

สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ระดับการประเมินคุณภาพ

☐ ค่อนข้าง

☒ ดีมาก

☐ ดี

☐ ปานกลาง





การศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ดอในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

โดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม

ทรงศักดิ์ ธรรมจรัส

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน

ชื่อเรื่อง
การศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ดอในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่
โดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม

โดย
ทรงศักดิ์ ธรรมจรัส

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรณู เจริญกิจ)
วันที่ 25 เดือน 11 พ.ศ. 54

กรรมการที่ปรึกษา


.....
(อาจารย์ ดร.เสกสันต์ อุตสหตานนท์)
วันที่ 22 เดือน 11 พ.ศ. 54

กรรมการที่ปรึกษา


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชงยุทธ จ้ามลิ)
วันที่ 25 เดือน 11 พ.ศ. 54

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรณู เจริญกิจ)
วันที่ 25 เดือน 11 พ.ศ. 54

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำเนียร ยศราช)
ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
วันที่ 1 เดือน 11 พ.ศ. 55

ชื่อเรื่อง	การศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ดอในพื้นที่จังหวัด เชียงใหม่โดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม
ชื่อผู้เขียน	นายทรงศักดิ์ ธรรมจรัส
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรณัฐ เจริญกิจ

บทคัดย่อ

การศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดูโดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม ประกอบด้วย 3 งานทดลอง ได้แก่ การศึกษาเรื่องดัชนีการเก็บเกี่ยว 2 การทดลอง โดยแต่ละงานทดลองชักนำการออกดอกในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม แต่ละงานทดลองมีระยะการเก็บเกี่ยวผลิตผล 10–11 ระยะ ได้แก่ 144, 148, 151, 155, 158, 162, 165, 169, 172, 176 และ 179 วันหลังดอกบาน ส่วนการทดลองที่ 3 เป็นการศึกษาหาอุณหภูมิพื้นฐานของลำไยพันธุ์ดอ ผลการทดลองพบว่าลำไยที่ชักนำการออกดอกเดือนมิถุนายนเพื่อเก็บเกี่ยวช่วงตรุษจีน (26 มกราคม 2552) มีช่วงอายุที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว 169–179 วันหลังดอกบาน มีขนาดผล 26.42–27.48 มิลลิเมตร น้ำหนักผล 9.73–10.43 กรัม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 15.32–19.72 % Brix ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค ด้านขนาดและรสชาติ 4.38–4.62 และ 4.45–4.74 คะแนนตามลำดับ และมีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 2,313–2,397 GDD และลำไยที่ชักนำการออกดอกเดือนกรกฎาคม เพื่อเก็บเกี่ยวช่วงแข่งเมือง (5-20 เมษายนของทุกปี) มีช่วงอายุที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว 158–169 วันหลังดอกบาน มีขนาดผล 25.08–27.1 มิลลิเมตร มีน้ำหนักผล 8.99–10.8 กรัม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 18.45–20.38 % Brix มีค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค ด้านขนาดและรสชาติ 4.35–4.70 และ 4.10–4.80 คะแนนตามลำดับ และมีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 2,014–2,217 GDD นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิพื้นฐานของลำไยพันธุ์ดอมีค่าเท่ากับ 10.76 องศาเซลเซียส โดยพิจารณาจากอัตราการสังเคราะห์แสงของลำไย

Title	Harvesting Index for off-Season Longan c.v. E-Daw in Chiang Mai Using Fruit Age and Total Accumulated Heat
Author	Mr. Songsak Thamjumrat
Degree of	Master of Science in Horticulture
Advisory Committee Chairperson	Assistant Professor Dr. Theeranuch Jaroenkit

ABSTRACT

The study on the determination of harvesting index for off-season longan by using fruit age and total accumulated heat was conducted in three experiments with Experiment 1 and 2 dealing with harvesting index, where $KClO_3$ was used to induce flowering in June and July. Each experiment had a harvesting period ranging from 10 -11 phases: 144, 148, 151, 155, 158, 162, 165, 169, and 172, 176 and 179 days from anthesis. Experiment 3 was conducted to study baseline temperature of longan c.v. E-Daw. Results of the study found that longan induced to flowering in June for harvesting during the Chinese New Year (every January 26) could be harvested at 169 – 179 days after flower bloom with fruit size of 26.42 – 27.48 mm, fruit weight at 9.73 – 10.43 g, total soluble solid at 15.32 – 19.72 % Brix, consumer acceptance score of fruit size and taste at 4.38 – 4.62 and 4.45 – 4.74, respectively, and with total heat accumulation at 2,313 – 2,397 GDD. For longan induced to flowering in July for harvesting during Cheng Meng Day (every April 5-20) could be harvested at 158 – 169 days after flower bloom with fruit size of 25.08 - 27.1 mm, fruit weight at 8.99 - 10.8 g, total soluble solid at 18.45 - 20.38 % Brix, consumer acceptance score of fruit size and taste at 4.35 - 4.70 and 4.10 – 4.80, respectively, and with total accumulated heat at 2,014 – 2,217 GDD. The study also found that baseline temperature was 10.76 °C based on photosynthetic rate.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และแนะนำตั้งแต่เริ่มต้นการวิจัย ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.เสกสันต์ อุตสหตานนท์ รองศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ขำมณี กรรมการที่ปรึกษา และ รองศาสตราจารย์ ดร. พิทยา สรวมติริ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญา พันธโชติ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิตติ ศรีคนทิพย์ ที่ได้ดูแลและให้คำแนะนำปรึกษาระหว่างการทำการทดลอง

ขอขอบคุณผู้บริหารศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้ที่ให้โอกาสในการศึกษาควบคู่กับการทำงาน ขอขอบคุณ พี่ เพื่อน น้อง ๆ ภาควิชาพืชสวนและเพื่อนร่วมงานที่คอยให้ความช่วยเหลือ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อทรงธรรม คุณแม่เฉลียว ธรรมจรัส และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษา และเป็นกำลังใจตลอดมา และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ให้

ทรงศักดิ์ ธรรมจรัส

กรกฎาคม 2554

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(10)
สารบัญตารางผนวก	(12)
สารบัญภาพผนวก	(13)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	2
วัตถุประสงค์	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตของงานวิจัย	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	3
ดัชนีการเก็บเกี่ยว	3
ดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไย	11
คุณภาพของผลลำไย	13
ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผลผลิตลำไย	13
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	15
การทดลองที่ 1 การศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ดอในช่วงเทศกาลวันตรุษจีนในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่โดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม	15
การทดลองที่ 2 การศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ดอในช่วงเทศกาลวันเซ่งเม้งในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่โดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม	15
การทดลองที่ 3 การศึกษาหาอุณหภูมิพื้นฐานสำหรับการเจริญเติบโตของลำไย	19

บทที่ 4 ผลการทดลอง	22
ผลการทดลองที่ 1 การศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ค้อในช่วงเทศกาล วันตรุษจีนในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่โดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อน สะสม	22
ผลการทดลองที่ 2 การศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ค้อในช่วงเทศกาล วันสงกรานต์ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่โดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อน สะสม	40
ผลการทดลองที่ 3 การศึกษาหาอุณหภูมิพื้นฐานสำหรับการเจริญเติบโตของ ลำไย	58
บทที่ 5 วิจัยผลการทดลอง	66
การเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและเคมีของผลลำไยที่ติดผล ในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน	66
อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม	67
การศึกษาหาอุณหภูมิพื้นฐานของการเจริญเติบโตของลำไย	69
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	70
สรุปผลการทดลอง	70
ข้อเสนอแนะ	70
บรรณานุกรม	71
ภาคผนวก	75
ภาคผนวก ก ตารางภาคผนวก	76
ภาคผนวก ข ภาพภาคผนวก	80
ภาคผนวก ค ประวัติผู้วิจัย	91

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวลำไยที่ให้สาร โพลีฟีนอลในผลในเดือนต่าง ๆ	12
2 จำนวนและร้อยละของดอกเพศเมียที่บานสะสมในแต่ละวันของลำไยที่ให้สาร โพลีฟีนอลในผล ในเดือนมิถุนายน 2551	23
3 น้ำหนักผล ขนาดผลและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของลำไยนอกฤดู อายุ 144-179 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551 - มกราคม 2552	25
4 น้ำหนักเปลือก เนื้อ และเมล็ดของลำไยนอกฤดูอายุ 144-179 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551- มกราคม 2552	28
5 ความหนาเปลือก เนื้อ และเมล็ดของลำไยนอกฤดูอายุ 144-179 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551-มกราคม 2552	31
6 ค่าสีผิวเปลือกของลำไยนอกฤดูอายุ 144 -179 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยวช่วงเดือน ธันวาคม 2551 - มกราคม 2552	34
7 ค่าสีผิวเปลือกและความพึงพอใจของผู้บริโภคของลำไยนอกฤดูอายุ 144 -179 วัน หลังดอกบาน เก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551 - มกราคม 2552	36
8 อุณหภูมิ และปริมาณความร้อนสะสม (GDD) เฉลี่ยของแต่ละวันตั้งแต่วันดอกบาน – วันเก็บเกี่ยวสุดท้ายในช่วงเดือน กรกฎาคม 2551 - มกราคม 2552	38
9 วันเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุของผลหลังดอกบาน และปริมาณความร้อนสะสมของ ลำไยนอกฤดูที่เก็บเกี่ยวในช่วงเดือน ธันวาคม – มกราคม อายุ 144 – 179 วันหลัง ดอกบาน	39
10 จำนวนและร้อยละของดอกเพศเมียที่บานสะสมในแต่ละวันของลำไยที่ให้สาร โพลีฟีนอลในผลในเดือนกรกฎาคม 2551	41
11 น้ำหนักผล ขนาดผลและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของลำไยนอกฤดูอายุ 144-176 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยวช่วงเดือนมีนาคม 2552	43
12 น้ำหนักเปลือก เนื้อ และเมล็ดของลำไยนอกฤดูอายุ 144 - 176 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยวช่วงเดือนมีนาคม 2552	46
13 ความหนาเปลือก เนื้อ และเมล็ดของลำไยนอกฤดูอายุ 144 -176 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยว ช่วงเดือนมีนาคม 2552	49

ตาราง	หน้า
14 คำสี่พยางค์เลือก(L^* , a^* , b^*)ของลำไยนอกฤดูอายุ 144-176 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยว ช่วงเดือนมีนาคม 2552	52
15 ความพึงพอใจของผู้บริโภคของลำไยนอกฤดูอายุ 144-176 วันหลังดอกบาน เก็บ เกี่ยวช่วงเดือนมีนาคม 2552	54
16 อุณหภูมิ และปริมาณความร้อนสะสม (GDD) เฉลี่ยของแต่ละวันตั้งแต่วันดอกบาน – วันเก็บเกี่ยววันสุดท้ายในช่วงเดือน กันยายน 2551- มีนาคม 2552	56
17 วันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตอายุของผลหลังดอกบาน และปริมาณความร้อนสะสมของ ลำไยนอกฤดูที่เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนมีนาคมอายุ 144 – 176 วันหลังดอกบาน	57
18 ขนาดความกว้างและความยาวของใบลำไยภายใน Growth Chamber	59
19 ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ของลำไยภายใน Growth Chamber	61
20 อัตราการสังเคราะห์แสงของลำไยภายใน Growth Chamber	63

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 ลักษณะการติดผลของต้นลำไยที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ในเดือนมิถุนายน 2551	18
2 ลักษณะการติดผลของต้นลำไยที่ให้สาร โพแทสเซียมคลอไรด์ในเดือนกรกฎาคม 2551	18
3 ต้นลำไยที่ตัดแต่งกิ่งและต้นที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่งก่อนนำเข้า Plant Growth Chambers	20
4 ลักษณะต้นลำไยภายใน Plant Growth Chambers	20
5 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล (A) เส้นผ่าศูนย์กลางผล (B) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (C) ของลำไยนอกฤดูอายุ 144-179 วันหลังดอกบานเก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551- มกราคม 2552	26
6 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเปลือก เนื้อและเมล็ดของผลลำไยนอกฤดู (A) เปอร์เซ็นต์น้ำหนัก เปลือก เนื้อ และเมล็ดเทียบกับน้ำหนักผล (B) ของลำไยนอกฤดูอายุ 144-179 วันหลังดอกบานเก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551 - มกราคม 2552	29
7 การเปลี่ยนแปลงความหนาเปลือก เนื้อ และเมล็ดของลำไยนอกฤดูอายุ 144-179 วันหลังดอกบานเก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551 – มกราคม 2552	32
8 การเปลี่ยนค่าสีผิวเปลือก (A) และความพึงพอใจของผู้บริโภค (B) ของลำไยนอกฤดูอายุ 144 - 179 วันหลังดอกบานเก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551 - มกราคม 2552	37
9 ปริมาณความร้อนสะสม (GDD) ต่อวันในช่วงดอกบาน - วันเก็บเกี่ยวสุดท้าย ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2551-มกราคม 2552 อายุ 144-179 วันหลังดอกบาน	39
10 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล (A) ขนาดผล (B) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (C) ของลำไยนอกฤดูอายุ 144 - 176 วันหลังดอกบานเก็บเกี่ยวช่วงเดือนมีนาคม 2552	44
11 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเปลือก เนื้อ และเมล็ด (A) เปอร์เซ็นต์น้ำหนัก เปลือก เนื้อ และ เมล็ดเทียบกับน้ำหนักผล (B) ของลำไยนอกฤดูอายุ 144-176 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยวช่วง เดือนมีนาคม 255	47

ภาพ	หน้า
12 การเปลี่ยนแปลงความหนาเปลือก เนื้อ และเมล็ดของลำไยนอกฤดูอายุ 144-176 วันหลังคอกบานเก็บเกี่ยวช่วงเดือนมีนาคม 2552	50
13 การเปลี่ยนแปลงค่าสีผิวเปลือก (A) และความพึงพอใจของผู้บริโภค (B) ของลำไยนอกฤดู อายุ 144 - 176 วันหลังคอกบานเก็บเกี่ยวช่วงเดือนมีนาคม 2552	55
14 ปริมาณความร้อนสะสม (GDD) ต่อวันในช่วงคอกบาน - วันเก็บเกี่ยวสุดท้าย ในช่วงเดือน กันยายน 2551-มีนาคม 2552 อายุ 144-176 วันหลังคอกบาน	57
15 การเปลี่ยนแปลงความกว้าง (A) และความยาวใบลำไย (B) ภายใน Growth Chamber ที่ปรับอุณหภูมิเริ่มต้นจาก 22 °C ถึง 8 °C ภายในระยะเวลา 9 สัปดาห์	60
16 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ของลำไยใน Growth chamber ที่ปรับอุณหภูมิเริ่มต้นจาก 22 °C ถึง 8 °C ภายในระยะเวลา 9 สัปดาห์	62
17 การเปลี่ยนแปลงอัตราการสังเคราะห์แสงของลำไยใน Growth chamber ที่ปรับอุณหภูมิเริ่มต้นจาก 22 °C ถึง 8 °C ภายในระยะเวลา 9 สัปดาห์	64

สารบัญตารางผนวก

ตาราง	หน้า
1 การตั้งค่าความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มแสงแต่ละชั่วโมงใน Growth Chamber	77
2 มาตรฐานคุณภาพผลผลิตลำไยจากหน่วยงานและแหล่งรับซื้อลำไย	78
3 มาตรฐานคุณภาพลำไยจากเอกสารอ้างอิง (ช่วงที่ตรงกับงานทดลอง)	79
4 ระยะเวลาตั้งแต่ให้สาร โฟสเฟอรัสเสริมคลอโรฟิลล์ถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตของลำไย 2 ช่วงการผลิต	79

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก		หน้า
1	ผลลำไยอายุ 144 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลและคลอโรฟิลล์ เดือนมิถุนายน 2551	81
2	ผลลำไยอายุ 148 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลและคลอโรฟิลล์ เดือนมิถุนายน 2551	81
3	ผลลำไยอายุ 151 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลและคลอโรฟิลล์ เดือนมิถุนายน 2551	82
4	ผลลำไยอายุ 155 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลและคลอโรฟิลล์ เดือนมิถุนายน 2551	82
5	ผลลำไยอายุ 158 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลและคลอโรฟิลล์ เดือนมิถุนายน 2551	83
6	ผลลำไยอายุ 162 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลและคลอโรฟิลล์ เดือนมิถุนายน 2551	83
7	ผลลำไยอายุ 165 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลและคลอโรฟิลล์ เดือนมิถุนายน 2551	84
8	ผลลำไยอายุ 169 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลและคลอโรฟิลล์ เดือนมิถุนายน 2551	84
9	ผลลำไยอายุ 172 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลและคลอโรฟิลล์ เดือนมิถุนายน 2551	85
10	ผลลำไยอายุ 176 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลและคลอโรฟิลล์ เดือนมิถุนายน 2551	85
11	ผลลำไยอายุ 144 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลและคลอโรฟิลล์ เดือนกรกฎาคม 2551	86
12	ผลลำไยอายุ 148 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลและคลอโรฟิลล์ เดือนกรกฎาคม 2551	86
13	ผลลำไยอายุ 151 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลและคลอโรฟิลล์ เดือนกรกฎาคม 2551	87

ภาพผนวก

หน้า

14	ผลลำไยอายุ 155 วันหลังดอกบานที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ เดือนกรกฎาคม 2551	87
15	ผลลำไยอายุ 158 วันหลังดอกบานที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ เดือนกรกฎาคม 2551	88
16	ผลลำไยอายุ 169 วันหลังดอกบานที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ เดือนกรกฎาคม 2551	88
17	ผลลำไยอายุ 172 วันหลังดอกบานที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ เดือนกรกฎาคม 2551	89
18	ผลลำไยอายุ 176 วันหลังดอกบานที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ เดือนกรกฎาคม 2551	89
19	ผลลำไยอายุ 179 วันหลังดอกบานที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ เดือนกรกฎาคม 2551	90

บทที่ 1

บทนำ

การผลิตลำไยในฤดูมักประสบกับปัญหาราคาตกต่ำเนื่องจากมีผลผลิตออกสู่ตลาดมาก แต่เมื่อมีการค้นพบสารไพแทสเซียมคลอไรด์ที่สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้โดยไม่ต้องพึ่งพาความหนาวเย็น ทำให้เกษตรกรสามารถผลิตลำไยนอกฤดูได้และจำหน่ายได้ในราคาสูง ทำให้มีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มมากขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2543 มีพื้นที่ปลูก 572,793 ไร่ และ เพิ่มขึ้นเป็น 1,035,708 ไร่ในปี พ.ศ. 2553 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) ส่งผลให้ลำไยมีมากเกินไปความต้องการของตลาดโดยเฉพาะอย่างยิ่งลำไยในฤดูทำให้ราคาผลิตผลตกต่ำ

การผลิตลำไยนอกฤดูเชื่อว่าประสบความสำเร็จเสมอไป ผลการสำรวจเกษตรกรที่ผลิตลำไยนอกฤดูในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน พบว่าประสบความสำเร็จเพียงร้อยละ 30 เท่านั้น (ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้และสำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6, 2550) สาเหตุส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากความค่อยประสพการณ์ของเกษตรกรและ ไม่ทราบดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับลำไยนอกฤดู ซึ่งเกษตรกรยังคงใช้วิธีการเช่นเดิมที่เคยปฏิบัติโดยสังเกตจาก ขนาดผล และสีผิวเป็นต้น แต่ลำไยนอกฤดูมีการพัฒนาของผลในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกับลำไยในฤดู ดังนั้นเกษตรกรจะไม่สามารถใช้ดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เคยใช้กับลำไยในฤดูมาใช้กับลำไยนอกฤดูได้ และระหว่างการพัฒนาการของผลลำไยจะมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เกิดขึ้นทั้งด้านกายภาพและชีวเคมีมากมาย การเก็บเกี่ยวลำไยในระยะเวลาที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ได้ลำไยที่ไม่มีคุณภาพ ดังนั้นการศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการผลิตลำไยนอกฤดูให้ได้ลำไยที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาดจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญเร่งด่วน

ความสำคัญของปัญหา

การเก็บเกี่ยวลำไยในระยะที่ถูกต้องจะได้ลำไยที่มีคุณภาพดี เป็นที่ต้องการของตลาด และจำหน่ายได้ราคาสูง เกษตรกรส่วนใหญ่จะเก็บเกี่ยวลำไยโดยสังเกตจากขนาดผลและสีผิว แต่ลำไยนอกฤดูมีการพัฒนาการของผลในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างออกไป ดังนั้นจึงทำการทดลองหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดูที่ตรงกับลำไยในฤดูจึงไม่สามารถนำมาใช้ได้ ดังนั้นจึงทำการทดลองหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดูที่ถูกต้อง เพื่อใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดูให้ได้คุณภาพที่ดีต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและเคมีของผลลำไยที่ติดผลในช่วงเวลาต่างๆ กัน
2. เพื่อศึกษาหาอุณหภูมิพื้นฐานสำหรับการเจริญเติบโตของผลลำไย
3. เพื่อศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดู โดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและเคมีของผลลำไยที่ติดผลในช่วงเวลาต่างๆ กัน
2. ทราบอุณหภูมิพื้นฐานสำหรับการเจริญเติบโตของผลลำไย
3. ทราบอายุผลลำไยและปริมาณความร้อนสะสมเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดู

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ค้อที่ผลิตนอกฤดูโดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสมในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่
2. ศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยนอกฤดูใน 2 ช่วงเทศกาลสำคัญของประเทศจีนคือ วันตรุษจีนและวันเซ่งเม้ง

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ดัชนีการเก็บเกี่ยว

ดัชนีการเก็บเกี่ยวหมายถึง เกณฑ์ที่ใช้เป็นตัวกำหนดว่าผลผลิตนั้นๆ ได้เจริญเติบโตมาจนถึงระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวและมีคุณภาพดี การพิจารณาว่าผลผลิตได้เจริญมาจนถึงระยะที่จะเก็บเกี่ยวได้หรือยังนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญ ซึ่งผลผลิตแม้จะมีการดูแลรักษาดีเพียงใด หากเก็บเกี่ยวไม่ถูกระยะแล้ว คุณภาพของผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ก็อาจจะไม่มีคุณภาพ การเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีอายุอ่อนเกินไปจะทำให้ได้คุณภาพต่ำ เก็บรักษาได้ไม่นาน การสุกไม่เป็นไปตามธรรมชาติ เกิดกระบวนการสุกที่ผิดปกติ ถ้าเก็บเกี่ยวช้าเกินไปทำให้ผลผลิตมีคุณภาพต่ำเช่นเดียวกัน ทำให้มีอายุการวางขายสั้น เกิดการเสื่อมสภาพได้ง่าย ไม่เหมาะในการเก็บรักษาหรือขนส่งไปขายในระยะไกล (คณัย และ นิธิยา, 2535)

