บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการทดสอบการยอมรับวิธีการแช่อิ่มแบบช้าและแบบเร็ว

ผลการทดสอบความพอใจของผู้ทดสอบชิม ที่มีผลต่อเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มแบบช้าและแบบเร็ว ด้วยวิธี paired comparison พบว่าผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 20 คน มีความพอใจในด้านสีและเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งแบบช้าเป็น 20 และ 19 คน และเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งแบบเร็ว 0 และ 1 คน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.1 เมื่อนำผลการทดสอบที่ได้วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ Chi-square พบว่า ผู้ทดสอบชิมมีความพอใจเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง โดยวิธีการแช่อิ่มแบบช้าในด้านสีและเนื้อสัมผัสมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนในด้านรสเปรี้ยว รสหวาน และความชอบรวม ไม่มีความแตกต่างของทั้งสองวิธีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ดังนั้นจึงคัดเลือกวิธีการแช่อิ่มแบบช้าเป็นวิธีการที่จะศึกษาต่อไป

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการยอมรับโดยผู้ทดสอบชิม

ลักษณะของเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง	ความพอใจ	
	แช่อิ่มแบบเร็ว	แช่อิ่มแบบช้า
สี	0	20*
รสหวาน	7	13
รสเปรี้ยว	8	12
เนื้อสัมผัส	1	19*
ความชอบรวม	7	13

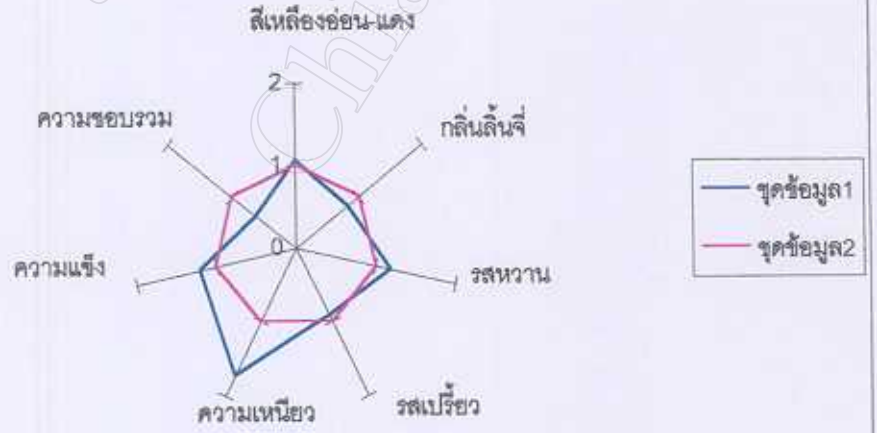
4.2 ผลการศึกษาเพื่อหาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่ผู้ทดสอบชิมต้องการ

การศึกษาเพื่อหาลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่อบแห้ง ได้ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 12 คน ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งแบบช้า ผลการทดสอบชิมรายงานออกมาในรูปของตัวเลขที่เรียกว่า Numerical product profile ดังแสดงในตารางที่ 4.2 หรือแสดงเป็นรูปคล้ายใยแมงมุมซึ่งเรียกว่า Graphical product profile ดังภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งแบบช้าโดยวิธี Ideal Ratio Profile

จำนวน (คน)	Attributes	Numerical product profile				Ratio porfile = I/x		t-test
		Ideal (I)		ลิ้นจี่อบแห้งแบบช้า (x)				
		เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD	
12	สีเหลืองอ่อน-แดง	4.52	1.82	4.82	1.44	1.07	0.37	0.3058
11	กลิ่นลิ้นจี่	6.36	0.99	5.24	1.16	0.82	0.16	-1.0919
12	รสหวาน	5.40	1.39	6.42	1.71	1.19	0.31	0.6045
11	รสเปรี้ยว	4.21	0.91	3.84	1.37	0.91	0.46	-0.1877
11	ความเหนียว	2.58	1.23	4.44	1.31	1.72	0.08	8.9074*
7	ความแข็ง	3.91	1.21	4.70	1.76	1.21	0.55	0.3633
3	ความชอบรวม	10.0	-	6.25	3.75	0.62	-	-

แผนภาพที่ 4.1 ภาพแสดงลักษณะผลิตภัณฑ์



จากภาพที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งด้วยวิธีการแช่อิ่มแบบช้าที่ทำการทดสอบ มีลักษณะในด้านความเหนียวแตกต่างจากค่าในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และลักษณะอื่นๆ ที่พอสังเกตได้และมีค่าด้อยกว่าค่าในอุดมคติเล็กน้อย ได้แก่ กลิ่น รสเปรี้ยวและความชอบรวม ส่วนลักษณะด้านสี รสหวาน และความแข็ง พบว่ามีค่ามากกว่าค่าในอุดมคติ จึงจำเป็นที่จะต้องทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งด้วยกรรมวิธีแช่-อิ่มแบบช้าต่อไป

4.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและการยอมรับของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง

ทำการประเมินคุณภาพของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในด้านความหวาน รสเปรี้ยว สี กลิ่น ความเหนียว ความแข็ง และการยอมรับรวมโดยวิธี Ideal ratio profile ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่า ratio profile ของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง

สิ่งทดลอง	ความหวาน	รสเปรี้ยว	กลิ่น	สี	ความเหนียว	ความแข็ง	การยอมรับรวม
1	1.16	0.82	0.46	1.11	1.47	1.23	0.63
2	1.10	0.58	0.52	1.21	1.20	1.17	0.64
3	1.02	0.80	0.55	1.26	1.26	1.12	0.66
4	0.98	0.60	0.54	0.91	1.13	1.28	0.68
5	1.11	0.65	044	0.97	1.18	1.08	0.69
6	1.11	0.84	0.55	1.07	1.36	1.21	0.77
7	0.99	0.93	0.53	1.01	1.27	1.11	0.71
8	0.95	0.74	0.52	0.88	1.26	1.16	0.73

4.4 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี ของลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งจากการทดลองทั้ง 8 สิ่งทดลอง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4 และ 4.5 ตามลำดับ

4.5 การวิเคราะห์ผลของแต่ละปัจจัยต่อคุณภาพของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง

ผลการคำนวณจากคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมต่อคุณภาพของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเปรียบเทียบกับแต่ละปัจจัยในแผนการทดลอง (ตารางที่ 4.3) ทั้ง 8 สิ่งทดลอง สรุปผลได้ดังในตารางที่ 4.6, 4.7 และ 4.8

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งทั้ง 8 สิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	สี			Water Activity	Shear force
	L	a*	b*	(a_w)	(N)
1	51.17	4.00	12.36	0.57	88.34
2	51.77	3.70	12.23	0.51	95.23
3	51.89	3.93	12.55	0.57	118.04
4	52.18	3.71	12.69	0.43	113.90
5	53.46	3.55	11.97	0.40	95.86
6	53.46	3.65	12.00	0.66	96.59
7	52.24	3.67	12.47	0.59	80.64
8	53.60	3.82	13.93	0.60	89.64

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งทั้ง 8 สิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	Total acidity (%)	Total sugar (%)	Reducing Sugar (%)	ความชื้นก่อนอบ (%)	ความชื้นหลังอบ (%)
1	0.57	56.32	28.60	57.88	21.77
2	0.51	55.46	28.44	59.18	20.05
3	0.75	55.61	28.35	57.52	24.01
4	0.43	54.05	27.68	67.23	20.19
5	0.40	54.74	27.46	61.27	20.07
6	0.66	52.85	28.66	67.03	21.87
7	0.70	53.03	28.47	66.58	24.18
8	0.60	53.40	29.14	68.36	21.99

ตารางที่ 4.6 ผลการคำนวณที่ได้จากผลวิเคราะห์ทางกายภาพ

Factor	Variable Name	L		สถิติ	a*		สถิติ	b*		สถิติ
		Effect	Calculated t		Effect	Calculated t		Effect	Calculated t	
A	Sucrose syrup	-0.797	-3.783	e	0.083	1.486	a	-0.495	-1.849	b
B	NaCl	-1.263	-5.989	e	0.032	0.585		-0.175	-.0654	
C	Citric acid	-0.562	-2.669	d	0.118	2.117	c	-0.360	-1.345	
D	$Na_2S_2O_5$	0.523	2.479	d	-0.223	-4.008	e	-0.715	-2.671	f
E	$CaCl_2$	0.193	0.913		-0.053	-0.946		-0.540	-2.017	c
F	Dummy	-0.057	-0.273		-0.077	-1.396	a	-0.210	-0.784	
G	Dummy	-0.292	-1.388	a	-0.012	-0.225		-0.315	-1.177	
			0.2108			0.0555			0.2677	

ตารางที่ 4.7 ผลการคำนวณที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี

Factor	Variable Name	% Total Acidity		สถิติ	% Total Sugar		สถิติ	% MC ก่อนอบ		สถิติ
		Effect	Calculated t		Effect	Calculated t		Effect	Calculated t	
A	Sucrose syrup	-0.040	-2.263	c	2.200	16.197	e	-8.337	-15.051	e
B	NaCl	-0.050	-2.828	d	0.565	4.160	e	-0.828	-1.494	a
C	Citric acid	0.185	10.465	e	0.040	0.294		-1.758	-3.173	e
D	$Na_2S_2O_5$	-0.020	-1.131		-0.825	-6.074	e	0.767	1.386	
E	$CaCl_2$	-0.125	-7.071	e	0.115	0.847		0.443	0.799	
F	Dummy	-0.015	-0.849		-0.150	-1.104		0.038	0.068	
G	Dummy	0.020	1.131		0.120	0.883		-0.783	-1.413	a
			0.0177			0.1358			0.5539	

Factor	Variable Name	% MC หลังอบ		สถิติ	Shear force (N)		สถิติ	a_w		สถิติ
		Effect	Calculated t		Effect	Calculated t		Effect	Calculated t	
A	Sucrose syrup	-0.583	-0.983		4.175	0.298		-0.058	-0.929	
B	NaCl	-0.438	-0.738		-5.505	-0.393		-0.033	-0.525	
C	Citric acid	2.383	4.019	e	-2.755	-0.196		0.113	1.818	b
D	$Na_2S_2O_5$	-0.447	-0.755		-10.405	-0.742		-0.002	-0.040	
E	$CaCl_2$	-1.583	-2.670	d	2.785	0.199		-0.053	-0.848	
F	Dummy	0.693	1.168		9.660	0.689		-0.088	-1.414	a
G	Dummy	-0.473	-0.797		17.320	1.235		0.002	0.040	
			0.5928			14.0232			0.0619	

Factor	Variable Name	Reducing sugar		สถิติ
		Effect	Calculated t	
A	Sucrose syrup	-0.275	-0.531	
B	NaCl	-0.105	-0.203	
C	Citric acid	0.340	0.656	
D	$Na_2S_2O_5$	-0.185	-0.357	
E	$CaCl_2$	-0.500	-0.965	
F	Dummy	-0.720	-1.390	a
G	Dummy	-0.135	-0.261	
			0.5180	

ตารางที่ 4.8 ผลการคำนวณที่ได้จากข้อมูลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

Factor	Variable Name	ความหวาน		สถิติ	รสเปรี้ยว		สถิติ	กลิ่น		สถิติ
		Effect	Calculated t		Effect	Calculated t		Effect	Calculated t	
A	Sucrose syrup	0.087	2.190		-0.076	-1.193		-0.042	-1.072	
B	NaCl	0.011	0.275		-0.033	-0.518		0.001	0.019	
C	Citric acid	0.035	0.864		0.200	3.133	e	0.019	0.476	
D	$Na_2S_2O_5$	0.048	1.201		0.001	0.024		-0.007	-0.184	
E	$CaCl_2$	0.073	1.827	b	-0.044	-0.683		-0.030	-0.767	
F	Dummy	-0.057	-1.414	a	-0.010	-0.157		0.001	0.019	
G	Dummy	-0.001	-0.013		-0.090	-1.405	a	0.056	1.414	a
		S.E.	0.0400			0.0637			0.0394	

Factor	Variable Name	สี		สถิติ	ความเหนียว		สถิติ	ความแข็ง		สถิติ
		Effect	Calculated t		Effect	Calculated t		Effect	Calculated t	
A	Sucrose syrup	0.166	1.845	b	0.023	0.254		-0.041	-0.899	
B	NaCl	0.013	0.147		0.004	0.039		0.055	1.180	
C	Citric acid	0.124	1.383		0.146	1.606	b	-0.001	-0.032	
D	$Na_2S_2O_5$	0.028	0.314		-0.030	-0.331		-0.053	-1.1148	
E	$CaCl_2$	-0.067	-0.749		0.035	0.386		0.059	1.289	
F	Dummy	-0.033	-0.365		-0.114	-1.258		-0.042	-0.910	
G	Dummy	0.123	1.366		-0.059	-0.646		0.050	1.083	
		S.E.	0.0898			0.0906			0.0462	

Factor	Variable Name	การยอมรับรวม		สถิติ
		Effect	Calculated t	
A	Sucrose syrup	-0.064	-13.816	e
B	NaCl	-0.045	-9.791	e
C	Citric acid	0.011	2.393	d
D	$Na_2S_2O_5$	0.028	6.092	e
E	$CaCl_2$	0.005	1.197	
F	Dummy	-0.006	-1.305	
G	Dummy	-0.002	-0.544	
		S.E.	0.0046	

DEGREE OF FREEDOM = 2

Confidence level (%)	70	75	80	85	90
Significant marks	a	b	c	d	e
t-table	1.386	1.604	1.886	2.282	2.920

ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสและผลการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพพบว่าปัจจัยที่มีระดับนัยสำคัญต่อสิ่งทดลองที่ทำการทดลองดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปัจจัยที่มีระดับนัยสำคัญต่อสิ่งทดลองที่ทำการทดลอง

Attribute	น้ำตาลทราย	เกลือ	กรดซิตริก	$Na_2S_2O_5$	$CaCl_2$
L	-	-	-	+	
a*	+		+	-	
b*	-			-	-
% Total acidity	-	-			-
% Total sugar	+	+	+	-	
% Reducing sugar					
a_w			+		
% ความชื้นก่อนอบ					+
% ความชื้นหลังอบ			+		-
Shear force (N)					
ความหวาน	+				+
รสเปรี้ยว					
กลิ่น			+		
สี	+				
ความเหนียว			+		
ความแข็ง					
ความชอบรวม	-	-	+	+	
Credit total	8	4	8	5	5
Credit +	4	1	7	2	2
Credit -	4	3	1	3	3

จะเห็นได้ว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง คือ ความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสสุดท้ายที่ใช้ และปริมาณกรดซิตริกที่มีอยู่ในส่วนผสม โดยระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสที่ใช้ในการทดลองนี้อยู่ที่ 45 และ 60 องศาบริกซ์ และมีระดับความเข้มข้นของกรดซิตริกที่ 0.2 และ 0.7 % และผลการทดสอบชิมพบว่าผู้ทดสอบชิมให้ระดับอัตราส่วนในค่าเฉลี่ยระดับต่ำที่

ใกล้เคียง 1 มากกว่าค่าเฉลี่ยในระดับสูง ถึงแม้ในระดับที่ความเข้มข้นต่ำพบว่าผู้ทดสอบชิมยังบอกว่ามีรสหวาน การพัฒนาในขั้นต่อไปจึงกำหนดระดับการใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสอยู่ที่ 45 และ 50 องศาบริกซ์ ส่วนกรดซิตริกที่ทำให้เกิดรสชาติเปรี้ยวนั้น พบว่าผู้ทดสอบชิมยังให้คะแนนไม่เข้าใกล้ 1 แม้จะเป็นการใช้ในระดับสูง คือที่ความเข้มข้น 0.7 % จึงทำการศึกษาในขั้นต่อไปคือ 0.7 และ 0.9 %

ส่วนปัจจัยรองต่างๆ ได้ทำการกำหนดค่าที่ควรจะใช้ในการทดลองต่อไป คือ $Na_2S_2O_5$ ที่ความเข้มข้น 0.2 % และ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0.7 % ส่วนเกลือนั้นไม่ใช้เป็นส่วนผสม

4.6 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการแช่อิ่มแบบช้า

ระหว่างการแช่อิ่มได้ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงของค่าองศาบริกซ์ในเนื้อลิ้นจี่และน้ำเชื่อมของทั้ง 6 สิ่งทดลอง ดังในตารางที่ 4.10 และ 4.11

ตารางที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงองศาบริกซ์ของน้ำเชื่อมทั้ง 6 สิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	การเปลี่ยนแปลงองศาบริกซ์ของน้ำเชื่อมในระหว่างการแช่อิ่ม					
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5
1	35	23.75	35.20	43.15	45.15	45.40
2	35	23.85	35.50	42.90	49.20	49.55
3	35	24.80	36.90	42.70	45.80	46.30
4	35	26.45	33.90	43.00	45.50	45.50
5	35	24.40	35.60	42.80	45.30	45.40
6	35	26.10	33.00	42.80	48.25	49.00

ตารางที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลง องศาบริกซ์ของเนื้อลิ้นจี่ทั้ง 6 สิ่งทดลอง

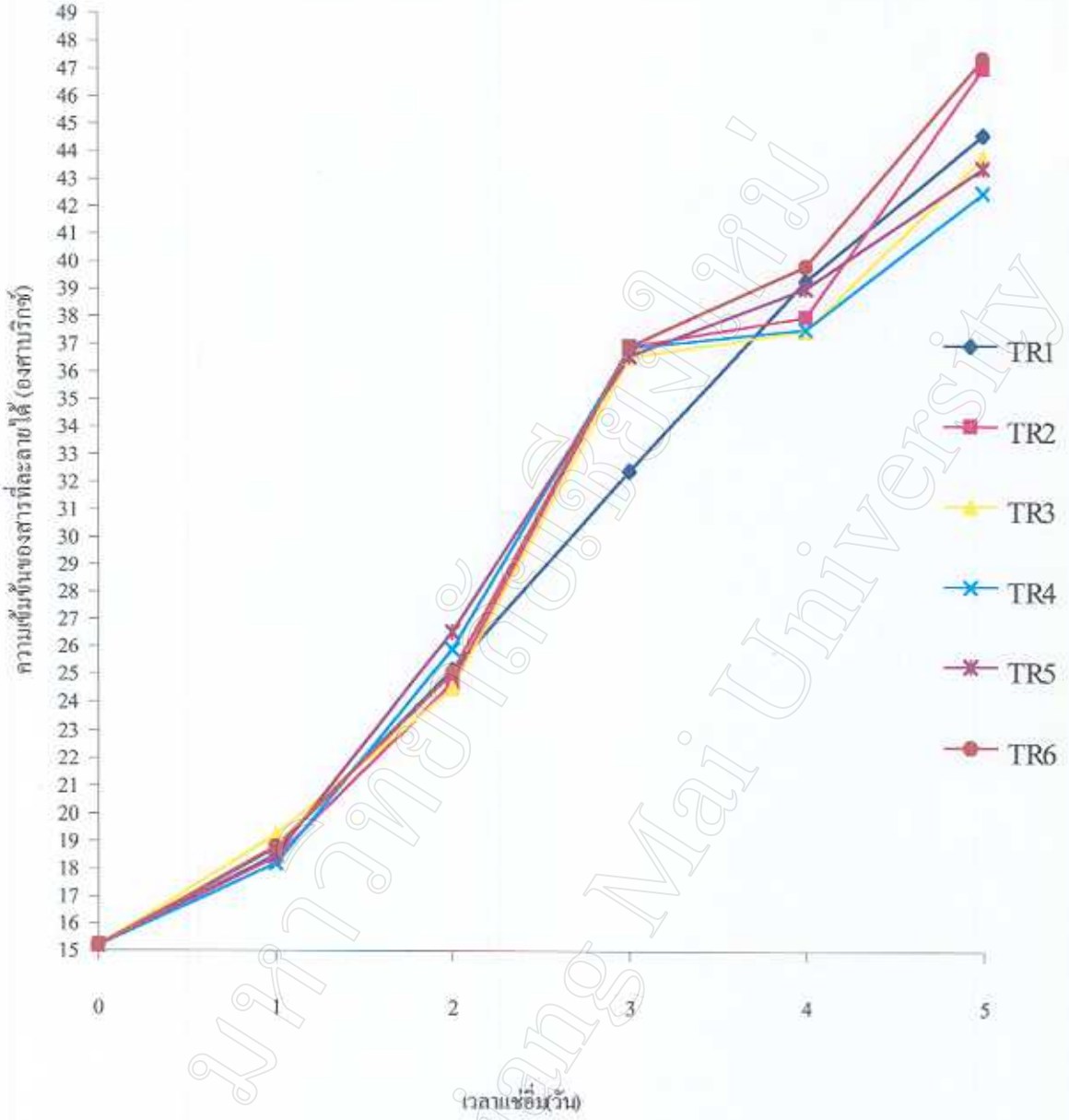
สิ่งทดลอง	การเปลี่ยนแปลงองศาบริกซ์ของน้ำเชื่อมในระหว่างการแช่อิ่ม					
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5
1	15.2	18.75	25.15	32.4	39.25	44.6
2	15.2	18.4	24.7	36.9	37.95	47.0
3	15.2	19.25	24.5	36.5	37.45	43.8
4	15.2	18.2	25.9	36.85	37.5	42.5
5	15.2	18.5	26.55	36.55	39	43.4
6	15.2	18.8	25.05	36.9	39.8	47.35

(องศาบริกซ์ของเนื้อลิ้นจี่สด ($n = 5$) = 15.18 ± 0.5586)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการแช่อิ่มแบบช้าทั้ง 6 สิ่งทดลอง พบว่า ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมลดลงอย่างรวดเร็วในวันแรกของการแช่อิ่ม โดยความเข้มข้นของน้ำเชื่อม ลดลงจากเดิม 35 องศาบริกซ์มาเป็น 23.5-26.5 องศาบริกซ์ ซึ่งเท่ากับมีอัตราการลดลงเท่ากับ 8.5-11.25 องศาบริกซ์ต่อวัน ดังตารางที่ 4.10 หลังจากนั้นความเข้มข้นของน้ำเชื่อมลดช้าลงผันแปรตามระยะเวลาที่แช่ ถึงแม้จะมีการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำเชื่อมในระหว่างการแช่อิ่มก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากในวันแรกนั้นน้ำเชื่อมมีผลต่างของความเข้มข้นมากกว่าเนื้อลิ้นจี่มาก ทำให้มีการออสโมซิสของน้ำออกจากเนื้อลิ้นจี่มาก เป็นเหตุให้น้ำเชื่อมเจือจางลงมาก

ในวันถัดมาถึงแม้มีการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำเชื่อมมากขึ้นกว่าเดิมจาก 35 เป็น 40 องศาบริกซ์ แต่อัตราการลดลงของความหวานของน้ำเชื่อมจะช้าลง คือ จาก 8.5-11.25 องศาบริกซ์ต่อวัน ในวันแรก เหลือเป็น 3.0-7.0 องศาบริกซ์ในวันที่สอง, 1.8-2.3 องศาบริกซ์ในวันที่สาม, -0.3-2 องศาบริกซ์ในวันที่สี่และ -0.4 -1.2 องศาบริกซ์ในวันที่ห้า สำหรับสูตรที่ 1 และสูตรที่ 5 พบว่ามีการออสโมซิสสารที่ละลายได้ของเนื้อลิ้นจี่ออกมาในน้ำเชื่อม เป็นเหตุให้น้ำเชื่อมมีความหวานเพิ่มขึ้นจากเดิม 45 องศาบริกซ์มาเป็น 45.15 และ 45.3 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ถ้าพิจารณาวิธีการปรับความหวานของน้ำเชื่อมสูตรที่ 1 และสูตรที่ 5 เหมือนกัน คือ 35→ 40 →45 →45 องศาบริกซ์ ตามลำดับ และไม่พบในสูตรที่มีการปรับความหวานของน้ำเชื่อมสูงกว่า 45 องศาบริกซ์

ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารที่ละลายได้ของเนื้อลิ้นจี่ระหว่างการแช่อิ่ม พบว่าเนื้อลิ้นจี่มีปริมาณสารที่ละลายได้เพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างช้าๆ ตั้งแต่วันแรกของการแช่อิ่ม ดังตารางที่ 4.11 โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นจากเดิม 15.20 องศาบริกซ์ มาเป็น 18.20-19.25 องศาบริกซ์ ในวันที่หนึ่ง, 24.5-25.9 องศาบริกซ์ในวันที่สอง, 32.4-36.9 องศาบริกซ์ในวันที่สาม, 37.45-39.80 องศาบริกซ์ในวันที่สี่ และ 42.5-47.4 องศาบริกซ์ในวันที่ห้า การที่เนื้อลิ้นจี่มีปริมาณสารที่ละลายได้เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในวันแรกก็เนื่องจากน้ำเชื่อมมีความหวานมากกว่า จึงสามารถดึงน้ำที่อยู่ภายในเนื้อลิ้นจี่ออกไปได้มาก แต่เมื่อน้ำจากเนื้อลิ้นจี่ออกไปในน้ำเชื่อมมาก เป็นเหตุให้น้ำเชื่อมเจือจางลงจนอาจต่ำกว่าความเข้มข้นภายในเนื้อลิ้นจี่ได้ ทำให้เกิดการแพร่กระจายของน้ำเชื่อมเข้าไปในเนื้อลิ้นจี่ จึงเป็นเหตุให้ปริมาณสารที่ละลายได้ของเนื้อลิ้นจี่เพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 4.2 ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมยิ่งสูง อัตราการซึมเข้ายิ่งเพิ่มขึ้นด้วย



รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารที่ละลายได้ในเนื้อลิ้นจี่ระหว่างการแช่อิ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

4.7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการพัฒนาสูตรเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งแบบช้า

ทำการทดสอบชิมด้วยแบบทดสอบ Scaling test โดยที่ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 8 คน ได้ผลการทดสอบดังในตารางที่ 4.12 และ 4.13

จากตารางที่ 4.12 และ 4.13 พบว่า ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทั้งทางกายภาพและทางเคมี คือ เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งสิ่งทดลองที่ 1 มีค่าสี L เท่ากับ 43.56 และค่าสี a* เท่ากับ 2.56 ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดใน 6 สิ่งทดลอง เช่นเดียวกันกับค่าแรงเฉือนที่วัดได้ต่ำสุดเท่ากับ 32.75 นิวตัน มีปริมาณน้ำเท่ากับ 23.12% และ a_w สูงสุดเท่ากับ 0.48 ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าของคะแนนที่ผู้ทดสอบชิมให้สิ่งทดลองที่ 1 สูงสุดในด้านความมันวาว ความแข็ง และกลิ่นลิ้นจี่จะเห็นได้ว่ามีค่าสอดคล้องกัน นอกจากนี้ยังพบว่าค่าของคะแนนที่ผู้ทดสอบชิมให้สิ่งทดลองที่ 4 สูงสุดในด้านความเหนียวเท่ากับ 8.89 ซึ่งตรงกับค่าแรงเฉือนที่วัดได้สูงสุดเท่ากับ 60.52 นิวตัน และคะแนนรสเปรี้ยวสูงสุดในสิ่งทดลองที่ 5 ซึ่งตรงกับค่า %TA สูงสุดเท่ากับ 0.51 อย่างไรก็ตามเมื่อนำผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Scaling มาวิเคราะห์หาความแตกต่างในทางสถิติ พบว่าไม่มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสิ่งทดลองทั้ง 6 จึงได้เปลี่ยนวิธีการทดสอบเป็นวิธี Ranking และทำการทดสอบ 2 ครั้ง โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 24 คน ได้ผลดังตารางที่ 4.14

จากผลการวิเคราะห์โดยใช้ตาราง Rank total ที่จำนวนผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 24 คน 6 สิ่งทดลอง ต้องมีค่าความแตกต่างของค่า rank sum มากกว่า 37 ที่ $p < 0.05$ พบว่าในการทดสอบครั้งที่ 1 เฉพาะด้านสีของผลิตภัณฑ์เท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสิ่งทดลองที่ 3 ผู้ทดสอบชิมมีความพอใจมากที่สุด และสิ่งทดลองที่ 1 ผู้ทดสอบชิมมีความพอใจน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ในการทดสอบครั้งที่ 2 ผลการทดสอบจากผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 24 คน พบว่า ด้านสีและด้านเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งแบบช้ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสิ่งทดลองที่ 3 ผู้ทดสอบชิมมีความพอใจมากที่สุด และสิ่งทดลองที่ 6 ผู้ทดสอบชิมมีความพอใจน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งสิ่งทดลองที่ 1 ได้รับความพอใจมากที่สุดและสิ่งทดลองที่ 6 ได้รับความพอใจน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อนำผลรวมของผลการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง มาพิจารณาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าด้านสีสิ่งทดลองที่ 3 ได้รับความพอใจมากที่สุด และสิ่งทดลองที่ 1 ได้รับความพอใจน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับเนื้อสัมผัส สิ่งทดลองที่ 1 ได้รับความพอใจมากที่สุด

และสิ่งทดลองที่ 3 ได้รับความพอใจน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาในด้านรสชาติและด้านความชอบรวม ถึงแม้จะไม่มีความแตกต่างกันของคะแนนที่ได้ในแต่ละสิ่งทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาค่า rank sum ที่ได้จะเห็นได้ว่าสิ่งทดลองที่ 1 ได้รับความพอใจมากกว่าสูตรอื่นๆ จึงคัดเลือกสิ่งทดลองที่ 1 ใช้ในการศึกษาทดลองต่อไป โดยสิ่งทดลองที่ 1 ประกอบด้วยการปรับความเข้มข้นของน้ำตาลจาก 35 → 40 → 45 → 45 องศาบริกซ์ตามลำดับ ที่มีกรดซิตริก 0.7 % โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.2 % และแคลเซียมคลอไรด์ 0.7 % ใช้เวลาแช่อิ่มทั้งหมด 5 วัน ซึ่งแตกต่างจากวิธีการแช่อิ่มสับปะรดและมะละกอ ที่ให้แช่ในน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 30 องศาบริกซ์และเพิ่มขึ้นครั้งละ 10 องศาบริกซ์จนมีความเข้มข้นสุดท้าย 70 องศาบริกซ์ (Soponronnarit และคณะ 1992, 1993) แต่คล้ายคลึงกับวิธีการแช่อิ่มลำไยย้อมสี ที่ปรับความเข้มข้นสุดท้ายของน้ำเชื่อมเท่ากับ 45 องศาบริกซ์โดยใช้เวลาแช่อิ่มทั้งหมด 5 วัน (รัตนาและอัจฉรา, 2542)

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้รับ

สิ่งทดลอง	สี	ความมันวาว	ความใส	ความแข็ง
1	6.24	7.21	4.75	8.28
2	6.46	6.05	5.51	7.29
3	8.78	7.11	4.90	5.50
4	5.93	6.39	5.26	4.20
5	5.26	6.16	5.73	6.36
6	5.54	5.66	5.49	6.80

ต่อ

สิ่งทดลอง	ความเหนียว	กลิ่นลิ้นจี่	รสเปรี้ยว	รสหวาน	การยอมรับรวม
1	7.10	7.58	4.45	4.43	6.48
2	7.98	6.48	4.09	4.10	7.48
3	7.49	6.96	4.45	5.00	7.09
4	8.89	7.39	4.49	4.69	7.35
5	8.08	7.25	5.08	4.66	7.74
6	7.91	6.21	3.78	4.73	7.58

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของทั้ง 6 สิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	L	a*	b*	a_w	% TA	% TS	Shear force (N)	% SO_2	%MC
1	43.56	2.56^{b}	12.89	0.48^{a}	0.35^{a}	56.77	32.75^{a}	563.83^{a}	23.12
2	45.86	3.09^{b}	14.27	0.47^{ab}	0.37^{a}	51.71	43.87^{ab}	593.50^{ab}	20.97
3	43.67	3.78^{ab}	14.60	0.45^{b}	0.45^{b}	56.29	47.02^{b}	492.28^{c}	22.18
4	43.84	3.62^{ab}	15.46	0.45^{b}	0.38^{a}	55.23	60.52^{c}	450.38^{c}	22.41
5	43.95	5.06^{a}	16.15	0.46^{b}	0.51^{b}	57.27	41.85^{ab}	452.80^{c}	23.21
6	45.93	3.96^{ab}	15.7	0.46^{b}	0.53^{b}	57.64	46.07^{b}	544.30^{b}	22.08

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อสูตรเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งแบบช้า โดยวิธี Ranking test

ลักษณะ	ลำดับความชอบ		
	Rep 1	Rep 2	รวม 2 ซ้ำ
สี	$3^{a}>6^{ab}>5^{ab}>4^{ab}>2^{ab}>1^{c}$	$3^{a}>2^{a}>4^{a}>5^{ab}>1^{ab}>6^{b}$	$3^{a}>4^{ab}=5^{ab}=2^{ab}>6^{b}>1^{b}$
รสชาติ	5 > 6 > 3 > 1 > 2 > 4	1 > 4 > 2 > 3 = 5 > 6	1 = 5 > 3 > 2 = 4 = 6
เนื้อสัมผัส	1 > 2 > 6 > 4 > 5 > 3	$1^{a}>4^{ab}>5^{abc}>2^{bc}>3^{bc}>6^{c}$	$1^{a}>4^{ab}=2^{ab}>5^{bc}>6^{bc}>3^{c}$
ความชอบรวม	1 > 6 > 4 > 3 > 5 > 2	5 > 1 > 4 > 2 > 3 > 6	1 > 5 = 4 > 6 > 3 > 2

หมายเหตุ 1. ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละซ้ำแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05)

2. การทดสอบชิมแบบ Ranking test กำหนดให้ลำดับคะแนน 1 คือลำดับความชอบมากที่สุด และ 6 คือลำดับความชอบน้อยที่สุด

4.8 ผลการศึกษาเปรียบเทียบเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งระหว่างสูตรน้ำตาลอย่างเดียวกับสูตรที่ใช้แบะแซ

ผลการทดลองนำเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งสูตรน้ำตาลอย่างเดียว และสูตรที่ผสมแบะแซมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี ratio scaling โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 16 คน ได้ผลดังตารางที่ 4.15 และผลวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีดังตารางที่ 4.16 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งสูตรน้ำตาลอย่างเดียว ได้คะแนนความพอใจในด้านสี ความใส และความชอบรวมมากกว่าสูตร

ที่ผสมแบะแซอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในด้านความแข็ง ความเหนียว และรสหวาน สูตรน้ำตาลอย่างเดียวได้รับคะแนนมากกว่าสูตรที่ผสมแบะแซเช่นกัน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการทดสอบที่ได้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี ซึ่งพบว่า สูตรที่ใช้น้ำตาลอย่างเดียว มีค่าสี a* และ b* น้อยกว่าสูตรที่ผสมแบะแซ คือ สูตรที่ใช้น้ำตาลอย่างเดียวมีสีน้ำตาลอ่อนกว่าสูตรที่ใช้แบะแซ จึงได้คะแนนสีมากกว่า ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสสูตรที่ใช้น้ำตาลอย่างเดียว มีค่าแรงเฉือนต่ำกว่าและมีค่าความชื้นสูงกว่าสูตรที่ผสมแบะแซ นั่นคือสูตรที่ใช้น้ำตาลอย่างเดียว มีเนื้อสัมผัสนุ่มกว่า (แข็งน้อยกว่า) ทำให้ได้คะแนนความแข็งและความเหนียวมากกว่า ในด้านความหวานสูตรที่ใช้น้ำตาลอย่างเดียว มีค่า % น้ำตาลสูงกว่าสูตรที่ผสมแบะแซอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และมีปริมาณกรดต่ำกว่า

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งระหว่างสูตรที่ใช้น้ำตาลอย่างเดียวกับสูตรที่ผสมแบะแซ

สูตร	สี	ความใส	ความแข็ง	ความเหนียว	กลิ่นลิ้นจี่	รสเปรี้ยว	รสหวาน	การยอมรับรวม
น้ำตาลอย่างเดียว	7.95[a]	8.88[a]	7.997	7.445	4.989	4.724	8.826	8.78[a]
น้ำตาล+แบะแซ	6.23[b]	6.88[b]	7.521	6.819	5.295	5.132	8.478	7.63[b]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี

สูตร	Attribute							
	ความชื้น (%)	a_w	L	a*	b*	Shear force (N)	% TA	% Total sugar
น้ำตาลล้วน	23.395[a]	0.441	42.50	6.55	16.15[a]	41.38	0.67	60.50[a]
น้ำตาล + แบะแซ	19.013[b]	0.395	44.93	7.52	19.12[b]	48.63	0.62	55.58[b]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.9 ผลการศึกษาหาชนิดของสารละลาย อัตราส่วน และระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำเนื้อลิ้นจี่อบแห้งด้วยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชัน

ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการแช่เนื้อลิ้นจี่ในชนิดและอัตราส่วนของสารละลายทั้ง 8 สิ่งทดลอง ได้ผลดังตารางที่ 4.17 และ 4.18

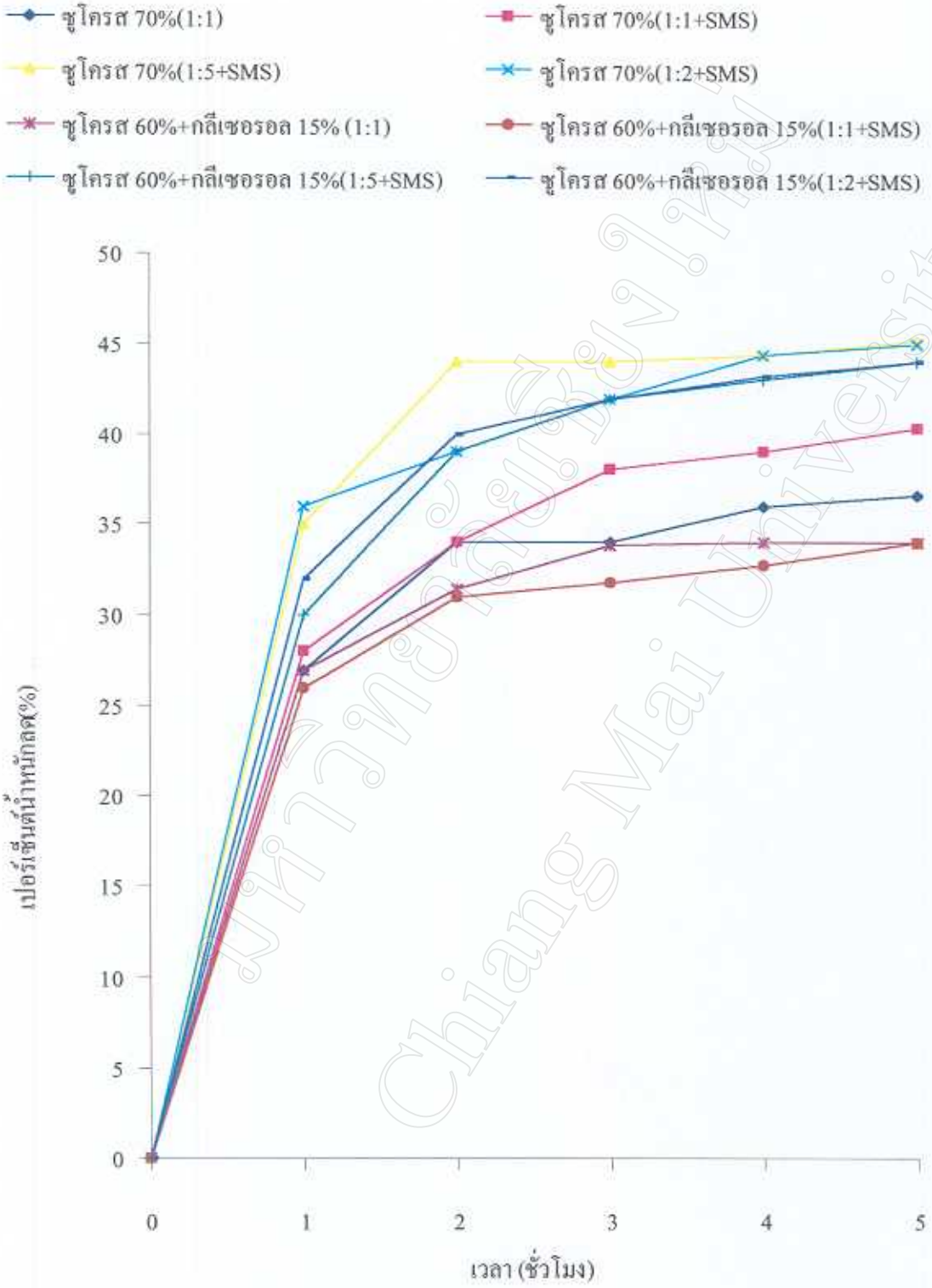
ตารางที่ 4.17 ผลของสารละลายซูโครส 70 % ที่มีต่อลักษณะทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่

In sucrose 70% เนื้อ:น้ำเชื่อม	Time (hr)	Weight (g)	Temp (°C)	Syrup		เนื้อ		Weight loss (g)	Weight reduction (%)	Soluble solid gain (g)
				Brix	a_w	°Brix	a_w			
1 : 1 Control	0	500	70	60	0.822	15.20	0.886	0	0	0
	1	365	40	44.8	0.861	28.65	0.871	135	27.0	28.57
	2	330	35.5	42.7	0.863	32.35	0.873	170	34.0	30.76
	3	330	31	41.2	0.865	32.95	0.868	170	34.0	32.74
	4	320	32	40.6	0.872	33.40	0.865	180	36.0	30.88
	5	317	30	40.4	0.872	34.50	0.867	183	36.6	33.37
1 : 1 +0.4% SMS	0	500	68	62.5	0.821	15.20	0.886	0	0	0
	1	360	41	45.0	0.862	27.50	0.877	140	28.0	23.09
	2	330	36	42.9	0.867	32.40	0.874	170	34.0	30.92
	3	310	31	41.0	0.867	35.40	0.865	190	38.0	33.74
	4	305	30	40.6	0.865	35.60	0.864	195	39.0	32.58
	5	298	29	40.2	0.871	36.00	0.860	202	40.4	31.28
1 : 1.5 +0.4% SMS	0	500	69	63.0	0.805	15.2	0.886	0	0	0
	1	325	47	51.0	0.856	30.5	0.868	175	35.0	23.13
	2	280	37	48.5	0.861	39.1	0.856	220	44.0	33.48
	3	280	34	47.8	0.860	39.4	0.856	220	44.0	34.32
	4	278	31	47.2	0.861	39.5	0.855	222	44.4	33.81
	5	274	29.5	46.9	0.863	40.0	0.850	226	45.2	33.60
1 : 2 +0.4% SMS	0	500	68	63.0	0.791	15.2	0.886	0	0.0	0
	1	320	46	52.35	0.846	31.1	0.862	180	36.0	23.52
	2	305	38	50.3	0.848	34.07	0.867	195	39.0	27.91
	3	290	33	49.4	0.854	40.8	0.86	210	42.0	42.32
	4	278	32	49.2	0.855	44.7	0.843	222	44.4	48.27
	5	275	31	48.6	0.859	46.2	0.837	225	45.0	51.05

ตารางที่ 4.18 ผลของสารละลายผสมระหว่างน้ำตาลซูโครส 60 % กับกลีเซอรอล 15 % ที่มีต่อลักษณะทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่

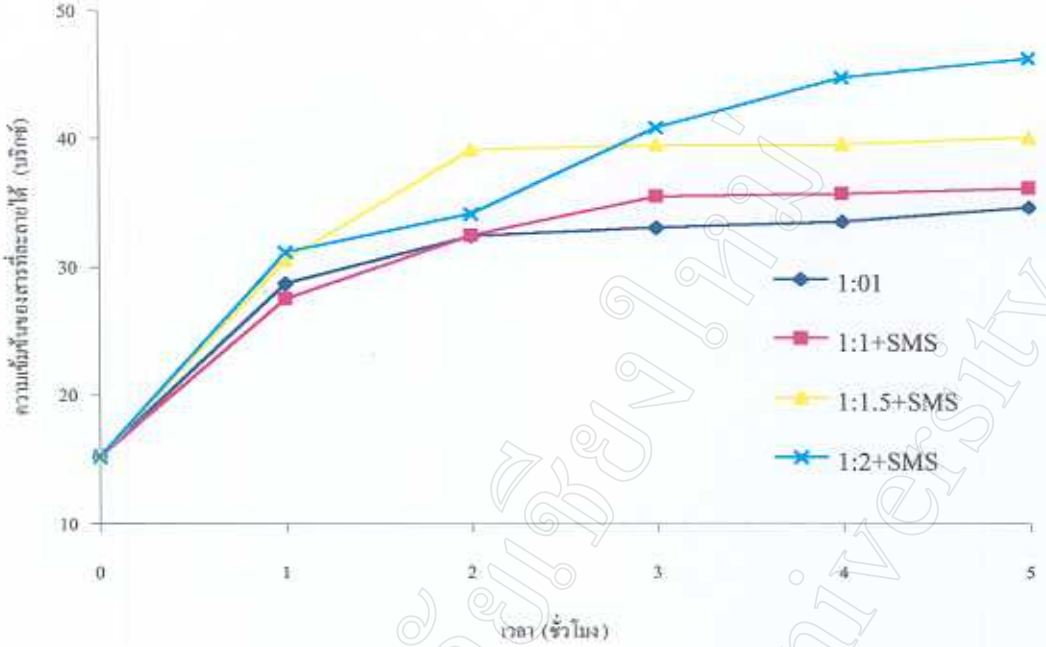
S 60 % : G 15 %	Time	Weight	Temp	Syrup		เนื้อ		Weight	Weight	Soluble solid
เนื้อ : น้ำเชื่อม	(hr)	(g)	(°C)	°Brix	a_w	°Brix	a_w	loss (g)	reduction (%)	gain (g)
1 : 1 Control	0	500	70	60.2	0.788	15.80	0.892	0	0	0
	1	365	43	45.6	0.837	30.00	0.878	135	27.0	30.50
	2	343	34.5	43	0.842	32.75	0.875	157	31.4	33.33
	3	331	31.5	41.7	0.859	32.40	0.872	169	33.8	28.24
	4	330	30	40.7	0.868	33.57	0.870	170	34.0	31.78
	5	330	29	40.2	0.872	35.02	0.861	170	34.0	36.57
1 : 1 + 0.4% SMS	0	500	71	61.7	0.772	15.80	0.892	0	0.0	0
	1	370	45	43.9	0.843	30.00	0.876	130	26.0	32.00
	2	345	35.5	41.9	0.853	32.20	0.867	155	31.0	32.09
	3	341	31.5	41.3	0.86	35.35	0.857	159	31.8	41.54
	4	336	30	40	0.872	35.40	0.855	164	32.8	39.94
	5	330	29	39.8	0.871	36.00	0.853	170	34.0	39.80
1 : 1.5 + 0.4% SMS	0	500	71	63	0.754	15.80	0.886	0	0.0	0
	1	350	44	48.7	0.828	30.40	0.875	150	30.0	27.40
	2	305	35	46.8	0.846	36.88	0.854	195	39.0	33.48
	3	290	31	45.8	0.841	38.75	0.852	210	42.0	33.38
	4	285	30	45.5	0.842	41.52	0.845	215	43.0	39.33
	5	280	30	45.4	0.844	41.9	0.851	220	44.0	38.32
1 : 2 + 0.4% SMS	0	500	70	63.8	0.750	15.8	0.886	0	0.0	0
	1	340	45	52.6	0.849	30.9	0.867	160	32.0	26.06
	2	300	36	50.6	0.852	41.0	0.858	200	40.0	44.00
	3	290	31.5	50.1	0.878	42.9	0.852	210	42.0	45.27
	4	284	30	49.9	0.856	43.7	0.839	216	43.2	45.11
	5	280	29.5	49.7	0.857	44.3	0.848	220	44.0	45.04

และเมื่อนำค่าจากตารางมาพล็อตกราฟระหว่าง % น้ำหนักที่ลดลงกับระยะเวลาจะได้กราฟดังรูปที่ 4.3

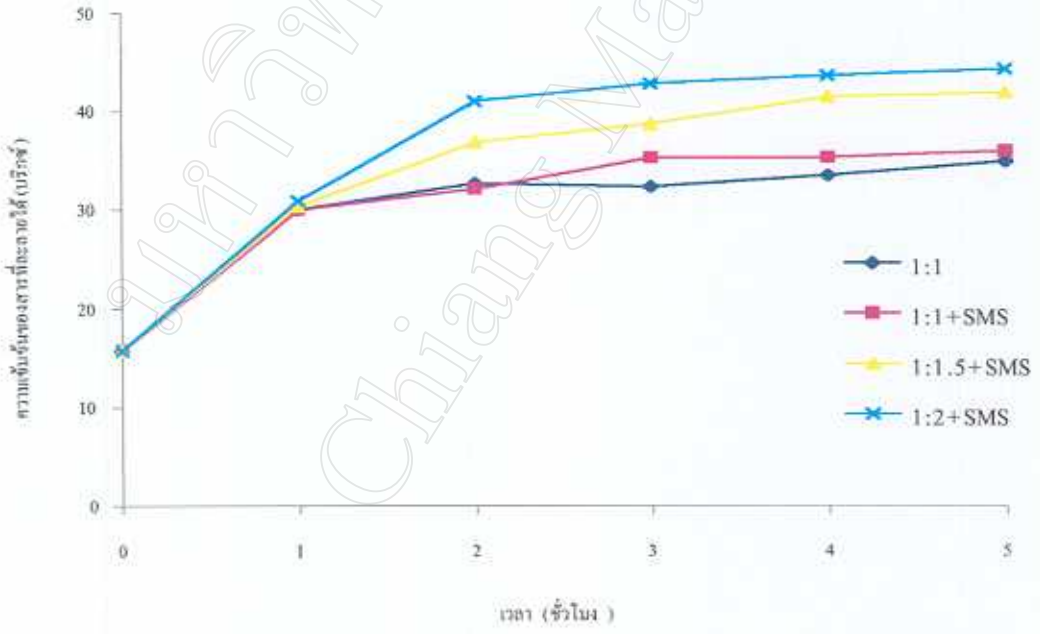


รูปที่ 4.3 อัตราส่วนของเนื้อลิ้นจี่ต่อน้ำเชื่อมที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลดของเนื้อลิ้นจี่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

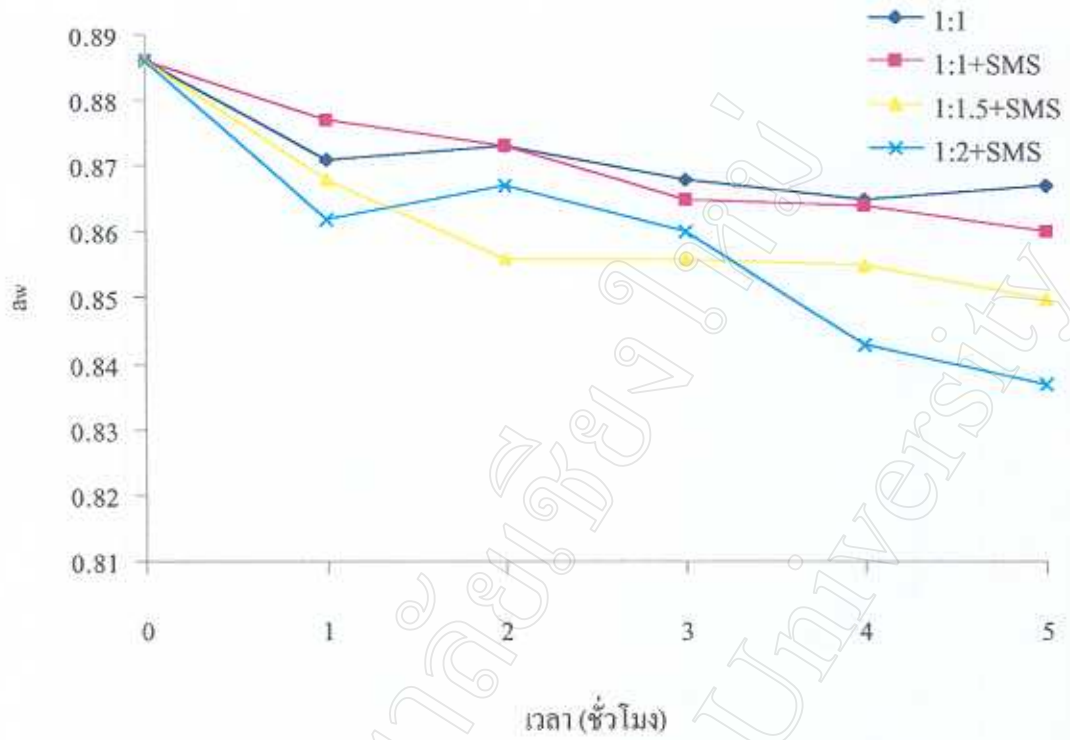


รูปที่ 4.4 อัตราส่วนผลไม้ต่อน้ำเชื่อมที่มีผลต่อความเข้มข้นของสารละลายในเนื้อลิ้นจี่ (ซูโครส 70%)

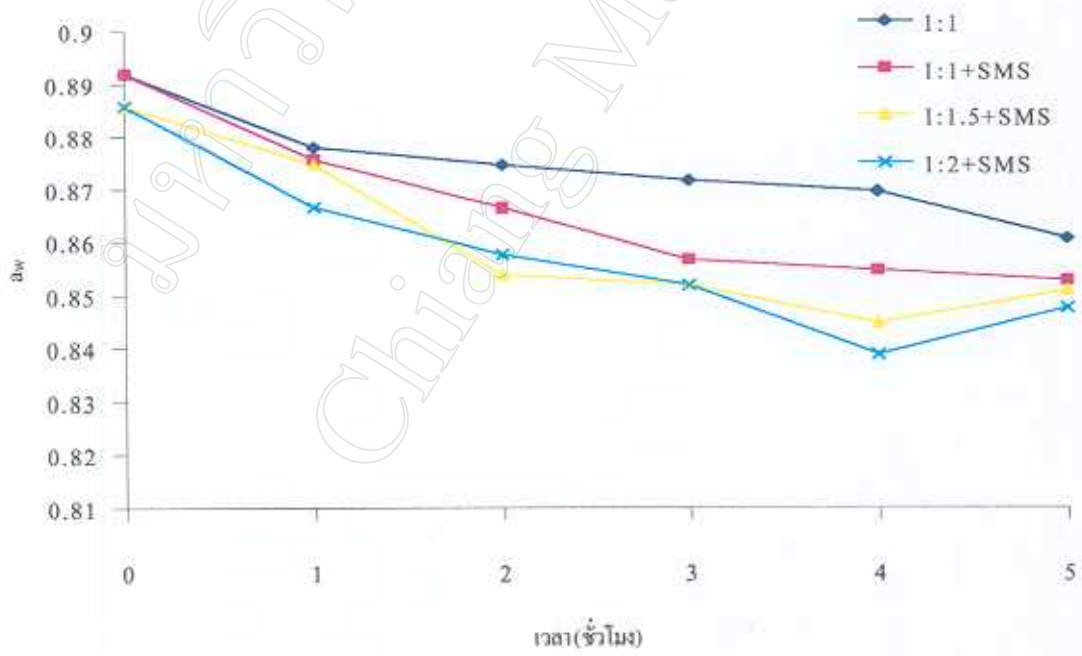


รูปที่ 4.5 อัตราส่วนผลไม้ต่อสารละลายที่มีต่อความเข้มข้นของสารที่ละลายได้ในเนื้อลิ้นจี่
(ซูโครส 60 % + กลีเซอรอล 15 %)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 4.6 อัตราส่วนผลไม้ต่อน้ำเชื่อมที่มีต่อ a_w ของเนื้อลิ้นจี่ (น้ำเชื่อม 70%)



รูปที่ 4.7 อัตราส่วนผลไม้ต่อสารละลายที่มีต่อ a_w ของเนื้อลิ้นจี่ (ซูโครส 60% + กลีเซอรอล 15%)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ผลการศึกษาชนิดของสารละลาย อัตราส่วนของเนื้อลิ้นจี่ต่อสารละลาย และระยะเวลาที่ใช้ในการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน พบว่าการเติมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.4 % ในสารละลายมีผลทำให้สารละลายมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจากเดิม 60 องศาบริกซ์ เป็น 62-63 องศาบริกซ์ ดังตารางที่ 4.17 และ 4.18 ซึ่งความเข้มข้นดังกล่าวส่งผลให้ค่าปริมาณสารละลายที่ละลายได้ในเนื้อลิ้นจี่ %น้ำหนักสด และค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายซูโครส 70 % ที่ไม่เติมสารโซเดียมเมตาไบ-ซัลไฟต์ที่มีค่าต่ำกว่าที่เติมสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า % น้ำหนักที่ลดลงของสารละลายซูโครส 70 % มีค่ามากกว่าสารละลายซูโครส 60 % ที่มีกลีเซอรอล 15 % ในทุกอัตราส่วนของเนื้อลิ้นจี่ : สารละลาย และที่อัตราส่วนของเนื้อลิ้นจี่ : สารละลาย 1 : 2 มี % น้ำหนักที่ลดลงเท่ากับหรือใกล้เคียงกับที่ 1 : 1.5 และแตกต่างมากกว่า 1 : 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลง % น้ำหนักที่ลดลงกับระยะเวลาที่แช่จะเห็นได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลง % น้ำหนักที่ลดลงอย่างมากในชั่วโมงแรกของการแช่ จากนั้นการเปลี่ยนแปลงจะช้าลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาแช่ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนในชั่วโมงที่ 4 และที่ 5 มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ดังตารางที่ 4.17 และ 4.18

จากรูปที่ 4.4 และ 4.5 จะเห็นได้ว่า เนื้อลิ้นจี่มีการดูดซึมสารที่ละลายได้จากสารละลายเข้าไปทำให้ปริมาณสารที่ละลายได้ในเนื้อลิ้นจี่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมากใน 3 ชั่วโมงแรกของการแช่ จากนั้นการดูดซึมสารที่ละลายได้ของเนื้อลิ้นจี่ช้าลงตามระยะเวลาแช่ที่เพิ่มขึ้น และที่อัตราส่วนลิ้นจี่ : สารละลายที่สูงกว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณสารที่ละลายได้เพิ่มขึ้นมากกว่าที่อัตราส่วนลิ้นจี่ : สารละลายที่ต่ำกว่า ซึ่งจะเห็นได้จากเมื่อสิ้นสุดกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน (5 ชั่วโมง) ปริมาณสารที่ละลายได้ที่อัตราส่วนของเนื้อลิ้นจี่ : สารละลาย 1 : 2 > 1 : 1.5 > 1 : 1 ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปริมาณสารที่ละลายได้ที่เพิ่มขึ้นระหว่างสารละลายซูโครส 70 % กับสารละลายซูโครส 60 % + กลีเซอรอล 15 %

จากรูปที่ 4.6, 4.7 และตารางที่ 4.17, 4.18 จะเห็นได้ว่า ค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่ และค่า a_w สาร-ละลายมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาแช่ที่เพิ่มขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ทั้งของเนื้อลิ้นจี่และสาร-ละลายเกิดขึ้นมากใน 2 ชั่วโมงแรก จากนั้นการเปลี่ยนแปลงจะช้าลง ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนที่อัตราส่วนของเนื้อลิ้นจี่ : สารละลาย 1 : 1 และ 1 : 1.5 แต่ที่อัตราส่วน 1 : 2 ยังมีการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ทั้งของเนื้อลิ้นจี่และสารละลายมากกว่าที่อัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5

ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ในแต่ละช่วงของเวลาแช่ พบว่าที่อัตราส่วนของเนื้อลิ้นจี่ : สารละลาย 1 : 1 + SMS ในชั่วโมงที่ 3 และ 4 มีค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่และค่า a_w ของสารละลายซูโครส 70 % ใกล้เคียงกันมาก คือค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่ 0.865 และ 0.864 ขณะที่ค่า a_w ของสารละลาย 0.867 และ 0.865 ตามลำดับโดยปริมาณสารที่ละลายได้ของเนื้อลิ้นจี่มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 35.4 และ

35.6 เช่นเดียวกับปริมาณสารที่ละลายได้ของสารละลายมีค่าเท่ากับ 41.0 และ 40.6 ตามลำดับ ขณะที่อัตราส่วนของเนื้อลิ้นจี่ : สารละลายอัตราส่วนอื่นๆ นั้นไม่พบว่ามีค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่ และค่า a_w ของสารละลายใกล้เคียงกัน ถึงแม้จะมีความแตกต่างของปริมาณสารที่ละลายได้ระหว่างช่วงเวลาน้อยมากก็ตาม

ผลการศึกษาอัตราส่วนของเนื้อลิ้นจี่ : สารละลายและระยะเวลาแช่ พบว่าการใช้อัตราส่วนของเนื้อลิ้นจี่ : สารละลายที่สูง (1 : 1.5 และ 1 : 2) ให้ % น้ำหนักที่ลดลงสูงกว่าอัตราส่วนอื่นๆ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ Ponting *et al.* (1966) ที่พบว่าอัตราส่วนแอปเปิล : สารละลาย 1 : 2 ให้ % น้ำหนักที่ลดลงสูงกว่าอัตราส่วน 1 : 1 และ 1 : 4 เช่นเดียวกับ Bongirwar and Sreenivasan (1997) ที่พบว่าอัตราส่วนกล้วย : สารละลาย 1 : 2 ให้อัตราการสูญเสียน้ำได้ดีกว่าอัตราส่วน 1 : 1 และ 1 : 3 สำหรับการเปลี่ยนแปลง % น้ำหนักลดในแต่ละช่วงเวลาของการแช่ พบว่าการเปลี่ยนแปลง %น้ำหนักลดในทุกอัตราส่วน : สารละลายจะเกิดขึ้นอย่างมากเฉพาะชั่วโมงแรกของการแช่เท่านั้น หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงจะช้าลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในชั่วโมงที่ 4 ถึงชั่วโมงที่ 5 มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Rahman (1995) ที่พบว่าอัตราการสูญเสียน้ำออกจากวัตถุดิบและน้ำหนักที่ลดลงเกิดขึ้นสูงเฉพาะในช่วงต้นๆ ของการทำออสโมติกดีไฮเดรชันเท่านั้น หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไปอัตราการสูญเสียน้ำจะช้าลง

การที่อัตราการสูญเสียน้ำลดลงอาจเนื่องจากในช่วงต้นสารละลายถูกทำให้เจือจางอย่างรวดเร็ว ทำให้แรงถ่ายเทมวลสารลดน้อยลง ประกอบกับความเข้มข้นของสารละลายซูโครส 70 % จะให้ค่าการสูญเสียน้ำและน้ำหนักที่ลดลงน้อยกว่าการแช่ในสารละลายซูโครส 50 % และ 60 % สาเหตุอาจเกิดจากในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงๆ เร่งให้เกิดชั้นของน้ำตาลรอบๆ ชิ้นผลไม้อย่างรวดเร็ว ทำให้แรงดันสำหรับการไหลของน้ำลดลง (Lazarides, 1994 และ Rahman, 1995) Waloszewseski *et al.* (1996) ได้ทดลองการทำออสโมติกดีไฮเดรชันชิ้นมะละกอในสารละลายซูโครส 50-70 องศาบริกซ์ พีเอช 6-8 อุณหภูมิ 50-70 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่อนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 0.5-1.5 เมตรต่อวินาที พบว่าความเข้มข้นของน้ำตาลและค่าพีเอชไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้

4.10 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันทั้ง 4 อัตราส่วนในสารละลาย 2 ชนิด

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส และผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันในสารละลายซูโครส 70% และในสารละลายซูโครส 60% ที่มีกลีเซอรอล 15 % ดังในตารางที่ 4.19 และ 4.20

จากตารางที่ 4.19 จะเห็นได้ว่าเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชันในสารละลายซูโครส 70 % ที่อัตราส่วนเนื้อลิ้นจี่ : สารละลาย 1:1, 1:1 + SMS; 1:1.5 + SMS และ 1:2 + SMS มีค่า ideal ratio สูงกว่าเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชันในสารละลายซูโครส 60 % ที่มีกลีเซอรอล 15 % ทั้งในด้านความหวาน รสเปรี้ยว กลิ่นลิ้นจี่ สี ความเหนียว ความแข็งและการยอมรับรวม ยกเว้นที่อัตราส่วนเนื้อลิ้นจี่ : สารละลาย 1:2 + SMS เฉพาะด้านความหวาน รสเปรี้ยว และการยอมรับรวม ที่มีค่า ideal ratio ต่ำกว่า

จากตารางที่ 4.20 พบว่าเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชันแบบไม่เติมสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์จะให้ค่าสี L ต่ำกว่า และค่าสี a* สูงกว่าเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่มีการเติมสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ไม่เติมสารมีสีเหลืองอมน้ำตาลมากกว่า และเมื่อเปรียบเทียบค่าสี a* ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชันในสารละลายซูโครส 70 % กับสารละลายซูโครส 60 % ที่มีกลีเซอรอล 15 % พบว่าสารละลายซูโครส 70 % ให้ค่าสี a* มากกว่าในทุกอัตราส่วนของเนื้อลิ้นจี่ : สารละลาย โดยมีสีเหลืองอมน้ำตาลเข้มกว่า แต่เป็นสีที่ผู้บริโภคมีความพอใจมากกว่า ซึ่งตรงกับค่า ideal ratio และสอดคล้องกับการทดลองของ Soleha และคณะ (1991) ที่พบว่าการใช้กลีเซอรอล 15-20% ผสมกับสารละลายน้ำตาล 60 % ทำให้มะละกออบแห้งมีสีแดงสดมากกว่าที่ไม่เติมกลีเซอรอล

ในด้าน % ความชื้น ถ้าพิจารณา % ความชื้นของเนื้อลิ้นจี่ที่ได้ภายหลังการทำออสโมติกดีไฮเดรชันก่อนนำไปอบแห้ง จะเห็นได้ว่าการแช่ในสารละลายซูโครส 70 % สามารถดึงน้ำออกจากเนื้อลิ้นจี่ได้มากกว่า เป็นเหตุให้เนื้อลิ้นจี่มี % ความชื้นเหลืออยู่ต่ำกว่าการแช่ในสารละลายซูโครส 60 % ที่มีกลีเซอรอล 15 % และพบว่าอัตราส่วนเนื้อลิ้นจี่ : สารละลายสูงสามารถดึงน้ำออกได้มากกว่าที่มีอัตราส่วนเนื้อลิ้นจี่ : สารละลายต่ำ ถ้าพิจารณา % ความชื้นของเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง กับค่า ideal ratio ในด้านความแข็ง จะเห็นได้ว่าค่า ideal ratio ในด้านความแข็งแปรผกผันกับ % ความชื้นของเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง กล่าวคือ เนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่มี % ความชื้นต่ำจะมีค่า ideal ratio สูง จากผลการทดลอง พบว่าเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ได้มีค่า ideal ratio สูงสุด คือ 1.049 รองลงมา คือ 1.005, 0.931, 0.913, 0.910, 0.851, 0.823 และ 0.785 ซึ่งมีค่า % ความชื้นเท่ากับ 29.85, 28.94, 30.11, 31.36, 31.46, 31.77, 31.67 และ 32.41 ตามลำดับ

สำหรับค่า a_w พบว่า เนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชันในสารละลายซูโครส 70 % มีค่า a_w สูงกว่าในสารละลายซูโครส 60 % ที่มีกลีเซอรอล 15 % ทั้งที่มีค่าความชื้นต่ำกว่า ทั้งนี้เพราะกลีเซอรอลเป็นตัวทำให้ค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งต่ำกว่า และให้ค่าปริมาณความชื้นที่สูงกว่า (Soleha และคณะ, 1991)

จากผลการศึกษาเพื่อหาชนิดของสารละลาย อัตราส่วนเนื้อลิ้นจี่ : สารละลาย และระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน เมื่อพิจารณาผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสและผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน สรุปได้ว่าสารละลายซูโครส 70 % ที่มีการเติมสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.4% จะให้ % น้ำหนักที่ลดลง อัตราการสูญเสียน้ำและผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับมากกว่าการใช้สารละลายซูโครส 60 % ที่มีกลีเซลรอล 15 % และเติมสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.4 %

ตารางที่ 4.19 ค่า Ideal ratio profile ของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน

	ค่า Ideal ratio profile						
สิ่งทดลอง	ความหวาน	รสเปรี้ยว	กลิ่นลิ้นจี่	สี	ความเหนียว	ความแข็ง	การยอมรับรวม
1	1.011	0.962	0.767	1.100	1.092	0.910	0.783
2	1.111	0.936	0.748	0.878	1.208	1.049	0.800
3	1.152	0.829	0.798	0.927	1.131	0.931	0.788
4	1.065	0.786	0.753	0.989	1.350	1.005	0.729
5	1.072	0.879	0.780	1.211	1.338	0.851	0.777
6	1.059	0.795	0.739	0.816	1.127	0.913	0.762
7	1.057	0.950	0.775	0.764	1.112	0.785	0.748
8	1.120	0.821	0.708	0.756	1.135	0.823	0.764

หมายเหตุ : สิ่งทดลอง 1-4 แช่ในสารละลายซูโครส 70% และ 5-8 แช่ในสารละลายซูโครส 60 %+กลีเซอรอล 15%
สิ่งทดลอง 1, 5 = 1:1, สิ่งทดลอง 2, 6 = 1:1 + SMS; สิ่งทดลอง 3, 7 = 1:1.5 + SMS ;
สิ่งทดลอง 4, 8 = 1:2 + SMS

ตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ได้ทั้ง 8 สิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	L	a*	b*	SO_2	a_w	% ความชื้นหลังอบ	% ความชื้นก่อนอบ	%TA	%TS	Shear force(N)
1	50.37	3.64	12.21	0.0	0.38	31.46	72.49	0.96	41.24	59.39
2	53.07	2.50	13.14	718.0	0.37	29.85	63.25	0.52	53.93	44.63
3	52.94	2.64	13.33	969.8	0.37	30.11	60.96	0.61	59.49	60.87
4	53.29	1.74	12.15	1189.8	0.37	28.94	58.82	0.54	46.76	48.80
5	50.28	3.57	11.95	0.0	0.34	31.77	71.53	0.54	41.16	48.34
6	52.10	2.18	12.17	640.3	0.33	31.36	70.95	0.55	44.95	49.73
7	53.91	1.72	12.44	1115.0	0.34	32.41	63.78	0.31	49.54	54.00
8	53.80	2.37	12.52	1116.7	0.34	31.67	59.78	0.58	47.2	43.06

หมายเหตุ : สิ่งทดลอง 1-4 แช่ในสารละลายซูโครส 70% และ 5-8 แช่ในสารละลายซูโครส 60 %+กลีเซอรอล 15%
สิ่งทดลอง 1, 5 = 1:1, สิ่งทดลอง 2, 6 = 1:1 + SMS; สิ่งทดลอง 3, 7 = 1:1.5 + SMS ;
สิ่งทดลอง 4, 8 = 1:2 + SMS

สำหรับอัตราส่วนเนื้อลิ้นจี่ : สารละลาย พบว่าอัตราส่วน 1:2 ของสารละลายซูโครส 70 % และอัตราส่วน 1:1.5 มี % น้ำหนักที่ลดลงใกล้เคียงกันมาก แต่ปริมาณของสารที่ละลายได้ในเนื้อลิ้นจี่ที่อัตราส่วน 1:2 มีมากกว่า ทำให้ % ความชื้นที่เหลืออยู่ในเนื้อลิ้นจี่ก่อนอบจากอัตราส่วน 1:2 เหลืออยู่ 58.82 % ขณะที่อัตราส่วน 1:1.5 เหลืออยู่ 60.96 % ในด้านความพอใจ พบว่าเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากอัตราส่วน 1:1.5 ได้รับความพอใจในด้านความหวาน รสเปรี้ยว กลิ่นลิ้นจี่ การยอมรับ และความเหนียวมากกว่าอัตราส่วน 1:2 ยกเว้นความพอใจในด้านสีและความแข็งจะน้อยกว่า ส่วนในด้านต้นทุนการผลิตการเลือกใช้อัตราส่วน 1:1.5 ย่อมมีราคาต้นทุนต่ำกว่าการใช้อัตราส่วน 1:2

สำหรับระยะเวลาการแช่จะเห็นได้ว่าการแช่ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 ขึ้นไปจนถึงชั่วโมงที่ 5 นั้น มีการเปลี่ยนแปลง % น้ำหนักที่ลดลงน้อยมาก และการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารที่ละลายได้ในเนื้อลิ้นจี่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเช่นกัน ยกเว้นอัตราส่วน 1:2 เท่านั้นที่ยังมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารที่ละลายได้ในเนื้อลิ้นจี่มาก ถ้าพิจารณาค่า a_w ทั้งของเนื้อลิ้นจี่และสารละลาย จะเห็นได้ว่ามีค่าค่อนข้างคงที่หรือใกล้เคียงกันระหว่างแต่ละชั่วโมง ประกอบกับการแช่ในสารละลายนานๆ มีผลทำให้กลิ่นลิ้นจี่จางลง ดังนั้นจึงเลือกใช้ระยะเวลาแช่นาน 3-4 ชั่วโมง

4.11 ผลการศึกษาเพื่อหาวิธีการอบเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มที่เหมาะสม

การนำเนื้อลิ้นจี่ที่ผ่านการแช่อิ่มด้วยสารละลายน้ำตาลอย่างเดียว และปรับความหวานสุดท้ายเท่ากับ 45 องศาบริกซ์ มาทดลองอบแห้งโดยใช้สภาวะการอบแห้ง 2 สภาวะ คือ

แบบที่ 1 อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมงลดลงเหลืออุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส อบนาน 6 ชั่วโมง และลดลงเหลืออุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อบนาน 6 ชั่วโมง

แบบที่ 2 อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส คงที่ตลอดระยะเวลา 26 ชั่วโมงติดต่อกัน

ระหว่างการอบแห้งทำการชั่งน้ำหนักคงเหลือของเนื้อลิ้นจี่ทุกๆ 2 ชั่วโมง ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการอบแห้ง ได้ผลดังในตารางที่ 4.21 และเมื่อนำค่าน้ำหนักที่ได้มาหาความสัมพันธ์กับเวลาและความสัมพันธ์ของอัตราการทำแห้งกับเวลา ได้ผลดังรูปที่ 4.8 และ 4.9 เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่ได้ทั้ง 2 รูปแบบของการอบแห้งถูกนำมาวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีได้ผลดังในตารางที่ 4.22

เมื่อพิจารณาวิธีการอบแห้งรูปแบบที่ 1 จะเห็นได้ว่า ตั้งแต่เริ่มต้นทำการอบแห้งจนครบ 4 ชั่วโมงแรกของการอบมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อลิ้นจี่ยังเปียกอยู่ น้ำที่อยู่บริเวณผิวนอกของเนื้อลิ้นจี่อยู่ในรูปน้ำอิสระ (unbound) จึงสามารถระเหยออกไปได้อย่างรวดเร็ว ประกอบกับอุณหภูมิที่ใช้สูงคือที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมงแรกและที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมงถัดมา หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักช้าลงและเริ่มคงที่เมื่ออบแห้งครบ 12 ชั่วโมงและคงที่เมื่อครบ 14 ชั่วโมง และลักษณะการเปลี่ยนแปลงทั้งน้ำหนักและอัตราการทำแห้งค่อนข้างสม่ำเสมอ

สำหรับวิธีการอบแห้งรูปแบบที่ 2 จะเห็นได้ว่า ตั้งแต่เริ่มต้นทำการอบในช่วง 4 ชั่วโมงแรกของการอบมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักมากเช่นกัน แต่อัตราการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่ารูปแบบที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องจากรูปแบบที่ 2 อุณหภูมิที่ใช้อบ คือ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าแบบที่ 1 ทำให้อัตราการระเหยน้ำออกไปได้ช้ากว่า จึงต้องใช้เวลาในการอบนาน ถ้าพิจารณาอัตราการทำแห้งจะเห็นได้ว่ามีค่าผันแปรมากโดยเฉพาะเมื่อทำการอบไปแล้ว 8 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.21 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มกับเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง (กรัม)						อัตราการทำแห้ง (กรัม/ชั่วโมง)					
	สภาวะการอบแห้งแบบที่ 1			สภาวะการอบแห้งแบบที่ 2			สภาวะการอบแห้งแบบที่ 1			สภาวะการอบแห้งแบบที่ 2		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
0	2750	2790	2710	2320	2320	2300	-	-	-	-	-	-
2	2500	2500	2460	2200	2200	2170	0.125	0.145	0.125	0.060	0.060	0.065
4	2400	2380	2380	2150	2170	2130	0.050	0.060	0.040	0.025	0.015	0.020
6	2370	2340	2330	2140	2160	2100	0.015	0.020	0.025	0.005	0.005	0.015
8	2330	2320	2310	2130	2160	2100	0.020	0.010	0.010	0.005	0	0
10	2310	2310	2300	2110	2140	2080	0.010	0.005	0.005	0.01	0.010	0.010
12	2300	2300	2290	2090	2110	2050	0.005	0.005	0.005	0.01	0.015	0.015
14	2290	2300	2290	2090	2110	2050	0.005	0	0	0	0	0
16				2080	2110	2050				0.005	0	0
18				2080	2110	2040				0	0	0.005
20				2070	2100	2040				0.005	0.005	0
22				2070	2100	2040				0	0	0
24				2070	2100	2040				0	0	0
26				2060	2090	2040				0	0.005	0

หมายเหตุ : 1. สภาวะการอบแห้งแบบที่ 1 ใช้อุณหภูมิ 70°ซ นาน 2 ชั่วโมง, อุณหภูมิ 65°ซ นาน 6 ชั่วโมง และลดลงเหลือ 60°ซ นาน 6 ชั่วโมง

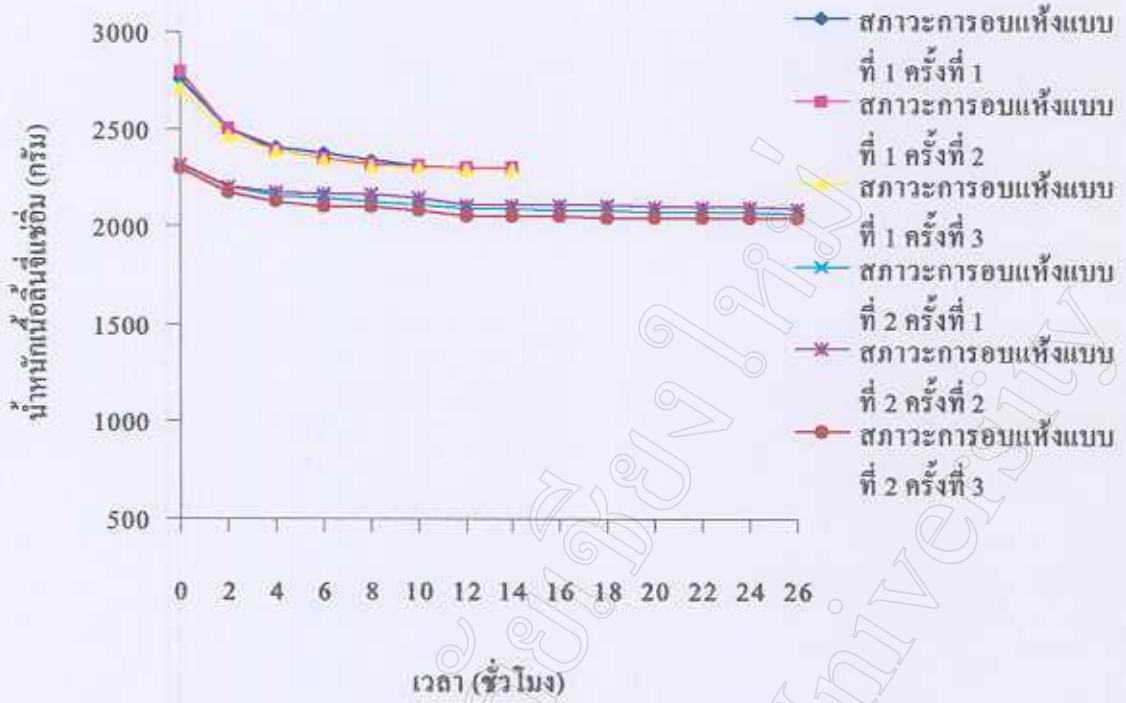
2. สภาวะการอบแห้งแบบที่ 2 ใช้อุณหภูมิ 60°ซ คงที่ตลอดระยะเวลาการอบแห้ง

ตารางที่ 4.22 ผลวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งทั้ง 2 รูปแบบการอบ

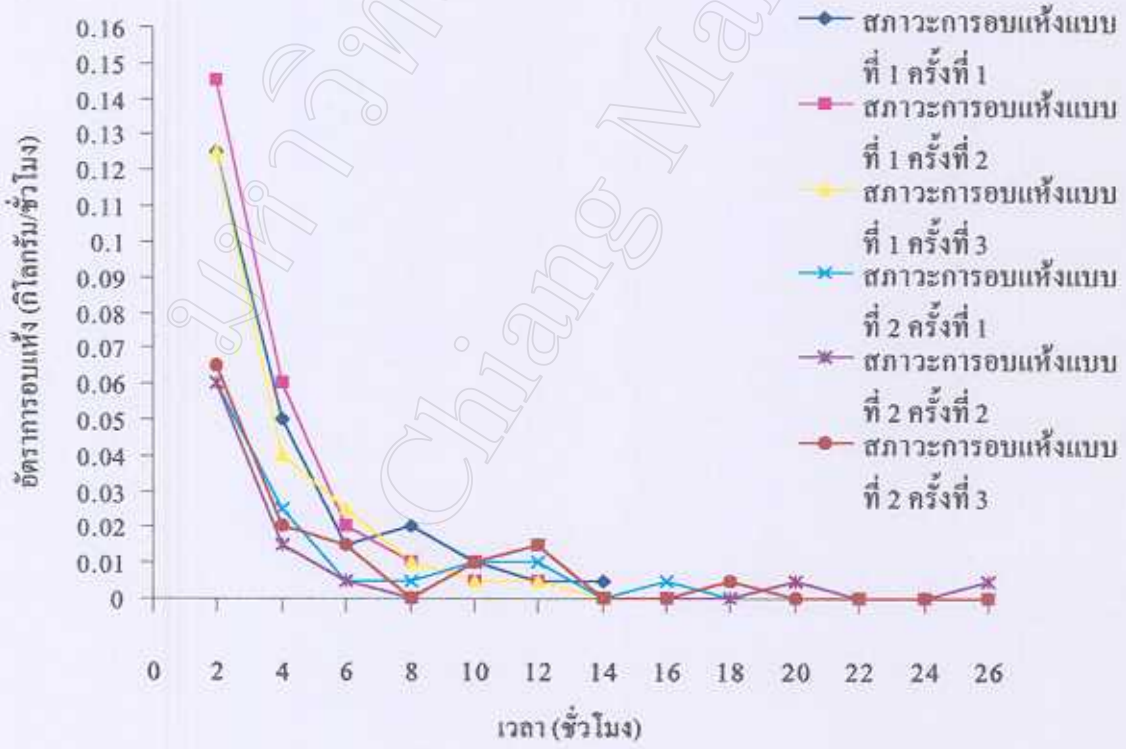
สภาวะการอบที่	L	a*	b*	Acidity	Shear force (N)	a_w	% TS	ความชื้น (%)
1	43.56[b]	2.56	12.89	0.352[b]	32.75[b]	0.482[b]	56.77[b]	23.12
2	52.85[a]	3.65	12.23	0.675[a]	88.62[a]	0.68[a]	52.94[a]	23.03

หมายเหตุ : 1. สภาวะการอบแห้งแบบที่ 1 ใช้อุณหภูมิ 70°ซ นาน 2 ชั่วโมง, อุณหภูมิ 65°ซ นาน 6 ชั่วโมง และลงเหลือ 60°ซ นาน 6 ชั่วโมง

2. สภาวะการอบแห้งแบบที่ 2 ใช้อุณหภูมิ 60°ซ คงที่ตลอดระยะเวลาการอบแห้ง



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มกับระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ของอัตราการทำแห้งกับเวลาในการอบแห้งเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

เมื่อพิจารณาสมบัติทางกายภาพในด้านสีคือ ค่าสี L a* และ b* จะเห็นว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่อบแห้งแบบที่ 2 มีค่าสี L เท่ากับ 52.85 ค่าสี a* เท่ากับ 3.65 และค่าสี b* เท่ากับ 12.23 ขณะที่อบแห้งแบบที่ 1 มีค่าสี L เท่ากับ 43.56 ค่าสี a* เท่ากับ 2.56 และค่าสี b* เท่ากับ 12.89 ทำให้แบบที่ 1 มีสีที่สวยกว่าแบบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

สำหรับค่า a_w พบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งแบบที่ 2 มีค่า a_w เท่ากับ 0.68 ซึ่งมากกว่าค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งแบบที่ 1 ซึ่งเท่ากับ 0.482 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งแบบที่ 2 มีค่าแรงเฉือน 88.62 นิวตัน ซึ่งมากกว่าแบบที่ 1 เท่ากับ 32.75 นิวตัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งจากรูปแบบที่ 1 มีลักษณะเนื้อลิ้นจี่นิ่มและเหนียวน้อยกว่า

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการอบแห้งและผลการวิเคราะห์คุณภาพของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง จึงคัดเลือกวิธีการอบแบบที่ 1 คือ อบที่ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ลดลงเหลือ 65 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง และลดลงเหลือ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง เป็นวิธีการอบแห้งที่เหมาะสม

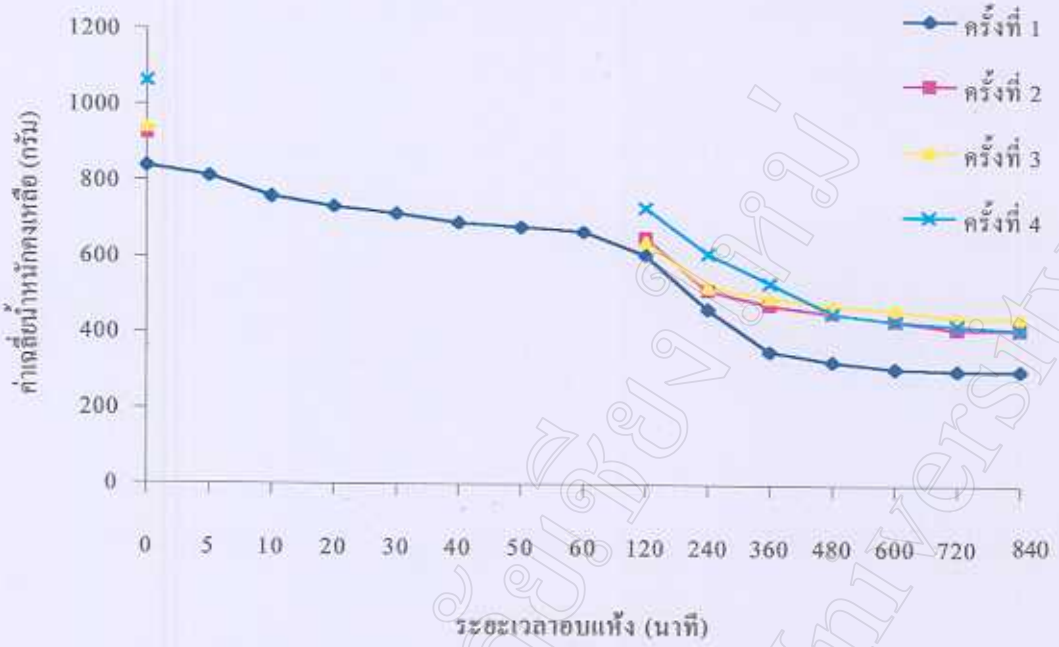
4.12 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการอบเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน

ผลการศึกษาหาวิธีการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง พบว่าการอบแห้งด้วยอุณหภูมิต่างระดับให้ผลดีกว่าการอบแห้งด้วยอุณหภูมิเดียวกันตลอด ดังนั้นจึงได้นำอุณหภูมิและเวลาที่ได้มาทดลองอบแห้งเนื้อลิ้นจี่ที่ผ่านการออสโมติกดีไฮเดรชัน ด้วยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมงและอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมงติดต่อกัน ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการอบแห้งทุกๆ 10 นาที ด้วยการชั่งน้ำหนักและหาปริมาณน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างอบแห้งได้ผลการทดลองดังในตารางที่ 4.23 และนำมาสร้างกราฟดังรูปที่ 4.10 และ 4.11 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในช่วงต้นของการอบแห้งประมาณ 4 ชั่วโมงแรก น้ำหนักเนื้อลิ้นจี่ลดลงอย่างรวดเร็ว อันเนื่องจากปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเนื้อลิ้นจี่อยู่ในรูปน้ำอิสระ จึงถูกระเหยออกไปอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นน้ำหนักการเปลี่ยนแปลงช้าลง เนื่องจากเป็นการระเหยน้ำส่วนที่อยู่ในรูป bound water เส้นกราฟจะเริ่มคงที่ จากการทดลองอบนาน

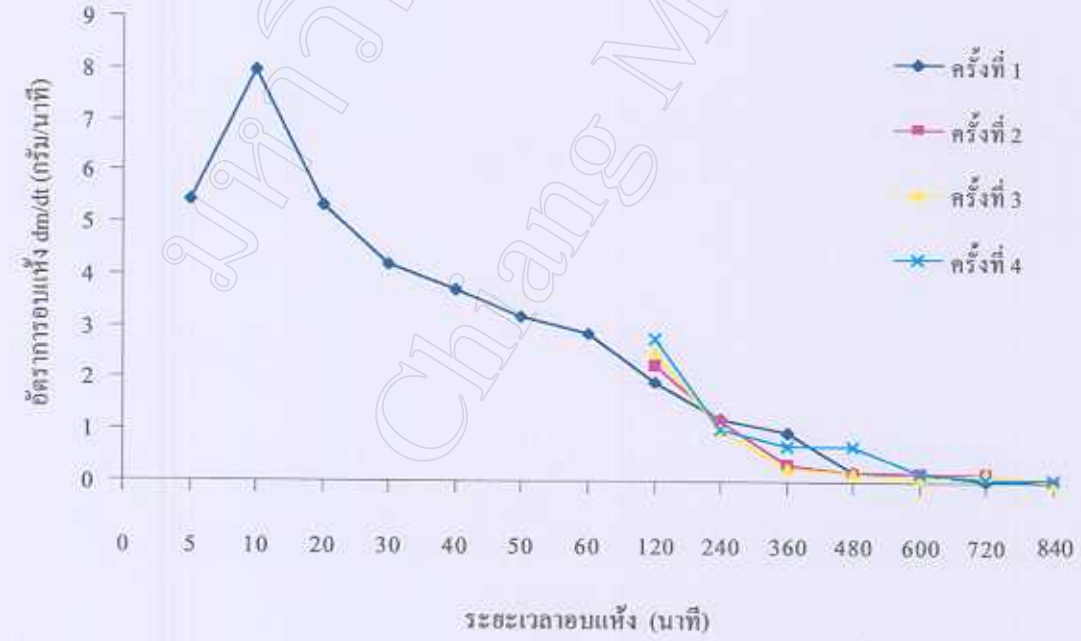
ตารางที่ 4.23 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเนื้อลิ้นจี่ที่ผ่านการออสโมติกดีไฮเดรชัน กับเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง

เวลา (นาที)	น้ำหนักที่ลดลงในแต่ละช่วงเวลาอบแห้ง				เวลา (นาที)	อัตราการทำแห้ง (กรัม/นาที)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
0	837.25	920	940	1060	**0**				
5	810.2				**5**	5.41			
10	757.58				**10**	7.97			
20	730.93				**20**	5.32			
30	711.73				**30**	4.18			
40	689.71				**40**	3.69			
50	677.09				**50**	3.2			
60	665.34				**60**	2.87			
120	605.27	650	640	730	**120**	1.93	2.25	2.5	2.75
240	460.31	510	520	610	**240**	1.21	1.17	1	1
360	348.58	470	490	530	**360**	0.93	0.33	0.25	0.67
480	323.24	450	470	450	**480**	0.21	0.17	0.17	0.67
600	305.16	430	460	430	**600**	0.15	0.17	0.08	0.17
720	301.37	410	440	420	**720**	0.03	0.17	0.17	0.08
840	301	410	440	410	**840**	0.003	0	0	0.08

หมายเหตุ : สภาวะการอบแบบที่ 1 ใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ลดลงเหลือ 65 องศาเซลเซียส 6 ชั่วโมง แล้วลดลงเหลือ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักกับเวลาในการอบแห้งเนื้อลิ้นจี่แบบออสโมติกดีไฮเดรชัน



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงอัตราการอบแห้งกับเวลาในการอบแห้งเนื้อลิ้นจี่แบบออสโมติก-ดีไฮเดรชัน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

14 ชั่วโมง พบว่าเมื่อนำตัวอย่างเนื้อลิ้นจี่อบแห้งมาวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.33 ± 0.063 และค่า a_w เท่ากับ 0.4210 ± 0.0078 ถึงแม้ปริมาณความชื้นเฉลี่ยที่เหลืออยู่ค่อนข้างสูง แต่เมื่อพิจารณาค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเฉลี่ยที่มีอยู่ในเนื้อลิ้นจี่อบแห้งค่อนข้างสูงมากเช่นกัน คือ 49.025 ± 1.285 ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ค่า a_w ต่ำ อีกทั้งปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่นั้นส่วนใหญ่อยู่ในรูป bound water ทำให้ยากต่อการระเหยออกไป ดังจะเห็นได้จากกราฟซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Rahman and Lamb (1990) ที่พบว่าอัตราการทำแห้งของชิ้นสับปะรดที่ผ่านการแช่ในสารละลายน้ำตาลซูโครสมีอัตราลดลงช้ากว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการทำแห้งของชิ้นสับปะรดสด

4.13 การศึกษาวิธีการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งและเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติก-ดีไฮเดรชันและอายุการเก็บรักษารักษา

การศึกษาเพื่อหาวิธีการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งและเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดชันที่เหมาะสมและอายุการเก็บรักษา โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งทั้ง 2 ชนิด ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน (ถุง N) ถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน (ถุง PP) และถุงอะลูมิเนียม (ถุง AL) สำหรับเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง และใช้ถุงสุญญากาศ (ถุง VAC) ถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน (ถุง PP) และถุงอะลูมิเนียม (ถุง AL) สำหรับเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันได้ผลการศึกษา ดังนี้

4.13.1 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง

ผลการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพในด้านสีและลักษณะเนื้อสัมผัสระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 4.24 และ 4.26 และที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 4.25 และ 4.27

1. ค่าสี

ค่าสี L ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งระหว่างการเก็บรักษา พบว่าค่าสี L ของเนื้อลิ้นจี่ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ทั้งที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสและ 25-30 องศาเซลเซียส มีค่าสี L ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น และเมื่อพิจารณาค่าสี L ของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่ลดลงในแต่ละเดือน ทั้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-

30 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาค่าสี L เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของค่าสี L ของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดที่เก็บรักษารักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าสี L เฉลี่ยของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส โดยค่าสี L เฉลี่ยของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอัดแก๊สไนโตรเจน มีค่าสี L มากกว่าค่าสี L เฉลี่ยของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และในถุงอะลูมิเนียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบค่าสี L เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาระหว่างที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส กับ 25-30 องศาเซลเซียสพบว่า ค่าสี L เฉลี่ยที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีค่าการเปลี่ยนแปลงลดลงมากกว่าที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะที่ปรากฏของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง คือ ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งมีลักษณะขุ่นมากกว่าและแห้งกว่า การที่มีค่าสี L ลดลงนั้น ย่อมเป็นตัวบ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์ทมีสีคล้ำอันอาจเป็นผลจากการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสี น้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์

ค่าสี a* พบว่าค่าสี a* เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา และอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าสี a* ในแต่ละเดือนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าสี a* เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งพบทั้งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-30 องศาเซลเซียส ถ้าพิจารณาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ในแต่ละเดือนระหว่างที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส พบว่าค่าสี a* ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากกว่าที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ซึ่งพบลักษณะเช่นนี้ทั้ง 3 บรรจุภัณฑ์ การที่เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งมีค่าสี L ลดลงและมีค่าสี a* เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ย่อมเป็นเครื่องชี้บ่งว่ามีปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ขึ้น (Bolin and Steele, 1987)

ค่าสี b* พบว่าค่าสี b* มีค่าลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษาทั้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-30 องศาเซลเซียสสำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส พบว่าค่าสี b* ของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอัดแก๊สไนโตรเจน ถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และถุงอะลูมิเนียม มีค่าลดลงจาก 16.15 เป็น 10.71, 10.61 และ 10.37 ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาครบ 6 เดือน แต่เมื่อพิจารณาค่าสี b* เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหว่างถุงทั้ง 3 ชนิด สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ค่าสี b* มีค่าลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างแต่ละเดือนที่ทำการเก็บรักษาและตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา

ตารางที่ 4.24 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L, a* และ b* ของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ค่าสี L			ค่าสี a*			ค่าสี b*		
	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL
0	42.50±2.56 NS	42.50±2.56 NS	42.50±2.56 NS	6.55±1.23 NS	6.55±1.23 NS	6.55±1.23 NS	16.15±1.15 a	16.15±1.15 a	16.15±1.15 a
6	40.91±2.23 NS	40.55±2.90 NS	40.56±2.07 NS	8.22±0.88 NS	8.20±1.23 NS	8.13±0.93 NS	10.71±0.97 b	10.61±1.55 b	10.37±1.63 b
8	39.59±2.40 NS	39.40±1.53 NS	39.47±1.77 NS	8.38±1.40 NS	8.50±0.98 NS	9.50±1.41 NS	11.35±1.15 b	10.42±0.93 b	10.61±1.09 b
10	39.78±2.04 NS	37.25±1.36 NS	39.17±1.26 NS	9.13±0.82 NS	9.04±0.86 NS	8.29±0.58 NS	11.74±1.19 b	10.61±0.59 b	11.06±0.98 b
12	37.37±2.28 NS	39.47±1.65 NS	41.83±1.45 NS	8.90±0.72 NS	8.96±0.63 NS	8.70±0.99 NS	10.88±1.40 b	12.21±0.82 b	11.73±0.95 b
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	40.03±1.88 NS	39.83±1.91 NS	40.71±1.45 NS	8.24±1.01 NS	8.25±1.01 NS	8.23±1.08 NS	12.17±2.26 NS	12.0±2.43 NS	11.98±2.39 NS

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับแต่ละแถวตามแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิวลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2, ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ 4.25 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L, a* และ b* ของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ค่าสี L			ค่าสี a*			ค่าสี b*		
	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL
0	42.50±2.56 NS	42.50±2.56 NS	42.50±2.56 NS	6.55±1.22 NS	6.55±1.22 NS	6.55±1.22 NS	16.15±1.15 NS	16.15±1.15 NS	16.15±1.15 NS
2	43.76±2.30 NS	40.98±2.22 NS	42.75±2.57 NS	6.45±0.58 NS	7.51±0.67 NS	7.39±0.64 NS	15.95±1.19 NS	15.48±1.45 NS	15.35±1.80 NS
4	44.80±2.19 NS	41.40±1.53 NS	41.50±1.79 NS	6.69±0.51 NS	7.23±0.79 NS	7.05±1.07 NS	15.46±1.25 NS	14.52±1.29 NS	15.41±1.71 NS
6	43.89±2.64 NS	40.39±2.17 NS	41.00±2.38 NS	8.64±0.71 NS	8.42±1.14 NS	9.09±0.83 NS	14.94±1.65 NS	12.96±1.76 NS	14.50±1.56 NS
8	41.14±2.78 NS	39.61±2.37 NS	38.64±2.30 NS	9.81±0.98 NS	9.39±1.14 NS	8.93±0.55 NS	14.67±1.90 NS	14.30±1.15 NS	13.41±1.74 NS
10	37.21±2.09 NS	38.42±1.38 NS	37.46±1.62 NS	9.58±1.22 NS	9.94±0.81 NS	9.29±0.94 NS	12.14±1.58 NS	14.16±1.33 NS	14.32±1.54 NS
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	42.22±2.76 a	40.55±1.43 b	40.64±2.14 b	7.95±1.57 NS	8.17±1.31 NS	8.05±1.18 NS	14.89±1.45 NS	14.59±1.10 NS	14.86±0.96 NS

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละแถวตามแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิวลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2, ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งมีการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงเฉือนเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา โดยที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนในทิศทางเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละเดือนที่ทำการเก็บรักษา และค่าเฉลี่ยตลอดระยะการเก็บรักษา สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนในทิศทางลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในแต่ละเดือนและค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา การที่เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีค่าแรงเฉือนมากกว่าที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส แสดงว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีลักษณะเนื้อแข็งกว่าที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส น้ำที่เหลืออยู่อาจถูกระเหยออกไปในระหว่างการเก็บรักษาทำให้เนื้อลิ้นจี่แห้งมากขึ้น ส่งผลให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสแข็ง

ตารางที่ 4.26 การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสและปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ค่าแรงเฉือน (นิวตัน)			ปริมาณกรดทั้งหมด (%) ในรูปกรดซิตริค		
	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL
0	41.38±6.64 NS	41.38±6.64 NS	41.38±6.64 NS	0.67±0.01 a	0.67±0.01 a	0.67±0.01 a
6	53.17±6.97 NS	56.58±4.72 NS	59.34±4.72 NS	0.66±0.04 a	0.53±0.02 b	0.59±0.04 b
8	52.41±9.67 NS	52.74±4.94 NS	60.28±4.28 NS	0.58±0.01 b	0.53±0.03 b	0.58±0.03 b
10	57.58±6.26 NS	52.50±6.37 NS	56.02±5.62 NS	0.56±0.01 b	0.50±0.03 b	0.56±0.02 b
12	53.89±6.23 NS	43.26±5.94 NS	43.81±6.36 NS	0.56±0.01 b	0.48±0.02 b	0.55±0.02 b
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	51.69±6.09 NS	49.29±6.60 NS	52.17±8.92 NS	0.61±0.05 a	0.54±0.07 b	0.59±0.05 a

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละแถวตามแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิวลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2 , ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.27 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดและเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา(เดือน)	แรงเฉือน (นิวตัน)			ปริมาณกรดทั้งหมด (%) ในรูปกรดซิตริค		
	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL
0	41.38±6.64 NS	41.38±6.64 NS	41.38±6.64 NS	0.67±0.01 a	0.67±0.01 a	0.67±0.01 a
2	40.85±3.72 NS	46.55±6.38 NS	42.75±6.14 NS	0.52±0.04 a	0.51±0.04 b	0.40±0.04 b
4	37.87±7.94 NS	40.86±5.64 NS	43.24±6.28 NS	0.43±0.04 b	0.49±0.03 b	0.52±0.03 b
6	36.33±5.77 NS	36.04±5.61 NS	40.94±6.45 NS	0.41±0.03 b	0.43±0.04 b	0.43±0.03 b
8	39.58±4.57 NS	34.58±5.59 NS	41.62±6.87 NS	0.42±0.03 b	0.49±0.02 b	0.39±0.03 b
10	37.96±5.07 NS	37.55±6.02 NS	38.75±5.30 NS	0.48±0.03 b	0.44±0.03 b	0.36±0.03 b
ค่าเฉลี่ย 10 เดือน	38.99±1.94 NS	39.49±4.36 NS	41.45±1.57 NS	0.49±0.09 a	0.51±0.08 b	0.46±0.11 a

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละแถวตามแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิวลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2 , ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.28 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและ a_w ของเนื้อฉิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา(เดือน)	ปริมาณความชื้น (%)			a_w		
	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL
0	23.40±0.11 a	23.40±0.11 a	23.40±0.11 ab	0.441±0.02 a	0.441±0.02 a	0.441±0.02 a
6	24.09±0.11 a	24.64±0.29 a	23.83±0.03 a	0.337±0.01 b	0.356±0.01 b	0.340±0.01 c
8	22.08±0.24 b	24.11±0.10 ab	22.55±0.18 c	0.365±0.01 b	0.359±0.01 b	0.382±0.00 bc
10	19.89±0.22 c	23.67±0.17 b	22.70±0.34 bc	0.364±0.02 b	0.375±0.02 b	0.375±0.02 bc
12	19.68±0.26 c	23.57±0.27 b	21.42±0.24 d	0.350±0.01 b	0.373±0.00 b	0.413±0.00 ab
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	21.83±2.00 NS	23.88±0.50 NS	22.78±0.92 NS	0.371±0.04 NS	0.381±0.03 NS	0.390±0.04 NS

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละแถวตามแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิวลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2 , ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.29 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและ a_w ของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา(เดือน)	ปริมาณความชื้น (%)			a_w		
	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL
0	23.39±0.10 b	23.39±0.10 b	23.39±0.10 b	0.441±0.01 c	0.441±0.01 b	0.441±0.01 b
2	27.23±1.68 ab	28.70±0.88 a	26.11±0.45 a	0.545±0.01 b	0.517±0.01 a	0.477±0.20 ab
4	29.79±1.62 a	29.05±1.33 a	26.64±0.23 a	0.618±0.03 a	0.519±0.00 a	0.488±0.00 ab
6	30.39±0.85 a	29.84±0.07 a	26.52±0.15 a	0.600±0.00 ab	0.529±0.01 a	0.480±0.01 ab
8	29.73±1.05 a	30.21±0.67 a	27.25±0.17 a	0.580±0.00 ab	0.512±0.00 a	0.498±0.01 a
10	31.11±0.56 a	30.73±0.25 a	27.01±0.73 a	0.588±0.02 ab	0.536±0.01 a	0.488±0.02 ab
ค่าเฉลี่ย 10 เดือน	27.78±3.04 a	28.65±2.68 a	26.15±1.41 b	0.562±0.06 a	0.509±0.03 b	0.479±0.02 b

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละแถวตามแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิวลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2 , ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.13.2 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ความชื้น และ a_w ที่เก็บรักษารักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 4.26 , 4.28 และ 4.30 และที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 4.27, 4.28 และ 4.29 ตามลำดับ

1. ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (ตารางที่ 4.26 และ 4.29 รูปที่ 4.12 และ 4.13)

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด พบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งมีปริมาณกรดทั้งหมดลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษาที่นานขึ้น ทั้งที่อุณหภูมิ 8 และ 25-30 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดที่วัดได้ในแต่ละเดือน พบว่าที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่มีอายุการเก็บรักษานาน 6 เดือนขึ้นไป มีความแตกต่างจากเมื่อเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่าของปริมาณกรดทั้งหมดโดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาของแต่ละบรรจุภัณฑ์ พบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอัดแก๊สไนโตรเจนและถุงอะลูมิเนียมมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าในถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด ตั้งแต่อายุการเก็บรักษานาน 2 เดือน โดยมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอัตราการลดลงของปริมาณกรดทั้งหมดมีค่ามากกว่าที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาค่าปริมาณกรดทั้งหมดเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

2. **ปริมาณความชื้น** (ตารางที่ 4.28 และ 4.29 รูปที่ 4.14 และ 4.15)

ผลการทดลองพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นตลอดระยะเวลาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 และ 25-30 องศาเซลเซียส โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอัดแก๊สไนโตรเจนและถุงอะลูมิเนียม มีค่าปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาครบ 6 เดือน หลังจากนั้นมีปริมาณความชื้นลดลงจากเมื่อเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ตามระยะเวลาเก็บรักษา สำหรับเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน มีค่าปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาในช่วง 8 เดือน หลังจากนั้นค่าปริมาณความชื้นลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 10 และ 12 เดือน อย่างไรก็ตามเมื่อนำค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 12 เดือน ของบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดมาพิจารณา พบว่าถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นน้อยกว่าถุงอะลูมิเนียมและถุงอัดแก๊สไนโตรเจนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การที่เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มมี

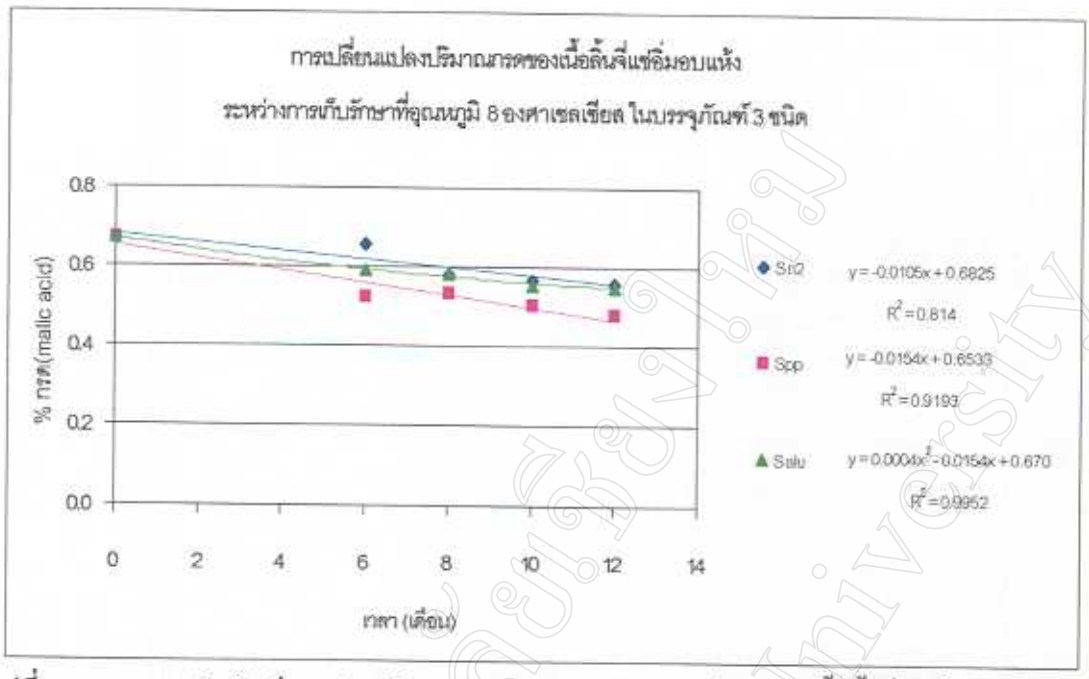
ปริมาณความชื้นลดลงระหว่างเก็บรักษาอาจเป็นเพราะที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสในตู้เย็นอากาศแห้งกว่าทำให้น้ำระเหยออกจากถุง

การเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาเก็บรักษา โดยถุงอัดแก๊สไนโตรเจนและถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน มีค่าปริมาณความชื้นของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งมากกว่าถุงอะลูมิเนียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นั่นคือถุงอะลูมิเนียมสามารถป้องกันความชื้นได้ดีกว่าถุงอัดแก๊สไนโตรเจนและถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนอย่างมีนัยสำคัญทาสถิติ เมื่อเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส แต่มีความแตกต่างระหว่างบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Gordon (1993) ที่กล่าวว่าแผ่นอะลูมิเนียมที่มีความหนากว่า 25.4 ไมโครเมตร ไอน้ำและแก๊สไม่สามารถซึมผ่านได้ แต่เมื่อนำแผ่นอะลูมิเนียมมารีดให้เป็นแผ่นบางๆ ทำให้เกิดรูเล็กๆขึ้น ทำให้ไอน้ำสามารถซึมผ่านได้ เช่น แผ่นอะลูมิเนียมที่มีความหนา 8.9 ไมโครเมตร จะมีค่าการซึมผ่านของไอน้ำเป็น 0.3 มิลลิลิตร/ตารางเมตร/วัน ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 100%

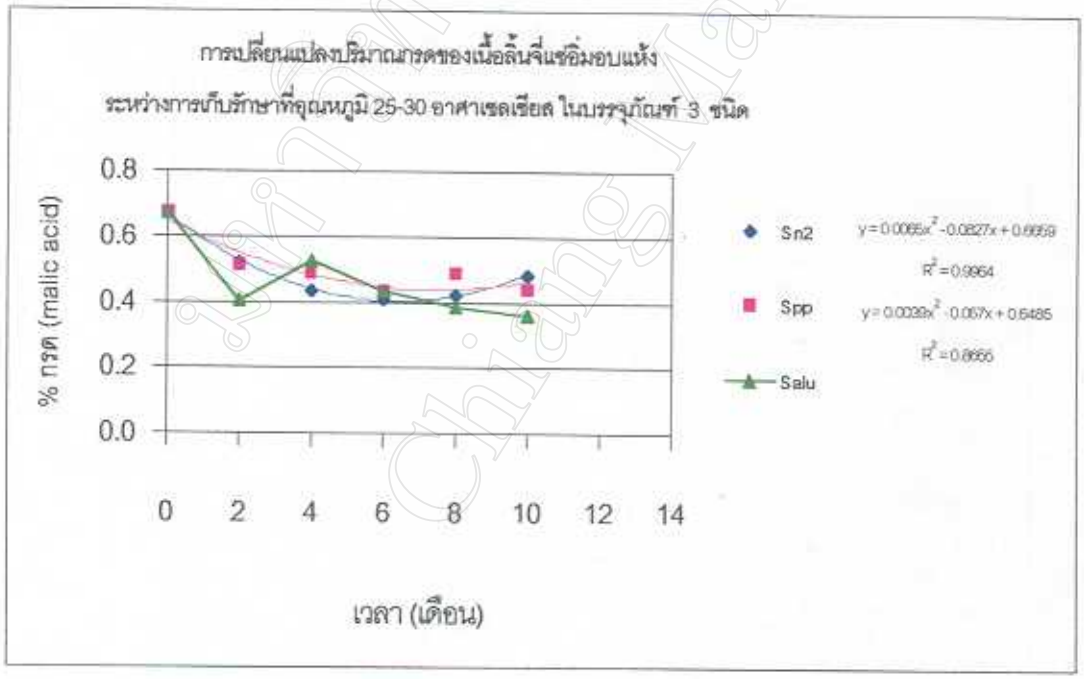
3. **ค่า a_w** (ตารางที่ 4.28 และ 4.29 รูปที่ 4.16 และ 4.17)

ผลการทดลองพบว่าค่า a_w มีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-30 องศาเซลเซียส สำหรับการเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียส ค่า a_w ลดลงตลอดระยะเวลาเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ในแต่ละเดือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเป็นค่า a_w เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาของแต่ละบรรจุภัณฑ์ ซึ่งผลของค่า a_w ที่ได้สอดคล้องกันกับค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด

สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส พบว่า a_w มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ระหว่างการเก็บรักษาในแต่ละเดือนน้อยกว่าถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และถุงอัดแก๊สไนโตรเจนตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับค่า a_w เฉลี่ยตลอดอายุการเก็บรักษานาน 10 เดือน ซึ่งจะเห็นได้ว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีค่า a_w น้อยกว่าในถุงอัดแก๊สไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

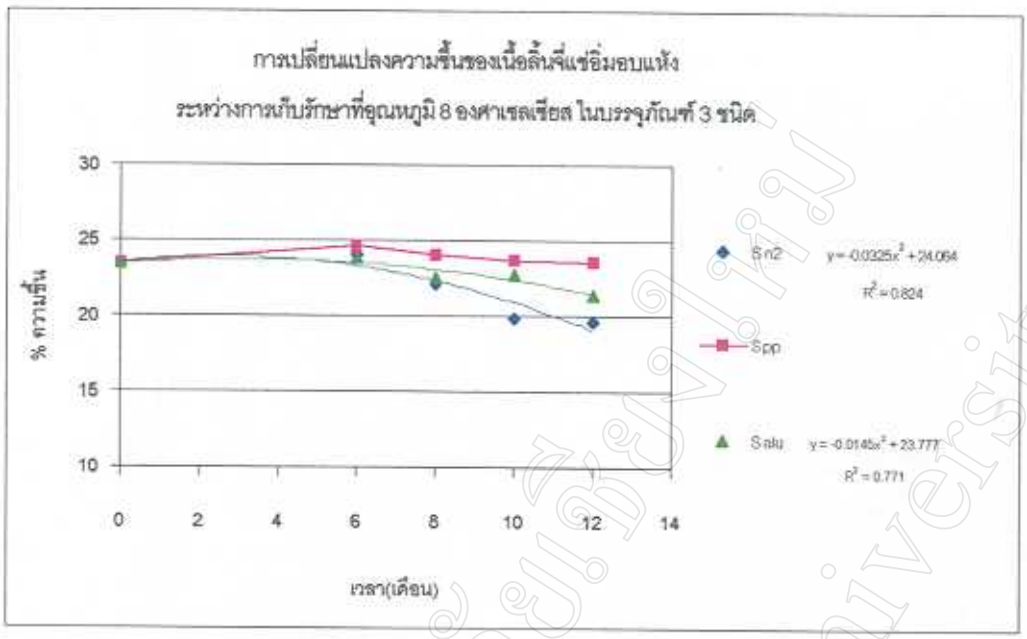


รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งใน บรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส



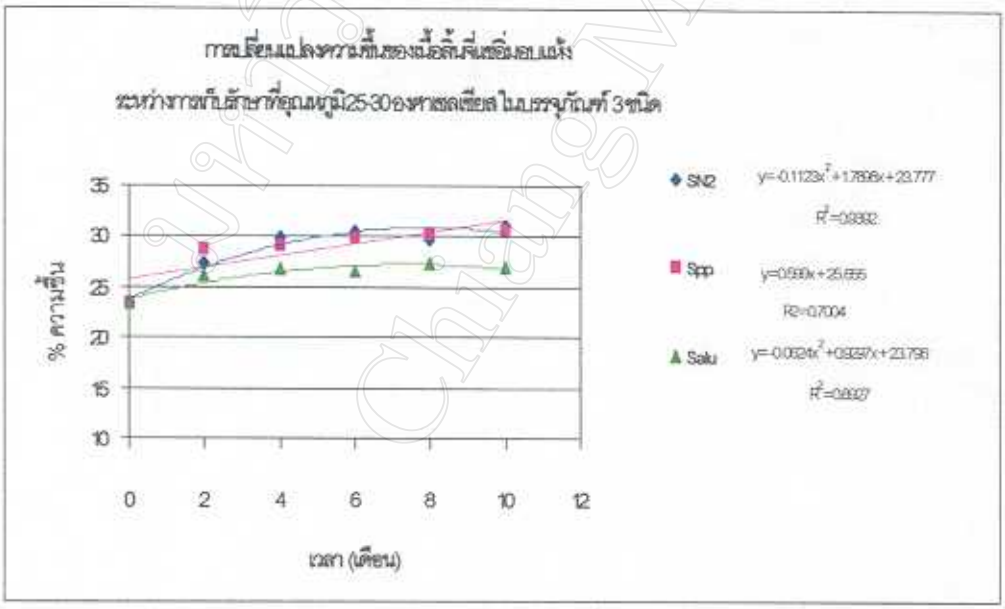
รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรด กับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งใน บรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

หมายเหตุ : ค่า R^2 ที่คำนวณได้ ที่มีค่าต่ำกว่า 0.7000 จะไม่แสดงสมการ



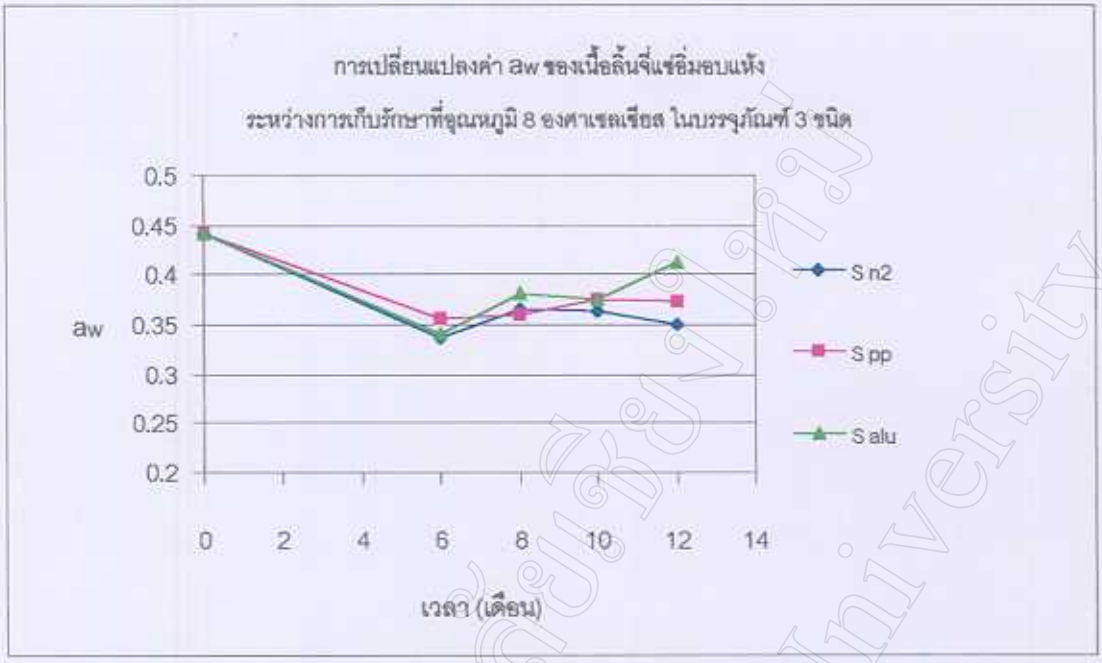
รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

หมายเหตุ : ค่า R^2 ที่คำนวณได้ ที่มีค่าต่ำกว่า 0.7000 จะไม่แสดงสมการ

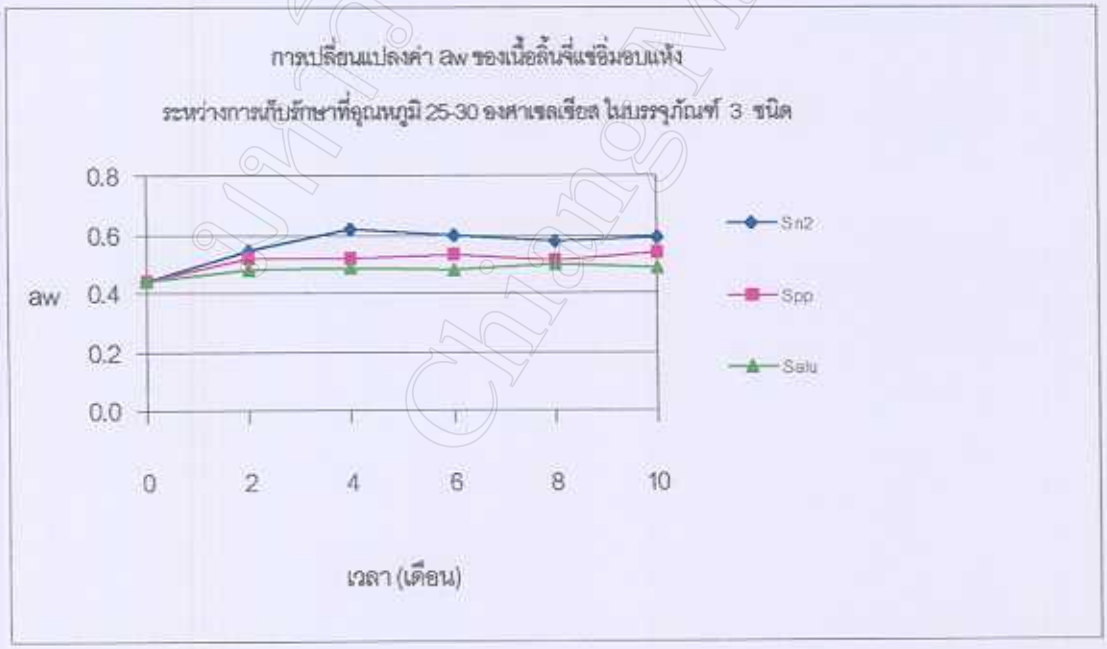


รูปที่ 4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า a_w กับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่าง a_w กับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

4. ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ตารางที่ 4.30 และ 4.31)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 เดือน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 เดือน พบว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น แต่อัตราการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงการเก็บรักษาไม่สม่ำเสมอ อันเนื่องจากความแตกต่างของผลและความหนาของเนื้อลิ้นจี่ เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งทั้ง 2 อุณหภูมิ พบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส อาจเนื่องจากที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสในตู้เย็นการระเหยของน้ำเป็นไปอย่างรวดเร็วกว่าที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณความชื้นลดลงมากกว่าส่งผลให้ปริมาณกรดที่มีอยู่ในชิ้นเนื้อลิ้นจี่เข้มข้นมากกว่าที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส และส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซ์ของน้ำตาล โดยน้ำตาลซูโครสแตกตัวไปอยู่ในรูปของกลูโคสและฟรุกโตสเพิ่มขึ้น เป็นเหตุให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงขณะที่ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ เพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.18 และ 4.19)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในถุงแต่ละชนิดระหว่างการเก็บรักษา พบว่าเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในถุงทั้ง 3 ชนิด คือ จากเดิม 60.50 % ลดลงเป็น 49.90, 56.61 และ 56.29 % ในถุงอัดแก๊สไนโตรเจน ถุงโพลีโพรพิวลีน และถุงอะลูมิเนียม ตามลำดับ หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงลดลงค่อนข้างสม่ำเสมอระหว่างเดือนที่ 8 ถึง 12 เดือนในถุงอัดแก๊สไนโตรเจน และถุงอะลูมิเนียม เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 12 เดือน พบว่าถุงอะลูมิเนียมและถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนต่างมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงจากเดิมน้อยกว่าถุงอัดแก๊สไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังนี้คือ จากเมื่อเริ่มต้น 60.50 % ลดลงเป็น 56.32, 56.25 และ 52.99 % ตามลำดับ สำหรับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ พบว่าเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 6 เดือนที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในถุงอัดแก๊สไนโตรเจนและถุงโพลีโพรพิวลีน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในถุงอะลูมิเนียม

นอกจากนี้ยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลรีดิวซ์ไม่สม่ำเสมอในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษา ซึ่งพบได้ในถุงอะลูมิเนียมและถุงโพลีโพรพิวลีน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 12 เดือน พบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากเดิมน้อยที่สุด รองลงมาคือถุงอัดแก๊สไนโตรเจน โดยเพิ่มขึ้นจากเดิม 29.27% เป็น 31.79 และ 33.57

% ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน ซึ่งเพิ่มขึ้นเป็น 38.84 % ($p<0.05$)

สำหรับเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 เดือน ในถุงทั้ง 3 ชนิด พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในระหว่างการเก็บรักษาในแต่ละช่วงเวลาเป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอ และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลงเฉพาะปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษาในถุงอัดแก๊สไนโตรเจน แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ในถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนและในถุงอะลูมิเนียม เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 10 เดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลทั้งหมดระหว่างถุงทั้ง 3 ชนิด แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ระหว่างถุงทั้ง 3 ชนิด คือ ถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือจากเดิม 29.27% เป็น 31.64 % และแตกต่างจากถุงโพลีโพร-พิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนที่มีค่าเท่ากับ 35.25 % อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับถุงอัดแก๊สไนโตรเจนที่มีค่าเท่ากับ 32.68 % ซึ่งสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด คือถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงน้อยสุด รองลงมาคือถุงอัดแก๊สไนโตรเจน และถุงโพลีโพรพิวลีน ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน คือจากเดิม 60.50 % เป็น 58.13, 57.57 และ 57.40 % ตามลำดับ

5. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.32 และ 4.33)

การนำเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 เดือน ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ให้ผู้ทดสอบทำการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยการให้คะแนนตามความพอใจ พบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 เดือนที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ในถุงทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านกลิ่น รสหวาน และรสเปรี้ยว แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในด้านสี เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอะลูมิเนียมและถุงอัดแก๊สไนโตรเจน ได้รับความพอใจในด้านสีใกล้เคียงกัน คือมีคะแนนเท่ากับ 11.33 และ 11.52 ตามลำดับ และมากกว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนที่มีคะแนนเท่ากับ 10.25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ถุงอะลูมิเนียมได้รับความพอใจในด้านการยอมรับรวมมีคะแนนเท่ากับ 10.59 ซึ่งมากกว่าถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีคะแนนเท่ากับ 9.89 อย่างมีนัย-สำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.30 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

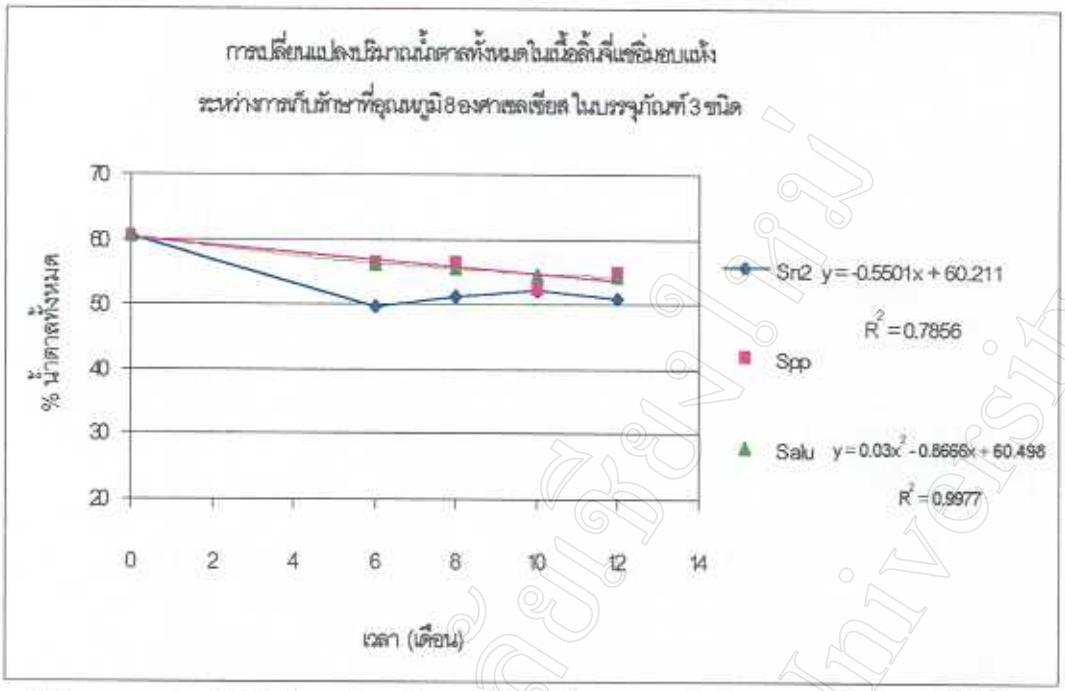
ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	% ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด			% ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์		
	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL
0	60.50±0.92 a	60.50±0.92 a	60.50±0.92 a	29.27±1.08 b	29.27±1.08 b	29.27±1.08 NS
6	49.90±0.42 b	56.61±0.86 b	56.29±0.41 b	36.40±0.71 a	37.31±1.85 a	32.08±1.53 NS
8	51.29±1.36 b	56.42±1.00 b	55.66±1.36 b	35.55±1.66 a	39.43±1.90 a	33.7±1.81 NS
10	52.25±0.78 b	52.64±0.53 c	54.70±0.60 b	33.05±1.25 b	36.16±0.91 a	31.2±0.34 NS
12	51.02±0.89 b	55.08±0.92 bc	54.45±1.31 b	33.58±1.29 ab	37.02±1.79 a	32.70±1.19 NS
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	52.99±4.28 b	56.25±2.86 a	56.32±2.45 a	33.57±2.77 b	35.84±3.86 a	31.79±1.68 b

ตารางที่ 4.31 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	% ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด			% ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์		
	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL
0	60.50±0.92 NS	60.50±0.92a	60.5±0.92a	29.27±1.07b	29.27±1.07d	29.27±1.07c
2	56.73±0.37 NS	55.78±1.10b	55.87±0.19b	31.71±2.14ab	32.41±1.43cd	33.01±1.11ab
4	54.78±0.63 NS	55.06±0.29b	57.75±2.01b	32.55±0.78ab	37.28±1.01ab	33.29±0.57ab
6	59.87±3.29 NS	59.66±1.35a	60.95±1.38a	33.99±0.93ab	39.29±0.83a	26.89±1.41c
8	58.04±1.12 NS	57.34±0.5ab	57.11±0.54ab	33.02±1.19ab	33.98±0.93bc	32.14±1.02ab
10	55.52±1.42 NS	56.05±1.08b	56.59±1.19ab	35.55±1.36a	39.28±1.74a	35.29±0.97a
ค่าเฉลี่ย 10 เดือน	57.57±2.31 NS	57.40±2.22 NS	58.13±2.10 NS	32.68±2.12 ab	35.25±4.05 a	31.64±3.04b

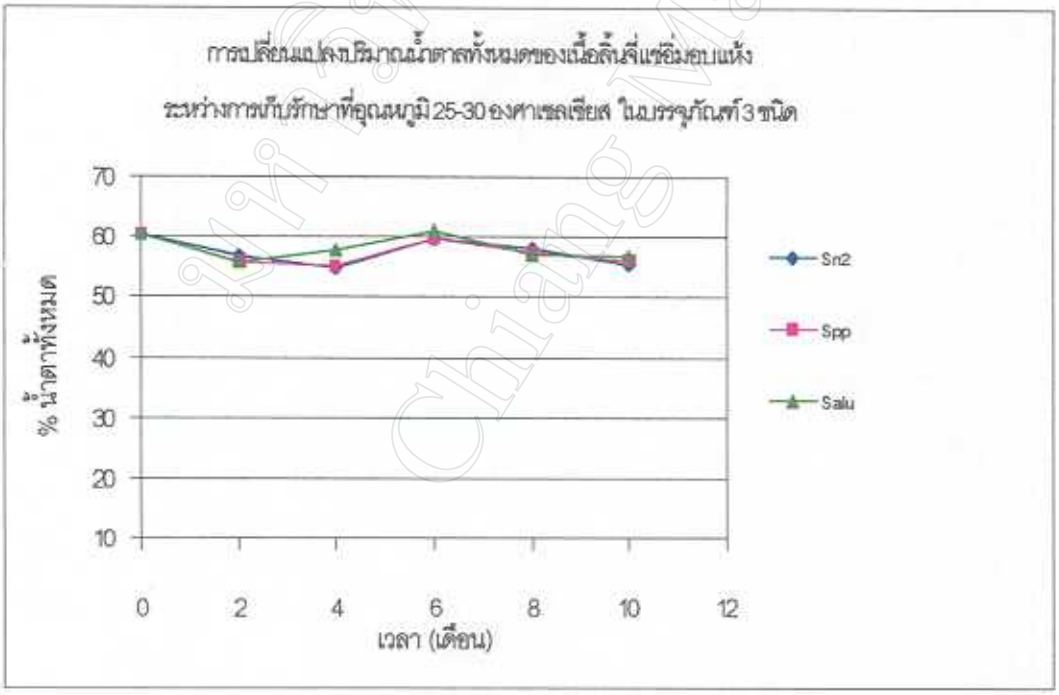
หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแต่ละแถว (แนวนอน) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิวลีน + สารดูดความชื้น + สารดูดออกซิเจน , ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลทั้งหมดกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด

หมายเหตุ : ค่า R^2 ที่คำนวณได้ ที่มีค่าต่ำกว่า 0.7000 จะไม่แสดงสมการ



รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด

ในด้านเนื้อสัมผัสเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงอัดแก๊สไนโตรเจนได้รับความพอใจมีคะแนนเท่ากับ 10.20 ซึ่งมากกว่าในถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีคะแนนเท่ากับ 9.86 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

สำหรับเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาไว้นาน 10 เดือน ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสนั้นพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านสี รสหวาน และการยอมรับรวม แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านกลิ่น รสเปรี้ยว และลักษณะเนื้อสัมผัส ($p<0.05$) โดยเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอะลูมิเนียมได้รับคะแนนความพอใจในกลิ่นลิ้นจี่ 7.12 ซึ่งมีคะแนนมากกว่าถุงอัดแก๊สไนโตรเจนและถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนที่มีคะแนนเท่ากับ 6.06 และ 6.51 ตามลำดับ อย่างมีนัยความสำคัญทางสถิติ ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอัดแก๊สไนโตรเจนได้รับคะแนนความพอใจ 9.02 ซึ่งมากกว่าถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีคะแนนเท่ากับ 8.86 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมากกว่าถุงอะลูมิเนียมที่มีคะแนนเท่ากับ 8.33 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในด้านรสเปรี้ยวพบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงโพลีโพรพิวลีนได้รับคะแนนความพอใจในรสเปรี้ยว 8.17 ซึ่งมากกว่าถุงอัดแก๊สไนโตรเจนที่ได้รับคะแนน 8.29 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดที่มีอยู่ในเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด

ถ้าพิจารณาในภาพรวมทุกคุณลักษณะของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด ทั้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 25 - 30 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 4.20-4.21 ด้วยการนำคะแนนที่ได้แต่ละคุณลักษณะมาเรียงลำดับคะแนนมากที่สุดเท่ากับ 1 คะแนนน้อยที่สุดเท่ากับ 3 และนำผลรวม (rank sum) ของแต่ละถุงมาพิจารณา พบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน ได้ค่า rank sum สูงสุดเท่ากับ 16 และที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 - 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 เดือน ได้ค่า rank sum สูงสุดเท่ากับ 14 เช่นกัน แสดงว่าถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนไม่เหมาะที่จะใช้เก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง สำหรับถุงอะลูมิเนียมได้ค่า rank sum เท่ากับ 11 เมื่อเก็บรักษาครบ 12 เดือนที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสและเท่ากับ 10 เมื่อเก็บรักษาครบ 10 เดือนที่อุณหภูมิ 25 - 30 องศาเซลเซียส ส่วนถุงอัดแก๊สไนโตรเจนได้ค่า rank sum เท่ากับ 9 เมื่อเก็บรักษาไว้ครบ 12 เดือนที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และเท่ากับ 12 เมื่อเก็บรักษาครบ 10 เดือนที่อุณหภูมิ 25 – 30 องศาเซลเซียส นั่นคือ ถ้าต้องการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ควรใช้ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน และถ้าต้องการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ควรใช้ถุงอะลูมิเนียมจะทำให้ผลิตภัณฑ์ได้รับความพอใจมากกว่าถุงชนิดอื่น

ตารางที่ 4.32 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาครบ 10 เดือน

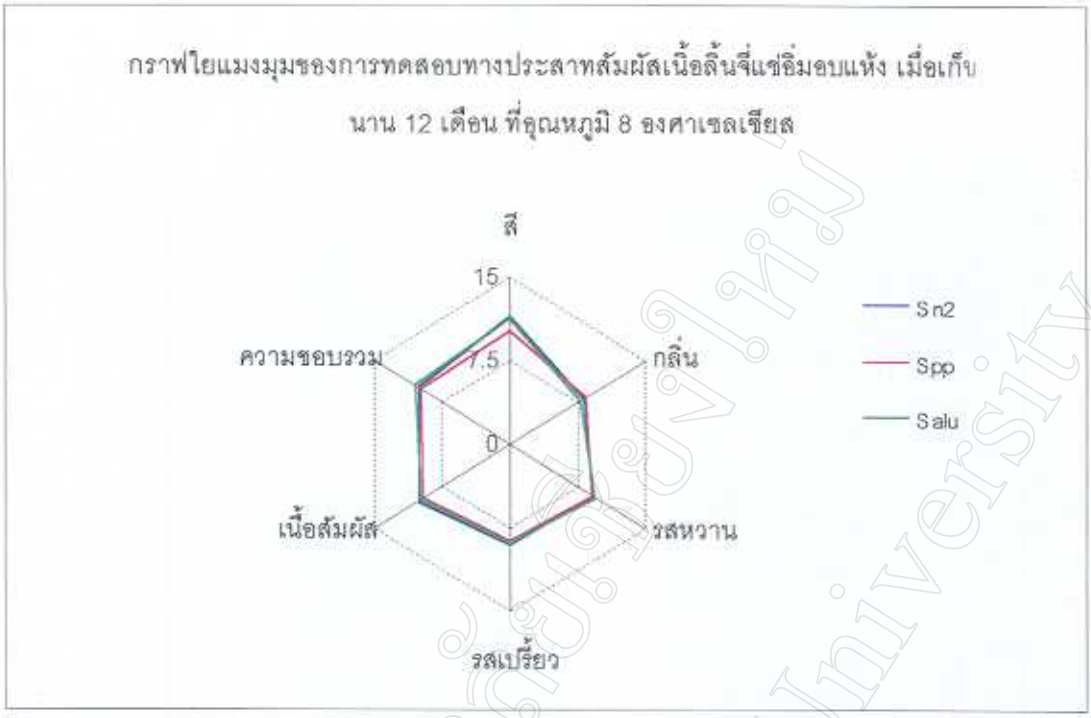
ชนิดของถุง	คะแนนความพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อ					
	สี	กลิ่น	รสหวาน	รสเปรี้ยว	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ถุง N	9.58±1.02 NS	6.06±0.86 b	8.73±1.00 NS	8.29±1.28b	9.02±1.11a	8.61±1.07NS
ถุง PP	9.48±1.27 NS	6.51±0.97b	8.55±1.15 NS	8.71±1.39a	8.86±1.09a	8.60±1.13 NS
ถุง AL	9.75±0.95 NS	7.12±0.87a	8.71±1.04 NS	8.69±1.34ab	8.33±1.09b	8.85±0.9 NS

ตารางที่ 4.33 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาครบ 12 เดือน

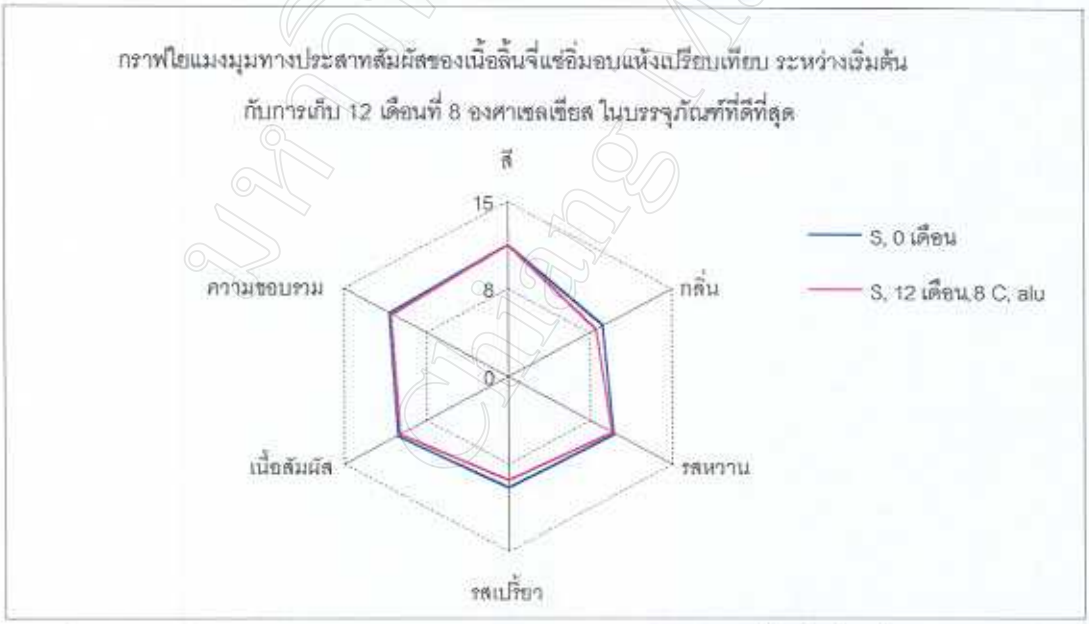
ชนิดของถุง	คะแนนความพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อ					
	สี	กลิ่น	รสหวาน	รสเปรี้ยว	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ถุง N	11.52±1.19a	8.16±1.11NS	9.31±1.12 NS	9.01±1.26 NS	10.20±1.20a	10.22±0.99ab
ถุง PP	10.25±1.01b	8.36±1.10 NS	9.19±1.09 NS	8.65±1.00 NS	9.63±1.48b	9.86±1.14b
ถุง AL	11.33±1.05a	7.93±1.05 NS	9.44±1.12 NS	8.84±1.55 NS	9.94±0.95ab	10.59±1.10a

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแต่ละแถว (แนวนอน) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิวลีน + สารดูดความชื้น + สารดูดออกซิเจน , ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 4.20 เค้าโครงใยแมงมุมผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งใน บรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด อายุการเก็บรักษานาน 12 เดือน ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.21 เค้าโครงใยแมงมุมผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งสูตรใช้น้ำเชื่อม เปรียบเทียบระหว่างเริ่มต้นกับอายุการเก็บรักษานาน 12 เดือน ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ในถุงอะลูมิเนียม

4.14 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ เคมีและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันที่เก็บรักษาในถุง 3 ชนิด คือ ถุงสุญญากาศ ถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และถุงอะลูมิเนียม ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 25 - 30 องศาเซลเซียส ได้ผลการทดลองดังในตารางที่ 4.34 – 4.43

1. สี (ตารางที่ 4.34 และ 4.35)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าสี L, a* และ b* ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน ในถุงทั้ง 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25 -30 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ในระหว่างการเก็บรักษา โดยในช่วงเวลา 6 เดือนที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ค่าสี L เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากเมื่อเริ่มต้น หลังจากนั้นค่าสี L มีค่าลดลง แต่การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาการเก็บรักษาของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกันกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 - 30 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าในช่วง 4 เดือนแรกค่าสี L เพิ่มขึ้นและหลังจากนั้นจะลดลง โดยถุงอะลูมิเนียมและถุงโพลีโพรพิวลีนมีการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ในแต่ละช่วงเวลาที่เก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตลอดเวลาที่เก็บรักษา พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าสี L ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงแต่ละชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน สำหรับเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 – 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 เดือน พบว่าค่าสี L ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงลดลงจากเริ่มต้นน้อยที่สุด และถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมีการเปลี่ยนแปลงค่าสี L มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) การที่ค่าสี L มีค่าลดลงแสดงว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีสีน้ำตาลเกิดขึ้น (สีคล้ำ) อันเป็นผลจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ และสอดคล้องกับรายงานของ Lopez-Malo and Falon (1994) ที่รายงานว่า ค่าสี L ลดลงประมาณ 10 – 20 % ระหว่างการเก็บรักษาในขวดแก้วที่มีน้ำเชื่อมที่ใช้ทำออสโมติกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 เดือน

เมื่อพิจารณาค่าสี a* พบว่าค่าสี a* เพิ่มขึ้นในระหว่างที่เก็บรักษาในถุงทั้ง 3 ชนิด ทั้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25 – 30 องศาเซลเซียส โดยค่าสี a* ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาในแต่ละช่วง

เวลาอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 12 เดือนของถุงทั้ง 3 ชนิด

เมื่อพิจารณาค่าสี a* ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส พบว่าค่าสี a* ในถุงสุญญากาศ และถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละช่วงเวลาของเก็บรักษา ขณะที่ค่าสี a* ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษา แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 8 เดือน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างถุงทั้ง 3 ชนิด อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส มากกว่าที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส การที่เนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดี-ไฮเดรชันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส มีค่าสี L ลดลง และค่าสี a* เพิ่มขึ้น ย่อมเป็นเครื่องบ่งชี้ว่ามีปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์เกิดขึ้น (Bolin and Steele, 1987)

เมื่อพิจารณาค่าสี b* พบว่า ค่าสี b* ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันในถุงทั้ง 3 ชนิดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีค่าลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษาโดยการเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ของถุงแต่ละชนิด ส่วนเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสนั้นมีค่าสี b* เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น แต่การเพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของถุงแต่ละชนิด

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา พบว่าค่าสี b* เฉลี่ยของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมและในถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมีค่ามากกว่าถุงสุญญากาศ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ถ้าพิจารณาภาพรวมการเปลี่ยนแปลงค่าสี L, a* และ b* ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง ในถุงทั้ง 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าถุงอะลูมิเนียมสามารถรักษาสีของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งได้ดีกว่าถุงสุญญากาศและถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส สามารถรักษาสีได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

2. ลักษณะเนื้อสัมผัส (ตารางที่ 4.36-4.37)

ผลการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน เมื่อเก็บรักษาในถุง 3 ชนิด คือ ถุงสุญญากาศ ถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และถุงอะลูมิเนียม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 เดือน พบว่าค่าแรงเฉือนของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส โดยเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 8 เดือน รองลงมาคือถุงโพลี-โพรพิวลีนและถุงสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การที่ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งลดลงระหว่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สาเหตุอาจเนื่องจากปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์เพกโตไลติกที่มีอยู่ในเนื้อลิ้นจี่ (Lopez-Malo and Falon., 1994) และอาจเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลในเนื้อลิ้นจี่ที่เพิ่มขึ้น

สำหรับลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน พบว่าเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิดมีค่าแรงเฉือนเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา และไม่มีความแตกต่างระหว่างค่าแรงเฉือนเฉลี่ยตลอดเวลานาน 12 เดือนระหว่างถุงทั้ง 3 ชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถ้าพิจารณาค่าแรงเฉือนที่วัดได้ในแต่ละช่วงของการเก็บรักษา พบว่าเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนน้อยกว่าถุงชนิดอื่น และการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนในระหว่างช่วงเวลาเก็บรักษาของถุงทั้ง 3 ชนิดจะเป็นแบบขึ้นๆ ลงๆ การที่ค่าแรงเฉือนเพิ่มขึ้นอาจเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของความชื้นและการตกผลึกของน้ำตาลที่มีอยู่ในเนื้อลิ้นจี่

ตารางที่ 4.34 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L, a*, b* ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บ (เดือน)	ค่าสี L			ค่าสี a*			ค่าสี b*		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	48.10±4.72NS	48.10±4.72 NS	48.10±4.72 NS	3.10±0.72 NS	3.10±0.72 NS	3.10±0.72 NS	15.65±1.06a	15.65±1.06a	15.65±1.06a
6	49.25±2.19 NS	51.85±2.54 NS	50.06±2.39 NS	3.94±0.91 NS	4.29±0.78 NS	3.77±1.25 NS	9.80±1.48b	10.93±1.07ab	10.84±1.11b
8	49.02±2.67 NS	46.93±2.85 NS	48.56±1.99 NS	5.11±0.61 NS	6.03±1.08 NS	4.12±1.02 NS	10.27±1.24b	12.76±1.84ab	10.42±1.04b
10	45.98±2.89 NS	48.89±2.85 NS	46.99±2.51 NS	5.13±0.86 NS	5.22±0.79 NS	4.92±0.87 NS	9.34±1.86b	11.39±1.51ab	12.27±1.60ab
12	48.36±2.35 NS	48.58±2.86 NS	46.95±1.66 NS	5.01±0.93 NS	4.66±0.62 NS	5.01±0.48 NS	8.36±0.92b	9.98±1.20b	11.49±0.97ab
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	48.14±1.29 NS	48.87±1.82 NS	48.13±1.28 NS	4.46±0.91 NS	4.66±1.09 NS	4.18±0.80 NS	10.68±2.86b	12.14±2.20a	12.13±2.09a

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
4. ถุง VAC = ถุงสุญญากาศ ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิวลีน + สารดูดความชื้น + สารดูดออกซิเจน, ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.35 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L, a*, b* ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันเก็บที่อุณหภูมิ 25 – 30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ค่าสี L			ค่าสี a*			ค่าสี b*		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	48.1±4.72NS	48.1±4.72ab	48.1±4.72b	3.10±0.72c	3.10±0.72c	3.10±072 NS	15.65±1.06 NS	15.65±1.06 NS	15.65±1.06 NS
2	50.48±2.66NS	51.90±2.62a	51.72±1.98a	3.99±1.13bc	3.25±1.04bc	3.31±1.14 NS	16.59±2.75 NS	17.86±1.38 NS	16.48±1.93 NS
4	49.6±2.66NS	49.8±2.62ab	49.7±1.98b	4.44±1.07bc	4.38±1.29abc	4.27±1.10 NS	16.31±1.65 NS	17.98±1.33 NS	17.57±2.72 NS
6	45.17±2.78NS	42.18±1.93ab	45.94±3.36b	5.29±1.10abc	6.97±1.23abc	5.25±1.49 NS	15.79±2.4 NS	18.33±1.01 NS	16.87±1.95 NS
7	43.02±2.30NS	41.04±2.27ab	44.15±2.01b	8.01±1.32ab	7.81±1.28ab	7.13±1.36 NS	16.78±1.85 NS	17.59±1.16 NS	17.87±1.59 NS
8	41.30±2.78 NS	39.42±2.86b	42.8±2.88b	9.03±1.24a	8.46±1.74a	7.13±1.26 NS	15.76±1.65 NS	16.46±1.58 NS	18.85±1.92 NS
ค่าเฉลี่ย 8 เดือน	46.28±3.69NS	45.41±5.17b	47.07±3.39a	5.64±2.35NS	5.66±2.37NS	5.03±1.79 NS	16.15±0.48b	17.31±1.03a	17.22±1.13a

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนียสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
4. ถุง VAC = ถุงสุญญากาศ ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิวลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2 ถุง Al = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.36 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสและปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ค่าแรงเฉือน (นิวตัน)			ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิก (%)		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	48.79±6.37NS	48.79±6.37 NS	48.79±6.37b	0.693±0.03a	0.693±0.03 NS	0.693±0.03a
6	66.42±8.89 NS	55.38±7.14 NS	65.79±5.03a	0.519±0.02b	0.688±0.16 NS	0.551±0.04b
8	56.59±6.23 NS	57.95±4.31 NS	63.39±3.68a	0.525±0.03b	0.593±0.02 NS	0.565±0.02b
10	61.69±6.08 NS	54.94±4.16 NS	56.28±3.84ab	0.544±0.01b	0.572±0.01 NS	0.556±0.02b
12	58.19±6.65 NS	57.82±4.94 NS	48.73±5.36b	0.537±0.01b	0.541±0.02 NS	0.485±0.00b
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	58.34±6.53 NS	54.98±3.72 NS	56.60±7.96 NS	0.563±0.07 NS	0.617±0.07 NS	0.57±0.08 NS

ตารางที่ 4.37 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดและเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	แรงเฉือน (นิวตัน)			ปริมาณกรดทั้งหมด ในรูปกรดมาลิก (%)		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	48.79±6.37 NS	48.79±6.37 NS	48.79±6.37 NS	0.693±0.03b	0.693±0.03ab	0.693±0.03a
2	37.15±5.56 NS	41.37±5.54 NS	45.52±5.60 NS	0.766±0.00a	0.819±0.03a	0.669±0.03a
4	38.24±4.7 NS	41.06±5.35 NS	44.45±7.23 NS	0.530±0.03b	0.469±0.03c	0.611±0.03ab
6	36.57±5.01 NS	39.52±6.66 NS	44.48±4.61 NS	0.544±0.03b	0.572±0.06bc	0.442±0.03c
7	33.27±5.35 NS	42.29±6.42 NS	46.52±8.62 NS	0.472±0.03b	0.589±0.04bc	0.566±0.03abc
8	34.79±6.52 NS	40.05±6.25 NS	44.58±6.04 NS	0.467±0.03 b	0.542±0.03bc	0.486±0.03bc
ค่าเฉลี่ย 8 เดือน	38.14±5.51 c	42.18±3.38b	45.72±1.70a	0.578±0.12 NS	0.614±0.12 NS	0.596±0.10NS

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
4. ถุง VAC = ถุงสุญญากาศ, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิวลีน + สารดูดความชื้น + สารดูดออกซิเจน, ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิก (ตารางที่ 4.36-4.37 และรูปที่ 4.22-4.23)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดี-ไฮเดรชันในถุง 3 ชนิด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 เดือน พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษา ซึ่งพบเช่นเดียวกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 8 เดือน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณกรดทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษาระหว่างถุงแต่ละชนิด พบว่าเมื่อเก็บรักษาครบ 8 เดือน เนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน มีการเปลี่ยนแปลงค่าของปริมาณกรดน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับถุงอะลูมิเนียมและถุงสุญญากาศ ทั้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-30 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณกรดลดลงจากเดิม 0.693 เป็น 0.593 , 0.56, 0.525 % และที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณกรดลดลงจากเดิม 0.693 เป็น 0.542, 0.486, 0.467 % ตามลำดับ นั่นคือถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน สามารถรักษาปริมาณกรดที่มีอยู่ในเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันได้ดีกว่าถุงชนิดอื่นๆ ทั้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสและ 25-30 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามเมื่อนำค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามาพิจารณา พบว่า ปริมาณกรดทั้งหมดในถุงทั้ง 3 ชนิด ทั้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-30 องศาเซลเซียส ต่างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างถุงทั้ง 3 ชนิด การที่ปริมาณกรดลดลงระหว่างการเก็บรักษา อาจเนื่องจากมีการใช้กรดบางส่วนไปไฮโดรไลซ์น้ำตาล ทำให้ปริมาณกรดลดลง

4. ปริมาณความชื้นและค่า a_w (ตารางที่ 4.38-4.39 และรูปที่ 4.24-4.27)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโม-ติกดีไฮเดรชัน ระหว่างการเก็บรักษาในถุง 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน พบว่า ปริมาณความชื้นและค่า a_w ลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษาที่นานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในถุง ทั้ง 3 ชนิด ($p<0.05$) โดยที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน พบว่าเนื้อลิ้นจี่ที่อบแห้งในถุงโพลี-โพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นน้อยมาก คือ จากเดิม 31.37 ลดลงเป็น 31.16% รองลงมาคือถุงอะลูมิเนียม จากเดิม 31.37 ลดลงเป็น 30.38 % และถุงสุญญากาศ จากเดิม 31.37 ลดลงเป็น 29.47% ในช่วงอายุการเก็บรักษา 8 เดือน ถึง 12 เดือน พบว่า ปริมาณความชื้นของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงลดลงน้อยที่สุด รองลงมาคือถุงโพลีโพรพิวลีนและถุงสุญญากาศ ดังรูปที่ 4.24

สำหรับค่า a_w พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงลดลงจากเดิมตามระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นเดียวกันกับปริมาณความชื้น โดยเนื้อลิ้นจี่ในถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ลดลงน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับถุงสุญญากาศ และถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน ทั้งที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน และ 8-12 เดือน ดังรูปที่ 4.25 ถ้าพิจารณา a_w เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา พบว่า ค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงลดลงจากเดิมน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) คือจากเดิม 0.427 ลดลงเป็น 0.399 ขณะที่ถุงสุญญากาศจากเดิม 0.429 ลดลงเป็น 0.384 และถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนจากเดิม 0.427 ลดลงเป็น 0.385

เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นและค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันในถุงทั้ง 3 ชนิด ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 เดือน พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังจะเห็นได้จากค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 8 เดือน ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งค่า a_w เฉลี่ย และค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ย โดยเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้น เพิ่มขึ้นจากเดิมน้อยที่สุด รองมาคือถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และถุงสุญญากาศ นั่นคือจากเดิม 31.37 % เพิ่มขึ้นเป็น 33.44, 34.77 และ 35.63 % ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับค่า a_w เฉลี่ยของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากเดิมน้อยที่สุด รองมาคือเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และในถุงสุญญากาศ นั่นคือจากเดิม 0.427 เพิ่มขึ้นเป็น 0.453, 0.492 และ 0.543 ตามลำดับ

ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพราะที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ในตู้เย็นต่ำกว่าภายนอกตู้เย็น อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในเนื้อลิ้นจี่และมีผลต่ออัตราการซึมผ่านของไอน้ำของชนิดพลาสติกที่ใช้ประกอบถุงเหล่านั้น ไม่ว่าจะเป็นถุงสุญญากาศ (Nylon/LDPE) ถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และถุงอะลูมิเนียม (Al/LDPE) ด้วย

5. ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ตารางที่ 4.40-4.41 และรูปที่ 4.28-4.29)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันในถุงทั้ง 3 ชนิด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน พบว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและ

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษา พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษา พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษา ซึ่งพบในถุงทั้ง 3 ชนิด เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดตลอดระยะเวลา 12 เดือน พบว่าเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมซึ่งมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 40.84 % มีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมน้อยสุด และน้อยกว่าถุงสุญญากาศซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.92 % อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.86 % ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ตลอดระยะเวลา 12 เดือน พบว่าเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.37% มีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมน้อยสุด และน้อยกว่าการเก็บรักษาในถุงสุญญากาศที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.24% และถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.60 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p> 0.05$)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ในถุงทั้ง 3 ชนิดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ในแต่ละช่วงการเก็บรักษา พบว่า เนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงจากเดิม ภายหลังการเก็บรักษาไว้นาน 4-6 เดือน และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 7-8 เดือน เป็นเหตุให้ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลทั้งหมดตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 8 เดือน ต่ำกว่าเมื่อเริ่มต้นเล็กน้อย คือจากเดิม 49.02 เป็น 48.77% ซึ่งเกิดขึ้นทำนองเดียวกันในการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลรีดิวซ์ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียม ที่พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณ น้ำตาลรีดิวซ์ตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 8 เดือน ต่ำกว่าเมื่อเริ่มต้นเล็กน้อย คือจากเดิม 47.002 เป็น 46.39% ทำให้เนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียม มีค่าเฉลี่ยทั้งปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เปลี่ยนแปลงจากเดิมน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับถุงสุญญากาศ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.33 และ 51.03% ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.54 และ 49.25% ตามลำดับ ($p<0.05$)

6. การทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.42-4.43)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน พบว่าความพอใจในด้านสี กลิ่น รสหวาน และรสเปรี้ยว ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่บรรจุในถุงทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม

โดยเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียม และถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนได้รับคะแนนลักษณะเนื้อสัมผัส 9.51 และ 9.42 การยอมรับรวม 10.16 และ 10.26 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ถุงทั้งสองชนิดมีคะแนนมากกว่าถุงสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

สำหรับผลการทดสอบ ทางประสาทสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 เดือน และ 8 เดือน พบว่า ความพอใจที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่อบแห้งลดลงตามอายุการเก็บรักษาในทุกคุณลักษณะ เมื่อเปรียบเทียบความพอใจที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด พบว่า ในด้านสีไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในคะแนนที่ให้แก่ถุงทั้ง 3 ชนิดเมื่อเก็บรักษานาน 7 เดือน แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บรักษานาน 8 เดือน โดยเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมได้รับคะแนน 8.9 มากกว่า ในถุงสุญญากาศที่ได้คะแนน 8.4 และถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้น และสารดูดออกซิเจนที่ได้คะแนน 8.14 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในด้านกลิ่นพบว่าเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมทั้งที่เก็บรักษานาน 7 และ 8 เดือน ต่างได้คะแนน 8.06 และ 7.69 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการเก็บรักษาในถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนที่ได้คะแนน 7.26 และ 7.03 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถึงแม้การเก็บรักษาในถุงสุญญากาศจะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่เมื่อเก็บรักษานาน 7 เดือน แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเก็บรักษานาน 8 เดือน กับถุงอะลูมิเนียม

ในด้านเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม พบว่าเมื่อเก็บรักษานาน 7 เดือน และ 8 เดือน เนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียม ได้คะแนนลักษณะเนื้อสัมผัส 8.87 และ 8.71 ตามลำดับ และคะแนนการยอมรับรวม 9.37 และ 8.50 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสเท่ากับ 8.88 และ 8.57 ด้านการยอมรับรวมเท่ากับ 9.46 และ 8.37 ตามลำดับ แต่มากกว่าคะแนนที่ได้ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงสุญญากาศทั้งเก็บรักษานาน 7 เดือน และ 8 เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สำหรับคะแนนที่ให้รสเปรี้ยวและรสหวาน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างการเก็บรักษาในถุงทั้ง 3 ชนิด ทั้งที่เก็บรักษาไว้นาน 7 เดือน และ 8 เดือน

เมื่อพิจารณาในภาพรวมทุกคุณลักษณะของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุงทั้ง 3 ชนิด ทั้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสและ 25-30 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 4.30-4.31 ด้วยการนำคะแนนที่ได้มาเรียงลำดับจากคะแนนมากที่สุด = 1 และคะแนนน้อยที่สุดเท่ากับ 3 นำผลรวม (rank sum) ของแต่ละถุงมาพิจารณา พบว่า ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียม

และถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้น และสารดูดออกซิเจนต่างมีค่า rank sum เท่ากับ 11 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ค่า rank sum ของถุงสุญญากาศ ซึ่งเท่ากับ 14 สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียม มีค่า rank sum เท่ากับ 8 ซึ่งน้อยกว่าค่า rank sum ของถุงโพลีโพรพิวลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน เท่ากับ 13 และค่า rank sum ของถุงสุญญากาศ เท่ากับ 15 นั่นคือถุงอะลูมิเนียมเป็นถุงที่เหมาะสำหรับใช้เก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน ทั้งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-30 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.38 การเปลี่ยนแปลงความชื้นและ a_w ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณความชื้น (%)			a_w		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	31.37±0.39a	31.37±0.39a	31.37±0.39a	0.427±0.00a	0.427±0.00a	0.427±0.00a
6	29.47±0.47b	31.16±0.27a	30.88±0.18a	0.375±0.02ab	0.380±0.00b	0.389±0.00b
8	27.64±0.19c	28.54±0.06b	28.60±0.14b	0.373±0.00ab	0.375±0.01b	0.384±0.01b
10	27.12±0.14c	25.78±0.05c	27.33±0.17c	0.375±0.01ab	0.374±0.01b	0.397±0.01b
12	25.26±0.40d	25.64±0.19c	26.75±0.08c	0.371±0.00b	0.370±0.01b	0.399±0.01b
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	28.17±2.33NS	28.50±2.78NS	28.99±2.07NS	0.384±0.02b	0.385±0.02b	0.399±0.02a

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
4. ถุง VAC = ถุงสุญญากาศ, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิวลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2, ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.39 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น และ a_w ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติก-ดีไฮเดรชันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณความชื้น (%)			a_w		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	31.37±0.39b	31.37±0.39c	31.37±0.39b	0.427±0.006c	0.427±0.006b	0.427±0.006b
2	33.86±0.89b	32.79±0.65b	32.76±1.45ab	0.527±0.005b	0.490±0.015a	0.477±0.004a
4	36.66±1.48b	35.87±0.40a	34.41±0.07a	0.583±0.007ab	0.500±0.005a	0.454±0.006a
6	37.27±0.38a	36.77±0.17a	34.37±0.19a	0.541±0.011b	0.517±0.006a	0.462±0.001a
7	37.14±0.11a	35.16±0.07a	34.04±0.07a	0.593±0.016a	0.508±0.025a	0.445±0.003a
8	37.45±0.40a	36.67±0.50a	33.66±1.11a	0.588±0.032ab	0.508±0.001a	0.451±0.015a
ค่าเฉลี่ย 8 เดือน	35.63±2.47a	34.77±2.21a	33.44±1.17b	0.543±0.06a	0.492±0.03b	0.453±0.01c

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
4. ถุง VAC = ถุงสุญญากาศ, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิวลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2, ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.40 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%)			ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	49.02±1.28a	49.02±1.28a	49.02±1.28a	47.00±1.00a	47.00±1.00a	47.00±1.00a
6	36.00±1.42bc	36.62±0.86b	38.26±1.78b	32.73±2.44b	32.47±0.74b	36.11±1.56b
8	39.03±0.55b	38.14±1.00b	39.52±0.74b	33.91±0.83b	35.26±1.01b	36.37±0.93b
10	36.43±0.89bc	38.84±0.69b	39.05±0.96b	32.21±1.72b	35.04±0.87b	37.54±1.28b
12	34.11±1.03c	36.68±1.23b	38.32±1.43b	30.33±1.09b	33.22±0.98b	34.81±1.32b
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	38.92±5.92b	39.86±5.21ab	40.84±4.61a	35.24±6.70b	36.60±5.93b	38.37±4.92a

ตารางที่ 4.41 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%)			ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	49.02±1.28b	49.02±1.28b	49.02±1.28ab	47.00±1.00bc	47.00±1.00b	47.00±1.00b
2	55.87±2.12a	55.46±0.28a	49.12±0.39ab	55.60±2.43a	53.17±1.01a	48.17±1.88ab
4	52.65±0.71ab	52.2±0.09b	46.45±0.49bc	45.09±1.12c	50.27±0.39b	44.53±0.74b
6	56.21±1.13a	50.75±1.06b	43.76±1.02c	53.84±0.69a	47.83±1.20b	39.89±1.26c
7	56.63±1.12a	50.72±0.57b	52.57±0.79a	53.38±1.34a	48.01±0.79b	47.04±1.17b
8	55.91±1.56a	51.11±1.62b	51.67±2.30a	51.25±1.18ab	49.18±0.97b	51.67±1.10a
ค่าเฉลี่ย 8 เดือน	54.33±2.96a	51.54±2.17ab	48.77±3.27b	51.03±4.14a	49.25±2.23ab	46.39±3.93b

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
4. ถุง VAC = ถุงสุญญากาศ, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิวลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2, ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.42 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ครบ 12 เดือน

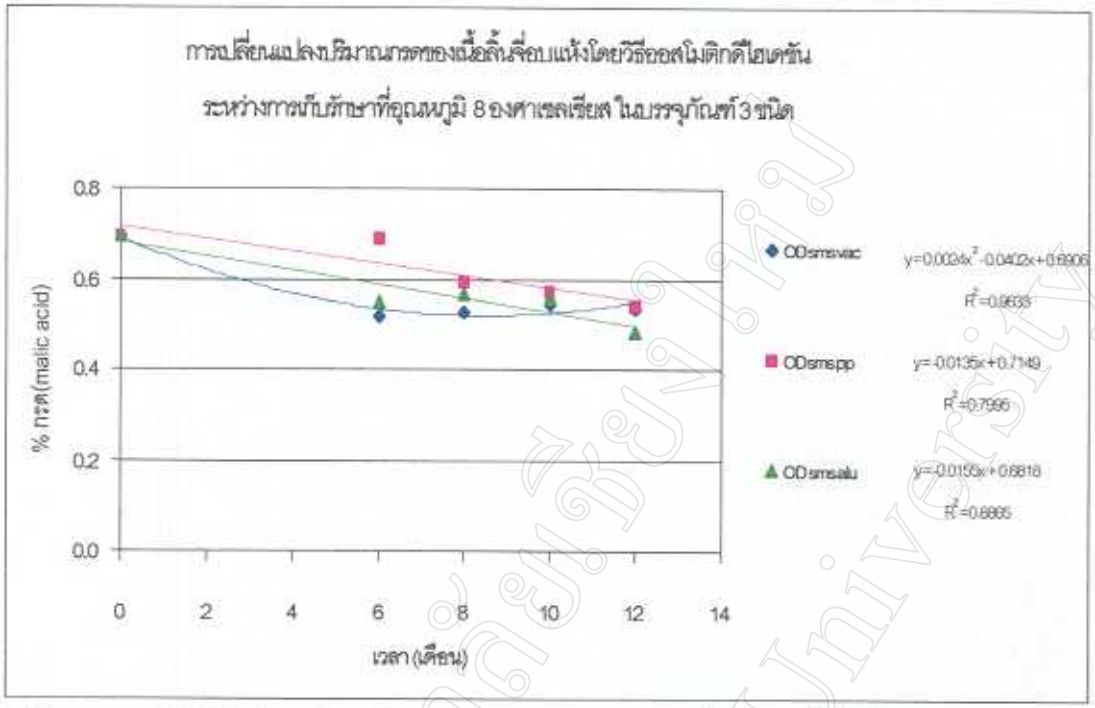
ชนิดของถุง	คะแนนความพอใจที่มีต่อ					
	สี	กลิ่น	รสหวาน	รสเปรี้ยว	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ถุง VAC	10.28±0.92NS	8.33±.85NS	10.09±1.12NS	9.40±1.03NS	8.99±1.02b	9.60±0.93b
ถุง PP	10.57±0.84NS	8.21±0.96NS	9.80±1.22NS	9.71±1.27NS	9.42±0.99a	10.26±1.16a
ถุง AL	10.30±1.10NS	8.68±0.86NS	9.86±1.28NS	8.56±1.15NS	9.51±1.13a	10.16±1.13a

ตารางที่ 4.43 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

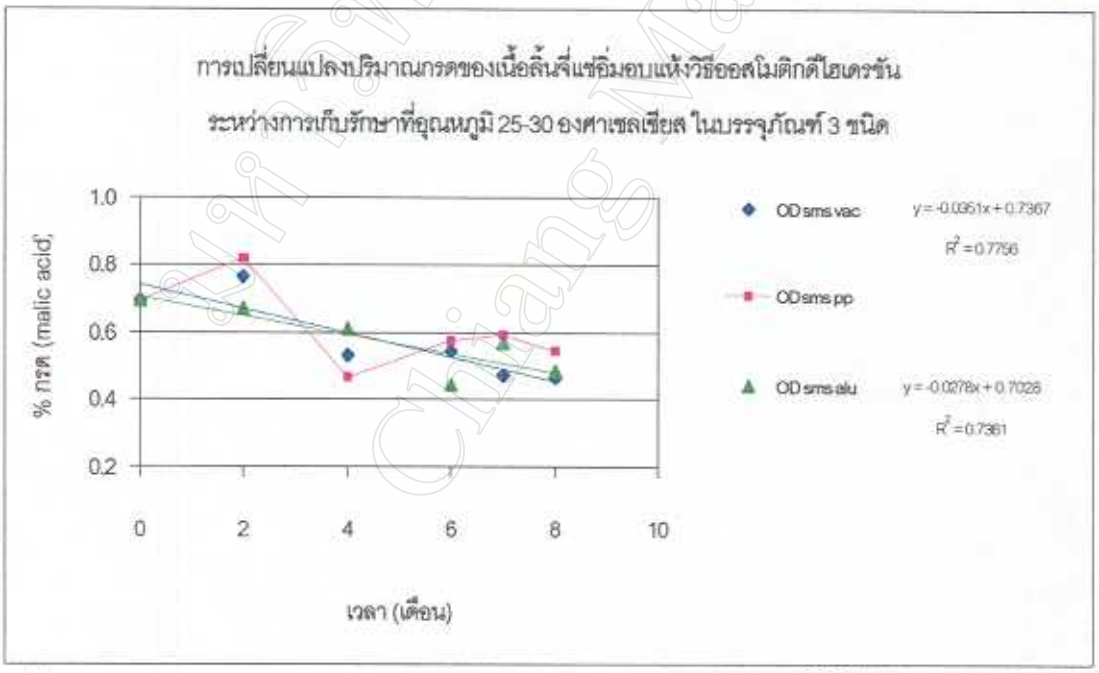
ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อสี			คะแนนความพอใจที่มีต่อกลิ่น		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
7	9.20±1.40NS	9.31±1.33NS	9.59±1.48NS	7.51±1.25ab	7.26±1.69b	8.06±1.77a
8	8.4±0.85b	8.14±0.98b	8.90±1.02a	7.25±1.18b	7.03±1.01b	7.69±0.82a
ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อรสหวาน			คะแนนความพอใจที่มีต่อรสเปรี้ยว		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
7	8.73±1.11NS	8.45±1.22 NS	8.87±1.28 NS	8.48±1.12 NS	8.59±1.60 NS	8.34±1.31NS
8	8.69±1.33 NS	8.90±1.22 NS	8.51±1.20 NS	7.75±1.00 NS	8.02±1.44 NS	8.18±1.24NS
ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อเนื้อสัมผัส			คะแนนความพอใจที่มีต่อการยอมรับรวม		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
7	7.66±1.68b	8.88±1.44a	8.87±1.02a	8.69±0.78b	9.46±0.96a	9.37±1.14a
8	7.53±0.98b	8.57±1.29a	8.71±1.07a	7.69±0.87b	8.37±0.90a	8.50±0.96a

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอน (แต่ละคุณลักษณะ) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
4. ถุง VAC = ถุงสุญญากาศ, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิวลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2, ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



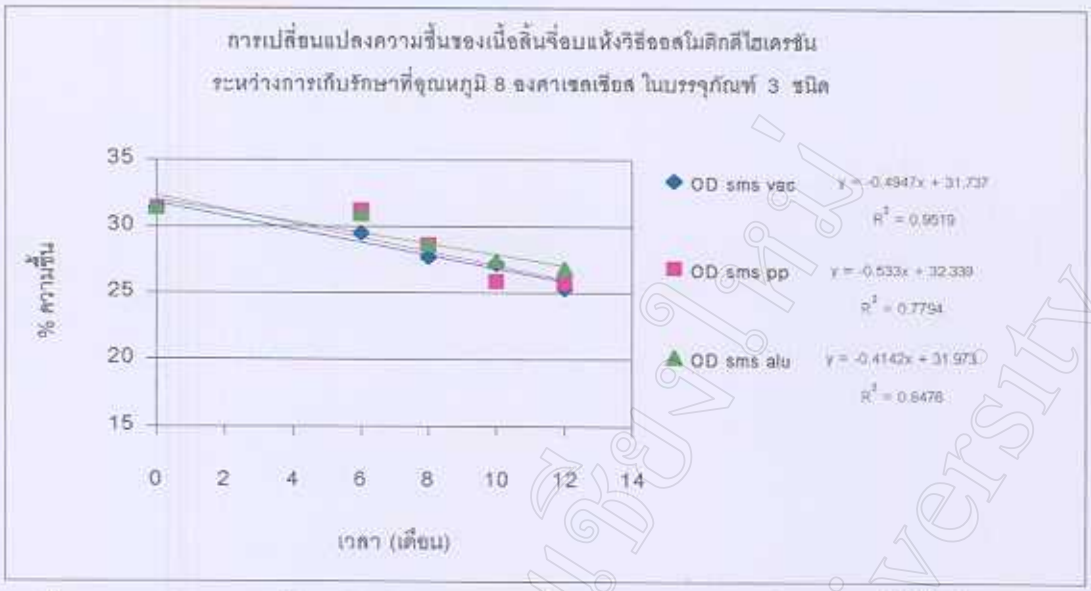
รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่อบแห้งโดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด



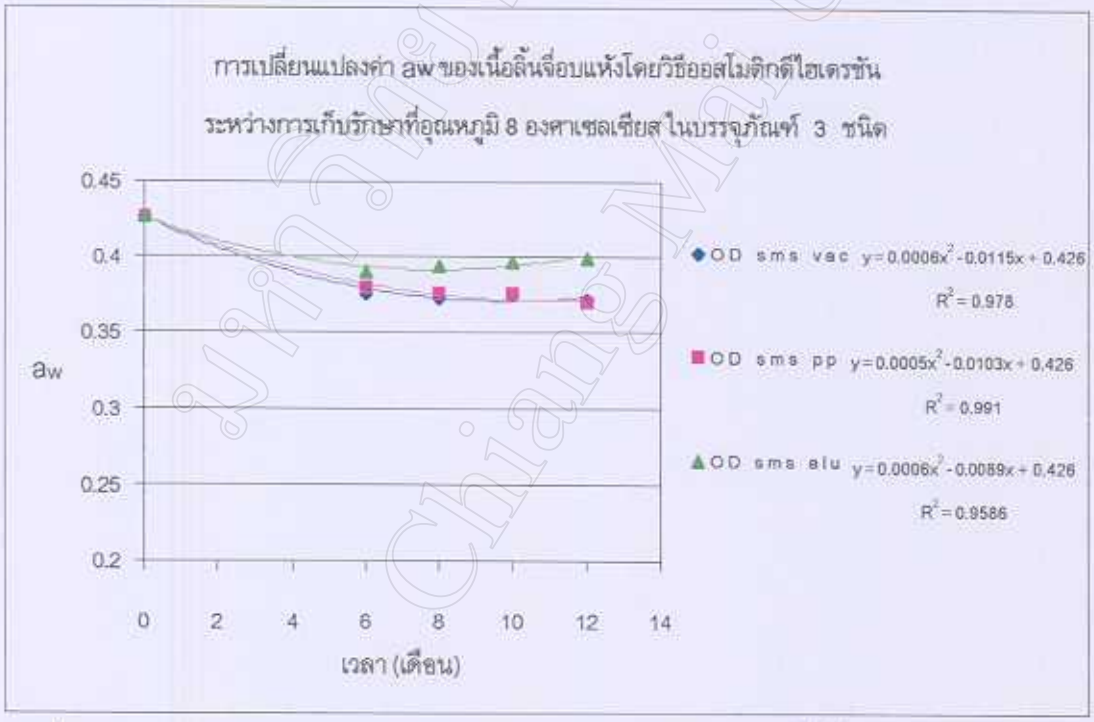
รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่อบแห้งโดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

หมายเหตุ : ค่า R^2 ที่คำนวณได้ที่มีค่าต่ำกว่า 0.7000 จะไม่แสดงสมการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

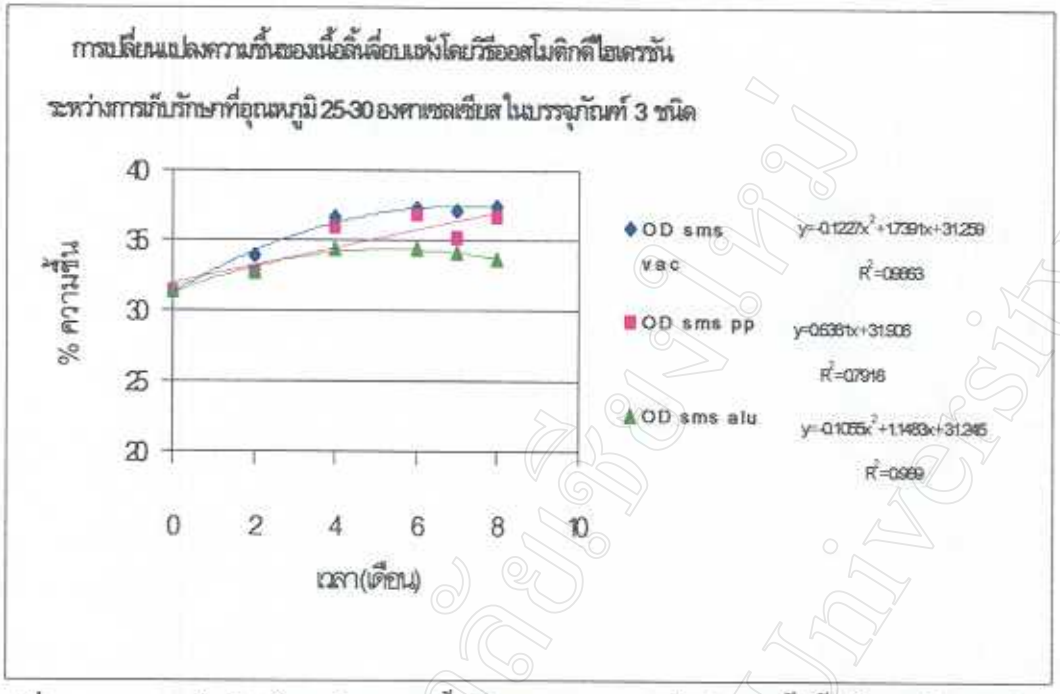


รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่อบแห้งโดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด

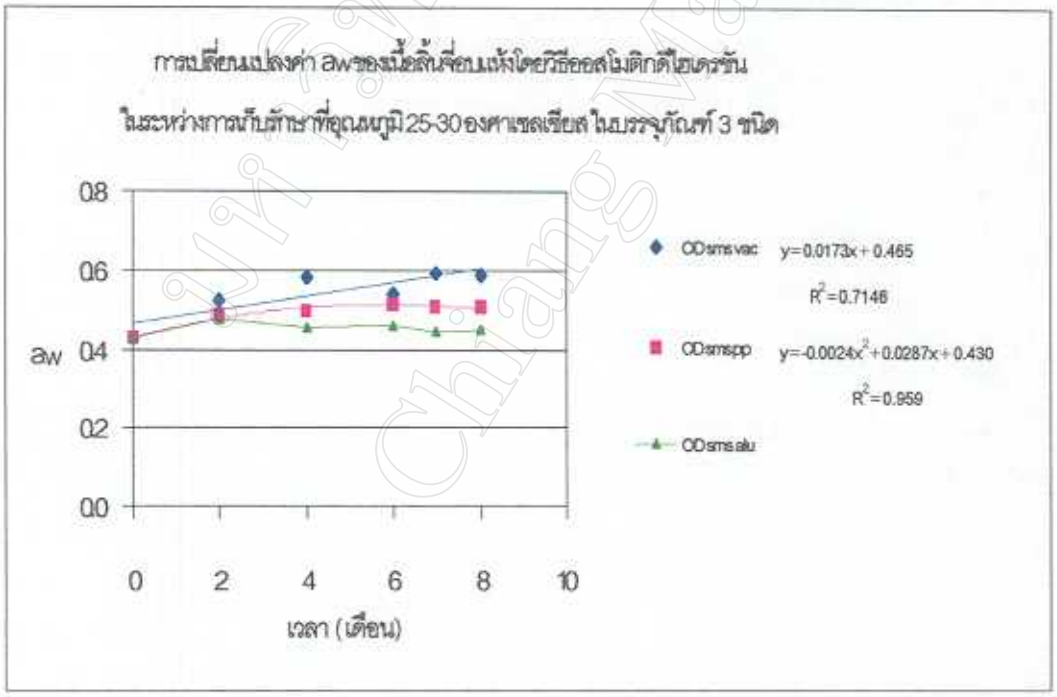


รูปที่ 4.25 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง a_w กับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่อบแห้งโดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University

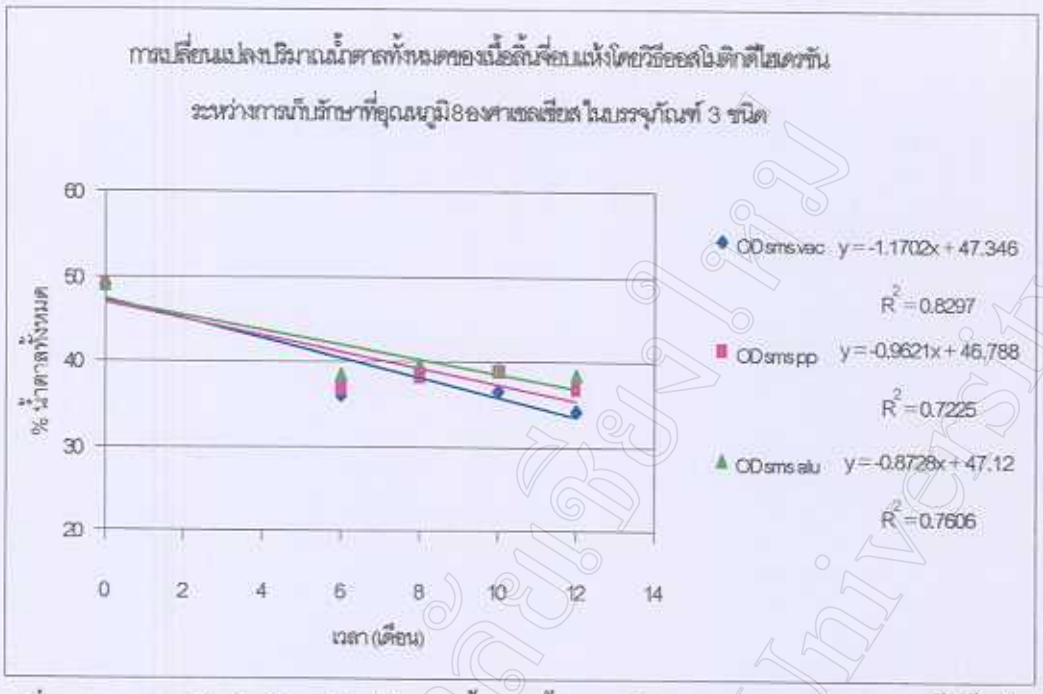


รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่อบแห้งโดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด

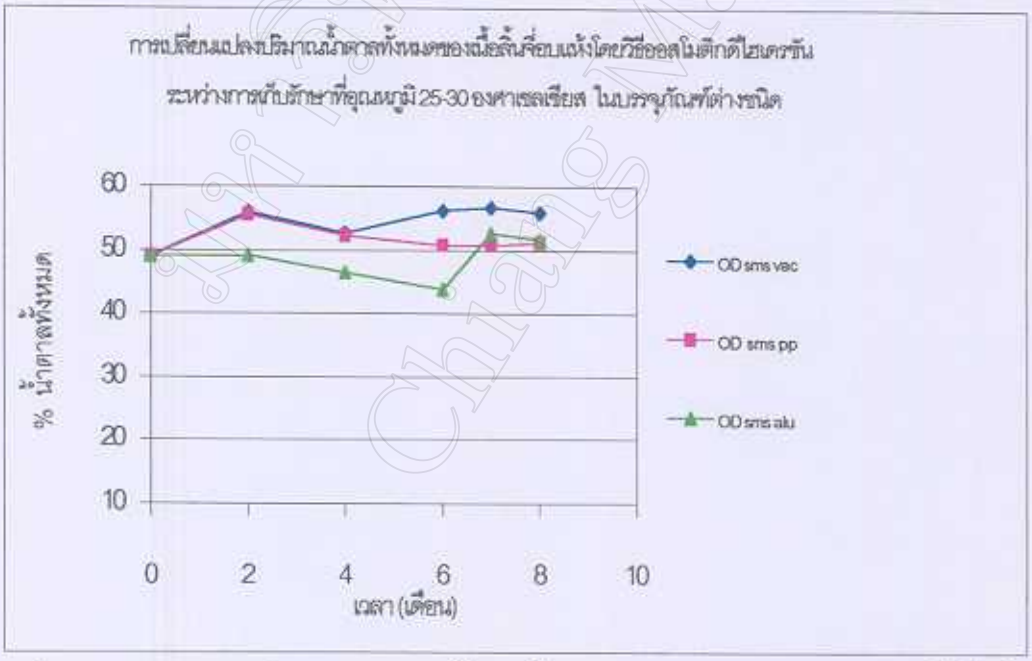


รูปที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่าง a_w กับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่อบแห้งโดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด

หมายเหตุ : ค่า R^2 ที่คำนวณได้ที่มีค่าต่ำกว่า 0.7000 จะไม่แสดงสมการ

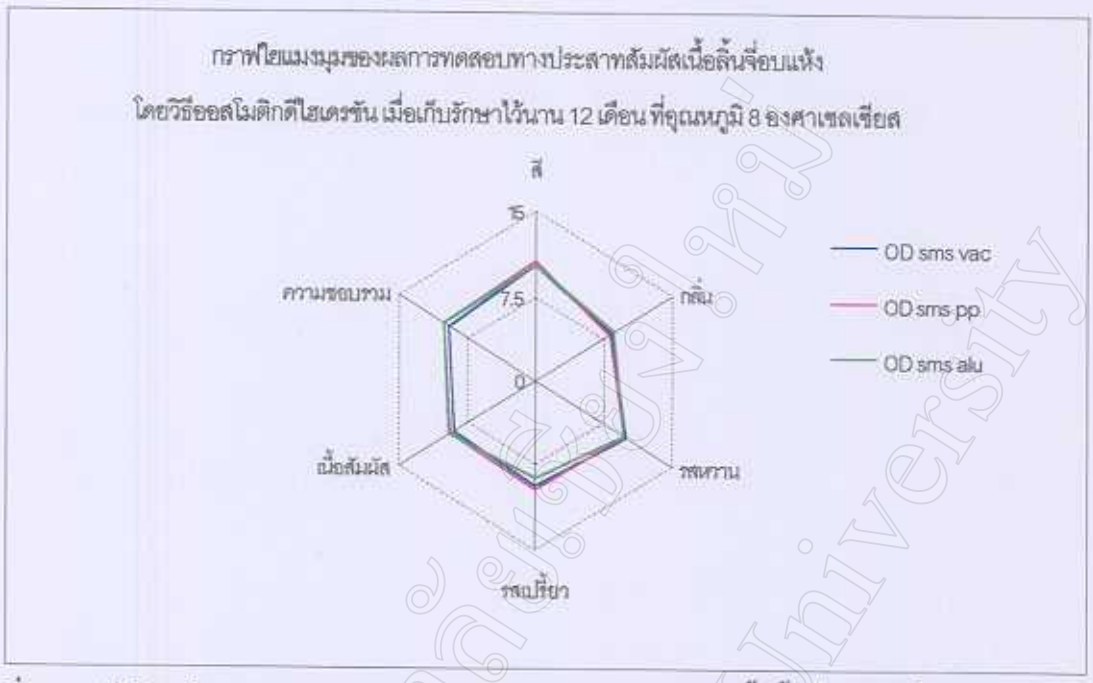


รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลทั้งหมดกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่อบแห้งโดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด

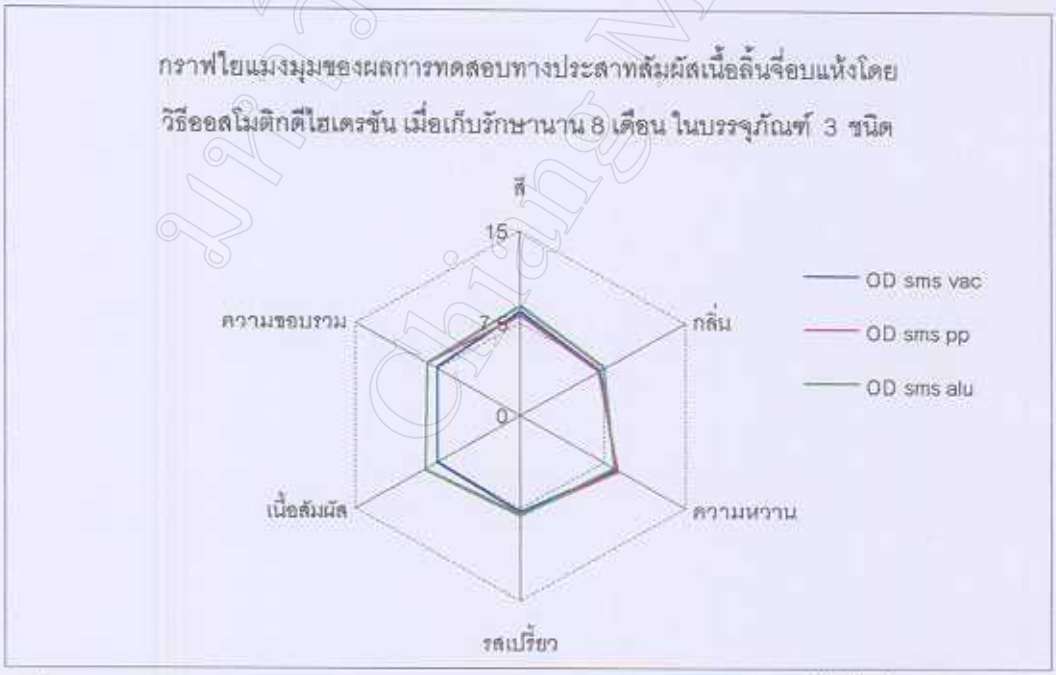


รูปที่ 4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลทั้งหมด กับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่อบแห้งโดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 4.30 เค้าโครงใยแมงมุมของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดชันในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด อายุการเก็บรักษานาน 12 เดือน ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.31 เค้าโครงใยแมงมุมของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 8 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

4.15 ผลการศึกษาอายุการเก็บเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งและเนื้อลิ้นจี่ที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน

จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่ระหว่างการเก็บรักษา จะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบทางเคมีมีการเปลี่ยนแปลงน้อยไม่ว่าจะเป็นค่าปริมาณความชื้น และค่า a_w ซึ่งค่าที่วิเคราะห์ได้ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ เมื่อนำผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสมาพิจารณาจะเห็นได้ว่าคะแนนความพอใจที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ลดลงตามอายุการเก็บรักษา แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับยกเว้น กลิ่นที่ได้รับคะแนนความพอใจต่ำกว่าปัจจัยอื่น โดยเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 เดือน มีคะแนนความพอใจเท่ากับ 7.12 และที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน มีคะแนนความพอใจเท่ากับ 7.93 ขณะที่คะแนนความพอใจที่มีต่อกลิ่นของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเริ่มต้น = 8.63$\pm$1.42 สำหรับเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชันที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียม ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 เดือน มีคะแนนความพอใจเท่ากับ 7.69 ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน เท่ากับ 8.68 ขณะที่คะแนนความพอใจที่มีต่อกลิ่นของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งเริ่มต้น = 9.167$\pm$1.120 ดังนั้นอายุการเก็บของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอะลูมิเนียม ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสได้ต่ำกว่า 10 เดือน ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสได้นาน 12 เดือน

อายุการเก็บรักษาของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสได้นาน 12 เดือนขึ้นไป และที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสได้นาน 8 เดือน