บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของสารเคลือบผิวจากไคโตซานน้ำหนักโมเลกุลต่างๆ ที่มีผลต่อคุณภาพของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง

ผลการศึกษาการเตรียมสารเคลือบผิวจากไคโตซานน้ำหนักโมเลกุลต่างๆ ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ และการเปลี่ยนแปลงการยุบตัวของส้มสายน้ำผึ้งที่ผ่านการเคลือบผิวแล้ว เทียบกับส้มที่ไม่ได้เคลือบผิว โดยเก็บรักษาในกล่องแบบสวมที่ใช้ในทางการค้า แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ 23±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-70 เปอร์เซ็นต์) ได้ผลดังนี้

1. การเตรียมสารเคลือบผิวจากไคโตซาน

ไคโตซานที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นไคโตซานที่ผลิตเพื่อใช้ในทางการค้าจากบริษัท อีเบสส์ (ประเทศไทย) จำกัด มีช่วงน้ำหนักโมเลกุล 3 ช่วง คือ มวลโมเลกุลต่ำ (low molecular weight, LMW) มวลโมเลกุลระดับกลาง (medium molecular weight, MMW) และมวลโมเลกุลสูง (high molecular weight, HMW) ใช้ตัวทำละลายคือ กรดอะซิติก ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (ไพรัตน์ และคณะ, 2536) และมีสารลดแรงตึงผิว คือ Tween 80 ในการทดลองนี้พบว่า ไคโตซานเพียงชุดเดียวที่สามารถละลายเป็นสารละลายที่ใช้เคลือบผิวส้มได้ นั่นคือ ไคโตซานโมเลกุลต่ำ ดังตารางแสดงค่าความหนืดของสารละลายไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ(ตารางที่ 4.1) ส่วนไคโตซานแบบมวลโมเลกุลระดับกลาง (MMW) และมวลโมเลกุลสูง (HMW) เมื่อนำมาละลายในกรดอะซิติกความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เกิดการจับตัวเป็นวุ้น ไม่สามารถวัดความหนืดได้และไม่สามารถนำมาเคลือบผิวผลส้มได้ แม้จะมีการแก้ไขปัญหานี้โดยนำมาปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า สารที่ได้ก็ยังมีลักษณะเป็นวุ้นเช่นเดิม ดังนั้น ไคโตซานมวลโมเลกุลระดับกลาง (MMW) และมวลโมเลกุลสูง (HMW) จึงมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมที่จะนำมาเตรียมเป็นสารเคลือบผิวผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความหนืดของสารละลายไคโตซานแบบมวลโมเลกุลต่ำเมื่อใช้ตัวทำละลายกรดอะซิติก 1 เปอร์เซ็นต์ และใช้ ทวีน 80 ปริมาตร 0.1 ml./l. เป็นสารลดแรงตึงผิว

ชนิดสารเคลือบผิว	ค่าความหนืด (cP)
0.5% LMW	4.0
1.0% LMW	12.0
1.5% LMW	36.0
2.0% LMW	82.0

หมายเหตุ

0.5% LMW = สารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

1.0% LMW = สารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

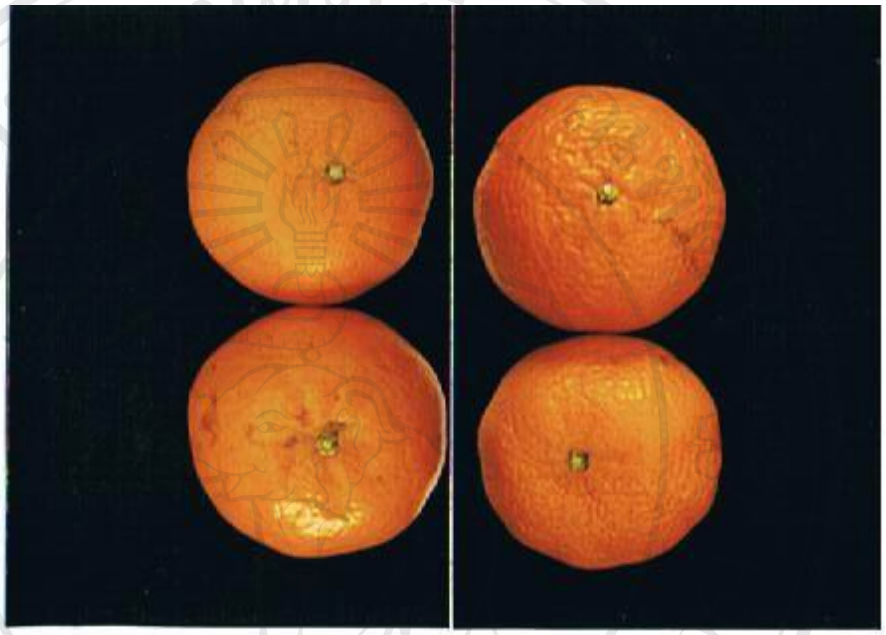
1.5% LMW = สารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

2.0% LMW = สารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลักษณะที่สังเกตได้ระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อเคลือบผิวผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง แล้วบรรจุลงกล่องกระดาษลูกฟูกแบบสวม เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ 23±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-70เปอร์เซ็นต์) สุ่มตรวจคุณภาพทุก 3 วัน พบว่า ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ผลส้มในทุกกรรมวิธีที่มีลักษณะเหี่ยว (รูปที่ 4.1) และผลส้มชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ก็มีกลิ่นคล้ายกลิ่นหมัก ซึ่งเกิดจากกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้ผลส้มไม่สามารถแลกเปลี่ยนก๊าซในกระบวนการหายใจได้ (จริงแท้, 2538) แม้ว่าลักษณะภายนอกจะยังไม่เปลี่ยนแปลงไปก็ตาม ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ใช้ทดลองจึงมีระยะเวลาการเก็บรักษาได้เพียง 15 วันเท่านั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ก ข

รูปที่ 4.1 ลักษณะผลส้มในวันแรก (ก) และวันที่ 15(ข) ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 23 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 65-70 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

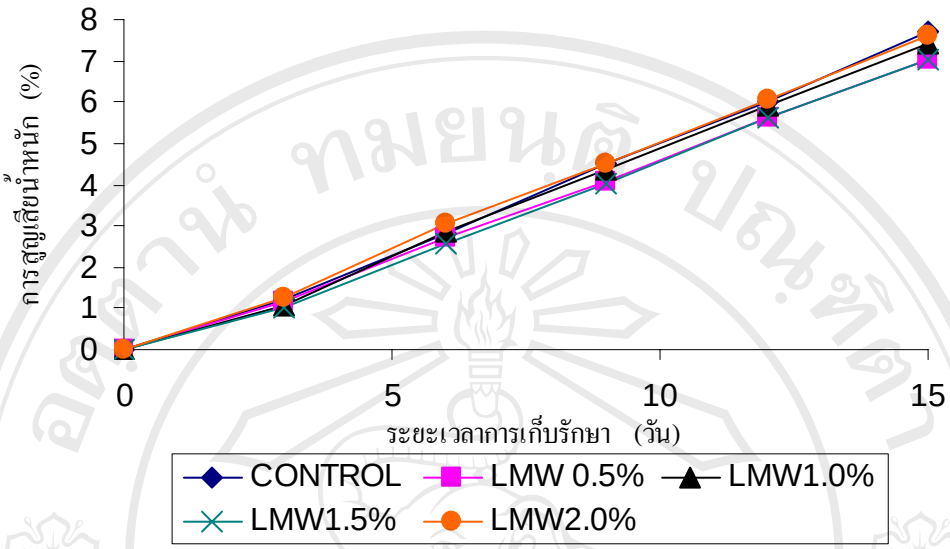
การสูญเสียน้ำหนัก

เมื่อเคลือบผิวส้มด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วเก็บรักษาในถุงตาข่ายแล้วบรรจุลงกล่องแบบสวมวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิวมีแนวโน้มสูงกว่าส้มที่เคลือบผิวแล้วตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.2) ทั้งนี้เนื่องมาจากขั้นตอนการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวทำให้นวลหรือไขตามธรรมชาติน้อยลงหรือหายไป ทำให้การคายน้ำในผลไม้เพิ่มมากขึ้น การเคลือบผิวผลไม้เพื่อทดแทนไขตามธรรมชาติส่วนที่หายไปปิดรอยเปิดตามธรรมชาติและรอยแผลที่เกิดอาจจะขึ้นหลังการเก็บเกี่ยว สามารถลดการคายน้ำและจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซได้ (Arthey, 1975)

สารเคลือบผิวจากไคโตซานสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังการเก็บเกี่ยวได้ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้เคลือบผิว ทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในทุกวันที่มีการบันทึกผลระหว่างการเก็บรักษาโดย ในวันที่ 15 ของการศึกษาซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษาได้ ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำมากที่สุด คือ 7.69 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.2) เนื่องจากผลส้มไม่ได้รับการเคลือบผิว ทำให้ผิวผลส้มมีการสัมผัสกับอากาศโดยตรง จึงมีการคายน้ำจากผลส้มสอดคล้องกับการทดลองโดยใช้สารเคลือบผิว citrus shine ที่ความเข้มข้น 60 และ 80 เปอร์เซ็นต์เคลือบผิวส้มตรา ทำให้น้ำหนักสดลดลง 11.7 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ถ้าไม่เคลือบผิวน้ำหนักลดลง 17.9 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลมาจากสารเคลือบผิวไปจำกัดการซึมผ่านของไอน้ำ โดยปิดรูเปิดตามธรรมชาติในชั้น epidermis (จริงแท้, 2538 ; Hagenmeier and Baker, 1993)

ส่วนชุดที่เคลือบสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ความเข้มข้น0.5 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักในวันสุดท้ายเป็น 7.05 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุด และส่วนชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น1.0 , 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักเป็น 7.40 , 7.02 และ 7.63 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ทั้งนี้อาจจะเป็นผลมาจากการเกิดรอยแตกของสารเคลือบผิว ที่เมื่อมีความเข้มข้นมากขึ้นก็อาจเกิดรอยแตกได้มากขึ้น หรือเกิดการกะเทาะหลุดร่อนของสารเคลือบผิวจึงทำให้ผลเกิดการสูญเสียน้ำหนักสดจากการระเหยน้ำออกมาทางรอยแตกหรือช่องโหว่ของสารเคลือบผิว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL = ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4. 2 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับวันเริ่มต้นการเก็บรักษา

	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)					
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	1.21d	2.82c	4.51c	6.03c	7.69d
LMW0.5%	0	1.19c	2.69b	4.06a	5.62a	7.05a
LMW1.0%	0	1.06b	2.87d	4.35b	5.92b	7.40b
LMW1.5%	0	1.04a	2.56a	4.03a	5.63a	7.02a
LMW2.0%	0	1.25e	3.05e	4.52c	6.05c	7.63c

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน ที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

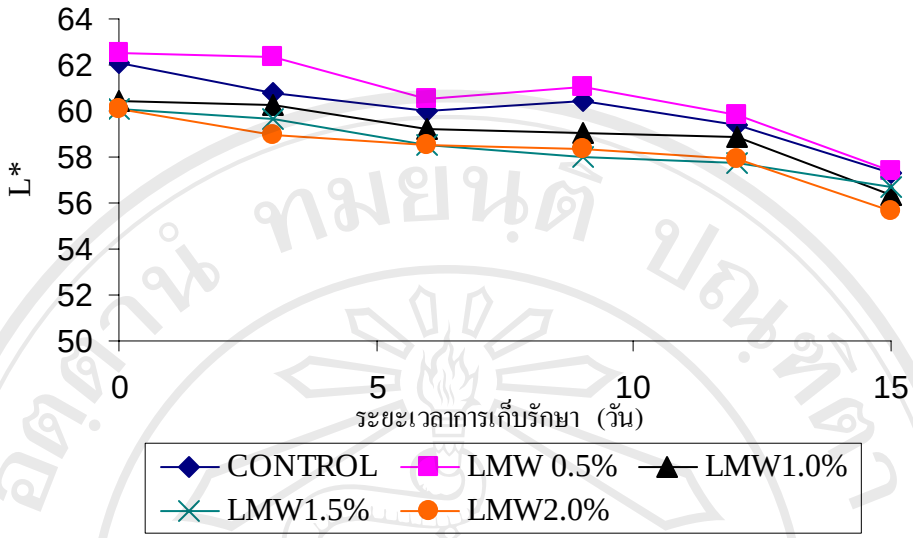
LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงสีผิวโดยใช้เครื่องวัดสี

สีผิวของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซาน (เตรียมจากไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ) ที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมี สารลดแรงตึงผิว คือ Tween 80 เก็บรักษาโดยบรรจุลงกล่องแบบสวมแล้ววางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ 23±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-70 เปอร์เซ็นต์) เมื่อนำมาวัดค่า L^*, a* และ b* พบว่า ค่า L^* ซึ่งบ่งชี้ความสว่าง ของผลส้มในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 15 วัน (รูปที่ 4.3 และตารางผนวกที่ 1) โดยมีอัตราการลดลงอย่างช้าๆ เมื่อเทียบกับวันเริ่มต้นการทดลอง สีผิวของผลส้มทั้งหมดจึงคล้ำลง และความมันวาวลดลง แต่อาจสังเกตเห็นได้ลำบากด้วยตาเปล่า โดยสีที่คล้ำลงของผลส้มในชุดการทดลองทั้งหมด มีผลมาจากการสูญเสียน้ำจากเซลล์ผิว หรือเกิดการกะเทาะ หลุดร่อนของสารเคลือบผิว (ตารางที่4.3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.3 ค่า L* ของเปลือกส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL = ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงค่า L* ในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบ ด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับวันเริ่มต้นการเก็บรักษา

	การเปลี่ยนแปลงค่า L* (เปอร์เซ็นต์)					
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	-2	-3	-3	-4	-8
LMW0.5%	0	0	-3	-2	-4	-8
LMW1.0%	0	0	-2	-2	-3	-7
LMW1.5%	0	-1	-3	-4	-4	-6
LMW2.0%	0	-2	-3	-3	-4	-7

หมายเหตุ

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

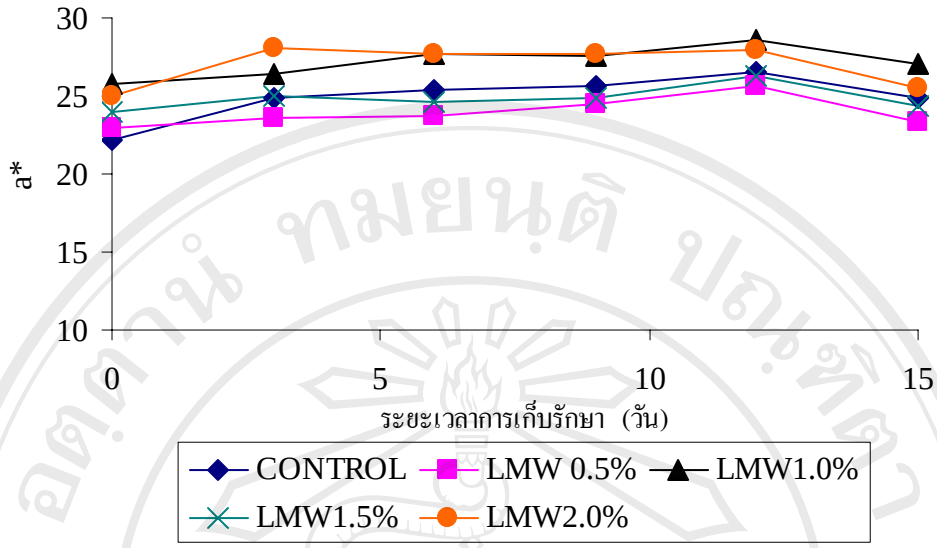
LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนของค่า a* ของสีผิวส้มซึ่งเมื่อค่า a* เป็นบวกสีจะอยู่ในช่วงสีแดง หากเป็นลบสีจะอยู่ในช่วงสีเขียว ในทุกชุดการทดลอง ค่า a* ที่วัดได้มีค่าเป็นบวกและมีค่าอยู่ในช่วง 20-30 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.4) แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าการเปลี่ยนแปลงของค่า a* สัมพัทธ์กับวันแรกของการเก็บรักษา พบว่าพวกที่ไม่ได้เคลือบผิว มีการเพิ่มขึ้นของค่า a* มากที่สุด รองลงมาได้แก่พวกที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0, 0.5, 1.5 และ2.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) บ่งชี้ว่าสีผิวของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น และอยู่ในช่วงสีเหลืองอมส้ม อันเนื่องมาจากคลอโรฟิลล์ เริ่มมีการเสื่อมสภาพลง ส่งผลให้แคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นรงควัตถุสีส้มมีความเด่นชัดมากขึ้น (จริงแท้, 2538) แต่ค่า a* ของทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาได้ (ตารางผนวกที่ 2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.4 ค่า a* ของเปลือกส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL = ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่า a* ในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับวันเริ่มต้นการเก็บรักษา

	การเปลี่ยนแปลงค่า a* (เปอร์เซ็นต์)					
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	13	15	17	21	13
LMW0.5%	0	3	4	8	12	3
LMW1.0%	0	3	8	8	12	6
LMW1.5%	0	4	3	4	10	2
LMW2.0%	0	13	11	12	12	2

หมายเหตุ

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

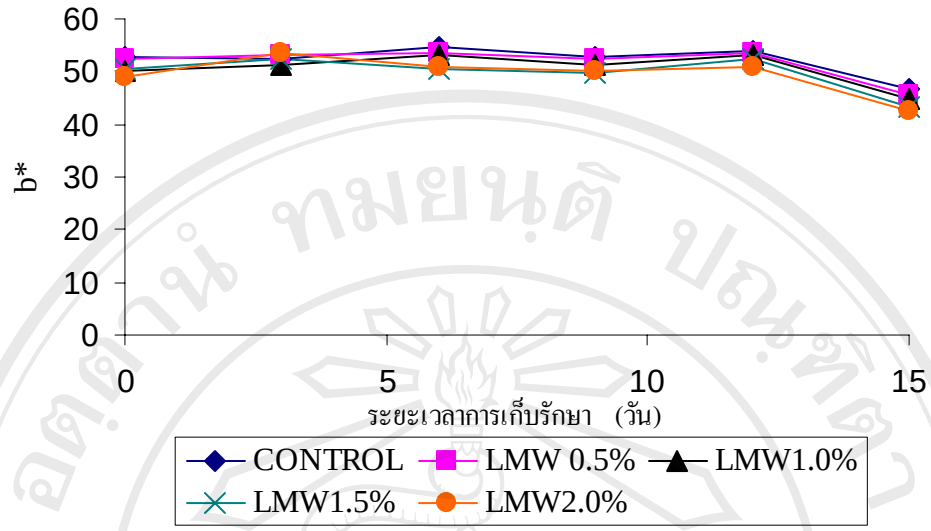
LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า b* พบว่าเมื่อเก็บรักษานานขึ้นค่า b* มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย (รูปที่ 4.5) โดยเมื่อค่า b* มีค่าเป็นบวกจะมีสีอยู่ในช่วงสีเหลือง หากเป็นลบจะมีสีอยู่ในช่วง สีน้ำเงิน ค่าที่ได้จากการทดลองพบว่ามีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตลอดระยะการเก็บรักษาที่ 15 วัน (ตารางที่ 4.5) กล่าวคืออยู่ในช่วงสีเหลืองอมส้ม และสีในวันที่ 15 ของการทดลองไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปมากนัก เนื่องจากส้มเป็นผลไม้พวก non-climacteric การเปลี่ยนแปลงต่างๆภายหลังจากการเก็บเกี่ยวจึงเกิดขึ้นได้น้อย (Kader, 1985) นอกจากนี้การเลือกใช้ชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิวที่เหมาะสม สามารถชะลอการเสื่อมสภาพของผลผลิตได้ (จริงแท้, 2538) เช่น การเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์ กับมะนาวสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวได้ (ไพรัตน์ และคณะ, 2536) และในการทดลองนี้สามารถกล่าวได้ว่าสารเคลือบผิวจากไคโตซานทุกความเข้มข้นไม่มีผลในการเปลี่ยนแปลงสีผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง เพราะเมื่อเคลือบผิวผลส้มแล้ว ไม่ทำให้สีผิวผลส้มเปลี่ยนไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.5 ค่า b* ของเปลือกส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL = ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงค่า b* ในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับวันเริ่มต้นการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงค่า b* (เปอร์เซ็นต์))						
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	-1	4	0	2	-11
LMW 0.5%	0	2	3	0	2	-13
LMW1.0%	0	2	6	2	6	-11
LMW1.5%	0	4	0	-2	4	-14
LMW2.0%	0	9	4	3	4	-13

หมายเหตุ

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

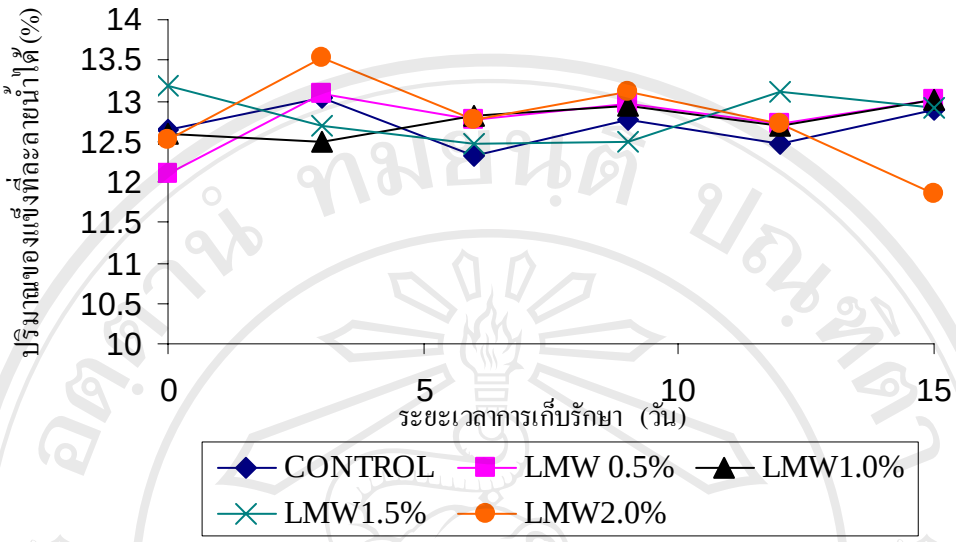
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

เมื่อเก็บรักษาส้มเป็นระยะเวลานานขึ้น ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงสามวันแรกของการทดลอง จากนั้นมีแนวโน้มคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.6, ตารางที่ 4.6) ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในแต่ละชุดการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 4) โดยช่วงวันแรกๆของการเก็บรักษา ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากการสูญเสียน้ำไปในระหว่างการเก็บรักษา ทำให้ความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลส้มเพิ่มขึ้น (จริงแท้, 2538) ในวันที่ 15 ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าค่อนข้างคงที่ และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละชุดการทดลอง การที่ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำคั้นจากผลส้มทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันนั้น เนื่องจากส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง เป็นผลไม้พวก non-climacteric fruit การเปลี่ยนแปลงต่างๆภายในผล ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวจึงเกิดขึ้นได้น้อย (Kader, 1985) และความเข้มข้นของสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่ต่างกันไม่ทำให้ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้แตกต่างกันทางสถิติ แม้ว่าจะเก็บรักษาส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) (Salamat *et al.*, 2002) สอดคล้องกับ Kader (1985) ที่รายงานว่า สารเคลือบผิวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ TSS, TA และ TSS/TA

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL = ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้(เปอร์เซ็นต์)ในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับวันเริ่มต้นการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้(เปอร์เซ็นต์)						
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	3	-2	1	-1	2
LMW 0.5%	0	8	6	7	5	8
LMW1.0%	0	-1	2	3	1	3
LMW1.5%	0	-4	-5	-5	0	-2
LMW2.0%	0	8	2	5	2	-5

หมายเหตุ

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

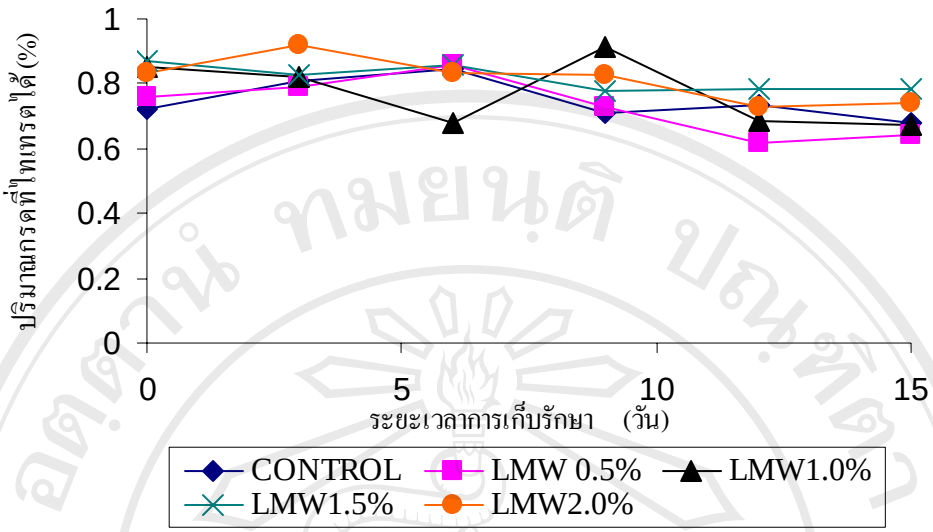
LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้

เมื่อเก็บรักษาส้มเขียวหวานเป็นระยะเวลานานขึ้น ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเล็กน้อย แต่มีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (รูปที่ 4.7) โดยในวันที่ 15 ของการทดลองค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของชุดควบคุมมีค่า 0.68 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 5) ส่วนชุดที่มีแนวโน้มที่จะค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มากที่สุดในวันที่ 15 ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษา คือ ส้มชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เป็น 0.74 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงมากที่สุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา เมื่อเทียบกับวันแรกของการทดลอง (ตารางที่ 4.7) การเก็บรักษาผลส้มไว้เป็นเวลานาน แล้วปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีแนวโน้มลดลงนั้น เนื่องมาจากส้มเขียวหวานแม้จะเป็นผลไม้พวก non-climacteric แต่ก็ยังมีการหายใจอยู่ ดังนั้น ปริมาณกรดที่ลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้นนั้น น่าจะมาจากการที่กรดอินทรีย์ถูกใช้ไปในวัฏจักร Kreb's cycle (จริงแท้, 2538) โดยกรดอินทรีย์ที่พบมากในน้ำคั้นจากผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งคือ กรดซิตริก (citric acid) เมื่อกรดซิตริกเข้าสู่ขั้นตอน Kreb's cycle แล้ว กรดซิตริกจะถูกออกซิไดซ์ให้กลายเป็นสารอื่น เพื่อให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานที่ใช้ในการดำรงชีวิตอยู่ และเมื่อระยะเวลาผ่านไป ปริมาณกรดอินทรีย์จะลดลงเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษา (จริงแท้, 2538) สอดคล้องกับการทดลองของ วิกันดา (2541) และวงเดือน (2546) ที่รายงานว่า ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลส้มเขียวหวานเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างเก็บรักษาและมีแนวโน้มลดลง เมื่อเก็บรักษานานขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL = ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้(เปอร์เซ็นต์)ในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับวันเริ่มต้นการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้(เปอร์เซ็นต์)						
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	11	16	-2	2	-7
LMW 0.5%	0	4	13	-4	-19	-15
LMW1.0%	0	-4	-19	8	-19	-20
LMW1.5%	0	-6	-1	-10	-9	-10
LMW2.0%	0	11	1	-1	-12	-10

หมายเหตุ

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

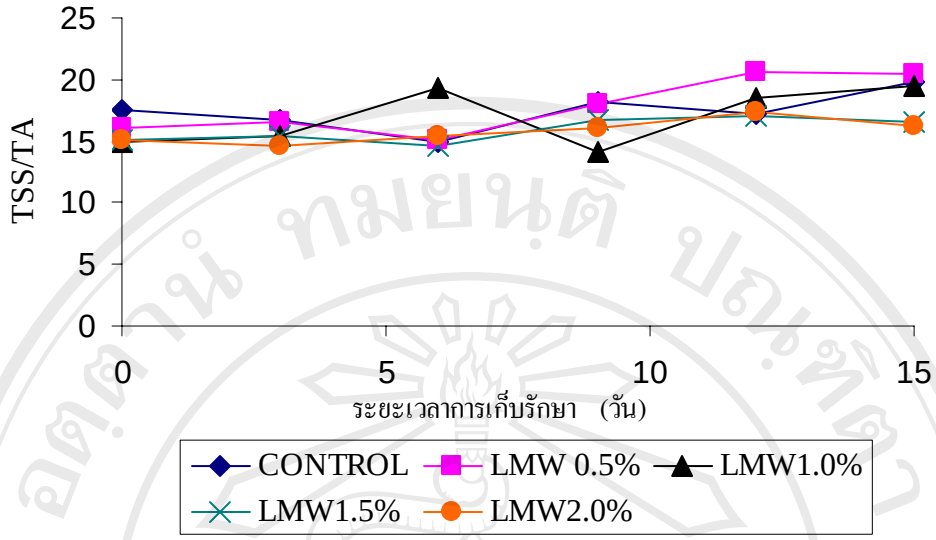
LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราส่วนระหว่างของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

อัตราส่วนของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในแต่ละชุดการทดลอง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.8) แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา (ตารางผนวกที่ 6)ในวันสุดท้ายของการทดลอง (วันที่ 15) ส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราส่วนระหว่างของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้นมากที่สุด เมื่อเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.8) ค่าที่ได้สอดคล้องกับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ซึ่งมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สอดคล้องกับรายงานของจริงแท้ (2538) ที่กล่าวว่าในพืชตระกูลส้มเมื่อมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น จะทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น และมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ที่ลดลงเล็กน้อย จึงทำให้ค่าอัตราส่วนระหว่างของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น เนื่องจากผลผลิตได้นำเอากรดอินทรีย์และน้ำตาลที่เก็บสะสมอยู่ไปใช้ในกระบวนการหายใจ เพื่อใช้ในการดำรงชีวิตขณะที่อยู่ในช่วงการเก็บรักษา จึงทำให้กรดมีปริมาณลดลง ประกอบกับผลิตผลได้มีการสูญเสียน้ำไปบางส่วน ส่งผลให้ผลิตผลมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีความเข้มข้นมากขึ้น (สายชล, 2528) จากการทดลองนี้มีค่าอัตราส่วนระหว่างของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีค่าอยู่ระหว่าง 14-23 ซึ่งถือว่ามีรสชาติหวาน อยู่ในช่วงที่ผู้บริโภคน่าจะยอมรับได้ เนื่องจากอัตราส่วน 10-16 ถือว่าเป็นรสชาติที่ผู้บริโภคยอมรับ (Baldwin, 1993)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.8 อัตราส่วนระหว่างของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL = ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ กับกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) ในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบวันเริ่มต้นการเก็บรักษา

TSS/TA (เปอร์เซ็นต์)						
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	-5	-15	5	-1	13
LMW0.5%	0	4	-5	14	29	29
LMW1.0%	0	4	30	-4	25	33
LMW1.5%	0	2	-3	11	13	10
LMW2.0%	0	-2	3	7	16	9

หมายเหตุ

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

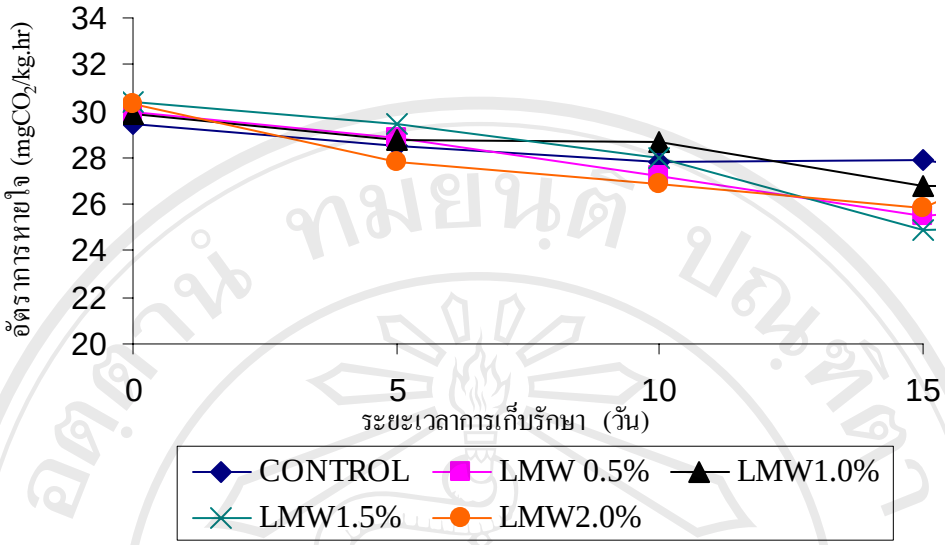
LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ

อัตราการหายใจของผลส้มในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยอย่างต่อเนื่อง (รูปที่ 4.9)โดยไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ หลังเก็บรักษาได้ 10 วัน(ตารางผนวกที่ 7) ในวันที่ 15 ของการทดลองส้มชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานทุกความเข้มข้นจะมีอัตราการหายใจไม่แตกต่างกัน และพบว่าผลส้มชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีกลิ่นหมักเกิดขึ้น น่าจะเป็นเพราะสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่มีความเข้มข้นสูง จำกัดการซึมผ่านของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน ทำให้ผลส้มเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนขึ้น ซึ่งการหายใจแบบนี้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นอะเซตัลดีไฮด์ และเอทธานอล เมื่อมีการสะสมมากขึ้นก็จะทำให้ผลส้มมีอาการผิดปกติ มีกลิ่นและรสชาติผิดปกติไป (สายชล, 2528; จริงแท้, 2538; ดนัย, 2540; นิภา, 2540; Arthey, 1975) และเมื่อทำการวัดอัตราการหายใจของผลส้มต่อไปก็พบว่าอัตราการหายใจของผลส้มเพิ่มขึ้นโดยในวันที่ 20 ของการทดลอง ส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์จะมีอัตราการหายใจที่สูงถึง 30.97 มก. CO_2/กก.ชม. ซึ่งสอดคล้องกับ จริงแท้ (2538) ที่รายงานว่า การเกิดการหมักโดยการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนนี้นอกจากสังเกตได้จากกลิ่นของแอลกอฮอล์ที่เกิดสะสมขึ้นแล้ว ยังสามารถสังเกตได้จากอัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้น อัตราการหายใจที่เพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 20 ของการทดลองนี้ จึงสามารถเป็นตัวบ่งชี้ถึงอายุการเก็บรักษาของส้มเขียวหวานได้ กล่าวคือ ส้มทั้งหมดจะมีอายุการเก็บรักษาที่ 15 วัน เพราะในวันที่ 20 ส้มชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคซานความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดขึ้น สังเกตได้จากการมีกลิ่นที่ผิดปกติและรสชาติที่ผิดปกติไปดังกล่าว (หมดอายุการเก็บรักษาได้แล้ว)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.9 อัตราการหายใจของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL = ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับวันเริ่มต้นการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (เปอร์เซ็นต์)				
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 10	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	-3	-6	-5
LMW0.5%	0	-4	-9	-15
LMW1.0%	0	-3	-4	-10
LMW1.5%	0	-3	-8	-18
LMW2.0%	0	-8	-11	-15

หมายเหตุ

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

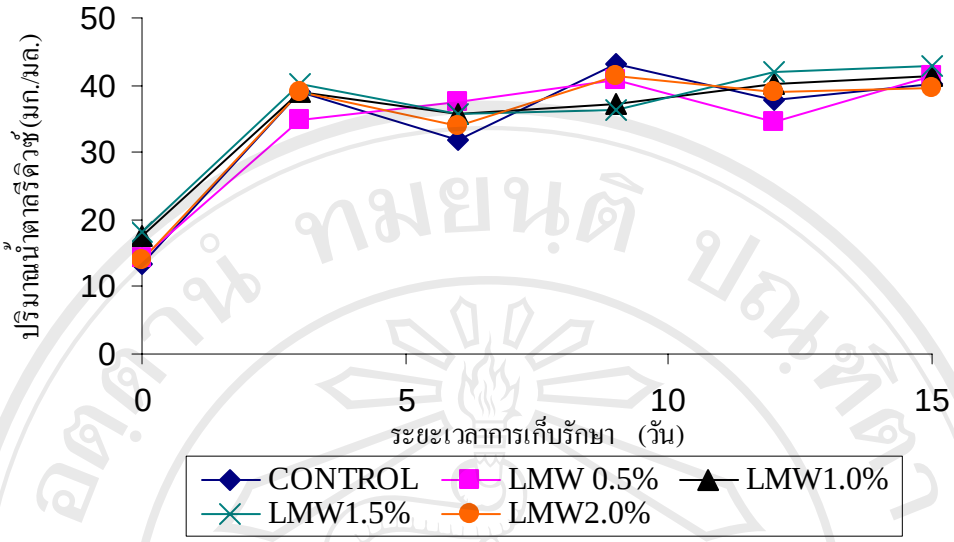
LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และน้ำตาลทั้งหมด

การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ในผลส้มทุกการทดลองจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสามวันแรกของการเก็บรักษา (รูปที่ 4.10) จากนั้นปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะมีการเพิ่มขึ้นและลดลงอีกเล็กน้อยเมื่อเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.10) และเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษาได้ (15 วัน) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในทุกชุดการทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 8) ส่วนปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (total sugar) มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4.11, ตารางที่ 4.11)โดยเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจะค่อยๆลดลง ในวันที่ 15 ของการทดลองปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของส้มเขียวหวานที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงสุด คือ 113.95 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 10 ภาคผนวก) น้ำตาลรีดิวซ์ในส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลกลูโคส และฟรุกโตส ส่วนน้ำตาลทั้งหมดในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งเป็นน้ำตาลซูโครส (Kimbal, 1999) เมื่อเก็บรักษาส้มไว้นานขึ้นการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ทำให้น้ำตาลทั้งหมดซึ่งส่วนมากเป็นน้ำตาลซูโครส เปลี่ยนเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จึงเพิ่มขึ้น หรืออาจเกิดจากการเปลี่ยนรูปด้วยเอนไซม์อินเวอร์เทส (invertase) ซึ่งอยู่ในผลผลิต เปลี่ยนน้ำตาลซูโครส เป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสได้ (จริงแท้, 2538) และเนื่องจากผลส้มยังมีการหายใจอยู่ ซึ่งเป็นการสลายน้ำตาลให้ได้พลังงานในการดำรงชีวิตของผลส้ม จึงทำให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในผลส้มลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.10 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL = ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับวันเริ่มต้นการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (เปอร์เซ็นต์)						
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	19.07	13.82	22.16	18.17	19.90
LMW0.5%	0	14.51	16.39	18.72	14.26	18.98
LMW1.0%	0	12.02	10.26	11.03	12.64	13.46
LMW1.5%	0	12.09	9.68	10.02	13.07	13.53
LMW2.0%	0	17.67	14.21	19.42	17.84	18.16

หมายเหตุ

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

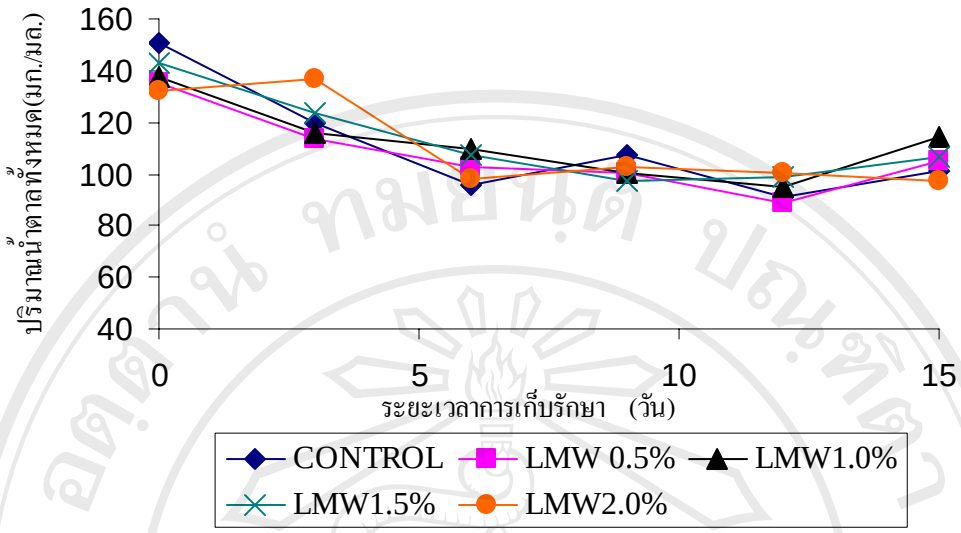
LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.11 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL = ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับชุดควบคุม ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)						
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	-20	-37	-29	-39	-33
LMW 0.5%	0	-16	-24	-26	-34	-23
LMW1.0%	0	-16	-20	-27	-31	-17
LMW1.5%	0	-14	-25	-32	-31	-25
LMW2.0%	0	3	-26	-22	-24	-26

หมายเหตุ

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

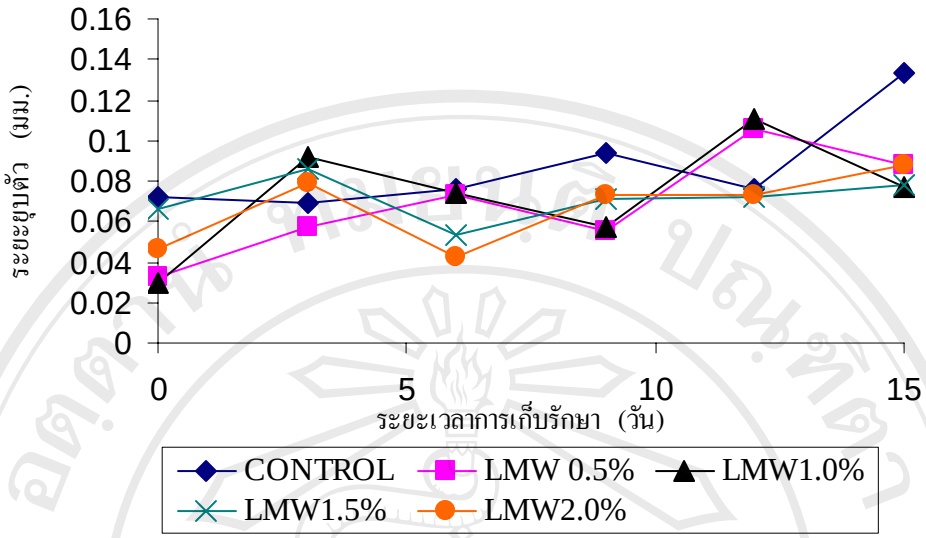
LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ระยะยุบตัว

ระยะยุบตัวของส้มในทุกชุดการทดลองทั้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ และไม่เคลือบผิว (ชุดควบคุม) มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.12, ตารางที่ 4.12) เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน ผลที่ไม่ได้เคลือบผิวมีการยุบตัวมากกว่าชุดที่เคลือบผิวเล็กน้อย แต่ก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 10) เนื่องจากการเก็บรักษาผลส้มนานขึ้น ปริมาณน้ำในเซลล์ของผลส้มจะลดลง มีสาเหตุมาจากการสูญเสียน้ำของผลิตผล ทำให้เกิดการยุบตัวของผลส้มแบบถาวร ส่งผลให้เกิดการสูญเสียลักษณะปรากฏของผลส้ม (สายชล, 2528) ค่าระยะยุบตัวที่ได้จากการทดลอง สอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้นด้วย โดยการเก็บรักษาส้มเขียวหวานที่อุณหภูมิห้อง ทำให้ผลผลิตยังมีการหายใจอยู่ เมื่อผลผลิตมีการหายใจจะมีการคายน้ำออกมา พร้อมทั้งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เนื้อเยื่อของส้มสูญเสียความเต่งไปด้วย (สายชล, 2528) โดยระยะยุบตัวที่ตรวจพบในการทดลอง ผู้บริโภคอาจจะรู้สึกได้เมื่อบีบผลส้ม จะพบว่าผลส้มนิ่มขึ้น และลักษณะภายนอกที่สังเกตได้ คือผลเหี่ยว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.12 ระยะยุบตัวของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL = ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.12..การเปลี่ยนแปลงระยะยุบตัวในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ เทียบกับวันเริ่มต้นการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงระยะยุบตัว (เปอร์เซ็นต์)						
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	-4	6	30	6	85
LMW 0.5%	0	76	124	69	223	170
LMW1.0%	0	216	153	95	277	163
LMW1.5%	0	30	-09	8	9	18
LMW2.0%	0	71	-7	58	59	92

หมายเหตุ

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW0.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

LMW1.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

LMW1.5% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

LMW2.0% = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการทดลองที่ 1 และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ประกอบกับการเปรียบเทียบค่าในวันเริ่มต้นการทดลอง พบว่า การเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่ความเข้มข้นต่างๆแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 23±3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-70 เปอร์เซ็นต์ มีผลในการลดการสูญเสียน้ำหนักของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งได้ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลส้มเขียวหวาน เนื่องจากไม่ได้ทำให้ค่า L*, a* และ b* เปลี่ยนแปลงไปมากนัก ทั้งนี้อาจจะเป็นผลมาจากผลผลิตเอง กล่าวคือ ส้มเขียวหวานที่เก็บเกี่ยวมา มีความบริบูรณ์ของผลเต็มที่ และประกอบกับที่ส้มเขียวหวานเป็นผลไม้พวก non-climacteric การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายหลังการเก็บเกี่ยวจึงเกิดขึ้นน้อย (Kader, 1985) ส่วนค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้นั้น ทุกวิธีการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (15 วัน) และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับค่าการสูญเสียน้ำหนัก เมื่อส้มสูญเสียน้ำ ทำให้ความเข้มข้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น (จริงแท้, 2538)และการสูญเสียน้ำหนักนี้ ยังมีผลต่อระยะยุบตัวของผลส้มอีกด้วย โดยสังเกตได้จากค่าระยะยุบตัวที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้จากการทดลอง มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยส้มเขียวหวานชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับวันแรกคือ มีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงมากที่สุด จึงส่งผลให้ค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ มีค่าเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นการศึกษามากที่สุดด้วย ส่วนของค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดนั้น ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรกแล้วค่อยๆคงที่ ตรงข้ามกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่มีแนวโน้มลดลงในช่วงแรก แล้วค่อยๆคงที่ ซึ่งเป็นผลที่สอดคล้องกัน กล่าวคือปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเปลี่ยนน้ำตาลทั้งหมดไปเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ และยังมีผลจากการทำงานของเอนไซม์อินเวอร์เทสอีกด้วยซึ่งจะเปลี่ยนน้ำตาลทั้งหมดไปเป็นน้ำตาลรีดิวซ์เช่นกัน ส่งผลต่อปริมาณน้ำตาลทั้งสองชนิดดังกล่าว ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลส้ม พบว่า ทุกวิธีการทดลอง มีอัตราการหายใจที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลานานขึ้นส้มชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการหายใจที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก โดยตรวจพบได้ในวันที่ 20 ของการทดลอง ดังนั้น เราจึงใช้ค่าอัตราการหายใจเป็นตัวตัดสินในเรื่องระยะเวลาการเก็บรักษาว่าจะเก็บรักษาได้เพียง 15 วันเท่านั้น

เมื่อพิจารณาจากลักษณะภายนอกที่สังเกตได้และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่ทำการศึกษาโดยรวมแล้ว พบว่า กรรมวิธีที่ใช้ไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำที่ระดับความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มที่จะให้ผลดีที่สุดในการเก็บรักษาผลส้ม จึงเลือกใช้กรรมวิธีนี้ในการทดลองขั้นต่อไป

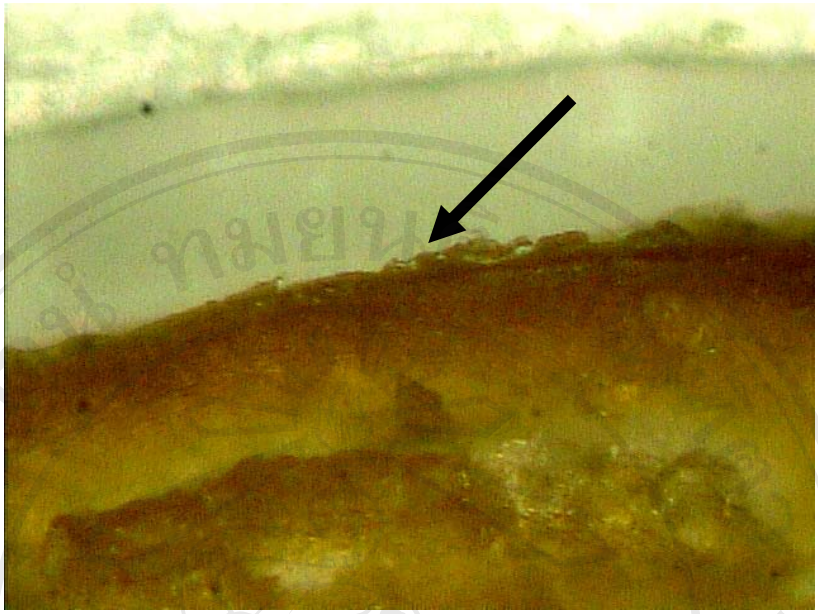
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2 ศึกษาสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมกับสารเคลือบผิวจากไคโตซาน

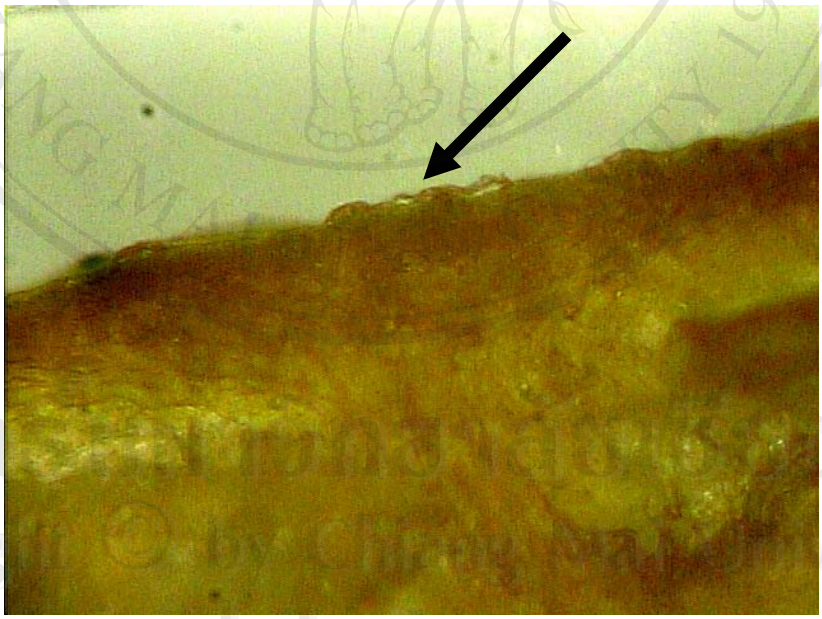
จากผลการทดลองและข้อมูลสถิติในการทดลองที่ 1 พบว่าสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่มีมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารเคลือบผิวที่แสดงให้เห็นว่าผลส้มมีลักษณะภายนอกและความสมบูรณ์ของผลที่ดี โดยมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่างๆน้อย จึงนำมาศึกษาต่อเพื่อหาสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสม โดยเตรียมสารเคลือบผิวจากไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ แยกเป็นสองชุด ชุดหนึ่งผสมสารลดแรงตึงผิวเป็นทวีน 80 (Tween 80) ชุดที่สองผสมกลีเซอรอล (glycerol) เป็นสารลดแรงตึงผิวโดยใช้ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน นำสารเคลือบผิวทั้งสองชุดเคลือบผิวส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง ผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปตรวจโดยส่องดูผิวส้มด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อดูลักษณะการเคลือบผิว การเกาะติดของสารเคลือบผิวกับผิวส้ม

จากภาพตัดขวางเปลือกส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซาน 1.0 เปอร์เซ็นต์ที่มีสารลดแรงตึงผิวเป็นทวีน 80 และกลีเซอรอลนั้น เมื่อพิจารณาจากภาพตัดขวาง (ลูกศรชี้) เห็นได้ว่าสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่ใช้สารลดแรงตึงผิวเป็น ทวีน 80 และกลีเซอรอล สามารถเคลือบผิวผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งได้เป็นอย่างดี สังเกตจากส่วนที่ลูกศรชี้ในรูปที่ 4.13 และ รูปที่ 4.14 ต่างจากชุดควบคุมที่ไม่มีการเคลือบผิว (รูปที่ 4.15) จะเห็นว่ายังมีไขธรรมชาติ หรือนวลบางส่วนยังติดอยู่ที่ผิวผลส้ม แต่อย่างไรก็ตามไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่า สารลดแรงตึงผิวตัวใดมีคุณสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิวที่ดีที่สุดเพราะมีคุณสมบัติที่สามารถทำให้ไคโตซานเคลือบติดกับผิวส้มได้ทั้งสองชนิด และไม่ทำลายเซลล์ของผิวส้ม จึงนำสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่ใช้สารลดแรงตึงผิวทั้งสองชนิดนี้ มาเคลือบผิวผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง แล้วทดสอบคุณภาพเหมือนการทดลองที่ 1 พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ไม่ได้เคลือบผิว และส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่ใช้ทางการค้า เพื่อหาสารเคลือบผิวที่ผสมสารลดแรงตึงผิวให้คุณภาพส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งดีที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

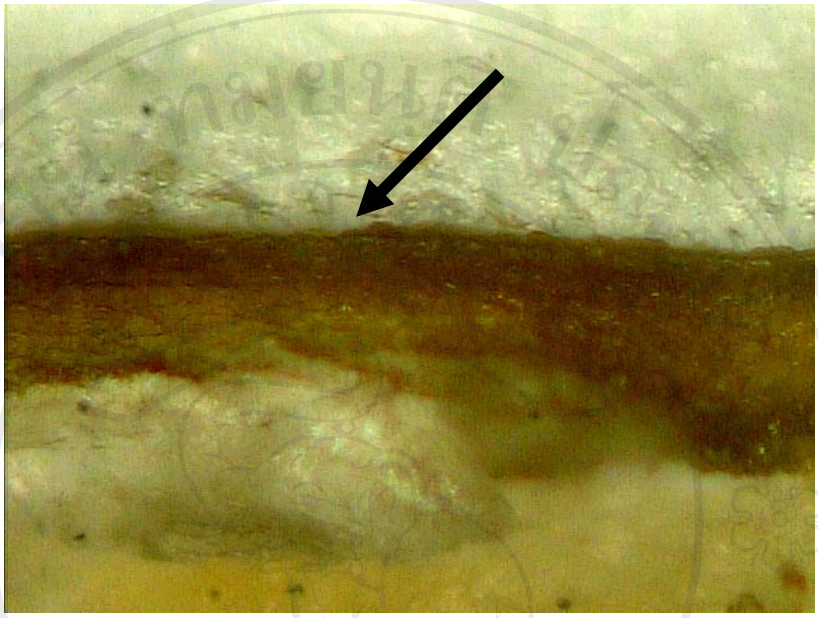


รูปที่ 4.13 ภาพตัดขวางเปลือกส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซาน 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยมีสารทวีน 80 0.1 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารลดแรงตึงผิว (40 X)



รูปที่ 4.14 ภาพตัดขวางเปลือกส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซาน 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยมีสารกลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว (40X)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.15 ภาพตัดขวางเปลือกส้มที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบผิว (40X)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 3 เปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารละลายไคโตซาน กับสารเคลือบผิวทางการค้า

จากการทดลองที่ 2 นำส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานทั้งสองชุด มาเปรียบเทียบกับส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวและส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่ใช้ทางการค้า โดยเก็บส้มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (23±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-70 เปอร์เซ็นต์) แล้วศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี การเปลี่ยน แปลงอัตราการหายใจ อัตราการยุบตัว

ลักษณะที่สังเกตได้

ส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่ใช้สารลดแรงตึงผิวต่างชนิดกัน เทียบกับชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า และชุดควบคุมที่ไม่ได้เคลือบผิว พบว่า วันที่ 6 ของการทดลอง ส้มที่ไม่ได้เคลือบผิว มีลักษณะเหี่ยว และตรวจพบกลิ่นผิดปกติในส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าในวันที่ 6 ของการทดลองด้วยเช่นกัน การที่ส้มเขียวหวานดังกล่าว หมดอายุการเก็บรักษาที่ 6 วันเท่านั้นเนื่องจากส้มเขียวหวานที่นำมาทดลองนั้นเป็นส้มที่อยู่ในช่วงท้ายฤดูเก็บเกี่ยว ผลส้มผ่านช่วงบริบูรณ์เต็มที่แล้ว และเริ่มเข้าสู่ระยะเสื่อมสภาพ ผลส้มที่นำมาทดลองจึงมีอายุการเก็บรักษาได้สั้น เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 1 ดังนั้น หลังจากวันที่ 6 ของการทดลองจึงเป็นการเปรียบเทียบคุณภาพการเก็บรักษาของส้มเพียงสองชุดเท่านั้น คือ ชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่ใช้ทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว และชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่ใช้กลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิว เพื่อหาสารเคลือบผิวที่มีคุณสมบัติที่ดีที่สุด ดังนี้

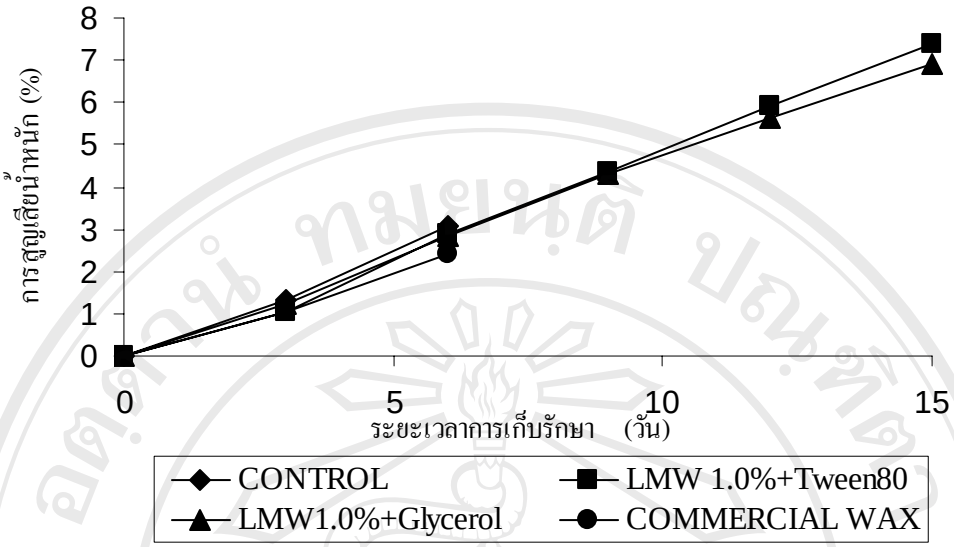
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1 . การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

การสูญเสียน้ำหนัก

ผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งชุดควบคุมที่ไม่เคลือบผล เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 วัน จะมีลักษณะผลเหี่ยว จึงถือว่าหมดอายุการเก็บรักษาแล้ว ส่วนส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยมีสารลดแรงตึงผิวเป็นทวีน 80 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 7.01 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ที่มีกลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิวซึ่งมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักเป็น 6.95 เปอร์เซ็นต์(รูปที่ 4.16) ส่วนชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุด คือ 5.91 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.14) แสดงให้เห็นว่าสารเคลือบผิวจากไคโตซาน ไม่สามารถป้องกันการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มได้ เมื่อเทียบกับการใช้สารเคลือบผิวทางการค้า ในการเก็บรักษาช่วง 6 วันแรก เช่นเดียวกับการใช้ไคโตซานจากเปลือกกุ้งแชบ๊วยเป็นสารเคลือบผิวไม่สามารถป้องกันการสูญเสียน้ำหนักของมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (สุทธวัฒน์, 2534) และไคโตซานที่เตรียมได้จากการทดลองอาจมีโครงสร้างที่ไม่เป็นระเบียบ ทำให้ไม่สามารถปิดรอยเปิดตามธรรมชาติได้ทั่วทั้งผลส้ม จึงทำให้มีช่องว่างทำให้ส่วนที่ไม่โดนสารเคลือบผิวมีโอกาสสัมผัสกับอากาศได้มากกว่า หรือเกิดจากเทคนิคในการเคลือบผิวผลส้ม กล่าวคือ ใช้ฟองน้ำลูบไม่ทั่วทั้งผลส้ม ทำให้สารเคลือบผิวไม่สามารถเคลือบได้ทั่วทั้งผล จากเหตุที่กล่าวมาอาจทำให้เกิดการคายน้ำได้มาก การสูญเสียน้ำหนักจึงมากกว่าส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า แต่เมื่อส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า หมดอายุการเก็บรักษาที่ 6วัน เช่นเดียวกับชุดควบคุม เนื่องมาจากเกิดกลิ่นเหม็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.16 การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่มีสารลดแรงตึงผิวเป็นทวีน 80 และกลีเซอรอล เปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวทางการค้าและชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL	=	ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)
LMW1.0%+Tween 80	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว
LMW1.0%+ Glycerol	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว
COMMERCIAL WAX	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีทวีน 80 และกลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิว เทียบกับชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า

	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)					
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	1.35a	(3.08a)	(4.61a)	(6.20a)	(7.83a)
LMW1.0%+Tween80	0	1.17c	2.81b	4.18c	5.59c	7.01b
LMW1.0%+Glycerol	0	1.23b	2.87c	4.33b	5.63b	6.95c
COMMERCIAL WAX	0	1.04b	(2.43d)	(3.47d)	(4.67d)	(5.91d)

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าที่อยู่ในวงเล็บเป็นค่าของส้มที่หมดอายุการเก็บรักษาแล้ว

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW1.0%+Tween 80 = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว

LMW1.0%+ Glycerol = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว

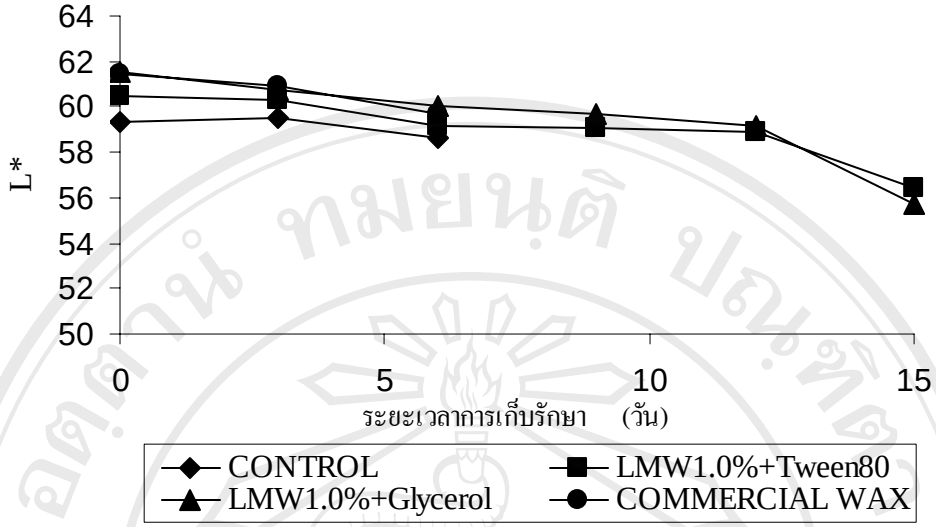
COMMERCIAL WAX = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงสีผิวโดยใช้เครื่องวัดสี

ค่า L* ซึ่งบ่งชี้ความสว่าง (L* = 100) และความมืด (L* = 0) ของผลส้มในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.14) แต่ค่า L* มีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น แสดงถึงสีผิวที่คล้ำลงของผิวส้ม หรือมีการสูญเสียความมันเงาของสารเคลือบผิว แต่ในชุดที่ใช้สารเคลือบผิวทางการค้าจะมีค่า L* มากที่สุดตลอดการทดลอง แสดงว่าสารเคลือบผิวทางการค้ามีความมันเงามากกว่าเคลือบผิวที่เตรียมจากสารละลาย ไคโตซาน หรือสามารถเกาะติดเคลือบผิวผลส้มได้ดีกว่าสารเคลือบผิวจากไคโตซาน แต่เมื่อส้มที่เคลือบผิวทางการค้าและส้มชุดควบคุม หมดอายุการเก็บรักษาในวันที่ 6 ของการทดลอง จึงไม่นำมาเปรียบเทียบอีก ส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซาน ที่ใช้สารลดแรงตึงผิวต่างชนิดกัน ค่า L* มีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ ตลอดอายุการเก็บรักษา 15 วัน และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า L* ที่ลดลงนั้น เกิดจากส้มมีสีคล้ำลง ความมันวาวลดลง อาจเนื่องมาจากการกะเทาะ หลุดร่อนของสารเคลือบผิวที่เตรียมมาจากไคโตซาน หรือเกิดจากเทคนิคในการเคลือบผิวที่ทำให้สารเคลือบผิวไม่ทั่วทั้งผลส้ม (รูปที่ 4.17)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.17 ค่า L*ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่มีสารลดแรงตึงผิวเป็นทวีน 80 และกลีเซอรอล เปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวทางการค้าและชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL	=	ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)
LMW1.0%+Tween 80	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว
LMW1.0%+ Glycerol	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว
COMMERCIAL WAX	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงของค่า L*ของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีทวีน 80 และกลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิว เทียบกับชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า และชุดควบคุม

การเปลี่ยนแปลงของค่า L* (เปอร์เซ็นต์)						
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	0	(-1)	(0)	(-2)	(-9)
LMW1.0%+Tween 80	0	-1	-2	-2	-3	-8
LMW1.0%+Glycerol	0	-1	-2	-3	-4	-9
Commercial Wax	0	-1	(-3)	(-2)	(-3)	(-6)

หมายเหตุ

ค่าที่อยู่ในวงเล็บเป็นค่าของส้มที่หมดอายุการเก็บรักษาแล้ว

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW1.0%+Tween 80 = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว

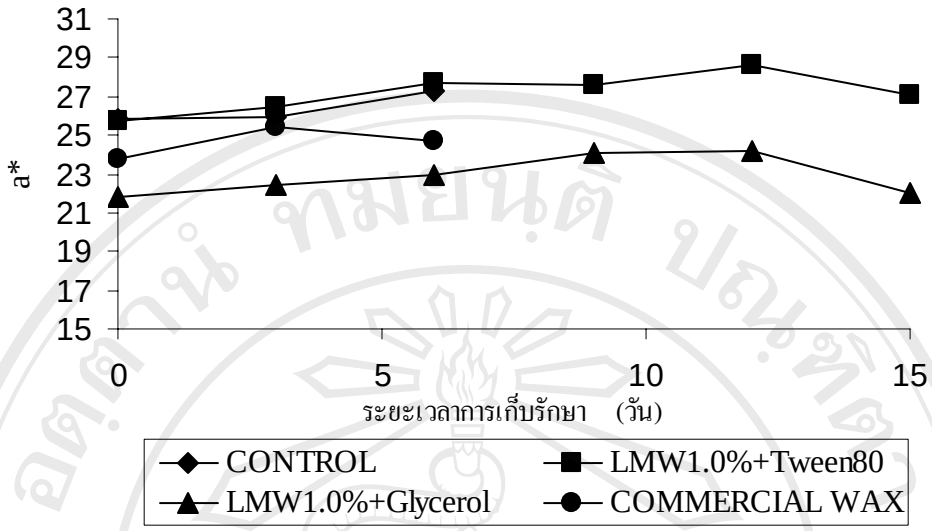
LMW1.0%+ Glycerol = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว

Commercial Wax = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า a* ซึ่งเป็นค่าบ่งชี้ช่วงสีแดง (ค่า a*เป็นบวก) และสีเขียว (ค่า a*เป็นลบ) ของผิวส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 12) เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน ค่า a* ในชุดที่ใช้ทวีน 80 มีค่ามากกว่าชุดที่ใช้กลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิว แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าอยู่ในช่วงเป็นบวก(รูปที่ 4.18, ตารางที่ 4.15) แสดงว่าส้มเขียวหวานที่นำมาทำการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงสีเล็กน้อย จากสีเหลืองอมส้มเมื่อตอนเก็บเกี่ยวมาจากแหล่งผลิต เป็นสีเหลืองอมส้มที่เข้มมากขึ้น เนื่องจากคลอโรฟิลล์ เริ่มมีการเสื่อมสภาพ ส่งผลให้รงควัตถุสีส้มในกลุ่มแคโรทีนอยด์ มีความเด่นชัดมากขึ้น (จริงแท้, 2538) และเนื่องจากส้มเขียวหวานเป็นผลไม้พวก non-climacteric การเปลี่ยนแปลงต่างๆภายในผลภายหลังจากการเก็บเกี่ยวจะเกิดขึ้นได้น้อย (Kader, 1985)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.18 ค่า a* ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิว จากไคโตซานที่มีสารลดแรงตึงผิวเป็นทวีน 80 และกลีเซอรอล เปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวทางการค้าและชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL	=	ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)
LMW1.0%+Tween 80	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว
LMW1.0%+ Glycerol	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว
COMMERCIAL WAX	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงของค่า a*ของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีทวีน 80 และกลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิว เทียบกับชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า และชุดควบคุม

การเปลี่ยนแปลงของค่า a* (เปอร์เซ็นต์)						
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	1	(5)	(7)	(12)	(3)
LMW1.0%+Tween 80	0	3	6	7	12	3
LMW1.0%+Glycerol	0	3	5	11	12	1
Commercial Wax	0	7	(4)	(3)	(13)	(2)

หมายเหตุ

ค่าที่อยู่ในวงเล็บเป็นค่าของส้มที่หมดอายุการเก็บรักษาแล้ว

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW1.0%+Tween 80 = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว

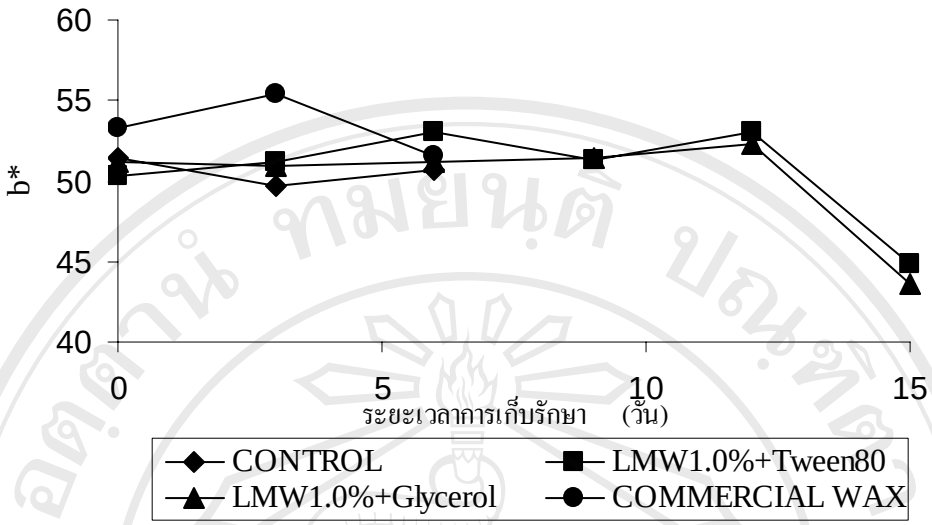
LMW1.0%+ Glycerol = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว

Commercial Wax = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า b* ซึ่งแสดงช่วงสีของผลส้มโดยค่าเป็นบวกจะมีสีเหลือง ค่าเป็นลบจะมีสีน้ำเงินนั้น พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน ค่า b* ของผิวส้มในชุดการทดลองที่มี ทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว มีแนวโน้มลดลงมากกว่าชุดที่ใช้สารลดแรงตึงผิวเป็น กลีเซอรอล (ตารางที่ 4.16) แต่ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วงเป็นบวก (รูปที่ 4.19) บ่งชี้ว่าผลส้มมีสีเหลืองอมส้ม แสดงถึงสีของผิวผลส้มมีสีเขียวลดลง มีสีเหลืองและส้มมากขึ้น เนื่องมาจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ จึงส่งผลให้รงควัตถุสีเหลืองและสีส้มในกลุ่ม แคโรทีนอยด์มีความเด่นชัดมากขึ้น (จริงแท้, 2538) สีผิวของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งจึงมีสีเหลืองถึงเหลืองอมส้ม ค่า b* ที่ไม่แตกต่างกันนั้น (ตารางผนวกที่ 13) แสดงว่าสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่ใช้สารลดแรงตึงผิวเป็นทวีน 80 และกลีเซอรอล ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกหรือสีผิวของผลส้มเขียวหวานพันธ์สายน้ำผึ้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.19 ค่า b* ของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่มีสารลดแรงตึงผิวเป็นทวีน 80 และกลีเซอรอล เปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวทางการค้าและชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL	=	ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)
LMW1.0%+Tween 80	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว
LMW1.0%+ Glycerol	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว
COMMERCIAL WAX	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงของค่า b*ของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีทวีน 80 และกลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิว เทียบกับชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า และชุดควบคุม

การเปลี่ยนแปลงของค่า b* (เปอร์เซ็นต์)						
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	-3	(-1)	(-2)	(0)	(-14)
LMW1.0%+Tween 80	0	2	-5	-6	-3	-18
LMW1.0%+Glycerol	0	0	0	0	2	-15
Commercial Wax	0	4	(-3)	(-6)	(-5)	(-17)

หมายเหตุ

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW1.0%+Tween 80 = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว

LMW1.0%+ Glycerol = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว

Commercial Wax = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

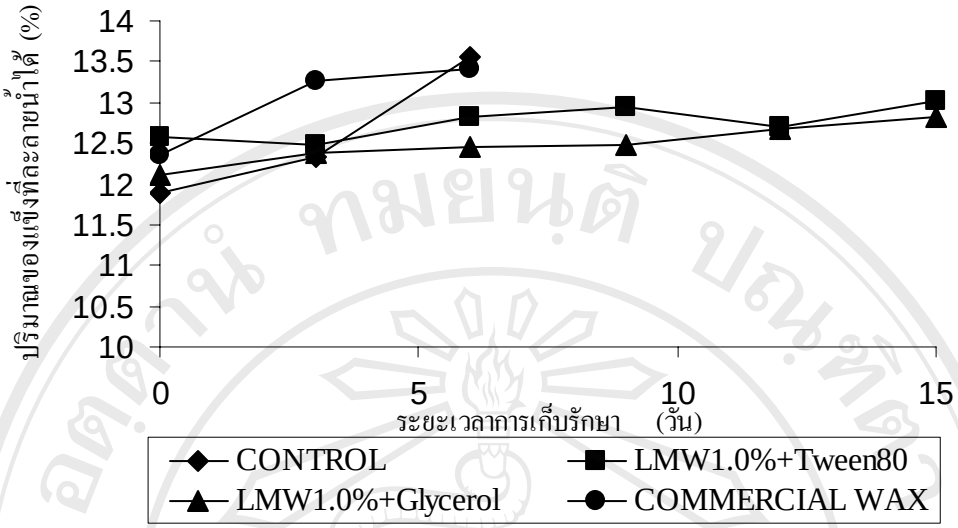
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ในน้ำคั้นของผลส้มเขียวหวานพันธุ์ สายน้ำผึ้งในทุกชุดการทดลอง พบว่า ไม่ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 14) แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (รูปที่ 4.20) และเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับวันเก็บรักษาวันแรกกับวันที่ 15 พบว่า ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ที่มี ทวีน 80 และ กลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิวมีค่าไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4.17) ถึงแม้สารเคลือบผิวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี ซึ่งได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ และอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (Kader, 1985) แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อาจมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากการสูญเสียน้ำไประหว่างการเก็บรักษา จึงทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลในผลส้มสูงขึ้นได้ (จริงแท้, 2538) ซึ่งค่าที่ได้สัมพันธ์กับอัตราการสูญเสียน้ำหนักของผลส้ม กล่าวคือ ชุดควบคุมมีอัตราการ สูญเสียน้ำหนักสูงที่สุด จึงมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงเช่นกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.20 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่มีสารลดแรงตึงผิวเป็นทวีน 80 และกลีเซอรอล เปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวทางการค้าและชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL = ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)

LMW1.0%+Tween 80 = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว

LMW1.0%+ Glycerol = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว

COMMERCIAL WAX = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีทวีน 80 และกลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิว เทียบกับชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า และชุดควบคุม

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์)						
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	4	(14)	(7)	(8)	(9)
LMW1.0%+Tween 80	0	3	7	5	5	6
LMW1.0%+Glycerol	0	2	3	3	5	6
Commercial Wax	0	7	(8)	(6)	(7)	(5)

หมายเหตุ

ค่าที่อยู่ในวงเล็บเป็นค่าของส้มที่หมดอายุการเก็บรักษาแล้ว

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW1.0%+Tween 80 = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว

LMW1.0%+ Glycerol = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว

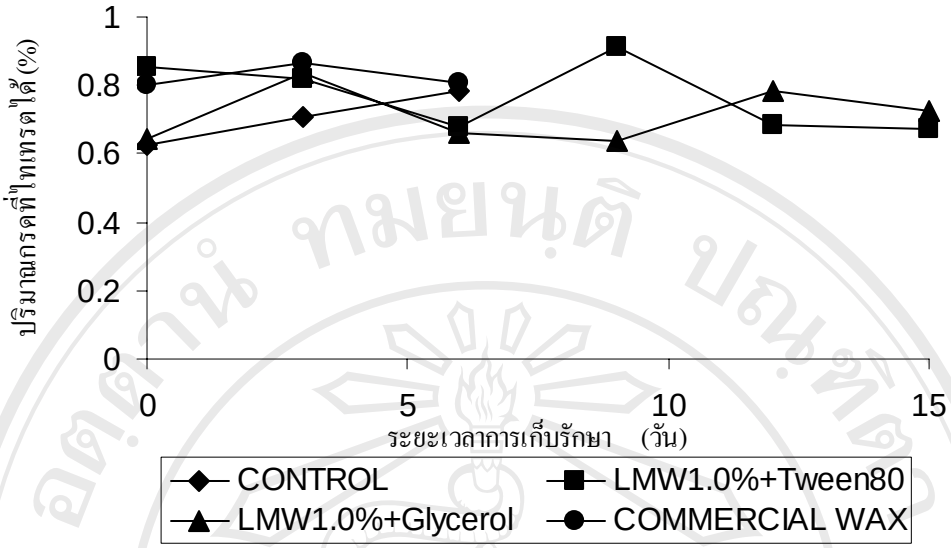
Commercial Wax = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้

เมื่อนำน้ำคั้นจากผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งในชุดการทดลองที่ยังมีอายุการเก็บรักษา มาหาปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ พบว่าค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (15 วัน) โดยค่าที่ได้จากส้มชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่มี ทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว กับที่ใช้กลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิว เมื่อนำค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา พบว่าไม่แตกต่างกัน (ตารางผนวกที่ 15) ค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้โดยรวม จะมีค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นลง และแตกต่างกัน (รูปที่ 4.21, ตารางที่ 4.18) สาเหตุอาจเนื่องมาจากคุณภาพก่อนการเก็บเกี่ยวของผลผลิตซึ่งจะมีความแตกต่างกัน เพราะส้มเป็นผลผลิตทางการเกษตร ที่อาจมีคุณภาพก่อนการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันได้ ในการทดลองนี้ สอดคล้องกับการทดลองของวิกันดา (2541) ที่รายงานว่า ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลส้มเขียวหวานมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งในผลส้มมีกรดซิตริกในปริมาณมาก และค่อนข้างคงที่หลังจากแก่จัดหรือสุก ทั้งนี้เพราะการเปลี่ยนแปลงภายในผลส้มจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ (สายชล, 2528)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.21 ค่าปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซาน ที่มีสารลดแรงตึงผิวเป็นทวีน 80 และกลีเซอรอล เปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวทางการค้าและชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL	=	ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)
LMW1.0%+Tween 80	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว
LMW1.0%+ Glycerol	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว
COMMERCIAL WAX	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้ของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีทวีน 80 และกลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิว เทียบกับชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า และชุดควบคุม

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้ (เปอร์เซ็นต์)						
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่15
ชุดควบคุม	0	13	(25)	(39)	(37)	(24)
LMW1.0%+Tween 80	0	10	0	11	7	0
LMW1.0%+Glycerol	0	30	2	-1	22	13
Commercial Wax	0	8	(1)	(3)	(-2)	(-6)

หมายเหตุ

ค่าที่อยู่ในวงเล็บเป็นค่าของส้มที่หมดอายุการเก็บรักษาแล้ว

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW1.0%+Tween 80 = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว

LMW1.0%+ Glycerol = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว

Commercial Wax = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

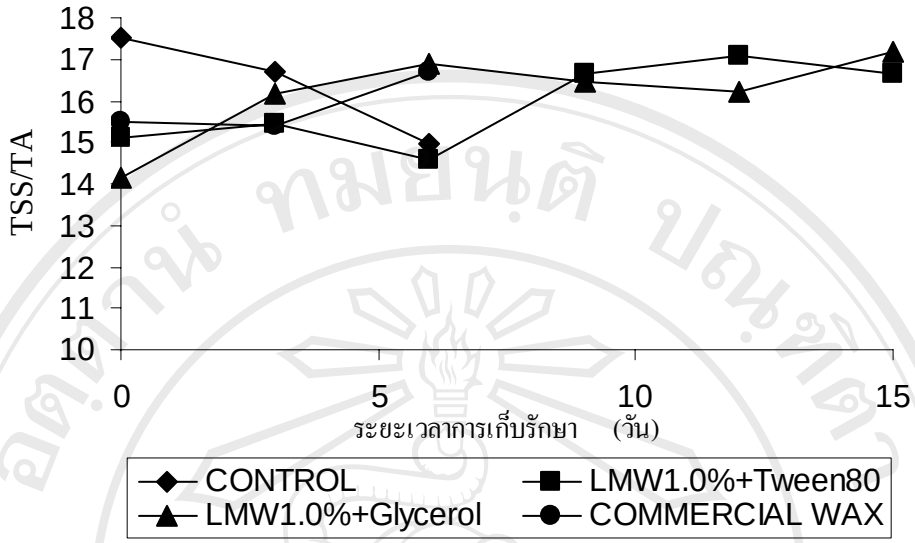
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้

อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ในการทดลองนี้จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.22, ตารางผนวกที่ 16) โดยส้มชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่มีกลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิว จะมีแนวโน้มเพิ่มมากที่สุด เมื่อเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.19) ซึ่งอัตราส่วนนี้ จะขึ้นกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ เมื่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีแนวโน้มคงที่หรือลดลงเล็กน้อย ค่าอัตราส่วนนี้จึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (วงเดือน, 2546) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจริงแท้ (2538) ที่กล่าวว่า พืชตระกูลส้มเมื่อมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น จะทำให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงเล็กน้อย จึงทำให้ได้ค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากผลผลิตได้นำเอากรดอินทรีย์และน้ำตาลที่สะสมอยู่บางส่วนไปใช้ในกระบวนการหายใจ เพื่อใช้ในการดำรงชีวิตขณะที่อยู่ในช่วงการเก็บรักษา ทำให้กรดมีปริมาณลดลง ประกอบกับผลิตผลมีการสูญเสียน้ำไปบางส่วน ส่งผลให้มีความเข้มข้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น (สายชล, 2528)

นอกจากนี้อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงรสชาติของผลิตผลได้ด้วย มนตรี (2527) กล่าวว่าส้มเขียวหวานที่มีอายุ 39 สัปดาห์ มีอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เป็น 8 ทำให้มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย ผู้ชิมไม่ชอบ แต่เมื่อผลอายุมากขึ้นอัตราส่วนดังกล่าวจะเพิ่มขึ้น ทำให้มีรสหวานขึ้น เปรี้ยวน้อยลง ผู้ชิมชอบมากขึ้น ผลส้มที่ดีต้องมีค่าอัตราส่วนนี้อยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม โดยอัตราส่วน 10-16 ถือว่าเป็นรสชาติที่ยอมรับ(Baldwin, 1993) ในการทดลองนี้ค่าระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ อยู่ระหว่าง 14-20 ซึ่งถือว่ามีรสชาติค่อนข้างหวาน อยู่ในช่วงรสชาติที่ผู้บริโภคยอมรับได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.22 ค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่มีสารลดแรงตึงผิวเป็นทวีน 80 และกลีเซอรอล เปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวทางการค้าและชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL	=	ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)
LMW1.0%+Tween 80	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว
LMW1.0%+ Glycerol	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว
COMMERCIAL WAX	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) ของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีทวีน 80 และกลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิว เทียบกับชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า และชุดควบคุม

	TSS/TA (เปอร์เซ็นต์)					
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	-5	(-14)	(4)	(-2)	(13)
LMW1.0%+Tween 80	0	2	1	9	9	14
LMW1.0%+Glycerol	0	14	19	17	15	22
Commercial Wax	0	-1	(8)	(5)	(12)	(12)

หมายเหตุ

ค่าที่อยู่ในวงเล็บเป็นค่าของส้มที่หมดอายุการเก็บรักษาแล้ว

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW1.0%+Tween 80 = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว

LMW1.0%+ Glycerol = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว

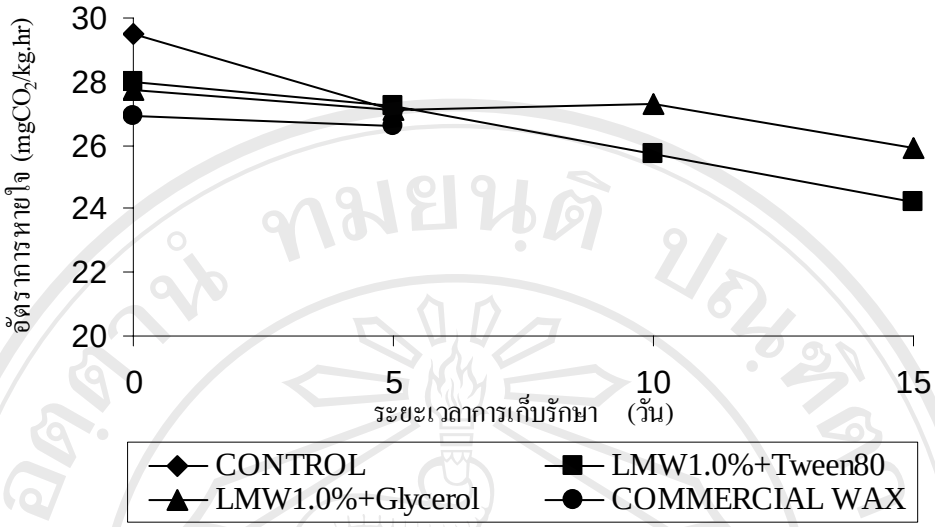
Commercial Wax = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ

ส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่ใช้สารลดแรงตึงผิวต่างกันคือ ทวีน 80 และกลีเซอรอล พบว่ามีอัตราการหายใจค่อนข้างคงที่ และมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.23, ตารางที่ 4.20) ทั้งนี้เนื่องจากการใช้สารเคลือบผิวทำให้เกิดสภาพบรรยากาศดัดแปลง และจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซต่างๆ ทำให้ผลส้มอยู่ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นและก๊าซออกซิเจนลดต่ำลง จึงชะลอกระบวนการเมทาบอลิซึมของผลส้มภายหลังการเก็บเกี่ยวและระหว่างการเก็บรักษา (ดนัย และนิธิยา, 2535; จริงแท้, 2538; Krochta *et al.*, 1994; Kader, 1985) สอดคล้องกับการทดลองของ Elson *et al.*,(1985) รายงานว่าการเคลือบผิวผลแอปเปิ้ลและผลสาลี่ด้วยไคโตซาน สามารถลดอัตราการหายใจได้ แต่กับผลไม้บางชนิดไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ส้มชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นผลไม้พวก non-climecteric (Kader,1985) ส่วนในชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า พบว่าแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ มีค่าเพิ่มมากขึ้นวันที่ 20 ของการทดลอง (ตารางผนวกที่ 17) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเคลือบผิวส้มด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าจะจำกัดการซึมผ่านของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน ทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลส้มปล่อยออกมาสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดการสะสม เอทธานอลและอะเซตัลดิไฮด์ ทำให้ผลผลิตมีอาการผิดปกติ มีกลิ่นและรสชาติผิดปกติไป (สายชล, 2528; จริงแท้, 2538; ดนัย, 2540; นิภา, 2540; Arthey, 1975) จากผลการทดลองนี้ จึงใช้การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจเป็นดัชนีตัวหนึ่งที่สามารถบ่งชี้ถึงอายุการเก็บรักษาของส้มเขียวหวานในการทดลองนี้ได้ ทั้งนี้เนื่องจากในวันที่ 20 ของการทดลอง ส้มเขียวหวานชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้ามีอัตราการหายใจที่เพิ่มสูงขึ้นมาก แต่สามารถตรวจพบกลิ่นที่ผิดปกติตั้งแต่วันที่ 6 ของการทดลอง จึงเก็บรักษาส้มชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าได้เพียง 6 วันเท่านั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.23 ค่าอัตราการหายใจของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่มีสารลดแรงตึงผิวเป็นทวีน 80 และกลีเซอรอล เปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวทางการค้าและชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL	=	ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)
LMW1.0%+Tween 80	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว
LMW1.0%+ Glycerol	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว
COMMERCIAL WAX	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.20 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0เปอร์เซ็นต์ โดยมีทวีน 80 และกลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิว เทียบกับชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า และชุดควบคุม

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (เปอร์เซ็นต์)				
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 10	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	-8	(-19)	(-21)
LMW1.0%+Tween 80	0	-3	-8	-14
LMW1.0%+Glycerol	0	-2	-2	-7
Commercial Wax	0	-1	(-7)	(-17)

หมายเหตุ

ค่าที่อยู่ในวงเล็บเป็นค่าของส้มที่หมดอายุการเก็บรักษาแล้ว

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW1.0%+Tween 80 = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว

LMW1.0%+ Glycerol = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว

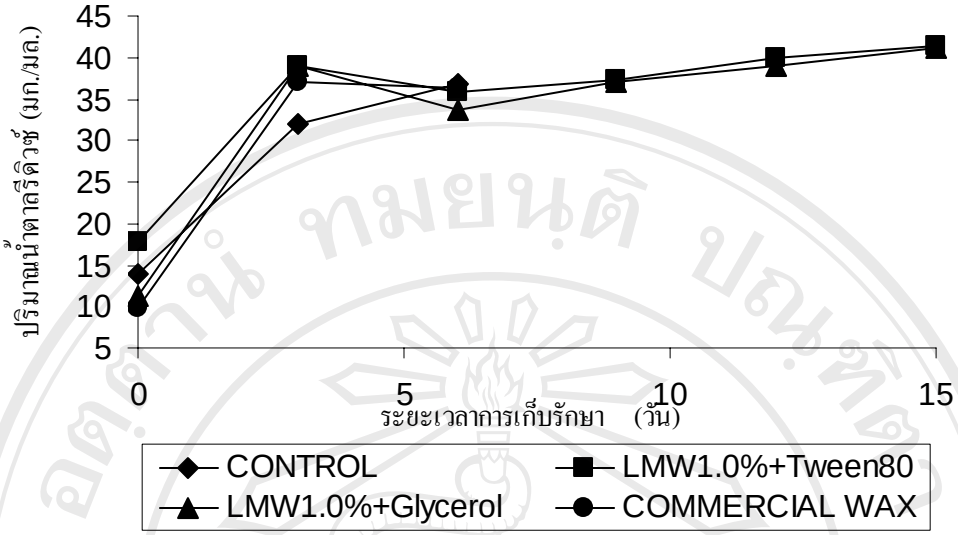
Commercial Wax = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในน้ำคั้นจากผลส้มโดยมากจะเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตส ซึ่งในการทดลองนี้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของชุดการทดลองที่ใช้สารลดแรงตึงผิวต่างกันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงระยะสามวันแรกแล้วมีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่ในระยะเวลาการเก็บรักษาที่เหลือ (รูปที่ 4.24, ตารางผนวกที่ 18)ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์แต่ละชุดการทดลองในวันที่ 0, 3, และ12 จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการเก็บรักษาวันแรก ส้มชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่มีกลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิว จะมีการเพิ่มของน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่า ชุดที่ใช้ทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว (ตารางที่ 4.21) ทั้งนี้น้ำตาลรีดิวซ์จะแสดงปริมาณน้ำตาลที่แท้จริงในน้ำคั้นจากผลส้ม การที่ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการเก็บรักษา แต่ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดกลับมีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกของการเก็บรักษาเช่นกัน ซึ่งจะเห็นว่าเป็นแนวโน้มที่สอดคล้องกัน (รูปที่4.25) เนื่องมาจากปฏิกิริยาไฮโดรไล-ซิส ทำให้น้ำตาลทั้งหมด ซึ่งเป็นน้ำตาลซูโครส สลายตัวเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสซึ่งเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการเก็บรักษา เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นจะมีแนวโน้มคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก หรือน้ำตาลอาจเปลี่ยนไปอยู่ในรูปกรดอินทรีย์ต่างๆ แต่ผลต่อคุณภาพส้มไม่เด่นชัด หรือเกิดการเปลี่ยนรูปด้วยเอนไซม์อินเวอร์เทส (invertase) ซึ่งมีอยู่ในผลผลิต ทำให้ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นในน้ำส้มเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำไปในระหว่างกระบวนการเก็บรักษาทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลหรือ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะสูงขึ้นได้ หรือเกิดจากการเปลี่ยนรูปโดยเอนไซม์ดังกล่าว (จริงแท้, 2538)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.24 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่มีสารลดแรงตึงผิวเป็นทวีน 80 และกลีเซอรอล เปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวทางการค้าและชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL = ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)

LMW1.0%+Tween 80 = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว

LMW1.0%+ Glycerol = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว

COMMERCIAL WAX = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีทวีน 80 และกลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิว เทียบกับชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า และชุดควบคุม

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (เปอร์เซ็นต์)						
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	129	(163)	(181)	(161)	(209)
LMW1.0%+Tween80	0	178	169	189	197	216
LMW1.0%+Glycerol	0	244	196	226	242	263
Commercial Wax	0	273	(266)	(298)	(322)	(318)

หมายเหตุ

ค่าที่อยู่ในวงเล็บเป็นค่าของส้มที่หมดอายุการเก็บรักษาแล้ว

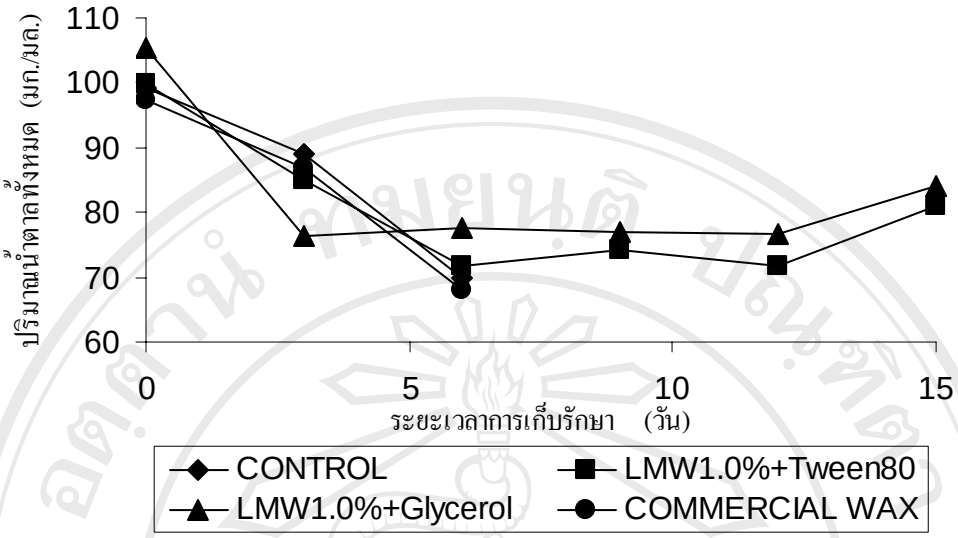
ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW1.0%+Tween 80 = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว

LMW1.0%+ Glycerol = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว

Commercial Wax = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.25 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่มีสารลดแรงตึงผิวเป็นทวีน 80 และกลีเซอรอล เปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวทางการค้าและชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL	=	ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)
LMW1.0%+Tween 80	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว
LMW1.0%+ Glycerol	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว
COMMERCIAL WAX	=	ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีทวีน 80 และกลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิวเทียบกับชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า และชุดควบคุม

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)						
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	1วันที่ 5
ชุดควบคุม	0	-10	(-29)	(-26)	(-34)	(-26)
LMW1.0%+Tween 80	0	-15	-28	-26	-28	-19
LMW1.0%+Glycerol	0	-27	-26	-27	-27	-20
Commercial Wax	0	-11	(-30)	(-27)	(-24)	(-17)

หมายเหตุ

ค่าที่อยู่ในวงเล็บเป็นค่าของส้มที่หมดอายุการเก็บรักษาแล้ว

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW1.0%+Tween 80 = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว

LMW1.0%+ Glycerol = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว

Commercial Wax = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

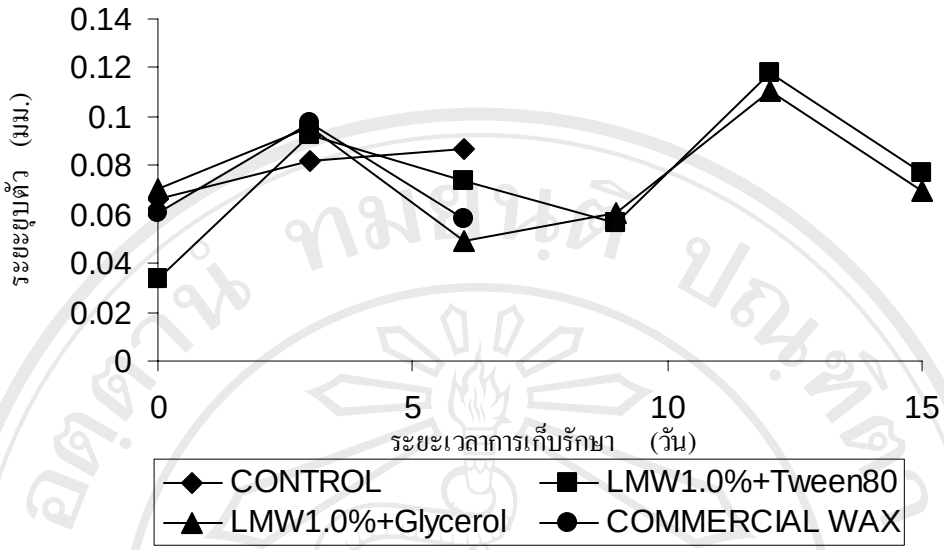
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การหาระยะยุบตัวของผลส้ม

ระยะยุบตัวของผลส้มทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางผนวกที่20) ในช่วงแรกของการเก็บรักษา แต่พบว่าระยะยุบตัวของผลส้มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน แนวโน้มระยะยุบตัวค่อยๆคงที่ (รูปที่ 4.26) ส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่มีสารลดแรงตึงผิวต่างกันนั้น มีค่าการยุบตัวที่ใกล้เคียงกันมาก การที่ผลิตผลมีแนวโน้มการยุบตัวที่เพิ่มขึ้นนั้น เนื่องจากเมื่อผลิตผลมีความบริบูรณ์เต็มที่ถูกเก็บเกี่ยวจากต้นแล้ว ผลิตผลจะเริ่มมีการเสื่อมสภาพ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของผลิตผลเกษตร โดยภายในของผลิตผลได้มีการสร้างเอนไซม์กลุ่ม pectinase ย่อยสลายเพกติน (pectin) ที่ผนังเซลล์ ทำให้เพกตินที่อยู่ในรูปที่ไม่สามารถละลายน้ำแปรสภาพมาอยู่ในรูปที่สามารถละลายน้ำได้ ส่งผลให้ผนังเซลล์สูญเสียสภาพความแข็งแรงไป และพบว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ภายในเซลล์จะมีการสร้างเอนไซม์มากขึ้น และเอนไซม์ชนิดนี้จะมีการย่อยสลายเพกตินที่ผนังเซลล์ไปเรื่อยๆจึงส่งผลให้ผลิตผลเกิดการนิ่มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น(จริงแท้, 2538) จนกระทั่งผลิตผลเกิดการเน่าเสียและการเสื่อมสภาพในที่สุด ดังจะเห็นได้จากชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ซึ่งแม้ว่าจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุด แต่ภายในเซลล์ก็ยังถูกเอนไซม์ย่อยสลายไปเรื่อยๆตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่มากขึ้นรวมทั้งเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน จึงทำให้ระยะยุบตัวในวันสุดท้ายของการทดลอง ค่าระยะยุบตัวจึงสูงมากกว่าชุดทดลองอื่นๆ

นอกจากนี้การสูญเสียน้ำจากผลส้มยังมีผลต่อการยุบตัวของผลส้มด้วย และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องทำให้ผลผลิตยังมีการหายใจอยู่ เมื่อผลผลิตมีการหายใจจะมีการคายน้ำออกมาพร้อมทั้งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เนื้อเยื่อของส้มสูญเสียความเต่งไปด้วย (สายชล, 2528;ดนัย, 2540; จริงแท้, 2538) จึงมีผลต่อการยุบตัวของผลส้ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.26 ระยะยุบตัวของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบด้วยสารละลายไคโตซานที่มีสารลดแรงตึงผิวเป็นทวีน 80 และกลีเซอรอล เปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวทางการค้าและชุดควบคุม

หมายเหตุ

CONTROL = ชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว)

LMW1.0%+Tween 80 = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว

LMW1.0%+ Glycerol = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว

COMMERCIAL WAX = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.23 การเปลี่ยนแปลงระยะยุบตัวของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยมี ทวีน 80 และกลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิวเทียบกับชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าและชุดควบคุม

การเปลี่ยนแปลงระยะยุบตัว (เปอร์เซ็นต์)						
วิธีการ	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0	23	(31)	(18)	(63)	(70)
LMW1.0%+Tween 80	0	173	119	68	248	127
LMW1.0%+Glycerol	0	36	-30	-14	57	-1
Commercial Wax	0	61	(-4)	(7)	(62)	(40)

หมายเหตุ

ค่าที่อยู่ในวงเล็บเป็นค่าของส้มที่หมดอายุการเก็บรักษาแล้ว

ชุดควบคุม = ไม่ได้เคลือบผิว

LMW1.0%+Tween 80 = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีทวีน 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว

LMW1.0%+ Glycerol = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่มี กลีเซอรอล เป็นสารลดแรงตึงผิว

Commercial Wax = ชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า (Johnnson'wax จากบริษัท เอส. ซี จอนห์นสัน โปรเฟสชั่นแนล จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อนำสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่เตรียมจากไคโตซานมวลโมเลกุลต่ำ ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้สารลดแรงตึงผิวต่างกัน คือ ทวีน 80 และกลีเซอรอล โดยใช้ที่ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาเคลือบผิวผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง แล้วนำส้มที่ผ่านการเคลือบผิวมาวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น อัตราการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสี การเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ตลอดจนอัตราการหายใจ และระยะยุบตัวของผลส้ม เทียบกับส้มชุดควบคุมที่ไม่เคลือบผิว และส้มชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า พบว่า ส้มที่นำมาทำการทดลองครั้งนี้ ส้มชุดควบคุมและชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า มีอายุการเก็บรักษาได้เพียง 6 วัน ซึ่งต่างจากการทดลองที่ 1 ส้มชุดควบคุมสามารถมีอายุการเก็บรักษาได้ถึง 15 วัน ทั้งนี้เนื่องจาก ส้มเขียวหวานที่นำมาทดลองในการทดลองนี้ เป็นส้มที่อยู่ในช่วงท้ายฤดูเก็บเกี่ยว ผลส้มผ่านช่วงบริบูรณ์เต็มที่แล้ว และเริ่มเข้าสู่ระยะเสื่อมสภาพ ผลส้มที่นำมาทดลองจึงมีอายุการเก็บรักษาได้สั้นกว่าส้มชุดที่นำมาทำการทดลองที่ 1 ดังนั้นการทดลองนี้ ผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า และชุดควบคุม มีอายุการเก็บรักษาได้เพียง 6 วัน ส่วนชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่ใช้ ทวีน 80 และ กลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิว มีอายุการเก็บรักษาได้ 15 วัน

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี อัตราการหายใจ ตลอดจนระยะยุบตัวของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง ที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์และใช้สารลดแรงตึงผิวเป็น ทวีน 80 และกลีเซอรอล ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์นั้น พบว่า การใช้สารลดแรงตึงผิวทั้งสองชนิด มีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นการใช้กลีเซอรอลเป็นสารลดแรงตึงผิวแทนสาร ทวีน 80 จึงเป็นวิธีที่น่าสนใจ เพราะกลีเซอรอลเป็นสารที่สามารถบริโภคได้ ไม่เป็นอันตรายต่อผลผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved