บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

ตอนที่ 4.1 ศึกษาสารสกัดป้องกันการหืนจากพืชสมุนไพร ในการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันหรือน้ำมันเป็นองค์ประกอบ

4.1.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารป้องกันการหืนจากพืชสมุนไพร

1. เปรียบเทียบปริมาณสารสกัด และค่า IC_{50} ของสมุนไพร 3 ชนิด ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 5 ชนิด และการกลั่นด้วยไอน้ำ

ปริมาณสารสกัด และค่า IC_{50} ระหว่างการสกัดสารด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน 5 ชนิด คือ น้ำ เมทานอล เมทานอลต่อน้ำ (5:1) อะซิโตน และเฮกเซน กับการสกัดน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยการกลั่นด้วยไอน้ำ แสดงดังตาราง 4.1 พบว่า โรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลสามารถให้ปริมาณสารสกัดมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 3.85±0.05 รองมาคือน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากโรสแมรี่แห้ง คิดเป็นร้อยละ 3.20±0.14 และโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน คิดเป็นร้อยละ 2.94±0.13

สำหรับคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า สารสกัดทั้งหมดมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสารสกัดโรสแมรี่สดและแห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) มีค่า IC_{50} เท่ากับ 100.08±6.36 และ 86.95±3.08 ppm ตามลำดับ แต่จะพิจารณานำสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนมาใช้ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง เนื่องจากสามารถให้ปริมาณสารสกัดในปริมาณที่สูงกว่าโรสแมรี่สด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.1 ปริมาณสารสกัด และค่า IC_{50} ของสมุนไพร 3 ชนิด ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 5 ชนิด และการกลั่นด้วยไอน้ำ

สิ่งทดลอง	ปริมาณสารสกัด (ร้อยละ)	IC_{50}(ppm)
โรสแมรี่สดสกัดด้วยน้ำ	ไม่มี	-
สกัดด้วยเมทานอล	0.85 ± 0.05^{g}	165.71 ± 4.69^{ab}
สกัดด้วยเมทานอล : น้ำ	0.18 ± 0.01^{jkl}	209.58 ± 4.44^{ef}
สกัดด้วยอะซิโตน	0.24 ± 0.01^{jk}	100.08 ± 6.36^{a}
สกัดด้วยเฮกเซน	น้อยมาก	-
โรสแมรี่แห้งสกัดด้วยน้ำ	ไม่มี	-
สกัดด้วยเมทานอล	3.85 ± 0.05^{a}	156.82 ± 3.32^{b}
สกัดด้วยเมทานอล : น้ำ	0.78 ± 0.09^{gh}	166.52 ± 3.54^{ab}
สกัดด้วยอะซิโตน	2.94 ± 0.13^{c}	86.95 ± 3.08^{a}
สกัดด้วยเฮกเซน	$1.3\times10^{-3}\pm0.01^{m}$	-
เสจสดสกัดด้วยน้ำ	ไม่มี	-
สกัดด้วยเมทานอล	0.24 ± 1.41^{jk}	331.99 ± 7.04^{h}
สกัดด้วยเมทานอล : น้ำ	0.15 ± 5.66^{lm}	253.49 ± 8.96^{g}
สกัดด้วยอะซิโตน	0.16 ± 0.01^{klm}	183.10 ± 2.59^{cd}
สกัดด้วยเฮกเซน	ไม่มี	-
เสจแห้งสกัดด้วยน้ำ	ไม่มี	-
สกัดด้วยเมทานอล	2.03 ± 0.11^{d}	200.38 ± 5.66^{de}
สกัดด้วยเมทานอล : น้ำ	0.29 ± 0.01^{jk}	222.65 ± 11.02^{f}
สกัดด้วยอะซิโตน	0.63 ± 0.05^{hi}	181.28 ± 5.56^{cd}
สกัดด้วยเฮกเซน	$9\times10^{-4}\pm0.01^{m}$	-
ทาย์มสดสกัดด้วยน้ำ	ไม่มี	-
สกัดด้วยเมทานอล	$3.8\times10^{-3}\pm0.01^{m}$	-
สกัดด้วยเมทานอล : น้ำ	น้อยมาก	-
สกัดด้วยอะซิโตน	$7.5\times10^{-4}\pm0.01^{j}$	-
สกัดเฮกเซน	น้อยมาก	-
ทาย์มแห้งสกัดด้วยน้ำ	ไม่มี	-
สกัดด้วยเมทานอล	0.34 ± 0.14^{j}	2287.04 ± 16.17^{l}
สกัดด้วยเมทานอล : น้ำ	0.03 ± 0.01^{lm}	-
สกัดด้วยอะซิโตน	0.16 ± 0.14^{klm}	702.76 ± 4.97^{j}
สกัดเฮกเซน	น้อยมาก	-
น้ำมันหอมระเหยจากโรสแมรี่สด	1.10 ± 0.14^{f}	19837.26 ± 12.87^{n}
น้ำมันหอมระเหยจากโรสแมรี่แห้ง	3.20 ± 0.14^{b}	18292.78 ± 19.43^{m}
น้ำมันหอมระเหยจากเสจสด	0.75 ± 0.07^{gh}	22610.07 ± 8.46^{p}
น้ำมันหอมระเหยจากเสจแห้ง	1.42 ± 0.07^{e}	20775.07 ± 16.06^{o}
น้ำมันหอมระเหยจากทาย์มสด	0.52 ± 0.07^{i}	1037.96 ± 7.34^{k}
น้ำมันหอมระเหยจากทาย์มแห้ง	1.32 ± 0.21^{e}	581.16 ± 4.11^{i}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

- : ไม่มีการวิเคราะห์หาค่า IC_{50}

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ปริมาณสารสกัด และค่า IC_{50} ของสมุนไพร 3 ชนิด ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 5 ชนิด

ปริมาณสารสกัด และค่า IC_{50} ของสมุนไพร 3 ชนิด ทั้งใบสดและแห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 5 ชนิด แสดงดังตาราง ข-1 พบว่า โรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล สามารถสกัดสารได้ปริมาณมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 3.85±0.05 รองมาคือโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน คิดเป็นร้อยละ 2.94±0.13 ส่วนตัวทำละลายเฮกเซนและน้ำเป็นตัวทำละลายที่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการสกัดสารป้องกันการหืนในสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด เนื่องจากตัวทำละลายเหล่านี้สามารถสกัดสารได้ปริมาณน้อยมาก

สำหรับคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า สารสกัดจากโรสแมรี่สด และแห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 100.08±6.36 และ 86.95±3.08 ppm ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าสารสกัดจากโรสแมรี่แห้งมีค่า IC_{50} ต่ำสุด แสดงว่ามีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด (ความเข้มข้นของสารสกัด 86.95±3.08 ppm สามารถทำให้ความเข้มข้นของอนุมูลอิสระลดลงร้อยละ 50) รองมาคือ สารสกัดจากโรสแมรี่แห้งและสดที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล และสารสกัดจากโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลต่อน้ำ (5:1) โดยมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ มีค่าเท่ากับ 156.82±3.32, 165.71±4.69 และ166.52±3.54 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนสมุนไพรที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและน้ำมีความสามารถในการสกัดสารป้องกันการหืนได้ปริมาณน้อยมาก จึงไม่เพียงพอต่อการนำไปวิเคราะห์หาค่า IC_{50} ได้

ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Chen *et al*. (1992) ซึ่งรายงานว่าตัวทำละลายเมทานอลสามารถสกัดสารที่มีความสามารถในการป้องกันการหืนจากโรสแมรี่ได้ปริมาณมากที่สุด รองมาคือ อะซิโตน และเฮกเซน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังวิเคราะห์หาสารCarnosic acid และ Carnosol ด้วยวิธี HPLC-MS ซึ่งพบในโรสแมรี่ จากการวิเคราะห์พบว่าตัวทำละลายเฮกเซนสามารถสกัดสาร Carnosic acid และCarnosol ได้ปริมาณมากที่สุด รองมาคือ อะซิโตน และเมทานอล ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ปริมาณสารสกัด และค่า IC_{50} จากสมุนไพร 3 ชนิด ที่สกัดด้วยการกลั่นด้วยไอน้ำ

ปริมาณสารสกัด และค่า IC_{50} จากสมุนไพร 3 ชนิด ทั้งใบสด และแห้งที่สกัดด้วยการกลั่นด้วยไอน้ำ แสดงดังตาราง ข-2 พบว่า โรสแมรี่แห้งสามารถให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยปริมาณมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 3.20±0.14 รองมาคือ เสจแห้ง สามารถให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยไม่แตกต่างกับทาย์มแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) คิดเป็นร้อยละ 1.42±0.07 และ 1.32±0.21 ตามลำดับ

สำหรับคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากทาย์มแห้งมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 581.16±4.11 ppm รองมาคือน้ำมันหอมระเหยจากทาย์มสด มีค่า IC_{50} เท่ากับ 1037.9±67.37 ppm และน้ำมันหอมระเหยจากเสจสด มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุด คือมีค่า IC_{50} เท่ากับ 22610.07±8.46 ppm

ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Lee *et al.* (2002) ได้รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากทาย์มมีความสามารถในการป้องกันการหืนสูงกว่าโรสแมรี่ และเสจ ตามลำดับ เนื่องจากในน้ำมันหอมระเหยจากทาย์มจะมีสาร Thymol เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งมีความสามารถในการป้องกันการหืนสูงกว่า Borneol และ Thujone ที่พบในโรสแมรี่และเสจ ตามลำดับ (Farag *et al.*, 1989b)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารป้องกันการหืนจากสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด พบว่า ตัวทำละลายอะซิโตนมีความเหมาะสมนำมาใช้ในการสกัดสารป้องกันการหืน เนื่องจากเป็นตัวทำละลายที่สามารถสกัดสารที่มีความสามารถในการป้องกันการหืนได้ปริมาณปานกลาง และมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด แต่ในงานวิจัยได้ใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในการสกัด ซึ่งตัวทำละลายอะซิโตน มีจุดเดือด 56.2 องศาเซลเซียส มีผลทำให้เกิดการเดือดของตัวทำละลาย ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาอุณหภูมิในการสกัดสารป้องกันการหืน ที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส

4. ค่า IC_{50} ระหว่างสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระระหว่างสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส แสดงดังตาราง 4.2 พบว่า สารสกัดโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน ที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 89.60±3.17 และ 86.95±3.08 ppm ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส สามารถสกัดสารที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิมีผลต่อการละลายสารที่มีความสามารถในการป้องกันการหืนออกมาแตกต่างกัน

ตาราง 4.2 ค่า IC_{50} ของสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน ที่ใช้อุณหภูมิในการสกัดแตกต่างกัน

อุณหภูมิที่ใช้สกัด	IC_{50} (ppm)
40 องศาเซลเซียส	101.00±2.14[b]
50 องศาเซลเซียส	89.60±3.17[a]
60 องศาเซลเซียส	86.95±3.08[a]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้นจึงเลือกใช้อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียสในการสกัดสารป้องกันจากหืนจากโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน เนื่องจากสามารถสกัดสารที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกับอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

4.1.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดป้องกันการหืนจากพืชสมุนไพรกับสารป้องกันการหืนสังเคราะห์

คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระระหว่างสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนกับสารป้องกันการหืนสังเคราะห์ แสดงดังตาราง 4.3 พบว่า BHA , BHT และสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดย BHA มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองมาคือ BHT และสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน มีค่า IC_{50} เท่ากับ 20.03 ± 1.84 , 71.61 ± 5.06 และ 86.95 ± 3.08 ppm ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าสารสกัดโรสแมรี่แห้งมีค่าใกล้เคียงกับ BHT ถึงแม้ว่าจะแตกต่างกันทางสถิติ แต่ถ้ามีการนำไปใช้ร่วมกับสารเสริมฤทธิ์ชนิดอื่น เช่น กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิค กรดทาร์ทาริก เป็นต้น อาจทำให้คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น และนอกจากนี้ควรมีการนำสารสกัดโรสแมรี่แห้งมาเปรียบเทียบกับสารป้องกันการหืนจากธรรมชาติชนิดอื่นๆ ด้วย จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปศึกษาในงานวิจัยต่อไป

Munne-Bosch *et al*. (2000) รายงานว่า ความเข้มข้นของสาร Phenolic diterpenes (Carnosic acid และ Carnosol) ในใบโรสแมรี่ ขึ้นอยู่กับภูมิประเทศและภูมิอากาศ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในใบ ปริมาณแสงรังสีและอุณหภูมิที่ได้รับอีกด้วย โดยปกติโรสแมรี่จะปลูกกันแถบเมดิเตอร์เรเนียน โดยจะส่งผลต่อความเข้มข้นของสาร Carnosic acid และสาร Carnosol ซึ่งจะมีปริมาณสูงที่สุดในช่วงฤดูหนาวและต่ำที่สุดในช่วงฤดูร้อน ฉะนั้นภูมิประเทศและภูมิอากาศของประเทศไทย อาจทำให้มีความแตกต่างของสารที่มีความสามารถในการป้องกันการหืน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.3 เปรียบเทียบค่า IC_{50} ระหว่างสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนกับสารป้องกันการหืนสังเคราะห์

สิ่งทดลอง	IC_{50} (ppm)
BHA	20.03 ± 1.84^{a}
BHT	71.61 ± 5.06^{b}
สารสกัดโรสแมรี่แห้ง	86.95 ± 3.08^{c}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.1.3 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสารสกัดป้องกันการหืนจากพืชสมุนไพร

4.1.3.1 ผลของแสงที่มีต่อความคงตัวของสารสกัดป้องกันการหืน

ค่า IC_{50} ของสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่บรรจุในภาชนะแบบใสและแบบสีชา ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

จากตาราง 4.4 แสดงค่า IC_{50} ของสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่บรรจุในภาชนะแบบใส พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สารสกัดโรสแมรี่แห้งมีค่า IC_{50} เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเก็บรักษาในวันเริ่มต้น (0 วัน) มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 86.07 ± 1.83 ppm และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 108.30 ± 0.75 ppm

สำหรับสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่บรรจุในภาชนะแบบสีชา พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สารสกัดโรสแมรี่แห้งจะมีค่าIC_{50}เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่ 0 วัน มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกับที่ 7 วัน โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 86.07 ± 1.83 และ 86.93 ± 0.62 ppm ตามลำดับ และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 96.06 ± 0.68 ppm

การเปรียบเทียบค่า IC_{50} ระหว่างภาชนะบรรจุ 2 ชนิด พบว่า ที่ 7, 14, 21 และ 28 วัน สารสกัดโรสแมรี่แห้งที่บรรจุในภาชนะแบบใสมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกับภาชนะบรรจุแบบสีชาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่บรรจุใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

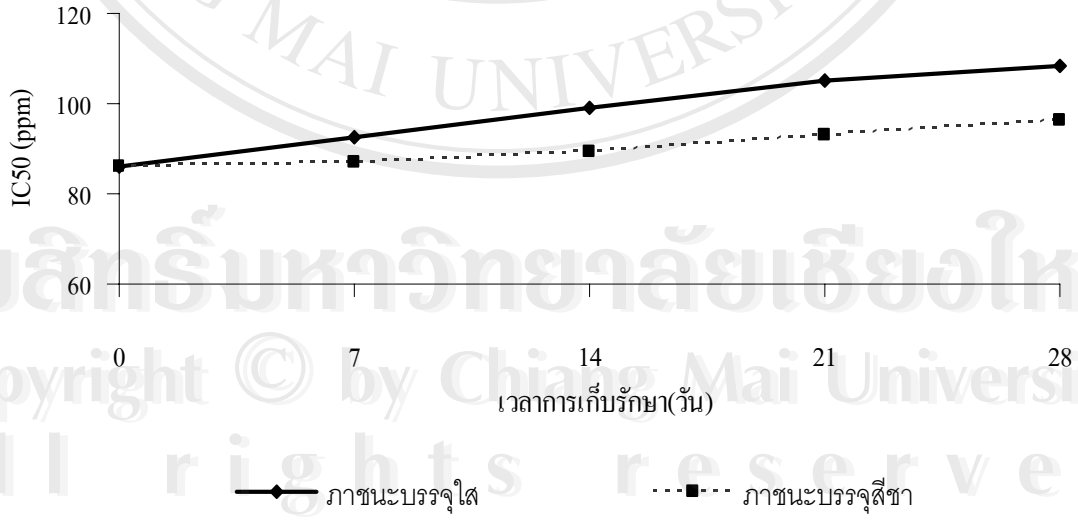
ภาชนะแบบสีชามีคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าภาชนะแบบใส แสดงให้เห็นว่าแสงมีผลต่อคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดโรสแมรี่แห้ง ฉะนั้นจึงควรเก็บรักษาสารสกัดโรสแมรี่แห้งในภาชนะบรรจุป้องกันแสง เพื่อรักษาความคงตัวของสารสกัดโรสแมรี่แห้ง ซึ่งสอดคล้องกับ Okamura *et al.*(1994) ซึ่งรายงานว่า แสงมีผลต่อความคงตัวของสารสกัดโรสแมรี่แห้ง โดยการเก็บตัวอย่างในที่มืดมีผลทำให้สาร Carnosic acid สลายตัวไปเป็นสารCarnosol และสารอื่นๆ ได้น้อยกว่าการเก็บรักษาสารสกัดในบรรยากาศที่มีแสง

ตาราง 4.4 ค่า IC_{50} ของสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่บรรจุในภาชนะแบบใสและแบบสีชา ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ปัจจัยศึกษา	สิ่งทดลอง	IC_{50}(ppm)				
		0 วัน	7 วัน	14 วัน	21วัน	28 วัน
แสง	ภาชนะใส	86.07±1.83^{a}	92.77±1.31^{b} B	98.99±0.70^{c} B	105.06±0.68^{d} B	108.30±0.75^{e} B
	ภาชนะสีชา	86.07±1.83^{a}	86.93±0.62^{ab}A	89.13±1.27^{b} A	93.23±0.66^{c} A	96.06±0.68^{c} A

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและตัวอักษรใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



ภาพ 4.1 ค่า IC_{50} ของสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่บรรจุในภาชนะแบบใสและแบบสีชา ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.3.2 ผลของอากาศที่มีต่อความคงตัวของสารสกัดป้องกันการหืน

ค่า IC_{50} ของสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่เก็บรักษาโดยให้สารสกัดสัมผัสและไม่สัมผัสกับอากาศระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

เมื่อเก็บรักษาสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสีชา โดยให้สารสกัดโรสแมรี่แห้งสัมผัสและไม่สัมผัสกับอากาศ แสดงดังตาราง 4.5 พบว่า สารสกัดโรสแมรี่แห้งที่สัมผัสอากาศ มีค่า IC_{50} เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่ 0 วัน มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดโดยมีค่า IC_{50}เท่ากับ 86.07±1.83 ppm และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 101.50±1.44 ppm

สำหรับสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ไม่สัมผัสกับอากาศ พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สารสกัดโรสแมรี่แห้งจะมีค่า IC_{50} เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่ 0 วัน มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกับที่ 7 วัน โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 86.07±1.83 และ 86.93±0.62 ppm ตามลำดับ และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 96.06±0.68 ppm

การเปรียบเทียบสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่สัมผัสและไม่สัมผัสกับอากาศ พบว่า ที่ 7, 14, 21 และ 28 วัน สารสกัดโรสแมรี่แห้งที่บรรจุในภาชนะแบบสีชาโดยสัมผัสอากาศและไม่สัมผัสกับอากาศมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสารสกัดที่ไม่สัมผัสอากาศมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าที่สัมผัสอากาศ แสดงให้เห็นว่าอากาศมีผลต่อคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดโรสแมรี่แห้ง ฉะนั้นจึงควรเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่ปิดแน่น และป้องกันการสัมผัสกับอากาศ

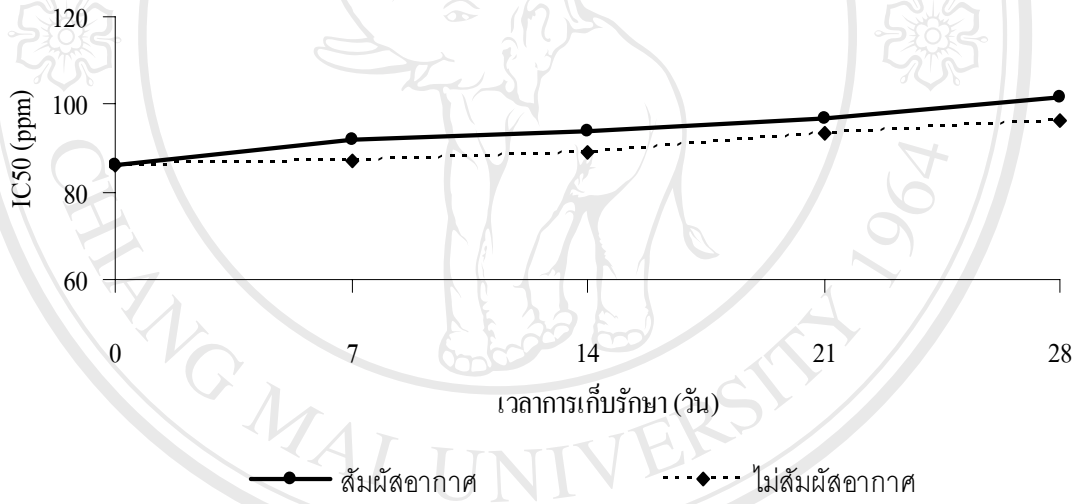
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.5 ค่า IC_{50} ของสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่เก็บรักษาโดยให้สารสกัดสัมผัสและไม่สัมผัสกับอากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ปัจจัยศึกษา	สิ่งทดลอง	IC_{50}(ppm)				
		0 วัน	7 วัน	14 วัน	21วัน	28 วัน
อากาศ	ไม่สัมผัสอากาศ	86.07 ± 1.83^{a}	86.93 ± 0.62^{ab} A	89.13 ± 1.27^{b} A	93.23 ± 0.66^{c} A	96.06 ± 0.68^{c} A
	สัมผัสอากาศ	86.07 ± 1.83^{a}	91.84 ± 1.30^{b} B	93.93 ± 0.33^{bc} B	96.55 ± 1.36^{c} B	101.50 ± 1.44^{d} B

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและตัวอักษรตัวใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P\leq0.05$)



ภาพ 4.2 ค่า IC_{50} ของสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่เก็บรักษาโดยให้สารสกัดสัมผัสและไม่สัมผัสกับอากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.3.3 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อความคงตัวของสารสกัดป้องกันการหืน

ค่า IC_{50} ของสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

เมื่อเก็บรักษาสารสกัดโรสแมรี่แห้งในภาชนะแบบสีชาและไม่ให้สารสกัดสัมผัสกับอากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สารสกัดโรสแมรี่แห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีค่า IC_{50} เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่ 0 และ 7 วัน มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 86.07±1.83 และ 86.93±0.62 ppm ตามลำดับ และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 96.06±0.68 ppm

สารสกัดโรสแมรี่แห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สารสกัดโรสแมรี่แห้งมีค่า IC_{50} เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่ 0 วัน มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 86.07±1.83 ppm และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 106.17±0.75 ppm

การเปรียบเทียบสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 7, 14, 21 และ 28 วัน สารสกัดโรสแมรี่แห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกับที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีผลต่อคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสอดคล้องกับ Okamura *et al.* (1994) รายงานว่าอุณหภูมิมีผลต่อความคงตัวของสารสกัดโรสแมรี่แห้ง โดยการเก็บอุณหภูมิที่ -20 องศาเซลเซียส ทำให้สารมีความคงตัวมากที่สุด ฉะนั้นจึงควรเก็บรักษาสารสกัดโรสแมรี่แห้ง ที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อรักษาความคงตัวของสารสกัดโรสแมรี่แห้ง

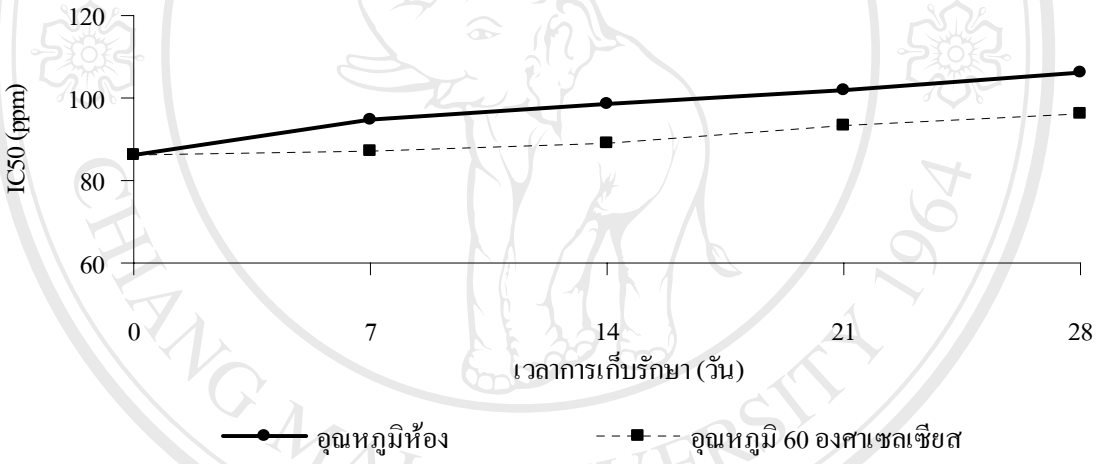
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.6 ค่า IC_{50} ของสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ปัจจัยศึกษา	สิ่งทดลอง	IC_{50}(ppm)				
		0 วัน	7 วัน	14 วัน	21วัน	28 วัน
อุณหภูมิ	อุณหภูมิห้อง	86.07±1.83^{a}	86.93±0.62^{ab}A	89.13±1.27^{b} A	93.23±0.66^{c} A	96.06±0.68^{c}
	อุณหภูมิ60°C	86.07±1.83^{a}	94.54±1.48^{b}B	98.50±1.39^{c} B	102.00±0.72^{d} B	106.17±0.75^{e}

หมายเหตุ : ค่าของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กที่แตกต่างกันในแต่ละแถวและตัวอักษรตัวใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



ภาพ 4.3 ค่า IC_{50} ของสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนที่ 4.2 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสารสกัดป้องกันการหืนจากพืชสมุนไพร ในการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันหรือน้ำมันเป็นองค์ประกอบ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารป้องกันการหืนจากสมุนไพร พบว่า สภาวะที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนมีความเหมาะสมที่สุด เพื่อความปลอดภัยและเพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภคก่อนนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง จึงได้มีการตรวจวิเคราะห์การตกค้างของตัวทำละลายอะซิโตน ณ สถานบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (สวท-มช) ผลการตรวจวิเคราะห์ไม่พบตัวทำละลายอะซิโตนตกค้างในสารสกัดโรสแมรี่ดังกล่าว

การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่เติมในผลิตภัณฑ์กุนเชียง ในปริมาณ 0, 100 200, 300 และ400 ppm โดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีการบรรจุ 2 วิธี คือ การบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู และสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยสุ่มตัวอย่างที่ 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และทางด้านประสาทสัมผัส ผลที่ได้เป็นไปตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน แสดงดังตาราง ข-3 และบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ดังภาพ 4.4 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ในผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 400 ppm มีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ในผลิตภัณฑ์ต่ำที่สุดเท่ากับ 0.70±0.16 meq/kg และชุดควบคุม มีค่าเปอร์ออกไซด์สูงที่สุดเท่ากับ 1.06±0.22 meq/kg ดังนั้นควรเลือกปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 400 ppm เติมในผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่า ที่ 0 วันมีค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำที่สุดเท่ากับ 0.54±0.10 meq/kg และที่ 7 และ 14 วัน มีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เท่ากับ 0.95±0.14 และ 0.97±0.13 meq/kg ตามลำดับ และที่ 21 และ 28 วัน มีค่าลดลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เท่ากับ 0.88 ±0.20 และ 0.89±0.17 meq/kg ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ แสดงดังภาพ 4.5 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสารสกัดโรสแมรี่ในปริมาณ 400 และ 300 ppm มีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งมีค่าเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 0.58±0.10 และ 0.63±0.10 meq/kg ตามลำดับ และที่ชุดควบคุม มีค่าเปอร์ออกไซด์สูงที่สุดเท่ากับ 0.93±0.16 meq/kg ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 300 และ 400 ppm ได้ แต่จะเลือกพิจารณาใช้ที่ 300 ppm เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์-ออกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำที่สุดเท่ากับ 0.54±0.10 meq/kg และเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตามการเก็บรักษา โดยที่ 14 , 21 และ 28 วัน มีค่าเปอร์ออกไซด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.78-0.82 meq/kg ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่า การบรรจุผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งแตกต่างกันทั้งสองวิธีมีผลต่อค่าเปอร์ออกไซด์ ซึ่งสอดคล้องกับ Nassu *et al.* (2003) ได้ศึกษาการเติมสารสกัดโรสแมรี่ในปริมาณ 0, 250 และ500 ppm พบว่าปริมาณสารสกัด 500 ppm สามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันในไส้กรอกเปรี้ยวจากเนื้อแพะได้ นอกจากนี้ Iriarte *et al.* (1992) ได้ศึกษาปริมาณสารสกัดโรสแมรี่ที่ 0, 150 และ 300 ppm ในหมูหมัก พบว่าปริมาณสารสกัด 300 ppm มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันการหืน แสดงให้เห็นว่าสารสกัดที่ความเข้มข้นสูงมีความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่า เนื่องจากสามารถให้ไฮโดรเจนอะตอมแก่อนุมูลอิสระได้มากกว่าการเติมสารสกัดที่ความเข้มข้นต่ำกว่า

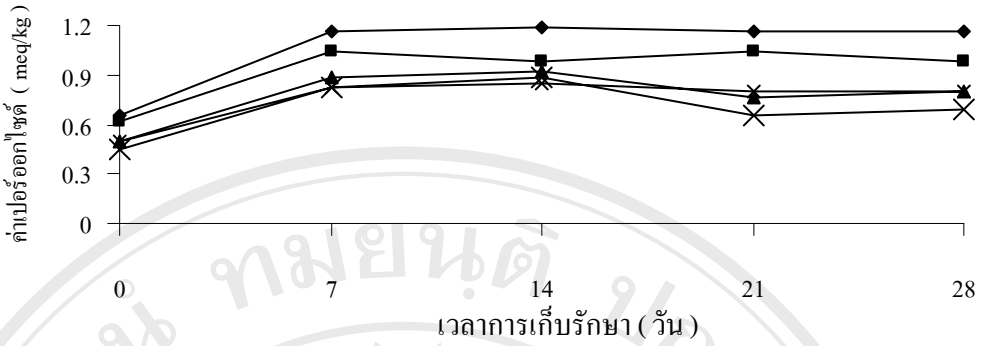
การเปรียบเทียบค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะสุญญากาศ แสดงดังภาพ 4.6 และตาราง ข-3 พบว่า ค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูแตกต่างกับสภาวะสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเก็บรักษาที่ 7 และ 14 วัน โดยผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูมีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นสูงกว่าสภาวะสุญญากาศ เนื่องจากการบรรจุผลิตภัณฑ์ในสภาวะปกติแบบเจาะรู ผลิตภัณฑ์มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศมากกว่าการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้อัตราของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเพิ่มขึ้น (นิธิยา, 2545) และที่ 21 และ 28 วัน พบว่า ค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูไม่แตกต่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

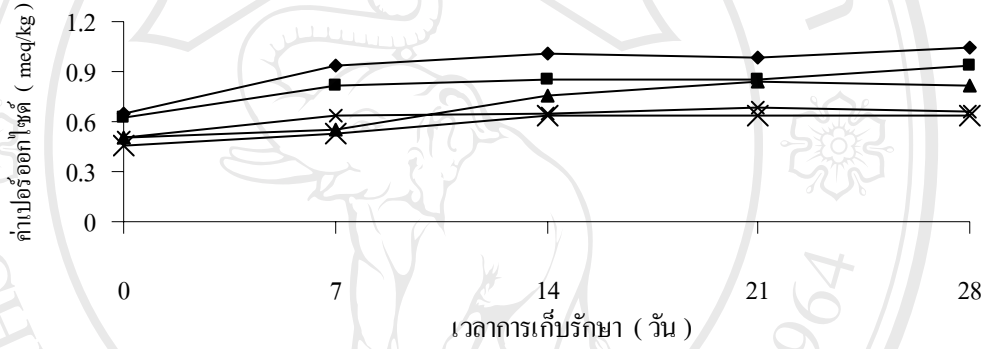
กับสภาวะสุญญากาศ เนื่องจากสภาวะปกติมีค่าเปอร์ออกไซด์ลดลง อาจเนื่องจากการสลายตัวของสารเปอร์ออกไซด์ กลายเป็นสารให้กลิ่นที่ระเหยได้และไม่ได้หลายชนิด เช่น อัลดีไฮด์ คีโตน เป็นต้น (นิธิยา, 2545) ดังนั้นจึงควรเลือกการบรรจุผลิตภัณฑ์กุนเชียงในสภาวะสุญญากาศเพื่อป้องการการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

จะเห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นของค่าเปอร์ออกไซด์เป็นไปอย่างช้าๆ ทั้งนี้เนื่องจากในสารสกัดโรสแมรี่แห้งมีสารที่มีความสามารถในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน นอกจากนี้ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงยังมีผลต่อการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้อีกด้วย ตัวอย่างเช่น การเติมเกลือจะช่วยลดการละลายของออกซิเจนจึงช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งสามารถป้องกันการเกิดกลิ่นหืนได้ (ดาวรินและคณะ, 2539 ; Pearson and Gillett, 1999) ส่วนโซเดียมอีริทอร์เบท ยังทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการหืนด้วยเช่นกัน (Coronado *et al*., 2002)

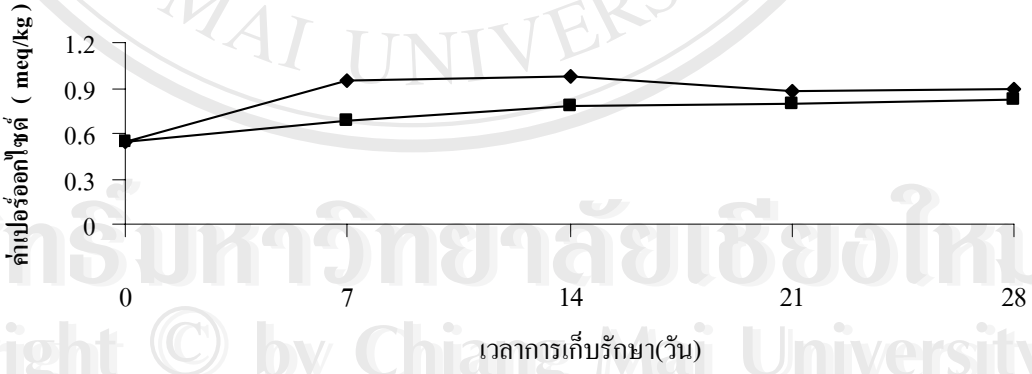
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.5 การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.6 การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู และสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 4.4 และภาพ 4.5 ชุดควบคุม 100 ppm 200 ppm 300 ppm 400 ppm

ภาพ 4.6 บรรจุสภาวะปกติแบบเจาะรู บรรจุสภาวะสุญญากาศ

2. การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (a_w) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

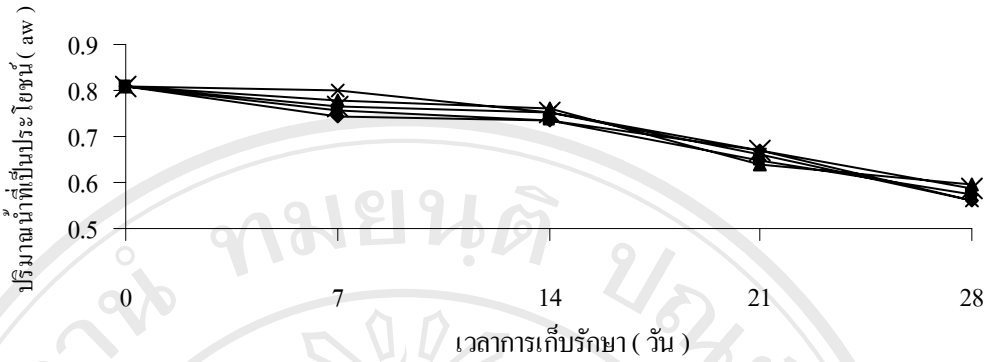
การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน แสดงดังตาราง ข-4 และบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ดังภาพ 4.7 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่า a_w แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ชุดควบคุม และ 100 ppm มีค่า a_w ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) มีค่าเท่ากับ 0.70±0.09 และที่ 200, 300 และ 400 ppm ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) มีค่าเท่ากับ 0.72±0.09, 0.72±0.10 และ 0.72±0.08 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในทางสถิติมีความแตกต่างกันและเมื่อพิจารณาค่า a_w ที่ได้ คือมีค่าอยู่ระหว่าง 0.70-0.72 นับได้ว่าไม่แตกต่างกันมาก ความแตกต่างที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนการอบโดยการแขวนผลิตภัณฑ์กุนเชียง (ดังภาพ ก-5) ทำให้มีโอกาสได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอ ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งไม่น่ามีผลต่อค่าน้ำที่เป็นประโยชน์มากนัก จึงสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งปริมาณเท่าใดก็ได้ แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 400 ppm ซึ่งปริมาณดังกล่าวมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำสุด จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a_w และลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยพบว่า ที่ 0 วัน มีค่า a_w เท่ากับ 0.81±0.01 และลดลงเรื่อยๆ ตามการเก็บรักษา โดยที่ 28 วัน มีค่า a_w ต่ำที่สุดเท่ากับ 0.58±0.01

การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ 4.8 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่า a_w ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งปริมาณใดก็ได้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ไม่แตกต่างกัน แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 300 หรือ 400 ppm ซึ่งปริมาณดังกล่าวมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ไม่แตกต่างกัน จึงเลือกปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 300 ppm เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่า a_w สูงที่สุดเท่ากับ 0.81±0.01 และที่ 28 วัน มีค่า a_w ต่ำที่สุดเท่ากับ 0.78±0.01

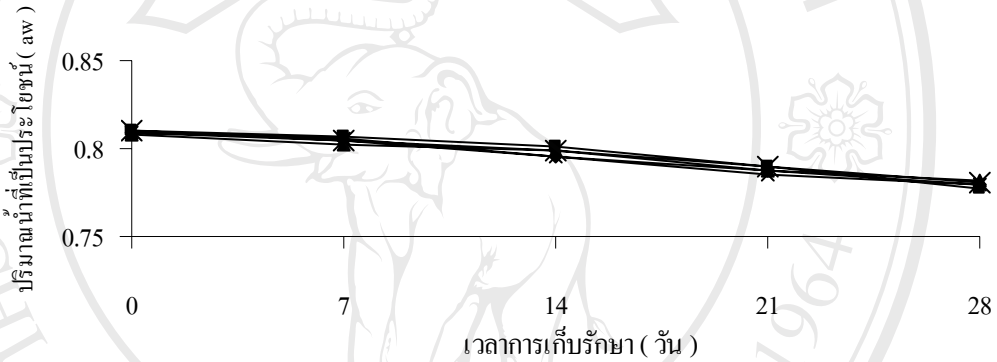
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปรียบเทียบค่า a_w ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะสุญญากาศ แสดงดังภาพ 4.9 และตาราง ข-4 พบว่า ที่ 7, 14 , 21 และ 28 วัน มีค่า a_w แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูมีค่า a_w ต่ำกว่าสภาวะสุญญากาศ เนื่องจากการบรรจุในสภาวะปกติมีการเจาะรูของถุงพลาสติกจึงทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีการเคลื่อนที่ไปยังอากาศรอบๆ ได้ ถ้าความชื้นรอบๆ อาหารต่ำกว่าความชื้นในอาหาร จะทำให้ a_w ที่ผิวหน้าของอาหารลดลงมากกว่าการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ (วิไล, 2545) ซึ่งจะมีผลต่อค่าคะแนนลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสลดลง แสดงดังตาราง ข-13 นอกจากนี้อาจจะมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ และการเจริญของจุลินทรีย์ลดลง อย่างไรก็ตามการเจาะรูทำให้ออกซิเจนแพร่ผ่านเข้าไปในผลิตภัณฑ์ได้ จึงมีโอกาสทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น ส่วนการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ ผลิตภัณฑ์มีลักษณะของเนื้อสัมผัสดีกว่าการบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู แต่การบรรจุด้วยวิธีนี้สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส เนื่องจากผลิตภัณฑ์ยังมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากพอที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยา แต่ถ้าลดค่า a_w ให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมแล้ว จะสามารถควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาและการเจริญของจุลินทรีย์ได้เช่นกัน ดังนั้นการบรรจุในสภาวะสุญญากาศจึงมีความเหมาะสมกว่าการบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู

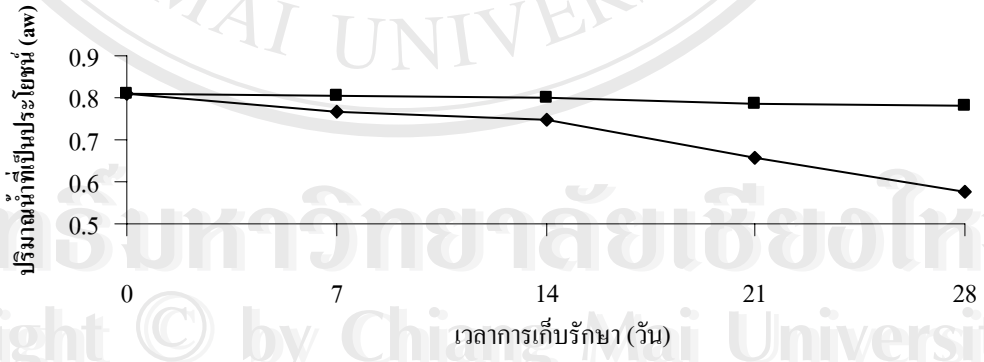
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.7 การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.8 การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.9 การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู และสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ภาพ 4.7 และภาพ 4.8 ชุดควบคุม 100 ppm 200 ppm 300 ppm 400 ppm

ภาพ 4.9 บรรจุสภาวะปกติแบบเจาะรู บรรจุสภาวะสุญญากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

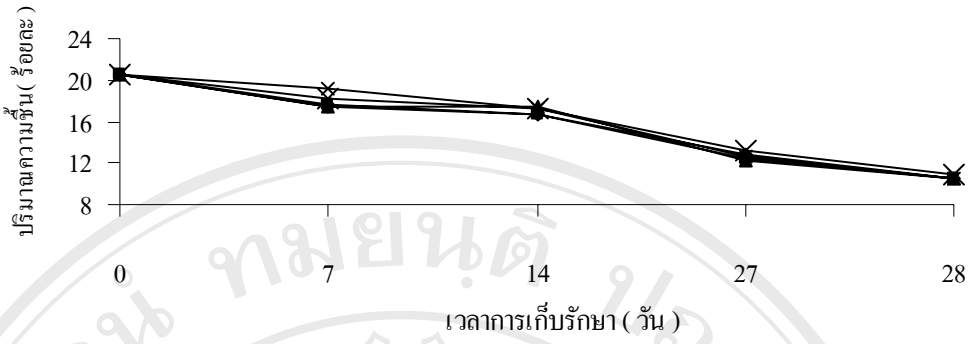
การเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน ดังตาราง ข-5 และบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ดังภาพ 4.10 พบว่าการเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ชุดควบคุม และ 100 ppm มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) คิดเป็นร้อยละ 15.59±3.67 และ 15.59±3.73 ตามลำดับ และที่ 200 , 300 และ 400 ppm ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) คิดเป็นร้อยละ 16.00±3.85, 16.00±4.00 และ 16.02±3.62 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในทางสถิติมีความแตกต่างกันและเมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นที่ได้ คือมีค่าอยู่ระหว่าง 15.59-16.02 นับได้ว่าไม่แตกต่างกันมาก ความแตกต่างที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนการแขวนผลิตภัณฑ์กุนเชียง (ดังภาพ ก-5) ทำให้มีโอกาสได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอ จึงสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ปริมาณใดก็ได้ แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 400 ppm ซึ่งปริมาณดังกล่าวมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำสุด จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีปริมาณความชื้นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 20.53±0.08 และลดลงเรื่อยๆ ตามการเก็บรักษา โดยที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 10.66±0.25 จะเห็นได้ว่าค่าปริมาณความชื้นจะแปรผันตามค่า a_w

การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ 4.11 พบว่าการเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ปริมาณใดก็ได้ แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 300 และ 400 ppm ซึ่งปริมาณดังกล่าวมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำสุดไม่แตกต่างกัน จึงเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่300 ppm เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณความชื้นของกุนเชียงลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีปริมาณความชื้นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 20.53±0.08 และลดลงอย่างช้าๆ ตามการเก็บรักษา โดยที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 19.64±0.11

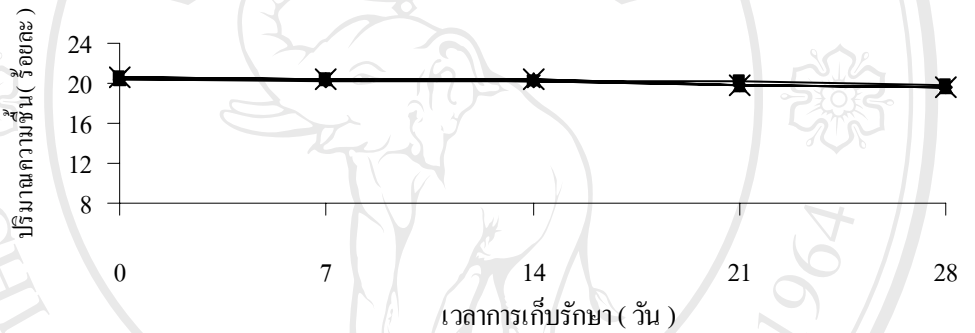
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและบรรจุในสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ 4.12 และตาราง ข-5 พบว่า ที่ 7, 14 , 21 และ 28 วัน มีปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าสภาวะสุญญากาศ เนื่องจากการบรรจุในถุงพลาสติกเจาะรู จึงทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีการเคลื่อนที่ระเหยออกจากบรรจุภัณฑ์มากกว่าการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสแข็ง ดังนั้นการบรรจุผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่สภาวะสุญญากาศจึงมีความเหมาะสมกว่าการบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู เนื่องจากเหตุผลเช่นเดียวกับผลของค่า a_w ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

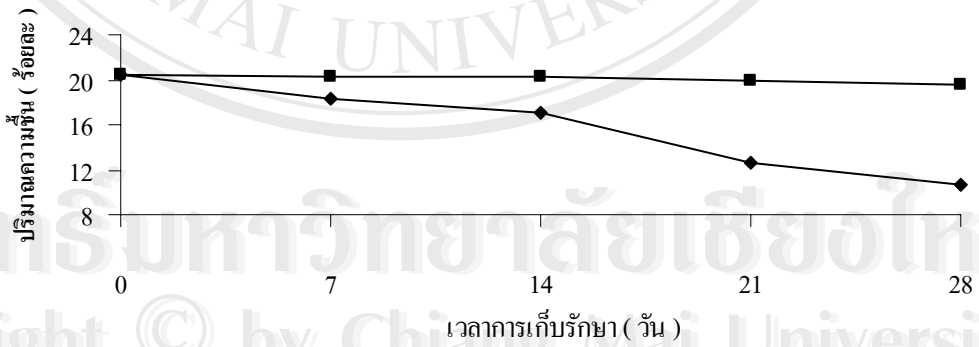
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะ สุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ภาพ 4.10 และภาพ 4.11 ชุดควบคุม 100 ppm 200 ppm 300 ppm 400 ppm

ภาพ 4.12 บรรจุสภาวะปกติแบบเจาะรู บรรจุสภาวะสุญญากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน ดังตาราง ข-6 โดยบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ดังภาพ 4.13 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าสี L แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ชุดควบคุม และ 100 ppm มีค่าสี L ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าเท่ากับ 31.97±2.17 และ 31.92±1.90 ตามลำดับ และที่ 200, 300 และ 400 ppm ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 31.03 - 31.31 ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ ชุดควบคุม และ 100 ppm ได้โดยไม่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสว่างกว่าปริมาณอื่น แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 100 ppm ซึ่งปริมาณดังกล่าวมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่าชุดควบคุม จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี L แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่า ที่ 0 , 7 และ14 วัน มีค่าสี L ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าเท่ากับ 32.51±1.36 , 32.43±1.46 และ 32.83±0.97 ตามลำดับ และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 29.51±0.56 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้นเนื่องจากการระเหยของน้ำที่อยู่ในผลิตภัณฑ์มีผลทำให้มีสีเข้มขึ้นเพราะเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของปริมาณของแข็งทั้งหมด นอกจากนี้อาจจะเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบ Maillard reaction ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิต่ำ (นิธิยา, 2544ข)

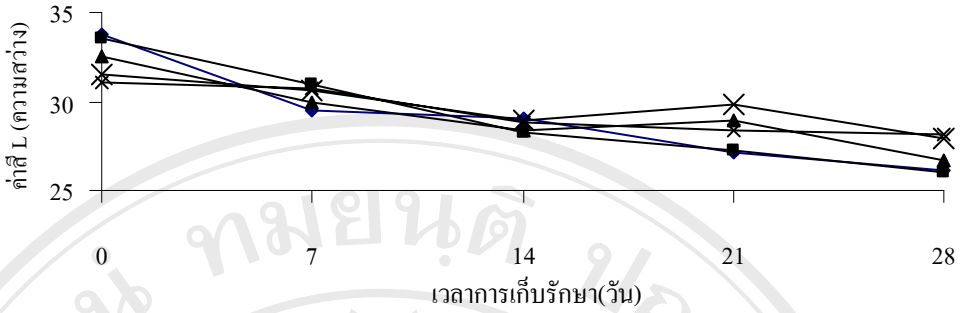
การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ 4.14 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าสี L ไม่แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ปริมาณใดก็ได้ แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 300 และ 400 ppm ซึ่งปริมาณดังกล่าวมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำสุดโดยไม่แตกต่างกัน จึงเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 300 ppm เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าสี L สูงที่สุดเท่ากับ 32.51±1.36 และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 26.97±1.05 เนื่องจากการบรรจุผลิตภัณฑ์ในสภาวะสุญญากาศ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงค่า a_w คืออยู่ในช่วงระหว่าง 0.79-0.81 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเกิด Maillard reaction ดังภาพ 2.12 ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

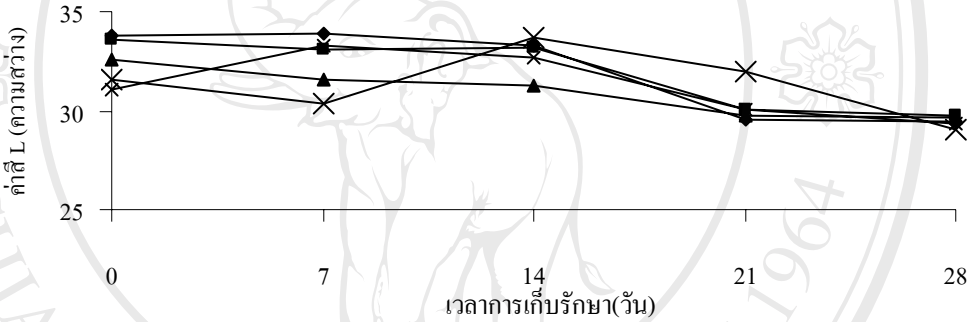
(ไพโรจน์, 2539ข และวิไล, 2545) ทั้งนี้เนื่องจากปฏิกิริยานี้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจน ดังนั้นจึงสามารถเกิดขึ้นได้ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน โดยมีเหล็ก ทองแดง สังกะสี เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (นิธิยา, 2544ข)

การเปรียบเทียบค่าสี L ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ 4.15 และตาราง ข-6 พบว่าที่ 7, 14, 21 และ 28 วัน มีค่าสี L แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูมีค่าสี L สูงกว่าสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ ก-10 ดังนั้นการบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L ที่ดีกว่าการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ เนื่องจากต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะสว่างมากกว่ามีสีคล้ำ แสดงให้เห็นว่าการบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูมีความเหมาะสมกว่า

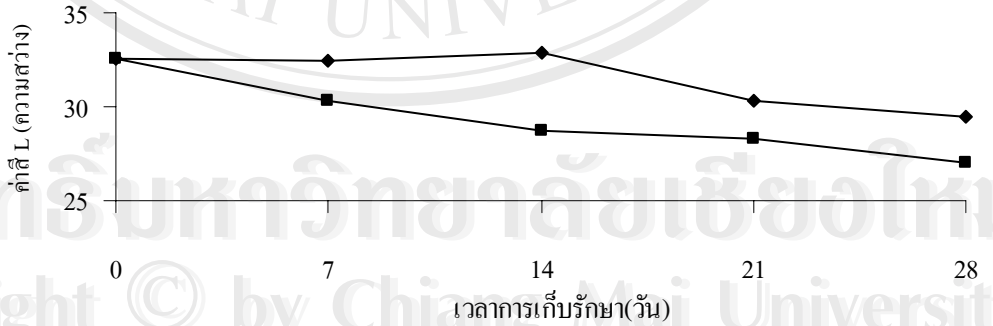
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.13 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.14 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.15 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ภาพ 4.13 และภาพ 4.14 ชุดควบคุม 100 ppm 200 ppm 300 ppm 400 ppm

ภาพ 4.15 บรรจุสภาวะปกติแบบเจาะรู บรรจุสภาวะสุญญากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5. การเปลี่ยนแปลงค่าสี a (สีแดง-สีเขียว) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

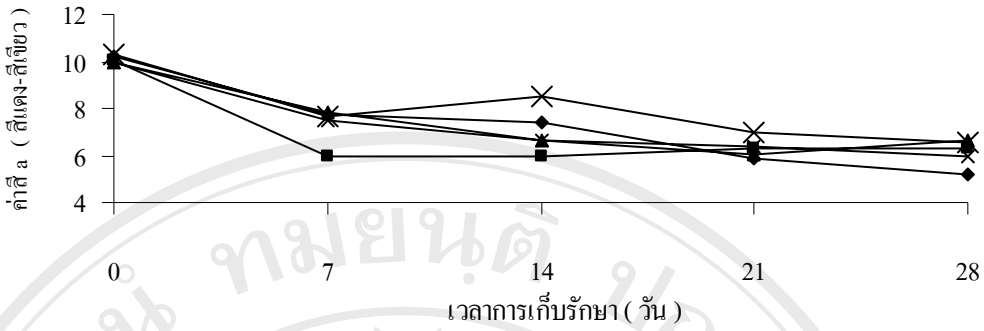
การเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน แสดงดังตาราง ข-7 และบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ดังภาพ 4.16 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าสี a แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ชุดควบคุม, 100, 200 และ 300 ppm มีค่าสี a ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 6.93-7.44 และที่ 400 ppm มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 8.00±1.49 ดังนั้นควรเลือกปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 400 ppm เนื่องจากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดงมากกว่าการใช้ปริมาณอื่น และยังมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำที่สุดอีกด้วย และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี a ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) พบว่าที่ 0 วันมีค่าสี a สูงที่สุดเท่ากับ 10.11±0.35 และลดลงเรื่อยๆ ตามการเก็บรักษา โดยที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 6.20±0.79

การเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ 4.17 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าสี a แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ชุดควบคุม และ 100 ppm มีค่าเท่ากับ 8.57±1.17 และ 9.14±0.75 ตามลำดับ และที่ 200, 300 และ 400 ppm ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P > 0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 9.40 - 9.75 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Djenane *et al.*(2003) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเมทไมโอโกลบินและการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสเต็กเนื้อวัว โดยการสเปรย์สารสกัดโรสแมรี่ลงบนชิ้นเนื้อ แล้วบรรจุในสภาวะ Modified atmosphere พบว่า สเต็กเนื้อวัวที่มีการเติมสารสกัดโรสแมรี่มีค่าสี a ลดลงน้อยกว่าสเต็กเนื้อวัวที่ไม่เติม แสดงให้เห็นว่า สารสกัดโรสแมรี่มีผลในการชะลอการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีไมโอโกลบินไปเป็นเมทไมโอโกลบิน ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 200, 300 และ 400 ppm เนื่องจากมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดงไม่แตกต่างกัน แต่ปริมาณ 300 ppm มีความเหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง เนื่องจากมีผลทำให้ค่าเปอร์-ออกไซด์ไม่แตกต่างกับ 400 ppm จึงเลือกใช้ปริมาณสารสกัดที่ 300 ppm เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี a ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าสี a สูงที่สุดเท่ากับ 10.11±0.35 และลดลงอย่างช้าๆ ตามการเก็บรักษา โดยที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 8.45±0.74

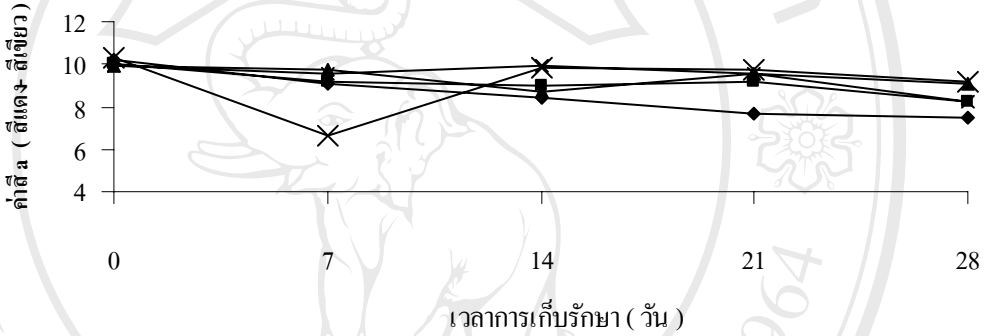
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปรียบเทียบค่าสี a ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะสุญญากาศ แสดงดังภาพ 4.18 และตาราง ข-7 พบว่า ที่ 7, 14, 21 และ 28 วัน มีค่าสี a แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูมีค่าสี a ต่ำกว่าสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ ก-10 ดังนั้นจึงควรเลือกบรรจุในสภาวะสุญญากาศ เนื่องจากต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.16 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a (สีแดง - สีเขียว) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.17 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a (สีแดง - สีเขียว) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ภาพ 4.18 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a (สีแดง - สีเขียว) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ภาพ 4.16 และภาพ 4.17 ชุดควบคุม 100 ppm 200 ppm 300 ppm 400 ppm

ภาพ 4.18 บรรจุสภาวะปกติแบบเจาะรู บรรจุสภาวะสุญญากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

6. การเปลี่ยนแปลงค่าสี b (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

การเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน แสดงดังตาราง ข-8 โดยบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ดังภาพ 4.19 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าสี b แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 400 ppm มีค่าสี b สูงที่สุดเท่ากับ 5.01 ± 1.20 รองมาคือที่ 300, 200, 100 ppm และชุดควบคุม โดยมีค่าสี b ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 4.15-4.57 ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 300, 200, 100, และ ชุดควบคุม ได้โดยไม่แตกต่างกัน เนื่องจากมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีออกสีเหลืองน้อยกว่า แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 300 ppm ซึ่งปริมาณดังกล่าวมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่าที่ปริมาณ 200, 100 ppm และชุดควบคุม จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี bลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าสี b สูงที่สุดเท่ากับ 5.30 ± 0.77 และลดลงเรื่อยๆ ตามการเก็บรักษา โดยที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 3.69 ± 0.17

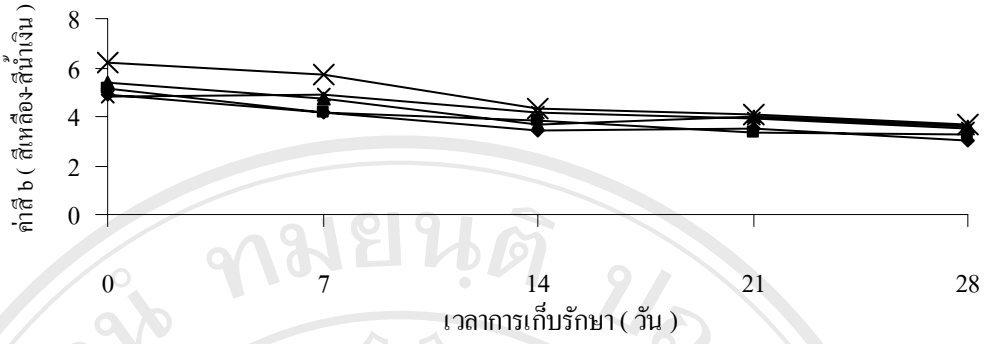
การเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ 4.20 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าสี b แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P\leq0.05$) โดยปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 400, 300 และ 200 ppm มีค่าสี b ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าเท่ากับ 4.54 ± 1.13, 4.37 ± 0.69 และ 4.23 ± 0.73 ตามลำดับ และที่ 300 , 200, 100 ppm และชุดควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 4.06-4.37 ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 300, 200, 100 ppm และชุดควบคุม ได้โดยไม่แตกต่างกัน แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 100 และชุดควบคุม โดยมีค่าสี b ต่ำสุด โดยไม่แตกต่างกัน จึงเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 100 ppm เนื่องจากมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่าชุดควบคุม และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี b ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าสี b สูงที่สุดเท่ากับ 5.30 ± 0.77 และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 3.54 ± 0.30 ซึ่งสอดคล้องกับ Aksu and kaya (2005) รายงานว่า ผลิตภัณฑ์เนื้อที่เติมสารป้องกันการหืนจะมีค่าสี b ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมสารป้องกันการหืน แสดงให้เห็นว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

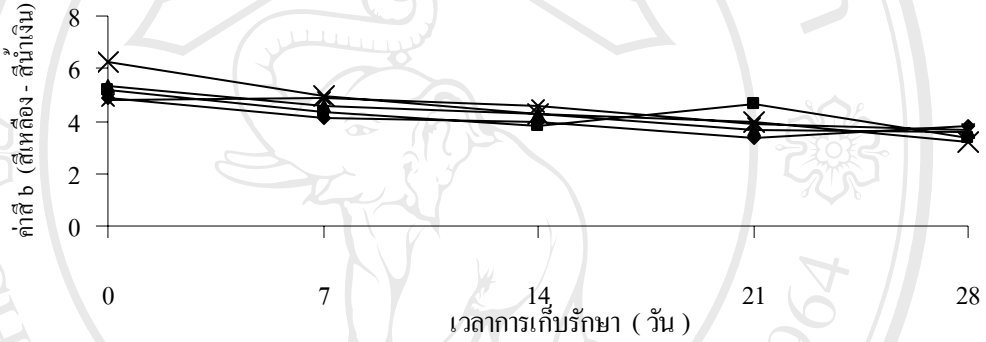
สารป้องกันการหืนมีผลต่อการชะลอการเปลี่ยนแปลงสีในผลิตภัณฑ์เนื้อ (Allen and Hamilton, 1994)

การเปรียบเทียบค่าสี b ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะสุญญากาศ แสดงดังภาพ 4.21 และตาราง ข-8 พบว่า ที่ 7, 14, 21 และ 28 วัน ค่าสี b ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูมีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูมีค่าสี b สูงกว่าสภาวะสุญญากาศ มีผลมาจากการรวมตัวกันของก้อนไขมัน และเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นก้อนไขมันสีขาวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลือง เนื่องจากการออกซิเดชันหรือเกี่ยวข้องกับการเจริญของจุลินทรีย์พวกที่ใช้ออกซิเจน ดังนั้นจึงควรเลือกบรรจุผลิตภัณฑ์กุนเชียงในสภาวะอากาศ เนื่องจากไม่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีสีออกสีเหลือง

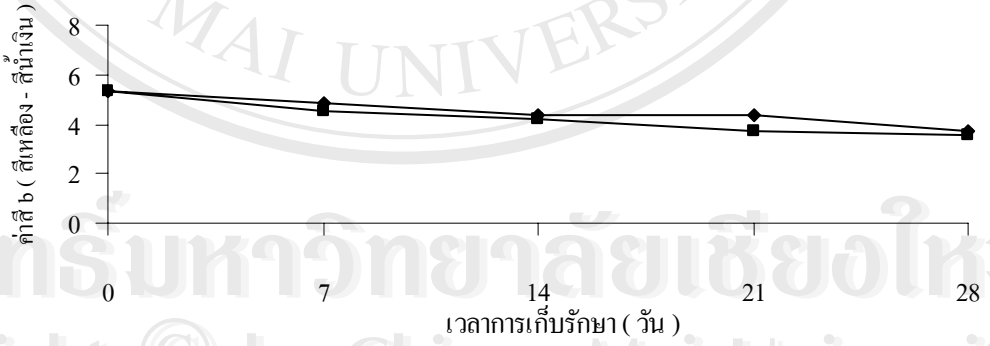
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.19 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b (สีเหลือง - สีน้ำเงิน) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.20 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b (สีเหลือง - สีน้ำเงิน) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.21 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b (สีเหลือง - สีน้ำเงิน) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู และสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ภาพ 4.19 และภาพ 4.20 ชุดควบคุม 100 ppm 200 ppm 300 ppm 400 ppm

ภาพ 4.21 บรรจุสภาวะปกติแบบเจาะรู บรรจุสภาวะสุญญากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงในระหว่างการเก็บรักษา

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

จากการทดลองนี้เลือกใช้ 5-point hedonic scale scoring test ในการจำแนกกลิ่น เนื่องจากกลิ่นเป็นการทดสอบที่ยากต่อการจำแนก จึงใช้สเกลที่ละเอียดน้อยกว่าคุณลักษณะอื่น แต่ในการทดสอบคุณลักษณะทางด้านอื่นๆ เช่น สี เนื้อสัมผัส เป็นต้น ผู้ทดสอบชิมสามารถแยกได้อย่างละเอียดชัดเจนกว่า จึงเลือกใช้ 9- point hedonic scale scoring test ในการจำแนก เพื่อให้งานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

7. การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

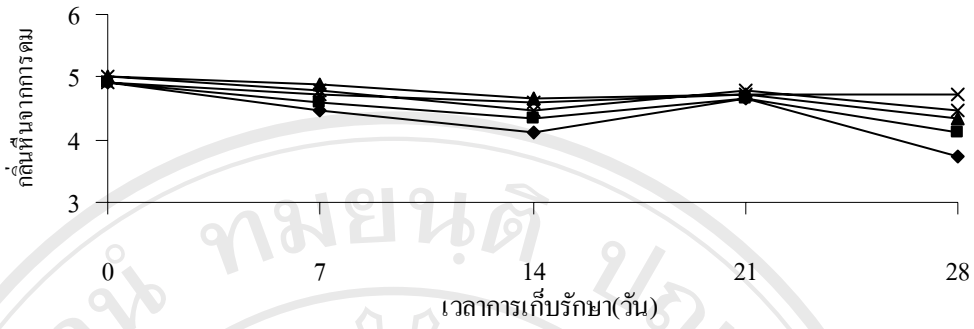
การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน แสดงดังตาราง ข-9 โดยบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ดังภาพ 4.22 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยชุดควบคุม มีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนต่ำที่สุดเท่ากับ 4.36±0.75 คะแนน แสดงว่ามีกลิ่นหืนมากที่สุด และที่ 200, 300 และ 400 ppm มีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนสูงที่สุดโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 4.72-4.50 คะแนน ตามลำดับ ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 200 , 300 และ 400 ppm ได้โดยไม่แตกต่างกัน แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 200 ppm เนื่องจากมีผลต่อค่าคะแนนด้านกลิ่นหืนจากการดมไม่แตกต่างกับการเติมสารสกัดโรสแมรี่ที่ 400 ppm แสดงให้เห็นว่าแม้ค่าเปอร์ออกไซด์จะแตกต่างกัน แต่ผู้ทดสอบชิม ก็ยังไม่สามารถบอกความแตกต่างของกลิ่นหืนได้ จึงเลือกใช้ที่ 200 ppm ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิต และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนสูงที่สุดเท่ากับ 4.96±0.20 คะแนน และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 4.28±0.83 คะแนน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

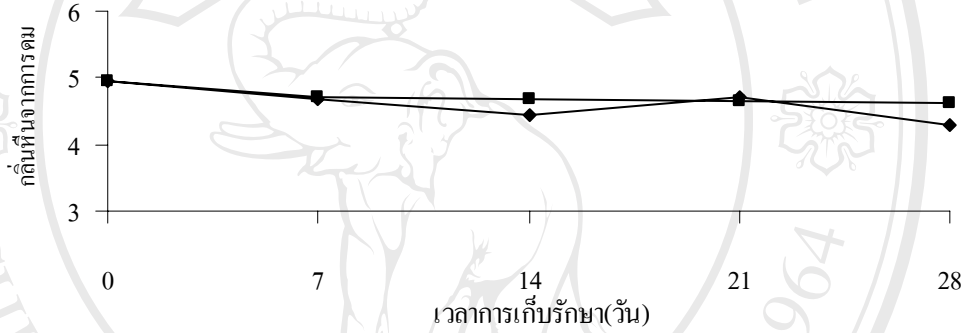
การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการคมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ 4.23 พบว่า ชุดควบคุม และที่ 100 ppm มีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 4.64±0.56 และ 4.51±0.65 คะแนน ตามลำดับ และที่ 200 , 300 และ 400 ppm ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 4.76±0.46 , 4.85±0.36 และ 4.87±0.45 คะแนน ตามลำดับ ดังนั้นควรเลือกใช้สารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 200 ppm ถึงแม้ว่าปริมาณที่ 300 และ 400 ppm จะมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำที่สุดโดยไม่แตกต่างกัน แต่ในด้านของการทดสอบทางประสาทสัมผัสผู้ทดสอบชิมไม่สามารถบอกความแตกต่างได้ ฉะนั้นจะเลือกใช้ที่ 200 ppm เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนสูงที่สุดเท่ากับ 4.96±0.20 คะแนน และลดลงอย่างช้าๆ ตามการเก็บรักษา โดยที่ 7, 14, 21 และ 28 วัน พบว่า มีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P>0.05) มีค่าเท่ากับ 4.72±0.51, 4.69±0.52, 4.64±0.61 และ 4.61±0.59 คะแนน ตามลำดับ

การเปรียบเทียบค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะสุญญากาศ แสดงดังภาพ 4.24 และตาราง ข-9 พบว่า ที่ 0, 7, 14 และ 21 วัน ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะสุญญากาศไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และที่ 28 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P≤0.05) โดยผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูมีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนต่ำกว่าสภาวะสุญญากาศ ดังนั้นการบรรจุผลิตภัณฑ์กุนเชียงในสภาวะสุญญากาศจึงมีความเหมาะสมกว่าการบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.22 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.23 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ภาพ 4.24 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู และสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 4.22 และภาพ 4.23 ชุดควบคุม 100 ppm 200 ppm 300 ppm 400 ppm

ภาพ 4.24 บรรจุสภาวะปกติแบบเจาะรู บรรจุสภาวะสุญญากาศ

8. การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนจากการชิมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

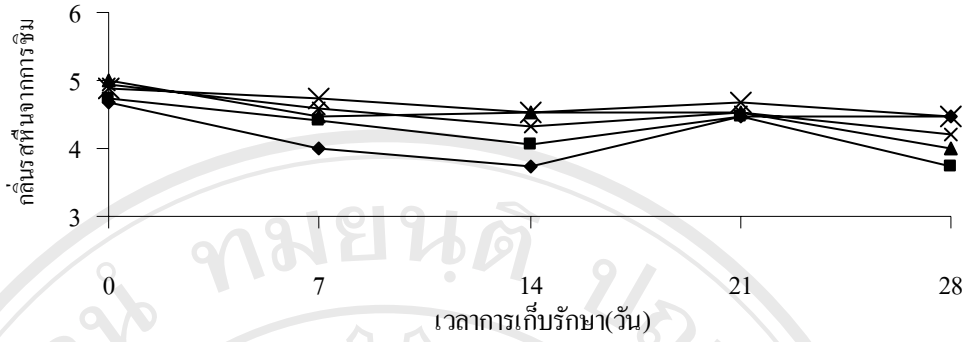
การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนจากการชิมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน แสดงดังตาราง ข-10 โดยบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ดังภาพ 4.25 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยชุดควบคุมมีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนต่ำที่สุดเท่ากับ 4.07±0.81 คะแนน และที่ 200, 300 และ 400 ppm มีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนสูงที่สุดโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าเท่ากับ 4.51-4.64 คะแนน ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 200 , 300 และ 400 ppm ได้โดยไม่แตกต่างกัน แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 200 ppm เนื่องจากมีผลต่อค่าคะแนนด้านกลิ่นหืนจากการดมไม่แตกต่างกับการเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 300 และ 400 ppm ซึ่งจะเป็นการทำให้ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์กุนเชียงลดลง ถึงแม้ว่าปริมาณที่ 400 ppm จะมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำที่สุด แต่ในด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส จะเห็นได้ว่าผู้ทดสอบชิมไม่สามารถบอกความแตกต่างได้ จึงเลือกใช้ที่ 200 ppm และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนสูงที่สุดเท่ากับ 4.84±0.37 คะแนน และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 3.97±0.81 คะแนน

การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนจากการชิมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ 4.26 พบว่า ชุดควบคุม มีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนต่ำที่สุดเท่ากับ 4.17±0.78 คะแนน และที่ 200, 300 และ 400 ppm มีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนสูงที่สุดโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) มีค่าเท่ากับ 4.60±0.59, 4.64±0.63 และ 4.69±0.62 คะแนน ตามลำดับ ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 200 , 300 และ 400 ppm ได้โดยไม่แตกต่างกัน แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 200 ppm เหตุผลจะเหมือนกับที่กล่าวไว้ข้างต้นในของสภาวะปกติแบบเจาะรู และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนสูงที่สุดเท่ากับ 4.84±0.37 คะแนน และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 4.25±0.93 คะแนน

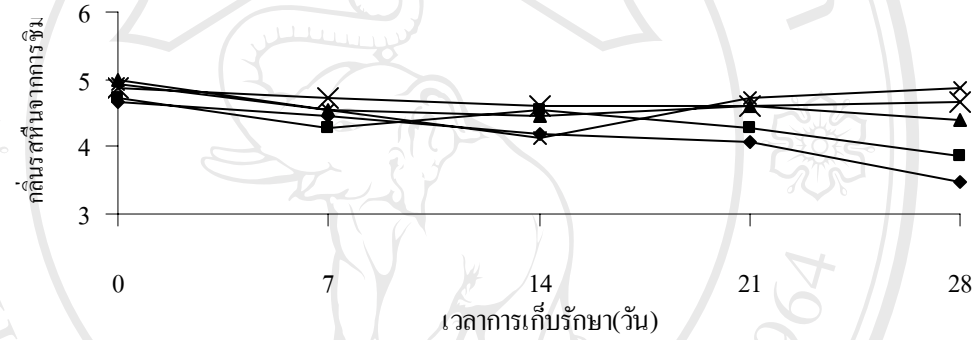
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปรียบเทียบค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะสุญญากาศ แสดงดังภาพ 4.27 และตาราง ข-10 พบว่า ที่ 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูไม่แตกต่างกับสภาวะสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากเมื่อผลิตภัณฑ์กุนเชียงผ่านกระบวนการทอด จะเกิดการสลายตัวของสารเปอร์ออกไซด์และระเหยไปกับการให้ความร้อน ทำให้เกิดกลิ่นเนื้อที่สุก และส่งผลกับการให้ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืน ดังนั้นผู้ทดสอบชิมจึงไม่สามารถบอกความแตกต่างถึงลักษณะด้านกลิ่นรสหืนจากการชิมผลิตภัณฑ์กุนเชียงได้ ดังนั้นการบรรจุผลิตภัณฑ์กุนเชียงทั้งสองสภาวะไม่ทำให้เกิดความแตกต่างของค่าคะแนนด้านกลิ่นหืนจากการดม จึงสามารถเลือกใช้การบรรจุสภาวะใดก็ได้

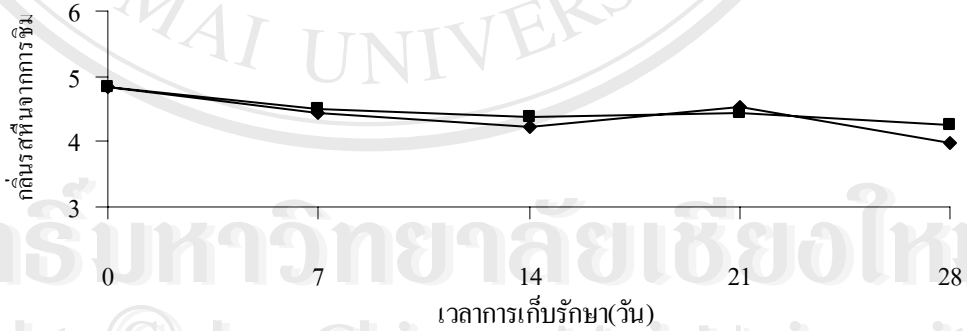
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.25 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนกลิ่นรสหืนจากการชิมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.26 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนกลิ่นรสหืนจากการชิมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.27 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนกลิ่นรสหืนจากการชิมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 4.25 และภาพ 4.26 ชุดควบคุม 100 ppm 200 ppm 300 ppm 400 ppm

ภาพ 4.27 บรรจุสภาวะปกติแบบเจาะรู บรรจุสภาวะสุญญากาศ

9. การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

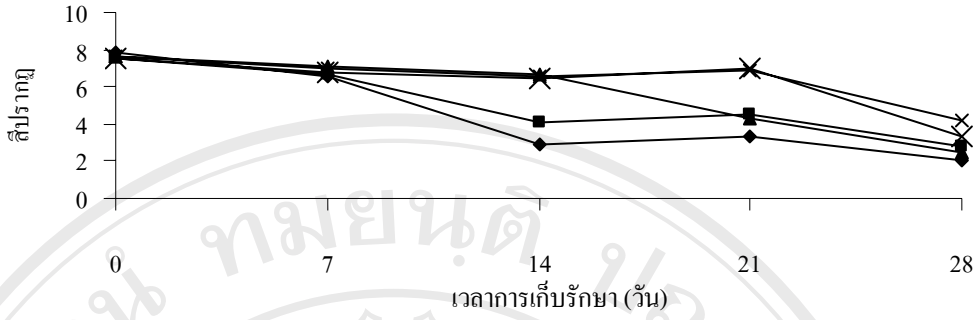
การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน แสดงดังตาราง ข-11 โดยบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ดังภาพ 4.28 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 300 และ 400 ppm มีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าเท่ากับ 6.44±1.70 และ 6.21±1.87 คะแนน ตามลำดับ รองมาคือที่ 200, 100 ppm และชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 5.64±2.28, 5.12±2.22 และ 4.53±2.58 คะแนน ตามลำดับ ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 300 หรือ 400 ppm ได้ แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 400 ppm เนื่องจากปริมาณดังกล่าวมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำที่สุด จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏสูงที่สุดเท่ากับ 7.63±0.85 คะแนน และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 2.96±1.66 คะแนน

การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ 4.29 พบว่าการเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ปริมาณใดก็ได้ แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 300 และ 400 ppm ซึ่งปริมาณดังกล่าวมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำสุดโดยไม่แตกต่างกัน แต่ควรเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 300 ppm เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏสูงที่สุดเท่ากับ 7.63±0.85 คะแนน และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 6.67±1.10 คะแนน

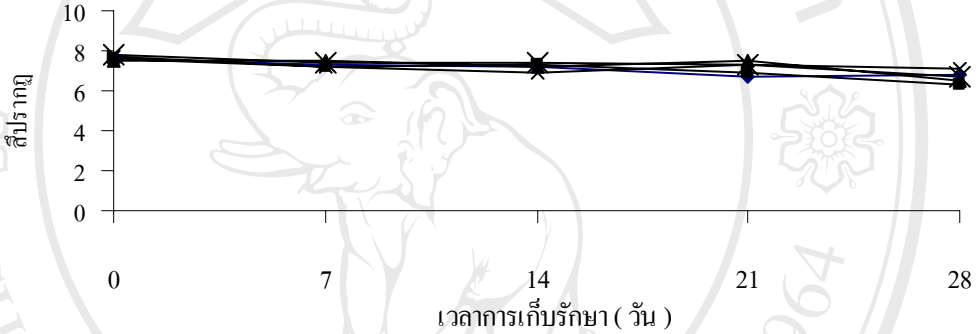
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปรียบเทียบค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะสุญญากาศ แสดงดังภาพ 4.30 และตาราง ข-11 พบว่า ที่ 7, 14 , 21 และ 28 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏแตกต่างกันอย่างมีสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูมีค่าคะแนนการยอมรับด้านสีปรากฏต่ำกว่าสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ ก-6 ถึง ก-10 เนื่องจากผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติเกิดการสูญเสียน้ำ ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะสีเข้มขึ้น และมีลักษณะปรากฏไม่ดี เป็นผลมาจากการสังเกตเห็นก้อนไขมันสีขาวออกเป็นสีเหลืองชัดเจนขึ้น นอกจากนี้สารเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นมีผลทำให้โครงสร้างโปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลง ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส และสี เป็นต้น (Madhavi *et al*., 1996) ดังนั้นการบรรจุผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่สภาวะสุญญากาศจึงเหมาะสมกว่าการบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู เนื่องจากมีค่าคะแนนด้านสีปรากฏมากกว่า

