ผลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์ดอ

สมชาติ ใหมชู

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2550

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน

ชื่อเรื่อง

ผลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์ดอ

โดย

สมชาติ ใหมชู

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ)

วันที่ 16 เดือน พ.ย. พ.ศ. 2550

กรรมการที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา รตนะมโน)

วันที่ 16 เดือน พ.ย. พ.ศ. 2550

กรรมการที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พาวิน มะโนชัย)

วันที่ 19 เดือน พ.ย. พ.ศ. 2550

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ โนรี)

วันที่ 19 เดือน พ.ย. พ.ศ. 50

สำนักงานบัณฑิตศึกษารับรองแล้ว .....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)

ประธานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา

วันที่ 28 เดือน พ.ย. พ.ศ. 2550

ชื่อเรื่อง ผลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์ดอ
ชื่อผู้เขียน นายสมชาติ ใหมชู
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์ดอ ได้แบ่งออกเป็น 2 การทดลองย่อย คือ ศึกษาพัฒนาการของผลลำไยระหว่างติดผลจนถึงระยะเลยเก็บเกี่ยว และการศึกษาอิทธิพลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมี ทำการศึกษาโดยใช้ต้นลำไยอายุ 6 ปี จำนวน 6 ต้น จากสวนอุทยานเกษตรและฟาร์มมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ทั้งสองการทดลองเก็บข้อมูลศึกษาเปรียบเทียบลำไยที่ติดผล 3 ฤดูการผลิต คือ ก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู โดยการสุ่มเก็บผลลำไยมาศึกษาพัฒนาการของผล และองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไย ตั้งแต่ระยะหลังติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ ถึงเลยระยะเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ส่วนการห่อผลลำไยจะทำเมื่อผลมีอายุประมาณ 8 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว ผลการทดลองพบว่า ลำไยในทุกฤดูการผลิต มีการเติบโตแบบ single sigmoid curve โดยในช่วงแรกของการเติบโต(สัปดาห์ที่ 3-10) เป็นการเจริญเติบโตของเปลือกเป็นส่วนใหญ่ มีน้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 0.21-0.90 กรัม ในขณะที่เมล็ดเติบโตช้า ส่วนเนื้อผลเริ่มสร้างเมื่อผลมีอายุประมาณสัปดาห์ที่ 5-7 ในระยะที่สอง(สัปดาห์ที่ 10-19) โดยเฉพาะการพัฒนาของเนื้อผลและเมล็ดจะเจริญอย่างรวดเร็ว โดยมีน้ำหนักผลในระยะนี้ประมาณ 1.39-10.31 กรัม ส่วนพัฒนาการในระยะที่สาม(สัปดาห์ที่ 18-21 เป็นต้นไป) การเจริญของเนื้อและเมล็ดจะคงที่ ทำให้ผลเติบโตช้าลง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าสูงสุดเมื่อผลมีอายุประมาณ 18-21 สัปดาห์หลังติดผล ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว โดยในระยะเก็บเกี่ยวมีน้ำหนักผลประมาณ 11.11 กรัม การเจริญเติบโตของลำไยนอกฤดูจะมีพัฒนาการของผลและระยะเก็บเกี่ยวที่เร็วกว่าในฤดูกาลอื่นๆ ส่วนการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผล พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด แอนโทไซยานินทั้งหมด เบตา-แคโรทีน และสารประกอบฟีนอลทั้งหมด มีค่าลดลงเมื่อผลเข้าสู่ระยะสุกแก่

ส่วนการศึกษาอิทธิพลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู พบว่า การห่อผลทำให้สีผิวของเปลือกผลลำไยเป็นสีเหลืองทอง หรือสีเหลืองอมเขียวกว่าผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ โดยการห่อผลลำไยในแต่ละฤดูสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนสีผิวเปลือกภายในสัปดาห์ที่ 7 ของการห่อผล ปริมาณคลอโรฟิลล์ เบตา-แคโรทีน แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอล มีปริมาณลดลงตามระยะพัฒนาการของผลลำไย แต่การห่อผลไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณของสารประกอบทางเคมีดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบว่า การห่อผลไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักผล แต่การห่อผลลำไยช่วงในฤดูทำให้มีขนาดความยาวของผลมากกว่าการไม่ห่อผล ขณะที่การห่อผลในช่วงนอกฤดู ทำให้ขนาดความสูงของผลน้อยกว่าการไม่ห่อผล ส่วนการห่อผลช่วงก่อนฤดูไม่มีอิทธิพลต่อขนาดผล การห่อผลช่วงในฤดูและช่วงนอกฤดู ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ ในขณะที่การห่อผลช่วงก่อนฤดู ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Title Effects of Bagging on Chemical Compositions and Color Pigments of Fresh Longan (*Dimocarpus longan* Lour.) cv. 'Daw'

Author Mr. Somchad Maichoo

Degree of Master of Science in Horticulture

Advisory Committee Chairperson Assistant Professor Dr. Theeranuch Jaroenkit

ABSTRACT

The study on the effects of bagging on chemical compositions and color pigments of fresh longan (*Dimocarpus longan* Lour.) cv. 'Daw', was conducted into two separate experiments: study of longan fruit development between fruit setting and harvesting; and, study of the effects of bagging on the chemical compositions and color pigments of fresh longan. Using a total of six-year-old longan trees in the University Park and Farm of Maejo University (Chiang Mai province), both experiments randomly collected comparative data from longan trees that gave fruits for three successive production periods (pre-season, season and post-season) to study fruit development, chemical compositions and color pigments of fresh longan. Data collection was started from two weeks after fruit setting to two weeks after harvesting while fruit bagging was done when fruits were eight weeks old prior to harvesting. Results of the study showed that all fruits measured in all production periods, were found to have grown in a single sigmoid curve pattern. The first phase of growth of the fruit (3 to 10-week old) was considered mainly the growth of the fruit rind with average weight of 0.21-0.90 g while seed growth was observed to be rather slow. On the other hand, fruits began to produce meat at 5-7 weeks after setting. During the second phase (10 to 19-week old), development of fruit meat and seeds was particularly fast. At this stage, weight of fruit ranged from 1.39-10.31 g. Growth during the third phase (from 18 to 21-week old and over), showed no change in development of fruit and seed causing fruit growth to slightly decrease. Total soluble solid was highest when longan fruit was about 18-21 weeks after fruit setting, this growth stage being considered the most suitable period for harvesting as average fruit weight was about 11.11 g. Fruit development and harvesting duration during off-season was much faster than compared to any other season. Meanwhile, changes in chemical

compositions and color pigments of fresh longan showed that the amount of chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, total anthocyanin, beta-carotene and total phenolic amount, decreased when fruit began to mature.

In the second experiment, the study of the effect of bagging on chemical compositions and color pigments of fresh longan cv. 'Daw' produced during pre-season, on-season and off-season periods, indicated that bagging caused the surface of fruit rind to be more yellowish-green or golden-yellow than fruits which were not bagged Bagging of fruits in each period led to changes in the surface color of fruit rind during the 7^{th} week. The amount of chlorophyll, beta-carotene, anthocyanin and phenolic components were found to decrease based on the development period of the fruit. However, bagging of fruits did not show any effect on the chemical compositions and color pigments including fruit weight. Instead, bagging of fruits during on-season caused fruits to be much bigger and longer than fruits which were not bagged. Meanwhile, bagging of fruits during off season caused fruits to be smaller and shorter than fruits which were not bagged. In addition, bagging of fruits during pre-season did not affect fruit size at all. On the other hand, bagging of fruits during on-season and off-season periods caused much lesser total soluble solid than in fruits which were not bagged, while bagging of fruits during pre-season caused non significant in the amount of total soluble based on statistical analysis.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองตลอดจนตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา รตนะมโน ผู้ช่วยศาสตราจารย์พาวิน มะโนชัย กรรมการที่ปรึกษา และรองศาสตราจารย์ ดร.ดนัย บุณยเกียรติ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร สวนอุทยานและฟาร์มมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ความอนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกในการศึกษาวิจัยตลอดจนการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดการทดลอง

ขอขอบคุณ เพื่อน พี่ และน้องๆ ภาควิชาพืชสวน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจในระหว่างที่ศึกษา และทำการทดลองมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ พ่อจบ แม่ผ่อน ใหมชู และทุกๆ คนในครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนคอยดูแลให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

นายสมชาติ ใหมชู

พฤศจิกายน 2550

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(4)
ABSTRACT	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(8)
สารบัญ	(9)
สารบัญตาราง	(11)
สารบัญภาพ	(14)
สารบัญตารางภาคผนวก	(17)
สารบัญภาพภาคผนวก	(21)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	2
วัตถุประสงค์	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตงานวิจัย	3
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	4
ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจายของลำไย	4
แหล่งที่ปลูกลำไย	4
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของลำไย	5
พัฒนาการของผล	7
รูปแบบการเติบโตของผลลำไย	8
การห่อผล	10
องค์ประกอบของสารสี และสารประกอบฟีนอลในผักและผลไม้	12
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	37
สถานที่ดำเนินงานทดลอง	37
วัสดุและอุปกรณ์	37
วิธีการทดลอง	39
การเตรียมพืชทดลอง	39

การดำเนินการทดลอง 39
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 48
ผลการทดลอง 48
วิจารณ์ผลการทดลอง 112
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 117
สรุปผลการทดลอง 117
ข้อเสนอแนะ 118
บรรณานุกรม 119
ภาคผนวก 126
ภาคผนวก ก ตารางภาคผนวก 127
ภาคผนวก ข ภาพภาคผนวก 157
ภาพผนวก ค ประวัติผู้วิจัย 174

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	พื้นที่เพาะปลูก และผลผลิตของลำไยในประเทศทั้งหมด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537-2548	5
2	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในผลไม้บางชนิด	15
3	ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในผลไม้บางชนิด	20
4	ตัวอย่างสารประกอบฟลาโวนอยด์หลักที่พบมากในพืช	20
5	ปริมาณเบตา-แคโรทีน (β-carotene) ทั้งหมดในผลไม้บางชนิด	28
6	แสดงระยะเวลาในการเตรียมต้น และเก็บตัวอย่างของลำไยแต่ละฤดูของการผลิต	40
7	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผลเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบน-มาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) น้ำหนักผลลำไย (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	52
8	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ย (Mean Deviation,M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (เฉลี่ย 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	53
9	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเปลือกเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) น้ำหนักสดของเปลือกผล (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	55
10	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเมล็ดเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) น้ำหนักสดของเมล็ด (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	58
11	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเนื้อเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) น้ำหนักสดของเนื้อ (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	61
12	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเปลือกเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) น้ำหนักแห้งของเปลือก (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	64

13	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเมล็ดเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) น้ำหนักแห้งของเมล็ด (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	67
14	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเนื้อเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) น้ำหนักแห้งของเนื้อ (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	70
15	การเปลี่ยนแปลงขนาดความกว้างของผลเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ขนาดความกว้างของผล (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	73
16	การเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวของผลเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ขนาดความยาวของผล (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	76
17	การเปลี่ยนแปลงขนาดความสูงของผลเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ขนาดความสูงของผล (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	79
18	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	84
19	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	86
20	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	90
21	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดเฉลี่ย ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	94
22	การเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-คาโรทีนเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ปริมาณเบตา-คาโรทีน ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	98

23	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดเฉลี่ย ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	102
24	การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือก และขนาดผลลำไยในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อของลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	105
25	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผลลำไยในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ของลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	108
26	การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลลำไยในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ของลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	111

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	โครงสร้างของคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี	13
2	ส่วนหาง phytol และการเข้าเชื่อมต่อ chlorophyllide a	14
3	แสดงกระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี	16
4	ขั้นตอนการสลายคลอโรฟิลล์ในพืช	17
5	flavan nucleus ที่เป็นหน่วยพื้นฐานของแอนโทไซยานิน	19
6	ขั้นตอนการสังเคราะห์แอนโทไซยานินชนิดต่างๆ	22
7	การสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ โดยเริ่มต้นจากโมเลกุลของ IPP และ DMAPP จนได้ phytoene	29
8	ก: แสดงขั้นตอนการ desaturation จาก Phytoene ในพืชชั้นสูง (A) และในแบคทีเรีย (B) และ ข: แสดงการขมวดตัวเป็นวงแหวนที่ปลายของโมเลกุลไลโคปีน ได้เป็นโมเลกุลชนิดต่างๆ ยกเว้น ε- carotene	31
9	การสร้างแซนโทฟิลล์ชนิดต่างๆ จาก β-carotene และการตัดโมเลกุลของแคโรทีนอยด์ได้เป็น xanthoxin	32
10	ขั้นตอนการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลและการเกิดสีน้ำตาล	35
11	แสดงลักษณะการห่อช่อผลลำไย	41
12	แสดงลักษณะการห่อช่อผลลำไยทั้งต้น	42
13	แสดงลักษณะผลลำไยที่อยู่ในทรงพุ่ม	42
14	แผนผังการสกัด และวัดปริมาณสารสีคลอโรฟิลล์ โดยใช้ DMSO method	43
15	แผนผังการสกัดและวัดปริมาณเบตา-แคโรทีน โดยใช้ estimation using acetone-hexane solvent method	44
16	แผนผังการสกัดและวัดปริมาณสารประกอบฟีนอล	45
17	แผนผังการสกัดและวัดปริมาณแอนโทไซยานิน โดยใช้ estimation of total anthocyanin method	46
18	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล และการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	51

19	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเปลือก ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	54
20	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเมล็ด ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	57
21	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเนื้อ ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	60
22	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเปลือก ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	63
23	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเมล็ด ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	66
24	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเนื้อ ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	69
25	การเปลี่ยนแปลงขนาดความกว้างของผล ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	72
26	การเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวของผล ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	75
27	การเปลี่ยนแปลงขนาดความสูงของผล ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	78
28	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	83

29	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	85
30	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	89
31	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานิน ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	93
32	การเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-แคโรทีน ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	97
33	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วง ก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	101

สารบัญตารางภาคผนวก

ตาราง		หน้า
1	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	128
2	น้ำหนักสดของเปลือกเฉลี่ย (กรัม) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	129
3	น้ำหนักสดของเมล็ดเฉลี่ย (กรัม) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	130
4	น้ำหนักสดของเนื้อเฉลี่ย (กรัม) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	131
5	การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดของเปลือก, เมล็ด และเนื้อเฉลี่ย (กรัม) ของผลลำไยตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	132
6	น้ำหนักแห้งของเปลือกเฉลี่ย (กรัม) ในผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	133
7	น้ำหนักแห้งของเมล็ดเฉลี่ย (กรัม) ในผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	134
8	น้ำหนักแห้งของเนื้อเฉลี่ย (กรัม) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	135
9	การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักแห้งของเปลือก, เมล็ด และเนื้อเฉลี่ย (กรัม) ของผลลำไยตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	136

10	ขนาดความกว้างผลเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	137
11	ขนาดความยาวผลเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	138
12	ขนาดความสูงผลเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	139
13	การเปรียบเทียบการเติบโตทางด้านขนาดผล(ความกว้าง, ความยาว และความสูง) เฉลี่ย(มิลลิเมตร) ของผลลำไยตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	140
14	ค่า L^* เฉลี่ยของสีเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	141
15	ค่า a^* เฉลี่ยของสีเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	142
16	ค่า b^* เฉลี่ยของสีเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	143
17	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด) ในเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	144
18	ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด) ในเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	145
19	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด) ในเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	146

20	ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด) ในเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	147
21	ปริมาณเบตา-คาโรทีนเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด)ในเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	148
22	ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ในเปลือกผลที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	149
23	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ย (% ของน้ำตาล) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู	150
24	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า L^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู	151
25	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า a^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู	151
26	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักสดของเปลือกเฉลี่ย ที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู	151
27	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักสดของเนื้อเฉลี่ยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู	151
28	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังห่อ ในลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู	152
29	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเนื้อผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังห่อ ในลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู	152
30	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า L^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลในฤดู	152

31	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า a^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลในฤดู	153
32	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ขนาดความยาวเฉลี่ยของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลในฤดู	153
33	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักสดของเนื้อเฉลี่ยของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลในฤดู	153
34	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเนื้อผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังห่อ ในลำไยที่ติดผลในฤดู	154
35	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยของผลลำไย ที่ไม่ห่อผลและห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อในลำไยที่ติดผลในฤดู	154
36	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ปริมาณเบตา-แคโรทีนเฉลี่ยในเปลือกผลลำไย ที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อในลำไยที่ติดผลในฤดู	154
37	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า L^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงนอกฤดู	155
38	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า a^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงนอกฤดู	155
39	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า b^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงนอกฤดู	155
40	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า b^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงนอกฤดู	156
41	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักสดของเปลือกเฉลี่ยในผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงนอกฤดู	156
42	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยในผลลำไย ที่ไม่ห่อผลและห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อในลำไยที่ติดผลช่วงนอกฤดู	156

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพ		หน้า
1	ปริมาณน้ำฝนในช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	158
2	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)	159
3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 436 นาโนเมตรกับปริมาณเบตา-แคโรทีนมาตรฐาน	160
4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตรกับปริมาณสารประกอบฟีนอลมาตรฐาน	160
5	กราฟการดูดกลืนแสงปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไย (ที่ระยะสุกแก่) ที่สกัดโดย estimation using acetone-hexane solvent method ที่ความยาวคลื่น 190-550 นาโนเมตร (nm)	161
6	กราฟการดูดกลืนแสงปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลลำไย (ที่ระยะสุกแก่) ที่สกัดโดย estimation of total anthocyanin method ที่ความยาวคลื่น 190-650 นาโนเมตร (nm)	162
7	กราฟการดูดกลืนแสงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลำไย (ที่ระยะสุกแก่) ที่สกัดโดยวิธี Ketsa and Atantee (1998) ที่ความยาวคลื่น 190-850 นาโนเมตร (nm)	163
8	ผลลำไยในระยะ 3 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	164
9	ผลลำไยในระยะ 4 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	164
10	ผลลำไยในระยะ 5 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	165
11	ผลลำไยในระยะ 6 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	165
12	ผลลำไยในระยะ 7 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	166
13	ผลลำไยในระยะ 8 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	166
14	ผลลำไยในระยะ 9 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	167
15	ผลลำไยในระยะ 10 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	167
16	ผลลำไยในระยะ 11 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	168
17	ผลลำไยในระยะ 12 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	168
18	ผลลำไยในระยะ 13 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	169
19	ผลลำไยในระยะ 14 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	169

20	ผลลำไยในระยะ 15 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	170
21	ผลลำไยในระยะ 16 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	170
22	ผลลำไยในระยะ 17 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	171
23	ผลลำไยในระยะ 18 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	171
24	ผลลำไยในระยะ 19 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	172
25	ผลลำไยในระยะ 20 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู	172
26	ช่อผลลำไยที่ไม่ห่อผล และได้รับการห่อผลในช่วงระยะเก็บเกี่ยว	173
27	ช่อผลลำไยที่ไม่ห่อผล และได้รับการห่อผลในระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์	173

บทที่ 1
บทนำ

ลำไย (*Dimocarpus longan* Lour.) เป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งปลูกมากในจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน และนับตั้งแต่มีการค้นพบสารคลอเรตว่ามีคุณสมบัติสามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้โดยไม่ต้องพึ่งพาความหนาวเย็น ส่งผลให้พื้นที่ปลูกลำไยเพิ่มขึ้นทั่วทุกภาคของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2548 พบว่าลำไยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 740,851 ไร่ สามารถให้ผลผลิตประมาณ 705,534 ตัน ตามตาราง 1 (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2548) ขณะเดียวกันประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนซึ่งเป็นตลาดหลักของไทยได้มีการส่งเสริมการปลูกลำไยเพิ่มขึ้นเช่นกัน จากสถิติในปี พ.ศ. 2544 มีพื้นที่ปลูกลำไยมากกว่า 2,775,000 ไร่ หรือประมาณ 4 เท่าของพื้นที่ปลูกลำไยของประเทศไทย (พาวิน และคณะ, 2547) นอกจากนี้แล้วประเทศเวียดนามซึ่งเป็นคู่แข่งทางด้านการผลิตลำไย ได้มีการส่งเสริมและปรับปรุงเทคนิคการผลิตลำไยอยู่ตลอดเวลา ส่งผลทำให้เกิดการแข่งขันสูง และยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ หากเกษตรกรไม่มีการปรับตัวและปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตลำไยอาจเสี่ยงต่อสภาวการณ์ขาดทุนและไม่สามารถยึดการทำสวนลำไยเป็นอาชีพได้

ในปัจจุบันการผลิตลำไยมีปัญหาในเรื่องของการผลิตลำไยให้มีคุณภาพ และต้นทุนต่ำ ลำไยที่มีคุณภาพและมีคุณค่าทางการตลาดนั้น ต้องมีลักษณะขนาดผลใหญ่ (มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 3 เซนติเมตร) ขนาดผลสม่ำเสมอ ผิวเปลือกผลมีสีเหลืองทอง หรือ สีเหลืองอมเขียว เนื้อหนา ไม่แฉะน้ำ สำหรับการทดลองในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาผลของการห่อผลเพื่อปรับปรุงคุณภาพสีผิวของเปลือกผลลำไย โดยได้มีการตั้งข้อสังเกตว่าลำไยที่ติดผลในทรงพุ่ม (ภาพ 13) มักมีลักษณะสีผิวของผลเป็นที่ต้องการของตลาด และจากการศึกษาของธีรนุช และคณะ (2545) พบว่าการห่อผลลำไยทำให้สีผิวของผลเป็นสีเหลืองทองมากกว่าผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ แต่กระบวนการเปลี่ยนสีในช่วงระหว่าง การห่อผลดังกล่าวนี้จะเป็นเช่นไรนั้นยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด และในปัจจุบันยังไม่พบรายงานการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารสีในเปลือกผลลำไยเลย ดังนั้นการศึกษาผลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยจึงน่าจะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตลำไยต่อไป

ความสำคัญของปัญหา

การผลิตลำไยให้ได้คุณภาพดี และมีต้นทุนต่ำด้วย นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญ การผลิตลำไยที่มีคุณภาพและมีคุณค่าทางการตลาดนั้น สามารถจำหน่ายได้ในราคาที่สูง เกษตรกรบางส่วนสามารถผลิตลำไยให้มีผลขนาดใหญ่ได้ แต่ถ้าสีผิวของผลไม่สวยมักจำหน่ายได้ในราคาต่ำกว่าลำไยที่มีสีผิวสวย การห่อผลเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถปรับปรุงคุณภาพด้านสีผิวลำไยได้ แต่กระบวนการเปลี่ยนสีของเปลือกในช่วงระหว่างการห่อผลดังกล่าวนี้จะเป็นเช่นไรนั้นยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด ดังนั้นการศึกษาผลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยจึงน่าจะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตลำไยต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาพัฒนาการของผล และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกลำไยระหว่างที่ผลกำลังพัฒนา
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารสีและสารประกอบฟีนอลของเปลือกลำไยในระหว่างที่ทำการห่อช่อผลเปรียบเทียบกับที่ไม่ห่อช่อผล

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสารสีและสารประกอบฟีนอลของเปลือกลำไยระหว่างที่ผลกำลังพัฒนา
2. ทราบถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสารสีและสารประกอบฟีนอลของเปลือกลำไยในระหว่างที่ทำการห่อผล
3. ได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสารสีและสารประกอบฟีนอลในเปลือกผลลำไยก่อนและหลังการห่อผล

ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาพัฒนาการของผล และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกลำไย ระหว่างที่ผลกำลังพัฒนาในลำไยที่ติดผลก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารสีและสารประกอบฟีนอลของเปลือกลำไย ในระหว่างที่ทำการห่อช่อผลลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ แม่โจ้ ๒๕๗๗ สำนักหอสมุด

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจายของลำไย

ถิ่นกำเนิดของลำไยสันนิษฐานว่าอยู่ในประเทศจีนตอนใต้ มีการปลูกกันมากในมณฑลฟูเกี้ยน กวางตุ้ง ไต้หวัน และเสฉวน โดยมีศูนย์กลางที่มณฑลฟูเกี้ยน ลำไยจากประเทศจีนได้แพร่กระจายเข้าสู่ อินเดีย ศรีลังกา พม่า ฟิลิปปินส์ ประเทศในแถบยุโรป มลรัฐฮาวาย มลรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา คิวบา หมู่เกาะอินเดียตะวันตก และเกาะมาดากัสกา สำหรับในประเทศไทยนั้นมีการพบลำไยกลางป่า จังหวัดเชียงใหม่และที่จังหวัดเชียงรายมีลำไยพื้นเมือง ซึ่งมีผลเล็ก และเรียกกันว่า ลำไยธรรมดา จนกระทั่งปี พ.ศ. 2439 มีชาวจีนผู้หนึ่งนำกิ่งตอนลำไย 5 กิ่ง จากประเทศจีนมาถวายเจ้าดารารัศมี พระชายาของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 เจ้าดารารัศมี ได้แบ่งลำไยเอาไว้ปลูกที่กรุงเทพฯ 2 กิ่ง ส่วนอีก 3 กิ่ง ได้มอบให้เจ้าน้อยตั๋น ณ เชียงใหม่ ผู้เป็นน้องชายเอาไปปลูกที่เชียงใหม่ ณ บ้านน้ำโท้ง ตำบลสบแม่ขา อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ต่อมาได้แพร่กระจายพันธุ์ไปยังจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดใกล้เคียง โดยเฉพาะจังหวัดลำพูน เนื่องจากอดีตการขยายพันธุ์ลำไยทำได้โดยการเพาะเมล็ด จึงทำให้เกิดการกลายพันธุ์และได้พันธุ์ที่ดีขึ้น (พาวิน และคณะ, 2547)

แหล่งที่ปลูก

แหล่งผลิตลำไยที่สำคัญในประเทศไทยคือ จังหวัดที่อยู่ในเขตภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย ลำปาง แพร่ น่าน และพะเยา นอกจากนี้ยังมีการปลูกลำไยในภาคตะวันออก เช่น อำเภอสอยดาว และอำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ภาคกลาง เช่น จังหวัดสมุทรสาคร และจังหวัดสมุทรสงคราม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดเลย จังหวัดหนองคาย และจังหวัดนครพนม ภาคใต้ เช่น จังหวัดพัทลุง จังหวัดสงขลา และจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นต้น ซึ่งนับตั้งแต่มีการค้นพบสารคลอเรตว่ามีคุณสมบัติสามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้โดยไม่ต้องพึ่งพาความหนาวเย็น มีผลทำให้พื้นที่ปลูกลำไยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมาก โดยในปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกลำไยทั้งประเทศประมาณ 740,851 ไร่ ตามตาราง 1 แต่อย่างไรก็ตาม การผลิตลำไยให้ได้คุณภาพนั้น จำเป็นต้องปลูกในพื้นที่ที่เหมาะสม (พาวิน และคณะ, 2547)

ตาราง 1 พื้นที่เพาะปลูกลำไย และผลผลิตของลำไยในประเทศทั้งหมด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537-2548

ปี (พ.ศ.)	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)			ผลผลิต	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่/ปี)
	ให้ผลแล้ว	ยังไม่ให้ผล	รวม		
2537	185,171	41,138	226,309	193,079	1,043
2538	204,823	45,282	250,105	143,597	701
2539	225,999	52,928	278,927	236,430	1,046
2540	250,065	69,426	319,491	286,084	1,144
2541	278,927	111,591	390,518	33,771	121
2542	345,281	143,764	489,045	163,899	475
2543	422,741	148,159	570,900	417,321	987
2544	480,335	151,986	632,321	250,098	521
2545	559,849	152,492	712,341	420,333	751
2546	619,430	-	-	369,323	596
2547	680,294	-	-	597,272	878
2548	740,851	-	-	705,534	952

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2548)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของลำไย

ลำไย (Longan) จัดเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Sapindaceae ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์หลายชื่อ ได้แก่ *Dimocarpus longan* Lour., *Euphoria longana* Lam., *Euphoria longan* Strend. และ *Nephelium longana* Camb. จัดเป็นไม้ผลเขตกึ่งร้อน พืชร่วมตระกูลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ เงาะ ลิ้นจี่ (เกศิณี, 2528) และพาวิน และคณะ (2547) ได้บรรยายลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของลำไยไว้ดังนี้

ลำต้น (tree) มีขนาดปานกลางถึงขนาดใหญ่ ถ้าเป็นต้นที่เกิดจากเมล็ดจะมีลำต้นตั้งตรง เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่มีทรงพุ่มสูงประมาณ 10-12 เมตร แต่ถ้าเป็นลำต้นที่เกิดจากกิ่งตอน และไม่ได้รับการตัดแต่งในขณะที่ต้นยังเล็ก มักมีการแตกกิ่งก้านสาขาได้ดี ลำต้นที่เกิดขึ้นไม่ค่อยเหยียดตรง มักเอนหรือโค้งงอ ลักษณะเปลือกขรุขระมีสีเทาหรือสีเทาปนน้ำตาล แตกเป็นสะเก็ด

กิ่งก้าน (branch) จะแตกออกรอบๆ ต้น ต้นที่ปลูกด้วยเมล็ดจะแตกกิ่งล่างสุด และสูงจากพื้นประมาณ 1-3 เมตร ส่วนต้นที่ปลูกจากกิ่งตอนจะแตกกิ่งล่างสุดต่ำกว่า คือ ประมาณ 0.5-1 เมตร กิ่งก้านเปราะและแตกกิ่งก้านสาขาดี

ใบ (leaves) เป็นแบบใบรวม (pinnately compound) ก้านของใบรวมยาวประมาณ 20-30 เซนติเมตร ใบย่อยมีประมาณ 2-5 คู่ หรือมากกว่า ใบกว้าง 3-6 เซนติเมตร และยาว 7-15 เซนติเมตร ใบไม่มีขน สีเขียวเข้มเป็นมัน มีก้านใบรวมมีประมาณ 15-30 เซนติเมตร อาจเรียงแบบสลับกันหรืออยู่ตรงข้ามกัน รูปแบบของใบมีลักษณะต่างกัน ตั้งแต่ใบแบบรูปโล่ รูปหอก ปลายเรียวแหลม ด้านบนใบมีสีเขียวเข้มเป็นมันมากกว่าหลังใบ

ช่อดอก (inflorescens) เกิดจากตาที่ปลายยอด บางครั้งถ้าได้รับปัจจัยที่เหมาะสมสามารถเกิดจากตาข้างของกิ่ง หรือแทงช่อดอกจากกิ่งและลำต้น ความยาวของช่อดอกประมาณ 15-60 เซนติเมตร ช่อดอกขนาดกลางจะมีดอกย่อยประมาณ 3,000 ดอก

ดอก (flower) มีสีขาวหรือสีขาวอมเหลือง มีขนาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6-8 มิลลิเมตร ช่อดอกหนึ่ง ๆ อาจมีดอก 3 ชนิด (polygamomonoecious) คือ ดอกตัวผู้ (staminate flower) ดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) และดอกตัวเมีย (female flower) ลักษณะดอกลำไยมีกลีบเลี้ยง (sepal) 5 กลีบ มีกลีบดอก (petal) 5 กลีบ บางดอกมีถึง 6 กลีบ

ดอกตัวผู้ มีเกสรตัวผู้ 6-8 อัน เรียงเป็นชั้นเดียวอยู่บนจานรองดอก (disc) มีสีน้ำตาลอ่อนและมีลักษณะอุ้มน้ำ ก้านชูเกสรตัวผู้มีขน เกสรตัวผู้มีความยาวสม่ำเสมอคือยาวประมาณ 3-5 มิลลิเมตร อับเรณู มี 2 หยัก เมื่อแตกจะแตกตามยาว (longitudinal dehiscence)

ดอกตัวเมีย มีเกสรตัวเมีย ซึ่งประกอบด้วยรังไข่ที่มี 2 พู (bicarpellate) ตั้งอยู่ตรงกลางจานรองดอก เป็นแบบรังไข่อยู่เหนือส่วนต่างๆ ของดอก (superior ovary) ด้านนอกของรังไข่มีขนปกคลุมอยู่ แต่ละพูจะมีเพียง 1 ช่อง (locule) เท่านั้นที่จะเจริญเติบโตและพัฒนาจนเป็นผล ส่วนอีกพูหนึ่งจะค่อยๆ ฝ่อ ในบางกรณีอาจพบไข่ในพูทั้งสองเจริญจนเป็นผลได้ เกสรตัวเมียอยู่ตรงกลางระหว่างพู ก้านชูเกสรตัวเมีย (style) ยาวประมาณ 2.5 มิลลิเมตร ตั้งตรงอยู่ระหว่าง carpel ตรงปลายยอดเกสรตัวเมีย (stigma) แยกเป็น 2 แฉก เมื่อเริ่มบานปลายแฉกมีสีขาว ส่วนเกสรตัวผู้ (semi- sessile filament) สั้นเพียง 1 มิลลิเมตร อับเรณูของเกสรของดอกตัวเมียจะไม่มีการแตก และไม่มีการงอก แต่จะค่อยๆ แห้งตายไป หลังดอกบาน

ดอกสมบูรณ์เพศ มีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียในดอกเดียวกัน รังไข่พองเป็นกระเปาะค่อนข้างกลม ขนาดเล็กกว่ารังไข่ของดอกเพศเมีย ยอดเกสรตัวเมียจะสั้นกว่า และตรงปลายจะแยกเพียงเล็กน้อยเมื่อดอกบาน ก้านชูอับละอองเกสรของดอกสมบูรณ์เพศจะมีความยาวไม่สม่ำเสมอกัน คือ มีความยาวอยู่ระหว่าง 1.5-3.0 มิลลิเมตร โดยปกติจะพบดอกสมบูรณ์เพศน้อย

ผล (fruit) ผลลำไยมีรูปร่างทรงกลมหรือทรงเบี้ยว ขึ้นอยู่กับพันธุ์ เปลือกสีน้ำตาลอมเหลืองหรืออมเขียว ผลแก่มีเปลือกสีเหลือง หรือสีน้ำตาลอมแดง ผิวเปลือกเรียบหรือเกือบเรียบมีตุ่มแบนๆ ปกคลุมที่ผิวเปลือกด้านนอก

เนื้อ (aril) เป็นเนื้อเยื่อพาเรนไคมา เจริญล้อมรอบเมล็ด (outer integument) มีลักษณะเป็นสีขาวขุ่น หรือสีชมพู มีลักษณะแฉะ แห้ง กรอบ อ่อนนุ่ม หรือเหนียว รสชาติหวานหอม จะแตกต่างกันไปตามพันธุ์

เมล็ด (seed) ในผลหนึ่งมี 1 เมล็ด มีลักษณะกลมมากจนถึงกลมแบน มีเปลือกหุ้มเมล็ดเกิดจากผลหุ้มเมล็ดส่วนใน มีสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำเป็นมัน เมล็ดโตสม่ำเสมอ ส่วนเมล็ดที่ติดกับขั้วผล (placenta) เป็นเนื้อเยื่อสีขาวๆ บนเมล็ด มีลักษณะคล้ายตามังกร (dragon's eye) ขนาดเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของลำไย ซึ่งเมื่อผลลำไยแก่จัด ถ้ายังไม่เก็บเกี่ยว placenta จะใหญ่ขึ้นเนื่องจาก placenta ดูดอาหารไปเลี้ยงเมล็ด ทำให้เนื้อของผลมีรสชาติจืดลง

พัฒนาการของผล

ผล คือ ส่วนของรังไข่ที่เปลี่ยนสภาพและเจริญเติบโตหลังจากได้รับการปฏิสนธิ (fertilization) แล้ว (ลิลลี่, 2546) ซึ่งโดยทั่วไปการติดผลเกิดขึ้นหลังจากได้รับการถ่ายเรณูแล้ว สิ่งที่เป็นเครื่องหมายบ่งบอกว่าเกิดการติดผลแล้วคือ ขนาดของรังไข่ที่ขยายใหญ่ขึ้น ขณะที่กลีบดอกและเกสรเพศผู้เกิดการเหี่ยวและมีการร่วงหล่น (Leopold and Kriedemann, 1975) การที่รังไข่ขยายขนาดเพิ่มขึ้นในช่วงระยะแรกนั้น เนื่องจากการได้รับการกระตุ้นจากฮอร์โมนที่สำคัญคือ ออกซินและจิบเบอเรลลิน ซึ่งสร้างขึ้นที่ออวุล (ovule) โดยการถ่ายเรณูเป็นการนำฮอร์โมนหรือสัญญาณจากเรณูมากระตุ้นให้ออวุลสร้างฮอร์โมนดังกล่าวขึ้น หลังจากนั้นการเติบโตของผลจะถูกควบคุมโดยฮอร์โมนที่ผลิตมาจากเอนโดสเปิร์ม (endosperm) และเอ็มบริโอ (embryo) ของเมล็ดที่กำลังพัฒนา (Browning, 1989) ซึ่งในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าเอนโดสเปิร์มและเอ็มบริโอในเมล็ดเป็นแหล่งผลิตออกซิน (นพดล, 2537)

เนื่องจากการเจริญเติบโตของผลเกิดจากการแบ่งเซลล์ การขยายตัวของเซลล์ และเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ เพื่อสร้างเป็นเนื้อเยื่อที่แตกต่างกัน โดยการแบ่งเซลล์ในผลไม้จะเกิดในช่วงเวลาสั้นๆ อาจเกิดในช่วงดอกบานเป็นช่วงระหว่างการถ่ายเรณู หรือหลังการปฏิสนธิแล้ว ส่วนการขยายขนาดของเซลล์ในเนื้อของผลนั้น เกิดขึ้นตามมาหลังจากการแบ่งเซลล์แล้ว (Nitsch, 1950) กระบวนการเติบโตดังกล่าวนี้จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงขนาดของเซลล์อย่างถาวร ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการเพิ่มขนาดในเรื่องของความกว้าง ความยาว และปริมาตร

นอกจากนี้กระบวนการเติบโตจะเกี่ยวข้องกับการเพิ่มมวล หรือน้ำหนักแห้งของส่วนที่เจริญ (growing parts) ของพืช (ลิลลี่, 2546)

ส่วนช่วงระยะการเจริญเติบโตของพืชทั้งต้น หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช เช่น ใบ ดอก ผล หรือเมล็ด เรียกว่า Grand Period of Growth เมื่อนำอัตราการเติบโตของพืชมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์กับช่วงเวลาของการเจริญเติบโตแล้ว ซึ่งจะได้รูปกราฟการเติบโต (growth curve) ที่มีลักษณะเป็นรูปตัวเอส (S) ซึ่งมีชื่อเรียกทั่วไปว่า Sigmoid curve หรือ Grand Period curve โดยกราฟรูป Sigmoid curve นี้เป็นตัวแทนผลรวมของการเจริญเติบโตของอวัยวะและเซลล์พืชที่กำลังเติบโต และบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงขนาดของส่วนต่างๆ แม้ว่าปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ อาจมีผลไปเปลี่ยนแปลงอัตราการเติบโตได้ก็ตาม แต่สภาพแวดล้อมต่างๆ จะไม่มีผลใดๆ ต่อกราฟการเติบโตนี้ (ลิลลี่, 2546) โดยทั่วไปแล้วผลไม้มีรูปแบบการเติบโตที่วัดได้จากน้ำหนักและปริมาตร 2 รูปแบบ รูปแบบแรก เรียกว่า Single sigmoidal curve หรือ Simple sigmoidal curve ซึ่งสามารถแบ่งระยะการเติบโตได้เป็น 3 ระยะ โดยในระยะที่ 1 เป็นช่วงที่เกิดขึ้นหลังติดผลใหม่ๆ ช่วงนี้จะเป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์ ผลมีการเพิ่มขนาดน้อยมาก ระยะที่ 2 เป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เป็นผลมาจากการขยายขนาดของเซลล์ และเพิ่มช่องว่างระหว่างเซลล์ (intercellular space) ซึ่งช่วงนี้มีการเพิ่มปริมาตรมากกว่าน้ำหนักผล ส่วนระยะที่ 3 ยังคงมีการขยายขนาดของเซลล์ แต่เกิดขึ้นในอัตราที่ลดลง ผลเริ่มเข้าสู่ระยะการสุกแก่ ผลไม้ที่มีรูปแบบการเติบโตแบบนี้ ได้แก่ ลำไย (ดาวเรือง, 2530) และมะม่วง (สรรพมงคล, 2545) เป็นต้น

รูปแบบที่ 2 เรียกว่า Double sigmoidal curve มักพบในไม้ผลพวก drupe โดยสามารถแบ่งการเติบโตได้เป็น 3 ระยะ โดยในระยะที่ 1 เป็นช่วงที่มีการขยายขนาดค่อนข้างช้า เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการแบ่งเซลล์ ระยะที่ 2 ช่วงระยะนี้มีการขยายขนาดช้ามาก มีการสะสมลิกนินที่ผนังผลชั้นใน ทำให้ผนังผลชั้นในแข็งตัว ส่วนในระยะที่ 3 หลังจากที่ผนังชั้นในแข็งตัวแล้ว ผลมีอัตราการเติบโตเพิ่มมากขึ้น เป็นผลมาจากการขยายขนาดของเซลล์ผนังชั้นกลางเป็นส่วนใหญ่ เช่น ผลมะเดื่อ (สัมฤทธิ์, 2537) เป็นต้น

รูปแบบการเติบโตของผลลำไย

การเติบโตของผลลำไยเป็นแบบซิกมอยด์เคิร์ฟ (sigmoid curve) สำหรับพันธุ์ดอใช้เวลาในการเติบโตจากระยะติดผลถึงผลโตเต็มที่ประมาณ 21 สัปดาห์ ซึ่งสามารถแบ่งระยะการเติบโตของผลลำไยเป็น 3 ระยะ (ดาวเรือง, 2530) ดังนี้

ระยะที่ 1 ตั้งแต่สัปดาห์ที่เริ่มติดผลจนถึงสัปดาห์ที่ 10 จะมีการเติบโตอย่างช้าๆ โดยเป็นการเจริญเติบโตของเปลือกและเมล็ด ส่วนเนื้อผลเริ่มเกิดเมื่อผลอายุประมาณ 6 สัปดาห์ และมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 14 ในขณะที่เมล็ดใช้เวลาตั้งแต่ติดผลถึงสัปดาห์ที่ 8

ระยะที่ 2 เริ่มตั้งแต่หลังสัปดาห์ที่ 10-21 หลังติดผล เป็นระยะที่ผลลำไยมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในส่วนของเนื้อผลจะเจริญอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 14 จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 21 การเจริญของเนื้อจึงจะคงที่ ส่วนเมล็ดจะเจริญรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 8 ถึงสัปดาห์ที่ 14 หลังจากนั้นขนาดของเมล็ดจะโตเกือบเต็มที่

ระยะที่ 3 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 21 หลังติดผลเป็นต้นไป เป็นระยะที่มีการเติบโตของผลช้าลง เนื่องจากส่วนเนื้อและเมล็ดมีการเจริญเกือบคงที่

คุณภาพของลำไยและปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพ

การผลิตลำไยให้ได้คุณภาพดีนั้น ไม่น่าจะเป็นเรื่องยาก แต่ถ้าจะผลิตลำไยให้ได้คุณภาพดีและต้นทุนต่ำ นับเป็นเรื่องที่ยากกว่า ซึ่งจากการสำรวจตามจุดรับซื้อลำไยในจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน พบว่าผลลำไยที่มีคุณค่าทางการตลาดที่สามารถจำหน่ายได้ในราคาสูง ควรมีลักษณะดังนี้คือ ผลมีขนาดใหญ่ (มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 3 เซนติเมตร) ขนาดผลสม่ำเสมอ ผิวเปลือกมีลักษณะสีเหลืองทอง หรือสีเหลืองอมเขียวอ่อน เนื้อหนาไม่แฉะน้ำ ส่วนลำไยที่ด้อยคุณค่าทางการตลาดคือ ผลลำไยที่มีขนาดเล็ก เปลือกและเนื้อบาง แฉะน้ำ นอกจากนี้พบว่าลำไยที่มีผลขนาดใหญ่ แต่ถ้าผิวผลลาย หรือมีจุดดำที่เปลือก ผลที่แก่จัดเกินไป จะจำหน่ายได้ในราคาต่ำ (พาวิน และคณะ, 2547)

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของลำไย

การผลิตลำไยให้ได้คุณภาพ ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ ปัจจัยร่วมกัน ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ (พาวิน และคณะ, 2545) ดังนี้

1. พันธุ์ลำไย การคัดเลือกพันธุ์ลำไยจากต้นที่ให้ผลดี และมีขนาดใหญ่ เมื่อนำไปปลูกโอกาสที่จะได้ผลลำไยที่ดีมีคุณภาพย่อมมีสูง แต่อย่างไรก็ตามในปีที่ลำไยติดผลดกๆ จะเป็นสาเหตุทำให้ลำไยมีผลขนาดเล็ก เนื้อแฉะ เปลือกผลบางได้

2. ความสมบูรณ์ของต้น อาหารสะสมภายในต้นมีความสำคัญต่อคุณภาพของผล เนื่องจากลำไยเป็นพืชที่มีการเจริญทางส่วนสืบพันธุ์ (ออกดอกติดผล) ยาวนาน 6-7 เดือน ซึ่งต้องใช้

อาหารที่ใบสร้างขึ้นและอาหารสะสมภายในต้น เพื่อเลี้ยงผลให้เติบโต หากต้นไม่สมบูรณ์โอกาสที่ผลลำไยจะมีขนาดเล็กย่อมมีสูง

3. จำนวนผลต่อช่อต่อต้น พบว่าต้นลำไยที่สมบูรณ์ ถ้าออกดอกมากและติดผลดก (มากกว่า 50-100 ผลต่อช่อ) มักพบว่าผลลำไยมีขนาดเล็ก เนื้อแฉะน้ำ เปลือกบาง โอกาสที่ผลแตกมีสูง ถึงแม้เพิ่มปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ยและฮอร์โมนต่างๆ เพื่อเพิ่มขนาดของผล แต่ก็ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร และอาจทำให้เพิ่มต้นทุนการผลิตมากขึ้น

4. ตำแหน่งของช่อผล ช่อผลลำไยที่อยู่ในทรงพุ่ม หรือช่อที่อยู่ใกล้กับพื้นดินที่ได้รับแสงน้อย ในช่วงผลใกล้แก่จะมีสีผลเหลืองทอง และมักมีผลขนาดใหญ่กว่าช่อผลที่อยู่นอกทรงพุ่ม ผลลำไยด้านที่ถูกแสง จะมีผิวผลสีน้ำตาล ส่วนด้านที่ไม่ถูกแสง ผิวเปลือกผลจะมีสีเหลืองนวล

5. แหล่งปลูก โดยปกติแล้วลำไยคุณภาพดีจะเป็นลำไยที่ปลูกในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน อย่างไรก็ตามพบว่าบางแหล่งที่ปลูก เช่น อ. ฮอด จังหวัดเชียงใหม่ จะมีสีผิวสวยกว่าลำไยในเขต อ. สันทราย อ. แม่ริม และ อ. แม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นต้น ซึ่งน่าเป็นผลมาจากสภาพดินและสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

6. สภาพแวดล้อม ลำไยที่ออกดอกตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงมกราคม และเก็บเกี่ยวช่วงเดือนเมษายนถึงสิงหาคม จะมีขนาดผลใหญ่กว่าการผลิตลำไยในช่วงอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงที่ผลลำไยเจริญเติบโตในฤดูหนาว ผลลำไยจะมีขนาดเล็กและผลแก่ช้ากว่าฤดูกาลปกติ

7. การปฏิบัติดูแลรักษา เช่น การให้น้ำ การให้ปุ๋ย การป้องกันกำจัดโรคและแมลง และการปลิดผล ซึ่งมีผลต่อการผลิตลำไยให้มีคุณภาพที่ดี

จากการศึกษาการผลิตลำไยให้มีคุณภาพนั้น ทำให้เกิดแนวทางการเพิ่มขนาดผล เช่น การตัดแต่งกิ่ง การปลิดผลและตัดปลายผล และแนวทางการปรับปรุงสีผิวของผลลำไย เช่น การตัดแต่งกิ่ง การป้องกันโรคและแมลง และการห่อผล ซึ่งเป็นแนวทางที่ช่วยเพิ่มมูลค่าของผลผลิตลำไยให้ตรงตามความต้องการของตลาดได้

การห่อผล

การห่อผลนิยมปฏิบัติกับผลไม้หลายชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการห่อผล เช่น ช่วยเพิ่มคุณภาพของผลผลิต ช่วยเพิ่มปริมาณของผลผลิต ช่วยป้องกันพิษตกค้างของสารเคมี และสามารถช่วยป้องกันโรคและแมลง เป็นต้น ส่วนวัสดุที่ใช้ในการห่อมีหลายชนิด เช่น ชะลอม กระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษสีน้ำตาลหรือถุงปูน พลาสติกเจาะรู (polypropylene) ถุงผ้าริเมย์

และผ้า covertann^{R}-PRO-Insect เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลผลิตนั้นๆ ในปัจจุบันได้มีการศึกษาอิทธิผลของการห่อผลต่อคุณภาพของผลไม้ต่างๆ หลายชนิด ได้แก่

ธีรนุช (2547) ได้ศึกษาการห่อผลในลำไย พบว่าการห่อช่อผลลำไยด้วยวัสดุทึบแสงหรือไม่ยอมให้แสงส่องผ่าน ด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ หรือถุงกระดาษสีน้ำตาล โดยห่อผลที่ระยะ 5-7 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว สามารถทำให้ลำไยพัฒนาสีผิวได้ดีขึ้น

เพทาย และ กวิศร์ (2548) ได้ศึกษาการห่อผลชมพู่ พันธุ์ทับทิมจันท์ พบว่าการห่อผลในช่วงระยะหลังจากดอกบานจนถึงเก็บเกี่ยว ด้วยถุงกระดาษสีขาวช่วยเพิ่มขนาดความกว้างของผลมากที่สุด ส่วนการห่อด้วยถุงพลาสติกสีฟ้าทำให้ผลมีขนาดความยาวมากที่สุด นอกจากนี้พบว่าการห่อผลช่วยลดความเสียหายจากโรคและแมลงได้ ทำให้รสชาติของผลดีกว่าการไม่ห่อผล

จรีรัตน์ (2544) ได้ศึกษาการห่อผลในกระท้อนพันธุ์ปุยฝ้าย พบว่าการห่อผลสามารถทำให้ลักษณะสีผิวสวยขึ้นดึงดูดใจผู้บริโภคมากกว่าผลที่ไม่ห่อ นอกจากนี้พบว่าผลกระท้อนที่ได้รับการห่อจะมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ยาวนานกว่าผลที่ไม่ได้รับการห่อ

