้าและเมื่อเก็บเกี่ยวผลมีขนาดที่เล็กกว่าต้นลำไยที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิที่สูงกว่า (28/23 องศาเซลเซียส, กลางวัน/กลางคืน) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความเครียดที่เกิดจากความหนาวเย็นบวกกับการลดลงของอุณหภูมิอย่างกะทันหัน การพัฒนาการของผลลำไยภายใต้สภาพอุณหภูมิสูงและต่ำแสดงในภาพ 1



ภาพ 1 การพัฒนาของลำไยในด้านขนาดและน้ำหนักผลภายใต้สภาพอุณหภูมิต่ำและสูง
ที่มา : Wei-Hai Yang et al. (2010a)

ในทางกลับกันอากาศหนาวเย็นระหว่างการพัฒนาของผลสาลี่พันธุ์ Bartlett ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวได้ไว้ขึ้น โดยสาลี่ถ้าได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 30 วัน หรือมากกว่าก่อนการเก็บเกี่ยวก้านรองผลจะเปลี่ยนไปเป็นสีเหลืองและสุกเร็วขึ้นหลังจากการเก็บเกี่ยว (Wang et al.,1971) ซึ่งอาจจะเกิดจากความเครียดของพืช จึงส่งผลให้ผลผลิตมีการสุกเร็วขึ้น

ส่วนอุณหภูมิที่สูงตั้งแต่ 40 องศาเซลเซียสขึ้นไป จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเยื่อหุ้มเซลล์ โครงสร้างของโปรตีน และเยื่อหุ้มไทลาคอยด์ในคลอโรพลาสต์นั้นซึ่งเป็นโครงสร้างที่ไวต่อภาวะความเครียดที่เกิดจากอุณหภูมิสูง และมักจะเสียสภาพไปเมื่ออยู่ในสภาพที่อุณหภูมิสูงผิดปกติ กระบวนการสังเคราะห์แสงจะไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระบบรับแสงที่สอง (Photosystem II) ในปฏิกิริยาแสงจะหยุดทำงาน ซึ่งจะส่งผลให้ปฏิกิริยาตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในวัฏจักรคาลวินเสียสมดุล และหากภาวะเครียดนี้ดำเนินต่อไปเรื่อยๆ สุดท้าย

ก็อาจส่งผลไปถึงการหยุดการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ ซึ่งจะส่งผลต่อกระบวนการเมตาโบลิซึมของกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) และโปรตีน รวมทั้งการสลายของเยื่อหุ้มเซลล์ และเยื่อหุ้ม-ออร์กาเนลล์ต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไมโตคอนเดรียซึ่งจะทำให้การหายใจระดับเซลล์หยุด และเซลล์จะตายในที่สุด (ชุมพล, ม.ป.ป.)

สัมฤทธิ์(2537) กล่าวว่า ในช่วงอุณหภูมิที่ร้อนมากจนเกินไปจะทำให้การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของผลลดลง โดยมีสาเหตุของการเพิ่มอัตราการคายน้ำและการหายใจ ซึ่งเซลล์ของผลจะไม่สามารถที่จะรักษาน้ำและคงสภาพน้ำภายในเซลล์ไว้ได้ จึงทำให้การเจริญเติบโตชะงักลง ไม้ผลเกือบทุกชนิดจะแสดงอาการผิดปกติทางสรีระวิทยา เมื่อผลได้รับอุณหภูมิสูงในระหว่างที่ผลกำลังสุก เช่น ทำให้ผลท้อมีเนื้อผลสีดำ น้ำขังไส้ในผลแอปเปิ้ล ไส้ในสีน้ำตาลในผลอะพริคอท ซึ่งอาการต่างๆดังกล่าวเป็นตัวอย่างที่เนื่องมาจากความร้อนสูง เช่น ผลองุ่นที่ไวต่อความร้อนเมื่อได้รับอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน จิบเบอเรลลินในผลจะลดลง ผลสูญเสียขีดความสามารถในการเจริญเติบโตและการสะสมน้ำตาลที่ลดลง โดยการที่เซลล์ไม่สามารถจะสะสมน้ำตาลได้อาจมีผลมาจากมีการหายใจที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและหยุดการนำอาหารที่สังเคราะห์ได้เข้ามาประจวบกับการที่มีการยับยั้งการพัฒนาการของผล โดยความร้อนสูงเป็นเวลา 4 วัน จะชักนำให้เกิดอาการใบเหลือง ใบเหี่ยวเฉาและหยุดการคายน้ำ (Matsui et al.,1985)

ดัชนีการเก็บเกี่ยว

ดัชนีการเก็บเกี่ยว หมายถึง สิ่งที่ใช้บ่งบอกว่าผลิตผลนั้นๆ สามารถเก็บเกี่ยวได้แล้วหรือไม่ โดยผลิตผลที่จะเก็บเกี่ยวได้จะมีคุณภาพที่ดี (ธวัชชัย, 2541) ผลิตผลทางพืชสวนจะมีคุณภาพดีและเก็บรักษาได้นาน หากเก็บเกี่ยวในระยะที่มีความแก่สมบูรณ์ การเก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนเกินไปจะทำให้ได้ผลิตผลมีคุณภาพต่ำและการเก็บรักษาได้ไม่นาน และถ้าเก็บเกี่ยวช้าเกินไปจะทำให้ผลผลิตมีคุณภาพต่ำเช่นกันคือ มีอายุการวางจำหน่ายสั้น เกิดการเสื่อมสลายได้ง่าย ไม่เหมาะสมในการเก็บรักษาหรือขนส่งไปในระยะทางไกล (นิธิยาและดนัย, 2548)

จริงแท้ (2549) กล่าวว่าการพิจารณาว่าผัก ผลไม้ หรือดอกไม้ได้เจริญมาจนถึงระยะหรือวัยที่จะเก็บเกี่ยวได้หรือยัง หรือมีความบริบูรณ์ทางพืชสวนหรือยังนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะในระหว่างการเจริญเติบโต ถึงแม้ว่าจะมีการดูแลรักษาดีเพียงใด หากเก็บเกี่ยวไม่ถูกวัยแล้ว คุณภาพของผลิตผลที่เก็บเกี่ยวได้อาจจะใช้ไม่ได้เลยก็ได้ เช่น อาจจะอ่อนเกินไปจนผลไม้ไม่ยอมสุก การพิจารณาในเรื่องนี้ต้องมีหลักเกณฑ์หรือเครื่องบ่งชี้หรือที่เรียกกันว่า ดัชนีความบริบูรณ์ (maturity index) ถ้าใช้เพื่อการเก็บเกี่ยวก็เรียกว่า ดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvesting index) ดัชนีความ

บริบูรณ์ของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน นอกจากนี้ในชนิดพืชเดียวกันอาจใช้ดัชนีได้หลายอย่าง ดัชนีความบริบูรณ์นั้นในทางปฏิบัติใช้กันอยู่ 2 ระดับ คือ ใช้เพื่อหาความเหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว และอีกระดับคือใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมาแล้วว่ามีความบริบูรณ์ถูกต้องตามความต้องการหรือไม่เรียกได้ว่าเป็นดัชนีคุณภาพ (quality index)

สายชล (2528) สรุปว่าดัชนีการเก็บเกี่ยวที่ดีมีประโยชน์ต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

1.เชื่อถือได้

2.ใช้ได้ผลเสมอ

3.ทุกคนสามารถนำไปใช้ได้

4.ไม่ต้องใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ยุ่งยาก

ดัชนีการเก็บเกี่ยวแบบต่างๆ

ดัชนีการเก็บเกี่ยวที่ใช้ในปัจจุบันมีมากมายหลายวิธี โดยทั่วไปเกษตรกรมักใช้ดัชนีการเก็บเกี่ยวหลายๆอย่างประกอบการตัดสินใจในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวได้ถูกต้องและแม่นยำตามความบริบูรณ์ของผลผลิต

การนับระยะเวลาการพัฒนาของผลผลิต

ระยะเวลาของการเจริญจากจุดใดจุดหนึ่งของพืชหรือส่วนของพืชสามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้ (สังคม, 2536) โดยอายุของการพัฒนาของผลผลิต อาจเริ่มนับตั้งแต่วันที่ออกดอก หรือวันที่ติดผล เป็นต้น การนับอายุมีข้อดีคือ สามารถคาดคะเนล่วงหน้าได้นานว่าจะสามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่อไร แต่การเจริญพัฒนาของผลผลิตอาจขึ้นกับอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมระหว่างการพัฒนาของผลผลิตด้วยทั้งนี้ ธีรนุช และพาวิน (2548) รายงานว่าลำไยในฤดูกาลปกติจะใช้เวลาตั้งแต่เริ่มแทงช่อดอกจนกระทั่งผลแก่ประมาณ 7 เดือน ในขณะที่ลำไยนอกฤดูอาจใช้ระยะเวลาสั้นกว่าหรือยาวนานกว่าฤดูผลิตปกติ การให้สารโพแทสเซียมคลอเรตต้นเดือนพฤษภาคม ผลลำไยจะแก่เร็วกว่าฤดูกาลปกติ แต่ถ้าให้สารในเดือนสิงหาคม ผลลำไยจะแก่ช้ากว่าฤดูกาลปกติ เพราะผลลำไยเจริญเติบโตในช่วงอากาศหนาวเย็น พิทยาและพาวิน (2545) พบว่า ผลลำไยที่เจริญเติบโตในฤดูหนาวแก่ช้ากว่าฤดูกาลปกติ เช่นเดียวกับรายงานการศึกษาในออสเตรเลีย โดย Diczbalis and Drinnan (2007) ที่พบว่าการพัฒนาการของผลลำไยในเดือนที่มีอากาศร้อนจะพัฒนาได้เร็วกว่าเดือนที่มีอากาศเย็น อย่างไรก็ตามการนับจำนวนวันที่เชื่อถือได้ ต้องทำมาเป็นระยะเวลานานหลายๆปี

ก่อนนำมาใช้ให้ได้ผลที่แน่นอน และในแต่ละปีควรมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศไม่มากนัก นอกจากนี้การนับจำนวนวันดังกล่าวอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามพันธุ์ แหล่งที่ปลูก ฤดูกาล และการปฏิบัติดูแลรักษา (สายชล, 2528)

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ

1. สี การเปลี่ยนสีของผลไม้มักเกิดขึ้นเมื่อผลไม้เริ่มเข้าสู่กระบวนการสุกแล้ว และจะมีอายุการเก็บรักษาสั้น (จริงแท้, 2549) สีผิวของผลไม้ส่วนใหญ่ขณะอ่อนจะมีสีเขียวเข้ม เมื่อผลแก่สีเขียวเพิ่มมากขึ้นแล้วค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนและจางลง หรือเปลี่ยนเป็นสีอื่นเมื่อผลไม้เริ่มสุก เช่นกล้วยและมะม่วงเมื่อเริ่มสุกจะสูญเสียสีเขียวเป็นสีเหลือง สตรอเบอรี่ และลิ้นจี่มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวจากสีเขียวเป็นสีแดง หรือสีม่วงในเสาวรสม่วง เป็นต้น (นิธิยาและดนัย, 2548) ผลไม้ประเภท non-climacteric บางชนิด เช่น ส้ม และสับปะรด การเปลี่ยนสีขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม โดยในช่วงที่มีอากาศเย็นการเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นเหลืองเกิดขึ้นได้ดีกว่าช่วงอากาศร้อน (จริงแท้, 2549) ท้อบางพันธุ์สีผิวจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูหรือสีแดงเมื่อได้รับแสงแดดเต็มที่แต่ผลท้อยังไม่สมบูรณ์ (นิธิยาและดนัย, 2548)

2. รูปร่าง ผลไม้หลายชนิดมีรูปร่างลักษณะเปลี่ยนไประหว่างการเจริญเติบโต เช่น กล้วย เมื่อยังเล็กจะมองเห็นเป็น 4-5 เหลี่ยมชัดเจน เหลี่ยมนี้จะค่อยๆหายไป จนกระทั่งผลมีความบริบูรณ์เต็มที่ผลจึงมีลักษณะกลม อายุที่สามารถเก็บเกี่ยวและเหมาะกับการส่งออก คือ เมื่อผลกล้วยมีเหลี่ยมลดลงเหลือ 3 เหลี่ยม ผลทุเรียนมีลักษณะภายนอกหลายอย่างที่ใช้เป็นดัชนีความบริบูรณ์ได้ เช่น ปลิงที่ขั้วผลโป่งพองขึ้นจากเดิม และที่โคนหนามมีจุดสีน้ำตาลเกิดขึ้น ส่วนส้มโอที่บริบูรณ์แล้วต่อมน้ำมันจะแยกออกจากกัน (จริงแท้, 2549)

3. ขนาด สำหรับผลไม้ ขนาดอาจจะเป็นดัชนีที่ไม่ดีนัก เพราะขนาดผลขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้นและปริมาณการติดผล (จริงแท้, 2549) ผลไม้บางชนิดมีผลเล็กแต่มีความแก่และผลไม้ที่มีขนาดใหญ่อาจจะยังอ่อนอยู่ (นิธิยาและดนัย, 2548)

4. ความแน่น ในผักประเภทห่อหัว เช่น กะหล่ำปลี ความแน่นของหัวซึ่งสามารถใช้มือบีบสัมผัสได้เป็นดัชนีบ่งบอกเวลาการเก็บเกี่ยวได้ดี กะหล่ำปลีที่เริ่มห่อหัว หัวจะหลวม ใช้มือบีบให้ยุบลงได้ง่าย ส่วนหัวที่ห่อมานานแล้วมีน้ำหนักมากแน่นแข็ง บีบไม่ลง ในผลไม้ส่วนใหญ่เมื่ออ่อนเนื้อจะแข็งมาก แต่เมื่อใกล้ระยะสมบูรณ์เนื้อจะเริ่มอ่อนตัวลง (จริงแท้, 2549)

5. การหลุดร่วงออกจากต้น ผลไม้หลายอย่างเมื่อถึงระยะบริบูรณ์จะมีการสร้างเนื้อเยื่อพิเศษขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างผลกับกิ่ง เนื้อเยื่อบริเวณนี้มักบอบบาง ยึดเกาะกันอย่างหลวม

ทำให้ผลหลุดออกจากกิ่งได้ง่ายเมื่อมีแรงจากภายนอกมากระทำ เนื้อเยื่อนี้มีชื่อเรียกว่า absicission tissue หรือ absicission layer (จริงแท้, 2549)

6. ปริมาณน้ำคั้น ระหว่างการเจริญเติบโตของผลไม้นอกจากการสะสมอาหารในรูปแป้งและน้ำตาลแล้ว ปริมาณน้ำในแวคิวโอล (vacuole) ก็เพิ่มขึ้นตามอายุของผลไม้ โดยเห็นได้ชัดในผลไม้ประเภทส้ม เมื่อผลเล็กๆจะคั้นน้ำไม่ได้เลย แต่เมื่ออายุมากขึ้นปริมาณน้ำคั้นที่ได้จะมีมากขึ้น (จริงแท้, 2549)

7. ความถ่วงจำเพาะ ค่าความถ่วงจำเพาะสามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวผลิตผลได้ โดยพิจารณาจากการจม-ลอยของผลไม้ในน้ำ กล่าวคือผลไม้ที่ยังอ่อนอยู่มักลอยน้ำ เพราะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อย และมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำแต่เมื่อผลไม้แก่ค่าความถ่วงจำเพาะจะเพิ่มขึ้น ผลจึงจมน้ำ (Thompson, 1996) มีรายงานว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่อความถ่วงจำเพาะอยู่ในช่วง 1.03-1.04 ทั้งนี้ผลเมื่อแก่จัดจะมีความถ่วงจำเพาะค่อนข้างสูงและคงที่ (ชมัยพร, 2537)

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

1. แป้ง ในผลไม้ที่มีการสะสมแป้ง แป้งมักถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลมากขึ้น เมื่อผลเข้าใกล้ระยะบริบูรณ์ วิธีตรวจสอบดูว่าปริมาณแป้งลดลงมากน้อยเพียงไร ทำได้โดยการเฉือนเปลือกผลไม้ออกให้เห็นเนื้อแล้วหยดไอโอดีนความเข้มข้น 3% ถ้ามีปริมาณแป้งมากจะได้สีม่วงดำ ถ้าสีที่ได้จางลง แสดงว่าผลไม้เริ่มเข้าสู่ระยะบริบูรณ์แล้วสามารถเก็บเกี่ยวได้ (จริงแท้, 2549)

2. น้ำตาล ผลไม้หลายชนิดสะสมอาหารในรูปของน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ เช่น องุ่น และลำไย ยิ่งอายุมากขึ้นการสะสมน้ำตาลยิ่งมีมากขึ้น แต่ในผลไม้ประเภท climacteric ซึ่งสะสมอาหารในรูปของแป้งแล้วเปลี่ยนเป็นน้ำตาลภายหลัง การวัดปริมาณน้ำตาลในผลไม้ประเภทนี้จึงอาจสายเกินไปสำหรับการเก็บเกี่ยว แต่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพ (จริงแท้, 2549)

3. กรด ผลไม้ส่วนใหญ่เมื่อยังอ่อนมักมีรสเปรี้ยวเนื่องจากการสะสมกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในแวคิวโอ เมื่อผลพัฒนาเข้าสู่ระยะบริบูรณ์ปริมาณกรดจะลดลง (จริงแท้, 2549)

4. ไขมัน ผลไม้บางอย่างสะสมอาหารในรูปไขมันเป็นปริมาณมาก เช่น ผลอะโวกาโด โอลีฟ และเมล็ดเคี้ยวมันชนิดต่างๆ แต่ในทางปฏิบัติ การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันทำได้ยาก ใช้เครื่องมือยุ่งยาก ต้องทำให้ห้องปฏิบัติการ ใช้เวลานานจึงไม่เป็นที่นิยม (จริงแท้, 2549)

5. สารสี โดยทั่วไปปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงเมื่อผลไม้เข้าสู่ระยะบริบูรณ์ ในขณะที่สารสีอื่นๆ เช่น carotene และ anthocyanin มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น (จริงแท้, 2549)

6. กลิ่น ผลไม้ส่วนใหญ่กลิ่นเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการรับประทาน โดยมีการสังเคราะห์ขึ้นในระยะผลสุก (Wills *et al.2007*)

7. สารประกอบฟีนอล ผลไม้ที่ยังอ่อนมักมีสารประกอบฟีนอลสะสมอยู่มากเพื่อช่วยป้องกันตัวเองจากศัตรูภายนอก เมื่อผลไม้เข้าสู่ระยะบริบูรณ์สารประกอบฟีนอลมักมีปริมาณลดลงโดยรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ (polymerization) การตรวจวัดปริมาณฟีนอลสามารถทำได้คร่าวๆในแปลงโดยใช้สารละลาย $FeCl_3$ หยดลงบนเนื้อผลไม้ได้สารสีน้ำตาลเกิดขึ้น สีเข้มแสดงว่าผลไม้ยังไม่บริบูรณ์และอาจมีรสฝาด เมื่อสีอ่อนลงแสดงว่าผลไม้เริ่มมีความบริบูรณ์พร้อมเก็บเกี่ยวได้แล้ว วิธีนี้ใช้ปฏิบัติได้ผลดีกับพลับ (จริงแท้, 2549)

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา

ลักษณะทางสรีรวิทยาระหว่างการเจริญเติบโต การพัฒนา และการแก่ของผลิตผลสามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้ เช่น การวัดอัตราการหายใจในช่วงระยะการเจริญเติบโตและการแก่ (นิธิยาและดนัย, 2548)

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางไฟฟ้า

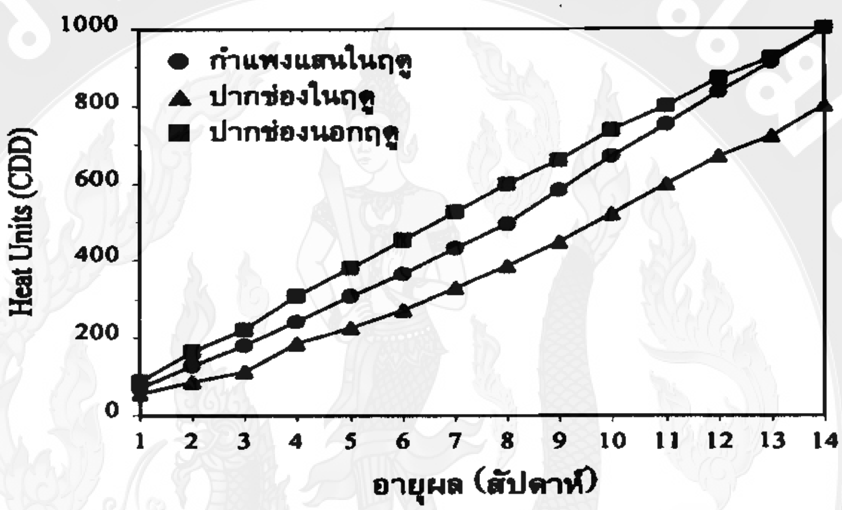
การเปลี่ยนแปลงความต้านทานและความจุไฟฟ้าของผลิตผล เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ที่ละลายอยู่ในเนื้อผลไม้ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับระยะความแก่ของผลไม้ด้วย แต่วิธีนี้ยังใช้ในระดับห้องปฏิบัติการอยู่ ยังไม่มีการนำมาใช้ในทางการค้า (นิธิยาและดนัย, 2548)

การวัดปริมาณความร้อนสะสม

การหาระยะการเก็บเกี่ยวของพืชอาจทำได้โดยใช้ปริมาณความร้อนสะสมที่พืชได้รับระหว่างการพัฒนาของผลผลิตมาคิดคำนวณ เมื่อพืชได้รับความร้อนสะสมผลผลิตจะมีการเก็บสะสมพลังงานที่ได้จากสภาพแวดล้อมไว้จนค่าถึงระดับหนึ่งผลผลิตนั้นจะสามารถเก็บเกี่ยวได้ โดยค่าความร้อนสะสมนี้คำนวณได้จากผลรวมของความร้อนสะสมของในแต่ละวัน (สังคม, 2536) การคำนวณปริมาณความร้อนสะสมมีสมมุติฐานว่า พืชหรือส่วนของพืชจะเจริญเติบโตเฉพาะในช่วงที่อุณหภูมิเหมาะสม ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปจะไม่มีการเจริญเติบโต เนื่องจากมีอัตรา

การเผาผลาญอาหารในกระบวนการหายใจมากกว่าปริมาณอาหารที่สร้างขึ้นจากการสังเคราะห์แสง (สุรพล, 2541)

จริงแท้ (2549) กล่าวว่า ฤดูกาลใดที่อุณหภูมิสูง ปริมาณความร้อนสะสมก็จะเพิ่มขึ้นเร็วกว่าฤดูกาลที่มีอุณหภูมิต่ำ พืชชนิดหนึ่งจะมีปริมาณความร้อนสะสมที่ใช้ในการพัฒนาไปจนถึงมีความบริบูรณ์ใกล้เคียงกัน จึงสามารถใช้เป็นดัชนีความบริบูรณ์เพื่อการเก็บเกี่ยวได้ (ภาพ 2)



ภาพ 2 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้จากแหล่งปลูกและฤดูกาลที่ต่างกัน จะมีปริมาณความร้อนสะสมเพิ่มขึ้นไม่เหมือนกัน

ที่มา : ชมัยพร (2537)

Katz (1952) ศึกษาการวัดความบริบูรณ์ของพืช ด้วยการใช้อุณหภูมิเพื่อหาวันเก็บเกี่ยวของถั่วสำหรับบรรจุกระป๋อง โดยใช้ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในแต่ละวันลบด้วยอุณหภูมิต่ำสุดที่ถั่วมีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด สำหรับถั่วเมล็ดกลมเท่ากับ 4.4 องศาเซลเซียส แล้วนำมาคำนวณโดยวิธี Direct summation และ Exponential ซึ่งวิธี Direct summation ใช้อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวันลบด้วย Baseline temperature แล้วนำค่ามารวมกันนับตั้งแต่วันปลูกจนถึงวันเก็บเกี่ยว สำหรับวิธี Exponential จากสมมุติฐานของการเจริญเติบโตของพืชเป็นไปตามกฎของ Van't Hoff และ Arrhenius คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาทางเคมีจะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นทุกๆ 18 องศาฟาเรนไฮต์ โดยทั้ง 2 วิธีนี้มีผลแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

วิธีการคำนวณ

การคำนวณความร้อนสะสมมีหลายวิธี เช่น การใช้เฉพาะอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละวัน แต่อาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้มาก เพราะค่าที่นำมาคำนวณนั้นใช้

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด ซึ่ง Arnold (1960) พบว่าปัญหาเกิดขึ้นมากเมื่ออุณหภูมิต่ำสุดในแต่ละวันมีค่าต่ำกว่าค่า base temperature

Baskerville and Emin (1969) ใช้เฉพาะค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละวันในการคำนวณค่าความร้อนสะสม โดยแบ่งการคำนวณเป็น 4 วิธี คือ 1.) การใช้สูตรพื้นฐานในกรณีที่อุณหภูมิต่ำสุดมีค่าสูงกว่า lower threshold และไม่มีค่า upper threshold 2.) ถ้าอุณหภูมิต่ำสุดมีค่าต่ำกว่า lower threshold และไม่มีค่า upper threshold ให้อ่านค่าจากตาราง ที่สร้างขึ้นเฉพาะ 3.) ถ้าอุณหภูมิสูงสุดสูงกว่าค่า upper threshold และไม่จำกัดค่าอุณหภูมิต่ำสุด ให้อ่านค่าความร้อนสะสมต่อวันจากตารางที่สร้างขึ้นเฉพาะ และ 4.) ถ้าอุณหภูมิสูงสุดสูงกว่า upper threshold และไม่จำกัดอุณหภูมิต่ำสุด ให้คำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากการศึกษา Logan and Boyland (1983) ที่ทดสอบการคำนวณความร้อนสะสมโดยการใช้ sine function พบว่า การเก็บข้อมูลแบบงานวิจัยและแบบเป็นการค้าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของข้อมูล อย่างไรก็ตามการใช้ sine function มีอัตราความแปรปรวนต่ำกว่าการใช้สมการ Heat units ต่อวัน = ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในแต่ละวัน – base temperature

การคำนวณค่าปริมาณความร้อนสะสมที่ใช้กันมานานและยังคงใช้กันอยู่ต่อมา คือ วิธี max-min method หรือ direct summation โดยมีสูตรดังนี้ (Wilson and Barnett,1983)

$$GDD = \frac{(\text{max. temp.} + \text{min. temp.}) - \text{Base Temp}}{2}$$

ดังนั้นการคำนวณหาความร้อนสะสมเพื่อใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวที่ดีที่สุด น่าจะใช้วิธีการผสมผสาน เช่น Gilmore and Rogers (1958) ได้ศึกษาเปรียบเทียบในข้าวโพดลูกผสม และสายพันธุ์แท้ และสรุปว่าวิธีการที่ดีที่สุดคือการผสมผสาน โดยใช้ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิทุกช่วง 3 ชั่วโมง แทนอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละวันและ base line temperature ใช้ทั้ง 10 และ 30 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะใช้เมื่ออุณหภูมิแต่ละวันสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด มาใช้ในการคำนวณร่วมด้วย ซึ่งจะให้ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนต่ำที่สุด และแนะนำว่าเวลาเก็บเกี่ยวของพืชแต่ละชนิดสามารถใช้ข้อมูลอุณหภูมิที่ได้จาก thermograph ซึ่งอาจใช้เพียงค่าอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดในแต่ละวัน

อุณหภูมิพื้นฐาน (base line temperature)

อุณหภูมิพื้นฐาน คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้ โดยอุณหภูมิพื้นฐานของพืชแต่ละชนิดจะไม่เหมือนกัน ดังนั้นก่อนที่จะคำนวณปริมาณความร้อนสะสมของพืชชนิดนั้นจะต้องรู้อุณหภูมิพื้นฐานของพืชชนิดนั้นๆก่อน โดยขั้นแรกจะต้องศึกษาหาอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้จากการศึกษาอัตราการหายใจและการสังเคราะห์แสงที่

อุณหภูมิต่างๆ ซึ่งในทางปฏิบัติจะใช้วิธีการเก็บสถิติการเจริญเติบโต และอุณหภูมิของอากาศในระหว่างการเจริญเติบโตมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตกับอุณหภูมิแล้วเลือกเอาอุณหภูมิที่มีความสัมพันธ์ดีที่สุด (จริงแท้, 2549)

การหาอุณหภูมิพื้นฐานของพืชโดยการวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยา จากการรายงานของ บรรณราสี (2546) ที่ทำการศึกษากับลำไยพันธุ์ดอ โดยการนำกิ่งเสียบลำไยอายุ 1 ปี เลี้ยงในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 12 และ 14 องศาเซลเซียส พบว่า ที่ควบคุมอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ลำไยยังมีการเจริญเติบโต ใบของลำไยมีขนาดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เมื่อเลี้ยงนาน 10 วัน ต้นลำไยแสดงอาการใบไหม้เหมือนโดนน้ำร้อนลวกจากนั้นใบ เริ่มแห้งตายและต้นตายทั้งต้นภายใน 2 วันหลังจากที่พบอาการใบไหม้ ดังนั้นจึงสรุปว่าอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่ทำให้ลำไยหยุดการเจริญเติบโต สำหรับลองกองในการหาอุณหภูมิพื้นฐาน โดยการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงพบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 ต้นลองกองที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส มีค่าประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ลดลงต่ำสุดทั้งบริเวณหลังใบและท้องใบและมีค่าลดลงใกล้เคียงกันกับลองกองที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และต่อมาในสัปดาห์ที่ 3-4 ต้นลองกองที่อุณหภูมิ 14 และ 15องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าพืชไม่มีการสังเคราะห์แสง ใบเหี่ยวเฉาและร่วงในที่สุด จึงสรุปว่าที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิพื้นฐานของลองกอง (อังศุมาริน และคณะ, 2546)

แต่จากการศึกษาอุณหภูมิพื้นฐานในการเจริญเติบโตของลำไยพันธุ์ดอของทรงศักดิ์ (2552) ซึ่งมีการบันทึกลักษณะการพัฒนาการของใบลำไย เช่น ขนาดใบ ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ และอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงที่ลดลงตามอุณหภูมิที่ลดลง โดยสามารถแทนค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสง (Y) กับอุณหภูมิที่พืชเจริญเติบโต(X) ตามสมการเส้นตรงคือ $Y=0.651X-7.006$ ($R^2= 0.897$) ดังนั้นอุณหภูมิพื้นฐานสำหรับลำไยพันธุ์ดอสามารถแทนค่าในสมการโดยให้ $Y=0$ (อัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับศูนย์) โดยได้อุณหภูมิพื้นฐานเท่ากับ 10.76 องศาเซลเซียส สำหรับงานทดลองในครั้งนี้จะใช้อุณหภูมิพื้นฐานเหมือนกับงานทดลองของทรงศักดิ์ (2552) ในการประกอบการคำนวณปริมาณความร้อนสะสม

ปริมาณความร้อนสะสมในไม้ผลบางชนิด

ทรงศักดิ์ (2552) รายงานว่าลำไยพันธุ์ดอที่เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม ระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมที่สุดจะอยู่ในช่วง 172-176 วันหลังดอกบาน ค่าปริมาณความร้อนสะสมอยู่ระหว่าง 2,110 – 2,140 GDD ส่วนลำไยพันธุ์ดอที่เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมที่สุดจะอยู่ในช่วง 158-162 วันหลังดอกบาน มีค่าปริมาณความร้อนสะสมอยู่ระหว่าง 2,400-2,480 GDD จากการศึกษาของ ชมัยพร (2537) ในการคำนวณหาปริมาณความร้อนสะสมในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้โดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานที่ 18 องศาเซลเซียส พบว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้มีความบริบูรณ์เมื่อมีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ระหว่าง 902-993 GDD หรือมีอายุอยู่ในช่วง 91-105 วันหลังดอกบาน 50% บุญชนะและมนตรี (2551)ได้ทำการศึกษาลำไยพันธุ์อีดอนอกฤดูในจังหวัดนครศรีธรรมราชโดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานคือ 10 องศาเซลเซียส พบว่า อายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมตั้งแต่ดอกบานจนกระทั่งผลแก่ มีปริมาณความร้อนสะสม 2,193 GDD (135 วันหลังดอกบาน) Diczbalis and Drinnan (2007) คำนวณปริมาณความร้อนสะสมของลำไยพันธุ์โคฮาล่าและพันธุ์เบี้ยวเขียวโดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานคือ 12 องศาเซลเซียส พบว่ามีปริมาณความร้อนสะสมที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ของลำไยพันธุ์โคฮาล่าและพันธุ์เบี้ยวเขียวเท่ากับ 2,902.3 และ 3,431.8 GDD โดยใช้ระยะเวลา 232.8 และ 244.6 วันหลังให้สารโพแทสเซียมคลอเรต ตามลำดับ สมชาย (2530) ได้ศึกษาทดลองกับมะม่วงพันธุ์ทองคำ โดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานที่ 18 องศาเซลเซียส พบว่า มะม่วงมีความบริบูรณ์ 97-103 วันหลังดอกบานและมีค่าความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 778-843 GDD ปริมาณความร้อนสะสมอยู่ระหว่าง 902-993 GDD หรือ 91-105 วันหลังดอกบาน 50 % ในมะม่วงน้ำดอกไม้ (ชมัยพร, 2537) ดวงพรและอาคม (2544) ได้รายงานไว้ว่าลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยในภาคเหนือของไทย ที่ใช้อุณหภูมิพื้นฐานที่ 10 องศาเซลเซียส ในการคำนวณปริมาณความร้อนสะสม จะมีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 1,030-1,295 GDD

จริงแท้ (2549) กล่าวว่าปริมาณความร้อนสะสมมีประโยชน์ดังนี้

1. ใช้คาดหมายวันเก็บเกี่ยวได้ล่วงหน้า
2. ใช้ในการกำหนดวันปลูก เมื่อต้องการเก็บเกี่ยวผลผลิตตามเวลาที่ต้องการ
3. ใช้ในการวางแผนการใช้ที่ดิน โดยการกำหนดวันเริ่มปลูกและวันที่เก็บเกี่ยวของพืชแต่ละชนิด

ปัจจัยที่มีผลต่อดัชนีการเก็บเกี่ยว

นิธิยาและดนัย (2548) กล่าวว่า ดัชนีการเก็บเกี่ยวผลผลิตแบบต่างๆ มักจะผันแปรกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ชนิดและปริมาณของธาตุอาหารที่ได้รับ จำนวนและขนาดของผลผลิตบนต้น สภาพดินฟ้าอากาศ ชนิดของดินและความชื้นในดิน ตำแหน่งของผลที่ติดอยู่บนต้น วิธีการตัดแต่งกิ่ง และการใช้ฮอร์โมนและสารเคมีต่างๆ

นอกจากนี้ ระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ยังขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการใช้ผลผลิตนั้นๆด้วย ผลผลิตที่ใช้ระยะเวลาในการขนส่งเป็นเวลานาน เช่น กล้วยหอมที่ตัดเพื่อส่งขายต่างประเทศจะเก็บเกี่ยวเมื่อมีความแก่ 75- 80 เปอร์เซ็นต์ ผลกล้วยจะยังคงมีเหลี่ยมอยู่บ้าง กล้วยที่ตัดระยะนี้จะเริ่มสุกภายใน 3 สัปดาห์ แต่กล้วยหอมที่ตัดเพื่อส่งขายในประเทศจะเก็บเกี่ยวที่ความแก่ 85- 90 เปอร์เซ็นต์ สำหรับกล้วยที่ตัดขายในท้องถิ่นอาจเก็บเกี่ยวเมื่อมีความแก่มากกว่าระยะเวลาดังกล่าว หรือรอจนกล้วยเริ่มสุกบนต้นแล้วจึงเก็บเกี่ยว

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 การทดสอบดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดู พันธุ์อีดอที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนมิถุนายน และเก็บเกี่ยวในช่วงปลายเดือนธันวาคม ถึงเดือนมกราคม

เลือกต้นลำไยพันธุ์อีดออายุประมาณ 5 ปี ขนาดทรงพุ่มกว้างและสูงประมาณ 3 เมตร มีความอุดมสมบูรณ์ใกล้เคียงกันจำนวน 5 ต้น ระยะปลูก 6 x 6 เมตร บนที่ดอน ณ แปลงทดลองสาขาไม้ผล ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ละติจูด 18° 50' 55" N ลองติจูด 99° 2' 4" E สูงจากระดับน้ำทะเล 315.2 เมตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และชักนำให้ลำไยออกดอกนอกฤดู โดยการราดสารโพแทสเซียมคลอเรต ($KClO_3$) อัตรา 20 กรัมต่อตารางเมตรของพื้นที่ใต้ทรงพุ่มในระยะใบแก่ (อายุประมาณ 25 - 30 วัน) ด้วยวิธีการหว่านแล้วรดน้ำตาม เมื่อวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2553 ให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ และพ่นยาป้องกันกำจัดโรคและแมลงเมื่อมีการระบาด สุ่มช่อดอกที่มีขนาดสม่ำเสมอกันจำนวน 2 ช่อต่อต้น เพื่อเก็บข้อมูลเพศดอกที่บานในแต่ละวันแล้วเด็ดดอกนั้นทิ้ง และเมื่อดอกส่วนใหญ่บนต้นบานหมดแล้วประมาณ 14 วัน ทำการสุ่มช่อผลจำนวน 20 ช่อต่อต้น เพื่อเก็บข้อมูลคุณภาพของผลลำไยเมื่อได้รับปริมาณความร้อนสะสมครบ 1,950, 2,000, 2,050, 2,100, 2,150, 2,200, 2,250 และ 2,300 GDD หลังดอกบาน คำนวณโดยใช้สูตรผลรวมของอุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละวัน - อุณหภูมิพื้นฐาน เมื่อดอกบาน 50% และอุณหภูมิพื้นฐานที่ใช้เท่ากับ 10.76 องศาเซลเซียส (ทรงศักดิ์, 2552)

การทดลองที่ 2 การทดสอบดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดู พันธุ์อีดอที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนกรกฎาคม และเก็บเกี่ยวในช่วงปลายเดือนมกราคม ถึงต้นเดือนมีนาคม

ทำการศึกษาทดลองเหมือนการทดลองที่ 1 โดยการราดสารโพแทสเซียมคลอเรต ในวันที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 เก็บข้อมูลคุณภาพของผลผลิต 11 ระยะเมื่อผลผลิตได้รับปริมาณความร้อนสะสม 1,950, 2,000, 2,050, 2,100, 2,150, 2,200, 2,250, 2,300, 2,350, 2,400 และ 2,450 GDD หลังดอกบาน

การบันทึกข้อมูล

งานทดลองทั้ง 2 ทำการบันทึกข้อมูลเหมือนกัน โดยบันทึกข้อมูล 2 ส่วน ดังนี้

1. ข้อมูลก่อนการเก็บเกี่ยว

ข้อมูลสภาพแวดล้อม บันทึกข้อมูลทุกชั่วโมงโดยใช้สถานีวัดอากาศอัตโนมัติของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ตั้งแต่วันดอกบานจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต แล้วนำมาหาอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละวัน สุ่มช่อดอกในแต่ละสิ่งทดลอง 2 ช่อ/ต้น เพื่อนับการบานของดอกและเพศดอกตั้งแต่ดอกแรกถึงดอกสุดท้ายบาน โดยเด็ดดอกที่บานแล้วทิ้งทุกวันและหาวันที่ 50 % ของดอกในช่อบาน เพื่อใช้เป็นจุดเริ่มคำนวณความร้อนสะสมของการพัฒนาผล

2.ข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยว แต่ละระยะของการเก็บเกี่ยวจะเก็บข้อมูลดังนี้

เก็บผลผลิตช่อละ 1 ผลจากช่อที่สุ่มไว้ต้นละ 20 ช่อ วัดลักษณะคุณภาพต่าง ๆ คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของผล ขนาดเปลือก เนื้อ และเมล็ด น้ำหนักผล น้ำหนักสดของเปลือก เนื้อ และเมล็ด สีผิวเปลือก โดยใช้เครื่องวัดสีผิว Colorimeter (Minolta รุ่น CR-10) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids ; TSS) โดยนำน้ำคั้นจากเนื้อผลมาตรวจสอบด้วยเครื่อง Digital refractometer (Atago รุ่น PAL-1) และการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อขนาดและรสชาติ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 10 คน ให้คะแนนความพึงพอใจ 1-5 คือ 5 คะแนน = ชอบมากที่สุด 4 คะแนน = ชอบมาก 3 คะแนน = ชอบปานกลาง 2 คะแนน = ชอบน้อย และ 1 คะแนน = ชอบน้อยมาก

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Analysis System (SAS) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 %

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ 1 การทดสอบดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดู พันธุ์อีดอที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนมิถุนายน และเก็บเกี่ยวในช่วงปลายเดือนธันวาคม ถึงเดือนมกราคม

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล

ผลลำไยที่เก็บเกี่ยวในช่วงสุดท้ายของการพัฒนาในระยะที่ผลได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,300 GDD มีน้ำหนักผลเพิ่มขึ้นจาก 7.65 เป็น 10.84 กรัม/ผล ซึ่งน้ำหนักผลลำไยที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณความร้อนสะสมที่เพิ่มขึ้น โดยน้ำหนักผล (y) และปริมาณความร้อนสะสม (x) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นดังสมการ $y = 0.4354x + 7.4996$, $R^2 = 0.9708$ (ตาราง 3, ภาพ 3A)

การเปลี่ยนแปลงขนาดของผล

เมื่อปริมาณความร้อนสะสมเพิ่มขึ้นจาก 1,950 เป็น 2,300 GDD ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลจะเพิ่มขึ้นจาก 23.76 เป็น 29.14 มิลลิเมตร และการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่าศูนย์กลางผลสัมพันธ์กับปริมาณความร้อนสะสม โดยเส้นผ่าศูนย์กลางผล (y) และปริมาณความร้อนสะสม (x) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นดังสมการ $y = 0.63994x + 23.34$, $R^2 = 0.9326$ (ตาราง 3, ภาพ 3B)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไยที่เก็บเกี่ยวในระยะต่างๆ พบว่าปริมาณความร้อนสะสมที่เพิ่มขึ้นจาก 1,950-2,300 GDD ไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไย โดยผลลำไยที่เก็บเกี่ยวในช่วงดังกล่าวมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 21.99-24.03 °Brix (ตาราง 3, ภาพ 3C)

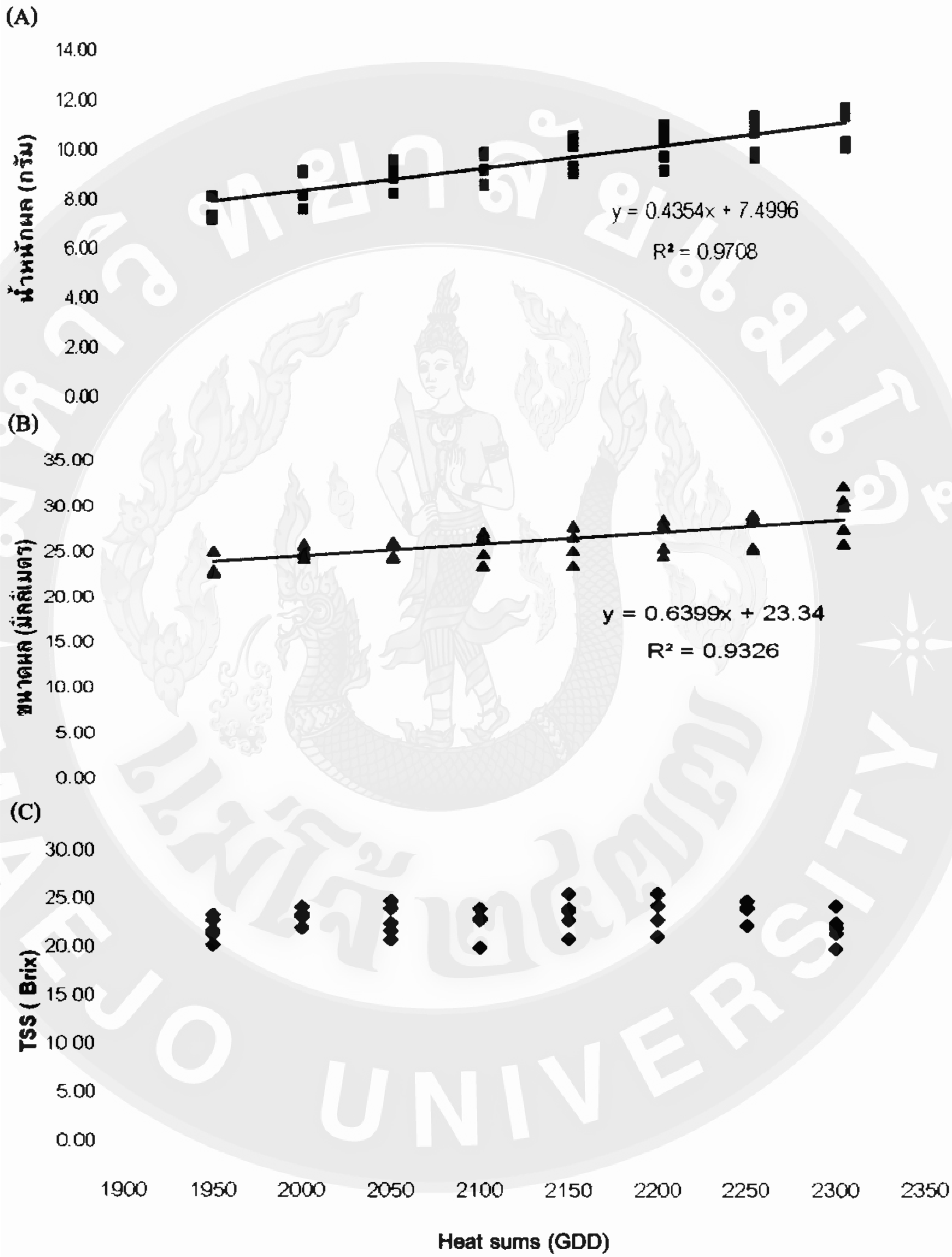
ตาราง 3 น้ำหนัก ขนาดและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 และเก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,300 GDD

ความร้อนสะสม (GDD)	อายุเก็บเกี่ยว (วันหลังดอกบาน)	น้ำหนักผล (กรัม)	ขนาดผล (มม.)	TSS (°Brix)
1,950	137.9	7.65e	23.76c	21.99
2,000	142.9	8.34de	25.20bc	23.05
2,050	147.4	9.04cd	25.40bc	22.86
2,100	152.6	9.54abc	25.72bc	22.64
2,150	156.6	9.85abc	26.21abc	23.46
2,200	161.6	10.12abc	26.89abc	23.94
2,250	167.1	10.43ab	27.44ab	24.03
2,300	170.2	10.84a	29.14a	22.04
เฉลี่ย	-	9.46	26.22	23.00
F-test	-	**	**	NS
C.V. (%)	-	6.94	6.31	6.45

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ (column) เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($p \leq 0.01$)



ภาพ 3 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล (A) ขนาดผล (B) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (C) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ระหว่างการพัฒนาของผลในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,300 GDD (137.9-170.2 วันหลังดอกบาน)

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเปลือก เนื้อ และเมล็ด

การพัฒนาของผลลำไยเมื่อได้รับความร้อนสะสมเพิ่มขึ้นจาก 1,950 เป็น 2,300 GDD ส่งผลให้น้ำหนักของเปลือกผลลำไยเพิ่มขึ้นจาก 1.17 เป็น 2.22 กรัม/ผล และน้ำหนักเปลือกที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับปริมาณความร้อนสะสม โดยน้ำหนักเปลือก (y) และปริมาณความร้อนสะสม (x) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นดังสมการ $y = 0.1196x + 1.0404$, $R^2 = 0.8566$ (ตาราง 4, ภาพ 4A)

น้ำหนักเนื้อของผลลำไยมีการเพิ่มขึ้นตามปริมาณความร้อนสะสมที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยเพิ่มจาก 4.76 เป็น 8.74 กรัม/ผล และมีความสัมพันธ์กับปริมาณความร้อนสะสมที่ได้รับ โดยน้ำหนักเนื้อ (y) และปริมาณความร้อนสะสม (x) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นดังสมการ $y = 0.5568x + 4.2157$, $R^2 = 0.9815$ (ตาราง 4, ภาพ 4B)

ส่วนการพัฒนาของเมล็ดนั้น พบว่า ปริมาณความร้อนสะสมไม่มีผลต่อน้ำหนักเมล็ดของผลลำไย โดยลำไยที่เก็บเกี่ยวเมื่อได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,300 GDD มีน้ำหนักเมล็ดอยู่ในช่วง 1.39-1.57 กรัม/เมล็ด (ตาราง 4, ภาพ 4C)

ตาราง 4 น้ำหนักเปลือก เนื้อ และเมล็ดของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 และเก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,300 GDD

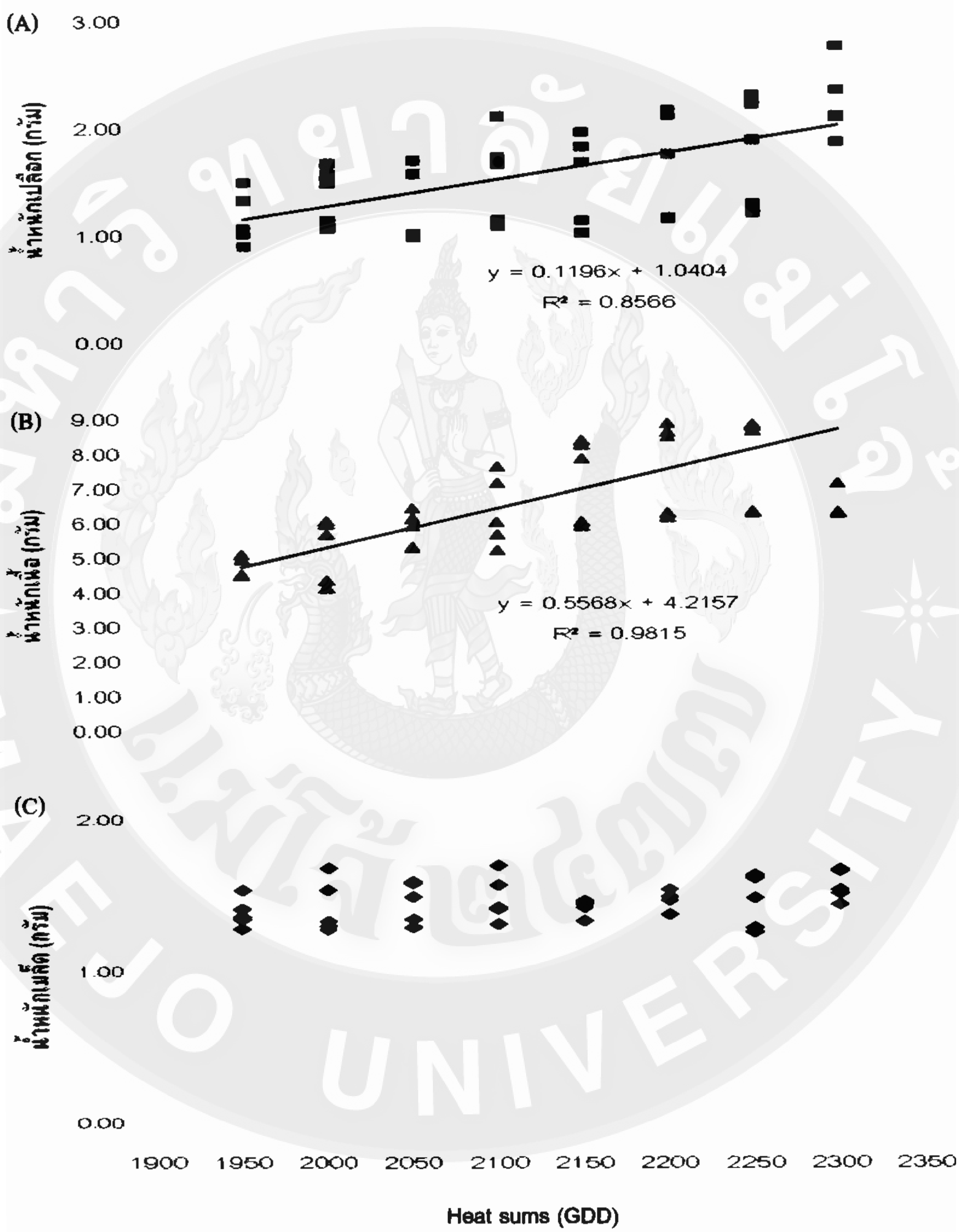
ความร้อนสะสม (GDD)	อายุเก็บเกี่ยว (วันหลังดอกบาน)	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	น้ำหนักเนื้อ (กรัม)	น้ำหนักเมล็ด (กรัม)
1,950	137.9	1.17c	4.76d	1.39
2,000	142.9	1.39bc	5.28cd	1.44
2,050	147.4	1.37bc	5.85bcd	1.47
2,100	152.6	1.54bc	6.37bcd	1.49
2,150	156.6	1.52bc	7.31abc	1.43
2,200	161.6	1.66bc	7.69ab	1.46
2,250	167.1	1.76ab	7.77ab	1.46
2,300	170.2	2.22a	8.74a	1.57
เฉลี่ย	-	1.58	6.72	1.46
F-test	-	*	**	NS
C.V. (%)	-	24.84	17.57	8.75

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ (column) เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกัน-ทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$)

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($p \leq 0.01$)



ภาพ 4 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเปลือก (A) เนื้อ (B) และเมล็ด (C) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ระหว่างการพัฒนาของผลในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,300 GDD (137.9-170.2 วันหลังดอกบาน)

การเปลี่ยนแปลงความหนาของเปลือก เนื้อ และเมล็ด

ปริมาณความร้อนสะสมในระยะสุดท้ายของการพัฒนาของผลลำไยไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาเปลือกของผลลำไย โดยผลลำไยที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,300 GDD มีความหนาเปลือกอยู่ในช่วง 0.50-0.71 มิลลิเมตร (ตาราง 5, ภาพ 5A) แต่ลำไยที่ได้รับความร้อนสะสมที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผลมีความหนาเนื้อเพิ่มขึ้นจาก 3.39 เป็น 5.09 มิลลิเมตร ซึ่งการเพิ่มขึ้นของความหนาเนื้อของผลลำไยจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณความร้อนสะสมอย่างเห็นได้ชัด โดยความหนาเนื้อ (y) และปริมาณความร้อนสะสม (x) มีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นดังสมการ $y = 0.2265x + 3.4268$, $R^2 = 0.8947$ (ตาราง 5, ภาพ 5B)

นอกจากนี้ยังพบว่า ความร้อนสะสมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของเมล็ดลำไย โดยเมล็ดมีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในช่วง 13.17-13.47 มิลลิเมตร (ตาราง 5, ภาพ 5C)

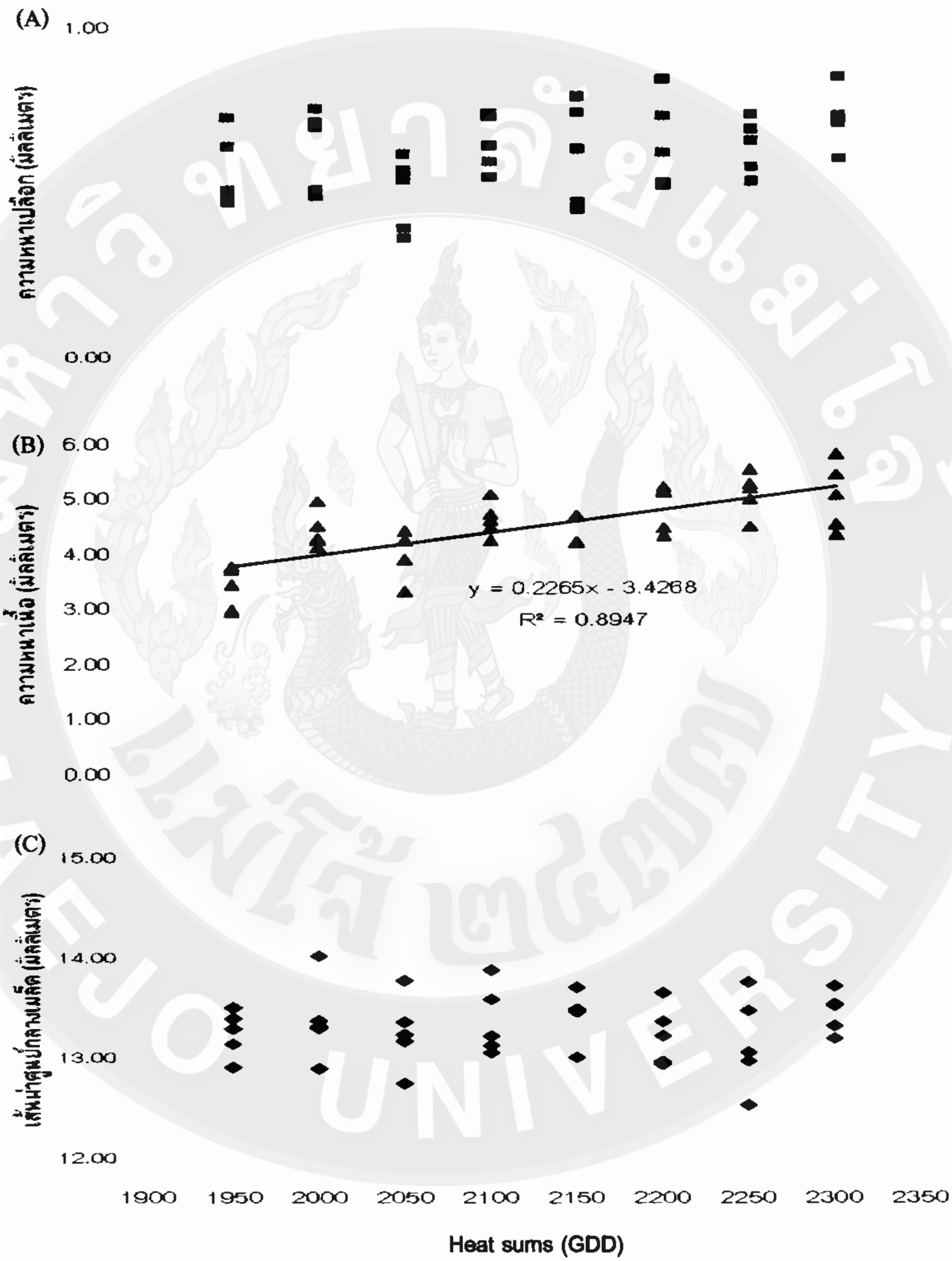
ตาราง 5 ความหนาเปลือก เนื้อ และเส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ดของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออก-ดอกในเดือนมิถุนายน 2553 และเก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,300 GDD

ความร้อนสะสม (GDD)	อายุเก็บเกี่ยว (วันหลังดอกบาน)	ความหนาเปลือก (มม.)	ความหนาเนื้อ (มม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด (มม.)
1,950	137.9	0.57	3.39c	13.26
2,000	142.9	0.63	4.03bc	13.39
2,050	147.4	0.50	4.04bc	13.27
2,100	152.6	0.65	4.64ab	13.39
2,150	156.6	0.61	4.50ab	13.44
2,200	161.6	0.65	4.86a	13.24
2,250	167.1	0.63	5.09a	13.17
2,300	170.2	0.71	5.02a	13.47
เฉลี่ย	-	0.62	4.50	13.33
F-test	-	NS	**	NS
C.V. (%)	-	18.82	9.06	2.51

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ (column) เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกัน-ทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($p \leq 0.01$)



ภาพ 5 การเปลี่ยนแปลงความหนาเปลือก (A) เนื้อ (B) และเส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด(C) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ระหว่างการพัฒนาของผลในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,300 GDD (137.9-170.2 วันหลังดอกบาน)

สีผิว

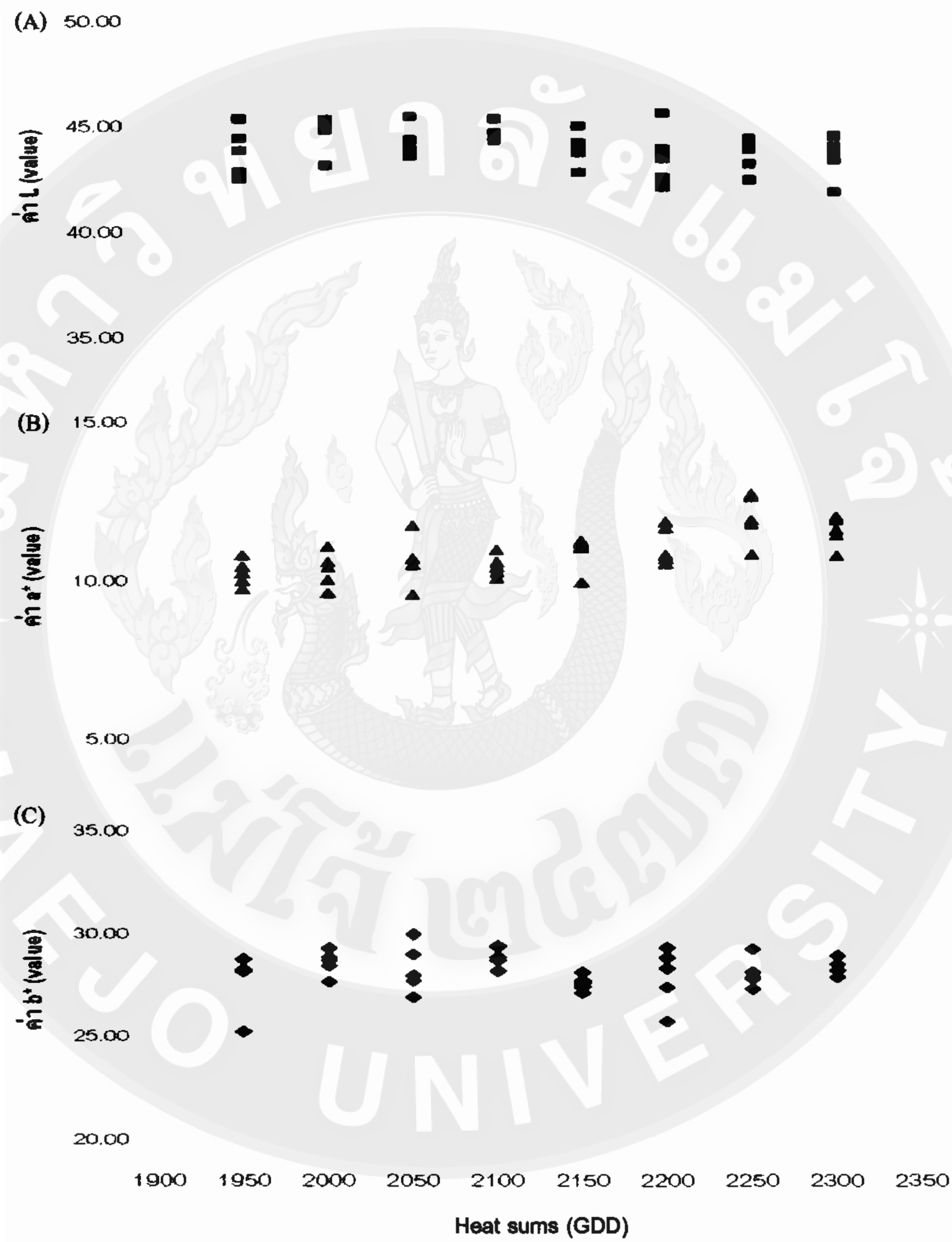
ปริมาณความร้อนสะสมไม่มีผลต่อสีผิว (L, a*, b*) ของผลลำไย โดยลำไยที่เก็บเกี่ยวในช่วงปริมาณความร้อนสะสม 1,950-2,300 GDD มีค่า L อยู่ในช่วง 43.34-44.72 , ค่า a* อยู่ในช่วง 10.26-11.94 และค่า b*อยู่ในช่วง 27.61-28.94 (ตาราง 6, ภาพ 6)

ตาราง 6 ค่าสีผิวเปลือกของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 และเก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,300 GDD

ความร้อนสะสม (GDD)	อายุเก็บเกี่ยว (วันหลังดอกบาน)	ค่าสีผิวเปลือก (L, a*, b*)		
		L	a*	b*
1,950	137.9	43.83	10.26	27.77
2,000	142.9	44.72	10.37	28.63
2,050	147.4	44.21	10.63	28.34
2,100	152.6	44.65	10.46	28.94
2,150	156.6	43.93	10.88	27.61
2,200	161.6	43.42	11.08	27.93
2,250	167.1	43.53	11.94	28.09
2,300	170.2	43.34	11.50	28.34
เฉลี่ย	-	43.96	11.39	28.21
F-test	-	NS	NS	NS
C.V. (%)	-	2.12	9.06	3.28

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ (column) เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกัน-ทางสถิติ ซึ่งเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าสีผิวเปลือก ค่า L (A) ค่า a* (B) และค่า b* (C) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ระหว่างการพัฒนาของผลในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,300 GDD (137.9-170.2 วันหลังดอกบาน)

ความพึงพอใจของผู้บริโภค

การยอมรับของผู้บริโภคต่อขนาดของผลลำไยที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมที่ต่างกัน ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับและความพึงพอใจเพิ่มขึ้นจาก 2.80 และมีค่าสูงสุดที่ 4.95 คะแนน เมื่อผลผลิตได้รับความร้อนสะสมเพิ่มขึ้นจาก 1,950 เป็น 2,300 GDD และมีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจนกับความร้อนสะสม โดยการยอมรับและความพึงพอใจ (y) และปริมาณความร้อนสะสม (x) มีความสัมพันธ์เป็นโพลิโนเมียลดังสมการ $y = -0.0613x^2 + 0.8446x + 2.0625$, $R^2 = 0.9915$ (ตาราง 7, ภาพ 7A)

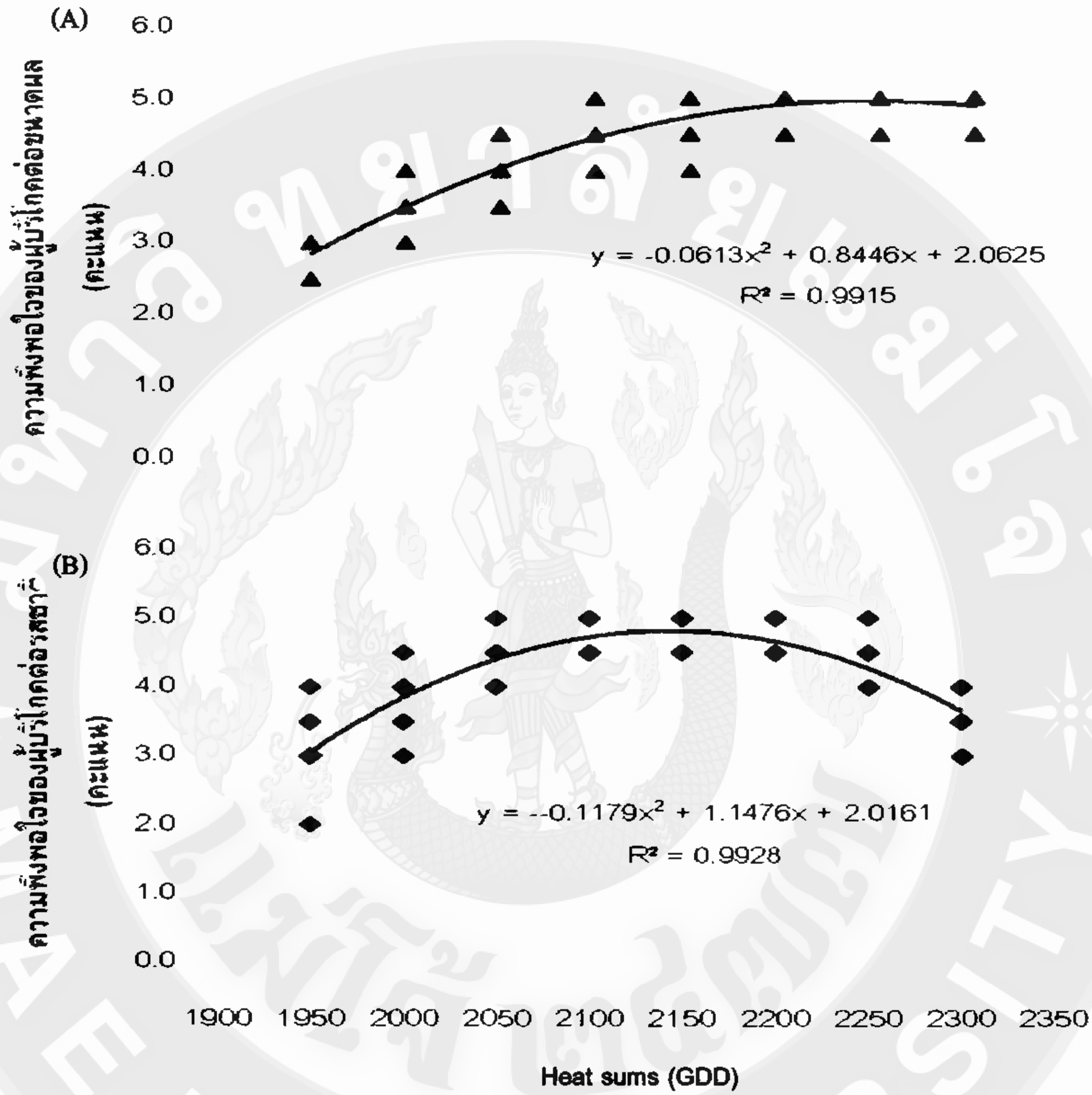
ส่วนการยอมรับของผู้บริโภคต่อรสชาติของผลลำไยก็ พบว่า ลำไยที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ผลผลิตได้รับความร้อนสะสม 1950-2150 GDD ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับเพิ่มจาก 3.10 มีค่าสูงสุดที่ 4.80 คะแนน แล้วลดลงเหลือ 3.60 คะแนน เมื่อความร้อนสะสมเพิ่มขึ้นถึง 2,300 GDD และมีความสัมพันธ์กับปริมาณความร้อนสะสมอย่างเห็นได้ชัดเช่นกัน โดยคะแนนการยอมรับและความพึงพอใจ (y) และปริมาณความร้อนสะสม (x) มีความสัมพันธ์เป็นโพลิโนเมียลดังสมการ $y = -0.1179x^2 + 1.1476x + 2.0161$, $R^2 = 0.9928$ (ตาราง 7, ภาพ 7B)

ตาราง 7 ความพึงพอใจของผู้บริโภคของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 และเก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,300 GDD

ความร้อนสะสม (GDD)	อายุเก็บเกี่ยว (วันหลังดอกบาน)	ความพึงพอใจของผู้บริโภค	
		ขนาดผล	รสชาติ
1,950	137.9	2.80d	3.10e
2,000	142.9	3.60c	3.80d
2,050	147.4	3.95c	4.35bc
2,100	152.6	4.55b	4.70abc
2,150	156.6	4.75ab	4.80a
2,200	161.6	4.90ab	4.75ab
2,250	167.1	4.90ab	4.30c
2,300	170.2	4.95a	3.60e
เฉลี่ย	-	4.30	4.18
F-test	-	**	**
C.V. (%)	-	7.04	8.40

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ (column) เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกัน-ทางสถิติ ซึ่งเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($p \leq 0.01$)



ภาพ 7 การเปลี่ยนแปลงความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อขนาดผล (A) และรสชาติ (B) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ระหว่างการพัฒนาของผลในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,300 GDD (137.9-170.2 วันหลังดอกบาน)

ผลการทดลองที่ 2 การทดสอบดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดู พันธุ์อีดอที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนกรกฎาคม และเก็บเกี่ยวในช่วงปลายเดือนมกราคม ถึงต้นเดือนมีนาคม

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล

การเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยในช่วงที่ผลได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,450 GDD ผลมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจาก 6.58 เป็น 10.86 กรัม/ผล และน้ำหนักผล (y) จะสัมพันธ์กับปริมาณความร้อนสะสม (x) เป็นเชิงเส้นดังสมการ $y = 0.3947x + 6.1418$, $R^2 = 0.9786$ (ตาราง 8, ภาพ 8A)

การเปลี่ยนแปลงขนาดของผล

ผลลำไยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลเพิ่มขึ้นจาก 23.05 เป็น 27.52 มิลลิเมตร เมื่อปริมาณความร้อนสะสมเพิ่มขึ้นจาก 1,950 เป็น 2,450 GDD ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลสัมพันธ์กับปริมาณความร้อนสะสมที่ได้รับในเชิงเส้น โดยเส้นผ่าศูนย์กลางผล (y) และปริมาณความร้อนสะสม (x) สัมพันธ์กันดังสมการ $y = 0.4507x + 22.568$, $R^2 = 0.9882$ (ตาราง 8 ภาพ 8B)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ในด้านปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไย พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความร้อนสะสม โดยผลลำไยที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,450 GDD มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 20.54-22.65 °Brix (ตาราง 8, ภาพ 8C)

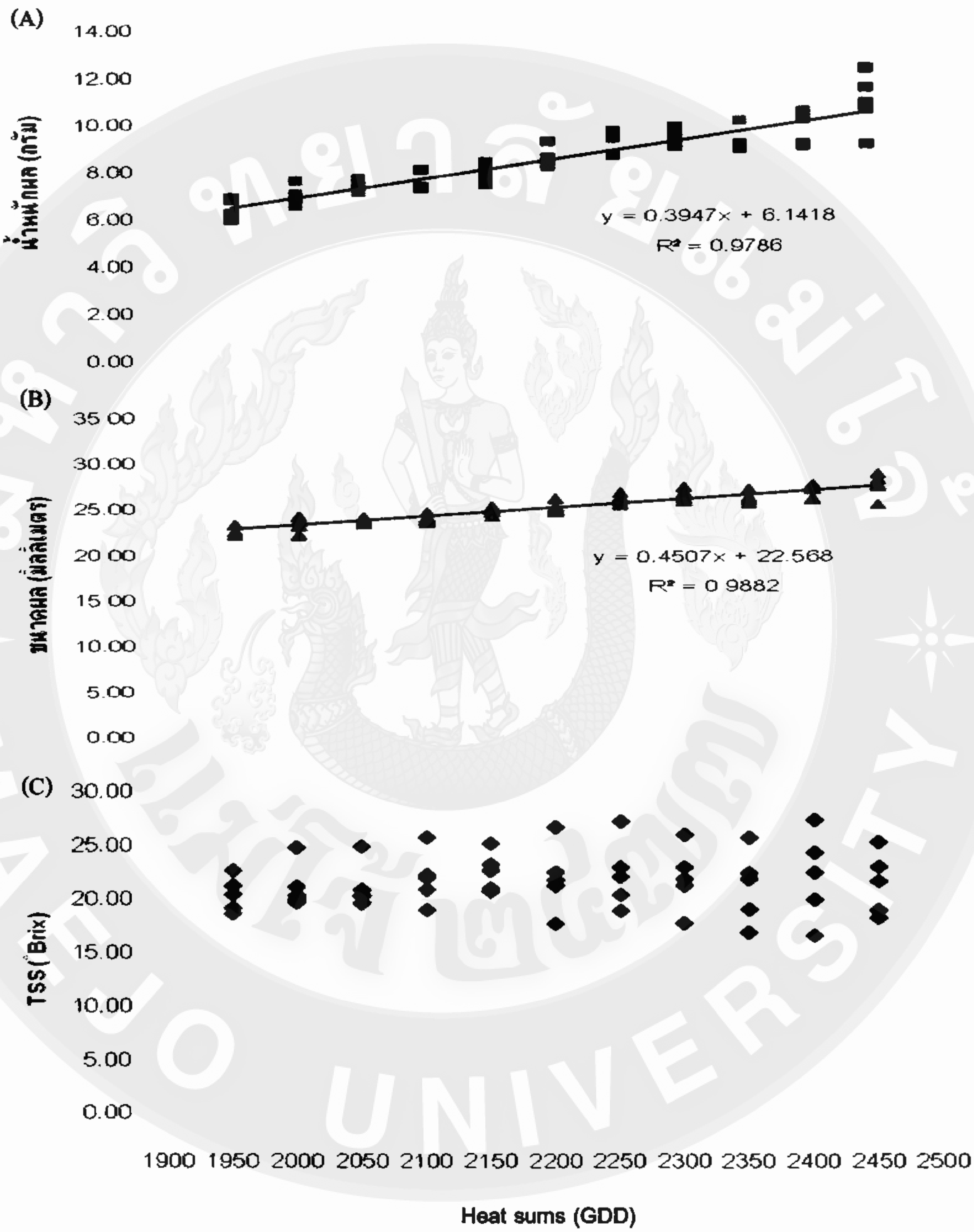
ตาราง 8 น้ำหนัก ขนาดและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 และเก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,450 GDD

ความร้อนสะสม (GDD)	อายุเก็บเกี่ยว (วันหลังดอกบาน)	น้ำหนักผล (กรัม)	ขนาดผล (มม.)	TSS (°Brix)
1,950	148.1	6.58f	23.05f	20.54
2,000	152.3	7.06ef	23.46f	21.31
2,050	156.7	7.35ef	23.90ef	21.32
2,100	160.8	7.51ef	24.08ef	22.07
2,150	164.7	7.98de	24.90de	22.65
2,200	168.5	8.60cd	25.25cd	22.08
2,250	172.9	9.03bc	26.06bcd	22.41
2,300	176.3	9.31bc	26.27bc	22.08
2,350	178.4	9.46bc	26.60ab	21.25
2,400	181.5	9.82b	26.86ab	22.21
2,450	184.4	10.86a	27.52a	21.51
เฉลี่ย	-	8.51	25.27	21.77
F-test	-	**	**	NS
C.V. (%)	-	6.41	2.59	12.91

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ (column) เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกัน-ทางสถิติ ซึ่งเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($p \leq 0.01$)



ภาพ 8 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล (A) ขนาดผล (B) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (C) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ระหว่างการพัฒนาของผลในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,450 GDD, (148.1-184.4 วันหลังดอกบาน)

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเปลือก เนื้อ และเมล็ด

ผลลำไยที่ได้รับความร้อนสะสมเพิ่มขึ้นจาก 1,950 – 2,450 GDD มีน้ำหนักเปลือกเพิ่มขึ้นจาก 1.20 เป็น 1.80 กรัม/ผล และการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเปลือก (y) จะสัมพันธ์กับปริมาณความร้อนสะสม (x)ในเชิงเส้นดังสมการ $y = 0.0485x + 1.0996, R^2 = 0.8079$ (ตาราง 9, ภาพ 9A)

น้ำหนักเนื้อเพิ่มขึ้นจาก 3.91 เป็น 7.47 กรัม/ผล เมื่อปริมาณความร้อนสะสมเพิ่มขึ้นจาก 1,950 เป็น 2,450 GDD การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเนื้อสัมพันธ์กับปริมาณความร้อนสะสมที่ได้รับ โดยน้ำหนักเนื้อ (y) และปริมาณความร้อนสะสม (x) มีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นดังสมการ $y = 0.3334x + 3.6453, R^2 = 0.9818$ (ตาราง 9, ภาพ 9B)

ปริมาณความร้อนสะสมไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเมล็ดของผลลำไย โดยลำไยที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,450 GDD มีน้ำหนักเมล็ดอยู่ในช่วง 1.35-1.59 กรัม/เมล็ด (ตาราง 9, ภาพ 9C)

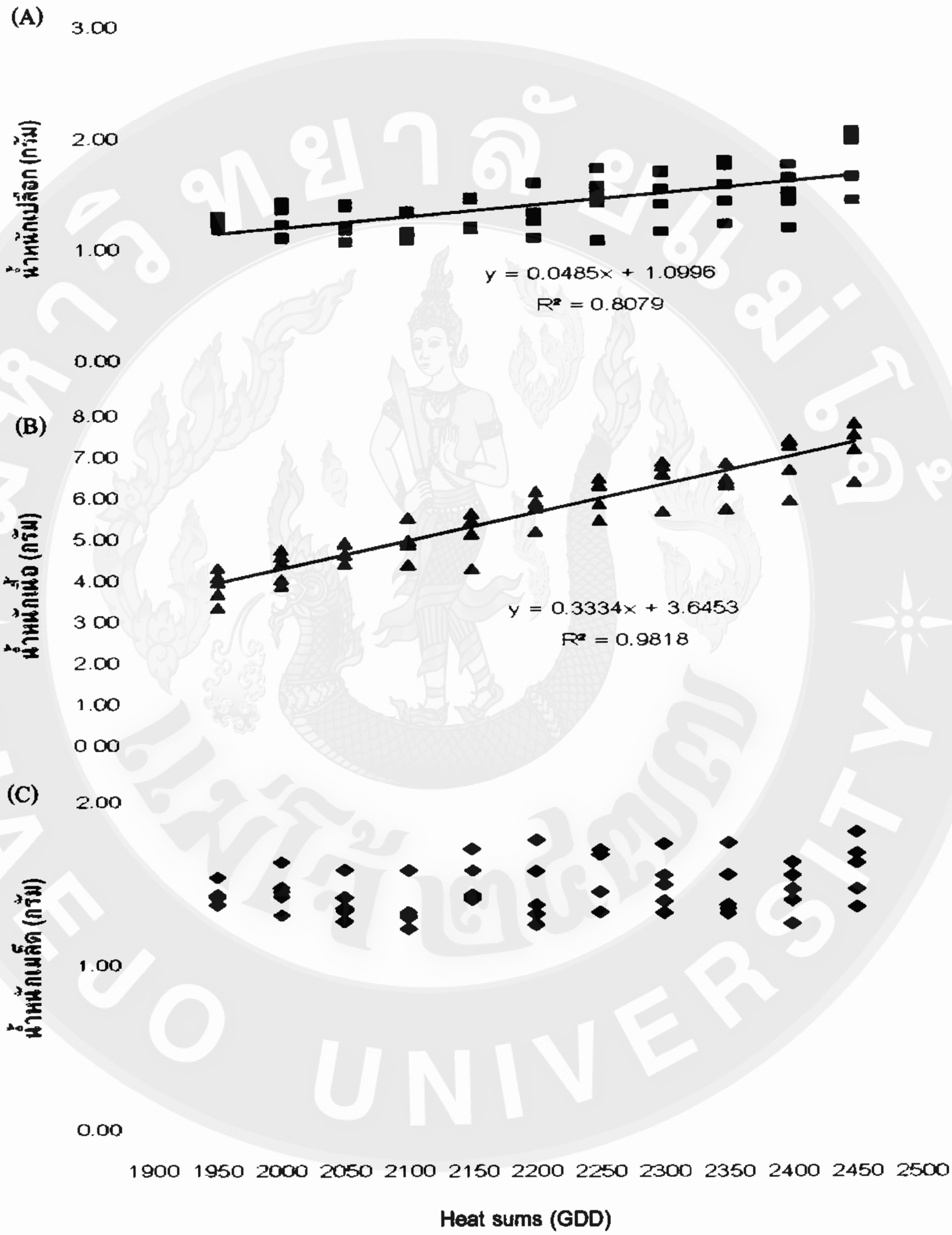
ตาราง 9 น้ำหนักเปลือก เนื้อ และเมล็ดของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 และเก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,450 GDD

ความร้อนสะสม (GDD)	อายุเก็บเกี่ยว (วันหลังดอกบาน)	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	น้ำหนักเนื้อ (กรัม)	น้ำหนักเมล็ด (กรัม)
1,950	148.1	1.24b	3.91f	1.44
2,000	152.3	1.24b	4.36ef	1.47
2,050	156.7	1.24b	4.71ef	1.40
2,100	160.8	1.20b	4.95de	1.35
2,150	164.7	1.29b	5.18de	1.51
2,200	168.5	1.36b	5.77cd	1.46
2,250	172.9	1.44b	6.07bc	1.53
2,300	176.3	1.48ab	6.48bc	1.51
2,350	178.4	1.53ab	6.31bc	1.47
2,400	181.5	1.48ab	6.89ab	1.46
2,450	184.4	1.80a	7.47a	1.59
เฉลี่ย	-	1.39	5.65	1.47
F-test	-	**	**	NS
C.V. (%)	-	13.95	8.49	10.26

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ (column) เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกัน-ทางสถิติ ซึ่งเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %($p \leq 0.01$)



ภาพ 9 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเปลือก (A) เนื้อ (B) และเมล็ด (C) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ระหว่างการพัฒนาของผลในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950- 2,450 GDD (148.1-184.4 วันหลังดอกบาน)

การเปลี่ยนแปลงความหนาของเปลือก เนื้อ และเมล็ด

ปริมาณความร้อนสะสมในระยะสุดท้ายของการพัฒนาของผลลำไยไม่มีผลต่อความหนาของเปลือกผลลำไย โดยผลลำไยที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับปริมาณความร้อนสะสม 1,950-2,450 GDD มีความหนาเปลือกอยู่ในช่วง 0.60-0.78 มิลลิเมตร (ตาราง 10, ภาพ 10A) และมีความหนาของเนื้อเพิ่มขึ้นจาก 3.08 เป็น 4.98 มิลลิเมตร โดยความหนาเนื้อ (y) และปริมาณความร้อนสะสม (x) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นดังสมการ $y = 0.1813x + 2.9987$, $R^2 = 0.9554$ (ตาราง 10, ภาพ 10B)

สำหรับขนาดเมล็ด พบว่า ความร้อนสะสมไม่มีอิทธิพลต่อขนาดเมล็ดของผลลำไยในระยะสุดท้ายของการพัฒนาของผล โดยเมล็ดมีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในช่วง 13.09-13.78 มิลลิเมตร (ตาราง 10, ภาพ 10C)

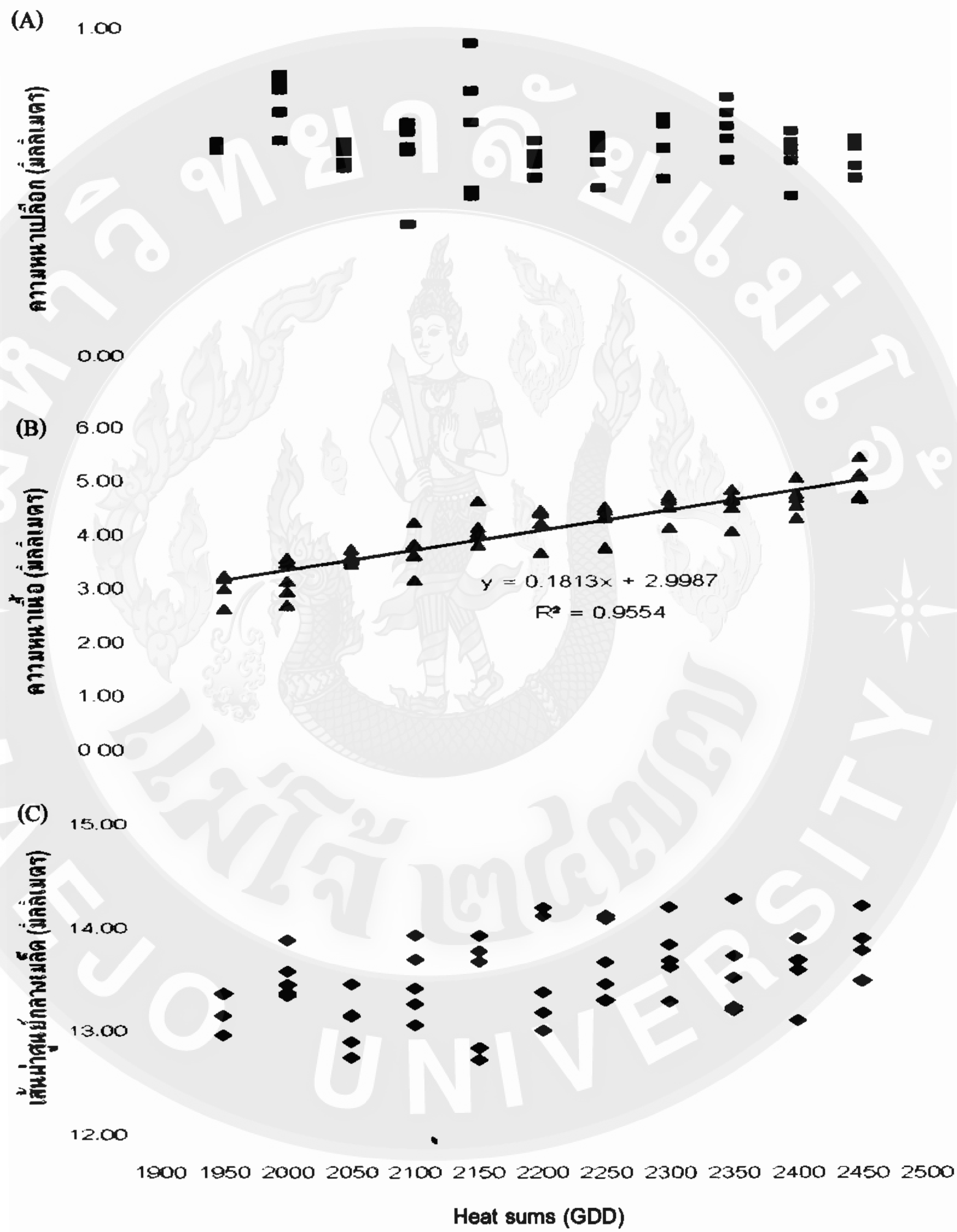
ตาราง 10 ความหนาเปลือก เนื้อ และเส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ดของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 และเก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,450 GDD

ความร้อนสะสม (GDD)	อายุเก็บเกี่ยว (วันหลังดอกบาน)	ความหนาเปลือก (มม.)	ความหนาเนื้อ (มม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด (มม.)
1,950	148.1	0.64	3.08e	13.25
2,000	152.3	0.78	3.18e	13.74
2,050	156.7	0.62	3.59de	13.09
2,100	160.8	0.61	3.74cd	13.48
2,150	164.7	0.69	4.14bc	13.39
2,200	168.5	0.60	4.24bc	13.59
2,250	172.9	0.61	4.28bc	13.74
2,300	176.3	0.64	4.54ab	13.74
2,350	178.4	0.69	4.53ab	13.60
2,400	181.5	0.60	4.65ab	13.60
2,450	184.4	0.61	4.98a	13.78
เฉลี่ย	-	0.64	4.09	13.67
F-test	-	NS	**	NS
C.V. (%)	-	13.77	7.30	7.79

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ (column) เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %($p \leq 0.01$)



ภาพ 10 การเปลี่ยนแปลงความหนาเปลือก (A) เนื้อ (B) และเส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด (C) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ระหว่างการพัฒนาของผลในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950 - 2,450 GDD (148.1-184.4 วันหลังดอกบาน)

สีผิว

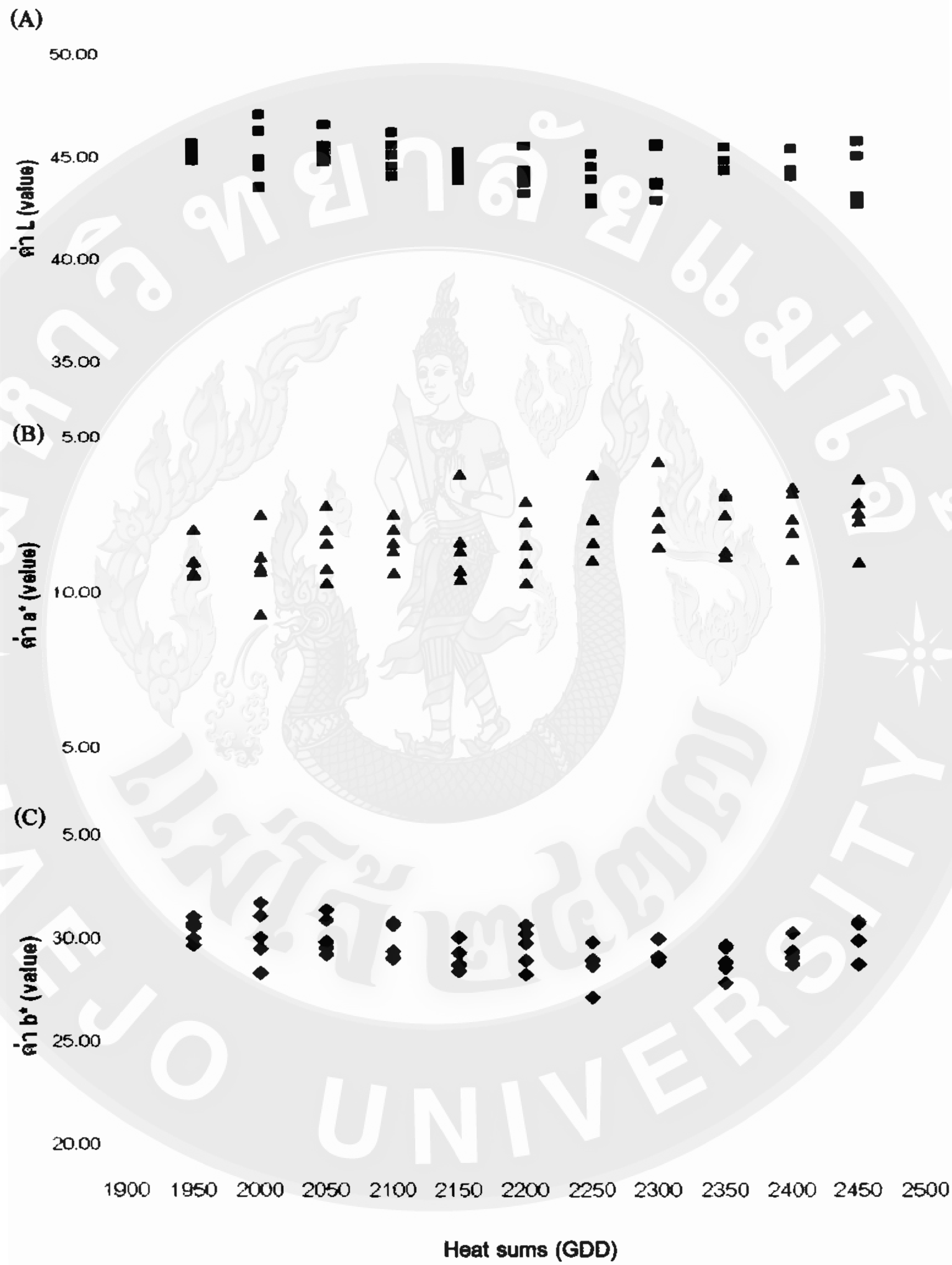
สำหรับปริมาณความร้อนสะสมไม่มีอิทธิพลต่อค่าสีผิวเปลือก (L, a*, b*) ของผลลำไย โดยลำไยที่เก็บเกี่ยวในช่วงปริมาณความร้อนสะสม 1,950-2,450 GDD มีค่า L อยู่ในช่วง 43.78-45.43 , ค่า a* อยู่ในช่วง 10.91-13.62 และ ค่า b* อยู่ในช่วง 28.91-30.73 (ตาราง 11, ภาพ 11)

ตาราง 11 ค่าสีผิวเปลือกของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 และเก็บ-เกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,450 GDD

ความร้อนสะสม	อายุเก็บเกี่ยว	ค่าสีผิวเปลือก (L, a*, b*)		
(GDD)	(วันหลังดอกบาน)	L	a*	b*
1,950	148.1	45.34	11.06	30.44
2,000	152.3	45.29	10.91	30.19
2,050	156.7	45.43	11.52	30.21
2,100	160.8	45.09	11.64	29.81
2,150	164.7	44.46	11.59	29.07
2,200	168.5	44.12	11.59	29.59
2,250	172.9	43.78	12.21	30.73
2,300	176.3	44.18	12.35	29.42
2,350	178.4	44.69	12.24	28.91
2,400	181.5	44.59	12.35	29.33
2,450	184.4	44.30	13.62	30.00
เฉลี่ย	-	44.67	11.92	29.80
F-test	-	NS	NS	NS
C.V. (%)	-	2.13	11.23	4.54

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ (column) เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกัน-ทางสถิติ ซึ่งเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพ 11 การเปลี่ยนแปลงค่าสีผิวเปลือก ค่า L (A) ค่า a* (B) และค่า b* (C) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ระหว่างการพัฒนาของผลในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,450 GDD (148.1-184.4 วันหลังดอกบาน)

ความพึงพอใจของผู้บริโภค

คะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อขนาดของผลที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ลำไยได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,450 GDD เพิ่มขึ้นจาก 2.05 และมีค่าสูงสุด 5.00 คะแนน การเพิ่มขึ้นของคะแนนความพึงพอใจสัมพันธ์กับปริมาณความร้อนสะสมอย่างเห็นได้ชัด โดยความพึงพอใจของผู้บริโภค (y) และปริมาณความร้อนสะสม (x) มีความสัมพันธ์เป็นโพลิโนเมียลดังสมการ $y = -0.0395x^2 + 0.7841x + 1.1309$, $R^2 = 0.9887$ (ตาราง 12, ภาพ 12A)

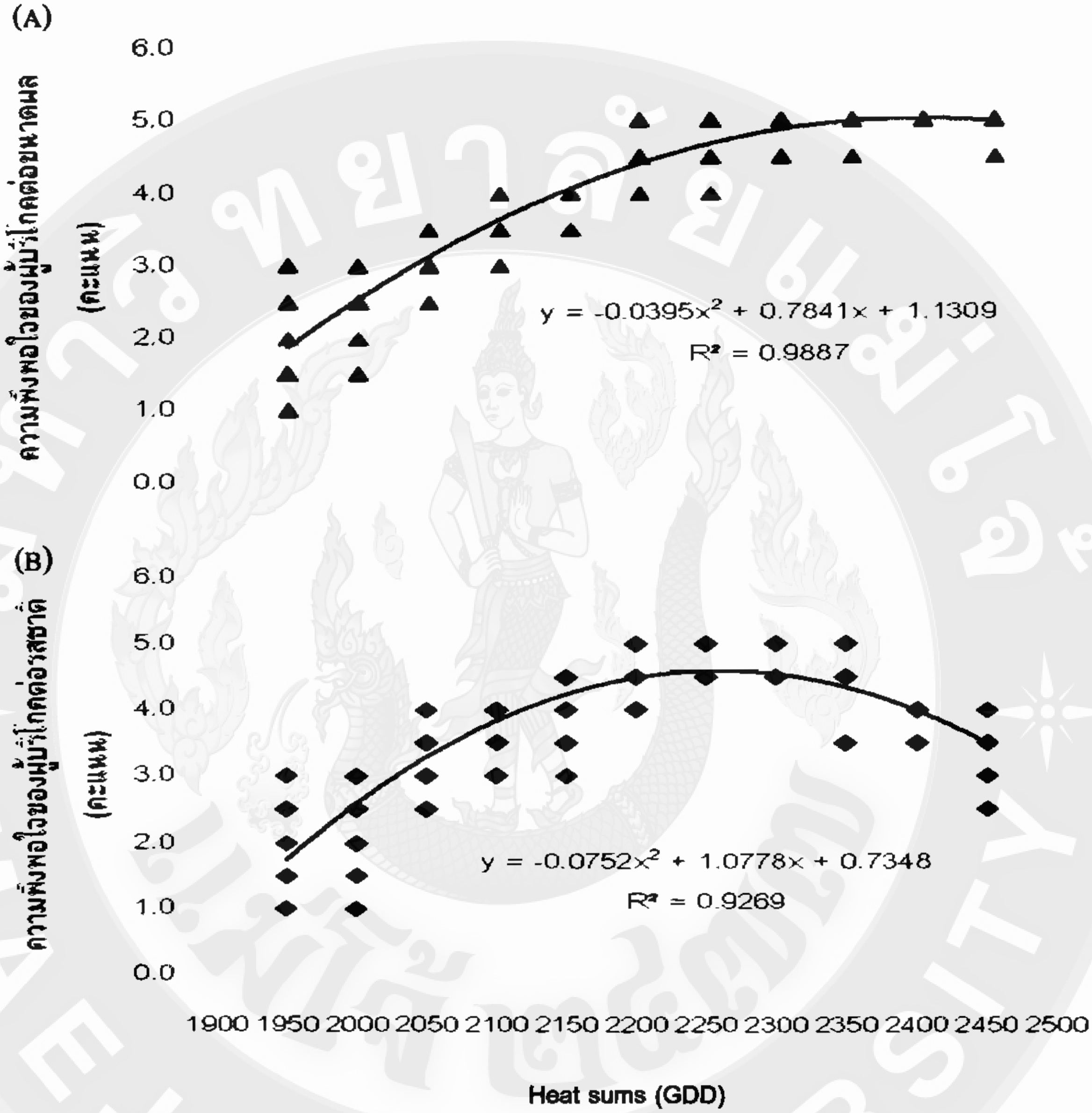
สำหรับคะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อรสชาติของลำไย พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความพึงพอใจเพิ่มขึ้นในช่วงที่ผลได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,300 GDD โดยคะแนนความพึงพอใจเพิ่มจาก 2.15 มีค่าสูงสุดที่ 4.85 คะแนน แล้วลดลงเหลือ 3.40 คะแนน เมื่อความร้อนสะสมเพิ่มขึ้นถึง 2,450 GDD และความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อรสชาติของลำไย (y) และความร้อนสะสม (x) สัมพันธ์เป็นแบบโพลิโนเมียลดังสมการ $y = -0.0752x^2 + 1.0778x + 0.7348$, $R^2 = 0.9269$ (ตาราง 12, ภาพ 12B)

ตาราง 12 ความพึงพอใจของผู้บริโภคของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือน กรกฎาคม 2553 และเก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,450 GDD

ความร้อนสะสม	อายุเก็บเกี่ยว	ความพึงพอใจของผู้บริโภค	
(GDD)	(วันหลังดอกบาน)	ขนาดผล	รสชาติ
1,950	148.1	2.05d	2.15e
2,000	152.3	2.40d	2.20e
2,050	156.7	3.05c	3.30d
2,100	160.8	3.60b	3.65cd
2,150	164.7	3.90b	4.00bc
2,200	168.5	4.60a	4.55ab
2,250	172.9	4.80a	4.80a
2,300	176.3	4.90a	4.85a
2,350	178.4	4.95a	4.50ab
2,400	181.5	5.00a	3.75cd
2,450	184.4	4.95a	3.40cd
เฉลี่ย	-	4.02	3.74
F-test	-	**	**
C.V. (%)	-	9.19	13.06

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ (column) เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกัน-ทางสถิติ ซึ่งเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($p \leq 0.01$)



ภาพ 12 การเปลี่ยนแปลงความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อขนาด (A) และรสชาติ (B) ของผลลำไย-นอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ระหว่างการพัฒนาของผลในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950-2,450 GDD (148.1-184.4 วันหลังดอกบาน)

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การทดสอบดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดู พันธุ์อีดอที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนมิถุนายน และเก็บเกี่ยวในช่วงปลายเดือนธันวาคม ถึงเดือนมกราคม

ทรงศักดิ์ (2552) รายงานว่าลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตเพื่อชักนำให้ออกดอกในช่วงเดือนมิถุนายน สามารถเก็บเกี่ยวได้ 172-176 วันหลังดอกบาน และมีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 2,110-2,140 GDD จากงานทดลองในครั้งนี้พบว่า ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวในช่วงความร้อนสะสมที่ใกล้เคียงกันคือ 2,100-2,150 GDD หรือเมื่อผลมีอายุจากการคำนวณประมาณ 152.6-156.6 วันหลังดอกบาน มีน้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 9.54-9.85 กรัม และขนาดผลเฉลี่ยประมาณ 25.72-26.21 มิลลิเมตร (ตาราง 3) จัดอยู่ในขนาด 3 หรือเกรด B ตามเกณฑ์มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2546) และสำนักงานพาณิชย์จังหวัดลำพูน (2546) (ตารางผนวก 32) ซึ่งจัดเป็นเกรดที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับเกรด AA (ขนาด 1)

สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของผลลำไยที่เก็บเกี่ยวในช่วงดังกล่าว พบว่า ใกล้เคียงกับที่มีการรายงานไว้ว่าอยู่ในช่วง 15-23 °Brix (จำนงค์, 2549; จิรนันทร์, 2551; บุญชนะและมนตรี, 2551; อานนท์, 2551 และทรงศักดิ์, 2552)

การศึกษานี้ชักนำการออกดอกในช่วงเดียวกันกับการศึกษาของทรงศักดิ์ (2552) และหากเก็บเกี่ยวลำไยในช่วงปริมาณความร้อนสะสมที่ใกล้เคียงกัน ผลลำไยจะมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 153-157 วัน ซึ่งสั้นกว่าของทรงศักดิ์ (172-176 วัน) ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างการพัฒนาผล โดยอุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละเดือนที่ทรงศักดิ์ศึกษาในปี พ.ศ. 2552 จะอยู่ในช่วงระหว่าง 19.92-27.28 องศาเซลเซียส ส่วนการศึกษาในครั้งนี้มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 23.04-27.89 องศาเซลเซียส (ตารางผนวก 29) ซึ่งอุณหภูมิที่สูงกว่าทำให้การพัฒนาการของผลลำไยเร็วขึ้น และเก็บเกี่ยวได้ไวขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาในออสเตรเลียโดย Diczbalis and Drinnan (2007)

การทดลองที่ 2 การทดสอบดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดู พันธุ์อีดอที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนกรกฎาคม และเก็บเกี่ยวในช่วงปลายเดือนมกราคม ถึงต้นเดือนมีนาคม

จากการศึกษาของทรงศักดิ์ (2552) พบว่า ลำไยที่ราดสาร โพแทสเซียมคลอเรตเพื่อชักนำให้ออกดอกในช่วงเดือนกรกฎาคม สามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่อผลมีอายุ 158-162 วันหลังดอกบาน และเมื่อคำนวณเป็นปริมาณความร้อนสะสมจะอยู่ในช่วง 2,400-2,480 GDD งานทดลองนี้ หากเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงความร้อนสะสมที่ใกล้เคียงกันคือ 2,400-2,450 GDD (มีอายุจากการคำนวณประมาณ 181.5-184.4 วันหลังดอกบาน) ผลลำไยที่เก็บเกี่ยวได้มีน้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 9.82-10.86 กรัม และขนาดผลเฉลี่ยประมาณ 26.86-27.52 มิลลิเมตร (ตาราง 8) ซึ่งมีขนาดและน้ำหนักผลอยู่ในขนาด 2-3 หรือเกรด A-B (มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2546; สำนักงานพาณิชย์จังหวัดลำพูน, 2546) และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 21-22 °Brix ซึ่งใกล้เคียงกับของจำนงค์ (2549), จิรนันทร์ (2551) และ บุญชนะและมนตรี (2551) ที่รายงานไว้ในช่วง 20-23 °Brix (ตารางผนวก 33)

อายุการเก็บเกี่ยวผลลำไยนับจากวันหลังดอกบานของ ทรงศักดิ์ (2552) ที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 เก็บเกี่ยวได้เมื่อมีอายุ 158-162 วันหลังดอกบาน ในขณะที่การทดลองในครั้งนี้ ซึ่งชักนำการออกดอกในช่วงเดียวกัน แต่ต่างปี หากเก็บเกี่ยวในช่วงปริมาณความร้อนสะสมที่ใกล้เคียงกับของทรงศักดิ์ ผลลำไยจะมีอายุประมาณ 182-184 วันหลังดอกบาน ซึ่งมากกว่าของที่ทรงศักดิ์รายงานไว้ โดยน่าจะเกิดมาจากอุณหภูมิในแต่ละปีที่แตกต่างกัน โดยอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนจากการทดลองของทรงศักดิ์ (2552) อยู่ระหว่าง 20.59-28.93 องศาเซลเซียส ส่วนการศึกษาในครั้งนี้อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนอยู่ระหว่าง 19.11-27.72 องศาเซลเซียส (ตารางผนวก 30) โดยอุณหภูมิที่ต่ำกว่าของงานทดลองนี้ ทำให้ผลลำไยต้องใช้ระยะเวลานานกว่าในการสะสมความร้อน เนื่องจากการพัฒนาของพืชที่ปลูกในช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยที่ต่ำจะช้ากว่าพืชที่ปลูกในอุณหภูมิเฉลี่ยที่สูงกว่า (พิทยา และพาวิน, 2545)

ปริมาณความร้อนสะสม

การศึกษาปริมาณความร้อนสะสมของลำไยที่ใช้เป็นดัชนีเก็บเกี่ยวทั้งในประเทศและต่างประเทศมีค่าปริมาณความร้อนสะสมที่รายงานไว้แตกต่างกัน ซึ่งอาจเนื่องมาจากสายพันธุ์ที่ปลูก การนับเวลาเริ่มต้นและการใช้อุณหภูมิพื้นฐานที่แตกต่างกัน เช่น บรรณราศี (2546) รายงานไว้ว่าลำไยพันธุ์อีดอตั้งแต่ดอกบานถึงเก็บเกี่ยวมีความร้อนสะสม 2,474 GDD โดยใช้อุณหภูมิพื้นฐาน 13 องศาเซลเซียส ในขณะที่ Diczbalis and Drinnan (2007) ศึกษาในลำไยพันธุ์ Kohala และพันธุ์ Biew Kiew ที่ปลูกในออสเตรเลีย มีค่าความร้อนสะสมก่อนการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 2,902 และ 3,432 GDD ตามลำดับ โดยใช้อุณหภูมิพื้นฐาน 12 องศาเซลเซียส และคำนวณปริมาณความร้อนสะสมตั้งแต่วันราดสารจนถึงวันเก็บเกี่ยว

บุญชนะ และมนตรี (2551) รายงานว่าลำไยนอกฤดูพันธุ์อีดอในจังหวัดนครศรีธรรมราชมีปริมาณความร้อนสะสมที่เหมาะสมสำหรับเก็บเกี่ยวเท่ากับ 2,193 GDD มีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาในครั้งนี้ (2,100-2,300 GDD) โดยทั้งคู่ใช้อุณหภูมิพื้นฐานที่ใกล้เคียงกัน คือ บุญชนะ และมนตรี (2551) ใช้อุณหภูมิพื้นฐานที่ 10 องศาเซลเซียส ส่วนงานทดลองในครั้งนี้ใช้อุณหภูมิพื้นฐานที่ 10.76 องศาเซลเซียส

งานทดลองนี้ถ้าหากคำนวณโดยใช้อุณหภูมิพื้นฐาน (12 องศาเซลเซียส) และจุดเริ่มต้นในการคำนวณ (ตั้งแต่วันราดสารจนถึงวันเก็บเกี่ยว) เหมือนกับที่ Diczbalis and Drinnan (2007) รายงานไว้ พบว่า ลำไยพันธุ์อีดอจะมีปริมาณความร้อนสะสมที่เหมาะสมสำหรับเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่อความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 3,622-3,866 GDD ซึ่งมากกว่าพันธุ์เบี้ยวเขียวที่รายงานไว้ของ Diczbalis and Drinnan (2007) (ตารางผนวก 36)

นอกจากนี้ยังพบว่า ช่วงเวลาในการราดสารที่ต่างกันมีผลให้ปริมาณความร้อนสะสมสำหรับเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดูแตกต่างกัน ดังจะเห็นได้จากลำไยที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 มีปริมาณความร้อนสะสมในช่วง 2,100-2,300 GDD ส่วนลำไยที่ถูกชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคมปีเดียวกัน มีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 2,350-2,450 GDD แต่เมื่อพิจารณาจากลักษณะคุณภาพของผลลำไยแล้วพบว่า ทั้งสองระยะของลำไยที่ชักนำการออกดอกจะมีคุณภาพของผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ใกล้เคียงกัน โดยลำไยที่ถูกชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน และกรกฎาคม ในช่วงความร้อนสะสมที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยว (2,100-2,450 GDD) ลำไยจะมีน้ำหนักผล 9-10 กรัม ขนาดผล 25-29 มิลลิเมตร และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 21-24 °Brix (ตาราง 3, 8) ดังนั้นอาจจะเป็นไปได้ว่าปริมาณความร้อนที่สะสมสำหรับการพัฒนาของผลลำไยอาจจะอยู่ในช่วงที่กว้าง ขึ้นอยู่กับฤดูกาลผลิต

ปริมาณความร้อนสะสมเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวที่ดี สามารถคาดคะเนวันเก็บเกี่ยวได้ล่วงหน้า (จริงแท้, 2549) แต่ในการใช้ปริมาณความร้อนสะสมเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวต้องมีการศึกษาหลายๆฤดูกาล หลายๆพื้นที่ เพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำมากขึ้นในการนำไปใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวจริงจะได้ไม่คาดเคลื่อน (บรรณราศี, 2546)

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดูพันธุ์อีดอ ที่ใช้การคำนวณปริมาณความร้อนสะสม โดยผลการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ลำไยที่ถูกชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน และเก็บเกี่ยวในช่วงปลายเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม เมื่อเก็บเกี่ยวที่ความร้อนสะสม 2,100-2,150 GDD ผลลำไยมีคุณภาพดีตามเกณฑ์การเก็บเกี่ยวมาตรฐานโดยทั่วไป ซึ่งมีอายุผลประมาณ 152.6-156.6 วันหลัง-ดอกบาน

สำหรับลำไยที่ถูกชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม และเก็บเกี่ยวในช่วงปลายเดือนมกราคมถึงต้นเดือนมีนาคม เก็บเกี่ยวได้เมื่อได้รับความร้อนสะสม 2,400-2,450 GDD หรือเมื่อผลมีอายุประมาณ 181.5-184.4 วันหลังดอกบาน

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาปริมาณความร้อนสะสมของลำไยควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในหลายๆที่พร้อมกัน เพราะการทดสอบเพียงที่เดียว อาจจะทำให้ได้ค่าปริมาณความร้อนสะสมที่ได้คลาดเคลื่อนจากที่ควรเป็น การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการทดสอบเบื้องต้นจึงอาจจะยังไม่สามารถประยุกต์ใช้กับที่อื่นๆได้

บรรณานุกรม

กนกมณฑล ศรศรีวิชัย. 2527. **การเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรหลังจากเก็บเกี่ยวเทคโนโลยีและสรีรวิทยา**. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 16 น.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2542. **ลำไยพืชทองของเชียงใหม่-ลำพูน**. ม.ป.ท. ม.ป.พ. 104 น.

คีรี อำพันสวัสดิ์. 2540. **ไม้ผลเศรษฐกิจ**. ม.ป.ท. . ม.ป.พ. 104 น.

จิรนันท์ เสนานาญ. 2551. **การตอบสนองของลำไยพันธุ์อีดอต่อการจัดการทรงต้นและจัดการปุ๋ย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 179 น.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**.พิมพ์ครั้งที่ 6 . กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 396 น.

จำนงค์ ศรีจันทร์. 2549. **การศึกษาการจัดการทรงต้น 4 แบบ ต่อการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ การออกดอก และคุณภาพผลผลิตของลำไยพันธุ์อีดอ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 64 น.

ฉันทนา ศรีคำ. 2513. **การศึกษาการเจริญของดอกและผลลำไย**. วิทยานิทนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 72 น.

ชมัยพร เจตตกร. 2537. **ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนสะสมและความบริบูรณ์ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. 80 น.

ชุมพล คุณวาสี. ม.ป.ป. **เอกสารประกอบการสอนวิชา ชีววิทยาทั่วไป**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 15 น.

ดาวเรือง ศรีกอก. 2530. **ดัชนีการเก็บเกี่ยวและการเก็บผลลำไยพันธุ์อีดอ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 98 น.

ดวงพร สุนทรมงคล และ อาคม พยอมแจ่มศรี. 2544 . **Growing Gegree Days ของข้าว พืชไร่และไม้ผลบางชนิด**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.arcims.tmd.go.th/degreeday_crop.htm (10 มีนาคม 2555).

ทรงศักดิ์ ธรรมจำรัส ธีรนุช เจริญกิจ พาวิน มะโนชัย และเสกสันต์ อุสสหตานนท์. 2552. **การหา-ดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดูโดยวิธีการคำนวณปริมาณความร้อนสะสม**. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 8 วันที่ 6 – 9 พฤษภาคม 2552. เชียงใหม่: ม.ป.พ. 402 น.

ธวัชชัย ชิณวงศ์. 2541. **วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลสดทางพืชสวน** . ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสุรินทร์. 624 น.

ธีรนุช เจริญกิจ และ พาวิน มะโนชัย. 2548. การเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว. น. 47-50 ใน พาวิน มะโนชัย , วรินทร์ สุทนต์, ยุทธนา เขาสุเมธ และ พิชัย สมบูรณ์วงศ์ (บรรณาธิการ). **ลำไยคุณภาพ วันแม่โจ้: ศาสตร์แห่งลำไย**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์ พาวิน มะโนชัย และวินัย วิริยะอลงกรณ์. 2543. การควบคุมการออกดอกของลำไย. น. 30-43 ใน นพดล จรัสสัมฤทธิ์ พาวิน มะโนชัย นพมณี โทปุญญานนท์ ธีรนุช จันทรชิต วินัย วิริยะอลงกรณ์ และพิชัย สมบูรณ์วงศ์ (บรรณาธิการ). **การผลิตลำไย**. เชียงใหม่.โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลำไยและลิ้นจี่ สาขาไม้ผล ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

นพพร บุญปลอด. 2539. **การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดของลำไยพันธุ์อีดอก่อนการออกดอก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 62 น.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ. 2548. **การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 248 น.

บรรณราศี โพธิพฤกษ์. 2546. **อุณหภูมิที่ทำให้ลำไยหยุดการเจริญเติบโต หน่วยความร้อนสะสมระหว่างการเจริญเติบโตของผลลำไยและผลของการวางเมล็ดในวัสดุเพาะและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดต่อการงอกของเมล็ดลำไย**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 34 น.

บุญชนะ วงศ์ชนะ และ มนตรี อิสรไกรศรี. 2551. การเติบโตและพัฒนาของผลลำไยพันธุ์ดอในภาคใต้. น. 86 ใน **บทคัดย่อ การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 7 พืชสวนไทยใต้ร่มพระบารมี**. 26-30 มิถุนายน 2551 ณ โรงแรม อมรินทร์ลากูน อ.เมือง จ.พิษณุโลก. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ประหยัด ยุพิน. 2529. **ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกติดผลของลำไยพันธุ์แห้ว**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 58 น.

พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์. 2542. **ลำไย : ไม้ผลเศรษฐกิจสำคัญเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม**. เชียงใหม่ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 137 น.

พาวิน มะโนชัย. ม.ป.ป. **ลำไย**. เชียงใหม่: สาขาไม้ผล ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 48 น.

____________. 2545. **เอกสารประกอบการสอน พส416 ไม้ผลเขตกึ่งร้อน**. เชียงใหม่: สาขาไม้ผล ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 173 น.

พาวิน มะโนชัย, ยุทธนา เขาสุเมธ, ชิติ ศรีตนทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. 2546. **เทคโนโลยีการผลิตลำไย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์. 126 น.

พิจิตร โชคพัฒนา. 2547. **การปลูกลิ้นจี่.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 144 น.

พิทยา สรวมศิริ และ พาวิน มะโนชัย. 2545. **การผลิตลำไยนอกฤดูอย่างมืออาชีพ.** เชียงใหม่: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 64 น.

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2546. **ลำไย.** กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 13 น.

มนตรี ทศานนท์ ถวิล ข่ายสุวรรณ ปรีชา จันทราช และนิพัฒน์ สุขวิบูลย์. ม.ป.ป. ศึกษาอัตราส่วนของดอกตัวผู้และดอกตัวเมียของลำไยที่เกิดจากกิ่งตอนและจากต้นที่เพาะเมล็ด. น. 35-39 ใน **เอกสารประกอบการเสวนาโต๊ะกลมเรื่องปัญหาการผลิตลำไยในจังหวัดลำพูน.** ระหว่างวันที่ 7-10 สิงหาคม พ.ศ. 2537. เชียงใหม่: ม.ป.พ.

วัฒนา เสถียรสวัสดิ์. 2511. **การศึกษาวิธีการผสมเกสรของลำไย.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 30 น.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้และสำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6. 2550. **รายงานผลการสำรวจและแนวทางการจัดวางแผนการผลิตลำไยนอกฤดูของจังหวัดเชียงใหม่.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 73 น.

สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2536. **การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน.** ขอนแก่น: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 67 น.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2537. **สรีรวิทยาไม้ผล.** ขอนแก่น: ศิริภัณฑ์ออฟเซ็ท. 437 น.

สายชล เกตุษา. 2528. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** นครปฐม: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติสำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 322 น.

สุรพล มนัสเสรี. 2541. **หลักการไม้ผล.** สงขลา: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏสงขลา. 343 น.

สมชาย รัตนมาลี. 2530. **การเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและดัชนีการเก็บเกี่ยวมะม่วงพันธุ์ทองดำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. 85 น.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2536. **สรีรวิทยาของพืช.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 222 น.

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1. 2551. **การผลิตลำไยนอกฤดูเพื่อการส่งออก.** เชียงใหม่: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 74 น.

อังสุมาริน มิ่งเมือง มงคล แซ่หลิม และ สายัณห์ สดุดี. 2546. การหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลองกองโดยวิธีการคำนวณค่าหน่วยความร้อนสะสม. **วารสารแก่นเกษตร** 31(1): 1-8.

อานนท์ ธาดาสันติพงศ์. 2551. **การศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการผลิตลำไยนอกฤดูของลำไยพันธุ์อีดอช่วงเทศกาลตรุษจีนในจังหวัดเชียงใหม่.** ปัญหาพิเศษ ปริญญา-ตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 32 น.

Arnold, C.Y. 1960. Maximun-minimum temperatures as a basis for computing heat units. **Proc. Soc. Hort. Sci.** 76: 682-692.

Baskerville, G.L. and P. Emin. 1969. Rapid estimation of heat accumulation from maximum and minimum temperatures. **Ecology** 50: 514-517.

Batten, D. 1986. The longan. **Australian Horticulture** 84: 14 – 22.

Bertin, N. 2005. Analysis of the tomato fruit growth response to temperature and plant fruit load in relation to cell division, cell expansion and DNA endoreduplication. **Ann. Bot.** 95: 439–447.

Daubenmire, R.F. 1974. **Plants and environmemt.** New York: John Wiley & Sons. 422 p.

Denne, M.P. 1963. Fruit development and some tree factors affecting it. **Newzealand J. Biol.** 1: 265–294.

Diczbalis, Y. and J. Drinnan. 2007. **Floral manipulation and canopy management in longan and rambutan** : A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Cairns: RIRDC Publication. 98 p.

George, A.P. and Nissen, R.J. 1987. The effects of day/night temperatures on growth and dry matter production of custard apple (*Annona cherimola* × *Annona squamosa*) cultivar. 'African Pride' **Scientia Horticulturae** 31(3): 269–274.

Gilmore, E.C., Jr. and J.S. Rogers. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agron. J.** 50: 611-615.

Guglielmo Costa, Massimo Noferini, Fabrizio Bucchi and Luca Corelli. 2004. Method for forecasting apple size at harvest. **Acta Hort.**636: 651-659.

Katz, Y.H. 1952. The relationship between heat unit accumulation and the planting and harvesting of canning peas. **Agron. J.** 44: 74-78.

Leopold, A.C. 1964. **Plant growth and development.** New York: McGraw-Hill. 310 p.

Logan, S.H. and P.B. Boyland. 1983. Calculating heat units via a sine function. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 108(6): 977-980.

Matsui, S., K. Ryugo and M. W. Kliewer. 1985. Growth inhibition of thompson seedless and napa gamay berries by heat stress and its partial reversibility applications of growth regulators. **Amer. J. Enol-Vit**. 37: 67-71.

Thompson, A.K. 1996. **Postharvest technology of fruits and vegetahles**. Oxford: Blackwell science. 410 p.

Wang, C. Y., W.M. Mellenthin and E. Hansen. 1971. Effect of temperature on development of premature ripening in Bartlett pears. **J. Amer. Soc. Hort. Sci**. 96: 122-126.

Wei-Hai Yang, Xiao-Chuan Zhu, Si-Cong Deng, Hui-Cong Wang, Gui-Bing Hu, Hong Wu, Xu-Ming Huang. 2010a. Developmental problems in over-winter off-season longan fruit. I: Effect of temperatures. **Scientia Horticulturae** 126: 351–358.

Wei-Hai Yang, Si-Cong Deng, Xiao-Chuan Zhu, Hui-Cong Wang, Hong Wu and Xu-Ming Huang. 2010b. Developmental problems in over-winter off-season longan fruit. II: Development of pericarp structure. **Scientia Horticulturae** 126: 359–365.

Wills, R.B.H., W. B. McGalsson, D. Graham and D. C. Jovce. 2007. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and oruamentals.** Sydney, Australia: UNSW Press. 227 p.

Wilson, L.T. and W.W. Barnett. 1983. Degree-days : an aid in crop and pest management. **California Agriculture** 37: 4-7.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางผนวก

ตารางผนวก 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,300 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	7	40.8338	5.8334	13.52	0.000
Error	32	13.8092	0.4315		
Total	39	54.6430	1.4011		

CV = 6.9419

ตารางผนวก 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ขนาดผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,300 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	7	92.1640	13.1663	4.81	0.0011
Error	32	87.5791	2.7368		
Total	39	179.7431	4.6088		

CV = 6.3095

ตารางผนวก 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,300 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	7	21.0840	3.0120	1.37	0.2510
Error	32	70.3374	2.1980		
Total	39	91.4214	2.3441		

CV = 6.4454

ตารางผนวก 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักเปลือกของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,300 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	7	3.5160	0.5023	3.27	0.0098
Error	32	4.9105	0.1535		
Total	39	8.4264	0.2161		

CV = 24.8402

ตารางผนวก 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักเนื้อของผลลำไย-นอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,300 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	7	66.3108	9.4730	6.79	0.0001
Error	32	44.6436	1.3951		
Total	39	110.9544	2.8450		

CV = 17.5733

ตารางผนวก 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักเมล็ดของผลลำไย-นอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,300 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	7	0.0921	0.0132	0.80	0.5919
Error	32	0.5241	0.0164		
Total	39	0.6162	0.0158		

CV = 8.7492

ตารางผนวก 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ความหนาเปลือกของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,300 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	7	0.1458	0.0208	1.54	0.1878
Error	32	0.4316	0.0135		
Total	39	0.5774	0.0148		

CV = 18.8150

ตารางผนวก 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ความหนาเนื้อของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,300 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	7	11.0671	1.5810	9.52	0.0000
Error	32	5.3134	0.1660		
Total	39	16.3805	0.4200		

CV = 9.0628

ตารางผนวก 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ดลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,300 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	7	0.4014	0.0573	0.51	0.8192
Error	32	3.5824	0.1120		
Total	39	3.9838	0.1021		

CV = 2.5106

ตารางผนวก 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่าสีผิวเปลือก (ค่า L) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,300 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	7	9.8776	1.4111	1.63	0.1632
Error	32	27.7514	0.8672		
Total	39	37.6289	0.9648		

CV = 2.1186

ตารางผนวก 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่าสีผิวเปลือก (ค่า a*) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,300 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	7	57.0118	8.1445	7.64	0.0001
Error	32	34.0983	1.0656		
Total	39	91.1102	2.3362		

CV = 9.0597

ตารางผนวก 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่าสีผิวเปลือก (ค่า b*) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,300 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	7	6.9746	0.9964	1.17	0.3488
Error	32	27.3376	0.8543		
Total	39	34.3123	0.8798		

CV = 3.2764

ตารางผนวก 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ความพึงพอใจของผู้บริโภคด้านขนาดผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,300 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	7	42.70	6.10	66.55	0.0000
Error	72	6.60	0.0917		
Total	79	49.30	0.6241		

CV = 7.0410

ตารางผนวก 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ความพึงพอใจของผู้บริโภคด้านรสชาติของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,300 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	7	26.70	3.8143	31.03	0.0000
Error	72	8.850	0.1229		
Total	79	35.550	0.450		

CV = 8.3975

ตารางผนวก 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับ-ความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,450 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	10	87.5670	8.7567	29.40	0.0000
Error	44	13.1036	0.2978		
Total	54	100.6706	1.8643		

CV = 6.4124

ตารางผนวก 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ขนาดผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,450 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	10	113.120	11.3120	26.36	0.0000
Error	44	18.8810	0.4291		
Total	54	132.0010	2.4445		

CV = 2.5920

ตารางผนวก 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ-ได้ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง1,950-2,450 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	10	19.6569	1.9657	0.25	0.9881
Error	44	347.3354	7.8940		
Total	54	366.9922	6.7962		

CV = 12.9057

ตารางผนวก 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักเปลือกของผลลำไย-นอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,450 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	10	1.5939	0.1594	4.23	0.0006
Error	44	1.6568	0.0377		
Total	54	3.2507	0.0602		

CV = 13.9495

ตารางผนวก 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักเนื้อของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,450 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	10	62.3261	6.2326	27.11	0.0000
Error	44	10.1144	0.2299		
Total	54	72.4405	1.3415		

CV = 8.4916

ตารางผนวก 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักเมล็ดของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,450 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	10	0.2063	0.0206	0.90	0.5382
Error	44	1.0043	0.0228		
Total	54	1.2106	0.0224		

CV = 10.2611

ตารางผนวก 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ความหนาเปลือกของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,450 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	10	0.1614	0.0161	2.05	0.0504
Error	44	0.3468	0.0079		
Total	54	0.5082	0.0094		

CV = 13.7740

ตารางผนวก 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ความหนาเนื้อของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,450 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	10	18.9758	1.8976	21.32	0.0000
Error	44	3.9154	0.0890		
Total	54	22.8913	0.4239		

CV = 7.3001

ตารางผนวก 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ดลำไย-นอกฤดูที่ชักนำการออกดอกใน เดือนกรกฎาคม 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,450 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	10	10.5208	1.0521	0.93	0.5177
Error	44	49.8933	1.1339		
Total	54	60.4141	1.1188		

CV = 7.7889

ตารางผนวก 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่าสีผิวเปลือก (ค่า L) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,450 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	10	15.5002	1.5500	1.71	0.1075
Error	44	39.7899	0.9043		
Total	54	55.2900	1.0239		

CV = 2.1290

ตารางผนวก 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่าสีผิวเปลือก (ค่า a*) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,450 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	10	28.2836	2.8284	1.58	0.1446
Error	44	78.7967	1.7908		
Total	54	107.0803	1.9830		

CV = 11.2262

ตารางผนวก 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่าสีผิวเปลือก (ค่า b*) ของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,450 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	10	16.8005	1.6800	0.92	0.5245
Error	44	80.3743	1.8267		
Total	54	97.1748	1.7995		

CV = 4.5362

ตารางผนวก 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ความพึงพอใจของผู้บริโภค ด้านขนาดผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,450 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	10	120.4636	12.0464	88.34	0.0000
Error	99	13.50	0.1364		
Total	109	133.9636	1.2290		

CV = 9.1901

ตารางผนวก 28 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ความพึงพอใจของผู้บริโภค ด้านรสชาติของผลลำไยนอกฤดูที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่พัฒนาการในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสมระหว่าง 1,950-2,450 GDD

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr > F
Treatment	10	88.7409	8.8741	37.19	0.0000
Error	99	23.6250	0.2386		
Total	109	112.3659	1.0309		

CV = 13.0584

ตารางผนวก 29 อุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละเดือนตั้งแต่วันดอกบาน – วันเก็บเกี่ยวสุดท้ายในช่วงการชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553

เดือน	อุณหภูมิเฉลี่ย (^{o}C)
12-31 สิงหาคม 2553	27.32
กันยายน 2553	27.89
ตุลาคม 2553	26.78
พฤศจิกายน 2553	24.78
ธันวาคม 2553	23.81
1-20 มกราคม 2554	23.04
เฉลี่ย	25.60

ตารางผนวก 30 อุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละเดือนตั้งแต่วันดอกบาน – วันเก็บเกี่ยวสุดท้ายในช่วงการชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553

เดือน	อุณหภูมิเฉลี่ย (^{o}C)
5-30 กันยายน 2553	27.72
ตุลาคม 2553	26.78
พฤศจิกายน 2553	24.78
ธันวาคม 2553	23.81
มกราคม 2554	19.11
กุมภาพันธ์ 2554	25.08
เฉลี่ย	24.54

ตารางผนวก 31 อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และความร้อนสะสมในแต่ละวันตั้งแต่ราดสาร $KClO_3$– วันเก็บเกี่ยวสุดท้ายในช่วงการชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน และกรกฎาคม 2553

วันที่	อุณหภูมิ			Heat unit อุณหภูมิพื้นฐานที่ใช้คำนวณ (°C)			
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	10	10.76	12	13
11-มิ.ย.-53	24.7	41.1	30.08	20.08	19.32	20.9	17.08
12-มิ.ย.-53	24.6	38.1	27.06	17.06	16.3	19.35	14.06
13-มิ.ย.-53	24.4	39.2	28.57	18.57	17.81	19.8	15.57
14-มิ.ย.-53	24.4	39	28.23	18.23	17.47	19.7	15.23
15-มิ.ย.-53	24.3	38.8	27.87	17.87	17.11	19.55	14.87
16-มิ.ย.-53	24.5	37.5	28.56	18.56	17.8	19	15.56
17-มิ.ย.-53	24.4	40.7	30.45	20.45	19.69	20.55	17.45
18-มิ.ย.-53	24.6	40.8	30.86	20.86	20.1	20.7	17.86
19-มิ.ย.-53	25.1	42.3	31.8	21.8	21.04	21.7	18.8
20-มิ.ย.-53	25.7	42.7	31.83	21.83	21.07	22.2	18.83
21-มิ.ย.-53	24.4	41	29.89	19.89	19.13	20.7	16.89
22-มิ.ย.-53	23.9	39.3	28.25	18.25	17.49	19.6	15.25
23-มิ.ย.-53	24.2	36	27.24	17.24	16.48	18.1	14.24
24-มิ.ย.-53	24.9	37.3	27.72	17.72	16.96	19.1	14.72
25-มิ.ย.-53	24.5	38.7	28.46	18.46	17.7	19.6	15.46
26-มิ.ย.-53	25	38.5	28.53	18.53	17.77	19.75	15.53
27-มิ.ย.-53	24	39.1	27.93	17.93	17.17	19.55	14.93
28-มิ.ย.-53	25	39.6	29.36	19.36	18.6	20.3	16.36
29-มิ.ย.-53	25.5	39	29.27	19.27	18.51	20.25	16.27
30-มิ.ย.-53	24.6	38	28.15	18.15	17.39	19.3	15.15
1-ก.ค.-53	24.9	37.6	27.6	17.6	16.84	19.25	14.6

ตารางผนวก 31 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิ			Heat unit อุณหภูมิพื้นฐานที่ใช้คำนวณ (°C)			
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	10	10.76	12	13
2-ก.ค.-53	23.7	35.6	27.46	17.46	16.7	17.65	14.46
3-ก.ค.-53	25.2	36.2	27.12	17.12	16.36	18.7	14.12
4-ก.ค.-53	23.9	37.5	27.88	17.88	17.12	18.7	14.88
5-ก.ค.-53	24.1	40.9	29.52	19.52	18.76	20.5	16.52
6-ก.ค.-53	23.2	40.7	28.83	18.83	18.07	19.95	15.83
7-ก.ค.-53	24	40	28.77	18.77	18.01	20	15.77
8-ก.ค.-53	24.9	39.8	28.85	18.85	18.09	20.35	15.85
9-ก.ค.-53	24.9	38.2	28.13	18.13	17.37	19.55	15.13
10-ก.ค.-53	24.6	38.8	28.88	18.88	18.12	19.7	15.88
11-ก.ค.-53	24.4	38.5	28.76	18.76	18	19.45	15.76
12-ก.ค.-53	25	39.3	29.63	19.63	18.87	20.15	16.63
13-ก.ค.-53	25.2	39.8	29.13	19.13	18.37	20.5	16.13
14-ก.ค.-53	24	39.2	27.88	17.88	17.12	19.6	14.88
15-ก.ค.-53	24.6	39.7	28.05	18.05	17.29	20.15	15.05
16-ก.ค.-53	24.7	39.4	29.72	19.72	18.96	20.05	16.72
17-ก.ค.-53	26.6	38.5	28.8	18.8	18.04	20.55	15.8
18-ก.ค.-53	24.5	31.2	25.77	15.77	15.01	15.85	12.77
19-ก.ค.-53	23.3	35	26.51	16.51	15.75	17.15	13.51
20-ก.ค.-53	23.3	36.9	26.87	16.87	16.11	18.1	13.87
21-ก.ค.-53	24.7	39.2	28.48	18.48	17.72	19.95	15.48
22-ก.ค.-53	25.2	32.8	26.34	16.34	15.58	17	13.34
23-ก.ค.-53	24.7	37.4	27.48	17.48	16.72	19.05	14.48
24-ก.ค.-53	24.1	33.9	25.25	15.25	14.49	17	12.25

ตารางผนวก 31 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิ			Heat unit อุณหภูมิพื้นฐานที่ใช้คำนวณ (°C)			
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	10	10.76	12	13
25-ก.ค.-53	23.7	36.1	26.33	16.33	15.57	17.9	13.33
26-ก.ค.-53	23.9	40.7	29.34	19.34	18.58	20.3	16.34
27-ก.ค.-53	23.2	36.7	26.64	16.64	15.88	17.95	13.64
28-ก.ค.-53	24.7	37.4	27.25	17.25	16.49	19.05	14.25
29-ก.ค.-53	24.2	36.3	26.33	16.33	15.57	18.25	13.33
30-ก.ค.-53	23.6	36.6	26.4	16.4	15.64	18.1	13.4
31-ก.ค.-53	23.5	37.6	27.54	17.54	16.78	18.55	14.54
1-ส.ค.-53	23.8	37.4	28.21	18.21	17.45	18.6	15.21
2-ส.ค.-53	23	35.9	27.49	17.49	16.73	17.45	14.49
3-ส.ค.-53	23.6	32.7	25.72	15.72	14.96	16.15	12.72
4-ส.ค.-53	22.9	35.6	25.34	15.34	14.58	17.25	12.34
5-ส.ค.-53	22.9	35.8	26.1	16.1	15.34	17.35	13.1
6-ส.ค.-53	23.6	29	24.38	14.38	13.62	14.3	11.38
7-ส.ค.-53	24.1	35.5	26.19	16.19	15.43	17.8	13.19
8-ส.ค.-53	23.3	37.7	27.29	17.29	16.53	18.5	14.29
9-ส.ค.-53	24.3	35.8	26.39	16.39	15.63	18.05	13.39
10-ส.ค.-53	24.8	34.6	26.2	16.2	15.44	17.7	13.2
11-ส.ค.-53	23.6	34.7	26.04	16.04	15.28	17.15	13.04
12-ส.ค.-53	23.7	37	26.02	16.02	15.26	18.35	13.02
13-ส.ค.-53	23.8	36.7	25.88	15.88	15.12	18.25	12.88
14-ส.ค.-53	23.1	36.3	26.72	16.72	15.96	17.7	13.72
15-ส.ค.-53	25	37.5	28.42	18.42	17.66	19.25	15.42
16-ส.ค.-53	23.8	35.1	27.45	17.45	16.69	17.45	14.45

ตารางผนวก 31 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิ			Heat unit			
				อุณหภูมิพื้นฐานที่ใช้คำนวณ (°C)			
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	10	10.76	12	13
17-ส.ค.-53	24.1	29.3	24.74	14.74	13.98	14.7	11.74
18-ส.ค.-53	23.4	33.8	24.65	14.65	13.89	16.6	11.65
19-ส.ค.-53	21.8	37.9	26.73	16.73	15.97	17.85	13.73
20-ส.ค.-53	23.1	40.9	28.83	18.83	18.07	20	15.83
21-ส.ค.-53	24	34.8	26.68	16.68	15.92	17.4	13.68
22-ส.ค.-53	23.3	35.2	25.28	15.28	14.52	17.25	12.28
23-ส.ค.-53	23.9	36.9	26.18	16.18	15.42	18.4	13.18
24-ส.ค.-53	23.3	37.6	27.22	17.22	16.46	18.45	14.22
25-ส.ค.-53	23.3	27.7	23.98	13.98	13.22	13.5	10.98
26-ส.ค.-53	23.3	34	25.45	15.45	14.69	16.65	12.45
27-ส.ค.-53	23.3	29.6	24.73	14.73	13.97	14.45	11.73
28-ส.ค.-53	24.1	30.8	24.88	14.88	14.12	15.45	11.88
29-ส.ค.-53	23.2	31.6	24.35	14.35	13.59	15.4	11.35
30-ส.ค.-53	23.7	36.6	26.17	16.17	15.41	18.15	13.17
31-ส.ค.-53	23.9	37.8	27.19	17.19	16.43	18.85	14.19
1-ก.ย.-53	23.9	37.7	26.88	16.88	16.12	18.8	13.88
2-ก.ย.-53	24.5	39.2	28.12	18.12	17.36	19.85	15.12
3-ก.ย.-53	24.1	39.1	27.55	17.55	16.79	19.6	14.55
4-ก.ย.-53	24	38.7	28.47	18.47	17.71	19.35	15.47
5-ก.ย.-53	23.8	38.1	28.32	18.32	17.56	18.95	15.32
6-ก.ย.-53	24.5	38.7	28.57	18.57	17.81	19.6	15.57
7-ก.ย.-53	24	38.6	28.73	18.73	17.97	19.3	15.73
8-ก.ย.-53	25.1	38.2	27.73	17.73	16.97	19.65	14.73

ตารางผนวก 31 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิ			Heat unit อุณหภูมิพื้นฐานที่ใช้คำนวณ (°C)			
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	10	10.76	12	13
9-ก.ย.-53	25.1	27.6	22.89	12.89	12.13	14.35	9.89
10-ก.ย.-53	22.8	36.4	24.9	14.9	14.14	17.6	11.9
11-ก.ย.-53	23.5	35.1	25.65	15.65	14.89	17.3	12.65
12-ก.ย.-53	25.4	34.9	26.6	16.6	15.84	18.15	13.6
13-ก.ย.-53	25.2	36.5	26.19	16.19	15.43	18.85	13.19
14-ก.ย.-53	23.9	35.4	26.33	16.33	15.57	17.65	13.33
15-ก.ย.-53	23.3	25.7	23.6	13.6	12.84	12.5	10.6
16-ก.ย.-53	24.1	35.6	24.95	14.95	14.19	17.85	11.95
17-ก.ย.-53	24.9	36.5	27.21	17.21	16.45	18.7	14.21
18-ก.ย.-53	25.1	36.4	26.66	16.66	15.9	18.75	13.66
19-ก.ย.-53	24.9	39.1	27.51	17.51	16.75	20	14.51
20-ก.ย.-53	24	38.7	29.72	19.72	18.96	19.35	16.72
21-ก.ย.-53	22.1	38.3	26.29	16.29	15.53	18.2	13.29
22-ก.ย.-53	22.5	37.9	27.07	17.07	16.31	18.2	14.07
23-ก.ย.-53	22.9	36.6	26.01	16.01	15.25	17.75	13.01
24-ก.ย.-53	22.8	35.8	24.87	14.87	14.11	17.3	11.87
25-ก.ย.-53	23.2	37.4	26.62	16.62	15.86	18.3	13.62
26-ก.ย.-53	23.9	38	26.3	16.3	15.54	18.95	13.3
27-ก.ย.-53	22.3	37.2	26.09	16.09	15.33	17.75	13.09
28-ก.ย.-53	22.4	36.1	25.69	15.69	14.93	17.25	12.69
29-ก.ย.-53	23	38.9	27.42	17.42	16.66	18.95	14.42
30-ก.ย.-53	23	39.8	26.67	16.67	15.91	19.4	13.67
1-ต.ค.-53	23	39	26.63	16.63	15.87	19	13.63

ตารางผนวก 31 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิ			Heat unit อุณหภูมิพื้นฐานที่ใช้คำนวณ (°C)			
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	10	10.76	12	13
2-ต.ค.-53	22.4	38.6	26.69	16.69	15.93	18.5	13.69
3-ต.ค.-53	23.7	36.4	26.66	16.66	15.9	18.05	13.66
4-ต.ค.-53	22.9	34.1	25.66	15.66	14.9	16.5	12.66
5-ต.ค.-53	22.1	38.5	25.78	15.78	15.02	18.3	12.78
6-ต.ค.-53	22.6	36.1	26.05	16.05	15.29	17.35	13.05
7-ต.ค.-53	23.1	37.7	26.68	16.68	15.92	18.4	13.68
8-ต.ค.-53	23.8	38	26.89	16.89	16.13	18.9	13.89
9-ต.ค.-53	22.9	35.2	25.36	15.36	14.6	17.05	12.36
10-ต.ค.-53	23	37.5	26.64	16.64	15.88	18.25	13.64
11-ต.ค.-53	23.8	38.4	28.46	18.46	17.7	19.1	15.46
12-ต.ค.-53	23.8	39.6	26.83	16.83	16.07	19.7	13.83
13-ต.ค.-53	22.8	37.4	26.17	16.17	15.41	18.1	13.17
14-ต.ค.-53	23.2	37.7	25.98	15.98	15.22	18.45	12.98
15-ต.ค.-53	23.3	37.3	25.15	15.15	14.39	18.3	12.15
16-ต.ค.-53	22.4	37.8	26.85	16.85	16.09	18.1	13.85
17-ต.ค.-53	23.3	31.7	24.82	14.82	14.06	15.5	11.82
18-ต.ค.-53	22.7	31.5	24.1	14.1	13.34	15.1	11.1
19-ต.ค.-53	23.2	31.6	23.86	13.86	13.1	15.4	10.86
20-ต.ค.-53	22.4	32.8	23.56	13.56	12.8	15.6	10.56
21-ต.ค.-53	22	32.3	23.29	13.29	12.53	15.15	10.29
22-ต.ค.-53	22.7	34.8	25.07	15.07	14.31	16.75	12.07
23-ต.ค.-53	22.8	35.9	25.28	15.28	14.52	17.35	12.28
24-ต.ค.-53	21.9	36	25.36	15.36	14.6	16.95	12.36

ตารางผนวก 31 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิ			Heat unit อุณหภูมิพื้นฐานที่ใช้คำนวณ (°C)			
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	10	10.76	12	13
25-ต.ค.-53	21.6	38	26.38	16.38	15.62	17.8	13.38
26-ต.ค.-53	23.3	37.2	25.95	15.95	15.19	18.25	12.95
27-ต.ค.-53	22.4	36.5	25.77	15.77	15.01	17.45	12.77
28-ต.ค.-53	22.2	37.2	26.49	16.49	15.73	17.7	13.49
29-ต.ค.-53	22.5	32.4	23.8	13.8	13.04	15.45	10.8
30-ต.ค.-53	18.5	34	23.56	13.56	12.8	14.25	10.56
31-ต.ค.-53	16.7	34.2	22.02	12.02	11.26	13.45	9.02
1-พ.ย.-53	16.3	34.9	22.12	12.12	11.36	13.6	9.12
2-พ.ย.-53	16.2	35.6	21.97	11.97	11.21	13.9	8.97
3-พ.ย.-53	14.6	34.3	21.05	11.05	10.29	12.45	8.05
4-พ.ย.-53	14.1	33.8	20.48	10.48	9.72	11.95	7.48
5-พ.ย.-53	14.5	34.1	21.01	11.01	10.25	12.3	8.01
6-พ.ย.-53	15.6	35.7	22.29	12.29	11.53	13.65	9.29
7-พ.ย.-53	17.6	36	23.37	13.37	12.61	14.8	10.37
8-พ.ย.-53	18.4	36.2	24.42	14.42	13.66	15.3	11.42
9-พ.ย.-53	17.6	35.1	23.64	13.64	12.88	14.35	10.64
10-พ.ย.-53	14.7	34.4	21.15	11.15	10.39	12.55	8.15
11-พ.ย.-53	16.1	35	22.04	12.04	11.28	13.55	9.04
12-พ.ย.-53	17.3	35	22.76	12.76	12	14.15	9.76
13-พ.ย.-53	19	36.3	24.21	14.21	13.45	15.65	11.21
14-พ.ย.-53	19.7	37.2	25.23	15.23	14.47	16.45	12.23
15-พ.ย.-53	20	37.6	25.23	15.23	14.47	16.8	12.23
16-พ.ย.-53	19.8	37.7	25	15	14.24	16.75	12

ตารางผนวก 31 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิ			Heat unit อุณหภูมิพื้นฐานที่ใช้คำนวณ (°C)			
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	10	10.76	12	13
17-พ.ย.-53	19.6	37.5	25.02	15.02	14.26	16.55	12.02
18-พ.ย.-53	19.4	38	24.83	14.83	14.07	16.7	11.83
19-พ.ย.-53	19.6	37	24.98	14.98	14.22	16.3	11.98
20-พ.ย.-53	21.4	35.7	24.96	14.96	14.2	16.55	11.96
21-พ.ย.-53	19.6	36.9	24.23	14.23	13.47	16.25	11.23
22-พ.ย.-53	19.3	37.6	24.3	14.3	13.54	16.45	11.3
23-พ.ย.-53	19.5	37.9	24.52	14.52	13.76	16.7	11.52
24-พ.ย.-53	18	37.5	23.9	13.9	13.14	15.75	10.9
25-พ.ย.-53	18.4	37.5	23.98	13.98	13.22	15.95	10.98
26-พ.ย.-53	19.2	36	24.03	14.03	13.27	15.6	11.03
27-พ.ย.-53	19.3	35.6	23.95	13.95	13.19	15.45	10.95
28-พ.ย.-53	19.3	37	24.1	14.1	13.34	16.15	11.1
29-พ.ย.-53	18.6	36.6	23.77	13.77	13.01	15.6	10.77
30-พ.ย.-53	17.8	36.2	23.56	13.56	12.8	15	10.56
1-ธ.ค.-53	17.8	35.5	23.2	13.2	12.44	14.65	10.2
2-ธ.ค.-53	17	36.7	23.29	13.29	12.53	14.85	10.29
3-ธ.ค.-53	18.5	35.2	22.99	12.99	12.23	14.85	9.99
4-ธ.ค.-53	16.8	36	22.64	12.64	11.88	14.4	9.64
5-ธ.ค.-53	16.6	35.2	22.36	12.36	11.6	13.9	9.36
6-ธ.ค.-53	16.7	37.1	22.89	12.89	12.13	14.9	9.89
7-ธ.ค.-53	18.3	37.4	23.74	13.74	12.98	15.85	10.74
8-ธ.ค.-53	19.4	36.6	24.64	14.64	13.88	16	11.64
9-ธ.ค.-53	18.1	35.7	23.59	13.59	12.83	14.9	10.59

ตารางผนวก 31 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิ			Heat unit			
				อุณหภูมิพื้นฐานที่ใช้คำนวณ (°C)			
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	10	10.76	12	13
10-ธ.ค.-53	21	34.1	24.6	14.6	13.84	15.55	11.6
11-ธ.ค.-53	21.8	33.4	24.34	14.34	13.58	15.6	11.34
12-ธ.ค.-53	21.9	32	23.53	13.53	12.77	14.95	10.53
13-ธ.ค.-53	20	36.5	24.07	14.07	13.31	16.25	11.07
14-ธ.ค.-53	18.1	34.7	23.52	13.52	12.76	14.4	10.52
15-ธ.ค.-53	18.9	36.6	23.91	13.91	13.15	15.75	10.91
16-ธ.ค.-53	17.6	37.6	23.73	13.73	12.97	15.6	10.73
17-ธ.ค.-53	19.2	22.4	19.23	9.23	8.47	8.8	6.23
18-ธ.ค.-53	18.9	24.9	19.89	9.89	9.13	9.9	6.89
19-ธ.ค.-53	19.4	32.2	21.52	11.52	10.76	13.8	8.52
20-ธ.ค.-53	17.8	35.2	22.3	12.3	11.54	14.5	9.3
21-ธ.ค.-53	19.2	36.8	24.42	14.42	13.66	16	11.42
22-ธ.ค.-53	19.8	36.3	24.21	14.21	13.45	16.05	11.21
23-ธ.ค.-53	19.9	36.4	24.32	14.32	13.56	16.15	11.32
24-ธ.ค.-53	16.3	36	22.42	12.42	11.66	14.15	9.42
25-ธ.ค.-53	13.2	35.9	20.47	10.47	9.71	12.55	7.47
26-ธ.ค.-53	13.2	35	20.53	10.53	9.77	12.1	7.53
27-ธ.ค.-53	15.8	34	21.11	11.11	10.35	12.9	8.11
28-ธ.ค.-53	14.7	34.1	20.56	10.56	9.8	12.4	7.56
29-ธ.ค.-53	13.9	34.7	20.12	10.12	9.36	12.3	7.12
30-ธ.ค.-53	14.3	34.9	20.73	10.73	9.97	12.6	7.73
31-ธ.ค.-53	14.5	34.2	20.77	10.77	10.01	12.35	7.77
1-ม.ค.-54	15.8	34.3	21.21	11.21	10.45	13.05	8.21

ตารางผนวก 31 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิ			Heat unit อุณหภูมิพื้นฐานที่ใช้คำนวณ (°C)			
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	10	10.76	12	13
2-ม.ค.-54	15.2	33.4	21.33	11.33	10.57	12.3	8.33
3-ม.ค.-54	16.1	35.2	21.7	11.7	10.94	13.65	8.7
4-ม.ค.-54	15.8	35.8	21.82	11.82	11.06	13.8	8.82
5-ม.ค.-54	16.2	35.6	22.63	12.63	11.87	13.9	9.63
6-ม.ค.-54	16.9	36.2	23.08	13.08	12.32	14.55	10.08
7-ม.ค.-54	17.3	34.7	22.89	12.89	12.13	14	9.89
8-ม.ค.-54	18.9	32	22.23	12.23	11.47	13.45	9.23
9-ม.ค.-54	19.9	35.7	23.89	13.89	13.13	15.8	10.89
10-ม.ค.-54	20.3	24.2	20.85	10.85	10.09	10.25	7.85
11-ม.ค.-54	19.1	29.4	20.39	10.39	9.63	12.25	7.39
12-ม.ค.-54	18.5	32.5	21.73	11.73	10.97	13.5	8.73
13-ม.ค.-54	16.4	32.7	19.57	9.57	8.81	12.55	6.57
14-ม.ค.-54	17.5	32.5	20.5	10.5	9.74	13	7.5
15-ม.ค.-54	15.1	34.6	21.16	11.16	10.4	12.85	8.16
16-ม.ค.-54	16	33	21.01	11.01	10.25	12.5	8.01
17-ม.ค.-54	16.3	29.9	20.25	10.25	9.49	11.1	7.25
18-ม.ค.-54	14.4	31.1	19.96	9.96	9.2	10.75	6.96
19-ม.ค.-54	14.8	33.3	21.31	11.31	10.55	12.05	8.31
20-ม.ค.-54	14	35.7	20.94	10.94	10.18	12.85	7.94
21-ม.ค.-54	13.2	34.1	20.7	10.7	9.94	11.65	7.7
22-ม.ค.-54	15.6	34	21.75	11.75	10.99	12.8	8.75
23-ม.ค.-54	15	35.5	22.07	12.07	11.31	13.25	9.07
24-ม.ค.-54	15.1	36.1	22.37	12.37	11.61	13.6	9.37

ตารางผนวก 31 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิ			Heat unit			
				อุณหภูมิพื้นฐานที่ใช้คำนวณ (°C)			
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	10	10.76	12	13
25-ม.ค.-54	16	36	22.5	12.5	11.74	14	9.5
26-ม.ค.-54	16.2	39.2	23.57	13.57	12.81	15.7	10.57
27-ม.ค.-54	16.4	36.4	23.31	13.31	12.55	14.4	10.31
28-ม.ค.-54	16.3	37.7	23.94	13.94	13.18	15	10.94
29-ม.ค.-54	17.6	36.3	23.52	13.52	12.76	14.95	10.52
30-ม.ค.-54	17.8	35.3	23.9	13.9	13.14	14.55	10.9
31-ม.ค.-54	18.8	29.5	21.82	11.82	11.06	12.15	8.82
1-ก.พ.-54	18.1	34.4	22.83	12.83	12.07	14.25	9.83
2-ก.พ.-54	16	35.2	22.47	12.47	11.71	13.6	9.47
3-ก.พ.-54	16	36.5	22.64	12.64	11.88	14.25	9.64
4-ก.พ.-54	15.5	36.2	22.61	12.61	11.85	13.85	9.61
5-ก.พ.-54	15	37	22.47	12.47	11.71	14	9.47
6-ก.พ.-54	15.1	36.4	22.57	12.57	11.81	13.75	9.57
7-ก.พ.-54	13.9	36.3	21.85	11.85	11.09	13.1	8.85
8-ก.พ.-54	13.6	35.6	21.94	11.94	11.18	12.6	8.94
9-ก.พ.-54	13.2	37.2	21.93	11.93	11.17	13.2	8.93
10-ก.พ.-54	13.8	37.8	22.75	12.75	11.99	13.8	9.75
11-ก.พ.-54	15	37.6	22.91	12.91	12.15	14.3	9.91
12-ก.พ.-54	16	37.5	23.84	13.84	13.08	14.75	10.84
13-ก.พ.-54	15	37.2	23.73	13.73	12.97	14.1	10.73
14-ก.พ.-54	15.8	38.2	24.27	14.27	13.51	15	11.27
15-ก.พ.-54	14.4	38.4	23.72	13.72	12.96	14.4	10.72
16-ก.พ.-54	14	36.9	23.16	13.16	12.4	13.45	10.16

ตารางผนวก 31 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิ			Heat unit อุณหภูมิพื้นฐานที่ใช้คำนวณ (°C)			
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	10	10.76	12	13
17-ก.พ.-54	15	37.7	23.76	13.76	13	14.35	10.76
18-ก.พ.-54	19.2	33.4	22.72	12.72	11.96	14.3	9.72
19-ก.พ.-54	17.2	39.5	24.67	14.67	13.91	16.35	11.67
20-ก.พ.-54	15.9	41.1	25.26	15.26	14.5	16.5	12.26
21-ก.พ.-54	16.6	39.2	24.8	14.8	14.04	15.9	11.8
22-ก.พ.-54	17.8	39.6	25.37	15.37	14.61	16.7	12.37
23-ก.พ.-54	16.3	39.5	25.05	15.05	14.29	15.9	12.05
24-ก.พ.-54	16.4	39.5	25.17	15.17	14.41	15.95	12.17
25-ก.พ.-54	16.6	39.8	25.29	15.29	14.53	16.2	12.29
26-ก.พ.-54	20.1	39.1	25.9	15.9	15.14	17.6	12.9
27-ก.พ.-54	21.8	38.3	27.12	17.12	16.36	18.05	14.12
28-ก.พ.-54	20.9	39.1	26.75	16.75	15.99	18	13.75
1-มี.ค.-54	19.1	41.3	27.71	17.71	16.95	18.2	14.71
2-มี.ค.-54	21.4	37.9	27.23	17.23	16.47	17.65	14.23
3-มี.ค.-54	21	39.9	26.77	16.77	16.01	18.45	13.77
4-มี.ค.-54	19.9	38.7	26.68	16.68	15.92	17.3	13.68
5-มี.ค.-54	21.6	40	28.28	18.28	17.52	18.8	15.28
6-มี.ค.-54	20.9	41.2	28.34	18.34	17.58	19.05	15.34
7-มี.ค.-54	19.8	41.1	27.45	17.45	16.69	18.45	14.45

ตารางผนวก 32 มาตรฐานคุณภาพผลผลิตลำไยจากหน่วยงานต่างๆ

ลักษณะ	มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ			สำนักงานพาณิชย์จังหวัดลำพูน	
	ขนาด	ลำไยช่อ	ลำไยผลเดี่ยว		
น้ำหนักผล (กรัม)	1	> 11.76	> 10.99		
	2	10.64 – 11.76	10 - 10.99		
	3	9.62 – 10.53	9.01 - 9.90		
	4	8.77 – 9.52	8.20 – 8.93		
	5	≤ 8.70	≤ 8.13		
	6	-	-	เกรด	
เส้นผ่าศูนย์กลางผล (มิลลิเมตร)	1	> 28		AA	> 25
	2	> 27 - 28		A	> 22 – 25
	3	> 26 - 27		B	> 19 - 22
	4	> 25 - 26		C	< 19
	5	> 24 - 25		D	ไม่ได้กำหนด

ตารางผนวก 33 คุณภาพผลลำไยที่เก็บเกี่ยวในเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ จากเอกสารอ้างอิง (ช่วงที่ตรงกับงานทดลอง)

แหล่งที่มา	ช่วงเก็บเกี่ยว	น้ำหนักผล (กรัม)	ขนาดผล (มม.)	TSS (°Brix)	ความพึงพอใจของผู้บริโภค	
					ขนาดผล	รสชาติ
จำนงค์, 2549	ม.ค.	6.92 – 9.87	19.20 - 20.54	22 - 23	-	-
จิรนันทร์,2551	ธ.ค.	9-10	25.98 – 27.32	20 - 21	-	-
บุญชนะ, 2551	ก.พ.	9.79	-	21.79	-	-
อานนท์, 2551	ธ.ค.	9.93 – 10.43	26.42 – 27.48	15 - 19	4.45 – 4.74	4.38 – 4.72
ทรงศักดิ์, 2552	ธ.ค.-ก.พ.	8.99 – 10.43	25.08 – 27.48	18 - 20	4.10 - 4.74	4.35 – 4.70

ตารางผนวก 34 ความร้อนสะสมของงานทดลองในครั้งนี้ที่ชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายน 2553 เมื่อคำนวณตามอายุวัน อุณหภูมิพื้นฐาน และจุดเริ่มต้นในการนับความร้อนสะสมต่างกัน

ช่วงเวลา	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ความร้อนสะสม (GDD) ที่คำนวณโดยใช้ อุณหภูมิพื้นฐานต่างกัน			
		10°C	10.76°C	12°C	13°C
ราดสาร $KClO_3$ -เก็บเกี่ยว	214-232	3,320-3,538	3,159-3,362	3,622-3,866	2,681-2,842
ดอกบาน-เก็บเกี่ยว	169-187	2,492-2,710	2,365-2,568	2,746-2,990	1,988-2,249
50%ดอกบาน-เก็บเกี่ยว	152-170	2,209-2,427	2,100-2,300	2,443-2,687	1,756-1,917

ตารางผนวก 35 ความร้อนสะสมของงานทดลองในครั้งนี้ที่ชักนำการออกดอกในเดือนกรกฎาคม 2553 เมื่อคำนวณตามอายุวัน อุณหภูมิพื้นฐาน และจุดเริ่มต้นในการนับความร้อนสะสมต่างกัน

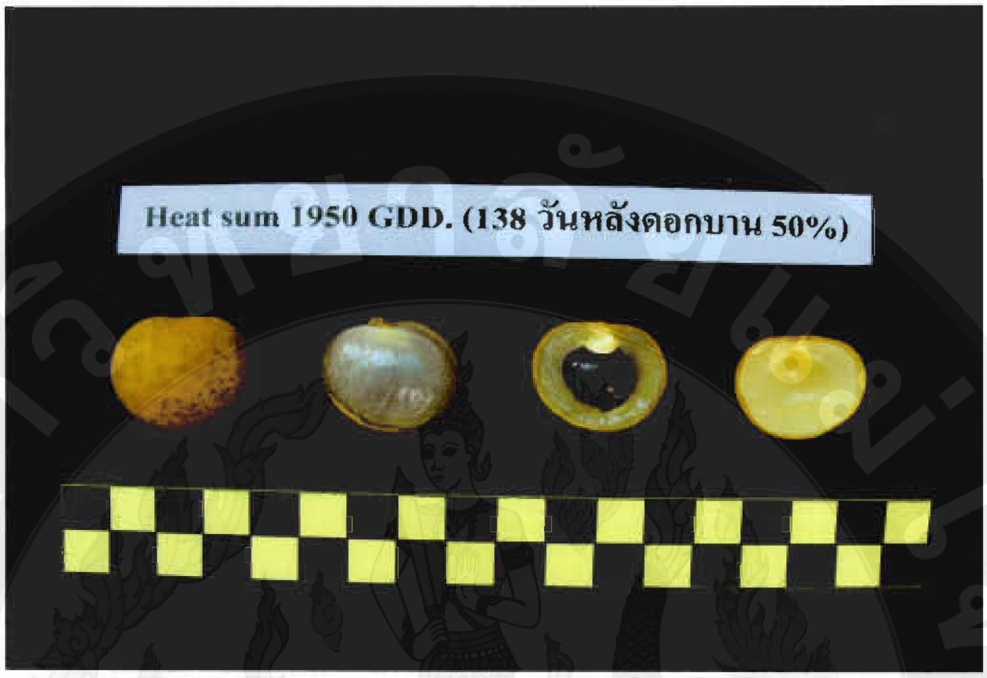
ช่วงเวลา	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ความร้อนสะสม (GDD) ที่คำนวณโดยใช้ อุณหภูมิพื้นฐานต่างกัน			
		10°C	10.76°C	12°C	13°C
ราดสาร $KClO_3$ -เก็บเกี่ยว	233-239	3,401-3,506	3,224-3,324	3,731-3,840	2,702-2,789
ดอกบาน-เก็บเกี่ยว	191-197	2,690-2,795	2,545-2,645	2,970-3,080	2,117-2,304
50%ดอกบาน-เก็บเกี่ยว	178-184	2,479-2,584	2,350-2,450	2,744-2,853	1,945-2,032

ตารางผนวก 36 การเปรียบเทียบปริมาณความร้อนสะสมของงานทดลองนี้กับแหล่งอ้างอิงอื่นๆ

แหล่งอ้างอิง	สายพันธุ์	ช่วงการคำนวณความร้อนสะสม	อุณหภูมิพื้นฐาน (°C)	ความร้อนสะสม (GDD)		
				ค่าจากแหล่งอ้างอิง	ใช้อุณหภูมิพื้นฐานและช่วงเวลาเดียวกับแหล่งอ้างอิง	
					Crop 1 (มิ.ย.)	Crop 2 (ก.ค.)
บรรณราศี, 2546	อีดอ	ดอกบาน-เก็บเกี่ยว	13	2,474	1,988-2,249	2,117-2,304
บุญชนะและมนตรี, 2551	อีดอ	50%ดอกบาน-เก็บเกี่ยว	10	2,193	2,209-2,427	2,479-2,584
ทรงศักดิ์, 2552	อีดอ	50%ดอกบาน-เก็บเกี่ยว	10.76	2,110-2,480	2,100-2,300	2,350-2,450
งานทดลองนี้, 2553	อีดอ	50%ดอกบาน-เก็บเกี่ยว	10.76	2,100-2450	2,100-2,300	2,350-2,450
	โคฮาล่า	ราดสาร $KClO_3$-เก็บเกี่ยว	12	2,902.3	-	-
Diczbalis and Drinnan, 2007	เบี้ยวเขียว	ราดสาร $KClO_3$-เก็บเกี่ยว	12	3,431.8	-	-
	อีดอ	ราดสาร $KClO_3$-เก็บเกี่ยว	12	-	3,622-3,866	3,731-3,840

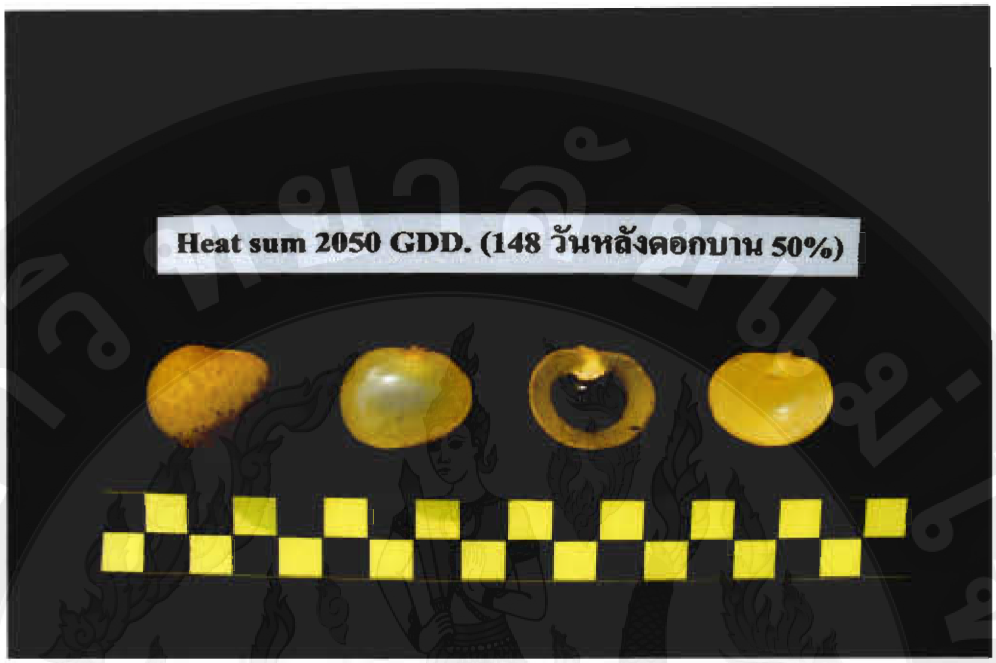
ภาคผนวก ช

ภาพผนวก



ภาพผนวก 1 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนมิถุนายน 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950 GDD

ภาพผนวก 2 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนมิถุนายน 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,000 GDD



ภาพผนวก 3 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนมิถุนายน 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,050 GDD

ภาพผนวก 4 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนมิถุนายน 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,100 GDD

ภาพผนวก 5 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนมิถุนายน 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,150 GDD

ภาพผนวก 6 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนมิถุนายน 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,200 GDD

ภาพผนวก 7 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนมิถุนายน 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,250 GDD

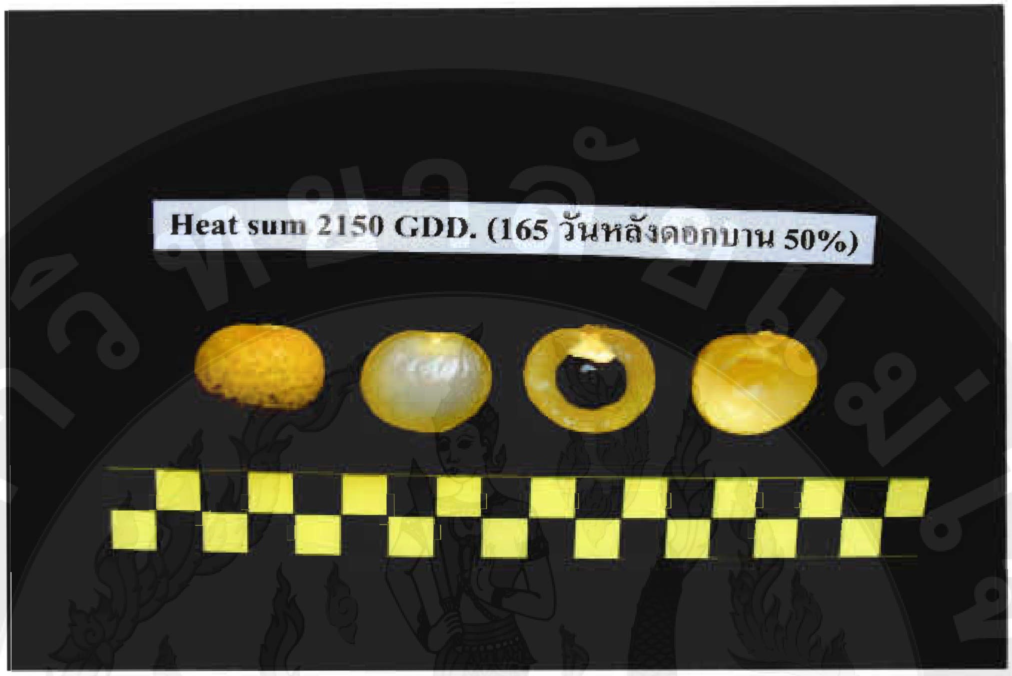
ภาพผนวก 8 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนมิถุนายน 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,300 GDD

ภาพผนวก 9 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 1,950 GDD

ภาพผนวก 10 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,000 GDD

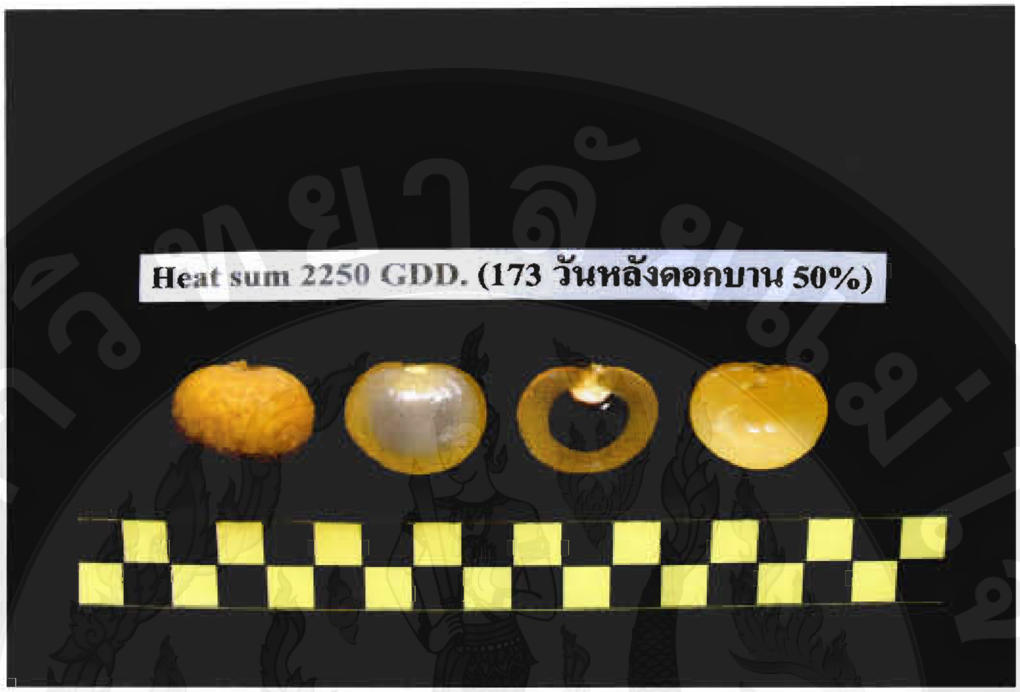
ภาพผนวก 11 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,050 GDD

ภาพผนวก 12 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,100 GDD

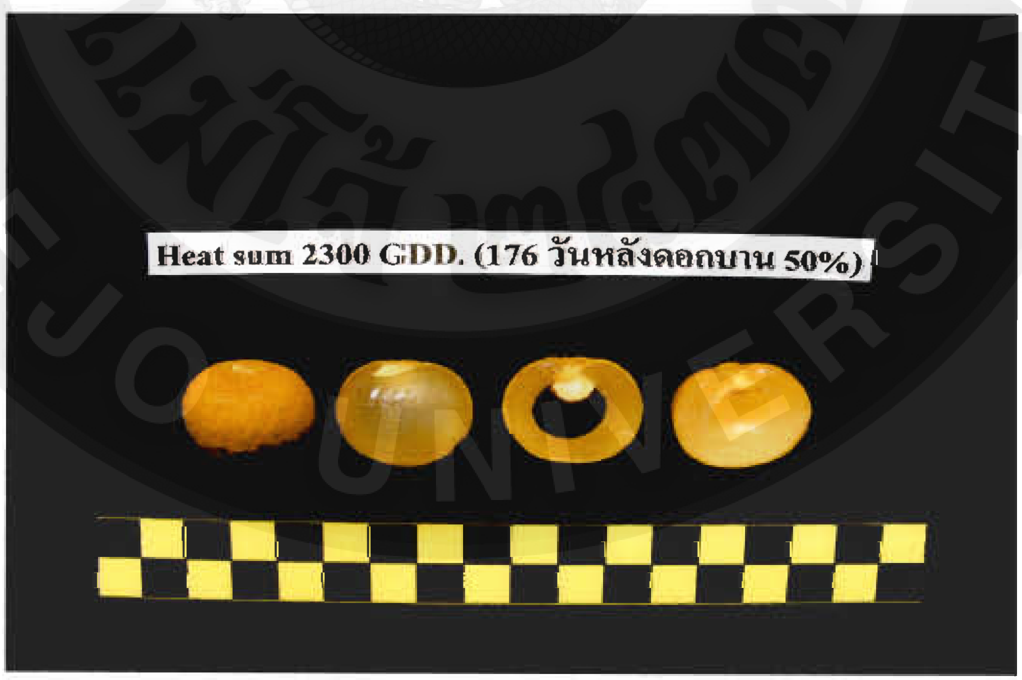


ภาพผนวก 13 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,150 GDD

ภาพผนวก 14 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,200 GDD



ภาพผนวก 15 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,250 GDD



ภาพผนวก 16 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,300 GDD

ภาพผนวก 17 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,350 GDD

ภาพผนวก 18 ผลลำไยที่ราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,400 GDD

ภาพผนวก 19 ผลลำไยที่ราดสาร โพแทสเซียมคลอเรตในเดือนกรกฎาคม 2553 ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่ได้รับความร้อนสะสม 2,450 GDD

ภาพผนวก 20 ตัวอย่างแบบประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อขนาดและรสชาติของผลลำไย

ตัวอย่างแบบประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อขนาดและรสชาติของลำไย

ชื่อ-นามสกุล ....**วันที่** ....

ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อขนาดผล

ลูกที่	**คะแนนความพึงพอใจ**				
	1	2	3	4	5
1					
2					

ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อรสชาติ

ลูกที่	**คะแนนความพึงพอใจ**				
	1	2	3	4	5
1					
2					

เกณฑ์การให้คะแนน

1 คะแนน = ชอบน้อยมาก

2 คะแนน = ชอบน้อย

3 คะแนน = ชอบปานกลาง

4 คะแนน = ชอบมาก

5 คะแนน = ชอบมากที่สุด

ภาคผนวก ค

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายธงไชย ธิไชยวงค์
เกิดเมื่อ	4 ธันวาคม พ.ศ. 2529
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2542 ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านดอนสลี จังหวัดเชียงราย
	พ.ศ. 2545 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชุมชนบ้านโป่ง จังหวัดเชียงราย
	พ.ศ. 2548 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ เกษตรศาสตร์ (พืชศาสตร์) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงราย จังหวัดเชียงราย
	พ.ศ. 2550 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เกษตรศาสตร์ (พืชศาสตร์) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
	พ.ศ. 2552 ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต พืชศาสตร์ (ไม้ผล) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2554-2555 ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการการคัดเลือกและพัฒนาสายพันธุ์น้อยหน่าเพื่อการค้า