บทที่ 4
การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งเติมใยอาหารบรรจุขวด ในระหว่างการเก็บรักษา

1. บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

ผลิตภัณฑ์ผักผลไม้ในระหว่างการเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น เกิดกระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเน่าเสียในเวลาต่อมา ความขุ่นและรสชาติของตัวผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลง สิ่งเหล่านี้จะทำให้อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์สั้นลงและยังส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน สี รสชาติ กลิ่น และลักษณะเนื้อสัมผัสอีกด้วย ทำให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ลดลงได้ (Umme *et al.*, 2001) น้ำผลไม้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไวต่อการเปลี่ยน แปลงในระหว่างการเก็บรักษาซึ่งอุณหภูมิในการเก็บรักษาเป็นปัจจัยหลักต่อคุณภาพของน้ำผลไม้ (Siegmund *et al.*, 2004) นอกจากนั้น Shaw และคณะ (1993 อ้างโดย Franworth *et al.*, 2001) กล่าวว่า เวลาและอุณหภูมิในการเก็บมีผลต่อการเสื่อมเสียด้านรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการในน้ำส้มชนิด 100% ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์

1.2 วัตถุประสงค์

ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำฝรั่งพร้อมดื่มที่ไม่เติมและเติมใยอาหารในรูปเพกตินระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีกายภาพ จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวในระยะเวลา 8 สัปดาห์ และประเมินต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งเติมใยอาหารบรรจุขวดแก้ว

2. บทตรวจเอกสาร

Umme และคณะ (1999) ผลิตเพียวเร่ทุเรียนเทศ (soursoup puree) พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 79°ซ นาน 69 วินาที โดยบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ กระป๋องเคลือบแลคเกอร์และขวดพลาสติก (HDPE) แล้วทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20, 4 และ 15°ซ นาน 12 สัปดาห์ ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ และความคงตัวของความข่น พบว่า ชนิดของภาชนะบรรจุ อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยการเก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ต่ำที่สุดเท่ากับ 1.32 และ 0.56 log CFU/g รองลงมา คือที่อุณหภูมิ 4°ซ เท่ากับ 2.49 และ 2.46 log CFU/g และที่ 15°ซ เท่ากับ 3.15 และ 3.20 log CFU/g ตามลำดับ ซึ่งที่อุณหภูมิ -20 และ 4°ซ เป็นอุณหภูมิที่ช่วยหยุดชะงักการเจริญเติบโตของ mesophilic bacteria ยีสต์ และรา ในด้านความข่นเพียวเร่ทุเรียนเทศมีความข่นที่คงตัวมากที่สุดเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4°ซ และลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเก็บตลอด 12 สัปดาห์ ซึ่งการเก็บเพียวเร่ทุเรียนเทศในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิ 4°ซ นาน 12 สัปดาห์ จะมีความข่นที่คงตัวมากที่สุดเท่ากับ 0.100 การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 79°ซ นาน 69 วินาที จะทำให้เพียวเร่ทุเรียนเทศมีความข่นเพิ่มขึ้นจาก 0.318 เป็น 0.529 สันนิษฐานว่าอาจมีสาเหตุมาจากความร้อนทำให้เกิดการสกัดของสารประกอบจำพวกเพกติกที่เป็นส่วนประกอบในน้ำผลไม้มีลักษณะข่น ส่งผลให้ความข่นเพิ่มขึ้น (Mizrahi and Berk, 1970 อ้างโดย Umme *et al.,*1999) นอกจากนั้นการเก็บที่อุณหภูมิ 4°ซ ทำให้มีปริมาณจุลินทรีย์ลดลงและยังสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เพกตินเอสเทอเรสจึงสามารถป้องกันการสูญเสียของความข่นได้

Umme และคณะ (2001) ยังทำการทดลองประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเพียวเร่ทุเรียนเทศที่ผลิตได้แบบ 5-point scale พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ เพียวเร่ทุเรียนเทศซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ -20 และ 4°ซ เนาน 12 สัปดาห์ และเก็บที่อุณหภูมิ 15°ซ นาน 6 สัปดาห์ ยังคงได้รับการยอมรับในคุณลักษณะด้านสีและรสชาติอยู่ซึ่งผู้ทดสอบชิมชอบเพียวเร่ทุเรียนเทศที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ -20 และ 4°ซ มากกว่าเพียวเร่ทุเรียนเทศเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 15°ซ และเมื่อพิจารณาชนิดของภาชนะบรรจุและอุณหภูมิในการเก็บพบว่าเมื่อบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์และเก็บที่อุณหภูมิ 4°ซ ได้รับคะแนนสูงสุดในคุณลักษณะด้านกลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความหนืดซึ่งมีระดับคะแนน 2.54, 3.45, 4.10 และ 3.70 ตามลำดับ

Singh-Khurdiya และคณะ (1996) ทำการผลิตเครื่องดื่มฝรั่งอัดลมบรรจุขวดแก้ว โดยทำการสกัดน้ำฝรั่งด้วยเอนไซม์เพกติกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (w/v) บ่มที่อุณหภูมิ 40-50°ซ นาน 1 ชม. ทำให้น้ำฝรั่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 10°บริกซ์ และปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 0.65 จากนั้นบรรจุน้ำฝรั่ง 50 มล.ลงในขวดแก้ว และอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ความดัน 80 psi ปิดฝาด้วยจุกคอร์ก พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 60°ซ นาน 30 นาที เครื่องดื่มที่ได้ตรวจไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ และเก็บรักษาได้นาน 3 เดือนที่อุณหภูมิห้อง (23-41°ซ) และอุณหภูมิต่ำ (3-5°ซ) โดยยังคงได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี รสชาติ และการยอมรับโดยรวม

Franworth และคณะ (2001) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของน้ำส้มบรรจุขวดพลาสติกที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แบบปลอดเชื้อ (aseptic system) ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 1°ซ แล้วสุ่มตรวจตัวอย่างในเดือนที่ 2 และ 8 วิเคราะห์ทางเคมี พบว่าปริมาณกรดซิตริกไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งมีปริมาณ 161 มก./น้ำส้ม 100 มล. แต่ปริมาณกรดแอสคอร์บิกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$) จาก 53.5 เป็น 51.4 มก./น้ำส้ม 100 มล. ในเดือนที่ 2 และ 8 ตามลำดับ ซึ่ง El-Hashimy และคณะ (อ้างโดย Franworth *et al.,* 2001) กล่าวว่า การพาสเจอร์ไรซ์ทำให้ปริมาณกรดแอสคอร์บิกลดลง และมีปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียปริมาณกรดแอสคอร์บิกในน้ำส้มที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ ได้แก่ ระยะเวลา อุณหภูมิในการเก็บ และคุณสมบัติการซึมผ่านของภาชนะบรรจุ (Kanner *et al.,* 1982; Marcy *et al.,* 1984; Nagy, 1980; Salder *et al.,* 1992 อ้างโดย Franworth *et al.,* 2001)

Yeom และคณะ (2000) ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางจุลินทรีย์ของน้ำส้มภายหลังการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรซ์โดยให้น้ำส้มไหลผ่านแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนที่อุณหภูมิ 94.6°ซ นาน 30 วินาที บรรจุในถ้วยพลาสติกขนาด 180 มล. แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ พบว่าน้ำส้มมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 6 log CFU/ml และภายหลังการแปรรูปมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงน้อยกว่า 1 log CFU/ml ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 112 วัน นอกจากนี้น้ำส้มที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์จะมีค่า *L* ลดลง แต่มีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (browning index) เพิ่มขึ้นหลังจากเก็บรักษานาน 112 วัน

3. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ

1. ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทอง (*P. guajava* L.) var. Pan Seethong ระยะเก็บเกี่ยว (130 วัน ตั้งแต่เริ่มออกดอกจนถึงระยะแก่จัด) จากตลาดสด อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
2. ภาชนะบรรจุ ขวดแก้วฝาเกลียวล็อค ขนาดบรรจุ 300 มล.
3. เพกติน (จากการสกัดในบทที่ 2)
4. ผ้าป่าน
5. น้ำตาลทราย
6. สีผสมอาหาร (เขียวแอปเปิ้ล) ยี่ห้อ Best Foods
7. สารเคมี
   7.1 สารเคมีสำหรับการผลิตน้ำฝรั่ง
      - เอนไซม์เพกติเนส (EC 3.2.1.15, 25 units/mg protein acitity: one unit will liberate 1.0 μmole of galacturonic acid from polygalacturonic/ min at pH 4.0 at 25°C) ยี่ห้อ Sigma ประเทศสหรัฐอเมริกา
      - กรดซิตริก (food grade)
   7.2 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี
   7.3 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์และอาหารเลี้ยงเชื้อ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร
   - เครื่องสกัดน้ำผลไม้ ประเทศไทย
   - เครื่องฆ่าเชื้อแบบ steam water spray automated batch ยี่ห้อ FMC FoodTech ประเทศเบลเยียม
2. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์
   - เครื่องวัดพีเอช ยี่ห้อ Sartorius รุ่น PB-20 ประเทศเยอรมันนี
   - เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Ohaus รุ่น TP2KS ประเทศสหรัฐอเมริกา

- เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น AB204 ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
- เครื่องสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น RF-1501 ประเทศญี่ปุ่น
- เครื่อง microplate reader ยี่ห้อ Biotek รุ่น PowerWave X ประเทศสหรัฐอเมริกา
- เครื่องวัดค่าสีและความขุ่น ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น ColorQuest XT ประเทศสหรัฐอเมริกา
- ตู้บ่มปรับอุณหภูมิได้ ยี่ห้อ Memmert รุ่น BE500 ประเทศเยอรมันนี
- หม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอ ยี่ห้อ Sanyo รุ่น Labo Autoclave ประเทศญี่ปุ่น

3. อุปกรณ์สำหรับทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

วิธีการ

1. ผลิตน้ำฝรั่งไม่เติมและเติมใยอาหารในรูปเพกตินตามวิธีดังรายละเอียดในบทที่ 2 ข้อ 3.1 โดยเติมเพกตินในปริมาณร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก บรรจุในขวดแก้วฝาเกลียวล็อคขณะร้อนอุณหภูมิ 85°ซ ปิดฝา นำไปฆ่าเชื้อจุลินทรีย์แบบพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 101°ซ นาน 7 นาที ทำการเก็บรักษาน้ำฝรั่งบรรจุขวดดังกล่าวที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

2. สุ่มเก็บตัวอย่างทุก 1 สัปดาห์ จนครบ 8 สัปดาห์ วิเคราะห์คุณภาพของน้ำฝรั่งบรรจุขวดดังนี้

2.1 คุณภาพทางเคมี ได้แก่

- พีเอช
- ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดซิตริก)
- ปริมาณวิตามินซี (มก./100 มล.) โดยวิธี microfluorometric method (A.O.A.C., 2000)
- ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมด (ร้อยละ) โดยวิธี Lane and Eynon volumetric method (A.O.A.C., 2000)
- ปริมาณใยอาหารละลายน้ำ (ร้อยละ) (A.O.A.C., 2000) (993.19) ตรวจเฉพาะสัปดาห์ที่ 0
- ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH° scavenging assay รายงานผลเป็น %inhibition แสดงร้อยละของความสามารถที่สารตัวอย่าง (น้ำฝรั่งผง

แห้ง) ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มล.น้ำฝรั่งสดยับยั้งการเกิด oxidation ได้ โดยใช้ BHT เป็นสารละลายมาตรฐาน (Hatano, *et al*., 1989 และ Yamasaki, *et al*., 1994) ตรวจเฉพาะสัปดาห์ที่ 0

- ปริมาณ total phenolic compound (ดัดแปลงจาก Miliauskas *et al*., 2004) ตรวจเฉพาะสัปดาห์ที่ 0

2.2 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

- ค่าสี ($L^* a^* b^*$) โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab
- ค่าความขุ่น รายงานผลเป็น % transmittance ที่ 650 นาโนเมตร

2.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total viable count) โดยวิธี pour plate (Speak, 1976)
- ปริมาณยีสต์และรา โดยวิธี spread plate (Speak, 1976)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และจัดชุดการทดลองแบบแฟกทอเรียล 2x2x9 รวมเป็น 36 ชุดการทดลอง ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ

2.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินความชอบของน้ำฝรั่งชุดที่ไม่เติมและเติมเพกตินที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ โดยแบบทดสอบชิมใช้สเกลแบบ 9 ระดับคะแนน ผู้ทดสอบชิมเป็นนักศึกษาจำนวน 15 คน ที่ผ่านการทดสอบชิมน้ำฝรั่งมาแล้ว โดยมีคุณลักษณะในการพิจารณาซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะด้าน สี ความขุ่น กลิ่น รสชาติ mouthfeel และการยอมรับโดยรวม วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCBD) และจัดชุดการทดลองแบบแฟกทอเรียล 2x2x9 รวมเป็น 36 ชุดการทดลอง

3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

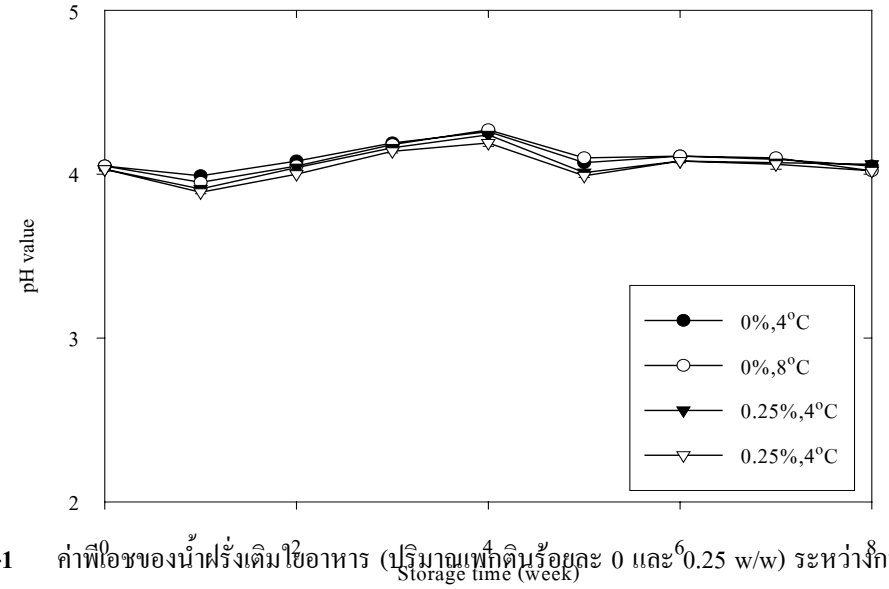
ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ SPSS เวอร์ชั่น 10.0

4. คำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งพร้อมดื่มเติมใยอาหารบรรจุขวดแก้ว (สถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2547)

4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 คุณภาพทางเคมี

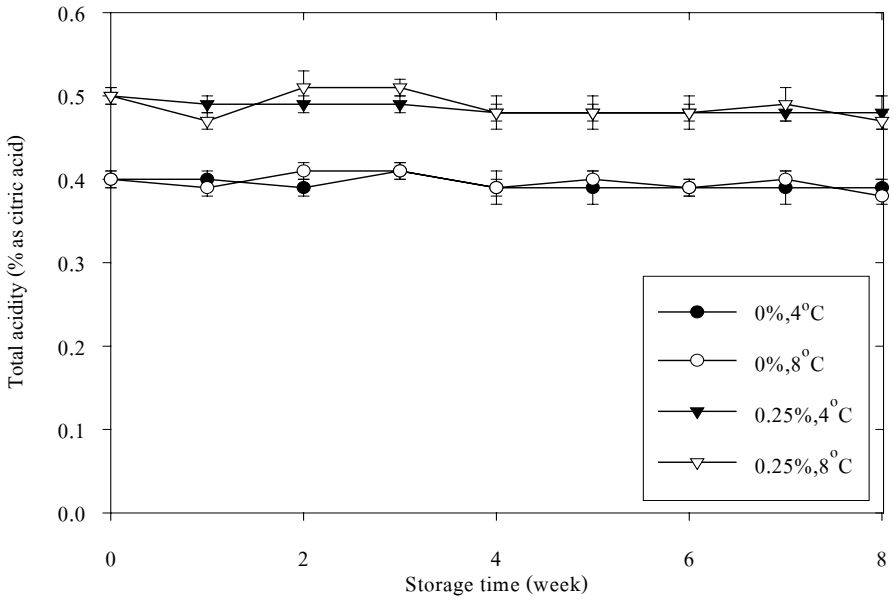
จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งไม่เติมและเติมเพกติน (สัปดาห์ที่ 0) พบว่า มีปริมาณใยอาหารละลายน้ำเท่ากับร้อยละ 0.18±0.02 และ 0.23±0.02, % inhibition (100 ไมโครกรัมน้ำฝรั่งผลแห้ง/มล.น้ำฝรั่งสด) เท่ากับ 26.07±3.02 และ 31.65±1.52 และปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (มก./ก.กรดแกลลิก) เท่ากับ 5.20±0.13 และ 5.64±0.29 ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ ฉ-2) ภาพที่ 4-1 แสดงค่าเฉลี่ยของพีเอช จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าปริมาณเพกติน อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่าพีเอช อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$, ตารางภาคผนวกที่ ง-19) ค่าพีเอชของน้ำฝรั่งทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่และใกล้เคียงกันในแต่ละสัปดาห์ของการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.89-4.27



ภาพที่ 4-1 ค่าพีเอชของน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร (ปริมาณเพกตินร้อยละ 0 และ 0.25 w/w) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ นาน 8 สัปดาห์

pH value of guava juice fortified with dietary fiber (0% and 0.25% w/w pectin) during storage at 4 and 8°C for 8 weeks

ภาพที่ 4-2 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณเพกตินและอุณหภูมิ อิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณเพกติน อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บไม่มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$, ตารางภาคผนวกที่ ง-20) น้ำฝรั่งชุดที่ไม่เติมและเติมเพกตินจะมีปริมาณกรดทั้งหมดค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 8 สัปดาห์ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างน้ำฝรั่งชุดที่ไม่เติมและเติมเพกตินทั้ง 2 อุณหภูมิการเก็บ พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกในน้ำฝรั่งทั้ง 2 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.38-0.41 และร้อยละ 0.47-0.51 ตามลำดับ น้ำฝรั่งที่เติมเพกตินมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าน้ำฝรั่งที่ไม่เติมเพกติน อาจมีสาเหตุมาจากสารละลายเพกตินที่ได้จากการสกัดมีค่าพีเอชเท่ากับ 3.06 ซึ่งเมื่อนำมาเติมในน้ำฝรั่งปริมาณร้อยละ 0.25 (w/w) จึงส่งผลให้น้ำฝรั่งที่เติมเพกตินมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกสูงกว่าน้ำฝรั่งที่ไม่เติมเพกติน

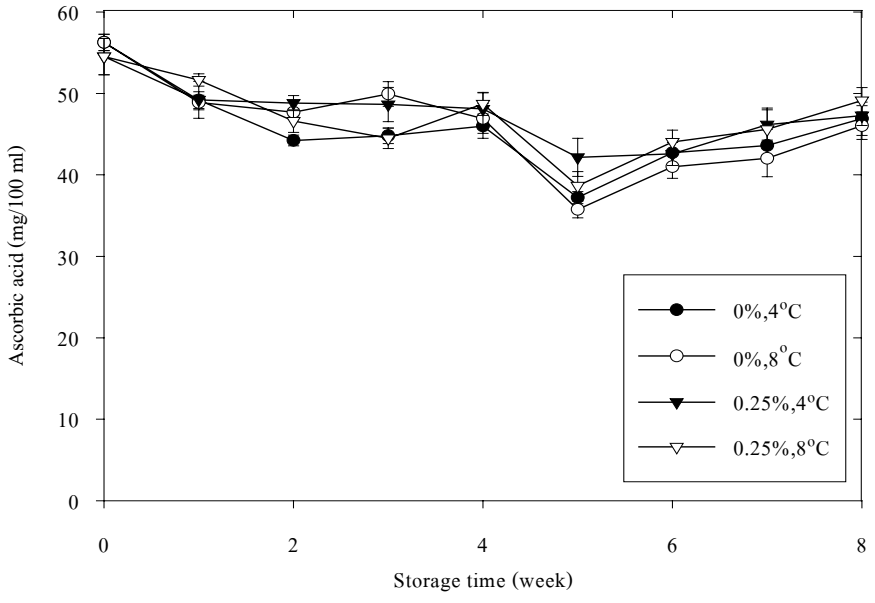


ภาพที่ 4-2 ค่าปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดซิตริก) ของน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร (ปริมาณเพกตินร้อยละ 0 และ 0.25 w/w) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ นาน 8 สัปดาห์

Total acidity (% as citric acid) value of guava juice fortified with dietary fiber (0% and 0.25% w/w pectin) during storage at 4 and 8°C for 8 weeks

ภาพที่ 4-3 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณวิตามินซี จากการวิเคราะห์ทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ ง-21) พบว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่อิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณเพกติน อุณหภูมิในการเก็บ และระยะเวลาในการเก็บมีผลต่อปริมาณ

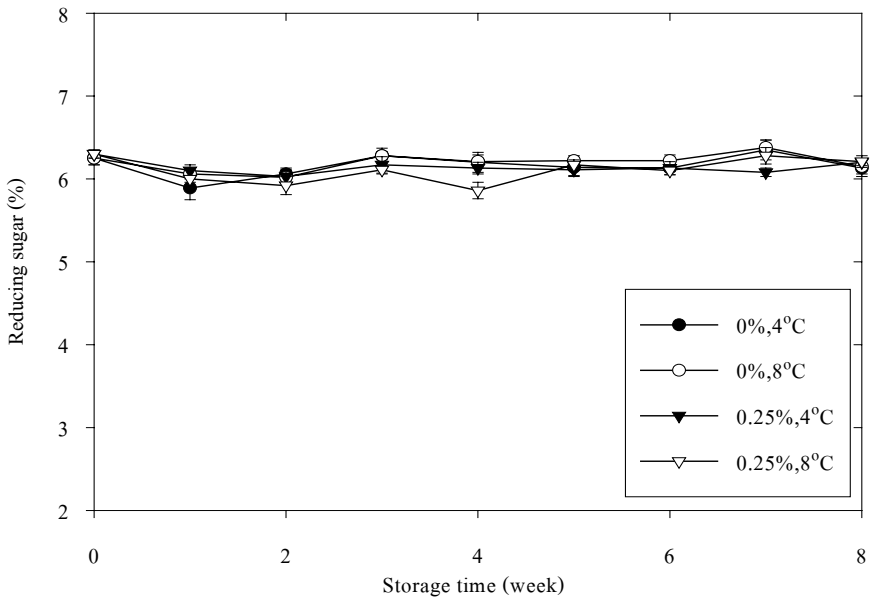
วิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีระหว่างน้ำฝรั่งชุดที่ไม่เติมและเติมเพกตินทั้ง 2 อุณหภูมิการเก็บ พบว่าน้ำฝรั่งชุดที่เติมเพกตินจะมีปริมาณวิตามินซีโดยเฉลี่ยมากกว่าน้ำฝรั่งชุดที่ไม่เติมเพกตินเมื่อเก็บรักษาจนครบ 8 สัปดาห์ ปริมาณวิตามินซีในน้ำฝรั่งทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาจนครบ 8 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) สอดคล้องกับ Franworth และคณะ (2001) ซึ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงวิตามินซีในระหว่างการเก็บน้ำส้ม พบว่าปริมาณวิตามินซีจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น Varsel (1980 อ้างโดย Yeom *et al.*, 2000) รายงานว่า การสลายตัวของกรดแอสคอร์บิกเป็นผลมาจากกระบวนการใช้และไม่ใช้ออกซิเจน และ Kimball (1991 อ้างโดย Yeom *et al.*, 2000) กล่าวว่าสภาวะบรรยากาศที่มีออกซิเจนในภาชนะบรรจุจะมีผลต่อการสูญเสียของกรดแอสคอร์บิกเมื่อเก็บเป็นระยะเวลานานขึ้น ปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียของกรดแอสคอร์บิกในน้ำส้มที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ ได้แก่ ระยะเวลา และอุณหภูมิในการเก็บ คุณสมบัติการซึมผ่านของออกซิเจนของภาชนะบรรจุ (Kanner *et al.,* 1982; Marcy *et al.,* 1984; Nagy, 1980; Salder *et al.,* 1992 อ้างโดย Franworth *et al.,* 2001) อย่างไรก็ดี งานวิจัยนี้ทำการบรรจุขณะร้อนที่อุณหภูมิน้ำฝรั่งเท่ากับ 80-85°ซ ก่อนการปิดผนึกฝาขวดซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการไล่อากาศ (ออกซิเจน) บริเวณช่องว่างเหนืออาหารของน้ำฝรั่งบรรจุขวดแก้ว



ภาพที่ 4-3 ปริมาณวิตามินซี (มก./100 มล.) ของน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร (ปริมาณเพกตินร้อยละ 0 และ 0.25 w/w) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ นาน 8 สัปดาห์

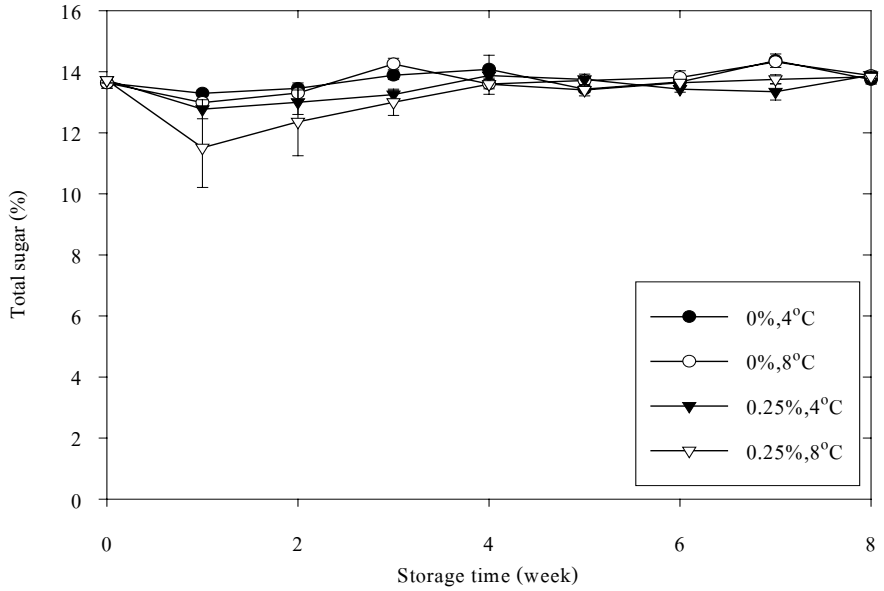
Ascorbic acid (mg/100 ml) value of guava juice fortified with dietary fiber (0% and 0.25% w/w pectin) during storage at 4 and 8°C for 8 weeks

ภาพที่ 4-4 และ 4-5 แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าอุณหภูมิในการเก็บไม่มีผลต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ส่วนปริมาณเพกติน อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บมีผลต่อปริมาณน้ำตาลทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$, ตารางภาคผนวกที่ ง-22 และ ง-23) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดในน้ำฝรั่ง พบว่าน้ำฝรั่งที่ไม่เติมและเติมเพกตินซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 8 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดอะมิโนและน้ำตาลรีดิวซ์ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545) โดยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์อยู่ในช่วงร้อยละ 5.86-6.38 สำหรับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในน้ำฝรั่งทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มคงที่และมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 8 โดยมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 11.51-14.36 ซึ่ง Franworth และคณะ (2001) รายงานว่า น้ำส้มที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แบบปลอดเชื้อ (aseptic system) มีปริมาณน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรักโทส ที่ไม่แตกต่างกันเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 2 เดือน และ 8 เดือน



ภาพที่ 4-4 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ) ของน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร (ปริมาณเพกตินร้อยละ 0 และ 0.25 w/w) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ นาน 8 สัปดาห์

Reducing sugar (%) of guava juice fortified with dietary fiber (0% and 0.25% w/w pectin) during storage at 4 and 8°C for 8 weeks



ภาพที่ 4-5 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (ร้อยละ) ของน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร (ปริมาณเพกตินร้อยละ 0 และ 0.25 w/w) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ นาน 8 สัปดาห์

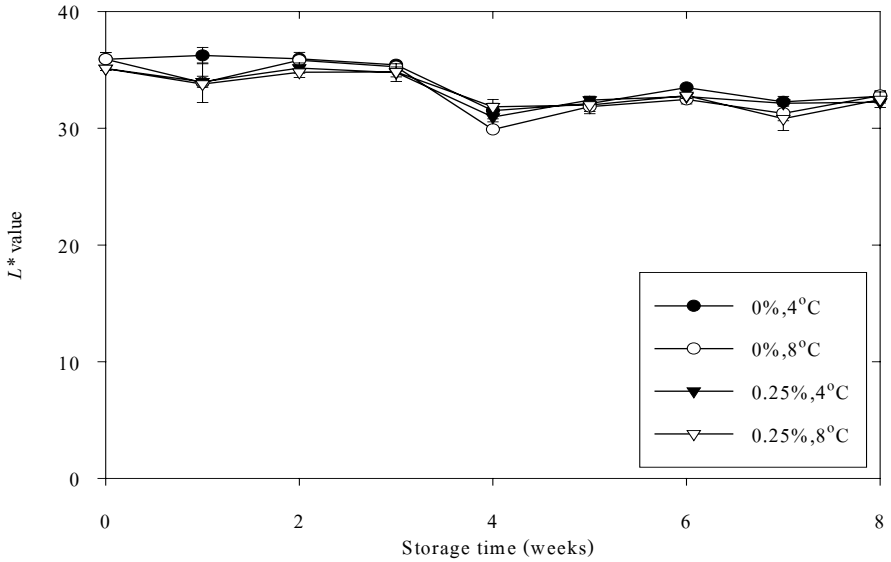
Total sugar (%) of guava juice fortified with dietary fiber (0% and 0.25% w/w pectin) during storage at 4 and 8°C for 8 weeks

4.2 คุณภาพทางกายภาพ

ภาพที่ 4-6, 4-7 และ 4-8 แสดงค่าเฉลี่ย L^*, a^* และ b^* จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณเพกติน อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บมีผลต่อค่า L^* และ a^* อย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$, ตารางภาคผนวกที่ ง-24 และ ง-25) เมื่อทำการเก็บรักษาจนถึงสัปดาห์ที่ 8 พบว่าค่า L^* (ความสว่าง) และค่า b^* (สีเหลือง) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในน้ำฝรั่งทุกชุดการทดลอง ส่วนระยะเวลา อิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลากับปริมาณเพกติน และอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลากับอุณหภูมิในการเก็บมีผลต่อค่า b^* อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$, ตารางภาคผนวกที่ ง-26) ในขณะที่ค่า a^* (สีแดง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บถึงสัปดาห์ที่ 8

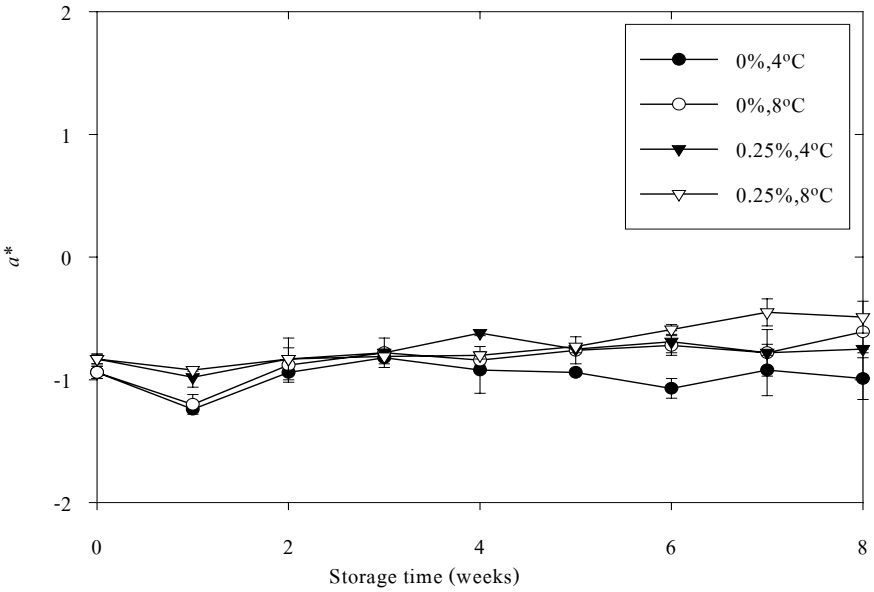
Fellows (2000) กล่าวว่า เม็ดสีในธรรมชาติ เช่น คลอโรฟิลล์จะถูกทำลายโดยกระบวนการให้ความร้อน การเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอช หรือการออกซิไดซ์ในระหว่างการเก็บรักษา สีเขียวของน้ำฝรั่งมาจากสีของเปลือกผลฝรั่งซึ่งเป็นรงควัตถุจำพวกคลอโรฟิลล์ คลอโรฟิลล์เป็นสารประกอบพอร์ไพริน (porphyrin) ที่มีแมกนีเซียม (Mg) เป็นองค์ประกอบ คลอโรฟิลล์จะสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อนและ/หรือกรด เป็นผลทำให้แมกนีเซียมไอออนถูกแทนที่ด้วยไฮโดรเจนอะตอม ทำให้คลอโรฟิลล์ถูกเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟติน (pheophytin) จึงเป็นการสูญเสียแร่

ธาตุแมกนีเซียมออกไปจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ สีเขียวของคลอโรฟิลล์จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของฟีโอไฟติน (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545) จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้สีของน้ำฝรั่งเปลี่ยนเป็นสีซีดลง



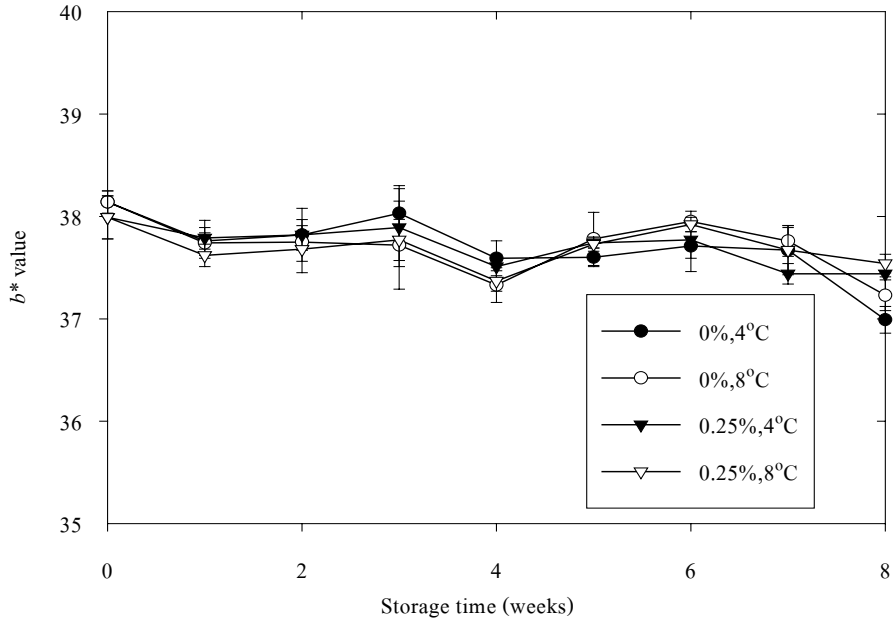
ภาพที่ 4-6 ค่า L^* ของน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร (ปริมาณเพกตินร้อยละ 0 และ 0.25 w/w) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ นาน 8 สัปดาห์

L^* value of guava juice fortified with dietary fiber (0% and 0.25% w/w pectin) during storage at 4 and 8°C for 8 weeks



ภาพที่ 4-7 ค่า a^* ของน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร (ปริมาณเพกตินร้อยละ 0 และ 0.25 w/w) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ นาน 8 สัปดาห์

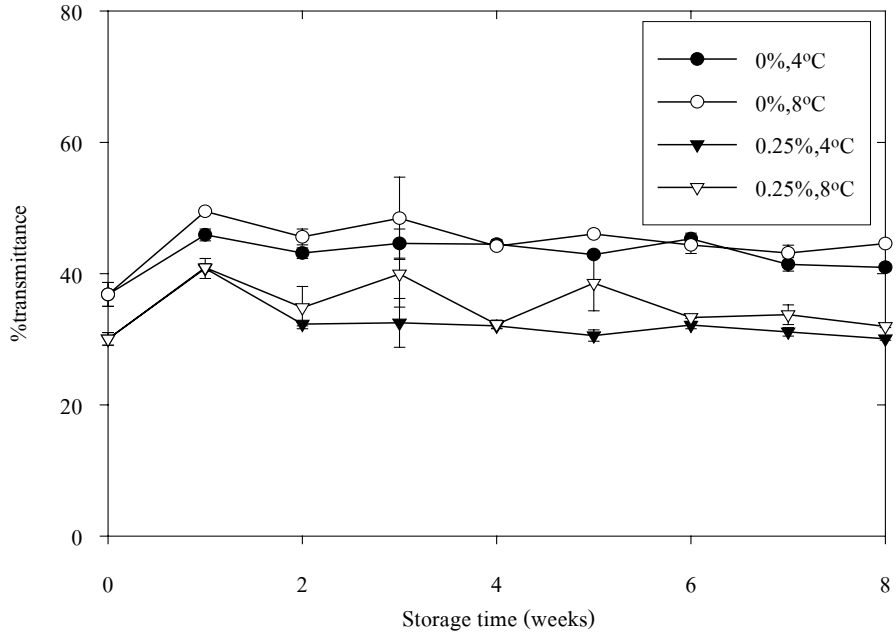
a^* value of guava juice fortified with dietary fiber (0% and 0.25% w/w pectin) during storage at 4 and 8°C for 8 weeks



ภาพที่ 4-8 ค่า *b** ของน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร (ปริมาณเพกตินร้อยละ 0 และ 0.25 w/w) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ นาน 8 สัปดาห์

*b** value of guava juice fortified with dietary fiber (0% and 0.25% w/w pectin) during storage at 4 and 8°C for 8 weeks

ภาพที่ 4-9 แสดงค่าเฉลี่ยความขุ่น (% transmittance) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณเพกตินและอุณหภูมิการเก็บไม่มีผลต่อค่าความขุ่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$, ตารางภาคผนวกที่ ง-27) น้ำฝรั่งชุดที่ไม่เติมเพกตินจะมีค่าความขุ่นสูงกว่าน้ำฝรั่งชุดที่เติมเพกติน ค่าความขุ่นค่อนข้างคงที่ในน้ำฝรั่งทุกชุดการทดลองเมื่อเริ่มเก็บรักษาจนถึงสัปดาห์ที่ 8 โดย Umme และคณะ (1999) รายงานว่า เพียวเร่ทุเรียนเทศที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์จะมีค่าความขุ่นที่คงตัวเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4°ซ ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิ 4°ซ สามารถชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ที่จะมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านความขุ่นของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ความขุ่นในผลิตภัณฑ์เพียวเร่ทุเรียนเทศมีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากกิจกรรมของเอนไซม์เพกตินเอสเทอร์เรส (Fellows, 2000) แต่การพาสเจอร์ไรซ์สามารถยับยั้งเอนไซม์เพกตินเอสเทอร์เรสได้จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความขุ่นค่อนข้างคงที่



ภาพที่ 4-9 ความขุ่น (% transmittance) ของน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร (ปริมาณเพกตินร้อยละ 0 และ 0.25 w/w) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ นาน 8 สัปดาห์

Turbidity (% transmittance) of guava juice fortified with dietary fiber (0% and 0.25% w/w pectin) during storage at 4 and 8°C for 8 weeks

4.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์โดยตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา พบว่าน้ำฝรั่งทุกชุดการทดลองมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (1-14 CFU/ml) ปริมาณยีสต์และรา (1-5 CFU/ml) ซึ่งน้อยกว่า 30 CFU/ml ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 0- 8 ซึ่งมาตรฐานเครื่องดื่มประเภทน้ำผลไม้กำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 500 CFU/ml น้ำผลไม้ที่มีค่าพีเอชประมาณ 4.0 จัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทกรด (สุมาลี เหลืองสกุล, 2535) จึงไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ยกเว้นจุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรียสร้างสปอร์ เช่น *Alicyclobacillus acidoterrestris* (สิริพร สธนเสาวภาคย์, 2545) นอกจากนี้ Umme และคณะ (1999) กล่าวว่า น้ำทุเรียนเทศมีค่าพีเอชต่ำกว่า 3.7 ซึ่งประกอบด้วยกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ได้แก่ กรดมาลิก กรดซิตริก กรดออกซาลิก และกรดแอซิติก ซึ่งกรดอินทรีย์เหล่านี้มีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ ยกเว้นจุลินทรีย์ประเภทที่ทนต่อสภาพความเป็นกรดสูง ๆ สามารถเจริญได้เท่านั้น นอกจากนี้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำผลไม้และประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทกำหนดว่าต้องไม่มีจุลินทรีย์จำพวกยีสต์และเชื้อรา และเมื่อทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรายังคงน้อยกว่า 30 CFU/ml จึงทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งที่ไม่เติมและเติมใยอาหารเป็นไปตามข้อกำหนดดังกล่าว

4.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 4-1 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนในคุณลักษณะด้านสี จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อคุณลักษณะด้านสีอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$, ตารางภาคผนวกที่ ง-28) โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น น้ำฝรั่งที่ไม่เติมและเติมเพกตินซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ คะแนนความชอบด้านสีมีแนวโน้มลดลงจากระดับคะแนนประมาณ 8 (ชอบมาก) เป็นระดับคะแนนประมาณ 6-7 (ชอบปานกลางถึงชอบเล็กน้อย) และเมื่อเปรียบเทียบน้ำฝรั่งแต่ละชุดการทดลองพบว่าน้ำฝรั่งที่ไม่เติมและเติมเพกติน ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ มีคะแนนความชอบโดยเฉลี่ยในเรื่องของสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ในแต่ละสัปดาห์ของการเก็บรักษา ซึ่งสัมพันธ์กับการอ่านค่าสี (L^*, a^*, b^*) ของน้ำฝรั่งที่ให้ค่า L^* และ b^* ลดลง ในขณะที่ค่า a^* เพิ่มขึ้น ทำให้สีของน้ำฝรั่งค่อนข้างคล้ำ สีเขียวซีดลงค่อนไปทางสีเหลือง

ตารางที่ 4-2 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนในคุณลักษณะด้านความข่น จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อคุณลักษณะด้านความข่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$, ตารางภาคผนวกที่ ง-29) โดยพบว่าเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้นระดับคะแนนในคุณลักษณะด้านความข่นมีแนวโน้มลดลงจากระดับคะแนนประมาณ 7 (ชอบปานกลาง) เป็นระดับคะแนนประมาณ 6 (ชอบเล็กน้อย) และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละสัปดาห์ของการเก็บรักษา น้ำฝรั่งที่ไม่เติมและเติมเพกตินซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) จากการที่คะแนนในคุณลักษณะด้านความข่นลดลงอาจเป็นไปได้ว่าในระหว่างการเก็บรักษาอาจเกิดการสลายตัวของเพกตินโดยถูกไฮโดรไลซ์ด้วยกรดซึ่งน้ำฝรั่งมีพีเอชค่อนข้างเป็นกรด (พีเอชอยู่ในช่วง 3.89-4.27) ทำให้เกิดการสลายตัวของหมู่เมทอกซิลในโครงสร้างเพกตินไปเป็นหมู่คาร์บอกซิลอิสระทำให้เพกตินสามารถรวมตัวกับอิอออนที่มีในน้ำฝรั่งเกิดการตกตะกอนขึ้นเป็นผลให้ความข่นลดลง (Yen and Lin, 1996) ระดับคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านความข่นจึงลดลงและอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย

ตารางที่ 4-1 คุณลักษณะด้านสีของน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร (ปริมาณเพกตินร้อยละ 0 และ 0.25) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ นาน 8 สัปดาห์

Color attribute of guava juice with dietary fiber (0% and 0.25% pectin) during storage at 4 and 8°C for 8 weeks

Storage time (week)	Sensory attributes (color)			
	0% pectin		0.25% pectin	
	4°C	8°C	4°C	8°C
0	7.93 ± 0.80^{aNS}	7.93 ± 0.80^{aNS}	7.93 ± 0.80^{abNS}	7.93 ± 0.80^{aNS}
1	7.27 ± 0.59^{abA}	7.13 ± 0.74^{bcA}	6.87 ± 1.13^{cB}	7.20 ± 0.68^{abA}
2	7.13 ± 1.06^{bNS}	7.40 ± 0.51^{abNS}	6.97 ± 0.68^{abNS}	7.03 ± 0.70^{bNS}
3	7.40 ± 0.91^{abNS}	7.47 ± 0.64^{abNS}	7.27 ± 0.80^{bNS}	7.20 ± 0.77^{abNS}
4	7.20 ± 1.08^{bNS}	7.00 ± 0.85^{bcNS}	7.07 ± 0.88^{bcNS}	7.27 ± 0.70^{abNS}
5	7.13 ± 0.74^{bNS}	6.87 ± 0.92^{bcNS}	6.60 ± 1.50^{bcNS}	6.87 ± 1.13^{bcNS}
6	6.87 ± 1.30^{bNS}	6.53 ± 1.51^{cNS}	6.87 ± 0.99^{bcNS}	6.60 ± 1.35^{bcNS}
7	7.00 ± 1.07^{bA}	6.47 ± 1.36^{cBC}	6.93 ± 0.88^{bcAB}	6.20 ± 1.37^{cC}
8	6.67 ± 1.35^{bNS}	6.73 ± 1.39^{bcNS}	6.33 ± 1.18^{cNS}	6.53 ± 1.36^{bcNS}

ตัวอักษร a,b…ที่เหมือนกันในสัปดาห์ต่างกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา(P>0.05)

ตัวอักษร A,B…ที่เหมือนกันในสัปดาห์เดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลอง (P>0.05)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระยะเวลาการเก็บ (P>0.05)

NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลอง (P>0.05)

a,b…with the same subscripts in the different weeks in column are not significantly different among storage time (P>0.05)

A,B…with the same subscripts in the same weeks in row are not significantly different among treatment (P>0.05)

ns = not significant difference among storage time

NS = not significant difference among treatment

ตารางที่ 4-2 คุณลักษณะด้านความขุ่นของน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร (ปริมาณเพกตินร้อยละ 0 และ 0.25) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ นาน 8 สัปดาห์

Turbidity attribute of guava juice with dietary fiber (0% and 0.25% pectin) during storage at 4 and 8°C for 8 weeks

Storage time (week)	Sensory attributes (turbidity)			
	0% pectin		0.25% pectin	
	4°C	8°C	4°C	8°C
0	7.33±1.05^{nsNS}	7.33±1.05^{nsNS}	7.33±1.11^{nsNS}	7.33±1.11^{nsNS}
1	6.60±0.63^{nsBC}	6.87±0.83^{nsAB}	6.53±0.99^{nsC}	6.93±0.59^{abA}
2	6.40±1.45^{nsNS}	6.27±1.49^{nsNS}	6.34±1.35^{nsNS}	7.03±0.70^{abNS}
3	7.00±1.07^{nsNS}	6.93±0.46^{nsNS}	6.93±0.80^{nsNS}	7.20±0.77^{aNS}
4	6.73±0.88^{nsNS}	6.93±0.88^{nsNS}	6.93±0.96^{nsNS}	7.27±0.70^{abNS}
5	6.73±1.03^{nsNS}	6.53±1.25^{nsNS}	6.67±1.11^{nsNS}	6.87±1.13^{abNS}
6	6.27±1.71^{nsNS}	6.13±1.81^{nsNS}	6.27±1.53^{nsNS}	6.60±1.35^{abNS}
7	6.20±1.61^{nsNS}	6.00±1.81^{nsNS}	6.53±1.77^{nsNS}	6.20±1.37^{bNS}
8	6.53±1.46^{nsNS}	6.53±1.30^{nsNS}	6.20±1.42^{nsNS}	6.53±1.36^{bNS}

ตัวอักษร a,b…ที่เหมือนกันในสัปดาห์ต่างกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา(P>0.05)

ตัวอักษร A,B…ที่เหมือนกันในสัปดาห์เดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลอง (P>0.05)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระยะเวลาการเก็บ (P>0.05)

NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลอง (P>0.05)

a,b…with the same subscripts in the different weeks in column are not significantly different among storage time (P>0.05)

A,B…with the same subscripts in the same weeks in row are not significantly different among treatment (P>0.05)

ns = not significant difference among storage time

NS = not significant difference among treatment

ตารางที่ 4-3 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนในคุณลักษณะด้านกลิ่น จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณเพกตินและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อคุณลักษณะด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05, ตารางภาคผนวกที่ ง-30) โดยน้ำฝรั่งทุกชุดการทดลองมีคะแนนความชอบตลอดอายุการเก็บรักษาจนครบ 8 สัปดาห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) และเมื่อเปรียบเทียบน้ำฝรั่งทุกชุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 0-4 พบว่า น้ำฝรั่งชุดไม่เติมเพกตินทั้ง 2 อุณหภูมิการเก็บ มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นโดยเฉลี่ยมากกว่าน้ำฝรั่งชุดที่เติมเพกติน แต่เมื่อทำการเก็บต่อในสัปดาห์ที่ 5-8 น้ำฝรั่งทั้ง 4 ชุดการทดลองมีคะแนนความชอบในเรื่องกลิ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ตารางที่ 4-3 คุณลักษณะด้านกลิ่นของน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร (ปริมาณเพกตินร้อยละ 0 และ 0.25) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ นาน 8 สัปดาห์

Odor attribute of guava juice with dietary fiber (0% and 0.25% pectin) during storage at 4 and 8°C for 8 weeks

Storage time (week)	Sensory attributes (odor)			
	0% pectin		0.25% pectin	
	4°C	8°C	4°C	8°C
0	7.33 ± 1.23^{nsA}	7.33 ± 1.23^{nsA}	6.67 ± 1.45^{nsB}	6.67 ± 1.45^{nsB}
1	7.00 ± 0.65^{nsA}	6.73 ± 1.10^{nsAB}	6.53 ± 0.99^{nsB}	6.60 ± 0.74^{nsB}
2	6.60 ± 1.18^{nsNS}	6.60 ± 0.91^{nsNS}	6.31 ± 0.90^{nsNS}	6.27 ± 1.44^{nsNS}
3	7.33 ± 0.98^{nsA}	7.00 ± 0.76^{nsB}	6.87 ± 0.74^{nsB}	6.47 ± 1.13^{nsC}
4	6.93 ± 0.59^{nsB}	7.27 ± 0.80^{nsA}	6.67 ± 0.90^{nsB}	6.73 ± 0.59^{nsB}
5	6.80 ± 0.77^{nsNS}	6.53 ± 1.36^{nsNS}	6.27 ± 1.16^{nsNS}	6.53 ± 1.06^{nsNS}
6	6.60 ± 1.35^{nsNS}	6.67 ± 0.98^{nsNS}	6.60 ± 0.99^{nsNS}	6.33 ± 0.98^{nsNS}
7	6.60 ± 1.06^{nsNS}	6.93 ± 0.80^{nsNS}	7.13 ± 0.99^{nsNS}	7.07 ± 0.80^{nsNS}
8	6.80 ± 0.68^{nsNS}	7.00 ± 1.36^{nsNS}	6.87 ± 1.19^{nsNS}	6.27 ± 1.44^{nsNS}

ตัวอักษร a,b…ที่เหมือนกันในสัปดาห์ต่างกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา(P>0.05)

ตัวอักษร A,B…ที่เหมือนกันในสัปดาห์เดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลอง (P>0.05)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระยะเวลการเก็บ (P>0.05)

NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลอง (P>0.05)

a,b…with the same subscripts in the different weeks in column are not significantly different among storage time (P>0.05)

A,B…with the same subscripts in the same weeks in row are not significantly different among treatment (P>0.05)

ns = not significant difference among storage time

NS = not significant difference among treatment

ตารางที่ 4-4 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนในคุณลักษณะด้านรสชาติ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อคุณลักษณะด้านรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$, ตารางภาคผนวกที่ ง-31) โดยพบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น คะแนนความชอบด้านรสชาติมีแนวโน้มลดลง น้ำฝรั่งชุดที่ไม่เติมเพกตินซึ่งเก็บที่ 8°ซ และชุดที่เติมเพกตินซึ่งเก็บที่ 4°ซ มีคะแนนไม่แตกต่างกันตลอดอายุการเก็บรักษา ในขณะที่น้ำฝรั่ง (ชุดที่ไม่เติมเพกตินซึ่งเก็บที่ 4°ซ และชุดที่เติมเพกตินเก็บที่ 8°ซ) คะแนนความชอบมีแนวโน้มลดลง Sim และคณะ (1995 อ้างโดย Umme *et al.*, 2001) รายงานว่า น้ำองุ่นมีรสชาติที่ยังคงตัวดีและมีกลิ่นที่ผิดปกติน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา (9 สัปดาห์) ที่อุณหภูมิ 3°ซ การที่กลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ผิดปกติอาจเนื่องมาจาก

ว่าเกิดการสลายตัวของน้ำตาลในสภาวะที่มีกรดทำให้เกิดสารประกอบเฟอร์ฟิวราลดีไฮด์ (furfuraldehyde) ซึ่งสารเหล่านี้จะรวมตัวกันเองหรือรวมตัวกับสารประกอบไนโตรเจนเกิดเป็นสีน้ำตาล สารสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นและรสชาติได้

ตารางที่ 4-4 คุณลักษณะด้านรสชาติของน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร (ปริมาณเพกตินร้อยละ 0 และ 0.25) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ นาน 8 สัปดาห์

Flavor attribute of guava juice with dietary fiber (0% and 0.25% pectin) during storage at 4 and 8°C for 8 weeks

Storage time (week)	Sensory attributes (flavor)			
	0% pectin		0.25% pectin	
	4°C	8°C	4°C	8°C
0	7.33±0.62^{aA}	7.33±0.62^{nsA}	7.60±0.74^{nsA}	7.60±0.74^{aA}
1	7.27±1.10^{aB}	7.13±0.92^{nsA}	7.07±0.96^{nsA}	6.80±0.68^{abcB}
2	7.07±1.10^{aB}	7.00±0.93^{nsB}	7.01±0.90^{nsA}	6.81±1.31^{abB}
3	7.00±0.65^{abNS}	7.20±0.68^{nsNS}	7.13±1.13^{nsNS}	6.80±1.08^{abcNS}
4	7.33±1.11^{aA}	7.27±0.96^{nsA}	7.07±1.22^{nsAB}	6.93±1.28^{abcB}
5	6.80±1.01^{abcNS}	6.40±1.72^{nsNS}	6.73±1.33^{nsNS}	6.07±1.71^{cNS}
6	6.07±1.62^{cNS}	6.60±0.99^{nsNS}	6.47±1.30^{nsNS}	6.33±1.45^{bcNS}
7	6.67±1.45^{abcNS}	6.60±1.50^{nsNS}	6.53±1.68^{nsNS}	6.93±1.71^{abcNS}
8	6.13±1.68^{bcNS}	6.67±1.50^{nsNS}	6.73±1.41^{nsNS}	6.60±1.12^{bcNS}

ตัวอักษร a,b…ที่เหมือนกันในสัปดาห์ต่างกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา(P>0.05)

ตัวอักษร A,B…ที่เหมือนกันในสัปดาห์เดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลอง (P>0.05)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระยะเวลการเก็บ (P>0.05)

NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลอง (P>0.05)

a,b…with the same subscripts in the different weeks in column are not significantly different among storage time (P>0.05)

A,B…with the same subscripts in the same weeks in row are not significantly different among treatment (P>0.05)

ns = not significant difference among storage time

NS = not significant difference among treatment

ตารางที่ 4-5 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนในคุณลักษณะด้าน mouthfeel จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อคุณลักษณะด้าน mouthfeel อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05, ตารางภาคผนวกที่ ง-32) น้ำฝรั่งที่ไม่เติมและเติมเพกตินซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 8° ซ มีคะแนนความชอบลดลงโดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) เมื่อเก็บจนถึงสัปดาห์ที่ 8 ใน

ขณะที่เมื่อเปรียบเทียบน้ำฝรั่งที่ไม่เติมและเติมเพกตินซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ ในแต่ละสัปดาห์ของการเก็บซึ่งมีคะแนนความชอบโดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ตารางที่ 4-5 คุณลักษณะด้าน mouthfeelของน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร (ปริมาณเพกตินร้อยละ 0 และ 0.25) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ นาน 8 สัปดาห์

Mouthfeel attribute of guava juice with dietary fiber (0% and 0.25% pectin) during storage at 4 and 8°C for 8 weeks

Storage time (week)	Sensory attributes (mouthfeel)			
	0% pectin		0.25% pectin	
	4°C	8°C	4°C	8°C
0	7.33±1.18^{aNS}	7.33±1.18^{adNS}	7.33±0.98^{aNS}	7.33±0.98^{aNS}
1	7.00±0.76^{abNS}	6.93±1.10^{abcNS}	6.93±0.88^{abcdNS}	7.00±0.85^{abNS}
2	6.93±1.22^{abcB}	6.93±0.80^{abcdB}	6.88±0.77^{abAB}	6.90±1.03^{aA}
3	7.20±1.08^{aNS}	7.07±0.80^{abcNS}	7.00±0.76^{abcNS}	7.07±1.10^{abNS}
4	6.93±1.44^{abcAB}	7.20±0.94^{abA}	6.67±1.18^{abcdB}	7.07±1.16^{abA}
5	6.80±1.26^{abcdNS}	6.40±1.50^{bcdNS}	6.73±1.33^{abcdNS}	6.40±1.24^{bcNS}
6	6.13±1.30^{cdNS}	6.20±1.08^{cdNS}	6.40±1.35^{bcdNS}	6.00±1.13^{cNS}
7	6.27±1.03^{bcdNS}	6.13±1.55^{dNS}	6.33±1.11^{cdNS}	6.00±1.31^{cNS}
8	6.00±1.31^{dNS}	6.33±1.35^{bcdNS}	6.13±1.41^{dNS}	6.20±1.26^{cNS}

ตัวอักษร a,b…ที่เหมือนกันในสัปดาห์ต่างกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา(P>0.05)

ตัวอักษร A,B…ที่เหมือนกันในสัปดาห์เดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลอง (P>0.05)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระยะเวลการเก็บ (P>0.05)

NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลอง (P>0.05)

a,b…with the same subscripts in the different weeks in column are not significantly different among storage time (P>0.05)

A,B…with the same subscripts in the same weeks in row are not significantly different among treatment (P>0.05)

ns = not significant difference among storage time

NS = not significant difference among treatment

ตารางที่ 4-6 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนในคุณลักษณะการยอมรับโดยรวม ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อคุณลักษณะด้านการยอมรับโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05, ตารางภาคผนวกที่ ง-33) น้ำฝรั่งทั้ง 4 ชุดการทดลองมีคะแนนลดลงเมื่อเก็บจนถึงสัปดาห์ที่ 8 (P<0.05) และเมื่อเปรียบเทียบน้ำฝรั่งทุกชุดการทดลองในแต่ละสัปดาห์ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ถึง 8 มีคะแนนการยอมรับโดยรวมที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) Awan และ Okaka (1980 อ้างโดย Umme

et al., 2001) พบว่าน้ำทุเรียนเทศพร้อมดื่มยังคงมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสดีเช่นเดียวกับน้ำทุเรียนเทศสดเมื่อเก็บที่อุณหภูมิแช่เย็นเป็นเวลานาน 3 เดือน Labuza (1982 อ้างโดย สุกัญญา โกมล, 2542) กล่าวว่าปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสมีผลต่อการยอมรับของผลิตภัณฑ์ได้แก่ กลิ่นรส สี และเนื้อสัมผัส ผลิตภัณฑ์บางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่เกิดขึ้นเร็วและชัดเจนกว่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี จึงควรนำปัจจัยคุณภาพด้านประสาทสัมผัสมาเป็นดัชนีบ่งบอกถึงจุดสิ้นสุดของการยอมรับในผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4-6 คุณลักษณะด้านการยอมรับโดยรวมของน้ำฝรั่งเติมใยอาหาร (ปริมาณเพกตินร้อยละ 0 และ 0.25) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ นาน 8 สัปดาห์

Sensory attribute (mouthfeel) of guava juice with dietary fiber (0% and 0.25% pectin) during storage at 4 and 8°C for 8 weeks

Storage time (week)	Sensory attributes (overall acceptability)			
	0% pectin		0.25% pectin	
	4°C	8°C	4°C	8°C
0	7.53 ± 0.74^{aB}	7.53 ± 0.74^{aB}	7.73 ± 0.59^{aA}	7.73 ± 0.59^{aA}
1	7.20 ± 0.94^{aNS}	7.20 ± 0.77^{abNS}	7.07 ± 1.03^{abcNS}	7.13 ± 0.83^{abNS}
2	7.00 ± 1.20^{abB}	7.07 ± 0.80^{abB}	7.01 ± 0.83^{abA}	6.96 ± 1.03^{abAB}
3	7.33 ± 0.90^{aNS}	7.13 ± 0.74^{abNS}	7.00 ± 0.76^{abcNS}	7.07 ± 0.10^{abNS}
4	6.87 ± 0.92^{bNS}	7.07 ± 0.70^{abNS}	6.80 ± 1.32^{bcNS}	7.13 ± 0.99^{abNS}
5	6.93 ± 0.88^{abNS}	6.53 ± 1.46^{bNS}	6.87 ± 1.13^{bcNS}	6.33 ± 1.18^{cNS}
6	6.33 ± 1.18^{bNS}	6.40 ± 1.45^{bNS}	6.87 ± 0.74^{bcNS}	6.27 ± 1.03^{cNS}
7	6.93 ± 0.98^{abNS}	6.40 ± 1.35^{bNS}	7.00 ± 1.46^{abcNS}	6.67 ± 0.98^{bcNS}
8	6.33 ± 1.35^{aNS}	6.67 ± 1.35^{bNS}	6.40 ± 1.40^{cNS}	6.33 ± 1.29^{cNS}

ตัวอักษร a,b…ที่เหมือนกันในสัปดาห์ต่างกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา(P>0.05)

ตัวอักษร A,B…ที่เหมือนกันในสัปดาห์เดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลอง (P>0.05)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระยะเวลการเก็บ (P>0.05)

NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลอง (P>0.05)

a,b…with the same subscripts in the different weeks in column are not significantly different among storage time (P>0.05)

A,B…with the same subscripts in the same weeks in row are not significantly different among treatment (P>0.05)

ns = not significant difference among storage time

NS = not significant difference among treatment

4.5 การคำนวณต้นทุนการผลิต

สำหรับการคำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งไม่เติมและเติมใยอาหารบรรจุขวดแก้ว (ตารางภาคผนวกที่ จ-2) โดยคำนวณจากผลรวมของวัตถุดิบ (ราคาผลฝรั่ง น้ำตาลทราย ขวดแก้ว และเอนไซม์เพกติเนส) ค่าแรง และค่าใช้จ่ายโรงงาน (ค่าเสื่อมราคาเครื่อง retort, ค่าน้ำประปา, ค่าน้ำมันดีเซล และค่าพลังงานไฟฟ้า) คิดเป็นราคา 17.52 และ 22.21 บาท/ขวดผลิตภัณฑ์ (ปริมาตร 280 มล.) ตามลำดับ

5. สรุป

เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งพร้อมดื่มไม่เติมและเติมใยอาหารในรูปเพกตินที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ แล้ววิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และประเมินผลประสาทสัมผัส พบว่า ในสัปดาห์ที่ 0 น้ำฝรั่งไม่เติมและเติมใยอาหารมีปริมาณใยอาหารละลายน้ำเท่ากับร้อยละ 0.18±0.02 และ 0.23±0.02, % inhibition (100 ไมโครกรัม/มล.) เท่ากับ 26.07±3.02 และ 31.65±1.52 และปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (มก./ก.กรดแกลลิก) เท่ากับ 5.20±0.13 และ 5.64±0.29 ตามลำดับ ระยะเวลาในการเก็บ การไม่เติมและเติมเพกตินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) พบว่า ปริมาณวิตามินซีและปริมาณน้ำตารีดิวซ์มีการเปลี่ยนแปลงลดลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่พีเอช ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนคุณภาพทางกายภาพ พบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดย ค่า L^* (ความสว่าง) และ b^* ($-b^*$ หมายถึงสีน้ำเงิน, $+b^*$ หมายถึง สีเหลือง) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในขณะที่ค่า a^* ($-a^*$ หมายถึง สีเขียว, $+a^*$ หมายถึง สีแดง) เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความขุ่นมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งที่ไม่เติมและเติมใยอาหารซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 30 CFU/ml ตลอดการเก็บรักษานาน 8 สัปดาห์ และเมื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสในคุณลักษณะด้านสี ความขุ่น กลิ่น รสชาติ mouthfeel และการยอมรับโดยรวม พบว่าเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลานานขึ้น คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) นอกจากนั้นการเติมเพกตินทำให้ความชอบในคุณลักษณะด้านกลิ่นลดลงอีกด้วย ส่วนการเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ ไม่มีผลต่อความชอบในทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ (P

<0.05) อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งที่ไม่เติมและเติมใยอาหารซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 8°ซ ยังคงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในระดับชอบเล็กน้อย (ระดับคะแนน 6) ถึงชอบปานกลาง(ระดับคะแนน 7) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 8 สัปดาห์ ซึ่งผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งพร้อมดื่มไม่เติมและเติมใยอาหารบรรจุขวดแก้ว (ปริมาตร 280 มล.) ในงานวิจัยนี้มีต้นทุนการผลิต 17.52 และ 22.21 บาท/ขวดผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

จารุณี โลกสุวรรณ. 2542. ผลกระทบของการลวกและการเติมซิงค์คลอไรด์ต่อการเปลี่ยนแปลงสีในน้ำฝรั่ง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. ปทุมธานี.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

สถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. 2547. การเขียนแผนธุรกิจสำหรับผู้ประกอบการด้านการผลิต. ห้องอบรม SMEs คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 27-28 พฤศจิกายน, 4-6, 10-12 และ 18-19 ธันวาคม 2547.

สิริพร สธนเสาวภาคย์. 2002. Alicyclobacillus กับความท้าทายในอุตสาหกรรมอาหาร. ว. อาหาร. 32: 161-164.

สุกัญญา โกมล. 2542. การผลิตน้ำส้มเขียวหวานเติมใยอาหาร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2539. จุลชีววิทยาทางอาหาร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. หน้า 245.

A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analytical of the Association of Official Chemists International. 17th ed. The Association of Official Chemists International. Gaithersburg.

BeMiller, J.N. and Whistler, R.L. 1996. Carbohydrates. *In* Food Chemistry. 3rd ed. (Fennema, O.R., ed.). p. 205-220. Marcel Dekker, Inc. New York.

Franworth, E.R., Lagace, M., Couture, R., Yaylayan, V. and Stewart, B. 2001. Thermal processing, storage conditions, and the composition and physical properties of orange juice. Food Res Int. 34: 25-30.

Fellows, P. 2000. Pasteurisation. *In* Food Processing Technology: Principles and Practice. 2nd ed. p. 241-249. CRC Press. New York.

Hatano, T., Edamatsu, R., Hiramatsu, M., Mori, A., Fujita, Y., Yasuhara, T., Yoshida, T. and Okuda, T. 1989. Effects of the interaction of tannins with co-existing substances. VI. Effects of tannins and related polyphenols on superoxide anion radical and on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. Chem. Pharm. Bull. 37: 2016-2021.

Miliauskas, G., Venskutonis, P.R. and Van Beek, T.A. 2004. Screening of radical scavening activity of some medical and aromatic plant extracts. Food Chem. 85: 231-237.

Siegmund, B., Derler, K. and Pfannhauser, W. 2004. Chemical and sensory effects of glass and laminated carton packages on fruit juice products-still a controversial topic. Lebensm. Wiss. Technol. 37: 481-488.

Singh-Khurdiya, D., Islam. and Verma, O.P. 1996. Processing and storage of carbonated guava beverage. J. Food Process. Pres. 20: 79-86.

Speak, M.L. 1976. Compendium of Method for the Microbiology Examination of Food. American Public Health Association, Inc. Washington.

Umme, A., Salmah, Y., Jamilah, B. and Asbi, B.A. 1999. Microbial and enzymatic changes in natural soursoup puree during storage. Food Chem. 65: 315-322.

Umme, A., Bambang, S.S., Salmah, Y. and Jamilah, B. 2001. Effect of pasteurization on sensory quality of natural soursoup puree under different storage conditions. Food Chem. 75: 293-301.

Wilson, C.W. 1980. Guava. *In* Tropical and Subtropical Fruits: Composition, Properties and Uses. 1st ed. (Nagy, S. and Shaw, P.E., eds.). p. 279-295. The AVI Publishing Company, Inc. Connecticut.

Yamasaki, K., Hashimoto, A., Kokusenya, Y., Miyamoto, T. and Sato, T. 1994. Electrochemical method for estimating the antioxidative effects of methanol extracts of crude drugs. Chem. Pharm. Bull. 42: 1663-1665.

Yen, G.C. and Lin, H.T. 1996. Comparsion of high pressure treatment and thermal pasteurization effects on the quality and shelf life of guava puree. INT J. Food Sci. Tech. 31: 205-213.

Yeom, H.W., Streaker, C.B., Zhang, Q.H. and Min, D.B. 2000. Effect of pulsed electric fields on the quality of orange juice and comparisons with heat pasteurization. J. Agr. Food Chem. 48: 4597-4605.