บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของวัตถุดิบ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและทางจุลชีววิทยาของวัตถุดิบก่อนการแปรรูปเป็นน้ำพริกหนุ่ม แสดงดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตน้ำพริกหนุ่ม

สิ่งที่วิเคราะห์	วัตถุดิบ			
	พริกหนุ่มพันธุ์แม่ปิง	พริกอบ	หอมอบ	กระเทียมลวก
ค่าสี L*	47.45±1.46	41.76±0.71	48.77±1.17	61.03±1.43
ค่าสี a*	-4.65±0.60	-4.18±0.30	1.74±0.41	-2.21±0.05
ค่าสี b*	19.47±0.58	22.92±1.08	0.89±0.59	24.18±0.53
ค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w)	0.885±0.001	0.881±0.020	0.881±0.025	0.880±0.012
ปริมาณความชื้น (%wet basis)	90.96±0.29	90.15±0.15	78.46±0.66	66.94±0.52
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.30±0.02	5.26±0.01	5.42±0.03	6.02±0.01
กิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Unit/g)	36.6±11.76	4.49±0.17	5.60±1.10	4.89±9.84
กิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส (Unit/g)	149.3±14.6	61.19±10.38	48.08±12.10	35.41±5.22
กิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (Unit/g)	388.45±41.85	4.39±2.90	646.27±92.39	165.03±18.94

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

สิ่งที่วิเคราะห์	วัตถุดิบ			
	พริกหนุ่มพันธุ์แม่ปิง	พริกอบ	หอมอบ	กระเทียมลวก
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	2.67±0.48	2.50±0.45	1.40±0.24	0.45±0.02
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%)	4.00±0.21	3.21±0.14	14.61±0.54	20.80±1.75
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g)	5.22	2.40	3.10	3.08
ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g)	2.58	1	<1	1.93

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.1 แสดงคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและทางจุลชีววิทยาของวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตน้ำพริกหนุ่ม ค่าสี L* ของพริกหนุ่มพันธุ์แม่ปิงมีค่าเท่ากับ 47.45 ค่าสี a* เท่ากับ -4.65 และ ค่าสี b* เท่ากับ 19.47 จากค่าสีที่วัดได้ แสดงว่าพริกหนุ่มพันธุ์แม่ปิงมีสีเขียวอมเหลือง ค่าสี L* ของพริกอบมีค่าเท่ากับ 41.76 ค่าสี a* เท่ากับ -4.18 และ ค่าสี b* เท่ากับ 22.92 แสดงว่า พริกอบมีสีเขียวอมเหลืองคล้ำเล็กน้อย ส่วนหอมอบมีค่าสี L* เท่ากับ 48.77 ค่าสี a* เท่ากับ 1.74 และค่าสี b* เท่ากับ 0.89 แสดงว่าหอมอบมีสีค่อนไปทางสีขาวเทา และกระเทียมลวกมีค่าสี L* เท่ากับ 61.03 ค่าสี a* เท่ากับ -2.21 และค่าสี b* เท่ากับ 24.18 แสดงว่ากระเทียมลวกมีสีค่อนไปทางสีเหลืองอ่อน

ค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w) และปริมาณความชื้นของพริกหนุ่มพันธุ์แม่ปิงมีค่าเท่ากับ 0.885 และ 90.96% ตามลำดับ สำหรับวัตถุดิบมีค่ากิจกรรมของน้ำประมาณ 0.880-0.881 ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณความชื้นในช่วง 90.15-66.94% โดยพริกอบมีปริมาณความชื้นสูงสุดและกระเทียมลวกมีปริมาณความชื้นต่ำสุด ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของวัตถุดิบอยู่ในช่วง 5.26-6.02 โดยพริกอบมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุดและกระเทียมลวกมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด ดังนั้น จุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรีย ยีสต์และราส่วนใหญ่ในวัตถุดิบที่ใช้ผลิตน้ำพริกหนุ่มสามารถเจริญเติบโตได้ดีและเป็นสาเหตุให้น้ำพริกหนุ่มเสื่อมเสียได้ง่ายถึงแม้ว่ากระเทียมจะมี allicin ซึ่งเป็นสารต้านจุลินทรีย์ก็ตาม

พริกหนุ่มพันธุ์แม่ปิงมีกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Polyphenoloxidase: PPO) เท่ากับ 36.6 Unit/g กิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส (Lipoxygenase: LOX) เท่ากับ 149.3 Unit/g และมีกิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (Peroxidase: POD) เท่ากับ 388.45 Unit/g

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วัตถุดิบที่มีกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสมากสุด คือ หอมอบ รองลงมา คือ กระเทียมลวก และพริกอบโดยมีกิจกรรมเอนไซม์เท่ากับ 5.60, 4.89 และ 4.49 Unit/g ตามลำดับ กิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสมีมากสุดใน พริกอบ รองลงมา คือ หอมอบ และกระเทียมลวกโดยมีกิจกรรมเอนไซม์เท่ากับ 61.19, 48.08 และ 35.41 Unit/g ตามลำดับ ส่วนวัตถุดิบที่มีกิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสมากสุด คือ หอมอบ กระเทียมลวกและพริกอบโดยมีกิจกรรมเอนไซม์เท่ากับ 646.27, 165.03 และ 4.39 Unit/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่ากิจกรรมเอนไซม์ของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตน้ำพริกหนุ่ม พบว่า ค่ากิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส มีค่าสูงสุดรองลงมา คือ เอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสและเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ตามลำดับ การที่ค่ากิจกรรมเอนไซม์ลดลงเนื่องจากความร้อนทำให้โปรตีนเสียสภาพธรรมชาติ เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างบริเวณ-เร่ง (active site) ของเอนไซม์ ให้ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาได้ (ปราณี, 2535) อย่างไรก็ตาม ปริมาณเอนไซม์ที่ยังเหลืออยู่ในวัตถุดิบนี้เป็นสาเหตุทำให้เกิดความเสื่อมเสียทางคุณภาพของอาหารและเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนสีและกลิ่นได้ (Fennema, 1996)

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในวัตถุดิบแต่ละชนิดมีปริมาณน้ำตาลอยู่ในปริมาณสูง ทำให้เหมาะแก่การเจริญของจุลินทรีย์เนื่องจากมีน้ำตาล ซึ่งอาจเป็นแหล่งพลังงานและแหล่งคาร์บอนสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ (สุมณฑา, 2545) สำหรับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในพริกหนุ่มพันธุ์แม่ปิงมีค่าเท่ากับ 2.67% และ 4.00% ตามลำดับ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำพริกหนุ่มมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในช่วง 0.45-2.50% พริกอบมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากสุด และกระเทียมลวกมีปริมาณรีดิวซ์ต่ำสุด ส่วนปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำพริกหนุ่ม พบว่า มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดอยู่ในช่วง 3.21-20.80%โดยกระเทียมลวกมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมากที่สุด และพริกอบมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดต่ำสุด

พริกหนุ่มพันธุ์แม่ปิงมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 5.22 log CFU/g ปริมาณยีสต์และราเท่ากับ 2.58 log CFU/g สำหรับคุณภาพทางจุลชีววิทยาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำพริกหนุ่ม พบว่า พริกอบมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำสุด เท่ากับ 2.40 log CFU/g ส่วนหอมอบและกระเทียมลวก มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 3.10 log CFU/g และ 3.08 log CFU/g ตามลำดับ ปริมาณยีสต์และราในพริกอบและกระเทียมลวกมีปริมาณเชื้อ เท่ากับ 1 log CFU/g และ 1.93 log CFU/g ตามลำดับ ส่วนหอมอบตรวจไม่พบปริมาณยีสต์และรา ซึ่งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบมีค่าไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547) คือ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 4 log CFU/g ($1x10^4$ CFU/g) และปริมาณยีสต์และราไม่เกิน 10 CFU/g

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 การผลิตน้ำพริกหนุ่ม

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำพริกหนุ่มที่ผลิตจากพริกหนุ่มพันธุ์แม่ปิง

สิ่งที่วิเคราะห์	น้ำพริกหนุ่ม
ค่าสี L*	40.51±1.74
ค่าสี a*	-1.30±0.87
ค่าสี b*	13.75±0.91
ค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w)	0.876±0.002
ปริมาณความชื้น (%wet basis)	84.13±0.40
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.28±0.02
กิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Unit/g)	5.15±1.32
กิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส (Unit/g)	81.01±1.59
กิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (Unit/g)	15.03±0.28
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	2.25±0.03
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%)	5.44±0.00
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g)	2.47
ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g)	<1

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.2 แสดงคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและทางจุลชีววิทยาของน้ำพริกหนุ่มที่ผลิตจากพริกหนุ่มพันธุ์แม่ปิงมีค่าสี L* เท่ากับ 40.51 ค่าสี a* เท่ากับ -1.30 ค่าสี b* เท่ากับ 13.75 แสดงว่าสีของน้ำพริกหนุ่มมีสีเขียวอมเหลืองคล้ำเล็กน้อย

น้ำพริกหนุ่มมีค่ากิจกรรมของน้ำและปริมาณความชื้นสูง มีค่าเท่ากับ 0.876 และ 84.13% ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำพริกหนุ่มมีค่าเท่ากับ 5.28 ดังนั้น น้ำพริกหนุ่มจึงจัดเป็นอาหารประเภทที่มีความเป็นกรดต่ำ ซึ่งง่ายต่อการเสื่อมคุณภาพจากจุลินทรีย์และปฏิกิริยาเคมี ดังนั้นหลังจากถนอมอาหารแล้วควรเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (วิไล, 2546)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่ากิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในน้ำพริกหนุ่ม มีค่าเท่ากับ 5.15 Unit/g กิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส มีค่าเท่ากับ 81.01 Unit/g และกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส มีค่าเท่ากับ 15.03 Unit/g ปริมาณเอนไซม์ที่เหลืออยู่ในน้ำพริกหนุ่มอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารได้ เมื่อเนื้อเยื่อพืชได้รับความเสียหายเอนไซม์ที่มีอยู่ภายในเนื้อเยื่อจะถูกปลดปล่อยออกมาสัมผัสกับสับสเตรทและเกิดการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพของอาหารได้ (Fennema, 1996)

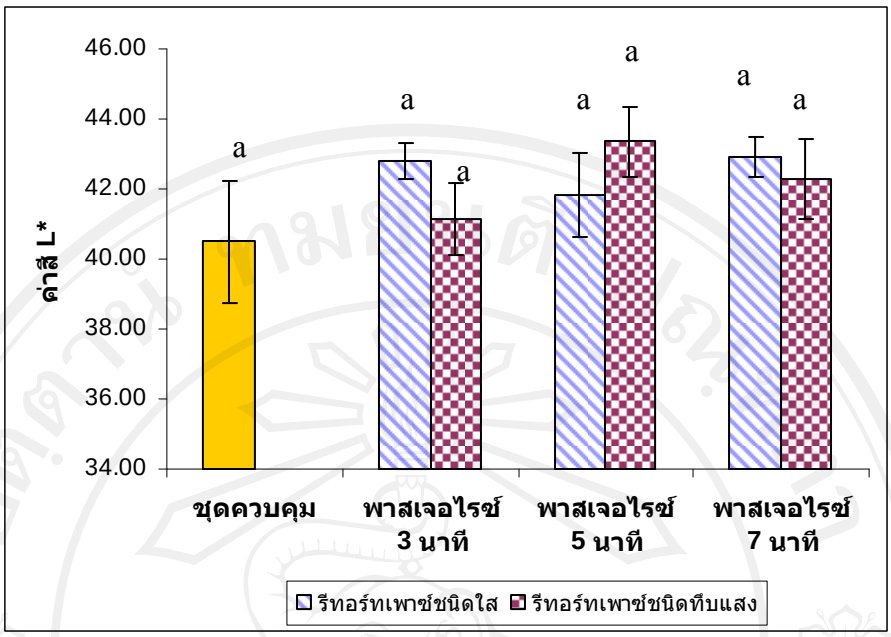
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของน้ำพริกหนุ่ม มีค่าเท่ากับ 2.25% และ 5.44% ตามลำดับ ดังนั้น จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้โดยใช้น้ำตาลในรูปน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น กลูโคส โดยน้ำตาลจะเข้าสู่ปฏิกิริยาไกลโคไลซิส ได้เป็นพลังงานนำมาใช้สำหรับการดำรงชีวิต (Gomez and Artes, 2005)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาในน้ำพริกหนุ่ม พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 2.47 log CFU/g และตรวจไม่พบปริมาณยีสต์และรา ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547) กำหนดให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำพริกหนุ่มต้องไม่เกิน 4 log CFU/g ($1x10^4$ CFU/g) และปริมาณยีสต์และราต้องไม่เกิน 10 CFU/g ดังนั้น น้ำพริกหนุ่มที่ผลิตขึ้นจึงมีความสะอาดและปลอดภัยต่อผู้บริโภคเนื่องจากมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547)

4.3 กระบวนการพาสเจอไรซ์น้ำพริกหนุ่ม

คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและทางจุลชีววิทยาของน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม (ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์) และน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 3, 5 และ 7 นาที แสดงดังรูปที่ 4.1-4.11

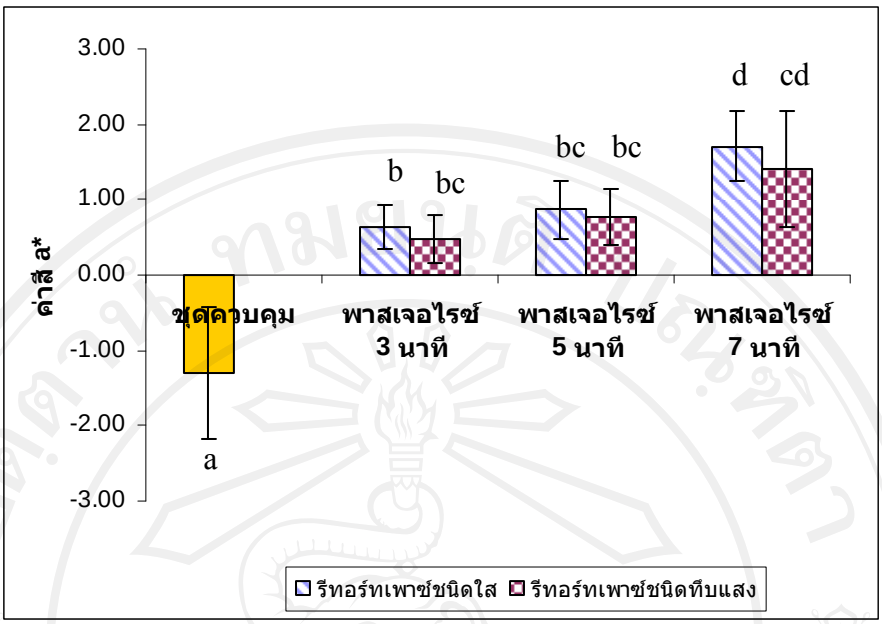
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.1 ค่าสี L* ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสง พาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 3, 5 และ 7 นาที (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.1 ค่าสี L* ของน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ทุกระยะเวลาไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบค่าสี L* ระหว่างรีทอร์ท-เพาซ์ที่ใช้บรรจุน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นกัน ค่า L* เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสว่างของตัวอย่าง ถ้ามีค่า L* เข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีสีคล้ำ ถ้าค่า L* เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างมาก (McGuire, 1992) น้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมมีค่า L* เท่ากับ 40.51 ส่วนน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสง มีค่า L* อยู่ในช่วง 41.16-43.35 แสดงว่า น้ำพริก-หนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีความสว่างอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับค่าสี a* ค่าสี b* และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากความร้อนทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับเอมีนในน้ำพริกหนุ่ม ดังรายงานของ Garza *et al.* (1999) โดยทำการศึกษาการพาสเจอไรซ์ลูกพีชตีป่นที่อุณหภูมิ 80°C, 85 °C, 90°C, 95°C และ 98°C เวลา 480 นาที (8 ชั่วโมง) พบว่า ลูกพีชตีป่นมีค่าสี L* และค่าสี a* มีค่าเพิ่มขึ้น ถ้าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการพาสเจอไรซ์เพิ่มขึ้นทำให้ลูกพีชตีป่นมีสีคล้ำมากขึ้น ซึ่งสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีได้ตั้งแต่ที่อุณหภูมิ 80°C นอกจากนี้ยังพบว่ามีปริมาณน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสในลูกพีชตีป่นมีเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากน้ำตาลซูโครสในลูกพีชตีป่นถูกไฮโดร-ไลส์ในระหว่างการให้ความร้อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

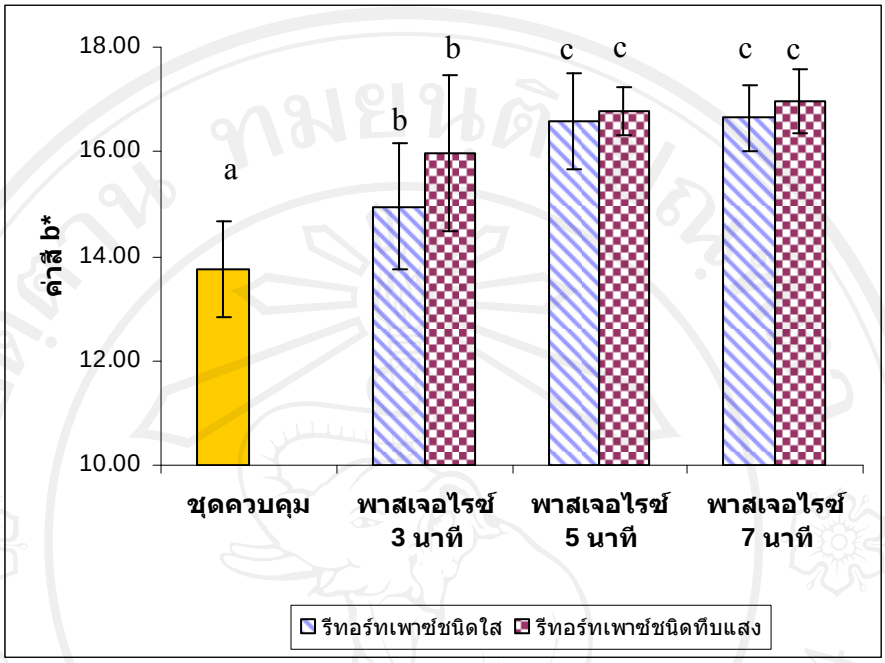


รูปที่ 4.2 ค่าสี a* ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาช์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 3, 5 และ 7 นาที (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.2 ค่าสี a* ของน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม ค่าสี a* ของน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ที่เวลา 3 และ 5 นาที มีความแตกต่างกันกับน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ที่เวลา 7 นาที และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดรีทอร์ทเพาช์ที่ใช้บรรจุน้ำพริกหนุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่าสี a* เป็นบวก แสดงถึงความเป็นสีแดง ส่วนค่าสีเป็น a* ลบ แสดงถึงความเป็นสีเขียว (McGuire, 1992) น้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมมีค่าสี a* เท่ากับ -1.30 ส่วนน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีค่าสี a* อยู่ในช่วง 0.48-1.71 ระยะเวลาที่ใช้ในการพาสเจอไรซ์นานขึ้นทำให้น้ำพริกหนุ่มมีสีเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นน้ำตาลแดงมากขึ้น ซึ่งสาเหตุการเปลี่ยนสีของน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์สอดคล้องกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เพิ่มขึ้น โดยความร้อนทำให้เกิดสีน้ำตาลเนื่องจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) ระหว่างหมู่คาร์บอนิลของน้ำตาลรีดิวซ์และหมู่อะมิโนของโปรตีน (Fennema, 1996) นอกจากนี้ความร้อนยังทำให้คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ในน้ำพริกหนุ่มเปลี่ยนไปเป็นฟีโอไฟติน (pheophytin) ซึ่งมีสีเขียวน้ำตาลหรืออาจสูญเสียไฟตอล (phytol) ร่วมด้วยทำให้เปลี่ยนไปเป็นฟีโอฟอร์ไบด์ซึ่งมีสีน้ำตาล (นิธิยา, 2549) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yen and Lin (1996) พบว่า ค่าสี a* ของเนื้อฝรั่งตีป่นพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 88-90°C เวลา 24 วินาที มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

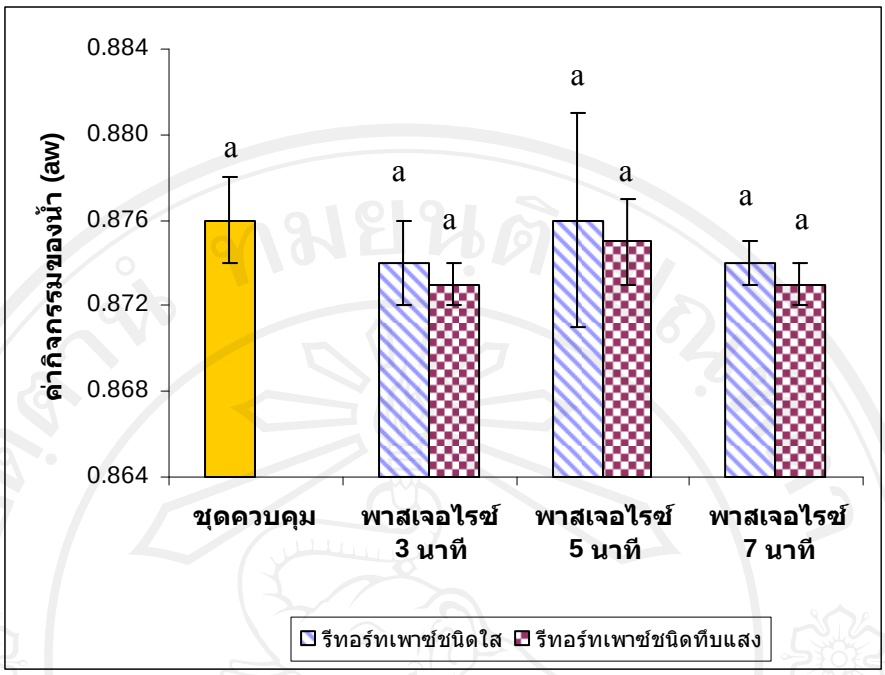
ค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากความร้อนไปทำลายรงควัตถุ เช่น คลอโรฟิลล์ ในเนื้อฝรั่งตีป่น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเล็กน้อย



รูปที่ 4.3 ค่าสี b* ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 3, 5 และ 7 นาที (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.3 ค่าสี b* ของน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม น้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ที่เวลา 3 นาที มีค่าสี b* แตกต่างกันกับน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ที่เวลา 5 และ7 นาที เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดรีทอร์ทเพาซ์ที่ใช้บรรจุน้ำพริกหนุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่าสี b* เป็นบวก แสดงถึงความเป็นสีเหลือง ค่าสี b* เป็นลบ แสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน (McGuire, 1992) น้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมมีค่าสี b* เท่ากับ 13.75 ส่วนน้ำพริกหนุ่มพาสเจอ-ไรซ์มีค่าสี b* อยู่ในช่วง 13.41-16.97 น้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการพาสเจอไรซ์มีสีเหลืองเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lee and Coates (2003) พบว่า น้ำส้ม valencia มีสีเหลืองเพิ่มขึ้น เมื่อพาสเจอไรซ์น้ำส้มที่อุณหภูมิ 90°C เวลา 30 วินาที ค่าสี b* ที่เพิ่มขึ้นในน้ำพริกหนุ่มนี้ยังสอดคล้องกับค่าสี L* ค่าสี a* และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอธิบายในทำนองเดียวกันว่าเกิดจากการที่น้ำตาลรีดิวซ์ได้รับความร้อนในสภาวะที่มีน้ำกับเอมีนทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องจนได้สารสีน้ำตาลและอัตราเร็วของปฏิกิริยาเมลลาร์ดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (นิธิยา, 2549)

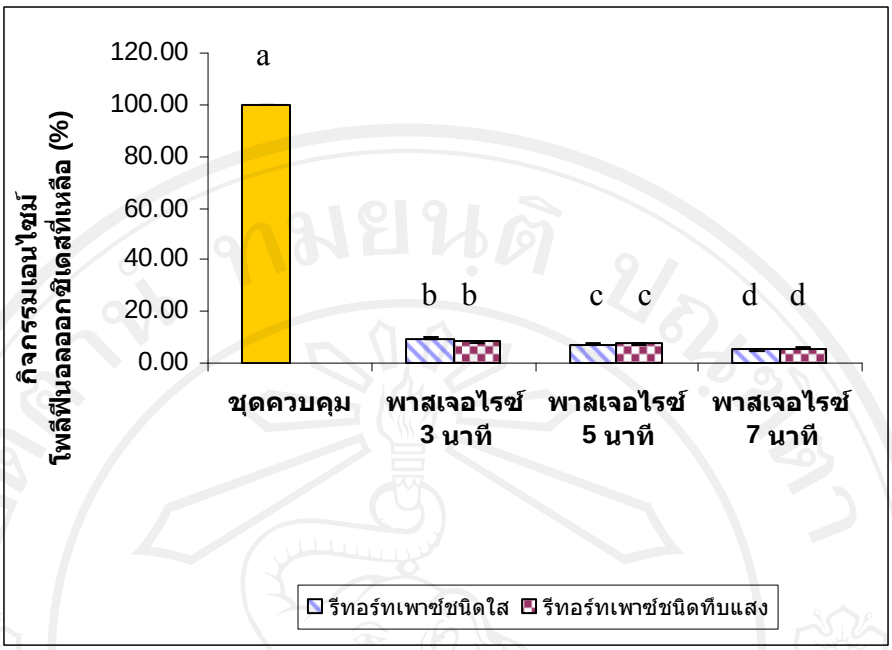
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.4 ค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสง พาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 3, 5 และ 7 นาที (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.4 ค่ากิจกรรมของน้ำของน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ทุกระยะเวลาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของรีทอร์ทเพาซ์ที่ใช้บรรจุน้ำพริกหนุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นกัน ค่ากิจกรรมของน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีค่าอยู่ในช่วง 0.873-0.876 ค่ากิจกรรมของน้ำในน้ำพริกหนุ่มมีค่ามากกว่า 0.80 ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ยีสต์และรา (วิไล, 2546) และเหมาะต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในอาหาร เช่น ปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์และปฏิกิริยาที่ไม่อาศัยเอนไซม์ (นิธิยา, 2549)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

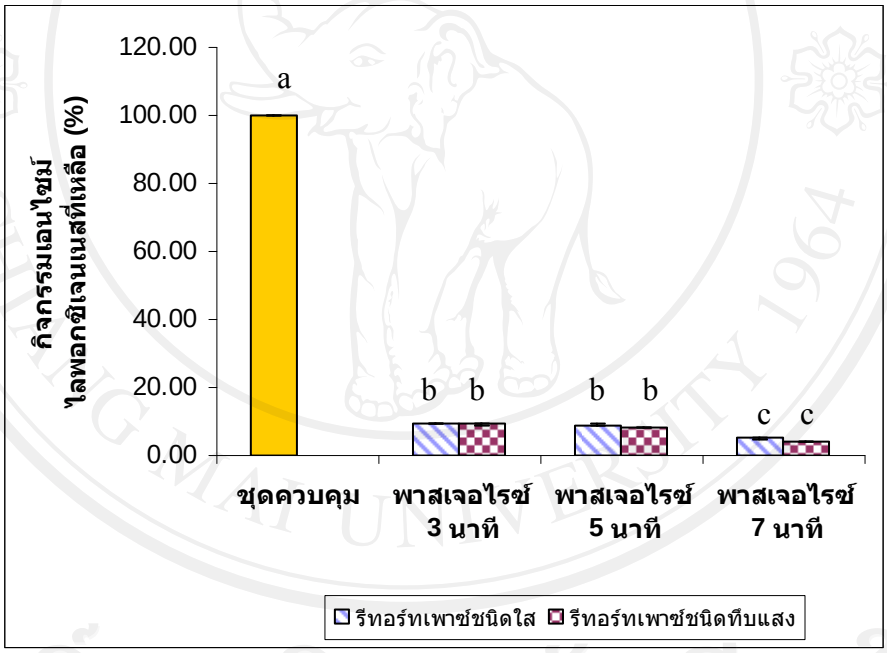


รูปที่ 4.5 กิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่เหลือ (%) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์เพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสง พาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 3, 5 และ 7 นาที (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่เหลือของน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กิจกรรมเอนไซม์ลดลงเหลือ 5.11-9.63% เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม ในส่วนของรีทอร์ทเพาซ์ที่ใช้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดใสและชนิดทึบแสง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งสาเหตุการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมเอนไซม์เกิดจากโครงสร้างบริเวณเร่ง (active site) ของเอนไซม์มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อน (ปราณี, 2535) จากค่ากิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่เหลืออยู่น้อยอาจไปมีผลต่อการเปลี่ยนสีในระหว่างการเก็บรักษา สารประกอบฟีนอลในพืชจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยมีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและเกิดโพลีเมอไรเซชันโดยปฏิกิริยาที่ไม่อาศัยเอนไซม์ต่อเนื่องไปจนเกิดเป็นสีน้ำตาลซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพด้านสีกลิ่นและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารได้ โดยทั่วไปกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสจะถูกทำลายที่อุณหภูมิประมาณ 70-90°C (Vamos-Vigyazo, 1981) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยด้านเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน ค่าความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจน และเอนไซม์มีปริมาณแตกต่างกันไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์ (Martina and Whitaker, 1995) จากการศึกษาของ Castro *et al*. (2008) พบว่า เอนไซม์ โพลีฟีนอลออกซิเดสในพริก (*Capsicum annum* L.) มีความเสถียรต่อความร้อนปานกลางและเมื่อนำพริกไปลวกที่อุณหภูมิ 98°C กิจกรรมเอนไซม์ลดลงประมาณ 25-75% และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาของ Luhadiya and Kulkarni (1978) พบว่า กิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสในพริกสด (*Capsicum frutescens* var. gossa sendt) เมื่อนำไปลวกที่อุณหภูมิ 40-60°C เวลา 45 นาที ไม่สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้ แต่กิจกรรมเอนไซม์จะถูกยับยั้งประมาณ 90% เมื่อลวกพริกที่อุณหภูมิ 90°C และ 100°C เวลา 5 นาที และ 1 นาที ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chutintrasri and Noomhorm (2006) ศึกษาการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในเนื้อสับปะรดตีป่นบรรจุในถุงพลาสติกเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 40-60°C เป็นเวลา 30 นาที พบว่า กิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสลดลงไป 60% ที่อุณหภูมิมากกว่า 75°C กิจกรรมเอนไซม์จะลดลงอย่างรวดเร็ว โดยที่อุณหภูมิ 85°C และ 90°C เวลา 5 นาที มีกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเหลือประมาณ 7% และ 1.2% ตามลำดับ



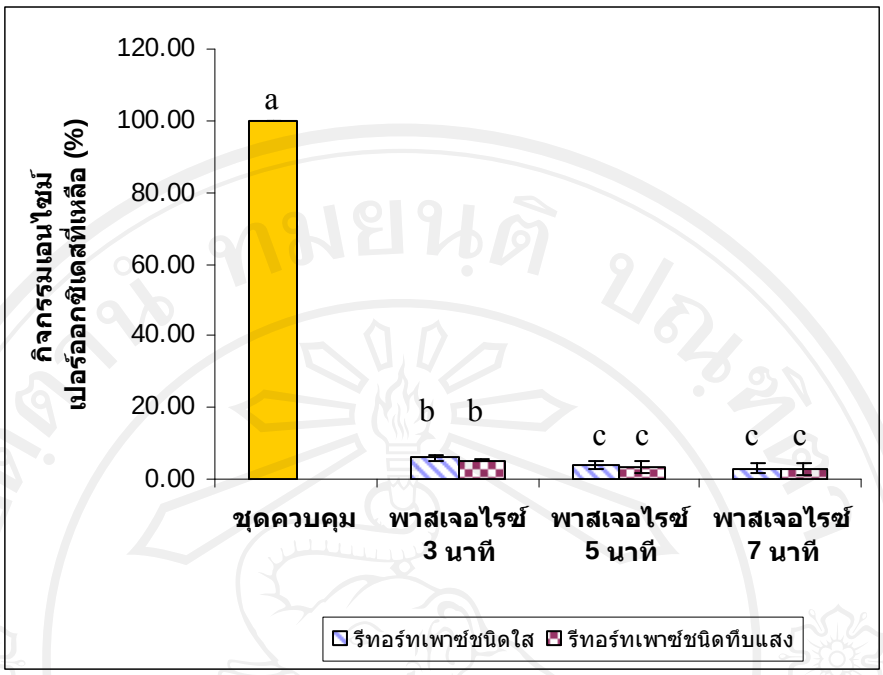
รูปที่ 4.6 กิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสที่เหลือ (%) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 3, 5 และ 7 นาที (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ทุกระยะเวลามีกิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม โดยน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีค่ากิจกรรมเหลืออยู่ 9.63-4.36% น้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ที่เวลา 3 และ 5 นาที มีกิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสที่เหลือแตกต่างกันกับน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ที่เวลา 7 นาที และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดรีทอร์ทเพาซ์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทางสถิติ ($p>0.05$) กิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสที่เหลืออยู่ในปริมาณน้อยอาจไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นของผลิตภัณฑ์ได้ (Fennema, 1996) ซึ่งเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสที่เหลืออยู่อาจเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในผลิตภัณฑ์ เช่น กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) และกรดลิโนเลนิก (linolenic acid) ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเขียวของ hexanal ซึ่งเป็นสารในกลุ่มแอลดีไฮด์ได้ (Robinson, 2001) จึงมีผลต่อคุณภาพของอาหารในระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม สาเหตุการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมเอนไซม์อธิบายได้เช่นเดียวกันกับกรณีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส คือ เกิดจากโครงสร้างบริเวณเร่ง (active site) ของเอนไซม์มีการเปลี่ยนแปลง (ปราณี, 2535) การลดลงของกิจกรรมเอนไซม์จะมากขึ้นถ้าเวลาการพาสเจอไรซ์เพิ่มขึ้น จากการศึกษาของ Isamil and Revathi (2006) พบว่า พริก (*Capsicum annum* var Kulai) ตีป่นบรรจุกระป๋องขนาด 100 กรัม เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 100^{o}C เป็นเวลา 1 นาที สามารถยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสได้ อย่างสมบูรณ์ และทำให้สีของพริกเปลี่ยนจากสีแดงสว่างเป็นสีส้มเล็กน้อย ค่าความสว่างลดลงและค่าสี a* เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาและอุณหภูมิที่ให้ความร้อนเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Rodrigo *et al*. (2007) โดยพบว่าเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสในถั่วมีความเสถียรต่อความร้อนมาก การลวกถั่วที่อุณหภูมิ 55 ^{o}C เป็นเวลา 12 นาที สามารถลดกิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสได้เพียง 5%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

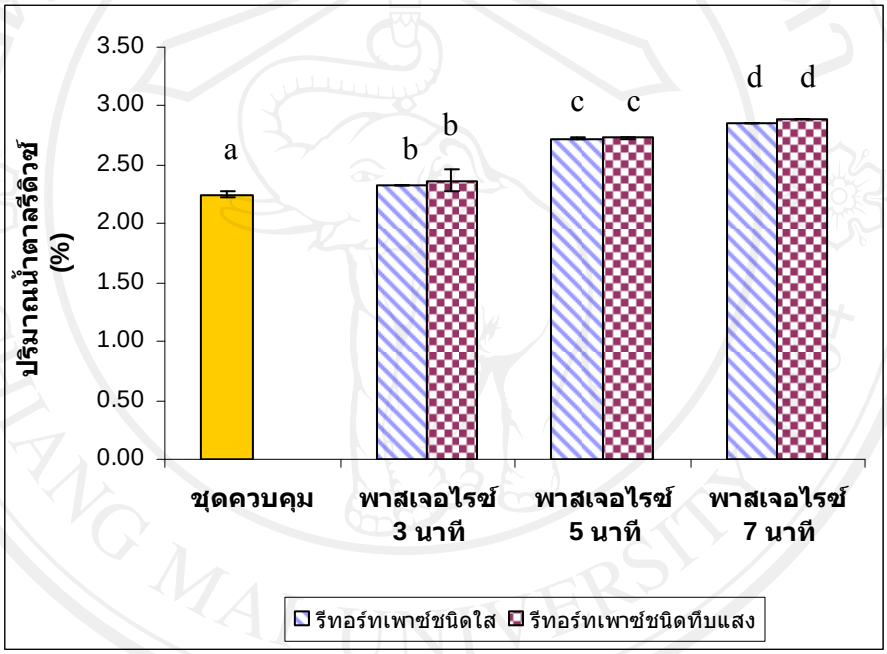


รูปที่ 4.7 กิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่เหลือ (%) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาช์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 3, 5 และ 7 นาที (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.7 กิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ทุกระยะเวลามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม น้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีค่ากิจกรรมเอนไซม์เหลือประมาณ 5.92-2.84% น้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ที่เวลา 3 นาที มีกิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสแตกต่างกันกับน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ที่เวลา 5 และ 7 นาที ในส่วนของชนิดรีทอร์ทเพาช์ที่ใช้บรรจุน้ำพริกหนุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างรีทอร์ทช์ชนิดใสและชนิดทึบแสง ซึ่งสาเหตุการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมเอนไซม์อธิบายได้เช่นเดียวกันกับกรณีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส คือ ความร้อนทำให้โครงสร้างบริเวณเร่ง (active site) ของเอนไซม์มีการเปลี่ยนแปลง (ปราณี, 2535) อย่างไรก็ตาม เอนไซม์เปอร์ออกซิเดสสามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในพืชทำให้เกิดอนุมูลอิสระ (free radical) ซึ่งมีความไวในการทำปฏิกิริยา (Robinson, 2001) ดังนั้น เอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่เหลืออยู่ในปริมาณน้อยอาจไปมีผลต่อการเปลี่ยนสี กลิ่นและสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ระหว่างเก็บรักษาได้ (Fennema, 1996) เอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเป็นเอนไซม์ที่ทนความร้อนสูง ดังนั้น จึงใช้กิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเป็นดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพในการลวกผัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่างไรก็ตาม ปริมาณ H_2O_2 ที่มีอยู่น้อยในอาหารอาจทำให้มีอัตราการเกิดออกซิเดชันที่ต่ำได้ (Robinson, 2001) จากการศึกษาของ Castro *et al.* (2008) พบว่า การลวกพริก (*Capsicum anuum L.*) ที่อุณหภูมิ 70°C, 80°C และ 98°C เป็นเวลา 1 และ 2.5 นาที ตามลำดับ กิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสลดลงมากกว่า 85% แสดงให้เห็นว่าเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในพริกมีเสถียรภาพต่อความร้อนต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bahceci *et al.* (2004) ซึ่งรายงานว่าการลวกถั่วเขียวที่อุณหภูมิ 90°C เวลา 3 นาที สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้ 90%

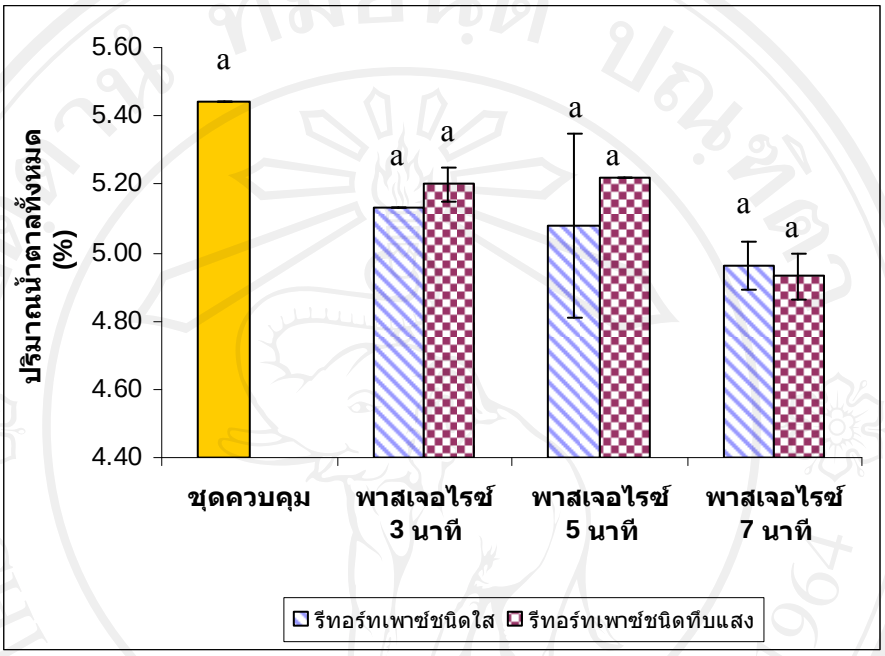


รูปที่ 4.8 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 3, 5 และ 7 นาที (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.8 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ในทุกระยะเวลา เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม พบว่า ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในส่วนของชนิดรีทอร์ทเพาซ์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสง โดยน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ เท่ากับ 2.25% ส่วนน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์อยู่ระหว่าง 2.32-2.88% โดยความร้อนทำให้น้ำตาลซูโครสถูกไฮโดรไลส์เป็นน้ำตาลกลูโคส (glucose) และฟรุคโตส (fructose) ซึ่งใช้เป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Leszkowiat *et al.*, 1990) ซึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

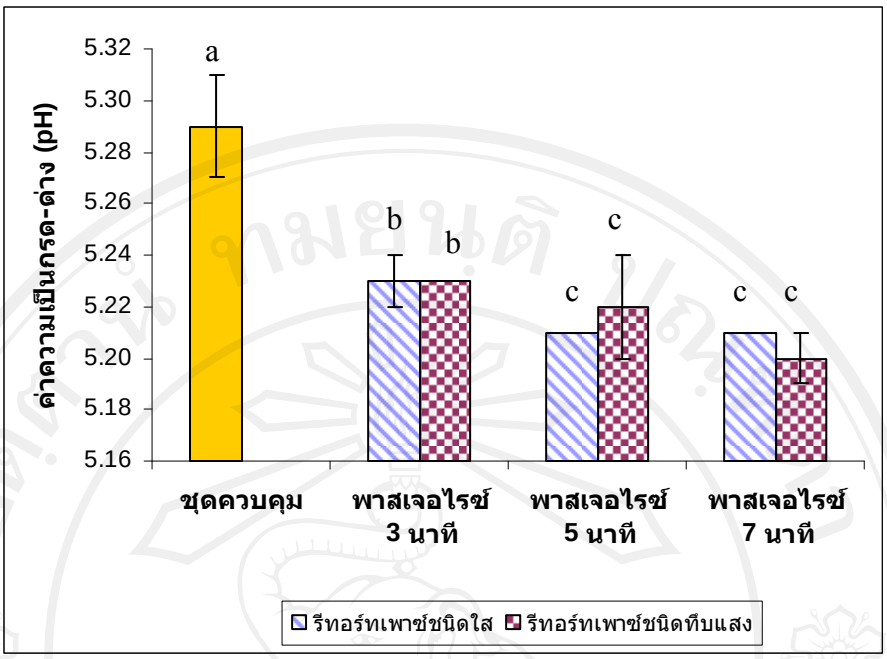
สอดคล้องกับ Garza *et al.* (1999) โดยพบว่า ปริมาณน้ำตาลซูโครสในลูกพีชตีป่นที่ผ่านการพาส-เจอไรซ์มีแนวโน้มลดลงและมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสเพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น



รูปที่ 4.9 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบ-แสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 3, 5 และ 7 นาที (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.9 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ในทุกระยะเวลาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ระหว่างรีทอร์ทเพาซ์ทั้ง 2 ชนิด ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมมีค่า เท่ากับ 5.44% ส่วนในน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดอยู่ระหว่าง 4.93-5.20% ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของน้ำพริกหนุ่มมีค่าสูง อาจเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ได้ เพราะจุลินทรีย์สามารถใช้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เข้าสู่ปฏิกิริยาไกลโคไลซิสได้เป็นพลังงานนำมาใช้สำหรับการเจริญเติบโต (Gomez and Artes, 2005)

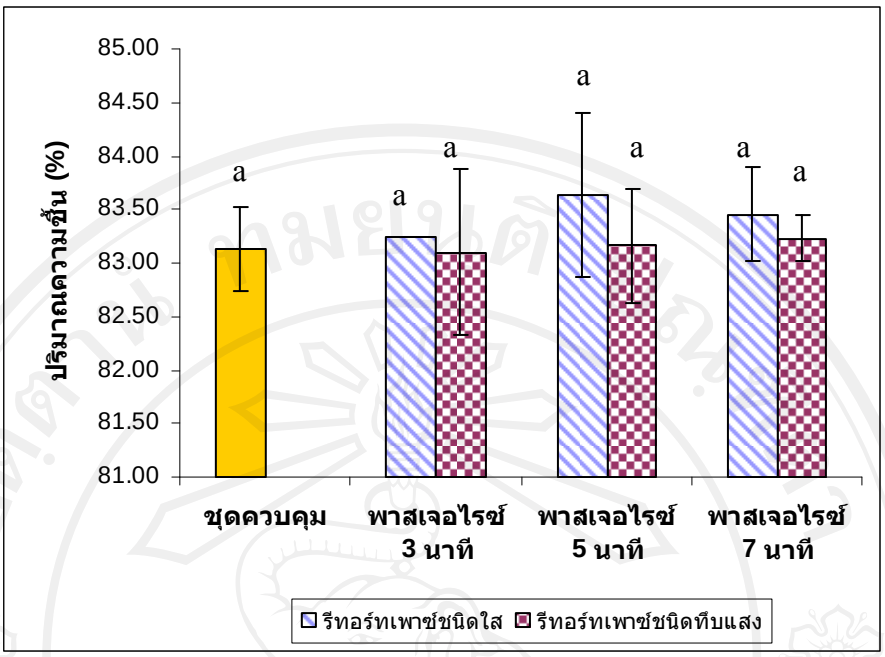
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.10 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 3, 5 และ 7 นาที (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.10 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 5.28 และค่าค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีค่าอยู่ในช่วง 5.20-5.22 น้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ที่เวลา 3 นาที มีค่าความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกันกับน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ที่เวลา 5 และ 7 นาที เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของรีทอร์ทเพาซ์ที่ใช้บรรจุน้ำพริกหนุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การที่ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ลดลง เนื่องมาจากความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีของอาหารและเพิ่มปริมาณ H^+ ได้ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารมีแนวโน้มที่จะเป็นกรดมากขึ้น (Fennema, 1996) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cortes *et al.* (2008) รายงานว่าน้ำส้มที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90°C เวลา 20 วินาที มีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำส้มที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.11 ปริมาณความชื้น (%) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสง พาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90^{o}C เป็นเวลา 3, 5 และ 7 นาที (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.11 ปริมาณความชื้นของน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ทุกระยะเวลาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของรีทอร์ทเพาซ์ที่ใช้บรรจุน้ำพริกหนุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นกัน โดยน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีปริมาณความชื้นระหว่าง 82.45-84.13% ปริมาณความชื้นที่สูงนี้สอดคล้องกับค่ากิจกรรมของน้ำในน้ำพริกหนุ่ม การที่ปริมาณความชื้นในน้ำพริกหนุ่มมีค่าสูง เนื่องมาจากวัตถุดิบที่ใช้ผลิตน้ำพริกหนุ่มมีปริมาณความชื้นสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.3 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ท-เพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 3, 5 และ 7 นาที (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

น้ำพริกหนุ่ม	รีทอร์ทเพาซ์	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g)	ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g)
ชุดควบคุม	-	2.47 [a]	<1
พาสเจอไรซ์ 3 นาที	ชนิดใส	1.54 [b]	<1
	ชนิดทึบแสง	1.60 [b]	<1
พาสเจอไรซ์ 5 นาที	ชนิดใส	<1 [c]	<1
	ชนิดทึบแสง	<1 [c]	<1
พาสเจอไรซ์ 7 นาที	ชนิดใส	<1 [c]	<1
	ชนิดทึบแสง	<1 [c]	<1

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ

: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับในแต่ละสดมภ์ที่ต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราในน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ ผลการตรวจเชื้อ พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำพริก-หนุ่มชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 2.47 log CFU/g และตรวจไม่พบปริมาณยีสต์และรา ส่วนน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เวลา 3, 5 และ 7 นาที พบว่า การพาสเจอไรซ์น้ำพริกหนุ่มที่เวลา 3 นาที มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสง เท่ากับ 1.54 log CFU/g และ 1.60 log CFU/g ตามลำดับ ส่วนการพาสเจอไรซ์ที่เวลา 5 และ 7 นาที ทั้งที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสง ตรวจไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยว่า 1 log CFU/g) เนื่องจากโดยปกติการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65°C เวลา 10 นาที สามารถทำลายเซลล์ของแบคทีเรียกลุ่มที่ไม่ทนความร้อนได้ ส่วนแบคทีเรียกลุ่มที่ทนความร้อนที่สำคัญในอาหารส่วนใหญ่ถูกทำลายที่อุณหภูมิ 75-80°C เวลา 5-10 นาที สปอร์ของแบคทีเรียจะถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 121°C เวลา 15 นาที (Ray, 2004) นอกจากนี้ตรวจไม่พบปริมาณยีสต์และราในน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ทุกระยะเวลา (ปริมาณยีสต์และรามีค่าน้อยว่า 1 log CFU/g) ทั้งที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสง เนื่องจากเชื้อยีสต์และราถูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำลายได้โดยความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 60 ^{o}C เวลา 10-15 นาที (วราวุฒิ, 2538) เมื่อเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกหนุ่มพาส-เจอไรซ์มีเชื้อจุลินทรีย์ คือ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 4 log CFU/g (1x10^{4} CFU/g) และปริมาณยีสต์และราไม่เกิน 10 CFU/g (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547)

ตารางที่ 4.4 คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale ของน้ำ-พริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90^{o}C เป็นเวลา 3, 5 และ 7 นาที (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

น้ำพริกหนุ่ม	รีทอร์ทเพาซ์	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	เนื้อสัมผัส ^{ns}	การยอมรับโดยรวม ^{ns}
ชุดควบคุม	-	6.86 ±1.62	6.86 ±1.28	7.10 ±1.44	6.93 ±1.23
พาสเจอไรซ์ 3 นาที	ชนิดใส	6.76 ±1.33	6.48 ±1.61	6.55 ±1.47	6.41 ±1.35
	ชนิดทึบแสง	7.00 ±1.25	6.86 ±1.43	6.79 ±1.34	6.55 ±1.32
พาสเจอไรซ์ 5 นาที	ชนิดใส	7.03 ±1.24	6.41 ±1.55	6.59 ±1.59	6.75 ±1.35
	ชนิดทึบแสง	6.93 ±1.43	6.31 ±1.79	6.68 ±1.49	6.65 ±1.50
พาสเจอไรซ์ 7 นาที	ชนิดใส	6.65 ±1.69	6.42 ±1.98	6.20 ±2.00	6.62 ±1.47
	ชนิดทึบแสง	7.00 ±1.19	6.62 ±1.63	6.82 ±1.58	6.48 ±1.56

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

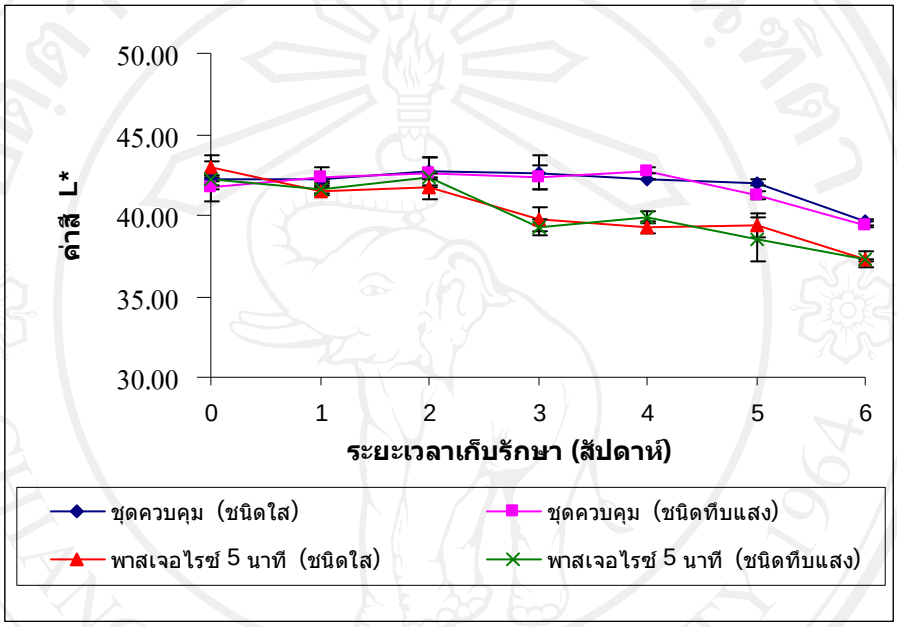
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale ของน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์เปรียบเทียบกับน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 50 คน พบว่า น้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ที่ระยะเวลาต่างๆ มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง เมื่อนำคะแนนการทดสอบชิมมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ระหว่างน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ทั้งที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสง แสดงว่า ผู้บริโภคยอมรับทุกผลิตภัณฑ์เท่าๆ กัน เพื่อให้สอดคล้องกับผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ (ตารางที่ 4.3) และค่าสี L* a* และ b* จึงคัดเลือกการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 90 ^{o}C เวลา 5 นาที มาทำการศึกษาในตอนต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการแปรรูป

น้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เวลา 5 นาที (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์) และเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4°C วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา ทุก ๆ 7 วัน จนผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.12-4.22

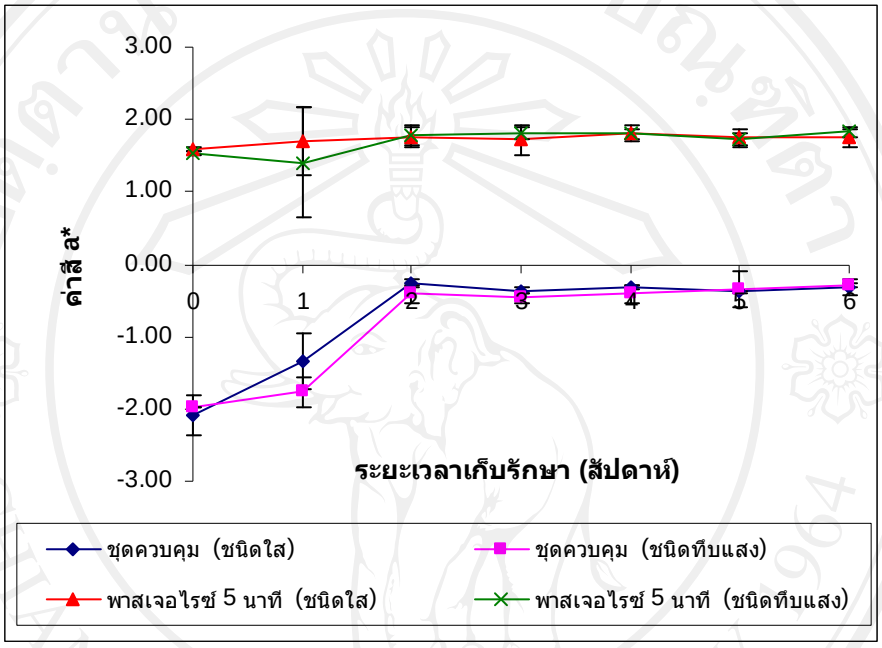


รูปที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงของค่าสี L* ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.12 น้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีค่าความสว่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างรีทอร์ทเพาซ์ทั้ง 2 ชนิด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าความสว่างของน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมในสัปดาห์เริ่มต้นมีค่าอยู่ในช่วง 41.75-42.21 ค่าความสว่างลดลงอย่างต่อเนื่องโดยในสัปดาห์ที่ 6 มีค่าความสว่างเท่ากับ 39.36-39.67 ส่วนน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ค่าความสว่างในสัปดาห์เริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 42.28-42.94 และในสัปดาห์ที่ 6 ความสว่างลดลงอยู่ระหว่าง 37.26-37.30 ความสว่างของน้ำพริกหนุ่มมีค่าลดลง การที่น้ำพริกหนุ่มมีสีคล้ำขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น อาจเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาของสารโมโนฟีนอลที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อพืช เมื่อเซลล์พืชถูกทำลายเชิงกลสารโมโนฟีนอลสัมผัสกับออกซิเจนเกิดปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชัน ได้เป็นสาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ออร์โท-ไดฟีนอล (o-diphenol) ซึ่งถูกออกซิไดส์ต่อไปเป็นสารออร์โท-ควิโนน (o-quinone) สารนี้จะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดกับสารประกอบฟีนอลอื่นๆ หรือกับกรดอะมิโนได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำตาลได้ (นิธิยา, 2549) จากการศึกษาของ Rivas *et al.* (2006) พบว่า น้ำแครอทพาสเจอไรซ์มีความสว่างลดลงระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็น

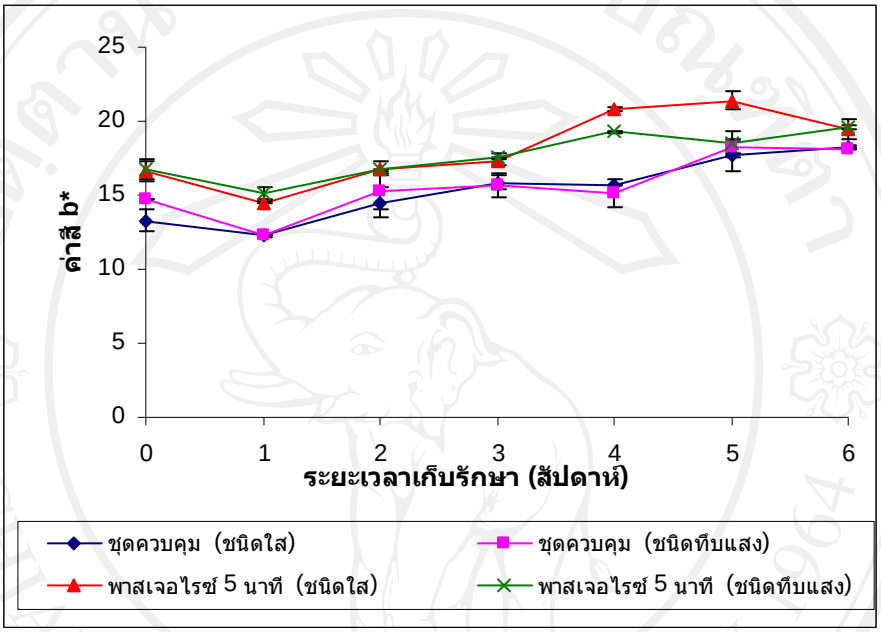


รูปที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงของค่าสี a* ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาช์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90^{o}C เป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4^{o}C (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.13 ค่าสี a* ของน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดรีทอร์ทเพาช์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในสัปดาห์เริ่มต้นน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมมีค่าสี a* ระหว่าง -2.09-1.97 ในสัปดาห์ที่ 6 มีค่าสี a* ระหว่าง -0.32-0.29 ส่วนน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ในสัปดาห์เริ่มต้นมีค่าสี a* ระหว่าง 1.49-1.59 ในสัปดาห์ที่ 6 มีค่าสี a* อยู่ในช่วง 1.75-1.83 แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีสีเขียวลดลงและมีสีแดงเข้มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม การที่น้ำพริกหนุ่มมีสีน้ำตาลแดง เนื่องมาจากการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งปฏิกิริยาโดยเอนไซม์ และการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด นอกจากนี้การที่ค่าสี a* เพิ่มขึ้นยังมีสาเหตุมาจากปริมาณคลอโรฟิลล์ในพริกลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (Gi-Tae *et al.* 2003) สอดคล้องกับงานวิจัยของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Gokman *et al*. (2005) โดยทำการศึกษาถั่วที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 4 นาที และอุณหภูมิ 80°C เวลา 2 นาที เมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 1 ปี พบว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์เอและบีลดลง 2.17-2.80% และ 5.84-6.72% ตามลำดับ เนื่องจากคลอโรฟิลล์เอและบีในถั่วแช่เยือกแข็งเปลี่ยนไปเป็นฟีโอไฟติน (Campbell, 1937)

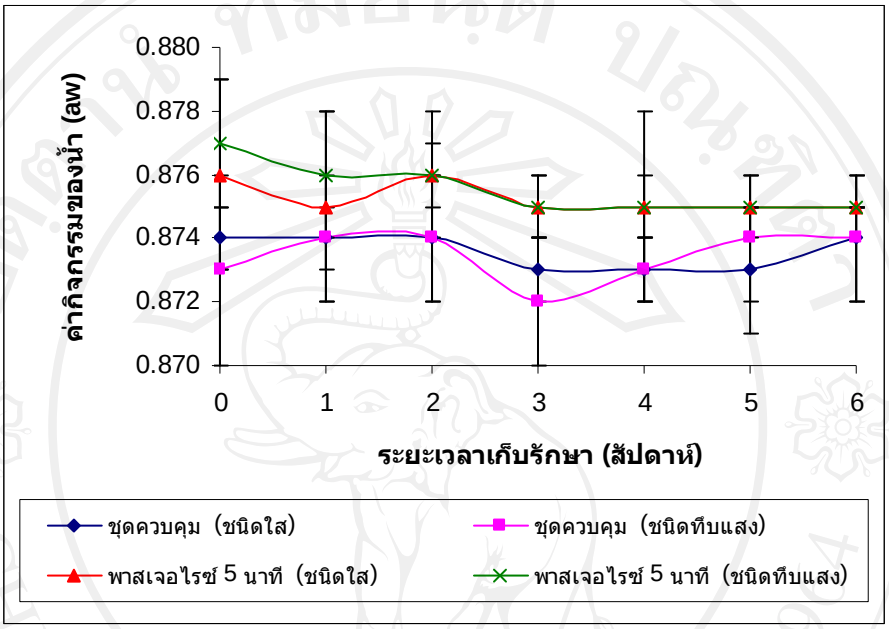


รูปที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงของค่าสี b* ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.14 เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น น้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าสี b* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น มีผลทำให้น้ำพริกหนุ่มมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดรีทอร์ทเพาซ์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยในสัปดาห์เริ่มต้น น้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมมีค่าสี b* อยู่ในช่วง 13.30-14.76 ในสัปดาห์ที่ 6 มีค่าสี b* อยู่ในช่วง 18.26-18.14 ส่วนน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ในสัปดาห์เริ่มต้นมีค่าสี b* อยู่ในช่วง 19.46-19.65 และในสัปดาห์ที่ 6 มีค่าสี b* อยู่ในช่วง 16.60-16.76 การเพิ่มขึ้นของค่าสี b* อธิบายได้เช่นเดียวกันกับการเพิ่มขึ้นของค่าสี a* ที่ว่าสีที่คล้ำขึ้นในน้ำพริกหนุ่มเกิดจากปฏิกิริยาที่เร่งโดยเอนไซม์และการเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด และอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ในน้ำพริกหนุ่มไปเป็นฟีโอไฟตินและฟีโอฟอร์ไบด์ ซึ่งมีสีเขียวน้ำตาลและสีน้ำตาล (นิธิยา, 2549)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

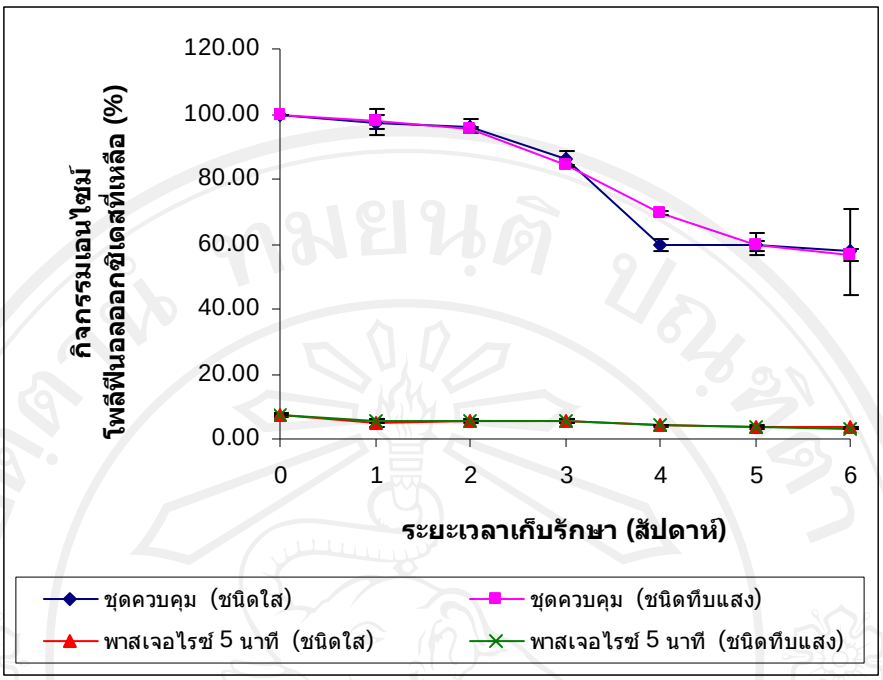
สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yen and Lin (1996) ซึ่งพบว่าความร้อนทำให้ค่าสี b* ในเนื้อฝรั่งตีป่นพาสเจอไรซ์มีค่าสูงขึ้น เนื่องจากคลอโรฟิลล์ถูกทำลาย ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเล็กน้อยและมีสีเขียวลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 60 วัน ที่อุณหภูมิ 4°C



รูปที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงของค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.15 ค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w) ของน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีแนวโน้มคงที่ตลอดเวลาการเก็บรักษา และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดรีทอร์ทเพาซ์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น มีค่ากิจกรรมของน้ำอยู่ในช่วง 0.873-0.874 ส่วนน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม มีค่ากิจกรรมของน้ำอยู่ในช่วง 0.875-0.876 ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณความชื้นที่มีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา อาจกล่าวได้ว่ารีทอร์ทเพาซ์ที่ใช้บรรจุและระยะเวลาเก็บรักษากักเก็บความชื้นได้ดี และไม่ทำให้ค่ากิจกรรมของน้ำเปลี่ยนแปลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ameyapoh *et al.* (2008) พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่ากิจกรรมของน้ำในเนื้อมะเขือเทศตีป่นพาสเจอไรซ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29°C เป็นเวลา 22 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

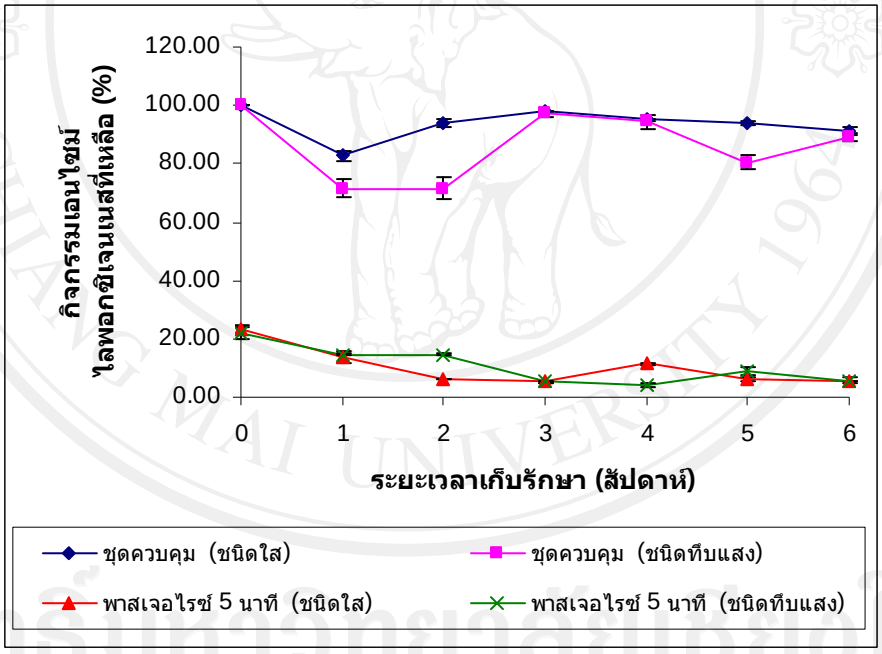


รูปที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่เหลือ (%) ของน้ำพริก - หนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

ในรูปที่ 4.16 แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสในน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการพาสเจอไรซ์มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดรีทอร์ทเพาซ์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) น้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมมีกิจกรรมของโพลีฟีนอลออกซิเดสในสัปดาห์ที่ 6 เหลือประมาณ 56.89-57.59% ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ลดลงอย่างมากในสัปดาห์เริ่มต้นมีกิจกรรมเหลือ 7.26-7.53% และในสัปดาห์ที่ 6 มีกิจกรรมเอนไซม์เหลือ 3.12-3.40% สอดคล้องกับงานวิจัยของ Peng and Jiang (2004) พบว่า ลูกเกาลัดจีนที่ลวกในน้ำร้อน เวลา 30 วินาที มีกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออก-ซิเดสลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 12 วัน ที่อุณหภูมิ 4°C เมื่อเปรียบเทียบกับลูกเกาลัดจีนที่ไม่ผ่านการลวก (ชุดควบคุม) มีกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเพิ่มขึ้นในช่วง 9 วันแรกของการเก็บรักษาและจากนั้นกิจกรรมเอนไซม์มีค่าลดลงเล็กน้อย สาเหตุการลดลงของกิจกรรมเอนไซม์อาจเกิดจากจุลินทรีย์บางชนิดต้องการแหล่งไนโตรเจนเป็นสารอาหาร และใช้สารอินทรีย์ไนโตรเจนในรูปโปรตีน กรดอะมิโนหรือเพปไทด์ (นงลักษณ์ และปรีชา, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากเอนไซม์เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาชีวเคมีในเซลล์สิ่งมีชีวิต (อาภัสสรา, 2543) ดังนั้น จุลินทรีย์จึงใช้เอนไซม์เป็นแหล่งโปรตีนจึงทำให้เอนไซม์มีกิจกรรมลดลง นอกจากนี้อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่บริเวณเร่งปฏิกิริยาชีวเคมีของเอนไซม์ (active site) พันธะที่พบในโครงสร้างนี้เป็นพันธะโควาเลนท์ เช่น พันธะไฮโดรเจน ซึ่งเป็นพันธะถูกทำลายโดยความร้อนได้ง่าย ทำให้สูญเสียคุณสมบัติในการเร่งปฏิกิริยา (อาภัสสรา, 2543) บริเวณเร่งนี้เป็นบริเวณที่เอนไซม์จับกับสับสเตรตอย่างจำเพาะ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงที่บริเวณเร่งทำให้เอนไซม์จับกับสับสเตรตไม่ได้ และเอนไซม์จะไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาได้ โดยทั่วไปเอนไซม์สามารถเร่งปฏิกิริยาได้ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นกลาง (ปราณี, 2535) เมื่อเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มที่ระยะเวลานานขึ้น ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลงเนื่องจากการเจริญของจุลินทรีย์ อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของประจุของกรดอะมิโนที่บริเวณเร่ง (ปราณี, 2535) ทำให้เอนไซม์มีกิจกรรมลดลง



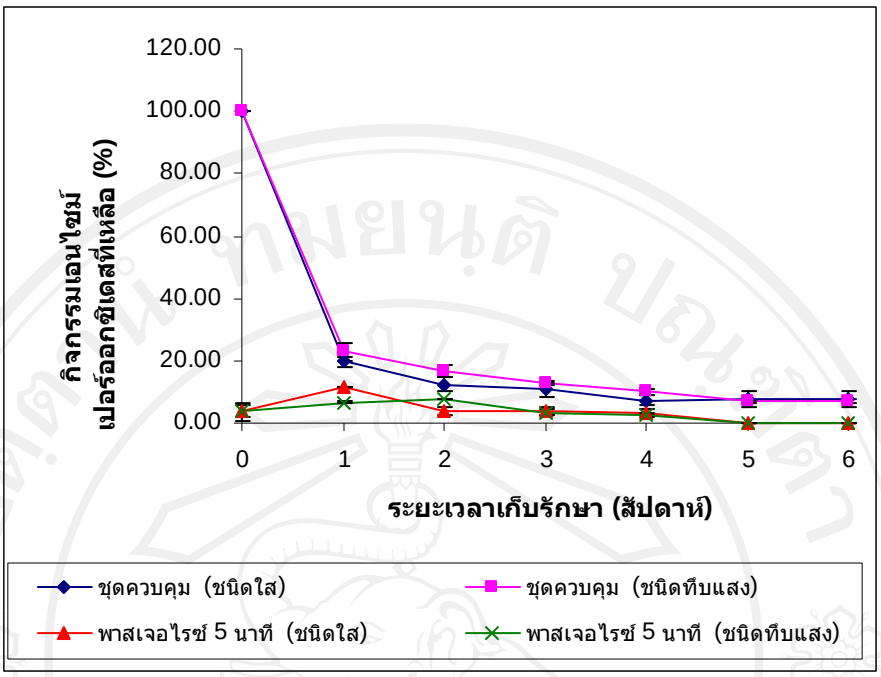
รูปที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสที่เหลือ (%) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

ในรูปที่ 4.17 กิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสในน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเก็บรักษานานขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดรีทอร์ทเพาซ์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

($p>0.05$) น้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมมีกิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสลดลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา ในสัปดาห์ที่ 6 มีกิจกรรมเอนไซม์เหลือ 89.32-91.06% ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสของน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ลดลงอย่างมากในสัปดาห์เริ่มต้นมีกิจกรรมเหลือประมาณ 21.86-23.04% และในสัปดาห์ที่ 6 มีกิจกรรมของเอนไซม์เหลืออยู่ประมาณ 5.49-5.82% สาเหตุการลดลงกิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส อธิบายได้เช่นเดียวกันกับกรณีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและกิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส ซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์ใช้แหล่งไนโตรเจนเป็นอาหาร และการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำพริกหนุ่มระหว่างการเก็บรักษา ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงที่บริเวณเร่งของเอนไซม์ ดังนั้น จึงทำให้กิจกรรมเอนไซม์มีค่าลดลง จากการศึกษาของ Gokman *et al*. (2005) พบว่า ถั่วที่ไม่ผ่านการลวกก่อนนำไปแช่เยือกแข็ง (ชุดควบคุม) มีกิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสลดลง 80% และกิจกรรมเอนไซม์เหลืออยู่คงที่ตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 1 ปี ส่วนถั่วลวกที่อุณหภูมิ 70^{o}C และ 80^{o}C เวลา 4 และ 2 นาที ตามลำดับ เมื่อนำไปแช่เยือกแข็ง พบว่า กิจกรรมเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสลดลงไป 90%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

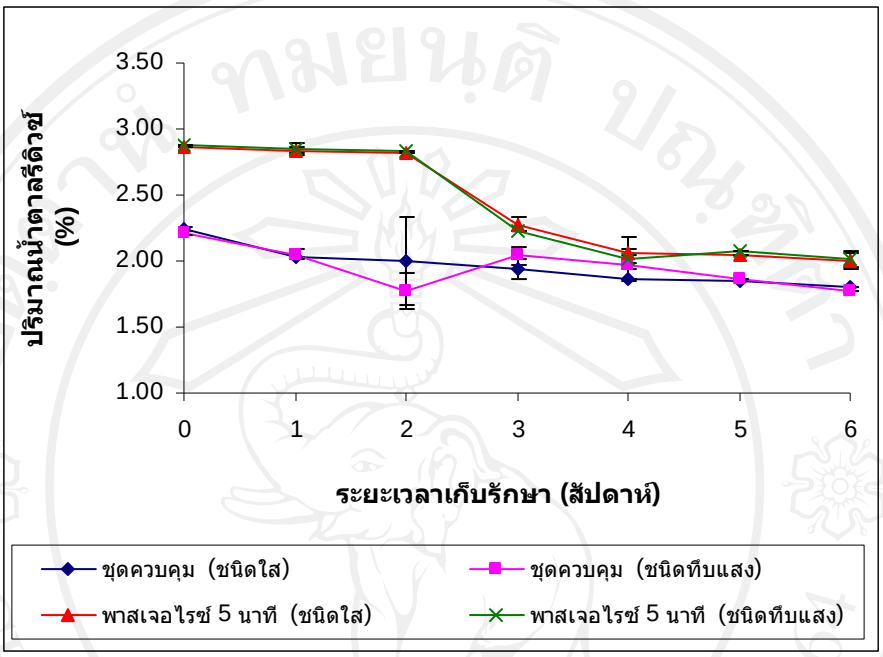


รูปที่ 4.18 การเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่เหลือ (%) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.18 แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้นกิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดรีทอร์ทเพาซ์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) น้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมมีกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสลดลงอย่างต่อเนื่อง ในสัปดาห์ที่ 6 มีกิจกรรมเอนไซม์เหลือ 7.05-7.78% ส่วนกิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ลดลงอย่างมากในสัปดาห์เริ่มต้นมีกิจกรรมเหลือประมาณ 3.59-3.81% และในสัปดาห์ที่ 5-6 ไม่พบกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส สาเหตุการลดลงกิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส อธิบายได้เช่นเดียวกันกับเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส คือ เกิดจากจุลินทรีย์และเกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่บริเวณเร่งของเอนไซม์เนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่างที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มส่งผลให้กิจกรรมของเอนไซม์ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Schweiggert *et al.* (2006) โดยนำพริก (*Capsicum frutescens* L.) ลวกที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 5 และ 10 นาที และเมื่อนำพริกไปทำแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

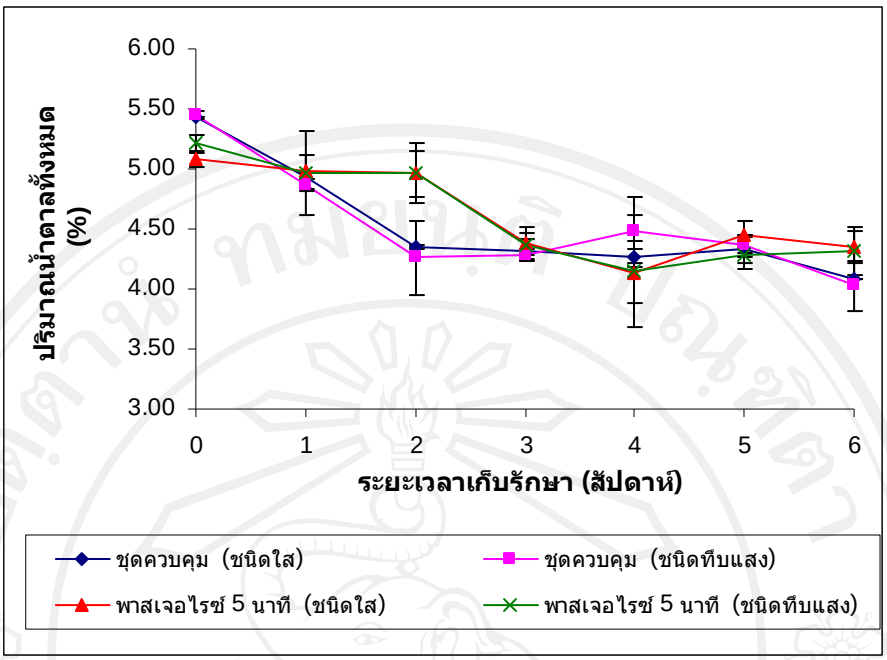
แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน พบว่า กิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสลดลงไป 50-99%



รูปที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.19 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดรีทอร์ทเพาซ์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) น้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมในสัปดาห์เริ่มต้นมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 2.21-2.24% ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงอย่างต่อเนื่องโดยในสัปดาห์ที่ 6 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 1.77-1.80% สำหรับน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ในสัปดาห์เริ่มต้นมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 2.86-2.88% และในสัปดาห์ที่ 6 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เหลือประมาณ 2.00-2.01% สาเหตุการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาล เนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาเคมีภายในอาหาร เช่น ปฏิกิริยาเมลลาร์ด โดยน้ำตาลรีดิวซ์จะรวมตัวกับหมู่อะมิโนทำให้เกิดสารสีน้ำตาล (นิธิยา, 2545) นอกจากนี้ยังมีสาเหตุเกิดจากจุลินทรีย์ในน้ำพริกหนุ่มได้รับแหล่งพลังงานคือ น้ำตาล โดยเฉพาะน้ำตาลกลูโคส ดังนั้น เมื่อจุลินทรีย์เจริญเพิ่มขึ้นจึงใช้น้ำตาลเป็นสารอาหารมากขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในน้ำพริกหนุ่มลดลง (วิลาวัณย์, 2539)

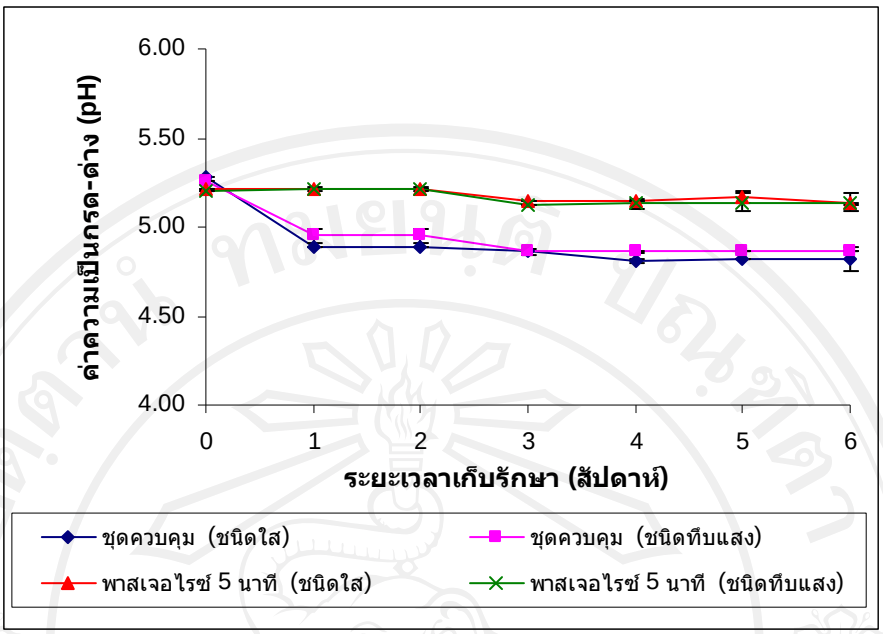
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.20 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.20 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น และพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างชนิดของรีทอร์ทเพาซ์ที่ใช้บรรจุน้ำพริกหนุ่ม การลดลงของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด อธิบายได้เช่นเดียวกันกับการลดลงของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่งมีสาเหตุมาจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดและสาเหตุจากเชื้อจุลินทรีย์ใช้น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน ทำให้น้ำพริกหนุ่มมีสีคล้ำขึ้นและมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (วิลาวัณย์, 2539) และจากผลการทดลองที่ได้มีความสอดคล้องกันกับค่าสี L* ค่าสี a* และค่าสี b* ซึ่งแสดงถึงความสว่างของน้ำพริกหนุ่มลดลงและมีสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 6 สัปดาห์ โดยในสัปดาห์เริ่มต้นน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดประมาณ 5.44-5.45% ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 6 มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 4.09-4.03% ส่วนน้ำพริกหนุ่มพาสเจอ-ไรซ์ในสัปดาห์เริ่มต้นมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 5.08-5.22% และในสัปดาห์ที่ 6 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงเหลือ 4.32-4.35%

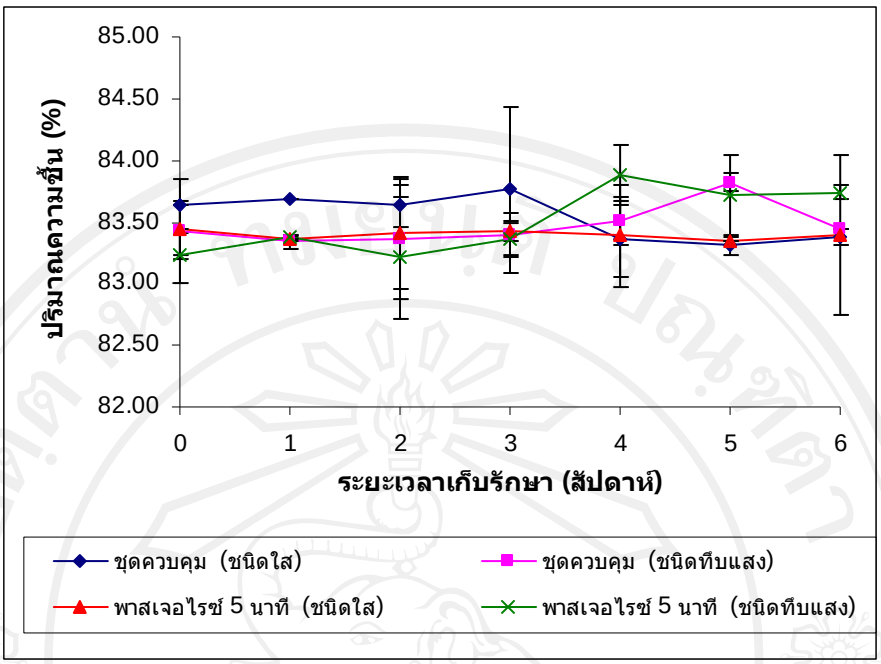
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.21 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดรีทอร์ทเพาซ์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) น้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมในสัปดาห์เริ่มต้นมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.26-5.28 ในสัปดาห์ที่ 6 ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง 4.82-4.86 สำหรับน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ในสัปดาห์เริ่มต้นมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.20-5.21 และในสัปดาห์ที่ 6 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.13-5.14 สาเหตุการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง เนื่องจากจุลินทรีย์ในน้ำพริกหนุ่มมีการเจริญเพราะได้รับแหล่งพลังงานคาร์บอน โดยทั่วไป คือ คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ น้ำตาล ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ลดลง จากการศึกษาของ Mao *et al.* (2007) พบว่า น้ำอ้อยคั้นสดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 5 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงเนื่องจากจุลินทรีย์ในน้ำอ้อยมีการสร้างกรดอะซิติก (acetic acid) และกรดแลคติก (lactic acid) (Bhupinder *et al.*, 1991)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้น (%) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90^{o}C เป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4^{o}C (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

จากรูปที่ 4.22 ปริมาณความชื้นของน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีแนวโน้มคงที่ตลอดเวลาการเก็บรักษาสอดคล้องกับค่ากิจกรรมของน้ำ น้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมและน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ทั้ง 2 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในสัปดาห์เริ่มต้นมีปริมาณความชื้นในน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมอยู่ในช่วง 83.42-83.63% และในสัปดาห์ที่ 6 มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 83.23-83.45% ส่วนน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีความชื้นในสัปดาห์เริ่มต้น 83.38-83.45% และในสัปดาห์ที่ 6 มีปริมาณความชื้น 83.39-83.74%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g) ของน้ำพริก - หนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C (ชุดควบคุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

สัปดาห์ที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำพริกหนุ่ม (log CFU/g)			
	ชุดควบคุม		พาสเจอไรซ์ 5 นาที	
	ชนิดใส	ชนิดทึบแสง	ชนิดใส	ชนิดทึบแสง
0	2.47	2.47	<1	<1
1	5.04	5.00	<1	<1
2	6.53	6.54	<1	<1
3	7.48	7.39	1.39	1.39
4	8.76	8.70	2.67	2.56
5	9.24	9.33	3.53	3.60
6	10.53	10.45	5.91	5.87

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำพริกหนุ่มเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า น้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นในทุกสัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสง ในช่วงสัปดาห์เริ่มต้นถึงสัปดาห์ที่ 2 ไม่ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ส่วนในสัปดาห์ที่ 3-5 เริ่มมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นในรีทอร์เพาซ์ทั้ง 2 ชนิด อยู่ในช่วง 1.39-3.57 log CFU/g และในสัปดาห์ที่ 6 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 5.91-5.87 log CFU/g ซึ่งมีปริมาณเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด จากผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ การที่น้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์มีอายุการเก็บรักษานานกว่าน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม แสดงถึงประสิทธิภาพของการพาสเจอไรซ์ในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากการพาสเจอไรซ์จะทำลายเอนไซม์และจุลินทรีย์บางชนิดที่ไวต่อความร้อน เช่น แบคทีเรียไม่สร้างสปอร์ ยีสต์และรา (นิธิยา, 2544) จากการศึกษาของ Schweiggert *et al.* (2005) ซึ่งรายงานว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในพริกที่ยังไม่ผ่านความร้อนมีประมาณ 10^2 CFU/g ไม่ตรวจพบเชื้อยีสต์และรา โคลิฟอร์มและ *E. coli* เมื่อนำพริกไปลวกที่อุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 10 นาที จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง 1 log unit และการลวกที่อุณหภูมิ 100°C เวลา 5 นาที มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประสิทธิภาพมากที่สุด ผลการทดลองที่ได้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yen and Lin (1996) ซึ่งพบว่าการพาสเจอไรซ์เนื้อฝรั่งตีป่นที่อุณหภูมิ 88-90°C เวลา 21 วินาที สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อฝรั่งตีป่นได้มากกว่า 200 CFU/g

ตารางที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g) ของน้ำพริกหนุ่มบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใสและชนิดทึบแสงพาสเจอไรซ์ในน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ 90°C เป็นเวลา 5 นาทีเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C (ชุดควบ - คุมไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์)

สัปดาห์ที่	ปริมาณยีสต์และราในน้ำพริกหนุ่ม (log CFU/g)			
	ชุดควบคุม		พาสเจอไรซ์ 5 นาที	
	ชนิดใส	ชนิดทึบแสง	ชนิดใส	ชนิดทึบแสง
0	<1	<1	<1	<1
1	<1	<1	<1	<1
2	<1	<1	<1	<1
3	<1	<1	<1	<1
4	<1	<1	<1	<1
5	2.39	2.39	<1	<1
6	2.58	2.53	2.39	2.39

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.6 น้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมมีปริมาณยีสต์และราเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้นและในสัปดาห์ที่ 5 มีปริมาณยีสต์และราเกินกว่าที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547) โดยมีปริมาณเชื้อยีสต์และรา เท่ากับ 2.39 log CFU/g ส่วนน้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ทั้ง 2 ชนิด ในสัปดาห์เริ่มต้นถึงสัปดาห์ที่ 5 ไม่ตรวจพบปริมาณยีสต์และรา (มีจำนวนโคโลนีของยีสต์และราน้อยกว่า 1 log CFU/g) แสดงถึงประสิทธิภาพของการพาสเจอไรซ์ ซึ่งโดยปกติการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65°C เวลา 10 นาที สามารถทำลายเซลล์ของยีสต์และราได้ โดยสปอร์ของยีสต์และราส่วนใหญ่ถูกทำลายที่อุณหภูมิ 65-70°C ในเวลาไม่กี่นาที ยกเว้นสปอร์ของราบางชนิดที่สามารถทนอุณหภูมิสูงถึง 90°C เวลา 4-5 ชั่วโมง (Ray, 2004) น้ำพริกหนุ่มพาสเจอไรซ์ในสัปดาห์ที่ 6 มีปริมาณเชื้อยีสต์และรา เท่ากับ 2.39 log CFU/g ซึ่งมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เกินเกณฑ์ที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved