

บทที่ 4

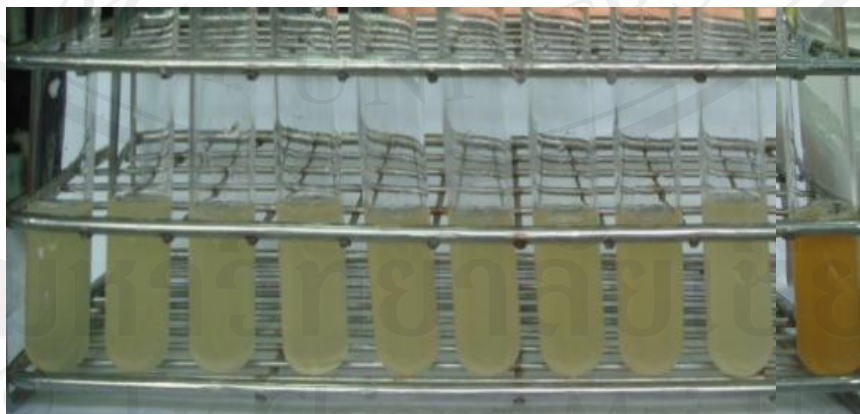
ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 การพัฒนาสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลัง

ในการทดลองนี้ได้พัฒนาสารเคลือบผิวที่ทำการพัฒนาจากแป้งมันสำปะหลังโดยแปรผันส่วนประกอบ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง กลีเซอรอล และซอร์บิทอล จำนวน 9 สิ่งทดลอง ศึกษาสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของสารเคลือบผิว และผลของการใช้เป็นสารเคลือบผิวสำหรับส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง

4.1.1 ผลขององค์ประกอบของสารเคลือบต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารเคลือบผิว

สารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะปรากฏใกล้เคียงกัน คือ เป็นของเหลวข้นหนืดเล็กน้อยมี สีเหลืองครีมไปจนถึงสีน้ำตาลขุ่น และ รวมเป็นเนื้อเดียวกัน แต่ละสิ่งทดลองมีสีที่ใกล้เคียงกันมาก ในขณะที่สารเคลือบทางการค้ามีสีน้ำตาลเข้มออกเหลืองกว่าเพราะสีน้ำตาลในสารเคลือบมาจากเซลล์ เนื่องจากมีปริมาณเซลล์สูงกว่าทำให้มีสีที่เข้มกว่า และมีความหนืดน้อยกว่าเพราะในสารเคลือบทางการค้าไม่มีส่วนประกอบของแป้งมันสำปะหลังที่มีผลต่อความหนืดในสารเคลือบ (ภาพ 4.1) สำหรับสมบัติทางกายภาพและเคมีแสดงดัง ตาราง 4.1



(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (Z)

ภาพ 4.1 ลักษณะปรากฏของสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลัง (1)-(9) สิ่งทดลองที่ 1-สิ่งทดลองที่ 9 และ (Z) สารเคลือบทางการค้าดัง ตาราง 3.2

จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารเคลือบผิวที่พัฒนาขึ้น พบว่าสารเคลือบผิวทั้ง 9 สิ่งทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 8-9 ค่าความหนืดอยู่ในช่วง 1-19 เซนติพอยส์ และ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ อยู่ในช่วง 2-4 °Brix มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าการเกาะติดพื้นผิวของสารเคลือบที่ผลิตขึ้นมีค่าอยู่ในช่วง $1-16 \times 10^{-5} \text{ g/m}^2$ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังมีค่าการเกาะติดพื้นผิวแตกต่างกันมากกับสารเคลือบทางการค้า ซึ่งมีค่าการเกาะติดพื้นผิวเท่ากับ $88.5 \times 10^{-5} \text{ g/m}^2$ เนื่องจากปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดของไหล ได้แก่ ความเข้มข้นของตัวถูกละลาย โมลโมเลกุลของตัวถูกละลาย และจำนวนสารแขวนลอย (Boume, 2002) เมื่อสารเคลือบประกอบไปด้วยด้วยเซลแลค และแป้งมันสำปะหลังในปริมาณมากขึ้น จึงส่งผลให้ค่าความหนืดเพิ่มขึ้นและส่งผลทำให้มีค่าการเกาะติดพื้นผิววัสดุเพิ่มขึ้นด้วย แต่ในสารเคลือบทางการค้ามีเซลแลคในปริมาณสูงกว่ามาก และการเพิ่มสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำในระดับดังกล่าวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่ากรดด่าง และทำให้ค่าการเกาะติดพื้นผิวสูงแต่สารเคลือบทางการค้าไม่มีองค์ประกอบของแป้งมันสำปะหลังที่ช่วยให้ความหนืดทำให้มีค่าความหนืดต่ำ การใช้กลีเซอรอลและซอร์บิทอลซึ่งมีสมบัติเป็นพลาสติกไซเซอร์ที่เพิ่มความยืดหยุ่นของฟิล์ม เนื่องจากสามารถลดพันธะไฮโดรเจนและเพิ่มระยะห่างระหว่างโมเลกุล ทำให้ช่วยลดแรงระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์ และการปรับปรุงลักษณะทางกลของฟิล์ม (Chillo, 2008) พลาสติกไซเซอร์เมื่อใช้ในปริมาณที่เหมาะสมสามารถเพิ่มค่าการเกาะติดพื้นผิวของสารเคลือบได้

ตาราง 4.1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลัง และสารเคลือบ

สิ่งทดลอง	ปริมาณของแข็ง			การเกาะติด พื้นผิว $\times 10^{-5}$ g/m ²
	pH	ทั้งหมด (°Brix)	ความหนืด (cPs)	
1. S 1% :gly0% sor0%	8.84±0.02 ^b	2.5±0.17 ^f	1.39±0.24 ^h	6.24±1.99 ^{de}
2. S 2% :gly0% sor0%	8.55±0.01 ^h	3.4±0.10 ^b	11.64±0.51 ^c	6.76±2.33 ^{cde}
3. S 1% :gly30% sor0%	8.67±0.01 ^f	2.7±0.07 ^e	2.90±0.10 ^g	1.59±1.91 ^e
4. S 2% :gly15% sor0%	8.85±0.02 ^b	3.7±0.16 ^a	19.12±0.38 ^a	1.55±0.35 ^e
5. S 1% :gly0% sor30%	8.59±0.01 ^g	2.6±0.15 ^e	0.62±0.10 ⁱ	1.59±0.37 ^c
6. S 2% :gly0% sor15%	8.81±0.02 ^c	3.5±0.05 ^b	8.78±0.17 ^d	11.5±0.82 ^{abc}
7. S 1% :gly30% sor30%	8.90±0.02 ^a	2.9±0.07 ^d	3.65±0.13 ^f	10.18±2.72 ^{bcd}
8. S 2% :gly15% sor15%	8.78±0.01 ^d	3.0±0.11 ^{cd}	14.84±0.22 ^b	15.95±4.37 ^a
9. S 1.5% :gly15% sor15%	8.69±0.02 ^e	3.1±0.09 ^c	7.89±0.23 ^e	12.81±0.92 ^{ab}
10. Zivdar* ^a	9.74±0.03	25.4±1.38	2.21±0.13	88.53±0.92

หมายเหตุ - S: cassava starch, gly: glycerol, sor: sorbitol,*^a สารเคลือบทางการค้า

- ค่าที่รายงานเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดค่า 3 ซ้ำการทดลอง โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเก็บรักษาส้มที่เคลือบผิวที่อุณหภูมิ 28±2 องศาเซลเซียส พบว่าอัตราการสูญเสียน้ำหนักของส้มในช่วงแรกมีการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างเร็วใน 1 สัปดาห์ และจะเริ่มช้าลง (ภาพ 4.2) ส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบทางการค้า สารเคลือบที่พัฒนาขึ้น และส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว มีการสูญเสียน้ำหนัก คือร้อยละ 2.84±0.43, 4.02±0.55 และ 3.91±0.45 ตามลำดับดังตาราง 4.2 แต่การเก็บรักษาในเวลา 30 วัน อัตราการสูญเสียน้ำหนักส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบที่พัฒนาขึ้น และส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวร้อยละ 14.40±0.36 -15.72±0.37 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบทางการค้ามีการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 10.66±0.24 สอดคล้องกับผลการทดลองของ วงเดือน (2546)

แสดงผลการเคลือบผิวผลส้มด้วยสารเคลือบทางการค้าสามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก และทำให้ผลส้มมีอัตราการหายใจต่ำ นอกจากนี้การใช้พลาสติกไซเซอร์ กลีเซอรอลและซอร์บิทอลอาจส่งผลให้เกิดการซึมผ่านของไอน้ำสูงขึ้นจึงทำให้ส้มที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังที่พัฒนาขึ้นมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าสารเคลือบทางการค้า (Alves *et al.*, 2007) อย่างไรก็ตามส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังมีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) กับส้มเขียวหวานที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว

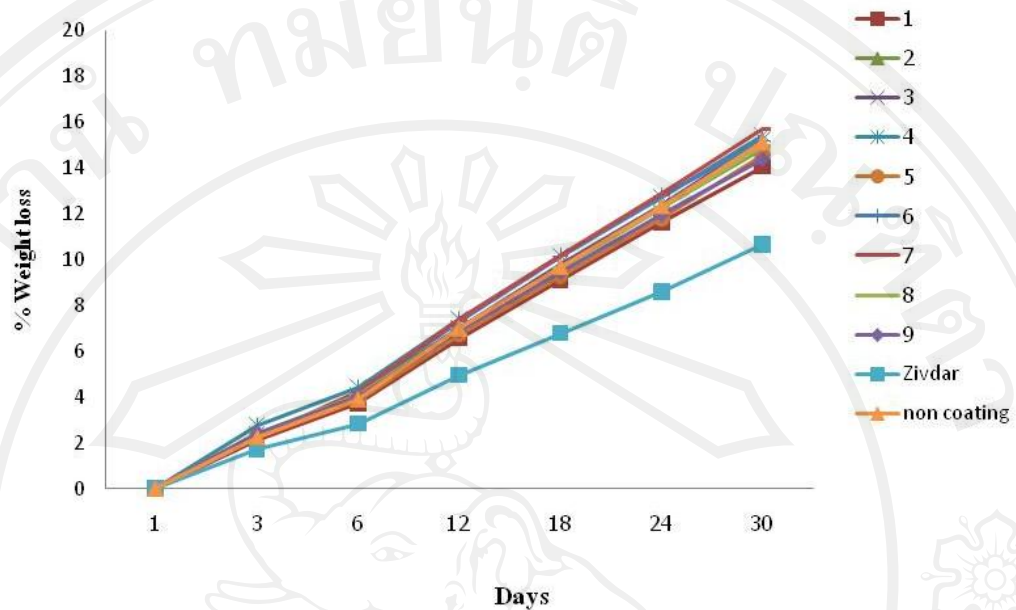
ตาราง 4.2 ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของส้มเขียวหวานพันธุ์ สายน้ำผึ้ง ที่ผ่านการเคลือบผิว หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 วัน

สิ่งทดลอง	วันที่ 6	วันที่ 12	วันที่ 18	วันที่ 24	วันที่ 30
1. S 1% :gly0% sor0%	3.74±0.35 ^c	6.57±0.34 ^c	9.12±0.32 ^d	11.62±0.30 ^c	14.07±0.28 ^{ab}
2. S 2% :gly0% sor0%	4.12±0.27 ^{ab}	7.03±0.38 ^b	9.65±0.38 ^b	12.28±0.35 ^b	14.86±0.32 ^b
3. S 1% :gly30% sor0%	4.07±0.51 ^b	7.03±0.43 ^b	9.80±0.39 ^b	12.41±0.36 ^b	15.25±0.32 ^{ab}
4. S 2% :gly15% sor0%	4.45±0.79 ^a	7.43±0.63 ^a	10.17±0.55 ^a	12.71±0.50 ^a	15.43±0.45 ^{ab}
5. S 1% :gly0% sor30%	3.87±0.43 ^c	6.73±0.39 ^c	9.30±0.37 ^c	11.81±0.34 ^c	14.58±0.30 ^b
6. S 2% :gly0% sor15%	4.20±0.48 ^{ab}	7.31±0.42 ^{ab}	10.13±0.39 ^a	12.77±0.37 ^a	15.19±0.23 ^{ab}
7. S 1% :gly30% sor30%	4.28±0.58 ^{ab}	7.39±0.48 ^a	10.22±0.43 ^a	12.91±0.40 ^a	15.72±0.37 ^a
8. S 2% :gly15% sor15%	4.06±0.56 ^b	6.95±0.47 ^{bc}	9.61±0.43 ^b	12.26±0.38 ^b	14.94±0.35 ^b
9. S 1.5% :gly15% sor15%	4.02±0.55 ^b	6.91±0.46 ^{bc}	9.49±0.42 ^c	11.96±0.39 ^c	14.40±0.36 ^b
10. Zivdar* ^a	2.84±0.43	4.96±0.32	6.79±0.30	8.61±0.28	10.66±0.24
11. Non coating	3.91±0.45	6.99±0.36	9.69±0.34	12.35±0.32	15.11±0.29

หมายเหตุ - S: cassava starch, gly: glycerol, sor: sorbitol,*^a สารเคลือบทางการค้า

- ค่าที่รายงานเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดค่า 10 ซ้ำการทดลอง โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

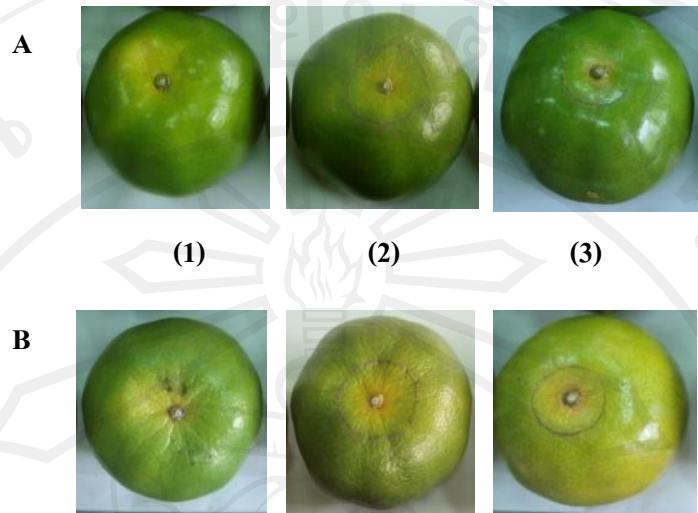
($p \leq 0.05$)



ภาพ 4.2 การสูญเสียน้ำหนักของส้มสายที่ผ่านการเคลือบผิวจากสารเคลือบผิวจากแป้งมันสำปะหลัง 9 สิ่งทดลองดัง ตาราง 3.2 สารเคลือบ Zivdar และไม่เคลือบผิว เก็บรักษา ที่ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

4.1.2 ผลของการใช้สารเคลือบต่อการสูญเสียน้ำหนักและลักษณะปรากฏ

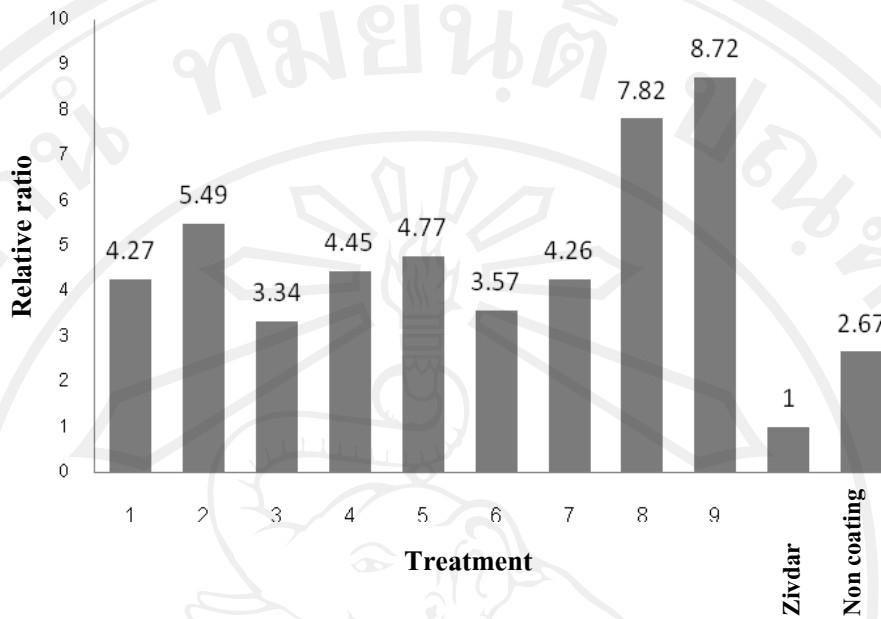
เมื่อพิจารณาลักษณะปรากฏของผิวส้มหลังจากเคลือบผิวส้มด้วยวิธีการทาพบว่าสารเคลือบผิวทางการค้าให้ความมันวาวมากกว่าสารเคลือบผิวที่พัฒนาจากแป้งมันสำปะหลัง (ภาพ 4.3) เนื่องจากเป็นสมบัติของเซลแลคที่ให้ความมันวาวและปริมาณเซลแลคในสารเคลือบทางการค้ามีสูงกว่า แต่สารเคลือบจากแป้งมันก็มีความมันวาวในระดับหนึ่งเนื่องจากแป้งมันสำปะหลัง และมีองค์ประกอบเซลแลคปริมาณเล็กน้อย ส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวจะมีลักษณะที่เหี่ยวกว่าส้มที่ผ่านการเคลือบผิว ลักษณะเหี่ยวเป็นผลมาจากการสูญเสียน้ำของผลส้ม (Anonymous, 1980)



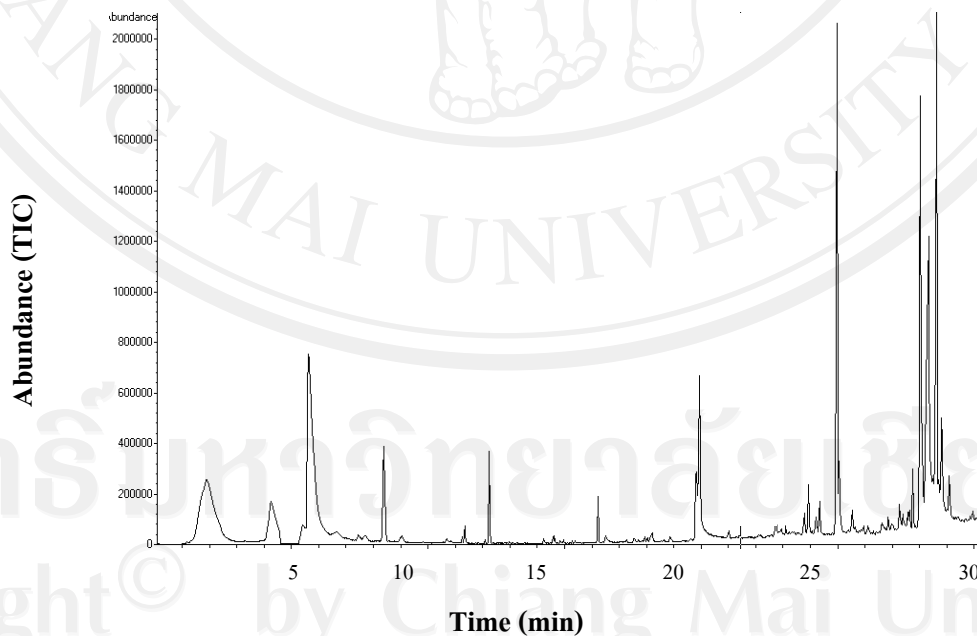
ภาพ 4.3 ลักษณะปรากฏของส้มสายน้ำผึ้งที่เคลือบผิว ก่อน (A: 1-3) และหลัง (B: 1-3) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน: (1) สารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังสังเคราะห์ที่ 9 (2) ไม่เคลือบผิว และ (3) สารเคลือบ Zivdar

4.1.3 วิเคราะห์ปริมาณลิโมนินในน้ำส้ม

จากการวิเคราะห์สารระเหยอินทรีย์ในน้ำส้มที่ผ่านการเคลือบผิวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน (ภาพ 4.4) ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีร่วมกับเทคนิคโซลิดเฟสไมโครเอกซ์แทรกชัน (GC-SPME) พบว่าลิโมนิน ซึ่งเป็นกลิ่นรสของส้ม จากส้มที่ใช้สารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังมีปริมาณมากกว่าในน้ำส้มจากส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบทางการค้า และส้มที่ไม่ได้เคลือบผิว (ภาพ 4.5) ในการเก็บรักษาส้มหลังจากการเก็บเกี่ยว จะมีการเปลี่ยนแปลงสารระเหยอินทรีย์ของส้มอย่างรวดเร็ว และ ลิโมนินเป็นสารระเหยที่พบความเข้มข้นสูงสุดในน้ำส้มและน้ำมันหอมระเหย จากการวิเคราะห์พบว่าส้มเขียวหวานที่เคลือบด้วยสารเคลือบที่พัฒนาขึ้นจากแป้งมันสำปะหลังมีปริมาณลิโมนินสูงกว่าการเคลือบด้วยสารเคลือบทางการค้า โดยเฉพาะ สิ่งทดลองที่ 9 มีปริมาณลิโมนินสูงสุด สาเหตุที่พบลิโมนินในส้มเขียวหวานที่เคลือบด้วย สารเคลือบทางการค้าในปริมาณน้อยที่สุดอาจเนื่องมาจากสารเคลือบดังกล่าวส่งผลต่อระบบการหายใจของส้ม และปริมาณแก๊สภายในส้ม ดังนั้นจึงส่งผลต่อการสังเคราะห์ลิโมนินที่เป็นสารประเภทเทอร์พีน (Mishra และ Gamage, 2007)



ภาพ 4.4 อัตราส่วนพื้นที่สัมพัทธ์ของสารลิโมนินจากจากน้ำส้มของส้มที่ผ่านการเคลือบผิวจากสารเคลือบผิวจากแป้งมันสำปะหลัง 9 สิ่งทดลองดัง ตาราง 3.2 สารเคลือบ Zivdar และ ไม่เคลือบผิว เก็บรักษา ที่ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน



ภาพ 4.5 โครมาโทแกรมน้ำส้มที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบจากแป้งมัน (สิ่งทดลองที่ 1) และเก็บรักษาที่ 28 ± 2 องศาเซลเซียส 30 วัน

จากการทดลองพัฒนาสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังที่มีส่วนผสมของกลีเซอรอลและซอร์บิทอลที่ปริมาณแตกต่างกันพบว่าสูตรสารเคลือบที่ 9 ประกอบด้วย แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 1.5 กลีเซอรอล ร้อยละ 15 และซอร์บิทอลร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้ง สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าสูตรอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วง 6 วันแรกของการเก็บรักษา นอกจากนี้ น้ำส้มจากผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบดังกล่าวมีปริมาณลิโมนีนสูงที่สุด จึงเลือกสูตรนี้สำหรับการทดลองต่อไป

4.2 การศึกษาวิธีการเคลือบผิวของสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลัง

ในการทดลองนี้ศึกษาวิธีการเคลือบผิวส้ม 3 วิธี คือ การจุ่ม การทา และการพ่น สารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลัง และศึกษาผลของการเคลือบโดยพิจารณาจากการสูญเสียน้ำหนักและสารระเหยอินทรีย์ของน้ำส้ม จากส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบทางการค้า และส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบหลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

4.2.1 ผลของวิธีการเคลือบสารเคลือบบนผิวส้มต่อการสูญเสียน้ำหนัก

นำสูตรสารเคลือบสูตรที่ 9 ส่วนประกอบหลัก คือ แป้งร้อยละ 1.5 กลีเซอรอล ร้อยละ 15 และซอร์บิทอลร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้ง ทดลองเปรียบเทียบวิธีการเคลือบสารเคลือบ ได้แก่ วิธีการจุ่ม วิธีการทา และวิธีพ่นสเปรย์ ทดสอบเคลือบลงบนผิวส้มด้วยวิธีการต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน แล้วนำไปทดสอบอัตราการสูญเสียน้ำหนักองค์ประกอบทางเคมี เพื่อคัดเลือกวิธีการเคลือบ

จากการทดสอบความแตกต่างของวิธีการที่ใช้เคลือบสารเคลือบลงบนผิวส้ม ส้มที่ผ่านการเคลือบด้วยวิธีพ่นลงบนผิวส้มมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 16.21 ± 0.37 เมื่อเทียบกับการเคลือบด้วยวิธีอื่นๆ ได้แก่ วิธีจุ่ม และวิธีการทา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 17.67 ± 0.27 , 17.82 ± 0.46 ตามลำดับ ดังตารางตาราง 4.3 และส้มที่ไม่ได้เคลือบผิวมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 22.63 ± 0.37 ปริมาณน้ำตาลพบมากในน้ำส้มที่ได้จากส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบ 29.15 ± 0.52 กรัมต่อลิตร การสูญเสียน้ำหนักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง (ภาพ 4.6) ปริมาณน้ำตาลในน้ำส้มจากส้มที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังด้วยวิธี จุ่ม ทา และพ่น ได้แก่ 7.89 ± 0.11 , 8.38 ± 0.02 และ 20.60 ± 0.34 กรัมต่อ

ลิตร ตามลำดับ สัมที่เคลือบสารเคลือบทางการค้ามีปริมาณน้ำตาล 9.55 กรัมต่อลิตร ปริมาณน้ำตาลของแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 4.3 ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของสัมเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังด้วยวิธีการต่างๆ

สิ่งทดลอง	การสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ)
วิธีจุ่ม	17.67±0.27 ^{ab}
วิธีทา	17.82±0.46 ^a
วิธีพ่น	16.21±0.37 ^b
Zivdar (พ่น)	17.59±0.46 ^{ab}
Non coating	22.63±0.37 ^a

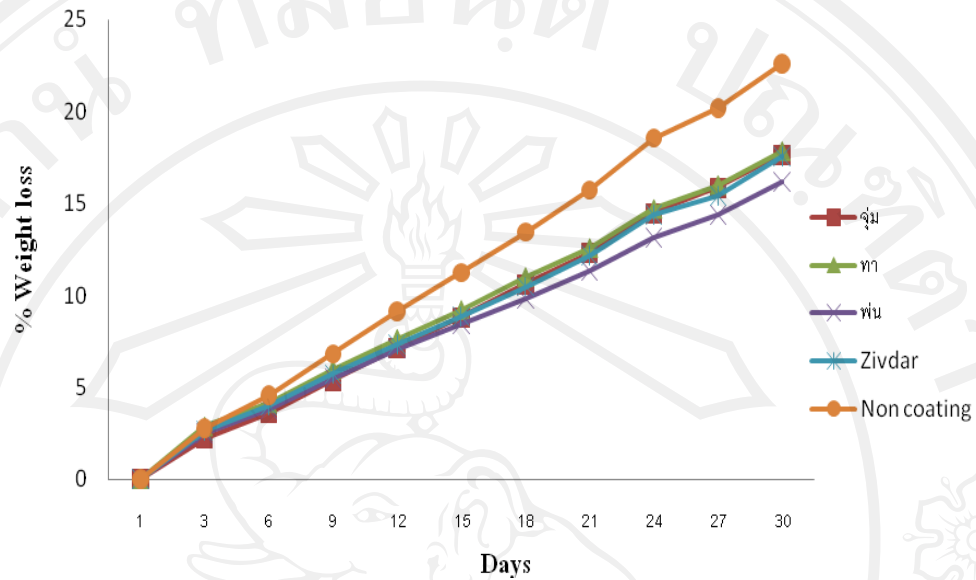
- ค่าที่รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดค่า 20 ซ้ำการทดลอง โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 4.4 ปริมาณน้ำตาลของสัมเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังด้วยวิธีการต่างๆ

สิ่งทดลอง	น้ำตาล* (กรัมต่อลิตร)
วิธีจุ่ม	7.89±0.11 ^c
วิธีทา	8.38±0.02 ^d
วิธีพ่น	20.60±0.34 ^b
Zivdar (พ่น)	9.55±0.15 ^c
Non coating	29.15±0.52 ^a

* ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด คัดจาก น้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส

- ค่าที่รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดค่า 3 ซ้ำการทดลอง โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแต่ละสิ่งทดลองแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพ 4.6 การสูญเสียน้ำหนักของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังด้วยวิธีการต่างๆ ส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบทางการค้า และส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบหลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

4.2. 2 ผลของวิธีการเคลือบสารเคลือบบนผิวส้มต่อสารลิโมนินในน้ำส้ม

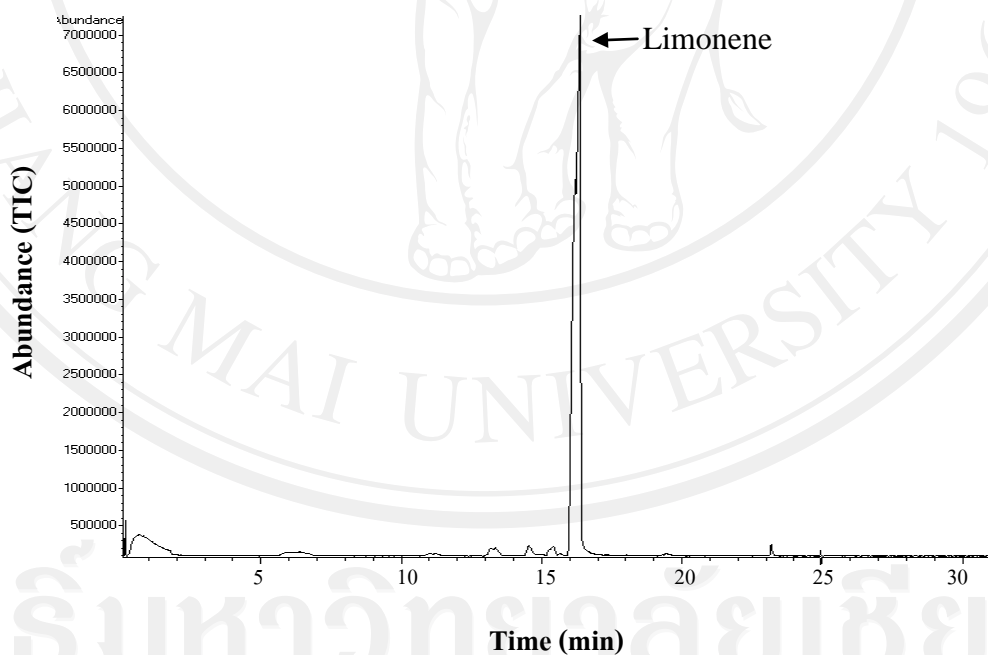
จากการวิเคราะห์สารระเหยอินทรีย์ในน้ำส้มด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีร่วมกับเทคนิคโซลิดเฟสไมโครเอ็กซ์แทรกชัน (GC-SPME) พบว่าสารลิโมนิน ของน้ำส้ม จากส้มที่ใช้สารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังผ่านการเคลือบด้วยวิธีการต่างกัน ได้แก่วิธี จุ่ม ทา และฟัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเคลือบด้วยวิธีการจุ่ม ทา และฟัน มีอัตราส่วนพื้นที่สัมพัทธ์ 5.55 ± 0.23 , 7.54 ± 0.18 และ 8.31 ± 0.09 ตามลำดับ พบว่าในการเคลือบด้วยวิธีการฟัน มีปริมาณมากกว่าในน้ำส้มจากส้มที่เคลือบผิวด้วยวิธีการอื่น ตาราง 4.5

ตาราง 4.5 อัตราส่วนพื้นที่ของลิโมนีนในน้ำส้มจากส้มเขียวหวานที่ผ่านการเคลือบด้วยวิธีการพ่น เก็บที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

สิ่งทดลอง	เวลา (นาที)	อัตราส่วนพื้นที่สัมพัทธ์
วิธีจุ่ม	16.38	5.55±0.23 ^c
วิธีทา	16.36	7.54±0.18 ^b
วิธีพ่น	16.38	8.31±0.09 ^{ab}
Zivdar (พ่น)	16.39	8.79±0.07 ^a
Non coating	16.23	1.00±0.16 ^d

*อัตราส่วนพื้นที่สัมพัทธ์เทียบกับพื้นที่ สิ่งทดลองที่เป็น Non coating

- ค่าที่รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดค่า 3 ซ้ำการทดลอง โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพ 4.7 โครมาโทแกรมน้ำส้มจากส้มเขียวหวานที่ผ่านการเคลือบด้วยวิธีการพ่น เก็บที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

4.3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้าน กายภาพ เคมี่ และทางประสาทสัมผัส ของสั้มเขียวหวาน พันธุ์สายน้ำผึ้งเก็บรักษา ที่ 28±2 และ 5±2 องศาเซลเซียส

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัส โดยเคลือบสารเคลือบที่มี ส่วนประกอบหลัก คือ แป้งร้อยละ 1.5 กลีเซอรอลร้อยละ 15 และซอร์บิทอลร้อยละ 15 ของน้ำหนัก แป้ง ทำการเคลือบผิวด้วยวิธีการทา เก็บรักษา ที่ 28±2 และ 5±2 องศาเซลเซียส เทียบกับสารเคลือบ ทางการค้าที่สภาวะการทดลองเดียวกัน

4.3.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของน้ำสั้ม

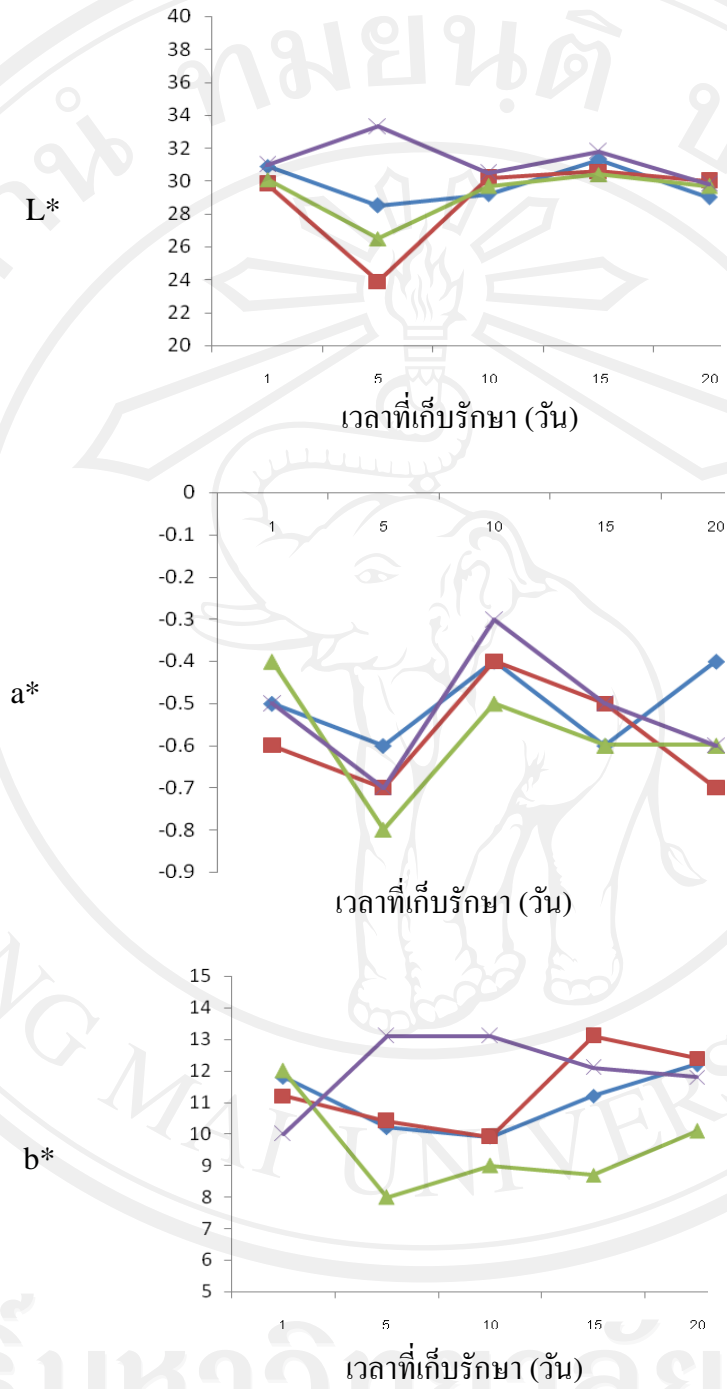
จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังและ สารเคลือบทางการค้า ของสั้มเขียวหวานสายน้ำผึ้ง ที่ผ่านการเคลือบผิวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28 และ 5 องศาเซลเซียสดัง ตาราง 4.6 (ภาพ 4.8-4.9) ค่าสี L^* , a^* , b^* ค่าสี L^* อยู่ในช่วง 20-36 มีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 15 ของทุกสารเคลือบที่เก็บรักษาแต่ละอุณหภูมิ ค่า a^* ไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ในแต่ละสารเคลือบ อยู่ในช่วง -0.2 ถึง -1.2 และค่า b^* อยู่ในช่วง 8-13 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าน้ำสั้มมีความสว่าง เล็กน้อยมีสีเหลืองอมเขียวหลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 28 ± 2 และ 5 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วัน การสูญเสียน้ำหนักมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่การเก็บรักษาที่ 28 องศาเซลเซียสใช้สารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการเคลือบผิวด้วย สารเคลือบทางการค้า โดยจะสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 13.61±0.94 และ 10.11±0.99 ตามลำดับ ใน เวลาการเก็บรักษา 20 วัน และการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เมื่อเคลือบผิวด้วยสารเคลือบทางการค้าและสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังมีการสูญเสียน้ำหนัก คือ ร้อยละ 6.8±0.55 และ ร้อยละ 4.1±0.42 ตามลำดับในระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน กล่าวคือ สารเคลือบทางการค้ามีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า และที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิเย็นช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้

ตาราง 4.6 สมบัติทางกายภาพของสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังและสารเคลือบทางการค้า ของ ส้ม ที่ผ่านการเคลือบผิว หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 28 ± 2 และ 5 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วัน

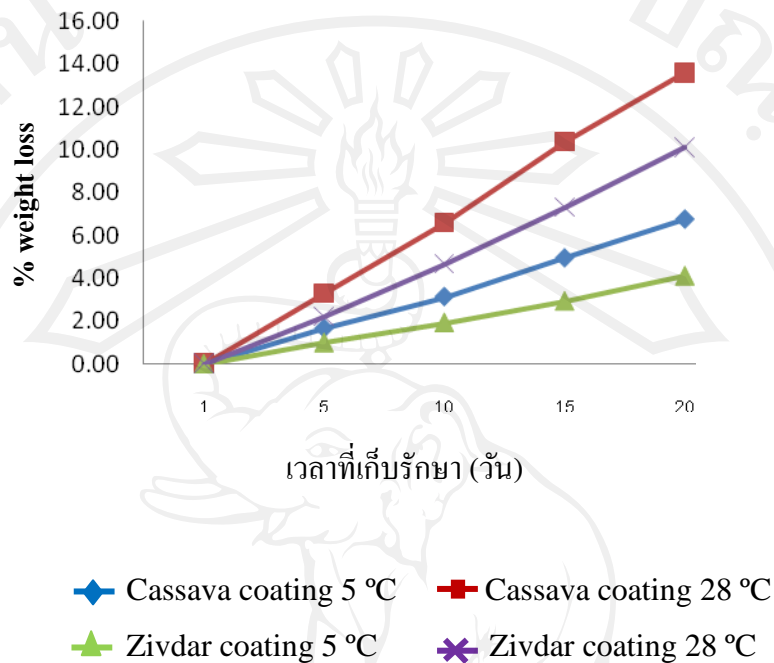
Day	Treatment	Color			Weight loss (%)
		L*	a*	b*	
1	Coating 5 °C	28.5±0.08 ^{ab}	-0.5±0.08 ^{ns}	10.2±0.05 ^{ab}	0
	Coating 28 °C	29.4±0.14 ^{ab}	-0.6±0.09 ^{ns}	10.8±0.07 ^{ab}	0
	Zivdar 5 °C	26.5±0.06 ^b	-0.4±0.07 ^{ns}	8.0±0.19 ^c	0
	Zivdar 28 °C	36.3±0.09 ^a	-0.5±0.18 ^{ns}	13.1±0.16 ^a	0
5	Coating 5 °C	28.5±0.08 ^{ab}	-0.6±0.08 ^{ns}	10.2±0.05 ^{ab}	1.6±0.70 ^c
	Coating 28 °C	29.3±0.14 ^{ab}	-0.7±0.09 ^{ns}	10.5±0.07 ^a	3.3±0.41 ^a
	Zivdar 5 °C	26.3±0.62 ^b	-0.8±0.07 ^{ns}	4.0±0.09 ^c	0.9±0.24 ^d
	Zivdar 28 °C	36.3±0.10 ^a	-1.0±0.18 ^{ns}	9.2±0.05 ^b	2.2±0.23 ^b
10	Coating 5 °C	29.2±0.37 ^c	-0.4±0.09 ^{ns}	9.9±0.07 ^b	3.1±0.25 ^{bc}
	Coating 28 °C	30.2±0.35 ^{ab}	-0.4±0.09 ^{ns}	9.9±0.13 ^b	6.6±0.65 ^a
	Zivdar 5 °C	29.7±0.22 ^{bc}	-0.5±0.06 ^{ns}	9.0±0.14 ^b	1.9±0.26 ^c
	Zivdar 28 °C	30.5±0.10 ^a	-0.2±0.05 ^{ns}	13.7±0.4 ^a	4.7±0.87 ^b
15	Coating 5 °C	31.3±0.03 ^{ns}	-0.6±0.16 ^{ns}	11.2±0.12 ^{ab}	4.9±0.39 ^c
	Coating 28 °C	30.6±0.08 ^{ns}	-0.5±0.19 ^{ns}	13.1±0.08 ^a	10.4±0.70 ^a
	Zivdar 5 °C	30.6 ±0.06 ^{ns}	-1.2±0.09 ^{ns}	8.7±0.14 ^b	2.9±0.28 ^d
	Zivdar 28 °C	31.8±0.06 ^{ns}	-1.2±0.07 ^{ns}	12.1±0.15 ^a	7.3±0.63 ^b
20	Coating 5 °C	30.4±0.22 ^a	-0.4±0.08 ^{ns}	12.2±0.06 ^a	6.8±0.55 ^c
	Coating 28 °C	29.9±0.12 ^{ab}	-0.7±0.06 ^{ns}	12.4±0.08 ^a	13.61±0.94 ^a
	Zivdar 5 °C	29.8±0.06 ^b	-0.6±0.07 ^{ns}	10.1±0.16 ^b	4.11±0.42 ^d
	Zivdar 28 °C	29.9±0.09 ^{ab}	-0.6±0.06 ^{ns}	11.8±0.04 ^{ab}	10.11±0.99 ^b

- ค่าที่รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดค่า 10 ซ้ำ โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันของแต่ละวันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p \leq 0.05$) ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)



ภาพ 4.8 ค่าสี (a) L* (b) a* และ (c) b* จากน้ำส้มที่ผ่านการเคลือบสารเคลือบผิว หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 28 ± 2 และ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน



ภาพ 4.9 การเปลี่ยนแปลง การสูญเสียน้ำหนัก ของส้มที่ผ่านการเคลือบผิว หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 28 ± 2 และ 5 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วัน

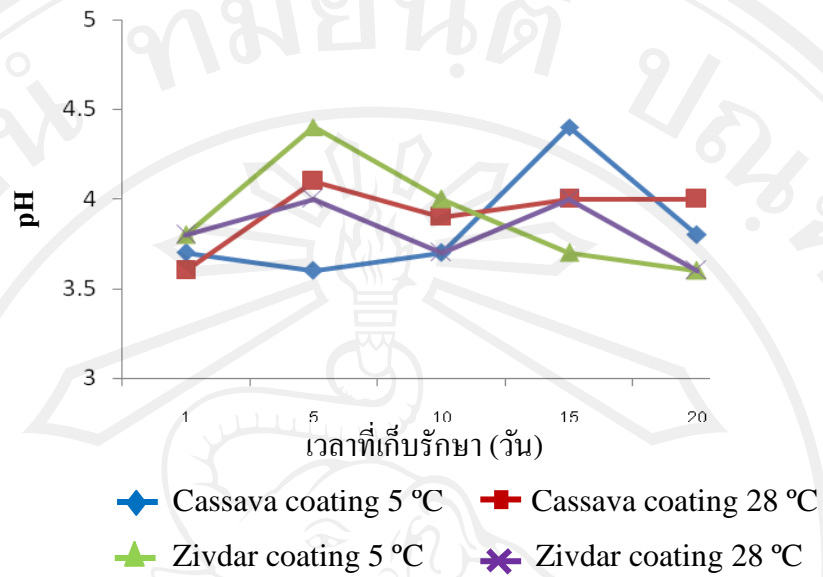
4.3.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีในน้ำส้ม

จากการวิเคราะห์สมบัติทางด้านเคมีของน้ำส้มจากผลส้มที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังและสารเคลือบทางการค้าที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ ตาราง 4.7 มีค่าความเป็นกรดต่าง (ภาพ 4.10-4.13) ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3-5 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เช่นเดียวกับ Worawaran (2009) แต่ค่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS), อัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้(TSS/TA), มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อยู่ในช่วง 8-10 และ 0-22 ตามลำดับ และค่า TA อยู่ในช่วง 0.2-0.5 ในระหว่างการรักษาไม่มีแนวโน้มที่เพิ่มหรือลดลงอย่างเห็นได้ชัด TSS, TA ที่ปฏิสัมพันธ์กัน มีบทบาทสำคัญช่วยทำให้เกิดกลิ่นรสในส้ม TSS และ TA ยังช่วยส่งเสริมคุณภาพทางประสาทสัมผัสในส้มสด (Ke and Kader, 1990)

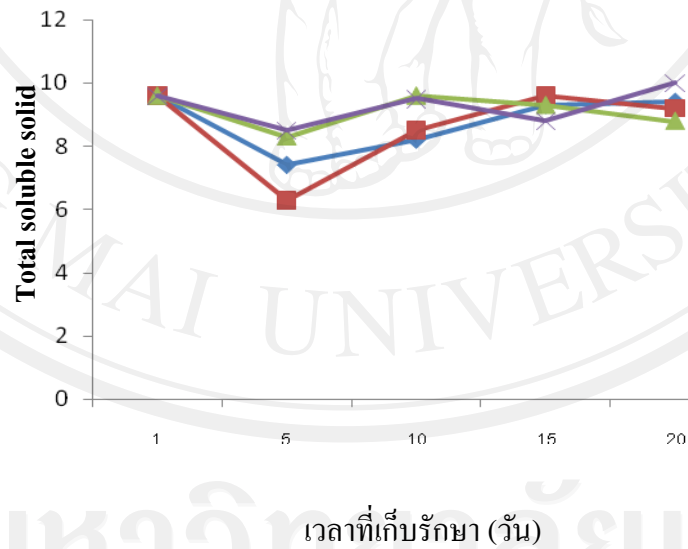
ตาราง 4.7 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำส้มจากผลส้มที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบจากแป้งมัน
สำปะหลังและสารเคลือบทางการค้า ของส้มที่ผ่านการเคลือบผิว หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ
28 ± 2 และ 5 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วัน

Day	Treatment	pH	TSS	TA	TSS/TA
1	Coating 5 °C	3.7±0.03 ^{ns}	9.6±0.13 ^{ns}	0.42±0.02 ^{ns}	22.86±0.18 ^{ns}
	Coating 28 °C	3.6±0.04 ^{ns}	9.6±0.48 ^{ns}	0.42±0.02 ^{ns}	22.86±0.03 ^{ns}
	Zivdar 5 °C	3.8±0.09 ^{ns}	9.6±0.23 ^{ns}	0.42±0.05 ^{ns}	22.86±0.34 ^{ns}
	Zivdar 28 °C	3.8±0.08 ^{ns}	9.6±0.30 ^{ns}	0.42±0.05 ^{ns}	22.86±0.12 ^{ns}
5	Coating 5 °C	3.6±0.03 ^c	7.4±0.13 ^b	0.48±0.48 ^a	15.42±0.32 ^b
	Coating 28 °C	4.1±0.04 ^b	6.3±0.48 ^c	0.29±0.13 ^c	21.72±0.36 ^a
	Zivdar 5 °C	4.4±0.09 ^a	8.3±0.23 ^a	0.39±0.05 ^b	21.28±0.89 ^a
	Zivdar 28 °C	4.0±0.03 ^b	8.5±0.30 ^a	0.39±0.05 ^b	21.79±0.12 ^a
10	Coating 5 °C	3.7±0.06 ^b	8.2±0.09 ^d	0.74±0.07 ^a	11.08±0.23 ^d
	Coating 28 °C	3.9±0.03 ^a	8.5±0.19 ^c	0.43±0.10 ^c	19.77±0.18 ^b
	Zivdar 5 °C	4.0±0.10 ^a	9.0±0.18 ^b	0.45±0.10 ^c	20.00±0.27 ^a
	Zivdar 28 °C	3.7±0.04 ^b	9.5±0.18 ^a	0.59±0.10 ^b	16.10±0.05 ^c
15	Coating 5 °C	4.4±0.02 ^a	9.3±0.34 ^{ns}	0.36±0.02 ^c	25.83±0.01 ^a
	Coating 28 °C	4.0±0.01 ^b	9.6±0.36 ^{ns}	0.48±0.02 ^b	20.00±0.15 ^b
	Zivdar 5 °C	3.7±0.02 ^c	9.3±0.87 ^{ns}	0.68±0.05 ^a	13.67±0.05 ^d
	Zivdar 28 °C	4.0±0.01 ^b	8.8±0.15 ^{ns}	0.48±0.10 ^b	18.33±0.08 ^c
20	Coating 5 °C	3.8±0.02 ^b	9.4±0.12 ^b	0.49±0.02 ^a	19.18±0.09 ^d
	Coating 28 °C	4.0±0.03 ^a	9.2±0.08 ^c	0.39±0.02 ^b	23.59±0.15 ^a
	Zivdar 5 °C	3.6±0.01 ^c	8.8±0.05 ^d	0.51±0.09 ^a	22.86±0.23 ^{ab}
	Zivdar 28 °C	3.8±0.10 ^b	10±0.07 ^a	0.50±0.12 ^a	20.00±0.22 ^c

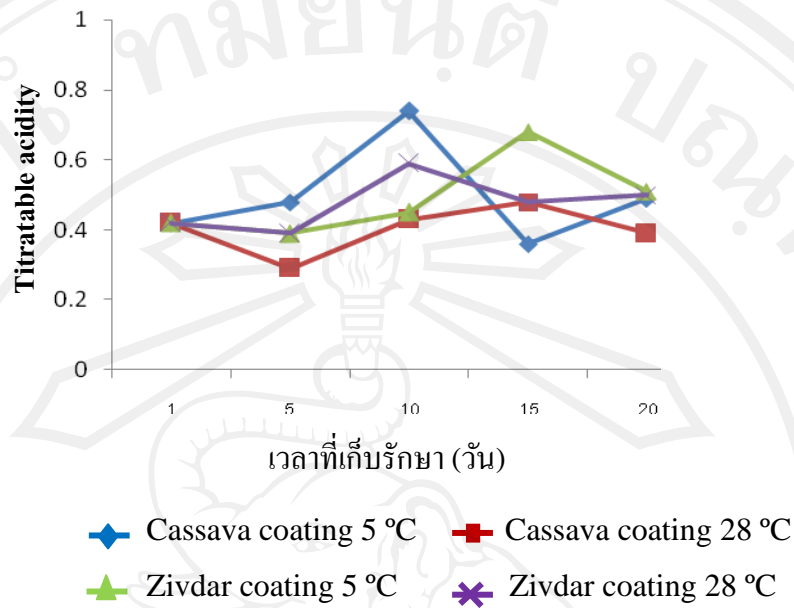
- ค่าที่รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดค่า 5 ซ้ำการทดลอง โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์
เดียวกันของแต่ละวันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติ ($p \leq 0.05$) ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)



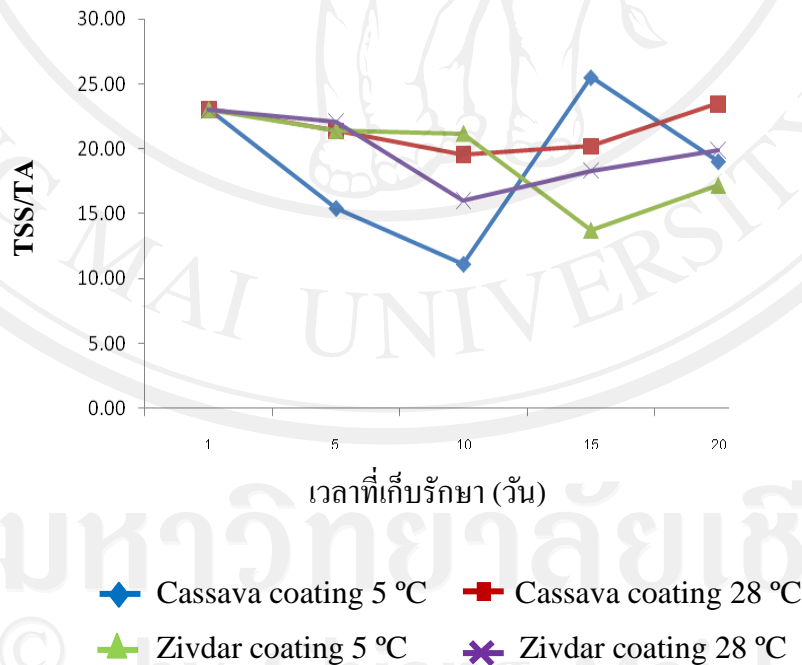
ภาพ 4.10 ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำส้มจากผลส้มที่ผ่านการเคลือบสารเคลือบผิว หลังจากเก็บที่ อุณหภูมิ 28 ± 2 และ 5 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วัน



ภาพ 4.11 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ของน้ำส้มจากผลส้มที่ผ่านการเคลือบสารเคลือบผิว หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 28 ± 2 และ 5 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วัน



ภาพ 4.12 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ของน้ำส้มจากผลส้มที่ผ่านการเคลือบสารเคลือบผิว หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 28 ± 2 และ 5 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วัน



ภาพ 4.13 อัตราส่วนของแข็งที่ละลายได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมด ของน้ำส้มจากผลส้มที่ผ่านการเคลือบสารเคลือบผิว หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 28 ± 2 และ 5 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วัน

4.3.2 การวิเคราะห์แก๊สออกซิเจน และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลส้ม

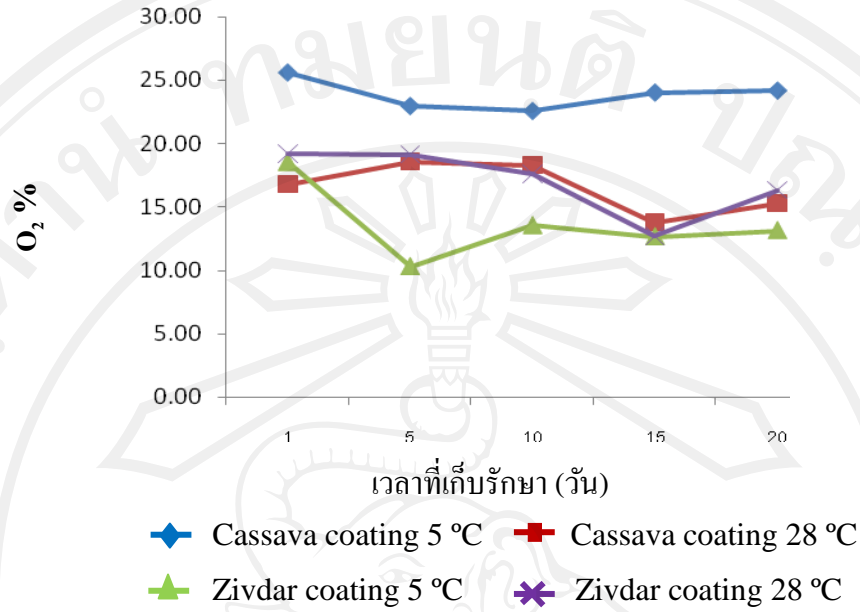
จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณแก๊สภายในผลส้ม โดยวิเคราะห์ปริมาณแก๊สออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบกับแก๊สที่มีอยู่ในอากาศ ดัง ตาราง 4.8 และ (ภาพ 4.14 และ 4.15) พบว่าการใช้สารเคลือบทางการค้าและจากแป้งมันสำปะหลัง ทุกอุณหภูมิที่เก็บรักษา พบว่าปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเฉพาะส้มที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังเก็บที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียสและ ส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบทางการค้าเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เก็บรักษา 20 วันพบปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด มีร้อยละ 1.57 ± 0.16 เท่ากันทั้งสองสิ่งทดลอง เมื่อเทียบกับแก๊สออกซิเจนในอากาศ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณแก๊สออกซิเจน ที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิเดียว องศาเซลเซียสในสารเคลือบและสภาวะอุณหภูมิเดียวกันแก๊สออกซิเจนกลับมีแนวโน้มลดลงตลอดการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลัง เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณแก๊สออกซิเจน สูงที่สุดร้อยละ 24.19 ± 0.09 เนื่องจาก การใช้ลาสดีไซเซอร์ คือกลีเซอรอลและซอร์บิทอล สามารถลดพันธะไฮโดรเจนและเพิ่มระยะห่างระหว่างโมเลกุล ทำให้ช่วยลดแรงระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์ของฟิล์ม ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเฟส ซึ่งยอมแก๊สและไอน้ำสามารถผ่านได้ ดังนั้นจึงช่วยปรับปรุงคุณสมบัติด้านการซึมผ่านแก๊ส (Chillo, 2008) ส่วนส้มที่เก็บที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส มีปริมาณแก๊สออกซิเจนร้อยละ 15.25 ± 0.10 และส้มที่เคลือบสารเคลือบทางการค้าเก็บที่อุณหภูมิ 5 และ 28 องศา มีปริมาณออกซิเจนต่ำกว่า ส้มที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลัง โดยมีปริมาณร้อยละ 13.17 ± 0.11 และ ร้อยละ 16.31 ± 0.05 ตามลำดับ

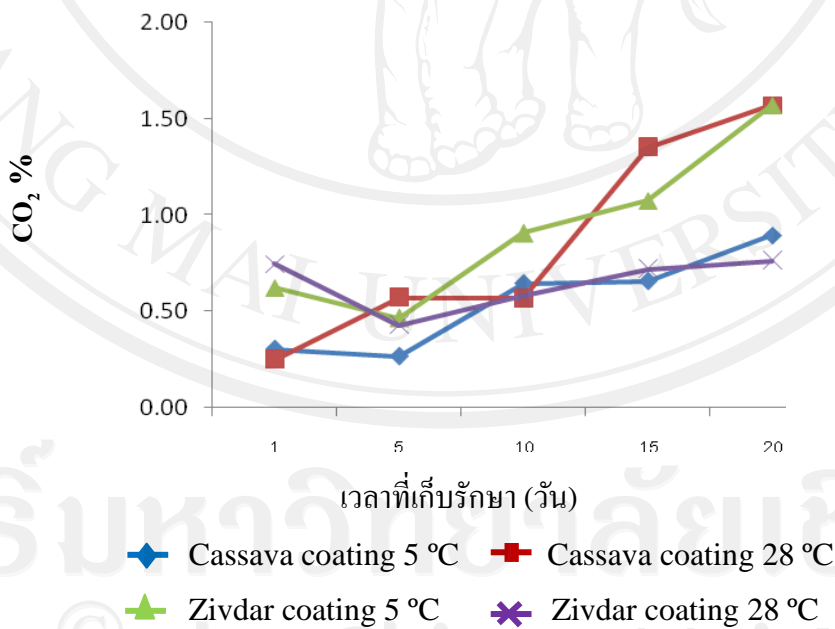
ตาราง 4.8 การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณแก๊สภายในผลของส้มเขียวหวานพันธุ์ สายน้ำผึ้ง ที่ผ่านการเคลือบผิว หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 28 ± 2 และ 5 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วัน

Day	Treatment	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
1	Coating 5 °C	0.30±0.40 ^{bc}	25.59±0.12 ^a
	Coating 28 °C	0.25±0.35 ^c	16.80±0.23 ^c
	Zivdar 5 °C	0.62±0.23 ^b	18.58±0.25 ^b
	Zivdar 28 °C	0.75±0.25 ^a	19.22±0.11 ^b
5	Coating 5 °C	0.27±0.08 ^d	22.98±0.12 ^a
	Coating 28 °C	0.57±0.15 ^a	18.56±0.09 ^b
	Zivdar 5 °C	0.47±0.26 ^b	10.31±0.16 ^c
	Zivdar 28 °C	0.43±0.32 ^c	19.13±0.08 ^b
10	Coating 5 °C	0.65±0.12 ^b	22.60±0.21 ^a
	Coating 28 °C	0.57±0.12 ^b	18.30±0.04 ^b
	Zivdar 5 °C	0.91±0.16 ^a	13.57±0.08 ^c
	Zivdar 28 °C	0.58±0.15 ^b	17.59±0.01 ^b
15	Coating 5 °C	0.66±0.14 ^d	24.03±0.10 ^a
	Coating 28 °C	1.35±0.13 ^a	13.78±0.21 ^b
	Zivdar 5 °C	1.08±0.16 ^b	12.69±0.08 ^b
	Zivdar 28 °C	0.72±0.13 ^c	12.69±0.06 ^b
20	Coating 5 °C	0.90±0.13 ^b	24.19±0.09 ^a
	Coating 28 °C	1.57±0.25 ^a	15.25±0.10 ^{bc}
	Zivdar 5 °C	1.57±0.16 ^a	13.17±0.11 ^c
	Zivdar 28 °C	0.76±0.19 ^c	16.31±0.05 ^b

- ค่าที่รายงานเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดค่า 5 ซ้ำการทดลอง โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันของแต่ละวันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพ 4.14 การเปลี่ยนแปลงแก๊สออกซิเจนภายในผลส้มที่ผ่านการเคลือบผิว หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 28 ± 2 และ 5 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วัน



ภาพ 4.15 การเปลี่ยนแปลงแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ ภายในผลส้มที่ผ่านการเคลือบผิว หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 28 ± 2 และ 5 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วัน

4.3.4 การเปลี่ยนแปลงทางด้านประสาทสัมผัส ของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิว

จากการเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานที่ผ่านการเคลือบผิวจากการทดลองที่ 2 ที่อุณหภูมิ 5 และ 28 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการศึกษา และทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 5 วัน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ หรือจนกว่าส้มจะเสื่อมสภาพ แล้วนำมาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน ทดสอบตัวอย่างส้มเขียวหวาน โดยวิเคราะห์คุณลักษณะด้านต่างๆ ดังนี้ ลักษณะทางกลิ่น 7 กลิ่นได้แก่ กลิ่นส้ม กลิ่นหญ้า กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นเปลือกส้ม กลิ่นหวาน กลิ่นหมัก และกลิ่นที่ผ่านการทำให้สุก และลักษณะทางกลิ่นรส 8 กลิ่นรส ได้แก่ รสหวาน รสเปรี้ยว รสขม รสฝาด กลิ่นรสส้ม กลิ่นรสหญ้า กลิ่นรสหมัก และกลิ่นรสที่ผ่านการทำให้สุก (Tietel *et al.*, 2009; โปรดปราน และคณะ, 2553) ดังตารางที่ 4.9-4.13 จากการทดลองพบว่า เมื่อเก็บตัวอย่างส้มที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังและสารเคลือบจากทางการค้า ที่อุณหภูมิ 5 และ 28 องศาเซลเซียสเมื่อเวลานานขึ้นจะทำให้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนให้คะแนนในคุณลักษณะของกลิ่นหมัก และที่ผ่านการทำให้สุก กลิ่นรสหมัก และที่ผ่านการทำให้สุก สูงขึ้น เนื่องจากเมื่อเก็บส้มไว้เป็นเวลานานจะทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์จากกระบวนการหายใจโดยไม่ใช้ออกซิเจนสอดคล้องกับการวัดค่าปริมาณลิโมนินที่ลดลง ในขณะที่คะแนนความเข้มของผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนในคุณลักษณะรสเปรี้ยว กลิ่นและกลิ่นรสส้มจะลดลงเมื่อเก็บส้มไว้นานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวัดค่าความเป็นกรด ปริมาณสารระเหยอินทรีย์ในน้ำส้มอย่าง ลิโมนินลดลง

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างส้มที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากแป้งมันสำปะหลังกับสารเคลือบผิวทางการค้าเก็บที่อุณหภูมิ 5 และ 28 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วันพบว่า ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนให้คะแนนในคุณลักษณะของกลิ่นหมัก กลิ่นรสหมัก และที่ผ่านการทำให้สุก วันที่ 20 ให้คะแนนความเข้มของการเก็บที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียสสูงกว่าการเก็บที่ 5 องศาเซลเซียส ส่วนคะแนนความเข้มของคุณลักษณะรสเปรี้ยว กลิ่นและกลิ่นรสส้มมีความเข้มแตกต่างกัน

กรณีของตัวอย่างส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากแป้งมันสำปะหลังพบว่า การเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีคะแนนความเข้มของคุณลักษณะทางด้านของกลิ่นหมัก กลิ่นรสหมัก และที่ผ่านการทำให้สุกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และลดลงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการเก็บที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียสเช่นเดียวกับกรณีของตัวอย่างส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า เปรียบเทียบอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาอุณหภูมิ 5 และ 28 องศาเซลเซียส พบว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส คะแนนความเข้มของคุณลักษณะทางด้านกลิ่นหมัก กลิ่นรสหมัก และที่ผ่านการทำให้สุก เพิ่มขึ้นมากกว่า และคะแนนความเข้มของคุณลักษณะทางด้าน

คุณลักษณะของกลิ่นหมัก กลิ่นรสหมัก และที่ผ่านการทำให้สุก ลดลงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการเก็บที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส

ในวันที่ 20 ส่วนคะแนนความเข้มของผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนในทุกคุณลักษณะของกลิ่น แตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นคุณลักษณะ รสเปรี้ยวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) คุณลักษณะของกลิ่นหมัก กลิ่นรสหมัก และที่ผ่านการทำให้สุก ที่การเก็บรักษาที่ 28 องศาเซลเซียส ของส้มที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบทางการค้าจะมีคะแนนความเข้ม ในคุณลักษณะกลิ่นหมัก และรสหมักมากกว่าส้มที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลัง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ความเข้มกลิ่นหมัก 10.1 ± 0.2 และ 5.7 ± 0.9 กลิ่นรสหมัก 5.7 ± 0.4 และ 1.9 ± 0.3 ตามลำดับ แต่ในคุณลักษณะกลิ่นที่ผ่านการทำให้สุก ของส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลังมีความเข้มกว่าส้มที่ผ่านการเคลือบสารเคลือบทางการค้าที่การเก็บรักษาที่ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีความเข้ม 7.0 ± 0.1 และ 2.1 ± 0.2 ตามลำดับ ซึ่งเป็นสเกลที่ผู้ทดสอบไม่ยอมรับ เพราะมีกลิ่นรสไม่ดีในระดับที่สูง

จากผลดังกล่าวเห็นได้ว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บส้มนั้น มีผลต่อการเร่งการเกิดกลิ่นที่ไม่ดี การสูญเสียของส้มเขียวหวานในด้าน ต่างๆ ทำให้เกิดเร็วขึ้น อุณหภูมิจะเร่งปฏิกิริยาเคมีต่างๆ เกิดเร็วขึ้น ดังนั้นการหายใจและการเปลี่ยนแปลงเคมีอื่นๆ ภายในผลิตผลจะเกิดขึ้นเร็ว ในทางตรงกันข้ามอุณหภูมิต่ำจะทำให้ผลิตผลเก็บรักษาไว้ได้สภาพเดิมได้นานกว่า (จริงแท้, 2544)

ตาราง 4.9 ความเข้มของแต่ละคุณลักษณะของส้มเมื่อเคลือบส้มด้วยสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลัง เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

Day	orange	grassy	sour	citrus	sweet	ferment	cook								
	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	sweet	orange	sour	grassy	bitter	astringen	off_alc	off_cook
1	7.0±0.4	5.3±0.7	5.7±0.5	5.9±0.9	6.0±0.4	0.0±0.0	0.1±0.2	4.5±1.0	8.2±0.7	4.4±1.8	4.1±0.9	1.0±0.8	0.0±0.0	0.0±0.6	0.1±0.1
5	5.0±0.4	5.0±0.5	4.9±0.1	5.1±0.2	4.7±0.3	1.6±0.7	0.0±0.0	3.0±0.2	6.1±0.2	5.1±0.2	2.8±0.4	1.5±0.4	0.0±0.0	1.3±0.7	0.1±0.2
10	4.5±0.7	3.6±0.6	4.6±0.3	2.0±0.4	4.2±0.4	1.1±0.2	0.2±0.6	6±0.4	3.9±0.7	3.9±0.8	3.3±0.3	1.7±0.3	0.0±0.0	1.2±0.5	3.0±0.3
15	4.9±0.6	3.2±0.2	4.6±0.3	4.3±0.1	3.2±0.5	2.9±0.2	0.2±0.4	3.8±0.8	2.3±0.8	2.9±0.6	3.1±0.4	1.9±0.6	0.0±0.0	2.2±0.3	1.2±0.4
20	2.8±0.7	0.9±0.3	1.3±0.5	1.7±0.5	2.1±0.1	3.0±0.1	2.2±0.6	4.0±0.6	1.8±0.6	0.0±0.0	1.7±0.8	3.8±0.7	1.9±0.4	1.6±0.2	1.1±0.3

AR = aroma

ตาราง 4.10 ความเข้มของแต่ละคุณลักษณะของส้มเมื่อเคลือบส้มด้วยสารเคลือบจากแป้งมันสำปะหลัง เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

Day	orange	grassy	sour	citrus	sweet	ferment	cook								
	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	sweet	orange	sour	grassy	bitter	astringen	off_alc	off_cook
1	7.0±0.4	5.3±0.7	5.7±0.5	5.9±0.9	6.0±0.4	0.0±0.0	0.1±0.2	4.5±1.0	8.2±0.7	4.4±1.8	4.1±0.9	1.0±0.8	0.0±0.0	0.0±0.6	0.1±0.1
5	6.1±0.1	3.8±0.2	5.0±0.1	4.5±0.4	5.0±0.2	2.6±0.1	0.8±0.1	3.3±0.4	5.8±0.1	5.1±0.3	4.1±0.4	2.0±0.2	1.1±0.6	2.2±0.1	0.8±0.4
10	3.8±0.8	5.0±0.4	5.2±0.3	2.8±0.7	3.5±0.4	2.5±0.3	1.5±0.6	6.4±0.7	3.3±0.6	2.4±0.8	5.0±0.6	6.1±1.8	0.0±0.0	2.4±0.9	2.5±0.9
15	5.3±0.4	2.1±0.2	4.0±0.3	2.1±0.2	2.6±0.4	4.5±0.5	0.7±0.5	3.8±0.5	2.2±0.9	2.6±0.5	4.2±0.5	3.4±0.7	0.3±0.4	2.0±0.7	1.4±0.6
20	1.2±0.6	1.0±0.4	1.1±0.2	1.0±0.2	2.7±0.8	5.7±0.9	2.9±0.3	2.5±0.9	2.9±0.3	0.0±0.0	2.6±0.6	2.3±0.7	3.8±0.7	1.9±0.3	7.0±0.1

* AR= aroma

ตาราง 4.11 ความเข้มของแต่ละคุณลักษณะของส้มเมื่อเคลือบส้มด้วยสารเคลือบจากทางการค้า เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

Day	orange	grassy	sour	citrus	sweet	ferment	cook								
	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	sweet	orange	sour	grassy	bitter	astrigent	off_alc	off_cook
1	7.0±0.4	5.3±0.7	5.7±0.5	5.9±0.9	6.0±0.4	0.0±0.0	0.1±0.2	4.5±1.0	8.2±0.7	4.4±1.8	4.1±0.9	1.0±0.8	0.0±0.0	0.0±0.6	0.1±0.01
5	5.4±0.4	4.3±0.6	5.0±0.2	4.9±0.2	4.4±0.3	1.8±0.2	0.1±0.3	3.0±0.6	5.8±0.3	5.3±0.1	2.9±0.1	1.3±0.3	0.0±0.1	1.3±0.2	0.2±0.3
10	5.4±0.8	4.3±0.4	6.0±0.4	2.2±0.3	2.7±0.4	2.0±0.4	0.2±0.5	4.7±0.6	4.9±0.7	4.4±0.8	3.0±0.8	1.6±1.7	0.0±0.0	4.4±0.9	2.6±0.3
15	4.4±0.2	1.5±0.2	3.0±0.2	2.3±0.6	2.4±0.3	2.0±0.6	0.2±0.3	4.5±0.3	1.9±0.9	3.3±0.3	1.8±0.7	1.1±0.6	0.7±0.7	1.6±0.2	0.3±0.4
20	0.9±0.2	2.0±0.1	2.0±0.1	2.0±0.1	1.5±0.1	4.6±0.2	1.0±0.1	3.0±0.1	1.0±0.1	0.0±0.0	2.0±0.1	3.0±0.0	1.0±0.1	1.2±0.4	1.5±0.0

* AR= aroma

ตาราง 4.12 ความเข้มของแต่ละคุณลักษณะของส้มเมื่อเคลือบส้มด้วยสารเคลือบจากทางการค้า เก็บรักษา 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

Day	orange	grassy	sour	citrus	sweet	ferment	cook								
	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	sweet	orange	sour	grassy	bitter	astrigent	off_alc	off_cook
1	7.0±0.4	5.3±0.7	5.7±0.5	5.9±0.9	6.0±0.4	0.0±0.0	0.1±0.2	4.5±1.0	8.2±0.7	4.4±1.8	4.1±0.9	1.0±0.8	0.0±0.0	0.0±0.6	0.1±0.01
5	5.8±0.2	4.2±0.6	4.6±0.1	4.6±0.2	4.0±0.1	3.1±0.4	0.7±0.4	2.9±0.4	5.7±0.1	5.0±0.7	2.6±0.1	1.6±0.2	0±0.0	2.6±0.3	0.1±0.2
10	2.8±0.7	2.7±0.3	4.1±.14	1.4±0.7	5.0±0.4	2.0±1.2	2.0±0.8	5.2±0.3	1.5±0.9	5.9±0.9	4.1±0.5	2.0±0.5	0±0.0	2.4±0.5	2.6±1.3
15	4.7±0.2	1.0±0.3	3.0±0.1	3.1±0.5	4.2±0.4	6.4±0.4	1.3±0.9	2.5±0.4	2.6±0.7	2.1±0.8	4.5±0.5	2.2±0.6	0.7±0.7	3.6±0.2	2.1±0.1
20	0.9±0.3	0.1±0.3	0.1±0.3	2.8±0.7	6.2±0.3	10.1±0.2	3.9±0.3	5.4±0.4	0.0±0.0	0.0±0.0	3.4±0.5	2.1±0.1	1.3±0.1	5.7±0.4	2.1±0.2

* AR= aroma

ตาราง 4.13 ความเข้มข้นของแต่ละคุณลักษณะของส้มเมื่อเคลือบส้มด้วยสารเคลือบจากทางการค้าและจากแป้งมันสำปะหลัง เก็บรักษา 28 และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

Treatment	orange	grassy	sour	citrus	sweet	ferment	cook								
	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	sweet	orange	sour ^{ns}	grassy	bitter	astringent	off_alc	off_cook
C 28	1.2±0.6 ^b	1.0±0.4 ^b	1.1±0.2 ^b	1.0±0.2 ^d	2.7±0.8 ^b	5.7±0.9 ^b	2.9±0.3 ^b	2.5±0.9 ^{cd}	2.9±0.3 ^a	0.0±0.0	2.6±0.6 ^b	2.3±0.7 ^c	3.8±0.7 ^a	1.9±0.3 ^b	7.0±0.1 ^a
C 5	2.8±0.7 ^a	0.9±0.3 ^b	1.3±0.5 ^b	1.7±0.5 ^c	2.1±0.1 ^{bc}	3.0±0.1 ^d	2.2±0.6 ^c	4.0±0.6 ^b	1.8±0.6 ^b	0.0±0.0	1.7±0.8 ^d	3.8±0.7 ^a	1.9±0.4 ^b	1.6±0.2 ^c	1.1±0.3 ^c
Z28	0.9±0.3 ^b	0.1±0.3 ^c	0.1±0.3 ^c	2.8±0.7 ^a	6.2±0.3 ^a	10.1±0.2 ^a	3.9±0.3 ^a	5.4±0.4 ^a	0.0±0.0 ^d	0.0±0.0	3.4±0.5 ^a	2.1±0.1 ^c	1.3±0.1 ^c	5.7±0.4 ^a	2.1±0.2 ^b
Z5	0.9±0.2 ^b	2.0±0.1 ^a	2.0±0.1 ^a	2.0±0.1 ^b	1.5±0.1 ^c	4.6±0.2 ^c	1.0±0.1 ^d	3.0±0.1 ^c	1.0±0.1 ^c	0.0±0.0	2.0±0.1 ^c	3.0±0.0 ^b	1.0±0.1 ^d	1.2±0.4 ^d	1.5±0.0 ^c

* AR= aroma, C5 = coating 5 °C, C28 = Coating 28 °C, Z5 = Zivdar 5 °C, Z28 = Zivdar 28 °C

- ค่าที่รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดค่า 5 ซ้ำการทดลอง โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันของแต่ละวันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)