บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 คัดเลือกสารทดแทนกำมะถันที่มีศักยภาพในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสและโพลีฟีนอลออกซิเดสในเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ก่อนนำไปอบแห้ง

ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางชีวเคมีของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 9 ชุดการทดลอง หลังการแช่สารนำชิ้นมะม่วงมาบรรจุในถุงลามิเนตและเก็บที่อุณหภูมิห้อง วิเคราะห์ผลโดยสุ่มตัวอย่างออกมาวัดที่เวลา 0 นาที 60 นาที 120 นาที และ 180 นาที ตามลำดับ

4.1.1 ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ก. ค่าสี L*

ผลวิเคราะห์ค่าสี L* เป็นค่าความสว่าง ถ้าค่า L* เข้าใกล้ศูนย์ หมายถึง ตัวอย่างสว่างน้อยลงจนเป็นสีคล้ำ ส่วนค่า L* เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างสว่างมากจนเป็นสีขาวหรือสีจาง (สุคนธ์ชื่น และวรรณวิบูลย์, 2543) ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 พบว่าค่าสี L* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 9 ชุดการทดลองและชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และระยะเวลามีผลต่อค่าสี L* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือค่าสี L* มีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น โดยเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 8 พบว่าจะมีค่าสี L* มากที่สุด เท่ากับ 58.66±0.80 แสดงว่ามีสีจางมากที่สุด รองลงมาคือชุดการทดลองที่ 9 ชุดการทดลองที่ 6 และชุดการทดลองที่ 7 ดังนี้คือ 58.38±0.93, 57.97±1.09 และ 57.69±1.61 ตามลำดับ ส่วนเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 2 และชุดการทดลองที่ 5 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าสี L* เท่ากับ 57.59±1.62 และ 57.64±1.73 ตามลำดับ ส่วนเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 4 มีค่าสี L* เท่ากับ 57.18±1.42 สำหรับชุดการทดลองที่ 1 และชุดการทดลองที่ 3 พบว่ามีค่าสี L* ต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สาเหตุอาจเนื่องจากความเข้มข้นของสารยับยั้งไม่เพียงพอสำหรับมะม่วงถึงแม้ระดับความเข้มข้นดังกล่าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในแอปเปิลและลูกแพร์ได้ (Monsalve-Gonzalez, 1995; Sapers and Miller, 1998; Buta *et al*., 1999; Buta and Abbott, 2000) อีกทั้งระยะเวลาที่นานเกินส่งผลให้ค่าสี L* ลดลง โดยการลดลงของค่าสี L* แสดงให้เห็นถึงการเกิดสีน้ำตาลได้ (Sapers and Douglas, 1987)

ข. ค่าสี a*

ผลวิเคราะห์ค่าสี a* เป็นค่าแสดงถึงสีแดงและสีเขียว ถ้าค่า a* เป็นบวก หมายถึง ตัวอย่างเป็นสีแดง ส่วนค่า a* เป็นลบ หมายถึง ตัวอย่างเป็นสีเขียว (สุคนธ์ชื่นและวรรณวิบูลย์, 2543) ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2 พบว่าค่าสี a* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 9 ชุดการทดลองและชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และระยะเวลามีผลต่อค่าสี a* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือค่าสี a* มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น โดยเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 6 พบว่าจะมีค่าสี a* มากที่สุด เท่ากับ -2.80±0.44 แสดงว่ามีสีเขียวมากที่สุด รองลงมาคือชุดการทดลองที่ 5 มีค่าสี a* เท่ากับ -2.61±0.65 ส่วนเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดควบคุม ชุดการทดลองที่ 3 ชุดการทดลองที่ 8 และชุดการทดลองที่ 9 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าสี a* เท่ากับ -2.45±0.37, -2.45±0.24, -2.46±0.36 และ -2.49±0.31 ตามลำดับ อีกทั้งระยะเวลาที่นานเกินส่งผลให้ค่าสี a* เพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของค่าสี a* แสดงให้เห็นถึงการเกิดสีน้ำตาลได้ (Sapers and Douglas, 1987)

ค. ค่าสี b*

ผลวิเคราะห์ค่าสี b* เป็นค่าแสดงถึงสีเหลืองและสีน้ำเงิน ถ้าค่า b* เป็นบวก หมายถึง ตัวอย่างเป็นสีเหลือง ส่วนค่า b* เป็นลบ หมายถึง ตัวอย่างเป็นสีน้ำเงิน (สุคนธ์ชื่นและวรรณวิบูลย์, 2543) ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3 พบว่าค่าสี b* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 9 ชุดการทดลองและชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และระยะเวลามีผลต่อค่าสี b* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือค่าสี b* มีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น โดยเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 2 ชุดการทดลองที่ 4 ชุดการทดลองที่ 5 ชุดการทดลองที่ 8 และชุดการทดลองที่ 9 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าสี b* ดังนี้คือ 49.73±1.16, 49.90±0.67, 49.86±0.92, 49.50±0.77 และ 49.71±0.80 ตามลำดับ แสดงว่ามีสีเหลืองมากที่สุด ส่วนเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 6 จะมีค่าสี b* ลดลงเท่ากับ 48.70±1.44 ส่วนชุดการทดลองที่ 1 และชุดการทดลองที่ 3 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยมีค่าสี b* ดังนี้คือ 48.35±1.00 และ 48.56±1.21 ตามลำดับ ส่วนชุดควบคุมและชุดการทดลองที่ 7 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และมีค่าสี b* น้อยที่สุด เท่ากับ 48.23±1.13 และ 48.24±1.12 ตามลำดับ แสดงว่ามีสีเหลืองน้อยที่สุด อีกทั้งระยะเวลาที่นานเกินส่งผลให้ค่าสี b* ลดลง หรือมีสีเหลืองน้อยลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.1 ค่าสี L* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลาย

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	ค่าสี L*				ค่าเฉลี่ยชุดการทดลอง
		ระยะเวลา (นาที)				
		0	60	120	180	
ชุดควบคุม	ชิ้นมะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย	58.87 ± 0.02	56.98 ± 0.00	55.67 ± 0.16	55.33 ± 0.01	**56.71^{e} ± 1.49**
1	0.02% 4-hexylresorcinol, 0.25% ascorbic acid, 0.2% citric acid, 0.15% sorbic acid และ sucrose ปรับให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 52 บริกซ์ (Monsalve-Gonzalez *et al*., 1993)	57.46 ± 0.25	55.62 ± 0.20	54.42 ± 0.37	53.46 ± 0.35	**55.24^{g} ± 1.61**
2	1.0% ascorbic acid และ 0.1% calcium chloride (Ponting *et al*., 1972)	59.99 ± 0.31	57.70 ± 0.28	56.39 ± 0.48	56.27 ± 0.37	**57.59^{cd} ± 1.62**
3	4% sodium erythorbate, 0.2% calcium chloride และ 100 ppm 4-hexylresorcinol (Sapers and Miller, 1998)	57.53 ± 0.35	56.55 ± 0.13	55.31 ± 0.34	54.51 ± 0.58	**55.97^{f} ± 1.27**
4	0.05% carrageenan และ 0.5% citric acid (Tong and Hicks, 1991)	58.99 ± 0.41	57.75 ± 0.24	56.43 ± 0.17	55.55 ± 0.44	**57.18^{d} ± 1.42**
5	10% maltodextrin และ 0.2% citric acid (Xu *et al*., 1993)	59.73 ± 0.11	58.31 ± 0.52	57.03 ± 1.07	55.49 ± 0.19	**57.64^{cd} ± 1.73**
6	bisulfite solution (sodium metabisulfite) 2000 ppm (Santerre *et al*., 1991)	59.35 ± 0.15	58.37 ± 0.02	57.52 ± 0.27	56.62 ± 0.24	**57.97^{bc} ± 1.09**
7	0.01% 4-hexylresorcinol, 0.5% ascorbic acid และ 1.0% calcium lactate (Dong *et al*., 2000)	59.36 ± 0.00	58.53 ± 0.10	57.52 ± 0.17	55.35 ± 0.21	**57.69^{c} ± 1.61**
8	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid (Gonzalez-Aguilar *et al*., 2000)	59.85 ± 0.01	58.61 ± 0.13	58.37 ± 0.02	57.81 ± 0.04	**58.66^{a} ± 0.80**
9	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride (Chen *et al*., 2003)	59.59 ± 0.06	58.76 ± 0.04	57.84 ± 0.03	57.34 ± 0.09	**58.38^{ab} ± 0.93**
ค่าเฉลี่ยระยะเวลา		**59.07^{A} ± 0.89**	**57.72^{B} ± 1.02**	**56.65^{C} ± 1.25**	**55.77^{D} ± 1.28**	

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ที่เวลา 0 , 60 , 120 และ 180 นาที หมายถึง เวลาในการนำตัวอย่างออกมาวิเคราะห์ผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.2 ค่าสี a* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลาย

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	ค่าสี a* ระยะเวลา (นาที)				ค่าเฉลี่ยชุดการทดลอง
		0	60	120	180	
ชุดควบคุม	ชิ้นมะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย	-2.84 ± 0.03	-2.70 ± 0.07	-2.27 ± 0.02	-1.98 ± 0.00	**$-2.45^{bc} \pm 0.37$**
1	0.02% 4-hexylresorcinol, 0.25% ascorbic acid, 0.2% citric acid, 0.15% sorbic acid และ sucrose ปรับให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 52 บริกซ์ (Monsalve-Gonzalez *et al*., 1993)	-2.49 ± 0.04	-2.25 ± 0.13	-1.80 ± 0.06	-1.37 ± 0.03	**$-1.98^{e} \pm 0.46$**
2	1.0% ascorbic acid และ 0.1% calcium chloride (Ponting *et al*., 1972)	-2.91 ± 0.07	-2.50 ± 0.05	-1.85 ± 0.07	-1.58 ± 0.01	**$-2.21^{d} \pm 0.56$**
3	4% sodium erythorbate, 0.2% calcium chloride และ 100 ppm 4-hexylresorcinol (Sapers and Miller, 1998)	-2.68 ± 0.02	-2.57 ± 0.02	-2.49 ± 0.01	-2.09 ± 0.04	**$-2.45^{bc} \pm 0.24$**
4	0.05% carrageenan และ 0.5% citric acid (Tong and Hicks, 1991)	-3.53 ± 0.24	-2.74 ± 0.14	-1.86 ± 0.22	-1.58 ± 0.13	**$-2.42^{bcd} \pm 0.83$**
5	10% maltodextrin และ 0.2% citric acid (Xu *et al*., 1993)	-3.51 ± 0.03	-2.73 ± 0.00	-2.29 ± 0.27	-1.90 ± 0.10	**$-2.61^{ab} \pm 0.65$**
6	bisulfite solution (sodium metabisulfite) 2000 ppm (Santerre *et al*., 1991)	-3.47 ± 0.08	-2.78 ± 0.05	-2.60 ± 0.02	-2.37 ± 0.03	**$-2.80^{a} \pm 0.44$**
7	0.01% 4-hexylresorcinol, 0.5% ascorbic acid และ 1.0% calcium lactate (Dong *et al*., 2000)	-2.88 ± 0.05	-2.63 ± 0.06	-1.94 ± 0.12	-1.79 ± 0.09	**$-2.31^{cd} \pm 0.49$**
8	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid (Gonzalez-Aguilar *et al*., 2000)	-2.87 ± 0.02	-2.64 ± 0.21	-2.32 ± 0.21	-2.02 ± 0.00	**$-2.46^{bc} \pm 0.36$**
9	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride (Chen *et al*., 2003)	-2.87 ± 0.05	-2.66 ± 0.02	-2.33 ± 0.03	-2.12 ± 0.02	**$-2.49^{bc} \pm 0.31$**
ค่าเฉลี่ยระยะเวลา		**$-3.00^{A} \pm 0.36$**	**$-2.62^{B} \pm 0.16$**	**$-2.17^{C} \pm 0.30$**	**$-1.88^{D} \pm 0.30$**	

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ที่เวลา 0 , 60 , 120 และ 180 นาที หมายถึง เวลาในการนำตัวอย่างออกมาวิเคราะห์ผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

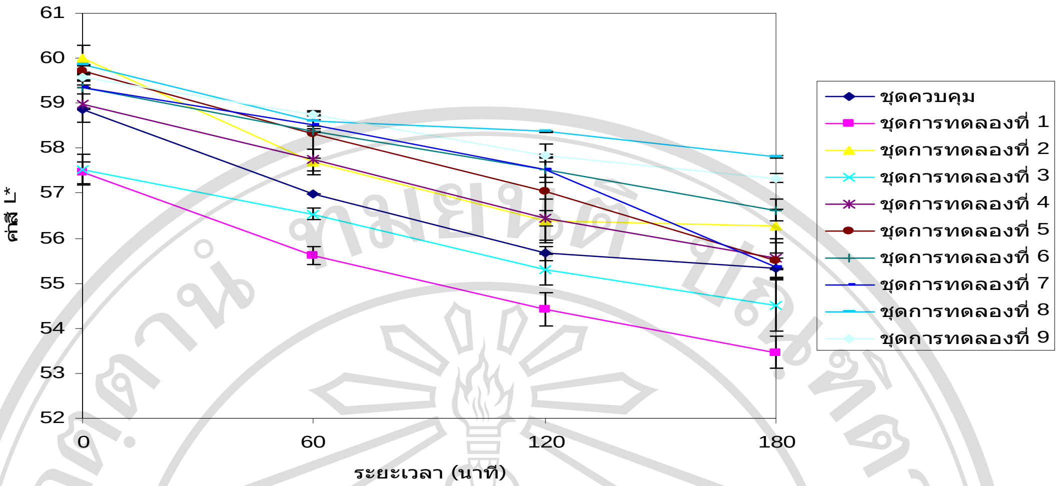
ตารางที่ 4.3 ค่าสี b* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลาย

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	ค่าสี b* ระยะเวลา (นาที) 0	60	120	180	ค่าเฉลี่ยชุดการทดลอง
ชุดควบคุม	ชิ้นมะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย	49.69 ± 0.04	48.72 ± 0.01	47.62 ± 0.23	46.91 ± 0.07	**48.23^{c} ± 1.13**
1	0.02% 4-hexylresorcinol, 0.25% ascorbic acid, 0.2% citric acid, 0.15% sorbic acid และ sucrose ปรับให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 52 บริกซ์ (Monsalve-Gonzalez *et al*., 1993)	49.27 ± 0.06	48.92 ± 0.00	48.37 ± 0.02	46.83 ± 0.12	**48.35^{bc} ± 1.00**
2	1.0% ascorbic acid และ 0.1% calcium chloride (Ponting *et al*., 1972)	50.82 ± 0.05	50.57 ± 0.09	49.42 ± 0.40	48.12 ± 0.03	**49.73^{a} ± 1.16**
3	4% sodium erythorbate, 0.2% calcium chloride และ 100 ppm 4-hexylresorcinol (Sapers and Miller, 1998)	50.35 ± 0.21	48.64 ± 0.14	47.81 ± 0.09	47.43 ± 0.17	**48.56^{bc} ± 1.21**
4	0.05% carrageenan และ 0.5% citric acid (Tong and Hicks, 1991)	50.53 ± 0.38	50.49 ± 0.13	49.37 ± 0.06	49.22 ± 0.01	**49.90^{a} ± 0.67**
5	10% maltodextrin และ 0.2% citric acid (Xu *et al*., 1993)	50.68 ± 0.02	50.48 ± 0.18	49.78 ± 0.17	48.50 ± 0.25	**49.86^{a} ± 0.92**
6	bisulfite solution (sodium metabisulfite) 2000 ppm (Santerre *et al*., 1991)	50.79 ± 0.09	48.85 ± 0.51	47.85 ± 0.40	47.32 ± 0.04	**48.70^{b} ± 1.44**
7	0.01% 4-hexylresorcinol, 0.5% ascorbic acid และ 1.0% calcium lactate (Dong *et al*., 2000)	49.77 ± 0.19	48.59 ± 0.23	47.52 ± 0.31	47.10 ± 0.13	**48.24^{c} ± 1.12**
8	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid (Gonzalez-Aguilar *et al*., 2000)	50.45 ± 0.03	49.82 ± 0.06	49.24 ± 0.03	48.50 ± 0.02	**49.50^{a} ± 0.77**
9	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride (Chen *et al*., 2003)	50.79 ± 0.06	49.79 ± 0.06	49.54 ± 0.06	48.73 ± 0.23	**49.71^{a} ± 0.80**
ค่าเฉลี่ยระยะเวลา		**50.31^{A} ± 0.54**	**49.49^{B} ± 0.82**	**48.65^{C} ± 0.89**	**47.87^{D} ± 0.83**	

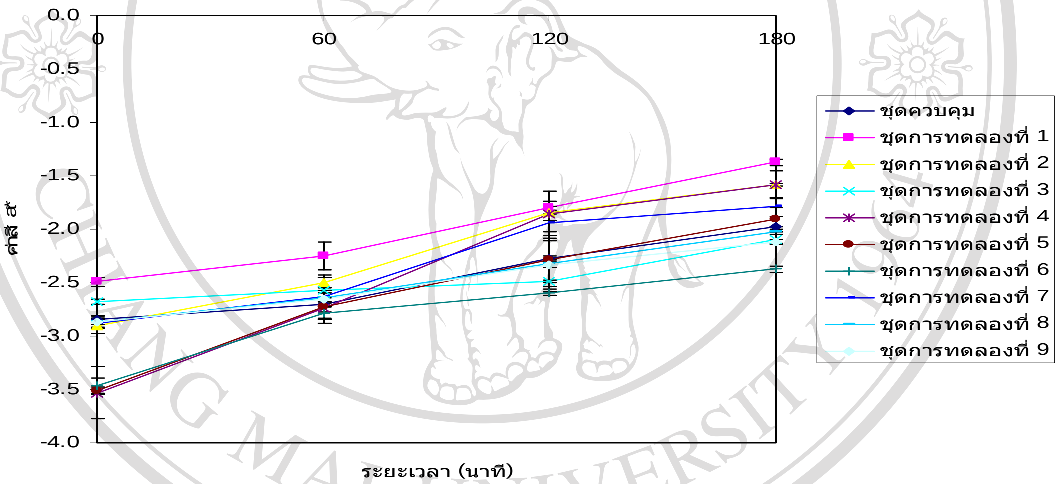
หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ที่เวลา 0 , 60 , 120 และ 180 นาที หมายถึง เวลาในการนำตัวอย่างออกมาวิเคราะห์ผล

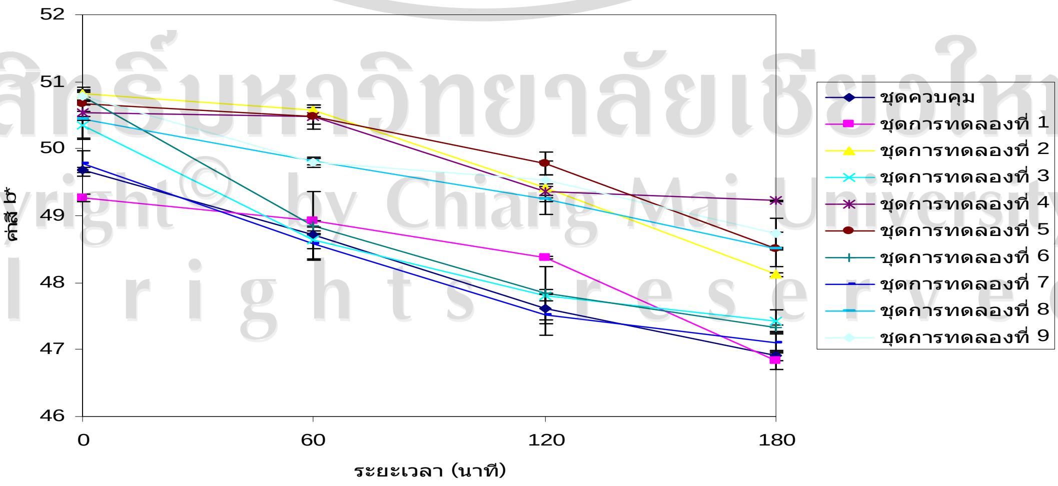
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.1 ค่าสี L* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลาย



รูปที่ 4.2 ค่าสี a* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลาย



รูปที่ 4.3 ค่าสี b* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.2 ผลวิเคราะห์สมบัติทางชีวเคมี

ผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายแต่ละชุดการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.4 - 4.5 และรูปที่ 4.4 - 4.7

ก. กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

เนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 9 ชุดการทดลองและชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 5 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเหลือน้อยที่สุดเท่ากับ 26.63$\pm$6.87 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้มากที่สุดเท่ากับ 75.25$\pm$4.95 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากกรดซิตริกมีคุณสมบัติเป็นสารที่ใช้ในการจับโลหะ (chelating agents) จึงสามารถยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสได้ (ศิวาพร, 2535) สอดคล้องกับการแช่มะม่วงหั่นชิ้นพันธุ์ “Langar” ในสารละลายกรดซิตริกพบว่าสามารถป้องกันปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส (Skredo, 1996) และเมื่อแช่ท้อพันธุ์ “Elberta” ในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 2 นาที พบว่าลดกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสได้ 42 เปอร์เซ็นต์ (Vamos-Vigyazo, 1995) รองลงมาคือชุดการทดลองที่ 7 และชุดการทดลองที่ 8 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส เท่ากับ 45.37$\pm$14.65 และ 44.44$\pm$11.15 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 59.90$\pm$13.55 และ 60.98$\pm$8.97 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการใช้สารละลายผสมระหว่างสารละลายแอสคอร์เบท ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับแคลเซียมแลกเตท ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และซีสเทอีน ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาชิ้นลูกแพร์ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ลดการสูญเสียความแน่นเนื้อและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Gorny *et al*., 2002) โดยอนุพันธ์ของเรโซซินอลซึ่งเป็นสารประกอบเมตา-ไดฟีนอล (*m*-diphenols) จะทำหน้าที่เป็นตัวยับยั้งแบบแข่งขัน (competition inhibitor) กับเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส เนื่องจากมีโครงสร้างคล้ายกับฟีนอลิกที่เป็นสารตั้งต้นจึงยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในผักและผลไม้บางชนิดได้ (Monsalve-Gonzalez *et al*., 1995) ส่วนกรดแอสคอร์บิกนั้นสามารถรีดิวซ์สารควิโนนที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารโพลีฟีนอลด้วยการกระทำของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ให้กลับมาอยู่ในรูปสารประกอบฟีนอลตามเดิมได้ก่อนที่สารควิโนนจะทำปฏิกิริยาต่อไปจนกลายเป็นสารสีน้ำตาล (มณฑาทิพย์,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2539) และสอดคล้องกับการแช่ชิ้นลูกแพร์ในสารละลายผสมระหว่างสารละลาย 4-เฮกซิลเรโซซินอล ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ ไอโซแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ เอ็น-อะซีติลซีสเทอีน ความเข้มข้น 25 มิลลิโมลาร์ และโพแทสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ พบว่าสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้นาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (Buta and Abbott, 2000)

ส่วนเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 2 ชุดการทดลองที่ 4 ชุดการทดลองที่ 6 และชุดการทดลองที่ 9 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเท่ากับ 67.45 ± 18.29, 68.07 ± 17.73, 68.60 ± 12.22 และ 66.89 ± 26.22 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 40.42 ± 16.29, 40.28 ± 14.44, 39.46 ± 11.19 และ 41.40 ± 22.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการแช่แอปเปิลหั่นชิ้นในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.25 - 0.50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิก พบว่าช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลและช่วยให้ชิ้นแอปเปิลมีความแน่นเนื้อเพิ่มมากขึ้น (Lee and Smith, 1995) เช่นเดียวกับการทดลองของ Trindade *et al.* (2003) ที่พบว่าการแช่เนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3.5 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้ การที่แคลเซียมคลอไรด์สามารถยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้นั้น เนื่องจากแคลเซียมคลอไรด์จะแตกตัวให้คลอไรด์ไอออนและไปทำปฏิกิริยากับสารประกอบฟีนอลและโลหะทองแดงที่เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสทำให้ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ต่อไป (Balakrishnan *et al.*, 2001) ส่วนสารประกอบโพลิแซคคาไรด์ชนิดต่างๆ รวมถึงคาราจีแนน, อะมิโลสซัลเฟต และไซแลน-ซัลเฟต พบว่ามีประสิทธิภาพในการช่วยยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในน้ำแอปเปิลและชิ้นแอปเปิลได้ (Tong and Hicks, 1991) การที่สารดังกล่าวสามารถช่วยยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผักและผลไม้ได้เนื่องจากสารดังกล่าวจะไปเคลือบผักหรือผลไม้ ทำให้มีการสัมผัสกับออกซิเจนลดลงจึงมีการสลายตัวของกรดแอสคอร์บิกลดลง (ศิวาพร, 2535) ส่วนสารประกอบซัลไฟต์นั้นพบว่าจะทำหน้าที่เป็นตัวยับยั้งเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและยังทำปฏิกิริยากับสารตัวกลาง (Intermediates) ของปฏิกิริยาเพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์โดยการทำปฏิกิริยากับสารตัวกลางที่มีกลุ่มคาร์บอนิล (Carbonyl intermediate) จึงป้องกันไม่ให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไป (ประสาร, 2538) โดยปริมาณสารประกอบซัลไฟต์ที่มีการอนุญาตให้ใช้ในผักและผลไม้แห้งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 อนุญาตให้ใช้ได้ในปริมาณสูงสุดไม่เกิน 2,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, 2527)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุม ชุดการทดลองที่ 3 และชุดการทดลองที่ 1 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเหลืออยู่สูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ เท่ากับ 113.44±4.37, 137.72±12.20 และ 169.63±9.37 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ พบว่ามีค่าติดลบ แสดงว่าไม่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของค่าสี L* และการเพิ่มขึ้นของค่าสี a* แสดงให้เห็นถึงการเกิดสีน้ำตาลได้ (Sapers and Douglas, 1987)

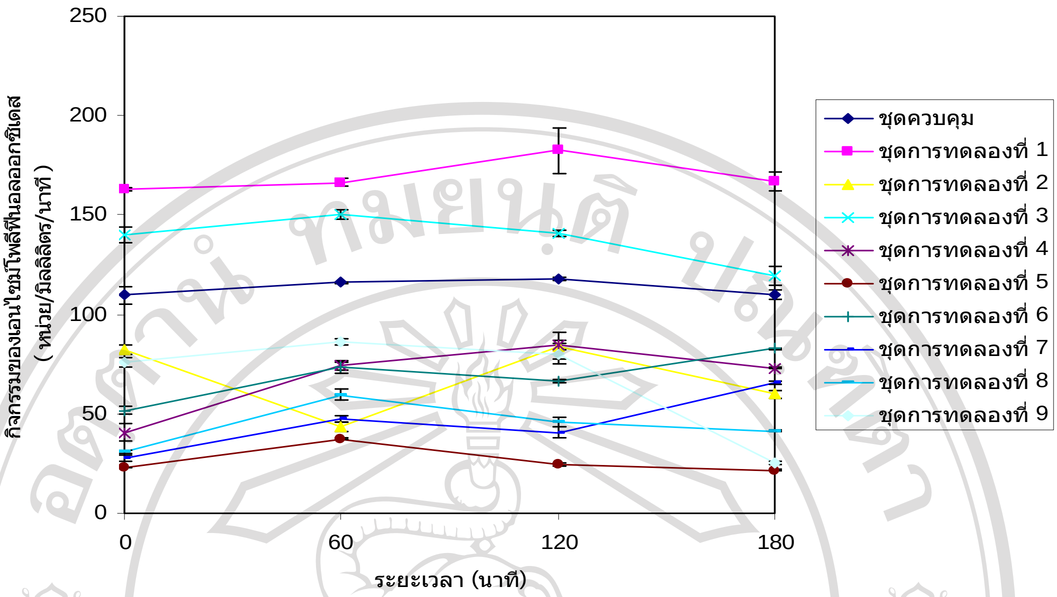
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.4 กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสในเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลาย

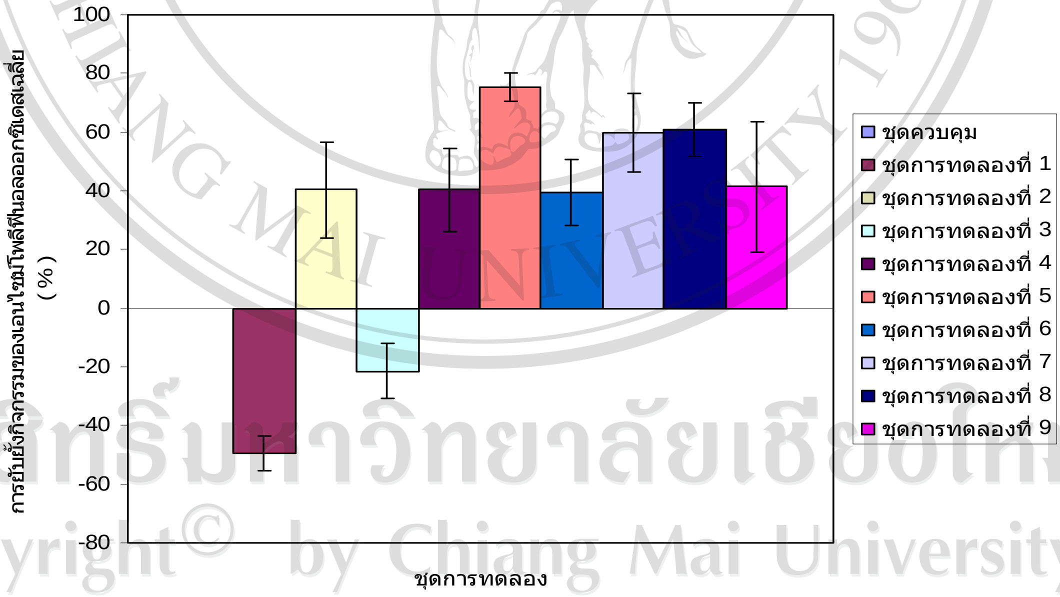
ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (หน่วย/มิลลิลิตร/นาที) ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร				ค่าเฉลี่ยชุดการทดลอง	การยับยั้งเอนไซม์ (%)
		เวลา (นาที)					
		0	60	120	180		
ชุดควบคุม	ชิ้นมะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย	109.84 ± 4.40	115.93 ± 0.07	118.09 ± 0.94	109.89 ± 2.59	**113.44[c] ± 4.37**	**0.00[d]**
1	0.02% 4-hexylresorcinol, 0.25% ascorbic acid, 0.2% citric acid, 0.15% sorbic acid และ sucrose ปรับให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 52 บริกซ์ (Monsalve-Gonzalez *et al*., 1993)	162.82 ± 0.59	166.44 + 1.89	182.44 ± 11.38	166.83 ± 4.99	**169.63[a] ± 9.37**	**-49.55[f] ± 5.96**
2	1.0% ascorbic acid และ 0.1% calcium chloride (Ponting *et al*., 1972)	82.34 ± 2.67	43.41 ± 2.14	84.24 ± 6.99	59.84 ± 1.70	**67.45[d] ± 18.29**	**40.42[c] ± 16.29**
3	4% sodium erythorbate, 0.2% calcium chloride และ 100 ppm 4-hexylresorcinol (Sapers and Miller, 1998)	139.91 ± 3.83	150.37 ± 2.43	140.88 ± 1.82	119.75 ± 4.80	**137.72[b] ±12.20**	**-21.38[e] ± 9.42**
4	0.05% carrageenan และ 0.5% citric acid (Tong and Hicks, 1991)	40.61 ± 4.54	74.08 ± 1.86	84.48 ± 2.55	73.11 ± 0.59	**68.07[d] ± 17.73**	**40.28[c] ± 14.44**
5	10% maltodextrin และ 0.2% citric acid (Xu *et al*., 1993)	22.96 ± 0.35	37.57 ± 0.23	24.59 ± 0.96	21.41 ± 0.42	**26.63[f] ± 6.87**	**75.25[a] ± 4.95**
6	bisulfite solution (sodium metabisulfite) 2000 ppm (Santerre *et al*., 1991)	51.73 ± 1.95	73.51 ± 3.22	66.38 ± 0.78	82.79 ± 0.37	**68.60[d] ± 12.22**	**39.46[c] ± 11.19**
7	0.01% 4-hexylresorcinol, 0.5% ascorbic acid และ 1.0% calcium lactate (Dong *et al*., 2000)	27.84 ± 1.60	47.37 ± 1.44	40.64 ± 2.90	65.64 ± 0.76	**45.37[e] ± 14.65**	**59.90[b] ± 13.55**
8	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid (Gonzalez-Aguilar *et al*., 2000)	30.91 ± 0.66	59.71 ± 2.55	45.89 ± 2.35	41.26 ± 0.38	**44.44[e] ± 11.15**	**60.98[b] ± 8.97**
9	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride (Chen *et al*., 2003)	75.88 ± 2.33	86.47 ± 1.53	80.14 ± 5.25	25.08 ± 0.66	**66.89[d] ± 26.22**	**41.40[c] ± 22.33**
ค่าเฉลี่ยระยะเวลา		**74.48[B] ± 47.94**	**85.48[A] ± 43.73**	**86.77[A] ± 47.37**	**76.56[B] ± 44.18**		

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ที่เวลา 0 , 60 , 120 และ 180 นาที หมายถึง เวลาในการนำตัวอย่างออกมาวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.4 กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสในเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลาย



รูปที่ 4.5 การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสในเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข. กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส

เนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 9 ชุดการทดลอง และชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 9 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเหลือน้อยที่สุดเท่ากับ 148.59±85.29 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้มากที่สุดเท่ากับ 76.02±17.18 เปอร์เซ็นต์ โดยโพแทสเซียมคลอไรด์จะแตกตัวให้คลอไรด์ไอออนและไปทำปฏิกิริยากับสารประกอบฟีนอลและโลหะเหล็กที่เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสจึงทำให้ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ต่อไป (Balakrishnan *et al*., 2001) ส่วนกรดแอสคอร์บิกมีคุณสมบัติเป็นสารที่สามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้จึงช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสไม่ให้เกิดการออกซิไดซ์ในสภาวะที่มีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ทำให้ลดการเกิดสีน้ำตาลได้ (Wiley, 1994) สอดคล้องกับการแช่แอปเปิลหั่นชิ้นในสารละลายแอสคอร์เบท ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถเก็บได้นาน 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจน 0.25 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและไม่เกิดการเสื่อมเสีย (Gil *et al.,* 1998) และมีการแช่เนื้อแคนตาลูปในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 1.25 และ 2.5 มิลลิโมลาร์ นาน 1 นาที พบว่าสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้ 60 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน และยิ่งเก็บไว้นานขึ้นกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสยิ่งลดน้อยลง (Lamikanra and Watson, 2001) รองลงมาคือชุดการทดลองที่ 8 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 264.49±86.57 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 58.37±18.44 เปอร์เซ็นต์

ส่วนเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 2 และชุดการทดลองที่ 7 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 286.77±102.60 และ 287.51±65.01 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 57.44±13.41 และ 54.94±16.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการแช่เนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นพันธุ์โชคอนันต์ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 นาที พบว่าสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้ในระหว่างการเก็บรักษาในช่วงวันที่ 4-6 ได้ดีที่สุด 47.13 เปอร์เซ็นต์ (วชิรญา, 2548) และมีการใช้กันอย่างกว้างขวางในเชิงอุตสาหกรรมในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล (Chen *et al*., 2000) เช่นการแช่เนื้อฝรั่งในสารละลายแคลเซียมแลกเตท พบว่าช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลและช่วยทำให้เนื้อสัมผัสมีคุณภาพที่ดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Pereira *et al*., 2007)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 5 ชุดการทดลองที่ 6 ชุดการทดลองที่ 3 และชุดการทดลองที่ 4 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 335.01±43.02, 379.41±50.56, 426.72±108.42 และ 504.07±26.34 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 48.49±10.52, 42.00±9.05, 34.30±20.53, 22.84±8.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการแช่เนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ นาน 90 วินาที พบว่าสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้ 42.4 เปอร์เซ็นต์ (รุจิภรณ์, 2546) เช่นเดียวกับการแช่ชิ้นแอปเปิลในสารละลายโซเดียมอีริทอร์เบทและแอสคอร์เบทพบว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าในรูปที่เป็นกรดในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ (Sapers, 1988) มีการใช้กรดแอสคอร์บิกและไอโซเมอร์ของมันคือกรดอีริทอร์บิก (D-isoascorbic or erythorbic acid) ในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ในผลไม้สดและแช่แข็งหรือเตรียมเป็นสารละลายสำหรับเคลือบผลไม้ (ประสาร, 2538) โดยกรดแอสคอร์บิกและอีริทอร์เบตนั้นมีประสิทธิภาพในการเป็นสารที่สามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันและปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้คล้ายกัน แต่อีริทอร์เบตไม่มีคุณสมบัติเป็นวิตามินซีเท่านั้น (Borenstein, 1965; Sapers and Ziolkowski, 1987)

เนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดควบคุมมีกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 660.35±76.73 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที ส่วนชุดการทดลองที่ 1 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสมากที่สุดเท่ากับ 926.22±300.12 เมื่อนำมาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์พบว่ามีค่าติดลบ แสดงว่าไม่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของค่าสี L* และการเพิ่มขึ้นของค่าสี a* แสดงให้เห็นถึงการเกิดสีน้ำตาลได้ (Sapers and Douglas, 1987)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

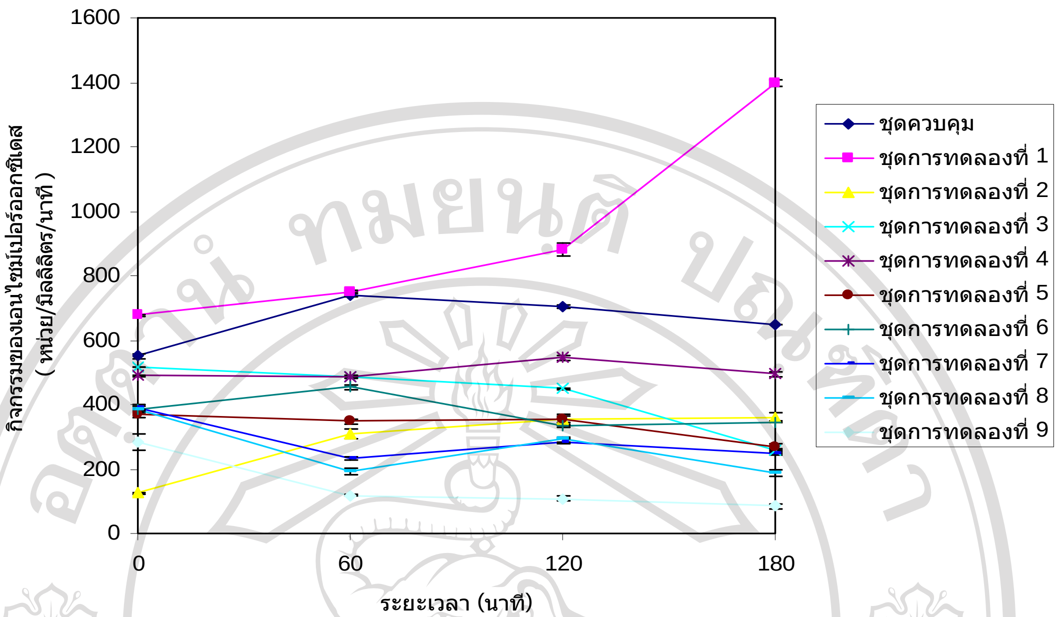
ตารางที่ 4.5 กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลาย

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (หน่วย/มิลลิลิตร/นาที) ที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร				ค่าเฉลี่ยชุดการทดลอง	การยับยั้งเอนไซม์ (%)
		เวลา (นาที)					
		0	60	120	180		
ชุดควบคุม	ชิ้นมะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย	550.12 ± 7.18	740.76 ± 6.62	702.48 ± 5.32	648.04 ± 1.64	**660.35^{b} ± 76.73**	**0.00^{e}**
1	0.02% 4-hexylresorcinol, 0.25% ascorbic acid, 0.2% citric acid, 0.15% sorbic acid และ sucrose ปรับให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 52 บริกซ์ (Monsalve-Gonzalez *et al*., 1993)	677.12 ± 2.49	750.32 ± 5.32	882.12 ± 18.95	1395.32 ± 10.35	**926.22^{a} ± 300.12**	**-41.32^{f} ± 46.81**
2	1.0% ascorbic acid และ 0.1% calcium chloride (Ponting *et al*., 1972)	124.60 ± 2.77	310.12 ± 14.31	352.84 ± 16.12	359.52 ± 14.70	**286.77^{e} ± 102.60**	**57.44^{ab} ± 13.41**
3	4% sodium erythorbate, 0.2% calcium chloride และ 100 ppm 4-hexylresorcinol (Sapers and Miller, 1998)	515.32 ± 1.30	487.16 ± 0.85	448.32 ± 4.30	256.08 ± 9.28	**426.72^{cd} ± 108.42**	**34.30^{cd} ± 20.53**
4	0.05% carrageenan และ 0.5% citric acid (Tong and Hicks, 1991)	489.28 ± 4.07	487.20 ± 4.75	546.00 ± 7.35	493.80 ± 5.49	**504.07^{c} ± 26.34**	**22.84^{d} ± 8.84**
5	10% maltodextrin และ 0.2% citric acid (Xu *et al*., 1993)	372.00 ± 11.31	346.96 ± 6.45	352.96 ± 9.39	268.12 ± 9.22	**335.01^{de} ± 43.02**	**48.49^{bc} ± 10.52**
6	bisulfite solution (sodium metabisulfite) 2000 ppm (Santerre *et al*., 1991)	384.40 ± 9.62	454.08 ± 6.56	332.72 ± 1.58	346.44 ± 4.47	**379.41^{cde} ± 50.56**	**42.00^{bcd} ± 9.05**
7	0.01% 4-hexylresorcinol, 0.5% ascorbic acid และ 1.0% calcium lactate (Dong *et al*., 2000)	388.04 ± 11.37	233.64 ± 4.02	281.60 ± 2.26	246.76 ± 4.81	**287.51^{e} ± 65.01**	**54.94^{b} ± 16.09**
8	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid (Gonzalez-Aguilar *et al*., 2000)	382.56 ± 2.94	192.28 ± 7.86	296.00 ± 1.70	187.12 ± 11.09	**264.49^{ef} ± 86.57**	**58.37^{ab} ± 18.44**
9	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride (Chen *et al*., 2003)	284.16 ± 25.34	117.76 ± 3.05	107.44 ± 8.26	85.00 ± 8.54	**148.59^{f} ± 85.29**	**76.02^{a} ± 17.18**
ค่าเฉลี่ยระยะเวลา		**416.76^{NS} ± 148.35**	**412.03^{NS} ± 209.54**	**430.25^{NS} ± 219.63**	**428.62^{NS} ± 364.74**		

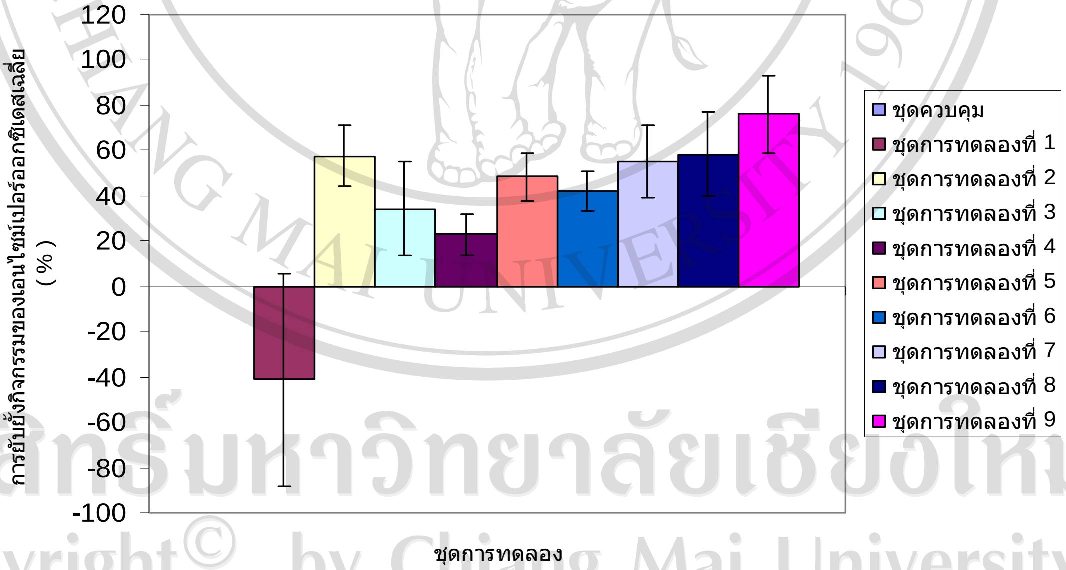
หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ที่เวลา 0 , 60 , 120 และ 180 นาที หมายถึง เวลาในการนำตัวอย่างออกมาวิเคราะห์ผล
- NS แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.6 กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลาย



รูปที่ 4.7 การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางชีวเคมีของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 9 ชุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลอง 8 (สารละลายผสมระหว่าง 4-เฮกซิลเรโซซินอล ความเข้มข้น 0.001 โมลาร์ โพแทสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ และไอโซแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์) และชุดการทดลองที่ 9 (สารละลายผสมระหว่างกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์) มีค่า L* และ b* เพิ่มสูงขึ้น และมีค่า a* ลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย แสดงว่าเนื้อมะม่วงมีค่าสีจางมากขึ้นและมีสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของค่าสี L* และการเพิ่มขึ้นของค่าสี a* แสดงให้เห็นถึงการเกิดสีน้ำตาลได้ (Sapers and Douglas, 1987) และเมื่อคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์และกิจกรรมของเอนไซม์ที่สามารถยับยั้งได้พบว่าชุดการทดลองที่ 5 (สารละลายผสมระหว่างมอลโตเด็กซ์ตริน ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์และกรดซิตริกความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์) สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสได้ดีที่สุด และชุดการทดลองที่ 9 (สารละลายผสมระหว่างกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์) สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้ดีที่สุด

แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่เราต้องการศึกษาคือเนื้อมะม่วงอบแห้งในการทดลองตอนต่อไปนั้นต้องผ่านกระบวนการให้ความร้อนโดยการอบแห้ง ดังนั้นจึงเลือกเอาชุดการทดลองที่สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้ดีที่สุด เนื่องจากเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเป็นเอนไซม์ที่มีความคงตัวต่อความร้อนซึ่งต้องใช้อุณหภูมิสูงถึง 100 องศาเซลเซียส ในการทำลายกิจกรรมของเอนไซม์ และอาจถูกกระตุ้นให้กลับมาทำงานได้อีก (reactive) ในระหว่างการเก็บรักษาในขณะที่เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสนั้นจะถูกทำลายอย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสขึ้นไป (นิธิยา, 2549) ซึ่งพบว่าชุดการทดลอง 8 (สารละลายผสมระหว่าง 4-เฮกซิลเรโซซินอล ความเข้มข้น 0.001 โมลาร์ โพแทสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ และไอโซแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์) และชุดการทดลองที่ 9 (สารละลายผสมระหว่างกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์) สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้ดีที่สุดและสอดคล้องกับมีค่า L* และ b* เพิ่มสูงขึ้น และมีค่า a* ลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายจึงเป็นสูตรที่เหมาะสมในการนำไปศึกษาในตอนต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 ศึกษาวิธีการแช่เนื้อมะม่วงในสารละลายที่มีศักยภาพในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล

สุ่มตัวอย่างเนื้อมะม่วงที่ผ่านวิธีการแช่ 3 วิธี ในสารละลายผสมระหว่าง 4-เฮกซิลเรโซซินอล ความเข้มข้น 0.001 โมลาร์ โพแทสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ และไอโซแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ และสารละลายผสมระหว่างกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ออกมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ชีวเคมี และเคมี เพื่อคัดเลือกชุดการทดลองและวิธีการแช่ที่เหมาะสมมาใช้ในการทดลองตอนต่อไป

- **วิธีการแช่สาร**

วิธีที่ 1 คือ แช่ในสภาวะปกติ 12 นาที

วิธีที่ 2 คือ แช่ในสภาวะสุญญากาศที่ระดับ 50 มิลลิเมตรปรอท 10 นาที และแช่ต่อในสภาวะปกติ 2 นาที ดัดแปลงมาจากวิธีของ XIE (2004)

วิธีที่ 3 คือ แช่ในสภาวะสุญญากาศที่ระดับ 50 มิลลิเมตรปรอท 20 นาที และแช่ต่อในสภาวะปกติ 2 นาที ดัดแปลงมาจากวิธีของ XIE (2004)

4.2.1 ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ก. ค่าสี L*

ค่าสี L* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 6 ชุดการทดลองและชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 3 มีค่าสี L* มากที่สุดเท่ากับ 62.81$\pm$0.45 แสดงว่ามีสีจางมากที่สุด รองลงมาคือเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 6 จะมีค่าสี L* เท่ากับ 58.96$\pm$0.53 ซึ่งเห็นได้ว่าทั้ง 2 ชุดการทดลองมีวิธีการแช่เหมือนกันคือแช่ในสภาวะสุญญากาศที่ระดับ 50 มิลลิเมตรปรอท นาน 20 นาที เนื่องจากในระหว่างผลิตภัณฑ์อยู่ภายใต้สภาวะสุญญากาศนั้นจะมีการดูดอากาศออกจากเซลล์ของผลิตภัณฑ์ทำให้ความเข้มข้นของออกซิเจนลดน้อยลงจึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันลดลง ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จึงมีคุณภาพของสีที่ดีใกล้เคียงกับธรรมชาติ (Chiralt *et al.,* 1999; Alzamora *et al.*, 2000) ส่วนเนื้อมะม่วงสุกชุดควบคุมและเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 1 ชุดการทดลองที่ 2 ชุดการทดลองที่ 4 และชุดการทดลองที่ 5 พบว่าค่าสี L* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าสี L* เท่ากับ 57.28$\pm$0.23, 57.32$\pm$0.24, 57.24$\pm$1.32,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

57.35±1.84 และ 56.45±0.45 ตามลำดับ โดยการลดลงของค่าสี L* แสดงให้เห็นถึงการเกิดสีน้ำตาลได้ (Sapers and Douglas, 1987)

ข. ค่าสี a*

ค่าสี a* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 6 ชุดการทดลอง และชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 6 พบว่าจะมีค่าสี a* มากที่สุด เท่ากับ -4.90±0.38 แสดงว่ามีสีแดงเกิดน้อยที่สุด ส่วนเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 1 ชุดการทดลองที่ 2 ชุดการทดลองที่ 3 ชุดการทดลองที่ 4 และชุดการทดลองที่ 5 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าสี a* เท่ากับ -3.70±0.15, -3.93±0.02, -3.45±0.04, -3.53±0.09 และ -3.86±1.03 ตามลำดับ ส่วนเนื้อมะม่วงสุกชุดควบคุมมีค่าสี a* น้อยที่สุดเท่ากับ -2.85±0.00 แสดงว่ามีสีแดงเพิ่มขึ้น สีเขียวน้อยลง โดยการเพิ่มขึ้นของค่าสี a* แสดงให้เห็นถึงการเกิดสีน้ำตาลได้ (Sapers and Douglas, 1987)

ค. ค่าสี b*

ค่าสี b* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 6 ชุดการทดลอง และชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 3 พบว่าจะมีค่าสี b* มากที่สุด เท่ากับ 51.97±0.81 แสดงว่ามีสีเหลืองมากที่สุด ส่วนเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 1 ชุดการทดลองที่ 2 ชุดการทดลองที่ 4 และชุดการทดลองที่ 5 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าสี b* เท่ากับ 47.82±1.54, 48.04±0.93, 45.99±0.66 และ 46.57±0.17 ตามลำดับ ซึ่งการแช่ในสภาวะสุญญากาศนั้นจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีลักษณะเนื้อสัมผัสและกลิ่นที่ใกล้เคียงกับผลสดตลอดอายุการเก็บรักษา (Ponting, 1973; Heng *et al*., 1990) สอดคล้องกับการรายงานของ Leunda *et al.* (2000) และ Xie and Zhao (2003) ที่พบว่าการแช่กีวีและแอปเปิลตัดแต่งภายใต้สภาวะสุญญากาศนั้นช่วยลดการเปลี่ยนแปลงของสี ส่งผลให้ผลไม้ตัดแต่งมีสีคล้ายกับผลไม้สดในระหว่างการเก็บในห้องเย็น

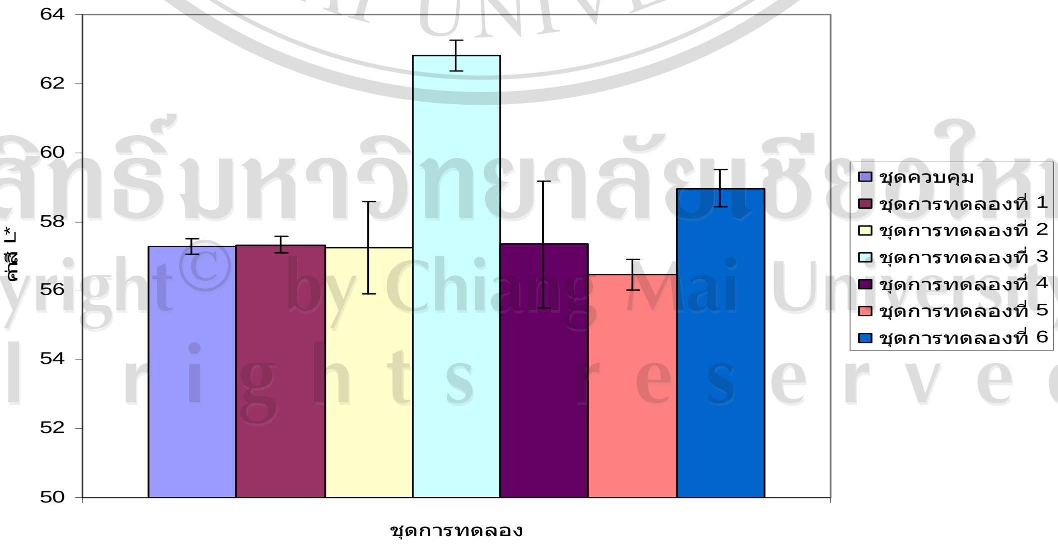
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.6 ค่าสี L*, a* และ b* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างวิธีการแช่ที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	วิธีการแช่	ค่าสี		
			L*	a*	b*
ชุดควบคุม	ชิ้นมะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย		57.28^{c} ± 0.23	-2.85^{c} ± 0.00	45.13^{c} ± 0.67
1	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid	วิธีที่ 1	57.32^{c} ± 0.24	-3.70^{bc} ± 0.15	47.82^{b} ± 1.54
2	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid	วิธีที่ 2	57.24^{c} ± 1.32	-3.93^{b} ± 0.02	48.04^{b} ± 0.93
3	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid	วิธีที่ 3	62.81^{a} ± 0.45	-3.45^{bc} ± 0.04	51.97^{a} ± 0.81
4	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride	วิธีที่ 1	57.35^{c} ± 1.84	-3.53^{bc} ± 0.09	45.99^{bc} ± 0.66
5	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride	วิธีที่ 2	56.45^{c} ± 0.45	-3.86^{b} ± 1.03	46.57^{bc} ± 0.17
6	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride	วิธีที่ 3	58.96^{b} ± 0.53	-4.90^{a} ± 0.38	45.53^{c} ± 0.59

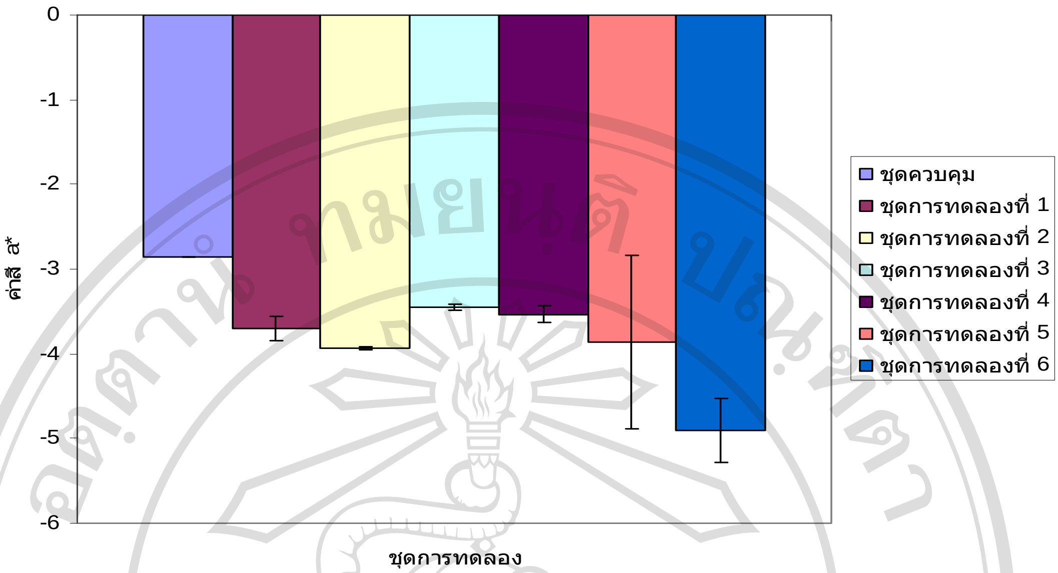
หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- วิธีที่ 1 คือ แช่ในสภาวะปกติ 12 นาที, วิธีที่ 2 คือแช่ในสภาวะสุญญากาศ 10 นาที ร่วมกับสภาวะปกติ 2 นาที และวิธีที่ 3 คือแช่ในสภาวะสุญญากาศ 20 นาที ร่วมกับสภาวะปกติ 2 นาที

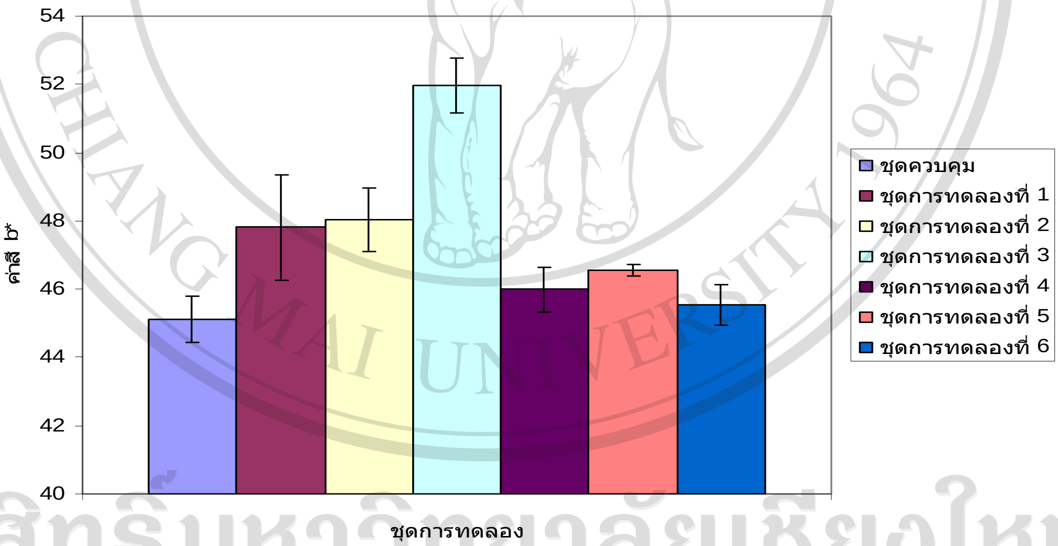


รูปที่ 4.8 ค่าสี L* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างวิธีการแช่ที่แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.9 ค่าสี a* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างวิธีการแช่ที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.10 ค่าสี b* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างวิธีการแช่ที่แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.2 ผลวิเคราะห์สมบัติทางชีวเคมี

ผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ 3 วิธี ในสารละลายผสมระหว่าง 4-เฮกซิลเรโซซินอล ความเข้มข้น 0.001 โมลาร์ โพแทสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ และไอโซแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ และสารละลายผสมระหว่างกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 4.7 - 4.8 และรูปที่ 4.11 - 4.14

ก. กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

เนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 6 ชุดการทดลองและชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 3 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเหลือน้อยที่สุดเท่ากับ 12.54 ± 0.82 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้มากที่สุดเท่ากับ 89.88 ± 1.29 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือชุดการทดลองที่ 6 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเท่ากับ 19.58 ± 3.58 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 84.32 ± 1.92 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 1 ชุดการทดลองที่ 2 ชุดการทดลองที่ 4 และชุดการทดลองที่ 5 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเท่ากับ 29.55 ± 0.35, 31.40 ± 1.37, 24.14 ± 5.42 และ 24.61 ± 1.32 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 76.20 ± 1.17, 74.68 ± 2.65, 79.89 ± 3.12 และ 80.15 ± 2.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ส่วนเนื้อมะม่วงสุกชุดควบคุมพบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสมากที่สุดเท่ากับ 124.38 ± 5.91 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที การที่ชุดการทดลองที่ 3 และ 6 สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้ดีที่สุด เป็นเพราะทั้ง 2 วิธีแช่ภายใต้สภาวะสุญญากาศเป็นเวลา 20 นาที ทำให้ออกซิเจนภายในชิ้นเนื้อถูกดูดออกไปมาก ขณะเดียวกันการดูดซึมสารละลายเข้าไปในเนื้อมะม่วงเพิ่มขึ้น จึงสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้มากกว่าชุดการทดลองที่ 2 และ 5 ซึ่งใช้เวลาแช่ภายใต้สภาวะสุญญากาศเป็นเวลา 10 นาที เท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับการลวกกีวีหั่นชิ้นและนำมาแช่ในสารละลายซิงค์คลอไรด์ความเข้มข้น 375 ส่วนในล้านส่วน (ppm.) โดยแช่ภายใต้สภาวะสุญญากาศที่ความดัน 160 มิลลิเมตรปรอท นาน 10 นาที พบว่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลลดลงเมื่อเทียบกับวิธีการแช่ในสภาวะปกติ โดยผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีคุณภาพของสีที่ดีขึ้นและเก็บได้นาน 3 วัน ที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีและปริมาณคลอโรฟีลล์ (Leunda *et al.*, 2000)

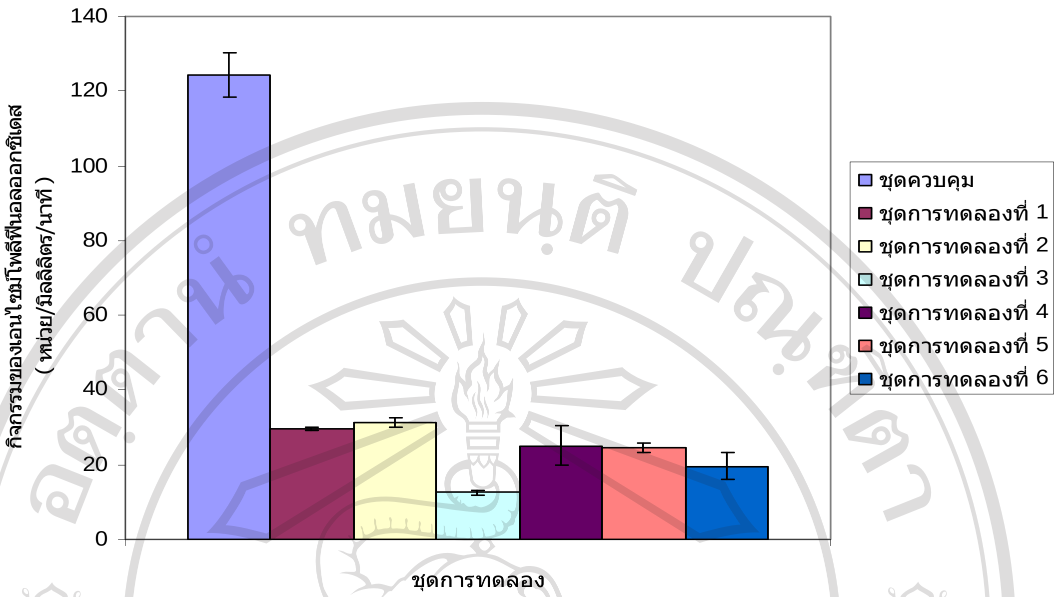
ตารางที่ 4.7 กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสในเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างวิธีการแช่ที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	วิธีการแช่	กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (หน่วย/มิลลิลิตร/นาที) ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร	การยับยั้งเอนไซม์ (%)
ชุดควบคุม	ชิ้นมะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย		$124.38^{a} \pm 5.91$	0.00^{e}
1	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid	วิธีที่ 1	$29.55^{b} \pm 0.35$	$76.20^{cd} \pm 1.17$
2	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid	วิธีที่ 2	$31.40^{b} \pm 1.37$	$74.68^{d} \pm 2.65$
3	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid	วิธีที่ 3	$12.54^{c} \pm 0.82$	$89.88^{a} \pm 1.29$
4	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride	วิธีที่ 1	$25.14^{b} \pm 5.42$	$79.89^{c} \pm 3.12$
5	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride	วิธีที่ 2	$24.61^{b} \pm 1.32$	$80.15^{c} \pm 2.28$
6	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride	วิธีที่ 3	$19.58^{bc} \pm 3.58$	$84.32^{b} \pm 1.92$

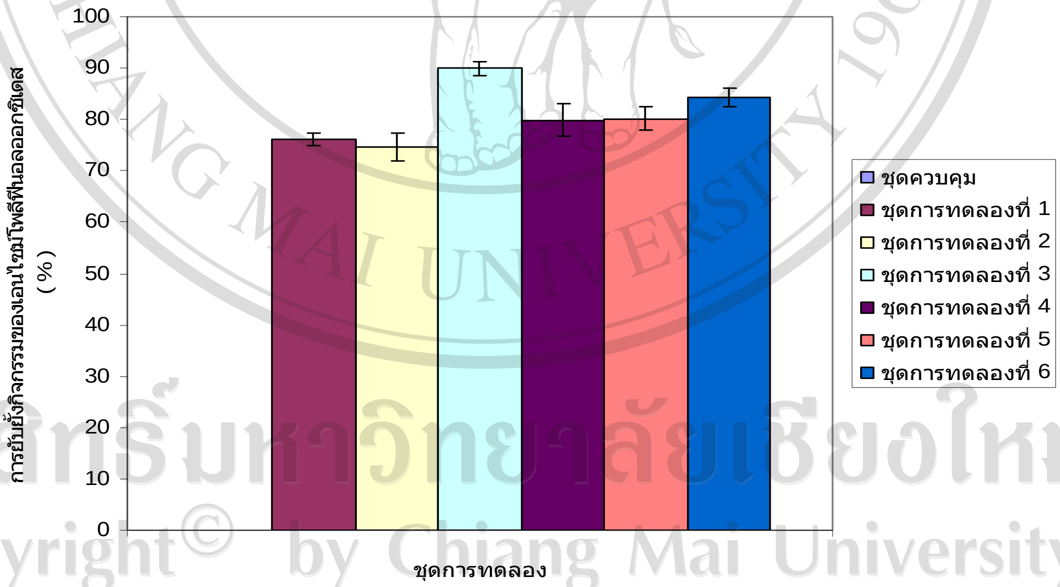
หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- วิธีที่ 1 คือ แช่ในสภาวะปกติ 12 นาที, วิธีที่ 2 คือแช่ในสภาวะสุญญากาศ 10 นาที ร่วมกับสภาวะปกติ 2 นาที และวิธีที่ 3 คือแช่ในสภาวะสุญญากาศ 20 นาที ร่วมกับสภาวะปกติ 2 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.11 **ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสในเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างวิธีการแช่ที่แตกต่างกัน**



รูปที่ 4.12 **การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสในเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างวิธีการแช่ที่แตกต่างกัน**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข. กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส

เนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 6 ชุดการทดลองและชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 3 และชุดการทดลองที่ 6 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเหลือน้อยที่สุดเท่ากับ 28.68±4.58 และ 44.77±9.21 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้สูงสุดเท่ากับ 93.62±1.17 และ 90.01±2.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าการแช่ภายใต้สภาวะสุญญากาศเป็นเวลา 20 นาที สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้ดีกว่าวิธีอื่น รองลงมาคือเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 5 และชุดการทดลองที่ 4 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 109.16±7.52 และ 136.28±5.40 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 75.75±2.26 และ 69.82±4.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 1 และชุดการทดลองที่ 2 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 186.20±6.17 และ 160.20±2.09 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 58.65±2.37 และ 64.43±1.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงว่าสารละลายที่มีกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้ดีกว่า ส่วนเนื้อมะม่วงสุกชุดควบคุมพบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสมากที่สุด เท่ากับ 450.60±8.46 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

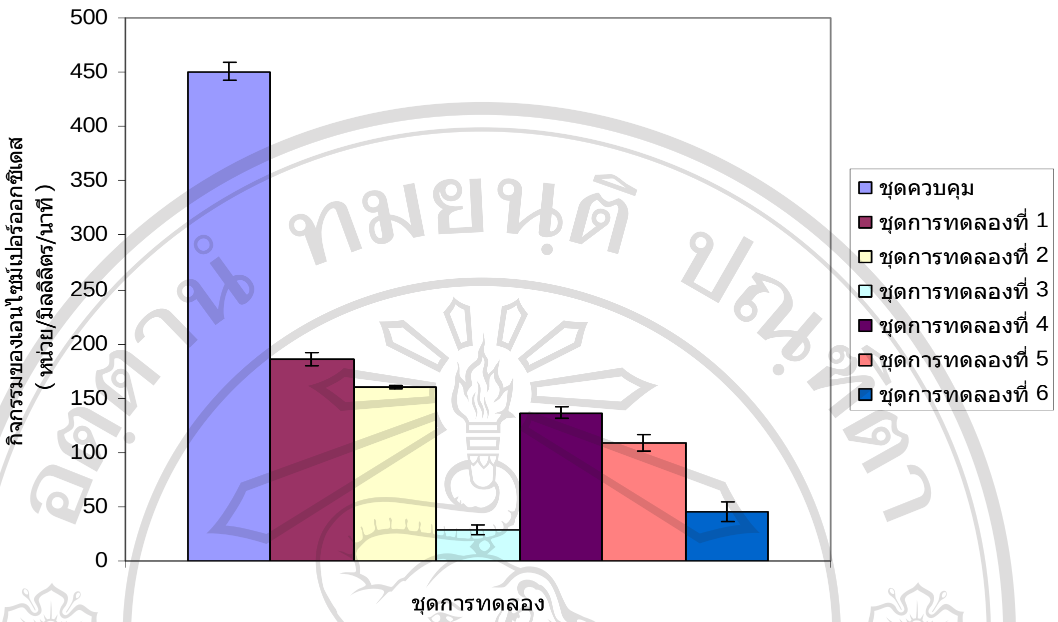
ตารางที่ 4.8 กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างวิธีการแช่ที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	วิธีการแช่	กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (หน่วย/มิลลิลิตร/นาที) ที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร	การยับยั้งเอนไซม์ (%)
ชุดควบคุม	ชิ้นมะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย		450.60[a] ± 8.46	0.00[f]
1	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid	วิธีที่ 1	186.20[b] ± 4.12	58.65[e] ± 2.37
2	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid	วิธีที่ 2	160.20[bc] ± 2.09	64.43[d] ± 1.33
3	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid	วิธีที่ 3	28.68[e] ± 4.58	93.62[a] ± 1.17
4	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride	วิธีที่ 1	136.28[c] ± 5.40	69.82[c] ± 4.90
5	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride	วิธีที่ 2	109.16[d] ± 7.52	75.75[b] ± 2.26
6	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride	วิธีที่ 3	44.77[e] ± 9.21	90.01[a] ± 2.24

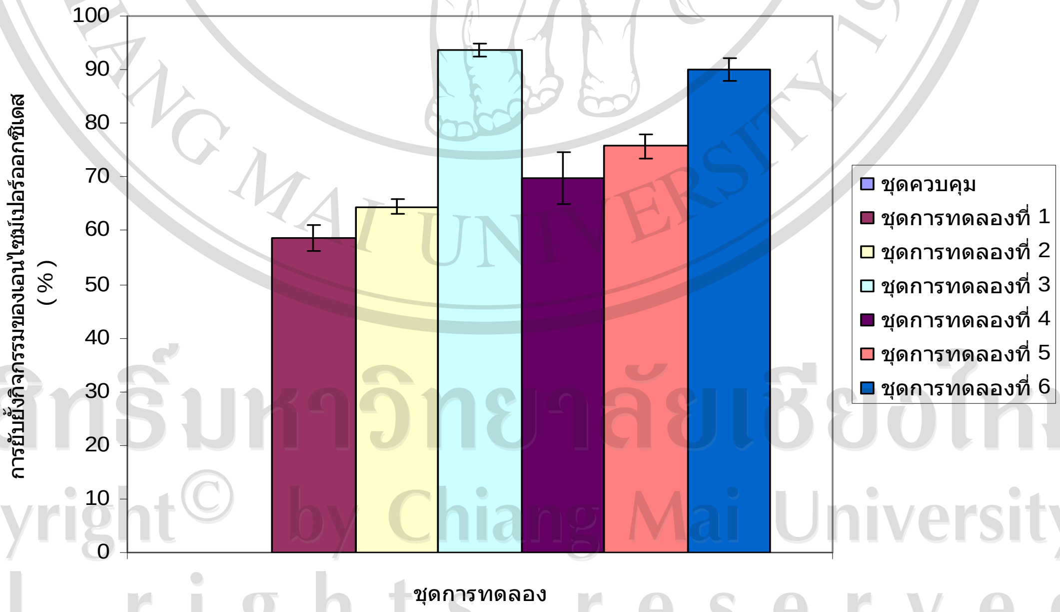
หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- วิธีที่ 1 คือ แช่ในสภาวะปกติ 12 นาที, วิธีที่ 2 คือแช่ในสภาวะสุญญากาศ 10 นาที ร่วมกับสภาวะปกติ 2 นาที และวิธีที่ 3 คือแช่ในสภาวะสุญญากาศ 20 นาที ร่วมกับสภาวะปกติ 2 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.13 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างวิธีการแช่ที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.14 การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างวิธีการแช่ที่แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.3 ผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ รายงานผลเป็นค่าพีเอช และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.15 - 4.16

ก. ค่าพีเอช

เนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 6 ชุดการทดลองและชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อมะม่วงสุกชุดควบคุมพบว่ามีค่าพีเอชมากที่สุด เท่ากับ 4.36$\pm$0.02 ส่วนเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 1 และชุดการทดลองที่ 4 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.07$\pm$0.01 และ 3.90$\pm$0.02 ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลจากปริมาณกรดที่มีในสารละลายแตกต่างกัน สำหรับเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 2 ชุดการทดลองที่ 3 และชุดการทดลองที่ 5 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าพีเอชเท่ากับ 3.70$\pm$0.02, 3.68$\pm$0.01 และ 3.65$\pm$0.02 ตามลำดับ ส่วนเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 6 พบว่ามีค่าพีเอชน้อยที่สุด เท่ากับ 3.52$\pm$0.05

ข. ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

เนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 6 ชุดการทดลองและชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 2 ชุดการทดลองที่ 4 ชุดการทดลองที่ 5 และชุดการทดลองที่ 6 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 19.30$\pm$0.14, 18.70$\pm$0.14, 19.20$\pm$0.28 และ 19.10$\pm$0.14 ตามลำดับ

ส่วนเนื้อมะม่วงสุกชุดควบคุมและเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 1 และชุดการทดลองที่ 3 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 18.15$\pm$0.05, 17.70$\pm$0.71 และ 18.10$\pm$0.14 ตามลำดับ การที่ชุดการทดลองที่ 3 มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าชุดควบคุมและชุดการทดลองที่ 2 ที่แช่ภายใต้สภาวะสุญญากาศเป็นเวลา 10 นาที อาจเป็นเพราะระยะความแก่อ่อนของมะม่วงแต่ละลูกมีความแตกต่างกัน จึงส่งผลต่อค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ สอดคล้องกับการแช่ผลิตภัณฑ์ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

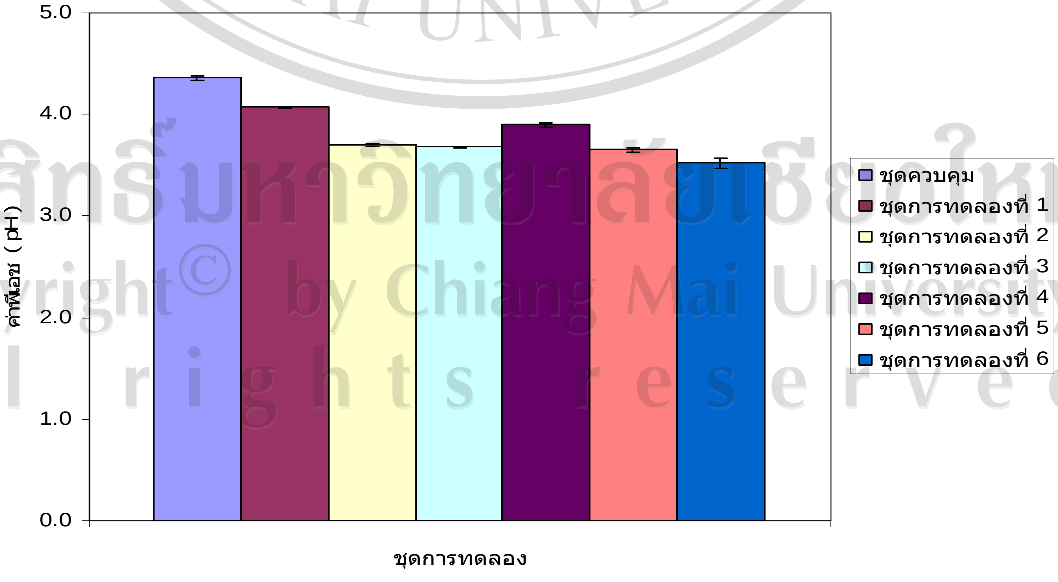
สภาวะสุญญากาศในการทำแห้งด้วยวิธีออสโมติก พบว่าสามารถช่วยลดระยะเวลาและพลังงานในขั้นตอนการแปรรูปได้ ซึ่งเป็นวิธีการประยุกต์ใช้แรงขับเคลื่อนในการแพร่กระจายของน้ำจากเนื้อเยื่อไปสู่ที่ที่มีแรงดันออสโมซิสที่สูงกว่าของสารละลาย Hypertonic solution ในสภาวะที่เป็นสุญญากาศ เมื่ออากาศถูกดูดออกมาจากโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ทำให้ปริมาณของก๊าซที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ลดน้อยลง และเมื่อความดันกลับเข้าสู่สภาวะปกติ สารละลายออสโมติกก็จะซึมเข้าไปในช่องว่างด้วยแรงดัน (Hydrodynamic mechanism) ทำให้มีการเคลื่อนย้ายมวลสารต่อพื้นที่เพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณของแข็งเพิ่มมากขึ้น (Fito and Chiralt, 1994) เช่นเดียวกับการแช่ผลิตภัณฑ์ลงในสารละลายกรดแอสคอร์บิกในสภาวะที่เป็นสุญญากาศ พบว่าจะมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากการซึมผ่านของสารละลายเข้าไปในช่องว่างในผลิตภัณฑ์มากขึ้น (Guadagni, 1949) สอดคล้องกับการแช่แอปเปิลหั่นชิ้นในสารละลายออสโมติกโดยใช้ระยะเวลาสั้นๆ ในสภาวะสุญญากาศ 10 นาที ร่วมกับสภาวะปกติ 10 นาที พบว่าแอปเปิลหั่นชิ้นมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มสูงขึ้นมากกว่า 40 บริกซ์ อาจเป็นเพราะการแช่ในสภาวะสุญญากาศทำให้เกิดแรงดันออสโมติกเพิ่มสูงขึ้น ทำให้เกิดการถ่ายเทมวลเข้าไปในช่องว่างระหว่างเซลล์เพิ่มมากขึ้น (Mujica-Paz *et al*., 2003)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.9 ค่าพีเอชและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างวิธีการแช่ที่แตกต่างกัน

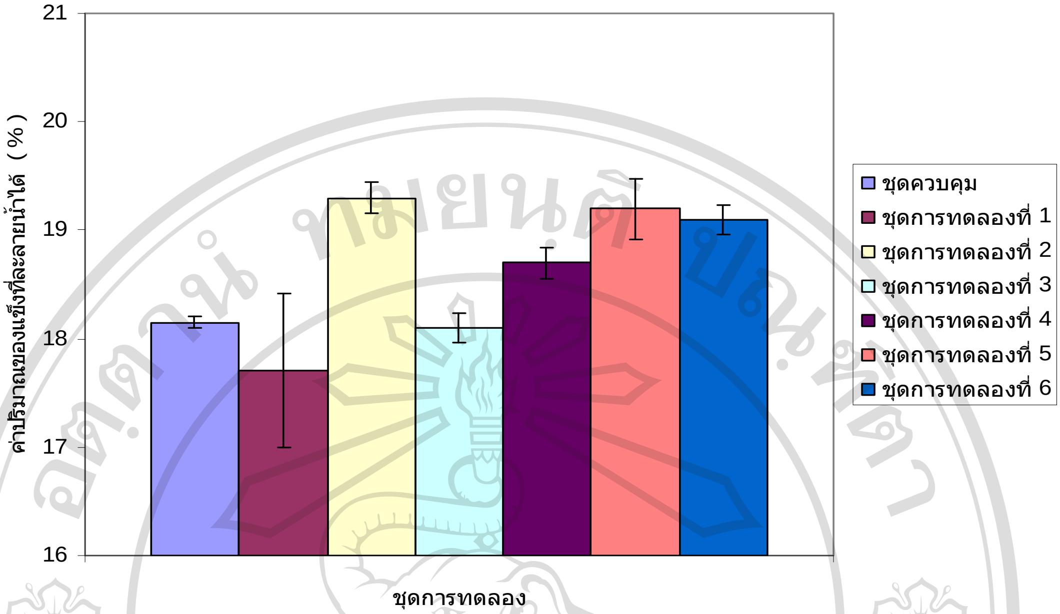
ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	วิธีการแช่	ค่าพีเอช	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
ชุดควบคุม	ชิ้นมะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย		$4.36^{a} \pm 0.02$	$18.15^{bc} \pm 0.05$
1	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid	วิธีที่ 1	$4.07^{b} \pm 0.01$	$17.70^{c} \pm 0.71$
2	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid	วิธีที่ 2	$3.70^{d} \pm 0.02$	$19.30^{a} \pm 0.14$
3	0.001M 4-hexylresorcinol, 0.05M potassium sorbate และ 0.5M D-isoascorbic acid	วิธีที่ 3	$3.68^{d} \pm 0.01$	$18.10^{bc} \pm 0.14$
4	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride	วิธีที่ 1	$3.90^{c} \pm 0.02$	$18.70^{ab} \pm 0.14$
5	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride	วิธีที่ 2	$3.65^{d} \pm 0.02$	$19.20^{a} \pm 0.28$
6	10% L-ascorbic acid และ 2% potassium chloride	วิธีที่ 3	$3.52^{e} \pm 0.05$	$19.10^{a} \pm 0.14$

หมายเหตุ :
- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- วิธีที่ 1 คือ แช่ในสภาวะปกติ 12 นาที, วิธีที่ 2 คือแช่ในสภาวะสุญญากาศ 10 นาที ร่วมกับสภาวะปกติ 2 นาที และวิธีที่ 3 คือแช่ในสภาวะสุญญากาศ 20 นาที ร่วมกับสภาวะปกติ 2 นาที



รูปที่ 4.15 ค่าพีเอชของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างวิธีการแช่ที่แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



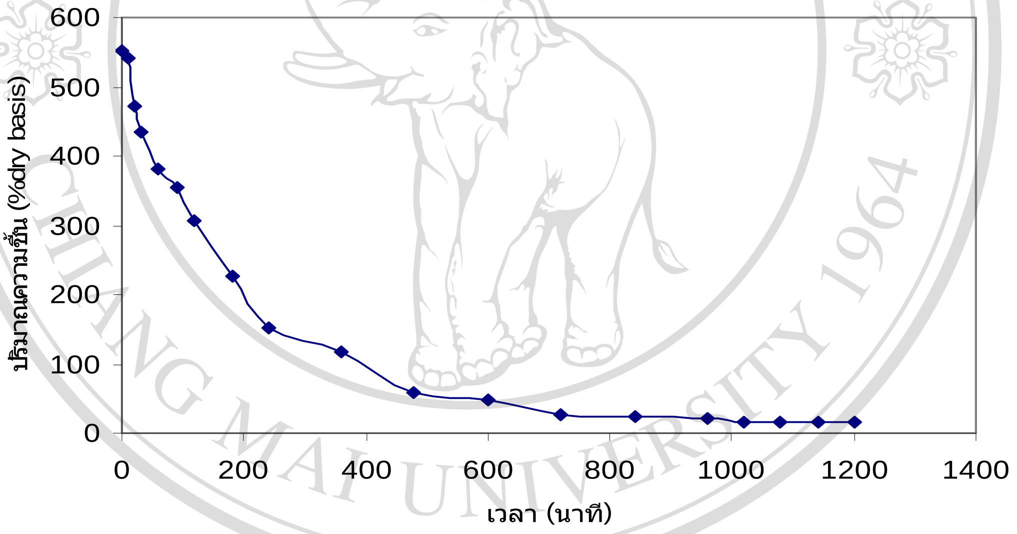
รูปที่ 4.16 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างวิธีการแช่ที่แตกต่างกัน

ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ชีวเคมี และเคมีของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่สารละลายที่มีศักยภาพในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการแช่เพื่อคัดเลือกวิธีการแช่ที่เหมาะสม พบว่าชุดการทดลองที่ 3 คือสารละลายผสมระหว่าง 4-เฮกซิลเรโซซินอล ความเข้มข้น 0.001 โมลาร์ โพแทสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ และไอโซแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ แช่ในสภาวะสุญญากาศที่ระดับ 50 มิลลิเมตรปรอท 20 นาที และแช่ต่อในสภาวะปกติ 2 นาที มีค่าสี L* และ b* มากที่สุด และมีค่า a* ลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย แสดงว่าเนื้อมะม่วงมีสีจางมากที่สุด และมีสีเหลืองมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของค่าสี L* และการเพิ่มขึ้นของค่าสี a* แสดงให้เห็นถึงการเกิดสีน้ำตาลได้ (Sapers and Douglas, 1987) และเมื่อคำนวนหากิจกรรมของเอนไซม์และกิจกรรมของเอนไซม์ที่สามารถยับยั้งได้ พบว่ามีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร์ออกซิเดสน้อยที่สุด และสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร์ออกซิเดสได้มากที่สุดเช่นกัน จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมในการนำไปศึกษาในตอนต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 ศึกษาเวลาการอบแห้งที่เหมาะสมของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์โดยใช้เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน

นำเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นที่มีความหนา 1.5±0.1 เซนติเมตร (ความชื้นเริ่มต้น 84.68±0.67 %wb) ที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (Chen *et al*., 2007) ในสภาวะสุญญากาศที่ระดับ 50 มิลลิเมตรปรอท 20 นาที และแช่ต่อในสภาวะปกติ 2 นาที มาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นลดอุณหภูมิในการอบเป็น 60 องศาเซลเซียส จนสิ้นสุดการทดลอง ชั่งน้ำหนักของเนื้อมะม่วงในระหว่างการอบแห้งจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ หรือมีปริมาณความชื้นเหลืออยู่น้อยกว่าร้อยละ18 ได้ผลดังตาราง (ภาคผนวก ฉ) และสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับเวลาอบแห้ง (นาที) ดังรูปที่ 4.17 และกราฟอัตราการอบแห้งดังรูปที่ 4.18

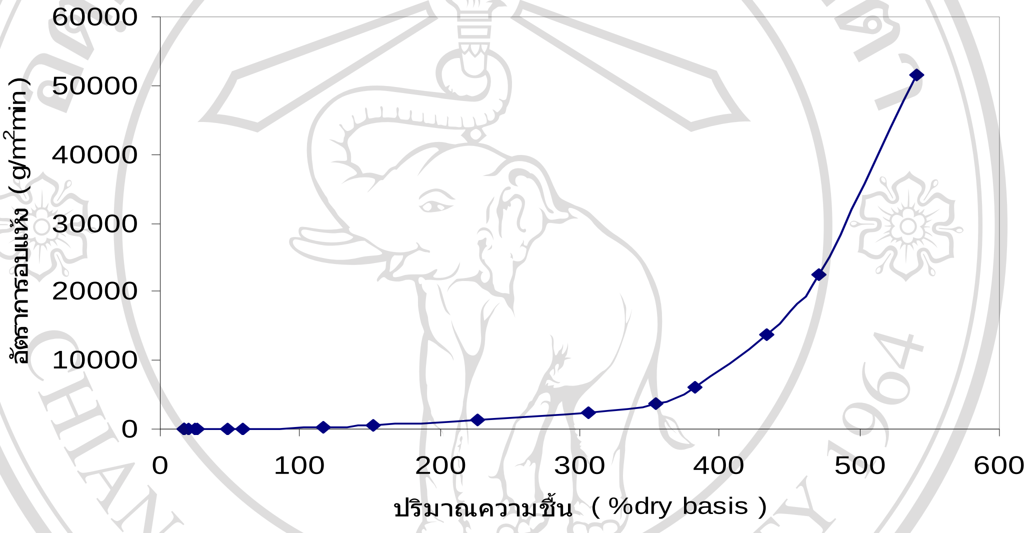


รูปที่ 4.17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับเวลาอบแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากกราฟการอบแห้งดังรูปที่ 4.17 จะเห็นได้ว่าในช่วงแรกของการอบแห้งจะใช้อุณหภูมิในการเริ่มต้นสูงกว่า น้ำจึงระเหยออกมาได้มากกว่าทำให้ปริมาณความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำจากภายในมาที่ผิวหน้าของอาหารมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำจากผิวหน้าอาหารจนกระทั่งเมื่อเวลาผ่านไป 8 ชั่วโมง หรือ 480 นาที ปริมาณความชื้นจะค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ จนกระทั่งคงที่ หลังจากการอบแห้งเป็นเวลา 17 ชั่วโมง หรือ 1,020 นาที พบว่าปริมาณความชื้นสุดท้ายในผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้งมีค่าเท่ากับ 17.07±0.18% มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้เท่ากับ 0.590 และมีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 54.30±2.77, 3.84±0.42 และ 43.08±1.38 ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของเทิดพงษ์ (2546) พบว่าเวลาที่เหมาะสมในการ

อบแห้งมะม่วงคือ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพทั้งด้านสีและปริมาณวิตามินซี และรายงานของ Lewicki and Jakubczyk (2004) พบว่าชิ้นแอปเปิลที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิในช่วง 50-80 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ลดลงจึงส่งผลต่อค่าแรงกด (compression) ที่เพิ่มสูงขึ้น และในการอบถั่วเขียวของ Doymaz (2005) โดยใช้เครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิในช่วง 50-70 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถลดความชื้นของถั่วเขียวจาก 90.53±0.55% ให้เหลือ 14.00±0.3% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิลมร้อนในการอบแห้งทำให้ระยะเวลาในการอบแห้งลดลง



รูปที่ 4.18 กราฟอัตราการอบแห้งเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด

จากกราฟอัตราการอบแห้งดังรูปที่ 4.18 พบว่ามีแต่ช่วงอัตราการอบแห้งลดลง (falling rate period) เท่านั้น และไม่พบช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ ซึ่งอาจเกิดจากการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง และในการบันทึกน้ำหนักตัวอย่างมีการเว้นช่วงห่างของระยะเวลามากเกินไป จึงเป็นไปได้ที่จะไม่พบช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับรายงานของ Doymaz (2006) ในการศึกษาการอบแห้งใบผักชีและผักชีฝรั่งโดยใช้เตาอบลมร้อนซึ่งพบเพียงช่วงอัตราการอบแห้งลดลงเท่านั้น

ดังนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ด้วยเตาอบลมร้อนคือ อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นลดอุณหภูมิในการอบเป็น 60 องศาเซลเซียส นาน 13 ชั่วโมง จึงใช้เวลาที่ได้นี้เป็นเวลาในการอบแห้งในตอนต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 ศึกษาหาปริมาณความเข้มข้นของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ก่อนและหลังการอบแห้ง

นำผลที่ได้จากการทดลองตอนที่ 2 มากำหนดแผนการทดลองโดยใช้ Factorial in CRD โดยกำหนดระดับความเข้มข้นของสารละลายแต่ละชนิด ดังนี้คือ

- สารละลาย 4-Hexylresorcinol 2 ระดับ คือ 0.01 และ 0.03 เปอร์เซ็นต์
- สารละลาย D-isoascorbic acid 2 ระดับ คือ 7.0 และ 9.0 เปอร์เซ็นต์
- สารละลาย Potassium sorbate 2 ระดับ คือ 0.65 และ 0.85 เปอร์เซ็นต์

กำหนดระดับปัจจัยต่างๆ ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ปัจจัยที่ศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม

ชุดการทดลอง	**สภาวะการทดลอง**
ชุดควบคุม	1% Sodium hydrogen sulfite
1	0.01% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate
2	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate
3	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate
4	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate
5	0.01% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate
6	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate
7	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate
8	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate

จากนั้นนำมาอบแห้งโดยสุ่มตัวอย่างมะม่วงก่อนและหลังการอบแห้งมาเปรียบเทียบความแตกต่างทางกายภาพ ชีวเคมี และเคมี และนำมาเก็บรักษาที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ คัดเลือกชุดการทดลองที่ดีที่สุด เพื่อนำมาศึกษาในตอนต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.1 ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์อบแห้ง โดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างเนื้อมะม่วงก่อนและหลังการอบแห้ง และที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ รายงานผลเป็นค่า L*, a* และ b* ดังแสดงในตารางที่ 4.11 - 4.14

ก. ค่าสี L*

ค่าสี L* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อมะม่วงสุกชุดควบคุมจะมีค่าสี L* มากที่สุด เท่ากับ 56.03±0.33 แสดงว่ามีสีจางมากที่สุด รองลงมาคือเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 7 และชุดการทดลองที่ 4 โดยมีค่าสี L* เท่ากับ 55.36±0.86 และ 54.86±0.05 ตามลำดับ ส่วนเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 3 ชุดการทดลองที่ 6 และชุดการทดลองที่ 8 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าสี L* เท่ากับ 54.18±0.19, 53.85±0.09 และ 53.86±0.79 ตามลำดับ

หลังผ่านการอบแห้งพบว่าค่าสี L* ของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และมีค่าสี L* ลดลงกว่าเนื้อมะม่วงสุกก่อนการอบแห้ง สอดคล้องกับการลดลงของค่าสี L* ในระหว่างการอบแห้งเห็ด (Kotwaliwale *et al*., 2007) โดยเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 7 จะมีค่าสี L* มากที่สุด เท่ากับ 54.20±0.88 แสดงว่ามีสีจางมากที่สุด และไม่มีความแตกต่างกับเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดควบคุม เนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 1 ชุดการทดลองที่ 2 ชุดการทดลองที่ 3 ชุดการทดลองที่ 6 และชุดการทดลองที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าสี L* เท่ากับ 53.10±0.04, 53.93±0.74, 52.35±1.12, 53.43±0.25, 52.96±0.40 และ 52.70±1.36 ตามลำดับ ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 4 และชุดการทดลองที่ 5 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าสี L* เท่ากับ 50.29±0.86 และ 50.25±0.83 ตามลำดับ

และเมื่อเก็บรักษาเนื้อมะม่วงอบแห้งที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าค่าสี L* ของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยจะมีค่าสี L* ลดลงและอุณหภูมิการเก็บรักษาที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้เนื้อมะม่วงมีสีคล้ำมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สอดคล้องกับการทดลองของพัชรกานต์ (2546) ที่ศึกษาคุณภาพของกล้วยน้ำว้าอบแห้งพบว่าหลังอบแห้งกล้วยจะมีค่าสี L*, C* และ H^o ลดลงเนื่องจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด และการทดลองของกฤติยา (2546) ที่พบว่าเมื่ออุณหภูมิการเก็บรักษาสูงขึ้นจะทำให้พลับกึ่งแห้งมีค่าสี L* ลดลงแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองของณัฏยา (2545) ที่พบว่าเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อมะม่วงแก้วอบแห้งเพิ่มมากขึ้นจะทำให้เนื้อมะม่วงแก้วอบแห้งมีค่าสี L* ลดลงอาจเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้อง และการเก็บรักษาชิ้นแอปเปิลที่ผ่านการอบแห้ง พบว่าเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน 16 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ค่าสี L* มีค่าลดลง (Bolin and Steele, 1987)

ข. ค่าสี a*

ค่าสี a* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$) โดยเนื้อมะม่วงสุกชุดควบคุมจะมีค่าสี a* มากที่สุด เท่ากับ -3.65$\pm$0.18 แสดงว่ามีสีเขียวมากที่สุด และไม่มีความแตกต่างกับเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าสี a* เท่ากับ -3.17$\pm$0.55 รองลงมาคือเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 3 ชุดการทดลองที่ 4 และชุดการทดลองที่ 6 โดยมีค่าสี a* เท่ากับ -2.29$\pm$0.02, -2.21$\pm$0.03 และ -2.17$\pm$0.76 ตามลำดับ

หลังผ่านการอบแห้งพบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$) และมีค่าสี a* เพิ่มขึ้นกว่าเนื้อมะม่วงสุกก่อนการอบแห้ง สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าสี a* ในชิ้นแอปเปิล กล้วย และมันฝรั่งที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$) ในระหว่างการอบแห้งแบบลมร้อน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ (Magdalini *et al.*, 2001) โดยเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 5 จะมีค่าสี a* น้อยที่สุด เท่ากับ 5.48$\pm$0.30 แสดงว่ามีแดงน้อยที่สุด และไม่มีความแตกต่างกับเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าสี a* เท่ากับ 5.55$\pm$1.85 รองลงมาคือเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 7 โดยมีค่าสี a* เท่ากับ 5.78$\pm$0.17 ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 1 ชุดการทดลองที่ 2 ชุดการทดลองที่ 6 และชุดการทดลองที่ 8 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าสี a* เท่ากับ 6.87$\pm$0.72, 6.10$\pm$0.94, 6.71$\pm$0.11 และ 6.66$\pm$0.16 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และเมื่อเก็บรักษาเนื้อมะม่วงอบแห้งที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และอุณหภูมิการเก็บรักษาที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้เนื้อมะม่วงมีสีคล้ำมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการเพิ่มขึ้นของค่าสี a* แสดงให้เห็นถึงการเกิดสีน้ำตาลได้ (Sapers and Douglas, 1987)

ค. ค่าสิ b*

ค่าสี b* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 7 จะมีค่าสี b* มากที่สุด เท่ากับ 50.32$\pm$0.63 แสดงว่ามีสีเหลืองมากที่สุด และไม่มีความแตกต่างกับเนื้อมะม่วงสุกชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าสี b* เท่ากับ 50.19$\pm$0.18 รองลงมาคือเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 8 ชุดการทดลองที่ 4 ชุดการทดลองที่ 3 และชุดการทดลองที่ 5 โดยมีค่าสี b* เท่ากับ 49.35$\pm$0.21, 48.44$\pm$0.73, 48.15$\pm$1.03 และ 47.11$\pm$1.25 ตามลำดับ

หลังผ่านการอบแห้งพบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และมีค่าสี b* ลดลงกว่าเนื้อมะม่วงสุกก่อนการอบแห้ง โดยเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 7 จะมีค่าสี b* มากที่สุด เท่ากับ 45.88$\pm$1.00 แสดงว่ามีสีเหลืองมากที่สุด และไม่มีความแตกต่างกับเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดควบคุม และเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 3 และชุดการทดลองที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าสี b* เท่ากับ 45.62$\pm$0.46, 43.36$\pm$2.10 และ 45.41$\pm$0.62 ตามลำดับ

และเมื่อเก็บรักษาเนื้อมะม่วงอบแห้งที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และอุณหภูมิการเก็บรักษาที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้เนื้อมะม่วงมีสีเหลืองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของกฤติยา (2546) ที่พบว่าเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาสูงขึ้น จะทำให้ค่าสี b* ของพลับกึ่งแห้งมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เช่นเดียวกับการทดลองของณัฎยา (2545) ที่พบว่าเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อมะม่วงแก้วอบแห้งเพิ่มมากขึ้น จะทำให้เนื้อมะม่วงแก้วอบแห้งมีค่าสี b* ลดลง อาจเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้อง และสอดคล้องกับการลดลงของค่าสี L* เช่นกัน จึงทำให้เนื้อมะม่วงมีสีคล้ำมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.11 ค่าสี L* , a* และ b* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผันแปรระดับของความเข้มข้นของสารละลายแต่ละชนิด

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	ค่าสี L*		ค่าสี a*		ค่าสี b*	
		ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ
ชุดควบคุม	1% Sodium hydrogen sulfite	$56.03^{a} \pm 0.33$	$53.10^{a} \pm 0.04$	$-3.65^{c} \pm 0.18$	$5.55^{c} \pm 1.85$	$50.19^{a} \pm 0.18$	$45.62^{a} \pm 0.46$
1	0.01% 4-Hexylresorcinol , 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	$53.41^{d} \pm 0.39$	$53.93^{a} \pm 0.74$	$-1.51^{a} \pm 0.02$	$6.87^{abc} \pm 0.72$	$45.65^{e} \pm 0.57$	$37.85^{b} \pm 0.33$
2	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	$53.39^{d} \pm 0.27$	$52.35^{a} \pm 1.12$	$-1.63^{a} \pm 0.02$	$6.10^{abc} \pm 0.94$	$46.41^{de} \pm 0.16$	$35.07^{bc} \pm 3.08$
3	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	$54.18^{cd} \pm 0.19$	$53.43^{a} \pm 0.25$	$-2.29^{ab} \pm 0.02$	$7.85^{a} \pm 0.18$	$48.15^{bcd} \pm 1.03$	$43.36^{a} \pm 2.10$
4	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	$54.86^{bc} \pm 0.05$	$50.29^{b} \pm 0.86$	$-2.21^{ab} \pm 0.03$	$7.41^{ab} \pm 0.13$	$48.44^{abc} \pm 0.73$	$33.88^{c} \pm 0.59$
5	0.01% 4-Hexylresorcinol , 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	$53.48^{d} \pm 0.40$	$50.25^{b} \pm 0.83$	$-1.63^{a} \pm 0.30$	$5.48^{c} \pm 0.30$	$47.11^{cde} \pm 1.25$	$45.41^{a} \pm 0.62$
6	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	$53.85^{cd} \pm 0.09$	$52.96^{a} \pm 0.40$	$-2.17^{ab} \pm 0.76$	$6.71^{abc} \pm 0.11$	$46.35^{de} \pm 1.52$	$35.89^{bc} \pm 2.27$
7	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	$55.36^{ab} \pm 0.86$	$54.20^{a} \pm 0.88$	$-2.95^{bc} \pm 0.13$	$5.78^{bc} \pm 0.17$	$50.32^{a} \pm 0.63$	$45.88^{a} \pm 1.00$
8	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	$53.86^{cd} \pm 0.79$	$52.70^{a} \pm 1.36$	$-3.17^{c} \pm 0.55$	$6.66^{abc} \pm 0.16$	$49.35^{ab} \pm 0.21$	$36.92^{bc} \pm 0.94$

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.12 ค่าสี L* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์อบแห้งที่ผันแปรระดับของความเข้มข้นของสารละลายเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	ค่าสี L* อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)			ค่าเฉลี่ยชุดการทดลอง
		25	35	45	
ชุดควบคุม	1% Sodium hydrogen sulfite	54.21 ± 0.69	49.62 ± 0.32	48.00 ± 1.10	**50.61[b] ± 2.94**
1	0.01% 4-Hexylresorcinol , 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	50.22 ± 0.75	50.58 ± 0.35	48.78 ± 0.61	**49.86[bc] ± 0.97**
2	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	49.67 ± 0.57	49.58 ± 0.28	48.09 ± 0.83	**49.11[c] ± 0.92**
3	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	49.96 ± 0.28	47.39 ± 1.67	45.64 ± 0.66	**47.66[d] ± 2.10**
4	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	43.53 ± 0.37	40.56 ± 0.54	41.15 ± 0.71	**41.74[f] ± 1.47**
5	0.01% 4-Hexylresorcinol , 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	48.88 ± 1.82	46.62 ± 1.18	45.76 ± 0.17	**47.09[de] ± 1.74**
6	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	47.53 ± 0.48	45.42 ± 0.64	46.63 ± 0.71	**46.53[e] ± 1.06**
7	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	52.74 ± 0.70	52.64 ± 1.65	52.46 ± 0.25	**52.61[a] ± 0.82**
8	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	50.55 ± 0.56	48.42 ± 0.33	48.35 ± 0.18	**49.10[c] ± 1.16**
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิการเก็บรักษา		**49.70[A] ± 3.01**	**47.87[B] ± 3.46**	**47.20[C] ± 3.00**	

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.13 ค่าสี a* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์อบแห้งที่ผันแปรระดับของความเข้มข้นของสารละลายเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	ค่าสี a*			ค่าเฉลี่ยชุดการทดลอง
		อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)			
		25	35	45	
ชุดควบคุม	1% Sodium hydrogen sulfite	6.43 ± 0.44	7.19 ± 0.16	7.68 ± 0.36	**7.10^{e} ± 0.62**
1	0.01% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	6.75 ± 0.13	8.13 ± 0.28	8.53 ± 0.30	**7.80^{d} ± 0.86**
2	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	7.06 ± 0.35	9.79 ± 0.16	9.52 ± 0.20	**8.79^{c} ± 1.36**
3	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	7.20 ± 0.32	7.39 ± 0.40	8.56 ± 0.81	**7.71^{d} ± 0.79**
4	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	10.44 ± 0.42	10.60 ± 0.79	11.31 ± 0.73	**10.78^{a} ± 0.66**
5	0.01% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	7.52 ± 0.65	7.88 ± 0.33	8.21 ± 0.21	**7.87^{d} ± 0.46**
6	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	7.17 ± 0.57	10.52 ± 0.39	9.34 ± 0.54	**9.01^{c} ± 1.57**
7	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	7.24 ± 0.52	6.55 ± 0.44	8.90 ± 0.53	**7.56^{de} ± 1.15**
8	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	8.75 ± 0.07	10.79 ± 0.53	9.86 ± 0.57	**9.80^{b} ± 0.98**
	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิการเก็บรักษา	**7.62^{C} ± 1.24**	**8.76^{B} ± 1.64**	**9.10^{A} ± 1.10**	

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.14 ค่าสี b* ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์อบแห้งที่ผันแปรระดับของความเข้มข้นของสารละลายเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	ค่าสี b* อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)			ค่าเฉลี่ยชุดการทดลอง
		25	35	45	
ชุดควบคุม	1% Sodium hydrogen sulfite	39.11 ± 0.27	39.29 ± 1.03	36.88 ± 0.52	**38.43[b] ± 1.31**
1	0.01% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	37.57 ± 0.71	36.73 ± 0.68	34.98 ± 0.80	**36.42[cd] ± 1.31**
2	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	36.54 ± 0.45	35.40 ± 0.53	35.87 ± 0.91	**35.93[cd] ± 0.72**
3	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	39.83 ± 1.63	36.91 ± 0.61	33.87 ± 0.81	**36.87[c] ± 2.80**
4	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	34.50 ± 0.66	33.73 ± 0.61	31.53 ± 1.46	**33.25[e] ± 1.58**
5	0.01% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	40.12 ± 1.10	40.64 ± 1.24	36.19 ± 0.28	**38.98[b] ± 2.30**
6	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	37.44 ± 1.12	35.50 ± 1.39	34.01 ± 1.36	**35.65[d] ± 1.84**
7	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	43.58 ± 1.45	39.65 ± 0.45	38.60 ± 0.29	**40.61[a] ± 2.45**
8	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	39.33 ± 1.48	32.12 ± 0.64	29.21 ± 0.23	**33.55[e] ± 4.71**
	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิการเก็บรักษา	**38.67[A] ± 2.62**	**36.66[B] ± 2.81**	**34.57[C] ± 2.83**	

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.2 ผลวิเคราะห์สมบัติทางชีวเคมี

ผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ก่อนและหลังการอบแห้ง และที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.15 - 4.18 และรูปที่ 4.19 - 4.20

ก. กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 7 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเหลือน้อยที่สุดเท่ากับ 14.65±0.33 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้มากที่สุดเท่ากับ 88.43±1.27 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีความแตกต่างกับเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเท่ากับ 16.10±0.04 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 87.30±1.15 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 5 ชุดการทดลองที่ 6 ชุดการทดลองที่ 3 และชุดการทดลองที่ 4 ตามลำดับ โดยมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเท่ากับ 18.95±0.19, 20.60±0.52, 20.83±0.21 และ 21.03±1.08 ตามลำดับ และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 85.06±1.16, 83.77±1.00, 83.58±1.27 และ 83.38±2.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังผ่านการอบแห้งพบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสไม่ค่อยคงตัวถูกทำลายได้ด้วยความร้อน นั่นคือประสิทธิภาพของเอนไซม์จะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น เช่นเดียวกับการลวกชิ้นมะม่วงในน้ำที่อุณหภูมิ 85, 75 และ 65 องศาเซลเซียส นาน 3, 16 และ 15.5 นาที ตามลำดับ พบว่าสามารถทำลายกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (Jagtiani *et al.*, 1987) และการลวกชิ้นมะม่วงในน้ำที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที พบว่าสามารถทำลายกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสได้ 90 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลลดลง (Arogba, 2000) และสามารถยับยั้งได้ด้วยกรดแฮไลด์ (halides) กรดฟีนอล ซัลไฟต์ คีเลติงเอเจนต์ (chelating agents) และรีดิวซิงเอเจนต์ เช่น กรดแอสคอร์บิก และซีสเทอีน เป็นต้น (นิธิยา, 2549) โดยสารบางชนิดจะทำปฏิกิริยากับเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสโดยตรง แต่บางชนิดจะไปทำปฏิกิริยากับสับสเตรททำให้ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลลดลง (Walker, 1995) โดยเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสน้อยที่สุดเท่ากับ 1.61±0.53 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้มากที่สุดเท่ากับ 98.22±0.69 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 8 และชุดการทดลองที่ 3 โดยมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเท่ากับ 2.53±0.28 และ 3.09±0.93 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที ตามลำดับ และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 97.23±0.14 และ 96.64±0.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 2 ชุดการทดลองที่ 4 ชุดการทดลองที่ 5 และชุดการทดลองที่ 6 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเท่ากับ 4.23±0.28, 3.82±0.30, 3.67±0.23 และ 3.77±0.28 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที ตามลำดับ และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 95.36±0.03, 95.80±0.59, 95.97±0.50 และ 95.87±0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

และเมื่อเก็บรักษาเนื้อมะม่วงอบแห้งที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เนื้อมะม่วงอบแห้งมีค่าสี L* ลดลง และมีค่าสี a* เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.12 และ 4.13) แสดงให้เห็นถึงการเกิดสีน้ำตาลได้ โดยการเกิดสีน้ำตาลในเนื้อมะม่วงอบแห้งนั้นอาจเกิดได้ทั้งจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ และปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning) หรือปฏิกิริยาเมลลาร์ด และเมื่อวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสพบว่าไม่แตกต่างกันมากนัก การอบแห้งเป็นการทำลายและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ จึงสามารถยับยั้งหรือป้องกันการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ (enzymatic browning) ได้ ดังนั้นสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่สันนิษฐานได้ว่าน่าจะเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning) หรือปฏิกิริยาเมลลาร์ด การเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิการเก็บรักษาเพิ่มสูงขึ้นและอัตราเร็วของปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเป็น 2-3 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุกๆ 10 องศาเซลเซียส (Von *et al.*, 1996) เช่นเดียวการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อบแห้งเป็นเวลานานที่อุณหภูมิสูง พบว่าทำให้ผลิตภัณฑ์อบแห้งมีสีเข้มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิสูงช่วยเร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของกรดแอสคอร์บิกมากขึ้น ทำให้กรดแอสคอร์บิกซึ่งเป็นวิตามินที่ไม่เสถียรถูกออกซิไดส์ได้ง่ายโดยความร้อน ปริมาณออกซิเจน แสงสว่าง ตัวเร่งปฏิกิริยาพวกโลหะหนัก ได้แก่ เหล็ก และทองแดง ทำให้กรดแอสคอร์บิกที่ถูกคาร์บอกซิไลเซชัน (carboxylation) หรือดีไฮเดรชัน สามารถเปลี่ยนเป็นสารเฟอเฟอราล (furfural) ซึ่งสารเฟอเฟอราลนี้สามารถเกิดพอลิเมอไรซ์หรือรวมตัวกับกรดอะมิโนเป็นสารประกอบสีน้ำตาล และเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะเกิดการพอลิเมอไรเซชัน (polymerization) เพิ่มมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น (DeMan, 1990) และการเกิดสีน้ำตาลในอาหารอาจเป็นผลมาจากการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เสื่อมสลายของน้ำตาลเองถ้าสารประกอบคาร์บอนิลมีความคงตัวต่ำหรือสลายตัวได้ง่าย จะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้ที่อุณหภูมิห้องในระหว่างการเก็บรักษา โดยน้ำตาลรีดิวซ์จะรวมตัวกับหมู่อะมิโนได้เป็นไกลโคซิลเอมีน และเกิดปฏิกิริยาดีไฮเดรชันได้เป็นอิมีน (imines หรือ Schiff base) และมีการจัดเรียงตัวใหม่ได้เป็น Amadori product ซึ่งปฏิกิริยาจะเกิดต่อเนื่องได้เมื่อมี pH 5 หรือต่ำกว่า จากนั้นจะเกิดปฏิกิริยา enolization ได้เป็นไดคีโตสเอมีนหรือไดอะมิโนชูการ์ และเกิดปฏิกิริยาดีไฮเดรชันต่อได้เป็นอนุพันธ์ของฟูแรน (furan) คือ 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde (HMF) ซึ่งจะเกิดพอลิเมอไรซ์อย่างรวดเร็วได้เป็นสารสีน้ำตาลที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ และไม่ละลายน้ำ โดยสารสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นเรียกว่า เมลานอยดิน (melanoidins) (นิธิยา, 2549) สอดคล้องกับการทดลองของประไพ (2547) ที่พบว่าการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่กระป๋องเป็นเวลา 90 วัน ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จะช่วยเร่งการเกิดสีน้ำตาลในปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้มากกว่าเนื้อลิ้นจี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นผลให้สีของลิ้นจี่มีสีคล้ำมากขึ้น เช่นเดียวกับการเก็บรักษาหัวหอมอบแห้งที่อุณหภูมิต่างกัน 3 ระดับ คือ 20, 30 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 75 วัน พบว่าการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดเป็นผลมาจากอุณหภูมิ (Figen and Gedik, 2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.15 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผันแปรระดับของความเข้มข้นของสารละลายแต่ละชนิด

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (หน่วย/มิลลิลิตร/นาที) ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร		การยับยั้งเอนไซม์ (%)	
		ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ
ชุดควบคุม	1% Sodium hydrogen sulfite	29.59^{a} ± 1.27	23.41^{a} ± 1.79	76.71^{e} ± 1.03	74.35^{f} ± 0.39
1	0.01% 4-Hexylresorcinol , 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	25.12^{b} ± 1.01	4.83^{b} ± 0.81	80.23^{d} ± 0.93	94.72^{e} ± 0.57
2	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	22.70^{c} ± 1.30	4.23^{bc} ± 0.28	82.15^{cd} ± 0.54	95.36^{de} ± 0.03
3	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	20.83^{cde} ± 0.21	3.09^{bcd} ± 0.93	83.58^{c} ± 1.27	96.64^{bc} ± 0.81
4	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	21.03^{cd} ± 1.08	3.82^{bc} ± 0.30	83.38^{c} ± 2.31	95.80^{cde} ± 0.59
5	0.01% 4-Hexylresorcinol , 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	18.95^{e} ± 0.19	3.67^{bc} ± 0.23	85.06^{bc} ± 1.16	95.97^{cd} ± 0.50
6	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	20.60^{de} ± 0.52	3.77^{bc} ± 0.28	83.77^{c} ± 1.00	95.87^{cde} ± 0.06
7	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	14.65^{f} ± 0.33	1.61^{d} ± 0.53	88.43^{a} ± 1.27	98.22^{a} ± 0.69
8	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	16.10^{f} ± 0.04	2.53^{cd} ± 0.28	87.30^{ab} ± 1.15	97.23^{ab} ± 0.14

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.16 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์อบแห้งที่ผันแปรระดับของความเข้มข้นของสารละลายเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์

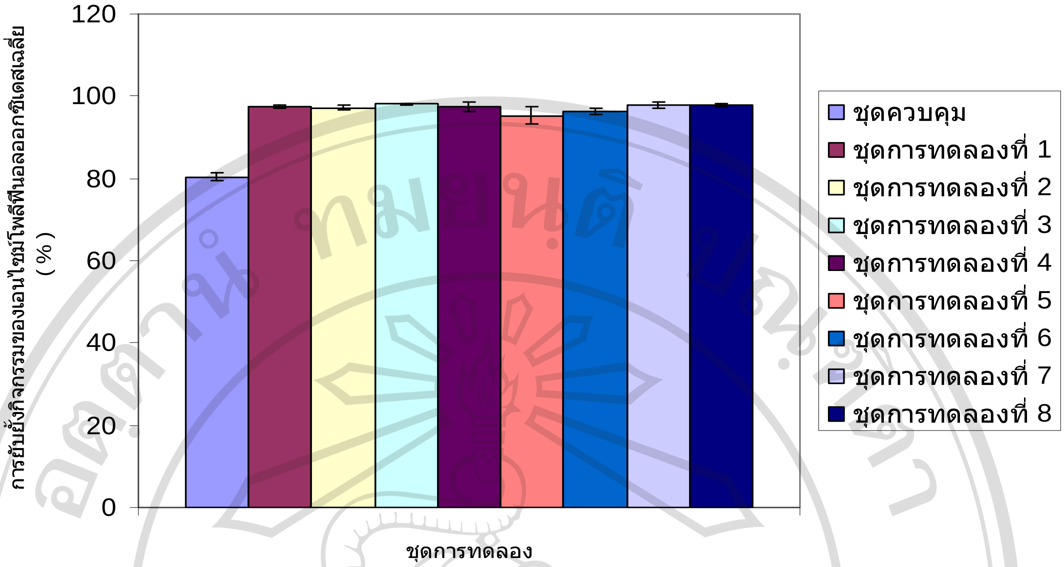
ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (หน่วย/มิลลิลิตร/นาที) ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร			ค่าเฉลี่ยชุดการทดลอง	การยับยั้งเอนไซม์ (%)
		อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)				
		25	35	45		
ชุดควบคุม	1% Sodium hydrogen sulfite	13.49 ± 1.97	18.75 ± 0.26	21.29 ± 1.13	**$17.84^{a} \pm 3.71$**	**$80.39^{d} \pm 1.05$**
1	0.01% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	2.02 ± 0.50	2.03 ± 0.28	2.58 ± 0.21	**$2.21^{d} \pm 0.40$**	**$97.54^{a} \pm 0.41$**
2	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	1.35 ± 0.16	2.66 ± 0.11	3.75 ± 0.18	**$2.58^{d} \pm 1.08$**	**$97.25^{a} \pm 0.73$**
3	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	1.47 ± 0.28	1.90 ± 0.11	1.93 ± 0.42	**$1.77^{d} \pm 0.33$**	**$98.03^{a} \pm 0.32$**
4	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	0.88 ± 0.21	2.85 ± 0.49	3.53 ± 0.42	**$2.42^{d} \pm 1.27$**	**$97.48^{a} \pm 1.03$**
5	0.01% 4-Hexylresorcinol , 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	4.93 ± 0.52	2.05 ± 0.26	5.63 ± 1.25	**$4.20^{b} \pm 1.81$**	**$95.24^{c} \pm 2.16$**
6	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	2.00 ± 0.37	3.68 ± 0.30	4.45 ± 0.73	**$3.38^{c} \pm 1.19$**	**$96.36^{b} \pm 0.81$**
7	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	1.43 ± 0.47	1.65 ± 0.73	2.22 ± 0.16	**$1.95^{d} \pm 0.93$**	**$97.89^{a} \pm 0.78$**
8	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	1.92 ± 0.35	2.08 ± 0.35	2.76 ± 1.22	**$2.07^{d} \pm 0.27$**	**$97.67^{a} \pm 0.37$**
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิการเก็บรักษา		**$3.27^{C} \pm 3.92$**	**$4.18^{B} \pm 5.34$**	**$5.35^{A} \pm 5.94$**		

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- NS แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

98

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.19 การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์อบแห้งที่ผันแปรระดับของความเข้มข้นของสารละลายเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์

ข. กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส

กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายที่แตกต่างกันทั้ง 8 ชุดการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 7 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเหลือน้อยที่สุดเท่ากับ 12.61±0.37 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้มากที่สุดเท่ากับ 97.40±0.16 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีความแตกต่างกับเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 18.72±1.07 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 96.13±0.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 4 และชุดการทดลองที่ 3 โดยมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 49.48±1.98 และ 61.05±4.42 ตามลำดับ และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 89.77±0.08 และ 87.39±0.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังผ่านการอบแห้งพบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 7 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสน้อยที่สุดเท่ากับ 1.55±0.33 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้มากที่สุดเท่ากับ 99.54±0.13

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปอร์เซ็นต์ และไม่มีความแตกต่างกับเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 4.97$\pm$0.26 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 98.53$\pm$0.16 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 4 และชุดการทดลองที่ 3 โดยมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 29.32$\pm$4.44 และ 37.32$\pm$3.05 ตามลำดับ และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 91.36$\pm$0.78 และ 88.92$\pm$1.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

และเมื่อเก็บรักษาเนื้อมะม่วงอบแห้งที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เนื้อมะม่วงอบแห้งมีค่าสี L* ลดลง และมีค่าสี a* เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.12 และ 4.13) แสดงให้เห็นถึงการเกิดสีน้ำตาลได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.17 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผันแปรระดับของความเข้มข้นของสารละลายแต่ละชนิด

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	ค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (หน่วย/มิลลิลิตร/นาที) ที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร		การยับยั้งเอนไซม์ (%)	
		ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ
ชุดควบคุม	1% Sodium hydrogen sulfite	$147.24^{a} \pm 4.02$	$58.40^{c} \pm 4.30$	$69.55^{h} \pm 0.16$	$82.74^{c} \pm 0.23$
1	0.01% 4-Hexylresorcinol , 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	$134.84^{bc} \pm 5.26$	$108.43^{a} \pm 5.40$	$72.12^{f} \pm 0.18$	$67.93^{e} \pm 0.35$
2	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	$131.15^{bc} \pm 9.45$	$92.14^{b} \pm 10.86$	$72.90^{f} \pm 1.08$	$72.80^{d} \pm 1.56$
3	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	$61.05^{d} \pm 4.42$	$37.32^{d} \pm 3.05$	$87.39^{d} \pm 0.50$	$88.92^{b} \pm 1.58$
4	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	$49.48^{e} \pm 1.98$	$29.32^{d} \pm 4.44$	$89.77^{c} \pm 0.08$	$91.36^{b} \pm 0.78$
5	0.01% 4-Hexylresorcinol , 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	$139.68^{ab} \pm 2.94$	$88.94^{b} \pm 11.12$	$71.11^{g} \pm 0.33$	$73.55^{d} \pm 4.89$
6	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	$126.12^{c} \pm 5.62$	$99.32^{ab} \pm 2.94$	$73.93^{e} \pm 0.32$	$70.55^{de} \pm 2.66$
7	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	$12.61^{f} \pm 0.37$	$1.55^{e} \pm 0.33$	$97.40^{a} \pm 0.16$	$99.54^{a} \pm 0.13$
8	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	$18.72^{f} \pm 1.07$	$4.97^{e} \pm 0.26$	$96.13^{b} \pm 0.10$	$98.53^{a} \pm 0.16$

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

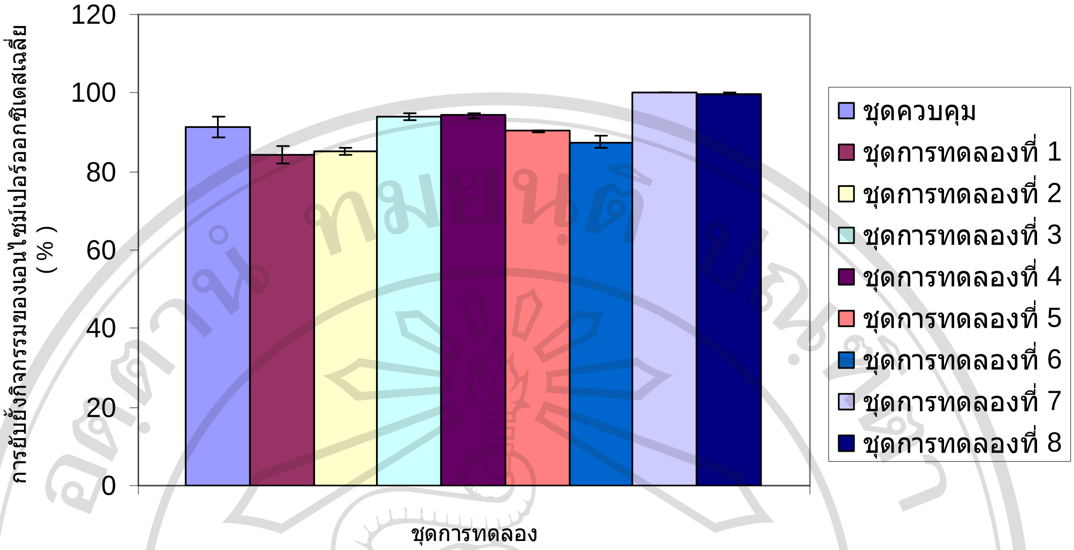
ตารางที่ 4.18 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์อบแห้งที่ผันแปรระดับของความเข้มข้นของสารละลายเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	ค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (หน่วย/มิลลิลิตร/นาที) ที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร			ค่าเฉลี่ยชุดการทดลอง	การยับยั้งเอนไซม์ (%)
		อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)				
		25	35	45		
ชุดควบคุม	1% Sodium hydrogen sulfite	23.44 ± 3.28	29.80 ± 0.95	49.92 ± 1.41	**34.39^{e} ± 12.47**	**91.20^{c} ± 2.67**
1	0.01% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	67.00 ± 2.15	50.48 ± 1.92	63.80 ± 2.31	**60.43^{a} ± 8.01**	**84.27^{g} ± 2.39**
2	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	56.82 ± 0.95	54.31 ± 1.27	59.91 ± 1.74	**57.01^{b} ± 2.72**	**85.18^{f} ± 0.87**
3	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	19.78 ± 2.29	25.82 ± 0.93	25.35 ± 0.74	**23.65^{f} ± 3.22**	**93.86^{b} ± 0.79**
4	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	18.93 ± 0.48	25.79 ± 0.55	22.00 ± 0.57	**22.24^{f} ± 3.10**	**94.22^{b} ± 0.84**
5	0.01% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	35.84 ± 1.13	35.85 ± 0.81	40.84 ± 2.55	**37.51^{d} ± 2.89**	**90.27^{d} ± 0.31**
6	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	39.66 ± 2.12	51.42 ± 1.09	53.13 ± 1.11	**48.07^{c} ± 6.66**	**87.54^{e} ± 1.44**
7	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	**0.00^{g}**	**100.00^{a} ± 0.00**
8	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	0.27 ± 0.16	0.59 ± 0.15	0.53 ± 0.21	**0.46^{g} ± 0.20**	**99.88^{a} ± 0.05**
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิการเก็บรักษา		**29.08^{C} ± 22.43**	**30.45^{B} ± 19.72**	**35.05^{A} ± 23.57**		

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.20 การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์อบแห้งที่ผันแปรระดับของความเข้มข้นของสารละลายเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.3 ผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์อบแห้ง โดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างเนื้อมะม่วงก่อนและหลังการอบแห้ง และที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ รายงานผลเป็นค่าปริมาณความชื้น (% dry basis) และค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) ดังแสดงในตารางที่ 4.19 - 4.20

ก. ค่าปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 6 พบว่ามีค่าปริมาณความชื้นมากที่สุดเท่ากับ 492.96±4.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 3 ชุดการทดลองที่ 8 และชุดการทดลองที่ 1 โดยมีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับ 472.45±1.53, 470.53±1.38 และ 461.84±0.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังผ่านการอบแห้งพบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และมีค่าลดลงกว่าเนื้อมะม่วงสุกก่อนการอบแห้ง เนื่องจากในระหว่างการอบจะเกิดการถ่ายเทความร้อนของอากาศไปยังผิวของผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิสูงขึ้นน้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกไป ส่งผลให้ปริมาณความชื้นลดลง โดยเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดควบคุมพบว่ามีค่าปริมาณความชื้นมากที่สุดเท่ากับ 17.92±0.76 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีความแตกต่างกับเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 1-7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับ 16.52±0.12, 17.86±1.58, 16.01±0.73, 17.89±0.65, 17.29±1.10, 16.32±0.29 และ 17.73±0.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 8 มีค่าปริมาณความชื้นน้อยที่สุดเท่ากับ 15.69±0.93 เปอร์เซ็นต์

และเมื่อเก็บรักษาเนื้อมะม่วงอบแห้งที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และอุณหภูมิการเก็บรักษาที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้เนื้อมะม่วงอบแห้งมีค่าปริมาณความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของกฤติยา (2546) และวัฒนา (2545) ที่พบว่าเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาสูงขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จะทำให้ปริมาณความชื้นของพลับกึ่งแห้งและเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งลดลงเนื่องจากการระเหยไปของน้ำที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์

ข. ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w)

วอเตอร์แอคทิวิตี้ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื้อมะม่วงสุกที่ผ่านการแช่ในสารละลายทุกชุดและชุดควบคุมก่อนการอบแห้งจะมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้อยู่ในช่วงระหว่าง 0.968 – 0.973

หลังผ่านการอบแห้งพบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) และมีค่าลดลงกว่าเนื้อมะม่วงสุกก่อนการอบแห้งเนื่องจากการระเหยน้ำออกไป โดยเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดควบคุมพบว่ามีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้มากที่สุดเท่ากับ 0.586 ± 0.007 และไม่มีความแตกต่างกับเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 2 ชุดการทดลองที่ 4 ชุดการทดลองที่ 5 ชุดการทดลองที่ 6 และชุดการทดลองที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้เท่ากับ 0.546 ± 0.023, 0.584 ± 0.022, 0.548 ± 0.034, 0.583 ± 0.005 และ 0.574 ± 0.008 ตามลำดับ โดยทุกชุดการทดลองพบว่ามีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ต่ำกว่า 0.6 ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ในผลไม้แห้งที่มีความชื้นอยู่ในช่วง 5-20 เปอร์เซ็นต์ จึงส่งผลทำให้จุลินทรีย์หยุดการเจริญ เนื่องจากความชื้นในอาหารและค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของอาหาร ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางเคมีหรือปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์อย่างช้าๆ และมีการเจริญของจุลินทรีย์เกิดขึ้นทำให้อาหารเน่าเสีย ดังนั้นการลดปริมาณน้ำในอาหารให้เหลือน้อยที่สุด หรือลดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ให้ต่ำที่สุด จึงเป็นวิธีถนอมอาหารให้เก็บรักษาได้นานขึ้น (นิธิยา, 2549)

และเมื่อเก็บรักษาเนื้อมะม่วงอบแห้งที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้ง 8 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) และอุณหภูมิการเก็บรักษาที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้เนื้อมะม่วงอบแห้งมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) สอดคล้องกับการลดลงของค่าปริมาณความชื้น (ตารางที่ 4.20) เช่นเดียวกับการทดลองของกฤติยา (2546) และวัฒนา (2545) ที่พบว่าเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาสูงขึ้น จะทำให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ของพลับกึ่งแห้งและเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งลดลงเนื่องจากการระเหยไปของน้ำที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.19 ค่าปริมาณความชื้น (% dry basis) และค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์ที่ผันแปรระดับของความเข้มข้นของสารละลายแต่ละชนิด

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	ค่าปริมาณความชื้น (% dry basis)		ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w)	
		ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ
ชุดควบคุม	1% Sodium hydrogen sulfite	$441.63^{e} \pm 2.87$	$17.92^{a} \pm 0.76$	$0.972^{ns} \pm 0.006$	$0.586^{a} \pm 0.007$
1	0.01% 4-Hexylresorcinol , 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	$461.84^{c} \pm 0.52$	$16.52^{ab} \pm 0.12$	$0.969^{ns} \pm 0.001$	$0.525^{b} \pm 0.000$
2	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	$415.51^{f} \pm 3.41$	$17.86^{a} \pm 1.58$	$0.970^{ns} \pm 0.002$	$0.546^{ab} \pm 0.023$
3	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	$472.45^{b} \pm 1.53$	$16.01^{ab} \pm 0.73$	$0.971^{ns} \pm 0.002$	$0.521^{b} \pm 0.018$
4	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	$407.98^{f} \pm 3.08$	$17.89^{a} \pm 0.65$	$0.970^{ns} \pm 0.000$	$0.584^{a} \pm 0.022$
5	0.01% 4-Hexylresorcinol , 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	$456.53^{cd} \pm 7.35$	$17.29^{ab} \pm 1.10$	$0.973^{ns} \pm 0.000$	$0.548^{ab} \pm 0.034$
6	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	$492.96^{a} \pm 4.10$	$16.32^{ab} \pm 0.29$	$0.968^{ns} \pm 0.001$	$0.583^{a} \pm 0.005$
7	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	$452.80^{d} \pm 1.68$	$17.73^{ab} \pm 0.78$	$0.969^{ns} \pm 0.001$	$0.574^{a} \pm 0.008$
8	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	$470.53^{b} \pm 1.38$	$15.69^{b} \pm 0.93$	$0.969^{ns} \pm 0.001$	$0.524^{b} \pm 0.018$

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ns แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.20 ค่าปริมาณความชื้น (% dry basis) และค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์อบแห้งที่ผันแปรระดับของความเข้มข้นของสารละลายเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	สภาวะการทดลอง	ค่าปริมาณความชื้น (% dry basis) อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)			ค่าเฉลี่ยชุดการทดลอง	ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)			ค่าเฉลี่ยชุดการทดลอง
		25	35	45		25	35	45	
ชุดควบคุม	1% Sodium hydrogen sulfite	17.69 ± 0.23	17.40 ± 0.32	17.20 ± 0.59	**17.43^{a} ± 0.39**	0.574 ± 0.001	0.565 ± 0.002	0.551 ± 0.007	**0.563^{abc} ± 0.011**
1	0.01% 4-Hexylresorcinol , 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	16.48 ± 0.50	16.46 ± 0.11	16.55 ± 0.59	**16.50^{cd} ± 0.35**	0.548 ± 0.002	0.533 ± 0.002	0.550 ± 0.004	**0.543^{f} ± 0.008**
2	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	16.84 ± 0.74	17.70 ± 0.35	16.60 ± 0.39	**17.04^{ab} ± 0.66**	0.592 ± 0.002	0.557 ± 0.000	0.523 ± 0.003	**0.557^{de} ± 0.031**
3	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	16.66 ± 0.14	16.85 ± 0.21	16.46 ± 0.47	**16.65^{bcd} ± 0.30**	0.562 ± 0.004	0.563 ± 0.002	0.531 ± 0.006	**0.552^{e} ± 0.017**
4	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.65% Potassium sorbate	17.40 ± 0.18	17.17 ± 0.30	16.55 ± 0.63	**17.04^{ab} ± 0.51**	0.581 ± 0.005	0.560 ± 0.005	0.541 ± 0.008	**0.561^{bcd} ± 0.019**
5	0.01% 4-Hexylresorcinol , 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	17.23 ± 0.02	17.00 ± 0.11	16.70 ± 0.47	**16.97^{abc} ± 0.32**	0.587 ± 0.006	0.581 ± 0.002	0.538 ± 0.004	**0.568^{a} ± 0.024**
6	0.03% 4-Hexylresorcinol, 7.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	16.27 ± 0.23	16.28 ± 0.08	16.46 ± 0.08	**16.34^{d} ± 0.15**	0.576 ± 0.002	0.546 ± 0.005	0.557 ± 0.002	**0.560^{cd} ± 0.014**
7	0.01% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	17.16 ± 0.57	17.51 ± 0.50	16.59 ± 0.33	**17.09^{ab} ± 0.56**	0.592 ± 0.002	0.552 ± 0.002	0.553 ± 0.006	**0.565^{ab} ± 0.021**
8	0.03% 4-Hexylresorcinol, 9.0% D-isoascorbic acid และ 0.85% Potassium sorbate	15.63 ± 0.86	15.18 ± 0.16	15.62 ± 0.35	**15.47^{e} ± 0.48**	0.561 ± 0.003	0.576 ± 0.004	0.525 ± 0.002	**0.554^{e} ± 0.023**
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิการเก็บรักษา		**16.82^{A} ± 0.71**	**16.84^{A} ± 0.78**	**16.52^{B} ± 0.52**		**0.575^{A} ± 0.015**	**0.559^{B} ± 0.014**	**0.541^{C} ± 0.013**	

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการศึกษาหาปริมาณความเข้มข้นของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ก่อนและหลังการอบแห้ง เมื่อพิจารณาจากเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 7 จะมีค่าสี L*, b* มากที่สุด และมีค่าสี a* น้อยที่สุด และไม่มีความแตกต่างกับเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์และกิจกรรมของเอนไซม์ที่สามารถยับยั้งได้ พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 3 จะมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเหลือน้อยที่สุด และสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสได้มากที่สุด และไม่มีความแตกต่างกับเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อพิจารณาค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 7 จะมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเหลือน้อยที่สุด และสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้มากที่สุด และไม่มีความแตกต่างกับเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายชุดการทดลองที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่เนื่องจากเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเป็นเอนไซม์ที่มีความคงตัวต่อความร้อน จึงใช้เป็นตัวชี้บ่งการลวก (index of browning) ที่เหมาะสมได้ (Reed, 1975) และเป็นสาเหตุสำคัญที่จะไปเร่งปฏิกิริยาการออกซิเดชันสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ทำให้เกิดการสลายตัวของเบต้า-แคโรทีน (สารสีเหลือง) (นิธิยา, 2549) ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เนื้อมะม่วงอบแห้งเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสจึงเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการผลิตอาหาร และเมื่อพิจารณาค่าปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายทุกชุดการทดลองมีค่าปริมาณความชื้นต่ำกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นปริมาณความชื้นสูงสุดของผลไม้แห้งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2532) และมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ต่ำกว่า 0.6 ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่

ดังนั้นจึงเลือกชุดการทดลองที่ 7 คือสารละลายผสมระหว่าง 4-เฮกซิลเรโซซินอล ความเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ ไอโซแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 9.0 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ เป็นสูตรที่เหมาะสมในการนำไปศึกษาในตอนต่อไป เนื่องจากมีค่าสี L*, b* มากที่สุด และมีค่าสี a* น้อยที่สุด แสดงว่ามีสีจางมากที่สุดหรือเกิดสีคล้ำน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร์ออกซิเดสน้อยที่สุด และสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร์ออกซิเดสได้มากที่สุดเช่นกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ชีวเคมี เคมี และจุลินทรีย์ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ในระหว่างการเก็บรักษา

นำเนื้อมะม่วงที่ผ่านการอบแห้งมาบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ (OPP/PE/AL/LLDPE) ที่มีความหนา 0.09 มิลลิเมตร ในสภาวะที่มีการอัดก๊าซไนโตรเจน (Sagar *et al.*, 1999) วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD เพื่อทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ชีวเคมี เคมี และจุลินทรีย์ของเนื้อมะม่วงอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 สัปดาห์ โดยสุ่มตัวอย่างเนื้อมะม่วงอบแห้งมาวิเคราะห์ทางกายภาพ ชีวเคมี และเคมี ทุกๆ 2 สัปดาห์ และทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสและวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ทุกๆ 4 สัปดาห์

4.5.1 ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์อบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 สัปดาห์ รายงานผลเป็นค่า L*, a* และ b* ดังแสดงในรูปที่ 4.21 - 4.29

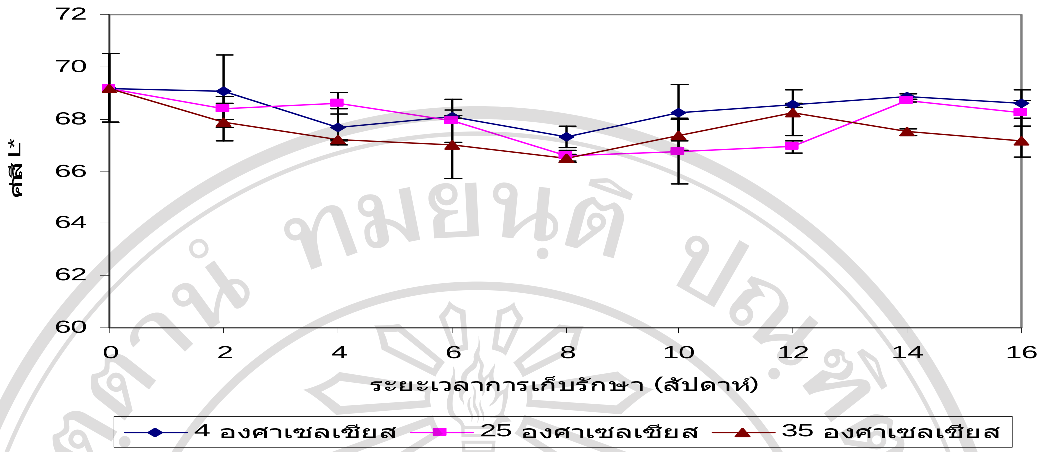
ก. ค่าสี L*

เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าสี L* ในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และชุดการทดลองที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เนื้อมะม่วงอบแห้งทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีค่าสี L* เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บ 16 สัปดาห์มากที่สุด เท่ากับ 68.39$\pm$0.84 และ 67.77$\pm$1.13 ตามลำดับ แสดงว่ามีสีจางมากที่สุด หรือมีสีคล้ำน้อยที่สุด และมากกว่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อย่างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มากกว่าที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) นั่นคืออุณหภูมิในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าสี L* ลดลง เช่นเดียวกันกับระยะเวลาในการเก็บรักษายิ่งนานมากขึ้น จะทำให้ค่าสี L* ยิ่งลดลง โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดควบคุมและชุดการทดลองจะมีค่าสี L* เท่ากับ 69.19$\pm$1.01 และ 69.61$\pm$1.50 ตามลำดับ และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าสี L* ลดลงเหลือเท่ากับ 67.98$\pm$0.79 และ 66.86$\pm$0.48 ตามลำดับ โดยการลดลงของค่าสี L* แสดงให้เห็นถึงการเกิดสีน้ำตาลได้ (Sapers and Douglas, 1987) ซึ่งสอดคล้องกับผลการเก็บรักษามะม่วงแก้วและแอปเปิลอบแห้งที่พบว่าเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาสูงขึ้นจะทำให้ค่าสี L* ลดลง (ณัฏยา, 2545; Bolin and Steele, 1987)

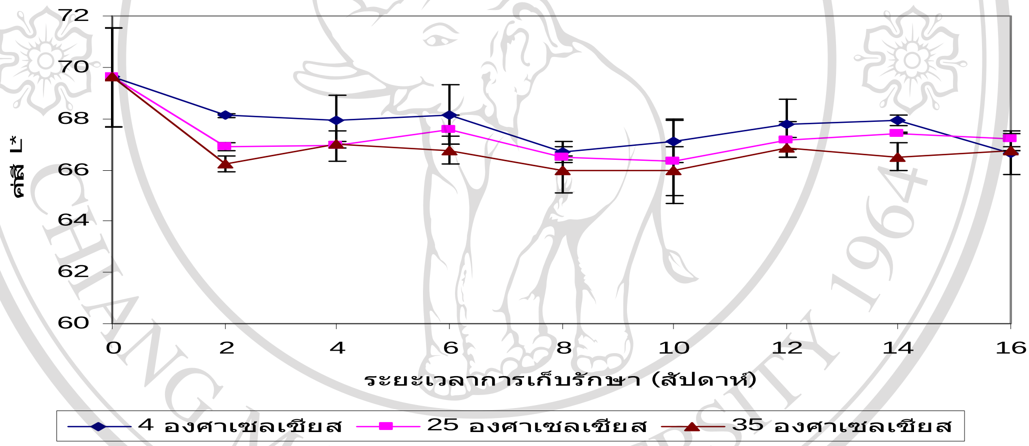
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าสี L* ของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงว่าสารละลายที่ใช้มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ใกล้เคียงกับการใช้สารประกอบซัลไฟต์

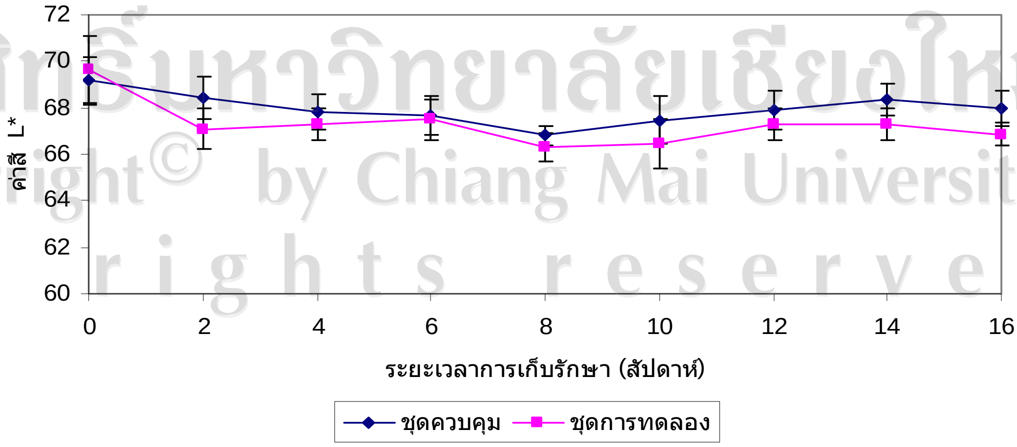
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.23 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

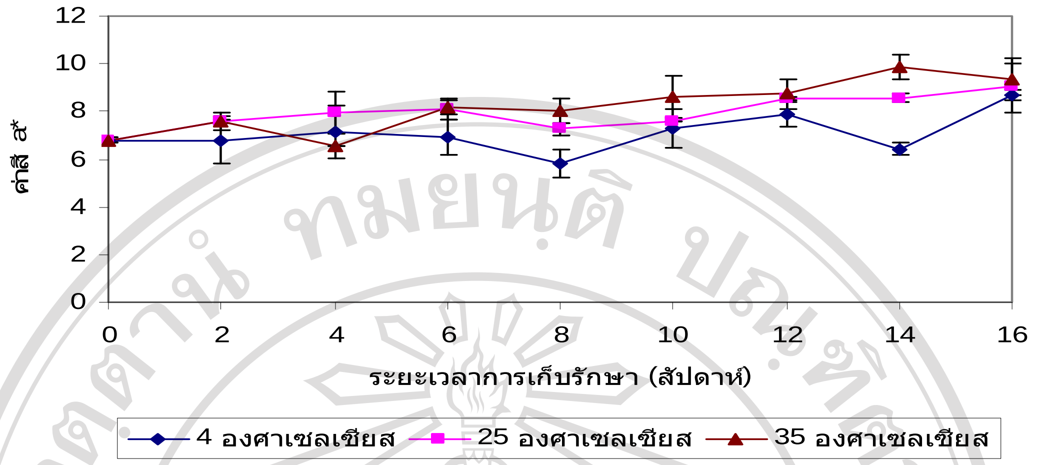
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข. ค่าสี a*

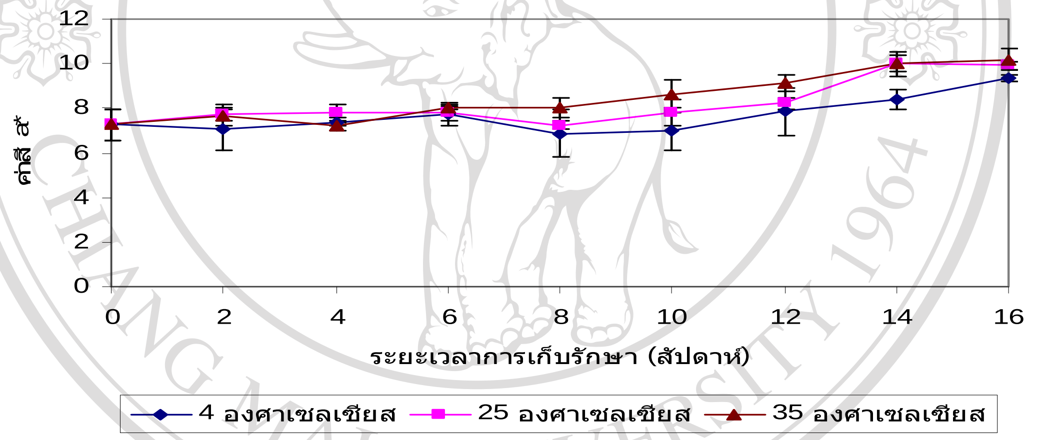
เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าสี a*ในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และชุดการทดลองที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เนื้อมะม่วงอบแห้งทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีค่าสี a* เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บ 16 สัปดาห์น้อยที่สุด เท่ากับ 7.09$\pm$0.94 และ 7.65$\pm$0.94 ตามลำดับ แสดงว่ามีสีแดงน้อยที่สุด หรือมีสีคล้ำน้อยที่สุด และน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นั่นคืออุณหภูมิในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าสี a* เพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกันกับระยะเวลาในการเก็บรักษายิ่งนานมากขึ้น จะทำให้ค่าสี a* ยิ่งเพิ่มมากขึ้น โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดควบคุมและชุดการทดลองจะมีค่าสี a* เท่ากับ 6.80$\pm$0.08 และ 7.26$\pm$0.56 ตามลำดับ และค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าสี a* เพิ่มขึ้นเท่ากับ 9.03$\pm$0.67 และ 9.82$\pm$0.46 ตามลำดับ โดยการเพิ่มขึ้นของค่าสี a* แสดงให้เห็นถึงการเกิดสีน้ำตาลได้ (Sapers and Douglas, 1987) อัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้อง (Maillard reaction) และความเข้มของสีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาเพิ่มสูงขึ้นด้วย ดังนั้นการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้อง (Maillard reaction) ได้ (นิธิยา, 2549)

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงว่าสารละลายที่ใช้มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ใกล้เคียงกับการใช้สารประกอบซัลไฟต์

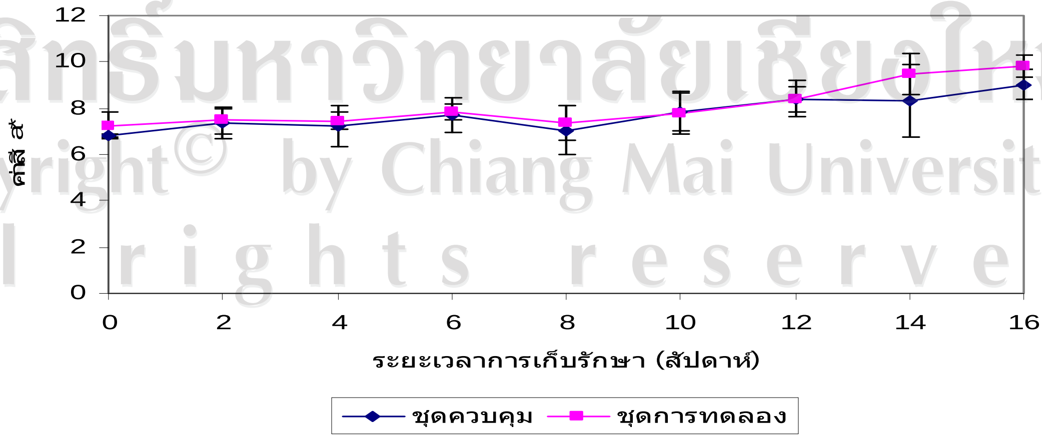
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.24 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.25 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.26 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

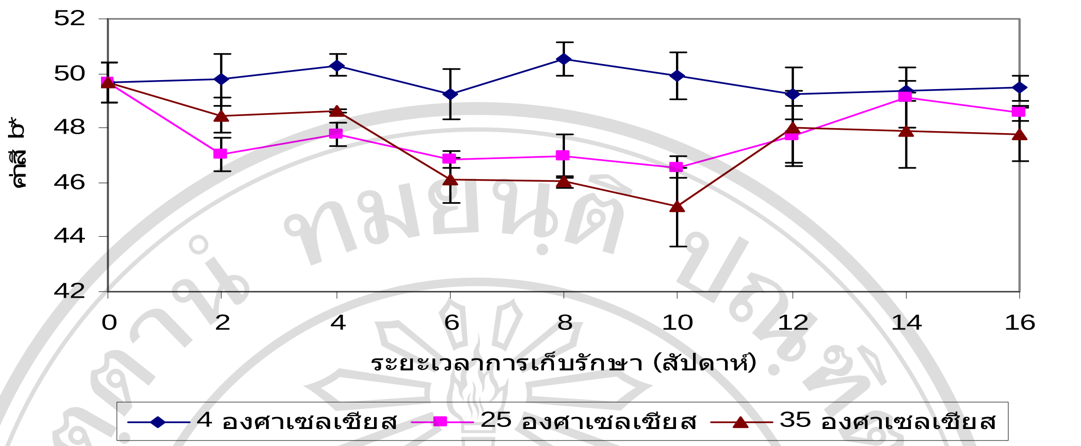
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค. ค่าสี b*

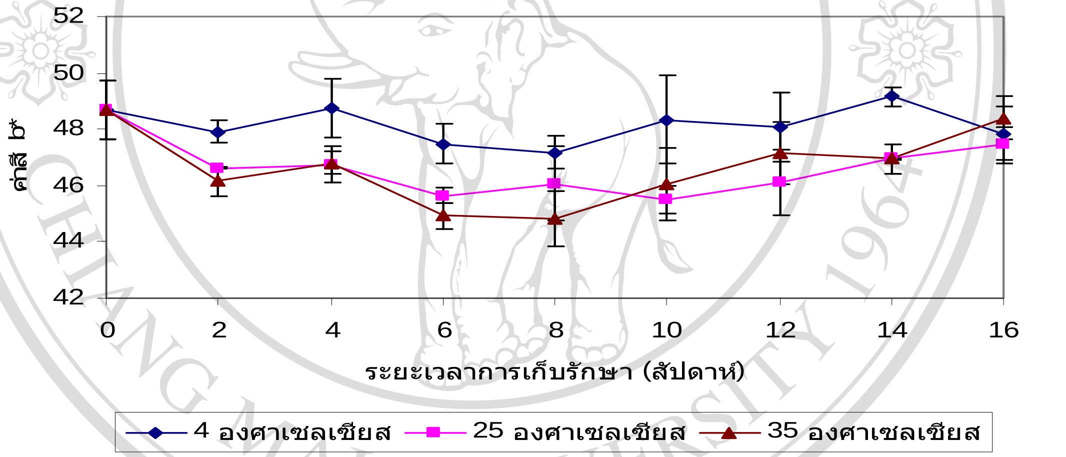
เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และชุดการทดลองที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เนื้อมะม่วงอบแห้งทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีค่าสี b* เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บ 16 สัปดาห์มากที่สุด เท่ากับ 49.76$\pm$0.70 และ 48.15$\pm$0.93 ตามลำดับ แสดงว่ามีสีเหลืองมากที่สุด และมากกว่าที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นั่นคือ อุณหภูมิในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าสี b* ลดลง เช่นเดียวกันกับระยะเวลาในการเก็บรักษายิ่งนานมากขึ้นจะทำให้ค่าสี b* ยิ่งลดลง โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดควบคุมและชุดการทดลองจะมีค่าสี b* เท่ากับ 49.65$\pm$0.57 และ 48.66$\pm$0.81 ตามลำดับ และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าสี b* ลดลงเหลือเท่ากับ 48.58$\pm$0.91 และ 47.90$\pm$0.75 ตามลำดับ สอดคล้องกับการลดลงของปริมาณเบต้า-แคโรทีน ในการอบแห้งแอปริคอทเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Karabulut *et al.*, 2007) และเอนไซม์ที่เป็นสาเหตุสำคัญในการเร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของสารแคโรทีนอยด์คือ เอนไซม์เปอร์ออกซิเดส โดยออกซิไดซ์สารแคโรทีนอยด์ที่อยู่ภายในเซลล์ในรูปของ pigment-protein complex ซึ่งมีความเสถียรมากให้อยู่ในรูปอิสระ จึงเกิดการเสื่อมสลายได้ง่าย (นิธิยา, 2549) ดังนั้นการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสจะช่วยป้องกันการสลายตัวของสารแคโรทีนอยด์ในเนื้อมะม่วงอบแห้งได้ เช่นเดียวกับผลการทดลองของณัฏยา (2545) ที่พบว่าเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อมะม่วงแก้วอบแห้งเพิ่มมากขึ้น จะทำให้เนื้อมะม่วงแก้วอบแห้งมีค่าสี b* ลดลง ดังนั้นการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่มีสารแคโรทีนอยด์ที่อุณหภูมิต่ำ จะช่วยชะลอการสูญเสียสารแคโรทีนอยด์ได้

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงว่าสารละลายที่ใช้มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ใกล้เคียงกับการใช้สารประกอบซัลไฟต์

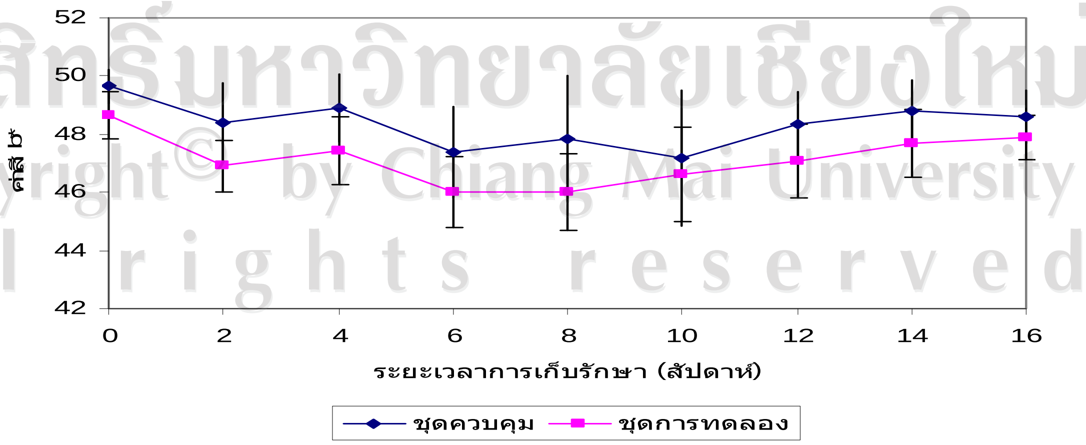
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.27 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.28 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.29 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.2 ผลวิเคราะห์สมบัติทางชีวเคมี

ผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์อบแห้ง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 สัปดาห์ ดังแสดงในรูปที่ 4.30 - 4.39

ก. กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

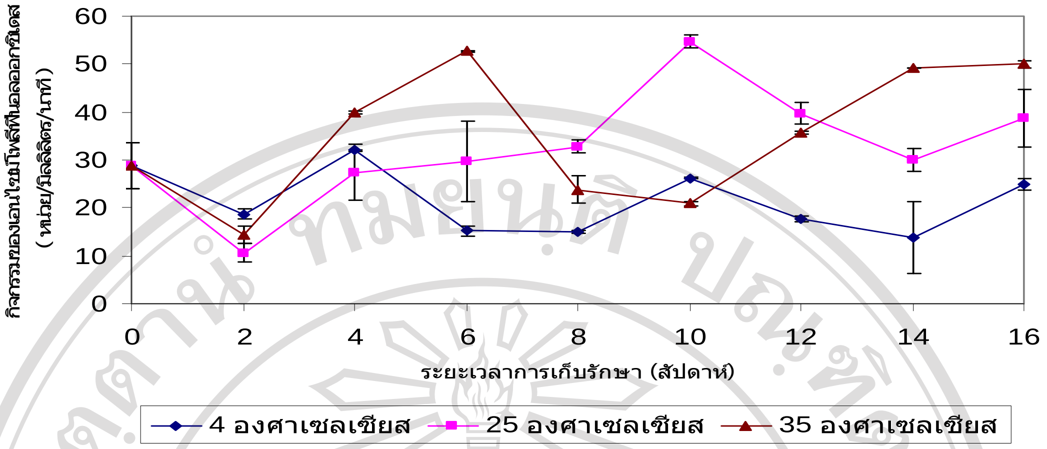
เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ โดยที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเหลือน้อยที่สุดเท่ากับ 21.35±6.67 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 73.59±6.98 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่าจะมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเท่ากับ 32.48±11.90 และ 35.04±13.68 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที ตามลำดับ และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 67.49±10.26 และ 65.67±11.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเท่ากับ 28.86±3.76 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 73.78±2.72 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเท่ากับ 37.79±11.61 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 59.73±5.05 เปอร์เซ็นต์

ส่วนการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลอง พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเท่ากับ 1.80±0.12 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 98.37±0.06 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเท่ากับ 0.38±0.33 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 99.59±0.34 เปอร์เซ็นต์

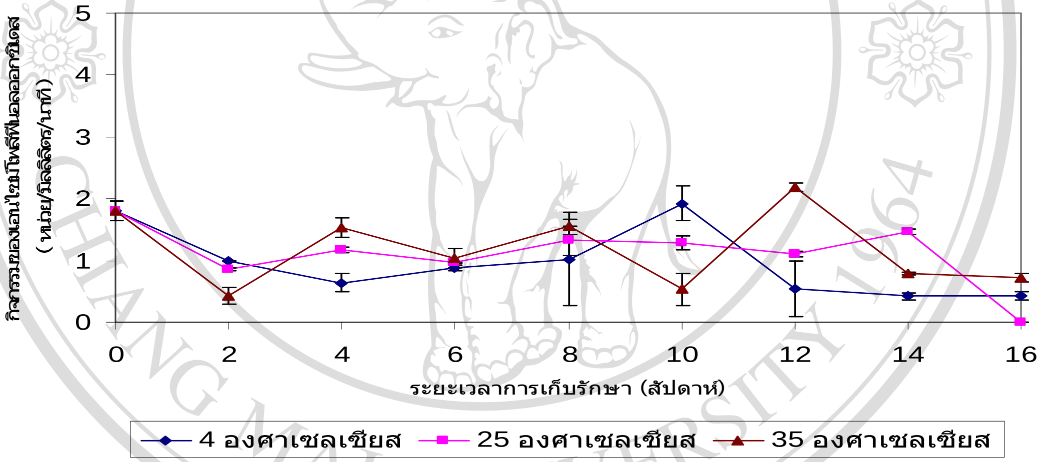
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) จะมีค่ามากกว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นของสารประกอบซัลไฟต์ที่ใช้ไม่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ได้หมด เมื่อทำการเก็บรักษาเกิดการสลายตัวของสารประกอบซัลไฟต์ ทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งลดลง (Fennema, 1996) ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองคือ เนื้อมะม่วงที่ผ่านการแช่ในสารละลายผสมระหว่าง 4-เฮกซิลเรโซซินอล ความเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ ไอโซแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 9.0 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ ก่อนนำไปอบแห้งจะช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลได้เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ จึงมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากในระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากไม่มีอากาศในบรรจุภัณฑ์ อีกทั้ง 4-เฮกซิลเรโซซินอล มีคุณสมบัติยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสได้ดี (Monsalve-Gonzalez *et al*., 1993) ซึ่งแสดงว่าการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงอบแห้งในชุดควบคุมเป็นการเกิดสีน้ำตาลจากกิจกรรมของเอนไซม์ด้วย

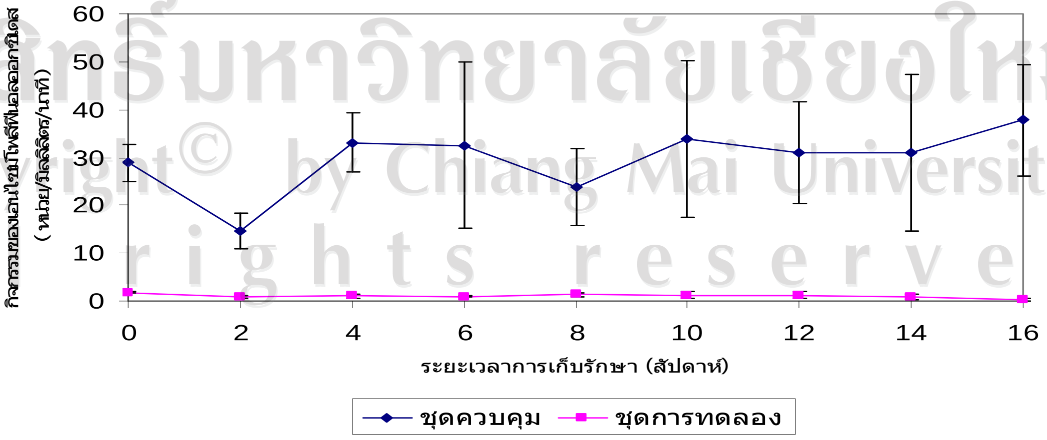
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.30 การเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์

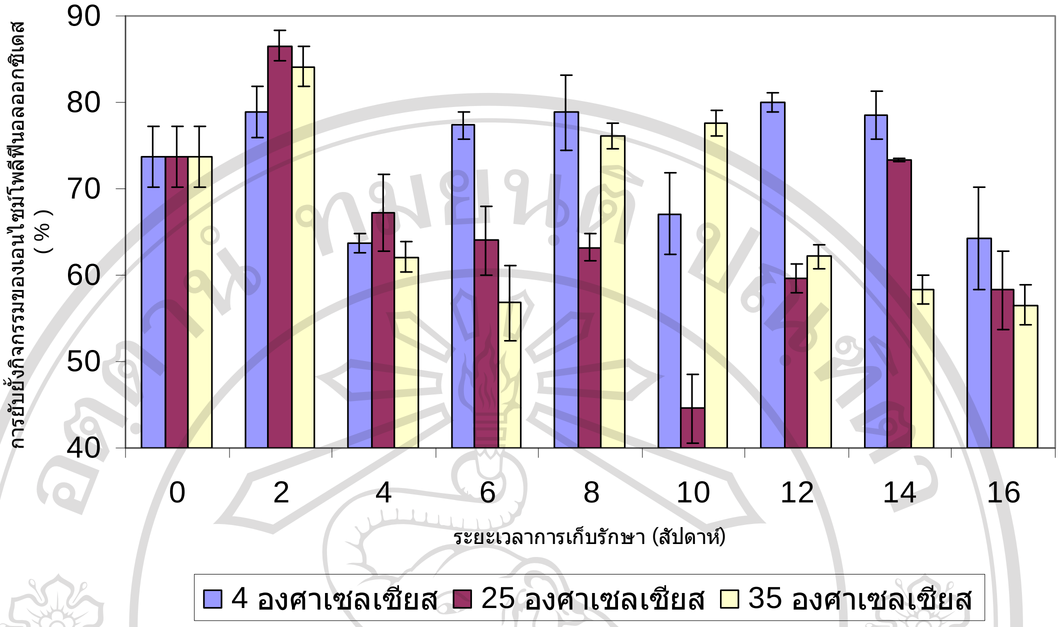


รูปที่ 4.31 การเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์

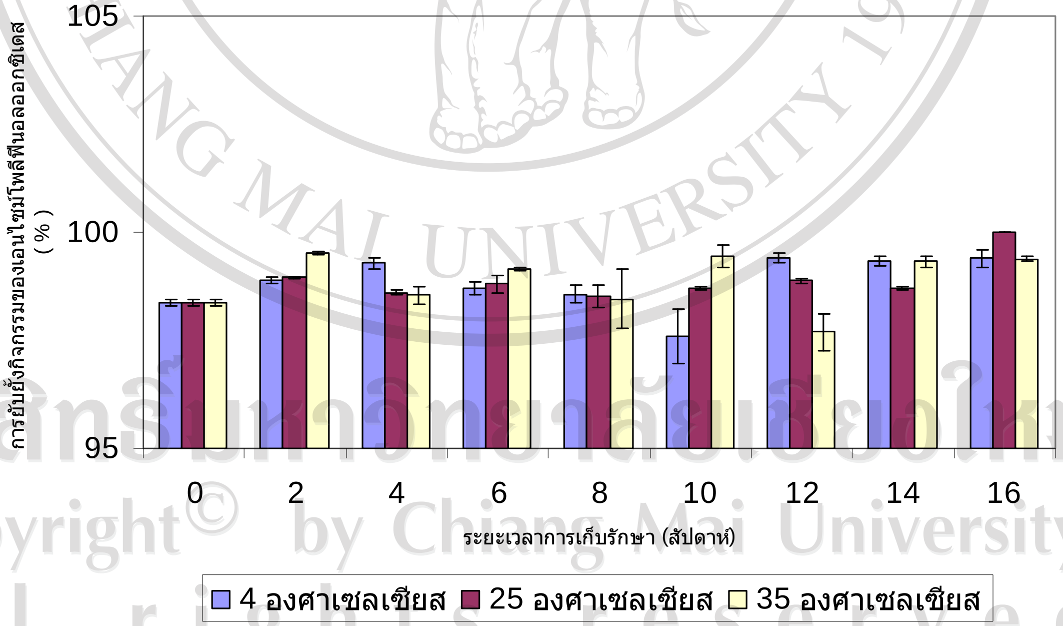


รูปที่ 4.32 การเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.33 การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.34 การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

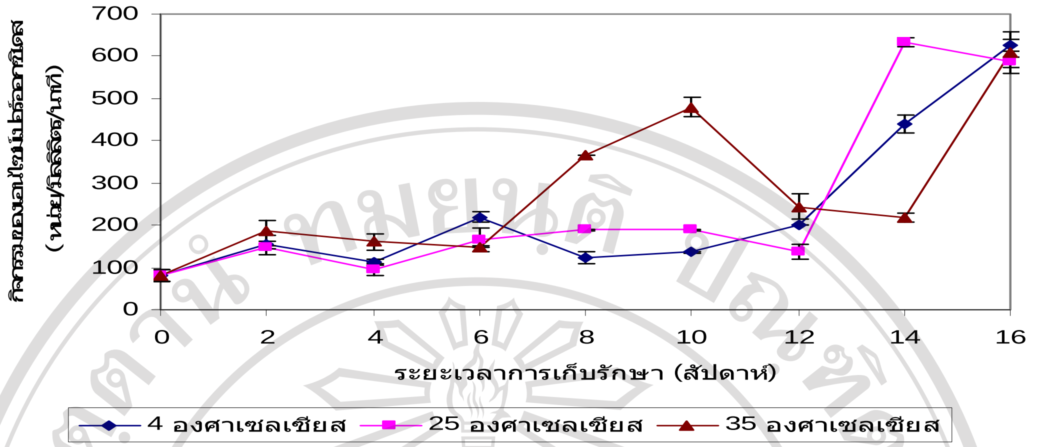
ข. กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส

เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ โดยที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเหลือน้อยที่สุดเท่ากับ 232.70$\pm$176.40 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 74.55$\pm$9.04 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่าจะมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 246.99$\pm$203.31 และ 276.71$\pm$168.86 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที ตามลำดับ และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 72.45$\pm$9.89 และ 68.37$\pm$8.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 81.79$\pm$10.40 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 82.10$\pm$3.30 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 607.24$\pm$29.56 หน่วย/มิลลิลิตร/นาที และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เท่ากับ 60.40$\pm$5.50 เปอร์เซ็นต์

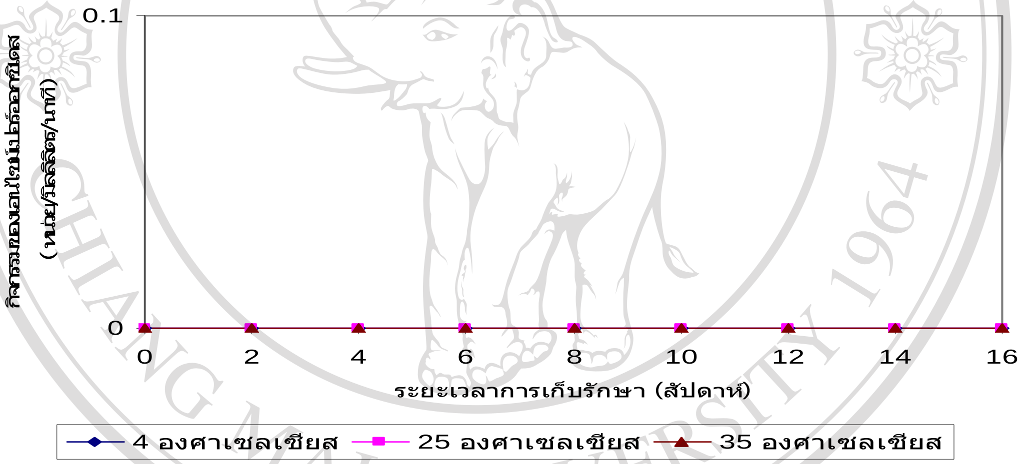
ส่วนการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าไม่พบกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อาจเนื่องมาจากการแช่เนื้อมะม่วงในสารละลายผสมระหว่าง 4-เฮกซิลเรโซซินอล ความเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ ไอโซแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 9.0 เปอร์เซ็นต์ และ โพแทสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ ก่อนนำไปอบแห้งสามารถยับยั้งกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ได้สมบูรณ์

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) จะมีค่ามากกว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นของสารประกอบซัลไฟต์ที่ใช้ไม่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ได้หมด เมื่อทำการเก็บรักษาเกิดการสลายตัวของสารประกอบซัลไฟต์ ทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งลดลง (Fennema, 1996) ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าสามารถยับยั้งกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ได้สมบูรณ์ ซึ่งแสดงว่าการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงอบแห้งในชุดควบคุมเป็นการเกิดสีน้ำตาลจากกิจกรรมของเอนไซม์ด้วย

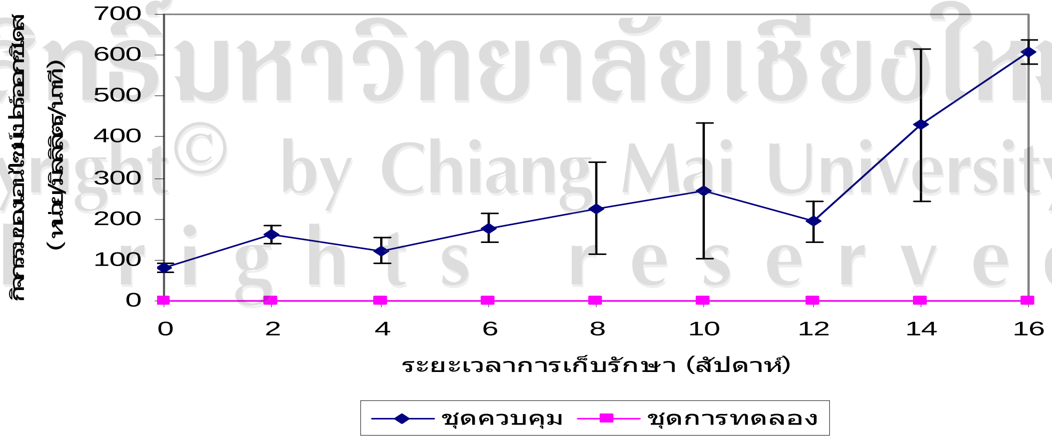
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.35 การเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์

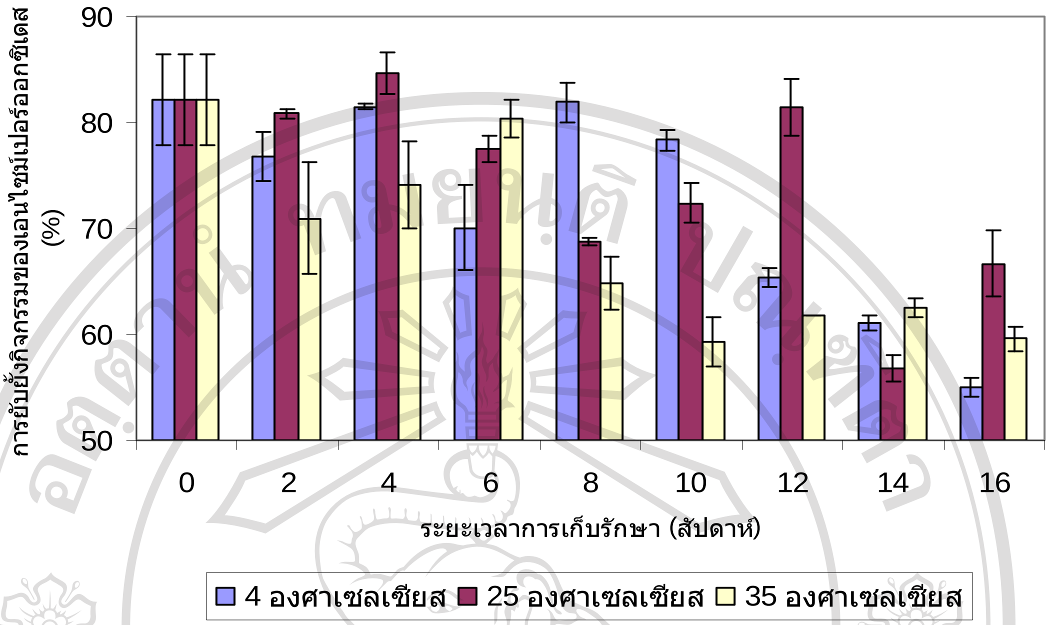


รูปที่ 4.36 การเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์

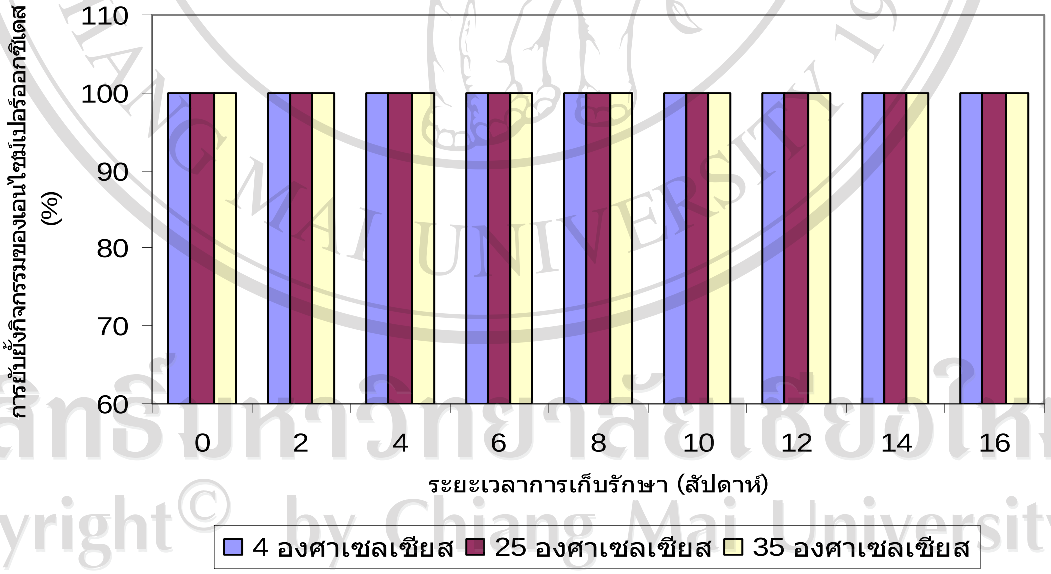


รูปที่ 4.37 การเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.38 การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.39 การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.3 ผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์อบแห้ง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 สัปดาห์ รายงานผลเป็นค่าปริมาณความชื้น (% dry basis) ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) ค่าพีเอช (pH) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 4.40 - 4.54

ก. ค่าปริมาณความชื้น

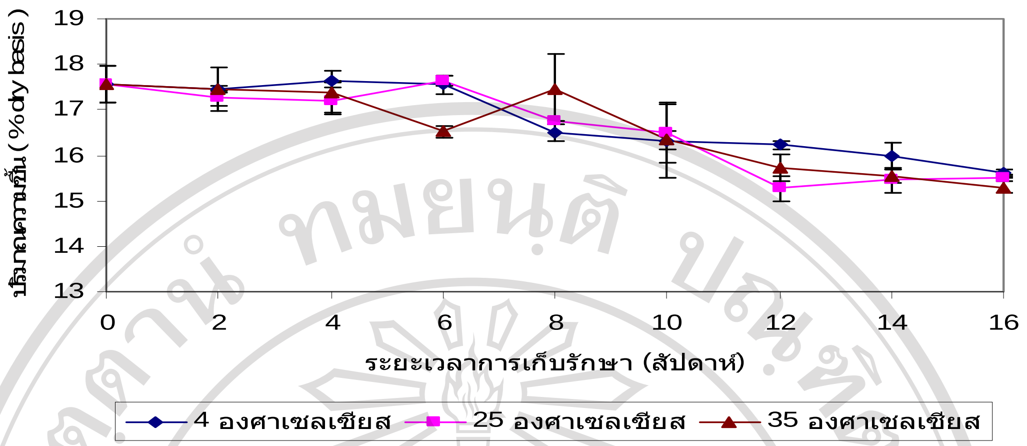
เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับ 16.76±0.77, 16.57±0.94 และ 16.58±0.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าปริมาณความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับ 17.56±0.31 เปอร์เซ็นต์ และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าปริมาณความชื้นลดลงเหลือ 15.48±0.16 เปอร์เซ็นต์

ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลอง พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับ 16.73±0.78, 16.66±1.00 และ 16.56±1.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าปริมาณความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับ 17.76±0.07 เปอร์เซ็นต์ และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าปริมาณความชื้นลดลงเหลือ 15.44±0.16 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าปริมาณความชื้นน้อยกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นปริมาณความชื้นสูงสุดของผลไม้แห้งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2532) การที่ค่าปริมาณความชื้นของเนื้อมะม่วงอบแห้งลดลงในระหว่างการเก็บรักษา อาจเป็นเพราะการปิดผนึกถุงไม่ดีทำให้น้ำสามารถซึมผ่านเข้าออกได้ ส่งผลให้เนื้อมะม่วงอบแห้งมีค่าปริมาณความชื้นลดลงเรื่อยๆ

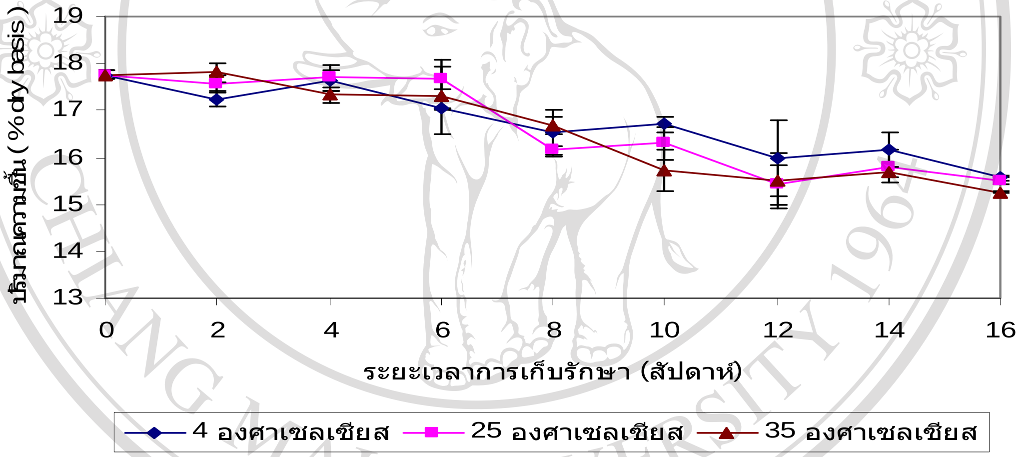
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยค่าปริมาณความชื้นของเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น

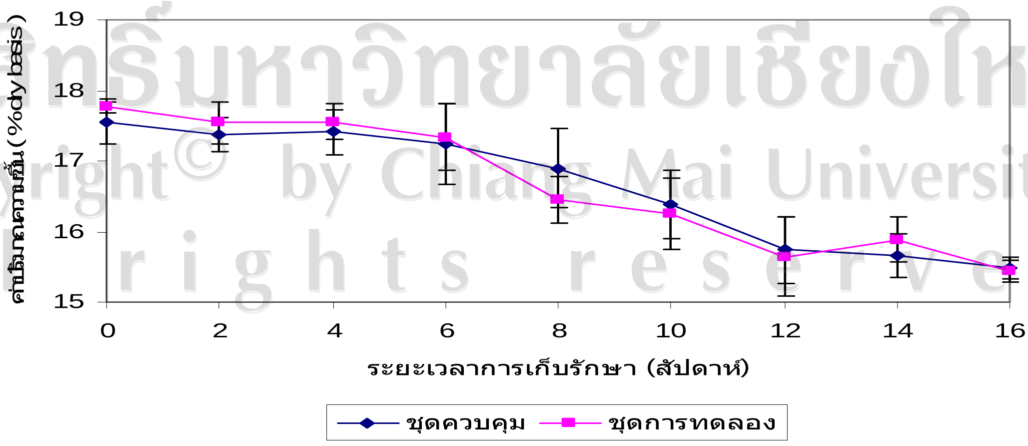
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.40 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น (% dry basis) ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.41 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น (% dry basis) ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.42 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น (% dry basis) ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

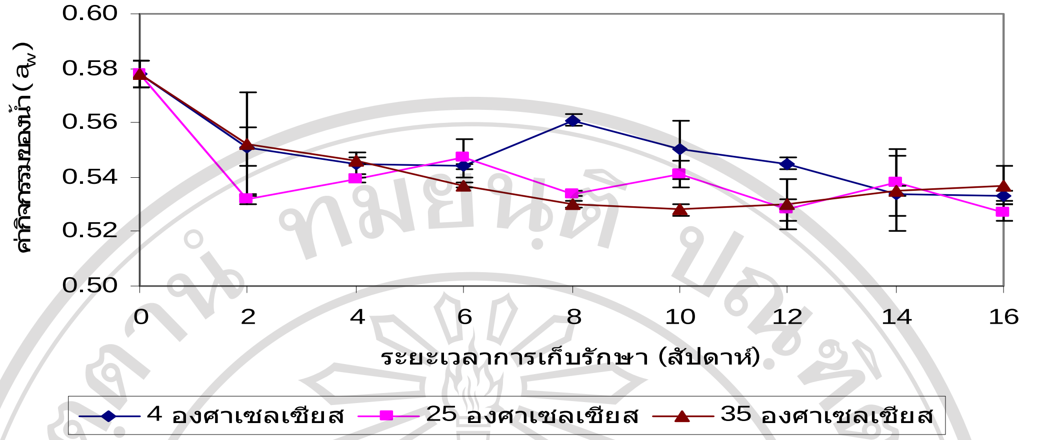
ข. ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w)

เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้มากที่สุดเท่ากับ 0.549$\pm$0.014 ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้เท่ากับ 0.540$\pm$0.016 และ 0.541$\pm$0.016 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้เท่ากับ 0.578$\pm$0.004 และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ลดลงเหลือ 0.532$\pm$0.005

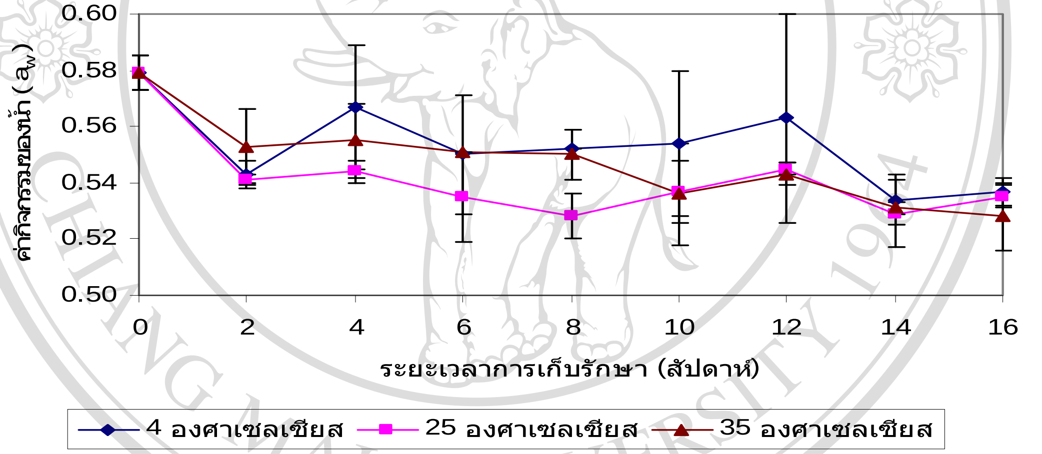
ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลอง พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้มากที่สุดเท่ากับ 0.553$\pm$0.020 ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้เท่ากับ 0.541$\pm$0.016 และ 0.547$\pm$0.017 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้เท่ากับ 0.579$\pm$0.004 และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ลดลงเหลือ 0.533$\pm$0.007 และมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ต่ำกว่า 0.6 ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ การที่ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ของเนื้อมะม่วงอบแห้งลดลงในระหว่างการเก็บรักษา อาจเป็นเพราะการปิดผนึกถุงไม่ดีทำให้น้ำสามารถซึมผ่านเข้าออกได้ ส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ของเนื้อมะม่วงอบแห้งลดลงสอดคล้องกับค่าปริมาณความชื้นที่ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ของเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น

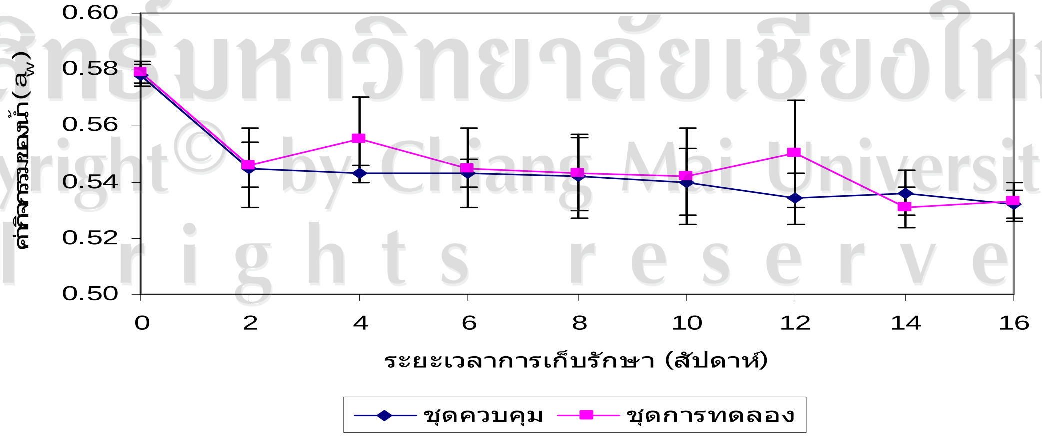
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.43 การเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.44 การเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.45 การเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

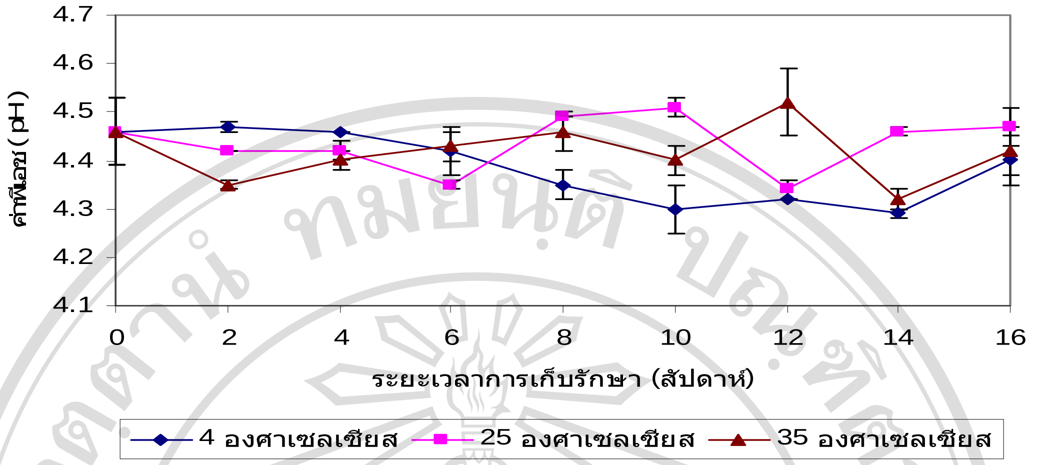
ค. ค่าพีเอช (pH)

เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะมีค่าพีเอชมากที่สุดเท่ากับ 4.43$\pm$0.06 ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งที่อุณหภูมิ 4 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.38$\pm$0.07 และ 4.42$\pm$0.06 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าพีเอชเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเพียงเล็กน้อย โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.46$\pm$0.05 และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.43$\pm$0.05

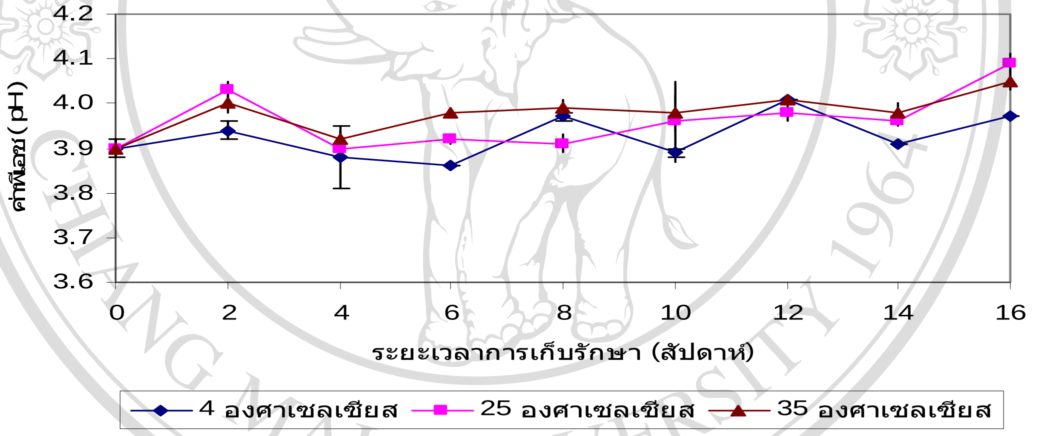
ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลอง เนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าพีเอชเท่ากับ 3.96$\pm$0.06 และ 3.98$\pm$0.04 ตามลำดับ ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าพีเอชน้อยที่สุดเท่ากับ 3.92$\pm$0.05 เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าพีเอชเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเพียงเล็กน้อย โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าพีเอชเท่ากับ 3.90$\pm$0.02 และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.03$\pm$0.05

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลอง พบว่าค่าพีเอชของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองมีค่าลดลงมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

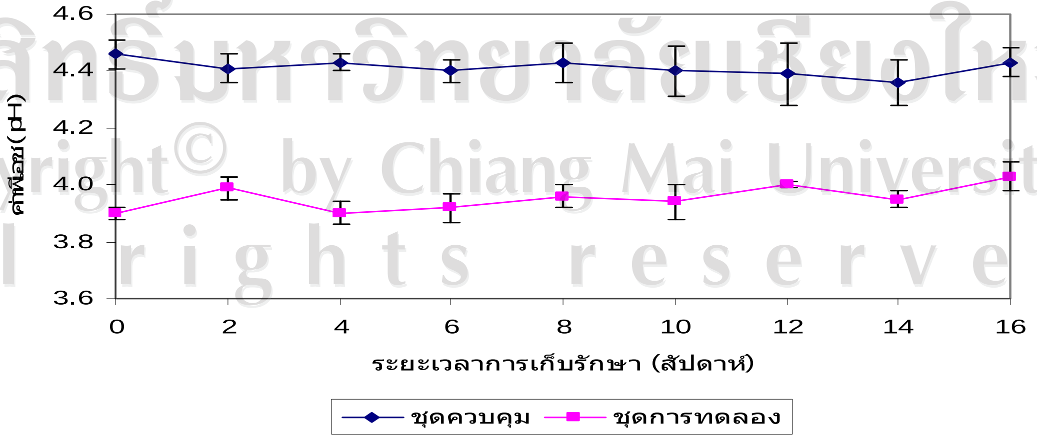
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.46 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช (pH) ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.47 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช (pH) ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.48 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช (pH) ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง. ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง

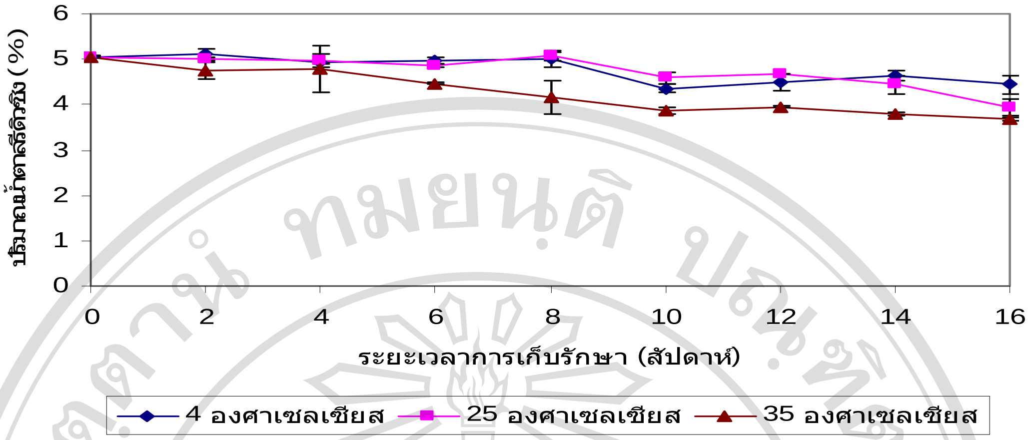
เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) เนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 25 องศาเซลเซียส พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเท่ากับ 4.77$\pm$0.30 และ 4.73$\pm$0.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงน้อยที่สุดเท่ากับ 4.28$\pm$0.51 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้เนื้อมะม่วงอบแห้งมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงลดลง โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเท่ากับ 5.06$\pm$0.02 เปอร์เซ็นต์ และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงลดลงเหลือ 4.02$\pm$0.36 เปอร์เซ็นต์

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลอง พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อการลดลงของปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะมีค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเหลือมากที่สุดเท่ากับ 4.53$\pm$0.58 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเนื้อมะม่วงอบแห้งที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเหลือเท่ากับ 4.34$\pm$0.50 และ 4.00$\pm$0.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้เนื้อมะม่วงอบแห้งมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงลดลง โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเท่ากับ 5.12$\pm$0.15 เปอร์เซ็นต์ และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงลดลงเหลือ 3.79$\pm$0.13 เปอร์เซ็นต์ การลดลงของปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงในระหว่างการเก็บรักษาเกิดเนื่องจากถูกใช้เป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารประกอบแอลดีไฮด์หรือคีโตนโดยเฉพาะน้ำตาลรีดิวซิงไปทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนเกิดเป็นสารประกอบที่ให้สีน้ำตาล (Fennema, 1996) สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าสี a* และการลดลงของค่าสี L* เช่นเดียวกับการทดลองของณัฏยา (2545) และกฤติยา (2546) ที่พบว่าเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้เนื้อมะม่วงแก้วอบแห้งและพลับกึ่งแห้งมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงลดลง

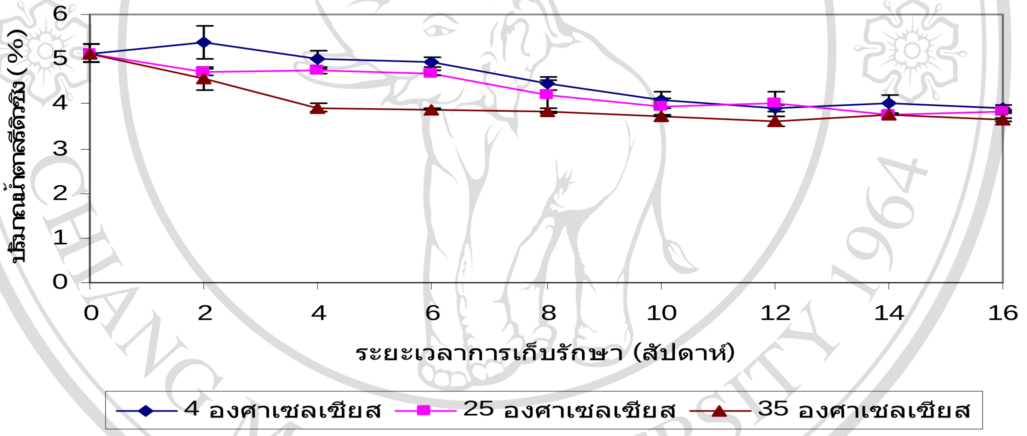
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลอง พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองมีค่าลดลงมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

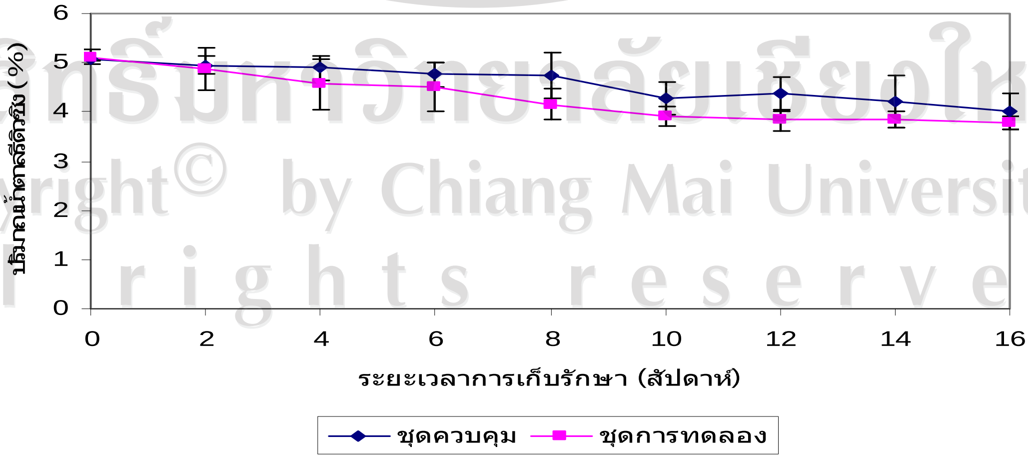
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.49 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.50 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.51 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

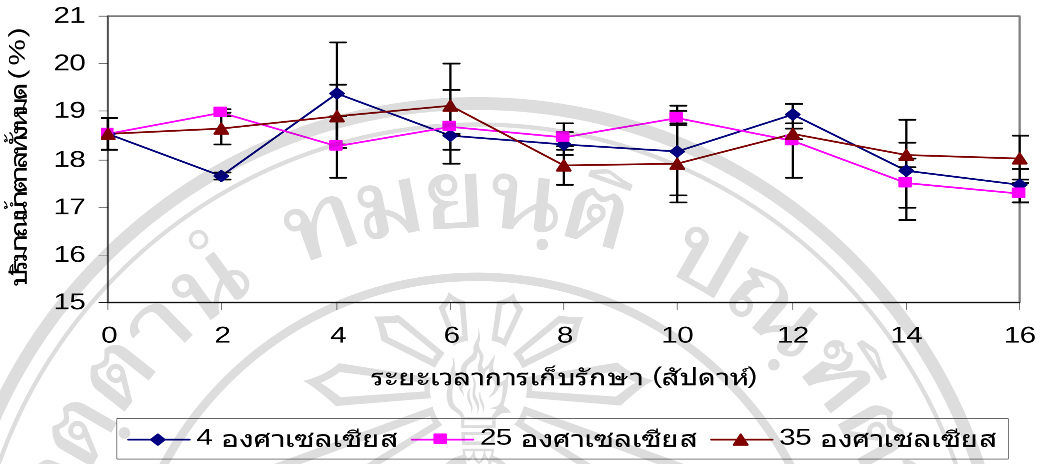
จ. ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเท่ากับ 18.30$\pm$0.75, 18.33$\pm$0.67 และ 18.29$\pm$0.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นจะทำให้เนื้อมะม่วงอบแห้งมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลง โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเท่ากับ 18.53$\pm$0.25 เปอร์เซ็นต์ และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงเหลือ 17.59$\pm$0.43 เปอร์เซ็นต์

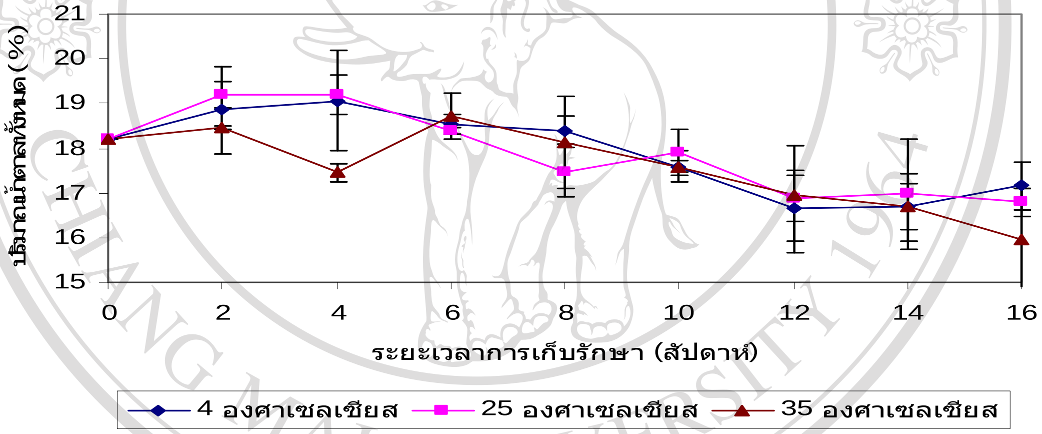
ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเท่ากับ 17.90$\pm$1.00, 17.89$\pm$1.03 และ 17.57$\pm$1.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นจะทำให้เนื้อมะม่วงอบแห้งมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลง โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเท่ากับ 18.21$\pm$0.01 เปอร์เซ็นต์ และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงเหลือ 16.64$\pm$0.80 เปอร์เซ็นต์ การที่ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นนั้นสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลซูโครสที่ลดลง เนื่องจากในเนื้อมะม่วงจะมีปริมาณน้ำตาลซูโครสมากที่สุดประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลทั้งหมด (ธีราพร, 2536; สายชล, 2528) นอกจากนี้อาจเป็นเพราะมีการสูญเสียปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง เนื่องจากถูกใช้เป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning) จึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดด้วย เช่นเดียวกับการทดลองของณัฏยา (2545) และกฤติยา (2546) ที่พบว่าเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้เนื้อมะม่วงแก้วอบแห้งและพลับกึ่งแห้งมีปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลง

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลอง พบว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองมีค่าลดลงมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

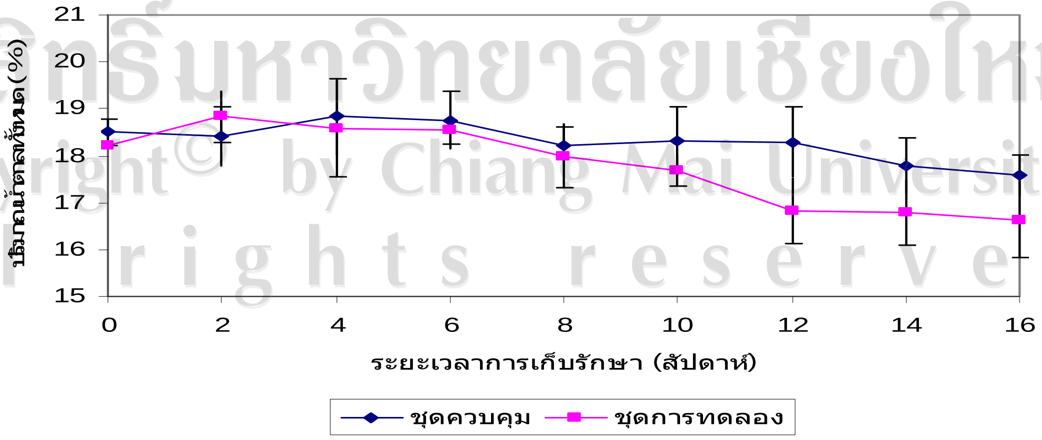
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.52 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.53 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.54 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.4 ผลวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

ผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์อบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 สัปดาห์ รายงานผลเป็นปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม) ดังแสดงในรูปที่ 4.55 - 4.60

ก. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

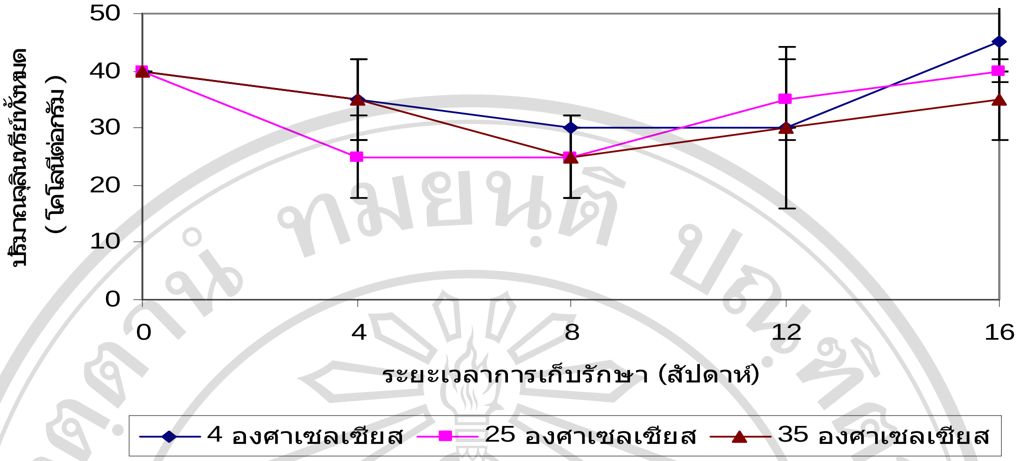
เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 36.00±8.40, 33.00±8.20 และ 33.00±6.70 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ และมีค่าน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งเป็นระดับที่ปลอดภัยไม่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับผลไม้แห้ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2532) พบว่าปริมาณที่ตรวจพบยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคือมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เนื่องจากมีการแช่ในสารประกอบซัลไฟต์ก่อนนำไปอบแห้ง โดยสารประกอบซัลไฟต์เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะเกิดกรดซัลฟิวรัส (sulfurous acid) และแตกตัวต่อไปให้ไบซัลไฟต์ไอออน (HSO_3^-) เข้าทำปฏิกิริยากับแอซีตัลดีไฮด์ (acetaldehyde) ภายในเซลล์จุลินทรีย์ และยังไปลดพันธะไดซัลไฟด์ (disulfide linkage, -S=S-) ในระบบเอนไซม์ได้ด้วย นอกจากนี้ยังสามารถเข้ารวมตัวกับสารประกอบบางชนิดที่มีผลกระทบต่อระบบหายใจซึ่งเกี่ยวข้องกับสารประกอบนิโคตินาไมด์ไดนิวคลีโอไทด์ (nicotinamide dinucleotide) (สายสนม, 2546)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 39.00±8.80, 32.00±12.30 และ 42.00±14.00 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากการแช่ในสารละลายผสมที่มีปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ ก่อนนำไปอบแห้ง ซึ่งเป็นวัตถุกันเสีย

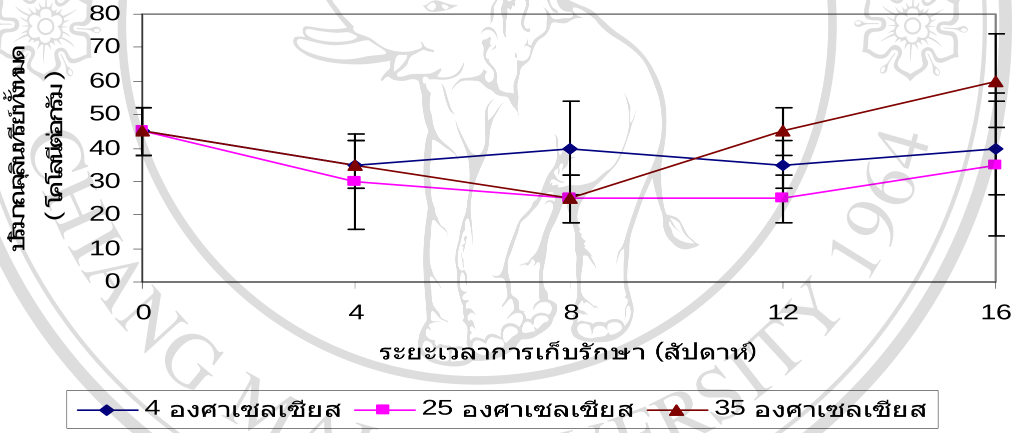
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และพบว่าเมื่อเก็บไว้ 16 สัปดาห์ ทั้งเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และชุดการทดลองมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น สาเหตุอาจเนื่องจากการสลายตัวของสารประกอบซัลไฟต์และซอร์เบท เช่นเดียวกับการใช้โพแทสเซียมซอร์เบทในเนื้อมะม่วงตีป่นและมะม่วงกวน พบว่าจะมีอัตราการสลายตัวที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาการเก็บรักษา และมีค่าลดลงมากที่สุดในช่วงการกวนระเหยน้ำและการอบแห้ง คือสลายตัวได้สูงถึง 63 เปอร์เซ็นต์ การสลายตัวอาจเกิดจากผลร่วมกันของความร้อนและออกซิเจน ซึ่งอาจเร่งการสลายตัวเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน แต่ยังคงมีปริมาณเพียงพอที่จะควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดให้มีค่าน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (วิเนต และคณะ, 2550) ซึ่งไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ โดยตามมาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 281/2547 กำหนดให้มีปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทในผลไม้อบแห้งได้ไม่เกิน 500 ppm. (ส่วนในล้านส่วน)

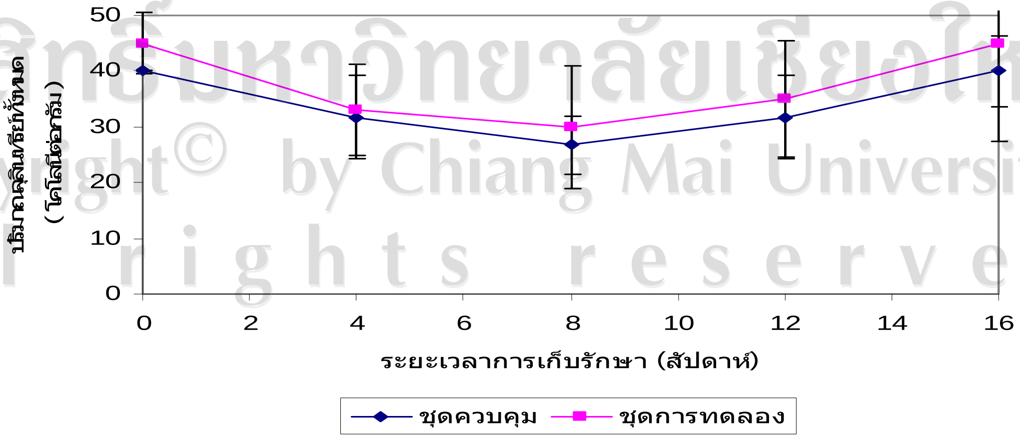
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.55 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม) ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.56 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม) ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.57 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

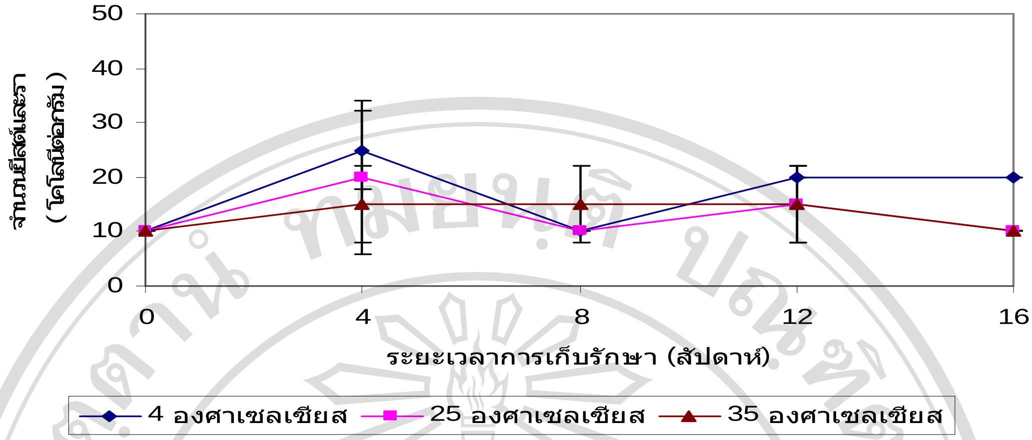
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข. ปริมาณยีสต์และรา

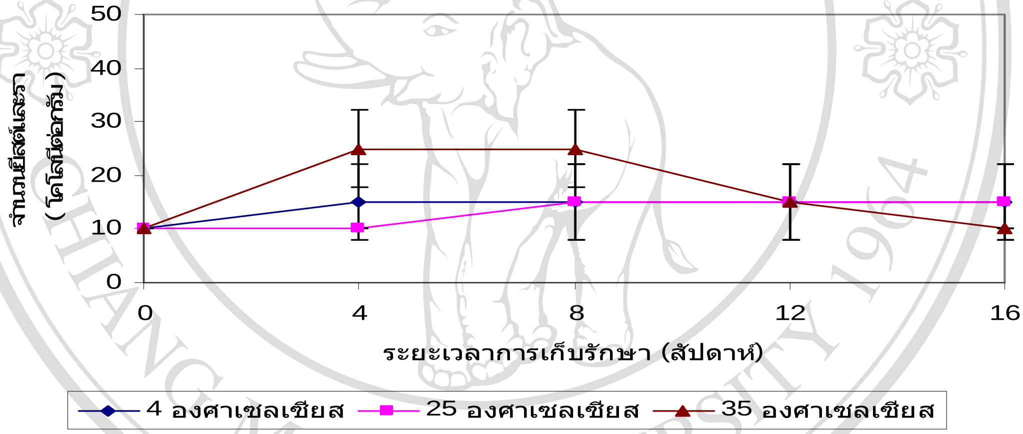
เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และราในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และชุดการทดลอง พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีปริมาณยีสต์และราชุดควบคุมเท่ากับ 17.00 ± 6.70, 13.00 ± 6.70 และ 13.00 ± 4.80 และชุดการทดลองเท่ากับ 14.00 ± 5.20, 13.00 ± 4.80 และ 17.00 ± 8.20 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ การที่เนื้อมะม่วงอบแห้งทั้ง 2 ชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณยีสต์และราน้อยมาก เนื่องจากก่อนการอบแห้งได้ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ และโพแทสเซียมซอร์เบท ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์และราได้ ประกอบกับมะม่วงผ่านการอบแห้งจนมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้เหลืออยู่ต่ำกว่า 0.6 จึงทำให้ยีสต์และราไม่สามารถเจริญเติบโตระหว่างการเก็บรักษาได้

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และราของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

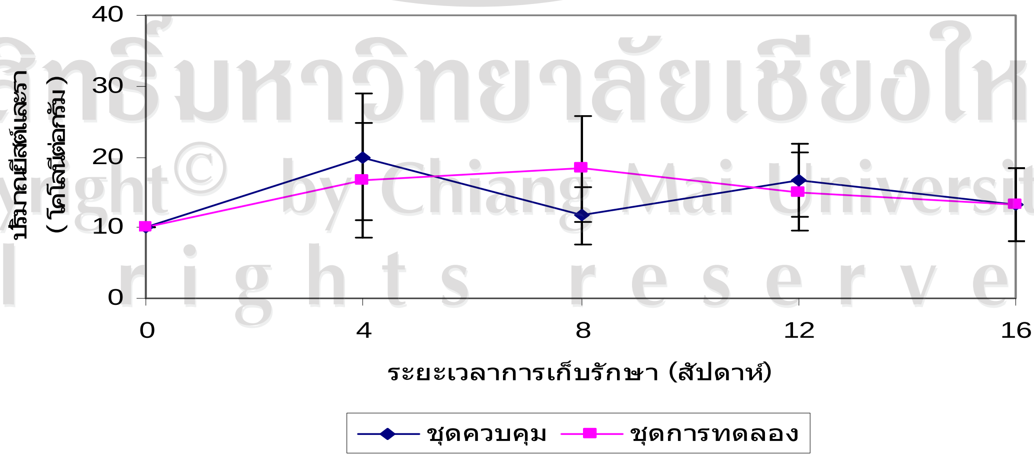
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.58 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม) ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.59 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม) ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.60 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม) ของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.4 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์อบแห้ง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 สัปดาห์ โดยพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนความชอบที่มีต่อสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ดังแสดงในรูปที่ 4.61 - 4.75

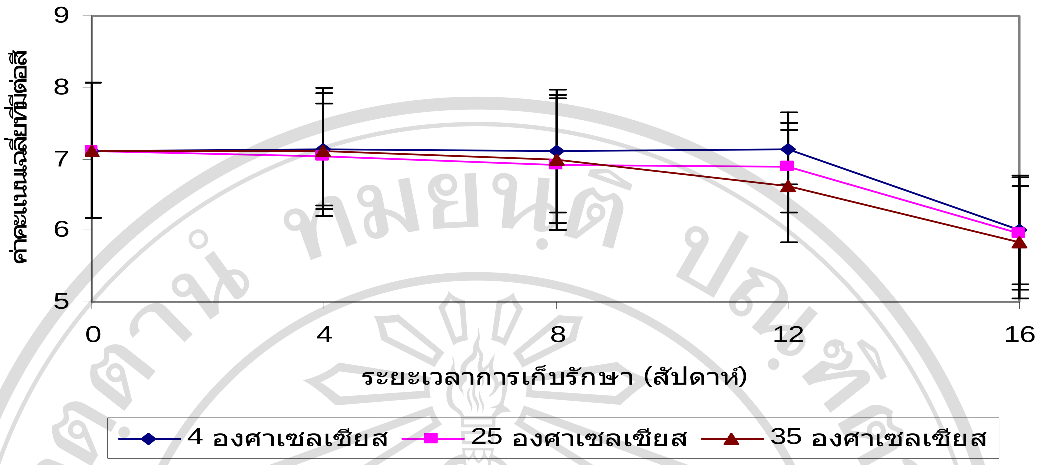
ก. ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อสี

เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนความชอบที่มีต่อสีในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะมีค่าคะแนนความชอบมากที่สุดเท่ากับ 6.90$\pm$0.90 รองลงมาคือเนื้อมะม่วงอบแห้งที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส โดยมีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 6.78$\pm$0.91 และ 6.74$\pm$0.98 ตามลำดับ อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าคะแนนความชอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 7.12$\pm$0.93 และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าคะแนนความชอบลดลงเหลือ 5.93$\pm$0.77 คือจากชอบปานกลางมาเป็นเฉยๆ

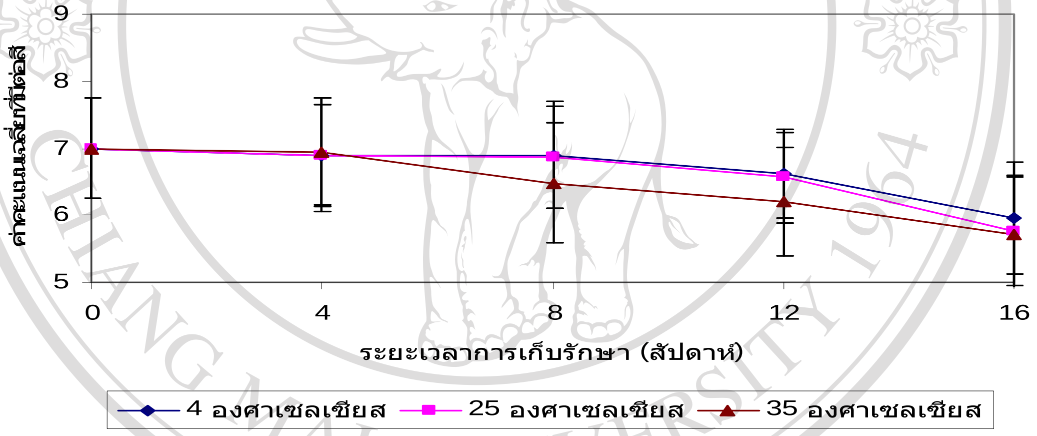
ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนความชอบที่มีต่อสีของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลอง พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 25 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 6.68$\pm$0.84 และ 6.62$\pm$0.89 ตามลำดับ ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าคะแนนความชอบน้อยที่สุดเท่ากับ 6.47$\pm$0.95 อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าคะแนนความชอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 7.00$\pm$0.75 และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าคะแนนความชอบลดลงเหลือ 5.81$\pm$0.84 คือจากชอบปานกลางมาเป็นเฉยๆ สอดคล้องกับการลดลงของค่าสี L* และ b* และการเพิ่มขึ้นของค่าสี a* (รูปที่ 4.21 - 4.29)

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนความชอบที่มีต่อสีของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นค่าคะแนนความชอบที่มีต่อสีในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งจะลดลง เนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล

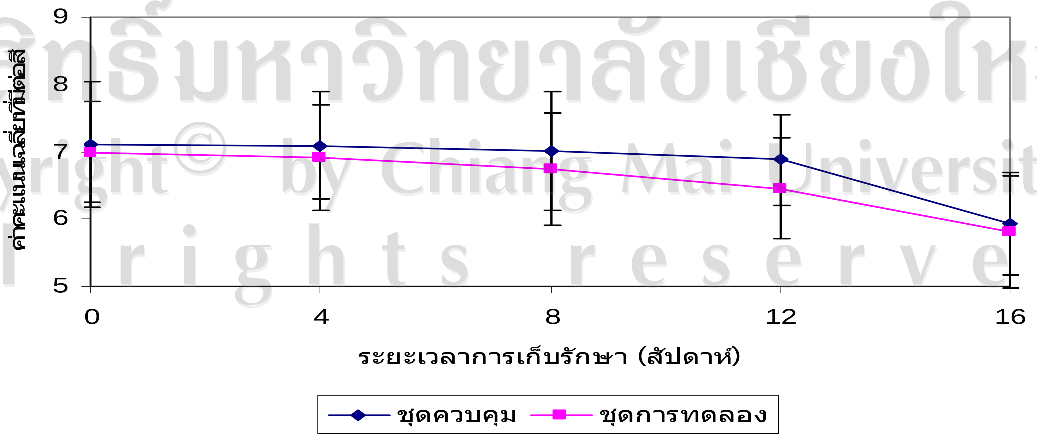
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.61 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อสีของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.62 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อสีของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.63 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อสีของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

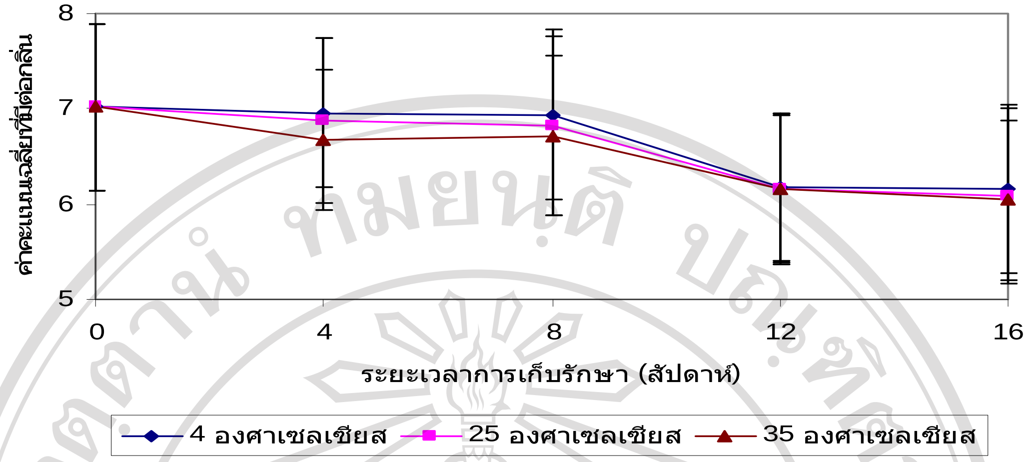
ข. ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อกลิ่นและรสชาติ

เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนความชอบที่มีต่อกลิ่นและรสชาติในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่าคะแนนความชอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) และเห็นได้ชัดเจนหลังสัปดาห์ที่ 8 โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าคะแนนความชอบที่มีต่อกลิ่นและรสชาติเท่ากับ 7.02 ± 0.86 และ 7.22 ± 0.97 และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าคะแนนความชอบลดลงเหลือ 6.09 ± 0.88 และ 6.07 ± 0.70 ตามลำดับ คือจากชอบปานกลางมาเป็นชอบเล็กน้อย

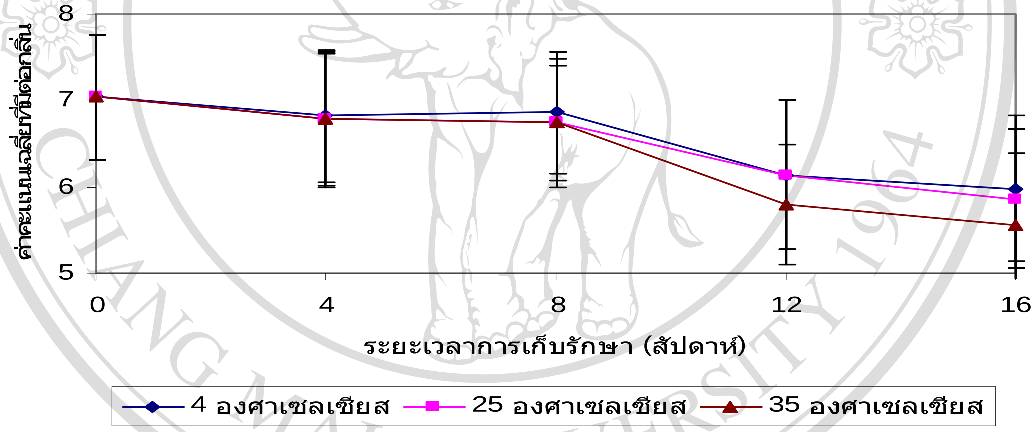
ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนความชอบที่มีต่อกลิ่นและรสชาติของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะมีค่าคะแนนความชอบที่มีต่อกลิ่นและรสชาติมากที่สุดเท่ากับ 6.57 ± 0.89 และ 6.63 ± 0.89 รองลงมาคือเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยจะมีค่าคะแนนความชอบที่มีต่อกลิ่นและรสชาติเท่ากับ 6.51 ± 0.88 และ 6.60 ± 0.89 ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จะมีค่าคะแนนความชอบที่มีต่อกลิ่นและรสชาติน้อยที่สุดเท่ากับ 6.38 ± 0.96 และ 6.43 ± 0.97 ตามลำดับ ระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าคะแนนความชอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าคะแนนความชอบที่มีต่อกลิ่นและรสชาติเท่ากับ 7.04 ± 0.72 และ 7.16 ± 0.83 และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าคะแนนความชอบลดลงเหลือ 5.80 ± 0.84 และ 5.84 ± 0.79 ตามลำดับ คือจากชอบปานกลางมาเป็นเฉยๆ

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนความชอบที่มีต่อกลิ่นและรสชาติของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และคะแนนความชอบลดลงจากเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บไว้ 12 สัปดาห์ ($p\leq0.05$) เนื่องจากการสลายตัวของสารระเหยซึ่งจะเป็นสารจำพวกฟิวราน, เอสเทอร์, แลคโตน, คีโตน และเทอร์พีน (สินีนาท, 2541)

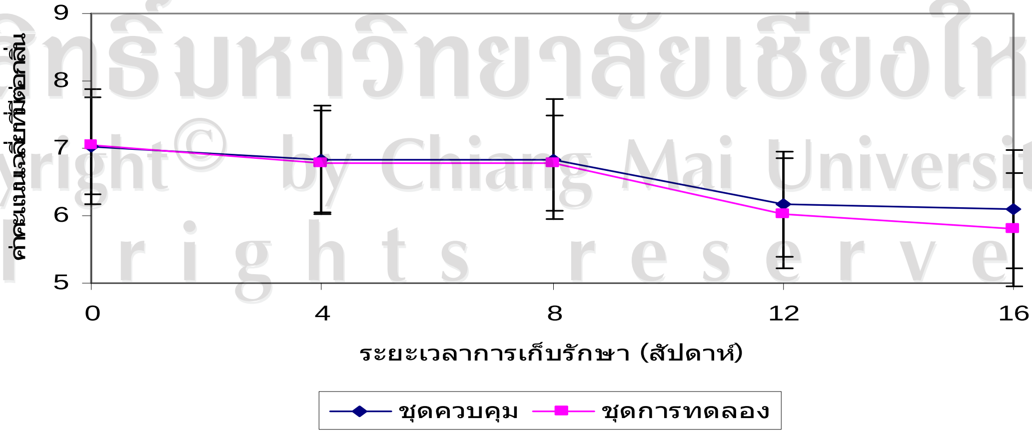
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.64 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อกลิ่นของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์

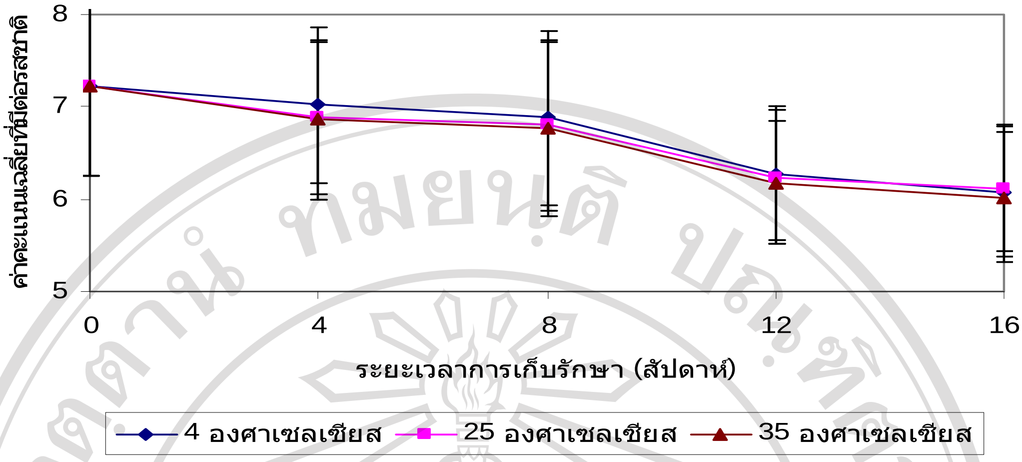


รูปที่ 4.65 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อกลิ่นของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์

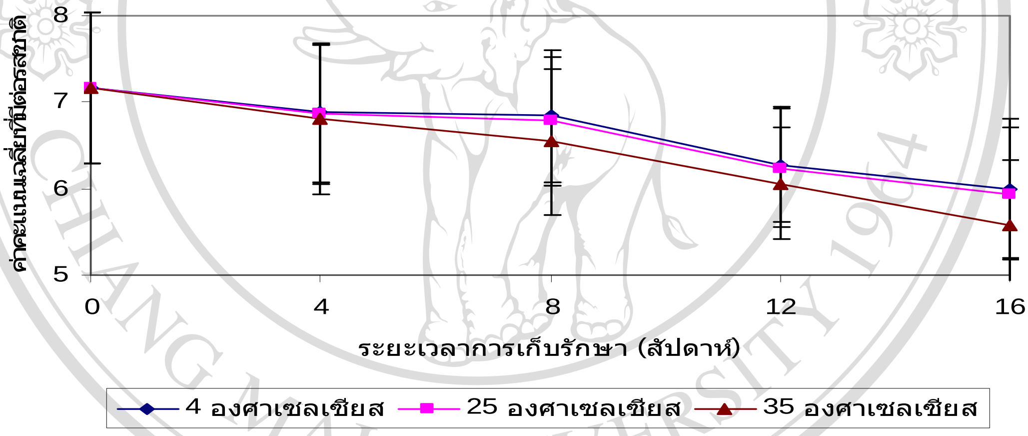


รูปที่ 4.66 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อกลิ่นของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

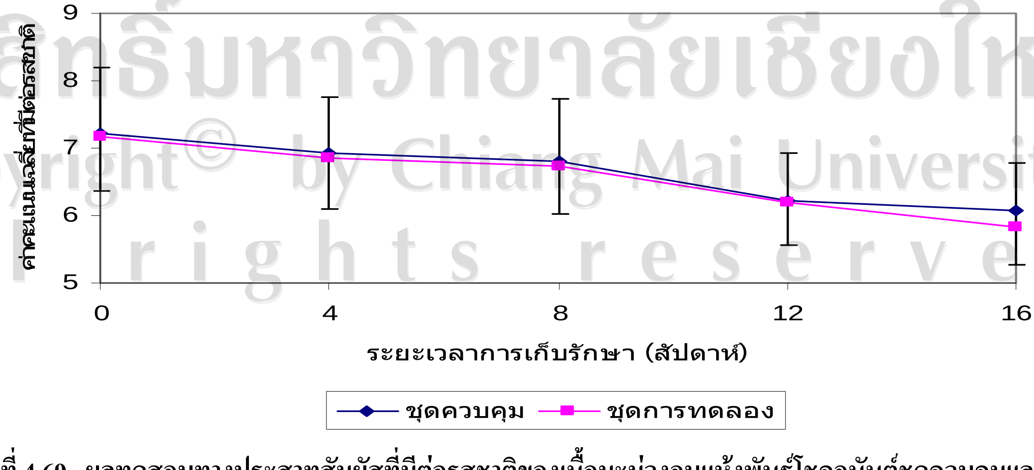
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.67 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อรสชาติของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.68 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อรสชาติของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.69 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อรสชาติของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

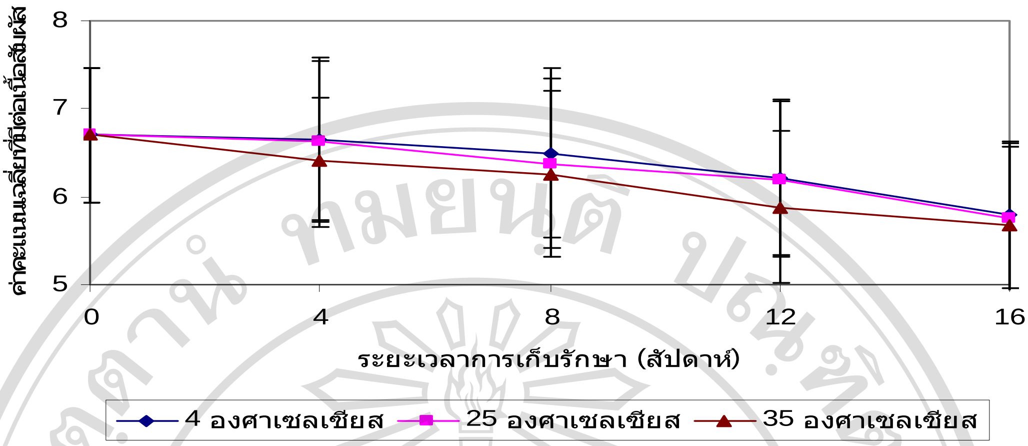
ค. ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อสัมผัส

เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนความชอบที่มีต่อเนื้อสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะมีค่าคะแนนความชอบมากที่สุดเท่ากับ 6.37±0.93 ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 6.33±0.94 และ 6.19±0.91 ตามลำดับ อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่าคะแนนความชอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 6.70±0.76 และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าคะแนนความชอบลดลงเหลือ 5.75±0.85 คือจากชอบเล็กน้อยมาเป็นเฉยๆ

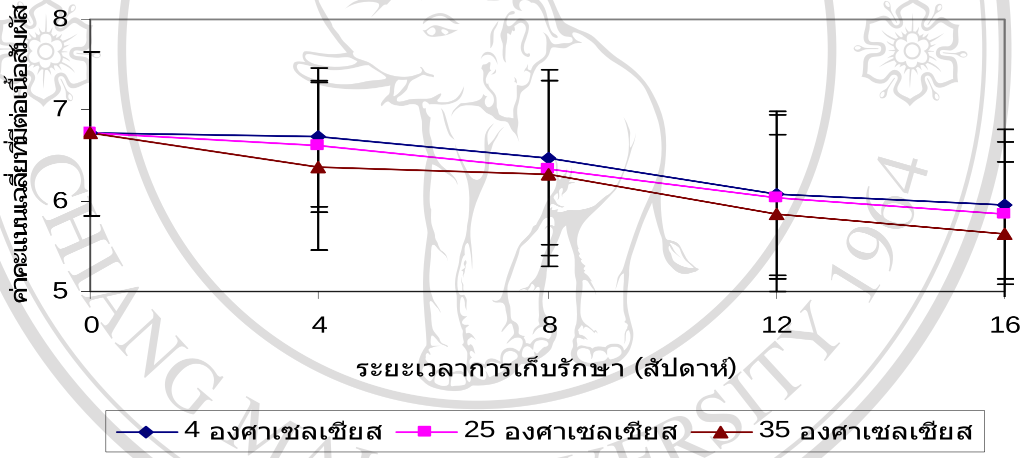
ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนความชอบที่มีต่อเนื้อสัมผัสของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะมีค่าคะแนนความชอบมากที่สุดเท่ากับ 6.39±0.93 ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 6.32±0.91 และ 6.18±0.98 ตามลำดับ อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่าคะแนนความชอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 6.74±0.89 และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าคะแนนความชอบลดลงเหลือ 5.82±0.81 คือจากชอบเล็กน้อยมาเป็นเฉยๆ

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนความชอบที่มีต่อเนื้อสัมผัสของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และคะแนนความชอบลดลงจากเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บได้ 12 สัปดาห์ ($p \leq 0.05$)

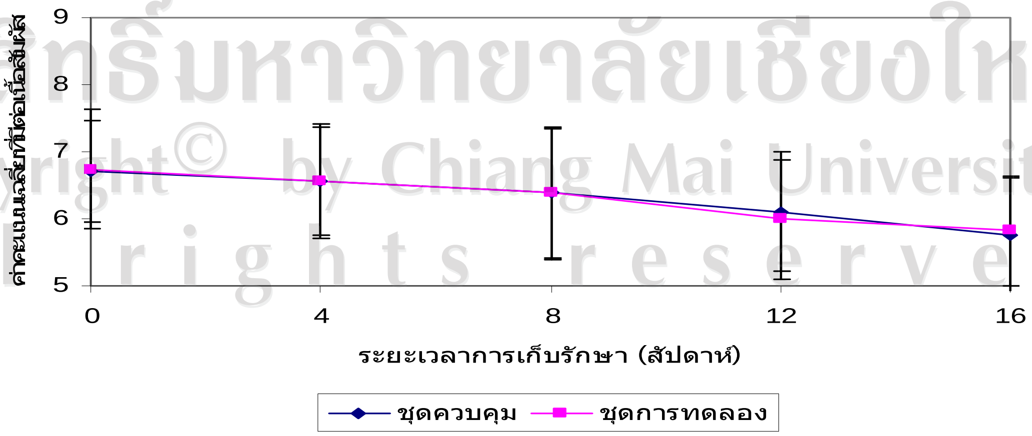
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.70 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อสัมผัสของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.71 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อสัมผัสของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.72 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อสัมผัสของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

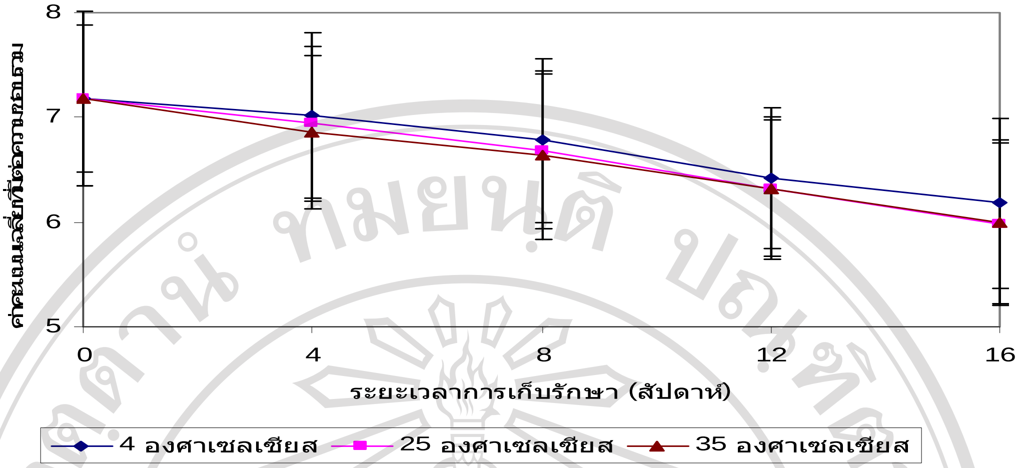
ง. ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อความชอบรวม

เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนความชอบที่มีต่อความชอบรวมในระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) พบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 6.72$\pm$0.84, 6.62$\pm$0.86 และ 6.60$\pm$0.86 ตามลำดับ ระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่าคะแนนความชอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 7.18$\pm$0.82 และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าคะแนนความชอบลดลงเหลือ 6.05$\pm$0.76 คือจากชอบปานกลางมาเป็นชอบเล็กน้อย

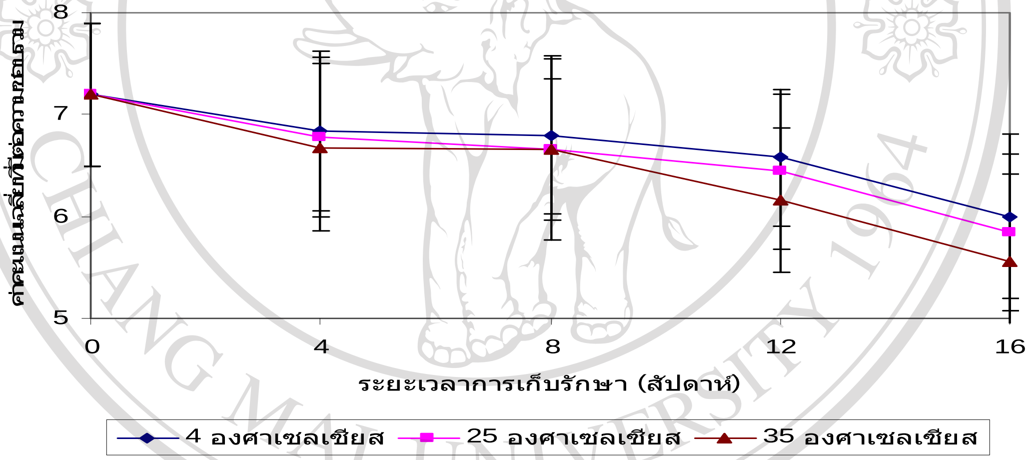
ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนความชอบที่มีต่อความชอบรวมของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะมีค่าคะแนนความชอบมากที่สุดเท่ากับ 6.68$\pm$0.85 ส่วนเนื้อมะม่วงอบแห้งที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 6.58$\pm$0.86 และ 6.45$\pm$0.97 ตามลำดับ อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่าคะแนนความชอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเริ่มต้นเนื้อมะม่วงอบแห้งจะมีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 7.20$\pm$0.70 และค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16 โดยมีค่าคะแนนความชอบลดลงเหลือ 5.80$\pm$0.83 คือจากชอบเล็กน้อยมาเป็นเฉยๆ

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนความชอบที่มีต่อความชอบรวมของเนื้อมะม่วงอบแห้งระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) และเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยคะแนนความชอบที่มีต่อความชอบรวมของเนื้อมะม่วงอบแห้งชุดการทดลองจะได้คะแนนสูงกว่าเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 ($p\leq0.05$)

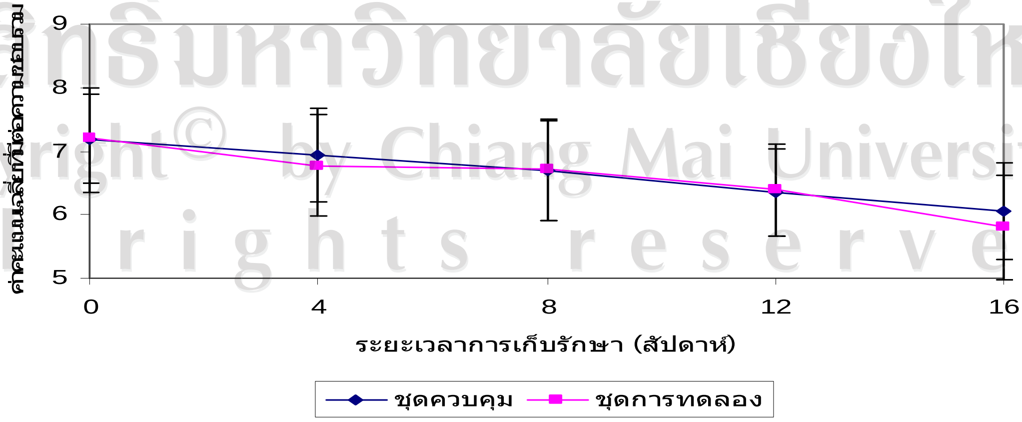
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.73 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อความชอบรวมของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.74 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อความชอบรวมของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นเวลา 16 สัปดาห์



รูปที่ 4.75 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อความชอบรวมของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved