บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของน้ำแครอทสด

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของน้ำแครอทสดที่คั้นด้วยเครื่องแยกกาก ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของน้ำแครอทสด

คุณภาพ	ค่าตรวจวัด	ผลการตรวจวัด
ทางกายภาพ	ค่าสี L*	42.96 $\pm$ 0.29
	ค่าสี a*	23.49 $\pm$ 0.32
	ค่าสี b*	32.31 $\pm$ 0.15
	ค่าสี C (Chroma)	39.94 $\pm$ 0.07
	ค่าสี H° (Hue angle)	53.98 $\pm$ 0.50
ทางเคมี	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar; g/100g)	0.40 $\pm$ 0.00
	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar; g/100g)	0.58 $\pm$ 0.01
	ปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีน (mg/l)	61.68 $\pm$ 0.55
	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.07 $\pm$ 0.02
ทางจุลชีววิทยา	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	4.9×10^6
	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)	2.4×10^3
	ปริมาณเชื้อโคลิฟอร์ม (MPN/100g)	> 2,400
	ปริมาณเชื้ออีโคไล (*E. coli*) (MPN/100g)	ND

หมายเหตุ
- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ
- ND = ตรวจไม่พบ (not detected)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของน้ำแครอทสด การวิเคราะห์ค่าสี L* ของตัวอย่างน้ำแครอท ค่า L* ที่ได้จากการวัดสีจะบอกถึงความสว่าง-มืดของน้ำแครอทที่วัดได้ โดยเมื่อค่าที่วัดได้สูงแสดงว่าตัวอย่างมีความสว่างมาก สำหรับค่าสี a* ของตัวอย่างน้ำแครอทสด บ่งบอกว่าค่าบวกของตัวอย่างที่ได้เป็นสีแดง แต่ถ้าค่าเป็นลบแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเขียว และค่าสี b* บ่งบอกว่า ค่า b* ที่เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเหลือง ค่า b* ที่เป็นลบ ตัวอย่างจะเป็นสีน้ำเงิน จากตารางที่ 4.1 พบว่าน้ำแครอทที่มีสีส้มจะมีค่าสี L* (ความสว่าง) a* (สีแดง-สีเขียว) b* (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) เท่ากับ 42.96, 23.49 และ 32.31 ตามลำดับ แสดงว่าเป็นช่วงสีเข้ม มีสีแดงออกเหลือง ส่วนค่าสี C* (Chroma) เป็นค่าที่บอกถึงความเข้มของสีที่ปรากฏ ได้มาจากการนำค่าสี a* และ b* มาคำนวณตามสูตร C* = SQRT[(a*x a*) + (b* x b*)] (Raymond, 1992) น้ำแครอทสดมีค่า C* เท่ากับ 39.94 แสดงว่าน้ำแครอทมีความเข้มอยู่ในระดับหนึ่ง ยิ่งค่า C* มากแสดงว่ามีความเข้มของสีที่ปรากฏมากขึ้นด้วย สำหรับค่าสี H° (Hue angle) เป็นค่าที่อยู่ในรูปขององศาในวงกลม ซึ่งจะมีค่าเริ่มต้นตั้งแต่ 0° จนถึง 360° สามารถคำนวณได้จากสูตร

THETA = [ATAN(b*/a*)/6.2832] x 360

ถ้า a* > 0 และ b* ≥ 0 แล้ว H° = THETA

a* < 0 และ b* ≥ 0 แล้ว H° = 180 + THETA

a* < 0 และ b* < 0 แล้ว H° = 270 + THETA

a* > 0 และ b* < 0 แล้ว H° = 360 + THETA (Raymond, 1992)

ค่า H° นี้บอกถึงสีที่แท้จริงที่ปรากฏให้เห็น โดยสีในแกนหลัก ได้แก่ 0° สีแดง, 90° สีเหลือง, 180° สีเขียว และ 270° สีน้ำเงิน จากผลการทดลองค่า H° ของน้ำแครอทสดมีค่าเท่ากับ 53.98 อยู่ระหว่างช่วงสีแดงและสีเหลือง น้ำแครอทที่มีสีส้มนั้นเป็นเม็ดสีของสารแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนที่อยู่ในเนื้อแครอท (Marx *et al.*, 2000)

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดที่อยู่ในน้ำแครอท มีเพียงปริมาณเล็กน้อย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.40 และ 0.58 กรัมต่อ100 กรัม ตามลำดับ โดยปกติน้ำแครอทที่วางขายตามตลาดจะมีการปรุงแต่งด้วยน้ำตาล เพื่อปรับรสชาติให้แก่น้ำแครอท (คณะกรรมการสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนในน้ำแครอทสด มีประมาณ 61.68 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Marx *et al.* (2000) ที่กล่าวว่าปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนมีค่าอยู่ในช่วง 52.70 - 134.20 มิลลิกรัมต่อลิตรของน้ำแครอท

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำแครอทมีค่าเท่ากับ 6.0 เป็นกรดอ่อนๆ ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างนี้เหมาะสมกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ที่ส่งผลให้น้ำแครอทเกิดการเน่าเสีย ดังนั้นน้ำแครอทที่ขายตามตลาดจึงมีการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแครอทด้วยกรดซิทริก และมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2547) ได้กำหนดให้มีการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแครอทได้ไม่เกิน 4.2

คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำแครอทสด พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำแครอทมีค่าเท่ากับ 4.9 x 10^6 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งสอดคล้องกับจากงานวิจัยของ Pa Song *et al.* (2005) ที่ว่าการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้ก่อนการแปรรูปจะอยู่ในช่วง 10^6- 10^7 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และผลการตรวจปริมาณยีสต์และรา ปริมาณเชื้อโคลิฟอร์ม มีปริมาณ 2.4 x 10^3 โคโลนีต่อกรัม และมากกว่า 2,400 เอ็มพีเอ็นต่อ100 กรัม ตามลำดับ ตรวจไม่พบเชื้ออีโคไล (*E. coli.*) ในน้ำแครอทสด จากการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาเห็นว่ามีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในปริมาณสูง เมื่อเก็บรักษาน้ำแครอทสดที่สภาวะอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพียงวันเดียวก็เกิดการเน่าเสีย ดังนั้นแครอทที่ผ่านกระบวนการทำเป็นน้ำแครอท จำเป็นต้องมีการแปรรูปหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ เพื่อให้น้ำแครอทมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และช่วยยืดอายุการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 การแปรรูปน้ำแครอทด้วยเทคนิคความดันและความร้อน

ทำการแปรรูปน้ำแครอทด้วยเทคนิคความดันที่ 2 สภาวะคือ 400 เมกกะปาสคาล เวลา 15 นาที และ 600 เมกกะปาสคาล เวลา 15 นาที และแปรรูปด้วยความร้อน 2 สภาวะ คือ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 30 วินาที และ 60 วินาที หลังจากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา ได้ผลการทดลองดังนี้

4.2.1 การตรวจสอบคุณสมบัติด้านสีของน้ำแครอทแปรรูป

ตาราง 4.2 ผลของความดันและความร้อนต่อค่าสี L*a*b* ของน้ำแครอทแปรรูป

สภาวะการแปรรูป	ค่าสี L*	ค่าสี a*	ค่าสี b*
น้ำแครอทสด (ชุดควบคุม)	$42.29^{a} \pm 0.29$	$23.16^{a} \pm 0.32$	$32.31^{a} \pm 0.15$
ความดัน 400 MPa 15 นาที	$42.41^{a} \pm 0.24$	$23.24^{a} \pm 0.21$	$32.20^{a} \pm 0.15$
ความดัน 600 MPa 15 นาที	$42.35^{a} \pm 0.06$	$23.45^{a} \pm 0.02$	$32.24^{a} \pm 0.07$
ความร้อน 90°C 30 วินาที	$43.60^{b} \pm 0.22$	$22.23^{b} \pm 0.04$	$33.38^{b} \pm 0.27$
ความร้อน 90°C 60 วินาที	$44.53^{c} \pm 0.19$	$22.17^{b} \pm 0.11$	$34.30^{c} \pm 0.18$

หมายเหตุ
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.2 พบว่าผลของความดัน ทำให้ค่าสี L* (ความสว่าง) a* (สีแดง-สีเขียว) และ b* (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) ของน้ำแครอททุกหน่วยการทดลองไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเทียบกับน้ำแครอทสด (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) คือค่าสี L* เท่ากับ 42.35 -42.41 ค่าสี a* เท่ากับ 23.24 -23.45 และค่าสี b* เท่ากับ 32.20 -32.24 แสดงว่าน้ำแครอทที่ผ่านการใช้ความดันสูงมีความสว่าง สีแดงและสีเหลืองใกล้เคียงกับน้ำแครอทสดเดิม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวัชราภรณ์, (2549) ที่พบว่าแยมฝรั่งที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงมีความสว่าง สีแดงและสีเหลืองใกล้เคียงกับของสดเดิม

สำหรับค่าสีของน้ำแครอทที่ผ่านการแปรรูปด้วยความร้อน พบว่าผลของความร้อนทำให้ค่าสี L (ความสว่าง) a (สีแดง-สีเขียว) และ b (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) ของน้ำแครอททุกหน่วยการทดลองแตกต่างจากน้ำแครอทสด (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่ค่าสี L* (ความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สว่าง) และ b* (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสี a* (สีแดง-สีเขียว) มีแนวโน้มลดลง เมื่อผ่านความร้อน ซึ่งแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนที่มีสีแดงมีการสูญเสียบางส่วนเมื่อผ่านการแปรรูป (Fang *et al.*, 1986) เพราะว่าความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนรูปของรงควัตถุในกลุ่มแคโรทีนอยด์ โดยในอาหารส่วนใหญ่แคโรที-นอยด์ อยู่ในรูปแบบทรานส์ทั้งหมด (All *trans*-form) จะมีสีเข้ม เมื่ออาหารได้รับอุณหภูมิสูงจะเกิดทรานส์-ซิสไอโซเมอร์ไรเซชัน (*trans-cis* isomerization) ถ้าหากอยู่ในรูปแบบซิส (*cis*-form) เพิ่มมากขึ้นสีจะจางลง (นิธิยา, 2545) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fang *et al.* (1986) พบว่าน้ำเสาวรสที่ผ่านการแปรรูปด้วยความร้อนส่งผลให้ค่าสี L* และค่าสี b* มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าสี a* มีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเสาวรสก่อนการแปรรูป

ตาราง 4.3 ผลของความดันและความร้อนต่อค่าสี C*(Chroma), H° (Hue angle), ΔE*(Total color differences) ของน้ำแครอทแปรรูป

สภาวะการแปรรูป	ค่าสี C*	ค่าสี H°	ค่าΔE*
น้ำแครอทสด (ชุดควบคุม)	$39.94^{ac} \pm 0.07$	$53.98^{a} \pm 0.50$	-
ความดัน 400 เมกกะปาสคาล 15 นาที	$39.71^{b} \pm 0.03$	$54.17^{a} \pm 0.37$	$0.60^{a} \pm 0.10$
ความดัน 600 เมกกะปาสคาล 15 นาที	$39.86^{ab} \pm 0.05$	$53.97^{a} \pm 0.06$	$0.37^{a} \pm 0.09$
ความร้อน 90 องศาเซลเซียส 30 วินาที	$40.10^{c} \pm 0.24$	$56.34^{b} \pm 0.17$	$2.13^{b} \pm 0.19$
ความร้อน 90 องศาเซลเซียส 60 วินาที	$40.84^{d} \pm 0.09$	$57.13^{c} \pm 0.27$	$3.30^{c} \pm 0.22$

หมายเหตุ
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ

เมื่อนำค่าสี L* (ความสว่าง) a* (สีแดง-สีเขียว) และ b* (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) จากตารางที่ 4.2 มาคำนวณเป็นค่าสี C* (Chroma) H* (Hue angle) และ ΔE* (Total color differences) ดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าผลของความดัน ทำให้ค่าสี C* (Chroma) H* (Hue angle) และ ΔE* (Total color differences) ของน้ำแครอททุกหน่วยการทดลองไม่มีความแตกต่างกันกับน้ำแครอทสด (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) คือค่าสี C* เท่ากับ 39.71 -39.86 ค่าสี H* เท่ากับ 53.97 - 54.17 และΔE* (Total color differences)เท่ากับ 0.37-0.60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับค่าสี C* (Chroma) H* (Hue angle) และΔE* (Total color differences) ของน้ำแครอทที่ผ่านการแปรรูปด้วยความร้อน พบว่าทุกหน่วยการทดลองแตกต่างจากน้ำแครอทสด (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่ค่าสี C* (Chroma) H* (Hue angle) และ ΔE* (Total color differences) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยค่าสี C* (Chroma) มีค่าเท่ากับ 40.10 - 40.84 ค่าสี H* (Hue angle) มีค่าเท่ากับ 56.34 - 57.13 และค่าΔE* (Total color differences) มีค่าเท่ากับ 2.13 - 3.30 และจากงานวิจัยของ Lee and Coates (2003) พบว่าการพาสเจอไรส์เซชัน (pasteurization) น้ำส้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที ทำให้ค่าสี C* (Chroma) และ ค่าสี H* (Hue angle) มีค่าเพิ่มสูงขึ้น และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำส้มสด ความร้อนที่ใช้ในการแปรรูปนั้นทำให้ค่าสี C* (Chroma) มีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้น้ำผลไม้มีความเข้มมากขึ้น ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต (Davis and Gould, 1955) ค่าΔE* เป็นค่าที่บ่งบอกความแตกต่างของสีระหว่างตัวอย่างน้ำแครอทสดกับตัวอย่างที่ผ่านการแปรรูป ซึ่งค่าΔE*ที่มีค่าตั้งแต่ 2 เป็นต้นไป แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างมีความแตกต่างของสีในหน่วยทดลองอย่างชัดเจน (Francis and Clydesdale, 1975)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.2 การตรวจสอบคุณสมบัติด้านปริมาณน้ำตาลของน้ำแครอทแปรรูป

ตาราง 4.4 ผลของความดันและความร้อนต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในน้ำแครอทแปรรูป

สภาวะการแปรรูป	ปริมาณ น้ำตาลรีดิวส์ (กรัมต่อ 100 กรัม)	ปริมาณ น้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อ 100 กรัม)
น้ำแครอทสด (ชุดควบคุม)	$0.40^{a} \pm 0.00$	$0.58^{a} \pm 0.00$
ความดัน 400 เมกกะปาสคาล 15 นาที	$0.40^{a} \pm 0.00$	$0.58^{a} \pm 0.00$
ความดัน 600 เมกกะปาสคาล 15 นาที	$0.40^{a} \pm 0.00$	$0.58^{a} \pm 0.00$
ความร้อน 90 องศาเซลเซียส 30 วินาที	$0.47^{b} \pm 0.00$	$0.60^{b} \pm 0.00$
ความร้อน 90 องศาเซลเซียส 60 วินาที	$0.48^{c} \pm 0.00$	$0.60^{b} \pm 0.00$

หมายเหตุ
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.4 พบว่าผลของความดัน ทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของน้ำแครอททุกหน่วยการทดลองไม่มีความแตกต่างกันกับน้ำแครอทสด (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) คือปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าเท่ากับ 0.40 กรัมต่อ 100 กรัมของน้ำแครอท และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าเท่ากับ 0.58 กรัมต่อ 100 กรัมของน้ำแครอท จากงานวิจัยของ Butz *et al.* (2003) เกี่ยวกับการใช้ความดันสูงในการแปรรูปผักและผลไม้ พบว่าการใช้ความดันสูงที่ 400-500 เมกกะปาสคาล เวลา 10-30 นาที ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของน้ำตาลซูโครสก่อนและหลังการแปรรูป เพราะว่าความดันสูงที่ใช้ในการแปรรูปนั้น ไม่มีผลต่อสารประกอบโมเลกุลที่มีขนาดเล็ก (Hayashi, 1992; Tauscher, 1995)

ผลของความร้อนที่ใช้ในการแปรรูปน้ำแครอท ทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของน้ำแครอททุกหน่วยการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) กับน้ำแครอทสด (ชุดควบคุม) โดยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าเท่ากับ 0.47-0.48 กรัมต่อ 100 กรัมของน้ำแครอท และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.60 กรัมต่อ 100 กรัมของน้ำแครอท ซึ่งความร้อนที่ใช้ในการแปรรูปน้ำแครอทนั้นจะมีผลต่อน้ำตาลซูโครสที่เป็น non reducing sugar โดยจะถูกไฮโดรไลซ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไปเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสได้ ถ้าได้รับอุณหภูมิสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fang *et al.* (1986) ; Dalal and Salunkhe (1964) และ Ewaidah (1988) ที่พบว่าหลังการแปรรูปน้ำผลไม้ด้วยความร้อน (pasteurization) ส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (น้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตส) มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณน้ำตาลซูโครส (non-reducing sugar) มีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำผลไม้สดก่อนการแปรรูป

4.2.3 การตรวจสอบคุณสมบัติด้านปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนและค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแครอทแปรรูป

ตาราง 4.5 ผลของความดันและความร้อนต่อปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนและค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำแครอทแปรรูป

สภาวะการแปรรูป	ปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)
น้ำแครอทสด (ชุดควบคุม)	$61.86^{a} \pm 0.55$	$6.07^{a} \pm 0.02$
ความดัน 400 เมกกะปาสคาล 15 นาที	$61.21^{a} \pm 1.11$	$6.04^{a} \pm 0.03$
ความดัน 600 เมกกะปาสคาล 15 นาที	$60.74^{a} \pm 0.35$	$6.06^{a} \pm 0.02$
ความร้อน 90 องศาเซลเซียส 30 วินาที	$54.84^{b} \pm 0.29$	$6.03^{a} \pm 0.05$
ความร้อน 90 องศาเซลเซียส 60 วินาที	$52.13^{c} \pm 0.14$	$6.02^{a} \pm 0.03$

หมายเหตุ
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.5 พบว่าผลของความดัน ทำให้ปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนของน้ำแครอททุกหน่วยการทดลองไม่มีความแตกต่างกันจากน้ำแครอทสด (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) คือปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนเท่ากับ 61.21 - 60.74 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากงานวิจัยของ Butz *et al.* (2003) พบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์ในผักผลไม้หลังการแปรรูปด้วยความดันสูงเมื่อเปรียบเทียบกับผักผลไม้สด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกระบวนการใช้ความดันสูงในการแปรรูปอาหารนั้น จัดเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดความร้อน (nonthermal

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

process) หรืออาจทำให้เกิดความร้อนขึ้นน้อยมาก งาน (work) ที่เกิดจากการกดอัดในระหว่างการให้ความดัน (pressurization) หรือที่เรียกว่าความร้อนอเดียบาติก (adiabatic heat) นั้นจะทำให้อุณหภูมิของอาหารเพิ่มขึ้น (ประมาณ 3 องศาเซลเซียสต่อ 100 เมกกะปาสคาล) และขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอาหารด้วย แต่ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะหายไปทันทีที่ลดความดันจนถึงระดับความดันบรรยากาศปกติ (Farkas and Hoover, 2000) และข้อดีของกระบวนการนี้ในแง่ของการไม่ทำให้เกิดความร้อนเป็นผลทำให้คุณภาพของปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโร-ทีนแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลยในน้ำแครอทแปรรูป (Barbosa-Canovas *et al.*, 1998)

สำหรับผลของความร้อน ทำให้ปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนของน้ำแครอททุกหน่วยการทดลองแตกต่างกันกับน้ำแครอทสด (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คือปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนเท่ากับ 54.84 – 52.13 มิลลิกรัมต่อลิตร สารแอลฟา-และเบต้าแคโรทีนที่พบในธรรมชาติส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบทรานส์ (*trans*-form) หากได้รับความร้อน จะทำให้โครงสร้างเกิดการบิดตัวไป 180 องศา เปลี่ยนเป็นรูป แบบซิส (*cis*-form) ซึ่งรูปแบบซิส (*cis*-form) จะไม่ค่อยเสถียร มีการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสั้นลง สีที่ปรากฏจะอ่อนกว่ารูปแบบทรานส์ (*trans*-form) (รุจิภรณ์, 2546) การเกิด เทอร์มอร์ไอโซเมอร์ไรเซชัน (thermal isomerization) เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการแปรรูป โดยอุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการสูญเสียแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีน

ผลของความดันและความร้อน ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแครอททุกหน่วยการทดลองไม่มีความแตกต่างกันกับน้ำแครอทสด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) คือน้ำแครอทแปรรูปมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6.04 มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cerdan *et al.* (2007) ที่พบว่าการแปรรูปน้ำองุ่นโดยเทคนิคการใช้ความร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที และการแปรรูปโดยไม่ใช้ความร้อน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของค่าความเป็นกรด-ด่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.4 การตรวจสอบคุณสมบัติด้านจุลชีววิทยาของน้ำแครอทแปรรูป

ตาราง 4.6 ผลของความดันและความร้อนต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราและปริมาณเชื้ออีโคไล (*E coli.*)ในน้ำแครอทแปรรูป

สภาวะการแปรรูป	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)	ปริมาณเชื้อโคลิฟอร์ม (เอ็มพีเอ็นต่อ100กรัม)	ปริมาณเชื้ออีโคไล (เอ็มพีเอ็นต่อ100กรัม)
น้ำแครอทสด (ชุดควบคุม)	4.9×10^6	2.4×10^3	> 2,400	ND
ความดัน 400 เมกกะปาสคาล 15 นาที	ND	ND	< 2.2	ND
ความดัน 600 เมกกะปาสคาล 15 นาที	ND	ND	< 2.2	ND
ความร้อน 90 องศาเซลเซียส 30 วินาที	ND	ND	< 2.2	ND
ความร้อน 90 องศาเซลเซียส 60 วินาที	ND	ND	< 2.2	ND

หมายเหตุ ND = ตรวจไม่พบ (not detected)

จากตารางที่ 4.6 เห็นได้ว่าคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ในน้ำแครอทสดชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแปรรูป จะมีการปนเปื้อนในปริมาณสูง ส่วนน้ำแครอทที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมถึงยีสต์และรา สำหรับปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มมีปริมาณน้อยกว่า 2.2 เอ็มพีเอ็นต่อ100 กรัม และปริมาณเชื้ออีโคไล (*E coli.*) ตรวจไม่พบ ความดันสูงที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปน้ำแครอทนั้น มีผลต่อเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้สูญเสียคุณสมบัติการแทรกผ่านของสารต่างๆ และมีผลยับยั้งเอนไซม์ในกระบวนการเมตาบอลิซึม นอกจากนี้ยังทำให้โปรตีนถูกทำลาย อย่างไรก็ตามความดันไม่สามารถทำลายเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างสมบูรณ์เพียงแต่ทำให้เกิดบาดแผลหรือความเสียหายเท่านั้น (Prestamo *et al.*, 1999; Tedford *et al.*, 1998)

Hoover *et al.* (1989) รายงานว่าการใช้ความดัน 350 เมกกะปาสคาล เป็นเวลา 30 นาที หรือ 400 เมกกะปาสคาล เป็นเวลา 5 นาที จะสามารถลดปริมาณเซลล์ปกติของแบคทีเรีย ยีสต์และเชื้อราได้ถึง 10 เท่า การใช้ความดันที่ระดับสูงมากจะทำให้สปอร์ของแบคทีเรียงอกและทำลายเซลล์ที่งอกนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้วยความดันที่สูงขึ้น เป็นที่รู้กันว่าความดันสูงทำให้แวคคิวโอล (vacuoles) ภายในเซลล์แตกและทำลายผนังเซลล์และเซลล์เมมเบรน โดย Knorr (1995) สันนิษฐานว่าอาจเกิดจากการที่ความดันสูงมีผลต่อเอนไซม์ภายในเซลล์เป็นผลให้เมตาบอลิซึมต่างๆ ถูกทำลายน้ำแครอทที่แปรรูปด้วยความร้อนนั้น ความร้อนจะไปมีผลทำให้โปรตีนในเซลล์จุลินทรีย์จับตัวกันตกตะกอน (coagulation) และทำให้เอนไซม์ต่างๆ ที่จำเป็นต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์เสื่อมสภาพเป็นผลให้เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ (สุมาลี, 2541) จากงานวิจัยของ Delcio *et al.* (2004) พบว่าการให้ความร้อนที่ 75 องศาเซสเซียส เป็นเวลา 60 วินาที ก็เพียงพอสำหรับลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำผลไม้ และ Canumir *et al.* (2002) ทำการแปรรูปน้ำแอปเปิล ด้วยการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 83 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที พบว่าตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำแอปเปิ้ลหลังผ่านการแปรรูปด้วยความร้อน

4.3 ความคงตัวของปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนในระหว่างการเก็บรักษาน้ำแครอทแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

น้ำแครอทแปรรูปทั้ง 4 ชุดการทดลอง ประกอบด้วย

ชุดที่ 1 น้ำแครอทผ่านการแปรรูปด้วยกระบวนการความดันสูง 400 เมกกะปาสคาล เวลา 15 นาที (HP 400)

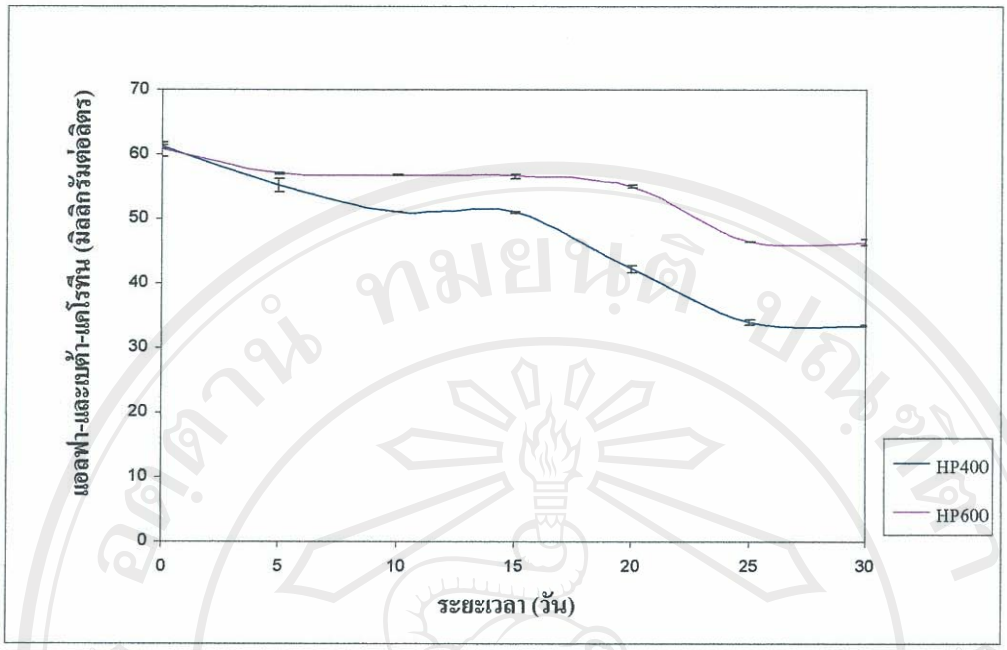
ชุดที่ 2 น้ำแครอทผ่านการแปรรูปด้วยกระบวนการความดันสูง 600 เมกกะปาสคาล เวลา 15 นาที (HP 600)

ชุดที่ 3 น้ำแครอทผ่านการแปรรูปด้วยกระบวนการใช้ความร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส เวลา 30 วินาที (HT 9030)

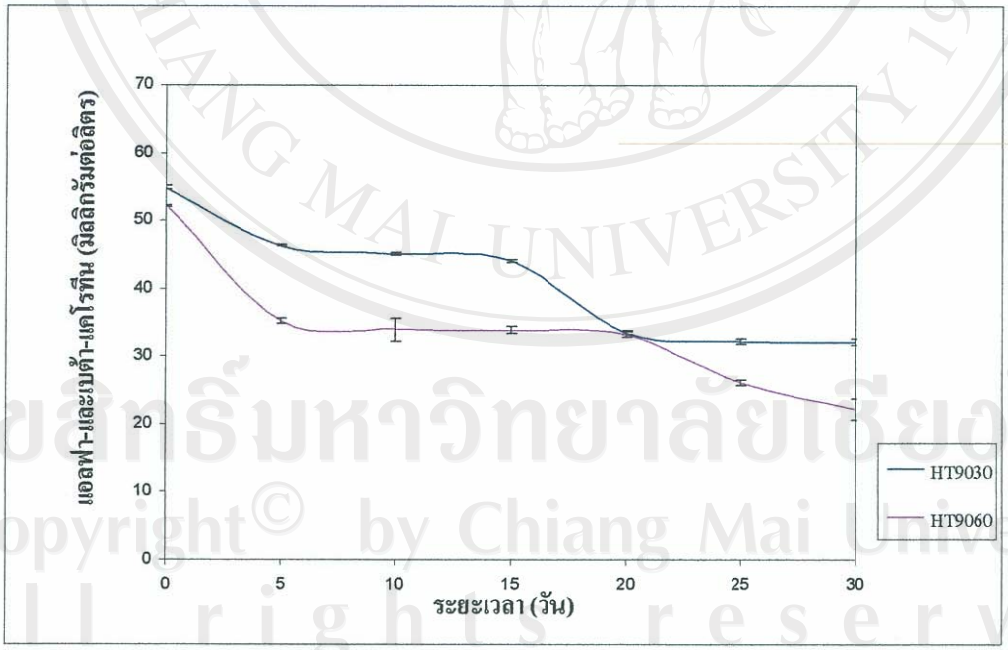
ชุดที่ 4 น้ำแครอทผ่านการแปรรูปด้วยกระบวนการใช้ความร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส เวลา 60 วินาที (HT 9060)

นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน โดยสุ่มตัวอย่างน้ำแครอทแปรรูปมาวิเคราะห์ปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนทุกๆ 5 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

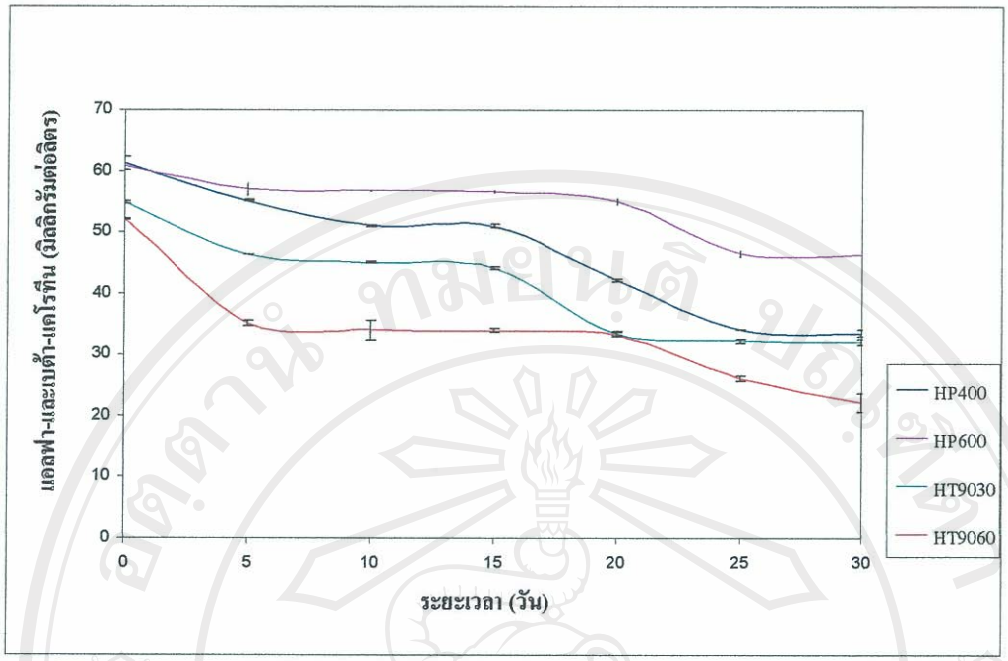


รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนระหว่างการเก็บรักษาน้ำแครอทแปรรูปด้วยเทคนิคความดันสูง 400 เมกกะปาสคาล และ 600 เมกกะปาสคาล 15 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน

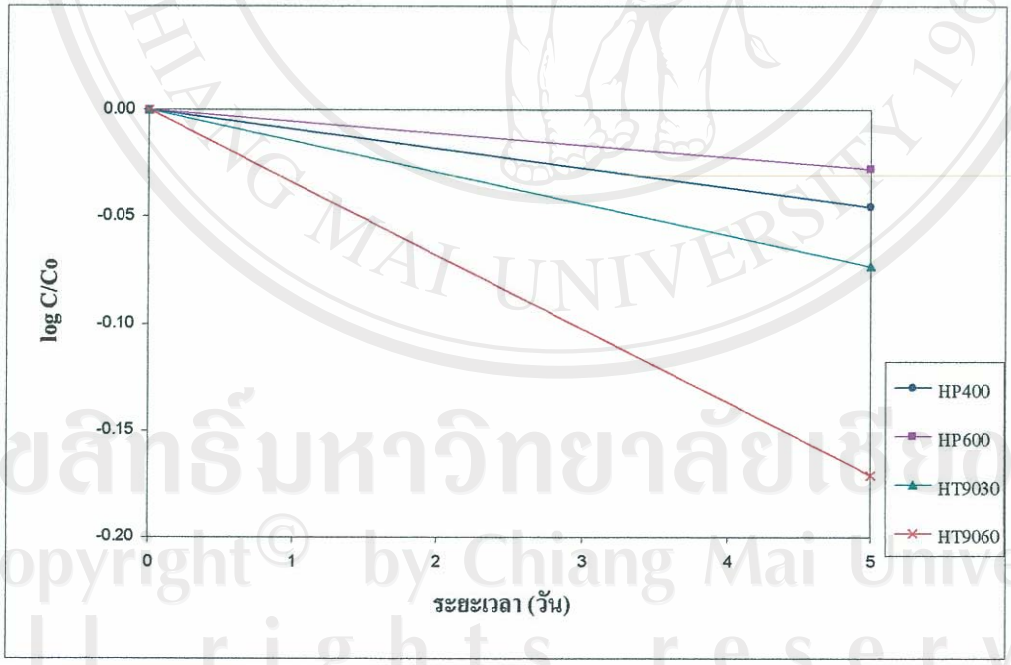


รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนระหว่างการเก็บรักษาน้ำแครอทแปรรูปด้วยเทคนิคความร้อน 90 องศาเซลเซียส 30 วินาทีและ 60 วินาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนระหว่างการเก็บรักษาน้ำแครอทแปรรูปด้วยเทคนิคความดันและความร้อน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนระหว่างการเก็บรักษาน้ำแครอทแปรรูปด้วยเทคนิคความดันและความร้อน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนของน้ำแครอทแปรรูปทั้ง 4 ชุดการทดลอง ในระหว่างการเก็บรักษานาน 30 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางภาคผนวก ค4 พบว่าตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาน้ำแครอทแปรรูปทั้ง 4 ชุดการทดลองในสภาวะดังกล่าว ปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนมีค่าลดลงตลอดระยะการเก็บ โดยความคงตัวของแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนแต่ละช่วงของระยะเวลาเก็บ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในทุกชุดการทดลอง ซึ่งการลดลงของสารแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนตลอดระยะเวลาของการเก็บนั้นอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการกระทำของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (peroxidase; POD) โดยเอนไซม์ชนิดนี้ไปสลายโครงสร้างโมเลกุลของแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนทำให้เปลี่ยนรูปไป และทำให้เกิดการออกซิเดชันเป็นเหตุให้สารแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนในน้ำแครอทเสื่อมสภาพไป (Lisiewska and Kmiecik, 1997; Kmiecik and Lisiewska, 1999; Sant Ana *et al.*, 1997) โดย 5 วันแรกหรือสัปดาห์แรกของการเก็บปริมาณแอลฟา-และเบต้าแคโรทีนมีการลดลงอย่างรวดเร็วในทุกชุดการทดลอง

ปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนเริ่มต้น มีค่าเท่ากับ 61.21, 60.74, 54.84 และ 52.13 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับของชุดการทดลอง จากผ่านการเก็บเป็นเวลา 5 วัน ลดลงเป็น 55.16, 56.99, 46.32, 35.16 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับของชุดการทดลอง และหลังจากนั้นการลดลงของปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนมีค่าต่ำลงหรือค่อนข้างคงที่ และหลังจากวันที่ 15 ของการเก็บรักษา การลดลงของปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนมีค่าสูงขึ้นอีก เมื่อครบ 30 วันของการเก็บรักษาน้ำแครอทแปรรูปทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนเหลืออยู่เท่ากับ 33.42, 46.29, 32.13 และ 22.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับชุดการทดลอง

จากรูปที่ 4.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนระหว่างการเก็บรักษาน้ำแครอทแปรรูปด้วยเทคนิคความดันสูง 400 เมกกะปาสคาล และ 600 เมกกะปาสคาล 15 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน พบว่าในช่วงสัปดาห์แรกของการเก็บรักษาน้ำแครอทที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดัน 400 เมกกะปาสคาล มีค่าลดลงร้อยละ 9.9 ในขณะที่น้ำแครอทที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดัน 600 เมกกะปาสคาล มีค่าร้อยละ 6.2 หลังจากนั้นการลดลงของแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนในน้ำแครอทที่แปรรูปด้วยความดันทั้งสองสภาวะมีแนวโน้มต่ำลง และช่วงของการเก็บวันที่ 15-25 จะมีการลดลงของสารแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนอย่างรวดเร็วอีกครั้ง โดยน้ำแครอทที่แปรรูปด้วยความดัน 400 เมกกะปาสคาล มีค่าการลดลงร้อยละ 33.29 ในขณะที่น้ำแครอทที่แปรรูปด้วยความดัน 600 เมกกะปาสคาล มีค่าเท่ากับร้อยละ 17.98 จะเห็นได้ว่าน้ำแครอทที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงที่ 600 เมกกะปาสคาล สามารถถนอมสารแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีน ได้มากกว่าน้ำแครอทที่แปรรูปด้วยความดันสูง 400 เมกกะปาสคาล และปัจจัยที่ทำให้เกิดการลดลงของสารแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนในน้ำแครอทที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงนั้น เกิดเนื่องจากกิจกรรมของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เอนไซม์เปอร์ออกซิเดสดังที่ได้กล่าวไปแล้วในข้างต้น และจากงานวิจัยของ Phunchaisri and Apichartsrangkoon (2005) รายงานว่าการแปรรูปลิ้นจี่ที่ความดันสูงระดับ 400 และ 600 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส แต่ถ้าทำการแปรรูปที่ความดันสูงระดับ 600 เมกกะปาสคาล ร่วมกันความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้

รูปที่ 4.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนระหว่างการเก็บรักษาน้ำแครอทแปรรูปด้วยเทคนิคความร้อน 90 องศาเซลเซียส 30 วินาทีและ 60 วินาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน พบว่าในช่วงสัปดาห์แรกของการเก็บรักษาน้ำแครอทที่ผ่านการแปรรูปด้วยความร้อน 90 องศาเซลเซียส 30 วินาที มีค่าลดลงร้อยละ 15.54 ในขณะที่น้ำแครอทที่ผ่านการแปรรูปด้วยความร้อน 90 องศาเซลเซียส มีค่าร้อยละ 32.55 หลังจากนั้นการลดลงของแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนในน้ำแครอทที่แปรรูปด้วยความร้อนทั้งสองสภาวะมีแนวโน้มต่ำลงเช่นเดียวกับการแปรรูปด้วยความดัน และช่วงของการเก็บวันที่ 15-25 จะมีการลดลงของสารแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนอย่างรวดเร็วอีกครั้ง โดยน้ำแครอทที่แปรรูปด้วยความร้อน 90 องศาเซลเซียส 30 วินาที มีค่าการลดลงร้อยละ 26.90 ในขณะที่น้ำแครอทที่แปรรูปด้วยความร้อน 90 องศาเซลเซียส 60 วินาที มีค่าเท่ากับร้อยละ 22.98

อุณหภูมิสูงและระยะเวลาสั้นที่ใช้ในการแปรรูปน้ำแครอทนั้นยังไม่สามารถทำลายกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้หมด เพราะเอนไซม์นี้ทนต่อความร้อน และงานวิจัยของ Burnette (1977) พบว่ากิจกรรมการทำงานของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 10% เมื่อเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเทอร์นิพ (turnip juice) ที่ผ่านการแปรรูปด้วยความร้อนนาน 5 วัน และการป้องกันไม่ให้เอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเกิดการ regeneration จะต้องใช้อุณหภูมิ 121 องศา-เซลเซียส นาน 6 นาที จึงจะสามารถยับยั้งเอนไซม์นี้ได้อย่างสมบูรณ์ และการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 36 วินาที สามารถลดกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ได้ 6 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการเก็บรักษานาน 1-2 วัน นอกจากผลของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่มีต่อการลดลงของแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนแล้ว อุณหภูมิสูงยังส่งผลให้เกิดการ degradation ภายหลังการแปรรูป (Len and Chen, 2005) ยิ่งใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลานานขึ้น ส่งผลให้ปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนมีค่าลดลงหลังจากการเก็บรักษา

รูปที่ 4.3 และ 4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนระหว่างการเก็บรักษาน้ำแครอทแปรรูปด้วยเทคนิคความดันและความร้อน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน เปรียบเทียบกัน จะพบว่าแนวโน้วการลดลงของแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนที่คล้ายกันทั้งการแปรรูปด้วยความดันและความร้อน ช่วงสัปดาห์แรกของการเก็บรักษาน้ำแครอทแปรรูปจะเห็นความคงตัวของแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนได้ชัดเจนกว่าในช่วงอื่น น้ำแครอทที่แปรรูปด้วยความดันมีความคง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวของแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนมากกว่าน้ำแครอทที่แปรรูปด้วยความร้อน ซึ่งผลการทดลองในตอนนี้สอดคล้องกับผลการวัดค่าสี และถ้าจะกำหนดอายุการเก็บรักษา (shelf life) ของน้ำแครอทแปรรูปทั้งความดันสูงและความร้อนที่สภาวะ 4 องศาเซลเซียส สามารถกำหนดได้ถึง 20 วัน เมื่อสังเกตจากลดลงของแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีน แต่จะต้องพิจารณาควบคู่ไปกับผลการทดลองทางจุลชีววิทยา

การลดลงของสารแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีน อย่างรวดเร็วในสัปดาห์แรกของการเก็บรักษาในทุกชุดการทดลอง สามารถนำระยะการเก็บนานหนึ่งสัปดาห์มากำหนดอายุการเก็บรักษา (shelf life) น้ำแครอทที่ผ่านการแปรรูปได้ ซึ่งโดยปกติแล้วอาหารที่ผ่านการพาสเจอไรเซชันจะมีอายุการเก็บรักษา (shelf life) นาน 1 สัปดาห์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เช่น น้ำนมที่ผ่านการพาสเจอไรเซชันสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้นาน 1 สัปดาห์ และหากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องจะเน่าเสียภายใน 1 วัน ดังนั้นสามารถหาค่าการสูญเสียคุณภาพของแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนในน้ำแครอทแปรรูปด้วยความดันสูงและความร้อนในสัปดาห์แรกของการเก็บได้โดยการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง log C/C_0 กับระยะเวลาในการเก็บ (วัน) โดยที่ C คือ ปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนในช่วงเวลานั้นๆ และ C_0 คือ ปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนเริ่มต้น (พัชรินทร์ , 2548) ลักษณะกราฟที่ได้จะแสดงการลดลงของปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนในช่วงเวลาระยะเวลาการเก็บ 5 วัน และค่าความชันของกราฟ (slope) มีค่าเท่ากับ – 1 / D value ซึ่งค่า D value เป็นค่าของเวลาที่ทำให้มีการสูญเสียคุณภาพของปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนไป 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บน้ำแครอทแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากการคำนวณค่า D-value ได้แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าของเวลาที่ทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพของปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนไป 90 เปอร์เซ็นต์ในน้ำแครอทแปรรูป เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

สภาวะการแปรรูป	D-value (วัน)
ความดัน 400 เมกกะปาสคาล 15 นาที	111
ความดัน 600 เมกกะปาสคาล 15 นาที	181
ความร้อน 90 องศาเซลเซียส 30 วินาที	68
ความร้อน 90 องศาเซลเซียส 60 วินาที	29

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 4.7 แสดงค่าของเวลาที่ทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพของปริมาณแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนไป 90 เปอร์เซ็นต์ (D-value) ในแต่ละสภาวะของการแปรรูป น้ำแครอทที่แปรรูปด้วยความดันสูงมีค่า D-value เท่ากับ 111 และ 181 วัน ตามลำดับของความดันสูงที่ใช้คือ 400 และ 600 เมกกะปาสคาล เป็นเวลา 15 นาที และค่า D-value ของน้ำแครอทแปรรูปด้วยความร้อนมีค่าเท่ากับ 68 และ 29 วันตามลำดับของสภาวะที่ใช้ในการทดลองคือ ความร้อน 90 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 60 วินาที

ค่าของ D-value เป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่าสารแอลฟา-และเบต้า-แคโรทีนในน้ำแครอทแปรรูปด้วยความดันสูงมีความคงตัวมากกว่าการแปรรูปด้วยความร้อนหรืออุณหภูมิสูง เมื่ออายุเก็บรักษาน้ำแครอทแปรรูปนาน 1 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved