

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแคนตาลูป

แคนตาลูปที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการวิจัย คือ แคนตาลูปพันธุ์ชั้นเลดี¹ ที่อยู่ในระยะพัฒนาเต็มที่ (รอยแตกขั้วมากกว่า 50% เปลือกมีสีเขียวครีม และมีกลิ่นหอม) น้ำหนักประมาณ 1.5-1.8 กิโลกรัมต่อผล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลประมาณ 15 เซนติเมตร ผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพ แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแคนตาลูป

องค์ประกอบ	ค่าเฉลี่ย ¹ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ปริมาณความชื้น (% wet basis)	91.59 ± 0.22
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (° Brix)	10.33 ± 0.49
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/100g)	3.79 ± 0.12
ค่าความเป็นกรด (% as citric acid)	0.07 ± 0.01
ค่า sugar:acid ratio	130:1 – 144:1
ค่าความแข็ง (hardness, N)	13.93 ± 0.43
ค่าสี	
L*	68.36 ± 1.59
a*	10.79 ± 0.24
b*	28.65 ± 1.27

¹ ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

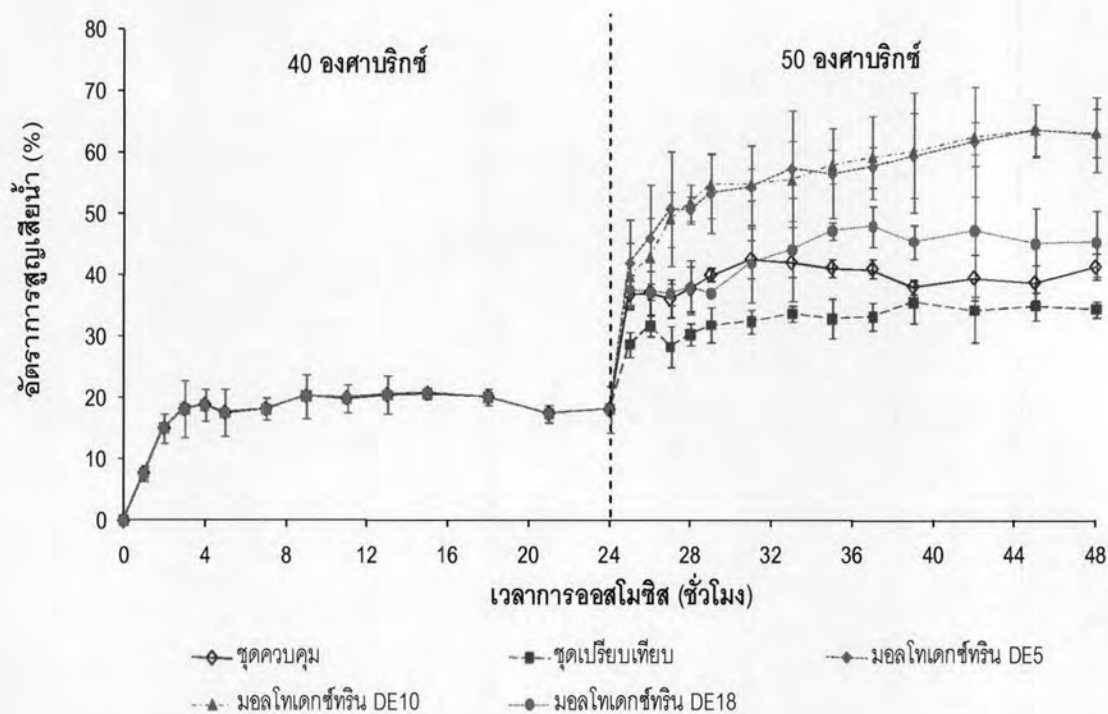
จากผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพ (ตารางที่ 4.1) พบว่าแคนตาลูปมีความชื้นประมาณ 91% ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดประมาณ 10-11°Brix ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ประมาณ 3.5-4.0% Villanueva และคณะ (2004) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของแคนตาลูปในระหว่างการสุก และพบว่าแคนตาลูปที่อยู่ในระยะเริ่มสุกจนถึงระยะสุกเต็มที่จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 9.1-15.5°Brix องค์ประกอบทางเคมีของแคนตาลูปที่ใช้ในการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับคุณภาพของแคนตาลูปสดที่รายงานโดย USDA National Nutrient Database for Standard Reference (2008) ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้สามารถใช้

เป็นตัวบ่งชี้ระดับความสูงและรสของแคนตาลูปได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ค่าความแข็งและค่าสีของเนื้อแคนตาลูปเป็นตัวบ่งบอกถึงลักษณะเนื้อสัมผัสและลักษณะทางกายภาพที่มองเห็นได้ของเนื้อแคนตาลูป (Hernández-Gómez et al., 2005; Nunez-Paleniús et al., 2007) ในงานวิจัยนี้ใช้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด ค่า sugar:acid ratio ค่าความแข็ง และค่าสี เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกวัตถุดิบให้มีความสม่ำเสมอในการทดลองทุกครั้ง

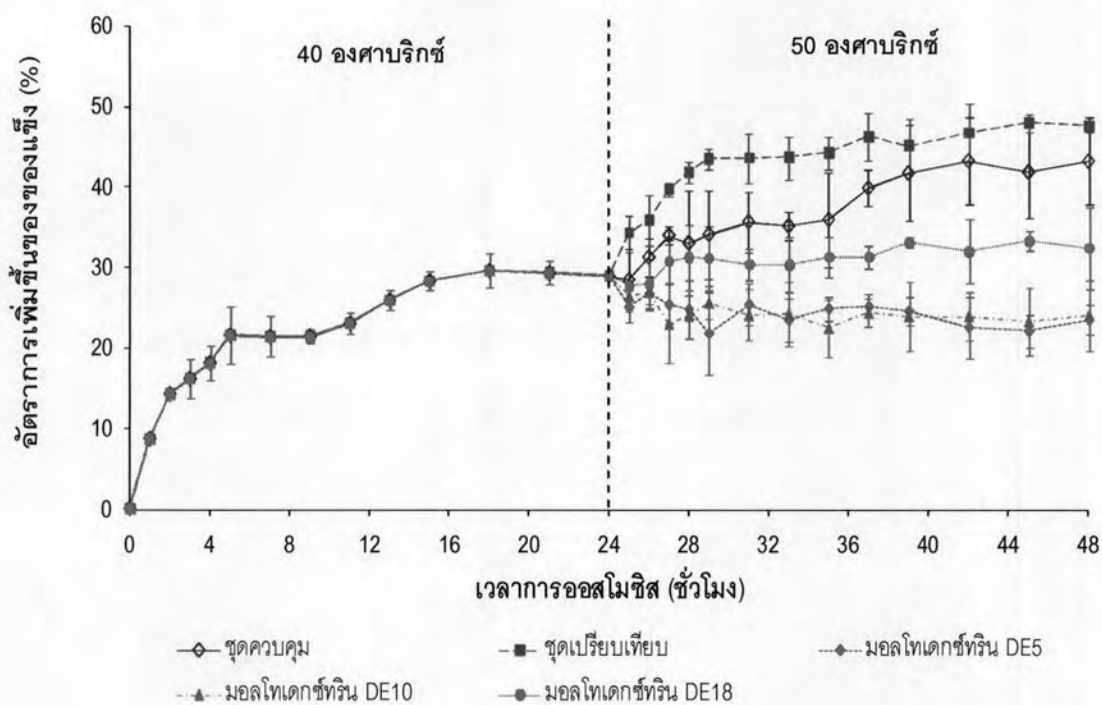
4.2 ผลของการทดแทนซูโครสบางส่วนด้วยมอลโทเดกซ์ทรินชนิดต่าง ๆ ต่อการถ่ายเทมวลสารระหว่างการออสโมซิสแคนตาลูป

ผลการติดตามการถ่ายเทมวลสารตลอดระยะเวลาการออสโมซิส 48 ชั่วโมง ในรูปของอัตราการสูญเสียน้ำ (Water loss; WL) และอัตราการเพิ่มขึ้นของของแข็ง (Solid gain; SG) แสดงดังรูปที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าการแช่แคนตาลูปในสารละลายซูโครสที่ระดับความเข้มข้น 40 องศาบริกซ์ เมื่อเพิ่มเวลาในการออสโมซิสจะทำให้ค่า WL และ SG มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 1-5 ชั่วโมงแรก จากนั้นอัตราการถ่ายเทมวลสารจะเริ่มคงที่จนเข้าสู่สมดุล และเมื่อเปลี่ยนระดับความเข้มข้นของสารละลายซูโครสให้สูงขึ้นเป็น 50 องศาบริกซ์ ส่งผลให้ค่า WL ของทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และค่า SG ของชุดควบคุม (มอลโทเดกซ์ทริน 0%) ชุดเปรียบเทียบ (น้ำตาลอินเวิร์ต 10%) และชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน เนื่องจากเกิดความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างชั้นแคนตาลูปกับสารละลายน้ำตาลภายนอกมากขึ้นจึงทำให้เกิดการถ่ายเทมวลสารเพิ่มขึ้น (Khoyi and Hesari, 2007) ในขณะที่การใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE5 และมอลโทเดกซ์ทริน DE10 ส่งผลให้ค่า SG มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากโมเลกุลของตัวถูกละลายมีขนาดใหญ่จึงมีจำนวนโมเลกุลต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักน้อย ทำให้มีแรงดันออสโมติกต่ำ ส่งผลให้โมเลกุลของตัวถูกละลายแพร่เข้าสู่ชั้นผลไม้น้อย

จากนั้นนำค่า WL และ SG ของทุกชุดการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) พบว่าการใช้สารละลายออสโมติกที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า WL และ SG (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.1 และ ค.2 ตามลำดับ) ซึ่งจะเห็นว่าการใช้มอลโทเดกซ์ทรินจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำในระหว่างการออสโมซิสสูงกว่าชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบ เนื่องจากโมเลกุลของมอลโทเดกซ์ทรินมีความสามารถในการจับน้ำต่ำ (Chronakis, 1998) ดังนั้นน้ำจึงแพร่ออกจากชั้นแคนตาลูปได้ง่าย เมื่อพิจารณาร่วมกับค่า SG พบว่าการใช้มอลโทเดกซ์ทรินจะทำให้ตัวถูกละลายแพร่เข้าสู่ชั้นแคนตาลูปได้น้อยกว่าชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบ เนื่องจากโมเลกุลของมอลโทเดกซ์ทรินมีขนาดใหญ่กว่าซูโครสและน้ำตาลอินเวิร์ต (Tester et al., 2006) โดยการใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE5 มีผลให้ค่า WL สูงที่สุด และค่า SG ต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับค่า WL และค่า SG ของชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



รูปที่ 4.1 อัตราการสูญเสียน้ำของแคนตาลูระหว่างการออสโมซิสในสภาวะละลายออสโมติกชนิดต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาการออสโมซิส 48 ชั่วโมง



รูปที่ 4.2 อัตราการเพิ่มขึ้นของของแข็งของแคนตาลูระหว่างการออสโมซิสในสภาวะละลายออสโมติกชนิดต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาการออสโมซิส 48 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.2 อัตราการสูญเสียน้ำ และอัตราการเพิ่มขึ้นของของแข็งของแคนตาลูปที่ผ่านการ
 ออสโมซิสในสารละลายออสโมติกชนิดต่าง ๆ

ช่วงการออสโมซิส	ชุดการทดลอง	อัตราการสูญเสียน้ำ (%)	อัตราการเพิ่มขึ้น ของของแข็ง (%)
ชั่วโมงที่ 24 ของการออสโมซิส			
ในสารละลายออสโมติก	-	18.08 ^d ± 3.71	28.88 ^{bc} ± 0.14
ที่ความเข้มข้น 40 องศาบริกซ์			
	ชุดควบคุม	41.43 ^{bc} ± 2.15	43.21 ^a ± 5.39
ชั่วโมงที่ 48 ของการออสโมซิส	ชุดเปรียบเทียบ	34.45 ^c ± 1.33	47.44 ^a ± 0.63
ในสารละลายออสโมติก	มอลโทเดกซ์ทริน DE5	62.97 ^a ± 6.05	23.48 ^c ± 1.91
ที่ความเข้มข้น 50 องศาบริกซ์	มอลโทเดกซ์ทริน DE10	60.47 ^a ± 3.92	23.94 ^c ± 4.44
	มอลโทเดกซ์ทริน DE18	45.22 ^b ± 5.36	32.39 ^b ± 5.10

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองจะเห็นว่า การใช้มอลโทเดกซ์ทรินทำให้มีค่า SG ต่ำกว่า และค่า WL สูงกว่าชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบ เนื่องจากโมเลกุลของมอลโทเดกซ์ทรินมีขนาดใหญ่ ตัวถูกละลายจึงแพร่เข้าสู่ชั้นแคนตาลูปได้น้อย ดังนั้นระบบจึงปรับเข้าสู่ภาวะสมดุลโดยการแพร่ออกของน้ำในปริมาณมาก และการใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE ต่ำ จะยิ่งทำให้ค่า SG ต่ำลง เนื่องจากโมเลกุลของมอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE ต่ำ มีขนาดใหญ่กว่าโมเลกุลของมอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE สูง (White et al., 2003; Ninni, Meirelles and Maurer, 2005) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Argaiz และคณะ (1993) ที่ศึกษาผลของขนาดโมเลกุลของตัวถูกละลายของสารละลายออสโมติกต่ออัตราการถ่ายเทมวลสาร โดยพบว่าการแช่ขึ้นมะละกอในสารละลายมอลโทเดกซ์ทริน DE10 มีค่า SG น้อยกว่าการแช่ในสารละลาย corn syrup solid ที่มีค่า DE20, 30 และ 40 เนื่องจากโมเลกุลของมอลโทเดกซ์ทริน DE10 มีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับตัวถูกละลายของชุดการทดลองอื่น

นอกจากนี้ยังให้ผลสอดคล้องกับรายงานของ Dermesonlouoglou, Giannakourou และ Taoukis (2007b) ที่ศึกษาผลของสารละลายออสโมติกที่แตกต่างกันต่ออัตราการถ่ายเทมวลสาร โดยแช่ขึ้นมะเขือเทศในสารละลายกลูโคส สารละลายมอลโทเดกซ์ทริน สารละลายโพลิฟรุกโตส และสารละลายโพลิฟรุกโตสร่วมกับทรีฮาโลส ซึ่งพบว่าการใช้มอลโทเดกซ์ทรินส่งผลให้มีอัตราการเพิ่มขึ้นของของแข็งน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น

4.3 ผลของการทดแทนซูโครสบางส่วนด้วยมอลโทเดกซ์ทรินชนิดต่าง ๆ ต่อ จลนพลศาสตร์การอบแห้งแคนตาลูป

นำข้อมูลการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มาสร้างกราฟการอบแห้งซึ่งเป็นกราฟที่ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับเวลาในการอบแห้ง (รูปที่ 4.1) ซึ่งปริมาณ ความชื้นเริ่มต้นของแต่ละชุดการทดลองมีค่าไม่เท่ากัน ทำให้ไม่สามารถนำแต่ละชุดการทดลองมา เปรียบเทียบกันได้ จึงคำนวณค่าเป็นอัตราส่วนความชื้น (Moisture ratio; MR) ดังสมการ (4.1) และสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง MR กับเวลาในการอบแห้ง (รูปที่ 4.3) ซึ่งพบว่าเมื่อระยะเวลาใน การอบแห้งเพิ่มขึ้น อัตราส่วนความชื้นของผลิตภัณฑ์จะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการ อบแห้ง จากนั้นอัตราการลดลงของอัตราส่วนความชื้นจะเริ่มคงที่

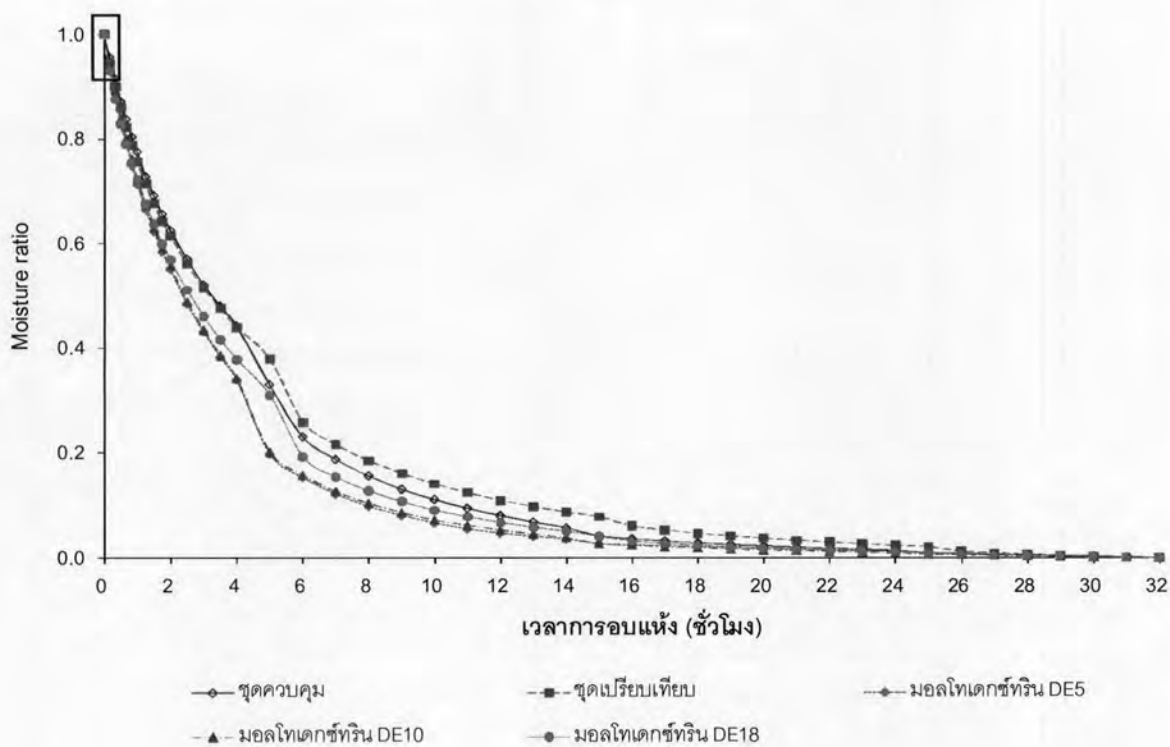
$$MR = \frac{(M_t - M_e)}{(M_0 - M_e)} \dots\dots\dots(4.1)$$

เมื่อ MR = อัตราส่วนความชื้น

M_t = ปริมาณความชื้นที่เวลาใดๆ (โดยน้ำหนักแห้ง)

M_0 = ปริมาณความชื้นที่เริ่มต้น (โดยน้ำหนักแห้ง)

M_e = ปริมาณความชื้นที่สมดุล (โดยน้ำหนักแห้ง)



รูปที่ 4.3 กราฟอัตราส่วนความชื้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิม อบแห้งที่ผ่านการอบแห้งในสารละลายออสโมติกชนิดต่าง ๆ

คำนวณหาค่าคงที่การอบแห้งของการทดลอง จากความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln MR$ กับเวลาในการอบแห้ง จากตารางที่ 4.3 พบว่าผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการอบสโมคซิลในมอลโทเดกซ์ทรีน DE5 มีค่าคงที่การอบแห้งมากที่สุด รองลงมาคือชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE10 ชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 ชุดควบคุม และชุดเปรียบเทียบ ตามลำดับ และคำนวณหาค่าอัตราการอบแห้งในรูปอนุพันธ์ของอัตราส่วนความชื้นเทียบกับเวลาในการอบแห้ง ดังสมการ (4.2) จากนั้นสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการอบแห้งกับความชื้นของแคนตาลูปในระหว่างการอบแห้ง (รูปที่ 4.4) ซึ่งจะเห็นว่าอัตราการอบแห้งให้ผลเช่นเดียวกับค่าคงที่การอบแห้ง โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรีน DE5 มีอัตราการอบแห้งเร็วที่สุด รองลงมาคือชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE10 ชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 ชุดควบคุม และชุดเปรียบเทียบ ตามลำดับ จากผลการทดลองอาจสรุปได้ว่ามอลโทเดกซ์ทรีนที่มีค่า DE ต่ำ มีความสามารถในการสร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้น้อยกว่ามอลโทเดกซ์ทรีนที่มีค่า DE สูง, น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลอินเวิร์ต (Chronakis, 1998; Marchal et al., 1999) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรีน DE5 มีการระเหยน้ำในระหว่างการอบแห้งได้ง่าย ดังนั้นอัตราการอบแห้งจึงสูงเมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น และจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำแห้งผลไม้โดยการแช่อิ่มอบแห้ง พบว่าอัตราการอบแห้งยังขึ้นกับชนิด ขนาด และรูปร่างของวัตถุดิบ, ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายออสโมติก และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งผลไม้ เป็นต้น (Togrul and Pehlivan, 2003; Mandala, Anagnostaras and Oikonomou, 2005; Garcia et al., 2007; Rodrigues and Fernandes, 2007)

ตารางที่ 4.3 ค่าคงที่การอบแห้งของการทดลองที่อุณหภูมิการอบ 60 องศาเซลเซียส ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการอบสโมคซิลในสารละลายออสโมติกชนิดต่าง ๆ

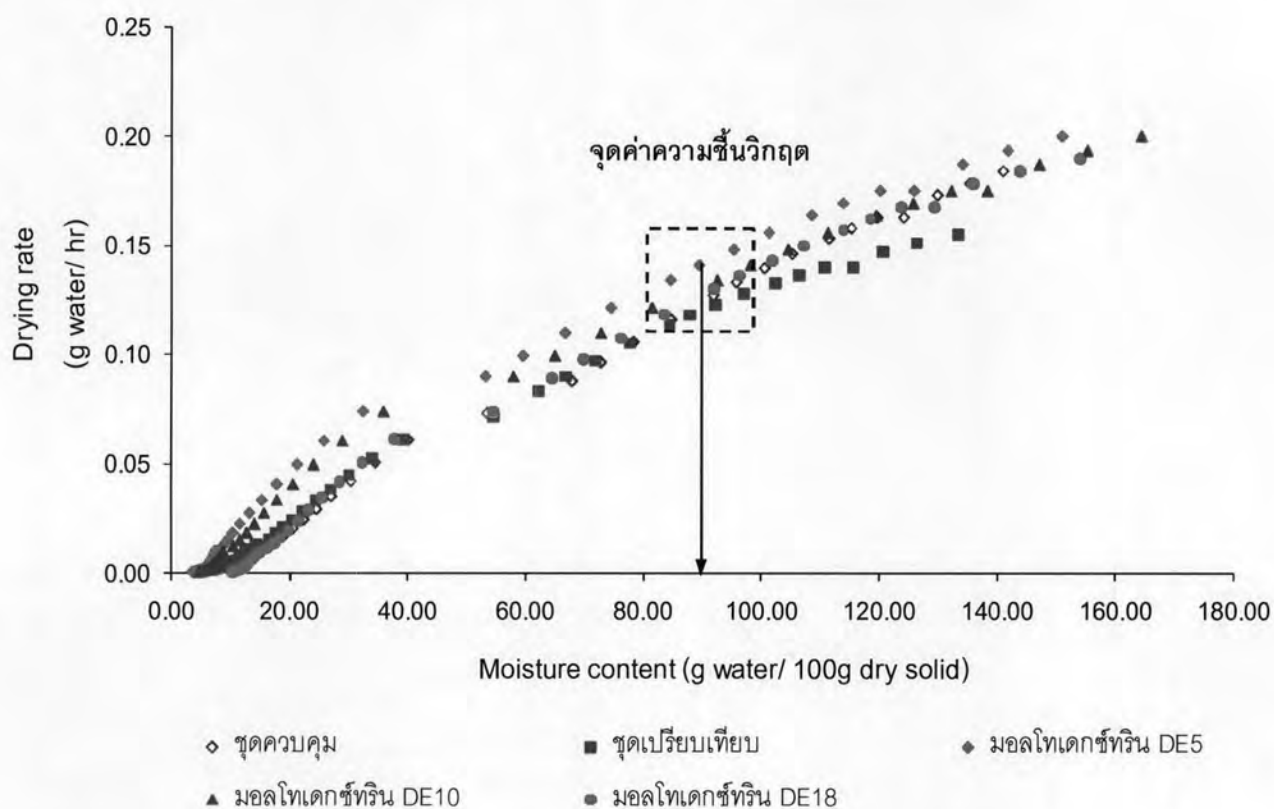
ชุดการทดลอง	ค่าคงที่การอบแห้ง (h^{-1})	R^2
ชุดควบคุม	0.1845	0.9888
ชุดเปรียบเทียบ	0.1558	0.9888
มอลโทเดกซ์ทรีน DE5	0.2003	0.9644
มอลโทเดกซ์ทรีน DE10	0.2002	0.9782
มอลโทเดกซ์ทรีน DE18	0.1897	0.9869

$$\begin{aligned}
 \text{Drying rate} &= -d(\text{MR})/dt \\
 &= -d[\exp(-kt)]/dt \\
 &= k \cdot \exp(-kt) \dots\dots\dots(4.2)
 \end{aligned}$$

เมื่อ MR = อัตราส่วนความชื้น

t = เวลาในการอบแห้ง (ชั่วโมง)

k = ค่าคงที่ของการอบแห้ง (1/ชั่วโมง)



รูปที่ 4.4 กราฟอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้งที่ผ่านการออสโมซิสในสารละลายออสโมติกชนิดต่าง ๆ

จากนั้นคัดเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายจลนพลศาสตร์การอบแห้งของแคนตาลูป โดยนำข้อมูลการอบแห้งที่ได้จากการทดลองมาแทนค่าในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบ Page's ซึ่งมีรูปแบบสมการ $MR = \exp(-kt^n)$ และ Henderson and Pabis ซึ่งมีรูปแบบสมการ $MR = a \exp(-kt)$ เนื่องจากลักษณะกราฟการอบแห้งที่ได้จากการทดลองเป็นแบบ Exponential อีกทั้งแบบจำลองดังกล่าวมีรูปแบบสมการเป็นแบบ Exponential พจน์เดียวและเป็นสมการอย่างง่ายที่นิยมใช้ในการอธิบายพฤติกรรมของการอบแห้งผลไม้ (Nguyen and Price,

2007; Dissa et al., 2008) คำนวณหาค่า Least Square โดยใช้ฟังก์ชัน Solver ในโปรแกรม Microsoft® Office Excel 2003 และคัดเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับผลการทดลองเพื่อใช้ในการทำนายลักษณะการอบแห้งของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้ง เกณฑ์ในการคัดเลือกแบบจำลองจะพิจารณาจากค่า correlation coefficient (r), ค่า Mean Residual Least Square (MRS) และค่า Root Mean Square Error (RMSE) โดยแบบจำลองที่เหมาะสมจะต้องให้ค่า r สูง, ค่า MRS และค่า RMSE ต่ำ (Doymaz, 2004; Mandala et al., 2005; Dissa et al., 2008) ซึ่งสามารถคำนวณค่า MRS และค่า RMSE ได้จากสมการ (4.3) และ (4.4) ตามลำดับ

$$MRS = 1/(N-1) \sum_{i=1}^N (MR_{exp,i} - MR_{pre,i})^2 \dots\dots\dots(4.3)$$

$$RMSE = [1/N \sum_{i=1}^N (MR_{exp,i} - MR_{pre,i})^2]^{1/2} \dots\dots\dots(4.4)$$

เมื่อ MRS = Mean Residual Least Square

RMSE = Root Mean Square Error

MR_{exp,i} = MR ที่ได้จากการทดลองของข้อมูลชุดที่ i

MR_{pre,i} = MR ที่ได้จากแบบจำลองของข้อมูลชุดที่ i

N = จำนวนข้อมูลการทดลอง

เมื่อพิจารณาค่า r, ค่า MRS และค่า RMSE ที่ได้จากการทดลอง (ตารางที่ 4.4) พบว่าแบบจำลอง Page's มีค่า r สูง และมีค่า MRS, RMSE ต่ำ เมื่อเทียบกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง Henderson and Pabis แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง Page's สามารถอธิบายพฤติกรรมการอบแห้งของแต่ละชุดการทดลองได้ดีและมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ทั้งห้าชุดการทดลองมากกว่าแบบจำลอง Henderson and Pabis

ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dissa และคณะ (2008) ที่ศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งขึ้นมะม่วง พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้ง อัตราการอบแห้งจะมีค่าเพิ่มขึ้น และการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบ Page's สามารถทำนายลักษณะการอบแห้งได้ดีกว่าแบบจำลอง Henderson and Pabis ทั้งนี้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการอบแห้งผลไม้อาจมีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิด ขนาด และรูปร่างของวัตถุดิบ, ภาวะในการอบแห้ง และภาวะในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ เป็นต้น (Akpınar, Bicer

and Yildiz, 2003; Doymaz, 2004; Mandala et al., 2005; Singh and Gupta, 2007; Doymaz, 2008)

ตารางที่ 4.4 ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้งที่ผ่าน
การอบสโมคซิสในสารละลายอบสโมคซิคนิตต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	แบบจำลอง	ค่า สัมประสิทธิ์	MRS	RMSE	r
ชุดควบคุม	Page's	k = 0.2423 n = 0.9518	1.63×10^{-4}	1.26×10^{-2}	0.9993
	Henderson and Pabis	k = 0.2829 a = 0.9798	2.39×10^{-3}	4.83×10^{-2}	0.9963
ชุดเปรียบเทียบ	Page's	k = 0.2685 n = 0.8541	1.54×10^{-4}	1.23×10^{-2}	0.9993
	Henderson and Pabis	k = 0.2829 a = 0.9798	3.40×10^{-3}	5.76×10^{-2}	0.9942
มอลโทเดกซ์ทรีน DE5	Page's	k = 0.3210 n = 0.9301	1.93×10^{-4}	1.37×10^{-2}	0.9992
	Henderson and Pabis	k = 0.2863 a = 0.9754	2.27×10^{-4}	1.49×10^{-2}	0.9991
มอลโทเดกซ์ทรีน DE10	Page's	k = 0.3128 n = 0.9376	1.69×10^{-4}	1.28×10^{-2}	0.9993
	Henderson and Pabis	k = 0.2829 a = 0.9798	2.04×10^{-4}	1.41×10^{-2}	0.9992
มอลโทเดกซ์ทรีน DE18	Page's	k = 0.3124 n = 0.8731	1.55×10^{-4}	1.23×10^{-2}	0.9993
	Henderson and Pabis	k = 0.2829 a = 0.9798	6.21×10^{-4}	2.41×10^{-2}	0.9984

4.4 ผลของการทดแทนซูโครสบางส่วนด้วยมอลโทเดกซ์ทรินชนิดต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งในระหว่างการอบแห้ง

คัดเลือกข้อมูลให้ครอบคลุมตลอดช่วงของกราฟการอบแห้งที่ได้จากข้อ 4.3 (รูปที่ 4.4) เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านปริมาณความชื้น ค่า a_w และค่าสี ของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการอบแห้ง

จากกราฟอัตราการอบแห้งที่ได้จากข้อ 4.3 (รูปที่ 4.4) ที่ให้เห็นว่าจุดความชื้นวิกฤตของทั้งห้าชุดการทดลอง มีความชื้นประมาณ 90 กรัม/น้ำต่อ 100 กรัมของแข็ง ซึ่งเป็นจุดที่เส้นกราฟเปลี่ยนความชันอย่างรวดเร็ว จึงให้จุดนี้เป็นเกณฑ์ในการเลือกข้อมูลเพื่อสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ โดยสุ่มตัวอย่างที่จุดความชื้นเริ่มต้น จุดที่อยู่ก่อนค่าความชื้นวิกฤต จุดค่าความชื้นวิกฤต จุดที่อยู่หลังค่าความชื้นวิกฤต และจุดความชื้นสุดท้ายที่ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นต่ำกว่า 21.95% (โดยน้ำหนักแห้ง) ซึ่งในแต่ละชุดการทดลองจะสุ่มตัวอย่างที่เวลาในการอบแห้งแตกต่างกัน จำนวน 8 จุด ดังนี้ ชุดควบคุม สุ่มตัวอย่างที่เวลา 0, 1, 2, 6, 9, 14, 19 และ 24 ชั่วโมง ชุดเปรียบเทียบ สุ่มตัวอย่างที่เวลา 0, 1, 2, 4, 7, 12, 14 และ 16 ชั่วโมง ชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE5 สุ่มตัวอย่างที่เวลา 0, 1, 2, 5, 7, 12, 17 และ 20 ชั่วโมง ชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE10 สุ่มตัวอย่างที่เวลา 0, 1, 2, 5, 9, 14, 18 และ 24 ชั่วโมง และชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 สุ่มตัวอย่างที่เวลา 0, 1, 2, 6, 11, 14, 19 และ 24 ชั่วโมง ได้ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการอบแห้งในด้านต่าง ๆ ดังนี้

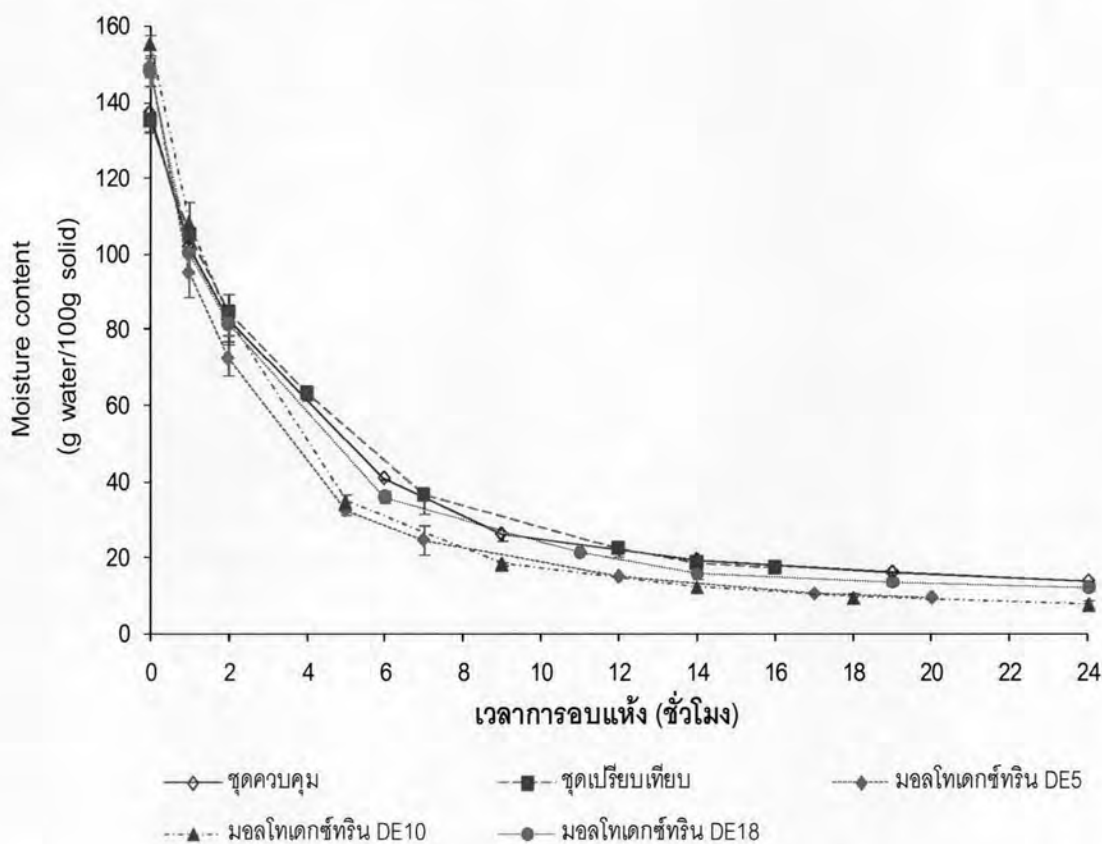
4.4.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งในระหว่างการอบแห้ง

การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการอบแห้ง (รูปที่ 4.5) พบว่าเมื่อระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ทั้งห้าชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการอบแห้ง เนื่องจากน้ำที่อยู่ในชั้นอาหารจะเคลื่อนที่ขึ้นมาทดแทนที่ผิวหน้าของอาหารอย่างสม่ำเสมอ จึงทำให้น้ำระเหยออกไปอย่างรวดเร็วหรือมีปริมาณความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วด้วยอัตราคงที่ จากนั้นอัตราการลดลงของปริมาณความชื้นจะเริ่มช้าลง เนื่องจากน้ำในชั้นอาหารเคลื่อนที่ขึ้นมาที่ผิวหน้าได้ช้า ทำให้การระเหยน้ำเป็นไปได้ยากขึ้น (Mujumdar, 1997)

เมื่อพิจารณาแนวโน้มการลดลงของความชื้นในแต่ละชุดการทดลอง (รูปที่ 4.5) จะเห็นว่าในช่วงสองชั่วโมงแรกของการอบแห้ง ผลิตภัณฑ์ทั้งห้าชุดการทดลองมีการลดลงของปริมาณความชื้นใกล้เคียงกัน หลังจากนั้นจะเริ่มเห็นความแตกต่างของปริมาณความชื้นที่ลดลงในแต่ละชุดการทดลองได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมมอลโทเดกซ์ทรินจะมีแนวโน้มการลดลงของความชื้นมากกว่าชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบ เนื่องจากมอลโทเดกซ์ทรินมีความสามารถในการจับน้ำ

(hygroscopic) ต่ำกว่าน้ำตาลซูโครสและน้ำตาลอินเวิร์ต (Chronakis, 1998; Marchal et al., 1999) จึงมีการระเหยน้ำได้ง่ายในระหว่างการอบแห้ง

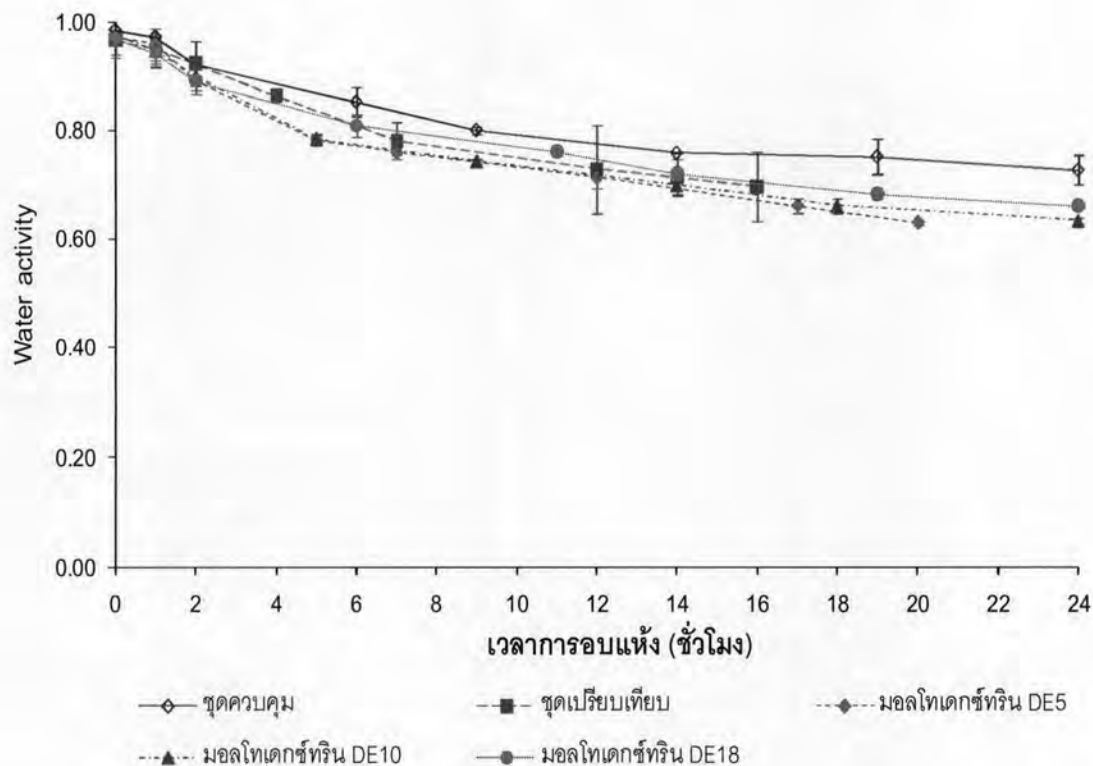
จากตารางที่ 4.5 จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชุดการทดลองที่มีปริมาณความชื้นสุดท้ายเท่ากัน คือประมาณ 18% (wet basis) หรือประมาณ 21.95% (dry basis) ผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้มอลโทเดกซ์ทรินจะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่าชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบ เนื่องจากมอลโทเดกซ์ทรินมีความสามารถในการจับน้ำ (hygroscopic) ต่ำกว่าน้ำตาลซูโครสและน้ำตาลอินเวิร์ต (Chronakis, 1998; Marchal et al., 1999) จึงมีการระเหยน้ำได้ง่ายในระหว่างการอบแห้ง และเมื่อพิจารณาค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ พบว่าที่ปริมาณความชื้นสุดท้ายเท่ากัน ผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบจะมีค่า a_w ต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น เนื่องจากน้ำตาลอินเวิร์ตมีสมบัติในการจับน้ำสูง จึงช่วยลดค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ได้ดี โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรินจะมีค่า a_w มากกว่าชุดเปรียบเทียบ แต่น้อยกว่าชุดควบคุม



รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งในระหว่างการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

4.4.2 การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้งในระหว่างการอบแห้ง

จากรูปที่ 4.6 พบว่าเมื่อระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของค่า a_w โดยเมื่อพิจารณาตลอดระยะเวลาการอบแห้ง ชุดการทดลองที่มีการเติมมอลโทเดกซ์ทรีนมีแนวโน้มการลดลงของค่า a_w มากกว่าชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบ เนื่องจากในช่วงการออกซิเดชันโมเลกุลของมอลโทเดกซ์ทรีนแพร่เข้าสู่ชิ้นผลไม้ได้น้อย (ตารางที่ 4.2) ประกอบกับมอลโทเดกซ์ทรีนมีสมบัติในการจับน้ำต่ำ (Chronakis, 1998) ทำให้เกิดการระเหยน้ำในระหว่างการอบแห้งได้ง่าย ผลิตภัณฑ์จึงมีปริมาณน้ำอิสระเหลืออยู่น้อย ค่า a_w จึงมีแนวโน้มต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น ส่วนชุดเปรียบเทียบจะช่วยลดค่า a_w ได้มากกว่าชุดควบคุม เนื่องจากน้ำตาลอินเวิร์ตมีอัตราส่วนของจำนวนหมู่ไฮดรอกซิลต่อจำนวนคาร์บอน (OH : C) ต่อหนึ่งโมเลกุลมากกว่าซูโครส โดยน้ำตาลอินเวิร์ตประกอบด้วยกลูโคสและฟรุกโตส มีอัตราส่วน OH : C เท่ากับ 0.83 : 1 และน้ำตาลซูโครส มีอัตราส่วน OH : C เท่ากับ 0.67 : 1 ทำให้น้ำตาลอินเวิร์ตสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำได้มากกว่าซูโครส (Pennington and Baker, 1990; Kretchmer and Hollenbeck, 1991) ดังนั้นการใช้น้ำตาลอินเวิร์ตจึงช่วยลดค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ลงได้ (Camargo et al., 2004)

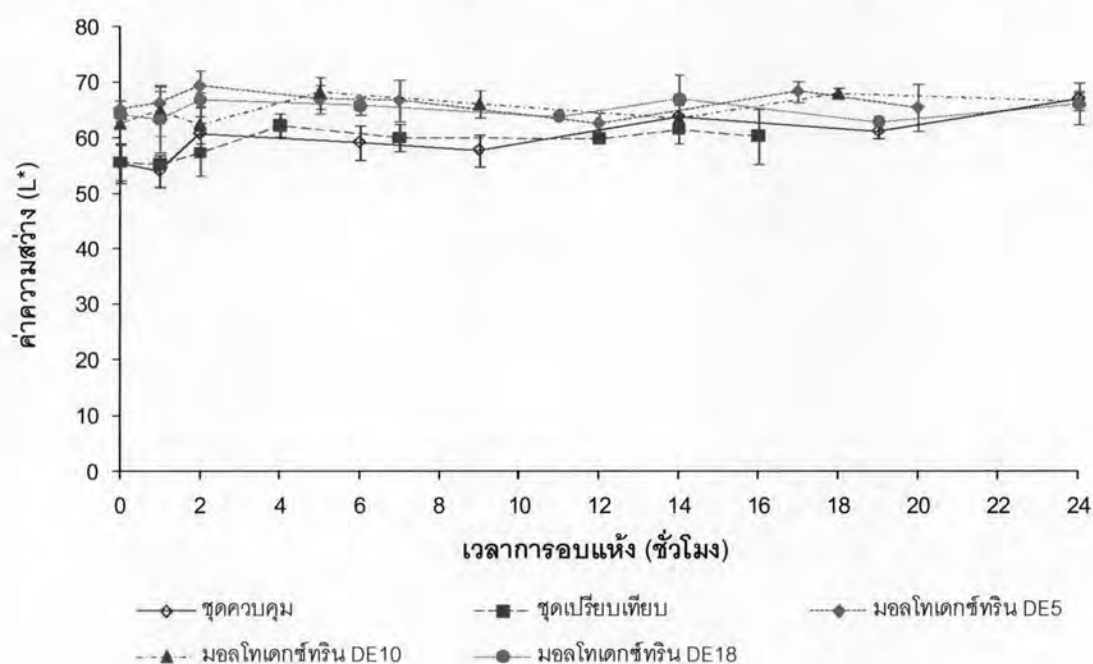


รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้งในระหว่างการอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

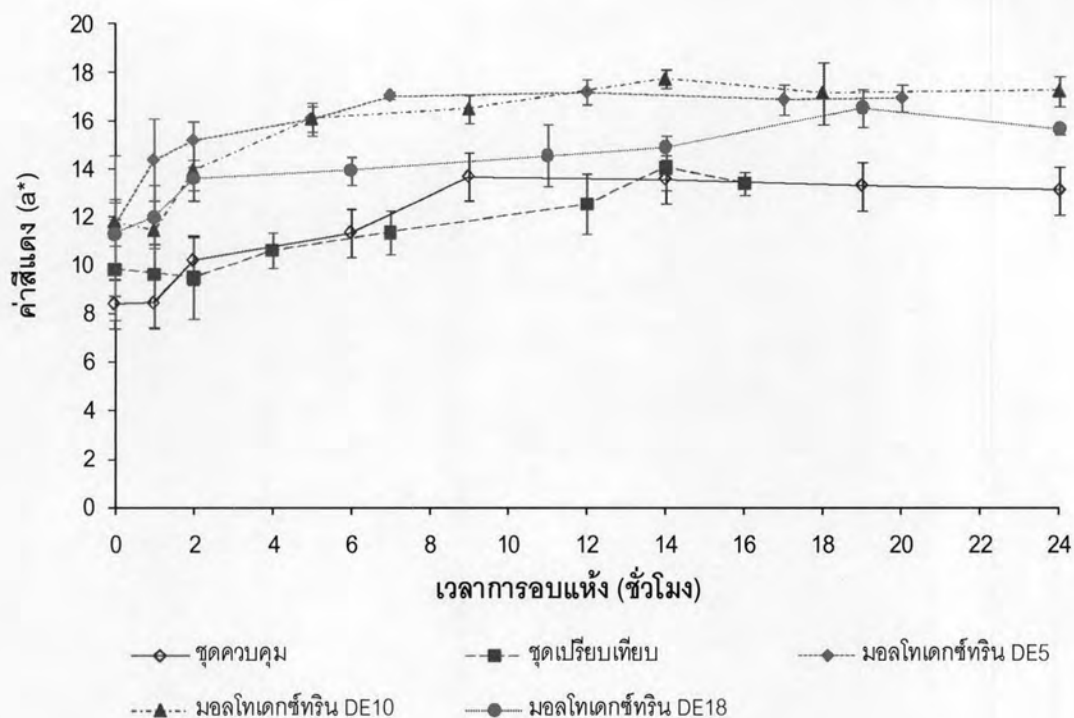
ตารางที่ 4.5 เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง และค่า a_w ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้ง ที่ปริมาณความชื้น 18% (wet basis)

ชุดการทดลอง	เวลาการอบแห้ง (ชั่วโมง)	ปริมาณความชื้น (% wet basis)	ปริมาณความชื้น (% dry basis)	ค่า a_w
ชุดควบคุม	13	17.06 ± 2.12	20.57 ± 2.24	0.78 ± 0.02
ชุดเปรียบเทียบ	13	16.94 ± 1.49	20.40 ± 1.33	0.68 ± 0.01
มอลโทเดกซ์ทรีน DE5	8	17.57 ± 2.01	21.32 ± 2.09	0.74 ± 0.03
มอลโทเดกซ์ทรีน DE10	8	17.14 ± 1.11	20.63 ± 1.17	0.74 ± 0.01
มอลโทเดกซ์ทรีน DE18	11	17.55 ± 0.34	21.28 ± 0.11	0.76 ± 0.01

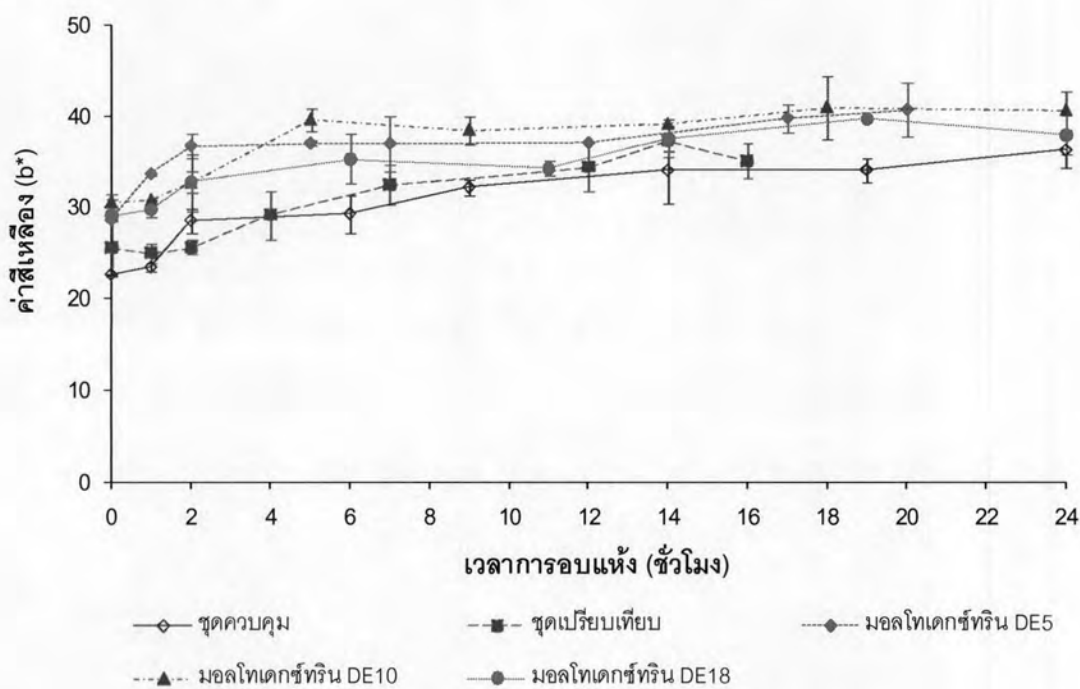
4.4.3 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งในระหว่างการอบแห้ง จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการอบแห้ง พบว่าเมื่อระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่า L^* , a^* , b^* (รูปที่ 4.7, 4.8 และ 4.9 ตามลำดับ) ของผลิตภัณฑ์ทั้งห้าชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงสองชั่วโมงแรกของการอบแห้ง จากนั้นค่าสีจะเริ่มคงที่ จากผลการทดลองที่ได้ชี้ให้เห็นว่าการอบแห้งหรือการกำจัดน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ในระหว่างการอบแห้ง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรีนจะมีการเพิ่มขึ้นของค่า L^* , a^* , b^* มากกว่าชุดควบคุม และชุดเปรียบเทียบ



รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงค่า L^* ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งในระหว่างการอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงค่า a^* ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้งในระหว่างการอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงค่า b^* ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้งในระหว่างการอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

4.5 ผลของการทดแทนขุโครสบางส่วนด้วยมอลโทเดกซ์ทรินชนิดต่าง ๆ ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้ง

4.5.1 ผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้ง

ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง ความเหนียว และค่างานที่ใช้ในการตัด ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้ง แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการออสโมซิสในสารละลายออสโมติกชนิดต่าง ๆ

ลักษณะเนื้อสัมผัส ด้านต่าง ๆ	ค่าเนื้อสัมผัสด้านต่าง ๆ				
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทริน		
			DE5	DE10	DE18
ค่าความแข็ง (N)	8.91 ^{BC} ± 0.10	8.76 ^C ± 0.12	9.32 ^A ± 0.09	9.20 ^A ± 0.04	8.99 ^B ± 0.09
ค่าความเหนียว (N.mm)	8.55 ^C ± 0.11	8.72 ^{BC} ± 0.09	9.07 ^A ± 0.09	9.03 ^A ± 0.12	8.86 ^{AB} ± 0.16
ค่างานที่ใช้ในการตัด (N.mm)	40.43 ^{AB} ± 1.63	38.84 ^B ± 1.42	41.83 ^A ± 0.49	41.78 ^A ± 0.35	40.60 ^{AB} ± 1.12

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B, C ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นว่าการใช้สารละลายออสโมติกที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าเนื้อสัมผัสด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.3) โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE5 และมอลโทเดกซ์ทริน DE10 มีค่าความแข็งสูงกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อพิจารณาค่าความเหนียว พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE5 มีค่าความเหนียวสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับค่าความเหนียวของชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE10 และชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE5 มีค่างานที่ใช้ในการตัดสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับค่างานในการตัดของชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE10 ชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 และชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยจะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรินจะมีค่าความแข็ง ค่าความเหนียว และค่างานที่ใช้ในการตัด สูงกว่าชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบ เนื่องจากมอลโทเดกซ์ทรินมีสมบัติในการจับน้ำได้น้อยกว่าขุโครสและน้ำตาลอินเวิร์ต จึงเกิดการสูญเสียน้ำในระหว่างการออสโมซิสและ

การอบแห้งในปริมาณมาก (ตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.5 ตามลำดับ) ผลิตรภัณฑ์สุดท้ายหลังการอบแห้งจึงมีปริมาณความชื้นเหลืออยู่น้อย ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรีนมีค่าความแข็ง ค่าความเหนียว และค่างานที่ใช้ในการตัดสูงกว่าชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบ โดยมอลโทเดกซ์ทรีนที่มีค่า DE ต่ำ จะยังมีความสามารถในการจับน้ำได้น้อยลง ผลิตรภัณฑ์สุดท้ายของชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE5 จึงมีค่าความแข็ง ค่าความเหนียว และค่างานที่ใช้ในการตัดสูงกว่าชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE10 และชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18

4.5.2 ผลต่อปริมาณน้ำตาลของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้ง

ปริมาณน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้ง แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ปริมาณน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการออกซิเดชันในสารละลายออกซิเดชันชนิดต่าง ๆ

น้ำตาลชนิดต่าง ๆ	ปริมาณน้ำตาลชนิดต่าง ๆ (% wet basis)				
	ชุดควบคุม (pH* = 7.12)	ชุดเปรียบเทียบ (pH* = 2.44)	มอลโทเดกซ์ทรีน DE5 (pH* = 6.25)	มอลโทเดกซ์ทรีน DE10 (pH* = 6.62)	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18 (pH* = 6.43)
น้ำตาลรีดิวิซ์	13.36 ^F ± 0.14	20.17 ^A ± 0.32	13.90 ^D ± 0.03	14.96 ^C ± 0.42	15.73 ^B ± 0.07
น้ำตาลอินเวิร์ต*	31.20 ^A ± 0.07	31.18 ^A ± 1.01	28.58 ^C ± 0.17	29.67 ^B ± 0.13	30.38 ^{AB} ± 0.19
น้ำตาลซูโครส	16.95 ^A ± 0.13	10.46 ^C ± 0.98	13.94 ^B ± 0.15	13.98 ^B ± 0.42	13.91 ^B ± 0.13
น้ำตาลทั้งหมด	30.31 ^{AB} ± 0.07	30.63 ^A ± 0.96	27.84 ^D ± 0.16	28.93 ^C ± 0.13	29.65 ^{BC} ± 0.19

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B, C... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

น้ำตาลอินเวิร์ต* แทนปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์ที่มีในผลิตภัณฑ์หลังผ่านการอินเวิร์ชันซูโครสให้เป็นกลูโคสและฟรุกโตส

pH* หมายถึง ค่า pH เริ่มต้นของสารละลายออกซิเดชันที่ใช้ในการออกซิเดชันแคนตาลูป

จากตารางที่ 4.7 พบว่าการใช้สารละลายออกซิเดชันที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.4) โดยจะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบมีปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์มากที่สุด ($p \leq 0.05$) เนื่องจากสารละลายที่ใช้ในการออกซิเดชันมีการทดแทนซูโครสด้วยน้ำตาลอินเวิร์ตปริมาณ 10% (v/v) ของสารละลายออกซิเดชันทั้งหมด ดังนั้นจึงวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์ได้มากกว่าชุดการทดลองอื่น ส่วนชุดควบคุมมีปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์น้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) เนื่องจากสารละลายที่ใช้ในการออกซิเดชันประกอบด้วยซูโครส

เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นน้ำตาลที่ไม่มีหมู่รีดิวซ์ และเมื่อพิจารณาผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้มอลโท-เดกซ์ทริน จะเห็นว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าชุดควบคุม แต่น้อยกว่าชุดเปรียบเทียบ เนื่องจากมอลโทเดกซ์ทรินเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยโมเลกุลสตาร์ช จึงทำให้เกิดหมู่รีดิวซ์ขึ้น ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าชุดโครส แต่น้อยกว่าน้ำตาลอินเวิร์ต โดยผลิตภัณฑ์ชุดมอลโท-เดกซ์ทริน DE18 จะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุด รองลงมาคือชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE10 และชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE5 ตามลำดับ เนื่องจากระดับการย่อยของโมเลกุลสตาร์ชบ่งบอกโดยใช้ค่า DE ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีอยู่ในตัวอย่าง ดังนั้นมอลโท-เดกซ์ทรินที่มีค่า DE สูง แสดงว่ามีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงขึ้นด้วย (Chronakis, 1998; Sadeghi et al., 2008)

จากนั้นวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของผลิตภัณฑ์หลังผ่านการอินเวิร์ชัน โดยนำผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งมาย่อยด้วยกรดไฮโดรคลอริกเพื่อทำอินเวิร์ชันให้ซูโครสซึ่งเป็นน้ำตาลที่ไม่มีหมู่รีดิวซ์เกิดการแตกตัวเป็นกลูโคสและฟรุกโตส และคำนวณค่าเป็นปริมาณน้ำตาลซูโครส (รายละเอียดการคำนวณแสดงดังภาคผนวก ก.8) โดยพบว่าชุดควบคุมมีปริมาณน้ำตาลซูโครสมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากสารละลายที่ใช้ในการออกโมซิฟไม่มีการทดแทนซูโครสด้วยน้ำตาลชนิดอื่น และเมื่อพิจารณาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด พบว่าชุดเปรียบเทียบมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากน้ำตาลอินเวิร์ตและซูโครสมีโมเลกุลขนาดเล็กจึงแพร่เข้าสู่ชิ้นผลไม้ได้มากกว่าชุดการทดลองอื่น ส่วนในกรณีของการใช้มอลโทเดกซ์ทริน จะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดน้อยกว่าชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบ เนื่องจากซูโครสถูกทดแทนด้วยมอลโทเดกซ์ทรินปริมาณ 10% (w/v) ของสารละลายออกโมติกทั้งหมด ประกอบกับมอลโทเดกซ์ทรินมีโมเลกุลขนาดใหญ่ จึงแพร่เข้าสู่ชิ้นผลไม้ได้น้อย ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับอัตราการเพิ่มขึ้นของของแข็ง (ตารางที่ 4.2)

4.5.3 ผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้ง

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สุดท้าย ด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (ภาคผนวก ข.1) โดยประเมินลักษณะทางด้านสี ความคงรูปหรือการหดตัว ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง ความเหนียว ความชุ่มน้ำ รสหวาน และรสแปลกปลอมของผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 4.8 และผลการทดสอบการยอมรับ โดยใช้สเกลวัดระดับความชอบ 9 ระดับ (ภาคผนวก ข.2) ประเมินลักษณะทางด้านสี ความคงรูปหรือการหดตัว ลักษณะเนื้อสัมผัส ความชุ่มน้ำ รสหวาน และการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.8 คะแนนการทดสอบเชิงพรรณนาในการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการออกซิไดส์ในสารละลายออกซิไดซ์ชนิดต่าง ๆ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนการทดสอบเชิงพรรณนาด้านต่าง ๆ				
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทรีน DE5	มอลโทเดกซ์ทรีน DE10	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
สี	5.86 ^C ± 0.92	5.67 ^C ± 0.74	7.81 ^A ± 0.80	7.77 ^A ± 0.66	6.66 ^B ± 0.84
ความคงรูป	6.77 ^B ± 0.81	7.44 ^A ± 0.79	3.68 ^D ± 0.75	3.87 ^D ± 0.76	6.40 ^C ± 0.78
ความแข็ง	4.20 ^C ± 0.67	4.13 ^C ± 0.58	7.67 ^A ± 0.73	7.54 ^A ± 0.57	5.82 ^B ± 0.67
ความเหนียว	4.50 ^C ± 0.75	4.42 ^C ± 0.82	7.56 ^A ± 0.63	7.47 ^A ± 0.60	5.85 ^B ± 0.81
ความชุ่มน้ำ	7.56 ^A ± 0.60	7.91 ^A ± 0.62	3.80 ^D ± 0.80	4.26 ^C ± 0.75	6.19 ^B ± 0.83
รสหวาน	8.26 ^A ± 0.94	7.10 ^B ± 0.75	5.28 ^C ± 0.94	5.38 ^C ± 0.79	6.98 ^B ± 0.74
รสแปลกปลอม ^{ns}	1.14 ± 0.31	1.10 ± 0.16	1.07 ± 0.13	1.11 ± 0.19	1.06 ± 0.18

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B, C... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.9 คะแนนการยอมรับในการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการออกซิไดส์ในสารละลายออกซิไดซ์ชนิดต่าง ๆ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนการยอมรับด้านต่าง ๆ				
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทรีน DE5	มอลโทเดกซ์ทรีน DE10	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
สี ^{ns}	6.44 ± 1.30	6.40 ± 1.39	5.98 ± 1.45	6.24 ± 0.96	6.60 ± 1.39
ความคงรูป	6.24 ^B ± 1.06	7.00 ^A ± 1.12	4.22 ^C ± 1.34	4.50 ^C ± 1.27	6.08 ^B ± 1.29
ลักษณะเนื้อสัมผัส	5.76 ^B ± 1.38	6.20 ^A ± 1.47	5.48 ^B ± 1.54	5.42 ^B ± 1.47	6.30 ^A ± 1.25
รสหวาน	5.46 ^C ± 1.47	6.06 ^{AB} ± 1.91	5.92 ^B ± 1.14	6.24 ^{AB} ± 1.25	6.44 ^A ± 1.30
การยอมรับโดยรวม	5.88 ^B ± 1.27	6.46 ^A ± 1.45	5.74 ^B ± 1.32	5.94 ^B ± 1.32	6.70 ^A ± 1.16

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B, C ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการประเมินผลทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการอบสโมคซิสในสารละลายออสโมติกที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อคะแนนการทดสอบเชิงพรรณนา และคะแนนการทดสอบการยอมรับ (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.5 และ ค.6 ตามลำดับ)

คะแนนการทดสอบเชิงพรรณนาด้านสีของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4.8) ซึ่งบ่งบอกถึงระดับความเข้มสีของผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์ซุดมอลโทเดกซ์ทริน DE5 จะมีสีเข้มที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับซุดมอลโทเดกซ์ทริน DE10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนผลิตภัณฑ์ซุดเปรียบเทียบจะมีสีอ่อนที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับซุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยจะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมมอลโทเดกซ์ทรินจะมีสีเข้มกว่าซุดควบคุมและซุดเปรียบเทียบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าสีในระหว่างการอบแห้ง (รูปที่ 4.7, 4.8 และ 4.9) ที่พบว่าการใช้มอลโทเดกซ์ทรินจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่าสีแดงและสีเหลืองมากกว่าซุดควบคุมและซุดเปรียบเทียบ และเมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4.9) ทำให้เห็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้และไม่ใช้มอลโทเดกซ์ทริน ไม่มีผลต่อการยอมรับด้านสีของผู้ทดสอบ โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับต่อสีของผลิตภัณฑ์ทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คะแนนการทดสอบเชิงพรรณนาด้านความคงรูปของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4.8) พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE5 มีคะแนนความคงรูปต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับคะแนนความคงรูปของซุดมอลโทเดกซ์ทริน DE10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากโมเลกุลของมอลโทเดกซ์ทรินมีขนาดใหญ่ จึงแพร่เข้าสู่ชิ้นผลไม้ในช่วงการอบสโมคซิสได้น้อย ประกอบกับมีน้ำแพร่ออกจากชิ้นแคนตาลูปปริมาณมาก (ตารางที่ 4.2) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีลักษณะเหี่ยวและหดตัวค่อนข้างมาก ส่วนผลิตภัณฑ์ซุดเปรียบเทียบจะมีคะแนนความคงรูปสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) เนื่องจากน้ำตาลอินเวิร์ตเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่มีขนาดเล็ก การแพร่เข้าสู่ชิ้นผลไม้จึงเกิดขึ้นได้ดี (ตารางที่ 4.2) จึงช่วยคงสภาพของผลไม้ให้มีความคงรูปหรือมีการหดตัวน้อยเมื่อผ่านการอบแห้ง (Lazarides et al., 1995) ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับคะแนนการยอมรับด้านความคงรูปของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4.9) โดยพบว่าผู้ทดสอบมีการยอมรับด้านความคงรูปของผลิตภัณฑ์ซุดเปรียบเทียบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

คะแนนการทดสอบเชิงพรรณนาด้านความแข็ง ความเหนียว และความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4.8) จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE5 มีความแข็งและความเหนียวมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับค่าของซุดมอลโทเดกซ์ทริน DE10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE5 ยังมีความชุ่มน้ำต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) เนื่องจากการใช้มอลโทเดกซ์ทรินทำให้เกิดการสูญเสียน้ำระหว่างการอบสโมคซิสและการอบแห้งในปริมาณมาก ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแห้ง แข็ง เหนียว และ

ชุ่มน้ำน้อย ส่วนผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบจะมีลักษณะอ่อนนุ่มกว่าชุดการทดลองอื่น ซึ่งผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีทดสอบเชิงพรรณนาที่ได้สอดคล้องกับผลการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สุดท้ายหลังการอบแห้ง (ตารางที่ 4.6) โดยคะแนนการยอมรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4.9) ทำให้ทราบว่าผู้ทดสอบมีการยอมรับต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ไม่แห้งแข็งหรือชุ่มน้ำมากเกินไป ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรีน DE18 จึงมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัสมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับชุดเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

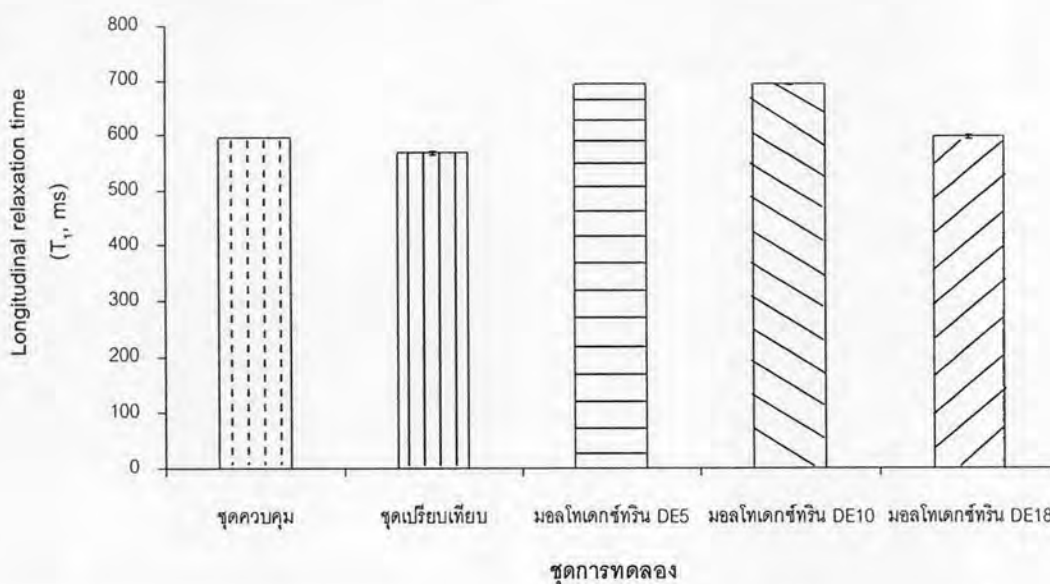
คะแนนการทดสอบเชิงพรรณนาด้านรสหวานของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4.8) พบว่าผลิตภัณฑ์ชุดควบคุมมีรสหวานมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรีน DE5 มีรสหวานต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับรสหวานของชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE10 จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้ชี้ให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรีนจะมีคะแนนของรสหวานน้อยกว่าชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบ เนื่องจากมอลโทเดกซ์ทรีนเป็นโมเลกุลที่ไม่มีรสหวานหรือหวานน้อยเมื่อเทียบกับระดับความหวานของซูโครสและน้ำตาลอินเวิร์ต และมอลโทเดกซ์ทรีนที่มีค่า DE ต่ำ จะยังมีความหวานลดลง (Chronakis, 1998; Marchal et al., 1999) เมื่อพิจารณาการยอมรับด้านรสหวานของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4.9) พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรีนและชุดเปรียบเทียบมีคะแนนการยอมรับด้านรสหวานสูงกว่าชุดควบคุม ซึ่งมีคะแนนการยอมรับด้านรสหวานน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) แสดงว่าผู้ทดสอบมีการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ที่มีรสหวานน้อย โดยผลิตภัณฑ์ทุกชุดการทดลองมีรสแปลกปลอมน้อยและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4.9) พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรีน DE18 มีคะแนนการยอมรับโดยรวมมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับคะแนนของชุดเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากเป็นชุดการทดลองที่มีลักษณะปรากฏด้านสีและความคงรูปที่ดี รวมทั้งมีลักษณะเนื้อสัมผัสและรสหวานของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับ

4.5.4 ผลต่อพฤติกรรมเคลื่อนที่ของน้ำของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้ง

ติดตามพฤติกรรมเคลื่อนที่ของน้ำ (water mobility) ในผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้ง ด้วยเครื่อง NMR ซึ่งสามารถติดตามได้จากค่า NMR longitudinal หรือ spin lattice relaxation time (T_1) ของโปรตอนของน้ำ (Schmidt, 2004) แสดงผลดังรูปที่ 4.10 โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรีน DE5 มีค่า T_1 สูงที่สุด รองลงมาคือชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE10 ชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 ชุดควบคุม และชุดเปรียบเทียบ ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรีน มีค่า T_1 สูงกว่าชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบ เนื่องจากโมเลกุลของมอลโท-

เดกซ์ทรินมีสมบัติในการจับน้ำได้ดีกว่าน้ำตาลซูโครสและน้ำตาลอินเวิร์ต โมเลกุลของมอลโท-เดกซ์ทรินจึงจับกับน้ำอย่างหลวม ๆ หรือมีความหนาแน่นระหว่างโมเลกุลของมอลโทเดกซ์ทรินกับน้ำต่ำ จึงใช้เวลานานในการถ่ายเทพลังงานไปยังโมเลกุลข้างเคียง (Schmidt, 2004) ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรินจึงมีความสามารถในการเคลื่อนที่ของน้ำในผลิตภัณฑ์สูง โดยมอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE ต่ำ จะยังมีความสามารถในการจับน้ำลดลง (Chronakis, 1998; Marchal et al., 1999) ค่า T_1 จึงสูงเมื่อเทียบกับมอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE สูง ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับการสูญเสียน้ำในระหว่างการอบไมซิสและการอบแห้ง (ตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.5 ตามลำดับ) โดยพบว่าชุดการทดลองที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรินจะมีการสูญเสียน้ำได้ง่ายกว่าชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบ และมอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE ต่ำจะยังมีการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งการสูญเสียน้ำในปริมาณมากส่งผลถึงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สุดท้าย (ตารางที่ 4.6) ที่พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรินจะมีค่าความแข็ง ค่าความเหนียว และค่างานในการตัด สูงกว่าชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบ

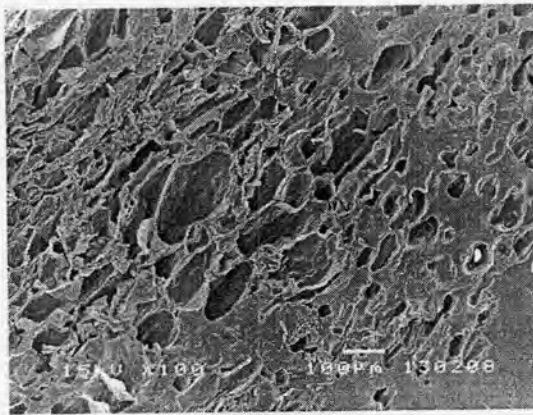


รูปที่ 4.10 ค่า Longitudinal relaxation time (T_1 , ms) ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้ง ที่ผ่านการอบไมซิสในสารละลายออสโมติกชนิดต่าง ๆ

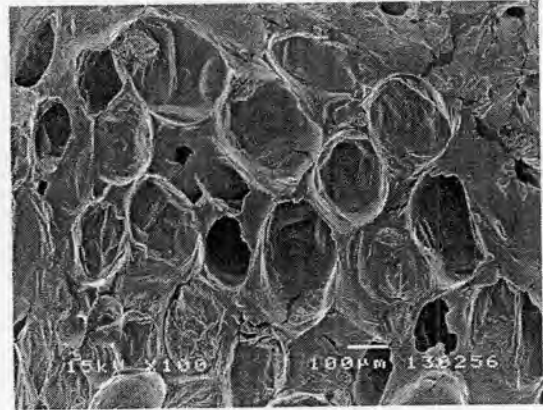
4.5.5 ผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเซลล์ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้ง

ภาพถ่ายของเซลล์ของผลิตภัณฑ์จากเครื่อง SEM (รูปที่ 4.11) จะเห็นว่าเซลล์ของผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบและชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 มีลักษณะกลมรี เห็นขอบเขตเซลล์ได้อย่างชัดเจน แต่เมื่อพิจารณาลักษณะเซลล์ของผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE5 และมอลโทเดกซ์ทริน DE10 จะเห็นว่าเซลล์ค่อนข้างเหี่ยว และไม่สามารถเห็นขอบเขตเซลล์ได้อย่างชัดเจน

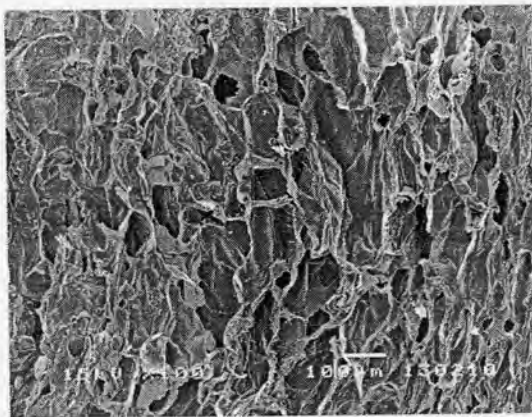
อาจเนื่องมาจากเกิดการสูญเสียน้ำในระหว่างการออสโมซิสและการอบแห้งปริมาณมาก ประกอบกับโมเลกุลของมอลโทเดกซ์ทริน DE5 และ DE10 มีขนาดใหญ่ จึงแพร่เข้าสู่ชั้นแคนตาลูปได้น้อย ดังนั้นเซลล์จึงคงลักษณะรูปร่างไว้ได้น้อยเมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น



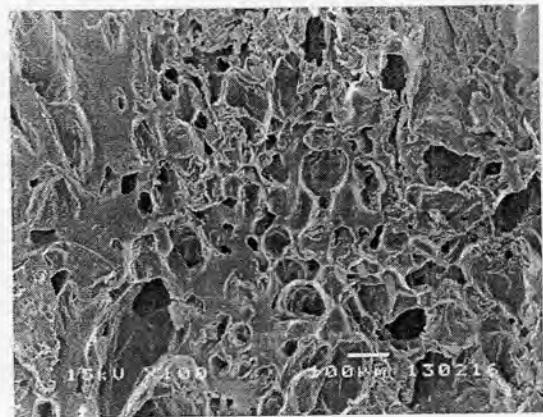
ชุดควบคุม



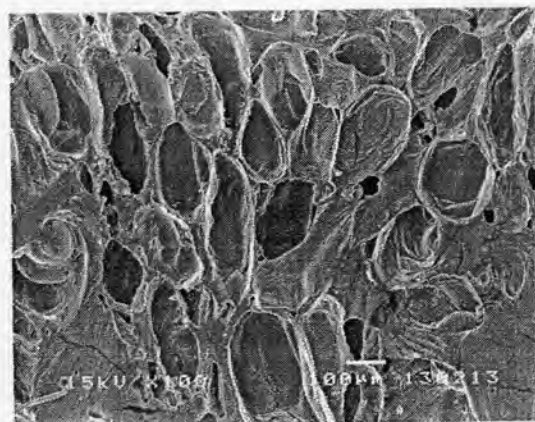
ชุดเปรียบเทียบ



มอลโทเดกซ์ทริน DE5



มอลโทเดกซ์ทริน DE10



มอลโทเดกซ์ทริน DE18

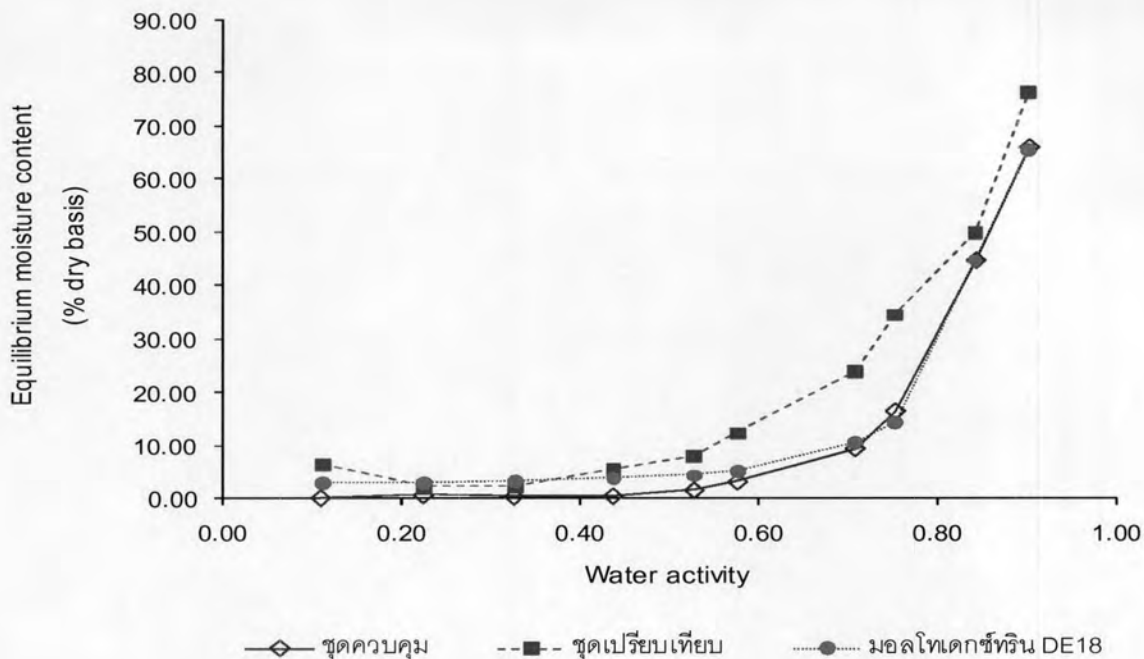
รูปที่ 4.11 ภาพถ่ายของเซลล์จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) ที่กำลังขยาย 100 เท่า ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการออสโมซิสในสารละลายออสโมติกชนิดต่าง ๆ

จากนั้นพิจารณาข้อมูลการอบแห้งร่วมกับการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกชนิดของสารละลายออสโมติกที่เหมาะสมในการผลิตแคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้ง โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE5 มีอัตราการอบแห้งเร็วที่สุด รองลงมาคือ ซุดมอลโทเดกซ์ทริน DE10 ซุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 ซุดควบคุม และซุดเปรียบเทียบ ตามลำดับ (รูปที่ 4.4) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE18 และซุดเปรียบเทียบ มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ไม่แห้งหรือแข็งมากเกินไปเมื่อเทียบกับซุดการทดลองอื่น (ตารางที่ 4.6) นอกจากนี้ยังมีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงกว่าซุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.9) เนื่องจากมีลักษณะปรากฏด้านสีและความคงรูปที่ดี ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE5 และมอลโทเดกซ์ทริน DE10 แม้ว่าจะมีอัตราการอบแห้งเร็ว (รูปที่ 4.4) และช่วยลดปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและลดความหวานได้ดี (ตารางที่ 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ) แต่ลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์มีการหดตัวค่อนข้างสูง และมีความแข็งมาก (ตารางที่ 4.8) จึงทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านต่าง ๆ ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับซุดการทดลองอื่น (ตารางที่ 4.9) ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์ซุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 ซุดเปรียบเทียบ และซุดควบคุม เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

4.6 ผลของการทดแทนซูโครสบางส่วนด้วยมอลโทเดกซ์ทรินชนิดต่าง ๆ ต่อ moisture sorption isotherm ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้ง

จากการศึกษาลักษณะของกราฟ sorption isotherm ของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จากการคัดเลือกจากข้อ 4.5 คือ ซุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 ซุดเปรียบเทียบ และซุดควบคุม พบว่า ผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งมีลักษณะกราฟเป็นรูป J-shape (รูปที่ 4.12) ซึ่งสามารถพบได้ทั่วไปในอาหารที่มีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบสูง (Akanbi, Adeyemi and Ojo, 2006; Singh et al., 2006) โดยผลิตภัณฑ์ซุดเปรียบเทียบมีลักษณะเส้นกราฟที่ชันกว่าหรือมีแนวโน้มของปริมาณความชื้นสมดุล (M) ที่สูงกว่าซุดควบคุมและซุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 เนื่องจากโมเลกุลของน้ำตาลอินเวิร์ตมีสมบัติในการจับน้ำมากกว่าซูโครสและมอลโทเดกซ์ทริน ผลิตภัณฑ์ซุดเปรียบเทียบจึงมีการสูญเสียความชื้นน้อยกว่าซุดควบคุมและซุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาแทนค่าในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ BET model ซึ่งมีรูปแบบสมการดังสมการ (4.5) คำนวณหาค่า Least Square โดยใช้ฟังก์ชัน Solver ซึ่งจะได้ค่า BET monolayer (M_0) และค่าคงที่ C จากแบบจำลอง แสดงผลดังตารางที่ 4.10 โดยแบบจำลองที่เหมาะสมกับการทดลองจะต้องให้ค่า r สูง, ค่า MRS และค่า RMSE ต่ำ (Singh and Mehta, 2008) ซึ่งสามารถคำนวณค่า MRS และค่า RMSE ได้จากสมการ (4.6) และ (4.7) ตามลำดับ



รูปที่ 4.12 กราฟ sorption isotherm ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปเชื่อมอบแห้งที่ผ่านการอบสโมคในสารละลายออสโมติกชนิดต่าง ๆ

$$M = M_0 C a_w / [(1-a_w) + (C-1)(1-a_w)a_w] \dots\dots\dots(4.5)$$

- เมื่อ M = equilibrium moisture content (dry basis)
- M₀ = BET monolayer moisture content (dry basis)
- a_w = water activity
- C = ค่าคงที่จากแบบจำลอง BET

$$MRS = [1/(N-1) \sum_{i=1}^N (M_{exp,i} - M_{pre,i})^2] \dots\dots\dots(4.6)$$

$$RMSE = [1/N \sum_{i=1}^N (M_{exp,i} - M_{pre,i})^2]^{1/2} \dots\dots\dots(4.7)$$

- เมื่อ MRS = Mean Residual Least Square
- RMSE = Root Mean Square Error
- M_{exp,i} = M ที่ได้จากการทดลองของข้อมูลชุดที่ i
- M_{pre,i} = M ที่ได้จากแบบจำลองของข้อมูลชุดที่ i
- N = จำนวนข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ 4.10 ค่า M_0 และค่าคงที่ C จากแบบจำลอง BET ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้ง

ชุดการทดลอง	ค่า M_0	ค่าคงที่ C	MRS	RMSE	r
ชุดควบคุม	5.57	-6.45	81.64	8.57	0.9858
ชุดเปรียบเทียบ	7.23	-1.62	33.81	5.52	0.9888
มอลโทเดกซ์ทริน DE18	5.67	-3.16	57.17	7.17	0.9811

จากตารางที่ 4.10 พบว่าชุดเปรียบเทียบมีค่า M_0 สูงที่สุด เมื่อเทียบกับชุดควบคุมและชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 ซึ่งค่า M_0 แสดงถึงปริมาณความชื้นหรือชั้นน้ำที่ไม่มีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ (Basu, Shivhare and Mujumdar, 2006) แสดงว่าผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบยังคงมีปริมาณความชื้นสูงหรือผลิตภัณฑ์มีความชุ่มชื้นมากโดยที่ความชื้นนั้นไม่เกิดปฏิกิริยาหรือมีความเสถียร ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับลักษณะกราฟ sorption isotherm (รูปที่ 4.12)

4.7 ผลของการทดแทนซูโครสบางส่วนด้วยมอลโทเดกซ์ทรินชนิดต่าง ๆ ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้งในระหว่างการเก็บรักษา

เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 4.5 ในถุง Polypropylene (PP) ปิดสนิท ขนาด 15x25 เซนติเมตร บรรจุถุงละ 5 ชิ้น (น้ำหนักประมาณ 50 กรัมต่อถุง) เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 65.35 และ 41.4% ตามลำดับ สุ่มตัวอย่างทุก 4 สัปดาห์ (ยกเว้นข้อ 3.7.4 และ 3.7.6 สุ่มตัวอย่างที่ 2 และ 10 สัปดาห์ ตามลำดับ) เป็นเวลา 20 สัปดาห์ ซึ่งการเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิมีวัตถุประสงค์เพื่อเร่งให้เห็นการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ชัดเจนขึ้นและศึกษาผลของความผันแปรของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา ได้ผลดังนี้

4.7.1 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.11) พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน ชนิดของสารละลายออสโมติกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.7) โดยในช่วง 12 สัปดาห์แรก ผลิตภัณฑ์ชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าชุดเปรียบเทียบและชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) หลังจากนั้นที่เวลา 16 และ 20 สัปดาห์ ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ชุดมอล-

โทเดกซ์ทริน DE18 ยังคงมีค่าความชื้นต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.8) โดยผลิตภัณฑ์ชุดควบคุมและชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) แต่ผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากน้ำตาลอินเวิร์ตมีสมบัติในการดูดความชื้น จึงช่วยชะลอการสูญเสียความชื้นของผลิตภัณฑ์ (British Sugar, 2008)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.12) พบว่าจะเร่งให้เกิดการสูญเสียความชื้นรวดเร็วกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.9) ในช่วง 4 สัปดาห์แรก ชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าชุดเปรียบเทียบและชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) หลังจากนั้นผลิตภัณฑ์ชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 ยังคงมีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.10) ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตารางที่ 4.11 ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิมมอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ปริมาณความชื้น (กรัมน้ำต่อ 100 กรัมของแห้ง)		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ ^{ns}	มอลโทเดกซ์ทริน DE18
0	16.54 ^{abA} ± 1.38	16.62 ^A ± 1.07	12.50 ^{abB} ± 0.24
4	17.64 ^{aA} ± 0.16	17.87 ^A ± 0.93	13.97 ^{abB} ± 0.36
8	16.35 ^{abA} ± 1.12	17.74 ^A ± 0.26	13.60 ^{abB} ± 0.78
12	15.64 ^{bcB} ± 0.71	18.23 ^A ± 1.43	13.21 ^{abc} ± 0.42
16	14.20 ^{cdB} ± 0.03	18.29 ^A ± 0.73	12.41 ^{bb} ± 1.63
20	12.66 ^{dB} ± 0.97	18.15 ^A ± 0.53	10.33 ^{cb} ± 0.07

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B, C ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.12 ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ปริมาณความชื้น (กรัมน้ำต่อ 100 กรัมของแข็ง)		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
0	15.91 ^{aA} ± 0.64	16.29 ^{aA} ± 0.32	12.65 ^{aB} ± 0.95
4	11.30 ^{bA} ± 0.74	13.07 ^{bA} ± 1.07	9.07 ^{bB} ± 1.06
8	7.73 ^{cB} ± 1.04	12.18 ^{bA} ± 1.00	7.59 ^{cB} ± 0.88
12	5.58 ^{dB} ± 1.03	9.16 ^{cA} ± 0.97	5.39 ^{dB} ± 0.63
16	4.78 ^{deB} ± 0.69	7.70 ^{cdA} ± 0.84	4.53 ^{deB} ± 0.17
20	3.97 ^{eB} ± 0.82	6.45 ^{dA} ± 1.02	3.93 ^{eB} ± 0.40

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.7.2 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของผลิตภัณฑ์

การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา 20 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.13) พบว่าที่เวลาการเก็บรักษาเดียวกัน ชนิดของสารละลายออสโมติกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a_w (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.11) โดยผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบมีค่า a_w น้อยกว่าชุดควบคุมและชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากน้ำตาลอินเวิร์ตมีสมบัติจับน้ำ จึงช่วยลด a_w ของผลิตภัณฑ์ลงได้ ยกเว้นสัปดาห์ที่ 0, 4 และ 20 ผลิตภัณฑ์แต่ละชุดการทดลองมีค่า a_w ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.12) ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.14) จะเห็นว่าที่เวลาการเก็บรักษาเดียวกัน (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.13) โดยสัปดาห์ที่ 0 ผลิตภัณฑ์ชุดควบคุมมีค่า a_w มากกว่าชุดเปรียบเทียบและชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สัปดาห์ที่ 12 และ 16 ผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบมีค่า a_w มากกว่าชุดควบคุมและชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.14) ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มการลดลงของค่า a_w รวดเร็วกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.13 ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ค่า a_w		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทริน DE18
0 ^{ns}	0.68 ^{bc} ± 0.03	0.62 ^b ± 0.03	0.65 ^{bc} ± 0.02
4 ^{ns}	0.72 ^a ± 0.01	0.70 ^a ± 0.03	0.70 ^a ± 0.01
8	0.71 ^{abA} ± 0.02	0.64 ^{bB} ± 0.02	0.68 ^{aA} ± 0.02
12	0.70 ^{abA} ± 0.02	0.62 ^{bB} ± 0.02	0.67 ^{abA} ± 0.01
16	0.71 ^{abA} ± 0.00	0.64 ^{bc} ± 0.01	0.67 ^{abB} ± 0.00
20 ^{ns}	0.66 ^c ± 0.01	0.62 ^b ± 0.02	0.64 ^c ± 0.02

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B, C ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.14 ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ค่า a_w		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทริน DE18
0	0.72 ^{aA} ± 0.02	0.61 ^{ab} ± 0.07	0.62 ^{ab} ± 0.04
4 ^{ns}	0.60 ^b ± 0.04	0.54 ^b ± 0.04	0.55 ^b ± 0.02
8 ^{ns}	0.58 ^b ± 0.06	0.55 ^{ab} ± 0.05	0.55 ^b ± 0.01
12	0.43 ^{cB} ± 0.03	0.49 ^{bA} ± 0.03	0.43 ^{cB} ± 0.01
16	0.36 ^{dB} ± 0.03	0.41 ^{cA} ± 0.01	0.36 ^{dB} ± 0.01
20 ^{ns}	0.33 ^d ± 0.02	0.37 ^c ± 0.03	0.33 ^d ± 0.01

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.7.3 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.15) พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน ชนิดของสารละลายออสโมติกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.15) ในช่วง 4 สัปดาห์แรก แต่ละชุดการทดลองจะมีค่าความแข็งที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากนั้นจะเริ่มเห็นความแตกต่างในแต่ละชุดการทดลองที่เวลาเดียวกันได้ โดยผลิตภัณฑ์ชุดควบคุมและชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 มีค่าความแข็งมากกว่าชุดเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากเกิดการสูญเสียความชื้นในระหว่างการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.11) ในปริมาณที่มากกว่าชุดเปรียบเทียบ ดังนั้นผลิตภัณฑ์จึงแข็ง และเมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.16) โดยผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองจะมีแนวโน้มของค่าความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ในกรณีของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.16) ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.17) ชุดควบคุมและชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 มีค่าความแข็งมากกว่าชุดเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.18) ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ จะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จะมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลงค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.17) พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน ชุดการทดลองที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์ (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.19) ในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษาจะไม่เห็นความแตกต่างของความเหนียวของผลิตภัณฑ์ในแต่ละชุดการทดลองได้ ($p > 0.05$) หลังจากนั้นผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบจะมีค่าความเหนียวมากกว่าชุดควบคุมและชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์ (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.20) ผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเหนียวตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนผลิตภัณฑ์ชุดควบคุมและชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 ค่าความเหนียวมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.15 ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่ส้มอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ค่าความแข็ง (hardness, N)		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
0 ^{ns}	9.02 ^c ± 0.41	8.75 ^d ± 0.11	9.18 ^c ± 0.57
4 ^{ns}	9.52 ^c ± 0.31	9.34 ^{cd} ± 0.45	9.59 ^c ± 0.24
8	10.68 ^{ba} ± 0.22	10.00 ^{bcB} ± 0.33	10.95 ^b ± 0.20
12	11.49 ^{abA} ± 0.25	10.52 ^{abB} ± 0.66	11.88 ^a ± 0.33
16	11.45 ^{abAB} ± 0.85	10.84 ^{abB} ± 0.52	12.55 ^a ± 0.24
20 ^{ns}	12.04 ^a ± 0.62	11.51 ^a ± 1.13	12.33 ^a ± 0.98

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.16 ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่ส้มอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ค่าความแข็ง (hardness, N)		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
0	9.01 ^{ea} ± 0.06	8.48 ^{fb} ± 0.17	9.18 ^{ea} ± 0.38
4	13.78 ^{db} ± 0.71	9.92 ^{ec} ± 0.21	15.01 ^{da} ± 0.17
8	19.60 ^{ca} ± 0.34	11.80 ^{db} ± 0.48	20.64 ^{ca} ± 0.77
12	21.83 ^{bb} ± 0.21	15.00 ^{cc} ± 0.32	25.86 ^{ba} ± 0.65
16	28.56 ^{aa} ± 0.40	16.58 ^{bb} ± 0.50	28.59 ^{aa} ± 0.16
20	28.74 ^{aa} ± 1.89	19.63 ^{ab} ± 1.11	28.88 ^{aa} ± 0.40

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B, C ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.18) พบว่าชุดเปรียบเทียบมีค่าความเหนียวมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่

เวลาการเก็บรักษาเดียวกัน (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.21) โดยค่าความเหนียวจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.22)

ตารางที่ 4.17 ค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ค่าความเหนียว (adhesiveness, N.mm)		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ ^{ns}	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
0 ^{ns}	8.54 ^a ± 0.12	8.86 ± 0.30	9.02 ^a ± 0.24
4 ^{ns}	8.37 ^{ab} ± 0.28	8.62 ± 0.21	8.30 ^b ± 0.21
8	7.80 ^{bcB} ± 0.27	8.49 ^A ± 0.07	7.91 ^{bcB} ± 0.14
12	7.52 ^{cb} ± 0.28	8.61 ^A ± 0.22	7.73 ^{cb} ± 0.43
16	7.65 ^{cb} ± 0.51	8.76 ^A ± 0.31	7.91 ^{bcB} ± 0.24
20	7.99 ^{abcB} ± 0.29	8.23 ^A ± 0.20	8.38 ^{bb} ± 0.26

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนหรือแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.18 ค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ค่าความเหนียว (adhesiveness, N.mm)		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
0 ^{ns}	8.63 ^a ± 0.31	8.85 ^d ± 0.13	9.04 ^a ± 0.22
4	5.97 ^{cb} ± 0.22	7.74 ^{da} ± 0.70	6.52 ^{cdB} ± 0.52
8	4.84 ^{db} ± 0.41	10.70 ^{ca} ± 0.91	6.06 ^{db} ± 0.58
12	6.18 ^{cb} ± 0.26	15.05 ^{ba} ± 0.84	6.16 ^{db} ± 0.52
16	6.19 ^{cc} ± 0.39	16.32 ^{abA} ± 0.54	7.18 ^{bcB} ± 0.49
20	7.15 ^{bb} ± 0.52	16.79 ^{aA} ± 1.14	7.92 ^{bb} ± 0.38

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B, C ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงค่างานที่ใช้ในการตัดของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.19) จะเห็นว่าที่เวลาการเก็บรักษาเดียวกัน ชนิดของสารละลาย ออสโมติกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่างานในการตัดของผลิตภัณฑ์ (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.23) ในช่วง 8 สัปดาห์แรก ผลิตภัณฑ์แต่ละชุดการทดลองมีค่างานที่ใช้ในการตัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) หลังจากนั้นผลิตภัณฑ์ชุดควบคุมและชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 จะมีค่างานที่ใช้ในการตัดมากกว่าชุดเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ และเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.24) ค่างานที่ใช้ในการตัดของผลิตภัณฑ์ชุดควบคุมและชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ส่วนผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบมีค่างานที่ใช้ในการตัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

ค่างานที่ใช้ในการตัดผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.20) พบว่าที่เวลาการเก็บเดียวกัน (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.25) ผลิตภัณฑ์ชุดควบคุมและชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 จะมีค่างานที่ใช้ในการตัดมากกว่าชุดเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) และเมื่อเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.26) ค่างานที่ใช้ในการตัดของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตารางที่ 4.19 ค่างานที่ใช้ในการตัดของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิมมอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ค่างานที่ใช้ในการตัด (cutting work, N.mm)		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ ^{ns}	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
0 ^{ns}	40.06 ^c ± 1.84	38.36 ± 1.63	40.42 ^c ± 0.86
4 ^{ns}	41.88 ^{bc} ± 1.24	40.02 ± 1.77	42.16 ^{bc} ± 2.36
8 ^{ns}	42.99 ^b ± 0.99	39.74 ± 3.26	43.92 ^{ab} ± 1.69
12	42.85 ^{ba} ± 1.24	39.67 ^B ± 0.95	42.56 ^{bcA} ± 0.62
16	44.03 ^{abA} ± 0.95	39.93 ^B ± 0.76	44.26 ^{abA} ± 0.62
20	46.07 ^{aA} ± 1.50	39.24 ^B ± 1.63	45.58 ^{aA} ± 1.53

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนหรือแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.20 ค่างานที่ใช้ในการตัดของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ค่างานที่ใช้ในการตัด (cutting work, N.mm)		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
0 ^{ns}	41.09 ^e ± 2.25	39.95 ^d ± 1.22	41.60 ^e ± 1.66
4	44.55 ^{dB} ± 0.35	41.14 ^{dC} ± 0.69	46.40 ^{dA} ± 1.02
8	51.22 ^{CA} ± 1.76	45.04 ^{CB} ± 1.44	53.39 ^{CA} ± 2.59
12	56.42 ^{bB} ± 1.56	49.89 ^{bC} ± 2.70	61.91 ^{bA} ± 1.49
16	61.69 ^{aB} ± 1.92	54.96 ^{aC} ± 0.48	67.18 ^{aA} ± 1.90
20	62.07 ^{aB} ± 1.93	55.31 ^{aC} ± 2.90	66.85 ^{aA} ± 2.10

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B, C ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

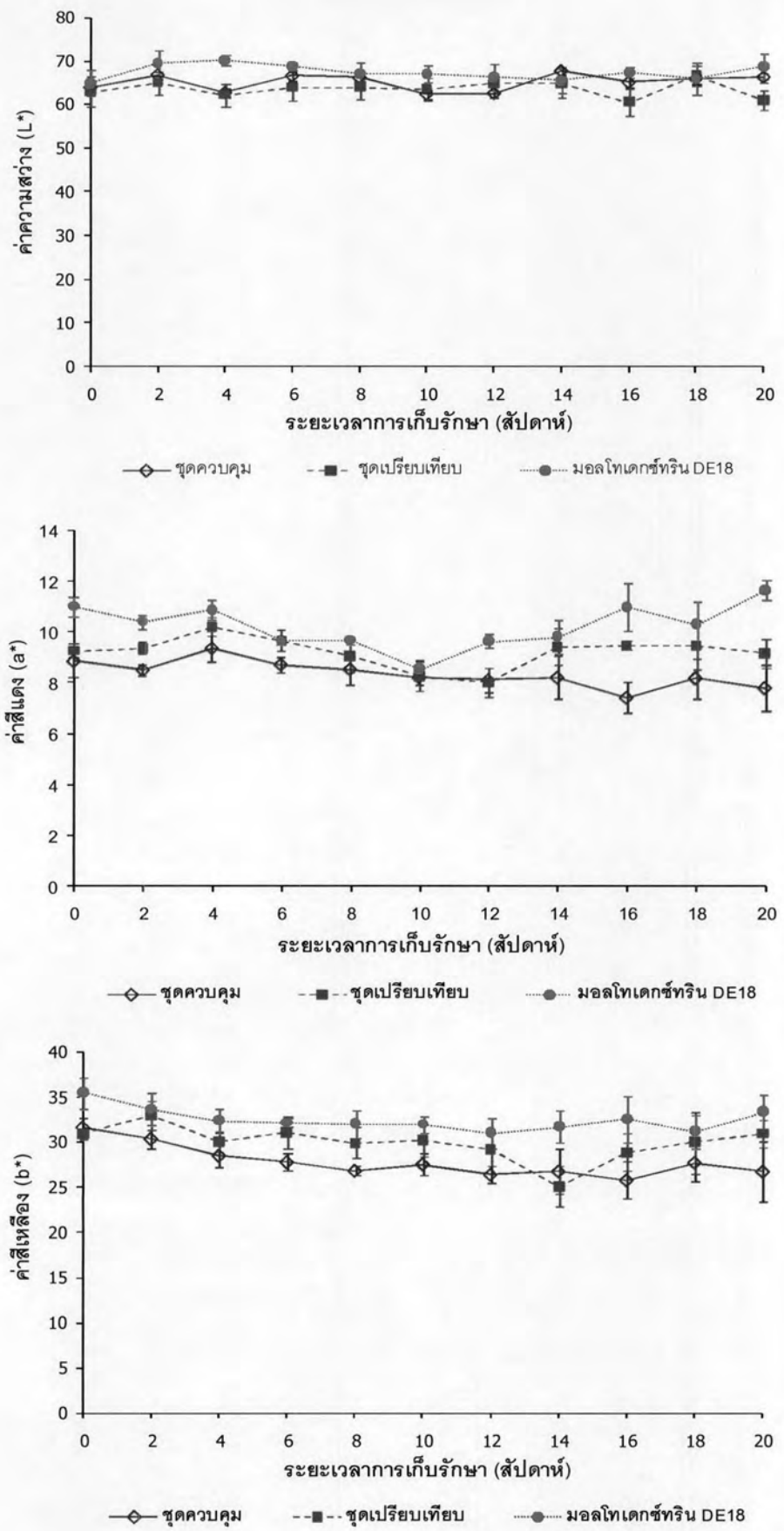
a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

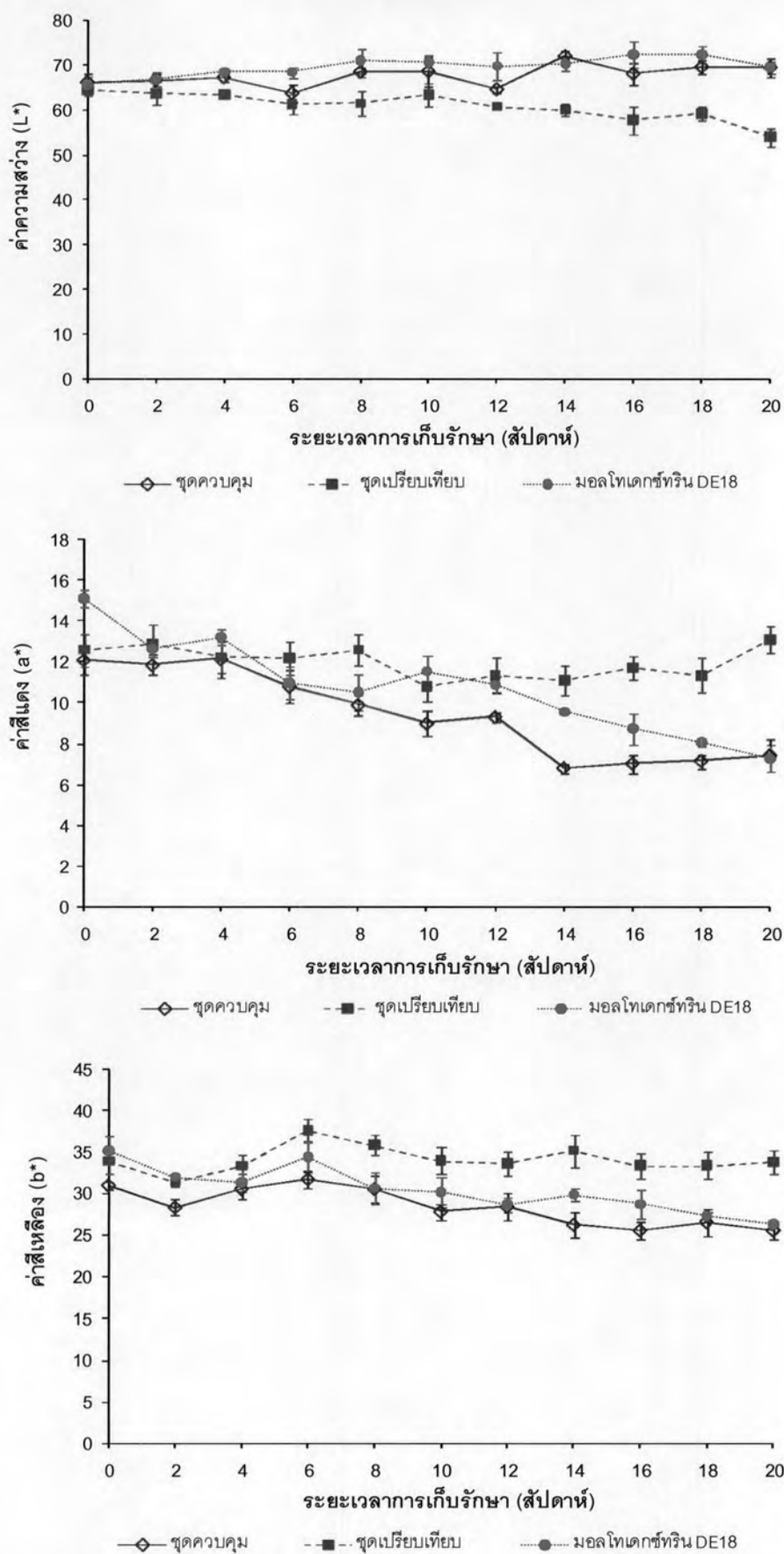
4.7.4 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์

การเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (รูปที่ 4.13) พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* ค่อนข้างคงที่ ส่วนค่า a^* และ b^* มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย และเมื่อพิจารณาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (รูปที่ 4.14) ค่า L^* ของชุดควบคุมและชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย ส่วนชุดเปรียบเทียบมีแนวโน้มลดลง ค่า a^* และ b^* ของผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลง

นำค่าจากการวัดสีมาคำนวณค่า ΔE^*_{ab} ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกความแตกต่างของค่าสีเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับค่าสีในช่วงเริ่มต้นของการเก็บรักษา (0 สัปดาห์) โดยถ้าค่า ΔE^*_{ab} มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงสีที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Hunt, 1998) พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น จะเห็นความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงค่าสีมากขึ้น โดยการเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.21) ผลิตภัณฑ์ชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงของค่า ΔE^*_{ab} มากที่สุด ส่วนการเก็บที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.22) ผลิตภัณฑ์ชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 มีการเปลี่ยนแปลงของค่า ΔE^*_{ab} มากที่สุด การเปลี่ยนแปลงของค่า ΔE^*_{ab} ของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาอาจเนื่องมาจากการเกิดผลึกน้ำตาลที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ การเกิดสีน้ำตาล หรือการมีน้ำเชื่อมที่บริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์



รูปที่ 4.13 ค่า L* a* และ b* ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้งในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์



รูปที่ 4.14 ค่า L^* a^* และ b^* ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้งในระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ตารางที่ 4.21 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่ส้มอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ค่าการเปลี่ยนแปลงสี (ΔE^*_{ab})		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทริน DE18
0	-	-	-
2	3.11	2.81	4.97
4	3.37	1.51	6.09
6	4.63	1.01	5.20
8	5.25	1.45	4.28
10	4.35	1.35	4.83
12	5.39	2.87	4.91
14	6.15	6.09	4.02
16	6.07	3.22	3.78
18	4.38	3.75	4.53
20	5.47	1.97	4.42

ตารางที่ 4.22 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่ส้มอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ค่าการเปลี่ยนแปลงสี (ΔE^*_{ab})		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทริน DE18
0	-	-	-
2	2.70	2.63	4.19
4	1.13	1.28	5.00
6	2.87	4.93	5.00
8	3.18	3.57	8.21
10	5.05	2.05	7.80
12	4.10	3.93	8.73
14	9.15	4.86	8.95
16	7.66	6.75	11.22
18	7.44	5.54	12.40
20	7.86	10.59	12.39

4.7.5 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงการเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 30 และ 40 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.23 และ 4.24 ตามลำดับ) พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน การใช้สารละลายออกซิโมติกที่แตกต่างกันส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการเกิดสีน้ำตาล (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.27 และ ค.29 ตามลำดับ) โดยผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบมีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 nm สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบมีการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลสูงกว่าชุดควบคุมและชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์เป็นองค์ประกอบ ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด และระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการเกิดสีน้ำตาล (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.28 และ ค.30 ตามลำดับ) โดยพบว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองมีค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.23 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 nm ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่หิม อบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทริน DE18
0	0.06 ^{cA} ± 0.00	0.07 ^{dA} ± 0.00	0.05 ^{dB} ± 0.01
4	0.07 ^{cA} ± 0.00	0.07 ^{dA} ± 0.00	0.05 ^{dB} ± 0.01
8 ^{ns}	0.11 ^b ± 0.01	0.13 ^c ± 0.02	0.08 ^c ± 0.02
12	0.12 ^{bA} ± 0.02	0.14 ^{cA} ± 0.03	0.07 ^{cdB} ± 0.00
16	0.11 ^{bb} ± 0.01	0.26 ^{ba} ± 0.01	0.13 ^{bb} ± 0.02
20	0.23 ^{ac} ± 0.01	0.37 ^{aA} ± 0.01	0.31 ^{ab} ± 0.01

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B, C ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.24 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 nm ของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิมมูบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
0 ^{ns}	0.08 ^c ± 0.02	0.09 ^c ± 0.02	0.07 ^b ± 0.04
4 ^{ns}	0.08 ^c ± 0.03	0.11 ^c ± 0.02	0.10 ^b ± 0.03
8	0.17 ^{bb} ± 0.01	0.23 ^{abA} ± 0.01	0.21 ^{aAB} ± 0.03
12	0.17 ^{bb} ± 0.03	0.22 ^{ba} ± 0.03	0.19 ^{ab} ± 0.02
16 ^{ns}	0.21 ^a ± 0.01	0.26 ^a ± 0.02	0.22 ^a ± 0.02
20 ^{ns}	0.21 ^a ± 0.01	0.24 ^{ab} ± 0.02	0.21 ^a ± 0.01

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.7.6 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ยีสต์ และราของผลิตภัณฑ์

การตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ยีสต์และรา พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดน้อยกว่า 300 CFU/g และไม่พบยีสต์และรา ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.65 ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคไม่สามารถเจริญได้ตามข้อกำหนดของมาตรฐานอุตสาหกรรมผลไม้แห้ง กำหนดให้มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดได้ไม่เกิน 10,000 CFU/g และปริมาณยีสต์และราไม่เกิน 100 CFU/g (มาตรฐานอุตสาหกรรมผลไม้แห้ง, 2532)

4.7.7 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อิมมูบแห้งสามชุดการทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 สัปดาห์ ด้วยวิธีทดสอบการยอมรับ โดยใช้สเกลวัดระดับความชอบ 9 ระดับ (ภาคผนวก ข.3) ประเมินการยอมรับด้านสี ความคงรูปหรือการหดรัด การเกิดผลึกน้ำตาลที่ผิวหน้า ความชุ่มน้ำ และการยอมรับลักษณะปรากฏโดยรวมของผลิตภัณฑ์

คะแนนการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.25) พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน (ตารางวิเคราะห์ความ

แปรปรวน ค.31) คือ 4, 8, 16 และ 20 สัปดาห์ ผลผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองได้รับคะแนนการยอมรับด้านสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนเวลาการเก็บรักษาที่ 0 และ 12 สัปดาห์ ผลผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบได้รับคะแนนการยอมรับด้านสีสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นานขึ้น (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.32-ค.34) ส่งผลให้ผลผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองมีคะแนนการยอมรับด้านสีลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ซึ่งผู้ทดสอบยังคงให้การยอมรับต่อสีของผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์อุณหภูมิตั้งที่ 40 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.26) จะเห็นว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.35) คือ 4, 8 และ 20 สัปดาห์ ผลผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบได้รับคะแนนการยอมรับด้านสีมากกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ซึ่งผลผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองจะมีแนวโน้มการยอมรับต่อสีที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) เมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.36-ค.38)

ตารางที่ 4.25 คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่หิมอบแห้ง
ทางด้านการยอมรับด้านสีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้งที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนการยอมรับด้านสี		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทริน DE18
0	6.58 ^{ab} ± 1.11	7.18 ^{aA} ± 1.06	6.98 ^{aA} ± 1.17
4 ^{ns}	6.52 ^{ab} ± 1.40	7.00 ^a ± 1.07	6.88 ^a ± 0.92
8 ^{ns}	6.56 ^a ± 1.21	6.86 ^a ± 1.09	6.78 ^a ± 0.95
12	6.10 ^{bcB} ± 0.95	6.82 ^{aA} ± 0.90	6.74 ^{aA} ± 1.05
16 ^{ns}	5.92 ^c ± 0.99	6.30 ^b ± 0.74	6.10 ^b ± 0.84
20 ^{ns}	5.88 ^c ± 0.80	6.02 ^b ± 0.77	6.02 ^b ± 0.84

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.26 คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่จุ่มอบแห้ง ทางด้านการยอมรับด้านสีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนการยอมรับด้านสี		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
0	6.58 ^{ab} ± 1.11	7.18 ^{aA} ± 1.06	6.98 ^{aA} ± 1.17
4	6.42 ^{abB} ± 0.57	6.86 ^{abA} ± 0.67	6.52 ^{abB} ± 0.89
8	6.48 ^{aAR} ± 1.34	6.64 ^{bcA} ± 1.10	6.06 ^{bcB} ± 1.72
12 ^{ns}	5.98 ^b ± 1.04	6.34 ^c ± 1.51	5.94 ^c ± 1.43
16	4.30 ^{cb} ± 1.46	5.70 ^{dA} ± 1.56	5.52 ^{ca} ± 1.30
20	3.94 ^{cb} ± 1.42	4.70 ^{eA} ± 1.43	4.04 ^{db} ± 1.44

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

คะแนนการยอมรับด้านความคงรูปของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.27) พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.31) ในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบมีคะแนนการยอมรับด้านความคงรูปสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) หลังจากนั้นคะแนนการยอมรับด้านความคงรูปของแต่ละชุดการทดลองจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.32-ค.34) ผลิตภัณฑ์ชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบ มีคะแนนการยอมรับด้านความคงรูปลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 มีคะแนนการยอมรับด้านความคงรูปลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.28) ให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน โดยที่เวลาการเก็บรักษาเดียวกัน ผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบมีคะแนนการยอมรับด้านความคงรูปสูงกว่าชุดควบคุมและชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 ซึ่งคะแนนการยอมรับด้านความคงรูปจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยผู้ทดสอบยังคงให้การยอมรับจนถึงสัปดาห์ที่ 12 สำหรับชุดควบคุม และสัปดาห์ที่ 16 สำหรับชุดเปรียบเทียบและชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18

ตารางที่ 4.27 คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่िमอบแห้ง
ทางด้านการยอมรับด้านความคงรูปตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30
องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนการยอมรับด้านความคงรูป		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18 ^{ns}
0	6.82 ^{aa} ± 0.94	7.10 ^{aa} ± 0.99	6.40 ^B ± 0.86
4	6.70 ^{aAB} ± 1.37	6.92 ^{aa} ± 0.90	6.34 ^C ± 1.26
8 ^{ns}	6.58 ^{ab} ± 1.36	6.94 ^a ± 1.13	6.62 ± 0.90
12 ^{ns}	6.08 ^c ± 0.97	6.26 ^b ± 1.27	6.32 ± 0.77
16 ^{ns}	6.16 ^{bc} ± 1.28	6.22 ^b ± 0.65	6.16 ± 0.71
20 ^{ns}	6.06 ^c ± 0.65	6.14 ^b ± 0.70	6.22 ± 0.74

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B, C ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนหรือแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.28 คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่िमอบแห้ง
ทางด้านการยอมรับด้านความคงรูปตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40
องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนการยอมรับด้านความคงรูป		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
0	6.82 ^{aa} ± 0.94	7.10 ^{aa} ± 0.99	6.40 ^{ab} ± 0.86
4 ^{ns}	6.70 ^a ± 1.15	6.42 ^b ± 1.01	6.38 ^a ± 1.21
8 ^{ns}	5.68 ^b ± 1.86	6.28 ^b ± 0.90	5.94 ^{ab} ± 1.54
12	5.26 ^{bb} ± 1.10	6.06 ^{ba} ± 1.06	5.62 ^{bcB} ± 1.14
16	4.64 ^{cb} ± 1.34	5.54 ^{ca} ± 1.16	5.18 ^{ca} ± 1.27
20	4.06 ^{db} ± 1.39	4.92 ^{da} ± 1.10	4.36 ^{db} ± 1.48

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

คะแนนการยอมรับด้านการเกิดผลึกน้ำตาลที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.29) พบว่าที่เวลาการเก็บรักษาเดียวกัน (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.31) ในช่วง 8 สัปดาห์แรก ผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองได้รับคะแนนการยอมรับด้านการเกิดผลึกน้ำตาลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และที่เวลา 12-20 สัปดาห์ของการเก็บรักษา จะเริ่มเห็นความแตกต่างในแต่ละชุดการทดลอง โดยชุดเปรียบเทียบได้รับคะแนนการยอมรับด้านการเกิดผลึกน้ำตาลมากที่สุด และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.32-ค.34) คะแนนการยอมรับด้านการเกิดผลึกน้ำตาลจะมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.30) ผลิตภัณฑ์ชุดเปรียบเทียบได้รับคะแนนการยอมรับด้านการเกิดผลึกน้ำตาลสูงกว่าชุดควบคุมและชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น คะแนนการยอมรับด้านการเกิดผลึกน้ำตาลจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.36-ค.38) โดยผลิตภัณฑ์ชุดควบคุม ผู้ทดสอบจะให้การยอมรับจนถึงสัปดาห์ที่ 12 แต่สำหรับชุดเปรียบเทียบและชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 ผู้ทดสอบจะให้การยอมรับตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.29 คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้ง ทางด้านการยอมรับด้านการเกิดผลึกน้ำตาลตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนการยอมรับด้านการเกิดผลึกน้ำตาลบนผิวหน้าผลิตภัณฑ์		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
0 ^{ns}	7.10 ^a ± 1.20	7.16 ^a ± 1.22	7.12 ^a ± 1.10
4 ^{ns}	6.76 ^{ab} ± 1.29	6.80 ^{ab} ± 0.97	6.96 ^a ± 0.86
8 ^{ns}	6.64 ^{bc} ± 0.96	6.98 ^{ab} ± 0.94	6.86 ^a ± 1.21
12	6.24 ^{cdB} ± 1.19	6.68 ^{bca} ± 1.08	6.44 ^{baB} ± 1.18
16	6.00 ^{dB} ± 0.70	6.36 ^{cdA} ± 0.63	6.36 ^{ba} ± 0.78
20	5.90 ^{dB} ± 0.71	6.12 ^{dAB} ± 0.63	6.22 ^{ba} ± 0.68

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.30 คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่หิมอบแห้ง
ทางด้านการยอมรับด้านการเกิดผลึกน้ำตาลตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่
อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนการยอมรับด้านการเกิดผลึกน้ำตาลบนผิวหน้าผลิตภัณฑ์		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทริน DE18
0 ^{ns}	7.10 ^a ± 1.20	7.16 ^a ± 1.22	7.12 ^a ± 1.10
4	6.22 ^{bb} ± 1.07	6.68 ^{abA} ± 0.94	6.56 ^{bAB} ± 1.21
8	5.84 ^{bcB} ± 1.66	6.96 ^{aA} ± 1.31	6.30 ^{bcB} ± 1.56
12	5.42 ^{cb} ± 1.54	6.20 ^{bcA} ± 1.36	5.86 ^{cAB} ± 1.29
16	4.72 ^{dc} ± 1.43	5.74 ^{cdA} ± 1.48	5.28 ^{db} ± 1.44
20	4.82 ^{db} ± 1.38	5.26 ^{da} ± 1.03	5.20 ^{dAB} ± 1.20

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B, C ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

คะแนนการยอมรับด้านความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่
อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.31) พบว่าที่เวลาการเก็บรักษาเดียวกันในช่วงแรกของการ
เก็บรักษาจะไม่เห็นความแตกต่างของการยอมรับด้านความชุ่มน้ำในแต่ละชุดการทดลองอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.31) และในช่วง 12-20 สัปดาห์
ของการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 มีคะแนนการยอมรับด้านความชุ่มน้ำสูง
กว่าชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาระยะเวลา
การเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.32-ค.34) คะแนนการยอมรับด้านความ
ชุ่มน้ำของทั้งสามชุดการทดลองจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (ตารางที่
4.32) จะมีการคะแนนการยอมรับด้านความชุ่มน้ำลดลงอย่างชัดเจนและมีนัยสำคัญทางสถิติ
($p \leq 0.05$) (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.36-ค.38) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้าน
ความชุ่มน้ำต่อผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 12

ตารางที่ 4.31 คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้ง
 ทางด้านการยอมรับด้านความชุ่มน้ำตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30
 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนการยอมรับด้านความชุ่มน้ำ		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
0 ^{ns}	6.92 ^a ± 0.97	7.10 ^a ± 1.11	6.94 ^a ± 1.02
4 ^{ns}	6.62 ^{ab} ± 1.35	6.76 ^{ab} ± 1.06	6.74 ^a ± 1.08
8 ^{ns}	6.36 ^b ± 1.16	6.64 ^b ± 1.24	6.66 ^a ± 1.39
12	5.60 ^{cb} ± 1.01	5.64 ^{cb} ± 1.26	6.08 ^{ba} ± 1.08
16	5.46 ^{cb} ± 0.76	5.52 ^{cdB} ± 0.74	5.90 ^{bcA} ± 0.74
20	5.28 ^{cb} ± 0.73	5.24 ^{db} ± 0.62	5.58 ^{ca} ± 0.73

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.32 คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้ง
 ทางด้านการยอมรับด้านความชุ่มน้ำตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40
 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนการยอมรับด้านความชุ่มน้ำ		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
0 ^{ns}	6.92 ^a ± 0.97	7.10 ^a ± 1.11	6.94 ^a ± 1.02
4	6.48 ^{aa} ± 1.03	6.62 ^{abA} ± 1.12	5.88 ^{bb} ± 1.36
8	5.82 ^{bb} ± 1.71	5.56 ^{ba} ± 1.31	5.40 ^{bcB} ± 1.84
12	5.48 ^{bb} ± 1.07	5.98 ^{ca} ± 0.96	5.54 ^{bb} ± 1.15
16 ^{ns}	4.26 ^c ± 1.45	4.80 ^d ± 1.56	4.90 ^c ± 1.54
20 ^{ns}	3.46 ^d ± 1.69	3.58 ^e ± 1.55	3.54 ^d ± 1.64

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

คะแนนการยอมรับโดยรวมด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.33) พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน ผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองจะมีคะแนนการยอมรับโดยรวมด้านลักษณะปรากฏที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ค.31) และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น แต่ละชุดการทดลองจะมีคะแนนการยอมรับโดยรวมด้านลักษณะปรากฏลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งจะเห็นว่าคะแนนการยอมรับโดยรวมด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 มีแนวโน้มที่สูงกว่าชุดควบคุมและชุดเปรียบเทียบตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

เมื่อพิจารณาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.34) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองจะมีคะแนนการยอมรับโดยรวมด้านลักษณะปรากฏลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน ผลิตภัณฑ์ชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 และชุดเปรียบเทียบ จะมีคะแนนการยอมรับโดยรวมด้านลักษณะปรากฏสูงกว่าชุดควบคุม โดยผลิตภัณฑ์ชุดควบคุม ผู้ทดสอบจะให้การยอมรับจนถึงสัปดาห์ที่ 12 แต่สำหรับชุดเปรียบเทียบและชุดมอลโทเดกซ์ทริน DE18 ผู้ทดสอบจะให้การยอมรับจนถึงสัปดาห์ที่ 16

ตารางที่ 4.33 คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้ง
ทางด้านการยอมรับด้านการยอมรับโดยรวมด้านลักษณะปรากฏตลอดระยะเวลา
การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนการยอมรับโดยรวมด้านลักษณะปรากฏ		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทริน DE18
0 ^{ns}	7.10 ^a ± 0.95	7.18 ^a ± 0.96	7.20 ^a ± 0.81
4 ^{ns}	6.80 ^{ab} ± 1.46	6.95 ^a ± 1.04	6.90 ^{ab} ± 1.09
8 ^{ns}	6.66 ^b ± 0.94	6.84 ^a ± 0.77	6.74 ^{bc} ± 0.96
12 ^{ns}	6.12 ^c ± 0.92	6.16 ^b ± 1.04	6.38 ^c ± 1.12
16 ^{ns}	5.88 ^{cd} ± 0.77	5.76 ^c ± 0.69	5.92 ^d ± 0.80
20 ^{ns}	5.58 ^d ± 0.88	5.44 ^d ± 0.84	5.72 ^d ± 0.83

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.34 คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคนตาลูปแช่อบแห้ง
ทางด้านการยอมรับด้านการยอมรับโดยรวมด้านลักษณะปรากฏตลอดระยะเวลา
การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนการยอมรับโดยรวมด้านลักษณะปรากฏ		
	ชุดควบคุม	ชุดเปรียบเทียบ	มอลโทเดกซ์ทรีน DE18
0 ^{ns}	7.10 ^a ± 0.95	7.18 ^a ± 0.96	7.20 ^a ± 0.81
4	6.60 ^{abB} ± 0.93	6.58 ^{aA} ± 0.87	6.54 ^{bB} ± 0.97
8 ^{ns}	6.36 ^b ± 1.45	6.52 ^b ± 0.99	6.32 ^{bc} ± 1.36
12 ^{ns}	5.76 ^c ± 1.48	5.92 ^c ± 1.23	6.02 ^c ± 1.19
16	4.34 ^{dB} ± 1.29	5.28 ^{dA} ± 0.83	5.26 ^{dA} ± 1.26
20 ^{ns}	4.12 ^d ± 1.62	4.24 ^e ± 1.38	4.20 ^e ± 1.54

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

A, B ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

a, b, c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ข้อมูลในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 20 สัปดาห์ พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสามชุดการทดลองได้รับคะแนนการยอมรับด้านสี ความคงรูป การเกิดผลึกน้ำตาลที่ผิว ความชุ่มน้ำ และการยอมรับโดยรวมด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้มอลโทเดกซ์ทรีน DE18 และน้ำตาลอินเวิร์ต จะมีแนวโน้มของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์ชุดควบคุม และเมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบมีการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ลดลง โดยได้รับคะแนนการยอมรับด้านต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ไม่ครบระยะเวลาการเก็บรักษา 20 สัปดาห์ เนื่องจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่สภาวะแรงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีและกายภาพอย่างรวดเร็ว โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้มอลโทเดกซ์ทรีน DE18 และน้ำตาลอินเวิร์ต จะมีแนวโน้มของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์ชุดควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังช่วยยืดอายุการยอมรับของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ได้ โดยผลิตภัณฑ์ชุดมอลโทเดกซ์ทรีน DE18 และชุดเปรียบเทียบได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมด้านลักษณะปรากฏจนถึงสัปดาห์ที่ 16 ส่วนผลิตภัณฑ์ชุดควบคุมได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมด้านลักษณะปรากฏจนถึงสัปดาห์ที่ 12