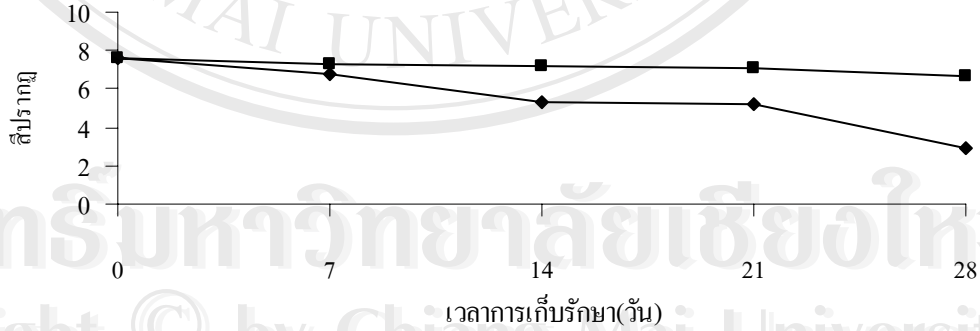
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.28 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.29 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.30 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 4.28 และภาพ 4.29 ชุดควบคุม 100 ppm 200 ppm 300 ppm 400 ppm

ภาพ 4.30 บรรจุสภาวะปกติแบบเจาะรู บรรจุสภาวะสุญญากาศ

10. การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

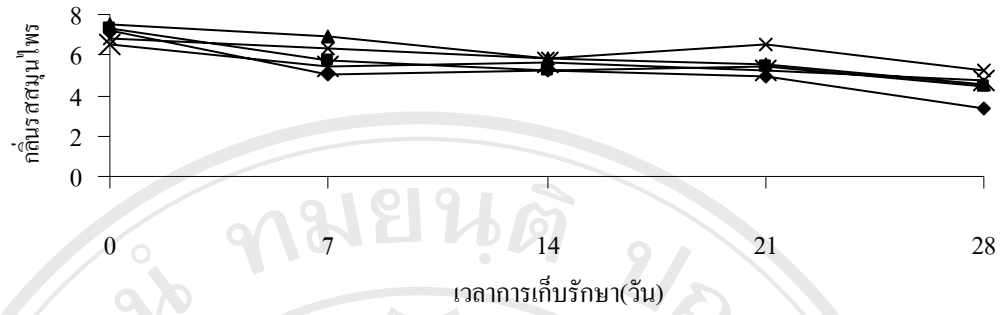
การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน แสดงดังตาราง ข-12 โดยบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูดังภาพ 4.31 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 200 และ 300 ppm มีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรสูงที่สุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าเท่ากับ 6.07±1.50 และ6.15±1.40 คะแนน ตามลำดับ รองมาคือ 100, 400 ppm และชุดควบคุม มีค่าอยู่ระหว่าง 5.01-5.51 ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 200 และ 300 ppm ได้โดยไม่แตกต่างกัน แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 300 ppm ซึ่งปริมาณดังกล่าวมีผลทำให้ค่าคะแนนด้านสีปรากฏมากกว่าที่ 200 ppm แม้ว่าค่าเปอร์ออกไซด์จะไม่แตกต่างกันก็ตาม และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรสูงที่สุดเท่ากับ 7.07±1.08 คะแนน และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 4.44±1.46 คะแนน ทั้งนี้เนื่องจากการที่น้ำระเหยไปบางส่วนมีผลทำให้ส่วนผสมเข้มข้นขึ้น ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกลิ่น รสชาติของอาหาร (ไพโรจน์, 2539ข)

การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ 4.32 พบว่าที่ 100 , 200 และ 300 ppm มีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) เท่ากับ 6.49±1.2, 6.80±1.20 และ 6.85±0.95 คะแนน ตามลำดับ รองมาคือชุดควบคุม และ 400 ppm มีค่าเท่ากับ 6.20±1.19 และ6.16±1.36 คะแนน ตามลำดับ ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 100, 200 และ 300 ppm ได้โดยไม่แตกต่างกัน แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 300 ppm ซึ่งปริมาณดังกล่าวมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์น้อยกว่าที่ 100 และ 200 ppm จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่าที่ 0 วันมีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรสูงที่สุดเท่ากับ 7.07±1.08 คะแนน และที่ 7, 14, 21 และ 28 วัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 6.10-6.53 คะแนน

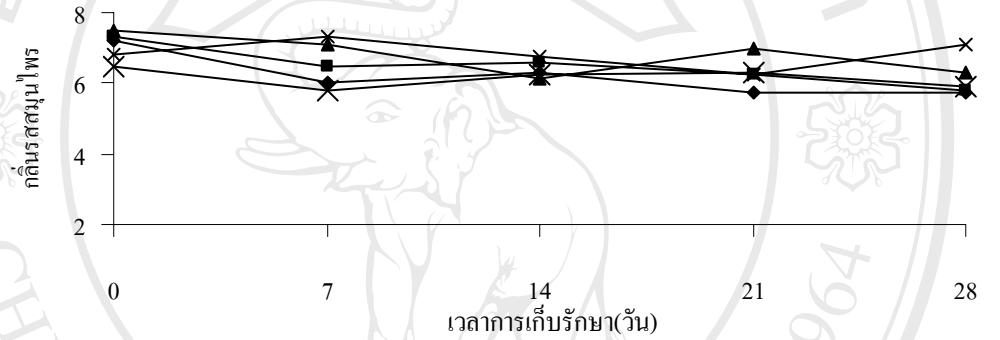
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปรียบเทียบค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสุญญากาศ แสดงดังภาพ 4.33 และตาราง ข-12 พบว่าที่ 7, 14, 21 และ 28 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูมีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรต่ำกว่าสภาวะสุญญากาศ เนื่องจากผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูมีการระเหยของน้ำไปบางส่วน มีผลทำให้ส่วนผสมเข้มข้นขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกลิ่น รสชาติของอาหาร (ไพโรจน์, 2539ข) ดังนั้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูเมื่อผ่านการทอดด้วยความร้อน มีผลทำให้มีกลิ่นรสสมุนไพรที่แรงขึ้น ส่งผลต่อค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรลดลง ดังนั้นการบรรจุผลิตภัณฑ์กุนเชียงในสภาวะสุญญากาศจึงเหมาะสมกว่าการบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.31 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.32 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ภาพ 4.33 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ภาพ 4.31 และภาพ 4.32 ชุดควบคุม 100 ppm 200 ppm 300 ppm 400 ppm

ภาพ 4.33 บรรจุสภาวะปกติแบบเจาะรู บรรจุสภาวะสุญญากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

11. การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

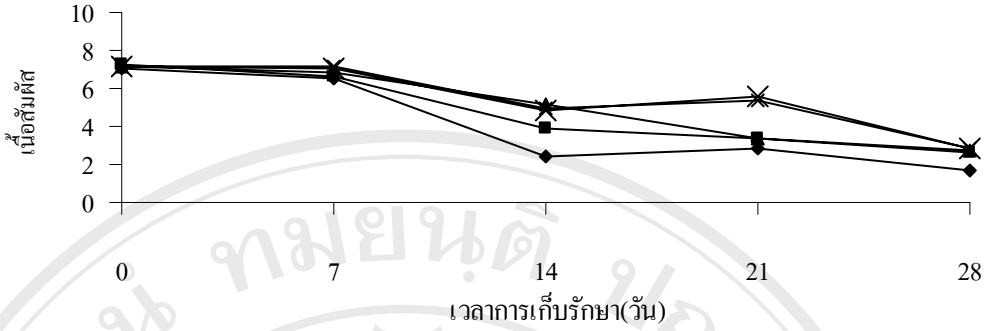
การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน แสดงดังตาราง ข-13 โดยบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ดังภาพ 4.34 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 300 และ 400 ppm มีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสสูงที่สุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าเท่ากับ 5.49±1.93 และ 5.47±1.98 คะแนน ตามลำดับ ความแตกต่างของค่าคะแนนด้านเนื้อสัมผัสที่เกิดขึ้นนั้น จะสอดคล้องกับผลของค่า a_w และปริมาณความชื้น ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งปริมาณใดก็ได้ แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 400 ppm ซึ่งปริมาณดังกล่าวมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำที่สุด จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสสูงที่สุดเท่ากับ 7.16±0.62 คะแนน และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 2.55±1.36 คะแนน

การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ 4.35 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ปริมาณใดก็ได้ แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 300 และ 400 ppm ซึ่งปริมาณดังกล่าวมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำสุดโดยไม่แตกต่างกัน แต่ควรเลือกปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 300 ppm เนื่องจากทำให้ลดต้นทุนการผลิตลดลง และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่า ที่ 0, 7, 14 และ 21 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 6.89-7.16 คะแนน แสดงให้เห็นว่าการบรรจุแบบสภาวะสุญญากาศมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสน้อยมาก และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 6.72±1.18 คะแนน

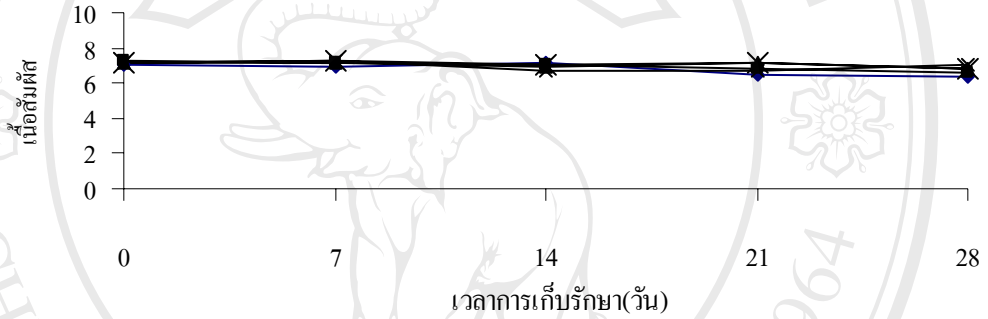
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปรียบเทียบค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและบรรจุในสภาวะสุญญากาศ แสดงดังภาพ 4.36 และตาราง ข-13 พบว่าที่ 7, 14, 21 และ 28 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูมีค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสต่ำกว่าสภาวะสุญญากาศ ดังนั้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นลดลงมากกว่าสภาวะสุญญากาศ แสดงดังตาราง ข-5 ผลิตภัณฑ์จึงมีลักษณะเนื้อสัมผัสแข็ง จึงส่งผลต่อค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัส ดังนั้นการบรรจุผลิตภัณฑ์กุนเชียงในสภาวะสุญญากาศจึงเหมาะสมมากกว่าการบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู

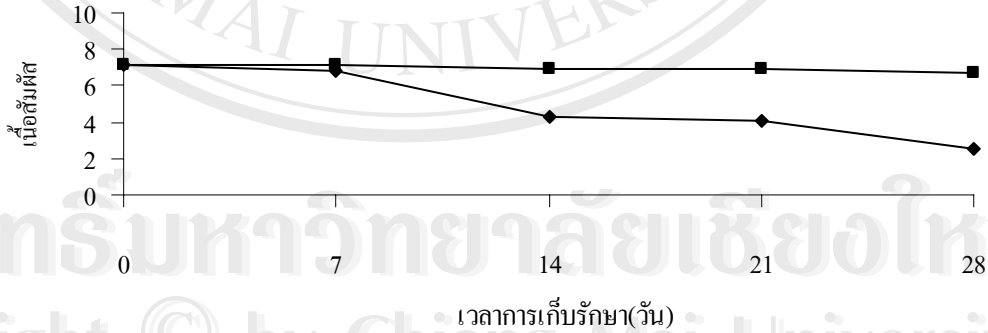
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.34 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.35 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.36 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู และสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 4.34 และภาพ 4.35 ชุดควบคุม 100 ppm 200 ppm 300 ppm 400 ppm

ภาพ 4.36 บรรจุสภาวะปกติแบบเจาะรู บรรจุสภาวะสุญญากาศ

12. การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

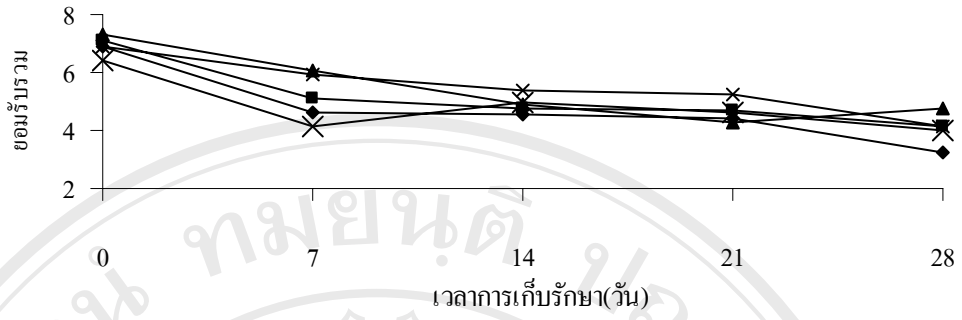
การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน แสดงดังตาราง ข-14 โดยบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ดังภาพ 4.37 พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 200 และ 300 ppm มีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมสูงที่สุดโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) มีค่าเท่ากับ 5.47±1.49 และ 5.53±1.39 คะแนน ตามลำดับ ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่ 200 และ300 ppm ได้โดยไม่แตกต่างกัน แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 300 ppm ซึ่งปริมาณดังกล่าวมีผลทำให้ค่าคะแนนด้านสีปรากฏมากกว่าที่ 200 ppm จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมสูงที่สุดเท่ากับ 6.92±1.16 คะแนน และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 4.05±1.16 คะแนน

การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ดังภาพ 4.38 พบว่า ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 200 และ 300 ppm มีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 6.92±0.98 และ 6.97±0.74 คะแนน ตามลำดับ ดังนั้นสามารถเลือกใช้ปริมาณสารสกัดโรสแมรี่ที่ 200 และ 300 ppm ได้โดยไม่แตกต่างกัน แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 300 ppm ซึ่งมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่าที่ 200 ppm จึงเลือกใช้ที่ 300 ppm นำไปใช้ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนการยอมรับรวมลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) พบว่า ที่ 0 และ 7 วัน มีค่าคะแนนการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) มีค่าเท่ากับ 6.92±1.16 และ 6.65±1.19 คะแนน ตามลำดับ และที่ 28 วัน มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 6.23±1.01 คะแนน

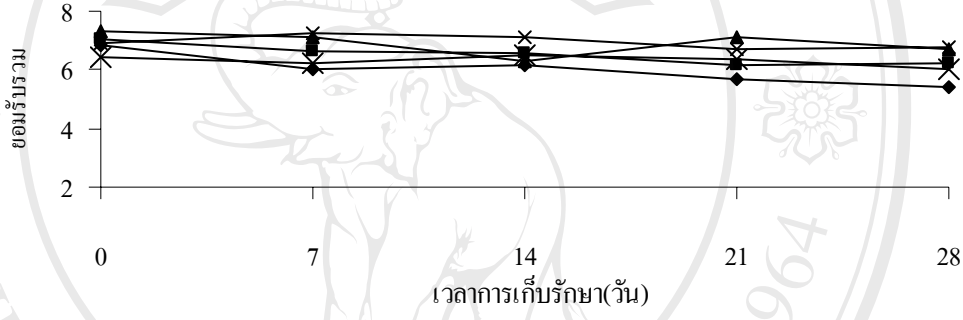
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปรียบเทียบค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูและสภาวะสุญญากาศ แสดงดังภาพ 4.39 และตาราง ข-14 พบว่าที่ 7, 14, 21 และ 28 วัน ค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูมีค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมต่ำกว่าสภาวะสุญญากาศ ทั้งนี้เนื่องจากผู้ทดสอบชิมให้ค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับลักษณะด้านสีปรากฏ กลิ่นรสสมุนไพร เนื้อสัมผัสต่ำกว่าสภาวะสุญญากาศ จึงส่งผลให้ค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมต่ำกว่าสภาวะสุญญากาศ ดังนั้นการบรรจุผลิตภัณฑ์กุนเชียงในสภาวะสุญญากาศจึงมีความเหมาะสมมากกว่าการบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู

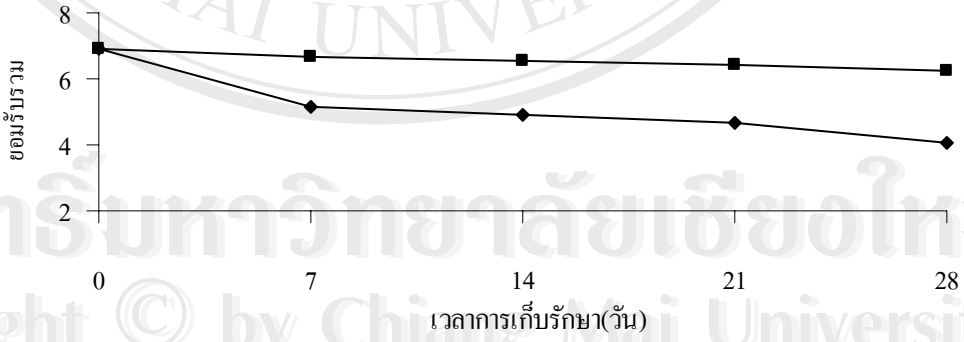
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.37 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.38 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน



ภาพ 4.39 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู และสภาวะสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ภาพ 4.37 และภาพ 4.38 ชุดควบคุม 100 ppm 200 ppm 300 ppm 400 ppm

ภาพ 4.39 บรรจุสภาวะปกติแบบเจาะรู บรรจุสภาวะสุญญากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สรุปผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ในการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง

ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 0, 100, 200, 300 และ 400 ppm โดยบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู และสภาวะสุญญากาศ สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่ 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน ผลที่ได้แสดงดังรายละเอียดต่อไปนี้

- ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 400 ppm มีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำที่สุด และมีผลต่อค่าสี a (สีแดง-สีเขียว) โดยทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดง จึงส่งผลต่อการยอมรับรวมด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์อีกด้วย ส่วนค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ ปริมาณความชื้น และค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัส สามารถเลือกใช้ปริมาณสารเท่าใดก็ได้ แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 400 ppm เนื่องจากมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำที่สุด ดังนั้นสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 400 ppm มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงต่อไป เนื่องจากปริมาณดังกล่าวมีผลต่อลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงมากที่สุด

- ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ พบว่า การเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 400 และ 300 ppm มีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำที่สุดโดยไม่แตกต่างกัน แต่จะพิจารณาเลือกใช้ที่ 300 ppm เนื่องจากจะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง ซึ่งสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm จะมีผลต่อค่า L (ความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์ และค่าสี a (สีแดง-สีเขียว) โดยทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดง ส่วนค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ ปริมาณความชื้น และค่าคะแนนด้านเนื้อสัมผัสสามารถเลือกใช้ปริมาณเท่าใดก็ได้ จึงเลือกใช้ที่ 300 ppm และเมื่อพิจารณาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม พบว่า ค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏ กลิ่นรสสมุนไพร และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีการยอมรับรวมสูงกว่าที่ 400 ppm ดังนั้นการเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงต่อไป

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรูกับสภาวะสุญญากาศ พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น การบรรจุผลิตภัณฑ์กุนเชียงในสภาวะสุญญากาศจะทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่า และค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ ปริมาณความชื้นที่สูงกว่า ซึ่งจะส่งผลต่อเนื้อสัมผัส นอกจากนี้ยังมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดงกว่า และมีสีเหลืองน้อยกว่า ซึ่งเป็นสีของผลิตภัณฑ์ที่ควรเป็น และเมื่อพิจารณาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผู้ทดสอบชิมให้ค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏ กลิ่นรสสมุนไพร เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศมากกว่าการบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู

จากงานวิจัยในตอนที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าวิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์กุนเชียงให้มีการยอมรับต่อผู้บริโภคนั้น จำเป็นต้องบรรจุในสภาวะสุญญากาศ ซึ่งการเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm มีความเหมาะสมที่สุดในการนำไปศึกษาอายุการเก็บในตอนที่ 4.3 ต่อไป และปริมาณสารสกัดที่เหมาะสมนี้อยู่ในช่วงที่ Madhavi *et al.* (1996) แนะนำให้ใช้ปริมาณสารสกัดป้องกันการหืนปริมาณ 200- 1000 ppm จึงจะสามารถทำให้เกิดความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหารนั้นๆ ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนที่ 4.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียง

จากตอนที่ 4.2 ได้ทราบถึงปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผลิตภัณฑ์กุนเชียง คือ ปริมาณ 300 ppm และบรรจุในสภาวะสุญญากาศ เมื่อนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส ไม่ใช่เป็นอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาจริง แต่เพื่อต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางพลศาสตร์ โดยใช้ระยะเวลา 24 สัปดาห์ แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และทางด้านประสาทสัมผัสเป็นดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

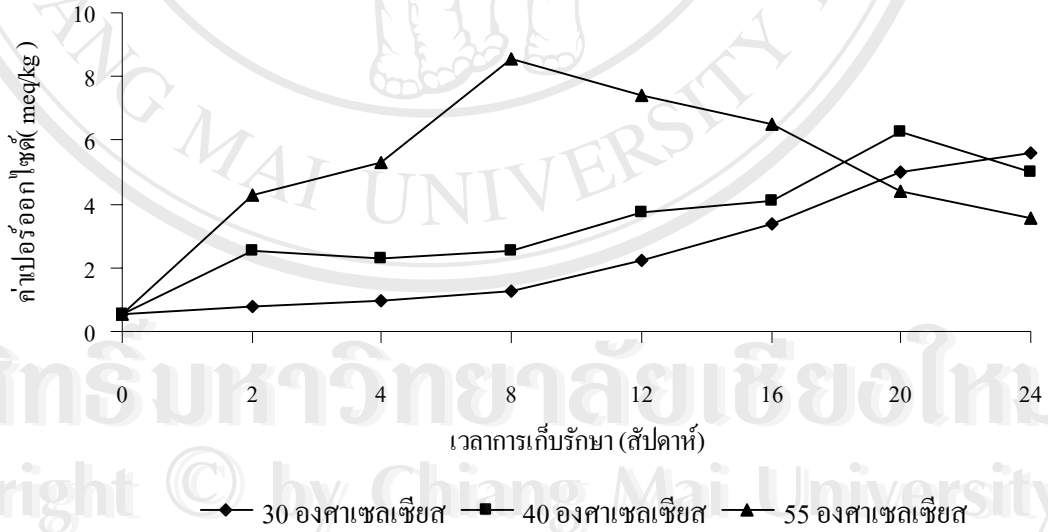
การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส แสดงดังตาราง ข-15 พบว่า ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำที่สุดเท่ากับ 2.48±1.90 meq/kg และที่อุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 3.37±1.75 และ 5.07±2.39 meq/kg ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สูงขึ้นจะส่งผลให้เกิดค่าเปอร์ออกไซด์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Wang *et al*. (1995) รายงานว่า กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศเป็นระยะเวลา 5 เดือน พบว่า เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสมีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงกว่าเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส

เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำที่สุดเท่ากับ 0.54±0.08 meq/kg และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามการเก็บรักษา โดยที่ 24 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 4.73±1.11 meq/kg จะเห็นได้ว่า เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นน้ำมันในผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีค่าเปอร์ออกไซด์น้อยกว่า 10 meq/kg ซึ่งผู้บริโภคไม่สามารถบอกกลิ่นหืนได้ แต่ถ้ามีค่าเปอร์ออกไซด์ มีค่าอยู่ระหว่าง 20-40 meq/kg แสดงว่ามีกลิ่นหืน (ลักขณา และนิธิยา, 2536)

เมื่อพิจารณาภาพ 4.40 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามการเก็บรักษา เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ไปอย่างช้าๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.70 - 0.80 ซึ่งมีผลต่ออัตราการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยสอดคล้องกับ Heidelbaugh and Karel (1971) รายงานว่า น้ำสามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยการเป็นตัวเพิ่มการเคลื่อนตัวของ Reactants และนำพาตัวเร่งปฏิกิริยาอีกทั้งยังทำให้เกิดการบวมของเซลล์ของของแข็งในอาหาร ทำให้เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวที่ตัวเร่งจะสัมผัสมากขึ้น และก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในที่สุด ส่วนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น ไปจนถึง 20 สัปดาห์ หลังจากนั้นค่าเปอร์ออกไซด์จะลดลง และที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์อย่างรวดเร็ว ไปจนถึง 8 สัปดาห์ หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ลดลงเรื่อยๆ การลดลงของค่าเปอร์ออกไซด์ทั้ง 2 อุณหภูมินี้ เนื่องจากเกิดการสลายตัวของสารเปอร์ออกไซด์ไปเป็นสารที่สามารถระเหยได้และไม่ได้หลายชนิด สารที่ระเหยได้เป็นสารจำพวกอัลดีไฮด์ และคีโตน เป็นต้น ซึ่งจะเป็นสารที่มีกลิ่น (นิธิยา, 2544ก) ดังนั้นในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เนื่องจากถ้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่านี้ เช่น 40 และ 55 องศาเซลเซียส จะไปมีผลกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน



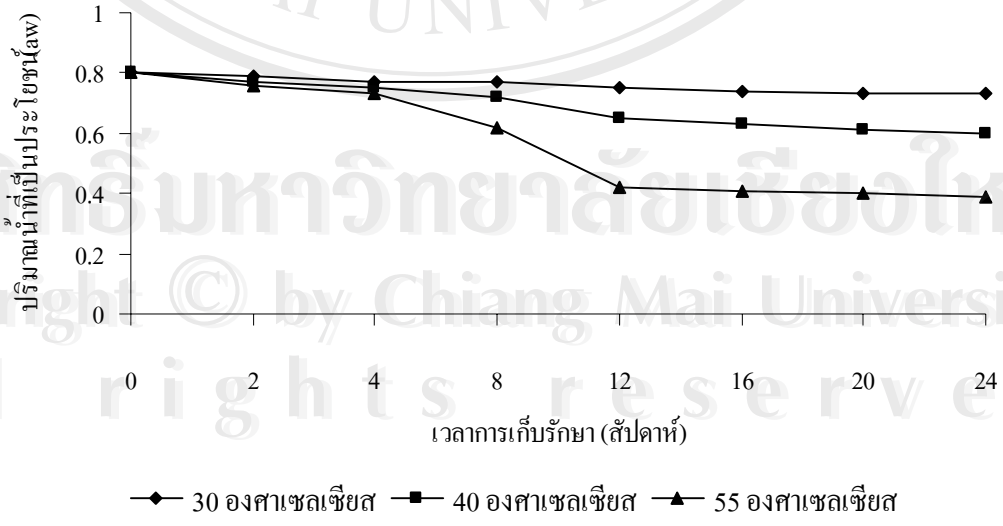
ภาพ 4.40 การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (a_w) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส แสดงดังตาราง ข-16 และภาพ 4.41 พบว่า ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน มีผลทำให้ค่า a_w แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่า a_w สูงที่สุดเท่ากับ 0.76±0.02 รองมาคือที่อุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 0.69±0.07 และ 0.57±0.17 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สูงขึ้น จะส่งผลทำให้ค่า a_w ลดลง เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อการระเหยของน้ำในผลิตภัณฑ์ ดังนั้นควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เนื่องจากทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่ไม่แข็ง แต่ถ้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่านี้ก็สามารถเก็บรักษาได้ แต่ถ้าต่ำเกินไป เช่นอุณหภูมิตู้เย็น อาจทำให้ผลิตภัณฑ์กุนเชียงสังเกตเห็นไขมันสีขาวชัดเจน เนื่องจากไขมันเกิดการแข็งตัว

เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่า a_w สูงที่สุดเท่ากับ 0.80±0.01 และลดลงเรื่อยๆ ตามการเก็บรักษา โดยที่ 24 สัปดาห์ มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.57±0.15



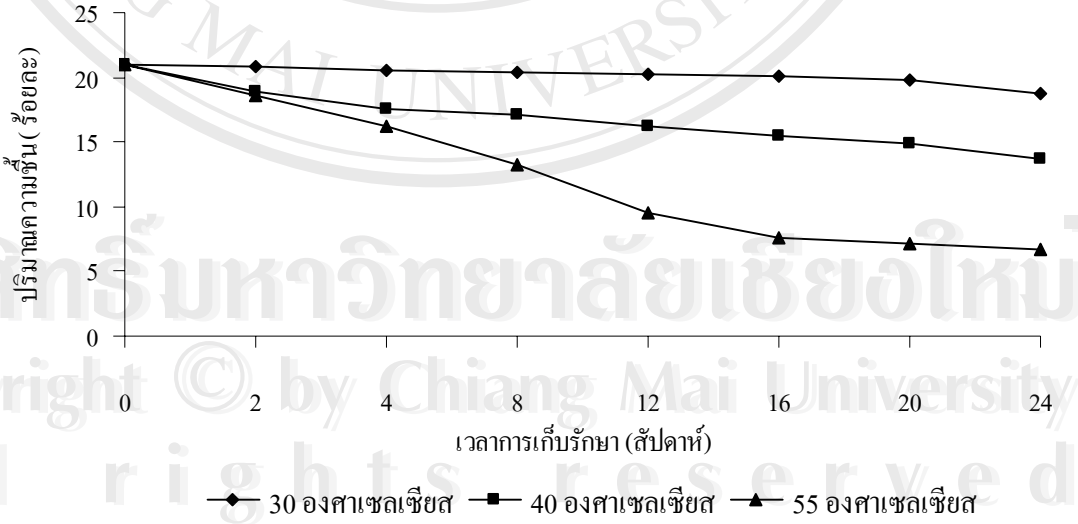
ภาพ 4.41 การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่สารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส แสดงดังตาราง ข-17 และภาพ 4.42 พบว่า ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกันมีผลทำให้ปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าปริมาณความชื้นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 20.20±0.72 รองมาคือ ที่อุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส คิดเป็นร้อยละ 16.76±2.26 และ 12.50±5.36 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีผลต่อค่าปริมาณความชื้น เมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สูงขึ้นจะส่งผลทำให้ปริมาณความชื้นลดลง ดังนั้นจึงควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เนื่องจากทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่ไม่แข็ง

เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าปริมาณความชื้นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 20.95±0.10 และลดลงเรื่อยๆ ตามการเก็บรักษา โดยที่ 24 สัปดาห์ มีค่าต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 13.00±5.24 ทั้งนี้จะมีแนวโน้มสอดคล้องกับค่า a_w



ภาพ 4.42 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

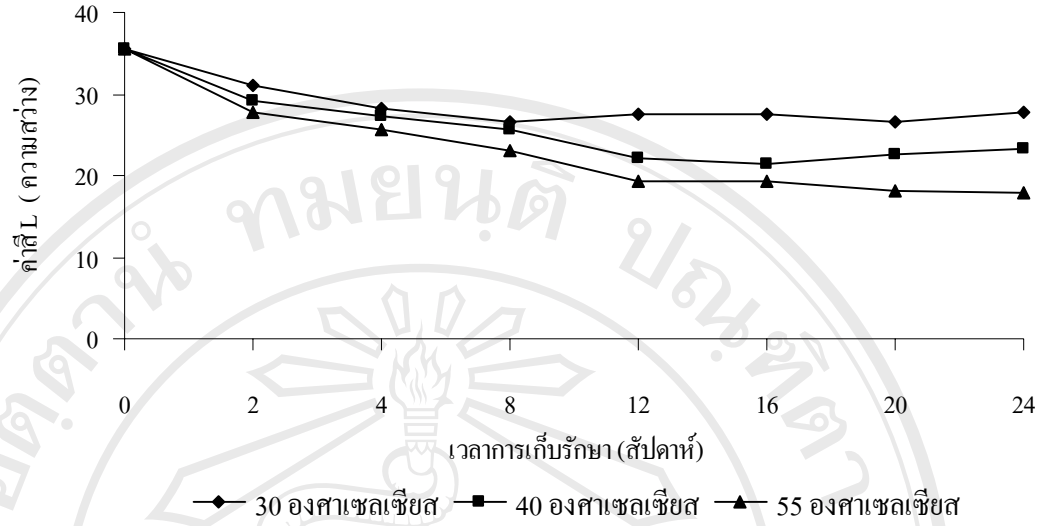
4. การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส แสดงดังตาราง ข-18 และภาพ 4.43 พบว่า ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าสี L มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสมีค่าสี L สูงที่สุดเท่ากับ 28.76±3.12 รองมาคือที่อุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 25.78±4.72 และ 23.34±5.91 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีผลต่อค่าสี L เนื่องจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิสูง สามารถทำให้เกิด Maillard reaction ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น ดังภาพ ก-18 โดยเฉพาะอาหารที่มีความชื้นมากกว่าร้อยละ 4-5 และเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่า 38 องศาเซลเซียส (นิธิยา, 2544 ข)

นอกจากนี้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่สามารถทำให้ผนังเซลล์แตกและไขมันเปลี่ยนเป็นของเหลวออกมาได้เพียงเล็กน้อย ดังนั้นก้อนไขมันยังคงแทรกตัวอยู่ระหว่างชิ้นเนื้อหมู และเมื่อทำการวัดค่าสี L จึงมีผลต่อการวัดค่าสี L โดยทำให้มีค่า L มากกว่าทั้งสองอุณหภูมิ ส่วนอุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นอุณหภูมิที่สูงขึ้นสามารถทำให้ก้อนไขมันที่แทรกตัวอยู่ระหว่างชิ้นเนื้อหมูแตกตัวกลายเป็นของเหลวไหลออกมาจากผลิตภัณฑ์ได้ในปริมาณมาก (นิธิยา, 2544ก) ฉะนั้นจึงส่งผลต่อค่าสี L ทำให้ค่าที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสจึงมีความเหมาะสมที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บที่ 40 และ 55 องศาเซลเซียส

เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าสี L สูงที่สุดเท่ากับ 35.64±0.36 ดังภาพ ก-11 และลดลงเรื่อยๆ ตามการเก็บรักษา โดยที่ 24 สัปดาห์ มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 22.91±4.29 ดังภาพ ก-18

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



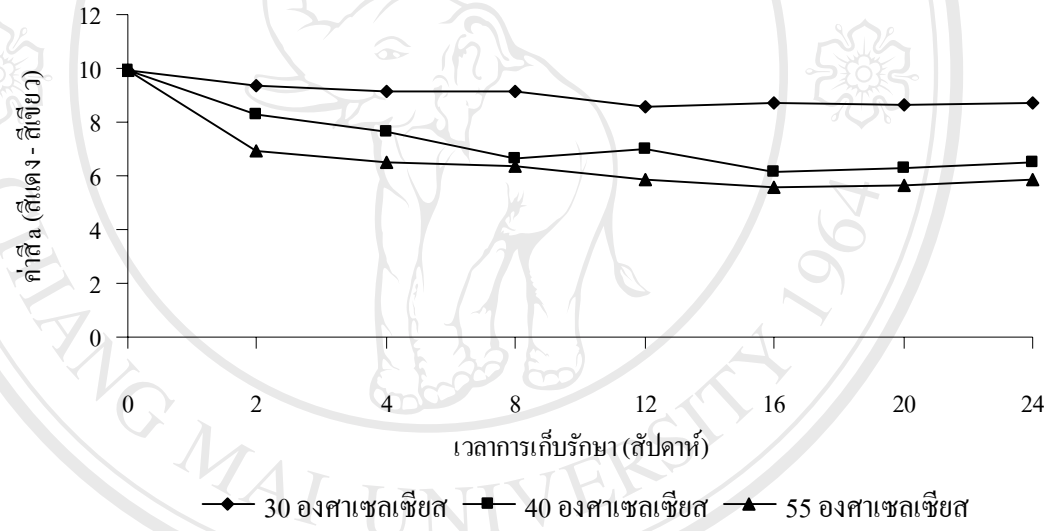
ภาพ 4.43 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

5. การเปลี่ยนแปลงค่าสี a (สีแดง - สีเขียว) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส แสดงดังตาราง ข-19 และภาพ 4.44 พบว่า ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าสี a แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าสี a สูงที่สุดเท่ากับ 9.04 ± 0.80 รองมาคือ ที่อุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 7.31 ± 1.35 และ 6.59 ± 1.41 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า เมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สูงขึ้น จะส่งผลทำให้ค่าสี a ลดลง นอกจากนี้อุณหภูมิที่แตกต่างกันยังมีผลต่ออัตราเร็วของการเกิดสีน้ำตาลแบบ Maillard reaction เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และจะเพิ่มขึ้นเป็น 3-5 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุก 10 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลให้ช้าลงด้วย (นิธิยา, 2544ข) อุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส จึงเหมาะสมที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี a ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) พบว่าที่ 0 วันมีค่าสี a สูงที่สุดเท่ากับ 9.94±0.39 ดังภาพ ก-11 และลดลงเรื่อยๆ ตามการเก็บรักษา โดยที่ 24 สัปดาห์ มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 6.82±1.18 ทั้งนี้ค่าสี a ลดลง แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีลักษณะสีคล้ำขึ้น ดังภาพ ก-18 เนื่องจากผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีองค์ประกอบของเม็ดสีไมโอโกลบิน โดยเหล็กไอออนที่อยู่ในโมเลกุลจะอยู่ในรูปเฟอร์รัสไอออน (Fe^{+2}) เมื่อไมโอโกลบินเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน Fe^{+2} จะเปลี่ยนไปเป็นรูปเฟอร์ริกไอออน (Fe^{+3}) เกิดเป็นสารที่เรียกว่า เมทไมโอโกลบิน ซึ่งทำให้สีเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาล (นิธิยา, 2545) โดยมีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา



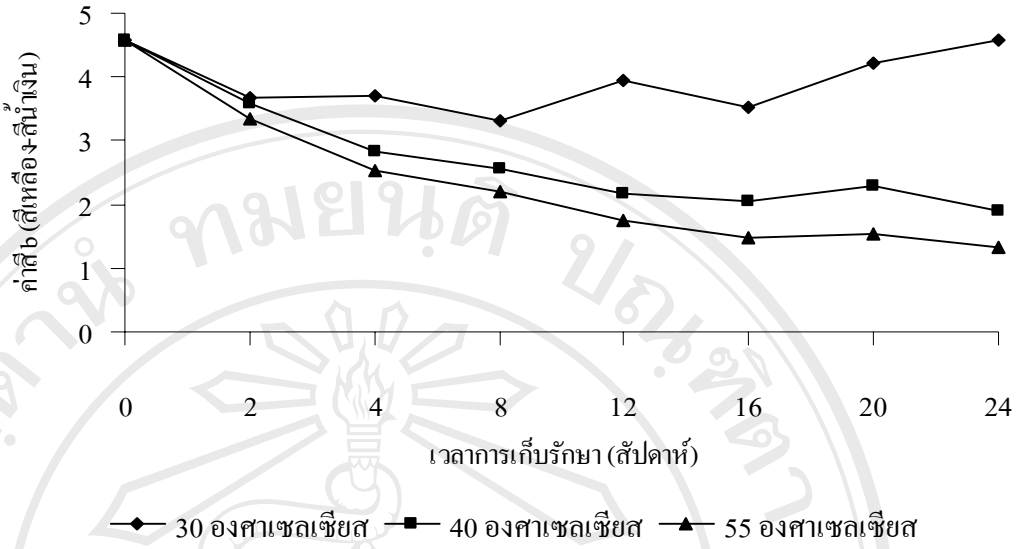
ภาพ 4.44 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a (สีแดง – สีเขียว) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

6. การเปลี่ยนแปลงค่าสี b (สีเหลือง - สีน้ำเงิน) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm แสดงดังตาราง ข-20 และภาพ 4.45 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส พบว่า ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าสี b แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าสี b สูงที่สุดเท่ากับ 4.03±0.78 รองมาคือที่อุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 2.75±0.97 และ 2.35±1.14 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิมีผลต่อค่าสี b ดังภาพ 4.48 จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของค่าสี b เพิ่มขึ้น แสดงว่าผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีสีค่อนไปทางสีเหลือง เนื่องจากที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่า a_w อย่างช้าๆ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.70-0.80 ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยาทางเคมีได้อย่างรวดเร็ว เช่น การเกิดปฏิกิริยาออกซิชัน และการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีของผลิตภัณฑ์เนื่องจากจุลินทรีย์ (เยาวลักษณ์, 2536) และจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบ Maillard reaction (ไพโรจน์, 2539ข) นอกจากนี้ความร้อนในระดับนี้ไม่ทำให้ไขมันละลายออกมาเป็นน้ำมันได้อย่างรวดเร็ว เพียงแต่ไขมันจะเป็นเกิดการเปลี่ยนสภาพหดตัว ฉะนั้นค่าสี b ที่วิเคราะห์ได้จึงมาจากก้อนไขมันที่แทรกตัวอยู่ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง แต่ที่อุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นค่าสี b ลดลง แสดงให้เห็นว่าก้อนไขมันที่แทรกตัวอยู่ระหว่างชิ้นเนื้อหมูมีผลต่อการวัดค่าสี b เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี b ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าสี b สูงที่สุดเท่ากับ 4.58±0.85 และที่ 24 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 2.60±1.54 โดยมีแนวโน้มลดลง แสดงว่าเมื่อเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศจะมีสีคล้ำขึ้น ดังนั้นจึงควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.45 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b (สีเหลือง – สีน้ำเงิน) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

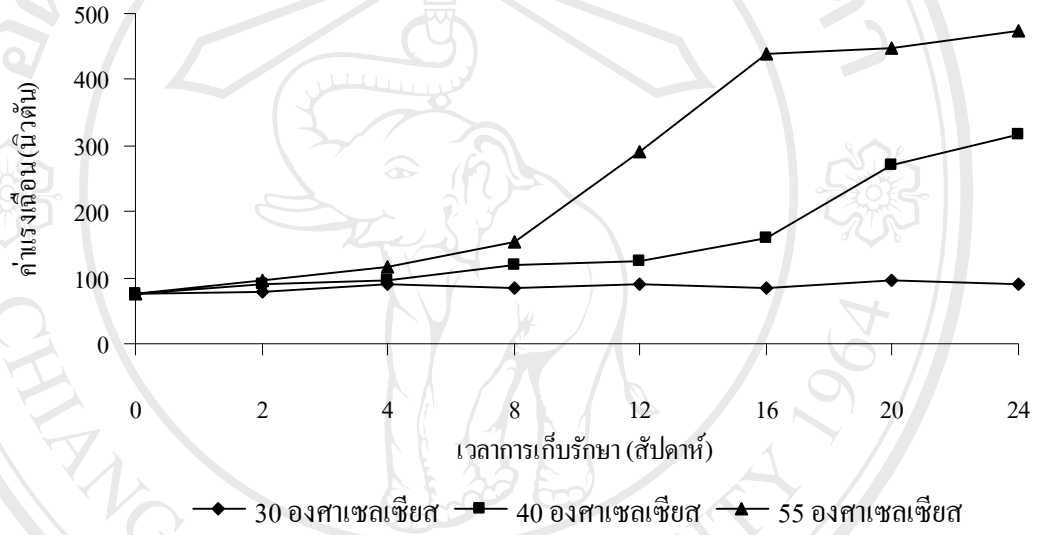
7. การเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือน (นิวตัน) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส แสดงดังตาราง ข-21 และภาพ 4.46 พบว่า ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าแรงเฉือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าแรงเฉือนต่ำที่สุดเท่ากับ 86.52±7.62 รองมาคือที่อุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 156.93±85.72 และ 261.81±163.88 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะเกิดการสูญเสียน้ำ (ดังตาราง ข-17) และปริมาณไขมันที่แทรกตัวอยู่ภายในผลิตภัณฑ์ มีผลต่อเนื้อสัมผัส เป็นต้น เมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงขึ้นจะทำให้ผนังเซลล์แตกและไขมันจะเปลี่ยนเป็นของเหลวไหลออกมา (นิธิยา, 2544 ก) ดังภาพผนวก ก-16 การสูญเสียดังกล่าวจะส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซึ่งทำให้มีลักษณะแข็งขึ้น จากค่าแรงเฉือนที่ปรากฏจะเห็นได้ว่าในแต่ละซ้ำมีความแตกต่างกันมาก ซึ่งอาจเนื่องมาจากความไม่สม่ำเสมอของเนื้อผลิตภัณฑ์ ฉะนั้นในการวัดค่าแรงเฉือนจำเป็นต้องวัดจำนวนซ้ำมากกว่าปกติ ซึ่งผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน เช่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ไส้กรอกอิมัลชัน มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน จึงไม่จำเป็นต้องวัดจำนวนซ้ำมาก ดังนั้นจึงควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เพื่อไม่ให้เนื้อสัมผัสแข็ง เนื่องจากเกิดการสูญเสียน้ำ

เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าแรงเฉือนต่ำที่สุดเท่ากับ 76.58±3.78 และค่าดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามการเก็บรักษา โดยที่ 24 สัปดาห์ มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 294.50±166.91



ภาพ 4.46 การเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือน (นิวตัน) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

8. การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 40 และ55 องศาเซลเซียส แสดงดังตาราง ข-22 พบว่า อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ลดลง โดยที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่า ที่ 0 วัน มีจำนวนจุลินทรีย์เท่ากับ 1.29±0.21 log cfu/g และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 2- 16 สัปดาห์ เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ไม่แตกต่างกัน คือมีค่าอยู่ระหว่าง 0.74-0.79 ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ (แบคทีเรีย ยีสต์ และรา) ดังภาพ 2.12 จากนั้นที่ 20 และ 24 สัปดาห์ มีการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่า ที่ 0 วัน มีจำนวนจุลินทรีย์เท่ากับ 1.29±0.21 log cfu/g และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 2-8 สัปดาห์ หลังจากนั้นสัปดาห์ที่ 16-24 สัปดาห์มีแนวโน้มลดลงคือมีจำนวนจุลินทรีย์น้อยกว่า 1 log cfu/g เนื่องจากในช่วงดังกล่าวผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.60-0.63 ดังตาราง ข-26 ซึ่งค่า a_w มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ (Kuo and Ockerman, 1985) โดยแบคทีเรียจะหยุดการเจริญเมื่อค่า a_w ต่ำกว่า 0.80

ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 0 และ 2 สัปดาห์ มีจำนวนจุลินทรีย์ 1.29±0.21 และ 1.58±0.17 log cfu/g ตามลำดับ หลังจากนั้นที่ 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 สัปดาห์ มีจำนวนจุลินทรีย์น้อยกว่า 1 log cfu/g เนื่องจากในช่วงดังกล่าวผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.39-0.62 ดังตาราง ข-26 ซึ่งจุลินทรีย์ทุกชนิดจะหยุดการเจริญเมื่อผลิตภัณฑ์อาหารมีค่า a_w เท่ากับหรือต่ำกว่า 0.60 ดังภาพ 2.12 (นิธิยา, 2545) สาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้มีจำนวนจุลินทรีย์น้อยกว่า 1 log cfu/g เนื่องจากเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันแล้วผลิตสารเปอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็นสารที่มีความเป็นพิษต่อเซลล์จุลินทรีย์ (เยาวลักษณ์, 2536)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

9. การเปลี่ยนแปลงจำนวนยีสต์และราของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงจำนวนยีสต์และรา พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นทุกอุณหภูมิในการเก็บรักษา มีจำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 1 log cfu/g ทั้งนี้เนื่องจากในระหว่างกระบวนการผลิตกุนเชียง มีการจุ่มโพแทสเซียมซอร์เบทร้อยละ 5 นาน 1 นาที ก่อนนำผลิตภัณฑ์กุนเชียงไปอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญและทำลายจุลินทรีย์พวกยีสต์และราได้ดี นอกจากนี้การเติมเกลือและน้ำตาลจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งด้วย (Joseph and Anthony, 1995) อีกทั้งยีสต์และราจะหยุดการเจริญเมื่อมีค่า a_w เท่ากับหรือต่ำกว่า 0.70 ดังภาพ 2.12 (นิธิยา, 2545) ในสภาพที่ต้องการออกซิเจน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้บรรจุผลิตภัณฑ์ในสภาวะสุญญากาศ จึงเป็นการยับยั้งการเจริญอีกทางหนึ่งด้วย (Allen and Hamilton, 1994)

10. การเปลี่ยนแปลงจำนวนโคลิฟอร์ม ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงจำนวนโคลิฟอร์มในผลิตภัณฑ์กุนเชียง พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ทุกอุณหภูมิในการเก็บรักษา โดยจะไม่เกิดฟองก๊าซในหลอดทดลอง แสดงว่ามีจำนวนน้อยกว่า 3 แบคทีเรีย / กรัม (ตารางแมคคราดี ดังภาคผนวก ง.) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งมีการผลิตที่ถูกสุขลักษณะ และผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงในระหว่างการเก็บรักษา

จากการทดลองเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงหมู เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ โดยบรรจุในสภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบชิมให้ค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษา ตั้งแต่ 0 ถึง 24 สัปดาห์ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบชิมให้ค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวม เมื่อมีอายุการเก็บรักษาที่ 12 และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ โดยค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมที่น้อยกว่า 5 คะแนน ถือว่าผลิตภัณฑ์นั้นผู้ทดสอบชิมไม่ยอมรับ แสดงดังตาราง ข-38

11. การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

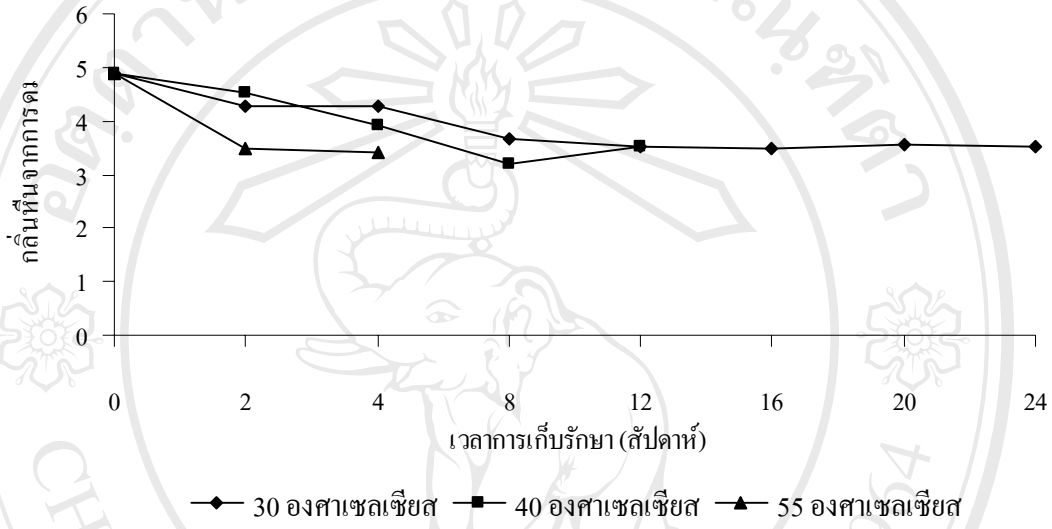
การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm แสดงดังตาราง ข-23 พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียสมีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมผลิตภัณฑ์กุนเชียงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาภาพ 4.47 จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 0 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืน เท่ากับ 4.87±0.35 คะแนน และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ คือที่ คือที่ 8 - 24 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 3.40-3.70 คะแนน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 0 และ 2 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เท่ากับ 4.87±0.35 และ 4.53±0.64 ตามลำดับ และที่ 4-12 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 3.20-3.93 คะแนน และที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เท่ากับ 3.47±1.13 และ 3.40±1.06 คะแนน ตามลำดับ

นอกจากนี้การใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้น ยังอาจทำให้เกิดสารระเหยชนิดใหม่ ซึ่งอาจเกิดจากผลของอุณหภูมิ การออกซิเดชัน การย่อยสลายโดยเอนไซม์ต่อสารอาหารทั้งโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต เช่น การเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบ Maillard reaction หรือผลผลิตที่เกิดจากการสลายตัวของไขมัน การไฮโดรไลซิสไขมันเป็นกรดไขมันอิสระ ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารประกอบอัลดีไฮด์ แอลกอฮอล์ หรือเอสเทอร์ได้ ดังนั้นกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อาหารที่สัมผัสได้จะเป็นการรวมกันแบบเชิงซ้อนของสารประกอบต่างๆ หลายร้อยชนิดและบางชนิดอาจเสริมฤทธิ์กันอีกด้วย (นิธิยา, 2544ข) ดังนั้นจึงควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เพื่อลดการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ เช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชัน การเกิดปฏิกิริยา Maillard reaction เป็นต้น



ภาพ 4.47 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

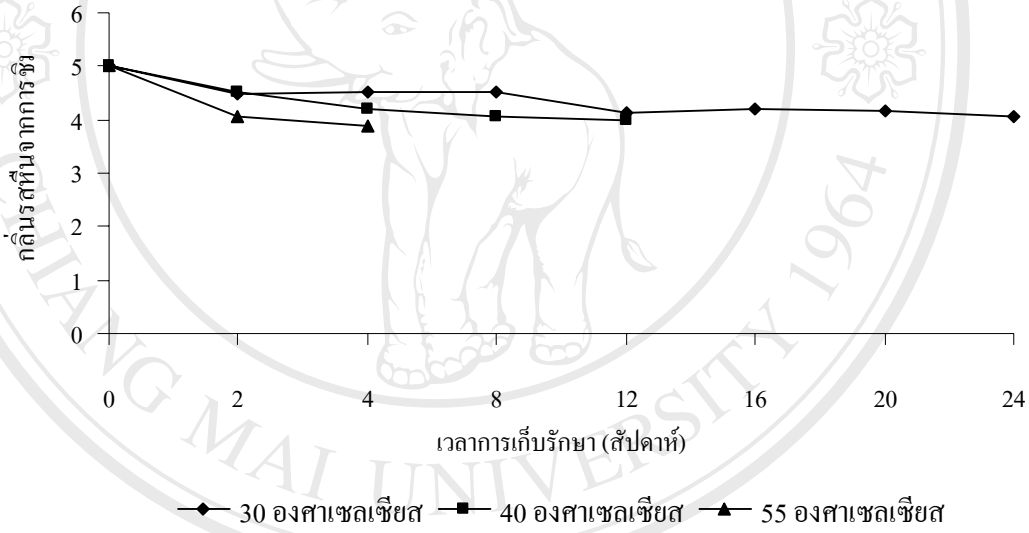
12. การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนจากการชิมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนจากการชิมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm แสดงดังตาราง ข-24 พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียสมีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนผลิตภัณฑ์กุนเชียงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาภาพ 4.48 จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืน เท่ากับ 5.00 คะแนน และที่ 2-24 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 4.07-4.53 คะแนน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 0 และ 2 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) เท่ากับ 5.00 และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.53±0.83 คะแนน ตามลำดับ และที่ 2-12 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P>0.05) มีค่าอยู่ระหว่าง 4.00-4.53 คะแนน และที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P>0.05) เท่ากับ 4.07±0.96 และ 3.60±1.06 คะแนน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ากลิ่นรสหืนจากการชิมจะมีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการชิมสูงกว่ากลิ่นหืนจากการดม เนื่องจากผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ผ่านกระบวนการแปรรูปโดยการทอด จะให้กลิ่นและรสชาติเฉพาะของเนื้อสุก ซึ่งขึ้นอยู่กับสารตั้งต้นที่ละลายอยู่ในน้ำและไขมันของสัตว์ (เยาวลักษณ์, 2536) อีกทั้งสารที่ให้กลิ่นเหม็นหืนเมื่อได้รับความร้อนจะมีการระเหยหายไปบางส่วน ส่งผลต่อค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนจากการชิมสูงกว่าการยอมรับกลิ่นหืนจากการดม



ภาพ 4.48 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการชิมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

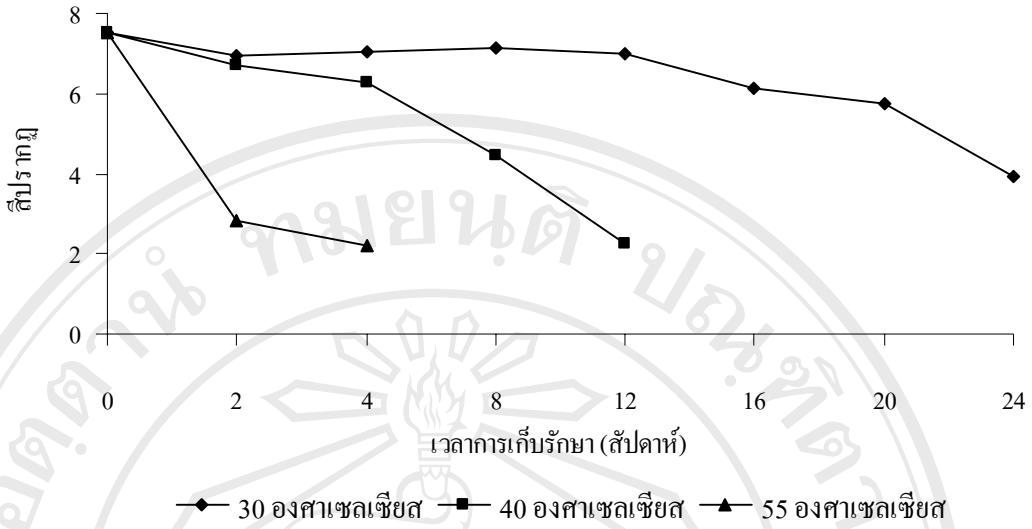
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

13. การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm แสดงดังตาราง ข-25 พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียสมีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุนเชียงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาภาพ 4.49 จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 0, 2, 4, 8 และ 12 สัปดาห์ มีค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 7.00-7.53 คะแนน หลังจากนั้นมีค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏลดลงอย่างช้าๆ โดยที่ 24 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3.93±1.16 คะแนน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่า ที่ 0 และ 2 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เท่ากับ 7.53±0.64 และ 6.73±0.96 คะแนน ตามลำดับ และที่ 12 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 2.27±1.38 คะแนน และที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส พบว่า ที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 7.53±0.64 , 4.80±1.08 และ 2.20±1.01 คะแนน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน เนื่องจากผลิตภัณฑ์กุนเชียงเป็นผลิตภัณฑ์กึ่งแห้งโดยผ่านการทำให้สุกมาแล้วบางส่วน สารสีบางส่วนอาจถูกทำลายด้วยความร้อน ปฏิกิริยาทางเคมี การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือปฏิกิริยาออกซิเดชันในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งมีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ (นิธิยา, 2544ก) ดังนั้นควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เนื่องจากทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีปรากฏน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.49 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

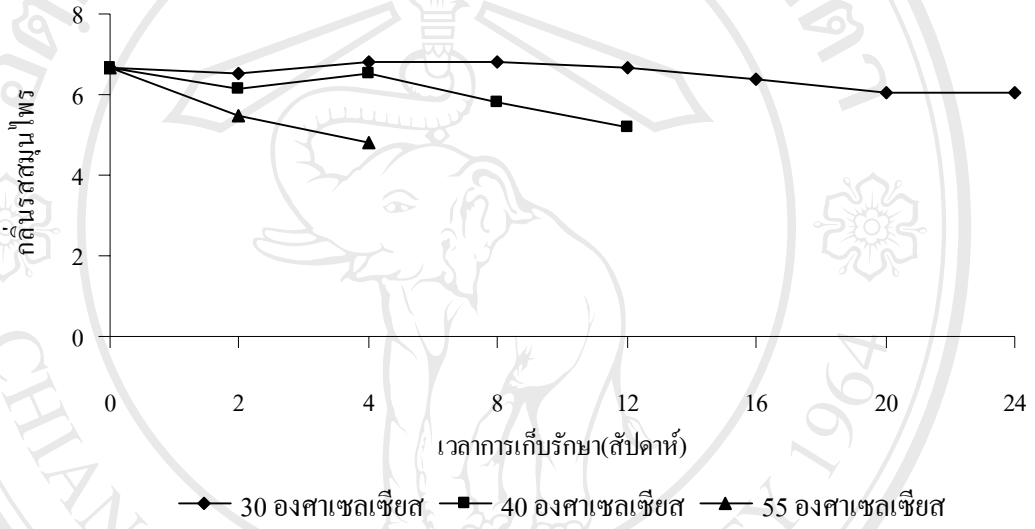
14. การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm แสดงดังตาราง ข-26 พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และที่อุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์กุนเชียงจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาภาพ 4.50 จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 6.07-6.80 คะแนน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 6.53-6.67 คะแนน และที่ 12 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 5.20±1.57 คะแนน และที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ที่ 0 วัน มีค่าเท่ากับ 6.67±0.82 คะแนน และที่ 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าเท่ากับ 5.47±1.73 และ 4.80±1.74 คะแนน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษา ทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรไม่แตกต่างกัน แต่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรลดลง เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อการระเหยของน้ำ เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิสูงขึ้นน้ำในผลิตภัณฑ์จะระเหยเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีความเข้มข้นขึ้น จึงทำให้มีกลิ่นรสของสมุนไพรเพิ่มขึ้น (นิธิยา , 2544ข) ดังนั้นควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เนื่องจากการเก็บที่อุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียสจะทำให้มีกลิ่นรสสมุนไพรแรงขึ้น



ภาพ 4.50 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

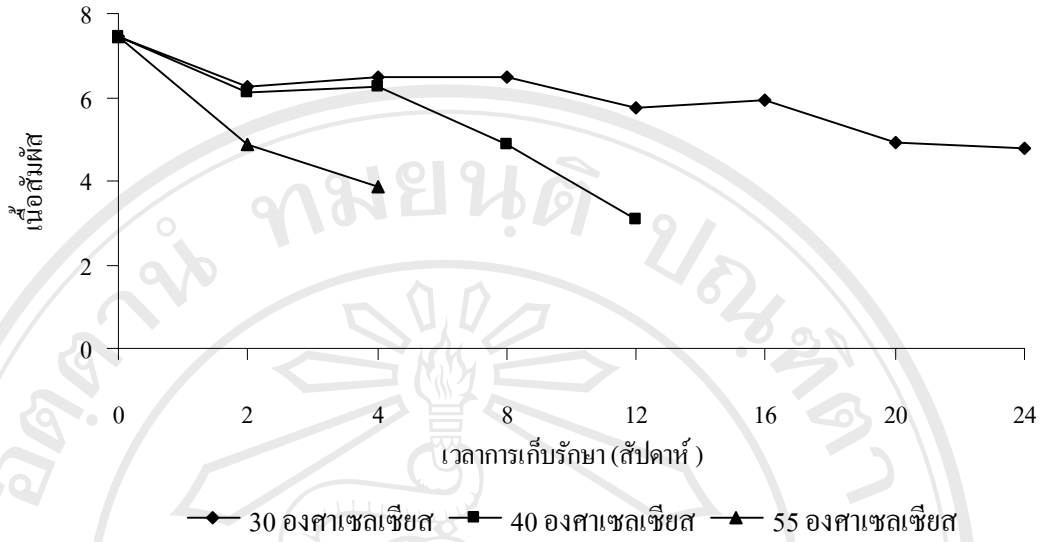
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

15. การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm แสดงดังตาราง ข-27 พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาภาพ 4.51 จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสที่ 0, 2, 4 และ 8 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 6.47-7.47 คะแนน และที่ 24 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 4.80 ± 1.01 คะแนน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P> 0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 6.26-7.47 คะแนน และที่ 12 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3.07 ± 1.67 คะแนน และที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 0 วัน มีค่าเท่ากับ 7.47 ± 0.52 คะแนน และที่ 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P> 0.05$) มีค่าเท่ากับ 4.07 ± 1.83 และ 3.87 ± 1.81 คะแนน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสลดลงอย่างชัดเจน เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีลักษณะแข็งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่าปริมาณความชื้นที่ลดลงอย่างรวดเร็ว ดังภาพ 4.42 และค่าแรงเฉือนที่เพิ่มขึ้น ดังภาพ 4.46ดังนั้นควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะทำให้เนื้อสัมผัสไม่แข็งมาก เนื่องจากน้ำในผลิตภัณฑ์เกิดการระเหยได้ช้ากว่าที่เก็บที่อุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.51 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

16. การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

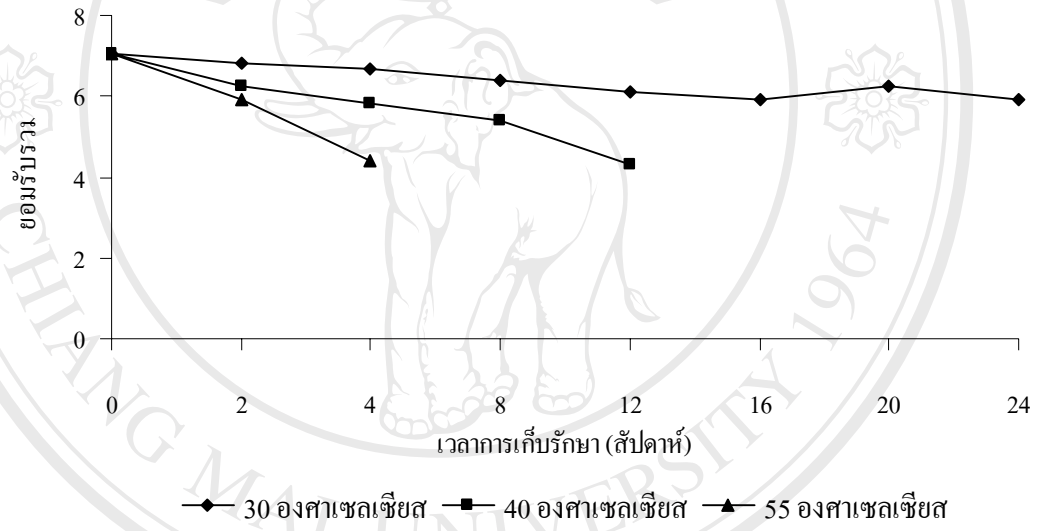
การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm แสดงดังตาราง ข-28 พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 40 และ55 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาภาพ 4.52 จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 0, 2, 4 และ 8 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 6.67-7.07 คะแนน และที่ 24 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 5.93±0.80 คะแนน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่า ที่ 0 วัน มีค่าเท่ากับ 7.07±0.70 คะแนน และที่ 12 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 4.33±0.90 คะแนน และที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) มีค่าเท่ากับ 7.07±0.70, 5.93±0.93 และ 4.40±1.45 คะแนน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมลดลงอย่างชัดเจน เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สมุนไพร และกลิ่นหืนจากการดม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏและเนื้อสัมผัส มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนที่สุด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนด้านการยอมรับรวมมากกว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียส

Coronado *et al*.(2002) รายงานว่า Wierne sausages ที่เติมสารสกัดโรสแมรี่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 เดือน พบว่าผู้ทดสอบชิมให้ค่าคะแนนการยอมรับรวมไม่แตกต่างกัน แต่ไม่สามารถบอกถึงความแตกต่างของกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ได้ แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่ำดีกว่าการเก็บที่อุณหภูมิสูง



ภาพ 4.52 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สรุปผลการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ผลการทดลองตอนที่ 4.3 พบว่า ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm บรรจุสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน คือ 30, 40 และ 55 องศา-เซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ค่าทางกายภาพคือ ค่าสี L ค่าสี a และค่าสี b ลดลง แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลและมีค่าแรงเฉือนเพิ่มขึ้น ส่วนคุณภาพทางด้านเคมี คือ ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ ปริมาณความชื้นลดลง เนื่องจากมีการระเหยของน้ำในผลิตภัณฑ์ ส่วนค่าเปอร์ออกไซด์จะสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงขึ้น แต่จะมีการลดลงภายหลังเนื่องจากมีการสลายตัวของสารเปอร์ออกไซด์ ซึ่งสารนี้เป็นสารไม่คงตัว สามารถสลายเป็นสารที่ให้กลิ่นจำพวกอัลดีไฮด์ คีโตน เป็นต้น จะทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเกิดกลิ่นหืน การเปลี่ยนแปลงทั้งหมดนี้มีความเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาทางเคมีเป็นส่วนใหญ่ เช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชัน นอกจากนี้ยังส่งผลต่อค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดม กลิ่นรสหืนจากการชิม สีปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่นรสสมุนไพร และการยอมรับรวมลดลงด้วย ดังนั้นจึงควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แต่ที่นำอุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียสมาทำการศึกษาในครั้งนี้ เนื่องจากต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางพลศาสตร์ของปฏิกิริยาต่างๆ เท่านั้น ซึ่งความเป็นจริงสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่อุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส แต่ถ้าต่ำจนเกินไปจะมีผลทำให้ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเป็นที่ไม่พึงประสงค์ เนื่องจากไขมันจะเกิดการแข็งตัว แล้วสังเกตเห็นชัดเจน ผู้บริโภคอาจเกิดการไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีองค์ประกอบแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การคาดคะเนอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กุนเชียง

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์ พบว่า ลักษณะทางด้านกลิ่นหืน สีปรากฏ และเนื้อสัมผัส มีความสำคัญกับผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งแห้งที่มีน้ำมันหรือไขมันเป็นองค์ประกอบ ซึ่งจะเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารนั้นๆ (Liu *et al*., 1995) ดังนั้นจึงใช้เป็นตัวดัชนีบ่งชี้ถึงการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์กุนเชียง

การคาดคะเนอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กุนเชียง ทำได้โดยศึกษาอัตราเร็วและอันดับของปฏิกิริยา เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางเคมีขององค์ประกอบของอาหารเป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง คือมีการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับเวลาเป็นแบบ Logarithmic ดังนั้นจึงสามารถหาอัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดม สีปรากฏและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ หรือค่า k ได้จากสมการของ Arrhenius (ดังแสดงในภาคผนวก ง.)

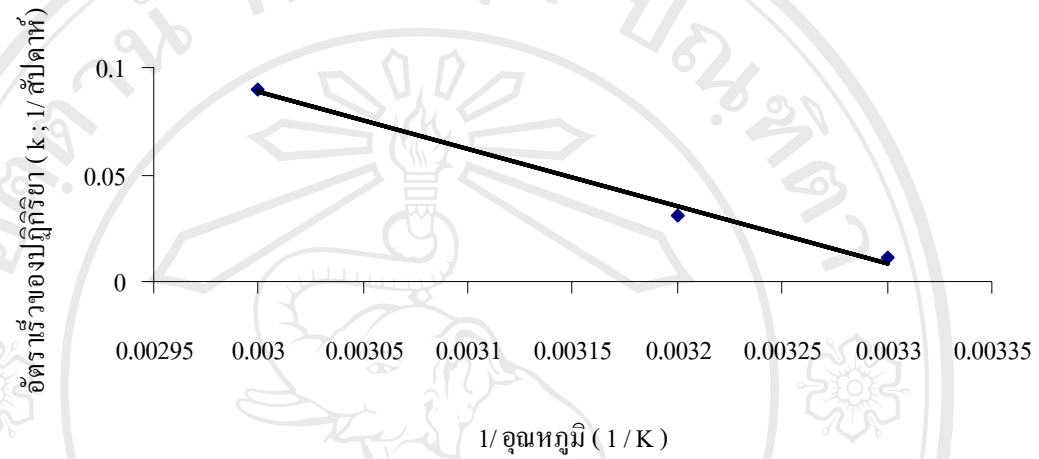
1. อัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมผลิตภัณฑ์กุนเชียงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ แสดงในตาราง 4.7 และภาพ 4.53

ตาราง 4.7 อัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	**อัตราเร็วของปฏิกิริยา** (k ; 1 /สัปดาห์)
30	0.0116
40	0.0310
55	0.0900

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 แสดงให้เห็นว่าอัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ (k) มีแนวโน้มไปในทำนองเดียวกัน คือ อัตราเร็วของปฏิกิริยามีค่าสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงขึ้น



ภาพ 4.53 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมกับอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ

เมื่อนำค่า k ที่ได้มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า k กับอุณหภูมิ $^{-1}$ ดังภาพ 4.53 จะแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วของปฏิกิริยา (k) การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ซึ่งแสดงว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่า k จะเพิ่มขึ้น และเมื่อสร้างสมการถดถอย (Linear regression) เพื่อใช้คาดคะเนอัตราเร็วของปฏิกิริยา การเปลี่ยนแปลงการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ ได้สมการดังนี้

$$k = 0.887 - 266.14\,(1/T) \qquad R^2 = 0.99$$

เมื่อ T คือ อุณหภูมิ (องศาเคลวิน)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการถดถอยที่ได้ สามารถนำมาหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยการหาค่า k ที่อุณหภูมิใดๆ ที่ต้องการทราบอายุการเก็บรักษาจากสมการ จากนั้นแทนค่าลงในสมการของ Arrhenius เพื่อหาอายุการเก็บรักษาเมื่อการยอมรับเริ่มต้นของดัชนีบ่งชี้การเสื่อมคุณภาพ (ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดม) จากตาราง ข-23 มีค่าเท่ากับ 4.87

ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ พบว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่อุณหภูมิสูงทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นกว่า โดยผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นานประมาณ 22 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นานประมาณ 5.5 สัปดาห์ และที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3 สัปดาห์

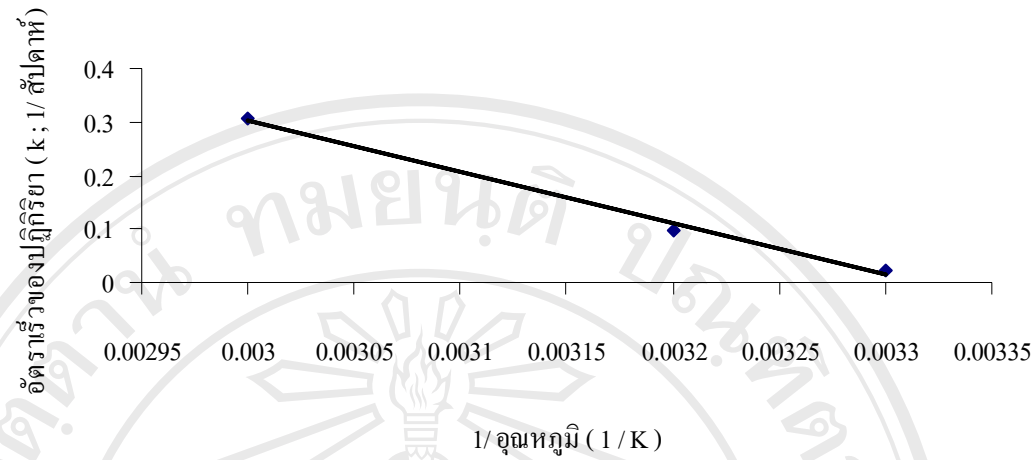
2. อัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ แสดงดังตาราง 4.8 และภาพ 4.54

ตาราง 4.8 อัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	**อัตราเร็วของปฏิกิริยา** (k ; 1 /สัปดาห์)
30	0.0235
40	0.0975
55	0.3080

ตาราง 4.8 แสดงให้เห็นว่าอัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ (k) มีแนวโน้มไปในทำนองเดียวกัน คือ อัตราเร็วของปฏิกิริยามีค่าสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.54 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏกับอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ

เมื่อนำค่า k ที่ได้ นำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า k กับอุณหภูมิ $^{-1}$ ดังภาพ 4.54 จะแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วของปฏิกิริยา (k) การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ซึ่งแสดงว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ค่า k จะเพิ่มขึ้น และเมื่อสร้างสมการถดถอย (Linear regression) เพื่อใช้คาดคะเนอัตราเร็วของปฏิกิริยา การเปลี่ยนแปลงการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ ได้สมการดังนี้

$$k = 3.1932 - 963.21\ (1/T) \qquad R^2 = 0.99$$

เมื่อ T คือ อุณหภูมิ (องศาเคลวิน)

สมการถดถอยที่ได้ สามารถนำมาหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยการหาค่า k ที่อุณหภูมิใดๆ ที่ต้องการทราบอายุการเก็บรักษาจากสมการ จากนั้นแทนค่าลงในสมการของ Arrhenius เพื่อหาอายุการเก็บรักษา เมื่อการยอมรับเริ่มต้นของดัชนีบ่งชี้การเสื่อมคุณภาพ (ค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏ) จากตาราง ข-25 มีค่าเท่ากับ 7.53

ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ พบว่า การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่อุณหภูมิสูงทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นกว่า โดยผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นานประมาณ 29 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3.5 สัปดาห์ และที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นานประมาณ 2 สัปดาห์

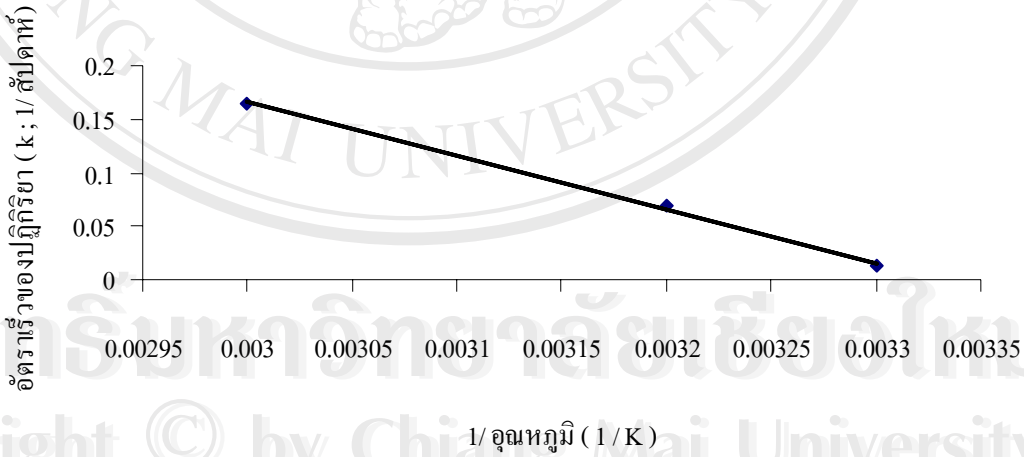
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. อัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ แสดงดังตาราง 4.9 และภาพ 4.55

ตาราง 4.9 อัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	**อัตราเร็วของปฏิกิริยา** (k ; 1 /สัปดาห์)
30	0.0128
40	0.0690
55	0.1650

ตาราง 4.9 แสดงให้เห็นว่าอัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ (k) มีแนวโน้มไปในทำนองเดียวกัน คือ อัตราเร็วของปฏิกิริยามีค่าสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงขึ้น



ภาพ 4.55 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสกับอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อนำค่า k ที่ได้ มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า k กับอุณหภูมิ$^{-1}$ ดังภาพ 4.55 จะแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วของปฏิกิริยา (k) การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ซึ่งแสดงว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ค่า k จะเพิ่มขึ้น และเมื่อสร้างสมการถดถอย (Linear regression) เพื่อใช้คาดคะเนอัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ ได้สมการดังนี้

$$k = 1.6765 - 503.43\,(1/T) \qquad R^2 = 1.00$$

เมื่อ T คือ อุณหภูมิ (องศาเคลวิน)

สมการถดถอยที่ได้ สามารถนำมาหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยการหาค่า k ที่อุณหภูมิใดๆ ที่ต้องการทราบอายุการเก็บรักษาจากสมการ จากนั้นแทนค่าลงในสมการของ Arrhenius เพื่อหาอายุการเก็บรักษา เมื่อการยอมรับเริ่มต้นของดัชนีบ่งชี้การเสื่อมคุณภาพ (ค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัส) จากตาราง ข-27 มีค่าเท่ากับ 7.47

ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ พบว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่อุณหภูมิสูงทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นกว่าการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ โดยสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ได้นานประมาณ 26 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นานประมาณ 6 สัปดาห์ และที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ต้นทุนในการผลิต (ไพโรจน์, 2539ก)

1. ค่าวัตถุดิบ ทำการประมาณค่าวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต ตามสูตรที่ใช้จริงดังนี้

ตาราง 4.10 ต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตกุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้ง

วัตถุดิบที่ใช้สกัดสารสกัดโรสแมรี่แห้ง	**ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสารสกัดโรสแมรี่แห้ง**	**ราคาวัตถุดิบ / หน่วย (บาท)**	**ราคาวัตถุดิบต่อผลิตภัณฑ์ 1 กก. (บาท)**
โรสแมรี่แห้ง	50 กรัม	30	-
ตัวทำละลายอะซิโตน	500 มิลลิลิตร	144	-
ต้นทุนต่อการผลิตสารสกัดโรสแมรี่แห้งปริมาณ 1.5 กรัม เท่ากับ 174 ค่าใช้จ่ายกระบวนการ ค่าโสหุ้ย ค่าแรงงาน โดยทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 30 เท่ากับ 226 บาท			
วัตถุดิบที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์กุนเชียง	**ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน (กรัม)**	**ราคาวัตถุดิบ / หน่วย (บาท)**	**ราคาวัตถุดิบต่อผลิตภัณฑ์ 1 กก. (บาท)**
สารสกัดโรสแมรี่แห้ง	0.36	226/1.5 กรัม	54
เนื้อหมูแดง	700	85/กก.	59.50
มันแข็ง	280	55/กก.	15.40
น้ำตาลทราย	175	14/กก.	2.45
แป้งข้าวโพด	32	38/กก.	1.22
เกลือ	20	10/กก.	0.2
ผงเพรก	1.4	20/กก.	0.03
โซเดียมอีริทอร์เบท	0.35	80/250 กรัม	0.1
ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ 1 กก.			132.7
ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ 1 หน่วยบรรจุ (800 กรัม)			132.7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ค่าภาชนะบรรจุ ประมาณ 5 บาท / 800 กรัม
3. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในกระบวนการ ค่าโสหุ้ย ค่าแรงงาน โดยทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 30 ของค่าวัตถุดิบและค่าภาชนะบรรจุ ดังนั้นคิดเป็นเงิน 41 บาท /หน่วยบรรจุ
4. ค่าต้นทุนการผลิตทั้งหมด

- ค่าวัตถุดิบ	133	บาท
- ค่าภาชนะบรรจุ	5	บาท
- ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	41	บาท
รวมทั้งสิ้น	179	บาท / 800 กรัม

จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนจะมีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์กุนเชียงตามท้องตลาด เนื่องจากมีการเติมสารป้องกันการหืนที่สกัดจากวัตถุดิบที่มีราคาค่อนข้างสูงจึงส่งผลต่อราคาของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved