



ภาคผนวก ก.

ภาพประกอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved



ภาพ ก-1 เครื่องมือสกัดสารป้องกันการหืนแบบประยุกต์



ภาพ ก-2 เครื่องมือสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยการกลั่นด้วยไอน้ำ



ภาพ ก-3 สารสกัดโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน



โรสแมรี่

เสจ

ท่ายม์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาพ ก-4 น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากโรสแมรี่ เสจ และท่ายม์

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ก - 5 ผลิตภัณฑ์ขุนเชียงใหม่ที่เดิมสารสกัดโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(บน)



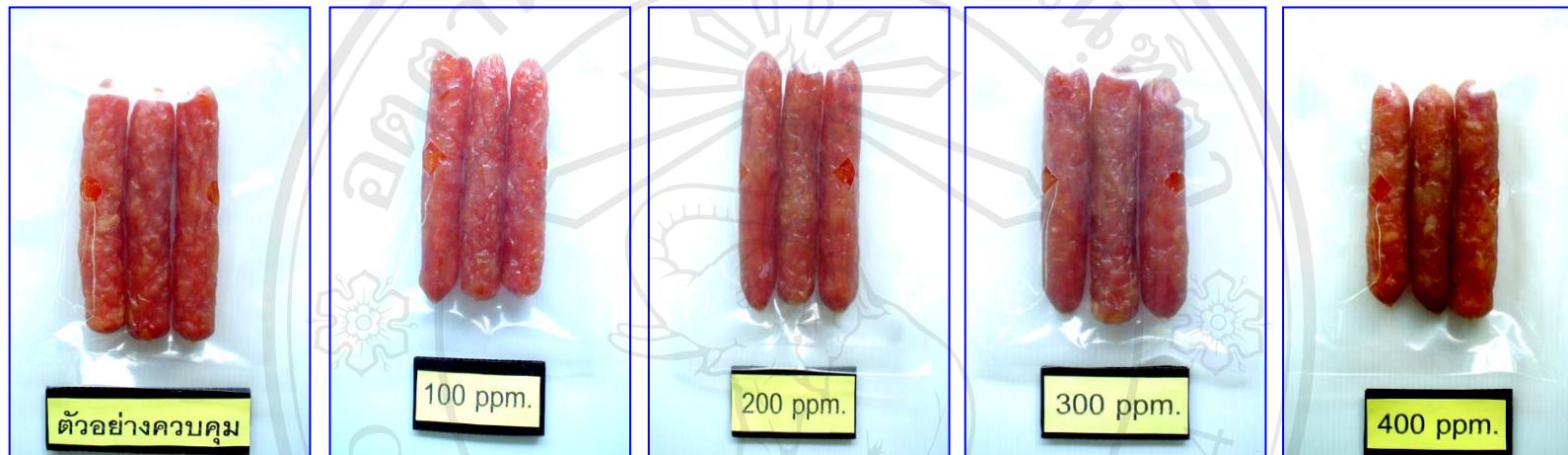
(ล่าง)



ภาพ ก - 6 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุ้งแห้งที่มีปริมาณสารสกัด โรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน

โดยบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู (บน) และสภาวะสุญญากาศ (ล่าง) ระหว่างการเก็บรักษา 0 วัน

(บน)



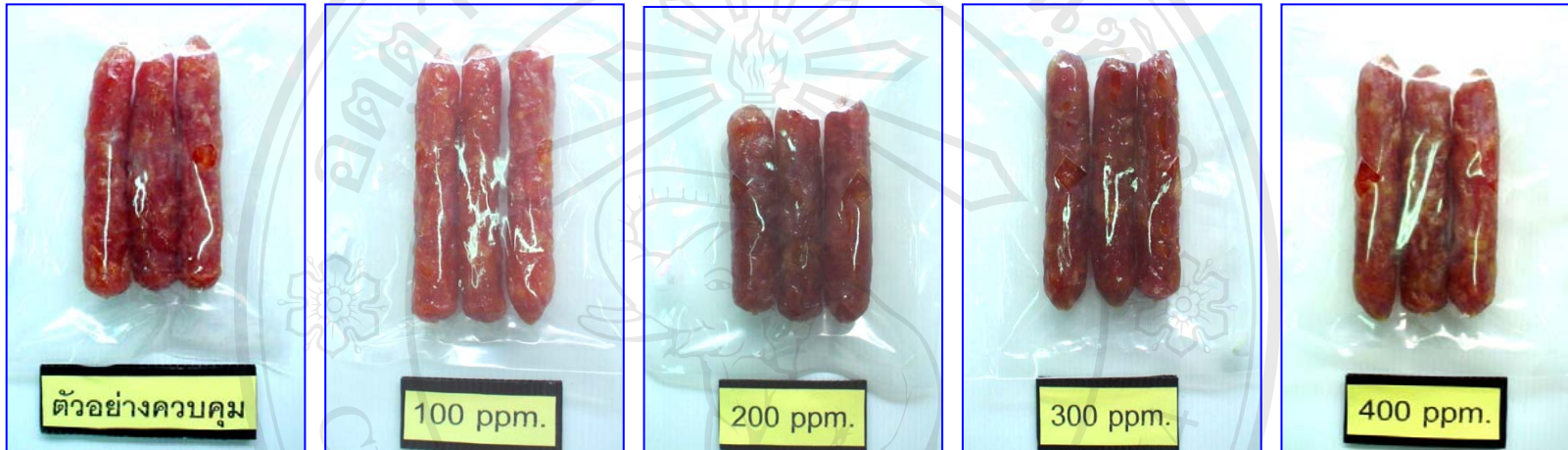
(ล่าง)



ภาพ ก-7 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัด โรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน

โดยบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู (บน) และสภาวะสุญญากาศ (ล่าง) ระหว่างการเก็บรักษา 7 วัน

(บน)

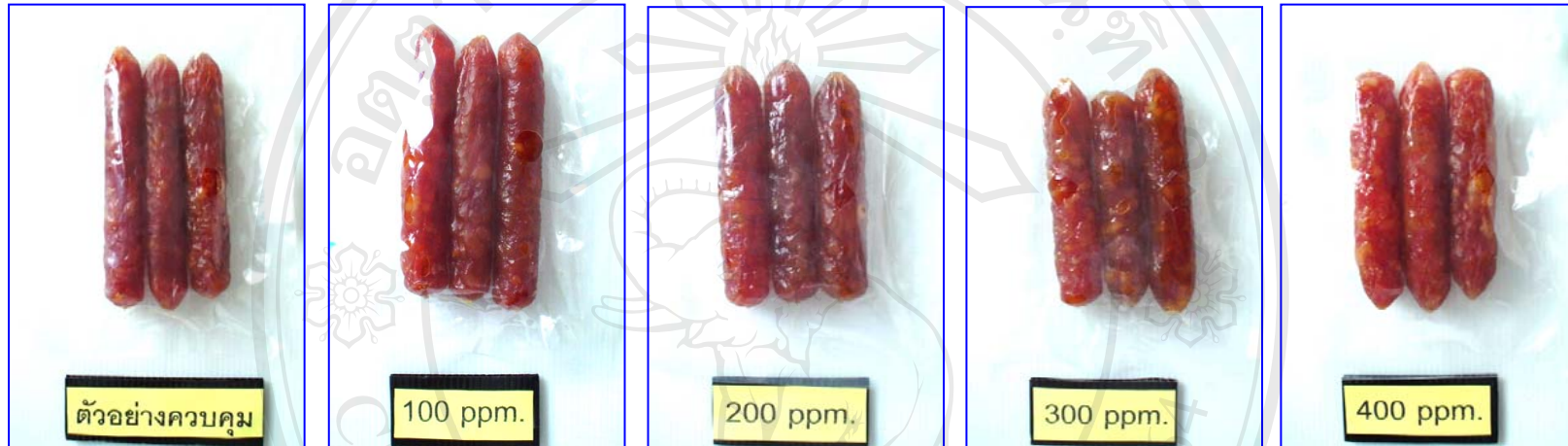


(ล่าง)

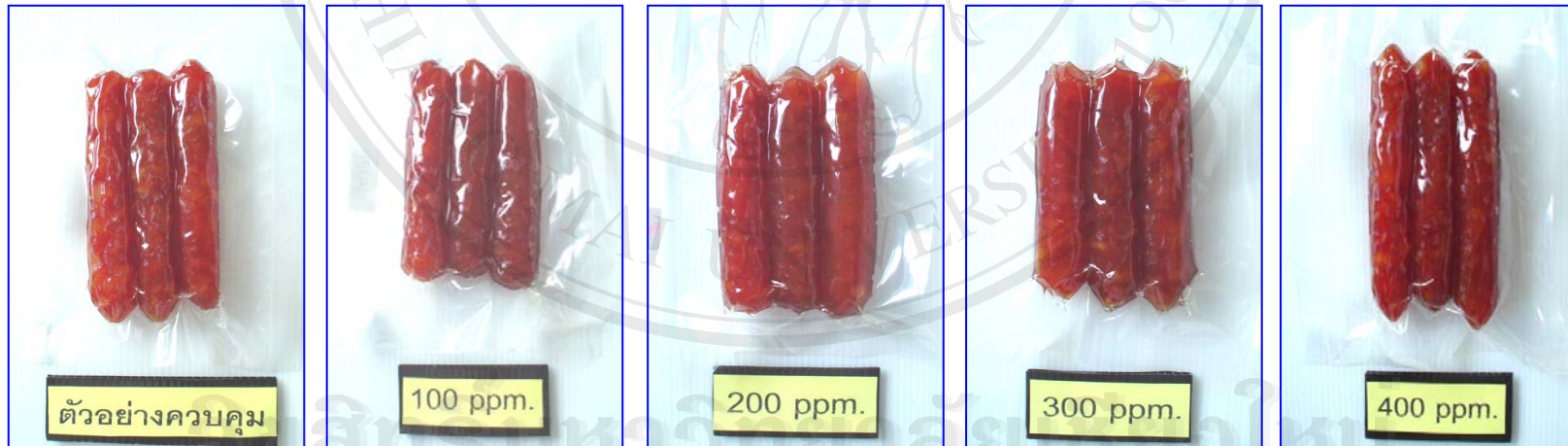


ภาพ ก-8 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัด โรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน
โดยบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู (บน) และสภาวะสุญญากาศ (ล่าง) ระหว่างการเก็บรักษา 14 วัน

(บน)



(ล่าง)

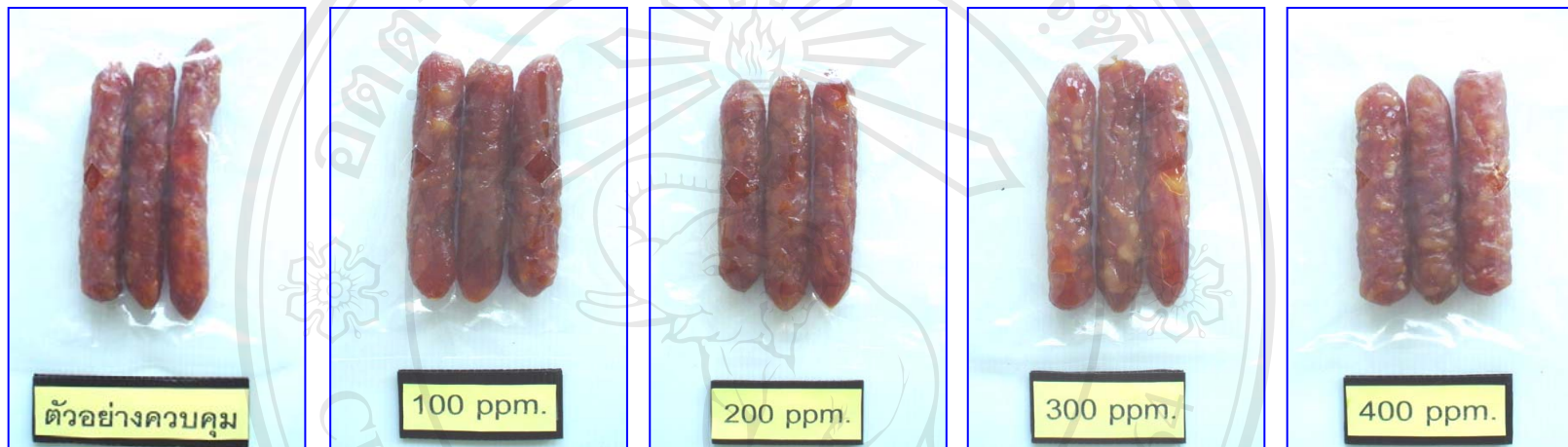


ภาพ ก-9 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน

โดยบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู (บน) และสภาวะสุญญากาศ (ล่าง) ระหว่างการเก็บรักษา 21 วัน

All rights reserved

(บน)



(ล่าง)



ภาพ ก - 10 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณการเติมสารสกัด โรสแมรี่แห้งแตกต่างกัน โดยบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู (บน) และสภาวะสุญญากาศ (ล่าง) ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์กุ้งแชงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm
ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์



ภาพ ก - 11 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุ้งแชงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา 0 วัน



30 องศาเซลเซียส



40 องศาเซลเซียส



55 องศาเซลเซียส

ภาพ ก - 12 ผลิตภัณฑ์กุ้งแชงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา 2 สัปดาห์



30 องศาเซลเซียส

40 องศาเซลเซียส

55 องศาเซลเซียส

ภาพ ก-13 ผลิตรักษากุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห่งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์



30 องศาเซลเซียส

40 องศาเซลเซียส

55 องศาเซลเซียส

ภาพ ก-14 ผลิตรักษากุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห่งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา 8 สัปดาห์



30 องศาเซลเซียส

40 องศาเซลเซียส

55 องศาเซลเซียส

ภาพ ก-15 ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm
ที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา 12 สัปดาห์



30 องศาเซลเซียส

40 องศาเซลเซียส

55 องศาเซลเซียส

ภาพ ก-16 ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm
ที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา 16 สัปดาห์



30 องศาเซลเซียส

40 องศาเซลเซียส

55 องศาเซลเซียส

ภาพ ก - 17

ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรตแมรีแห้งในปริมาณ 300 ppm
ที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา 20 สัปดาห์



30 องศาเซลเซียส

40 องศาเซลเซียส

55 องศาเซลเซียส

ภาพ ก - 18

ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรตแมรีแห้งในปริมาณ 300 ppm
ที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 55 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์



ภาคผนวก ข.

ตารางผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

ตาราง ข-1 ปริมาณสารสกัด และค่า IC_{50} ของสมุนไพร 3 ชนิด ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 5 ชนิด

สิ่งทดลอง	ปริมาณสารสกัด (ร้อยละ)	IC_{50} (ppm)
โรสแมรี่สดสกัดด้วยน้ำ	ไม่มี	-
สกัดด้วยเมทานอล	0.85 ± 0.05^d	165.71 ± 4.69^b
สกัดด้วยเมทานอล : น้ำ	0.18 ± 0.01^{gh}	209.58 ± 4.44^{dc}
สกัดด้วยอะซิโตน	0.24 ± 0.01^{fg}	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^{de}	166.52 ± 3.54^b
สกัดด้วยอะซิโตน	2.94 ± 0.13^b	86.95 ± 3.08^a
สกัดด้วยเฮกเซน	$1.3 \times 10^{-3} \pm 0.01^h$	-
เสจสดสกัดด้วยน้ำ	ไม่มี	-
สกัดด้วยเมทานอล	0.24 ± 1.41^{fg}	331.99 ± 7.04^g
สกัดด้วยเมทานอล : น้ำ	0.02 ± 5.66^h	253.49 ± 8.96^f
สกัดด้วยอะซิโตน	0.16 ± 0.01^{gh}	183.10 ± 2.59^c
สกัดด้วยเฮกเซน	น้อยมาก	-
เสจแห้งสกัดด้วยน้ำ	ไม่มี	-
สกัดด้วยเมทานอล	2.03 ± 0.11^c	200.38 ± 5.66^d
สกัดด้วยเมทานอล : น้ำ	0.29 ± 0.01^{fg}	222.65 ± 11.02^e
สกัดด้วยอะซิโตน	0.63 ± 0.05^c	181.28 ± 5.56^c
สกัดด้วยเฮกเซน	$9 \times 10^{-4} \pm 0.01^h$	-
ทาร์มสดสกัดด้วยน้ำ	ไม่มี	-
สกัดด้วยเมทานอล	$3.8 \times 10^{-3} \pm 0.01^h$	-
สกัดด้วยเมทานอล : น้ำ	น้อยมาก	-
สกัดด้วยอะซิโตน	$7.5 \times 10^{-4} \pm 0.01^h$	-
สกัดเฮกเซน	น้อยมาก	-
ทาร์มแห้งสกัดด้วยน้ำ	น้อยมาก	-
สกัดด้วยเมทานอล	0.34 ± 0.14^f	2287.04 ± 16.17^i
สกัดด้วยเมทานอล : น้ำ	0.03 ± 0.01^h	-
สกัดด้วยอะซิโตน	0.16 ± 0.14^{gh}	702.76 ± 4.97^h
สกัดเฮกเซน	น้อยมาก	-

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

- : ไม่มีการวิเคราะห์หาค่า IC_{50}

ตาราง ข-2 ปริมาณสารสกัด และค่า IC_{50} ของสมุนไพร 3 ชนิด ที่สกัดด้วยการกลั่นด้วยไอน้ำ

สิ่งทดลอง	ปริมาณสารสกัด (ร้อยละ)	IC_{50} (ppm)
น้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่สด	1.10 ± 0.14^c	19837.26 ± 12.87^d
น้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่แห้ง	3.20 ± 0.14^a	18292.78 ± 19.43^c
น้ำมันหอมระเหยเสกสด	0.75 ± 0.07^d	22610.07 ± 8.46^f
น้ำมันหอมระเหยเสกแห้ง	1.42 ± 0.07^b	20775.07 ± 16.06^c
น้ำมันหอมระเหยทาร์แมสด	0.52 ± 0.07^e	1037.96 ± 7.34^b
น้ำมันหอมระเหยทาร์แมแห้ง	1.32 ± 0.21^b	581.16 ± 4.11^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-3 การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ปริมาณการเติมสารสกัด และสถานะการบรรจุ	ค่าเปอร์ออกไซด์ (meq/kg)					เฉลี่ย **
	อายุการเก็บ 0 วัน	อายุการเก็บ 7 วัน	อายุการเก็บ 14 วัน	อายุการเก็บ 21 วัน	อายุการเก็บ 28 วัน	
การบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู						
0 ppm (ชุดควบคุม)	0.65±0.09	1.16±0.08	1.19±0.08	1.16±0.01	1.16±0.01	1.06±0.22 ^d
100 ppm	0.62±0.01	1.04±0.01	0.98±0.01	1.04±0.01	0.98±0.01	0.93±0.16 ^c
200 ppm	0.50±0.09	0.89±0.08	0.92±0.08	0.76±0.01	0.80±0.01	0.78±0.17 ^b
300 ppm	0.50±0.09	0.83±0.01	0.85±0.01	0.80±0.09	0.80±0.01	0.76±0.14 ^b
400 ppm	0.45±0.01	0.83±0.01	0.89±0.08	0.65±0.06	0.69±0.01	0.70±0.16 ^a
เฉลี่ย *	0.54±0.10 ^a	0.95±0.14 ^c B	0.97±0.13 ^c B	0.88±0.20 ^b	0.89±0.17 ^b	
การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ						
0 ppm (ชุดควบคุม)	0.65±0.09	0.94±0.08	1.01±0.08	0.98±0.08	1.04±0.09	0.93±0.16 ^d
100 ppm	0.62±0.01	0.82±0.01	0.85±0.01	0.85±0.01	0.93±0.08	0.81±0.11 ^c
200 ppm	0.50±0.09	0.55±0.01	0.75±0.08	0.84±0.01	0.81±0.08	0.69±0.15 ^b
300 ppm	0.50±0.09	0.63±0.09	0.65±0.08	0.69±0.09	0.66±0.08	0.63±0.10 ^a
400 ppm	0.45±0.01	0.53±0.01	0.64±0.08	0.63±0.08	0.64±0.08	0.58±0.10 ^a
เฉลี่ย *	0.54±0.10 ^a	0.69±0.17 ^b A	0.78±0.16 ^c A	0.80±0.14 ^c	0.82±0.18 ^c	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-4 การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (a_w) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ในระหว่างเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ปริมาณการเติมสารสกัด และสถานะการบรรจุ	ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (a_w)					เฉลี่ย **
	อายุการเก็บ 0 วัน	อายุการเก็บ 7 วัน	อายุการเก็บ 14 วัน	อายุการเก็บ 21 วัน	อายุการเก็บ 28 วัน	
การบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู						
0 ppm (ชุดควบคุม)	0.81±0.01	0.74±0.01	0.74±0.01	0.67±0.01	0.56±0.01	0.70±0.09 ^b
100 ppm	0.81±0.01	0.76±0.01	0.73±0.01	0.65±0.01	0.57±0.01	0.70±0.09 ^b
200 ppm	0.81±0.01	0.78±0.01	0.76±0.01	0.64±0.01	0.59±0.01	0.72±0.09 ^a
300 ppm	0.81±0.01	0.80±0.01	0.75±0.01	0.66±0.01	0.56±0.01	0.72±0.10 ^a
400 ppm	0.81±0.01	0.77±0.01	0.75±0.01	0.67±0.01	0.59±0.01	0.72±0.08 ^a
เฉลี่ย *	0.81±0.01 ^a	0.77±0.02 ^b B	0.75±0.01 ^c B	0.66±0.01 ^d B	0.58±0.01 ^e B	
การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ						
0 ppm (ชุดควบคุม)	0.81±0.01	0.80±0.01	0.80±0.01	0.79±0.01	0.78±0.01	0.80±0.01
100 ppm	0.81±0.01	0.81±0.01	0.80±0.01	0.79±0.01	0.78±0.01	0.80±0.01
200 ppm	0.81±0.01	0.80±0.01	0.80±0.01	0.79±0.01	0.78±0.01	0.80±0.01
300 ppm	0.81±0.01	0.81±0.01	0.80±0.01	0.79±0.01	0.78±0.01	0.80±0.01
400 ppm	0.81±0.01	0.80±0.01	0.80±0.01	0.79±0.01	0.78±0.01	0.80±0.01
เฉลี่ย *	0.81±0.01	0.81±0.01 A	0.80±0.01 A	0.79±0.01 A	0.78±0.01 A	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ปริมาณการเติมสารสกัด และสถานะการบรรจุ	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)					เฉลี่ย **
	อายุการเก็บ 0 วัน	อายุการเก็บ 7 วัน	อายุการเก็บ 14 วัน	อายุการเก็บ 21 วัน	อายุการเก็บ 28 วัน	
การบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู						
0 ppm (ชุดควบคุม)	20.50±0.09	17.42±0.09	16.73±0.10	12.87±0.08	10.41±0.06	15.59±3.67 ^b
100 ppm	20.55±0.13	17.66±0.09	16.68±0.04	12.51±0.07	10.56±0.08	15.59±3.73 ^b
200 ppm	20.48±0.05	17.52±0.10	17.52±0.10	12.22±0.09	11.02±0.07	16.00±3.85 ^a
300 ppm	20.54±0.08	19.20±0.08	17.21±0.07	12.56±0.06	10.47±0.12	16.00±4.00 ^a
400 ppm	20.58±0.04	18.19±0.07	17.34±0.08	13.14±0.16	10.85±0.12	16.02±3.62 ^a
เฉลี่ย *	20.53±0.08 ^a	18.25±0.69 ^b B	17.10±0.35 ^c B	12.66±0.34 ^d B	10.66±0.25 ^e B	
การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ						
0 ppm (ชุดควบคุม)	20.50±0.09	20.30±0.09	20.14±0.07	19.90±0.07	19.60±0.09	20.09±0.33
100 ppm	20.55±0.13	20.32±0.09	20.20±0.15	20.20±0.09	19.72±0.16	20.20±0.30
200 ppm	20.48±0.05	20.33±0.11	20.32±0.04	19.78±0.14	19.64±0.16	20.11±0.36
300 ppm	20.54±0.08	20.46±0.11	20.27±0.10	19.72±0.10	19.62±0.09	20.12±0.40
400 ppm	20.58±0.04	20.32±0.06	20.35±0.08	19.81±0.16	19.63±0.07	20.18±0.37
เฉลี่ย *	20.53±0.08 ^a	20.34±0.10 ^b A	20.26±0.12 ^b A	19.92±0.26 ^c A	19.64±0.11 ^d A	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-6 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ปริมาณการเติมสารสกัด และสถานะการบรรจุ	ค่าสี L (ความสว่าง)					เฉลี่ย **
	อายุการเก็บ 0 วัน	อายุการเก็บ 7 วัน	อายุการเก็บ 14 วัน	อายุการเก็บ 21 วัน	อายุการเก็บ 28 วัน	
การบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู						
0 ppm (ชุดควบคุม)	33.79±0.53	33.85±0.30	33.25±0.22	29.53±1.02	29.45±0.49	31.97±2.17 ^a
100 ppm	33.58±0.79	33.05±0.86	33.21±0.32	30.08±1.46	29.70±0.75	31.92±1.90 ^a
200 ppm	32.53±0.32	31.59±1.25	31.30±0.55	29.72±0.34	29.67±1.15	31.03±1.23 ^b
300 ppm	31.08±1.34	33.28±0.68	32.72±0.71	30.08±0.66	29.32±0.37	31.29±1.71 ^b
400 ppm	31.56±1.22	30.37±0.20	33.64±0.83	31.92±0.77	29.08±0.26	31.31±1.71 ^b
เฉลี่ย *	32.51±1.36 ^a	32.43±1.46 ^a A	32.83±0.97 ^a A	30.27±1.18 ^b A	29.51±0.56 ^c A	
การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ						
0 ppm (ชุดควบคุม)	33.79±0.53	29.44±0.73	29.07±0.70	27.10±0.74	26.09±0.31	29.10±2.80
100 ppm	33.58±0.79	30.97±0.62	28.28±0.79	27.30±0.51	26.05±0.65	29.24±2.86
200 ppm	32.53±0.32	30.00±0.40	28.38±2.04	28.91±0.63	26.71±0.73	29.44±2.42
300 ppm	31.08±1.34	30.69±0.23	28.78±0.61	28.34±0.77	28.12±0.69	29.40±1.45
400 ppm	31.56±1.22	30.59±0.47	28.92±0.66	29.83±1.15	27.87±0.66	29.76±1.52
เฉลี่ย *	32.51±1.36 ^a	30.34±0.72 ^b B	28.69±0.99 ^c B	28.30±1.246 ^c B	26.97±1.05 ^d B	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-7 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a (สีแดง - สีเขียว) ของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่มีปริมาณสารสกัด โรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ปริมาณการเติมสารสกัด และสถานะการบรรจุ	ค่าสี a (สีแดง -สีเขียว)					เฉลี่ย **
	อายุการเก็บ 0 วัน	อายุการเก็บ 7 วัน	อายุการเก็บ 14 วัน	อายุการเก็บ 21 วัน	อายุการเก็บ 28 วัน	
การบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู						
0 ppm (ชุดควบคุม)	10.21±0.05	7.71±0.75	7.38±0.78	5.83±0.61	5.19±0.93	7.27±1.90 ^b
100 ppm	10.04±0.20	5.95±0.32	5.92±0.32	6.34±0.93	6.32±0.50	6.93±1.71 ^b
200 ppm	9.97±0.53	7.87±0.62	6.63±0.66	6.03±0.65	6.68±0.86	7.44±1.56 ^b
300 ppm	9.97±0.34	7.50±1.10	6.64±0.32	6.38±0.26	5.93±0.44	7.29±1.57 ^b
400 ppm	10.34±0.49	7.67±1.07	8.52±0.57	6.95±0.37	6.52±0.44	8.00±1.49 ^a
เฉลี่ย *	10.11±0.35 ^a	7.29±1.12 ^b B	7.02±1.03 ^b B	6.31±0.65 ^c B	6.20±0.79 ^c B	
การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ						
0 ppm (ชุดควบคุม)	10.21±0.05	9.07±0.68	8.42±1.14	7.64±0.44	7.51±0.45	8.57±1.17 ^c
100 ppm	10.04±0.20	9.21±0.69	8.98±0.57	9.22±0.64	8.24±0.42	9.14±0.75 ^b
200 ppm	9.97±0.53	9.70±0.68	8.72±0.27	9.55±0.51	9.04±0.47	9.40±0.64 ^{ab}
300 ppm	9.97±0.34	9.52±0.60	9.97±0.19	9.55±0.47	8.28±0.52	9.46±0.75 ^{ab}
400 ppm	10.34±0.49	9.65±0.60	9.86±0.05	9.70±0.43	9.17±0.45	9.75±0.54 ^a
เฉลี่ย *	10.11±0.35 ^a	9.43±0.60 ^b A	9.19±0.81 ^b A	9.13±0.90 ^b A	8.45±0.74 ^c A	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-8 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b (สีเหลือง - สีนํ้าเงิน) ของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่มีปริมาณสารสกัดโรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ปริมาณการเติมสารสกัด และสถานะการบรรจุ	ค่าสี b (สีเหลือง-สีนํ้าเงิน)					เฉลี่ย **
	อายุการเก็บ 0 วัน	อายุการเก็บ 7 วัน	อายุการเก็บ 14 วัน	อายุการเก็บ 21 วัน	อายุการเก็บ 28 วัน	
การบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู						
0 ppm (ชุดควบคุม)	4.91±0.49	4.20±0.17	3.41±0.07	3.48±0.24	3.06±0.06	4.54±0.80 ^b
100 ppm	5.18±0.34	4.20±0.25	3.87±0.08	3.34±0.11	3.25±0.08	4.30±0.51 ^b
200 ppm	5.36±0.53	4.73±0.74	3.66±0.13	3.98±0.12	3.63±0.16	4.15±0.86 ^b
300 ppm	4.79±0.82	4.88±0.35	4.15±0.07	3.94±0.12	3.53±0.06	4.32±0.70 ^b
400 ppm	6.24±0.92	5.68±0.42	4.30±0.41	4.08±0.09	3.67±0.10	5.10±1.20 ^a
เฉลี่ย *	5.30±0.77 ^a	4.81±0.53 ^b B	4.34±1.10 ^c B	4.35±0.73 ^c B	3.69±0.17 ^d B	
การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ						
0 ppm (ชุดควบคุม)	4.91±0.49	4.15±0.07	4.00±0.08	3.39±0.15	3.82±0.32	4.06±0.57 ^b
100 ppm	5.18±0.34	4.35±0.18	3.79±0.21	4.66±0.10	3.38±0.19	4.07±0.68 ^b
200 ppm	5.36±0.53	4.60±0.49	4.23±0.44	3.62±0.21	3.58±0.31	4.23±0.73 ^{ab}
300 ppm	4.79±0.82	4.88±0.75	4.60±0.57	3.89±0.10	3.69±0.15	4.37±0.69 ^{ab}
400 ppm	6.24±0.92	4.97±0.18	4.30±0.41	3.94±0.28	3.22±0.12	4.54±1.13 ^a
เฉลี่ย *	5.30±0.77 ^a	4.54±0.45 ^b A	4.19±0.43 ^c A	3.70±0.26 ^d A	3.54±0.30 ^d A	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-9 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัด โรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่ต่างกัน
 ในระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ปริมาณการเติมสารสกัด และสถานะการบรรจุ	ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดม					เฉลี่ย **
	อายุการเก็บ 0 วัน	อายุการเก็บ 7 วัน	อายุการเก็บ 14 วัน	อายุการเก็บ 21 วัน	อายุการเก็บ 28 วัน	
การบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู						
0 ppm (ชุดควบคุม)	4.93±0.29	4.47±0.52	4.13±0.64	4.67±0.49	3.73±1.03	4.36±0.75 ^c
100 ppm	4.93±0.26	4.60±0.51	4.33±0.62	4.67±0.49	4.13±0.83	4.53±0.62 ^b
200 ppm	5.00±0.01	4.87±0.35	4.67±0.62	4.73±0.46	4.33±0.72	4.72±0.53 ^a
300 ppm	5.00±0.01	4.80±0.41	4.47±0.64	4.87±0.35	4.47±0.74	4.72±0.53 ^a
400 ppm	4.93±0.26	4.73±0.46	4.60±0.63	4.73±0.59	4.73±0.46	4.75±0.50 ^a
เฉลี่ย *	4.96±0.20 ^a	4.69±0.46 ^b	4.44±0.64 ^c	4.71±0.49 ^b	4.28±0.83 ^c B	
การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ						
0 ppm (ชุดควบคุม)	4.93±0.29	4.60±0.51	4.46±0.74	4.33±0.72	4.20±0.68	4.51±0.65 ^c
100 ppm	4.93±0.26	4.53±0.64	4.80±0.41	4.60±0.51	4.33±0.72	4.64±0.56 ^{bc}
200 ppm	5.00±0.01	4.67±0.62	4.60±0.51	4.80±0.41	4.73±0.46	4.76±0.46 ^{ab}
300 ppm	5.00±0.01	4.87±0.34	4.67±0.49	4.80±0.41	4.93±0.26	4.85±0.36 ^a
400 ppm	4.93±0.25	4.93±0.25	4.93±0.26	4.67±0.82	4.87±0.35	4.87±0.45 ^a
เฉลี่ย *	4.96±0.20 ^a	4.72±0.51 ^b	4.69±0.52 ^b	4.64±0.61 ^b	4.61±0.59 ^b A	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
 ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-10 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหินจากการชิมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัด โรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน
ในระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ปริมาณการเติมสารสกัด และสถานะการบรรจุ	ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหินจากการชิม					เฉลี่ย**
	อายุการเก็บ 0 วัน	อายุการเก็บ 7 วัน	อายุการเก็บ 14 วัน	อายุการเก็บ 21 วัน	อายุการเก็บ 28 วัน	
การบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู						
0 ppm (ชุดควบคุม)	4.67±0.49	4.00±0.85	3.73±0.70	4.47±0.52	4.47±0.83	4.07±0.81 ^c
100 ppm	4.73±0.46	4.40±0.63	4.07±0.59	4.47±0.52	3.73±0.80	4.29±0.69 ^b
200 ppm	5.00±0.01	4.47±0.52	4.53±0.74	4.53±0.52	4.00±0.76	4.51±0.65 ^a
300 ppm	4.93±0.26	4.60±0.63	4.33±0.62	4.53±0.52	4.2±00.78	4.51±0.65 ^a
400 ppm	4.87±0.35	4.73±0.46	4.53±0.64	4.67±0.62	4.47±0.46	4.64±0.54 ^a
เฉลี่ย*	4.84±0.37 ^a	4.44±0.66 ^b	4.23±0.73 ^c	4.53±0.53 ^b	3.97±0.81 ^d	
การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ						
0 ppm (ชุดควบคุม)	4.67±0.49	4.47±0.52	4.20±0.68	4.07±0.88	3.47±0.74	4.17±0.78 ^b
100 ppm	4.73±0.46	4.27±0.59	4.53±0.64	4.27±0.80	3.87±1.13	4.33±0.79 ^b
200 ppm	5.00±0.01	4.53±0.64	4.47±0.52	4.60±0.51	4.40±0.83	4.60±0.59 ^a
300 ppm	4.93±0.26	4.53±0.62	4.13±0.83	4.73±0.59	4.87±0.35	4.64±0.63 ^a
400 ppm	4.87±0.35	4.73±0.44	4.60±0.63	4.60±0.83	4.67±0.72	4.69±0.62 ^a
เฉลี่ย*	4.84±0.37 ^a	4.51±0.58 ^b	4.39±0.68 ^{bc}	4.45±0.76 ^{bc}	4.25±0.93 ^c	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-11 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่มีปริมาณสารสกัด โรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน
ในระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ปริมาณการเติมสารสกัด และสถานะการบรรจุ	ค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏ					เฉลี่ย **
	อายุการเก็บ 0 วัน	อายุการเก็บ 7 วัน	อายุการเก็บ 14 วัน	อายุการเก็บ 21 วัน	อายุการเก็บ 28 วัน	
การบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู						
0 ppm (ชุดควบคุม)	7.80±0.86	6.60±1.30	2.93±1.22	3.33±1.68	2.00±1.07	4.53±2.58 ^d
100 ppm	7.53±0.92	6.67±1.11	4.07±1.53	4.53±1.64	2.80±1.70	5.12±2.22 ^c
200 ppm	7.67±0.82	7.07±0.70	6.67±0.90	4.33±1.45	2.47±1.73	5.64±2.28 ^b
300 ppm	7.60±0.83	7.00±0.66	6.53±1.41	6.87±1.41	4.20±1.70	6.44±1.70 ^a
400 ppm	7.53±0.92	6.73±1.39	6.47±1.25	7.00±0.85	3.33±1.29	6.21±1.87 ^a
เฉลี่ย *	7.63±0.85 ^a	6.81±1.06 ^b B	5.33±1.99 ^c B	5.21±2.03 ^c B	2.96±1.66 ^d B	
การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ						
0 ppm (ชุดควบคุม)	7.80±0.86	7.27±0.88	7.20±1.01	6.67±0.90	6.80±1.01	7.15±1.00
100 ppm	7.53±0.92	7.20±1.08	7.33±0.82	6.87±1.13	6.27±1.16	7.04±1.10
200 ppm	7.67±0.82	7.47±0.83	7.20±0.86	7.47±0.83	6.53±1.25	7.27±0.99
300 ppm	7.60±0.83	7.20±0.98	6.87±0.99	7.33±1.05	7.07±0.96	7.21±0.98
400 ppm	7.53±0.915	7.40±0.71	7.40±0.83	7.27±0.96	6.66±1.05	7.25±0.93
เฉลี่ย *	7.63±0.85 ^a	7.31±0.90 ^b A	7.20±0.90 ^b A	7.12±1.00 ^b A	6.67±1.10 ^c A	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$
ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-12 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณสารสกัด โรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน
ในระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ปริมาณการเติมสารสกัด และสถานะการบรรจุ	ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพร					เฉลี่ย **
	อายุการเก็บ 0 วัน	อายุการเก็บ 7 วัน	อายุการเก็บ 14 วัน	อายุการเก็บ 21 วัน	อายุการเก็บ 28 วัน	
การบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู						
0 ppm (ชุดควบคุม)	7.20±1.27	5.07±0.80	5.27±1.87	4.93±1.39	3.33±1.11	5.16±1.79 ^c
100 ppm	7.33±0.90	5.73±1.44	5.20±1.66	5.40±1.50	4.40±0.99	5.61±1.62 ^b
200 ppm	7.47±0.83	6.93±0.96	5.87±1.06	5.53±1.19	4.53±1.41	6.07±1.50 ^a
300 ppm	6.80±1.15	6.33±1.54	5.80±1.21	6.53±1.36	5.20±1.37	6.15±1.40 ^a
400 ppm	6.47±1.19	5.47±1.85	5.67±1.40	5.20±1.01	4.73±1.79	5.51±1.61 ^{bc}
เฉลี่ย *	7.07±1.08 ^a	5.91±1.49 ^b B	5.56±1.45 ^b B	5.52±1.38 ^b B	4.44±1.46 ^c B	
การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ						
0 ppm (ชุดควบคุม)	7.20±1.27	6.00±0.76	6.33±0.90	5.73±1.22	5.73±1.16	6.20±1.19 ^b
100 ppm	7.33±0.90	6.47±1.19	6.60±1.12	6.27±1.033	5.80±1.37	6.49±1.21 ^{ab}
200 ppm	7.47±0.83	7.07±1.03	6.13±0.74	7.00±1.07	6.33±1.68	6.80±1.20 ^a
300 ppm	6.80±1.15	7.33±0.79	6.73±0.88	6.27±1.03	7.07±0.80	6.85±0.95 ^a
400 ppm	6.47±1.19	5.80±1.90	6.27±1.53	6.33±0.98	5.93±0.88	6.16±1.36 ^b
เฉลี่ย *	7.07±1.08 ^a	6.53±1.34 ^b A	6.41±1.07 ^b A	6.32±1.12 ^b A	6.17±1.29 ^b A	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ที่แตกต่างใน แต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-13 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่มีปริมาณสารสกัด โรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน
ในระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ปริมาณการเติมสารสกัด และสถานะการบรรจุ	ค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัส					เฉลี่ย**
	อายุการเก็บ 0 วัน	อายุการเก็บ 7 วัน	อายุการเก็บ 14 วัน	อายุการเก็บ 21 วัน	อายุการเก็บ 28 วัน	
การบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู						
0 ppm (ชุดควบคุม)	7.06±0.59	6.53±0.83	2.40±0.83	2.87±1.60	1.67±0.62	4.11±2.44 ^c
100 ppm	7.26±0.59	6.67±0.73	3.87±0.92	3.40±1.81	2.67±1.76	4.77±2.23 ^b
200 ppm	7.20±0.68	6.87±0.64	5.13±0.92	3.33±1.40	2.73±1.58	5.05±2.11 ^b
300 ppm	7.13±0.64	7.13±0.74	5.00±1.25	5.33±1.45	2.87±1.25	5.49±1.93 ^a
400 ppm	7.13±0.64	7.07±0.59	4.80±1.37	5.53±1.77	2.80±1.08	5.47±1.98 ^a
เฉลี่ย*	7.16±0.62 ^a	6.85±0.73 ^a B	4.24±1.47 ^b B	4.09±1.93 ^b B	2.55±1.36 ^c B	
การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ						
0 ppm (ชุดควบคุม)	7.06±0.59	6.93±0.70	7.13±0.83	6.53±0.99	6.33±1.23	6.80±0.93
100 ppm	7.26±0.59	7.13±0.64	7.06±0.70	6.87±0.90	6.60±0.91	6.99±0.80
200 ppm	7.20±0.68	7.13±0.83	6.93±0.70	7.20±0.86	6.80±1.42	7.05±0.93
300 ppm	7.13±0.64	7.27±0.57	6.67±0.62	6.67±1.45	7.07±1.49	6.96±1.05
400 ppm	7.13±0.64	7.27±0.57	7.00±0.76	7.20±0.68	6.80±0.68	7.08±0.67
เฉลี่ย	7.16±0.62 ^a	7.15±0.67 ^a A	6.96±0.73 ^{ab} A	6.89±1.03 ^{ab} A	6.72±1.18 ^c A	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-14 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่มีปริมาณสารสกัด โรสแมรี่แห้งและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน
ในระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

