บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การศึกษาคุณภาพวัตถุดิบที่ใช้ผลิตน้ำพริกหนุ่ม

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ และทางจุลินทรีย์ของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตน้ำพริกหนุ่ม

สิ่งทดลอง	พริกหนุ่มเผา	มะเขือเทศต้ม	หอมเผา	กระเทียม	ปลาร้า
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.39±0.06	4.14±0.09	5.58±0.12	6.23±0.10	5.42±0.12
Water activity (a_w)	0.98±0.01	0.99±0.00	0.98±0.00	0.97±0.00	0.43±0.04
ความชื้น (%)	88.22±0.53	94.55±0.52	85.83±0.76	66.54±0.36	3.03±0.47
น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	2.18±0.60				
น้ำตาลทั้งหมด (%)	2.64±0.04				
ค่า L	40.94±4.53				
ค่า a*	0.74±1.05				
ค่า b*	26.69±0.08				
ค่า C*	26.70±0.89				
ค่า H°	88.41±1.42				
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	$4.37x10^6$	$3.24x10^4$	$1.05x10^3$	$1.78x10^5$	<250
ยีสต์และรา (CFU/g)	$8.32x10^3$	$3.72x10^3$	<250	$1.58x10^3$	<250
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/g)	534.44	3.41	<3	<3	<3
E. coli (MPN/g)	<3	<3	<3	<3	<3

หมายเหตุ - ข้อมูลที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ

- น้ำตาลรีดิวซ์ น้ำตาลทั้งหมด และค่าสี L, a*, b*, C* และ H° ตรวจวิเคราะห์เฉพาะในพริกหนุ่มเผา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 4.1 พบว่าวัตถุดิบที่ใช้ผลิตน้ำพริกหนุ่มมีค่า pH อยู่ในช่วง 4.14 – 6.23 โดยมะเขือเทศต้มมี pH ต่ำสุด และกระเทียมมี pH สูงสุด ส่วนค่า a_w อยู่ในช่วง 0.43 – 0.99 ปริมาณความชื้น 3.03 – 94.55 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาร้าผงมีค่า a_w และปริมาณความชื้นต่ำสุด อย่างไรก็ตามมะเขือเทศต้มมีค่า a_w และปริมาณความชื้นสูงสุด สำหรับพริกหนุ่มเผาซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก พบว่ามีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 2.18 และ 2.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าสี L เท่ากับ 40.94 ค่าสี a* เท่ากับ 0.74 ค่าสี b* เท่ากับ 26.69 ค่าสี C* เท่ากับ 26.70 และค่า H° เท่ากับ 88.41 โดยค่า L เข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยจนเป็นสีคล้ำ ถ้าค่า L เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างสว่างมากจนเป็นสีขาว สำหรับค่าสี a* ที่เป็นบวก หมายถึง ตัวอย่างมีสีแดงปรากฏอยู่ ถ้าค่าสี a* เป็นลบ หมายถึง ตัวอย่างมีสีเขียวปรากฏอยู่ ส่วนค่าสี b* ที่เป็นบวก หมายถึง ตัวอย่างมีสีเหลือง และถ้าค่า b* เป็นลบ หมายถึง ตัวอย่างมีสีน้ำเงินปรากฏอยู่ นอกจากนี้ค่าสี C* ซึ่งแสดงถึงความเข้มของสี ถ้าค่า C* มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง วัตถุมีสีเทา หากค่า C* ยิ่งมากแสดงว่าความเข้มของสีมากขึ้น และค่า H° แสดงถึงสีที่แท้จริงที่ปรากฏให้เห็น คือ H° 45 องศา แสดงสีม่วงแดงถึงสีส้มแดง 90 องศา แสดงสีส้มแดงถึงสีเหลือง 180 องศา แสดงสีเหลืองเขียวถึงสีเขียว 270 องศา แสดงสีน้ำเงิน 360 องศา แสดงสีม่วงถึงสีม่วงแดง (McGuire, 1992) ซึ่งแสดงว่าสีของพริกหนุ่มเผาก่อนนำมาผลิตน้ำพริกหนุ่มมีความเข้ม–สว่างปานกลาง และมีสีเหลืองออกส้มแดง

ทางด้านจุลินทรีย์ของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตน้ำพริกหนุ่ม พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าตั้งแต่น้อยกว่า 250 CFU/g ถึง 4.37×10^6 CFU/g ปริมาณยีสต์และรามีค่าตั้งแต่น้อยกว่า 250 CFU/g ถึง 8.32×10^3 CFU/g สำหรับโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าตั้งแต่น้อยกว่า 3 MPN/g ถึง 534.44 MPN/g ซึ่งโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีบ่งบอกถึงการปนเปื้อนของดินและน้ำ (มณชิดา, 2546) สำหรับปริมาณ *E. coli* ซึ่งเป็นดัชนีบ่งบอกถึงการปนเปื้อนของมูลสัตว์ (สุมณฑา, 2545) พบว่าวัตถุดิบทุกชนิดมีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g อย่างไรก็ตามวัตถุดิบส่วนใหญ่มีจุลินทรีย์ไม่เกินเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาประเภทอาหารปรุงสุกทั่วไป ที่กำหนดให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีน้อยกว่า 1×10^6 CFU/g โคลิฟอร์มแบคทีเรียน้อยกว่า 500 MPN/g และ *E. coli* น้อยกว่า 3 MPN/g (กระทรวงสาธารณะสุข, 2536) ซึ่งแสดงว่าวัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่ มะเขือเทศต้ม หอมเผา และปลาร้าผง มีการผลิตที่ค่อนข้างสะอาด ยกเว้นพริกหนุ่มเผาถือว่าเป็นส่วนประกอบหลักในน้ำพริกหนุ่มที่ต้องมีการปรับปรุงการผลิตเนื่องจากมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา รวมทั้งโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงสุด ซึ่งอาจมีผลต่อคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำพริกหนุ่มหลังการผลิตได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 การศึกษาสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และทางจุลินทรีย์ของน้ำพริกหนุ่ม

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และทางจุลินทรีย์ของน้ำพริกหนุ่ม

สิ่งทดลอง	น้ำพริกหนุ่ม
pH	5.14±0.02
Water activity (a_w)	0.96±0.00
ความชื้น(%)	84.23±1.00
ค่า L	40.57±2.97
ค่า a*	2.14±0.37
ค่า b*	22.59±1.21
ค่า C*	22.69±1.04
ค่า H°	84.59±1.81
น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	1.52±0.48
น้ำตาลทั้งหมด (%)	2.98±0.16
จุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g)	6.97
ยีสต์และรา (log CFU/g)	5.08
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/g)	720
E. coli (MPN/g)	6.05

หมายเหตุ - ข้อมูลที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.2 พบว่าน้ำพริกหนุ่มมีค่า pH เท่ากับ 5.14 ค่า a_w เท่ากับ 0.96 ปริมาณความชื้น 84.23 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาลรีดิวซ์ 1.52 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาลทั้งหมด 2.98 เปอร์เซ็นต์ ค่าสี L เท่ากับ 40.57 ค่าสี a* เท่ากับ 2.14 ค่าสี b* เท่ากับ 22.59 ค่าสี C* เท่ากับ 22.69 และค่า H° เท่ากับ 84.59 ซึ่งแสดงว่าน้ำพริกหนุ่มมีความเข้ม–สว่างปานกลาง และมีสีเหลืองออกส้มแดง นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ในน้ำพริกหนุ่มพบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 6.97 log CFU/g ปริมาณยีสต์และราเท่ากับ 5.08 log CFU/g โคลิฟอร์มแบคทีเรียเท่ากับ 720 MPN/g และ *E. coli* มีปริมาณ 6.05 MPN/g ซึ่งมีค่ามากกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2547) โดยกำหนดให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 4 log CFU/g ($1x10^4$ CFU/g) ยีสต์และราต้องไม่เกิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

10 โคโลนีต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม และ *E. coli* ต้องน้อยกว่า 3 MPN/g แสดงว่าวัตถุดิบ คือ น้ำพริกหนุ่มที่นำมาทดลองมีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นค่อนข้างสูงมาก อาจเป็นผลจากวัตถุดิบ โดยเฉพาะพริกหนุ่มเผาที่มีปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนสูงดังตารางที่ (4.1) นอกจากนี้วิธีการเก็บรักษาวัตถุดิบต่างๆ สุขลักษณะของผู้ผลิต รวมทั้งภาชนะที่ใช้มีผลต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำพริกหนุ่มเช่นกัน และจากการทดลองของเมธินี และคณะ (2543) รายงานว่าน้ำพริกหนุ่มก่อนแช่แข็งมีค่า pH เท่ากับ 5.86 ปริมาณความชื้น 78.79 เปอร์เซ็นต์ ค่าสี L เท่ากับ 37.88 ค่าสี a* เท่ากับ 0.74 และค่าสี b* เท่ากับ 12.17 ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 4.49 log CFU/g ยีสต์และรา 4.44 log CFU/g โคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่ามากกว่า 1,100 MPN/g และ *E. coli* มีค่าน้อยกว่า 100 MPN/g ซึ่งมีค่าแตกต่างจากผลการทดลองที่ได้เล็กน้อย เนื่องจากน้ำพริกหนุ่มมีแหล่งที่มาหรือมีส่วนประกอบของวัตถุดิบแตกต่างกัน

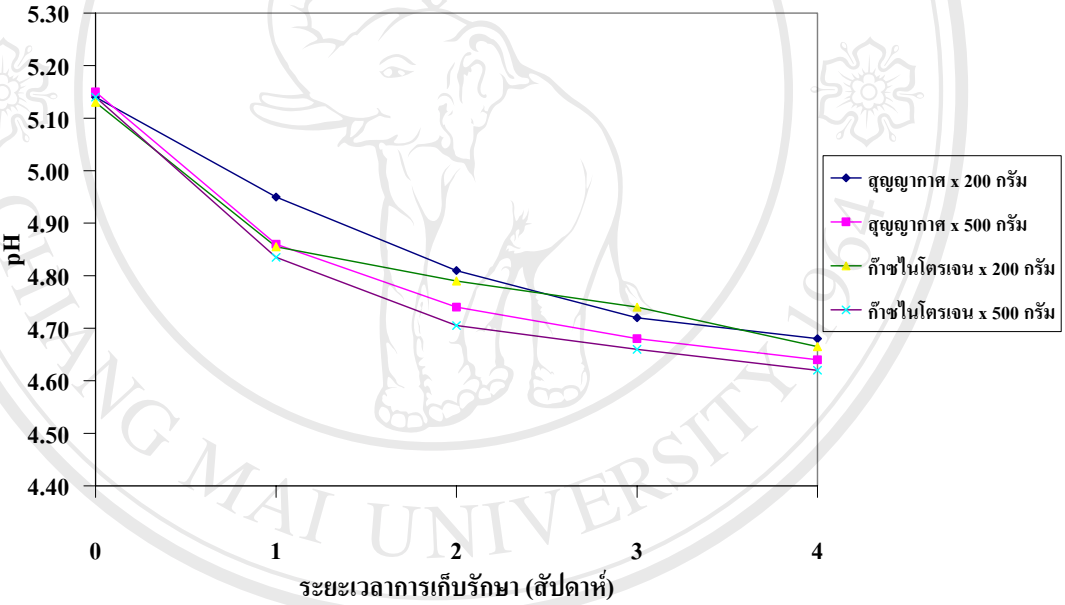
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มในระยะสั้น โดยเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์รูปแบบต่างๆ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำพริกหนุ่มจากตลาด โดยบรรจุในบรรจุภัณฑ์ 1 ชนิด ที่มีการดัดแปลงบรรยากาศ (Modified Atmosphere Packaging) แบบสุญญากาศ และการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน ที่มีขนาดบรรจุ 200 และ 500 กรัม โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ

4.3.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง pH ของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.1 พบว่าสภาวะการเก็บรักษา ขนาดการบรรจุ และระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ค่า pH ของน้ำพริกหนุ่มเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำพริกหนุ่มที่เก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศมีค่า pH เฉลี่ยมากกว่าสภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน อาจเนื่องจากสภาวะสุญญากาศมีปริมาณออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ต่ำกว่า ดังนั้นจึงสามารถรักษาคุณภาพทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของน้ำพริกหนุ่มได้ดีกว่า ส่งผลให้ค่า pH ลดลงน้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ Ren และคณะ (2000) พบว่าแอปเปิ้ลที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะสุญญากาศและการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน มีค่า pH ลดลงตามระยะเวลาการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยแอปเปิ้ลที่เก็บภายใต้สภาวะสุญญากาศ มีค่า pH ลดลงน้อยกว่าแอปเปิ้ลที่เก็บในสภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน สำหรับขนาดการบรรจุ พบว่าน้ำพริกหนุ่มขนาดบรรจุ 500 กรัม มีค่า pH เฉลี่ยต่ำกว่าขนาดบรรจุ 200 กรัม อาจเนื่องจากขนาดการบรรจุที่มากกว่ามีผลให้การดึงอากาศออกไม่ทั่วถึงจึงส่งผลให้มีอากาศเหลืออยู่ในบรรจุภัณฑ์ ดังนั้นจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศมากกว่า ส่งผลให้ค่า pH ลดลงมากกว่า และระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าที่ 0 สัปดาห์ ค่า pH เริ่มต้นของน้ำพริกอยู่ในช่วงเท่ากับ 5.13 – 5.15 เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่า pH เฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง สัปดาห์ที่ 4 pH มีค่าต่ำสุดอยู่ในช่วงเท่ากับ 4.62 – 4.68 การลดลงของค่า pH อาจเนื่องมาจากจุลินทรีย์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารในน้ำพริกหนุ่ม โดยทั่วไปจุลินทรีย์จะใช้สารอาหารในการสร้างกรดและมีผลให้ค่า pH ลดลง (มณธิดา, 2546) และเช่นเดียวกับการรายงานของ Ahn และคณะ (2005) พบว่าผักคะน้า (Chinese cabbage) ที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 99.999 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 25 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจน 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่า pH ลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

4.3.2 Water activity (a_w) และปริมาณความชื้น (Moisture)

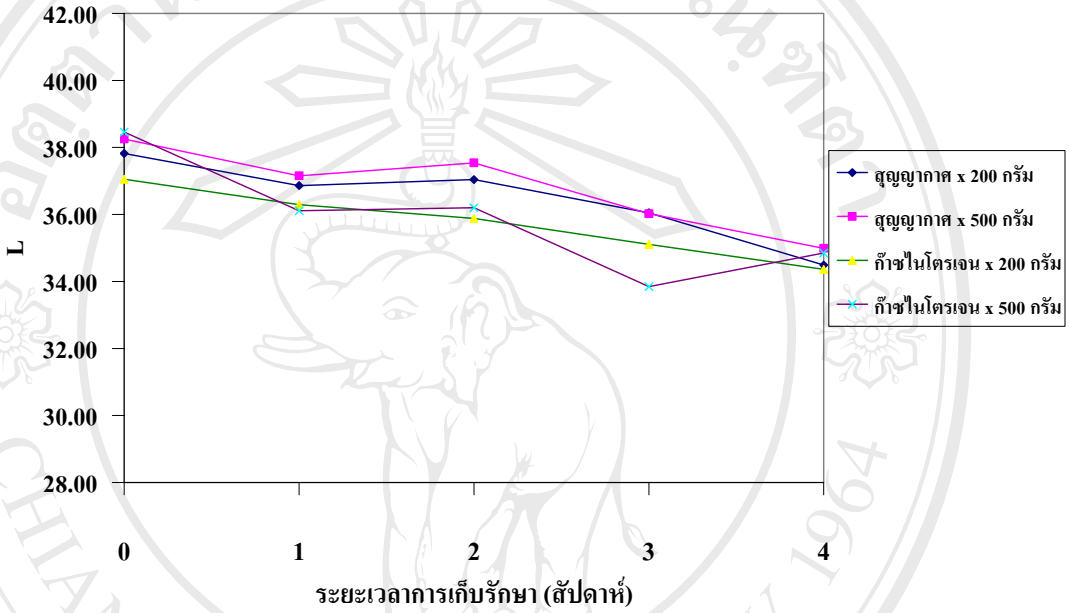
พบว่าค่า a_w ของทุกสิ่งทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีค่าอยู่ประมาณ 0.96 ดังนั้นน้ำพริกหนุ่มจึงมีการเสื่อมเสียคุณภาพทางจุลินทรีย์และทางเคมีเร็ว เพราะค่า a_w ที่เหมาะสมต่อการเจริญของยีสต์ รา และจุลินทรีย์ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 0.80 (วิไล, 2546) นอกจากนี้ค่า a_w ที่สูงเหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในอาหาร เช่น ปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์ ปฏิกิริยาที่ไม่อาศัยเอนไซม์ และปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส (นิธิยา, 2545) ซึ่งค่า a_w ของน้ำพริกหนุ่มสูงเพราะมีปริมาณความชื้นสูง โดยมีค่า 81.92 – 83.89 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามค่า a_w และปริมาณความชื้นของน้ำพริกหนุ่มมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น อาจเนื่องจากกระบวนการผลิตน้ำพริกหนุ่มมีขั้นตอนการบดผสมวัตถุดิบรวมกัน ซึ่งทำให้เซลล์เนื้อเยื่อเกิดบาดแผล เป็นผลให้น้ำในเนื้อเยื่อซึมออกมาได้ง่ายและสะดวก (จริงแท้, 2546) รวมทั้งอาจมีการซึมผ่านเข้า - ออกของน้ำของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ ซึ่งเป็นถุง Nylon ที่ laminate กับ LLDPE (Linear low-density Polyethylene) โดย Nylon และ LLDPE มีค่าทางด้านการดูดซึมน้ำ (Water absorption) เท่ากับ 0.3 – 2.8 และ 0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (วรัญญา, 2542) ซึ่งการทดลองของ González-Aguilar และคณะ (2004) พบว่าชิ้นพริกหวานสดที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะสุญญากาศ มีปริมาณน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ออกมาจากเนื้อเยื่อพริกมากกว่าสภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซ เนื่องจากสภาวะสุญญากาศทำให้เซลล์ของเนื้อเยื่อเกิดการแตกและมีของเหลวในเซลล์ซึมออกมา

4.3.3 ค่าสี

4.3.3.1 ค่าสี L



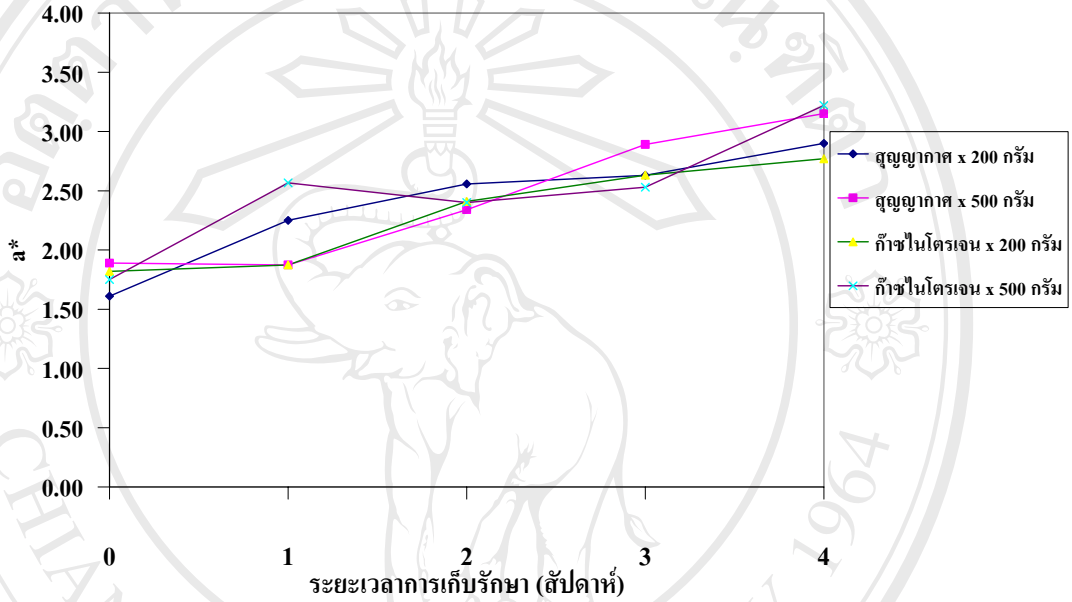
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี L ของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.2 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นปัจจัยหลักที่มีผลให้ค่าสี L เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยค่า L เข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยจนเป็นสีคล้ำ ถ้าค่า L เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างสว่างมากจนเป็นสีขาว (McGuire, 1992) โดยที่ 0 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีค่าสี L อยู่ในช่วง 37.05 – 38.46 และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าสี L เฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง สัปดาห์ที่ 4 ค่าสี L อยู่ในช่วง 34.36 – 34.99 แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มมีความสว่างลดลงระหว่างการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเนื่องจากสภาวะสุญญากาศและการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจนมีก๊าซออกซิเจนเหลืออยู่ โดยมีปริมาณน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ และ 2 – 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Parry, 1993) ซึ่งออกซิเจนเป็นสับสเตรตที่สำคัญในปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลกับอาหาร (Allende และคณะ, 2004) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Ren และคณะ (2000) พบว่าการเก็บรักษาแอปเปิ้ลภายใต้สภาวะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สุญญากาศและการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน มีผลให้ค่าสี L ลดลงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา เช่นเดียวกับการรายงานของ Rocculi และคณะ (2005) พบว่าลูกกีวีที่ถูกเก็บรักษาภายใต้สภาวะดัดแปลงบรรยากาศ มีผลให้ค่าสี L ลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น

4.3.3.2 ค่าสี a*



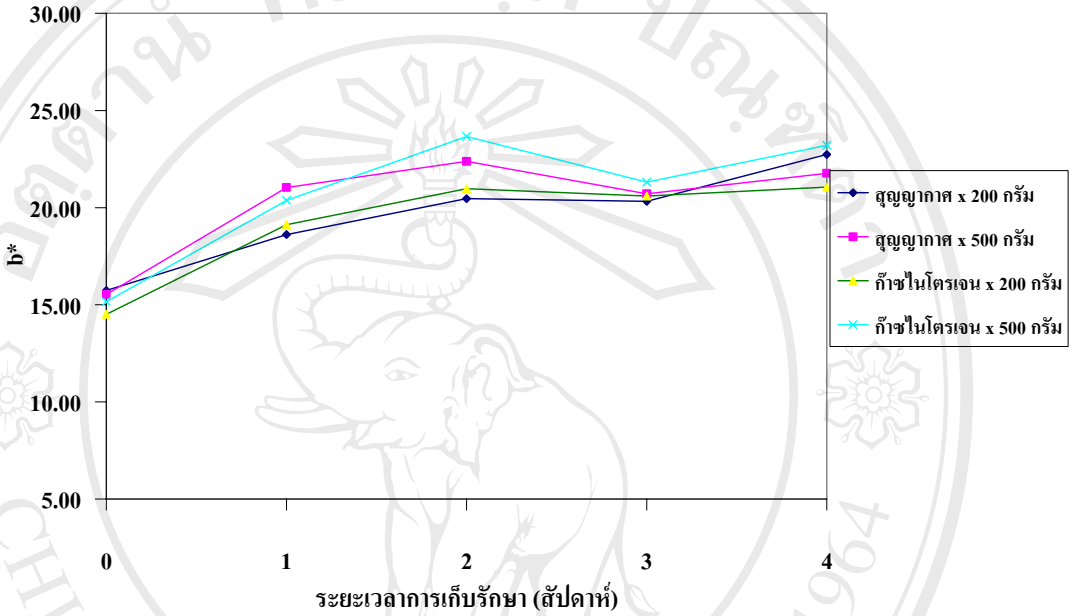
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี a* ของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.3 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษา ทำให้ค่าสี a* เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยถ้าค่าสี a* ที่เป็นบวก หมายถึง ตัวอย่างมีสีแดงปรากฏอยู่ และค่าสี a* เป็นลบ หมายถึง ตัวอย่างมีสีเขียวปรากฏอยู่ (McGuire, 1992) โดยที่ 0 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีค่าสี a* อยู่ในช่วง 1.61 – 1.89 และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าสี a* เฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สัปดาห์ที่ 4 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 2.77 – 3.22 แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มมีความเป็นสีเขียวลดลงระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Ren และคณะ (2000) พบว่าการเก็บรักษาแอปเปิ้ลภายใต้สภาวะสุญญากาศและการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน ทำให้ค่าสี a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เช่นเดียวกับการงานวิจัยของ Jamie และคณะ (2002) พบว่าบร็อคโคลีที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะก๊าซอาร์กอน 90 เปอร์เซ็นต์ และก๊าซ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ออกซิเจน 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้ ทำให้ความเป็นสีเขียวลดลงอย่างช้าๆ

4.3.3.3 ค่าสี b*



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี b* ของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.4 พบว่าขนาดการบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ค่าสี b* เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าสี b* ที่เป็นบวก หมายถึง ตัวอย่างมีสีเหลือง และถ้าค่า b* เป็นลบ หมายถึง ตัวอย่างมีสีน้ำเงินปรากฏ (McGuire, 1992) โดยระหว่างการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มขนาดบรรจุ 200 กรัม มีค่าสี b* เฉลี่ยน้อยกว่าน้ำพริกหนุ่มขนาดบรรจุ 500 กรัม และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าสี b* มีแนวโน้มมากขึ้นเล็กน้อย โดยที่ 0 สัปดาห์ ค่าสี b* อยู่ในช่วง 14.51 – 15.74 และที่ 4 สัปดาห์ ค่าสี b* อยู่ในช่วง 21.05 – 23.21 แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มมีความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น เนื่องจากสภาวะสุญญากาศและการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจนยังคงมีปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเกิดขึ้น เพราะมีปริมาณก๊าซออกซิเจนเหลืออยู่ในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Blanchard และคณะ (1996) พบว่าหัวหอมใหญ่ที่เก็บภายใต้สภาวะการดัดแปลงบรรยากาศ มีความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา

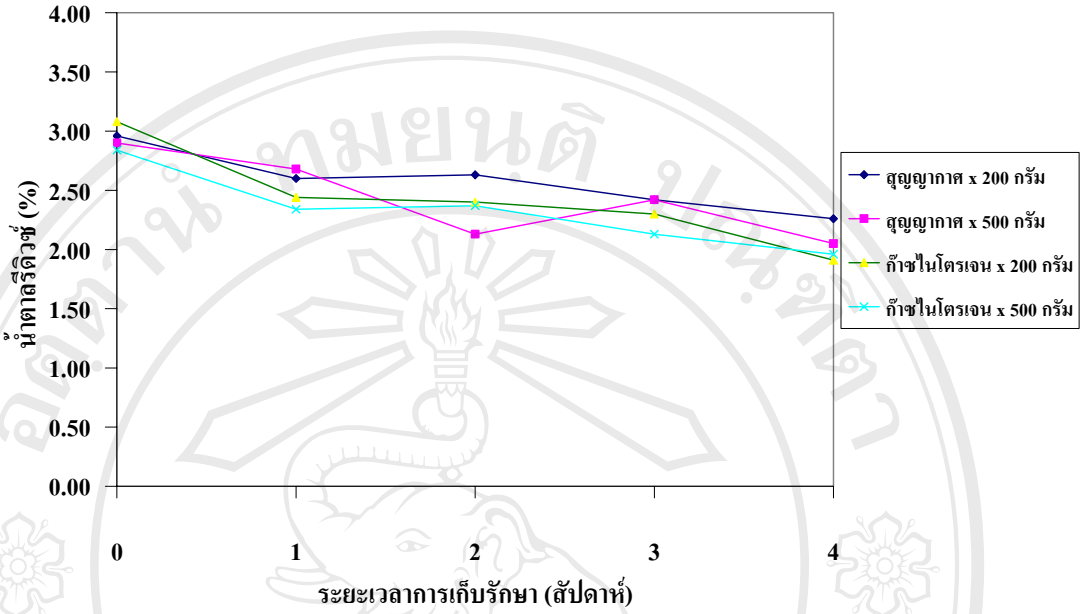
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.3.4 ค่าสี C* และ Hue angle (H°)

ค่าสี C* ซึ่งแสดงถึงความเข้มของสี ถ้าค่า C* มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึงวัตถุมีสีเทา หากค่า C* ยิ่งมากแสดงว่าความเข้มของสีมากขึ้น และค่า H° แสดงถึงสีที่แท้จริงที่ปรากฏให้เห็น คือ H° 45 องศา แสดงสีม่วงแดงถึงสีส้มแดง 90 องศา แสดงสีส้มแดงถึงสีเหลือง 180 องศา แสดงสีเหลืองเขียวถึงสีเขียว 270 องศา แสดงสีน้ำเงิน 360 องศา แสดงสีม่วงถึงสีม่วงแดง (McGuire, 1992) พบว่าค่าสี C* และ H° ของทุกสิ่งทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีค่าอยู่ในช่วง 14.64 – 23.79 และ 81.78 – 84.92 ตามลำดับ โดยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นค่าสี C* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สำหรับค่า H° มีแนวโน้มลดลง แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มมีความเข้มของสีและมีสีส้มแดงเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากน้ำพริกหนุ่มมีปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.4 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

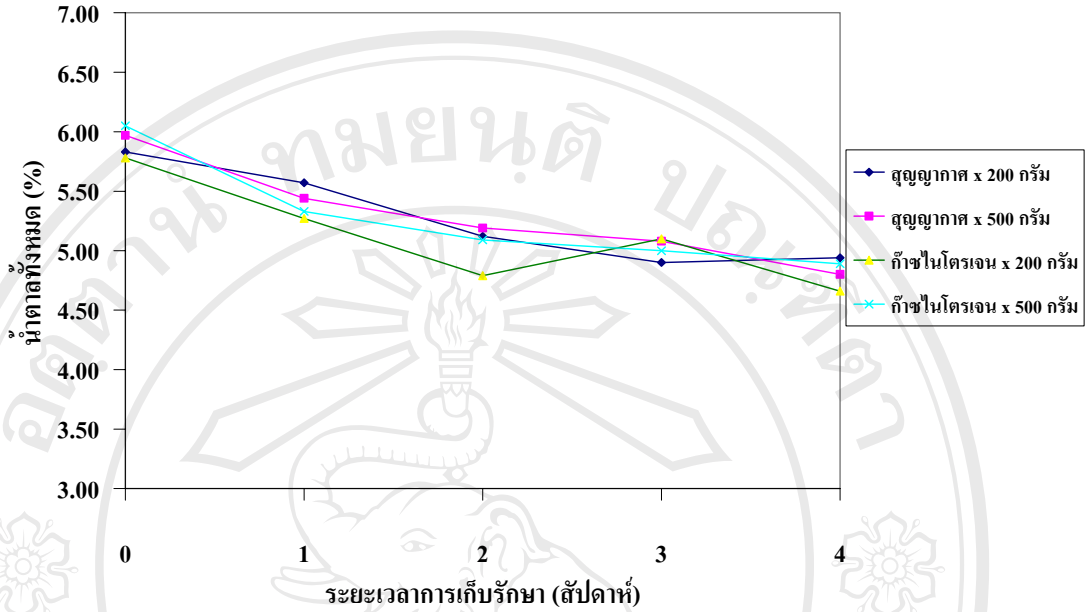


รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.5 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นปัจจัยหลักที่มีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำพริกหนุ่ม เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ 0 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์อยู่ในช่วง 2.84 – 3.08 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง สัปดาห์ที่ 4 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์อยู่ในช่วง 1.91 – 2.26 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องจากมีอัตราการใช้น้ำตาลรีดิวซ์ของจุลินทรีย์มากกว่าอัตราการย่อยสลายของน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโทส (Mao และคณะ, 2005) เพราะน้ำตาลรีดิวซ์เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานสำคัญของจุลินทรีย์ (Omonigho และ Ikenebomeh, 2000) โดยน้ำตาลจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลาย แล้วผลิตกรดขึ้น (สุมาลี, ม.ป.พ.) ซึ่งสัมพันธ์กับค่า pH ที่ลดลงระหว่างการเก็บรักษาดังรูปที่ (4.1) นอกจากนี้น้ำตาลรีดิวซ์อาจถูกใช้เป็นสารตั้งต้นในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยไม่อาศัยเอนไซม์ได้ ซึ่ง Soliva-Fortuny และคณะ (2004) พบว่าแอปเปิ้ลที่เก็บภายใต้สภาวะดัดแปลงบรรยากาศมีปริมาณน้ำตาลฟรุคโทสและกลูโคสลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.5 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด



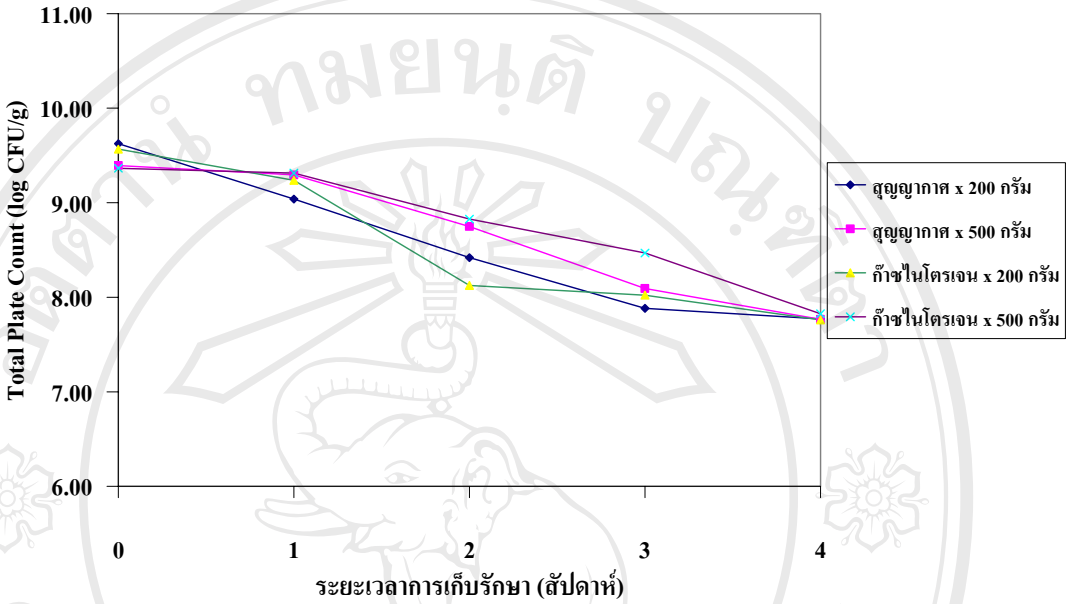
รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.6 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นปัจจัยหลักที่มีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของน้ำพริกหนุ่ม เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ 0 สัปดาห์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.78 – 6.05 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง โดยสัปดาห์ที่ 4 มีค่าอยู่ในช่วง 4.66 – 4.94 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเกิดจากการย่อยสลายน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุคโทสมากขึ้น และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าลดลงดังรูปที่ (4.5) เพราะจุลินทรีย์ใช้น้ำตาลโดยเฉพาะกลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานในการเจริญเติบโต และผลิตกรด (สุมาลี, ม.ป.พ.) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Soliva-Fortuny และคณะ (2004) พบว่าปริมาณน้ำตาลฟรุคโทส กลูโคส และซูโครสในแอปเปิ้ลที่เก็บภายใต้สภาวะดัดแปลงบรรยากาศมีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

4.3.6 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด



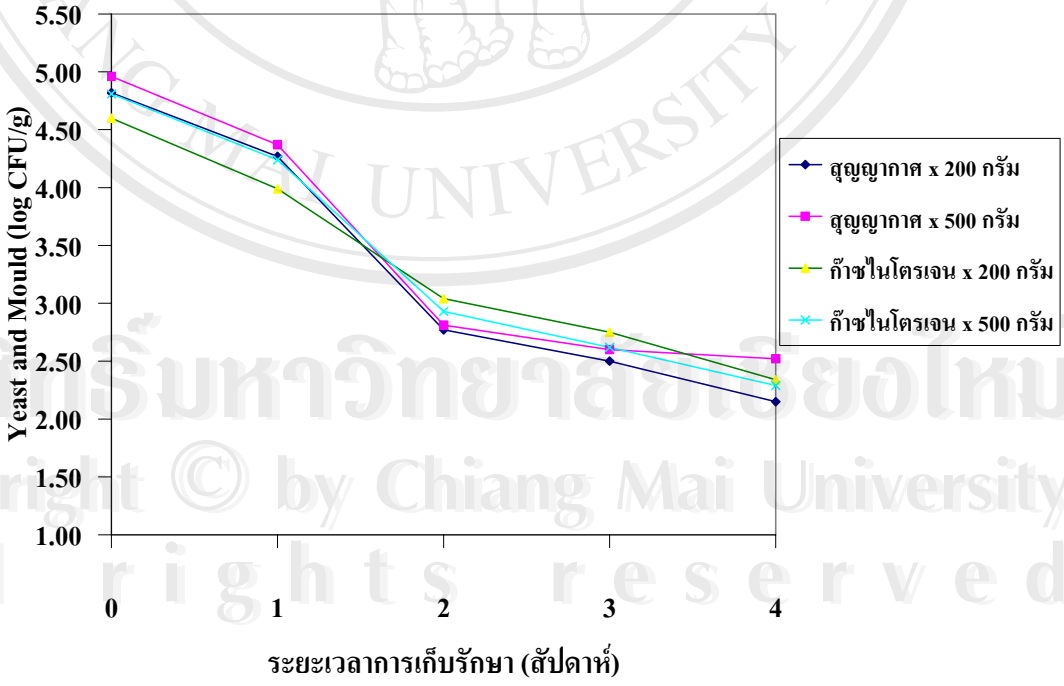
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.7 พบว่าขนาดการบรรจุ ระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่สภาวะการเก็บรักษาไม่มีผลทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกิดความแตกต่าง โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มที่มีขนาดบรรจุ 200 กรัม มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ยต่ำกว่าขนาดบรรจุ 500 กรัม อาจเนื่องจากขนาดบรรจุ 200 กรัม มีการดึงอากาศออกได้ทั่วถึงมากกว่า ดังนั้นจึงส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศน้อยกว่าขนาดบรรจุ 500 กรัม สำหรับระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าในสัปดาห์ที่ 0 น้ำพริกหนุ่มมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 9.37 – 9.63 log CFU/g และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์เฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง โดยสัปดาห์ที่ 4 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 7.76 – 7.83 log CFU/g ซึ่งผลจากการทดลองที่ได้ขัดแย้งกับการทดลองของ González-Aguilar และคณะ (2004) ซึ่งพบว่า พริกหวานสดที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะแบบสุญญากาศและการแทนที่ด้วยก๊าซ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา นอกจากนี้ Murcia และคณะ (2003) ศึกษาซุปถั่วแดงที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะสุญญากาศ และการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจนและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

คาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเมื่อระยะการเก็บรักษานานขึ้น โดยเริ่มตรวจพบจุลินทรีย์ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา ซึ่งจากสองการทดลองปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นไม่เกิน 1 log CFU/g อย่างไรก็ตามสาเหตุการลดลงของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาในการทดลองนี้ อาจเนื่องจากน้ำพริกหนุ่มมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นที่สูงมาก โดยมีค่ามากกว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2547) กำหนดต้องไม่เกิน 4 log CFU/g ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า น้ำพริกหนุ่มก่อนเข้าสู่กระบวนการถนอมอาหารมีการเจริญเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ถึงช่วงตอนปลายของ Stationary phase ซึ่งเป็นระยะที่จุลินทรีย์มีจำนวนสูงสุดและคงที่ คือ อัตราการแบ่งตัวเท่ากับอัตราการตาย เนื่องจากสารอาหารถูกใช้ไปเกือบหมด และอาจมีการขับของเสียที่เป็นพิษออกมาจากกระบวนการเมแทบอลิซึม (Tortara และคณะ, 1998; นงลักษณ์ และปรีชา, 2547) และเมื่อทำการถนอมโดยให้สภาวะแบบสุญญากาศและการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน ซึ่งเป็นสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำมาก รวมทั้งเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส จึงทำให้สภาวะแวดล้อมของจุลินทรีย์ไม่เหมาะสมต่อการเจริญมากขึ้น ดังนั้นอาจส่งผลให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดจำนวนลง

4.3.7 ยีสต์และรา



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างยีสต์และราของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

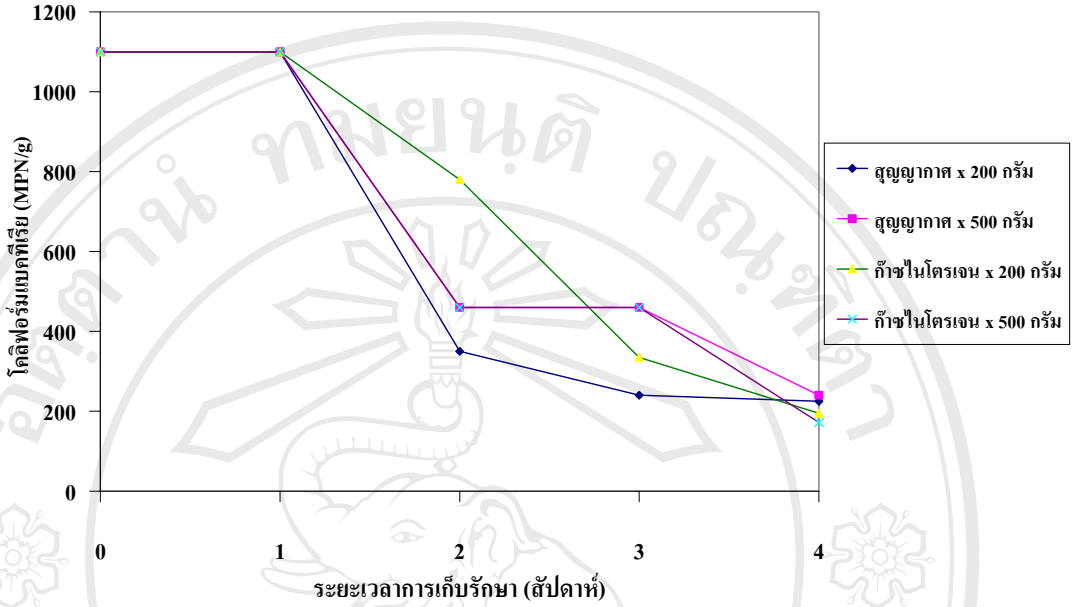
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูปที่ 4.8 พบว่าขนาดการบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ปริมาณยีสต์และราในน้ำพริกหนุ่ม เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยขนาดการบรรจุ 200 กรัม มีปริมาณยีสต์และราเฉลี่ยน้อยกว่าขนาดบรรจุ 500 กรัม อาจเนื่องจากขนาดบรรจุ 200 กรัม มีการดึงอากาศออกได้ทั่วถึงมากกว่า ดังนั้นจึงส่งเสริมการเจริญของยีสต์และราน้อยกว่าขนาดบรรจุ 500 กรัม สำหรับระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าที่ 0 สัปดาห์ ปริมาณยีสต์และราเท่ากับ 4.60 – 4.96 log CFU/g โดยมีค่ามากกว่าปริมาณยีสต์และราที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2547) กำหนดต้องไม่เกิน 10 โคโลนีต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม และปริมาณยีสต์และราเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยที่ 4 สัปดาห์ ปริมาณยีสต์และรามีค่าเท่ากับ 2.15 – 2.52 log CFU/g เนื่องจากยีสต์บางชนิดเป็นแฟคัลเตตีฟ และราส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน (สุมาลี, ม.ป.พ.) นอกจากนี้อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของยีสต์และราส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 20-30 และ 22-30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (นงลักษณ์ และปรีชา, 2547) ดังนั้นสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำและอุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส อาจเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญ จึงมีผลทำให้ปริมาณยีสต์และราลดลงระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับ González-Aguilar และคณะ (2004) พบว่าพริกหวานเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะสุญญากาศ ยีสต์และรามีแนวโน้มลดลง

สำหรับปฏิสัมพันธ์ของ 2 ปัจจัย ระหว่างสภาวะการบรรจุกับระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลให้ปริมาณยีสต์และราในน้ำพริกหนุ่ม เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำพริกหนุ่มที่เก็บรักษาในสภาวะแบบสุญญากาศที่ 0 สัปดาห์ มีปริมาณยีสต์และราสูงสุด แต่สภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจนที่ 4 สัปดาห์ มีปริมาณยีสต์และราต่ำสุด นอกจากนี้ปฏิสัมพันธ์ของ 3 ปัจจัย คือ สภาวะบรรจุ ขนาดการบรรจุ และระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลให้ปริมาณยีสต์และราในน้ำพริกหนุ่มเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน โดยน้ำพริกหนุ่มที่เก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศขนาด 200 กรัม ที่ 4 สัปดาห์ มีปริมาณยีสต์และราต่ำสุด แต่สภาวะสุญญากาศ 500 กรัม ที่ 0 สัปดาห์ มีปริมาณยีสต์และราสูงสุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.8 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.9 พบว่าสภาวะการเก็บรักษาและขนาดการบรรจุ ไม่มีผลทำให้ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกิดความแตกต่างกัน แต่ระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นปัจจัยที่ทำให้ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ 0 สัปดาห์ โคลิฟอร์มแบคทีเรียเฉลี่ยเท่ากับ 1,100 MPN/g และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โคลิฟอร์มแบคทีเรียเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงโดยที่ 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 172 – 240 MPN/g ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำพริกหนุ่มเริ่มต้นมีปริมาณที่สูงมาก แสดงว่ากระบวนการผลิตน้ำพริกหนุ่มมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากดินและน้ำสูง (มณธิดา, 2546) นอกจากนี้โคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นแฟคัลเตตีฟ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญอยู่ในช่วง 30 - 37 องศาเซลเซียส (เรณู, 2535) แต่เจริญได้ไม่ดีที่ 5 องศาเซลเซียส (สุมณฑา, 2545) ดังนั้นเมื่อนำน้ำพริกหนุ่มมาเก็บรักษาภายใต้สภาวะที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อาจทำให้ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.9 *Escherichia coli* (*E. coli*)

ตารางที่ 4.3 ปริมาณ *E. coli* (MPN/g) ในน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกระบวนการดัดแปลงบรรยากาศ

อายุการเก็บรักษาที่ 4 ºC (สัปดาห์)	สภาวะสุญญากาศ		การแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน	
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม
0	6.11	6.11	6.11	6.11
1	<3	<3	<3	3.30
2	<3	<3	<3	<3
3	<3	<3	<3	<3
4	<3	<3	<3	<3

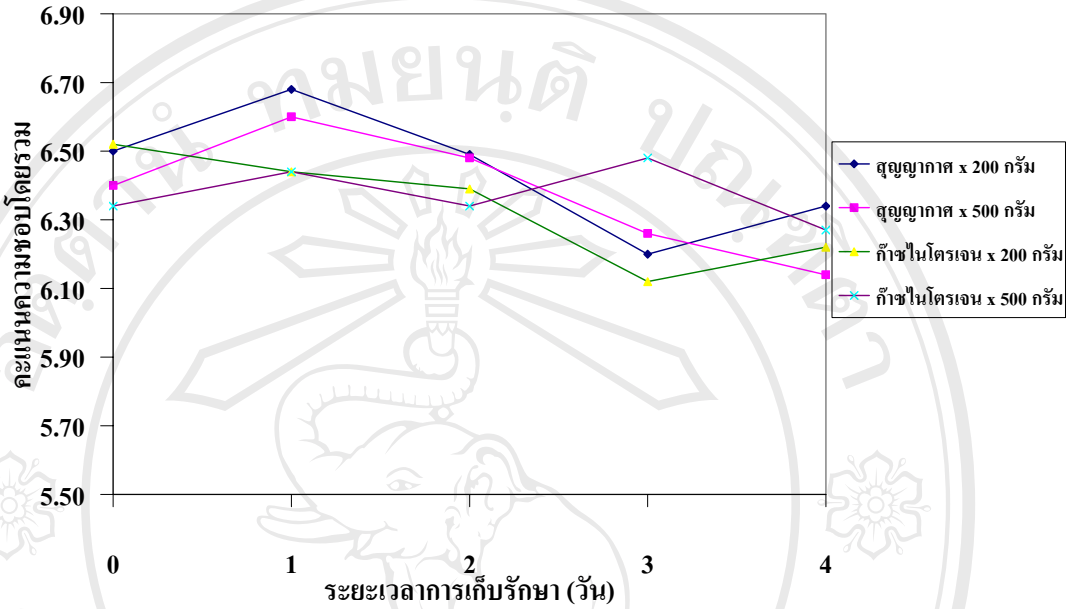
หมายเหตุ - ข้อมูลที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.3 พบว่าสภาวะการเก็บรักษาและขนาดการบรรจุไม่ทำให้ปริมาณ *E. coli* ในน้ำพริกหนุ่มเกิดความแตกต่างกัน แต่ระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นปัจจัยที่มีผลทำให้ปริมาณ *E. coli* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ 0 สัปดาห์ ปริมาณ *E. coli* มีค่าประมาณ 6.11 MPN/g ซึ่งมีค่ามากกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2547) กำหนด โดยปริมาณ *E. coli* ในน้ำพริกหนุ่มต้องน้อยกว่า 3 MPN/g แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มมีการปนเปื้อนของมูลสัตว์ ซึ่งบ่งบอกถึงการผลิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะ แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณเฉลี่ยของ *E. coli* ลดลงน้อยกว่า 3 MPN/g อาจเนื่องจากอุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิต่ำไม่เหมาะสมต่อการเจริญ ซึ่งอุณหภูมิต่ำสุดที่ *E. coli* สามารถเจริญได้ คือ 7 องศาเซลเซียส (Sivertsvik และคณะ, 2002)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

4.3.10 ความชอบโดยรวม

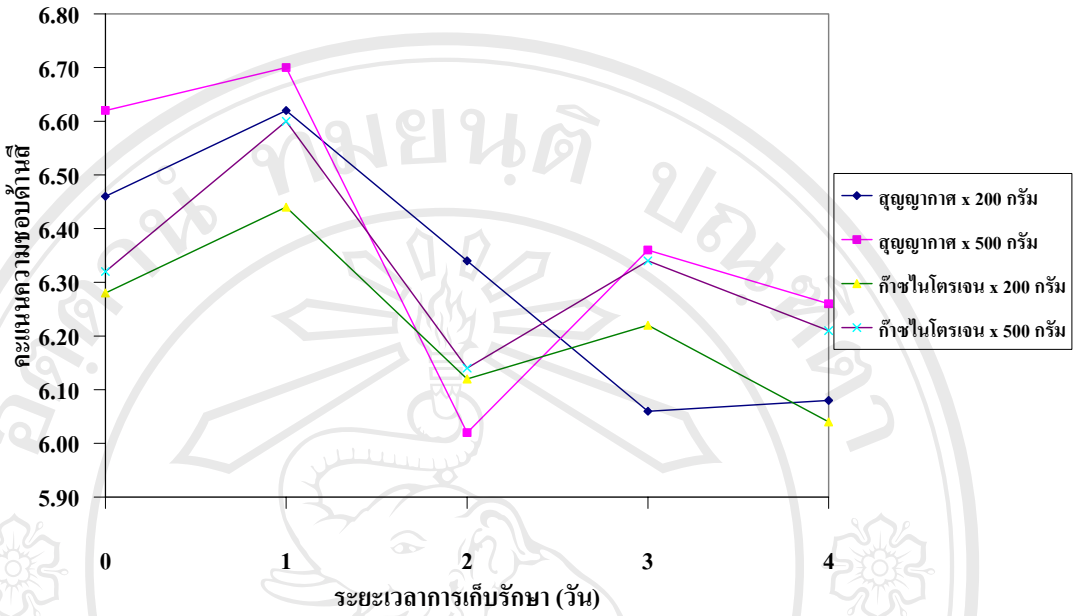


รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบโดยรวมของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส (n=50)

จากรูปที่ 4.10 การทดสอบชิมแบบ 9-Point Hedonic Scale พบว่าสภาวะการเก็บรักษาและขนาดบรรจุไม่ทำให้คะแนนความชอบโดยรวมที่มีต่อน้ำพริกหนุ่มเกิดความแตกต่างกัน แต่ระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นปัจจัยที่มีผลทำให้คะแนนความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวันที่ 0 คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในช่วง 6.34 – 6.52 และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย โดยเริ่มลดลงในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมต่อน้ำพริกหนุ่มอยู่ในช่วงคะแนน 6 – 7 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 4 วัน แสดงว่าความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (ไพโรจน์, 2539) ซึ่ง Parry (1993) กล่าวว่า สภาวะการดัดแปลงบรรยากาศเป็นสภาวะที่สามารถควบคุมการลดลงของคุณภาพอาหารได้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Manurakchinakorn และคณะ (2004) พบว่าการเก็บรักษามังคุดภายใต้สภาวะสุญญากาศและการแทนที่ด้วยก๊าซ สามารถชะลอการไม่ยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสโดยรวมได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.11 ความชอบด้านสี

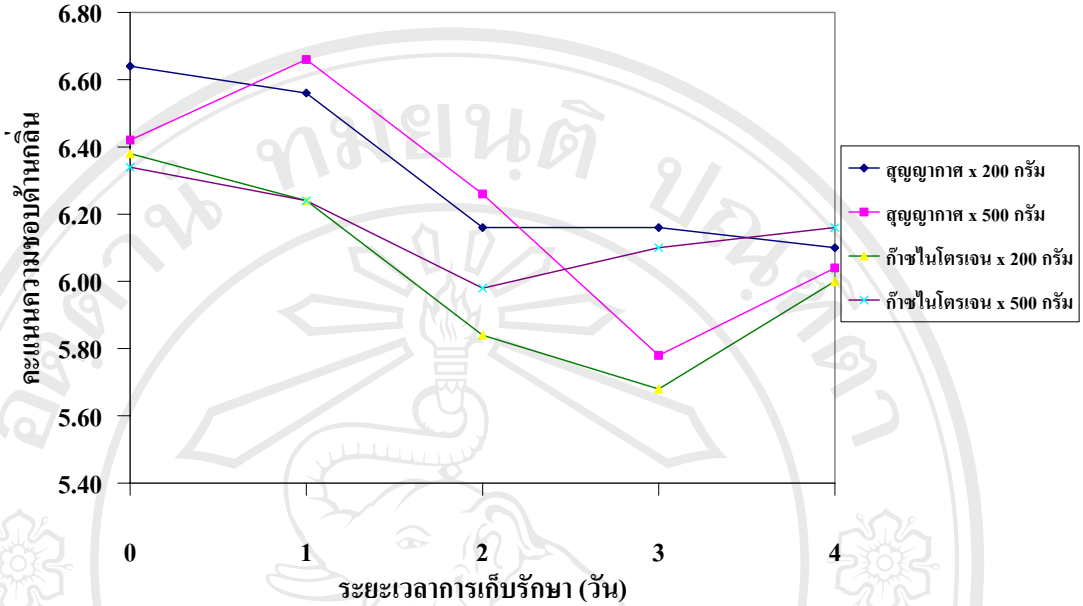


รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบด้านสีของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส (n=50)

จากรูปที่ 4.11 การทดสอบชิมแบบ 9-Point Hedonic Scale พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้คะแนนความชอบด้านสีของน้ำพริกหนุ่ม เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ 0 วัน และ 1 วันของการเก็บรักษาคะแนนความชอบด้านสีไม่แตกต่างกันและมีค่าอยู่ในช่วง 6.28 – 6.70 และเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้นคะแนนความชอบด้านสีเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง โดยวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ผู้บริโภคสามารถบอกความแตกต่างการเสื่อมคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ได้ อย่างไรก็ตามผู้บริโภคมีความชอบด้านสีต่อน้ำพริกหนุ่มอยู่ในช่วงคะแนน 6 – 7 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 4 วัน แสดงว่าความชอบด้านสีอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (ไพโรจน์, 2539) เนื่องจากสภาวะการดัดแปลงบรรยากาศทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงสีของอาหารเป็นไปอย่างช้าๆ (Ren และคณะ, 2000) และจากการทดลองของ Ren และคณะ (2000) พบว่าการบรรจุแบบสุญญากาศและการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจนทำให้การยอมรับด้านสีของแอปเปิ้ลลดลงตามระยะเวลาการเก็บ นอกจากนี้ Alasalvar และคณะ (2005) พบว่าภายใต้สภาวะก๊าซไนโตรเจน 90 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจน 5 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถรักษาคุณภาพด้านสีของแครอทม่วงได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.12 ความชอบด้านกลิ่น

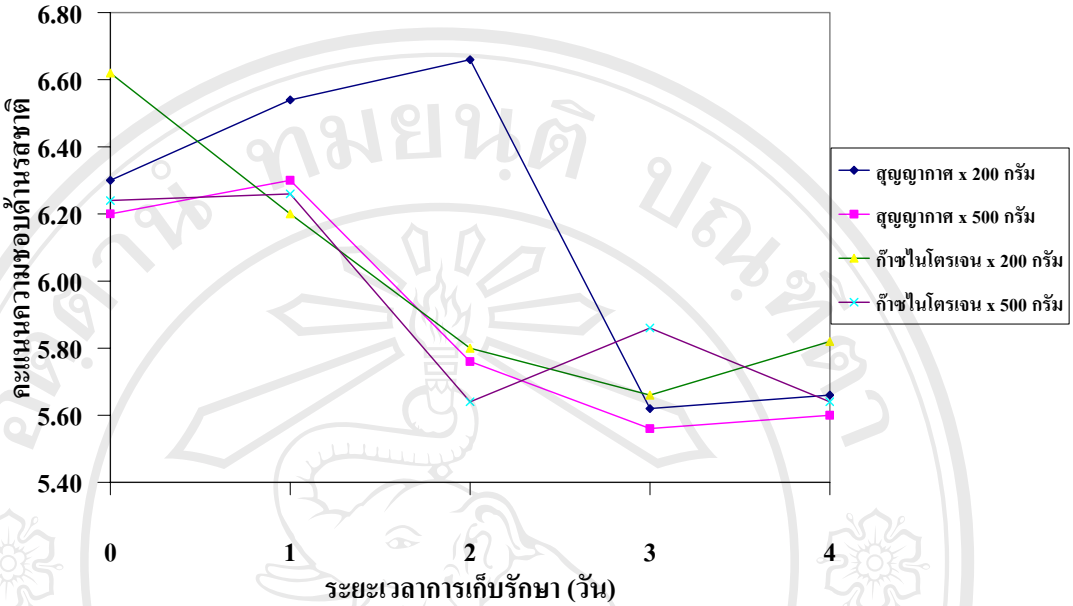


รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบด้านกลิ่นของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส (n=50)

จากรูปที่ 4.12 การทดสอบชิมแบบ 9-Point Hedonic Scale พบว่าสภาวะการเก็บรักษาและขนาดการบรรจุไม่ทำให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นของน้ำพริกหนุ่มเกิดความแตกต่างกัน แต่ระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นปัจจัยที่มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ 0 วัน และ 1 วันของการเก็บรักษาคะแนนความชอบด้านกลิ่นไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 6.24 – 6.66 และเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น คะแนนความชอบด้านกลิ่นเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง โดยวันที่ 2 ของการเก็บรักษาผู้บริโภคสามารถบอกความแตกต่างการเสื่อมคุณภาพด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ได้ อาจเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารในน้ำพริกหนุ่ม เช่น กรดอะมิโนในโปรตีน เมื่อถูกย่อยสลายในสภาวะที่ไร้ออกซิเจนโดยจุลินทรีย์ สามารถเกิดกลิ่นเหม็นได้ (ศิวาพร และคณะ, 2539) อย่างไรก็ตามผู้บริโภคมีความชอบด้านกลิ่นต่อน้ำพริกหนุ่มอยู่ในช่วงคะแนน 6 – 7 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 4 วัน แสดงว่าความชอบด้านกลิ่นอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (ไพโรจน์, 2539) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Alasalvar และคณะ (2005) พบว่าภายใต้สภาวะก๊าซไนโตรเจน 90 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจน 5 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถรักษาคุณภาพด้านกลิ่นของแครอทม่วงได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.13 ความชอบด้านรสชาติ



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบด้านรสชาติของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส (n=50)

จากรูปที่ 4.13 การทดสอบชิมแบบ 9-Point Hedonic Scale พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นปัจจัยที่ทำให้คะแนนความชอบด้านรสชาติของน้ำพริกหนุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่สภาวะการเก็บรักษาและขนาดบรรจุไม่มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านรสชาติเกิดความแตกต่างกัน โดยที่ 0 วัน และ 1 วัน ของการเก็บรักษา คะแนนความชอบด้านรสชาติไม่มีความแตกต่างกัน โดยอยู่ในช่วง 6.20 – 6.62 และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น คะแนนความชอบด้านรสชาติของน้ำพริกหนุ่มเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง โดยวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ผู้บริโภคสามารถบอกความแตกต่างการเสื่อมคุณภาพด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ได้ อาจเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงสารอาหารในน้ำพริกหนุ่มโดยจุลินทรีย์ทำให้น้ำพริกหนุ่มมีรสชาติเปลี่ยนไป ซึ่ง Ren และคณะ (2000) พบว่า สภาวะแบบสุญญากาศและการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจนทำให้การยอมรับด้านรสชาติของแอปเปิ้ลลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามผู้บริโภคมีความชอบด้านรสชาติต่อน้ำพริกหนุ่มอยู่ในช่วงคะแนน 6 – 7 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 4 วัน ซึ่งแสดงว่าความชอบด้านรสชาติมีค่าอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (ไพโรจน์, 2539)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

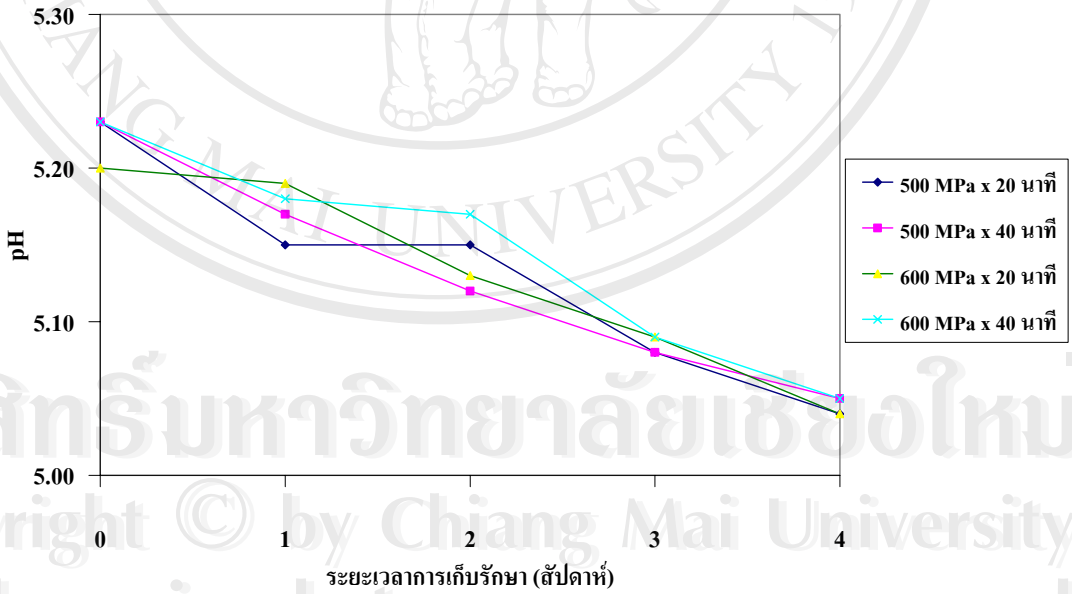
จากขั้นตอนการวิเคราะห์นี้ พบว่าสภาวะการดัดแปลงบรรยากาศแบบสุญญากาศและการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน มีประสิทธิภาพต่อการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มทางเคมี ทางกายภาพ ทางจุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามสภาวะแบบสุญญากาศเหมาะสมต่อการถนอมน้ำพริกหนุ่มมากกว่า เนื่องจากต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าประมาณสองเท่าของสภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจนที่ต้องการอุปกรณ์บรรจุแบบจำเพาะและก๊าซในการอัดเข้าไปในบรรจุภัณฑ์

4.4 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มโดยใช้ความดันสูง

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำพริกหนุ่มจากตลาด ที่ผ่านการถนอมด้วยความดัน 2 ระดับ ได้แก่ 500 และ 600 MPa ช่วงเวลาคงความดัน (holding time) 2 ระดับ ได้แก่ 20 และ 40 นาที โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

4.4.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูปที่ 4.14 พบว่าช่วงเวลาคงความดันและระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นปัจจัยหลักทำให้ค่า pH ของน้ำพริกหนุ่มเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยตลอดการเก็บรักษาค่า pH น้ำพริกหนุ่มที่ช่วงเวลาคงความดัน 40 นาที มีค่ามากกว่าค่า pH น้ำพริกหนุ่มที่ช่วงเวลาคงความดัน 20 นาที อาจเนื่องจากเวลาคงความดันที่นานกว่าสามารถถนอมน้ำพริกหนุ่มให้มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีน้อยกว่า และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น พบว่าค่า pH เฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย โดย pH ที่ 0 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 5.20 – 5.23 และ pH ที่ 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 5.04 – 5.05 ทั้งนี้อาจเนื่องจากระดับความดันและช่วงเวลาคงความดันที่ใช้สามารถทำลายจุลินทรีย์เริ่มต้นได้มาก ทำให้การเปลี่ยนแปลงสารอาหารในน้ำพริกหนุ่มลดลง มีผลให้ค่า pH เปลี่ยนแปลงน้อยมากระหว่างเก็บรักษาเมื่อเทียบกับการถนอมโดยการดัดแปลงบรรยากาศดังรูป (4.1) โดย Ledward และคณะ (1995) กล่าวว่าระดับความดัน 400-600 MPa สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ นอกจากนี้ความดันสูงอาจทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ถูกยับยั้งได้บางส่วน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Bull และคณะ (2004) พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น น้ำส้มที่ผ่านความดันสูงมีค่า pH ลดลงเล็กน้อย

สำหรับปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย ระหว่างระดับความดันกับระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลให้ค่า pH ของน้ำพริกหนุ่มเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านระดับความดัน 500 MPa ที่ 0 สัปดาห์ มีค่า pH สูงสุด และน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านระดับความดัน 500 MPa และ 600 MPa ที่ 4 สัปดาห์ มีค่า pH ต่ำสุด นอกจากนี้ปฏิสัมพันธ์ 3 ปัจจัย ระหว่างระดับความดัน ช่วงเวลาคงความดัน และระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลให้ค่า pH ของน้ำพริกหนุ่มเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน โดยระดับความดัน 600 MPa 20 นาที ที่ 0 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีค่า pH สูงสุด และระดับความดัน 500 MPa และ 600MPa 20 นาที ที่ 4 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีค่า pH ต่ำสุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.2 Water activity (a_w)

พบว่าค่า a_w ของทุกสิ่งทดลองระหว่างการเก็บรักษา มีค่าอยู่ในช่วง 0.96 – 0.97 ดังนั้น น้ำพริกหนุ่มจึงมีการเสื่อมคุณภาพทางจุลินทรีย์และทางเคมีเร็ว เนื่องจากค่า a_w ที่มากกว่า 0.80 จึงเหมาะสมต่อการเจริญของยีสต์ รา จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ และเหมาะสำหรับการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในอาหาร เช่น ปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์ ปฏิกิริยาที่ไม่อาศัยเอนไซม์ และปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส (นิธิยา, 2545; วิไล, 2546) ซึ่งค่า a_w ของน้ำพริกหนุ่มสูงเนื่องจากมีปริมาณความชื้นสูง โดยมีค่า 84.43 – 85.50 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามค่า a_w และปริมาณความชื้นของน้ำพริกหนุ่มมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น อาจเนื่องจากความดันทำให้เพคตินในเนื้อเยื่อวัตถุดิบต่างๆ ได้แก่ พริก หอม กระเทียม และมะเขือเทศ เกิด gelatination process มีผลให้น้ำซึมออกมา เช่นเดียวกับการรายงานของ Schöberl และคณะ (1998) พบว่าเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำที่หายไปจากผักผลไม้ เช่น แอปเปิ้ล มะเขือเทศ แครอท มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากความดันมีผลให้เกิด gelatination process ในเพคตินของเนื้อเยื่อผักผลไม้ และมีน้ำซึมออกมา

4.4.3 ค่าสี

4.4.3.1 ค่าสี L, a* และ b*

พบว่าระหว่างการเก็บรักษา น้ำพริกหนุ่มมีค่าสี L อยู่ในช่วง 32.21 – 35.67 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 1.85 – 3.33 และค่าสี b* อยู่ในช่วง 15.04 – 20.20 โดยค่า L เข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยจนเป็นสีคล้ำ ถ้าค่า L เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างสว่างมากจนเป็นสีขาว สำหรับค่าสี a* ที่เป็นบวก หมายถึง ตัวอย่างมีสีแดงปรากฏอยู่ ถ้าค่าสี a* เป็นลบ หมายถึง ตัวอย่างมีสีเขียวปรากฏอยู่ นอกจากนี้ค่าสี b* ที่เป็นบวก หมายถึง ตัวอย่างมีสีเหลือง และถ้าค่า b* เป็นลบ หมายถึง ตัวอย่างมีสีน้ำเงินปรากฏอยู่ (McGuire, 1992) ซึ่งพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ทุกสิ่งทดลองค่าสี L มีแนวโน้มคงที่ แต่ค่าสี a* และค่าสี b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มมีความสว่าง-เข้มคงที่ ความเป็นสีเขียวลดลง และความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับการถนอมโดยดัดแปลงบรรยากาศดังรูปที่ (4.2) – (4.4) พบว่าสีของน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการถนอมด้วยความดันสูงมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย อาจเนื่องจากยังคงมีกิจกรรมของเอนไซม์เหลืออยู่ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Matser และคณะ (2000) พบว่าที่ความดัน 600 MPa สามารถเร่งการทำงานของเอนไซม์ polyphenol oxidase ได้ มีผลให้เกิดสี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำตาลในเห็ด แต่เมื่อความดัน 950 MPa จะสามารถยับยั้งเอนไซม์ได้ เช่นเดียวกับการทดลองของ Krebbers และคณะ (2002) ซึ่งศึกษาถั่วเขียวที่ผ่านความดัน 500 MPa ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นถั่วมีความเป็นสีเขียวลดลง แต่มีความเป็นสีเขียวออกเหลืองมากขึ้น อาจเนื่องจากยังคงมีกิจกรรมของเอนไซม์ lipoxygenase , peroxidase หรือ chlorophyllase เหลืออยู่

4.4.3.2 ค่าสี C* และ Hue angle (H°)

พบว่าค่าสี C* และ H° ของทุกสิ่งทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีค่าอยู่ในช่วง 15.24 – 20.34 และ 77.91 – 83.50 ตามลำดับ โดยค่าสี C* ซึ่งแสดงถึงความเข้มของสี ถ้าค่า C* มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึงวัตถุมีสีเทา หากค่า C* ยิ่งมากแสดงว่าความเข้มของสีมากขึ้น และค่า H° แสดงถึงสีที่แท้จริงที่ปรากฏให้เห็น คือ H° 45 องศา แสดงสีม่วงแดงถึงสีส้มแดง 90 องศา แสดงสีส้มแดงถึงสีเหลือง 180 องศา แสดงสีเหลืองเขียวถึงสีเขียว 270 องศา แสดงสีน้ำเงิน 360 องศา แสดงสีม่วงถึงสีม่วงแดง (McGuire, 1992) โดยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น น้ำพริกหนุ่มมีแนวโน้มค่าสี C* เพิ่มขึ้นเล็กน้อย สำหรับค่า H° มีแนวโน้มลดลง แสดงว่าความดันสูงสามารถถนอมสีของน้ำพริกหนุ่มให้มีความเข้มของสี และความเป็นสีส้มแดงค่อนข้างคงที่ตลอดการเก็บรักษา อาจเนื่องจากระดับความดันและเวลาคงความดันที่ใช้มีประสิทธิภาพในการทำลายเอนไซม์บางส่วนที่เป็นสาเหตุให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล

4.4.4 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

พบว่าระหว่างการเก็บรักษา ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการถนอมด้วยความดันสูงมีค่าอยู่ในช่วง 1.13 – 1.84 เปอร์เซ็นต์ โดยมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เนื่องจากมีอัตราการใช้น้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าอัตราการเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโทส (Mao และคณะ, 2005) เพราะน้ำตาลรีดิวซ์โดยเฉพาะกลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานในการเจริญเติบโต และผลิตกรดของจุลินทรีย์ (สุมาลี, ม.ป.พ.) จึงมีผลให้ค่า pH ของน้ำพริกหนุ่มลดลงระหว่างการเก็บรักษาดังรูปที่ (4.14) สำหรับปริมาณน้ำตาลทั้งหมด พบว่ามีค่า 3.56 – 4.78 เปอร์เซ็นต์ โดยมีแนวโน้มลดลงระหว่างการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเป็นผลจากปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลง อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดของน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการถนอมด้วยความดันสูง มีการเปลี่ยนแปลงลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการถนอมด้วยการดัดแปลงบรรยากาศดังรูปที่ (4.5) และ (4.6)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

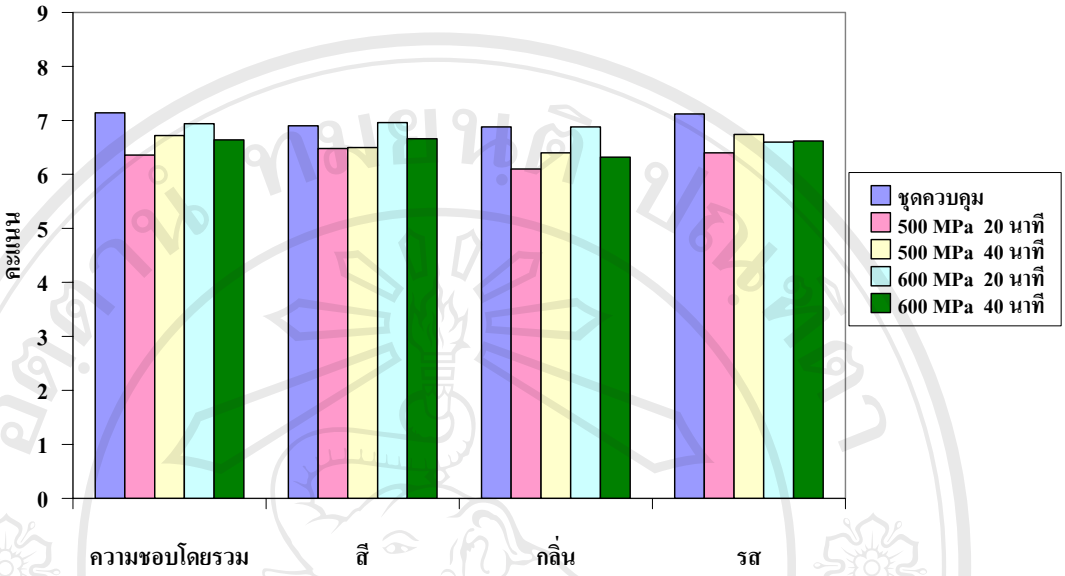
4.4.5 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E. coli*

พบว่าระดับความดัน 500 MPa และ 600 MPa ที่มีช่วงเวลาคงความดัน 20 และ 40 นาที สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำพริกหนุ่มให้มีค่าน้อยกว่า 250 CFU/g ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แสดงว่าระดับความดันและช่วงเวลาคงความดันที่ใช้มีประสิทธิภาพทำลายจุลินทรีย์ ซึ่งโดยทั่วไประดับความดัน 300-600 MPa สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้ (Smelt, 1998) โดยความดันสูงทำลายความสามารถการซึมผ่านเข้าออกสารของเซลล์จุลินทรีย์ ส่งผลให้เกิดการล้มเหลวของการดูดซึมสารอาหารและท้ายสุดเซลล์จุลินทรีย์ตาย (Tahiri และคณะ, 2006) นอกจากนี้ยีสต์และราในน้ำพริกหนุ่มของทุกสิ่งทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามีค่าน้อยกว่า 10 CFU/g ซึ่งโดยทั่วไประดับความดัน 300-600 MPa สามารถที่จะทำลายยีสต์และราได้ (Hendrickx และคณะ, 1998) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bull และคณะ (2004) กล่าวว่าการใช้ความดัน 300-700 MPa สามารถทำลายยีสต์และราได้ และเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Houška และคณะ (2005) พบว่าการใช้ระดับความดัน 500 MPa 10 นาที ทำให้ไม่พบยีสต์และราในน้ำผักผลไม้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน ที่อุณหภูมิแช่เย็น

สำหรับโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E. coli* พบว่ามีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แสดงว่าระดับความดันและช่วงเวลาคงความดันที่ใช้ มีประสิทธิภาพทำลายโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E. coli* เนื่องจากเป็นแบคทีเรียแกรมลบจึงมีความต้านทานต่อความดันน้อยกว่าแบคทีเรียแกรมบวก (Hoover และคณะ, 1989) ซึ่ง Houška และคณะ (2005) กล่าวว่าการทำให้อาหารปลอดภัยจาก *E. coli* ควรใช้ระดับความดันสูงถึง 400 MPa และเมื่อทำการทดลองที่ระดับความดัน 500 MPa 10 นาที ทำให้ไม่พบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E. coli* ในน้ำผักผลไม้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน ที่อุณหภูมิแช่เย็น นอกจากนี้ Bull และคณะ (2004) กล่าวว่าการใช้ความดัน 300-700 MPa สามารถทำลาย *E. coli* ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส



รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบในด้านต่างๆ ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง (n=50)

จากรูปที่ 4.15 การประเมินความชอบในด้านต่างๆ ต่อน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านความดันสูงโดยเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ที่ 4 องศาเซลเซียส เทียบกับน้ำพริกหนุ่มที่ไม่ผ่านกระบวนการความดันสูงที่ 0 สัปดาห์ (ชุดควบคุม) และทดสอบชิมแบบ 9-Point Hedonic Scale พบว่าการใช้ระดับความดัน 500 และ 600 MPa ช่วงเวลาคงความดัน 20 และ 40 นาที ไม่มีผลทำให้คะแนนความชอบโดยรวม ด้านสี และด้านรสชาติของน้ำพริกหนุ่มเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม แต่สำหรับคะแนนความชอบด้านกลิ่น พบว่าน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านความดันสูงเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม โดยน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านระดับความดัน 600 MPa 20 นาที มีคะแนนความชอบโดยรวม ด้านสี และด้านกลิ่นใกล้เคียงกับน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมมากที่สุด ส่วนน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านระดับความดัน 500 MPa 40 นาที มีคะแนนความชอบด้านรสชาติใกล้เคียงน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมมากที่สุด ดังนั้นกล่าวได้ว่าคุณภาพด้านประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูงไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุม ซึ่ง Matser และคณะ (2000) กล่าวว่าการใช้ความดันสูงไม่มีผลต่อสารโมเลกุลขนาดเล็ก เช่น สารให้กลิ่นและรส นอกจากนี้กระบวนการความดันสูงสามารถรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สีของอาหารได้ (Krebbers และคณะ, 2002) เช่นเดียวกับ Bull และคณะ (2004) พบว่าการใช้ความดันสูงสามารถรักษาผลิตภัณฑ์ให้เหมือนของสดได้ เช่น ลักษณะเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นรส นอกจากนี้ Baxter และคณะ (2005) พบว่าน้ำส้มที่ถนอมด้วยความดันสูงและเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส มีการยอมรับด้านประสาทสัมผัสนานถึง 12 สัปดาห์

จากขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มโดยความดันสูงระดับ 500 และ 600 MPa ที่มีเวลาคงความดัน 20 และ 40 นาที พบว่าระดับความดัน 600 MPa 20 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการถนอมคุณภาพน้ำพริกหนุ่มมากสุด เนื่องจากสามารถรักษาคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ และมีประสิทธิภาพสูงในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ใกล้เคียงกับ 600 MPa ที่ 40 นาที นอกจากนี้ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่ามีการยอมรับด้านความชอบโดยรวม สี และกลิ่นใกล้เคียงกับน้ำพริกหนุ่มที่ไม่ผ่านการถนอมและปรุงเสร็จใหม่ๆ (ชุดควบคุม) มากที่สุด

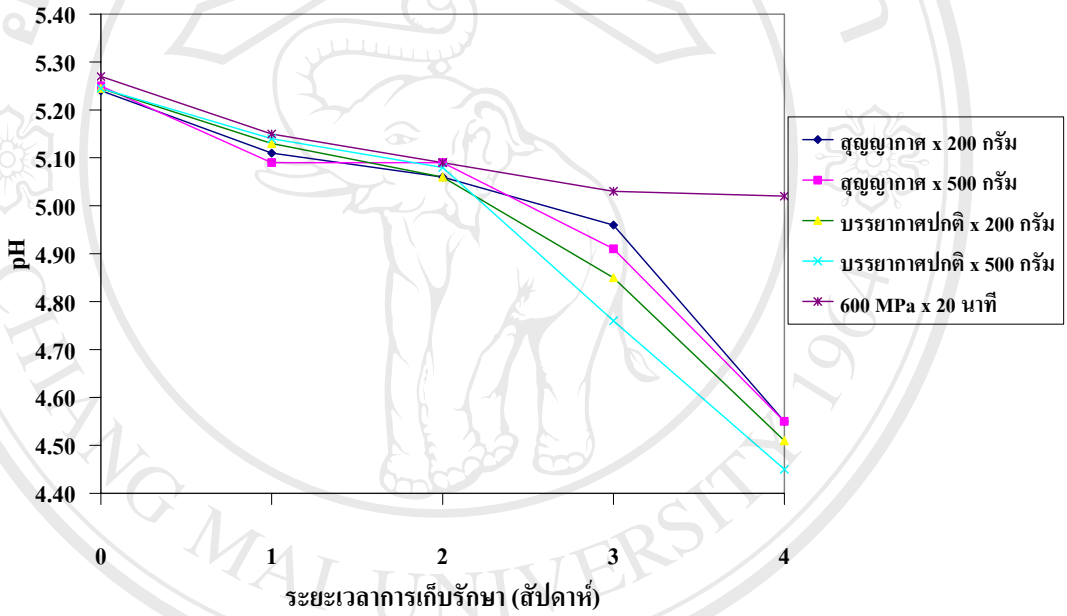
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5 การเปรียบเทียบการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มด้วยวิธีดัดแปลงบรรยากาศ และความดันสูงที่เหมาะสม กับสภาวะบรรยากาศปกติ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำพริกหนุ่มจากตลาด ที่บรรจุในระบบสุญญากาศ และถนอมด้วยความดันสูงระดับ 600 MPa 20 นาที เทียบกับน้ำพริกหนุ่มที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

4.5.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)



รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.16 พบว่าสิ่งทดลองและระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นปัจจัยที่มีผลให้ค่า pH เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยตลอดการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองการเก็บที่บรรยากาศปกติขนาดบรรจุ 500 กรัม มีค่า pH เฉลี่ยต่ำสุด ส่วนน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองความดันระดับ 600 MPa 20 นาที มีค่า pH เฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากความดันสูงสามารถทำลายจุลินทรีย์และเอนไซม์ในผลิตภัณฑ์ได้ (Matser และคณะ, 2000) ดังนั้นอาจทำให้การเปลี่ยนแปลงทางเคมีในน้ำพริกหนุ่มเกิดช้าลงกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ สำหรับระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าที่ 0 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีค่า pH เท่ากับ 5.24 – 5.27 และเมื่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่า pH เฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง สัปดาห์ที่ 4 pH มีค่าต่ำสุดอยู่ในช่วงเท่ากับ 4.45 – 5.02 ซึ่งการลดลงของค่า pH อาจเนื่องจากจุลินทรีย์ใช้สารอาหารในน้ำพริกหนุ่มเพื่อการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงมีการสร้างกรดและมีผลให้ค่า pH ลดลง (มณธิดา, 2546)

นอกจากนี้ปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย ระหว่างสิ่งทดลองกับระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองความดัน 600 MPa 20 นาที ที่ 0 สัปดาห์ มีค่า pH เฉลี่ยมากสุด แต่น้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองการเก็บที่บรรยากาศปกติขนาดบรรจุ 500 กรัม ที่ 4 สัปดาห์ มีค่า pH เฉลี่ยน้อยสุด

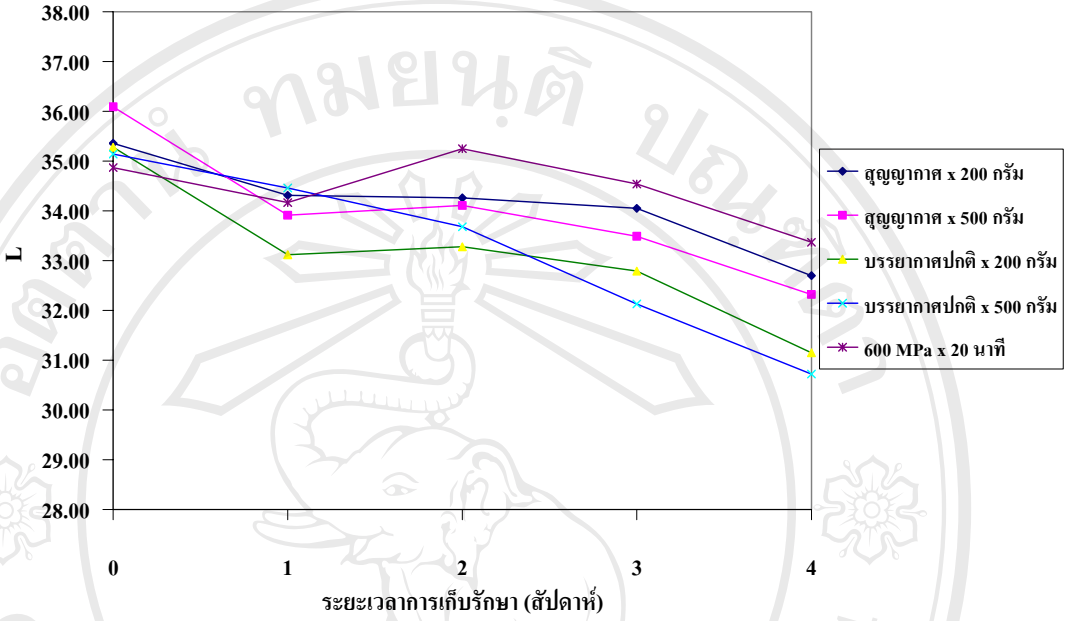
4.5.2 Water activity (a_w) และปริมาณความชื้น (moisture)

พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ทุกสิ่งทดลองมีค่า a_w อยู่ประมาณ 0.96 แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มเป็นอาหารที่เสียงต่อการเน่าเสียสูง โดยค่า a_w ที่อยู่ในช่วง 0.80 – 1.00 เหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในอาหาร เช่น ปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์ ปฏิกิริยาที่ไม่อาศัยเอนไซม์ และปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส รวมทั้งเหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรีย ยีสต์และรา (นิธิยา, 2545) เพราะ a_w เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและจุลินทรีย์ในอาหาร (พรประภา, 2545) อย่างไรก็ตามน้ำพริกหนุ่มมีค่า a_w สูง เนื่องจากมีปริมาณความชื้นสูง โดยมีค่า 81.67 – 83.20 เปอร์เซ็นต์ เพราะวัตถุดิบที่ผลิตน้ำพริกหนุ่ม ได้แก่ พริกเผา มะเขือเทศต้ม และหอมเผา มีปริมาณความชื้นมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นน้ำพริกหนุ่มมีค่า a_w และปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากกระบวนการผลิตน้ำพริกมีขั้นตอนการบดผสมวัตถุดิบจึงทำให้เซลล์เนื้อเยื่อเกิดบาดแผล ดังนั้นเป็นผลให้น้ำในเนื้อเยื่อซึมออกมาได้ง่ายและสะดวก (จริงแท้, 2546) นอกจากนี้ Nylon และ LLDPE ซึ่งเป็นส่วนประกอบของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้สำหรับการทดลองมีค่าการดูดซึมน้ำเท่ากับ 0.3 – 2.8 และ 0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (วรัญญา, 2542)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.3 ค่าสี

4.5.3.1 ค่าสี L



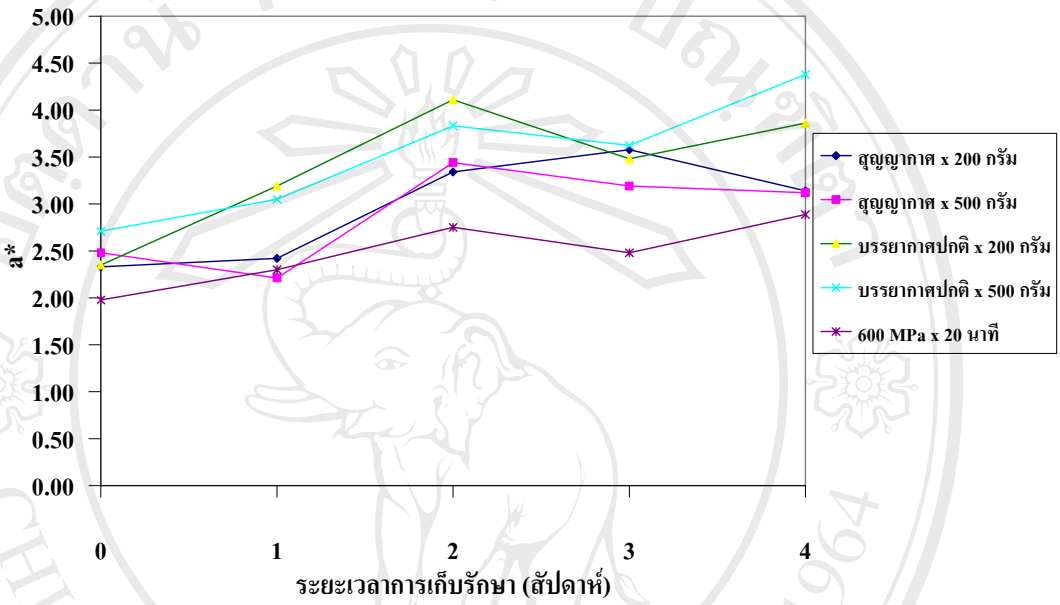
รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี L ของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.17 โดยค่า L เข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยจนเป็นสีคล้ำ ถ้าค่า L เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างสว่างมากจนเป็นสีขาว (McGuire, 1992) พบว่าสิ่งทดลองและระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นปัจจัยที่ทำให้ค่าสี L เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองการเก็บที่บรรยากาศปกติขนาด 500 กรัม มีค่าสี L เฉลี่ยน้อยสุด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Ren และคณะ (2000) พบว่าแอปเปิ้ลที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ ค่าสี L ลดลงมากสุด เนื่องจากก๊าซออกซิเจนที่มีอยู่ในบรรจุภัณฑ์ถูกใช้เพื่อให้เกิดออร์โท-ควิโนน (o-quinone) ดังนั้นจึงส่งเสริมการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ อย่างไรก็ตามน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองความดันระดับ 600 MPa 20 นาที มีค่าสี L เฉลี่ยมากสุด อาจเนื่องจากระดับความดันและเวลาคงความดันที่ใช้สามารถทำลายเอนไซม์บางส่วนที่เร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ แสดงว่าความดันสูงเป็นวิธีที่ถนอมน้ำพริกหนุ่มให้มีความสว่าง-เข้มคงที่ได้ดีสุด สำหรับระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าสี L มีแนวโน้มเฉลี่ยลดลง โดยที่ 0 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีค่าสี L เท่ากับ 34.87 – 36.09 และที่ 4 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีค่าสี L เท่ากับ 30.72 – 33.37 แสดงว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำพริกหนุ่มมีความสว่างลดลงระหว่างการเก็บรักษา อาจเนื่องจากมีปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเกิดขึ้น

4.5.3.2 ค่าสี a*



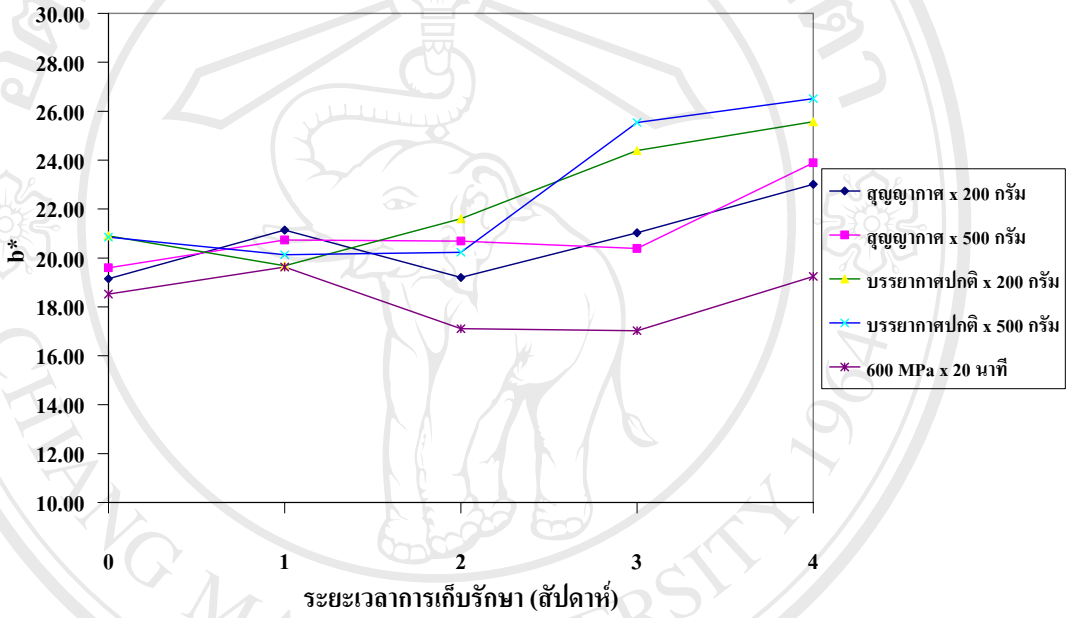
รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี a* ของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.18 โดยค่าสี a* ที่เป็นบวก หมายถึง ตัวอย่างมีสีแดงปรากฏอยู่ ถ้าค่าสี a* เป็นลบ หมายถึง ตัวอย่างมีสีเขียวปรากฏอยู่ (McGuire, 1992) พบว่าสิ่งทดลองและระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นปัจจัยที่ทำให้ค่าสี a* เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยตลอดการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองการเก็บที่บรรยากาศปกติ ขนาด 500 กรัม มีค่าสี a* เฉลี่ยมากสุด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Ren และคณะ (2000) พบว่าแอปเปิ้ลที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ ค่าสี a* เพิ่มมากที่สุด เช่นเดียวกับการทดลองของ Jamie และคณะ (2002) พบว่าบร็อคโคลีที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ ซึ่งมีออกซิเจน 20.90 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงมากกว่าการเก็บรักษาในสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำ อย่างไรก็ตามน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองความดัน 600 MPa 20 นาที มีค่าสี a* เฉลี่ยน้อยสุด อาจเนื่องจากระดับความดันและเวลาคงความดันที่ใช้สามารถทำลายเอนไซม์บางส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้ ซึ่งความดันระดับต่ำกว่า 600 MPa ที่อุณหภูมิปกติ สามารถยับยั้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทำงานของเอนไซม์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของคุณภาพอาหาร (Krebbers และคณะ, 2002) ดังนั้นความดันสูงสามารถรักษาคุณภาพสีเขียวของน้ำพริกหนุ่มได้ดีสุด สำหรับระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าสี a* มีแนวโน้มเฉลี่ยเพิ่มขึ้น โดยที่ 0 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีค่าสี a* เท่ากับ 1.98 – 2.71 และที่ 4 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีค่าสี a* เท่ากับ 2.89 – 4.38 แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มมีความเป็นสีเขียวลดลงระหว่างการเก็บรักษา

4.5.3.3 ค่าสี b*



รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี b* ของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.19 ค่าสี b* ที่เป็นบวก หมายถึง ตัวอย่างมีสีเหลือง และถ้าค่า b* เป็นลบ หมายถึง ตัวอย่างมีสีน้ำเงินปรากฏอยู่ (McGuire, 1992) พบว่าสิ่งทดลองและระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นปัจจัยที่ทำให้ค่าสี b* เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยตลอดการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองการเก็บที่บรรยากาศปกติขนาด 500 กรัม มีค่าสี b* เฉลี่ยมากสุด แต่น้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองความดัน 600 MPa 20 นาที มีค่าสี a* เฉลี่ยน้อยสุด แสดงว่าระดับความดันและเวลาคงความดันที่ใช้สามารถรักษาคุณภาพสีของน้ำพริกหนุ่มได้ ซึ่ง Cheftel (1992) กล่าวว่าความดันสูงสามารถรักษาคุณภาพด้านสีของอาหารให้เหมือนเริ่มแรกได้เมื่อเวลาเก็บรักษานานขึ้น สำหรับระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าเมื่อระยะเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

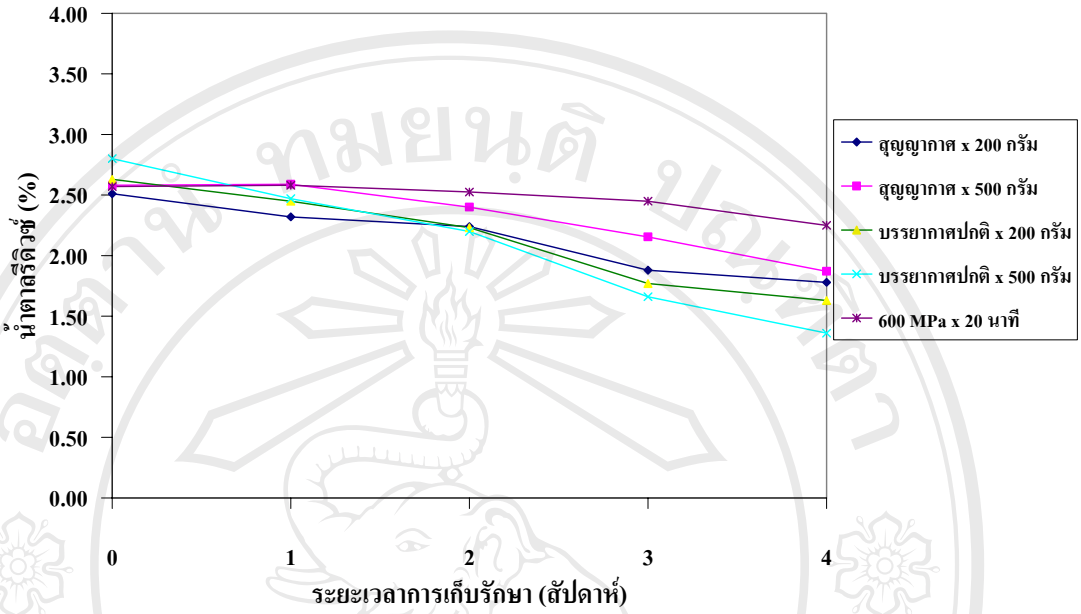
การเก็บรักษานานขึ้น ค่าสี b* มีแนวโน้มเฉลี่ยเพิ่มขึ้น โดยที่ 0 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีค่าสี b* เท่ากับ 18.52 – 20.90 และที่ 4 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีค่าสี b* เท่ากับ 19.25 – 26.51 แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มมีความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา

4.5.3.4 ค่าสี C* และ Hue angle (H°)

พบว่าค่าสี C* และ H° ของทุกสิ่งทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีค่าอยู่ในช่วง 17.21 – 26.87 และ 79.25 – 83.93 ตามลำดับ โดยค่าสี C* ซึ่งแสดงถึงความเข้มของสี ถ้าค่า C* มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง วัตถุมีสีเทา หากค่า C* ยิ่งมากแสดงว่าความเข้มของสีมากขึ้น และค่า H° แสดงถึงสีที่แท้จริงที่ปรากฏให้เห็น คือ H° 45 องศา แสดงสีม่วงแดงถึงสีส้มแดง 90 องศา แสดงสีส้มแดงถึงสีเหลือง 180 องศา แสดงสีเหลืองเขียวถึงสีเขียว 270 องศา แสดงสีน้ำเงิน 360 องศา แสดงสีม่วงถึงสีม่วงแดง (McGuire, 1992) ซึ่งพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น น้ำพริกหนุ่มมีแนวโน้มค่าสี C* เพิ่มขึ้น โดยน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองการเก็บที่บรรยากาศปกติขนาด 500 กรัม มีค่าสี C* เพิ่มมากสุด แต่น้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองความดัน 600 MPa 20 นาที มีค่าสี C* เพิ่มขึ้นน้อยสุด สำหรับค่า H° ของน้ำพริกหนุ่มมีแนวโน้มลดลง โดยน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองการเก็บที่บรรยากาศปกติขนาด 500 กรัม มีค่า H° ลดลงมากสุด แต่น้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองความดัน 600 MPa 20 นาที มีค่า H° ลดลงน้อยสุด แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านความดันสูงมีความเข้มของสีและความเป็นสีส้มแดงค่อนข้างคงที่ตลอดการเก็บรักษา อาจเนื่องจากระดับความดันและเวลาคงความดันที่ใช้ มีประสิทธิภาพในการทำลายเอนไซม์บางส่วนที่เป็นสาเหตุให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.4 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

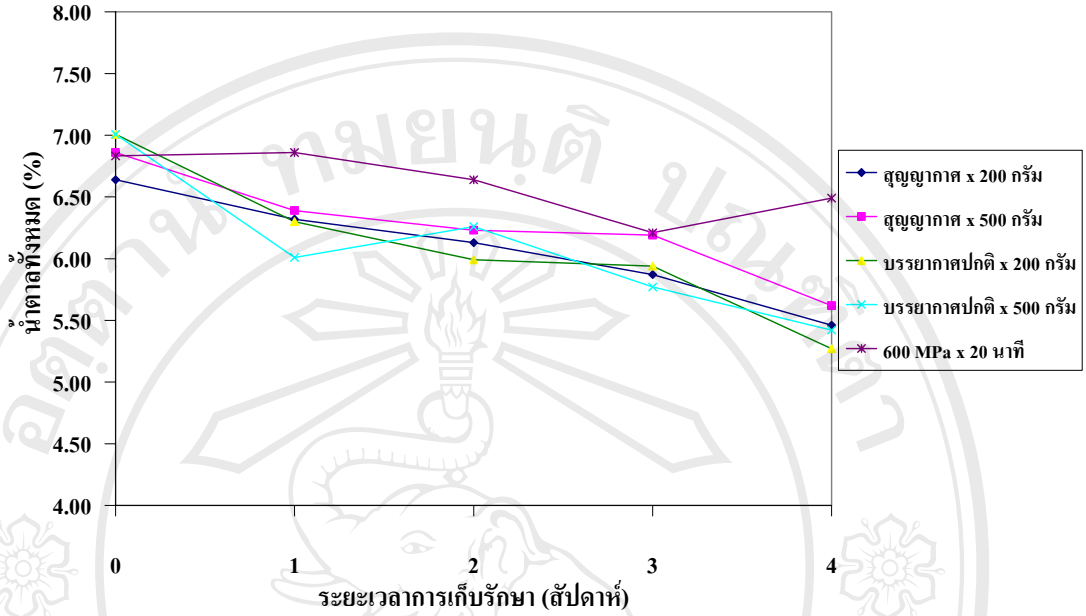


รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.20 พบว่าสิ่งทดลองและระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นปัจจัยที่ทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองการเก็บที่บรรยากาศปกติขนาด 500 กรัม มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เฉลี่ยต่ำสุด อาจเนื่องจากมีอัตราการใช้น้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าอัตราการสร้าง (Mao และคณะ, 2005) เพราะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเจริญในน้ำพริกหนุ่มสูงสุด ดังตารางที่ (4.4) อย่างไรก็ตามน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองความดัน 600 MPa 20 นาที มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เฉลี่ยสูงสุด อาจเนื่องจากความดันสูงสามารถทำลายจุลินทรีย์เริ่มต้นที่ปนเปื้อนในน้ำพริกหนุ่มได้มากดังตารางที่ (4.4) ดังนั้นอัตราการใช้น้ำตาลรีดิวซ์ของจุลินทรีย์จึงต่ำ สำหรับระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าที่ 0 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 2.51 – 2.80 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในน้ำพริกหนุ่มมีแนวโน้มเฉลี่ยลดลง โดยที่ 4 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 1.36 – 2.25 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีการใช้น้ำตาลรีดิวซ์ของจุลินทรีย์เพื่อเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงาน และผลิตกรดขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับค่า pH ที่ลดลงระหว่างการเก็บรักษา ดังรูปที่ (4.16) นอกจากนี้น้ำตาลรีดิวซ์อาจถูกใช้เป็นสารตั้งต้นในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยไม่อาศัยเอนไซม์ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.5 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด



รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของน้ำพริกหนุ่มกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.21 พบว่าสิ่งทดลองและระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นปัจจัยที่ทำให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองการเก็บที่บรรยากาศปกติขนาด 500 กรัม มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเฉลี่ยต่ำสุด แต่น้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองความดัน 600 MPa 20 นาที มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุด อาจเนื่องจากความดันสูงสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ปริมาณน้ำตาลถูกใช้โดยจุลินทรีย์น้อยกว่า สำหรับระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่าที่ 0 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเท่ากับ 6.64 – 7.01 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในน้ำพริกหนุ่มมีแนวโน้มเฉลี่ยลดลง โดยที่ 4 สัปดาห์ น้ำพริกหนุ่มมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเท่ากับ 5.27 – 6.49 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นผลจากการลดลงของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ดังรูปที่ (4.20) นอกจากนี้ Omafuvbe และคณะ (2000) กล่าวว่าการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์มีผลให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถใช้น้ำตาลที่มีประโยชน์ต่อการเจริญได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

4.5.6 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ตารางที่ 4.4 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g) ของน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองต่างๆ ที่ 4 องศาเซลเซียส

เวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	สิ่งทดลอง				
	สุญญากาศ		บรรยากาศปกติ		ความดันสูง
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	600 MPa 20 นาที
0	2.95×10^6	3.55×10^6	4.37×10^6	4.89×10^6	<250
1	6.46×10^6	3.63×10^7	3.23×10^7	1.00×10^8	<250
2	2.04×10^7	5.77×10^7	2.95×10^8	3.39×10^8	<250
3	5.37×10^7	8.13×10^7	1.45×10^8	5.12×10^8	<250
4	6.03×10^7	1.45×10^8	8.51×10^8	1.23×10^9	<250

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.4 ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา พบว่าสิ่งทดลองสภาพบรรยากาศปกติขนาดบรรจุ 500 กรัม มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นมากสุด เนื่องจากการมีก๊าซออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ (Suppakul และคณะ, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Murcia และคณะ (2003) พบว่าในซุปถั่วแดงที่เก็บในสภาพบรรยากาศปกติ มีปริมาณจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ทั้งอุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิปานกลาง (Psychotrophic) และจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิปานกลางที่ต้องการอากาศ (Aerobic mesophilic) เจริญมากกว่าการเก็บในสภาวะแบบสุญญากาศ ส่วนสิ่งทดลองความดันสูงระดับ 600 MPa 20 นาที มีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ โดยตลอดระยะการเก็บรักษามีค่าน้อยกว่า 250 CFU/g เนื่องจากระดับความดันและเวลาคงความดันดังกล่าวสามารถทำลายปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นได้มาก ซึ่งความดันระดับต่ำกว่า 600 MPa ที่อุณหภูมิปกติ สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดการเน่าเสียได้ (Krebbers และคณะ, 2002) นอกจากนี้ระดับความดันมากกว่า 300 MPa 10 นาที สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่มีปริมาณเริ่มต้นให้ลดลงได้มากกว่า 5 log CFU/g (Houška และคณะ, 2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.7 ยีสต์และรา

ตารางที่ 4.5 ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g) ของน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองต่างๆ ที่ 4 องศาเซลเซียส

เวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	สิ่งทดลอง				
	สุญญากาศ		บรรยากาศปกติ		ความดันสูง
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	600 MPa 20 นาที
0	3.80×10^3	3.02×10^3	3.16×10^3	3.47×10^3	<10
1	2.69×10^3	4.37×10^3	3.31×10^3	5.25×10^3	<10
2	6.92×10^3	5.75×10^3	9.76×10^3	1.12×10^4	<10
3	8.13×10^3	9.33×10^3	1.86×10^4	1.78×10^4	<10
4	1.02×10^4	8.51×10^3	2.24×10^4	2.63×10^4	<10

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.5 ตลอดระยะเวลาเก็บรักษาพบว่าสิ่งทดลองสภาพบรรยากาศปกติขนาด 500 กรัม มีปริมาณยีสต์และราเพิ่มขึ้นมากสุด เนื่องจากการมีก๊าซออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการเจริญของยีสต์และรา (Suppakul และคณะ, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Murcia และคณะ (2003) พบว่าในซุปถั่วแดงที่เก็บในสภาพบรรยากาศปกติมีปริมาณยีสต์และรามากกว่าการเก็บในสภาวะแบบสุญญากาศ อย่างไรก็ตามสำหรับสิ่งทดลองความดันสูงระดับ 600 MPa 20 นาที พบยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/g ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เพราะระดับความดันและเวลาคงความดันที่ใช้สามารถทำลายยีสต์และราในน้ำพริกหนุ่มได้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Bull และคณะ (2004) ว่าการใช้ความดันระดับ 300 – 700 MPa สามารถทำลายยีสต์และราได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.8 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ตารางที่ 4.6 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/g) ของน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองต่างๆ ที่ 4 องศาเซลเซียส

เวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	สิ่งทดลอง				
	สุญญากาศ		บรรยากาศปกติ		ความดันสูง
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	600 MPa 20 นาที
0	113	113	113	113	<3
1	123	192	240	140	<3
2	200	180	250	305	<3
3	210	185	290	240	<3
4	200	210	265	265	<3

หมายเหตุ : - ข้อมูลที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.6 ตลอดระยะเวลาเก็บรักษาพบว่าสิ่งทดลองสภาพบรรยากาศปกติขนาด 200 และ 500 กรัม มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเพิ่มขึ้นมากกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ โดยที่ 0 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 113 MPN/g และที่ 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 265 MPN/g ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Corbo และคณะ (2003) พบว่าลูกแพร์ที่ทำการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติที่ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเพิ่มขึ้นมากกว่าลูกแพร์ที่เก็บรักษาโดยการดัดแปลงบรรยากาศ ซึ่งการพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำพริกหนุ่มแสดงว่ากระบวนการผลิตเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากดินและน้ำ (มณธิดา, 2546) แต่สำหรับสิ่งทดลองความดัน 600 MPa 20 นาที ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แสดงว่าระดับความดันและเวลาคงความดันที่ใช้ สามารถทำลายโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในน้ำพริกหนุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Houška และคณะ (2005) พบว่าการใช้ระดับความดัน 500 MPa 10 นาที ทำให้ไม่พบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำผักผลไม้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน ที่อุณหภูมิแช่เย็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.9 *Escherichia coli* (*E. coli*)

พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา น้ำพริกหนุ่มในทุกสิ่งทดลองมีปริมาณ *E. coli* น้อยกว่า 3 MPN/g ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน (2547) ที่กำหนดให้ปริมาณ *E.coli* ในน้ำพริกหนุ่มต้องน้อยกว่า 3 MPN/g แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มในทุกสิ่งทดลองมีการปนเปื้อนจากมูลสัตว์น้อยมากหรือไม่มีการปนเปื้อนเลย

จากขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ และทางจุลินทรีย์ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยวิธีดัดแปลงบรรยากาศแบบสุญญากาศ และกระบวนการความดันสูงระดับ 600 MPa 20 นาที เทียบกับสภาวะบรรยากาศปกติ พบว่าการถนอมน้ำพริกหนุ่มด้วยความดันสูงเป็นวิธีดีที่สุด เนื่องจากสามารถรักษาคุณภาพทางเคมี และทางกายภาพ ได้แก่ ค่า pH ค่า a_w ปริมาณความชื้น ค่าสี ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยสุดเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น สำหรับทางจุลินทรีย์ ความดันสูงสามารถทำลายจุลินทรีย์ตั้งต้นได้มาก จึงส่งผลให้ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราของน้ำพริกหนุ่มมีค่าน้อยกว่า 250 CFU/g และน้อยกว่า 10 CFU/g ตามลำดับ นอกจากนี้โคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E. coli* มีปริมาณน้อยกว่า 3 MPN/g อย่างไรก็ตาม กระบวนการความดันสูงมีต้นทุนการผลิตที่ค่อนข้างสูงมาก ดังนั้นผู้ประกอบการจึงควรพิจารณาข้อดีและข้อเสียของกระบวนการดังกล่าวก่อนเพื่อให้เหมาะสมต่อการลงทุน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved