

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาอิทธิพลของชนิด และปริมาณสารโครโอโพรเทกแทนต์ต่อคุณภาพกายภาพมันเทศบดแช่แข็ง และมันเทศบดแช่แข็งปรรูร

จากการศึกษาของ แพรจัน สังขะจันทร์ (2555, หน้า 37-45) พบว่าคุณสมบัติทางเคมีของหัวมันเทศสด เนื้อสีม่วงพันธุ์ พจ. 65-3 และในมันเทศเนื้อสีส้มพันธุ์ T101 มีความชื้น 69.95 และ 77.47%, โปรตีน 5.34 และ 7.85%, เยื่อใย 3.16 และ 4.71%, ไขมัน 0.42 และ 0.47%, เถ้า 3.47 และ 5.55%, คาร์โบไฮเดรต 90.77 และ 86.13%, ปริมาณสตาร์ช 19.78 และ 19.30% (dry basis) ตามลำดับ โดยในสตาร์ชมันเทศพันธุ์ พจ. 65-3 และพันธุ์ T101 มีปริมาณอะมิโลส 19.62 และ 20.44%

1. ผลการศึกษาอิทธิพลของชนิด และปริมาณสารโครโอโพรเทกแทนต์ต่อคุณภาพกายภาพมันเทศบดแช่แข็ง

ค่าสีของมันเทศบดแช่แข็งทั้งมันเทศสีม่วงและมันเทศสีส้มที่ใช้แทนแทนกัน และเมธิลเซลลูโลสเป็นสารโครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ ดังแสดงในตาราง 3 และ 4 พบว่า ค่าสีของมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งที่เติมแทนแทนกัน (XG) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0.05-0.2%, w/w) มีค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น และที่เติมแทนแทนกัน 0.10-0.15% (w/w) มีค่าสีแดง (a^*) ลดลง แต่มีค่าสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ส่วนในมันเทศสีส้มบดที่เติมแทนแทนกัน (XG) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0.05-0.2%, w/w) มีค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลการทดลองค่าสีจากตาราง 4 พบว่า ค่าสีของมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งที่เติมเมธิลเซลลูโลส (MC) มีค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น และที่เติมเมธิลเซลลูโลส 0.05-0.10% (w/w) ส่งผลให้ค่าสีแดง (a^*) ลดลง ส่วนในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งการเติมเมธิลเซลลูโลสส่งผลทำให้ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากผลการทดลองที่มีการเติมแซนแทนกัมในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งสามารถเพิ่มค่าความสว่าง (L^*) สอดคล้องกับ Alvarez, et al. (2009, pp. 2478-2484) พบว่า การเติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) ในมันฝรั่งบดแช่แข็งส่งผลทำให้ค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น ส่วน Downey (2003, pp. 857-868) ศึกษาผลของการเติมแซนแทนกัมในมันฝรั่งบดแช่แข็งพบว่าการเติมแซนแทนกัมที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% (w/w) ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้นมากกว่าการเติมสารกาวกัม คาร์ราจีแนน และเพกตินในมันฝรั่งบดแช่แข็ง

ผลการทดลองค่าความเข้มสี (Chroma) และค่ามุมของสี (Hue angle) จากตาราง 3 และ 4 พบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นแซนแทนกัม 0-0.15% (w/w) ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งและการเติมแซนแทนกัม 0-0.2% (w/w) ในมันเทศสีส้มบดแช่แข็ง ส่งผลให้ค่าความเข้มสีลดลง ($p < 0.05$) ส่วนการเพิ่มความเข้มข้นเมธิลเซลลูโลส 0-0.2% (w/w) ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งส่งผลให้ค่าความเข้มสีลดลง ($p < 0.05$) ค่าความเข้มสีที่ลดลงแสดงถึงความเข้มสีต่ำลงเข้าใกล้การเป็นสีเทา

ค่ามุมของสีในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งที่เติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลส 0.05-0.2% (w/w) ค่ามุมของสีที่ได้อยู่ในช่วง 315 ถึง 360 องศา แสดงถึงตัวอย่างมีสีม่วงถึงสีม่วงแดง ส่วนในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งที่เติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลส 0.05-0.2% (w/w) ค่ามุมของสีที่ได้อยู่ในช่วง 45 ถึง 90 องศา แสดงถึงตัวอย่างมีสีส้มแดงถึงสีเหลือง

ตาราง 3 ค่าสีของมันเทศบดแช่แข็งที่ใช้สารแทนแทนกันเป็นสารโครโอโพเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ

ความเข้มข้นแทนแทนกัน (%, w/w)	ผลการวัดค่าสี				
	L*	a*	b*	Chroma	Hue angle
มันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง					
0	18.61±0.16 ^d	15.78±0.05 ^c	-13.05±0.20 ^d	20.48±0.16 ^c	320.40±0.40
0.05	19.30±0.04 ^c	15.24±0.11 ^{cd}	-12.79±0.15 ^{cd}	19.89±0.17 ^{cd}	320.01±0.13
0.10	19.65±0.29 ^c	14.29±0.25 ^e	-12.23±0.16 ^c	18.82±0.29 ^e	319.45±0.16
0.15	19.44±0.26 ^c	14.72±0.12 ^{de}	-12.35±0.10 ^c	19.22±0.16 ^{de}	320.00±0.05
0.20	19.42±0.25 ^c	15.29±0.21 ^{cd}	-12.56±0.11 ^{cd}	19.78±0.24 ^{cd}	320.60±0.15
มันเทศสีส้มบดแช่แข็ง					
0	45.53±0.42 ^a	22.17±1.07 ^a	37.10±0.98 ^a	43.33±1.22 ^a	58.93±0.21
0.05	44.70±0.26 ^b	21.10±0.26 ^b	36.00±0.20 ^b	41.70±0.26 ^b	59.60±0.30
0.10	44.93±0.12 ^b	20.47±0.64 ^b	35.53±0.35 ^b	41.03±0.61 ^b	60.03±0.55
0.15	45.03±0.42 ^b	20.57±0.15 ^b	35.77±0.25 ^b	41.50±0.30 ^b	59.77±0.45
0.20	44.73±0.23 ^b	20.87±0.06 ^b	35.97±0.25 ^b	41.60±0.20 ^b	59.90±0.20

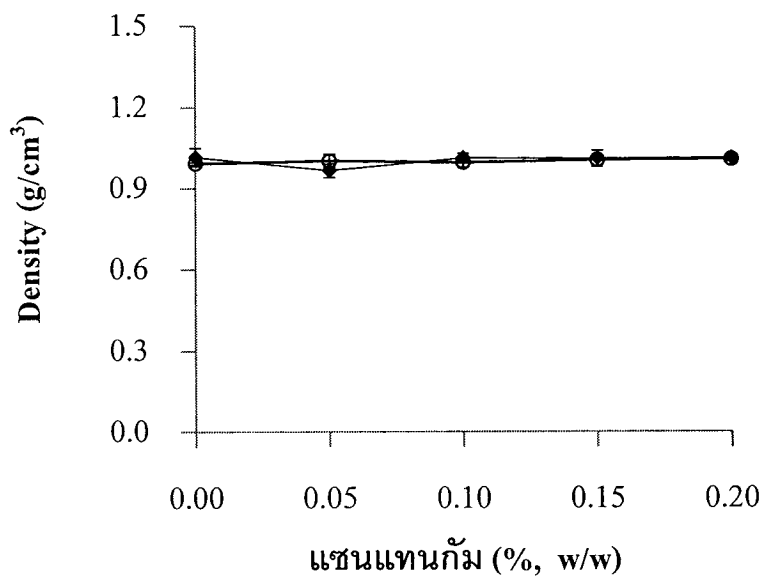
ตาราง 4 ค่าสีของมันเทศบดแช่แข็งที่ใช้สารเมธิลเซลลูโลสเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ

ความเข้มข้นเมธิลเซลลูโลส (%, w/w)	ผลการวัดค่าสี				
	L*	a*	b*	Chroma	Hue angle
มันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง					
0	18.61±0.16 ^e	15.78±0.05 ^c	-13.05±0.20 ^e	20.48±0.16 ^c	320.40±0.40
0.05	17.26±0.17 ^f	14.50±0.10 ^d	-12.59±0.14 ^{de}	19.21±0.16 ^d	319.04±0.13
0.10	19.36±0.28 ^{de}	14.81±0.32 ^d	-12.21±0.15 ^{de}	19.20±0.34 ^d	320.48±0.30
0.15	20.23±0.46 ^d	15.36±0.24 ^{cd}	-12.26±0.25 ^{de}	19.65±0.33 ^d	321.41±0.19
0.20	21.64±0.22 ^c	15.17±0.41 ^{cd}	-11.94±0.31 ^d	19.30±0.52 ^d	321.79±0.23
มันเทศสีส้มบดแช่แข็ง					
0	45.33±0.29 ^a	20.87±0.06 ^a	37.10±0.15 ^a	41.13±0.15 ^b	59.50±0.17
0.05	44.90±0.56 ^a	22.43±0.64 ^a	35.97±0.35 ^b	42.40±0.62 ^a	58.03±0.49
0.10	43.27±2.23 ^b	20.77±0.40 ^b	35.07±0.55 ^c	40.77±0.70 ^b	59.37±0.15
0.15	44.60±0.10 ^a	21.00±0.17 ^b	35.00±0.17 ^c	40.83±0.21 ^b	59.00±0.10
0.20	44.77±0.21 ^a	21.33±0.35 ^b	35.43±0.76 ^{bc}	41.20±0.79 ^b	59.33±0.25

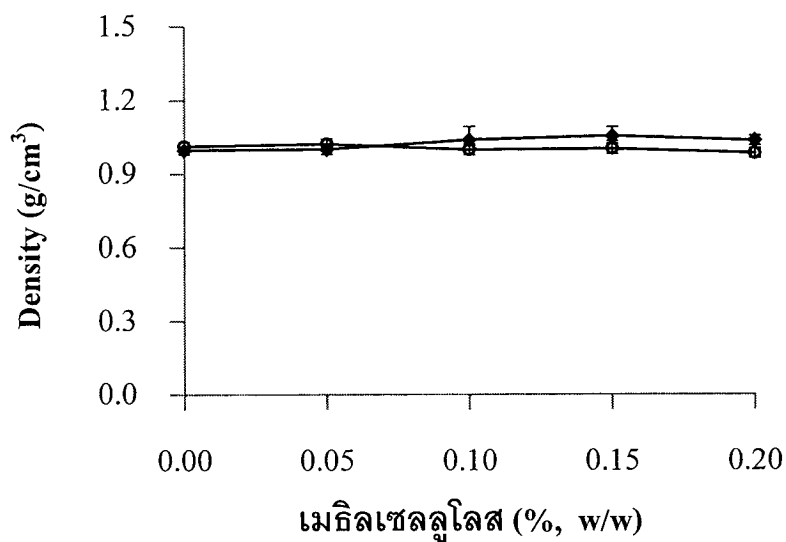
หมายเหตุ: ในตาราง 3 และ 4 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

ค่าความหนาแน่นของมันเทศบดแช่แข็งทั้งมันเทศสีม่วงและมันเทศสีส้มที่ใช้แทนแทนกัน และเมธิลเซลลูโลสเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ ดังแสดงในภาพ 12 (a) และ 12 (b) พบว่า การเติมแทนแทนกัน หรือเมธิลเซลลูโลส (0.05, 0.10, 0.15 และ 0.20%, w/w) ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง และมันเทศสีส้มบดแช่แข็งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และมันเทศบดแช่แข็งและมันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง) มีค่าความหนาแน่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมันฝรั่งบดทางการค้า(ตัวอย่างอ้างอิง) มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ $1.06 \pm 0.01 \text{ g/cm}^3$

การเติมแทนแทนกัน หรือเมธิลเซลลูโลส (0.05, 0.10, 0.15 และ 0.20%, w/w) ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง และมันเทศสีส้มบดแช่แข็ง ไม่มีผลต่อค่าความหนาแน่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)



(a)



(b)

ภาพ 12 ค่าความหนาแน่นของน้ำมันตะกวดแช่แข็ง (a) น้ำมันตะกวดแช่แข็งที่ใช้สาร
 แชนแทนกัม, (b) น้ำมันตะกวดแช่แข็งที่ใช้สารเมธิลเซลลูโลสเป็นสาร
 ไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ;
 (◆) น้ำมันตะกวดแช่แข็ง, (○) น้ำมันตะกวดแช่แข็ง

ปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศบดแช่แข็งทั้งมันเทศสีม่วงและมันเทศสีส้มที่ใช้แซนแทนกัม และเมธิลเซลลูโลสเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ ดังแสดงในภาพ 13 (a) และ 13 (b) พบว่า มันเทศสีม่วงบดที่เติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลส ไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) มันเทศสีส้มบดแช่แข็งที่เติมแซนแทนกัม ที่ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำที่แยกออกมาหลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ มีปริมาณลดลง ส่วนในมันเทศสีส้มบดที่เติมเมธิลเซลลูโลสปริมาณน้ำที่แยกออกมาน้อยกว่าที่ไม่ได้เติมเมธิลเซลลูโลส ($p < 0.05$)

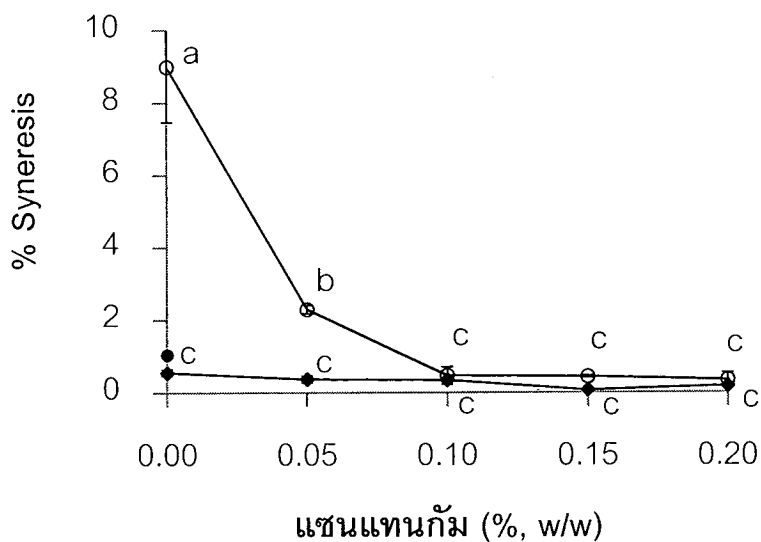
แซนแทนกัมเป็นสารที่มีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับน้ำ มีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ดีทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น โดยมีหมู่ที่จับกับน้ำคือ หมู่ไฮดรอกซิล ($-OH$) กระจุกเป็นลบ มีความคงตัวอยู่ในช่วง pH 2-10 และอุณหภูมิ 0-100 องศาเซลเซียส ส่งผลให้แซนแทนกัมคงตัวได้ดีในกระบวนการแช่แข็งและละลาย

เมธิลเซลลูโลสมีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่ ละลายได้ดีในน้ำร้อน มีหมู่ที่จับกับน้ำ คือ หมู่ไฮดรอกซิล ($-OH$) ไม่มีประจุ มีความคงตัวอยู่ในช่วง pH 2-12 เมื่อละลายเมธิลเซลลูโลส ในตัวทำละลายจะเกิดการพองตัว โมเลกุลของตัวทำละลายเข้าไปแทรกอยู่ ขณะเดียวกัน ความหนืดของสารละลายจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมธิลเซลลูโลสมีความสามารถในการจับกับโมเลกุลของน้ำ และดูดซับน้ำได้ ดังนั้นจึงช่วยป้องกันการเกิดน้ำที่แยกออกมา (syneresis) ในผลิตภัณฑ์ได้ (Imeson, 1997)

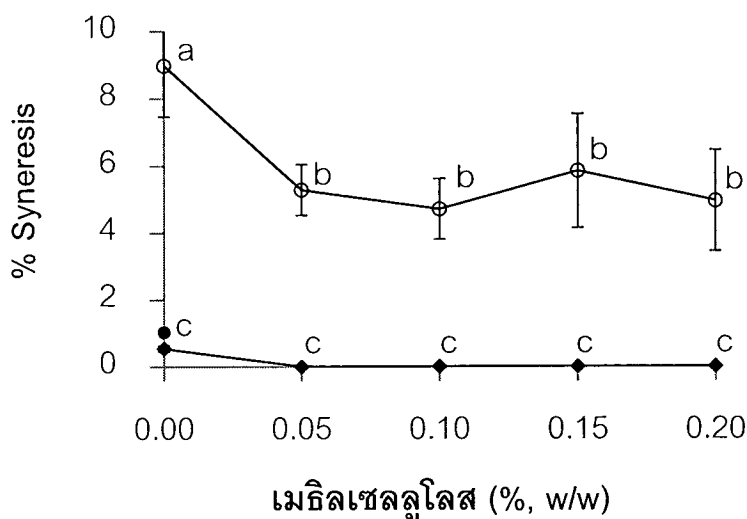
ตัวอย่างมันเทศสีส้มบดแช่แข็งมีเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำที่แยกออกมาลดลง สอดคล้องกับ Alvarez, et al. (2010, pp. 55-70) พบว่า การเติมแซนแทนกัมในตัวอย่างมันฝรั่งบดแช่แข็งทำให้ความสามารถในการเก็บกักน้ำในภายในเซลล์ได้ดียิ่งขึ้นแซนแทนกัมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาเสถียรภาพของโครงสร้างและช่วยลดปริมาณน้ำที่แยกออกมาหลังผ่านการแช่แข็งและละลายของมันฝรั่งบด Downey (2002, pp. 869-877) พบว่า มันฝรั่งบดแช่แข็งที่เติมแซนแทนกัม มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณน้ำที่แยกออกมาซึ่งตรงกับคุณสมบัติของแซนแทนกัมที่สามารถจับกับน้ำ และอยู่ในรูปเจลส่งผลให้ลดปริมาณน้ำที่แยกออกมาได้

แต่ในงานวิจัยนี้ตัวอย่างมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งมีปริมาณน้ำที่แยกออกมาหลังผ่านการแช่แข็งและละลายไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่เติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลส อาจเป็นเพราะเนื้อสัมผัสของมันเทศสีม่วงมีความหนืดมาก เมื่อเปรียบเทียบกับความหนืดเริ่มต้นของมันเทศสีส้มและมันฝรั่ง ดังนั้นมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง และมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสจึงมีปริมาณน้ำ

ที่แยกออกมาน้อย ทำให้การเติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสจึงไม่ส่งผลต่อปริมาณน้ำที่แยกออกมาหลังการแช่แข็งและละลาย

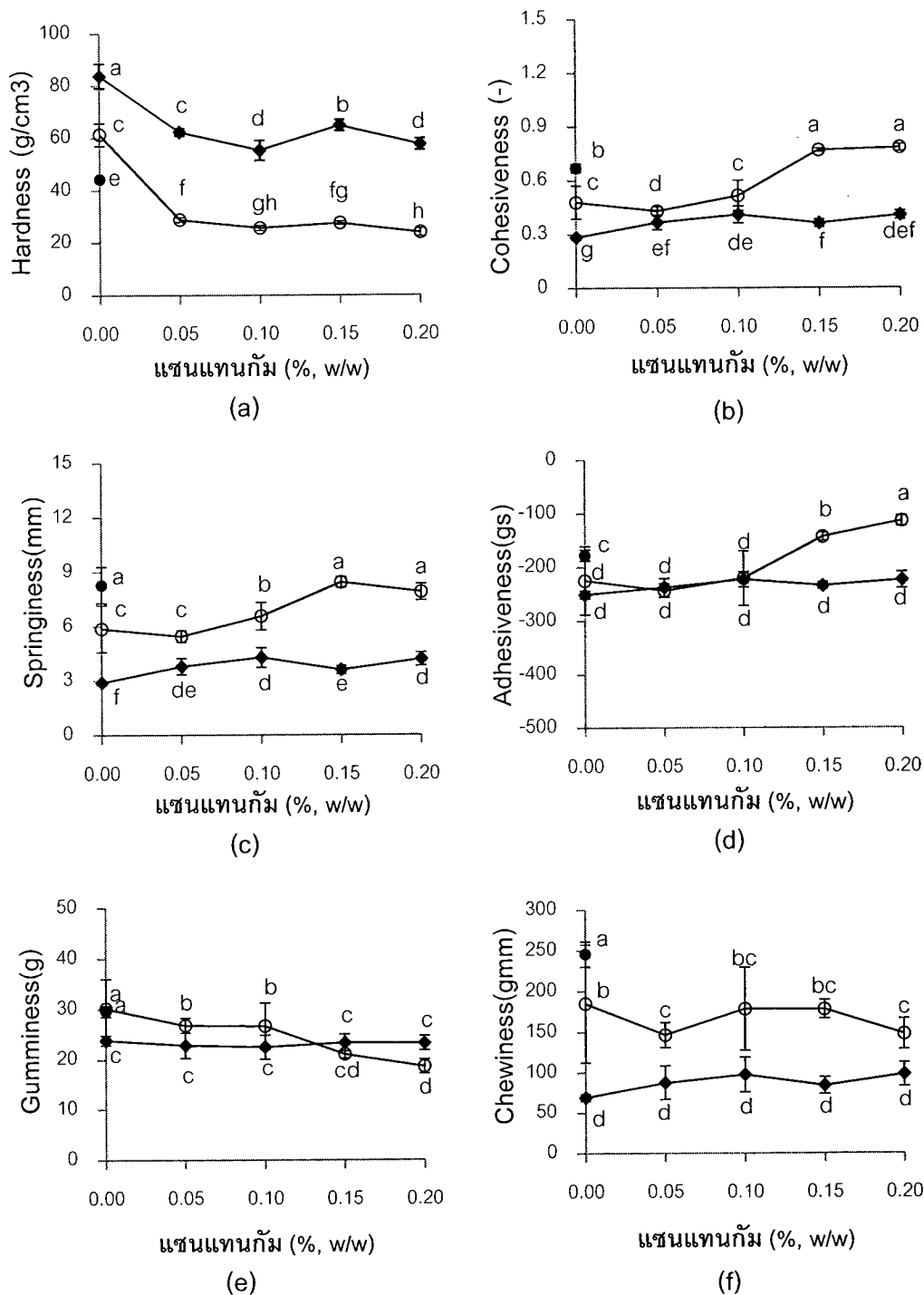


(a)

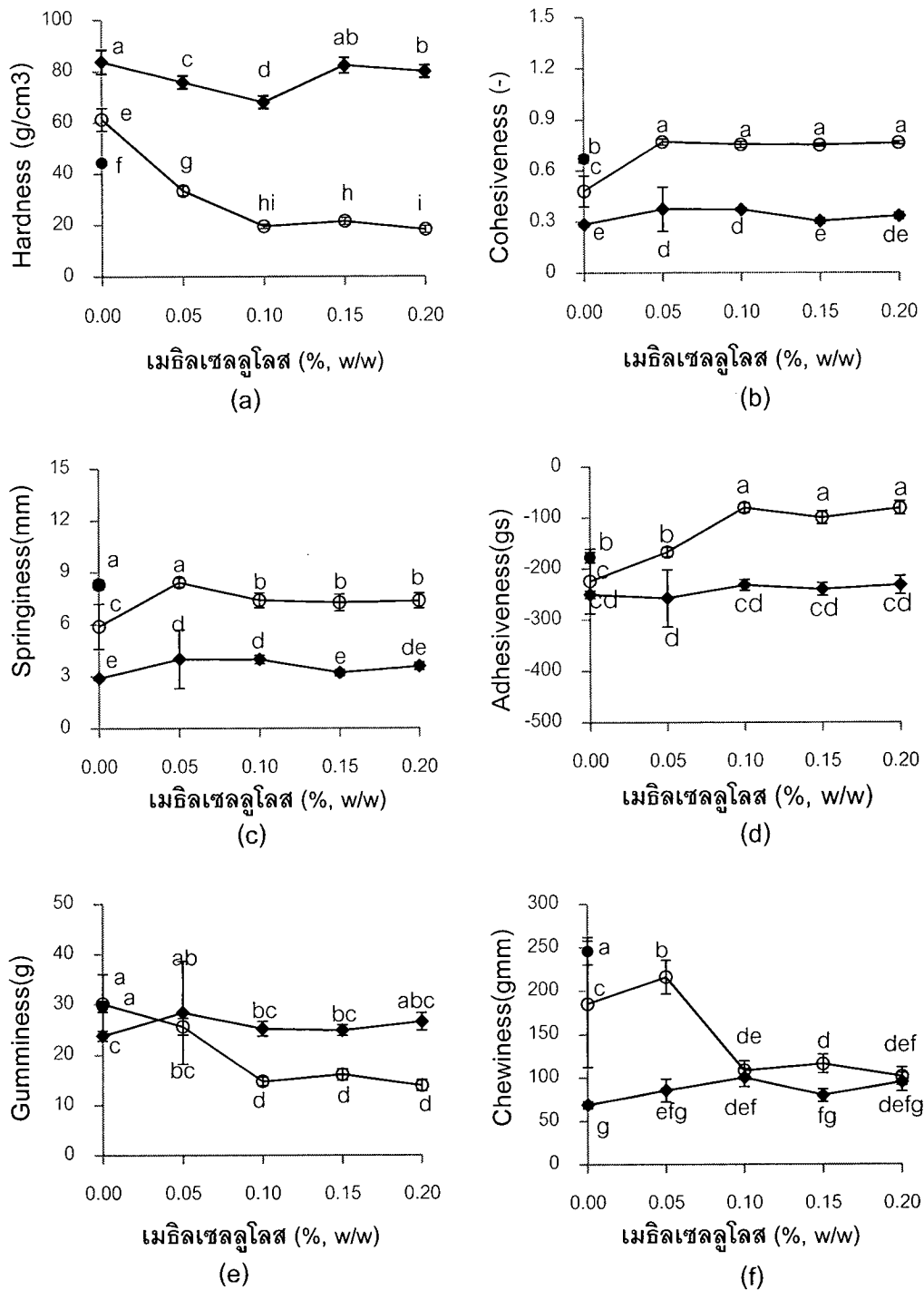


(b)

ภาพ 13 ค่าปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศบดแช่แข็ง (a) มันเทศบดแช่แข็งที่ใช้สารแซนแทนกัม และ (b) มันเทศบดแช่แข็งที่ใช้สารเมธิลเซลลูโลสเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ; (◆) มันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง, (○) มันเทศสีส้มบดแช่แข็ง และ (●) มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)



ภาพ 14 ลักษณะเนื้อสัมผัสของมันเทศบดแช่แข็งที่ใช้แชนแทนกัมเป็นสาร
 ไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ;
 (◆) มันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง, (○) มันเทศสีส้มบดแช่แข็ง และ
 (●) มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)



ภาพ 15 ลักษณะเนื้อสัมผัสของมาร์เกอแช่แข็งที่ใช้เมธิลเซลลูโลสเป็นสาร
 ไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ;
 (◆) มาร์เกอสีม่วงบดแช่แข็ง, (○) มาร์เกอสีส้มบดแช่แข็ง และ
 (●) มาร์เกอสีน้ำตาลบดแช่แข็ง (ตัวอย่างอ้างอิง)

หมายเหตุ: ในภาพ 14 และ 15 ตัวอักษรที่แตกต่างกันในกราฟแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน (Cohesiveness), ความยืดหยุ่น (Springiness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness), ความเหนียวติดยืด (Gumminess) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) ของมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง และมันเทศสีส้มบดแช่แข็งที่ใช้แซนแทนกัมเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์ ดังแสดงในภาพ 14 (a-f)

การเพิ่มความเข้มข้นของแซนแทนกัมที่ความเข้มข้น 0-0.1% (w/w) ส่งผลให้มีค่าความแข็ง (Hardness) ลดลง ($p < 0.05$) สอดคล้องกับ Downey (2002, pp. 869-877) พบว่า การเติมแซนแทนกัมในมันฝรั่งบดแช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็งและละลายสามารถช่วยลดค่าความต้านทานแรงกดได้ เมื่อเทียบกับการเติมสารกาวกัม คาร์ราจีแนน เพกติน โซเดียมเคซีเนท เวย์โปรตีน และที่ไม่มีการเติมสารไครโอโพรเทกแทนต์ในตัวอย่างมันฝรั่งบดแช่แข็ง การเติมแซนแทนกัมสามารถช่วยลดค่าความแข็ง (Hardness) ลงได้ อาจเนื่องมาจากการที่ส่วนผสมของตัวอย่างมันเทศบดให้เข้ากันเกิดโพรงอากาศกระจายตัว และแซนแทนกัมจะช่วยให้ตัวอย่างมีความคงตัวสามารถกักเก็บโพรงอากาศได้ดี ทำให้ลักษณะเนื้อตัวอย่างมีความฟูทำให้ค่าความแข็งลดลง (Imeson, 1997, pp. 284-311)

การเติมแซนแทนกัมในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งที่ความเข้มข้น 0.05-0.2% (w/w) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ใช้แซนแทนกัมเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์ พบว่า ค่าความเกาะติดกัน (Cohesiveness) และค่าความยืดหยุ่น (Springiness) มีค่าเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ค่าความเหนียวติดกัน (Adhesiveness), ค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) และความเหนียวติดยืด (Gumminess) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตัวอย่างมันเทศสีส้มบดแช่แข็งเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของแซนแทนกัม (0.05-0.2% w/w) ส่งผลให้ค่าความเกาะติดกัน (Cohesiveness) และค่าความยืดหยุ่น (Springiness) เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ส่วนค่าความเหนียวติดยืด (Gumminess) และค่าความเหนียวติดกัน (Adhesiveness) ลดลง ($p < 0.05$)

ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน (Cohesiveness), ความยืดหยุ่น (Springiness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness), ความเหนียวติดยืด (Gumminess) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) ของมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง และมันเทศสีส้มบดแช่แข็งที่ใช้เมธิลเซลลูโลสเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์ ดังแสดงในภาพ 15 (a-f)

การเพิ่มความเข้มข้นของเมธิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้น 0-0.1% (w/w) ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง และมันเทศสีส้มบดแช่แข็ง ส่งผลให้ค่าความแข็ง (Hardness) ลดลงมีค่าน้อยสุด ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับการใช้แซนแทนกัมเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง และมันเทศสีส้มบดแช่แข็ง

การเติมเมธิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้น 0.05-0.2% (w/w) ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง ไม่ส่งผลให้มีความแตกต่างของค่าความเหนียวติดกัน (Adhesiveness), ความเหนียวติดยืด (Gumminess) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

การเติมเมธิลเซลลูโลสในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ใช้สารไครโอโพรเทกแทนต์ พบว่า ค่าความเกาะติดกัน (Cohesiveness) และค่าความยืดหยุ่น (Springiness) เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ส่วนค่าความเหนียวติดกัน (Adhesiveness) และค่าความเหนียวติดยืด (Gumminess) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับ Truong and Walter (1994, pp. 1175-1180) พบว่า การเติมเมธิลเซลลูโลส 0.25-1.0% (w/w) ในมันเทศบดแช่แข็ง (มันเทศพันธุ์ Jewel cultivar) เมื่อทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสโดยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) ส่งผลให้ค่าความเหนียวติดกัน (Adhesiveness) และค่าความเหนียวติดยืด (Gumminess) ลดลง ($p < 0.05$) เมื่อระดับความเข้มข้นของเมธิลเซลลูโลสเพิ่มขึ้น

การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA ในตัวอย่างมันเทศบดแช่แข็งที่เติมสารแซนแทนกัม 0-0.2% (w/w) พบว่าพันธุ์มันเทศมีผลต่อค่าสี (ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*), ค่าสีเหลือง (b^*), ค่าความเข้มสี (Chroma) และค่ามุมของสี (Hue angle)) ค่าปริมาณน้ำที่แยกออกมา และคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน (Cohesiveness), ความยืดหยุ่น (Springiness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness), ความเหนียวติดยืด (Gumminess) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความเข้มข้นของแซนแทนกัมที่เติมในมันเทศบดแช่แข็งมีผลต่อค่าสี (ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีเหลือง (b^*) และค่ามุมของสี (Hue angle)) ค่าปริมาณน้ำที่แยกออกมา และคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน (Cohesiveness), ความยืดหยุ่น (Springiness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness), ความเหนียวติดยืด (Gumminess) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ของพันธุ์มันเทศและความเข้มข้นของแซนแทนกัมมีผลต่อค่าสี (ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีเหลือง (b^*) และค่ามุมของสี (Hue angle)) ค่าปริมาณน้ำที่แยกออกมา และคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน

(Cohesiveness), ความยืดหยุ่น (Springiness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness) และ ความเหนียวติดยึด (Gumminess)) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA ในตัวอย่างมันเทศบดแช่แข็งที่เติมสาร เมธิลเซลลูโลส 0-0.2% (w/w) พบว่าพันธุ์มันเทศมีผลต่อค่าสี (ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*), ค่าสีเหลือง (b^*), ค่าความเข้มสี (Chroma) และค่ามุมของสี (Hue angle)) ค่าความหนาแน่น ค่าปริมาณน้ำที่แยกออกมา และคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน (Cohesiveness), ความยืดหยุ่น (Springiness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness), ความเหนียวติดยึด (Gumminess) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความเข้มข้นของเมธิลเซลลูโลสที่เติมในมันเทศบดแช่แข็งมีผลต่อค่าสี (ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*), ค่าสีเหลือง (b^*), ค่าความเข้มสี (Chroma) และค่ามุมของสี (Hue angle)) ค่าปริมาณน้ำที่แยกออกมา และคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน (Cohesiveness), ความยืดหยุ่น (Springiness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness), ความเหนียวติดยึด (Gumminess) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ของพันธุ์มันเทศและความเข้มข้นของเมธิลเซลลูโลสมีผลต่อค่าสี (ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*), ค่าสีเหลือง (b^*), ค่าความเข้มสี (Chroma) และค่ามุมของสี (Hue angle)) ค่าปริมาณน้ำที่แยกออกมา และคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน (Cohesiveness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness), ความเหนียวติดยึด (Gumminess) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. ผลการศึกษาอิทธิพลของชนิด และปริมาณสารไครโอโพรเทกแทนต์ต่อ คุณภาพกายภาพมันเทศบดแช่แข็งปรุงรส

ค่าสีของมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสทั้งมันเทศสีม่วงและมันเทศสีส้มที่ใช้แทนแทนกันเป็น สารไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ ดังแสดงในตาราง 5 พบว่า ค่าสีของ มันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสมีค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้นเมื่อเติมแทนแทนกัน 0.10-0.20% (w/w) ส่วนค่าสีเหลือง (b^*) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

มันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมแทนแทนกัน ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) และ ค่าสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าสีของมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสทั้งมันเทศสีม่วงและมันเทศสีส้มที่ใช้เมธิลเซลลูโลสเป็น สารไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ ดังแสดงในตาราง 6 พบว่า ค่าสีของ

มันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมเมธิลเซลลูโลสส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

มันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสเมื่อเติมเมธิลเซลลูโลส 0.1-0.2% (w/w) ส่งผลทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ส่วนค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการทดลองที่มีการเติมแทนแทนกัมสามารถเพิ่มค่าความสว่าง (L^*) สอดคล้องกับ Alvarez, et al. (2009, pp. 2115-2127) และ Downey (2003, pp. 857-868) พบว่าการเติมแทนแทนกัมในมันฝรั่งบดแช่แข็งส่งผลทำให้ค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น

ผลการทดลองค่าความเข้มสี (Chroma) และค่ามุมของสี (Hue angle) จากตาราง 5 และ 6 พบว่า การเติมแทนแทนกัม 0-0.2% (w/w) ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสและในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสมีค่าความเข้มสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ส่วนการเติมเมธิลเซลลูโลส 0.05-0.2% (w/w) ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสส่งผลให้ค่าความเข้มสีลดลง ($p < 0.05$) และการเพิ่มความเข้มข้นเมธิลเซลลูโลส 0-0.2% (w/w) ในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสส่งผลให้ค่าความเข้มสีลดลง ($p < 0.05$) ค่าความเข้มสีที่ลดลงแสดงถึงความเข้มสีต่ำลงเข้าใจการเป็นสีเทา

ค่ามุมของสีในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมแทนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลส 0.05-0.2% (w/w) ค่ามุมของสีที่ได้อยู่ในช่วง 315 ถึง 360 องศา แสดงถึงตัวอย่างมีสีม่วงถึงสีม่วงแดง ส่วนในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมแทนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลส 0.05-0.2% (w/w) ค่ามุมของสีที่ได้อยู่ในช่วง 45 ถึง 90 องศา แสดงถึงตัวอย่างมีสีส้มแดงถึงสีเหลือง

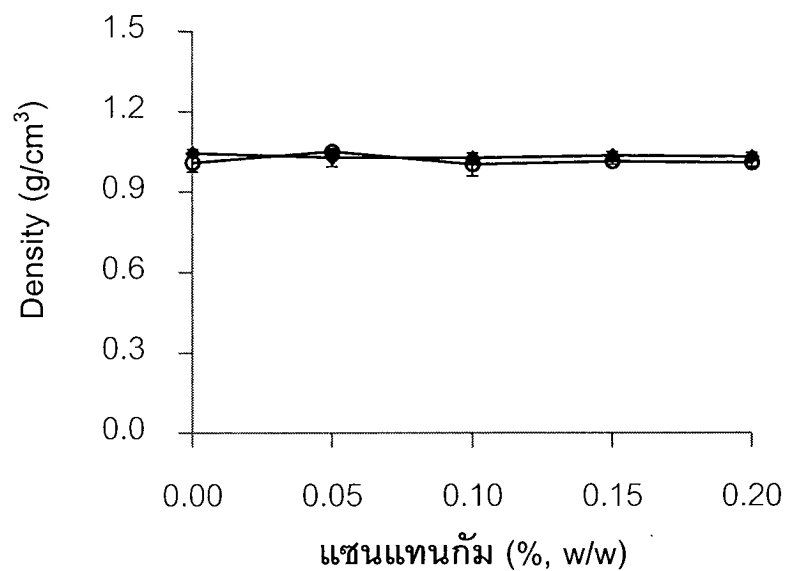
ตาราง 5 ค่าสีของมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสที่ใช้สารแทนแทนกัมเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ

ความเข้มข้นแทนแทนกัม (%, w/w)	ผลการวัดค่าสี				
	L^*	a^*	b^*	Chroma	Hue angle
มันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส					
0	22.95±0.12 ^f	14.50±0.11 ^c	-12.87±0.04 ^c	19.39±0.08 ^b	318.40±0.26
0.05	23.02±0.02 ^f	14.58±0.15 ^c	-12.64±0.12 ^c	19.30±0.19 ^b	319.09±0.06
0.10	25.37±0.15 ^d	14.73±0.05 ^c	-12.75±0.03 ^c	19.48±0.04 ^b	319.10±0.11
0.15	25.31±0.01 ^d	14.20±0.24 ^d	-12.66±0.12 ^c	19.02±0.26 ^b	318.27±0.22
0.20	23.99±0.21 ^e	14.67±0.17 ^c	-12.67±0.24 ^c	19.38±0.28 ^b	319.20±0.23
มันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรส					
0	50.53±0.25 ^c	24.70±0.20 ^a	43.70±0.56 ^b	50.20±0.50 ^a	60.53±0.31
0.05	51.40±0.26 ^b	24.33±0.21 ^b	44.23±0.72 ^{ab}	50.50±0.61 ^a	61.17±0.51
0.10	52.07±0.15 ^a	24.57±0.15 ^{ab}	44.20±0.20 ^{ab}	50.57±0.25 ^a	60.97±0.06
0.15	52.03±0.15 ^a	24.53±0.21 ^{ab}	44.53±0.59 ^a	50.83±0.58 ^a	61.17±0.32
0.20	52.23±0.06 ^a	24.37±0.12 ^b	44.63±0.49 ^a	50.87±0.38 ^a	61.40±0.36

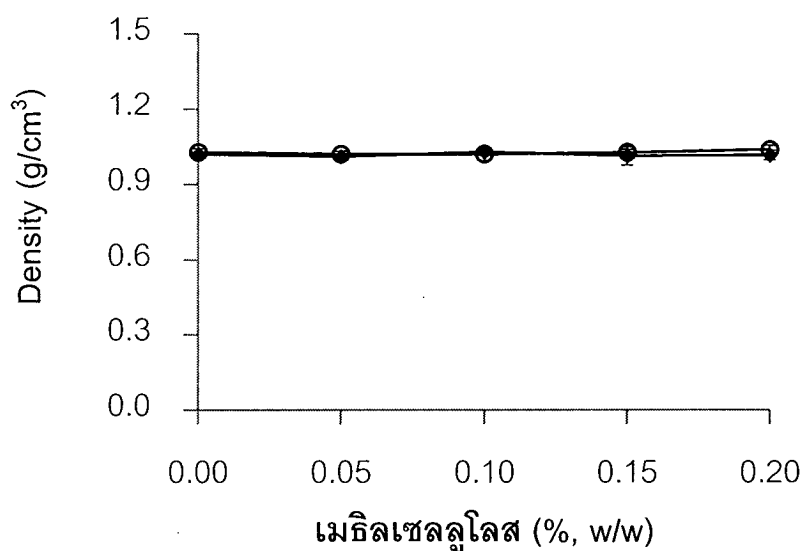
ตาราง 6 ค่าสีของน้ำมันทอดแช่แข็งปรุงรสที่ใช้สารเมธิลเซลลูโลสเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ

ความเข้มข้นเมธิลเซลลูโลส (%, w/w)	ผลการวัดค่าสี				
	L^*	a^*	b^*	Chroma	Hue angle
น้ำมันถั่วลิสงบดแช่แข็งปรุงรส					
0	22.95±0.12 ^f	14.50±0.11 ^d	-12.87±0.04 ^c	20.48±0.16 ^c	318.40±0.26
0.05	22.29±0.24 ^g	14.38±0.08 ^d	-12.94±0.07 ^c	19.34±0.10 ^d	318.02±0.02
0.10	23.53±0.53 ^e	14.65±0.36 ^d	-12.48±0.29 ^c	19.25±0.46 ^d	319.56±0.08
0.15	24.10±0.10 ^d	14.48±0.11 ^d	-12.65±0.09 ^c	19.23±0.14 ^d	318.86±0.06
0.20	24.25±0.17 ^d	14.82±0.12 ^d	-12.57±0.04 ^c	19.44±0.10 ^d	319.70±0.21
น้ำมันถั่วลิสงบดแช่แข็งปรุงรส					
0	50.70±0.10 ^{ab}	24.70±0.10 ^a	44.20±0.30 ^a	50.63±0.35 ^a	60.80±0.17
0.05	51.07±0.23 ^a	25.07±0.32 ^a	44.53±0.90 ^a	51.10±0.72 ^a	60.63±0.67
0.10	51.07±0.45 ^a	24.80±0.26 ^a	44.10±0.35 ^a	50.77±0.64 ^a	60.67±0.15
0.15	49.93±0.40 ^c	24.13±0.31 ^b	42.10±1.73 ^b	47.70±0.26 ^b	59.57±0.31
0.20	50.27±0.42 ^{bc}	23.50±0.36 ^c	41.13±0.15 ^b	47.37±0.15 ^b	60.23±0.38

หมายเหตุ: ในตาราง 5 และ 6 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT



(a)



(b)

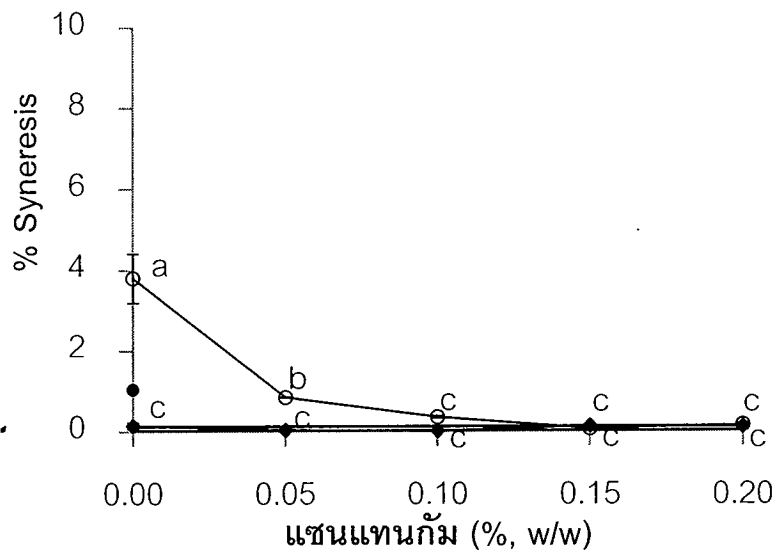
ภาพ 16 ค่าความหนาแน่นของมันเทศบดแช่แข็งปรุงรส (a) มันเทศบดแช่แข็งปรุงรสที่ใช้สารแชนแทนกัม และ (b) มันเทศบดแช่แข็งปรุงรสที่ใช้สารเมธิลเซลลูโลสเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ; (◆) มันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส, (○) มันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรส

ค่าความหนาแน่นของมันเทศบดแช่แข็งทั้งมันเทศสีม่วงและมันเทศสีส้มที่ใช้แซนแทนกัม และเมธิลเซลลูโลสเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ ดังแสดงในภาพ 16 (a) และ 16 (b) พบว่า การเติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลส (0.05, 0.10, 0.15 และ 0.20%, w/w) ค่าความหนาแน่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) มันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส มันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสและมันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง) มีค่าความหนาแน่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

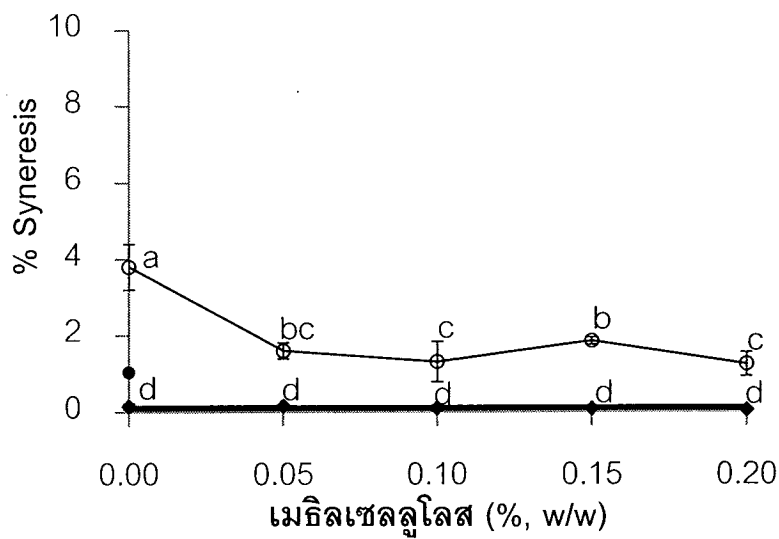
เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสทั้งมันเทศสีม่วง และมันเทศสีส้มที่ใช้แซนแทนกัม และเมธิลเซลลูโลสเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ ดังแสดงในภาพ 17 (a) และ 17 (b) มันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) มันเทศสีส้มบดที่เติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น (0-0.2% w/w) ส่งผลให้ปริมาณน้ำที่แยกออกมาหลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ มีปริมาณลดลง

การเติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำที่แยกออกมามีปริมาณลดลงเป็นเช่นเดียวกับ ในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งไม่ปรุงรส

แต่ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสมีปริมาณน้ำที่แยกออกมาหลังผ่านการแช่แข็งและละลายน้อย อาจเป็นเพราะเนื้อสัมผัสของวัตถุดิบมันเทศสีม่วงมีความหนืดสูงมาก ทำให้การแยกชั้นของน้ำเกิดขึ้นได้ยาก

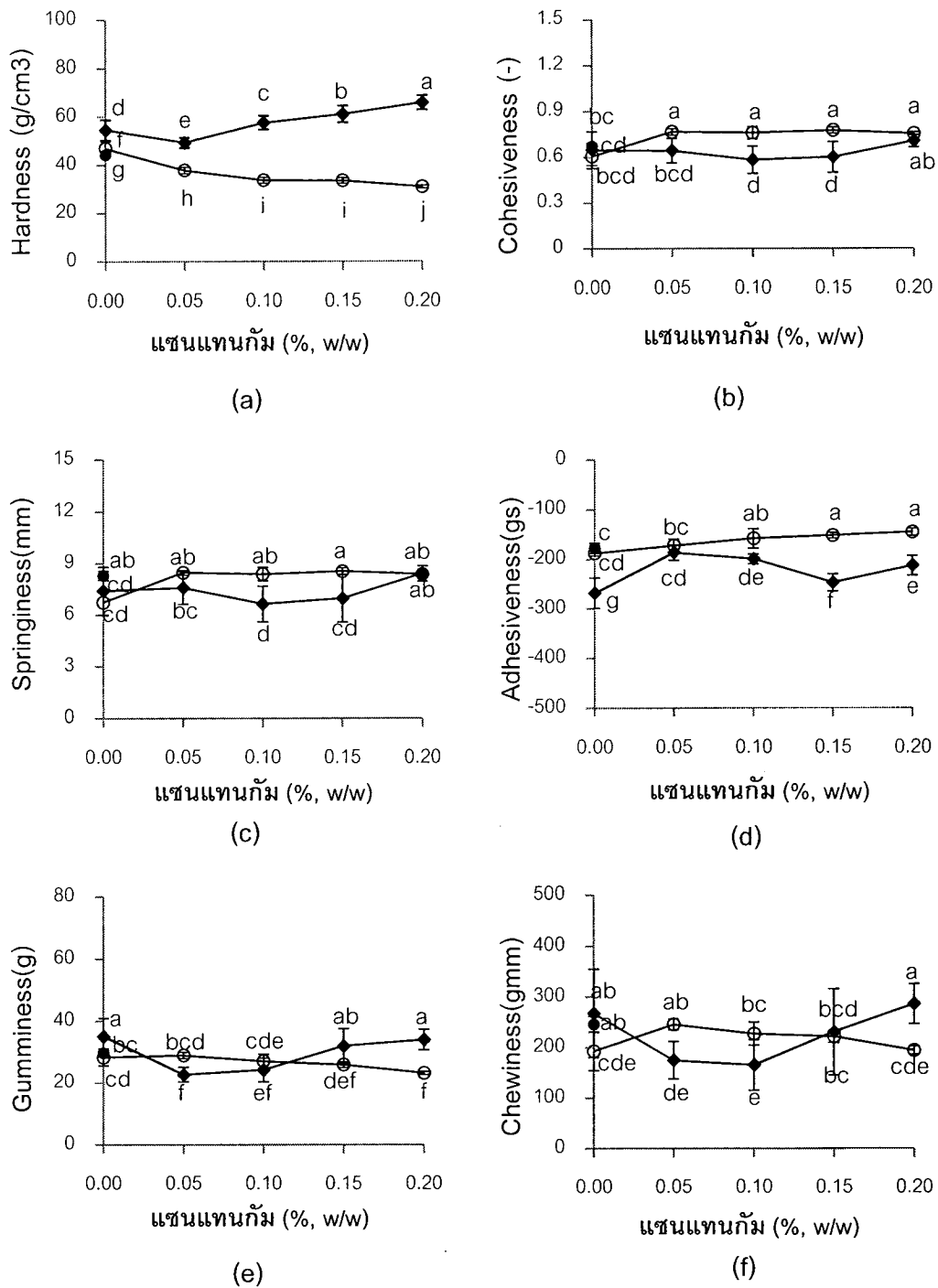


(a)



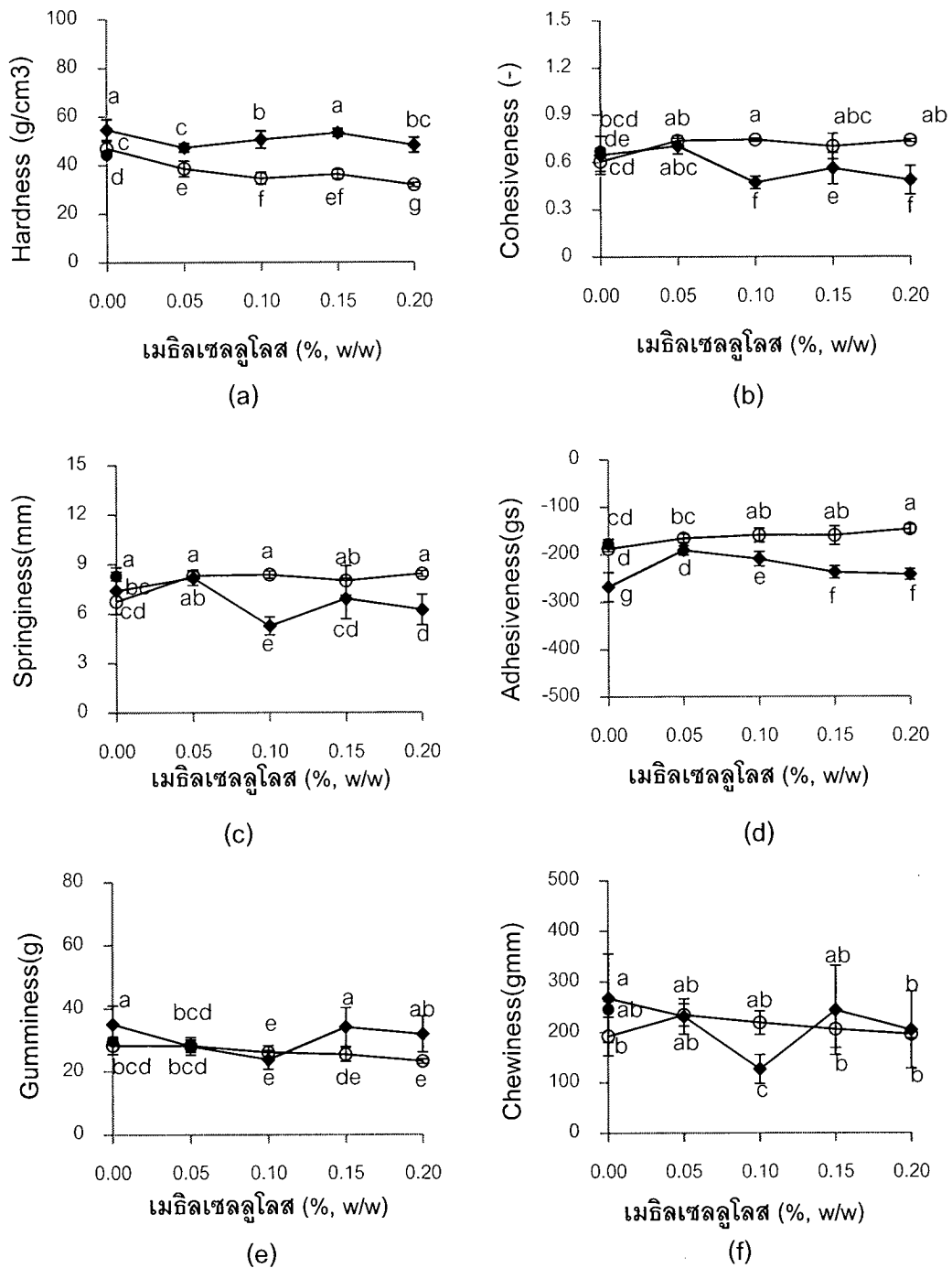
(b)

ภาพ 17 ค่าปริมาณน้ำที่แยกออกมาของม้นทดสอบแช่แข็งปรุงรส; (a) ม้นทดสอบแช่แข็งปรุงรสที่ใช้สารแคนแทนกัม และ (b) ม้นทดสอบแช่แข็งปรุงรสที่ใช้สารเมธิลเซลลูโลสเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ; (◆) ม้นทดสอบแช่แข็งปรุงรส, (○) ม้นทดสอบแช่แข็งปรุงรส, และ (●) ม้นฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)



ภาพ 18 ลักษณะเนื้อสัมผัสของมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสที่ใช้แซนแทนกัมเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ;

(◆) มันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส, (●) มันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรส และ (○) มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)



ภาพ 19 ลักษณะเนื้อสัมผัสของมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสที่ใช้เมธิลเซลลูโลสเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ;
 (◆) มันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส, (○) มันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรส และ (●) มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)

หมายเหตุ: ในภาพ 16, 17, 18 และ 19 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันภายในกราฟแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน (Cohesiveness), ความยืดหยุ่น (Springiness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness), ความเหนียวติดยึด (Gumminess) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) ของมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส และมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสที่ใช้แซนแทนกัมเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์ ดังแสดงในภาพ 18 (a-f)

การเพิ่มความเข้มข้นของแซนแทนกัมที่ความเข้มข้น 0-0.05% (w/w) ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส และการเพิ่มความเข้มข้น 0-0.1% (w/w) ในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรส ส่งผลทำให้ค่าความแข็ง (Hardness) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อความเข้มข้นของแซนแทนกัมเพิ่มขึ้นมากกว่าระดับความเข้มข้นข้างต้น ส่งผลให้ค่าความแข็ง (Hardness) ของมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส และมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสเพิ่มขึ้น

การเพิ่มความเข้มข้นของแซนแทนกัม 0-0.1% (w/w) ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส พบว่า ค่าความเหนียวติดยึด (Gumminess) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของแซนแทนกัม 0.1-0.2% (w/w) ค่าความเหนียวติดยึด (Gumminess) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การเติมแซนแทนกัมในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่เติมแซนแทนกัมเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์ พบว่า ค่าความเกาะติดกัน (Cohesiveness) และค่าความยืดหยุ่น (Springiness) เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของแซนแทนกัม 0.05-0.2% (w/w) ค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) ค่าความเหนียวติดกัน (Adhesiveness) และค่าความเหนียวติดยึด (Gumminess) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับในตัวอย่างมันเทศสีส้มบดแช่แข็ง (ไม่ปรุงรส)

ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน (Cohesiveness), ความยืดหยุ่น (Springiness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness), ความเหนียวติดยึด (Gumminess) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) ของมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส และมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสที่ใช้เมธิลเซลลูโลสเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์ ดังแสดงในภาพ 19 (a-f)

การเติมเมธิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้น 0-0.05% (w/w) ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส และที่ความเข้มข้น 0-0.1% (w/w) ในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรส พบว่าค่าความแข็ง (Hardness) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อความเข้มข้นของเมธิลเซลลูโลสเพิ่มขึ้นมากกว่า

ระดับความเข้มข้นข้างต้น ส่งผลให้ค่าความแข็ง (Hardness) ของมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส และมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการใช้แทนกันเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์ในมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสทั้งสองพันธุ์

การเติมเมธิลเซลลูโลสในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ใช้สารไครโอโพรเทกแทนต์ พบว่า ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness) มีค่าลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การเติมเมธิลเซลลูโลสในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ใช้สารไครโอโพรเทกแทนต์ พบว่า ค่าความเกาะติดกัน (Cohesiveness) และค่าความยืดหยุ่น (Springiness) เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ส่วนค่าความเหนียวติดกัน (Adhesiveness) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับการเติมเมธิลเซลลูโลสในมันเทศสีส้มบดแช่แข็ง

การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA ในตัวอย่างมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมสารแทนกัน 0-0.2% (w/w) พบว่าพันธุ์มันเทศมีผลต่อค่าสี (ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*), ค่าสีเหลือง (b^*), ค่าความเข้มสี (Chroma) และค่ามุมของสี (Hue angle)) ค่าปริมาณน้ำที่แยกออกมา และคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน (Cohesiveness), ความยืดหยุ่น (Springiness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness) และความเหนียวติดยืด (Gumminess) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความเข้มข้นของแทนกันที่เติมในมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสมีผลต่อค่าสี (ค่าความสว่าง (L^*) และค่ามุมของสี (Hue angle)) ค่าปริมาณน้ำที่แยกออกมา และคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน (Cohesiveness), ความยืดหยุ่น (Springiness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness) และความเหนียวติดยืด (Gumminess) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ของพันธุ์มันเทศและความเข้มข้นของแทนกันมีผลต่อค่าสี (ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และค่ามุมของสี (Hue angle)) ค่าปริมาณน้ำที่แยกออกมา และคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน (Cohesiveness), ความยืดหยุ่น (Springiness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness), ความเหนียวติดยืด (Gumminess), และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness)) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA ในตัวอย่างมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมสารเมธิลเซลลูโลส 0-0.2% (w/w) พบว่าพันธุ์มันเทศ มีผลต่อ ค่าสี (ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*), ค่าสีเหลือง (b^*), ค่าความเข้มสี (Chroma) และค่ามุมของสี (Hue angle)) ค่า

ปริมาณน้ำที่แยกออกมา และคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน (Cohesiveness), ความยืดหยุ่น (Springiness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness), ความเหนียวติดยืด (Gumminess) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความเข้มข้นของเมธิลเซลลูโลสที่เติมในมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสมีผลต่อค่าสี (ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*), ค่าสีเหลือง (b^*), ค่าความเข้มสี (Chroma) และค่ามุมของสี (Hue angle)) ค่าปริมาณน้ำที่แยกออกมา และคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน (Cohesiveness), ความยืดหยุ่น (Springiness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness), ความเหนียวติดยืด (Gumminess) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ของพันธุ์มันเทศและความเข้มข้นของเมธิลเซลลูโลสมีผลต่อค่าสี (ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*), ค่าสีเหลือง (b^*), ค่าความเข้มสี (Chroma) และค่ามุมของสี (Hue angle)) ค่าปริมาณน้ำที่แยกออกมา และคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness), ความเกาะติดกัน (Cohesiveness), ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness), ความเหนียวติดยืด (Gumminess) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สำหรับตัวอย่างมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสมีปริมาณน้ำที่แยกออกมาภายหลังผ่านการแช่แข็งและละลาย และค่าความแข็ง (Hardness) น้อยกว่าในตัวอย่างมันเทศบดแช่แข็ง เนื่องจากตัวอย่างที่ปรุงรสมีส่วนผสมคือ นม เนย และเกลือ นมมีองค์ประกอบของโปรตีน 2 ชนิดหลัก ๆ คือ เคซีน และโปรตีนเวย์ โดยโปรตีนทั้งสองชนิดนี้มีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ได้ดี สามารถช่วยให้เกิดโฟม และเกิดฟิล์มได้ เนื่องจากคุณสมบัติของสารอิมัลซิไฟเออร์สามารถช่วยลดแรงตึงผิวของของเหลว โปรตีนมีโมเลกุลที่ประกอบไปด้วยกรดอะมิโนหลายชนิด มีทั้งส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophillic) และส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) ในสายพอลิเพปไทด์ โครงสร้างของโปรตีนที่แข็งแรงและมีความยืดหยุ่นสูงมีความสามารถสร้างแผ่นฟิล์มบาง ๆ และกักเก็บอากาศได้ การเกิดโฟมเกิดจากแรงกลจากการตีหรือปั่นผสม ทำให้พันธะระหว่างโมเลกุลของโปรตีนเกิดเป็นฟิล์มและจับกับน้ำที่อยู่รอบ ๆ ได้ โดยหันด้านที่เป็น Hydrophobic ที่อยู่ด้านในโครงสร้างออกมาทางด้านนอก ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้เกิดโครงสร้างของโฟม โดยเกิดเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ที่สามารถกักเก็บอากาศไว้ได้ (Clarke, 2004)

เนยเป็นส่วนผสมที่เป็นไขมัน ในขั้นตอนการตีเนยส่วนของเม็ดไขมันจะทำหน้าที่เคลือบฟองอากาศ ทำให้เนยมีคุณสมบัติในการช่วยเก็บฟองอากาศไว้ได้ ส่งผลให้มันเทศบดแช่แข็งที่ปรุงรสด้วย นม และเนย ช่วยให้อายุอย่างมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น

จากผลการทดลองตอนที่ 1 ในการเลือกระดับความเข้มข้นของแซนแทนกัม และเมธิลเซลลูโลสที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์มันเทศบดแช่แข็งและมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสของมันเทศทั้งพันธุ์มันเทศสีม่วงและมันเทศสีส้ม พิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำที่แยกออกมาภายหลังการแช่แข็งและละลาย (% Syneresis) แสดงถึงความคงตัวของอาหารแช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็งและละลาย (Eliasson and Gudmundsson, 1996, pp. 431-504) เป็นดัชนีวัดคุณภาพกายภาพที่สำคัญอย่างหนึ่งของอาหารแช่แข็ง และค่าความแข็ง (Hardness) แสดงถึงค่าแรงสูงสุดในการกด เมื่อค่าความแข็ง (Hardness) มีค่าน้อยจะสามารถต้านทานต่อการเสียสภาพจากแรงกระทำได้น้อย ซึ่งแสดงถึงลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างมีความนุ่มมาก หรือมีความแน่นเนื้อน้อย ซึ่งลักษณะของมันเทศบดที่ผู้บริโภคต้องการ คือ มีลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นครีม (creaminess) ให้ความรู้สึกนุ่มในปาก (Alvarez, et al., 2009, pp. 2115-2127)

ชนิด และปริมาณสารไครโอโพรเทกแทนต์ที่เหมาะสมต่อคุณภาพของมันเทศบดแช่แข็ง และมันเทศบดแช่แข็งปรุงรส

จากการทดลองข้างต้น การเติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งไม่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำที่แยกออกมาหลังการแช่แข็งและละลาย แต่ส่งผลต่อค่าความแข็ง (Hardness) ซึ่งระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่ทำให้ค่าความแข็ง (Hardness) มีค่าน้อยสุด คือ 0.1% (w/w) ดังนั้นระดับความเข้มข้นของแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสที่เหมาะสมสำหรับมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง คือ 0.1% (w/w)

จากการเติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) หรือเมธิลเซลลูโลส 0.05-0.1% (w/w) ในมันเทศสีส้มบดแช่แข็ง ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำที่แยกออกมาหลังการแช่แข็งและละลายลดลง และเมื่อพิจารณาค่าความแข็ง (Hardness) การเติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้น 0.1% (w/w) เป็นความเข้มข้นต่ำสุดที่ทำให้ค่าความแข็ง (Hardness) มีค่าน้อยสุด ดังนั้นระดับความเข้มข้นของแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสที่เหมาะสมสำหรับมันเทศสีส้มบดแช่แข็ง คือ 0.1% (w/w)

การเติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสไม่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำที่แยกออกมาหลังการแช่แข็งและละลาย เช่นเดียวกับในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง แต่ส่งผลต่อค่าความแข็ง (Hardness) ที่ความเข้มข้น 0.05% (w/w) เป็นระดับความเข้มข้น

ต่ำสุดที่ส่งผลให้ค่าความแข็ง (Hardness) ลดลงต่ำสุด ดังนั้นระดับความเข้มข้นของแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสที่เหมาะสมสำหรับมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรงรส คือ 0.05% (w/w)

จากการเติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) หรือเมธิลเซลลูโลส 0.05-0.1% (w/w) ในมันเทศ สีลัมบดแช่แข็งปรงรส เป็นระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำที่แยกออกมา หลังการแช่แข็งและละลายลดลง เมื่อพิจารณาค่าความแข็ง (Hardness) การเติมแซนแทนกัม หรือ เมธิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้น 0.1% (w/w) ทำให้ค่าความแข็ง (Hardness) มีค่าน้อยลง ดังนั้น ระดับความเข้มข้นของแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสที่เหมาะสมสำหรับมันเทศสีลัมบดแช่แข็ง ปรงรส คือ 0.1% (w/w)

ตอนที่ 2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสมันเทศบดแช่แข็ง และมันเทศบดแช่แข็ง ปรงรส

1. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาแบบทั่วไป (Generic Descriptive Analysis; GDA)

จากการคัดเลือกผู้ทดสอบจำนวน 8 คน ในมหาวิทยาลัยนครสวรรค์ จังหวัดพิษณุโลก ทำการฝึกฝนเพื่อปรับสเกลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในลักษณะต่างๆของมันบด สเกลที่ใช้ เป็น Line Scale ที่มีความยาว 15 เซนติเมตรเว้นหัวท้ายด้านละ 1 เซนติเมตร เพื่อให้คะแนนตาม ระดับความเข้มของคุณลักษณะของตัวอย่าง และพัฒนาคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของมันบด โดยพัฒนาคำศัพท์ได้ดังนี้

คำศัพท์

ลักษณะปรากฏ คือ ลักษณะของเนื้อมันบดขณะใช้ช้อนเกลี่ยดู สเกลต่ำคือมีความ ละเอียด สเกลสูงคือมีความหยาบ

สีลัม คือ สีของเนื้อมันบดสเกลต่ำคือสีขาว สเกลสูงคือสีลัม

สีม่วง คือ สีของเนื้อมันบดสเกลต่ำคือสีขาว สเกลสูงคือสีม่วง

กลื่นนม คือ การดมกลื่นนมของมันบด สเกลต่ำคือไม่มีกลื่นนม สเกลสูงคือมีกลื่นนม

กลื่นมันเทศ คือ การดมกลื่นมันเทศของมันบด สเกลต่ำคือไม่มีกลื่นมันเทศ สเกลสูงคือมี กลื่นมันเทศ

รสหวาน คือ ชิมรสหวานของมันบด สเกลต่ำคือไม่มีรสหวาน สเกลสูงคือมีรสหวาน

รสเค็ม คือ ชิมรสเค็มของมันบด สเกลต่ำคือไม่มีรสเค็ม สเกลสูงคือมีเค็ม

รสนม เนย คือ ชิมรสนม เนยของมันบด สเกลต่ำคือไม่มีรสนม เนย สเกลสูงคือมีนม เนย

ความแน่นเนื้อ คือ การอมมันบดไว้ในปากแล้วใช้ลิ้นดันกับเพดานปาก สเกลต่ำคือเนื้อแน่น สเกลสูงคือเนื้อฟู

ความเหลว คือ การเคี้ยวมันบดดูลักษณะความเหลว สเกลต่ำคือเนื้อมันบดเหลว สเกลสูงคือเนื้อมันบดเหนียว

การละลายในปาก คือ การเคี้ยวมันบดดูการละลายในปาก สเกลต่ำคือละลายได้ช้า สเกลสูงคือละลายได้เร็ว

กลิ่นรสตกค้าง คือ กลิ่นรสที่เกิดขึ้นภายหลังจากการกลืน สเกลต่ำคือมีกลิ่นรสตกค้างน้อย สเกลสูงคือมีกลิ่นรสตกค้างมาก

1.1 มันเทศบดแช่แข็ง

ตาราง 7 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาแบบทั่วไป (GDA) ผลิตภัณฑ์มันเทศสีม่วงบดแช่แข็งหลังผ่านการแช่แข็งและละลาย
5 รอบ

ลักษณะ	มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)	มันเทศสีม่วงบด	มันเทศสีม่วงบด เติม XG 0.1%	มันเทศสีม่วงบด เติม MC 0.1%
ลักษณะปรากฏ	3.16 ± 0.09^c	8.04 ± 0.86^b	8.49 ± 0.92^{ab}	9.20 ± 1.26^a
สีม่วง	4.08 ± 0.17^c	12.89 ± 0.56^b	13.63 ± 0.43^a	13.76 ± 0.30^a
กลิ่นนม	11.65 ± 0.15^a	0.80 ± 0.50^b	0.80 ± 0.50^b	0.80 ± 0.50^b
กลิ่นมันเทศ	0.28 ± 0.17^b	13.16 ± 0.64^a	13.20 ± 0.69^a	13.29 ± 0.63^a
รสหวาน	0.25 ± 0.12^b	8.60 ± 1.26^a	8.19 ± 1.46^a	7.89 ± 1.57^a
รสเค็ม	9.38 ± 0.17^a	2.80 ± 2.21^b	2.80 ± 2.21^b	2.93 ± 2.20^b
รสนม เนย	11.59 ± 0.16^a	1.59 ± 1.48^b	1.64 ± 1.27^b	1.50 ± 1.28^b
ความแน่นเนื้อ	11.56 ± 0.09^a	4.51 ± 0.32^b	3.83 ± 0.52^c	3.24 ± 0.73^d
ความเหลว	3.24 ± 0.12^d	11.44 ± 0.28^c	12.71 ± 0.45^b	13.41 ± 0.36^a
การละลายในปาก	11.60 ± 0.13^a	3.29 ± 0.32^b	2.39 ± 0.45^c	2.03 ± 0.50^c
กลิ่นรสตกค้าง	7.06 ± 0.07^b	12.20 ± 1.10^a	12.46 ± 0.78^a	12.84 ± 0.96^a

ตาราง 8 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาแบบทั่วไป (GDA) ผลิตภัณฑ์มันเทศสีส้มบดแช่แข็งหลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ

ลักษณะ	มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)	มันเทศสีส้มบด	มันเทศสีส้มบด เติม XG 0.1%	มันเทศสีส้มบด เติม MC 0.1%
ลักษณะปรากฏ	3.16 ± 0.09^b	4.29 ± 1.42^a	4.35 ± 0.65^a	4.91 ± 0.80^a
สีส้ม	4.10 ± 0.09^b	13.39 ± 0.52^a	13.41 ± 0.61^a	13.65 ± 0.63^a
กลิ่นนม	11.65 ± 0.15^a	1.66 ± 1.48^b	1.53 ± 1.27^b	1.53 ± 1.27^b
กลิ่นมันเทศ	0.28 ± 0.17^b	9.88 ± 0.89^a	9.53 ± 0.73^a	9.61 ± 0.68^a
รสหวาน	0.25 ± 0.12^b	12.70 ± 0.34^a	12.95 ± 0.54^a	12.88 ± 0.25^a
รสเค็ม	9.38 ± 0.17^a	1.56 ± 1.14^b	1.71 ± 1.27^b	1.75 ± 1.26^b
รสนม เนย	11.59 ± 0.16^a	2.79 ± 2.58^b	2.00 ± 2.34^b	2.01 ± 2.36^b
ความแน่นเนื้อ	11.56 ± 0.09^a	6.30 ± 0.38^d	7.50 ± 0.77^b	6.98 ± 0.43^c
ความเหลว	3.24 ± 0.12^c	6.00 ± 0.46^a	5.23 ± 0.60^b	5.21 ± 0.83^b
การละลายในปาก	11.60 ± 0.13^a	10.00 ± 0.59^c	11.08 ± 1.23^{ab}	10.54 ± 0.98^{bc}
กลิ่นรสตกค้าง	7.06 ± 0.07^a	3.68 ± 1.80^b	3.43 ± 1.73^b	3.54 ± 1.81^b

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาแบบทั่วไป (GDA) ตัวอย่างมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง และมันเทศสีส้มบดแช่แข็งดังแสดงในตาราง 7 และ 8 พบว่าในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งแสดงลักษณะสีม่วงโดดเด่นกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า และในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งแสดงลักษณะสีส้มโดดเด่นกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า ($p < 0.05$) สำหรับด้านลักษณะปรากฏของมันเทศบดแช่แข็งทั้งสองพันธุ์เมื่อผ่านการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา ผู้ทดสอบให้คะแนนระดับสเกลสูง ด้านความแน่นเนื้อเมื่อผ่านการทดสอบได้ระดับสเกลต่ำ และลักษณะของความเหลวได้ระดับสเกลสูง นั้นแสดงถึงลักษณะเนื้อของตัวอย่างมันเทศบดที่มีความหยาบ มีลักษณะเนื้อที่แน่น และมีความเหนียวตามลำดับ ซึ่งมีลักษณะที่เด่นกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า ($p < 0.05$) ส่งผลให้การละลายในปากสามารถละลายได้ช้ากว่ามันฝรั่งบดทางการค้า ($p < 0.05$) ในขณะที่ลักษณะของกลิ่นรสของมันเทศบดทั้งสองพันธุ์ ได้แก่ กลิ่นนม รสเค็ม และรสขมเนย มีความเข้มข้นน้อยกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า ($p < 0.05$) ในลักษณะกลิ่นรสตกค้าง พบว่ามันเทศสีม่วงบดแช่แข็งมีกลิ่นรสตกค้างมากกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า ส่วนมันเทศสีส้มบดแช่แข็งจะมีกลิ่นรสตกค้างน้อยกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า ($p < 0.05$)

การเติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลส 0.1% (w/w) ในมันเทศบดแช่แข็งทั้งสองพันธุ์ ทำให้ความเข้มข้นในลักษณะ สี กลิ่นนม กลิ่นมันเทศ รสหวาน รสเค็ม และรสขมเนยไม่แตกต่างกับมันเทศบดแช่แข็ง (ตัวอย่างควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

การเติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง ส่งผลให้ลักษณะความแน่นเนื้อมีสเกลต่ำ และความเหลวมีสเกลสูงแสดงถึงตัวอย่างมีลักษณะเนื้อที่แน่น และเหนียวทำให้ความสามารถละลายในปากได้ช้ากว่ามันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง (ตัวอย่างควบคุม) ($p < 0.05$) โดยการเติมแซนแทนกัมจะช่วยให้ลักษณะความแน่นเนื้อมีสเกลสูง และความเหลวมีสเกลต่ำกว่าตัวอย่างที่เติมเมธิลเซลลูโลสแสดงถึงการเติมแซนแทนกัมช่วยให้มีลักษณะเนื้อที่แน่น และเหนียวน้อยกว่าการเติมเมธิลเซลลูโลสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การเติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสในมันเทศสีส้มบดแช่แข็ง ส่งผลให้ลักษณะความแน่นเนื้อมีสเกลสูง และความเหลวมีสเกลต่ำแสดงถึงตัวอย่างมีลักษณะเนื้อที่ฟู และเหลวกว่ามันเทศสีส้มบดแช่แข็ง (ตัวอย่างควบคุม) ($p < 0.05$) ในการเติมแซนแทนกัมสามารถช่วยให้ลักษณะความแน่นเนื้อมีสเกลสูงกว่าการเติมเมธิลเซลลูโลส แสดงถึงการเติมแซนแทนกัมช่วยให้มีลักษณะเนื้อที่ฟูมากกว่าการเติมเมธิลเซลลูโลสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

1.2 มันทะบดแ่แ่งปรงรส

ตาราง 9 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาแบบทั่วไป (GDA) ผลิตภัณฑ์มันเทศบดสีม่วงบดแ่แ่งปรงรสหลังผ่านการแ่แ่งและละลาย 5 รอบ

ลักษณะ	มันฝรั่งบดทางการค้า	มันเทศม่วงบดปรงรส	มันเทศม่วงบดปรงรส	มันเทศม่วงบดปรงรส
	(ตัวอย่างอ้างอิง)		เติม XG 0.05%	เติม MC 0.05%
ลักษณะปรากฏ	3.16 ± 0.09^b	7.08 ± 0.18^a	5.85 ± 1.61^a	6.78 ± 1.95^a
สีม่วง	4.08 ± 0.17^b	11.69 ± 0.17^a	11.58 ± 0.48^a	12.06 ± 1.02^a
กลิ่นนม	11.65 ± 0.15^a	2.05 ± 0.24^b	2.19 ± 0.47^b	2.48 ± 1.22^b
กลิ่นมันเทศ	0.28 ± 0.17^b	11.76 ± 0.40^a	11.29 ± 1.38^a	11.18 ± 1.11^a
รสหวาน	0.25 ± 0.12^c	8.35 ± 1.29^a	6.49 ± 1.93^b	6.36 ± 2.18^b
รสเค็ม	9.38 ± 0.17^a	7.04 ± 0.15^b	6.73 ± 0.84^b	6.89 ± 0.77^b
รสนม เนย	11.59 ± 0.16^a	5.55 ± 0.14^b	5.11 ± 0.84^b	5.03 ± 0.99^b
ความแน่นเนื้อ	11.56 ± 0.09^a	5.49 ± 0.11^c	7.06 ± 1.55^b	5.53 ± 1.31^c
ความเหลว	3.24 ± 0.12^c	10.85 ± 0.05^a	9.23 ± 0.92^b	11.00 ± 0.85^a
การละลายในปาก	11.60 ± 0.13^a	4.13 ± 0.15^d	7.55 ± 1.52^b	5.30 ± 1.32^c
กลิ่นรสตกค้าง	7.06 ± 0.07^b	11.49 ± 0.06^a	11.41 ± 0.61^a	11.73 ± 1.25^a

ตาราง 10 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาแบบทั่วไป (GDA) ผลิตภัณฑ์มันเทศบดสีส้มสูตรปรุงรสหลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 5 รอบ

ลักษณะ	มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)	มันเทศล้้มบดปรุงรส	มันเทศล้้มบดปรุงรส เติม XG 0.1%	มันเทศล้้มบดปรุงรส เติม MC 0.1%
ลักษณะปรากฏ	3.16 ± 0.09 ^b	4.14 ± 0.14 ^a	4.45 ± 1.04 ^a	4.16 ± 0.61 ^a
สีส้ม	4.10 ± 0.09 ^b	11.66 ± 0.36 ^a	11.60 ± 0.56 ^a	11.39 ± 0.67 ^a
กลิ่นนม	11.65 ± 0.15 ^a	3.29 ± 0.12 ^b	3.91 ± 1.22 ^b	3.38 ± 1.11 ^b
กลิ่นมันเทศ	0.28 ± 0.17 ^b	7.79 ± 0.36 ^a	7.39 ± 1.36 ^a	7.56 ± 1.48 ^a
รสหวาน	0.25 ± 0.12 ^b	11.20 ± 1.42 ^a	10.95 ± 1.84 ^a	10.78 ± 1.54 ^a
รสเค็ม	9.38 ± 0.17 ^a	4.04 ± 0.05 ^b	3.96 ± 0.94 ^b	4.24 ± 1.00 ^b
รสนม เนย	11.59 ± 0.16 ^a	7.06 ± 0.12 ^b	7.09 ± 0.87 ^b	7.11 ± 0.67 ^b
ความแน่นเนื้อ	11.56 ± 0.09 ^a	7.95 ± 0.14 ^c	9.61 ± 0.61 ^b	9.91 ± 1.14 ^b
ความเหลว	3.24 ± 0.12 ^c	6.98 ± 0.18 ^a	5.61 ± 0.76 ^b	5.40 ± 0.99 ^b
การละลายในปาก	11.60 ± 0.13 ^a	9.34 ± 0.14 ^d	10.19 ± 0.58 ^c	10.86 ± 0.95 ^b
กลิ่นรสตกค้าง	7.06 ± 0.07 ^a	4.11 ± 0.08 ^c	4.88 ± 0.91 ^b	4.51 ± 0.94 ^b ^c

หมายเหตุ: ในตาราง 7, 8, 9 และ 10 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาแบบทั่วไป (GDA) ตัวอย่างมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส และมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรส ดังแสดงในตาราง 9 และ 10 พบว่า ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสแสดงลักษณะสีม่วงโดดเด่นกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า และในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสแสดงลักษณะสีส้มโดดเด่นกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า ($p < 0.05$) สำหรับด้านลักษณะปรากฏของมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสทั้งสองพันธุ์เมื่อผ่านการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาด้านลักษณะปรากฏผู้ทดสอบให้คะแนนระดับสเกลสูง ด้านความแน่นเนื้อให้ระดับสเกลต่ำ ด้านความเหลวให้ระดับสเกลสูงกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า แสดงถึงลักษณะของมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสทั้งสองพันธุ์มีเนื้อที่หยาบ เนื้อแน่น และเหนียวกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า ($p < 0.05$) และส่งผลให้การละลายในปากสามารถละลายได้ช้ากว่ามันฝรั่งบดทางการค้า ($p < 0.05$) ในขณะที่ลักษณะกลิ่นรสของมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสทั้งสองพันธุ์ได้แก่ กลิ่นนม รสเค็ม รสหนมเนย มีระดับสเกลต่ำกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า ($p < 0.05$) แต่มันเทศบดแช่แข็งปรุงรสทั้งสองพันธุ์มีรสหวาน และกลิ่นมันเทศมากกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า ($p < 0.05$) ในด้านกลิ่นรสตกค้าง พบว่ามันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสมีกลิ่นรสตกค้างมากกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า ส่วนมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสมีกลิ่นรสตกค้างน้อยกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า ($p < 0.05$)

การเติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสในมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสทั้งสองพันธุ์ลักษณะปรากฏมีสเกลสูงคือมีลักษณะเนื้อหยาบ ส่วนในด้าน สี กลิ่นนม กลิ่นมันเทศ รสหวาน รสเค็ม และ รสหนมเนยไม่แตกต่างกับมันเทศบดแช่แข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

มันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสส่งผลให้การละลายในปากสามารถละลายได้เร็วกว่ามันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส (ตัวอย่างควบคุม) ($p < 0.05$) โดยการเติมแซนแทนกัมสามารถช่วยให้ความแน่นเนื้อมีระดับสเกลสูง ด้านความเหลวมีระดับสเกลต่ำ และการละลายในปากมีระดับสเกลสูง แสดงถึงตัวอย่างที่เติมแซนแทนกัมมีลักษณะเนื้อฟู และเหลว สามารถละลายในปากได้เร็วกว่าตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่เติมเมธิลเซลลูโลสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

มันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสสามารถช่วยให้ความแน่นเนื้อมีระดับสเกลสูง ด้านความเหลวมีระดับสเกลต่ำ และการละลายในปากมีระดับสเกลสูงกว่ามันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรส (ตัวอย่างควบคุม) แสดงถึงตัวอย่างที่เติมแซนแทนกัมหรือ

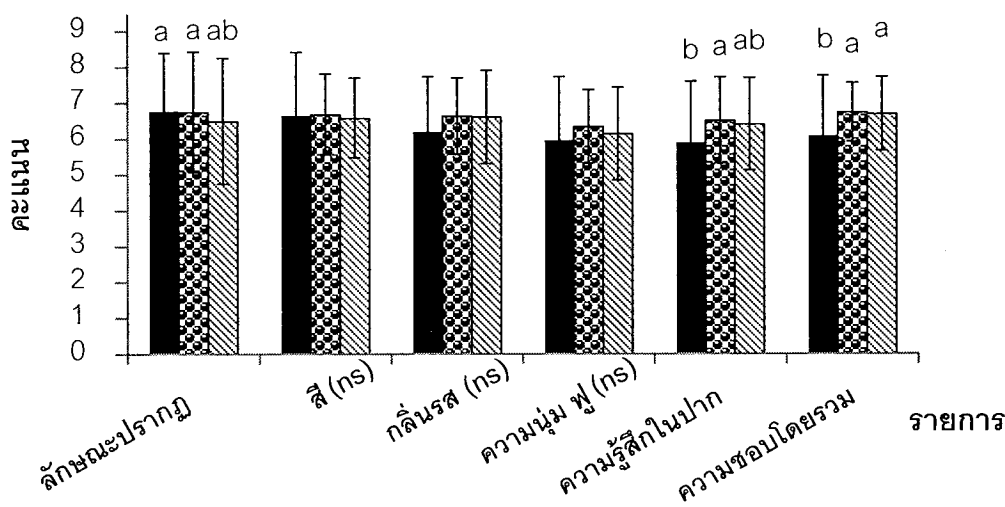
เมธิลเซลลูโลสมีลักษณะเนื้อฟู และเหลวสามารถละลายในปากได้เร็วกว่าตัวอย่างควบคุม ($p < 0.05$)

การเติมแซนแทนกัมในมันเทศบดแช่แข็ง และมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสทั้งสองพันธุ์ส่งผลให้มันเทศมีลักษณะเนื้อฟู มีความเหลว และสามารถในการละลายในปากได้เร็วกว่ามันเทศบดแช่แข็งที่ไม่เติมแซนแทนกัม และมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสที่ไม่เติมแซนแทนกัม ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับ Alvarez, et al. (2009, pp. 2115-2127) พบว่าการเติมแซนแทนกัมในมันฝรั่งบดส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสมีลักษณะเป็นเนื้อครีม และมีความนุ่ม Fernandez, et al. (2008, pp. 1381-1395) พบว่าการเติมแซนแทนกัมในมันฝรั่งบดที่ผ่านการแช่แข็งและละลายเมื่อผ่านการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา การเติมแซนแทนกัมสามารถช่วยให้มันฝรั่งบดมีลักษณะเนื้อเป็นครีมและความรู้สึกนุ่มในปาก

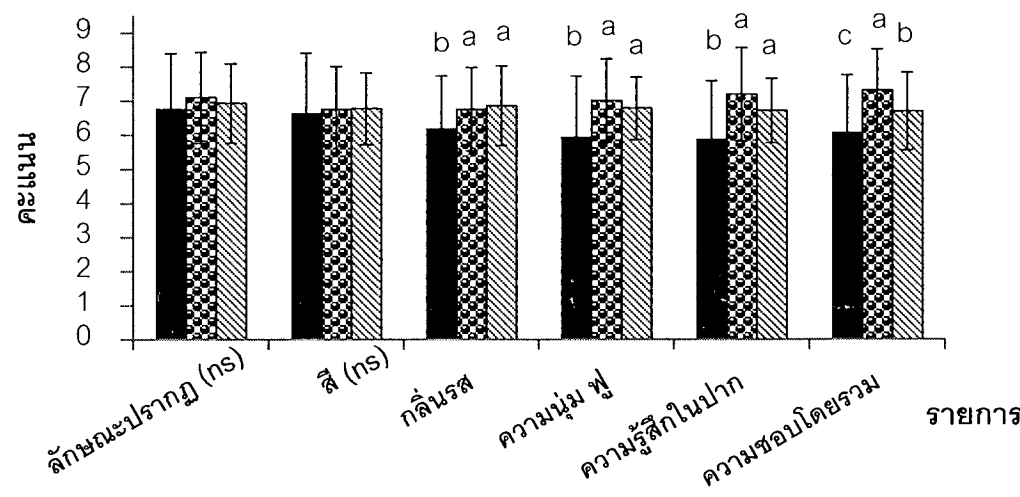
การเติมเมธิลเซลลูโลสในมันเทศสลิ้มบดแช่แข็ง และมันเทศสลิ้มบดแช่แข็งปรุงรส ส่งผลต่อลักษณะเนื้อที่มีความฟู และความเหลวมากกว่ามันเทศสลิ้มบดแช่แข็งที่ไม่มีการเติมเมธิลเซลลูโลส สอดคล้องกับ Truong and Walter (1994, pp. 1175-1180) ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี ทดสอบลักษณะเฉพาะทางเนื้อสัมผัส (Texture profile analysis; TPA) พบว่าการเติมเมธิลเซลลูโลส 0.25% (w/w) ในมันเทศบดแช่แข็งส่งผลให้มีลักษณะของความแน่นเนื้อน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่แข็งและละลาย ($p < 0.05$)

การเติมแซนแทนกัม หรือเมธิลเซลลูโลสในมันเทศบดแช่แข็ง และมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสทั้งสองพันธุ์ไม่ส่งผลต่อค่าสี และกลิ่นรส ได้แก่ กลิ่นนม กลิ่นมันเทศ รสหวาน รสเค็ม รสขม เหนียว เนื่องจากแซนแทนกัม และเมธิลเซลลูโลสไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส จึงไม่ส่งผลต่อกลิ่นรสของตัวอย่างมันเทศบดแช่แข็ง และมันเทศบดแช่แข็งปรุงรสทั้งสองพันธุ์

2. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส



ภาพ 20 ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส น้ำมันทีมน้ำมันบดแช่แข็งปรุงรส; (■) น้ำมันบดทางการค้า(ตัวอย่างอ้างอิง), (▨) น้ำมันทีมน้ำมันบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.05% (w/w) และ (▧)น้ำมันทีมน้ำมันบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมเมนทิลเซลลูโลส 0.05%(w/w)



ภาพ 21 ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส น้ำมันทีมน้ำมันบดแช่แข็งปรุงรส; (■) น้ำมันบดทางการค้า(ตัวอย่างอ้างอิง), (▨) น้ำมันทีมน้ำมันบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) และ (▧)น้ำมันทีมน้ำมันบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมเมนทิลเซลลูโลส 0.1%(w/w)

หมายเหตุ: ในภาพ 20 และ 21 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในกราฟแต่ละลักษณะแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

ตัวอักษร ns ในกราฟแสดงความความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

จากผลการทดสอบการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสดังแสดงในภาพ 20 พบว่ามันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.05% (w/w) หรือที่เติมเมธิลเซลลูโลส 0.05% (w/w) ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) มีคะแนนเฉลี่ย 6.7 และ 6.7 ตามลำดับ แสดงถึงผู้ทดสอบมีความชอบ มันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และความรู้สึกลงในปากของมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมแซนแทนกัมหรือที่เติมเมธิลเซลลูโลสมีคะแนนความชอบเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) แต่มากกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง) ($p < 0.05$) ในขณะที่ตัวอย่างมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมแซนแทนกัมหรือที่เติมเมธิลเซลลูโลสและมันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง) ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี กลิ่นรส ลักษณะปรากฏ และความแน่นฟูในปาก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

จากผลการทดสอบการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรส ดังแสดงในภาพ 21 พบว่าในตัวอย่างมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยสูงสุดคือ 7.4 ($p < 0.05$) แสดงถึงผู้ทดสอบมีความชอบมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสปานกลางถึงชอบมาก

ในขณะที่ตัวอย่างมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม หรือที่เติมเมธิลเซลลูโลสและมันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง) ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี และลักษณะปรากฏ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ส่วนคะแนนความชอบเฉลี่ยต่อกลิ่นรส ความแน่นฟูในปาก และความรู้สึกลงในปากของมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) หรือเมธิลเซลลูโลส 0.1% (w/w) ไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) แต่มีคะแนนสูงกว่ามันฝรั่งบด (ทางการค้า) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การเติมแซนแทนกัม 0.05% (w/w) หรือการเติมเมธิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้น 0.05% (w/w) ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส และการเติมแซนแทนกัมหรือการเติมเมธิลเซลลูโลส 0.1% (w/w) ในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรส ส่งผลให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากกว่ามันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง) ($p < 0.05$) สอดคล้องกับ Alvarez, et al. (2009,

pp. 2115-2127); Alvarez, et al. (2010, pp. 55-70) และ Alvarez, et al. (2011, pp. 66-76) พบว่าการเติมแคปไปคาร์ราจีแนน และแซนแทนกัมอย่างละ 0.15 % (w/w) ในมันฝรั่งบดแช่แข็ง ที่ผ่านการทำละลายมีลักษณะเนื้อเป็นครีมส่งผลให้การยอมรับของผู้บริโภคสูงสุด อีกทั้ง Truong and Walter (1994, pp. 1175-1180) พบว่าการเติมเมธิลเซลลูโลส 0.25% ในมันเทศบดแช่แข็ง ส่งผลให้คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากกว่าตัวอย่างควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่แข็งและละลาย ($p < 0.05$)

จากผลการทดลองข้างต้นกล่าวโดยสรุปได้ว่า การเติมสารไครโอโพรเทกแทนต์ในปริมาณที่เหมาะสมต่อมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง, มันเทศสีส้มบดแช่แข็ง และมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสคือ เติมนแซนแทนกัม 0.1% (w/w) เนื่องจากมีลักษณะเนื้อที่ฟู มีความเหลว และสามารถละลายในปาก ได้เร็วกว่าการเติมเมธิลเซลลูโลส 0.1% (w/w) ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง) อีกทั้งในมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสที่เติมนแซนแทนกัม 0.1% (w/w) มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย 7.3 (ชอบปานกลาง – ชอบมาก)

มันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสการเติมสารไครโอโพรเทกแทนต์ในปริมาณที่เหมาะสมคือ การเติมนแซนแทนกัม 0.05% (w/w) มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย 6.7 (ชอบเล็กน้อย – ชอบปานกลาง) สามารถช่วยให้เนื้อมีลักษณะที่ฟู มีความเหลว และสามารถละลายในปากได้เร็ว ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)

ตอนที่ 3 ผลของสภาวะเก็บรักษาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อคุณภาพและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของมันเทศบดแช่แข็งและมันเทศบดแช่แข็งปรุงรส

1. ผลของคุณภาพและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของมันเทศบดและมันเทศบดปรุงรส เก็บรักษาในสภาวะแช่เย็น

1.1 ผลของคุณภาพและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของมันเทศบด เมื่อเก็บรักษาในสภาวะแช่เย็น

ปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างมันเทศสีม่วงบดและมันเทศสีส้มบดเก็บรักษาในสภาวะแช่เย็น ดังแสดงในตาราง 11 พบว่า เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังวันที่ 8 มันเทศสีส้มบดที่เติมนแซนแทนกัม 0.1%(w/w) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์รา เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมันเทศสีส้มบดที่เก็บรักษาในสภาวะแช่เย็นเป็นเวลา 12 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์ รา มีค่าเกินมาตรฐาน ตามที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 690/2547 กำหนดให้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^5 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ส่วนปริมาณยีสต์ และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มผช. 690, 2547) และเกณฑ์

คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสุกแล้วแช่เย็นหรือแช่แข็งที่ต้องผ่านกระบวนการให้ความร้อนก่อนรับประทาน ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (กองสุขาภิบาลอาหาร, 2540) การเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิแช่เย็นกำหนดให้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ตาราง 11 ปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างมันเทศสีม่วงบด และมันเทศสีส้มบด

ตัวอย่าง	แช่เย็น (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ ทั้งหมด (cfu/g)	ปริมาณยีสต์ รา (cfu/g)
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		1.3×10^3	<100 est
มันเทศสีม่วงบดแซนแทนกัม 0.1% (w/w)	0	7.9×10^3	<100 est
	4	1.2×10^3	<100 est
	8	2.3×10^3	<100 est
	12	6.5×10^3	<100 est
มันเทศสีส้มบดแซนแทนกัม 0.1% (w/w)	0	6.3×10^3	<100 est
	4	2.2×10^3	<100 est
	8	4.3×10^3	<100 est
	12	5.5×10^5	4.0×10^3

ปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศสีม่วงบดและมันเทศสีส้มบด ดังแสดงในตาราง 12 และ 13 พบว่า การเก็บรักษาในสภาวะแช่เย็นที่ระยะเวลาเก็บรักษา 12 วัน ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำที่แยกออกมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศบดมีปริมาณน้อยกว่า ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับมันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)

ตาราง 12 ปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศสีม่วงบดเก็บรักษาโดยแช่เย็น

ตัวอย่าง	แช่เย็น (วัน)	% Syneresis
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		1.04 ± 0.44^a
มันเทศสีม่วงบดแช่น้ำแทนกัม 0.1% (w/w)	0	0.10 ± 0.07^b
	4	0.06 ± 0.07^b
	8	0.03 ± 0.02^b
	12	0.05 ± 0.02^b

ตาราง 13 ปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศสีส้มบดเก็บรักษาโดยแช่เย็น

ตัวอย่าง	แช่เย็น (วัน)	% Syneresis
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		1.04 ± 0.44^a
มันเทศสีส้มบดแช่น้ำแทนกัม 0.1% (w/w)	0	0.19 ± 0.16^b
	4	0.15 ± 0.09^b
	8	0.22 ± 0.06^b
	12	0.19 ± 0.11^b

หมายเหตุ: ในตาราง 12 และ 13 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

ตาราง 14 ค่าสีน้ำมันเทศสีม่วงบดเก็บรักษาโดยแช่เย็น

ตัวอย่าง	แช่เย็น (วัน)	ผลการวัดค่าสี				
		<i>L</i> [*]	<i>a</i> [*]	<i>b</i> [*]	Chroma	Hue angle
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		74.27 ± 0.06 ^a	-2.20 ± 0.10 ^e	29.30 ± 0.17 ^a	29.40 ± 0.17 ^a	94.30 ± 0.17
มันเทศสีม่วงบดแช่น้ำแทนกัม 0.1% (w/w)	0	19.65 ± 0.29 ^b	14.29 ± 0.25 ^c	-12.23 ± 0.16 ^b	18.82 ± 0.29 ^e	319.45 ± 0.15
	4	17.58 ± 0.44 ^c	15.67 ± 0.08 ^a	-13.70 ± 0.58 ^c	20.81 ± 0.09 ^b	318.84 ± 0.13
	8	17.22 ± 0.13 ^c	15.07 ± 0.17 ^b	-13.58 ± 0.19 ^c	20.28 ± 0.25 ^c	317.98 ± 0.09
	12	15.53 ± 0.23 ^d	13.97 ± 0.29 ^d	-13.64 ± 0.28 ^c	19.52 ± 0.40 ^d	315.69 ± 0.17

ตาราง 15 ค่าสีมันเทศสีส้มบดเก็บรักษาโดยแช่เย็น

ตัวอย่าง	แช่เย็น (วัน)	ผลการวัดค่าสี				
		<i>L</i> [*]	<i>a</i> [*]	<i>b</i> [*]	Chroma	Hue angle
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		74.27 ± 0.06 ^a	-2.20 ± 0.10 ^d	29.30 ± 0.17 ^d	29.40 ± 0.17 ^e	94.30 ± 0.17
มันเทศสีส้มบดแช่น้ำแทนแก้ม 0.1% (w/w)	0	45.53 ± 0.42 ^b	22.17 ± 1.07 ^a	37.10 ± 0.98 ^a	43.33 ± 1.22 ^a	58.93 ± 0.21
	4	45.03 ± 0.29 ^{bc}	19.80 ± 0.20 ^b	33.53 ± 0.06 ^b	38.93 ± 0.12 ^b	59.47 ± 0.25
	8	44.43 ± 0.40 ^{cd}	18.30 ± 0.20 ^c	32.70 ± 0.30 ^b	37.47 ± 0.32 ^c	60.77 ± 0.15
	12	44.23 ± 0.61 ^d	17.63 ± 0.12 ^c	31.77 ± 0.25 ^c	36.37 ± 0.25 ^d	60.97 ± 0.12

หมายเหตุ: ในตาราง 14 และ 15 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

ค่าสีของมันเทศสีม่วงบดและมันเทศสีส้มบด ดังแสดงในตาราง 14 และ 15 พบว่า การเก็บรักษาโดยแช่เย็น เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้นในมันเทศสีม่วงบดที่เดิมแช่แทนแทนกัม 0.1%(w/w) ค่าความสว่าง (L^*) และ ค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และในมันเทศสีส้มบดที่เดิมแช่แทนแทนกัม 0.1%(w/w) ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และ ค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าลดลง ($p<0.05$)

ผลการทดลองค่าความเข้มสี (Chroma) และค่ามุมของสี (Hue angle) จากตาราง 14 และ 15 พบว่า การเก็บรักษามันเทศสีม่วงบดโดยแช่เย็น เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่าความเข้มสีเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับวันที่ 0 ($p<0.05$) และในมันเทศสีส้มบดมีค่าความเข้มสีลดลงเมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ค่าความเข้มสีที่ลดลงแสดงถึงความเข้มสีต่ำลงเข้าใจถึงการเป็นสีเทา ส่วนค่าความเข้มสีที่เพิ่มขึ้นแสดงถึง ตัวอย่างมีความเข้มของสีที่เพิ่มมากขึ้น

ค่ามุมของสีในมันเทศสีม่วงบดแช่เย็นเก็บรักษาเป็นเวลา 0-12 วัน ค่ามุมของสีที่ได้อยู่ในช่วง 315 ถึง 360 องศา แสดงถึงตัวอย่างมีสีม่วงถึงสีม่วงแดง ส่วนในมันเทศสีส้มบดแช่เย็น 0-12 วัน ค่ามุมของสีที่ได้อยู่ในช่วง 45 ถึง 90 องศา แสดงถึงตัวอย่างมีสีส้มแดงถึงสีเหลือง

ตาราง 16 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างของมันเทศสีม่วงบด เก็บรักษาโดยแช่เย็น

ตัวอย่าง	แช่เย็น (วัน)	Total phenolic (mgGAE/gDW)*	%RSA	Flavonoid (mgCE/gDW)**
มันฝรั่งบดทางการค้า				
(ตัวอย่างอ้างอิง)		107.90 ± 0.22 ^e	45.34 ± 0.06 ^e	29.04 ± 0.65 ^e
มันเทศสีม่วงบด แช่แทนแทนกัม 0.1% (w/w)	0	618.12 ± 0.88 ^a	86.88 ± 0.18 ^b	473.55 ± 1.30 ^a
	4	501.97 ± 0.51 ^b	85.20 ± 0.06 ^d	363.27 ± 1.30 ^c
	8	492.34 ± 0.51 ^c	86.12 ± 0.10 ^c	324.35 ± 3.43 ^d
	12	482.42 ± 0.51 ^d	85.23 ± 0.26 ^d	380.57 ± 4.17 ^b
โทรลือก (ppm)			93.82 ± 0.06 ^a	

ตาราง 17 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างของมันเทศสีส้มบด เก็บรักษาโดยแช่เย็น

ตัวอย่าง	แช่เย็น (วัน)	Total phenolic (mgGAE/gDW)*	%RSA	Flavonoid (mgCE/gDW)**
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		107.90 ± 0.22 ^d	45.34 ± 0.06 ^e	29.04 ± 0.65 ^b
มันเทศสีส้มบด	0	367.27 ± 6.70 ^a	88.83 ± 0.06 ^b	243.09 ± 8.95 ^a
แช่น้ำแทนกัม 0.1% (w/w)	4	239.83 ± 8.08 ^c	84.47 ± 0.35 ^{cd}	221.22 ± 10.15 ^a
	8	272.02 ± 1.34 ^b	84.24 ± 0.10 ^d	236.63 ± 33.16 ^a
	12	273.61 ± 4.25 ^b	84.70 ± 0.29 ^c	240.11 ± 20.72 ^a
ไทโรลิก (ppm)			93.82 ± 0.06 ^a	

หมายเหตุ: ในตาราง 16 และ 17 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

*mgGAE/gDW คือ milligram of gallic acid equivalent per gram of dry weight.

**mgCE/gDW คือ milligram of catechin equivalent per gram of dry weight.

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างของมันเทศสีม่วงบดและมันเทศสีส้มบด ดังแสดงในตาราง 16 และ 17 พบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นมีผลต่อปริมาณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของมันเทศสีม่วงบด ที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) และมันเทศสีส้มบดที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) (p<0.05) เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณฟลาโวนอยด์ของมันเทศสีม่วงบด มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

1.2 ผลคุณภาพและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของมันเทศบดปรุงรส เมื่อเก็บรักษาในสภาวะแช่เย็น

ปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างมันเทศสีม่วงบดปรุงรสและมันเทศสีส้มบดปรุงรส ดังแสดงในตาราง 18 พบว่า เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังวันที่ 8 มันเทศสีม่วงบดปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.05% (w/w) และมันเทศสีส้มบดปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์ราเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยการเก็บรักษาแบบแช่เย็นเป็นเวลา 12 วันส่งผลให้มีปริมาณยีสต์ และรามีค่าเกินมาตรฐานดังกล่าวไปก่อนหน้านี้แล้ว

ตาราง 18 ปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างมันเทศสีม่วงบดปรุงรสและมันเทศสีส้มบดปรุงรส เก็บรักษาโดยแช่เย็น

ตัวอย่าง	แช่เย็น (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ ทั้งหมด (cfu/g)	ปริมาณยีสต์ รา (cfu/g)
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		1.3×10^3	<100 est
มันเทศสีม่วงบดปรุงรส แซนแทนกัม 0.05% (w/w)	0	5.8×10^3	<100 est
	4	1.5×10^3	<100 est
	8	5.6×10^3	<100 est
	12	7.0×10^4	1.0×10^3
มันเทศสีส้มบดปรุงรส แซนแทนกัม 0.1% (w/w)	0	1.0×10^3	<100 est
	4	2.7×10^3	<100 est
	8	3.6×10^3	<100 est
	12	1.0×10^4	1.0×10^3

ปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศสีม่วงบดปรุงรสและมันเทศสีส้มบดปรุงรส ดังแสดงในตาราง 19 และ 20 พบว่า การเก็บรักษาโดยแช่เย็นที่ระยะเวลาเก็บรักษา 12 วัน ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำที่แยกออกมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เช่นเดียวกับมันเทศบดไม่ปรุงรส

ตาราง 19 ปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศสีม่วงบดปรุงรสเก็บรักษาโดยแช่เย็น

ตัวอย่าง	แช่เย็น (วัน)	% Syneresis
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)	0	1.04 ± 0.44^a
มันเทศสีม่วงบดปรุงรสแซนแทนกัม 0.05% (w/w)	0	0.07 ± 0.02^b
	4	0.06 ± 0.04^b
	8	0.06 ± 0.05^b
	12	0.05 ± 0.02^b

ตาราง 20 ปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศสีส้มบดปรุงรสเก็บรักษาโดยแช่เย็น

ตัวอย่าง	แช่เย็น (วัน)	% Syneresis
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)	0	1.04 ± 0.44^a
มันเทศสีส้มบดปรุงรส แซนแทนกัม 0.1% (w/w)	0	0.13 ± 0.12^b
	4	0.05 ± 0.02^b
	8	0.05 ± 0.03^b
	12	0.13 ± 0.04^b

หมายเหตุ: ในตาราง 19 และ 20 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

ตาราง 21 ค่าสีมันเทศสีม่วงบดปรุงรสเก็บรักษาโดยแช่เย็น

ตัวอย่าง	แช่เย็น (วัน)	ผลการวัดค่าสี				
		L^*	a^*	b^*	Chroma	Hue angle
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		74.27 ± 0.06^a	-2.20 ± 0.10^d	29.30 ± 0.17^a	29.40 ± 0.17^a	94.30 ± 0.17
มันเทศสีม่วงบดปรุงรส	0	23.02 ± 0.22^b	14.58 ± 0.15^a	-12.64 ± 0.12^c	19.30 ± 0.19^b	319.09 ± 0.06
แซนแทนกัม 0.05% (w/w)	4	22.60 ± 0.12^{bc}	14.02 ± 0.35^c	-12.41 ± 0.04^b	18.73 ± 0.28^c	318.48 ± 0.62
	8	22.23 ± 0.59^{cd}	14.23 ± 0.12^{bc}	-12.46 ± 0.12^{bc}	18.91 ± 0.17^c	318.80 ± 0.08
	12	21.79 ± 0.03^d	14.14 ± 0.14^c	-12.33 ± 0.14^b	18.76 ± 0.18^c	318.91 ± 0.24

ตาราง 22 ค่าสีมันเทศสีส้มบดปรุงรสเก็บรักษาโดยแช่เย็น

ตัวอย่าง	แช่เย็น (วัน)	ผลการวัดค่าสี				
		L^*	a^*	b^*	Chroma	Hue angle
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		74.27 ± 0.06^a	-2.20 ± 0.10^d	29.30 ± 0.17^d	29.40 ± 0.17^d	94.30 ± 0.17
มันเทศสีส้มบดปรุงรส	0	50.53 ± 0.25^{bc}	24.70 ± 0.20^a	43.70 ± 0.56^a	50.20 ± 0.50^a	60.53 ± 0.31
แซนแทนกัม 0.1% (w/w)	4	50.23 ± 1.47^{cd}	19.17 ± 0.66^d	37.33 ± 1.59^b	42.03 ± 1.54^b	62.80 ± 1.04
	8	49.20 ± 0.61^{de}	18.27 ± 0.21^c	35.90 ± 0.46^c	40.30 ± 0.30^c	63.07 ± 0.58
	12	48.37 ± 0.35^e	18.20 ± 0.17^c	35.10 ± 0.26^c	39.50 ± 0.17^c	62.60 ± 0.30

หมายเหตุ: ในตาราง 21 และ 22 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

ค่าสีของมันเทศสีม่วงบดปรงรสและมันเทศสีส้มบดปรงรส ดังแสดงในตาราง 21 และ 22 พบว่า การเก็บรักษาโดยแช่เย็น เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ 0 ในมันเทศสีม่วงบดปรงรสที่เดิม แชนแทนกัม 0.05% (w/w) ค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มลดลง ($p<0.05$) และในมันเทศสีส้มบดปรงรสที่เดิมแชนแทนกัม 0.1%(w/w) ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*)และค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลการทดลองค่าความเข้มสี (Chroma) และค่ามุมของสี (Hue angle) จากตาราง 21 และ 22 พบว่า การเก็บรักษามันเทศสีม่วงบดปรงรสและมันเทศสีส้มบดปรงรสโดยแช่เย็น เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น 0-12 วัน ค่าความเข้มสีลดลง ($p<0.05$) ค่าความเข้มสีที่ลดลงแสดงถึงความเข้มสีต่ำลงเข้าใกล้การเป็นสีเทา

ค่ามุมของสีในมันเทศสีม่วงบดปรงรสแช่เย็นเก็บรักษาเป็นเวลา 0-12 วัน ค่ามุมของสีที่ได้ อยู่ในช่วง 315 ถึง 360 องศา แสดงถึงตัวอย่างมีสีม่วงถึงสีม่วงแดง ส่วนในมันเทศสีส้มบดปรงรสแช่เย็น 0-12 วัน ค่ามุมของสีที่ได้อยู่ในช่วง 45 ถึง 90 องศา แสดงถึงตัวอย่างมีสีส้มแดงถึงสีเหลือง

ตาราง 23 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างของมันเทศสีม่วงบดปรงรส เก็บรักษาโดยแช่เย็น

ตัวอย่าง	แช่เย็น (วัน)	Total phenolic (mgGAE/gDW)*	%RSA	Flavonoid (mgCE/gDW)**
มันฝรั่งบดทางการค้า				
(ตัวอย่างอ้างอิง)		107.90 ± 0.22 ^e	45.34 ± 0.06 ^d	29.04 ± 0.65 ^d
มันเทศสีม่วงบดปรงรส แชนแทนกัม 0.05% (w/w)	0	497.59 ± 1.02 ^a	86.32 ± 0.10 ^c	360.76 ± 2.49 ^a
	4	399.14 ± 1.39 ^b	86.39 ± 0.15 ^c	260.75 ± 4.00 ^c
	8	351.03 ± 2.15 ^d	86.68 ± 0.06 ^b	269.66 ± 4.12 ^b
	12	354.82 ± 1.34 ^c	86.68 ± 0.21 ^b	271.97 ± 1.51 ^b
โทรลือก (ppm)			93.82 ± 0.06 ^a	

ตาราง 24 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างของมันเทศสีส้มบดปรุงรสเก็บรักษาโดย แห้งเย็น

ตัวอย่าง	แห้งเย็น (วัน)	Total phenolic (mgGAE/gDW)*	%RSA	Flavonoid (mgCE/gDW)**
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		107.90 ± 0.22 ^c	45.34 ± 0.06 ^f	29.04 ± 0.65 ^d
มันเทศสีส้มบดปรุงรส	0	379.77 ± 15.12 ^a	88.27 ± 0.25 ^b	242.96 ± 7.09 ^a
แซนแทนกัม 0.1% (w/w)	4	230.16 ± 16.48 ^b	86.39 ± 0.11 ^e	203.24 ± 15.27 ^c
	8	225.05 ± 7.27 ^b	87.05 ± 0.15 ^d	203.24 ± 6.98 ^c
	12	246.25 ± 9.33 ^b	87.54 ± 0.15 ^c	221.30 ± 9.41 ^b
โพลีฟีนอล (ppm)			93.82 ± 0.06 ^a	

หมายเหตุ: ในตาราง 23 และ 24 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

*mgGAE/gDW คือ milligram of gallic acid equivalent per gram of dry weight.

**mgCE/gDW คือ milligram of catechin equivalent per gram of dry weight.

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างของมันเทศสีม่วงบดปรุงรส และมันเทศสีส้มบดปรุงรส ดังแสดงในตาราง 23 และ 24 พบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษาโดยการแห้งเย็นมีผลต่อปริมาณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของมันเทศสีม่วงบดปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.05% (w/w) และมันเทศสีส้มบดปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาโดยการแห้งเย็นเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของมันเทศสีม่วงบดปรุงรส และมันเทศสีส้มบดปรุงรสมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

2. ผลการศึกษาคุณภาพและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของมันเทศบดและมันเทศบดปรุงรสเก็บรักษาในสภาวะแช่แข็ง

2.1 ผลคุณภาพและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของมันเทศบดเมื่อเก็บรักษาในสภาวะแช่แข็ง

ปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างมันเทศสีม่วงบดและมันเทศสีส้มบดเก็บรักษาในสภาวะแช่แข็ง ดังแสดงในตาราง 25 พบว่า เมื่อระยะเวลาเก็บรักษา 0-12 เดือน ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์รามีค่าไม่เกินมาตรฐานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 690/2547 กำหนดให้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^5 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ส่วนปริมาณยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มผช. 690, 2547) และเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสุกแล้วแช่เย็นหรือแช่แข็งที่ต้องผ่านกระบวนการให้ความร้อนก่อนรับประทาน ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (กองสุขาภิบาลอาหาร, 2540) การเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิแช่แข็งกำหนดให้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^5 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศสีม่วงบดและมันเทศสีส้มบด ดังแสดงในตาราง 26 และ 27 พบว่า การเก็บรักษาโดยแช่แข็งที่ระยะเวลาในการเก็บรักษา 12 เดือน ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำที่แยกออกมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตาราง 25 ปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง และมันเทศสีส้มบด

ตัวอย่าง	แช่แข็ง (เดือน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	ปริมาณยีสต์ รา (cfu/g)
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		1.3×10^3	<100 est
มันเทศสีม่วงบดแช่น้ำแทนกัม			
0.1%(w/w)	0	7.9×10^3	<100 est
	2	1.4×10^3	<100 est
	4	4.2×10^3	<100 est
	6	5.0×10^3	<100 est
	12	2.5×10^4	<100 est
มันเทศสีส้มบดแช่น้ำแทนกัม 0.1%			
(w/w)	0	6.3×10^3	<100 est
	2	1.1×10^3	<100 est
	4	2.1×10^3	<100 est
	6	3.0×10^3	<100 est
	12	5.7×10^4	<100 est

ตาราง 26 ปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศสีม่วงบดเก็บรักษาโดยแช่แข็ง

ตัวอย่าง	แช่แข็ง (เดือน)	% Syneresis
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		1.04 ± 0.44^a
มันเทศสีม่วงบดแช่น้ำแทนกัม 0.1% (w/w)	0	0.08 ± 0.04^b
	2	0.15 ± 0.01^b
	4	0.15 ± 0.02^b
	6	0.16 ± 0.01^b
	12	0.17 ± 0.19^b

ตาราง 27 ปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศสีส้มบดเก็บรักษาโดยแช่แข็ง

ตัวอย่าง	แช่แข็ง (เดือน)	% Syneresis
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		1.04 ± 0.44 ^a
มันเทศสีส้มบดแช่น้ำแทนกัม 0.1% (w/w)	0	0.19 ± 0.16 ^b
	2	0.24 ± 0.04 ^b
	4	0.25 ± 0.01 ^b
	6	0.26 ± 0.01 ^b
	12	0.27 ± 0.01 ^b

หมายเหตุ: ในตาราง 26 และ 27 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

ตาราง 28 ค่าสีมันเทศสีม่วงบดปรุงรสเก็บรักษาโดยแช่แข็ง

ตัวอย่าง	แช่แข็ง (เดือน)	ผลการวัดค่าสี				
		L^*	a^*	b^*	Chroma	Hue angle
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		74.27 ± 0.06^a	-2.20 ± 0.10^c	29.30 ± 0.17^a	29.40 ± 0.17^a	94.30 ± 0.17
มันเทศสีม่วงบด	0	18.36 ± 1.48^b	14.31 ± 1.13^b	-12.93 ± 0.80^b	19.29 ± 1.37^c	317.86 ± 0.55
แซนแทนกัม 0.1%(w/w)	2	18.07 ± 0.40^b	14.90 ± 0.39^{ab}	-13.26 ± 0.21^{bc}	19.95 ± 0.43^{bc}	318.32 ± 0.31
	4	17.01 ± 0.38^c	15.21 ± 0.25^a	-13.58 ± 0.04^{bc}	20.39 ± 0.20^{bc}	318.24 ± 0.42
	6	16.83 ± 0.08^c	15.28 ± 0.06^a	-13.72 ± 0.18^c	20.53 ± 0.15^b	318.09 ± 0.30
	12	16.93 ± 0.16^c	15.38 ± 0.15^a	-13.25 ± 0.12^{bc}	20.30 ± 0.18^{bc}	319.26 ± 0.17

ตาราง 29 ค่าสีมันเทศสีส้มบดเก็บรักษาโดยแช่แข็ง

ตัวอย่าง	แช่แข็ง (เดือน)	ผลการวัดค่าสี				
		<i>L</i> [*]	<i>a</i> [*]	<i>b</i> [*]	Chroma	Hue angle
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		74.27 ± 0.06 ^a	-2.20 ± 0.10 ^c	29.30 ± 0.17 ^d	29.40 ± 0.17 ^b	94.30 ± 0.17
มันเทศสีส้มบด	0	45.53 ± 0.42 ^d	22.17 ± 1.07 ^a	37.10 ± 0.98 ^c	43.22 ± 1.34 ^a	58.83 ± 0.15
แช่น้ำแทนกัม 0.1% (w/w)	2	48.43 ± 0.21 ^b	21.33 ± 0.25 ^{ab}	38.17 ± 0.31 ^b	43.73 ± 0.22 ^a	58.83 ± 0.35
	4	47.70 ± 0.26 ^c	21.40 ± 0.20 ^{ab}	39.05 ± 0.07 ^{ab}	44.43 ± 0.19 ^a	59.07 ± 0.21
	6	44.87 ± 0.36 ^e	20.73 ± 0.38 ^b	39.13 ± 0.25 ^{ab}	44.29 ± 0.39 ^a	58.97 ± 0.15
	12	44.37 ± 0.55 ^e	20.53 ± 0.42 ^b	39.37 ± 0.57 ^a	44.40 ± 0.43 ^a	59.30 ± 0.17

หมายเหตุ: ในตาราง 28 และ 29 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

ค่าสีของมันเทศสีม่วงบดและมันเทศสีส้มบด ดังแสดงในตาราง 28 และ 29 พบว่า การเก็บรักษาโดยการแช่แข็ง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ในมันเทศสีม่วงบดที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) ค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และในมันเทศสีส้มบดที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) ค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มลดลงเช่นกัน ($p<0.05$)

ผลการทดลองค่าความเข้มสี (Chroma) และค่ามุมของสี (Hue angle) จากตาราง 28 และ 29 พบว่า การเก็บรักษามันเทศสีม่วงบดโดยแช่แข็ง เมื่อเวลาในการเก็บรักษา 2-12 เดือน ค่าความเข้มสีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq 0.05$) และในมันเทศสีส้มบดเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0-12 เดือน ค่าความเข้มสีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq 0.05$)

ค่ามุมของสีในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งเก็บรักษาเป็นเวลา 0-12 เดือน ค่ามุมของสีที่ได้อยู่ในช่วง 315 ถึง 360 องศา แสดงถึงตัวอย่างมีสีม่วงถึงสีม่วงแดง ส่วนในมันเทศสีส้มบดค่ามุมของสีที่ได้อยู่ในช่วง 45 ถึง 90 องศา แสดงถึงตัวอย่างมีสีส้มแดงถึงสีเหลือง

ตาราง 30 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างของมันเทศสีม่วงบดเก็บรักษาแช่แข็ง

ตัวอย่าง	แช่แข็ง (เดือน)	Total phenolic (mgGAE/gDW)*	%RSA	Flavonoid (mgCE/gDW)**
มันฝรั่งบดทางการค้า				
(ตัวอย่างอ้างอิง)		107.90 ± 0.22^e	45.34 ± 0.06^e	29.04 ± 0.65^e
มันเทศสีม่วงบด แซนแทนกัม 0.1% (w/w)	0	625.13 ± 4.87^a	86.88 ± 0.15^c	477.01 ± 6.13^a
	2	513.06 ± 2.63^b	89.72 ± 0.15^b	416.46 ± 5.66^b
	4	499.05 ± 6.31^b	89.75 ± 0.15^b	377.11 ± 14.29^c
	6	422.01 ± 13.68^c	86.75 ± 0.25^c	380.57 ± 8.64^c
	12	393.70 ± 11.16^d	86.29 ± 0.41^d	358.51 ± 4.56^d
โทรลิกอก (ppm)			93.82 ± 0.06^a	

ตาราง 31 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างของมันเทศสีส้มบดเก็บรักษาโดยแช่แข็ง

ตัวอย่าง	แช่แข็ง (เดือน)	Total phenolic (mgGAE/gDW)*	%RSA	Flavonoid (mgCE/gDW)**
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		107.90 ± 0.22 ^d	45.34 ± 0.06 ^e	29.04 ± 0.65 ^c
มันเทศสีส้มบด	0	367.27 ± 6.70 ^a	88.83 ± 0.06 ^b	244.08 ± 7.51 ^a
แชนแทนกัม 0.1%	2	296.16 ± 10.26 ^b	87.67 ± 0.35 ^d	241.60 ± 6.83 ^a
(w/w)	4	277.89 ± 3.63 ^c	88.37 ± 0.21 ^{bc}	240.60 ± 26.27 ^a
	6	269.38 ± 0.77 ^c	88.63 ± 0.15 ^b	214.75 ± 5.97 ^b
	12	269.55 ± 5.83 ^c	87.97 ± 0.66 ^{cd}	212.77 ± 5.24 ^b
โทโรล็อก (ppm)			93.82 ± 0.06 ^a	

หมายเหตุ: ในตาราง 30 และ 31 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

*mgGAE/gDW คือ milligram of gallic acid equivalent per gram of dry weight.

**mgCE/gDW คือ milligram of catechin equivalent per gram of dry weight.

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างมันเทศสีม่วงบดและมันเทศสีส้มบด ดังแสดงในตาราง 30 และ 31 พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งมีผลต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์

ในมันเทศสีม่วงบดและในมันเทศสีส้มบดที่เติมแชนแทนกัม 0.1% (w/w) เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น พบว่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณฟลาโวนอยด์มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

1.2 ผลคุณภาพและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของมันเทศบดปรุงรส เมื่อเก็บรักษาในสภาวะแช่แข็ง

ปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างมันเทศสีม่วงบดปรุงรส และมันเทศสีส้มบดปรุงรสเก็บรักษาในสภาวะแช่แข็ง ดังแสดงในตาราง 32 พบว่า เมื่อระยะเวลาเก็บรักษา 12 เดือน ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์รามีค่าไม่เกินมาตรฐานดังที่อ้างไว้ก่อนหน้านี้

ตาราง 32 ปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างมันเทศสีม่วงบดปรุงรสและมันเทศสีส้มบดปรุงรส เก็บรักษาโดยแช่แข็ง

ตัวอย่าง	แช่แข็ง (เดือน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	ปริมาณยีสต์ รา (cfu/g)
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		1.3×10^3	<100 est
มันเทศสีม่วงบดปรุงรสแซนแทนกัม 0.05% (w/w)	0	5.8×10^3	<100 est
	2	1.6×10^3	<100 est
	4	2.8×10^3	<100 est
	6	3.5×10^3	<100 est
	12	7.2×10^4	<100 est
มันเทศสีส้มบดปรุงรสแซนแทนกัม 0.1% (w/w)	0	1.0×10^3	<100 est
	2	1.2×10^3	<100 est
	4	4.6×10^3	<100 est
	6	2.6×10^3	<100 est
	12	3.5×10^4	<100 est

ปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศสีม่วงบดปรุงรสและมันเทศสีส้มบดปรุงรส ดังแสดงในตาราง 33 และ 34 พบว่า การเก็บรักษาโดยแช่แข็งที่ระยะเวลาเก็บรักษา 12 เดือน ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำที่แยกออกมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตาราง 33 ปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศสีม่วงบดปรุงรส เก็บรักษาโดยแช่แข็ง

ตัวอย่าง	แช่แข็ง (เดือน)	% Syneresis
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		1.04 ± 0.44^a
มันเทศสีม่วงบดปรุงรสแซนแทนกัม 0.05% (w/w)	0	0.04 ± 0.02^b
	2	0.05 ± 0.00^b
	4	0.08 ± 0.02^b
	6	0.09 ± 0.13^b
	12	1.00 ± 0.01^b

ตาราง 34 ปริมาณน้ำที่แยกออกมาของมันเทศสีส้มบดปรุงรสเก็บรักษาโดยแช่แข็ง

ตัวอย่าง	แช่แข็ง (เดือน)	% Syneresis
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)	0	1.04 ± 0.44^a
มันเทศสีส้มบดปรุงรส แซนแทนกัม 0.1% (w/w)	0	0.19 ± 0.16^b
	2	0.14 ± 0.02^b
	4	0.15 ± 0.03^b
	6	0.17 ± 0.01^b
	12	0.18 ± 0.00^b

หมายเหตุ: ในตาราง 33 และ 34 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

ตาราง 35 ค่าสีมันเทศสีม่วงบดปรุงรสเก็บรักษาโดยแช่แข็ง

ตัวอย่าง	แช่แข็ง (เดือน)	ผลการวัดค่าสี				
		L^*	a^*	b^*	Chroma	Hue angle
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		74.27 ± 0.06^a	-2.20 ± 0.10^e	29.30 ± 0.17^a	29.40 ± 0.17^a	94.30 ± 0.17
มันเทศสีม่วงบดปรุงรส	0	24.76 ± 0.68^b	12.74 ± 0.14^d	-11.89 ± 0.10^b	17.43 ± 0.18^d	316.98 ± 0.11
แซนแทนกัม 0.05% (w/w)	2	23.93 ± 0.69^c	14.33 ± 0.29^{ab}	-13.00 ± 0.19^d	19.35 ± 0.10^b	317.77 ± 1.00
	4	23.17 ± 0.08^d	13.84 ± 0.09^c	-13.09 ± 0.05^d	19.05 ± 0.10^{bc}	316.59 ± 0.06
	6	22.66 ± 0.22^d	14.06 ± 0.35^{bc}	-12.41 ± 0.05^c	18.76 ± 0.28^c	318.57 ± 0.64
	12	21.48 ± 0.07^e	14.48 ± 0.05^a	-12.39 ± 0.04^c	19.06 ± 0.02^b	319.44 ± 0.19

ตาราง 36 ค่าสีมันเทศสีส้มบดปรุงรสเก็บรักษาโดยแช่แข็ง

ตัวอย่าง	แช่แข็ง (เดือน)	ผลการวัดค่าสี				
		<i>L</i> [*]	<i>a</i> [*]	<i>b</i> [*]	Chroma	Hue angle
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		74.27 ± 0.06 ^a	-2.20 ± 0.10 ^e	29.30 ± 0.17 ^e	29.40 ± 0.17 ^e	94.30 ± 0.17
มันเทศสีส้มบดปรุงรส แซนแทนกัม 0.1% (w/w)	0	50.53 ± 0.25 ^c	24.70 ± 0.20 ^a	43.70 ± 0.56 ^a	50.20 ± 0.52 ^a	62.13 ± 0.47
	2	50.30 ± 0.17 ^c	23.53 ± 0.15 ^b	41.47 ± 0.15 ^b	47.68 ± 0.09 ^b	61.47 ± 0.25
	4	51.33 ± 0.30 ^b	22.27 ± 0.25 ^c	40.30 ± 0.20 ^c	46.04 ± 0.06 ^c	60.43 ± 0.21
	6	50.57 ± 0.42 ^c	22.07 ± 0.31 ^c	38.83 ± 0.21 ^d	46.67 ± 0.32 ^d	59.17 ± 0.25
	12	50.23 ± 0.25 ^c	20.80 ± 0.26 ^d	39.10 ± 0.46 ^d	44.29 ± 0.52 ^d	59.10 ± 0.26

หมายเหตุ: ในตาราง 35 และ 36 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

ค่าสีของมันเทศสีม่วงบดปรุงรสและมันเทศสีส้มบดปรุงรส ดังแสดงในตาราง 35 และ 36 พบว่า การเก็บรักษาโดยแช่แข็ง เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้นส่งผลต่อค่าสี ($p<0.05$) ในมันเทศสีม่วงบดที่เติมแซนแทนกัม 0.05% (w/w) ค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และในมันเทศสีส้มบดที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลง ($p<0.05$)

ผลการทดลองค่าความเข้มสี (Chroma) และค่ามุมของสี (Hue angle) จากตาราง 35 และ 36 พบว่า การเก็บรักษามันเทศสีม่วงบดปรุงรสโดยแช่แข็ง เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่าความเข้มสีเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับวันที่ 0 ($p<0.05$) และในมันเทศสีส้มบดปรุงรสมีค่าความเข้มสีลดลงเมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ค่าความเข้มสีที่ลดลงแสดงถึงความเข้มสีต่ำลงเข้าใจถึงการเป็นสีเทา ส่วนค่าความเข้มสีที่เพิ่มขึ้นแสดงถึง ตัวอย่างมีความเข้มของสีที่เพิ่มมากขึ้น

ค่ามุมของสีในมันเทศสีม่วงบดปรุงรสเก็บรักษาโดยแช่แข็งเป็นเวลา 0-12 เดือน ค่ามุมของสีที่ได้อยู่ในช่วง 315 ถึง 360 องศา แสดงถึงตัวอย่างมีสีม่วงถึงสีม่วงแดง ส่วนในมันเทศสีส้มบดปรุงรส ค่ามุมของสีที่ได้อยู่ในช่วง 45 ถึง 90 องศา แสดงถึงตัวอย่างมีสีส้มแดงถึงสีเหลือง

ตาราง 37 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างของมันเทศสีม่วงบดปรุงรสเก็บรักษาโดยแช่แข็ง

ตัวอย่าง	แช่แข็ง (เดือน)	Total phenolic (mgGAE/gDW)*	%RSA	Flavonoid (mgCE/gDW)**
มันฝรั่งบดทางการค้า				
(ตัวอย่างอ้างอิง)		107.90 ± 0.22 ^e	45.34 ± 0.06 ^f	29.04 ± 0.65 ^e
มันเทศสีม่วงบดปรุงรส แซนแทนกัม 0.05% (w/w)	0	484.01 ± 11.31 ^a	86.32 ± 0.10 ^d	359.77 ± 4.00 ^a
	2	401.82 ± 2.78 ^b	89.62 ± 0.21 ^b	299.36 ± 8.00 ^b
	4	358.38 ± 4.30 ^c	89.92 ± 0.20 ^b	273.95 ± 4.88 ^c
	6	357.27 ± 3.92 ^c	89.91 ± 0.20 ^c	272.63 ± 6.05 ^c
	12	289.56 ± 8.59 ^d	85.80 ± 0.30 ^e	263.72 ± 1.51 ^d
โพลีฟีนอล (ppm)			93.82 ± 0.06 ^a	

ตาราง 38 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างของม้นเทศสีส้มบดปรงรส เก็บรักษาโดย แห้งแข็ง

ตัวอย่าง	แห้งแข็ง (เดือน)	Total phenolic (mgGAE/gDW)*	%RSA	Flavonoid (mgCE/gDW)**
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		107.90 ± 0.22 ^d	45.34 ± 0.06 ^e	29.04 ± 0.65 ^c
ม้นเทศสีส้มบดปรงรส	0	355.83 ± 56.57 ^a	88.27 ± 0.25 ^b	242.96 ± 7.09 ^a
แซนแทนกัม 0.1% (w/w)	2	268.64 ± 33.91 ^b	88.56 ± 0.30 ^b	235.74 ± 16.55 ^{ab}
	4	282.71 ± 7.43 ^b	84.93 ± 0.20 ^c	221.81 ± 26.64 ^{ab}
	6	235.67 ± 0.30 ^b	84.53 ± 0.81 ^c	229.55 ± 2.36 ^{ab}
	12	176.49 ± 2.76 ^c	83.51 ± 0.47 ^d	216.65 ± 4.09 ^b
ไทโรลิก (ppm)			93.82 ± 0.06 ^a	

หมายเหตุ: ในตาราง 37 และ 38 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

*mgGAE/gDW คือ milligram of gallic acid equivalent per gram of dry weight.

**mgCE/gDW คือ milligram of catechin equivalent per gram of dry weight.

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างของม้นเทศสีม่วงบดปรงรสและม้นเทศสีส้มบดปรงรส ดังแสดงในตาราง 37 และ 38 พบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแห้งแข็งมีผลต่อปริมาณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และปริมาณฟลาโวนอยด์

ในม้นเทศสีม่วงบดปรงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.05% (w/w) และม้นเทศสีส้มบดปรงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแห้งแข็งเพิ่มขึ้นปริมาณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และ ปริมาณฟลาโวนอยด์มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

จากผลการทดลองข้างต้นมันเทศสีม่วงบด มันเทศสีส้มบด และมันเทศสีส้มบดปรุงรสที่มีการเติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) และมันเทศสีม่วงบดปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.05% (w/w) เก็บรักษาในสภาวะแช่เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4-6 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิดังกล่าวเป็นเพียงอุณหภูมิที่ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ประเภทเทอร์โมไฟล์ และเมซิไฟล์ที่มีอยู่ในตัวอย่าง โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำส่งผลให้กระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ของจุลินทรีย์ช้าลง ดังนั้นจุลินทรีย์จึงสามารถเจริญเติบโตได้ช้าลง (วิลโลว์ รัสาดทอง, 2546, หน้า 371) แต่เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นส่งผลให้จุลินทรีย์มีการเพิ่มจำนวนมากขึ้น เมื่อเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช. 690/2547 พบว่ามันเทศสีส้มบดที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) มันเทศสีม่วงบดปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.05% (w/w) และมันเทศสีม่วงบดปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นได้ 8 วัน และมันเทศสีม่วงบดที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นได้ 12 วัน

มันเทศสีม่วงบด มันเทศสีส้มบด และมันเทศสีส้มบดปรุงรสที่มีการเติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) และมันเทศสีม่วงบดปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.05% (w/w) นำมาเก็บรักษาในสภาวะการเก็บรักษาแบบแช่แข็งที่อุณหภูมิประมาณ -20 องศาเซลเซียส การแช่แข็งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในอาหาร ความเย็นจัดจะทำให้ น้ำในอาหารเปลี่ยนสภาพเป็นผลึกน้ำแข็ง (วิลโลว์ รัสาดทอง, 2546, หน้า 390) ทำให้จุลินทรีย์ไม่อาจนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ โดยอุณหภูมิดังกล่าวไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ให้ตายได้ ดังนั้นการแช่แข็งจึงเป็นกระบวนการเก็บรักษาที่สามารถควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างมันเทศบด และมันเทศบดปรุงรสได้ เมื่อเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช. 690/2547 พบว่ามันเทศสีม่วงบด มันเทศสีส้มบด มันเทศสีม่วงบดปรุงรส และมันเทศสีส้มบดปรุงรสสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็งได้เป็นระยะเวลา 12 เดือน

การเก็บรักษามันเทศสีม่วงบด มันเทศสีส้มบด และมันเทศสีส้มบดปรุงรสที่มีการเติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) และมันเทศสีม่วงบดปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.05% (w/w) ในสภาวะแช่เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4-6 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 วัน พบว่าปริมาณน้ำที่แยกออกไม่แตกต่างจากตัวอย่างมันเทศที่เก็บรักษาแบบแช่เย็นเป็นระยะเวลา 0 วัน แสดงถึงการเก็บรักษาที่อุณหภูมิดังกล่าวในเวลา 12 วัน ไม่ส่งผลต่อการสูญเสียโครงสร้างของตัวอย่างทำให้ปริมาณน้ำที่แยกออกมาจากโครงสร้างของตัวอย่างไม่เปลี่ยนแปลงจากตัวอย่างก่อนนำมาเก็บรักษาโดยการแช่เย็น

มันเทศสดและมันเทศสดปรุงรสที่เก็บรักษาในสภาวะแช่แข็งเป็นเวลา 12 เดือน ไม่ส่งผลต่อปริมาณน้ำที่แยกออกมาภายหลังการละลาย สอดคล้องกับ จรรยา หมวดคล้าย และสงวนศรี เจริญเหรียญ (2549, หน้า 72-80) ที่พบว่าเจลสตาร์มันสำปะหลังแช่แข็งที่เดิมแทนแทนกัม 0.50% (w/w) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 และ -18 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 3, 10, 17 และ 31 วัน ส่งผลให้ค่าร้อยละการแยกน้ำ (%Syneresis) เป็นศูนย์ โดยไม่มีปริมาณเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากอัตราเร็วในการแช่แข็ง และอุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่ทำลายโครงสร้างของตัวอย่าง (Ferrero and Zarizky, 2000, pp. 2149-2158)

การเปลี่ยนแปลงค่าสีของตัวอย่างมันเทศสีม่วงสด มันเทศสีส้มสด มันเทศสีม่วงสดปรุงรส และมันเทศสีส้มสดปรุงรสภายหลังการเก็บในสภาวะแช่เย็น เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นจาก 0-12 วัน ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) และ ค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลง และในสภาวะการเก็บแบบแช่แข็งเมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้นจาก 0-12 เดือน พบว่ามันเทศสีม่วงสดและมันเทศสีม่วงสดปรุงรสส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ส่วนในมันเทศสีส้มสดและมันเทศสีส้มสดปรุงรสค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลง

การเปลี่ยนแปลงของสีมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ชนิด และปริมาณของรงควัตถุที่มีอยู่ในตัวอย่างมันเทศสด โดยพันธุ์มันเทศที่แตกต่างกัน 2 สายพันธุ์ และส่วนผสมที่แตกต่างกันของมันเทศสดอาจมีผลต่อปริมาณของรงควัตถุในมันเทศ (Adom and Liu, 2002, pp. 6182-6187)

สารประกอบฟีนอลิกจัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับจากภายนอก พบได้ในพืชผักผลไม้ ต่าง ๆ มีมากกว่า 8,000 ชนิด ซึ่งสารที่อยู่ในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก ได้แก่ กรดฟีนอลิก, ฟลาโวนอยด์, ฟีนิลโพรพานอยด์, ลิกนิน, เมลานิน และแทนนิน เป็นต้น สารในกลุ่มนี้เป็นสารที่ให้สีส้มแก่พืช ผัก ผลไม้ เช่น สารแอนโทไซยานิน (Anthocyanins พบในผลเชอร์รี่ทำให้มีสีแดง ผลองุ่น ดอกอัญชันมีสีม่วง ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกในธรรมชาติจะมีปริมาณที่แตกต่างกันออกไปในพืชแต่ละชนิด หรือแม้แต่ในพืชชนิดเดียวกัน ซึ่งมาจากสถานที่ผลิตที่แตกต่างกัน (โอภา วัชรคุปต์ และคณะ, 2549, หน้า 171)

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในมันเทศสีม่วงสด มันเทศสีส้มสด มันเทศสีม่วงสดปรุงรส และมันเทศสีส้มสดปรุงรส เมื่อเก็บรักษาที่สภาวะแช่เย็นอุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 วัน และเก็บรักษาที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน เมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับสารมาตรฐานกรดแกลลิก ซึ่งเป็น

สารประกอบอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันได้ดี (Reynolds and Wilson, 1991, pp. 193-194) จากผลการทดลองพบว่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง ($p < 0.05$)

วิธีวัดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH คือวิธีวัดความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างมันเทศสีม่วงบด มันเทศสีส้มบด มันเทศสีม่วงบดปรงรส และมันเทศสีส้มบดปรงรสในการให้ไฮโดรเจนอะตอมและ/หรืออิเล็กตรอน (scavenging activity) กับอนุมูลอิสระ DPPH[•] (โอภา วัชรคุปต์ และคณะ, 2550, หน้า 93-94)

จากผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างมีความแตกต่างกันเมื่อระยะเวลาในการแช่เย็นหรือแช่แข็งเปลี่ยนแปลง แต่ไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจน และไม่มีทิศทางสอดคล้องกับปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณฟลาโวนอยด์

ฟลาโวนอยด์ เป็นสารประกอบฟีนอลิกที่พบมากชนิดหนึ่ง โดยจะพบมากในพืชผักและผลไม้ มีหน้าที่สองอย่าง คือ เป็นรงควัตถุ ทำหน้าที่กรองแสงที่มีความยาวคลื่นที่จำเพาะเจาะจง และทำหน้าที่เป็นสารต้านออกซิเดชัน โดยไปกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในเซลล์พืชออกไป ความสามารถในการต้านออกซิเดชันขึ้นอยู่กับโครงสร้างของฟลาโวนอยด์ (Buhler and Miranda, 2000)

ปริมาณฟลาโวนอยด์ของมันเทศสีม่วงบด มันเทศสีส้มบด มันเทศสีม่วงบดปรงรส และมันเทศสีส้มบดปรงรสที่เก็บรักษาในสภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณฟลาโวนอยด์ ลดลงสอดคล้องกับปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เนื่องจากฟลาโวนอยด์เป็นสารประกอบฟีนอลิกชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับ Ahmed, et al. (2010, pp. 1307-1312) ศึกษาการเติมกรดแอสคอบิก 100 กรัมต่อ กิโลกรัมในแป้งมันเทศสีม่วง ส่งผลให้มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้น และปริมาณฟลาโวนอยด์ก็เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน แตกต่างจากความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ไม่มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณฟลาโวนอยด์

ในมันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง) มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์น้อยกว่ามันเทศสีม่วงบด มันเทศสีส้มบด มันเทศสีม่วงบดปรงรส และมันเทศสีส้มบดปรงรส

ตอนที่ 4 ผลของการให้ความร้อนต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของมันเทศบดแช่แข็งและมันเทศบดแช่แข็งปรุงรส

1. ผลของการให้ความร้อนต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของมันเทศบดแช่แข็ง

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างของมันเทศสีม่วงบดที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) และมันเทศสีส้มบดที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) มันเทศสีม่วงบดปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.05% (w/w) และมันเทศสีส้มบดปรุงรสที่เติมแซนแทนกัม 0.1% (w/w) ดังแสดงในตาราง 39 และ 40

ตาราง 39 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง และมันเทศสีส้มบดแช่แข็ง หลังผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ

ตัวอย่าง	เวลา (นาที่)	Total phenolic (mgGAE/gDW)*	%RSA	Flavonoid (mgCE/gDW)**
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		110.72 ± 0.23 ^e	45.34 ± 0.06 ^f	29.04 ± 0.65 ^e
มันเทศสีม่วงบด	0	618.12 ± 0.88 ^a	86.88 ± 0.15 ^c	473.55 ± 1.30 ^a
แซนแทนกัม 0.1% (w/w)	4	491.45 ± 10.36 ^b	85.23 ± 0.10 ^e	357.65 ± 7.93 ^b
มันเทศสีส้มบด	0	367.27 ± 6.70 ^c	88.83 ± 0.06 ^b	243.09 ± 8.95 ^c
แซนแทนกัม 0.1% (w/w)	4	282.10 ± 1.19 ^d	85.99 ± 0.30 ^d	217.74 ± 5.38 ^d
โทรลือก (ppm)			93.82 ± 0.06 ^a	

ระยะเวลาในการให้ความร้อน 0 นาที หมายถึง ละลายตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องโดยไม่ต้องเข้าเครื่องไมโครเวฟ และตัวอย่างมันเทศบดแช่แข็งให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ เป็นเวลา 4 นาที

2. ผลของการให้ความร้อนต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของมันเทศบดแช่แข็งปรุงรส

ตาราง 40 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และปริมาณฟลาโวนอยด์ของมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส และมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรส หลังผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ

ตัวอย่าง	เวลา (นาทีก)	Total phenolic (mgGAE/gDW)*	%RSA	Flavonoid (mgCE/gDW)**
มันฝรั่งบดทางการค้า (ตัวอย่างอ้างอิง)		110.72 ± 0.23 ^e	45.34 ± 0.06 ^f	29.04 ± 0.65 ^d
มันเทศสีม่วงบดปรุงรส	0	532.74 ± 1.09 ^a	86.55 ± 0.11 ^d	360.76 ± 2.49 ^a
แซนแทนกัม 0.05% (w/w)	4	478.50 ± 1.59 ^b	85.65 ± 0.06 ^e	291.44 ± 5.45 ^b
มันเทศสีส้มบดปรุงรส	0	379.77 ± 15.12 ^c	88.27 ± 0.25 ^b	242.96 ± 7.09 ^c
แซนแทนกัม 0.1% (w/w)	4	235.45 ± 0.31 ^d	87.21 ± 0.10 ^c	232.65 ± 2.36 ^d
โพลีฟีนอล (ppm)			93.82 ± 0.06 ^a	

หมายเหตุ: ในตาราง 39 และ 40 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

*mgGAE/gDW คือ milligram of gallic acid equivalent per gram of dry weight.

**mgCE/gDW คือ milligram of catechin equivalent per gram of dry weight.

การให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ คลื่นไมโครเวฟจะส่งผลให้โมเลกุลของน้ำในตัวอย่างสั่นสะเทือนและชนโมเลกุลอื่น ๆ ต่อไป จนเกิดเป็นพลังงานจลน์ และกลายสภาพเป็นพลังงานความร้อน (วิลโลว์ รังสาดทอง, 2546, หน้า 326) โดยในงานวิจัยนี้ใช้กำลังไฟ 800 วัตต์ การให้ความร้อนเป็นระยะเวลา 4 นาทีในตัวอย่างมันเทศสีม่วงบดและ มันเทศสีส้มบด พบว่า ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และปริมาณฟลาโวนอยด์มีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (0 นาที)

ตาราง 41 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%RSA) และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างของมันเทศแช่บดแข็ง และมันเทศแช่บดแข็งปรุงรส ในมันเทศทั้งสองพันธุ์หลังผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย		
	Total phenolic	%RSA	Flavonoid
มันเทศสีม่วงบดแช่แข็งเดิมแซนแทนกัม 0.1% (w/w)	20.49 ± 1.67	1.90 ± 0.13	24.47 ± 1.88
มันเทศสีส้มบดแช่แข็งเดิมแซนแทนกัม 0.1% (w/w)	23.18 ± 1.25	3.20 ± 0.39	10.33 ± 4.54
มันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสเดิมแซนแทนกัม 0.05% (w/w)	10.18 ± 0.22	0.99 ± 0.17	19.20 ± 2.01
มันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรสเดิมแซนแทนกัม 0.1% (w/w)	12.93 ± 0.11	1.20 ± 0.36	4.21 ± 1.81

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างของมันเทศบดแช่แข็ง และมันเทศบดแช่แข็งปรุงรส ในมันเทศทั้งพันธุ์สีม่วงและพันธุ์สีส้ม หลังผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ ดังแสดงในตาราง 41 พบว่า ตัวอย่างมันเทศทั้งหมดเมื่อผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟส่งผลให้มีการสูญเสียปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟลาโวนอยด์ ในขณะที่เมื่อเปรียบเทียบมันเทศตามพันธุ์ พบว่า ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง และมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่า ในมันเทศสีส้มบดแช่แข็ง และมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรส ส่วนปริมาณฟลาโวนอยด์ในมันเทศสีม่วงบดแช่แข็ง และมันเทศสีม่วงบดแช่แข็งปรุงรสมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียมากกว่าในมันเทศสีส้มบดแช่แข็ง และมันเทศสีส้มบดแช่แข็งปรุงรส

ในการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟส่งผลให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟลาโวนอยด์มีปริมาณลดลงกว่าตัวอย่างที่ละลายอุณหภูมิห้องไม่ผ่านการให้ความร้อน เช่นเดียวกับ Padada and Picha (2008, pp. 1404-1409) ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ในมันเทศพันธุ์ Beauregard ซึ่งมีเนื้อสีส้ม โดยนำห้วมันเทศผ่าครึ่งแล้วนำไปผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟใช้กำลังไฟ 1,500 วัตต์ เป็นเวลา 10 นาที พบว่า มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเนื้อมันเทศมีค่าลดลงน้อยกว่ามันเทศที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเมื่อผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟมีปริมาณลดลง 42% อาจเนื่องมาจากความร้อน การใช้อุณหภูมิสูงในระหว่างการปรุงสุกความร้อนอาจทำลายเซลล์ของสารประกอบฟีนอลิกที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ส่งผลให้มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดลดลง อีกทั้งปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระยังมีความสัมพันธ์กัน ($r = 0.98$)