ปริมาณการเติมสารสกัด และสถานะการบรรจุ	ค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวม					เฉลี่ย **
	อายุการเก็บ 0 วัน	อายุการเก็บ 7 วัน	อายุการเก็บ 14 วัน	อายุการเก็บ 21 วัน	อายุการเก็บ 28 วัน	
การบรรจุในสภาวะปกติแบบเจาะรู						
0 ppm (ชุดควบคุม)	6.87±1.85	4.60±0.96	4.53±1.19	4.40±1.06	3.27±1.03	4.73±1.70 ^d
100 ppm	7.07±0.80	5.13±1.36	4.73±1.22	4.67±1.05	4.13±0.74	5.15±1.45 ^{bc}
200 ppm	7.33±0.90	6.07±1.16	4.93±1.03	4.27±0.96	4.73±1.03	5.47±1.49 ^{ab}
300 ppm	6.93±0.79	5.93±1.22	5.40±0.99	5.27±0.96	4.13±1.30	5.53±1.39 ^a
400 ppm	6.40±1.06	4.13±0.99	5.00±1.00	4.60±0.74	4.00±1.25	4.83±1.50 ^{cd}
เฉลี่ย *	6.92±1.16 ^a	5.17±1.35 ^b B	4.92±1.10 ^{bc} B	4.64±1.00 ^c B	4.05±1.16 ^d B	
การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ						
0 ppm (ชุดควบคุม)	6.87±1.85	6.00±0.76	6.13±0.74	5.67±0.98	5.40±0.91	6.01±1.20 ^c
100 ppm	7.07±0.80	6.67±1.05	6.60±0.99	6.13±0.92	6.20±0.86	6.53±0.96 ^b
200 ppm	7.33±0.90	7.13±1.06	6.27±0.70	7.13±0.92	6.73±1.03	6.92±0.98 ^a
300 ppm	6.93±0.79	7.27±0.77	7.13±0.64	6.73±0.70	6.80±0.68	6.97±0.74 ^a
400 ppm	6.40±1.06	6.20±1.60	6.53±0.99	6.33±0.90	6.00±0.88	6.29±1.12 ^{bc}
เฉลี่ย *	6.92±1.16 ^a	6.65±1.19 ^{ab} A	6.53±0.88 ^{bc} A	6.40±1.00 ^{bc} A	6.23±1.01 ^c A	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ที่แตกต่างในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-15 การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

สภาวะการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ค่าเปอร์ออกไซด์ (meq/kg)								
	อายุการเก็บ เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	อายุการเก็บ 16 สัปดาห์	อายุการเก็บ 20 สัปดาห์	อายุการเก็บ 24 สัปดาห์	เฉลี่ย **
30	0.54±0.09	0.78±0.17	0.94±0.08	1.29±0.16	2.24±0.01	3.38±0.01	5.01±0.33	5.63±0.35	2.48±1.90 ^a
40	0.54±0.09	2.51±0.08	2.27±0.01	2.53±0.16	3.75±0.18	4.07±0.01	6.28±0.18	5.03±1.09	3.37±1.75 ^b
55	0.54±0.09	4.29±0.17	5.32±0.09	8.54±0.09	7.42±0.17	6.49±0.22	4.42±0.06	3.55±0.35	5.07±2.39 ^c
เฉลี่ย *	0.54±0.08 ^a	2.53±1.52 ^b	2.84±1.94 ^c	4.12±3.36 ^d	4.47±2.31 ^e	4.65±1.42 ^e	5.24±0.85 ^d	4.73±1.11 ^e	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-16 การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (a_w) ของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

สภาวะการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (a_w)								
	อายุการเก็บ เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	อายุการเก็บ 16 สัปดาห์	อายุการเก็บ 20 สัปดาห์	อายุการเก็บ 24 สัปดาห์	เฉลี่ย **
30	0.80±0.01	0.79±0.01	0.77±0.01	0.77±0.01	0.75±0.01	0.74±0.01	0.73±0.01	0.73±0.01	0.76±0.02 ^a
40	0.80±0.01	0.77±0.01	0.75±0.01	0.72±0.01	0.65±0.01	0.63±0.01	0.61±0.01	0.60±0.01	0.69±0.07 ^b
55	0.80±0.01	0.76±0.01	0.73±0.01	0.62±0.01	0.42±0.01	0.40±0.01	0.40±0.01	0.39±0.01	0.57±0.17 ^c
เฉลี่ย *	0.80±0.01 ^a	0.77±0.01 ^b	0.75±0.02 ^c	0.70±0.07 ^d	0.61±0.14 ^e	0.60±0.14 ^f	0.58±0.15 ^g	0.57±0.15 ^h	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

สภาวะการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)								
	อายุการเก็บ เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	อายุการเก็บ 16 สัปดาห์	อายุการเก็บ 20 สัปดาห์	อายุการเก็บ 24 สัปดาห์	เฉลี่ย **
30	20.95±0.12	20.89±0.23	20.52±0.02	20.37±0.03	20.31±0.04	20.07±0.09	19.84±0.08	18.69±0.64	20.20±0.72 ^a
40	20.95±0.12	18.83±0.08	17.57±0.07	17.09±0.05	16.19±0.27	15.55±0.13	14.88±0.22	13.63±0.46	16.76±2.26 ^b
55	20.95±0.12	18.53±0.10	16.43±0.05	13.22±0.07	9.48±0.52	7.59±0.29	7.12±0.12	6.68±0.31	12.50±5.36 ^c
เฉลี่ย *	20.95±0.10 ^a	19.42±1.12 ^b	18.17±1.83 ^c	16.89±3.10 ^d	15.11±4.71 ^e	14.40±5.47 ^f	13.95±5.55 ^g	13.00±5.24 ^h	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-18 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

สภาวะการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ค่าสี L (ความสว่าง)								
	อายุการเก็บ เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	อายุการเก็บ 16 สัปดาห์	อายุการเก็บ 20 สัปดาห์	อายุการเก็บ 24 สัปดาห์	เฉลี่ย **
30	35.64±0.41	31.04±0.98	28.23±0.47	26.48±1.13	27.44±0.98	27.51±1.00	26.62±0.87	27.68±0.69	28.76±3.12 ^a
40	35.64±0.41	29.14±1.05	27.21±0.93	25.57±1.73	22.16±0.55	21.36±1.16	22.59±0.86	23.20±0.70	25.78±4.72 ^b
55	35.64±0.41	27.70±1.46	25.57±0.57	23.09±1.35	19.30±0.30	19.36±0.83	18.18±0.44	17.85±0.07	23.34±5.91 ^c
เฉลี่ย *	35.64±0.36 ^a	29.29±1.78 ^b	27.00±1.31 ^c	25.05±1.96 ^d	22.54±3.52 ^e	22.75±3.78 ^e	22.47±3.71 ^e	22.91±4.29 ^e	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-19 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a (สีแดง-สีเขียว) ของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่เติมสารสกัด โรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

สภาวะการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ค่าสี a (สีแดง-สีเขียว)								
	อายุการเก็บ เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	อายุการเก็บ 16 สัปดาห์	อายุการเก็บ 20 สัปดาห์	อายุการเก็บ 24 สัปดาห์	เฉลี่ย **
30	9.94±0.45	9.37±0.94	9.13±0.66	9.16±0.54	8.57±0.49	8.73±1.02	9.30±0.73	8.08±0.66	9.04±0.80 ^a
40	9.94±0.45	8.31±1.25	7.61±0.36	6.67±0.12	6.97±0.12	6.72±0.34	6.31±0.67	6.52±1.00	7.31±1.35 ^b
55	9.94±0.45	6.91±0.24	6.47±0.02	6.34±0.33	5.85±0.37	5.56±0.29	5.61±0.46	5.86±0.49	6.59±1.41 ^c
เฉลี่ย *	9.94±0.39 ^a	8.20±1.33 ^b	7.73±1.22 ^{bc}	7.39±1.37 ^{cd}	7.13±1.22 ^{cd}	6.82±1.58 ^d	7.07±1.78 ^d	6.82±1.18 ^d	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-20 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b (สีเหลือง – สีนํ้าเงิน) ของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่เติมสารสกัด โรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

สภาวะการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ค่าสี b (สีเหลือง – สีนํ้าเงิน)								
	อายุการเก็บ เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	อายุการเก็บ 16 สัปดาห์	อายุการเก็บ 20 สัปดาห์	อายุการเก็บ 24 สัปดาห์	เฉลี่ย **
30	4.58±0.98	3.68±0.57	3.71±0.31	3.31±0.18	3.96±0.36	3.51±0.18	4.23±0.27	4.59±0.57	4.03±0.78 ^a
40	4.58±0.98	3.57±0.56	2.83±0.61	2.57±0.38	2.29±0.17	2.04±0.42	2.18±0.14	1.89±0.17	2.75±0.97 ^b
55	4.58±0.98	3.35±0.24	2.53±0.31	2.19±0.46	1.75±0.30	1.48±0.18	1.54±0.33	1.32±0.12	2.35±1.14 ^c
เฉลี่ย *	4.58±0.85 ^a	3.53±0.44 ^b	3.02±0.70 ^c	2.70±0.576 ^{cd}	2.64±0.99 ^{cd}	2.35±0.94 ^d	2.90±1.69 ^{cd}	2.60±1.54 ^{cd}	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-21 การเปลี่ยนแปลงค่าแรงเหวี่ยง (นิวตัน) ของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

สภาวะการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ค่าแรงเหวี่ยง (นิวตัน)								เฉลี่ย **
	อายุการเก็บ เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	อายุการเก็บ 16 สัปดาห์	อายุการเก็บ 20 สัปดาห์	อายุการเก็บ 24 สัปดาห์	
30	76.54±4.30	79.27±8.44	88.74±1.40	85.39±5.53	90.52±5.31	83.88±6.13	93.57±2.62	91.22±4.15	86.52±7.62 ^a
40	76.54±4.30	88.89±3.25	97.33±5.77	118.41±9.79	126.20±8.70	158.66±7.48	271.05±2.89	318.27±2.56	156.93±85.72 ^b
55	76.54±4.30	97.23±10.50	116.85±12.20	154.40±4.41	289.61±2.80	438.69±11.80	447.19±7.62	473.99±16.06	261.81±163.88 ^c
เฉลี่ย *	76.58±3.78 ^a	88.46±0.43 ^b	100.97±14.20 ^c	119.40±30.42 ^d	168.78±92.08 ^e	227.08±162.16 ^f	271.59±151.90 ^g	294.50±166.91 ^h	

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-22 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

สภาวะการเก็บ (องศาเซลเซียส)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)							
	อายุการเก็บ เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	อายุการเก็บ 16 สัปดาห์	อายุการเก็บ 20 สัปดาห์	อายุการเก็บ 24 สัปดาห์
30	1.29±0.21	2.72±0.16	3.46±0.05	4.16±0.07	3.31±0.14	3.53±0.08	1.49±0.20	< 1
40	1.29±0.21	2.07±0.21	2.80±0.05	2.97±0.06	2.09±0.18	< 1	< 1	< 1
55	1.29±0.21	1.58±0.17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-23 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

สภาวะการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นหืนจากการดม							
	อายุการเก็บ เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	อายุการเก็บ 16 สัปดาห์	อายุการเก็บ 20 สัปดาห์	อายุการเก็บ 24 สัปดาห์
30	4.87±0.35 ^a	4.27±0.46 ^b	4.27±0.59 ^b	3.67±0.90 ^c	3.53±1.06 ^c	3.47±0.83 ^c	3.66±0.62 ^c	3.53±0.52 ^c
40	4.87±0.35 ^a	4.53±0.64 ^{ab}	3.93±0.70 ^{bc}	3.20±1.32 ^c	3.53±1.36 ^c	-	-	-
55	4.87±0.35 ^a	3.47±1.13 ^b	3.40±1.06 ^b	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-24 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนจากการชิมผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

สภาวะการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสหืนจากการชิม							
	อายุการเก็บ เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	อายุการเก็บ 16 สัปดาห์	อายุการเก็บ 20 สัปดาห์	อายุการเก็บ 24 สัปดาห์
30	5.00±0.00 ^a	4.47±0.64 ^b	4.40±0.63 ^b	4.53±0.52 ^b	4.13±0.83 ^b	4.20±0.68 ^b	4.20±0.86 ^b	4.07±0.46 ^b
40	5.00±0.00 ^a	4.53±0.83 ^{ab}	4.07±0.88 ^b	4.07±0.80 ^b	4.00±1.13 ^b	-	-	-
55	5.00±0.00 ^a	4.07±0.96 ^b	3.60±1.06 ^b	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-25 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่มีการเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

สภาวะการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏ							
	อายุการเก็บ เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	อายุการเก็บ 16 สัปดาห์	อายุการเก็บ 20 สัปดาห์	อายุการเก็บ 24 สัปดาห์
30	7.53±0.64 ^a	6.93±0.80 ^a	7.07±1.16 ^a	7.13±1.45 ^a	7.00±1.31 ^a	6.13±0.92 ^b	4.87±0.92 ^c	3.93±1.16 ^d
40	7.53±0.64 ^a	6.73±0.96 ^{ab}	6.27±0.59 ^b	4.47±1.81 ^c	2.27±1.38 ^d	-	-	-
55	7.53±0.64 ^a	4.80±1.08 ^b	2.20±1.01 ^c	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : ค่าของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-26 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่มีการเติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

สภาวะการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพร							
	อายุการเก็บ เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	อายุการเก็บ 16 สัปดาห์	อายุการเก็บ 20 สัปดาห์	อายุการเก็บ 24 สัปดาห์
30	6.67±0.82	6.53±0.92	6.80±1.15	6.80±1.21	6.67±1.29	6.40±0.74	6.07±0.96	6.07±0.80
40	6.67±0.82 ^a	6.13±1.92 ^a	6.53±1.60 ^a	5.80±1.70 ^b	5.20±1.57 ^c	-	-	-
55	6.67±0.82 ^a	5.47±1.73 ^b	4.80±1.74 ^b	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : ค่าของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-27 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

สภาวะการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ค่าคะแนนลักษณะด้านเนื้อสัมผัส							
	อายุการเก็บ เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	อายุการเก็บ 16 สัปดาห์	อายุการเก็บ 20 สัปดาห์	อายุการเก็บ 24 สัปดาห์
30	7.47±0.52 ^a	6.27±1.39 ^{ab}	6.47±1.55 ^{ab}	6.47±1.51 ^{ab}	5.73±2.05 ^{bc}	5.93±1.28 ^b	5.80±1.26 ^b	4.80±1.01 ^c
40	7.47±0.52 ^a	6.13±1.55 ^a	6.26±1.67 ^a	4.87±1.41 ^b	3.07±1.67 ^c	-	-	-
55	7.47±0.52 ^a	4.07±1.83 ^b	3.87±1.81 ^b	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : ค่าของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง ข-28 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่เติมสารสกัดโรสแมรี่แห้งในปริมาณ 300 ppm ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

สภาวะการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ค่าคะแนนลักษณะด้านการยอมรับรวม							
	อายุการเก็บ เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	อายุการเก็บ 16 สัปดาห์	อายุการเก็บ 20 สัปดาห์	อายุการเก็บ 24 สัปดาห์
30	7.07±0.70 ^a	6.80±0.56 ^{ab}	6.67±0.62 ^{abc}	6.40±0.51 ^{bcd}	6.13±0.92 ^{cd}	5.93±0.96 ^d	6.27±0.59 ^d	5.93±0.80 ^d
40	7.07±0.70 ^a	6.27±0.70 ^b	5.80±0.77 ^{bc}	5.40±1.06 ^c	4.33±0.90 ^d	-	-	-
55	7.07±0.70 ^a	5.93±0.96 ^b	4.40±1.45 ^c	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : ค่าของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



ภาควิชา ค.

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

Hedonic scale scoring test

Preference

ชื่อผู้ทดสอบชิม วันที่

ชื่อผลิตภัณฑ์ กุนเชียงหมู ชุดที่

คำชี้แจง โปรดทดสอบกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์กุนเชียง และให้ระดับความชอบและไม่ชอบของผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่าง โดยใส่คะแนนในช่องสเกลที่เหมาะสมเพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบในระดับใด โปรดให้เหตุผลในการอธิบายความรู้สึกของท่านด้วย

หมายเหตุ : ดื่มน้ำหลังจากชิมแต่ละผลิตภัณฑ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว

9= ชอบมากที่สุด 6= ชอบเล็กน้อย 3= ไม่ชอบปานกลาง
8= ชอบมาก 5= เฉยๆ 2= ไม่ชอบมาก
7= ชอบปานกลาง 4= ไม่ชอบเล็กน้อย 1= ไม่ชอบมากที่สุด

รหัส	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรสสมุนไพร	ยอมรับรวม
.....
.....
.....
.....
.....

5= ไม่มีกลิ่นหืน 2= หืนมาก
4= หืนเล็กน้อย 1= หืนมากที่สุด
3= หืนปานกลาง

รหัส	กลิ่นหืนจากการดม	กลิ่นหืนจากการชิม	ความคิดเห็น/เสนอแนะ
.....
.....
.....



ภาคผนวก ง.

การวิเคราะห์คุณภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

การวัดค่าสีในระบบ **Hunter Lab** (MINOLTA : Model CR-300, Japan)

เป็นการวัดสีด้วยเครื่องวัดสี MINOLTA ซึ่งเป็นค่าสีในระบบ Hunter Lab โดยค่าสี L เป็นค่าความสว่าง (Lightness) ค่าสี a เป็นค่าสีแดงและเขียว (Redness/Greeness) และค่าสี b เป็นค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (Yellowness/Blueness)

เมื่อ L คือ ค่าความสว่างมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a คือ ค่าสีแดง

เมื่อ a มีค่าบวก เป็นสีแดง

เมื่อ a มีค่าลบ เป็นสีเขียว

b คือ ค่าสีเขียว

เมื่อ b มีค่าบวก เป็นสีเหลือง

เมื่อ b มีค่าลบ เป็นสีน้ำเงิน

ก่อนทำการวัดสีทุกครั้งต้องทำการปรับค่ามาตรฐานเครื่อง (Calibration) โดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน (White blank ; L = 97.67, a = -0.18 b = 1.84) แล้วทำการวัดสีของตัวอย่างผลิตภัณฑ์กุนเชียง โดยทำการวัด 9 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ค่าแรงเฉือน หรือ Shear force) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyser : Model TA.XT. plus, Japan)

เป็นการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารโดยใช้ค่าแรงเฉือน หรือ Shear force (นิวตัน) ด้วยเครื่อง Texture analyser ชนิดของใบมีดที่ใช้ คือ HDP/BS Blade Set น้ำหนัก Load cell เท่ากับ 50 กิโลกรัม ความเร็วของ Crosshead เท่ากับ 200 มิลลิเมตรต่อนาที

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ คือ กุนเชียงซึ่งมีลักษณะเป็นอาหารกึ่งแข็ง ตัวอย่างทั้งหมดควรมีขนาดเท่ากัน ในการทดลองนี้พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างที่ทำการวัดทั้งหมดจะเท่ากับขนาดของไส้บรรจุที่ใช้ในการผลิต และต้องมีความยาวเท่ากัน ก่อนวัดทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) และเพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองอันเนื่องมาจากลักษณะเนื้อของตัวอย่างไม่เป็นเนื้อเดียวกัน จึงทำการวัดทั้งหมด 9 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

วิธีวัดค่าปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ (a_w) ตามวิธี AOAC (2000)

ใส่ตัวอย่างผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บดแล้วในตลับพลาสติกสำหรับวัดค่าปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ แล้วนำไปใส่ในเครื่องวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (a_w – box, Aqualab : model CX3TE, USA) บันทึกค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ที่คงที่ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำการตรวจวัด 3 ครั้ง แล้วนำมาหาเฉลี่ย

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ AOAC (2000)

1. บันทึกน้ำหนักของกระป๋องอลูมิเนียม (Moisture can) ที่สะอาด และผ่านการอบเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้น (Glass desiccator)
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่บดแล้วประมาณ 3-4 กรัม ลงในกระป๋องอลูมิเนียม แล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่
3. นำกระป๋องอลูมิเนียมออกจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นไม่น้อยกว่า 20 นาที
4. บันทึกน้ำหนักของกระป๋องอลูมิเนียมและของแข็งที่เหลืออยู่ และคำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ, เทียบกับน้ำหนักเปียก)} = \frac{(A-B) \times 100}{C}$$

เมื่อ A = น้ำหนักตัวอย่าง + กระป๋องอลูมิเนียมก่อนอบ (กรัม)

B = น้ำหนักตัวอย่าง + กระป๋องอลูมิเนียมหลังอบ (กรัม)

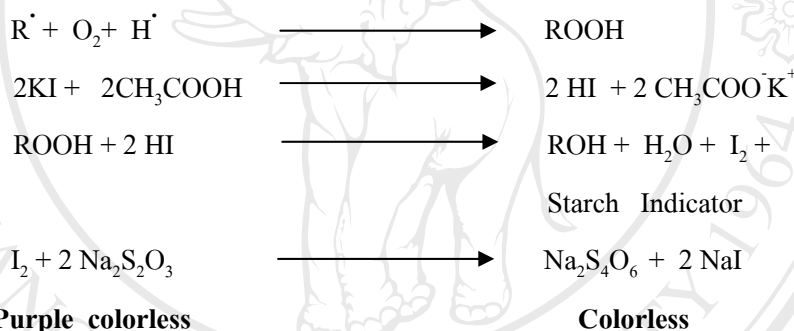
C = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) ในผลิตภัณฑ์ ตามวิธีของ FAO (1986)

ไขมันและน้ำมันที่เกิดการหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน จะมีการตรวจวิเคราะห์ว่าไขมันหรือน้ำมันเกิดการหืนเนื่องจากออกซิเดชันมากน้อยเท่าใด ทำได้โดยการหาค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value หรือ P.V) คือ การหาปริมาณสารเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นในน้ำมันหรือไขมันนั้น

ค่า P.V หมายถึง จำนวนมิลลิกรัมของสารละลายโซเดียมโซอิลเฟต ความเข้มข้น 0.01 นอร์มัล ที่ใช้ในการไตเตรตน้ำมันหรือไขมัน 1 กรัม หมายถึง จำนวนมิลลิสมมูลของเปอร์ออกไซด์ออกซิเจน ที่มีในไขมันหรือน้ำมัน 1 กิโลกรัม ถ้าค่า P.V สูง แสดงว่าน้ำมันหรือไขมันเกิดการหืนเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมาก

การเกิดปฏิกิริยา



สารเปอร์ออกไซด์ (ROOH) จะทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ในสารละลายของกรดอะซิติก (CH₃COOH) แล้วจะปลดปล่อยไอโอดีน (I₂) ออกมา ซึ่งจะหาปริมาณ I₂ ที่เกิดขึ้นได้ โดยนำไปไตเตรตกับโซเดียมโซอิลเฟต (Na₂S₂O₃) สารละลายกลายเป็นสีม่วง จากนั้นทำไตเตรตต่อจนสีม่วงกลายเป็นไม่มีสี (I)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- Glass-stoppered erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
- กระบอกตวง ขนาด 50 มิลลิลิตร
- ปิเปต ขนาด 1 มิลลิลิตร
- ปิเปต ขนาด 5 มิลลิลิตร
- บิวเรต ขนาด 25 มิลลิลิตร
- กระดาษกรอง เบอร์ 1
- เตาไฟฟ้า (Hot plate and magnetic stirrer)
- เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

สารเคมี

1. กลอโรฟอร์ม
2. โซเดียมซัลเฟตที่อิมตัว
3. กรดอะซิติกเข้มข้น

4. สารละลายอิมตัวของโพแทสเซียมไอโอไดด์ : สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ที่มากเกินไปในน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มเดือดและทิ้งให้เย็น เมื่อละลายเสร็จ ต้องมีส่วนที่เป็นของแข็งเหลืออยู่ เทเก็บไว้ในขวดสีชา ควรทดสอบทุกวันเมื่อใช้งาน

การทดสอบ : โดยนำมา 0.5 มิลลิลิตร เติมลงในสารละลายผสมของอะซิติกและกลอโรฟอร์ม จำนวน 30 มิลลิลิตร เติมน้ำเป้งร้อยละ 1 ลงใน 2 หยด หากสารละลายเปลี่ยนเป็นสีฟ้าต้องใช้สารละลายโซเดียมไซโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ในการไตเตรทไม่เกิน 1 หยด หากเกิน ต้องเตรียมใหม่

5. สารละลายโซเดียมไซโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.1 และ 0.01 นอร์มอล : ละลายโซเดียมไซโอซัลเฟต ประมาณ 25 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปต้มให้เดือดนาน 5 นาที เทลงในขวดสีชา และเก็บไว้ในที่เย็น เมื่อต้องการเตรียมสารที่มีความเข้มข้น 0.01 นอร์มอล ทำการเจือจางจากสารละลายมาตรฐานข้างต้น

การ Standardization : ชั่งโพแทสเซียมไดโครเมตด้วยน้ำหนักที่แน่นอน 0.20-0.23 กรัม ที่ผ่านการอบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง ละลายในน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร ที่มีโพแทสเซียมไอโอไดด์ 2 กรัม เติมกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 นอร์มอล จำนวน 20 มิลลิลิตร

คนให้ละลายเข้ากัน นำไปตั้งทิ้งไว้ในที่มีดเป็นเวลา 10 นาที แล้วนำไปไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมโครโมซัลเฟต โดยใช้ น้ำแ่่งเป็นอินดิเคเตอร์ จนสารละลายสีฟ้าเปลี่ยนเป็นไม่มีสี

การคำนวณ

$$\text{ความเข้มข้นสารละลายโซเดียมโครโมซัลเฟต (N)} = \frac{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times 1000 \times 49.032}{\text{จำนวน Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ ที่ใช้ในการไตเตรท}}$$

6. สารละลายน้ำแ่่งร้อยละ 1 ละลายสารละลายแ่่ง จำนวน 1 กรัม ในน้ำเย็นเล็กน้อย แล้วจึงเติมน้ำเดือดจำนวน 100 มิลลิลิตร นำไปต้มให้เดือดนาน 1 นาที คนให้ละลายขณะต้ม ทิ้งให้เย็นก่อนนำมาใช้ และเตรียมทันทีก่อนใช้

วิธีวิเคราะห์

ตอนที่ 1.

1. บดตัวอย่าง 50 กรัม หลังจากนั้นเติมสารละลายคลอโรฟอร์มปริมาณ 200 มิลลิลิตร
2. เขย่าประมาณ 30 นาที
3. กรองสารละลายที่ได้ เติมโซเดียมซัลเฟตเพื่อลดความชื้น
4. หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างใน Glass-stoppered erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
5. ควบสารละลาย 50 มิลลิลิตร ลง Evaporating dish แล้วนำไประเหยเอาคลอโรฟอร์มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง
6. ทำให้เย็น แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก เพื่อนำไปหาปริมาณไขมัน (Fat content)

ตอนที่ 2.

1. บีบสารละลายมา 50 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Glass-stoppered erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายอะซิติก 15 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
3. เติมสารละลายอิมตัวของโพแทสเซียมไอโอไดด์ 0.5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1 นาที โดยเขย่าเป็นครั้งคราว
4. เติมน้ำกลั่นจำนวน 30 มิลลิลิตร
5. ไตเตรทอย่างช้าๆ ด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.01 นอร์มอล จนสีเหลืองเกือบหายไป จึงเติมน้ำแป้งร้อยละ 1 จำนวน 0.5 มิลลิลิตร ไตเตรทต่อจนสีฟ้าหายไปเป็นไม่มีสี
6. ทำ blank ควบคู่ไปด้วยโดยไม่ต้องเติมตัวอย่าง

วิธีคำนวณ

ค่าเปอร์ออกไซด์ เป็นมิลลิกรัมสมมูลของเปอร์ออกไซด์ต่อน้ำมันที่สกัดได้ 1 กิโลกรัม

$$PV = \frac{V \times N \times 1000}{M}$$

กำหนดให้

V = จำนวนของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรท (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต (นอร์มอล)

M = น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้ (กรัม)

หมายเหตุ : น้ำมันใหม่ จะมีค่าเปอร์ออกไซด์ น้อยกว่า 10 meq/kg

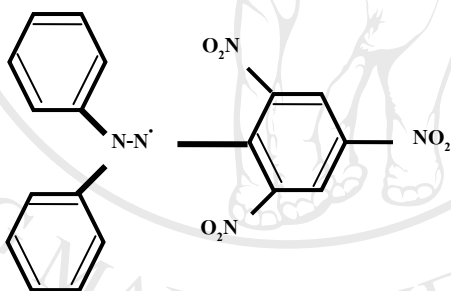
น้ำมันมีกลิ่นหืน จะมีค่าเปอร์ออกไซด์ อยู่ระหว่าง 20-40 meq/kg

(ลักษณะ และ นิธิยา, 2536)

หลักการวิเคราะห์หาคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ โดยแสดงผลเป็นค่า IC_{50} (ppm) ตามวิธีของ Lu and Foo (2001) และสันติ และคณะ (2544)

เป็นวิธีตรวจวัดสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในเชิงปริมาณ โดยการทำให้ปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย 1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH) ในเมทานอล กับสารสกัดที่ต้องการวิเคราะห์ โดยแสดงผลเป็นค่า IC_{50} (มิลลิกรัม/กิโลกรัม, ppm) หมายถึง ค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถทำให้ความเข้มข้นของ DPPH radical ลดลงไปร้อยละ 50 ดังนั้นถ้าสารสกัดชนิดใดแสดงค่า IC_{50} ต่ำ แสดงว่าสารสกัดนั้นมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูง

สาร 1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical ดังภาพ ง-1 เป็นอนุมูลอิสระที่ค่อนข้างเสถียรชนิดหนึ่ง เป็นรีเอเจนต์ในการทดสอบคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระจากสิ่งสกัดและสารที่แยกได้จากพืช และเป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการทดสอบเบื้องต้น (สันติ, 2544)



ภาพ ง-1 สูตรโครงสร้างของ 1,1 -diphenyl-1-picrylhydrazyl radical

ที่มา : www.emdbiosciences.com/docs/DISP/300267-000.gif

นอกจากนี้มีการนำมาใช้หาค่าคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระในสารประกอบฟีนอลิกอื่นๆ ได้เช่นเดียวกัน (Fukumoto and Mazza, 2002 ; Amakura *et al.*, 2002) เช่น นำมาใช้หาค่าคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดโรสแมรี่เชิงการค้า วิตามินอี กรดแอสคอร์บิก ในเนื้อไก่วง (Mielnik *et al.*, 2003) อีกทั้งยังสามารถนำมาตรวจวัดในน้ำมันหอมระเหยได้ เช่น น้ำมันหอมระเหยจากทายม์ (Vardar-Unlu *et al.*, 2003)

วิธีการ

1. เตรียมสาร 1, 1 - diphenyl - 2 - picrylhydrazyl (DPPH radical) ในสารละลายเมทานอล ให้มีความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ซึ่งจะให้สารละลายสีม่วง

หมายเหตุ : สาร 1, 1 - diphenyl - 2 - picrylhydrazyl (DPPH radical) หรือ 2, 2 - diphenyl - 1 - picrylhydrazyl เป็นอนุมูลอิสระที่ค่อนข้างเสถียรชนิดหนึ่ง เป็นรีเอเจนต์ในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสิ่งสกัดและสารที่แยกได้จากพืช

2. นำสารละลายข้างต้นมาทำปฏิกิริยากับสารสกัดป้องกันการเหินที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน 5 - 6 ความเข้มข้น จากนั้นเขย่าเข้ากัน และเก็บตัวอย่างไว้ในที่มืด เป็นเวลา 60 นาที ดังภาพ ง-2 และ ง-3



ตัวอย่างควบคุม
(เมทานอล + DPPH radical)

ภาพ ง-2 สีของสารละลาย DPPH radical ก่อนทำปฏิกิริยากับสารสกัด



ภาพ ง-3 สีของสารละลาย DPPH radical หลังทำปฏิกิริยากับสารสกัด

3. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณปริมาณร้อยละของการกำจัดอนุมูลอิสระ (% Radical scavenging) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ปริมาณร้อยละของการกำจัดอนุมูลอิสระ} = \left\{ 1 - \left\{ \frac{A_{\text{ตัวอย่าง}}}{A_{\text{ตัวอย่างควบคุม}}} \right\} \right\} \times 100$$

$A_{\text{ตัวอย่าง}}$ = ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่วัดได้ของสารละลายตัวอย่างหลังทำปฏิกิริยากับสารละลาย DPPH radical

$A_{\text{ตัวอย่างควบคุม}}$ = ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่วัดได้ของสารละลาย DPPH radical กับตัวทำละลายที่ใช้ (เมทานอล)

4. นำค่าปริมาณร้อยละของการกำจัดอนุมูลอิสระ (% Radical scavenging) มาสร้างกราฟเพื่อหาสมการความสัมพันธ์ สมการที่ได้จะนำมาหาค่า IC_{50} ต่อไป วิธีการสร้างกราฟเพื่อหาค่า IC_{50} จะถูกหาค่าจากโปรแกรมใดก็ได้ เพื่อหาเส้นแนวโน้ม ดังตัวอย่างดังนี้

ตาราง ง-1 ผลการทดสอบเชิงปริมาณวิเคราะห์คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของโรสแมรี่แห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล

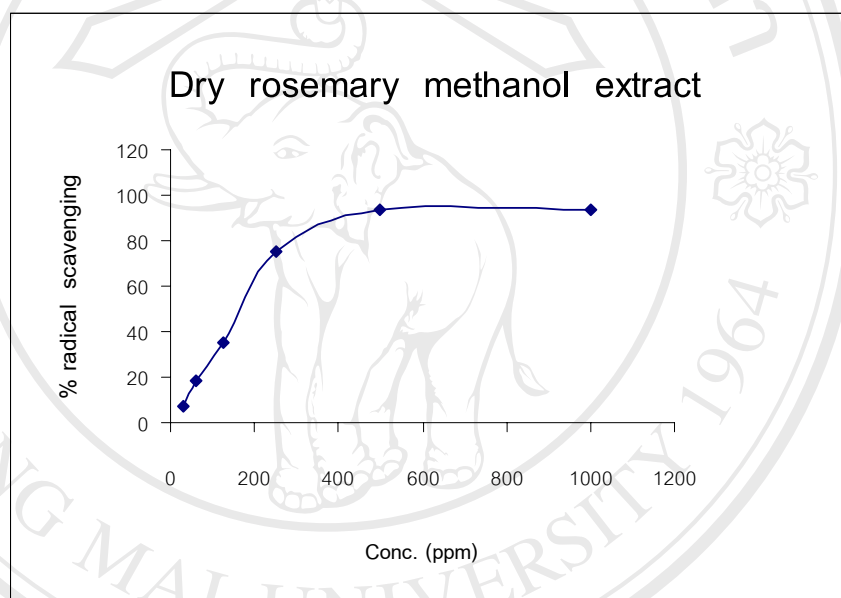
สิ่งทดลอง	ความเข้มข้น (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร			ค่าเฉลี่ย	ปริมาณร้อยละของการกำจัดอนุมูลอิสระ
		1	2	3		
ซ้ำที่ 1	31.25	0.877	0.875	0.873	0.875	7.31
	62.5	0.771	0.772	0.774	0.772	18.22
	125	0.612	0.615	0.618	0.615	34.85
	250	0.230	0.236	0.237	0.234	75.21
	500	0.060	0.068	0.065	0.064	93.22
	1000	0.056	0.058	0.052	0.058	93.86
	ความเข้มข้น ตัวอย่างควบคุม	0.942	0.945	0.946	0.944	0
ซ้ำที่ 2	31.25	0.877	0.870	0.875	0.877	7.20
	62.5	0.797	0.792	0.795	0.795	15.87
	125	0.620	0.611	0.598	0.610	35.45
	250	0.253	0.249	0.246	0.249	73.65
	500	0.068	0.069	0.073	0.070	92.59
	1000	0.058	0.062	0.065	0.062	93.44
	ความเข้มข้น ตัวอย่างควบคุม	0.949	0.945	0.942	0.945	0

5. จากนั้นนำไปหาค่า IC_{50} โดยการสร้างสมการกราฟดังนี้

ค่า IC_{50} คือ ค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถทำให้ความเข้มข้นของ DPPH radical ลดลงร้อยละ 50 ดังนั้นถ้ามีค่า IC_{50} ต่ำ แสดงว่าสารสกัดนั้นมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง

วิธีการสร้างกราฟเพื่อหาค่า IC_{50}

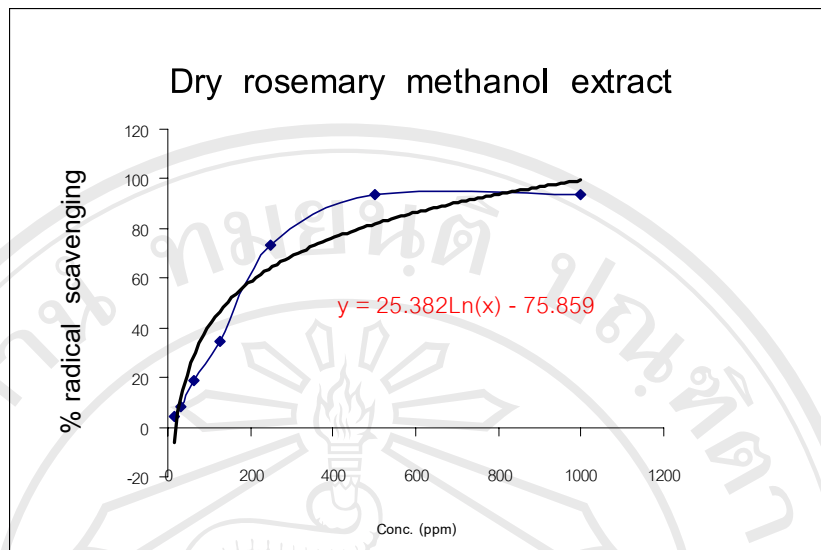
1. การหาเส้นแนวโน้มของกราฟ สามารถหาได้จากการนำข้อมูล 2 ชุด คือ ค่าของความเข้มข้น และร้อยละของการยับยั้งเดิมในคอลัมน์ โดยทำในโปรแกรมใดๆ ก็ได้
2. จากนั้นทำการสร้างกราฟ ดังภาพ ง-4
3. จากนั้นจะทำการสร้างเส้นแนวโน้ม โดยหาเป็น Linear หรือ Non-linear ก็ได้ขึ้นอยู่กับข้อมูลดิบ โดยจะต้องคำนึงถึงความสอดคล้องของข้อมูลดิบกับข้อมูลที่ได้ในเส้นแนวโน้ม ซึ่งอาจจะพิจารณาจากค่า R^2 ที่ได้



ภาพ ง-4 ความสัมพันธ์ของปริมาณร้อยละการกำจัดอนุมูลอิสระ

4. จากนั้นจะได้กราฟ พร้อมสมการดังรูป ซึ่งสามารถใช้ในการคำนวณหาค่า IC_{50} ได้

ดังภาพ ง-5



ภาพ ง-5 สมการความสัมพันธ์ของปริมาณร้อยละการกำจัดอนุมูลอิสระ

5. จากนั้นแทนค่า $Y = 50$ แก้สมการหาค่า X ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นค่าของความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถทำให้สาร DPPH ลดลงร้อยละ 50

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

การหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ตามวิธีของ AOAC (2000)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
- หลอดทดลอง (Test tube)
- ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Heating water bath, Gallenkamp, England)
- ตู้บ่มเชื้อ (Incubator, Gallenkamp, England)
- หม้อนึ่งความดัน (Autoclave, Gallenkamp, England)
- เครื่องตีปั่น (Laboratory Blender Stomacher : Model 400, Seward Chemical., England)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

- อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (Bacto^R PCA Plate Count Agar, DifcoTM, USA.)
- สารละลายบัพเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (Peptone, DifcoTM, USA.)

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร
2. ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด
3. นำอาหารเลี้ยงเชื้อไปทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ในหม้อนึ่งความดัน

วิธีวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ทำวิทยานิพนธ์เชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ใช้กรรไกรและปากคิบบที่ปราศจากเชื้อ โดยการลนไฟและเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ ตัดตัวอย่างผลิตภัณฑ์กุนเชียงจากบริเวณต่างๆ มาผสมกัน ชั่งน้ำหนักให้ได้ 25 กรัม ใส่ในถุงตีปน (Stomacher bag) ที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 225 มิลลิลิตร ผสมอยู่ นำไปตีบดด้วยเครื่องตีบดอาหาร (Stomacher) เป็นเวลา 2 นาที จะได้ตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง $1 : 10 (10^{-1})$

1.2 เขย่าให้อาหารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่เจือจาง $1 : 10 (10^{-1})$ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมแบบหมุนวน (Vortex) จะได้อาหารที่เจือจาง $1 : 100 (10^{-2})$

1.3 ทำให้อาหารตัวอย่างมีความเจือจาง $1 : 1000 (10^{-3})$ ด้วยวิธีตามข้อ 1.2

2. การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

2.1 ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายตัวอย่างผลิตภัณฑ์กุนเชียงอาหารที่มีความเจือจางต่างๆ ($10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}$) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูจากระดับความเข้มข้นที่ต่ำสุด

2.2 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) ที่ยังคงเป็นของเหลวอยู่ที่อุณหภูมิประมาณ 45-55 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารละลายตัวอย่าง โดยใส่ลงในจานละประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ให้เสร็จภายในเวลา 1-2 นาที หลังจากที่ได้ใส่ตัวอย่างลงไปแล้ว

2.3 ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัวจึงคว่ำจานเพาะเชื้อลง

2.4 ทำตัวอย่างควบคุม โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 1 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่างอาหาร

3. การบ่มเชื้อ

บ่มจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้เสร็จเรียบร้อยแล้วที่อุณหภูมิ 37 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 48 ± 3 ชั่วโมง

4. การตรวจนับจำนวนโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจสอบจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีจากทั้งสองจานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับในรูปโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม

การหาปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) ตามวิธีของ AOAC (2000)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
- หลอดทดลอง (Test tube)
- ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Heating water bath, Gallenkamp, England)
- ตู้บ่มเชื้อ (Incubator, Gallenkamp, England)
- หม้อนึ่งความดัน (Autoclave, Gallenkamp, England)
- เครื่องตีปั่น (Laboratory Blender Stomacher : Model 400, Seward Chemical., England)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

- อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (Becto^R PDA Plate Count Agar, DifcoTM, USA)
- สารละลายกรดทาร์ทริก ความเข้มข้นร้อยละ 10 (Tartaric acid ; C₄H₆O₆, Merck, Germany)
- สารละลายบัพเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (Peptone, DifcoTM, USA)

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 39 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร
2. ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด
3. อาหารเลี้ยงเชื้อไปทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีในหม้อนึ่งความดัน

4. ปรับอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวให้มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 3.5 ด้วยสารละลายกรดทาร์ทริก ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยมีอัตราส่วน อาหารเลี้ยงเชื้อ 100 มิลลิลิตร ต่อ สารละลายกรดทาร์ทริก 1.8 มิลลิลิตร

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ใช้กรรไกรและปากคิบบีปราศจากเชื้อ โดยการลนไฟและเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ ตัดตัวอย่างผลิตภัณฑ์กุนเชียงจากบริเวณต่างๆ มาผสมกัน ชั่งน้ำหนักให้ได้ 25 กรัม ใส่ในถุงตีปน (Stomacher bag) ที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 225 มิลลิลิตร ผสมอยู่ นำไปตีปนด้วยเครื่องตีปนอาหาร (Stomacher) เป็นเวลา 2 นาที จะได้ตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง $1 : 10(10^{-1})$

1.2 เขย่าให้อาหารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่เจือจาง $1 : 10(10^{-1})$ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมแบบหมุนวน (Vortex) จะได้อาหารที่เจือจาง $1 : 100(10^{-2})$

1.3 ทำให้อาหารตัวอย่างมีความเจือจาง $1 : 1000(10^{-3})$ ด้วยวิธีตามข้อ 1.2

2. การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

2.1 ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายตัวอย่างผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีความเจือจางต่างๆ ($10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}$) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูจากระดับความเข้มข้นต่ำสุด

2.2 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar ที่ยังคงเป็นของเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 45-55 องศาเซลเซียส ในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่าง โดยใส่ลงในจานละประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ให้เสร็จภายในเวลา 1-2 นาที หลังจากใส่ตัวอย่างลงไปแล้ว

2.3 ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัวจึงคว่ำจานเพาะเชื้อลง

2.4 ทำตัวอย่างควบคุม โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 1 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่างอาหาร

3. การบ่มเชื้อ

บ่มงานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้เสร็จเรียบร้อยแล้วที่อุณหภูมิ 30 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 72 ± 3 ชั่วโมง

4. การตรวจนับจำนวนโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี หากค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีจากทั้งสองงานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับในรูปโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม

การหาปริมาณโคลิฟอร์มและ อีโคไล (Coliform and *E. coli*) โดยวิธี MPN ตามวิธีของ AOAC (2000)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- หลอดอาหาร (Test tube) พร้อมหลอดดักก๊าซ (Durham tube)
- ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Heating water bath, Gallenkamp, England)
- ตู้บ่มเชื้อ (Incubator, Gallenkamp, England)
- หม้อนึ่งความดัน (Autoclave, Gallenkamp, England)
- เครื่องตีปั่น (Laboratory Blender Stomacher : Model 400, Seward Chemical., England)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

- อาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl sulphate broth (Difco™, USA.)
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green lactose bile broth ร้อยละ 2 (Difco™, USA.)
- สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (Peptone, Difco™, USA.)

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ใช้กรรไกรและปากคีบที่ปราศจากเชื้อ โดยการฉีกไฟและเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ ตัดตัวอย่างผลิตภัณฑ์กุนเชียงจากบริเวณต่างๆ มาผสมกัน ชั่งน้ำหนักให้ได้ 25 กรัม ใส่ในถุงตีปน (Stomacher bag) ที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 225 มิลลิลิตร ผสมอยู่ นำไปตีบดด้วยเครื่องตีบดอาหาร (Stomacher) เป็นเวลา 2 นาที จะได้ตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง $1 : 10(10^{-1})$

1.2 เขย่าให้อาหารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่เจือจาง $1 : 10(10^{-1})$ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมแบบหมุนวน (Vortex) จะได้อาหารที่เจือจาง $1 : 100(10^{-2})$

2. การวิเคราะห์แบคทีเรียที่คาดว่าเป็นโคลิฟอร์ม (Presumptive coliforms)

2.1 ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างที่ระดับเจือจางต่างๆ ($10^{-1}, 10^{-2}$ และ 10^{-3}) ลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl sulphate broth ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 หลอด

ชุดที่ 1 ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} จำนวน 1 มิลลิลิตร
ใส่ในหลอดทดลอง 3 หลอด

ชุดที่ 2 ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-2} จำนวน 1 มิลลิลิตร
ใส่ในหลอดทดลอง 3 หลอด

ชุดที่ 3 ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-3} จำนวน 1 มิลลิลิตร
ใส่ในหลอดทดลอง 3 หลอด

2.1 บ่มหลอดเลี้ยงเชื้อในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง หากหลอดทดลองใดมีก๊าซเกิดขึ้นในหลอดดักก๊าซ แสดงว่าให้ผลเป็นบวก (Positive) ซึ่งคาดว่าจะมีเชื้อจุลินทรีย์ชนิดโคลิฟอร์มเจริญอยู่ในตัวอย่างนั้น ถ้าไม่พบก๊าซในหลอดทดลองใดเลยแสดงว่าให้ผลลบ (Negative) และไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ชนิดโคลิฟอร์มเจริญอยู่ในตัวอย่าง

2.2 การรายงานจำนวนโคลิฟอร์มในตัวอย่างที่เกิดก๊าซขึ้น ให้เปิดตารางแมคคราดิ แล้วรายงานเป็นจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3. การยืนยันโคลิฟอร์ม

3.1 ใช้ห่วง (Loop) เขี่ยเชื้อจากหลอดเลี้ยงเชื้อที่ให้ผลบวก (Positive) จากการทดสอบแบคทีเรียที่คาดว่าเป็นโคลิฟอร์ม ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Eosin methylene blue agar ในจานเพาะเชื้อ

3.2 บ่มจานเพาะเชื้อในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 18-24 ชั่วโมง

3.3 ตรวจสอบโคโลนีที่เป็นลักษณะเฉพาะของโคลิฟอร์ม โดยโคโลนีของโคลิฟอร์มจะมีสีดำหรือสีดำตรงกลางล้อมรอบด้วยบริเวณที่โปร่งใสไม่มีสี โคลิฟอร์มบางโคโลนีมีลักษณะหนูนเปือกเยิ้ม (Mucoid)

3.4 บันทึกจำนวนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชุดที่มีเชื้อจุลินทรีย์โคลิฟอร์มที่ได้รับการยืนยัน

4. การวิเคราะห์แบคทีเรียที่คาดว่าเป็น *E. coli*

4.1 ใช้เข็มเขี่ยเชื้อ (Needle) เขี่ยเชื้อจากหลอดเลี้ยงเชื้อที่ให้ผลบวก (Positive) จากการทดสอบแบคทีเรียที่คาดว่าเป็นโคลิฟอร์ม ลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green lactose bile broth ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อต้องปรับให้มีอุณหภูมิเท่ากับ 44.5 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปใช้

4.2 เขี่ยเชื้อ *E. coli* ซึ่งเป็นเชื้อมาตรฐานลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green lactose bile broth ปริมาตร 10 มิลลิลิตร อีก 2 หลอด เพื่อใช้เป็นหลอดควบคุม (Control)

4.3 บ่มหลอดเลี้ยงเชื้อลงในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 44.5 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง

4.4 หลอดทดลองที่มีก๊าซเกิดขึ้นหรือให้ผลบวก (Positive) แสดงว่ามีแบคทีเรียที่เรียกว่าจะเป็น *E. coli* ให้ทำการวิเคราะห์เพื่อยืนยัน *E. coli*

5. การวิเคราะห์เพื่อยืนยัน *E. coli*

5.1 เขี่ยเชื้อจากหลอดเลี้ยงเชื้อที่ให้ผลบวก (Positive) จากการทดสอบแบคทีเรียที่คาดว่าเป็น *E. coli* ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Eosin methylene blue agar ในจานเพาะเชื้อ

5.2 บ่มจานเพาะเชื้อในตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 18-24 ชั่วโมง

5.3 เลือกโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะของ *E. coli* ซึ่งมีสีน้ำตาลอมดำตรงกลางและมีสีเลื่อมมัน

อมเจียวสะท้อนแสงโดยบางครั้งสีเลื่อมมันอาจไม่ปรากฏ เชื้อเชื้อครั้งละ 1 โคโลนี ลงในน้ำทริปโตน (Tryptone water) แล้วบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 44.5 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

5.4 เชื้อเชื้อ *E. coli* มาตรฐานในหลอดน้ำทริปโตน (Tryptone water) เพื่อเป็นตัวอย่างควบคุม

5.5 ทดสอบสารอินโดล หลอดทดลองที่มีอินโดลเกิดขึ้น แสดงว่าเป็นเชื้อ *E. coli* จากนั้นบันทึกจำนวนหลอดทดลองที่ให้ผลบวก (Positive)

5.6 กำหนดและรายงานค่า MPN ของ Coliform และ *E. coli* ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง 1 กรัม

5.7 การทดสอบยืนยันเพิ่มเติมเกี่ยวกับ Coliform และ *E. coli* ควรทำการทดสอบเมทิลเรด (Methyl red) โวกีส-พรอสเกาเออร์ (Voges-proskauer) และซิเตรด (Citrate test) โดยก่อนจะทดสอบปฏิกิริยาเหล่านี้ต้องแยกเชื้อ *E. coli* ให้บริสุทธิ์ก่อน

ตาราง ง-2 : ตารางแมคคาดี

จำนวนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อและจำนวนตัวอย่างที่ เจือจางระดับต่างๆ ที่เติมในแต่ละหลอด			MPN ของแบคทีเรีย
3 หลอดที่ 1:10 จำนวน 1 มล.	3 หลอดที่ 1:100 จำนวน 1 มล.	3 หลอดที่ 1:1000 จำนวน 1 มล.	ต่อกรัม ตัวอย่าง
0	0	0	<3
0	0	1	<3
0	1	0	3
0	2	0	6
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
2	3	0	30
3	0	0	23
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1,100
3	3	3	≥2,400

ที่มา : AOAC (2000)

การคาดคะเนอายุการเก็บรักษา (Man and Jones, 1994)

การศึกษาอันดับและอัตราเร็วของปฏิกิริยา (Order and rate constant or reaction)

การคาดคะเนอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยการศึกษ้อัตราเร็วและอันดับของปฏิกิริยาสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลศาสตร์

$$-\frac{dC_A}{dt} = k \cdot C_A^n$$

เมื่อ C_A = ความเข้มข้นของสารที่สนใจที่เวลา t
 t = เวลา
 k = อัตราเร็วของปฏิกิริยา
 n = อันดับของปฏิกิริยา

- ปฏิกิริยาอันดับศูนย์ ($n = 0$)

มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์กับเวลา t

$$C_{At} = -kt + C_{A0}$$

สร้างกราฟระหว่าง C_{At} กับเวลา t เพื่อหาค่า k

- ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง ($n = 1$)

มีการเปลี่ยนแปลงแบบ Logarithmic ของความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์กับ

เวลา t

$$\ln(C_{At}/C_{A0}) = -kt$$

สร้างกราฟระหว่าง C_{At} กับเวลา t เพื่อหาค่า k

- ปฏิกิริยาอันดับสอง ($n = 2$)

มีความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์กับเวลา t แบบ Hyperbolic หรือมีความสัมพันธ์ระหว่าง $1/C_{At}$ กับเวลาเป็นเส้นตรง

$$(1/C_{At}) - (1/C_{A0}) = -kt$$

สร้างกราฟระหว่าง $1/C_{At}$ กับเวลา t เพื่อหาค่า k

จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และคุณภาพทางประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บรักษา ทำให้ทราบว่าลักษณะคุณภาพที่สามารถบ่งชี้คุณภาพของผลิตภัณฑ์กุนเชียงได้ซึ่งจะนำมาใช้เป็นดัชนีการเสื่อมคุณภาพบ่งบอกอายุการเก็บรักษา

การคาดคะเนอายุการเก็บรักษาทำได้โดย นำค่าคุณภาพที่เป็นดัชนีบ่งชี้การเสื่อมคุณภาพมาสร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์กับเวลา t เพื่อดูว่าการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยามีความสัมพันธ์กันด้วยปฏิกิริยาอันดับที่เท่าใด และทำการสร้างกราฟตามความสัมพันธ์ของปฏิกิริยาอันดับนั้นๆ เพื่อคำนวณหาอัตราคงที่ (Rate constant ; k values) จากการหาความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ และนำค่า k ที่ได้มาคำนวณหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หรือค่า t ในสมการ

ตัวอย่างเช่น โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์อาหารมีการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง เมื่อสร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับเวลา จะพบว่ามีความสัมพันธ์แบบ logarithmic จากนั้นสร้างกราฟระหว่าง $\ln(C_{At}/C_{A0})$ กับเวลา t เพื่อคำนวณหาอัตราเร็วของปฏิกิริยา หรือค่า k จากความชันของกราฟและสามารถหาอายุการเก็บรักษา (t) ได้จากสูตร

$$\ln(C_{At}/C_{A0}) = -kt$$



ภาคผนวก จ.

กรรมวิธีการผลิตกุนเชียงหมู

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

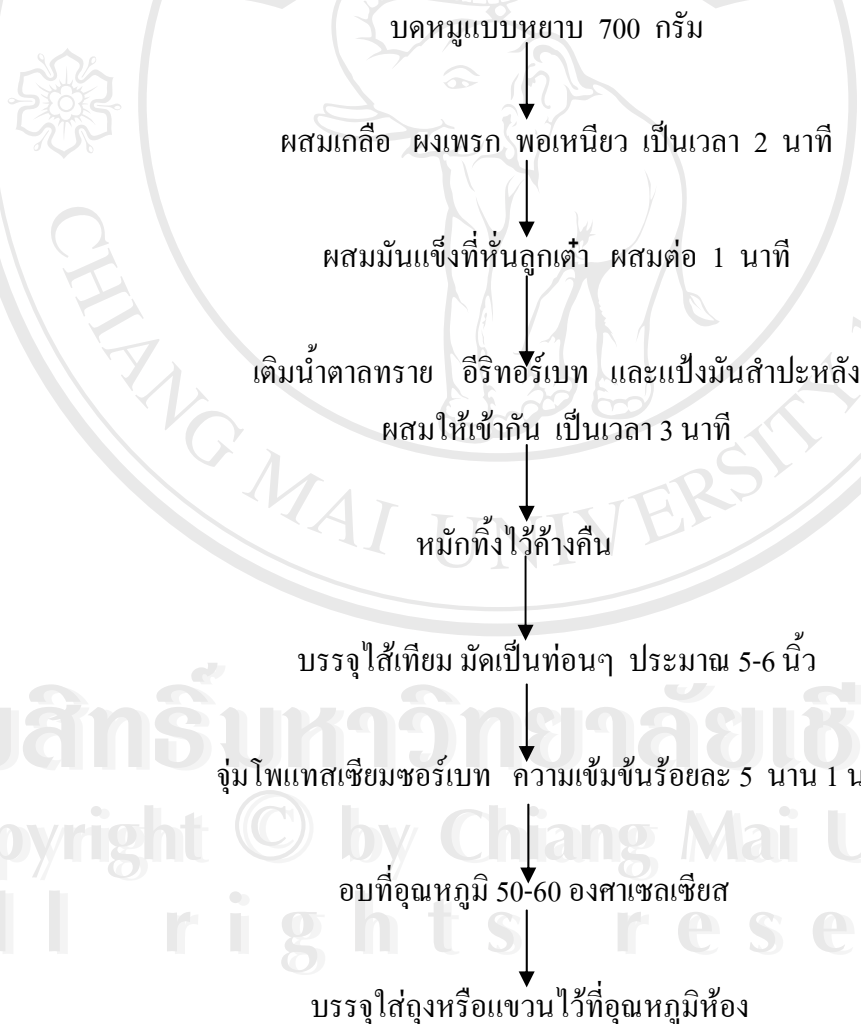
Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

ตาราง จ. สูตรกุนเชียงหมู

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้	
	(กรัม)	(ร้อยละ)
เนื้อหมู	700	57.91
มันแข็งหั่นเป็นลูกเต๋า	280	23.16
น้ำตาลทราย	175	14.48
แป้งมันสำปะหลัง	32	2.65
เกลือ	20	1.65
ผงเพรค	1.4	0.12
อีริทอร์เบท	0.35	0.029

หมายเหตุ : สูตรกุนเชียงที่ใช้เป็นสูตรจำลองขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น



ภาพ จ. กรรมวิธีการผลิตกุนเชียงหมู

ที่มา : กาญจนรัตน์ (2546)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวพรทวิ ชนสัมบัณณ์
วัน เดือน ปี เกิด	19 ตุลาคม 2520
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2533 สำเร็จการศึกษาชั้นประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2539 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี จังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2543 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
ทุนการศึกษา	ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากมูลนิธิโครงการหลวง ได้รับทุนอุดหนุนการศึกษาจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ประสบการณ์ ปี พ.ศ. 2544-2544 ทำงานในตำแหน่งเจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพ และพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท คีย์อินเตอร์เนชั่นแนลฟู้ดส์ จำกัด จ.สมุทรสาคร ประกอบธุรกิจ : ไอศกรีม

ปี พ.ศ. 2547-2548 ทำงานในตำแหน่งผู้ช่วยนักวิจัยในโครงการ การผลิตลำไยกิ่งแห้งโดยใช้ระบบสารต้านการเกิดสีน้ำตาลและ สารออสโมติก เพื่อทดแทนการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์