ความแก่ของผลผลิตทางการเกษตรสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ความแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) และความแก่ทางการค้า (commercial maturity) ซึ่งการแก่ทางสรีรวิทยาหมายถึง เมื่อส่วนต่างๆ ของพืชเจริญพัฒนามาถึงจุดๆ หนึ่งก็จะเริ่มแก่ และเมื่อแก่จัดเต็มที่ก็จะเริ่มสุก ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการเสื่อมสลาย โดยปกติผักและผลไม้แต่ละชนิดมีช่วงระยะเวลาในการเติบโต การพัฒนา การแก่ การสุก และการเสื่อมสลายแตกต่างกันยากที่จะบ่งชี้ให้แน่ชัดว่าเริ่มต้น ณ จุดใด ส่วนการแก่ทางการค้า หมายถึงระยะการเจริญของผลผลิตจนถึงจุดใดจุดหนึ่งที่เป็นที่ต้องการของตลาด ซึ่งผันแปรไม่แน่นอน ดังนั้นความแก่ทางการค้าอาจจะไม่มีความสัมพันธ์กับความแก่ทางสรีรวิทยา และอาจจะเกิดขึ้นในช่วงระยะการเจริญเติบโตช่วงใดก็ได้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และการนำไปใช้ประโยชน์ (นิธิยา และ คณัย, 2548)

ดัชนีการเก็บเกี่ยวเป็นสิ่งที่กำหนดว่าผักและผลไม้สามารถเก็บเกี่ยวได้และมีคุณภาพดี ดัชนีการเก็บเกี่ยวที่ดีควรเป็นดัชนีที่ตรวจสอบหรือทำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน ไม่ทำลายผลผลิต ใช้อุปกรณ์ไม่ยุ่งยาก ราคาไม่แพง สามารถปฏิบัติได้ในแปลงปลูก ควรเป็นดัชนีที่มีการวัด เช่น การชั่งน้ำหนัก การวัดปริมาณกรดอินทรีย์ มากกว่าเป็นดัชนีที่เป็นการประเมิน เช่น การเคาะฟังเสียง หรือการใช้มือบีบสัมผัส เพราะเกิดความผิดพลาดและลำเอียงได้ง่าย นอกจากนี้หากสามารถทำนายการเก็บเกี่ยวได้ล่วงหน้าได้นานๆ ก็ยังเป็นดัชนีที่ดีมาก (จริงแท้, 2549)

สังคม (2536) ได้กำหนดวิธีการที่ดีสำหรับใช้วัดความแก่ของผลิตผลว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นวิธีที่สามารถกระทำได้ง่าย สะดวก ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายทั้งแรงงาน อุปกรณ์ หรือต้องใช้เครื่องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง
2. ดัชนีที่ใช้วัด ควรมีลักษณะเป็นปรนัยวัดค่าออกมาเป็นตัวเลขได้
3. ดัชนีนั้นควรมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตผลและอายุการเก็บรักษา
4. ดัชนีควรมีความเป็นสากล ไม่ขึ้นกับฤดูกาล แหล่งปลูก หรือการจัดการ

Thompson (1996) กำหนดหลักเกณฑ์การพิจารณาระยะแก่ที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวไว้ดังนี้

1. เมื่อเก็บมาแล้วมีเงื่อนไขที่ดีที่สุดสำหรับผู้บริโภค
2. สามารถพัฒนารสชาติและรูปลักษณะเป็นที่ยอมรับ
3. ขนาดเป็นที่ต้องการของตลาด
4. ไม่มีพิษ
5. มีอายุการวางจำหน่ายที่เหมาะสม

วิธีการที่ใช้ในการหาดัชนีการเก็บเกี่ยวอาจแบ่งได้ 5 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่

1. การวัดลักษณะทางกายภาพ เช่น สีผิว ขนาด รูปร่าง นวล และความแน่นเนื้อ เป็นต้น
2. การวัดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid, TSS) กรดอินทรีย์ แปร และปริมาณแทนนิน เป็นต้น
3. การวัดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น การหายใจ และการสร้างเอทิลีน เป็นต้น
4. การวัดจากลักษณะทางไฟฟ้า
5. การวัดจากสภาพแวดล้อม เช่น การคำนวณปริมาณความร้อนสะสม (Growing degree days) และการนับจำนวนวัน เป็นต้น

วิธีการหาดัชนีการเก็บเกี่ยวแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสีย มีความเหมาะสมกับชนิดพืชแตกต่างกันไป ซึ่งอาจจะต้องใช้หลายๆ วิธีประกอบการพิจารณาเพื่อเก็บเกี่ยวผลิตผลโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

1.1 สี (Colour) ผลไม้จะเปลี่ยนสีเมื่อเริ่มเข้าสู่กระบวนการสุก ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็นสีใดนั้นขึ้นกับชนิดผลไม้ สีผิวเปลือกของผลไม้ส่วนใหญ่ขณะยังอ่อนอยู่จะมีสีเขียวเข้ม แต่เมื่อผลใกล้จะเก็บเกี่ยวได้ จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนหรืออาจเปลี่ยนไปเป็นสีอื่น เช่น กลั้ว และมะม่วงเมื่อผลใกล้จะสุกเปลือกจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง ลินจี่เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดง ผลไม้ประเภท non-climacteric บางชนิด เช่น ส้ม สับปะรด การเปลี่ยนสีขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ในช่วงที่มีอากาศเย็น การเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นเหลืองเกิดขึ้นได้เร็วกว่าช่วงอากาศร้อน (จริงแท้, 2549) ท้อบางพันธุ์สีผิวจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูหรือสีแดงเมื่อได้รับแสงแดดเต็มที่ แม้ผลที่ยังไม่สุก (นิธิยา และ คนัย, 2548)

1.2 รูปร่าง (Shape) ผลผลิตหลายชนิดเมื่อแก่เต็มที่จะมีรูปร่างแตกต่างจากเมื่อผลยังอ่อนอยู่ เช่น กลั้วเมื่อเริ่มแก่ เหลี่ยมที่ผลจะค่อยๆ จางหายไปจนกระทั่งกลั้วแก่เต็มที่เหลี่ยมที่ผลจะหายไป นอกจากนี้รูปร่างภายนอกของผลไม้ที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างการแก่สามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้ เช่น ลักษณะของตาน้อยหน่าในขณะที่ยังอ่อนอยู่ตาจะเล็กและลึกและเมื่อผลเริ่มแก่ตาจะใหญ่และตื้นขึ้น

1.3 ความแน่นเนื้อ (Firmness) ในผลไม้ส่วนใหญ่เมื่อยังอ่อนอยู่เนื้อจะแข็งแต่เมื่อเริ่มสุกเนื้อจะนิ่มลง ซึ่งเกิดจากกิจกรรมการย่อยของเอนไซม์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์บริเวณ middle lamella

1.4 การหลุดร่วงออกจากต้น (Abscission) ผลไม้หลายอย่างเมื่อถึงวัยบรรลุนิติภาวะมีการสร้างเนื้อเยื่อพิเศษขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างผลกับกิ่ง เนื้อเยื่อบริเวณนี้มักบอบบาง อืดเกาะกันอย่างหลวม ทำให้ผลหลุดออกจากกิ่งได้ง่ายเมื่อมีแรงจากภายนอกมาผลัดดันเนื้อเยื่อนี้เรียกว่า abscission tissue หรือ abscission layer ในแคนตาลูปเมื่อผลแก่ใกล้เก็บเกี่ยว abscission layer จะถูกสร้างขึ้นได้ชั่วผล สามารถสังเกตเห็นได้ (จริงแท้, 2549)

1.5 ปริมาณน้ำคั้น (Juice content) ระหว่างการเจริญเติบโตของผลไม้ นอกจากการสะสมอาหารในรูปแป้งและน้ำตาลแล้ว ปริมาณน้ำคั้นก็เพิ่มตามอายุของผลเมื่อผลไม่อายุมากขึ้นปริมาณน้ำคั้นที่ได้จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีปริมาณน้ำสะสมในเซลล์มาก และผนังเซลล์ของเนื้อผลไม้อ่อนตัวลงทำให้คั้นน้ำได้มาก (จริงแท้, 2549)

1.6 ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ค่าความถ่วงจำเพาะสามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ โดยพิจารณาจากการจม-ลอยของผลไม้ในน้ำ กล่าวคือผลไม้ที่ยังอ่อนอยู่มักลอยน้ำ เพราะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อย และมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำแต่เมื่อผลไม้แก่ค่าความถ่วงจำเพาะจะเพิ่มขึ้น ผลผลิตจึงจมน้ำ (Thompson, 1996) มีรายงานว่าในมะม่วงพันธุ์

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

1.1 สี (Colour) ผลไม้จะเปลี่ยนสีเมื่อเริ่มเข้าสู่กระบวนการสุก ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็นสีใดนั้นขึ้นกับชนิดผลไม้ สีผิวเปลือกของผลไม้ส่วนใหญ่ขณะยังอ่อนอยู่จะมีสีเขียวเข้ม แต่เมื่อผลใกล้จะเก็บเกี่ยวได้ จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนหรืออาจเปลี่ยนไปเป็นสีอื่น เช่น กสั่ว และมะม่วงเมื่อผลใกล้จะสุกเปลือกจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง ลินจีเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดง ผลไม้ประเภท non-climacteric บางชนิด เช่น สับ สับปะรด การเปลี่ยนสีขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ในช่วงที่มีอากาศเย็น การเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นเหลืองเกิดขึ้นได้เร็วกว่าช่วงอากาศร้อน (จริงแท้, 2549) ท้อบางพันธุ์สีผิวจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูหรือสีแดงเมื่อได้รับแสงแดดเต็มที่ แม้ผลที่ยังไม่สุก (นิริยา และ คนัย, 2548)

1.2 รูปร่าง (Shape) ผลผลิตหลายชนิดเมื่อแก่เต็มที่จะมีรูปร่างแตกต่างจากเมื่อผลยังอ่อนอยู่ เช่น กสั่วเมื่อเริ่มแก่ เหลี่ยมที่ผลจะค่อยๆ จางหายไปจนกระทั่งกสั่วแก่เต็มที่เหลี่ยมที่ผลจะหมดไป นอกจากนี้รูปร่างภายนอกของผลไม้ที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างการแก่สามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้ เช่น ลักษณะของคาน้อยหน้าในขณะที่ยังอ่อนอยู่ตาจะเล็กและลึกและเมื่อผลเริ่มแก่ตาจะใหญ่และตื้นขึ้น

1.3 ความแน่นเนื้อ (Firmness) ในผลไม้ส่วนใหญ่เมื่อยังอ่อนอยู่เนื้อจะแข็งแต่เมื่อเริ่มสุกเนื้อจะนิ่มลง ซึ่งเกิดจากกิจกรรมการย่อยของเอนไซม์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์บริเวณ middle lamella

1.4 การหลุดร่วงออกจากต้น (Abscission) ผลไม้หลายอย่างเมื่อถึงวัยบรรลุนิติภาวะมีการสร้างเนื้อเยื่อพิเศษขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างผลกับกิ่ง เนื้อเยื่อบริเวณนี้มักบอบบาง ยึดเกาะกันอย่างหลวม ทำให้ผลหลุดออกจากกิ่งได้ง่ายเมื่อมีแรงจากภายนอกมาผลัดคั้นเนื้อเยื่อนี้เรียกว่า abscission tissue หรือ abscission layer ในแคนดาอุปเมื่อผลแก่ใกล้เก็บเกี่ยว abscission layer จะถูกสร้างขึ้นได้ชั่วผล สามารถสังเกตเห็นได้ (จริงแท้, 2549)

1.5 ปริมาณน้ำคั้น (Juice content) ระหว่างการเจริญเติบโตของผลไม้ นอกจากการสะสมอาหารในรูปแป้งและน้ำตาลแล้ว ปริมาณน้ำคั้นก็เพิ่มตามอายุของผลเมื่อผลไม่อายุมากขึ้นปริมาณน้ำคั้นที่ได้จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีปริมาณน้ำสะสมในเซลล์มาก และผนังเซลล์ของเนื้อผลไม้อ่อนตัวลงทำให้คั้นน้ำได้มาก (จริงแท้, 2549)

1.6 ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ค่าความถ่วงจำเพาะสามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ โดยพิจารณาจากการจม-ลอยของผลไม้ในน้ำ กล่าวคือผลไม้ที่ยังอ่อนอยู่มักลอยน้ำ เพราะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อย และมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำแต่เมื่อผลไม้แก่ค่าความถ่วงจำเพาะจะเพิ่มขึ้น ผลผลิตจึงจมน้ำ (Thompson, 1996) มีรายงานว่าในมะม่วงพันธุ์

น้ำดอกไม้วัดจะสามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่อความถ่วงจำเพาะอยู่ในช่วง 1.03-1.04 ซึ่งผลิตผลเมื่อแก่จัดจะมีความถ่วงจำเพาะค่อนข้างสูงและคงที่ (ชมัยพร, 2537)

1.7 นวลของผล (Bloom) ผลไม้บางชนิดเมื่อแก่จะมีนวลขึ้นที่ผิวเปลือกผล เช่น มะม่วง องุ่น ซึ่งเกิดจากสารประกอบจำพวกไขมันที่ผลิตผลสร้างขึ้น

2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

2.1 แป้ง (Starch) ผลไม้ที่มีการสะสมแป้งเมื่อผลเข้าสู่ระยะการสุก แป้งจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาล วิธีตรวจสอบว่าปริมาณแป้งลดลงเพียงพอหรือยัง ทำได้โดยการฉีกเปลือกผลไม้ออกให้เห็นเนื้อแล้วหยดด้วยโพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide) เข้มข้น 3% ถ้ามีปริมาณแป้งมากจะได้สีม่วงดำ ถ้าสีที่ได้อจางลง แสดงว่าผลไม้เริ่มเข้าสู่ระยะสุกแล้ว สามารถเก็บเกี่ยวได้ (จริงแท้, 2549)

2.2 น้ำตาล (Sugar) ผลไม้ชนิด non-climacteric fruits จะมีการสะสมน้ำตาลในระหว่างผลแก่ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยวิธีการทางเคมี แต่ขั้นตอนยุ่งยากและเสียเวลา จึงนิยมวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แทน เพราะมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ยกเว้นผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น ลิ้นจี่ ของแข็งที่ละลายน้ำได้จะประกอบด้วยทั้งกรดอินทรีย์และน้ำตาล หากเป็นผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวจัด เช่น มะนาว ของแข็งที่ละลายน้ำได้ส่วนใหญ่เกือบทั้งหมดจะเป็นกรดอินทรีย์ (นิธิยา และ คณัย, 2548)

2.3 กรด (Acidity) ผลไม้ส่วนใหญ่เมื่อยังอ่อนมักมีรสเปรี้ยวเนื่องจากการสะสมกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในแวคิวโอ (vacuole) เมื่อผลพัฒนาสู่ระยะสุกปริมาณกรดจะลดลง (จริงแท้, 2549) ตามปกติปริมาณกรดไม่สามารถใช้ชี้บ่งระยะความแก่ได้โดยตัวเอง แต่จะสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ จึงนิยมใช้อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดเป็นตัวบ่งชี้ความแก่ สำหรับดัชนีการเก็บเกี่ยวผลส้มนิยมใช้อัตราส่วนของน้ำตาลต่อกรดทั้งหมดเป็นตัวกำหนด (นิธิยา และ คณัย, 2548)

2.4 ไขมัน (Fatty) ผลไม้บางอย่างสะสมอาหารในรูปไขมันเป็นปริมาณมาก เช่น ผลอะโวคาโด และเมล็ดเคียวมันชนิดต่างๆ แต่ในทางปฏิบัติ การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันทำได้ยาก ใช้เครื่องมือยุ่งยาก ต้องทำในห้องปฏิบัติการ ใช้เวลานานจึงไม่เป็นที่นิยม (จริงแท้, 2549)

2.5 สารสี (Pigment) โดยทั่วไปปริมาณคลอโรฟิลล์ลดน้อยลงเมื่อผลไม้เข้าสู่ระยะสุก ในขณะที่สารสีอื่นๆ เช่น carotene และ anthocyanin มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น (จริงแท้, 2549)

2.6 กลิ่น (Aroma) ผลไม้ส่วนใหญ่กลิ่นเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการรับประทาน โดยมีการสังเคราะห์ขึ้นในระยะผลสุก (Wills *et.al*, 2007)

2.7 สารประกอบฟีนอล (Phenolic compound) ผลไม้ที่ยังอ่อนมักมีสารประกอบฟีนอลสะสมอยู่มาก เพื่อช่วยป้องกันตัวเองจากศัตรูภายนอก เมื่อผลไม้เข้าสู่วัยบิรุณ สารประกอบฟีนอลมักมีปริมาณลดลงโดยรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ (Polymerization) การตรวจวัดปริมาณฟีนอลสามารถทำได้ง่ายๆ ได้โดยใช้สารละลาย $FeCl_3$ หยดลงบนเนื้อผลไม้ให้ทำปฏิกิริยาได้สารสีน้ำตาลเกิดขึ้น สีเข้มแสดงว่าผลไม้ยังไม่บิรุณและอาจมีรสฝาด เมื่อสีอ่อนลงแสดงว่าผลไม้เริ่มมีความบิรุณพร้อมเก็บเกี่ยวได้แล้ว วิธีนี้ใช้ปฏิบัติในผลพลับได้ดี (จริงแท้, 2549)

3. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา

ลักษณะทางสรีรวิทยาระหว่างการเจริญเติบโต การพัฒนา และการแก่ของผลผลิตสามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้ เช่น การวัดอัตราการหายใจในช่วงระยะการเจริญเติบโตและการแก่ (นิธิยาและคณัย, 2548) ซึ่งการวัดอัตราการหายใจของพืชผล เป็นวิธีที่ได้ผลใกล้เคียงมาก โดยเฉพาะการวัดการเริ่มต้นการสุกของพืชผล เพราะพืชผลต่างๆ จะมีลักษณะการหายใจเป็นแบบแผนค่อนข้างแน่นอน เช่น หลังการผสมเกสร พืชผลจะมีอัตราการหายใจสูงมากและค่อยๆ ลดลงจนผลแก่แล้วจะหายใจเพิ่มขึ้น (ทวิชชัย, 2541)

4. การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางไฟฟ้า

เป็นการเปลี่ยนแปลงความต้านทานและความจุไฟฟ้าของผลผลิต ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ที่ละลายอยู่ในเนื้อผลไม้ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับระยะความแก่ของผลไม้ด้วย แต่วิธีนี้ใช้ในระดับการทดลองในห้องปฏิบัติการเท่านั้นยังไม่มีหรือนำมาใช้ปฏิบัติทางการค้า (นิธิยา และ คณัย, 2548)

5. การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม

เป็นที่ทราบกันดีว่าสภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโต การพัฒนาการ การสร้างสี การสุกแก่ของผลผลิต เป็นต้น การหาดัชนีการเก็บเกี่ยวจึงสามารถวัดได้จากสภาพแวดล้อมได้จากหลายวิธีการ เช่น การนับจำนวนวัน และการคำนวณปริมาณความร้อนสะสม (Heat unit หรือ growing degree days)

5.1 การนับจำนวนวัน

การนับจำนวนวันตั้งแต่เริ่มปลูกหรือตั้งแต่ดอกบานจนกระทั่งถึงวันเก็บเกี่ยว การนับจำนวนวันจากจุดจุดหนึ่งของการพัฒนาของพืชหรือส่วนของพืช สามารถนำมาเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้ เนื่องจากในการเจริญเติบโตของพืช (หรือส่วนของพืช) ชนิดหนึ่งๆ มักใช้เวลาใกล้เคียงกัน เช่น ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4 ใช้ระยะเวลาประมาณ 100 วันหลังจากดอกบานเต็มที่ก็สามารถเก็บเกี่ยวได้ (จริงแท้, 2549) มะม่วงพันธุ์ทองคำใช้ระยะเวลาประมาณ 91-106 วัน (สายชล, 2528) อายุการพัฒนาของอวัยวะแต่ละส่วน อาจเริ่มนับตั้งแต่อวัยวะส่วนนั้นเริ่มมีชีวิต เช่น นับจากวันที่ออกดอก นับจากวันที่ติดผล เป็นต้น โดยทั่วไปแล้ว อายุการพัฒนาของอวัยวะมักจะค่อนข้างคงที่ ทั้งนี้อาจจะผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนไปบ้าง หากสภาพแวดล้อมผิดปกติไป (สังคม, 2536) ข้อดีสำหรับวิธีนี้คือ สามารถคาดคะเนล่วงหน้าได้นานว่าจะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่อไร อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตของพืชยังขึ้นอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมเป็นอันมากช่วงที่มีอากาศเย็นการเจริญเติบโตเกิดขึ้นช้ากว่าในช่วงที่มีอากาศร้อน (จริงแท้, 2549) การนับจำนวนวันที่เชื่อถือได้ ต้องทำมาเป็นระยะเวลานานหลายๆ ปีก่อนนำมาใช้ให้ได้ผลที่แน่นอน และในแต่ละปีควรมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศไม่มากนัก นอกจากนี้การนับจำนวนวันดังกล่าวอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามพันธุ์ แหล่งที่ปลูก ฤดูกาล และการปฏิบัติดูแลรักษา (สายชล, 2528) ดัชนีการเก็บเกี่ยวผลเงาะจากระยะเวลาหลังดอกบาน ในประเทศไทยใช้เวลา 90-120 วัน ในอินโดนีเซียใช้เวลา 90-100 วัน และมาเลเซียใช้เวลา 100-130 วัน (Thompson, 1996)

5.2 การคำนวณหาปริมาณความร้อนสะสม (Heat units หรือ growing degree days)

อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยพืชผักและผลไม้จะแก่เร็วภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง และแก่ช้าในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำ (สายชล, 2528) นอกจากนี้พืชหรือส่วนของพืชจะสามารถเจริญเติบโตได้เฉพาะในช่วงที่มีอุณหภูมิเหมาะสมถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปก็จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เนื่องจากมีอัตราการเผาผลาญอาหารจากการหายใจมากกว่าปริมาณอาหารที่สร้างขึ้นจากการสังเคราะห์แสง (จริงแท้, 2549) อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช เพราะว่ากระบวนการทางสรีรวิทยาในพืชจะเกิดขึ้นอย่างเหมาะสมภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน นอกจากนี้พืชยังมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและการพัฒนาการ เรียกว่า Cardinal temperature ซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิดพืชส่วนต่างๆ ของพืช และระยะการเจริญเติบโต พืชจะมีอุณหภูมิต่ำสุดที่พืชหยุดการเจริญเติบโตหรือมีการเจริญเติบโตเล็กน้อย เรียกว่า Baseline temperature หรือ Threshold temperature การใช้อุณหภูมิ

เป็นตัวกำหนดระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลิตผลได้มีรายงานไว้ในพืชหลายชนิด Katz (1952) ศึกษาหาวันเก็บเกี่ยวของถั่วสำหรับบรรจุกะป๋องโดยใช้ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในแต่ละวันลบด้วยอุณหภูมิต่ำสุดที่ถั่วมีการเจริญเติบโตน้อยที่สุดซึ่งเท่ากับ 4.4 องศาเซลเซียสแล้ว นำมาคำนวณโดยวิธี Direct summation และ Exponential ซึ่งวิธี Direct summation ใช้อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวันลบด้วย Baseline temperature แล้วนำค่ามารวมกันนับตั้งแต่วันปลูกจนถึงวันเก็บเกี่ยว ซึ่งวิธี Direct summation ใช้สูตรในการคำนวณดังนี้คือ

$$GDD = \sum \frac{[(\text{max.temp.} + \text{min.temp.}) - \text{Baseline temp.}] }{2}$$

ส่วนวิธี Exponential นั้นเกิดจากสมมติฐานของการเจริญเติบโตของพืชเป็นไปตามกฎของ Van't Hoff และ Arrhenius กล่าวว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาทางเคมีจะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุก 18 °ฟ ใช้สูตรในการคำนวณดังนี้คือ

$$u = 2^{\left[\frac{(t - 40)}{18} \right]}$$

โดยที่ u คือ ปริมาณความร้อนสะสมที่คำนวณได้ในแต่ละวัน

t คือ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในแต่ละวัน

40 °ฟ คือ Baseline temperature ของถั่ว

ซึ่งทั้ง 2 วิธีนี้มีผลแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

นอกจากนี้ Wilson and Barnett (1983) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการคำนวณความร้อนสะสม 4 วิธี คือ (1) max – min method (2) the saw- tooth (3) the single sine และ (4) the double sine พบว่าทุกวิธีมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง (liner) และพบอีกว่าวิธีการคำนวณ max – min method เป็นวิธีการที่ใช้กันมานานและยังคงใช้อยู่โดยใช้สูตรในการคำนวณคือ

$$\text{Degree day/day} = \frac{(\text{max.temp.} + \text{min.temp.}) - \text{Lower threshold}}{2}$$

วิธีนี้จะไม่สนใจค่า upper threshold เพราะไม่ค่อยเกิดขึ้นและเมื่อเกิดขึ้นก็มีระยะเวลาไม่นานพอที่จะทำให้การคำนวณเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งการคำนวณโดยวิธีนี้มีความแม่นยำและเชื่อถือได้สูง สามารถขยายผลไปสู่เกษตรกรได้โดยไม่ต้องใช้วิธีการคำนวณที่ยุ่งยากด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า lower threshold จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมาก

5.2.1 การหาอุณหภูมิพื้นฐาน (Baseline temperature)

อุณหภูมิพื้นฐานคือ อุณหภูมิต่ำสุดที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้มีความสำคัญในการคำนวณหาปริมาณความร้อนสะสม ในขั้นแรกจะต้องศึกษาหาอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้ก่อนจากการศึกษาอัตราการหายใจและการสังเคราะห์แสงที่อุณหภูมิต่างๆ ในทางปฏิบัติจะใช้วิธีการเก็บสถิติการเจริญเติบโต และอุณหภูมิของอากาศในระหว่างการเจริญเติบโตมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตกับอุณหภูมิแล้วเลือกเอาอุณหภูมิที่มีความสัมพันธ์ดีที่สุด (จริงแท้, 2549) ในการหาอุณหภูมิพื้นฐานของพืชโดยการวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยา อังสุมาริน และคณะ (2546) วัดอัตราการสังเคราะห์แสงของลองกอง พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 ต้นลองกองที่อุณหภูมิ 14 °ซ มีค่าประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ลดลงต่ำสุดทั้งบริเวณหลังใบและท้องใบและมีค่าลดลงใกล้เคียงกันกับลองกองที่อุณหภูมิ 15 °ซ และต่อมาในสัปดาห์ที่ 3-4 ต้นลองกองที่ 14 และ 15 °ซ มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าพืชไม่มีการสังเคราะห์แสง ใบเหี่ยวเฉาและร่วงในที่สุด จึงสรุปว่าที่อุณหภูมิ 16 °ซ เป็นอุณหภูมิที่ต่ำสุดที่ต้นลองกองมีการสังเคราะห์แสงและเป็นอุณหภูมิพื้นฐานของลองกอง ขณะที่บรรณราตี (2546) ได้ทำการศึกษากับลำไย พบว่าที่อุณหภูมิ 14 °ซ ใบลำไยยังมีการเจริญเติบโตเพิ่มขนาดขึ้นเล็กน้อยที่อุณหภูมิ 12 °ซ นาน 10 วัน ต้นลำไยแสดงอาการใบไหม้เหมือนน้ำร้อนลวก จากนั้นใบเริ่มแห้งและต้นตายในเวลา 2 วันหลังพบอาการใบไหม้ จึงสรุปว่าที่อุณหภูมิ 13 °ซ เป็นอุณหภูมิพื้นฐานที่ทำให้ลำไยหยุดการเจริญเติบโต สำหรับในถั่วลิสงนั้น Brown (1960) พบความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาและอุณหภูมิเป็นเส้นตรงโค้งปลาย (curvilinear) และเมื่อนำอุณหภูมิระหว่างการเจริญเติบโตมาคำนวณหาอุณหภูมิพื้นฐานโดยใช้สมการรีเกรสชันเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโต (Y) กับอุณหภูมิ (X) พบว่าสมการตัดแกน X ที่อุณหภูมิ 10 °ซ จึงสรุปได้ว่าอุณหภูมิพื้นฐานของถั่วลิสงเท่ากับ 10 °ซ Mosqueda and Ireta (1993) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงกับอุณหภูมิ และเมื่อทำการต่อกราฟ (extrapolation) ก็จะได้อุณหภูมิพื้นฐานสำหรับการยืดยาวของช่อดอกและการพัฒนาของผลเท่ากับ 12 และ 0.33 °ซ ตามลำดับ

5.2.2 ปริมาณความร้อนสะสมในไม้ผลบางชนิด

ในไม้ผลหลายชนิดสามารถใช้ปริมาณความร้อนสะสมเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้ ซึ่งมักเริ่มคำนวณจากวันที่ดอกบานจนถึงวันเก็บเกี่ยว (Ueda *et al.*, 2001; จีร์รด์น, 2544; จุลจิรา, 2545; บุญชนะ และ มนตรี, 2550) วิธีการคำนวณที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือ $GDD = \sum [(max.temp. + min.temp.)/2 - Baseline temp.]$ โดยวิธีนี้มีความแม่นยำสูงมากพอและเชื่อถือได้สูง สามารถขยายผลไปสู่เกษตรกรได้โดยไม่ต้องอาศัยวิธีการคำนวณที่ยุ่งยากด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Wilson

and Barnett, 1983) การคำนวณความร้อนสะสมโดยวิธีดังกล่าวมีรายงานในไม้ผลหลายชนิด Diczbalis and Drinnan (2007) คำนวณปริมาณความร้อนสะสมของลำไยพันธุ์โคฮาล่าและพันธุ์เบ๊ยวเขียวโดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานคือ 12°C พบว่ามีปริมาณความร้อนสะสมที่สามารถการเก็บเกี่ยวได้ของลำไยพันธุ์โคฮาล่าและพันธุ์เบ๊ยวเขียว เท่ากับ 2,902.3 และ 3,431.8 GDD โดยใช้ระยะเวลา 232.8 และ 244.6 วันหลังให้สารโปแตสเซียมคลอไรด์ ตามลำดับ บุญชนะ และ มนตรี (2551) ศึกษาหาปริมาณความร้อนสะสมในลำไยพันธุ์คอกที่ปลูกภาคใต้โดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานคือ 10°C พบว่าลำไยที่ปลูกในภาคใต้มีอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมตั้งแต่ดอกบานกระทั่งผลแก่ใช้ระยะเวลา 135 วัน มีการสะสมความร้อน 2,193 degree days ขณะที่บรรณราตี (2546) คำนวณหาค่าความร้อนสะสมในช่วงการเจริญเติบโตของผลพันธุ์คอกที่ปลูกภาคเหนือ ลำไยโดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานคือ 13°C พบว่าผลลำไยที่ปลูกในภาคเหนือมีความร้อนสะสมตั้งแต่เริ่มออกดอกจนถึงระยะแก่เก็บเกี่ยวได้ใช้ระยะเวลา 208 วัน มีค่าความร้อนสะสมเท่ากับ 2,780 degree days จีรรัตน์ (2544) คำนวณหาปริมาณความร้อนสะสมของกระท้อนโดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานคือ 12°C พบว่าผลที่ไม่ได้รับการห่อมีช่วงที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ที่อายุ 114-132 วันหลังติดผล ความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 1,856.35-2,137.75 GDD ส่วนผลที่ได้รับการห่อมีช่วงที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ที่อายุ 108-132 วันหลังติดผล ความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 1,755.85-2,137.75 GDD ชัยพร (2537) คำนวณหาปริมาณความร้อนสะสมในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้โดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานคือ 18°C พบว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้มีความสมบูรณ์เมื่อมีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ระหว่าง 902-993 degree days หรือเมื่อมีอายุระหว่าง 91-105 วันหลังดอกบาน 50 % นอกจากนี้อังสุมาริน และคณะ (2546) คำนวณความร้อนสะสมของผลลองกอง โดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานคือ 16°C และพบว่าจำนวนวันของพัฒนาของผลลองกองจากดอกบานถึงวันเก็บเกี่ยวผลในระยะผลสุกเท่ากับ 105 วัน และความร้อนสะสมของผลลองกองที่ใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 1,334.55 degree days

ดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไย

ลำไยเป็นไม้ผลประเภท non – climacteric ใช้เวลาตั้งแต่ดอกบานจนถึงผลแก่ประมาณ 5 เดือน ดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์คอกตั้งแต่ติดผลจนถึงแก่ใช้เวลาประมาณ 21 สัปดาห์ แต่หากนับจากวันดอกบาน 50% ถึงวันเก็บเกี่ยวจะใช้เวลาประมาณ 6 เดือน และสังเกตลักษณะของผล คือ ขนาดผลโตเต็มที่ สีของผลมีสีเขียวเข้มกว่าเดิม แต่ชาวสวนมักอาศัยความชำนาญส่วนตัวโดยสังเกตจากขนาดของผลจะโต เปลือกด้านนอกจะเรียบ เปลือกด้านในจะมีเส้นคล้ายร่างแห เมล็ดมีสีดำ เนื้อมีรสหวาน (จิรनुช และ พาวิน, 2548) และมีปริมาณน้ำตาลไม่ต่ำกว่า 18 เปอร์เซ็นต์

(คาวเรือง, 2530) ซึ่งลำไยในภาคเหนือจะออกดอกประมาณปลายเดือนธันวาคม-ต้นเดือนกุมภาพันธ์ และมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตออกสู่ตลาดปลายเดือนมิถุนายน-กันยายน โดยมีผลผลิตออกออกสู่ตลาดมากที่สุดในเดือนสิงหาคม (พัชรินทร์, 2544) ขณะที่ลำไยพันธุ์คอในภาคใต้มีอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมตั้งแต่หลังดอกบานกระทั่งผลแก่สามารถเก็บเกี่ยวได้ ใช้เวลา 135 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ย 21.79 เปอร์เซ็นต์ (บุญชนะ, 2550) ลำไยในฤดูกาลปกติจะใช้เวลาดังแต่เริ่มแทงช่อดอกจนกระทั่งผลแก่ประมาณ 7 เดือนในขณะที่การผลิตลำไยนอกฤดูกาลจะใช้ระยะเวลาสั้นกว่าหรือช้ากว่าฤดูกาลปกติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในระหว่างการพัฒนาของ ผล (ตาราง 1) ตัวอย่างเช่นถ้าให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ต้นเดือนพฤษภาคมผลลำไยจะแก่เร็วกว่าฤดูกาลปกติ แต่ถ้าให้สารในเดือนสิงหาคม ผลลำไยจะแก่ช้ากว่าฤดูกาลปกติ เพราะผลว่าลำไยมีการเจริญเติบโตผ่านช่วงอากาศหนาว (ธีรบุษ และ พาวิน, 2548)

ตาราง 1 ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวลำไยที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ในเดือนต่าง ๆ

เดือนที่ให้สาร โพแทสเซียมคลอไรด์	เดือนที่เก็บเกี่ยวผลผลิต
ปลายเมษายน	ต้นพฤศจิกายน
ต้นพฤษภาคม	กลางพฤศจิกายน
ต้นมิถุนายน	กลางธันวาคม
ต้นกรกฎาคม	ต้นกุมภาพันธ์
ต้นสิงหาคม	กลางมีนาคม
ต้นกันยายน	กลางเมษายน
ต้นตุลาคม	กลางพฤษภาคม
ต้นพฤศจิกายน	ต้นมิถุนายน
ต้นธันวาคม	กลางกรกฎาคม
ต้นมกราคม	กลางสิงหาคม
ต้นกุมภาพันธ์	กลางกันยายน
ต้นมีนาคม	ต้นตุลาคม

หมายเหตุ ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวอาจผันแปรตามสภาพแวดล้อมแต่ละปี แหล่งปลูก อายุต้นและการจัดการ
ที่มา: ธีรบุษ และ พาวิน (2548)

คุณภาพของผลลำไย

การผลิตลำไยให้ได้คุณภาพดีนั้นเป็นสิ่งที่เกษตรกรควรให้ความสำคัญ เพราะว่าลำไยที่มีคุณภาพจะจำหน่ายได้ราคาดี การผลิตลำไยให้ได้คุณภาพดีขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่างร่วมกัน เช่น พันธุ์ ความสมบูรณ์ของดิน จำนวนผลต่อช่อ ตำแหน่งของช่อผล แหล่งปลูก สภาพแวดล้อม การให้น้ำ การห่อผล การตัดแต่งกิ่ง การป้องกันและกำจัดโรคแมลง และการเก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่เหมาะสม ซึ่งเกษตรกรสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสวนลำไยของตัวเองได้สำหรับผลลำไยที่มีคุณค่าทางด้านการตลาด ที่สามารถจำหน่ายได้ในราคาสูงนั้นควรมีลักษณะดังนี้ คือ ผลมีขนาดใหญ่ (ใหญ่กว่า 2.8 เซนติเมตร) หรือเกรด AA ขนาดผลในช่อสม่ำเสมอ ผิวเปลือกผลมีสีเหลืองทอง หรือสีเขียวอมเหลือง เนื้อหนาไม่แฉะน้ำ ส่วนลักษณะลำไยที่ด้อยคุณค่าทางการตลาด คือ ผลลำไยที่มีขนาดเล็กเปลือกและเนื้อบางแฉะน้ำ ทำให้ราคาต่ำ นอกจากนี้ลำไยที่มีผลขนาดใหญ่แต่ถ้าผิวผลลายหรือมีจุดดำที่เปลือก ผลที่แก่จัดเกินไปก็จะจำหน่ายได้ราคาต่ำเช่นกัน (พาวิณ และคณะ, 2550)

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผลผลิตลำไย

พาวิณ และคณะ (2547) และ ชีรนุช และ พาวิณ (2548) กล่าวว่า การผลิตลำไยให้ได้คุณภาพ ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่างร่วมกัน ซึ่งประกอบไปด้วยปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. พันธุ์ลำไย การคัดเลือกพันธุ์ลำไยจากต้นที่ให้ผลดีและมีขนาดใหญ่ไปปลูก โอกาสที่จะได้ผลลำไยที่ดีมีคุณภาพย่อมมีสูง อย่างไรก็ตามในปีที่ต้นลำไยติดผลดกมากๆ ก็ทำให้ลำไยมีผลขนาดเล็กเนื้อแฉะ เปลือกผลบางได้ทั้งๆ ที่เป็นพันธุ์ที่เคยมีผลขนาดใหญ่ แสดงให้เห็นว่าถึงแม้จะเป็นพันธุ์ดีแต่ถ้าติดผลดกมีผลทำให้คุณภาพของผลลดลง
2. ความสมบูรณ์ของดิน อาหารสะสมภายในต้นนับว่ามีความสำคัญต่อคุณภาพของผล เนื่องจากลำไยเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตทางส่วนสืบพันธุ์ (ออกดอกติดผล) ยาวนาน 6 – 7 เดือน ซึ่งจะต้องใช้อาหารที่ใบสร้างขึ้นและอาหารสะสมภายในต้นเพื่อเลี้ยงผลให้เติบโต ถ้าต้นลำไยไม่สมบูรณ์ โอกาสที่ผลลำไยจะมีขนาดเล็กก็มีมาก
3. จำนวนผลต่อต้น ถึงแม้ต้นลำไยจะสมบูรณ์แต่ถ้าออกดอกมากและติดผลดก (มากกว่า 50 – 100 ผล) มักพบว่าผลลำไยจะมีขนาดเล็ก เนื้อแฉะ เปลือกบาง ผลมักแตกก่อนเก็บเกี่ยว เกษตรกรหลายรายพยายามที่จะใช้ปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ย ฮอร์โมนต่างๆ ฯลฯ เพื่อเพิ่มขนาดของผล แต่ก็พบว่าไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรและยังทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มมากขึ้น

4. ตำแหน่งของข้อผล ข้อผลลำไยที่อยู่ในทรงพุ่มหรือข้อที่อยู่ใกล้ๆ กับพื้นดินที่ได้รับแสงน้อยในช่วงผลใกล้แก่จะมีสีผลเหลืองทองและมักมีผลขนาดใหญ่กว่าข้อผลที่อยู่นอกทรงพุ่ม แม้กระทั่งลำไยผลเดียวกันด้านที่ถูกแสงมีผิวผลสีน้ำตาลส่วนด้านที่ไม่โดนแสงผิวจะมีสีเหลืองนวล

5. คำนีการเก็บเกี่ยว ลำไยในฤดูกาลปกติจะใช้เวลาดังแต่เริ่มแทงช่อดอกจนกระทั่งผลแก่ประมาณ 7 เดือนในขณะที่การผลิตลำไยนอกฤดูอาจใช้ระยะเวลาสั้นกว่าหรือช้ากว่าฤดูกาลปกติ เกษตรกรจึงอาศัยความชำนาญในการดูว่าผลลำไยแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวโดยสังเกตจากลักษณะทางกายภาพคือ ขนาดของผลลำไยมีขนาดใหญ่ขึ้น ผิวเปลือกด้านนอกเรียบ เปลือกด้านในมีเส้นคล้ายร่างแห เมล็ดมีสีดำและเนื้อมีรสหวาน

6. แหล่งปลูก โดยปกติแล้วลำไยคุณภาพดีจะเป็นลำไยที่ปลูกในจังหวัดเชียงใหม่ และ ถ้าพันธุ์ใดก็ตามพื้นที่ปลูกบางแหล่ง เช่น อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ ผลลำไยจะมีสีผิวผลสวยกว่าสวนลำไยในเขต อำเภอสันทราย อำเภอแมริ่ม และ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นต้น

7. สภาพแวดล้อม ลำไยที่บังคับให้ออกดอกตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงมกราคมและเก็บเกี่ยวช่วงเดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคม จะมีขนาดผลใหญ่กว่าในช่วงเดือนอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงที่ผลลำไยเจริญเติบโตในฤดูหนาว ผลจะมีขนาดเล็กและผลแก่ช้ากว่าในฤดูกาลปกติ

8. การเข้าทำลายของโรคและแมลง ชนิดแมลงที่มีผลต่อคุณภาพของผลผลิตลำไยมากได้แก่ เพลี้ยหอยและเพลี้ยแป้ง แมลงพวกนี้จะเป็นแมลงปากดูด เมื่อเข้าทำลายจะดูดกินน้ำเลี้ยงและถ่ายมูลหวานออกมา หลังจากนั้นราดำจะเข้าปกคลุมผลทำให้ผลลำไยมีสีดำ

9. การปฏิบัติดูแลรักษา เช่น การให้น้ำ การให้น้ำปุ๋ย การป้องกันกำจัดโรคและแมลง การตัดแต่งกิ่งและการตัดข้อผล โดยการปฏิบัติดังกล่าวมีผลต่อคุณภาพของผลิตผลเช่นกัน

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์คอในช่วงเทศกาลวันตรุษจีน ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่โดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม

คัดเลือกต้นลำไยพันธุ์อีดอกจากแปลงทดลองของอุทยานเกษตรและฟาร์มมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งอยู่ละติจูดที่ $18^{\circ} 50' 55''$ N ลองจิจูดที่ $99^{\circ} 2' 4''$ E สูงจากระดับน้ำทะเล 315.2 เมตร อายุประมาณ 14 ปี ความกว้างทรงพุ่ม 3 เมตร ตัดแต่งควบคุมความสูงทรงพุ่มที่ระดับ 2 เมตร มีความสมบูรณ์ใกล้เคียงกัน ปลูกบนที่ดอน ระยะปลูก 6 เมตร x 6 เมตร จำนวน 7 ต้น (ภาพ 1) ต้นลำไยเหล่านี้เคยได้รับสารโพแทสเซียมคลอไรด์ เพื่อชักนำการออกดอกมาแล้ว 7 ครั้ง (7 ปีติดต่อกัน) และมีระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์พ่นยาป้องกันกำจัดโรคและแมลงเป็นช่วงตามการระบาด ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนมิถุนายน 2551 ถึงเดือนมกราคม 2552 วางแผนการทดลองแบบสุ่ม (Completely Randomized Design, CRD) ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ ในวันที่ 11 มิถุนายน 2551 ด้วยวิธีการหว่านในอัตรา 20 กรัมต่อตารางเมตรของพื้นที่ใต้ทรงพุ่มในระยะใบแก่ (ใบโตเต็มที่ อายุประมาณ 25 - 30 วัน) แล้วรดน้ำตามเพื่อให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ละลายและเริ่มเก็บเกี่ยวผลลำไย ในวันที่ 21 ธันวาคม 2551 ในขณะที่เทศกาลวันตรุษจีนตรงกับวันที่ 26 มกราคม 2552 โดยทำการเก็บผลลำไย 11 ครั้งๆ ละ 7 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น ดังนี้ คือเก็บเกี่ยวหลังดอกบาน (Day after anthesis, DAA) 144, 148, 151, 155, 158, 162, 165, 169, 172, 176 และ 179 วันตามลำดับ

การทดลองที่ 2 การศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์คอในช่วงเทศกาลวันเซ็งเม้ง ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่โดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม

คัดเลือกต้นลำไยพันธุ์อีดอกจากแปลงทดลองของอุทยานเกษตรและฟาร์มมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ อายุประมาณ 14 ปี ความกว้างทรงพุ่ม 3 เมตร ตัดแต่งควบคุมความสูงทรงพุ่มที่ระดับ 2 เมตร มีความสมบูรณ์ใกล้เคียง ปลูกบนที่ดอน ระยะปลูก 6 เมตร x 6 เมตร จำนวน 5 ต้น (ภาพ 2) ต้นลำไยเหล่านี้เคยได้รับสารโพแทสเซียมคลอไรด์เพื่อชักนำการออกดอกมาแล้ว 7 ครั้ง (7 ปีติดต่อกัน) และมีระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ พ่นยาป้องกันกำจัดโรคและแมลงเป็นช่วงตามการระบาด ดำเนินการทดลอง

ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2551 ถึงเดือนเมษายน 2552 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ ในวันที่ 12 กรกฎาคม 2551 ด้วยวิธีและอัตราเกี่ยวกับงานทดลองที่ 1 โดยเริ่มเก็บเกี่ยววันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2552 ในขณะที่เทศกาลวันเซ่งเม้งตรงกับ วันที่ 5-20 เมษายน ของทุกปี โดยทำการเก็บเกี่ยวผลลำไย 10 ครั้งๆ ละ 5 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น ดังนี้คือ เก็บเกี่ยวหลังดอกบาน 144, 148, 151, 155, 158, 162, 165, 169, 172 และ 176 วันตามลำดับ

การบันทึกข้อมูล

ทั้ง 2 งานทดลองบันทึกข้อมูลเหมือนกัน ดังนี้

1. ข้อมูลสภาพแวดล้อม

1.1 วัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณแสงทุกชั่วโมงๆ ละ 1 ครั้ง ตั้งแต่วันดอกบานจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิ Hobo Data Logger Model H08-004-02 ติดตั้งไว้ในแปลงทดลองแล้วนำไปหาอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละวันและปริมาณความร้อนสะสม

1.2 ข้อมูลจำนวนดอกที่บานในแต่ละวัน โดยทำการสุ่ม 2 ซ่อคัดต้น เพื่อนับจำนวนดอกที่บานในแต่ละวันโดยนับดอกแยกเพศผู้ เพศเมีย เริ่มนับตั้งแต่ดอกแรกถึงดอกสุดท้ายของช่อบานดอกที่นับแล้วจะต้องเด็ดทิ้ง

2. ข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยว

สุ่มเก็บเกี่ยวผลิตผลครั้งละ 20 ซ่อคัดต้นซ่อละ 1 ผล แล้วนำมาวัดลักษณะทางคุณภาพต่างๆ ดังนี้

2.1 น้ำหนักผล โดยใช้เครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง

2.2 เส้นผ่าศูนย์กลางของผล โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์

2.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid; TSS) นำผลลำไยแกะเปลือกออกแล้วนำเนื้อลำไยมาคั้นน้ำ จากนั้นนำน้ำที่ได้มาตรวจสอบด้วยเครื่อง digital refractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น PAL-1 ผลิตในประเทศญี่ปุ่น

2.4 น้ำหนักสดเปลือก เนื้อ เมล็ด โดยใช้ตาชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง

2.5 ขนาดเปลือก เนื้อ เมล็ด โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์

2.6 สีผิวของเปลือกผล ทั้งสองด้านโดยใช้เครื่องวัดสีผิว Colorimeter ยี่ห้อ chromameter รุ่น CR-10 ของบริษัท Minolta ประเทศญี่ปุ่น 10 แสดงค่าเป็น L^* , a^* , b^*

โดย คำ L^* = The lightness factor, a^* และ b^* = The chromaticity Coordinate

L^* = ค่าความสว่างมีค่า 0-100 (0 สีดำ และ 100 สีขาว)

a^* = ค่าสีแดง สีเขียว โดยหาก a เป็นบวก (+) สีจะออกไปทางสีแดง

และหาก a เป็นลบ (-) สีจะออกไปทางสีเขียว a มีค่าตั้งแต่ -60 ถึง +60

b^* = ค่าสีเหลือง สีนํ้าเงิน โดยหาก b เป็นบวก (+) สีจะออกไปทางสีเหลือง

และหาก b เป็นลบ (-) สีจะออกไปทางสีนํ้าเงิน b มีค่าตั้งแต่ -60 ถึง +60

3. ความพึงพอใจของผู้บริโภค

นำผลลำไยในแต่ละระยะการเก็บเกี่ยวมาทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค 2

ลักษณะคือ ขนาด และรสชาติ ใช้คนเป็นจำนวน 10 ซ้ำ โดยการให้คะแนนความพึงพอใจได้แก่

5 คะแนน = ชอบมากที่สุด

4 คะแนน = ชอบมาก

3 คะแนน = ชอบปานกลาง

2 คะแนน = ชอบน้อย

1 คะแนน = ไม่ชอบเลย

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี

Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 และ 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพ 1 ลักษณะการติดผลของต้นลำไยที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ในเดือนมิถุนายน 2551



ภาพ 2 ลักษณะการติดผลของต้นลำไยที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ในเดือนกรกฎาคม 2551

การทดลองที่ 3 การศึกษาหาอุณหภูมิพื้นฐานสำหรับการเจริญเติบโตของลำไย

ดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาของพืช สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง ตั้งอยู่ที่ละติจูด $13^{\circ}4'13''$ N ลองจิจูดที่ $10^{\circ}32'1''$ E สูงจากระดับน้ำทะเล 241 เมตร โดยคัดเลือกต้นลำไยที่ปลูกจากกิ่งตอนอายุประมาณ 1 ปี ที่มีขนาดใกล้เคียงกันจำนวน 4 ต้น นำต้นลำไยไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Plant Growth Chambers) Model SGC970, Sanyo, U.K. (ภาพ 4) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 8 สิ่งทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ใบ สิ่งทดลองคืออุณหภูมิ 8 ระดับได้แก่ 22, 20, 18, 16, 14, 12, 10 และ 8 องศาเซลเซียส ปรับอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 22 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นทำการลดอุณหภูมิของตู้ควบคุมอุณหภูมิตั้งครั้งละ 2 องศาเซลเซียส ทุก 7 วัน ลงจนกระทั่ง 8 องศาเซลเซียส ปรับความเข้มแสงและความชื้นสัมพัทธ์ดังตารางภาคผนวก 1 เก็บข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll fluorescent, Fv/Fm) โดยสุ่มวัดใบแก่ 2 ใบต่อต้นบริเวณด้านบนทรงพุ่มด้านทิศตะวันออกและตะวันตก เก็บข้อมูลสัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยใช้เครื่อง Plant Efficiency Analyzer (Model PEA, Hansatech Instruments, U.K.) และทำการวัดใบเดิมทุกครั้ง และวัดอัตราการสังเคราะห์แสง (Photosynthetic rate) สุ่มวัดใบแก่ 2 ใบต่อต้นบริเวณด้านบนทรงพุ่มด้านทิศตะวันออกและตะวันตก เก็บข้อมูลสัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยใช้เครื่อง Portable Photosynthesis System (Model CIRAS-1, PP System, U.K.) และทำการวัดใบเดิมทุกครั้ง

ส่วนการวัดอัตราการเจริญเติบโตของใบ ดำเนินการทดลองคล้ายคลึงกันแต่ใช้ต้นลำไย 4 ต้นที่มีการตัดแต่งกิ่งให้เหลือ 4-5 ใบต่อต้น (ภาพ 3) จากนั้นวัดความกว้างและความยาวของใบโดยการสุ่มวัด 4 ใบต่อต้น ทำการวัดสัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยทำการวัดใบเดิมทุกครั้ง

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 และ 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพ 3 ต้นลำไยที่ตัดแต่งกิ่งและต้นที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่งก่อนนำเข้า Plant Growth Chambers



ภาพ 4 ลักษณะต้นลำไยภายใน Plant Growth Chambers

วิธีการคำนวณปริมาณความร้อนสะสม (Heat sums หรือ growing degree days, GDD)

นำข้อมูลอุณหภูมิช่วงคอกบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลลำไยมาคำนวณหาอุณหภูมิเฉลี่ยประจำวัน หาค่าอุณหภูมิพื้นฐาน และจำนวนวันตั้งแต่คอกบานถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนสะสมโดยใช้สูตร

$$\text{Heat sums} = \sum_{n=i}^j (\text{อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละวัน} - \text{อุณหภูมิพื้นฐาน})$$

โดย n = จำนวนวันตั้งแต่คอกบาน (i) จนกระทั่งถึงวันเก็บเกี่ยว (j)

บทที่ 4

ผลการทดลอง

**ผลการทดลองที่ 1 การศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ดอในช่วงเทศกาลวันตรุษจีนในพื้นที่
จังหวัดเชียงใหม่โดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม**

การบานของดอกเพศเมีย (50% blooming)

การศึกษากการบานของดอกเพศเมียในแต่ละวันของต้นลำไยที่ให้สาร โฟแทสเซียม
คลอไรด์ในวันที่ 11 มิถุนายน 2551 พบว่า ดอกเพศเมียใช้ระยะเวลาการบานตั้งแต่ดอกแรกถึงดอก
สุดท้ายบาน 23 วัน มีปริมาณดอกตัวเมีย 322.94 ดอกต่อข้อ และพบว่าดอกลำไยเพศเมียบาน 50 %
ในวันที่ 31 กรกฎาคม 2551 ซึ่งใช้วันดังกล่าวในการเริ่มนับอายุของผลลำไย (ตาราง 2)

ตาราง 2 จำนวนและร้อยละของดอกเพศเมียที่บานสะสมในแต่ละวันของลำไยที่ให้สาร
โพแทสเซียมคลอไรด์ ในเดือนมิถุนายน 2551

วัน/เดือน/ปี	ค่าเฉลี่ยจำนวนดอก/ช่อสะสม (n=10)	เปอร์เซ็นต์ดอกบานสะสม
19 กรกฎาคม 2551	1.50	0.46
20 กรกฎาคม 2551	4.50	1.39
21 กรกฎาคม 2551	6.17	1.91
22 กรกฎาคม 2551	8.17	2.53
23 กรกฎาคม 2551	20.25	6.27
24 กรกฎาคม 2551	53.89	16.69
25 กรกฎาคม 2551	86.18	26.69
26 กรกฎาคม 2551	105.68	32.72
27 กรกฎาคม 2551	124.68	38.61
28 กรกฎาคม 2551	145.60	45.08
29 กรกฎาคม 2551	154.60	47.87
30 กรกฎาคม 2551	160.10	49.57
31 กรกฎาคม 2551	160.60	49.73
1 สิงหาคม 2551	172.10	53.29
2 สิงหาคม 2551	172.10	53.29
3 สิงหาคม 2551	174.10	53.91
4 สิงหาคม 2551	182.72	56.58
5 สิงหาคม 2551	213.22	66.02
6 สิงหาคม 2551	248.65	77.00
7 สิงหาคม 2551	279.09	86.42
8 สิงหาคม 2551	303.15	93.87
9 สิงหาคม 2551	317.32	98.26
10 สิงหาคม 2551	322.94	100.00

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล

การศึกษการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลลำไยที่อายุการเก็บเกี่ยว 144-179 วัน หลังดอกบาน พบว่าน้ำหนักผลเพิ่มขึ้นตามลำดับและจะลดลงในระยะท้ายๆ ของการพัฒนาการของผล โดยลำไยที่เก็บเกี่ยว 172 วันหลังดอกบานมีน้ำหนักผลมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144-165 วันหลังดอก แต่ไม่แตกต่างกับลำไยที่เก็บเกี่ยว 169 และ 176 -179 วันหลังดอกบาน (ตาราง 3 ภาพ 5A)

การเปลี่ยนแปลงขนาดผล

การศึกษการเปลี่ยนแปลงขนาดของผลลำไยที่เก็บเกี่ยว 144 – 179 วันหลังบาน พบว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บเกี่ยว โดยลำไยที่เก็บเกี่ยว 172 วันหลังดอกบาน มีเส้นผ่าศูนย์กลางผลมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144 – 165 วันหลังดอกบาน แต่ไม่แตกต่างกับผลลำไยที่เก็บเกี่ยว 169 และ 176 วันหลังดอกบาน (ตาราง 3 ภาพ 5B)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

การศึกษการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไยที่เก็บเกี่ยว 144 – 179 วันหลังดอกบาน พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไยไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15.32-19.72 % (ตาราง 3 ภาพ 5C)

ตาราง 3 น้ำหนักผล ขนาดผลและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของลำไยนอกฤดู
อายุ 144-179 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551 - มกราคม 2552

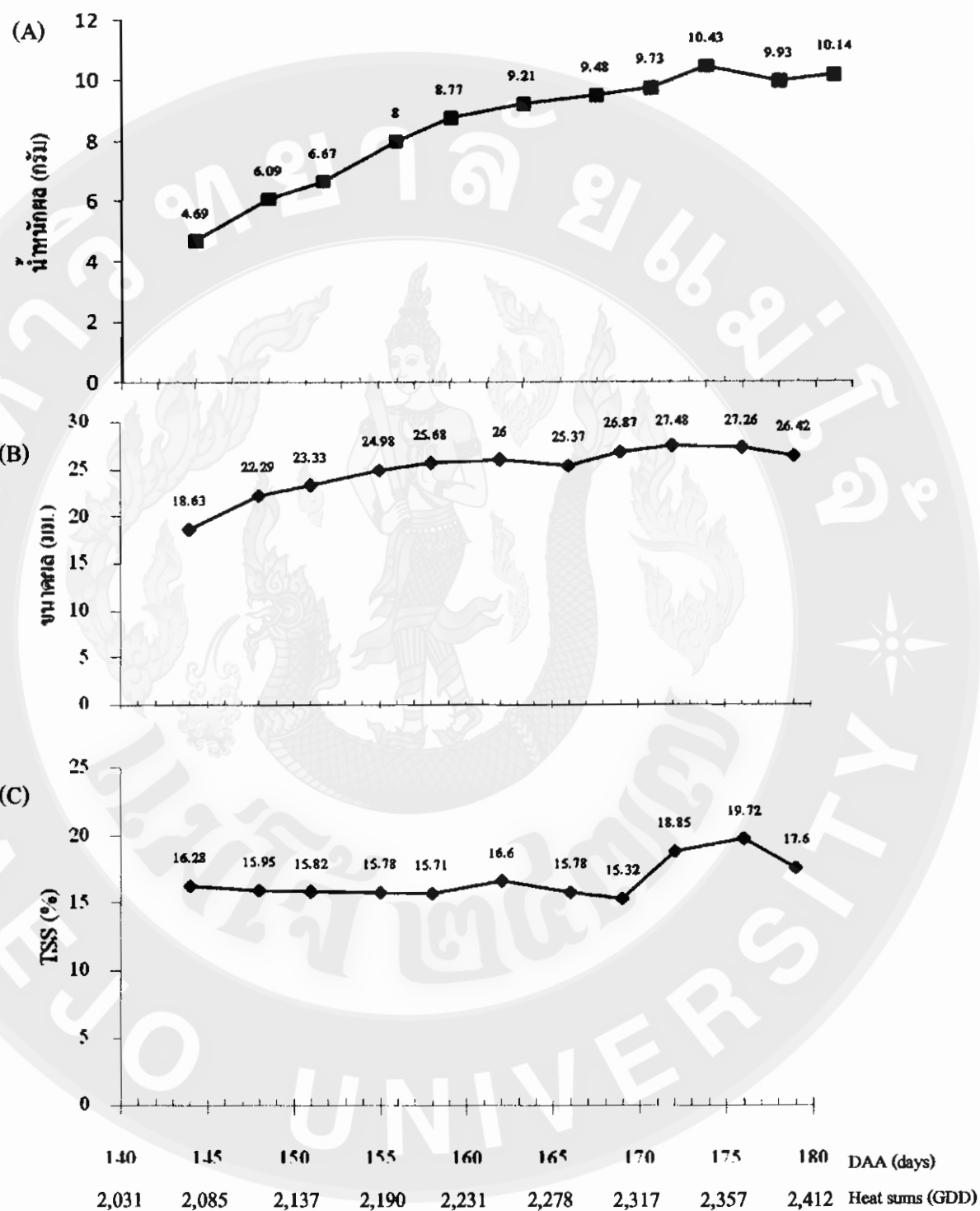
อายุผล (วัน)	น้ำหนักผล (กรัม)	ขนาดผล (มม.)	TSS (%)
144	4.69 g	18.63 h	16.28
148	6.09 f	22.29 g	15.95
151	6.67 f	23.33 f	15.82
155	8.00 e	24.98 e	15.78
158	8.77 d	25.68 dc	15.71
162	9.21 cd	26.00 cde	16.60
165	9.48 bcd	25.37 e	15.78
169	9.73 abc	26.87 abc	15.32
172	10.43 a	27.48 a	18.85
176	9.93 abc	27.26 ab	19.72
179	10.14 ab	26.42 bcd	17.60
เฉลี่ย	8.47	24.94	16.13
F-test	**	**	NS
C.V. %	8.19	3.56	17.97

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยใน Column เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

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



ภาพ 5 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล (A) เส้นผ่าศูนย์กลางกลางผล (B) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (C) ของลำไยนอกฤดูอายุ 144-179 วันหลังดอกบานเก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551-มกราคม 2552

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเปลือก เนื้อ และเมล็ด

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเปลือก เนื้อ และเมล็ดลำไย ที่อายุการเก็บเกี่ยว 144 -179 วันหลังดอกบาน พบว่าลำไยที่เก็บเกี่ยวในช่วง 144 – 169 วันหลังดอกบาน มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเนื้อมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยวในช่วง 172 – 179 วันหลังดอกบาน ส่วนน้ำหนักเปลือกมีการเปลี่ยนแปลง 3 ช่วง คือ ช่วงแรก 144-151 วัน ช่วงที่สอง 155-165 วัน และช่วงที่ 3 อายุ 169-179 วัน และการเปลี่ยนของน้ำหนักเมล็ดเริ่มคงที่ที่อายุ 155-179 วัน และพบว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 172 และ 179 วันหลังดอกบาน มีน้ำหนักเนื้อมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144-165 วันหลังดอกบานแต่ไม่แตกต่างกับลำไยที่เก็บเกี่ยว 169 วันหลังดอกบาน ส่วนน้ำหนักเมล็ดพบว่า ลำไยที่เก็บเกี่ยว 148 - 151 วันหลังดอกบาน มีน้ำหนักเมล็ดน้อยกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 155- 179 วันหลังดอกบาน แต่มีน้ำหนักเมล็ดมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144 วันหลังดอกบาน (ตาราง 4 ภาพ 6A)

ตาราง 4 น้ำหนักเปลือก เนื้อ และเมล็ดของลำไยนอกฤดูอายุ 144-179 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยว
ช่วงเดือนธันวาคม 2551- มกราคม 2552

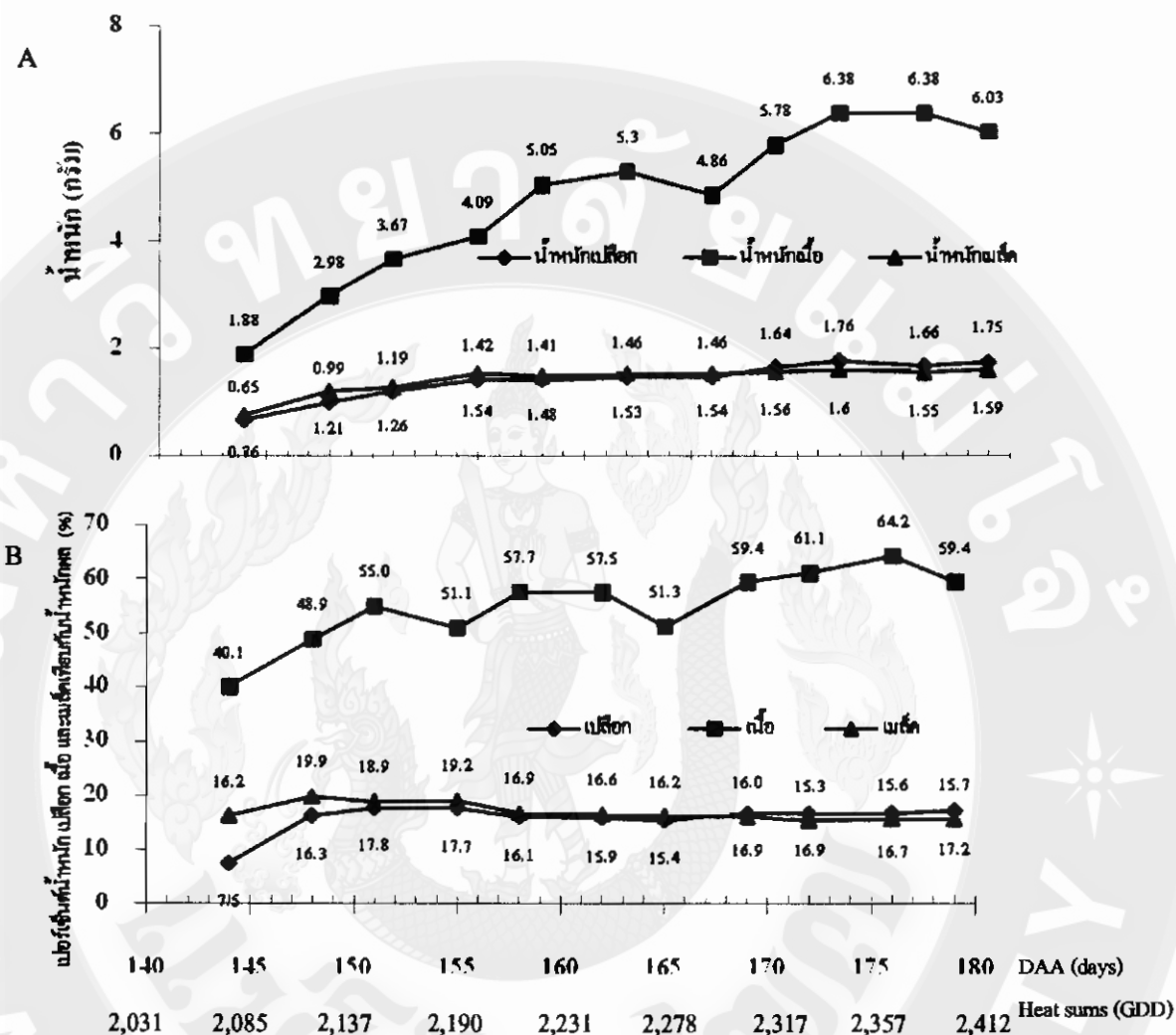
อายุผล (วัน)	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	น้ำหนักเนื้อ (กรัม)	น้ำหนักเมล็ด (กรัม)
144	0.65 e	1.88 f	0.76 c
148	0.99 d	2.98 e	1.21 b
151	1.19 c	3.67 d	1.26 b
155	1.42 b	4.09 d	1.54 a
158	1.41 b	5.05 c	1.48 a
162	1.46 b	5.30 bc	1.53 a
165	1.46 b	4.86 c	1.54 a
169	1.64 a	5.78 ab	1.56 a
172	1.76 a	6.38 a	1.60 a
176	1.66 a	6.38 a	1.55 a
179	1.75 a	6.03 a	1.59 a
เฉลี่ย	1.39	4.76	1.42
F-test	**	**	**
C.V. %	10.10	13.13	11.57

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยใน Column เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

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



ภาพ 6 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเปลือก เนื้อและเมล็ดของผลลำไยนอกฤดู (A) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือก เนื้อ และเมล็ดเทียบกับน้ำหนักผล (B) ของลำไยนอกฤดูอายุ 144-179 วัน หลังดอกบานเก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551 – มกราคม 2552

การเปลี่ยนแปลงความหนาเปลือก เนื้อ และเมล็ด

การเปลี่ยนแปลงความหนาเปลือก เนื้อ และเมล็ดของลำไยที่อายุการเก็บเกี่ยว 144-179 วันหลังดอกบาน พบว่า ความหนาเนื้อเริ่มคงที่เมื่อลำไยอายุ 165-179 วัน ส่วนขนาดของเมล็ดเริ่มคงที่เมื่อลำไยอายุ 155-179 วัน และพบว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 151 วันหลังดอกบานมีเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ดมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144-148, 162-169 และ 176-179 วันหลังดอกบานแต่ไม่แตกต่างกับลำไยที่เก็บเกี่ยว 155-158 และ 172 วันหลังดอกบาน ส่วนความหนาเปลือกไม่แตกต่างกันในทุกระยะการเก็บเกี่ยวซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.71-0.91 มิลลิเมตร (ตาราง 5 ภาพ 7)

ตาราง 5 ความหนาเปลือก เนื้อ และเมล็ดของลำไยนอกฤดูอายุ 144-179 วันหลังดอกบาน
เก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551-มกราคม 2552

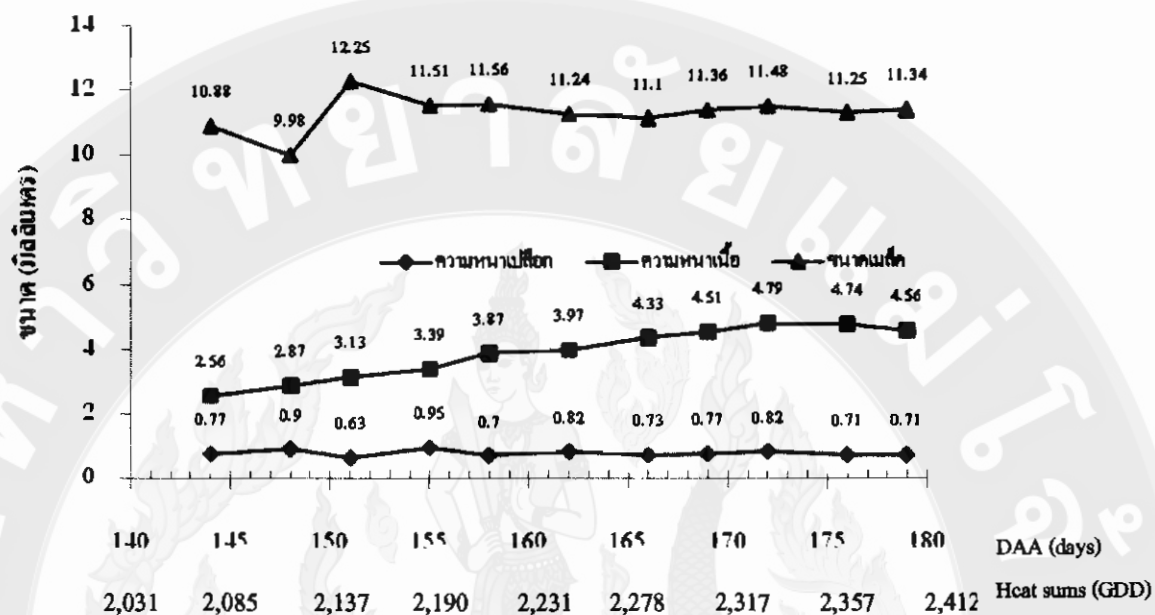
อายุผล (วัน)	ความหนาเปลือก (มม.)	ความหนาเนื้อ (มม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด (มม.)
144	0.77	2.56 f	10.88 b
148	0.90	2.87 ef	9.98 c
151	0.63	3.13 de	12.25 a
155	0.95	3.39 cd	11.51 ab
158	0.70	3.87 bc	11.56 ab
162	0.82	3.97 b	11.24 b
165	0.73	4.33 ab	11.10 b
169	0.77	4.51 a	11.36 b
172	0.82	4.79 a	11.48 ab
176	0.71	4.74 a	11.25 b
179	0.71	4.56 a	11.34 b
เฉลี่ย	0.77	3.88	11.27
F-test	NS	**	**
C.V. %	29.87	11.79	6.26

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยใน Column เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

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



ภาพ 7 การเปลี่ยนแปลงความหนาเปลือก เนื้อ และเมล็ดของลำไยนอกฤดูอายุ 144-179 วัน
หลังดอกบานเก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551 – มกราคม 2552

สีผิว (L^* , a^* , b^*)

การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกลำไยที่อายุการเก็บเกี่ยว 144 -179 วันหลังดอกบาน พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของลำไยมีแนวโน้มลดลงเมื่อลำไยเข้าสู่ระยะใกล้เก็บเกี่ยวได้แต่ในทางกลับกันเมื่อลำไยใกล้เก็บเกี่ยวได้จะมีค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น โดยลำไยที่เก็บเกี่ยว 144-155, 162-165 และ 176 วันหลังดอกบานมีค่าความสว่าง ของผิวเปลือกมากกว่าผลลำไยที่เก็บเกี่ยว 158 วันหลังดอกบานแต่ไม่แตกต่างกับลำไยที่เก็บเกี่ยว 158, 169- 172 และ 179 วันหลังดอกบาน และพบว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 169 และ 176 วันหลังดอกบานมีค่าสีแดง ของผิวเปลือกมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144-165 วันหลังดอกบาน และมากกว่าลำไยที่การเก็บเกี่ยว 172 และ 179 วันหลังดอกบาน และค่าสีเหลือง ของผิวเปลือกลำไย พบว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 151 วันหลังดอกบาน ผิวเปลือกมีสีเหลืองมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 155, 165- 172 และ 179 วันหลังดอกบาน แต่ไม่แตกต่างกับลำไยที่เก็บเกี่ยว 144-148, 158 และ 162 วันหลังดอกบาน (ตาราง 6 ภาพ 8A)

ตาราง 6 ค่าสีผิวเปลือกของลำไยนอกฤดูอายุ 144-179 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยวช่วงเดือน
ธันวาคม 2551 - มกราคม 2552

อายุผล (วัน)	ค่าสีผิวเปลือก (L^* , a^* , b^*)		
	L^*	a^*	b^*
144	45.07 a	9.35 c	29.67 abc
148	44.87 a	9.78 c	29.88 ab
151	44.92 a	9.84 c	31.12 a
155	45.44 a	10.95 c	28.74 bc
158	36.68 ab	11.64 c	30.02 ab
162	45.48 a	10.38 c	29.90 ab
165	44.07 a	12.01 c	28.21 bc
169	41.75 ab	21.81 a	27.64 c
172	41.20 ab	19.22 b	28.70 bc
176	42.24 a	22.44 a	25.70 d
179	40.88 ab	18.64 b	28.40 bc
เฉลี่ย	42.96	14.19	28.91
F-test	*	**	**
C.V. %	10.56	15.94	5.82

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยใน Column เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

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

ความพึงพอใจของผู้บริโภค

ความพึงพอใจของผู้บริโภคในขนาดและรสชาติของลำไยที่อายุเก็บเกี่ยว 144 – 179 วันหลังดอกบาน พบว่า ลำไยที่อายุการเก็บเกี่ยว 169 – 176 วันดอกบานมีแนวโน้มความพึงพอใจของผู้บริโภคมากกว่าในระยะ 144 – 165 วันหลังดอกบาน โดยผู้บริโภคมีความพึงพอใจลำไยที่เก็บเกี่ยว 165 – 176 วันหลังดอกบานมีค่าความพึงพอใจในขนาดผลมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144 – 162 และ 179 วันหลังดอกบาน และลำไยที่เก็บเกี่ยว 176 วันหลังดอกบานมีค่าความพึงพอใจในรสชาติมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144 – 165 และ 179 วันหลังดอกบานแต่ไม่แตกต่างกับลำไยที่เก็บเกี่ยว 169 – 172 วันหลังดอกบาน (ตาราง 7 ภาพ 8B)

ตาราง 7 ค่าสีผิวเปลือกและความพึงพอใจของผู้บริโภคของลำไยนอกฤดูอายุ 144-179 วัน
หลังคอกบาน เก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551- มกราคม 2552

อายุผล (วัน)	ความพึงพอใจของผู้บริโภค	
	ขนาด	รสชาติ
144	1.90 f	2.61e
148	2.75 e	2.80 e
151	3.48 d	3.5 d
155	3.42 d	3.32 d
158	3.45 d	3.45 d
162	3.72 c	3.35 d
165	4.70 a	3.75 c
169	4.74 a	4.57 ab
172	4.74 a	4.47 ab
176	4.64 a	4.62 a
179	4.45 b	4.38 b
เฉลี่ย	3.70	3.71
F-test	**	**
C.V. %	4.41	5.44

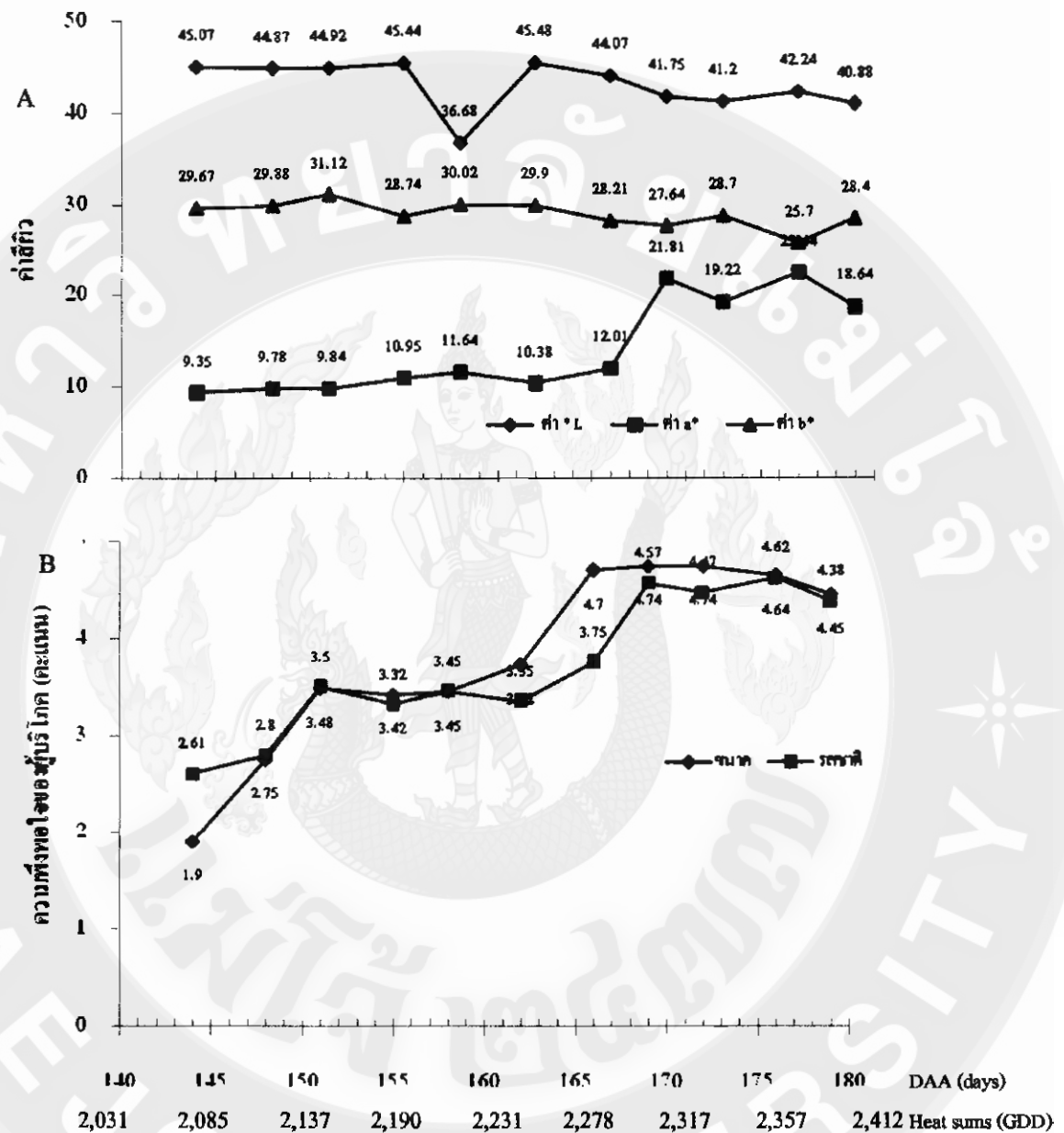
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยใน Column เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

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



ภาพ 8 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเปลือก (A) และน้ำหนักของไข่ขาว (B) ของตำลึงนอกฤดู อายุ 144 - 179 วันหลังดอกบานเก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551- มกราคม 2552

ปริมาณความร้อนสะสม (Heat sums หรือ growing degree days, GDD)

จากผลการศึกษาการพัฒนารูปร่างของผลลำไย พบว่าผลลำไยมีพัฒนาการด้านคุณภาพที่สูงในช่วง 169 - 179 วันหลังดอกบาน คือมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 26.42 – 27.48 มิลลิเมตร และน้ำหนักผลก่อนข้างจะคงที่ โดยมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 9.73 – 10.43 กรัม มีสัดส่วนของเนื้อมากคือประมาณ 60% ของน้ำหนักผล และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงคือประมาณ 15.32 – 19.72 %

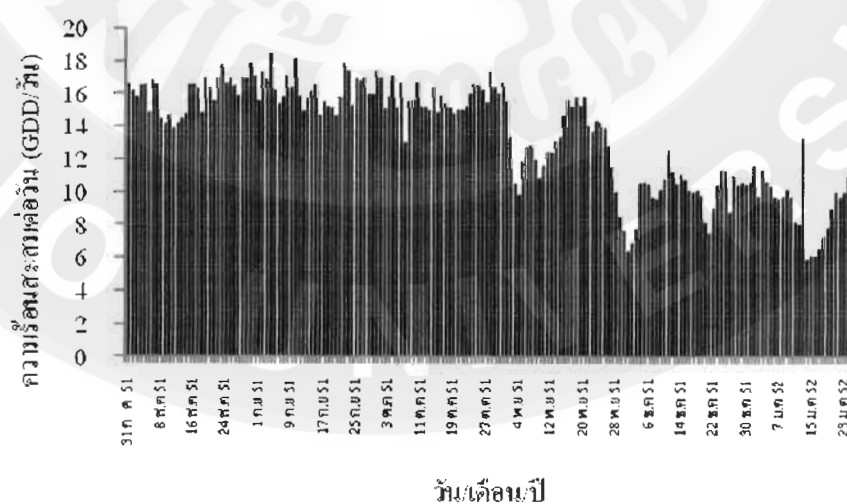
จากการบันทึกค่าอุณหภูมิในแต่ละวันตั้งแต่ดอกบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2551 ถึงเดือน มกราคม 2552 พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละเดือนอยู่ระหว่าง 19.92 – 27.28 °C และปริมาณความร้อนสะสมที่ลำไยได้รับเฉลี่ยรายวันของแต่ละเดือนจะอยู่ระหว่าง 9.16 – 16.52 GDD/day (ตาราง 8 ภาพ 9) เมื่อคำนวณปริมาณความร้อนสะสมโดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานเท่ากับ 10.76 °C ได้ค่าปริมาณความร้อนสะสมตั้งแต่ดอกบานถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตอยู่ในช่วง 2,310 – 2,397 GDD (ตาราง 9)

ตาราง 8 อุณหภูมิ และปริมาณความร้อนสะสม (GDD) เฉลี่ยของแต่ละวันตั้งแต่วันที่ดอกบาน – วันเก็บเกี่ยวสุดท้ายในช่วงเดือน กรกฎาคม 2551 - มกราคม 2552

เดือน	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ปริมาณความร้อนสะสมเฉลี่ย (GDD/day)
กรกฎาคม 2551	27.28	16.52
สิงหาคม 2551	26.70	15.94
กันยายน 2551	29.65	16.20
ตุลาคม 2551	26.41	15.65
พฤศจิกายน 2551	23.51	12.75
ธันวาคม 2551	20.59	9.83
มกราคม 2552	19.92	9.16
เฉลี่ย	29.01	13.72

ตาราง 9 วันเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุของผลหลังคอกบาน และปริมาณความร้อนสะสมของลำไย
นอกฤดูที่เก็บเกี่ยวในช่วงเดือน ธันวาคม – มกราคม อายุ 144 – 179 วันหลังคอกบาน

วันเก็บเกี่ยว	จำนวนวันหลังคอกบาน	ปริมาณความร้อนสะสม (GDD)
21/12/2551	144	2,066
25/12/2551	148	2,108
28/12/2551	151	2,137
1/1/2552	155	2,180
4/1/2552	158	2,212
8/1/2552	162	2,250
11/1/2552	165	2,278
15/1/2552	169	2,310
18/1/2552	172	2,330
22/1/2552	176	2,366
25/1/2552	179	2,397



ภาพ 9 ปริมาณความร้อนสะสม (GDD) ต่อวันในช่วงคอกบาน - วันเก็บเกี่ยวสุดท้าย
ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2551-มกราคม 2552 อายุ 144-179 วันหลังคอกบาน

**ผลการทดลองที่ 2 การศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ดอในช่วงเทศกาลวันเซ็งเม้งในพื้นที่
จังหวัดเชียงใหม่โดยการใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม**

การบานของดอกเพศเมีย (50% blooming)

การศึกษาการบานของดอกเพศเมียในแต่ละวันของต้นลำไยที่ให้สารโพแทสเซียม
คลอไรด์ในวันที่ 12 กรกฎาคม 2551 พบว่า ดอกเพศเมียใช้ระยะเวลาการบานตั้งแต่ดอกแรกถึงดอก
สุดท้ายบาน 20 วัน มีปริมาณดอกตัวเมีย 250.57 ดอกต่อช่อ และพบว่าดอกลำไยเพศเมียบานสะสม
50 % ในวันที่ 13 กันยายน 2551ซึ่งใช้วันดังกล่าวในการเริ่มนับอายุของผลลำไย (ตาราง 10)

ตาราง 10 จำนวนและร้อยละของดอกเพศเมียที่บานสะสมในแต่ละวันของลำไยที่ให้สาร
โพแทสเซียมคลอไรด์ในเดือนกรกฎาคม 2551

วัน/เดือน/ปี	ค่าเฉลี่ยจำนวนดอก/ช่อสะสม (n=10)	เปอร์เซ็นต์ดอกบานสะสม
10 กันยายน 2551	3.43	1.37
11 กันยายน 2551	21.86	8.72
12 กันยายน 2551	73.29	29.25
13 กันยายน 2551	130.21	51.97
14 กันยายน 2551	147.50	58.87
15 กันยายน 2551	154.00	61.46
16 กันยายน 2551	155.86	62.20
17 กันยายน 2551	156.21	62.34
18 กันยายน 2551	156.50	62.46
19 กันยายน 2551	156.64	62.51
20 กันยายน 2551	156.71	62.54
21 กันยายน 2551	156.71	62.54
22 กันยายน 2551	156.71	62.54
23 กันยายน 2551	156.71	62.54
24 กันยายน 2551	160.57	64.08
25 กันยายน 2551	172.21	68.73
26 กันยายน 2551	217.29	86.72
27 กันยายน 2551	235.93	94.16
28 กันยายน 2551	246.43	98.35
29 กันยายน 2551	250.57	100.00

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผลลำไยที่อายุการเก็บเกี่ยว 144- 176 วันหลังดอกบาน พบว่า น้ำหนักผลลำไยมีแนวโน้มเพิ่มอย่างต่อเนื่องตามอายุการเก็บเกี่ยว โดยลำไยที่เก็บเกี่ยวที่ 176 วันหลังดอกบานมีน้ำหนักผลมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144-169 วันหลังดอกบาน และลำไยที่เก็บเกี่ยว 172 วันหลังดอกบานมีน้ำหนักผลไม่แตกต่างกับลำไยที่เก็บเกี่ยว 169 และ 176 วันหลังดอกบาน (ตาราง 11, ภาพ 10A)

การเปลี่ยนแปลงขนาดผล

การเปลี่ยนแปลงขนาดผลลำไยที่อายุการเก็บเกี่ยว 144-176 วันหลังดอกบาน พบว่า เส้นผ่าศูนย์กลางของผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามอายุการเก็บเกี่ยว โดยลำไยที่เก็บเกี่ยว 169-176 วันหลังดอกบานมีเส้นผ่าศูนย์กลางผลมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144-165 วันหลังดอกบาน (ตาราง 11, ภาพ 10B)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไยที่อายุการเก็บเกี่ยว 144- 176 วันหลังดอกบาน พบว่า ลำไยที่เก็บเกี่ยว 144 – 158 วันหลังดอกบานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องหลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ โดยลำไยที่เก็บเกี่ยว 158 วันหลังดอกบานมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยวในช่วง 144 - 155 และ 162 - 176 วันหลังดอกบาน แต่ไม่แตกต่างกับลำไยที่เก็บเกี่ยว 155 วันหลังดอกบาน (ตาราง 11, ภาพ 10C)

ตาราง 11 น้ำหนักผล ขนาดผลผลและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)
ของลำไยนอกฤดูอายุ 144-176 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยวช่วงเดือนมีนาคม 2552

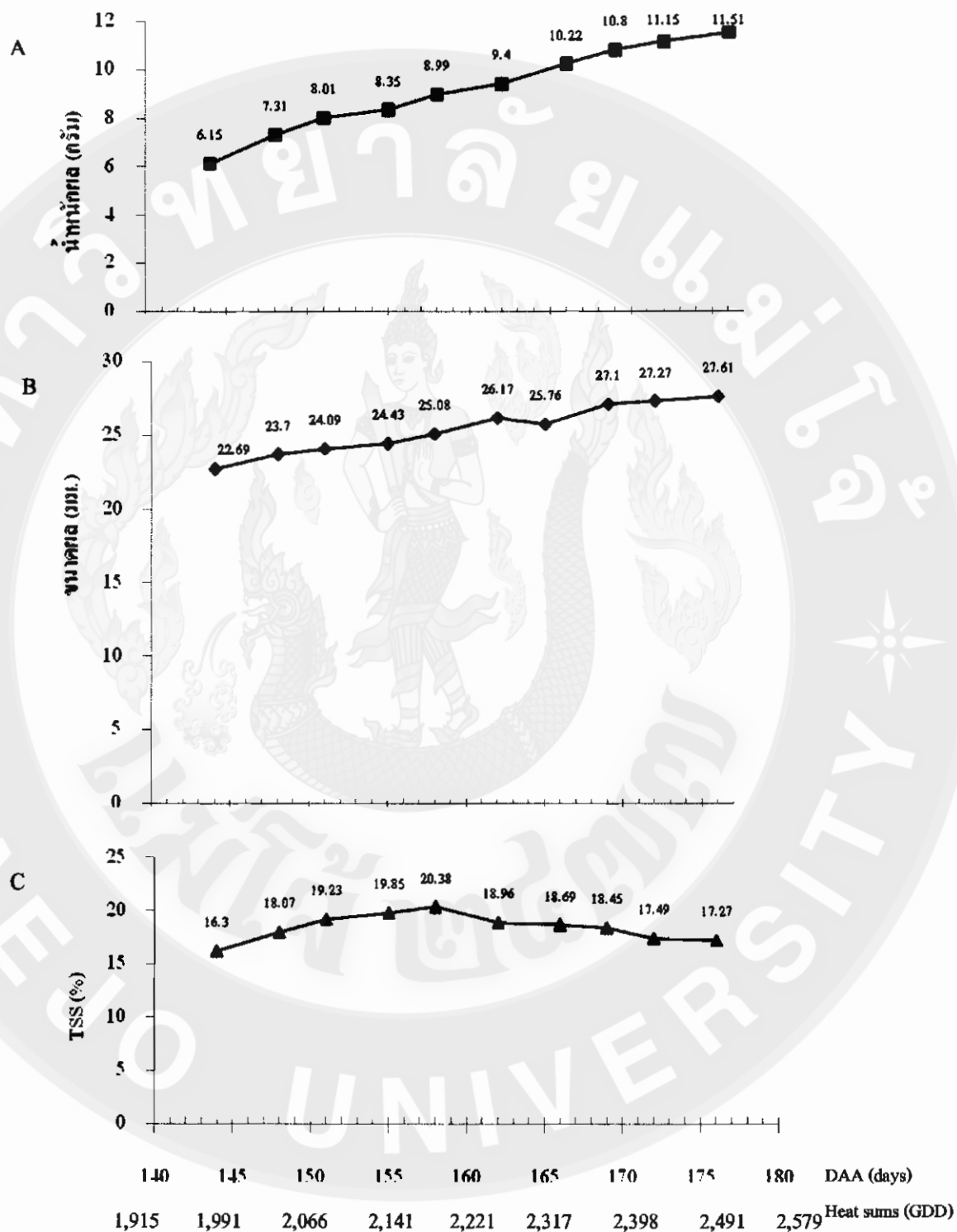
อายุผล (วัน)	น้ำหนักผล (กรัม)	เส้นผ่าศูนย์กลางผล (มม.)	TSS (%)
144	6.15g	22.69 f	16.30f
148	7.31f	23.70 e	18.07de
151	8.01e	24.09 e	19.23bc
155	8.35e	24.43 de	19.85ab
158	8.99d	25.08 cd	20.38a
162	9.40d	26.17 b	18.96bcd
165	10.22c	25.76 bc	18.69cd
169	10.80b	27.10 a	18.45cd
172	11.15ab	27.27 a	17.49e
176	11.51a	27.61 a	17.27e
เฉลี่ย	9.19	25.39	18.47
F-test	**	**	**
C.V. %	4.68	2.55	3.84

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยใน Column เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

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



ภาพ 10 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล (A) ขนาดผล (B) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (C) ของลำไยนอกฤดูอายุ 144 - 176 วันหลังคอกบานเก็บเกี่ยวช่วงเดือนมีนาคม 2552

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเปลือก เนื้อ และเมล็ด

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเปลือก เนื้อและเมล็ดลำไยที่อายุการเก็บเกี่ยว 144-176 วันหลังดอกบาน พบว่า ผลลำไยมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักเนื้อมากกว่าน้ำหนักเปลือก และเมล็ด โดยลำไยที่เก็บเกี่ยว 176 วันหลังดอกบาน มีน้ำหนักเปลือกมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144-165 วันหลังดอกบานแต่ไม่แตกต่างกับลำไยที่เก็บเกี่ยว 169 - 172 วัน และพบว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 176 วันหลังดอกบาน มีน้ำหนักเนื้อมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144-165 วันหลังดอกบาน และลำไยที่เก็บเกี่ยว 169 - 172 วันหลังดอกบาน มีน้ำหนักเนื้อไม่แตกต่างกับลำไยที่เก็บเกี่ยว 165 และ 176 วันหลังดอกบาน ส่วนน้ำหนักของเมล็ดลำไยทุกระยะการเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.27 - 1.39 กรัม (ตาราง 12 ภาพ 11A)

ตาราง 12 น้ำหนักเปลือก เนื้อ และเมล็ดของลำไยนอกฤดูอายุ 144 - 176 วันหลังคอกบาน เก็บเกี่ยว
ช่วงเดือนมีนาคม 2552

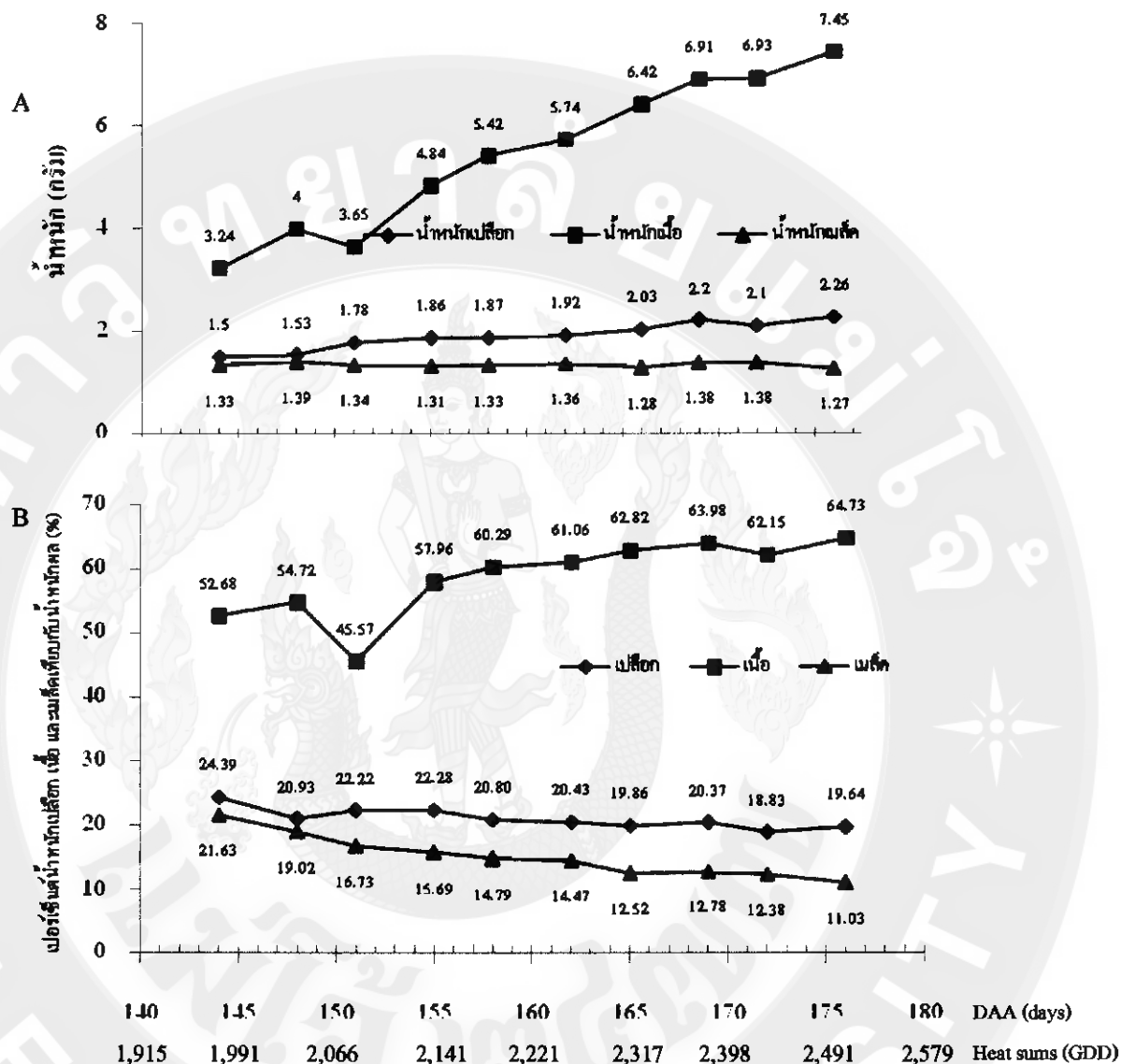
อายุผล (วัน)	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	น้ำหนักเนื้อ (กรัม)	น้ำหนักเมล็ด(กรัม)
144	1.50e	3.24f	1.33
148	1.53e	4.00ef	1.39
151	1.78d	3.65f	1.34
155	1.86cd	4.84de	1.31
158	1.87cd	5.42d	1.33
162	1.92cd	5.74cd	1.36
165	2.03bc	6.42bc	1.28
169	2.20a	6.91ab	1.38
172	2.10ab	6.93ab	1.38
176	2.26a	7.45a	1.27
เฉลี่ย	1.90	5.46	1.34
F-test	**	**	NS
C.V. %	6.40	12.59	5.12

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยใน Column เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

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



ภาพ 11 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักรับเลือก เนื้อ และเมล็ด (A) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักรับเลือก เนื้อ และเมล็ดเทียบกับน้ำหนักรับผล (B) ของลำไยนอกฤดูอายุ 144-176 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยว ช่วงเดือนมีนาคม 2552

การเปลี่ยนแปลงความหนาเปลือก เนื้อ และเมล็ด

การเปลี่ยนแปลงความหนาของเปลือก เนื้อ และเมล็ดลำไยที่อายุการเก็บเกี่ยว 144-176 วันหลังดอกบาน พบว่า ผลลำไยมีการเปลี่ยนแปลงของความหนาเนื้อมากกว่าความหนาเปลือก และเมล็ด โดยลำไยที่เก็บเกี่ยว 162 วันหลังดอกบานมีความหนาเปลือกมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144-158 และ 165 - 176 วันหลังดอกบาน และพบว่าลำไยที่เก็บเกี่ยวที่ 176 วันหลังดอก มีขนาดของเนื้อมากกว่าผลลำไยที่เก็บเกี่ยว 144 - 162 วันหลังดอกบาน แต่ไม่แตกต่างกับลำไยที่เก็บเกี่ยว 165 - 169 วันหลังดอกบาน ส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ดพบว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 165 วันหลังดอกบาน มีเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ดมากกว่าผลลำไยที่เก็บเกี่ยว 144-162 และ 169 - 176 วันหลังดอกบาน (ตาราง 13 ภาพ 12)

ตาราง 13 ความหนาเปลือก เนื้อ และเมล็ดของลำไยนอกฤดูอายุ 144 -176 วันหลังดอกบานเก็บ
เกี่ยว ช่วงเดือนมีนาคม 2552

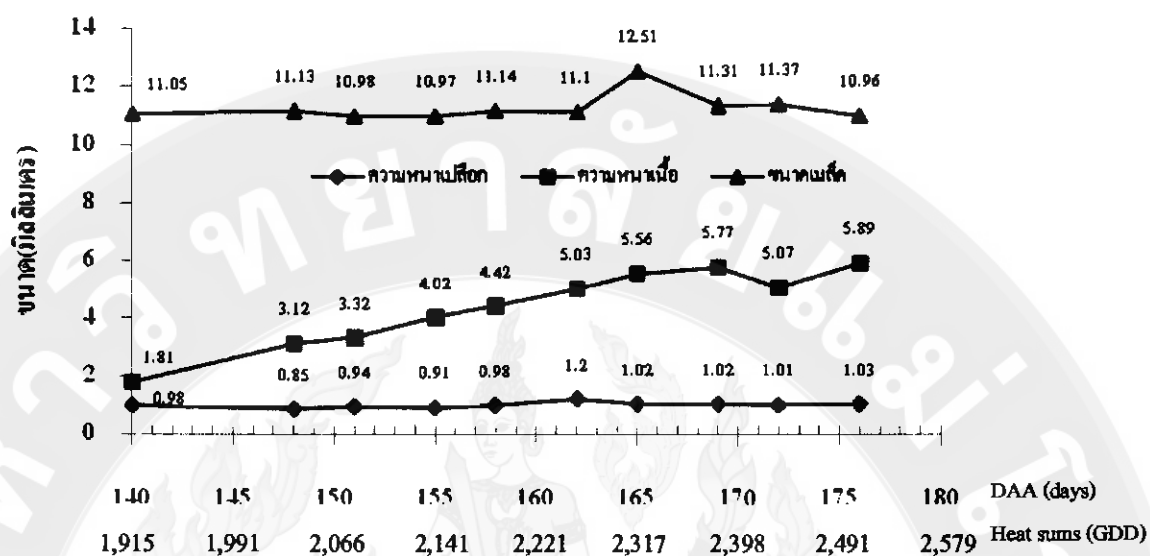
อายุผล (วัน)	ความหนาเปลือก (มม.)	ความหนาเนื้อ (มม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด (มม.)
144	0.98bc	1.81e	11.05b
148	0.85d	3.12d	11.13b
151	0.94bcd	3.32d	10.98b
155	0.91cd	4.02c	10.97b
158	0.98bc	4.42c	11.14b
162	1.20a	5.03b	11.10b
166	1.02bc	5.56a	12.51a
169	1.02bc	5.77a	11.31b
172	1.01bc	5.07b	11.37b
176	1.03b	5.89a	10.96b
เฉลี่ย	0.99	4.40	11.25
F-test	**	**	**
C.V. %	7.87	8.01	4.73

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยใน Column เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

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



ภาพ 12 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นเนื้อ และเมตซ์ของลำไยนอกฤดูอายุ 144-176 วันหลัง
คอกบานเก็บเกี่ยวช่วงเดือนมีนาคม 2552

สีผิวของผล (ค่า L^* a^* b^*)

การเปลี่ยนแปลงค่าสีผิวเปลือกผลลำไยที่อายุการเก็บเกี่ยว 144- 176 วันหลังดอกบาน พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ของผิวผลลำไยมีการเปลี่ยนแปลงแบ่งได้เป็น 2 ช่วงคือ อายุ 144-151 วัน และ 158-176 วัน ส่วนค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บเกี่ยว ซึ่งตรงข้ามกับค่าสีแดง (a^*) ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อลำไยเมื่อลำไยมีอายุเพิ่มมากขึ้น โดยลำไยที่เก็บเกี่ยว 176 วันหลังดอกบานมีความสว่าง ของผิวเปลือกสูงกว่าผลลำไยที่เก็บเกี่ยว 144-155 วันหลังดอกบาน แต่ไม่แตกต่างกับลำไยที่เก็บเกี่ยว 158 -172 วันหลังดอกบาน และลำไยที่เก็บเกี่ยว 172 วันหลังดอกบานเปลือกมีค่าสีแดงของผิวเปลือก (a^*) มากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 148 - 169 วันหลังดอกบาน และลำไยที่เก็บเกี่ยว 144, 176 วัน และ 165 - 172 วันหลังดอกบานมีค่าสีแดงของผิวเปลือกไม่แตกต่างกัน และยังพบอีกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 155 วันหลังดอกบานมีค่าสีเหลืองของผิวเปลือกผลสูงกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144 - 151 และ 158 - 176 วันหลังดอกบาน (ตาราง 14 ภาพ 13A)

ตาราง 14 ค่าสีผิวเปลือก (L^* , a^* , b^*) ของลำไยนอกฤดูอายุ 144-176 วันหลังคอกบาน เก็บเกี่ยวช่วงเดือนมีนาคม 2552

อายุผล (วัน)	ค่าสีผิวเปลือก		
	L^*	a^*	b^*
144	42.42b	23.58ab	28.36de
148	42.25b	21.23cd	28.91de
151	41.74b	19.40def	31.12b
155	42.40b	19.15ef	32.51a
158	43.54a	20.10de	29.76bcd
162	44.59a	17.65f	30.71bc
166	44.29a	22.45bc	28.35de
169	43.57a	23.07bc	29.51cd
172	44.07a	25.25a	27.53ef
176	44.68a	23.28ab	26.81f
เฉลี่ย	43.36	21.52	29.36
F-test	**	**	**
C.V. %	1.84	6.81	3.60

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยใน Column เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

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

ความพึงพอใจของผู้บริโภค

การศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคในขนาดและรสชาติของลำไยที่อายุเก็บเกี่ยว 144-176 วันหลังดอกบาน พบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจในขนาดและรสชาติมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆและเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในช่วง 165 -169 วันหลังดอกบานและหลังจากนั้นความพึงพอใจจะเริ่มลดลง โดยความพึงพอใจในขนาดผลลำไยที่เก็บเกี่ยว 165 – 169 และ 176 วันหลังดอกบานมีค่าความพึงพอใจขนาดของผลมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144 -- 158 วันหลังดอกบานแต่ไม่แตกต่างกับลำไยที่เก็บเกี่ยว 162 และ 172 วันหลังดอกบาน ส่วนลำไยที่เก็บเกี่ยว 162 และ 169 วันหลังดอกบานมีค่าความพึงพอใจในรสชาติมากกว่าลำไยที่เก็บเกี่ยว 144-151 วันหลังดอกบาน ลำไยที่เก็บเกี่ยว 158, 166, 172 และ 176 วันหลังดอกบานมีความพึงพอใจในรสชาติไม่แตกต่างกับลำไยที่เก็บเกี่ยว 155, 162 และ 169 วันหลังดอกบาน (ตาราง 15 ภาพ 13B)

ตาราง 15 ความพึงพอใจของผู้บริโภคของลำไยนอกฤดูอายุ 144-176 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยว
ช่วงเดือนมีนาคม 2552

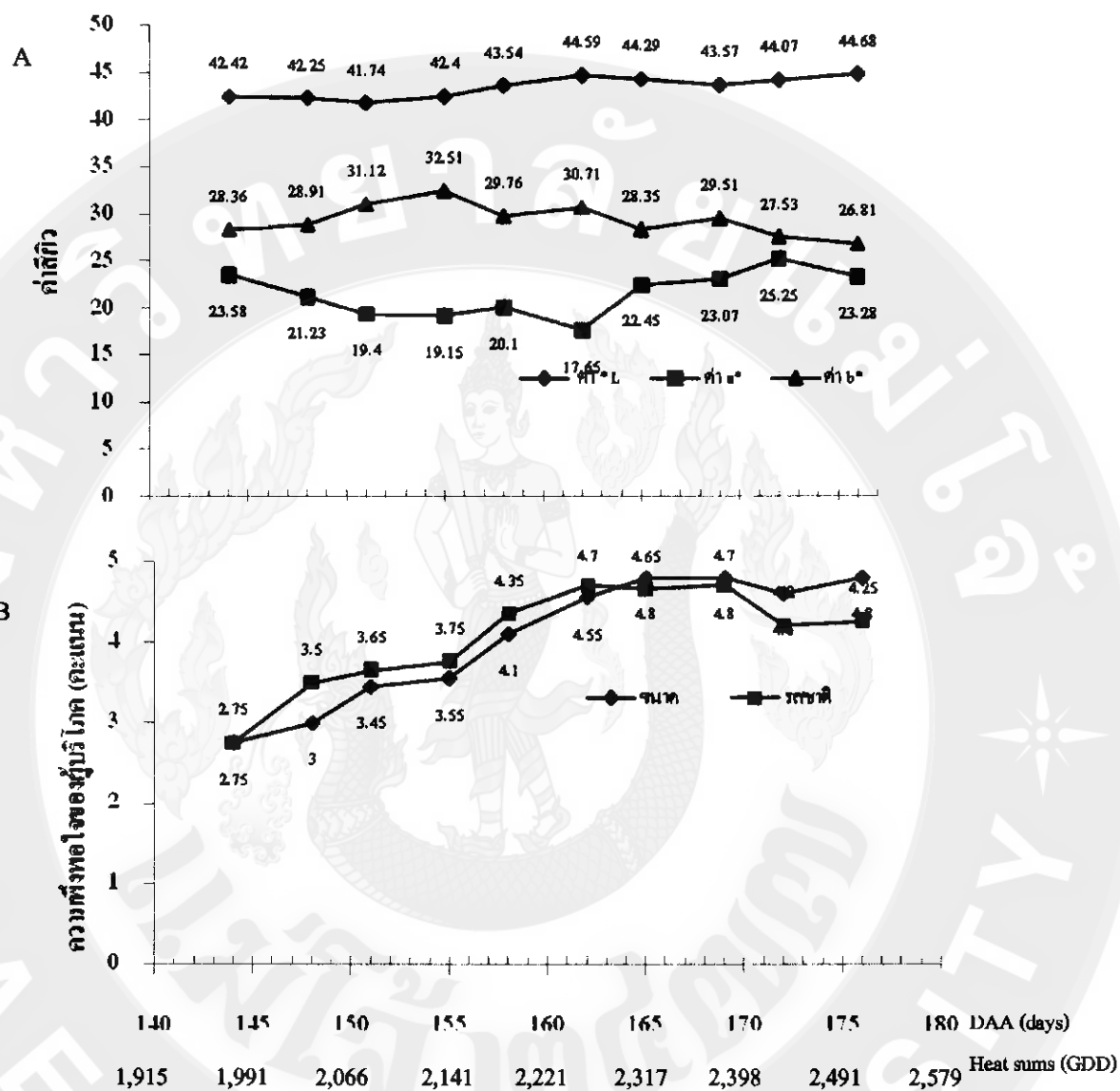
อายุผล (วัน)	ความพึงพอใจของผู้บริโภค	
	ขนาด	รสชาติ
144	2.75 e	2.75 d
148	3.0 de	3.50 c
151	3.45 cd	3.65 c
155	3.55 c	3.75 bc
158	4.10 b	4.35 a
162	4.55 ab	4.70 a
166	4.80 a	4.65 a
169	4.80 a	4.70 a
172	4.60 ab	4.20 ab
176	4.80 a	4.25 ab
เฉลี่ย	4.04	4.05
F-test	**	**
C.V. %	13.66	13.71

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยใน Column เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

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



ภาพ 13 การเปลี่ยนแปลงค่าสีผิวเปลือก (A) และความพึงพอใจของผู้บริโภค (B) ของลำไย
นอกฤดูอายุ 144 - 176 วันหลังดอกบานเก็บเกี่ยวช่วงเดือนมีนาคม 2552

ปริมาณความร้อนสะสม

จากผลการศึกษาการพัฒนารูปร่างของผลลำไย พบว่าผลลำไยมีพัฒนาการด้านคุณภาพที่สูงในช่วง 169 - 172 วันหลังดอกบาน คือมีน้ำหนักผลและขนาดผลมากที่สุด โดยมีน้ำหนักและขนาดผลอยู่ระหว่าง 10.8 - 11.15 กรัม และ 25.68 - 25.71 มิลลิเมตรตามลำดับ มีสัดส่วนของเนื้อมากประมาณ 60% ของน้ำหนักผล และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงคือประมาณ 17.49 - 18.45 %

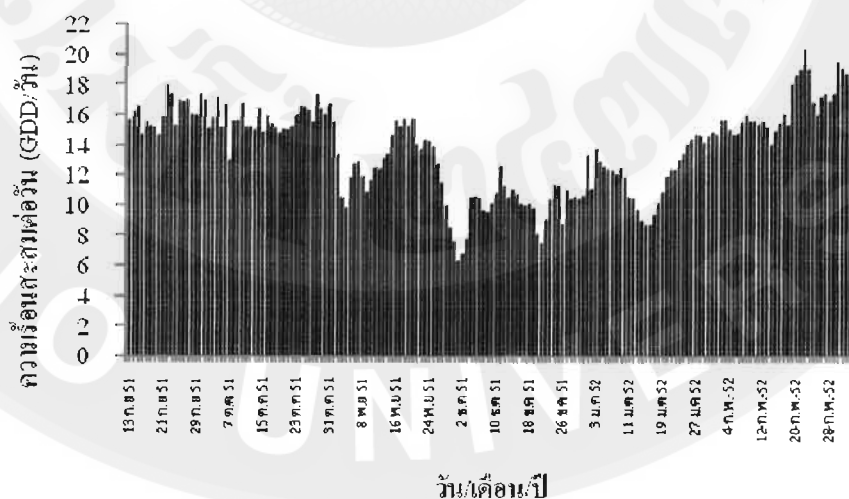
จากการบันทึกค่าอุณหภูมิในแต่ละวันตั้งแต่ดอกบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตระหว่างเดือนกันยายน 2551 - ถึงเดือนมีนาคม 2552 ได้อุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละเดือนอยู่ระหว่าง 20.59 - 28.93 °C และปริมาณความร้อนสะสมที่ลำไยได้รับเฉลี่ยรายวันของแต่ละเดือนจะอยู่ระหว่าง 9.83 - 18.17 GDD/day (ตาราง 16 ภาพ 14) เมื่อคำนวณปริมาณความร้อนสะสมโดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานเท่ากับ 10.76 °C ได้ค่าปริมาณความร้อนสะสมตั้งแต่ดอกบานถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตอยู่ในช่วง 2,216 - 2,272 GDD

ตาราง 16 อุณหภูมิ และปริมาณความร้อนสะสม (GDD) เฉลี่ยของแต่ละวันตั้งแต่วันที่ดอกบาน - วันเก็บเกี่ยววันสุดท้ายในช่วงเดือน กันยายน 2551- มีนาคม 2552

เดือน	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ปริมาณความร้อนสะสมเฉลี่ย (GDD/day)
กันยายน 2551	27.79	16.03
ตุลาคม 2551	26.41	15.65
พฤศจิกายน 2551	23.51	12.75
ธันวาคม 2551	20.59	9.83
มกราคม 2552	22.79	12.03
กุมภาพันธ์ 2552	26.85	16.09
มีนาคม 2552	28.93	18.17
เฉลี่ย	25.27	14.36

ตาราง 17 วันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตอายุของพลหลังดอกบาน และปริมาณความร้อนสะสมของลำไย
นอกฤดูที่เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนมีนาคมอายุ 144 – 176 วันหลังดอกบาน

วันเก็บเกี่ยว	จำนวนวันหลังดอกบาน	ปริมาณความร้อนสะสม (GDD)
3/2/2552	144	1,811
7/2/2552	148	1,871
10/2/2552	151	1,917
14/2/2552	155	1,977
17/2/2552	158	2,023
21/2/2552	162	2,093
24/2/2552	165	2,149
28/2/2552	169	2,216
3/3/2552	172	2,272
7/3/2552	176	2,343



ภาพ 14 ปริมาณความร้อนสะสม (GDD) ต่อวันในช่วงดอกบาน - วันเก็บเกี่ยวสุดท้าย
ในช่วงเดือน กันยายน 2551- มีนาคม 2552 อายุ 144-176 วันหลังดอกบาน

ผลการทดลองที่ 3 การศึกษาหาอุณหภูมิพื้นฐานของลำไย

ความกว้างและความยาวใบ

การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นลำไยที่อุณหภูมิ 22, 20, 18, 16, 14, 12, 10 และ 8 องศาเซลเซียส พบว่าหลังจากตัดแต่งกิ่ง 3 สัปดาห์ ลำไยเริ่มแตกใบใหม่ การเจริญเติบโตในด้านความกว้างและความยาวของใบลำไยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่พัฒนาการ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของแต่ละอุณหภูมิที่ศึกษา (18, 16, 14, 12, 10 และ 8 องศาเซลเซียส) โดยมีความกว้างใบอยู่ระหว่าง 1.75 – 2.09 เซนติเมตร และความยาวใบอยู่ระหว่าง 5.32 – 6.08 เซนติเมตร (ตาราง 18 ภาพ 15)

ตาราง 18 ขนาดความกว้างและความยาวของใบลำไยภายใน Growth Chamber

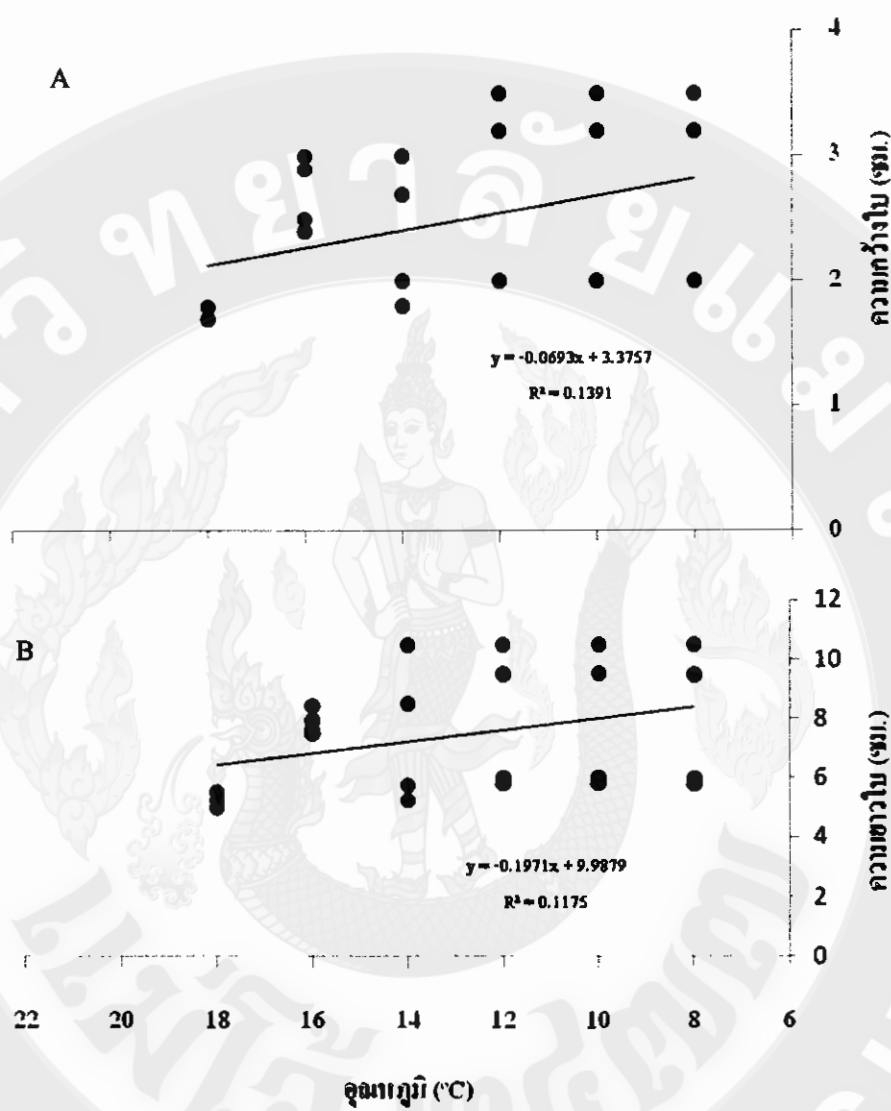
สัปดาห์ที่	อุณหภูมิ (°C)	ขนาดใบ (เซนติเมตร)	
		กว้าง	ยาว
1	22	ไม่แตกใบ	ไม่แตกใบ
2	20	ไม่แตกใบ	ไม่แตกใบ
3	18	1.75	5.32
4	16	1.66	3.97
5	14	1.88	5.63
6	12	2.09	6.08
7	10	2.09	6.08
8	8	2.09	6.08
เฉลี่ย		1.93	5.53
F-test		NS	NS
C.V. %		80.07	97.06

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยใน Column เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

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



ภาพ 15 การเปลี่ยนแปลงความกว้าง (A) และความยาวใบลำใบ (B) ภายใน Growth Chamber ที่ปรับอุณหภูมิเริ่มต้นจาก 22 °C ถึง 8 °C ภายในระยะเวลา 9 สัปดาห์

ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll fluorescent, Fv/Fm)

การเพาะเลี้ยงต้นลำไยในสภาพอุณหภูมิต่างๆ กัน พบว่าประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ของต้นลำไยที่ปลูกใน Growth chamber มีแนวโน้มลดลงตามอุณหภูมิที่ลดลง โดยที่อุณหภูมิ 22 และ 20 องศาเซลเซียส ต้นลำไยมีประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์มากที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 16, 14, 12 และ 8 องศาเซลเซียส ต้นลำไยมีประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ไม่แตกต่างกัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ต้นลำไยมีประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์น้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับที่อุณหภูมิ 12 และ 14 องศาเซลเซียส (ตาราง 19 ภาพ 16)

ตาราง 19 ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ของลำไยภายใน Growth Chamber

สัปดาห์ที่	อุณหภูมิ (°C)	Fv/Fm
1	22	0.75 a
2	20	0.71 a
3	18	0.64 ab
4	16	0.52 bc
5	14	0.43 dc
6	12	0.44 dc
7	10	0.29 d
8	8	0.52 bc
เฉลี่ย	15	0.54
F-test		**
C.V. %		21.59

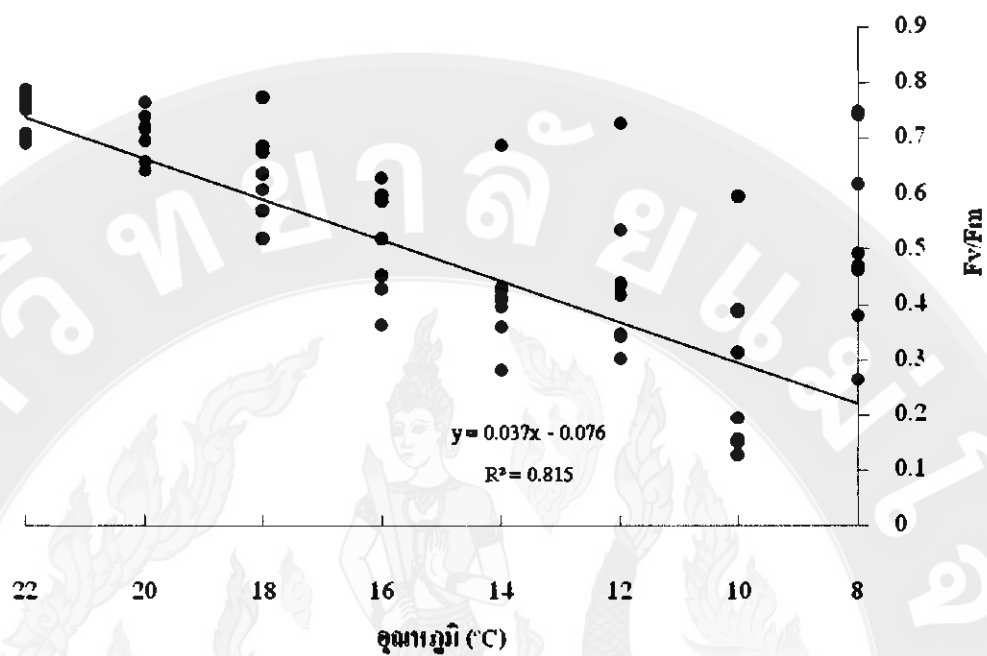
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยใน Column เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

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



ภาพ 16 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรพิลล์ของดำไฮใน Growth chamber ที่ปรับอุณหภูมิเริ่มต้นจาก 22 °C ถึง 8 °C ภายในระยะเวลา 9 สัปดาห์

อัตราการสังเคราะห์แสง (Photosynthetic rate)

การศึกษาเมื่อเพาะเลี้ยงต้นลำไยที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่าอัตราการสังเคราะห์แสงของต้นลำไยมีแนวโน้มลดลงตามอุณหภูมิที่ลดต่ำลง และต้นลำไยในมีอัตราการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ โดยที่อุณหภูมิ 20 และ 22 องศาเซลเซียสต้นลำไยสามารถสังเคราะห์แสงได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 8, 10, 12, 14 และ 16 องศาเซลเซียส ส่วนที่อุณหภูมิ 12, 14 และ 16 องศาเซลเซียสพบว่าต้นลำไยมีอัตราการสังเคราะห์แสงไม่แตกต่างกัน และที่อุณหภูมิ 8 และ 10 องศาเซลเซียสต้นลำไยมีอัตราการสังเคราะห์แสงไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าที่อุณหภูมิ 8 และ 10 องศาเซลเซียสต้นลำไยมีอัตราการสังเคราะห์แสงเป็นศูนย์และติดลบซึ่งแสดงให้เห็นว่าต้นลำไยไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ (ตาราง 20 ภาพ 17)

ตาราง 20 อัตราการสังเคราะห์แสงของลำไยภายใน Growth Chamber

ลำดับที่	อุณหภูมิ (°C)	อัตราการสังเคราะห์แสง ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
1	22	4.99 a
2	20	5.36 a
3	18	3.94 ab
4	16	2.68 bc
5	14	1.36 dc
6	12	1.68 dc
7	10	0.11 de
8	8	-1.08 e
เฉลี่ย		2.38
F-test		**
C.V. %		58.94

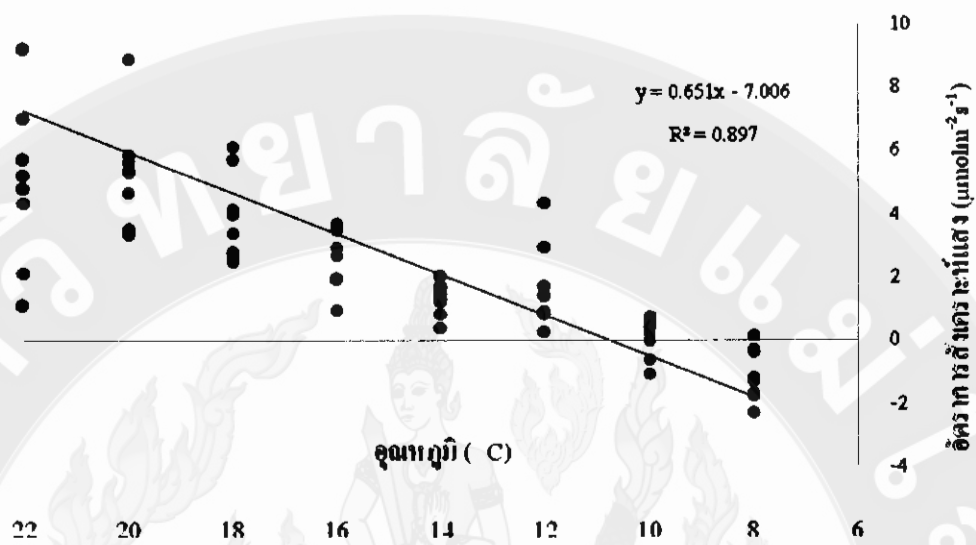
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยใน Column เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

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



ภาพ 17 การเปลี่ยนแปลงอัตราการสังเคราะห์แสงของถั่วใน Growth chamber ที่ปรับอุณหภูมิ เริ่มต้นจาก 22 °C ถึง 8 °C ภายในระยะเวลา 9 สัปดาห์

อุณหภูมิพื้นฐานของลำไย

จากผลการศึกษาลักษณะการพัฒนารของใบลำไย (ตาราง 18 ภาพ 15) ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ (ตาราง 19 ภาพ 16) และ อัตราการสังเคราะห์แสงของใบลำไย (ตาราง 20 ภาพ 17) พบว่าลักษณะที่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ของการเริ่มต้นหยุดการเจริญเติบโต ได้แก่ อัตราการสังเคราะห์แสงที่ลดลงตามอุณหภูมิที่ลดลง โดยสามารถแทนค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสง (Y) กับอุณหภูมิที่พืชเจริญเติบโต (X) ตามสมการเส้นตรงคือ $Y = 0.651x - 7.006$ ($R^2 = 0.897$) ดังนั้นอุณหภูมิพื้นฐานสำหรับลำไยพันธุ์คอสามารถแทนค่าในสมการโดยให้ $Y = 0$ (อัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับศูนย์) ได้อุณหภูมิพื้นฐานของลำไยพันธุ์คอเท่ากับ 10.76 องศาเซลเซียส

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและเคมีของผลลำไยที่ติดผลในช่วงเวลาต่างๆ กัน

การพัฒนาของผลลำไยที่ติดผลในช่วงเวลาต่างกันของปี พบว่าลำไยมีน้ำหนักผลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งถึงระยะที่ลำไยใกล้เก็บเกี่ยว น้ำหนักผลจะมีการเพิ่มขึ้นในอัตราที่น้อยมากเมื่อเทียบกับระยะที่ยังไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ ในทำนองเดียวกันการเปลี่ยนแปลงขนาดผลคล้ายคลึงกับน้ำหนักผลคือเมื่อลำไยใกล้จะเก็บเกี่ยวได้ขนาดผลจะมีการเปลี่ยนแปลงในอัตราที่น้อยกว่าระยะที่ยังไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้แต่ขนาดผลมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นน้อยกว่าน้ำหนักผล และจะเห็นได้ว่าระหว่างการพัฒนาของผลจะเป็นการเปลี่ยนแปลงของเนื้อ ในขณะที่เมล็ดและเปลือกมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างคงที่ สมชาติ (2550) พบว่าพัฒนาการของผลลำไยมี 3 ระยะคือ ช่วงแรก (สัปดาห์ที่ 3-10) เป็นการเจริญเติบโตของเปลือกผลเป็นส่วนใหญ่ ระยะที่สอง (สัปดาห์ที่ 10-19) ผลลำไยมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะการพัฒนาการของเนื้อผลลำไยซึ่งเจริญอย่างรวดเร็ว ส่วนเมล็ดจะเจริญรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 10 จนถึงสัปดาห์ที่ 16 หลังจากนั้นเมล็ดเติบโตเกือบคงที่ และระยะที่สาม (สัปดาห์ที่ 18-21 เป็นต้นไป) เป็นระยะใกล้เก็บเกี่ยวการเจริญเติบโตของผลจะช้าลง คาวเรือง (2530) แบ่งระยะการเติบโตของผลลำไยเป็น 3 ระยะเช่นกัน โดยระยะที่ 1 ตั้งแต่สัปดาห์ที่เริ่มติดผลจนถึงสัปดาห์ที่ 10 จะมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ โดยเป็นการเจริญเติบโตของเปลือกและเมล็ด ส่วนเนื้อผลเริ่มเกิดขึ้นเมื่อผลอายุประมาณ 6 สัปดาห์ และมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 14 ในขณะที่เมล็ดใช้เวลาตั้งแต่ติดผลจนถึงสัปดาห์ที่ 8 ระยะที่ 2 เริ่มตั้งแต่หลังสัปดาห์ที่ 10 - 21 หลังติดผล ระยะนี้ผลลำไยมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในส่วน of เนื้อผลเจริญอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 14 จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 21 การเจริญของเนื้อเริ่มคงที่ ส่วนเมล็ดเจริญรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 8 ถึงสัปดาห์ที่ 14 หลังจากนั้นขนาดของเมล็ดเติบโตเกือบเต็มที่ ระยะที่ 3 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 21 เป็นต้นไป เป็นระยะที่ผลมีการเจริญเติบโตช้าลง เนื่องจากส่วนเนื้อและเมล็ดมีการเจริญเกือบคงที่

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกผลลำไยที่ติดผลในช่วงเวลาต่างกัน พบว่าค่าความสว่าง (*L) และค่าสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่และลดลงเล็กน้อย ในช่วงที่ลำไยเข้าสู่ระยะใกล้เก็บเกี่ยวได้ ตรงกันข้ามกับค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงที่ลำไยใกล้จะเก็บเกี่ยวได้

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของลำไยที่ติดผลในช่วงเวลาต่างกัน พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุผลจนถึงจุดสูงสุดแล้วลดลง ทำนองเดียวกับ บุญชนะ และ มนต์รี (2551) รายงานว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของลำไยพันธุ์คอกที่ปลูกในภาคใต้สูงที่สุดที่อายุ 135 วันหลังดอกบานหลังจากนั้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ค่อยๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง

อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม

การศึกษหาอายุผลและปริมาณความร้อนสะสมเพื่อใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไย โดยใช้มาตรฐานตามสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2546), บุญชาติ (2551), จิรพันธ์ (2551), จำนงค์ (2549), ทวีศักดิ์ (2554) และ มาโนช (2554) ดังรายละเอียดในตารางภาคผนวก 2, 3 เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาอายุผลที่มีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวลำไยที่ให้สารโพลีฟีนอลในเดือนมิถุนายน 2551 เพื่อชักนำให้ออกดอกในเดือนกรกฎาคมและเก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม-มกราคมซึ่งตรงกับช่วงเทศกาลวันตรุษจีน (26 มกราคม 2552) สามารถเก็บเกี่ยวได้ที่อายุ 169 -179 วันหลังดอกบาน มีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 2,313 - 2,397 GDD หรือ เท่ากับ 220 – 230 วันหลังจากให้สารโพลีฟีนอลคลอเรตและปริมาณความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 3,143 – 3,230 GDD และลำไยที่ให้สารโพลีฟีนอลคลอเรตในเดือนกรกฎาคม 2551 เพื่อชักนำให้ออกดอกในเดือนกันยายนและเก็บเกี่ยวช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม 2552 ซึ่งตรงกับช่วงเทศกาลวันเซ่งเม้ง (5-20 เมษายนของทุกปี) สามารถเก็บเกี่ยวได้ที่อายุ 158 - 169 วันหลังดอกบาน มีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 2,014 – 2,217 GDD หลังดอกบาน หรือเท่ากับ 222 – 233 วันหลังให้สารโพลีฟีนอลคลอเรต ดังรายละเอียดในตารางภาคผนวก 4 มีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 2,014 – 2,207 GDD จะเห็นได้ว่าลำไยที่ชักนำให้ออกดอกในเดือนสิงหาคมจะเก็บเกี่ยวในเดือนมีนาคมซึ่งตรงกับฤดูร้อนจะมีอายุผลสามารถเก็บเกี่ยวได้ที่ 158 - 169 วันหลังดอกบาน ซึ่งเก็บเกี่ยวได้เร็วกว่าลำไยที่ชักนำให้ออกดอกในเดือนกรกฎาคมเพื่อเก็บเกี่ยวในเดือนมกราคม – ธันวาคมที่มีอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมที่ 169 - 179 วันหลังดอกบานเนื่องจากผลลำไยพัฒนาผ่านฤดูหนาวผลจึงมีการพัฒนาช้าสอดคล้องกับ พิทยา และ พาวิน (2545) ที่กล่าวว่าผลลำไยที่เจริญเติบโตในฤดูหนาวจะแก่ช้ากว่าฤดูกลางปี เนื่องจากการสุกแก่ของไม้ผลเป็นปัจจัยสืบทอดทางพันธุกรรมและสภาพสิ่งแวดล้อม ในไม้ผลพันธุ์เดียวกันการปลูกในเขตที่มีอากาศร้อนการสุกแก่เร็วกว่าการปลูกในเขตที่มีอากาศเย็น (สัมฤทธิ์, 2537)

การใช้ปริมาณความร้อนสะสมเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไย พบว่าลำไยสามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่อมีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 2,014 – 2,397 GDD หลังดอกบาน หรือเท่ากับ 2,313 - 3,230 GDD หลังให้สารไพแทสเซียมคลอไรด์ โดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานเท่ากับ 10.76 °C การศึกษาปริมาณความร้อนสะสมของลำไยมีรายงานทั้งในประเทศและต่างประเทศ (บรรณราศี, 2546; บุญชนะ และ มนตรี, 2551 ; Diczbalis, 2007) แต่ค่าปริมาณความร้อนสะสมที่รายงานแตกต่างกันเนื่องจากการใช้เวลาเริ่มต้นและอุณหภูมิพื้นฐานที่แตกต่างกัน โดยบรรณราศี (2546) รายงานว่าตั้งแต่ดอกบานถึงเก็บเกี่ยวมีปริมาณความร้อนสะสม 2,474 GDD โดยใช้อุณหภูมิพื้นฐาน 13 °C บุญชนะ และ มนตรี (2551) รายงานว่าลำไยพันธุ์พันธุ์คอที่ปลูกในภาคใต้ใช้ระยะเวลาตั้งแต่ดอกบานถึงเก็บเกี่ยวได้ 135 วัน ความร้อนสะสมเฉลี่ย 2,193 GDD โดยใช้อุณหภูมิพื้นฐาน 14 °C และ Diczbalis and Drinnan (2007) ศึกษาปริมาณความร้อนสะสมของลำไยพันธุ์ Kohala และพันธุ์ Biew Kiew ที่ปลูกในออสเตรเลียรายงานปริมาณความร้อนสะสมก่อนการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 2,902.3 และ 3,431.8 GDD โดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานเท่ากับ 12 °C ใช้ระยะเวลา 232.8 และ 244.6 วัน สำหรับพันธุ์ Kohala และพันธุ์ Biew Kiew ตามลำดับ ปริมาณความร้อนสะสมและระยะเวลาพัฒนาการของผลที่สูงมากในรายงานของ Diczbalis and Drinnan (2007) ส่วนหนึ่งมาจากการคำนวณปริมาณความร้อนสะสมตั้งแต่วันราดสารจนถึงวันเก็บเกี่ยว

การพิจารณาดัชนีการเก็บเกี่ยวจากการนับจำนวนวันและการใช้ปริมาณความร้อนสะสม พบว่าลำไยสามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่อมีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 2,014 – 2,397 GDD หลังดอกบาน ช่วงห่าง 383 GDD คิดเป็นประมาณ 14 วัน โดยลำไยที่ชักนำให้ออกดอกเดือนกรกฎาคมและสิงหาคมมีอายุเก็บเกี่ยวหลังดอกบาน 158 – 179 วันคิดเป็น 21 วัน มีช่วงห่างของวันเก็บเกี่ยว 10 วัน และ 11 วันตามลำดับ ซึ่งทั้งสองวิธีมีจำนวนวันไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นจึงควรใช้การนับจำนวนวันและปริมาณความร้อนสะสมควบคู่กันเพื่อให้การเก็บเกี่ยวแม่นยำมากที่สุด ซึ่งทั้งสองวิธีไม่ต้องเก็บผลผลิตออกจากต้น และต้องสังเกตวันที่ดอกลำไยบานเต็มที่เหมือนกัน แต่การคำนวณปริมาณความร้อนสะสมจะมีขั้นตอนที่ยุ่งยากมากกว่า คือต้องมีการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิประจำวัน และต้องมีการคำนวณหลายขั้นตอนไม่สะดวก และยุ่งยาก อีกทั้งปริมาณความร้อนสะสมที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวลำไยยังต้องมีการทดสอบในหลายๆ ถูและในหลายพื้นที่เพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำ

การศึกษาหาอุณหภูมิพื้นฐานของการเจริญเติบโตของลำไย (Baseline temperature)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและอัตราการสังเคราะห์แสงของลำไย พบว่าเป็นเส้นตรงและเมื่อแทนค่าอัตราการสังเคราะห์แสงของลำไยเท่ากับศูนย์ในสมการ (ภาพ 8) พบว่าอุณหภูมิที่ได้มีค่าเท่ากับ 10.76 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ อังศุมาริน และคณะ (2546) ได้ศึกษาหาอุณหภูมิพื้นฐานสำหรับการเจริญเติบโตของลองกองโดยการวัดค่าประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ของลองกองพบว่าที่อุณหภูมิ 14 และ 15 องศาเซลเซียสด้านลองกองมีประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์เท่ากับ 0 แสดงให้เห็นว่าพืชไม่มีการสังเคราะห์แสงจึงสรุปว่าที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่ต้นลองกองมีการสังเคราะห์แสงและมีชีวิตอยู่ได้ การสังเคราะห์แสงได้น้ำตาลโดยใช้วัตถุดิบคือน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำตาลที่ได้ส่วนหนึ่งนำไปใช้หายใจเพื่อดำรงชีวิตและอีกส่วนก็จะถูกนำไปสร้างสารต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตหากพืชไม่มีการสังเคราะห์แสงก็จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้

อุณหภูมิพื้นฐานในการคำนวณหาความร้อนสะสมในลำไยมีรายงานไว้แตกต่างกัน Diczbalis และ Drinnan (2007) ศึกษาปริมาณความร้อนสะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ Kohala และพันธุ์ Biew Kiew ที่ปลูกในออสเตรเลียโดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานเท่ากับ 12 องศาเซลเซียส บรรณราตี (2546) พบว่าที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสด้านลำไยตาย และที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ลำไยยังมีการขยายขนาดของใบอยู่จึงสรุปว่าที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสน่าจะเป็นอุณหภูมิที่ทำให้ต้นลำไยหยุดการเจริญเติบโต บุญชนะ และ มนตรี (2551) ศึกษาหาปริมาณความร้อนสะสมของลำไยพันธุ์ดอที่ปลูกในภาคใต้โดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานเท่ากับ 14 องศาเซลเซียส ในสัณฐีทอเรนซ์ มีการใช้อุณหภูมิพื้นฐานเท่า 12 องศาเซลเซียส (Davies และ Albrigo, 1994) ส่วนมะม่วงซึ่งเป็นไม้ผลเขตร้อนที่มีความทนต่อความหนาวเย็นได้น้อยกว่าไม้ผลเมืองกึ่งร้อนเช่นลำไยพบว่าอุณหภูมิพื้นฐานเท่ากับ 18 องศาเซลเซียส (หมัยพร, 2537) สำหรับอุณหภูมิต่ำสุดที่ไม้ผลแต่ละชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ย่อมแตกต่างกัน

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

ในการทดลองเพื่อหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ดอในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่โดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสมเพื่อใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยว พบว่า

1. ลำไยที่มีการชักนำให้ออกดอกในช่วงปลายเดือนกรกฎาคม และเก็บเกี่ยวผลิตผลในช่วงเดือน ธันวาคม – มกราคมซึ่งตรงกับช่วงเทศกาลวันตรุษจีน มีระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับเก็บเกี่ยวประมาณ 169 - 176 วันหลังดอกบาน มีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 2,313-2,397 GDD โดยลำไยที่เก็บเกี่ยวในระยะดังกล่าวมีน้ำหนักผลอยู่ประมาณ 9 -10 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลางผล 26 - 27 มิลลิเมตร มีเนื้อผลลำไยประมาณ 60% ของน้ำหนักผล และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 15 – 19 %บริกซ์
2. ลำไยที่มีการชักนำให้ออกดอกในช่วงปลายเดือนสิงหาคม และเก็บเกี่ยวผลิตผลได้ในช่วงเดือน มกราคม-กุมภาพันธ์ ซึ่งตรงกับช่วงเทศกาลวันเซ็งเม้ง มีระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับเก็บเกี่ยวประมาณ 158 - 169 วันหลังดอกบาน มีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 2,014 – 2,217 GDD โดยลำไยที่เก็บเกี่ยวในระยะดังกล่าวจะมีน้ำหนักผล 8 - 10 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลางผล 25 – 27 มิลลิเมตร มีเนื้อผลลำไยประมาณ 60% ของน้ำหนักผล และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 18 - 20 % บริกซ์
3. อุณหภูมิพื้นฐานสำหรับการเจริญเติบโต (Baseline temperature) ของลำไยที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้คืออุณหภูมิ 10.76 องศาเซลเซียส

ข้อเสนอแนะ

การใช้ปริมาณความร้อนสะสม (Heat sum) เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวควรจะมีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบหลายๆฤดูกาลเพื่อให้ได้ค่าปริมาณความร้อนสะสมที่นิ่งและน่าเชื่อถือ และควรมีการทดสอบย้อนกลับ โดยเก็บเกี่ยวลำไยโดยใช้ปริมาณความร้อนสะสม นอกจากนี้ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมกับลำไยพันธุ์อื่นๆ ด้วย

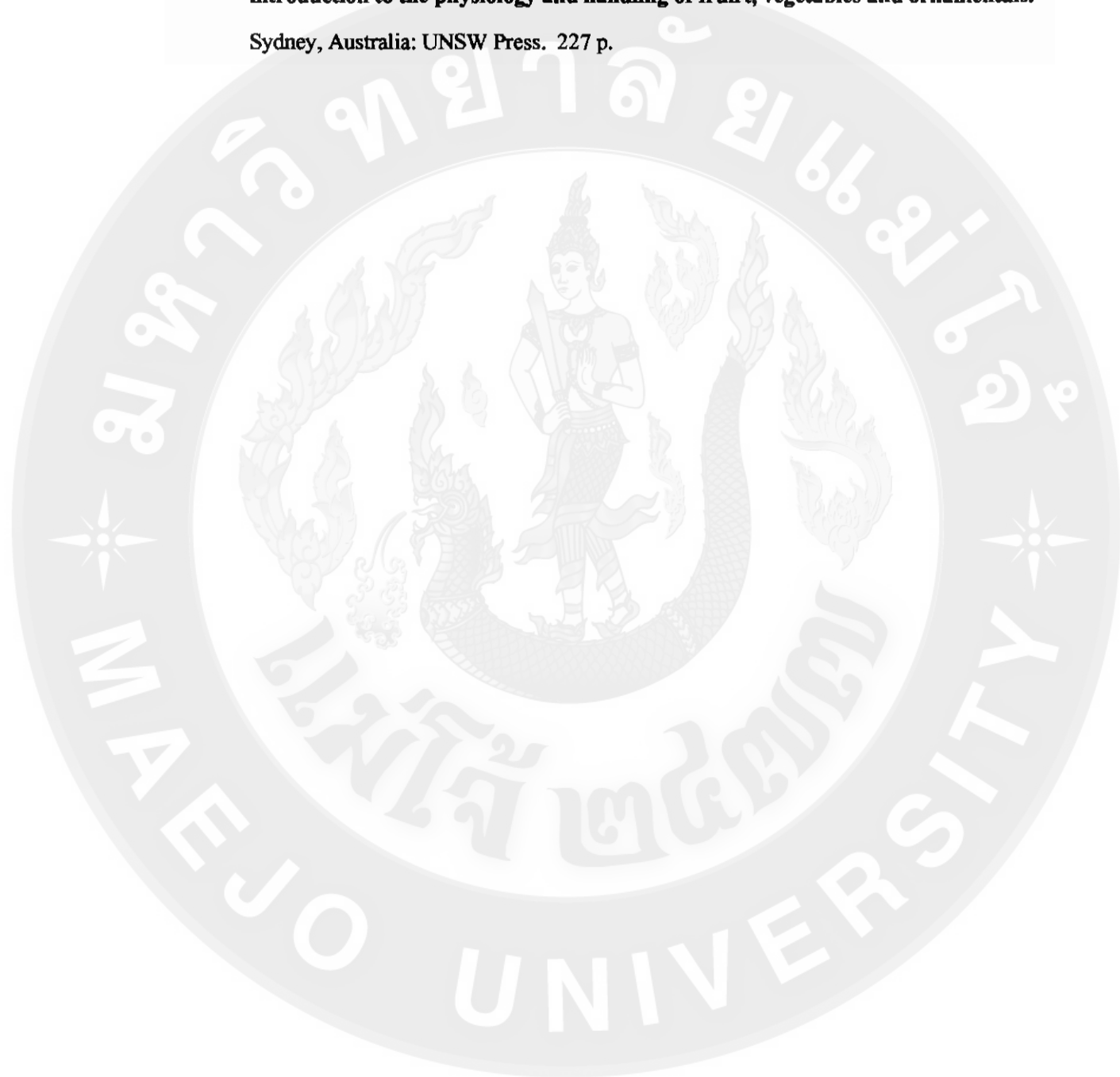
บรรณานุกรม

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2546. ลำไย Longans. กรุงเทพฯ: สำนักงาน. 13 น.
- จรัสแท้ ศิริพานิช. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 6 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 396 น.
- จรัสตัน นามประดิษฐ์. 2544. การเจริญเติบโต คำนวณการเก็บเกี่ยว และการเปลี่ยนแปลงการเก็บเกี่ยวของผลกระท่อนพันธุ์ฝ้ายภายใต้สภาพการห่อผลและไม้ห่อผล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. 117 น.
- จิรนนท์ เสนานาญ. 2551. การตอบสนองของลำไยพันธุ์อีดอต่อการจัดการทรงต้นและการจัดการปุ๋ย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 179 น.
- จุลจิรา การสมวาสน์. 2545. ผลของระยะความแก่และอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงมหาชนก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 164 น.
- จันทน์ ศรีจันทร์. 2549. การศึกษาการจัดการทรงต้น 4 แบบ ต่อการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ การออกดอก และคุณภาพผลผลิตของลำไยพันธุ์อีดอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 64 น.
- ชัยพร เจตตกร. 2537. ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนสะสมและความบริสุทธิ์ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. 80 น.
- ดาวเรือง ศรีกอก. 2530. คำนวณการเก็บเกี่ยวและการเก็บผลลำไยพันธุ์อีดอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 98 น.
- คณั นุณยเกียรติ และ นิธิยา รัตนปนนท์. 2535. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 171 น.
- ทวิชชัย ชินวงศ์. 2541. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตสดทางพืชสวน. สุรินทร์: สถาบันราชภัฏสุรินทร์. 324 น.
- ธีรนุช เจริญกิจ และ พาวิน มะโนชัย. 2548. การเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว. น. 47-50. ใน พาวิน มะโนชัย วรินทร์ สุทนต์, ยุทธนา เขาสุเมธ และ พิชัย สมบูรณ์วงศ์ (บรรณาธิการ). ลำไยคุณภาพ วันแม่โจ้: ศาสตราจารย์ลำไย. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ทวีศักดิ์ สงวนเรือง. ผู้จัดการ บริษัท พรวิโสภณ จำกัด. 2554. สัมภาษณ์. 22 มิถุนายน.

- นิธิยา รัตนานนท์ และ คณัย บุญเกียรติ. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 248 น.
- บุญชาติ คติวัฒน์. 2551. ผลของสารโพแทสเซียมกลอเบตต่อการออกดอกและติดผลของลำไยพันธุ์คือในรอบปี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 90 น.
- บุญชนะ วงศ์ชนะ และ มนตรี อิศรไกรศรี. 2551. การเติบโตและพัฒนาของผลลำไยพันธุ์คือในภาคใต้. น. 86. ใน บทคัดย่อ การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 7 พืชสวนไทยได้รับพระบรมราชโองการ. 26-30 มิถุนายน 2551 ณ โรงแรม อมรินทร์ลาгуน อ.เมือง จ.พิษณุโลก. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- บรรณราตี โพธิ์พฤษ. 2546. อุณหภูมิที่ทำให้ลำไยหยุดการเจริญเติบโต หน่วยความร้อนสะสมระหว่างการเจริญเติบโตของผลลำไยและผลของการวางเมล็ดในวัสดุเพาะและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดต่อการงอกของเมล็ดลำไย. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 34 น.
- เปรมปรี ฅ สงขลา. 2549. การลงทุนทำสวนชมพู่อย่างมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: เลกการเกษตร. 162 น.
- พาวิน มะโนชัย, จิรนนท์ เสนานาญ และ ชาตรี สิทธิกุล. 2550. การผลิตลำไยนอกฤดู. เชียงใหม่: ยูเนียนออฟเซต. 34 น.
- พาวิน มะโนชัย, ยุทธนา เขาสุเมธ, จิตติ ศรีคนทิพย์ และ สันติ ขำเงรา. 2547. เทคโนโลยีการผลิตลำไย. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์. 126 น.
- พิทยา สรวมศิริ และ พาวิน มะโนชัย. 2545. การผลิตลำไยนอกฤดูอย่างมืออาชีพ. น. 47-51. ใน เอกสารโครงการฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี. เชียงใหม่: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- พัชรินทร์ ปิ่นแสงแก้ว. 2544. กรรมวิธีหลังการเก็บเกี่ยวบนผลลำไยเพื่อทดแทนการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์. เชียงใหม่: ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 50 น.
- มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว. สารความรู้ลำไย. ม.ป.ป. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัย. 139 น.
- มาโนช ไชยสุวรรณ. ผู้จัดการ มาโนชการค้า. 2554. สัมภาษณ์. 22 มิถุนายน.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้ และ สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6. 2550. รายงานผล การสำรวจและแนวทางการจัดวางแผนการผลิตลำไยนอกฤดูของจังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 73 น. (เอกสารอัดสำเนา).
- สัมฤทธิ์ เพ็ญจันทร์. 2537. สรรพวิทยาไม้ผล. ขอนแก่น: ศรีภักษ์ออฟเซต. 437 น.

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. พื้นที่ปลูกลำไยทั่วประเทศ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www2.oae.go.th/statistic/yearbook54/fruits/04_longan53.xls. (19 เมษายน 2554).
- สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. นครปฐม: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติสำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 322 น.
- ตั้งคม เตชะวงศ์เสถียร. 2536. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. ขอนแก่น: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 67 น.
- สมชาติ ไหมชู. 2550. ผลของการห่อหุ้มผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์ค้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 175 น.
- อังศุมาริน มิ่งเมือง, มงคล แซ่หลิม และ สายัณห์ สดุดี. 2546. การหาดัชนีการเก็บเกี่ยวขององุ่นโดยวิธีการคำนวณค่าหน่วยความร้อนสะสม. วารสารแก่นเกษตร 31(1): 1-8.
- Brown, D.M. 1960. Soybean ecology. I development-temperature relationship from controlled environment studied. *Argon. J.* 52:493-496.
- 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. Queensland, Australia: RIRDC Publication. 98 p.
- Katz, Y.H. 1952. The relationship between heat unit accumulation and the planting and harvesting of canning peas. *Agron J.* 44:74-78.
- Mosqueda, V.R., Vazquez and Ireta, O.A. 1993. Degree-days and base temperatures require for inflorescence and fruit development in mango "manila". *Acta Horticulturae* 341:232-239.
- Thompson, A.K. 1996. **Postharvest Technology of Fruits and Vegetables**. Oxford: Blackwell science. 410 p.
- Ueda, M., K. Sasak, N. Utsumomiya and Y. Shimabayashi. 2001. Change in properties during maturation and ripening of chiin Hwang No.1 mango fruits cultivated in a plastic greenhouse. *Food Sci.Technol.Res.* 7 (3):207-213.
- Wilson, L.T. and W.W. Barnett. 1983. Degree-day: an aid in crop and pest management. *California Agriculture* 37:4-7.

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





ภาคผนวก



ตารางผนวก 1 การตั้งค่าความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มแสงแต่ละชั่วโมงใน Growth Chamber

เวลา	ความชื้นสัมพัทธ์(%)	ความเข้มแสง ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
00.00 น.	75	0
01.00 น.	75	0
02.00 น.	75	0
03.00 น.	74	0
04.00 น.	73	0
05.00 น.	70	195
06.00 น.	70	325
07.00 น.	69	494
08.00 น.	68	806
09.00 น.	66	1,027
10.00 น.	65	1,170
11.00 น.	65	1,300
12.00 น.	65	1,300
13.00 น.	65	1,300
14.00 น.	68	1,183
15.00 น.	70	1,131
16.00 น.	71	1,105
17.00 น.	72	988
18.00 น.	73	858
19.00 น.	75	325
20.00 น.	75	0
21.00 น.	75	0
22.00 น.	75	0
23.00 น.	75	0

ตารางผนวก 2 มาตรฐานคุณภาพผลผลิตลำไยจากหน่วยงานและแหล่งรับซื้อลำไย

ลักษณะ	มกอช.			บริษัท พรทวีโสภณ จำกัด/มาโนชการค้า	
	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	≥ 27
	2	> 27 - 28		A	> 25 – 26
	3	> 26 - 27		B	> 22 - 25
	4	> 25 - 26		ตกเกรด	< 22
	5	> 24- 25			
	6	22 - 24			

ตารางผนวก 3 มาตรฐานคุณภาพลำไยจากเอกสารอ้างอิง (ช่วงที่ตรงกับงานทดลอง)

แหล่งที่มา	ช่วงเก็บ เกี่ยว	น้ำหนักผล (กรัม)	เส้นผ่าศูนย์กลางผล (มม.)	ขนาดเนื้อ (มม.)	น้ำหนักเนื้อ (กรัม)	TSS (°Brix)	*L	a*	b*
บุญชาติ, 2551	ม.ค.	8.11	25.75	-	-	20.84	41.69	10.31	32.11
จิรนนท์, 2551	ธ.ค.	9-10	25.98 – 27.32	4.68 – 5.24	5.43 – 6.03	20 - 21	40.91 – 42.43	11.32 - 12.47	29.79 - 32.08
จำนงค์, 2546	ม.ค.	6.92 – 9.87	19.2 - 20.54	4.11 - 5.32	4.53 - 6.98	22.66 - 23.63	-	-	-
บุญชนะ, 2551	ก.พ.	9.79	-	-	-	21.79	-	-	-

ตารางผนวก 4 ระยะเวลาตั้งแต่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตของลำไย 2 ช่วงการผลิต

ภาค	วันที่																			
สาร	0	51	64	65	90	78	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233
มิ.ย.51	ภาคสาร	คอกบาน		ติดผล																
ก.ค.51	ภาคสาร		คอกบาน		ติดผล															





ภาพผนวก 1 ผลลำไยอายุ 144 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลคลอโรฟิลล์เดือนมิถุนายน 2551



ภาพผนวก 2 ผลลำไยอายุ 148 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลคลอโรฟิลล์เดือนมิถุนายน 2551



ภาพผนวก 3 ผลลำไยอายุ 151 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โฟแทสเซียมคลอเรตเดือนมิถุนายน 2551



ภาพผนวก 4 ผลลำไยอายุ 155 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โฟแทสเซียมคลอเรตเดือนมิถุนายน 2551



ภาพผนวก 5 ผลลำไยอายุ 158 วันหลังดอกบานที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์เดือนมิถุนายน 2551



ภาพผนวก 6 ผลลำไยอายุ 162 วันหลังดอกบานที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์เดือนมิถุนายน 2551



ภาพผนวก 7 ผลลำไยอายุ 165 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โปแตสเซียมคลอไรด์เดือนมิถุนายน 2551



ภาพผนวก 8 ผลลำไยอายุ 169 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โปแตสเซียมคลอไรด์เดือนมิถุนายน 2551



ภาพผนวก 9 ผลลำไยอายุ 172 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โปแตสเซียมคลอไรด์เดือนมิถุนายน 2551



ภาพผนวก 10 ผลลำไยอายุ 176 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โปแตสเซียมคลอไรด์เดือนมิถุนายน 2551



ภาพผนวก 11 ผลลำไยอายุ 144 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลคลอโรเรตเดือนกรกฎาคม 2551



ภาพผนวก 12 ผลลำไยอายุ 148 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลคลอโรเรตเดือนกรกฎาคม 2551



ภาพผนวก 13 ผลลำไยอายุ 151 วันหลังดอกบานที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์เดือนกรกฎาคม 2551



ภาพผนวก 14 ผลลำไยอายุ 155 วันหลังดอกบานที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์เดือนกรกฎาคม 2551



ภาพผนวก 15 ผลลำไยอายุ 158 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลคลอโรเรตเดือนกรกฎาคม 2551



ภาพผนวก 16 ผลลำไยอายุ 169 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลคลอโรเรตเดือนกรกฎาคม 2551



ภาพผนวก 17 ผลลำไยอายุ 172 วันหลังดอกบานที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์เดือนกรกฎาคม 2551



ภาพผนวก 18 ผลลำไยอายุ 176 วันหลังดอกบานที่ให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์เดือนกรกฎาคม 2551



ภาพผนวก 19 ผลลำไยอายุ 179 วันหลังดอกบานที่ให้สาร โพลีฟีนอลและฟลาโวนอยด์เดือนกรกฎาคม 2551



ภาคผนวก ก

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายทรงศักดิ์ ธรรมจำรัส
เกิดเมื่อ	7 พฤศจิกายน 2524
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2543 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนชะอำคุณหญิงเนื่องบุรี จังหวัดเพชรบุรี
	พ.ศ. 2547 ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต พืชศาสตร์ (ไม้ผล) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2549 หัวหน้างานส่งเสริมชาวไร่ บริษัท อาหารสยาม จำกัด (มหาชน)
	พ.ศ. 2550 ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการการพัฒนาชุดเทคโนโลยีการผลิตลำไยนอกฤดู
	พ.ศ. 2553 นักวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้