Arakawa (no date) ได้ศึกษาอิทธิพลของการห่อผลในแอปเปิล พันธุ์ Fuji พบว่าการห่อผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้แล้วยังพบว่าการห่อผลทำให้ผลของแอปเปิลมีคุณภาพดี และมีระยะเวลาในการเก็บรักษาได้ดีกว่าผลที่ไม่ได้รับการห่อ ส่วนการพัฒนาสีผิวของผลพบว่าแอปเปิลที่ไม่ได้รับการห่อ จะมีพัฒนาการของการเปลี่ยนสีให้เป็นสีแดงจะช้า และมีปริมาณแอนโทไซยานินน้อย เมื่อผลเข้าสู่ระยะการสุกเต็มที่ แต่การห่อผลแอปเปิลในช่วงอายุประมาณ 150 วัน หลังดอกบาน สามารถทำให้มีพัฒนาการของการเปลี่ยนสีดีที่สุด ซึ่งพบว่ามีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุด

Faoro and Mondardo (2004) ได้ศึกษาการห่อผลในสาลี่ พันธุ์ Housui พบว่า การห่อผลจะไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่พบว่าการห่อผลสาลี่ด้วยกระดาษสีน้ำตาล หรือสีขาว 2 ชั้น จะส่งผลให้ค่า pH เพิ่มสูงขึ้น

Hu *et al.* (2001) ได้ศึกษาผลของการห่อผลในลิ้นจี่ พบว่าการใช้วัสดุห่อที่เรียกว่า cellophane โดยห่อผลลิ้นจี่ในระยะ 15 วัน หลังจากดอกบานเต็มที่ สามารถช่วยพัฒนาสีผิวของให้ผลลิ้นจี่ ทำให้ เปลือกของผลลิ้นจี่มีสีแดงมากขึ้น

Hussein *et al.* (1994) ได้ศึกษาการห่อผลในทับทิม พบว่าการห่อผลสามารถช่วยลดเปอร์เซ็นต์การทำลายของแมลงวันทองได้ ส่วนผลของการห่อต่อคุณภาพของผลพบว่าทำให้ปริมาณกรดอินทรีย์และแทนนินจากน้ำคั้นลดลง และยังพบว่าการห่อผลทำให้น้ำหนักและเส้นผ่าศูนย์กลางผลเพิ่มขึ้นด้วย

Tumer and Rippon (1973) ได้ศึกษาการห่อในกล้วย โดยได้รายงานว่าการห่อเครือกล้วยด้วยถุงพลาสติกสีน้ำเงินหนา 0.002 นิ้ว สามารถช่วยเร่งการเติบโตของผลกล้วย และทำให้เก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้น สามารถทำให้คุณภาพเนื้อผลดีและทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการห่อผลสามารถช่วยปรับปรุงให้ผลผลิตมีคุณภาพมากขึ้น ในส่วนของการห่อช่อผลลำไย ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าการห่อช่อผลลำไยสามารถทำให้สีผิวเหลืองทอง หรือ เหลืองอมเขียว แต่ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าการห่อผลสามารถช่วยพัฒนาสีผิวของเปลือกผลลำไยหรือไม่ หรือเกี่ยวข้องกับการทำงานของสารสีชนิดใด

องค์ประกอบของสารสี และสารประกอบฟีนอลในผักและผลไม้

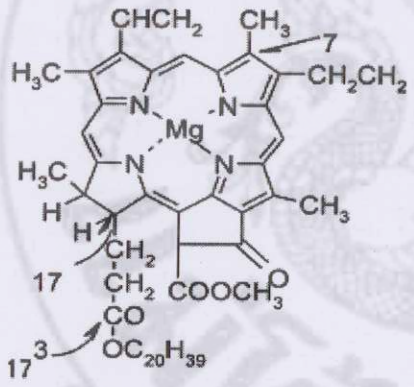
สารสีในพืชหรือในผลไม้ที่สำคัญอาจแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ สีเขียวของคลอโรฟิลล์ (chlorophylls) สีเหลืองของแคโรทีนอยด์ (carotenoids) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) หรือแอนโทไซยานิน (anthocyanins) นอกจากนั้นสารประกอบฟีนอล (phenolic compound) ยังมีผลต่อการเกิดสีในผักและผลไม้ด้วย ซึ่งแต่ละชนิดจะมีส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกัน และจะผันแปรไปตามปัจจัยต่างๆ ได้แก่ โครงสร้าง สรีรวิทยา ระยะความแก่อ่อน และส่วนต่างๆ ของผักและผลไม้ด้วย องค์ประกอบทางเคมีของผักและผลไม้สามารถบอกคุณภาพของผลิตผลได้ เช่น ปริมาณน้ำตาลและกรดจะมีผลโดยตรงต่อรสชาติของผลิตผลนั้น เป็นต้น ในที่นี้ขอกล่าวถึงองค์ประกอบทางเคมีของผักและผลไม้ ที่มีผลต่อการเกิดสีในผักและผลไม้ ดังนี้

1. คลอโรฟิลล์ (chlorophylls)

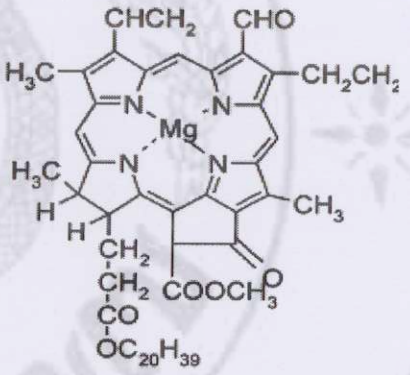
เป็นสารสีที่ปรากฏอยู่ใน organelle ที่เรียกว่า คลอโรพลาสต์ (chloroplast) ซึ่งจะพบในส่วน cytoplasm ของเซลล์ เป็นกลุ่มของสารสีที่มีสีเขียว ทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อให้ได้พลังงานทางชีวเคมี ปกติคลอโรฟิลล์มี 4 ชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ซึ่งมีสูตรเคมี $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ และมีสูตรโครงสร้างตามภาพ 1 มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำเป็นคลอโรฟิลล์ที่มีสีเขียวแกมน้ำเงิน สารคลอโรฟิลล์ เอ จัดเป็น primary pigment ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสงโดยตรง ส่วนสารสีชนิดอื่นๆ ต้องรับแสงแล้วส่งต่อให้คลอโรฟิลล์ เอ เรียกว่า accessory pigment ในพืชชั้นสูงทั่วๆไป จะมีคลอโรฟิลล์ เอ มากกว่าคลอโรฟิลล์ บี ประมาณ 2-3 เท่า คลอโรฟิลล์ เอ มีช่วงการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร และ 660 นาโนเมตร พบคลอโรฟิลล์ เอ ในพืชชั้นสูงทุกชนิดที่มีการสังเคราะห์แสงได้ คลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) มีสูตรเคมี $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ และมีสูตรโครงสร้างตามภาพ 1 ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ เป็นคลอโรฟิลล์ที่มีสีเขียวแกมเหลือง คลอโรฟิลล์ บี มีช่วงการดูดกลืนแสงที่ 435 นาโนเมตร และ 643 นาโนเมตร พบคลอโรฟิลล์ บี

ได้ทั่วไปในพืชชั้นสูงทุกชนิด และสาหร่ายสีเขียว (green algae) ส่วนคลอโรฟิลล์ ซี (chlorophyll c) เป็นคลอโรฟิลล์ชนิดที่พบได้ในพวกสาหร่ายสีน้ำตาล (brown algae) และสาหร่ายสีทอง (golden algae) แต่ไม่พบในพืชชั้นสูง และคลอโรฟิลล์ ดี (chlorophyll d) เป็นคลอโรฟิลล์ชนิดที่พบในพวกสาหร่ายสีแดง (red algae) แต่ไม่พบในพืชชั้นสูง

โครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์ ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ วงแหวน tetrapyrrole และส่วนหาง phytol ดังแสดงตามภาพ 2 คลอโรฟิลล์เป็นโมเลกุลซึ่งไม่ค่อยเสถียร สลายตัวได้ง่ายจากความร้อน ออกซิเจน และสารเคมีอื่นๆ ส่วนหางถูกย่อยออกจากโมเลกุลได้ง่ายด้วยสารละลายที่มีคุณสมบัติเป็นด่างอ่อน และเอนไซม์ chlorophyllase ในขณะที่แมกนีเซียมในส่วนของ tetrapyrrole ถูกดึงออกได้ง่ายด้วยสารละลายที่เป็นกรดอ่อน (Gross, 1987) โดยปกติในพืชชั้นสูงทั่วไปจะมีคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ซึ่งจะพบอยู่ทั่วไปในส่วนที่มีสีเขียว เช่น ใบและผล แต่ปริมาณของคลอโรฟิลล์ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและระยะของการพัฒนาของผลดังตัวอย่างในตาราง 2 (ดัดแปลงจาก Gross, 1987)



Chlorophyll *a*

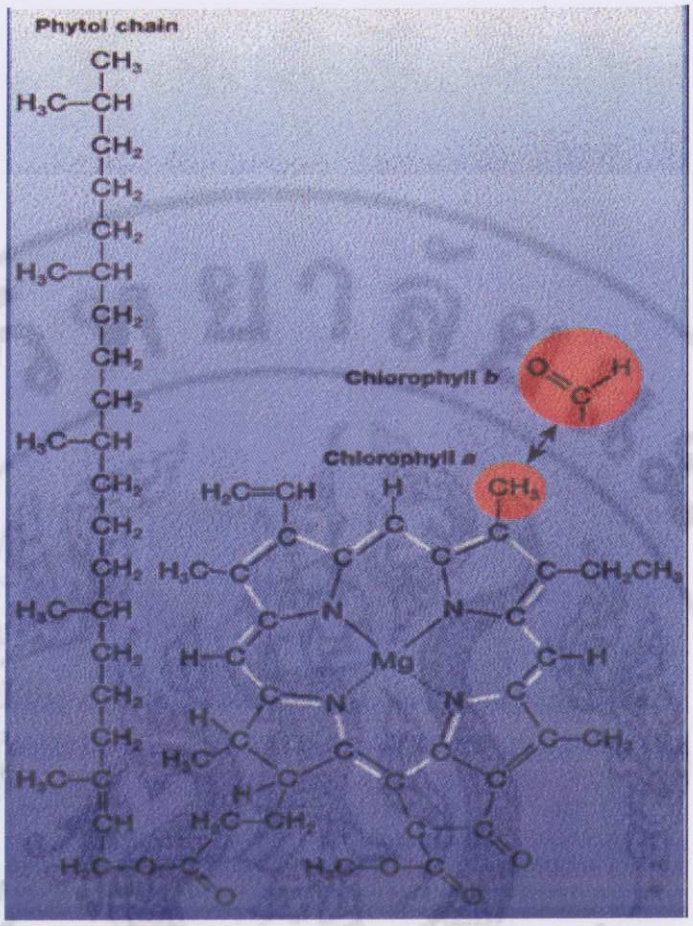


Chlorophyll *b*

ภาพ 1 โครงสร้างของคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี
ที่มา: Schoefs (2002)

1.1 การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ (chlorophyll biosynthesis)

การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ทั้งหมดเกิดขึ้นภายในบริเวณคลอโรพลาสต์ กระบวนการสร้างในพืชชั้นสูงจะใช้ δ-aminolevulinic acid (ALA) จากกรด glutamic ซึ่งเป็นสารตั้งต้น (precursor) จากนั้นโมเลกุลของ ALA 2 โมเลกุล จะมารวมตัวกันเป็นวงแหวน pyrrole ที่มีแขนงของกรด propionic เรียกว่า porphobilinogen (PBG) ตามด้วยการมารวมตัวกันของวงแหวน pyrrole 4 วง ในลักษณะที่หัวชนท้ายเป็น uroporphyrinogen III (urogen) ที่มี acetic acid และ propionic acid อย่างละ 1 ตัว มาเกาะอยู่ที่บริเวณ pyrrole rings ของแต่ละ ring



ภาพ 2 ส่วนหาง phytol และการเข้าเชื่อมต่อ chlorophyllide a

ที่มา: Schoefs (2002)

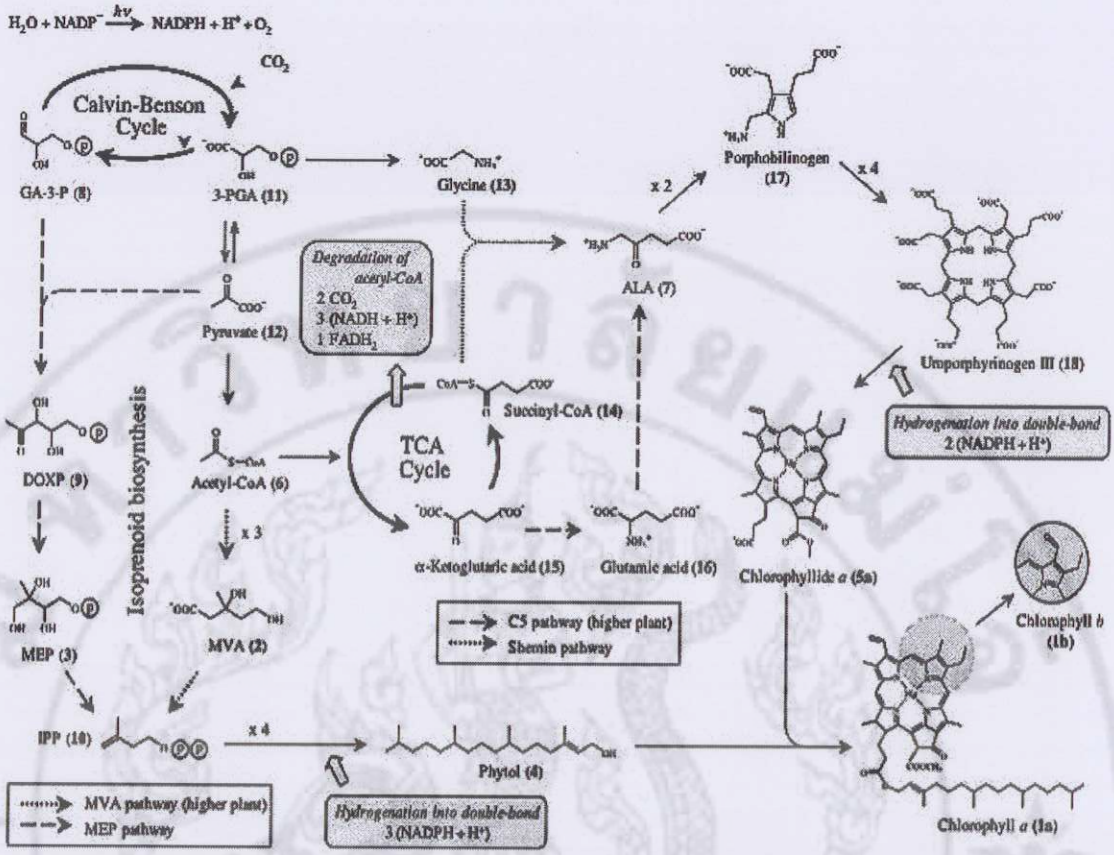
หลังจากนั้น acetic side-chains จะเกิดกระบวนการ decarboxylation ซึ่งเปลี่ยนไปเป็น methyl groups และ propionic acid จะเกิดกระบวนการ oxidative decarboxylation เปลี่ยนไปเป็น vinyl groups ที่ ring A และ ring B ซึ่งต่อมาได้เป็น protoporphyrin IX โดยจะรวมตัวกับ Mg ได้เป็น Mg-protoporphyrin IX จากนั้น Mg-protoporphyrin IX มีการเปลี่ยนรูปได้เป็น protochlorophyllide ที่มี cyclopentanone ring ซึ่งจะเป็นลักษณะเฉพาะของ chlorophylls และ protochlorophyllide โดยเกิดกระบวนการ photoreduction ที่ ring D ได้เป็น chlorophyllide a

ตาราง 2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในผลไม้บางชนิด

Fruit	Cultivar	Part of fruit	Ripening Stage	Chlorophyll content (μg/g fresh wt.)
Banana	Dwarf Cavendish	Peel	Unripe	60.00
Muskmelon	Galia	Peel	Unripe	345.00
Kumquat	Nagami	Flavedo	Unripe	26.50
Tangerine	Dancy	Flavedo	Unripe	330.00
Pummelo	Goliath	Flavedo	Unripe	90.00
Gooseberry	Achilles	Whole	Ripe	21.00
Grape	Riesling	Whole	Ripe	15.00
Pear	Super Trevoux	Peel	Ripe	4.50
	Spadona	Peel	Ripe	45.00
Apple	Golden Delicious	Peel	Harvest ripe	53.00

ที่มา: ดัดแปลงจาก Gross (1987)

ซึ่งต่อมาจะได้เป็นสาร protoporphyrin IX จะรวมตัวกับ Mg ได้เป็นสาร Mg-protoporphyrin IX จากนั้น Mg-protoporphyrin IX มีการเปลี่ยนรูปได้เป็น protochlorophyllide ที่มี cyclopentanone ring เป็นลักษณะเฉพาะของ chlorophylls และ protochlorophyllide เกิดกระบวนการ photoreduction ที่ ring D ได้เป็น chlorophyllide a ต่อจากนั้น chlorophyllide a เกิดกระบวนการ etherification ที่ 7-propionic acid กับ phytol group โดยมี chlorophylase enzyme เป็นตัวการ จะได้เป็น chlorophyll a ส่วนคลอโรฟิลล์ บี จะได้จากการที่กลุ่ม methyl (CH_3 group) ในวงแหวน บี ถูกออกซิไดส์เป็น CHO group ก็จะได้เป็น chlorophyll b ซึ่งกระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี มีกระบวนการสร้างตามภาพ 3

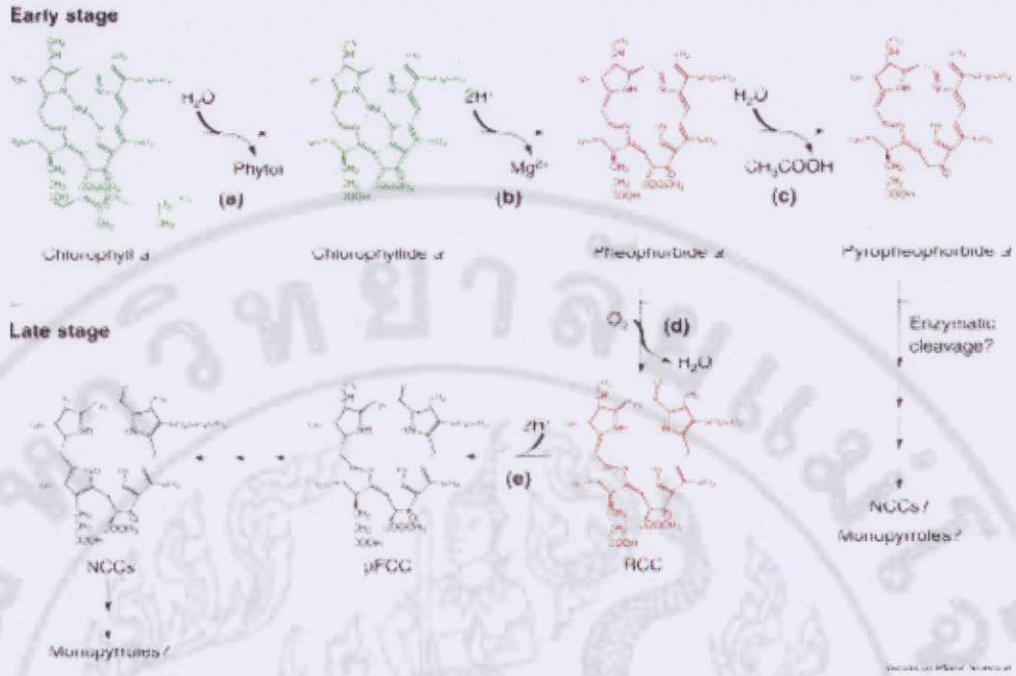


ภาพ 3 แสดงกระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี

ที่มา: Chikaraishi *et al.* (2005)

1.2 การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (chlorophyll degradation)

การสลายตัวของคลอโรฟิลล์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน ตามภาพ 4 โดยมีลักษณะการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ดังนี้ ขั้นตอนแรก chlorophyllase (ตำแหน่ง a) จะทำหน้าที่ hydrolyse โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ ซึ่งจะได้ส่วนหาง phytol และ chlorophyllide a หลังจากนั้น เอนไซม์ Mg-dechelatase (ตำแหน่ง b) จะดึงเอาอะตอมของแมกนีเซียมออกจากวงแหวน porphyrin โดยการแทนที่ด้วยสารไฮโดรเจน 2 อะตอม จะได้เป็นโมเลกุล pheophorbide a นอกจากนี้ยังพบว่าเอนไซม์ pheophorbidase (ตำแหน่ง c) สามารถย่อย pheophorbide a จะได้เป็น pyropheophorbide a และในขั้นตอนหลัง เอนไซม์ pheophorbide a oxygenase (PaO) (ตำแหน่ง d) โดยจะทำงานร่วมกับ red colored chlorophyll catabolite reductase (RCC) (ตำแหน่ง e) ซึ่งเป็นขั้นตอนการเปิดวงแหวน porphyrin ออก และสารที่ได้จะสูญเสียสีเขียวไป แต่ยังสามารถเรืองแสงได้ จึงเรียกผลิตภัณฑ์ของ 2 ขั้นตอนร่วมกันว่า pFCC หรือ primary fluorescent chlorophyll catabolite



ภาพ 4 ขั้นตอนการสลายคลอโรฟิลล์ในพืช

ที่มา: Takamiya *et al.* (2000)

จากขั้นตอนนี้ pFCC จะถูกดัดแปลงไปได้หลายรูปแบบ เช่น ถูกดึงเอากลุ่ม methyl ออกไปด้วยเอนไซม์ methyl esterase หรืออาจถูก hydroxylate หรือจับคู่ (conjugate) ด้วยเอนไซม์ต่างๆ ตลอดจนผ่านการ tautomerization โดยไม่ต้องใช้เอนไซม์จนได้เป็นสารที่ไม่ให้สีหรือ non- fluorescent ในตอนต้นนั้นเป็นขั้นตอนตั้งแต่เริ่มการสลายตัวโดยการย่อยเอาหาง phytol ออกโดย chlorophyllase chlorophyll catabolite (NCC) ในที่สุด ในขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้มีหลักฐานเฉพาะกับเอนไซม์ PaO เท่านั้น จึงเรียกวิธีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์นี้ว่า PaO pathway สำหรับคลอโรฟิลล์ บี นั้นไม่พบผลิตภัณฑ์ของคลอโรฟิลล์ บี โดยตรง ซึ่งบ่งชี้ว่าคลอโรฟิลล์ บี ภายหลังถูกย่อยสลายด้วย chlorophyllase แล้วจะเปลี่ยนเป็นสารที่มีโครงสร้างในกลุ่มของผลิตภัณฑ์ของคลอโรฟิลล์ เอ ด้วยเอนไซม์ chlorophyllide b reductase

1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างและการสลายตัวของคลอโรฟิลล์

การสร้างและการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในพืชขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายปัจจัย ในที่นี้จะกล่าวถึงปัจจัยที่สำคัญบางประการ ดังนี้

1.3.1 สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulattors)

1) เอทิลีน (ethylene; C_2H_4) โดยทั่วไปเอทิลีนมีคุณสมบัติเป็นสารเริ่มต้น และเป็นสารกระตุ้นให้เกิดกระบวนการสุก ซึ่งกระบวนการสุกที่เกิดขึ้นนั้น

มีการเปลี่ยนแปลงสีของผลที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของสารสีคลอโรฟิลล์ (chlorophyll degradation) และมีการสร้างของสารสีแอนโทไซยานิน หรือแคโรทีนอยด์เกิดขึ้น เอทิลีนจะทำให้คลอโรพลาสต์ (สีเขียว) เปลี่ยนแปลงไปเป็นโครโมพลาสต์ (chromoplasts) ซึ่งเป็นสีอื่นๆ ที่ไม่ใช่เป็นสีเขียว เช่น สีส้ม สีแดง เป็นต้น ทำให้สีเขียวของพืชหายไป

2) จิบเบอเรลลิน (gibberellins, GA) ซึ่งมีคุณสมบัติตรงข้ามกับเอทิลีน โดยจิบเบอเรลลินจะทำให้เกิดกระบวนการแก่ การสุก และการพัฒนาของสีจะช้าลง เนื่องจากจิบเบอเรลลินไปชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในผลไม้หลายๆ ชนิด ทั้งที่ติดอยู่กับต้น (intacted fruit) และเด็ดผลออกจากต้น (detached fruit) เช่น ส้ม มะเขือเทศ และพลับ เป็นต้น นอกจากนี้จิบเบอเรลลินยังสามารถกระตุ้นให้เกิดการสร้างคลอโรฟิลล์ในระดับปกติได้อีก 2 ครั้ง ในระหว่าง regreening process และกระตุ้นการสังเคราะห์ protochlorophyllide ซึ่งเป็นตัวนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของคลอโรฟิลล์ใน regreening process ของส้ม

3) แอบซิสสิก แอซิด (abscisic acid, ABA) มีผลต่อการกระตุ้นการสลายตัวของคลอโรฟิลล์เหมือนกับเอทิลีน โดยเมื่อผลเข้าสู่ระยะการแก่ และผลสุก ระดับของแอบซิสสิก แอซิด จะสูงขึ้น และแอบซิสสิก แอซิด ที่สูงขึ้นจะไปกระตุ้นการเกิดการสร้างสีของผล เช่น องุ่น และท้อ เป็นต้น

4) ออกซิน (auxins) ออกซินมีผลทั้งกระตุ้นและชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ โดยถ้าใช้ความเข้มข้นน้อยๆ จะชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ แต่ถ้าใช้ความเข้มข้นสูงๆ ออกซินจะไปเร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์โดยไปกระตุ้นการสังเคราะห์เอทิลีน และเอทิลีนจะไปมีผลต่อการกระตุ้นการทำงานของ chlorophyllase enzyme เป็นผลให้คลอโรฟิลล์สลายตัว

5) ไซโตไคนิน (cytokinins) มีผลคล้ายกันกับจิบเบอเรลลิน คือ จะชะลอการสุก โดยไซโตไคนินจะลดกิจกรรมของ chlorophyllase enzyme ให้น้อยลง

1.3.2 ปัจจัยอื่นๆ (other factors)

1) แสง (light) ปกติการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีแสงเท่านั้น ดังนั้นแสงเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญต่อการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ ผลไม้ที่พัฒนาในที่ไม่มีแสง มักพบว่าไม่มีสารสีเกิดขึ้น และจะมีองค์ประกอบที่แตกต่างไปจากผลไม้ที่ได้รับแสง

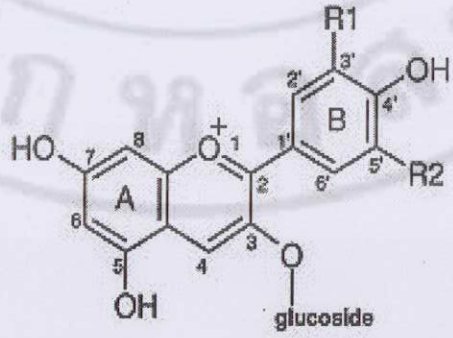
2) อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิมีผลโดยตรงต่อการทำงานของเอนไซม์และการสร้างหรือสลายตัวของเม็ดคลอโรพลาสต์ยังเกี่ยวข้องกับเอนไซม์เช่นกัน ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปจะมีปัญหาต่อการสลายตัวของเม็ดคลอโรพลาสต์ (ส่วนมากอุณหภูมิสูง

จะมีผลกระตุ้นการสลายตัวของคลอโรฟิลล์) เช่นในส้มต้องการอุณหภูมิต่ำ ประมาณ 13-20 องศาเซลเซียส เพื่อที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงจากคลอโรพลาสต์ไปเป็นโครโมพลาสต์ได้ดี แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 30 องศาเซลเซียส คลอโรพลาสต์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงเป็นโครโมพลาสต์ได้หมด ทำให้ส้มมีสีเขียวและสีเหลืองต่างๆ และในแอปเปิลพันธุ์ Golden Delicious เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าคลอโรฟิลล์จะสลายหายไปหมด เมื่อเก็บที่ 18 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์ และที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 2 เดือน

3) ปุ๋ย (fertilizers) ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจน (N) และโพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบจะมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยเมื่อพืชได้รับปุ๋ยที่มีธาตุอาหารข้างต้น (N และ K) เข้าไปแล้ว พืชจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้นมาก

2. แอนโทไซยานิน (anthocyanins)

แอนโทไซยานินเป็นกลุ่มของสารสีที่แสดงลักษณะเป็นสีแดงไปจนถึงสีม่วงและสีน้ำเงิน ซึ่งอยู่ในกลุ่มของสารสีพวก flavonoids แอนโทไซยานินอยู่ในบริเวณ organelle ที่เรียกว่า vacuole เป็นเซลล์ที่อยู่ชั้น sub-epidermal tissue ของใบ ดอก และผลของพืช โดยแอนโทไซยานินมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างไปตามค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) ใน vacuole ที่เปลี่ยนแปลงไป ถ้าค่า pH = 1 (เป็นกรด) จะเป็นสีส้มแดง ถ้าค่า pH<6 จะไม่มีสี ถ้าค่า pH>6 (เป็นด่าง) เป็นสีน้ำเงิน และถ้าค่า pH เป็นด่างมากเกินไป แอนโทไซยานินจะเสียโครงสร้างไป แอนโทไซยานินละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้ว เช่น alcohol (ความสามารถในการละลายจะเพิ่มขึ้นถ้าตัวทำละลายมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น) และมีคุณสมบัติสามารถละลายในน้ำได้ด้วย แอนโทไซยานินจะมี flavan nucleus เป็นหน่วยพื้นฐานที่สำคัญ โดย flavan nucleus ประกอบด้วย ring A, ring B และ ring C โดย ring A และ ring B เป็น ring ที่สำคัญเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น จะทำให้เปลี่ยนโครงสร้างเป็นสารอนุพันธ์ตัวอื่นๆ และมี ring C เป็นตัวเชื่อมระหว่าง ring A และ ring B ดังแสดงในภาพ 5



ภาพ 5 flavan nucleus ที่เป็นหน่วยพื้นฐานของแอนโทไซยานิน

ที่มา: Xie and Dixon (2005)

จะเห็นว่าแอนโทไซยานินมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเรื่อยๆ โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงที่บริเวณ side chain ของ ring B

แอนโทไซยานินเกิดจาก anthocyanidin + sugar ซึ่งมีน้ำตาลมาเกาะอยู่กับโมเลกุลของสารแอนโทไซยานินมากมาย เช่น β-D-glucopyranose, gentiobiose, sambubiose, rutinose และ Z^{G}-glucosylrutinose เป็นต้น ดังนั้นสารสีแอนโทไซยานินมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเนื่องมาจากค่าความเป็นกรด-ด่างที่เปลี่ยนแปลงไป และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างก็มีความสัมพันธ์กับสีที่ปรากฏ โดยสีที่ปรากฏจะมีปริมาณมากน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาลด้วย แอนโทไซยานินในผลไม้แต่ละชนิดมีปริมาณแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้นั้นๆ ดังตาราง 3 (Gross, 1987)

ตาราง 3 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในผลไม้บางชนิด

Fruit	ripening Stage	Anthocyanin content(mg/100 g fresh wt.)
Cranberry	Ripe	45 - 100
Currant, red	Ripe	16
Cherry, sour	Ripe	45
Grape, muscadine	Ripe	40 - 403
Raspberry	Ripe	20 - 60
Strawberry	Ripe	45 - 70

ที่มา: Gross (1987)

ตาราง 4 ตัวอย่างสารประกอบฟลาโวนอยด์หลักที่พบมากในพืช

แอนโทไซยานิน	ฟลาโวนอล	ฟลาโวน	ฟลาวาโนน
pelargonidin (สีแดงส้ม scarlet)	kaempferol	apigenin	naringenin
cyaniding (ให้สีแดง crimson)	quercetin	luteolin	eriodictyol
delphinidin (ให้สีม่วง)	myricetin		

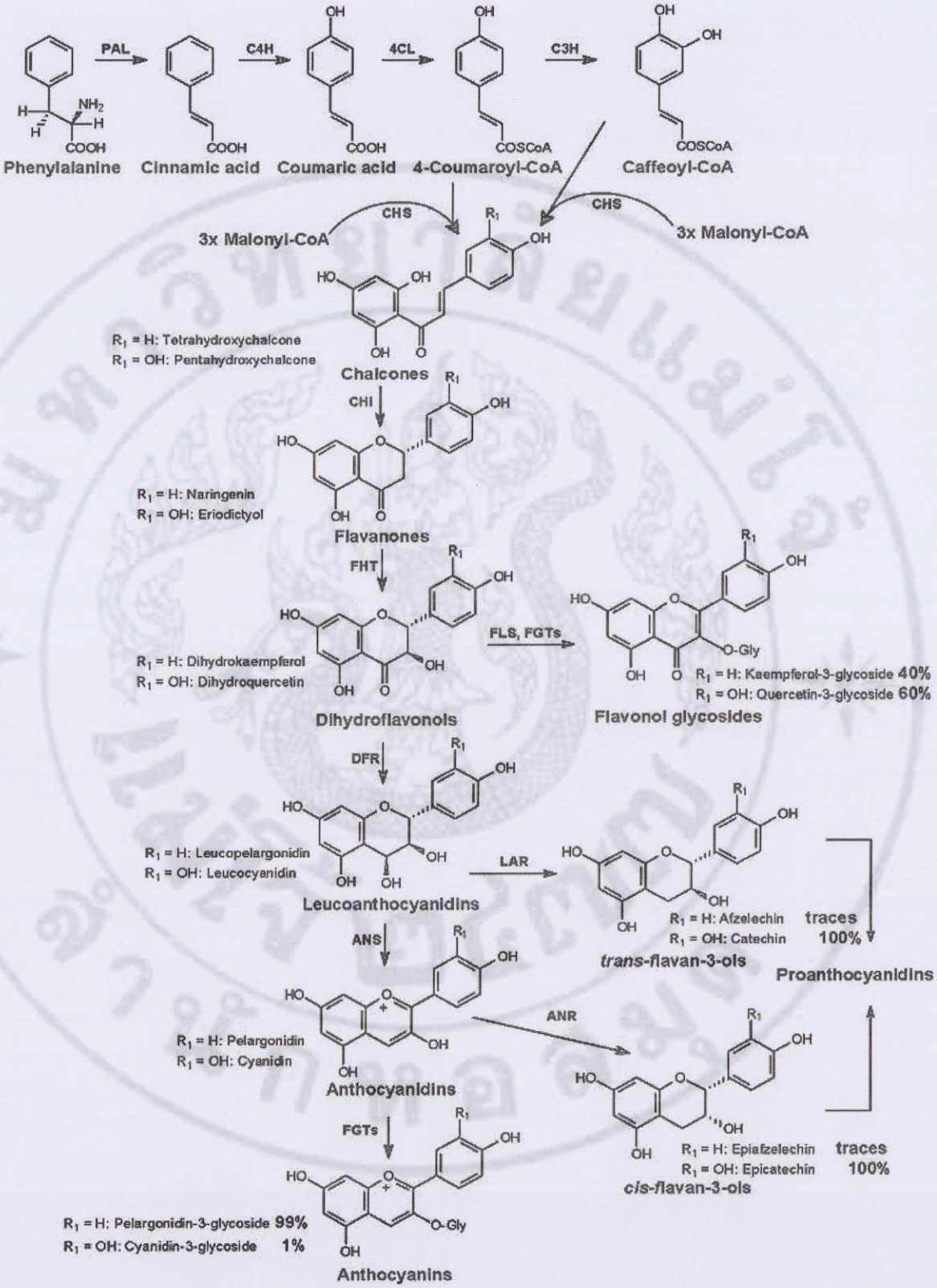
ที่มา: จริงแท้ (2549)

2.1 การสังเคราะห์แอนโทไซยานิน (anthocyanin biosynthesis)

การสังเคราะห์แอนโทไซยานินและสารประกอบฟลาโวนอยด์อื่นๆ ซึ่งเริ่มต้นจากการรวมตัวกันของ malonyl CoA 3 โมเลกุลและ 4-coumaroyl CoA โดยที่วงแหวน A ได้จาก malonyl CoA ส่วนวงแหวน B ได้จาก coumaryl CoA malonyl CoA เกิดจากการ carboxylation โมเลกุลของ acetyl CoA จากกระบวนการหายใจ และเป็นกระบวนการเดียวกับการเริ่มต้นของ

การสังเคราะห์กรดไขมันต่างๆ ส่วน coumaryl CoA ได้จากกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล โดยการเริ่มต้นจากกรดอะมิโน phenylalanine ผ่านการดึงเอากลุ่มของกรดอะมิโนออกด้วยเอนไซม์ phenylalanine ammonia-lyase (PAL) ตามด้วยขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล ตามภาพ 6 ดังนั้น PAL จึงยังไม่ใช่เอนไซม์ที่ควบคุมกระบวนการสังเคราะห์แอนโทไซยานินและอื่นๆ โดยตรง แต่ก็พบว่ามีปัจจัยภายนอกหลายอย่างที่กระตุ้น หรือควบคุมการสร้าง ตลอดจนการสังเคราะห์แอนโทไซยานินก็ไปกระตุ้นเอนไซม์ PAL ด้วย

เอนไซม์ชนิดแรกที่ควบคุมการสังเคราะห์แอนโทไซยานินโดยตรง ได้แก่ chalcone synthase (CHS) โดยจะไปกระตุ้นปฏิกิริยาให้เกิดการรวมตัวกันของ malonyl CoA และ 4-coumaroyl CoA จะได้เป็น 4',2',4',6'-tetrahydroxychalcone หรือได้เป็น chalcone ซึ่งในขั้นตอนต่อมาได้แก่การเปลี่ยนรูป isomerization ของ chalcone ไปเป็น flavonone (naringenin) โดยเอนไซม์ chalcone isomerase (CHI) โดย flavonone (naringenin) นี้อาจถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบฟลาโวน ซึ่งเป็นฟลาโวนอยด์ที่สำคัญกลุ่มหนึ่งในเอนไซม์ flavone synthase (FNS) หรืออาจถูกเปลี่ยนไปเป็น dihydrokaempferol โดยเอนไซม์ flavonone-3-hydroxylase (F3H) dihydrokaempferol ซึ่งอาจถูกเปลี่ยนไปเป็นฟลาโวนอลด้วย flavonol synthase (FLS) ซึ่งเป็นฟลาโวนอยด์สำคัญอีกกลุ่มหนึ่ง หรือถูก hydroxylate โดยเอนไซม์ flavonoid-3'-hydroxylase (F3'H) ไปเป็น dihydroquercetin หรือโดยเอนไซม์ flavonoid-3',5'-hydroxylase (F3'5'H) จะถูกเปลี่ยนไปเป็น dihydromyricetin จากนั้น dihydrokaempferol, dihydroguercetin และ dihydromyricetin ก็จะผ่านขั้นตอนการ hydroxylation glycosylation และ acylation ได้เป็นแอนโทไซยานินชนิดต่างๆ เช่น สารประกอบแอนโทไซยานิน ฟลาโวนอล และฟลาโวน ซึ่งเป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์หลักที่พบในพืช ตามตาราง 4



ภาพ 6 ขั้นตอนการสังเคราะห์แอนโทไซยานินชนิดต่างๆ

ที่มา: จริงแท้ (2549)

2.2 การสลายตัวของแอนโทไซยานิน (anthocyanin degradation)

การสลายตัวของแอนโทไซยานิน เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแอนโทไซยานินใน vacuole อันเนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น ระดับความเป็นกรด-ด่างใน vacuole ปริมาณน้ำตาลใน cell อายุของพืช แสง อุณหภูมิ ระดับฮอร์โมนภายในพืช และฮอร์โมนหรือสารเคมีที่ให้จากภายนอก เป็นต้น

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างและสลายตัวของแอนโทไซยานิน

การสร้างและการสลายตัวของแอนโทไซยานิน มีปัจจัยทั้งภายนอกและภายในเข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะปัจจัยที่สำคัญบางประการ ดังนี้

2.3.1 ปัจจัยภายนอก (external factors) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์สารแอนโทไซยานิน มีดังนี้

1) แสง (light) การสังเคราะห์แอนโทไซยานินในเนื้อเยื่อพืชจะมีทั้งที่ขึ้นอยู่กับแสงและไม่ขึ้นอยู่กับแสง ขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ของพืช เช่น แอปเปิล การสังเคราะห์แอนโทไซยานินจะขึ้นอยู่กับปริมาณแสง ผลแอปเปิลด้านที่ได้รับแสงจะมีสีแดงกว่าด้านที่ไม่ได้รับแสง (Magness, 1928 cited by Gross, 1987) เช่นเดียวกับผลองุ่น พบว่าผลที่ได้รับแสงมากมีสีเข้มกว่าโดยเฉพาะองุ่นพันธุ์ที่มีสีไม่เข้ม (Low-pigmented cultivar) เช่น พันธุ์ Tokay และพันธุ์ Emperor (Weaver and McCune, 1960) เนื่องจากแสงเป็นปัจจัยที่ช่วยกระตุ้นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน

Ju *et al.* (1995) ศึกษาการห่อผลในแอปเปิลพันธุ์ Delicious และ Raiis พบว่า การห่อผลในระยะ 40 วันหลังจากดอกบาน ถึงระยะการเก็บเกี่ยว (130 วันหลังจากดอกบาน) ยับยั้งการสร้างแอนโทไซยานินในเปลือกผล และพบว่า flavonoids ในปริมาณเล็กน้อย แต่เมื่อเอาถุงที่ห่อผลออกในขณะที่ผลมีอายุ 110 วันหลังจากดอกบานและทำการเก็บเกี่ยวผลเมื่อมีอายุ 130 วันหลังจากดอกบาน แอนโทไซยานินและ flavonoids มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและมีปริมาณใกล้เคียงกับชุดที่ไม่ห่อผลเมื่อผลมีอายุ 130 วันหลังจากดอกบาน

Hofman *et al.* (1977) ศึกษาการห่อผลมะม่วงพันธุ์ Keitt ก่อนเก็บเกี่ยวที่ระยะเวลาต่างๆ คือ 131, 105, 82, 56 และ 31 วันก่อนเก็บเกี่ยว แล้วทำการเก็บเกี่ยวในระยะการแก่และให้ผลสุกที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส พบว่า เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สีเหลืองบนเปลือกเมื่อถึงระยะที่รับประทานได้นั้นมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สีแดงบนเปลือกและความเข้มของสีแดงลดลง เมื่อระยะเวลาที่ห่อผลนานขึ้น รวมทั้งเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งมีค่าสูงกว่าและจำนวนวันในการสุกสั้นลง แต่การห่อผลไม่มีผลต่อน้ำหนัก สีของเนื้อ ปริมาณของแข็งที่

ละลายได้ปริมาณกรด และคุณภาพในการบริโภค นอกจากนั้นการห่อยังสามารถปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นโดยการลดการเกิดโรค

2) อุณหภูมิ (temperature) ซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน โดยอุณหภูมิต่ำจะกระตุ้นการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน และอุณหภูมิสูงจะยับยั้งการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน การให้แสงร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำจะสนับสนุนให้เกิดการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน แต่จะถูกยับยั้งถ้าหากใช้ร่วมกับอุณหภูมิที่สูงขึ้น (ดิศร, 2541)

Tomana (1985) พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิรอบๆ พวงองุ่นพันธุ์ Delaware จาก 15 องศาเซลเซียส ไปเป็น 30 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ปริมาณของแอนโทไซยานิน และกรดทั้งหมดลดลงแต่ปริมาณน้ำตาลมีค่าเพิ่มขึ้น การปลูกภายใต้สภาพอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินและน้ำตาลในผล รวมทั้งน้ำหนักผลมีค่าสูงสุด แต่ความเป็นกรดจะต่ำกว่าที่ปลูกที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เล็กน้อย

Kleiwer (1977) ได้รายงานว่าการที่องุ่นไม่สามารถสร้างแอนโทไซยานินในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง หรือในสภาวะที่ขาดแสงนั้น เชื่อว่าสัมพันธ์กับกระบวนการสร้างสารแอนโทไซนิน โดยเกิดจากการที่สารแอนโทไซยานิดิน (anthocyanidins) มี B ring ที่ไม่ถูกแทนที่ ณ ตำแหน่ง C-3′ หรือไม่มี acylated anthocyanins ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้เกิดความไวต่อการตอบสนองต่อแสงและอุณหภูมิมากขึ้น

3) สภาพความเป็นกรด-เบส (pH) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและสีของแอนโทไซยานิน ในผลไม้เมื่อแก่จัดหรือช่วงระยะสุก ปริมาณกรดจะมีค่าลดน้อยลง ซึ่งทำให้ค่าของ pH เปลี่ยนแปลงไป และมีผลทำให้สีของผลไม้เปลี่ยนไปด้วย ในสภาพที่เป็นกรดนั้นแอนโทไซยานินจะมีสีค่อนข้างแดง แต่เมื่อ pH สูงขึ้นจนถึงระดับที่เป็นกลางจะมีสีน้ำเงินถึงสีม่วง

4) ดิน และปุ๋ย ความชื้นในดินจะไปกระตุ้นการสร้างแอนโทไซยานินในสภาพพื้นที่ที่แห้งแล้ง (dry area) หรือในฤดูที่มีอากาศแห้งแล้ง (dry season) และมีความชื้นในดินต่ำ ทำให้มีผลต่อการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน (Saure, 1990) ธาตุไนโตรเจน (Nitrogen, N) เป็นธาตุที่มีความสำคัญมากต่อการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน (anthocyanin formation) โดยปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนมากเกินไป จะมีผลต่อการลดเปอร์เซ็นต์สีเปลือกของผลที่อยู่ในช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยว ถึงแม้จะเพิ่มน้ำหนักผลก็ตาม เช่น ในแอปเปิลพันธุ์ Baldwin (อัญชุลี, 2539)

2.3.2 ปัจจัยภายในต้น (tree factors)

ในผลไม้ที่ติดอยู่กับต้นจะมีการสังเคราะห์แอนโทไซยานินได้ดีกว่าผลไม้ที่เด็ดออกจากต้น อาจเนื่องมาจากได้รับอาหาร เช่น น้ำตาลจากต้นแม่ที่มีการสังเคราะห์แสงได้ตลอด เพราะน้ำตาลเป็นองค์ประกอบของโมเลกุลของแอนโทไซยานิน ถ้าหากมีการสังเคราะห์

แสงมาก ทำให้ปริมาณน้ำตาลจะสูงขึ้น และการสร้างแอนโทไซยานินจะมีปริมาณมากขึ้นด้วย เช่น สีของผลไม้จะแปรผันไปกับอัตราส่วนของจำนวนใบต่อผล กล่าวคือ ถ้ามีอัตราส่วนของจำนวนใบต่อผลมาก จะทำให้มีการพัฒนาของสีผลมาก แต่ถ้าอัตราส่วนของจำนวนใบต่อผลน้อย ทำให้การพัฒนาของสีผลลดน้อย (อัญชุลี, 2539)

2.3.3 การปฏิบัติต่อต้น (cultural practices)

2.3.3.1 การเด็ดใบที่มีจำนวนมากเกินไปออก (thinning) ทำให้มีผลดีต่อขนาดผล สีผิวของผล และจำเป็นต่อการพัฒนาของสีผิว นอกจากนี้ยังขึ้นกับปัจจัยหลายอย่างทั้งภายนอกและภายในของพืชอีกด้วย (Saure, 1990)

2.3.3.2 การห่อผล (bagging) การห่อผลมีผลอย่างมากต่อการสร้างสีของผลไม้ (colour formation) โดยจะชักนำให้มีการสร้างแอนโทไซยานินมากขึ้น ในแอปเปิลพันธุ์ที่ไม่มีสีแดง เมื่อผลเติบโตเข้าสู่ระยะการสุกแก่ เช่น แอปเปิลพันธุ์ Golden Delicious และ Mutsu สำหรับการห่อผลแอปเปิลมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศญี่ปุ่น โดยจะทำการห่อผลหลังจากดอกบาน 1 เดือน หลังจากนั้น 2-3 เดือน จึงแกะห่อออก พบว่าสามารถทำให้ผลของแอปเปิลมีพัฒนาของสีแดงขึ้นมาอย่างรวดเร็ว (Saure, 1990)

2.3.4 สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators: PGR)

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช หมายถึง สารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ หรือได้รับการสังเคราะห์ขึ้น อีกทั้งสารชนิดนี้ไม่ใช่ธาตุอาหารพืช ซึ่งใช้ในเพียงปริมาณเล็กน้อย ก็สามารถแสดงผลต่อการส่งเสริม (promote) หรือยับยั้ง (inhibit) หรือชะลอ (retard) การเจริญเติบโตของพืชได้ (นพดล, 2537)

2.3.4.1 เอทิลีนและสารปลดปล่อยเอทิลีน (ethylene and ethylene releasing compounds) เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชชนิดเดียวที่อยู่ในรูปหรือสถานะที่เป็นแก๊ส แต่มีผลมากมายต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชสามารถสร้างเอทิลีนได้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่ผลไม้ใกล้สุก ก่อนการหลุดร่วงของใบและก่อนการออกดอกของพืชบางชนิด เอทิลีนมีหน้าที่ควบคุมการแก่ของพืช ดังนั้นในช่วงใดก็ตามถ้าหากมีเอทิลีนมากก็จะเป็นการเร่งให้พืชแก่ได้เร็วขึ้น เอทิลีนเป็นตัวการสำคัญในการกระตุ้นให้ผลไม้สุก ดังนั้นถ้ามีการให้สารเอทิลีนในระยะที่ผลไม้แก่จัดแต่ยังไม่สุก ก็จะมีผลเร่งให้เกิดการสุกได้เร็วขึ้น พีรเดช (2529) ได้กล่าวว่าการใช้เอทีฟอน (ethephon) เร่งการเปลี่ยนสีผิวของเงาะพันธุ์โรงเรียน ปรากฏว่าสามารถทำให้ผลในช่อเปลี่ยนสีอย่างสม่ำเสมอทุกผล และสามารถเร่งให้สีเปลี่ยนได้เร็วขึ้นกว่า 1-2 วัน Modticott *et al.* (1986) ได้ทดลองการใช้อะเซทิลีนเร่งการเกิดสี และการอ่อนนุ่มของเนื้อผลมะม่วง นพรัตน์ (2528) ทดลองใช้เอทีฟอน ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพ่นช่อผลลองกองในระยะที่ผลในช่อเริ่ม

เปลี่ยนสีเหลืองประมาณ 10 - 20 เปอร์เซ็นต์ของช่อ มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนสีได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 14 วัน ในขณะที่พวกที่ไม่ได้รับสาร มีการเปลี่ยนสีเพียง 25 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้พบว่าการใช้เอทีฟอนไม่มีผลต่อการหลุดร่วงของผลบนต้น หรือขณะขนส่ง

2.3.4.2 ออกซิน (auxins) อาจจะมีผลต่อการกระตุ้นหรือไปยับยั้งการสร้างแอนโทไซยานิน ในกรณีที่ให้ความเข้มข้นต่างๆ กัน ซึ่งกลไกการควบคุมนั้นยังไม่ทราบแน่ชัด ตัวอย่างเช่น การใช้สารในกลุ่มออกซิน เช่น 2,4-D จะไปกระตุ้นการสร้างแอนโทไซยานินในผลแอปเปิลที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อภายใต้การได้รับแสงตลอดเวลา (Saure, 1990) และในบางกรณีการสร้างแอนโทไซยานินจะถูกชะลอและยับยั้ง เมื่อให้ออกซินในระดับความเข้มข้นสูง

2.3.4.3 ไซโตไคนิน (cytokinins) สารไซโตไคนินจะควบคุมการสร้างแอนโทไซยานินในแอปเปิล เช่น ในแอปเปิลพันธุ์ McIntosh เมื่อได้รับสารเบนซิลอดีนีน (benzyladenine) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มไซโตไคนิน เป็นเวลา 1 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว พบว่าจะมีการผลิตหรือสังเคราะห์แอนโทไซยานินมากกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร และเบนซิลอดีนีนยังกระตุ้นการสร้างแอนโทไซยานินได้

2.3.4.4 จิบเบอเรลลิน (gibberellins) อาจมีผลทำให้การสร้างแอนโทไซยานินช้าลงหรือลดลง เช่น ใน sweet cherry ซึ่งอาจเนื่องจากจิบเบอเรลลินมีผลชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ จึงทำให้มองเห็นสีของแอนโทไซยานินช้าลง

2.3.5 ปัจจัยอื่นๆ (other factors)

2.3.5.1 เอนไซม์ (enzyme) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการสังเคราะห์แอนโทไซยานินคือ phenylalanine ammonialyase enzyme (PAL enzyme) เป็นเอนไซม์ที่ช่วยให้เกิดการสังเคราะห์แอนโทไซยานินได้มากขึ้น และสามารถติดตามได้ในช่วงของการเปลี่ยนแปลงสี และการสร้างแอนโทไซยานิน โดย PAL enzyme มีผลโดยตรงต่อการสร้างสารตั้งต้นของแอนโทไซยานิน โดยจะมีผลต่อการสร้างสารประกอบ flavonoid (flavan ring) ที่เป็นโมเลกุลพื้นฐานของแอนโทไซยานิน กิจกรรมของ PAL enzyme (PAL activity) ถ้ามีกิจกรรมมากจะทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงขึ้น แต่ถ้าหากมีกิจกรรมน้อยจะทำให้กระบวนการสังเคราะห์แอนโทไซยานินลดลง และกิจกรรมของ PAL enzyme ถูกกระตุ้นได้โดยแสง UV หรือแสงสีม่วงหรือสีน้ำเงิน และอาจเนื่องมาจากการตอบสนองของไฟโตโครม (phytochrome) ต่อช่วงแสง (Saure, 1990)

2.3.5.2 ไฟโตโครม (phytochrome) เป็นโมเลกุลที่ตอบสนองต่อช่วงแสงที่ได้รับแล้วเกิดการเปลี่ยนรูป ถ้าได้รับแสงสีแดง (red light, R) จะเปลี่ยนจากไฟโตโครมอาร์ (Pr) ซึ่งอยู่ในรูป inactive เปลี่ยนไปเป็นไฟโตโครม เอฟอาร์ (Pfr) ซึ่งจะอยู่ในรูป active ระบบ

ของไฟโตโครมมีผลต่อการสร้างแอนโทไซยานิน โดยแสงสีแดงจะเปลี่ยนแปลงไฟโตโครม อาร์ (Pr) ซึ่งอยู่ในรูป inactive ไปเป็นไฟโตโครม เอฟอาร์ (Pfr) ซึ่งอยู่ในรูป active แล้วไฟโตโครม เอฟ อาร์ จะไปกระตุ้นการสร้าง PAL enzyme และแสง UV จะชักนำให้ PAL enzyme ทำงาน จากนั้น PAL enzyme จะกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน ดังนั้นระบบไฟโตโครมอาจมีผลต่อการสร้างแอนโทไซยานิน

2.3.5.3 น้ำตาล (Sugar) น้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลักของโมเลกุลของแอนโทไซยานิน โดยสารแอนโทไซยานินเกิดจาก anthocyanidin + sugar ซึ่งพบว่าปริมาณแอนโทไซยานินจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะการพัฒนาของผลที่มีการสะสมสารประกอบคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ที่ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (Saure, 1990) เช่น ในองุ่น (ผลสีม่วง) สีเปลือกที่เข้มจะทำให้รสชาติของผลหวานขึ้น ดังนั้นปริมาณน้ำตาลมีผลโดยตรงต่อปริมาณแอนโทไซยานิน และน้ำตาลซูโครส (sucrose) กาแลคโตส (galactose) และกลูโคส (glucose) มีผลต่อการกระตุ้นการเกิดสีแดงของผลมาก ขณะที่น้ำตาลชนิดอื่นมีผลน้อยมาก หรือบางครั้งมีผลต่อการลดการสร้างสีของผลอีกด้วย

3. แคโรทีนอยด์ (carotenoids)

สารสีกลุ่มนี้มีสีเหลืองจนถึงสีแดง อยู่ภายในเม็ดโครโมพลาสต์ในเซลล์ของพืช แคโรทีนอยด์ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ แต่มีหน้าที่ในการถ่ายทอดพลังงานจากแสงสว่างให้กับคลอโรฟิลล์ เอ เสียก่อน แล้วคลอโรฟิลล์ เอ จึงจะนำไปใช้ในปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงต่อไป แคโรทีนอยด์มีคุณสมบัติที่ไม่ละลายในน้ำ และ alcohol แต่ละลายใน ethyl ether และ chloroform แคโรทีนอยด์มีสูตรเคมีคือ $C_{40}H_{56}$ แคโรทีนอยด์มีมากมายหลายชนิดที่สำคัญ (Gross, 1987) ได้แก่ แคโรทีน (carotene) โดยพบในผักและผลไม้ทุกชนิด แคโรทีนสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้ ไซคลิก แคโรทีน (cyclic carotene) เป็นกลุ่มแคโรทีนที่ตรงบริเวณปลายสุด (end group) ซึ่งเชื่อมต่อกันเป็นวงแหวน (ring) เช่น beta-carotene (β-carotene), epsilon-carotene (ε-carotene) และ kappa-carotene (κ-carotene) เป็นต้น และอไซคลิก แคโรทีน (acyclic carotene) เป็นกลุ่มแคโรทีนที่ตรงบริเวณปลายสุด (end group) ไม่ได้เชื่อมเกาะกันเป็นวงแหวน (ring) เช่น psi-carotene (ψ-carotene) ส่วนไลโคพีน (lycopene) เป็นชนิดแคโรทีนอยด์ที่ให้สีแดง พบในมะเขือเทศ และแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) เป็นแคโรทีนอยด์ชนิดที่ให้สีเหลืองส้ม พบในผลไม้เกือบทุกชนิด แคโรทีนอยด์ชนิดที่พบมากที่สุดในผักและผลไม้คือ เบตา-แคโรทีน (β-carofene) นอกจากเป็นสารที่มีสีส้มแล้วยังเป็นสารตั้งต้นของการสังเคราะห์วิตามิน เอ (vitamin A) ด้วย แคโรทีนอยด์พบทั้งในพืชชั้นสูงและสาหร่ายทุกชนิด

ในผลไม้แต่ละชนิดจะมีสารสีกลุ่มแคโรทีนอยด์แตกต่างกันไปตามชนิดของผลไม้ ดังนั้นจึงยกตัวอย่างสารสีแคโรทีนอยด์ที่พบในพืชชั้นสูงทุกชนิด คือ β-carotene ซึ่งมีปริมาณแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอายุและส่วนต่างๆ ของพืชชนิดนั้นๆ ดังตัวอย่างในตาราง 5 (ดัดแปลงมาจาก Gross, 1987)

ตาราง 5 ปริมาณเบตา-แคโรทีน (β-carotene) ทั้งหมดในผลไม้บางชนิด

Fruit	Cultivar	Part of Fruit stage	Ripening	β-carotene Content (μg/100 g fresh wt)
Avocado	Nabal	Pulp	Ripe	4.00
Banana	Cavendish	Peel	Ripe	9.50
		Pulp	Ripe	22.50
Carambola	Golden Star	Pulp	Unripe	0.80
			Ripe	0.60
Fig	Mission	Pulp	Ripe	9.90
Gooseberry	Yellow Lauffener	Pulp	Unripe	24.90
			Ripe	49.80
Mango	Alphonso	Pulp	Fully ripe	59.50
	Badami	Pulp	Unripe	57.47
			Fully Ripe	50.64
Mandarin	Dancy Tangerine	Flavedo	Unripe	8.70
			Ripe	0.40
Pear	Super Trevour	Peel	Unripe	23.60

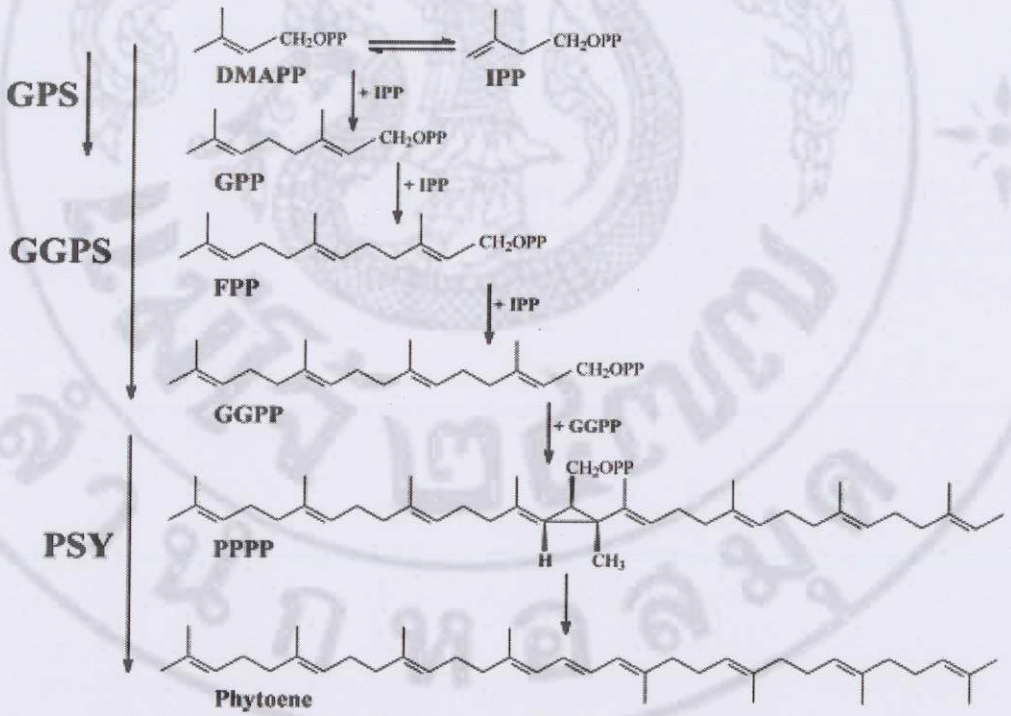
ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Gross (1987)

3.1 การสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ (carotenoids biosynthesis)

กระบวนการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เกิดขึ้นภายในบริเวณพลาสทิด โดยอาศัยวิถีสังเคราะห์ isoprenoid ดังแสดงตามภาพ 7 ซึ่งเป็นวิถีสังเคราะห์ร่วมกับสารประกอบชนิดอื่นๆ เช่น ฮอร์โมน กรดแอบซิสสิก (ABA) รวมทั้ง phytol ที่เป็นองค์ประกอบของสารคลอโรฟิลล์ ในวิถีสังเคราะห์ isoprenoid จะมี isopentenyl pyrophosphate (IPP) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นหลัก ซึ่งมีคาร์บอนอะตอมอยู่ 5 อะตอม ก่อนที่จะเกิดการรวมตัวกันด้วยปฏิกิริยาต่างๆ เป็นสารประกอบ

ต่างๆ ที่มีจำนวนคาร์บอนมากขึ้น ในจำนวนที่เพิ่มขึ้นครั้งละ 5 อะตอม IPP สามารถสร้างขึ้นได้ภายในไซโทพลาสซึมจาก acetyl CoA ไปเป็นกรด mevalonic และ IPP นอกจากนั้นยังอาจถูกสร้างขึ้นได้จาก pyruvate และ glyceraldehydes-3-phosphate ภายในบริเวณคลอโรพลาสต์ จากโมเลกุลของ IPP กระบวนการสังเคราะห์สารแคโรทีนอยด์ที่มีคาร์บอน 40 อะตอม จะเกิดขึ้นด้วยเอนไซม์ IPP isomerase ซึ่งเปลี่ยน IPP ไปเป็น dimethylallyl pyrophosphate (DMAPP) หลังจากนั้นโมเลกุลของ IPP ก็จะเข้ารวมตัวกับสาร DMAPP ครั้งละ 1 โมเลกุล จนได้ gerenyl geranyl pyrophosphate (GGPP) ซึ่งมีคาร์บอน 40 อะตอม แต่ยังมีคุณสมบัติเป็นสารที่ไม่มีสี ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกที่มีความจำเพาะสำหรับการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ในลำดับต่อไป

Phytoene จะผ่านขั้นตอน desaturation โดยเปลี่ยนพันธะเดี่ยวระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะคู่ 4 ครั้งด้วยเอนไซม์ phytoene desaturase (PDS) และ ζ-carotene desaturase (ZDS) ซึ่งจะได้เป็นไลโคปีน (lycopene) (ภาพ 8ก) นับได้ว่าเป็นสารแคโรทีนอยด์ตัวแรกที่มี chromophore (ส่วนของโมเลกุลที่ประกอบด้วยพันธะคู่สลับกับพันธะเดี่ยวและก่อให้เกิดสี)



ภาพ 7 การสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ โดยเริ่มต้นจากโมเลกุลของ isopentenyl pyrophosphate (IPP) และ dimethylallyl pyrophosphate (DMAPP) จนได้ phytoene

ที่มา: Fraser and Bramley (2004)

จากนั้นที่ปลายทั้ง 2 ของโมเลกุลไลโคปีนจะถูกขมวดเป็นวงแหวนซึ่งอาจเป็นได้ 2 ลักษณะ คือ วงแหวน β และ ε โดยอาศัยเอนไซม์ lycopene-β-cyclase หรือ lycopene-ε-cyclase ได้

เป็น α- carotene ซึ่งมีวงแหวน β และวงแหวน ε อยู่คนละข้างของโมเลกุล หรือ β-carotene ซึ่งมีวงแหวน β ring ทั้งสองข้างของโมเลกุล (ภาพ 8ข) แต่อย่างไรก็ตาม หากเอนไซม์ lycopene-ε-cyclase เข้าทำงานที่ปลายโมเลกุลของไลโคปีนข้างหนึ่งก่อนแล้ว เอนไซม์นี้จะไม่สามารถเข้าทำงานที่อีกปลายด้านหนึ่ง ซึ่งโมเลกุลของแคโรทีน เรียกว่า provitamin A เพราะเมื่อคนรับประทานเข้าไปแล้วจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ dioxygenase ในลำไส้เล็กก็ได้เป็นวิตามิน เอ สำหรับ β-carotene มีวงแหวน β ทั้งสองด้านของโมเลกุล จะให้วิตามิน เอ สองโมเลกุล ส่วน α- carotene มีวงแหวน β และวงแหวน ε อยู่คนละข้างของโมเลกุล เมื่อถูกย่อยจะได้เป็นวิตามิน เอ เพียงโมเลกุลเดียว ซึ่งในขั้นตอนต่อจากแคโรทีน ทั้งวงแหวน β และ ε อาจถูก hydroxylate ด้วยเอนไซม์ hydroxylase เพิ่มกลุ่ม hydroxyl เข้าไปในวงแหวน β และวงแหวน ε ได้เป็นแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) หรือเรียกว่า oxygenated carotenoid เพราะการมีอะตอมของออกซิเจนเพิ่มเข้ามาในโมเลกุลของ β-carotene และ α- carotene ได้เป็น lutein และ zeaxanthin ตามลำดับ หลังจากนั้นอาจมีปฏิกิริยา epoxidation หรือ oxygenation หรือ rearrangement วงแหวนทั้งสองข้างของโมเลกุล จนได้แคโรทีนอยด์อื่นๆ ต่อไปตามภาพ 9 เช่น violaxanthin และ capsanthin ในพริก นอกจากนั้นโมเลกุลของ violaxanthin อาจถูกย่อยออกเป็นสองโมเลกุลของ xanthoxin ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของฮอร์โมน ABA ต่อไป

3.2 การสลายตัวของแคโรทีนอยด์ (carotenoid degradation)

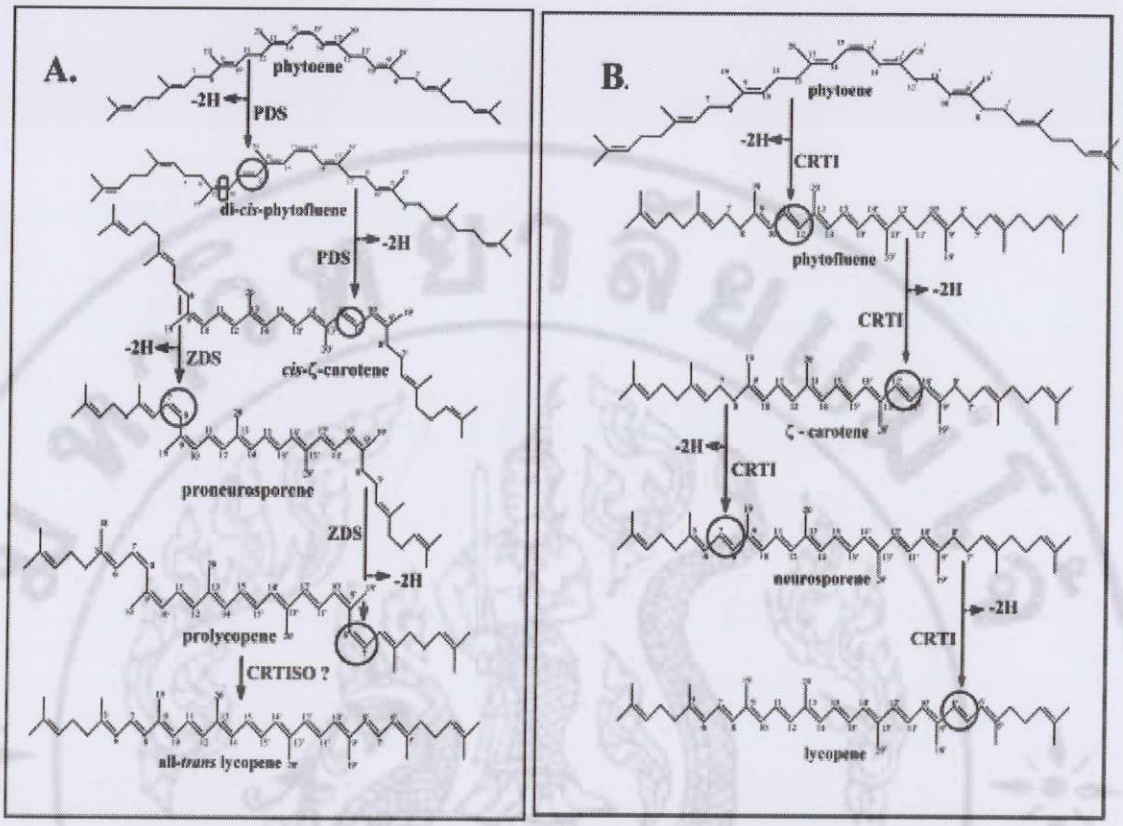
สารสีในกลุ่มแคโรทีนอยด์จะมีจำนวนมากและค่อนข้างคงตัว (stable) กว่าสารสีในกลุ่มของคลอโรฟิลล์และกลุ่มแอนโทไซยานิน โดยเฉพาะไลโคพีน และเบตา- แคโรทีนจะมีปริมาณมากและคงตัวมากกว่าสารอื่น ดังนั้นสารสีในกลุ่มแคโรทีนอยด์ จะมีการเปลี่ยนแปลงและสลายตัวได้ยาก การสลายไปของแคโรทีนอยด์จะเกิดขึ้นพร้อมๆ กับการเสื่อมสภาพหรือการหมดอายุขัยของพืชนั้น ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากปัจจัยภายในของพืช เช่น เซลล์ของพืชเสื่อมสภาพหรือมีการสะสมสารพิษ เมื่อพืชมีอายุมากขึ้น เป็นต้น การสร้างและการสลายตัวของแคโรทีนอยด์จะขึ้นกับปัจจัยภายในและภายนอก เช่น ระดับฮอร์โมนภายในพืช แสง ออกซิเจน อุณหภูมิ ปุ๋ย และการปฏิบัติต่อต้นพืช เป็นต้น

3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างและสลายตัวของแคโรทีนอยด์

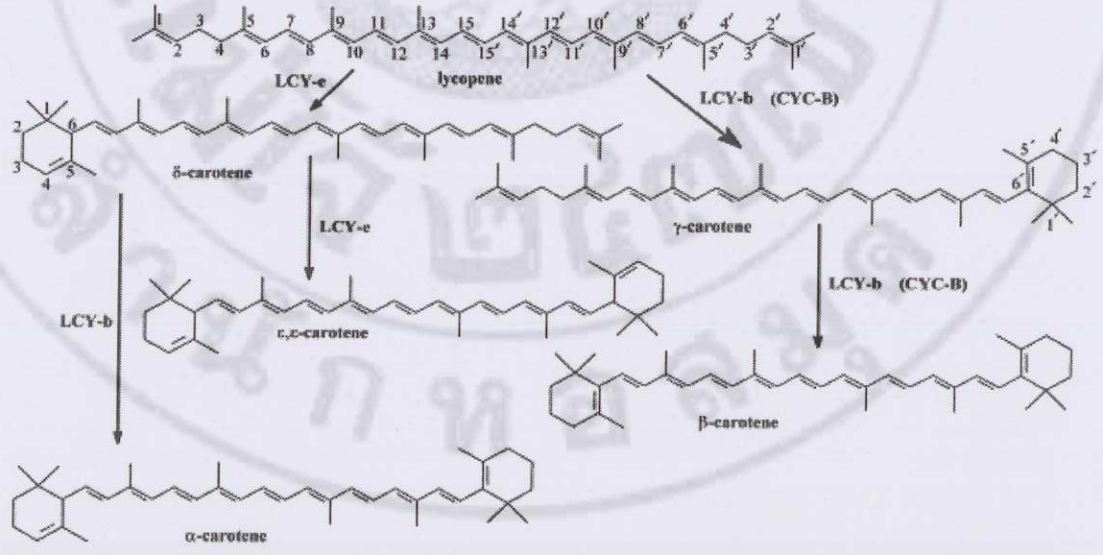
3.3.1 สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators)

การเติบโตของพืช เป็นกระบวนการที่สลับซับซ้อนซึ่งถูกควบคุมด้วยปัจจัยต่างๆ ทั้งปัจจัยสิ่งแวดล้อม และปัจจัยภายในพืช ได้แก่ สารเคมีและฮอร์โมนพืช รวมทั้งพันธุกรรมของพืช ฮอร์โมนพืชหรือสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เป็นสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นหรือสารที่สังเคราะห์ขึ้นโดยกรรมวิธีทางเคมี ถ้าใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็สามารถกระตุ้นหรือยับยั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพทางสรีรวิทยาของพืชได้ (สมบุญ, 2544)

ก



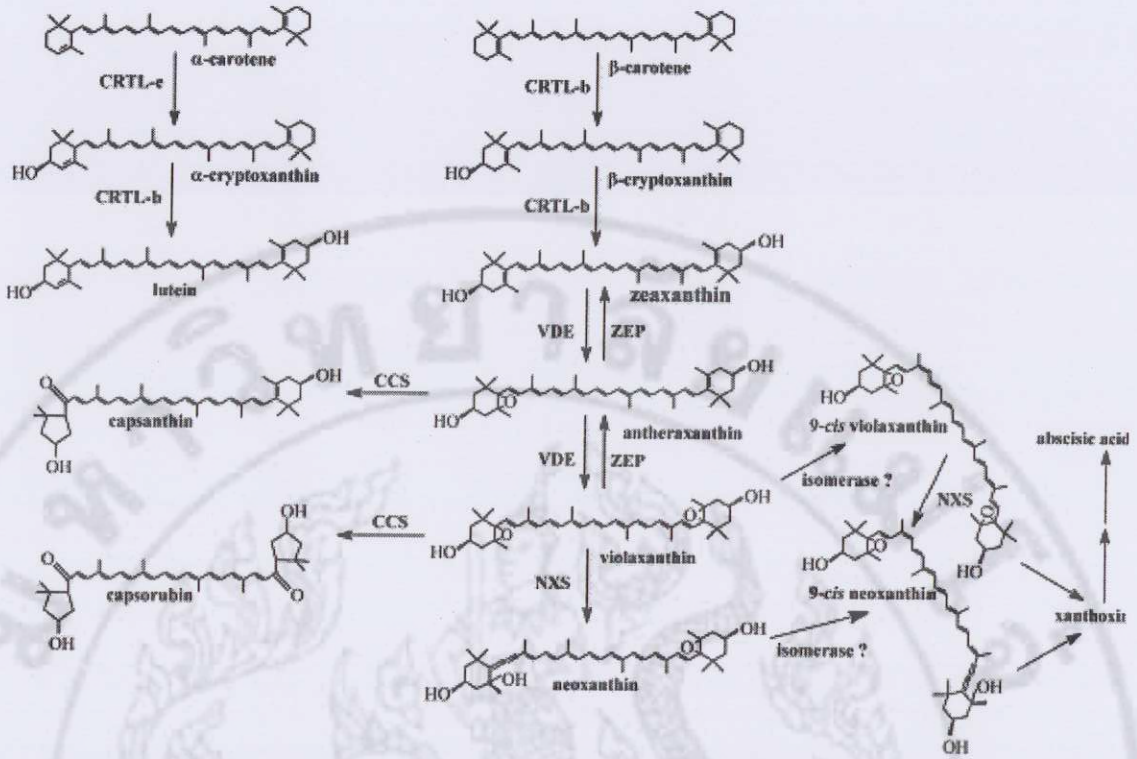
ข



ภาพ 8 ก: แสดงขั้นตอนการ desaturation จาก Phytoene ในพืชชั้นสูง (A) และในแบคทีเรีย (B)

ข: แสดงการขมวดตัวเป็นวงแหวนที่ปลายของโมเลกุลไลโคปีน ได้เป็นโมเลกุลชนิดต่างๆ ยกเว้น ε-carotene

ที่มา: Fraser and Bramley (2004)



ภาพ 9 การสร้างแซนโทฟิลล์ชนิดต่างๆ จาก β-carotene และการตัดโมเลกุลของแคโรทีนอยด์ได้เป็น xanthoxin

ที่มา: Fraser and Bramley (2004)

3.3.1.1 เอทิลีน (ethylene, C_2H_4) มีผลต่อการกระตุ้นการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ เช่น จากการศึกษาในมะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน เมื่อจุ่มในสารอีเทรล (ethrel) ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm เป็นเวลา 1 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 35 องศาเซลเซียส พบว่า ผลมะม่วงจะสุกและเปลือกของผลจะเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองทั้งผล ภายในระยะเวลาเพียง 8 วัน ดิศร (2541) ได้ศึกษาผลของการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงสารสีของผลมะม่วงพันธุ์เคนท์ โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 3 ชนิด คือ สาร jasmonic acid, abscisic acid และสาร ethephon ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่า ระยะแรกของการพัฒนาของผลมะม่วง ค่าเฉลี่ยของปริมาณเบตา-แคโรทีนค่อนข้างคงที่ แต่เมื่อผลมีอายุมากขึ้นจะเข้าสู่ระยะสุก ปริมาณเบตา-แคโรทีนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง สามารถสรุปว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช 3 ชนิด ที่ชุบให้แก่ผิวมะม่วง เมื่อเทียบกับชุดควบคุม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.3.1.2 จิบเบอเรลลิน (gibberellings, GA) มีผลชะลอการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ อาจจะเกิดจากจิบเบอเรลลินชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ จึงอาจมีผลต่อ

การแสดงออกและปริมาณของสารแคโรทีนอยด์ แต่สารจิบเบอเรลลินที่ให้จากภายนอกจะไม่ทำให้แบบแผนของสารแคโรทีนอยด์ (carotenoid pattern) และการเกิด carotenoid metabolism ระหว่างการสุกเปลี่ยนแปลง เช่น ในเปลือกของผลพลับสายพันธุ์ Triumph ที่ได้รับสารจิบเบอเรลลินในช่วงก่อนเก็บเกี่ยวจะมีผลทำให้มีการสร้างหรือสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ได้ลดลง

3.3.2 ปัจจัยอื่นๆ (other factors)

3.3.2.1 แสง (light) Jen (1974) ได้กล่าวว่าโดยทั่วไปการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ไม่ขึ้นกับแสง ไม่เหมือนคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานิน แต่พบว่าในพืชบางชนิดแสงมีผลต่อการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ เช่น Montefiori and Costa (2005) ได้รายงานว่าอุณหภูมิและแสงจะมีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์หรือสลายแคโรทีนอยด์ โดยปกติผลกีวีในระยะสุกแก่จะมีลักษณะสีส้ม แต่เมื่อนำผลกีวีในระยะที่ยังไม่สุกแก่ ซึ่งผลกีวียังมีลักษณะสีเขียว ไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยสภาพที่ไม่มีแสง เมื่อเก็บไว้นานเกิน 10 สัปดาห์ พบว่าผลกีวีจะมีลักษณะสีเหลืองซีด แต่เมื่อนำผลกีวีดังกล่าวไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง และเป็นสภาพที่มีแสง พบว่าผลกีวีก็จะเปลี่ยนจากสีเหลืองซีดไปเป็นสีส้มอย่างรวดเร็ว

3.3.2.2 อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิมีผลต่อทั้งการกระตุ้นและยับยั้งการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ในผลไม้แต่ละชนิดต่างกัน ปกติอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ในพืชมีความสัมพันธ์กันน้อย ซึ่งการสังเคราะห์สารสีจะขึ้นกับการตอบสนองต่ออุณหภูมิและความไวในการตอบสนองต่ออุณหภูมิของพืชแต่ละชนิด เช่น ในผลมะม่วงพันธุ์ Kent ที่เก็บไว้ใน ripening chamber ที่ให้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่ามีการผลิตแคโรทีนอยด์มากที่สุด (คือมีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดสูงสุด) มากกว่าเก็บที่อุณหภูมิ 8, 10 และ 13 องศาเซลเซียส (Saucedo *et al.*, 1977 cited by Gross, 1987) อาจกล่าวได้ว่าอุณหภูมิสูงจะมีผลกระตุ้นการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์มากกว่าอุณหภูมิต่ำ แต่อุณหภูมิที่สูงนั้นจะต้องมีความเหมาะสมต่อกระบวนการสุกของผลไม้ ซึ่งส่วนมากอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสุกอยู่ประมาณ 15-25 องศาเซลเซียส

3.3.2.3 ปุ๋ย (fertilizers) ปุ๋ยที่มีโปแตสเซียม และไนโตรเจนมากจะช่วยให้ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น แต่ถ้ามีไนโตรเจนชนิดเดียวมากเกินไป จะมีผลไปลดการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ เช่น ในผลแอปเปิล เป็นต้น

3.3.2.4 ออกซิเจน (oxygen) มีผลกระตุ้นการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เนื่องจากออกซิเจนมีผลในกรณีการทำงานของเอทิลีน เพราะเอทิลีนจะสามารถทำงานได้ต้องมีออกซิเจนเสมอ (การทำงานของเอทิลีนเป็น active process ซึ่งต้องการออกซิเจน) ดังนั้นถ้าหากออกซิเจนมาก กิจกรรมของเอทิลีนจะมาก และสามารถทำให้การสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น

เช่น ในส้มพันธุ์ Shamouti สีของเนื้อด้านในของผล (endocarp) และน้ำส้ม (juice) จะมีสีเข้มขึ้น เมื่อเก็บไว้ภายใต้บรรยากาศที่มีออกซิเจนสูง (oxygen-enriched atmosphere) (Aharoni, 1968 cited by Gross, 1987)

3.3.3 การปฏิบัติต่อต้น (cultural practice) เช่น การเด็ดใบที่มีมากเกินไปออก (thinning) สามารถทำให้ปริมาณแคโรทีนอยด์ในผลไม้เพิ่มขึ้น เช่น ในแอปเปิลพันธุ์ Golden Delicious ผลที่เก็บมาจากต้นที่ทำการเด็ดใบที่มีมากเกินไปออก จะมีปริมาณแคโรทีนอยด์มากกว่าผลที่เก็บจากต้นที่มีใบมาก เนื่องจากต้นที่มีการเด็ดใบออกไปบ้างจะได้รับแสงเต็มที่ เป็นการช่วยเพิ่มการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ทางอ้อม (Lenz and Gross, 1979 cited by Gross, 1987)

4. สารประกอบฟีนอล (phemolic compound)

สารประกอบที่มีฟีนอลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ และอาจมีหมู่เคมีอื่นๆ เข้ามาเกาะที่ตำแหน่งต่างๆ เช่น cinnamic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, anthocyanins และ tannin นอกจากนั้น tyrosine และ phenylalanine ก็นับว่าเป็นสารประกอบฟีนอลเหมือนกัน ซึ่งมีขั้นตอนการสังเคราะห์จาก shikimic pathway เช่นเดียวกับสารประกอบฟีนอลอื่นๆ ซึ่งได้จากการรวมตัวกันของโมเลกุล phosphoenol pyruvate จาก glycolysis และ erythrose-4-phosphate จาก Calvin cycle หรือ pentose phosphate pathway แต่มักจะจัดอยู่ในกลุ่มของกรดอะมิโน phenylalanine เองก็เป็นโมเลกุลต้นแบบ (precursor) ของสารประกอบฟีนอลอื่นๆ โดยการทำงานของเอนไซม์ phenylalanine ammonialyase (PAL) จะดึงเอา amino group ออกจาก phenylalanine ซึ่งจะได้เป็นกรด cinnamic ตามภาพ 10 สารประกอบฟีนอลมักถูกมองเป็นสารประกอบที่เป็นผลพลอยได้จากเมแทบอลิซึมของเซลล์ ทำให้เรามักมองข้ามความสำคัญของสารพวกฟีนอล ซึ่งความสำคัญของสารประกอบฟีนอลอาจแยกออกได้เป็น 3 ประการ คือ

4.1 การต้านทานโรค

พบว่ากลุ่มของสารประกอบฟีนอลหลายชนิด สามารถช่วยป้องกันหรือช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบางชนิดได้ protocatechuic acid เป็นสารประกอบฟีนอลที่มีมากในหอมหัวใหญ่ประเภทสีม่วง ซึ่งต้านทานต่อโรค smudge ที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum circinan* ได้ดี แต่ในพันธุ์ที่มีสีขาวจะไม่มีสารชนิดนี้ และพบว่าอ่อนแอต่อโรคดังกล่าว นอกจากนี้พบว่าสารที่สกัดได้จะป้องกันการงอกและยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดนี้ด้วย

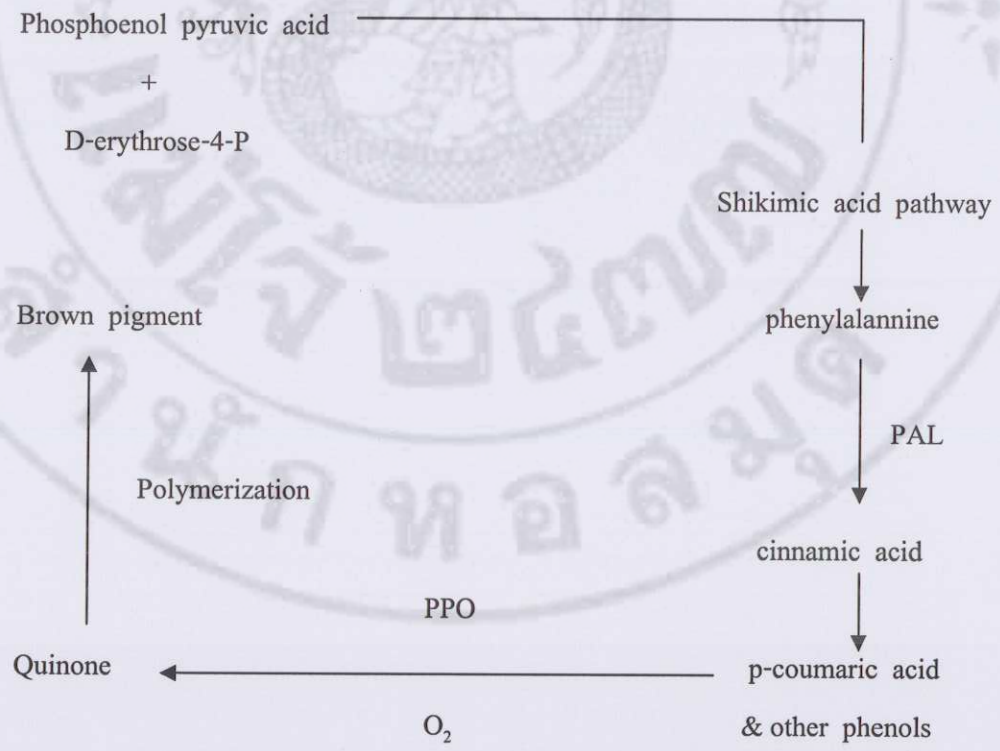
4.2 รสฝาด (astringency)

รสฝาดของผลไม้หลายๆ ชนิด ซึ่งพบว่าขึ้นอยู่กับปริมาณของสารประกอบฟีนอลในผล เมื่อผลไม้เข้าสู่ระยะบริบูรณ์ (mature) ปริมาณสารประกอบฟีนอลมักจะมีค่าลดลง ความฝาดยังขึ้นอยู่กับการรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่ (polymerization) ของสารประกอบฟีนอลด้วย

ช่วงน้ำหนักโมเลกุลของสารประกอบฟีนอลที่จะให้ความฝาดนั้น อยู่ในช่วง 500-3000 ซึ่งสามารถที่จะรวมตัวกับโมเลกุลของโปรตีนในปาก ทำให้รู้สึกฝาดได้ เมื่อผลไม้พัฒนาเข้าสู่ระยะบริบูรณ์ การรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่ของฟีนอลจะเกิดขึ้นเรื่อยๆ จากโมเลกุลที่ละลายน้ำกลายเป็นโมเลกุลใหญ่ที่ไม่ละลายในน้ำ และในขณะเดียวกันก็จะทำให้ความฝาดลดลง

4.3 สี (color)

นอกจากสารแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นฟีนอลอย่างหนึ่งที่ให้สีสันกับผักและผลไม้แล้ว สารประกอบฟีนอลอื่นๆ ซึ่งปกติไม่มีสีก็อาจทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นได้ เมื่อเซลล์ของผักหรือผลไม้ถูกกระทบกระเทือน เช่น เมื่อมีการปอกเปลือกผลไม้ทิ้งไว้สักระยะหนึ่ง เนื้อของผลไม้มักจะเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล สีน้ำตาลที่เกิดขึ้นนี้เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) ซึ่งจะเปลี่ยนโมเลกุลของฟีนอลไปเป็น quinone แล้วเกิดการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ (polymerization) ขึ้น และมีสีน้ำตาล การยับยั้งไม่ให้สีน้ำตาลนี้เกิดขึ้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเก็บรักษาภายใต้สภาพที่มีออกซิเจนน้อย หรืออาจใช้กรด ascorbic ซึ่งจะไปรีดิวซ์ quinone ไม่ให้เกิดการรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้น ปริมาณของ PPO ในผลไม้มักมีค่ามากเมื่อผลยังเล็ก และจะมีค่าลดน้อยลงเมื่อผลเจริญเติบโตขึ้นจนบริบูรณ์และสุก



ภาพ 10 ขั้นตอนการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล และการเกิดสีน้ำตาล

ที่มา: จริงแท้ (2538)

สารคลอโรฟิลล์ แอนโทไซยานิน แคโรทีนอยด์ และสารประกอบฟีนอล เป็นตัวกำหนดการแสดงออกของสีของพืช พบว่าองค์ประกอบทางเคมีแต่ละชนิดจะมีปัจจัยทั้งภายนอกและภายในเข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย ซึ่งมีผลต่อการสร้างและสลายตัวขององค์ประกอบทางเคมี จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการศึกษาเรื่อง ผลของการห่อผลต่อการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีบนเปลือกผลลำไยพันธุ์ดอ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานต่อไป

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สถานที่ดำเนินงานทดลอง

1. อุทยานเกษตรและฟาร์มมหาวิทยาลัย มหาวิทยาแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

2. ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

วัสดุและอุปกรณ์

1. **วัสดุพันธุ์พืช**

ต้นลำไย (สวนอุทยานเกษตรและฟาร์มมหาวิทยาลัยแม่โจ้) พันธุ์อีดอ อายุประมาณ 6 ปี จำนวน 4 - 6 ต้นต่อฤดูการผลิต โดยมีทรงพุ่มใกล้เคียงกัน

2. **เครื่องมือ**

2.1 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Digital refractometer) ค่าที่ได้เป็นองศาปริกซ์ (°Brix) ยี่ห้อ Atago รุ่น PAL – 1 ประเทศญี่ปุ่น

2.2 เครื่องวัดขนาด (Digital caliper)

2.3 เครื่องชั่ง ความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Satorius รุ่น CP 4202S ประเทศ Switzerland

2.4 เครื่องชั่ง ความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Satorius รุ่น BP 210S

2.5 เครื่องวัดสีผิว (Chromameter) ของบริษัท Minolta ประเทศญี่ปุ่น รุ่น CR–10 ค่าแสดงเป็น ค่า L^* = The linghtness factor, a^* และ b^* = The Chromaticity Coordinate

L^* = เป็นค่าความสว่าง ซึ่งมีค่า 0–100 (0 เท่ากับสีดำ และ 100 เท่ากับสีขาว)

a^* = เป็นค่าแสดงถึงสีแดงและสีเขียว โดย a เป็นบวก (+) แสดงลักษณะสีแดง และ a เป็นลบ (-) แสดงลักษณะสีเขียว ซึ่งมีค่าตั้งแต่ -60 ถึง +60

b^* = เป็นค่าแสดงถึงสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดย b เป็นบวก (+) แสดงลักษณะสีเหลือง และ b เป็นลบ (-) แสดงลักษณะสีน้ำเงิน ซึ่งมีค่าตั้งแต่ -60 ถึง +60

2.6 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Pharmacia biotech รุ่น Navaspecll

2.7 ตู้อบ (Hot air oven) ยี่ห้อ Binder รุ่น ED115

2.8 ตู้บ่มอุณหภูมิต่ำ ยี่ห้อ Sanyo รุ่น MIR 253

2.9 ตู้ดูดควันพิษ ยี่ห้อ Ductless exhaust fume hood รุ่น 2400-12

2.10 ตู้เย็น ยี่ห้อ Sharp รุ่น SJD-48H

2.11 เครื่องเหวี่ยงตกตะกอนความเร็วสูง

2.12 อุปกรณ์ในการเก็บบันทึกข้อมูล

3. อุปกรณ์

3.1 เครื่องแก้วต่างๆ

3.2 เขียง มีด และถาดอะลูมิเนียม

3.3 กระดาษกรอง และผ้ากรอง

3.4 อื่นๆ เช่น อะลูมิเนียมฟอยล์ กระดาษชำระ เป็นต้น

3.5 กล้องถ่ายรูป

4. สารเคมี

4.1 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณ Chlorophyll

- Dimethyl sulfoxide (DMSO)

4.2 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณ Anthocyanin

- Hydrochloric acid (HCl)
- Ethyl alcohol 95 % (C_2H_5OH)

4.3 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณ Phenolic compounds

- Sodium carbonate (Na_2CO_3) 7.5 %
- Folin-ciocalteu reagent 10 %
- Ethanol 80 %

4.4 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณ β-carotene

- Sodium sulphate (granular) (Na_2SO_4)
- Supercel (Diatomaceous earth)
- Magnesium oxide (MgO)
- Acetone $(CH_3)_2CO$
- Hexane (C_6H_4)

วิธีการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomize Design, CRD) โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 พัฒนาการของผลลำไย และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์ดอ ที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

การทดลองที่ 2 ผลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์ดอ ที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

การเตรียมพืชทดลอง

ได้ดำเนินการเลือกต้นลำไยพันธุ์ดอ อายุประมาณ 6 ปี ณ สวนอุทยานเกษตรและฟาร์ม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ จำนวนต้นประมาณ 4 - 6 ต้น ที่มีทรงพุ่มใกล้เคียงกัน โดยมีขั้นตอนการเตรียมต้น ตามตาราง 6

การดำเนินการทดลอง

ในแต่ละฤดูการผลิต เมื่อได้ต้นลำไยที่เหมาะสมต่อการทดลองแล้ว จะชักนำให้ลำไยออกดอก (ยกเว้นลำไยในฤดู) โดยการให้สารโพแทสเซียมคลอเรต ช่วงเวลาการให้สารได้แสดงไว้ในตาราง 6 เมื่อลำไยทุกฤดูออกดอก และติดผลได้ประมาณ 2 สัปดาห์ จึงทำการคัดเลือกช่อผลที่ติดผลสม่ำเสมอและมีจำนวนผลใกล้เคียงกัน โดยในการศึกษาพัฒนาการของผลและองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไย จะสุ่มคัดเลือกจำนวน 30 ช่อต่อต้น โดยสุ่มกระจายทั่วต้น หลังจากลำไยติดผลได้ประมาณ 3 สัปดาห์ จะเริ่มเก็บตัวอย่างพืชทดลองมาทำการเก็บข้อมูลทางด้านพัฒนาการของผลและองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยทุกสัปดาห์ จนกระทั่งเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติประมาณ 2 สัปดาห์ ส่วนการศึกษาผลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไย เมื่อลำไยในแต่ละฤดูออกดอกและติดผล ให้ทำการดูแลตามปกติจนกระทั่งผลลำไยมีอายุประมาณ 8 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว (ขึ้นอยู่กับฤดูกาล) จึงทำการคัดเลือกช่อผลที่ติดผลสม่ำเสมอ จำนวน 60 ช่อต่อต้น โดยสุ่มกระจายทั่วต้น ทำการตัดแต่งจำนวนผลให้เหลือประมาณ 40-60 ผลต่อช่อ จากนั้นแบ่งจำนวนช่อผลเป็น 2 กลุ่มต่อต้น หลังจากนั้นให้สิ่งทดลองคือ ห่อช่อผลและไม่ห่อช่อผล

การห่อช่อผลจะห่อโดยใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ซ้อนกัน 2 คู่ และห่อแบบปลายเปิด (ภาพ 11 และภาพ 12) หลังจากห่อช่อผลลำไยได้ 1 สัปดาห์ จึงเริ่มเก็บตัวอย่างพืชทดลองมาทำการเก็บข้อมูลทางด้านกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยทุกสัปดาห์จนกระทั่งเลยระยะเก็บเกี่ยวประมาณ 2 สัปดาห์ ตามตาราง 6

ตาราง 6 แสดงระยะเวลาในการเตรียมต้น และเก็บตัวอย่างของลำไยแต่ละฤดูการผลิต

กิจกรรม (งานที่ปฏิบัติ)	ชุดการทดลอง		
	ก่อนฤดู	ในฤดู	นอกฤดู
วันให้สารโพแทสเซียมคลอเรต	4 พ.ย. 2547	-	20 มี.ค. 2549
วันออกดอก	17 ธ.ค. 2547	14 ม.ค. 2548	17 เม.ย. 2549
วันเริ่มติดผล	2 มี.ค. 2548	12 มี.ค. 2548	30 พ.ค. 2549
วันเริ่มต้นเก็บข้อมูลงานทดลองที่ 1	14 มี.ค. 2548	23 มี.ค. 2548	22 มิ.ย. 2549
วันห่อผล	5 พ.ค. 2548	25 พ.ค. 2548	18 ส.ค. 2549
วันเริ่มต้นเก็บข้อมูลงานทดลองที่ 2	12 พ.ค. 2548	1 มิ.ย. 2548	25 ส.ค. 2549
วันลำไยแก่ทางสรีรวิทยา (ระยะเก็บเกี่ยว)	14 ก.ค. 2548	27 ก.ค. 2548	6 ต.ค. 2549
วันสุดท้ายของการเก็บข้อมูล	28 ก.ค. 2548	18 ส.ค. 2548	20 ต.ค. 2549
ระยะตั้งแต่ให้สารถึงเริ่มออกดอก	44 วัน	-	29 วัน
ระยะตั้งแต่เริ่มออกดอกถึงติดผล	76 วัน	58 วัน	45 วัน
ระยะติดผลถึงระยะแก่ทางสรีรวิทยา	20 สัปดาห์	21 สัปดาห์	18 สัปดาห์
ระยะเวลาเก็บข้อมูลงานทดลองที่ 1	22 สัปดาห์	23 สัปดาห์	20 สัปดาห์
ระยะหลังห่อถึงระยะแก่ทางสรีรวิทยา	10 สัปดาห์	9 สัปดาห์	7 สัปดาห์
ระยะเวลาเก็บข้อมูลงานทดลองที่ 2	12 สัปดาห์	11 สัปดาห์	9 สัปดาห์

การบันทึกข้อมูล

ในการศึกษาพัฒนาการ และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีในผลลำไย ได้บันทึกและเก็บข้อมูล ดังนี้

- น้ำหนักผล
- น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของเปลือก เมล็ด และเนื้อ
- ขนาดของผล (ความกว้าง ความยาว และความสูง)

- วัดสีเปลือกผลลำไย (เก็บข้อมูลเมื่อผลลำไยมีอายุก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์) รายงานผลเป็นค่า L^*, a^* และ b^* ในระบบ CIE (Commission Internationalae de l' Eclairage)

2. ทางด้านเคมี

- การหาปริมาณคลอโรฟิลล์โดยใช้วิธี DMSO ตามภาพ 14 ซึ่งใช้ตัวอย่างเปลือกลำไย 5 กรัมต่อ 1 ซ้ำ มีหน่วยเป็น mg chlorophyll / 100 g น้ำหนักสด

- การหาปริมาณเบตา-แคโรทีน โดยใช้วิธีการ estimation using acetone-hexane solvent ตามภาพ 15 ใช้เปลือกลำไยสด 25 กรัมต่อ 1 ซ้ำ มีหน่วยเป็น mg β-carotene content /100 g น้ำหนักสด

- การหาปริมาณสารประกอบฟีนอล โดยใช้วิธีของ Ketsa and Atantee (1998) ตามภาพ 16 โดยใช้เปลือกลำไย 4 กรัมต่อ 1 ซ้ำ มีหน่วยเป็น mg/100 g น้ำหนักสด

- การหาปริมาณแอนโทไซยานินโดยวิธีการ estimation of total anthocyanin ตามภาพ 17 ใช้ตัวอย่างเปลือกลำไย 10 กรัมต่อ 1 ซ้ำ มีหน่วยเป็น mg anthocyanin content /100 g น้ำหนักสด

- การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solids) มีหน่วยเป็น % ของน้ำตาล

ภาพ 11 แสดงลักษณะการห่อช่อผลลำไย

ภาพ 12 แสดงลักษณะการห่อช่อผลลำไยทั้งต้น

ภาพ 13 แสดงลักษณะผลลำไยที่อยู่ในทรงพุ่ม

เปลือกผลสด (หั่นละเอียด) 5 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่

+ DMSO 15 ml

↓

incubate ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส , 1-2 ชั่วโมง

↓

กรอง

Solution

ปรับปริมาตรด้วย DMSO ให้ได้ 25 ml

↓

วัดค่า OD ที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 nm

โดยใช้สารละลาย DMSO เป็น blank

↓

นำค่า OD ที่วัดได้ไปเป็นแทนค่าในสูตรหาปริมาณ chlorophyll

หน่วยเป็น mg / 100 g น้ำหนักสด

โดย $$\text{Chlorophyll a} = \frac{(0.0127\ D^{**}_{663} - 0.00269\ D^{*}_{645}) \times \text{final volume} \times 100}{100 \times \text{weight (g)}}$$

$$\text{Chlorophyll b} = \frac{(0.0229 D^{*}_{645} - 0.00468 D^{**}_{663}) \times \text{final volume} \times 100}{100 \times \text{weight (g)}}$$

$$\text{total chlorophyll} = 20.2\ D^{*}_{645} + 8.02\ D^{**}_{663}$$

D^{*}_{645} = ค่า OD ที่ความยาวคลื่น 645 nm

D^{**}_{663} = ค่า OD ที่ความยาวคลื่น 663 nm

ภาพ 14 แผนผังการสกัด และวัดปริมาณสารสีคลอโรฟิลล์ โดยใช้ DMSO method

ที่มา: Hiscox and Israelstam (1979)

เปลือกผลสด (หั่นละเอียด) 25 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์

↓ + hexane 60 ml และ acetone 40 ml

แช่ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง

↓ กรอง

Residue → + hexane 20 ml และ acetone 20 ml

แช่ทิ้งไว้ 30 นาที

↓ กรองและล้าง residue ด้วยน้ำ

Solution 2 → เทน้ำล้างเข้ากรวยแยกแล้วเขย่าประมาณ 5 ครั้ง ทิ้งไว้จนแยกเป็น 2 ชั้น

↓ ไข solution ด้านล่างทิ้ง

นำเอา solution ด้านบนมาปรับปริมาณด้วย 9 % acetone in hexane ให้ได้ 100 ml

↓

แบ่งสารละลายมา 50 ml (solution 3)

↓

เทลงใน column ที่เตรียมไว้ [column บรรจุด้วย MgO + Supercel (1: 3 w/w) สูง 10 cm ด้านบนใส่ Na_2SO_4 สูง 1 cm และ wet column ด้วย 9 % acetone in hexane (eluent) 50 ml รอจน eluent ผ่าน column ออกมาประมาณ 40 ml แล้วเททิ้ง]

รอ solution 3 ผ่านหมดแล้ว ↓ เท eluent อีก 50 ml

Solution ที่ผ่าน column ออกมา นำมาปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml ด้วย 9 % acetone in hexane

↓

วัดค่า absorbance (OD) ที่ความยาวคลื่น 436 nm ใช้ 9 % acetone in hexane เป็น blank แล้วนำค่า OD ที่ได้ไปคำนวณหาปริมาตร เบตา-แคโรทีน หน่วยเป็น mg / 100 g น้ำหนักสด

$$\beta\text{-carotene} = \frac{\text{ug of carotene / ml as read from the curve} \times \text{final volume} \times 100}{1000 \times \text{weight (g)}}$$

ภาพ 15 แผนผังการสกัดและวัดปริมาณเบตา-แคโรทีน โดยใช้ estimation using acetone-hexane solvent method

ที่มา: Ranganna (1977) อ้างโดย สุจิตรา (2541)

นำเปลือก (หั่นละเอียด) 3 กรัม ใส่ในโกร่งบด (ที่แช่เย็น)

↓ + ethanol 80 % (ที่เย็นจัด) 12 ml

นำสารละลายที่กรองได้เข้าเครื่องเหวี่ยงความเร็ว 12,000 รอบ / นาที

↓ (ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที)

นำส่วนที่ใส ที่สกัดได้มาเจือจาง 100 เท่า ด้วย ethanol 80 %

↓

นำส่วนที่ใส ที่เจือจางมา 2 ml ใส่ลงในหลอดทดลอง

↓ + Folin-Ciocalteu reagent 10 % 10 ml

ผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 8 นาที

↓ + โซเดียมคาร์บอเนต 7.5 % 8 ml

ผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 2 ชั่วโมง

↓

นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร

(ใช้สารละลาย ethanol 80 % เป็น blank)

ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดเป็นไมโครกรัม ในรูป Gallic acid ต่อกรัมน้ำหนักสด

ภาพ 16 แผนผังการสกัดและวัดปริมาณสารประกอบฟีนอล

ที่มา: Ketsa and Atantee (1998) อ้างโดย กัญญารัตน์ (2548)

เปลือกผลสด (หั่นละเอียด) 2 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่

↓ + ethanolic HCl 25 ml

(95 % ethanol : 1.5 N HCl = 85 : 15)

เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง

(เปลี่ยนสารละลายทุก 6 ชั่วโมงจนเปลือกไม่มีสี)

↓ กรอง

นำสารละลายทั้งหมดที่ได้มารวมกัน

↓ ปรับปริมาตรด้วย ethanolic HCl

ให้ได้ 100 ml

วัดค่า absorbance (OD) ที่ความยาวคลื่น 535 nm ใช้ ethanolic HCl เป็น blank

ค่า OD ที่ได้ไปแทนค่าในสูตรหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด หน่วยเป็น มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด

$$\text{โดย total absorbance} = \frac{\text{OD at 535 nm} \times \text{final volume} \times 100}{\text{Weight (g)}}$$

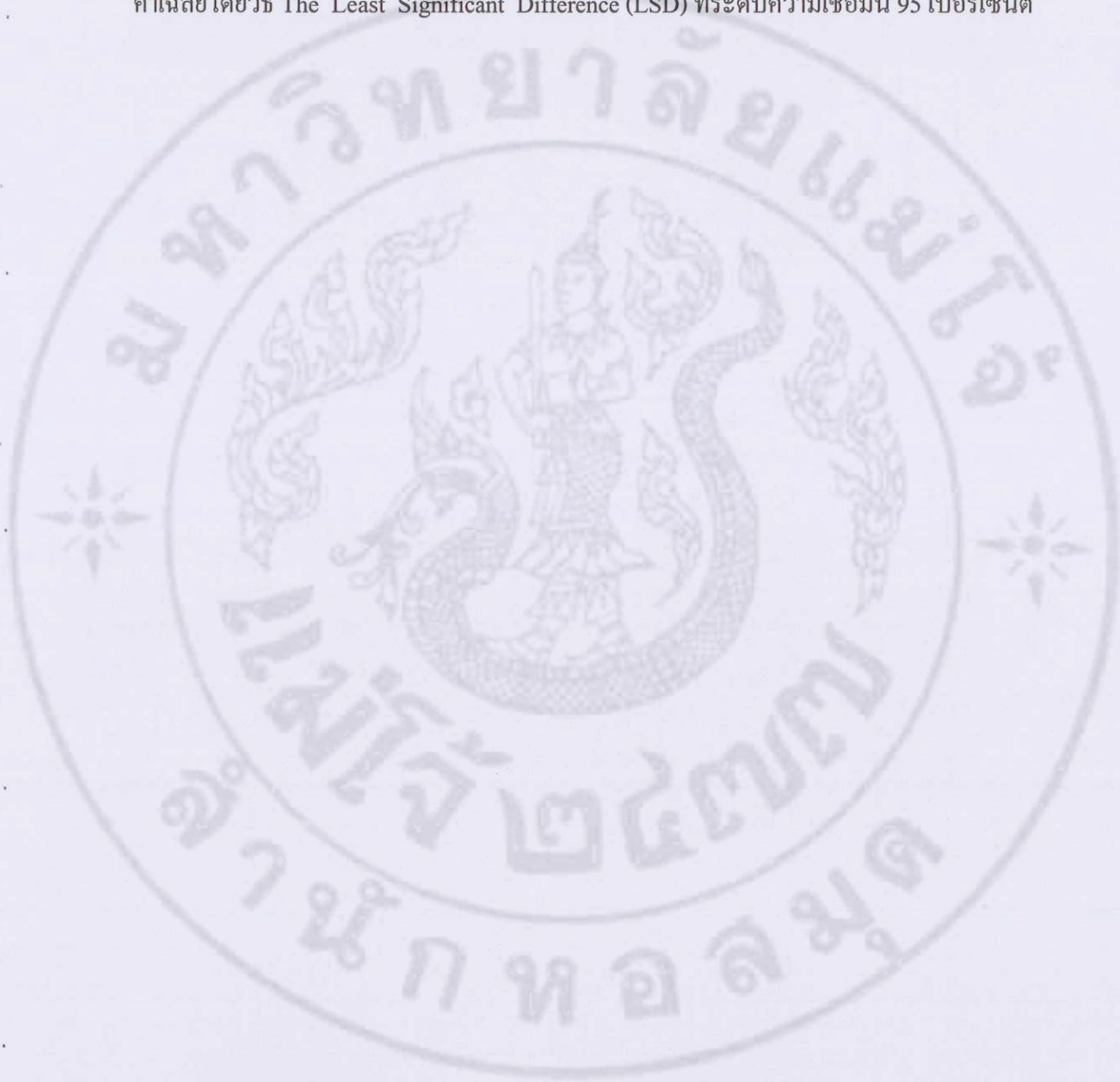
$$\text{Total anthocyanin content} = \frac{\text{total absorbance}}{98.2}$$

ภาพ 17 แผนผังการสกัดและวัดปริมาณแอนโทไซยานิน โดยใช้ estimation of total anthocyanin method

ที่มา: Ranganna (1977) อ้างโดย สุจิตรา (2541)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Analysis System (SAS) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี The Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ 1 พัฒนาการของผลลำไย และการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมี ในเปลือกผลลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

การทดลองนี้ได้ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลลำไย ได้ผลดังนี้ คือ

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

เมื่อผลลำไยติดผลได้ประมาณ 2 สัปดาห์ ได้เริ่มสุ่มเก็บตัวอย่างของพืชเพื่อศึกษาพัฒนาการทางด้านกายภาพของผลลำไย จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวประมาณ 2 สัปดาห์ ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้ คือ

1.1 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักผล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหนักของผลลำไยตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักผลลำไยในทุกฤดูการผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะพัฒนาการของผล ซึ่งมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูดังนี้ กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู พบว่าน้ำหนักของผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 9 มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จะเห็นได้ว่าในแต่ละสัปดาห์ของแต่ละช่วงดังกล่าว มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติยกเว้นสัปดาห์ที่ 8 โดยน้ำหนักของผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.30-0.81 กรัม และหลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 10 จนถึงสัปดาห์ที่ 19 พบว่าน้ำหนักผลลำไยมีค่าเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยน้ำหนักผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 1.54-10.38 กรัม และเมื่อลำไยเข้าสู่ระยะเก็บเกี่ยว หรือเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 20-22) พบว่าน้ำหนักผลยังคงมีค่าเพิ่มขึ้น โดยน้ำหนักของผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 10.44-11.40 กรัม (ตาราง 7 และภาพ 18) ส่วนการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลลำไยที่ติดผลในฤดู พบว่าน้ำหนักของผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 จนถึงสัปดาห์ที่ 10 มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จะเห็นได้ว่าน้ำหนักผลในแต่ละสัปดาห์ของช่วงดังกล่าวมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักของผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.12-0.88 กรัม แต่หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 11 จนถึงสัปดาห์ที่ 19 พบว่าน้ำหนักของผลลำไยมี

ค่าเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยน้ำหนักผลมีค่าอยู่ระหว่าง 1.41-7.80 กรัม และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 20-23 พบว่าน้ำหนักผลยังคงมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยน้ำหนักผลมีค่าอยู่ระหว่าง 10.46-13.42 กรัม (ตาราง 7 และภาพ 18) สำหรับการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลลำไยที่ติดผลในช่วงนอกฤดู พบว่าน้ำหนักของผลตั้งแต่ในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 6 มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเท่านั้น จะเห็นว่าน้ำหนักผลในแต่ละสัปดาห์ของช่วงดังกล่าว มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักของผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.21-1.00 กรัม แต่หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 7 จนถึงสัปดาห์ที่ 17 พบว่าน้ำหนักของผลมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยน้ำหนักของผลมีค่าอยู่ระหว่าง 1.22-12.76 กรัม และเมื่อลำไยเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 19-20) น้ำหนักผลยังคงมีค่าเพิ่มขึ้น โดยน้ำหนักของผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 12.81-14.79 กรัม (ตาราง 7 และภาพ 18)

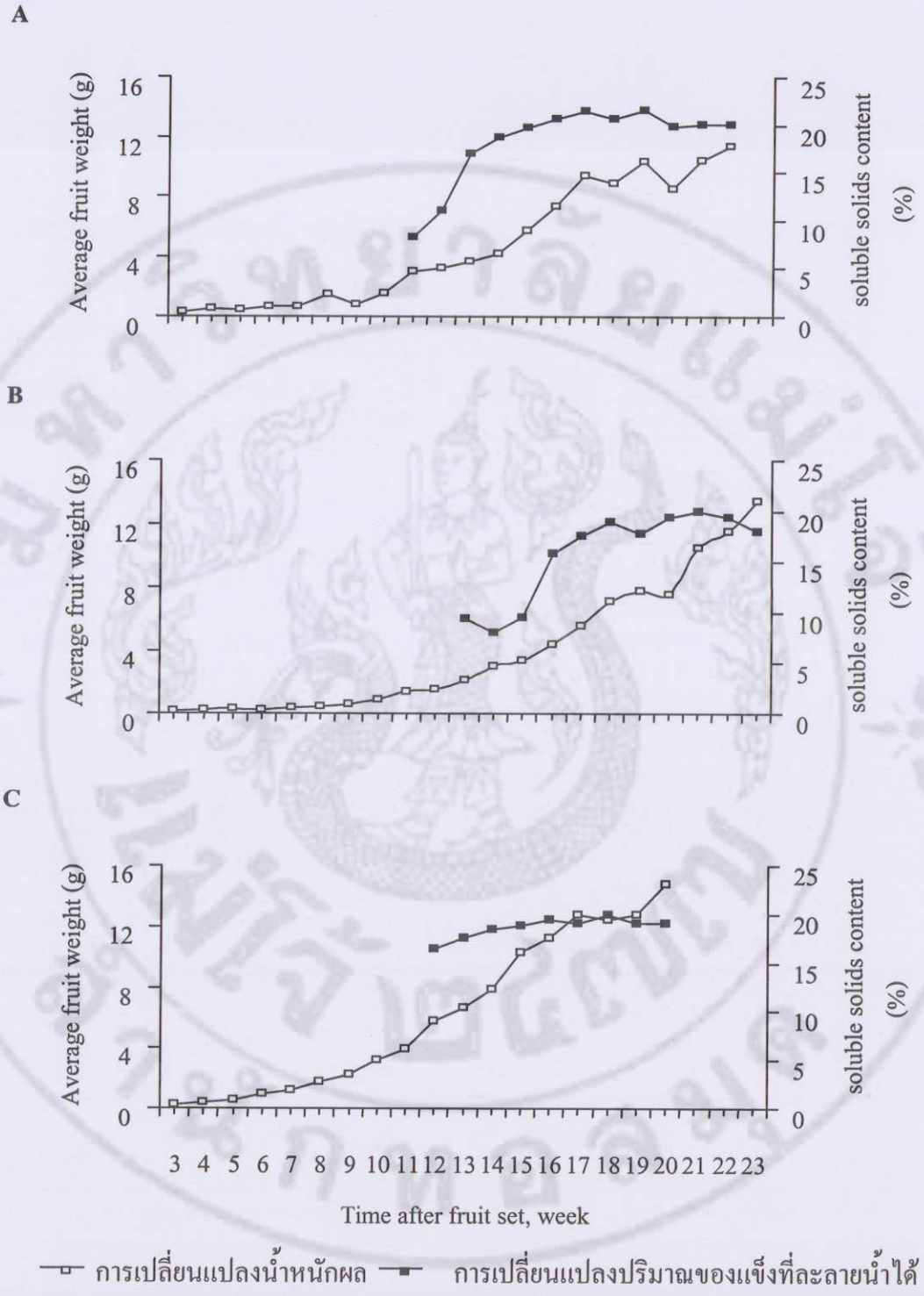
การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลลำไย ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้ กล่าวคือ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ซึ่งได้เริ่มสุ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่สัปดาห์ที่ 11 เป็นต้นไป จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 21-22) พบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 11 ถึงระยะเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 19) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ระหว่าง 8.28-21.61 % และเมื่อลำไยเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 21-22) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีอยู่ระหว่าง 20.03-20.12 % ทั้งนี้เมื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลลำไยแต่ละสัปดาห์ พบว่าลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 19 จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าประมาณ 21.61 % (ตาราง 8 และภาพ 18) ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในลำไยที่ติดผลในฤดู ซึ่งได้เริ่มสุ่มเก็บตัวอย่างพืชตั้งแต่สัปดาห์ที่ 13 เป็นต้นไปจนถึงเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ พบว่าผลลำไยในช่วงสัปดาห์ที่ 13 จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 21) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 8.00-19.96 % และเมื่อลำไยเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 22-23) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่น้อยลง โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 18.03-19.37 % ซึ่งเมื่อได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลลำไยแต่ละสัปดาห์ พบว่าผลลำไยในสัปดาห์ที่ 21 (ระยะเก็บเกี่ยว) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าประมาณ 19.96 % (ตาราง 8 และภาพ 18)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในลำไยที่ติดผลในช่วงนอกฤดู ซึ่งเริ่มสุ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 เป็นต้นไป จนถึงระยะเลยเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 19-20) พบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 12 จนถึงสัปดาห์ที่ 13 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มี

การเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ซึ่งไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าอยู่ระหว่าง 16.51-17.65 % แต่หลังจากนั้นนับตั้งแต่สัปดาห์ที่ 14 เป็นต้นไปจนถึงระยะเลยเก็บเกี่ยวปกติ พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งจะเห็นว่าไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าอยู่ระหว่าง 18.52-19.94 % ซึ่งเมื่อได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลลำไยแต่ละสัปดาห์ พบว่าลำไยที่สุ่มเก็บตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 18 (ระยะเก็บเกี่ยว) จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าประมาณ 19.94 % (ตาราง 8 และภาพ 18)

1.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเปลือก

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเปลือกลำไยตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ 2 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักสดของเปลือกลำไยในทุกฤดูของการผลิต มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะพัฒนาการของผล ซึ่งมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูการผลิตดังนี้ กล่าวคือ จากการศึกษาลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู พบว่าน้ำหนักสดของเปลือกที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 จนถึงสัปดาห์ที่ 9 มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเปลือกเล็กน้อย โดยน้ำหนักสดของเปลือกผลมีค่าอยู่ระหว่าง 0.205-0.348 กรัม แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 9 เป็นต้นไปจนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ น้ำหนักสดของเปลือกผลเพิ่มขึ้น โดยจากที่พบประมาณ 0.223 กรัม ในสัปดาห์ที่ 9 น้ำหนักสดของเปลือกผลจะมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 1.710 กรัม (ตาราง 9 และภาพ 19) ส่วนการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเปลือกผลลำไยที่ติดผลในฤดู พบว่าน้ำหนักสดของเปลือกที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 9 มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเปลือกเล็กน้อย โดยน้ำหนักสดของเปลือกผลมีค่าอยู่ระหว่าง 0.096-0.286 กรัม แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 10 เป็นต้นไปจนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ พบว่าน้ำหนักสดของเปลือกผลมีค่าเพิ่มขึ้น โดยจากที่พบประมาณ 0.415 กรัม ในสัปดาห์ที่ 10 น้ำหนักสดของเปลือกจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 2.381 กรัม (ตาราง 9 และภาพ 19) สำหรับการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเปลือกผลลำไยที่ติดผลในช่วงนอกฤดู พบว่าน้ำหนักสดของเปลือกผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 5 มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเปลือกเพียงเล็กน้อย โดยน้ำหนักสดของเปลือกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.217-0.367 กรัม แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 6 เป็นต้นไป จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ น้ำหนักสดของเปลือกผลมีค่าเพิ่มมากขึ้น โดยจากที่พบประมาณ 0.530 กรัม ในสัปดาห์ที่ 6 น้ำหนักสดของเปลือกผลจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 2.572 กรัม (ตาราง 9 และภาพ 19)



ภาพ 18 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล และการเปลี่นแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอ ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 7 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผลเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของน้ำหนักผลลำไย (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	น้ำหนักผล (กรัม)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	0.30k	0.04	0.12n	0.02	0.21k	0.04
4	0.49k	0.11	0.20n	0.02	0.38jk	0.14
5	0.44k	0.09	0.27mn	0.02	0.56jk	0.16
6	0.69k	0.20	0.24n	0.04	1.00ijk	0.09
7	0.63k	0.10	0.36mn	0.04	1.22ij	0.44
8	1.46j	0.35	0.41mn	0.05	1.74hi	0.31
9	0.81k	0.15	0.61lm	0.06	2.25h	0.40
10	1.54j	0.33	0.88l	0.11	3.18g	0.86
11	3.00i	0.45	1.41k	0.31	3.97g	0.49
12	3.25hi	0.42	1.55k	0.22	5.81f	0.46
13	3.67gh	0.60	2.15j	0.23	6.70f	1.46
14	4.20g	0.45	2.99i	0.24	7.87e	1.76
15	5.71f	0.59	3.40h	0.15	10.31d	1.44
16	7.32e	1.18	4.44g	0.25	11.29c	1.62
17	9.43c	0.71	5.55f	0.56	12.76b	1.32
18	8.85d	0.89	7.11e	0.76	12.45b	1.10
19	10.38b	0.93	7.80d	0.67	12.81b	1.72
20	8.50d	0.65	7.56d	0.34	14.79a	1.08
21	10.44b	1.23	10.46c	0.70	-	-
22	11.40a	1.01	11.56b	0.67	-	-
23	-	-	13.42a	0.30	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	13.80	-	9.39	-	16.80	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

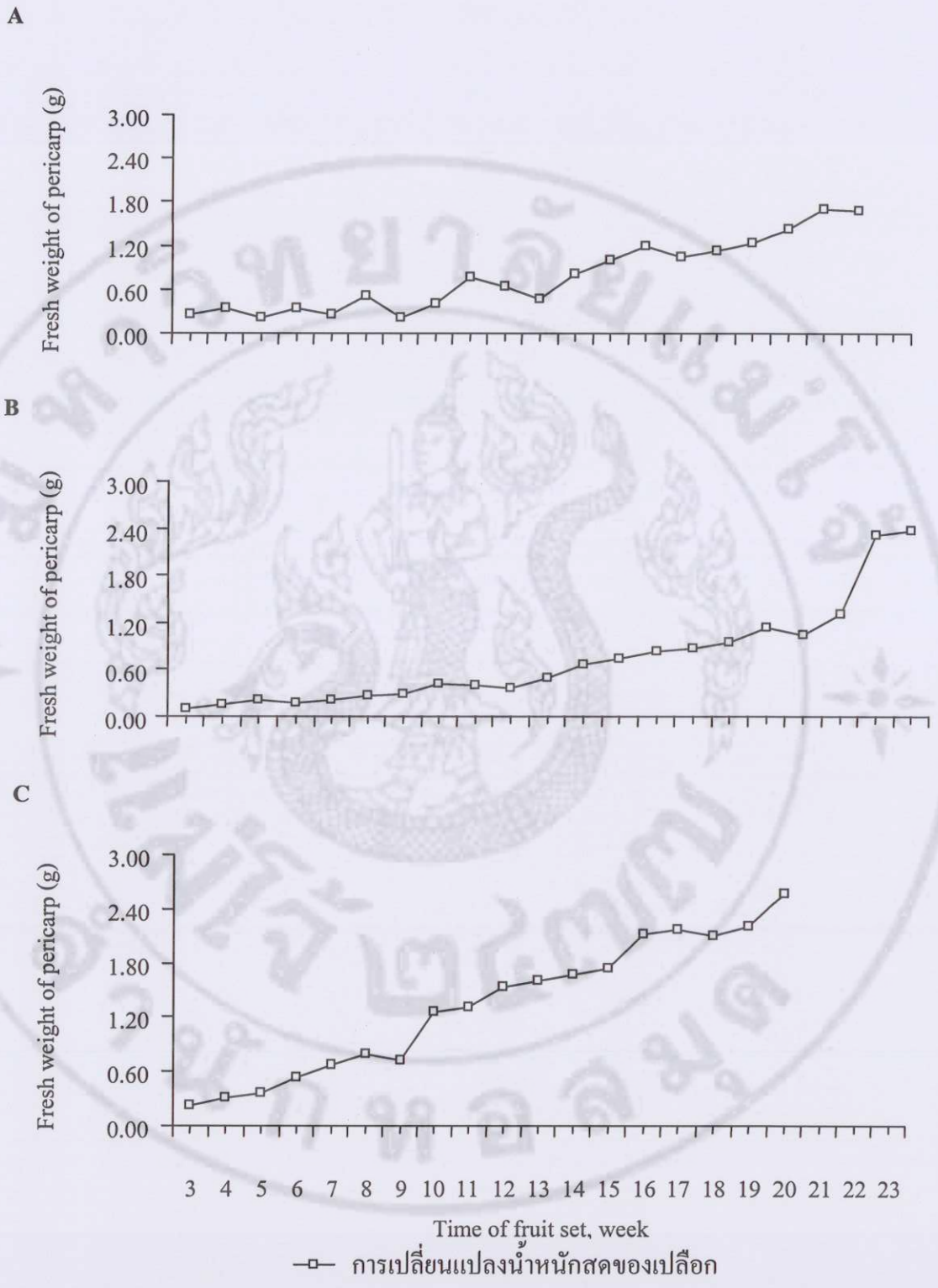
: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตาราง 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
11	8.28g	0.66	-	-	-	-
12	11.04f	1.46	-	-	16.51c	2.68
13	17.00e	2.09	9.43f	0.54	17.65bc	3.25
14	18.69d	2.94	8.00g	0.77	18.53ab	1.64
15	19.70cd	1.39	9.51f	1.17	18.82ab	0.62
16	20.66abc	1.64	15.83e	0.90	19.42ab	1.22
17	21.46ab	1.27	17.58d	1.15	19.13ab	1.02
18	20.59abc	0.57	18.89bc	0.75	19.94a	0.91
19	21.61a	0.97	17.72d	0.83	19.15ab	1.38
20	19.87cd	1.49	19.43ab	0.96	19.05ab	1.32
21	20.12abc	0.98	19.96a	0.90	-	-
22	20.03bcd	1.15	19.37ab	1.90	-	-
23	-	-	18.03cd	1.23	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	8.32	-	6.75	-	9.41	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพ 19 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเปลือก ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอ ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 9 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเปลือกเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของน้ำหนักสดของเปลือกผล (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	น้ำหนักสดของเปลือก (กรัม)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	0.245k	0.022	0.096o	0.004	0.217i	0.018
4	0.335j	0.013	0.156no	0.012	0.303i	0.016
5	0.205k	0.004	0.204mn	0.014	0.367hi	0.014
6	0.348j	0.011	0.171n	0.012	0.530gh	0.020
7	0.265k	0.005	0.212mn	0.009	0.677fg	0.114
8	0.520h	0.013	0.264lm	0.010	0.788f	0.083
9	0.223k	0.018	0.286l	0.004	0.733f	0.039
10	0.411i	0.018	0.415k	0.009	1.250e	0.046
11	0.756f	0.031	0.405k	0.023	1.318e	0.102
12	0.633g	0.035	0.354k	0.009	1.534d	0.085
13	0.464hi	0.052	0.503j	0.014	1.607cd	0.040
14	0.799f	0.039	0.667i	0.040	1.664cd	0.177
15	0.992e	0.029	0.736h	0.066	1.747c	0.146
16	1.192c	0.022	0.826g	0.042	2.122b	0.007
17	1.042e	0.040	0.871g	0.054	2.168b	0.152
18	1.133d	0.082	0.951f	0.040	2.103b	0.079
19	1.232c	0.021	1.147d	0.026	2.200b	0.293
20	1.423b	0.036	1.045e	0.024	2.572a	0.098
21	1.710a	0.037	1.302c	0.037	-	-
22	1.684a	0.065	2.320b	0.073	-	-
23	-	-	2.381a	0.079	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V.(%)	4.53	-	5.03	-	8.35	-

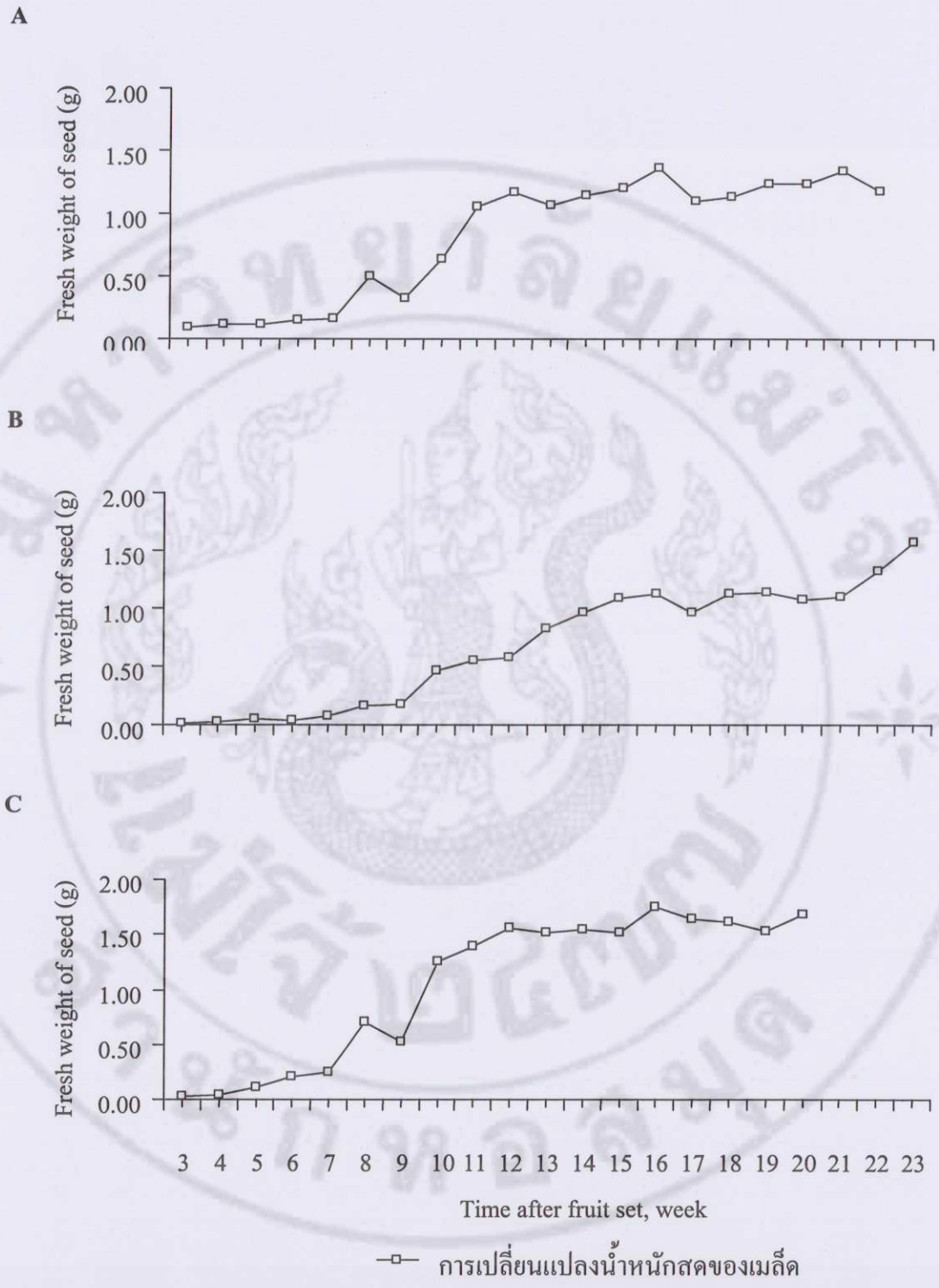
หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

1.3 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเมล็ด

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเมล็ดลำไยตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักสดของเมล็ดลำไยในทุกฤดูการผลิต มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามพัฒนาการของผล ซึ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดู มีดังนี้กล่าวคือ ลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู พบว่าน้ำหนักสดของเมล็ดผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 จนถึงสัปดาห์ที่ 7 มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเมล็ดเล็กน้อย โดยน้ำหนักสดของเมล็ดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.093-0.157 กรัม ในช่วงระยะสัปดาห์ที่ 8 ถึงสัปดาห์ที่ 16 เมล็ดลำไยจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยน้ำหนักสดของเมล็ดมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.501-1.359 กรัม แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 16 จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 20) พบว่าน้ำหนักสดของเมล็ดมีค่าลดลงเล็กน้อย โดยจากที่พบประมาณ 1.359 กรัมในสัปดาห์ที่ 16 น้ำหนักสดของเมล็ดมีค่าลดลงประมาณ 1.234 กรัม (สัปดาห์ที่ 20) และเมื่อผลลำไยพัฒนาเข้าสู่ระยะหลังเก็บเกี่ยว พบว่าน้ำหนักสดของเมล็ดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยจากที่พบประมาณ 1.234 กรัม ในสัปดาห์ที่ 20 น้ำหนักสดของเมล็ดในสัปดาห์ที่ 21 มีค่าเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 1.337 กรัม (ตาราง 10 และภาพ 20) ส่วนการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเมล็ดลำไยที่ติดผลในฤดู พบว่าน้ำหนักสดของเมล็ดผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 7 มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเมล็ดเล็กน้อย โดยน้ำหนักสดของเมล็ดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.008-0.076 กรัม หลังจากนั้นตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 8 ถึงสัปดาห์ที่ 19 พัฒนาการของเมล็ดลำไยจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยน้ำหนักสดของเมล็ดเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.164-1.135 กรัม แต่หลังจากช่วงสัปดาห์ที่ 19 เป็นต้นไป จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 19) น้ำหนักสดของเมล็ดเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเท่านั้น โดยน้ำหนักสดของเมล็ดมีค่าอยู่ระหว่าง 1.135-1.100 กรัม และเมื่อผลลำไยพัฒนาเข้าสู่ระยะหลังเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 22-23) พบว่าน้ำหนักสดของเมล็ดเพิ่มขึ้นโดยน้ำหนักสดของเมล็ดมีค่าอยู่ระหว่าง 1.328-1.578 กรัม (ตาราง 10 และภาพ 20)

สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเมล็ดลำไยที่ติดผลในช่วงนอกฤดู พบว่าน้ำหนักสดของเมล็ดผลลำไยที่ติดผลในช่วงสัปดาห์ที่ 3 จนถึงสัปดาห์ที่ 6 มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเมล็ดเล็กน้อย โดยน้ำหนักสดของเมล็ดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.022-0.204 กรัม ในระยะสัปดาห์ที่ 7 จนถึงสัปดาห์ที่ 16 พัฒนาการของเมล็ดลำไยเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยน้ำหนักสดของเมล็ดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.249-1.750 กรัม แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 16 จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 20) น้ำหนักสดของเมล็ดเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยน้ำหนักสดของเมล็ดมีค่าอยู่ระหว่าง 1.750-1.679 กรัม (ตาราง 10 และภาพ 20)



ภาพ 20 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเมล็ด ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 10 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเมล็ดเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของน้ำหนักสดของเมล็ด (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	น้ำหนักสดของเมล็ด (กรัม)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	0.093h	0.003	0.008i	0.0001	0.022h	0.004
4	0.116h	0.013	0.026i	0.002	0.044h	0.006
5	0.110h	0.008	0.048i	0.006	0.111gh	0.007
6	0.147h	0.004	0.043i	0.003	0.204gh	0.009
7	0.157h	0.022	0.076i	0.007	0.249g	0.067
8	0.501f	0.019	0.164h	0.003	0.702e	0.206
9	0.325g	0.025	0.176h	0.013	0.528f	0.070
10	0.634e	0.059	0.456g	0.014	1.258d	0.093
11	1.053d	0.015	0.548f	0.055	1.389cd	0.120
12	1.173bc	0.072	0.578f	0.027	1.521bc	0.032
13	1.065d	0.081	0.828e	0.036	1.560abc	0.207
14	1.141bcd	0.091	0.959d	0.086	1.540bc	0.049
15	1.201b	0.037	1.084c	0.055	1.521bc	0.083
16	1.359a	0.046	1.119c	0.050	1.750a	0.088
17	1.095c	0.023	0.958d	0.075	1.642ab	0.077
18	1.138bcd	0.077	1.120c	0.022	1.609ab	0.013
19	1.236b	0.116	1.135c	0.032	1.533bc	0.227
20	1.234b	0.008	1.076c	0.025	1.679ab	0.027
21	1.337a	0.071	1.100c	0.022	-	-
22	1.178bc	0.064	1.328b	0.090	-	-
23	-	-	1.578a	0.082	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	6.620	-	6.480	-	9.910	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

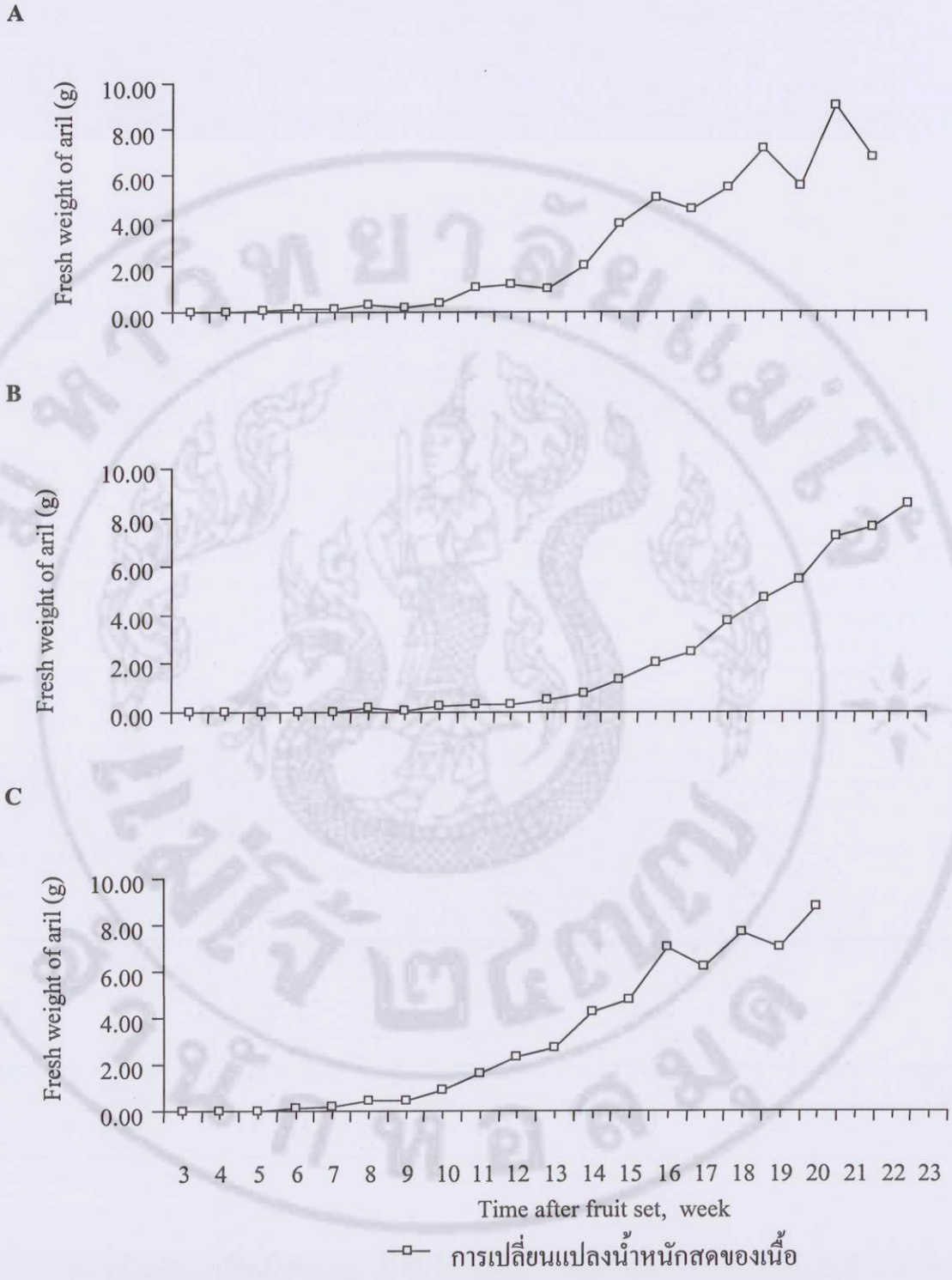
: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

1.4 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเนื้อ

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเนื้อผลลำไย ตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักสดของเนื้อในทุกฤดูการผลิต มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะพัฒนาการของผล โดยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูการผลิตลำไยดังนี้ กล่าวคือ ลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู พบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ผลของลำไยยังไม่มีการสร้างเนื้อ ผลลำไยเริ่มมีการสร้างเนื้อเมื่อเจริญเติบโตเข้าสู่สัปดาห์ที่ 5 ซึ่งลักษณะพัฒนาการของเนื้อผลลำไยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 จนถึงสัปดาห์ที่ 10 พบว่าน้ำหนักสดของเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยน้ำหนักสดของเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.071-0.389 กรัม หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 11 ถึงสัปดาห์ที่ 13 น้ำหนักสดของเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยน้ำหนักสดของเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 1.036-1.178 กรัม และเมื่อผลลำไยพัฒนาการเข้าสู่สัปดาห์ที่ 14 ถึงสัปดาห์ที่ 21 น้ำหนักสดของเนื้อผลลำไยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งน้ำหนักสดของเนื้อผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 1.984-9.022 กรัม (ตาราง 11 และภาพ 21)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเนื้อผลลำไยที่ติดผลในฤดู พบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 6 ผลของลำไยยังไม่มีการสร้างเนื้อ ผลลำไยเริ่มมีการสร้างเนื้อเมื่อเจริญเติบโตเข้าสู่สัปดาห์ที่ 7 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเนื้อผลลำไยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 7 ถึงสัปดาห์ที่ 12 พบว่าน้ำหนักสดของเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยน้ำหนักสดของเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.018-0.292 กรัม หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 13 ถึงสัปดาห์ที่ 23 น้ำหนักสดของเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยน้ำหนักสดของเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.492-8.544 กรัม (ตาราง 11 และภาพ 21)

สำหรับการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเนื้อผลลำไยที่ติดผลในช่วงนอกฤดู พบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 7 ผลของลำไยยังไม่มีการสร้างเนื้อ ผลลำไยเริ่มสร้างเนื้อเมื่อเจริญเติบโตเข้าสู่สัปดาห์ที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของเนื้อผลลำไยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 ถึงสัปดาห์ที่ 9 พบว่าน้ำหนักสดของเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยน้ำหนักสดของเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.128-0.446 กรัม หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 10 จนถึงสัปดาห์ที่ 20 น้ำหนักสดของเนื้อผลลำไยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งน้ำหนักสดของเนื้อผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.924-8.782 กรัม (ตาราง 11 และภาพ 21)



ภาพ 21 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเนื้อ ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 11 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเนื้อเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) น้ำหนักสดของเนื้อ (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	น้ำหนักสดของเนื้อ (กรัม)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	0.000k	0.000	0.000l	0.000	0.000i	0.000
4	0.000k	0.000	0.000l	0.000	0.000i	0.000
5	0.071jk	0.007	0.000l	0.000	0.000i	0.000
6	0.121jk	0.023	0.000l	0.000	0.128i	0.006
7	0.125jk	0.026	0.018l	0.003	0.194i	0.059
8	0.341j	0.020	0.163kl	0.113	0.438hi	0.131
9	0.180jk	0.150	0.092l	0.004	0.446hi	0.051
10	0.389j	0.088	0.252kl	0.006	0.924h	0.060
11	1.045i	0.087	0.308kl	0.011	1.595g	0.064
12	1.178i	0.089	0.292kl	0.044	2.318f	0.158
13	1.036i	0.159	0.492jk	0.032	2.718f	0.016
14	1.984h	0.163	0.737j	0.118	4.250e	0.572
15	3.841g	0.057	1.301i	0.121	4.788e	0.220
16	4.958e	0.149	1.997h	0.094	7.028c	0.358
17	4.493f	0.170	2.483g	0.427	6.182d	0.409
18	5.400d	0.189	3.725f	0.193	7.695b	0.809
19	7.119b	0.469	4.688e	0.390	7.057c	0.964
20	5.487d	0.288	5.473d	0.094	8.782a	0.282
21	9.022a	0.212	7.204c	0.233	-	-
22	6.759c	0.215	7.596b	0.434	-	-
23	-	-	8.544a	0.139	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	6.38	-	8.42	-	12.02	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

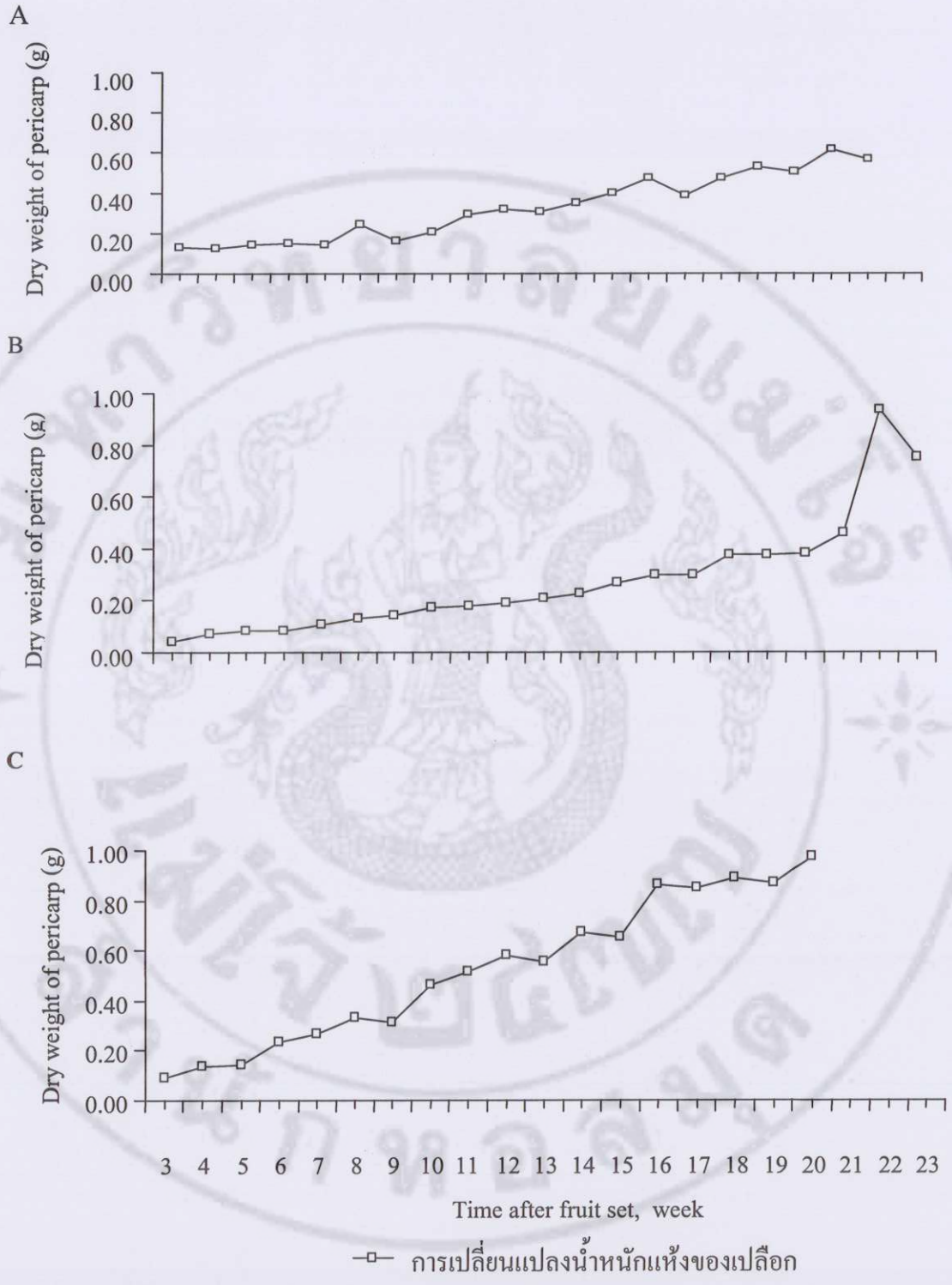
: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

1.5 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเปลือก

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเปลือกผลลำไยตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักแห้งของเปลือกผลลำไยในทุกฤดูการผลิต มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามพัฒนาการของผล โดยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูการผลิตลำไยดังนี้ กล่าวคือ ลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู พบว่าน้ำหนักแห้งของเปลือกผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 9 มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเปลือกเล็กน้อย โดยน้ำหนักแห้งของเปลือกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.125-0.162 กรัม หลังจากนั้นตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 10 จนถึงสัปดาห์ที่ 19 น้ำหนักแห้งของเปลือกเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยน้ำหนักแห้งของเปลือกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.202-0.530 กรัม เมื่อผลเข้าสู่ระยะเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 20) ปรากฏว่าน้ำหนักแห้งของเปลือกเริ่มลดลงเล็กน้อย และเมื่อเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 21-22) น้ำหนักแห้งของเปลือกมีค่าเพิ่มขึ้น โดยน้ำหนักแห้งของเปลือกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.563-0.616 กรัม (ตาราง 12 และภาพ 22)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเปลือกผลลำไยที่ติดผลในฤดู พบว่าน้ำหนักแห้งของเปลือกผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 6 มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเปลือกเพียงเล็กน้อย โดยน้ำหนักแห้งของเปลือกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.042-0.085 กรัม หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 7 จนถึงสัปดาห์ที่ 20 น้ำหนักแห้งของเปลือกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยน้ำหนักแห้งของเปลือกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.109-0.381 กรัม และเมื่อผลลำไยเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 22-23) น้ำหนักแห้งของเปลือกมีค่าเพิ่มขึ้น โดยน้ำหนักแห้งของเปลือกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.752-0.935 กรัม (ตาราง 12 และภาพ 22)

สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงนอกฤดู พบว่าน้ำหนักแห้งของเปลือกผลลำไยที่ติดผลในช่วงสัปดาห์ที่ 3 จนถึงสัปดาห์ที่ 5 น้ำหนักแห้งของเปลือกมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยน้ำหนักแห้งของเปลือกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.093-0.143 กรัม หลังจากนั้นตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 6 จนถึงสัปดาห์ที่ 18 น้ำหนักแห้งของเปลือกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยน้ำหนักแห้งของเปลือกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.234-0.890 กรัม และเมื่อผลลำไยเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 19-20) น้ำหนักแห้งของเปลือกมีค่าเพิ่มเล็กน้อย (ตาราง 12 และภาพ 22)



ภาพ 22 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเปลือก ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 12 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเปลือกเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) น้ำหนักแห้งของเปลือก (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผล ในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	น้ำหนักแห้งของเปลือก (กรัม)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	0.132l	0.012	0.042k	0.002	0.093i	0.006
4	0.125l	0.018	0.073jk	0.006	0.137i	0.015
5	0.142kl	0.004	0.085jk	0.005	0.143i	0.004
6	0.152kl	0.003	0.085jk	0.005	0.234h	0.010
7	0.142kl	0.003	0.109ij	0.005	0.266gh	0.032
8	0.241i	0.005	0.131i	0.005	0.331g	0.025
9	0.162k	0.013	0.140hi	0.001	0.317g	0.031
10	0.202j	0.006	0.175h	0.004	0.464f	0.019
11	0.295h	0.012	0.181h	0.025	0.518ef	0.050
12	0.320h	0.013	0.189fg	0.007	0.584de	0.026
13	0.301h	0.026	0.209fg	0.005	0.553e	0.024
14	0.349g	0.009	0.225f	0.017	0.673c	0.066
15	0.396f	0.004	0.266e	0.023	0.653cd	0.033
16	0.472e	0.012	0.295e	0.015	0.862b	0.020
17	0.384f	0.010	0.295e	0.013	0.849b	0.085
18	0.469e	0.034	0.375d	0.008	0.890b	0.031
19	0.530c	0.029	0.378d	0.038	0.868b	0.092
20	0.505d	0.005	0.381d	0.018	0.971a	0.058
21	0.616a	0.017	0.459c	0.012	-	-
22	0.563b	0.015	0.935a	0.050	-	-
23	-	-	0.752b	0.077	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	4.66	-	8.830	-	8.16	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

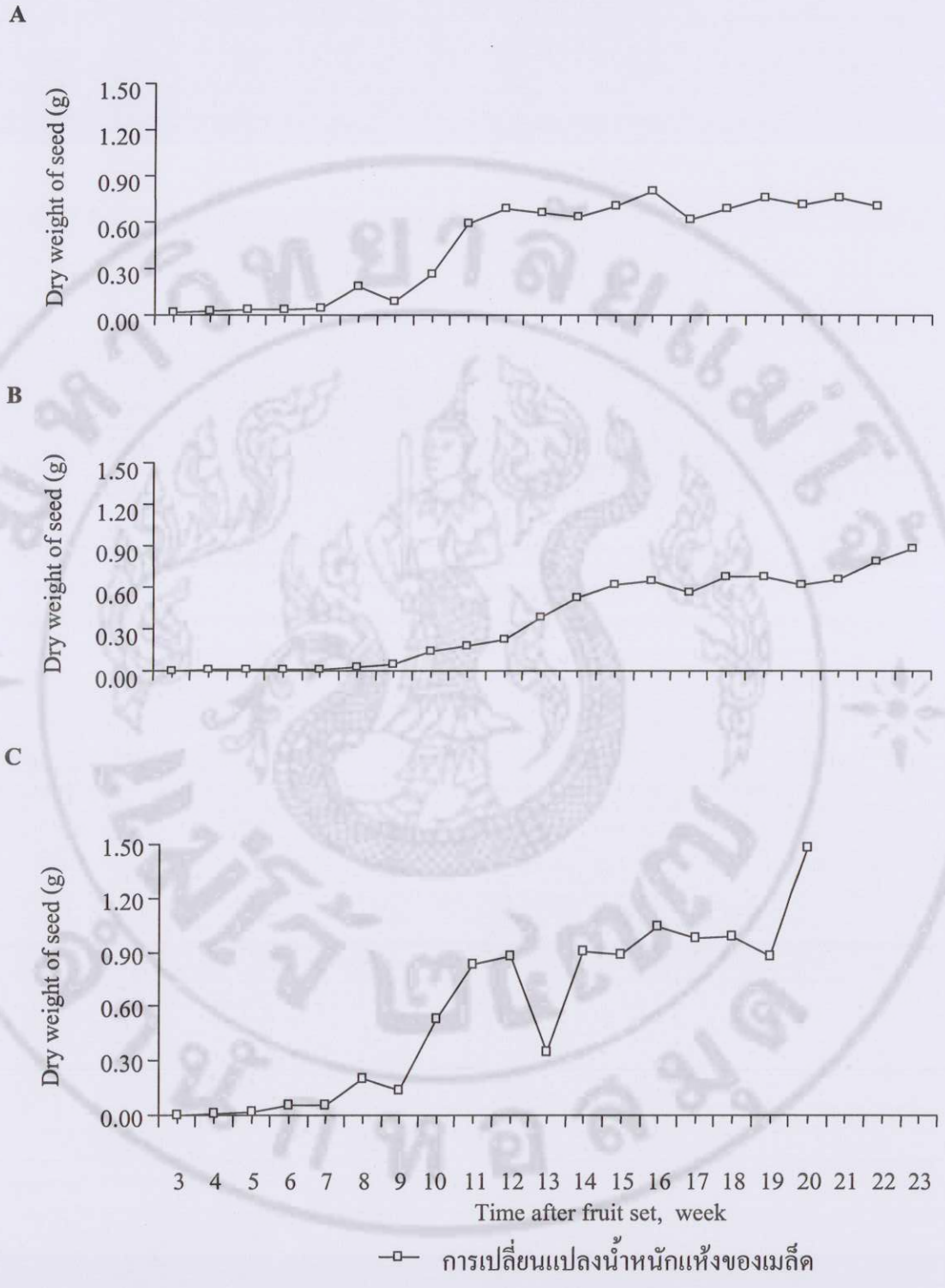
: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

1.6 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเมล็ด

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเมล็ดลำไยตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะเลยเก็บเกี่ยวปกติ 2 สัปดาห์ โดยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดู ดังนี้ กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเมล็ดลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู พบว่าน้ำหนักแห้งของเมล็ดที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 9 มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จะเห็นว่าไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติยกเว้นในสัปดาห์ที่ 8 โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.019-0.092 กรัม จากนั้นตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 10 ถึงสัปดาห์ที่ 16 น้ำหนักแห้งของเมล็ดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามพัฒนาการของผล โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.263-0.800 กรัม แต่หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 16 เป็นต้นไป จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 22) น้ำหนักแห้งของเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.615-0.762 กรัม (ตาราง 13 และภาพ 23)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเมล็ดลำไยที่ติดผลในฤดู พบว่าน้ำหนักแห้งของเมล็ดผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 9 มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จะเห็นว่าไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.001-0.046 กรัม หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 10 จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 21) น้ำหนักแห้งของเมล็ดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.142-0.676 กรัม แต่หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 21 เป็นต้นไป จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ(สัปดาห์ที่ 23) น้ำหนักแห้งของเมล็ดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.783-0.882 กรัม (ตาราง 13 และภาพ 23)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเมล็ดที่ติดผลในช่วงนอกฤดู พบว่าน้ำหนักแห้งของเมล็ดผลลำไยที่ติดผลในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 9 จะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย จะเห็นว่าไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติยกเว้นสัปดาห์ที่ 8 โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.003-0.140 กรัม หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 10 จนถึงสัปดาห์ที่ 16 น้ำหนักแห้งของเมล็ดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.349-1.044 กรัม แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 16 เป็นต้นไป จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 18) น้ำหนักแห้งของเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก จะเห็นว่าไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.978-0.991 กรัม แต่เมื่อผลลำไยเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ ซึ่งพบว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักแห้งของเมล็ดมีค่าเพิ่มขึ้น โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.874-1.480 กรัม (ตาราง 13 และภาพ 23)



ภาพ 23 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเมล็ด ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 13 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเมล็ดเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) น้ำหนักแห้งของเมล็ด (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	น้ำหนักแห้งของเมล็ด (กรัม)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	0.019h	0.001	0.001i	0.0001	0.003h	0.001
4	0.029h	0.010	0.010i	0.002	0.012h	0.002
5	0.037h	0.007	0.005i	0.002	0.018h	0.001
6	0.034h	0.002	0.007i	0.001	0.052h	0.002
7	0.044h	0.006	0.014i	0.004	0.058h	0.015
8	0.187g	0.012	0.030i	0.003	0.201g	0.070
9	0.092h	0.007	0.046i	0.002	0.140gh	0.024
10	0.263f	0.056	0.142h	0.005	0.529e	0.091
11	0.593e	0.018	0.182h	0.020	0.834d	0.145
12	0.689bc	0.045	0.226g	0.019	0.349f	0.011
13	0.661cd	0.050	0.386f	0.035	0.880cd	0.154
14	0.639cd	0.113	0.522e	0.049	0.904cd	0.044
15	0.708bc	0.017	0.621d	0.034	0.887cd	0.058
16	0.800a	0.029	0.647cd	0.028	1.044b	0.048
17	0.615de	0.009	0.558e	0.036	0.978bc	0.094
18	0.689bc	0.037	0.675c	0.017	0.991bc	0.004
19	0.762ab	0.093	0.676c	0.021	0.874cd	0.092
20	0.718bc	0.015	0.622d	0.013	1.480a	0.129
21	0.757ab	0.043	0.659cd	0.027	-	-
22	0.703bc	0.028	0.783b	0.063	-	-
23	-	-	0.882a	0.024	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	9.29	-	7.00	-	13.13	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

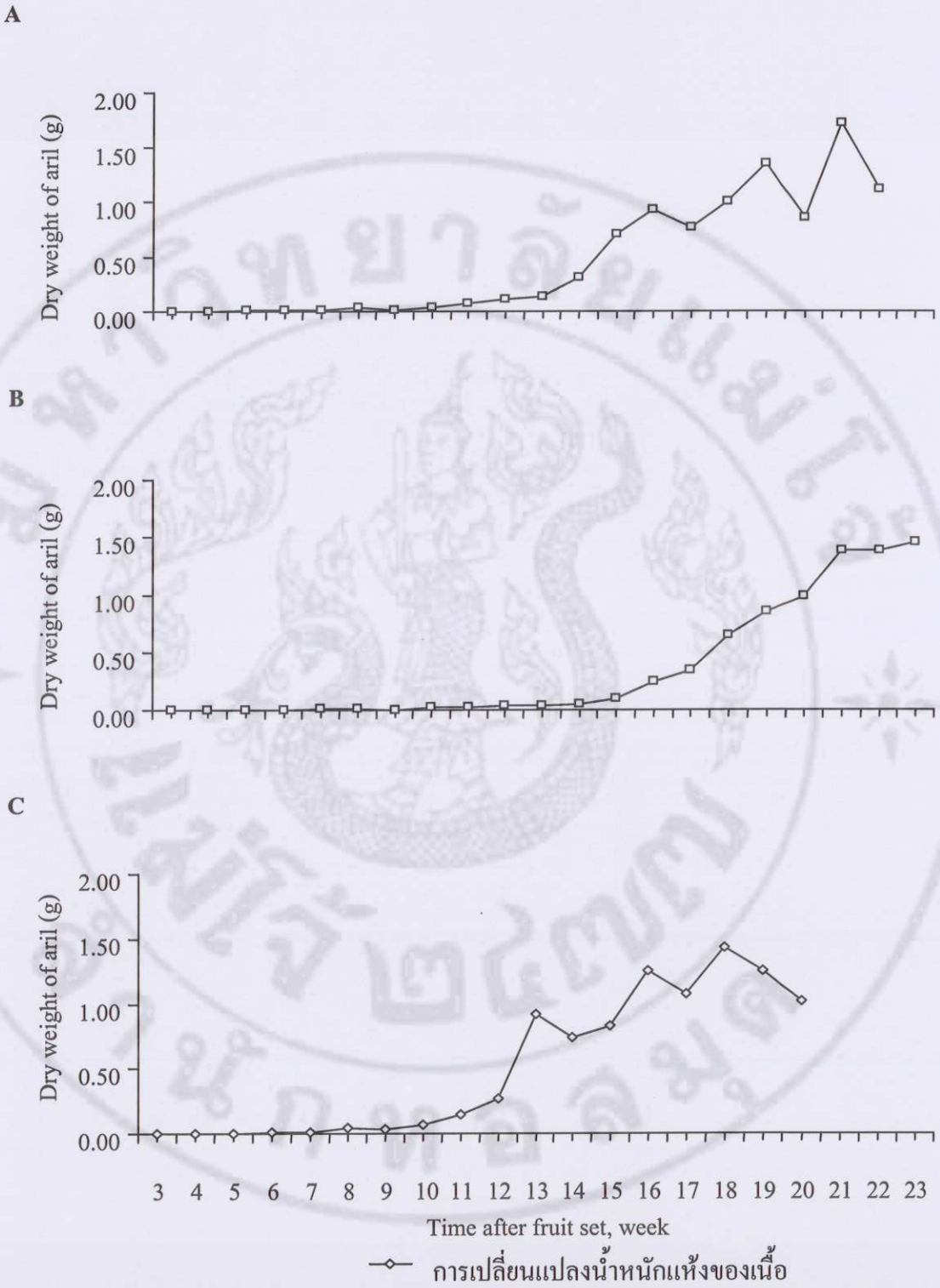
: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

1.7 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเนื้อ

ผลการศึกษาน้ำหนักแห้งของเนื้อผลลำไยตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ 2 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักแห้งของเนื้อผลลำไยในทุกฤดูการผลิต มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามพัฒนาการของผล โดยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูดังนี้ กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเนื้อผลลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู พบว่า ในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ผลลำไยยังไม่มีการสร้างเนื้อ เริ่มมีการสร้างเนื้อเมื่อผลลำไยเจริญเติบโตเข้าสู่สัปดาห์ที่ 5 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเนื้อตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 ถึงสัปดาห์ที่ 11 น้ำหนักแห้งของเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักแห้งของเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.011-0.078 กรัม หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 จนถึงสัปดาห์ที่ 21 น้ำหนักแห้งของเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยน้ำหนักแห้งของเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.109-1.722 กรัม (ตาราง 14 และภาพ 24)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเนื้อผลลำไยที่ติดผลช่วงในฤดู พบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 6 ผลลำไยยังไม่มีการสร้างเนื้อ เริ่มมีการสร้างเนื้อเมื่อผลลำไยเจริญเติบโตเข้าสู่สัปดาห์ที่ 7 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเนื้อตั้งแต่สัปดาห์ที่ 7 ถึงสัปดาห์ที่ 14 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ซึ่งในแต่ละสัปดาห์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักแห้งของเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.007-0.044 กรัม แต่หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 14 จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 23) น้ำหนักแห้งของเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.095-1.460 กรัม (ตาราง 14 และภาพ 24)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเนื้อผลลำไยที่ติดผลช่วงนอกฤดู พบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 5 ผลลำไยยังไม่มีการสร้างเนื้อ เริ่มมีการสร้างเนื้อเมื่อผลลำไยเจริญเติบโตเข้าสู่สัปดาห์ที่ 6 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเนื้อตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 ถึงสัปดาห์ที่ 11 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ซึ่งในแต่ละสัปดาห์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักแห้งของเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.015-0.140 กรัม แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 11 จนถึงระยะเก็บเกี่ยว(สัปดาห์ที่ 18) น้ำหนักแห้งของเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยน้ำหนักแห้งของเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.271-1.434 กรัม (ตาราง 14 และภาพ 24)



ภาพ 24 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเนื้อ ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 14 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของเนื้อเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) น้ำหนักแห้งของเนื้อ (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	น้ำหนักแห้งของเนื้อ (กรัม)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	0.000j	0.000	0.000i	0.000	0.000h	0.000
4	0.000j	0.000	0.000i	0.000	0.000h	0.000
5	0.011j	0.002	0.000i	0.000	0.000h	0.000
6	0.009j	0.005	0.000i	0.000	0.015h	0.003
7	0.011j	0.003	0.007i	0.001	0.016h	0.007
8	0.036ij	0.001	0.008i	0.005	0.044h	0.016
9	0.016j	0.013	0.005i	0.001	0.038h	0.002
10	0.035ij	0.008	0.020hi	0.002	0.066h	0.002
11	0.078hij	0.007	0.022hi	0.006	0.140gh	0.013
12	0.109hi	0.010	0.037hi	0.041	0.271g	0.060
13	0.132h	0.018	0.035hi	0.006	0.915de	0.030
14	0.306g	0.041	0.044hi	0.016	0.736f	0.131
15	0.701f	0.023	0.095h	0.017	0.826ef	0.022
16	0.923de	0.038	0.238g	0.007	1.254b	0.076
17	0.762f	0.007	0.338f	0.081	1.072c	0.109
18	1.000d	0.092	0.638e	0.051	1.434a	0.167
19	1.352b	0.135	0.845d	0.096	1.249b	0.213
20	0.854e	0.072	0.986c	0.054	1.012cd	0.012
21	1.722a	0.061	1.378b	0.080	-	-
22	1.115c	0.059	1.383b	0.062	-	-
23	-	-	1.460a	0.067	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	10.18	-	11.91	-	15.76	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

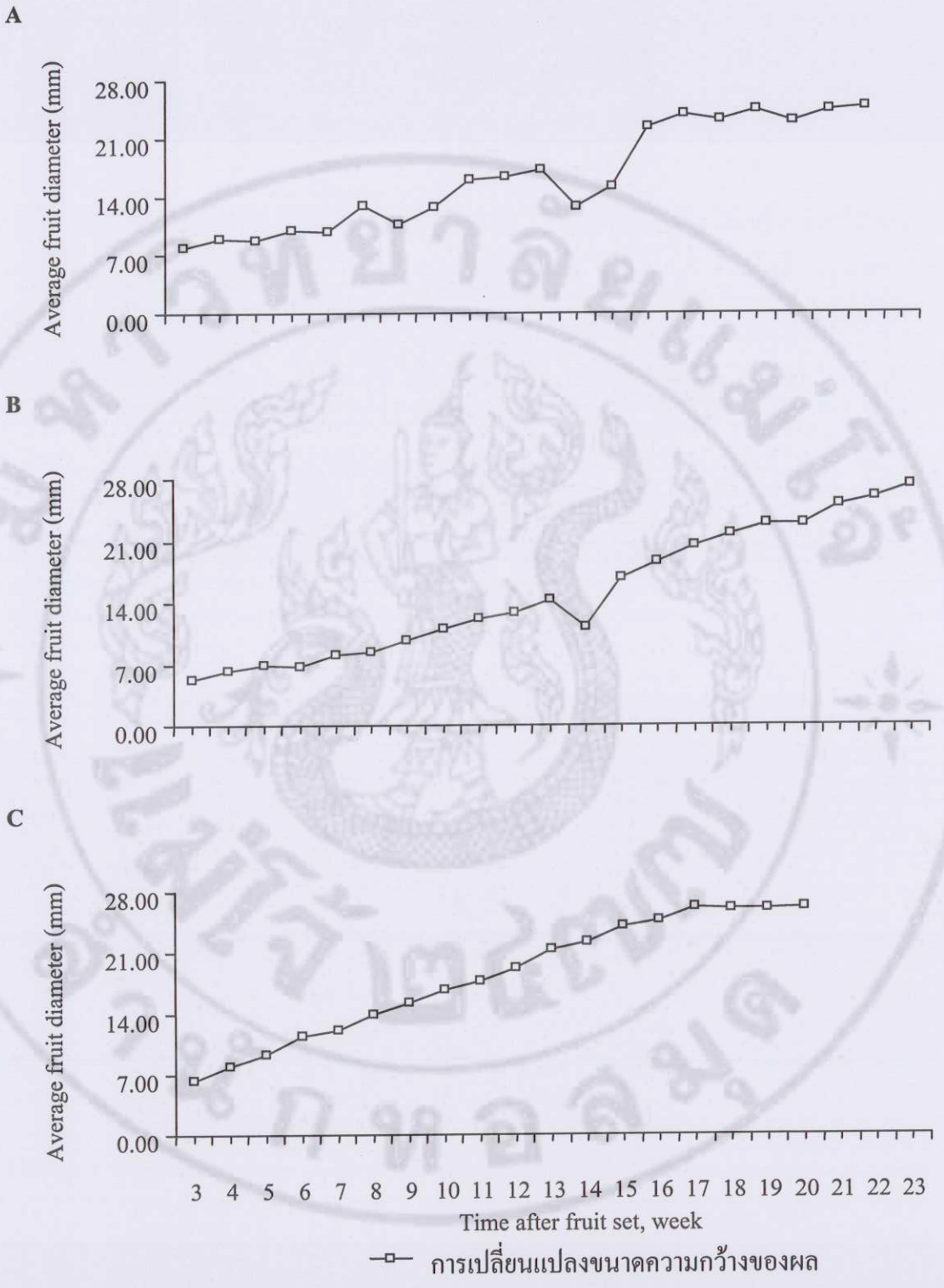
: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

1.8 การเปลี่ยนแปลงขนาดความกว้างของผล

ผลการศึกษาขนาดความกว้างของผลลำไยตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ 2 สัปดาห์ พบว่าขนาดความกว้างของผลลำไยในทุกฤดูการผลิต มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามพัฒนาการของผล โดยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูการผลิตลำไยดังนี้ กล่าวคือ ลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู พบว่าขนาดความกว้างของผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 7 มีการเพิ่มขนาดของผลอย่างช้าๆ โดยขนาดความกว้างของผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 7.97-9.79 มิลลิเมตร หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 จนถึงสัปดาห์ที่ 19 ความกว้างของผลมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นช่วงที่ผลมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยขนาดความกว้างของผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 12.87-24.39 มิลลิเมตร แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 19 เป็นต้นไป ความกว้างของผลลำไยจะมีขนาดเกือบคงที่ (ตาราง 15 และภาพ 25)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงขนาดความกว้างของผลลำไยที่ติดผลในฤดู พบว่าขนาดความกว้างของผลลำไยที่ติดผลในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 9 ขนาดความกว้างของผลมีการเพิ่มขนาดของผลอย่างช้าๆ โดยขนาดความกว้างของผลจะมีค่าอยู่ระหว่าง 5.28-9.67 มิลลิเมตร หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 10 จนถึงสัปดาห์ที่ 19 ขนาดความกว้างของผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นช่วงที่ผลมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยขนาดความกว้างของผลมีค่าอยู่ระหว่าง 10.99-22.92 มิลลิเมตร แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 20 จนถึงสัปดาห์ที่ 23 ขนาดความกว้างของผลลำไยยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 25.08-27.20 มิลลิเมตร (ตาราง 15 และภาพ 25)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงขนาดความกว้างของผลลำไยที่ติดผลช่วงนอกฤดู พบว่าขนาดความกว้างของผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 5 ขนาดความกว้างของผลมีการเพิ่มขนาดของผลอย่างช้าๆ โดยขนาดความกว้างของผลจะมีค่าอยู่ระหว่าง 6.27-9.32 มิลลิเมตร หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 จนถึงสัปดาห์ที่ 17 ขนาดความกว้างของผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นช่วงที่ผลเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยขนาดความกว้างของผลมีค่าอยู่ระหว่าง 11.45-26.21 มิลลิเมตร แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 17 เป็นต้นไป พบว่าความกว้างของผลลำไยมีขนาดเกือบคงที่ (ตาราง 15 และภาพ 25)



ภาพ 25 การเปลี่ยนแปลงขนาดความกว้างของผล ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 15 การเปลี่ยนแปลงขนาดความกว้างของผลเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ขนาดความกว้างของผล (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	ความกว้างของผล (มิลลิเมตร)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	7.97i	0.61	5.28q	0.24	6.27l	1.30
4	8.89i	0.69	6.22p	0.24	7.97k	1.07
5	8.76i	0.60	6.98o	0.27	9.32j	0.83
6	10.00h	1.03	6.83o	0.38	11.45i	0.31
7	9.79h	0.38	8.01n	0.40	12.15i	1.56
8	12.87g	1.02	8.40n	0.30	13.85h	0.84
9	10.61h	0.69	9.67m	0.38	15.29g	0.85
10	12.75g	0.99	10.99l	0.54	16.70f	1.30
11	16.03ef	0.60	12.16k	0.44	17.78e	0.94
12	16.24e	0.60	12.85j	0.56	19.23d	0.58
13	17.26d	1.08	14.36i	0.45	21.38c	1.53
14	12.65g	2.24	11.28l	0.70	22.20c	1.42
15	15.16f	0.83	16.80h	0.45	24.03b	0.99
16	22.26c	1.38	18.58g	0.32	24.65b	1.31
17	23.82ab	0.76	20.37f	0.66	26.21a	0.83
18	23.17bc	0.93	21.69e	0.76	25.95a	0.75
19	24.39a	0.99	22.92d	0.55	26.07a	0.65
20	22.95bc	0.75	22.89d	0.41	26.23a	0.47
21	24.40a	1.50	25.08c	0.62	-	-
22	24.67a	0.90	25.88b	0.68	-	-
23	-	-	27.20a	0.52	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	6.24	-	3.30	-	5.71	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

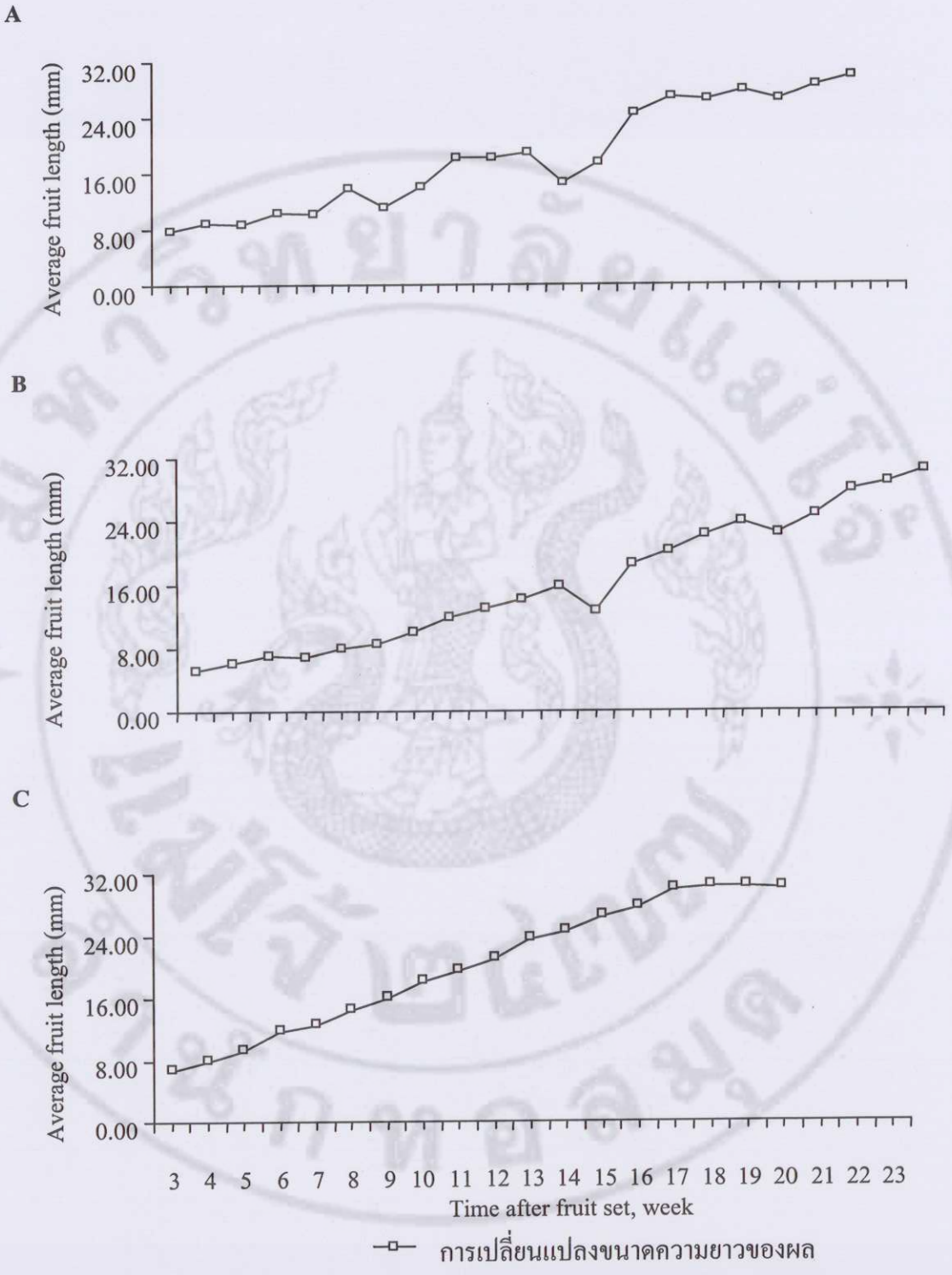
: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

1.9 การเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวของผล

ผลการศึกษาขนาดความยาวของผลลำไยตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ 2 สัปดาห์ พบว่า ความยาวของผลลำไยในทุกฤดูการผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามพัฒนาการของผล โดยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูดังนี้ กล่าวคือ ลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู พบว่าขนาดความยาวของผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 จนถึงสัปดาห์ที่ 7 ความยาวของผลลำไยมีการเพิ่มขนาดอย่างช้าๆ โดยขนาดความยาวของผลมีค่าอยู่ระหว่าง 7.84-10.16 มิลลิเมตร หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 จนถึงสัปดาห์ที่ 19 ความยาวของผลมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นช่วงที่ผลมีการเพิ่มขนาดอย่างรวดเร็ว โดยความยาวของผลมีค่าอยู่ระหว่าง 13.88-27.75 มิลลิเมตร เมื่อผลลำไยเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 21-22) ความยาวของผลลำไยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตาราง 16 และภาพ 26)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวของผลลำไยที่ติดผลในฤดู พบว่าขนาดความยาวของผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 9 ขนาดความยาวของผลเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยขนาดความยาวของผลจะมีค่าอยู่ระหว่าง 5.10-9.95 มิลลิเมตร หลังจากนั้นตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 10 จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 21) ขนาดความยาวของผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผลมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยขนาดความยาวของผลจะมีค่าอยู่ระหว่าง 11.84-27.86 มิลลิเมตร เมื่อผลลำไยเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ (ช่วงสัปดาห์ที่ 22-23) ขนาดความยาวของผลลำไยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตาราง 16 และภาพ 26)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวของผลลำไยที่ติดผลในช่วงนอกฤดู พบว่าขนาดความยาวของผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 5 ความยาวของผลมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยความยาวของผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 6.86-9.37 มิลลิเมตร หลังจากนั้นช่วงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 18) ขนาดความยาวของผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผลมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยความยาวของผลมีค่าอยู่ระหว่าง 11.94-30.39 มิลลิเมตร แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 18 เป็นต้นไป พบว่าขนาดความยาวของผลลำไยมีค่าเกือบคงที่ (ตาราง 16 และภาพ 26)



ภาพ 26 การเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวของผล ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 16 การเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวของผลเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ขนาดความยาวของผลลำไย (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	ความยาวของผล (มิลลิเมตร)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	7.84j	0.53	5.10q	0.29	6.86m	0.68
4	8.84j	0.67	6.14p	0.32	8.04l	1.08
5	8.76j	0.78	7.10o	0.22	9.37k	0.84
6	10.30i	1.22	6.82o	0.46	11.94j	0.47
7	10.16i	0.39	8.01n	0.39	12.63j	1.69
8	13.88h	1.06	8.46n	0.44	14.73i	1.04
9	11.01i	0.91	9.95m	0.35	16.12h	0.94
10	13.99h	0.75	11.84l	0.54	18.26g	1.92
11	18.21fg	1.03	13.00k	0.68	19.64f	1.02
12	18.11fg	0.69	14.08j	0.81	21.19e	0.76
13	18.98f	1.15	15.63i	0.83	23.62d	1.87
14	14.48h	2.29	12.65k	0.61	24.73d	1.97
15	17.48g	1.28	18.59h	0.39	26.57c	1.75
16	24.57e	1.43	20.20g	0.31	27.81b	1.46
17	26.94cd	0.87	22.14f	0.81	30.10a	2.06
18	26.58d	1.06	23.95e	1.05	30.39a	0.92
19	27.75bc	0.95	22.34f	1.36	30.42a	0.64
20	26.55d	0.66	24.83d	0.42	30.35a	0.46
21	28.47b	1.19	27.86c	0.89	-	-
22	29.84a	1.26	28.92b	0.70	-	-
23	-	-	30.34a	0.76	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	5.97	-	4.13	-	6.50	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

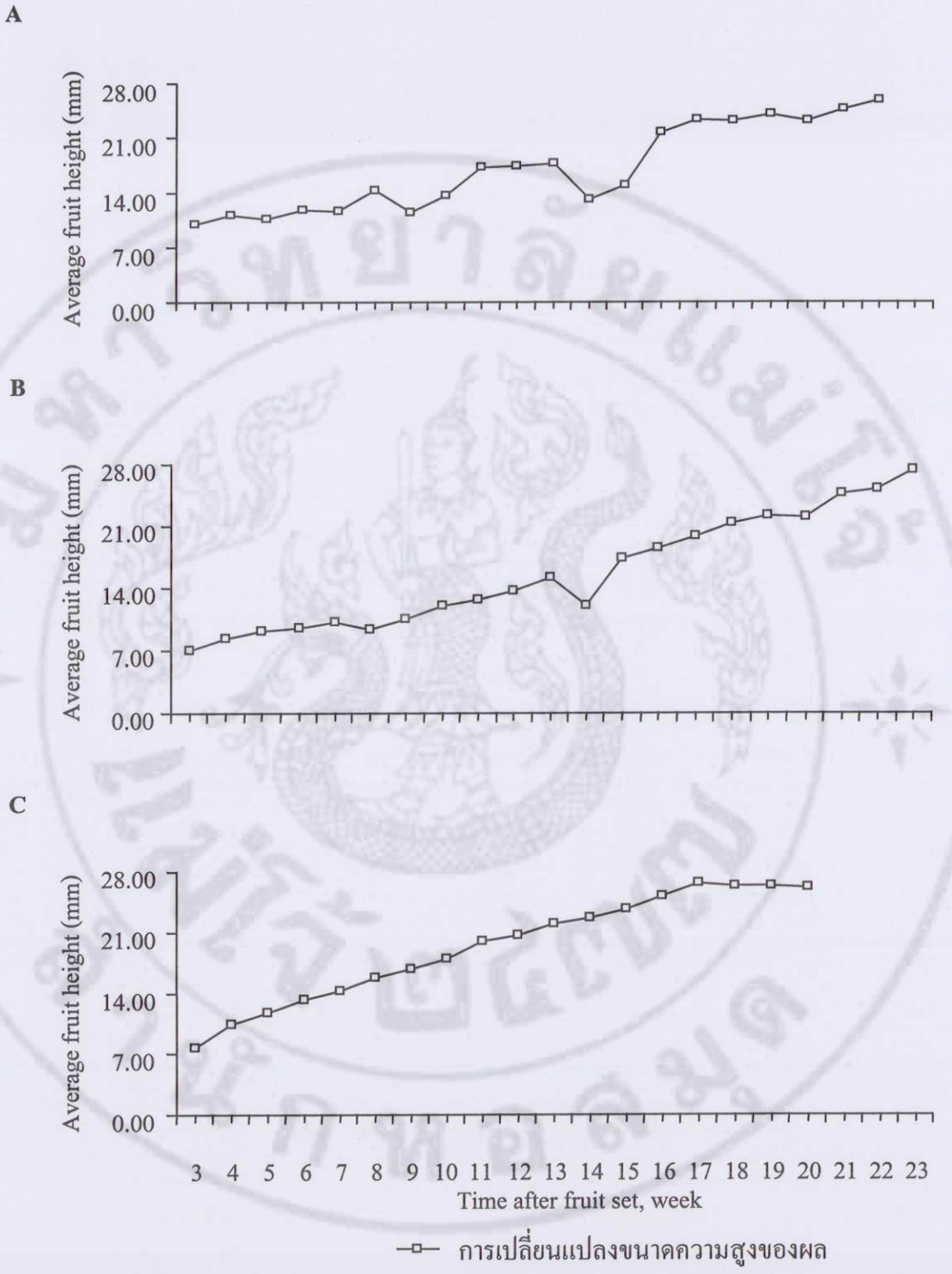
: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

1.10 การเปลี่ยนแปลงขนาดความสูงของผล

การศึกษาขนาดความสูงของผลลำไยตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ 2 สัปดาห์ พบว่า ขนาดความสูงของผลลำไยในทุกฤดูของการผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามพัฒนาการของผล โดยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูของการผลิตลำไยดังนี้ กล่าวคือ ลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู พบว่าขนาดความสูงของผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 7 ความสูงของผลมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยขนาดความสูงของผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 9.87-11.64 มิลลิเมตร หลังจากนั้นตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 8 จนถึงสัปดาห์ที่ 19 ความสูงของผลมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผลมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยความสูงของผลมีค่าอยู่ระหว่าง 14.19-24.01 มิลลิเมตร เมื่อผลลำไยเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 21-22) ความสูงของผลลำไยยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตาราง 17 และภาพ 27)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงขนาดความสูงของผลลำไยที่ติดผลผลิตในฤดู พบว่าขนาดความสูงของผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 จนถึงสัปดาห์ที่ 8 ความสูงของผลมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยขนาดความสูงของผลมีค่าอยู่ระหว่าง 7.04-9.27 มิลลิเมตร หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 9 จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 21) พบว่าขนาดความสูงของผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผลมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยขนาดความสูงของผลมีค่าอยู่ระหว่าง 10.48-24.70 มิลลิเมตร เมื่อผลลำไยเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 22-23) ขนาดความสูงของผลลำไยยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตาราง 17 และภาพ 27)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงขนาดความสูงของผลลำไยที่ติดผลในช่วงนอกฤดู พบว่าขนาดความสูงของผลลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 5 ความสูงของผลมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยขนาดความสูงของผลมีค่าอยู่ระหว่าง 7.66-11.70 มิลลิเมตร หลังจากนั้นตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 6 จนถึงสัปดาห์ที่ 17 ขนาดความสูงของผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผลมีขนาดเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยขนาดความสูงของผลมีค่าอยู่ระหว่าง 13.18-26.61 มิลลิเมตร แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 17 เป็นต้นไป พบว่าความสูงของผลลำไยมีขนาดเกือบคงที่ (ตาราง 17 และภาพ 27)



ภาพ 27 การเปลี่ยนแปลงขนาดความสูงของผล ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 17 การเปลี่ยนแปลงขนาดความสูงของผลเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ขนาดความสูงของผล (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	ความสูงของผล (มิลลิเมตร)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	9.87k	0.53	7.04o	0.47	7.66k	1.63
4	11.05ij	0.98	8.39n	0.38	10.46j	1.16
5	10.64jk	0.59	9.14m	0.38	11.70i	1.38
6	11.69i	1.33	9.50m	0.57	13.18h	0.41
7	11.64i	0.53	10.16l	0.57	14.21h	1.33
8	14.19fg	1.33	9.27m	0.52	15.80g	1.19
9	11.40ij	0.58	10.48l	0.22	16.82g	1.25
10	13.63gh	1.07	11.93k	0.58	17.98f	2.00
11	17.19e	0.94	12.72j	0.53	19.88e	1.12
12	17.36e	0.94	13.59i	0.71	20.65e	0.67
13	17.69e	0.69	15.22h	0.65	21.94d	1.54
14	13.10h	2.30	11.98k	0.66	22.71cd	1.44
15	14.86f	0.78	17.37g	0.47	23.63c	1.30
16	21.73d	0.98	18.57f	0.50	25.08b	1.14
17	23.38c	0.65	19.89e	0.77	26.61a	1.09
18	23.14c	1.11	21.31d	1.03	26.28a	0.57
19	24.01bc	1.01	22.09c	0.63	26.36a	0.58
20	23.26c	0.65	21.98c	0.45	26.10ab	0.63
21	24.66b	1.08	24.70b	0.73	-	-
22	25.82a	0.56	25.15b	0.83	-	-
23	-	-	27.37a	0.51	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	5.95	-	3.86	-	6.26	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี

การศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือองค์ประกอบทางเคมีของผลลำไย โดยจะเริ่มสุ่มเก็บตัวอย่างของพืช เมื่อลำไยติดผลได้ประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว ประมาณ 2 สัปดาห์ ซึ่งได้ผลการศึกษาดังนี้ คือ

2.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไย ตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ 2 สัปดาห์ ซึ่งในแต่ละฤดูของการผลิตลำไย มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังนี้ กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู พบว่า เมื่อผลลำไยติดผลได้ประมาณสัปดาห์ที่ 3, 7 และในสัปดาห์ที่ 9 โดยเปลือกของผลลำไยจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มากที่สุดเมื่อเทียบกับผลลำไยที่เจริญเติบโตในแต่ละสัปดาห์ จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในสัปดาห์ที่ 3, 7 และในสัปดาห์ที่ 9 มีค่าเท่ากับ 0.088, 0.085 และ 0.093 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไยตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 9 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.038-0.093 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด แต่หลังจากนั้นตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 9 จนถึงสัปดาห์ที่ 15 พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยจากที่พบประมาณ 0.065 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ในสัปดาห์ที่ 10 เหลือเพียงประมาณ 0.032 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และหลังจากสัปดาห์ที่ 15 เป็นต้นไปจนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไยมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก จะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละสัปดาห์จะไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลมีค่าอยู่ระหว่าง 0.008-0.024 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 18 และภาพ 28)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงในฤดู เมื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไยแต่ละสัปดาห์ พบว่าลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 6 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มากที่สุดเมื่อเทียบกับลำไยในแต่ละช่วงสัปดาห์ จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในสัปดาห์ที่ 6 จะมีค่าเท่ากับ 0.110 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไยตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 5 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เพียงเล็กน้อย เมื่อผลพัฒนาการเข้าสู่สัปดาห์ที่ 6 ปริมาณ

คลอโรฟิลล์ เอ มีค่าเพิ่มขึ้นมากที่สุด แต่หลังจากนั้นตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 6 จนถึงสัปดาห์ที่ 18 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไยมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยจากที่พบประมาณ 0.099 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ในสัปดาห์ที่ 7 มีค่าเหลือเพียง 0.025 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และหลังจากสัปดาห์ที่ 18 เป็นต้นไป จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก จะเห็นว่าไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.010-0.018 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 18 และภาพ 28)

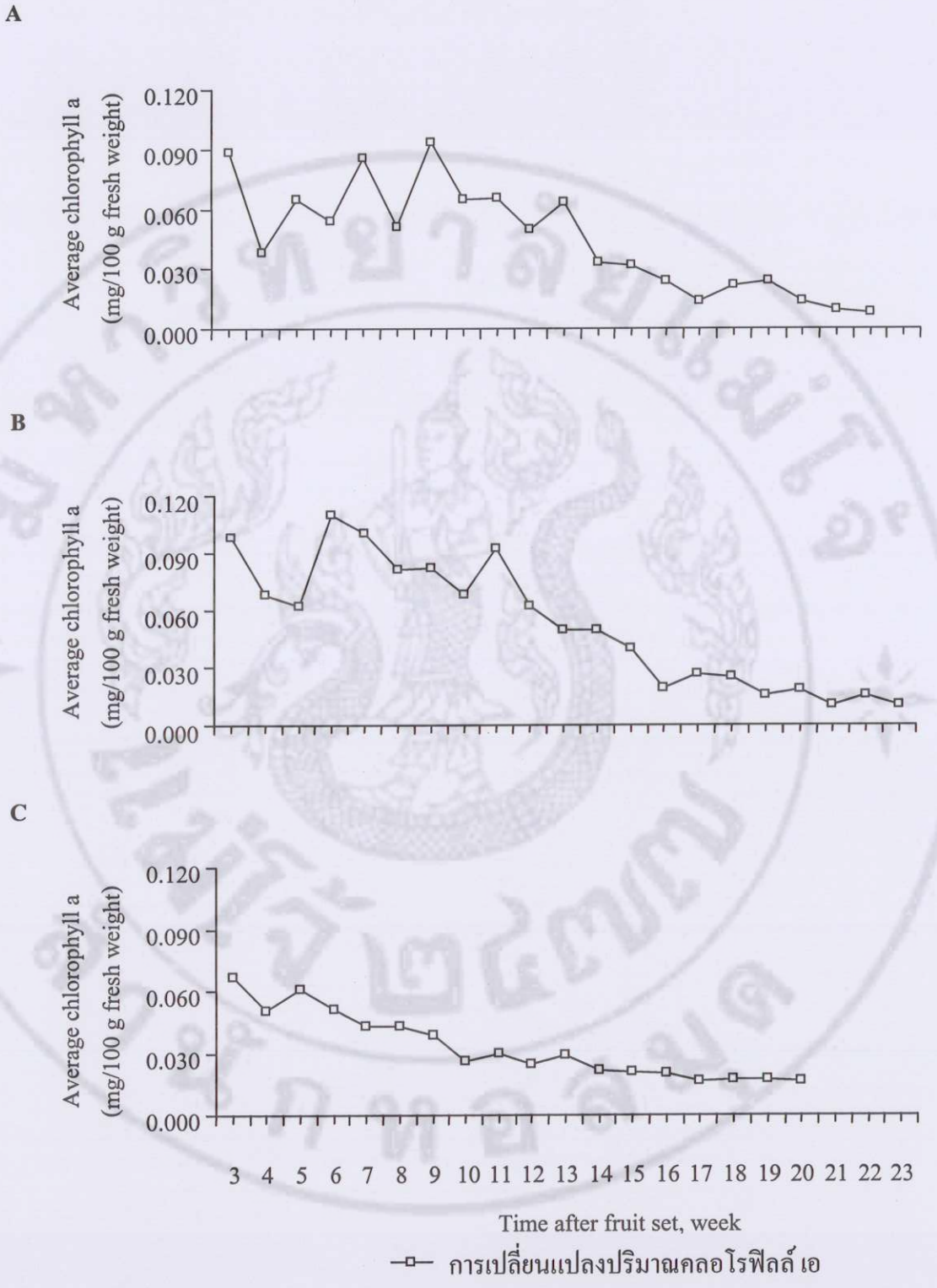
สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงนอกฤดู เมื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไยแต่ละสัปดาห์ พบว่าลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มากที่สุดเมื่อเทียบกับลำไยในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งจะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในสัปดาห์ที่ 3 หลังติดผล จะเท่ากับ 0.066 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไย พบว่าหลังสัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไปจนถึงสัปดาห์ที่ 14 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไยมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยจากที่พบประมาณ 0.050 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ในสัปดาห์ที่ 4 จะมีค่าเหลือเพียงประมาณ 0.022 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด หลังจากสัปดาห์ที่ 14 เป็นต้นไปจนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลลำไยมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก จะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบแต่ละสัปดาห์จะไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเปลือกผลมีค่าอยู่ระหว่าง 0.016-0.021 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (ตาราง 18 และภาพ 28)

2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ บี

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในเปลือกผลลำไยตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ 2 สัปดาห์ ในแต่ละฤดูของการผลิตลำไยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังนี้ กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู พบว่าลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 7 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มากที่สุดเมื่อเทียบกับลำไยในแต่ละสัปดาห์จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในสัปดาห์ที่ 7 มีค่าเท่ากับ 0.110 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงปริมาณ คลอโรฟิลล์ บี ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 7 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในเปลือกผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มีค่าอยู่ระหว่าง 0.049-0.110 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 7 จนถึงสัปดาห์ที่ 16

พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มีแนวโน้มลดลง โดยจากที่พบประมาณ 0.077 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ในสัปดาห์ที่ 8 มีปริมาณเหลือเพียงประมาณ 0.031 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด หลังจากสัปดาห์ที่ 16 เป็นต้นไป ถึงระยะเลยเก็บเกี่ยวปกติของลำไย พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก จะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละสัปดาห์จะไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มีค่าอยู่ระหว่าง 0.012-0.027 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 19 และภาพ 29)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงในฤดู พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในเปลือกผลที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 6 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มากที่สุดเมื่อเทียบกับลำไยในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งจะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเท่ากับ 0.125 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในเปลือกผลลำไยตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 5 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในเปลือกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.050-0.084 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด เมื่อผลมีพัฒนาการเข้าสู่สัปดาห์ที่ 6 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในเปลือกผลมีค่าเพิ่มขึ้นมากที่สุด แต่หลังจากนั้นในช่วงสัปดาห์ที่ 6 จนถึงสัปดาห์ที่ 15 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในเปลือกผลลำไยมีแนวโน้มลดลง โดยจากที่พบประมาณ 0.108 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ในสัปดาห์ที่ 7 จะมีค่าเหลือเพียงประมาณ 0.036 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และหลังจากสัปดาห์ที่ 15 เป็นต้นจนถึงสัปดาห์ที่ 20 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในเปลือกผลมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในเปลือกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.006-0.025 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 19 และภาพ 29) สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในเปลือกของผลลำไยที่ติดผลช่วงนอกฤดู พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในเปลือกผลที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มากที่สุดเมื่อเทียบกับลำไยในแต่ละสัปดาห์จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในสัปดาห์ที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.068 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงคลอโรฟิลล์ บี ในเปลือกผลลำไย พบว่าหลังสัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไปจนถึงสัปดาห์ที่ 13 คลอโรฟิลล์ บี ในเปลือกผลมีแนวโน้มลดลง โดยจากที่พบประมาณ 0.049 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ในสัปดาห์ที่ 4 เหลือประมาณ 0.034 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และหลังจากสัปดาห์ที่ 13 เป็นต้นไปจนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก จะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบแต่ละสัปดาห์จะไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มีค่าอยู่ระหว่าง 0.020-0.024 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 19 และภาพ 29)



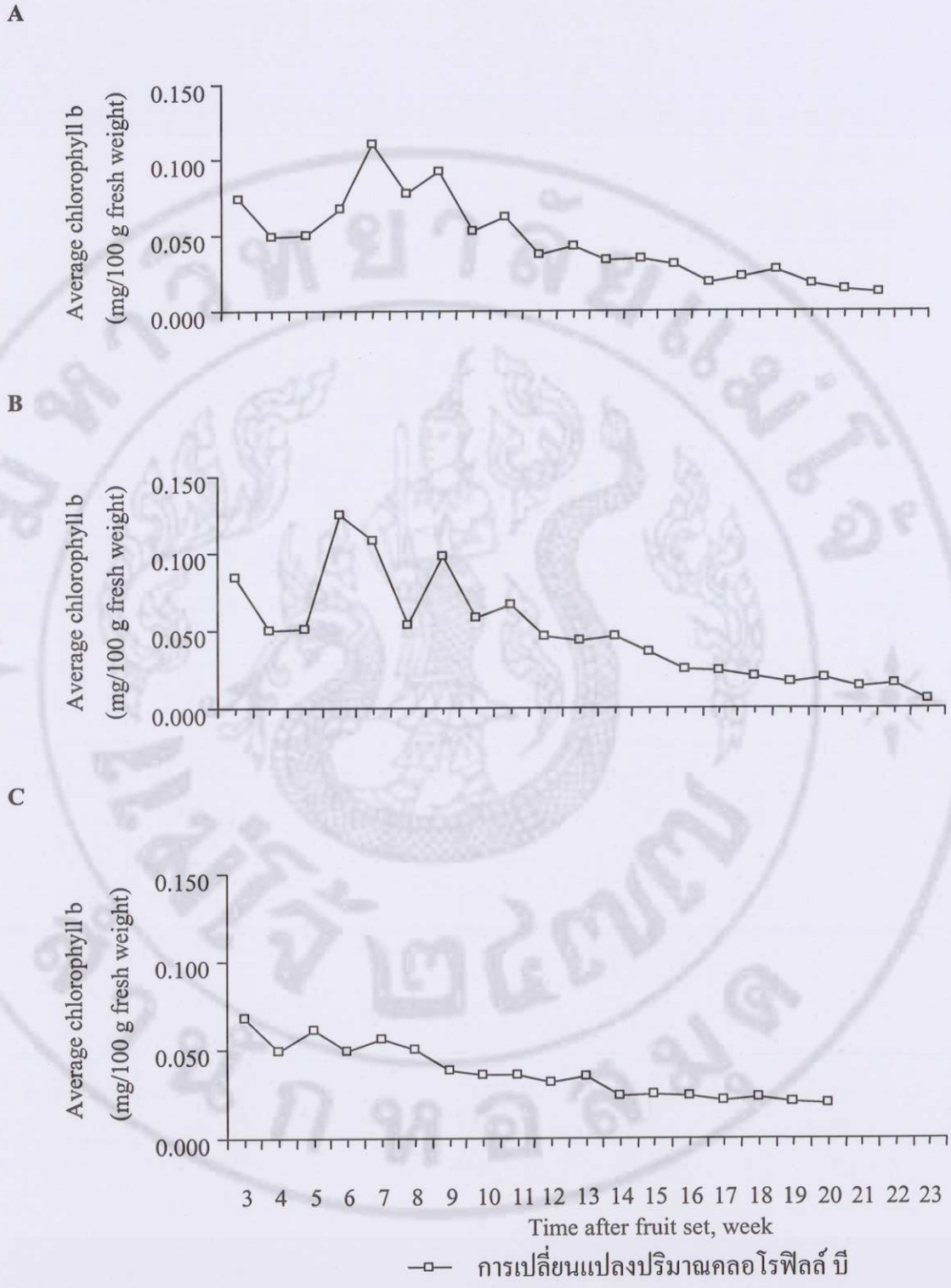
ภาพ 28 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	0.088a	0.003	0.098b	0.008	0.066a	0.001
4	0.038cde	0.030	0.068d	0.007	0.050c	0.003
5	0.065b	0.008	0.062d	0.008	0.061b	0.001
6	0.054bc	0.003	0.110a	0.001	0.051c	0.006
7	0.085a	0.008	0.099b	0.004	0.042d	0.003
8	0.051bc	0.022	0.081c	0.017	0.043d	0.002
9	0.093a	0.010	0.082c	0.003	0.038d	0.006
10	0.065b	0.001	0.068d	0.003	0.026ef	0.001
11	0.065b	0.007	0.092b	0.002	0.029e	0.003
12	0.050bcd	0.003	0.062d	0.007	0.025efg	0.002
13	0.063b	0.002	0.049e	0.001	0.029e	0.002
14	0.033de	0.005	0.049e	0.003	0.022fgh	0.002
15	0.032ef	0.009	0.040e	0.010	0.021ghi	0.000
16	0.024efg	0.002	0.019fgh	0.002	0.020hi	0.001
17	0.014fg	0.002	0.027f	0.002	0.016i	0.002
18	0.022efg	0.005	0.025fg	0.006	0.017hi	0.002
19	0.024efg	0.003	0.016gh	0.002	0.017hi	0.003
20	0.014g	0.004	0.018fgh	0.004	0.016i	0.003
21	0.009g	0.002	0.011h	0.003	-	-
22	0.008g	0.000	0.016gh	0.001	-	-
23	-	-	0.010h	0.002	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	21.57	-	11.10	-	8.31	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพ 29 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	คลอโรฟิลล์ บี (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	0.074cd	0.001	0.084d	0.013	0.068a	0.002
4	0.049efg	0.008	0.050fg	0.005	0.049d	0.001
5	0.049efg	0.006	0.051fg	0.008	0.061b	0.001
6	0.067cd	0.004	0.125a	0.004	0.050d	0.004
7	0.110a	0.006	0.108b	0.006	0.056c	0.004
8	0.077c	0.029	0.054fg	0.014	0.050d	0.001
9	0.092b	0.010	0.098c	0.002	0.038e	0.008
10	0.053ef	0.003	0.059ef	0.005	0.036ef	0.001
11	0.062de	0.004	0.067e	0.003	0.035ef	0.004
12	0.037ghi	0.004	0.046g	0.003	0.031f	0.002
13	0.042fgh	0.003	0.044gh	0.003	0.034ef	0.003
14	0.033hij	0.001	0.046g	0.002	0.024g	0.000
15	0.034hi	0.007	0.036h	0.007	0.025g	0.000
16	0.031hijk	0.007	0.025i	0.001	0.023g	0.002
17	0.019jkl	0.003	0.024i	0.001	0.021g	0.002
18	0.022ijkl	0.005	0.021ij	0.004	0.023g	0.003
19	0.027ijkl	0.002	0.016ij	0.001	0.021g	0.002
20	0.018kl	0.004	0.019ij	0.003	0.020g	0.002
21	0.014l	0.001	0.014jk	0.002	-	-
22	0.012l	0.001	0.016ij	0.001	-	-
23	-	-	0.006k	0.001	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	17.43	-	11.43	-	7.66	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

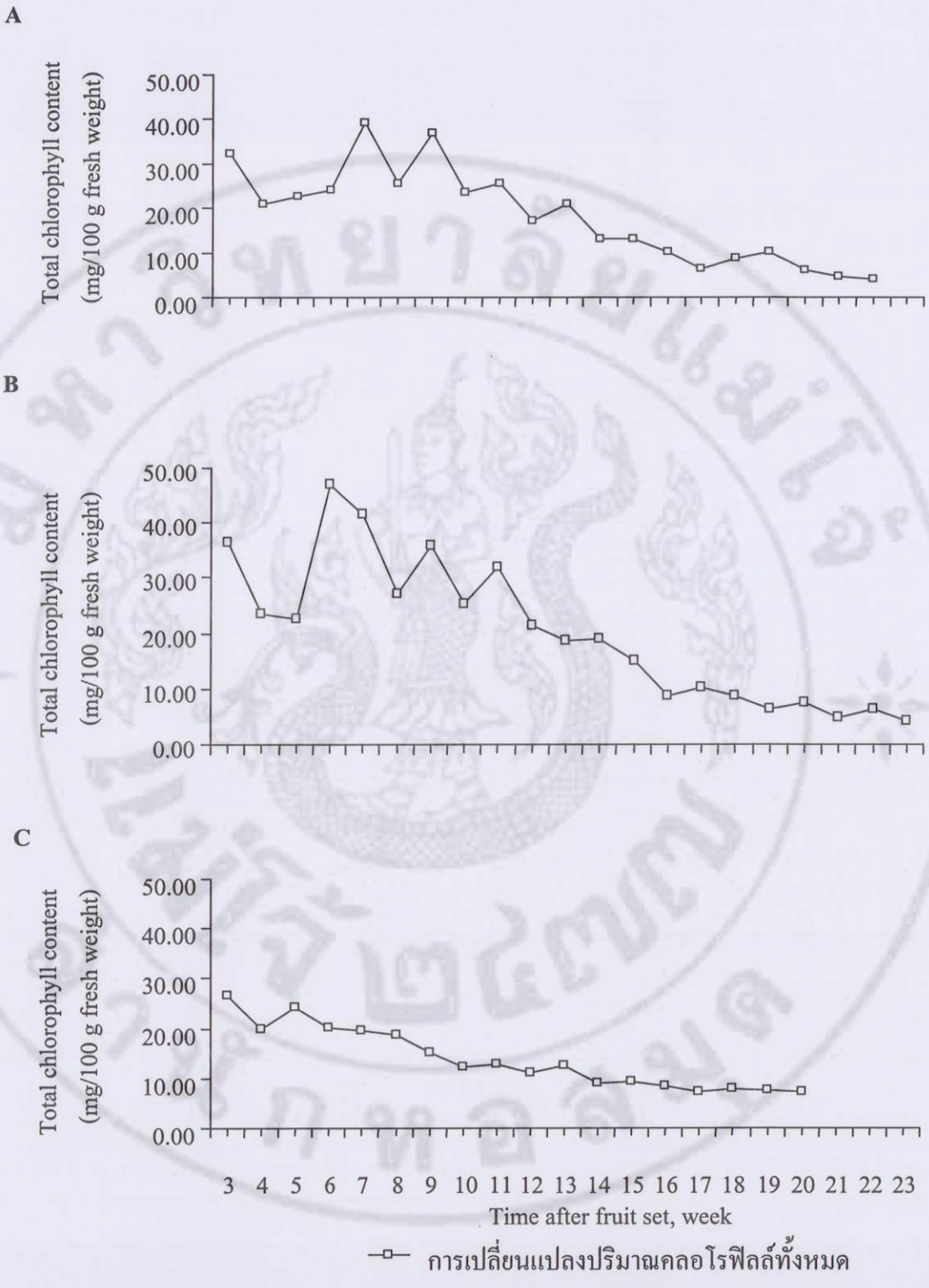
ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไยตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ 2 สัปดาห์ ในแต่ละฤดูของการผลิตลำไยมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู พบว่า เมื่อลำไยติดผลในช่วงระยะสัปดาห์ที่ 7 และสัปดาห์ที่ 9 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมากที่สุด เมื่อเทียบกับผลลำไยในแต่ละสัปดาห์จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในสัปดาห์ที่ 7 และสัปดาห์ที่ 9 จะมีปริมาณเท่ากับ 39.10 และ 37.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลที่ผลิตช่วงก่อนฤดู พบว่าตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 3 จนถึงสัปดาห์ที่ 6 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไยจะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 20.91-32.41 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด แต่หลังจากนั้นพบว่าในสัปดาห์ที่ 7 และสัปดาห์ที่ 9 เปลือกของผลมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดเพิ่มสูงสุด โดยคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีค่าประมาณ 39.10 และ 37.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ หลังจากนั้นช่วงสัปดาห์ที่ 9 จนถึงสัปดาห์ที่ 15 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง โดยจากที่พบประมาณ 23.45 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ในสัปดาห์ที่ 10 เหลือปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดเพียงประมาณ 13.10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และหลังจากสัปดาห์ที่ 15 เป็นต้นไปจนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงที่ช้าลงหรือมีค่าเกือบคงที่ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลมีค่าอยู่ระหว่าง 10.04-4.00 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 20 และภาพ 30)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงในฤดู พบว่า ลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 6 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมากที่สุด เมื่อเทียบกับลำไยในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งจะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีค่าประมาณ 46.92 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ผลิตในฤดู พบว่าตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 5 มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 22.68-36.47 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด เมื่อผลลำไยพัฒนาการเข้าสู่สัปดาห์ที่ 6 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลมีค่าเพิ่มสูงขึ้น แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 6 จนถึงสัปดาห์ที่ 15 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไยมีแนวโน้มลดลง โดยจากที่พบประมาณ 41.55 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ในสัปดาห์ที่ 7 มีค่าเหลือเพียงประมาณ 15.09 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และหลังจากสัปดาห์ที่ 15 เป็นต้นไปจนถึงสัปดาห์ที่ 20 ปริมาณ

คลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 6.46-10.14 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และเมื่อผลลำไยเข้าสู่ระยะเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 21) กระทั่งเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 22-23) ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 4.24-6.25 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 20 และภาพ 30)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ติดผลในช่วงนอกฤดู พบว่า ลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 3 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมากที่สุดเมื่อเทียบกับลำไยในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งจะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีค่าประมาณ 26.73 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ผลิตช่วงนอกฤดู พบว่าหลังสัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไปจนถึงสัปดาห์ที่ 15 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลมีแนวโน้มลดลง โดยจากที่พบมีค่าประมาณ 19.87 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ในสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเหลือเพียงประมาณ 9.24 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และหลังจากสัปดาห์ที่ 15 เป็นต้นจนถึงระยะเลยเก็บเกี่ยวปกติ ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไยมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากหรือมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลมีค่าอยู่ระหว่าง 7.19-8.57 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 20 และภาพ 30)

จากผลการทดลองทั้ง 3 ฤดูของการผลิต จะเห็นได้ว่าเมื่อผลลำไยเข้าใกล้ระยะการสุกแก่มากขึ้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไยก็จะมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง จนมีค่าเกือบคงที่เมื่อผลลำไยอยู่ในระยะสุกแก่ เนื่องจากคลอโรพลาสต์ (chloroplast) ที่บรรจุสารสีเขียวอาจเปลี่ยนไปเป็น chromoplast ทำให้การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ลดลงหรือหมดไป (จริงแท้, 2549)



ภาพ 30 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (เฉลี่ยจาก 10 ผล) ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	คลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	32.41b	0.68	36.47c	3.89	26.73a	0.54
4	20.91cd	2.39	23.63ef	2.30	19.87c	0.55
5	22.70c	2.92	22.68fg	3.34	24.35b	0.16
6	24.20c	1.21	46.92a	0.88	20.17c	1.84
7	39.10a	2.71	41.55b	1.97	19.70c	1.24
8	25.57c	7.84	26.99e	6.22	18.57c	0.41
9	37.06a	3.97	35.98c	1.03	15.33d	2.70
10	23.45c	0.84	25.31ef	1.63	12.27e	0.24
11	25.50c	2.11	31.80d	0.99	12.97e	1.39
12	17.26de	1.21	21.53fgh	1.87	11.20e	0.77
13	21.02cd	0.75	18.54hi	0.44	12.60e	0.45
14	13.22ef	1.21	19.02gh	0.94	9.15f	0.43
15	13.10ef	3.10	15.09i	3.18	9.24f	0.00
16	10.04fg	0.55	8.79j	0.61	8.57fg	0.39
17	6.50ghi	0.92	10.14j	0.40	7.38fg	0.68
18	8.86fgh	1.90	8.88j	1.47	8.02fg	0.88
19	10.07fg	1.15	6.46jk	0.62	7.69fg	0.66
20	6.11ghi	1.53	7.51jk	1.41	7.19g	0.92
21	4.62hi	0.53	4.77k	0.73	-	-
22	4.00i	0.25	6.25jk	0.45	-	-
23	-	-	4.24k	0.60	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	13.82	-	10.87	-	7.36	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด

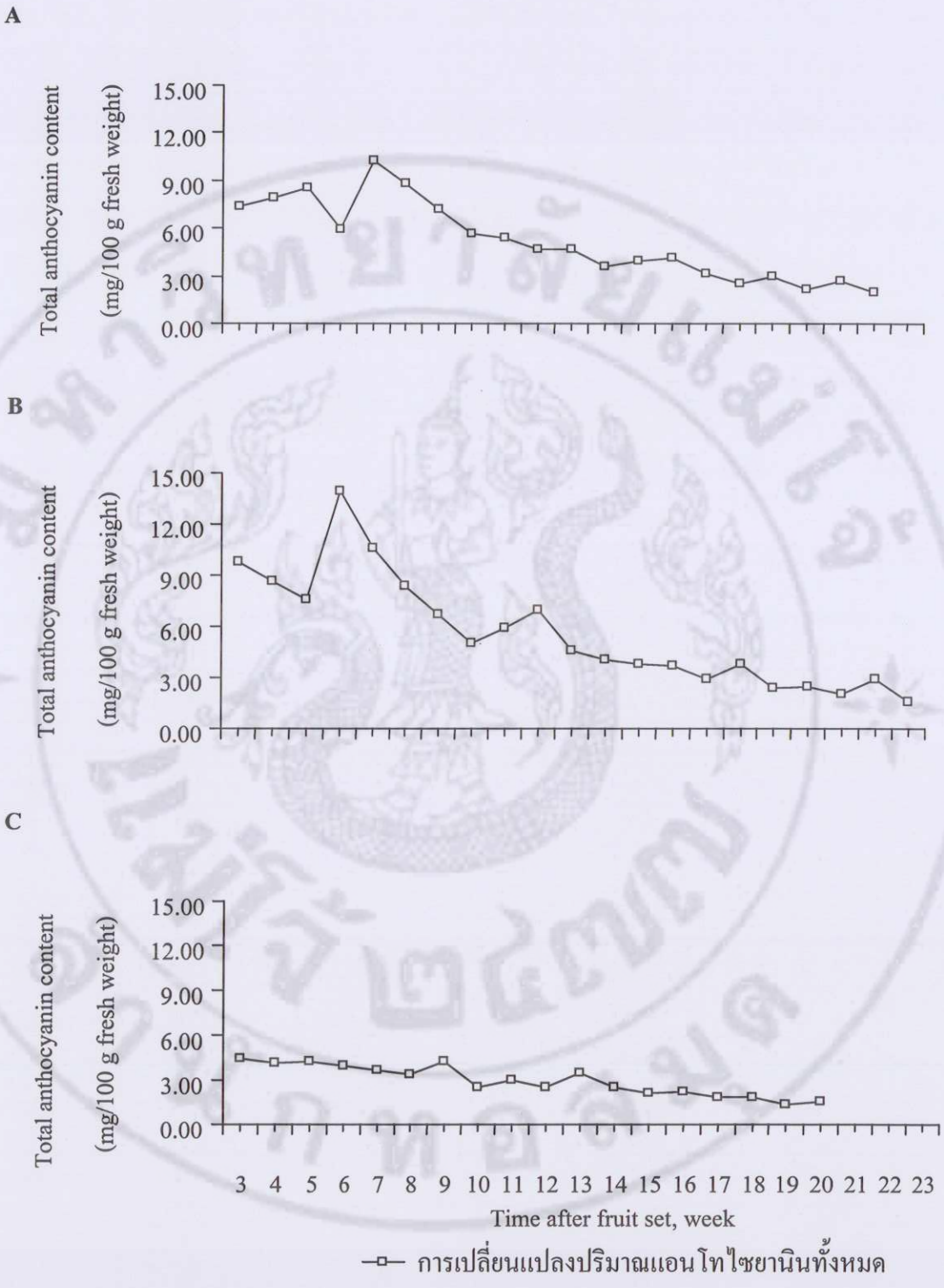
ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลลำไยตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยวปกติ 2 สัปดาห์ ในแต่ละฤดูของการผลิตลำไยมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู พบว่า เมื่อลำไยติดผลได้ 7 สัปดาห์ หลังติดผลมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมากที่สุด เมื่อเทียบกับลำไยในแต่ละสัปดาห์จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเปลือกผลมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดประมาณ 10.20 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู พบว่าตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 3 จนถึงสัปดาห์ที่ 6 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกของผลลำไยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 5.92-8.56 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด แต่หลังจากนั้นในช่วงสัปดาห์ที่ 7 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลมีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมีค่าประมาณ 10.20 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 7 จนถึงสัปดาห์ที่ 16 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลมีแนวโน้มลดลงตามพัฒนาการของผล โดยจากที่พบประมาณ 8.84 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสดในสัปดาห์ที่ 8 เหลือเพียงประมาณ 4.09 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และหลังจากสัปดาห์ที่ 16 เป็นต้นไปจนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงที่ช้าลงหรือเกือบคงที่ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลมีค่าอยู่ระหว่าง 1.93-3.15 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 21 และภาพ 31)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงในฤดู พบว่า เมื่อลำไยมีระยะการติดผลได้ 6 สัปดาห์ ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมีค่ามากที่สุด เมื่อเทียบกับลำไยในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งจะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในสัปดาห์ที่ 6 มีค่าประมาณ 13.94 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด โดยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงในฤดู ซึ่งพบว่าตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 3 จนถึงสัปดาห์ที่ 5 แอนโทไซยานินทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกมีค่าอยู่ระหว่าง 7.59-9.83 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด เมื่อผลลำไยพัฒนาการเข้าสู่สัปดาห์ที่ 6 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมีค่าเพิ่มสูงขึ้น (ประมาณ 13.94 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด) แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 6 จนถึงสัปดาห์ที่ 18 พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลลำไยมีแนวโน้มลดลง โดยจากที่พบประมาณ 10.56 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด

ในสัปดาห์ที่ 7 เหลือเพียงประมาณ 3.75 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และหลังจากสัปดาห์ที่ 18 เป็นต้นไปจนถึงระยะเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 21) พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหรือมีค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลมีค่าอยู่ระหว่าง 2.04-2.49 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และเมื่อผลลำไยเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 22-23) ปริมาณของแอนโทไซยานินทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือมีค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลมีค่าอยู่ระหว่าง 1.58-2.87 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 21 และภาพ 31)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงนอกฤดู เมื่อได้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลลำไยในแต่ละสัปดาห์ พบว่าลำไยที่ติดผลในช่วงสัปดาห์ที่ 3, 9, 5 และสัปดาห์ที่ 4 จะมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมากที่สุด เมื่อเทียบกับลำไยในแต่ละสัปดาห์จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในสัปดาห์ที่ 3, 9, 5 และสัปดาห์ที่ 4 มีค่าประมาณ 4.48, 4.29, 4.24 และ 4.19 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ผลิตช่วงนอกฤดู พบว่าหลังสัปดาห์ที่ 9 เป็นต้นไปจนถึงสัปดาห์ที่ 17 พบว่าแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลมีแนวโน้มลดลง โดยจากที่พบประมาณ 2.50 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ในสัปดาห์ที่ 10 เหลือเพียงประมาณ 1.83 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด หลังจากสัปดาห์ที่ 17 เป็นต้นไปจนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลลำไยมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากหรือมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดเปลือกผลมีค่าอยู่ระหว่าง 1.39-1.82 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 21 และภาพ 31)

จากผลการทดลองทั้ง 3 ฤดูของการผลิตลำไย จะเห็นได้ว่าเมื่อผลลำไยเข้าใกล้ระยะการสุกแก่มากขึ้น ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลลำไยก็จะมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง จนมีค่าเกือบคงที่เมื่อผลลำไยอยู่ในระยะสุกแก่



ภาพ 31 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 21 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดเฉลี่ย ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	แอนโทไซยานินทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	7.33c	0.10	9.83b	0.92	4.48a	0.28
4	7.94bc	1.60	8.67c	0.55	4.19ab	0.24
5	8.56b	1.69	7.59d	0.44	4.24ab	0.28
6	5.92d	0.13	13.94a	0.26	3.94bc	0.26
7	10.20a	0.43	10.56b	0.34	3.70cd	0.56
8	8.84b	1.50	8.35c	0.69	3.41de	0.09
9	7.18c	0.25	6.73e	1.17	4.29ab	0.28
10	5.67de	0.28	5.06g	0.26	2.50f	0.18
11	5.35de	0.25	5.94f	0.13	3.02e	0.16
12	4.67ef	0.41	6.94df	0.08	2.51f	0.18
13	4.64ef	0.31	4.60gh	0.13	3.50d	0.33
14	3.58fgh	0.11	4.09hi	0.72	2.50f	0.13
15	3.97fg	0.35	3.82hi	0.05	2.09fg	0.15
16	4.09fg	0.39	3.74i	0.11	2.27f	0.06
17	3.15ghi	0.22	2.87j	0.06	1.83gh	0.09
18	2.51hi	0.26	3.75i	0.08	1.82ghi	0.19
19	2.92ghi	0.21	2.39jk	0.35	1.39i	0.13
20	2.17i	0.08	2.49jk	0.18	1.54hi	0.28
21	2.73hi	0.21	2.04kl	0.23	-	-
22	1.93i	0.13	2.87j	0.19	-	-
23	-	-	1.58l	0.10	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	12.89	-	8.04	-	8.23	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-แคโรทีน

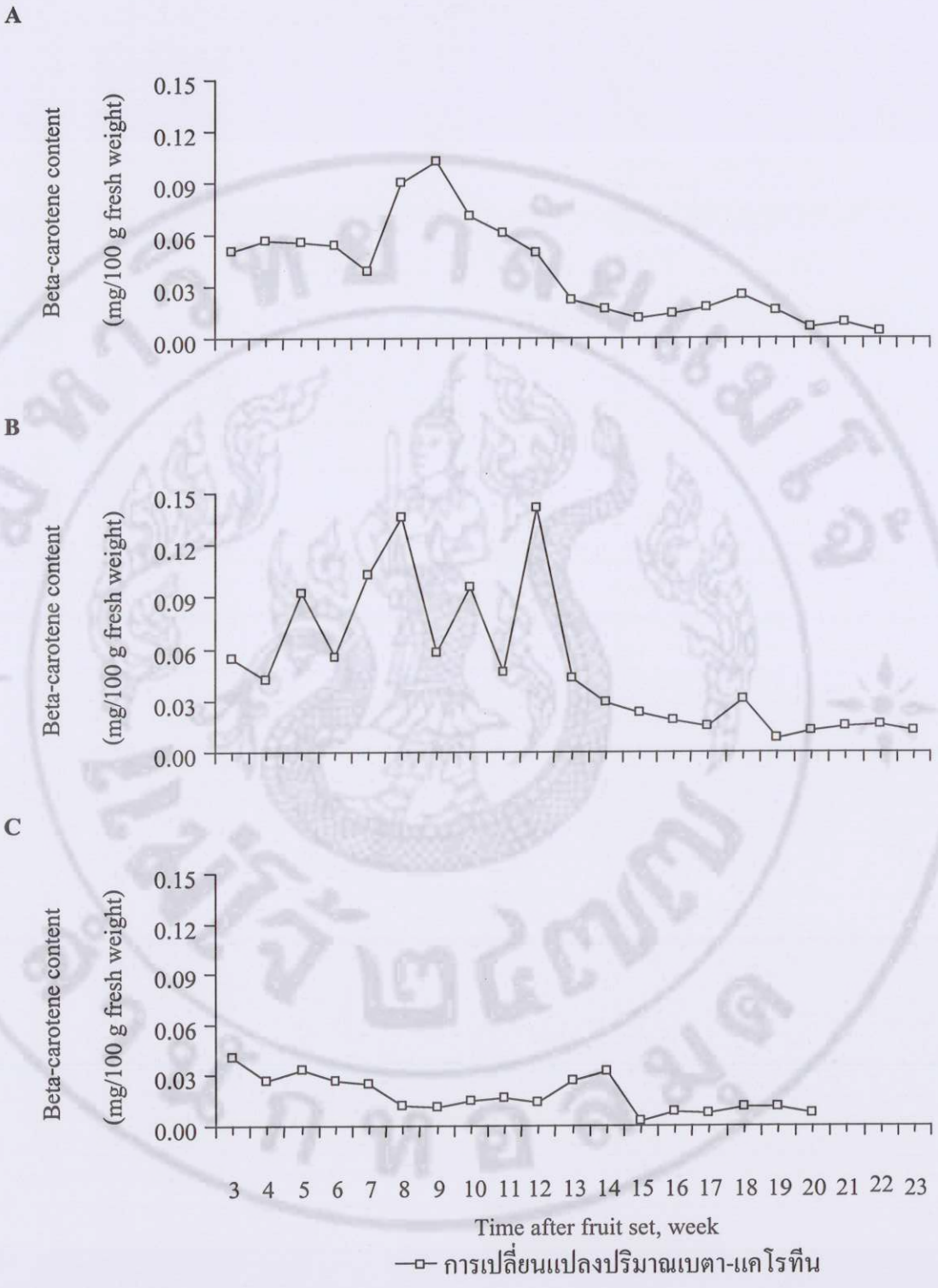
ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ 2 สัปดาห์ ซึ่งในแต่ละฤดูของการผลิตลำไยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังนี้ กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู พบว่าเมื่อเปรียบเทียบปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยแต่ละสัปดาห์ พบว่าปริมาณเบตา-แคโรทีนในลำไยที่ติดผลในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ถึงสัปดาห์ที่ 9 มีค่ามากที่สุด เมื่อเทียบกับลำไยในแต่ละสัปดาห์จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณเบตา-แคโรทีนในสัปดาห์ที่ 8 ถึงสัปดาห์ที่ 9 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.090-0.102 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยที่ผลิตช่วงก่อนฤดู พบว่าตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 7 ปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยปริมาณเบตา-แคโรทีนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.039-0.056 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด แต่หลังจากนั้นปริมาณเบตา-แคโรทีนมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ถึงสัปดาห์ที่ 9 (มีค่าอยู่ระหว่าง 0.090-0.102 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 9 จนถึงสัปดาห์ที่ 13 ปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลจะมีแนวโน้มลดลง โดยจากที่พบประมาณ 0.070 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ในสัปดาห์ที่ 10 เหลือเพียงประมาณ 0.022 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และหลังจากสัปดาห์ที่ 13 เป็นต้นไปจนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ ปริมาณเบตา-แคโรทีนมีการเปลี่ยนแปลงที่ช้าลงหรือเกือบคงที่ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติยกเว้นสัปดาห์ที่ 18 โดยปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกของผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.004-0.018 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 22 และภาพ 32)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงในฤดู เมื่อได้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยในแต่ละสัปดาห์ พบว่าลำไยที่ติดผลในสัปดาห์ที่ 12 และสัปดาห์ที่ 8 มีปริมาณเบตา-แคโรทีนมากที่สุด เมื่อเทียบกับลำไยในแต่ละสัปดาห์จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณเบตา-แคโรทีนในสัปดาห์ที่ 12 และสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งมีค่าประมาณ 0.142 และ 0.136 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกของผลลำไยที่ผลิตช่วงในฤดู พบว่าตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-แคโรทีนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลของลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.042-0.102 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด เมื่อผลลำไยพัฒนาการเข้าสู่สัปดาห์ที่ 8 ปริมาณเบตา-แคโรทีนจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น (มีค่าประมาณ 0.136 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด) แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 8 จนถึงสัปดาห์ที่ 13 (ยกเว้นสัปดาห์ที่ 12) ปริมาณเบตา-แคโรทีนมีแนวโน้ม

ลดลง โดยจากที่พบประมาณ 0.058 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ในสัปดาห์ที่ 9 มีค่าเหลือเพียงประมาณ 0.043 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และหลังจากสัปดาห์ที่ 13 เป็นต้นไปจนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 23) ปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหรือมีค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลมีค่าอยู่ระหว่าง 0.008-0.031 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 22 และภาพ 32)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงนอกฤดู เมื่อได้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยในแต่ละสัปดาห์ พบว่า หลังลำไยติดผลได้ 3 และ 5 สัปดาห์ เปลือกของผลลำไยจะมีปริมาณเบตา-แคโรทีนมากที่สุด เมื่อเทียบกับลำไยในแต่ละสัปดาห์จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณเบตา-แคโรทีนในสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 5 ซึ่งจะมีค่าเบตา-แคโรทีนประมาณ 0.040 และ 0.033 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยที่ผลิตในช่วงนอกฤดู พบว่าตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 เป็นต้นไปจนถึงสัปดาห์ที่ 14 ปริมาณเบตา-แคโรทีนมีแนวโน้มลดลง โดยจากที่พบประมาณ 0.027 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ในสัปดาห์ที่ 6 เหลือเพียงประมาณ 0.032 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และหลังจากสัปดาห์ที่ 14 เป็นต้นไปจนถึงเลยระยะเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 20) พบว่าปริมาณเบตา-แคโรทีนมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.003-0.012 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 22 และภาพ 32)

จากผลการทดลองทั้ง 3 ฤดูของการผลิตลำไย ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อผลลำไยเข้าใกล้ระยะการสุกแก่มากขึ้น ปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยก็จะมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง จนมีค่าเกือบคงที่เมื่อผลลำไยอยู่ในระยะสุกแก่



ภาพ 32 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-แคโรทีน ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-คาโรทีนเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ปริมาณเบตา-คาโรทีนที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	เบตา-คาโรทีน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	0.050cd	0.007	0.055cd	0.013	0.040a	0.011
4	0.056bc	0.016	0.042cdef	0.020	0.027b	0.004
5	0.055c	0.012	0.091b	0.026	0.033ab	0.008
6	0.054c	0.014	0.055c	0.008	0.027b	0.002
7	0.039d	0.010	0.102b	0.015	0.024bc	0.007
8	0.090a	0.018	0.136a	0.019	0.012de	0.000
9	0.102a	0.005	0.058c	0.024	0.011de	0.003
10	0.070b	0.008	0.096b	0.009	0.015cd	0.004
11	0.061bc	0.003	0.046cde	0.017	0.017cd	0.003
12	0.050cd	0.008	0.142a	0.002	0.014de	0.004
13	0.022ef	0.002	0.043cde	0.006	0.027b	0.005
14	0.017efg	0.005	0.029efg	0.011	0.032ab	0.006
15	0.012efg	0.002	0.023efg	0.008	0.003e	0.000
16	0.014efg	0.002	0.018fg	0.002	0.009de	0.003
17	0.018efg	0.006	0.015g	0.004	0.008de	0.001
18	0.024e	0.001	0.031defg	0.015	0.012de	0.002
19	0.016efg	0.002	0.008g	0.001	0.012de	0.002
20	0.006fg	0.003	0.012g	0.002	0.008de	0.001
21	0.009efg	0.001	0.015g	0.009	-	-
22	0.004g	0.001	0.016g	0.004	-	-
23	-	-	0.013g	0.005	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	21.41	-	25.66	-	26.42	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

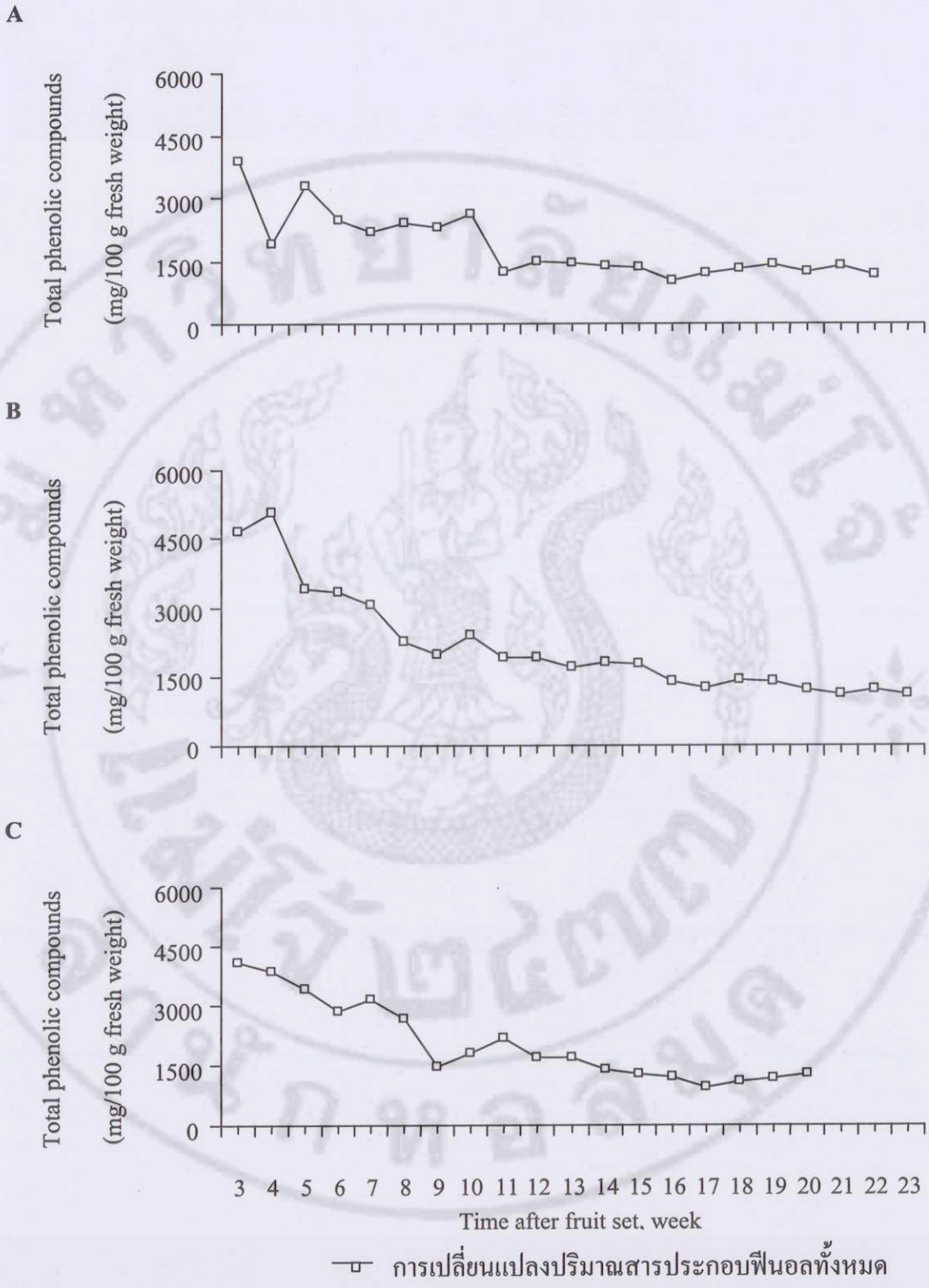
2.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ในเปลือกผลลำไยตั้งแต่เริ่มติดผลประมาณ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ 2 สัปดาห์ พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงเมื่อผลลำไยเข้าสู่ระยะบริบูรณ์หรือแก่ (mature) ตามพัฒนาการของผล โดยในแต่ละฤดูของการผลิตลำไยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังนี้ กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู เมื่อศึกษาเปรียบเทียบสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลำไยแต่ละสัปดาห์ พบว่าลำไยในสัปดาห์ที่ 3 หลังติดผล มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมากที่สุด เมื่อเทียบกับลำไยในแต่ละสัปดาห์จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในสัปดาห์ที่ 3 มีค่าประมาณ 3,874 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ผลิตช่วงก่อนฤดู พบว่าตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 4 จนถึงสัปดาห์ที่ 12 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลมีค่าอยู่ระหว่าง 1,248.70-3,298.00 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และหลังจากสัปดาห์ที่ 12 เป็นต้นไปจนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 22) พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงที่ช้าลงหรือเกือบคงที่ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 1,028.70-1,435.30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 23 และภาพ 33)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงในฤดู เมื่อศึกษาเปรียบเทียบสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลำไยแต่ละสัปดาห์ พบว่าลำไยที่ติดผลในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 4 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมากที่สุด เมื่อเทียบกับลำไยในแต่ละสัปดาห์จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 4 มีค่าอยู่ระหว่าง 4,642.70-5,074.00 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ผลิตช่วงในฤดู พบว่าตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 5 จนถึงสัปดาห์ที่ 15 พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลมีแนวโน้มลดลง โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกของผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 1,700.00-3,393.30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และหลังจากสัปดาห์ที่ 15 เป็นต้นไปจนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 23) พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงที่ช้าลงหรือเกือบคงที่ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลำไยมีค่าอยู่ระหว่าง 1,100.00-1,423.30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 23 และภาพ 33)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ติดผลช่วงนอกฤดู เมื่อศึกษาเปรียบเทียบสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลำไยแต่ละสัปดาห์ พบว่าลำไยที่ติดผลในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 4 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมากที่สุด เมื่อเทียบกับผลลำไยในแต่ละสัปดาห์จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 3,860.00-4,074.70 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ลักษณะการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ผลิตช่วงนอกฤดู พบว่าตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 จนถึงสัปดาห์ที่ 14 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลมีค่าอยู่ระหว่าง 1,386.70-3,413.30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และหลังจากสัปดาห์ที่ 14 เป็นต้นไปจนถึงระยะหลังเก็บเกี่ยวปกติ (สัปดาห์ที่ 20) ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลำไยมีการเปลี่ยนแปลงที่ช้าลงหรือเกือบคงที่ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลมีค่าอยู่ระหว่าง 940.70-1,287.30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 23 และภาพ 33)

จากผลการทดลองทั้ง 3 ฤดูของการผลิตลำไย จะเห็นได้ว่าเมื่อผลลำไยเข้าใกล้ระยะการสุกแก่มากขึ้น ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องจนมีค่าเกือบคงที่เมื่อผลลำไยอยู่ในระยะสุกแก่



ภาพ 33 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ของลำไยพันธุ์ดอ ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)

ตาราง 23 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดเฉลี่ย (Mean Deviation, M.D.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์)	สารประกอบฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด)					
	ชุดก่อนฤดู		ชุดในฤดู		ชุดนอกฤดู	
	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.	M.D.	S.D.
3	3874.00a	102.24	4642.70a	776.59	4074.70a	241.80
4	1912.00e	144.35	5074.00a	483.90	3860.00a	107.48
5	3298.00b	475.08	3393.30b	402.04	3413.30b	200.86
6	2486.00cd	26.91	3336.00b	128.19	2841.30cd	524.43
7	2181.30de	243.81	3040.70b	108.85	3154.00bc	360.87
8	2414.70cd	531.21	2261.30cd	116.09	2673.30d	203.30
9	2304.00cd	158.15	1978.00cde	286.34	1473.30fgh	274.39
10	2603.30c	370.99	2380.70c	632.56	1784.70f	183.89
11	1248.70fg	83.58	1920.70cdef	151.91	2172.00e	121.11
12	1480.00f	26.23	1908.70cdef	85.54	1683.30fg	142.29
13	1435.30fg	144.90	1700.00efg	116.05	1692.00fg	43.86
14	1394.00fg	111.01	1802.70def	68.24	1386.70fgh	93.60
15	1358.70fg	78.55	1770.70defg	297.01	1257.30hi	129.65
16	1028.70g	221.51	1386.00fgh	96.56	1191.30hi	20.43
17	1191.30fg	45.88	1232.70gh	79.76	940.70i	232.42
18	1290.00fg	104.23	1423.30fgh	176.98	1092.70hi	128.25
19	1429.30fg	267.66	1383.30fgh	94.96	1176.70hi	46.06
20	1226.70fg	143.53	1226.00gh	88.88	1287.30ghi	174.47
21	1390.70fg	48.26	1114.00h	67.62	-	-
22	1151.30fg	67.09	1224.70gh	164.08	-	-
23	-	-	1100.00h	186.72	-	-
t-test	*	-	*	-	*	-
C.V. (%)	12.00	-	13.53	-	10.70	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการทดลองที่ 2 ผลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์ดอ ที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และช่วงนอกฤดู

จากผลของการห่อผลลำไยในแต่ละฤดูของการผลิต พบว่า ภายหลังจากการห่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ การห่อผลสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีผิวของเปลือกผลลำไยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามตาราง 24 ซึ่งมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมี ดังนี้ คือ

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

เมื่อห่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่า การห่อผลจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพของผลลำไย ดังนี้ คือ

1.1 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L^*) ของเปลือกผลลำไย

เมื่อห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่า ค่า L^* ของเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อในทุกฤดูของการผลิตลำไย มีค่ามากกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยค่า L^* ของเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 44.90, 45.18 และ 42.97 เทียบกับค่า L^* ของเปลือกผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.55, 42.44 และ 39.74 ตามลำดับ (ตาราง 24)

1.2 การเปลี่ยนแปลงค่า a^* ของเปลือกผลลำไย

เมื่อห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่า ค่า a^* ของเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อช่วงก่อนฤดู มีค่าน้อยกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยค่า a^* ของเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อ มีค่า a^* เฉลี่ยเท่ากับ 7.85 เทียบกับค่า a^* ของเปลือกผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.02 ส่วนค่า a^* ของเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อของช่วงในฤดู มีค่าน้อยกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยค่า a^* ของเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.58 เทียบกับค่า a^* ของเปลือกผลลำไยที่ไม่ได้รับการซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.44 ขณะที่ค่า a^* ของเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อในช่วงนอกฤดู จะมีค่ามากกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.75 เทียบกับค่า a^* ของเปลือกผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.91 (ตาราง 24)

1.3 การเปลี่ยนแปลงค่า b^* ของเปลือกผลลำไย

เมื่อห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่า ค่า b^* ของเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อในช่วงก่อนฤดู และในฤดู มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับค่า b^* ของเปลือกผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ ขณะที่ค่า b^* ของเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อในช่วงนอกฤดู จะมีค่ามากกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยค่า b^* ของเปลือกผลลำไยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.00 เทียบกับค่า b^* ของเปลือกผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.22 (ตาราง 24)

1.4 การเปลี่ยนแปลงขนาดความกว้างของผล

เมื่อห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่า การห่อผลจะไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดความกว้างของผลลำไย จากตาราง 24 จะเห็นว่าขนาดความกว้างของผลลำไยที่ได้รับการห่อผลในทุกฤดูการผลิต มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับขนาดความกว้างของผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ

1.5 การเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวของผล

เมื่อห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่า ขนาดความยาวของผลลำไยที่ได้รับการห่อในช่วงก่อนฤดู และช่วงนอกฤดู มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับขนาดความยาวของผลที่ไม่ได้รับการห่อ ขณะที่ขนาดความยาวของผลลำไยที่ได้รับการห่อช่วงในฤดูจะมีขนาดความยาวมากกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยขนาดความยาวของผลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.42 มิลลิเมตร เทียบกับขนาดความยาวของผลที่ไม่ได้รับการห่อซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.34 มิลลิเมตร (ตาราง 24)

1.6 การเปลี่ยนแปลงขนาดความสูงของผล

เมื่อห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่า ขนาดความสูงของผลลำไยที่ได้รับการห่อในช่วงก่อนฤดู และช่วงในฤดู มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับขนาดความสูงของผลที่ไม่ได้รับการห่อ ขณะที่ขนาดความสูงของผลลำไยที่ได้รับการห่อในช่วงนอกฤดู จะมีขนาดความสูงน้อยกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยขนาดความสูงของผลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.68 มิลลิเมตร เทียบกับขนาดความสูงของผลที่ไม่ได้รับการห่อซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.28 มิลลิเมตร (ตาราง 24)

ตาราง 24 การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือก และขนาดผลลำไยในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ของลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ก่อนฤดู	สีผิวเปลือก และขนาดผลลำไย					
	ค่า L^*	ค่า a^*	ค่า b^*	ความกว้างของผล (มิลลิเมตร)	ความยาวของผล (มิลลิเมตร)	ความสูงของผล (มิลลิเมตร)
ไม่ห่อผล	41.55b	9.02a	28.95	23.82	26.94	23.38
ห่อผล	44.90a	7.85b	30.18	24.33	27.85	23.86
t-test	**	**	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.71	10.37	7.00	4.23	5.23	4.08
ในฤดู						
ไม่ห่อผล	42.44b	9.44a	29.87	22.92	22.34b	22.09
ห่อผล	45.18a	7.58b	29.74	22.80	24.42a	21.72
t-test	**	*	ns	ns	**	ns
C.V. (%)	3.54	20.63	5.58	3.08	5.10	3.60
นอกฤดู						
ไม่ห่อผล	39.74b	10.91b	24.22b	25.95	30.39	26.28a
ห่อผล	42.97a	12.75a	28.00a	25.81	30.33	25.68b
t-test	**	**	**	ns	ns	*
C.V. (%)	1.90	8.30	4.34	2.48	2.62	2.01

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

1.7 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล

หลังจากการห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่าการห่อผลไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผล จากตาราง 25 จะเห็นว่าน้ำหนักของผลลำไยที่ได้รับการห่อผลในทุกฤดูของการผลิต มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับน้ำหนักผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผล

1.8 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเปลือก

เมื่อห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักสดของเปลือกผลของลำไยที่ได้รับการห่อในช่วงก่อนฤดู มีค่ามากกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสดของเปลือกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.20 กรัม เทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.04 กรัม ส่วนน้ำหนักสดของเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อช่วงนอกฤดู มีค่าน้อยกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสดของเปลือกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.89 กรัม เทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกผลที่ไม่ได้รับการห่อ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.10 กรัม ขณะที่น้ำหนักสดของเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อช่วงในฤดู มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ (ตาราง 25)

1.9 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเมล็ด

หลังจากการห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่าการห่อผลไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเมล็ด จากตาราง 25 จะเห็นว่าน้ำหนักสดของเมล็ดลำไยที่ได้รับการห่อผลในทุกฤดูของการผลิต มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับน้ำหนักสดของเมล็ดลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ

1.10 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของเนื้อ

หลังจากการห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักสดของเนื้อผลลำไยที่ได้รับการห่อช่วงก่อนฤดู มีค่ามากกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสดของเนื้อจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.27 กรัม เทียบกับน้ำหนักสดของเนื้อผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 กรัม ส่วนน้ำหนักสดของเนื้อผลลำไยที่ได้รับการห่อของลำไยช่วงในฤดู มีค่าน้อยกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสดของเนื้อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.81 กรัม เมื่อเทียบกับน้ำหนักสดของเนื้อผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 กรัม

ขณะที่น้ำหนักสดของเนื้อผลลำไยที่ได้รับการห่อในช่วงนอกฤดู พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับน้ำหนักสดของเนื้อผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ (ตาราง 25)

1.11 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือก

เมื่อห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อในช่วงก่อนฤดู ซึ่งมีค่าน้อยกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกผลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.18 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกผลที่ได้รับการห่อช่วงในฤดู และช่วงนอกฤดู มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ (ตาราง 25)

1.12 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเมล็ด

หลังจากการห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่าการห่อผลไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเมล็ด จากตาราง 25 จะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเมล็ดลำไยที่ได้รับการห่อผลในทุกฤดูการผลิต มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเมล็ดลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ

1.13 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเนื้อ

เมื่อห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเนื้อผลลำไยที่ได้รับการห่อช่วงก่อนฤดู มีค่ามากกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.77 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเนื้อผลที่ไม่ได้รับการห่อผล ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.96 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเนื้อผลลำไยที่ได้รับการห่อช่วงในฤดู มีค่าน้อยกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.69 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเนื้อผลที่ไม่ได้รับการห่อ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.99 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเนื้อผลที่ได้รับการห่อช่วงนอกฤดู มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเนื้อผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผล (ตาราง 25)

ตาราง 25 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผลลำไยในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ของลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ก่อนฤดู	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผลลำไย (กรัม)						
	น้ำหนักผล	น้ำหนักสดเปลือก	น้ำหนักสดเมล็ด	น้ำหนักสดเนื้อ	% น้ำหนักแห้งเปลือก	% น้ำหนักแห้งเมล็ด	% น้ำหนักแห้งเนื้อ
ไม่ห่อ	9.43	1.04b	1.10	4.49b	36.85a	56.22	16.96b
ห่อผล	10.15	1.20a	1.09	5.27a	33.18b	58.38	18.77a
t-test	ns	*	ns	*	**	ns	*
C.V.	12.28	5.32	4.97	4.40	2.69	1.70	4.19
ในฤดู							
ไม่ห่อ	7.80	1.15	1.13	4.69a	32.97	59.61	17.99a
ห่อผล	7.36	1.07	1.05	3.81b	31.86	59.88	14.69b
t-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	**
C.V.	9.60	4.59	3.76	8.71	9.12	1.05	2.47
นอกฤดู							
ไม่ห่อ	12.45	2.10a	1.61	7.69	42.31	61.62	18.62
ห่อผล	12.57	1.89b	1.50	7.02	41.14	62.44	19.53
t-test	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.	7.41	3.52	4.28	12.68	2.71	2.26	4.84

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

เมื่อห่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่า การห่อผลจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมี หรือองค์ประกอบทางเคมีในผลลำไย ดังนี้ คือ

2.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

เมื่อห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไยที่ได้รับการห่อช่วงในฤดู และในช่วงนอกฤดู มีค่าน้อยกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.64 % และ 18.79 % เทียบกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.79 % และ 19.94 % ตามลำดับ ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไยที่ได้รับการห่อผลในช่วงก่อนฤดู มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ (ตาราง 26)

2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

เมื่อห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่าการห่อผลลำไยจะไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ซึ่งจากตาราง 26 จะเห็นว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกของผลลำไยที่ได้รับการห่อผลในทุกฤดูการผลิต มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือกของผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ

2.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด

เมื่อห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่าการห่อผลของลำไยไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด จากตาราง 26 จะเห็นว่าปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกของผลลำไยที่ได้รับการห่อผลในทุกฤดูการผลิต มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกของผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ

2.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-แคโรทีน

เมื่อห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ พบว่าปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อช่วงในฤดู มีค่ามากกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่ออย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีจะค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.017 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด เทียบกับปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

0.008 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ส่วนปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกของผลลำไยที่ได้รับการห่อผลในช่วงก่อนฤดู และในช่วงนอกฤดู มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ (ตาราง 26)

2.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

หลังจากการห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ ซึ่งพบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และในช่วงนอกฤดู มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ (ตาราง 26)

ตาราง 26 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลลำไยในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ของลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ก่อนฤดู	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%Brix) และองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไย (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด)						
	ของแข็งที่ละลายน้ำได้	คลอโรฟิลล์ เอ	คลอโรฟิลล์ บี	คลอโรฟิลล์ทั้งหมด	แอนโทไซยานินทั้งหมด	เบตา-แคโรทีน	สารประกอบฟีนอลทั้งหมด
ไม่ห่อผล	21.46	0.014	0.019	6.50	3.15	0.018	1191.33
ห่อผล	22.41	0.013	0.019	6.43	3.43	0.013	1265.33
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	5.28	13.17	2.888	7.19	9.96	41.840	3.16
ในฤดู							
ไม่ห่อผล	18.79a	0.016	0.016	6.46	2.39	0.008b	1383.33
ห่อผล	17.64b	0.016	0.018	6.90	2.90	0.017a	1293.33
t-test	*	ns	ns	ns	ns	**	ns
C.V. (%)	5.74	2.55	8.57	5.79	6.81	9.49	4.95
นอกฤดู							
ไม่ห่อผล	19.94a	0.017	0.023	8.02	1.82	0.012	1092.67
ห่อผล	18.79b	0.014	0.021	6.91	2.16	0.010	1124.00
t-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	5.78	11.78	11.13	10.13	8.82	27.77	10.80

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 พัฒนาการของผลลำไย และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์ดอ ที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

การศึกษาพัฒนาการของผลลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู พบว่าผลลำไยพันธุ์ดอในทุกฤดูของการผลิต มีรูปแบบการเติบโตแบบ single sigmoid curve แม้ว่าในแต่ละฤดูกาลจะมีปัจจัยสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน (ภาพภาคผนวก 1 และภาพภาคผนวก 2) ซึ่งจะไม่มีผลต่อรูปแบบการเติบโต แต่อาจมีผลไปเปลี่ยนแปลงอัตราการเติบโตได้ (ลิลลี่, 2546) ซึ่งจะเห็นได้จากลำไยที่ติดผลช่วงนอกฤดู (มีนาคม 2549-ตุลาคม 2549) มีระยะการเติบโต และระยะเก็บเกี่ยวสั้นที่สุดประมาณ 18 สัปดาห์เท่านั้น ทำนองเดียวกับ พาวิน และคณะ (2547) รายงานว่าระยะเวลาการให้สารในช่วงเดือนพฤศจิกายนซึ่งถือเป็นช่วงการผลิตลำไยก่อนฤดู ใช้ระยะเวลาตั้งแต่ออกดอกจนถึงระยะการเก็บเกี่ยวนานถึง 180-192 วัน ซึ่งใช้เวลานานกว่าการให้สารในเดือนพฤษภาคมที่ใช้เวลาเพียง 165-172 วันเท่านั้น เช่นเดียวกับการรายงานของพาวิน และ พิทยา (2545) ซึ่งพบว่าสภาพแวดล้อมของต้นลำไยที่บังคับให้ออกดอกตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม ซึ่งเป็นช่วงที่ผลลำไยเจริญเติบโตในฤดูหนาว จะทำให้ผลของลำไยแก่ช้ากว่าฤดูกาลปกติ

ในการศึกษาพัฒนาการของผลลำไย พบว่าสามารถแบ่งระยะการเติบโตของผลลำไยในแต่ละฤดูของการผลิตลำไยได้ 3 ระยะ คือ โดยในช่วงแรกของการเติบโต (สัปดาห์ที่ 3-10) เป็นการเจริญเติบโตของเปลือกผลเป็นส่วนใหญ่ (ตารางภาคผนวก 5 และตารางภาคผนวก 9) ในขณะที่เมล็ดเติบโตอย่างช้าๆ ตั้งแต่ติดผลจนถึงช่วงสัปดาห์ที่ 7-9 ส่วนเนื้อผลเริ่มเกิดเมื่อผลมีอายุประมาณสัปดาห์ที่ 5-7 (ตารางภาคผนวก 9) และมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ จนถึงช่วงสัปดาห์ที่ 11-15 โดยมีน้ำหนักผลประมาณ 0.21-0.90 กรัม แต่ในระยะที่สอง (สัปดาห์ที่ 10-19) ผลลำไยมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการพัฒนาของเนื้อผลลำไยซึ่งเจริญอย่างรวดเร็ว (ตารางภาคผนวก 5 และตารางภาคผนวก 9) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 13 จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 21 การเจริญของเนื้อผลจะคงที่ ส่วนเมล็ดเจริญรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 10 จนถึงสัปดาห์ที่ 16 หลังจากนั้นเมล็ดเติบโตเกือบคงที่ โดยมีน้ำหนักผลประมาณ 1.39-10.31 กรัม ส่วนในระยะที่สาม (สัปดาห์ที่ 18-21 เป็นต้นไป) เป็นระยะการเติบโตของผลช้าลง เนื่องจากส่วนของเนื้อผลและเมล็ดของลำไยมีการเจริญเกือบคงที่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะมีค่าสูงสุดเมื่อผลมีอายุประมาณ 18-21 สัปดาห์ หลังติดผล ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว โดยมีน้ำหนักผลประมาณ 11.11 กรัม ซึ่งจากการรายงานของดาวเรือง (2530) พบว่า ลำไยที่ติดผลช่วงในฤดูมีระยะการเจริญเติบโตตั้งแต่ติดผลถึงระยะเก็บเกี่ยวใช้เวลาประมาณ 21 สัปดาห์หลังติดผล โดยพบว่า ผลลำไยมีการเติบโตแบบ single sigmoid curve สามารถแบ่งระยะ

การเติบโตได้ 3 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 ตั้งแต่สัปดาห์ที่เริ่มติดผลจนถึงสัปดาห์ที่ 10 จะมีการเติบโตอย่างช้าๆ โดยเป็นการเจริญเติบโตของเปลือกและเมล็ด ส่วนเนื้อผลเริ่มเกิดขึ้นเมื่อผลอายุประมาณ 6 สัปดาห์ และมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 14 ในขณะที่เมล็ดใช้เวลาตั้งแต่ติดผลจนถึงสัปดาห์ที่ 8 ระยะที่ 2 เริ่มตั้งแต่หลังสัปดาห์ที่ 10-21 หลังติดผล ระยะนี้ผลลำไยมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในส่วนของเนื้อผลเจริญอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 14 จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 21 การเจริญของเนื้อเริ่มคงที่ ส่วนเมล็ดเจริญรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 8 ถึงสัปดาห์ที่ 14 หลังจากนั้นขนาดของเมล็ดเติบโตเกือบเต็มที่ ระยะที่ 3 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 21 เป็นต้นไป เป็นระยะที่ผลมีการเติบโตช้าลง เนื่องจากส่วนเนื้อและเมล็ดมีการเจริญเกือบคงที่

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยในทุกฤดูของการผลิตลำไย พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด แอนโทไซยานินทั้งหมด เบตา-แคโรทีน และสารประกอบฟีนอลทั้งหมด จะลดลงเมื่อผลลำไยเข้าสู่ระยะการสุกแก่หรือระยะบริบูรณ์ โดยปกติแล้วส่วนใหญ่เมื่อผลไม้เข้าสู่ระยะบริบูรณ์ ผลไม้มักจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง หรือเป็นสีแดง เนื่องจากคลอโรพลาสต์ (chloroplasts) ซึ่งมีทั้งโมเลกุลของคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ จะพัฒนาไปเป็นโครโมพลาสต์ (chromoplasts) ทำให้คลอโรฟิลล์สลายตัวไป ในขณะที่แคโรทีนอยด์จะถูกสร้างมากขึ้นหรือมีปริมาณคงที่เท่าเดิม เช่นเดียวกับการสังเคราะห์แอนโทไซยานินจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อผลไม้เข้าใกล้ระยะบริบูรณ์ และจะเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อผลสุกแก่เต็มที่ (จริงแท้, 2549) ทำนองเดียวกับ Will *et al.* (1989) ได้รายงานว่าผลไม้โดยทั่วไปจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดลดลงเมื่อผลเข้าสู่ระยะบริบูรณ์หรือระยะสุกแก่ของผล ขณะที่การสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ และการสังเคราะห์แอนโทไซยานินจะเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามมีผลไม้บางชนิด เช่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณแคโรทีนอยด์ในผลสตรอเบอรี่ลดลงเมื่อเข้าสู่ระยะการสุกแก่ ขณะที่ปริมาณของแอนโทไซยานินเพิ่มสูงขึ้น (Stanley, 1998) ขณะที่สรรพมงคล (2545) พบว่าเมื่อผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกเข้าสู่ระยะสุกแก่ ปริมาณของแอนโทไซยานินจะมีแนวโน้มลดลง เป็นต้น ในปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และวิถีการสลายตัวของแคโรทีนอยด์ต่างๆ ยังอยู่ในระหว่างการศึกษาซึ่งยังเป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจมากในปัจจุบัน (จริงแท้, 2549)

การทดลองที่ 2 ผลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์ดอ ที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

การห่อผลลำไยในแต่ละฤดูของการผลิตลำไย มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนสีผิวของเปลือกผลลำไย โดยพบว่าภายหลังจากการห่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ เปลือกของผลลำไยในแต่ละฤดูของการผลิตจะเปลี่ยนสีเป็นลักษณะสีเหลืองอมเขียวหรือสีเหลืองทองกว่าผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ ซึ่งสอดคล้องกับที่ ธีรนุช (2547) ได้รายงานว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับห่อผลลำไยเพื่อทำให้ลำไยมีสีผิวสวยงาม คือ ช่วงระยะประมาณ 5-7 สัปดาห์ ก่อนเก็บเกี่ยว ในขณะที่การห่อช่อผลลำไยเป็นระยะเวลาที่สั้นเกินไป (3-4 สัปดาห์ ก่อนเก็บเกี่ยว) ไม่สามารถทำให้ผลลำไยมีสีผิวดีขึ้นได้ เมื่อได้ศึกษาอิทธิพลของการห่อผลลำไยในระยะ 7 สัปดาห์ หลังการห่อ การห่อผลจะไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลลำไย สอดคล้องกับที่ Faoro and Mondardo (2004) ได้รายงานว่าการห่อผลสาลี่จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล สำหรับอิทธิพลของการห่อผลต่อขนาดผลลำไย และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ยังไม่ปรากฏผลเด่นชัด เนื่องจากในบางฤดูการห่อผลจะไม่มีผลต่อขนาดหรือปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่บางฤดูพบว่าการห่อผลทำให้มีขนาดผลลำไยใหญ่กว่า หรือเล็กกว่าผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ ขณะที่การห่อผลลำไยในบางฤดูทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากช่วงเวลาการบานของดอก และการติดผลของลำไยในแต่ละช่อ หรือในช่อเดียวกันมีลักษณะการบานของดอกหรือการติดผลไม่พร้อมกัน โดยลักษณะการบานของดอกจะบานจากโคนช่อไปหาปลายช่อ และการบานของช่อแขนงย่อยจะบานจากโคนไปหาปลายช่อ (พาวิน และคณะ, 2547) ลักษณะดังกล่าวนี้อาจทำให้อายุของผลลำไยในแต่ละช่อหรือในช่อเดียวกันมีความแตกต่างกัน ทำให้มีผลต่อความคลาดเคลื่อนในการเก็บตัวอย่างได้ ทำนองเดียวกับที่ ธีรนุช (2547) ได้รายงานว่าอิทธิพลของการห่อช่อผลต่อขนาดของผลลำไยหรือปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ยังไม่ชัดเจนนักเนื่องจากในบางงานทดลองการห่อช่อผลไม่มีผลต่อขนาดของผลลำไยหรือปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่บางงานทดลองพบว่าการห่อช่อผลทำให้ลำไยมีขนาดผลที่ใหญ่กว่า และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าลำไยที่ไม่ห่อช่อผล

สำหรับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยในแต่ละฤดูของการผลิตลำไย พบว่าภายหลังการห่อช่อผลลำไยได้ 7 สัปดาห์ การห่อผลจะไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด แอนโทไซยานินทั้งหมด และสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ส่วนอิทธิพลของการห่อผลต่อปริมาณเบตา-แคโรทีน และยังไม่ปรากฏผลเด่นชัด เนื่องจากมีบางฤดูที่พบว่าการห่อทำให้ปริมาณเบตา-แคโรทีน มากกว่าลำไยที่ไม่ได้รับการห่อผล จากผลการทดลองดังกล่าวจะเห็นว่า การห่อผลลำไยสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนสีผิวเปลือกให้มี

ลักษณะเป็นสีเหลืองทอง หรือสีเหลืองอมเขียว แต่กระบวนการเปลี่ยนสีของเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อนั้น อาจจะไม่ได้เกิดจากบทบาทหรือการทำหน้าที่ของคลอโรฟิลล์ แอนโทไซยานิน เบตา-แคโรทีน และสารประกอบฟีนอล สอดคล้องกับความสามารถในการรับหรือดูดกลืนแสงของสารสีในเปลือกผลลำไย โดยเฉพาะเบตา-แคโรทีน แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอล ที่สันนิษฐานกันว่าอาจมีอิทธิพลโดยตรงต่อกระบวนการเปลี่ยนสีผิวในเปลือกของผลลำไย ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ประกอบด้วยสารสกัดเบตา-แคโรทีนจากเปลือกผลของลำไย ในช่วงความยาวคลื่น 190-550 นาโนเมตร (nm) จะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นในช่วงความยาวคลื่น 190-350 นาโนเมตร โดยมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดในช่วงความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร เมื่อเทียบกับเบตา-แคโรทีนที่มีความสามารถในการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 436 นาโนเมตร (Ranganna, 1977) แล้ว ซึ่งมีค่าการดูดกลืนแสงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไยมีปริมาณน้อยมาก (ภาพภาคผนวก 5) ส่วนลักษณะการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ประกอบด้วยสารแอนโทไซยานินจากเปลือกผลของลำไย ในช่วงความยาวคลื่น 190-650 นาโนเมตร ค่าของการดูดกลืนแสงจะเพิ่มขึ้นในช่วงความยาวคลื่น 190-450 นาโนเมตร โดยมีค่าดูดกลืนแสงสูงสุดในช่วงความยาวคลื่น 194 นาโนเมตร และ 254 นาโนเมตร เมื่อเทียบกับแอนโทไซยานินที่มีความสามารถในการรับหรือดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร (Ranganna, 1977) แล้ว จะมีค่าการดูดกลืนแสงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณแอนโทไซยานินในเปลือกผลลำไยมีปริมาณที่น้อยเช่นกัน (ภาพภาคผนวก 6) เช่นเดียวกันกับลักษณะการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ประกอบด้วยสารประกอบฟีนอลจากเปลือกผลลำไย ในช่วงความยาวคลื่น 190-850 นาโนเมตร ค่าการดูดกลืนแสงจะเพิ่มขึ้นสูงในช่วงความยาวคลื่น 190-400 นาโนเมตร เมื่อเทียบกับสารประกอบฟีนอลที่มีความสามารถในการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร (Ketsa and Atantee, 1998 อ้างโดย กัญญารัตน์, 2548) จะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงของสารประกอบฟีนอลจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ภาพภาคผนวก 7)

จากการดูดกลืนแสงของเบตา-แคโรทีน แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากระบวนการเปลี่ยนสีผิวของเปลือกผลลำไยไม่ได้เกิดจากกระบวนการทางชีวเคมีของสารเบตา-แคโรทีน แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอล เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกของผลลำไย จะมีปริมาณเบตา-แคโรทีน แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลที่น้อยมาก ทั้งนี้อาจสันนิษฐานได้ว่ากระบวนการเปลี่ยนสีผิวของเปลือกผลลำไยดังกล่าวอาจจะเกิดจากบทบาทหรืออิทธิพลของสารประกอบโพลีฟีนอลิก (polyphenolic compounds) อื่นๆ เนื่องจากการดูดกลืนแสงของสารละลายเบตา-แคโรทีน แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลที่สกัดจากเปลือกผลลำไย มีค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นในช่วงความยาวคลื่น 190-450 นาโนเมตร

ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการรับหรือดูดกลืนแสงของสารประกอบโพลีฟีนอลิก เช่น สารฟลาโวน (flavones) มีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงช่วงความยาวคลื่น 250-270 นาโนเมตร และช่วงความยาวคลื่น 330-350 นาโนเมตร ฟลาโวนอล (flavonols) ซึ่งมีคุณสมบัติในการรับหรือดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 250-270 นาโนเมตร และช่วงความยาวคลื่น 350-390 นาโนเมตร ฟลาวาโนน (flavanones) มีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 275-290 นาโนเมตร หรือสาร leucoanthocyanins ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 225 นาโนเมตร และช่วงความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร เป็นต้น (Ranganna, 1977)

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาพัฒนาการของผลลำไย และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู พบว่าผลลำไยพันธุ์ดอในทุกฤดูของการผลิตมีการเติบโตแบบ single sigmoid curve โดยแบ่งการเติบโตตามพัฒนาการของน้ำหนักผลได้ 3 ระยะ ได้แก่ ระยะแรก (สัปดาห์ที่ 3-10) เป็นช่วงระยะที่ผลลำไยมีการเติบโตอย่างช้าๆ โดยส่วนใหญ่เป็นการเจริญเติบโตของเปลือก ขณะที่เมล็ดและเนื้อมีการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อย ส่วนในระยะที่สอง (สัปดาห์ที่ 10-19) เป็นระยะที่ผลลำไยมีการเติบโตและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเมล็ด (สัปดาห์ที่ 10-16) และเนื้อ (สัปดาห์ที่ 13-21) และระยะที่สาม (สัปดาห์ที่ 18-21 เป็นต้นไป) เป็นระยะที่ผลลำไยมีการเติบโตช้าลง สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าสูงสุดเมื่อผลมีอายุประมาณ 18-21 สัปดาห์ หลังติดผล ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมต่อระยะการเก็บเกี่ยว โดยมีน้ำหนักผลประมาณ 11.11 กรัม เมื่อผลลำไยเข้าใกล้ระยะสุกแก่มากขึ้นองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไย (คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด แอนโทไซยานินทั้งหมด เบตา-แคโรทีน และสารประกอบฟีนอลทั้งหมด) มีปริมาณลดลงจนมีค่าเกือบคงที่ นอกจากนั้นพบว่าการเจริญเติบโตของลำไยนอกฤดูมีพัฒนาการของผล และระยะเก็บเกี่ยวที่เร็วกว่าในฤดูกาลอื่นๆ

การศึกษาผลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์ดอ พบว่าการห่อผลในทุกฤดูของการผลิตลำไย สามารถทำให้สีผิวเปลือกผลลำไยมีลักษณะเป็นสีเหลืองอมเขียวหรือสีเหลืองทองกว่าผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ โดยสีผิวของเปลือกผลลำไยมีการเปลี่ยนสีอย่างชัดเจนภายในสัปดาห์ที่ 7 ของการห่อผล (ตารางภาคผนวก 14) ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนสีผิวในเปลือกผลลำไยที่ได้รับการห่อผลดังกล่าวอาจจะไม่ได้เกิดจากอิทธิพลของสารคลอโรฟิลล์ เบตา-แคโรทีน แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอล นอกจากนี้พบว่าการห่อผลไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักผล ส่วนอิทธิพลของการห่อผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และขนาดของผลยังไม่ปรากฏผลเด่นชัดเนื่องจากในบางฤดูการห่อผลจะไม่มีผลต่อขนาดหรือปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่บางฤดูพบว่าการห่อผลทำให้มีขนาดผลลำไยใหญ่กว่า หรือเล็กกว่าผลที่ไม่ห่อ ขณะที่การห่อผลลำไยในบางฤดูทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าผลลำไยที่ไม่ได้รับการห่อ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองที่สรุปได้อย่างชัดเจน ว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณเบตา-แคโรทีน ปริมาณแอนโทไซยานิน และปริมาณสารประกอบฟีนอล ในเปลือกของผลลำไยที่ได้รับการห่อไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของลำไย ดังนั้นในการศึกษาต่อไปในอนาคต ควรศึกษาเกี่ยวกับสารประกอบโพลีฟีนอลิกต่างๆ (ยกเว้นแอนโทไซยานิน) ซึ่งจากผลการทดลองดังกล่าวสันนิษฐานได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนสีผิวน่าจะเกิดจากสารประกอบโพลีฟีนอลิกอื่นๆ เพราะจากผลการศึกษาปริมาณเบตา-แคโรทีน แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลในเปลือกผลลำไยในระยะสุกแก่ พบว่ามีปริมาณน้อยมาก

บรรณานุกรม

กอบเกียรติ แสงนิล, มยุรี แก้วลับแล และ จำนงค์ อุทัยบุตร. 2540. การเปลี่ยนแปลงปริมาณรงควัตถุและสีแดงในเปลือกผลมะม่วงที่ห่อผลและไม่ห่อผล. **วารสารสงขลานครินทร์** (19): 173-180.

กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ. 2548. **ผลของสารเคมีบางชนิดและอุณหภูมิที่เก็บรักษาต่อการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 234 น.

เกศิณี ระมิงค์วงศ์. 2528. **การจัดจำแนกไม้ผล**. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 289 น.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. **สรีรวิทยา และเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. 396 น.

_____. 2549. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช**. นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. 453 น.

จรีรัตน์ นามประดิษฐ์. 2544. **การเจริญเติบโต ดัชนีการเก็บเกี่ยว และการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลกระท้อนพันธุ์ปุยฝ้าย ภายใต้สภาพการห่อผล และไม่ห่อผล**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 84 น.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2540. **สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน**. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 222 น.

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

ดิศร ริมประณาม. 2541. **ผลของการห่อผลและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงรงควัตถุของเปลือกผลมะม่วงพันธุ์เคนท์ในระหว่างการพัฒนาของผล**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 122 น.

ธีรนุช เจริญกิจ, พาวิน มะโนชัย และ นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2545. อิทธิพลของการห่อผลต่อคุณภาพสีผิวลำไยหลังการเก็บเกี่ยว. น. 4. ใน **เอกสารการสัมมนาวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 1**. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ธีรนุช เจริญกิจ. 2547. การพัฒนาคุณภาพผลผลิตลำไยโดยการห่อช่อผล. 78 น. ใน **รายงานรวมผลงานวิจัยภาควิชาพืชสวน ประจำปี พ. ศ.2547.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. **ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์รั้วเขียว. 124 น.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์, สมชาย องค์ประเสริฐ, อ้อมทิพย์ เมฆรักษาวนิช แคมป์, นคเรศ รังควัต, นพมณี โทปุญญานนท์, รังสิมา อัมพวัน, พาวิน มะโนชัย, ธีรนุช เจริญกิจ และทิพย์สุดา ปุกมณี. 2548. แม่โจ้ศาสตร์แห่งลำไย. น. 69-72. ใน **รายงานการประชุมวิชาการแม่โจ้: ศาสตร์แห่งลำไย ประจำปี พ. ศ. 2548**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

นพรัตน์ พันธุวนิช. 2528. **ผลของ ethephon ที่มีต่อการเปลี่ยนสีของผลลองกอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 94 น.

พรอนันต์ บุญก่อน. 2547. **อิทธิพลของกรรมวิธีรักษาสีเปลือกต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของผลลิ้นจี่ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 204 น.

พาวิน มะโนชัย, ยุทธนา เขาสุเมรุ, ชิติ ศรีตนทิพย์ และ สันติ ช่างเจรจา. 2547. **เทคโนโลยีการผลิตลำไย**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์. 126 น.

พาวิน มะโนชัย และ พิทยา สรวมศิริ. 2545. การผลิตลำไยนอกฤดูอย่างมืออาชีพ. น. 47-51. ใน **เอกสารโครงการฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี**. เชียงใหม่: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

พีรเดช ทองอำไพ. 2529. **ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 196 น.

เพทาย กาษจนเกสร และ กวิศร์ วานิชกุล. 2548. **ผลของวัสดุห่อผลต่อการเติบโตและคุณภาพผลชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์**. นครปฐม: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 42 น.

ยงยุทธ ข้ามสี่ และ ดนัย บุณยเกียรติ. 2006. การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีระหว่างการสุกของมะม่วงพันธุ์เขียวมรกต. **วารสารวิทยาสาตร์เกษตร** 37(2): 13-19.

ลิลลี่ กาวีต๊ะ. 2546. **การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานและพัฒนาการของพืช**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 320 น.

วารุณี วงค์ชมพู. 2543. **ผลของแสงและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดต่อแอคติวิตีของเอนไซม์ฟีนิลอลานีน แอมโมเนีย-ไลเอส และการพัฒนาสีแดงในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์เคนท์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 154 น.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2548. **ลำไย: พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตเฉลี่ย ปี 2537-2548**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.mof.or.th/fruit-lumyai.htm (15 มกราคม 2550).

สมคิด ใจตรง. 2545. **คุณภาพผลและผลของแสงต่อการพัฒนาสีของสตรอเบอรี่หลังเก็บเกี่ยว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 88 น.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. **สรีรวิทยาของพืช**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 237 น.

สรรพมงคล บุญกัน. 2545. **การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีในระหว่างการเจริญเติบโตของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 125 น.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2537. **สรีรวิทยาไม้ผล**. ขอนแก่น: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 437 น.

สุจิตรา รตนะมโน. 2541. **ผลของแสงและอุณหภูมิต่อปริมาณรงควัตถุและแอคติวิตีของเอนไซม์ฟีนิลอลานีน แอมโมเนียไล-เอสในเปลือกผลมังคุด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 114 น.

อัญชุลี ยินดี. 2539. **การเปลี่ยนแปลงรงควัตถุในผลมะม่วงและลิ้นจี่ในช่วงก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 157 น.

Ketsa, S. and S. Atantee. 1998. Phenolic, lignin, peroxidase activity and increased firmness of damaged pericarp of mangosteen fruit after impact. Postharvest Biology and Technology 14: 117-124. อ้างโดย กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ. 2548. **ผลของสารเคมีบางชนิดและอุณหภูมิที่เก็บรักษาต่อการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Ranganna, S. 1977. Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Lo.Ltd. pp. 72-93. อ้างโดย สุจิตรา รตนะมโน. 2541. **ผลของแสงและอุณหภูมิต่อปริมาณรงควัตถุและแอคติวิตีของเอนไซม์ฟีนิลอลานีน แอมโมเนียไลเอส ในเปลือกผลมังคุด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Aharoni, Y. 1968. The effect of storage in modified atmospheres on the physiological process in the 'Shamouti' orange fruit (*Citrus sinensis* L.). Doctoral thesis. The Hebrew University. Cited by Gross, J. 1987. **Pigment in Fruits.** London: Academic Press Inc.Ltd.

Arakawa, O. no date. **Coloring of Fuji Apples by Bagging.** [Online]. Available http://www. idfta.org/cft/1998/vol31no2/arakawa.pdf. (15 January 2007).

Browning, G. 1989. The physiology of fruit set. pp. 195-217. In **Manipulation of Fruiting.** London: Butterworth & Co. Ltd.

Chang, S. T., S. Y. Wang, T. F. Yeh and C. L. Wu. 1997. Rapid Extraction and determination of chlorophyll using Ultrasonics. **Taiwan Journal of Forest Science** 12(3): 329-334.

Chikaraishi, Y., K. Matsumoto, N. O. Ogawa, H. Suga, H. Kitazato and N. Ohkouchi. 2005. Hydrogen, carbon and nitrogen isotopic fractionations during Chlorophyll biosynthesis in C_3 higher plants. **Phytochemistry** 66: 911-920.

Delgado-Vargas, F. and Paredes-lopez, O. 1997. Effect of enzymatic treatments on carotenoid extraction from marigold flower (Tagetes erecta). **Food Chemistry** 58(3): 255-258.

Faoro, I. D. and M. Mondardo. 2004. Bagging of nashi pear cv. Housui. **Revista Brasileira Fruitcultura** 26(1): 86-88.

Fraser, P. D. and P. M. Bramley. 2004. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. **Progress in Lipid Research** 43: 228-265.

Gross, J. 1987. **Pigment in Fruits.** London: Academic Press Inc. Ltd. 303 p.

Hiscox, J. D. and G. F. Israelstam. 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue Without maceration. **Canadian Journal of Botany** 57: 1332-1334.

Hofman, P. J., L. G. Smith, D. C. Joyce, G. I. Johnson, and G. F. Meiburg. 1977. Bagging of mango (*Mangifera indica* cv. Keitt) fruit influences fruit quality and mineral composition. **Postharvest Biology and Technology** 12: 83-91.

Hu, G., D. Chen., P. Li., W. Wang and J. Dong. 2001. Effects of bagging on fruit coloration and phenylalanine ammonia lyase and polyphenol oxidase in 'Feizixiao' Litchi. **Acta Horticulturae** 558: 273-278.

Hui, J. J. 2005. Influence of fruit bagging on aroma volatiles and skin coloration of 'Hakuho' Peach (*Prunus persica* Batsch). **Postharvest Biology and Technology** 35: 61-68.

Hussein, A. A., A. G. R. Abdel and R. B. Ahmed. 1994. Effecttiveness of fruit bagging on yield and fruit quality of pomegranate (*Punica granatum*. L) **Agricultural Science** 32: 949-957.

Jen, J. J. 1974. Influence of spectral quality of light on pigment system of ripening tomatoes. **Journal Food Science** 39: 907-910.

Ju, Z., Y. Yuan, C. Liou, and S. Xin. 1995. Relationships among phenylalanine ammonia-lyase activity. Simple phenol comcentrations and anthocyanin accumulation in apple. **Scientia Horticulturae** 61: 215-226.

Cox, K. A., T. K. McGhie, A. White. and A. B. Woolf. 2004. Skin colour and pigment changes during ripening of 'Hass' avocado fruit. **Postharvest Biology and Technology** 31:287-294.

Kliewer, M. W. 1977. Influence of temperature, solar, radiation and nitrogen on coloration and composition of 'Emperor' grapes. **American Journal of Enology and Viticulture** 28: 96-103.

Lenz, F. and J. Gross. 1979. Fruchtqualitatsmerkmale bei 'Golden Delicious' in Abhangigkeit vom Fruchtbehang. Erwerbsobstbau 21: 173-174. Cited by Gross, J. 1987. **Pigment in Fruits**. London: Academic Press Inc. Ltd.

Leopold, A. C. and P. E. Kriedemann. 1975. **Plant Growth and Development**. New Delhi: McGraw-Hill. Inc. 545 p.

Litz, R. E. 1997. **The mango: Botany Production and Uses**. Cambridge: The University Press. 587 p.

Magness, J. R. 1928. Observation on color development in apple. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 25: 289-292. Cited by Gross, J. 1987. **Pigment in Fruits**. London: Academic Press Inc. Ltd.

Medlicott, A. P., M. Bhogol and S. B. Reynolds. 1986. Changes in peel pigmentation during ripening of mango fruit (*Mangifera indica* var. Tommy Atkins). **Annals of Applied Biology** 109: 651-656.

Montefiori, M. and G. Costa. 2005. Effects of light and temperature on colour changes in ripening fruit of *Actinidia macrosperma*. **Acta Horticulturae** 682:185-190

Nitsch, J. P. 1950. Growth and morphogenesis of the strawberry as related to auxin. **American Journal of Botany** 37: 211-215.

Ranganna, S. 1977. **Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products**. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Lo.Ltd. 634 p.

Saucedo, C. V., T. F. Esparza. and S. Lakshminarayana. 1977. Effects of refrigerated temperatures on the incidence of chilling injury and ripening quality of mango fruit. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 90: 205-210. Cited by Gross, J. 1987. **Pigment in Fruits**. London: Academic Press Inc. Ltd.

Saure, M. C. 1990. External control of anthocyanin formation in apple. **Scientia Horticulturae** 42: 181-218.

Schoefs, B. 2002. Chlorophyll and carotenoid analysis in food products. **Trends in Food Science and Technology** 13: 361-371.

Seymour, G. B., J.E. Taylor. and G. A. Tucker. 1993. **Biochemistry of Fruit Ripening**. London: Chapman & Hall. 454 p.

Stanley, J. K. 1998. **Postharvest Physiology of Perishable Plant Products**. Athens: University of Georgia. 532 p.

Takamiya, K., T. Tsuchiya and H. Ohta. 2000. Degradation pathway of chlorophyll. **Trends in Plant Science** 5: 426-431.

Tomana, M. 1985. The effect of environmental temperature on fruit maturing. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science** 24: 276-288.

Turner, D. W. and L. E. Rippon. 1973. Effect of bunch cover on fruit growth and maturity in bananas. **Tropical Agriculture** 50: 236-240.

Weaver, R. J. and S. B. McCune. 1960. Influence of light color development in (*Vitis vinifera*) grapes. **American Journal of Enology and Viticulture** 11: 179-184.

Will, R. B. H., B. W. McGlasson, D. Graham, T. H. Lee. and E. G. Hall. 1989. **Postharvest: an Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables**. New York: AVI Book Published. 174 p.

Xie, D. Y. and R. A. Dixon. 2005. Proanthocyanidin biosynthesis. **Phytochemistry**. 66: 2127-2144.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก 1 น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	3.00	3.25a	3.67b	4.20b	5.71b	7.32	9.43	8.85	10.38	8.50b	10.44b	11.40b
ห่อผล	2.60	2.94b	4.16a	4.98a	6.57a	7.19	10.15	9.42	10.20	10.89a	12.57a	12.52a
t-test	ns	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	*	*	*
C.V. (%)	18.02	9.91	11.88	8.80	11.46	16.34	12.28	12.54	10.89	8.23	8.93	8.42
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	2.15	2.99	3.40	4.44	5.56	7.11	7.80	7.56a	10.46a	11.56	13.42b	-
ห่อผล	1.99	2.90	3.49	4.75	5.66	6.55	7.36	6.64b	8.73b	12.17	14.16a	-
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	*	-
C.V. (%)	10.86	9.25	6.03	8.18	9.17	9.19	9.60	4.37	6.99	8.78	5.50	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	5.81	6.70	7.88	10.31	11.29	12.76	12.45	12.81	14.79a	-	-	-
ห่อผล	5.49	6.74	7.58	10.47	11.66	12.46	12.57	12.71	13.91b	-	-	-
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	-	-	-
C.V. (%)	11.60	22.59	22.29	14.86	12.57	8.69	7.41	11.69	6.42	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%), ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 2 น้ำหนักสดของเปลือกเฉลี่ย (กรัม) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.76	0.63a	0.46b	0.80b	0.99	1.19	1.04b	1.13	1.23	1.42	1.71	1.68
ห่อผล	0.65	0.51b	0.68a	0.96a	0.90	1.18	1.20a	1.28	1.25	1.51	1.77	1.75
t-test	ns	*	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.61	5.49	8.99	4.67	5.83	3.75	5.32	5.96	1.86	3.60	1.84	3.66
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.50a	0.67	0.74	0.83	0.87	0.95	1.15	1.05b	1.30	2.32a	2.38a	-
ห่อผล	0.44b	0.72	0.75	0.89	0.88	0.92	1.07	1.16a	1.29	1.63b	2.02b	-
t-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	*	-
C.V. (%)	3.11	4.46	6.79	4.21	7.18	4.37	4.59	2.95	2.40	3.82	4.92	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	1.53a	1.61	1.66	1.75	2.12	2.17	2.10a	2.20	2.57a	-	-	-
ห่อผล	1.15b	1.66	1.73	1.73	1.98	2.04	1.89b	2.52	2.10b	-	-	-
t-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	-	-	-
C.V. (%)	5.37	1.85	7.67	6.56	7.41	8.10	3.52	8.82	3.48	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%), ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 3 น้ำหนักสดของเมล็ดเฉลี่ย (กรัม) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	1.05	1.17	1.07	1.14	1.20a	1.36	1.10	1.14	1.24	1.23	1.34	1.18
ห่อผล	0.98	1.15	1.13	1.12	1.11b	1.26	1.09	1.11	1.17	1.10	1.20	1.18
t-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	8.08	4.69	7.41	6.39	2.87	4.13	4.97	8.64	7.08	8.00	5.42	10.97
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.83	0.96	1.08	1.12	0.96	1.12	1.13	1.08b	1.10	1.33	1.58a	-
ห่อผล	0.78	1.03	1.07	1.09	0.96	1.05	1.05	1.14a	1.11	1.20	1.35b	-
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	-
C.V. (%)	6.39	6.47	4.08	4.63	6.14	6.00	3.76	1.62	2.30	7.09	4.74	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	1.52	1.56	1.54	1.52	1.75	1.64	1.61	1.53	1.68a	-	-	-
ห่อผล	1.54	1.24	1.55	1.49	1.60	1.53	1.50	1.56	1.48b	-	-	-
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	-	-	-
C.V. (%)	6.45	11.33	3.90	8.67	5.11	4.71	4.28	11.11	2.67	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%), ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 4 น้ำหนักสดของเนื้อเฉลี่ย (กรัม) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	1.05	1.18	1.04b	1.98	3.84a	4.96	4.49b	5.40	7.12	5.49b	9.02	6.76
ห่อผล	0.85	1.20	1.60a	2.26	3.33b	4.99	5.27a	5.48	7.23	6.89a	8.77	7.04
t-test	ns	ns	*	ns	*	ns	*	ns	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	20.37	7.42	16.33	8.36	3.22	4.70	4.40	2.74	8.49	3.62	4.35	4.31
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.49	0.74	1.30	2.00	2.48	3.73	4.69a	5.47	7.20a	7.60b	8.54b	-
ห่อผล	0.49	0.88	1.34	2.13	2.16	3.66	3.81b	5.64	5.38b	9.10a	10.12a	-
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	*	*	-
C.V. (%)	8.43	11.14	6.73	7.37	13.40	5.59	8.71	3.38	2.72	4.16	3.85	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	2.32a	2.72a	4.25	4.79	7.03	6.18	7.69	7.06	8.78a	-	-	-
ห่อผล	1.36b	2.17b	3.99	4.57	6.81	6.31	7.02	8.04	6.95b	-	-	-
t-test	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	-	-	-
C.V. (%)	6.29	8.91	12.20	3.41	9.23	7.26	12.68	9.26	5.15	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%), ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 5 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดของเปลือก, เมล็ด และเนื้อ เฉลี่ย (กรัม) ของผลลำไยตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ก่อนฤดู	สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์ที่)																				
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
เปลือก	0.25a	0.34a	0.21a	0.35a	0.26a	0.52a	0.22	0.41b	0.76b	0.63b	0.46b	0.80c	0.99c	1.19b	1.04b	1.13b	1.23b	1.42b	1.71b	1.68b	-
เมล็ด	0.09b	0.12b	0.11b	0.15b	0.16b	0.50a	0.33	0.63a	1.05a	1.17a	1.07a	1.14b	1.20b	1.36b	1.10b	1.14b	1.24b	1.23b	1.34c	1.18c	-
เนื้อ	0.00c	0.00c	0.07c	0.12b	0.13b	0.34b	0.18	0.39b	1.05a	1.18a	1.04a	1.98a	3.84a	4.96a	4.49a	5.40a	7.12a	5.49a	9.02a	6.76a	-
t-test	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-
C.V. (%)	11.37	7.09	5.27	7.25	10.99	3.82	36.35	12.97	5.66	6.98	12.53	8.41	2.13	3.63	4.59	4.97	8.74	6.17	3.24	4.20	-
ในฤดู	สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์ที่)																				
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
เปลือก	0.10a	0.16a	0.20a	0.17a	0.21a	0.26	0.29a	0.42b	0.40b	0.35b	0.50b	0.67b	0.74c	0.83c	0.87b	0.95b	1.15b	1.05b	1.30b	2.32b	2.38b
เมล็ด	0.01b	0.03b	0.05b	0.04b	0.08b	0.16	0.18b	0.46a	0.55a	0.58a	0.83a	0.96a	1.08b	1.12b	0.96b	1.12b	1.13b	1.08b	1.10b	1.33c	1.58c
เนื้อ	0.00c	0.00c	0.00c	0.00c	0.02c	0.16	0.09c	0.25c	0.31c	0.29c	0.49b	0.74b	1.30a	2.00a	2.48a	3.73a	4.69a	5.47a	7.20a	7.60a	8.54a
t-test	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	6.91	11.60	10.41	10.23	6.97	33.31	4.53	2.76	8.24	7.45	4.75	11.08	8.26	5.05	17.54	5.92	9.75	2.27	4.26	6.92	2.49
นอกฤดู	สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์ที่)																				
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
เปลือก	0.22a	0.30a	0.37a	0.53a	0.68a	0.79	0.73a	1.25a	1.32b	1.53b	1.61b	1.66b	1.75b	2.12b	2.17b	2.10b	2.20b	2.57b	-	-	-
เมล็ด	0.02b	0.04b	0.11b	0.20b	0.25b	0.70	0.53b	1.26a	1.39b	1.52b	1.56b	1.54b	1.52b	1.75b	1.64c	1.61b	1.53b	1.68c	-	-	-
เนื้อ	0.00c	0.00c	0.00c	0.13c	0.19b	0.44	0.45b	0.92b	1.60a	2.32a	2.72a	4.25a	4.79a	7.03a	6.18a	7.69a	7.06a	8.78a	-	-	-
t-test	**	**	**	**	**	ns	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-	-	-
C.V. (%)	13.34	8.54	5.90	4.61	22.45	23.14	9.67	6.06	6.84	5.88	6.22	13.98	5.95	5.86	7.68	12.33	16.57	3.99	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 6 น้ำหนักแห้งของเปลือกเฉลี่ย (กรัม) ในผลลำไยที่ไม่ห่อผลและห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.30	0.32	0.30	0.35	0.40	0.47	0.38	0.47	0.53	0.51b	0.62	0.56
ห่อผล	0.25	0.33	0.30	0.34	0.38	0.46	0.40	0.51	0.50	0.55a	0.61	0.54
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	8.25	4.60	19.26	5.54	9.13	6.00	5.67	5.55	5.31	1.02	2.57	3.13
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.21a	0.23	0.27	0.30	0.30	0.38	0.38	0.38	0.46a	0.94a	0.75a	-
ห่อผล	0.19b	0.24	0.26	0.29	0.26	0.35	0.34	0.38	0.40b	0.50b	0.61b	-
t-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*	-
C.V. (%)	1.72	5.33	6.86	3.95	6.22	3.61	7.61	3.55	1.99	5.15	9.34	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.58a	0.55	0.67	0.65	0.86	0.85	0.89a	0.87	0.97a	-	-	-
ห่อผล	0.45b	0.56	0.71	0.64	0.78	0.75	0.78b	0.98	0.77b	-	-	-
t-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	-	-	-
C.V. (%)	4.36	3.41	14.39	4.73	6.23	8.34	4.64	16.01	5.99	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 7 น้ำหนักแห้งของเมล็ดเฉลี่ย (กรัม) ในผลลำไยที่ไม่ห่อผลและห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.60	0.69	0.66	0.64	0.71a	0.80	0.62	0.69	0.76	0.72	0.76	0.70
ห่อผล	0.51	0.74	0.70	0.65	0.64b	0.74	0.64	0.65	0.64	0.64	0.73	0.67
t-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	13.51	13.05	7.50	12.80	2.01	4.49	4.98	8.61	15.20	6.78	4.84	9.55
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.39	0.52	0.62	0.65	0.56	0.68	0.68	0.62b	0.66	0.78a	0.88	-
ห่อผล	0.36	0.57	0.60	0.62	0.54	0.62	0.63	0.66a	0.64	0.59b	0.82	-
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	-
C.V. (%)	7.07	7.20	4.00	4.29	5.17	6.10	3.46	2.39	3.60	8.93	4.22	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.35a	0.88	0.90	0.89	1.04	0.98	0.99	0.87	1.48a	-	-	-
ห่อผล	0.25b	0.67	0.91	0.88	0.95	0.90	0.93	0.90	1.15b	-	-	-
t-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	-	-	-
C.V. (%)	14.94	16.36	6.31	9.88	5.47	7.57	5.85	8.08	9.86	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 8 น้ำหนักแห้งของเนื้อเฉลี่ย (กรัม) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผลและห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.39	0.55	0.66b	1.53	3.50a	4.62	3.81b	5.00	6.76	4.27b	8.61	5.58
ห่อผล	0.29	0.51	1.32a	1.79	2.94b	4.82	4.94a	5.18	6.81	6.19a	8.76	6.22
t-test	ns	ns	*	ns	*	ns	*	ns	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	22.73	11.53	23.21	12.79	5.64	4.46	6.47	7.76	10.91	5.75	3.65	7.05
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.18	0.22	0.47	1.19	1.69	3.19	4.22a	4.93	6.89a	6.91	7.30b	-
ห่อผล	0.16	0.25	0.46	1.36	1.29	2.99	2.79b	5.00	4.47b	7.05	8.37a	-
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	*	-
C.V. (%)	16.23	25.98	15.06	8.63	19.68	6.31	10.91	8.92	7.13	3.64	3.21	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.27a	0.92	0.74	0.83	1.25	1.07	1.43	1.25	1.01a	-	-	-
ห่อผล	0.10b	0.89	0.67	0.76	1.23	1.09	1.38	1.31	0.88b	-	-	-
t-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	-	-	-
C.V. (%)	25.06	5.27	17.22	9.85	12.29	12.20	17.24	16.07	1.59	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 9 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักแห้งของเปลือก เมล็ด และเนื้อ เฉลี่ย (กรัม) ของผลลำไยตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ก่อนฤดู	สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์ที่)																				
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
เปลือก	0.132a	0.125a	0.142a	0.152a	0.142a	0.241a	0.162a	0.202a	0.295b	0.320b	0.301b	0.349b	0.396b	0.472c	0.384c	0.469c	0.530c	0.505c	0.616c	0.563c	-
เมล็ด	0.019b	0.029b	0.037b	0.034b	0.044b	0.187b	0.092b	0.263a	0.593a	0.689a	0.661a	0.639a	0.708a	0.800b	0.615b	0.689b	0.762b	0.718b	0.757b	0.703b	-
เนื้อ	0.000c	0.000c	0.011c	0.009c	0.011c	0.036c	0.016c	0.035b	0.078c	0.109c	0.132c	0.306b	0.701a	0.923a	0.762a	1.000a	1.352a	0.854a	1.722a	1.115a	-
t-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-
C.V. (%)	13.15	23.08	7.44	5.89	6.25	4.71	12.39	19.51	3.96	7.57	9.37	16.22	2.69	3.91	1.47	8.41	10.91	6.11	4.32	4.88	-
ในฤดู	สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์ที่)																				
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
เปลือก	0.042a	0.073a	0.085a	0.085a	0.109a	0.131a	0.140a	0.175a	0.18a	0.19a	0.21b	0.23b	0.27b	0.30b	0.30b	0.38b	0.38c	0.38b	0.46c	0.94b	0.75c
เมล็ด	0.001b	0.010b	0.005b	0.007b	0.014b	0.030b	0.046b	0.142b	0.18a	0.23a	0.39a	0.52a	0.62a	0.65a	0.56a	0.68a	0.68b	0.62b	0.66b	0.78c	0.88b
เนื้อ	0.000b	0.000c	0.000b	0.000c	0.007b	0.008c	0.005c	0.020c	0.02b	0.04b	0.04c	0.04c	0.09c	0.24c	0.34b	0.64a	0.84a	1.15a	1.38a	1.38a	1.46a
t-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	8.06	13.47	10.02	9.35	9.63	8.08	3.01	3.41	14.76	17.49	9.73	11.77	7.81	4.79	13.08	5.56	9.67	20.56	5.89	5.67	5.82
นอกฤดู	สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์ที่)																				
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
เปลือก	0.093a	0.137a	0.143a	0.234a	0.266a	0.331a	0.317a	0.464a	0.518b	0.584a	0.553b	0.673b	0.653b	0.862c	0.849	0.890b	0.868b	0.971b	-	-	-
เมล็ด	0.003b	0.012b	0.018b	0.052b	0.058b	0.201b	0.140b	0.529a	0.834a	0.349b	0.880a	0.904a	0.887a	1.044b	0.978	0.991b	0.874b	1.480a	-	-	-
เนื้อ	0.000b	0.000b	0.000c	0.015c	0.016c	0.044c	0.038c	0.066b	0.140c	0.271c	0.915a	0.736a	0.826a	1.254a	1.072	1.434a	1.249a	1.012b	-	-	-
t-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**	**	ns	**	*	**	-	-	-
C.V. (%)	10.47	16.87	4.20	5.86	18.27	22.76	13.69	15.14	17.82	9.59	11.73	11.44	5.15	5.05	9.98	8.88	14.47	7.10	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % , ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 10 ขนาดความกว้างผลเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	16.03	16.24	17.26b	12.65b	15.15b	22.26	23.82	23.17	24.39	22.95b	24.40	24.67b
ห่อผล	15.34	16.23	18.18a	14.21a	16.13a	21.92	24.33	24.14	24.50	24.50a	25.27	25.64a
t-test	ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	*
C.V. (%)	5.21	2.96	4.61	12.29	4.84	6.47	4.23	4.58	4.72	3.37	4.82	3.30
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	14.36	11.28	16.80	18.58b	20.37	21.69	22.92	22.89a	25.08a	25.88	27.20	-
ห่อผล	14.07	10.89	17.11	19.19a	20.51	21.46	22.80	22.10b	23.93b	25.78	27.06	-
t-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	-
C.V. (%)	3.91	6.21	2.78	2.45	3.37	2.77	3.08	2.08	2.20	2.63	2.27	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	19.23a	21.38	22.20	24.03	24.65	26.21a	25.95	26.07	26.23	-	-	-
ห่อผล	18.06b	21.65	22.09	22.88	24.01	24.88b	25.81	25.91	25.95	-	-	-
t-test	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	-	-	-
C.V. (%)	3.62	7.22	6.82	5.58	5.48	4.58	2.48	2.63	2.59	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 11 ขนาดความยาวผลเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	18.21	18.11	18.98	14.48b	17.48	24.57	26.94	26.58	27.75	26.55b	28.47b	29.84b
ห่อผล	17.27	17.93	19.80	16.08a	18.29	24.55	27.85	27.10	28.05	29.03a	31.08a	31.07a
t-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*
C.V. (%)	6.17	2.81	4.62	10.80	6.25	6.12	5.23	5.54	4.22	3.20	3.45	3.76
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	15.63	12.65	18.59	20.20b	22.14	23.95	22.34b	24.83a	27.86a	28.92b	30.34b	-
ห่อผล	15.33	12.82	18.86	20.83a	22.40	23.40	24.42a	23.57b	26.12b	30.29a	32.05a	-
t-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	**	*	*	*	*	-
C.V. (%)	4.72	5.08	2.67	2.64	3.23	3.85	5.10	2.38	3.12	4.13	3.09	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	21.19a	23.62	24.73	26.57	27.81	30.10	30.39	30.42	30.35	-	-	-
ห่อผล	19.42b	23.66	24.72	25.22	27.13	28.36	30.33	30.43	30.01	-	-	-
t-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-
C.V. (%)	4.35	9.01	8.10	7.84	5.50	6.95	2.62	2.17	2.82	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 12 ขนาดความสูงผลเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	17.19	17.36	17.69b	13.10	14.86b	21.73	23.38	23.14	24.01	23.26b	24.66b	25.82
ห่อผล	16.39	16.91	18.78a	14.51	15.76a	21.70	23.86	23.20	24.14	24.42a	25.73a	26.00
t-test	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	*	ns
C.V. (%)	7.10	4.76	3.09	12.11	5.40	4.94	4.08	4.30	4.41	2.90	4.02	2.92
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	15.22	11.98	17.37	18.57b	19.89	21.31a	22.09	21.98a	24.70a	25.15	27.37	-
ห่อผล	14.97	11.69	17.79	19.03a	20.14	20.52b	21.72	21.20b	23.38b	25.52	26.92	-
t-test	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	*	*	ns	ns	-
C.V. (%)	4.00	5.27	2.65	2.50	3.35	3.96	3.60	1.85	3.20	4.26	2.51	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	20.65a	21.94	22.71	23.63	25.08	26.61a	26.28a	26.36	26.10	-	-	-
ห่อผล	19.02b	22.06	21.95	22.95	24.42	25.14b	25.68b	25.93	25.96	-	-	-
t-test	*	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	-	-	-
C.V. (%)	4.30	7.35	6.23	5.81	4.84	5.10	2.01	1.93	2.58	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 13 การเติบโตทางด้านขนาดผล (ความกว้าง ความยาว และความสูง) เฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของลำไยตั้งแต่ระยะหลังติดผล 2 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ก่อนฤดู	สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์ที่)																				
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
กว้าง	7.97b	8.89b	8.76b	10.00b	9.79b	12.87b	10.61	12.75b	16.03c	16.24c	17.26b	12.65	15.15b	22.26b	23.82b	23.17b	24.39b	22.95b	24.40b	24.67c	-
ยาว	7.84b	8.84b	8.76b	10.30b	10.16b	13.88ab	11.01	13.99a	18.21a	18.11a	18.98a	14.48	17.48a	24.57a	26.94a	26.58a	27.75a	26.55a	28.47a	29.84a	-
สูง	9.87a	11.05a	10.64a	11.69a	11.64a	14.19a	11.40	13.63a	17.19b	17.36b	17.69b	13.10	14.86b	21.73b	23.38b	23.14b	24.01b	23.26b	24.66b	25.82b	-
t-test	**	**	**	**	**	*	ns	*	**	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	-
C.V. (%)	6.55	8.24	7.07	11.23	4.17	8.38	6.72	7.03	5.12	4.40	5.53	16.96	6.23	5.59	3.10	4.27	3.88	2.85	4.91	3.55	-
ในฤดู	สัปดาห์หลังติดผล (สัปดาห์ที่)																				
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
กว้าง	5.28b	6.22b	6.98b	6.83b	8.01b	8.40b	9.67b	10.99b	12.16b	12.85b	14.36b	11.28c	16.80c	18.58b	20.37b	21.69b	22.92	22.89b	25.08b	25.88b	27.20b
ยาว	5.10b	6.14b	7.07b	6.82b	8.01b	8.46b	9.95b	11.84a	13.00a	14.08a	15.63a	12.65a	18.59a	20.20a	22.14a	23.95a	22.34	24.83a	27.86a	28.92a	30.34a
สูง	7.04a	8.39a	9.14a	9.50a	10.16a	9.27a	10.48a	11.93a	12.72a	13.59a	15.22a	11.98b	17.37b	18.57b	19.89b	21.31b	22.09	21.98c	24.70b	25.15c	27.37b
t-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	**
C.V. (%)	5.96	4.62	3.85	6.18	5.31	4.95	3.27	4.78	4.43	5.19	4.38	5.50	2.49	2.02	3.60	4.27	4.10	1.83	2.92	2.77	2.14
นอกฤดู	สัปดาห์หลังติดผล(สัปดาห์ที่)																				
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
กว้าง	6.27	7.97b	9.32b	11.45c	12.15b	13.85b	15.29b	16.70	17.78b	19.23b	21.38b	22.20b	24.03b	24.65b	26.21b	25.95b	26.07b	26.23b	-	-	-
ยาว	6.86	8.04b	9.37b	11.94b	12.63b	14.73b	16.12ab	18.26	19.64a	21.19a	23.62a	24.73a	26.57a	27.81a	30.10a	30.39a	30.42a	30.35a	-	-	-
สูง	7.66	10.46a	11.70a	13.18a	14.21a	15.80a	16.82a	17.98	19.88a	20.65a	21.94b	22.71b	23.63b	25.08b	26.61b	26.28b	26.36b	26.10b	-	-	-
t-test	ns	**	**	**	*	**	**	ns	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	-	-	-
C.V. (%)	18.24	12.49	10.35	3.30	11.80	6.99	6.38	10.01	5.38	3.33	7.42	7.02	5.58	5.07	5.17	2.76	2.26	1.90	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % , ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 14 ค่า L^* เฉลี่ยของสีเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	41.87	39.33	40.30	37.72b	39.27b	41.97	41.55b	41.74b	44.00b	40.93b	39.65b	38.92b
ห่อผล	42.66	39.56	40.06	39.77a	42.03a	43.03	44.90a	44.66a	46.62a	46.40a	42.20a	43.15a
t-test	ns	ns	ns	*	*	ns	**	*	*	*	*	*
C.V. (%)	3.39	2.47	3.39	3.16	6.74	3.34	4.71	5.07	2.12	6.32	3.31	3.24
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	39.24	39.36	40.05	43.69	43.71b	46.41	42.44b	40.46b	38.46b	35.85b	34.16b	-
ห่อผล	39.27	39.93	41.13	44.30	45.27a	46.58	45.18a	45.19a	46.28a	38.18a	37.38a	-
t-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	**	*	*	*	*	-
C.V. (%)	2.54	2.70	3.06	2.49	2.44	2.45	3.54	2.69	4.25	5.09	7.26	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	38.78	38.93b	38.30b	37.12b	38.57b	39.35b	39.74b	36.23b	35.59b	-	-	-
ห่อผล	38.21	40.13a	39.29a	39.30a	41.62a	42.06a	42.97a	42.64a	42.01a	-	-	-
t-test	ns	*	*	*	*	*	**	*	*	-	-	-
C.V. (%)	2.72	2.21	2.71	4.72	2.94	1.94	1.90	3.11	4.39	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 15 ค่า a^* เฉลี่ยของสีเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	1.70	7.32b	7.10b	12.20	11.60	8.88	9.02a	10.44	10.47a	12.10a	10.84a	10.44
ห่อผล	1.54	9.33a	9.77a	12.53	13.44	8.39	7.85b	9.66	9.03b	10.16b	9.72b	9.80
t-test	ns	*	*	ns	ns	ns	**	ns	*	*	*	ns
C.V. (%)	68.49	18.60	24.48	14.82	40.25	14.54	10.37	16.37	14.10	7.21	8.68	11.69
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	6.50	10.49	5.62	4.03	7.85a	7.37	9.44a	9.12	10.84a	9.43	8.59	-
ห่อผล	5.36	7.22	6.06	3.92	6.47b	6.76	7.58b	7.96	4.25b	9.06	7.40	-
t-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	*	ns	ns	-
C.V. (%)	33.86	45.53	19.25	22.43	15.40	16.41	20.63	18.76	20.14	10.57	16.77	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	9.65b	9.77	10.14	9.67b	9.52b	10.35b	10.91b	11.77b	11.71b	-	-	-
ห่อผล	10.51a	9.52	10.70	11.09a	11.68a	12.00a	12.75a	14.31a	14.82a	-	-	-
t-test	*	ns	ns	*	*	*	**	*	*	-	-	-
C.V. (%)	8.25	6.87	8.45	7.65	4.39	9.04	8.30	5.74	8.25	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 16 ค่า b* เฉลี่ยของสีเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	33.03	30.41	32.19a	28.46b	44.84a	31.10a	28.95	29.19	28.99	28.41	27.77b	27.41b
ห่อผล	33.89	31.13	30.29b	31.08a	34.44b	29.61b	30.18	28.92	28.98	29.49	29.24a	30.06a
t-test	ns	ns	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	*	*
C.V. (%)	5.55	7.83	5.48	6.24	18.49	4.56	7.00	7.35	6.85	4.57	3.02	3.38
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	31.28	37.75	30.02	32.37	32.14	31.39a	29.87	28.71	25.31b	24.64	23.83	-
ห่อผล	33.30	41.03	29.20	32.09	31.16	29.40b	29.74	29.34	28.93a	24.24	22.63	-
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	-
C.V. (%)	12.31	22.43	4.54	2.68	3.74	6.57	5.58	5.45	5.59	6.63	5.81	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	27.46	27.22	26.78	28.57	26.21b	25.88b	24.22b	24.15b	23.05b	-	-	-
ห่อผล	27.26	27.91	27.13	29.97	27.91a	27.95a	28.00a	28.19a	27.28a	-	-	-
t-test	ns	ns	ns	ns	*	*	**	*	*	-	-	-
C.V. (%)	3.47	3.07	3.95	5.47	3.37	4.08	4.34	3.89	4.87	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 17 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ในเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.066	0.049a	0.063	0.033	0.032	0.023	0.014	0.022	0.024a	0.014	0.009	0.008
ห่อผล	0.054	0.040b	0.052	0.032	0.031	0.020	0.013	0.020	0.018b	0.011	0.009	0.010
t-test	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	6.62	1.41	9.63	9.66	15.79	24.91	13.17	14.85	1.18	22.81	15.07	14.31
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.049	0.049	0.040	0.019b	0.027b	0.025	0.016	0.018	0.011	0.016	0.010	-
ห่อผล	0.054	0.038	0.034	0.027a	0.030a	0.032	0.016	0.018	0.011	0.019	0.013	-
t-test	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
C.V. (%)	6.91	12.90	33.77	4.70	2.51	11.19	2.55	12.51	13.26	8.24	9.53	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.025	0.029	0.022	0.021b	0.020	0.016	0.017	0.017	0.016	-	-	-
ห่อผล	0.025	0.029	0.023	0.027a	0.021	0.019	0.014	0.013	0.014	-	-	-
t-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-
C.V. (%)	10.07	9.91	10.66	1.93	6.35	8.49	11.78	15.53	14.24	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 18 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ในเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.062	0.037	0.042	0.033b	0.034	0.031	0.019	0.023	0.027a	0.017	0.014	0.012
ห่อผล	0.053	0.042	0.039	0.035a	0.038	0.027	0.019	0.021	0.022b	0.016	0.015	0.015
t-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	5.258	5.132	10.236	1.263	16.418	17.422	2.888	10.173	3.114	13.891	9.188	6.290
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.044	0.046	0.036	0.025b	0.024b	0.021	0.016	0.019	0.014	0.016	0.006b	-
ห่อผล	0.048	0.040	0.039	0.030a	0.030a	0.027	0.018	0.019	0.015	0.018	0.008a	-
t-test	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	-
C.V. (%)	11.54	6.85	19.86	5.39	1.51	13.02	8.57	9.45	2.85	6.42	0	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.031	0.034	0.024	0.025b	0.023	0.021b	0.023	0.021	0.020	-	-	-
ห่อผล	0.032	0.035	0.028	0.031a	0.026	0.025a	0.021	0.020	0.020	-	-	-
t-test	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	-	-	-
C.V. (%)	7.67	6.56	10.36	4.04	6.15	5.02	11.13	17.14	9.13	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 19 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ในเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	25.50	17.26	21.02	13.22	13.10	10.04	6.50	8.86	10.07a	6.11	4.62	4.00
ห่อผล	21.42	16.47	18.26	13.32	13.74	8.93	6.43	8.32	7.97b	5.40	4.81	4.91
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	5.57	2.16	9.58	5.09	15.95	17.60	7.19	12.49	1.28	17.77	11.21	9.58
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	18.54	19.02	15.09	8.79b	10.14b	8.88	6.46	7.51	4.77	6.25	4.24b	-
ห่อผล	20.43	15.46	14.59	11.29a	11.93a	11.72	6.90	7.42	5.12	7.28	5.49a	-
t-test	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	-
C.V. (%)	8.63	8.90	26.59	3.33	0.70	10.61	5.79	10.40	5.80	6.30	5.31	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	11.20	12.60	9.15	9.24b	8.57	7.38b	8.02	7.69	7.19	-	-	-
ห่อผล	11.43	12.74	10.19	11.55a	9.41	8.66a	6.91	6.35	6.87	-	-	-
t-test	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	-	-	-
C.V. (%)	7.49	6.05	8.56	1.03	5.20	6.53	10.13	14.42	11.59	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 20 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ในเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	5.35	4.67	4.64b	3.58	3.97	4.09	3.15	2.51	2.92	2.17	2.73	1.93
ห่อผล	5.25	4.46	6.04a	4.31	3.77	5.62	3.43	2.68	2.80	2.32	2.58	2.38
t-test	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	6.25	8.14	4.28	12.54	12.90	17.80	9.96	7.85	7.69	6.29	8.87	6.83
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	4.60	4.09	3.82	3.74	2.87	3.75	2.39	2.49	2.04	2.87	1.58b	-
ห่อผล	4.70	4.14	4.19	3.36	3.04	3.43	2.90	2.63	1.85	2.66	1.91a	-
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	-
C.V. (%)	2.89	9.84	2.94	4.90	5.79	4.92	6.81	8.29	11.15	3.53	3.09	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	2.51b	3.50	2.50	2.09b	2.27	1.83b	1.82	1.39b	1.54	-	-	-
ห่อผล	3.14a	3.34	2.53	2.55a	2.38	2.10a	2.16	1.63a	2.00	-	-	-
t-test	*	ns	ns	*	ns	*	ns	*	ns	-	-	-
C.V. (%)	6.08	7.19	6.31	5.60	3.69	4.22	8.82	6.44	13.86	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 21 ปริมาณเบตา-คาโรทีนเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ในเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.061	0.050a	0.022	0.017b	0.012	0.015	0.018	0.025	0.016	0.006	0.009	0.004a
ห่อผล	0.068	0.037b	0.023	0.020a	0.008	0.012	0.013	0.023	0.013	0.003	0.007	0.001b
t-test	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	15.628	4.140	6.464	3.713	31.381	27.669	41.840	13.213	35.919	52.642	8.860	22.163
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.043	0.029	0.023	0.018	0.015	0.031	0.008b	0.012	0.015	0.016	0.013	-
ห่อผล	0.027	0.024	0.016	0.021	0.016	0.020	0.017a	0.018	0.010	0.019	0.016	-
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	-
C.V. (%)	26.68	50.91	43.94	25.38	42.60	48.85	5.81	12.47	59.87	13.68	30.36	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	0.014	0.027	0.032	0.003	0.009	0.008b	0.012	0.012	0.008	-	-	-
ห่อผล	0.010	0.024	0.027	0.002	0.009	0.010a	0.010	0.009	0.005	-	-	-
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	-	-	-
C.V. (%)	26.95	36.15	14.97	18.13	25.37	5.71	27.77	17.59	32.98	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 22 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ในเปลือกผลที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	1248.70	1480.00	1435.33	1394.00	1358.67	1028.70	1191.33b	1290.00	1429.33	1226.67	1390.67a	1151.33
ห่อผล	1390.00	1458.00	1510.00	1199.33	1190.67	1343.30	1265.33a	1234.00	1185.30	1274.00	1094.00b	1138.00
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns
C.V. (%)	24.69	9.21	7.252	6.19	5.21	27.14	0.94	13.48	24.37	8.92	4.14	5.45
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	1700.00	1802.67	1770.70	1386.00	1232.67	1423.30	1383.33	1226.00	1114.00	1224.67a	1100.00	-
ห่อผล	1842.70	1757.33	1291.30	1259.00	1338.00	1270.70	1293.33	1048.00	1292.00	843.33b	1012.00	-
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	-
C.V. (%)	8.91	1.82	12.94	5.74	5.70	11.14	4.95	6.76	5.29	9.93	7.94	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	1683.33	1692.00	1386.70	1257.33	1191.33a	812.00	1092.67	1176.67a	1287.30	-	-	-
ห่อผล	1650.00	1485.30	1326.70	1226.00	1040.67b	1063.00	1124.00	868.00b	933.00	-	-	-
t-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	-	-	-
C.V. (%)	6.15	7.73	9.29	8.04	2.60	8.90	10.80	5.05	12.58	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 23 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ย (% ของน้ำตาล) ของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ ถึงระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ในลำไยพันธุ์ดอที่ติดผลในช่วงก่อนฤดู ในฤดู และนอกฤดู

ลำไยชุดก่อนฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	8.28b	11.04	17.00	18.69b	19.70	20.66	21.46	20.59	21.61	19.87	20.12	20.03
ห่อผล	8.96a	10.43	18.62	21.01a	19.96	20.27	22.41	20.64	20.89	20.06	19.97	19.69
t-test	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.53	10.79	10.36	11.54	8.05	8.72	5.28	3.90	6.02	6.83	4.48	5.16
ลำไยชุดในฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	9.43a	8.00a	9.51	15.83a	17.58	18.89	18.79a	19.09	19.96	19.37a	18.03	-
ห่อผล	8.35b	6.98b	9.25	13.78b	16.91	18.28	17.64b	19.29	19.81	17.28b	18.40	-
t-test	*	*	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	-
C.V. (%)	7.06	10.79	14.86	9.17	7.71	5.31	5.74	5.44	4.12	8.29	7.27	-
ลำไยชุดนอกฤดู	สัปดาห์หลังการห่อช่อผล (สัปดาห์ที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ไม่ห่อผล	16.51	17.65	18.53	18.82	19.42	19.13	19.94a	19.15	19.05	-	-	-
ห่อผล	16.77	17.02	18.58	18.30	18.66	18.32	18.79b	18.70	18.50	-	-	-
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	-	-	-
C.V. (%)	15.03	17.68	8.22	10.02	7.04	6.99	5.78	6.55	8.04	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (%)

: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า L^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผลและห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	55.9451250	55.9451250	13.48	0.0017
Error	18	74.7072500	4.1504028		
Total	19	130.6523750			

C.V. = 4.713410

ตารางภาคผนวก 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า a^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผลและห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	6.84450000	6.84450000	8.96	0.0078
Error	18	13.74750000	0.76375000		
Total	19	20.59200000			

C.V. = 10.36688

ตารางภาคผนวก 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักสดของเปลือกเฉลี่ย ที่ไม่ห่อผลและห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	0.03657267	0.03657267	10.31	0.0326
Error	4	0.01419435	0.00354859		
Total	5	0.05076702			

C.V. = 5.319892

ตารางภาคผนวก 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักสดของเนื้อเฉลี่ยที่ไม่ห่อผลและห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงก่อนฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	0.89423850	0.89423850	19.36	0.0117
Error	4	0.18479583	0.04619896		
Total	5	1.07903433			

C.V. = 4.404770

ตารางภาคผนวก 28 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังห่อ ในลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	20.16666667	20.16666667	22.80	0.0088
Error	4	3.53826667	0.88456667		
Total	5	23.70493333			

C.V. = 2.685904

ตารางภาคผนวก 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเนื้อผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังห่อ ในลำไยที่ติดผลช่วงก่อนฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	4.87801667	4.87801667	8.69	0.0421
Error	4	2.24573333	0.56143333		
Total	5	7.12375000			

C.V. = 4.194170

ตารางภาคผนวก 30 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า L^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลในฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	37.40112500	37.40112500	15.53	0.0010
Error	18	43.36025000	2.40890278		
Total	19	80.76137500			

C.V. = 3.542919

ตารางภาคผนวก 31 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า a^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลในฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	17.39112500	17.39112500	5.65	0.0288
Error	18	55.43025000	3.07945833		
Total	19	72.82137500			

C.V. = 20.62696

ตารางภาคผนวก 32 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ขนาดความยาวเฉลี่ยของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลในฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	21.63200000	21.63200000	15.20	0.0011
Error	18	25.62018000	1.42334333		
Total	19	47.25218000			

C.V. = 5.102603

ตารางภาคผนวก 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักสดของเนื้อเฉลี่ยของผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลในฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	1.16538708	1.16538708	8.51	0.0433
Error	4	0.54760053	0.13690013		
Total	5	1.71298761			

C.V. = 8.712617

ตารางภาคผนวก 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเนื้อผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังห่อ ในลำไยที่ติดผลในฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	16.36801667	16.36801667	100.75	0.0006
Error	4	0.64986667	0.16246667		
Total	5	17.01788333			

C.V. = 2.466527

ตารางภาคผนวก 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยของผลลำไย ที่ไม่ห่อผลและห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อในลำไยที่ติดผลในฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	6.61250000	6.61250000	6.06	0.0242
Error	18	19.65300000	1.09183333		
Total	19	26.26550000			

C.V. = 5.736526

ตารางภาคผนวก 36 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ปริมาณเบตา-แคโรทีนเฉลี่ยในเปลือกผลลำไย ที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อในลำไยที่ติดผลในฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	0.00012150	0.00012150	91.13	0.0007
Error	4	0.00000533	0.00000133		
Total	5	0.00012683			

C.V. = 9.490689

ตารางภาคผนวก 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า L^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผลและห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงนอกฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	52.16450	52.164500	84.36	0.0001
Error	18	11.13000	0.618333		
Total	19	63.29450			

C.V. = 1.901443

ตารางภาคผนวก 38 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า a^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผลและห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงนอกฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	16.92800	16.92800	17.58	0.0005
Error	18	17.33400	0.96300		
Total	19	34.26200			

C.V. = 8.295229

ตารางภาคผนวก 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า b^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผลและห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงนอกฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	71.44200	71.44200	55.65	0.0001
Error	18	23.10600	1.28367		
Total	19	94.54800			

C.V. = 4.339296

ตารางภาคผนวก 40 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ค่า b^* เฉลี่ยของเปลือกผลลำไยที่ไม่ห่อผลและห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงนอกฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	1.78802000	1.78802000	6.57	0.0195
Error	18	4.89580000	0.27198889		
Total	19	6.68382000			

C.V. = 2.007180

ตารางภาคผนวก 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) น้ำหนักสดของเปลือกเฉลี่ยในผลลำไยที่ไม่ห่อผล และห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อ ที่ติดผลช่วงนอกฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	0.06636017	0.06636017	13.44	0.0215
Error	4	0.01974867	0.00493717		
Total	5	0.08610883			

C.V. = 3.516472

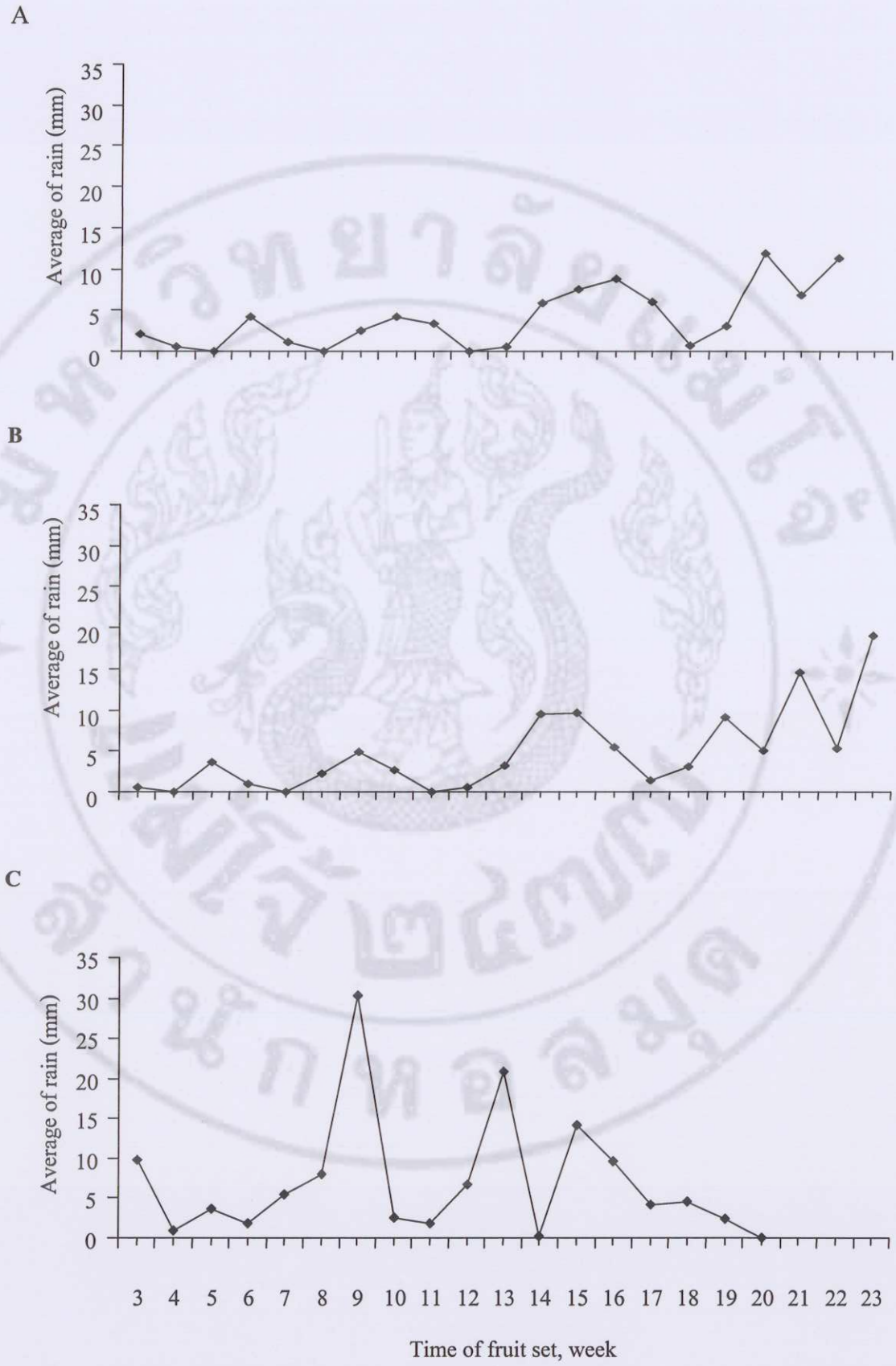
ตารางภาคผนวก 42 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยในผลลำไย ที่ไม่ห่อผลและห่อผล ในสัปดาห์ที่ 7 หลังการห่อในลำไยที่ติดผลช่วงนอกฤดู

Source of variance	DF	SS	MS	F-value	Pr>F
Treatment	1	6.61250	6.612500	5.27	0.0339
Error	18	22.57300	1.254056		
Total	19	29.18550			

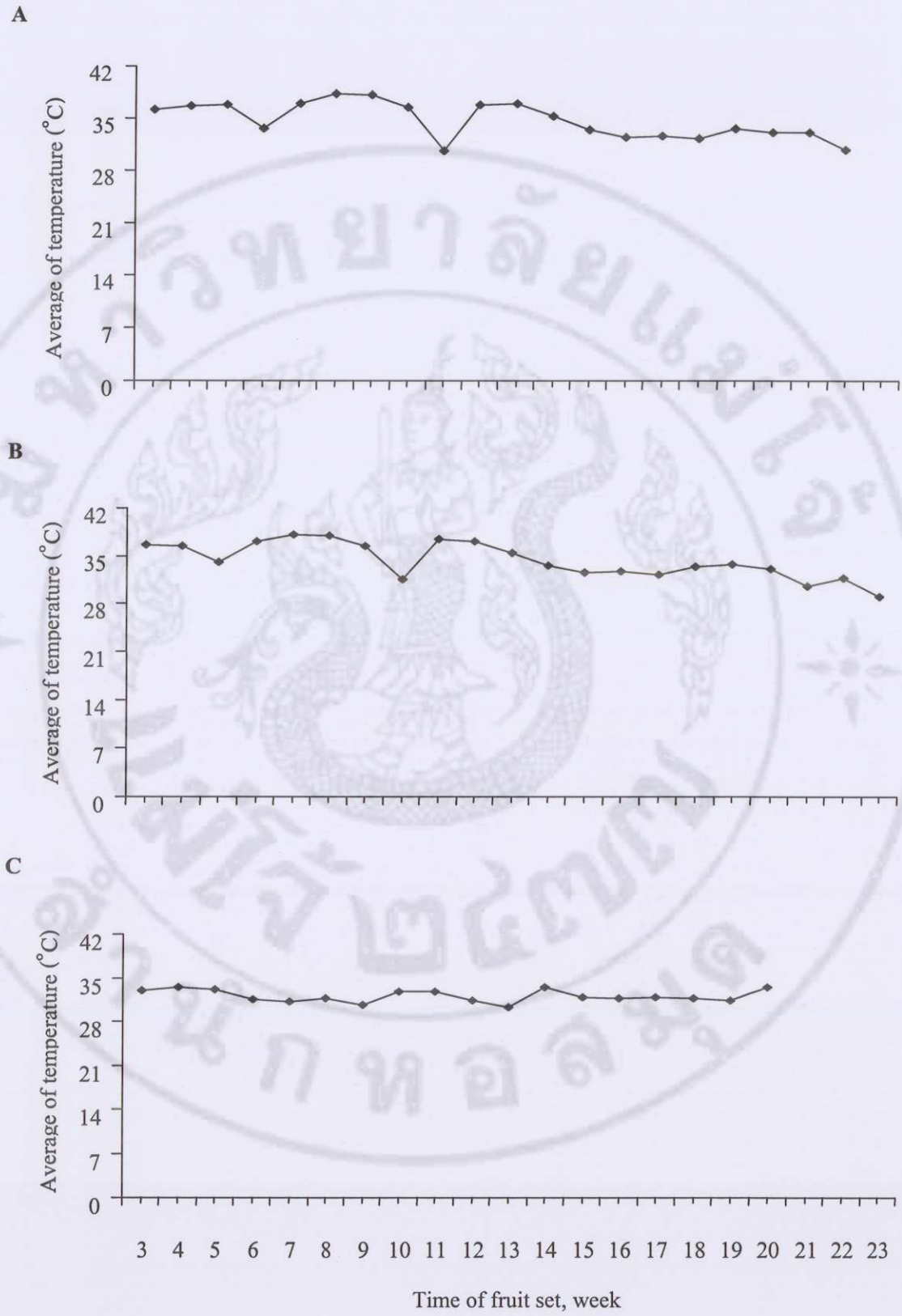
C.V. = 5.782836

ภาคผนวก ข

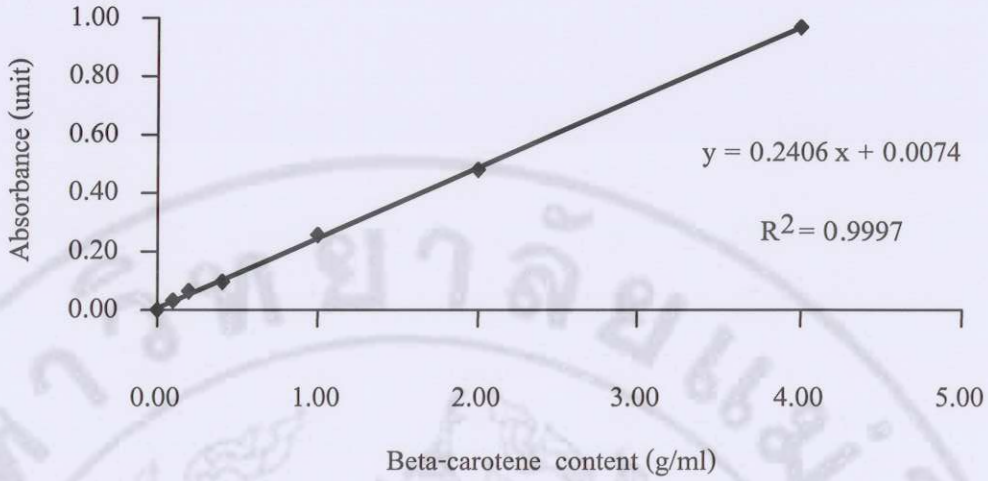
ภาพภาคผนวก



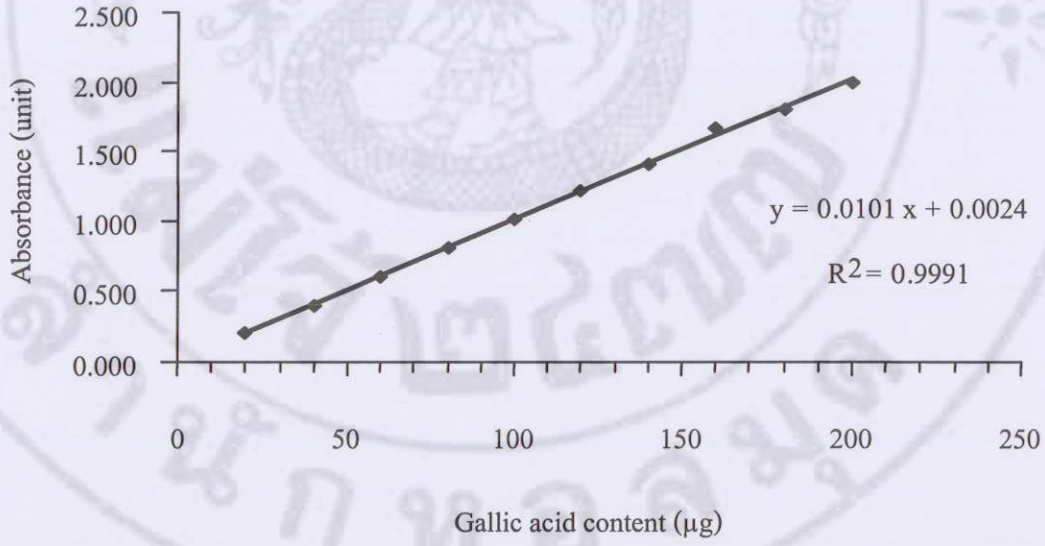
ภาพภาคผนวก 1 ปริมาณน้ำฝนในช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)



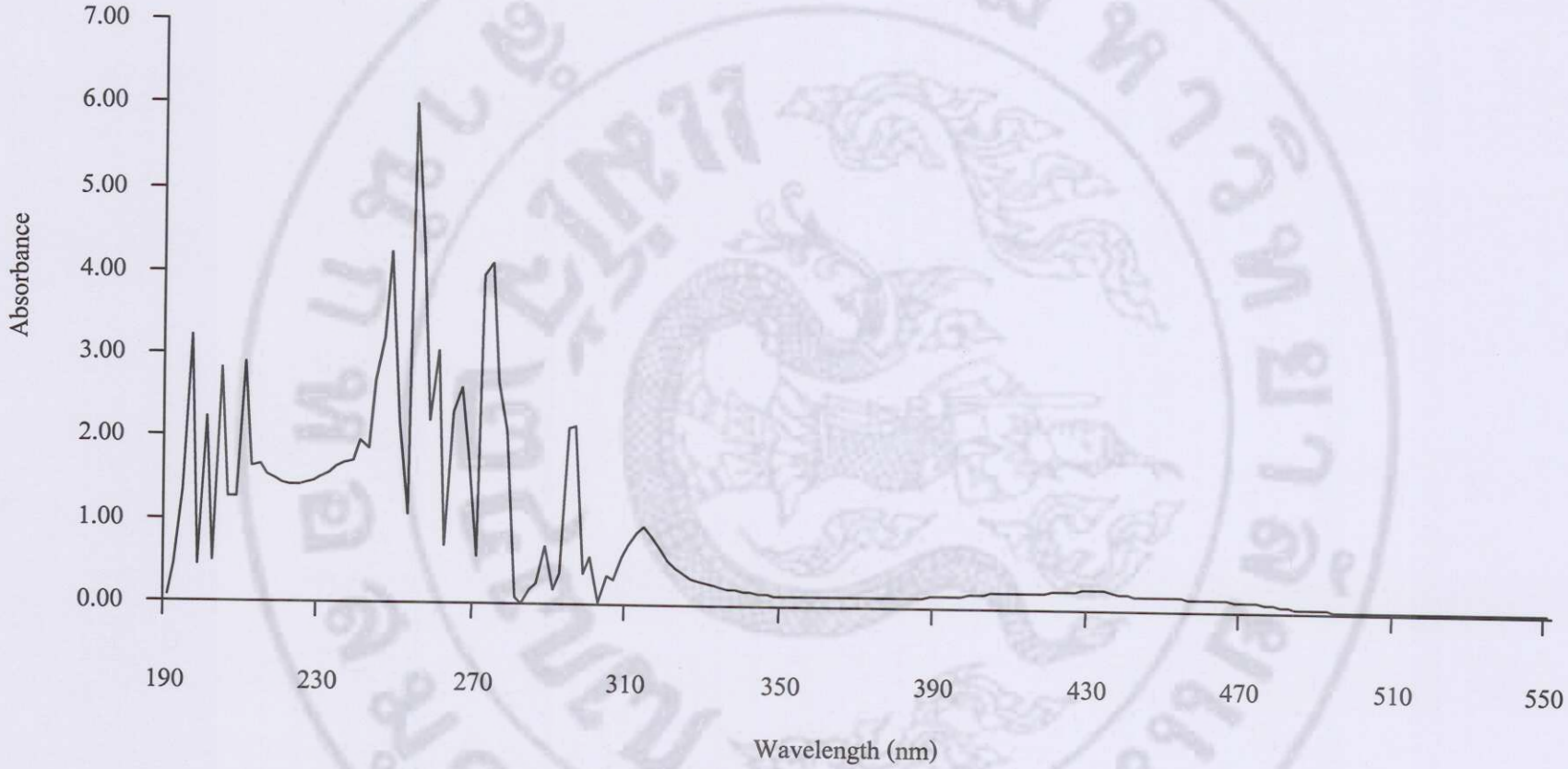
ภาพภาคผนวก 2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วงก่อนฤดู (A) ในฤดู (B) และนอกฤดู (C)



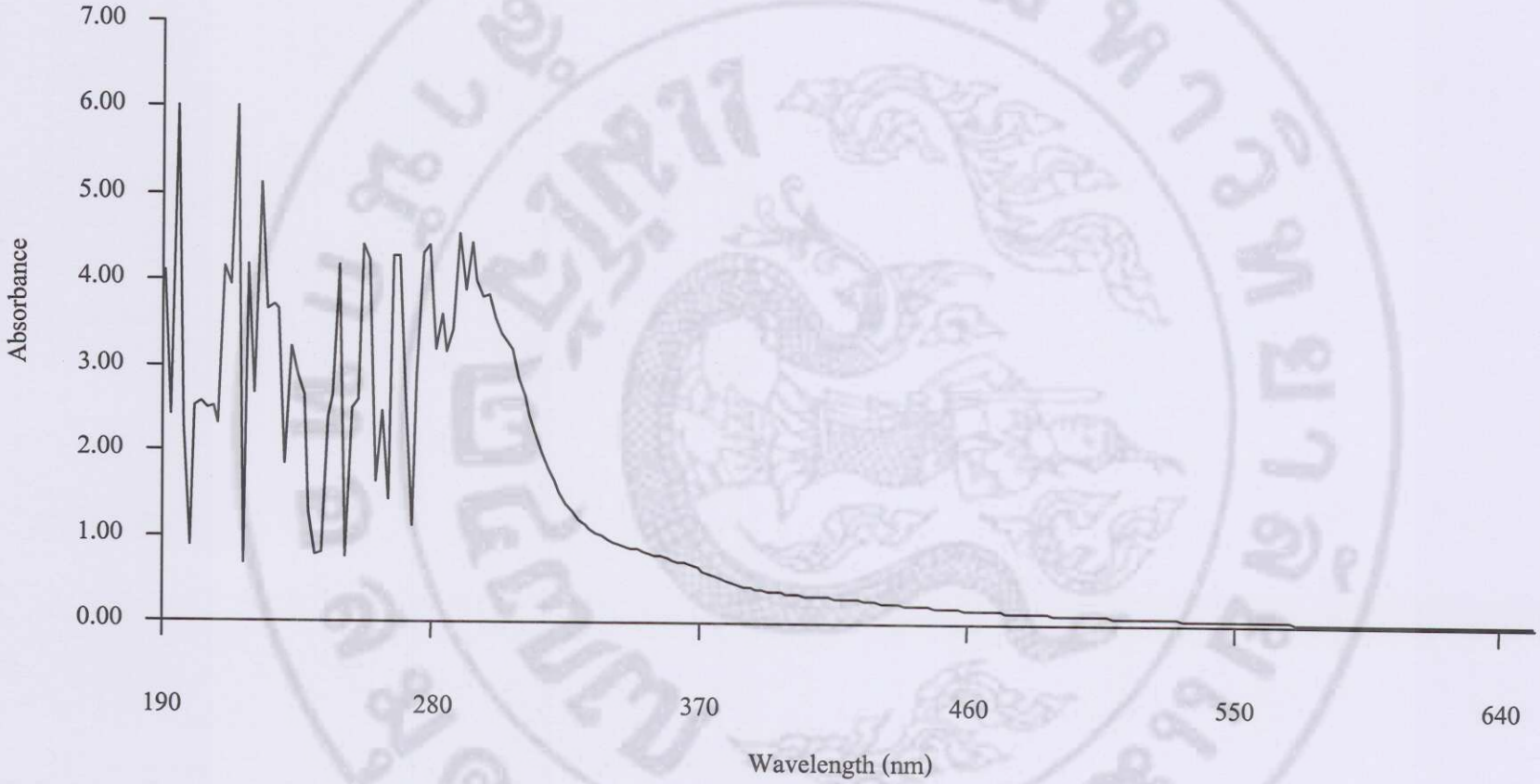
ภาพภาคผนวก 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 436 นาโนเมตร กับปริมาณเบตา-แคโรทีนมาตรฐาน



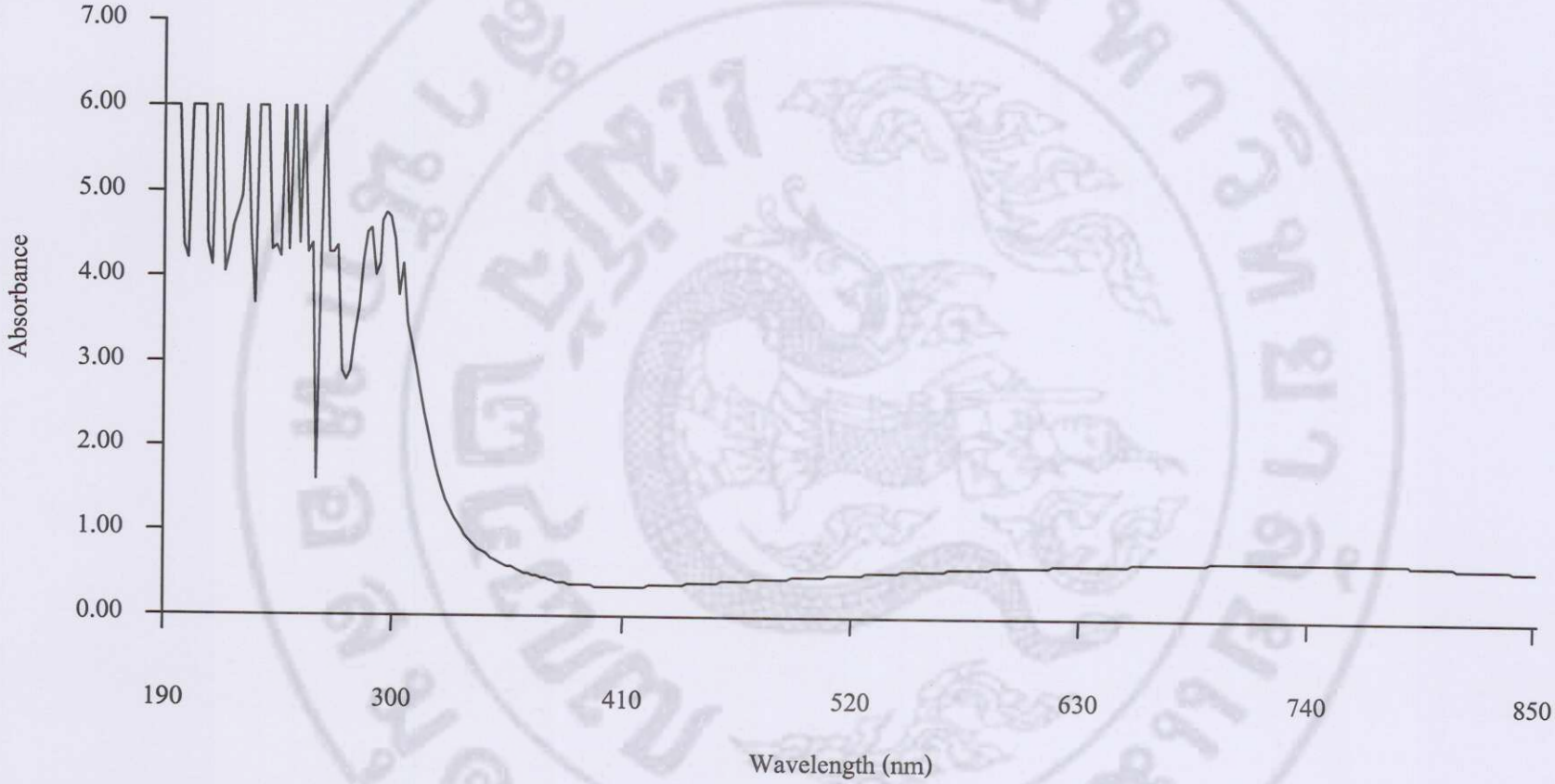
ภาพภาคผนวก 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร กับปริมาณสารประกอบฟีนอลมาตรฐาน



ภาพภาคผนวก 5 กราฟการดูดกลืนแสงปริมาณเบตา-แคโรทีนในเปลือกผลลำไย (ที่ระยะสุกแก่) ที่สกัดโดย estimation using acetone-hexane solvent method ที่ความยาวคลื่น 190-550 นาโนเมตร (nm)



ภาพภาคผนวก 6 กราฟการดูดกลืนแสงปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกผลลำไย (ที่ระยะสุกแก่) ที่สกัดโดย estimation of total anthocyanin method ที่ความยาวคลื่น 190-650 นาโนเมตร (nm)



ภาพภาคผนวก 7 กราฟการดูดกลืนแสงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลำไย (ที่ระยะสุกแก่) ที่สกัดโดยวิธี Ketsa and Atantee (1998) ที่ความยาวคลื่น 190-850 นาโนเมตร (nm)

ภาพภาคผนวก 8 ผลลำไยในระยะ 3 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 9 ผลลำไยในระยะ 4 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 10 ผลลำไยในระยะ 5 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 11 ผลลำไยในระยะ 6 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 12 ผลลำไยในระยะ 7 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 13 ผลลำไยในระยะ 8 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 14 ผลลำไยในระยะ 9 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 15 ผลลำไยในระยะ 10 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 16 ผลลำไยในระยะ 11 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 17 ผลลำไยในระยะ 12 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาพผนวก 18 ผลลำไยในระยะ 13 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 19 ผลลำไยในระยะ 14 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 20 ผลลำไยในระยะ 15 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 21 ผลลำไยในระยะ 16 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 22 ผลลำไยในระยะ 17 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 23 ผลลำไยในระยะ 18 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 24 ผลลำไยในระยะ 19 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 25 ผลลำไยในระยะ 20 สัปดาห์หลังติดผล ของลำไยชุดนอกฤดู

ภาพภาคผนวก 26 ช่อผลลำไยที่ไม่ห่อผล และได้รับการห่อผลในช่วงระยะเก็บเกี่ยว

ภาพภาคผนวก 27 ช่อผลลำไยที่ไม่ห่อผล และได้รับการห่อผลในระยะหลังเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์

ภาคผนวก ค

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายสมชาติ ใหมชู
เกิดเมื่อ	21 มิถุนายน 2522
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2538 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนทุ่งยาวผดุงศิษย์ จังหวัดตรัง
	พ.ศ. 2541 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปะเหลียนผดุงศิษย์ จังหวัดตรัง
	พ.ศ. 2545 ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชศาสตร์)
	คณะเกษตรศาสตร์ นครศรีธรรมราช (วิทยาเขตนครศรีธรรมราช)
	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จังหวัดปทุมธานี
ที่อยู่ปัจจุบัน	178/5 ม. 4 ต. ลิพัง อ. ปะเหลียน จ. ตรัง 92180