



การศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

**THE STUDY ON EXTENDING OF PEEL DRIED LONGANS
SELF-LIFE**

ณัฐฐิญา จำปาทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

ชื่อเรื่อง

การศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

โดย

ณัฐธัญญา จำปาทอง

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ปราณี วราสวัสดิ์)

วันที่ 28 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2552

กรรมการที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.ชเนศ แก้วกำเนิด)

วันที่ 29 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2552

กรรมการที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.ฉวีวรรณ พันธุ์ไชยศรี)

วันที่ 29 เดือน ก.ค. พ.ศ. 52

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร

(อาจารย์ ดร.ชเนศ แก้วกำเนิด)

วันที่ 29 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2552

สำนักงานบัณฑิตศึกษารับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

วันที่ 7 เดือน ส.ค. พ.ศ. 1552

ชื่อเรื่อง	การศึกษาการยืดอายุลำไยอบแห้งทั้งเปลือก
ชื่อผู้เขียน	นางสาวณัฐริญา จำปาทอง
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ปรางค์ วราสวัสดิ์

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยอบแห้งทั้งเปลือก โดยซื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือกจากเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูนจำนวน 8 ราย (สิ่งทดลอง) ทำการตรวจวัดคุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ระหว่างเก็บรักษา 12 เดือน พบว่า ปริมาณความชื้น ค่า water activity ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก และปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ขณะที่ค่าสี L ของเนื้อลำไย และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปน้ำตาลกลูโคสลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สำหรับปริมาณยีสต์และรา พบน้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม ในทุกสิ่งทดลอง จากผลการทดลองสรุปได้ว่าสมบัติที่อาจนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดอายุการเก็บรักษาลำไยอบแห้งคือ ค่าสี L ของเนื้อลำไย ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural เพราะมีการเปลี่ยนแปลงค่าค่อนข้างมากและชัดเจน

การศึกษาถึงอิทธิพลของบรรจุภัณฑ์ อุณหภูมิการเก็บรักษา และการใช้สารดูดความชื้นในบรรจุภัณฑ์ พบว่า เมื่อพิจารณาการใช้บรรจุภัณฑ์ อุณหภูมิการเก็บรักษาร่วมกับการเลือกใช้สารดูดความชื้น พบว่า ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส โดยไม่ใช้สารดูดความชื้นมีแนวโน้มของคุณภาพทางกายภาพ ซึ่งได้แก่ ค่า water activity ปริมาณความชื้น ต่ำกว่าปัจจัยอื่น ขณะที่คุณภาพทางเคมี ซึ่งได้แก่ ปริมาณกรด และปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural เกิดขึ้นน้อยกว่าที่พบในปัจจัยอื่น ๆ

Title	The Study on Extending of Peel Dried Longans Shelf-Life
Author	Miss Natthiya Champathong
Degree of	Master of Science in Food Technology
Advisory Committee Chairperson	Associate Professor Pranee Warasawat

ABSTRACT

The objective of this study aim to extend shelf life of dried peel Longans. The samples were collected from 8 SME companies in Chiangmai and Lamphun provinces. The physicals, chemicals properties, and amount microorganism of samples were determined during storage of 0, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 months. It was found out that the moisture content, water activity, the amount of total acid as citric acid, and the amount of 5-hydroxymethyl furfural were significantly increase ($p \leq 0.05$). While the L^* of color value and the amount of reducing sugar as glucose were decrease significantly ($p \leq 0.05$) as the storing time increase. The properties which can be used to be the indices of dried peel longans storage times are L^* value of the flesh, the amounts of reducing sugar, the amount total acid and 5-hydroxymethyl furfural because they had drastic changed as the increasing of storage time.

The study on effect of packaging type, keeping temperature, and the used of desiccant in the package on quality of dried peel Longan during keeping 0-12 months. The analysed qualities were the same as the above. It was found out that the Longan that packed in PP bag; kept at temperature lower than 15 degree celcius and pack without desiccant had water activity and moisture content lower than the other packaging; temperature and desiccant as well as the lower level of total acid and 5-hydroxymethyl furfural

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ปราณี วราสวัสดิ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนให้ความสนใจใส่และคอยติดตามการทำวิจัย รวมถึงช่วยตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ดร.ชนศ แก้วกำเนิด อาจารย์ ดร.ฉวีวรรณ พันธุ์ไชยศรี กรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.อรุณี อภิชาติสร่างกุล อาจารย์ประธานกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำในการทำวิจัย ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขงานวิจัย ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ รวมถึงสถานที่ในการดำเนินการทดลอง จนกระทั่งงานวิจัยนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวที่น่ารัก คุณพ่อเย็นงและคุณแม่ภาพร จำปาทอง และน้องชาย ที่ได้ส่งเสริมสนับสนุนและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา และขอขอบคุณพี่ เพื่อน และน้อง ๆ ทุกคนในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ช่วยสนับสนุน เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือที่ดีตลอดมา โดยเฉพาะพี่จุ๊ก โอ่ง น้องอ้อ และน้องป๋ม รวมถึงน้องแสง ข้าพเจ้าขอขอบคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

ณัฐธิญา จำปาทอง

กรกฎาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(10)
สารบัญตารางผนวก	(11)
สารบัญภาพผนวก	(13)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	9
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	10
ลำไย	10
การทำแห้งอาหาร	13
ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก	15
ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้งลำไย	15
ปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของลำไยแห้ง	16
คุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือก	19
ชนิดของเครื่องอบแห้งลำไยทั้งเปลือก	24
บรรจุภัณฑ์	26
พลาสติกชนิดต่าง ๆ	28
สารดูดความชื้น	31
อีโค่คราบ ชนิดเม็ด	33
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	36
วัสดุอุปกรณ์	36
วัตถุดิบ	36

	หน้า
เครื่องมือ	36
อุปกรณ์	37
สารเคมี	37
อาหารเลี้ยงเชื้อ	38
วิธีการทดลอง	38
คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อายุการเก็บรักษาช่วง 0-12 เดือน	38
ศึกษาแนวทางการพัฒนาการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยอบแห้งทั้งเปลือก	40
บทที่ 4 ผลการทดลอง	42
คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อายุการเก็บรักษาช่วง 0-12 เดือน	42
ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ	42
ผลการวิเคราะห์ทางเคมี	46
ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์	58
ศึกษาแนวทางการพัฒนาการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยอบแห้งทั้งเปลือก	59
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	77
สรุปผลการทดลอง	77
บรรณานุกรม	78
ภาคผนวก	84
ภาคผนวก ก วิธีการอบแห้งลำไยทั้งเปลือก	85
ภาคผนวก ข การบรรจุและเก็บรักษาลำไยอบแห้งทั้งเปลือก	87
ภาคผนวก ค วิธีการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ของลำไยอบแห้งทั้งเปลือก	89
ภาคผนวก ง ข้อมูลด้านกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์	100
ภาคผนวก จ ประวัติผู้วิจัย	147

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 การเปรียบเทียบเนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อเนื้อที่ให้ผลของลำไยทั่วประเทศ ตั้งแต่ปี 2549 ถึงปี 2551	1
2 ผลผลิตลำไย ตั้งแต่ปี 2542 – 2551	2
3 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลำไยแปรรูป ปี 2549-ปี 2550	3
4 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลำไยอบแห้งรายเดือนตั้งแต่ปี 2545 – 2552	4
5 ตลาดส่งออกผลิตภัณฑ์ลำไย ปี 2550	7
6 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลำไยอบแห้งรายประเทศ ตั้งแต่ปี 2547 – 2551	8
7 คุณค่าทางอาหารของลำไย	12
8 เกณฑ์การยอมรับข้อบกพร่องของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกแต่ละชั้นคุณภาพ	20
9 ข้อกำหนดเรื่องขนาดของลำไยอบแห้งทั้งเปลือก	20
10 เกณฑ์กำหนดจุลินทรีย์ในเนื้อลำไยอบแห้ง (ไม่รวมเมล็ดและเปลือก)	21
11 ข้อมูลการแปรรูปลำไยในจังหวัดลำพูน ปี 2550	26
12 เปรียบเทียบความสามารถในการดูดความชื้น	33
13 ส่วนประกอบของอิโค คราย ชนิดเม็ด	34
14 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง kt ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน	49
15 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง kw ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน	50
16 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง kp ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน	51
17 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง kd ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน	52
18 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง kc ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน	53
19 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง ks ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน	54
20 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง kk ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน	55
21 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง ke ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน	56
22 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง cfl ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน	57
23 จำนวนเชื้อยีสต์และราทั้งหมดที่ตรวจพบในเนื้อลำไยอบแห้ง	59
24 ความแตกต่างทางคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุเก็บรักษา 0 เดือน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม	63

ตาราง	หน้า
25 ความแตกต่างทางคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุเก็บรักษา 2 เดือน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม	65
26 ความแตกต่างทางคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุเก็บรักษา 4 เดือน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม	67
27 ความแตกต่างทางคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุเก็บรักษา 6 เดือน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม	69
28 ความแตกต่างทางคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุเก็บรักษา 8 เดือน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม	71
29 ความแตกต่างทางคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุเก็บรักษา 10 เดือน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม	73
30 ความแตกต่างทางคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุเก็บรักษา 12 เดือน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม	75

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 การคัดขนาดลำไยอบแห้งทั้งเปลือก	21
2 ผลลำไยที่มีเปลือกสีคล้ำ	22
3 ผลลำไยที่เกิดลักษณะเปลี่ยนน้ำมาก	22
4 ลักษณะผลลำไยแตก	23
5 ลักษณะผลลำไยบูบ	23
6 เคากระแบบแบบได้หวัน	24
7 เคาอบกระแบบแบบใช้แก๊สหุงต้ม	24
8 เคาอบแบบไม่ต้องสลับชั้น	25
9 การบรรจุลำไยลงในถุง HDPE (ก) เกษตรกรรายย่อย (ข) ผู้ผลิตระดับโรงงาน	30
10 อีโคทราย ชนิดเม็ด (แอปต้า พูไคท์)	33
11 ความสามารถในการดูดความชื้นของอีโค ทราย ชนิดเม็ด	35
12 ค่าความสว่าง (L) ของ (ก) เนื้อ (ข) เปลือกลำไยอบแห้ง	43
13 สีของเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือกหลังผ่านการอบแห้ง	43
14 ค่าสีความเป็นสีแดง (a*) ของ (ก) เนื้อ (ข) เปลือกลำไยอบแห้ง	44
15 ค่าสีความเป็นสีเหลือง (b*) ของ (ก) เนื้อ (ข) เปลือกลำไยอบแห้ง	44
16 ค่าความแข็งของเปลือกลำไยอบแห้ง	44
17 ความชื้นของ (ก) เนื้อ และ (ข) เปลือกลำไยอบแห้ง	45
18 ค่า water activity ของ (ก) เนื้อ (ข) เปลือกลำไยอบแห้ง	46
19 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปน้ำตาลกลูโคส	47
20 ผลการวิเคราะห์สาร 5-Hydroxymethyl furfural ในเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือก	48
21 ปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกรดซิตริก	48

สารบัญตารางผนวก

[illegible]

28	ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเปลือกลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 12 เดือน	131
29	ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 0 เดือน	132
30	ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 2 เดือน	133
31	ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 4 เดือน	134
32	ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 6 เดือน	135
33	ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 8 เดือน	136
34	ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 10 เดือน	137
35	ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 12 เดือน	138
36	ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 0 เดือน	139
37	ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 2 เดือน	140
38	ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 4 เดือน	141
39	ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 6 เดือน	142
40	ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 8 เดือน	143
41	ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 10 เดือน	144
42	ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 12 เดือน	145

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก	หน้า
1 วิธีการอบแห้งลำไยทั้งเปลือกในปี 2539 ที่ใช้กับเตากระบะแบบได้หวน และเตาอบกระบะแบบ ใช้แก๊สหุงต้ม	86
2 การเก็บลำไยอบแห้งทั้งเปลือกหลังอบเสร็จ	88
3 (ก) ลักษณะหัว probe และฐานรองการกด (ข) ลักษณะการกดวัดค่าความแข็ง	91
4 การหยดตัวอย่างลงในถาดหลุมไมโครเพลท	95
5 เครื่อง High performance chromatography (HPLC)	98
6 กราฟมาตรฐานน้ำคาลิตรีควิซของลำไยอบแห้งทั้งเปลือก	101
7 กราฟมาตรฐานสาร 5-ไฮดรอกซี เมทิล ฟอร์ฟูรัล ของลำไยอบแห้งเปลือก	101
8 การวิเคราะห์ปริมาณสารมาตรฐาน 5-Hydroxymethylfurfural (5-HMF)	102
9 การวิเคราะห์ปริมาณสาร 5-Hydroxymethylfurfural (5-HMF) ในเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือก	103

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ลำไยเป็นผลไม้ส่งออกสำคัญของไทย มีชื่อเรียกทางพฤกษศาสตร์ คือ *Euphoria longana, Lamk.* วงศ์ *Sapadadceae* มีชื่อสามัญว่า Longan แหล่งเพาะปลูกหลักอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย (ตาราง 1 และ 2) ลำไยเป็น 1 ใน 4 ของสินค้าดาวรุ่ง (Product Champion) ที่รัฐบาลให้การสนับสนุนและส่งเสริมอย่างจริงจัง ตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตจนถึงการส่งออก ซึ่งมีทั้งลำไยสดแช่เย็น ลำไยสดแช่แข็ง รวมทั้งผลิตภัณฑ์ลำไยแปรรูป อาทิ ลำไยกระป๋อง และลำไยอบแห้ง ซึ่งช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลผลิตลำไยสด และช่วยพยุงราคาลำไยสดในช่วงที่ผลผลิตล้นตลาดและราคาคต่ำ ปัจจุบันลำไยแปรรูปเป็นสินค้าส่งออกที่มีแนวโน้มขยายตัวดี (ตาราง 3) โดยเฉพาะลำไยอบแห้ง (ตาราง 4) ซึ่งประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการผลิตเพื่อส่งออกเนื่องจากลำไยอบแห้งของไทยมีคุณภาพได้มาตรฐาน และตรงตามความต้องการของตลาด (ลำไยอบแห้งเพื่อการส่งออก, 2543: ระบบออนไลน์)

ตาราง 1 การเปรียบเทียบเนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อเนื้อที่ให้ผลของลำไยทั้งประเทศ ตั้งแต่ปี 2549 ถึงปี 2551

ปี		เนื้อที่ยืนต้น (ไร่)	เนื้อที่ให้ผล (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิต/เนื้อที่ให้ผล (กิโลกรัม/ไร่)
2549	รวมทั้งประเทศ	1,008,070	870,125	471,892	542
	ภาคเหนือ	914,941	781,872	424,168	543
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	51,576	49,840	21,960	441
	ภาคกลาง	41,553	38,413	25,764	671
2550	รวมทั้งประเทศ	1,009,830	939,029	495,457	528
	ภาคเหนือ	915,071	849,089	451,174	531
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	52,236	50,662	20,286	400
	ภาคกลาง	42,523	39,278	23,997	611
2551	รวมทั้งประเทศ	1,026,992	966,831	433,200	448
	ภาคเหนือ	925,983	874,442	386,283	442
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	54,834	51,105	20,392	399
	ภาคกลาง	46,175	41,284	26,525	643

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2550: ระบบออนไลน์)

ตาราง 2 ผลผลิตลำไยตั้งแต่ปี 2542 - 2551

จังหวัดแหล่งผลิต	ปี 2542	ปี 2543	ปี 2544	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551
ภาคเหนือ	135,300	336,500	174,400	389,500	326,100	540,000	653,300	405,200	436,600	370,500
เชียงใหม่	56,200	126,500	65,200	172,100	136,700	202,300	220,200	140,900	170,900	151,000
ลำพูน	49,300	123,900	62,700	133,700	126,200	215,300	269,800	155,200	152,700	120,400
เชียงราย	11,300	32,700	18,600	36,500	26,200	57,100	74,300	50,300	45,900	41,000
พะเยา	4,300	13,400	7,400	15,400	13,500	24,800	41,400	27,400	22,900	18,900
น่าน	3,700	11,300	6,700	14,800	10,500	17,600	20,500	13,200	17,200	13,700
ตาก	3,300	9,400	4,200	5,100	4,300	7,300	10,500	7,500	12,900	13,000
ลำปาง	4,100	10,200	4,800	7,700	5,100	10,100	10,300	7,000	9,800	8,700
แพร่	3,100	9,100	4,800	4,200	3,600	5,500	6,300	3,700	4,300	3,800
ภาคตะวันออก	3,850	10,400	5,900	13,100	17,000	21,200	19,800	23,000	21,500	23,900
จันทบุรี	3,850	10,400	5,900	13,100	17,000	21,200	19,800	23,000	21,500	23,900
อื่นๆ	24,750	70,400	69,800	26,900	26,200	36,100	39,100	43,700	37,400	38,800
รวมทั้งประเทศ	163,900	417,300	250,100	429,500	369,300	597,300	712,200	471,900	495,500	433,200

หมายเหตุ หน่วย: ตัน

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร (2551: ระบบออนไลน์)

ตาราง 3 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลำไยแปรรูป ปี 2549-ปี 2550

สินค้า	ปี 2549		ปี 2550	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
ลำไยสดหรือแช่เย็นจนแข็ง (Longans, fresh or frozen)	119,138	2,120,578	160,391	2,451,501
ลำไยแห้ง (Longans, dried)	78,363	1,604,815	112,752	2,017,411
ลำไยกระป๋อง (Longans in airtight containers)	11,279	402,917	13,484	476,968

หมายเหตุ ปริมาณ (ตัน) มูลค่า (ล้านบาท)

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2550: ระบบออนไลน์)

ตาราง 4 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลำไยอบแห้งรายเดือนตั้งแต่ปี 2545 - 2552

เดือน	ปี 2545		ปี 2546		ปี 2547		ปี 2548		ปี 2549		ปี 2550		ปี 2551		ปี 2552	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
ม.ค.	3,751	159.0	5,119	255.7	3,734	143.0	3,859	83.6	983	33.2	1,701	34.5	3,080	57.4	3,461	51.6
ก.พ.	1,014	51.5	1,110	43.8	2,917	70.1	751	23.2	618	22.5	623	14.9	2,068	49.9	2,346	37.3
มี.ค.	642	34.5	736	33.3	764	19.8	1,417	63.2	4,639	94.8	801	12.6	3,147	62.4	1,349	23.1
เม.ย.	307	19.2	1,687	80.9	3,645	68.4	1,106	40.1	2,955	60.8	1,041	23.2	900	27.3		
พ.ค.	739	35.8	786	38.4	5,969	98.7	1,297	39.4	7,736	160.1	1,300	21.6	444	9.4		
มิ.ย.	212	11.5	968	55.7	3,137	47.5	260	10.8	6,225	145.9	187	5.4	79	7.4		
ก.ค.	1,876	96.4	1,835	90.9	6,127	119.1	7,196	184.3	4,395	90.0	4,261	69.5	24,841	462.2		
ส.ค.	3,818	146.3	13,724	638.1	14,231	370.1	29,137	779.4	21,195	403.2	28,221	458.7	20,280	422.5		
ก.ย.	1,326	58.5	11,862	448.6	12,744	245.9	13,034	294.1	15,735	281.0	17,007	313.2	8,005	160.6		
ต.ค.	3,196	151.8	5,688	189.2	5,057	100.0	12,640	250.5	6,162	146.8	19,206	349.9	11,930	250.9		
พ.ย.	4,748	201.8	11,353	462.8	6,824	122.5	15,003	301.4	4,030	92.9	20,000	394.5	6,224	126.8		
ธ.ค.	8,287	359.9	4,289	174.3	6,414	135.9	8,388	208.1	3,692	73.6	18,404	319.4	10,570	195.8		
รวม	29,916	1,326.1	59,157	2,511.6	71,563	1,541.1	94,088	2,277.9	78,365	1,604.8	112,752	2,017.4	91,568	1,832.6	7,156	112.0

หมายเหตุ ปริมาณ (ตัน) มูลค่า (ล้านบาท)

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร (2552: ระบบออนไลน์)

การผลิตลำไยอบแห้งของไทยในสมัยก่อน เป็นการผลิตเพื่อบริโภคภายในครัวเรือนเป็นสำคัญ ด้วยการนำผลลำไยสดร่วงที่ตลาดไม่ต้องการมาตากแห้ง ค่อมารัฐบาลจึงเริ่มให้การส่งเสริมการผลิตลำไยอบแห้งเพื่อรองรับผลผลิตลำไยร่วงซึ่งมีราคาตกต่ำมากในช่วงผลผลิตล้นตลาด ประกอบกับการส่งออกลำไยอบแห้งของไทยมีผู้ทางศสไส ผู้ประกอบการ มีทั้งที่เป็นกลุ่มเกษตรกร กลุ่มแม่บ้านรวมไปถึงโรงงานอบแห้งขนาดใหญ่ เริ่มหันมาผลิตลำไยอบแห้งมากขึ้น ผลผลิตลำไยอบแห้งที่ผลิตและส่งออก แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. **ผลลำไยอบแห้งทั้งเปลือก** เป็นลำไยอบแห้งที่มีการผลิตและส่งออกมากที่สุด เพราะต้นทุนการผลิตต่ำมีกระบวนการผลิตที่ง่าย และมีตลาดขนาดใหญ่รองรับคือ ประเทศจีน ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกนั้นสามารถแบ่งเกรดตามขนาดของผลเป็นเกรด AA A B C และคละเกรด น้ำหนักของผลอบแห้งเหลือ 1 ใน 3 ของผลลำไยสด

2. **เนื้อลำไยอบแห้งคุณภาพปานกลาง** การผลิตส่วนใหญ่เป็นการอบแห้งทั้งเปลือกก่อน แล้วจึงนำมาแกะเอาเฉพาะเนื้อ ซึ่งเนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จะมีน้ำหนักราว 1 ใน 10 ของผลลำไยสด ลักษณะเนื้อลำไยมีสีดำนวล นิยมนำไปทำน้ำลำไย หรือใช้เป็น ส่วนประกอบของยาจีน

3. **เนื้อลำไยอบแห้งคุณภาพดี** ได้จากการแกะเอาเฉพาะเนื้อลำไยสดมาอบแห้งประมาณ 24 ชั่วโมง เนื้อลำไยอบแห้ง ที่ได้มีน้ำหนักราว 1 ใน 10 ของผลลำไยสด เป็นลำไยแห้งคุณภาพดี มีสีเหลืองทอง กลิ่นหอม นิยมบริโภคเป็นผลไม้อบแห้ง (ลำไยอบแห้งเพื่อการส่งออก, 2543: ระบบออนไลน์)

ปัจจุบันลำไยนั้นเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมบริโภคทั้งชาวไทย และชาวต่างประเทศ โดยปี 2551 มีพื้นที่การปลูกลำไยทั่วประเทศ 1,026,992 ไร่ ให้ผลผลิต 433,200 ตัน (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2551) ผลผลิตลำไยสดของประเทศไทยในแต่ละปีนั้น ใช้บริโภคภายในประเทศเพียง 30 เปอร์เซ็นต์ ส่งออกในรูปผลสดและผลผลิต 70 เปอร์เซ็นต์ โดยแหล่งผลิตหลักอยู่ในภาคเหนือตอนบน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดลำพูนมีผลผลิตและการแปรรูปลำไยสูงสุด ปี 2549 และปี 2550 มีปริมาณการส่งออก ลำไยสดจำนวน 119,138 เมตริกตัน มูลค่า 2,120,578 ล้านบาท และ 160,391 เมตริกตัน มูลค่า 2,451,501 ล้านบาท ตามลำดับ ลำไยแห้ง 78,363 เมตริกตัน มูลค่า 1,604,815 ล้านบาท และ 112,752 เมตริกตัน มูลค่า 2,017,411 ล้านบาท ตามลำดับ และลำไยกระป๋อง 11,279 เมตริกตัน มูลค่า 402,917 ล้านบาท และ 13,484 เมตริกตัน มูลค่า 476,968 ล้านบาท ตามลำดับ และจากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2552) รายงานว่า ปี 2551 ที่ผ่านมามีมูลค่าการส่งออกลำไยแห้งถึง 1,832.6 ล้านบาท และในเดือนมีนาคม ปี 2552 มีปริมาณการส่งออกถึง 1,349 ตัน คิดเป็นมูลค่า 23.1 ล้านบาท

ตลาดส่งออกลำไยอบแห้งที่สำคัญในช่วงปี 2547 - 2551 ได้แก่ ประเทศจีน ลาว สหราชอาณาจักร เกาหลีใต้ สิงคโปร์ เวียดนาม สหรัฐอเมริกา มาเลเซีย แคนาดา ออสเตรเลีย ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ และพม่า (สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร, 2552) ดังข้อมูลในตาราง 5 และ 6 โดยประเทศจีนนั้นเป็นตลาดส่งออกลำไยอบแห้งที่สำคัญที่สุดของไทย แม้ว่าจะมีกำแพงภาษีนำเข้าลำไยอบแห้งสูงถึง ร้อยละ 30 ก็ตาม แต่ปริมาณการผลิตภายในประเทศของจีน ไม่เพียงพอต่อความต้องการบริโภค จึงยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดยที่ลำไยอบแห้งของไทยได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะในตลาดระดับสูงของจีน เนื่องจากมีคุณภาพดี ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ชาวจีนโดยทั่วไปนิยมรับประทานลำไยอบแห้งตามความเชื่อที่ว่า มีคุณสมบัติเป็นยาบำรุงและช่วยให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย ลำไยอบแห้งจึงมักมีราคาสูงเป็นพิเศษในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคมของทุกปี เนื่องจากเป็นช่วงฤดูหนาวและใกล้เทศกาลตรุษจีน

สำหรับประเทศเวียดนามซึ่งถือเป็นคู่แข่งด้านการค้าลำไยของประเทศไทยในตลาดของประเทศจีน โดยประเทศเวียดนามนั้นมีความต้องการบริโภคลำไยในประเทศโดยประมาณร้อยละ 50 ของผลผลิตลำไยที่ได้ โดยมีการบริโภคในรูปแบบลำไยสด และน้ำลำไยบรรจุกระป๋อง ส่วนที่เหลือส่งออกไปยังประเทศจีนและฮ่องกงในรูปแบบลำไยอบแห้งส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อลำไยอบแห้งประมาณปีละ 10,000 ตัน และลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ประมาณ 500 - 1,000 ตัน ซึ่งแม้ว่าคุณภาพจะสู้ลำไยอบแห้งของไทยไม่ได้ เนื่องจากมีเนื้อลำไยน้อยและเมล็ดโต แต่ประเทศเวียดนามก็ได้มีการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งอย่างต่อเนื่อง ประเทศไทยจึงควรพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และรักษามาตรฐานคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะปัญหาการนำลำไยอบแห้งทั้งเปลือกเก่ามาปลอมปนกับลำไยอบแห้งใหม่ในการส่งออก ดังนั้นการวิจัยนี้จึงได้ศึกษาคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุการเก็บรักษาในช่วง 0-1 ปี และหาแนวทางในการเก็บรักษาลำไยอบแห้งทั้งเปลือกเพื่อลดการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ตาราง 5 ตลาดส่งออกผลิตภัณฑ์ลำไย ปี 2550

ประเภท		ปริมาณ (ตัน)	ตลาดส่งออกที่สำคัญ
บริโภคในประเทศ		100,000	
การส่งออก	ลำไยสด	120,000	จีน อินโดนีเซียฮ่องกง
	ลำไยเนื้อสีทอง	40,000	จีน พม่า ลาว
	ลำไยอบแห้งหึ่งเปลือก	218,500	จีน พม่า ลาว
	ลำไยกระป๋อง	16,000	มาเลเซีย สิงคโปร์ อเมริกา อินโดนีเซีย
	ลำไยแช่แข็ง	500	อเมริกา ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ จีน
	รวม	375,000	

หมายเหตุ ต้น หมายถึง ต้นของน้ำหนักรวมลำไยสด

ที่มา: สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ (2551)

ตาราง 6 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลำไยอบแห้งรายประเทศ ตั้งแต่ ปี 2547 – 2551

ประเทศ	ปี 2547		ปี 2548		ปี 2549		ปี 2550		ปี 2551	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
จีน	54,787	1,038,546	45,430	1,073,256	30,051	440,226	82,483	1,356,798	84,377	1,604,550
ลาว	7,552	233,883	12,499	282,825	14,115	326,290	11,413	206,545	3,758	74,128
ฮ่องกง	2,434	143,141	800	82,924	645	87,590	5,842	201,703	2,715	103,971
ไต้หวัน	1	230	292	3,029	265	10,520	135	6,913	126	6,822
เกาหลีใต้	162	6,041	306	10,162	246	9,855	123	6,953	122	6,366
สิงคโปร์	96	13,774	126	17,432	187	31,379	276	17,342	121	17,125
เวียดนาม					20	514	239	4,586	87	1,282
สหรัฐอเมริกา	157	9,836	101	16,582	50	9,553	143	11,529	66	6,841
มาเลเซีย	102	5,584	60	4,889	39	3,060	235	5,536	34	1,352
แคนาดา	29	4,453	27	3,901	60	7,472	72	7,702	16	4,028
ออสเตรเลีย	24	4,778	10	1,771	19	3,487	28	4,130	11	2,262
ฝรั่งเศส					17	1,622	47	3,349	6	844
เนเธอร์แลนด์					6	564	29	1,147	5	561
พม่า			34,921	846,451	32,542	671,077	11,139	170,707		
อื่น ๆ	6,218	8,072	202	7,548	128	3,417	580	13,674	123	2,432
รวม	11,562	1,540,995	94,774	2,350,851	78,390	1,606,626	112,784	2,018,014	91,567	1,832,564

ที่มา: สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร (2552: ระบบออนไลน์)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุการเก็บรักษาต่าง ๆ
2. เพื่อศึกษาแนวทางการเก็บรักษาลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ใช้ข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางในการบ่งชี้คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือก
2. ได้แนวทางการเก็บรักษาลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ลำไย

ลำไยมีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า Longan หรือ Lungan, Longyen, Linkeng จัดอยู่ในตระกูล Sapindaceae สกุล Euphoria และชนิด Longana โดยมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Euphoria Longana* Lamk. หรือ *E. Longan* Sternds หรือ *Nephelium Longana* Combess. หรือ *Dimocarpus Longan* Lour. เป็นไม้ผลยืนต้นอยู่ในตระกูลเดียวกับเงาะและลิ้นจี่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2549: ระบบออนไลน์) มีลักษณะผลเป็นแบบ Berry ผลกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร ผิวเปลือกเรียบหรือขรุขระมีปุ่มแบนๆปกคลุมที่ผิวเปลือกด้านนอก เปลือกสีน้ำตาลปนเหลืองหรือปนเขียว ผลสุกมีเปลือกสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอมแดง เนื้อลำไยเป็นเนื้อเยื่อพารินไคมาที่เจริญล้อมรอบเมล็ด (outer integument) และอยู่ระหว่างเปลือกกับเมล็ด เนื้อหนาหรือบางสีขาวใสหรือขาวขุ่น มีลักษณะคล้ายวุ้น มีกลิ่นหอม รสหวาน แตกต่างกันไปตามพันธุ์ แต่ละผลมีเมล็ดจำนวน 1 เมล็ด ซึ่งมีลักษณะกลม เมื่อยังไม่แก่มีสีขาวแล้วค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีดำมัน มีส่วนของเมล็ดที่ติดกับขั้วผล (Placenta) เป็นเนื้อเยื่อสีขาวๆบนเมล็ด ซึ่งมีลักษณะคล้ายตามังกร (dragon's eye) ขั้วผลนี้จะมีขนาดเล็กหรือใหญ่ต่างกันไปตามสายพันธุ์ หากเมื่อผลแก่จัดแล้วยังไม่ทำการเก็บเกี่ยวขั้วผลจะใหญ่ขึ้นเนื่องจากขั้วผลดูดอาหาร ไปเลี้ยงเมล็ด ทำให้เนื้อมีรสชาติจืดลง

พรชัย (2550) กล่าวว่า ลำไยที่นิยมบริโภคกันมากในปัจจุบัน เป็นลำไยพันธุ์กะโหลก เพราะมีผลขนาดใหญ่ เนื้อหนา และรสชาติหอมหวาน แต่ปัจจุบันมีลำไยพันธุ์สายใหม่มากมาย ซึ่งที่นิยมปลูกกันมาก ได้แก่ พันธุ์อีดอ พันธุ์แห้ว พันธุ์สีชมพู พันธุ์เบียวเขียว และพันธุ์สีแดง โดยแต่ละพันธุ์มีลักษณะประจำพันธุ์ ดังนี้

1. พันธุ์อีดอ เป็นพันธุ์เบา แก่ก่อนพันธุ์อื่น การเจริญเติบโตเร็ว ให้ผลสม่ำเสมอ ออกผลทุกปี ผลผลิตดีพอสมควร เป็นพันธุ์ที่มีขนาดผลค่อนข้างใหญ่ รูปทรงผลกลม ด้านขั้วผลบุ๋ม เปลือกสีน้ำตาล ผิวเป็นกระหรือตาต่าง ๆ กระมีสีน้ำตาลเข้ม เนื้อมีสีขุ่นค่อนข้างเหนียว มีกลิ่นฉ่ำเล็กน้อย รสหวาน หากเก็บไว้ได้นานจะมีรสจืดลง เนื้อไม่ค่อยกรอบ เมล็ดมีสีน้ำตาลแก่ มีลักษณะค่อนข้างแบน ขนาดใหญ่พอประมาณ จุกที่ขั้วผลขนาดไม่ใหญ่นัก แต่เมื่อผลแก่จัดจุกจะขยายใหญ่และแข็ง หรือที่เรียกว่าขึ้นหัว จำนวนผลโดยเฉลี่ยประมาณ 85-94 ผลต่อกิ่งโลกรัม นิยมบริโภคสดและนำไปแปรรูปเป็นลำไยอบแห้ง ลำไยกระป๋อง

2. พันธุ์เหั่ว หรือพันธุ์อีเหั่ว ผลมีขนาดกลางถึงใหญ่ รูปทรงค่อนข้างเบี้ยว หัวมุม ผิวเปลือกสีน้ำตาล มีกระด้าตลอดผล สากมือ เป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพการบริโภคสดดีมาก เนื้อแห้งสี ขาวขุ่น รสหวานแหลม และกรอบที่สุด เปลือกหนาทนทานต่อการขนส่งและเก็บไว้ได้นาน เมล็ด ค่อนข้างเล็ก กลม สีน้ำตาลแก่ ผิวเรียบ จุกที่ขั้วผลเล็กแต่หากแก่จัดจุกที่ขั้วผลจะมีขนาดใหญ่และ แข็งขึ้นสำหรับข้อเสียของลำไยพันธุ์นี้คือ ออกผลไม่สม่ำเสมอและออกผลเว้นปี มีช่วงการเก็บผล สั้น ถ้าเก็บช้าผลจะหลุดจากขั้วทำให้รสชาติจืด มีข้อสั้น ก้านแข็งทำให้บรรจุลงภาชนะยาก นิยม แปรรูปเป็นลำไยกระป๋อง

3. พันธุ์สีชมพู ผลขนาดปานกลาง ทรงผลค่อนข้างกลมแต่เบี้ยวเล็กน้อย ผิวเปลือก มีสีน้ำตาลแดง มีกระด้าตลอดผล และถ้ายังแก่จัดขึ้นผลจะยิ่งคล้ำ เปลือกหนาแข็งเปราะ เป็นพันธุ์ ที่มีคุณภาพการบริโภคสดดีมาก รสหวานจัดที่สุด เนื้อสีชมพูเรื่อๆ เมื่อแก่จัดสีจะเข้มขึ้น เนื้อหนา และกรอบ ลักษณะเนื้ออ่อนแต่ไม่ละ ล่อน มีกลิ่นหอม ช่อยาว หากฤดูกาลใดที่มีสภาพแวดล้อม เหมาะสมลำไยพันธุ์นี้จะให้ผลผลิตสูงมาก เมล็ดค่อนข้างเล็ก เบี้ยวแบนเล็กน้อย เปลือกมีสีน้ำตาล แก่และผิวเรียบเป็นมัน จุกที่ขั้วเล็ก แม้จะแก่จัดก็ไม่ขึ้นหัว เป็นพันธุ์ที่นิยมรับประทานมากใน ประเทศ

4. พันธุ์เบี้ยวเขียว หรืออีเบี้ยวเขียว เป็นพันธุ์ที่รู้จักกันแพร่หลาย ผลค่อนข้างใหญ่ ทรงผลมีลักษณะแบนและเบี้ยวมากเห็นได้ชัดเจน ผิวเปลือกสีน้ำตาลอมเขียว เปลือกหนาและ ค่อนข้างเหนียว เมื่อบีบจะรู้สึกแน่นมือ แห้งกรอบ ล่อน มีกลิ่นหอม รสหวานจัด เมล็ดมีขนาด ค่อนข้างเล็ก สีน้ำตาลแดง รูปร่างเบี้ยวและแบนเล็กน้อย จุกที่ขั้วเล็ก ลำไยพันธุ์เบี้ยวเขียวแบ่ง ออกเป็น 2 ชนิดคือ

4.1 เบี้ยวเขียวก้านแข็ง เป็นพันธุ์ที่มีเมล็ดและผลโต เนื้อกรอบ เปลือกหนา คล้ายกับลำไยพันธุ์เหั่วมาก ผลไม่คด ออกผลไม่สม่ำเสมอ ก้านข้อสั้น จึงไม่ค่อยนิยมปลูกกันมาก นัก

4.2 เบี้ยวเขียวก้านอ่อน มีคุณภาพในการบริโภคดี กรอบมาก รสหวาน จัด ผลโตสม่ำเสมอ เปลือกหนาเก็บไว้ได้นาน ช่อยาว ให้ผลดกมาก แต่ออกผลช้ากว่าลำไยพันธุ์ อื่นทำให้ขายได้ราคาดี ก้านช่อยาว บรรจุภาชนะได้สะดวก ข้อเสียของลำไยพันธุ์นี้คือ เป็นลำไย พันธุ์หนัก ออกผลไม่สม่ำเสมอ

5. พันธุ์อีแดง (การุณย์, 2550) สีเปลือกของผลค่อนข้างแดง เป็นพันธุ์กลาง กิ่ง เปราะหักง่าย ผลกลมใหญ่ เมล็ดใหญ่ รสหวาน มีน้ำและกลิ่นคาวมาก ความนิยมในการบริโภคน้อย กว่าลำไยพันธุ์อื่นๆ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

5.1 อีแดง (อีแดง เปลือกหนา) มีใบป้อมใหญ่ ผลใหญ่

5.2 อีแดง (อีแดง เปลือกบาง) ใบยาว ผลเล็กกว่าอีแดงเปลือกหนา

ฤดูกาลของลำไย ผลผลิตลำไยจะมีเกือบตลอดทั้งปี แต่ช่วงที่มีผลผลิตออกมาก คือ เดือนกรกฎาคม – กันยายน

รัตนา และคณะ (2520) ศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาวิธีการทำลำไยแห้งที่เหมาะสมกับลำไยแต่ละพันธุ์ พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการอบลำไยทั้งเปลือกสำหรับพันธุ์คอ พันธุ์แดง พันธุ์เปี้ยวเขียว และพันธุ์เหหัว คือ ที่ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ในการอบเพื่อให้มีปริมาณความชื้นเหลืออยู่ประมาณร้อยละ 11-13 จะใกล้เคียงหรือแตกต่างกันตามปริมาณน้ำตาลที่มีอยู่และขนาดของผล โดยลำไยพันธุ์เปี้ยวเขียว ใช้เวลาในการอบนานที่สุด คือ 52 ชั่วโมง รองลงมาคือ พันธุ์เหหัว พันธุ์แดง และพันธุ์คอ ซึ่งใช้เวลาในการอบ 47, 46 และ 40 ชั่วโมงตามลำดับ เมื่อผ่านการอบแห้งแล้วลำไยทั้ง 4 พันธุ์ มีเนื้อสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอม และสามารถนำมาดื่มเป็นน้ำลำไย อีกทั้งลักษณะเนื้อลำไยที่ได้จะยังคงกรอบคล้ายของสด ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกทุกพันธุ์ที่ทำการอบและบรรจุไว้ในถุงพลาสติกสามารถเก็บไว้นานประมาณ 1 ปี โดยปราศจากการเน่าเสียอันเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ และปริมาณความชื้นจะเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อยในระหว่างที่เก็บ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้แสดงคุณค่าทางอาหารของลำไยแสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 คุณค่าทางอาหารของลำไย

สารอาหาร	หน่วย	เนื้อลำไยสด	เนื้อลำไยแห้ง
ความชื้น	ร้อยละ	81.10	17.80
ไขมัน	ร้อยละ	0.11	0.40
เส้นใย	ร้อยละ	0.28	1.60
โปรตีน	ร้อยละ	0.97	4.60
เถ้า	ร้อยละ	0.56	2.86
คาร์โบไฮเดรต	ร้อยละ	16.98	72.70
ค่าพลังงานความร้อน	กิโลแคลอรี / 100 กรัม	72.79	311.80
แคลเซียม	มิลลิกรัม / 100 กรัม	5.70	27.70
เหล็ก	มิลลิกรัม / 100 กรัม	0.35	2.39
ฟอสฟอรัส	มิลลิกรัม / 100 กรัม	35.30	159.50
วิตามินซี	มิลลิกรัม / 100 กรัม	69.20	137.80
โซเดียม	มิลลิกรัม / 100 กรัม	-	4.50
โปแตสเซียม	มิลลิกรัม / 100 กรัม	-	2,012.00
ไนอาซีน	มิลลิกรัม / 100 กรัม	-	3.03
กรดแพนโทนิค	มิลลิกรัม / 100 กรัม	-	0.57
วิตามินบี 2	มิลลิกรัม / 100 กรัม	-	0.37

ที่มา: กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542 อ้างโดย สุวรรณ, ม.ป.ป.).

การทำแห้งอาหาร

การทำแห้งเป็นวิธีการถนอมอาหารที่มนุษย์คุ้นเคยมาตั้งแต่โบราณ เช่น การตากเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับฤดูกาลหน้า ตากเนื้อสัตว์ ผัก ผลไม้และธัญชาติที่เหลือกินไว้เป็นอาหาร เช่น เนื้อเค็ม กุ้งตาก ข้าวเปลือก เป็นต้น

ธิดา และ วัชรพงษ์ (2544) กล่าวถึงการทำแห้ง (Drying) ดังนี้คือ การลดความชื้นของอาหารจนถึงระดับที่สามารถระงับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้คือมี Water activity (a_w) ต่ำกว่า 0.70 ทำให้อาหารเก็บไว้ได้นาน อาหารแห้งแต่ละชนิดจะมีระดับความชื้นที่ปลอดภัยไม่เท่ากัน เช่น ผลไม้แช่อิ่มเก็บได้ที่ความชื้นร้อยละ 15-20 แต่หากนำเมล็ดธัญพืชมาเก็บที่ความชื้นระดับนี้จะเกิดเชื้อราได้ ในกระบวนการทำแห้งมีขั้นตอนการถ่ายเทความร้อน คือ

ก. การถ่ายเทความร้อนโดยการพา ในกรณีที่ความร้อนไหลผ่านชั้นวัสดุ โดยมีอากาศร้อนทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุ และพาความร้อนออกไปด้วย ถ้าอากาศมีอุณหภูมิและความชื้นคงที่ จะพบว่ามีการอบแห้งเกิดขึ้นสองขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรก อัตราการอบแห้งคงที่ และเมื่ออบต่อไปจนถึงค่าความชื้นค่าหนึ่งอัตราการอบแห้งจะลดลง เรียกความชื้นที่จุดนี้ว่า ค่าความชื้นวิกฤต ถ้าค่าความชื้นเริ่มต้นต่ำกว่าค่าความชื้นวิกฤต การอบแห้งนั้นจะมีแต่ช่วงอัตราการอบแห้งลดลงเท่านั้นซึ่งจะถูกควบคุมโดยความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ในช่วงอัตราการอบแห้งลดลง อิทธิพลของสภาวะอากาศภายนอกจะลดลงด้วย อัตราการอบแห้งจะถูกควบคุมโดยอัตราการแพร่ของน้ำภายในวัสดุไปสู่ผิวเท่านั้น

ข. ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ ในช่วงนี้จะมีการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลระหว่างวัสดุและอากาศ เหมือนกับการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลเกิดขึ้นที่ด้านในของวัสดุ น้ำจะเกาะอยู่ที่ผิวของวัสดุเป็นจำนวนมาก เมื่อเพิ่มความเร็วลมที่ไหลผ่านวัสดุจะทำให้ฟิล์มอากาศนิ่ง มีความหนาลดลง เป็นผลทำให้ความต้านทานต่อการไหลของความร้อนและการถ่ายเทมวลดีขึ้น เมื่อลดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแห้งลง จะเป็นผลให้ความแตกต่างระหว่างอัตราส่วนความชื้นอิ่มตัวของกระแสน้ำที่ไหลอย่างอิสระมีค่ามากขึ้น ทำให้เกิดการถ่ายเทมวลดีขึ้น ดังนั้นตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการอบแห้งในช่วงนี้ คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วของอากาศ

ค. ช่วงอัตราการอบแห้งลดลง ในช่วงอัตราการอบแห้งลดลง ความชื้นของวัสดุมีค่าต่ำกว่าค่าความชื้นวิกฤต (ความชื้นวัสดุขณะที่อัตราการอบแห้งเริ่มเปลี่ยนจากคงที่ลดลง) การถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะที่ผิววัสดุเท่านั้น แต่จะเกิดขึ้นภายในผิวและเนื้อวัสดุด้วยการเคลื่อนที่ของน้ำภายในวัสดุด้วยการเคลื่อนที่ของน้ำจากภายในวัสดุมายังผิวช้ากว่าการพาความร้อนจากผิววัสดุไปยังอากาศ ทำให้อัตราการอบแห้งลดลง และจะถูกควบคุมโดยความ

ด้านทาน ต่อการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของน้ำในวัสดุทำให้เกิดเกรเดียนต์ความชื้นและอุณหภูมิในวัสดุ อุณหภูมิในวัสดุจะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศ การเคลื่อนที่ของน้ำในวัสดุส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของเหลว ซึ่งเป็นผลมาจากความแตกต่างของความเข้มข้นของความชื้น โดยที่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิอากาศรอบแห้งจะทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิมียิ่งมากขึ้น มีผลทำให้สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นเพิ่มขึ้น เมื่อลดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศรอบแห้งลงจะเป็นผลทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างอัตราส่วนความชื้นเพิ่มขึ้น ทำให้สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิหรือลดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะเป็นผลทำให้การถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลดีขึ้น เมื่อเพิ่มความเร็วจะพบว่า ความหนาของฟิล์มอากาศนี้มีค่าลดลง เป็นผลให้ความต้านทานลดลงซึ่งในผลไม้บางชนิด เช่น องุ่น มักมีคราบไขมันเกาะติดที่ผิวเป็นผลทำให้ความต้านทานระหว่างผิว (ระหว่างผิวชั้นในและผิวชั้นนอก) มีค่ามากและมากกว่าตัวอื่น ๆ ดังนั้น ถ้ากำจัดคราบไขมันนี้ออกก่อนโดยการแช่สารละลายบางชนิด จะพบว่ามีการอบแห้งเพิ่มขึ้น รวมทั้งขนาดของวัสดุก็มีผลต่ออัตราการอบแห้งเช่นกัน ถ้าลดขนาดให้เล็กลง จะเป็นผลทำให้ความต้านทานในเนื้อวัสดุลดลงด้วยและทำให้อัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้น

ง. ความชื้นสมดุล (Equilibrium Moisture Content) ความชื้นสมดุลของวัสดุมีความสำคัญต่อกระบวนการอบแห้ง เพราะเมื่อทำการอบแห้งวัสดุโดยใช้อากาศที่สภาวะคงที่ (อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์คงที่) ความชื้นของวัสดุจะลดลงต่ำจนถึงจุด ๆ หนึ่งซึ่งไม่เปลี่ยนแปลง ในขณะนั้นความชื้นในวัสดุมีความดันไอน้ำเท่ากับความดันไอน้ำในบรรยากาศที่อยู่รอบ ๆ ด้วย ซึ่งเรียกความชื้นในขณะนั้นว่า ความชื้นสมดุล ค่าความชื้นสมดุลขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งความชื้นสมดุลขึ้นกับชนิดของวัสดุ อุณหภูมิ และค่า water activity ความชื้นสมดุล (Equilibrium Relative Humidity, ERH) ของวัสดุจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

อาร์บี (2544) ศึกษาการจำลองสภาวะและศึกษาหาแนวทางการอบแห้งลำไยที่เหมาะสมที่สุด ผลจากการจำลองสภาพพบว่าทุกตัวแปร (อุณหภูมิการอบแห้ง อัตราการไหลอากาศ จำเพาะ และสัดส่วนอากาศที่นำกลับมาใช้ใหม่) มีผลต่อความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ ผลจากการจำลองสภาพเพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของการอบแห้งลำไยเฉพาะเนื้อ พบว่า ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมีค่า 5.5 เมกกะจูล/กิโลกรัมน้ำ ซึ่งเงื่อนไขที่เหมาะสมคือ สัดส่วนอากาศที่นำกลับมาใช้ใหม่ร้อยละ 80 อัตราการไหลอากาศจำเพาะ 100 กิโลกรัมอากาศแห้งต่อชั่วโมง-กิโลกรัมลำไยแห้ง และอุณหภูมิการอบแห้ง 65 องศาเซลเซียส สำหรับการอบแห้งลำไยทั้งลูก พบว่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมีค่า 4.2 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำ ซึ่งเงื่อนไขที่เหมาะสมคือ สัดส่วน

อากาศที่นำกลับมาใช้ใหม่ร้อยละ 90 อัตราการไหลอากาศจำเพาะ 25 กิโลกรัมอากาศแห้งต่อ ชั่วโมง-กิโลกรัมลำไยแห้ง และอุณหภูมิการอบแห้ง 75 องศาเซลเซียส

ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

ผลลำไยที่ใช้ทำลำไยอบแห้งทั้งเปลือก สามารถใช้ได้ทุกสายพันธุ์ พันธุ์ที่นิยม นำมาอบแห้งมากที่สุดในปัจจุบันคือพันธุ์คอ การเลือกผลลำไยนำมาอบแห้งนั้นควรเลือกผลลำไยที่มีความสดใหม่ ไม่มีตำหนิ หรือเปลือกฉีกขาดผลแตก หรือมีรูปน ไม่ควรใช้ผลลำไยที่เก็บไว้ค้างคืน (นิธิยา, 2548ก) วิธีการทำลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่เกษตรกรนิยมนั้นมีหลายวิธีการ ดังแสดงใน ภาคผนวก ข

ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้งลำไย

1. ธรรมชาติของอาหาร อาหารที่มีเนื้อโปร่งจะมีการเคลื่อนที่ของน้ำภายในอาหารเร็วกว่าในอาหารที่มีเนื้อแน่น เนื่องจากน้ำภายในอาหารเคลื่อนที่แบบผ่านช่องแคบ ดังนั้นอาหารเนื้อโปร่งจึงแห้งได้เร็วกว่าอาหารเนื้อแน่น อาหารที่มีน้ำตาลสูงจะเกิดความเหนียวเหนอะหนะทำให้กีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำจึงทำให้น้ำระเหยออกได้ช้า อาหารที่มีการลวก นวดคลึงจะแห้งได้เร็วขึ้นเนื่องจากการลวกการนวดคลึงทำให้เซลล์ของอาหารแตก จึงมีการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ทำให้อาหารแห้งได้เร็วขึ้น
2. ขนาดและรูปร่าง ซึ่งมีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักอาหาร เช่น อาหารที่มีรูปร่างเหมือนกันแต่มีขนาดต่างกัน อาหารขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าอาหารขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงแห้งได้เร็วกว่า
3. ตำแหน่งของอาหารในเตา น้ำในอาหารที่สัมผัสกับลมร้อนจากเตาอบได้ดีกว่า หรือเนื้อของอาหารสัมผัสกับลมร้อนที่มีความชื้นต่ำกว่าจะมีการระเหยได้ดีกว่า
4. ปริมาณอากาศต่อถาด ถ้าปริมาณอากาศต่อถาดที่เข้าสู่เตาอบมีปริมาณที่มากเกินไป จะทำให้อาหารส่วนล่างที่มีการทับถมการของชั้นอาหารไม่ได้สัมผัสกับลมร้อน ทำให้ไม่สามารถเกิดการแพร่กระจายของไอน้ำสู่ชั้นอาหารด้านบนได้ อาหารจึงแห้งช้า
5. ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน อากาศที่มีไอน้ำอยู่ในบรรยากาศมากแล้วจะสามารถรับไอน้ำได้น้อยซึ่งมีผลในช่วงอัตราการทำแห้งอาหารครั้งที่
6. อุณหภูมิของอากาศร้อน ถ้าอากาศมีความชื้นคงที่ การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำจึงมีผลต่อการทำแห้งในช่วงอัตราการทำแห้งครั้งที่ และอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้การแพร่กระจายของน้ำดีขึ้นมีผลทำให้อัตราการอบแห้งลดลง

7. ความเร็วของลมร้อน ลมร้อนทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไป เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจึงเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปได้ดีขึ้น การเคลื่อนย้ายเกิดขึ้นเต็มที่ที่ความเร็วลม 224 เมตร/นาทีก่อให้เกิดกระแสปั่นป่วนของอากาศในเตาอบ อากาศจึงสัมผัสกับอาหารทั่วถึงและดีขึ้น

Phupaichitkun *et al.* (2005) ได้ศึกษาการอบแห้งลำไยแบบชั้นเดียวในตู้อบลมร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมได้ โดยศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิโดยกำหนดอุณหภูมิ 50 60 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ซึ่งกำหนดร้อยละ 4-20 และความเร็วลมกำหนด 0.2-0.5 เมตรต่อวินาทีในการอบแห้ง พบว่า อุณหภูมิการอบแห้งและขนาดของลำไยมีผลต่อการอบแห้ง ขณะที่ความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์ไม่มีผลต่ออัตราการอบแห้ง

ปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของลำไยแห้ง

1. ค่า Water activity (a_w) ของน้ำในอาหาร จุลินทรีย์ต้องการน้ำในการเจริญเติบโต หากขาดน้ำจุลินทรีย์ก็ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เซลล์ของสิ่งมีชีวิตประกอบไปด้วยน้ำในปริมาณมาก เช่น มากกว่าร้อยละ 75 ซึ่งน้ำจำนวนนี้สิ่งมีชีวิตต้องการไว้สำหรับรักษาเซลล์ให้อยู่ในสภาพที่ยังทำงานได้ หากไม่มีน้ำสิ่งมีชีวิตรวมทั้งจุลินทรีย์จะไม่สามารถเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ได้ ปริมาณน้ำที่สัมพันธ์กับการเจริญได้ของจุลินทรีย์ชีวิตได้จากค่า water activity ซึ่งหมายถึงอัตราส่วนระหว่างความดันไอของสารละลายน้ำในอาหาร (vapour pressure of solution) กับความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ (vapour pressure of water) ที่อุณหภูมิเดียวกัน ซึ่งการเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายนั้นจะทำให้ความดันไอของสารละลายลดลง ดังนั้นการลดค่า water activity ของอาหารจนทำให้ไม่มีโมเลกุลของน้ำที่จะทำให้เกิดความดันไอของสารละลาย ค่า water activity จะมีค่าเท่ากับ 0 ในขณะที่น้ำบริสุทธิ์จะมีค่า water activity เท่ากับ 1

สำหรับผลของค่า water activity ต่อจุลินทรีย์นั้น พบว่าค่า water activity ที่เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญนั้นส่วนใหญ่จะเข้าใกล้ 1 ซึ่งเป็นค่าที่สูง และที่จุดนั้นจะมีสารอาหารละลายอยู่ซึ่งมีความเข้มข้นเหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ ค่า water activity ต่ำสุดที่จุลินทรีย์จะเจริญได้ อยู่ที่ 0.61 ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านั้น ได้แก่ ราต่าง ๆ หากค่า water activity ลดลงกว่าจุดต่ำสุดที่จุลินทรีย์จะสามารถเจริญได้ ส่งผลทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ และค่อย ๆ ตายลง ซึ่งความเสียหายของเซลล์เกิดจากการสูญเสียแรงดันภายในเซลล์ที่ทำให้เซลล์เต่ง เซลล์จะเหี่ยว การเจริญเติบโตและการแบ่งเซลล์หยุดชะงัก เชื้อเหี่ยวเซลล์ถูกทำลาย ยังส่งผลไปถึงเอนไซม์ในไซโตพลาสซึมถูกทำลาย

ประสิทธิ์ (2548) กล่าวว่า การเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้งที่ค่า water activity ที่ระดับแตกต่างกัน คือ 0.4 0.5 และ 0.6 เก็บรักษาให้ถุงอูมิเนียมพอลิเอทิลีนมีความเข้มข้นของออกซิเจนต่างกัน คือ 0 5 10 และ 21 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 23-28 องศาเซลเซียส นั้น

พบว่า เมื่อค่า water activity ของเนื้อลำไยอบแห้งเพิ่มขึ้นทำให้ค่า L^* ลดลง และที่ค่า water activity ทั้งสามระดับนั้นสามารถควบคุมเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดได้

2. ความเป็นกรด-เบส (pH) ของอาหาร โดยทั่วไปเมื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์ยอมให้ไฮโดรเจนไอออนหรือไฮดรอกซิลไอออนผ่านเข้าออกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น รวมทั้งภายในไซโตพลาสซึมของเซลล์มีระบบบัฟเฟอร์ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของค่า pH จึงทำให้ค่า pH ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์มีค่าใกล้เคียงกับ 7 หากค่า pH อยู่ในช่วงที่จุลินทรีย์สามารถเจริญได้จะเกิดผลเสียต่อสิ่งต่าง ๆ ของเซลล์ คือ เอนไซม์ที่เกี่ยวกับการดูดซึมสารอาหารและแร่ธาตุต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งรวมถึงอาจเกิดความผิดปกติในการสร้างเอนไซม์ที่ทำงานภายนอกเซลล์และกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนกลไกการสร้าง Adenosine tri phosphate (ATP) ในแบคทีเรีย ซึ่งเกี่ยวข้องกับผนังเซลล์

ชลธิชา และ เดิมศักดิ์ (2540) ศึกษาผลของค่า pH ที่มีต่ออัตราการเกิดสีน้ำตาลแบบเมลาร์ดในระบบกลูโคส-ไลซีน พบว่าอัตราการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเมื่อสารละลายมีค่า pH เพิ่มขึ้น

ศิริวรรณ และคณะ (ม.ป.ป.) พบว่าค่า pH เริ่มต้นของสารละลายเด็กซ์โทรสมิผลต่อการเปลี่ยนสี ถ้ามีค่า pH เริ่มต้นสูงการเปลี่ยนแปลงสียิ่งมาก เด็กซ์โทรสมิการเสื่อมสลายด้วยความร้อนและสามารถวัดอัตราการเสื่อมสลายได้จาก 5-hydroxymethylfurfural (5-HMF)

3. อุณหภูมิ (Temperature) ในการเก็บรักษาอาหารแห้ง จุลินทรีย์อาจจะเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งจนถึงมากกว่าจุดเดือด อย่างไรก็ตาม จุลินทรีย์ส่วนใหญ่เจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 15 ถึง 40 องศาเซลเซียส

กฤติยา (2546) ศึกษาผลของสารด้านการเกิดสีน้ำตาลต่อปลับกึ่งแห้ง พบว่าสารละลาย 4-เฮลซึลาตโซซินอล กรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก และโซเดียมอีริทอร์เบท เป็นสารละลายปัจจัยหลักที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของปลับกึ่งแห้ง โดยอุณหภูมิและระยะเวลาการแช่ปลับที่เหมาะสม คือที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส นาน 28 นาที ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาปลับกึ่งแห้งคือ 0 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิที่ 10 และ 30 องศาเซลเซียส นั้นเป็นสภาวะที่มีการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลมากที่สุด และหากนำปลับกึ่งแห้งบรรจุในสภาวะสุญญากาศสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) ได้นาน 5 เดือนครึ่ง

สุทธาณี และคณะ (ม.ป.ป.) ศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยาเมลลาร์ดในน้ำผึ้ง พบว่าอุณหภูมิ และเวลา มีผลต่อปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Maillard reaction) มากกว่าแสง และยังพบว่าการเกิดสาร 5-hydroxymethylfurfural เป็นไปตามปฏิกิริยาอันดับศูนย์ ส่วนการสลายตัวของกรดอะมิโนนั้นเป็นไปตามปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง และจากการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงปริมาณของ 5-hydroxymethylfurfural ในน้ำผึ้ง พบว่าสีและปริมาณของ 5-hydroxymethylfurfural ของตัวอย่าง

น้ำผึ้งเมื่อเก็บไว้นานและเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เก็บรักษา ในขณะที่มีน้ำตาลรีดิซ (กลูโคสและฟรุคโตส) และกรดอะมิโนมีปริมาณลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าปฏิกิริยาของวิตามินอื่นเนื่องมาจากออกซิเจน ทำให้เกิดสารที่มีชื่อว่า furfural ที่ให้น้ำตาล พบมากในน้ำผลไม้และน้ำผลไม้เข้มข้น รวมทั้งเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีคาราเมล (caramel) เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลที่เมื่อได้รับความร้อนในสภาพที่ไม่มีน้ำหรือน้ำน้อย ๆ ที่เราเรียกว่า น้ำตาลไหม้ ทำให้เกิดเป็นสาร furfural ที่มีสีน้ำตาลเช่นกัน

4. บรรจุภัณฑ์และระยะเวลาการเก็บรักษา การบรรจุภัณฑ์นั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อผลผลิต เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ช่วยรักษาคุณภาพ และปกป้องตัวสินค้าโดยเฉพาะลำไย ออบแห้งจากความชื้นภายนอก

5. แมลงและสัตว์ แมลงและสัตว์นั้นสามารถทำให้เกิดการเสียหายแก่อาหาร โดยการลดปริมาณของสารอาหารลง ทำให้อาหารไม่น่ารับประทานตลอดจนเป็นพาหะของโรคบางชนิด ซึ่งรอยที่เกิดจากการเจาะหรือกัดแทะจะเป็นจุดนั้นทำให้อาหารเกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายยิ่งขึ้น

6. ปัจจัยภายนอก เช่น แรงกระทบกระเทือนจากภายนอกอาจทำให้อาหารเกิดการบอบช้ำ แฉกหัก ทำให้ไม่น่ารับประทาน ส่วนอาหารสดหากมีการฉ่ำจะทำให้เอ็นไซม์เร่งปฏิกิริยาด่าง ๆ ให้ทำงานเร็วขึ้น ปริมาณของออกซิเจนทำให้เกิดการออกซิไดส์จากอากาศ ทำให้เกิดการเสื่อมคุณค่าทางอาหารจากการสูญเสียวิตามินเอ ซี การระเหยของน้ำมันระเหยและสารให้กลิ่นทำให้กลิ่นเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงปัจจัยที่เสริมปฏิกิริยา คือ แสงและอุณหภูมิ เพราะทำให้เกิดการเปลี่ยนสีเนื่องจากอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะช่วยสนับสนุนการเปลี่ยนสีของอาหารได้เร็วยิ่งขึ้น จึงควรหลีกเลี่ยงโดยไม่เก็บในที่ร้อนหรือเก็บในที่อากาศถ่ายเท รวมถึงการเกาะตัวจับเป็นก้อน เนื่องจากความชื้นจากอากาศ หลีกเลี่ยงโดยเก็บในภาชนะปิดสนิท เมื่อเก็บอาหารที่มีความชื้นต่ำกว่าความชื้นสมดุลกับบรรยากาศเฉลี่ย อาหารจะดูดความชื้นจากอากาศ จึงต้องเก็บในภาชนะปิดสนิท แต่อาหารที่มีความชื้นสูงกว่าความชื้นสมดุล จะต้องเก็บในภาชนะโปร่งระบายอากาศได้เพราะจะมีการระเหยน้ำ เช่น หอมและกระเทียม ถ้าอยู่ในภาชนะปิดน้ำที่ระเหยออกมาจะควบแน่นเป็นหยดน้ำเปียกที่ผิวทำให้เกิดเชื้อราง่าย

คุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

มาตรฐานอาหารและสินค้าเกษตรแห่งชาติ (2549) มีดังนี้ คือ

1. คุณภาพทั่วไป ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกทุกชั้นคุณภาพ เปลือกมีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลค้ำอมแดง ไม่มีสีดำ ไม่มีรอยไหม้ของเปลือกลำไย ไม่ปรากฏเส้นใยเชื้อรา (mycelium) เนื้อลำไยมีลักษณะแห้งไม่เหนียวติดมือและไม่ติดเมล็ดมีกลิ่นหอมลำไย มีรสหวาน ไม่มีรสเปรี้ยวและรสขม

2. คุณลักษณะทางเคมี ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกกำหนดให้มีคุณภาพตามมาตรฐานลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ดังนี้

2.1 ความชื้นทั้งผล (เนื้อ เมล็ดและเปลือก) ไม่เกินร้อยละ 13.5 หรือเฉพาะเนื้อลำไยไม่เกินร้อยละ 17

2.2 ค่า water activity ของเนื้อลำไย ไม่เกิน 0.6

2.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solids) ของเนื้อลำไย ไม่ต่ำกว่า 76 °Brix

2.4 ค่า pH ของเนื้อลำไย ไม่ต่ำกว่า 5.0

3. ชั้นคุณภาพ ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกตามมาตรฐานนี้ แบ่งเป็น 4 ชั้นคุณภาพ ดังนี้

3.1 ชั้นพิเศษ (Extra Class)

3.2 ชั้นหนึ่ง (Class I)

3.3 ชั้นสอง (Class II)

3.4 ชั้นสาม (Class III)

ทั้งนี้ ขอบกพร่องในลำไยอบแห้งทั้งเปลือกแต่ละชั้นคุณภาพพบได้ไม่เกินเกณฑ์การยอมรับขอบกพร่องที่กำหนดในตาราง 8 ดังนี้

ตาราง 8 เกณฑ์การยอมรับข้อบกพร่องของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกแต่ละชั้นคุณภาพ

ข้อบกพร่อง	เกณฑ์ที่ยอมให้ได้ไม่เกิน (ร้อยละของน้ำหนัก หรือจำนวนผล)			
	ชั้นพิเศษ	ชั้นหนึ่ง	ชั้นสอง	ชั้นสาม
มีรูที่ขี้	1	2	5	7
รอยแตก	1	2	3	4
รอยบุบ ^{1/}	3	5	7	10
รอยคราบน้ำตาลที่เปลือกลำไย ^{2/}	1	5	10	15

หมายเหตุ

^{1/} รอยบุบ รอยบุบโดยรวมของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกชั้นพิเศษ มีพื้นที่ไม่เกินร้อยละ 15 ของพื้นที่เปลือกทั้งผล รอยบุบโดยรวมของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกชั้นหนึ่ง ชั้นสองและชั้นสาม มีพื้นที่เกินร้อยละ 15 แต่ไม่เกินร้อยละ 50 ของพื้นที่เปลือกทั้งผล

^{2/} รอยคราบน้ำตาลที่เปลือกลำไย รอยคราบน้ำตาลที่เปลือกลำไยโดยรวมของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกทุกชั้นคุณภาพ มีพื้นที่ไม่เกินร้อยละ 10 ของพื้นที่เปลือกทั้งผล
ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2549)

4. ขนาด ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกตามมาตรฐานลำไยอบแห้งทั้งเปลือก แบ่งเป็น 4 ขนาด ตามเส้นผ่านศูนย์กลางของผล (ตาราง 9)

ตาราง 9 ข้อกำหนดเรื่องขนาดของลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

รหัสขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)
1	>2.5
2	>2.2 ถึง 2.5
3	>1.9 ถึง 2.2
4	1.5 ถึง 1.9

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2549)

5. เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องขนาด ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกทุกชั้นคุณภาพ มี ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกขนาดใหญ่หรือเล็กกว่าชั้นถัดไปหนึ่งชั้นได้ไม่เกินร้อยละ 5 ของจำนวนผล ในแต่ละรุ่นที่ส่งมอบ



ภาพ 1 การคัดขนาดลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

6. สุขลักษณะ การผลิต การปฏิบัติต่อลำไยอบแห้งทั้งเปลือกในขั้นตอนต่าง ๆ รวมถึงการเก็บรักษา และการขนส่งต้องปฏิบัติตามอย่างถูกสุขลักษณะ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค จุลินทรีย์ในลำไยอบแห้งทั้งเปลือกทุกชั้นคุณภาพต้องไม่เกินเกณฑ์กำหนดในตารางที่ 10 ดังนี้

ตาราง 10 เกณฑ์กำหนดจุลินทรีย์ในเนื้อลำไยอบแห้ง (ไม่รวมเมล็ดและเปลือก)

ชนิดจุลินทรีย์	n	c	m
รา	5	0	500 cfu/g ^{3/}

หมายเหตุ n หมายถึง จำนวนตัวอย่างที่ต้องนำมาตรวจสอบจากสินค้าแต่ละรุ่น (lot)

c หมายถึง จำนวนตัวอย่างสูงสุดที่พบจุลินทรีย์ในตัวอย่างที่ตรวจสอบได้ในระดับสูงกว่า m

m หมายถึง จำนวนจุลินทรีย์ที่ยอมรับได้ในตัวอย่างที่ตรวจสอบ

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2549)

ในการอบแห้งลำไยมักมีลำไยบางส่วนที่ต้องคัดทิ้งเนื่องจากเกิดปัญหาระหว่างการอบแห้ง ลักษณะของผลลำไยอบแห้งที่มีคุณภาพต่ำที่พบ ดังกล่าวในนิธิยา (2548 ก) มีดังต่อไปนี้ คือ เปลือกสีคล้ำ เกิดจากใช้อุณหภูมิสูงเกินไปขณะอบหรือเกิดจากการใช้ผลลำไยค้างคืน ทำให้เปลือกมีสีคล้ำและเนื้อลำไยไหม้



ภาพ 2 ผลลำไยที่มีเปลือกสีคล้ำ
ที่มา: นิธิยา (2548 ก)

ผลเปื้อนน้ำหมาก เกิดจากนำลำไยที่เก็บไว้ค้างคืนหรือผลลำไยมีรูหรือรอยฉีกขาด เมื่อนำไปอบจะทำให้เกิดรอยเปื้อนน้ำหมาก เนื้อลำไยมีรสเปรี้ยว และมีสีเปลือกคล้ำ



ภาพ 3 ผลลำไยที่เกิดลักษณะเปื้อนน้ำหมาก
ที่มา: นิธิยา (2548 ก)

ผลลำไยแตก มีสาเหตุมาจากกรรมวิธีการอบที่ไม่ถูกต้องในขั้นตอนการลำเลียง ลำไยเข้าสู่เตาอบ การอบลำไยเกินปริมาณความจุของเตาซึ่งมีผลต่อการกดทับกัน โดยผลลำไยที่อยู่ชั้นล่างสุดจะได้รับการแรงกดทับมากที่สุด หรือเกิดขึ้นขณะเทลงเครื่องร่อน หรือขนย้ายโดยไม่ระมัดระวัง



ภาพ 4 ลักษณะผลลำไยแตก

ที่มา: นิธิยา (2548 ก)

ผลลำไยบูบ เกิดจากการเริ่มอบลำไยที่อุณหภูมิสูงมากเกินไปทำให้ปริมาณน้ำระเหยออกจากผลลำไยอย่างรวดเร็ว ทำให้ผลลำไยบูบตัวแฟบลงได้ หรือขณะอบแห้งเชื้อเพลิงเกิดหมดกะทันหัน



ภาพ 5 ลักษณะผลลำไยบูบ

ที่มา: นิธิยา (2548 ก)

ชนิดของเครื่องอบแห้งลำไยทั้งเปลือก

เตาอบลำไยแบบทั้งเปลือกที่เกษตรกรรายย่อยนิยมใช้ มีดังนี้



ภาพ 6 เตากระเบแบบไต้หวัน

ที่มา: นิธิยา (2548 ข)

1. เตากระเบแบบไต้หวัน เป็นเตาอบที่นำเข้าจากประเทศไต้หวัน มีแผ่นตะแกรงรูโปร่งอยู่ส่วนล่างของกระเบสำหรับรองรับผลลำไย ด้านข้างหนึ่งของกระเบที่ระดับต่ำกว่าตะแกรงติดตั้งหัวเผาฟัดลมดูดความร้อน

เชื้อเพลิงที่ใช้: น้ำมันโซล่า

ความจุของกระเบใส่ลำไย: 1,800 – 2,000 กิโลกรัม

เวลาที่ใช้อบลำไย: ประมาณ 48 ชั่วโมง



ภาพ 7 เตากระเบแบบใช้แก๊สหุงต้ม

2. เตากระเบแบบใช้แก๊สหุงต้ม เป็นเตาอบที่เลียนแบบจากเตาอบไต้หวัน ขนาดของเตาและรูปร่างเหมือนเตาแบบไต้หวันแต่ผลิตในประเทศไทย

เชื้อเพลิงที่ใช้: แก๊สหุงต้ม

ความจุ: 1,800 – 2,000 กิโลกรัม

เวลาที่ใช้อบลำไย: ประมาณ 48 ชั่วโมง

ราคา: ประมาณ 36,000 บาท



ภาพ 8 เตาอบแบบไม่ต้องสลับชั้น

ที่มา: นิธิยา (2548 ข)

3. เตาอบแบบไม่ต้องสลับชั้น (บริษัทลิจิตชีวัน) เป็นเตาอบที่มีการสลับทิศทางลมร้อนที่เข้าไปอบภายในเครื่อง

เชื้อเพลิงที่ใช้: แก๊สหุงต้ม

ความจุ: 2,000 กิโลกรัม

ส่วนกลุ่มเกษตรกร หรือผู้ประกอบการที่มีขนาดใหญ่ก็นิยมใช้เตาอบชนิดที่มีการถ่ายเทความร้อนจากไอน้ำเพื่อใช้ไอน้ำอบแห้ง (ตาราง 11)

สายสวาท (2547) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้การอบแห้งลำไยทั้งเปลือกไม่ได้คุณภาพตามต้องการเกิดจากสาเหตุสำคัญ คือ เครื่องอบแห้งที่ใช้ไม่เหมาะสม ทั้งในด้านคุณภาพการผลิตและประสิทธิภาพการทำงานและการปฏิบัติการอบแห้งของเกษตรกรหรือผู้ประกอบการไม่ถูกต้อง ดังนั้น ผู้ใช้เครื่องอบแห้งผลลำไยทั้งเปลือกจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักวิชาการ การปฏิบัติการอบแห้งผลลำไยทั้งเปลือกที่ถูกต้อง

ศุภศักดิ์ และ ทวีชัย (2546) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาเครื่องอบลำไยชนิดสลับทิศทางลมร้อนระดับการค้า สำหรับชาวสวนลำไยเพื่อลดภาระในการกลับลำไยในระหว่างการอบของเครื่องอบแบบกระบะจากได้หวั่นที่เกษตรกรใช้ จากการทดลองพบว่า คุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกมีการบวมและแตกน้อยมากเมื่อเทียบกับเครื่องอบแห้งแบบเดิมที่เกษตรกรใช้ และการอบแห้งโดยเครื่องอบแห้งดังกล่าวสามารถช่วยประหยัดพลังงาน เวลา และแรงงานในการอบแห้งได้ ซึ่งมีผู้ผลิตผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์แล้วดังภาพ 8

เวชยันต์ และ วิวัฒน์ (2548) ได้ศึกษาการอบแห้งลำไยแบบถ้งหมุนโดยใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง พบว่าคุณภาพลำไยเป็นที่น่าพอใจ ผิวสวยเกลี้ยง ความเสียหายน้อยมาก ความแห้งค่อนข้างสม่ำเสมอเป็นที่ยอมรับของผู้ซื้อ แต่ยังไม่มีการผลิตเตาอบแบบนี้ในเชิงพาณิชย์

ตาราง 11 ข้อมูลการแปรรูปลำไยในจังหวัดลำพูน ปี 2550

อำเภอ	เตาอบลำไยทั้งเปลือก		เตาอบเนื้อลำไย		เตาอบแบบป้อนน้ำ		รวมปริมาณการผลิต (ตัน/ปี)
	จำนวน (เตา)	ปริมาณการผลิต (ตัน/ปี)	จำนวน (เตา)	ปริมาณการผลิต (ตัน/ปี)	จำนวน (ห้อง)	ปริมาณการผลิต (ตัน/ปี)	
เมืองลำพูน	1,976	11,856	404	6,060	357	25,704	43,620
ป่าซาง	1,118	6,708	15	225	199	14,328	21,261
แม่ทา	267	1,302	9	135	24	1,728	3,165
บ้านโฮ่ง	187	1,122	20	300	84	6,048	7,470
ลี้	315	1,890	3	45	59	4,248	6,180
ทุ่งหัวช้าง	37	222	-	-	-	-	222
บ้านธิ	280	1,680	28	420	42	3,024	5,124
กิ่ง อ. เวียงหนองล่อง	1,048	6,288	4	60	130	9,360	15,708
รวม	5,178	31,068	483	7,245	895	64,440	102,753

ที่มา: ศูนย์เฉพาะกิจแก้ไขปัญหาการบริหารและจัดการตลาดลำไยจังหวัดลำพูน (2550)

บรรจุกัญท์

ผลิตผลทางด้านการเกษตรกรรม และการประมงมากมาย เช่น ผักสด ผลไม้สด และสินค้าที่เป็นอาหารจากทะเล อาจได้รับความเสียหายมากเนื่องจากสภาวะของอากาศการบรรจุหีบห่อ และการขนส่งที่เหมาะสมมีส่วนที่จะช่วยลดความเสียหายเหล่านั้นลงได้ซึ่งเป็นการช่วยให้ผลผลิตที่กล่าวถึงมือผู้บริโภคในสภาพที่ดี และจะทำให้จำหน่ายได้ในราคาสูงอีกด้วย (สถาบันพัฒนาการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยภาคกลาง, 2547)

นอกจากนี้แล้วผลิตภัณฑ์อื่น ๆ รวมทั้งผลิตภัณฑ์จากอาหารแปรรูปถ้าการบรรจุภัณฑ์ และการขนส่งที่เหมาะสมมีส่วนที่จะช่วยลดความเสียหายและสามารถจำหน่ายได้ในราคาสูงเช่นกัน จะเห็นได้ว่าการบรรจุภัณฑ์นั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อผลผลิตทั้งหลายซึ่งสามารถสรุปเป็นรายละเอียดเป็นข้อ ๆ ได้ ดังนี้

1. รักษาคุณภาพ และปกป้องตัวสินค้า เริ่มตั้งแต่การขนส่ง การเก็บให้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์เหล่านั้นมิให้เสียหายจากการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง แมลง คน ความชื้น ความร้อน แสงแดด และการปลอมปน เป็นต้น

2. ให้ความสะดวกในเรื่องการขนส่ง การจัดเก็บมีความรวดเร็วในการขนส่ง เพราะสามารถรวมหน่วยของผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเป็นหน่วยเดียวได้ เช่น ผลไม้หลายผลนำลงบรรจุในลังเดียว หรือเครื่องคั้นที่เป็นของเหลวสามารถบรรจุลงในกระป๋องหรือขวดได้ เป็นต้น

3. ส่งเสริมทางการตลาด บรรจุกัณฑ์เพื่อการจดจำน่าจะเป็นสิ่งแรกที่ผู้บริโภคเห็น ดังนั้นบรรจุกัณฑ์จะต้องทำหน้าที่บอกกล่าวสิ่งต่างๆของตัวผลิตภัณฑ์โดยการบอกข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดของตัวสินค้า นอกจากนั้นจะต้องมีสัญลักษณ์ที่สวยงามสะดุดตาเชิญชวนให้เกิดการตัดสินใจซื้อซึ่งการทำหน้าที่ดังกล่าวของบรรจุกัณฑ์นั้นเป็นเสมือนพนักงานขายที่ไร้เสียง (Silent Salesman)

โดยพื้นฐานแล้วบรรจุกัณฑ์สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. กระดาษ สมบัติทางกายภาพของกระดาษที่สามารถตัด ดัด พับ งอได้ ง่าย มากำหนดรูปร่าง รูปทรงต่างๆ ขึ้นมาเป็นถุง เป็นกล่อง พับเป็น ซองหรือกระป๋องได้หลายวิธี และสามารถรีไซเคิลได้ โดยมีข้อเสีย คือ ไม่สามารถทนต่อความชื้น ก๊าซ และเก็บกลิ่นได้ เนื่องจากรูพรุนของกระดาษแต่ปัจจุบันได้มีการนำกระดาษไปเคลือบพลาสติก หรือเคลือบอะลูมิเนียม เพื่อช่วยแก้ปัญหานี้ได้

2. พลาสติก มีอัตราการเจริญเติบโตสูงมาก ผลิตได้จากพืช ปิโตรเลียมและถ่านหิน นิยมใช้เป็นวัสดุบรรจุกัณฑ์และเป็นส่วนประกอบของบรรจุกัณฑ์ เช่น ถุง ขวด กล่อง ฯลฯ คุณสมบัติของพลาสติกคือ น้ำหนักเบา ป้องกันการซึมผ่านของอากาศและก๊าซได้ระดับหนึ่ง สามารถต่อต้านการทำลายของแบคทีเรียและเชื้อรา วัสดุพลาสติกที่ใช้มีน้ำหนักเบามาก อาจแยกตามจำพวกและตามโมเลกุลและความหนาแน่น

3. โลหะ มีคุณสมบัติแข็งแรง ทนทาน การเคลือบผิวภายในจะช่วยลดการสึกกร่อน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ ไม่มีการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซ แต่มีจุดอ่อนอยู่ตามรอย ต่อหรือฝา

4. แก้ว ผลิตจากหินปูน โซดา หินซิลิกา และอะลูมิเนียม เกิดการหลอมเหลวในอุณหภูมิ 1,537.78 องศาเซลเซียส แล้วนำไปเป่าขึ้นรูป มีความทนทานต่อสารเคมี รักษาคุณภาพสินค้าได้ดีมาก มีความใส สามารถทำเป็นสีต่างๆ ได้ ทนต่อแรงกดได้สูง แต่เปราะแตกง่าย ในด้านสิ่งแวดล้อมสามารถนำกลับมาใช้ได้ถึง 100 ครั้ง และสามารถหลอมใหม่ได้ สิ่งสำคัญคือ ฝาขวดจะต้องเลือกใช้ฝาที่ได้ขนาด และปิดได้สนิทแน่น เพื่อช่วยรักษาคุณภาพและอายุของสินค้า

พลาสติกชนิดต่าง ๆ (วิกิพีเดีย, 2552)

พลาสติกเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้นใช้แทนวัสดุธรรมชาติ บางชนิดเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความเย็นก็แข็งตัว เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความร้อนก็อ่อนตัว บางชนิดแข็งตัวถาวร มีหลายชนิด เช่น ไนลอน ยางเทียม ใช้ทำสิ่งต่าง ๆ เช่น เสื้อผ้า ฟิล์ม ภาชนะ ส่วนประกอบเรือหรือรถยนต์

พลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) หรือเรซิน เป็นพลาสติกที่ใช้กันแพร่หลายที่สุดเมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว และเมื่ออุณหภูมิเย็นลงจะแข็งตัว สามารถเปลี่ยนรูปได้ พลาสติกประเภทนี้โครงสร้างโมเลกุลเป็นโซ่ตรงยาว มีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่พอลิเมอร์น้อยมาก จึงสามารถหลอมเหลว หรือเมื่อผ่านการอัดแรงมากจะไม่ทำลายโครงสร้างเดิม ได้แก่

1.1 พอลิเอทิลีน (Polyethylene: PE) เป็นพลาสติกที่ไอน้ำซึมผ่านได้เล็กน้อย แต่อากาศผ่านเข้าออกได้ มีลักษณะขุ่นและทนความร้อนได้พอควร เป็นพลาสติกที่นำมาใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรม เช่น ท่อน้ำ ถัง ถู ขวด แท่นรองรับสินค้า

1.2 พอลิโพรพิลีน (Polypropylene: PP) เป็นพลาสติกที่ไอน้ำซึมผ่านได้เล็กน้อย แข็งกว่าพอลิเอทิลีนทนต่อการขีดข่วนและความร้อนสูง ใช้ทำแผ่นพลาสติกถุงพลาสติกบรรจุอาหารที่ทนร้อน หลอดดูดพลาสติก เป็นต้น

1.3 พอลิสไตรีน (Polystyrene: PS) มีลักษณะโปร่งใส เปราะ ทนต่อการขีดข่วน และต่าง ไอน้ำและอากาศซึมผ่านได้พอควร ใช้ทำชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องใช้สำนักงาน เป็นต้น

1.4 SAN (styrene-acrylonitrile) เป็นพลาสติกโปร่งใส ใช้ผลิตชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนยานยนต์ เป็นต้น

1.5 ABS (acrylonitrile-butadiene-styrene) สมบัติคล้ายพอลิสไตรีน แต่ทนสารเคมีดีกว่า เหนียวกว่า โปร่งแสง ใช้ผลิตถ้วย ถาด เป็นต้น

1.6 พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride: PVC) ไอน้ำและอากาศซึมผ่านได้พอควร แต่ป้องกันไขมันได้ดีมีลักษณะใส ใช้ทำขวดบรรจุน้ำมันและไขมันปรุงอาหาร ขวดบรรจุเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เช่น ไวน์ เบียร์ ใช้ทำแผ่นพลาสติก ห่อเนยแข็ง ทำแผ่นแลมินเนตชั้นในของถุงพลาสติก

1.7 ไนลอน (Nylon) เป็นพลาสติกที่มีความเหนียวมาก คงทนต่อการเพิ่มอุณหภูมิ ทำแผ่นแลมินเนตสำหรับทำถุงพลาสติกบรรจุอาหารแบบสุญญากาศ

1.8 พอลิเอทิลีน เทอร์ฟะธาเลต (Terylene: polyethylene terephthalate) มีความเหนียวมากลักษณะโปร่งใส ราคาแพง ใช้ทำแผ่นฟิล์มบาง ๆ บรรจุอาหาร

1.9 พอลิคาร์บอเนต (Polycarbonate: PC) มีลักษณะ โปร่งใส แข็ง ทนแรง ยืดและแรงกระแทกได้ดี ทนความร้อนสูง ทนกรด แต่ไม่ทนด่าง เป็นรอยหรือคราบอาหาร จับยาก ใช้ทำถ้วย จาน ชาม ขวดนมเด็ก และขวดบรรจุอาหารเด็ก

2. เทอร์โมเซตติงพลาสติก (Thermosetting plastic) เป็นพลาสติกที่มีสมบัติพิเศษ คือ ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและทนปฏิกิริยาเคมีได้ดี เกิดคราบและรอยเปื้อนได้ยาก คงรูปหลังการผ่านความร้อนหรือแรงดันเพียงครั้งเดียว เมื่ออุณหภูมิเย็นลงจะแข็งมาก ทนความร้อนและความดัน ไม่อ่อนตัวและเปลี่ยนรูปร่างไม่ได้ ถ้าอุณหภูมิสูงก็จะแตกและไหม้เป็นขี้เถ้าสีดำ พลาสติกประเภทนี้โมเลกุลจะเชื่อมโยงกันเป็นร่างแหจับกันแน่น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลแข็งแรงมาก จึงไม่สามารถนำมาหลอมเหลวได้ กล่าวคือ เกิดการเชื่อมต่อกันไปมาระหว่างสายโซ่ของโมเลกุลของพอลิเมอร์ (cross linking among polymer chains) ด้วยเหตุนี้หลังจากพลาสติกเย็นจนแข็งตัวแล้ว จะไม่สามารถทำให้อ่อนได้อีกโดยใช้ความร้อน หากแต่จะสลายตัวทันทีที่อุณหภูมิสูงถึงระดับ การทำพลาสติกชนิดนี้ให้เป็นรูปลักษณะต่าง ๆ ต้องใช้ความร้อนสูง และโดยมากต้องการแรงอัดด้วย เทอร์โมเซตติงพลาสติก ได้แก่

2.1 เมลามีน ฟอรัมาลดีไฮด์ (Melamine formaldehyde) มีสมบัติทางเคมีทนแรงดันได้ 7,000-135,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทนแรงอัดได้ 25,000-50,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทนแรงกระแทกได้ 0.25-0.35 ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ทนความร้อนได้ถึง 140 องศาเซลเซียส และทนปฏิกิริยาเคมีได้ดี เกิดคราบและรอยเปื้อนยาก เมลามีนใช้ทำภาชนะบรรจุอาหารหลายชนิด และนิยมใช้กันมาก มีทั้งที่เป็นสีเรียบและลวดลายสวยงาม ข้อเสียคือ น้ำส้มสายชูจะซึมเข้าเนื้อพลาสติกได้ง่าย ทำให้เกิดรอยด่าง แต่ไม่มีพิษภัยเพราะไม่มีปฏิกิริยากับพลาสติก

2.2 ฟีนอล ฟอรัมาลดีไฮด์ (phenol-formaldehyde) มีความต้านทานต่อตัวทำละลายสารละลายเกลือและน้ำมัน แต่พลาสติกอาจพองบวมได้เนื่องจากน้ำ หรือแอลกอฮอล์ พลาสติกชนิดนี้ใช้ทำฝาขวด และหม้อ

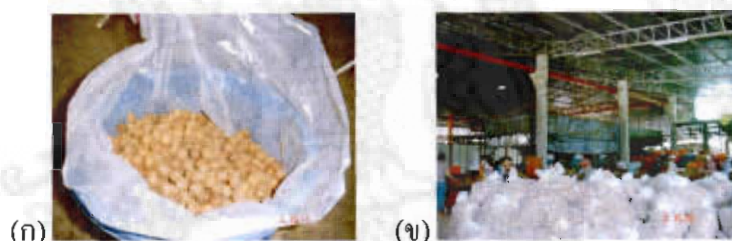
2.3 อีพ็อกซี (epoxy) ใช้เคลือบผิวของอุปกรณ์ภายในบ้านเรือน และท่อเก็บก๊าซ ใช้ในการเชื่อมส่วนประกอบโลหะ แก้ว และเซรามิก ใช้ในการหล่ออุปกรณ์ที่ทำจากโลหะ และเคลือบผิวอุปกรณ์ ใช้ใส่ในส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้า เส้นใยของท่อ และท่อความดัน ใช้เคลือบผิวของพื้นและผนัง ใช้เป็นวัสดุของแผ่นกำบังนิวตรอน ซีเมนต์ และปูนขาว ใช้เคลือบผิวถนน เพื่อกันลื่น ใช้ทำโฟมแข็ง ใช้เป็นสารในการทำสีของแก้ว

2.4 พอลิเอสเทอร์ (polyester) กลุ่มของโพลิเมอร์ที่มีหมู่เอสเทอร์ในหน่วยซ้ำ เป็นพอลิเมอร์ที่นำมาใช้งานได้หลากหลาย เช่น ใช้ทำพลาสติกสำหรับเคลือบผิว ขวดน้ำ เส้นใย พิล์มและยาง เป็นต้น ตัวอย่างโพลิเมอร์ในกลุ่มนี้ เช่น พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต พอลิบิวทิลีนเทเรฟทาเลต และพอลิเมอร์ผลึกเหลวบางชนิด

2.5 ยูรีเทน (urethane) ชื่อเรียกทั่วไปของเอทิลคาร์บาเมต

2.6 พอลิยูรีเทน (polyurethane) โพลิเมอร์ประกอบด้วยหมู่ยูรีเทน เตรียมจากปฏิกิริยาระหว่างไดไอโซไซยานต (di-isocyanates) กับ ไดออล (diols) หรือ ไทรออล (triols) ที่เหมาะสม ใช้เป็นกาว และน้ำมันชักเงา พลาสติกและยาง ชื่อย่อคือ PU

ในปัจจุบันเกษตรกรผู้ผลิตลำไยอบแห้งนิยมนำถุง High density polyethylene (HDPE) หรือเรียกกันติดปากว่า “ถุงไฮเดน” มาใช้บรรจุลำไยอบแห้งทั้งเปลือกก่อนนำไปบรรจุลงกล่องกระดาษอีกชั้นหนึ่ง ดังภาพ 9



ภาพ 9 การบรรจุลำไยลงในถุง HDPE (ก) เกษตรกรรายย่อย (ข) ผู้ผลิตระดับโรงงาน

สุวรรณ และคณะ (2550) ศึกษาการเก็บรักษาทุเรียนดิบสดแห้งจากทุเรียนพันธุ์หมอนทองดิบ โดยนำทุเรียนดิบสดแห้งที่ทำจากทุเรียนดิบแก่จัดพันธุ์หมอนทอง เก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด ชนิดที่หนึ่ง คือ ถุงพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีนและบรรจุในกระป๋อง ที่มีฝาปิดเป็นพลาสติก ชนิดที่สอง คือ ถุงกระสอบสานด้วยพลาสติกพอลิโพรพิลีนที่บุภายในด้วยพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน เก็บตัวอย่างที่บรรจุในภาชนะทั้ง 2 ชนิดนี้ไว้ในห้องที่มีการถ่ายเทอากาศที่ดี ไม่ถูกแสงอาทิตย์ส่องถึง มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 28-32 องศาเซลเซียส ทำการตรวจวัดความชื้น ความหนืด สี และกลิ่นของตัวอย่างทุเรียนดิบสดแห้งที่เก็บไว้นี้ ทุก ๆ 1 เดือน นาน 12 เดือน พบว่าทุเรียนดิบสดแห้งที่เก็บรักษาในถุงพอลิโพรพิลีน และบรรจุในกระป๋องที่มีฝาปิดพลาสติกสามารถคงสภาพเดิมได้นาน 12 เดือน ส่วนทุเรียนดิบสดแห้ง ที่เก็บในถุงกระสอบสานด้วยพลาสติกพอลิโพรพิลีนที่บุภายในด้วยพลาสติก ชนิดพอลิโพรพิลีนสามารถคงสภาพเดิมได้นาน 8 เดือน โดยไม่มีความแตกต่างของ การเปลี่ยนแปลงความชื้น ความหนืด สี และกลิ่น อย่างเห็นได้ชัด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (2542) ศึกษาการผลิตผงสาหร่ายสำเร็จรูปพบว่า ผลิตภัณฑ์ผงสาหร่ายสำเร็จรูปที่ผลิตจากสาหร่ายผสมนางที่เก็บรักษาในถุงพอลิโพรพิลีน ความหนา 0.10 มิลลิเมตร มีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.63 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 148 โคโลนีต่อกรัม เชื้อรำน้อยกว่า 1 โคโลนีต่อกรัม ผงสาหร่ายที่บรรจุในถุงพอลิโพรพิลีน ความหนา 0.14 มิลลิเมตร มีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.56 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 112 โคโลนีต่อกรัม เชื้อรำน้อยกว่า 1 โคโลนีต่อกรัม ผงสาหร่ายสำเร็จรูปที่ผลิตจากเม็ดสาหร่ายที่เก็บรักษาในถุงพอลิโพรพิลีนหนา 0.10 มิลลิเมตร มีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.73 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 178 โคโลนีต่อกรัม ส่วนผงสาหร่ายสำเร็จรูปที่ผลิตจากเม็ดสาหร่ายในถุงพอลิโพรพิลีนหนา 0.14 มิลลิเมตร มีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.66 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 125 โคโลนีต่อกรัม เชื้อรำน้อยกว่า 1 โคโลนีต่อกรัม

ซึ่งหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความชื้นจากอากาศ อาจใช้สารดูดความชื้นร่วมกับการเลือกชนิดบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม โดยมีข้อมูลพอสังเขปดังนี้

สารดูดความชื้น (บริษัท พาวเวอร์ดราย จำกัด, 2545: ระบบออนไลน์)

ปัจจุบันสารดูดความชื้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับอุตสาหกรรมหลายประเภท ซึ่งใช้เพื่อรักษาสภาพสินค้าให้คงสภาพเดิมจากโรงงานผลิตจนถึงมือลูกค้า โดยความชื้นในอากาศทั้งภายนอกทั่วไปหรือในวัสดุหีบห่อที่บรรจุสินค้าจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการขนส่งสินค้าจากโรงงานไปยังลูกค้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งออกนอกประเทศ หีบห่อที่บรรจุสินค้าจะต้องสัมผัสกับอุณหภูมิที่แตกต่างกันตลอดเวลา จึงมีความเสี่ยงที่ความชื้นในหีบห่อที่บรรจุสินค้าจะกลั่นตัวเป็นน้ำและสร้างความเสียหายให้แก่สินค้าได้ ความชื้นยิ่งสูงมากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำจะเร็วขึ้น

สารดูดความชื้นทำหน้าที่ดูดซับความชื้นจากบรรยากาศและกักเก็บไว้ในตัวเอง การบรรจุของสารกันชื้นเข้าไปในหีบห่อสินค้าจะช่วย ลดความชื้นของอากาศในหีบห่อลง เมื่อความชื้นอยู่ในระดับต่ำโอกาสที่จะเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำจะน้อยลง ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดความเสียหายกับสินค้าได้ ความชื้นในอากาศมีโอกาที่จะสัมผัสและสร้างความเสียหายให้กับสินค้าในหีบห่อได้ 3 ทาง คือ

1. เข้าไปในหีบห่อจากภายนอก
2. อยู่ภายในหีบห่อโดยเข้าไปขณะบรรจุ
3. ตัวสินค้าเองคายความชื้นออกมา

ลักษณะการใช้งาน แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ใส่ซองสารดูดความชื้นในซองเดียวกับสินค้า การใช้ในลักษณะนี้ต้องระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากซองสารดูดความชื้นสัมผัสโดยตรงกับสินค้า การใช้ลักษณะนี้ควรจะปฏิบัติดังต่อไปนี้

1.1 เลือกชนิดสารดูดความชื้นที่ผลิตจากธรรมชาติ ไม่เป็นอันตราย

1.2 เลือกซื้อกับผู้ขายที่มีโรงงานแบ่งบรรจุที่ได้มาตรฐาน

1.3 เลือกสินค้าที่ไม่มีสารเคลือบเคลือบคลอไรด์ผสม

2. ใส่ซองสารดูดความชื้นนอกซองบรรจุสินค้าและแพ็คเกจของสินค้าและซองสารดูดความชื้นในห่อเดียวกัน การใช้งานลักษณะนี้จะให้ความปลอดภัยกับสินค้ามากกว่าลักษณะแรก เนื่องจากไม่มีการสัมผัสโดยตรงกับสินค้า โดยเลือกใช้ชนิดของสารดูดความชื้นที่มีความสามารถในการดูดความชื้นสูงสุดแต่ไม่มีสารเคลือบเคลือบคลอไรด์ผสมอยู่ เนื่องจากเมื่อเคลือบเคลือบคลอไรด์ละลายแล้วจะออกฤทธิ์กัดกร่อนและซึมผ่านเข้าไปทำความเสียหายให้กับสินค้าได้

3. ใส่ซองสารดูดความชื้นในตู้คอนเทนเนอร์หลังจากบรรจุสินค้าแล้ว การใช้ลักษณะนี้เพื่อป้องกันหีบห่อภายนอกไม่ให้เปียกจากน้ำที่กลั่นตัวจากความชื้นภายในตู้คอนเทนเนอร์ ข้อแนะนำในการใช้คือ ใช้ขนาดสินค้า 1 กิโลกรัม บรรจุถุงผ้าหรือบรรจุของวันเวย์ขนาด 200 กรัม แล้วแขวนสารดูดความชื้นไว้ให้ทั่วทั้งตู้คอนเทนเนอร์ โดยตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 6.10 เมตร ควรใช้สารดูดความชื้นประมาณ 20 กิโลกรัม

สารดูดความชื้นที่ผลิตจากธรรมชาติได้รับความสนใจ และนิยมนำไปใช้มากขึ้น โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากลูกค้าขอให้เปลี่ยนจากสารซิลิกาเจล และแคลเซียมออกไซด์ เป็นสารจากธรรมชาติ อีกส่วนหนึ่งใช้เพราะคำนึงถึงสภาพแวดล้อม ผู้ใช้สารดูดความชื้นจากธรรมชาติหลายราย พบว่า การใส่สารดูดความชื้นที่ผลิตจากชาตินั้น นอกจากให้ประสิทธิภาพสูงและปลอดภัยกว่าสารดูดความชื้นที่ผลิตจากซิลิกาเจล และแคลเซียมออกไซด์แล้วยังสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับสินค้าอีกด้วย จึงเป็นเหตุให้ในปัจจุบันผู้ผลิตสินค้าอาหารมากกว่าร้อยละ 60 นิยมใช้สารดูดความชื้นที่ผลิตจากธรรมชาติแทนการใช้ซิลิกาเจล และแคลเซียมออกไซด์ ซึ่งในอนาคตความต้องการสารดูดความชื้นที่ผลิตจากธรรมชาติจะมากขึ้น ขณะที่ความต้องการของซิลิกาเจล และแคลเซียมออกไซด์จะลดลงจนหมดไป

ตาราง 12 เปรียบเทียบความสามารถในการดูดความชื้น

สินค้า	วัตถุดิบ	ความสามารถในการดูดความชื้น (%)	ลักษณะเมื่ออิ่มตัว
ทราย แอค	ดิน ไดอะโตไมเซียส เอิร์ท	30	สีเข้มขึ้น ของสารดูดความชื้นแห้ง ไม่เปลี่ยนรูปทรง
ซิลิกา เจล	โซเดียมซิลิเกต	30	ของสารดูดความชื้นแห้ง ไม่เปลี่ยนรูปทรง ไม่กักเก็บความชื้นไว้ภายใน
อีโคโน รอย เม็ด	แคลเซียมอะลูมิโนซิลิเกตเคลย์	50	สีเข้มขึ้น เม็ดแห้งไม่เปลี่ยนรูปทรง
พาวเวอร์ทราย อัลตรา	แคลเซียมอะลูมิโน ซิลิเกต + พอลิเมอร์	200	เปลี่ยนแปลงสภาพเป็นเจล ของไม่และ

ที่มา: บริษัท พาวเวอร์ทราย จำกัด (2545: ระบบออนไลน์)

อีโคโน รอย ชนิดเม็ด (บริษัท พาวเวอร์ทราย จำกัด, 2545: ระบบออนไลน์)

อีโคโน รอย ชนิดเม็ดเป็นสารดูดความชื้นที่ผลิตจากดินแอตตาพูไคท์ (Attapulldite) ดูดความชื้นได้มากกว่าดินทุกชนิด รวมทั้งซิลิกาเจล โดยอีโคโน รอย ชนิดเม็ดนั้นเป็นสารดูดความชื้นที่ผลิตจากธรรมชาติร้อยละ 100 ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมซึ่งดินแอตตาพูไคท์ (Attapulldite) มีแร่ธาตุซิลิโคนไดออกไซด์ เป็นตัวประกอบอยู่ และซิลิโคนไดออกไซด์นี้ทำหน้าที่ดูดความชื้นในอากาศเข้ามาเก็บไว้โดยดินแอตตาพูไคท์ (Attapulldite) นั้นมีคุณสมบัติพิเศษในการอุ้มน้ำได้มากกว่าดินชนิดอื่น และยังคงสภาพเดิมโดยไม่เหลว และไม่พองตัว (ภาพ 10)



ภาพ 10 อีโคโน รอย ชนิดเม็ด (แอตตาพูไคท์)

ที่มา: บริษัท พาวเวอร์ทราย จำกัด (2545: ระบบออนไลน์)

ข้อมูลทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพ

เม็ดสีน้ำตาล หรือ สีเทา

ขนาดเม็ด

2.0 - 2.5 มิลลิเมตร

ความหนาแน่น (กรัม/เซนติเมตร³)

0.69

ความแข็ง (นิวตัน/เมตร²)

> 30

Granularity distribution (%)

> 96

ตาราง 13 ส่วนประกอบของอีโค่ทราย ชนิดเม็ด

แร่ธาตุ	ส่วนประกอบ						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	TiO ₂
ปริมาณ (%)	65.24	12.43	3.74	4.46	4.47	8.72	0.61

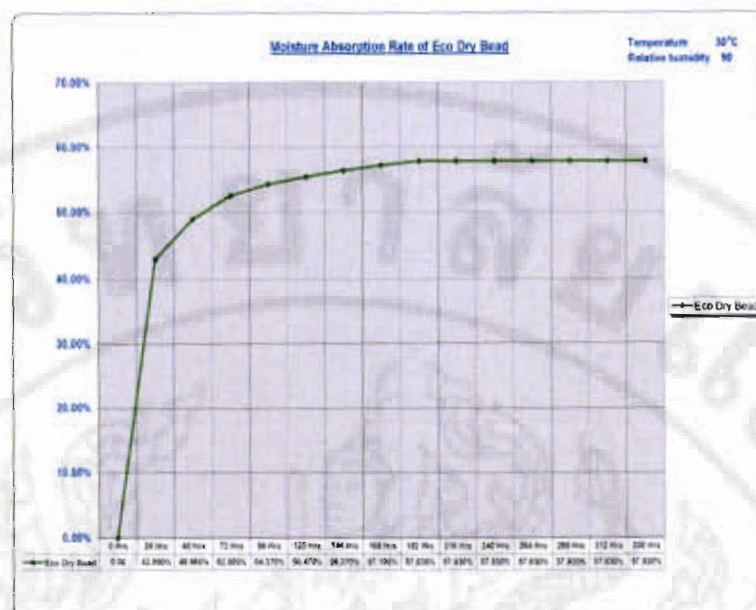
ที่มา: บริษัท พาวเวอร์ทราย จำกัด (2545: ระบบออนไลน์)

ข้อมูลการใช้งาน

ความสามารถในการดูดความชื้นร้อยละ 45 ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90

บรรจุภัณฑ์: พลาสติก กระดาษ กระดาษแข็ง ถุงผ้า แบ่งบรรจุ ขนาดละ 1 ถึง

2,000 กรัม แบบกระสอบบรรจุกระสอบละ 25 กิโลกรัม



ภาพ 11 ความสามารถในการดูดความชื้นของอีโคทราย ชนิดเม็ด
ที่มา: บริษัท พาวเวอร์ทราย จำกัด (2545: ระบบออนไลน์)

ข้อมูลความปลอดภัย

ความเป็นพิษ

พิษสะสม : ไม่มี

พิษจากการหายใจ : ไม่มี

พิษที่ก่อให้เกิดมะเร็ง : ไม่มี

ความปลอดภัย

กรณีเข้าตา : ล้างด้วยน้ำสะอาด

สัมผัสกับผิวหนัง : ล้างด้วยน้ำสะอาด

กรณีสูดดม : ไม่มี

เมื่อรับประทานเข้าร่างกาย : ทำให้ผู้ป่วยอาเจียนเอาสารออกและรีบนำส่ง

แพทย์ทันที

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุอุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

- 1 ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ซื้อจากแหล่งต่าง ๆ ในจังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ อำเภอสันป่าตอง 2 ตัวอย่าง อำเภอสารภี 3 ตัวอย่าง และในจังหวัดลำพูน ได้แก่ อำเภอบ้านธิ 3 ตัวอย่าง
- 2 สารดูดความชื้น (ผลิตจากดินดินแอตตาพูไต์ (Attapulidite): บริษัท พาวเวอร์ คราย จำกัด)
- 3 ถุง High density polyethylene (HDPE)
- 4 ถุง Polypropylene (PP)

2. เครื่องมือ

- 1 ตู้อบลมร้อน (Termaks: TS 7472 model, Norway)
- 2 ตู้อบสูญญากาศ (WTB binder: VD model, Germany)
- 3 หม้อนึ่งความดัน (All American: B0002176, USA)
- 4 ตู้บ่มเชื้อแบบควบคุมอุณหภูมิ (Jermaks: B8000, Germany)
- 5 เครื่องวัดค่าสี (Tri-stimulus colorimeter JC801, Japan)
- 6 เครื่องวัดค่าความแข็ง (Lloyd Instruments: LR 10 K, USA.)
- 7 เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนถาดหลุมไมโครเพลท (micro plate reader)
- 8 เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (New Brunswick Scientific Innova 4340, USA)
- 9 เครื่องหมุนเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิ (SORVALL: RC 50 PLUS, USA)
- 10 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Poly Science: Standard controller model, Australia)
- 11 เครื่องชั่งแบบวิเคราะห์ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.0001 กรัม (Sartorius: AC 211s model, Germany)
- 12 เครื่อง Ultrasonic bath (Branson 2210, U.S.A.)
- 13 เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (High performance liquid chromatography: HPLC; Agilent 1100, U.S.A.)

- 14 ตู้ถ่ายเชื้อ (lamina flow: Holten Laminar HB2472, Denmark)
- 15 เครื่องวัดค่า Water Activity (Water activity meter: Aqua lab 3TE, U.S.A.)

3. อุปกรณ์

- 1 บีกเกอร์ (Beaker)
- 2 ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask)
- 3 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
- 4 กระบอกตวง (Cylinder)
- 5 แท่งแก้วคนสาร (Sterling rod)
- 6 ปิเปตต์ (Pipette)
- 7 ปิเปตต์ทึบ (pipette tip)
- 8 ไมโครปิเปตต์ (Micro pipette)
- 9 หลอดทดลอง (Test tube)
- 10 ลูกยาง (Pipette ball)
- 11 หลอดหยด (Dropper)
- 12 ขวดน้ำกลั่น (wash bottle)
- 13 กระดาษกรอง (filter paper)
- 14 ครอบอะลูมิเนียม (moisture can)
- 15 คีมจับ (forceps)
- 16 โถดูดความชื้น (Duran vakuumfest: DN 250 model, Germany)
- 17 ชุดบิวเรตและขาตั้ง (Burette set)
- 18 จานเลี้ยงเชื้อ (Plate)
- 19 ขวด Duran
- 20 ตะแกรงใส่หลอดทดลอง (sieve: Retsh, Germany)
- 21 ครอบสเตนเลส (stainless steel jars)
- 22 เครื่องกวนแม่เหล็ก (magnetic stirrer)
- 23 เหยิงพลาสติกและมิด

4. สารเคมี

- 1 Tartaric acid 10% (analytical grade, MERK)

- 2 Sodium chloride (analytical grade, MERK)
- 3 Sodium hydroxide (analytical, Merck)
- 4 Potassium hydrogen phthalate (analytical grade, MERK)
- 5 Phenolphthalein indicator (analytical grade, MERK)
- 6 Sodium potassium tartrate (analytical grade, Univar)
- 7 Anhydrous sodium carbonate (analytical grade, Univar)
- 8 Copper sulfate (analytical grade, Univar)
- 9 Sodium hydrogen carbonate (analytical grade, Univar)
- 10 Anhydrous sodium sulfate (analytical grade, Univar)
- 11 Ammonium molybdate (analytical grade, MERK)
- 12 Con. Sulfuric acid (analytical grade, Labscan)
- 13 Di-sodium hydrogen arsenate hepta hydrate (analytical grade, MERK)
- 14 Ethanol (commercial grade, Labscan)
- 15 Acetonitrile (HPLC grade, Labscan)

5. อาหารเลี้ยงเชื้อ

- 1 Potato dextrose agar (analytical grade, Hi media)
- 2 Peptone water (analytical grade, Hi media)

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาคุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อายุการเก็บรักษาช่วง 0-12 เดือน

ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกซื้อจากเกษตรกรที่ผลิตลำไยอบแห้งทั้งเปลือกจากแหล่งต่าง ๆ ในจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน มาทำการตรวจสอบคุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ทั้งหมด 8 ตัวอย่าง ดังนี้ คือ

ตัวอย่างลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อบโดยใช้เตาอบแบบไอน้ำ มี 3 ตัวอย่าง ได้แก่

สิ่งทดลองที่ 1 แทนด้วยรหัส kt จาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน

สิ่งทดลองที่ 2 แทนด้วยรหัส kw จาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่

สิ่งทดลองที่ 3 แทนด้วยรหัส kk จาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่

ตัวอย่างลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อบโดยใช้เตาอบกระแบบใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง มี 5 ตัวอย่าง ได้แก่

สิ่งทดลองที่ 1 แทนด้วยรหัส kd จาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่

สิ่งทดลองที่ 2 แทนด้วยรหัส kp จาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่

สิ่งทดลองที่ 3 แทนด้วยรหัส ks จาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่

สิ่งทดลองที่ 4 แทนด้วยรหัส ke จาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน

สิ่งทดลองที่ 5 แทนด้วยรหัส kc จาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน

โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมซึ่งอบโดยเตาอบลมร้อนแบบใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นกลับลำไย และอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง โดยแทนด้วยรหัส cl

นำตัวอย่างทั้งหมดมาตรวจคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ทุก 2 เดือน ดังนี้ คือ

1.1 การตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ

1.1.1 การวัดค่าสีของเปลือกและเนื้อลำไยอบแห้ง

1.1.2 การวัดค่าความแข็งของเปลือกลำไยอบแห้ง

1.1.3 การวิเคราะห์ค่า water activity ของเนื้อ และเปลือกลำไยอบแห้ง

1.1.4 การวิเคราะห์ความชื้นของเนื้อ และเปลือกลำไยอบแห้ง

1.2 การตรวจสอบคุณภาพด้านเคมี

1.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณสาร 5-hydroxy methyl furfural (5-HMF)

1.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปน้ำตาลกลูโคส

1.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก

1.3 การตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์

1.3.1 การวิเคราะห์หาเชื้อยีสต์และราทั้งหมดโดยวิธี pour plate

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การตรวจสอบด้านกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบสุ่มตลอด (Completely Randomize Design: CRD) ทำการตรวจสอบ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยโปรแกรมวิเคราะห์ผลสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ (SPSS for Windows)

2. ศึกษาแนวทางการพัฒนาการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

นำลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่ซื้อจากเกษตรกรที่อบลำไยด้วยเตาอบไอน้ำและเตากระแบบใช้แก๊สหุงต้มอย่างละ 1 ราย โดยให้ส่งทดลองที่ 1 ถึง 8 อบด้วยเตาอบไอน้ำส่วนส่งทดลองที่ 9 ถึง 12 อบด้วยเตากระแบบใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง มาศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาโดยศึกษาบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ถุงพอลิโพรพิลีน (polypropylene: PP) และถุงพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High density polyethylene: HDPE) ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน คือ อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส คือ

ส่งทดลองที่ 1 แทนด้วยรหัส KT1 ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกบรรจุในถุง HDPE และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ส่งทดลองที่ 2 แทนด้วยรหัส KT2 ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกบรรจุในถุง HDPE ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

ส่งทดลองที่ 3 แทนด้วยรหัส KT3 ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกบรรจุในถุง PP และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ส่งทดลองที่ 4 แทนด้วยรหัส KT4 ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกบรรจุในถุง PP ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ส่งทดลองที่ 5 แทนด้วยรหัส KT5 ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกบรรจุในถุง PP เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

ส่งทดลองที่ 6 แทนด้วยรหัส KT6 ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกบรรจุในถุง PP ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

ส่งทดลองที่ 7 แทนด้วยรหัส KD1 ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกบรรจุในถุง HDPE และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ส่งทดลองที่ 8 แทนด้วยรหัส KD2 ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกบรรจุในถุง HDPE ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

ส่งทดลองที่ 9 แทนด้วยรหัส KD3 ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกบรรจุในถุง PP และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ส่งทดลองที่ 10 แทนด้วยรหัส KD4 ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกบรรจุในถุง PP ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ส่งทดลองที่ 11 แทนด้วยรหัส KD5 ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกบรรจุในถุง PP เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

สิ่งทดลองที่ 12 แทนด้วยรหัส KD6 ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกบรรจุในถุง PP ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

โดยตรวจสอบคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกทั้ง 12 สิ่งทดลอง ทุก ๆ 2 เดือน ได้แก่

2.1 การตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ

- 2.1.1 การวัดค่าสีของเปลือกและเนื้อลำไยอบแห้ง
- 2.1.2 การวัดค่าความแข็งของเปลือกลำไยอบแห้ง
- 2.1.3 การวิเคราะห์ค่า water activity ของเนื้อ และเปลือกลำไยอบแห้ง
- 2.1.4 การวิเคราะห์ความชื้นของเนื้อ และเปลือกลำไยอบแห้ง

2.2 การตรวจสอบคุณภาพด้านเคมี

- 2.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณสาร 5-hydroxy methyl furfural (5-HMF)
- 2.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส
- 2.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก

2.3 การตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์

- 2.3.1 การวิเคราะห์หาเชื้อยีสต์และราทั้งหมด โดยวิธี pour count

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวัดค่าสีของเปลือกลำไยและเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือก การวัดค่าความแข็งของเปลือกลำไยอบแห้งทั้งเปลือก วิเคราะห์ปริมาณสาร 5-HMF วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปน้ำตาลกลูโคส วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก วิเคราะห์ Water Activity วิเคราะห์ปริมาณความชื้นและวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และราทั้งหมดโดยวิธี Plate count โดยจัดการสิ่งทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial) และวางแผนการทดลองแบบสุ่มดลตลอดสมบูรณ์ (Completely Randomize Design: CRD) โดยมีปัจจัยคือ ชนิดของบรรจุภัณฑ์ ระยะเวลาการเก็บรักษาและอุณหภูมิ การเก็บรักษา ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยโปรแกรมวิเคราะห์ผลสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ (SPSS for Windows)

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อายุการเก็บรักษาช่วง 0-12 เดือน

เมื่อนำลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่ซื้อจากเกษตรกรทุกสิ่งทดลอง มาศึกษาความแตกต่างทางคุณภาพกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ ในระหว่างการเก็บรักษา 0 2 4 6 8 10 และ 12 เดือน พบว่า ตั้งแต่เริ่มการเก็บรักษาจนถึง 12 เดือน ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกทุกสิ่งทดลองมีการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้น และค่า water activity ($p \leq 0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงด้านค่าสีนั้นทุกสิ่งทดลองมีการเปลี่ยนแปลง ยกเว้นสิ่งทดลอง kc ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ($p \geq 0.05$) การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีตั้งแต่เริ่มต้นการเก็บรักษาจนถึง 12 เดือน พบว่า ทุกสิ่งทดลองเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปน้ำตาลกลูโคส สาร 5-hydroxymethylfurfural และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ($p \leq 0.05$) สำหรับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ ตรวจพบยีสต์และราในเนื้อลำไยอบแห้งตั้งแต่เริ่มต้นการเก็บรักษาจนถึง 12 เดือน น้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม

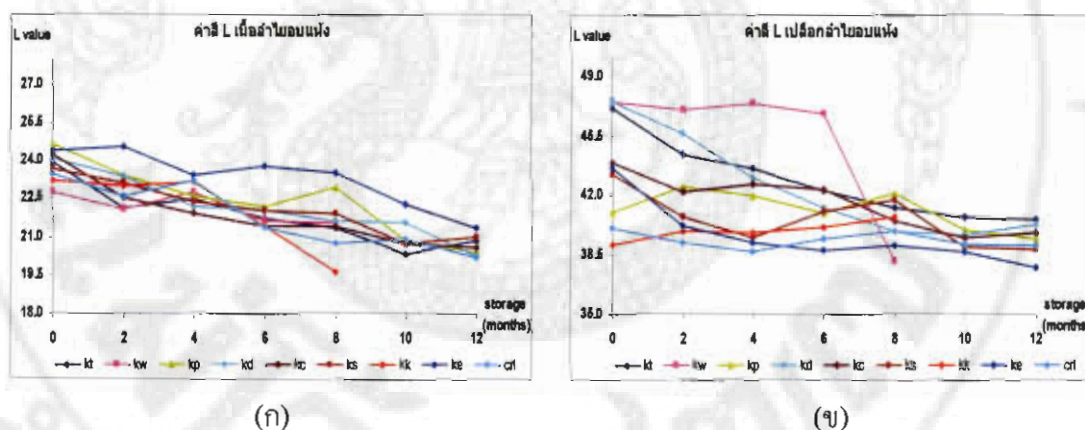
1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

การตรวจวัดคุณภาพทางกายภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ได้แก่ การวัดค่าสี ค่า water activity ปริมาณความชื้นของเนื้อและเปลือกลำไยอบแห้ง และการค่าความแข็งของเปลือก ลำไยอบแห้ง พบว่า ค่าความสว่าง (L) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 – 100 หากค่าสี L แนวโน้มเข้าใกล้ 100 แสดงว่าสิ่งทดลองมีสีสว่าง คือ สีน้ำตาลอ่อน ส่วนค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a^*) นั้นแสดงถึงความเป็นสีแดงของลำไยอบแห้งซึ่งหากมีค่าเป็น (+) แสดงว่าสิ่งทดลองมีแนวโน้มสีแดงมากกว่าสีเขียว และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) ของสิ่งทดลองซึ่งหากมีค่าเป็น (+) แสดงว่าสิ่งทดลองมีแนวโน้มเป็นสีเหลืองมากกว่าสีน้ำเงิน โดยพบว่าค่า L a^* และ b^* ของเปลือกลำไยอบแห้งอยู่ในช่วง 37.71-47.48 13.42-17.14 และ 17.70-24.87 ตามลำดับ (ตารางผนวก 1-7) ค่า L a^* และ b^* เนื้อลำไยอบแห้งอยู่ในช่วง 19.60-24.50 1.67-13.95 และ 0.78-6.96 ตามลำดับ (ตารางผนวก 8-14)

เมื่อพิจารณาถึงค่า L a^* และ b^* พบว่าค่า L (ภาพ 12) ของเนื้อมีค่าต่ำกว่าค่า L ของเปลือก และค่า L ของเนื้อและเปลือกลำไยมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ตาราง 14-22) ทั้งนี้เนื้อลำไยอบแห้งนั้นมีสีเข้มขึ้น อาจเนื่องจากผลของปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Maillard reaction) เพราะลำไยเป็นผลไม้ที่มีน้ำตาลปริมาณสูง โดยปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลนั้น

สามารถเกิดเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) ซึ่งจะเปลี่ยนโมเลกุลของฟีนอลไปเป็น quinine แล้วรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้นและมีสีน้ำตาล (ไฟโรจีน, มปป.) หรือเกิดจากสารพวกเอมีน (amine) กรดอะมิโนหรือโปรตีนทำปฏิกิริยากับสารพวกน้ำตาลอัลดีไฮด์ (aldehyde) หรือคีโตน (ketone) ในขณะที่อาหารผ่านความร้อนหรือเก็บเอาไว้นาน ๆ ทำให้ได้สารเมลานอยดิน (melanoidin) ซึ่งให้สีน้ำตาล หรือเกิดจากปฏิกิริยาของวิตามินอื่นเนื่องมาจากออกซิเจน ทำให้เกิดสารที่มีชื่อว่า furfural ที่ให้สีน้ำตาล และพบมากในน้ำผลไม้และน้ำผลไม้เข้มข้น (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ม.ป.ป.)

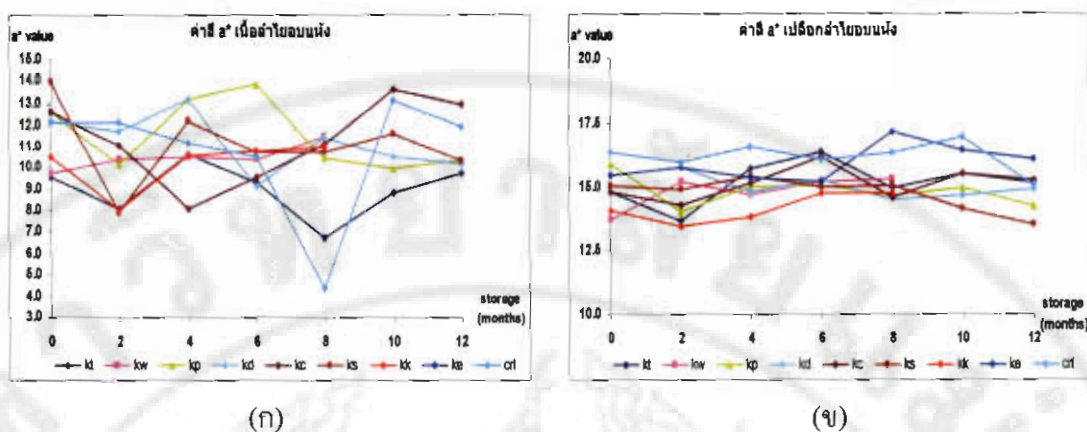
ค่า b^* ของเนื้อและเปลือกลำไยอบแห้งนั้นมีแนวโน้มลดลงที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ภาพ 15 และตาราง 14-22) ทำนองเดียวกับค่า L เนื่องจากสีของเนื้อเป็นสีน้ำตาลทอง (ภาพ 13) และเปลือกลำไยอบแห้งมีน้ำตาลอ่อน แต่ค่า a^* ของเนื้อและเปลือกลำไย (ภาพ 14 และตาราง 14-22) ไม่สามารถสรุปแนวโน้มได้ เนื่องจากสีของเนื้อและเปลือกลำไยไม่ได้อยู่ในเฉดสีแดง-เขียว



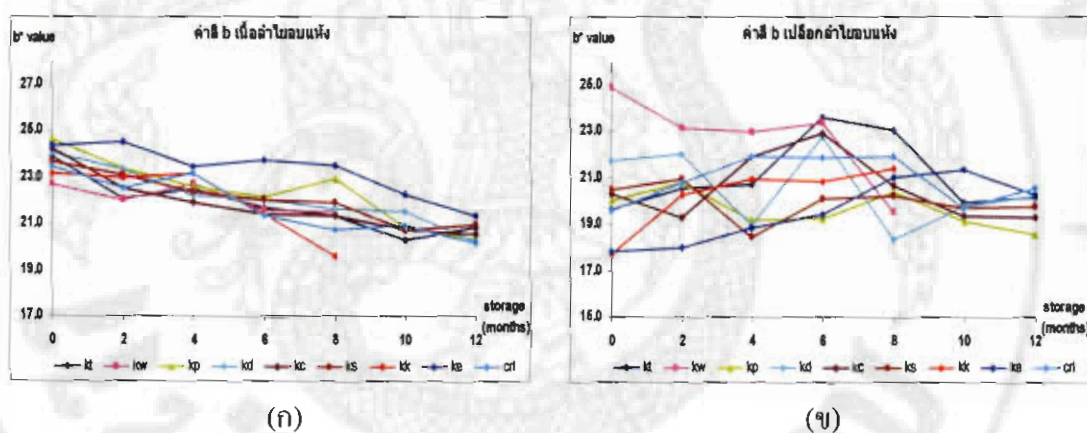
ภาพ 12 ค่าความสว่าง (L) ของ (ก) เนื้อ (ข) เปลือกลำไยอบแห้ง



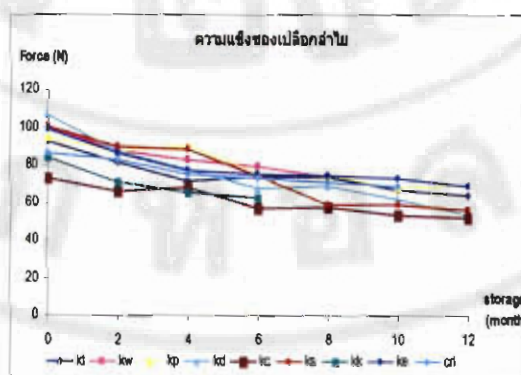
ภาพ 13 สีของเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือกหลังผ่านการอบแห้ง



ภาพ 14 ค่าสีความเป็นสีแดง (a^*) ของ (ก) เนื้อ (ข) เปลือกลำไยอบแห้ง



ภาพ 15 ค่าสีความเป็นสีเหลือง (b^*) ของ (ก) เนื้อ (ข) เปลือกลำไยอบแห้ง

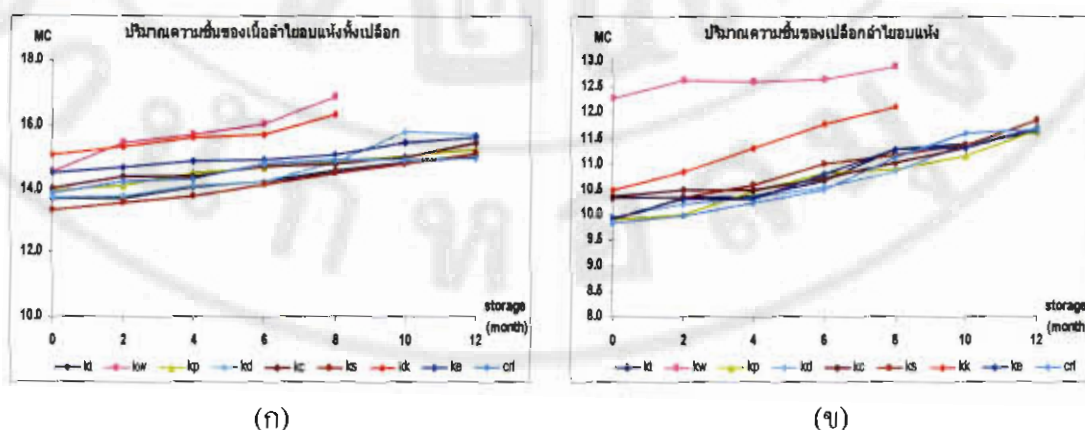


ภาพ 16 ค่าความแข็งของเปลือกลำไยอบแห้ง

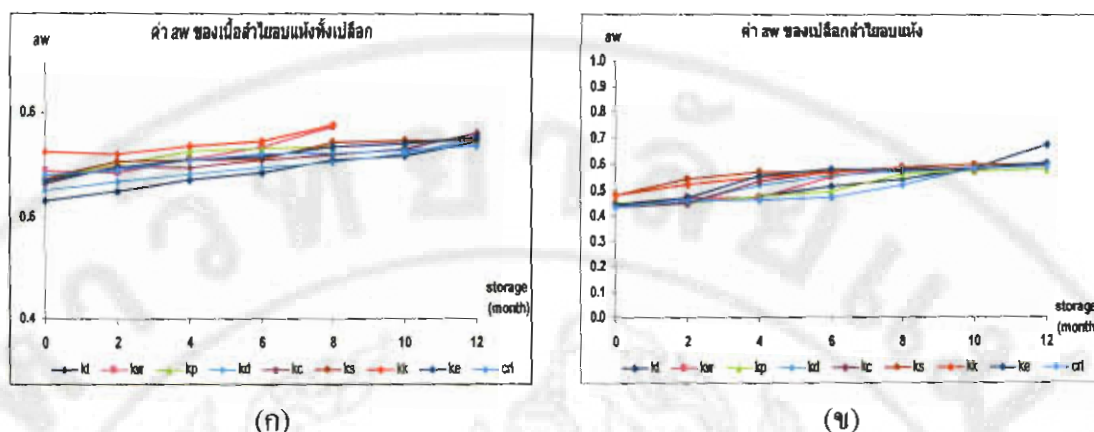
การวิเคราะห์ความแข็งแรงของเปลือกลำไยอบแห้ง (ภาพ 16 และตาราง 14-22) พบว่า ทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ยกเว้นตัวอย่างควบคุม ($p \leq 0.05$) ในระหว่างการเก็บรักษา 0-12 เดือนโดยมีค่าแรงกดอยู่ในช่วง 51.74-118.13 นิวตัน จากภาพจะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นค่าความแข็งแรงของเปลือกมีแนวโน้มลดลง น่าจะมาจากความชื้นเพิ่มขึ้นจึงทำให้เปลือกมีความแข็งแรงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ความชื้นของเปลือกลำไยอบแห้ง (ภาพ 17) คือเมื่อการเก็บรักษานานขึ้นเปลือกลำไยจะดูดความชื้นจากอากาศเข้ามาสู่ในตัวผลิตภัณฑ์มากขึ้น

ปริมาณความชื้นของเนื้อและเปลือกลำไย (ภาพ 17) นั้นอยู่ในช่วงร้อยละ 13.32-16.84 และ 9.83-12.91 ตามลำดับ (ตาราง 14-22) โดยมีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ทุกสิ่งทดลองมีปริมาณความชื้นเริ่มต้นใกล้เคียงกัน ซึ่งเนื้อลำไยประกอบด้วยน้ำตาลและเพคตินซึ่งเป็นสารเกาะเกี่ยวความชื้น จากการวิเคราะห์ตัวอย่างลำไยอบแห้งทั้งเปลือกไม่เกินมาตรฐานเนื่องจากมาตรฐานลำไยอบแห้งทั้งเปลือกกำหนดให้ลำไยอบแห้งทั้งผลมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 13.5 และมีความชื้นเฉพาะเนื้อลำไยไม่เกิน 17 เปอร์เซ็นต์ (สำนักงานมาตรฐานอาหารและสินค้าเกษตรแห่งชาติ, 2549)

ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกมีค่า Water Activity ของเนื้อและเปลือก (ภาพ 18 และตาราง 14-22) อยู่ในช่วง 0.52-0.59 และ 0.43-0.67 ตามลำดับ สอดคล้องกับสุรภา (2548) คือ ค่า water activity ของลำไยอบแห้งสีทอง อยู่ในช่วง 0.47-0.62 โดยค่า water activity มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ค่า water activity นั้น ถือว่ามีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ โดยแบคทีเรียเกือบทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ค่า water activity ต่ำกว่า 0.9 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่า water activity ต่ำกว่า 0.7 แต่ยีสต์และราบางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้อย่างช้าๆ ได้ที่ค่า water activity ต่ำกว่า 0.6



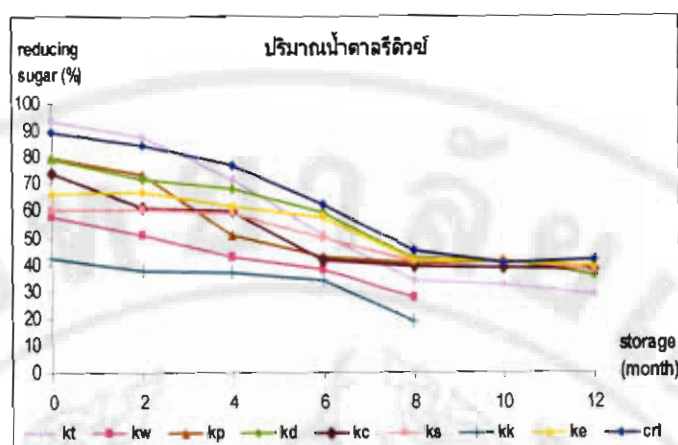
ภาพ 17 ความชื้นของ (ก) เนื้อ และ (ข) เปลือกลำไยอบแห้ง



ภาพ 18 ค่า water activity ของ (ก) เนื้อ (ข) เปลือกลำไยอบแห้ง

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

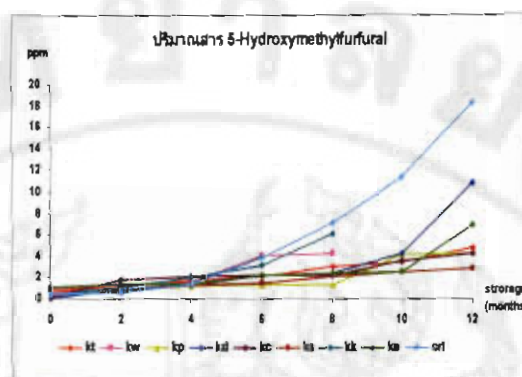
การตรวจวัดคุณภาพทางเคมีของลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณสาร 5-hydroxy methyl furfural (5-HMF) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปน้ำตาลกลูโคส และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก พบว่า ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปน้ำตาลกลูโคส (ภาพ 19) ระหว่างการเก็บรักษา 12 เดือน มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์อยู่ในช่วงร้อยละ 28.88-93.65 ผลการศึกษาสอดคล้องกับสุรภา (2548) ซึ่งพบว่าเนื้อลำไยอบแห้งสีทอง และสีน้ำตาลดำมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ร้อยละ 60.40-78.80 และ 59.65-80.72 ตามลำดับ ส่วนพิมพร (ม.ป.ป.) กล่าวว่าลำไยมีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตส กลูโคส และซูโครส ประมาณ 2.20, 2.53 และ 5.93 กรัมต่อลำไย 8 ผลหรือ 60 กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ นวลศรี (2547) พบว่าลำไยอบแห้งมีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตส กลูโคส และซูโครส อยู่ในช่วงร้อยละ 15.82-30.18 5.68-21.06 และ 1.25-4.68 ตามลำดับ ซึ่งจากภาพ 19 จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เนื่องจากถูกใช้เป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning reaction) โดยเกิดจากสารพวกเอมีน (amine) กรดอะมิโน หรือโปรตีนทำปฏิกิริยากับสารพวกน้ำตาลอัลดีไฮด์ (aldehyde) หรือคีโตน (ketone) ทำให้ได้สารเมลานอยดิน (melanoidin) ซึ่งให้สีน้ำตาล ซึ่งสอดคล้องกับค่า L ซึ่งมีแนวโน้มลดลงเมื่อการเก็บรักษานานขึ้น ผลการศึกษานี้ได้สอดคล้องกับกับประสิทธิ์ (2548) ซึ่งพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเนื้อลำไยอบแห้งลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น



ภาพ 19 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปน้ำตาลกลูโคส

การตรวจวิเคราะห์สาร 5-Hydroxymethyl furfural ในเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือก พบว่า ตั้งแต่เริ่มต้นการเก็บรักษาจนถึง 12 เดือน มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.005-18.15 ppm. (ภาพ 20 และตาราง 14-22) ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณสาร 5-Hydroxymethyl furfural มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการเก็บนานขึ้นสอดคล้องกับสุทธาสินี (2551) ได้รายงานว่ามีระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็นผลให้สีและปริมาณสาร 5-Hydroxymethyl furfural เพิ่มขึ้นตาม ขณะที่น้ำตาลรีดิวซ์และกรดอะมิโนลดลง ซึ่งสอดคล้องกับค่า L ในการทดลองครั้งนี้ (ภาพ 12) มีค่าลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น คือ เนื้อลำไยอบแห้งมีสีเข้มขึ้นเช่นเดียวกับ สิริวรรณ และคณะ (ม.ป.ป.) ที่กล่าวว่าสาร 5-Hydroxymethyl furfural จะเพิ่มขึ้นเมื่อการ degradation เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถวัดอัตราการเกิด degradation ว่าเกิดมากหรือน้อย โดยวัดอัตราการเกิด 5-Hydroxymethyl furfural ที่ค่าการดูดกลืนแสง 282 หรือ 284 นาโนเมตร นอกจากนี้สุทธาสินี และคณะ (ม.ป.ป.) ซึ่งกล่าวว่า สีและปริมาณของสาร 5-Hydroxymethyl furfural ในน้ำผึ้งเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ในขณะที่น้ำตาลรีดิวซ์ (กลูโคสและฟรุกโตส) และกรดอะมิโนมีปริมาณลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในเนื้อลำไยอบแห้งซึ่งลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ในประเทศไทยกระทรวงสาธารณสุข (2543) กำหนดให้น้ำผึ้งให้มีปริมาณ 5-Hydroxymethyl furfural ไม่เกิน 80 ppm ส่วนประเทศกลุ่มยุโรป ได้แก่ มาตรฐาน CODEX ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แก่ FDA กำหนดให้มีปริมาณสาร 5-Hydroxymethyl furfural ในน้ำผึ้งไม่เกิน 60 ppm เนื่องจากสาร 5-Hydroxymethyl furfural มีรสขมและสีคล้ำ ส่งผลต่อรสชาติของน้ำผึ้งโดยสารนี้พบได้ในน้ำผึ้งที่ผ่านการระเหย ความร้อนที่อุณหภูมิสูง หรือเก็บไว้เป็น

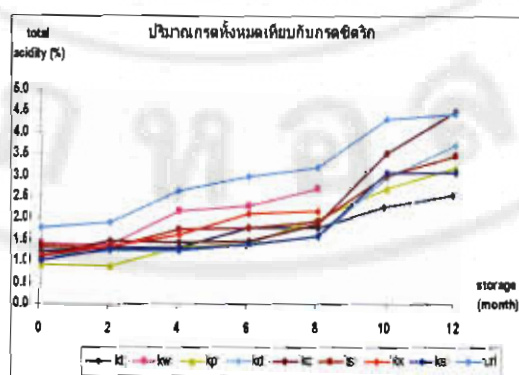
เวลานาน จึงสามารถบ่งชี้ให้เห็นถึงระดับความร้อนที่อาหารได้รับและระยะเวลาการเก็บรักษา (กนกวรรณ, 2545)



ภาพ 20 ผลการวิเคราะห์สาร 5-Hydroxymethyl furfural ในเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

การตรวจหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริกในเนื้อลำไยอบแห้ง (ภาพ 21 และตาราง 14-22) พบว่ามีปริมาณกรดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.87-4.47 และมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรด อาจเนื่องมาจากการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลในเนื้อลำไยอบแห้งให้กลายเป็นกรดได้ และนอกจากนี้ สารประกอบคาร์บอนิลยังสามารถเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลอีกด้วย

ผลการตรวจวิเคราะห์สอดคล้องกับสุรภา (2548) ได้รายงานไว้ว่า ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลำไยอบแห้งสีทองมีค่าร้อยละ 1.27 และยังพบว่าปริมาณกรดของเนื้อลำไยอบแห้งเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น และเมื่อค่า Water Activity สูงขึ้น ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ประสิทธิ์, 2548)



ภาพ 21 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก

ตาราง 14 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง kt ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน

คุณภาพ		อายุการเก็บรักษา (เดือน)						
		0	2	4	6	8	10	12
ค่าสีเปลือกลำไย	L	47.10±1.99 ^a	44.38±0.71 ^b	43.57±1.32 ^{bc}	42.21±0.90 ^{bcd}	41.21±0.91 ^{cd}	40.67±1.81 ^d	40.51±0.73 ^d
	a*	14.76±0.76 ^b	13.65±0.62 ^c	15.68±0.09 ^{ab}	16.38±0.68 ^a	14.91±0.26 ^b	15.49±0.40 ^{ab}	15.12±0.39 ^b
	b* ^{ns}	19.64±0.95	20.51±0.37	20.69±1.58	23.57±2.33	23.00±2.29	19.92±1.88	20.13±0.78
ค่าสีเนื้อลำไย	L	23.88±0.28 ^a	22.09±0.08 ^{bc}	22.46±0.88 ^b	21.67±0.59 ^{bc}	21.36±1.07 ^{bcd}	20.29±0.37 ^d	20.83±0.75 ^{cd}
	a* ^{ns}	9.52±0.57	8.03±0.42	10.64±0.29	9.27±4.42	6.71±1.32	8.78±2.73	9.73±0.78
	b* ^{ns}	3.53±0.95	2.27±2.51	0.87±1.04	3.98±3.40	4.99±1.33	1.34±0.59	1.34±0.59
ความชื้น (%)	เปลือกลำไย ^{ns}	10.35±0.93	10.33±0.33	10.37±0.11	10.68±0.53	11.29±0.08	11.40±0.08	11.62±0.11
	เนื้อลำไย	13.71±0.31 ^a	13.69±0.36 ^a	14.07±0.12 ^{cd}	14.25±0.02 ^{bc}	14.62±0.08 ^{ab}	14.83±0.08 ^a	14.99±0.01 ^a
ค่า a _w	เปลือกลำไย	0.44±0.01 ^a	0.44±0.01 ^a	0.47±0.08 ^{ab}	0.51±0.01 ^{cd}	0.53±0.02 ^{bc}	0.58±0.02 ^b	0.67±0.01 ^a
	เนื้อลำไย	0.52±0.01 ^a	0.53±0.00 ^a	0.54±0.01 ^a	0.54±0.00 ^a	0.56±0.00 ^b	0.56±0.00 ^b	0.57±0.01 ^a
แรงกด (N) ^{ns}		92.38±13.41	81.45±8.03	71.46±13.00	73.82±17.68	73.81±18.69	66.39±11.14	63.71±9.36
น้ำตาลรีดิวซ์ (%)		93.65±15.40 ^a	87.95±24.30 ^{ab}	71.45±7.72 ^b	50.93±0.37 ^c	33.93±0.26 ^{cd}	31.99±3.17 ^d	28.88±2.22 ^d
สาร 5-HMF (ppm)		0.656±0.00 ^a	1.269±0.00 ^c	1.655±0.00 ^e	2.050±0.07 ^d	2.947±0.01 ^c	3.346±0.00 ^b	4.672±0.00 ^a
กรดทั้งหมด (%)		1.77±0.23 ^b	1.23±0.29 ^c	1.30±0.30 ^{bc}	1.30±0.20 ^{bc}	1.77±0.15 ^b	2.26±0.27 ^a	2.53±0.32 ^a
ยีสต์ราทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)		< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30

หมายเหตุ ค่าในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตาราง 15 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง kw ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน

คุณภาพ		อายุการเก็บรักษา (เดือน)				
		0	2	4	6	8
ค่าสีเปลือกลำไย	L	47.44±0.48 ^a	47.02±1.07 ^a	47.42±1.46 ^a	46.80±0.97 ^a	38.07±0.75 ^b
	a ^{***}	13.72±1.08	15.19±0.71	14.65±0.30	15.18±0.25	15.30±0.81
	b ^{***}	24.87±0.81	23.11±3.78	22.97±4.05	23.34±4.18	19.54±2.90
ค่าสีเนื้อลำไย	L ^{**}	22.70±0.99	22.04±1.64	22.70±1.64	21.59±0.55	21.52±2.15
	a ^{***}	9.72±2.50	10.37±0.56	10.49±0.53	10.38±1.30	11.47±0.56
	b [*]	2.27±0.16 ^{ab}	2.99±0.95 ^{ab}	1.18±1.15 ^c	3.16±1.05 ^{ab}	4.00±0.55 ^a
ความชื้น (%)	เปลือกลำไย ^{***}	12.25±0.13	12.62±0.08	12.59±0.40	12.63±0.20	12.91±0.13
	เนื้อลำไย	14.57±0.13 ^c	15.45±0.64 ^{ab}	15.72±0.23 ^b	16.03±0.07 ^{ab}	16.84±0.73 ^a
	เปลือกลำไย	0.45±0.00 ^b	0.47±0.03 ^b	0.47±0.03 ^b	0.54±0.03 ^a	0.58±0.02 ^a
ค่า a _w	เนื้อลำไย	0.54±0.00 ^b	0.54±0.00 ^b	0.56±0.00 ^b	0.57±0.00 ^a	0.59±0.02 ^a
แรงกด (N) ^{***}		100.56±18.22	87.87±29.20	82.59±7.40	79.02±11.67	73.69±14.94
น้ำตาลรีดิวซ์ (%)		57.85±6.90	51.16±17.82	42.41±19.95	38.28±10.14	27.67±11.24
สาร 5-HMF (ppm)		0.508±0.00 ^a	0.550±0.00 ^a	1.482±0.00 ^c	3.940±0.00 ^b	4.207±0.02 ^a
กรดทั้งหมด (%)		1.40±0.17 ^b	1.37±0.23 ^b	2.67±0.35 ^a	2.17±0.23 ^a	2.30±0.40 ^a
บิสต์ราทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)		< 30	< 30	< 30	< 30	< 30

หมายเหตุ ค่าในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ที่การเก็บรักษา 10 และ 12 เดือน ซึ่งทดลองมีเชื้อราเจริญขึ้นบนผิวเปลือกลำไยจนเกิดการเสื่อมเสีย

ตาราง 16 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง kp ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน

คุณภาพ		อายุการเก็บรักษา (เดือน)						
		0	2	4	6	8	10	12
ค่าสีเปลือกลำไย	L	40.92±1.26 ^{ab}	42.47±0.38 ^a	41.96±1.20 ^{ab}	40.95±2.57 ^{ab}	42.10±1.20 ^a	39.92±0.22 ^b	39.42±0.68 ^c
	a*	15.91±1.73	14.01±0.09	14.99±0.79	15.01±0.89	14.61±0.71	14.93±1.04	14.19±0.99
	b*	20.00±1.22 ^{ab}	20.75±0.74 ^a	19.16±0.62 ^b	19.22±1.42 ^b	20.35±0.81 ^{ab}	19.14±1.19 ^c	18.53±0.68 ^c
ค่าสีเนื้อลำไย	L	24.60±1.57 ^a	23.36±0.76 ^{ab}	22.57±1.60 ^{abc}	22.14±1.07 ^{bcd}	22.93±1.16 ^{ab}	20.84±0.34 ^d	20.35±0.83 ^d
	a*	12.61±1.39	10.11±0.25	13.17±0.93	13.85±2.33	10.46±0.46	9.96±1.06	10.33±0.58
	b*	2.15±1.52	4.38±1.75	2.12±0.44	3.09±3.17	2.45±0.01	3.60±0.48 ^b	3.60±0.48
ความชื้น (%)	เปลือกลำไย	9.90±0.01 ^c	9.99±0.08 ^c	10.45±0.16 ^d	10.81±0.10 ^c	10.90±0.14 ^c	11.16±0.11 ^b	11.64±0.1 ^a
	เนื้อลำไย	13.95±0.04 ^d	14.11±0.16 ^{cd}	14.53±0.05 ^{bc}	14.68±0.45 ^b	14.90±0.15 ^{ab}	15.05±0.09 ^{ab}	15.27±0.40 ^a
ค่า pH	เปลือกลำไย	0.45±0.00 ^b	0.45±0.00 ^c	0.47±0.03 ^{bc}	0.48±0.03 ^b	0.55±0.00 ^a	0.57±0.01 ^a	0.57±0.02 ^a
	เนื้อลำไย	0.54±0.00 ^c	0.55±0.00 ^c	0.56±0.00 ^c	0.57±0.00 ^{bc}	0.57±0.00 ^b	0.57±0.00 ^{ab}	0.58±0.00 ^a
แรงกด (N) ^{mm}		94.40±7.98	87.37±19.10	90.30±18.15	75.76±15.98	74.68±12.01	67.50±10.45	67.02±7.90
น้ำตาลรีดิวซ์ (%)		85.49±7.80 ^a	79.34±16.72 ^a	72.98±11.08 ^a	51.04±0.39 ^b	42.61±1.12 ^b	40.57±2.41 ^b	40.69±0.37 ^b
สาร 5-HMF (ppm)		0.342±0.00 ^c	0.691±0.00 ^c	1.096±0.00 ^c	1.210±0.01 ^d	1.226±0.00 ^c	4.036±0.00 ^b	4.194±0.00 ^a
กรดทั้งหมด (%)		1.97±0.06 ^{ab}	0.90±0.10 ^d	0.87±0.06 ^d	1.30±0.50 ^{cd}	1.40±0.50 ^{cd}	2.68±0.18 ^{ab}	3.16±0.85 ^a
บิสโตรทั้งหมด (โคโตนี/กรัม)		< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30

หมายเหตุ ค่าในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตาราง 17 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง kd ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน

คุณภาพ		อายุการเก็บรักษา (เดือน)						
		0	2	4	6	8	10	12
ค่าสีเปลือกลำไย	L	47.10±1.99 ^a	44.38±0.71 ^{ab}	43.57±1.32 ^{bc}	42.21±0.90 ^c	41.21±0.91 ^c	40.67±1.81 ^c	40.51±0.73 ^c
	a* ^{nm}	14.76±0.76	13.65±0.62	15.68±0.09	16.38±0.68	14.91±0.26	15.49±0.40	15.12±0.39
	b* ^{nm}	19.64±0.95	20.51±0.37	20.69±1.58	23.57±2.33	23.00±2.29	19.92±1.88	20.13±0.78
ค่าสีเนื้อลำไย	L	24.05±2.10 ^a	23.31±0.23 ^{ab}	22.18±1.78 ^{bc}	22.00±0.56 ^{bc}	21.60±0.13 ^{bc}	21.52±0.67 ^{bc}	20.21±1.28 ^c
	a* ^{nm}	12.21±4.94	11.72±6.59	13.15±4.07	9.07±5.40	11.41±1.05	10.49±0.81	10.15±0.14
	b* ^{nm}	1.01±2.15	1.87±3.83	3.16±2.67	6.45±0.40	2.27±0.32	1.78±0.54	2.14±1.35
ความชื้น (%)	เปลือกลำไย	9.96±0.10 ^a	10.22±0.09 ^{ab}	10.33±0.06 ^{cd}	10.54±0.11 ^{bc}	10.84±0.23 ^b	11.39±0.22 ^a	11.68±0.13 ^a
	เนื้อลำไย ^{nm}	12.21±4.94	11.72±6.59	13.15±4.07	9.07±5.40	11.41±1.05	10.49±0.81	10.15±0.14
ค่า pH	เปลือกลำไย	0.43±0.00 ^a	0.45±0.01 ^a	0.51±0.02 ^a	0.55±0.01 ^b	0.56±0.01 ^{ab}	0.58±0.01 ^a	0.58±0.02 ^a
	เนื้อลำไย	0.53±0.00 ^a	0.54±0.00 ^a	0.54±0.00 ^a	0.55±0.00 ^{cd}	0.55±0.00 ^c	0.56±0.01 ^b	0.57±0.00 ^a
แรงกด (N) ^{nm}		106.81±15.76a	86.89±5.30ab	78.06±9.85bc	67.47±10.24bcd	69.07±7.85bcd	62.06±19.15cd	53.37±8.48d
น้ำตาลรีดิวซ์ (%)		79.04±17.52 ^a	71.09±1.40 ^{ab}	68.01±0.42 ^{ab}	59.27±0.24 ^b	42.11±1.36 ^c	41.42±2.27 ^c	35.90±0.03 ^c
สาร 5-HMF (ppm)		0.005±0.00 ^a	0.775±0.00 ^a	1.212±0.00 ^a	2.107±0.00 ^d	2.325±0.00 ^c	4.195±0.00 ^b	10.719±0.00 ^a
กรดทั้งหมด (%)		1.57±0.06 ^c	1.23±0.25 ^c	1.40±0.20 ^c	1.13±0.12 ^c	1.23±0.23 ^c	2.92±0.10 ^b	3.69±0.57 ^a
ยีสร์วทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)		< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30

หมายเหตุ ค่าในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตาราง 18 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง kc ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน

คุณภาพ		อายุการเก็บรักษา (เดือน)						
		0	2	4	6	8	10	12
ค่าสีเปลือกลำไย ^{nm}	L	43.86±4.80	42.12±3.65	42.58±0.74	42.32±2.37	40.44±3.29	39.43±0.81	39.78±1.11
	a*	14.78±1.93	14.26±0.37	15.15±0.06	16.13±0.10	14.56±0.20	15.47±0.86	15.25±0.32
	b*	20.32±1.77	19.29±1.69	21.88±4.22	22.92±5.04	20.62±0.43	19.36±1.09	19.30±1.03
ค่าสีเนื้อลำไย ^{nm}	L	24.19±0.93	22.53±1.30	21.91±1.73	21.38±1.77	21.37±1.19	20.71±0.49	20.55±0.77
	a*	12.63±5.58	11.03±2.08	8.05±2.31	9.50±1.00	11.08±0.22	13.58±0.44	12.91±1.07
	b*	2.89±2.08	1.64±1.61	2.83±3.27	4.62±3.14	0.85±0.64	1.58±0.71	0.54±0.62
ความชื้น (%)	เปลือกลำไย	10.36±0.54 ^d	10.49±0.05 ^{cd}	10.50±0.24 ^{cd}	10.72±0.09 ^{bcd}	11.04±0.08 ^{abc}	11.31±0.08 ^{ab}	11.69±0.21 ^a
	เนื้อลำไย	14.01±0.33 ^d	14.40±0.18 ^{cd}	14.39±0.15 ^{cd}	14.72±0.08 ^{bc}	14.80±0.28 ^b	15.00±0.03 ^{ab}	15.46±0.12 ^a
ค่า pH	เปลือกลำไย	0.43±0.00 ^c	0.45±0.00 ^c	0.53±0.03 ^b	0.57±0.01 ^{ab}	0.57±0.00 ^a	0.57±0.01 ^{ab}	0.59±0.04 ^a
	เนื้อลำไย	0.53±0.01 ^c	0.55±0.01 ^{bc}	0.55±0.01 ^b	0.56±0.00 ^b	0.56±0.01 ^b	0.57±0.00 ^{ab}	0.58±0.02 ^a
แรงกด (N) ^{mm}		73.31±16.61	65.69±15.94	67.89±20.90	56.51±18.88	57.78±12.29	53.17±21.58	51.74±6.37
น้ำตาลรีดิวซ์ (%)		73.78±20.70 ^a	60.61±13.59 ^a	59.77±0.08 ^a	38.49±0.14 ^b	41.39±0.15 ^b	39.15±0.35 ^b	37.78±1.71 ^b
สาร 5-HMF (ppm)		0.074±0.00 ^c	1.708±0.01 ^c	2.052±0.00 ^c	2.102±0.00 ^c	2.109±0.00 ^c	3.422±0.00 ^b	4.200±0.00 ^a
กรดทั้งหมด (%)		1.87±0.35 ^c	1.47±0.35 ^c	1.10±0.00 ^c	1.47±0.06 ^c	1.43±0.84 ^c	3.51±0.63 ^b	4.47±0.64 ^a
บิสต์ราทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)		< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30

หมายเหตุ ค่าในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตาราง 19 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง ks ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน

คุณภาพ		อายุการเก็บรักษา (เดือน)						
		0	2	4	6	8	10	12
ค่าสีเปลือกลำไย	L	43.19±1.10 ^a	40.71±2.52 ^{ab}	39.48±2.14 ^{bc}	41.01±0.96 ^{ab}	41.69±0.12 ^{ab}	38.90±0.31 ^{bc}	38.74±1.13 ^c
	a ^{***}	15.05±0.62	14.86±1.58	15.41±0.31	14.96±0.14	15.04±0.13	14.09±2.48	13.47±2.41
	b ^{***}	20.48±2.06	20.91±0.50	18.43±2.17	20.10±0.45	20.21±0.37	19.71±0.69	19.73±1.36
ค่าสีเนื้อลำไย	L ^{***}	23.65±2.94	23.09±1.51	22.37±0.38	22.02±0.51	21.89±0.52	20.72±0.02	20.97±0.42
	a [*]	13.95±1.35 ^a	7.87±0.24 ^d	12.18±0.39 ^b	10.75±0.86 ^{bc}	10.75±0.84 ^{bc}	11.62±0.82 ^{bc}	10.29±0.28 ^c
	b ^{***}	3.80±0.97	2.73±1.32	3.49±3.47	2.97±1.85	2.01±0.46	2.63±0.34	1.53±0.52
ความชื้น (%)	เปลือกลำไย	9.90±0.18 ^a	10.33±0.14 ^a	10.60±0.08 ^a	10.99±0.01 ^c	11.19±0.19 ^{bc}	11.37±0.06 ^b	11.84±0.23 ^a
	เนื้อลำไย	13.32±0.52 ^a	13.56±0.37 ^{ab}	13.79±0.30 ^{abc}	14.13±0.16 ^{bcd}	14.53±0.04 ^{ab}	14.81±0.04 ^{ab}	15.12±0.16 ^a
ค่า a _w	เปลือกลำไย	0.48±0.04 ^a	0.54±0.01 ^b	0.56±0.01 ^{ab}	0.56±0.01 ^{ab}	0.58±0.01 ^a	0.59±0.01 ^a	0.59±0.02 ^a
	เนื้อลำไย	0.54±0.01	0.55±0.00	0.56±0.00	0.56±0.00	0.57±0.02	0.57±0.02	0.57±0.01
แรงกด (N) ^{***}		100.29±10.17a	89.86±11.60a	88.18±10.93a	74.25±12.60ab	58.70±22.05b	58.96±17.86b	56.23±18.95b
น้ำตาลรีดิวซ์ (%)		60.03±52.35	60.38±0.20	58.99±0.39	49.99±0.47	40.67±0.13	41.57±1.85	37.69±1.50
สาร 5-HMF (ppm)		0.951±0.00 ^a	1.302±0.00 ^a	1.191±0.00 ^a	1.442±0.00 ^a	2.084±0.01 ^c	2.445±0.00 ^b	2.740±0.00 ^b
กรดทั้งหมด (%)		1.93±0.45 ^{bc}	1.33±0.23 ^a	1.73±0.61 ^{bc}	1.30±0.10 ^c	1.77±0.23 ^{bc}	2.98±1.27 ^{ab}	3.45±1.19 ^a
บิสโตรวทั้งหมด (โคโลนิ/กรัม)		< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30

หมายเหตุ ค่าในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตาราง 20 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง kk ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน

คุณภาพ		อายุการเก็บรักษา (เดือน)				
		0	2	4	6	8
ค่าสีเปลือกลำไย	L ^{***}	38.99±0.50	39.84±0.60	39.79±0.93	40.08±0.08	40.72±1.15
	a ^{***}	14.06±0.26	13.42±0.40	13.79±0.77	14.73±0.97	14.73±0.23
	b [*]	17.70±0.16 ^b	20.25±0.45 ^a	20.92±1.63 ^a	20.80±0.26 ^a	21.39±0.53 ^a
ค่าสีเนื้อลำไย	L	23.17±0.32 ^a	22.99±0.11 ^a	23.15±1.02 ^a	21.41±1.11 ^b	19.60±0.89 ^c
	a ^{***}	10.49±1.38	7.97±2.09	10.56±0.66	10.78±0.38	10.96±0.17
	b ^{***}	0.78±1.25	2.63±1.61	3.36±0.57	2.22±0.71	2.55±0.50
ความชื้น (%)	เปลือกลำไย	10.49±0.10 ^d	10.04±0.23 ^{cd}	11.31±0.39 ^{bc}	11.77±0.17 ^{ab}	12.09±0.13 ^a
	เนื้อลำไย	15.07±0.35 ^c	15.33±0.07 ^{bc}	15.62±0.08 ^b	15.72±0.08 ^b	16.30±0.03 ^a
ค่า n _D	เปลือกลำไย	0.48±0.03 ^d	0.52±0.03 ^c	0.54±0.02 ^{bc}	0.56±0.01 ^{ab}	0.58±0.02 ^a
	เนื้อลำไย	0.56±0.00 ^c	0.56±0.00 ^c	0.57±0.00 ^{bc}	0.57±0.00 ^b	0.59±0.00 ^a
แรงกด (N) ^{***}		91.35±20.28	84.12±15.56	70.88±33.48	65.00±11.97	62.30±5.59
น้ำตาลรีดิวซ์ (%)		42.14±4.91 ^a	37.66±1.99 ^{ab}	37.13±1.36 ^{ab}	33.86±3.53 ^b	18.65±5.71 ^c
สาร 5-HMF (ppm)		0.341±0.00 ^c	0.982±0.00 ^d	1.919±0.00 ^c	3.104±0.00 ^b	6.011±0.00 ^a
กรดทั้งหมด (%)		1.13±0.35 ^b	1.33±0.42 ^b	1.63±0.38 ^{ab}	2.10±0.17 ^a	2.17±0.23 ^a
ยีสต์ราทั้งหมด (โคโณนิ/กรัม)		< 30	< 30	< 30	< 30	< 30

หมายเหตุ ค่าในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)
 ที่การเก็บรักษา 10 และ 12 เดือน สิ่งทดลองมีเชื้อราเจริญขึ้นบนผิวเปลือกลำไยจนเกิดการเสื่อมเสีย

ตาราง 21 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง ke ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน

คุณภาพ		อายุการเก็บรักษา (เดือน)						
		0	2	4	6	8	10	12
ค่าสีเปลือกลำไย	L	43.50±0.81 ^a	40.14±0.45 ^b	39.15±0.54 ^{bc}	38.66±1.89 ^{bc}	39.02±0.37 ^{bc}	38.62±1.10 ^{bc}	37.71±0.25 ^c
	a*	15.43±0.96 ^b	15.75±0.75 ^b	15.32±0.38 ^b	15.19±0.73 ^b	17.14±0.65 ^a	16.41±0.04 ^{ab}	16.06±0.04 ^{ab}
	b**	17.84±0.58	17.96±1.91	18.83±0.97	19.41±0.52	21.00±0.92	21.29±2.98	20.27±1.46
ค่าสีเนื้อลำไย	L**	24.35±2.30	24.50±1.54	23.40±1.70	23.72±0.46	23.48±0.31	22.24±0.74	21.35±0.31
	a*	12.17±1.01 ^{ab}	12.14±0.96 ^{ab}	11.14±1.30 ^{ab}	10.49±2.01 ^b	4.36±0.40 ^c	13.10±0.94 ^a	11.92±1.41 ^{ab}
	b*	3.68±2.36 ^b	2.16±2.27 ^b	3.17±1.54 ^b	2.64±1.24 ^b	6.96±0.03 ^a	2.06±0.07 ^b	1.65±0.47 ^b
ความชื้น (%)	เปลือกลำไย	9.93±0.08 ^c	10.32±0.04 ^d	10.30±0.05 ^d	10.81±0.18 ^c	11.28±0.04 ^b	11.32±0.04 ^b	11.67±0.16 ^a
	เนื้อลำไย	14.50±0.05 ^d	14.69±0.16 ^{cd}	14.90±0.17 ^{bc}	14.93±0.07 ^{bc}	15.11±0.15 ^b	15.46±0.13 ^a	15.61±0.10 ^a
ค่า a _w	เปลือกลำไย	0.44±0.01 ^d	0.47±0.03 ^c	0.55±0.01 ^b	0.57±0.02 ^{ab}	0.57±0.01 ^{ab}	0.57±0.00 ^{ab}	0.59±0.01 ^a
	เนื้อลำไย	0.54±0.00 ^c	0.55±0.01 ^c	0.56±0.00 ^{cd}	0.56±0.00 ^{bc}	0.57±0.01 ^{ab}	0.57±0.00 ^a	0.58±0.00 ^a
แรงกด (N) **		98.88±11.28	86.51±9.73	77.08±10.32	75.08±4.36	74.27±15.87	73.28±24.38	68.72±8.65
น้ำตาลรีดิวซ์ (%)		65.97±14.94 ^a	66.92±0.40 ^a	61.12±0.30 ^a	57.27±0.53 ^a	41.53±2.89 ^b	41.15±1.54 ^b	38.96±7.16 ^b
สาร 5-HMF (ppm)		0.981±0.00 ^c	1.305±0.01 ^c	1.363±0.00 ^c	2.150±0.00 ^d	2.304±0.00 ^c	2.405±0.00 ^b	6.848±0.00 ^a
กรดทั้งหมด (%)		1.60±0.20 ^b	1.37±0.25 ^b	1.27±0.35 ^b	1.27±0.15 ^b	1.00±0.17 ^b	3.04±0.36 ^a	3.04±0.64 ^a
ยีสต์ราทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)		< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30

หมายเหตุ ค่าในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตาราง 22 คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกของตัวอย่าง cr1 ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน

คุณภาพ		อายุการเก็บรักษา (เดือน)						
		0	2	4	6	8	10	12
ค่าสีเปลือกลำไย	L ^{ab}	40.01±0.13	0.1339.16±1.50	38.64±1.20	39.36±0.34	39.82±0.17	39.07±0.81	39.04±1.78
	a ^{ab}	16.38±1.49	15.96±0.40	16.54±0.40	16.04±0.39	16.30±1.48	16.91±1.08	15.04±3.31
	b ^a	19.55±1.28 ^a	20.78±0.19 ^{ab}	21.86±0.17 ^a	21.82±0.20 ^a	21.91±0.79 ^a	19.67±0.59 ^b	20.53±1.25 ^{ab}
ค่าสีเนื้อลำไย	L	23.45±1.22 ^a	22.55±0.55 ^{ab}	23.17±0.56 ^a	21.33±1.13 ^{bc}	20.72±0.66 ^c	20.87±0.79 ^c	20.17±0.76 ^c
	a ^a	7.89±2.45 ^b	7.31±1.50 ^b	10.00±0.02 ^a	10.96±0.35 ^a	11.47±0.46 ^a	2.06±0.14 ^c	1.68±0.50 ^c
	b ^{ab}	1.99±0.19	2.03±0.11	2.89±0.11	3.17±0.31	3.24±0.23	1.44±1.67	2.97±1.62
ความชื้น (%)	เปลือกลำไย	9.83±0.09 ^c	9.98±0.04 ^{bc}	10.23±0.01 ^{bc}	10.50±0.13 ^b	11.14±0.18 ^a	11.59±0.44 ^a	11.66±0.18 ^a
	เนื้อลำไย	13.88±0.08 ^c	14.22±0.27 ^{bc}	14.31±0.03 ^b	14.79±0.30 ^a	14.93±0.08 ^a	14.91±0.02 ^a	14.95±0.08 ^a
ค่า a _w	เปลือกลำไย	0.43±0.00 ^c	0.46±0.01 ^{bc}	0.46±0.01 ^{bc}	0.47±0.01 ^{bc}	0.51±0.04 ^b	0.57±0.08 ^a	0.58±0.03 ^a
	เนื้อลำไย	0.54±0.00 ^c	0.55±0.00 ^c	0.55±0.00 ^c	0.56±0.01 ^{ab}	0.56±0.00 ^b	0.56±0.00 ^{ab}	0.57±0.00 ^b
แรงกด (N)		118.13±6.10 ^a	86.02±6.76 ^b	82.52±12.70 ^b	75.10±18.25 ^b	72.68±11.68 ^b	70.85±18.87 ^b	68.52±8.69 ^b
น้ำตาลรีดิวซ์ (%)		89.25±5.12 ^a	84.38±44.57 ^a	76.79±4.38 ^{ab}	61.80±8.13 ^{bc}	45.19±14.01 ^{bc}	40.21±7.63 ^c	41.68±1.32 ^c
สาร 5-HMF (ppm)		0.409±0.01 ^c	0.508±0.01 ^c	1.305±0.01 ^c	3.756±0.02 ^c	7.001±0.00 ^c	11.215±0.00 ^b	18.148±0.00 ^a
กรดทั้งหมด (%)		1.90±0.46 ^c	1.77±0.25 ^c	3.17±0.25 ^b	2.63±0.40 ^{bc}	2.97±0.06 ^b	4.29±1.09 ^a	4.41±0.37 ^a
ยีสต์ราทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)		< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30

หมายเหตุ ค่าในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

3. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

การตรวจวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ การตรวจหาเชื้อยีสต์และราทั้งหมด มาตรฐานคุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือก อนุญาตให้มีเชื้อราได้ไม่เกิน 500 โคโลนีต่อกรัม (สำนักงานมาตรฐานคุณภาพอาหารและสินค้าเกษตรแห่งชาติ, 2549) จากการศึกษาพบว่า ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกมีจำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม (ตาราง 23) สอดคล้องกับ ไพโรจน์ (มปป.) ซึ่งพบว่ามีจำนวนยีสต์และราในลำไยอบแห้งน้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม และนวลศรี (2547) พบว่ามีจำนวนยีสต์และราอยู่ในช่วง ไม่พบ ถึง 2.2×10^1 โคโลนีต่อกรัม จึงแสดงให้เห็นว่าผู้ผลิตลำไยอบแห้งทั้งเปลือกทำการอบแห้งลำไยอยู่ในระดับเดียวกันและผ่านมาตรฐาน ส่วนสาเหตุที่มีจำนวนเชื้อยีสต์และราในเนื้อลำไยอบแห้งมีน้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม อาจเนื่องมาจาก ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกมีค่า water activity ของเนื้อและเปลือกอยู่ในช่วง 0.52-0.59 และ 0.45-0.67 ตามลำดับ ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

การศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ที่มีอายุการเก็บรักษา 0-12 เดือนนั้น พบว่า สิ่งทดสอบรหัส kw และ kk มีอายุการเก็บรักษา 8 เดือน เนื่องจากเกิดราขึ้นบนผิวเปลือกลำไยอบแห้ง ซึ่งแสดงถึงการเสื่อมคุณภาพของทั้งสองสิ่งทดสอบ



ภาพ 22 ลักษณะการเสื่อมเสียจากเชื้อราบนผิวเปลือกลำไยอบแห้ง

ตาราง 23 จำนวนเชื้อยีสต์และราทั้งหมดที่ตรวจพบในเนื้อลำไยอบแห้ง

สิ่งทดลอง	อายุการเก็บรักษา (เดือน)						
	0	2	4	6	8	10	12
kt	< 30 โคโลนี ต่อกรัม						
kw	< 30 โคโลนีต่อกรัม						
kp	< 30 โคโลนี ต่อกรัม						
kd	< 30 โคโลนีต่อกรัม						
kc	< 30 โคโลนีต่อกรัม						
ks	< 30 โคโลนีต่อกรัม						
kk	< 30 โคโลนีต่อกรัม						
ke	< 30 โคโลนี ต่อกรัม						
CrI	< 30 โคโลนี ต่อกรัม						

ดังนั้นสมบัติที่สามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดอายุการเก็บรักษาลำไยอบแห้งที่น่าจะใช้ได้ผลดี คือ ค่า L ของเนื้อลำไยอบแห้ง ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณสาร 5-hydroxymethylfurfural และปริมาณกรดทั้งหมดในลำไยอบแห้ง

การศึกษาแนวทางการพัฒนาการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

การศึกษาแนวทางการยืดอายุผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกโดยศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ คือ ชนิดของบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ถุงพลาสติกชนิด High density polyethylene: HDPE และถุงพลาสติกชนิด Polypropylene: PP อุณหภูมิการเก็บรักษา ได้แก่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง และการใช้สารดูดความชื้นโดยศึกษาความแตกต่างระหว่างการใช้และไม่ใช้สารดูดความชื้น พบว่า จากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา คือ 0 เดือน (ตาราง 24) ลำไยอบแห้งที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE มีค่า water activity น้อยกว่าลำไยที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0.431 และ 0.450 ตามลำดับ การศึกษาอุณหภูมิการเก็บรักษา พบว่า การเก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส ให้ค่า L ของเนื้อสูงกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือมีค่าเท่ากับ 24.00 และ 22.97 ตามลำดับ และปริมาณความชื้นของเปลือกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส ต่ำกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง

อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่า 9.67 และ 10.03 ตามลำดับ ส่วนคุณภาพทางเคมี พบว่าลำไยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีสาร 5-hydroxymethyl furfural น้อยกว่าการเก็บลำไยที่อุณหภูมิห้องอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และพบว่า การใช้สารดูดความชื้นมีค่า a^* ของเนื้อและเปลือกลำไยสูงกว่าการไม่ใช้สารดูดความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่มีค่า water activity ของเนื้อและเปลือกปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural สูงกว่าการไม่ใช้สารดูดความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การเก็บรักษาช่วง 2 เดือน (ตาราง 25) พบว่า การใช้ถุงพลาสติกชนิด HDPE มีค่า L ของเปลือกลำไย และค่า b^* ของเนื้อและเปลือกลำไยต่ำกว่าการใช้ถุงพลาสติกชนิด PP แต่มีค่า a^* ของเปลือกสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และพบว่าการใช้ถุงพลาสติกชนิด HDPE มีค่า water activity ของเนื้อและเปลือก ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ สาร 5-hydroxymethyl furfural และปริมาณกรดทั้งหมดน้อยกว่าการใช้ถุงพลาสติกชนิด PP อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส มีค่า L และ b^* ของเนื้อสูงกว่าการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิห้องอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) มีปริมาณความชื้นของเปลือกต่ำกว่าการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิห้อง แต่มีค่า water activity ของเนื้อสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การใช้สารดูดความชื้นทำให้มีค่า a^* ของเปลือกและเนื้อต่ำกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง แต่ค่า water activity ของเนื้อและเปลือก และมีปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural สูงกว่าการไม่ใช้สารดูดความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การเก็บรักษาช่วง 4 เดือน (ตาราง 26) พบว่า การใช้ถุงพลาสติกชนิด HDPE มีค่า b^* ของเปลือก และค่า water activity ของเนื้อต่ำกว่าการใช้ถุงพลาสติกชนิด PP อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส มีค่า water activity ของเปลือก ค่า a^* และ b^* ของเนื้อสูงกว่าการเก็บลำไยที่อุณหภูมิห้อง แต่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural ปริมาณกรดทั้งหมด ค่า b^* และความชื้นของเปลือกต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การใช้สารดูดความชื้นส่งผลให้ลำไยอบแห้งมีค่า a^* ของเปลือกและเนื้อ ปริมาณความชื้นและค่า water activity สูงกว่าการไม่ใช้สารดูดความชื้น

การเก็บรักษาช่วง 6 เดือน (ตาราง 27) พบว่า การใช้ถุงพลาสติกชนิด HDPE มีค่า a^* ของเปลือก และปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural สูงกว่าการใช้ถุงพลาสติกชนิด PP แต่มีค่า water activity ของเปลือกและเนื้อและมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ค่า L a^* และ b^* ของเนื้อลำไยสูงกว่าการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิห้อง แต่มีปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural และปริมาณกรดทั้งหมดน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การใช้สาร

ดูดความชื้นส่งผลให้ค่า L และ a^* ของเนื้อ ปริมาณความชื้นของเปลือก และ ค่า water activity สูงกว่าการไม่ใช้สารดูดความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การเก็บรักษาช่วง 8 เดือน (ตาราง 28) พบว่า ถ้าโยบแห้งที่บรรจุถุงพลาสติกชนิด HDPE มีค่า water activity ของเปลือกและเนื้อและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่ำกว่าการใช้ถุงพลาสติกชนิด PP แต่มีค่า a^* ของเปลือกและปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การเก็บถ้าโยบที่อุณหภูมิไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ค่า a^* และ b^* ของเนื้อ ค่า water activity และปริมาณความชื้นของเปลือก และปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural มากกว่าการเก็บรักษาถ้าโยบที่อุณหภูมิห้อง แต่ปริมาณความชื้นของเปลือกและเนื้อ และปริมาณกรดทั้งหมดน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การใช้สารดูดความชื้นส่งผลให้ความชื้นของเปลือกและค่า water activity ของเนื้อและเปลือก ปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural สูงกว่าการไม่ใช้สารดูดความชื้นแต่มีค่า a^* ของเนื้อ และปริมาณกรดน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การเก็บรักษาช่วง 10 เดือน (ตาราง 29) พบว่า ถ้าโยบแห้งที่บรรจุถุงพลาสติกชนิด HDPE มีความชื้นเปลือกสูงกว่าการใช้ถุงพลาสติกชนิด PP อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่มีค่า water activity ของเปลือก และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การเก็บรักษาถ้าโยบที่อุณหภูมิไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส มีค่า a^* และ b^* ของเนื้อ ค่า water activity ของเปลือกสูงกว่าการเก็บรักษาถ้าโยบที่อุณหภูมิห้อง แต่มีค่า b^* ของเปลือก ความชื้นของเนื้อ และปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural น้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การใช้สารดูดความชื้นส่งผลให้มีค่า a^* ของเปลือก ค่า water activity ปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural สูงกว่า แต่มีค่า a^* ของเนื้อต่ำกว่าการไม่ใช้สารดูดความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การเก็บรักษาช่วง 12 เดือน (ตาราง 30) พบว่า ถ้าโยบแห้งที่บรรจุถุงพลาสติกชนิด HDPE มีค่า L ของเนื้อ ค่า water activity น้อยกว่าการใช้บรรจุถุงพลาสติกชนิด PP แต่มีปริมาณความชื้นของเปลือกสูงกว่าการใช้บรรจุถุงพลาสติกชนิด PP อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การเก็บรักษาถ้าโยบที่อุณหภูมิไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส ส่งผลให้มีค่า L และ b^* ของเนื้อถ้าโยบสูงกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้องอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่มีค่า L ของเปลือก ความชื้นของเนื้อ ถ้าโยบ ปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural และปริมาณกรดทั้งหมดน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การใช้สารดูดความชื้นส่งผลให้มีค่า a^* ของเนื้อและเปลือก และปริมาณกรดทั้งหมดน้อยกว่าการไม่ใช้สารดูดความชื้นแต่มีค่า water activity ของเปลือก และปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural สูงกว่าการไม่ใช้สารดูดความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาการใช้บรรจุภัณฑ์ อุณหภูมิการเก็บรักษาร่วมกับการเลือกใช้สารดูดความชื้น พบว่า ถ้าใช้ขอบแห้งทั้งเปลือกที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส โดยไม่ใช้สารดูดความชื้นมีแนวโน้มของคุณภาพทางกายภาพ ซึ่งได้แก่ ค่า water activity ปริมาณความชื้น ต่ำกว่าปัจจัยอื่น ขณะที่คุณภาพทางเคมี ซึ่งได้แก่ ปริมาณกรด และปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural เกิดขึ้นน้อยกว่าที่พบในปัจจัยอื่น ๆ

ตาราง 24 ความแตกต่างทางคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุเก็บรักษา 0 เดือน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม

ปัจจัย	การวิเคราะห์คุณภาพ																น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	ยีสต์และรา (CFU/g)
	ค่าสีของเปลือกลำไย			ค่าสีของเนื้อลำไย			แรงกด (N)	ความชื้น (%)		ค่า aw										
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*		เปลือก	เนื้อ	เปลือก	เนื้อ									
บรรจุภัณฑ์	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
HDPE (P1)	42.31±0.76	14.71±0.34	18.66±0.58	23.48±0.61	10.80±0.95	2.02±1.40	91.88±8.73	9.79±0.32	13.39±0.25	0.431±0.00 ^b	0.516±0.00	80.04±3.48	0.153±0.01	1.27±0.09	< 30					
PP (P2)	42.96±0.53	15.43±0.48	18.97±0.85	23.49±0.26	13.01±0.66	2.63±0.39	93.62±4.01	9.84±0.03	13.50±0.20	0.450±0.00 ^a	0.540±0.00	76.40±4.26	0.165±0.00	1.36±0.06	< 30					
อุณหภูมิการเก็บรักษา	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
15 °C (T1)	42.75±0.59	15.42±0.59	18.87±0.32	24.00±0.81 ^a	12.73±0.82	2.36±0.85	93.68±6.19	9.67±0.13 ^b	13.25±0.18	0.449±0.00	0.542±0.00	76.84±7.60	0.254±0.00 ^b	1.24±0.07	< 30					
อุณหภูมิห้อง (T2)	42.74±0.38	14.97±0.97	19.60±0.56	22.97±0.78 ^b	11.82±0.64	2.49±0.78	92.40±8.28	10.03±0.14 ^a	13.69±0.28	0.438±0.00	0.522±0.00	78.38±1.14	0.090±0.00 ^b	1.41±0.14	< 30					
สารดูดความชื้น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
ใช้ (D1)	42.91±0.50	15.80±1.25 ^a	19.46±1.14	23.67±0.32	13.65±1.54 ^b	2.61±0.91	93.89±7.49	9.86±0.13	13.35±0.03	0.458±0.00 ^a	0.546±0.00 ^a	76.64±5.56	0.343±0.00 ^a	1.33±0.21	< 30					
ไม่ใช้ (D2)	42.66±0.83	14.89±0.45 ^b	19.12±0.08	23.40±0.24	11.59±0.71 ^b	2.34±1.07	95.35±4.85	9.85±0.27	13.53±0.05	0.437±0.00 ^b	0.525±0.00 ^b	78.10±3.22	0.087±0.00 ^b	1.33±0.15	< 30					
ปัจจัยร่วม 2 ระดับ	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
PxT	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
P1xT1	42.56±0.92	15.15±0.27	18.65±0.12	23.74±0.70	11.77±0.85	2.19±1.12	92.78±4.09	9.77±0.15	13.36±0.10	0.44±0.00 ^b	0.53±0.00	69.22±1.63	0.36±0.00	1.26±0.01	< 30					
P1xT2	42.59±0.92	14.78±0.74	19.11±0.11	23.23±0.18	11.31±0.21	2.25±0.99	92.14±8.50	9.89±0.15	13.50±0.04	0.43±0.00 ^a	0.52±0.00	79.21±1.17	0.43±0.00	1.38±0.09	< 30					
P2xT1	43.08±0.46	15.30±0.37	19.17±0.56	23.57±0.25	12.22±0.47	2.02±1.40	92.88±8.11	9.78±0.06	13.39±0.04	0.44±0.00 ^a	0.53±0.00	78.34±4.52	0.51±0.00	1.30±0.05	< 30					
P2xT2	43.10±0.16	14.92±0.64	19.62±0.56	23.44±0.39	11.19±4.06	2.02±1.40	93.61±6.79	9.90±0.07	13.54±0.14	0.43±0.00 ^{ab}	0.52±0.00	79.07±3.35	0.58±0.00	1.34±0.08	< 30					
PxD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
P1xD1	42.60±0.19	14.99±0.11 ^b	19.15±0.44	23.74±0.27	12.87±0.51 ^a	2.50±0.55	93.65±5.00	9.83±0.11	10.72±0.11	0.45±0.00 ^b	0.54±0.00 ^b	76.62±5.93	0.53±0.00 ^a	1.30±0.05	< 30					
P1xD2	42.56±1.05	14.95±0.41 ^a	18.75±0.05	23.23±0.52	12.42±0.62 ^b	2.56±0.59	93.01±4.46	9.83±0.20	13.46±0.11	0.44±0.00 ^a	0.53±0.00 ^a	69.45±1.82	0.33±0.00 ^b	1.30±0.05	< 30					
P2xD1	43.12±0.26	15.13±0.21 ^b	19.66±0.89	23.58±0.24	13.33±3.91 ^b	2.63±0.39	93.76±4.22	9.84±0.06	13.44±0.12	0.45±0.00 ^a	0.54±0.00 ^a	76.52±4.91	0.68±0.00 ^a	1.34±0.12	< 30					
P2xD2	43.08±0.60	15.18±0.31 ^a	19.26±0.40	23.44±0.14	12.30±3.79 ^b	2.63±0.39	94.49±3.19	9.84±0.12	13.50±0.13	0.44±0.00 ^b	0.53±0.00 ^a	77.25±3.74	0.48±0.00 ^b	1.34±0.08	< 30					

ตาราง 24 (ต่อ)

สิ่งทดสอบ	การวิเคราะห์คุณภาพ														ยีสต์และรา (CFU/g)
	ค่าสีของเปลือกกล้วย			ค่าสีของเนื้อกล้วย			แรงกด (N)	ความชื้น (%)		ค่า aw		น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*		เปลือก	เนื้อ	เปลือก	เนื้อ				
TxD	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns			ns			ns
T1xD1	42.93±0.04	15.27±0.68 ^b	19.40±0.67	23.83±0.48	13.19±0.73	2.49±0.46	93.79±3.77	9.78±0.06	13.34±0.07	0.45±0.00 ^a	0.54±0.00 ^b	76.74±6.58	0.59±0.00 ^a	1.28±0.14	< 30
T1xD2	42.89±0.90	15.23±0.16 ^a	19.07±0.19	23.70±0.45	12.16±0.74	2.35±0.96	94.52±3.16	9.77±0.15	13.41±0.07	0.44±0.00 ^{bc}	0.53±0.00 ^c	77.47±5.41	0.39±0.00 ^c	1.29±0.04	< 30
T2xD1	42.96±0.27	15.27±0.68 ^b	19.93±0.67	23.32±0.44	12.73±1.08	2.55±0.77	93.14±7.88	9.9±0.06	13.49±0.10	0.45±0.00 ^{ab}	0.53±0.00 ^b	77.51±2.21	0.67±0.00 ^b	1.37±0.08	< 30
T2xD2	42.92±0.59	15.23±0.16 ^a	19.53±0.18	23.18±0.39	11.70±0.17	2.41±0.80	93.87±6.56	9.9±0.15	13.55±0.10	0.44±0.00 ^c	0.52±0.00 ^d	78.24±1.04	0.46±0.00 ^d	1.37±0.14	< 30
ปัจจัยร่วม 3 ระดับ															
PxTxD	ns		ns	ns		ns	ns	ns	ns			ns			ns
P1xT1xD1	42.65±0.28	13.91±0.37 ^b	19.00±0.34	23.72±0.44	11.71±0.80 ^{ab}	2.33±0.71	93.15±4.90	9.77±0.11	13.33±0.13	0.45±0.00 ^{bc}	0.53±0.00 ^b	77.84±5.55	0.250±0.00 ^a	1.28±0.06	< 30
P1xT1xD2	42.57±0.70	15.31±0.39 ^a	18.80±0.12	23.63±0.50	13.11±0.85 ^{abc}	2.24±1.10	93.64±4.12	9.77±0.24	13.39±0.12	0.44±0.00 ^{cd}	0.50±0.00 ^c	78.33±4.77	0.165±0.00 ^c	1.28±0.06	< 30
P1xT2xD1	42.65±0.17	13.76±0.15 ^b	19.24±0.48	23.37±0.09	11.40±0.37 ^c	2.37±0.76	92.72±8.16	9.89±0.11	13.48±0.02	0.44±0.00 ^{cd}	0.53±0.00 ^c	78.35±2.63	0.195±0.00 ^b	1.33±0.04	< 30
P1xT2xD2	42.57±0.57	15.16±0.52 ^a	19.13±0.06	23.28±0.18	12.81±0.53 ^{abc}	2.28±0.99	93.21±7.28	9.89±0.24	13.54±0.03	0.44±0.00 ^c	0.50±0.00 ^c	78.84±1.85	0.110±0.00 ^d	1.34±0.13	< 30
P2xT1xD1	42.87±0.29	14.15±0.44 ^b	19.10±0.40	23.72±0.19	12.44±0.48 ^{abc}	2.54±0.44	93.73±3.62	9.79±0.01	13.37±0.03	0.45±0.00 ^a	0.54±0.00 ^b	76.62±1.85	0.254±0.00 ^b	1.31±0.04	< 30
P2xT1xD2	42.79±0.60	15.55±0.62 ^a	18.99±0.41	23.63±0.21	13.85±0.75 ^a	2.44±0.72	94.22±3.38	9.79±0.12	13.43±0.03	0.44±0.00 ^{bcd}	0.51±0.00 ^d	77.11±5.03	0.169±0.00 ^c	1.31±0.04	< 30
P2xT2xD1	42.87±0.34	14.00±0.34 ^b	19.35±0.85	23.38±0.38	12.14±0.29 ^{cd}	2.58±0.63	93.30±5.36	9.91±0.01	13.51±0.17	0.45±0.00 ^{ab}	0.54±0.00 ^b	77.14±2.89	0.199±0.00 ^b	1.36±0.07	< 30
P2xT2xD2	42.79±0.53	15.40±0.74 ^a	19.23±0.49	23.29±0.34	13.54±0.69 ^{ab}	2.49±0.65	93.79±4.52	9.91±0.12	13.57±0.18	0.44±0.00 ^{ab}	0.50±0.00 ^c	77.63±2.11	0.114±0.00 ^d	1.37±0.10	< 30

หมายเหตุ ค่าในช่องสคริปต์เดียวกันของแต่ละปัจจัยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตาราง 25 ความแตกต่างทางคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุเก็บรักษา 2 เดือน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม

สิ่งทดสอบ	การวิเคราะห์คุณภาพ														
	ค่าสีของเปลือกลำไย			ค่าสีของเนื้อลำไย			แรงกด (N)	ความชื้น (%)		ค่า aw		น้ำตาล รีดิวซ์(%)	5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	เชื้อจุลินทรีย์ (CFU/g)
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*		เปลือก	เนื้อ	เปลือก	เนื้อ				
บรรทัดฐาน	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
HDPE (P1)	41.59±0.23 ^b	15.65±0.77 ^c	18.74±0.30 ^b	22.73±0.50	12.25±1.75	2.35±0.53 ^b	81.04±4.42	10.06±0.04	13.44±0.16	0.445±0.00 ^b	0.522±0.00 ^b	58.40±0.22 ^b	0.293±0.00 ^b	1.39±0.05 ^b	< 30
PP (P2)	42.55±0.71 ^a	14.27±0.46 ^b	20.33±0.33 ^a	22.56±0.69	11.52±0.31	4.13±0.13 ^a	82.60±1.32	10.02±0.25	13.61±0.00	0.500±0.01 ^a	0.549±0.00 ^a	62.50±0.62 ^a	0.595±0.00 ^a	1.57±0.04 ^a	< 30
อุณหภูมิการเก็บรักษา	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
15 °C (T1)	42.12±0.54	14.45±0.24	19.93±0.57	23.49±0.67 ^a	12.05±0.81	5.17±0.24 ^a	80.89±3.90	9.92±0.04 ^b	13.34±0.17	0.486±0.00	0.548±0.00 ^a	60.35±1.51	0.422±0.00	1.44±0.08	< 30
อุณหภูมิห้อง (T2)	42.34±0.43	15.00±0.46	20.53±0.87	21.74±0.55 ^a	11.48±0.46	1.91±0.07 ^b	83.27±2.29	10.41±0.09 ^a	13.77±0.07	0.477±0.01	0.533±0.00 ^b	61.91±0.25	0.572±0.00	1.58±0.07	< 30
การสุกความชื้น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ไร่ (D1)	42.20±0.20	13.89±1.04 ^b	20.67±0.41	22.43±0.75	11.07±0.78 ^b	3.36±0.06	82.96±6.30	10.25±0.08	13.53±0.07	0.513±0.01 ^b	0.550±0.00 ^a	62.07±0.27	0.768±0.00 ^a	1.51±0.17	< 30
ไม่ไร่ (D2)	42.25±0.63	15.14±0.43 ^a	20.01±0.38	22.71±0.55	12.11±1.02 ^a	3.63±0.14	81.85±0.69	10.12±0.14	13.56±0.10	0.466±0.00 ^a	0.536±0.00 ^b	60.66±0.86	0.358±0.00 ^b	1.51±0.10	< 30
ปัจจัยร่วม 2 ระดับ	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PxT	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P1xT1	41.93±0.12	15.12±0.58	19.53±0.04 ^c	23.11±0.58	12.15±1.19	3.76±0.38 ^b	80.96±4.15	10.05±0.03	11.15±0.09	0.45±0.00 ^b	0.54±0.00 ^a	49.25±2.41 ^b	0.93±0.00	1.42±0.02 ^b	< 30
P1xT2	42.00±0.27	15.41±0.77	19.64±0.79 ^{bc}	22.23±0.48	11.86±1.03	2.13±0.23 ^a	82.15±2.16	10.21±0.04	13.58±0.03	0.45±0.00 ^b	0.53±0.00 ^a	60.16±0.02 ^b	1.33±0.00	1.57±0.03 ^{bc}	< 30
P2xT1	42.68±0.21	14.18±0.21	20.37±0.08 ^{ab}	22.58±0.56	11.66±0.48	2.85±0.27 ^a	82.00±4.04	10.04±0.09	13.50±0.05	0.45±0.00 ^b	0.54±0.00 ^a	60.24±0.03 ^b	0.89±0.00	1.50±0.05 ^{ab}	< 30
P2xT2	42.74±0.17	14.47±0.41	20.48±0.67 ^a	22.72±0.52	12.18±4.11	2.99±0.33 ^a	81.44±2.51	10.20±0.11	13.64±0.03	0.44±0.00 ^a	0.53±0.00 ^b	59.53±0.54 ^a	1.30±0.00	1.54±0.07 ^a	< 30
PxD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P1xD1	41.83±0.08	14.60±0.63 ^{ab}	19.83±0.39 ^{bc}	23.02±0.66	11.79±0.41	4.65±0.06	81.74±2.07	10.15±0.09	11.20±0.09	0.46±0.00 ^c	0.55±0.00 ^c	61.42±0.45 ^b	1.21±0.00 ^b	1.50±0.05	< 30
P1xD2	42.04±0.15	15.60±0.69 ^a	19.46±0.43 ^c	22.15±0.62	11.50±0.10	3.02±0.10	82.93±1.76	10.11±0.10	13.51±0.12	0.46±0.00 ^a	0.54±0.00 ^a	62.20±0.18 ^b	1.09±0.00 ^c	1.50±0.05	< 30
P2xD1	42.57±0.17	13.66±0.27 ^b	20.67±0.27 ^a	22.49±0.71	11.30±3.70	3.74±0.07	82.78±3.81	10.15±0.11	13.56±0.08	0.47±0.00 ^b	0.55±0.00 ^a	62.28±0.17 ^a	1.17±0.00 ^b	1.54±0.07	< 30
P2xD2	42.78±0.05	14.66±0.33 ^{ab}	20.31±0.31 ^{ab}	22.63±0.61	11.82±3.56	3.88±0.00	82.23±0.92	10.10±0.15	13.57±0.09	0.46±0.00 ^b	0.54±0.00 ^b	61.58±0.74 ^a	1.06±0.00 ^b	1.54±0.07	< 30

ตาราง 25 (ต่อ)

สิ่งทดลอง	การวิเคราะห์คุณภาพ														
	ค่าสีของเปลือกกล้วย			ค่าสีของเนื้อกล้วย			แรงกด (N)	ความชื้น (%)		ค่า aw		น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	5-HMF (ppm)	ปริมาณ กรด (%)	ยีสต์และรา (CFU/g)
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*		เปลือก	เนื้อ	เปลือก	เนื้อ				
TxD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T1xD1	42.29±0.33	13.83±0.30	20.54±0.06	22.96±0.68	11.56±0.34	4.26±0.12 ^a	81.92±3.70	10.07±0.03	11.17±0.06	0.46±0.00 ^b	0.55±0.00 ^c	61.21±0.89	0.98±0.00 ^{ab}	1.47±0.07	< 30
T1xD2	42.50±0.11	14.83±0.35	20.17±0.10	23.10±0.61	12.08±0.86	4.40±0.19 ^a	81.37±2.22	10.02±0.08	13.47±0.10	0.46±0.00 ^{ab}	0.54±0.00 ^{ab}	60.50±0.33	0.87±0.00 ^{bc}	1.47±0.08	< 30
T2xD1	42.35±0.06	14.12±0.49	20.64±0.81	22.08±0.65	11.28±0.30	2.63±0.06 ^b	83.11±4.22	10.23±0.05	13.61±0.04	0.46±0.00 ^{ab}	0.54±0.00 ^{ab}	61.99±0.26	1.38±0.00 ^a	1.42±0.02	< 30
T2xD2	42.57±0.27	15.12±0.54	20.28±0.85	22.22±0.53	11.79±0.65	2.77±0.04 ^b	82.56±1.28	10.15±0.10	13.61±0.05	0.45±0.00 ^b	0.53±0.00 ^b	61.29±0.31	1.27±0.00 ^b	1.57±0.03	< 30
ปัจจัยร่วม 3 ระดับ															
PxTxD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P1xT1xD1	41.97±0.15	14.66±0.43	19.78±0.34 ^{ab}	22.88±0.59	12.14±1.13	3.63±0.26 ^b	81.63±3.57	10.08±0.03	13.44±0.09	0.46±0.00 ^b	0.54±0.00 ^c	60.27±0.52 ^{ab}	1.56±0.00 ^a	1.45±0.06	< 30
P1xT1xD2	41.99±0.29	15.00±0.42	19.56±0.31 ^b	22.97±0.57	12.73±0.67	3.72±0.30 ^b	81.26±2.96	10.03±0.04	13.44±0.14	0.45±0.00 ^c	0.54±0.00 ^d	59.80±0.15 ^c	1.51±0.00 ^d	1.45±0.04	< 30
P1xT2xD1	42.04±0.06	14.85±0.50	19.98±0.48 ^{ab}	22.30±0.55	11.95±1.01	2.54±0.16 ^c	82.42±3.18	10.24±0.01	13.50±0.01	0.45±0.00 ^b	0.54±0.00 ^d	60.80±0.10 ^{cd}	1.82±0.00 ^a	1.49±0.09	< 30
P1xT2xD2	42.06±0.29	15.26±0.51	19.76±0.49 ^{ab}	22.39±0.50	12.54±0.43	2.63±0.20 ^d	82.05±1.67	10.20±0.06	13.59±0.06	0.45±0.00 ^c	0.53±0.00 ^a	60.32±0.28 ^{ab}	1.77±0.00 ^b	1.49±0.03	< 30
P2xT1xD1	42.29±0.42	14.20±0.57	20.31±0.48 ^{ab}	22.83±0.68	11.89±0.53	4.22±0.04 ^a	82.15±2.85	10.06±0.07	13.49±0.06	0.47±0.00 ^a	0.55±0.00 ^a	61.64±0.28 ^{ab}	1.40±0.00 ^b	1.50±0.09	< 30
P2xT1xD2	42.31±0.60	14.62±0.24	20.09±0.35 ^{ab}	22.92±0.62	12.49±0.51	4.31±0.08 ^a	81.78±1.60	10.02±0.14	13.50±0.09	0.46±0.00 ^b	0.54±0.00 ^b	61.17±0.01 ^{bc}	1.35±0.00 ^b	1.50±0.06	< 30
P2xT2xD1	42.36±0.34	14.39±0.59	20.51±0.44 ^a	22.24±0.66	11.70±0.34	3.13±0.07 ^c	82.94±3.25	10.23±0.09	13.64±0.05	0.46±0.00 ^a	0.54±0.00 ^b	62.16±0.03 ^a	1.66±0.00 ^c	1.55±0.06	< 30
P2xT2xD2	42.38±0.56	14.80±0.32	20.29±0.45 ^{ab}	22.33±0.58	12.30±0.30	3.22±0.02 ^c	82.57±1.29	10.18±0.16	13.64±0.01	0.46±0.00 ^b	0.54±0.00 ^c	61.69±0.41 ^{ab}	1.61±0.00 ^d	1.55±0.04	< 30

หมายเหตุ ค่าในช่องสควมเดียวกันของแต่ละปัจจัยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตาราง 26 ความแตกต่างทางคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุเก็บรักษา 4 เดือน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม

สิ่งทดลอง	การวิเคราะห์คุณภาพ														
	ค่าสีของเปลือกลำไย			ค่าสีของเนื้อลำไย			แรงกด (N)	ความชื้น (%)		ค่า aw		น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	5-HMF (ppm)	ปริมาณ กรด (%)	ยีสต์และ รา (CFU/g)
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*		เปลือก	เนื้อ	เปลือก	เนื้อ				
บรรจุภัณฑ์	ns	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
HDPE (P1)	41.23±0.74	16.18±0.73	18.42±0.47 ^b	22.01±0.93	14.21±0.90	2.20±0.50	77.35±10.31	10.33±0.12	13.88±0.15	0.439±0.00	0.528±0.00 ^b	52.69±3.20	1.157±0.00	1.71±0.20	< 30
PP (P2)	41.56±0.12	15.91±0.23	19.40±0.25 ^c	22.29±0.23	13.55±0.34	1.94±0.27	77.65±7.73	10.51±0.07	13.76±0.04	0.467±0.00	0.558±0.00 ^a	56.30±0.59	1.081±0.00	1.68±0.14	< 30
อุณหภูมิการเก็บรักษา	ns	ns		ns			ns		ns		ns				
15 °C (T1)	41.54±0.59	15.83±0.30	18.79±0.65 ^b	22.83±0.89	14.95±0.56 ^a	3.08±0.73 ^a	73.62±14.47	10.27±0.00 ^b	13.53±0.06	0.460±0.00 ^b	0.552±0.00	52.30±0.46 ^b	0.701±0.00 ^b	1.52±0.08 ^b	< 30
อุณหภูมิห้อง (T2)	41.35±0.73	16.17±0.22	19.98±0.09 ^a	21.56±0.54	12.59±0.59 ^b	0.98±0.82 ^b	81.49±4.76	10.75±0.01 ^a	14.08±0.22	0.456±0.00 ^b	0.541±0.00	57.81±1.93 ^a	1.510±0.00 ^a	1.86±0.18 ^a	< 30
สารดูดความชื้น	ns		ns	ns			ns		ns		ns		ns		ns
โซ้ (D1)	41.63±0.37	16.86±0.32 ^a	19.46±0.41	22.24±1.35	14.30±0.95 ^a	1.23±0.33	75.77±13.55	10.81±0.02 ^a	13.64±0.03	0.471±0.00	0.554±0.00 ^a	55.80±0.30	1.256±0.00	1.65±0.16	< 30
ไมโซ้ (D2)	41.35±0.51	15.57±0.21 ^b	19.35±0.40	22.18±0.53	13.50±0.38 ^b	2.43±0.47	77.59±5.17	10.35±0.01 ^b	13.87±0.08	0.452±0.00	0.542±0.00 ^b	54.74±2.35	1.031±0.00	1.70±0.10	< 30
ปัจจัยร่วม 2 ระดับ															
PxT	ns	ns		ns	ns		ns		ns						ns
P1xT1	41.07 ± 0.09	15.87±0.63	18.32±0.37 ^b	22.42±0.78	14.58±0.64	2.64±0.34 ^a	75.49±12.35	10.39±0.09 ^c	11.78±0.06	0.47±0.00 ^b	0.54±0.00 ^c	53.45±1.10 ^b	1.00±0.00 ^b	1.61±0.11	< 30
P1xT2	41.17 ± 0.79	16.09±0.56	19.06±0.19 ^{ab}	21.79±0.63	13.40±0.49	1.59±0.65 ^b	79.42±6.82	10.55±0.09 ^{ab}	13.90±0.12	0.46±0.00 ^b	0.53±0.00 ^d	55.25±1.73 ^{ab}	1.27±0.00 ^a	1.77±0.15	< 30
P2xT1	41.43 ± 0.15	15.92±0.24	18.88±0.33 ^{ab}	22.12±0.91	14.25±0.77	1.72±0.18 ^b	76.56±11.92	10.45±0.09 ^{bc}	13.68±0.04	0.48±0.00 ^a	0.54±0.00 ^a	54.65±0.52 ^{ab}	0.96±0.00 ^b	1.60±0.11	< 30
P2xT2	41.54 ± 0.55	16.14±0.16	19.62±0.15 ^a	22.09±0.66	13.85±0.74	2.32±0.48 ^b	77.47±7.34	10.61±0.08 ^a	13.86±0.09	0.45±0.00 ^a	0.54±0.00 ^b	56.46±1.05 ^a	1.24±0.00 ^a	1.69±0.11	< 30
PxD	ns		ns	ns			ns		ns			ns	ns		ns
P1xD1	41.23 ± 0.05	16.44±0.64 ^a	18.70±0.14	22.56±0.55	14.25±0.21 ^b	2.51±0.47	75.64±10.97	10.55±0.09 ^{ab}	11.82±0.10	0.49±0.00 ^b	0.55±0.00 ^c	54.53±1.48	1.77±0.00	1.60±0.11	< 30
P1xD2	41.07 ± 0.64	15.75±0.58 ^b	18.68±0.35	21.93±0.18	13.07±0.39 ^a	1.46±0.42	79.57±5.79	10.40±0.09 ^b	13.85±0.10	0.48±0.01 ^a	0.55±0.00 ^d	54.18±2.03	1.69±0.00	1.60±0.11	< 30
P2xD1	41.59 ± 0.20	16.49±0.24 ^a	19.26±0.11	22.26±0.79	13.92±0.33 ^b	1.59±0.26	76.71±10.59	10.60±0.09 ^{ab}	13.73±0.09	0.50±0.01 ^a	0.56±0.00 ^a	55.73±1.13	1.52±0.00	1.66±0.14	< 30
P2xD2	41.43 ± 0.40	15.80±0.18 ^b	19.24±0.31	22.23±0.19	13.52±0.17 ^a	2.19±0.33	77.62±6.24	10.45±0.09 ^{ab}	13.81±0.09	0.48±0.00 ^b	0.55±0.00 ^b	55.38±1.48	1.45±0.00	1.69±0.11	< 30

ตาราง 26 (ต่อ)

ถึงทดลอง	การวิเคราะห์คุณภาพ														ยีสต์และ รา (CFU/g)
	ค่าสีของเปลือกกล้วย			ค่าสีของเนื้อกล้วย			แรงกด (N)	ความชื้น (%)		ค่า aw		น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	5-HMF (ppm)	ปริมาณ กรด (%)	
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*		เปลือก	เนื้อ	เปลือก	เนื้อ				
TxD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T1xD1	41.42 ± 0.47	16.36±0.41	18.84±0.22	22.53±1.11	14.62±0.37	2.15±0.53	74.69±13.99	10.50±0.04 ^b	11.73±0.04	0.50±0.00a	0.55±0.00 ^a	54.23±0.84	1.41±0.00 ^c	1.58±0.11	< 30
T1xD2	41.25 ± 0.12	15.67±0.35	18.820.43±	22.50±0.41	14.22±0.44	2.76±0.41	75.60±9.16	10.34±0.04 ^c	13.74±0.04	0.47±0.00bc	0.55±0.00 ^{ab}	53.87±1.29	1.33±0.00 ^d	1.61±0.08	< 30
T2xD1	41.52 ± 0.24	16.58±0.34	19.59±0.04	21.90±0.50	13.44±0.74	1.10±0.27	78.63±8.30	10.65±0.004 ^c	13.84±0.04	0.49±0.01ab	0.55±0.00 ^{ab}	56.04±1.23	1.80±0.01 ^a	1.75±0.17	< 30
T2xD2	41.36 ± 0.83	15.89±0.28	19.57±0.25	21.87±0.53	13.04±0.14	1.71±0.61	79.54±4.92	10.50±0.004 ^b	13.92±0.04	0.47±0.00c	0.54±0.00 ^b	55.68±1.85	1.72±0.00 ^b	1.78±0.14	< 30
ปัจจัยร่วม 3 ระดับ															
PxTxD	ns			ns			ns		ns			ns			ns
P1xT1xD1	41.47±0.41	16.29±0.41 ^{ab}	18.89±0.50 ^{ab}	22.36±0.90	14.22±0.47 ^b	2.17±0.30 ^{abc}	75.58±12.75	10.47±0.03 ^b	13.68±0.04	0.48±0.00 ^b	0.54±0.00 ^d	53.63±0.81	1.038±0.00 ^c	1.63±0.12	< 30
P1xT1xD2	41.37±0.47	15.86±0.40 ^{ab}	18.85±0.50 ^b	22.34±0.57	15.34±0.52 ^a	2.57±0.34 ^a	76.19±9.54	10.32±0.04 ^c	13.76±0.06	0.46±0.00 ^c	0.54±0.00 ^b	53.27±1.70	0.963±0.00 ^d	1.64±0.11	< 30
P1xT2xD1	41.40±0.30	16.40±0.37 ^a	19.29±0.31 ^{ab}	21.94±0.57	13.43±0.25 ^c	1.47±0.34 ^{cd}	78.20±8.93	10.63±0.03 ^b	13.87±0.13	0.48±0.01 ^b	0.54±0.00 ^c	55.43±1.61	1.308±0.00 ^b	1.74±0.17	< 30
P1xT2xD2	41.31±0.57	15.97±0.35 ^{ab}	19.25±0.31 ^{ab}	21.92±0.58	14.55±0.33	1.87±0.57 ^{abcd}	78.81±6.17	10.48±0.04 ^b	13.94±0.15	0.46±0.01 ^c	0.54±0.00 ^c	55.08±2.49	1.233±0.00 ^c	1.76±0.15	< 30
P2xT1xD1	41.58±0.26	16.20±0.23 ^{ab}	19.22±0.31 ^{ab}	22.45±0.82	14.00±0.27 ^b	2.08±0.42 ^{abcd}	75.68±11.83	10.53±0.03 ^b	13.64±0.15	0.58±0.01 ^a	0.55±0.00 ^b	54.83±2.49	1.012±0.00 ^c	1.61±0.17	< 30
P2xT1xD2	41.40±0.21	15.77±0.18 ^b	19.18±0.43 ^{ab}	22.43±0.32	15.12±0.23 ^a	2.49±0.36 ^{ab}	76.29±8.68	10.37±0.02 ^c	13.72±0.02	0.48±0.00 ^b	0.55±0.00 ^b	54.48±0.83	0.938±0.00 ^b	1.63±0.10	< 30
P2xT2xD1	41.51±0.16	16.31±0.24 ^{ab}	19.62±0.23 ^a	22.03±0.40	13.21±0.19 ^c	1.38±0.21 ^d	78.30±8.11	10.69±0.04 ^b	13.83±0.10	0.50±0.01 ^a	0.55±0.00 ^b	56.64±0.74	1.282±0.00 ^b	1.73±0.15	< 30
P2xT2xD2	41.42±0.42	15.88±0.18 ^{ab}	19.58±0.24 ^{ab}	22.01±0.29	14.30.16 ^b	1.78±0.43 ^{abcd}	78.91±5.55	10.54±0.03 ^b	13.90±0.11	0.48±0.01 ^b	0.55±0.00 ^c	56.28±1.62	1.207±0.00 ^d	1.74±0.13	< 30

หมายเหตุ ค่าในช่องสมรค์เดียวกันของแต่ละปัจจัยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตาราง 27 ความแตกต่างทางคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุเก็บรักษา 6 เดือน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม

ถึงทดลอง	การวิเคราะห์คุณภาพ														ขีดและ รา (CFU/g)
	ค่าสีของเปลือกลำไย			ค่าสีของเนื้อลำไย			แรงกด (N)	ความชื้น (%)		ค่า pH		น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	5-HMF (ppm)	ปริมาณ กรด (%)	
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*		เปลือก	เนื้อ	เปลือก	เนื้อ				
บรรจุภัณฑ์	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns			ns	
HDPE (P1)	40.90±0.15	16.19±0.42 ^a	18.21±0.23	21.58±0.99	13.39±0.67	1.80±0.84	73.65±4.10	10.56±0.04	13.97±0.10	0.470±0.02 ^b	0.540±0.00 ^b	45.81±1.62 ^b	1.879±0.00 ^b	1.79±0.09	< 30
PP (P2)	40.80±0.77	14.98±0.04 ^b	18.70±0.83	22.25±0.31	12.80±0.99	2.22±0.37	71.92±3.35±	10.68±0.04	13.87±0.04	0.559±0.01 ^a	0.561±0.00 ^a	50.55±0.24 ^a	1.393±0.00 ^b	1.96±0.08	< 30
อุณหภูมิการเก็บรักษา	ns	ns	ns				ns				ns		ns		
15 °C (T1)	40.91±1.01	15.52±0.17	18.70±0.56	22.25±0.31 ^a	14.05±1.12 ^a	2.83±0.82 ^b	71.85±2.46	10.67±0.06 ^b	13.56±0.06 ^b	0.550±0.01	0.557±0.00	46.84±0.45 ^b	1.164±0.00 ^b	1.71±0.03 ^b	< 30
อุณหภูมิห้อง (T2)	40.76±0.29	15.24±0.30	18.98±0.73	21.45±0.73 ^b	12.06±0.65 ^b	1.34±1.03 ^b	73.14±3.35	11.11±0.06 ^a	14.24±0.18 ^a	0.508±0.01	0.547±0.00	51.10±1.19 ^a	1.945±0.00 ^a	2.10±0.05 ^a	< 30
สารดูดความชื้น	ns	ns	ns				ns	ns				ns		ns	ns
ไว้ (D1)	40.85±0.85	15.34±0.54	19.26±0.81	22.66±0.32 ^a	13.31±2.23 ^a	2.31±0.86	69.63±6.68	11.18±0.05 ^a	13.77±0.07	0.572±0.00 ^a	0.559±0.00 ^a	50.24±0.15	1.657±0.01	1.83±0.09	< 30
ไม่ไว้ (D2)	40.82±0.36	15.40±0.37	18.69±0.54	21.72±0.20 ^b	12.92±0.39 ^b	1.97±0.80	77.00±3.02	10.74±0.02 ^b	13.95±0.07	0.508±0.01 ^b	0.549±0.00 ^b	48.34±0.65	1.503±0.00	1.95±0.04	< 30
ปัจจัยร่วม 2 ระดับ															
PxT	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns								
P1xT1	42.56±0.92	15.15±0.27	18.65±0.12	23.74±0.70	11.77±0.85	2.19±1.12	72.75±3.01	10.73±0.09 ^a	13.80±0.04 ^b	0.50±0.01 ^{bc}	0.55±0.00 ^a	47.31±0.54 ^a	1.489±0.00 ^b	1.79±0.03 ^d	< 30
P1xT2	42.59±0.92	14.78±0.74	19.11±0.11	23.23±0.18	11.31±0.21	2.25±0.99	73.39±3.41	10.87±0.08 ^{ab}	14.02±0.10 ^b	0.48±0.01 ^c	0.54±0.00 ^a	48.73±0.92 ^b	1.434±0.00 ^b	1.92±0.06 ^c	< 30
P2xT1	43.08±0.46	15.30±0.37	19.17±0.56	23.57±0.25	12.22±0.47	2.02±1.40	71.64±4.42	10.76±0.09 ^{ab}	13.76±0.03 ^b	0.52±0.01 ^a	0.55±0.00 ^a	48.89±0.39 ^b	1.746±0.00 ^a	1.85±0.05 ^b	< 30
P2xT2	43.10±0.16	14.92±0.64	19.62±0.56	23.44±0.39	11.19±4.06	2.02±1.40	75.33±3.42	10.91±0.09 ^a	13.99±0.09 ^a	0.48±0.01 ^{ab}	0.54±0.00 ^b	50.31±0.50 ^a	1.694±0.00 ^b	1.98±0.05 ^b	< 30
PxD	ns		ns	ns			ns	ns					ns	ns	
P1xD1	42.60±0.19	14.99±0.11 ^b	19.15±0.44	23.74±0.27	12.87±0.51 ^a	2.50±0.55	71.89±2.83	10.87±0.08 ^{ab}	13.80±0.14 ^{ab}	0.55±0.01 ^b	0.56±0.00 ^a	48.34±0.98 ^{bc}	1.697±0.00	1.84±0.05	< 30
P1xD2	42.56±1.05	14.95±0.41 ^a	18.75±0.05	23.23±0.52	12.42±0.62 ^b	2.56±0.59	72.53±3.26	10.72±0.08 ^a	13.94±0.14 ^{ab}	0.53±0.01 ^c	0.55±0.00 ^a	47.71±1.11 ^a	1.645±0.00	1.84±0.05	< 30
P2xD1	43.12±0.26	15.13±0.21 ^b	19.66±0.89	23.58±0.24	13.33±3.91 ^b	2.63±0.39	70.77±5.02	10.91±0.08 ^a	13.85±0.14 ^{ab}	0.57±0.01 ^a	0.56±0.00 ^a	49.92±0.85 ^a	1.535±0.00	1.89±0.08	< 30
P2xD2	43.08±0.60	15.10±0.31 ^a	19.26±0.40	23.44±0.14	12.30±3.79 ^b	2.63±0.39	74.46±1.89	10.76±0.09 ^{bc}	13.90±0.14 ^{ab}	0.53±0.01 ^b	0.55±0.00 ^b	49.29±0.87 ^{ab}	1.484±0.00	1.95±0.05	< 30

ตาราง 27 (ต่อ)

สิ่งทดสอบ	การวิเคราะห์คุณภาพ														บัตินี้และ T1 (CFU/g)
	ค่าสีของเปลือกกล้วย			ค่าสีของเนื้อกล้วย			แรงกด (N)	ความชื้น (%)		ค่า aw		น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	5-HMF (ppm)	ปริมาณ กรด (%)	
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*		เปลือก	เนื้อ	เปลือก	เนื้อ				
TxD	ns		ns	ns		ns	ns					ns			
T1xD1	42.93±0.04	15.27±0.68 ^b	19.48±0.67	23.83±0.40	13.19±0.73	2.49±0.46	70.74±4.50	10.82±0.03 ^b	13.75±0.03 ^b	0.56±0.01 ^a	0.56±0.00 ^a	48.42±0.94	1.025±0.00 ^c	1.81±0.05 ^b	< 30
T1xD2	42.89±0.90	15.23±0.16 ^a	19.07±0.19	23.70±0.45	12.16±0.74	2.35±0.96	74.43±2.09	10.67±0.02 ^c	13.81±0.03 ^b	0.52±0.01 ^b	0.55±0.00 ^{ab}	47.79±0.97	0.951±0.00 ^d	1.85±0.05 ^b	< 30
T2xD1	42.96±0.27	15.27±0.68 ^b	19.93±0.67	23.32±0.44	12.73±1.08	2.55±0.77	71.38±4.91	10.97±0.02 ^a	13.98±0.09 ^a	0.54±0.01 ^{ab}	0.55±0.00 ^{ab}	49.84±1.05	1.295±0.01 ^a	1.93±0.05 ^a	< 30
T2xD2	42.92±0.59	15.23±0.16 ^a	19.53±0.18	23.10±0.39	11.70±0.17	2.41±0.80	75.07±2.44	10.82±0.03 ^b	13.04±0.09 ^b	0.50±0.01 ^b	0.55±0.00 ^b	49.21±1.17	1.220±0.00 ^b	1.98±0.05 ^a	< 30
ปัจจัยร่วม 3															
ระดับ															
PxTxD	ns		ns			ns	ns								
P1xT1xD1	40.39±0.48	15.68±0.29 ^a	18.75±0.52	22.16±0.36 ^{ab}	13.45±0.67 ^{abc}	2.31±0.69	71.71±3.77	10.80±0.05 ^b	13.77±0.04 ^{ad}	0.53±0.01 ^{bcd}	0.55±0.00 ^c	47.63±0.34 ^{cd}	1.566±0.00 ^c	1.78±0.01 ^f	< 30
P1xT1xD2	40.38±0.36	15.70±0.24 ^a	18.56±0.43	21.85±0.33 ^{ab}	14.26±0.76 ^a	2.20±0.63	74.17±2.76	10.66±0.03 ^c	13.83±0.04 ^{bcd}	0.51±0.01 ^d	0.55±0.00 ^d	47.00±0.61 ^e	1.515±0.00 ^d	1.82±0.03 ^{ef}	< 30
P1xT2xD1	40.62±0.27	15.59±0.25 ^{ab}	18.82±0.58	21.90±0.64 ^a	12.79±0.52 ^{bc}	1.81±0.59	72.14±4.07	10.95±0.01 ^a	13.99±0.12 ^{ab}	0.52±0.01 ^{cd}	0.55±0.00 ^d	49.05±0.89 ^{bcd}	1.827±0.00 ^a	1.91±0.02 ^{abcd}	< 30
P1xT2xD2	40.61±0.19	15.61±0.33 ^{ab}	18.63±0.50	21.58±0.61 ^b	13.60±0.61 ^{abc}	1.70±0.84	74.60±2.98	10.80±0.01 ^b	14.05±0.12 ^a	0.50±0.01 ^e	0.55±0.00 ^d	48.42±1.16 ^{cd}	1.776±0.00 ^b	1.95±0.05 ^{abc}	< 30
P2xT1xD1	40.38±0.46	15.28±0.22 ^{ab}	18.94±0.58	22.39±0.24 ^a	13.28±0.79 ^{abc}	2.45±0.62	71.13±4.11	10.84±0.02 ^b	13.73±0.12 ^c	0.56±0.01 ^a	0.56±0.00 ^a	49.21±1.16 ^{cd}	1.404±0.00 ^e	1.83±0.02 ^{def}	< 30
P2xT1xD2	40.37±0.37	15.30±0.12 ^{ab}	18.75±0.64	22.07±0.20 ^{ab}	14.09±0.88 ^{ab}	2.34±0.48	73.59±2.04	10.69±0.00 ^c	13.79±0.02 ^{cd}	0.54±0.01 ^{bc}	0.56±0.00 ^b	48.58±0.01 ^{cd}	1.353±0.00 ^b	1.87±0.04 ^{cd}	< 30
P2xT2xD1	40.61±0.31	15.19±0.14 ^b	19.01±0.78	22.12±0.35 ^{ab}	12.62±0.64 ^c	1.95±0.44	71.56±4.38	10.99±0.02 ^a	13.96±0.10 ^{abc}	0.55±0.01 ^{ab}	0.56±0.00 ^b	50.63±0.27 ^a	1.665±0.00 ^c	1.96±0.07 ^{ab}	< 30
P2xT2xD2	40.60±0.31	15.21±0.23 ^b	18.82±0.69	21.81±0.30 ^{ab}	13.43±0.72 ^{abc}	1.84±0.70	74.02±2.33	10.84±0.04 ^b	14.02±0.10 ^{ab}	0.53±0.01 ^{abcd}	0.55±0.00 ^c	50.00±0.54 ^{ab}	1.614±0.00 ^d	2.00±0.05 ^a	< 30

หมายเหตุ ค่าในช่องสีเดียวกันของแต่ละปัจจัยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตาราง 28 ความแตกต่างทางคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุเก็บรักษา 8 เดือน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม

สิ่งทดสอบ	การวิเคราะห์คุณภาพ														ยีสต์และรา (CFU/g)
	ค่าสีของเปลือกลำไย			ค่าสีของเนื้อลำไย			แรงกด (N)	ความชื้น (%)		ค่า aw		น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*		เปลือก	เนื้อ	เปลือก	เนื้อ				
บรรจุภัณฑ์	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns				ns		
HDPE (P1)	40.51±0.38	15.64±0.14 ^a	18.29±0.32	20.77±1.12	13.12±0.70	2.02±0.50	67.55±2.75	10.90±0.10	14.18±0.20	0.543±0.02 ^b	0.551±0.00 ^b	36.78±1.46 ^b	2.646±0.00	2.37±0.05 ^a	< 30
PP (P2)	40.48±0.39	14.45±0.33 ^b	18.79±0.96	21.72±0.52	11.59±0.49	2.50±0.19	67.60±3.82	10.79±0.04	14.05±0.10	0.609±0.01 ^a	0.568±0.00 ^a	45.75±1.24 ^a	2.440±0.00	2.14±0.07 ^b	< 30
อุณหภูมิการเก็บรักษา	ns		ns	ns			ns					ns			
15 °C (T1)	40.15±0.59	14.85±0.17	18.38±1.03	21.63±0.79	13.46±0.33 ^b	3.52±0.41 ^a	65.98±3.82	10.93±0.16 ^b	13.69±0.08 ^b	0.606±0.01 ^a	0.562±0.00	41.45±1.20	2.157±0.00 ^b	2.01±0.08 ^b	< 30
อุณหภูมิห้อง (T2)	40.84±0.32	14.85±0.45	19.48±0.42	21.18±0.70	10.74±0.56 ^a	1.16±0.35 ^b	69.18±2.26	11.22±0.23 ^b	14.58±0.08 ^a	0.567±0.01 ^b	0.556±0.00	44.06±1.88	2.868±0.00 ^a	2.42±0.02 ^a	< 30
สารดูดความชื้น	ns		ns	ns			ns	ns				ns			
โซ้ (D1)	40.52±0.51	14.90±0.48	19.41±1.82	21.65±.50	11.56±0.96 ^b	2.50±0.12	65.81±6.38	11.25±0.14 ^a	14.12±0.24	0.612±0.00 ^a	0.567±0.00 ^a	45.31±2.38	2.920±0.01 ^a	2.05±0.05 ^b	< 30
ไมโซ (D2)	40.48±0.28	14.82±0.08	18.69±0.31	21.28±0.86	12.37±0.40 ^a	2.26±0.19	69.92±6.49	10.99±0.02 ^b	14.08±0.12	0.574±0.00 ^b	0.555±0.00 ^b	41.48±0.68	2.303±0.00 ^b	2.38±0.07 ^a	< 30
ปัจจัยร่วม 2 ระดับ															
PxT	ns		ns	ns			ns	ns							
P1xT1	40.59 ± 0.21	15.23±0.19 ^a	18.32±0.37	21.20±0.95	13.29±0.26 ^a	2.77±0.45 ^a	66.77±0.80	10.98±0.07	13.99±0.07 ^b	0.57±0.00 ^b	0.56±0.00 ^b	40.54±0.97 ^b	2.471±0.01 ^b	2.18±0.05 ^b	< 30
P1xT2	40.76 ± 0.08	15.29±0.20 ^b	19.06±0.19	20.90±0.90	11.93±0.59 ^b	1.86±0.26 ^b	68.37±2.25	11.08±0.07	14.26±0.05 ^a	0.55±0.01 ^a	0.55±0.00 ^b	41.41±0.91 ^b	2.706±0.00 ^a	2.32±0.05 ^a	< 30
P2xT1	40.56 ± 0.14	14.73±0.03 ^b	18.88±0.33	21.68±0.65	12.53±0.40 ^b	3.01±0.15 ^a	66.79±3.78	10.95±0.05	13.94±0.05 ^b	0.57±0.00 ^b	0.56±0.00 ^a	43.53±0.88 ^a	2.403±0.00 ^a	2.10±0.07 ^a	< 30
P2xT2	40.73 ± 0.43	14.79±0.41 ^b	19.62±0.15	21.45±0.60	11.17±0.42 ^a	2.10±0.26 ^b	68.39±2.22	11.04±0.10	14.21±0.08 ^a	0.55±0.01 ^b	0.56±0.00 ^a	44.40±1.37 ^a	2.637±0.00 ^b	2.24±0.05 ^b	< 30
PxD	ns		ns	ns			ns	ns							
P1xD1	40.75 ± 0.21	15.33±0.21 ^a	18.70±0.14	21.21±0.79	12.34±0.42 ^b	2.26±0.23	66.68±2.77	11.07±0.08	14.13±0.16	0.61±0.00 ^b	0.56±0.00 ^b	41.62±0.73 ^b	2.691±0.00	2.21±0.08 ^b	< 30
P1xD2	40.64 ± 0.01	15.22±0.10 ^b	18.68±0.35	21.03±0.99	12.75±4.30 ^a	2.14±0.34	68.74±3.76	10.98±0.08	14.12±0.18	0.59±0.01 ^a	0.55±0.00 ^a	40.34±0.81 ^b	2.486±0.01	2.29±0.08 ^a	< 30
P2xD1	40.73 ± 0.14	14.83±0.42 ^b	19.26±0.11	21.69±0.50	11.58±3.86 ^a	2.50±0.16	66.70±5.02	11.04±0.09	14.08±0.18	0.61±0.00 ^a	0.57±0.00 ^a	44.61±1.26 ^a	2.623±0.00	2.13±0.07 ^a	< 30
P2xD2	40.61 ± 0.36	14.73±0.12 ^b	19.24±0.31	21.50±0.69	11.98±3.69 ^b	2.38±0.13	68.76±4.45	10.95±0.07	14.07±0.16	0.59±0.00 ^b	0.56±0.00 ^b	43.33±0.69 ^a	2.692±0.00	2.25±0.09 ^b	< 30

ตาราง 28 (ต่อ)

สิ่งทดลอง	การวิเคราะห์คุณภาพ														
	ค่าสีของเปลือกกล้วย			ค่าสีของเนื้อกล้วย			แรงกด(N)	ความชื้น (%)		ค่า aw		น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	ยีสต์และรา (CFU/g)
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*		เปลือก	เนื้อ	เปลือก	เนื้อ				
TxD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T1D1	40.65 ± 0.12	14.97±0.16	19.66±0.61	21.64±0.64	12.51±0.64	3.01±0.17	65.90±4.83	11.01±0.02 ^a	13.97±0.06 ^b	0.61±0.00 ^a	0.56±0.00 ^a	42.68±1.78	2.540±0.00 ^b	2.10±0.04 ^c	< 30
T1D2	40.53 ± 0.10	14.86±0.15	18.79±0.64	21.46±0.81	12.92±0.15	2.89±0.29	67.95±4.03	10.92±0.06 ^b	13.96±0.09 ^b	0.59±0.00 ^{ab}	0.56±0.00 ^{ab}	41.40±1.84	2.334±0.00 ^c	2.18±0.06 ^b	< 30
T2D1	40.82 ± 0.17	15.02±0.54	20.00±0.18	21.42±0.57	11.15±0.59	2.10±0.26	67.49±3.76	11.10±0.09 ^a	14.24±0.09 ^a	0.59±0.01 ^b	0.56±0.00 ^{ab}	43.54±2.09	2.774±0.00 ^a	2.23±0.04 ^b	< 30
T2D2	40.70 ± 0.39	14.92±0.24	19.22±0.21	21.23±0.78	11.56±0.46	1.98±0.20	69.55±4.28	11.01±0.05 ^{ab}	14.23±0.05 ^a	0.57±0.01 ^{ab}	0.56±0.00 ^{ab}	42.27±1.78	2.568±0.00 ^b	2.32±0.05 ^c	< 30
ปัจจัยร่วม 3 ระดับ															
PxTxD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P1xT1xD1	40.39±0.48	15.13±0.09	18.69±0.85	21.35±0.79	12.98±0.30 ^{bc}	2.68±0.28 ^a	66.45±2.66	11.03±0.04	14.00±0.01 ^b	0.59±0.00 ^{bc}	0.56±0.00 ^{bcd}	41.18±0.09 ^{cd}	2.574±0.00 ^d	2.14±0.02 ^d	< 30
P1xT1xD2	40.38±0.36	15.10±0.10	18.46±0.32	21.23±0.91	13.83±0.02 ^a	2.60±0.36 ^a	67.82±2.58	10.94±0.09	13.98±0.13 ^b	0.57±0.00 ^d	0.56±0.00 ^{bc}	39.90±1.11 ^d	2.369±0.00 ^e	2.23±0.04 ^{bc}	< 30
P1xT2xD1	40.62±0.27	15.13±0.27	19.06±0.69	21.20±0.75	12.08±0.52 ^{cd}	1.89±0.14 ^b	67.51±2.45	11.12±0.09	14.27±0.04 ^a	0.57±0.01 ^d	0.56±0.00 ^{cd}	42.05±0.93 ^{bcd}	2.809±0.00 ^a	2.28±0.04 ^b	< 30
P1xT2xD2	40.61±0.19	15.10±0.11	18.82±0.10	21.08±0.89	12.92±0.24 ^{bcd}	1.81±0.19 ^b	68.88±3.26	11.03±0.04	14.25±0.08 ^a	0.56±0.01 ^a	0.55±0.00 ^c	40.78±0.09 ^{cd}	2.603±0.00 ^c	2.36±0.01 ^a	< 30
P2xT1xD1	40.30±0.46	14.73±0.24	18.86±0.69	21.67±0.60	12.47±0.24 ^{cd}	2.84±0.10 ^a	66.46±4.49	10.99±0.01	13.95±0.08 ^b	0.61±0.00 ^a	0.57±0.00 ^a	44.17±0.09 ^{ab}	2.506±0.00 ^d	2.07±0.04 ^d	< 30
P2xT1xD2	40.37±0.37	14.71±0.12	18.62±0.73	21.54±0.71	13.32±0.31 ^{ab}	2.76±0.17 ^a	67.83±3.80	10.90±0.04	13.94±0.04 ^b	0.60±0.00 ^b	0.56±0.00 ^{abc}	42.90±0.22 ^{bc}	2.300±0.00 ^b	2.15±0.07 ^d	< 30
P2xT2xD1	40.61±0.31	14.73±0.42	19.22±1.05	21.52±0.55	11.57±0.35 ^d	2.05±0.22 ^b	67.53±3.60	11.09±0.14	14.22±0.14 ^a	0.60±0.00 ^b	0.56±0.00 ^{ab}	45.04±1.83 ^a	2.740±0.00 ^b	2.28±0.00 ^{cd}	< 30
P2xT2xD2	40.60±0.31	14.70±0.26	18.99±0.50	21.39±0.69	12.41±0.20 ^{cd}	1.97±0.18 ^b	68.90±3.50	11.00±0.08	14.21±0.02 ^a	0.58±0.01 ^{cd}	0.56±0.00 ^{bcd}	43.77±0.81 ^{ab}	2.534±0.00 ^d	2.28±0.04 ^b	< 30

หมายเหตุ ค่าในช่องสควมภ์เดียวกันของแต่ละปัจจัยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตาราง 29 ความแตกต่างทางคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุเก็บรักษา 10 เดือน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม

สิ่งทดลอง	การวิเคราะห์คุณภาพ															สถิติและ TA (CFU/g)
	ค่าสีของเปลือกลำไย			ค่าสีของเนื้อลำไย			แรงกด(N)	ความชื้น (%)		ค่า aw		น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)		
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*		เปลือก	เนื้อ	เปลือก	เนื้อ					
บรรจุภัณฑ์	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
HDPE (P1)	40.26±0.19	15.56±0.08	18.54±0.38	20.58±1.10	12.26±0.45	2.23±0.54	67.09±5.36	11.38±0.04 ^a	14.37±0.21	0.656±0.01	0.561±0.01 ^b	33.47±6.04 ^b	4.077±0.01	2.42±0.01	< 30	
PP (P2)	39.88±0.46	14.44±0.11	18.55±0.14	21.44±0.05	11.19±0.15	2.33±0.42	64.76±0.90	11.09±0.05 ^b	14.44±0.21	0.656±0.01	0.569±0.00 ^a	41.68±0.30 ^a	3.304±0.00	2.24±0.09	< 30	
อุณหภูมิการเก็บรักษา	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
15 °C (T1)	39.62±0.17	14.86±0.15	18.26±0.27 ^b	21.48±0.50	12.47±0.52 ^a	2.89±0.34 ^a	64.35±3.31	11.41±0.03	13.92±0.08 ^b	0.667±0.01 ^a	0.566±0.00	38.60±0.31	2.950±0.00 ^b	2.09±0.07 ^b	< 30	
อุณหภูมิห้อง (T2)	40.29±0.58	14.77±0.21	19.41±0.11 ^a	20.83±0.53	10.63±0.62 ^b	1.71±0.56 ^b	66.72±5.59	11.65±0.16	14.90±0.06 ^a	0.634±0.00 ^b	0.564±0.00	39.21±2.39	4.173±0.00 ^a	2.51±0.06 ^a	< 30	
สารดูดความชื้น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
ไว้ (D1)	39.83±0.12	14.86±0.38 ^a	19.27±0.16	21.38±0.17	10.73±0.32 ^b	2.12±0.25	63.84±1.23	11.68±0.05	14.54±0.22	0.634±0.00 ^a	0.573±0.01 ^a	41.45±1.16	4.165±0.00 ^a	2.16±0.06	< 30	
ไม่ไว้ (D2)	40.01±0.51	14.80±0.13 ^b	18.62±0.27	21.04±0.65	11.96±0.22 ^a	2.38±0.60	68.38±2.39	11.45±0.17	14.39±0.06	0.649±0.01 ^b	0.561±0.00 ^b	37.69±3.30	3.268±0.00 ^b	2.37±0.06	< 30	
ปัจจัยร่วม 2 ระดับ																
PxT	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
P1xT1	39.97 ± 0.13	15.17 ± 0.11	18.56 ± 0.20 ^b	21.03±0.76	12.37±0.42	2.56±0.44	65.72±3.15	11.45±0.06 ^{ab}	14.25±0.04 ^b	0.66±0.01 ^a	0.56±0.00	37.24±2.07	3.58±0.15 ^b	2.25±0.04 ^b	< 30	
P1xT2	40.44 ± 0.34	15.19 ± 0.07	19.08 ± 0.23 ^a	20.70±0.76	11.44±0.44	1.97±0.55	66.91±4.89	11.53±0.08 ^a	14.58±0.04 ^a	0.64±0.01 ^b	0.56±0.00	37.41±2.75	3.98±0.15 ^a	2.38±0.07 ^a	< 30	
P2xT1	39.73 ± 0.43	14.62 ± 0.02	18.52 ± 0.02 ^b	20.98±0.47	11.50±0.38	2.18±0.35	65.47±2.09	11.35±0.06 ^b	14.27±0.12 ^b	0.64±0.01 ^a	0.57±0.00	39.98±0.95	3.32±0.15 ^a	2.17±0.07 ^b	< 30	
P2xT2	40.19 ± 0.63	14.65 ± 0.20	19.04 ± 0.01 ^a	20.81±0.87	12.11±0.04	2.31±0.57	67.74±3.74	11.43±0.05 ^{ab}	14.60±0.11 ^a	0.65±0.01 ^b	0.56±0.00	40.15±1.27	3.73±0.15 ^{ab}	2.31±0.07 ^a	< 30	
PxD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
P1xD1	40.13 ± 0.01	15.17 ± 0.21 ^a	19.00 ± 0.08	21.46±0.25	11.83±0.26 ^b	2.61±0.38	64.55±1.22	11.53±0.05	14.44±0.19	0.66±0.01	0.566±0.00 ^b	37.95±1.65 ^{ab}	3.934±0.00 ^b	2.17±0.07	< 30	
P1xD2	40.24 ± 0.36	15.19 ± 0.13 ^a	18.73 ± 0.29	21.14±0.29	10.91±0.37 ^a	2.02±0.49	65.74±3.11	11.45±0.09	14.39±0.19	0.64±0.01	0.562±0.00 ^a	36.70±2.84 ^b	3.633±0.00 ^{ab}	2.17±0.07	< 30	
P2xD1	39.89 ± 0.29	14.62 ± 0.33 ^a	18.96 ± 0.15	21.41±0.07	10.96±3.63 ^b	2.23±0.31	64.30±0.74	11.43±0.05	14.46±0.23	0.64±0.01	0.569±0.00 ^a	40.69±0.40 ^a	3.677±0.00 ^{ab}	2.20±0.07	< 30	
P2xD2	40.00 ± 0.65	14.64 ± 0.01 ^b	18.69 ± 0.06	21.24±0.34	11.57±3.49 ^a	2.36±0.50	66.57±1.42	11.36±0.09	14.41±0.21	0.65±0.01	0.565±0.00 ^b	39.44±1.16 ^{ab}	3.375±0.00 ^a	2.31±0.07	< 30	

ตาราง 29 (ต่อ)

สิ่งทดสอบ	การวิเคราะห์คุณภาพ														ยีสต์และ รา (CFU/g)
	ค่าสีของเปลือกกล้วย			ค่าสีของเนื้อกล้วย			แรงกด (N)	ความชื้น (%)		ค่า aw		น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	5-HMF (ppm)	ปริมาณ กรด (%)	
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*		เปลือก	เนื้อ	เปลือก	เนื้อ				
TxD	ns			ns			ns	ns		ns		ns			
T1xD1	39.74 ± 0.09	14.79 ± 0.20 ^b	18.86 ± 0.08 ^{ab}	21.43±0.21	11.60±0.38 ^b	2.51±0.28	64.10±1.92	11.44±0.05	14.29±0.10 ^b	0.65±0.01 ^{ab}	0.57±0.00 ^a	39.24±1.84	3.602±0.00 ^c	2.12±0.06 ^c	< 30
T1xD2	39.85 ± 0.45	14.81 ± 0.14 ^c	18.58 ± 0.13 ^c	21.26±0.53	12.21±0.28 ^c	2.64±0.47	66.37±1.43	11.36±0.08	14.24±0.07 ^b	0.66±0.02 ^a	0.56±0.00 ^{ab}	37.98±2.40	3.301±0.00 ^b	2.23±0.06 ^{ab}	< 30
T2xD1	40.20 ± 0.29	14.82 ± 0.38 ^b	19.38 ± 0.05 ^c	21.10±0.20	10.68±0.37 ^c	1.92±0.37	65.28±2.34	11.56±0.07	14.61±0.09 ^a	0.63±0.00 ^c	0.57±0.00 ^{ab}	39.41±2.11	4.009±0.00 ^a	2.33±0.06 ^{ab}	< 30
T2xD2			19.11 ±												< 30
	40.31 ± 0.65	14.84 ± 0.04 ^a	0.16 ^{ab}	20.94±0.56	11.29±0.40 ^b	2.05±0.58	67.55±3.93	11.44±0.11	14.56±0.06 ^a	0.64±0.01 ^{ab}	0.56±0.00 ^a	38.16±2.94	3.708±0.00 ^b	2.44±0.06 ^a	
ปัจจัยร่วม 3 ระดับ															
PxTxD							ns	ns		ns		ns			
P1xT1xD1	39.90±0.09 ^{ab}	14.13±0.05 ^a	18.69±0.21 ^{ab}	21.15±0.46 ^{ab}	12.23±0.32 ^{cd}	2.41±0.35 ^{ab}	65.10±1.85	11.49±0.00	14.28±0.03	0.65±0.01 ^{ab}	0.57±0.00 ^{ab}	37.87±1.52	3.731±0.00 ^d	2.22±0.04 ^{ab}	< 30
P1xT1xD2	39.96±0.24 ^{ab}	15.09±0.12 ^b	18.47±0.29 ^b	21.03±0.72 ^{ab}	13.20±0.30 ^c	2.50±0.49 ^{ab}	66.61±2.55	11.41±0.08	14.23±0.02	0.66±0.01 ^a	0.56±0.00 ^b	36.61±3.01	3.429±0.01 ^d	2.29±0.05 ^{ab}	< 30
P1xT2xD1	40.13±0.27 ^{ab}	14.10±0.11 ^a	19.07±0.16 ^a	20.93±0.45 ^{ab}	11.61±0.37 ^{cd}	2.02±0.42 ^{ab}	65.88±2.86	11.57±0.05	14.60±0.02	0.64±0.00 ^b	0.57±0.00 ^{ab}	38.04±2.42	4.138±0.00 ^a	2.36±0.04 ^{ab}	< 30
P1xT2xD2	40.19±0.40 ^{ab}	15.06±0.15 ^b	18.86±0.25 ^{ab}	20.82±0.72 ^{ab}	12.58±0.42 ^b	2.11±0.57 ^{ab}	67.40±4.05	11.49±0.12	14.55±0.03	0.65±0.01 ^{ab}	0.56±0.00 ^b	36.79±3.91	3.837±0.00 ^d	2.43±0.04 ^a	< 30
P2xT1xD1	39.75±0.20 ^{ab}	13.75±0.09 ^a	18.69±0.16 ^{ab}	21.43±0.13 ^a	11.87±0.20 ^a	2.45±0.32 ^{ab}	64.32±1.03	11.39±0.01	14.30±0.03	0.65±0.01 ^{ab}	0.57±0.00 ^a	40.60±3.91	3.473±0.00 ^d	2.16±0.04 ^d	< 30
P2xT1xD2	39.81±0.37 ^{ab}	14.72±0.15 ^b	18.48±0.21 ^b	21.32±0.36 ^a	12.84±0.19 ^{ab}	2.53±0.45 ^{ab}	65.83±0.72	11.32±0.08	14.25±0.12	0.66±0.01 ^a	0.570.00 ^{ab}	39.35±0.89	3.172±0.00 ^b	2.24±0.07 ^{cd}	< 30
P2xT2xD1	39.97±0.35 ^{ab}	13.72±0.18 ^a	19.00±0.10 ^a	21.22±0.15 ^a	11.26±0.31 ^c	2.05±0.38 ^{ab}	65.10±1.80	11.47±0.05	14.63±0.16	0.64±0.00 ^b	0.57±0.00 ^a	40.78±0.31	3.881±0.00 ^b	2.30±0.07 ^{ab}	< 30
P2xT2xD2	40.03±0.51 ^{ab}	14.69±0.21 ^b	18.86±0.16 ^{ab}	21.11±0.38 ^a	12.23±0.38 ^{cd}	2.14±0.52 ^{ab}	66.62±2.81	11.40±0.13	14.57±0.11	0.65±0.01 ^{ab}	0.56±0.00 ^{ab}	39.53±1.79	3.579±0.00 ^a	2.37±0.07 ^{ab}	< 30

หมายเหตุ ค่าในช่องสคริปต์เดียวกันของแต่ละปัจจัยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตาราง 30 ความแตกต่างทางคุณภาพของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีอายุเก็บรักษา 12 เดือน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม

ตั้งทดลอง	การวิเคราะห์คุณภาพ															
	ค่าสีของเปลือกลำไย			ค่าสีของเนื้อลำไย			ความชื้น (%)				ค่า aw		น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	ยีสต์และรา (CFU/g)
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	แรงกด (N)	เปลือก	เนื้อ	เปลือก	เนื้อ					
บรรจุภัณฑ์	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
HDPE (P1)	39.96±0.09	15.60±0.15	17.96±0.40	20.37±0.41 ^b	12.13±0.46	2.00±0.19	56.74±1.75	12.21±0.12 ^a	14.74±0.27	0.665±0.00 ^b	0.566±0.01 ^b	30.34±4.51	5.605±0.00	2.53±0.04	< 30	
PP (P2)	39.47±0.44	14.53±0.12	18.85±0.38	21.37±0.23 ^a	10.61±0.11	2.57±0.21	59.39±4.60	11.50±0.09 ^b	14.87±0.21	0.674±0.00 ^a	0.580±0.01 ^a	35.33±2.07	5.629±0.00	2.37±0.01	< 30	
อุณหภูมิการเก็บรักษา	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
15 °C (T1)	39.12±0.18 ^b	14.66±0.04	18.53±0.26	21.48±0.23 ^a	11.72±0.52	3.15±0.29 ^a	57.35±7.52	12.04±0.05	14.42±0.17 ^b	0.674±0.00	0.573±0.01	32.31±0.66	4.625±0.00 ^b	2.23±0.02 ^b	< 30	
อุณหภูมิห้อง (T2)	40.15±0.48 ^a	15.12±0.18	19.27±0.39	20.59±0.47 ^b	10.51±0.32	1.61±0.17 ^b	59.66±3.84	12.31±0.07	15.23±0.28 ^a	0.668±0.00	0.578±0.00	35.03±1.75	6.617±0.00 ^a	2.61±0.01 ^a	< 30	
การดูดความชื้น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
ไฉ้ (D1)	39.56±0.74	14.72±0.15 ^b	19.50±0.65	21.31±0.46	9.99±0.09 ^b	2.49±0.29	60.52±4.11	12.21±0.10	14.87±0.35	0.676±0.00 ^a	0.578±0.00	33.62±1.77	6.403±0.00 ^a	2.28±0.02 ^b	< 30	
ไมไ้ (D2)	39.67±0.13	14.97±0.21 ^a	18.59±0.34	20.90±0.18	11.68±0.36 ^a	2.32±0.05	61.46±2.54	12.16±0.04	14.85±0.22	0.669±0.00 ^b	0.568±0.01	33.69±3.44	5.230±0.00 ^b	2.49±0.03 ^a	< 30	
ปัจจัยร่วม 2 ระดับ																
PxT	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
P1xT1	39.61±0.05	15.13±0.08	18.06±0.03	20.84±0.35 ^{ab}	11.92±0.43	1.92±0.37 ^b	57.05±4.52	12.14±0.01 ^b	14.67±0.20	0.67±0.00 ^{bc}	0.57±0.01	32.10±2.13	5.349±0.00 ^b	2.37±0.03 ^c	< 30	
P1xT2	40.21±0.09	15.33±0.20	18.43±0.12	20.48±0.44 ^b	11.32±0.32	2.05±0.58 ^a	58.20±1.21	12.23±0.01 ^a	14.94±0.23	0.67±0.00 ^a	0.57±0.00	33.00±2.42	6.013±0.00 ^b	2.50±0.01 ^a	< 30	
P2xT1	39.47±0.02	14.55±0.02	18.57±0.29	20.84±0.35 ^a	11.06±0.18	1.92±0.37 ^a	58.63±2.83	11.91±0.05 ^d	14.71±0.18	0.67±0.00 ^a	0.57±0.00	33.76±1.46	5.357±0.00 ^b	2.32±0.01 ^d	< 30	
P2xT2	40.06±0.17	14.76±0.10	18.93±0.44	20.64±0.30 ^{ab}	11.90±4.00	2.05±0.58 ^a	59.10±0.46	12.00±0.06 ^c	14.98±0.21	0.67±0.00 ^{ab}	0.57±0.01	34.67±1.76	6.021±0.00 ^a	2.43±0.02 ^b	< 30	
PxD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
P1xD1	39.98±0.15	15.21±0.06 ^a	18.60±0.37 ^{ab}	21.34±0.35	11.17±0.31 ^c	1.92±0.37	58.37±5.71	12.28±0.05 ^a	14.81±0.028	0.67±0.00 ^b	0.58±0.00 ^{ab}	32.54±2.11	5.876±0.00	2.30±0.01 ^{ab}	< 30	
P1xD2	39.87±0.04	15.24±0.18 ^a	18.07±0.12 ^b	20.98±0.30	10.56±0.14 ^a	2.05±0.58	59.52±3.27	12.18±0.05 ^a	14.80±0.25	0.67±0.00 ^c	0.57±0.00 ^b	32.57±2.55	5.485±0.00	2.30±0.01 ^a	< 30	
P2xD1	39.84±0.23	14.63±0.05 ^d	19.10±0.70 ^a	21.34±0.35	10.30±3.55 ^d	1.92±0.37	59.95±4.06	11.96±0.08 ^b	14.85±0.26	0.67±0.00 ^a	0.58±0.00 ^a	34.20±1.47	5.884±0.00	2.32±0.01 ^a	< 30	
P2xD2	39.73±0.03	14.67±0.08 ^b	18.57±0.20 ^{ab}	21.14±0.16	11.15±3.39 ^b	2.05±0.58	60.42±2.02	11.95±0.07 ^b	14.84±0.24	0.67±0.00 ^{ab}	0.57±0.00 ^{ab}	34.23±1.90	5.493±0.00	2.45±0.02 ^{ab}	< 30	

ตาราง 30 (ต่อ)

สิ่งทดสอบ	การวิเคราะห์คุณภาพ														ยีสต์และ รา (CFU/g)
	ค่าสีของเปลือกกล้วย			ค่าสีของเนื้อกล้วย			แรงกด (N)	ความชื้น (%)		ค่า aw		น้ำตาลรีควิซ์ (%)	5-HMF (ppm)	ปริมาณ กรด (%)	
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*		เปลือก	เนื้อ	เปลือก	เนื้อ				
TxD	ns			ns		ns	ns	ns	ns			ns	ns		
T1xD1	39.74 ± 0.09	14.79 ± 0.20 ^b	18.86 ± 0.08 ^{bc}	21.43±0.21	11.60±0.38 ^b	2.51±0.28	58.94±5.81	12.03±0.14	14.70±0.21	0.67±0.00 ^a	0.58±0.00	32.92±1.86	5.548±0.00 ^b	2.25±0.01 ^d	< 30
T1xD2	39.85 ± 0.45	14.81 ± 0.14 ^a	18.58 ± 0.13 ^c	21.26±0.53	12.21±0.28 ^a	2.64±0.47	59.41±2.61	12.02±0.14	14.69±0.17	0.67±0.00 ^{ab}	0.57±0.01	32.94±2.25	5.158±0.00 ^d	2.36±0.02 ^c	< 30
T2xD1	40.20 ± 0.29	14.82 ± 0.38 ^b	19.38 ± 0.05 ^d	21.10±0.20	10.68±0.37 ^a	1.92±0.37	60.09±1.95	12.12±0.14	14.96±0.24	0.67±0.00 ^{ab}	0.57±0.00	33.82±2.11	6.212±0.00 ^b	2.44±0.01 ^b	< 30
T2xD2	40.31 ± 0.65	14.84 ± 0.04 ^a	19.11 ± 0.16 ^{ab}	20.94±0.56	11.29±0.40 ^b	2.05±0.58	60.56±3.00	12.11±0.14	14.96±0.20	0.67±0.00 ^b	0.57±0.00	33.85±2.52	5.821±0.00 ^b	2.55±0.02 ^a	< 30
ปัจจัยร่วม															
3 ระดับ															
PxTxD							ns		ns			ns			
P1xT1xD1	39.54±0.32 ^{ns}	13.98±0.15 ^a	18.66±0.31 ^{ab}	21.06±0.25 ^{ab}	11.84±0.40 ^{ab}	2.54±0.17 ^a	58.21±4.38	12.15±0.01 ^a	14.68±0.26	0.67±0.00 ^{ab}	0.57±0.00 ^{ns}	32.09±2.31	5.545±0.00 ^d	2.34±0.02 ^d	< 30
P1xT1xD2	39.58±0.13 ^{ns}	14.99±0.05 ^a	18.36±0.32 ^b	20.92±0.17 ^{ab}	12.86±0.30 ^a	2.49±0.08 ^a	58.52±2.20	12.14±0.01 ^a	14.67±0.22	0.67±0.00 ^{ns}	0.57±0.01 ^{ns}	32.11±2.87	5.153±0.00 ^b	2.41±0.03 ^c	< 30
P1xT2xD1	39.89±0.43 ^{ns}	14.13±0.19 ^c	18.91±0.36 ^{ab}	20.76±0.38 ^{bc}	11.44±0.31 ^a	2.03±0.03 ^b	58.97±1.44	12.24±0.02 ^a	14.94±0.30	0.67±0.00 ^{ns}	0.57±0.00 ^{ns}	32.99±2.68	6.208±0.00 ^b	2.47±0.02 ^b	< 30
P1xT2xD2	39.93±0.22 ^{ns}	15.15±0.07 ^a	18.61±0.33 ^{ab}	20.62±0.35 ^c	12.45±0.26 ^a	1.97±0.08 ^b	59.29±1.44	12.23±0.00 ^a	14.94±0.26	0.67±0.00 ^c	0.57±0.01 ^{ns}	33.02±3.23	5.817±0.00 ^d	2.54±0.02 ^a	< 30
P2xT1xD1	39.38±0.44 ^{ns}	13.62±0.08 ^d	18.96±0.36 ^{ab}	21.39±0.29 ^a	11.34±0.31 ^b	2.73±0.25 ^a	59.09±5.13	11.92±0.08 ^b	14.72±0.26	0.68±0.00 ^a	0.58±0.00 ^{ns}	33.75±3.23	5.552±0.00 ^d	2.29±0.02 ^c	< 30
P2xT1xD2	39.42±0.24 ^{ns}	14.64±0.03 ^b	18.66±0.28 ^{ab}	21.25±0.14 ^{ab}	12.35±0.20 ^{bc}	2.68±0.15 ^a	59.40±3.16	11.90±0.06 ^b	14.71±0.20	0.67±0.00 ^{ab}	0.57±0.01 ^{ns}	33.78±2.06	5.161±0.00 ^d	2.36±0.02 ^d	< 30
P2xT2xD1	39.73±0.55 ^{ns}	13.78±0.13 ^d	19.21±0.46 ^a	21.09±0.34 ^{ab}	10.93±0.17 ^a	2.22±0.14 ^b	59.86±2.81	12.01±0.08 ^b	14.99±0.28	0.67±0.00 ^{ab}	0.58±0.00 ^{ns}	34.66±1.86	6.216±0.00 ^b	2.42±0.00 ^c	< 30
P2xT2xD2	39.76±0.34 ^{ns}	14.79±0.04 ^b	18.90±0.32 ^{ab}	20.95±0.25 ^{ab}	11.95±0.14 ^d	2.16±0.09 ^b	60.17±2.42	11.99±0.07 ^b	14.98±0.24	0.67±0.00 ^{ns}	0.57±0.00 ^{ns}	34.68±2.42	5.825±0.00 ^d	2.49±0.01 ^b	< 30

หมายเหตุ ค่าในช่องสคริปต์เดียวกันของแต่ละปัจจัยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

1. เมื่อนำลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่ซื้อจากเกษตรกรทุกราย (สิ่งทดลอง) มาศึกษาความแตกต่างทางคุณภาพกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ พบว่า ตั้งแต่เริ่มการเก็บรักษาจนถึง 12 เดือน ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกทุกสิ่งทดลองมีการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้น และค่า water activity เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ขณะที่ค่าสี L ของเนื้อลำไยลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี พบว่า ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปน้ำตาลกลูโคส สาร 5-hydroxymethylfurfural และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลง ขณะที่ปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural ปริมาณกรดทั้งหมด เพิ่มขึ้น สำหรับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า ตรวจพบยีสต์และราไม่น้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม และพบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสี L ของเนื้อลำไยอบแห้ง ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural ก่อนข้างชัดเจน ซึ่งอาจนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดอายุการเก็บรักษาลำไยอบแห้งได้ดี

2. เมื่อพิจารณาการใช้บรรจุภัณฑ์ อุณหภูมิการเก็บรักษา ร่วมกับการเลือกใช้สารดูดความชื้น พบว่า ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส โดยไม่ใช้สารดูดความชื้นมีแนวโน้มของคุณภาพทางกายภาพ ซึ่งได้แก่ ค่า water activity ปริมาณความชื้น คำนวณจากปัจจัยอื่น ขณะที่คุณภาพทางเคมี ซึ่งได้แก่ ปริมาณกรด และปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural เกิดขึ้นน้อยกว่าที่พบในปัจจัยอื่น ๆ

บรรณานุกรม

- กนกวรรณ ศรีงาม. 2545. น้ำผึ้งคุณภาพ..คือ ตอนที่ 1. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://web.agri.cmu.ac.th/acaserv/n/2-10-49.htm>. (20 กรกฎาคม 2552).
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549. ลำไย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.doae.go.th/plant/longan.htm> (2 กันยายน 2549).
- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2542. คุณค่าทางอาหารของลำไย. อ้างโดย สุวรรณ หาญวิริยะพันธุ์. ม.ป.ป. ลำไยโบราณถึงลำไยพันธุ์ใหม่. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.doa.go.th/th/ShowArticles.aspx?id=1231> (2 กันยายน 2549).
- กฤติยา เชื้อนเพชร. 2546. ผลของสารด้านการเกิดสีน้ำตาลต่อพลับทั้งแห้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 199 น.
- การุณย์ มะโนใจ. 2550. ลำไยหวาน ที่กว๊านพะเยา. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.bloggang.com/viewblog.php?id=hoonvi&date=09-11-2007&group=8&gblog=51> (27 พฤษภาคม 2552).
- กิตตินันท์ ธรรมไช. 2549. คุณภาพของมะเดื่อฝรั่งที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชลธิชา รุ่งก่อน และ เต็มศักดิ์ ส่งวัฒนา. 2540. ผลของ pH ที่มีต่ออัตราการเกิดสีน้ำตาลแบบเมลลาร์ดในระบบกลูโคส-ไลซีน. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 5(2): 9-21.
- ชุมฉวนิช คำวงษ์. 2550. สถานการณ์ลำไย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://agriman.doae.go.th/home/croprequirment/situation-longan-11102550> (23 พฤษภาคม 2552).
- โชคชัย ไชยมงคล. ม.ป.ป. ผลของพันธุ์ลำไยต่อคุณภาพของผลลำไยอบแห้ง. เชียงใหม่ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 12 น.
- โชคชัย ไชยมงคล, ตระกูล ต้นสุวรรณ และ เกียรติ เชื้อวศิลา. 2545. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2545 เรื่อง การแปรรูปลำไยอบแห้งทั้งเปลือก. เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 20 น.
- ครุณี มูลโรจน์. 2550. การพัฒนากระบวนการผลิตกล้วยน้ำว้าผงโดยวิธีทำแห้งแบบโฟมเมท. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://203.156.104.73/~asif/nfi/download.php?view.11> (3 มิถุนายน 2552).

ธิดา พงษ์เจตสุพรรณ และ วัชรพงษ์ สันต์สิริตระกูล . 2544. การประเมินคุณภาพลำไยอบแห้งชนิด
ไม่แกะเปลือกที่อุณหภูมิต่าง ๆ . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

72 น.

นิธิรา รัตนูปนันท. 2548ก. กรรมวิธีการผลิตลำไยอบแห้ง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา

<http://www.longaninfo.org/site/postharvest/show.php?gid=2&yid=48&id=1> (23
ธันวาคม 2548).

_____. 2548ข. การบรรจุผลลำไยอบแห้ง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา

<http://www.longaninfo.org/site/postharvest/show.php?gid=2&yid=48&id=3> (23
ธันวาคม 2548).

_____. 2548ค. ลักษณะทั่วไปของลำไย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา

<http://www.longaninfo.org/site/static/general.php> (23 ธันวาคม 2548).

นวลศรี รักษิณธรรม. 2547. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยการทำมาตรฐานลำไยอบแห้งทั้ง
เปลือก. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 45 น.

บริษัท พาวเวอร์ดราย จำกัด. 2545. อีโคดราย ชนิดเม็ด. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา

http://www.powerdry.co.th/giggs_th_products_ecodry_bead_Mar_07.html (20
มิถุนายน 2550).

ประสิทธิ์ แก่นแก้ว. 2548. ผลของออกซิเจนและวอเตอร์แอคทีวิตีต่อคุณภาพของเนื้อลำไยอบแห้ง
ระหว่างการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 86 น.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2550. พันธุ์ลำไย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา

http://www.kasetcity.com/tips_agri/shownote.asp?GID=157 (27 พฤษภาคม 2552).

พิมพ์ วัชรพงศ์กุล. 2549. น้ำตาลในผลไม้. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://nutrition.anamai.
moph.go.th/Fruits.doc](http://nutrition.anamai.moph.go.th/Fruits.doc) (15 กรกฎาคม 2552).

ไพโรจน์ วิริยจารี. ม.ป.ป. การผลิตลำไยกึ่งแห้งโดยวิธีอบแห้งแบบสูญญากาศและแบบถาดร่วมกับ
การใช้ระบบสารต้าน การเกิดสีน้ำตาลและสารออกซิโมติก. [ระบบออนไลน์].

แหล่งที่มา <http://www.agsent.info/longan/project5-1.htm> (27 กรกฎาคม 2552).

มลศิริ วิโรทัย และ ปาริฉัตร หงสประภาส. 2542. สาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหาร. [ระบบ
ออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.swu.ac.th/royal/book5/b5c4t1.html> (17 มกราคม
2551).

- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. น.ป.ป. เคมีของการโพลีเอเธน. [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/BCT611/Chap1/chapter1_3.html (27 กรกฎาคม 2552).
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 2542. การผลิตผงสาหร่ายสำเร็จรูป. [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา <http://www.trang.rmutsv.ac.th/department/indy/research/rsnr02.htm>. (23 พฤษภาคม 2552).
- รัตนา อัดตปัญญา, กมล งามสมสุข และ จิรวรรณ กิจชัยเจริญ. 2541. โครงการวิจัยอุตสาหกรรมแปรรูปลำไย. อ้างโดย กิตติศักดิ์ มูลป่า. 2545. การศึกษาการปรับปรุงสีเปลือกของลำไยอบแห้ง. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 30 น.
- รัตนา อัดตปัญญา, ลักขณา มิน่วม และ สุนทร วงศ์สวัสดิ์. 2520. การศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาวิธีการทำลำไยแห้งที่เหมาะสมกับลำไยแต่ละสายพันธุ์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.geocities.com/thailamyai/0322.html> (23 พฤษภาคม 2552).
- ลำไยอบแห้งเพื่อการส่งออก. 2543. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.foodmarketexchange.com/datacenter/industry/article_th/3_fruit/dctail_th_4_3_10_2.htm (23 พฤษภาคม 2552).
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2552. พลาสติก. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%81>. (10 กรกฎาคม 2552)
- เวชยันต์ รามศรี และ วิวัฒน์ คล่องพานิช. 2548. การอบแห้งลำไยแบบถ้งหมุนโดยใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 37: (2) (พิเศษ) 2549 170-173.
- สุกศักดิ์ ลิ้มปิติ และ ทวีชัย นิมาแสง. 2546. รายงานการวิจัยการพัฒนาเครื่องอบลำไยชนิดสลับทิศทางลมร้อนระดับการค้าสำหรับชาวสวนลำไย. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 75 น.
- ศูนย์เฉพาะกิจแก้ไขปัญหาการบริหารและจัดการตลาดลำไยจังหวัดลำพูน ปี 2550. 2550. ข้อมูลการแปรรูปลำไยปี 2550. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://lamphun.doae.go.th/index_centerlamyai_2.htm (24 ธันวาคม 2550).
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. ผลผลิตลำไย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://agri.dit.go.th/web_dit_scc3/admin/uploadfiles/upload_files/%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8

%95%E0%B8%A5%E0%B8%B3%E0%B9%83%E0%B8%A2.pdf (24 ธันวาคม 2550). (24 มกราคม 2551).

ศิริวรรณ เรืองสวัสดิ์, ทิพย์พร ไทยานันท์, เพชรพงศ์ เพชร และ ศิริศักดิ์ ดำรงพิศุทธิกุล. ม.ป.ป.

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของสารละลายเด็กซ์โตส. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: [สถาบันพัฒนาการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยภาคกลาง. 2547. ความหมาย](http://filing.fda.moph.go.th/.../แนวทางพัฒนาสูตรตำรับ%20กอง%20ย/86.ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของสารละลายเด็กซ์โตส (1 เมษายน 2552).</p>
</div>
<div data-bbox=)

ความสำคัญและลักษณะของการบรรจุภัณฑ์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.cmf.ac.th/packaging/unit1.htm> (6 มิถุนายน 2552).

สายสวาท กุลวัฒนาพร. 2547. การแปรรูปลำไยเพื่อให้ได้คุณภาพ. **ข่าวเทคโนโลยีสำหรับชาวชนบท.** 89:1-8.

สุธาสิณี บุญเชื่องมา, ศุภลักษณ์ ศรีจรรย์ และ ศักดิ์สิทธิ์ จันทน์ไทย. ม.ป.ป. การวิเคราะห์เชิง

ปริมาณของไฮดรอกซีเมทิลเฟอรูลในน้ำผึ้ง ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 33. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา

http://www.scisoc.or.th/stt/33/sec_c/paper/stt33_C1_C0010.pdf (15 มิถุนายน 2552).

สุรภา จิระสันติกุล. 2548. ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของเนื้อลำไยอบแห้งที่ผลิตในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 81 น.

สุวรรณ ศรีสวัสดิ์, อินทราวุธ ฉัตรเกษ และ พวงเพ็ญ สุยะนันท์. 2550. การเก็บรักษาทุเรียนดิบบดแห้งจากทุเรียนพันธุ์หมอนทองดิบ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา

<http://it.doa.go.th/durian/detail.php?id=362&PHPSESSID=08235cff251a064e76d686fc785bc0bd> (3 มิถุนายน 2552).

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กองควบคุมอาหาร. 2543. น้ำผึ้ง. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 211. 3 น.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2549. ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก. มกอช.10-2549.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. ลำไย: เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่รายจังหวัด ปี 2549 – 2551. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา:

<http://www.oae.go.th/Prcai/Longan07.xls>. (24 มกราคม 2551).

_____. 2552. ลำไยแห้ง: ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน. [ระบบออนไลน์].

แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th/statistic/export/1301LOD.xls>. (24 มกราคม 2551).

สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร กรมการค้าภายใน. 2551. ผลผลิตลำไย. [ระบบออนไลน์].

แหล่งที่มา: http://agri.dit.go.th/web_dit_sec3/admin/uploadfiles/upload_file. (16 พฤษภาคม 2552).

_____. 2552. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลำไยอบแห้งรายประเทศ ตั้งแต่ปี 2547–

2551. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา:

http://agri.dit.go.th/web_dit_sec3/admin/uploadfiles/upload_files (16 พฤษภาคม 2552).

อารีย์ อัจฉริยวิริยะ. 2544. การจำลองสถานะและศึกษาหาแนวทางการอบแห้งลำไยที่เหมาะสมที่สุด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 152 น.

AOAC International. 2000. **Official Method of analysis 16th ed.** aithersburg, MD:

Association of Official Analytical Chemists.

Fournior, E. 2005. Colorimetric quantification of carbohydrates. 655-660. In **Handbook of Food Analytical Chemistry**. Wrolstad, R.E., Acree, T.E., Decker, E.A., Penner, M.H., Reid, D.S., Schwartz, S.J., Shoemaker, C.F., Smith, D.M. and Sporns, P. Eds. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Lewkowski, J. Synthesis, chemistry and applications of 5-hydroxymethylfurfural and its derivatives. **ARKIVOC 2001 (i)**. [Online] Available

http://mf.erciyes.edu.tr/eng/ogrgor/ogrt/804/ders_notu/Synthesis,%20Chemistry%20and%20Applications%20of%205Hydroxymethylfurfural%20And%20its%20derivates%20M%20521.pdf. (27 May 2009).

Phupaichitkun, S., Mahayothee B., Heawsungcharern M., Janjai S. and Muller, J.. 2005. **Single-layer drying behavior of longan (*Dimocarpus longan* Lour.)**. [Online]. Available <http://www.tropentag.de/2005/abstracts/full/623.pdf> (1 December 2005).

Qing, X., Ying-hua, L and Xiu-yang, L. 2007. Investigation on influencing factors of 5-HMF content in *Schisandra*. **Journal of Zhejiang University SCIENCE B**. [Online] 8(6): 439-445 Available <http://www.zju.edu.cn/jzus>. (26 May 2009).

Ying-hua, L and Xiu-yang, L. 2005. Investigation on the origin of 5-HMF in Shengmai Yin decoction by RP-HPLC method. **Journal of Zhejiang University SCIENCE.**
[Online] 6B(10): 1015-1021 Available <http://www.zju.edu.cn/jzus> (26 May 2009).





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
วิธีการอบแห้งลำไยทั้งเปลือก



ภาพผนวก 1 วิธีการอบแห้งลำไยทั้งเปลือกในปี 2539 ที่ใช้กับเตากระแบบได้วันและเตาอบ กระแบบ ใช้แก๊สหุงต้ม

ที่มา: รัตนา และคณะ (2541 อ้างโดย กิตติศักดิ์, 2545)

ภาคผนวก ข

การบรรจุและเก็บรักษาคำโยบแห้งทั้งเปลือก



ภาพผนวก 2 การเก็บรักษาลำไยอบแห้งทั้งเปลือกหลังจากผ่านการอบแห้ง

- (ก) ตัวอย่างลำไยที่อบแห้งด้วยเตากระแบบใช้แก๊สหุงต้ม
- (ข) ตัวอย่างลำไยที่อบแห้งด้วยเตาอบไอน้ำ
- (ค) การอบแห้งตัวอย่างควบคุมและเก็บรักษาสิ่งทดลอง

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ของลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

วิธีการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี

เตรียมตัวอย่างลำไยโดยแกะลำไยอบแห้ง นำเฉพาะเนื้อลำไยมาสับเป็นชิ้นละเอียดให้ได้ขนาดประมาณ 2 มิลลิเมตร

1. การวัดค่าสี (เครื่องวัดค่าสี: JUKI รุ่น 801, Japan)

1. การเปิดเครื่อง ต้องทำการอุ่นเครื่องวัดสีก่อนทำการทดลองประมาณ 90 นาที
2. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่หน้าจอจะปรากฏคำว่า

2.1 Color / reader จากนั้นกด measurement แล้วกด enter หน้าจอจะปรากฏคำว่า Zero calibration ให้นำกล่องทรงกระบอกสีดำวางครอบบนแสงที่ออกจากเครื่องวัดสี กด F1 จากนั้นนำกล่องทรงกระบอกสีขาวออก หน้าจอจะปรากฏคำว่า standard calibration ให้นำ standard ขั้ววาง กด F1 นำ standard ออก

3. การวัดค่าสี

3.1 กด F5 เพื่อเลือกโหมด

3.2 กด F4 เพื่อเลือกการวัดของแข็งหรือของเหลว โดยหากวัดของแข็งเลือก refraction ของเหลวเลือก transmission ในที่นี้ตัวอย่างเป็นลำไยอบแห้งให้เลือกของแข็ง

3.3 นำกล่องทรงกระบอกสีดำครอบบนเครื่องวัดสีอีกครั้ง จากนั้นนำตัวอย่างลำไยใส่ลงถาดวางตัวอย่าง นำกล่องทรงกระบอกสีดำครอบไว้ กด enter แล้วกด F1 ก็จะปรากฏค่าสีที่ได้ บันทึกค่าสีที่ได้

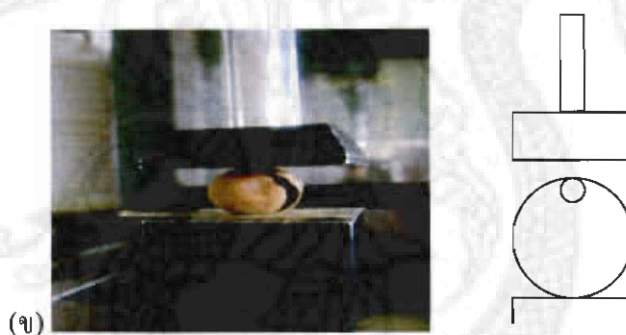
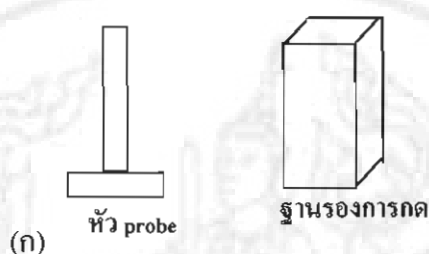
3.4 เมื่อวัดค่าเสร็จแล้ว กด F9 กด F10 กด enter กด F10 อีกครั้ง ใช้เมาส์คลิกคำว่า end หน้าจอจะปรากฏคำว่า C:JUKI รอสักครู่ กดปุ่ม start กด shut down

หมายเหตุ การวัดค่าสีระบบ CIE ประกอบด้วยตัวแปรของค่าสี 3 ตัวคือ

1. ค่าสี L^* หมายถึง ค่าความสว่างของสี ซึ่งมีค่าจาก 0 คือสีดำ ถึง 100 คือสีขาว
2. ค่าสี a^* หมายถึง ค่าความเป็นสีเขียวและสีแดง เมื่อ a^* มีค่าบวก จะแสดงถึงความ เป็นสีแดง และเมื่อ a^* มีค่าลบ จะแสดงถึงความ เป็นสีเขียว
3. ค่าสี b^* หมายถึง ค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลือง เมื่อ b^* มีค่าบวก จะแสดงถึงความเป็นสีเหลือง และเมื่อ b^* มีค่าลบ จะแสดงถึงความ เป็นสีน้ำเงิน

2. การวัดค่าความแข็งของเปลือกลำไยอบแห้งทั้งเปลือก (เครื่องวัดค่าความแข็งของวัสดุ: Loyyd)

1. เลือกหัว probe แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร และมีฐานรองการกดสูง 9 เซนติเมตร มีหน้าฐานเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้าง 5 เซนติเมตร (ดังภาพ 14) จากนั้นประกอบเข้ากับเครื่องวัดค่าความแข็งของวัสดุ กดเปิดเครื่อง จะมีไฟขึ้นที่ปุ่มสี่เหลี่ยมให้กดปิด จากนั้นหน้าจอของเครื่องจะปรากฏคำว่า Local control B Remote control A



ภาพผนวก 3 (ก) ลักษณะหัว probe และฐานรองการกด (ข) ลักษณะการกดวัดค่าความแข็ง

2. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ กด F1 เพื่อเข้าโปรแกรม

2.1 กดปุ่ม A ที่หน้าจอวงจรของเครื่องวัดค่าความแข็งของวัสดุ

3. เลือก load windap

3.1 เลือก set up เลือก compression เลือก load cell ขนาด 200 นิวตัน เลือก speed ขนาด 200 มิลลิเมตรต่อนาที เลือก Auto return เมื่อตั้งค่าทั้งหมดแล้ว เลือก test condition เพื่อวัดความแข็งของเปลือกลำไย โดยนำลำไยอบแห้งทั้งเปลือกมาวัดค่าความแข็งผลมาตรวจวัด ซึ่งจะวางลำไยบนแท่นสี่เหลี่ยมโดยจัดให้หัวของลำไยอยู่ด้านบน

3.2 เมื่อวัดความแข็งของเปลือกลำไยเสร็จแล้ว ถอดหัว probe ออกจากเครื่องวัดค่าความแข็งของวัสดุแล้วกดปิดเครื่อง

3.3 ปิดโปรแกรมที่คอมพิวเตอร์

3. การวิเคราะห์หาความชื้นลำไยอบแห้งทั้งเปลือก (AOAC, 2000)

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างลำไยมาสับเป็นชิ้นให้ละเอียด ขนาดไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ที่เตรียมไว้ชั่งมา 5 กรัม ชั่งให้ละเอียดจนถึงระดับ 0.0001 กรัม ใส่ลงใน moisture can (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักแล้ว) ไปอบที่ตู้อบสุญญากาศอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง
2. ใช้คีมคีบ moisture can ออกจากตู้อบสุญญากาศ ไปใส่ในโถดูดความชื้น 30 นาที จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักที่หายไป
3. นำ moisture can เข้าไปอบในตู้อบสุญญากาศแล้วชั่งน้ำหนักหลังอบทำซ้ำจนกว่าน้ำหนักตัวอย่างลำไยคงที่คือ มีความแตกต่างกันไม่เกิน 0.002 กรัม

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างลำไยอบที่ใช้ในการทดลอง}} \times 100$$

4. การวัดค่า water activity (a_w) ของตัวอย่างลำไยอบแห้งทั้งเปลือก (เครื่อง AQUA LAB)

1. เปิดสวิตช์เครื่องวัดค่า a_w เพื่อเตรียมใช้งาน โดยเปิดเครื่องก่อนการใช้งานอย่างน้อย 1 ชั่วโมง
2. นำ standard ใส่ลงในช่องวัดค่า a_w จากนั้นหมุนปุ่มไปที่คำว่า read
3. รอจนเครื่องอ่านค่า โดยจะมีไฟกระพริบเป็นสัญญาณว่าเครื่องอ่านค่าเรียบร้อยแล้ว
4. นำตัวอย่างที่ต้องการวัดค่า water activity คือ เม็ด เนื้อ และเปลือกลำไย มาใส่ในช่องใส่ตัวอย่างเพื่อวัดค่า water activity ทำเช่นเดียวกับของ 2 และ 3 แล้วทำการบันทึกค่า a_w ที่อ่านได้จากเครื่อง

5. การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดในลำไยอบแห้งทั้งเปลือก (AOAC, 2000)

วิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐานปฐภูมิโพแทสเซียมไฮโดรเจนพธาลเลต ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ โดยชั่งสารโพแทสเซียมไฮโดรเจนพธาลเลตที่อบเสร็จแล้วมา 2.0423 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

2. การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 M โดยชั่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.00 -1.10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น (ที่ต้มจนเดือดแล้วทิ้งไว้ให้เย็น) จนครบ 250 มิลลิลิตร

3. การวัดความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Standardization of NaOH solution)

3.1 ปิเปตสารละลายมาตรฐานปฐภูมิโพแทสเซียมไฮโดรเจนพธาลเลตที่เตรียมจากข้อ 1 มา 25 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่

3.2 นำสารละลายที่เตรียมจากข้อ 2 มาใส่ลงในบิวเรต

3.3 เติมน้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ ข้อ 3.1 หยดฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด เขย่าให้เข้ากัน

3.4 นำไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ข้อ 3.2 จนกระทั่งเกิดจุดยุติเปลี่ยนจากสีใสเป็นสีชมพูอ่อน

3.5 บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ จากนั้นทำการไทเทรตอีก 2 ครั้ง แล้วนำผลการทดลองที่บันทึกไว้คำนวณหาความเข้มข้นที่ถูกต้องของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จากสูตร

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

เมื่อ

M_1 คือ ความเข้มข้นเป็นโมลาร์ของสารละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนพธาลเลต

V_1 คือ ปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนพธาลเลต คือ 25 มิลลิลิตร

M_2 คือ ความเข้มข้นเป็นโมลาร์ของสารละลายของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ต้องการ

V_2 คือ ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนพธาลเลต 25 มล.

4. การไทเทรตหาปริมาณกรดทั้งหมดของลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

4.1 นำเนื้อลำไยที่เตรียมไว้จากวิธีการที่กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งมาประมาณ 5 กรัม ให้น้ำหนักละเอียดถึง 0.0001 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่นลงไป 250 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที

4.2 กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำของเหลวที่ได้จากการกรองมา 25 มิลลิลิตร หยดด้วยสารละลายฟีนอล์ฟธาไลน์อินดิเคเตอร์ 2-3 หยด เขย่าให้กันแล้วนำไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน จากข้อ 3

4.3 ไทเทรตจนเกิดจุดยุติเปลี่ยนเป็นสีส้ม บันทึกปริมาตรที่ใช้เพื่อนำไปหาความเข้มข้นของกรดซิตริกในลำไย

การคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดซิตริก

สารละลายลำไย 25 มล. ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (0.1 M)

A มิลลิลิตร

$$\begin{aligned} \text{หมายถึง ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (0.1 M) ไป} &= A \times M_2 && \text{มิลลิโมล} \\ \text{แสดงว่า เนื้อลำไยที่ซึ่งมาจำนวน 5/10 กรัม มี} &= \frac{A \times M_2}{1000} && \text{โมล} \\ &= \frac{A \times M_2 \times MW_{\text{กรดซิตริก}}}{1000} && \text{กรัม} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ลำไย 100 กรัม} & \quad \text{มี} = \frac{A \times M_2 \times MW_{\text{กรดซิตริก}} \times 100 \times 10}{1000 \times 5} && \% \\ & = \frac{A \times M_2 \times MW_{\text{กรดซิตริก}}}{5} && \% \end{aligned}$$

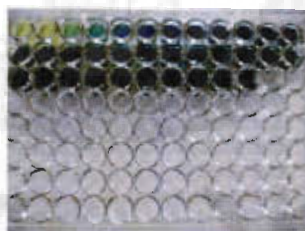
6. การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในลำไยอบแห้งโดยวิธี Somogyi-Nelson Method (Fournior, 2005)

การเตรียมตัวอย่าง

แกะเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือก สับให้ละเอียด ชั่งตัวอย่าง 0.25 กรัม ให้มีมวลละเอียดถึง 0.0001 กรัม (A กรัม) ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่านาน 1 ชั่วโมง นำมากรองด้วยกระดาษกรอง นำสารละลายตัวอย่างที่ได้ไปหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เทียบกับสารละลายมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส

วิธีการทดลอง

1. ล้างหลอดทดลองที่สะอาดด้วยน้ำกลั่น
2. เตรียมสารละลายมาตรฐานน้ำตาลกลูโคสให้มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร จากนั้นถ่ายสารละลายที่ได้จำนวน 25 50 75 100 125 150 และ 200 ไมโครลิตร ด้วยไมโครปิเปต ลงในหลอดทดลองที่เตรียมไว้
3. ถ่ายสารละลายตัวอย่างจำนวนที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในช่วง 5-100 ไมโครกรัม ที่เตรียมดังวิธีที่กล่าวแล้ว 250 ไมโครลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง
4. เติม low alkalinity copper reagent จำนวน 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองข้อ 2 และ 3
5. นำหลอดทดลองทั้งหมดคั่นในอ่างน้ำเดือด อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที
6. เติม arsenomolybdate reagent จำนวน 1 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 5 มิลลิลิตร ทุกหลอดเพื่อเจือจาง แล้วตั้งทิ้งไว้ อย่างต่ำ 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง
7. จากนั้นใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างที่เตรียมเสร็จแล้วจากข้อ 6 จำนวน 180 ไมโครลิตร ลงในถาดหลุมไมโครเพลท (ดังภาพ)



ภาพผนวก 4 การหยดตัวอย่างลงในถาดหลุมไมโครเพลท

8. นำไปวัดด้วยเครื่อง Micro plate reader ที่ 500 nm
 - 8.1 การเตรียมเครื่อง Micro plate reader
 - 8.2 ทำการอุ่นเครื่องวัดการดูดกลืนแสงอย่างน้อย 30 นาที
 - 8.3 เปิดคอมพิวเตอร์ คลิกเลือกไฟล์ KC junior จากนั้นกด OK
 - 8.4 เลือก New protocol จากนั้นตั้งชื่อของ protocol ตามที่เราต้องการ

8.5 เลือก read method ตั้งค่าเป็น End point

Primary wave ตั้งค่าเป็น 500 นาโนเมตร

Reference wave ตั้งค่าเป็น none

8.6 เลือก template โดยระบุลงไปในช่วงตารางที่ปรากฏขึ้นมาว่าต้องการให้ช่องใด เป็น Blank, standard หรือตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์

8.7 เลือก report โดยตั้งค่าชื่อให้เหมือนกับชื่อที่เขียนใน protocol

8.8 ในกรณีที่มิเครื่องจะให้ระบุความเข้มข้นของ standard เมื่อระบุความเข้มข้นเสร็จแล้ว กด OK

8.9 เลือก read plate และกด OK จากนั้นรอให้เครื่องประมวลผลความเข้มข้นของตัวอย่าง

8.10 บันทึกผลความเข้มข้นน้ำตาลรีดิวซ์ของสารละลายตัวอย่าง เพื่อนำไปคำนวณต่อไป

9. เขียนกราฟมาตรฐานจากสารละลายในข้อ 2

10. หาความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์ในตัวอย่างเมื่อลำโพงแห่งทั้งเปลือกจากกราฟหรือคำนวณจากสมการ $y = a + bx$

เมื่อ $a =$ ค่าที่กราฟตัดบนแกน y

$b =$ ค่าความชัน (slope) ของกราฟ

$y =$ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง

$x =$ ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์จากกราฟมาตรฐาน (มิลลิกรัม/

มิลลิลิตร)

$$\text{ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในตัวอย่าง} = \frac{5X \times 10^4}{A} \%$$

7. การวิเคราะห์หาปริมาณสาร 5-hydroxymethyl furfural (5-HMF) (Ying-hua, L and Xiu-yang, L., 2005)

การเตรียม Stock standard solution (100 ppm.)

1. ชั่งสาร 5-HMF มาตรฐาน 0.1 กรัม ละลายในน้ำ HPLC 25 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร

2. เติลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นใช้น้ำ HPLC ล้างบีกเกอร์ครั้งละ 25 มิลลิลิตร ทำการล้างบีกเกอร์ 2 ครั้ง แล้วปรับปริมาตรสารละลายให้ครบ 100 มิลลิลิตร

3. ปรับความเข้มข้นของสารมาตรฐานให้ได้ 0.5, 5, 10, 20 และ 40 ppm ตามลำดับ โดยเตรียมจาก stock standard solution ดังนี้

3.1 ความเข้มข้น 0.5 ppm. เตรียมโดยดูดสารจาก stock standard solution 0.125 มิลลิลิตร เทลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำ HPLC ให้ครบ 25 มิลลิลิตร

3.2 ความเข้มข้น 5 ppm เตรียมโดยดูดสารจาก stock standard solution 1.25 มิลลิลิตร เทลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำ HPLC ให้ครบ 25 มิลลิลิตร

3.3 ความเข้มข้น 10 ppm เตรียมโดยดูดสารจาก stock standard solution 2.5 มิลลิลิตร เทลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำ HPLC ให้ครบ 25 มิลลิลิตร

3.4 ความเข้มข้น 20 ppm เตรียมโดยดูดสารจาก stock standard solution 5 มิลลิลิตร เทลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำ HPLC ให้ครบ 25 มิลลิลิตร

3.5 ความเข้มข้น 40 ppm เตรียมโดยดูดสารจาก stock standard solution 10 มิลลิลิตร เทลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำ HPLC ให้ครบ 25 มิลลิลิตร

สภาวะเครื่อง HPLC

การวิเคราะห์หาปริมาณสาร 5-HMF โดยเครื่อง Agilent HP 1100 HPLC ใช้คอลัมน์แบบ Diamonsil C18 (ยาว 250 มิลลิเมตร x เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.6 มิลลิเมตร x 5 ไมโครเมตร) โดยใช้น้ำกับอะซิโตน (95:5, v/v) เป็นตัวพาสาร (mobile phase) กำหนดอัตราการไหลที่ 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที และใช้ความยาวคลื่นที่ 280 นาโนเมตร ปริมาณสารที่ฉีดเท่ากับ 1 ไมโครลิตร ใช้เวลาประมาณ 15 นาที

การเตรียมตัวอย่างลำไยอบแห้ง

นำตัวอย่างเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือก 50 กรัม แช่น้ำกลั่นไร้ประจุ (deionize water) 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่อง incubator shaker ที่ความเร็วรอบ 180 rpm. นาน 6 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายตัวอย่างลำไยใส่ในหลอดหมุนเหวี่ยงขนาด 15 มิลลิลิตร โดยหมุนเหวี่ยงที่ 15,000 RPM นาน 15 นาที หนึ่งรอบและ 20 นาที หนึ่งรอบ และกรองด้วย micro filter

ขนาด 0.45 ไมโครเมตร จากนั้นนำสารละลายตัวอย่างนำไปวิเคราะห์หาสารปริมาณสาร 5-hydroxymethylfurfural ด้วยเครื่อง HPLC



ภาพผนวก 5 เครื่อง High performance chromatography (HPLC)

8. การวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อยีสต์และรา โดยวิธีการ Pour plate (AOAC, 2000)

การเตรียม 0.1% peptone water

1. ชั่ง peptone ผงสำเร็จรูป ปริมาณ 15 กรัม
2. ละลายในน้ำกลั่นปริมาณ 1,000 มิลลิลิตร
3. ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ และหลอดทดลอง 9 มิลลิลิตรเพื่อทำ dilution
4. นำไปฆ่าเชื้อ โดยการใช้หม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา

15 นาที

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA)

1. ชั่ง Potato dextrose agar (PDA) ผงสำเร็จรูป ปริมาณ 39 กรัม
2. ละลายในน้ำกลั่นปริมาณ 1,000 มิลลิลิตร
3. ใส่ลงในขวดคูแรนปิดฝา (คล้ายฝาเกลียวเล็กน้อย) นำไปฆ่าเชื้อ โดยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

วิธีการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์

1. นำตัวอย่างลำไยที่เตรียมไว้มาชั่งจำนวน 25 กรัม ด้วยเครื่องชั่งให้น้ำหนักละเอียด 0.01 กรัม จากนั้นใส่ลงในถุงพลาสติก แล้วเท peptone water ลงไป 225 มล. แล้วนำไปตีให้เข้ากันด้วยเครื่อง stomacher ประมาณ 15 นาที

2. ใช้ปิเปตขนาด 1 มล. คูดตัวอย่างจากข้อ 1 จำนวน 1 มล. ใส่ลงในหลอดทดลอง ที่มี Peptone water อยู่ 9 มล. ทำให้เข้ากันด้วย vortex mixture

3. เจือจางตัวอย่างลงไปครึ่งละ 10 เท่า จนได้ระดับความเจือจางที่ต้องการ ในที่นี้ เจือจางสารละลายตัวอย่างเข้มข้นเป็น 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} จากสารละลายตัวอย่างในข้อ 1

4. ใช้ปิเปตขนาด 1 มล. อันใหม่ 3 อัน คูดสารแขวนลอยจากการเจือจางแต่ละ ความเข้มข้นที่เตรียมไว้ตามข้อ 3 ใส่ในงานเพาะเชื้อเปลา (ฆ่าเชื้อโดยอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง เรียบร้อยแล้ว) โดยทำ 2 ซ้ำ ต่อ 1 ความเจือจาง

5. นำอาหารร่วน PDA ที่เตรียมไว้ ที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส เทลงในงานเพาะเชื้อที่ปิเปตตัวอย่างใส่ไว้แล้ว ประมาณ 15 มล. จากนั้นผสมอาหารร่วนให้เข้ากันกับตัวอย่าง

6. ทิ้งให้อาหารร่วนแข็งตัว แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ไม่ต้องกลับงานเพาะเชื้อ) นาน 5 วัน

การนับและคำนวณจำนวนจุลินทรีย์

1. ให้นับจำนวนโคโลนีที่มีอยู่ในงานเพาะเชื้อที่มีเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นระหว่าง 30-300 โคโลนี ให้นับจำนวนจุลินทรีย์ทั้ง 2 งาน แล้วนำมาเฉลี่ย แล้วคูณด้วยระดับความเจือจาง

2. การคำนวณนับเป็นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่อกรัมของตัวอย่างจากสูตรต่อไปนี้

CFU/g ของตัวอย่าง =

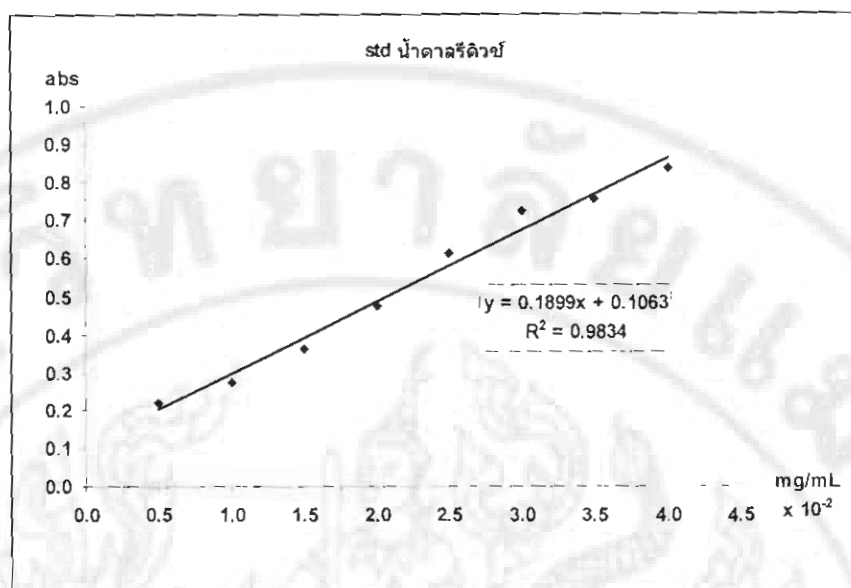
จำนวนโคโลนีที่นับได้ x 250

เนื้ออาหารของตัวอย่างที่อยู่ในปริมาตรที่นำมาจากความเจือจางที่ทำการวิเคราะห์

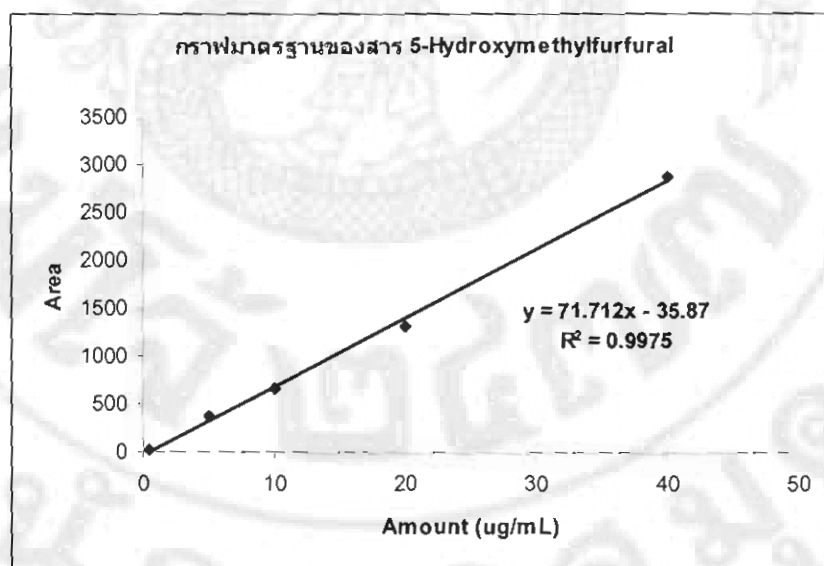


ภาคผนวก ง

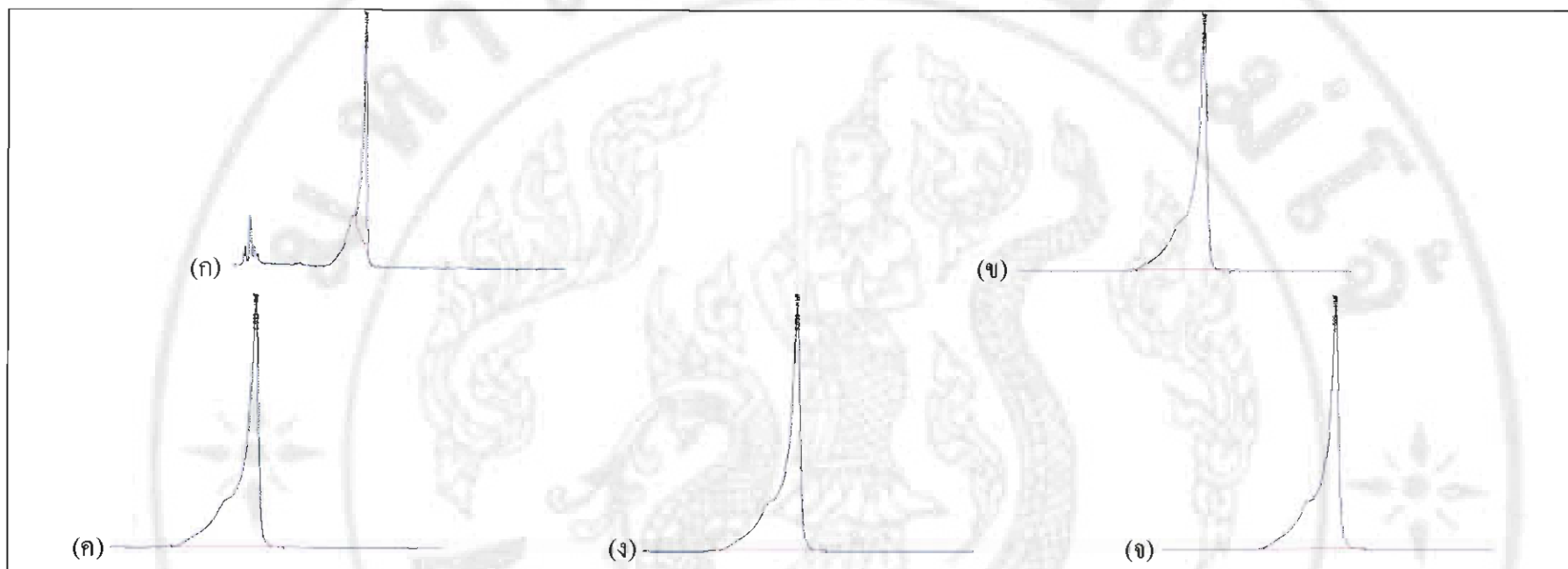
ข้อมูลด้านกายภาพ เคมี่ และจุลินทรีย์



ภาพผนวก 6 กราฟมาตรฐานการวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์ในรูปน้ำตาลกลูโคสของเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

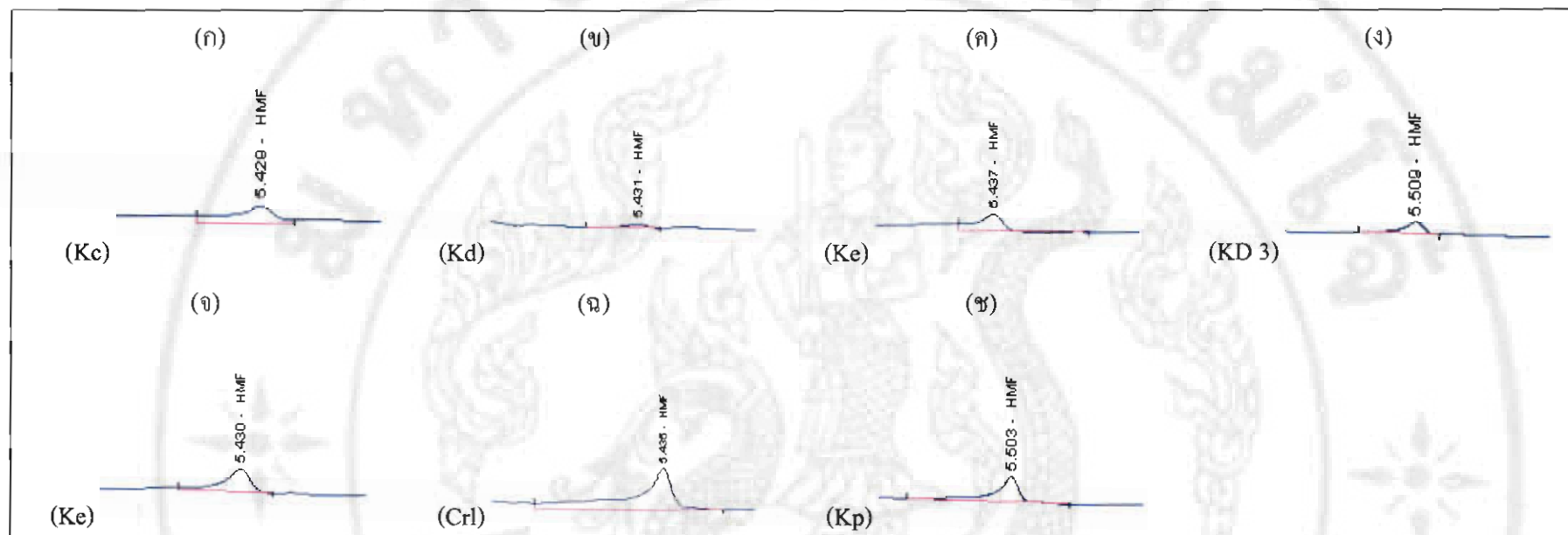


ภาพผนวก 7 กราฟมาตรฐานการวิเคราะห์สาร 5-Hydroxymethylfurfural ของเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือก



ภาพผนวก 8 การวิเคราะห์ปริมาณสารมาตรฐาน 5-Hydroxymethylfurfural (5-HMF)

- (ก) ความเข้มข้น 0.5 ppm
- (ข) ความเข้มข้น 5 ppm
- (ค) ความเข้มข้น 10 ppm
- (ง) ความเข้มข้น 20 ppm และ
- (จ) ความเข้มข้น 40 ppm



ภาพผนวก 9 การวิเคราะห์ปริมาณสาร 5-Hydroxymethylfurfural (5-HMF) ในเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

- (ก) ตัวอย่างลำไยที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน (ข) ตัวอย่างลำไยที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน
 (ค) ตัวอย่างลำไยที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน (ง) ตัวอย่างลำไยที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน
 (จ) ตัวอย่างลำไยที่อายุการเก็บรักษา 8 เดือน (ฉ) ตัวอย่างลำไยที่อายุการเก็บรักษา 10 เดือน และ
 (ช) ตัวอย่างลำไยที่อายุการเก็บรักษา 12 เดือน

ตอนที่ 1 ศึกษาคุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อายุการเก็บรักษาช่วง 0-12 เดือน

ตารางผนวก 1 คุณภาพเปลือกลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 0 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ					
	ค่าสี L*	ค่าสี a**	ค่าสี b*	แรงกด** (N)	ความชื้น(%)	ค่า aw
kt	41.21±0.91 ^a	14.76±0.76	19.64±0.95 ^{bcd}	92.38 ± 13.41	10.35 ± 0.93 ^b	0.44 ± 0.01 ^b
kw	38.07±0.75 ^a	13.72±1.08	18.03±0.60 ^a	100.56 ± 18.22	12.25 ± 0.13 ^a	0.45 ± 0.00 ^b
kp	40.92±1.26 ^{bcd}	15.91±1.73	20.00±1.22 ^{bcd}	94.40 ± 7.98	9.90 ± 0.01 ^b	0.45 ± 0.00 ^{ab}
kd	43.02±1.43 ^a	15.43±2.83	21.74±2.08 ^b	106.81 ± 15.76	9.96 ± 0.10 ^b	0.43 ± 0.00 ^b
kc	42.32±2.37 ^{ab}	14.78±1.93	20.32±1.77 ^{bcd}	73.31 ± 16.61	10.36 ± 0.54 ^b	0.43 ± 0.00 ^b
ks	40.71±2.52 ^{bc}	15.05±0.62	18.79±2.15 ^{bc}	100.29 ± 10.17	9.90 ± 0.18 ^b	0.48 ± 0.04 ^a
kk	38.99±0.50 ^d	14.06±0.26	17.70±0.16 ^d	91.35 ± 20.28	10.49 ± 0.10 ^b	0.48 ± 0.03 ^a
ke	39.15±0.54 ^{bc}	15.43±0.96	17.84±0.58 ^{cd}	98.88 ± 11.28	9.93 ± 0.08 ^b	0.44±0.01 ^b
crl	39.16±1.50 ^{cd}	16.38±1.49	19.55±1.28 ^{bcd}	118.13 ± 6.10	9.83 ± 0.09 ^b	0.43 ± 0.00 ^b

หมายเหตุ: ค่าในช่องสคริปต์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

crl = สิ่งทดลองควบคุม

ตารางผนวก 2 คุณภาพเปลือกกล้วยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 2 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ					
	ค่าสี L*	ค่าสี a*	ค่าสี b**	แรงกด** (N)	ความชื้น(%)	ค่า aw
kt	42.21±0.90 ^{abc}	13.65±0.62 ^{bc}	20.51±0.37	81.45 ± 8.03	10.33 ± 0.33 ^c	0.44 ± 0.01 ^b
kw	47.26±0.78 ^a	14.90±0.69 ^{ab}	25.29±0.18	87.87 ± 29.20	12.62 ± 0.08 ^a	0.47 ± 0.03 ^b
kp	42.47±0.38 ^{bcd}	14.01±0.09 ^{bc}	20.75±0.74	87.37 ± 19.10	9.99 ± 0.08 ^d	0.45 ± 0.00 ^b
kd	45.65±1.87 ^{ab}	15.77±1.43 ^a	22.00±2.21	86.89 ± 5.30	10.22 ± 0.09 ^c	0.45 ± 0.01 ^b
kc	40.44±3.29 ^{cd}	14.26±0.37 ^{abc}	19.29±1.69	65.69 ± 15.94	10.49 ± 0.05 ^c	0.45 ± 0.00 ^a
ks	43.19±1.10 ^d	14.86±1.58 ^{abc}	20.91±0.50	89.86 ± 11.60	10.33 ± 0.14 ^c	0.54 ± 0.01 ^a
kk	39.84±0.60 ^d	13.42±0.40 ^c	20.25±0.45	84.12 ± 15.56	10.84 ± 0.23 ^b	0.52 ± 0.03 ^b
ke	38.66±1.89 ^d	15.75±0.75 ^a	17.96±1.91	86.51 ± 9.73	10.32 ± 0.04 ^c	0.47 ± 0.03 ^b
crl	38.64±1.20 ^d	15.96±0.40 ^a	20.78±0.19	86.02 ± 6.76	9.98 ± 0.04 ^d	0.46 ± 0.01 ^b

หมายเหตุ: ค่าในช่องศกมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าดอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าดอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

crl = สิ่งทดลองควบคุม

ตารางผนวก 3 คุณภาพเปลือกลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 4 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ					
	ค่าสี L*	ค่าสี a*	ค่าสี b**	แรงกด** (N)	ความชื้น(%)	ค่า aw
kt	43.57±1.32 ^b	15.68±0.09 ^{ab}	20.69±1.58	71.46 ± 13.00	10.37 ± 0.11 ^c	0.47 ± 0.08 ^{bc}
kw	47.44±0.48 ^a	14.65±0.30 ^{bc}	25.30±0.42	82.59 ± 7.40	12.59 ± 0.40 ^a	0.47 ± 0.03 ^{bc}
kp	41.96±1.20 ^{bc}	14.99±0.30 ^b	19.16±0.62	90.30 ± 18.15	10.45 ± 0.16 ^c	0.47 ± 0.03 ^{bc}
kd	41.25±0.90 ^b	14.79±0.86 ^b	18.28±0.24	78.06 ± 9.85	10.33 ± 0.06 ^c	0.51 ± 0.02 ^{abc}
kc	43.86±4.80 ^b	15.15±0.06 ^b	21.88±4.21	67.89 ± 20.90	10.50 ± 0.24 ^c	0.53 ± 0.03 ^{ab}
ks	39.48±2.14 ^d	15.41±0.31 ^b	18.43±2.17	88.18 ± 10.93	10.60 ± 0.08 ^c	0.56 ± 0.01 ^a
kk	39.79±0.93 ^{cd}	13.79±0.77 ^c	20.92±1.63	70.88 ± 33.48	11.31 ± 0.39 ^b	0.54 ± 0.02 ^a
ke	39.02±0.37 ^d	15.32±0.38 ^b	18.83±0.97	77.08 ± 10.32	10.30 ± 0.05 ^c	0.55 ± 0.01 ^a
crl	39.36±0.34 ^d	16.54±0.40 ^a	21.86±0.17	82.52 ± 12.70	10.23 ± 0.01 ^c	0.46 ± 0.01 ^c

หมายเหตุ: ค่าในช่องศตมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

crl = สิ่งทดลองควบคุม

ตารางผนวก 4 คุณภาพเปลือกลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 6 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ					
	ค่าสี L*	ค่าสี a*	ค่าสี b* ^{aa}	แรงกด ^{aa} (N)	ความชื้น(%)	ค่า aw
kt	47.10±1.99 ^{bc}	14.76±0.76 ^a	23.57±2.33	73.82 ± 17.68	10.68 ± 0.53 ^c	0.51 ± 0.01 ^c
kw	47.02±1.07 ^a	13.72±1.08 ^{bc}	25.75±0.35	79.02 ± 11.67	12.63 ± 0.20 ^a	0.54 ± 0.03 ^b
kp	40.95±2.57 ^{bcd}	15.91±1.73 ^{bc}	19.22±1.42	75.76 ± 15.98	10.81 ± 0.10 ^c	0.48 ± 0.03 ^{cd}
kd	47.49±2.18 ^{bcd}	15.43±2.83 ^{abc}	22.72±4.40	67.47 ± 10.24	10.54 ± 0.11 ^c	0.55 ± 0.01 ^{ab}
kc	42.12±3.65 ^b	14.78±1.93 ^{ab}	22.92±5.04	56.51 ± 18.88	10.72 ± 0.09 ^c	0.57 ± 0.01 ^{ab}
ks	41.01±0.96 ^{bcd}	15.05±0.62 ^{bc}	20.10±0.45	74.25 ± 12.60	10.99 ± 0.01 ^c	0.56 ± 0.01 ^{ab}
kk	40.08±0.08 ^{bcd}	14.06±0.26 ^c	20.80±0.26	65.00 ± 11.97	11.77 ± 0.17 ^b	0.56 ± 0.01 ^{ab}
ke	40.14±0.45 ^d	15.43±0.96 ^{bc}	19.41±0.52	75.08 ± 4.36	10.81 ± 0.18 ^c	0.57 ± 0.02 ^a
crl	39.82±0.17 ^{cd}	16.38±1.49 ^{ab}	21.82±0.20	75.10 ± 18.25	10.50 ± 0.13 ^c	0.47 ± 0.01 ^d

หมายเหตุ: ค่าในช่องสคริปต์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

crl = สิ่งทดลองควบคุม

ตารางผนวก 5 คุณภาพเปลือกลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 8 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ					
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	แรงกด ^๓ (N)	ความชื้น(%)	ค่า aw
kt	44.80±0.71 ^{ab}	14.91 ± 0.26 ^c	23.00±2.29	73.81 ± 18.69	11.29 ± 0.08 ^c	0.53 ± 0.02 ^{bc}
kw	47.42±1.46 ^c	15.30 ± 0.81 ^{bc}	24.87±0.81	73.69 ± 14.94	12.91 ± 0.13 ^a	0.58 ± 0.02 ^a
kp	42.10±1.20 ^a	14.61 ± 0.71 ^c	20.35±0.81	74.68 ± 12.01	10.90 ± 0.14 ^c	0.55 ± 0.00 ^{ab}
kd	39.87±1.76 ^{abc}	14.47 ± 0.49 ^c	18.30±1.85	69.07 ± 7.85	10.84 ± 0.23 ^d	0.56 ± 0.01 ^{ab}
kc	42.58±0.74 ^{abc}	14.56 ± 0.20 ^c	20.63±0.43	57.78 ± 12.29	11.04 ± 0.08 ^c	0.57 ± 0.00 ^a
ks	41.69±0.12 ^{ab}	15.04 ± 0.13 ^{bc}	20.21±0.37	58.70 ± 22.05	11.19 ± 0.19 ^c	0.58 ± 0.01 ^a
kk	40.72±1.15 ^{abc}	14.73 ± 0.23 ^c	21.39±0.53	62.30 ± 5.59	12.09 ± 0.13 ^b	0.58 ± 0.02 ^a
ke	43.50±0.81 ^{bc}	17.14 ± 0.65 ^a	22.23±2.22	74.27 ± 15.87	11.28 ± 0.04 ^c	0.57 ± 0.01 ^a
crl	40.01±0.13 ^{abc}	16.30 ± 1.48 ^{ab}	21.91±0.79	72.68 ± 11.68	11.14 ± 0.18 ^c	0.51 ± 0.04 ^c

หมายเหตุ: ค่าในช่องสคริปต์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

crl = สิ่งทดลองควบคุม

ตารางผนวก 6 คุณภาพเปลือกลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 10 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ					
	ค่าสี L ^{ab}	ค่าสี a ^{ab}	ค่าสี b ^{ab}	แรงกด ^{ns} (N)	ความชื้น ^{ns} (%)	ค่า aw ^{ns}
kt	40.67 ± 1.81	15.49 ± 0.40	19.92 ± 1.88	66.39 ± 11.14	11.40 ± 0.08	0.58 ± 0.02
kp	39.92 ± 0.22	14.93 ± 1.04	19.14 ± 1.19	67.50 ± 10.45	11.16 ± 0.11	0.57 ± 0.01
kd	39.65 ± 1.05	14.61 ± 0.96	19.74 ± 0.29	62.06 ± 19.15	11.39 ± 0.22	0.58 ± 0.01
kc	39.43 ± 0.81	15.47 ± 0.86	19.36 ± 1.09	53.17 ± 21.58	11.31 ± 0.08	0.57 ± 0.01
ks	38.90 ± 0.31	14.09 ± 2.48	19.71 ± 0.69	58.96 ± 17.86	11.37 ± 0.06	0.59 ± 0.01
ke	38.62 ± 1.10	16.41 ± 0.04	21.29 ± 2.98	73.28 ± 24.38	11.32 ± 0.04	0.57 ± 0.00
crl	39.07 ± 0.81	16.91 ± 1.08	19.67 ± 0.59	70.85 ± 18.87	11.59 ± 0.44	0.57 ± 0.08

หมายเหตุ: ค่าในช่องศกมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื้อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

ke = ชื้อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kc = ชื้อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kw = ชื้อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

kd = ชื้อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kp = ชื้อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื้อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื้อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

crl = สิ่งทดลองควบคุม

สิ่งทดลอง kw และ kk มีเชื้อราเจริญขึ้นบนผิวเปลือกลำไยจนเกิดการเสื่อมเสีย

ตารางผนวก 7 คุณภาพเปลือกลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 12 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ					
	ค่าสี L* ^{abc}	ค่าสี a* ^{abc}	ค่าสี b* ^{abc}	แรงกด ^{abc} (N)	ความชื้น ^{abc} (%)	ค่า aw
kt	40.51 ± 0.73	15.12 ± 0.39	20.13 ± 0.78	63.71 ± 9.36	11.62 ± 0.11	0.67 ± 0.01 ^a
kp	39.42 ± 0.68	14.19 ± 0.99	18.53 ± 0.68	67.02 ± 7.90	11.64 ± 0.11	0.57 ± 0.02 ^b
kd	40.26 ± 2.80	14.89 ± 0.40	20.22 ± 0.29	53.37 ± 8.48	11.68 ± 0.13	0.58 ± 0.02 ^b
kc	39.78 ± 1.11	15.25 ± 0.32	19.30 ± 1.03	51.74 ± 6.37	11.69 ± 0.21	0.59 ± 0.04 ^b
ks	38.74 ± 1.13	13.47 ± 2.41	19.73 ± 1.36	56.23 ± 18.95	11.84 ± 0.23	0.59 ± 0.02 ^b
ke	37.71 ± 0.25	16.06 ± 0.04	20.27 ± 1.46	68.72 ± 8.65	11.67 ± 0.16	0.59 ± 0.01 ^b
crl	39.04 ± 1.78	15.04 ± 3.31	20.53 ± 1.25	68.52 ± 8.69	11.66 ± 0.18	0.58 ± 0.03 ^b

หมายเหตุ: ค่าในช่องสคริปต์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

crl = สิ่งทดลองควบคุม

สิ่งทดลอง kw และ kk มีเชื้อราเจริญขึ้นบนผิวเปลือกลำไยจนเกิดการเสื่อมเสีย

ตารางผนวก 8 คุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 0 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ				
	ค่าสี L ^{ab}	ค่าสี a ^{ab}	ค่าสี b ^{ab}	ความชื้น(เปอร์เซ็นต์)	ค่า aw
kt	23.88±0.28	9.52±0.57	3.53±0.95	13.71 ± 0.31 ^c	0.52 ± 0.01 ^c
kw	22.70±0.99	9.72±2.50	2.27±0.16	14.57 ± 0.13 ^{ab}	0.54 ± 0.00 ^b
kp	22.14±1.07	12.61±1.39	2.15±1.52	13.95 ± 0.04 ^{bc}	0.54 ± 0.00 ^c
kd	20.21±1.28	12.21±4.94	1.01±2.15	13.73 ± 0.38 ^c	0.53 ± 0.00 ^d
kc	22.53±1.30	12.63±5.58	2.89±2.08	14.01 ± 0.33 ^{bc}	0.53 ± 0.01 ^{cd}
ks	20.72±0.02	13.95±1.35	3.80±0.97	13.32 ± 0.52 ^c	0.54 ± 0.01 ^{bc}
kk	19.60±0.89	10.49±1.01	0.78±1.25	15.07 ± 0.35 ^a	0.56 ± 0.00 ^a
ke	24.35±2.30	12.17±1.01	3.68±2.36	14.50 ± 0.05 ^{ab}	0.54 ± 0.00 ^c
crl	21.33±1.13	7.89±2.45	1.99±0.19	13.88 ± 0.08 ^{bc}	0.54 ± 0.00 ^{bc}

หมายเหตุ: ค่าในช่องสคริปต์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

crl = สิ่งทดลองควบคุม

ตารางผนวก 9 คุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 2 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ				
	ค่าสี L* ^{ab}	ค่าสี a* ^{ab}	ค่าสี b* ^{ab}	ความชื้น(%)	ค่า aw
kt	22.09±0.08	8.03±0.42	2.27±2.51	13.69 ± 0.36 ^c	0.53 ± 0.00 ^c
kw	22.04±1.64	10.37±0.56	2.99±0.95	15.45 ± 0.64 ^a	0.54 ± 0.00 ^{cd}
kp	23.36±0.76	10.11±0.25	4.38±1.75	14.11 ± 0.16 ^{bc}	0.55 ± 0.00 ^b
kd	22.18±1.78	11.72±6.59	1.87±3.83	13.78 ± 0.34 ^c	0.54 ± 0.00 ^d
kc	21.91±1.73	11.03±2.08	1.64±1.61	14.40 ± 0.18 ^{bc}	0.55 ± 0.01 ^{bc}
ks	20.97±0.42	7.87±0.24	2.73±1.32	13.56 ± 0.37 ^c	0.55 ± 0.00 ^b
kk	21.41±1.11	7.97±2.09	2.63±1.61	15.33 ± 0.07 ^a	0.56 ± 0.00 ^a
ke	24.50±1.54	12.14±0.96	2.16±2.27	14.69 ± 0.16 ^{ab}	0.55 ± 0.01 ^{bc}
crl	20.72±0.66	7.31±1.50	2.03±0.11	14.22 ± 0.27 ^{bc}	0.55 ± 0.00 ^{bc}

หมายเหตุ: ค่าในช่องสคริปต์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

crl = สิ่งทดลองควบคุม

ตารางผนวก 10 คุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 4 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ				
	ค่าสี L* ^{ns}	ค่าสี a* ^{ns}	ค่าสี b* ^{ns}	ความชื้น(%)	ค่า aw
kt	22.46 ± 0.88	10.64 ± 0.29	0.87 ± 1.04	14.07 ± 0.12 ^{de}	0.54 ± 0.01 ^d
kw	22.70 ± 1.64	10.49 ± 0.53	1.18 ± 1.15	15.72 ± 0.23 ^a	0.56 ± 0.00 ^b
kp	22.57 ± 1.60	13.17 ± 0.93	2.12 ± 0.44	14.53 ± 0.05 ^{bc}	0.56 ± 0.00 ^a
kd	22.18 ± 1.78	13.15 ± 4.07	3.16 ± 2.67	14.12 ± 0.11 ^{cde}	0.54 ± 0.00 ^d
kc	21.91 ± 1.73	8.05 ± 2.31	2.83 ± 3.27	14.39 ± 0.15 ^{cd}	0.55 ± 0.01 ^c
ks	22.37 ± 0.38	12.18 ± 0.39	3.49 ± 3.47	13.79 ± 0.30 ^c	0.56 ± 0.00 ^b
kk	23.15 ± 1.02	10.56 ± 0.66	3.36 ± 0.57	15.62 ± 0.08 ^a	0.57 ± 0.00 ^a
ke	23.40 ± 1.70	11.14 ± 1.30	3.17 ± 1.54	14.90 ± 0.17 ^b	0.56 ± 0.00 ^b
crl	23.17 ± 0.56	10.00 ± 0.02	2.89 ± 0.11	14.31 ± 0.03 ^{cd}	0.55 ± 0.00 ^b

หมายเหตุ: ค่าในช่องสควมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

crl = สิ่งทดลองควบคุม

ตารางผนวก 11 คุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 6 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ				
	ค่าสี L* ^{ab}	ค่าสี a* ^{ab}	ค่าสี b* ^{ab}	ความชื้น(%)	ค่า aw
kt	21.67 ± 0.59	9.27 ± 4.42	3.98 ± 3.40	14.25 ± 0.02 ^{cd}	0.54 ± 0.00 ^f
kw	21.59 ± 0.55	10.38 ± 1.30	3.16 ± 1.05	16.03 ± 0.07 ^a	0.57 ± 0.00 ^{ab}
kp	22.14 ± 1.07	13.85 ± 2.33	3.09 ± 3.17	14.68 ± 0.45 ^{bcd}	0.57 ± 0.00 ^{bc}
kd	22.00 ± 0.56	9.07 ± 5.40	6.45 ± 0.40	14.24 ± 0.33 ^{cd}	0.55 ± 0.00 ^f
kc	21.38 ± 1.77	9.50 ± 1.00	4.62 ± 3.14	14.72 ± 0.08 ^{bcd}	0.56 ± 0.00 ^e
ks	22.02 ± 0.51	10.75 ± 0.86	2.97 ± 1.85	14.13 ± 0.16 ^d	0.56 ± 0.00 ^{dc}
kk	21.41 ± 1.11	10.78 ± 0.38	2.22 ± 0.71	15.72 ± 0.08 ^a	0.57 ± 0.00 ^a
ke	23.72 ± 0.46	10.49 ± 2.01	2.64 ± 1.24	14.93 ± 0.07 ^b	0.56 ± 0.00 ^{dc}
crl	21.33 ± 1.13	10.96 ± 0.35	3.17 ± 0.31	14.79 ± 0.30 ^{bc}	0.56 ± 0.01 ^{cd}

หมายเหตุ: ค่าในช่องสคริปต์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

crl = สิ่งทดลองควบคุม

ตารางผนวก 12 คุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 8 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ				
	ค่าสี L*	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ความชื้น(%)	ค่า aw
kt	21.36 ± 1.07 ^{bcd}	6.71 ± 1.32 ^b	4.99 ± 1.33 ^b	14.62 ± 0.08 ^b	0.56 ± 0.00 ^b
kw	21.52 ± 2.15 ^{abcd}	11.47 ± 0.56 ^a	4.00 ± 0.55 ^c	16.84 ± 0.73 ^a	0.59 ± 0.02 ^a
kp	22.93 ± 1.16 ^{ab}	10.46 ± 0.46 ^a	2.45 ± 0.01 ^{dc}	14.90 ± 0.15 ^b	0.57 ± 0.00 ^{ab}
kd	21.60 ± 0.13 ^{abcd}	11.41 ± 1.05 ^a	2.27 ± 0.32 ^{dc}	14.84 ± 0.23 ^b	0.55 ± 0.00 ^b
kc	21.37 ± 1.19 ^{bcd}	11.08 ± 0.22 ^a	0.85 ± 0.64 ^c	14.80 ± 0.28 ^b	0.56 ± 0.01 ^b
ks	21.89 ± 0.52 ^{abc}	10.75 ± 0.84 ^a	2.01 ± 0.46 ^c	14.53 ± 0.04 ^b	0.57 ± 0.02 ^{ab}
kk	19.60 ± 0.89 ^d	10.96 ± 0.17 ^a	2.55 ± 0.50 ^{dc}	16.30 ± 0.03 ^a	0.59 ± 0.00 ^a
ke	23.48 ± 0.31 ^a	4.36 ± 0.40 ^c	6.96 ± 0.03 ^a	15.11 ± 0.15 ^b	0.57 ± 0.01 ^{ab}
crl	20.72 ± 0.66 ^{cd}	11.47 ± 0.46 ^a	3.24 ± 0.23 ^{cd}	14.93 ± 0.08 ^b	0.56 ± 0.00 ^b

หมายเหตุ: ค่าในช่องศกมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ซื้อมาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

kw = ซื้อมาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ซื้อมาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

ke = ซื้อมาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kd = ซื้อมาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ซื้อมาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

kc = ซื้อมาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kp = ซื้อมาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

crl = สิ่งทดลองควบคุม

ตารางผนวก 13 คุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 10 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ				
	ค่าสี L*	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ความชื้น ^{ns} (%)	ค่า aw ^{ns}
kt	20.29 ± 0.37 ^c	8.78 ± 2.73 ^c	1.34 ± 0.59 ^b	14.83 ± 0.08	0.56 ± 0.00
kp	20.84 ± 0.34 ^{bc}	9.96 ± 1.06 ^{bc}	3.60 ± 0.48 ^a	15.05 ± 0.09	0.57 ± 0.00
kd	21.52 ± 0.67 ^{ab}	10.49 ± 0.81 ^{bc}	1.78 ± 0.54 ^b	15.79 ± 1.87	0.56 ± 0.01
kc	20.71 ± 0.49 ^{bc}	13.58 ± 0.44 ^a	1.58 ± 0.71 ^b	15.00 ± 0.03	0.57 ± 0.00
ks	20.72 ± 0.02 ^{bc}	11.62 ± 0.82 ^{ab}	2.63 ± 0.34 ^{ab}	14.81 ± 0.04	0.57 ± 0.01
ke	22.24 ± 0.74 ^a	13.10 ± 0.94 ^a	2.06 ± 0.07 ^b	15.46 ± 0.13	0.57 ± 0.00
crl	20.87 ± 0.79 ^{bc}	2.06 ± 0.14 ^d	1.44 ± 1.67 ^b	14.91 ± 0.02	0.56 ± 0.00

หมายเหตุ: ค่าในช่องศกมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

สิ่งทดลอง kw และ kk มีเชื้อราเจริญขึ้นบนผิวเปลือกลำไยจนเกิดการเสื่อมเสีย

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

crl = สิ่งทดลองควบคุม

ตารางผนวก 14 คุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 12 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ				
	ค่าสี L* ^{ab}	ค่าสี a* ^{ab}	ค่าสี b* ^{ab}	ความชื้น ^{ab} (%)	ค่า aw ^{ab}
kt	20.83 ± 0.75	9.73 ± 0.78 ^b	1.34 ± 0.59	14.99 ± 0.01	0.57 ± 0.01
kp	20.35 ± 0.83	10.33 ± 0.58 ^b	3.60 ± 0.48	15.27 ± 0.40	0.58 ± 0.00
kd	20.21 ± 1.28	10.15 ± 0.14 ^b	2.14 ± 1.35	15.70 ± 0.98	0.57 ± 0.00
kc	20.55 ± 0.77	12.91 ± 1.07 ^a	0.54 ± 0.62	15.46 ± 0.12	0.58 ± 0.02
ks	20.97 ± 0.42	10.29 ± 0.28 ^b	1.53 ± 0.52	15.12 ± 0.16	0.57 ± 0.01
ke	21.35 ± 0.31	11.92 ± 1.41 ^a	1.65 ± 0.47	15.61 ± 0.10	0.58 ± 0.00
crl	20.17 ± 0.76	1.68 ± 0.50 ^c	2.97 ± 1.62	14.95 ± 0.08	0.57 ± 0.00

หมายเหตุ: ค่าในช่องศกมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

crl = ตั้งทดลองควบคุม

สิ่งทดลอง kw และ kk มีเชื้อราเจริญขึ้นบนผิวเปลือกลำไยจนเกิดการเสื่อมเสีย

ตารางผนวก 15 คุณภาพเนื้อลำไยคั้นเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 0 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์			
	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์" (%)	ปริมาณสาร 5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด" (%)	ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด(CFU/g)
kt	93.65 ± 15.40	0.656 ± 0.00 ^c	1.23 ± 0.29	ตรวจไม่พบไม่พบจุลินทรีย์
kw	57.85 ± 6.90	0.508 ± 0.00 ^d	1.40 ± 0.17	
kp	85.49 ± 7.80	0.342 ± 0.00 ^f	0.90 ± 0.10	
kd	79.04 ± 17.52	0.005 ± 0.00 ^b	1.13 ± 0.12	
kc	73.78 ± 20.70	0.074 ± 0.00 ^e	1.10 ± 0.00	
ks	60.03 ± 52.35	0.951 ± 0.00 ^b	1.33 ± 0.23	
kk	42.14 ± 4.91	0.341 ± 0.00 ^f	1.00 ± 0.17	
ke	65.97 ± 14.94	0.981 ± 0.00 ^a	1.13 ± 0.35	
crl	89.25 ± 5.12	0.409 ± 0.01 ^e	1.77 ± 0.25	

หมายเหตุ: ค่าในช่องสควมเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ซื้อมาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

kw = ซื้อมาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ซื้อมาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

ke = ซื้อมาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kd = ซื้อมาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ซื้อมาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

kc = ซื้อมาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kp = ซื้อมาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

crl = สิ่งทดลองควบคุม

ตารางผนวก 16 คุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 2 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์			ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (CFU/g)
	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ^{***} (%)	ปริมาณสาร 5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด ^{***} (%)	
kt	87.95 ± 24.30	1.269 ± 0.00 ^c	1.30 ± 0.30	ตรวจไม่พบจุลินทรีย์
kw	51.16 ± 17.82	0.550 ± 0.00 ^a	1.37 ± 0.23	
kp	79.34 ± 16.72	0.691 ± 0.00 ^f	0.87 ± 0.06	
kd	71.09 ± 1.40	0.775 ± 0.00 ^e	1.23 ± 0.23	
kc	60.61 ± 13.59	1.708 ± 0.01 ^a	1.47 ± 0.35	
ks	60.38 ± 0.20	1.302 ± 0.00 ^b	1.30 ± 0.10	
kk	37.66 ± 1.99	0.982 ± 0.00 ^d	1.27 ± 0.35	
ke	66.92 ± 0.40	1.305 ± 0.01 ^b	1.33 ± 0.42	
crl	84.38 ± 44.57	0.508 ± 0.01 ^h	1.90 ± 0.46	

หมายเหตุ: ค่าในช่องศกมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

crl = สิ่งทดลองควบคุม

ตารางผนวก 17 คุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 4 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์			
	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	ปริมาณสาร 5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (CFU/g)
kt	71.45 ± 7.72 ^{ab}	1.655 ± 0.00 ^c	1.30 ± 0.20 ^{bcd}	ตรวจไม่พบจุลินทรีย์
kw	42.41 ± 19.95 ^c	1.482 ± 0.00 ^d	2.17 ± 0.23 ^a	
kp	72.98 ± 11.08 ^{ab}	1.096 ± 0.00 ⁱ	1.30 ± 0.50 ^d	
kd	68.01 ± 0.42 ^{ab}	1.212 ± 0.01 ^g	1.23 ± 0.25 ^{bcd}	
kc	59.77 ± 0.08 ^b	2.052 ± 0.00 ^a	1.43 ± 0.84 ^{cd}	
ks	58.99 ± 0.39 ^b	1.191 ± 0.00 ^h	1.73 ± 0.61 ^b	
kk	37.13 ± 1.36 ^c	1.919 ± 0.00 ^b	1.27 ± 0.15 ^{bc}	
ke	61.12 ± 0.30 ^{ab}	1.363 ± 0.00 ^e	1.63 ± 0.38 ^{bcd}	
crl	76.79 ± 4.38 ^a	1.305 ± 0.01 ^f	2.63 ± 0.40 ^a	

หมายเหตุ: ค่าในช่องศกมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

crl = สิ่งทดลองควบคุม

ตารางผนวก 18 คุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 6 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์			
	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	ปริมาณสาร 5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (CFU/g)
kt	50.93 ± 0.37 ^{bc}	2.050 ± 0.07 ^c	1.77 ± 0.23 ^c	<30
kw	38.28 ± 10.14 ^d	3.940 ± 0.00 ^a	2.30 ± 0.40 ^b	<30
kp	51.04 ± 0.39 ^{bc}	1.210 ± 0.01 ^e	1.40 ± 0.50 ^c	<30
kd	59.27 ± 0.24 ^{ab}	2.107 ± 0.00 ^{de}	1.40 ± 0.20 ^c	<30
kc	38.49 ± 0.14 ^d	2.102 ± 0.00 ^{de}	1.47 ± 0.06 ^c	<30
ks	49.99 ± 0.47 ^c	1.442 ± 0.00 ^f	1.77 ± 0.23 ^c	<30
kk	33.86 ± 3.53 ^d	3.104 ± 0.01 ^c	1.37 ± 0.25 ^b	<30
ke	57.27 ± 0.53 ^{abc}	2.150 ± 0.00 ^d	2.10 ± 0.17 ^c	<30
crl	61.80 ± 8.13 ^a	3.756 ± 0.02 ^b	2.97 ± 0.06 ^a	<30

หมายเหตุ: ค่าในช่องศกมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ซื้อมจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

kw = ซื้อมจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ซื้อมจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

ke = ซื้อมจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kd = ซื้อมจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ซื้อมจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

kc = ซื้อมจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kp = ซื้อมจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

crl = สิ่งทดลองควบคุม

ตารางผนวก 19 คุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 8 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์			
	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	ปริมาณสาร 5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (CFU/g)
kt	33.93 ± 0.26 ^{ab}	2.947 ± 0.01 ^d	1.77 ± 0.15 ^{bcd}	<30
kw	27.67 ± 11.24 ^{bc}	4.207 ± 0.02 ^c	2.67 ± 0.35 ^{ab}	<30
kp	42.61 ± 1.12 ^a	1.226 ± 0.00 ^f	1.97 ± 0.06 ^{cd}	<30
kd	42.11 ± 1.36 ^a	2.325 ± 0.00 ^e	1.57 ± 0.06 ^d	<30
kc	41.39 ± 0.15 ^a	2.109 ± 0.00 ^e	1.87 ± 0.35 ^{cd}	<30
ks	40.67 ± 0.13 ^a	2.084 ± 0.01 ^h	1.93 ± 0.45 ^{bcd}	<30
kk	18.65 ± 5.71 ^c	6.011 ± 0.00 ^b	1.60 ± 0.20 ^{bc}	<30
ke	41.53 ± 2.89 ^a	2.304 ± 0.00 ^f	2.17 ± 0.23 ^d	<30
crl	45.19 ± 14.01 ^a	7.001 ± 0.00 ^a	3.17 ± 0.25 ^a	<30

หมายเหตุ: ค่าในช่องศกมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าดอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าดอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

crl = ถึงทดลองควบคุม

ตารางผนวก 20 คุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 10 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์			
	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	ปริมาณสาร 5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (CFU/g)
kt	31.99 ± 3.17 ^b	3.346 ± 0.00 ^c	2.26 ± 0.27 ^c	<30
kp	40.57 ± 2.41 ^a	4.036 ± 0.00 ^c	2.68 ± 0.18 ^{bc}	<30
kd	41.42 ± 2.27 ^a	4.195 ± 0.00 ^b	2.92 ± 0.10 ^{bc}	<30
kc	39.15 ± 0.35 ^a	3.422 ± 0.00 ^d	3.51 ± 0.63 ^{ab}	<30
ks	41.57 ± 1.85 ^a	2.445 ± 0.00 ^f	2.98 ± 1.27 ^{bc}	<30
ke	41.15 ± 1.54 ^a	2.405 ± 0.00 ^e	3.04 ± 0.36 ^{bc}	<30
crl	40.21 ± 7.63 ^a	11.215 ± 0.00 ^a	4.29 ± 1.09 ^a	<30

หมายเหตุ: ค่าในช่องสคริปต์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

crl = สิ่งทดลองควบคุม

สิ่งทดลอง kw และ kk มีเชื้อราเจริญขึ้นบนผิวเปลือกลำไยจนเกิดการเสื่อมเสีย

ตารางผนวก 21 คุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 12 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์			
	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	ปริมาณสาร 5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (CFU/g)
kt	28.88 ± 2.22 ^b	4.672 ± 0.00 ^d	2.53 ± 0.32 ^c	<30
kp	40.69 ± 0.37 ^a	4.194 ± 0.00 ^f	3.16 ± 0.85 ^{bc}	<30
kd	35.90 ± 0.03 ^a	10.719 ± 0.00 ^b	3.69 ± 0.57 ^{ab}	<30
kc	37.78 ± 1.71 ^a	4.200 ± 0.00 ^e	4.47 ± 0.64 ^a	<30
ks	37.69 ± 1.50 ^a	2.740 ± 0.00 ^g	3.45 ± 1.19 ^{abc}	<30
ke	38.96 ± 7.16 ^a	6.848 ± 0.00 ^c	3.04 ± 0.64 ^{bc}	<30
crl	41.68 ± 1.32 ^a	18.148 ± 0.00 ^a	4.41 ± 0.37 ^a	<30

หมายเหตุ: ค่าในช่องศกมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่หากกำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

kt = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่หนึ่ง

ke = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สอง

kc = ชื่อจาก อ.บ้านธิ จ.ลำพูน รายที่สาม

kw = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

kd = ชื่อจาก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kp = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่หนึ่ง

ks = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สอง

kk = ชื่อจาก อ.สารภี จ.เชียงใหม่ รายที่สาม

crl = สิ่งทดลองควบคุม

สิ่งทดลอง kw และ kk มีเชื้อราเจริญขึ้นบนผิวเปลือกลำไยจนเกิดการเสื่อมเสีย

ตอนที่ 2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

สิ่งทดลองที่ 1 แทนด้วยรหัส KT1 = ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อบโดยเตาอบแบบไอน้ำบรรจุในถุง HDPE และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

สิ่งทดลองที่ 2 แทนด้วยรหัส KT2 = ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อบโดยเตาอบแบบไอน้ำบรรจุในถุง HDPE ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

สิ่งทดลองที่ 3 แทนด้วยรหัส KT3 = ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อบโดยเตาอบแบบไอน้ำบรรจุในถุง PP และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

สิ่งทดลองที่ 4 แทนด้วยรหัส KT4 = ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อบโดยเตาอบแบบไอน้ำบรรจุในถุง PP ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

สิ่งทดลองที่ 5 แทนด้วยรหัส KT5 = ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อบโดยเตาอบแบบไอน้ำบรรจุในถุง PP เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

สิ่งทดลองที่ 6 แทนด้วยรหัส KT6 = ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อบโดยเตาอบแบบไอน้ำบรรจุในถุง PP ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

สิ่งทดลองที่ 7 แทนด้วยรหัส KD1 = ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อบโดยเตาอบกะบะแบบใช้แก๊สหุงต้มบรรจุในถุง HDPE และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

สิ่งทดลองที่ 8 แทนด้วยรหัส KD2 = ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อบโดยเตาอบกะบะแบบใช้แก๊สหุงต้มบรรจุในถุง HDPE ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

สิ่งทดลองที่ 9 แทนด้วยรหัส KD3 = ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อบโดยเตาอบกะบะแบบใช้แก๊สหุงต้มบรรจุในถุง PP และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

สิ่งทดลองที่ 10 แทนด้วยรหัส KD4 = ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อบโดยเตาอบกะบะแบบใช้แก๊สหุงต้มบรรจุในถุง PP ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

สิ่งทดลองที่ 11 แทนด้วยรหัส KD5 = ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อบโดยเตาอบกะบะแบบใช้แก๊สหุงต้มบรรจุในถุง PP เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

สิ่งทดลองที่ 12 แทนด้วยรหัส KD6 = ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่อบโดยเตาอบกะแบบใช้แก๊สหุงต้มบรรจุในถุง PP ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

ตารางผนวก 22 ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเปลือกลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 0 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ					
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	แรงกด (N)	ความชื้น (%)	ค่า aw
KT1	42.54 ± 3.53	14.34 ± 2.29	19.14 ± 1.74	92.38 ± 13.41	9.93 ± 0.39	0.43 ± 0.00
KT2	41.80 ± 2.17	13.97 ± 1.57	14.61 ± 1.80	94.52 ± 9.22	9.47 ± 0.59	0.43 ± 0.00
KT3	42.77 ± 1.88	15.17 ± 1.24	18.94 ± 4.28	99.40 ± 9.57	10.45 ± 0.64	0.45 ± 0.00
KT4	42.20 ± 0.70	16.53 ± 1.75	18.84 ± 0.83	87.87 ± 29.20	10.02 ± 0.11	0.43 ± 0.00
KT5	41.78 ± 6.12	14.07 ± 0.14	18.33 ± 1.18	95.10 ± 8.80	9.62 ± 0.35	0.43 ± 0.00
KT6	41.32 ± 0.82	15.51 ± 2.39	18.47 ± 0.60	106.81 ± 15.76	9.64 ± 0.42	0.49 ± 0.00
KD1	42.45 ± 1.25	15.39 ± 0.46	19.95 ± 0.79	95.19 ± 23.51	10.00 ± 0.00	0.43 ± 0.01
KD2	42.43 ± 1.00	15.14 ± 1.63	20.95 ± 1.72	85.43 ± 7.70	9.78 ± 0.29	0.43 ± 0.00
KD3	42.42 ± 0.11	14.05 ± 0.81	20.68 ± 1.79	87.46 ± 24.52	9.98 ± 0.17	0.45 ± 0.00
KD4	44.03 ± 0.49	14.33 ± 0.44	20.05 ± 0.42	92.10 ± 17.33	9.83 ± 0.08	0.43 ± 0.00
KD5	45.11 ± 0.84	16.99 ± 1.64	20.37 ± 0.42	91.47 ± 26.09	9.60 ± 0.03	0.43 ± 0.01
KD6	44.07 ± 1.15	16.82 ± 2.34	20.49 ± 2.10	88.78 ± 10.22	9.94 ± 0.07	0.48 ± 0.02

ตารางผนวก 23 ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเปลือกกล้วยด้านกายภาพที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ					
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	แรงกด (N)	ความชื้น (%)	ค่า aw
KT1	42.05 ± 1.23	16.13 ± 0.45	18.94 ± 2.45	83.97 ± 7.47	10.11 ± 0.13	0.43 ± 0.00
KT2	40.75 ± 0.98	15.16 ± 2.32	15.16 ± 2.32	80.15 ± 16.88	10.16 ± 0.06	0.43 ± 0.00
KT3	41.42 ± 3.57	16.26 ± 1.41	19.38 ± 1.64	77.53 ± 10.49	10.55 ± 0.49	0.49 ± 0.00
KT4	41.37 ± 1.96	13.47 ± 0.79	19.94 ± 0.09	83.62 ± 6.11	10.95 ± 0.35	0.44 ± 0.00
KT5	40.62 ± 1.04	14.53 ± 0.19	19.00 ± 0.86	85.75 ± 7.23	10.15 ± 0.23	0.44 ± 0.00
KT6	41.91 ± 2.44	13.24 ± 0.32	20.25 ± 1.40	97.07 ± 12.49	10.01 ± 0.04	0.50 ± 0.01
KD1	40.80 ± 1.19	16.13 ± 1.34	19.45 ± 1.06	86.94 ± 5.93	10.37 ± 0.24	0.45 ± 0.00
KD2	42.78 ± 0.12	15.17 ± 1.18	21.42 ± 0.73	73.08 ± 6.61	9.59 ± 0.12	0.44 ± 0.01
KD3	44.60 ± 1.47	13.11 ± 0.25	23.16 ± 2.61	83.90 ± 7.44	10.45 ± 0.64	0.48 ± 0.03
KD4	43.79 ± 1.24	14.93 ± 2.92	22.33 ± 0.01	83.65 ± 7.70	10.02 ± 0.11	0.45 ± 0.00
KD5	44.96 ± 1.06	14.66 ± 0.83	23.56 ± 0.01	81.76 ± 13.13	9.62 ± 0.35	0.44 ± 0.01
KD6	41.72 ± 1.64	13.93 ± 0.81	20.17 ± 1.03	67.50 ± 21.19	10.05 ± 0.12	0.50 ± 0.00

ตารางผนวก 24 ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเปลือกลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 4 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ					
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	แรงกด (N)	ความชื้น (%)	ค่า aw
KT1	42.05 ± 0.95	17.39 ± 0.41	18.97 ± 0.76	81.36 ± 5.72	10.72 ± 0.08	0.43 ± 0.00
KT2	41.19 ± 0.19	15.68 ± 0.45	15.68 ± 0.45	73.81 ± 18.69	10.51 ± 0.06	0.43 ± 0.01
KT3	41.50 ± 1.90	16.19 ± 0.42	20.00 ± 1.48	73.44 ± 8.21	10.81 ± 0.12	0.50 ± 0.01
KT4	40.58 ± 0.60	17.35 ± 0.89	18.68 ± 1.56	83.41 ± 5.81	10.99 ± 0.01	0.47 ± 0.01
KT5	40.91 ± 0.75	14.61 ± 0.96	18.38 ± 0.80	80.37 ± 1.37	10.37 ± 0.25	0.45 ± 0.00
KT6	41.33 ± 1.12	16.08 ± 0.09	18.31 ± 1.24	73.82 ± 17.68	10.55 ± 0.64	0.56 ± 0.01
KD1	40.48 ± 0.52	15.67 ± 1.29	19.51 ± 0.41	83.11 ± 5.02	10.46 ± 0.14	0.46 ± 0.00
KD2	41.18 ± 2.02	15.97 ± 1.79	19.51 ± 1.70	71.13 ± 22.32	9.65 ± 0.49	0.46 ± 0.01
KD3	40.91 ± 1.28	13.49 ± 1.07	21.23 ± 1.08	84.65 ± 7.10	10.55 ± 0.49	0.50 ± 0.02
KD4	42.56 ± 0.43	16.92 ± 0.15	21.52 ± 1.11	81.60 ± 6.87	10.95 ± 0.35	0.51 ± 0.04
KD5	42.59 ± 1.39	15.56 ± 0.54	21.49 ± 1.11	78.33 ± 2.22	9.77 ± 0.32	0.50 ± 0.00
KD6	42.05 ± 0.93	17.09 ± 0.54	19.34 ± 0.52	64.25 ± 29.59	10.77 ± 0.18	0.52 ± 0.01

ตารางผนวก 25 ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเปลือกกล้วยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 6 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ					
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	แรงกด (N)	ความชื้น (%)	ค่า aw
KT1	41.02 ± 2.59	16.35 ± 0.91	19.15 ± 0.32	81.45 ± 8.03	11.21 ± 0.16	0.47 ± 0.03
KT2	40.56 ± 1.58	15.34 ± 0.83	15.34 ± 0.83	73.74 ± 8.46	10.55 ± 0.39	0.43 ± 0.02
KT3	41.28 ± 3.22	14.93 ± 1.04	18.22 ± 2.52	74.81 ± 18.12	11.40 ± 0.23	0.52 ± 0.02
KT4	40.47 ± 1.06	15.28 ± 0.69	18.07 ± 0.68	73.81 ± 18.69	11.52 ± 0.06	0.48 ± 0.00
KT5	39.66 ± 0.52	14.89 ± 0.40	17.49 ± 0.81	79.37 ± 1.50	11.67 ± 0.31	0.54 ± 0.02
KT6	40.62 ± 1.72	14.74 ± 0.84	18.77 ± 1.58	67.14 ± 19.64	11.12 ± 0.12	0.67 ± 0.00
KD1	40.32 ± 0.60	16.54 ± 0.83	18.45 ± 0.50	64.69 ± 8.41	10.70 ± 0.43	0.51 ± 0.02
KD2	41.69 ± 1.02	16.51 ± 0.69	19.89 ± 0.33	74.72 ± 14.18	9.80 ± 0.06	0.48 ± 0.02
KD3	40.67 ± 0.80	12.64 ± 1.48	20.31 ± 1.06	71.49 ± 11.15	10.69 ± 0.34	0.54 ± 0.03
KD4	40.77 ± 1.62	15.71 ± 1.87	19.70 ± 0.60	73.94 ± 8.71	11.15 ± 0.08	0.54 ± 0.02
KD5	41.38 ± 1.15	16.01 ± 0.33	20.64 ± 0.60	72.53 ± 10.23	9.91 ± 0.06	0.59 ± 0.01
KD6	41.53 ± 3.28	15.63 ± 1.39	20.52 ± 1.44	63.62 ± 22.77	10.96 ± 0.05	0.60 ± 0.00

ตารางผนวก 26 ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเปลือกกล้วยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 8 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ					
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	แรงกด (N)	ความชื้น (%)	ค่า aw
KT1	41.06 ± 0.50	16.00 ± 0.02	19.11 ± 0.93	71.46 ± 13.00	11.57 ± 0.14	0.54 ± 0.03
KT2	39.69 ± 1.14	15.08 ± 0.85	15.08 ± 0.85	69.73 ± 11.53	11.39 ± 0.45	0.47 ± 0.03
KT3	41.28 ± 1.88	14.19 ± 0.99	19.07 ± 1.53	68.08 ± 10.98	11.40 ± 0.51	0.54 ± 0.00
KT4	40.44 ± 0.73	15.01 ± 0.56	19.14 ± 0.77	72.67 ± 4.89	11.56 ± 0.46	0.53 ± 0.03
KT5	39.42 ± 0.14	14.70 ± 0.74	16.91 ± 2.74	70.41 ± 22.13	12.03 ± 0.06	0.59 ± 0.05
KT6	38.76 ± 1.78	15.06 ± 0.76	19.23 ± 2.70	62.31 ± 17.15	11.16 ± 0.23	0.68 ± 0.00
KD1	40.53 ± 0.57	16.30 ± 0.70	19.17 ± 0.57	65.07 ± 7.01	10.81 ± 0.28	0.59 ± 0.02
KD2	40.76 ± 1.32	15.18 ± 0.66	19.81 ± 1.06	63.94 ± 16.66	9.83 ± 0.09	0.59 ± 0.03
KD3	40.45 ± 0.60	12.31 ± 0.87	20.89 ± 1.09	68.56 ± 14.40	10.82 ± 0.06	0.62 ± 0.04
KD4	41.26 ± 1.23	15.26 ± 0.92	19.50 ± 0.46	69.25 ± 13.99	11.18 ± 0.23	0.60 ± 0.00
KD5	40.63 ± 0.68	14.79 ± 0.27	19.51 ± 0.46	70.52 ± 6.97	10.06 ± 0.24	0.67 ± 0.00
KD6	41.63 ± 3.40	14.28 ± 0.78	19.75 ± 3.47	59.00 ± 8.51	11.12 ± 0.12	0.64 ± 0.02

ตารางผนวก 27 ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเปลือกกล้วยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 10 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ					
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	แรงกด (N)	ความชื้น (%)	ค่า aw
KT1	41.02 ± 1.25	15.58 ± 0.66	19.26 ± 0.24	73.82 ± 17.68	12.02 ± 0.10	0.66 ± 0.00
KT2	40.03 ± 0.07	15.05 ± 0.57	15.08 ± 0.26	66.36 ± 6.03	11.61 ± 0.06	0.66 ± 0.01
KT3	41.36 ± 1.66	14.95 ± 0.35	18.71 ± 0.42	69.64 ± 8.70	12.45 ± 0.60	0.60 ± 0.01
KT4	39.43 ± 0.81	14.45 ± 0.59	18.90 ± 0.90	66.29 ± 5.49	11.95 ± 0.07	0.62 ± 0.02
KT5	38.49 ± 1.75	13.95 ± 0.82	17.11 ± 0.72	63.71 ± 9.36	12.11 ± 0.15	0.64 ± 0.07
KT6	38.75 ± 0.26	14.58 ± 0.81	18.85 ± 0.85	66.39 ± 11.14	11.95 ± 0.07	0.68 ± 0.02
KD1	39.71 ± 0.29	16.06 ± 0.52	20.03 ± 1.76	62.92 ± 16.02	10.99 ± 0.02	0.64 ± 0.02
KD2	40.29 ± 0.43	15.55 ± 0.94	19.79 ± 0.49	65.29 ± 19.13	10.91 ± 0.13	0.66 ± 0.01
KD3	39.69 ± 0.32	12.57 ± 0.74	19.85 ± 0.14	62.97 ± 13.23	11.03 ± 0.35	0.66 ± 0.01
KD4	40.53 ± 0.65	15.01 ± 0.52	19.71 ± 1.00	64.69 ± 14.49	11.20 ± 0.15	0.63 ± 0.02
KD5	39.53 ± 0.53	14.64 ± 0.20	19.11 ± 1.00	66.39 ± 6.45	10.27 ± 0.08	0.67 ± 0.01
KD6	40.61 ± 0.58	15.39 ± 0.61	19.61 ± 0.54	57.98 ± 10.79	11.62 ± 0.06	0.69 ± 0.01

ตารางผนวก 28 ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเปลือกกล้วยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 12 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ					
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	แรงกด (N)	ความชื้น (%)	ค่า aw
KT1	20.15 ± 0.72	13.86 ± 1.53	1.88 ± 0.32	66.14 ± 11.46	12.97 ± 0.01	0.66 ± 0.00
KT2	21.72 ± 0.70	13.00 ± 0.30	1.94 ± 0.35	57.50 ± 11.20	12.84 ± 0.23	0.66 ± 0.00
KT3	22.25 ± 0.79	9.02 ± 0.05	1.94 ± 0.35	63.71 ± 9.36	12.96 ± 0.08	0.66 ± 0.00
KT4	20.47 ± 0.47	9.99 ± 0.34	1.39 ± 0.53	67.02 ± 7.90	12.82 ± 0.23	0.66 ± 0.00
KT5	22.07 ± 0.40	12.67 ± 0.60	3.47 ± 0.68	58.50 ± 8.36	12.74 ± 0.35	0.66 ± 0.00
KT6	22.14 ± 0.19	9.55 ± 0.52	4.23 ± 0.61	62.79 ± 5.76	12.78 ± 0.16	0.68 ± 0.01
KD1	19.39 ± 0.82	9.73 ± 0.78	0.88 ± 0.22	51.37 ± 7.05	11.81 ± 0.24	0.67 ± 0.00
KD2	20.24 ± 0.75	11.92 ± 1.41	3.29 ± 0.93	51.96 ± 21.88	11.22 ± 0.01	0.67 ± 0.00
KD3	19.80 ± 0.30	10.33 ± 0.58	2.06 ± 0.15	51.69 ± 21.84	11.83 ± 0.25	0.69 ± 0.02
KD4	21.50 ± 0.56	10.15 ± 0.14	1.48 ± 0.72	58.03 ± 12.59	11.51 ± 0.08	0.67 ± 0.01
KD5	21.58 ± 0.91	12.91 ± 1.07	3.12 ± 0.51	59.12 ± 8.92	10.96 ± 0.11	0.68 ± 0.01
KD6	21.15 ± 1.20	10.29 ± 0.28	2.85 ± 1.10	54.24 ± 27.39	11.73 ± 0.08	0.70 ± 0.00

ตารางผนวก 29 ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 0 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ				
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ความชื้น (%)	ค่า aw
KT1	23.32 ± 0.68	13.19 ± 0.66	2.21 ± 1.08	13.78 ± 0.22	0.49 ± 0.00
KT2	24.71 ± 1.49	9.11 ± 1.24	2.27 ± 1.58	12.59 ± 0.33	0.53 ± 0.00
KT3	23.97 ± 1.93	12.17 ± 1.76	3.02 ± 3.68	13.99 ± 0.76	0.54 ± 0.00
KT4	21.62 ± 0.25	13.08 ± 5.01	2.15 ± 1.58	13.42 ± 0.18	0.53 ± 0.00
KT5	23.87 ± 0.33	11.22 ± 2.75	3.81 ± 1.57	13.35 ± 0.04	0.53 ± 0.01
KT6	24.63 ± 0.97	15.98 ± 0.41	2.87 ± 1.40	13.20 ± 0.17	0.56 ± 0.00
KD1	22.42 ± 2.02	10.96 ± 1.53	1.41 ± 2.01	13.53 ± 0.04	0.51 ± 0.00
KD2	23.49 ± 2.87	9.94 ± 3.97	2.18 ± 1.57	13.68 ± 0.49	0.53 ± 0.00
KD3	21.93 ± 0.53	10.33 ± 2.02	2.22 ± 1.64	13.99 ± 0.76	0.54 ± 0.00
KD4	24.58 ± 1.69	11.19 ± 1.10	3.93 ± 2.37	13.43 ± 0.16	0.53 ± 0.00
KD5	23.47 ± 0.10	15.80 ± 0.87	1.56 ± 0.28	13.35 ± 0.04	0.53 ± 0.01
KD6	23.83 ± 0.76	14.33 ± 0.25	1.50 ± 3.72	13.33 ± 0.01	0.56 ± 0.00

ตารางผนวก 30 ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 2 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ				
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ความชื้น (%)	ค่า aw
KT1	23.17 ± 1.95	15.40 ± 2.56	1.79 ± 1.33	13.72 ± 0.25	0.50 ± 0.00
KT2	23.78 ± 1.24	13.54 ± 3.14	4.49 ± 1.16	12.78 ± 0.30	0.53 ± 0.01
KT3	23.39 ± 0.53	14.82 ± 0.48	3.90 ± 1.18	13.99 ± 0.01	0.57 ± 0.01
KT4	21.53 ± 1.02	9.04 ± 1.48	0.74 ± 1.18	13.69 ± 0.16	0.53 ± 0.00
KT5	23.62 ± 1.28	12.83 ± 0.35	7.58 ± 0.50	13.36 ± 0.11	0.54 ± 0.00
KT6	24.18 ± 1.83	14.52 ± 1.24	5.38 ± 3.11	13.39 ± 0.08	0.57 ± 0.00
KD1	20.40 ± 0.81	10.53 ± 3.88	-0.23 ± 1.82	13.53 ± 0.19	0.52 ± 0.01
KD2	23.55 ± 0.59	9.54 ± 1.18	3.36 ± 1.53	13.73 ± 0.38	0.54 ± 0.01
KD3	20.89 ± 2.62	8.74 ± 1.56	3.11 ± 2.00	13.99 ± 0.01	0.55 ± 0.01
KD4	21.05 ± 1.96	10.35 ± 3.55	2.14 ± 1.32	13.69 ± 0.16	0.54 ± 0.00
KD5	22.85 ± 0.91	11.49 ± 0.47	5.04 ± 1.09	13.36 ± 0.11	0.54 ± 0.01
KD6	22.96 ± 1.05	10.38 ± 0.72	5.17 ± 1.35	13.41 ± 0.20	0.57 ± 0.00

ตารางผนวก 31 ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 4 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ				
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ความชื้น (%)	ค่า aw
KT1	22.31 ± 2.23	15.49 ± 1.22	1.64 ± 2.35	14.35 ± 0.49	0.50 ± 0.00
KT2	22.38 ± 0.55	16.18 ± 1.50	4.04 ± 0.60	13.48 ± 0.06	0.53 ± 0.00
KT3	23.39 ± 2.26	13.41 ± 1.23	1.79 ± 0.59	14.29 ± 0.05	0.57 ± 0.00
KT4	21.47 ± 0.46	12.42 ± 4.38	0.38 ± 2.93	13.84 ± 0.23	0.54 ± 0.00
KT5	23.37 ± 0.60	13.41 ± 1.71	3.88 ± 0.99	13.47 ± 0.19	0.54 ± 0.00
KT6	23.45 ± 0.42	13.88 ± 1.80	2.50 ± 3.38	13.47 ± 0.11	0.57 ± 0.01
KD1	20.60 ± 1.34	10.66 ± 1.24	-0.36 ± 0.66	13.85 ± 0.25	0.53 ± 0.00
KD2	22.75 ± 1.16	14.50 ± 3.37	3.50 ± 1.50	13.85 ± 0.22	0.55 ± 0.00
KD3	20.19 ± 0.78	8.85 ± 1.03	1.78 ± 0.65	14.29 ± 0.05	0.56 ± 0.00
KD4	21.43 ± 2.02	14.69 ± 0.45	0.64 ± 1.45	13.84 ± 0.23	0.54 ± 0.00
KD5	22.41 ± 0.73	15.52 ± 1.58	3.18 ± 1.24	13.41 ± 0.21	0.56 ± 0.00
KD6	22.60 ± 5.05	16.19 ± 2.06	1.39 ± 1.57	13.50 ± 0.07	0.57 ± 0.00

ตารางผนวก 32 ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 6 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ				
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ความชื้น (%)	ค่า aw
KT1	21.65 ± 1.75	15.27 ± 0.86	2.35 ± 0.67	14.41 ± 0.51	0.52 ± 0.01
KT2	22.00 ± 0.56	12.72 ± 1.51	2.36 ± 1.15	13.61 ± 0.08	0.55 ± 0.00
KT3	23.29 ± 1.87	12.67 ± 2.82	2.20 ± 3.21	14.41 ± 0.08	0.57 ± 0.01
KT4	21.30 ± 0.81	11.81 ± 2.38	0.40 ± 0.48	14.11 ± 0.14	0.54 ± 0.00
KT5	23.10 ± 2.14	13.18 ± 1.40	2.83 ± 0.99	13.41 ± 0.03	0.54 ± 0.00
KT6	24.16 ± 0.66	13.25 ± 2.71	4.24 ± 1.06	13.46 ± 0.02	0.57 ± 0.00
KD1	19.89 ± 2.14	10.30 ± 1.54	-0.43 ± 1.46	13.95 ± 0.08	0.54 ± 0.00
KD2	22.77 ± 1.43	15.27 ± 1.07	2.93 ± 0.70	13.93 ± 0.10	0.55 ± 0.00
KD3	20.07 ± 0.12	9.23 ± 0.87	2.06 ± 0.14	14.45 ± 0.14	0.56 ± 0.03
KD4	22.52 ± 1.73	13.08 ± 3.63	1.43 ± 1.90	14.11 ± 0.14	0.55 ± 0.00
KD5	20.96 ± 1.02	14.74 ± 1.91	1.48 ± 1.54	13.41 ± 0.03	0.57 ± 0.00
KD6	22.64 ± 0.23	15.12 ± 3.14	3.15 ± 3.93	13.57 ± 0.14	0.57 ± 0.00

ตารางผนวก 33 คุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 8 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ				
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ความชื้น (%)	ค่า aw
KT1	21.36 ± 1.07	14.51 ± 0.49	1.72 ± 0.45	14.66 ± 0.01	0.53 ± 0.01
KT2	21.52 ± 0.67	12.77 ± 0.43	2.34 ± 0.65	13.93 ± 0.33	0.56 ± 0.01
KT3	22.67 ± 1.88	9.70 ± 0.69	2.46 ± 1.99	14.32 ± 0.11	0.57 ± 0.00
KT4	20.71 ± 0.49	10.32 ± 1.65	0.65 ± 0.82	14.63 ± 0.38	0.55 ± 0.00
KT5	22.99 ± 1.99	13.86 ± 0.58	3.20 ± 1.86	13.44 ± 0.16	0.54 ± 0.00
KT6	22.02 ± 0.51	11.10 ± 2.57	4.47 ± 0.54	13.62 ± 0.08	0.58 ± 0.00
KD1	19.73 ± 2.09	9.83 ± 3.53	-1.03 ± 1.06	14.22 ± 0.16	0.55 ± 0.00
KD2	20.48 ± 2.53	15.36 ± 1.21	5.04 ± 1.81	13.93 ± 0.33	0.56 ± 0.00
KD3	20.35 ± 0.76	8.81 ± 1.31	1.68 ± 0.50	14.55 ± 0.01	0.57 ± 0.03
KD4	22.25 ± 0.83	11.29 ± 2.09	1.47 ± 0.93	14.63 ± 0.38	0.56 ± 0.00
KD5	21.14 ± 1.62	14.13 ± 1.00	2.70 ± 0.70	13.58 ± 0.13	0.55 ± 0.01
KD6	21.64 ± 2.22	13.53 ± 0.72	3.39 ± 0.18	13.62 ± 0.08	0.56 ± 0.00

ตารางผนวก 34 ค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 10 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ				
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ความชื้น (%)	ค่า aw
KT1	20.83 ± 0.75	14.11 ± 0.62	2.27 ± 0.80	15.09 ± 0.31	0.55 ± 0.01
KT2	21.88 ± 0.87	13.05 ± 0.85	1.73 ± 0.50	13.91 ± 0.18	0.57 ± 0.02
KT3	22.53 ± 0.27	9.90 ± 0.34	2.46 ± 1.95	14.62 ± 0.06	0.57 ± 0.01
KT4	20.55 ± 0.77	10.52 ± 0.76	0.81 ± 0.63	15.17 ± 0.24	0.57 ± 0.02
KT5	22.25 ± 0.37	13.18 ± 0.18	3.26 ± 0.62	14.12 ± 0.47	0.54 ± 0.01
KT6	21.89 ± 0.52	10.30 ± 0.52	4.05 ± 0.36	13.72 ± 0.08	0.58 ± 0.00
KD1	19.29 ± 1.61	8.78 ± 2.73	1.34 ± 0.59	14.56 ± 0.17	0.56 ± 0.00
KD2	20.32 ± 1.84	13.10 ± 0.94	3.60 ± 0.48	13.91 ± 0.18	0.57 ± 0.00
KD3	19.78 ± 1.12	9.96 ± 1.06	1.78 ± 0.54	14.79 ± 0.30	0.57 ± 0.03
KD4	22.00 ± 0.40	10.49 ± 0.81	1.58 ± 0.71	15.17 ± 0.24	0.56 ± 0.00
KD5	21.48 ± 1.08	13.58 ± 0.44	2.63 ± 0.34	14.12 ± 0.47	0.57 ± 0.01
KD6	21.07 ± 0.15	11.62 ± 0.82	2.06 ± 0.07	13.78 ± 0.00	0.58 ± 0.00

ตารางผนวก 35 ค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านกายภาพที่การเก็บรักษา 12 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านกายภาพ				
	ค่าสี L	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ความชื้น (%)	ค่า aw
KT1	20.15 ± 0.72	13.86 ± 1.53	1.88 ± 0.32	15.41 ± 0.52	0.56 ± 0.00
KT2	21.72 ± 0.70	13.00 ± 0.30	1.94 ± 0.35	14.31 ± 0.32	0.57 ± 0.02
KT3	22.25 ± 0.79	9.02 ± 0.05	1.94 ± 0.35	15.06 ± 0.08	0.57 ± 0.02
KT4	20.47 ± 0.47	9.99 ± 0.34	1.39 ± 0.53	15.13 ± 0.76	0.57 ± 0.03
KT5	22.07 ± 0.40	12.67 ± 0.60	3.47 ± 0.68	14.72 ± 0.22	0.55 ± 0.00
KT6	22.14 ± 0.19	9.55 ± 0.52	4.23 ± 0.61	14.13 ± 0.14	0.58 ± 0.02
KD1	19.39 ± 0.82	9.73 ± 0.78	0.88 ± 0.22	14.95 ± 0.08	0.56 ± 0.01
KD2	20.24 ± 0.75	11.92 ± 1.41	3.29 ± 0.93	14.31 ± 0.32	0.57 ± 0.00
KD3	19.80 ± 0.30	10.33 ± 0.58	2.06 ± 0.15	15.33 ± 0.31	0.57 ± 0.00
KD4	21.50 ± 0.56	10.15 ± 0.14	1.48 ± 0.72	15.49 ± 0.26	0.58 ± 0.02
KD5	21.58 ± 0.91	12.91 ± 1.07	3.12 ± 0.51	14.72 ± 0.22	0.58 ± 0.00
KD6	21.15 ± 1.20	10.29 ± 0.28	2.85 ± 1.10	14.36 ± 0.18	0.59 ± 0.00

ตารางผนวก 36 ค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 0 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์			
	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	ปริมาณสาร 5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (CFU/g)
KT1	75.46 ± 0.65	0	1.63 ± 0.35	0 ± 0
KT2	87.855 ± 8.63	0.31 ± 0.01	1.40 ± 0.10	0 ± 0
KT3	62.006 ± 4.10	0	1.50 ± 0.20	0 ± 0
KT4	59.466 ± 0.56	0	1.20 ± 0.00	0 ± 0
KT5	74.651 ± 0.00	0.03 ± 0.00	1.47 ± 0.06	0 ± 0
KT6	73.262 ± 16.29	0.87 ± 0.00	1.33 ± 0.29	1 ± 1
KD1	88.95 ± 4.84	0.17 ± 0.01	1.07 ± 0.12	2 ± 3
KD2	67.89 ± 9.50	0.15 ± 0.00	0.97 ± 0.06	0 ± 0
KD3	89.804 ± 0.07	0.04 ± 0.00	1.50 ± 0.72	0 ± 0
KD4	94.616 ± 7.63	0.33 ± 0.00	1.57 ± 0.40	0 ± 0
KD5	78.160 ± 5.21	0.00 ± 0.00	1.10 ± 0.10	1 ± 1
KD6	79.213 ± 14.15	0.17 ± 0.01	1.20 ± 0.20	1 ± 0

ตารางผนวก 37 ค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 2 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์			
	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	ปริมาณสาร 5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (CFU/g)
KT1	57.62 ± 1.68	0.16 ± 0.00	1.67 ± 0.15	1 ± 1
KT2	55.207 ± 5.65	0.53 ± 0.00	1.50 ± 0.10	0 ± 0
KT3	59.650 ± 0.30	0.88 ± 0.00	1.57 ± 0.65	1 ± 1
KT4	53.824 ± 0.03	1.18 ± 0.00	1.60 ± 0.30	0 ± 0
KT5	58.583 ± 0.00	0.28 ± 0.00	1.47 ± 0.35	1 ± 1
KT6	54.502 ± 6.52	0.91 ± 0.00	1.47 ± 0.06	1 ± 1
KD1	64.19 ± 4.44	0.22 ± 0.00	1.10 ± 0.17	3 ± 0
KD2	56.59 ± 3.75	0.26 ± 0.00	1.30 ± 0.00	1 ± 1
KD3	66.719 ± 0.26	0.56 ± 0.00	1.90 ± 0.00	0 ± 0
KD4	69.471 ± 4.10	0.43 ± 0.00	1.63 ± 0.40	0 ± 0
KD5	66.719 ± 0.26	0.00	1.57 ± 0.06	1 ± 1
KD6	70.498 ± 1.36	0.55 ± 0.00	1.33 ± 0.15	1 ± 1

ตารางผนวก 38 ค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 4 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์			
	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	ปริมาณสาร 5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (CFU/g)
KT1	62.10 ±4.65	2.25 ± 0.00	1.77 ± 0.59	3 ± 2
KT2	45.465 ±3.79	0.74 ± 0.00	1.63 ±0.06	0 ± 1
KT3	52.811 ±0.12	1.57 ± 0.00	1.63 ±0.21	0 ± 0
KT4	53.555 ±0.35	1.77 ± 0.01	1.77 ±0.61	1 ± 1
KT5	55.424 ±0.00	0.73 ± 0.00	1.53 ± 0.06	0 ± 0
KT6	45.48 ±6.80	1.29 ± 0.00	1.67 ± 0.50	2 ± 1
KD1	57.03 ±0.47	1.17 ± 0.00	2.17 ± 0.15	1 ± 1
KD2	46.17 ±4.84	0.47 ± 0.00	1.27 ± 0.12	3 ± 1
KD3	58.478 ± 1.02	1.00 ± 0.00	2.10 ± 0.26	1 ± 1
KD4	62.888 ± 5.21	1.31 ± 0.00	1.70 ± 0.62	0 ± 0
KD5	60.473 ± 0.16	0.32 ± 0.00	1.53 ± 0.31	0 ± 0
KD6	61.289 ±0.03	0.66 ± 0.00	1.47 ± 0.15	2 ± 3

ตารางผนวก 39 ค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 6 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์			
	ปริมาณน้ำตาลรีวซ์ (%)	ปริมาณสาร 5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (CFU/g)
KT1	58.68 ±0.37	3.16 ± 0.00	1.53±0.31	2 ± 1
KT2	40.330 ±6.02	1.53 ± 0.00	1.60 ±0.00	1 ± 1
KT3	42.720 ±0.47	2.11 ± 0.00	2.03±0.23	2 ± 1
KT4	39.034 ±0.28	1.95 ± 0.03	1.97±0.06	2 ± 1
KT5	52.363 ±0.00	0.73 ± 0.02	1.93± 0.06	2 ± 1
KT6	41.996 ±0.19	2.25 ± 0.00	1.73± 0.23	2 ± 3
KD1	50.18 ±0.47	1.57 ± 0.00	2.43 ±0.15	3 ± 2
KD2	34.06±0.56	1.26 ± 0.00	1.60 ±0.20	0 ± 3
KD3	54.989 ±6.70	1.11 ± 0.00	2.60 ±0.00	2 ± 1
KD4	61.019 ±0.35	1.76 ± 0.00	2.03 ±0.15	1 ± 1
KD5	53.410±7.45	0.55 ± 0.00	1.83± 0.06	1 ± 1
KD6	58.893± 0.49	0.67 ± 0.00	1.57 ±0.21	6 ± 3

ตารางผนวก 40 ค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 8 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์			
	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	ปริมาณสาร 5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (CFU/g)
KT1	58.68 ± 0.37	3.22 ± 0.01	1.53 ± 0.31	3±1
KT2	40.330 ± 6.02	2.75 ± 0.00	1.60 ± 0.00	4±1
KT3	42.720 ± 0.47	2.39 ± 0.02	2.03 ± 0.23	3±1
KT4	39.034 ± 0.28	3.08 ± 0.00	1.97 ± 0.06	2±2
KT5	52.363 ± 0.00	0.96 ± 0.00	1.93 ± 0.06	1±0
KT6	41.996 ± 0.19	3.58 ± 0.01	1.73 ± 0.23	4±2
KD1	50.18 ± 0.47	3.01 ± 0.00	2.43 ± 0.15	4±1
KD2	34.06 ± 0.56	1.60 ± 0.00	1.60 ± 0.20	6±3
KD3	54.989 ± 6.70	3.33 ± 0.00	2.60 ± 0.00	4±5
KD4	61.019 ± 0.35	2.13 ± 0.03	2.03 ± 0.15	1±1
KD5	53.410 ± 7.45	1.16 ± 0.00	1.83 ± 0.06	3±2
KD6	58.893 ± 0.49	2.88 ± 0.00	1.57 ± 0.21	3±1

ตารางผนวก 41 ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 10 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์			
	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	ปริมาณสาร 5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (CFU/g)
KT1	51.70 ± 0.19	4.01 ± 0.02	2.43 ± 0.15	4±4
KT2	30.457 ± 5.65	3.41 ± 0.02	2.33 ± 0.06	2±2
KT3	36.862 ± 0.93	3.40 ± 0.00	2.53 ± 0.12	3±1
KT4	39.100 ± 2.23	4.19 ± 0.01	2.03 ± 0.15	4±0
KT5	52.791 ± 0.00	1.03 ± 0.00	2.00 ± 0.26	7±4
KT6	40.857 ± 0.21	6.81 ± 0.00	1.87 ± 0.06	9±6
KD1	34.06 ± 0.19	7.18 ± 0.00	2.57 ± 0.15	4±1
KD2	30.90 ± 0.19	1.70 ± 0.00	2.13 ± 0.23	1±3
KD3	50.843 ± 0.28	3.66 ± 0.00	2.47 ± 0.21	3±1
KD4	51.830 ± 9.68	2.59 ± 0.00	2.47 ± 0.12	3±1
KD5	44.260 ± 0.47	1.68 ± 0.00	1.90 ± 0.40	4±1
KD6	49.460 ± 2.61	3.07 ± 0.01	1.83 ± 0.06	3±2

ตารางผนวก 42 ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพเนื้อลำไยด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่การเก็บรักษา 12 เดือน

สิ่งทดลอง	คุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์			
	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	ปริมาณสาร 5-HMF (ppm)	ปริมาณกรด (%)	ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (CFU/g)
KT1	41.10 ± 14.80	5.94 ± 0.00	2.50 ± 0.10	7±1
KT2	30.325 ± 4.72	6.86 ± 0.00	2.37 ± 0.06	10±11
KT3	36.151 ± 0.11	9.56 ± 0.00	2.67 ± 0.06	16±7
KT4	33.965 ± 0.19	6.80 ± 0.00	2.20 ± 0.17	6±6
KT5	43.378 ± 0.00	1.34 ± 0.00	2.13 ± 0.12	15±4
KT6	38.705 ± 4.84	8.04 ± 0.00	1.93 ± 0.06	11±1
KD1	34.06 ± 0.56	7.54 ± 0.00	2.67 ± 0.06	5±2
KD2	28.40 ± 4.10	2.08 ± 0.01	2.13 ± 0.12	11±13
KD3	44.984 ± 0.00	4.15 ± 0.00	2.50 ± 0.17	6±5
KD4	44.984 ± 0.00	5.71 ± 0.00	2.53 ± 0.12	7±6
KD5	43.141 ± 2.61	4.37 ± 0.00	2.00 ± 0.17	5±1
KD6	48.144 ± 0.00	5.06 ± 0.00	1.97 ± 0.06	8±3



ภาคผนวก จ

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวณัฐจิรา จำปาทอง
วันเดือนปีเกิด	16 กันยายน 2525
ภูมิลำเนา	จังหวัดแม่ฮ่องสอน
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2544 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปายวิทยาคาร จังหวัดแม่ฮ่องสอน พ.ศ. 2548 วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ผลงาน	พ.ศ. 2552 การศึกษาคุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือก (The Study on Quality of Dried Whole Longans) นำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2 (The Second International Conference on Science and Technology) ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร วันที่ 9-10 กรกฎาคม พ.ศ. 2552