บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 คุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางจุลินทรีย์ของน้ำนมข้าวโพดสดที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์

ผลจากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางจุลินทรีย์ของน้ำนมข้าวโพดที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ แสดงดังตารางที่ 4.1 ถึง 4.3

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางกายภาพของน้ำนมข้าวโพดที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์

ลักษณะคุณภาพ	ปริมาณ
ค่าสี L	27.01 ± 0.31
ค่าสี a*	-0.08 ±0.01
ค่าสี b*	6.82 ± 0.04
ความหนืด (cp)	1.20 ± 0.01

จากตารางที่ 4.1 พบว่าน้ำนมข้าวโพดที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์มีคุณภาพทางกายภาพ ค่าสี L โดยค่าสี L เป็นค่าความสว่างมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 เมื่อ L มีค่าใกล้ศูนย์ หมายถึงวัตถุมีสีคล้ำ เมื่อมีค่าเข้าใกล้ 100 วัตถุจะมีสีขาว ค่าสี a* เป็นค่าสีแดงเมื่อมีค่าบวกและเป็นสีเขียวเมื่อมีค่าลบ ค่าสี b* เป็นค่าสีเหลืองเมื่อมีค่าบวกและเป็นสีน้ำเงินเมื่อมีค่าลบ พบว่าน้ำนมข้าวโพดมีค่าสี L เท่ากับ 27.01 แสดงว่าน้ำนมข้าวโพดมีความสว่าง สดใส ส่วนค่าสี a* มีค่าต่ำ ค่าสี b* มีค่าสูงกว่า แสดงว่าน้ำนมข้าวโพดมีสีเหลือง ส่วนค่าความหนืดของน้ำนมข้าวโพดมีค่า 1.20 cp แสดงว่าน้ำนมข้าวโพดมีลักษณะความหนืดเล็กน้อย เมื่อเทียบกับค่าความหนืดของน้ำที่ 25°C เท่ากับ 0.89 cp

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางเคมีของน้ำนมข้าวโพดสดที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์

ลักษณะคุณภาพ	ปริมาณ
ความเป็นกรด - ด่าง	6.99 $\pm$ 0.03
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°บริกซ์)	12.83 $\pm$0.03
ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละในรูปของกรดซิตริก)	0.24 $\pm$ 0.02
ปริมาณวิตามินซี (mg/100 ml)	78.14 $\pm$ 0.65
ปริมาณเบต้า-แคโรทีน (µg/ml)	14.35

จากตารางที่ 4.2 พบว่าน้ำนมข้าวโพดที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ ความเป็นกรด-ด่างมีค่าเท่ากับ 6.99 ซึ่งมีลักษณะเป็นกรดอ่อน ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°บริกซ์) มีค่า 12.83 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก มีค่า 0.24 ปริมาณวิตามินซี มีค่า 78.14 mg/100 ml ปริมาณเบต้า-แคโรทีน 14.35 (µg/ml)

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำนมข้าวโพดที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์

ลักษณะคุณภาพ	ปริมาณ
เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	$8.2 \times 10^6 \pm 1.5 \times 10^5$
ยีสต์และรา (CFU/ml)	$3.3 \times 10^5 \pm 0.58 \times 10^4$

จากตารางที่ 4.3 พบว่าน้ำนมข้าวโพดที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์มีคุณภาพทางจุลชีววิทยา คือ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 8.2×10^6 CFU/ml ส่วนปริมาณยีสต์และรา มีค่าเท่ากับ 3.3×10^5 CFU/ml เนื่องจากน้ำนมข้าวโพดยังไม่ผ่านการให้ความร้อนจึงมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มาจากวัตถุดิบ และขั้นตอนการผลิตปนเปื้อนในน้ำนมข้าวโพด

4.2 คุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ และทางจุลชีววิทยาของน้ำนมข้าวโพดผ่านการพาส เจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 63 °C

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของน้ำนมข้าวโพดที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 63°C เป็นเวลา 20, 30 และ 40 นาที แสดงดังตารางที่ 4.4 – 4.6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางกายภาพของน้ำนมข้าวโพดที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 63°C เป็นเวลา 20, 30 และ 40 นาที

ลักษณะคุณภาพ	ปริมาณ		
	20 (นาที)	30 (นาที)	40 (นาที)
ค่าสี L	28.17±0.09 [a]	26.60±0.02 [b]	26.72±0.11 [b]
ค่าสี a*	0.08±0.01 [a]	0.04±0.01 [b]	0.05±0.01 [b]
ค่าสี b*	0.83±0.01 [a]	0.92±0.02 [b]	0.97±0.01 [c]
ความหนืด (cp)	2.48±0.04 [a]	2.54±0.06 [ab]	2.62±0.02 [b]

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละช่องตารางตามแนวนอนที่แตกต่างกันแสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของน้ำนมข้าวโพดที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 63 °C เป็นเวลา 20, 30 และ 40 นาที พบว่า ค่าสี L และค่าสี a* มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) การที่ค่าสี L , a* และ b* ของน้ำนมข้าวโพดที่เวลา 20, 30 และ 40 นาที มีค่าเปลี่ยนแปลงไป โดยที่ค่าสี L และ a* มีค่าลดลง แต่ค่าสี b* มีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากการพาสเจอไรซ์เป็นเวลานานทำให้มีปริมาณน้ำบางส่วนระเหยไป มีผลต่ออนุภาคที่มีสี (pigment) จำพวกแคโรทีน แซนโธฟิลล์ ซึ่งให้สีออกเหลือง เห็นเด่นชัดขึ้น น้ำนมข้าวโพดจึงมีสีเหลืองเข้มขึ้นเมื่อพาสเจอไรซ์ที่เวลานาน ส่วนค่าความหนืด พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่เวลา 40 นาที มีค่าความหนืดมากกว่าที่เวลา 20 และ30 นาที เนื่องจากในข้าวโพดเป็นแหล่งของสตาร์ช มีปริมาณอะไมโลส ร้อยละ 22 (Belitz and Grosch, 1986) เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นเม็ดสตาร์ชจะพองตัวจนกระทั่งแตก (brushing) ได้เป็นสารละลายข้นหนืด (starch paste) อีกทั้งข้าวโพดหวานยังมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบคือ เซอีนและคอร์น กลูเตลิน เมื่อได้รับความร้อนโปรตีนจะเสียสภาพธรรมชาติและแข็งตัวกลายเป็นเจลหรือเกิด coagulation (นิธิยา, 2539) จึงมีผลทำให้น้ำนมข้าวโพดผ่านการพาสเจอไรซ์ที่เวลานาน มีค่าความหนืดเพิ่มขึ้น โดยพบว่าที่เวลา 20 นาที น้ำนมข้าวโพดมีค่าความหนืดต่ำที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางเคมีของน้ำนมข้าวโพดผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 63°C เป็นเวลา 20, 30 และ 40 นาที

ลักษณะ	ค่าวิเคราะห์		
	20 (นาที)	30 (นาที)	40 (นาที)
ความเป็นกรด - ด่าง	6.97±0.01 [a]	7.04±0.01 [b]	6.99 ±0.02 [c]
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°บริกซ์)[ns]	13.26±0.02	13.42±0.01	12.67±0.02
ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละในรูปของกรดซิตริก)	0.25±0.01 [a]	0.20±0.01 [b]	0.21±0.01 [b]
ปริมาณวิตามินซี (mg/100 ml)	0.77±0.01 [a]	0.75±0.01 [a]	0.71±0.01 [b]
ปริมาณเบต้า-แคโรทีน (μg/ml)	12.67	12.97	10.43

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละช่องตารางตามแนวนอนที่แตกต่างกันแสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.4 เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของน้ำนมข้าวโพดที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 63°C ที่เวลา 20, 30 และ 40 นาที พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างที่วัดได้แสดงว่าน้ำนมข้าวโพดมีลักษณะเป็นกรดเล็กน้อย สอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำนมข้าวโพดที่มีค่าไม่สูงมากนัก ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ปริมาณวิตามินซีและปริมาณเบต้า-แคโรทีน ของน้ำนมข้าวโพดมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) พบว่าปริมาณวิตามินซี ที่เวลา 20 และ30 นาที มีปริมาณวิตามินซีมากกว่าที่เวลา 40 นาที เนื่องจากการพาสเจอไรซ์ด้วยความร้อนแก่น้ำนมข้าวโพด มีผลต่อการสูญเสียวิตามิน เมื่อให้ความร้อนที่เวลานานจึงทำให้ปริมาณวิตามินซีสูญเสียไป เนื่องจากวิตามินซีเป็น strong reducing compound ที่มีความคงตัวต่ำ สลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกแสง อากาศ และความร้อน (นิธิยา, 2539) ส่วนปริมาณเบต้า-แคโรทีน พบว่า มีปริมาณลดลงตามระยะเวลาที่ได้รับความร้อนเช่นเดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.6 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำนมข้าวโพดผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 63°C เป็นเวลา 20, 30 และ 40 นาที

ลักษณะคุณภาพ	ปริมาณ		
	20 (นาที)	30 (นาที)	40 (นาที)
เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	$7.4 \times 10^3 \pm 4 \times 10^2$	$4.1 \times 10^3 \pm 5 \times 10^2$	$1.4 \times 10^3 \pm 3.2 \times 10^1$
ยีสต์และรา (CFU/ml)	< 30	< 30	< 30

จากตารางที่ 4.6 เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางจุลินทรีย์ คือ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ของน้ำนมข้าวโพดพาสเจอไรซ์ที่เวลา 20, 30และ 40 นาที พบว่ามีค่าวิเคราะห์แตกต่างกัน โดยพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าลดลงตามเวลาที่ใช้ในการพาสเจอไรซ์ โดยที่เวลา 40 นาที พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการพาสเจอไรซ์ด้วยความร้อนสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้บางส่วน จึงทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง ส่วนปริมาณยีสต์และรา ตรวจพบในปริมาณที่น้อยมาก

จากตารางที่ 4.4 – 4.6 พบว่าน้ำนมข้าวโพดมีคุณภาพด้านต่างๆโดยรวมที่เวลา 20, 30และ 40 นาที ไม่ต่างกันมากนัก แต่ที่เวลา 20 นาทีปริมาณวิตามินเหลือสูงสุด ดังนั้นที่อุณหภูมิ 63°C นาน 20 นาที ก็เพียงพอสำหรับการพาสเจอไรซ์น้ำนมข้าวโพด ทำให้เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำนมข้าวโพดสั้นลง

4.3 คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของน้ำนมข้าวโพดผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 72 °C

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของน้ำนมข้าวโพดที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 72°C เป็นเวลา 10, 15 และ 20 นาที แสดงดังตารางที่ 4.7 — 4.9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.7 คุณภาพทางกายภาพของน้ำนมข้าวโพดผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 72°C เป็นเวลา 10, 15 และ 20 วินาที

ลักษณะคุณภาพ	ปริมาณ		
	10 (วินาที)	15 (วินาที)	20 (วินาที)
ค่าสี L	28.36±0.01[a]	28.71±0.01[b]	28.60±0.01[c]
ค่าสี a*[ns]	-0.08±0.01	-0.09±0.01	0.09±0.01
ค่าสี b*	0.86±0.01[a]	0.90±0.01[b]	0.88±0.01[b]
ความหนืด (cp)[ns]	2.53±0.01	2.56±0.01	2.56±0.01

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละช่องตารางตามแนวนอนที่แตกต่างกันแสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.7 เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของน้ำนมข้าวโพดผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 10, 15 และ 20 วินาที พบว่าลักษณะทางกายภาพที่เวลา 10 วินาที แตกต่างจาก ที่เวลา 15 และ 20 วินาที ค่าสี L มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าความสว่างลดลง แต่ที่เวลา 15 วินาทีมีค่าสูงกว่าที่เวลา 20 วินาที ค่าสี a* มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากเวลาที่ใช้เป็นระยะเวลาสั้นทำให้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีเพียงเล็กน้อย โดยค่าสีเขียวของน้ำนมข้าวโพดมีค่าที่วัดได้ต่ำ ค่าสี b* มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่เวลา 15 วินาทีมีค่าสีเหลือง-น้ำเงินที่วัดได้สูงสุด แสดงว่าน้ำนมข้าวโพดมีสีออกเหลือง ทั้งนี้ข้าวโพดที่มีสีเหลืองเนื่องจาก มีแคโรทีนประมาณ 1 ใน 3 และมีแซนโธฟิลล์ประมาณ 2 ใน 3 แคโรทีนอยด์ที่สำคัญได้แก่ ซีแซนธิน คริพโตแซนธิน เบต้า-แคโรทีน และลูเทอิน (นิธิยา, 2539) ส่วนค่าความหนืด พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากการพาสเจอไรซ์ใช้ระยะเวลาสั้นจึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดที่เวลาต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.8 คุณภาพทางเคมีของน้ำนมข้าวโพดที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 72°C เป็นเวลา 10, 15 และ 20 วินาที

ลักษณะคุณภาพ	ปริมาณ		
	10 (วินาที)	15 (วินาที)	20 (วินาที)
ความเป็นกรด - ด่าง	6.85±0.02 [a]	7.02±0.05 [b]	6.99±0.02 [b]
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°บริกซ์)	11.94±0.07 [a]	12.81±0.02 [b]	12.88±0.07 [b]
ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละในรูปของกรดซิตริก)[ns]	0.21±0.01	0.20±0.02	0.20±0.01
ปริมาณวิตามินซี (g/100 ml)	0.77±0.01 [b]	0.75±0.01 [b]	0.71±0.01 [a]
ปริมาณเบต้า-แคโรทีน (μg/kg)	12.18	12.18	12.18

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละช่องตารางตามแนวนอนที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.7 เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของน้ำนมข้าวโพดผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 10, 15 และ 20 วินาที พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่างกันน้อยมากถึงแม้เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติจะพบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ปริมาณกรดทั้งหมด มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนปริมาณวิตามินซีและเบต้า-แคโรทีน พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เนื่องจากการใช้อุณหภูมิ 72°C เป็นระยะเวลา 10-20 วินาที จัดเป็นการพาสเจอไรซ์แบบใช้อุณหภูมิสูงระยะเวลาสั้น (High Temperature Short Time – HTST) (ทนง, 2540) การพาสเจอไรซ์แบบ HTST นี้ ทำให้น้ำนมข้าวโพดสัมผัสกับความร้อนระยะเวลาสั้น จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี และปริมาณเบต้า-แคโรทีน ที่เวลาต่างกันเพียงเล็กน้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.9 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำนมข้าวโพดผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 10, 15 และ 20 วินาที

ลักษณะคุณภาพ	ปริมาณ		
	10 (วินาที)	15 (วินาที)	20 (วินาที)
เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	< 30	< 30	< 30
ยีสต์และรา (CFU/ml)	< 30	< 30	< 30

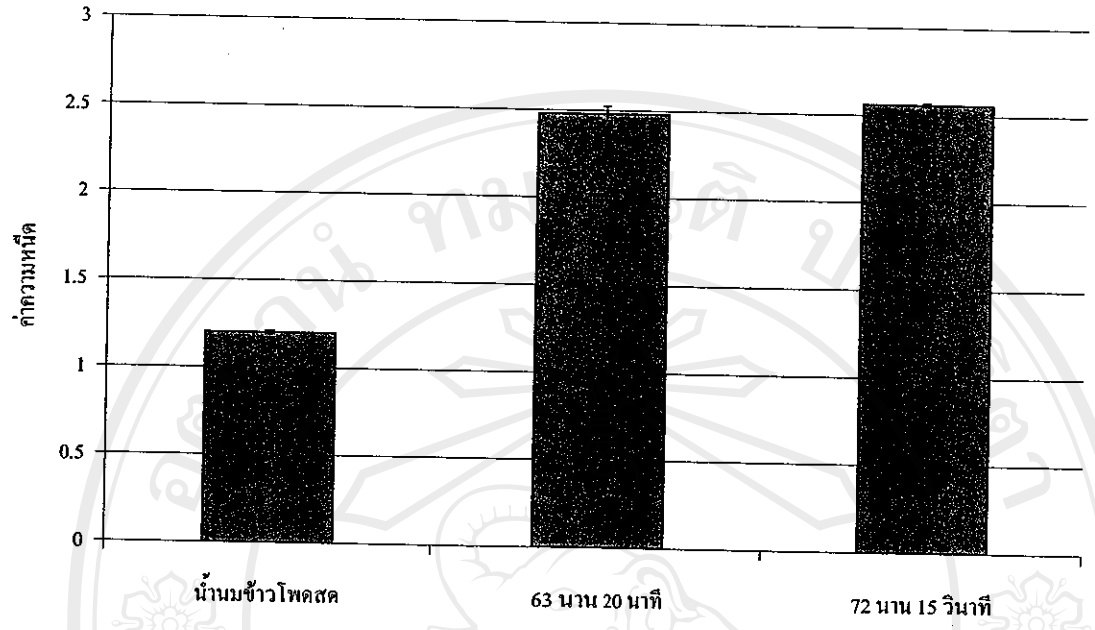
จากตารางที่ 4.9 เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางจุลินทรีย์ คือ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ของน้ำนมข้าวโพดพาสเจอไรซ์ที่เวลา 10, 15 และ 20 วินาที พบว่ามีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยมาก โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่นับได้ไม่เกิน 30 โคโลนี เนื่องจากรูปแบบการพาสเจอไรซ์แบบใช้อุณหภูมิสูง ระยะเวลาสั้น (High Temperature Short Time – HTST) (ทนง, 2540) การพาสเจอไรซ์แบบ HTST นี้ สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้บางส่วน จึงทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงแต่มีค่าไม่แตกต่างกัน ส่วนปริมาณยีสต์และรา ตรวจพบปริมาณน้อยมาก

จากตารางที่ 4.7 – 4.9 พบว่า น้ำนมข้าวโพดมีคุณภาพด้านต่างๆโดยรวมที่เวลา 10 และ 15 วินาที ไม่ต่างกันมากนัก แต่เพราะช่วงเวลา 10 -15 วินาทีในการให้ความร้อนแก่น้ำนมข้าวโพดโดยใช้อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) เป็นช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกัน เพื่อความเชื่อมั่นในการพาสเจอไรซ์ จึงเลือกใช้การพาสเจอไรซ์น้ำนมข้าวโพด ที่อุณหภูมิ 72°C เวลา 15 วินาที

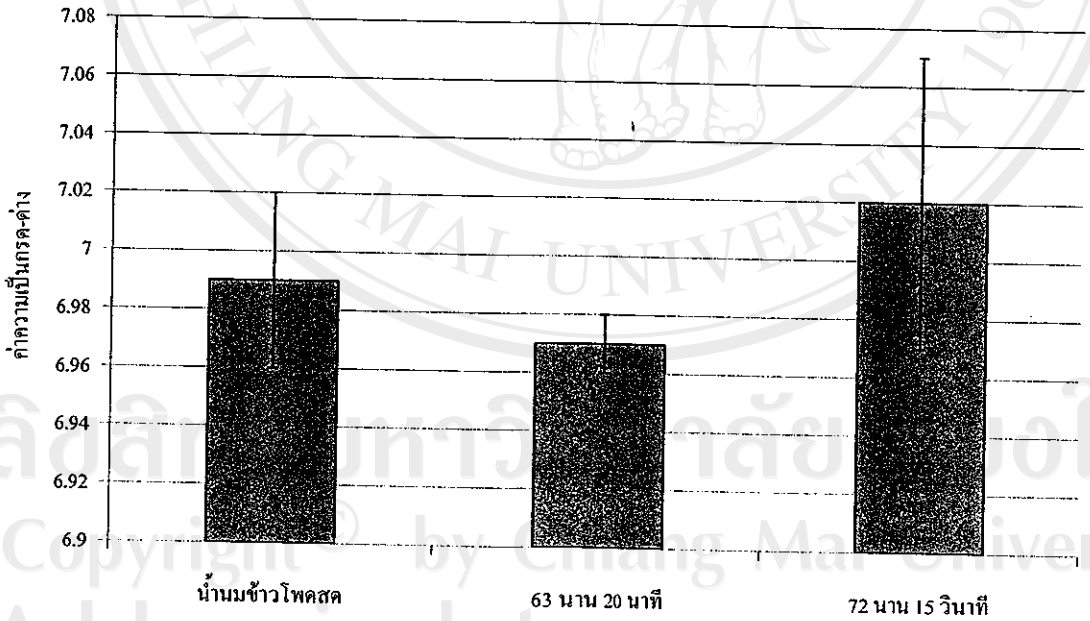
4.4 การเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำนมข้าวโพดผ่านการพาสเจอไรซ์ ที่อุณหภูมิ 63 °C เป็นเวลา 20 นาที และ ที่อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 15 วินาที

จากตารางที่ 4.6 และ 4.9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำนมข้าวโพดพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 62°C เป็นเวลา 20 นาที และอุณหภูมิ 72°C เป็นเวลา 15 วินาที พบว่า ที่อุณหภูมิ 62°C เป็นเวลา 20 นาที และที่อุณหภูมิ 72°C เป็นเวลา 15 วินาที น้ำนมข้าวโพดมีคุณภาพทางจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ฉบับที่ 124-2546 โดยที่กำหนดไว้ว่าในน้ำนมข้าวโพดต้องมีจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^{8} CFU/ml ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (ภาคผนวก ค) ส่วนปริมาณยีสต์และราตรวจพบน้อยมากทั้งสองสภาวะของการพาสเจอไรซ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

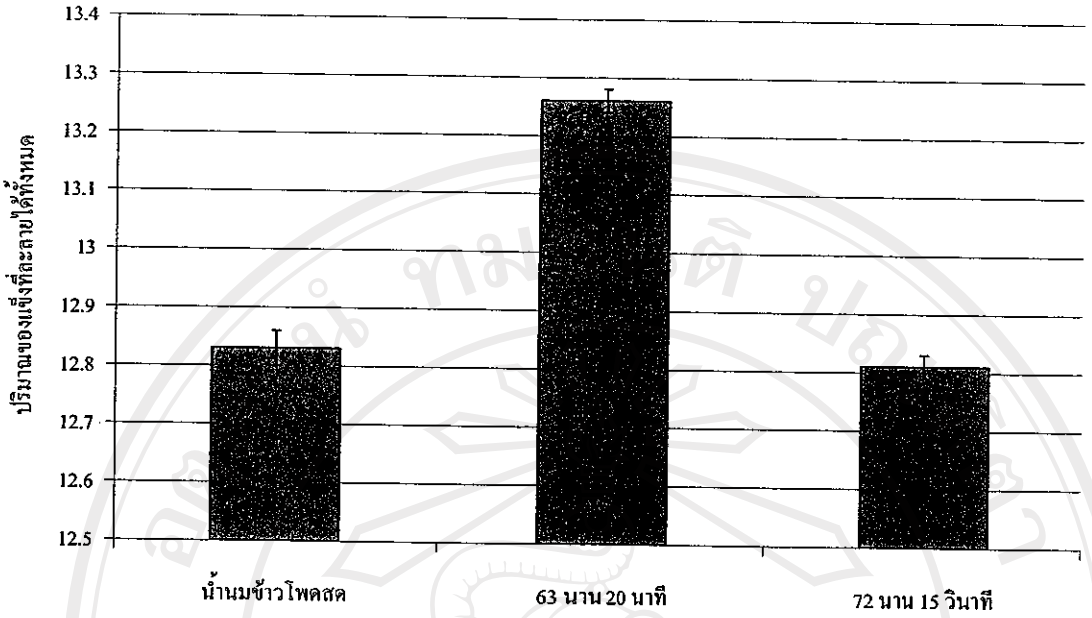


ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงค่าความหนืดของน้ำนมข้าวโพด

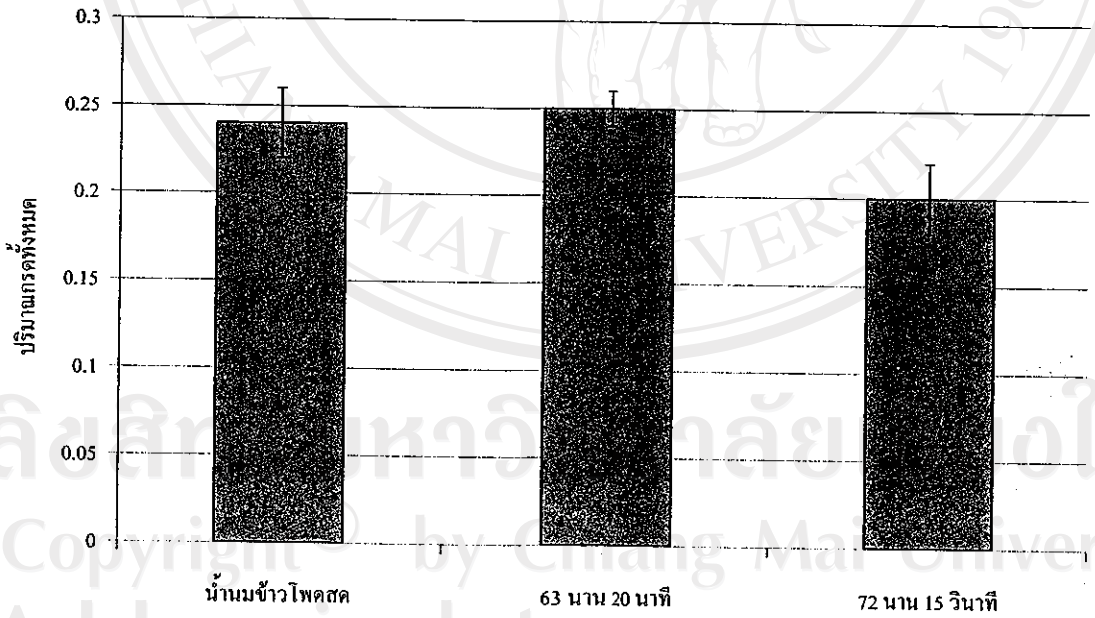


ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำนมข้าวโพด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

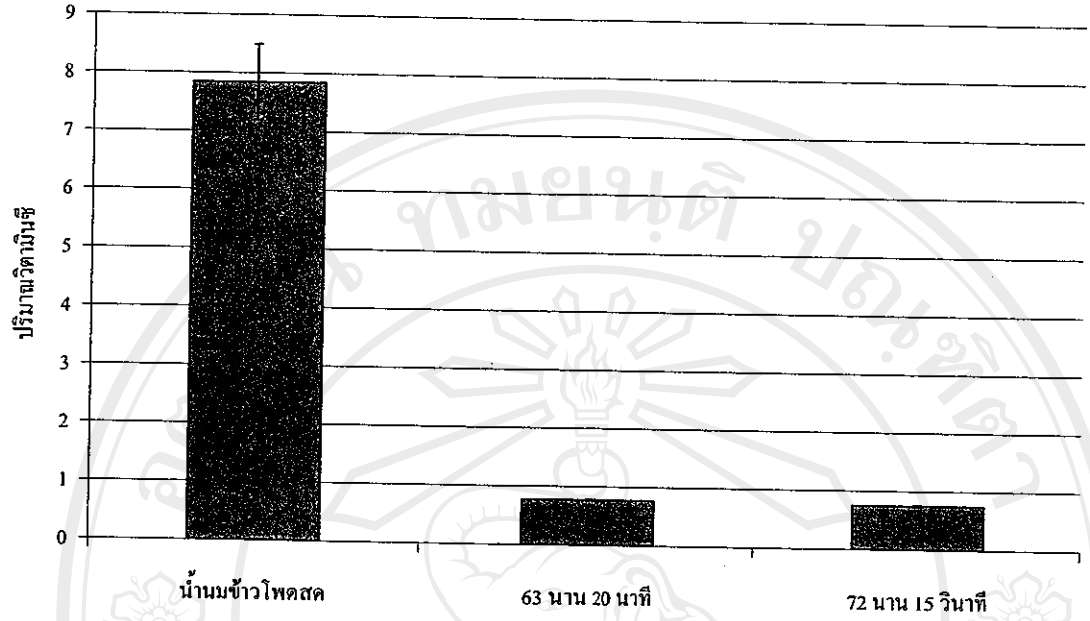


ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำนมข้าวโพด

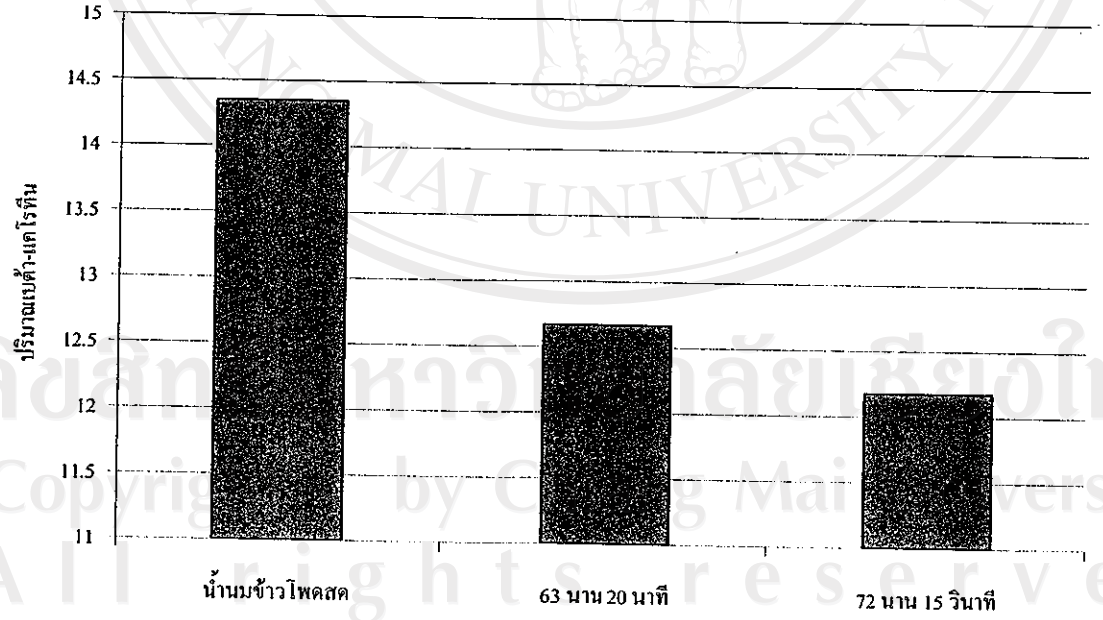


ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำนมข้าวโพด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงปริมาณวิตามินซีของน้ำนมข้าวโพด



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงปริมาณเบต้า-แคโรทีนของน้ำนมข้าวโพด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากภาพที่ 4.1- 4.6 เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพความหนืดของน้ำนมข้าวโพดพบว่าที่อุณหภูมิ 72°C นาน 15 วินาที มีค่าความหนืดน้อยกว่า ที่อุณหภูมิ 63°C นาน 20 นาที เนื่องจากข้าวโพดมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบคือ เซอีน และคอร์น กลูเตลิน เมื่อได้รับความร้อนโปรตีนในน้ำนมข้าวโพดจะเสียสภาพธรรมชาติและแข็งตัวกลายเป็นเจลหรือเกิด coagulation (Deman, 1990) ทำให้น้ำนมข้าวโพดเกิดเจลจากการตกตะกอนของโปรตีนในระหว่างการพาสเจอไรซ์ ดังนั้นการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 63°C นาน 20 นาที น้ำนมข้าวโพดได้รับความร้อนเป็นเวลานานกว่า ทำให้น้ำนมข้าวโพดมีค่าความหนืดสูงกว่า ที่อุณหภูมิ 72°C นาน 15 วินาที

เมื่อพิจารณาคุณภาพทางเคมี พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ของน้ำนมข้าวโพดที่อุณหภูมิ 63°C นาน 20 นาที และที่อุณหภูมิ 72°C นาน 15 วินาที มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ปริมาณวิตามินซี และปริมาณเบต้า-แคโรทีน ของน้ำนมข้าวโพดสดเปรียบเทียบกับน้ำนมข้าวโพดที่อุณหภูมิ 63°C นาน 20 นาที และที่อุณหภูมิ 72°C นาน 15 วินาที พบว่า น้ำนมข้าวโพดที่ผ่านการพาสเจอไรซ์แล้วมีปริมาณวิตามินซีลดลงมาก โดยที่อุณหภูมิ 63°C นาน 20 นาที มีปริมาณวิตามินซีมากกว่าที่อุณหภูมิ 72°C นาน 15 วินาที เล็กน้อย ส่วนปริมาณเบต้า-แคโรทีน พบว่าที่อุณหภูมิ 63°C นาน 20 นาที มีปริมาณเบต้า-แคโรทีน มากกว่าเช่นกัน

คุณภาพทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของน้ำนมข้าวโพดทั้งสองสภาวะ มีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย และคุณภาพทางกายภาพ น้ำนมข้าวโพดก็มีสีเหลืองใกล้เคียงกัน แต่การพาสเจอร์ไรส์ที่เวลานาน จะทำให้ค่าความหนืดของน้ำนมข้าวโพดเพิ่มขึ้น น้ำนมข้าวโพดเกิดเป็นเจล ระหว่างการพาสเจอร์ไรส์ ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกอุณหภูมิ 72°C นาน 15 วินาที ซึ่งทำให้น้ำนมข้าวโพดเกิดเป็นเจลน้อยกว่า เป็นสภาวะที่เหมาะสมของการพาสเจอไรซ์น้ำนมข้าวโพด สำหรับการเตรียมน้ำนมข้าวโพด เพื่อบรรจุในบรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติกสองชนิด เพื่อทำการทดลองตอนที่ 5 ต่อไป

4.5 ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของน้ำนมข้าวโพดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ของน้ำนมข้าวโพดที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 72°C เป็นเวลา 15 วินาที และบรรจุในขวดพลาสติกสองชนิด คือ ขวดพลาสติกชนิดขุ่น และขวดพลาสติกชนิดใส แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แสดงดังตารางที่ 4.10 – 4.12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.10 คุณภาพทางกายภาพของน้ำนมข้าวโพดบรรจุขวดพลาสติกระหว่างการเก็บรักษา

คุณลักษณะ	บรรจุภัณฑ์พลาสติก	วันที่เก็บรักษา			
		0	3	5	7
ค่าสี L	ขวดขุ่น	28.65±0.02	26.56±0.04	26.53±0.04	26.46±0.02
	ขวดใส	28.63±0.01	26.55±0.01	26.55±0.02	26.43±0.01
ค่าสี a*	ขวดขุ่น	-0.08±0.01	-0.07±0.02	-0.05±0.01	-0.05±0.02
	ขวดใส	-0.08±0.01	-0.07±0.01	-0.07±0.02	-0.05±0.01
ค่าสี b*	ขวดขุ่น	0.92±0.02	0.89±0.03	0.91±0.02	0.93±0.01
	ขวดใส	0.95±0.01	0.93±0.02	0.92±0.02	0.90±0.01
ความหนืด (cp)	ขวดขุ่น	2.53±0.01	2.61±0.01	2.67±0.01	2.86±0.02
	ขวดใส	2.53±0.01	2.72±0.01	2.83±0.01	2.97±0.01

จากตารางที่ 4.10 เมื่อพิจารณาคุณภาพทางกายภาพ คือ ค่าสี L (ความสว่าง) ค่าสี a* (สีแดง-เขียว) ค่าสี b* (สีเหลือง-น้ำเงิน) กับจำนวนวันที่เก็บรักษาน้ำนมข้าวโพดบรรจุขวดพลาสติกขุ่นและขวดพลาสติกใส พบว่า น้ำนมข้าวโพดบรรจุขวดพลาสติกขุ่นและขวดพลาสติกใสมีค่าสี L, a* และ b* ลดลงตามลำดับ โดยมีค่าลดลงใกล้เคียงกันในบรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติกขุ่นและขวดพลาสติกใส แสดงว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของน้ำนมข้าวโพดระหว่างการเก็บรักษา ส่วนด้านความหนืด พบว่า น้ำนมข้าวโพดบรรจุขวดพลาสติกขุ่นและขวดพลาสติกใส พบว่า น้ำนมข้าวโพดบรรจุขวดพลาสติกขุ่นมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้นตามลำดับ ส่วนขวดพลาสติกใสมีความหนืด ของวันที่ 3 และ 5 เพิ่มขึ้น ของวันที่ 7 ลดลง มีค่าความหนืดไม่คงที่ แต่มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ค่าความหนืดที่วัดได้บอกได้ถึงลักษณะปรากฏของน้ำนมข้าวโพดแสดงว่าน้ำนมข้าวโพดมีลักษณะหนืดขึ้นโดยค่าความหนืดที่วัดได้มีค่าสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น สังเกตลักษณะปรากฏต่างจากวันแรกที่เก็บรักษา ซึ่งบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิดไม่มีผลต่อความหนืด ของน้ำนมข้าวโพดระหว่างการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.11 คุณภาพทางเคมีของน้ำนมข้าวโพดบรรจุขวดพลาสติกระหว่างการเก็บรักษา

คุณลักษณะ	บรรจุภัณฑ์พลาสติก	วันที่เก็บรักษา			
		0	3	5	7
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ขวดขุ่น	7.03±0.01	6.96±0.02	6.46±0.04	6.33±0.02
	ขวดใส	6.96±0.05	6.98 ±0.02	6.48±0.01	6.35±0.01
ปริมาณของแข็งที่ละลาย ได้ทั้งหมด	ขวดขุ่น	12.86±0.03	12.29±0.05	11.90±0.03	11.77±0.01
	ขวดใส	12.81±0.01	12.29±0.01	11.91±0.01	12.01±0.01
ปริมาณกรดทั้งหมด	ขวดขุ่น	0.19±0.01	0.28±0.01	0.30±0.01	0.37±0.01
	ขวดใส	0.16±0.02	0.26±0.02	0.37±0.01	0.41±0.01
ปริมาณวิตามินซี	ขวดขุ่น	0.70±0.02	0.68±0.01	0.64±0.01	0.60±0.02
	ขวดใส	0.62±0.01	0.61±0.01	0.60±0.01	0.54±0.01
ปริมาณเบต้า-แคโรทีน	ขวดขุ่น	13.92	12.96	9.17	8.45
	ขวดใส	12.18	8.61	8.21	8.19

จากตารางที่ 4.11 เมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่าง กับจำนวนวันที่เก็บรักษาน้ำนมข้าวโพดบรรจุขวดพลาสติกขุ่นและขวดพลาสติกใส พบว่า ขวดพลาสติกขุ่นมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลง ของวันที่ 3 และ วันที่ 5 แต่ของวันที่ 7 มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าที่วัดได้ไม่คงที่ แต่มีแนวโน้มของค่าความเป็นกรด – ด่างเพิ่มขึ้น แสดงว่าระหว่างการเก็บรักษามีปริมาณจุลินทรีย์ที่สร้างกรดเจริญไม่มากนัก ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของขวดพลาสติกขุ่นและขวดพลาสติกใส พบว่า ขวดพลาสติกใสมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดลดลง ขวดพลาสติกขุ่นมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของวันที่ 3 และ วันที่ 5 ลดลงแต่ของวันที่ 7 มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าที่วัดได้ไม่คงที่แต่มีแนวโน้มลดลง ขวดพลาสติกขุ่นมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดน้อยกว่าขวดพลาสติกใส

ปริมาณกรดทั้งหมด พบว่า น้ำนมข้าวโพดบรรจุขวดพลาสติกขุ่น และขวดพลาสติกใส มีค่าเพิ่มขึ้นตามวันที่เก็บรักษา โดยขวดพลาสติกใสมีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มมากกว่าขวดพลาสติก ขุ่น เนื่องจากน้ำนมข้าวโพดระหว่างการเก็บรักษามีสภาวะเปลี่ยนแปลง โดยสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง ปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณวิตามินซีกับจำนวนวันที่เก็บรักษาน้ำนมข้าวโพดบรรจุขวดพลาสติกขุ่นและขวดพลาสติกใส พบว่า น้ำนมข้าวโพดบรรจุขวดพลาสติกขุ่น และขวดพลาสติกใส มีปริมาณวิตามินซีลดลงตามลำดับ โดยขวดพลาสติกใสมีปริมาณวิตามินซีลดลงมากกว่าขวดพลาสติกขุ่น เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติกใสมีความโปร่งแสงมากกว่าทั้งนี้วิตามินซีสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกแสง อากาศ และความร้อน (นิธิยา, 2539) ดังนั้นน้ำนมข้าวโพดบรรจุขวดพลาสติกใสปริมาณวิตามินซีจึงสลายมากกว่าขวดพลาสติกขุ่น ส่วนปริมาณเบต้า-แคโรทีน พบว่า น้ำนมข้าวโพดบรรจุขวดพลาสติกขุ่น และขวดพลาสติกใส มีปริมาณเบต้า-แคโรทีน ลดลงตามลำดับ โดยขวดพลาสติกใสมีปริมาณเบต้า-แคโรทีน ลดลงมากกว่าขวดพลาสติกขุ่น

ตารางที่ 4.12 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำนมข้าวโพดบรรจุขวดพลาสติกระหว่างการเก็บรักษา

คุณลักษณะ	บรรจุภัณฑ์พลาสติก	วันที่เก็บรักษา			
		0	3	5	7
เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	ขวดขุ่น	< 30	7.8×10^3 $\pm 1 \times 10^2$	4.2×10^3 $\pm 2 \times 10^2$	5.1×10^6 $\pm 4 \times 10^2$
	ขวดใส	< 30	4.8×10^2 $\pm 0.4 \times 10^2$	8.0×10^3 $\pm 4.7 \times 10^2$	3.6×10^5 $\pm 3.5 \times 10^4$
ยีสต์และรา (CFU/ml)	ขวดขุ่น	< 30	2.5×10^1 $\pm 0.3 \times 10^1$	7.2×10^2 $\pm 0.3 \times 10^2$	1.4×10^4 $\pm 0.6 \times 10^3$
	ขวดใส	< 30	< 30	< 30	1.5×10^4 $\pm 0.6 \times 10^3$

จากตารางที่ 4.12 เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางจุลินทรีย์ คือ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยที่วันเก็บรักษานาน 7 วัน พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและ ปริมาณยีสต์และราสูงสุด แต่ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบ ยังไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คือไม่เกิน 1×10^8 CFU/ml (ภาคผนวก ค) แสดงว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญได้ไม่มาก การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และยีสต์และรา ไม่ได้ขึ้นกับบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิด แต่ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าความหนืดของน้ำนมข้าวโพดเพิ่มขึ้นเนื่องจากจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำนมข้าวโพดเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved