สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้ประโยชน์จากกากแครอทเพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

นาย กมล จันธิมา
นาย ภานุวัฒน์ จริงจามิกร
นาย วิภู อากาศ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 67272
วัน,เดือน,ปี 22 พ.ย. 2549
.b 11662221
.i.....

โครงงานพิเศษเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาตรบัณฑิต
ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Utilization from Carrot Waste for Healthy Chinese sausage Production

Kamol Jantima

Panuwat Jingjamikron

Wiphu Arkart

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the

Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Biology

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง	การใช้ประโยชน์จากกากแครอทเพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ	
นักศึกษา	นาย กมล จันธิมา	รหัสประจำตัว 45050722
	นาย ภานุวัฒน์ จริงจามิกร	รหัสประจำตัว 45050762
	นาย วิภู อากาศ	รหัสประจำตัว 45050774
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์	
สาขาวิชา	จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์	
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์	
คณะวิทยาศาสตร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	

อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ ผศ. ลินจง สุขลำภู	
กรรมการ ผศ.ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์	
กรรมการ อ. คนึงกานต์ กลั่นบุศย์	

.....

(รศ.ดร. นวลพรรณ ณ ระนอง)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง การใช้ประโยชน์จากกากแครอทเพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ
นักศึกษา นาย กมล จันธิมา
นาย ภานุวัฒน์ จริงจามิกร
นาย วิฏ อากาศ
ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์
สาขาวิชา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2548
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันกุนเชียงที่ผลิตมีปริมาณไขมันมากและไม่มีกากอาหาร จึงมีการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพโดยใช้ปริมาณกากแครอททดแทนเนื้อสัตว์ที่ร้อยละ 0, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 ซึ่งปริมาณที่เหมาะสมที่สุดคือร้อยละ 2.5 เพราะมีผลทำให้ค่าความยืดหยุ่นและค่าทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม ส่วนการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างโซเดียมอัลจิเนตต่อเจลาตินที่อัตราส่วน 3:1 เหมาะสมที่สุดในการทดแทนไขมันร้อยละ 8 โซเดียมอัลจิเนตที่ร้อยละ 15 มีค่าความแข็ง การทนต่อการเคี้ยว ค่าความยืดหยุ่น ค่าความเหนียว แตกต่างจากสูตรควบคุมน้อยที่สุด เจลาตินที่ความเข้มข้นต่างๆ (5, 10, 15 และ 20) ไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัส แต่สามารถเป็นสารที่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือด่างและสามารถดูดซับน้ำให้กับกุนเชียง และความเข้มข้นที่เหมาะสมของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาติน (3:1) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 เหมาะสมที่สุดเพราะมีค่าการทนต่อการเคี้ยว ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ค่าความยืดหยุ่นแตกต่างจากสูตรควบคุมน้อยที่สุด และการศึกษาการเก็บรักษาพบว่า การเก็บรักษาในสภาพปกติสามารถเก็บรักษาได้นาน 7 วัน (ณ อุณหภูมิห้อง) แต่ถ้าเก็บไว้ในสภาพสุญญากาศสามารถเก็บไว้ได้นาน 28 วัน (ณ อุณหภูมิห้อง) และพบว่าไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัส สี และ ค่าวอเตอร์แอกติวิตี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	The Utilization from Carrot Waste for Healthy Chinese sausage Production
Name	Mr. Kamol Jantima Mr. Panuwat Jingjamikorn Mr. Wiphu Arkart
Department	Applied Biology
Program	Industrial Microbiology
Academic Year	2005
Special Project Advisor	Assoc.Prof. Marisa Jatupornpipat, Ph.D.

Abstract

In the present day Chinese sausages have a lot of lipid and without of fiber. So we produce healthy Chinese sausage. Chinese sausage have a rich of waste carrot instead of meat at percentage of 0, 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5 and optimize of waste carrot is 2.5. Because springiness meter and sensory were not significants differents with control. And we'll find the proportion between Sodium alginate and Gelatin at 3:1 is optimize condition. At the proportion of 3:1 is good for instead of lipid in Chinese sausage because Sodium alginate (15%) that hardness, chewiness, springiness and gumminess were less of different form control. And each of thickness (5, 10, 15 and 20) were not effected with texture but that to caused amphoteric and absorb water for Chinese sausages. And optimize proportion concentration of Sodium alginate and Gelatin (3:1) at 15% is optimize condition Because chewiness, cohesiveness and springiness were less of different form control. And the path of kept for storage time could storage in 7 days at room temperature but kept in vacuum could storage in 28 days at room temperature . That not effected with texture, colour and water activity.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชาโครงงานพิเศษ เรื่องการใช้ประโยชน์จากกากแครอทเพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ โครงงานนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีได้หากไม่ได้รับการช่วยเหลือจากบุคคลดังต่อไปนี้

ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำต่างๆ ที่เกี่ยวกับการทดลอง ข้อเสนอแนะ และแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในการทำการทดลองตลอดจนกระทั่งโครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผศ. ลินจง สุขลำภู และ อ. คนึงกานต์ กลั่นบุศย์ ที่ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับโครงงานพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเบิกเครื่องมืออุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณ ห้างสรรพสินค้า คาร์ฟู สาขา มีนบุรี ที่ให้การอนุเคราะห์กากแครอท เพื่อใช้ในการศึกษาและ ทดลองวิจัยในโครงงานพิเศษ

ขอขอบคุณพี่ๆ ปริญญาโทและเพื่อนๆ ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในเรื่องต่างๆ ทำให้การทำโครงงานพิเศษเป็นไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดาของผู้จัดทำที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนกำลังทรัพย์ในการทำโครงงานพิเศษครั้งนี้

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานฉบับนี้คงจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจในงานที่เกี่ยวข้องทางด้านนี้หรือผู้ที่ต้องการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับโครงงานพิเศษนี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำต้องขออภัย ณ ที่นี้ด้วย

นาย กมล จันธิมา
นาย ภานุวัฒน์ จริงจามิกร
นาย วิภู อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	5
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	37
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	44
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	66
เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก ก	70
ภาคผนวก ข	73
ภาคผนวก ค	75
ภาคผนวก ง	81
ภาคผนวก จ	82
ภาคผนวก ฉ	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติของเจลจากคาราจีแนน	9
2	สมบัติเฉพาะของโซเดียมแอลจิเนตจากบริษัท Sigma ที่สกัดจากสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล *Macrocystis pyrifera*	19
3	แสดงคุณสมบัติจองเจลาติน Type A และ Type B	25
4	คุณค่าทางโภชนาการ จากส่วนที่เป็นอาหารได้ 100 กรัม	29
5	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการคัดเลือกสูตรกุนเชียงมาตรฐานที่เหมาะสมมาผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ	45
6	คุณภาพของกากแครอท	46
7	ผลการวัดสีของการศึกษาปริมาณกากแครอทที่เหมาะสมในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ	47
8	ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของการศึกษาปริมาณกากแครอทที่เหมาะสมในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ	48
9	แสดงคุณภาพทางเคมีของการศึกษาปริมาณกากแครอทที่เหมาะสมในการทดแทน ปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ	49
10	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการศึกษาปริมาณกากแครอทที่เหมาะสมในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ	50
11	ผลการวัดสีของปริมาณร้อยละของโซเดียมอัลจิเนตเพื่อการศึกษาอัตราส่วนของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินที่เหมาะสมในการทดแทนไขมันเพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อ สุขภาพ	52
12	ผลการวัดสีของปริมาณร้อยละของเจลาตินเพื่อการศึกษาอัตราส่วนของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินที่เหมาะสมในการทดแทนไขมันเพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ	52
13	ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของปริมาณร้อยละของเจลาดินในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ	53
14	ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของปริมาณร้อยละของอัลจิเนตในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15	ผลการวัดสีของการหาปริมาณของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินใน อัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนไขมัน เพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ	56
16	ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของการหาปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสม เพื่อผลิตสารทดแทนไขมัน ในการผลิตกุนเชียงสุขภาพ	57
17	แสดงคุณภาพทางเคมีของการหาปริมาณของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาติน ในอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนไขมัน เพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ	59
18	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการหาปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ ที่เหมาะสมเพื่อผลิตสารทดแทนไขมัน ในการผลิตกุนเชียงสุขภาพ	59
19	ผลการวัดสีของการเก็บรักษากุนเชียงเพื่อสุขภาพ	64
20	ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของการเก็บรักษากุนเชียงเพื่อสุขภาพ	65
21	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกุนเชียงเพื่อสุขภาพและกุนเชียงมาตรฐาน ที่เก็บรักษาแบบปกติและสุญญากาศ	84
22	จำนวนเชื้อยีสต์และรา ในกุนเชียงเพื่อสุขภาพและกุนเชียงมาตรฐาน ที่เก็บรักษาแบบปกติและสุญญากาศ	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	โครงสร้างของ Alginic acid	6
2	สาหร่ายสีแดงที่ใช้ผลิตวุ้น	7
3	โครงสร้างทางเคมีของวุ้น	8
4	สาหร่ายที่แดงที่ใช้ในการทำวุ้น	8
5	กัมอราบิค	10
6	กัมทรากาคานท์	11
7	โครงสร้าง โลคัสบีนกัม	12
8	เมล็ดของต้น Carob	12
9	โครงสร้างของ Guar gum	13
10	โครงสร้างของอัลจิเนต	16
11	โครงสร้างของอัลจิเนต	16
12	โครงสร้างของอัลจิเนต	16
13	กระบวนการสกัดอัลจิเนต	18
14	ผลต่อความเข้มข้น	19
15	ผลต่ออุณหภูมิ	20
16	ผลต่อแคลเซียมอิออน	21
17	ผลต่อแคลเซียมอิออน	21
18	โครงสร้างของเจลาติน	22
19	โครงสร้างของคอลลาเจน	23
20	คอลลาเจน	23
21	trans – Betacarotene (เกิดจากการสังเคราะห์)	30
22	9 - CIS – Betacarotene (พบในธรรมชาติ)	30
23	วิถีชีวสังเคราะห์สารกลุ่มแคโรทีนอยด์	32
24	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC)ในการศึกษาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ภุนเชียงเพื่อสุขภาพ	62
25	ปริมาณยีสต์และรา ในการศึกษาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพ	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงานพิเศษ

กุนเชียงเป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่คนไทยนิยมบริโภคกันมานาน ส่วนใหญ่ทำด้วยเนื้อหมูปนไขมันผสมกับสีปรุงรสอื่นๆ เช่น เกลือ น้ำตาล กุนเชียงเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อลดขนาดบดหยาบซึ่งถูกบดด้วยเครื่องบดเนื้อธรรมดาและไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในระดับเส้นใยกล้ามเนื้อ กุนเชียงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตมากชนิดหนึ่งในประเทศไทย เมื่อจัดประเภทของการผลิตภัณฑ์เนื้อตามปริมาณความชื้น กุนเชียงจัดเป็นผลิตภัณฑ์กึ่งแห้งที่มีความชื้นร้อยละ 40-45 ซึ่งปริมาณไขมันที่อยู่ในกุนเชียงมีปริมาณค่อนข้างสูง เราจึงมีการพัฒนาสูตรกุนเชียงที่ทำให้ปริมาณไขมันมีน้อยลงกว่าเดิมและเพิ่มปริมาณไฟเบอร์ในกุนเชียงด้วย ซึ่งในปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสำคัญในการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยเฉพาะอาหารที่มีปริมาณไขมันสูง เนื่องจากการได้รับพลังงานมากเกินกว่าความต้องการของร่างกายในแต่ละวัน ทำให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคอ้วน โรคหัวใจอุดตัน โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง และโรคมะเร็ง เป็นต้น

การควบคุมปริมาณแคลอรีที่ได้รับในแต่ละวันสามารถลดอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ ได้มากถึงร้อยละ 10 โดยเฉพาะในบุคคลที่มีน้ำหนักมากเกินมาตรฐาน สามารถลดอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ ได้มากถึงร้อยละ 20 ผลิตภัณฑ์เนื้อส่วนใหญ่มีปริมาณไขมันอยู่ในสูตรมากถึงร้อยละ 20-30 กุนเชียงเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อที่จัดอยู่ในไส้กรอกชนิดบดหยาบมีปริมาณไขมันในสูตรร้อยละ 16-20 ซึ่งหากมีการบริโภคเป็นประจำร่างกายจะสะสมกรดไขมันชนิดอิ่มตัวก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ จึงมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่มีปริมาณไขมันน้อยกว่าปกติ ประโยชน์ของไขมันที่มีต่อสุขภาพของอาหารคือ ให้ความหนืด (Viscosity) ให้ลักษณะเนื้อ (Body) ให้ความแน่น (Fullness) ให้ความหล่อลื่น (Lubricity) ให้ความเรียบเนียน (Smoothness) และเนื้อสัมผัส (Texture) ฉะนั้นถ้าหากลดไขมันในสูตรให้น้อยลงจะส่งผลถึงลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่แข็งกระด้าง ขาดความชุ่มฉ่ำ หรือเนื้อสัมผัสไม่เรียบเนียน จึงมีการใช้สารทดแทนไขมันที่เป็นไขมัน สารทดแทนไขมันที่เป็นคาร์โบไฮเดรตและสารทดแทนไขมันที่เป็นโปรตีน ผลิตภัณฑ์ที่ลดไขมันมีหลายชนิด เช่น ผลิตภัณฑ์ไขมันต่ำ ผลิตภัณฑ์ที่ลดปริมาณไขมันหรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีไขมัน

อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ไขมันต่ำ นิยมใช้สารทดแทนไขมันที่เป็นคาร์โบไฮเดรต คือกัมซึ่งเป็นไฮโดรคอลลอยด์ประเภทโพลิเมอร์ของแซคคาไรด์ คุณสมบัติของกัมสามารถทำหน้าที่ของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อได้ดี และมีพลังงานน้อยกว่าไขมันหรือไม่มีเลย สามารถกระจายตัวได้ดีทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น มีคุณสมบัติในการเกิดเจลและสามารถอุ้มน้ำได้ดีในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่ามีการใช้กัมในผลิตภัณฑ์เนื้ออยู่หลายชนิด เช่น คาราจีแนน แซนแทนกัม อัลจิเนต ก้วร์กัม โลคัสบีนกัม และเจลาติน เป็นต้น โครงสร้างและคุณสมบัติด่างๆรวมถึงปริมาณที่ใช้ของกัมแต่ละชนิดแตกด่างกันไป ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน จึงได้มีการศึกษาถึงการใช้โซเดียมอัลจิเนตและเจลาติน เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ทดแทนไขมันในกุนเชียง

อัลจิเนตเป็นสารที่สามารถสกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล โครงสร้างอัลจิเนตจัดเป็น Anionic polysaccharide ทำให้สามารถเกิด Electrostatic interaction กับโมเลกุลของโปรตีนได้ การผลิตอัลจิเนตเชิงการค้า นิยมผลิตออกมาในรูปกรดอัลจินิก ซึ่งเป็นกรดในรูปอิสระ กรดอัลจินิกมีเสถียรภาพค่อนข้างจำกัดหรือจัดเป็นสารอินเตอร์มีเดียท ในการผลิตกรดอัลจินิกถูกเปลี่ยนเป็นเกลืออัลจิเนตได้หลายรูป เช่น K^{+}, Na^{+}, NH^{+}, Ca^{+} และสามารถผลิตในรูปโพรพิลีนไกลคอลอัลจิเนต

อัลจิเนตที่ใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหารได้แก่ โซเดียมอัลจิเนตซึ่งมีการนำมาประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด สารให้ความคงตัว อิมัลซิไฟเออร์ สารทำให้เกิดเจล อัลจิเนตที่ใช้ต้องไม่บดบังกลิ่นรสของอาหาร และอัลจิเนตสามารถเพิ่มผลผลิตในขณะทำให้สุกและช่วยเพิ่มความนุ่ม นอกจากนี้อัลจิเนตสามารถกักเก็บความชื้นได้ดีและช่วยปรับปรุงในด้านเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น

เจลาตินเป็นสิ่งสำคัญในอุตสาหกรรมที่ต้องการให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์ ซึ่งเจลาตินส่วนใหญ่ได้มาจาก โค กระบือ และสุกร มีหน้าที่ในการเพิ่มความหนืดให้แก่ของเหลวให้เกิดเป็นเจลขึ้นมา โดยอาศัย Thermo-reversibility, Characteristic theology เจลาตินสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายทาง ไม่ว่าจะเป็นส่วนประกอบของอาหารหรือใช้ในส่วนที่ไม่ใช่อาหาร จากการรายงานของ Herz (1995) พบว่าทั่วโลกส่วนใหญ่ใช้เจลาตินสูงถึง 200,000 ตันต่อปี โดยเจลาตินที่ใช้ในอาหารมีประมาณ 30,000 ตันต่อปี และอุตสาหกรรมยา ประมาณ 10,000 ตันต่อปี (Choi and Regenstein, 2000) และยังใช้อุตสาหกรรมอื่นๆอีกมากมาย เช่น อุตสาหกรรมภาพถ่าย อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ และยังแพร่หลายไปยังกลุ่มคนที่นิยมบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ (Yoshimura et al., 2000)

เจลาตินสามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น ความเหนียวข้น และความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งคุณภาพของเจลาตินขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของคอลลาเจนด้วย โดยทั่วไปแล้วเจลาตินมักทำมาจากหนังและกระดูกของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Sarabia et al., 2000)

การผลิตเจลาตินสามารถผลิตได้จากหนัง เอ็น กระดูก ของสัตว์หลายชนิด ไม่ว่าจะเป็น โค กระบือ และปลา โดยหนัง เอ็น กระดูก เป็นแหล่งของคอลลาเจน ที่สามารถสกัดออกมาได้โดยใช้กรดหรือด่าง (Makala and Tederko, 2000) ถึงแม้ว่าเจลาตินที่มีการศึกษากันอย่างแพร่หลายจะทำมาจากหนังและกระดูกของสุกร โคและกระบือ และมีการศึกษาน้อยมากในเจลาตินที่ทำมาจากหนังและกระดูกของปลา แต่ก็ได้มีรายงานการศึกษาถึงคุณสมบัติและกรรมวิธีการผลิตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ รวมถึงการนำไปใช้ประโยชน์ (Gomez and Montero, 2000) ในวัตถุดิบที่นำมาผลิตเป็นเจลาตินก็เป็นสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึง เนื่องจากเจลาตินส่วนใหญ่ผลิตมาจากหนังสุกร ซึ่งชาวมุสลิมไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถรับประทานได้ เพราะขัดกับหลักศาสนา ดังนั้นในการผลิตเจลาตินจึงควรหาวัตถุดิบที่คนทั่วไปสามารถรับประทานได้ ดังนั้นวัตถุดิบที่เหมาะสมที่สุดได้แก่ ปลา (Choi and Regenstein, 2000) ประกอบกับในการแปรรูปสัตว์น้ำ โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมปลาแล่แช่เยือกแข็ง จะมีเศษเหลือจำพวกหัว หนัง และกระดูกจำนวนมาก

ปกติร่างกายคนเราจะต้องใช้ออกซิเจนในขบวนการสันดาปอาหารที่เรียกว่า "ปฏิกิริยาออกซิเดชัน" ซึ่งจะมีอนุมูลอิสระเกิดขึ้น อนุมูลอิสระเป็นโมเลกุลที่มีการสูญเสียอิเล็กตรอนหรือมีการรับอิเล็กตรอนเพิ่ม ขึ้นจึงไม่คงตัวและจะทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นอย่างต่อเนื่อง โดยเข้าไปทำลายเซลล์ของร่างกาย ปกติร่างกายจะพยายามกำจัดอนุมูลอิสระ ออกไปอยู่เสมอโดยการใช้สารต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินซี, วิตามินอี และเบต้าแครอทีนเป็นตัวยับยั้งปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ แต่หากอนุมูลอิสระมีมากจนเกินไปก็จะทำให้เกิดความเสื่อม และยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคหลอดเลือดอุดตัน โรคหัวใจ อัมพาต ต้อกระจกและทำให้เซลล์มีการเจริญเติบโตผิดปกติ อันเป็นสาเหตุ ของการเกิดมะเร็ง

เบต้าแครอทีน เป็นสารรงควัตถุให้สีธรรมชาติที่พบในผักและผลไม้ ซึ่งอยู่ในรูปสารประกอบกลุ่มแคโรทีนอยส์ที่เป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ เบต้าแครอทีนนับเป็นตัวที่มีคนรู้จักและกล่าวถึงกันมากตัวหนึ่ง เบต้าแครอทีนมีบทบาทสำคัญในการรักษาสุขภาพและเพิ่มระบบภูมิคุ้มกันให้แข็งแรงในมนุษย์ โดยปกติร่างกายของมนุษย์เราสามารถเปลี่ยนเบต้าแครอทีนไปเป็นวิตามินเอได้ตามปริมาณที่ร่างกายต้องการ นอกจากจะใช้เป็นสารตั้งต้นในการสร้างวิตามินเอแล้ว เบต้าแครอทีนยังทำหน้าที่เสมือนเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (แอนติออกซิเดนท์) อีกด้วย เนื่องด้วยเบต้าแครอทีนมีประสิทธิภาพสูงในการเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ (โปรวิตามินเอ) แหล่งที่พบหัวแครอท ผักสีเขียว ผลไม้ที่มีสีอื่น เช่น มะละกอสุก มะม่วงสุก แคนตาลูป เป็นต้น พบว่าผักหรือผลไม้ยิ่งสีเขียวหรือสีมากเท่าไหร่สารแครอทีนยิ่งมีมากขึ้นตาม นอกจากนั้นแหล่งที่พบที่สำคัญยังได้แก่ น้ำมันตับปลา ประโยชน์ต่างๆที่เกิดจากเบต้าแครอทีนนั้น ล้วนเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติในการเป็นแอนติออกซิเดนท์ที่ช่วยในการป้องกันอันตรายจากอนุมูลอิสระ และความเครียดที่เกิดจากปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน (ออกซิเดชัน) นอกจากนี้เบต้าแครอทีนยังเป็นสารตั้งต้นที่ใช้เปลี่ยนเป็นวิตามินเอ รวมทั้งช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน อันเป็นประโยชน์ในการป้องกันและรักษาโรคหลายชนิด ซึ่งโรคต่างๆที่เบต้าแครอทีนสามารถช่วยได้

และเนื่องจากคุณค่าทางโภชนาการของกุนเชียงในปัจจุบัน จากการศึกษาพบว่า ปริมาณไฟเบอร์มีน้อยมาก จึงได้มีการเพิ่มปริมาณไฟเบอร์โดยใช้กากแครอท ที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำแครอทซึ่งมีปริมาณกากแครอทเหลือทิ้งมากในแต่ละวัน โดยมาลดปริมาณเนื้อสัตว์และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งมีสารอาหารหลักที่ต้องการคือไฟเบอร์ และเบต้าแครอทีน เพื่อผลิตเป็นกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1. เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้โซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินที่ใช้ทดแทนไขมันในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ
2. เพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการโดยเพิ่มปริมาณไฟเบอร์และเบต้าแครอทีนที่ได้จากกากแครอท
3. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษากุนเชียงเพื่อสุขภาพ ในสภาวะสุญญากาศและบรรยากาศปกติ

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

1. ผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ โดยใช้โซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินเพื่อลดปริมาณไขมัน และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยการเพิ่มปริมาณไฟเบอร์และเบต้าแครอทีนจากกากแครอท
2. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของกุนเชียงในปัจจุบัน โดยการลดปริมาณไขมัน และเพิ่มปริมาณไฟเบอร์ และเบต้าแครอทีน
2. ผลิตภัณฑ์ที่ได้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่ากุนเชียงทั่วไป
3. เพิ่มทางเลือกของผู้บริโภคในการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพประเภทอาหารเนื้อสัตว์แปรรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ไฮโดรคอลลอยด์

ไฮโดรคอลลอยด์หรือกัม คือ โพลิเมอร์ของคาร์โบไฮเดรต โดยส่วนมากแล้ว กัมจะไม่มีคุณค่าทางอาหารและมีคุณสมบัติคล้ายไฟเบอร์ แหล่งที่พบในธรรมชาติจะมีทั้งส่วนต่างๆของพืชชนิดต่างๆและจุลินทรีย์ เช่น แซนแทนกัม นอกจากกัมจากธรรมชาติแล้วยังมีกัมที่ได้จากการสังเคราะห์ เช่น เมทิวเซลลูโลสอีกด้วย สารเหล่านี้มีความสามารถในการละลายน้ำสูง เนื่องจากมีคุณสมบัติในการชอบน้ำ เมื่อสารเหล่านี้ละลายน้ำแล้ว จะก่อให้เกิดลักษณะข้น เหนียว และเมื่อผ่านขบวนการที่เหมาะสม ก็จะทำให้เกิดเจลได้

หน้าที่ของกัมในอาหาร

- ใช้เป็นสารดูดซับน้ำ
- ทำให้เกิดเจล
- ใช้เป็นอิมัลซิไฟเออร์
- ใช้เป็น encapsulation (ดักจับและรักษาสภาพ)
- ใช้เป็นสารทดแทนไขมัน
- ทำให้เกิดความเหนียว หนืด
- ทำให้เกิดลักษณะแขวนลอย
- ทำให้ฟองคงทน
- ใช้เป็นสารช่วยผสม

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงกัมที่ได้จากพืชเท่านั้น ซึ่งจะแบ่งออกตามแหล่งกำเนิดของกัม ดังนี้

2.1.1 กัมสกัดจากสาหร่าย

2.1.1.1 Alginate

สกัดได้จากสาหร่ายสีน้ำตาล (Phaeophyceae ส่วนมากอยู่ใน genus *Laminaria*) สาหร่ายสีน้ำตาลนี้มีการนำไปใช้ประโยชน์ตั้งแต่สมัยโบราณ โดยชาวจีนและชาวโรมันจะใช้สาหร่ายสีน้ำตาลในการผลิตยาและเครื่องสำอาง การผลิตอัลจิเนตในระดับอุตสาหกรรมเริ่มต้นที่อเมริกาประมาณปี ค.ศ. 1930 เพื่อนำไปใช้ในการผลิตอาหารกระป๋องสำหรับชาวประมงและนักเดินทางโดยเรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

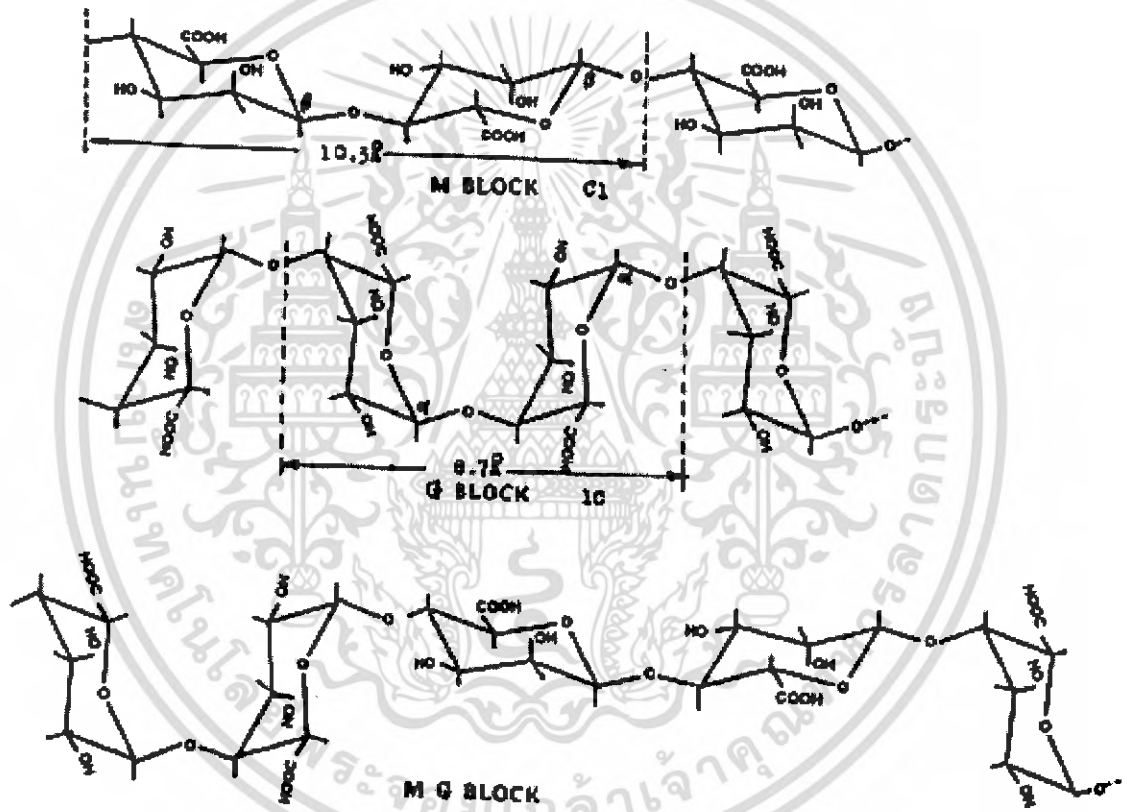
Alginic acid เป็น polyuronide ที่ประกอบด้วยหน่วยซ้ำๆ ของ heuronic acid 2 ชนิด คือ β-D-mannuronia acid (M) และ α-L-guluronic acid (G)

ในโมเลกุลของ alginic acid โมโนเมอร์ 2 ตัวนี้จะต่อกันในลักษณะ 3 รูปแบบ โดยจะต่อกันเป็นช่วงๆ ช่วงละประมาณ 20 ยูนิต ดังนี้

แบบที่ 1 ช่วงของ mannuronia acid -M-M-M-M-M-

แบบที่ 2 ช่วงของ guluronic acid -G-G-G-G-G-G-

แบบที่ 3 ช่วงของ M สลับกับ G -M-G-M-G-M-G-



รูปที่ 1 โครงสร้างของ Alginic acid

ที่มา : http://www.fao.org/docrep/field/003/AB730E/AB730E38.gif

อัลจิน (Algin) หมายถึงเกลือของ alginic acid เช่น Calcium alginate

การสกัดอัลจิเนตนั้นจะเริ่มต้นด้วยการแช่สาหร่ายในสารละลายกรดอ่อน จากนั้นการสกัดโดยใช้สารละลายด่าง เมื่อสกัดได้แล้ว จะทำการตกตะกอนอัลจิเนตด้วยกรด ได้เป็น alginic acid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นถ้าต้องการผลิตอัลจิน จะทำโดยการผสมส่วนผสมที่ต้องการลงไป หรือทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนไอออนในแอลกอฮอล์

Alginic acid และ algin จะไม่ละลายน้ำ หน้าที่หลักของอัลจิเนตคือจะทำให้เกิดเจลเมื่อเย็นตัวลง (เมื่อแคลเซียมอยู่ในระบบ) เจลที่ได้จะทนต่อความร้อน การเรียงตัวของโมโนเมอร์ทั้ง 2 ตัวในโมเลกุลจะมีผลต่อการเกิดเจลของอัลจิเนต ส่วนโมเลกุลที่มี G มาก จะทำให้เกิดเจลแข็ง (แต่เปราะ) ที่มีความทนทานต่อความร้อนได้ดี แต่มีข้อเสียคือเจลจะเกิด syneresis ง่ายในขณะที่ทำการละลายจากการแช่แข็ง (Freeze-thaw) ส่วนโมเลกุลที่มี M มาก จะทำให้เกิดเจลที่อ่อนแต่มีความหยุ่นมากกว่าเจลจากส่วน G และสามารถนำไป Freeze-thaw ได้ดี แต่ถ้ามีปริมาณแคลเซียมอยู่มากๆ หรือน้อยมาก เจลจากส่วน M จะแข็งขึ้น

ความสามารถในการละลายและ Water holding capacity ของอัลจิเนตขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างได้แก่ pH (อัลจิเนตจะตกตะกอนที่ pH < 3.5) น้ำหนักโมเลกุล (แคลเซียมอัลจิเนตที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ที่มีจำนวณยูนิตน้อยกว่า 500 จะมี water holding capacity สูงขึ้น เมื่อน้ำหนักโมเลกุลเพิ่มขึ้น) ionic strength และไอออนที่ปรากฏอยู่ในระบบ โดยทั่วๆไป อัลจิเนตสามารถดูดซับน้ำได้ดี และอาจไปใช้เป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ทำให้เกิดความหนืดเล็กน้อย ผลิตภัณฑ์ที่ใช้อัลจิเนตได้แก่ ก้อนอาหารสัตว์ onion rings และไส้พาย

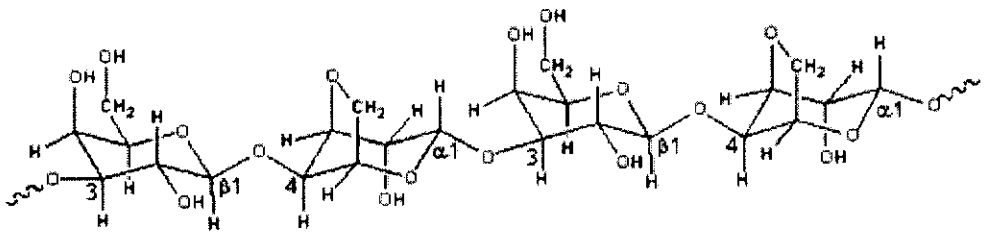
2.1.1.2 วุ้น (Agar)

สกัดจากสาหร่ายสีแดง (Rhodophycae) วุ้นที่ผลิตขายในทางการค้าจะสกัดมาจาก genus *Gleidium* และ *Gracilariae*

รูปที่ 2 สาหร่ายสีแดงที่ใช้ผลิตวุ้น

ที่มา : http://www.bulkfoods.com/pictures/gelidium.jpg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 โครงสร้างทางเคมีของวุ้น

ที่มา : http://www.lsbu.ac.uk/water/images/agar.gif

โครงสร้างโมเลกลุของวุ้นประกอบด้วย 2 ส่วนคือ agarose และ agaropectin ส่วนของ agarose เป็นโพลีเมอร์สายตรงที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 120,000 และประกอบด้วย D-galactose สลับกับ 3,6-anhydro-galactose[(1⟶3)-β-D-galactopyranose-(1⟶4)-3,6-anhydro-α-L-galactopyranose] และมี side chain เป็น 6-methyl-D-galactose

Agaropectin เป็นสารผสมของโมเลกุลเล็กๆ โครงสร้างโมเลกุลคล้ายกับ agarose แต่จะมีกิ่งก้านเล็กน้อย โมเลกุลประกอบไปด้วย D-glucuronic acid หมู่ sulfate ester และอาจมีหมู่ mehyl และหมู่ pyrivic acid ketal

Agarose เป็นส่วนที่ทำให้เกิดเจล ส่วน agaropectin จะทำให้เกิดเจลได้น้อยมาก agaropectin สามารถแยกออกจาก agarose ได้โดนอาศัยประจุของโมเลกุล วุ้นที่มีคุณภาพดีจะผ่านการปรับปรุงโดยการใช้ด่างเพื่อเปลี่ยน L-galactose-6-sulfate เป็น 3,6-anhydro-L-galactose

วุ้นจะไม่ละลายน้ำเย็น แต่จะละลายในน้ำเดือดและสามารถเกิดเป็นเจลได้ในสารละลายที่มีน้ำมาก (มากถึงร้อยละ 99.5) เมื่ออุณหภูมิลดลงมาที่ประมาณ 35 องศาเซลเซียส เจลจะละลายเมื่อมีอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส วุ้นใช้กันมากในงานด้านจุลชีววิทยา โดยใช้เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ

รูปที่ 4 สาหร่ายที่แดงที่ใช้ในการทำวุ้น

ที่มา : http://www.kobe-u.ac.jp/kurcis/KURCIS/SetoAlgae/tsunomata.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 คาราจีแนน (Carragenan)

สกัดจากสาหร่ายสีแดงเช่นเดียวกับวุ้น แต่เป็นสาหร่ายสีแดงที่อยู่ใน genus *Gigartina, Chondrus, Eucheuma* และ *Hyphea*

คาราจีแนนเป็นโพลิเมอร์ของกาแลคโตสที่มีซัลเฟตประกอบอยู่ โครงสร้างของคาราจีแนนมีหลายส่วน สายหลักของคาราจีแนนประกอบด้วย D-galactose ต่อกันด้วยพันธะ α-(1$\rightarrow$3) สลับกับ β-(1$\rightarrow$4) คาราจีแนนส่วนอื่นจะต่างจากสายหลักตรงที่จำนวนและตำแหน่งของหมู่ซัลเฟต และการปรากฏของ 3,6-anhydro bridge ซึ่งจะทำให้ส่วนนี้มีโครงสร้างคล้าย agarose แต่ต่างจาก agarose ตรงที่ agarose จะเป็น L-3,6-anhydro-α-galactopyranose และไม่มีซัลเฟต ส่วนในคาราจีแนน จะเป็น D-3,6-anhydro-α-galactopyranose

ส่วนต่างๆของคาราจีแนนนี้ได้แก่ κ(kappa) ι(iota) λ(lambda) κ-carragenan และ ι-carragenan ประกอบด้วย (1$\rightarrow$3) β-D-galatose-4-sulfate และ (1$\rightarrow$4) 3,6-anhydro-galatose โดยที่ ι-carragenan จะมีหมู่ซัลเฟตมากกว่า κ-carragenan 1 หมู่

κ-carragenan ก่อให้เกิดเจลแข็งเปราะ ส่วนเจลจากส่วน ι-carragenan จะอ่อนและหยุ่น λ-carragenan นั้นจะไม่ทำให้เกิดเจล แต่จะจับกับโปรตีนได้ดี เพราะฉะนั้นจึงนิยมใช้เป็น Stabilizer ในผลิตภัณฑ์นม คุณสมบัติของเจลจากคาราจีแนนส่วนต่างๆสรุปไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของเจลจากคาราจีแนน

	Kappa	Iota	Lambda
Effect of cations	Gels most strongly with potassium ions	Gels most strongly with calcium ions	Non-gelling
Type of gel	Strong and brittle with syneresis	Elastic and cohesive without syneresis	Non-gelling
Synergistic effect with locust bean gum	High	High	None
Freeze/thaw stability	None	Stable	None

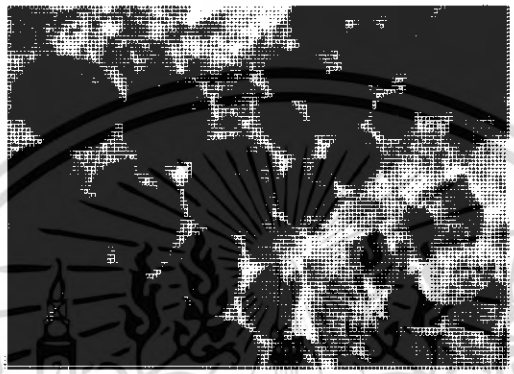
คาราจีแนนใช้เป็นสารทำให้ข้น(ขึ้นอยู่กับ pH) สารทำให้เกิดเจลใส (ต้องมีเกลือบางชนิดอยู่ด้วย เช่น K^+, Ca^{++}, Ba^{++}) หรือผสมกับกัมชนิดอื่นเช่น locust bean gum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 กัมจากพืชชั้นสูง

2.1.2.1 กัมอราบิค (Gum Arabic)

ผลิตมาจากน้ำยางที่ไหลออกจากลำต้นของต้นไม้ชื่อ *Acacia senegal* และ *Acacia seyal* กัมอราบีคจะมีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 25000 – 75000 โครงสร้างโมเลกุลจะมีกิ่งก้านมาก มี β-galactose เป็นสายหลักและประกอบไปด้วยส่วนผสม (ในอัตราส่วนแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับว่ามาจากต้นอะไร) ระหว่าง arabinogalactan oligosaccharides, polysaccharides และ glycoproteins ซึ่งจะมีโมเลกุลของ L-arabinose และยังมี 4-O-methyl-D-glucuronic acid และ L-rhamnose อีกด้วย



รูปที่ 5 กัมอราบิค

ที่มา : http://www.fermacol.com/alland.htm

กัมอราบิคสามารถละลายน้ำได้ดี ไม่ละลายในแอลกอฮอล์และไขมัน แต่สามารถดึงดูดกับไขมันได้ดี เมื่อละลายในน้ำจะทำให้เกิดความหนืดต่ำถึงแม้จะใช้กันมากถึงร้อยละ 20-30 wt/wt pH และเกลือจะมีผลกระทบต่อความหนืดของสารละลายกัมนี้

กัมอราบิคมีราคาค่อนข้างแพงแต่มีประโยชน์ในการใช้เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ สารเพิ่มเนื้อสัมผัส และสารทำให้เกิดฟิล์ม สารหุ้มกลิ่น (Encapsulated flavours) ใช้ในการยับยั้งการตกผลึกน้ำตาล และใช้เป็นสารดูดซับน้ำ อุตสาหกรรมที่ใช้กันมากคืออุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่มน้ำอัดลม กัมอราบิคที่มีคุณภาพดีจะไม่มีสีและรสเมื่อละลายน้ำ ส่วนกัมอราบิคที่มีคุณภาพต่ำนั้นจะมีกลิ่นไม่ดีสีเข้ม เนื่องจากมีแทนนินปนอยู่

2.1.2.2 กัมทรากาคานท์ (Gum tragacanth)

น้ำยางชนิดนี้ได้จากพืชเขตร้อนในแถบเมดิเตอร์เรเนียนตะวันออก และเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ พืชชนิดนี้อยู่ใน genus *Astragalus* ประเทศที่ผลิตกัมทรากาคานท์มาก คือประเทศอิหร่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6 กัมทรากาคานท์

ที่มา : http://waynesword.palomar.edu/ecoph34.htm

กัมทรากาคานท์เป็นโพลิเมอร์ของ galacturonic acid + galactose + galactose + arabinose + xylose โครงสร้างโมเลกุลจะมีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ส่วนแรกคือ bassorine (ร้อยละ 70) ซึ่งเป็นส่วนที่เกิดการพองตัวแต่ไม่ละลายน้ำ ส่วนที่สองคือ tragacanth (ร้อยละ 30) เป็นส่วนที่ละลายน้ำได้ในน้ำเย็นเมื่อละลายน้ำจะมีความหนืดสูง (ความหนืดขึ้นอยู่กับคุณภาพของกัม) ถ้าสารละลายมีความเข้มข้นสูงมากจะได้สารเหนียวข้นคล้ายแป้งเปียกแต่ถ้าเจือจางโดยการเติมน้ำจะได้สารละลายที่แยกชั้นระหว่าง tragacanth (บน) กับ bassorine (ล่าง) ภายใน 1-2 วัน สารละลายมีความเป็นกรด (pH 5-6) และมีความทนต่อกรด แม้กระทั่งที่ pH 2 กัมชนิดนี้มีราคาค่อนข้างแพง

2.1.2.3 กัมคารายา (Gum karaya)

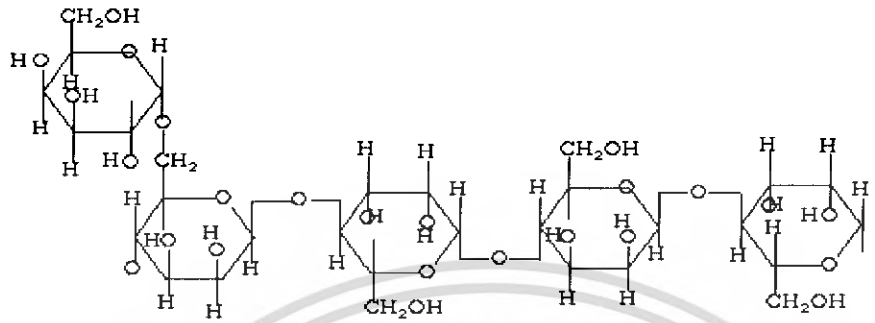
น้ำยางได้จากเปลือกไม้ของต้น *Sterculia urens* ซึ่งพบในคราบสมุทรอินเดีย กัมชนิดนี้มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เป็นโพลีแซคคาไรด์ที่มีกิ่งก้าน ประกอบด้วย uronic acid ร้อยละ 37 และหมู่ acetyl ร้อยละ 8 และอยู่ในรูป Ca หรือ Mg salts มีโซ่ตรงกลางประกอบด้วย D-galactose, L-rhamnose, และ D-galacturonic acid มี side chain ประกอบไปด้วย D-glucuronic acid

กัมคารายาละลายน้ำได้น้อยกว่ากัมจากพืชชั้นสูงชนิดอื่นๆ เมื่อถูกน้ำจะดูดซับน้ำและพองตัวขยายขนาดขึ้นมากกว่าเดิมหลายเท่าในสารละลายเจือจางความหนืดจะเพิ่มขึ้นในลักษณะเป็นเส้นตรงเมื่อความเข้มข้นเพิ่มจนถึงร้อยละ 0.5 มีความเข้มข้นมากว่าร้อยละ 2-3 จะได้แป้งเปียกลักษณะคล้ายเจลที่ถูกทำให้แผ่กระจายออกได้ (spreadable) การให้ความร้อนภายใต้ความดัน จะทำให้ได้สารละลายเนื้อเดียว แม้กระทั่งที่ความเข้มข้นสูงถึงร้อยละ 18-20 แต่จะทำให้ความหนืดลดลงอย่างถาวร สารละลายร้อยละ 1 จะมี pH 4.6 สารอิเล็คโทรไลต์ เช่น โซเดียม แคลเซียม หรืออะลูมิเนียมคลอไรด์ และสภาพกรดหรือด่างมากเกินไป จะทำให้ความหนืดลดลง กัมชนิดนี้ถูกนำมาใช้แทนกัมทรากาคานท์เพราะมีราคาถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.4 โลคัสบีนกัม (Locust bean gum)

สกัดจากเอ็นโดสเปริมของเมล็ดของต้น Carob (Ceratonia siliqua) โครงสร้างโมเลกุลจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงสลับกันคือส่วนที่เป็น แมนโนสต่อกัน (ส่วนเรียบ) กับส่วนที่เป็น galactomannan (D-mannose (1→ 4) กับ galactose (1→ 6) ซึ่งแทรกอยู่ทุกๆ แมนโนส 4 ยูนิต) ดังรูป



รูปที่ 7 โครงสร้าง โลคัสบีนกัม

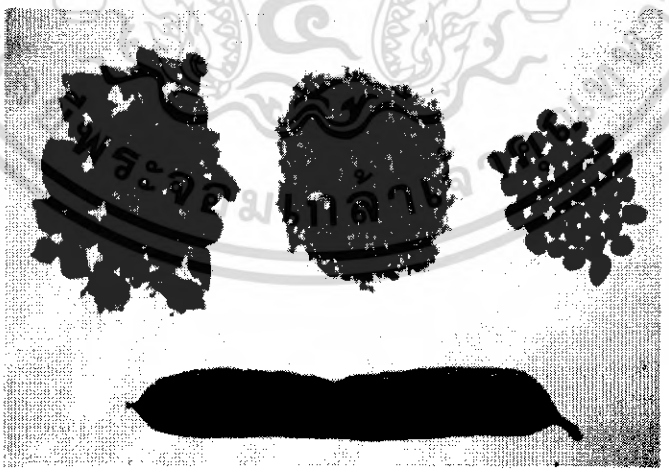
ที่มา : http://class.fst.ohio-state.edu/FST605/lectures/lect20.html

โมเลกุลของกัมชนิดนี้มีน้ำหนักโมเลกุล 30,000-330,00 โมเลกุลมีสภาพเป็นกลางดังนั้น pH และไอออนต่างๆ จะไม่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของกัมชนิดนี้

Locust bean gum ไม่ละลายในน้ำเย็น แต่จะเกิดการ hydration อย่างสมบูรณ์ถ้าถูกให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10นาที สารละลายของกัมนี้จะเป็นสีขาวขุ่นและเหนียว

2.1.2.5 กัวกัม (Guar gum)

สกัดจากเอ็นโดสเปริมจากเมล็ดจากต้น *Cyamopsis tetragonolobus* ซึ่งเป็นพืชตระกูลถั่วที่ปลูกมากในอินเดีย และปากีสถาน

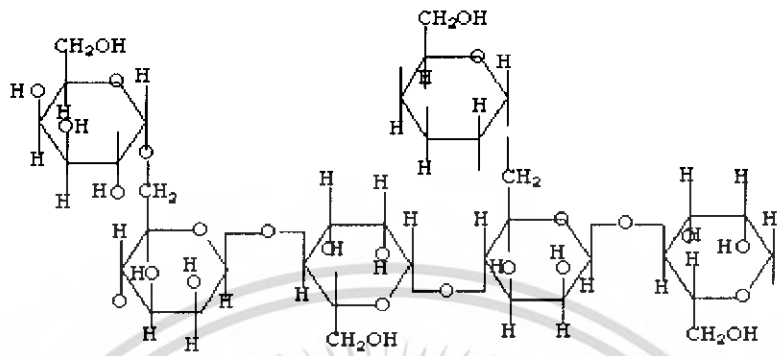


รูปที่ 8 เมล็ดของต้น Carob

ที่มา : http://www.balesa.com/pag2.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างโมเลกุลมีลักษณะคล้ายของ locuat bean gum แต่ส่วน galactomannan นั้น โมเลกุลกาแลคโตสจะแทรกอยู่ทุกๆ แมนโนส 2 ยูนิต ดังรูป



รูปที่ 9 โครงสร้างของ Guar gum

ที่มา : http://class.fst.ohio-state.edu/FST605/lectures/lect20.html

กัมชนิดนี้ไม่ละลายใน organic solvent แต่ละลายได้ในน้ำเย็นและดูดน้ำได้ง่ายทำให้เกิดสารละลายที่มีความหนืดสูง แม้จะมีความเข้มข้นของกัมต่ำ

ส่วนสมบัติของกัมชนิดนี้คือเป็นอิมัลซิไฟเออร์ และ Stabilize ที่ดีผงจะมีสีขาว หรือเหลืองอ่อนขึ้นอยู่กับคุณภาพของกัม ใช้มากในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เช่นการพิมพ์ผ้า ในอุตสาหกรรมอาหารจะใช้ในผลิตภัณฑ์ไอศครีม เพื่อป้องกันการเกิดผลึกของน้ำแข็ง และทำให้ละลายช้า ใช้ในน้ำสลัดเพื่อทำให้เหนียวใช้ในชีทเพื่อให้ spread ง่ายขึ้น

2.2 อัลจิเนต

อัลจิเนตเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมใช้กับอาหาร การใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมอาหารมักใช้ในรูปโซเดียมอัลจิเนต หรือเกลืออัลจิเนตที่รวมกับโลหะอิออนชนิดอื่น เพื่อทำให้เกิดหรือปรับปรุงคุณสมบัติทางวิทยากระแสของอาหาร (food rheology) มีคุณสมบัติเป็นสารให้ความคงตัว เป็นสารเหนียวสามารถเกิดเจลและฟิล์ม จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางเช่น ในอุตสาหกรรมทอผ้า อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมกระดาษ และอุตสาหกรรมผลิตกระป๋อง โดยทั่วไปจะเกิดโครงสร้างเจลในสภาวะที่มีแคลเซียมอิออน โดยแคลเซียมอิออนสามารถสร้างพันธะ divalent กับโมเลกุลอัลจิเนตที่เป็นอิออนลบ (polyanion) ซึ่งสามารถสร้างข่ายเจลได้ไม่จำกัดอุณหภูมิ เจลของอัลจิเนตสามารถคงรูปร่างและลักษณะทางกระแส(rheological charateristic)แม้จะผ่านกระบวนการให้ความร้อนทั้งการต้มและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนึ่งฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ยังมีความคงทนต่อการแช่แข็งและการละลาย จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้อัลจิเนตเป็นที่ต้องการในอุตสาหกรรมอาหารหลายประเภท (Onsyen, 1997)

2.2.1 กรดอัลจินิก และเกลืออัลจิเนต

โพลีแซคคาไรด์ที่พบมากในสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลคือ กรดอัลจินิก ซึ่งนำมาสกัดเป็นโซเดียมอัลจิเนตที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมมากมาย รวมถึงอุตสาหกรรมอาหาร ที่นำมาใช้เป็นสารอิมัลซิไฟร์ (emulsifier) สารเพิ่มน้ำหนัก (thickener) สารให้ความคงตัว(stabilizer) และสารที่ทำให้เกิดเจล(gel forming) วัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต ได้แก่ *Macrocrytis pyrifera* , *Ascophyllum nodosum Laminaria* spp. และ *Ecklonia* spp. (Bashford et al., 1950; Mcdowell, 1975; McNeely and Pettitt, 1973) ซึ่งเป็นสาหร่ายที่ไม่พบในประเทศไทย(Lewmanomont et al., 1995)

อัลจิเนตเป็นสารโพลีแซคคาไรด์ถูกสังเคราะห์ขึ้นจากส่วนประกอบของผนังเซลล์ของสาหร่ายสีน้ำตาล เช่น *Ascophyllum nodosum* ซึ่งเป็นแหล่งผลิตอัลจิเนตเพื่อการพาณิชย์ที่สำคัญ อัลจิเนตเป็นเกลือและเอสเทอร์ของกรดอัลจินิก ซึ่งเป็นคาโบไฮเดรตที่มีความสำคัญโครงสร้างของสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล โดยทั่วไปจะพบในรูปของโซเดียมอัลจิเนต รองลงมาคือ แอมโมเนียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม อัลจิเนต โพลไพลีน ไกลคอล อัลจิเนตและกรดอัลจินิก นอกจากนี้พบว่ามีแบคทีเรียบางกลุ่มได้แก่ *Azotobacter vinelendii* และ *Pseudomonas aeruginosa* สามารถสร้างอัลจิเนตได้ (Gacesa et al., 1983; Kelco International, 1985) โดยสามารถพบอัลจิเนตได้ในแคปซูลที่เป็นสารโพลีแซคคาไรด์ซึ่งสร้างโดยแบคทีเรียในดิน(Johnson, 1997; Wedlock and Fasihuddin, 1990)

กรดอัลจินิกและสารอนุพันธ์ที่เป็นเกลือที่มีประจุบวกสอง ยกเว้น แมกนีเซียมไม่ละลายน้ำ ส่วนเกลืออัลจิเนตที่มีประจุบวกหนึ่งสามารถสามารถละลายน้ำได้ทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็นทางด้านเภสัชกรรมได้นำคุณสมบัติของกรดอัลจินิกที่ไม่ละลายน้ำ แต่สามารถอุ้มน้ำได้ 200-300 เท่าของน้ำหนักตัว มาใช้ในการผลิตยาเม็ดบางชนิดที่ต้องการให้ยาค่อยๆแตกตัว นอกจากนี้กรดอัลจินิกสามารถเกิดเจลได้โดยไม่ต้องใช้ความร้อนเหมาะที่จะนำไปใช้กับงานทดลองทางเทคโนโลยีชีวภาพ (Kelco International, 1985; McHugh, 1987)

การใช้อัลจิเนตเป็นสารเจือปนในอาหารจะใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้มีความเหนียวและเพื่อทำให้เกิดเจล เจลนี้ไม่ละลายที่อุณหภูมิสูงจึงสามารถใช้ได้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ นอกจากนี้สามารถใช้เป็นสารประกอบในอุปกรณ์ทันตกรรมและใช้งานอย่างกว้างขวางในการเป็นสารตรึงของการทดลองเทคโนโลยีชีวภาพ ทางเภสัชกรรมใช้โซเดียมอัลจิเนตเป็นสารเหนียว ส่วนกรดแอลจินิกเป็นสารช่วยให้ยารวมตัวกันเป็นเม็ดเนื่องจากกรดอัลจินิกไม่ละลายน้ำแต่จะพองตัวขึ้นทำให้ยาเม็ดแตกตัวได้ในน้ำ ประโยชน์ของอัลจิเนตมีมากมายแต่การใช้งานทั่วไปขึ้นกับความสามารถในการเป็นสารเหนียว การเกิดเจลและสร้าง oil insoluble film (McHugh, 1996) อัลจิเนตสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่ละลายน้ำกับ strontium ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์นม ธัญญาหาร และเนื้อสัตว์ที่มีการปนเปื้อนของ strontium การเติมอัลจิเนตลงไปในอาหาร อัลจิเนตจะไปรวมกับ strontium แล้วจึงผ่านออกทางลำไส้ ทำให้ร่างกายไม่ดูดซึมไว้ strontium จึงไม่เข้าไปสู่กระแสเลือดและกระดูก และอัลจิเนตช่วยยับยั้งการดูดซึม ตะกั่ว แบเรียม และแคดเมียมที่ปนเปื้อนในอาหาร นอกจากนี้มีการใช้อัลจิเนตเป็น emulsifier และ emulsion stabilizer ในครีมและโลชั่น เนื่องจากมีความปลอดภัยต่อผิวหนังและสามารถซึมลงไปในผิวได้ (Castanos)

2.2.2 โครงสร้างของกรดอัลจินิก

กรดอัลจินิกเป็นพวก hydrophilic colloidal carbohydrate ที่สกัดจากสาหร่ายสีน้ำตาล มีโครงสร้างเป็น glycuronoglycan สายยาว เป็นโพลิเมอร์สายตรง ดังภาพที่ 10 ซึ่งประกอบด้วย monomeric 2 ชนิด คือ D- mannuronic acid และ L-gluluronic acid ดังแสดงในภาพที่ 11 ซึ่งเป็น C-5 epimer มีโครงสร้างคล้ายกันหรือแตกต่างกันตรงตำแหน่งของหมู่คาร์บอกซิล (carboxylic acid group) ซึ่งส่งผลให้โครงสร้างแบบ block มีความแตกต่างกันมาก โพลิเมอร์ของอัลจิเนตเกิดจากการเชื่อมต่อของ monomer ด้วยพันธะไกลโคซิดิก (1,4) ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ของโมเลกุลหนึ่งกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 4 ของอีกโมเลกุลหนึ่ง ซึ่งทำให้เกิดสายโพลิเมอร์ได้ 3 ชนิดคือ ดังแสดงภาพที่ 12

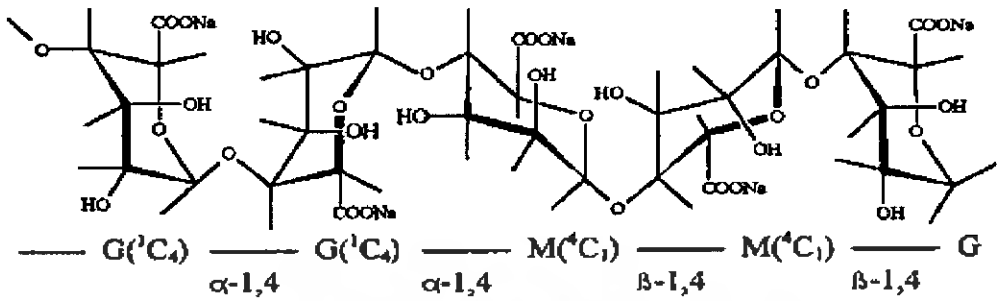
1. M blocks ประกอบด้วย D-mannuronic acid เพียงอย่างเดียว ซึ่งเกิดจากequatorial group ทั้ง C1 และ C4 ทำให้สายโพลิเมอร์มีลักษณะเป็นเส้นตรง คล้ายริบบิ้น

2. G blocks ประกอบด้วย L-guluronic acid เพียงอย่างเดียว ซึ่งเกิดจาก axial group ทั้ง C1 และ C4 ทำให้สายโพลิเมอร์มีลักษณะคดไปมาเหมือนฟันเลื่อย ลักษณะเช่นนี้มีความสำคัญต่อการเกิดเจล

3. MG block ประกอบด้วย D-mannuronic และ L-guluronic ในสายโพลิเมอร์เรียงตัวในสายโพลิเมอร์มีผลต่อลักษณะและสมบัติของอัลจิเนต สมบัติอัลจิเนตขึ้นอยู่กับโครงสร้างโมเลกุลของโพลิเมอร์ การเกิดโพลิเมอร์ทั้ง 3 ชนิดนั้น แตกต่างกันไปตามชนิดของสาหร่ายและสมบัติทางกายภาพของอัลจิเนตขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของโพลิเมอร์ทั้ง 3 ชนิด คือการเกิดเจลถ้ามี G blocks มากทำให้มี gel strength สูง เจลที่ได้มีความแข็งแรงไม่มีความยืดหยุ่น มีความคงทนต่อความร้อนได้ดี แต่จะเกิดการสูญเสียน้ำได้ง่าย จึงไม่เหมาะสมกับงานแช่แข็งผลิตภัณฑ์ ขณะที่อัลจิเนตที่มี M blocks จะทำให้เจลมีความอ่อนนุ่ม มีความยืดหยุ่น ไม่ทนความร้อน เหมาะกับการทำผลิตภัณฑ์แช่แข็งเพราะทนต่อการ freeze-thaw ได้ดี (สายสนม, 2530) ส่วนอัลจิเนตที่ละลายน้ำได้ดีจะมีปริมาณ MG blocks มาก การนำอัลจิเนตไปใช้ในอุตสาหกรรมนั้นจะต้องพิจารณาคุณสมบัติของอัลจิเนตและองค์ประกอบของ กรดยูริก จากการที่อัตราส่วนของกรดสองชนิดนี้มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างของสาหร่ายนั้น จะพบ G blocks มากในบริเวณที่สาหร่ายต้องการความแข็งแรง

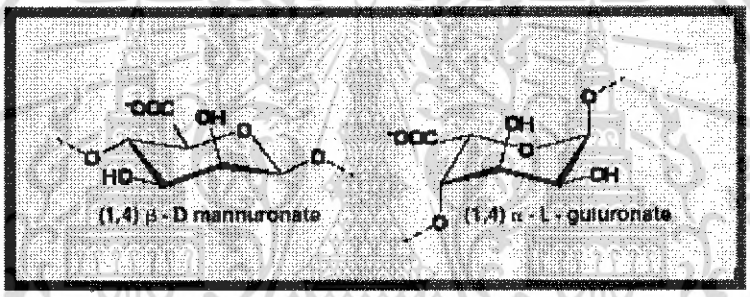
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่ ส่วนที่คล้ายกับลำต้น และพบ M blocks มากบริเวณที่สาหร่ายต้องการความยืดหยุ่น ได้แก่ ส่วนที่คล้ายใบ (Annison et al., 1983;Kelco Internation, 1985)



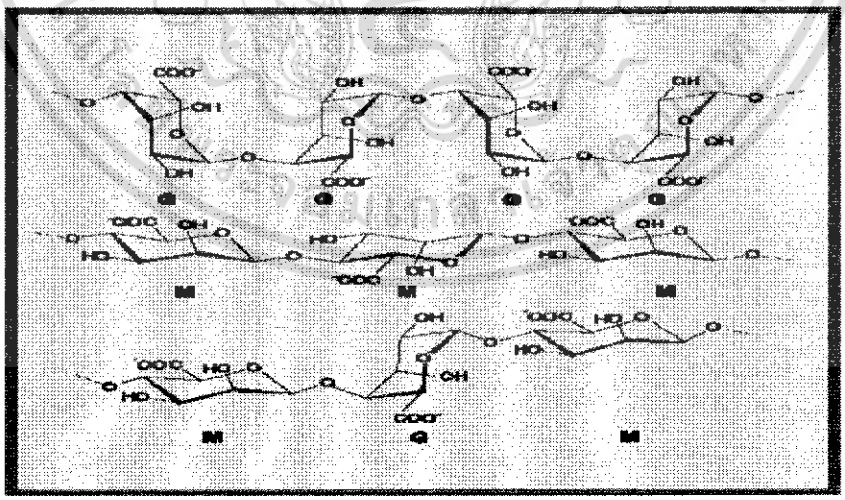
รูปที่ 10 โครงสร้างของอัลจิเนต

ที่มา : http://www.lsbu.ac.uk/water/hyalg.html



รูปที่ 11 โครงสร้างของอัลจิเนต

ที่มา : http://www.fmcbiopolymer.com/Biopolymer/V2/PopProd/0,1421,Sel%253DCh...



รูปที่ 12 โครงสร้างของอัลจิเนต

ที่มา : http://www.fmcbiopolymer.com/Biopolymer/V2/PopProd/0,1421,Sel%253DCh...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

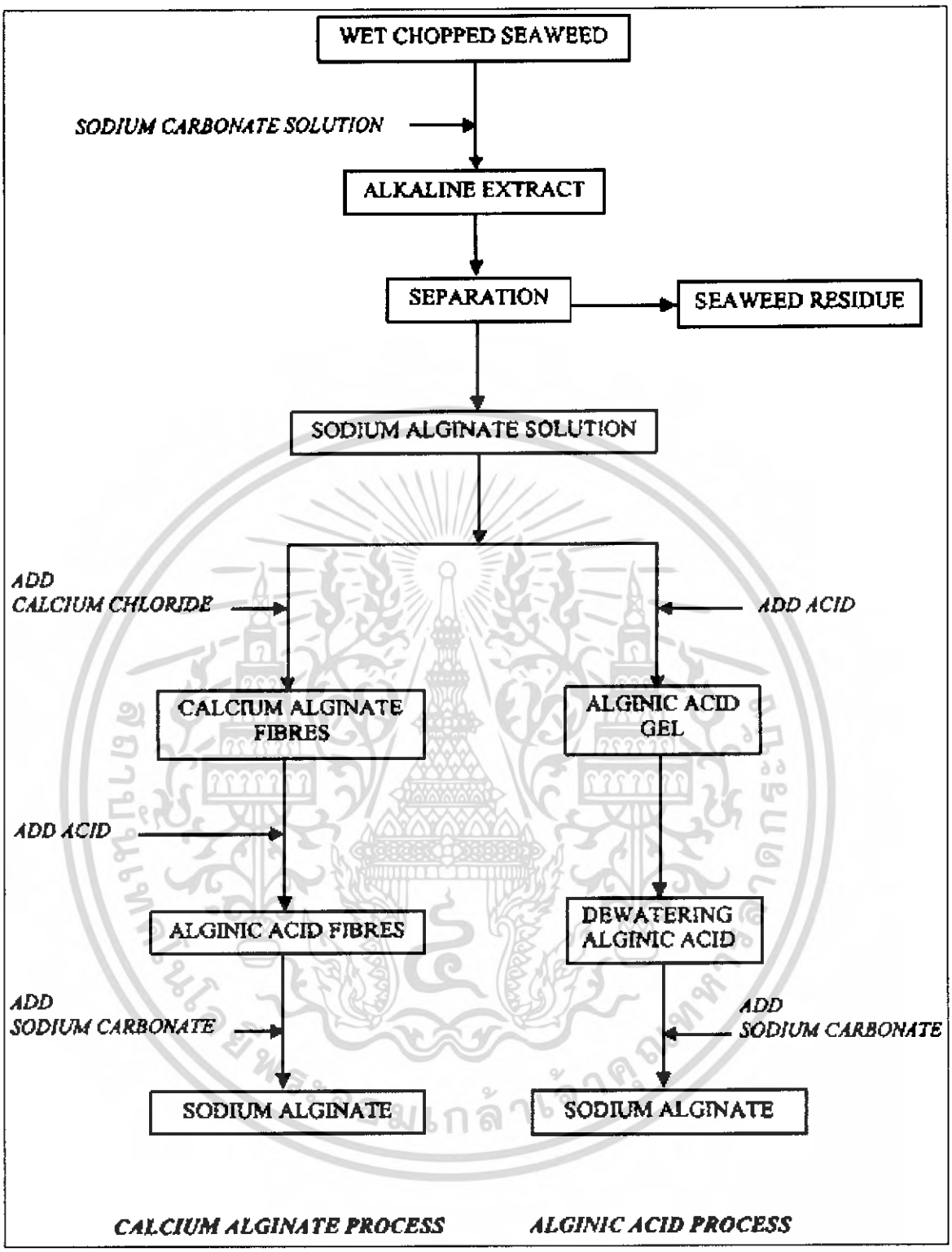
2.2.3 กระบวนการสกัด

อัลจิเนตที่อยู่ในสาหร่ายจะอยู่ในรูปเกลือไม่ละลายน้ำดังนั้นกระบวนการสกัดคือเปลี่ยนอัลจิเนตในรูปเกลือ ไม่ละลายน้ำ ให้กลายเป็นเกลือที่ละลายน้ำเพื่อสะดวกแก่การสกัด แสดงดังภาพที่ 4

กระบวนการสกัดอัลจิเนต โดย green's process วิธีนี้ เป็นการสกัดโดยใช้อุณหภูมิต่ำเพียง 10 องศาเซลเซียส วิธีนี้เหมาะกับสาหร่ายสดไม่สิ้นเปลืองพลังงานและไม่เกิด deprolymerization ของกรดอัลจินิกขณะทำการสกัด การสกัดเริ่มจากนำสาหร่ายสดจากทะเลมาชะล้างด้วยกรดเจือจางเพื่อแยกเกลือแร่ออกเป็นเวลา 3 ชั่วโมงถึง 1 วัน นำสาหร่ายเข้าเครื่องบดตัดให้มีขนาดเล็กแล้วนำไปย่อยสลายในโซเดียมคาร์บอเนต 40-50 ปอนด์ต่อสาหร่าย 1 ตัน ที่ค่าความเป็นกรด-เบสประมาณ 10 เป็นเวลา 30 นาทีถึง 1 วัน บดของผสมที่ย่อยสลายแล้วให้ละเอียดพอผ่านตะแกรงขนาด 30 ช่องต่อตารางมิลลิเมตร แล้วเติมน้ำอ่อนลงไป 6 เท่าโดยปริมาตร จนได้สารละลายข้นเหนียวของโซเดียมอัลจิเนตพอเหมาะที่จะกรองผ่านเครื่องกรองใช้ความดันหรือจะทิ้งให้ของแข็งตกตะกอนจนได้สารละลายส่วนใส เติมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ10 ลงไปพร้อมกับกวนตลอดเวลา จะได้ตะกอนของแคลเซียมอัลจิเนต กรองเอาตะกอนนี้ออกแล้วเติมน้ำลงไป การฟอกสีอาจทำได้ในขั้นตอนนี้ โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮเปอร์คลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 1 เติมลงไปให้เข้ากัน จากนั้นแยกน้ำออก เปลี่ยนแคลเซียมอัลจิเนตให้เป็นกรดอัลจินิกด้วยการเติมกรดกำมะถันหรือกรดเกลือ ปรับค่าความเป็นกรด-เบสให้ได้ 1.9 กรองตะกอนของกรดอัลจินิกที่เกิดขึ้นล้างกรดให้หมดแล้วอบให้แห้งหรือทำให้อยู่ในลักษณะของโซเดียมอัลจิเนตโดยการเติมโซเดียมคาร์บอเนตลงไปในกรด กรดอัลจิเนตและโซเดียมอัลจิเนตที่ได้ทำให้แห้งแล้วบดให้ละเอียด ข้อดีของวิธีนี้คือ แคลเซียมอัลจิเนตสามารถตกตะกอนออกมาในลักษณะเป็นเส้นและสามารถทำให้อยู่ในรูปของกรดอัลจินิกในลักษณะเป็นเส้นได้เช่นเดียวกัน ทำให้แยกของเหลวออกได้ง่าย และแคลเซียมอัลจิเนตที่ยังคงเหลืออยู่ในโซเดียมอัลจิเนตจะมีผลต่อความหนืดของผลิตภัณฑ์ (วันชัย, 2531)

67272

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 กระบวนการสกัดอัลจิเนต

ที่มา : http://www.lsbu.ac.uk/water/hyalg.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดของสารละลายอัลจิเนตได้แก่

2.2.4.1 น้ำหนักโมเลกุล

ที่ระดับความเข้มข้นเท่ากัน ถ้ามีน้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้น ความหนืดของสารละลายจะเพิ่มขึ้น และถ้าโมเลกุลของอัลจิเนตมีความยาว สารละลายอัลจิเนตก็จะมีความหนืดสูงด้วย (Pronova Biopolymer, 1996) ดังตารางแสดงที่ 2

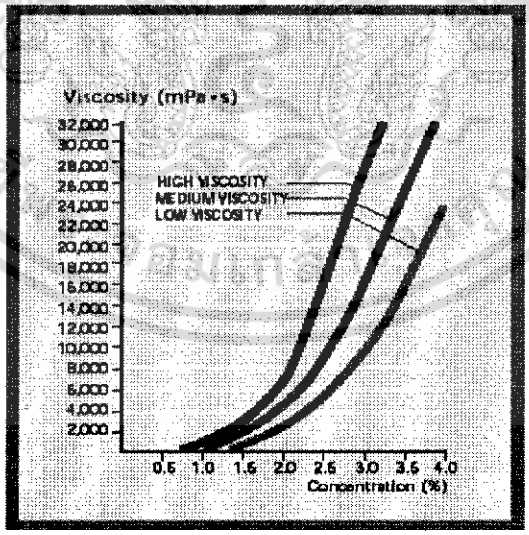
ตารางที่ 2 สมบัติเฉพาะของโซเดียมแอลจิเนตจากบริษัท Sigma ที่สกัดจากสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล *Macrocystis pyrifera*

ตัวอย่าง	M/G ratio	น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ย
โซเดียมแอลจิเนตความหนืดต่ำ	1056	$1.2\text{-}8.0 \times 10^4$
โซเดียมแอลจิเนตความหนืดปานกลาง	1.56	$0.8\text{-}1.2 \times 10^5$
โซเดียมแอลจิเนตความหนืดสูง	1.56	$1.2\text{-}1.9 \times 10^5$

ที่มา : Sigma Chemical Co. (1998)

2.2.4.2 ความเข้มข้น

การเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายอัลจิเนต จะทำให้สารละลายมีความหนืดเพิ่มขึ้น (Pronova Biopolymer, 1996)



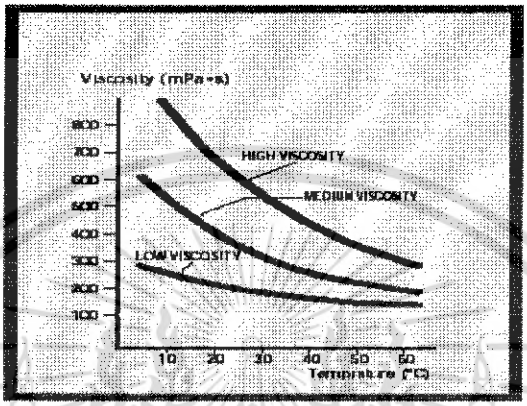
รูปที่ 14 ผลต่อความเข้มข้น

ที่มา : http://www.fmcbiopolymer.com/Biopolymer/V2/PopProd/0,1421,Sel%253DFu...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.3 อุณหภูมิ

ความหนืดของสารละลายอัลจิเนตจะลดลงประมาณร้อยละ 2.5 ต่ออุณหภูมิที่เพิ่ม 1 องศาเซลเซียส (Pronova Biopolymer, 1996) ถ้าเก็บสารละลายอัลจิเนตไว้ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลาหลายชั่วโมง อาจเกิด depolymerization ทำให้สูญเสียความหนืดอย่างถาวร สารละลายอัลจิเนตสามารถแช่แข็งและละลายโดยไม่เปลี่ยนแปลงความหนืด



รูปที่ 15 ผลต่ออุณหภูมิ

ที่มา : http://www.fmcbiopolymer.com/Biopolymer/V2/PopProd/0,1421,Sel%253DFu...

2.2.4.4 ความเป็นกรดเบส

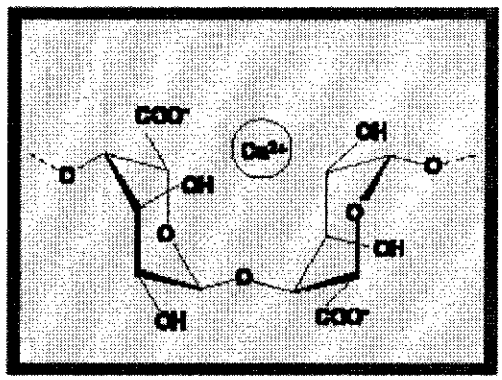
ในช่วงความเป็นกรด-เบส 5-11 จะไม่มีผลต่อความหนืด ที่ความเป็นกรด-เบส 5 หมู่คาร์บอกซี COO- อิสระในสายโพลิเมอร์ลดลงและจะเริ่มรับโปรตอน (H)+ กลายเป็น --COOH ดังนั้นแรงผลักที่เกิดระหว่างสายโพลิเมอร์จะเข้ามาใกล้กันสร้างพันธะไฮโดรเจน ทำให้ความหนืดสูงขึ้น ถ้าค่าความเป็นกรด-เบสเท่ากับ 3-4 จะเกิดเจล แต่ถ้ามีแคลเซียมอยู่ด้วยจะเกิดเจลที่ความเป็นกรด-เบสเท่ากับ 5 แต่ถ้าความเป็นกรด-เบส ลดลงอย่างรวดเร็วจาก 6 เป็น 2 จะเกิดตะกอนของกรดอัลจินิก ที่ความกรด-เบสเท่ากับ 11 จะเกิด depolymerizatobuteneion อย่างช้าๆของอัลจิเนต

2.2.4.5 ปริมาณของแคลเซียมอิออน

ถ้ามีอยู่น้อยจะช่วยเพิ่มความหนืด แต่ถ้ามีมากเกินไปจะเกิดเจล สารละลายอัลจิเนตที่มีแคลเซียมปนอยู่ เมื่อมีการกวนความหนืดของสารละลายลดลงมากกว่าสารละลายโซเดียมอัลจิเนตที่ไม่มีแคลเซียมปนอยู่ เมื่อปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้น ความหนืดของสารละลายอัลจิเนตจะเพิ่มขึ้นตาม เปลี่ยนคุณสมบัติของสารละลายจาก pseudoplastic เป็น thixotropic (วันชัย, 2531; McHugh, 1987; Wedlock and Fasihuddin, 1990)

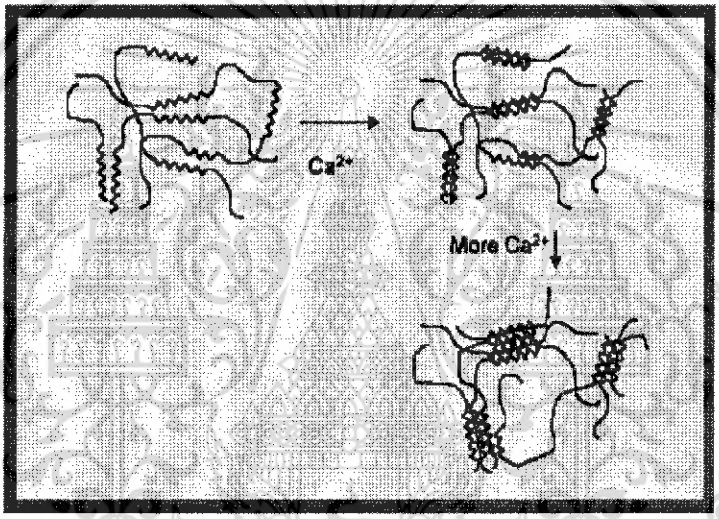
นอกจากนี้สภาวะที่ใช้ขณะทำการวัดค่าความหนืดยังมีความสัมพันธ์ต่อค่าความหนืด (Wedlock and Fasihuddin, 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16 ผลต่อแคลเซียมอิออน

ที่มา : http://www.fmcbiopolymer.com/Biopolymer/V2/PopProd/0,1421,Sel%253DGe...



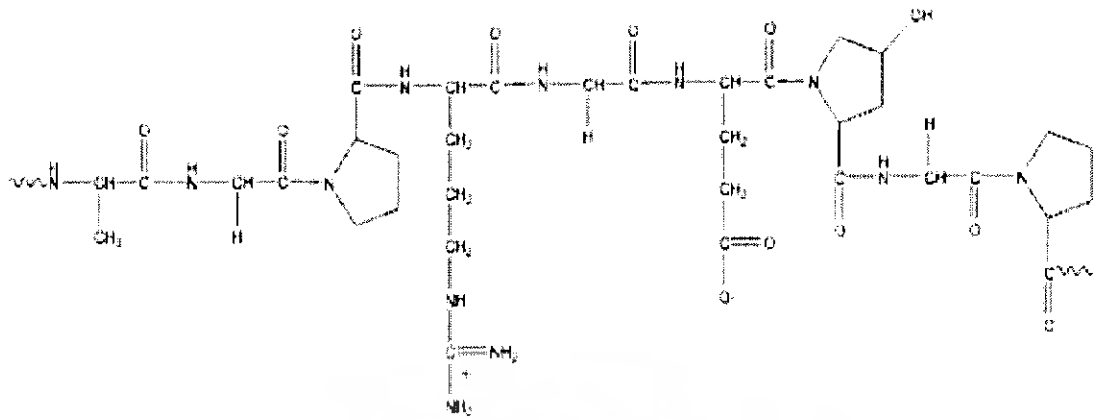
รูปที่ 17 ผลต่อแคลเซียมอิออน

ที่มา : http://www.fmcbiopolymer.com/Biopolymer/V2/PopProd/0,1421,Sel%253DGe...

2.3 เจลาติน (Gelatin)

เจลาติน เป็นสารประเภทโปรตีน ผลิตจากผลพลอยได้ที่มีราคาถูกจากสัตว์ วัตถุดิบที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตมากที่สุด คือ หนังสัตว์ กระดูกสัตว์ โดยเฉพาะกระดูกโค ส่วนหนังปลาพบว่าจะมีการนำมาผลิตเป็นเจลาตินได้เช่นเดียวกัน คาดว่าปริมาณการใช้เจลาตินมีแนวโน้มในการใช้มากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะการใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร รองลงมาใช้ในอุตสาหกรรมยา นอกจากนี้ยังใช้ในผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ไม่ได้ใช้เพื่อการบริโภค เช่น อุตสาหกรรมถ่ายภาพ เป็นต้น (Ockeman, 1988) ซึ่งถ้ามีการพัฒนาการนำเอาเศษเหลือจากโรงงานมาใช้ในการผลิตก็จะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษวัสดุเหลือจากโรงงานอีกทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 18 โครงสร้างของเจลาติน

ที่มา : http://www.lsbu.ac.uk/water/hygel.html

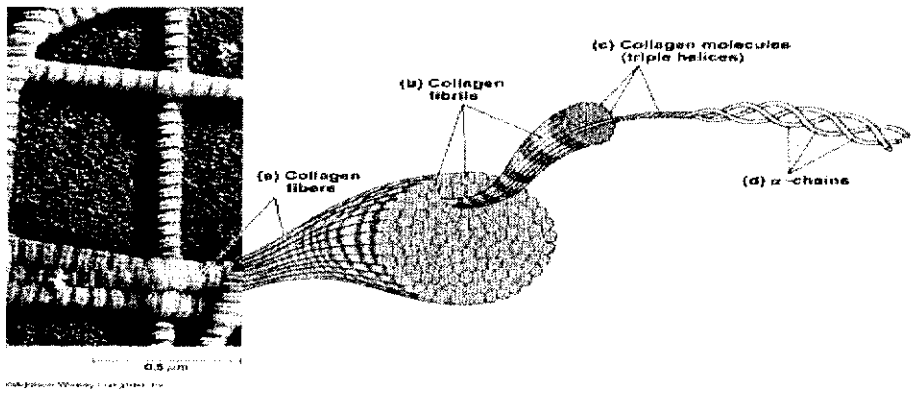
2.3.1 คอลลาเจน

เจลาตินผลิตได้จากแหล่งสารประกอบที่สำคัญคือ คอลลาเจน ซึ่งคอลลาเจนนี่นมาจากภาษากรีก หมายถึง สิ่งที่ให้ผลผลิตเป็นเจลาติน หรือกาว คอลลาเจนจัดเป็นพวกโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble protein) โดยไม่ละลายในน้ำเย็น กรดอ่อน ด่างอ่อน แต่สามารถละลายได้ในน้ำร้อน (Moulton, 1948) และจัดอยู่ในโปรตีนประเภทโครงสร้าง (structure protein) พบได้ทั่วไปในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ต่างๆ เช่น หนัง กระดูก เอ็น เขาสัตว์ เป็นต้น โดยคอลลาเจนทำหน้าที่สร้างความแข็งแกร่ง และยึดเหนียวส่วนต่างๆ เหล่านั้นไว้ (Devenyi, 1974) คอลลาเจนมีอยู่ประมาณร้อยละ 30 ของส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ทั้งหมดในสัตว์ หรือประมาณร้อยละ 60 ของส่วนที่เป็นโปรตีนทั้งหมด คอลลาเจนมีน้ำตาลกาแลคโตสปนอยู่ด้วยปริมาณเล็กน้อยและมีสีขาวเนื่องจากมีกรดอะมิโนไฮดรอกซีโปรลีนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย (เยาวลักษณ์, 2536) คอลลาเจนพองตัวได้ดีในน้ำที่เป็นกรดหรือด่างเมื่อได้รับความร้อน คอลลาเจนจะหดตัวเหลือความยาวเพียง 1 ใน 3 เท่านั้น เมื่อโมเลกุลคอลลาเจนแยกออกจากกันละลายอยู่ในน้ำสิ่งที่ได้คือ เจลาติน ซึ่งจะเกิดเจลเมื่ออุณหภูมิลดลง (ณรงค์, 2538)

2.3.2 โครงสร้างของคอลลาเจน

ในหนังปลาพบคอลลาเจนได้ในชั้น dermis ซึ่งเป็นชั้นของหนังปลาที่อยู่ถัดจากชั้น epidermis ลงมา ซึ่งชั้น dermis นี้สามารถที่จะแยกได้เป็น 2 ชั้น ชั้นบนเรียกว่า stratum spongiosum ชั้นนี้ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิด collagenous fibers ที่เรียงตัวกันอย่างหลวมๆ (loose หรือ aerolar connective tissue) ถัดจากชั้น stratum spongiosum เป็นชั้น stratum compactum ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน collagenous fibers ที่เรียงตัวกันแน่น (dens connective tissue) ในชั้นนี้คอลลาเจนจะมีการเรียงตัวในแนวตั้งแทรกเป็นระยะๆ (ชะลอ, 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 19 โครงสร้างของคอลลาเจน

ที่มา : http://pbm.ct.utwente.nl/dopdrachten/yang.htm

ในหนังปลาโดยทั่วไปพบว่า คอลลาเจนจะมีปริมาณของ imino acid (โปรลีน และไฮดรอกซีโปรลีน) ในปริมาณที่ต่ำและมีการทดแทนโดยที่มีปริมาณของ hydroxyl amino acid ชนิดอื่นๆ อยู่ในปริมาณที่สูง เช่น เซอรีน (serine) และธรีโอนีน (threonine) จากการที่มีปริมาณของ imino acid ในปริมาณที่ต่ำ จึงทำให้น่าพิจารณาว่า อุณหภูมิที่ทำให้คอลลาเจนเกิดการคลายตัวออกน่าจะต่ำด้วย (Ward and Courts, 1977) ได้มีการศึกษาถึงการผลิตเจลาตินที่ได้จากคอลลาเจนจากหลายแหล่งต่างๆกัน พบว่า เจลาตินที่ผลิตได้จากคอลลาเจนที่เกี่ยวกับปริมาณของโปรลีน และไฮดรอกซีโปรลีน ยิ่งคอลลาเจนที่นำมาทำการผลิตเจลาตินมีปริมาณของ imino acid สูง ก็จะทำให้เจลาตินที่ได้มีความแข็งแรงของเจลสูงด้วย สาเหตุที่เจลาตินที่ได้จากหนังปลาที่มีความแข็งแรงของเจลต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับเจลาตินที่ได้จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพราะ คอลลาเจนจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีปริมาณ immino acid สูงกว่าจะให้เจลาตินที่แข็งแรงกว่า (Harris, 1990)

รูปที่ 20 คอลลาเจน

ที่มา : http://www.wellesley.edu/Chemistry/chem227/structproteins/stretprt.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การผลิตเจลาติน

ในการผลิตเจลาตินนั้น มีจุดประสงค์ที่ต้องการควบคุมการย่อยสลาย (Hydrolysis) ของคอลลาเจนซึ่งอยู่ในรูปที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ เพื่อให้ได้ผลิตผลที่สามารถละลายน้ำได้พร้อมกับมีคุณสมบัติทั้งกายภาพและทางเคมีที่ต้องการ เช่น ความแข็งแรงของเจล (gel strength) ความหนืด เป็นต้น (Ockerman, 1988) โดยกระบวนการผลิตเจลาตินจะประกอบด้วยขั้นตอนใหญ่ๆ คือ

การเตรียมวัตถุดิบ

โดยทั่วไปการเตรียมวัตถุดิบจะมีอยู่ 2 วิธี คือ

1. Alkaline Process เป็นการเตรียมวัตถุดิบโดยการแช่วัตถุดิบในสารละลายด่าง สารละลายด่างที่นิยมใช้คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ตัวอย่างที่มักจะเตรียมโดยวิธีนี้คือ หนังและกระดูกโค กระบือ เจลาตินที่ได้จะเรียกว่า เจลาตินชนิดบี (gelatin type-B)

2. Acid Process เป็นการเตรียมวัตถุดิบโดยการแช่วัตถุดิบในสารละลายกรด สารละลายกรดที่ใช้ส่วนมากได้แก่ กรดไฮโดรคลอริก (HCl) กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) และกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) ตัวอย่างที่มักจะเตรียมวัตถุดิบโดยวิธีนี้คือ หนังสุกร เจลาตินที่ได้จะเรียกว่า เจลาตินชนิดเอ (gelatin type-A)

จุดประสงค์ในขั้นการเตรียมวัตถุดิบก็เพื่อ ที่จะเปลี่ยนคอลลาเจนให้อยู่ในรูปที่เหมาะต่อการสกัด โดยจะทำให้คอลลาเจนที่มีอยู่ในวัตถุดิบเกิดการพองตัว ซึ่งลักษณะการพองตัวเป็นลักษณะที่สำคัญในขั้นตอนนี้ การพองตัวจะมีอยู่ 2 รูปแบบคือ osmotic และ lyotropic การพองตัวเนื่องจากกรดหรือด่างจะเป็นแบบ osmotic ส่วนการพองตัวเนื่องจากน้ำเป็นแบบ lyotropic การพองตัวแสดงให้เห็นว่า โครงสร้างของคอลลาเจนที่มีลักษณะเป็นเส้นใยถูกทำให้แยกออกจากกันบางส่วนเป็นการไปทำลายแรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals force) มีผลทำให้คอลลาเจนสามารถเปลี่ยนไปเป็นเจลาตินได้ง่ายขึ้น การแช่ด่างจะทำให้คอลลาเจนเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางเคมี คือ เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส โดยที่จะไม่ทำให้คอลลาเจนเกิดการละลายแต่ด่างจะทำให้พวกที่ไม่ใช่คอลลาเจน (non-collagen) เช่น keratin, globulin, elastin และ mucins เป็นต้น สามารถละลายและตกตะกอนในระหว่างการผลิตได้ การที่สารเหล่านี้จะเกิดการละลายได้มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับลักษณะของวัตถุดิบด้วย ถ้าวัตถุดิบที่นำมาใช้มีคุณภาพดี ก็จะทำให้สารต่างๆ สามารถละลายได้ดี แต่ถ้าใช้วัตถุดิบคุณภาพไม่ดี สารเหล่านี้อาจมีการละลายได้บางส่วนซึ่งจะทำให้เพิ่มสี ความขุ่น และกลิ่นให้กับผลิตภัณฑ์สุดท้าย นอกจากนี้สารละลายด่างจะทำให้ไขมันบางอย่างเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์มีขั้ว ซึ่งสามารถถูกกำจัดออกได้โดยการล้างน้ำ (Ockerman, 1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติจองเจลาติน Type A และ Type B

Attribute	Type A	Type B
Moisture	8-12%	8-12%
PH	3.8-5.5	5.0-7.5
Isoelectric point	7.0-9.0	4.7-5.1
Gel strength	50-300 bloom	50-275 bloom
Viscosity	2.0-7.0 cP	2.0-7.5 cP
Ash	0.3%	0.5-2.0%

ที่มา : Glicksman (1969)

2.3.4 สมบัติของเจลาติน

เจลาตินมีสมบัติโดยทั่วไปดังนี้คือ เป็นของแข็งลักษณะโปร่งใส ไม่มีกลิ่น ไม่มีรสธรรมชาติ มีความหนาแน่น 1.3-1.4 กิโลกรัมต่อลิตร เจลาตินไม่ละลายน้ำเย็นแต่จะดูดน้ำและเกิดการพองตัว เมื่อนำมาทำให้ร้อนจะละลาย นอกจากนี้ยังสามารถละลายได้ในพวก polyhydric alcohol เช่น glycerol หรือ propylene glycol แต่ไม่สามารถละลายในสารละลายอินทรีย์ เช่น benzene ether acetone carbon tetrachloride เจลาตินมีคุณสมบัติเป็น amphoteric คือเป็นทั้งกรดและด่าง ขึ้นอยู่กับพีเอชของน้ำที่ใช้ในการทำละลาย สมบัติที่สำคัญที่สุดของเจลาตินในการทำหน้าที่เป็นสารพวก hydrocolloid เจลาตินที่ให้ค่าความแข็งแรงของเจลสูงมักจะทำให้ค่าความหนืดสูง ซึ่งจะทำให้เจลาตินสามารถฟอร์มตัวเป็นเจลได้เร็ว เจลาตินที่มีค่าความหนืดต่ำจะละลายได้เร็ว ดังนั้นในการแบ่งระดับเจลาตินมักจะใช้คุณสมบัติที่สำคัญสองอย่างดังกล่าว แต่เจลาตินที่มีระดับชั้นคุณภาพแตกต่างกันก็สามารถที่จะผสมรวมกันได้ เพื่อให้ได้เจลาตินที่มีคุณสมบัติตามต้องการเจลาตินในทางการค้าจะมีปริมาณของโปรตีนบริสุทธิ์ในปริมาณสูงมีองค์ประกอบโดยประมาณดังนี้ คาร์บอนร้อยละ 50.5 ไฮโดรเจนร้อยละ 6.8 ไนโตรเจนร้อยละ 17 ออกซิเจนร้อยละ 25.2 (Ockerman, 1988)

นอกจากนี้เจลาตินยังมีสมบัติอื่นๆ อีกดังนี้ การ hydration โดยการที่จะเปลี่ยนเจลาตินที่อยู่จากสภาพที่เป็นของแข็งที่มีความกรอบ ให้มีลักษณะอ่อนนุ่ม ยืดหยุ่น เกิดขึ้นเนื่องจากการที่โมเลกุลของเจลาตินสามารถจับกับพันธะของน้ำได้ด้วยพันธะไฮโดรเจน เมื่อจับกับโมเลกุลของน้ำแล้ว เจลาตินจะเกิดการพองตัว (swell) อย่างเห็นได้ชัด การพองตัวของเจลาตินเป็นผลมาจากการดูดซึมน้ำซึ่งมีอิทธิพลจากค่าความเป็น กรด-เบส และเกลือ โดยเจลาตินส่วนใหญ่กรด-เบสที่เหมาะสมในการ hydration อยู่ระหว่าง 3.2-3.5 (Magaret, 1997) และนอกจากนี้เจลาตินยังมีคุณสมบัติอีกอย่างหนึ่งคือ Enzymatic hydrolysis โดยทั่วๆไปแล้วเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนได้จะสามารถตัดสายโมเลกุลของเจลาตินได้ ทำให้กลายเป็นสายโมเลกุลสั้นๆ การเปลี่ยนแปลงความยาวของสายโมเลกุลจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อให้เกิดการสูญเสียการเกิดเจลของเจลาติน ตัวอย่างของเอนไซม์ที่สามารถตัดสายโมเลกุลของเจลาตินได้ เช่น ปาเปนจากมะละกอ โบรมิเลนจากสับปะรด ficin จากผล figs เป็นต้น แต่เอนไซม์เหล่านี้เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการเสียสภาพของเอนไซม์ (Margaret, 1997)

ลักษณะความหนืดของสารละลาย ความหนืดของสารละลายเจลาตินจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นเจลาตินเพิ่มขึ้น หรือเมื่ออุณหภูมิลดลงซึ่งจะทำให้เนื้อสัมผัสของเจลแข็งขึ้นสามารถเคี้ยวได้มากขึ้น ทั้งนี้ขึ้นกับน้ำหนักโมเลกุลของเจลาติน แต่แรงตึงผิวจะต่ำที่สุดที่จุดไอโซอิเล็กทริก ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อกระบวนการผลิตมากเมื่อเทียบกับไฮโดรคอลลอยด์ชนิดอื่น เพราะสามารถนำไปขึ้นรูปได้สะดวกขึ้น ผลิตภัณฑ์จะไม่มีหาง (Tail) ติด และทำได้เร็ว

การเป็นแอมโฟเทอริก (Amphoteric) ของเจลาติน มีผลต่อความใสของเจลและการที่เจลาตินจะรวมตัวได้กับส่วนผสมอื่น กล่าวคือเจลาตินมีประจุบวก จึงรวมกับโพลีแซกคาไรด์ที่มีประจุลบ (เช่นคาราจีแนน และวุ้น) ได้ ให้เจลาตินที่มีเนื้อสัมผัสต่างกันออกไปและที่จุดไอโซอิเล็กทริก เจลาติน จะมีความขุ่นมากที่สุด

สมบัติในการเป็น Surface active agent เนื่องจากเจลาตินประกอบด้วยกรดอะมิโนหลายชนิด มีทั้งชนิดชอบน้ำ และชนิดที่ไม่ชอบน้ำ ทำให้มันสามารถดูดซับสารอื่นได้ทั้งบริเวณระหว่างอากาศกับน้ำ และน้ำมันกับน้ำ ซึ่งเป็นสมบัติที่ทำให้เป็นสารเกิดฟองได้ รวมทั้งอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ที่มีเจลาตินอยู่มีความเสถียรค่อนข้างดี

2.3.5 คุณค่าทางอาหารของเจลาติน

ในแง่คุณค่าทางอาหาร เจลาตินถือเป็น incomplete protein เนื่องจากในส่วนประกอบของเจลาตินจะขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นตัวหนึ่งคือ ทริปโตเฟน (tryptophan) แต่เจลาตินจะมีปริมาณของไลซีน (lysine) และเมไธโอนีน (methionine) อยู่ในปริมาณสูง ซึ่งพวกธัญพืชทั้งหลายจะขาดกรดอะมิโนสองตัวนี้ การรับประทานอาหารที่มีเจลาตินเป็นส่วนประกอบร่วมกับโปรตีนชนิดอื่นจะช่วยเพิ่มค่า biological value ให้สูงขึ้น (Brody, 1965) และพบว่าการรับประทานอาหารที่มีเจลาตินเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วยในปริมาณเพียงเล็กน้อยคือ 15 กรัม ในอาหารแต่ละวันสามารถใช้เป็นอาหารเสริมโปรตีนได้ดี และเมื่อนำเจลาตินมาผสมกับ beef protein จะทำให้มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 84 เป็นร้อยละ 90 (Moulth, 1984) นอกจากนี้เมื่อนำเจลาตินไปผสมกับส่วนอื่นๆ เช่น น้ำตาล กลายเป็น gelatin dessert จะทำให้ได้อาหารลดความอ้วนที่ดี เนื่องจากเมื่อรับประทานเจลาตินเข้าไป ร่างกายต้องใช้พลังงานในการย่อยมากว่าพลังงานที่ได้รับ โดยเจลาตินจะใช้พลังงาน 3.5 kcal/g. และในบางครั้งจะมีการใช้เจลาตินเป็นยารักษาโรค เช่น โรคเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร แผลเป็นหนอง กล้ามเนื้อไม่ทำงานตามคำสั่ง (Ockerman,1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 การเกิดเจล

ในการนำเจลาตินมาใช้ประโยชน์นั้น คุณสมบัติที่สำคัญมากในการทำหน้าที่ของเจลาติน คือ คุณสมบัติในการเกิดเจล คำว่า "เจล" มาจากภาษาละติน gelare แปลว่าแช่แข็ง ซึ่งหมายถึง การทำให้สารละลายหรือโซลแข็งตัว เนื่องจากสารละลายหรือโซลหลายชนิดสามรถเปลี่ยนเป็นเจลได้เมื่อมีอุณหภูมิ ความเข้มข้น และสภาพแวดล้อมอื่นๆเหมาะสม สารละลายหรือโซลเป็นของเหลวที่มีโมเลกุลหรืออนุภาคเล็กๆ กระจายตัวอยู่ในตัวทำละลาย (น้ำ) สามารถเปลี่ยนรูปได้ตามภาชนะบรรจุ ส่วนเจลโดยปกติจะไม่เปลี่ยนรูปได้ง่าย เนื่องจากมีลักษณะกึ่งแข็งเป็นวุ้น การที่จะพิจารณาว่าเป็นของเหลวหรือเจลนั้น มีหลักเกณฑ์อยู่สองประการคือ ประการแรก เจลจะต้องมีส่วนผสมอย่างน้อย 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเป็นของเหลว อีกส่วนเป็นของแข็ง ประการที่สอง เจลจะต้องมีคุณสมบัติเป็นของแข็ง เจลาตินแห้งจะมีคุณสมบัติในการดูดตัวทำลายได้ดี แล้วจะเกิดการพองตัวและเปลี่ยนเป็นเจลได้ ซึ่งลักษณะนี้จะเรียกว่า "ซีโรเจล" (zerogel)(Kruyt, 1969)

ชนิดของเจล

เจลมี 2 ชนิดคือ ชนิดที่เป็นตะกอนเบา (Gelatinous precipitates) และชนิดที่เป็นเจลลี่ (Jelly) เจลแบบตะกอนเบาเกิดจากสารอนินทรีย์ เมื่อความเข้มข้นของสารละลายสูงขึ้นจะเกิดเจลแบบเร็วขึ้น และนำให้น้ำแยกตัวออกมาอย่างไรก็ตามอาจทำให้เกิดเป็นเจลลี่ได้ถ้าความอิ่มตัวยิ่งยวดสูงมากพอ และมีการควบคุมอัตราการตกตะกอนให้ช้าลง ตัวอย่างสารที่เกิดเจลแบบนี้ได้แก่ โครมิกออกไซด์ ซิลิกา และแมงกานีสอาซีเตด เป็นต้น เจลลี่ที่ได้จะมีตัวละลายและตัวทำละลายอยู่ทั่วไปทั้งระบบ โดยแต่ละองค์ประกอบมีการเชื่อมต่อกันในสามทิศทางอย่างไม่ขาดตอน เมื่อนำไปทำแห้งความยืดหยุ่นตัวยังคงมีอยู่ในหลายโอกาสเมื่อเรียกว่า "เจล" จะหมายถึง เจลลี่ เจลาตินจะจัดอยู่ในประเภทที่สองนี้

2.3.7 การนำเจลาตินไปใช้ประโยชน์

เจลาตินที่ผลิตได้จากกระดูกสัตว์จะมีความแตกต่างจากเจลาตินที่ผลิตได้จากหนังสัตว์ จึงมีการนำเจลาตินที่ผลิตได้มาใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน โดยการใช้ประโยชน์จากเจลาตินมีดังต่อไปนี้

2.3.7.1 การใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

ปริมาณของเจลาตินที่ใช้ใส่อาหาร มักใช้ในปริมาณเล็กน้อย โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของอาหาร เช่นใน gelatin dessert จะใช้เจลาตินประมาณ 1.5-2% ซึ่งเจลาตินนี้จะมีการใช้ร่วมกับผสมอื่นๆ หรือพวกที่สารให้ความหวานพลังงานต่ำ กรดชนิดต่างๆ เช่น citric acid tartaric acid นอกจากนี้ก็อาจมีสารพวกให้สี หรือสารให้กลิ่นรสเข้าเพิ่มไปอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วย ในไอศกรีมใช้เจลาตินประมาณ 0.3-0.5% เจลาตินทำหน้าที่เป็นสารให้ความคงตัว (stabilizer) ช่วยป้องกันการเกิดผลึกของน้ำแข็งและน้ำตาลในระหว่างการเก็บรักษา ในผลิตภัณฑ์เนื้อกระป๋อง เจลาตินทำหน้าที่จับกับน้ำและของเหลวเพื่อทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่แน่นคงทน ในแฮมเจลาตินทำหน้าที่เชื่อมเนื้อเข้าด้วยกันในผลิตภัณฑ์พวกเบียร์ ไวน์ น้ำผลไม้ น้ำส้ม เจลาตินจะไม่ได้ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสแต่ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ใสโดยเจลาตินไปทำปฏิกิริยากับพวก tannin pectin และสารอื่นๆ ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการขุ่น (Ockerman, 1988)

2.3.7.2 การใช้ในอุตสาหกรรมถ่ายภาพ

ในอุตสาหกรรมถ่านภาพจะใช้เจลาตินในการทำ baryta-coated paper และใช้ในการเคลือบฟิล์ม เนื่องจากจะมีพวกที่ไวต่อแสงคือ silver reagent รวมอยู่ด้วย เจลาตินใช้เป็นตัวควบคุมขนาดของ silver halide ที่ได้รับ (International trade center UNCTAD/GATT, 1984)

2.3.7.3 การใช้ในอุตสาหกรรมยา

ในอุตสาหกรรมการผลิตยา เจลาตินใช้ในการผลิตยาแคปซูล โดยจะใช้ในการบรรจุยาที่มีลักษณะเป็นผง เพื่อทำหน้าที่ป้องกันการแตกหักของยาเม็ด นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็น moisturing agent ทำให้เกิดความรู้สึกที่ลื่นในเวลารับประทาน และยังทำหน้าที่เป็นตัว binder และ disintegrator ช่วยในการดูดความชื้น ทำให้ตัวยาเกิดการพองตัวและแตกออกได้

2.3.7.4 การใช้ในการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

ในห้องปฏิบัติการ จะมีการใช้เจลาตินทำเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

2.4 แครอท

แครอท :Carrot: *Daucus carota L.var.sativa* (Hoffm.)Thell. อยู่ใน family: *Apiaceae* (Umbelliferae) ซึ่งมีพืชผักอื่น ๆ ที่อยู่ในวงศ์นี้เช่น *cerely, celeriac, parsnip* และ *parsley* ในตระกูลนี้มีจำนวน 60 species.

มีถิ่นกำเนิดอยู่แถบเอเชียกลางจนถึงทางตะวันออก จากนั้นจะเผยแพร่เข้าไปในยุโรป และประเทศจีน แครอทที่ปลูกในระยะแรก ๆ จะมีหัวสีแดง ปัจจุบันนิยมหัวสีเหลือง-ส้ม พันธุ์ป่าที่เจริญอยู่ทั่วไปในอาฟกานิสถาน อาจจะมีสีหัวสีม่วง สีขาว หรือเหลืองขึ้นอยู่กับความนิยมของตลาดในแต่ละท้องถิ่น ในศตวรรษที่16 ได้เริ่มทำการปรับปรุงพันธุ์ โดยคัดเลือกสี ขนาดและลักษณะของหัว ในระยะแรกแครอทถูกนำมาใช้เป็นพืชสมุนไพร เริ่มนำมาประกอบอาหารในศตวรรษที่ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Beta carotene ในแครอทจะเปลี่ยนเป็นวิตามิน เอ ทำให้แครอทมีวิตามิน เอสูง (11,000 IU) มีวิตามิน B1, B2 วิตามิน C ส่วนของเปลือกที่แก่ จะมีแคโรทีนสูง โดยจะเพิ่มปริมาณตามอายุของพืช วิตามิเอ ทำให้ร่างกายมีความต้านทานต่อไข้หวัด (นิพนธ์, 2002)

ตารางที่ 4 คุณค่าทางโภชนาการ จากส่วนที่เป็นอาหารได้ 100 กรัม

น้ำ	พลังงาน	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรท	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส	เหล็ก	โซเดียม	โปแตสเซียม
(%)	(cal)	(g)	(g)	(g)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)
88	42	1.1	0.2	9.7	37	36	0.7	47	341

วิตามิน เอ	ไทอะมิน	ไรโบฟลาวิน	ไนอะซิน	แอสคอร์บิค แอซิด
(IU)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)
11,000	0.06	0.05	0.6	8.0

ที่มา : Lorenz, A.O., and D.N. Maynard, 1980. " Composition of the edible portions of fresh, raw vegetables" Knott's Handbook for Vegetable Growers. 2nd. Edition, Wiley Interscience Publication. New York. pp 22-29.

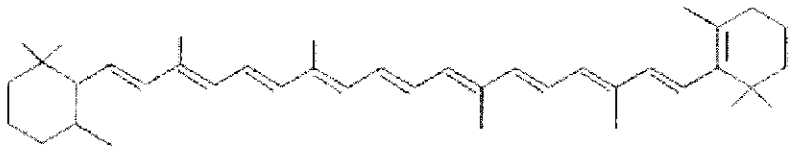
2.4.1 เบต้าแครอทีน (Beta Carotene)

แครอทีน ($C_{40}H_{56}$) มีผลึกของสารสีแดงไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ แครอทีนที่พบในธรรมชาติมี 3 ไอโซเมอร์ คือ แอลฟา - แครอทีน เบต้า - แครอทีน และ แกมมา - แครอทีน ซึ่งเบต้า - แครอทีน เป็นชนิดที่พบมากที่สุด คือ ประมาณ 85 % ของทั้งหมดเมื่อ รับประทานเข้าสู่ร่างกายแล้ว เบต้า - แครอทีน จะแตกตัวให้วิตามินเอที่ตับช่วยป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระในร่างกาย ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็งได้

สารตั้งต้นของวิตามินเอ ทำหน้าที่ต่อต้านอนุมูลอิสระและปกป้องเนื้อเยื่อเซลล์จากอนุมูลอิสระไลพิดเพอร์ออกไซด์ (Lipid Peroxidation) พบมากในผักใบเขียว แครอท มันฝรั่งหวาน แคนตาลูป เนื้อสัตว์ เนย และเนยแข็ง และถูกดูดซึมสู่ร่างกายได้ดีเมื่อรับประทานร่วมกับอาหารที่มีไขมัน

ในการทดลองกับสัตว์พบว่า เบต้าแครอทีน สามารถยับยั้งมะเร็งผิวหนังที่เกิดจากแสงแดด แต่ประสิทธิภาพนี้ยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ในคน เราสามารถรับประทานเบต้าแครอทีนได้ถึงวันละ 180 มิลลิกรัม โดยไม่เป็นอันตราย แต่หากรับประทานมากกว่า 30 มิลลิกรัม ติดต่อกันเป็นเวลานานอาจทำให้ผิวเป็นสีเหลืองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 21 trans – Betacarotene (เกิดจากการสังเคราะห์)

ที่มา : www.udomsuksa.ac.th/.../ chemistry/chem0_4.html

รูปที่ 22 9 - CIS – Betacarotene (พบในธรรมชาติ)

ที่มา : www.udomsuksa.ac.th/.../ chemistry/chem0_4.html)

2.4.2 วิถีชีวสังเคราะห์สารกลุ่มแครอทีนอยด์ (Carotenoid biosynthesis pathway)

แครอทีนอยด์เป็นสารทุติยภูมิที่มีการสังเคราะห์ขึ้นทั้งในสัตว์ จุลินทรีย์ และพืช โดยเฉพาะในพืช พบว่ามีการสังเคราะห์สารกลุ่มแครอทีนอยด์ในเนื้อเยื่อทุกชนิดที่มีการสังเคราะห์แสง สามารถแบ่งสารกลุ่มแครอทีนอยด์ได้ตามโครงสร้างไฮโดรคาร์บอนของแคโรทีน เช่น ไลโคพีน แอลฟ่าและเบต้าแครอทีน แซนโทฟิลล์ (lutein) เป็นต้น (Bramley, P. M., 2002)

ในคนและสัตว์พบว่าสารกลุ่มแครอทีนอยด์นั้นเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วิตามินเอ หรือสารประกอบเรทีนอล โดยเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสารแครอทีน ซึ่งเป็นสารที่อยู่ในวิถีชีวสังเคราะห์แครอทีนอยด์ให้กลายเป็นวิตามินเอ ที่อยู่ในรูปเรตินอล ซึ่งร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยอาศัยการทำงานของเอมไซม์ไดออกซีจีเนส และเรตินีนรีดักเทส ประโยชน์ของสารกลุ่มแครอทีนอยด์ในสัตว์ เช่น ช่วยบำรุงรักษาเซลล์ชนิดเยื่อบุ (Epithelial cells) ช่วยในการมองเห็นในที่สลัว และมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการสร้างกระดูกและฟัน เป็นต้น (www.geocities.com/vitandmin/RETINOL.htm)

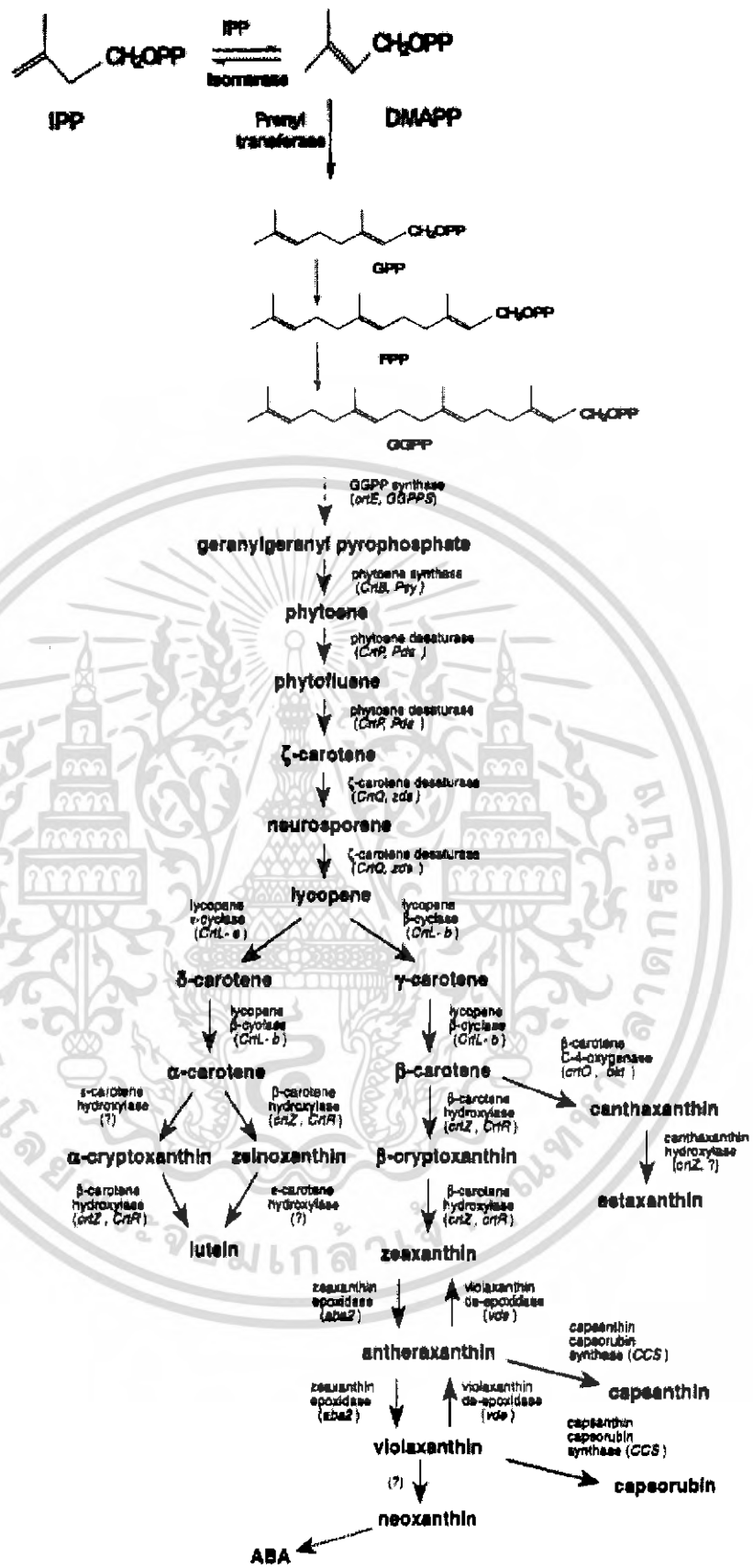
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในพืชนั้นสารกลุ่มแครอทีนอยด์จะพบได้ในผล ดอก และราก และยังพบว่าเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ฮอร์โมนแอบไซซิก เอซิด (ABA) ในพืช สารกลุ่มแครอทีนอยด์จะถูกสังเคราะห์ขึ้นภายในพลาสติด (plastid) ภายในเซลล์ (Wurtzel, E. T. et al., 2001)

ประโยชน์ของสารกลุ่มนี้ที่พบในพืช เช่น ช่วยในการล่อแมลง หรือดึงดูดแมลงเพื่อผสมเกสร ใช้เป็นอาหารเสริมในคนและสัตว์ ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและยา เป็นต้น (Bramley, P. M. 2002; Ronen, G. et al., 2000) และประโยชน์ของสารในกลุ่มนี้ที่พบทั้งในพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ คือ มีคุณสมบัติเป็นสารที่ต่อต้านสารอนุมูลอิสระภายในเซลล์ ซึ่งคล้ายคลึงกับคุณสมบัติที่พบในสารกลุ่มเฟลโวนอยด์ดังที่กล่าวมาข้างต้น (www.thainakarin.co.th; Pain, J. A. et al., 2005; Ronen, G. et al., 2000)

วิถีชีวสังเคราะห์สารกลุ่มแคโรทีนอยด์ในพืชจะเกี่ยวข้องกับวิถีชีวสังเคราะห์ 1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate (DOXP) โดยเริ่มจากการรวมตัวของ pyruvate และ glyceraldehyde-3-phosphate ภายในวิถีชีวสังเคราะห์ DOXP ได้เป็น isopentenyl diphosphate (IPP) และเกิดปฏิกิริยาการเกิดไอโซเมอร์โดยเอมไซม์ IPP isomerase ได้เป็น dimethylallyl diphosphate (DMAPP) จากนั้น DMAPP จะสังเคราะห์เป็น geranylgeranyl pyrophosphate (GGPP) โดยอาศัยเอมไซม์ GGPP synthase ต่อมาจะเกิดการรวมตัวของ GGPP 2 โมเลกุลได้เป็น phytoene โดยเอมไซม์ phytoene synthase (Psy) หลังจากนั้นถูกเปลี่ยนแปลงเป็น lycopene โดยเอมไซม์ phytoene desaturase (Pds) และ zelda-carotene desaturase (Zds) ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดสีแดงในพืช เช่น มะเขือเทศ จากนั้น lycopene จะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นสารต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น lutelin ซึ่งเป็นสารในกลุ่มแซนโทฟิลล์ zearanthin ที่เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ ABA แอลฟาและเบต้าแครอทีน (ดังรูปที่ 2) (Bartley, G. E. et al., 1999; Bramley, P. M., 2002; Hirschberg, J. et al., 1997; Lindgren, O., 2003; Wurtzel, E. T. et al., 2001) พบว่าเอมไซม์ซึ่งเป็นตัวควบคุมปฏิกิริยาของวิถีชีวสังเคราะห์สารกลุ่มแครอทีนอยด์ คือ เอมไซม์ Phytoene synthase (Paine, J. A. et al., 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 23 วิถีชีวสังเคราะห์สารกลุ่มแคโรทีนอยด์

ที่มา : www.udomsuksa.ac.th/.../ chemistry/chem0_4.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 กุนเชียง

กุนเชียงมีการบริโภคกันมานานแล้ว ตั้งแต่ปี ค.ศ. 420 เป็นต้นมา ในประเทศจีนเรียกกุนเชียงต่างๆ กัน ไปเช่น LuP Cheong หรือ La Zang โดยในแต่ละพื้นที่มีสูตรทำกุนเชียงแต่ต่างกันไป นอกจากประเทศจีนแล้วมีประเทศอื่นๆ ที่มีการบริโภคกุนเชียง ได้แก่ สิงคโปร์ มาเลเซีย และไทย เป็นต้น กุนเชียงที่ทำสืบทอดกันมานี้เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ชนิดอินเตอร์มีเดีย (Intermediate) สามารถเก็บได้โดยไม่ต้องแช่เย็น นอกจากนี้มีการทำกุนเชียงจากเนื้อแพะหรือเนื้อกวาง แล้วผสมกับส่วนผสมต่างๆ ได้แก่ หอม เกลือ ซอสถั่วเหลือง ขิง และพริกไทย

กุนเชียงของจีนทำจากเนื้อหมูบดหยาบและมันหมู ผสมกับน้ำตาล เกลือ ซอสถั่วเหลือง ไวน์จีน โพแทสเซียมไนเตรท และเครื่องเทศที่ให้รสเผ็ด เช่น ยี่หร่า (anise) อบเชย (cinnamon) กานพลู (clove) บางครั้งมีการเติมน้ำร้อยละ 25 กุนเชียงแห้งมีรอยย่น การบรรจุใช้ไส้หมูยาวประมาณ 15 เซนติเมตร และต้องมีการเจาะรูเล็กๆ ทั่วทั้งท่อนของกุนเชียงเพื่อให้อากาศและ น้ำระเหยออกในกระบวนการทำแห้ง ซึ่งใช้เวลา 1-2 วัน ที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส จากนั้นก็นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2-3 วันเพื่อให้ความชื้นสมดุลกุนเชียงที่ทำแบบนี้สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นาน 1-3 เดือน ถ้าหากกุนเชียงถูกเชื้อราทำลาย จะเกิดจุดสีแดง น้ำตาลและจุดด่างของไขมัน

การที่กุนเชียงมีความคงตัวต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากมีการลดค่าวอเตอร์แอคติวิตีมีการเติมเกลือ (ร้อยละ 2.8-5.0) น้ำตาล (ร้อยละ 1-10) และบรรจุในไส้ที่บาง (26-28 มิลลิเมตร) รวมถึงอบที่อุณหภูมิสูง (45-50 องศาเซลเซียส) และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (ร้อยละ 65-75) (Leistner, 1987) ศึกษาถึงความเป็น Intermediate Moisture Food ของกุนเชียงจากประเทศต่างๆ โดยเก็บตัวอย่างมา 24 ตัวอย่างและทดสอบพบว่า กุนเชียงมีค่าเฉลี่ยของวอเตอร์แอคติวิตีและความเป็นกรด-ด่าง 0.75 และ 5.9 ตามลำดับ นอกจากนี้มีผู้ศึกษาคุณลักษณะทางเคมีพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) โซเดียมไนเตรท ($NaNO_3$) และ โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) เท่ากับร้อยละ 4.5 30 และ 500 mg/kg ตามลำดับ ในด้านเชื้อจุลินทรีย์พบว่า ทั้ง 24 ตัวอย่างมักพบชนิดของแบคทีเรียที่คล้ายคลึงกัน โดยทั่วไปเป็น Micrococcaceae และ Lactic acid bacteria อยู่ในในช่วง 10^5-10^6 และ 10^4-10^5/g ตามลำดับ

Enterobacteriaceae และ Staphylococus มีเหมือนกันทุกๆ ตัวอย่าง ดังนั้นแม้กุนเชียงมีการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบ้างแต่ไม่เป็นอันตราย การเสื่อมเสียของจุลินทรีย์ที่พบโดยทั่วไปมักเสียเนื่องจากทำแห้งไม่เพียงพอ และมีสาเหตุเนื่องมาจากการเจริญเติบโตของแบคทีเรียนพวกแกรมโดยเฉพาะ Lactic acid bacteria นอกจากนี้เชื้อราสามารถเจริญได้บนผิวของกุนเชียง ถ้าหากมีการบรรจุแบบสูญญากาศ (Leistner, 1987)

Leister (1987) ได้มีการศึกษารวบรวมสภาวะด่าง ๆ ที่ทำให้กุนเชียงมีความคงตัวและปลอดภัยในการบริโภค คือจะต้องมีจำนวนแบคทีเรียพวกแกรมบวกน้อย และเป็นชนิดไม่รุนแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าวอเตอร์แอคเตอร์แอคติวิติของกุนเชียงต้องลดลงอย่างรวดเร็วคือ ภายใน 12 ชั่วโมงต้องมีค่าวอเตอร์แอคติวิตินอยกว่า 0.92 และภายใน 36 ชั่วโมงต้องน้อยกว่า 0.90 และได้รับการอบแห้งนาน 36 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 หลังจากผลิตเสร็จแล้วต้องทิ้งให้ผลิตภัณฑ์เกิดความสมดุล (equalization) 3 วัน ที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 จนกระทั่งได้ ค่าวอเตอร์แอคติวิติ 0.80 การบรรจุกุนเชียงแบบสูญญากาศช่วยปรับปรุงรสชาติของไส้กรอกในระหว่างการเก็บรักษา และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา

นอกจากนี้ได้มีผู้พัฒนาสูตรของกุนเชียง เพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวอยู่ได้นานและมีความปลอดภัยโดยการใช้สารกันเสีย (Preservative) ซึ่งสารนี้เข้าไปลดวอเตอร์แอคติวิติในผลิตภัณฑ์ สารกันเสีย (Preservative) ซึ่งสารนี้เข้าไปลดวอเตอร์แอคติวิติในผลิตภัณฑ์ สารกันเสียที่นิยมใช้ได้แก่ กรดซอร์บิค (Sorbic acid) กรดโพรพิโอนิค (Propionic acid) ไนเตรท (Nitrate) และไนไตรท์ (Nitrite) สารเหล่านี้มีผลในการลดวอเตอร์แอคติวิติเมื่อเข้าไปรวมตัวกับกุนเชียง และมีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และเชื้อรา (Louis et al., 1987)

กุนเชียงเป็นผลิตภัณฑ์ จากเนื้อสัตว์ที่คนไทยนิยมบริโภคกันมานาน ส่วนใหญ่ทำด้วยเนื้อหมูปนไขมันผสมกับสิ่งปรุงรสอื่นๆ เช่น เกลือ น้ำตาล (กาญจนรัตน์ และคณะ, 2532) กุนเชียงเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อลดขนาดบดหยาบ ซึ่งถูกบดด้วยเครื่องบดเนื้อธรรมดาและไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในระดับเส้นใยกล้ามเนื้อ กุนเชียงเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อที่มีปริมาณการผลิตมากชนิดหนึ่งในประเทศไทย เมื่อจัดประเภทตามผลิตภัณฑ์เนื้อตามปริมาณความชื้น กุนเชียงจัดเป็นผลิตภัณฑ์กึ่งแห้ง มีความชื้อร้อยละ 40-45 การผลิตกุนเชียงต้องใช้เนื้อแดงเก็บที่อุณหภูมิ 28-30 องศาฟาเรนไฮต์ และไขมันเก็บที่อุณหภูมิ 27-28 องศาฟาเรนไฮต์ ขบวนการสกัดโปรตีนที่ละลายในเกลือเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการระหว่างการผลิตในกระบวนการผลิตนี้จึงใช้เกลือเพื่อทำหน้าที่ในกระบวนการทำให้แห้ง นอกจากนั้นมีส่วนผสมอื่นๆ (Pearsor, 1984)

เยาวลักษณ์ (2536) กล่าวว่าการผลิตกุนเชียง จำเป็นต้องใช้ส่วนผสมต่างๆ หลายชนิดเพื่อให้เกิดรสชาติและคุณลักษณะต่างๆ ซึ่งให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ สีสวย สดใส คงตัว สะดุดตาและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาไว้ได้เป็นระยะเวลานานพอสมควรโดยไม่เกิดการหืนและเน่าเสีย อันมีสาเหตุเนื่องมาจากการเสื่อมเสียของไขมันและโปรตีน ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มและชุ่มน้ำทำให้มองดูน่ารับประทาน และไม่สูญเสียน้ำหนักในระหว่างกรรมวิธีการผลิตและการจำหน่าย เนื้อและไขมันที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงควรอยู่ในสภาพเย็น ตอนเข้าเครื่องบดหรือสับและการเติมเกลือพร้อมกับน้ำหรือเนื้อแตงตอนท้ายของการสับ ซึ่งต่างจากการเตรียมไส้กรอกแบบอิมัลชันซึ่งต้องเติมสิ่งเหล่านี้ในตอนเริ่มสับ ขั้นตอนการหมักเกิดขึ้นก่อนการทำให้แห้งความเป็นกรดด่าง ลดลงและต่ำกว่า Isoelectric Point ของโปรตีนในเนื้อและลดความสามารถในการอุ้มน้ำในไส้กรอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกลือที่ใช้ในกุนเชียงอยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ หรือเกลือแกงและควรเป็นเกลือที่สะอาดและผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้ว บทบาทของเกลือต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์คือมีผลต่อการลดน้ำในผลิตภัณฑ์และทำให้แรงดันออสโมติคของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป ค่าวอเตอร์แอคติวิติลดลง จึงมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และป้องกันการเน่าเสีย

น้ำตาลป้องกันน้ำบางส่วนจากเนื้อสัตว์ที่ถูกดึงออกมา ทำให้ความชื้นบางส่วนไม่สูญเสียไป เนื้อมีรสชาติดีขึ้นและไม่แห้งแข็งกระด้าง น้ำตาลทำปฏิกิริยากับกรดของโปรตีน เมื่อผ่านการให้ความร้อนทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลที่บริเวณผิวหน้าของชิ้นเนื้อและมองดูน่ารับประทานมากขึ้น น้ำตาลช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงของโซเดียมไนไตรท์ให้เปลี่ยนเป็นไนตริออกไซด์ ทำให้ปริมาณสารไนไตรท์ที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์น้อยและเกิดแดงเร็วขึ้น

ไนไตรท์หรือ ไนเตรท ส่วนใหญ่นิยมใช้ในรูปของเกลือโซเดียมไนไตรท์ มีบทบาทในการให้สีแดงและรักษาสีแดงของผลิตภัณฑ์ซึ่งเพิ่มความน่ารับประทานขึ้น ให้กลิ่นรสที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์ โดยให้กลิ่นรสที่เฉพาะตัวมากว่าการใช้เกลืออย่างเดียว ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และป้องกันการงอกของสปอร์ของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศโดยเฉพาะ *Clostridium botulinum* และช่วยยับยั้งการหืนของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อโดยยับยั้งปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของไขมัน (Gay and Pearson, 1987)

เกลือของกรดแอสคอร์บิก (Ascorbate)และ อีริโธรบิก (Erythorbate) ที่ใช้ส่วนมากนิยมใช้รูปเกลือของโซเดียม บทบาทของเกลือแอสคอร์เบทและอีริโธรเบทคือทำให้สารเมทไมโอโกลบินที่มีอยู่ในเนื้อถูกรีดิวซ์เป็นสารออกซีไมโอโกลบิน จึงป้องกันมิให้ผลิตภัณฑ์มีสีซีดจางลงอย่างรวดเร็ว ช่วยเร่งปฏิกิริยาการเกิดไนตริออกไซด์ให้เร็วขึ้น จึงเร่งอัตราการหมักและการเกิดสีแดงในเนื้อให้เร็วขึ้น และทำให้ปริมาณสารไนเตรทเหลือตกค้างในผลิตภัณฑ์น้อยช่วยลดอัตราการเกิดสารไนโตรซามีนซึ่งอาจทำให้เกิดมะเร็ง ถ้าใช้ในปริมาณมากจะทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการหืนของไขมันจึงช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสที่คงตัวดี โดยทั่วไปถ้ามีการใช้ไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์มักใช้เกลือของกรดแอสคอร์บิกร่วมด้วยเพื่อป้องกันการเกิดสารไนโตรซามีน

ฟอสเฟต (Phosphate) เป็นสารประกอบที่เติมเพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการจับและอุ้มน้ำ (water binding capacity) ทำให้เนื้อไม่สูญเสียน้ำหนักมากเกินไปในขณะร้อนเนื้อมีความนุ่มและความชุ่มชื่นมากขึ้นและมีรสชาติดี และเพิ่มความนุ่มโดยเป็นตัวทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อเพิ่มขึ้นเนื่องจากสามารถกักเก็บความชื้นได้ดี ช่วยปรับปรุงกลิ่นรสช่วยโปรตีนของกล้ามเนื้อคลายตัวเนื่องจากสารแอคโตไมโอซินแยกออกจากกันเป็นแอคตินและไมโอซิน และช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ฟอสเฟตที่ใช้คือ ไพโรฟอสเฟต (Pyrophosphate) นอกจากนี้ช่วยให้สีคงทนโดยทำหน้าที่ควบคุมความเป็นกรดด่างปกติค่าความเป็นกรดด่างของเนื้ออยู่ในช่วง 5.5-6.6 ซึ่งถือว่ามีค่าเป็นกรดต่ำมีผลให้เนื้อเกิดออกซิเดชัน ทำให้เนื้อเกิดเป็นสีน้ำตาล (Metmyoglobin) แต่เมื่อมีการเติมฟอสเฟตแล้วสามารถปรับค่าความเป็นกรดด่างเป็น 6-6.6 ซึ่งในช่วงนี้ไม่มีผลต่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงของสีทำให้เนื้อมีสีแดงคงทนดีขึ้น เป็นผลให้การใช้ไนเตรทและกรดแอสคอร์บิก คงตัวมากขึ้น (Ellinger, 1672)

กรดแอสซอร์บิก (Sobic acid) และเกลือของกรดซอร์บิก ซึ่งโดยทั่วไปเรียกว่า ซอร์เบท เป็นส่วนประกอบกลุ่มคาร์บอนิลที่สามารถเข้าไปรวมตัวได้ดีกับระบบอาหารโดยเข้าไปเติมใน ตำแหน่งที่ไม่อิ่มตัว (Unsaturated) หรือตำแหน่งพันธะคู่ (Double bond) โดยปฏิกิริยา Hydrogenation และ Bromination ใช้เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตการเจริญของยีสต์และรา ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ โดยปกติแล้วซอร์บิกละลายค่อนข้างยาก เช่นในสารละลายที่เป็นน้ำที่ 20 องศาเซลเซียสละลายได้ร้อยละ 0.15 (w/v) แต่เมื่อเพิ่มการละลายได้เป็น 3.8-4.0 เมื่อใช้ความร้อน 100 องศาเซลเซียส ฉะนั้นเมื่อมีการใช้กรดแอสคอร์บิกในอาหารต้องมีการให้ความร้อนเพื่อเพิ่มความสามารถในการละลาย นอกจานี้มีโพแทสเซียมซอร์เบทที่ละลายได้ดีในน้ำ คือละลายได้ร้อยละ 58.2 ที่ 20 องศาเซลเซียส จึงนิยมใช้ในไส้กรอกที่มีการบรรจุในไส้เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อยีสต์และราในระหว่างการทำแห้ง วิธีการทำโดยจุ่มผลิตภัณฑ์ลงในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทที่เข้มข้น ร้อยละ 20 และนิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีการควบคุมค่าวอเตอร์แอคติวิตีหรือค่าความเป็นกรดค่าง (Campos et al., 1995)

กฎเกณฑ์ในการใช้กัมในผลิตภัณฑ์ไขมันต่ำ องค์การอาหารและยา (The Food and Drug Administration) ให้รายละเอียดเกี่ยวกับกัมว่าเป็นวัตถุเจือปนในอาหาร ที่มีคุณสมบัติเป็นตัวเชื่อมประสาน ให้ความคงตัว ให้ลักษณะเนื้อสัมผัส ผลิตภัณฑ์ไขมันต่ำต้องมีรายละเอียดบนฉลากระบุบว่ามีการใช้ผลิตภัณฑ์ทดแทนไขมันในการใช้สารทดแทนไขมันในสูตรไม่เกินร้อยละ 10 (Trius and Sebranek, 1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 วัสดุ

โซเดียมอัลจิเนต และเจลาติน เกรดอาหาร บริษัทนิวตริชัน จำกัด

กากแครอท ที่เหลือจากการทำน้ำแครอทจากห้างคาร์ฟู สาขา มีนบุรี

เนื้อหมูไร้มันส่วนสะโพก จากตลาดหัวตะเข้ กรุงเทพฯ

มันหมู จากตลาดหัวตะเข้ กรุงเทพฯ

เคมีภัณฑ์ที่ใช้ทำกุนเชียง

ไนไตรท์ (Nitrite)

อิริทโธรเบท (Erythorbate)

เกลือบริโภค (Sodium Chloride)

น้ำตาลทราย

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

3.1.2.1.1 เครื่องบดเนื้อ (Mincer) รุ่น Moulinex , Moulinette type D56

3.1.2.1.2 เครื่องอบแห้ง (Tray Dryer) จากบริษัทกล้วยน้ำไทย

3.1.2.1.3 เครื่องบรรจุสุญญากาศ (Vacuum Pack)

3.1.2.1.4 เตาไมโครเวฟ (Micro wave) รุ่น Moulinex FM 1735E

3.1.2.1.5 อุปกรณ์ชุดทดสอบชิม

3.1.2.1.6 เครื่องครัว และภาชนะต่างๆ

3.1.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.2.2.1 เครื่องวัดสี (Hunter lab Color) รุ่น Minota CR-300

3.1.2.2.2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) รุ่น TA plus

3.1.2.2.3 เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิติ (Water Activity Measuring System) รุ่น Thermoconstanter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.1.2.3.1 ชุดวิเคราะห์ไขมัน (Soxhlet System HT) รุ่น BUCHI 810

3.1.2.3.2 ชุดวิเคราะห์โปรตีน (Gerhardt) รุ่น Vapodest 30

3.1.2.3.3 เตาเผา (Muffle Furnace) รุ่น Hot Spot furnaces/FT01/150

3.1.2.3.4 ชุดวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย (Cure fiber) รุ่น FIWE (VELP)

3.1.2.3.5 เครื่อง HPLC รุ่น DGU-12A

3.1.2.3.6 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) รุ่น DR/4000v

3.1.2.3.7 เครื่องประมวลผลข้อมูลโปรแกรม SPSS Version 11

3.1.2.3.8 เครื่องแก้วและอุปกรณ์อื่นๆ

3.1.2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

3.1.2.4.1 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)

3.1.2.4.2 จานเลี้ยงเชื้อ (Plate)

3.1.2.4.3 ฟลาสก์ (Flask)

3.1.2.4. บีกเกอร์ (Beaker)

3.1.2.4.5. หลอดทดลอง (Tube)

3.1.2.4.6 ปิเปต (Pipet)

3.1.2.4.7 ถุงฆ่าเชื้อ

3.1.2.4.8 อาหารเลี้ยงเชื้อ (PDA, PCA)

3.1.2.4.9 ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Bunsenburner)

3.1.2.4.10 แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์

3.1.2.4.11 เครื่องตีป่น (Stomacher) รุ่น Masticator

3.1.2.4.12 ขวดทดลอง

3.1.2.4.13 เครื่อง Auto clave (Hiclave) รุ่น HV-50

3.1.3 สารเคมี

3.1.3.1 สารเคมีใช้วิเคราะห์ปริมาณไขมัน

3.1.3.2 สารเคมีใช้วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

3.1.3.3 สารเคมีใช้วิเคราะห์ปริมาณไฟเบอร์

3.1.3.4 สารเคมีใช้วิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์

3.1.3.5 สารเคมีใช้วิเคราะห์วอเตอร์แอคติวิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การคัดเลือกสูตรกุนเชียงมาตรฐานที่เหมาะสมมาผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

เตรียมสูตรกุนเชียงมาตรฐานที่รวบรวมได้จาก กรมปศุสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสูตรที่ขายตามตลาด ซึ่งรวบรวมได้ทั้งหมด 4 สูตร ส่วนผสมและวิธีการทำกุนเชียงได้แสดงในภาคผนวก ก

3.2.1.1 ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

นำกุนเชียงทั้ง 4 สูตรมาทำการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยนำกุนเชียงทั้งสูตรมาทำการปรุงให้สุก ประเมินปัจจัยคุณภาพด้าน สี กลิ่น รส ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยให้ผู้ชิมที่เป็นนิสิตปริญญาตรีภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ จำนวน 25 คน ผู้ชิมแต่ละคนจะได้รับตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง ให้คะแนนแบบ Hedonic Scoring Test ทั้งหมด 9 ระดับ ซึ่งแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แสดงในภาคผนวก จ และสูตรมาตรฐานทั้ง 4 สูตรสูตรที่ได้รับคะแนนสูงสุดและใกล้เคียงกับกุนเชียงสูตรควบคุม นำไปใช้ในข้อ 2 ต่อไป

การทดลองที่ 3.2.1 ใช้การเปรียบเทียบด้วยพิสัยของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Procedure)

3.2.2 ศึกษาปริมาณกากแครอทที่เหมาะสมในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ และคุณภาพของกากแครอท

นำสูตรกุนเชียงจากข้อที่ 1 ที่ได้รับคะแนนสูงสุดนำมาหาปริมาณที่เหมาะของกากแครอทที่จะนำไปลดปริมาณเนื้อหมูของกุนเชียง ปริมาณของกากแครอทที่ใช้อยู่ที่ร้อยละ 0, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 ของปริมาณเนื้อหมู ซึ่งได้ทั้งหมด 5 สูตร (ก่อนการหาปริมาณกากแครอทต้องทำการวิเคราะห์กากแครอทก่อนโดยจะทำการวิเคราะห์หา เบต้าแคโรทีน ปริมาณไฟเบอร์ และปริมาณความชื้น)

3.2.2.1 คุณภาพทางกายภาพ

3.2.2.1.1 สี ด้วย Minota CR-300

3.2.2.1.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Texture Analyzer คำนวณ Texture Profile Analysis ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ วัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส ดังนี้ ค่าความแข็ง ค่าความทนต่อการเคี้ยว ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ค่าความยืดหยุ่น และค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเหนียว โดยใช้ความเร็วในการทดสอบ 60 มิลลิเมตรต่อนาที ซึ่งตัวอย่างถูกกดลงไปร้อยละ 25 จากระดับเส้นผ่านศูนย์กลาง

3.2.2.1.3 วอเตอร์แอคติวิตีของกุนเชียง ด้วยเครื่อง Water Activity Measuring System

3.2.2.2 องค์ประกอบทางเคมี

3.2.2.2.1 ปริมาณโปรตีนของกุนเชียง วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Kjeltec 1002

3.2.2.2.2 ปริมาณความชื้นของกุนเชียง

3.2.2.2.3 ปริมาณเถ้าของกุนเชียง

3.2.2.2.4 ปริมาณไฟเบอร์ของกุนเชียง

3.2.2.2.5 ปริมาณไขมันของกุนเชียงโดยชุดสกัดหาไขมัน(Soxhlet System HT)

3.2.2.3 ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

นำกุนเชียงทั้ง 5 สูตรมาทำการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยนำกุนเชียงทั้ง 5 สูตรมาทำการปรุงให้สุก ประเมินปัจจัยคุณภาพด้าน สี กลิ่น รส ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยให้ผู้ชิมที่เป็นนิสิตปริญญาตรีภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ จำนวน 25 คน ผู้ชิมแต่ละคนจะได้รับตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง ให้คะแนนแบบ Hedonic Scoring Test ทั้งหมด 9 ระดับ ซึ่งแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แสดงในภาคผนวก จ และสูตรมาตรฐานทั้ง 5 สูตร สูตรที่วิเคราะห์แล้วว่าดีที่สุด จะนำไปใช้ในข้อ 3 ต่อไป

การทดลองที่ 3.2.2.1, 3.2.2.2 และ 3.2.2.3 ใช้การเปรียบเทียบด้วยพิสัยของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Procedure)

3.2.3 ศึกษาอัตราส่วนของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินที่เหมาะสมในการทดแทนไขมันเพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

หาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างโซเดียมอัลจิเนตและเจลาติน โดยการนำผงโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้นที่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ของปริมาณไขมัน ไปละลายน้ำที่อุณหภูมิ 60-85 องศาเซลเซียส ได้สารละลายเจล แล้วนำไปผสมลงในกุนเชียงเพื่อทดแทนส่วนของไขมันร้อยละ 8 จากนั้นวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Texture Analyzer คำนวณ Texture Profile Analysis ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ วัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัสดังนี้ ค่าความแข็ง ค่าความทนต่อการเคี้ยว ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ค่าความยืดหยุ่น และค่าความเหนียว วิเคราะห์ค่าต่างๆ โดยโปรแกรม SPSS Version 11 ใช้การเปรียบเทียบด้วยพิสัยของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Procedure)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.1 คุณภาพทางกายภาพ

3.2.3.1.1 สี ด้วย Minota CR-300

3.2.3.1.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Texture Analyzer คำนวณ Texture Profile Analysis ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ วัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส ดังนี้ ค่าความแข็ง ค่าความทนต่อการเคี้ยว ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ค่าความยืดหยุ่น และค่าความเหนียว โดยใช้ความเร็วในการทดสอบ 60 มิลลิเมตรต่อนาที ซึ่งตัวอย่างถูกกดลงไปร้อยละ 25 จากระดับเส้นผ่านศูนย์กลาง

3.2.3.1.3 วอเตอร์แอคติวิตีของกุนเชียงด้วยเครื่อง Water Activity Measuring System

การทดลองที่ 3.2.3.1 ใช้การเปรียบเทียบด้วยพิสัยของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Procedure)

3.2.4 ศึกษาปริมาณของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินในอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนไขมัน เพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

นำอัตราส่วนโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินที่เหมาะสมจากข้อ 3 มาศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสม โดยผงไฮโดรคอลลอยด์ (โซเดียมอัลจิเนต : เจลาติน) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ของปริมาณไขมัน ไปละลายน้ำที่อุณหภูมิ 60-85 องศาเซลเซียสได้สารละลายเจลแล้วนำไปผสมลงในกุนเชียงเพื่อทดแทนส่วนของไขมันร้อยละ 8 จากนั้นวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Texture Analyzer คำนวณ Texture Profile Analysis ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ วัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัสดังนี้ ค่าความแข็ง ค่าความทนต่อการเคี้ยว ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ค่าความยืดหยุ่น และค่าความเหนียว วิเคราะห์ค่าสี และวิเคราะห์ค่าทางด้านประสาทสัมผัส วิเคราะห์ค่าต่างๆ โดยโปรแกรม SPSS Version 11 ใช้การเปรียบเทียบด้วยพิสัยของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Procedure)

3.2.4.1 คุณภาพทางกายภาพ

3.2.4.1.1 สี ด้วย Minota CR-300

3.2.4.1.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Texture Analyzer คำนวณ Texture Profile Analysis ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ วัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส ดังนี้ ค่าความแข็ง ค่าความทนต่อการเคี้ยว ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ค่าความยืดหยุ่น และค่าความเหนียว โดยใช้ความเร็วในการทดสอบ 60 มิลลิเมตรต่อนาที ซึ่งตัวอย่างถูกกดลงไปร้อยละ 25 จากระดับเส้นผ่านศูนย์กลาง

3.2.4.1.3 วอเตอร์แอคติวิตีของกุนเชียงด้วยเครื่องWater Activity Measuring System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.2 องค์ประกอบทางเคมี

3.2.4.2.1 ปริมาณโปรตีนของกุนเชียง วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Kjeltec 1002

3.2.4.2.2 ปริมาณความชื้นของกุนเชียง

3.2.4.2.3 ปริมาณเถ้าของกุนเชียง

3.2.4.2.4 ปริมาณไฟเบอร์ของกุนเชียง

3.2.4.2.5 ปริมาณไขมันของกุนเชียงโดยชุดสกัดหาไขมัน (Soxhlet System HT)

3.2.4.3 ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

นำกุนเชียงทั้ง 5 สูตรมาทำการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยนำกุนเชียงทั้ง 5 สูตรมาทำการปรุงให้สุก ประเมินปัจจัยคุณภาพด้าน สี รส กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยให้ผู้ชิมที่เป็นนิสิตปริญญาตรีภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ จำนวน 25 คน ผู้ชิมแต่ละคนจะได้รับตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง ให้คะแนนแบบ Hedonic Scoring Test ทั้งหมด 9 ระดับ ซึ่งแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แสดงในภาคผนวก จ และสูตรมาตรฐานทั้ง 5 สูตร สูตรที่ได้รับคะแนนสูงสุดจะเป็นกุนเชียงไขมันต่ำที่เราได้พัฒนาแล้ว

การทดลองที่ 3.2.4.1, 3.2.4.2 และ 3.2.4.3 ใช้การเปรียบเทียบด้วยพิสัยของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Procedure)

3.2.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพ

ศึกษาระยะเวลาในการเก็บกุนเชียงโดยเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศ และสภาพบรรยากาศปกติ โดยนำตัวอย่างที่คัดเลือกมาจากข้อ 4 มาทำการศึกษาอายุการเก็บดังนี้ สภาวะการเก็บแบบบรรยากาศใช้ถุงชนิดโพอิธิลีน สภาวะการเก็บแบบสุญญากาศที่ใช้ถุงชนิด Ny 15/DL/LL DPE 60 ไมครอน และสภาพการเก็บบรรยากาศปกติ โดยใช้เครื่องบรรจุสุญญากาศ ที่ความดัน 0.1 MPa ที่ความร้อนระดับปานกลาง และใช้เวลา 20 วินาที โดยเก็บตัวอย่างทั้ง 2 สภาวะที่อุณหภูมิห้อง (35 องศาเซลเซียส) และกุนเชียงมาตรฐาน ทำการสุ่มตัวอย่างทุก 7 วัน (วันที่ 0, 7, 14, 21 และ 28) เป็นเวลา 28 วัน เพื่อประเมินคุณภาพกุนเชียง

3.2.5.1 ตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์

3.2.5.1.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

3.2.5.1.2 ปริมาณยีสต์และรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5.2 ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

3.2.5.2.1 สี ด้วย Minota CR-300

3.2.5.2.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Texture Analyzer คำนวณ Texture Profile Analysis ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ วัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส ดังนี้ ค่าความแข็ง ค่าความทนต่อการเคี้ยว ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ค่าความยืดหยุ่น และค่าความเหนียว โดยใช้ความเร็วในการทดสอบ 60 มิลลิเมตรต่อนาที ซึ่งตัวอย่างถูกกดลงไปร้อยละ 25 จากระดับเส้นผ่านศูนย์กลาง

3.2.5.2.3 วอเตอร์แอคติวิตีของกุนเชียง ด้วยเครื่อง Water Activity Measuring System

การทดลองที่ 3.2.5.2 ใช้การเปรียบเทียบด้วยพิสัยของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Procedure)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการคัดเลือกสูตรกุนเชียงมาตรฐานที่เหมาะสมมาผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการคัดเลือกสูตรกุนเชียงมาตรฐานที่เหมาะสมมาผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพดังตารางที่ 5 โดยได้นำกุนเชียงทั้งหมด 4 สูตรที่ได้จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์(สูตรที่ 1และ 2) กรมปศุสัตว์(สูตรที่ 3) และจากผู้เชี่ยวชาญ(สูตรที่ 4) มาทดสอบทางประสาทสัมผัส ทำการเปรียบเทียบกับกุนเชียงที่ขายตามท้องตลาด (Control) พบว่าคะแนนสีของกุนเชียงสูตรควบคุมมีคะแนนสูงสุดที่ 8.16 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติกับคะแนนสีของกุนเชียงสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 (P>0.05) คะแนนสีของกุนเชียงสูตรที่ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนสีของกุนเชียงสูตรที่ 1, 2 และ 4 (P>0.05) ซึ่งคะแนนสีของกุนเชียงสูตรที่ 1, 2 และ 4 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05)

คะแนนกลิ่นของกุนเชียงสูตรควบคุมมีคะแนนสูงสุดที่ 6.60 ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) กับกุนเชียงสูตรที่ 1 และ 3 คะแนนกลิ่นของกุนเชียง สูตรที่ 1, 2 และ 3 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) แต่คะแนนกลิ่นของกุนเชียงสูตรที่ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติกับทุกสูตร (P>0.05)

คะแนนรสของกุนเชียงสูตรควบมีคะแนนสูงสุดที่ 7.20 ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติกับคะแนนรสของกุนเชียงสูตรที่ 1 (P>0.05) คะแนนรสของกุนเชียงสูตรที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) แต่คะแนนรสของกุนเชียงสูตรที่ 3 และ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติกับทุกสูตร (P>0.05)

คะแนนเนื้อสัมผัสของกุนเชียงสูตรควบคุมมีคะแนนสูงสุดที่ 7.56 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติกับคะแนนเนื้อสัมผัสของกุนเชียงสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 (P>0.05) คะแนนเนื้อสัมผัสของกุนเชียงสูตรที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งมีแนวโน้มเดียวกับคะแนนเนื้อสัมผัสของกุนเชียงสูตรที่ 2 และ 3 ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) และคะแนนเนื้อสัมผัสของกุนเชียงสูตรที่ 3 และ 4 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05)

คะแนนความชอบโดยรวมของกุนเชียงสูตรที่ 1 และสูตรควบคุมมีค่าสูงสุดที่ 7.56 และ 7.40 ตามลำดับ และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ แต่คะแนนความชอบโดยรวมของกุนเชียงสูตรที่ 2, 3 และ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติกับทุกสูตร (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจากการทดลองค่าทางประสาทสัมผัส กุนเชียงมาตรฐานสูตรควบคุมมีความแตกต่างกับกุนเชียงมาตรฐานสูตรที่ 1 (สูตรจาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) มีคะแนนทางประสาทสัมผัสแตกต่างกันน้อยที่สุด ซึ่งใช้การเปรียบเทียบด้วยพิสัยของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Procedure) โปรแกรม SPSS version 11 โดยคะแนน กลิ่น รส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนคะแนน สี และเนื้อสัมผัส มีความแตกต่างน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับกุนเชียงมาตรฐานในสูตรที่ 2, 3 และ 4 ดังนั้นจึงทำการคัดเลือกกุนเชียงมาตรฐานสูตรที่ 1 ไปทำในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการคัดเลือกสูตรกุนเชียงมาตรฐานที่เหมาะสมมาผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

กุนเชียงมาตรฐานสูตรที่	คะแนนทางประสาทสัมผัสของกุนเชียงสูตรมาตรฐาน				
	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
Control	8.16^{a}	6.60^{a}	7.20^{a}	7.56^{a}	7.40^{a}
1	5.08^{c}	5.52^{ab}	6.24^{ab}	5.60^{b}	7.56^{a}
2	4.48^{c}	5.36^{b}	5.80^{b}	4.92^{bc}	5.52^{b}
3	6.96^{b}	6.12^{ab}	4.56^{c}	4.08^{cd}	4.52^{c}
4	4.16^{c}	3.60^{c}	2.52^{d}	3.24^{d}	2.56^{d}

หมายเหตุ : ns (non significant) คือ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลศึกษาปริมาณกากแครอทที่เหมาะสมในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ และคุณภาพของกากแครอท

การตรวจสอบคุณภาพของกากแครอทที่เหลือทิ้งจากห้างคาร์ฟู สาขามีนบุรีดังตารางที่ 6 ได้มีการตรวจสอบไฟเบอร์ ความชื้น และปริมาณเบต้าแครอทีน ในกากแครอทก่อนนำมาผสมในกุนเชียงเพื่อสุขภาพซึ่งได้ค่าไฟเบอร์ร้อยละ 15.96 ค่าความชื้นร้อยละ 10.13 ปริมาณเบต้าแครอทีน 19,210.42 μg/100g

ตารางที่ 6 คุณภาพของกากแครอท

คุณภาพ	ปริมาณ
ไฟเบอร์(ร้อยละ)	15.96
ความชื้น(ร้อยละ)	10.13
เบต้า แครอทีน(μg/100g)	19,210.42

หมายเหตุ : การตรวจสอบเบต้าแครอทีนตามวิธีของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2.1 คุณภาพทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์การวัดสีจะได้ค่าทั้งหมด 3 ค่าดังตารางที่ 7 คือค่าสี L* เป็นตัววัดความสว่างของผลิตภัณฑ์ มีค่าเริ่มตั้งแต่ 100 จนถึง 0 ถ้าค่า L* มีค่ามากแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความสว่างมาก และมีสีค่อนข้างไปทางสีขาว (ค่าสีเท่ากับ 100) แต่ถ้าค่า L* มีค่าน้อยแสดงว่า ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำค่อนไปทางสีดำ (ค่าสีเท่ากับ 0) ส่วนค่า a* และ b* จะเป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสี ถ้าค่าสี a* มีค่ามากและมีค่าเป็นบวก แสดงว่า ผลิตภัณฑ์มีสีค่อนไปทางสีแดง แต่ถ้าค่าสี a มีค่าน้อยและค่าติดลบแสดงว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าสีค่อนไปทางสีเขียว ส่วนค่าสี b* ถ้ามีค่ามากและมีค่าเป็นบวกแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีค่าสีค่อนไปทางสีเหลือง แต่ถ้าค่าสี b* มีค่าน้อยและมีค่าติดลบแสดงว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าสีค่อนไปทางสีน้ำเงิน จากการทดลองดังตารางที่ 7 พบว่า ค่าความสว่าง (L*) และค่าสัมประสิทธิ์ของสี a* และ b* ของปริมาณกากแครอทในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพในปริมาณร้อยละ 0, 1.0, 1.5, 2.0 และ2.5 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งค่าความสว่าง (L*) และค่าสัมประสิทธิ์ของสี a* และ b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการเพิ่มปริมาณกากแครอทจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิติของกุนเชียงที่มีการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์โดยกากแครอทร้อยละ 0, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 เพื่อใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ได้ผลดังตารางที่ 7 ซึ่งค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) เนื่องจากกากแครอทที่ทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์มีความชื้นเพียงร้อยละ 10.13 ในส่วนการเตรียมกากแครอท และการผลิตกุนเชียงมีอบแห้งจนมีน้ำหนักคงที่

ตารางที่ 7 ผลการวัดสีและค่าวอเตอร์แอคติวิติของการศึกษาปริมาณกากแครอทที่เหมาะสมในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

ปริมาณกากแครอท ร้อยละ	ค่าสีของผลิตภัณฑ์กุนเชียง			ค่าวอเตอร์แอคติวิติ
	L*	a*	b*	
0	29.90^{ns}	8.21^{ns}	11.01^{ns}	0.8667^{ns}
5	29.99^{ns}	8.22^{ns}	11.01^{ns}	0.8667^{ns}
10	30.41^{ns}	8.23^{ns}	11.09^{ns}	0.8733^{ns}
15	30.29^{ns}	8.68^{ns}	11.33^{ns}	0.8733^{ns}
20	30.30^{ns}	8.77^{ns}	11.39^{ns}	0.8733^{ns}

หมายเหตุ : ns (non significant) คือ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 (P>0.05)

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของการศึกษาปริมาณกากแครอทที่เหมาะสมในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพในปริมาณร้อยละ 0, 1.0, 1.5, 2.0 และ2.5 ดังตารางที่ 8 พบว่า ค่าความแข็ง ค่าความทนต่อการเคี้ยว ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน และค่าความเหนียวซึ่งมีค่าสูงสุดที่ 37.930 N, 111.570 N.mm, 0.429 N.mm และ 1859.85 gf ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ กับทุกร้อยละปริมาณกากแครอท (P>0.05) โดยกากแครอทมีผลทำให้ค่าความแข็ง ค่าความทนต่อการเคี้ยว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่มีแนวโน้มค่าความเหนียวลดลงเนื่องจากมีการเติมกากแครอทเข้าไปทดแทนเนื้อสัตว์บางส่วน

ส่วนค่าความยืดหยุ่นของปริมาณกากแครอทร้อยละ 0.0, 2.0 และ 2.5 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิต (P>0.05) และที่ปริมาณกากแครอทร้อยละ 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05)

จากการทดลองสรุปได้ว่าปริมาณกากแครอทในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ มีผลต่อค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพ ในค่าของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยืดหยุ่นโดยค่าความยืดหยุ่นของปริมาณกากแครอทร้อยละ 0.0, 2.0 และ 2.5 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิต (P>0.05)

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของการศึกษาปริมาณกากแครอทที่เหมาะสมในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

ปริมาณกากแครอทร้อยละ	ลักษณะเนื้อสัมผัสของกุนเชียง				
	Hardness (N)	Chewiness (N.mm)	Cohesiveness (N.mm)	Springiness (mm)	Gumminess (gf)
0.0	36.59^{ns}	109.46^{ns}	0.43^{ns}	5.20^{a}	1859.85^{ns}
1.0	37.86^{ns}	110.35^{ns}	0.42^{ns}	5.22^{b}	1825.68^{ns}
1.5	37.87^{ns}	110.44^{ns}	0.42^{ns}	5.34^{b}	1822.68^{ns}
2.0	37.93^{ns}	111.51^{ns}	0.42^{ns}	5.53^{ab}	1812.14^{ns}
2.5	37.99^{ns}	111.57^{ns}	0.42^{ns}	5.60^{ab}	1779.21^{ns}

หมายเหตุ : ns (non significant) คือ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 (P>0.05)

4.2.2 องค์ประกอบทางเคมี

ปริมาณโปรตีนของกุนเชียงที่มีการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์โดยกากแครอทร้อยละ 0, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 เพื่อใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ซึ่งมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 26.15, 25.54, 24.89 , 24.25 และ 23.26 ตามลำดับ ดังตารางที่ 9 ซึ่งปริมาณลดลงเนื่องจากปริมาณเนื้อสัตว์ (เนื้อหมู) ถูกทดแทนด้วยกากแครอทจึงทำให้ปริมาณโปรตีนลดลง

ปริมาณไขมันของกุนเชียงที่มีการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์โดยกากแครอทร้อยละ 0, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 เพื่อใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ซึ่งมีปริมาณไขมันร้อยละ 18.03, 18.05, 17.79, 18.03 และ 18.05 ตามลำดับ ดังตารางที่ 9 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิต (P>0.05) กากแครอทจึงไม่มีผลต่อปริมาณไขมันของกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

ปริมาณไฟเบอร์ของกุนเชียงที่มีการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์โดยกากแครอทร้อยละ 0, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 เพื่อใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ซึ่งมีปริมาณไฟเบอร์ร้อยละ 3.88 , 4.58, 5.02, 5.08 และ 5.16 ตามลำดับ ดังตารางที่ 9 ซึ่งปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณเนื้อสัตว์ (เนื้อหมู) ถูกทดแทนด้วยกากแครอทซึ่งมีปริมาณไฟเบอร์ร้อยละ 15.9642 จึงทำให้ปริมาณไฟเบอร์ของกุนเชียงเพื่อสุขภาพเพิ่มสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเถ้าของกุนเชียงที่มีการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์โดยกากแครอทร้อยละ 0, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 เพื่อใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ซึ่งมีปริมาณเถ้าร้อยละ 2.10, 2.09, 2.12, 2.10 และ 2.12 ตามลำดับ ดังตารางที่ 9 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิต (P>0.05) กากแครอทจึงไม่มีผลต่อปริมาณเถ้าของกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

ปริมาณความชื้นของกุนเชียงที่มีการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์โดยกากแครอทร้อยละ 0, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 เพื่อใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 29.11, 28.23, 27.97, 26.35 และ 26.01 ตามลำดับ ดังตารางที่ 9 ซึ่งปริมาณลดลงเนื่องจากปริมาณเนื้อสัตว์ (เนื้อหมู) ถูกทดแทนด้วยกากแครอทซึ่งมีความชื้นต่ำกว่าเนื้อสัตว์ ทำให้ปริมาณความชื้นลดลง

ตารางที่ 9 แสดงคุณภาพทางเคมีของการศึกษาปริมาณกากแครอทที่เหมาะสมในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

กุนเชียงที่มีปริมาณกากแครอทร้อยละ	ปริมาณโปรตีน	ปริมาณไขมัน	ปริมาณไฟเบอร์	ปริมาณเถ้า	ปริมาณความชื้น
0	26.15[a]	18.03[ns]	3.88[d]	2.10[ns]	29.11[a]
1.0	25.54[b]	18.05[ns]	4.58[c]	2.09[ns]	28.23[b]
1.5	24.89[c]	17.79[ns]	5.02[b]	2.12[ns]	27.97[b]
2.0	24.25[d]	18.03[ns]	5.08[b]	2.10[ns]	26.35[c]
2.5	23.86[e]	18.05[ns]	5.16[a]	2.12[ns]	26.01[d]

หมายเหตุ : ns (non significant) คือ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 (P>0.05)

4.2.3 ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการหาการศึกษาปริมาณกากแครอทที่เหมาะสมในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพในปริมาณร้อยละ 0, 1.0, 1.5, 2.0 และ2.5 ดังตารางที่ 10 พบว่า คะแนนของ สี กลิ่น และเนื้อสัมผัส ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งคะแนนรสของกุนเชียงปริมาณกากแครอทร้อยละ 0, 2.0 และ 2.5 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) และคะแนนรสของกุนเชียงปริมาณกากแครอทร้อยละ 1.0 และ 1.5 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนความชอบโดยรวมของกุนเชียงปริมาณกากแครอทร้อยละ 0 มีคะแนนสูงสุดที่ 7.32 ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับคะแนนความชอบโดยรวมของกุนเชียงปริมาณกากแครอทร้อยละ 2.5 (P>0.05) ที่มีคะแนนเท่ากับ 6.84 และคะแนนความชอบโดยรวมของกุนเชียงปริมาณกากแครอทร้อยละ 1.0 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ กับคะแนนความชอบโดยรวมของกุนเชียงปริมาณกากแครอทร้อยละ 0, 1.5, 2.0 และ 2.5 (P>0.05) และคะแนนความชอบโดยรวมของกุนเชียงปริมาณกากแครอทร้อยละ 1.5 และ 2.0 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05)

จากการทดลองสรุปได้ว่าปริมาณกากแครอทในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ มีผลต่อคะแนนทางประสาทสัมผัสทางด้าน รส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพ ซึ่งคะแนนทางประสาทสัมผัสทางด้านรสของกุนเชียงปริมาณกากแครอทร้อยละ 0, 2 และ 2.5 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) และคะแนนทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบโดยรวมของกุนเชียงปริมาณกากแครอทร้อยละ 0 และ 2.5 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการศึกษาปริมาณกากแครอทที่เหมาะสมในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

ปริมาณกากแครอทร้อยละ	คะแนนทางประสาทสัมผัสของกุนเชียง				
	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	7.00^{ns}	7.04^{ns}	7.12^{a}	6.44^{ns}	7.32^{a}
1.0	6.48^{ns}	6.72^{ns}	4.88^{b}	6.52^{ns}	5.92^{b}
1.5	6.52^{ns}	6.60^{ns}	4.76^{b}	6.20^{ns}	4.96^{c}
2.0	6.48^{ns}	6.44^{ns}	6.72^{a}	6.08^{ns}	4.76^{c}
2.5	6.80^{ns}	6.72^{ns}	6.96^{a}	5.92^{ns}	6.84^{a}

หมายเหตุ : ns (non significant) คือ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 (P>0.05)

ดังนั้นจากการทดลองการศึกษาปริมาณกากแครอทร้อยละ 0, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 ในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพพบว่า กุนเชียงที่มีการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ปริมาณกากแครอทร้อยละ 0, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 ไม่มีผลต่อค่าวอเตอร์แอคติวิติ, สี, ปริมาณเถ้า และปริมาณไขมันของกุนเชียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะเนื้อสัมผัสมีผลต่อค่าทางด้านความยืดหยุ่นเนื่องจากค่าความยืดหยุ่นของปริมาณกากแครอทร้อยละ 0.0, 2.0 และ 2.5 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิต (P>0.05)

ปริมาณโปรตีนมีค่าลดลง เนื่องมาจากเนื่องจากปริมาณเนื้อสัตว์ถูกทดแทนด้วยกากแครอทซึ่งไม่มีปริมาณโปรตีน ค่าปริมาณโปรตีนจึงลดลง ซึ่งมีแนวโน้มเดียวกับปริมาณความชื้น เนื่องจากปริมาณเนื้อสัตว์ถูกทดแทนด้วยกากแครอทซึ่งมีความชื้นต่ำกว่าเนื้อสัตว์ ทำให้ปริมาณความชื้นลดลง และปริมาณไฟเบอร์ซึ่งปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณเนื้อสัตว์ ถูกทดแทนด้วยกากแครอทซึ่งมีปริมาณไฟเบอร์ร้อยละ 15.9642 จึงทำให้ปริมาณไฟเบอร์ของกุนเชียงเพื่อสุขภาพเพิ่มสูงขึ้น

ส่วนการทดสอบค่าทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าทั้งค่า สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส ความชอบรวมของกุนเชียงปริมาณกากแครอทร้อยละ 0 และ ร้อยละ 2.5 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05)

เพราะฉะนั้นจึงเลือกปริมาณกากแครอทร้อยละ 2.5 ในการทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ เนื่องจาก ค่าค่าวอเตอร์แอคติวิติ, สี, ปริมาณเถ้า, ปริมาณไขมันของกุนเชียง ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน มีค่าความยืดหยุ่นที่ไม่แตกต่างกับปริมาณกากแครอทร้อยละ 0 และมีคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกับปริมาณกากแครอทร้อยละ 0 รวมทั้งเป็นสูตรที่มีปริมาณไฟเบอร์มากที่สุดคือ ร้อยละ 5.6321 จึงเหมาะสมที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ในขั้นที่ 3 ต่อไป

4.3 ผลการศึกษาอัตราส่วนของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินที่เหมาะสมในการทดแทนไขมันเพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

4.3.1 คุณภาพทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ค่าสีจากการทดลองดังตารางที่ 11 และ 12 พบว่า ค่าความสว่าง (L*) และค่าสัมประสิทธิ์ของสี a* และ b* ของปริมาณร้อยละของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินเพื่อการศึกษาอัตราส่วนของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินที่เหมาะสมในการทดแทนไขมันเพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าค่าความสว่าง (L*) และค่าสัมประสิทธิ์ของสี a*และ b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มปริมาณสารไฮโดรคอลลอยด์มีผลทำให้ค่าสีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05)

ผลการวิเคราะห์ค่าวอร์เตอร์แอคติวิติของกุนเชียงที่มีการทดแทนไขมันโดยโซเตียมอัลจิเนต และเจลาตินร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 เพื่อใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ได้ผลดังตารางที่ 11 และ 12 ซึ่งค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) เนื่องจากเมื่อทดแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมันโดยเติมโซเดียมอัลจิเนต และเจลาติน ซึ่งเป็นไฮโดรคอลลอยด์ซึ่งอุ้มน้ำได้ดี แต่เมื่อทดแทนเข้าไปในอัตราส่วนที่เท่ากัน ก็จะไม่มีความแตกต่างกัน

จากการทดลองสรุปได้ว่าปริมาณร้อยละของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินเพื่อการศึกษาอัตราส่วนของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินที่เหมาะสมในการทดแทนไขมันเพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ไม่มีผลต่อค่าสี และค่าวอเตอร์แอคติวิดีของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพ

ตารางที่ 11 ผลการวัดสีของปริมาณร้อยละของโซเดียมอัลจิเนตเพื่อการศึกษาอัตราส่วนของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินที่เหมาะสมในการทดแทนไขมันเพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

ปริมาณร้อยละของอัลจิเนต	ค่าสีของผลิตภัณฑ์กุนเชียง			ค่าวอเตอร์แอคติวิติ
	L*	a*	b*	
5	27.32^{ns}	8.21^{ns}	11.36^{ns}	0.8867^{ns}
10	27.49^{ns}	8.26^{ns}	11.40^{ns}	0.8867^{ns}
15	27.60^{ns}	8.43^{ns}	11.44^{ns}	0.8867^{ns}
20	27.70^{ns}	8.43^{ns}	11.44^{ns}	0.8867^{ns}

หมายเหตุ : ns (non significant) คือ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($P>0.05$)

ตารางที่ 12 ผลการวัดสีของปริมาณร้อยละของเจลาตินเพื่อการศึกษาอัตราส่วนของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินที่เหมาะสมในการทดแทนไขมันเพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

ปริมาณร้อยละของเจลาติน	ค่าสีของผลิตภัณฑ์กุนเชียง			ค่าวอเตอร์แอคติวิติ
	L*	a*	b*	
5	27.46^{ns}	8.18^{ns}	10.34^{ns}	0.8867^{ns}
10	27.50^{ns}	8.19^{ns}	10.62^{ns}	0.8867^{ns}
15	27.80^{ns}	8.28^{ns}	10.68^{ns}	0.8867^{ns}
20	27.83^{ns}	8.30^{ns}	10.97^{ns}	0.8867^{ns}

หมายเหตุ : ns (non significant) คือ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของการศึกษาปริมาณร้อยละของเจลาตินในในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพดังตารางที่ 13 พบว่า ค่าความแข็งของปริมาณร้อยละของเจลาตินร้อยละ 0 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 27.745 N และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ กับค่าความแข็งของปริมาณร้อยละของเจลาตินร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 (P>0.05) ซึ่งมีแนวโน้มเดียวกับค่าความทนต่อการเคี้ยว ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน และค่าความเหนียวซึ่งมีค่าสูงสุดที่ 68.108 N.mm, 0.468 N.mm และ 1318.739 gf ตามลำดับ ที่ปริมาณของเจลาตินร้อยละ 0 และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ กับค่าความทนต่อการเคี้ยว ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน และค่าความเหนียวของปริมาณร้อยละของเจลาตินร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 (P>0.05)

ส่วนค่าความยืดหยุ่น ของปริมาณร้อยละของเจลาตินในกุนเชียงไขมันต่ำพบว่ามีค่าสูงสุดเท่ากับ 5.24 mm และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ กับค่าความยืดหยุ่นของปริมาณร้อยละของเจลาตินร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 (P>0.05) ที่ร้อยละ 5 และ 15 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) ที่ร้อยละ 5 และ 10 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05)ที่ร้อยละ 5 และ 15 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) และที่ร้อยละ 15 และ 20 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05)

เพราะฉะนั้นปริมาณร้อยละของเจลาตินในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ มีค่าทางเนื้อสัมผัสพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) ดังนั้นจึงใช้ปริมาณร้อยละของเจลาตินที่ความเข้มข้นน้อยที่สุดคือ ร้อยละ 5 เพื่อผลิตกุนเชียงสุขภาพซึ่งเป็นการลดต้นทุนการใช้ผงเจลาตินซึ่งใช้ในการผลิตสารทดแทนไขมัน

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของปริมาณร้อยละของเจลาตินในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

ปริมาณร้อยละของเจลาติน	ลักษณะเนื้อสัมผัสของกุนเชียง				
	Hardness (N)	Chewiness (N.mm)	Cohesiveness (N.mm)	Springiness (mm)	Gumminess (gf)
0	27.74[a]	68.10[a]	0.46[a]	5.24[a]	1318.73[a]
5	8.80[b]	15.15[b]	0.34[b]	4.16[bc]	531.77[b]
10	11.36[b]	14.46[b]	0.31[b]	4.01[b]	446.34[b]
15	13.93[b]	16.90[b]	0.31[b]	3.86[cd]	366.54[b]
20	15.268[b]	21.79[b]	0.31[b]	3.71[d]	278.68[b]

หมายเหตุ : ns (non significant) คือ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของการศึกษาปริมาณร้อยละของอัลจิเนตในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพดังตารางที่ 14 พบว่า ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกันของปริมาณร้อยละของอัลจิเนตร้อยละ 0 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.469 N.mm และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ กับค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกันของปริมาณร้อยละของอัลจิเนตร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ($P>0.05$) ส่วนผลของค่าความแข็ง และค่าความยืนหยุ่นของปริมาณร้อยละของอัลจิเนตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$) และค่าความเหนียว และค่าความทนต่อการเคี้ยวมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1318.739 gf และ 68.109 N.mm ตามลำดับ ที่ปริมาณร้อยละของเจลาตินร้อยละ 0 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$) กับปริมาณร้อยละของอัลจิเนตร้อยละ 5, 10 และ 20 แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณร้อยละของอัลจิเนตร้อยละ 15 ($P>0.05$)

เพราะฉะนั้นปริมาณร้อยละของอัลจิเนตในกุนเชียงไขมันต่ำ มีค่าทางเนื้อสัมผัสแตกต่างกับปริมาณร้อยละของอัลจิเนตร้อยละ 0 น้อยที่สุดคือ ปริมาณร้อยละของอัลจิเนตร้อยละ 15 เพื่อผลิตกุนเชียงไขมันต่ำ

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของปริมาณร้อยละของอัลจิเนตในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

ปริมาณร้อยละของอัลจิเนต	ลักษณะเนื้อสัมผัสของกุนเชียง				
	Hardness (N)	Chewiness (N.mm)	Cohesiveness (N.mm)	Springiness (mm)	Gumminess (gf)
0	27.74^{ns}	68.10^{a}	0.46^{a}	5.27^{ns}	1318.73^{a}
5	27.66^{ns}	29.07^{b}	0.36^{b}	5.24^{ns}	581.72^{b}
10	21.89^{ns}	42.96^{b}	0.36^{b}	5.23^{ns}	825.37^{b}
15	18.50^{ns}	48.57^{ab}	0.34^{b}	5.10^{ns}	944.27^{ab}
20	15.52^{ns}	33.48^{b}	0.35^{b}	5.07^{ns}	666.52^{b}

หมายเหตุ : ns (non significant) คือ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($P>0.05$)

ดังนั้นจากการทดลองการศึกษาอัตราส่วนของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ในการทดแทนไขมันร้อยละ 8 เพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพพบว่า กุนเชียงที่มีการทดแทนไขมันโดยโซเดียมอัลจิเนตและเจลาติน ไม่มีผลต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี และค่าสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของปริมาณร้อยละของอัลจิเนต และเจลาตินในกุนเชียงไขมันต่ำพบว่า ใช้ปริมาณร้อยละของอัลจิเนตเท่ากับ ร้อยละ 15 และปริมาณร้อยละของเจลาตินเท่ากับ ร้อยละ 5 ซึ่งใช้ในการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างอัลจิเนตและเจลาตินในการผลิตสารทดแทนไขมันร้อยละ 8 ในกุนเชียงไขมันต่ำในขั้นที่ 4 ซึ่งได้อัตราส่วนเท่ากับ 3:1 (อัลจิเนต:เจลาติน)

4.4 ศึกษาปริมาณของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินในอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนไขมันเพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

4.4.1 คุณภาพทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ค่าสีจากการทดลองตังตารางที่ 15 พบว่า ค่าความสว่าง (L*) และค่าสัมประสิทธิ์ของสี a* และ b* ของปริมาณโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินในอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนไขมัน เพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าความสว่าง (L*) และค่าสัมประสิทธิ์ของสี a* และ b* ซึ่งมีแนวโน้มลดลงเมื่อนำสารไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 2 ชนิด (โซเดียมอัลจิเนตและเจลาติน) มาผสมกันทำให้ค่ามีแนวโน้มลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ผลการวิเคราะห์ค่าวอร์เตอร์แอคติวิติของกุนเชียงที่มีที่มีการทดแทนไขมันโดยไฮโดรคอลลอยด์ในอัตราส่วนที่เหมาะสมร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 เพื่อใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ได้ผลดังตารางที่ 14 ซึ่งค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$) ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์จึงไม่มีผลต่อค่าวอร์เตอร์แอคติวิติของกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

จากการทดลองสรุปได้ว่าปริมาณโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินในอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนไขมัน เพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ไม่มีผลต่อค่าสี และค่าวอร์เตอร์แอคติวิติของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 ผลการวัดสีของการหาปริมาณของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินในอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนไขมัน เพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

ปริมาณไฮโตรคอลลอยด์ (ร้อยละ)	ค่าสีของผลิตภัณฑ์กุนเชียง			ค่าวอเตอร์แอคติวิติ
	L*	a*	b*	
0	27.93^{ns}	8.60^{ns}	11.73^{ns}	0.8767^{ns}
5	27.81^{ns}	8.55^{ns}	11.68^{ns}	0.8767^{ns}
10	27.81^{ns}	8.50^{ns}	11.63^{ns}	0.8767^{ns}
15	27.48^{ns}	8.40^{ns}	11.48^{ns}	0.8767^{ns}
20	27.47^{ns}	8.23^{ns}	11.38^{ns}	0.8767^{ns}

หมายเหตุ : ns (non significant) คือ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($P>0.05$)

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของการหาปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมเพื่อผลิตสารทดแทนไขมันในการผลิตกุนเชียงสุขภาพในปริมาณร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ดังตารางที่ 16 พบว่าค่าความแข็งที่ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 0, 10, 15 และ 20 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ที่ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติกับทุกปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ ($P>0.05$)

ค่าความทนต่อการเคี้ยวของปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 20 มีค่าสูงสุดที่ 75.762 N.mm และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติกับค่าที่มีปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 0, 10 และ 15 ($P>0.05$) ส่วนค่าความทนต่อการเคี้ยวที่ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกันที่ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$) และที่ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งมีแนวโน้มเดียวกับค่าความยืดหยุ่นของปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 0 มีค่าสูงสุดที่ 5.716 mm และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติกับค่าที่ ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 5, 10 และ 15 ($P>0.05$) และที่ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ค่าความเหนียวของปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 0 มีค่าสูงสุดที่ 1382.94 gf และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติกับค่าที่ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 5, 10 และ 15 ($P>0.05$) ส่วนค่าความเหนียวที่ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองสรุปได้ว่าปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมเพื่อผลิตสารทดแทนไขมัน ในการผลิตกุนเชียงสุขภาพ ที่กุนเชียงปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 10 และ 15 มีค่าลักษณะเนื้อสัมผัสซึ่งมีค่าความแข็ง ค่าความทนต่อการเคี้ยว ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ความยืดหยุ่น และค่าความเหนียว แตกต่างกับสูตรควบคุมหรือกุนเชียงปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 0 น้อยที่สุด

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของการหาปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมเพื่อผลิตสารทดแทนไขมัน ในการผลิตกุนเชียงสุขภาพ

ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ (ร้อยละ)	ลักษณะเนื้อสัมผัสของกุนเชียง				
	Hardness (N)	Chewiness (N.mm)	Cohesiveness (N.mm)	Springiness (mm)	Gumminess (gf)
0	33.01^{a}	67.57^{ab}	0.40^{a}	5.71^{a}	1138.68^{ns}
5	21.78^{b}	49.99^{b}	0.35^{ab}	5.57^{ab}	1382.94^{ns}
10	34.16^{a}	66.03^{ab}	0.35^{ab}	5.55^{ab}	1117.48^{ns}
15	35.51^{a}	69.18^{ab}	0.34^{ab}	5.53^{ab}	1216.53^{ns}
20	38.56^{a}	75.76^{a}	0.32^{b}	5.37^{b}	1268.83^{ns}

หมายเหตุ : ns (non significant) คือ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 (P>0.05)

4.4.2 องค์ประกอบทางเคมี

ปริมาณโปรตีนของกุนเชียงที่มีการทดแทนไขมันโดยไฮโดรคอลลอยด์ในอัตราส่วนที่เหมาะสมร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 เพื่อใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ เพื่อใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ซึ่งมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 26.16, 26.99, 28.36, 30.27 และ 31.54 ตามลำดับ ดังตารางที่ 17 ซึ่งมีปริมาณแตกต่างกัน และเพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปริมาณเนื้อสัตว์ที่เท่ากัน แต่มีการใช้ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ทดแทนไขมันในปริมาณต่างๆ ซึ่งคล้ายคลึงกับการทดลองของ Mittal and Barbut (1994) ที่กล่าวว่าปริมาณไขมันที่เติมในสูตรแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีผลต่อสัดส่วนของเนื้อแดงต่อพื้นที่ เนื่องจากเนื้อแดงมีปริมาณโปรตีนสูง และเนื่องจากสารเจลาตินเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่ประกอบไปด้วยโปรตีนดังนั้นจึงทำให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น

ปริมาณไขมันของกุนเชียงที่มีการทดแทนไขมันโดยไฮโดรคอลลอยด์ในอัตราส่วนที่เหมาะสมร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 เพื่อใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ซึ่งมีปริมาณไขมันร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละ 17.92, 17.72, 17.52, 16.73 และ 14.88 ตามลำดับ ดังตารางที่ 17 พบว่าตัวอย่างสูตรควบคุมหรือปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 0 มีปริมาณไขมันสูงสุดร้อยละ 17.92 ซึ่งควรจะมีค่าเท่ากันเนื่องจากมีการทดแทนปริมาณไขมัน โดยสารทดแทนไขมันร้อยละ 8 เท่ากันแต่ปริมาณปริมาณไขมันมีค่าไม่แน่นอน เนื่องจากการผลิตกุนเชียง ส่วนผสมอาจไม่ผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันโดยสมบูรณ์ จึงทำให้มีปริมาณไขมันที่สุ่มตัวอย่างออกมามีค่าไม่แน่นอน

ปริมาณไฟเบอร์ของกุนเชียงที่มีการทดแทนไขมันโดยไฮโดรคอลลอยด์ในอัตราส่วนที่เหมาะสมร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 เพื่อใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ซึ่งมีปริมาณไฟเบอร์ร้อยละ 5.37, 5.34, 5.35, 5.37 และ5.33 ตามลำดับ ดังตารางที่ 17 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกากแครอทในการผลิตกุนเชียงสุขภาพ

ปริมาณเถ้าของกุนเชียงที่มีการทดแทนไขมันโดยไฮโดรคอลลอยด์ในอัตราส่วนที่เหมาะสมร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 เพื่อใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ซึ่งมีปริมาณเถ้าร้อยละ 2.23, 2.23, 2.22, 2.21 และ2.23 ตามลำดับ ดังตารางที่ 17 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$) ฉะนั้นไฮโดรคอลลอยด์ที่ทดแทนไขมันในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ไม่มีผลต่อปริมาณเถ้าของกุนเชียง

ปริมาณความชื้นของกุนเชียงที่มีการทดแทนไขมันโดยไฮโดรคอลลอยด์ในอัตราส่วนที่เหมาะสมร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 เพื่อใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ ซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 25.83, 25.83, 25.85, 25.84 และ 25.84 ตามลำดับ ดังตารางที่ 17 ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งปริมาณความชื้นควรมีค่าสูงขึ้นเนื่องจากสารทดแทนไขมันพวกไฮโดรคอลลอดย์จะมีการดูดซับน้ำได้ แต่เนื่องจากมีปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ต่ำจึงไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นของกุนเชียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่17 แสดงคุณภาพทางเคมีของการหาปริมาณของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินในอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนไขมัน เพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

กุนเชียงที่มีปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ (ร้อยละ)	ปริมาณโปรตีน	ปริมาณไขมัน	ปริมาณไฟเบอร์	ปริมาณเถ้า	ปริมาณความชื้น
0	26.16[a]	17.92[a]	5.37[ns]	2.23[ns]	25.83[ns]
5	26.99[b]	17.72[a]	5.34[ns]	2.23[ns]	25.83[ns]
10	28.36[c]	17.52[a]	5.35[ns]	2.22[ns]	25.85[ns]
15	30.27[d]	16.73[ab]	5.37[ns]	2.21[ns]	25.84[ns]
20	31.54[e]	14.88[b]	5.33[ns]	2.23[ns]	25.84[ns]

หมายเหตุ : ns (non significant) คือ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 (P>0.05)

4.4.3 ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการหาปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมเพื่อผลิตสารทดแทนไขมันในการผลิตกุนเชียงสุขภาพดังตารางที่ 18 พบว่า คะแนนสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของกุนเชียงปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ที่ต่ำเกินไป ทำให้คะแนนไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการหาปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมเพื่อผลิตสารทดแทนไขมัน ในการผลิตกุนเชียงสุขภาพ

ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ (ร้อยละ)	คะแนนทางประสาทสัมผัสของกุนเชียง				
	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	6.80[ns]	6.84[ns]	6.88[ns]	7.00[ns]	6.92[ns]
5	6.52[ns]	6.68[ns]	6.88[ns]	6.72[ns]	6.76[ns]
10	6.56[ns]	6.96[ns]	7.40[ns]	7.20[ns]	7.20[ns]
15	6.52[ns]	6.72[ns]	6.96[ns]	6.64[ns]	6.68[ns]
20	6.36[ns]	6.60[ns]	6.80[ns]	6.80[ns]	6.84[ns]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : ns (non significant) คือ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 (P>0.05)

ดังนั้นจากการทดลองการศึกษาปริมาณของโซเดียมอัลจิเนตและเจลาตินในอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนไขมัน(ร้อยละ 8) เพื่อผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพพบว่า กุนเชียงที่มีการทดแทนไขมันโดยไฮโดรคอลลอยด์ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ไม่มีผลต่อค่าวอเตอร์แอคติวิดิ, สี, ปริมาณความชื้น, ปริมาณเถ้า, ปริมาณไฟเบอร์ และคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสของกุนเชียง

ลักษณะเนื้อสัมผัสของกุนเชียง ซึ่งปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมเพื่อผลิตสารทดแทนไขมัน ในการผลิตกุนเชียงสุขภาพ กุนเชียงปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 10 และ 15 มีค่าลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมหรือกุนเชียงปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 0 น้อยที่สุด

ปริมาณโปรตีนของกุนเชียงเพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปริมาณเนื้อสัตว์ที่เท่ากัน แต่มีการใช้ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ทดแทนไขมันในปริมาณต่างๆ แต่ปริมาณไขมันของกุนเชียงซึ่งมีปริมาณไม่แน่นอน ซึ่งเกิดจากการผสมส่วนผสมไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน แนวโน้มของค่าจึงไม่แน่นอน

เพราะฉะนั้นจึงเลือกปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 15 ในการทดแทนไขมัน (ร้อยละ 8) ที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ เนื่องจาก กุนเชียงปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 10 และ 15 มีค่าลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกับสูตรควบคุมหรือกุนเชียงปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 0 น้อยที่สุดแต่กุนเชียงปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 15 มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า ซึ่งได้คุณค่าทางอาหารสูงกว่า จึงเลือกปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 15 ใช้ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ และสามารถตรวจสอบปริมาณเบต้าแคโรทีนในกุนเชียงเพื่อสุขภาพได้มีปริมาณ 800.61 μg/100g(ตามวิธีของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพ

4.5.1 ตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์

4.5.1.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

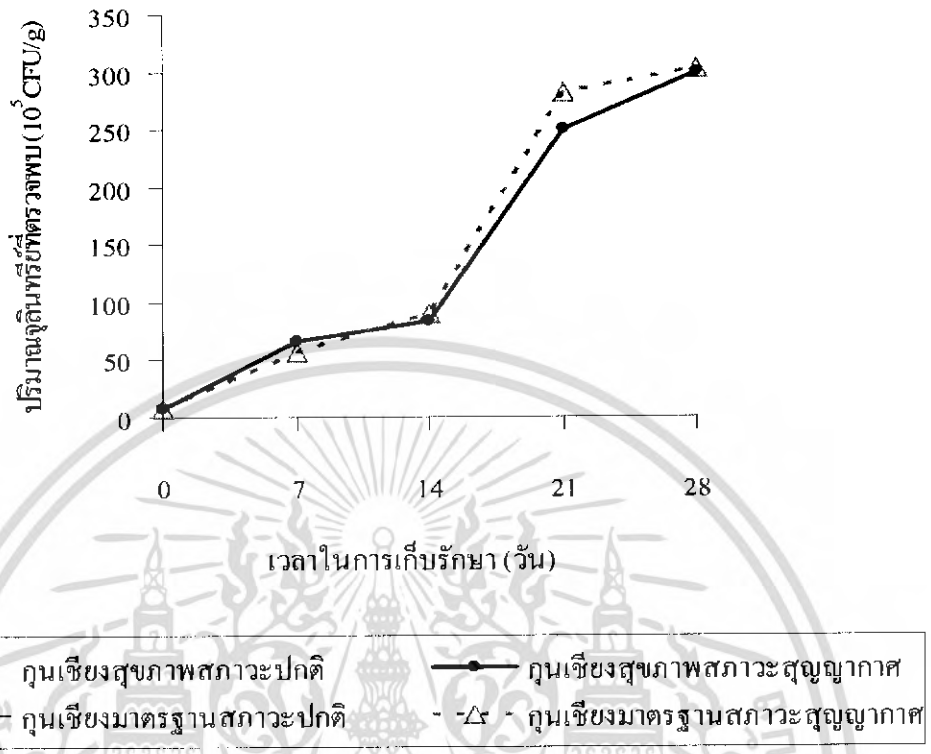
ผลการตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมด แสดงในรูปที่ 24 พบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษากุนเชียงสุขภาพที่มีการเก็บรักษาในสภาวะปกติมีเชื้อจุลินทรีย์ 7.2 x 10^5 CFU/กรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ของกุนเชียงสุขภาพที่มีการเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศซึ่งมีเชื้อจุลินทรีย์ 8.1 x 10^5 CFU/กรัม แต่กุนเชียงมาตรฐานที่มีการเก็บรักษาในสภาวะปกติซึ่งมีเชื้อจุลินทรีย์ 1.02 x 10^6 CFU/กรัม และกุนเชียงมาตรฐานที่มีการเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศซึ่งมีเชื้อจุลินทรีย์ 1.7 x 10^6 CFU/กรัม ซึ่งมีปริมาณเชื้อมากกว่ากุนเชียงสุขภาพ

เมื่อเก็บรักษาต่อไปในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา พบว่ามีเชื้อราขึ้นที่ผิวของกุนเชียงสุขภาพและกุนเชียงมาตรฐานที่เก็บรักษาในสภาวะปกติ จึงไม่ทำการทดลองต่อไป การที่กุนเชียงที่เก็บรักษาในสภาวะปกติ มีเชื้อเราเจริญ เนื่องจากเชื้อที่อยู่ในอากาศ รวมถึงสถานที่เก็บรักษาเป็นห้องปฏิบัติการ อาจมีสปอร์ของเชื้อรากระจายอยู่ อีกทั้งกุนเชียงเกิดการเสื่อมสลายเนื่องจากออกซิเจนที่สามารถไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน มีผลทำให้กุนเชียงเกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายเมื่อเทียบกับกุนเชียงที่เก็บรักษาที่สภาวะสุญญากาศ ซึ่งอากาศไม่สามารถผ่านเข้าไปได้ทำให้เกิดการเสื่อมเสียน้อยกว่า (พนอจิต, 2543) และที่กุนเชียงสุขภาพที่เก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศของวันที่ 7 ของการเก็บรักษามีเชื้อจุลินทรีย์ 6.6 x 10^6 CFU/กรัม ซึ่งมีปริมาณมากกว่า กุนเชียงมาตรฐานที่มีการเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศซึ่งมีเชื้อจุลินทรีย์ 5.7 x 10^6 CFU/กรัม

วันที่ 14 ของการเก็บรักษา กุนเชียงสุขภาพมีเชื้อจุลินทรีย์ 8.4 x 10^6 CFU/กรัม กุนเชียงมาตรฐานมีเชื้อจุลินทรีย์ 9.1 x 10^6 CFU/กรัม ส่วนในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา กุนเชียงสุขภาพมีเชื้อจุลินทรีย์ 2.5 x 10^7 CFU/กรัม กุนเชียงมาตรฐานมีเชื้อจุลินทรีย์ 2.7 x 10^7 CFU/กรัม และในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา กุนเชียงสุขภาพมีเชื้อจุลินทรีย์ 3.0 x 10^7 CFU/กรัม กุนเชียงมาตรฐานมีเชื้อจุลินทรีย์ 3.03 x 10^7 CFU/กรัม ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับกุนเชียงมาตรฐาน ซึ่งเป็นตัวอย่างควบคุม

สรุปได้ว่ากุนเชียงที่มีการเติมกากแครอทเพื่อทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์(ร้อยละ 2.5) และการเติมโซเดียมอัลจิเนต และเจลาตินในอัตราส่วนที่เหมาะสม (3 : 1) ในความเข้มข้นร้อยละ 15 มีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 24 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ในการศึกษาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพ

4.5.1.2 ปริมาณยีสต์และรา

ผลการตรวจนับจำนวนยีสต์และรา แสดงในรูปที่ 25 พบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษากุนเชียงสุขภาพที่มีการเก็บรักษาในสภาวะปกติมีเชื้อยีสต์และรา 3 CFU/กรัม ซึ่งมีค่าเท่าเดียงกับจำนวนเชื้อยีสต์และราของกุนเชียงสุขภาพที่มีการเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศซึ่งมีเชื้อยีสต์และรา 3 CFU/กรัม แต่กุนเชียงมาตรฐานที่มีการเก็บรักษาในสภาวะปกติซึ่งมีเชื้อยีสต์และรา 2 CFU/กรัม และกุนเชียงมาตรฐานที่มีการเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศซึ่งมีเชื้อจุลินทรีย์ 4 CFU/กรัม

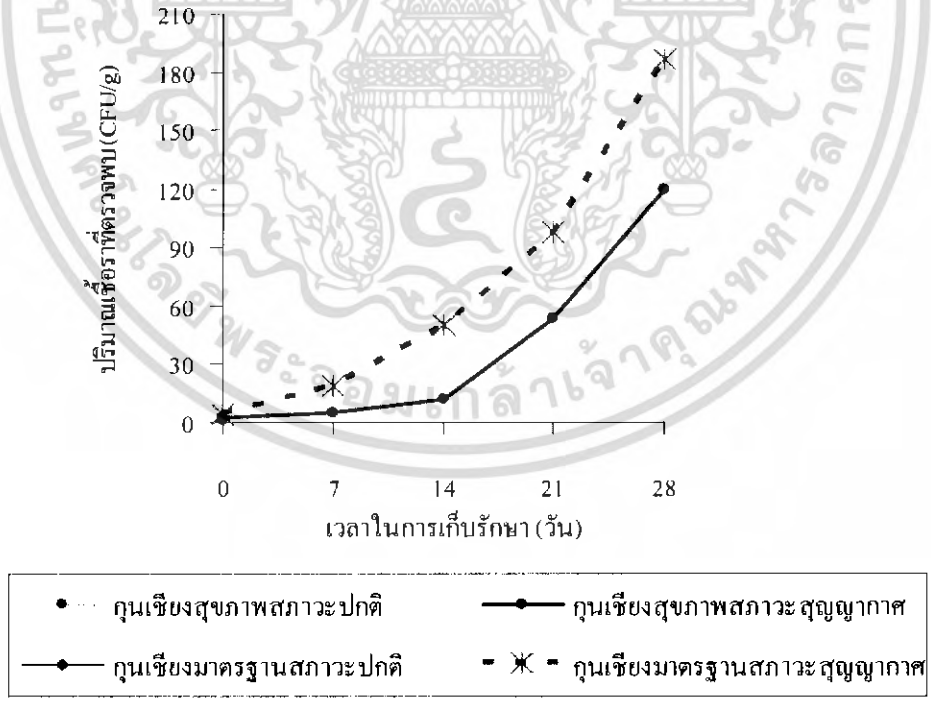
เมื่อเก็บรักษาต่อไปในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา พบว่ามีเชื้อราขึ้นที่ผิวของกุนเชียงสุขภาพและกุนเชียงมาตรฐานที่เก็บรักษาในสภาวะปกติ จึงไม่ทำการทดลองต่อไป การที่กุนเชียงที่เก็บรักษาในสภาวะปกติ มีเชื้อเราเจริญ เนื่องจากเชื้อที่อยู่ในอากาศ รวมถึงสถานที่เก็บรักษาเป็นห้องปฏิบัติการ อาจมีสปอร์ของเชื้อรากระจายอยู่ อีกทั้งกุนเชียงเกิดการเสื่อมสลายเนื่องจากออกซิเจนที่สามารถไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน มีผลทำให้กุนเชียงเกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายเมื่อเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับกุนเชียงที่เก็บรักษาที่สภาวะสุญญากาศ ซึ่งอากาศไม่สามารถผ่านเข้าไปได้ทำให้เกิดการเสื่อมเสียน้อยกว่า (พนอจิต, 2543) และที่กุนเชียงสุขภาพที่เก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศของวันที่ 7 ของการเก็บรักษามีเชื้อยีสต์และรา 5 CFU/กรัม ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่า กุนเชียงมาตรฐานที่มีการเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศซึ่งมีเชื้อจุลินทรีย์ 19 CFU/กรัม

วันที่ 14 ของการเก็บรักษา กุนเชียงสุขภาพมีเชื้อยีสต์และรา 12 CFU/กรัม กุนเชียงมาตรฐานมีเชื้อยีสต์และรา 50 CFU/กรัม ส่วนในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา กุนเชียงสุขภาพมีเชื้อยีสต์และรา 54 CFU/กรัม กุนเชียงมาตรฐานมีเชื้อยีสต์และรา 98 CFU/กรัม และในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา กุนเชียงสุขภาพมีเชื้อยีสต์และรา 120 CFU/กรัม กุนเชียงมาตรฐานมีเชื้อยีสต์และรา 187 CFU/กรัม

จากการทดลองสรุปได้ว่า ปริมาณเชื้อราในกุนเชียงสุขภาพที่การเติมกากแครอทเพื่อทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์(ร้อยละ 2.5) และการเติมโซเดียมอัลจิเนต และเจลาตินในอัตราส่วนที่เหมาะสม (3 : 1) ในความเข้มข้นร้อยละ 15 มีปริมาณเชื้อยีสต์และรา น้อยกว่ากุนเชียงมาตรฐาน เนื่องจากกุนเชียงมาตรฐานมีความชื้นสูงกว่ากุนเชียงสุขภาพที่มีการเติมกากแครอท ทำให้เชื้อราเจริญน้อย



รูปที่ 25 ปริมาณยีสต์และรา ในการศึกษาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ค่าสีจากการทดลองดังตารางที่ 19 พบว่า ค่าความสว่าง (L*) และค่าสัมประสิทธิ์ของสี a* และ b* ของการเก็บรักษากุนเชียงเพื่อสุขภาพของวันที่ 0, 7, 14, 21 และ 28 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05)

ผลการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตีของของการศึกษาอายุการเก็บรักษาสภาวะสุญญากาศของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพ ได้ผลดังตารางที่ 18 ซึ่งในการศึกษาการเก็บรักษาในสภาวะปกติของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพ เกิดเชื้อราขึ้นที่ผิวของกุนเชียงสุขภาพและกุนเชียงมาตรฐานที่เก็บรักษาในสภาวะปกติ จึงไม่ทำการทดลองต่อไป

จากการทดลองสรุปได้ว่า การศึกษาอายุการเก็บรักษาสภาวะสุญญากาศของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพ ไม่มีผลต่อค่าสี และค่าวอเตอร์แอคติวิตีของกุนเชียงเพื่อสุขภาพ

ตารางที่ 19 ผลการวัดสีของการเก็บรักษากุนเชียงเพื่อสุขภาพ

วันที่ทำการทดลอง	ค่าสีของผลิตภัณฑ์กุนเชียง			ค่าวอเตอร์แอคติวิตี
	L*	a*	b*	
0	30.0440^{ns}	8.4880^{ns}	11.1260^{ns}	0.8640^{ns}
7	30.3300^{ns}	8.5680^{ns}	11.7040^{ns}	0.8640^{ns}
14	29.8800^{ns}	8.4880^{ns}	11.1920^{ns}	0.8640^{ns}
21	30.0440^{ns}	8.3820^{ns}	11.2800^{ns}	0.8640^{ns}
28	30.2960^{ns}	8.3580^{ns}	11.4600^{ns}	0.8640^{ns}

หมายเหตุ : ns (non significant) คือ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 (P>0.05)

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของการเก็บรักษากุนเชียงสุขภาพดังตารางที่ 20 พบว่าค่าความแข็ง ค่าความทนต่อการเคี้ยว ค่าความสามารถในการรวมตัว ค่าความยืดหยุ่น และค่าความเหนียวของวันที่ 0, 7, 14, 21 และ 28 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05)

จากการทดลองสรุปได้ว่าการเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพ ไม่มีผลต่อค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพ ซึ่งค่าลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของการเก็บรักษากุนเชียงเพื่อสุขภาพ

วันที่ทำการทดลอง	ลักษณะเนื้อสัมผัสของกุนเชียง				
	Hardness (N)	Chewiness (N.mm)	Cohesiveness (N.mm)	Springiness (mm)	Gumminess (gf)
0	53.9317^{ns}	116.5560^{ns}	0.4203^{ns}	5.2400^{ns}	2616.594^{ns}
7	54.6200^{ns}	118.2780^{ns}	0.4138^{ns}	5.2240^{ns}	2544.542^{ns}
14	54.3420^{ns}	119.0320^{ns}	0.4184^{ns}	5.2559^{ns}	2637.506^{ns}
21	54.2700^{ns}	118.2780^{ns}	0.4161^{ns}	5.1820^{ns}	2620.148^{ns}
28	54.6980^{ns}	119.4900^{ns}	0.4160^{ns}	5.1880^{ns}	2632.506^{ns}

หมายเหตุ : ns (non significant) คือ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($P>0.05$)

ดังนั้นจากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพ ซึ่งเป็นกุนเชียงที่มีการเติมกากแครอทเพื่อทดแทนปริมาณเนื้อสัตว์ร้อยละ 2.5 และการเติมโซเดียมอัลจิเนต และเจลาตินในอัตราส่วน 3 : 1 ในความเข้มข้นร้อยละ 15 ไม่มีผลต่อการตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และไม่มีผลต่อการตรวจนับปริมาณยีสต์และรา (เมื่อเก็บกุนเชียงไว้ในสภาวะสุญญากาศ ณ อุณหภูมิห้อง) แต่มีผลต่อการตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และมีผลต่อการตรวจนับปริมาณยีสต์และรา (เมื่อเก็บกุนเชียงไว้ในสภาวะปกติ ณ อุณหภูมิห้อง) และการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเพื่อสุขภาพไม่มีผลต่อค่าวอร์เตอร์แอคติวิติ ค่าสี และค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของกุนเชียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สูตรกุนเชียงที่นำมาผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพ คือ สูตรที่ 1 จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 ปริมาณกากแครอทที่เหมาะสมในการทดแทนเนื้อสัตว์ในการผลิตกุนเชียงเพื่อสุขภาพอยู่ที่ปริมาณร้อยละ 2.5 เพราะมีผลทำให้ค่าความยืดหยุ่นและค่าทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม

5.3 อัตราส่วนระหว่างโซเดียมอัลจิเนตกับเจลาตินอยู่ที่ 3:1 ในการทดแทนไขมันร้อยละ 8 โซเดียมอัลจิเนตที่ร้อยละ 15 มีค่าความแข็ง การทนต่อการเคี้ยว ค่าความยืดหยุ่น ค่าความเหนียว แตกต่างจากสูตรควบคุมน้อยที่สุด เจลาตินที่ความเข้มข้นต่างๆ (5, 10, 15 และ 20) ไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัส แต่สามารถเป็นสารที่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือด่าง และสามารถดูดซับน้ำให้กับกุนเชียง

5.4 ร้อยละที่เหมาะสมในการทดแทนไฮโดรคอลลอยด์(โซเดียมอัลจิเนตกับเจลาติน)ด้วยไขมันอยู่ที่ ร้อยละ 15 เพราะมีค่าการทนต่อการเคี้ยว ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ค่าความยืดหยุ่นแตกต่างจากสูตรควบคุมน้อยที่สุด

5.5 การเก็บรักษากุนเชียงแบบสูญญากาศสามารถอยู่ได้นานกว่าการเก็บแบบปกติ และไม่มีผลต่อ เนื้อสัมผัส สี และวอเตอร์แอคติวิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กาญจนารัตน์ ทวีสุข, มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด, ชิดชม วิทวัสวงศ์ และ น้อย สาริภะภูติ. 2532. กุนเชียงจากเนื้อผสมโปรตีนเกษตร. วารสารอาหาร. 19(1) : 1-6.

จีราภา หินซุย. 2544. การปรับปรุงคุณภาพความหนืดของโซเดียมแอลจิเนตที่สกัดได้จากสาหร่ายสีน้ำตาลสกุล *Chnoospora*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร. กรุงเทพฯ : คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐกานต์ นิตยพัธน์. เอกสารประกอบการสอนวิชา 051211 เรื่อง กัม (gum). กรุงเทพฯ : ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พนอจิต ซองศิริ. 2543. การใช้แคปปาคาราจีแนน โซเดียมอัลจิเนตและแซนแทนกัมในกุนเชียง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2547. การใช้กัม/ไฮโดรคอลลอยด์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันชัย วรวัฒนเมธกุล. 2531. การสกัดแอลจิเนตจากสาหร่ายทะเลบางสกุลในประเทศไทย. วิทยานิพธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สายสนม ประดิษฐดวง. 2530. สาหร่ายทะเลในอุตสาหกรรมอาหาร. กรุงเทพฯ : คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สายสุนีย์ เบญจเทพานันท์. 2546. ผลของคาร์ราจีแนน แป้งสาคู และแป้งมันทอดต่อคุณภาพของไส้กรอกลดไขมัน.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Annison. G.N., W.H. Chietham and I. Couperwhite. 1983. Determination of uronic acid composition of alginate by high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr.* 264 : 137-143.

Bashford , A., R.S. Thomas and F.N. Woodward. 1950. Manufacture of algal chemicals I: Producttino of alginates from brown marine algae. *J. Soc. Chem.* 9 : 337-343.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Brody, J. 1965. Fishery by-product technology : Westport. The AVI-Publ. Co.

C.C. Kuo, C.Y. Chu. 2003. Quality characteristics of Chinese sausages made from PSE pork. *J. Meat Science.* 64 : 441-449.

Campos, C.A., S.M. Alzamora and L. N. Gerschenson. 1995. Sorbic acid stability in meat products of reduced water activity. *J. Meat Sci.* 41 : 37-41.

Choi, S. S. and J.M. Regentein. 2000. Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin. *J. Food Sci.* 65 (2) : 194-199.

Devenyi, T. 1974. Amino Acids, peptides and protein: biochemical and immunochemical techniques in protein : New York. Elsevier Scientific Pub Co.

Ellinger, R. H. 1972. Phosphates as food Ingredients : Ohio. CRC Press.

Gacesa, P., A. Squire and P. J. Winterburn. 1983. the determination of the uronic acid composition of alginates by anion-exchange liquid chromatography : Carb. Res.

Glicksman, M. 1969. Gum technology in food industry : New York. Academic Press.

Gray, J. I. And A. M. Pearson. 1987. In Restructured Meat and Poultry Products : New York. Chapman & Hall.

Harris, P. 1990. Food Gels: Gelatine : London. Elsevier Applied Science.

Herz, J.L. 1995. Presonal communication. Weston. Conn. Seasource Technology.

Johnson, F.A., D.Q.M. Craig and A.D. Mercer. 1997. Characterization of the of the block structure and molecular weight of sodium alginates. *J. Pharm. Pharmacol.* 49 : 639-643.

Kelco Internationnal. 1985. Alginate Note : San Diego. Kelco company.

Lewmanomont, K., L. Wongrat and C. Supanwanid. 1995. Algae in Thailand : Bangkok. Office of Environmental Policy and Planning.

McDowell, R.H. 1975. New developments in the chemistry of alginates and their use in food. Chem. *J. Food Sci* . 7 : 391-395.

McHugh, D.J. 1987. Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds : Rome. Food and Agriculture Organization of the Unied Nations.

McNeely, W.H. and D.J. Pettitt. 1973. Algin : New York. In R.L. Whistler, ed. Industrial Gums. 2nd ed., Academic Press.

Ockerman, H.W. 1988. animal by-product processing. Ellis Horwood International Publishers inScience and technology.

Pronova Biopolymer. 1996. General information alginate : Norway. Pronova Biopolymer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sarabia, A. I., M. C. Gomez-Guillen and P. Montero. 2000. The effect of added salts on the viscoelastic properties of fish skin gelatin. *J. Food Chem.* 70 : 71-76.

Sigma Chemical Co. 1998. Characteritic of sodium alginate : USA. Sigma Co.

Ward. A.G. and A. Courts. 1977. The science and technology of gelatin : London. Academic Press.

Wedlock, D.J. and B.A. Fasihuddin. 1990. Effect of formaldehyde pre-treatment on the intrinsic viscosity of alginate from various brown seaweeds. *J. Food Hydrocol.* 4 (1) : 41-47.

W.N. Osburn, J.T. Keeton. 2004. Evaluation of low-fat sausage containing desinewed lamb and konjac gel. *J. Meat Science.* 68 : 221-223.

Yoshimura , M. , T . Takaya, D. Hozen, T. Ebato, Y . Nomura, Y . Ishii and and K. Nishinari. 2000. Physical properties of shark gelatin compare with pig gelatin. *J. Agricult. And Food Chem.* 48 (6) : 2023-2027.

http://www.balesa.com/pag2.html.

http://www.bulkfoods.com/pictures/gelidium.jpg.

http://www.class.fst.ohio-state.edu/FST605/lectures/lect20.html.

http://www.fao.org/docrep/field/003/AB730E/AB730E38.gif.

http://www.fermacol.com/alland.html.

http://www.fmcbiopolymer.com/Biopolymer/V2/PopProd/0,1421,Sel%253DCh...

http://www.lsbu.ac.uk/water/hyalg.html.

http://www.kobe-u.ac.jp/kurcis/KURCIS/SetoAlgae/tsunomata.html.

http://www.pbm.ct.utwente.nl/dopdrachten/yang.html.

http://www.udomsuksa.ac.th/.../ chemistry/chem0_4.html.

http://www.waynesword.palomar.edu/ecoph34.html.

http://www.wellesley.edu/Chemistry/chem227/structproteins/strctprt.html.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

สูตรกุนเชียง

สูตรที่1 จาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. หมูเนื้อแดง	10.50	kg
2. มันหมูแข็ง	4.50	kg
3. น้ำตาลทราย	2.80	kg
4. เกลือป่น	195.00	g
5. แป้งข้าวโพด	300.00	g
6. ผงพะโล้	30.00	g
7. ผงเพรก	15.00	g

วิธีการ

1. หันหรือบด เนื้อหมูและมันหมู ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน
2. นำมาคลุกเคล้ากับน้ำตาล
3. เติมเกลือ ผงพะโล้ คลุกเคล้าให้เข้ากัน
4. เติมแป้งข้าวโพด ผงเพรก ลงในส่วนผสมและคลุกเคล้าให้เข้ากัน
5. บรรจุลงไส้เทียมมัดด้วยเชือก
6. นำไปอบที่ตู้อบที่อุณหภูมิ หรือแขวนผึ่งแดงให้แห้ง

สูตรที่2 จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. หมูเนื้อแดง	9.00	kg
2. มันหมูแข็ง	5.00	kg
3. น้ำตาลทราย	2.50	kg
4. เกลือป่น	220	g
5. ผงแอกคอต	45	g
6. ผงพะโล้	30	g
7. ผงเพรก	15	g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. หันหรือบด เนื้อหมูและมันหมู ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน
2. นำมาคลุกเคล้ากับน้ำตาล
3. เติมเกลือ ผงพะโล้ คุลกเคล้าให้เข้ากัน
4. เติมผงเพรก ผงแอกคอด ลงในส่วนผสมและคลุกเคล้าให้เข้ากัน
5. บรรจุลงไส้หมูมัดด้วยเชือก
6. นำไปอบที่ตู้อบที่อุณหภูมิ หรือแขวนผึ่งแดงให้แห้ง

สูตรที่3 จากกรมปศุสัตว์

1. หมูเนื้อแดง	16.00	kg
2. มันหมูแข็ง	4.00	kg
3. น้ำตาลทราย	2.40	kg
4. เกลือไนไตรท์	0.44	g
5. แอสคอร์เบท/อิริธอเบท	0.04	g
6. น้ำ	1	g

วิธีการ

1. หันหรือบด เนื้อหมูและมันหมู ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน
2. นำมาคลุกเคล้ากับน้ำตาล
3. เติมเกลือไนไตรท์คุลกเคล้าให้เข้ากัน
4. เติมแอสคอร์เบทที่ละลายน้ำ ลงในส่วนผสมและคลุกเคล้าให้เข้ากัน
5. บรรจุลงไส้เทียมมัดด้วยเชือก
6. นำไปอบที่ตู้อบที่อุณหภูมิ หรือแขวนผึ่งแดงให้แห้ง

สูตรที่4 จากโรงงานผลิตกุนเชียง

1. หมูเนื้อแดง	1.00	kg
2. มันหมู	300	g
3. น้ำตาลทราย	100	g
4. พริกไทย	1	g
5. เกลือ	1	g
6. ซีอิ้วขาว	3	ช้อนโต๊ะ
7. เหล้าขาว	1	ช้อนชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เต้าหู้ยี้	2	ชิ้น
9. น้ำมันหอย	5	ช้อนโต๊ะ
10. ผงพะโล้	½	ช้อนโต๊ะ
11. ซอสง่วนเชียง	1	ช้อนโต๊ะ
12. ไส้หมูเทียม		

วิธีการ

1 หันหรือบด เนื้อหมูและมันหมู ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

2 นำมาคลุกเคล้ากับซีอิ้วขาว และน้ำตาล

3 เติมเกลือ เหล้าขาว พริกไทย ผงพะโล้ คุลกเคล้าให้เข้ากัน

4 นำเต้าหู้ยี้ สีผสมอาหาร มาละลายน้ำจากนั้นนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากันกับส่วนผสม

5 บรรจุลงไส้เทียมมัดด้วยเชือก

6 นำไปอบที่ตู้อบที่อุณหภูมิ หรือแขวนผึ่งแดงให้แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1. การวัดสี

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดสี Minota CR-300

วิธีการวิเคราะห์

1. การ Setting ค่า กดปุ่ม Index Set แล้วกดปุ่ม ∅ วนขึ้นหน้าจอ ให้เลือก Light Source C หรือ D_{65} แล้วกดปุ่ม Enter
2. วิธีการ Calibrate เครื่อง CR-300

   กดปุ่ม Calibrate หน้าจอจะขึ้น Y…..X…..Y…..

   ให้ใส่ค่าตรงกับแหล่งกำเนิดแสงที่เลือก คือ C หรือ D_{65} ตามค่าที่ให้มาในแผ่น Write Plate (ใช้ปุ่ม →← เพื่อเลื่อนตำแหน่งให้ตรงกับค่าที่ใส่)

   เมื่อค่า Y.....x…..y…..ตรงกับแหล่งกำเนิดแสงที่เลือกแล้ว ให้นำหัววัดวางบนแผ่น Write Plate แล้วกดปุ่ม measure (ที่หัววัดหรือที่เครื่อง) ไฟจะแฟลช 3 ครั้ง แสดงว่าเครื่องได้ Calibrate เรียบร้อย

   กดปุ่ม Color Space Select เพื่อให้ค่าจอขึ้นค่า L…..a…..b….. เพื่อจะใช้ในการวัดสีต่อไป
3. วิธีการวัดสีแบบทั่วไป

   นำหัววัดวางบนแผ่นชิ้นงาน กดปุ่ม Measure (ที่หัววัดหรือเครื่อง) จะได้ค่าสี L, a, b
4. วิธีการวัดแบบหาค่าเฉลี่ย

กดปุ่ All data clear กด Enter เพื่อล้างข้อมูลเก่า

นำหัววัดวางบนแผ่นชิ้นงาน กดปุ่ม Measure วัดครั้งที่ 1,2,3,4,5 (วัดอย่างน้อย 5 จุด)

กดปุ่ม Statistical กด Enter หาค่าเฉลี่ย

5. วิธีการวัดสี Standard และ Sample เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง

กดปุ่ม Target Color Set แล้วนำหัววัดไปวางบนแผ่น Standrad ที่ต้องการ แล้วกดปุ่มวัดเพื่อวัดค่า L…..a…..b….. ของ Standard

นำหัววัดมาวางบน Sample กดปุ่ม measure (ที่หัววัดหรือที่เครื่อง) เพื่อวัด Sample จะได้ค่า L, a และ b ของ Sample

กดปุ่ม ABS/DIFF เพื่อเปรียบเทียบ Standard กับ Sample หน้าจอจะปรากฏค่า

ΔE = ……. ΔL =……

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Δ a =..... Δ b =.....

2. การวัดเนื้อสัมผัสของกุนเชียงด้วยเครื่อง Texture Analyzer

อุปกรณ์

1. เครื่อง Texture Analyzer
2. มีด

การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างกุนเชียงนำมาหั่นเป็นชิ้น ยาวขนาด 0.5 เซนติเมตร

วิธีวิเคราะห์

นำกุนเชียงจำนวน 4 ชิ้น ยาว 0.5 เซนติเมตร เลือกใช้โปรแกรม Texture Profile Analysis (TPA) ซึ่งกำหนดค่าความเร็วหัววัดก่อนก่อนทดสอบและวัดความเร็วหัววัดระหว่างทดสอบ เท่ากับ 1.5 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วหัวหลังการทดสอบเท่ากับ 10 มิลลิเมตรต่อวินาที กดตัวอย่างโดยใช้หัวกดรูปทรงกระบอกตันเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร กดตัวอย่างให้ยุบลงร้อยละ 50 ของส่วนสูง และทำการกดตัวอย่าง 2 ครั้ง หน่วยที่ใช้วัดเป็นกิโลกรัม คำนวณโดยเครื่อง Computer

ค่าความแข็ง (Hardness) หน่วยเป็นนิวตัน (N)

ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) หน่วยเป็น มิลลิเมตร (N.mm)

ค่าความเหนียว (Gumminess) หน่วยเป็น (gf)

ค่าความทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) หน่วยเป็น นิวตัน คูณ มิลลิเมตร (N.mm)

ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) หน่วยเป็น นิวตัน คูณ มิลลิเมตร (N.mm)

3. การวัดค่าวอเตอร์แอคติวิติ (Water Activity) A.O.A.C. (1995)

วัดค่าวอเตอร์แอคติวิติของกุนเชียงด้วยเครื่องวอเตอร์แอคติวิติ โดยนำกุนเชียงบดละเอียดบรรจุภาชนะที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงแล้วทิ้งไว้ให้เย็น ใส่ตัวอย่างจนเกือบเต็มภาชนะ แล้วนำไปวัดค่าวอเตอร์แอคติวิติ (Chamber) โดยหมุนแท่งบรรจุตัวอย่างให้แน่นเพื่อป้องกันมิให้มีสิ่งใดเข้าไปในขณะทำการวัด ซึ่งจะมีผลทำให้ค่าที่วัดได้ไม่ถูกต้อง ทิ้งไว้ให้เกิดสมดุล แล้วอ่านค่าวอเตอร์แอคติวิติที่แสดงในเครื่อง

ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน_A.O.A.C. (1995)

อุปกรณ์

1. เครื่องกลั่นรุ่น 1002
2. เครื่องย่อยรุ่น 1007 พร้อมอุปกรณ์ย่อย (digestor) และหลอดย่อย (digestion tube)
3. Exhaust Manifold และ Aspirator
4. Tube stand
5. ขวดปริมาณรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. โปแตสเซียมซัลเฟต
3. คอปเปอร์ซัลเฟต
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร
5. กรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 เตรียมโดยชั่งกรดบอริก 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาณให้เป็น1000 มิลลิลิตร
6. สารละลายอินดิเคเตอร์ เตรียมโดยชั่ง Bromocresol green 0.1 กรัม ละลายในเอทานอล 100 มิลลิลิตร แล้วนำสารทั้งสองมาผสมรวมกัน เทใส่ขวดสีชาที่มีฝาปิด

การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างไส้กรอกมาบดละเอียดให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องสับ เก็บตัวอย่างในขวดแก้วที่มีฝาปิด ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

วิธีวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5 กรัม ใส่ในหลอดย่อย เติมโปแตสเซียมซัเฟตปริมาณ 3.5 กรัม และคอปเปอร์ซัลเฟต 0.4 กรัม เพื่อเป็นสารเร่งปฏิกิริยาจากนั้นเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ เติมลูกแก้วก้นเดือด นำหลอดต่อเข้ากับชุดเครื่องย่อย ทำการย่อยที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เวลา 30-45 นาที จนได้สารละลายใสทิ้งหลอดย่อยให้เย็นแล้วค่อยๆ เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นำหลอดตัวอย่างต่อเข้ากับชุดกลั่น เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร นำขวดรูปชมพู่ที่บรรจุสารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 25 มิลลิลิตรที่มีการหยดสารอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ไปรองรับสารที่กลั่นได้ โดยให้ปลายแท่งแก้วของชุดกลั่นจุ่มอยู่ในสารละลาย กลั่นเป็นเวลา 5 นาที สารที่กลั่นมีปริมาตรประมาณ 125 มิลลิลิตร นำสารที่กลั่นได้ไปทำการไทเทรตกับสารละลายกรดเกลือมาตรฐานความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนได้สารละลายสีเทา (ถึงจุดยุติ) คำนวณปริมาณโปรตีนดังสูตร ดังนี้

$$\text{ร้อยละปริมาณไนโตรเจน} = \frac{14.01 \times (V_1 - V_2) \times C \times 10}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม} \times 10}$$

V_1 = ปริมาณกรดเกลือมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต

V_2 = ปริมาณกรดเกลือมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรตกับ blank

C = ความเข้มข้นของเกลือมาตรฐานหน่วยเป็นโมลาร์ หรือ นอร์มัล

$$\text{ร้อยละปริมาณโปรตีน} = \text{ร้อยละปริมาณไนโตรเจน} \times 6.25$$

หมายเหตุ : ให้ทำ blank ควบคู่ไปด้วยโดยไม่ใส่ตัวอย่างในหลอดย่อย

2. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน A.O.A.C. (1995)

อุปกรณ์

1. เครื่อง Soxtec System HT 6 พร้อมชุดกลั่นและชุดย่อย
2. เตาอบแห้ง

สารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สารละลายกรดเกลือ เข้มข้น 4 นอร์มัล เตรียมโดยผสมกรดเกลือเข้มข้นร้อยละ 37 ปริมาตร 2 ส่วนต่อน้ำกลั่นปริมาตร 1 ส่วน
2. สารช่วยกรอง (filtration) ใช้ 535 ซีไรซ์ (cflite 1900 001 4)
3. อะซิโตน (acetone) ; FW5808 : Mallincrodt chemical AR
4. ปิโตรเลียมอีเทอร์ จุดเดือด 35-60 องศาเซลเซียส
5. สำลีที่ผ่านการสกัดไขมัน
6. ลูแก้วกันเดือด เส้นผ่านศูนย์กลาง 4-5 มิลลิลิตร

การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างไส้กรอกมาบดละเอียดให้เป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยเครื่องสับผสม เก็บตัวอย่างในขวดแก้วที่มีฝาปิด ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

วิธีวิเคราะห์ไขมัน มีขั้นตอนดังนี้

ชั่งตัวอย่างจำนวน 3 กรัม (±0.1 มิลลิกรัม) ใส่ในทิบเปิลแก้ว (thimble 1000 3217) ที่มีซีไรซ์จำนวน 1-2 กรัม นำไปทำให้แห้งด้วยตู้อบรมร้อนอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำตัวอย่างที่ได้ใส่ลงในหลอดชุดย่อย เติมสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 4 นอร์มัล ปริมาตร 120 มิลลิลิตร นำหลอดย่อยต่อเข้ากับเครื่องย่อย (hydrolyzing unit) ทำการย่อยเป็นเวลา 60 นาที แล้วดูดสารละลายตัวอย่างลงในทิบเปิลแก้วอันเดิม โดยใช้สำลีชุบอะซิโตนเช็ดที่หลอดย่อยแล้วนำสำลีใส่ในทิบเปิลแก้วด้วย นำทิบเปิลแก้วไปอบไล่อะซิโตนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที นำทิบเปิลเข้าเครื่องสกัดที่มีถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนมารองรับน้ำมันสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาตร 40-50 มิลลิลิตร เวลาในการสกัด คือ ระยะเวลาในการต้ม 25 นาที ระยะเวลาในการชะล้าง 40 นาที หลังจากนั้นนำถ้วยอะลูมิเนียมที่มีไขมันไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นนำมาคำนวณหาปริมาณไขมัน

$$\text{ปริมาณไขมัน} = \frac{W_3 - W_2}{W_1} \times 100$$

W_1 = น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน เป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมหลังจากสกัดไขมันและทำให้เย็น เป็นกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : ก่อนนำตัวอย่างเข้าไปในหลอดย่อย ถ้าตัวอย่างมีปริมาณไขมันมากกว่าร้อยละ 10 หลังจากการอบไล่ความชื้น ให้นำตัวอย่างไปผ่านขั้นตอนการสกัดไขมันบางส่วนออกก่อน ด้วยเครื่อง extraction unit โดยเปิดเครื่อง serice unit อุณหภูมิ 98-120 องศาเซลเซียส สกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาตร 35-40 มิลลิลิตร ทำการชะล้าง เป็นเวลา 10 นาที อบแห้งเพื่อไล่ปิโตรเลียมอีเทอร์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ขั้นตอนการสกัดไขมันบางส่วนออกก่อนนี้ ต้องใช้ถ้วยอะลูมิเนียมรองรับไขมันที่สกัดได้อีกชุด

3. การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย A.O.A.C. (1995)

อุปกรณ์

1. เครื่อง Fibertec Hot Extraction Unit 1020
2. เครื่อง Fibertec Cold Extraction Unit 1021
3. Cyclotec sample mill
4. เตาอบแห้ง
5. เตาเผา (muffle furnace)
6. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
7. ครูซิเบิล (crucibles) ขนาดรูกรองประมาณ 40-90 ไมครอน

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 0.128 โมลาร์ เตรียมโดยละลายกรดซัลฟิวริก 12.5มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
2. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.223 โมลาร์ เตรียมโดยละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 12.5 กรัมในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
3. n-octanal หรือสารกันฟอง
4. อะซิโตน

การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างบดละเอียดให้มีขนาดเล็กกว่า หรือเท่ากับ 1.0 มิลลิลิตร ถ้าตัวอย่างที่มีปริมาณไขมันมากกว่าร้อยละ 10 ให้นำไปสกัดไขมันออกบางส่วนบนเครื่อง Fibertec Cold Extraction Unit โดยการล้างด้วยอะซิโตน 25 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่า 1 กรัมจำนวน 3 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างให้มีน้ำหนักประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในครูซิเบิล นำครูซิเบิลตัวอย่างเข้าเครื่องเครื่อง เครื่อง Fibertec Hot Extraction Unit ต้มด้วยกรด โดยเติมสารละลายกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 0.128 โมลาร์ ปริมาตร 150 มิลลิลิตร เติม n-octanal ปริมาณ 2-3 หยด เพื่อป้องกันการเกิดฟอง แล้วลดความร้อนลงและต้มเป็นเวลา 30 นาที ทำการกรองแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้งๆ ละ 30 มิลลิลิตร กรองจนแห้ง จากนั้นเติมด้วยด่างโดยเติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.223 โมลาร์ ปริมาตร 150 มิลลิลิตร เติม n-octana ปริมาณ 2-3 หยด ทำเช่นเดียวกับการต้มด้วยกรด เมื่อเสร็จแล้วนำครูซิเบิลตัวอย่างออกจาก Fibertec Hot Extraction Unit นำไปวางบนเครื่อง Fibertec Cold Extraction Unit ล้างด้วยอะซิโตน 3 ครั้งๆ ละ 25 มิลลิลิตรและกรองจนแห้ง นำครูซิเบิลตัวอย่างไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง คำนวณหาร้อยละเส้นใยจากสูตร ดังนี้

$$\text{ร้อยละเส้นใย} = \frac{W_1 - W_2}{W_0} \times 100$$

W_0 = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น เป็นกรัม

W_1 = น้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านการอบภายหลังการต้มกรดและด่าง เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักตัวอย่างหลังผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นกรัม

4. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า A.O.A.C. (1995)

อุปกรณ์

1. เตาเผาเถ้า(muffle furnace)
2. ตะเกียงบุนเสน
3. ถ้วยสำหรับเผาเถ้า
4. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
5. โถดูดความชื้น

การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างมาบดให้ละเอียดให้เป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยเครื่องสับผสมเก็บตัวอย่างในขวดแก้วที่มีฝาปิด ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวิเคราะห์

นำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก 3-5 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส และทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นจนมีน้ำหนักที่แน่นอน นำตัวอย่างไปเผาไฟจนหมดควัน นำตัวอย่างไปเผาเถ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนตัวอย่างกลายเป็นสีขาวหรือสีเทา ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน ทำซ้ำจนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่ จากนั้นคำนวณหาเถ้าดังนี้

$$\text{ร้อยละของเถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักถ้วยหลังเผา} - \text{น้ำหนักถ้วยเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

5. วิธีวิเคราะห์ปริมาณความชื้น A.O.A.C. (1995)

ชั่งตัวอย่างน้ำหนักประมาณ 10 กรัม สำหรับตัวอย่างสด หรือประมาณ 2 กรัม สำหรับตัวอย่างแห้ง โดยทราบน้ำหนักที่แน่นอน (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่ในภาชนะที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปอบในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา นำตัวอย่างออกจากตู้อบใส่ในโถดูดความชื้น (Desiccators) ทิ้งให้เย็น ชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำตัวอย่างไปอบซ้ำอีกครั้งจนได้น้ำหนักที่คงที่ คำนวณหาปริมาณความชื้น

$$\text{ปริมาณความชื้น(ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ})}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์

1. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1984)

ใช้กรรไกรที่ผ่านการฆ่าเชื้อตัดตัวอย่างแล้วชั่งน้ำหนัก 11 กรัมใส่ถุง Stomacher ก่อนเติมสารละลายเปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วปริมาณ 99 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 1:10 ตีผสมสารละลายในถุง Stomacher ด้วยเครื่องดีป่นอาหาร (Stomacher) นาน 2 นาที จากนั้นเจือจางสารละลายตัวอย่าง โดยใช้ปิเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้น 1:10 มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดแก้วที่มีสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 9 มิลลิลิตร (ได้สารละลายตัวอย่างความเข้มข้น 1:100) ทำการเจือจางสารละลายตัวอย่างจนได้ระดับ ความเจือจางที่เหมาะสม 4 ระดับ หลังจากนั้นใช้ปิเปตที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ปิเปตสารละลายตัวอย่างในแต่ละระดับการเจือจาง 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว ก่อนเทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วและหลอมให้มีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อประมาณ 15 มิลลิลิตร และขยับจานเพาะเชื้อในแนวราบซ้าย-ขวา, วนซ้าย-ขวา และขึ้นบน-ล่าง อย่างละ 20 ครั้ง เพื่อให้ตัวอย่างกระจายอย่างเหมาะสมในจานเพาะเชื้อ จากนั้นวางไว้ที่อุณหภูมิห้องจนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว กับจานเพาะเชื้อก่อนนำไปบ่มที่ตู้เพาะบ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำจานเพาะเชื้อมานับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยเลือกจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัม

2. การวิเคราะห์ปริมาณจำนวนยีสต์และรา (AOAC, 1984)

เตรียมตัวอย่างและสารละลายคล้ายกับการหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่เปลี่ยนเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Potato Dextrose Agar (PDA) ในการเลี้ยงเชื้อ และเปลี่ยนอุณหภูมิการบ่มเป็น 24 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

Hedonic scoring test preference

ชื่อผู้ทดสอบ_____วันที่_____

ชื่อผลิตภัณฑ์ : กุนเชียงสูตรมาตรฐาน

คำชี้แจง โปรดทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้ แล้วให้ระดับคะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่างตามระดับคะแนนที่ท่านคิดว่าเหมาะสม โดยดื่มน้ำก่อนทดสอบตัวอย่างแต่ละตัวอย่างทุกครั้ง

ระดับคะแนน

9 = ชอบมากที่สุด (Like extremely)

8 = ชอบมาก (Like very much)

7 = ชอบปานกลาง (Like moderately)

6 = ชอบเล็กน้อย (Like slightly)

5 = เฉยๆ (Nether like dislike)

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย (dislike slightly)

3 = ไม่ชอบปานกลาง (Dislike moderately)

2 = ไม่ชอบมาก (Dislike very much)

1 = ไม่ชอบมากที่สุด (Dislike extremely)

คุณลักษณะ

	รหัสตัวอย่าง						
สี							
กลิ่น							
รส							
ลักษณะเนื้อสัมผัส							
ความชอบโดยรวม							

ข้อเสนอแนะ_____

_____

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วิธีเปรียบเทียบด้วยพิสัยของแดนแคน (Duncan'S New Multiple Ran Procedure)</u>

วิธีการของดันแคนหรือ NMRT (New Multiple Rang test) วิธีนี้ เป็นวิธีการเปรียบเทียบเชิงซ้อน ที่มีวิธีการทดสอบคล้ายกับวิธีการของ SNK แตกต่างกันที่พิสัยของวิธีการนี้จะได้มาจากตารางของดันแคนไม่ได้นำมาจากตาราง Upper Studentized Range จึงทำให้ได้ค่านัยสำคัญไม่เหมือนกันแต่คงยังคำนึงถึงช่วงห่าง (steps) เหมือนกัน ซึ่งสูตรของดันแคนจะแทนค่าพิสัยจากตารางดันแคนเป็น q^* ซึ่งขั้นตอนการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของดันแคนมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. เรียงลำดับ (Rank) ของค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลองจะเรียงจากมากไปน้อยหรือ จากน้อยไปมากก็ได้
2. คำนวณหาค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละคู่ และคำนวณค่า

$$U_k = q^*_{\alpha}(k,V)\sqrt{[(MSE/2)(1/n_i+1/n_j)]}$$

เมื่อ n_i และ n_j เป็นจำนวนค่าสังเกตหรือขนาดตัวอย่างหรือจำนวนซ้ำ r จากวิธีการทดลองที่ i และ j ตามลำดับ

MSE เป็นค่าความคลาดเคลื่อนจากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยองศาความเป็นอิสระเท่ากับ V

k เป็นจำนวนช่วงที่ค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ห่างกัน

$q^*_{\alpha}(k,V)$ ค่าพิสัยจากตารางดันแคน

ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างหรือค่าสังเกตในแต่ละวิธีการทดลองเท่ากันนั่นคือ $n_1 = n_2 = \ldots = n_i = n$

$$U_k = q^*_{\alpha}(k,V)\sqrt{(MSE/n)}$$

3. ถ้าค่าสัมบูรณ์ที่คำนวณได้เป็น $|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > U_k$ แสดงว่าค่า μ_s และ μ_j แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

ตารางแสดงผล

ตารางที่ 21 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกุนเชียงเพื่อสุขภาพและกุนเชียงมาตรฐานที่เก็บรักษาแบบปกติและสุญญากาศ

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/กรัม)			
	กุนเชียงเพื่อสุขภาพ		กุนเชียงมาตรฐาน	
	สภาวะปกติ	สภาวะสุญญากาศ	สภาวะปกติ	สภาวะสุญญากาศ
0	7.2×10^{5}	8.1×10^{5}	1.02×10^{6}	8.0×10^{5}
7	-	6.6×10^{6}	-	5.7×10^{6}
14	-	8.4×10^{6}	-	9.1×10^{6}
21	-	2.5×10^{7}	-	2.8×10^{7}
28	-	3.0×10^{7}	-	3.0×10^{7}

หมายเหตุ : หลังจากวันที่ 7 กุนเชียงที่เก็บรักษาแบบบรรยากาศปกติมีราขึ้นจึงไม่ทำการทดลอง

ตารางที่ 22 จำนวนเชื้อยีสต์และราในกุนเชียงเพื่อสุขภาพและกุนเชียงมาตรฐานที่เก็บรักษาแบบปกติและสุญญากาศ

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	จำนวนเชื้อยีสต์และรา (CFU/กรัม)			
	กุนเชียงเพื่อสุขภาพ		กุนเชียงมาตรฐาน	
	สภาวะปกติ	สภาวะสุญญากาศ	สภาวะปกติ	สภาวะสุญญากาศ
0	3	3	2	4
7	-	5	-	19
14	-	12	-	50
21	-	54	-	98
28	-	120	-	187

หมายเหตุ : หลังจากวันที่ 7 กุนเชียงที่เก็บรักษาแบบบรรยากาศปกติมีราขึ้นจึงไม่ทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้