ความสัมพันธ์ระหว่างสีสังเคราะห์และคุณภาพทางกายภาพและจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี

กิตติคุณ โชติมงคล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
เมษายน 2555
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ กิตติคุณ โชติมงคล ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิ่มรัตน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรินทร์ ชัยวิสุทธางกูร)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิ่มรัตน์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรสา สุริยาพันธ์)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ตันติวรานุรักษ์)

วันที่ 2 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2555

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการศึกษา แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิ่มรัตน์ ซึ่งเป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และประสบการณ์อย่างกว้างขวางในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย ดร.สวามินี ธีระวุฒิ และอาจารย์ปฏิยุทธ์ ขวัญอ่อน ที่ช่วยกรุณาให้คำแนะนำที่ดีในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยบูรพา และสาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์บางส่วนในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ นายสมบัติ โชติมงคล และนางภาวนา โชติมงคล บิดาและมารดาของผู้วิจัย ที่สนับสนุนทุนทรัพย์ ให้คำปรึกษาและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้มาโดยตลอด

ขอขอบคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคนที่ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้มาโดยตลอด

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากโครงการบัณฑิตศึกษาฝึกอบรมและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม ภายใต้การกำกับของโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทบวงมหาวิทยาลัย จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

50911382: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
คำสำคัญ: สีสังเคราะห์/ อาหารทะเลแห้ง/ จังหวัดชลบุรี

กิตติคุณ โชติมงคล: ความสัมพันธ์ระหว่างสีสังเคราะห์และคุณภาพทางกายภาพและจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี (RELATIONSHIP BETWEEN SYNTHETIC DYES WITH PHYSICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITIES OF DRIED SEAFOOD DISTRIBUTED IN CHON BURI PROVINCE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, Ph.D., วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, Ph.D. 207 หน้า. ปี พ.ศ. 2555.

การศึกษานี้ทำการศึกษา 3 ส่วนคือ ส่วนแรกศึกษาข้อมูลการปนเปื้อนสารฟอร์มาลิน กรดซาลิซิลิค และสีสังเคราะห์ในอาหารกลุ่มผักผลไม้ เนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ และอาหารทะเลแห้ง ผลการศึกษาพบว่ามีการปนเปื้อนของฟอร์มาลินในกลุ่มอาหารทะเลสด 3.72% และเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ 1.36% ส่วนผักผลไม้นั้นไม่พบการปนเปื้อน กรดซาลิซิลิคไม่พบการปนเปื้อนในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ แต่พบการปนเปื้อนในผักและผลไม้ 0.90% ส่วนสีสังเคราะห์นั้นไม่พบการปนเปื้อนในกลุ่มอาหารทะเลแห้ง ส่วนที่ 2 เป็นการตรวจหาการปนเปื้อนสีสังเคราะห์ในตัวอย่างอาหารทะเลแห้ง 5 กลุ่ม คือ ปูกรอบ กุ้งแห้ง หมึกแห้งและหมึกแปรรูป หอยแห้ง และปลาแห้งและปลากรอบ ผลการศึกษาพบว่าพบการเปื้อนในตัวอย่างกลุ่มปูกรอบ 100.00% (n=3) กุ้งแห้ง 60.00% (n=15) หมึกแห้งและหมึกแปรรูป 30.00% (n=40) หอยแห้ง 25.00% (n=4) และปลาแห้งและปลากรอบ 14.89% (n=47) ส่วนที่ 3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปนเปื้อนสีสังเคราะห์กับคุณภาพทางกายภาพและจุลชีววิทยาในอาหารทะเลแห้งและวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วยมาตรฐานของกรมประมง ผลการศึกษาพบว่า ตัวอย่างอาหารทะเลแห้งมีการปนเปื้อนสีสังเคราะห์ 21.88% ค่าพีเอชมีค่าอยู่ในช่วง 5.16 ถึง 9.24 ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์มีค่าอยู่ในช่วง 2.73 ถึง 23.11 ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลืออยู่ในช่วง 1.00 x 10^2 ถึง 3.72 x 10^9 CFU/g ปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *Staphylococcus aureus* อยู่ในช่วง < 3 ถึง 23 MPN/g ซึ่งไม่เกินมาตรฐานในทุกตัวอย่าง ไม่พบแบคทีเรียกลุ่ม *Vibrio* และ *Vibrio cholerae* ในทุกตัวอย่าง และปริมาณยีสต์และราอยู่ในช่วง 8.00 x 10^0 ถึง 7.17 x 10^4 CFU/g ซึ่งเกินกว่ามาตรฐาน 37 ตัวอย่าง (57.81%) เมื่อนำคุณภาพของอาหารทะเลแห้งมาหาความสัมพันธ์พบว่า สีสังเคราะห์มีความสัมพันธ์กับค่าพีเอช แบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ แบคทีเรีย *S. aureus* และยีสต์และรา ซึ่งจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอาหารทะเลแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรีมีคุณภาพยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานในบางด้านซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ดังนั้นรัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการตรวจติดตามเป็นระยะเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและยกระดับคุณภาพการผลิตอาหารทะเลแห้ง

50911382: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.Sc.
(ENVIRONMENTAL SCIENCE)
KEYWORDS: SYNTHETIC DYES / DRY SEAFOOD/ CHON BURI PROVINCE

KITTIKOON CHOTMONGCOL: RELATIONSHIP BETWEEN SYNTHETIC DYES WITH PHYSICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITIES OF DRIED SEAFOOD DISTRIBUTED IN CHON BURI PROVINCE. ADVISORY COMMITTEE: SUBUNTITH NIMRAT, Ph.D., VERAPONG VUTHIPHANDCHAI, Ph.D. 207 P. 2012.

This study consisted of 3 phases. The first phase reported the percentage of formalin, salicylic acid and synthetic dyes contamination in vegetable, meat, meat products and dry seafood. The percentage of formalin contamination were 3.72% in fresh seafood, 1.36% in meat and other meat products and 0% in vegetable. Salicylic acid was not contaminated in meat and the other products; however, it was detected in vegetable for 0.90%. Synthetic dyes were not found in all tested dried seafood samples. In the second phase, the synthetic dyes in five groups of dried seafood (frame crab, dried shrimp, dried squid and product of squid, dried shellfish and dried fish) were studied. The percentage of contamination were 100% (n=3) in frame crab, 60.00% (n=15) in dried shrimp, 30.00% (n=40) in dried squid and product of squid, 25.00% (n=4) in dried shellfish and 14.89% (n=47) in dried fish. In the third phase, relationship between the synthetic dyes contamination with physical and microbiological qualities in dried seafood product as well as quality analysis according to criteria of Department of Fisheries, Thailand were evaluated. Dried seafood samples were contaminated with synthetic dyes for 21.88% and showed values of pH and NaCl content in range of 5.16 to 9.24 and 2.73 to 23.11%. Salt tolerant bacteria were 1.00×10^{2} to 3.72×10^{9} CFU/g. *Staphylococcus aureus* numbers were less than 3 to 23 MPN/g which were not exceeded the values of the standard. Moreover, *Vibrio* spp. and *Vibrio cholerae* were not found in all tested samples. In contrast, yeast and mold numbers were in a range of 8.00×10^{0} to 7.17×10^{4} CFU/g in which 37 samples (57.81%) exceeded standard. Contamination with synthetic dyes represented a direct relationship with pH, salt tolerant bacteria, *S. aureus*, yeast and mold number. The studied indicated that dried seafood sold in Chon Buri did not meet the quality standards in some samples leading to the unsafe for the consumers. The government and relevant agencies should periodically monitor for the safety of consumers and improve the quality of dried seafood.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…….. ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……. จ

สารบัญ……..... ฉ

สารบัญตาราง…….. ซ

สารบัญภาพ……. ฌ

บทที่

1 บทนำ…….. 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา…… ….. 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย……. 2

สมมติฐานของการวิจัย……. 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย……... 3

ขอบเขตของการวิจัย……. 3

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…….……. 4

สีสังเคราะห์ในอาหาร…….. 4

วัตถุประสงค์ของการใช้สีผสมอาหาร ……. 5

การใช้สีผสมอาหารเพื่อแต่งสีของอาหาร ……... 6

ประเภทของสีผสมอาหาร……... 6

อันตรายจากการใช้สีผสมอาหาร…….. 7

การป้องกันอันตรายจากสีผสมอาหาร…….. 8

คุณลักษณะของสีผสมอาหารที่ได้มาตรฐาน……. 9

อาหารทะเลแห้งและปรุงรส……. 12

อุตสาหกรรมอาหารทะเลแห้งที่มีการผลิตมากในประเทศไทย…… 16

จุลินทรีย์ที่พบในอาหารทะเลแห้ง…… 18

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร…… 19

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา…… 24

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย	32
วัสดุและอุปกรณ์	32
วิธีการดำเนินการทดลอง	35
4 ผลการทดลอง	42
การรวบรวมและวิเคราะห์การปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ร่วมกับการปนเปื้อนด้วยสารอื่นในอาหารประเภทต่าง ๆ ที่จำหน่ายในภาคตะวันออก	42
การศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งจากแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดชลบุรี	43
การศึกษาความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยา	59
5 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง	163
สรุปผลการทดลอง	163
อภิปรายผลการทดลอง	165
รายการอ้างอิง	175
ภาคผนวก	186
ภาคผนวก ก	187
ภาคผนวก ข	191
ภาคผนวก ค	193
ภาคผนวก ง	195
ภาคผนวก จ	197
ภาคผนวก ฉ	203
ประวัติย่อของผู้วิจัย	207

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าพีเอชต่ำสุดที่แบคทีเรียสามารถเจริญในอาหารได้.....	22
2	ค่า a_w ต่ำสุดโดยประมาณที่จุลินทรีย์ในอาหารจะสามารถเจริญได้.....	24
3	การปนเปื้อนด้วยฟอร์มาลิน กรดซาลิซิลิค และสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลสด อาหารทะเลแห้ง เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ และผักและผลไม้ ในช่วงปี พ.ศ. 2549-2550……...	42
4	ผลการตรวจสีสังเคราะห์ในอาหารประเภทกุ้งแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี 2552…….	45
5	ผลการตรวจสีสังเคราะห์ในอาหารประเภทปลาแห้งและปลากรอบที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี 2552……..	47
6	ผลการตรวจสีสังเคราะห์ในอาหารประเภทหมึกแห้งและหมึกแปรรูปที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี 2552……..	50
7	ผลการตรวจสีสังเคราะห์ในอาหารประเภทหอยแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี 2552……	52
8	ผลการตรวจสีสังเคราะห์ในอาหารประเภทปูกรอบที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี 2552……	53
9	รวมผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี 2552……..	54
10	สรุปผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี 2552……..	58
11	ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง……	61
12	ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง……	63
13	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง……..	65
14	ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง…….	66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

15 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง..... 67

16 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้ง..... 69

17 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้ง..... 71

18 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้ง..... 73

19 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว..... 75

20 ผลการตรวจสอบการคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว... 77

21 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว..... 79

22 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว..... 80

23 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว..... 81

24 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดปลากรอบ..... 83

25 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปลากรอบ..... 85

26 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลากรอบ..... 87

27 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเส้น..... 89

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

28 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเส้น…….. 91

29 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเส้น…… 93

30 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเค็ม……. 95

31 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเค็ม…….. 97

32 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเค็ม……. 99

33 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้ง…… 101

34 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้ง…… 103

35 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้ง…….. 105

36 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ……. 107

37 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ 109

38 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ…… 111

39 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ…… 112

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

40 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ..... 113

41 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล..... 115

42 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล..... 117

43 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล..... 119

44 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล..... 120

45 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล..... 121

46 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล..... 122

47 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล..... 124

48 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล..... 126

49 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล..... 128

50 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล..... 130

51 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล..... 132

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

52 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล..... 134

53 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล..... 135

54 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล..... 136

55 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล..... 137

56 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดหอยแห้ง..... 139

57 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหอยแห้ง..... 141

58 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหอยแห้ง..... 143

59 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ..... 145

60 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ..... 147

61 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ..... 149

62 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ..... 150

63 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ..... 151

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

64 สรุปผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้ง…… 152

65 สรุปผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้ง……... 157

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ตัวอย่างอาหารทะเลแห้งชนิดต่าง ๆ ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี…….	43
2	ชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สี…….	44
3	ตัวอย่างกุ้งแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี……..	46
4	ตัวอย่างปลาไส้ตันแห้ง (a) ปลาแก้ว (b) และปลากรอบ (c) ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี……...	49
5	ตัวอย่างหมึกตัวฉาบ (a) และหมึกแผ่นปรุงรส (b) ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี……...	51
6	ตัวอย่างหอยแมลงภู่แห้ง (a) และหอยเสียบแห้ง (b) ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี……	52
7	ตัวอย่างปูกรอบที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี…….	53

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตามนโยบายของรัฐบาลที่กำหนดให้ปี พ.ศ. 2547 เป็นปีแห่งการสร้างระบบความปลอดภัยด้านอาหารเพื่อให้ประชาชนมีสุขภาพดีถ้วนหน้าและเพื่อให้อาหารที่ผลิตและบริโภคในประเทศมีความปลอดภัยได้มาตรฐานนำไปสู่การเป็น ครัวโลก ปัจจุบันสาธารณสุขจังหวัดชลบุรีและจังหวัดอื่น ๆ ในภาคตะวันออกได้ทำการตรวจสอบคุณภาพอาหารทั้งด้านกายภาพ เคมีและด้านจุลินทรีย์ พบว่าอาหารแห้งมีการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ที่ไม่ใช่สีผสมอาหารและแบคทีเรียก่อโรคเพิ่มมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคโดยเฉพาะอย่างยิ่ง กุ้งแห้ง และอาหารทะเลแห้งชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นอาหารยอดนิยมชนิดหนึ่งของภาคตะวันออก (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชลบุรี, 2548)

ปัจจุบัน อาหารทะเลแห้งมีการปนเปื้อนสีสังเคราะห์เพิ่มมากขึ้น โดยพบว่า กะปิและกุ้งแห้งมีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์เท่ากับ 12.5% และ 9.5% ตามลำดับ (แฉล้ม ชนะคช และคณะ, 2548) ซึ่งการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์สามารถเกิดขึ้นได้ในหลายขั้นตอนของกระบวนการผลิต โดยอาจมีการปนเปื้อนจากขั้นตอนการเพาะเลี้ยง เนื่องจากมีการใช้สีสังเคราะห์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค เพื่อป้องกันและรักษาโรคสัตว์น้ำ เช่น สีมาลาไคน์กรีน ซึ่งเป็นสีย้อมสังเคราะห์ใน กลุ่มสีเบสิค ที่ใช้กันมานานในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (อัจฉราพร ไสละสูต, 2517) โดยมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อรา ปรสิต แบคทีเรีย (Srivastava, Singh, Srivastava, & Sinha, 1995) และโพรโตซัว (Clifton-Hadley & Alderman, 1987) รวมทั้งขั้นตอนการเติมสีสังเคราะห์เพื่อเพิ่มสีสันและความสวยงามน่ารับประทาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาหารทะเลแห้ง เช่น กุ้งแห้งที่มีสีแดงหรือสีส้มเข้ม (นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, 2542) โดยสีสังเคราะห์บางชนิดอาจทำให้เกิดโรคมะเร็ง (จักรพันธุ์ ปัญจะสุวรรณ, 2542) หรือหากรับประทานอาหารที่มีสีสังเคราะห์บ่อย ๆ สีสังเคราะห์จะสะสมอยู่ในร่างกายมากขึ้น เมื่อสีสังเคราะห์สะสมอยู่ในร่างกายมากพอก็จะก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภคได้ (วินัย ปิติยนต์, 2548) แต่ตามปกติแล้วการใช้สีสังเคราะห์จะต้องใช้ในปริมาณที่จำกัด โดยทั่วไปแล้วจะกำหนดปริมาณที่ให้ใช้โดยปลอดภัยไว้ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักร่างกาย 1 กิโลกรัมต่อ 1 วัน ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่น้อยมาก (จุไรรัตน์ เกิดดอนแฝก, 2537)

แบคทีเรียนับเป็นอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญโดยเฉพาะแบคทีเรียก่อโรค ซึ่งพบว่ามีการปนเปื้อนอยู่ในอาหารทะเลแห้ง เช่น *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* spp. ซึ่งพบว่า

มีการปนเปื้อนร้อยละ 0.97 และ 0.58 ตามลำดับ (บัญญัติ สุขศรีงาม และคณะ, 2551) โดยที่ *Staphylococcus aureus* ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งเป็นผลมาจากการผลิตเอนเทอโรทอกซินหรือสารพิษและขับออกมานอกเซลล์ และ *Salmonella* spp. ก็ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่มีความรุนแรงเช่นกัน (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545)

ปัจจุบัน การศึกษาเกี่ยวกับสีสังเคราะห์และแบคทีเรียก่อโรคในอาหารทะเลแห้งในประเทศไทยมีน้อยมาก ดังนั้นเพื่อการจัดการและความปลอดภัยของผู้บริโภคจึงทำการศึกษาการปนเปื้อนสารดังกล่าวและคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาในอาหารทะเลแห้งโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกุ้งกุลาดำ กุ้งขาว กุ้งขนาดเล็กที่นิยมใช้ในการทำกุ้งแห้ง ปลาทะเลเศรษฐกิจและอาหารทะเลชนิดอื่น ๆ ที่นิยมขายในจังหวัดชลบุรี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งชนิดต่าง ๆ ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี
2. เพื่อศึกษาถึงคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดต่าง ๆ ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี
3. เพื่อศึกษาถึงคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดต่าง ๆ ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดต่าง ๆ ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี

สมมติฐานของการวิจัย

ปริมาณการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ แบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ กลุ่ม *Vibrio* กลุ่ม *Vibrio cholerae* กลุ่ม *Staphylococcus aureus* และปริมาณยีสต์และราไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด และไม่พบแบคทีเรียก่อโรคในอาหารทะเลแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี และพบว่ามีความสัมพันธ์กันในแต่ละพารามิเตอร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทราบถึงสถานการณ์การปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งชนิดต่าง ๆ ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี

2. ทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดต่าง ๆ ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี

3. ทราบถึงคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดต่าง ๆ ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี

4. ทราบถึงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดต่าง ๆ ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี

ขอบเขตของการทำวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ได้แก่ ค่าสี พีเอช และร้อยละโซเดียมคลอไรด์ และคุณภาพทางจุลชีววิทยาที่มีอยู่ในอาหารทะเลแห้ง และศึกษาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2550-2552

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา จำแนกได้เป็น 12 หัวข้อ ดังนี้

1. สีสังเคราะห์ในอาหาร
2. วัตถุประสงค์ของการใช้สีผสมอาหาร
3. การใช้สีผสมอาหารเพื่อแต่งสีของอาหาร
4. ประเภทของสีผสมอาหาร
5. อันตรายจากการใช้สีผสมอาหาร
6. การป้องกันอันตรายจากสีผสมอาหาร
7. คุณลักษณะของสีผสมอาหารที่ได้มาตรฐาน
8. อาหารทะเลแห้งและปรุงรส
9. อุตสาหกรรมอาหารทะเลแห้งที่มีการผลิตมากในประเทศไทย
10. จุลินทรีย์ที่พบในอาหารทะเลแห้ง
11. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร
12. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

1. สีสังเคราะห์ในอาหาร

สีเป็นคุณลักษณะที่มีความสำคัญมากอย่างหนึ่งของอาหาร ซึ่งบางครั้งอาจถือได้ว่าเป็นคุณลักษณะอันดับแรก ๆ ที่มีผลต่อความรู้สึกของมนุษย์ ซึ่งผู้บริโภคได้อาศัยเป็นเครื่องบอกคุณภาพเพื่อการตกลงใจซื้อ นอกเหนือจากการใช้ลักษณะทางจุลชีววิทยาหรือความสะอาดแล้ว ลักษณะสี กลิ่น รส ลักษณะเนื้ออาหารและคุณค่าทางโภชนาการ ก็สามารถใช้เป็นสิ่งตัดสินคุณภาพอาหารด้วย อีกทั้งยังสีช่วยให้เราจดจำอาหารนั้น ๆ ได้และทำให้เกิดความรู้สึกอยากรับประทานหรือทำให้เพลิดเพลินกับการรับประทานอาหารนั้น นับได้ว่าสีเป็นสิ่งแรกที่รู้สึกได้ด้วยตา ก่อนการรับรู้ถึงรสชาติและลักษณะเนื้ออาหาร ความรู้สึกเบื้องต้นของการยอมรับหรือปฏิเสธอาหาร จึงขึ้นอยู่กับว่าอาหารนั้นดูเหมือนอะไรมากกว่าต้องการรู้ว่าอาหารนั้นมีรสชาติเป็นอย่างไร (อุดม กาญจนปกรณ์ชัย และธีรวรรณ รางแดง, 2524) ดังนั้นจึงถือว่าสีมีความสำคัญมากอย่างหนึ่งในการประกอบอาหาร

การเติมสีลงในอาหารมีมานานแล้ว เพราะสีเป็นคุณลักษณะอย่างหนึ่งของอาหาร ที่ทำให้อาหารมีลักษณะสวยงาม สำหรับประเทศไทย สีที่กระทรวงสาธารณสุขยอมให้ใช้ผสมอาหาร

แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ สีสังเคราะห์และสีธรรมชาติ (จักรพันธุ์ ปัญจะสุวรรณ, 2542) ซึ่งการใช้สีจากธรรมชาติจะไม่เป็นอันตราย แต่การควบคุมเพื่อให้ได้อาหารที่มีสีสม่ำเสมอทำได้ค่อนข้างยาก และต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ หลายขั้นตอนกว่าจะได้สีธรรมชาติมาใช้ วัตถุดิบบางอย่างก็หาได้ยากและจะต้องเตรียมการเพื่อใช้ทันที ซึ่งไม่สะดวกในการใช้ อีกทั้งจำนวนสีก็มีให้เลือกใช้น้อย (นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, 2542) จึงมีการนำสีสังเคราะห์มาใช้ผสมลงในอาหารแทนสีธรรมชาติ เพราะมีราคาถูกและมีชนิดของสีให้เลือกใช้ได้มากมาย ทำให้อาหารมีสีสันสวยงามเป็นที่ดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค แต่อย่างไรก็ตามผู้บริโภคมักไม่ค่อยให้ความสนใจต่ออันตรายและความปลอดภัยของสีอาหารที่เป็นสีสังเคราะห์มากนัก จนกระทั่งต้นปี ค.ศ. 1950 เมื่อมีรายงานความเป็นพิษจากสีอาหาร คือทำให้เด็กเกิดอาการท้องร่วงเมื่อได้รับสีดำและสีส้มจากลูกกวาด (Halloween toffy) จึงได้มีการศึกษาพบว่าเป็นสี FD & C Orange No. 1 ซึ่งมีฤทธิ์เป็นยาระบายคล้ายฟีนอล์ฟ-ทาลีน และต่อมาก็ได้มีการศึกษาถึงอันตรายของสีสังเคราะห์ที่ส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์เพิ่มมากขึ้น สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกาจึงได้เริ่มศึกษาหาความเป็นพิษของสีสังเคราะห์ที่ใช้เติมในอาหารอย่างจริงจังในสัตว์ทดลองเพื่อหาพิษเรื้อรัง เพราะสีเหล่านี้ใช้เติมลงในอาหารที่ประชาชนบริโภคกันอย่างแพร่หลายเป็นประจำเกือบทุกวันและติดต่อกันเป็นเวลานาน ซึ่งสีสังเคราะห์บางชนิดที่พบว่ามีอันตรายปัจจุบันก็ไม่อนุญาตให้ใช้เติมลงในอาหารแล้ว (นิธิยา รัตนาปนนท์ และวิบูลย์ รัตนาปนนท์, 2543) เช่น สี Amaranth (E123)

2. วัตถุประสงค์ของการใช้สีผสมอาหาร

วัตถุประสงค์หลัก ๆ ของการใช้สีผสมอาหารนั้นก็เพื่อแต่งสีผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่มีสี เช่น เครื่องดื่มชนิดน้ำหรือเครื่องดื่มผง ลูกกวาด ไอศกรีม แยม เยลลี่และอาหารว่างต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อให้มีสีเป็นที่ดึงดูดใจผู้บริโภค หรือเพื่อแต่งสีผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งอาจสูญเสียหรือเปลี่ยนไปมากในระหว่างกระบวนการผลิตหรือการเก็บรักษาเช่น การใช้สีผสมอาหารเพื่อช่วยแต่งสีของเบียร์ วิสกี้ น้ำเชื่อมและอาหารอบ อีกทั้งสียังใช้เพื่อแต่งสีผลิตภัณฑ์อาหารที่มีสีธรรมชาติแปรเปลี่ยนตามฤดูกาลและสภาพภูมิอากาศ เช่น การใช้สีผสมอาหารแต่งสีน้ำนมซึ่งปกติมักมีสีต่างกันมากขึ้นอยู่กับฤดูกาล โดยน้ำนมในฤดูร้อนมักมีสีเหลืองเข้มกว่าน้ำนมในฤดูหนาว เนื่องมาจากหญ้าที่วัวบริโภคในฤดูร้อนมีปริมาณเบต้าแคโรทีน (Beta-carotene) มากกว่าในฤดูหนาว เพื่อให้อาหารที่ผลิตออกมามีสีคงที่ตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตได้กำหนดไว้และเพื่อมิให้ผู้ซื้อเกิดความเข้าใจผิดในเรื่องคุณภาพของอาหารที่ผลิตขึ้นมา ทั้งนี้อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า การเติมสีในอาหารก็เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเป็นที่จดจำและมีลักษณะที่ดีที่ผู้บริโภคต้องการและยอมรับ (วินัย ปิติยนต์, 2548)

3. การใช้สีผสมอาหารเพื่อแต่งสีของอาหาร

การใช้สีผสมอาหารเพื่อแต่งสีของอาหารได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในแง่ความปลอดภัยของสีต่อการบริโภค จึงต้องเลือกชนิดของสีผสมอาหารที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและใช้ในปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งสีผสมอาหารที่ใช้ควรมีคุณสมบัติคือ ไม่ทำให้คุณภาพของอาหารเปลี่ยนไปในทางที่ไม่ดี มีความคงตัวในอาหาร ไม่เกิดปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์อาหารและบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ ง่ายต่อการใช้ในผลิตภัณฑ์ มีราคาถูก และให้ความเข้มของสีสูง (พรภัทรา ศรีนรคุตร, 2544)

4. ประเภทของสีผสมอาหาร

สีที่ใช้ผสมในอาหารมีหลายประเภท ซึ่งกระทรวงสาธารณสุขได้ออกประกาศฉบับที่ 61 ลงวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2522 กำหนดสีผสมอาหารเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ และกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานการใช้ การผสม ฉลากสำหรับสีผสมอาหาร และกำหนดประเภทของสีที่อนุญาตให้ใช้ผสมอาหารซึ่งปลอดภัยแก่ผู้บริโภคมากที่สุด ซึ่งต้องเป็นสีที่มีความบริสุทธิ์สูง และมีวัตถุเจือปนน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (วิไลลักษณ์ ชินบูรณ์, 2539)

4.1. สีอินทรีย์สังเคราะห์ (Synthetic organic dyes) หมายถึง สีอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์ เป็นสีที่ค่อนข้างคงตัวและใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ให้สีที่ต้องการได้ แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 2 กลุ่ม คือ ดายส์ (Dyes) และเล็คส์ (Lakes) โดยที่ดายส์เป็นสีสังเคราะห์ที่ละลายน้ำได้ดีแต่ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ส่วนใหญ่ จึงเหมาะกับอาหารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ ส่วนเล็คส์เป็นสีสังเคราะห์ที่ละลายได้ในน้ำมัน จึงเหมาะกับอาหารประเภทน้ำมันและไขมัน (ศิวาพร ศิวเวชช, 2535) ซึ่งสีสังเคราะห์ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าไม่เป็นอันตรายเมื่อกินเข้าไปมีอยู่ด้วยกัน 9 สี อยู่ในลักษณะสีหลัก ได้แก่ สีแดง 3 ชนิด สีเหลือง 3 ชนิด สีเขียว 1 ชนิด และสีน้ำเงิน 2 ชนิด เมื่อจะใช้ก็สามารถนำไปผสม ทำให้เกิดสีต่าง ๆ ได้เพียงพอกับความต้องการ ซึ่งสีทั้ง 9 สีนั้นมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปได้แก่ (จักรพันธุ์ ปัญจะสุวรรณ, 2542)

4.1.1 จำพวกสีแดง มี 3 สี ได้แก่ ปองโซ 4 อาร์ (Ponceau-4 R) เออริโธรซีน (Erythrosine) และคาร์โมอีซีนหรือเอโซรูบีน (Carmoisine or Azorubine)

4.1.2 จำพวกสีเหลือง มี 3 สี ได้แก่ ตาร์ตราซีน (Tartrazine) ซันเซต เยลโลว์ เอฟซีเอฟ (Sunset yellow FCF) และไรโบฟลาวิน (Riboflavin)

4.1.3 จำพวกสีเขียว มี 1 สี ได้แก่ ฟาสต์กรีน เอฟซีเอฟ (Fast green FCF)

4.1.4 จำพวกสีน้ำเงิน มี 2 สี ได้แก่ อินดิโกคาร์มีนหรืออินดิโกทีน (Indigocarmine or indigotine) บริลเลียนต์บลู เอฟซีเอฟ (Brilliant blue FCF)

ซึ่งสีดังกล่าวเป็นสีที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 21 พุทธศักราช 2522

4.2 สีอนินทรีย์ (Inorganic dyes) เป็นสีอีกชนิดหนึ่งที่มีการใช้กันมาก ได้แก่

4.2.1 ผงถ่านที่ได้จากเผาพืช (Vegetable charcoal) เช่น สีดำจากผงถ่าน (Carbon black) ที่ได้จากการเผาเปลือกมะพร้าว ใช้ใส่ในขนมเปียกปูนให้มีสีดำ

4.2.2 ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide; ศิวาพร ศิวเวชช, 2535)

4.3. สีที่ได้จากธรรมชาติ (Naturally occurring dyes) หมายถึง สีที่ได้มาจากการสังเคราะห์หรือสกัดจากวัตถุดิบธรรมชาติ โดยผ่านการวิเคราะห์เรื่องส่วนประกอบ กรรมวิธีการผลิต ความบริสุทธิ์และอื่น ๆ จนแน่ใจว่าปลอดภัยต่อการบริโภค ประเภทอาหารที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้ใช้ได้เฉพาะสีธรรมชาติ ได้แก่ เนื้อสัตว์ทุกชนิดที่ปรุงแต่ง ย่าง อบ นึ่งหรือทอด บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เส้นบะหมี่ แผ่นเกี๊ยว สปาเกตตี มะกะโรนี สีธรรมชาติหาได้ง่ายและบางอย่างมีกลิ่นหอม สามารถรับประทานได้โดยไม่จำกัดปริมาณและไม่ต้องกลัวว่าจะเกิดการสะสมของสารพิษในร่างกาย (พรภัทรา ศรีนรคุตร, 2544)

สำหรับสีผสมอาหารที่นิยมนำมาใช้ผสมอาหารอาจใช้ทั้งที่เป็นสีเดียวหรือสีผสมหลายสีรวมกันได้ ปริมาณที่ใช้ก็จะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของอาหารและความต้องการ โดยสีผสมอาหารนั้นต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุข (วันเพ็ญ จิตรเจริญ, 2536) โดยในการปรุงอาหารนิยมเติมสีลงไป เพื่อทำให้อาหารมีสีน่ารับประทานขึ้น จึงควรใช้สีธรรมชาติ เช่น สีจากใบเตยหรือดอกอัญชันแทนสีสังเคราะห์มากกว่าเพราะเนื่องจากสีสังเคราะห์ที่ใช้สำหรับอาหารบางครั้งทำให้เกิดการแพ้ และสีบางชนิดอาจทำให้เกิดมะเร็งได้ นอกจากนี้ยังมีการนำเอาสีย้อมผ้ามาใช้เติมในอาหารยิ่งจะทำให้มีพิษมากขึ้น เพราะสีย้อมผ้ามีโลหะพวก สารหนู ทองแดง ตะกั่ว และปรอท เป็นส่วนประกอบอยู่ในสีสังเคราะห์ด้วย (นิธิยา รัตนาปนนท์ และวิบูลย์ รัตนาปนนท์, 2543)

5. อันตรายจากการใช้สีผสมอาหาร

สีผสมอาหารที่เป็นสีสังเคราะห์ที่เมื่อผสมอาหารและรับประทานเข้าไปในร่างกายอาจทำให้เกิดอันตรายได้จากเหตุ 2 ประการ คือ

5.1 อันตรายจากสีสังเคราะห์ ถึงแม้จะเป็นสีสังเคราะห์ที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารได้ หากบริโภคในปริมาณที่มากหรือบ่อยครั้ง จะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค คือ สีจะไปเคลือบเยื่อบุกระเพาะอาหาร และลำไส้ทำให้น้ำย่อยอาหารออกมาไม่สะดวก อาหารย่อยยาก เกิดอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ และขัดขวางการดูดซึมอาหาร ทำให้ท้องเดิน น้ำหนักลด อ่อนเพลีย อาจมีอาการ ของตับและไตอักเสบ ซึ่งจะเป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง

5.2 อันตรายจากสารอื่นที่ปะปนมา ได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว สารหนู ปรอท พลวง โครเมียม เป็นต้น เนื่องจากการสังเคราะห์และแยกสารออกไม่หมด (จักรพันธุ์ ปัญจะสุวรรณ, 2542) ซึ่งสารดังกล่าวเป็นส่วนประกอบของสีทาบ้านและสีย้อมผ้า แม้ได้รับในปริมาณเล็กน้อยก็สามารถสะสมอยู่ในร่างกายและทำให้เกิดอันตรายขึ้นได้ เช่น พิษจากสารหนูนั้นเมื่อเข้าไปในร่างกายจะสะสมอยู่ตามกล้ามเนื้อ กระดูก ผิวหนัง ตับและไต จะเกิดอาการอ่อนเพลีย กล้ามเนื้ออ่อนแรง เกิดความผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร โลหิตจางและหากได้รับในปริมาณมากในครั้งเดียวจะเกิดพิษต่อร่างกายทันที โดยปากและโพรงจมูกไหม้เกรียมแห้งทางเดินอาหารผิดปกติ กล้ามเนื้อเกร็ง เพ้อคลั่งและยังอาจมีอาการหน้าบวม หนังตาบวมด้วย ส่วนตะกั่วนั้นจะมีพิษต่อระบบประสาททั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง อาจทำให้ถึงกับชีวิตใน 1-2 วัน ส่วนอาการมีพิษเรื้อรังนั้นจะพบเส้นตะกั่วสีม่วงคล้ำที่เหงือก เป็นอัมพาต เกิดอาการผิดปกติของทางเดินอาหาร คลื่นไส้ อาเจียนและอาจพบอาการทางระบบประสาทได้ (วินัย ปิติยนต์, 2548)

6. การป้องกันอันตรายจากสีผสมอาหาร (จักรพันธุ์ ปัญจะสุวรรณ, 2542)

การป้องกันอันตรายจากสีผสมอาหารต้องอาศัยความร่วมมือของบุคคลหลายฝ่าย คือ

6.1 ผู้จำหน่ายหรือผู้ผลิตสีผสมอาหาร ต้องทำฉลากเป็นภาษาไทยให้อ่านได้ชัดเจนโดยมีข้อความต่อไปนี้

6.1.1 สีผสมอาหาร

6.1.2 ชื่อสามัญ และเลขทะเบียนอาหาร

6.1.3 เลขดัชนีสี (ถ้ามี)

6.1.4 ชื่อและที่ตั้งของสถานที่ผลิต

6.1.5 ชนิดของพืช ผัก ผลไม้ หรือสัตว์ที่เป็นต้นกำเนิดของสี

6.2 ผู้จำหน่ายหรือผู้ผลิต ต้องเลือกชนิดที่ตัวสีเองไม่มีอันตรายหรืออันตรายน้อยที่สุดและต้องมีความบริสุทธิ์สูง คือเป็นสีสังเคราะห์ขึ้นพิเศษ เพื่อใช้ในการปรุงผสมอาหารเท่านั้น เพราะสีพวกนี้มีโลหะหนักหรือสารอื่นปนอยู่น้อยมาก (วินัย ปิติยนต์, 2548)

6.3 ผู้ประกอบการ ต้องใช้สีเฉพาะที่ใช้ผสมอาหารเท่านั้น (ไม่ใช้สีย้อมผ้าหรือสีชนิดอื่น) และต้องใช้ในปริมาณพอควร

ตามปกติแล้วเราไม่ควรใช้สีผสมอาหาร แต่ถ้าจำเป็นจริง ๆ ควรใช้สีที่ได้จากธรรมชาติหรือสีอนินทรีย์ หากจำเป็นต้องใช้สีสังเคราะห์ ต้องใช้เฉพาะสีที่ทางการกำหนดว่าปลอดภัย เช่น สีขององค์การเภสัชกรรม กระทรวงสาธารณสุข และใช้ในปริมาณไม่มาก ซึ่งการใช้สีที่ห้ามบริโภค

หรือบริโภคไม่ได้มาผลิตหรือผสมอาหารจำหน่าย อาจได้รับโทษตามกฎหมาย คือปรับไม่เกินสองหมื่นบาทด้วย (วินัย ปิติยนต์, 2548)

6.4 ผู้บริโภค ควรเลือกบริโภคอาหารที่ไม่มีสี หรือเลือกบริโภคแต่อาหารที่แน่ใจว่ามีสีผสมอาหารซึ่งปลอดภัยเท่านั้น

การเลือกซื้อสีผสมอาหาร ควรสังเกตว่าที่ซองหรือกระเป๋าสีนั้นมีข้อความว่า สีผสมอาหาร และมีเลขทะเบียนปรากฏชัดเจนหรือเปล่า หากสีใดไม่มีข้อความดังกล่าวและไม่มีเลขทะเบียน เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคห้ามนำมาใช้ผสมอาหารเด็ดขาด เพื่อความปลอดภัยหากจะใช้สีผสมอาหารควรใช้เพียงแต่น้อยและไม่บ่อยครั้งจนเกินไป (วินัย ปิติยนต์, 2548)

7. คุณลักษณะของสีผสมอาหารที่ได้มาตรฐาน (จักรพันธุ์ ปัญจะสุวรรณ, 2542)

7.1 ไม่มีสารที่ทำให้เกิดพิษ และตัวสีเองไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ร่างกาย ของผู้บริโภค

7.2 มีโครเมียม แคดเมียม ปรอทหรือเซเลเนียมไม่เกิน 1 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก

7.3 มีสารหนูไม่เกิน 5 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก

7.4 มีตะกั่วไม่เกิน 20 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก

7.5 มีโลหะหนักชนิดต่าง ๆ นอกจากตะกั่ว รวมกันไม่เกิน 20 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก

ปัจจุบันนี้อาหารที่มีจำหน่ายอยู่ทั่วไปตามท้องตลาดนั้น ส่วนมากจะมีสีสันสวยงามมองดูน่ารับประทาน ยกตัวอย่างเช่น กุ้งแห้ง โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการได้เก็บตัวอย่างกุ้งแห้งมาตรวจแล้ว พบว่ามีการใช้สีผสมอาหารในปริมาณมากเกินไป สังเกตได้จากกุ้งแห้งจะมีสีแดงหรือสีส้มเข้ม ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกุ้งฝอยแห้ง (จักรพันธุ์ ปัญจะสุวรรณ, 2542)

ทั้งนี้แม้ว่าจะมีการเผยแพร่ความรู้เรื่องอันตรายของสีที่ใส่ในอาหารมาเป็นเวลานานหลายปีแล้วก็ตาม แต่ก็ยังมีการใส่สีลงในอาหารอยู่ทั่วไปทั้งในเมืองและชนบท ซึ่งถ้าหากผู้ผลิตใช้สีที่ไม่ใช่สีที่ได้จากธรรมชาติหรือสีสังเคราะห์ที่ใช้สำหรับผสมอาหาร ก็จะทำให้ผู้บริโภคได้รับอันตรายได้ แม้ว่าจะไม่เกิดพิษโดยทันทีก็ตาม ซึ่งความเป็นพิษนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของสีและระยะเวลาที่ได้รับ (กองเผยแพร่และควบคุมการโฆษณา, 2541)

เพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภคให้ปลอดภัยจากอันตรายดังกล่าว สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาจึงได้ออกกฎหมายเพื่อควบคุมการใช้สีผสมอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 66 (2525) โดยฉบับล่าสุดได้แก้ไขข้อความเกี่ยวกับการใช้สีผสมอาหาร ซึ่งการใช้ผสมอาหารต้องใช้สีที่มีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด และได้กำหนดการใช้สีในอาหาร

17 รายการต้องเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้เท่านั้น ซึ่งหากมีการใช้สีที่แตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา โดยอาหารทั้ง 17 รายการมีเงื่อนไขดังนี้ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66, 2525)

1. ไม่ให้ใช้สีทุกชนิด ในอาหารดังต่อไปนี้

1.1 อาหารทารก

1.2 นมดัดแปลงสำหรับทารก

1.3 อาหารเสริมสำหรับเด็ก

1.4 ผลไม้สด ผลไม้ดอง

1.5 เนื้อสัตว์ทุกชนิดที่ปรุงแต่ง รมควันหรือทำให้แห้ง เช่น ปลาแห้ง กุ้งแห้ง หอยแห้ง ฯลฯ

1.6 เนื้อสัตว์ที่ปรุงแต่งและทำให้เค็มหรือหวาน เช่น ปลาเค็ม กุ้งเค็ม เนื้อเค็ม หอยเค็ม ปลาหวาน กุ้งหวาน ฯลฯ

1.7 ผักดอง

1.8 แหนม

1.9 กุนเชียง ไส้กรอก

1.10 ลูกชิ้น หมูยอ

1.11 ทอดมัน

1.12 กะปิ

1.13 ข้าวเกรียบ เช่น ข้าวเกรียบกุ้ง ข้าวเกรียบปลาหรือข้าวเกรียบในรูปลักษณะต่าง ๆ ฯลฯ

2. เนื้อสัตว์สดทุกชนิด ไม่ให้ใช้สีทุกชนิด เว้นแต่ผงขมิ้นหรือผงกะหรี่สำหรับไก่เท่านั้น

3. ไม่ให้ใช้สีทุกชนิด เว้นแต่สีที่ได้จากธรรมชาติในอาหารดังต่อไปนี้

3.1 เนื้อสัตว์ทุกชนิดที่ย่าง อบ นึ่งหรือทอด เช่น ไก่ หมู เนื้อ ย่าง อบ นึ่งหรือทอด ฯลฯ

3.2 บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เส้นบะหมี่ แผ่นเกี๊ยว มี่ซั้ว สปาเกตตี และมะกะโรนี

3.3 น้ำพริกแกง

อาหารผสมสี ได้แก่ อาหารที่สามารถเติมสีสังเคราะห์ลงไปได้ เพื่อเพิ่มสีสันให้อาหารนั้นน่ารับประทานหรือเพื่อเจตนาระบุชนิดของอาหารนั้น ๆ เช่น ไอศกรีม รสมะนาวต้องมีสีเขียว

น้ำสัปปะรดต้องมีสีเหลือง อาหารที่เติมสีลงไปได้ ได้แก่ อาหารประเภทเครื่องดื่ม ลูกกวาด ไอศกรีมและขนมหวาน ซึ่งต้องมีกำหนดปริมาณสีที่ใช้ลงไปในอาหารดังนี้ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2535)

1. กลุ่มสีแดง ได้แก่ สีปองโซ 4 อาร์ ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค 1 กิโลกรัม สีเอโซรูบีนและสีเออริโธรซิน ไม่เกิน 70 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค 1 กิโลกรัม สีปองโซ 4 อาร์ ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค 1 กิโลกรัม

2. กลุ่มสีเหลือง ได้แก่ สีตาร์ตราซีนและสีซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟ ซี เอ็ฟ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค 1 กิโลกรัม

3. กลุ่มสีเขียว ได้แก่ สีฟาสต์กรีน เอ็ฟ ซี เอ็ฟ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค 1 กิโลกรัม

4. กลุ่มสีน้ำเงิน ได้แก่ สีอินดิโกคาร์มีน ไม่เกิน 70 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค 1 กิโลกรัม และสีบริลเลียนท์บลู เอ็ฟ ซี เอ็ฟ ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค 1 กิโลกรัม

นอกเหนือจากอาหารประเภทเครื่องดื่ม ลูกกวาด ไอศกรีม ขนมหวาน และอาหารห้ามผสมสี เช่น ขนมอบกรอบ อาหารดังกล่าวสามารถเติมสีลงไปกำหนดปริมาณตามสีที่ใส่ลงไปดังนี้

1. สีปองโซ 4 อาร์ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค 1 กิโลกรัม

2. สีเอโซรูบีนและสีเออริโทรซินไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค 1 กิโลกรัม

3. สีตาร์ตราซีนและสีซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟ ซี เอ็ฟ ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค 1 กิโลกรัม

4. สีฟาสต์กรีน เอ็ฟ ซี เอ็ฟ ไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค 1 กิโลกรัม

5. สีอินดิโกคาร์มีน ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค 1 กิโลกรัม

6. สีบริลเลียนท์บลู เอ็ฟ ซี เอ็ฟ ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค 1 กิโลกรัม

อาหารที่มีสีผสมกันอย่างน้อย 2 ชนิดขึ้นไป ต้องมีปริมาณรวมของสีทุกชนิดไม่เกินปริมาณของสีที่กำหนดให้ใช้ได้น้อยที่สุด เช่น ขนมเยลลี่สีเขียว มีสี 2 ชนิดผสมกัน คือสีตาร์ตราซีนและสีบริลเลียนท์บลู เอ็ฟ ซี เอ็ฟ ต้องมีปริมาณรวมของสี 2 ชนิด ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค 1 กิโลกรัม อาหารดังกล่าวเป็นอาหารที่ผู้บริโภคสามารถดูแลความ

ปลอดภัยในการบริโภคด้วยตนเองได้โดยไม่ซื้ออาหารที่มีสีสดจนเกินไป เพราะอาหารเหล่านั้นอาจมีการเติมสีสังเคราะห์ลงไปจำนวนมาก สีที่เติมลงไปอาจเป็นสีที่ไม่อนุญาตให้ใช้ในอาหารทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2535)

สีอันตรายก่อให้เกิดปัญหาได้ 2 กรณี คือ อันตรายจากตัวสีเอง เช่น สีกลุ่มสารประกอบเอโซ (Azo compound) และอันตรายจากสารปนเปื้อนในสี เช่น โลหะหนัก สารตัวกลางจากการผลิตสี เป็นต้น ในขณะนี้น่าเป็นห่วงว่า ยังมีผู้ผลิตบางรายใช้สีที่ไม่ได้รับอนุญาตผสมในอาหารอยู่ ซึ่งสีเหล่านี้มักเป็นสีย้อมผ้า ย้อมเสื่อ ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ และมีฤทธิ์ก่อมะเร็งต่อสัตว์ทดลองและอาจก่อให้เกิดมะเร็งในคนได้ ซึ่งอาหารที่พบว่าใช้สีที่ไม่ได้รับอนุญาตผสม ได้แก่ ลูกกวาด ขนมลูกชุบ หมูแดง กุ้งแห้ง ไส้กรอก ปลาเค็ม และผลไม้ดอง เป็นต้น ซึ่งจะสังเกตได้ง่าย เพราะมีสีสดมากโดยใช้สีย้อมผ้า มักพบในร้านค้าย่อย หาบเร่และแผงลอยเป็นส่วนใหญ่ ส่วนอาหารจากโรงงานอุตสาหกรรมใหญ่ ๆ มักไม่ค่อยพบ (จักรพันธุ์ ปัญจะสุวรรณ, 2542)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 21 (2522) เรื่อง กำหนดสีผสมอาหาร เป็นสารควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานการใช้สีผสมอาหารและฉลาก และประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 (2525) เรื่อง แก้ไขเพิ่มเติมประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 55 (2524) ในประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 21 และฉบับที่ 66 ได้กำหนดชนิดของ สีผสมอาหารชนิดต่าง ๆ ที่อนุญาตให้ใช้ในอาหาร ทั้งชนิดจากธรรมชาติและจากการสังเคราะห์ รวมทั้งปริมาณสูงสุดของสีผสมอาหาร ที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารชนิดต่าง ๆ ด้วย ส่วนข้อกำหนด จะมีรายละเอียดเกี่ยวกับคุณภาพและมาตรฐานของสีผสมอาหาร สารไม่บริสุทธิ์ ข้อจำกัดของสารไม่บริสุทธิ์ หรือสารที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ นอกจากนี้ ยังมีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการใช้สีผสมอาหารชนิดต่าง ๆ รวมทั้งปริมาณด้วย และสำหรับสีผสมอาหารที่ผลิตเพื่อจำหน่าย นำเข้าเพื่อจำหน่ายหรือที่จำหน่าย จะต้องมีข้อความในฉลากอ่านได้ชัดเจนตามที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข และถ้าหากต้องการใช้สีผสมอาหารนอกเหนือไปจากที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธรณสุข ดังกล่าวจะต้องได้รับอนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาก่อน (ศิวาพร ศิวเวชช, 2535)

8. อาหารทะเลแห้งและปรุงรส

8.1 ความต้องการในตลาดปัจจุบันและอนาคต

ประเทศไทยในฐานะที่เป็นประเทศที่สามารถจับสัตว์ทะเลได้เป็นจำนวนมากในแต่ละปีและมีการนำไปใช้เพื่อบริโภคในรูปแบบต่าง ๆ กัน ทั้งในการบริโภคสดและเข้าสู่อุตสาหกรรมการผลิตแปรรูปประเภทต่าง ๆ เช่น อาหารทะเลแช่แข็ง อาหารทะเลกระป๋อง ทำเค็ม

และอบแห้ง เป็นต้น ซึ่งการอบแห้งเป็นกรรมวิธีในการถนอมอาหารทะเลชนิดหนึ่ง เนื่องจากความแห้งจะทำให้กระบวนการเมทาบอลิซึมหยุดชะงักและทำให้เซลล์ตาย (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ, 2544) ซึ่งทำให้สามารถเก็บรักษาอาหารทะเลได้เป็นระยะเวลานานขึ้น และเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะกุ้งแห้งและปลาหมึกแห้ง โดยอาหารทะเลอบแห้งนั้นสามารถแบ่งออกได้หลายประเภทตามวัตถุดิบ คือ หมึกแห้ง กุ้งแห้ง เป็นต้น โดยหมึกจะมีสัดส่วนการแปรรูปด้วยการตากแห้งมากที่สุดประมาณร้อยละ 24 ของผลผลิตหมึกที่จับได้ทั้งหมด รองลงมาคือกุ้ง ร้อยละ 17 ของผลผลิตกุ้งทั้งหมด ในการแปรรูปส่วนใหญ่จะเป็นการทำให้แห้งโดยไม่ต้องมีการปรุงรส โดยเฉพาะกุ้งแห้ง ส่วนหมึกและอื่น ๆ จะมีบางส่วนที่ผ่านการปรุงรสโดยใช้ส่วนผสมต่าง ๆ เพื่อให้รสชาตินน่ารับประทานมากขึ้น (พงศ์ธร พิทักษ์โกศลพงษ์, 2535)

8.2 การถนอมอาหารโดยการทำแห้ง

การถนอมอาหารโดยการทำแห้งนั้นได้ทำกันมานานตั้งแต่โบราณแล้ว (สุมาลี เหลืองสกุล, 2539) การทำแห้งอาหารในสมัยเริ่มแรก เริ่มจากมนุษย์สังเกตว่าเมล็ดพืชที่ตากแห้งตามธรรมชาติ สามารถเก็บไว้ได้นานข้ามฤดู แสงอาทิตย์จะทำให้อาหารหลายชนิดแห้ง เช่น เนื้อ ปลา และผลไม้ เป็นต้น อาหารแห้งแต่ละชนิดจะมีรูป รส กลิ่นที่จำเพาะ การตากแห้งทำให้อาหารมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น องุ่นตากแห้งกลายเป็นลูกเกด และเมื่อนำลูกเกดไปแช่น้ำจะไม่สามารถกลับกลายเป็นองุ่นได้เหมือนเดิม ซึ่งการถนอมอาหารโดยการทำแห้งนั้น ใช้หลักที่ว่าจุลินทรีย์และเอนไซม์ ต้องการน้ำในการทำปฏิกิริยาทางเคมีในกระบวนการเมตาบอลิซึม (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550)

การทำแห้ง หมายถึง การดึงน้ำออกไปจากอาหาร หรือวิธีการใดก็ตามที่สามารถลดปริมาณน้ำอิสระในอาหารเช่น ปลาแห้ง ซึ่งมีการใส่เกลือ เกลือจะไปดูดความชื้นทำให้น้ำอิสระในปลาเหลือน้อยจนไม่เพียงพอต่อการเจริญของจุลินทรีย์ หรือการเติมน้ำตาลในนมข้นหวานก็เช่นเดียวกัน (สุมาลี เหลืองสกุล, 2539) ซึ่งการใช้เกลือร่วมกับการทำแห้งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในการถนอมอาหารประจำวันของมนุษย์ เช่น ใช้กับอาหารทะเล เนื้อหมักแห้ง อาทิเช่น เนื้อหรือหมูแดดเดียว แฮม เนยแข็ง ผักและผลไม้ เป็นต้น (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545)

หลักการในการทำแห้งมีหลายวิธี คือ (บัญญัติ สุขศรีงาม และคณะ, 2551)

1. ใช้กระแสลมร้อนสัมผัสกับอาหาร เช่น ตู้อบแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อน (Hot air dryer)

2. พ่นอาหารที่เป็นของเหลวไปในลมร้อน เครื่องมือที่ใช้ คือ เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dryer)

3. ให้อาหารข้นสัมผัสผิวหน้าของลูกกลิ้งร้อน เครื่องมือที่ใช้ คือ เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum dryer หรือ Roller dryer)

4. กำจัดความชื้นในอาหารในสภาพที่ทำน้ำให้เป็นน้ำแข็งแล้วกลายเป็นไอในห้องสุญญากาศ ซึ่งเป็นการทำให้อาหารแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze dryer)

5. ลดความชื้นในอาหารโดยใช้ไมโครเวฟ (Microwave) หลักในการทำอาหารให้แห้งคือ จะต้องไล่น้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในผลิตผลการเกษตรออกไป แต่จะยังมีความชื้นเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์มากน้อยแล้วแต่ชนิดของอาหาร

8.3 การถ่ายเทความร้อน (บัญญัติ สุขศรีงาม และคณะ, 2551)

การถ่ายเทความร้อนจะเกิดตรงจุดที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิ คือ อุณหภูมิของเครื่องมือที่ใช้ในการอบ และอาหารที่ต้องการทำให้แห้ง โดยอาศัยหลักการส่งความเข้าไปในชิ้นอาหาร เพื่อทำให้น้ำหรือความชื้นกลายเป็นไอ ระเหยออกไปจากผิวหน้าของอาหาร (สุมาลี เหลืองสกุล, 2539) ซึ่งการถ่ายเทความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี

8.4 การเคลื่อนที่ของน้ำในอาหาร (บัญญัติ สุขศรีงาม และคณะ, 2551)

น้ำหรือความชื้นจะเคลื่อนที่มาที่ผิวหน้าของอาหารเมื่อได้รับความร้อนในระหว่างการอบ

8.5 เครื่องอบแห้ง

เครื่องมือที่ใช้ในการอบอาหารจำนวนมากในคราวเดียวกันให้แห้งนั้นมีหลายแบบ แต่ละแบบก็มีหลายขนาด

8.5.1 ตู้อบหรือโรงอบที่ใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550)

โดยมีหลักการทำงานคือ ตู้หรือโรงอบประกอบด้วยแผงรับแสงอาทิตย์ ซึ่งทำด้วยวัสดุใส เมื่อแสงอาทิตย์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นรังสีคลื่นสั้น ตกลงบนแผงรับแสงนี้แล้วจะทะลุผ่านไปยังวัสดุสีดำภายในตู้และเปลี่ยนเป็นรังสีความร้อน ซึ่งความร้อนนี้จะไปกระทบกับอาหารทำให้น้ำในอาหารระเหยออกมา และผ่านออกไปทางช่องระบายอากาศของตู้อบหรือโรงอบ มีผลทำให้อาหารแห้ง ในระหว่างการอบควรกลับผลิตภัณฑ์นั้น วันละ 1-2 ครั้ง เพื่อให้ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ทุกส่วนได้สัมผัสกับความร้อน ทำให้แห้งเร็วและสม่ำเสมอ

8.5.2 เครื่องอบแห้งที่ใช้ความร้อนจากแหล่งอื่น (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550)

ความร้อนที่ใช้กับเครื่องอบประเภทนี้ส่วนมากจะได้จากกระแสไฟฟ้าหรือแก๊ส ส่วนมากใช้ในระดับอุตสาหกรรมซึ่งมีหลายแบบหลายขนาด โดยใช้หลักการที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายหรือประโยชน์ที่ต้องการ เช่น

1. เครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนแบบตู้หรือถาด ตู้อบบุด้วยวัสดุที่เป็นฉนวน มีถาดสำหรับวางอาหารที่จะอบ เครื่องมือชนิดนี้จะใช้อบอาหารที่มีปริมาณน้อย หรือสำหรับงานทดลอง

2. เครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนแบบต่อเนื่อง มีลักษณะคล้ายอุโมงค์ นำอาหารที่ต้องการอบแห้งวางบนสายพานที่เคลื่อนผ่านลมร้อนในอุโมงค์ เมื่ออาหารเคลื่อนออกจากอุโมงค์ก็จะแห้งพอดี ตัวอย่างอาหาร เช่น ผักหรือผลไม้อบแห้ง (บัญญัติ สุขศรีงาม และคณะ, 2551)

3. เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย การทำงานของเครื่องอบแบบนี้คือ ต้องฉีดของเหลวที่ต้องการทำให้แห้งพ่นเป็นละอองเข้าไปในตู้ที่มีความร้อนผ่านเข้ามา เช่น กาแฟผงสำเร็จรูป ไข่ผง น้ำผลไม้ผง ซุบผง เป็นต้น โดยต้องทำให้อาหารเหลวเข้มข้นขึ้นเสียก่อน ให้มีเนื้ออาหารประมาณร้อยละ 40-50 จึงนำไปผ่านเครื่องฉีดพ่นอาหารที่ปล่อยลงมาจากยอดหอคอย ทำให้อาหารเหลวข้นเกิดการกระจายตัวเป็นฝอยในบรรยากาศที่ร้อน ซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง 260 องศา-เซลเซียส และตกลงมาเก็บไว้ในที่รวบรวมในบริเวณฐานของหอคอย (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545)

4. เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง เครื่องทำแห้งแบบนี้ให้ความร้อนแบบนำความร้อนซึ่งประกอบด้วยลูกกลิ้งทำด้วยเหล็กปลอดสนิม อาหารที่จะทำให้แห้งต้องมีลักษณะข้นและป้อนเข้าเครื่องตรงผิวนอกของลูกกลิ้งเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ความร้อนจะถ่ายเทจากลูกกลิ้งไปยังอาหาร

5. เครื่องอบแห้งแบบเยือกแข็ง ประกอบด้วยเครื่องทำให้อาหารเย็นจัด (Freezer) แผ่นให้ความร้อน และตู้สุญญากาศ หลักการในการทำให้แห้งแบบนี้คือการไล่น้ำจากอาหารออกไปในสภาพสุญญากาศ การถ่ายเทความร้อนเป็นแบบการนำความร้อน โดยกระบวนการคือ ต้องทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งตัวเสียก่อน แล้วทำให้ความชื้นระเหยออกไปจากอากาศในสภาวะสุญญากาศในขณะที่อาหารยังแข็งตัวอยู่ เทคนิคนี้ต้องใช้อุณหภูมิสูง ในระหว่างการทำแห้งแบบนี้ จุลินทรีย์จำนวนหนึ่งจะตายไป (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545) เนื่องจากการพลาสโมไลซีส (Plasmolysis) บางส่วนบาดเจ็บ ปริมาณเชื้อจะลดลงตามระยะเวลาที่เก็บอาหาร (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550) ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดคือ กาแฟผงสำเร็จรูป

6. ตู้อบแห้งแบบที่ใช้ไมโครเวฟ ขณะนี้ได้มีการใช้ไมโครเวฟคลื่นความถี่ 13x106 ไซเกิลเพื่อลดความชื้นของผัก เช่น กะหล่ำปลี และผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีคุณภาพดี สีสวย ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ตู้อบแห้งแบบไมโครเวฟร่วมกับการใช้สุญญากาศ คือ ผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงซึ่งยังคงคุณภาพของ สี กลิ่นและรสของส้มไว้

9. อุตสาหกรรมอาหารทะเลแห้งที่มีการผลิตมากในประเทศไทย

9.1 อุตสาหกรรมกุ้งแห้ง (บัญญัติ สุขศรีงาม และคณะ, 2551)

การผลิตกุ้งแห้งในประเทศไทย แบ่งได้ 2 แบบด้วยกัน คือ อุตสาหกรรมในครัวเรือน และอุตสาหกรรมโรงงานขนาดเล็ก

อุตสาหกรรมในครัวเรือน เกิดจากชาวบ้านที่มีถิ่นที่อยู่ในแถบชายฝั่งทะเล ซึ่งมีอาชีพชาวประมงที่มีเรือเป็นของตัวเอง หรือบางรายก็ทำโดยการรับซื้อกุ้งจากเรือประมง แล้วนำมาทำเป็นกุ้งแห้งอีกต่อหนึ่ง การผลิตในลักษณะนี้ส่วนใหญ่มักจะใช้แรงงานจากสมาชิกในครอบครัว ประมาณ 3-5 คน มีน้อยรายที่ผลิตมากจนบางครั้งต้องจ้างแรงงานจากบุคคลภายนอก อุตสาหกรรมนี้ใช้ทุนดำเนินการน้อยมาก เพราะอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ นั้นสามารถหาซื้อได้ง่ายและมีราคาต่ำ ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรใด ๆ เลย แต่ก็มีข้อเสีย คือต้องใช้พื้นที่มาก เสียเวลานานไม่เหมาะกับอาหารคุณภาพสูงบางชนิดเนื่องจากอาจมีฝุ่นละอองและจุลินทรีย์ปะปนมาได้มาก จึงมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคค่อนข้างน้อย (สุมาลี เหลืองสกุล, 2539) ต้องมีแสงแดดส่องผ่านได้ดีและลมสามารถพัดผ่านได้สะดวก อุตสาหกรรมประเภทนี้จำเป็นจะต้องอาศัยแรงลมพัดผ่าน เพื่อช่วยระบายในเรื่องกลิ่น เพราะสัตว์จำพวกกุ้งเมื่อนำไปตากแดดสักระยะหนึ่งจะเริ่มแห้งทำให้ความชื้นจากร่างกายระเหยออกมาจึงมีกลิ่นคาว ฉะนั้นหากไม่มีลมพัดผ่านก็จะทำให้กลิ่นคาวนั้นวนเวียนอยู่ภายในเมื่อแห้งสนิทแล้วก็จะทำให้กลิ่นยังคงติดอยู่ จะทำให้เหม็นคาวมาก ทำให้ไม่น่ารับประทาน (พงศ์ธร พิทักษ์โกศลพงษ์, 2535)

อุตสาหกรรมโรงงานขนาดเล็ก เป็นอุตสาหกรรมที่มีการผลิตกุ้งแห้งและมีการใช้ตู้อบรวมทั้งเครื่องมือทุ่นแรงอื่น ๆ ซึ่งอุตสาหกรรมดังกล่าวจะตั้งอยู่ในจังหวัดต่าง ๆ ได้แก่ สมุทรสาคร เพชรบุรี ชุมพร ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ชลบุรี ระยอง จันทบุรีและตราด ส่วนจังหวัดอื่น ๆ มีกำลังการผลิตน้อยและไม่ใช้เตาอบ ปัจจุบันผู้ผลิตหลายรายในหลายจังหวัดได้เลิกกิจการหรือไม่ก็มีการผลิตเป็นครั้งคราวเท่านั้น เนื่องจากราคากุ้งสดแพงขึ้นและมีปัญหาในเรื่องการตลาด

ผู้ผลิตบางรายที่มีแพปลาจึงนิยมขายกุ้งสดเพียงอย่างเดียว เนื่องจากความต้องการกุ้งสดในตลาดต่างประเทศสูงขึ้น สำหรับผู้ผลิตที่มีตลาดแน่นอนยังคงดำเนินการต่อไปได้ การพัฒนาในเรื่องเครื่องทุ่นแรงก็มีการใช้เครื่องกะเทาะเปลือกซึ่งยังอยู่ในสภาพเดิมและนับว่ายังใช้การได้ดี ส่วนเตาอบกุ้งแห้งนั้นก็มีประสิทธิภาพดีพอสมควรและมีใช้กันแพร่หลาย ผู้ผลิตส่วนใหญ่ยังคงใช้แสงแดดตากกุ้งควบคู่กับการใช้เตาอบเพื่อเร่งผลผลิต เครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตกุ้งแห้งที่สำคัญประกอบด้วย ภาชนะสำหรับต้มกุ้ง เครื่องสูบน้ำ เตาต้ม เตาอบแห้ง เครื่องกะเทาะเปลือกกุ้ง และภาชนะบรรจุ (พงศ์ธร พิทักษ์โกศลพงษ์, 2535)

9.2 อุตสาหกรรมหมึกแห้ง (บัญญัติ สุขศรีงาม และคณะ, 2551)

หมึกที่นำมาตากมีอยู่ 2 ชนิดคือ หมึกกล้วยและหมึกสาย โดยนำหมึกมาแขวนหรือวางบนเสื่อหรือแผ่นกระดานตากแดด ถ้าวางบนเสื่อหรือแผ่นกระดานจะต้องคอยกลับหมึก เพื่อให้แห้งทั่วกันทั้งสองด้าน การทำแห้งในระยะนี้อาจจะใช้เวลาเพียง 20-30 ชั่วโมง ถ้ามีแสงแดดเพียงพอ แต่ถ้าแสงแดดไม่เพียงพออาจจะต้องใช้เวลาประมาณ 48 ชั่วโมง ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิธีการนี้ ต้องขึ้นกับสภาพอากาศ และไม่สามารถควบคุมความสะอาดในระหว่างการตากอาหารให้แห้งได้ จึงไม่ค่อยปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากนัก (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550) เมื่อทำแห้งในระยะแรกแล้วนำหมึกมาวางซ้อนกัน ใช้ผ้าใบหรือพลาสติกคลุมไว้ แล้วหาวัสดุหนัก ๆ ทับไว้ข้างบนประมาณ 2 หรือ 3 วัน จะทำให้หมึกมีลักษณะยืดหยุ่นมากขึ้น เนื่องจากมีการแพร่กระจายของความชื้นภายในเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่ หลังจากนั้นจึงนำมาตากแดดให้แห้งอีกครั้งหนึ่ง ใช้เวลาประมาณ 1 หรือ 2 วัน กลางคืนเก็บเข้าในที่ร่มเพื่อป้องกันน้ำค้าง การเก็บหมึกควรจะเก็บเป็นมัด มัดละ 15 ถึง 20 ตัว โดยเอาหมึกมาวางซ้อนกันให้เป็นระเบียบเรียบร้อย แล้วเอามัดหมึกบรรจุลงในลังหรือกล่องกระดาษให้มีน้ำหนักกล่องละ 25-30 กิโลกรัม แล้วนำไปเก็บไว้ในที่ที่อุณหภูมิคงที่ ใช้อุณหภูมิระหว่าง 10-15 องศาเซลเซียส (และมีความชื้นในอากาศคงที่) ใช้ความชื้นระหว่างร้อยละ 65-70 หมึกในบางประเทศนิยมฉีกเป็นชิ้นย่อยแล้วบรรจุในกล่องหรือถุงกระดาษหรือถุงพลาสติก การทำให้หมึกแห้งและนุ่มต้องแช่ในสารละลายต่าง ๆ ซึ่งพบว่าเมื่อแช่ในสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) จะได้ผลดีที่สุด แต่ก็เป็นอันตรายกับผู้บริโภคได้ เนื่องจากเป็นด่างแก่ รองลงมา คือ โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate)

9.3 อุตสาหกรรมหอยแห้ง (บัญญัติ สุขศรีงาม และคณะ, 2551)

หอยแห้งนับเป็นผลิตภัณฑ์ทางประมงอีกชนิดที่ทำรายได้อย่างมากให้แก่ประเทศ ซึ่งการผลิตหอยมี 2 ประเภท คือ ประเภทอุตสาหกรรมในครัวเรือนและในโรงงานขนาดเล็ก

1. ประเภทอุตสาหกรรมในครัวเรือน ได้แก่ ชาวบ้านที่มีถิ่นอาศัยแถบชายฝั่งทะเล การผลิตส่วนใหญ่จะใช้แรงงานในครัวเรือนที่มีสมาชิกตั้งแต่ 3-5 คน

2. โรงงานขนาดเล็ก ซึ่งประกอบด้วยโรงงานต่าง ๆ ใช้ทุนไม่เกิน 150,000 บาท ใช้แรงงาน 8-10 คน อุปกรณ์ที่ใช้จะมีขนาดใหญ่กว่าครัวเรือน ใช้ทุนหมุนเวียนประมาณ 150,000-300,000 บาท

หอยแห้งที่ผลิต ได้แก่ หอยแมลงภู่ ซึ่งเป็นที่นิยมในตลาดต่างประเทศและตลาดภายในประเทศ สำหรับอัตราส่วนของหอยสดที่ใช้เป็นวัตถุดิบกับแห้งแตกต่างกันตามขนาดของหอย โดยเฉลี่ยหอยสด 2.5-4.5 กิโลกรัม จะได้หอยแห้ง 1 กิโลกรัม (หอยแมลงภู่) จะซื้อโดยตรงจากชาวประมงหรือซื้อจากตลาดค้าหอยแมลงภู่ที่ตลาดปากน้ำ จังหวัดสมุทรปราการ โดยมีผู้ค้าส่ง

รายใหญ่ 2-3 ราย ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้รวบรวมด้วย มีขอบข่ายงานกว้างขวางรับซื้อหอยทั้งภาคตะวันออกและภาคใต้และกระจายออกไปยังผู้บริโภคต่าง ๆ หอยแมลงภู่ที่ผลิตได้ในจังหวัดสมุทรปราการมักจะเป็นผลพลอยได้จากการทำโป๊ะ ซึ่งมีปริมาณไม่มากนักแต่จะมีการขนส่งหอยแมลงภู่จากแหล่งผลิตในจังหวัดอื่น เช่น ฉะเชิงเทรา เพชรบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม ฯลฯ มาสู่จังหวัดนี้ ลักษณะการค้าจะมีผู้รวบรวมออกไปรับซื้อหอยจากแหล่งผลิต โดยมีการติดต่อตกลงล่วงหน้ากับชาวประมงเกี่ยวกับจำนวนที่ต้องการและวันที่ต้องการให้ส่งหอย เมื่อการส่งมอบก็จะตกลงราคาและจ่ายเงิน ซึ่งอาจจ่ายทันทีหรือจ่ายบางส่วนเป็นงวด ๆ ไป ปกติผู้รวบรวมจะไปรับหอยตามท่าขึ้นหอย ซึ่งส่วนมากเป็นท่าที่คลองด่าน เมื่อรวบรวมได้แล้วจะนำไปจำหน่ายให้ผู้ขายส่งรายใหญ่ที่ตลาดปากน้ำ จังหวัดสมุทรปราการ (บัญญัติ สุขศรีงาม และคณะ, 2551)

10. จุลินทรีย์ที่พบในอาหารทะเลแห้ง

ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาอาหารทะเลแห้งก็คือ น้ำ เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถใช้น้ำในการเจริญได้นั่นเอง น้ำที่จุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์เรียกว่า Available water หรือ Water activity (a_w) โดยทั่วไปอาหารที่ทำให้แห้งจะมีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.60-0.75 แต่ที่ค่า a_w ดังกล่าวนั้นจุลินทรีย์บางชนิดอาจเจริญได้ เช่น แบคทีเรียที่ชอบเกลือ (Halophilic bacteria) เจริญได้ที่ a_w 0.75 ส่วนยีสต์กลุ่มชอบน้ำตาล (Osmophilic yeasts) และราที่ชอบน้ำตาล (Osmophilic molds) เจริญที่ a_w 0.60 ดังนั้นในการถนอมอาหารจะต้องทำให้อาหารมีน้ำน้อยกว่าค่า Minimum a_w ของจุลินทรีย์เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ (มัทนา แสงจินดาวงษ์, 2538)

มีรายงานการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลตากแห้งบางชนิด เช่น ปลาหมึกตากแห้ง พบว่าจุลินทรีย์บางชนิดจะเป็นพวกแบคทีเรียและเชื้อรา โดยแบคทีเรียที่ทำให้อาหารทะเลเป็นพิษที่สำคัญ ได้แก่ *Salmonella*, *Vibrio parahaemolyticus, Staphylococcus aureus* และ *Clostridium* และแบคทีเรียที่ทำให้ปลาหมึกแห้งเน่าเสียได้ คือ *Pseudomonas, Achromobacter, Moraxella* และ *Acinetobacter* และยังพบแบคทีเรียกลุ่มชอบเกลือ (Halophilic bacteria) เช่น *Halobacterium, Halococcus* และ *Bacillus* ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้มักจะทำให้ผิวปลาหมึกแห้งเน่าเสียมีสีชมพูหรือแดงส้มหรือทำให้ปลาหมึกแห้งมีกลิ่นที่ไม่ดีและลักษณะเมื่อสัมผัสนิ่มยุ่ยและเน่าเสียในที่สุด ส่วนเชื้อราที่ทำให้ปลาหมึกแห้งเสื่อมคุณภาพและเน่าเสีย ตลอดจนสร้างสารพิษ ได้แก่ *Paecilomyces, Penicillium, Aspergillus* และ *Eurotium* (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2526)

11. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร

อาหารที่เรารับประทานมาจากพืชและสัตว์ จึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องพิจารณาถึงรูปลักษณ์ต่าง ๆ ของอาหารเหล่านี้ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ พืชและสัตว์ที่นำมาเป็นอาหารล้วนแล้วแต่มีกลไกที่สามารถป้องกันการบุกรุกของจุลินทรีย์เข้าสู่เนื้อเยื่อของตัวเอง โดยกลไกป้องกันการบุกรุกนี้จะสามารถพบได้ในอาหารสดทั้งหลาย (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550)

ปัจจัยหลักที่สำคัญในองค์ประกอบของอาหารที่มีอิทธิพลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ ได้แก่ พีเอช (pH) และปริมาณความชื้น (Moisture content; สุมาลี เหลืองสกุล, 2539)

1. พีเอช (pH) หรือความเป็นกรด-ด่าง

แบ่งชนิดของอาหารตามระดับพีเอชหรือหรือความเป็นกรด-ด่างดังนี้

1. อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (Low acid food) อาหารประเภทนี้มีพีเอชสูงกว่า 5.3 ได้แก่ ถั่วข้าวโพด เนื้อ ปลา ไก่ และนม เป็นต้น

2. อาหารที่มีความเป็นกรดปานกลาง (Medium acid food) อาหารประเภทนี้มีพีเอชระหว่าง 4.5-5.3 ได้แก่ หน่อไม้ ฟักทอง และผักบางชนิด เป็นต้น

3. อาหารที่มีความเป็นกรด (Acid food) อาหารประเภทนี้มีพีเอชระหว่าง 3.7-4.5 ได้แก่ ลูกพีช ลูกแพร์ องุ่น มะเขือเทศ และส้ม เป็นต้น

4. อาหารที่มีความเป็นกรดสูง (High acid food) อาหารประเภทนี้มีพีเอชต่ำกว่า 3.7 ได้แก่ กะหล่ำปลีดอง แตงกวาดอง น้ำส้ม และน้ำมะนาว เป็นต้น

ช่วงพีเอชที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ต่าง ๆ มีดังนี้ คือแบคทีเรียเจริญได้ดีในช่วงพีเอช 6.0-8.0 ยีสต์เจริญได้ดีในช่วงพีเอช 4.5-6.0 และเชื้อราที่สร้างเส้นใยเจริญได้ดีในช่วงพีเอช 3.5-4.0

ทั้งนี้มีข้อยกเว้นบ้าง เช่น แบคทีเรียที่ให้กรด (อาทิเช่น แบคทีเรียจำพวก *Lactobacillus* และแบคทีเรียให้กรดน้ำส้ม) จะเจริญได้ที่พีเอชต่ำกว่าค่าปกติที่แบคทีเรียอื่น ๆ เจริญ ซึ่งพีเอชที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 5.0-6.0 (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545)

ผลไม้ เครื่องดื่ม น้ำส้มสายชู และไวน์ ต่างก็มีระดับพีเอชที่ต่ำกว่าระดับ พีเอชที่แบคทีเรียทั่วไปจะสามารถเจริญได้ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเหล่านี้ยังคงมีคุณภาพดี สามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่เสียเนื่องจากมีพีเอชต่ำ แต่ผลไม้ที่มีพีเอชต่ำอาจมีการเน่าเสียโดยเชื้อรา และยีสต์ เนื่องจากเป็นเชื้อที่สามารถเจริญได้ดีที่พีเอชต่ำกว่า 3.5 ซึ่งเป็นระดับที่แบคทีเรีย ก่อโรคทางเดินอาหาร และแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสียไม่ค่อยเจริญ (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550)

แบคทีเรียแต่ละชนิดมีความสามารถในการเจริญในอาหารที่มีระดับพีเอชต่างกัน จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าเชื้อ *Alicyclobacillus acidocaldarius* สามารถเจริญได้ในที่มีพีเอชต่ำมาก

ประมาณ 2.0 ส่วนเชื้อ *Aeromonas hydrophila* จะเจริญในที่มีพีเอชต่ำสุดเพียง 6.0 เท่านั้น ในขณะที่เชื้อ *Gluconobacter* spp., *Staphylococcus aureus* และ *Listeria monocytogenes* จะเจริญได้ในที่มีพีเอชต่ำสุด คือ 3.6, 4.0 และ 4.1 ตามลำดับ (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550)

เมื่อจุลินทรีย์อยู่ในอาหารนาน ๆ จะทำให้พีเอชของอาหารเปลี่ยนไป เนื่องจากจุลินทรีย์ที่เจริญได้มากจะปล่อยสารบางอย่างออกมา ซึ่งอาจเป็นกรดหรือด่าง จึงทำให้พีเอชเปลี่ยนไปมาก และไปขัดขวางการเจริญของจุลินทรีย์ด้วย (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ, 2544) ตัวอย่างเช่น แบคทีเรีย *Clostridium acetobutyricum* สามารถลดกรดบิวทีริกลง โดยเปลี่ยนกรดนี้ให้เป็นสารบิวทานอล ทำให้พีเอชของอาหารที่เชื้ออาศัยอยู่สูงขึ้น ในขณะที่เชื้อ *Enterobacter aerogenes* จะสามารถผลิตสารแอเซทโทอีน (Acetoin) จากกรดไพรูวิก (Pyruvic acid) ทำให้พีเอชเพิ่มขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่อกรดอะมิโนถูก ดีคาร์บอกซิเลท (Decarboxylate) จะทำให้มีพีเอชเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการผลิตสารเอมีน (Amine) ออกมา เมื่อเลี้ยงเชื้อในสภาพด่าง กลุ่มของ Amino deaminase ซึ่งมีกิจกรรมสูงสุดที่พีเอช 8.0 จะปรับพีเอชได้เอง ทำให้มีสภาพพีเอชเป็นกลาง เนื่องจากมีการสะสมของกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้น โดยปกติเซลล์แบคทีเรียจะมีประจุลบในการขนส่งอาหาร สารประกอบที่ไม่มีประจุจะสามารถเข้าสู่เซลล์ได้ ในขณะที่สารที่มีประจุจะเข้าสู่เซลล์ไม่ได้ เมื่อเลี้ยงเชื้อในลักษณะต่อเนื่อง (Continuous culture) ในที่มีพีเอช 6.7 พบว่าเชื้อ *Penicillium chrysogenum* จะมีเส้นใยที่อยู่รวมกันเป็นเม็ดกลม ๆ (ขยุ้ม) โดยไม่เห็นเป็นเส้นใยเดี่ยว ๆ (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550)

อาหารบางชนิดจะมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับพีเอชได้มากกว่าอาหารอื่น ๆ เนื่องจากมี Buffering capacity โดยที่บัฟเฟอร์เป็นสารประกอบที่สามารถต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของพีเอชได้ มีความสำคัญมาก โดยเป็นตัวควบคุมพีเอชในอาหารให้มีการเปลี่ยนแปลงไปน้อยที่สุด (สุมาลี เหลืองสกุล, 2539) ระบบบัฟเฟอร์หรือในสภาวะที่มีเกลือ จะช่วยให้แบคทีเรียเจริญได้ในช่วงพีเอชที่กว้างมากขึ้น ตัวอย่างเช่น อายุการเก็บรักษาของเนื้อสัตว์ขึ้นกับพีเอชของเนื้อสัตว์ เนื้อสัตว์ที่ฆ่าในขณะที่สัตว์อ่อนเพลียจะมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่า เนื่องจากพีเอชของเนื้อสัตว์ลดลงน้อยกว่าปกติ เปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ที่ได้จากสัตว์ที่มีการพักผ่อนก่อนฆ่า ซึ่งจะมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตในรูปของไกลโคเจนไว้ (~1%) และจะถูกเปลี่ยนให้เป็นกรดแลคติก จึงมีผลให้พีเอชลดลงจาก 7.4 มาเป็น 5.6 เมื่อสิ้นสุดอาการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เรียกว่าไรเกอร์ มอร์ทีส (rigor mortis) ความเป็นกรดเป็นผลให้เนื้อเน่าเสียช้าลง นอกจากนี้ในเนื้อสัตว์ยังมีโปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ ช่วยรักษาระดับพีเอชไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปมากนัก (ต่างจากในพืชที่ขาดโปรตีน และกรดอะมิโนที่จะทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์) การเน่าเสียมักเกิดจากยีสต์และราก่อน หลังจากยีสต์และราเจริญแล้ว จะทำให้ระดับพีเอชของอาหารสูงขึ้น เป็นผลให้แบคทีเรียเจริญได้

ด้วยเหตุนี้ เนื้อที่มีพีเอชไม่ต่ำมาก แบคทีเรียจึงสามารถเจริญได้ดี การเน่าเสียของเนื้อประเภทนี้จึงเกิดจากแบคทีเรียเป็นสำคัญ (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545) ดังนั้นในการเตรียมอาหารบางชนิด จึงต้องใส่สารบางอย่างที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ, 2544)

ค่าพีเอชของผลผลิตสามารถหาได้โดยใช้พีเอชมิเตอร์ แต่ค่าที่ได้นี้เพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอในการบ่งบอกถึงการตอบสนองของจุลินทรีย์ได้ บางครั้งจำเป็นที่ต้องทราบถึงชนิดของกรดด้วยเพราะกรดบางชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกกรดอินทรีย์จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีกว่ากรดชนิดอื่น และเช่นเดียวกับชนิดของกรดอาจเปลี่ยนแปลงไปโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของพีเอชก็ได้ (สุมาลี เหลืองสกุล, 2539)

ระดับพีเอชของสิ่งแวดล้อมมีผลต่อกิจกรรมและความคงตัวของสารประกอบโมเลกุลใหญ่ เช่น เอนไซม์ การเจริญของจุลินทรีย์ต้องอาศัยกิจกรรมของเอนไซม์ในการย่อยและการดูดซึมสารอาหารเพื่อผลิตพลังงาน หรืออาจกล่าวว่า พีเอชมีผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์

อิทธิพลของพีเอชกับปัจจัยร่วมอื่น ๆ ได้แก่

1. อุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น พีเอชของอาหารมีแนวโน้มที่จะเป็นกรดมากขึ้น

2. ความเข้มข้นของเกลือที่เหมาะสม มีผลทำให้ช่วงของพีเอชที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์กว้างขึ้น

3. พีเอชที่ไม่เหมาะสมมีผลทำให้จุลินทรีย์อ่อนแอ ทำให้จุลินทรีย์ไม่ทนต่อสารพิษ เซลล์ของจุลินทรีย์ที่มีอายุน้อยไวต่อการเปลี่ยนแปลงของพีเอชมากกว่าเซลล์ที่มีอยู่มาก

ถ้าเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ในสภาวะที่มีพีเอชไม่เหมาะสม ช่วงแลคเฟส (Lacphase) จะยาว และถ้าอาหารมีระบบบัฟเฟอร์อยู่ด้วยแล้ว ช่วงแลคเฟสก็จะยิ่งยาวมากขึ้น (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545)

ตารางที่ 1 ค่าพีเอชต่ำสุดที่แบคทีเรียสามารถเจริญในอาหารได้

แบคทีเรีย	พีเอชต่ำสุดที่เชื้อเจริญ
Aeromonas hydrophila	6.0
Alicyclobacillus acidocaldarius	2.0
Bacillus cereus	4.9
Clostridium botulinum, Group I	4.6
Clostridium botulinum, Group II	5.0
Clostridium perfringens	5.0
Escherichia coli O157 : H7	4.5
Gluconobacter spp.	3.6
Lactobacillus brevis	4.3
Listeria monocytogenes	4.1
Plesiomonas shigelloides	4.5
Pseudomonas fragi	5.0
Salmonella spp.	4.1
Shewanella putrefaciens	5.4
Shigella flexneri	5.5
Shigella sonnei	5.0
Staphylococcus aureus	4.0
Vibrio parahaemolyticus	4.8
Yersenia enterocolitica	4.2

(ที่มา : Jay, 2000)

2. ความชื้นของอาหาร

การตากแห้งเป็นวิธีการถนอมอาหารแบบหนึ่งที่มนุษย์รู้จักดีและใช้กันมานานนับพันปี แม้กระทั่งในปัจจุบันวิธีนี้ก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย หากแต่ได้มีการปรับปรุง และพัฒนาเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งมีความสะดวกกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคเดิมที่ต้องพึ่งธรรมชาติเป็นสำคัญ หลักการถนอมอาหารโดยการทำแห้ง คือการระเหยน้ำออกไปจาก

อาหารจนถึงระดับที่มี a_w ต่ำกว่า a_w ที่แบคทีเรียต้องการในการเจริญ โดยผลิตภัณฑ์อาหารยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545) ทั้งนี้เนื่องจากจุลินทรีย์ต้องการน้ำในการขนส่งอาหารและขับถ่ายของเสียออกจากเซลล์ โดยจุลินทรีย์บางชนิดอาจถูกทำลายในระหว่างการทำแห้ง แต่บางส่วนก็อาจฟื้นคืนชีพได้ (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550)

a_w ของอาหารเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร a_w ต่ำสุดที่จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการในการเจริญมีค่าแตกต่างกัน การถนอมอาหารที่อาศัย a_w เป็นปัจจัยในการควบคุม มีหลักการว่าต้องปรับ a_w ของอาหารให้ต่ำกว่า a_w ต่ำสุดซึ่งจุลินทรีย์สำคัญที่เป็นตัวการทำให้อาหารเน่าเสียต้องการสำหรับการเจริญ จึงจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารออกไปได้ แต่ a_w ของอาหารไม่คงที่เนื่องจากในบรรยากาศมีการเปลี่ยนแปลงสมดุลของความชื้นอยู่ตลอดเวลา โดยที่อัตราเร็วของการเสียความชื้นบริเวณผิวหน้าอาหาร ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ และการเคลื่อนที่ของอากาศที่อยู่ล้อมรอบอาหาร ขนาดและรูปร่างอาหาร (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550) ซึ่งการเก็บรักษาอาหารในบรรจุภัณฑ์จะช่วยป้องกันการถ่ายเทความชื้น ดังนั้น การถนอมอาหารนอกจากการปรับสูตรอาหารที่คำนึงถึง a_w ต่ำสุดซึ่งจุลินทรีย์ที่ต้องการควบคุมต้องการในการเจริญแล้วยังต้องพิจารณาเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมอีกด้วย (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545)

กล่าวโดยทั่วไป แบคทีเรียต้องการ a_w ในการเจริญ ในขณะที่ยีสต์และเชื้อราต้องการ a_w ในการเจริญน้อยกว่าแบคทีเรีย (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550) แม้แต่ในกลุ่มแบคทีเรียด้วยกัน ก็ยังต้องการ a_w ในการเจริญแตกต่างกัน คือ แบคทีเรียแกรมลบต้องการ a_w สูงกว่าแบคทีเรียแกรมบวก แบคทีเรียที่ทำให้อาหารเสียส่วนมากจะไม่เจริญถ้า a_w ต่ำกว่า 0.91 ในขณะที่ราซึ่งทำให้อาหารเสียสามารถเจริญได้ในอาหารที่มีค่า a_w เพียง 0.80 ส่วนแบคทีเรียในกลุ่มที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ เช่น *S. aureus* มีค่า a_w ต่ำสุดที่ 0.86 ในขณะที่ค่า a_w ต่ำสุดของ *Clostridium botulinum* อยู่ที่ 0.94 แบคทีเรียบางชนิดสามารถเจริญได้ในสภาวะที่มีค่า a_w ต่ำเป็นพิเศษ เช่น แบคทีเรียพวกที่ชอบเค็ม (Halophilic bacteria) เจริญได้ในอาหารที่มี a_w ต่ำเพียง 0.75 ในขณะที่มีรายงานว่า เชื้อราซึ่งชอบเจริญในสภาวะที่แห้ง (Xerophilic molds) และยีสต์พวกที่ชอบแรงดันออสโมติกสูง (Osmophilic yeasts) เช่น *Saccharomyces rouxii* (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550) สามารถเจริญได้ในอาหารที่มี a_w ต่ำเพียง 0.65 และ 0.61 ตามลำดับ (Jay, 1996) แต่ในที่ที่มี a_w ต่ำกว่า 0.6 พบว่าจุลินทรีย์ทุกชนิดจะหยุดการเจริญ และยังพบว่า ในอาหารที่สูญเสียน้ำ จะมีปริมาณน้ำตาล กรด และเกลืออินทรีย์ในอาหารเข้มข้นมากขึ้น ทำให้ a_w ของอาหารลดลง ทำให้อายุการเก็บอาหารเพิ่มมากขึ้น (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550) ด้วยเหตุนี้จึงมีการใช้เกลือในการทำอาหารร่วมกับการทำแห้ง (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545)

ตารางที่ 2 ค่า a_w ต่ำสุดโดยประมาณที่จุลินทรีย์ในอาหารจะสามารถเจริญได้

จุลินทรีย์	a_w	จุลินทรีย์	a_w
แบคทีเรียส่วนใหญ่ที่ทำให้อาหารเสีย	0.90	แบคทีเรียชอบเค็ม (Halophilic bacteria)	0.75
ยีสต์ที่ทำให้อาหารเสีย	0.88	เชื้อราที่ชอบความแห้ง (Xerophilic mold)	0.61
ราที่ทำให้อาหารเสีย	0.80	ออสโมฟิลิกยีสต์ (Osmophilic yeast)	0.61
Clostridium botulinum, type E	0.97	*Candida scottii*	0.92
Pseudomonas spp.	0.97	*Trichosporon pullulans*	0.91
Acinetobacter spp.	0.96	*Candida zeylanoides*	0.90
Escherichia coli	0.96	*Staphylococcus aureus*	0.86
Enterobacter aerogenes	0.95	*Alternaria citri*	0.84
Bacillus subtilis	0.95	*Penicillium patulum*	0.81
Clostridium botulinum, type A and B	0.94	*Aspergillus glaucus*	0.70
Candida utilis	0.94	*Aspergillus conicus*	0.70
Vibrio parahaemolyticus	0.94	*Aspergillus echinulatus*	0.64
Rhizopus stolonifer	0.93	*Zygosaccharomyces rouxii*	0.62
Mucor spinosus	0.93	*Xeromyces bisporus*	0.61

(ที่มา : Jay, 2000)

12. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

12.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสีสังเคราะห์

วันทนีย์ ขำเลิศ, ยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ และเกษมศรี ชื่นสุพงษ์ (2545) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สี ในตัวอย่างอาหาร 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวเกรียบกุ้ง ลูกชิ้นปลา และมะม่วงแช่อิ่ม โดยทำการศึกษาด้วยการเติมสีอินทรีย์สังเคราะห์ ได้แก่ สีซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟ ซี เอ็ฟ, ปองโซ 4 อาร์ และตาร์ตราซีน ที่เป็นสีห้ามใช้ในอาหาร 3 ชนิดนี้ ผลการศึกษาพบว่า ชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สีที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ มีค่าความถูกต้อง ความไว และความจำเพาะเป็นร้อยละ 86.8, 84.6 และ 85.7 ตามลำดับ และมีค่า Kappa coefficient เท่ากับ 0.72 สรุปได้ว่าชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สีดังกล่าว มีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือในการตรวจวัดการปนเปื้อนของอาหารด้วยสีอินทรีย์สังเคราะห์

นฤมล วชิรปัทมา, จุฑามาศ มหาเจริญสิริ และวรรณพ วิเศษสงวน (2547) ได้ทำการศึกษาปริมาณและชนิดสีสังเคราะห์ จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ Amaranth, Ponceau 4R, Sudan red 1, Tartrazine, Sunset yellow FCF, Fast green FCF และ Brilliant blue FCF ในตัวอย่างอาหาร 7 ชนิด และเครื่องดื่ม 4 ชนิด ด้วยเครื่อง HPLC ผลการทดลองพบว่า ตัวอย่างบางชนิดมีปริมาณสีสังเคราะห์เกินกว่าที่กฎหมายอนุญาตให้ใช้ในประเทศไทย สรุปได้ว่า อาหารและเครื่องดื่มที่จำหน่ายในประเทศไทย บางชนิดมีการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในปริมาณมาก ซึ่งส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค จึงควรมีการติดตามตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

แฉล้ม ชนะคช, นิรันดร แร่กาสินธุ์ และฉราวดี สมภักดี (2548) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในตัวอย่างอาหารทะเลแปรรูป ได้แก่ กะปิ 16 ตัวอย่าง กุ้งแห้ง 21 ตัวอย่าง ปลาเค็มแห้ง 23 ตัวอย่างและหมึกแห้ง 17 ตัวอย่าง โดยใช้เทคนิค Paper Chromatography เทียบกับสีสังเคราะห์มาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า มีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในตัวอย่างกะปิคิดเป็นร้อยละ 12.5 กุ้งแห้งคิดเป็นร้อยละ 9.5 ส่วนในตัวอย่างหมึกแห้ง และปลาเค็มแห้งไม่พบว่ามีการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ สรุปได้ว่า ในอาหารทะเลแปรรูปบางชนิดมีการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์และสีสังเคราะห์ที่ใช้บางชนิดยังมีอันตรายสูงต่อสุขภาพของผู้บริโภค ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 281 พ.ศ. 2547 กำหนดให้ผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแปรรูปดังกล่าวห้ามใช้สีทุกชนิด

Gennaro, Gioannini, Angelino, Aigotti, and Giacosa (1997) ได้ทำการศึกษาเพื่อบอกชนิดและปริมาณของสีแดงที่ประกอบด้วยสี Carmoisine (E122), Amaranth (E123) และ Ponceau 4R (E124) ในตัวอย่างลูกอมและขนมหวานในประเทศฝรั่งเศสและอิตาลี ด้วยเทคนิค Ion-interaction HPLC โดยเน้น สี Amaranth (E123) ที่มีการห้ามใช้ในอาหาร ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างลูกอมและขนมหวานในประเทศฝรั่งเศสมีการใช้สี Amaranth (E123) และ Ponceau 4R (E124) และในประเทศอิตาลีมีการใช้เฉพาะสี Ponceau 4R (E124) เท่านั้น ส่วนสี Carmoisine (E122) ไม่พบว่ามีการใช้ในตัวอย่างลูกอมและขนมหวานของประเทศฝรั่งเศสและอิตาลี

Garcia-Falcon and Simal-Gandara (2005) ได้ทำการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ Tartrazine (E-102), Quinoline yellow (E-104), Yellow orange (E-110), Azo rubine (E-122) และ Ponceau (E-124) ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง Liquid chromatography กับ Minimal cleanup ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ทั้ง 5 ชนิด ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์อยู่ในระดับต่ำ สรุปได้ว่า ปริมาณสีสังเคราะห์ที่ใช้ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กฎหมายกำหนดไว้

แต่อย่างไรก็ดีควรมีการตรวจติดตามสถานการณ์การปนเปื้อนของสีสังเคราะห์อย่างต่อเนื่องเพื่อควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์

Chanlon, Joly-Pottuz, Chatelut, Vittori, and Cretier (2005) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิค HPLC กับเทคนิค Differential pulse polarography ที่มีการเติม Phosphate buffer pH เท่ากับ 9 ซึ่งเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ในการตรวจหาจำนวนสี Carmoisine (E-122), Ponceau 4R (E-124) and Allura red (E-129) ในตัวอย่างอาหาร ได้แก่ น้ำผลไม้ น้ำอัดลมและขนมหวาน ผลการศึกษาพบว่า Phosphate buffer pH เท่ากับ 9 ที่ใช้กับเทคนิค Differential pulse polarography เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมในการแยกสี Carmoisine (E-122), Ponceau 4R (E-124) and Allura red (E 129) ได้ดี และเมื่อเปรียบเทียบเทคนิคทั้งสอง เทคนิค Differential pulse polarography เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์สารประกอบที่มีความซับซ้อนและสามารถลดความเสี่ยงจากการสูญเสียที่เกิดจากการกรองได้ สรุปได้ว่า เทคนิค Differential pulse polarography ใช้เวลาในการเตรียมตัวอย่างน้อย เป็นวิธีที่รวดเร็วและแม่นยำ เหมาะสมที่จะเป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมคุณภาพสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องดื่มและขนมหวานแทนการใช้ เทคนิค HPLC

Alvesa, Brum, Andrade, and Netto (2007) ได้ทำศึกษาการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ ได้แก่ Sunset Yellow, Tartrazine, Amaranth, Brilliant Blue และ Red-40 ในอาหาร 3 ชนิด ได้แก่ ผงน้ำผลไม้ (Solid juice powders), ผงเจลลี่ (Solid jelly powders) และเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ (Soft drinks) ด้วยเครื่อง HPLC ที่ติดตั้งกับเครื่องตรวจวัด UV-DAD ผลการศึกษาพบว่า ตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการศึกษามีระดับของสีเป็นไปตามข้อตกลงตามกฎหมายของประเทศบราซิล มีเพียงผลิตภัณฑ์บางส่วนเท่านั้นที่ยังขาดคุณภาพ และ/ หรือการควบคุมการผลิตที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น สี Tartrazine และ Sunset Yellow ในผงน้ำผลไม้ ซึ่งมีปริมาณที่เกินกว่ากฎหมายกำหนด สรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์บางส่วนมีการใช้สีสังเคราะห์ในระดับสูง ด้วยเหตุนี้จึงควรมีการตรวจติดตาม ผู้ผลิตที่ใช้สีต่าง ๆ และ/ หรือองค์ประกอบอื่น ๆ ในผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกัน เพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภค

Tripathi, Khanna, and Das (2007) ได้ทำการศึกษาการใช้สีสังเคราะห์ในตัวอย่างอาหารทั้งหมด 1,199 ตัวอย่าง เปรียบเทียบระหว่างเขตเมืองและเขตชนบทในพื้นที่ของเมือง Lucknow ผลการศึกษาพบว่า ชนิดของสีผสมอาหารที่ใช้ในเขตเมืองมีมากกว่าในเขตชนบท และพบว่าร้อยละ 31 ของตัวอย่างทั้งหมดเป็นสีที่ไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ผสมอาหาร ซึ่งในเขตชนบทจะมีการใช้สีที่ไม่ได้รับอนุญาตมากกว่าในเขตเมือง ตัวอย่างที่จำหน่ายในเขตชนบทมีการใช้สีผสมอาหารที่ได้รับอนุญาตเกินกว่าระดับที่อนุญาตให้ใช้มากเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่จำหน่ายในเขตเมือง ตัวอย่างน้ำแข็งบด (Crushed ice) ในพื้นที่เขตเมืองได้รับความสนใจเป็นพิเศษ เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่อยู่ในวัยเด็ก โดยพบว่ามีการใช้สี Sunset Yellow FCF และ Tartrazine เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

จำนวน 8 และ 20 ตัวอย่าง ตามลำดับ และในเขตชนบทมีการใช้สี Sunset Yellow FCF, Tartrazine และ Carmoisine เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 23, 16 และ15 ตัวอย่าง ตามลำดับ สรุปได้ว่า เขตชนบทมีการใช้สีที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดมากกว่าในเขตเมือง จึงควรมีแผนการตรวจติดตามและควบคุมคุณภาพอย่างครอบคลุมและเปิดเผยปริมาณของสีที่วัดได้เพื่อเป็นป้องกันปัญหาสุขภาพของผู้บริโภค

Chailapakul, Wonsawat, Siangproh, Grudpan, Zhao, and Zhu (2008) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ เทคนิค HPLC ที่เชื่อมต่อกับ Electrochemical detection ระหว่าง Glassy carbon electrode กับ Carbon nanotubeionic liquid gel modified glassy carbon (MWNTs-IL-Gel/GC) ในการวิเคราะห์สี Sudan I, Sudan II, Sudan III และ Sudan IV ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ ผลการศึกษาพบว่า Carbon nanotubeionic liquid gel modified glassy carbon (MWNTs-IL-Gel/GC) สามารถวิเคราะห์หาสี Sudan II, Sudan III และ Sudan IV ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีค่า Detection limits เท่ากับ 0.001 ถึง 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งต่ำมากเมื่อเทียบกับ Glassy carbon electrode สรุปได้ว่า ควรใช้เทคนิค HPLC ที่เชื่อมต่อกับ Electrochemical detection ชนิด MWNTs-IL-Gel/GC ในการวิเคราะห์สี Sudan II, Sudan III และSudan IV เนื่องจากสามารถตรวจวัดสีดังกล่าวที่ปนเปื้อนในเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ที่ระดับ ต่ำ ๆ ได้ เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์

Anibal, Odena, Ruisanchez, and Callao (2009) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิค UV–visible spectroscopy ระหว่าง 3 เทคนิค ได้แก่ *K*-Nearest Neighbour (KNN), Soft Independent Modelling of Class Analogy (SIMCA) และ Partial Least Squares Discriminant Analysis (PLS-DA) ที่ใช้ในการตรวจวัดสี Sudan I-II-II-IV ในตัวอย่างอาหารที่มีการเติมเครื่องเทศ ได้แก่ ขมิ้น ผงกระหรี่ ผงพริกหยวกชนิดเผ็ด และผงพริกหยวกชนิดไม่เผ็ด โดยใช้เทคนิค HPLC ตรวจสอบความถูกต้อง ผลการศึกษาพบว่า เทคนิค Partial Least Squares Discriminant Analysis (PLS-DA) ให้ผลการตรวจวัดสี Sudan I-II-II-IV เท่ากับ 99.3% ซึ่งใกล้เคียงกับเทคนิค HPLC ที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีก 2 วิธี สรุปได้ว่า UV–visible spectroscopy เทคนิค Partial Least Squares Discriminant Analysis (PLS-DA) สามารถใช้ในการตรวจวัดปริมาณสี Sudan I-II-II-IV ในตัวอย่างอาหารที่มีการเติมเครื่องเทศได้โดยมีความแม่นยำและประสิทธิภาพดี

12.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบคทีเรีย

สินหทัย สมบูรณ์ยิ่ง (2544) ได้ทำการสำรวจคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์หมึกหวานปรุงรสที่จำหน่ายในตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี จำนวน 40 ตัวอย่าง ระหว่างเดือนตุลาคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2544 โดยเก็บตัวอย่างจาก 4 ร้าน ร้านละ 10 ตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมด จำนวนเชื้อรา *Escherichia coli* และแบคทีเรียก่อโรค ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp. และ *Clostridium perfringens* พบว่าผลิตภัณฑ์หมึกหวานปรุงรสไม่ผ่านมาตรฐาน เนื่องจากมีจำนวนเชื้อราเกินกำหนด จำนวน 36 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 90 ของตัวอย่างทั้งหมด และพบ *E. coli* เกินกำหนด 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 2.5 ของตัวอย่างทั้งหมด แต่ตรวจไม่พบแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 3 ชนิดดังกล่าวในทุกตัวอย่าง

ทองสุรีย์ ยิ้มละมัย (2545) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารจากอาหารหาบเร่บริเวณหาดวอนนภาและหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี จำนวน 20 ตัวอย่าง แบ่งเป็น ปูนึ่ง กุ้งนึ่ง หอยแมลงภู่นึ่ง และปลาซาบะย่าง ชนิดละ 5 ตัวอย่าง พบเชื้อ *Salmonella* ในปูนึ่ง 2 ตัวอย่าง (ร้อยละ 10) *Shigella* like ในปลาซาบะย่าง 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 5) *Staphylococcus aureus* ในหอยแมลงภู่นึ่ง 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 5) กุ้งนึ่ง 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 5) และปูนึ่ง 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 5) *Vibrio parahaemolyticus* ในปูนึ่ง 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 5) และ *Vibrio chlolerae* like ในหอยแมลงภู่นึ่ง 1 ตัวอย่าง ในปลาซาบะย่าง 1 ตัวอย่าง จากการตรวจวิเคราะห์ไม่พบ *Bacillus cereus* ในอาหารที่นำมาตรวจวิเคราะห์ อาหารที่มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารสูงสุด คือ ปูนึ่ง พบการปนเปื้อนของ *Salmonella*, *S. aureus* และ *V. parahaemolyticus* ใน 3 ตัวอย่าง จาก 5 ตัวอย่างที่นำมาตรวจวิเคราะห์

จำรัส พูลเกื้อ (2549) ได้ทำการศึกษาคุณภาพของกะปิที่ผลิตและจำหน่ายในเขตจังหวัดสมุทรสาครจำนวน 30 ตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1080-2535) ผลการทดสอบทางจุลชีววิทยา ไม่พบ *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* และ *Vibrio parahaemolyticus* ในทุกตัวอย่าง ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ แต่พบ *Clostridium perfringens* 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 40 และพบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 6.7 ซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่ระบุว่าต้องไม่พบแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่มนี้ในผลิตภัณฑ์กะปิ นอกจากนี้ยังพบว่า กะปิ 3 ตัวอย่างมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเกิน 10^5 CFU/g คิดเป็นร้อยละ 10 และ 2 ตัวอย่างพบราเกิน 50 CFU/g คิดเป็นร้อยละ 6.7

บัญญัติ สุขศรีงาม และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งดิบและอาหารทะเลแห้งพร้อมบริโภค ได้แก่ หมึกแห้ง ปลาแห้ง ปลาเส้น และหมึกปรุงรส กะปิ และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ โดยเก็บตัวอย่างจากตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรีและตลาดบ้านเพ จังหวัดระยอง ในระหว่างเดือน กรกฎาคม – ธันวาคม 2550 จำนวนทั้งสิ้น 1,026 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์เกินมาตรฐาน 421 ตัวอย่าง (ร้อยละ 41.03) โดยพบเชื้อราสายพันธุ์ที่สร้างสารพิษ Aflatoxin จำนวน 47 ไอโซเลท (ร้อยละ 4.58) ได้แก่ *Aspergillus parasiticus* และ *A. flavus* จำนวน 19 และ 28 ไอโซเลท ตามลำดับ และมีตัวอย่างที่มีแบคทีเรียเกินมาตรฐานจำนวน 86 ตัวอย่าง (ร้อยละ 8.38) สำหรับแบคทีเรียก่อโรค พบการปนเปื้อนของ *Staphylococcus aureus* จำนวน 10 ตัวอย่าง (ร้อยละ 0.97) แต่มีปริมาณไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน และพบการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. จำนวน 6 ตัวอย่าง (ร้อยละ 0.58) และทุกตัวอย่างไม่พบการปนเปื้อนของ *Vibrio chlolerae* และ *Clostridium perfringens*

Fang, Huang, and Chen (1987) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของ *Vibrio parahaemolyticus* ในไต้หวัน โดยการนำตัวอย่างอาหารทะเลที่จำหน่ายจากเมืองตามชายฝั่งทะเลทั้งหมด 770 ตัวอย่าง ระหว่างเดือนตุลาคม ค.ศ. 1984-1985 มาตรวจสอบ พบว่า 352 ตัวอย่างพบการปนเปื้อนของ *Vibrio parahaemolyticus* คิดเป็นร้อยละ 47.8 โดยพบในปลา, เนื้อปลา, ปูทะเล, หอยสองฝา และหอยที่ไม่ใช่หอยสองฝาแต่อยู่ในกลุ่ม Mollusca เท่ากับร้อยละ 40, 22.3, 47.8, 31.9 และ 31.9 ตามลำดับ

Matte, Matte, Rivera, and Martins (1994) ได้ทำการศึกษาหอยนางรมซึ่งอยู่ตามชายฝั่งของ Sao Paulo ในประเทศบราซิล โดยวิธี MPN พบปริมาณ (MPN/g) ของ *Vibrio alginolyticus, Vibrio parahaemolyticus, Vibrio fluvialis, Vibrio chlolerae* Non-O1*, Vibrio furnissii, Vibrio mimicus* และ *Vibrio vulnificus* เท่ากับ <3-1,500, <3-1,200, <3-150, <3-40, <3-40, <3-40 และ <3-30 ตามลำดับ โดยพบ *V. alginolyticus* มากที่สุดคือ เท่ากับร้อยละ 81 ของตัวอย่างทั้งหมด รองลงมาคือ *V. parahaemolyticus, V. chlolerae* Non-O1*, V. fluvialis, V. furnissii, V. mimicus* และ *V. vulnificus* พบร้อยละ 77, 31, 27, 19, 12 และ 12 ตามลำดับ จากการศึกษาสภาพแวดล้อมต่าง ๆ พบว่า ร้อยละ 65 ของตัวอย่าง อยู่ในช่วง 25-40 องศาเซลเซียส ร้อยละ 19 ของตัวอย่างแช่แข็ง และร้อยละ 4 ของตัวอย่างปนเปื้อนจากน้ำทะเล พบว่าสาเหตุหลักของการเกิดโรคอาหารเป็นพิษจะเกิดจากการเก็บอาหารทะเลที่ไม่มีมาตรฐานคือ เก็บไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงเกินไป

Hlady (1997) ได้ทำการศึกษา *Vibrio vulnificus* และ*Vibrio* ซึ่งพบมากในหอยนางรม โดยมีรายงานจากฟลอริดา ค.ศ. 1981-1994 ผู้ป่วย 333 รายที่รับประทานหอยนางรมดิบจะเกิดการติดเชื้อ *Vibrio* โดยจะเกิดจากการรับประทานหอยนางรมร้อยละ 95 นอกจากนี้ยังทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารร้อยละ 69 ของผู้ป่วยทั้งหมด *Vibrio* ที่ก่อให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร

มากที่สุดคือ *Vibrio parahaemolyticus* ซึ่งเท่ากับร้อยละ 29 รองลงมาคือ *Vibrio chlolerae* Non-O1, *Vibrio hollisae* และ *Vibrio mimicus* เท่ากับร้อยละ 28, 15 และ 12 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าจะเกิดจากการรับประทานหอยนางรมดิบ *Vibrio* ที่ก่อให้เกิดการผิดปกติในกระแสเลือดและทำให้เสียชีวิตมีค่าเท่ากับร้อยละ 49 โดยเกิดจาก *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus*, *V. chlolerae* Non-O1 และ *V. hollisae* เท่ากับร้อยละ 80, 9, 8 และ 3 ตามลำดับ

Ripabelli, Sammarco, Grasso, Fanelli, Caprioli, and Luzzi (1999) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่ม *Vibrio* และกลุ่มที่ทำให้เกิดโรคอื่น ๆ ในตัวอย่างหอยสองฝา (*Mytilus galloprovincialis*) จำนวน 62 ตัวอย่าง ใน Adriatic Sea ประเทศอิตาลี ซึ่งได้แก่ *Vibrio*, *Salmonella*, *Campylobacter* และ *Escherichia coli* ซึ่งพบว่า จากตัวอย่างทั้งหมดพบการปนเปื้อนของ *Vibrio* spp. คิดเป็นร้อยละ 48.4 โดยชนิดที่พบมากที่สุดคือ *V. alginolyticus* คิดเป็นร้อยละ 32.2 รองลงมาคือ *V. vulnificus*, *V. cincinnatiensis*, *V. parahaemolyticus*, *V. fluvialis* และ *V. chlolerae* Non-O1 คิดเป็นร้อยละ 17.7, 3.2, 1.6, 1.6 และ 1.6 ตามลำดับ และไม่พบการปนเปื้อนของ *Salmonella*, *Campylobacter* และ *E. coli* ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นความเสี่ยงจากการรับประทานหอยดิบหรือการประกอบอาหารที่ไม่มีความเหมาะสมเพียงพอ เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่ม *Vibrio* เป็นกลุ่มที่ก่อให้เกิดโรคที่สำคัญ

Lalitha and Surendran (2002) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่ม *Clostridium botulinum* ในตัวอย่างอาหารทะเลสดจำนวน 67 ตัวอย่าง และอาหารทะเลที่ผ่านกรรมวิธีถนอมอาหารจำนวน 257 ตัวอย่างในเมือง Cochin ประเทศอิตาลี ซึ่งพบว่า อาหารทะเลสดทั้งหมดพบการปนเปื้อนของ *C. botulinum* คิดเป็นร้อยละ 19 โดยพบในอาหารทะเลสดที่อาศัยบริเวณผิวน้ำ (Pelagic fish) และอาหารทะเลสดที่อาศัยอยู่ใต้น้ำ (Demersal fish) คิดเป็นร้อยละ 18 และ 21 ตามลำดับ และพบในกุ้ง คิดเป็นร้อยละ 25 ส่วนอาหารทะเลที่ผ่านกรรมวิธีถนอมอาหารทั้งหมดพบการปนเปื้อนของ *C. botulinum* คิดเป็นร้อยละ 10 โดยที่ในตัวอย่างกุ้งแห้งจำนวน 21 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อน 10 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 48 ซึ่งในตัวอย่างอาหารทะเลสดพบ *C. botulinum* ชนิด A, B, C และ D ส่วนในตัวอย่างอาหารทะเลที่ผ่านกรรมวิธีถนอมอาหารพบ *C. botulinum* เฉพาะชนิด C และ D เท่านั้น

Grovel, Pouchs, and Verbist (2003) ได้รายงานการผลิตสารพิษ Gliotoxin จากรา *Aspergillus fumigatus* ที่แยกได้จากฟาร์มที่เลี้ยงหอยทะเล (Shelfish farm) โดยนำมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมน้ำทะเล พบว่า สารพิษนี้สะสมอยู่ในเนื้อหอยแมลงภู่ในปริมาณสูงถึง 2.9 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเนื้อ (Extract weight) โดยที่ไม่ปรากฏอาการหรือมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ของหอยแมลงภู่

Ottaviani et al. (2005) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของ *Vibrio parahaemolyticus* ในตัวอย่างหอยสองฝา (*Mytilus galloprovincialis*) จำนวน 144 ตัวอย่าง ใน Adriatic Sea ประเทศอิตาลี โดยใช้เทคนิค PCR ซึ่งพบว่า มีการปนเปื้อนของ *V. parahaemolyticus* จำนวน 35 ตัวอย่าง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 24.31 ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นความเสี่ยงจากการรับประทานหอยดิบหรือการประกอบอาหารที่ไม่มีความเหมาะสมเพียงพอ เนื่องจาก *V. parahaemolyticus* เป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค

Auerswald, Morren, and Lopata (2006) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียในตัวอย่างอาหารทะเล 17 ชนิด ได้แก่ ปลาในตระกูล Mackerel (Scombroid), ปลาที่ไม่อยู่ในตระกูล Mackerel (Non-scombroid), สัตว์จำพวกหอยและปลาหมึก (Mollusks) และสัตว์ประเภทกุ้ง ปูและสัตว์ที่มีเปลือกแข็งหุ้มตัว (Crustaceans) จำนวน 80 ตัวอย่าง ในประเทศแอฟริกาใต้ ซึ่งจากผลการทดลองไม่พบว่ามีการปนเปื้อนของ *Vibrio* spp., *Pseudomonas* spp., *Klebsiellas* spp. หรือ *Enterobacteria*

Simon and Sanjeev (2007) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มที่ก่อให้เกิดพิษในลำไส้ชนิด *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ประมง และสัตว์น้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตโดยคนงานในโรงงาน จำนวน 168 และ 87 ตัวอย่าง ตามลำดับ พบว่า มีการปนเปื้อนของ *S. aureus* ในผลิตภัณฑ์ประมงจำนวน 21 ตัวอย่าง และในสัตว์น้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตโดยคนงานจำนวน 54 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 17 และ 62 ตามลำดับ และในผลิตภัณฑ์ทั้งหมดพบการปนเปื้อนของ *S. aureus* สูงในกุ้งนางแช่แข็งที่ผ่านการลอกเปลือกและไม่เอาเส้นเลือดดำออก ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 33 และเนื้อปลาทอดแช่แข็ง คิดเป็นร้อยละ 33 เมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งนางแช่แข็งที่ผ่านการลอกเปลือกและเอาเส้นเลือดดำออก และหมึกแช่แข็ง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 25 และ 20 ตามลำดับ และพบว่า *S. aureus* ชนิดก่อพิษในลำไส้ ในผลิตภัณฑ์ประมงจำนวน 21 ชนิดจาก 51 ชนิด และในสัตว์น้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตโดยคนงานจำนวน 15 ชนิดจาก 54 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 41 และ 28 ตามลำดับ และพบ Staphylococcal enterotoxin C (SEC) ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 57 รองลงมาคือ Staphylococcal enterotoxin A (SEA) และ Staphylococcal enterotoxin B (SEB) คิดเป็นร้อยละ 43 และ 40 ตามลำดับ และพบ Staphylococcal enterotoxin C (SEC) และ Staphylococcal enterotoxin A (SEA) ในคนงานคิดเป็นร้อยละ 40 และ 20 ตามลำดับ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์

1.1 ถ้วยยาพลาสติก

1.2 หลอดแก้ว

1.3 ขวดพลาสติก

1.4 ช้อนพลาสติก

1.5 หลอดหยด

1.6 คอลัมน์แก้วบรรจุผงละเอียดสีขาว

1.7 ช้อนคนพลาสติก

1.8 ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร

1.9 ปิเปตขนาด 25 มิลลิลิตร

1.10 บิวเรต

1.11 ขวดรูปชมพู่

1.12 ถุงพลาสติกปลอดเชื้อ

1.13 กรรไกรปลอดเชื้อ

1.14 ไมโครปิเปต

1.15 แท่งแก้วสามเหลี่ยม

1.16 จานเพาะเชื้อ

2. สารเคมี

2.1 ชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ประกอบด้วยน้ำยา 4 ชนิด (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, ประเทศไทย)

2.2 สารละลายซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) 0.1 โมลาร์

2.3 สารละลายกรดไนตริกเข้มข้น (conc. HNO_3)

2.4 สารละลายอิ่มตัวของแอมโมเนียมเฟอริกซัลเฟต (Ammonium ferric sulphate)

2.5 ไนโตรเบนซิน (Nitrobenzene)

2.6 สารละลายโพแทสเซียมไธโอไซยาเนต (Potassium thiocyanate)

2.7 สารละลาย Butterfield's Phosphate – Buffered Dilution Water (BF)

2.8 สารละลาย 1 N,N,N,N tetramethyl-p-phenylenediamine dihydrochoride

2.9 โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

2.10 น้ำกลั่น

3. อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA)

3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose agar (TCBS agar)

3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ Dichloran rose bengal chloramphenical (DRBC) agar

3.4 Alkaline Peptone Water (APW)

3.5 Trypticase (Tryptic) Soy Broth with 10% NaCl and 1% Sodium Pyruvate

3.6 Baird-Parker Medium (BPA)

3.7 Tryptone broth

3.8 สารละลาย 0.1% (w/v) Peptone water

4. เครื่องมือ

4.1 เครื่องวัดพีเอช (pH meter)

4.2 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น AB204, Swizerland

4.3 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

4.4 เครื่องปั่นทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenizer) ยี่ห้อ Staufen, Germany

4.5 เครื่อง Autoclave

4.6 เครื่องตีผสมอาหาร (Stomacher)

4.7 เครื่องปั่นผสมอาหาร (Vortex)

4.8 เครื่องวัดสีอาหาร (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CM-3500d

5. ตัวอย่างอาหารทะเลแห้ง

5.1 กุ้งแห้ง ได้แก่

5.1.1 กุ้งเนื้อ

5.1.2 กุ้งกรอบ

5.1.3 กุ้งแชบ๊วย

5.1.4 กุ้งฝอย

5.1.5 กุ้งกุลาดำ

5.2 หมึกแห้งและหมึกแปรรูป ได้แก่

5.2.1 หมึกแก้ว

5.2.2 หมึกวง

5.2.3 หมึกหนัง

5.2.4 หนวดหมึก

5.2.5 หมึกแกะตา

5.2.6 หมึกกะตอย

5.2.7 หมึกแพ

5.2.8 หมึกไข่

5.2.9 หมึกกล้วย

5.2.10 หมึกบดชุบน้ำเชื่อม

5.2.11 หมึกแก้วกรอบ

5.2.12 หมึกหวาน

5.2.13 หมึกอบชุบน้ำเชื่อม

5.2.14 หนวดหมึกอบน้ำเชื่อม

5.2.15 หมึกกรอบ

5.2.16 หมึกเส้นไม่เผ็ด

5.2.17 หมึกเส้นสามรส (เผ็ด)

5.2.18 เต่าทองสามรส

5.2.19 หมึกตัวฉาบ

5.2.20 หมึกอบเนย

5.3 ปลาแห้ง ได้แก่

5.3.1 ปลาช่อนทะเล

5.3.2 ปลาแก้วบาง

5.3.3 ปลาลิ้นหมา

5.3.4 ปลาริวกิวหวาน

5.3.5 ปลาหวาน (ปลาข้างเหลือง)

5.3.6 ปลาวง

5.3.7 ปลาไส้ตัน

5.3.8 ปลาข้าวสาร

5.3.9 ปลาริวกิวทุบ

5.3.10 ปลากรอบสามรส

5.3.11 ปลาเกล็ดขาวทอดกรอบ

5.3.12 ปลากรอบอบสมุนไพรถั่วลิสง

5.3.13 ปลาเส้น

5.3.14 หนังปลา

5.3.15 ก้างปลาปรุงรส

5.3.16 ปลากะตักทอดกรอบ (เผ็ด)

5.3.17 ปลากะตักทอดกรอบ (หวาน)

5.3.18 ปลาข้างเหลืองปรุงรส

5.4 หอยแห้ง ได้แก่

5.4.1 หอยหวาน

5.4.2 หอยแมลงภู่

5.4.3 หอยเสียบ

5.5 ปู มีเพียงผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวได้แก่ ปูกรอบ

วิธีการดำเนินการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ได้นำข้อมูลของการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ ฟอร์มาลิน และกรดซาลิซิลิคในอาหาร 4 ประเภทได้แก่ อาหารทะเลสด อาหารทะเลแห้ง เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ และผักและผลไม้จากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชลบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2549-2550 โดยที่ทำการสำรวจจากจังหวัดต่าง ๆ ได้แก่ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ฉะเชิงเทรา นครนายก ปราจีนบุรี สระแก้ว และสมุทรปราการ และในขั้นตอนที่ 2 ทำการสำรวจการปนเปื้อนสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งอย่างเดียวเพื่อเพิ่มปริมาณจำนวนตัวอย่าง และขั้นตอนสุดท้าย คือการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ร่วมกับคุณภาพทางชีวภาพ เคมี และกายภาพของอาหารทะเลแห้ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การรวบรวมและวิเคราะห์การปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ร่วมกับการปนเปื้อนด้วยสารอื่นในอาหารประเภทต่าง ๆ

ทำการสำรวจข้อมูลอาหารทะเลสด อาหารทะเลแห้ง เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ และผักและผลไม้ ที่ปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ ฟอร์มาลิน และกรดซาลิซิลิครายเดือน ของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชลบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2549-2550 โดยทำการสำรวจจากจังหวัดต่าง ๆ ได้แก่ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ฉะเชิงเทรา นครนายก ปราจีนบุรี สระแก้ว และสมุทรปราการ นำมาสรุปเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อประเมินปริมาณการปนเปื้อนของสารพิษชนิดต่าง ๆ ในอาหารชนิดต่าง ๆ ที่จำหน่ายในจังหวัดดังกล่าว

2. การศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี

2.1 ตัวอย่างอาหารทะเลแห้ง

เก็บตัวอย่างอาหารแห้ง ณ แหล่งจำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2550-2552 ได้แก่ กุ้ง หมึก หอย ปู ปลา สัตว์เศรษฐกิจในจังหวัดชลบุรี ยกตัวอย่างเช่น กุ้งแก้ว กุ้งเนื้อ กุ้งฝอย หอยหวาน หอยแมลงภู่ เป็นต้น โดยทำการเก็บตัวอย่างทุกเดือนโดยจำนวนตัวอย่างขึ้นอยู่กับชนิดและความหลากหลายของตัวอย่างชนิดต่าง ๆ ในช่วงเดือนนั้น ๆ

2.2 การตรวจสอบการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในตัวอย่างอาหารแห้งด้วยชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2547)

หั่นตัวอย่างให้ละเอียด ตักตัวอย่าง 1 ช้อนชาใส่ในถ้วยพลาสติก เติมน้ำสะอาดประมาณ 20 มิลลิลิตรและคนด้วยช้อนคน หยดน้ำยา 1 ปริมาณ 2-3 หยด คนแรง ๆ ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที หรือจนสีในอาหารละลายออกมา รินเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำใส่ลงในหลอดพลาสติกประมาณ 2 มิลลิลิตร หยดน้ำยา 2 ประมาณ 2 มิลลิลิตร ปิดฝาและเขย่า จากนั้นแกะพลาสติกที่ปิดคอลัมน์ออกวางคอลัมน์ลงในหลอดแก้ว ใช้หลอดหยดดูดสารละลายที่ได้ ประมาณ 1 หลอด หยดลงในคอลัมน์รอจนไม่มีน้ำยาเหนือผงละเอียดสีขาว เทน้ำยาในขวดแก้วที่รองรับทิ้ง หยดน้ำยา 3 สังเกตการเคลื่อนตัวของแถบสีและสีของสารละลายในขวดแก้วที่รองรับ ทำซ้ำอีก 1 ครั้ง ถ้าพบแถบสีที่ผงละเอียดสีขาวในคอลัมน์ให้เทสารละลายในขวดแก้วที่รองรับทิ้ง หยดน้ำยา 4 ลงในคอลัมน์ให้ระดับน้ำยาอยู่ต่ำกว่าขอบแก้วด้านบนเล็กน้อย สังเกตการเคลื่อนตัวของแถบสีและสีของสารละลายในขวดแก้วที่รองรับ

การประเมินผลการทดสอบ

ในขั้นตอนการหยดน้ำยา 3 ถ้ามีการเคลื่อนตัวของแถบสีหรือพบสีของสารละลายในขวดแก้วที่รองรับแสดงว่ามีสีธรรมชาติในตัวอย่างอาหารนั้น ให้หยดน้ำยา 4 ลงในคอลัมน์ ถ้ามีการเคลื่อนตัวของแถบสีหรือพบสีของสารละลายในขวดแก้วที่รองรับแสดงว่ามีการใช้สีสังเคราะห์ในตัวอย่างอาหารนั้น แต่ถ้าไม่พบการเคลื่อนตัวของแถบสีหรือสารละลายในขวดแก้วที่รองรับไม่มีสีหลังจากหยดน้ำยา 4 ลงในคอลัมน์แสดงว่าเป็นสีตามธรรมชาติของอาหารนั้น

3. การศึกษาความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยา

3.1 การเตรียมตัวอย่างอาหารสำหรับการวิเคราะห์

นำตัวอย่างอาหารทะเลแห้งที่ปนเปื้อนสีสังเคราะห์มาหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปบดให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เครื่องปั่น อาจต้องทำการบดซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกันมากที่สุด และควรทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบแต่ละอย่างซ้ำหลาย ๆ ครั้งด้วย (ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2536)

3.2 การวิเคราะห์ค่าสี

วางตัวอย่างบนจานสำหรับวัดค่าสี แล้วนำจานวางบนเครื่องวัดสีอาหาร (Spectrophotometer) ให้มีช่องว่างเหลือน้อยที่สุด หลังจากนั้นทำการวัดค่าสี 3 ครั้งต่อหนึ่งการทดลองแล้วหาค่าเฉลี่ย ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยทำการวัดค่าสีในค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*)

3.3 การหาค่าพีเอชในตัวอย่างอาหารทะเลแห้ง (วันเพ็ญ จิตรเจริญ, 2536 และดัดแปลงจาก Shah, Tokunaga, Kurihara, & Takahashi, 2009)

นำตัวอย่างอาหารทะเลแห้งจากข้อ 3.1 ปริมาณ 10 กรัมผสมกับน้ำกลั่นปริมาตร 10 เท่าของน้ำหนักตัวอย่าง ปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน ทำการปรับพีเอชมิเตอร์ให้อ่านค่าได้ถูกต้อง โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ที่ทราบค่าพีเอชที่แน่นอน จุ่มอิเล็กโทรดลงในน้ำกลั่นเพื่อล้างให้สะอาด เช็ดให้แห้ง จุ่มลงในตัวอย่างอาหาร อ่านค่าพีเอชที่ได้จากพีเอชมิเตอร์ และบันทึกผล หลังจากนั้น ทำการล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น เช็ดให้แห้ง แล้วแช่ไว้ในน้ำกลั่นหรือในสารละลายบัฟเฟอร์ เพื่อจะได้นำไปใช้งานได้ทันที

3.4 การหาค่าเกลือแกงในตัวอย่างอาหารทะเลแห้ง (วันเพ็ญ จิตรเจริญ, 2536 และดัดแปลงจาก Hjalmarsson, Park, & Kristbergsson, 2007)

การหาปริมาณเกลือแกง ตามวิธีการของ Volhard (AOCS, 1990)

นำตัวอย่างอาหารที่ทราบน้ำหนักแน่นอนมาประมาณ 5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่น สารละลายซิลเวอร์ไนเตรต 0.1 โมลาร์ และกรดไนตริกเข้มข้น ลงไป 10, 25 และ 10 มิลลิลิตร ตามลำดับ นำสารละลายที่ได้ไปต้มนานประมาณ 10 นาที จนกระทั่งได้สารละลายเป็นสีเหลืองอ่อน ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่น และสารละลายอิ่มตัวของแอมโมเนียมเฟอริกซัลเฟต ปริมาตร 50 และ 5 มิลลิลิตร ตามลำดับ และหยดไนโตรเบนซิน ลงไป 2-3 หยด เขย่าให้ผสมกันดี ตะกอนของซิลเวอร์คลอไรด์ที่เกิดขึ้นจะถูกหุ้มด้วยไนโตรเบนซิน ทำการไทเทรตสารละลายทั้งหมดเพื่อหาปริมาณซิลเวอร์ไนเตรตที่มากเกินพอด้วยสารละลายแอมโมเนียมหรือโปแตสเซียมไธโอไซยาเนตเข้มข้น 0.1 โมลาร์ จนกระทั่งได้สีแดงที่คงตัวอยู่นานเกิน 15 วินาที ทำ Blank ควบคู่กันไปด้วย โดยไทเทรตเฉพาะสารเคมีที่ใช้ทั้งหมด คำนวณหาผลต่างของการไทเทรตระหว่าง Blank และตัวอย่างอาหาร ซึ่งจะสมมูลย์พอดีกับความเข้มข้นของคลอไรด์ หลังจากนั้นคำนวณหาปริมาณเกลือแกงในตัวอย่างอาหาร

3.5 การศึกษาปริมาณแบคทีเรียจากตัวอย่างอาหารทะเลแห้ง

3.5.1 ศึกษาปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ (Salt tolerant bacteria; ดัดแปลงจาก Fontan, Lorenzo, Martinez, Franco, & Carballo, 2007**)**

ชั่งตัวอย่างอาหารทะเลแห้ง จากข้อ 3.1 ปริมาณ 50 กรัม ลงในถุงพลาสติกปลอดเชื้อ เติมสารละลาย Butterfield's Phosphate – Buffered Dilution Water (BF) ปริมาตร 450 มิลลิลิตร ลงในถุง นำไปผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องตีผสมอาหาร (Stomacher) เป็นเวลา 60 วินาที จะได้ตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 10^{-1} ใช้ไมโครปิเปตถ่ายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดที่บรรจุสารละลาย BF ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร (Vortex) จะได้ตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 10^{-2} หลังจากนั้นทำการเจือจางตัวอย่างจนถึง 10^{-6} ถ่ายตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} ถึง 10^{-6} ปริมาตรละ 0.1 มิลลิลิตร ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar ที่เติมโซเดียมคลอไรด์ 7.5% ใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วด้วยวิธีสเปรดเพลท (Spread plate) นำจานเพาะเชื้อบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ และบันทึกผล

3.5.2 ศึกษาปริมาณแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ (*Vibrio*; ดัดแปลงจาก Dumonteta, Krovacekb, Svensonb, Pasqualea, Balodac, & Figliuolod, 2000**)**

ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.5.1 แต่เปลี่ยนจากอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar ที่เติมโซเดียมคลอไรด์ 7.5% เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS agar

3.5.3 ศึกษาปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม *Vibrio cholerae* (กรมประมง, 2549)

ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ในถุงบรรจุตัวอย่าง เติม APW 225 มิลลิลิตร นำไปตีผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันเป็นเวลา 1 นาที มัดปากถุงหลวม ๆ บ่มเชื้ออุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง ขีดแยกเชื้อลงบน TCBS บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง โดยโคโลนีของ *V. cholerae* บน TCBS จะมีสีเหลืองเนื่องจากสามารถใช้น้ำตาลซูโครสได้ ขนาดโคโลนีใหญ่ เรียบ ค่อนข้างแบน ตรงกลางโคโลนีขุ่นแต่รอบนอกจะใส เลือกโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าว จำนวน 3 โคโลนี Streak บนอาหาร 2% NaCl TSA บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง เพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ ใช้ needle เขี่ยเชื้อจากโคโลนีเดี่ยวบน 2% NaCl TSA แต่ละเพลท ถ่ายเชื้อลงใน 0, 3% NaCl Tryptone broth ปิดฝาหลวม ๆ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง อ่านผล อาหารเลี้ยงเชื้อ T_1N_3 (Tryptone 10 g/L และ NaCl 30 g/L) และ T_1N_0 (Tryptone 10 g/L และ NaCl 0 g/L) จะขุ่นเนื่องจากมีการเจริญของ *V. cholerae* เขี่ยเชื้อจาก T_1N_0 ลงบน slide นำไปย้อมสีแกรม จากนั้นตรวจสอบลักษณะเซลล์ และการติดสีแกรมด้วยกล้องจุลทรรศน์ *V. cholerae* ติดสีแกรมลบ รูปท่อน ไม่สร้างสปอร์ นำเชื้อจาก T_1N_0 มาหยดด้วย 0.5% sodium deoxycholate in sterile H_2O บน slide ผสมให้เข้ากัน ภายใน 60 วินาที เซลล์ของ *V. cholerae* จะสลาย และ DNA จับกันเป็นสายเมื่อยก loop ขึ้น 2-3 เซนติเมตร จากหลอด เขี่ยเชื้อที่ให้ลักษณะทางชีวเคมีข้างต้น ไปทดสอบการสร้างเอนไซม์ cytochrome oxidase โดยเขี่ยเชื้อจาก T_1N_1 agar ป้ายลงบนกระดาษกรองที่ชุบสารละลาย 1 N,N,N,N tetramethyl-p-phenylenediamine dihydrochoride ถ้าเป็น *V. cholerae* จะให้ผลบวกโดยสีของกระดาษกรองจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงภายใน 10 วินาที

การรายงานผล

รายงานผลการทดสอบว่าพบหรือไม่พบ *V. cholerae* ในตัวอย่างอาหาร

3.5.4 ศึกษาปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม *Staphylococcus aureus* (FDA, 2001)

ชั่งอาหาร 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกปลอดเชื้อ เติม BF ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ลงในถุงบรรจุตัวอย่าง ตีผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันเป็นเวลา 1 นาที จะได้ตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} ใช้ปิเปตถ่ายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอด BF 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสม จะได้ตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-2} เจือจางตัวอย่างโดยวิธีเดียวกัน แล้วเลือกตัวอย่างความเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3} มาปฏิบัติดังนี้

การตรวจโดยวิธี MPN

การตรวจโดยวิธี MPN เหมาะกับตัวอย่างที่มีเชื้อ *S. aureus* ในปริมาณน้อยและตัวอย่างที่มีเชื้อชนิดอื่นในปริมาณมาก ซึ่งจะเกิดการเจริญแข่งขันกัน มีวิธีการดังนี้

ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่มีความเจือจาง 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3} ความเจือจางละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอด TSB ที่เติม 10% (w/v) NaCl และ 1% Sodium pyruvate ความเข้มข้นละ 3 หลอด รวม 9 หลอด บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง คัดเลือกหลอดที่ขุ่นเนื่องจากการเจริญของเชื้อ บันทึกผลและถ่ายเชื้อจากหลอดที่ขุ่นด้วยการขีดแยกเชื้อ (Streak) บนอาหารเลี้ยงเชื้อ BPA นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เลือกโคโลนีลักษณะเฉพาะของ *S. aureus* บนจานเพาะเชื้อ ได้แก่ โคโลนีขนาด 1.5 มิลลิเมตรหรือใหญ่กว่า ผิวเรียบ นูน ขอบเรียบ สีดำ น้ำตาลหรือสีเทาเข้ม มีวงขุ่นรอบโคโลนี และ/หรือ มีวงใสใต้วงขุ่น จานละ 2-3 โคโลนี นำแต่ละโคโลนีมาทดสอบการผลิต coagulase (โคแอกูเลส)

การทดสอบเอนไซม์โคแอกูเลส

ปิเปตพลาสมากระต่ายปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เขี่ยเชื้อที่ต้องการทดสอบลงในหลอดที่มีพลาสมา บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ตรวจผล 1, 2 และ 6 ชั่วโมง **การอ่านผล** *S. aureus* จะทำให้พลาสมาจับตัวเป็นก้อน (Clot) ในปริมาณมากกว่า 1/3 ของปริมาตรของเหลวทั้งหมด หากพลาสมาจับตัวเป็นก้อนแข็งทั้งหมดจะไม่ไหลเมื่อเอียงหลอด สำหรับระดับของการจับตัวดังกล่าว มีดังนี้

0 ไม่เกิดการจับตัว

1+ จับตัวเป็นก้อนน้อย ไม่รวมกลุ่ม

2+ จับตัวเป็นก้อนน้อย รวมกลุ่ม

3+ จับตัวเป็นก้อนใหญ่

4+ จับตัวเป็นก้อนหมดทั้งหลอดและไม่ขยับเมื่อคว่ำหลอด

การรายงานผล

นับจำนวนหลอดที่ให้ผลเป็นบวกของแต่ละความเข้มข้น บันทึกผลเป็นบวกเมื่อลักษณะการจับตัวอยู่ในระดับ 3+ และ 4+ และบันทึกผลเป็นลบ เมื่อลักษณะการจับตัวอยู่ในระดับ 0, 1+, และ 2+ นำไปอ่านค่าจากตาราง MPN 3:3:3 รายงานผล *Staphylococcus* Coagulase Positive ที่ได้ โดยมีหน่วยเป็น MPN/g ตัวอย่าง

3.5 การศึกษาปริมาณยีสต์และราจากตัวอย่างอาหารทะเลแห้ง (FDA, 2001)

ชั่งตัวอย่าง 50 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกปลอดเชื้อ เติมสารละลาย 0.1% (w/v) Peptone water ปริมาตร 450 มิลลิลิตร นำไปผสมด้วยเครื่องตีผสมอาหารเป็นเวลา 1 นาที จะได้ตัวอย่างระดับความเจือจาง 10^{-1} ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลาย 0.1% (w/v) Peptone water ปริมาตร 9 มิลลิลิตร นำไปผสมด้วยเครื่องตีผสมอาหาร จะได้ตัวอย่างระดับความเจือจาง 10^{-2} แล้วเจือจางตัวอย่างด้วยวิธีเดียวกันจนได้ตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-6} ปิเปตสารละลายตัวอย่างของแต่ละระดับความเจือจาง ๆ ละ 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ DRBC ความเจือจางละ 3 ซ้ำ จากนั้นเกลี่ยสารละลายบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน โดยไม่ต้องคว่ำจาน นับจำนวนโคโลนีของยีสต์และราในจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 10-150 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยจำนวนยีสต์และราใน 1 จาน และคำนวนค่า CFU/g ของตัวอย่าง บันทึกผล

3.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลค่าพีเอช ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม *S. aureus* และปริมาณยีสต์และราของตัวอย่างอาหารทะเลแห้ง นำมาวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างโดยการใช้ one-way analysis of variance (ANOVA) และทำการศึกษาถึงการหาสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ (r) ของข้อมูลมูลค่าพีเอช ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม *S. aureus* และปริมาณยีสต์และราของตัวอย่างอาหารทะเลแห้งโดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัว (Bivariate Correlation) โดยใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. การรวบรวมและวิเคราะห์การปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ร่วมกับการปนเปื้อนด้วยสารอื่นในอาหารประเภทต่าง ๆ ที่จำหน่ายในภาคตะวันออก

จากการสำรวจข้อมูลอาหารทั้ง 4 ประเภทได้แก่ อาหารทะเลสด อาหารทะเลแห้ง เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ผักและผลไม้ ที่ปนเปื้อนด้วย ฟอร์มาลิน กรดซาลิซิลิค และสีสังเคราะห์ ของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชลบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2549-2550 โดยทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากจังหวัดในภาคตะวันออกจำนวน 9 จังหวัด ได้แก่ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ฉะเชิงเทรา นครนายก ปราจีนบุรี สระแก้ว และสมุทรปราการ แสดงให้เห็นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การปนเปื้อนด้วยฟอร์มาลิน กรดซาลิซิลิค และสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลสด อาหารทะเลแห้ง เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ และผักและผลไม้ ในช่วงปี พ.ศ. 2549-2550

ชนิดของอาหาร	ฟอร์มาลิน			กรดซาลิซิลิค			สีสังเคราะห์		
	n	พบ	%	n	พบ	%	n	พบ	%
อาหารทะเลสด	1,773	66	3.72	-	-	-	-	-	-
อาหารทะเลแห้ง	-	-	-	-	-	-	123	0	0
เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์	735	10	1.36	197	0	0	-	-	-
ผักและผลไม้	177	0	0	2,766	25	0.90	-	-	-

(ที่มา : รวบรวมข้อมูลจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชลบุรี, 2549-2550)

หมายเหตุ n คือ จำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการวิเคราะห์

\- คือ ไม่ได้ทำการทดสอบ

จากตารางที่ 3 พบว่า จากการสุ่มตัวอย่างอาหารของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชลบุรีที่จำหน่ายในจำนวน 9 จังหวัดเพื่อทำการทดสอบการปนเปื้อนด้วยสาร 3 ชนิดนั้น พบว่าอาหารทะเลสดทำการทดสอบเฉพาะการปนเปื้อนด้วยฟอร์มาลิน ซึ่งพบว่ามีการปนเปื้อนของฟอร์มาลินจำนวน 66 ตัวอย่าง (3.72%) อาหารทะเลแห้งจำนวน 123 ตัวอย่าง นำมาทดสอบเฉพาะการปนเปื้อน

ด้วยสีสังเคราะห์ด้วยชุด Screening test ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ แต่ไม่พบการปนเปื้อนเลย (0.00%) ส่วนเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ทำการทดสอบการปนเปื้อนด้วยฟอร์มาลินและกรดซาลิซิลิค พบว่ามีการปนเปื้อนของฟอร์มาลินจำนวน 10 ตัวอย่าง (1.36%) และไม่พบการปนเปื้อนของกรดซาลิซิลิค (0.00%) และในตัวอย่างผักและผลไม้นั้นทำการทดสอบการปนเปื้อนด้วยฟอร์มาลินและกรดซาลิซิลิค ซึ่งไม่พบว่ามีการปนเปื้อนของฟอร์มาลิน (0.00%) แต่พบการปนเปื้อนด้วยกรดซาลิซิลิค จำนวน 25 ตัวอย่าง (0.90%)

ดังนั้น ในการทดสอบในขั้นตอนที่ 2 จึงเพิ่มการทดสอบเฉพาะอาหารทะเลแห้งที่มีการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในอาหารหลากหลายชนิดในช่วงปี พ.ศ. 2550-2552 ในข้อที่ 2 ต่อไป

2. การศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งจากแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดชลบุรี

การตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในตัวอย่างอาหารทะเลแห้งที่วางจำหน่ายในจังหวัดชลบุรีจำนวน 109 ตัวอย่าง ซึ่งทำการทดสอบการปนเปื้อนด้วยชุด Screening test ที่ได้รับการยอมรับจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ภาพที่ 1 ตัวอย่างอาหารทะเลแห้งชนิดต่าง ๆ ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี

ภาพที่ 2 ชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สี

2.1 ตัวอย่างอาหารทะเลแห้ง

จากการสำรวจอาหารทะเลแห้งที่วางจำหน่ายในจังหวัดชลบุรี โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ ได้แก่ ตลาดหนองมน อ่างศิลา และเกาะลอย (ศรีราชา) ซึ่งจำแนกผลิตภัณฑ์ได้เป็น 13 กลุ่มย่อย ตามลักษณะทางกายภาพและเนื้อสัมผัสของอาหารทะเลแห้ง ซึ่งใช้การแบ่งตามตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2549) ดังนี้

2.1.1 อาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง

2.1.2 อาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้งและปลาแปรรูป ประกอบด้วย

2.1.2.1 อาหารทะเลแห้งชนิดปลาตากแห้ง

2.1.2.2 อาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว

2.1.2.3 อาหารทะเลแห้งชนิดปลากรอบปรุงรส

2.1.2.4 อาหารทะเลแห้งชนิดปลาเส้น

2.1.2.5 อาหารทะเลแห้งชนิดปลาเค็ม

2.1.3 อาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้งและหมึกแปรรูป ประกอบด้วย

2.1.3.1 อาหารทะเลแห้งชนิดหมึกตากแห้ง

2.1.3.2 อาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ

2.1.3.3 อาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล

2.1.3.4 อาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล

2.1.3.5 อาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล

2.1.4 อาหารทะเลแห้งชนิดหอยแห้ง

2.1.5 อาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ

2.2 การตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในตัวอย่างอาหารทะเลแห้งที่วางจำหน่ายในจังหวัดชลบุรีในปี พ.ศ. 2550-2552 ด้วยชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สีของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

การปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในตัวอย่างอาหารทะเลแห้งที่วางจำหน่ายในจังหวัดชลบุรีจำนวน 109 ตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 4 ถึง ตารางที่ 10

ตารางที่ 4 ผลการตรวจสีสังเคราะห์ในอาหารประเภทกุ้งแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี 2552

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์		
	จำนวนตัวอย่าง	พบ	%
กุ้งแห้ง	**15**	**9**	**60.00**
กุ้งกุลาดำแห้ง	2	0	0.00
กุ้งแชบ๊วยแห้ง	1	0	0.00
กุ้งแก้วแห้ง	4	2	50.00
กุ้งเนื้อแห้ง	3	2	66.66
กุ้งกรอบ	2	2	100.00
กุ้งเสียบทรงเครื่อง	1	1	100.00
กุ้งฝอยแห้ง	2	2	100.00

ตารางที่ 4 แสดงให้เห็นการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งประเภทกุ้งแห้งโดยแยกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้แก่ กุ้งกรอบ กุ้งเสียบทรงเครื่อง และกุ้งฝอย พบมากที่สุดคือ 100.00% รองลงมาคือ กุ้งเนื้อแห้ง และกุ้งแก้วแห้ง พบการปนเปื้อน 66.66% และ 50.00% ตามลำดับ ส่วนกุ้งกุลาดำแห้งและกุ้งแชบ๊วยแห้งไม่พบการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์

ภาพที่ 3 ตัวอย่างกุ้งแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 5 ผลการตรวจสีสังเคราะห์ในอาหารประเภทปลาแห้งและปลากรอบที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี 2552

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์		
	จำนวนตัวอย่าง	พบ	%
ปลาแห้งและปลากรอบ	**47**	**7**	**14.89**
ปลาแห้ง	**15**	**0**	**0.00**
ปลาแห้ง	3	0	0.00
ปลาไส้ตันแห้ง	1	0	0.00
ปลาวงแห้ง	2	0	0.00
ปลาข้าวสาร	2	0	0.00
ปลาช่อนทะเล	1	0	0.00
หนังปลา	1	0	0.00
ปลากะตัก	1	0	0.00
ปลาแก้ว	1	0	0.00
ปลาข้างเหลืองทุบ	1	0	0.00
ปลาข้างเหลืองทุบ (งา)	1	0	0.00
ปลาทุบ	1	0	0.00
ปลาแดดเดียว	**6**	**3**	**50.00**
ปลาข้างเหลือง	1	0	0.00
ปลาข้างเหลืองหวาน	1	0	0.00
ปลาข้างเหลืองปรุงรส	1	1	100.00
ปลาหวาน	2	1	50.00
ปลาหวานเคลือบงา	1	1	100.00
ปลากรอบ	**17**	**4**	**23.53**
ปลากรอบ	3	1	33.33
ปลากรอบอบสมุนไพร	2	1	50.00

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์		
	จำนวนตัวอย่าง	พบ	%
ปลาเกล็ดขาว	2	1	50.00
ปลาเกล็ดขาวอบกรอบ	1	0	0.00
ปลาเกล็ดขาวปรุงรส	1	0	0.00
ปลาแก้วกรอบ	1	1	100.00
ปลาแก้วอบสมุนไพร	1	0	0.00
ปลาจิ้งจ้าง (กะตัก) ทอดกรอบชนิดหวาน	1	0	0.00
ปลาจิ้งจ้าง (กะตัก) ทอดกรอบชนิดเผ็ด	1	0	0.00
ปลาจิ้งจ้าง 3 รส	1	0	0.00
ปลาจิ้งจ้างอบงา	1	0	0.00
ก้างปลาปรุงรส	1	0	0.00
ปลาข้าวสารทอดกรอบ	1	0	0.00
ปลาเส้น	**8**	**0**	**0.00**
ปลาเส้น	6	0	0.00
ปลาเส้นปรุงรส	1	0	0.00
ปลาเส้นอบสมุนไพร	1	0	0.00
ปลาเค็ม	**1**	**0**	**0.00**
ปลาทูหอม	1	0	0.00

ตารางที่ 5 แสดงให้เห็นการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งประเภทปลาแห้งและปลากรอบโดยแยกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ปลาข้างเหลืองปรุงรส ปลาแก้วกรอบ และปลาหวานเคลือบงา พบมากที่สุดคือ 100.00% รองลงมาคือ ปลาหวาน ปลากรอบอบสมุนไพร และปลาเกล็ดขาวที่พบการปนเปื้อน 50.00% ส่วนปลากรอบพบการปนเปื้อน 33.33% ในส่วนของผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นได้แก่ ปลาแห้ง ปลาไส้ตันแห้ง ปลาวงแห้ง ปลาข้างเหลือง ปลาข้างเหลืองหวาน ปลาข้างเหลืองทุบ ปลาข้างเหลืองทุบ (งา) ปลาทุบ ปลาข้าวสาร ปลาเกล็ดขาวอบกรอบ ปลาเส้น ปลาเกล็ดขาวปรุงรส ปลาเส้นปรุงรส ปลาเส้นอบสมุนไพร ก้างปลาปรุงรส ปลาข้าวสารทอดกรอบ

ปลาแก้ว ปลาแก้วอบสมุนไพร หนังปลา ปลากะตัก ปลาจิ้งจ้าง (กะตัก) ทอดกรอบชนิดหวาน ปลาจิ้งจ้าง (กะตัก) ทอดกรอบชนิดเผ็ด ปลาจิ้งจ้าง 3 รส ปลาจิ้งจ้างอบงา ปลาช่อนทะเล และปลาทูหอม ไม่พบการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์

(a)

(b)

(c)

ภาพที่ 4 ตัวอย่างปลาไส้ตันแห้ง (a) ปลาแก้ว (b) และปลากรอบ (c) ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 6 ผลการตรวจสีสังเคราะห์ในอาหารประเภทหมึกแห้งและหมึกแปรรูปที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี 2552

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์		
	จำนวนตัวอย่าง	พบ	%
หมึกแห้งและหมึกแปรรูป	**40**	**12**	**30.00**
หมึกแห้ง	**14**	**0**	**0.00**
หมึกแห้ง	3	0	0.00
หนวดหมึกแห้ง	1	0	0.00
หมึกวง	1	0	0.00
หมึกแก้วแห้ง	3	0	0.00
หมึกไข่แดดเดียว	1	0	0.00
หมึกกล้วย	1	0	0.00
หมึกกะตอย	1	0	0.00
หมึกแกะตา	2	0	0.00
หมึกแพ	1	0	0.00
หมึกแปรรูปกรอบ	**6**	**0**	**0.00**
หมึกกรอบ	5	0	0.00
หมึกปรุงรสอบกรอบ	1	0	0.00
หมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล	**10**	**4**	**40.00**
หมึกหยอง	4	2	50.00
หมึกหยองปรุงรส	2	1	50.00
เต่าทองสามรส	1	1	100.00
หมึกอบเนย	2	0	0.00
หมึกเส้น	1	0	0.00

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์		
	จำนวนตัวอย่าง	พบ	%
หมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล	**7**	**6**	**85.71**
หนวดหมึกปรุงรส	1	1	100.00
หมึกตัวฉาบ	3	3	100.00
หมึกปรุงรส	1	0	0.00
หมึกปรุงรสฉาบ	1	1	100.00
หนวดหมึกฉาบ	1	1	100.00
หมึกแปรรูปชุบน้ำตาล	**3**	**2**	**66.67**
หมึกแผ่น	1	0	0.00
หมึกแผ่นปรุงรส	2	2	100.00

ตารางที่ 6 แสดงให้เห็นการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งประเภทหมึกแห้งและหมึกแปรรูปโดยแยกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้แก่ เต่าทองสามรส หนวดหมึกปรุงรส หมึกตัวฉาบ หมึกแผ่นปรุงรส หมึกปรุงรสฉาบ และหนวดหมึกฉาบ พบมากที่สุดคือ 100.00% รองลงมาคือ หมึกหยอง และหมึกหยองปรุงรส พบการปนเปื้อน 50.00% ส่วนหมึกแห้ง หมึกกรอบ หนวดหมึกแห้ง หมึกวง หมึกแก้วแห้ง หมึกอบเนย หมึกไข่แดดเดียว หมึกกล้วย หมึกกะตอย หมึกแกะตา หมึกแพ หมึกเส้น หมึกปรุงรสอบกรอบ หมึกแผ่น และหมึกปรุงรส ไม่พบการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์

(a) (b)

ภาพที่ 5 ตัวอย่างหมึกตัวฉาบ (a) และหมึกแผ่นปรุงรส (b) ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 7 ผลการตรวจสีสังเคราะห์ในอาหารประเภทหอยแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี 2552

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์		
	จำนวนตัวอย่าง	พบ	%
หอยแห้ง	**4**	**1**	**25.00**
หอยแมลงภู่แห้ง	2	1	50.00
หอยหวานแห้ง	1	0	0.00
หอยเสียบแห้ง	1	0	0.00

ตารางที่ 7 แสดงให้เห็นการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งประเภทหอยแห้ง โดยแยกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ หอยแมลงภู่แห้งพบมากที่สุดคือ 50.00% ส่วนหอยหวานแห้งและหอยเสียบแห้งไม่พบการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์

(a) (b)

ภาพที่ 6 ตัวอย่างหอยแมลงภู่แห้ง (a) และหอยเสียบแห้ง (b) ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 8 ผลการตรวจสีสังเคราะห์ในอาหารประเภทปูกรอบที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี 2552

ชนิดอาหารทะเล	สีสังเคราะห์		
	จำนวนตัวอย่าง	พบ	%
ปูกรอบ	**3**	**3**	**100.00**
ปูกรอบ	3	3	100.00

ตารางที่ 8 แสดงให้เห็นการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งประเภทปูกรอบ ซึ่งมีเพียงชนิดเดียวในอาหารทะเลแห้งประเภทปู แต่กลับพบมากที่สุดคือ 100.00%

ภาพที่ 7 ตัวอย่างปูกรอบที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 9 รวมผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี 2552

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์		
	จำนวนตัวอย่าง	พบ	%
กุ้งแห้ง	**15**	**9**	**60.00**
กุ้งกุลาดำแห้ง	2	0	0.00
กุ้งแชบ๊วยแห้ง	1	0	0.00
กุ้งแก้วแห้ง	4	2	50.00
กุ้งเนื้อแห้ง	3	2	66.66
กุ้งกรอบ	2	2	100.00
กุ้งเสียบทรงเครื่อง	1	1	100.00
กุ้งฝอยแห้ง	2	2	100.00
ปลาแห้งและปลากรอบ	**47**	**7**	**14.89**
ปลาแห้ง	**15**	**0**	**0.00**
ปลาแห้ง	3	0	0.00
ปลาไส้ตันแห้ง	1	0	0.00
ปลาวงแห้ง	2	0	0.00
ปลาข้าวสาร	2	0	0.00
ปลาช่อนทะเล	1	0	0.00
หนังปลา	1	0	0.00
ปลากะตัก	1	0	0.00
ปลาแก้ว	1	0	0.00
ปลาข้างเหลืองทุบ	1	0	0.00
ปลาข้างเหลืองทุบ (งา)	1	0	0.00
ปลาทุบ	1	0	0.00

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์		
	จำนวนตัวอย่าง	พบ	%
ปลาแดดเดียว	**6**	**3**	**50.00**
ปลาข้างเหลือง	1	0	0.00
ปลาข้างเหลืองหวาน	1	0	0.00
ปลาข้างเหลืองปรุงรส	1	1	100.00
ปลาหวาน	2	1	50.00
ปลาหวานเคลือบงา	1	1	100.00
ปลากรอบ	**17**	**4**	**23.53**
ปลากรอบ	3	1	33.33
ปลากรอบอบสมุนไพร	2	1	50.00
ปลาเกล็ดขาว	2	1	50.00
ปลาเกล็ดขาวอบกรอบ	1	0	0.00
ปลาเกล็ดขาวปรุงรส	1	0	0.00
ปลาแก้วกรอบ	1	1	100.00
ปลาแก้วอบสมุนไพร	1	0	0.00
ปลาจิ้งจ้าง (กะตัก) ทอดกรอบชนิดหวาน	1	0	0.00
ปลาจิ้งจ้าง (กะตัก) ทอดกรอบชนิดเผ็ด	1	0	0.00
ปลาจิ้งจ้าง 3 รส	1	0	0.00
ปลาจิ้งจ้างอบงา	1	0	0.00
ก้างปลาปรุงรส	1	0	0.00
ปลาข้าวสารทอดกรอบ	1	0	0.00

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์		
	จำนวนตัวอย่าง	พบ	%
ปลาเส้น	**8**	**0**	**0.00**
ปลาเส้น	6	0	0.00
ปลาเส้นปรุงรส	1	0	0.00
ปลาเส้นอบสมุนไพร	1	0	0.00
ปลาเค็ม	**1**	**0**	**0.00**
ปลาทูหอม	1	0	0.00
หมึกแห้งและหมึกแปรรูป	**40**	**12**	**30.00**
หมึกแห้ง	**14**	**0**	**0.00**
หมึกแห้ง	3	0	0.00
หนวดหมึกแห้ง	1	0	0.00
หมึกวง	1	0	0.00
หมึกแก้วแห้ง	3	0	0.00
หมึกไข่แดดเดียว	1	0	0.00
หมึกกล้วย	1	0	0.00
หมึกกะตอย	1	0	0.00
หมึกแกะตา	2	0	0.00
หมึกแพ	1	0	0.00
หมึกแปรรูปกรอบ	**6**	**0**	**0.00**
หมึกกรอบ	5	0	0.00
หมึกปรุงรสอบกรอบ	1	0	0.00

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์		
	จำนวนตัวอย่าง	พบ	%
หมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล	**10**	**4**	**40.00**
หมึกหยอง	4	2	50.00
หมึกหยองปรุงรส	2	1	50.00
เต่าทองสามรส	1	1	100.00
หมึกอบเนย	2	0	0.00
หมึกเส้น	1	0	0.00
หมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล	**7**	**6**	**85.71**
หนวดหมึกปรุงรส	1	1	100.00
หมึกตัวฉาบ	3	3	100.00
หมึกปรุงรส	1	0	0.00
หมึกปรุงรสฉาบ	1	1	100.00
หนวดหมึกฉาบ	1	1	100.00
หมึกแปรรูปชุบน้ำตาล	**3**	**2**	**66.67**
หมึกแผ่น	1	0	0.00
หมึกแผ่นปรุงรส	2	2	100.00
หอยแห้ง	**4**	**1**	**25.00**
หอยแมลงภู่แห้ง	2	1	50.00
หอยหวานแห้ง	1	0	0.00
หอยเสียบแห้ง	1	0	0.00
ปูกรอบ	**3**	**3**	**100.00**
ปูกรอบ	3	3	100.00

ตารางที่ 10 สรุปผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี 2552

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์		
	จำนวนตัวอย่าง	พบ	%
กุ้งแห้ง	15	9	60.00
ปลาแห้งและปลากรอบ	47	7	14.89
หมึกแห้งและหมึกแปรรูป	40	12	30.00
หอยแห้ง	4	1	25.00
ปูกรอบ	3	3	100.00
รวม	109	32	29.36

จากตารางที่ 10 จำนวนตัวอย่าง (n) มีความแตกต่างกัน เนื่องจากประเภทของผลิตภัณฑ์มีความหลากหลายแตกต่างกัน ดังนั้นจำนวนของตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้จึงมีจำนวนไม่เท่ากัน โดยจำนวนตัวอย่างที่ทำการตรวจสอบขึ้นอยู่กับชนิดหรือความหลากหลายของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดนั่นเอง

เมื่อทำการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารทะเลแห้งประเภทต่าง ๆ แล้วพบว่า ตัวอย่างอาหารทะเลประเภทปูกรอบ ที่ได้ทำการวิเคราะห์การปนเปื้อนของสีสังเคราะห์มีจำนวนรวมทั้งสิ้น 3 ตัวอย่าง และพบว่ามีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์จำนวน 3 ตัวอย่าง (100.00%) นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่างอาหารทะเลแห้งประเภทกุ้งแห้ง หมึกแห้งและหมึกแปรรูป หอยแห้ง และปลาแห้งและปลากรอบ มีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์เท่ากับ 60.00%, 30.00%, 25.00% และ14.89% ตามลำดับ โดยพบว่าตัวอย่างที่พบสีสังเคราะห์มักเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปประเภทที่มีการเติมน้ำตาลด้วย ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความสวยงาม น่ารับประทาน

เมื่อทำนำมาทดสอบค่าทางสถิติพบว่าให้ค่า z test เท่ากับ 0.64 ซึ่งถือว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าไม่พบการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในตัวอย่างอาหารทะเลแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรีนั้นไม่เป็นจริง หลังจากทำการทดลองพบว่าอาหารทะเลแห้งพบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ค่อนข้างสูง จึงทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์กับคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาในอาหารทะเลแห้งดังต่อไปนี้

3. การศึกษาความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยา

ทำการศึกษาการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ได้แก่ ค่าสี พีเอช และร้อยละโซเดียมคลอไรด์ และคุณภาพทางจุลชีววิทยา โดยศึกษาปริมาณแบคทีเรียในกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ กลุ่มทนเกลือ กลุ่ม *Vibrio spp*. กลุ่ม *Vibrio cholera*e กลุ่ม *S. aureus* และปริมาณยีสต์และรา ที่มีอยู่ในอาหารทะเลแห้ง ที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี

3.1 อาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง

ผลการศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง ซึ่งพบว่ามีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในตัวอย่าง กุ้งเนื้อ และกุ้งฝอย

ค่าสีของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง พบว่าค่า L* ซึ่งบอกค่าความสว่าง (Lightness) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 ซึ่งค่า L เท่ากับ 0 หมายถึง ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์มีสีดำ (Perfect black sample) และถ้าค่า L เท่ากับ 100 หมายถึง ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์มีสีขาว (Perfect white sample) มีค่าอยู่ในช่วง 24.95 ± 2.61 ถึง 41.51 ± 2.15 โดยที่กุ้งแชบ๊วย 2 มีค่า L* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ กุ้งแก้วไม่ใส่สี 1 กุ้งแก้วไม่ใส่สี 2 กุ้งแก้ว 2 และกุ้งฝอยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ กุ้งเนื้อ กุ้งแชบ๊วย 1 และกุ้งแก้ว 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และค่า a* ซึ่งบอกความเป็นสีเขียวและสีแดงที่อยู่ในตัวอย่าง โดยที่ค่า a เป็นบวก หมายถึงตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์มีสีออกแดง และถ้าค่า a เป็นลบ หมายถึงตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์มีสีออกเขียว มีค่าอยู่ในช่วง 2.39 ± 1.26 ถึง 8.26 ± 1.92 โดยที่กุ้งแชบ๊วย 1 มีค่า a* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ กุ้งเนื้อ กุ้งแก้ว 1 และกุ้งแชบ๊วย 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ กุ้งแก้วไม่ใส่สี 1 กุ้งแก้วไม่ใส่สี 2 กุ้งแก้ว 2 และกุ้งฝอยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนค่า b* ซึ่งบอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินที่อยู่ในตัวอย่าง โดยที่ค่า b เป็นบวก หมายถึงตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์มีสีออกเหลือง และถ้าค่า b เป็นลบ หมายถึงตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์มีสีออกน้ำเงิน มีค่าอยู่ในช่วง 3.04 ± 0.93 ถึง 13.59 ± 3.05 โดยที่กุ้งแก้วไม่ใส่สี 1 มีค่า b* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ กุ้งเนื้อ กุ้งแก้ว 1 และกุ้งแชบ๊วย 1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ กุ้งฝอย กุ้งแชบ๊วย 2 กุ้งแก้ว 2 และกุ้งแก้วไม่ใส่สี 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 7.17 ± 0.05 ถึง 7.97 ± 0.08 โดยที่กุ้งฝอย มีค่าพีเอชสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ กุ้งเนื้อ กุ้งแก้วไม่ใส่สี 1 และ กุ้งแก้วไม่ใส่สี 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ กุ้งแชบ๊วย 1 กุ้งแก้ว 1 กุ้งแชบ๊วย 2 และ กุ้งแก้ว 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 13.85 ± 0.07 ถึง 22.79 ± 0.28 โดยที่กุ้งแก้ว 2 มีค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับกุ้งแชบ๊วย 1 กุ้งแชบ๊วย 2 กุ้งฝอย และกุ้งแก้วไม่ใส่สี 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ กุ้งเนื้อ กุ้งแก้ว 1 และกุ้งแก้วไม่ใส่สี 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
กุ้งเนื้อ	พบ	27.97 ± 5.37^{b}	5.75 ± 3.96^{ab}	13.03 ± 2.03^{a}	7.97 ± 0.02^{a}	13.85 ± 0.07^{d}
กุ้งแชบ๊วย 1	ไม่พบ	24.95 ± 2.61^{b}	8.26 ± 1.92^{a}	12.71 ± 1.72^{a}	7.26 ± 0.08^{c}	22.18 ± 0.20^{a}
กุ้งแก้ว 1	ไม่พบ	27.42 ± 4.95^{b}	8.02 ± 1.39^{a}	12.76 ± 2.11^{a}	7.17 ± 0.05^{c}	21.16 ± 1.27^{b}
กุ้งแก้วไม่ใส่สี 1	ไม่พบ	38.41 ± 3.99^{a}	2.83 ± 0.41^{c}	13.59 ± 3.05^{a}	7.85 ± 0.06^{a}	15.83 ± 0.14^{c}
กุ้งฝอย	พบ	39.66 ± 1.58^{a}	5.14 ± 1.83^{bc}	3.04 ± 0.93^{c}	7.97 ± 0.08^{a}	22.17 ± 0.36^{a}
กุ้งแชบ๊วย 2	ไม่พบ	41.51 ± 2.15^{a}	5.99 ± 2.00^{ab}	6.91 ± 2.29^{b}	7.67 ± 0.04^{b}	22.84 ± 0.31^{a}
กุ้งแก้ว 2	ไม่พบ	40.36 ± 2.29^{a}	4.44 ± 1.05^{bc}	5.08 ± 1.60^{bc}	7.60 ± 0.08^{b}	22.79 ± 0.28^{a}
กุ้งแก้วไม่ใส่สี 2	ไม่พบ	40.37 ± 1.81^{a}	2.39 ± 1.26^{c}	4.92 ± 0.78^{bc}	7.96 ± 0.08^{a}	22.78 ± 0.20^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 ปี พ.ศ. 2525 กำหนดให้ห้ามใช้สีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งทุกชนิด

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $1.61 \pm 0.08 \times 10^{5}$ ถึง $3.12 \pm 0.18 \times 10^{9}$ CFU/g โดยที่กุ้งแก้วไม่ใส่สี 1 มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ กุ้งเนื้อ กุ้งแชบ๊วย 1 กุ้งแก้ว 1 กุ้งฝอย กุ้งแชบ๊วย 2 กุ้งแก้ว 2 และ กุ้งแก้วไม่ใส่สี 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง < 3 ถึง 23 MPN/g โดยที่กุ้งแก้ว 1 และกุ้งแก้วไม่ใส่สี 1 มีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* สูงที่สุดคือ 23 MPN/g ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ในตัวอย่างกุ้งแห้งกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มี *S. aureus* น้อยกว่า 100 MPN/g พบว่ากุ้งแห้งทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

ปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $1.32 \pm 0.92 \times 10^{2}$ ถึง $1.64 \pm 0.21 \times 10^{3}$ CFU/g โดยที่กุ้งแก้วไม่ใส่สี 1 มีปริมาณยีสต์และราสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับกุ้งเนื้อ กุ้งแชบ๊วย 1 กุ้งแก้ว 1 กุ้งฝอย กุ้งแชบ๊วย 2 กุ้งแก้ว 2 และ กุ้งแก้วไม่ใส่สี 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างกุ้งแห้งกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552ที่กำหนดให้มีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 1.00×10^{3} CFU/g พบว่า กุ้งแก้วไม่ใส่สี 1 มีปริมาณยีสต์และราเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
กุ้งเนื้อ	$1.07 \pm 0.44 \times 10^{9}$ (b)	0	ไม่พบ	9 MPN/g	$6.00 \pm 0.66 \times 10^{2}$ (b)
กุ้งแชบ๊วย 1	$2.51 \pm 0.03 \times 10^{8}$ (d)	0	ไม่พบ	4 MPN/g	$3.00 \pm 0.92 \times 10^{2}$ (c)
กุ้งแก้ว 1	$8.90 \pm 2.10 \times 10^{7}$ (d)	0	ไม่พบ	23 MPN/g	$1.32 \pm 0.92 \times 10^{2}$ (c)
กุ้งแก้วไม่ใส่สี 1	$3.12 \pm 0.18 \times 10^{9}$ (a)	0	ไม่พบ	23 MPN/g	$1.64 \pm 0.21 \times 10^{3}$ (a)
กุ้งฝอย	$1.61 \pm 0.08 \times 10^{5}$ (d)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$2.04 \pm 1.14 \times 10^{2}$ (c)
กุ้งแชบ๊วย 2	$1.10 \pm 0.61 \times 10^{8}$ (d)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$2.48 \pm 0.76 \times 10^{2}$ (c)
กุ้งแก้ว 2	$1.63 \pm 0.02 \times 10^{5}$ (d)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.88 \pm 0.70 \times 10^{2}$ (c)
กุ้งแก้วไม่ใส่สี 2	$6.70 \pm 0.25 \times 10^{8}$ (c)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$2.52 \pm 1.67 \times 10^{2}$ (c)

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

* ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *V. cholerae* ไม่ควรพบในกุ้งแห้ง

** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *S. aureus* ไม่ควรพบในกุ้งแห้งเกิน 100 MPN/g

*** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ปริมาณยีสต์และราไม่ควรพบในกุ้งแห้งเกิน 1.00×10^{3} CFU/g

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่าปริมาณยีสต์และรามีความสัมพันธ์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และสัมพันธ์กับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือยังสัมพันธ์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 13

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ สีสังเคราะห์ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่าสีสังเคราะห์มีความสัมพันธ์กับค่าพีเอชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 14 และสัมพันธ์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 15

ตารางที่ 13 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง

ปัจจัย	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณยีสต์และรา	ความสัมพันธ์กับพีเอช	ความสัมพันธ์กับ ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม ทนเกลือ	ความสัมพันธ์กับ แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*
ปริมาณยีสต์และรา	1				
พีเอช	0.326	1			
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	-0.717(*)	-0.358	1		
ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	0.984(**)	0.365	-0.727(*)	1	
แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*	0.588	-0.286	-0.689	0.600	1

** ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (2-tailed)

* ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (2-tailed)

ตารางที่ 14 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
พีเอช	Equal variances assumed	12.484	0.002	-3.085	22	0.005	-0.38722	0.12553	-0.64756	-0.12688
	Equal variances not assumed			-5.202	19.822	0.000	-0.38722	0.07443	-0.54257	-0.23187

ตารางที่ 15 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดกุ้งแห้ง

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	Equal variances assumed	10.047	0.004	2.148	22	0.043	0.32333	0.15055	0.01112	0.63555
	Equal variances not assumed			1.643	6.168	0.150	0.32333	0.19675	-0.15493	0.80159

3.2 อาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้งและปลากรอบ

3.2.1 อาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้ง

ผลการศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้ง ซึ่งพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในทุกตัวอย่าง

ค่าสีของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้ง พบว่าค่า L* มีค่าอยู่ในช่วง 23.23 ± 7.67 ถึง 40.06 ± 2.93 โดยที่ปลาข้าวสารมีค่า L* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลากะตักอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ ปลาแก้ว และปลากระเบนวงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง -0.02 ± 0.64 ถึง 3.68 ± 1.17 โดยที่ปลากะตักมีค่า a* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาข้าวสาร ปลาแก้ว และปลากระเบนวงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 6.38 ± 2.56 ถึง 14.99 ± 3.65 โดยที่ปลากะตักมีค่า b* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาข้าวสารอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับปลาแก้ว และปลากระเบนวงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 6.22 ± 0.04 ถึง 6.37 ± 0.06 โดยที่ปลาข้าวสาร มีค่าพีเอชสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาแก้ว ปลากระเบนวง และปลากะตัก อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 6.61 ± 0.70 ถึง 22.56 ± 0.18 โดยที่ปลากะตัก มีค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาข้าวสาร และปลากระเบนวง อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับปลาแก้ว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้ง

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
ปลาข้าวสาร	ไม่พบ	40.06 ± 2.93^{a}	0.79 ± 1.03^{b}	11.54 ± 2.61^{ab}	6.37 ± 0.06^{a}	22.55 ± 0.41^{a}
ปลาแก้ว	ไม่พบ	23.63 ± 3.48^{b}	0.29 ± 0.78^{b}	6.38 ± 2.56^{b}	6.22 ± 0.04^{a}	6.61 ± 0.70^{b}
ปลากระเบนวง	ไม่พบ	23.23 ± 7.67^{b}	-0.02 ± 0.64^{b}	7.31 ± 5.39^{b}	6.28 ± 0.07^{a}	22.39 ± 0.36^{a}
ปลากะตัก	ไม่พบ	38.00 ± 3.67^{a}	3.68 ± 1.17^{a}	14.99 ± 3.65^{a}	6.30 ± 0.16^{a}	22.56 ± 0.18^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 ปี พ.ศ. 2525 กำหนดให้ห้ามใช้สีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งทุกชนิด

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $2.00 \pm 1.00 \times 10^{2}$ ถึง $5.50 \pm 2.90 \times 10^{8}$ CFU/g โดยที่ปลากระเบนวง มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาข้าวสาร ปลาแก้ว และปลากะตัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้ง พบว่ามีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ในทุกตัวอย่าง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ในตัวอย่างปลาแห้งกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มี *S. aureus* น้อยกว่า 100 MPN/g พบว่าปลาแห้งทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

ปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $4.80 \pm 3.34 \times 10^{2}$ ถึง $4.61 \pm 1.14 \times 10^{4}$ CFU/g โดยที่ปลากระเบนวง มีปริมาณยีสต์และราสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาข้าวสาร ปลาแก้ว และปลากะตัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างปลาแห้ง กับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 1.00×10^{3} CFU/g พบว่า ปลาข้าวสาร ปลาแก้ว และปลากระเบนวง มีปริมาณยีสต์และราเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้ง

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
ปลาข้าวสาร	$1.00 \pm 0.20 \times 10^{3}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.04 \pm 0.17 \times 10^{3}$ (c)
ปลาแก้ว	$8.90 \pm 1.45 \times 10^{7}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$3.04 \pm 0.28 \times 10^{4}$ (b)
ปลากระเบนวง	$5.50 \pm 2.90 \times 10^{8}$ (a)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$4.61 \pm 1.14 \times 10^{4}$ (a)
ปลากะตัก	$2.00 \pm 1.00 \times 10^{2}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$4.80 \pm 3.34 \times 10^{2}$ (c)

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

* ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *V. cholerae* ไม่ควรพบในปลาแห้ง

** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *S. aureus* ไม่ควรพบในปลาแห้งเกิน 100 MPN/g

*** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ปริมาณยีสต์และราไม่ควรพบในปลาแห้งเกิน 1.00×10^{3} CFU/g

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่า ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแห้ง

ปัจจัย	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณยีสต์และรา	ความสัมพันธ์กับพีเอช	ความสัมพันธ์กับ ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม ทนเกลือ	ความสัมพันธ์กับ แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*
ปริมาณยีสต์และรา	1				
พีเอช	-0.644	1			
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	-0.332	0.785	1		
ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	0.873	-0.272	0.170	1	
แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*	0.000	0.000	0.000	0.000	1

3.2.2 อาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว

ผลการศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว ซึ่งพบว่ามีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในตัวอย่าง ปลาข้างเหลือง 2 เพียงตัวอย่างเดียวเท่านั้น

ค่าสีของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว พบว่าค่า L* มีค่าอยู่ในช่วง 17.57 ± 1.68 ถึง 34.73 ± 1.26 โดยที่ปลาข้างเหลือง 2 มีค่า L* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาริวกิว 1 ปลาริวกิว 2 และปลาข้างเหลือง 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง -0.56 ± 0.13 ถึง 2.16 ± 2.44 โดยที่ปลาข้างเหลือง 1 มีค่า a* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาข้างเหลือง 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ ปลาริวกิว 1 และปลาริวกิว 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 0.01 ± 0.22 ถึง 4.22 ± 2.43 โดยที่ปลาข้างเหลือง 1 มีค่า b* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาริวกิว 1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับปลาริวกิว 2 และปลาข้างเหลือง 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 5.97 ± 0.01 ถึง 6.42 ± 0.13 โดยที่ปลาริวกิว 2 มีค่าพีเอชสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาข้างเหลือง 1 ปลาข้างเหลือง 2 และปลาริวกิว 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 12.11 ± 0.21 ถึง 22.72 ± 0.14 โดยที่ปลาข้างเหลือง 2 มีค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาข้างเหลือง 1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ ปลาริวกิว 1 และปลาริวกิว 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
ปลาข้างเหลือง 1	ไม่พบ	17.57 ± 1.68^{c}	2.16 ± 2.44^{a}	4.22 ± 2.43^{a}	6.24 ± 0.03^{b}	22.59 ± 0.21^{a}
ปลาข้างเหลือง 2	พบ	34.73 ± 1.26^{a}	0.51 ± 0.42^{ab}	0.01 ± 0.22^{c}	6.20 ± 0.02^{b}	22.72 ± 0.14^{a}
ปลาริวกิว 1	ไม่พบ	21.28 ± 4.20^{b}	0.25 ± 0.68^{b}	3.24 ± 0.91^{ab}	5.97 ± 0.01^{c}	12.11 ± 0.21^{c}
ปลาริวกิว 2	ไม่พบ	19.85 ± 1.36^{bc}	-0.56 ± 0.13^{b}	1.82 ± 0.58^{b}	6.42 ± 0.13^{a}	21.93 ± 0.21^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 ปี พ.ศ. 2525 กำหนดให้ห้ามใช้สีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งทุกชนิด

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $5.50 \pm 4.50 \times 10^{2}$ ถึง $2.55 \pm 0.15 \times 10^{5}$ CFU/g โดยที่ปลาข้างเหลือง 2 มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาข้างเหลือง 1 ปลาริวกิว 1 และปลาริวกิว 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว พบว่ามีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ในทุกตัวอย่าง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ในตัวอย่างปลาแดดเดียวกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มี *S. aureus* น้อยกว่า 100 MPN/g พบว่าปลาแดดเดียวทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

ปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $1.06 \pm 0.36 \times 10^{3}$ ถึง $1.59 \pm 0.31 \times 10^{4}$ CFU/g โดยที่ปลาริวกิว 2 มีปริมาณยีสต์และราสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาข้างเหลือง 1 ปลาข้างเหลือง 2 และปลาริวกิว 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างปลาแดดเดียว กับค่ามาตรฐานของกรมประมง ปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 1.00×10^{3} CFU/g พบว่า ปลาข้างเหลือง 1 ปลาข้างเหลือง 2 ปลาริวกิว 1 และปลาริวกิว 2 มีปริมาณยีสต์และราเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลการตรวจสอบการคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
ปลาข้างเหลือง 1	$1.27 \pm 0.73 \times 10^{5}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.06 \pm 0.36 \times 10^{3}$ (c)
ปลาข้างเหลือง 2	$2.55 \pm 0.15 \times 10^{5}$ (a)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.26 \pm 0.65 \times 10^{3}$ (c)
ปลาริวกิว 1	$6.80 \pm 5.85 \times 10^{3}$ (c)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$3.74 \pm 1.16 \times 10^{3}$ (b)
ปลาริวกิว 2	$5.50 \pm 4.50 \times 10^{2}$ (c)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.59 \pm 0.31 \times 10^{4}$ (a)

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

* ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *V. cholerae* ไม่ควรพบในปลาแดดเดียว

** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *S. aureus* ไม่ควรพบในปลาแดดเดียวเกิน 100 MPN/g

*** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ปริมาณยีสต์และราไม่ควรพบในปลาแดดเดียวเกิน 1.00×10^{3} CFU/g

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่า ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 21

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ สีสังเคราะห์ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่า สีสังเคราะห์มีความสัมพันธ์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 22 และสัมพันธ์กับปริมาณยีสต์และราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 23

ตารางที่ 21 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว

ปัจจัย	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณยีสต์และรา	ความสัมพันธ์กับพีเอช	ความสัมพันธ์กับ ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม ทนเกลือ	ความสัมพันธ์กับ แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*
ปริมาณยีสต์และรา	1				
พีเอช	0.643	1			
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	0.100	0.819	1		
ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	-0.648	0.011	0.555	1	
แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*	0.000	0.000	0.000	0.000	1

ตารางที่ 22 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	Equal variances assumed	18.265	0.002	-1.269	10	0.233	-0.38444	0.30284	-1.05922	0.29033
	Equal variances not assumed			-2.268	8.043	0.053	-0.38444	0.16950	-0.77496	0.00607

ตารางที่ 23 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาแดดเดียว

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
ปริมาณยีสต์และรา	Equal variances assumed	17.900	0.002	1.364	10	0.203	6560.000	4810.715	-4158.941	17278.941
	Equal variances not assumed			2.439	8.001	0.041	6560.000	2689.370	358.474	12761.526

3.2.3 อาหารทะเลแห้งชนิดปลากรอบ

ผลการศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปลากรอบ
ซึ่งพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในทุกตัวอย่าง

ค่าสีของอาหารทะเลแห้งชนิดปลากรอบ พบว่าค่า L* มีค่าอยู่ในช่วง 21.26 ± 2.70 ถึง 41.87 ± 2.52 โดยที่ปลากรอบ 2 มีค่า L* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลากรอบ 1 ปลากรอบ 3 และปลากรอบ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง 1.82 ± 0.60 ถึง 2.92 ± 1.29โดยที่ปลากรอบ 4 มีค่า a* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลากรอบ 1 ปลากรอบ 2 และปลากรอบ 3 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ส่วนค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 7.48 ± 1.68 ถึง 11.55 ± 2.65 โดยที่ปลากรอบ 4 มีค่า b* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลากรอบ 1 ปลากรอบ 2 และปลากรอบ 3 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดปลากรอบ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 6.33 ± 0.07 ถึง 9.24 ± 0.01 โดยที่ปลากรอบ 4 มีค่าพีเอชสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลากรอบ 1 ปลากรอบ 2 และปลากรอบ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลากรอบ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 9.26 ± 0.31 ถึง 17.94 ± 0.26 โดยที่ปลากรอบ 2 มีค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลากรอบ 1 ปลากรอบ 3 และปลากรอบ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดปลากรอบ

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
ปลากรอบ 1	ไม่พบ	25.80 ± 6.08^{b}	2.53 ± 0.94^{a}	9.80 ± 3.83^{a}	8.52 ± 0.03^{c}	10.69 ± 0.72^{b}
ปลากรอบ 2	ไม่พบ	41.87 ± 2.52^{a}	1.82 ± 0.60^{a}	7.48 ± 1.68^{a}	8.94 ± 0.02^{b}	17.94 ± 0.26^{a}
ปลากรอบ 3	ไม่พบ	21.26 ± 2.70^{b}	2.36 ± 1.27^{a}	10.43 ± 3.22^{a}	6.33 ± 0.07^{d}	11.27 ± 0.35^{b}
ปลากรอบ 4	ไม่พบ	23.73 ± 5.57^{b}	2.92 ± 1.29^{a}	11.55 ± 2.65^{a}	9.24 ± 0.01^{a}	9.26 ± 0.31^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 ปี พ.ศ. 2525 กำหนดให้ห้ามใช้สีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งทุกชนิด

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดปลากรอบ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $4.00 \pm 1.00 \times 10^2$ ถึง $1.95 \pm 0.21 \times 10^8$ CFU/g โดยที่ปลากรอบ 4 มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลากรอบ 1 ปลากรอบ 2 และปลากรอบ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลากรอบ พบว่ามีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ในทุกตัวอย่าง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ในตัวอย่างปลากรอบกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มี *S. aureus* น้อยกว่า 100 MPN/g พบว่าปลากรอบทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

ปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งชนิดปลากรอบ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง $5.96 \pm 4.02 \times 10^2$ CFU/g โดยที่ปลากรอบ 2 มีปริมาณยีสต์และราสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับปลากรอบ 1 ปลากรอบ 3 และปลากรอบ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างปลากรอบกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 2.00×10^2 CFU/g พบว่า ปลากรอบ 2 มีปริมาณยีสต์และราเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปลากรอบ

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
ปลากรอบ 1	$5.00 \pm 0.50 \times 10^{2}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	0 (b)
ปลากรอบ 2	$4.00 \pm 1.00 \times 10^{2}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$5.96 \pm 4.02 \times 10^{2}$ (a)
ปลากรอบ 3	$4.15 \pm 0.55 \times 10^{3}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.24 \pm 1.14 \times 10^{2}$ (b)
ปลากรอบ 4	$1.95 \pm 0.21 \times 10^{8}$ (a)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.20 \pm 1.41 \times 10^{2}$ (b)

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

* ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *V. cholerae* ไม่ควรพบในปลากรอบ

** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *S. aureus* ไม่ควรพบในปลากรอบเกิน 100 MPN/g

*** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ปริมาณยีสต์และราไม่ควรพบในปลากรอบเกิน 2.00×10^{2} CFU/g

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่า ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลากรอบ

ปัจจัย	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณยีสต์และรา	ความสัมพันธ์กับพีเอช	ความสัมพันธ์กับ ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม ทนเกลือ	ความสัมพันธ์กับ แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*
ปริมาณยีสต์และรา	1				
พีเอช	0.274	1			
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	0.942	0.159	1		
ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	-0.228	0.497	-0.523	1	
แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*	0.000	0.000	0.000	0.000	1

3.2.4 อาหารทะเลแห้งชนิดปลาเส้น

ผลการศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเส้น ซึ่งพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในทุกตัวอย่าง

ค่าสีของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเส้น พบว่าค่า L* มีค่าอยู่ในช่วง 33.26 ± 5.18 ถึง 45.34 ± 3.83 โดยที่ปลาเส้น 2 มีค่า L* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างปลาเส้น 1 ปลาเส้น 3 และปลาเส้น 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง 6.37 ± 1.03 ถึง 12.23 ± 1.31 โดยที่ปลาเส้น 4 มีค่า a* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาเส้น 1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับปลาเส้น 2 และปลาเส้น 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 11.65 ± 3.32 ถึง 21.44 ± 2.15 โดยที่ปลาเส้น 1 มีค่า b* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาเส้น 4 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับปลาเส้น 2 และปลาเส้น 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเส้น พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 6.29 ± 0.14 ถึง 6.38 ± 0.03 โดยที่ปลาเส้น 3 มีค่าพีเอชสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาเส้น 1 ปลาเส้น 2 และปลาเส้น 4 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเส้น พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 22.76 ± 0.21 ถึง 23.11 ± 0.07 โดยที่ปลาเส้น 1 มีค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาเส้น 3 และปลาเส้น 4 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ ปลาเส้น 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเส้น

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
ปลาเส้น 1	ไม่พบ	33.26 ± 5.18^{b}	11.49 ± 1.65^{a}	21.44 ± 2.15^{a}	6.29 ± 0.03^{a}	23.11 ± 0.07^{a}
ปลาเส้น 2	ไม่พบ	45.34 ± 3.83^{a}	7.81 ± 1.47^{b}	11.65 ± 3.32^{c}	6.29 ± 0.14^{a}	22.76 ± 0.21^{b}
ปลาเส้น 3	ไม่พบ	38.18 ± 3.57^{b}	6.37 ± 1.03^{b}	16.40 ± 2.10^{b}	6.38 ± 0.03^{a}	22.87 ± 0.23^{ab}
ปลาเส้น 4	ไม่พบ	34.71 ± 5.94^{b}	12.23 ± 1.31^{a}	21.12 ± 2.38^{a}	6.38 ± 0.02^{a}	22.85 ± 0.13^{ab}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 ปี พ.ศ. 2525 กำหนดให้ห้ามใช้สีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งทุกชนิด

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเส้น พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $4.50 \pm 2.50 \times 10^2$ ถึง $4.10 \pm 3.55 \times 10^3$ CFU/g โดยที่ปลาเส้น 1 มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาเส้น 2 ปลาเส้น 3 และปลาเส้น 4 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเส้น พบว่ามีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ในทุกตัวอย่าง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ในตัวอย่างปลาเส้นกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มี *S. aureus* น้อยกว่า 100 MPN/g พบว่าปลาเส้นทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

ปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเส้น พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $3.52 \pm 0.95 \times 10^2$ ถึง $6.53 \pm 0.79 \times 10^4$ CFU/g โดยที่ปลาเส้น 3 มีปริมาณยีสต์และราสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาเส้น 1 ปลาเส้น 2 และปลาเส้น 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างปลาเส้นกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 2.00×10^2 CFU/g พบว่า ปลาเส้นทุกตัวอย่างมีปริมาณยีสต์และราเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเส้น

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
ปลาเส้น 1	$4.10 \pm 3.55 \times 10^{3}$ (a)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$3.52 \pm 0.95 \times 10^{2}$ (b)
ปลาเส้น 2	$4.50 \pm 2.50 \times 10^{2}$ (a)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$3.56 \pm 4.31 \times 10^{2}$ (b)
ปลาเส้น 3	$1.35 \pm 0.15 \times 10^{3}$ (a)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$6.53 \pm 0.79 \times 10^{4}$ (a)
ปลาเส้น4	$5.50 \pm 5.50 \times 10^{2}$ (a)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$4.04 \pm 4.90 \times 10^{2}$ (b)

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

* ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *V. cholerae* ไม่ควรพบในปลาเส้น

** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *S. aureus* ไม่ควรพบในปลาเส้นเกิน 100 MPN/g

*** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ปริมาณยีสต์และราไม่ควรพบในปลาเส้นเกิน 2.00×10^{2} CFU/g

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือมีความสัมพันธ์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเส้น

ปัจจัย	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณยีสต์และรา	ความสัมพันธ์กับพีเอช	ความสัมพันธ์กับ ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม ทนเกลือ	ความสัมพันธ์กับ แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*
ปริมาณยีสต์และรา	1				
พีเอช	0.578	1			
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	-0.123	-0.290	1		
ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	-0.099	-0.446	0.975(*)	1	
แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*	0.000	0.000	0.000	0.000	1

* ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (2-tailed)

3.2.5 อาหารทะเลแห้งชนิดปลาเค็ม

ผลการศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเค็ม ซึ่งพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในทุกตัวอย่าง

ค่าสีของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเค็ม พบว่าค่า L* มีค่าอยู่ในช่วง 27.77 ± 2.69 ถึง 53.31 ± 7.32 โดยที่ปลาทูหอม 2 มีค่า L* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาทูหอม 1 ปลาอินทรีย์ 1 และปลาอินทรีย์ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง -0.90 ± 0.57 ถึง 1.44 ± 1.52 โดยที่ปลาทูหอม 1 มีค่า a* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับปลาทูหอม 2 ปลาอินทรีย์ 1 และปลาอินทรีย์ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 4.00 ± 1.71 ถึง 15.16 ± 1.38 โดยที่ปลาทูหอม 1 มีค่า b* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับปลาทูหอม 2 ปลาอินทรีย์ 1 และปลาอินทรีย์ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเค็ม พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 5.73 ± 0.10 ถึง 8.21 ± 0.06 โดยที่ปลาอินทรีย์ 1 มีค่าพีเอชสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาทูหอม 1 ปลาทูหอม 2 และปลาอินทรีย์ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเค็ม พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 22.58 ± 0.26 ถึง 22.92 ± 0.10 โดยที่ปลาทูหอม 1 มีค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาทูหอม 2 ปลาอินทรีย์ 1 และปลาอินทรีย์ 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเค็ม

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
ปลาทูหอม 1	ไม่พบ	42.93 ± 9.47^{b}	1.44 ± 1.52^{a}	15.16 ± 1.38^{a}	5.73 ± 0.10^{d}	22.92 ± 0.10^{a}
ปลาทูหอม 2	ไม่พบ	53.31 ± 7.32^{a}	-0.90 ± 0.57^{b}	7.57 ± 4.15^{b}	6.66 ± 0.06^{c}	22.62 ± 0.21^{a}
ปลาอินทรีย์ 1	ไม่พบ	41.53 ± 2.86^{b}	-0.10 ± 0.79^{b}	5.81 ± 1.42^{bc}	8.21 ± 0.06^{a}	22.90 ± 0.16^{a}
ปลาอินทรีย์ 2	ไม่พบ	27.77 ± 2.69^{c}	0.05 ± 0.36^{b}	4.00 ± 1.71^{c}	6.88 ± 0.01^{b}	22.58 ± 0.26^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 ปี พ.ศ. 2525 กำหนดให้ห้ามใช้สีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งทุกชนิด

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเค็ม พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $2.00 \pm 1.00 \times 10^{2}$ ถึง $1.30 \pm 0.12 \times 10^{4}$ CFU/g โดยที่ปลาอินทรีย์ 1 มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาทูหอม 1 ปลาทูหอม 2 และปลาอินทรีย์ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเค็ม พบว่ามีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ในทุกตัวอย่าง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ในตัวอย่างปลาเค็มกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มี *S. aureus* น้อยกว่า 100 MPN/g พบว่าปลาเค็มทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

ปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเค็ม พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $6.00 \pm 3.74 \times 10^{1}$ ถึง $1.46 \pm 0.50 \times 10^{3}$ CFU/g โดยที่ปลาอินทรีย์ 1 มีปริมาณยีสต์และราสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปลาทูหอม 1 ปลาทูหอม 2 และปลาอินทรีย์ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างปลาเค็มกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 1.00×10^{3} CFU/g พบว่า ปลาอินทรีย์ 1 มีปริมาณยีสต์และราเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเค็ม

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
ปลาทูหอม 1	$2.00 \pm 1.00 \times 10^{2}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$6.00 \pm 3.74 \times 10^{1}$ (b)
ปลาทูหอม 2	$1.00 \pm 0.30 \times 10^{3}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$7.20 \pm 5.02 \times 10^{1}$ (b)
ปลาอินทรีย์ 1	$1.30 \pm 0.12 \times 10^{4}$ (a)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.46 \pm 0.50 \times 10^{3}$ (a)
ปลาอินทรีย์ 2	$7.00 \pm 2.00 \times 10^{2}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$4.96 \pm 5.13 \times 10^{2}$ (b)

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

* ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *V. cholerae* ไม่ควรพบในปลาเค็ม

** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *S. aureus* ไม่ควรพบในปลาเค็มเกิน 100 MPN/g

*** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ปริมาณยีสต์และราไม่ควรพบในปลาเค็มเกิน 1.00×10^{3} CFU/g

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือมีความสัมพันธ์กับปริมาณยีสต์และรา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปลาเค็ม

ปัจจัย	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณยีสต์และรา	ความสัมพันธ์กับพีเอช	ความสัมพันธ์กับ ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม ทนเกลือ	ความสัมพันธ์กับ แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*
ปริมาณยีสต์และรา	1				
พีเอช	0.931	1			
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	0.352	0.059	1		
ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	0.952(*)	0.894	0.497	1	
แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*	0.000	0.000	0.000	0.000	1

* ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (2-tailed)

3.3 อาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้งและหมึกแปรรูป

3.3.1 อาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้ง

ผลการศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้ง ซึ่งไม่พบว่ามีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในทุกตัวอย่าง

ค่าสีของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้ง พบว่าค่า L* มีค่าอยู่ในช่วง 14.11 ± 5.65 ถึง 19.71 ± 4.71 โดยที่หมึกกะตอยมีค่า L* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกกล้วย หมึกไข่ และหมึกหนังอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) และค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง 1.34 ± 0.94 ถึง 2.88 ± 1.19 โดยที่หมึกกล้วยมีค่า a* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกกะตอยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ หมึกไข่ และหมึกหนังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 1.38 ± 1.23 ถึง 4.51 ± 2.12 โดยที่หมึกกะตอยมีค่า b* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับหมึกกล้วย และหมึกหนังอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับหมึกไข่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p<0.05)

ค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 6.39 ± 0.02 ถึง 6.63 ± 0.00 โดยที่หมึกไข่ มีค่าพีเอชสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกกล้วย หมึกกะตอย และหมึกหนังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 21.62 ± 0.47 ถึง 22.53 ± 0.31 โดยที่หมึกกล้วย มีค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกกะตอย และหมึกหนัง อย่างมีไม่นัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ หมึกไข่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 33

ตารางที่ 33 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้ง

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
หมึกกล้วย	ไม่พบ	14.81 ± 2.51^{a}	2.88 ± 1.19^{a}	3.06 ± 1.34^{ab}	6.54 ± 0.02^{b}	22.53 ± 0.31^{a}
หมึกไข่	ไม่พบ	18.79 ± 7.66^{a}	1.36 ± 0.80^{b}	1.38 ± 1.23^{b}	6.63 ± 0.00^{a}	21.62 ± 0.47^{b}
หมึกกะตอย	ไม่พบ	19.71 ± 4.71^{a}	1.61 ± 0.96^{ab}	4.51 ± 2.12^{a}	6.50 ± 0.03^{c}	22.07 ± 0.45^{ab}
หมึกหนัง	ไม่พบ	14.11 ± 5.65^{a}	1.34 ± 0.94^{b}	1.96 ± 2.33^{ab}	6.39 ± 0.02^{d}	22.37 ± 0.36^{ab}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 ปี พ.ศ. 2525 กำหนดให้ห้ามใช้สีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งทุกชนิด

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $2.07 \pm 0.13 \times 10^5$ ถึง $1.41 \pm 0.13 \times 10^8$ CFU/g โดยที่หมึกไข่ มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกกล้วย หมึกกะตอย และหมึกหนัง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้ง พบว่ามีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ในทุกตัวอย่าง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ในตัวอย่างหมึกแห้งกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มี *S. aureus* น้อยกว่า 100 MPN/g พบว่าหมึกแห้งทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

ปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $4.88 \pm 0.83 \times 10^2$ ถึง $6.80 \pm 1.78 \times 10^2$ CFU/g โดยที่หมึกกะตอย มีปริมาณยีสต์และราสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับหมึกกล้วย หมึกไข่ และหมึกหนัง อย่างมีไม่นัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างหมึกแห้งกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 1.00×10^3 CFU/g พบว่า หมึกแห้งทุกตัวอย่างมีปริมาณยีสต์และราไม่เกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 34

ตารางที่ 34 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้ง

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
หมึกกล้วย	$2.07 \pm 0.13 \times 10^{5}$ (c)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$4.88 \pm 0.83 \times 10^{2}$ (a)
หมึกไข่	$1.41 \pm 0.13 \times 10^{8}$ (a)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$5.52 \pm 2.62 \times 10^{2}$ (a)
หมึกกะตอย	$3.80 \pm 0.10 \times 10^{7}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$6.80 \pm 1.78 \times 10^{2}$ (a)
หมึกหนัง	$3.43 \pm 0.20 \times 10^{5}$ (c)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$6.40 \pm 0.74 \times 10^{2}$ (a)

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

* ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *V. cholerae* ไม่ควรพบในหมึกแห้ง

** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *S. aureus* ไม่ควรพบในหมึกแห้งเกิน 100 MPN/g

*** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ปริมาณยีสต์และราไม่ควรพบในหมึกแห้งเกิน 1.00×10^{3} CFU/g

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือมีความสัมพันธ์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 35

ตารางที่ 35 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแห้ง

ปัจจัย	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณยีสต์และรา	ความสัมพันธ์กับพีเอช	ความสัมพันธ์กับ ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม ทนเกลือ	ความสัมพันธ์กับ แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*
ปริมาณยีสต์และรา	1				
พีเอช	-0.562	1			
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	-0.143	-0.651	1		
ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	-0.112	0.786	-0.967(*)	1	
แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*	0.000	0.000	0.000	0.000	1

* ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (2-tailed)

3.3.2 อาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ

ผลการศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ ซึ่งพบว่ามีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในตัวอย่าง หมึกแผ่นกรอบ 3 เพียงตัวอย่างเดียวเท่านั้น

ค่าสีของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ พบว่าค่า L* มีค่าอยู่ในช่วง 31.85 ± 3.10ถึง 45.18 ± 2.49 โดยที่หมึกแผ่นกรอบ 1 มีค่า L* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกแผ่นกรอบ 2 หมึกม้วนกรอบ และหมึกแผ่นกรอบ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง 6.16 ± 0.48 ถึง 7.40 ± 0.80 โดยที่หมึกแผ่นกรอบ 3 มีค่า a* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกแผ่นกรอบ 2 อย่างมีไม่นัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ หมึกม้วนกรอบ และหมึกแผ่นกรอบ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 9.26 ± 2.26 ถึง 18.52 ± 1.90 โดยที่หมึกแผ่นกรอบ 2 มีค่า b* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกแผ่นกรอบ 3 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ หมึกม้วนกรอบ และหมึกแผ่นกรอบ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 6.44 ± 0.01 ถึง 6.95 ± 0.10 โดยที่หมึกแผ่นกรอบ 1 มีค่าพีเอชสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกแผ่นกรอบ 2 หมึกม้วนกรอบ และหมึกแผ่นกรอบ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 8.83 ± 0.75 ถึง 21.45 ± 0.56 โดยที่หมึกแผ่นกรอบ 1 มีค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกแผ่นกรอบ 2 หมึกม้วนกรอบ และหมึกแผ่นกรอบ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 36

ตารางที่ 36 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
หมึกแผ่นกรอบ 1	ไม่พบ	45.18 ± 2.49^{a}	4.17 ± 0.30^{c}	9.26 ± 2.26^{c}	6.95 ± 0.10^{a}	21.45 ± 0.56^{a}
หมึกแผ่นกรอบ 2	ไม่พบ	34.12 ± 0.88^{bc}	6.64 ± 0.78^{ab}	18.52 ± 1.90^{a}	6.44 ± 0.01^{b}	14.65 ± 0.21^{b}
หมึกม้วนกรอบ	ไม่พบ	31.85 ± 3.10^{c}	6.16 ± 0.48^{b}	13.53 ± 2.87^{b}	6.51 ± 0.01^{b}	8.83 ± 0.75^{d}
หมึกแผ่นกรอบ 3	พบ	35.59 ± 3.28^{b}	7.40 ± 0.80^{a}	17.24 ± 2.47^{a}	6.52 ± 0.02^{b}	10.10 ± 0.50^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 ปี พ.ศ. 2525 กำหนดให้ห้ามใช้สีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งทุกชนิด

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $6.00 \pm 2.00 \times 10^{2}$ ถึง $3.90 \pm 0.90 \times 10^{4}$ CFU/g โดยที่หมึกแผ่นกรอบ 2 มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกแผ่นกรอบ 1 หมึกม้วนกรอบ และหมึกแผ่นกรอบ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบพบว่ามีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ในทุกตัวอย่าง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ในตัวอย่างหมึกแปรรูปกรอบกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มี *S. aureus* น้อยกว่า 100 MPN/g พบว่าหมึกแปรรูปกรอบทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

ปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $8.00 \pm 10.96 \times 10^{0}$ ถึง $3.28 \pm 1.91 \times 10^{2}$ CFU/g โดยที่หมึกแผ่นกรอบ 2 มีปริมาณยีสต์และราสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกแผ่นกรอบ 1 หมึกม้วนกรอบ และหมึกแผ่นกรอบ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างหมึกแปรรูปกรอบกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 2.00×10^{2} CFU/g พบว่า หมึกแผ่นกรอบ 2 มีปริมาณยีสต์และราเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 37

ตารางที่ 37 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
หมึกแผ่นกรอบ 1	$6.00 \pm 2.00 \times 10^{2}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$8.80 \pm 5.59 \times 10^{1}$ (b)
หมึกแผ่นกรอบ 2	$3.90 \pm 0.90 \times 10^{4}$ (a)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$3.28 \pm 1.91 \times 10^{2}$ (a)
หมึกม้วนกรอบ	$2.95 \pm 0.25 \times 10^{3}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$5.60 \pm 4.56 \times 10^{1}$ (b)
หมึกแผ่นกรอบ 3	$6.30 \pm 0.90 \times 10^{3}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$8.00 \pm 10.96 \times 10^{0}$ (b)

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

* ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *V. cholerae* ไม่ควรพบในหมึกแปรรูป

** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *S. aureus* ไม่ควรพบในหมึกแปรรูปเกิน 100 MPN/g

*** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ปริมาณยีสต์และราไม่ควรพบในหมึกแปรรูปเกิน 2.00×10^{2} CFU/g

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่า ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 38

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ สีสังเคราะห์ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่า สีสังเคราะห์มีความสัมพันธ์กับค่าพีเอชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 39 และมีความสัมพันธ์กับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 40

ตารางที่ 38 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ

ปัจจัย	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณยีสต์และรา	ความสัมพันธ์กับพีเอช	ความสัมพันธ์กับ ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม ทนเกลือ	ความสัมพันธ์กับ แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*
ปริมาณยีสต์และรา	1				
พีเอช	-0.299	1			
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	0.272	0.825	1		
ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	0.935	-0.560	0.006	1	
แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*	0.000	0.000	0.000	0.000	1

ตารางที่ 39 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
พีเอช	Equal variances assumed	11.230	0.007	0.788	10	0.449	0.11556	0.14658	-0.21104	0.44215
	Equal variances not assumed			1.401	8.233	0.198	0.11556	0.08250	-0.07375	0.30486

ตารางที่ 40 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปกรอบ

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ	Equal variances assumed	11.943	0.006	0.689	10	0.506	7883.333	11437.774	-17601.615	33368.281
	Equal variances not assumed			1.229	8.105	0.253	7883.333	6413.235	-6872.436	22639.103

3.3.3 อาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล

ผลการศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล ซึ่งพบว่ามีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในตัวอย่าง หมึกหยอง 2 และหมึกบด

ค่าสีของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล พบว่าค่า L* มีค่าอยู่ในช่วง 20.34 ± 3.54 ถึง 45.74 ± 2.75 โดยที่หมึกอบเนยมีค่า L* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกหยอง 1 และหมึกบดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ หมึกหยอง2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง -0.66 ± 0.39 ถึง 8.48 ± 1.74 โดยที่หมึกหยอง 2 มีค่า a* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกหยอง 1 หมึกอบเนย และหมึกบดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 6.02 ± 1.44 ถึง 22.46 ± 5.59 โดยที่หมึกบดมีค่า b* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับหมึกหยอง 1 หมึกหยอง 2 และหมึกอบเนยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 5.47 ± 0.03 ถึง 6.86 ± 0.01 โดยที่หมึกหยอง 1 มีค่าพีเอชสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกหยอง 2 หมึกอบเนย และหมึกบด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 6.59 ± 0.59 ถึง 22.41 ± 0.22 โดยที่หมึกหยอง 2 มีค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกหยอง 1 และหมึกอบเนย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ หมึกบด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 41

ตารางที่ 41 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
หมึกหยอง 1	ไม่พบ	39.07 ± 1.57^{a}	5.56 ± 0.70^{b}	6.02 ± 1.44^{c}	6.86 ± 0.01^{a}	21.96 ± 0.08^{a}
หมึกหยอง 2	พบ	20.34 ± 3.54^{b}	8.48 ± 1.74^{a}	14.81 ± 4.20^{b}	5.89 ± 0.01^{c}	22.41 ± 0.22^{a}
หมึกอบเนย	ไม่พบ	45.74 ± 2.75^{a}	-0.66 ± 0.39^{c}	7.84 ± 2.27^{c}	5.47 ± 0.03^{d}	22.37 ± 0.29^{a}
หมึกบด	พบ	41.06 ± 8.94^{a}	6.66 ± 1.06^{b}	22.46 ± 5.59^{a}	6.20 ± 0.01^{b}	6.59 ± 0.59^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 ปี พ.ศ. 2525 กำหนดให้ห้ามใช้สีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งทุกชนิด

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $1.43 \pm 0.09 \times 10^4$ ถึง $3.72 \pm 2.08 \times 10^9$ CFU/g โดยที่หมึกบดมีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกหยอง 1 หมึกหยอง 2 และหมึกอบเนย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล พบว่ามีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ในทุกตัวอย่าง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ในตัวอย่างหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาลกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มี *S. aureus* น้อยกว่า 100 MPN/g พบว่าหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาลทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

ปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $8.00 \pm 17.89 \times 10^0$ ถึง $7.24 \pm 7.16 \times 10^2$ CFU/g โดยที่หมึกหยอง 2 มีปริมาณยีสต์และราสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกหยอง 1 หมึกอบเนย และหมึกบด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล กับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 2.00×10^2 CFU/g พบว่า หมึกหยอง 2 มีปริมาณยีสต์และราเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
หมึกหยอง 1	$2.50 \pm 0.25 \times 10^{4\ (b)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.12 \pm 0.42 \times 10^{2\ (b)}$
หมึกหยอง 2	$6.50 \pm 3.00 \times 10^{4\ (b)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$7.24 \pm 7.16 \times 10^{2\ (a)}$
หมึกอบเนย	$1.43 \pm 0.09 \times 10^{4\ (b)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$8.00 \pm 17.89 \times 10^{0\ (b)}$
หมึกบด	$3.72 \pm 2.08 \times 10^{9\ (a)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.52 \pm 0.39 \times 10^{2\ (b)}$

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

* ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *V. cholerae* ไม่ควรพบในหมึกแปรรูป

** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *S. aureus* ไม่ควรพบในหมึกแปรรูปเกิน 100 MPN/g

*** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ปริมาณยีสต์และราไม่ควรพบในหมึกแปรรูปเกิน 2.00×10^2 CFU/g

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่า ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือมีความสัมพันธ์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 43

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ สีสังเคราะห์ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่า สีสังเคราะห์มีความสัมพันธ์กับค่าพีเอชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 44 และสัมพันธ์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 45 รวมทั้งสัมพันธ์กับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 46

ตารางที่ 43 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล

ปัจจัย	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณยีสต์และรา	ความสัมพันธ์กับพีเอช	ความสัมพันธ์กับ ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม ทนเกลือ	ความสัมพันธ์กับ แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*
ปริมาณยีสต์และรา	1				
พีเอช	-0.109	1			
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	0.212	-0.132	1		
ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	-0.201	0.108	-1.000(**)	1	
แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*	0.000	0.000	0.000	0.000	1

** ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (2-tailed)

ตารางที่ 44 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
พีเอช	Equal variances assumed	4580.862	0.000	0.377	10	0.714	0.12000	0.31823	-0.58906	0.82906
	Equal variances not assumed			0.377	5.476	0.720	0.12000	0.31823	-0.67710	0.91710

ตารางที่ 45 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	Equal variances assumed	1921.220	0.000	2.162	10	0.056	0.76833	0.35539	-0.02353	1.56019
	Equal variances not assumed			2.162	5.013	0.083	0.76833	0.35539	-0.14452	1.68119

ตารางที่ 46 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปไม่ชุบน้ำตาล

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ	Equal variances assumed	16.056	0..002	-1.879	10	0.090	-1860013100.000	990112360.767	-4066120918.857	346094718.857
	Equal variances not assumed			-1.879	5.000	0.119	-1860013100.000	990112360.767	-4405177949.797	685151749.797

3.3.4 อาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล

ผลการศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล ซึ่งพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในทุกตัวอย่าง

ค่าสีของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล พบว่าค่า L* มีค่าอยู่ในช่วง 18.48 ± 9.34 ถึง 42.77 ± 3.81 โดยที่หมึกตัวฉาบ 1 มีค่า L* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกตัวฉาบ 2 หัวหมึกฉาบ และหมึกตัวฉาบ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง 2.95 ± 1.92 ถึง 5.43 ± 0.67 โดยที่หมึกตัวฉาบ 2 มีค่า a* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกตัวฉาบ 3 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ หมึกตัวฉาบ 1 และหัวหมึกฉาบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 6.43 ± 3.33 ถึง 13.58 ± 5.69 โดยที่หมึกตัวฉาบ 2 มีค่า b* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกตัวฉาบ 1 และหมึกตัวฉาบ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับหัวหมึกฉาบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 5.60 ± 0.03 ถึง 6.86 ± 0.15 โดยที่หมึกตัวฉาบ 1 มีค่าพีเอชสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกตัวฉาบ 2 หัวหมึกฉาบ และหมึกตัวฉาบ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 7.85 ± 0.16 ถึง 20.01 ± 0.78 โดยที่หมึกตัวฉาบ 1 มีค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกตัวฉาบ 2 หัวหมึกฉาบ และหมึกตัวฉาบ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 47

ตารางที่ 47 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
หมึกตัวฉาบ 1	ไม่พบ	42.77 ± 3.81^{a}	2.95 ± 1.92^{b}	8.77 ± 4.33^{ab}	6.86 ± 0.15^{a}	20.01 ± 0.78^{a}
หมึกตัวฉาบ 2	ไม่พบ	18.48 ± 9.34^{b}	5.43 ± 0.67^{a}	13.58 ± 5.69^{a}	6.30 ± 0.02^{b}	14.43 ± 0.56^{b}
หัวหมึกฉาบ	ไม่พบ	22.52 ± 3.63^{b}	3.69 ± 1.03^{b}	6.43 ± 3.33^{b}	5.60 ± 0.03^{c}	8.45 ± 0.20^{c}
หมึกตัวฉาบ 3	ไม่พบ	22.19 ± 5.19^{b}	4.46 ± 0.85^{ab}	7.81 ± 2.59^{ab}	6.22 ± 0.03^{b}	7.85 ± 0.16^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 ปี พ.ศ. 2525 กำหนดให้ห้ามใช้สีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งทุกชนิด

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $2.50 \pm 0.50 \times 10^{2}$ ถึง $2.65 \pm 0.25 \times 10^{3}$ CFU/g โดยที่หัวหมึกฉาบมีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกตัวฉาบ 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีค่าแตกต่างกับ หมึกตัวฉาบ 1 และหมึกตัวฉาบ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล พบว่ามีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ในทุกตัวอย่าง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ในตัวอย่างหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาลกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มี *S. aureus* น้อยกว่า 100 MPN/g พบว่าหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาลทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

ปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $4.00 \pm 2.45 \times 10^{1}$ ถึง $3.48 \pm 1.76 \times 10^{2}$ CFU/g โดยที่หมึกตัวฉาบ 2 มีปริมาณยีสต์และราสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกตัวฉาบ 1 หัวหมึกฉาบ และหมึกตัวฉาบ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล กับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 2.00×10^{2} CFU/g พบว่า หมึกตัวฉาบ 2 มีปริมาณยีสต์และราเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 48

ตารางที่ 48 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
หมึกตัวฉาบ 1	$7.00 \pm 1.50 \times 10^{2\,(b)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$4.00 \pm 2.45 \times 10^{1\,(b)}$
หมึกตัวฉาบ 2	$2.20 \pm 1.00 \times 10^{3\,(a)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$3.48 \pm 1.76 \times 10^{2\,(a)}$
หัวหมึกฉาบ	$2.65 \pm 0.25 \times 10^{3\,(a)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.08 \pm 0.27 \times 10^{2\,(b)}$
หมึกตัวฉาบ 3	$2.50 \pm 0.50 \times 10^{2\,(b)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.04 \pm 0.65 \times 10^{2\,(b)}$

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

* ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *V. cholerae* ไม่ควรพบในหมึกแปรรูป

** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *S. aureus* ไม่ควรพบในหมึกแปรรูปเกิน 100 MPN/g

*** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ปริมาณยีสต์และราไม่ควรพบในหมึกแปรรูปเกิน 2.00×10^2 CFU/g

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่า ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 49

ตารางที่ 49 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปฉาบน้ำตาล

ปัจจัย	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณยีสต์และรา	ความสัมพันธ์กับพีเอช	ความสัมพันธ์กับ ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม ทนเกลือ	ความสัมพันธ์กับ แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*
ปริมาณยีสต์และรา	1				
พีเอช	-0.136	1			
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	-0.026	0.843	1		
ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	0.508	-0.662	-0.192	1	
แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*	0.000	0.000	0.000	0.000	1

3.3.5 อาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล

ผลการศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล ซึ่งพบว่ามีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในตัวอย่าง หมึกชุบ 1 และหมึกชุบ 3

ค่าสีของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล พบว่าค่า L* มีค่าอยู่ในช่วง 19.26 ± 1.45 ถึง 37.58 ± 1.09 โดยที่หมึกชุบ 1 มีค่า L* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกชุบ 2 หมึกชุบ 3 และหมึกชุบ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง -0.88 ± 0.20 ถึง 3.30 ± 1.45 โดยที่หมึกชุบ 3 มีค่า a* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกชุบ 1 หมึกชุบ 2 และหมึกชุบ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 3.23 ± 0.85 ถึง 7.63 ± 3.73 โดยที่หมึกชุบ 3 มีค่า b* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกชุบ 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับหมึกชุบ 1 และหมึกชุบ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 5.16 ± 0.04 ถึง 6.56 ± 0.02 โดยที่หมึกชุบ 1 มีค่าพีเอชสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกชุบ 2 หมึกชุบ 3 และหมึกชุบ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 6.31 ± 0.27 ถึง 13.62 ± 0.39 โดยที่หมึกชุบ 4 มีค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกชุบ 1 หมึกชุบ 2 และหมึกชุบ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 50

ตารางที่ 50 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
หมึกชุบ 1	พบ	37.58 ± 1.09^{a}	-0.88 ± 0.20^{c}	3.23 ± 0.85^{b}	6.56 ± 0.02^{a}	6.88 ± 1.37^{c}
หมึกชุบ 2	ไม่พบ	19.26 ± 1.45^{b}	-0.52 ± 0.12^{c}	5.74 ± 1.61^{ab}	5.20 ± 0.01^{c}	9.92 ± 0.10^{b}
หมึกชุบ 3	พบ	21.26 ± 5.38^{b}	3.30 ± 1.45^{a}	7.63 ± 3.73^{a}	5.80 ± 0.05^{b}	6.31 ± 0.27^{c}
หมึกชุบ 4	ไม่พบ	20.64 ± 2.88^{b}	1.95 ± 0.24^{b}	3.59 ± 0.86^{b}	5.16 ± 0.04^{c}	13.62 ± 0.39^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 ปี พ.ศ. 2525 กำหนดให้ห้ามใช้สีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งทุกชนิด

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $1.00 \pm 0.50 \times 10^{2}$ ถึง $1.22 \pm 0.01 \times 10^{8}$ CFU/g โดยที่หมึกชุบ 4 มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกชุบ 1 หมึกชุบ 2 และหมึกชุบ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล พบว่ามีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ในทุกตัวอย่าง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ในตัวอย่างหมึกแปรรูปชุบน้ำตาลกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มี *S. aureus* น้อยกว่า 100 MPN/g พบว่าหมึกแปรรูปชุบน้ำตาลทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

ปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $1.36 \pm 1.49 \times 10^{2}$ ถึง $6.36 \pm 1.32 \times 10^{2}$ CFU/g โดยที่หมึกชุบ 1 มีปริมาณยีสต์และราสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หมึกชุบ 2 และหมึกชุบ 3 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีค่าแตกต่างกับ หมึกชุบ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล กับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 2.00×10^{2} CFU/g พบว่า หมึกชุบ 1 หมึกชุบ 2 หมึกชุบ 3 และหมึกชุบ 4 มีปริมาณยีสต์และราเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 51

ตารางที่ 51 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
หมึกชุบ 1	$1.00 \pm 0.50 \times 10^{2}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$6.36 \pm 1.32 \times 10^{2}$ (a)
หมึกชุบ 2	$1.00 \pm 0.00 \times 10^{2}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$5.84 \pm 4.95 \times 10^{2}$ (a)
หมึกชุบ 3	$2.25 \pm 0.25 \times 10^{3}$ (b)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$4.32 \pm 3.08 \times 10^{2}$ (ab)
หมึกชุบ 4	$1.22 \pm 0.01 \times 10^{8}$ (a)	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.36 \pm 1.49 \times 10^{2}$ (b)

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

* ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *V. cholerae* ไม่ควรพบในหมึกแปรรูป

** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *S. aureus* ไม่ควรพบในหมึกแปรรูปเกิน 100 MPN/g

*** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ปริมาณยีสต์และราไม่ควรพบในหมึกแปรรูปเกิน 2.00×10^{2} CFU/g

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่า ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 52

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ สีสังเคราะห์ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่า สีสังเคราะห์มีความสัมพันธ์กับค่าพีเอชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 53 และสัมพันธ์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 54 รวมทั้งสัมพันธ์กับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 55

ตารางที่ 52 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล

ปัจจัย	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณยีสต์และรา	ความสัมพันธ์กับพีเอช	ความสัมพันธ์กับ ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม ทนเกลือ	ความสัมพันธ์กับ แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*
ปริมาณยีสต์และรา	1				
พีเอช	0.589	1			
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	-0.739	-0.762	1		
ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	-0.923	-0.529	0.882	1	
แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*	0.000	0.000	0.000	0.000	1

ตารางที่ 53 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
พีเอช	Equal variances assumed	628.800	0.000	-5.823	10	0.000	-0.99500	0.17088	-1.37575	-0.61425
	Equal variances not assumed			-5.823	5.054	0.002	-0.99500	0.17088	-1.43286	-0.55714

ตารางที่ 54 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	Equal variances assumed	25.206	0.001	5.552	10	0.000	0.51667	0.09307	0.30930	0.72403
	Equal variances not assumed			5.552	6.912	0.001	0.51667	0.09307	0.29603	0.73730

ตารางที่ 55 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดหมึกแปรรูปชุบน้ำตาล

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ	Equal variances assumed	55812.892	0.000	0.236	0.000	0.049	60998900.000	27281228.838	212534.096	121785265.904
	Equal variances not assumed			0.236	0.000	0.076	60998900.000	27281228.838	-9129731.290	131127531.290

3.4 อาหารทะเลแห้งชนิดหอยแห้ง

ผลการศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหอยแห้ง ซึ่งพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในทุกตัวอย่าง

ค่าสีของอาหารทะเลแห้งชนิดหอยแห้ง พบว่าค่า L* มีค่าอยู่ในช่วง 8.44 ± 1.91 ถึง 35.33 ± 0.60 โดยที่หอยหวาน 2 มีค่า L* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หอยหวาน 1 หอยแมลงภู่ 1 และหอยแมลงภู่ 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ หอยหวาน 3 หอยแมลงภู่ 3 หอยแมลงภู่ 4 และหอยแมลงภู่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง 0.01 ± 0.23 ถึง 4.03 ± 1.30 โดยที่หอยแมลงภู่ 4 มีค่า a* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หอยแมลงภู่ 3 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ หอยหวาน 1 หอยหวาน 2 หอยหวาน 2 หอยแมลงภู่ 1 หอยแมลงภู่ 2 และหอยแมลงภู่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 0.74 ± 0.30 ถึง 7.15 ± 2.96 โดยที่หอยหวาน 3 มีค่า b* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับหอยแมลงภู่ 3 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับหอยหวาน 1 หอยหวาน 2 หอยแมลงภู่ 1 หอยแมลงภู่ 2 หอยแมลงภู่ 4 และหอยแมลงภู่ 5อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดหอยแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 5.35 ± 0.03 ถึง 6.42 ± 0.18 โดยที่หอยหวาน 1 มีค่าพีเอชสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หอยหวาน 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ หอยหวาน 3 หอยแมลงภู่ 1 หอยแมลงภู่ 2 หอยแมลงภู่ 3 หอยแมลงภู่ 4 และหอยแมลงภู่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดหอยแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 14.01 ± 0.67 ถึง 22.72 ± 0.12 โดยที่หอยแมลงภู่ 3 มีค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับหอยหวาน 2 หอยแมลงภู่ 1 หอยแมลงภู่ 2 หอยแมลงภู่ 4 และหอยแมลงภู่ 5 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ หอยหวาน 1 และหอยหวาน 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 56

ตารางที่ 56 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดหอยแห้ง

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
หอยหวาน 1	ไม่พบ	35.11 ± 1.04^{a}	0.01 ± 0.23^{e}	1.27 ± 0.98^{b}	6.42 ± 0.18^{a}	20.63 ± 0.62^{b}
หอยหวาน 2	ไม่พบ	35.33 ± 0.60^{a}	0.08 ± 0.25^{e}	1.16 ± 0.98^{b}	6.37 ± 0.07^{a}	22.69 ± 0.37^{a}
หอยหวาน 3	ไม่พบ	15.61 ± 4.02^{b}	2.61 ± 1.24^{bc}	7.15 ± 2.96^{a}	5.84 ± 0.02^{bc}	14.01 ± 0.67^{c}
หอยแมลงภู่ 1	ไม่พบ	35.08 ± 0.80^{a}	0.81 ± 0.79^{de}	0.85 ± 0.60^{b}	5.90 ± 0.06^{b}	22.47 ± 0.32^{a}
หอยแมลงภู่ 2	ไม่พบ	34.40 ± 0.77^{a}	0.25 ± 0.36^{e}	0.74 ± 0.30^{b}	5.35 ± 0.03^{d}	22.66 ± 0.31^{a}
หอยแมลงภู่ 3	ไม่พบ	14.55 ± 2.20^{b}	3.20 ± 0.61^{ab}	6.97 ± 1.21^{a}	5.96 ± 0.07^{b}	22.72 ± 0.12^{a}
หอยแมลงภู่ 4	ไม่พบ	12.82 ± 5.10^{b}	4.03 ± 1.30^{a}	2.93 ± 2.10^{b}	5.87 ± 0.05^{b}	22.46 ± 0.20^{a}
หอยแมลงภู่ 5	ไม่พบ	8.44 ± 1.91^{c}	1.78 ± 1.68^{cd}	1.35 ± 1.79^{b}	5.71 ± 0.06^{c}	22.45 ± 0.44^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 ปี พ.ศ. 2525 กำหนดให้ห้ามใช้สีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งทุกชนิด

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดหอยแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $2.00 \pm 0.50 \times 10^{2}$ ถึง $4.60 \pm 1.20 \times 10^{6}$ CFU/g โดยที่หอยแมลงภู่ 2 มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หอยหวาน 1 หอยหวาน 2 หอยหวาน 3 หอยแมลงภู่ 1 หอยแมลงภู่ 3 หอยแมลงภู่ 4 และหอยแมลงภู่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหอยแห้ง พบว่ามีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ในทุกตัวอย่าง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ในตัวอย่างหอยแห้งกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มี *S. aureus* น้อยกว่า 100 MPN/g พบว่าหอยแห้งทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

ปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งชนิดหอยแห้ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $1.14 \pm 0.43 \times 10^{3}$ ถึง $7.17 \pm 2.26 \times 10^{4}$ CFU/g โดยที่หอยแมลงภู่ 4 มีปริมาณยีสต์และราสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ หอยหวาน 1 หอยหวาน 2 หอยหวาน 3 หอยแมลงภู่ 1 หอยแมลงภู่ 2 หอยแมลงภู่ 3 และหอยแมลงภู่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างหอยแห้งกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 1.00×10^{3} CFU/g พบว่า หอยแห้งทุกตัวอย่างมีปริมาณยีสต์และราเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 57

ตารางที่ 57 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดหอยแห้ง

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
หอยหวาน 1	$1.23 \pm 0.04 \times 10^{6\,(b)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$2.28 \pm 0.69 \times 10^{4\,(b)}$
หอยหวาน 2	$4.70 \pm 0.05 \times 10^{5\,(c)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.79 \pm 0.17 \times 10^{3\,(c)}$
หอยหวาน 3	$4.30 \pm 1.20 \times 10^{5\,(c)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$2.27 \pm 0.81 \times 10^{4\,(b)}$
หอยแมลงภู่ 1	$5.10 \pm 3.50 \times 10^{3\,(c)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$5.76 \pm 8.23 \times 10^{3\,(c)}$
หอยแมลงภู่ 2	$4.60 \pm 1.20 \times 10^{6\,(a)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.14 \pm 0.43 \times 10^{3\,(c)}$
หอยแมลงภู่ 3	$2.00 \pm 0.50 \times 10^{2\,(c)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.28 \pm 1.65 \times 10^{3\,(c)}$
หอยแมลงภู่ 4	$1.25 \pm 0.75 \times 10^{4\,(c)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$7.17 \pm 2.26 \times 10^{4\,(a)}$
หอยแมลงภู่ 5	$1.50 \pm 1.40 \times 10^{4\,(c)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$2.80 \pm 2.37 \times 10^{3\,(c)}$

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

* ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *V. cholerae* ไม่ควรพบในหอยแห้ง

** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *S. aureus* ไม่ควรพบในหอยแห้งเกิน 100 MPN/g

*** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ปริมาณยีสต์และราไม่ควรพบในหอยแห้งเกิน 1.00×10^3 CFU/g

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่า ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 58

ตารางที่ 58 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดหอยแห้ง

ปัจจัย	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณยีสต์และรา	ความสัมพันธ์กับพีเอช	ความสัมพันธ์กับ ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม ทนเกลือ	ความสัมพันธ์กับ แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*
ปริมาณยีสต์และรา	1				
พีเอช	0.077	1			
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	-0.150	-0.023	1		
ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	-0.243	-0.497	0.098	1	
แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*	0.000	0.000	0.000	0.000	1

3.5 อาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ

ผลการศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ ซึ่งพบว่ามีการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในตัวอย่างปูกรอบ 3 ปูกรอบ 4 ปูกรอบ 5 ปูกรอบ 6 ปูกรอบ 7 และปูกรอบ 8

ค่าสีของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ พบว่าค่า L* มีค่าอยู่ในช่วง 12.51 ± 5.19 ถึง 23.85 ± 3.59 โดยที่ปูกรอบ 6 มีค่า L* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปูกรอบ 3 ปูกรอบ 5 ปูกรอบ 7 และปูกรอบ 8 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ ปูกรอบ 1 ปูกรอบ 2 และปูกรอบ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง 2.21 ± 1.26 ถึง 7.61 ± 3.54 โดยที่ปูกรอบ 5 มีค่า a* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปูกรอบ 1 ปูกรอบ 2 ปูกรอบ 3 ปูกรอบ 4 ปูกรอบ 6 ปูกรอบ 7 และ ปูกรอบ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 2.91 ± 2.50 ถึง 6.93 ± 2.56 โดยที่ปูกรอบ 5 มีค่า b* สูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปูกรอบ 1 ปูกรอบ 2 ปูกรอบ 3 ปูกรอบ 4 ปูกรอบ 6 ปูกรอบ 7 และ ปูกรอบ 8 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 7.05 ± 0.07 ถึง 8.63 ± 0.03 โดยที่ปูกรอบ 5 มีค่าพีเอชสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปูกรอบ 1 ปูกรอบ 2 ปูกรอบ 3 ปูกรอบ 4 ปูกรอบ 6 ปูกรอบ 7 และ ปูกรอบ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 2.73 ± 0.32 ถึง 3.84 ± 0.20 โดยที่ปูกรอบ 4 มีค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์สูงที่สุด และมีค่าแตกต่างกับปูกรอบ 3 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าแตกต่างกับ ปูกรอบ 1 ปูกรอบ 2 ปูกรอบ 5 ปูกรอบ 6 ปูกรอบ 7 และ ปูกรอบ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 59

ตารางที่ 59 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
ปูกรอบ 1	ไม่พบ	12.51 ± 5.19^{b}	4.55 ± 2.54^{b}	3.37 ± 3.02^{a}	7.75 ± 0.06^{c}	2.78 ± 0.31^{c}
ปูกรอบ 2	ไม่พบ	16.86 ± 5.14^{b}	3.17 ± 1.40^{b}	5.39 ± 3.44^{a}	7.05 ± 0.07^{e}	2.76 ± 0.53^{c}
ปูกรอบ 3	พบ	18.42 ± 6.43^{ab}	4.63 ± 2.21^{b}	6.15 ± 3.84^{a}	7.40 ± 0.04^{d}	3.67 ± 0.25^{ab}
ปูกรอบ 4	พบ	15.15 ± 4.96^{b}	2.97 ± 1.23^{b}	2.91 ± 2.50^{a}	7.77 ± 0.03^{c}	3.84 ± 0.20^{a}
ปูกรอบ 5	พบ	17.99 ± 2.69^{ab}	7.61 ± 3.54^{a}	6.93 ± 2.56^{a}	8.63 ± 0.03^{a}	3.08 ± 0.13^{c}
ปูกรอบ 6	พบ	23.85 ± 3.59^{a}	4.22 ± 1.53^{b}	6.38 ± 2.65^{a}	8.15 ± 0.06^{b}	2.73 ± 0.32^{c}
ปูกรอบ 7	พบ	18.96 ± 4.14^{ab}	3.91 ± 1.99^{b}	3.67 ± 2.48^{a}	8.22 ± 0.05^{b}	3.01 ± 0.22^{c}
ปูกรอบ 8	พบ	18.46 ± 5.12^{ab}	2.21 ± 1.26^{b}	2.99 ± 3.59^{a}	8.19 ± 0.04^{b}	3.24 ± 0.09^{bc}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 ปี พ.ศ. 2525 กำหนดให้ห้ามใช้สีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งทุกชนิด

ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $1.25 \pm 0.15 \times 10^3$ ถึง $8.60 \pm 0.90 \times 10^6$ CFU/g โดยที่ปูกรอบ 2 มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับ ปูกรอบ 1 ปูกรอบ 3 ปูกรอบ 4 ปูกรอบ 5 ปูกรอบ 6 ปูกรอบ 7 และ ปูกรอบ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง < 3 ถึง 23 MPN/g โดยที่ปูกรอบ 8 มีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* สูงที่สุดคือ 23 MPN/g ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ในตัวอย่างปูกรอบกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มี *S. aureus* น้อยกว่า 100 MPN/g พบว่าปูกรอบทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

ปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $6.72 \pm 1.37 \times 10^2$ ถึง $3.23 \pm 0.62 \times 10^3$ CFU/g โดยที่ปูกรอบ 2 มีปริมาณยีสต์และราสูงที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับปูกรอบ 1 ปูกรอบ 3 ปูกรอบ 4 ปูกรอบ 5 ปูกรอบ 6 ปูกรอบ 7 และ ปูกรอบ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างปูกรอบกับค่ามาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้มีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 2.00×10^2 CFU/g พบว่าปูกรอบทุกตัวอย่างมีปริมาณยีสต์และราเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 60

ตารางที่ 60 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ

ชนิด อาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)
	ทนเกลือ	วิบริโอ	*V. cholerae* ND	*S. aureus* < 100 MPN/g	
ปูกรอบ 1	$5.97 \pm 0.45 \times 10^{3\,(b)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.87 \pm 0.72 \times 10^{3\,(bc)}$
ปูกรอบ 2	$8.60 \pm 0.90 \times 10^{6\,(a)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$3.23 \pm 0.62 \times 10^{3\,(a)}$
ปูกรอบ 3	$1.87 \pm 0.15 \times 10^{3\,(b)}$	0	ไม่พบ	9 MPN/g	$2.02 \pm 0.45 \times 10^{3\,(b)}$
ปูกรอบ 4	$4.90 \pm 0.50 \times 10^{3\,(b)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.44 \pm 0.30 \times 10^{3\,(cd)}$
ปูกรอบ 5	$3.30 \pm 0.10 \times 10^{3\,(b)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.29 \pm 0.25 \times 10^{3\,(d)}$
ปูกรอบ 6	$2.00 \pm 1.00 \times 10^{2\,(b)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$9.08 \pm 1.72 \times 10^{2\,(de)}$
ปูกรอบ 7	$1.25 \pm 0.15 \times 10^{3\,(b)}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.02 \pm 0.11 \times 10^{3\,(de)}$
ปูกรอบ 8	$1.65 \pm 0.05 \times 10^{3\,(b)}$	0	ไม่พบ	23 MPN/g	$6.72 \pm 1.37 \times 10^{2\,(e)}$

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, และd ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

* ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *V. cholerae* ไม่ควรพบในปูกรอบ

** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ *S. aureus* ไม่ควรพบในปูกรอบเกิน 100 MPN/g

*** ตามมาตรฐานของกรมประมงปี พ.ศ. 2552 กำหนดให้ปริมาณยีสต์และราไม่ควรพบในปูกรอบเกิน 2.00×10^2 CFU/g

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่า ปริมาณยีสต์และรามีความสัมพันธ์กับพีเอชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) และสัมพันธ์กับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 61

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ สีสังเคราะห์ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* พบว่า สีสังเคราะห์มีความสัมพันธ์กับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 62 และสัมพันธ์กับแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 63

ตารางที่ 61 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของ ค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ

ปัจจัย	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณยีสต์และรา	ความสัมพันธ์กับพีเอช	ความสัมพันธ์กับ ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	ความสัมพันธ์กับ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม ทนเกลือ	ความสัมพันธ์กับ แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*
ปริมาณยีสต์และรา	1				
พีเอช	-0.853(**)	1			
ร้อยละโซเดียมคลอไรด์	-0.131	-0.092	1		
ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	0.825(*)	-0.675	-0.362	1	
แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*	-0.253	-0.025	0.390	-0.213	1

** ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (2-tailed)

* ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (2-tailed)

ตารางที่ 62 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ	Equal variances assumed	1127.701	0.000	0.036	2	0.001	4300788.889	1065558.875	2090955.036	6510622.742
	Equal variances not assumed			0.222	0.000	0.077	4300788.889	1935683.496	-675043.836	9276621.614

ตารางที่ 63 ความสัมพันธ์ของสีสังเคราะห์กับแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้งชนิดปูกรอบ

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus*	Equal variances assumed	28.571	0.000	1.611	2	0.122	-0.833	0.517	-1.906	0.240
	Equal variances not assumed			2.832	7.000	0.012	-0.833	0.294	-1.454	-0.212

ตารางที่ 64 สรุปผลการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารทะเลแห้ง

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
กุ้งเนื้อ	พบ	27.97 ± 5.37	5.75 ± 3.96	13.03 ± 2.03	7.97 ± 0.02	13.85 ± 0.07
กุ้งแชบ๊วย 1	ไม่พบ	24.95 ± 2.61	8.26 ± 1.92	12.71 ± 1.72	7.26 ± 0.08	22.18 ± 0.20
กุ้งแก้ว 1	ไม่พบ	27.42 ± 4.95	8.02 ± 1.39	12.76 ± 2.11	7.17 ± 0.05	21.16 ± 1.27
กุ้งแก้วไม่ใส่สี 1	ไม่พบ	38.41 ± 3.99	2.83 ± 0.41	13.59 ± 3.05	7.85 ± 0.06	15.83 ± 0.14
กุ้งฝอย	พบ	39.66 ± 1.58	5.14 ±1.83	3.04 ± 0.93	7.97 ± 0.08	22.17 ± 0.36
กุ้งแชบ๊วย 2	ไม่พบ	41.51 ± 2.15	5.99 ± 2.00	6.91 ± 2.29	7.67 ± 0.04	22.84 ± 0.31
กุ้งแก้ว 2	ไม่พบ	40.36 ± 2.29	4.44 ± 1.05	5.08 ± 1.60	7.60 ± 0.08	22.79 ± 0.28
กุ้งแก้วไม่ใส่สี 2	ไม่พบ	40.37 ± 1.81	2.39 ± 1.26	4.92 ± 0.78	7.96 ± 0.08	22.78 ± 0.20
ปลาข้าวสาร	ไม่พบ	40.06 ± 2.93	0.79 ± 1.03	11.54 ± 2.61	6.37 ± 0.06	22.55 ± 0.41
ปลาแก้ว	ไม่พบ	23.63 ± 3.48	0.29 ± 0.78	6.38 ± 2.56	6.22 ± 0.04	6.61 ± 0.70
ปลากระเบนวง	ไม่พบ	23.23 ± 7.67	-0.02 ± 0.64	7.31 ± 5.39	6.28 ± 0.07	22.39 ± 0.36
ปลากะตัก	ไม่พบ	38.00 ± 3.67	3.68 ± 1.17	14.99 ± 3.65	6.30 ± 0.16	22.56 ± 0.18
ปลาข้างเหลือง 1	ไม่พบ	17.57 ± 1.68	2.16 ± 2.44	4.22 ± 2.43	6.24 ± 0.03	22.59 ± 0.21

ตารางที่ 64 (ต่อ)

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
ปลาข้างเหลือง 2	พบ	34.73 ± 1.26	0.51 ± 0.42	0.01 ± 0.22	6.20 ± 0.02	22.72 ± 0.14
ปลาริวกิว 1	ไม่พบ	21.28 ± 4.20	0.25 ± 0.68	3.24 ± 0.91	5.97 ± 0.01	12.11 ± 0.21
ปลาริวกิว 2	ไม่พบ	19.85 ± 1.36	-0.56 ± 0.13	1.82 ± 0.58	6.42 ± 0.13	21.93 ± 0.21
ปลากรอบ 1	ไม่พบ	25.80 ± 6.08	2.53 ± 0.94	9.80 ± 3.83	8.52 ± 0.03	10.69 ± 0.72
ปลากรอบ 2	ไม่พบ	41.87 ± 2.52	1.82 ± 0.60	7.48 ± 1.68	8.94 ± 0.02	17.94 ± 0.26
ปลากรอบ 3	ไม่พบ	21.26 ± 2.70	2.36 ± 1.27	10.43 ± 3.22	6.33 ± 0.07	11.27 ± 0.35
ปลากรอบ 4	ไม่พบ	23.73 ± 5.57	2.92 ± 1.29	11.55 ± 2.65	9.24 ± 0.01	9.26 ± 0.31
ปลาเส้น 1	ไม่พบ	33.26 ± 5.18	11.49 ± 1.65	21.44 ± 2.15	6.29 ± 0.03	23.11 ± 0.07
ปลาเส้น 2	ไม่พบ	45.34 ± 3.83	7.81 ± 1.47	11.65 ± 3.32	6.29 ± 0.14	22.76 ± 0.21
ปลาเส้น 3	ไม่พบ	38.18 ± 3.57	6.37 ± 1.03	16.40 ± 2.10	6.38 ± 0.03	22.87 ± 0.23
ปลาเส้น 4	ไม่พบ	34.71 ± 5.94	12.23 ± 1.31	21.12 ± 2.38	6.38 ± 0.02	22.85 ± 0.13
ปลาทูหอม 1	ไม่พบ	42.93 ± 9.47	1.44 ± 1.52	15.16 ± 1.38	5.73 ± 0.10	22.92 ± 0.10
ปลาทูหอม 2	ไม่พบ	53.31 ± 7.32	-0.90 ± 0.57	7.57 ± 4.15	6.66 ± 0.06	22.62 ± 0.21

ตารางที่ 64 (ต่อ)

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
ปลาอินทรีย์ 1	ไม่พบ	41.53 ± 2.86	-0.10 ± 0.79	5.81 ± 1.42	8.21 ± 0.06	22.90 ± 0.16
ปลาอินทรีย์ 2	ไม่พบ	27.77 ± 2.69	0.05 ± 0.36	4.00 ± 1.71	6.88 ± 0.01	22.58 ± 0.26
หมึกกล้วย	ไม่พบ	14.81 ± 2.51	2.88 ± 1.19	3.06 ± 1.34	6.54 ± 0.02	22.53 ± 0.31
หมึกไข่	ไม่พบ	18.79 ± 7.66	1.36 ± 0.80	1.38 ± 1.23	6.63 ± 0.00	21.62 ± 0.47
หมึกกะตอย	ไม่พบ	19.71 ± 4.71	1.61 ± 0.96	4.51 ± 2.12	6.50 ± 0.03	22.07 ± 0.45
หมึกหนัง	ไม่พบ	14.11 ± 5.65	1.34 ± 0.94	1.96 ± 2.33	6.39 ± 0.02	22.37 ± 0.36
หมึกแผ่นกรอบ 1	ไม่พบ	45.18 ± 2.49	4.17 ± 0.30	9.26 ± 2.26	6.95 ± 0.10	21.45 ± 0.56
หมึกแผ่นกรอบ 2	ไม่พบ	34.12 ± 0.88	6.64 ± 0.78	18.52 ± 1.90	6.44 ± 0.01	14.65 ± 0.21
หมึกม้วนกรอบ	ไม่พบ	31.85 ± 3.10	6.16 ± 0.48	13.53 ± 2.87	6.51 ± 0.01	8.83 ± 0.75
หมึกแผ่นกรอบ 3	พบ	35.59 ± 3.28	7.40 ± 0.80	17.24 ± 2.47	6.52 ± 0.02	10.10 ± 0.50
หมึกหยอง 1	ไม่พบ	39.07 ± 1.57	5.56 ± 0.70	6.02 ± 1.44	6.86 ± 0.01	21.96 ± 0.08
หมึกหยอง 2	พบ	20.34 ± 3.54	8.48 ± 1.74	14.81 ± 4.20	5.89 ± 0.01	22.41 ± 0.22
หมึกอบเนย	ไม่พบ	45.74 ± 2.75	-0.66 ± 0.39	7.84 ± 2.27	5.47 ± 0.03	22.37 ± 0.29

ตารางที่ 64 (ต่อ)

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
หมึกบด	พบ	41.06 ± 8.94	6.66 ± 1.06	22.46 ± 5.59	6.20 ± 0.01	6.59 ± 0.59
หมึกตัวฉาบ 1	ไม่พบ	42.77 ± 3.81	2.95 ± 1.92	8.77 ± 4.33	6.86 ± 0.15	20.01 ± 0.78
หมึกตัวฉาบ 2	ไม่พบ	18.48 ± 9.34	5.43 ± 0.67	13.58 ± 5.69	6.30 ± 0.02	14.43 ± 0.56
หัวหมึกฉาบ	ไม่พบ	22.52 ± 3.63	3.69 ± 1.03	6.43 ± 3.33	5.60 ± 0.03	8.45 ± 0.20
หมึกตัวฉาบ 3	ไม่พบ	22.19 ± 5.19	4.46 ± 0.85	7.81 ± 2.59	6.22 ± 0.03	7.85 ± 0.16
หมึกชุบ 1	พบ	37.58 ± 1.09	-0.88 ± 0.20	3.23 ± 0.85	6.56 ± 0.02	6.88 ± 1.37
หมึกชุบ 2	ไม่พบ	19.26 ± 1.45	-0.52 ± 0.12	5.74 ± 1.61	5.20 ± 0.01	9.92 ± 0.10
หมึกชุบ 3	พบ	21.26 ± 5.38	3.30 ± 1.45	7.63 ± 3.73	5.80 ± 0.05	6.31 ± 0.27
หมึกชุบ 4	ไม่พบ	20.64 ± 2.88	1.95 ± 0.24	3.59 ± 0.86	5.16 ± 0.04	13.62 ± 0.39
หอยหวาน 1	ไม่พบ	35.11 ± 1.04	0.01 ± 0.23	1.27 ± 0.98	6.42 ± 0.18	20.63 ± 0.62
หอยหวาน 2	ไม่พบ	35.33 ± 0.60	0.08 ± 0.25	1.16 ± 0.98	6.37 ± 0.07	22.69 ± 0.37
หอยหวาน 3	ไม่พบ	15.61 ± 4.02	2.61 ± 1.24	7.15 ± 2.96	5.84 ± 0.02	14.01 ± 0.67
หอยแมลงภู่ 1	ไม่พบ	35.08 ± 0.80	0.81 ± 0.79	0.85 ± 0.60	5.90 ± 0.06	22.47 ± 0.32

ตารางที่ 64 (ต่อ)

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	สีสังเคราะห์**	ค่าสี			พีเอช	% NaCl
		L*	a*	b*		
หอยแมลงภู่ 2	ไม่พบ	34.40 ± 0.77	0.25 ± 0.36	0.74 ± 0.30	5.35 ± 0.03	22.66 ± 0.31
หอยแมลงภู่ 3	ไม่พบ	14.55 ± 2.20	3.20 ± 0.61	6.97 ± 1.21	5.96 ± 0.07	22.72 ± 0.12
หอยแมลงภู่ 4	ไม่พบ	12.82 ± 5.10	4.03 ± 1.30	2.93 ± 2.10	5.87 ± 0.05	22.46 ± 0.20
หอยแมลงภู่ 5	ไม่พบ	8.44 ± 1.91	1.78 ± 1.68	1.35 ± 1.79	5.71 ± 0.06	22.45 ± 0.44
ปูกรอบ 1	ไม่พบ	12.51 ± 5.19	4.55 ± 2.54	3.37 ± 3.02	7.75 ± 0.06	2.78 ± 0.31
ปูกรอบ 2	ไม่พบ	16.86 ± 5.14	3.17 ± 1.40	5.39 ± 3.44	7.05 ± 0.07	2.76 ± 0.53
ปูกรอบ 3	พบ	18.42 ± 6.43	4.63 ± 2.21	6.15 ± 3.84	7.40 ± 0.04	3.67 ± 0.25
ปูกรอบ 4	พบ	15.15 ± 4.96	2.97 ± 1.23	2.91 ± 2.50	7.77 ± 0.03	3.84 ± 0.20
ปูกรอบ 5	พบ	17.99 ± 2.69	7.61 ± 3.54	6.93 ± 2.56	8.63 ± 0.03	3.08 ± 0.13
ปูกรอบ 6	พบ	23.85 ± 3.59	4.22 ± 1.53	6.38 ± 2.65	8.15 ± 0.06	2.73 ± 0.32
ปูกรอบ 7	พบ	18.96 ± 4.14	3.91 ± 1.99	3.67 ± 2.48	8.22 ± 0.05	3.01 ± 0.22
ปูกรอบ 8	พบ	18.46 ± 5.12	2.21 ± 1.26	2.99 ± 3.59	8.19 ± 0.04	3.24 ± 0.09

หมายเหตุ ** ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 ปี พ.ศ. 2525 กำหนดให้ห้ามใช้สีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งทุกชนิด

ตารางที่ 65 สรุปผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้ง

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
กุ้งเนื้อ	$1.07 \pm 0.44 \times 10^{9}$	0	ไม่พบ	9 MPN/g	$6.00 \pm 0.66 \times 10^{2}$
กุ้งแชบ๊วย 1	$2.51 \pm 0.03 \times 10^{8}$	0	ไม่พบ	4 MPN/g	$3.00 \pm 0.92 \times 10^{2}$
กุ้งแก้ว 1	$8.90 \pm 2.10 \times 10^{7}$	0	ไม่พบ	23 MPN/g	$1.32 \pm 0.92 \times 10^{2}$
กุ้งแก้วไม่ใส่สี 1	$3.12 \pm 0.18 \times 10^{9}$	0	ไม่พบ	23 MPN/g	$1.64 \pm 0.21 \times 10^{3}$
กุ้งฝอย	$1.61 \pm 0.08 \times 10^{5}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$2.04 \pm 1.14 \times 10^{2}$
กุ้งแชบ๊วย 2	$1.10 \pm 0.61 \times 10^{8}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$2.48 \pm 0.76 \times 10^{2}$
กุ้งแก้ว 2	$1.63 \pm 0.02 \times 10^{5}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.88 \pm 0.70 \times 10^{2}$
กุ้งแก้วไม่ใส่สี 2	$6.70 \pm 0.25 \times 10^{8}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$2.52 \pm 1.67 \times 10^{2}$
ปลาข้าวสาร	$1.00 \pm 0.20 \times 10^{3}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.04 \pm 0.17 \times 10^{3}$
ปลาแก้ว	$8.90 \pm 1.45 \times 10^{7}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$3.04 \pm 0.28 \times 10^{4}$
ปลากระเบนวง	$5.50 \pm 2.90 \times 10^{8}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$4.61 \pm 1.14 \times 10^{4}$
ปลากะตัก	$2.00 \pm 1.00 \times 10^{2}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$4.80 \pm 3.34 \times 10^{2}$

ตารางที่ 65 (ต่อ)

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
ปลาข้างเหลือง 1	$1.27 \pm 0.73 \times 10^{5}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.06 \pm 0.36 \times 10^{3}$
ปลาข้างเหลือง 2	$2.55 \pm 0.15 \times 10^{5}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.26 \pm 0.65 \times 10^{3}$
ปลาริวกิว 1	$6.80 \pm 5.85 \times 10^{3}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$3.74 \pm 1.16 \times 10^{3}$
ปลาริวกิว 2	$5.50 \pm 4.50 \times 10^{2}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.59 \pm 0.31 \times 10^{4}$
ปลากรอบ 1	$5.00 \pm 0.50 \times 10^{2}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	0
ปลากรอบ 2	$4.00 \pm 1.00 \times 10^{2}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$5.96 \pm 4.02 \times 10^{2}$
ปลากรอบ 3	$4.15 \pm 0.55 \times 10^{3}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.24 \pm 1.14 \times 10^{2}$
ปลากรอบ 4	$1.95 \pm 0.21 \times 10^{8}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.20 \pm 1.41 \times 10^{2}$
ปลาเส้น 1	$4.10 \pm 3.55 \times 10^{3}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$3.52 \pm 0.95 \times 10^{2}$
ปลาเส้น 2	$4.50 \pm 2.50 \times 10^{2}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$3.56 \pm 4.31 \times 10^{2}$
ปลาเส้น 3	$1.35 \pm 0.15 \times 10^{3}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$6.53 \pm 0.79 \times 10^{4}$
ปลาเส้น4	$5.50 \pm 5.50 \times 10^{2}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$4.04 \pm 4.90 \times 10^{2}$

ตารางที่ 65 (ต่อ)

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
ปลาทูหอม 1	$2.00 \pm 1.00 \times 10^{2}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$6.00 \pm 3.74 \times 10^{1}$
ปลาทูหอม 2	$1.00 \pm 0.30 \times 10^{3}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$7.20 \pm 5.02 \times 10^{1}$
ปลาอินทรีย์ 1	$1.30 \pm 0.12 \times 10^{4}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.46 \pm 0.50 \times 10^{3}$
ปลาอินทรีย์ 2	$7.00 \pm 2.00 \times 10^{2}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$4.96 \pm 5.13 \times 10^{2}$
หมึกกล้วย	$2.07 \pm 0.13 \times 10^{5}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$4.88 \pm 0.83 \times 10^{2}$
หมึกไข่	$1.41 \pm 0.13 \times 10^{8}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$5.52 \pm 2.62 \times 10^{2}$
หมึกกะตอย	$3.80 \pm 0.10 \times 10^{7}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$6.80 \pm 1.78 \times 10^{2}$
หมึกหนัง	$3.43 \pm 0.20 \times 10^{5}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$6.40 \pm 0.74 \times 10^{2}$
หมึกแผ่นกรอบ 1	$6.00 \pm 2.00 \times 10^{2}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$8.80 \pm 5.59 \times 10^{1}$
หมึกแผ่นกรอบ 2	$3.90 \pm 0.90 \times 10^{4}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$3.28 \pm 1.91 \times 10^{2}$
หมึกม้วนกรอบ	$2.95 \pm 0.25 \times 10^{3}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$5.60 \pm 4.56 \times 10^{1}$
หมึกแผ่นกรอบ 3	$6.30 \pm 0.90 \times 10^{3}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$8.00 \pm 10.96 \times 10^{0}$

ตารางที่ 65 (ต่อ)

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
หมึกหยอง 1	$2.50 \pm 0.25 \times 10^{4}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.12 \pm 0.42 \times 10^{2}$
หมึกหยอง 2	$6.50 \pm 3.00 \times 10^{4}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$7.24 \pm 7.16 \times 10^{2}$
หมึกอบเนย	$1.43 \pm 0.09 \times 10^{4}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$8.00 \pm 17.89 \times 10^{0}$
หมึกบด	$3.72 \pm 2.08 \times 10^{9}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.52 \pm 0.39 \times 10^{2}$
หมึกตัวฉาบ 1	$7.00 \pm 1.50 \times 10^{2}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$4.00 \pm 2.45 \times 10^{1}$
หมึกตัวฉาบ 2	$2.20 \pm 1.00 \times 10^{3}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$3.48 \pm 1.76 \times 10^{2}$
หัวหมึกฉาบ	$2.65 \pm 0.25 \times 10^{3}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.08 \pm 0.27 \times 10^{2}$
หมึกตัวฉาบ 3	$2.50 \pm 0.50 \times 10^{2}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.04 \pm 0.65 \times 10^{2}$
หมึกชุบ 1	$1.00 \pm 0.50 \times 10^{2}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$6.36 \pm 1.32 \times 10^{2}$
หมึกชุบ 2	$1.00 \pm 0.00 \times 10^{2}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$5.84 \pm 4.95 \times 10^{2}$
หมึกชุบ 3	$2.25 \pm 0.25 \times 10^{3}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$4.32 \pm 3.08 \times 10^{2}$
หมึกชุบ 4	$1.22 \pm 0.01 \times 10^{8}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.36 \pm 1.49 \times 10^{2}$

ตารางที่ 65 (ต่อ)

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
หอยหวาน 1	$1.23 \pm 0.04 \times 10^{6}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$2.28 \pm 0.69 \times 10^{4}$
หอยหวาน 2	$4.70 \pm 0.05 \times 10^{5}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.79 \pm 0.17 \times 10^{3}$
หอยหวาน 3	$4.30 \pm 1.20 \times 10^{5}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$2.27 \pm 0.81 \times 10^{4}$
หอยแมลงภู่ 1	$5.10 \pm 3.50 \times 10^{3}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$5.76 \pm 8.23 \times 10^{3}$
หอยแมลงภู่ 2	$4.60 \pm 1.20 \times 10^{6}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.14 \pm 0.43 \times 10^{3}$
หอยแมลงภู่ 3	$2.00 \pm 0.50 \times 10^{2}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.28 \pm 1.65 \times 10^{3}$
หอยแมลงภู่ 4	$1.25 \pm 0.75 \times 10^{4}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$7.17 \pm 2.26 \times 10^{4}$
หอยแมลงภู่ 5	$1.50 \pm 1.40 \times 10^{4}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$2.80 \pm 2.37 \times 10^{3}$
ปูกรอบ 1	$5.97 \pm 0.45 \times 10^{3}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.87 \pm 0.72 \times 10^{3}$
ปูกรอบ 2	$8.60 \pm 0.90 \times 10^{6}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$3.23 \pm 0.62 \times 10^{3}$
ปูกรอบ 3	$1.87 \pm 0.15 \times 10^{3}$	0	ไม่พบ	9 MPN/g	$2.02 \pm 0.45 \times 10^{3}$
ปูกรอบ 4	$4.90 \pm 0.50 \times 10^{3}$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.44 \pm 0.30 \times 10^{3}$

ตารางที่ 65 (ต่อ)

ชนิดอาหารทะเลแห้ง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g)		การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค		ปริมาณยีสต์และรา*** (CFU/g)
	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มทนเกลือ	ปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มวิบริโอ	*V. cholerae**	*S. aureus***	
ปูกรอบ 5	$3.30 \pm 0.10 \times 10^3$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.29 \pm 0.25 \times 10^3$
ปูกรอบ 6	$2.00 \pm 1.00 \times 10^2$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$9.08 \pm 1.72 \times 10^2$
ปูกรอบ 7	$1.25 \pm 0.15 \times 10^3$	0	ไม่พบ	< 3 MPN/g	$1.02 \pm 0.11 \times 10^3$
ปูกรอบ 8	$1.65 \pm 0.05 \times 10^3$	0	ไม่พบ	23 MPN/g	$6.72 \pm 1.37 \times 10^2$

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

1. สรุปผลการทดลอง

1.1 การรวบรวมและวิเคราะห์การปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ร่วมกับการปนเปื้อนด้วยสารอื่นในอาหารประเภทต่าง ๆ ที่จำหน่ายในภาคตะวันออก

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสำรวจข้อมูลการปนเปื้อนของสารฟอร์มาลิน กรดซาลิซิลิค และสีสังเคราะห์ในอาหาร ได้แก่ ผักผลไม้ เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ อาหารทะเลแห้ง และอาหารทะเลสด ที่จำหน่ายในบริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทย จากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชลบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2549-2550 ผลการสำรวจข้อมูลพบว่า มีการปนเปื้อนของสารกลุ่มฟอร์มาลินคิดเป็นร้อยละ 2.83 โดยพบมากในอาหารประเภทอาหารทะเลสด เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์คิดเป็นร้อยละ 3.72, 1.36 ตามลำดับ กรดซาลิซิลิคพบการปนเปื้อนในผักและผลไม้ คิดเป็นร้อยละ 0.90 ส่วนสีสังเคราะห์ไม่มีการตรวจสอบการปนเปื้อนในอาหารทะเลสด เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ และผักและผลไม้ แต่ได้ทำการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งจำนวน 123 ตัวอย่าง ซึ่งไม่พบการปนเปื้อน (0.00%) ซึ่งอาจเกิดจากจำนวนตัวอย่างที่ทำการตรวจสอบนั้นอาจน้อยเกินไป หรือไม่ครอบคลุมมากพอ ดังนั้น ในการทดสอบในขั้นตอนที่ 2 จึงเพิ่มการทดสอบเฉพาะอาหารทะเลแห้งที่มีการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในอาหารหลากหลายชนิดในช่วงปี พ.ศ. 2550-2552 ต่อไป

1.2 การศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งจากแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดชลบุรี

จากการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในตัวอย่างอาหารทะเลแห้งที่วางจำหน่ายในจังหวัดชลบุรีจำนวน 109 ตัวอย่าง ซึ่งทำการทดสอบการปนเปื้อนด้วยชุด Screening test ที่ได้รับการยอมรับจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์พบการปนเปื้อนของสารชนิดนี้ในอาหารทะเลแห้งได้แก่ กุ้งแห้ง ปลาแห้งและปลากรอบ หมึกแห้งและหมึกแปรรูป หอยแห้งและปูกรอบ ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการปนเปื้อนสีสังเคราะห์ในกุ้งแห้งร้อยละ 60.00 (n=15) ปลาแห้งและปลากรอบร้อยละ 14.89 (n=47) หมึกแห้งและหมึกแปรรูปร้อยละ 30.00 (n=40) หอยแห้งร้อยละ 25.00 (n=4) และปูกรอบร้อยละ 100.00 (n=3) ซึ่งพบว่าปูกรอบมีการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์

สูงที่สุด รองลงมาคือ กุ้งแห้ง หมึกแห้งและหมึกแปรรูป หอยแห้ง และปลาแห้งและปลากรอบ ตามลำดับ

1.3 ความสัมพันธ์และคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยา

จากการศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งจำนวน 64 ตัวอย่างที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรีด้วยชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์นั้น พบว่าตัวอย่างอาหารทะเลแห้งมีการปนเปื้อนสีสังเคราะห์ 21.88% จากการศึกษาค่าสีของอาหารทะเลแห้งพบว่า กุ้งแห้งมีค่า L อยู่ในช่วง 24.95 ± 2.61 ถึง 41.51 ± 2.15 ค่า a อยู่ในช่วง 2.39 ± 1.26 ถึง 8.26 ± 1.92 และค่า b อยู่ในช่วง 3.04 ± 0.93 ถึง 13.59 ± 3.05 ปลาแห้งและปลากรอบมีค่า L อยู่ในช่วง 17.57 ± 1.68 ถึง 53.31 ± 7.32 ค่า a อยู่ในช่วง -0.90 ± 0.57 ถึง 12.23 ± 1.31 และค่า b อยู่ในช่วง 0.01 ± 0.22 ถึง 21.44 ± 2.15 หมึกแห้งและหมึกแปรรูปมีค่า L อยู่ในช่วง 14.11 ± 5.65 ถึง 45.74 ± 2.75 ค่า a อยู่ในช่วง -0.88 ± 0.20 ถึง 8.48 ± 1.74 และค่า b อยู่ในช่วง 1.38 ± 1.23 ถึง 22.46 ± 5.59 หอยแห้งมีค่า L อยู่ในช่วง 8.44 ± 1.91 ถึง 35.33 ± 0.60 ค่า a อยู่ในช่วง 0.01 ± 0.23 ถึง 4.03 ± 1.30 และค่า b อยู่ในช่วง 0.74 ± 0.30 ถึง 7.15 ± 2.96 และปูกรอบมีค่า L อยู่ในช่วง 12.51 ± 5.19 ถึง 23.85 ± 3.59 ค่า a อยู่ในช่วง 2.21 ± 1.26 ถึง 7.61 ± 3.54 และค่า b อยู่ในช่วง 2.91 ± 2.50 ถึง 6.93 ± 2.56 การศึกษาค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งพบว่า กุ้งแห้งมีค่าอยู่ในช่วง 7.17 ± 0.05 ถึง 7.97 ± 0.08 ปลาแห้งและปลากรอบมีค่าอยู่ในช่วง 5.73 ± 0.10 ถึง 9.24 ± 0.01 หมึกแห้งและหมึกแปรรูปมีค่าอยู่ในช่วง 5.16 ± 0.04 ถึง 6.95 ± 0.10 หอยแห้งมีค่าอยู่ในช่วง 5.35 ± 0.03 ถึง 6.42 ± 0.18 และปูกรอบมีค่าอยู่ในช่วง 7.05 ± 0.07 ถึง 8.63 ± 0.03 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งแต่ละชนิดจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ส่วนการศึกษาค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งพบว่า กุ้งแห้งมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 13.85 ± 0.07 ถึง 22.79 ± 0.28 ปลาแห้งและปลากรอบมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 6.61 ± 0.70 ถึง 23.11 ± 0.07 หมึกแห้งและหมึกแปรรูปมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 6.31 ± 0.27 ถึง 22.53 ± 0.31 หอยแห้งมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 14.01 ± 0.67 ถึง 22.72 ± 0.12 และปูกรอบมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 2.73 ± 0.32 ถึง 3.84 ± 0.20

การศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ การศึกษาปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งซึ่งพบว่ากุ้งแห้งมีค่าอยู่ในช่วง $1.61 \pm 0.08 \times 10^5$ ถึง $3.12 \pm 0.18 \times 10^9$ CFU/g ปลาแห้งและปลากรอบมีค่าอยู่ในช่วง $2.00 \pm 1.00 \times 10^2$ ถึง $5.50 \pm 2.90 \times 10^8$ CFU/g หมึกแห้งและหมึกแปรรูปมีค่าอยู่ในช่วง $1.00 \pm 0.50 \times 10^2$ ถึง $3.72 \pm 2.08 \times 10^9$ CFU/g หอยแห้งมีค่าอยู่ในช่วง $2.00 \pm 0.50 \times 10^2$ ถึง $4.60 \pm 1.20 \times 10^6$ CFU/g และปูกรอบมีค่าอยู่ในช่วง $1.25 \pm 0.15 \times 10^3$ ถึง $8.60 \pm 0.90 \times 10^6$ CFU/g ไม่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ และแบคทีเรียก่อโรค *V. cholera* ในอาหารทะเลแห้งทุกตัวอย่าง ส่วนการตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้ง

พบว่ากุ้งแห้งมีการปนเปื้อนอยู่ในช่วง < 3 ถึง 23 MPN/g ในตัวอย่างปลาแห้งและปลากรอบ หมึกแห้งและหมึกแปรรูป และหอยแห้งมีการปนเปื้อนอยู่ < 3 MPN/g ในทุกตัวอย่าง ส่วนปูกรอบมีการปนเปื้อนอยู่ในช่วง < 3 ถึง 23 MPN/g ซึ่งพบตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแปรรูปที่มีปริมาณการปนเปื้อนอยู่ระหว่าง 3 ถึง 23 MPN/g จำนวน 6 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 64 ตัวอย่าง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 9.38 และการศึกษาปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งพบว่า กุ้งแห้งมีค่าอยู่ในช่วง $1.32 \pm 0.92 \times 10^2$ ถึง $1.64 \pm 0.21 \times 10^3$ CFU/g ปลาแห้งและปลากรอบมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง $6.53 \pm 0.79 \times 10^4$ CFU/g หมึกแห้งและหมึกแปรรูปมีค่าอยู่ในช่วง $8.00 \pm 17.89 \times 10^0$ ถึง $7.24 \pm 7.16 \times 10^2$ CFU/g หอยแห้งมีค่าอยู่ในช่วง $1.14 \pm 0.43 \times 10^3$ ถึง $7.17 \pm 2.26 \times 10^4$ CFU/g และปูกรอบมีค่าอยู่ในช่วง $6.72 \pm 1.37 \times 10^2$ ถึง $3.23 \pm 0.62 \times 10^3$ CFU/g

2. อภิปรายผลการทดลอง

2.1 การรวบรวมและวิเคราะห์การปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ร่วมกับการปนเปื้อนด้วยสารอื่นในอาหารประเภทต่าง ๆ ที่จำหน่ายในภาคตะวันออก

จากการสำรวจการปนเปื้อนของสารฟอร์มาลิน กรดซาลิซิลิค และสีสังเคราะห์ในอาหาร ได้แก่ ผักผลไม้ เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ อาหารทะเลแห้ง และอาหารทะเลสด ที่จำหน่ายในบริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทย พบว่าอาหารทะเลสดและเนื้อสัตว์ เป็นอาหารที่มักพบว่ามีการใส่ฟอร์มาลิน (กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค อย., 2546) ซึ่งสอดคล้องกับ สุนันทา โอศิริ และคณะ (2552) ที่พบการปนเปื้อนของฟอร์มาลินในอาหารทะเลสดจำนวน 36 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 1,106 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.3 และในประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2526-2535 มีข้อมูลจากการสำรวจปริมาณฟอร์มาลินในอาหารหลายประเภท โดยพบในอาหารทะเลสด 8 ชนิด เช่น ปลาเก๋า ปลาทู กุ้ง ปู หมึก จำนวน 140 ตัวอย่าง พบฟอร์มาลินปริมาณ 0.01-3.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รวมทั้งยังพบในผักต่าง ๆ รวม 8 ชนิด เช่น ผักกาดขาว ผักกาดหอม แตงกวา ถั่วฝักยาว จำนวน 176 ตัวอย่าง มีปริมาณฟอร์มาลินระหว่าง 0.01-2.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ดารณี หมู่ขจรพันธ์, 2547) นอกจากนั้น จากการศึกษาการปนเปื้อนของสารฟอร์มาลินในประเทศอิตาลีพบว่า ปลาสดและผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแปรรูปมีการปนเปื้อนสารฟอร์มาลิน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.4 ± 1.2 ถึง 293 ± 26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมซึ่งเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดของกระทรวงสาธารณสุข ประเทศอิตาลี (Bianchi, Careri, Musci, & Mangia, 2007) ซึ่งโดยส่วนใหญ่ฟอร์มาลินจะมีการปนเปื้อนใน ผักสดหรืออาหารทะเล เนื่องจากมีคุณสมบัติทำให้อาหารสดคงความสดอยู่ได้นานไม่เน่าเสียง่าย (วราภา มหากาญจนกุล และปรียา วิบูลย์เศรษฐ์, 2548) แต่ฟอร์มาลินก็เป็นสารที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค โดยหากได้รับสารนี้เข้าไป จะมีอาการตั้งแต่ปวดแสบปวดร้อน

ที่ปากและคอ ปวดท้องอย่างรุนแรง อาเจียน อุจจาระร่วง หมดสติ และตายในที่สุด ซึ่งผู้บริโภคควรระมัดระวังหรือหลีกเลี่ยงอาหารที่สงสัยว่าจะมีการใส่ฟอร์มาลิน โดยสามารถสังเกตได้ด้วยตนเองง่าย ๆ คือ ถ้าอาหารนั้นมีกลิ่นฉุนผิดปกติก็อาจมีการใส่ฟอร์มาลิน เนื่องจากฟอร์มาลินเป็นสารที่มีกลิ่นฉุนมาก และควรหลีกเลี่ยงอาหารที่มีความเสี่ยง หรือก่อนที่จะรับประทานอาหารก็ควรล้างให้สะอาด เพื่อความมั่นใจและปลอดภัย (กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค อย., 2546)

กรดซาลิซิลิค พบการปนเปื้อนในผักและผลไม้คิดเป็นร้อยละ 0.90 ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของสถาบันคลังสมองของชาติ (2551) ที่พบการปนเปื้อนของกรดซาลิซิลิคในผักและผลไม้แปรรูปจำแนกตามภูมิภาคต่าง ๆ ได้แก่ กรุงเทพมหานคร ภาคเหนือตอนบน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ภาคใต้ตอนบน และภาคใต้ตอนล่างคิดเป็นร้อยละ 87.11, 4.32, 7.92, 9.60, 13.60 และ 9.47 ตามลำดับ ซึ่งเหตุผลที่มีการใช้สารชนิดนี้ในผักผลไม้ก็เนื่องจากมีการนำกรดซาลิซิลิคมาใช้ในการผลิตอาหาร โดยใช้เป็นวัตถุกันเสียในอาหารพวกผักและผลไม้ดอง รวมถึงน้ำผลไม้ (Sayyari, Babalar, Kalantari, Serrano, & Valero, 2009)โดยผู้ผลิตอาหารจะใช้ กรดซาลิซิลิคเพื่อหยุดปฏิกิริยาการหมักดองของผักและผลไม้ดอง และเติมลงในน้ำแช่ผักหรือผลไม้ดองเพื่อป้องกันการเน่าเสีย (ลัดดาวัลย์ โรจนพรรณทิพย์ และคณะ, 2541) ซึ่งถ้ารับประทานกรดซาลิซิลิคเกิน 170 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม จะแสดงอาการเป็นพิษคือ หูอื้อ อาเจียนรุนแรง มีไข้สูง กระวนกระวาย ชัก ไตวาย และเสียชีวิตได้ หรือหากได้รับกรดซาลิซิลิคมาก ๆ จนมีกรดซาลิซิลิคในเลือด 25-35 มิลลิกรัม/เลือด 100 มิลลิลิตร หรือมากกว่านี้จะเกิดความเป็นพิษรุนแรงจนตายได้ (Casarett & Doull's, 1986)

สีสังเคราะห์ไม่มีการตรวจสอบการปนเปื้อนในอาหารทะเลสด เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ และผักและผลไม้ เนื่องจากอาหารดังกล่าวไม่ต้องการความสวยงามหรือมีสีสันที่สดใสมากนัก แต่มีการตรวจสอบการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งจำนวน 123 ตัวอย่าง แต่ก็ไม่พบการปนเปื้อน (0.00%) ซึ่งอาจเกิดจากจำนวนตัวอย่างที่ทำการตรวจสอบนั้นอาจน้อยเกินไป หรือไม่ครอบคลุมมากพอ

2.2 การศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งจากแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดชลบุรี

จากการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในตัวอย่างอาหารทะเลแห้งที่วางจำหน่ายในจังหวัดชลบุรีจำนวน 109 ตัวอย่าง ซึ่งทำการทดสอบการปนเปื้อนด้วยชุด Screening test นั้นพบว่า มีการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในปูกรอบ กุ้งแห้ง หมึกแห้งและหมึกแปรรูป หอยแห้ง ปลาแห้งและปลากรอบคิดเป็นร้อยละ100, 60, 30, 25 และ 15 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าปูกรอบมีการ

ปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์สูงที่สุด รองลงมาคือ กุ้งแห้ง หมึกแห้งและหมึกแปรรูป หอยแห้ง และปลาแห้งและปลากรอบตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุบัณฑิต นิ่มรัตน์ และคณะ (2551) ที่พบการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในกุ้งแห้ง ปลาแห้งและปลากรอบ ปลาหมึกแปรรูป หอยแห้ง และปูกรอบคิดเป็นร้อยละ 60.5, 18.18, 28.57, 25.00 และ 100.00 ตามลำดับ ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 66 (2525) ได้กำหนดการใช้สีในอาหาร โดยห้ามไม่ให้ใช้สีทุกชนิดในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ทุกชนิดที่ปรุงแต่ง รมควันหรือทำให้แห้ง เช่น ปลาแห้ง กุ้งแห้ง หอยแห้ง ฯลฯ ซึ่งจากการทดลองพบว่ามีการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในจำนวนที่ค่อนข้างสูง โดยสีที่ใช้อาจจะเป็น สีปองโซ 4 อาร์ (Ponceau-4 R) เออริโธรซีน (Erythrosine) หรือคาร์โมอีซีนหรือเอโซ-รูบีน (Carmoisine or Azorubine) เนื่องจากเป็นสีจำพวกสีแดง ซึ่งจากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความสวยงามมักมีการปนเปื้อนจากสีสังเคราะห์สูงนั่นเอง

2.3 ความสัมพันธ์และคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยา

จากการศึกษาการปนเปื้อนด้วยสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรีด้วยชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์นั้น การปนเปื้อนที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลมาอาหารทะเลแห้งดังกล่าว เมื่อผ่านกระบวนการผลิตแล้วจะมีสีสันที่ไม่สวยงาม จึงต้องมีการใส่สีสังเคราะห์เพื่อให้มีสีสันที่สวยงามเพิ่มความดึงดูดใจกับผู้บริโภค หรืออาจมีการใช้เพื่อแต่งสีอาหารที่ด้อยคุณภาพให้คล้ายอาหารที่มีคุณภาพดีโดยสีที่ใช้อาจจะเป็น สี Ponceau 4R สี Carmoesine หรือ สี Erythrosin ซึ่งเป็นสีสังเคราะห์ที่มีสีแดง หรือ สี Tartrazine และสี Sunset Yellow FCF ซึ่งเป็นสีสังเคราะห์ที่มีสีเหลือง ซึ่งสอดคล้องกับหน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร กองควบคุมอาหาร (2552) ซึ่งพบการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ในกุ้งแห้ง 36 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่างกุ้งแห้งทั้งหมด 43 ตัวอย่าง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 83.72 โดยพบสี Ponceau 4R ในกุ้งแห้งจำนวน 17 ตัวอย่าง สี Sunset Yellow ในกุ้งแห้งจำนวน 13 ตัวอย่าง และสี Erythrosin ในกุ้งแห้งจำนวน 1 ตัวอย่าง และในงานวิจัยของ อุดม เครือวัลย์ และชาญศักดิ์ คำมาตร (2552) ที่ได้ทำการตรวจหาชนิดของสีผสมอาหารที่ปนเปื้อนในตัวอย่างอาหารทะเลแห้ง ด้วยวิธีโครมาโทกราฟแผ่นบาง จำนวน 110 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนสีสังเคราะห์ 25 ตัวอย่าง ในตัวอย่างหมึกแห้ง ปลาเค็ม กุ้งแห้ง และเคย จำนวน 1, 2, 4 และ 18 ตัวอย่าง ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 3, 7, 15 และ 69 ตามลำดับ และยังพบว่ามีการปนเปื้อนของสี Ponceau 4R สี Carmoesine สี Sunset Yellow FCF และสี Tartrazine จำนวน 9, 6, 2 และ 1 ตัวอย่าง ตามลำดับ และชนิดของสี นอกเหนือจากที่ศึกษา 7 ตัวอย่าง และจากการศึกษาพบว่าสีสังเคราะห์อาจส่งกับค่าพีเอช ร้อยละโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* เนื่องจากสีสังเคราะห์ที่

ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งเป็นสารที่มีความเป็นกรดหรือด่างแตกต่างกันจึงส่งผลให้ค่าพีเอชของอาหารมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยไปซึ่งเมื่อค่าพีเอชเปลี่ยนแปลงก็ส่งผลให้แบคทีเรีย รวมทั้งยีสต์และรามีปริมาณที่เปลี่ยนแปลงตามไปด้วยเนื่องจากพีเอชที่เปลี่ยนไปอาจเป็นช่วงที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญของแบคทีเรีย ยีสต์และราบางชนิด (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550) ซึ่งแต่ละชนิดก็มีค่าพีเอชที่ดีที่สุดในการเจริญแตกต่างกันไป และการที่ปริมาณแบคทีเรีย ยีสต์และรามีการเปลี่ยนแปลงไปอาจเป็นผลจากอันตรายของสีสังเคราะห์โดยตรงซึ่งมีความเป็นพิษนั่นเอง

จากการศึกษาค่าสีของอาหารทะเลแห้ง ซึ่งค่า L* (lightness) ซึ่งบอกค่าความสว่างของสีของตัวอย่าง ซึ่งมีค่าจาก 0 คือสีดำ ถึง 100 คือสีขาว ส่วนค่า a* บอกความเป็นสีเขียวและสีแดงของตัวอย่าง โดยที่ค่า a เป็นบวก แสดงถึงความเป็นสีแดง ค่า a เป็นศูนย์เป็นสีเทา ค่า a เป็นลบ แสดงความเป็นสีเขียว และค่า b* ซึ่งบอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินของตัวอย่าง โดยที่ค่า b เป็นบวก แสดงถึงความเป็นสีเหลือง ค่า b เป็นศูนย์แสดงว่าเป็นสีเทา ค่า b เป็นลบ แสดงความเป็นสีน้ำเงิน (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2540) ซึ่งจากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าค่าสีของอาหารทะเลแห้งแต่ละชนิดจะมีค่าแตกต่างกันทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ตัวอย่างที่มีการพบการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์นั้นจะมีค่า a และ b เป็นบวกและมีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นค่าที่บอกว่าตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์มีเฉดสีแดงและสีเหลืองตามลำดับ ซึ่งสีที่เกิดขึ้นดังกล่าวนี้อาจจะเกิดจากการปนเปื้อนของสีสังเคราะห์ เช่น สี Ponceau 4R สี Carmoesine หรือ สี Erythrosin ซึ่งเป็นสีสังเคราะห์ที่มีสีแดง หรือ สี Tartrazine และสี Sunset Yellow FCF ซึ่งเป็นสีสังเคราะห์ที่มีสีเหลืองนั่นเอง นอกจากเหตุผลดังกล่าวแล้ว สีของตัวอย่างที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลมาจากชนิดของสัตว์น้ำและกระบวนการแปรรูป เช่น กุ้ง เมื่อผ่านกระบวนการทำแห้งซึ่งมีการสูญเสียน้ำจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี (Bras & Costa, 2010) โดยมีเฉดสีไปทางสีส้มแดงตามธรรมชาติ หรือระยะการเก็บรักษาที่ยาวนานอาจเกิดการออกซิเดชัน (Oxidation) ของฟอสโฟไลปิดได้ (Phospholipids) (Stien, Hirmas, Bjornevik, Karlsen, Nortvedt, Rora, Sunde, & Kiessling, 2005) ซึ่งทำให้สีมีความเข้มลดน้อยลง การมีแคลเซียมไอออนและแมกนีเซียมไอออนในเกลือที่ใช้ในกระบวนการแปรรูป ก็เป็นอีกเหตุผลที่ทำให้สีของตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากจะทำให้ผิวหน้าของตัวอย่างมีผิวขาวขึ้น (Lauritzsen, Akse, Gundersen, & Olsen, 2004) และค่าพีเอชก็สามารถทำให้สีเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากค่าพีเอชที่ลดลงจะทำให้เกิดการกระบวนเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในตัวอย่าง (Lauritzsen et al., 2004) รวมถึงเครื่องปรุงและส่วนผสมที่ใช้ในการปรุงรสด้วยที่เป็นปัจจัยของสีที่เกิดขึ้น

การศึกษาค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งพบว่า ค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งแต่ละชนิดจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วงพีเอชที่เป็นกลาง ซึ่ง Huang, Liu, Hsieh, Hsieh,

Hwang, & Tsai (2010) รายงานว่าผลิตภัณฑ์ปลาทะเลตากแห้งมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 5.60 ถึง 7.57 ซึ่งค่าพีเอชที่แตกต่างกันอาจเป็นผลมาจากสารต่าง ๆ ที่สะสมอยู่ในตัวอย่าง เช่น หอยสองฝา โดยเฉพาะหอยนางรมที่มีการสะสมไกลโคเจน (Martino & da Cruz, 2004) สัตว์น้ำที่มีเปลือกแข็ง ประเภทกุ้ง ปู จะมีการสะสมกรดอะมิโนอิสระสูง เช่น อาร์จีนีน (Arginine) และไกลซีน (Glycine) (Finne, 1992) ส่วนหมึกจะมีการสะสมแอมโมเนียที่ความเข้มข้นสูง (Seibel, Goffredi, Thuesen, Childress, & Robison, 2004) แต่ในทางตรงกันข้ามสัตว์น้ำหลังการตายก็มีการลดลงของคาร์โบไฮเดรตด้วย (Borch, KantMuermans, & Blixt, 1996) ซึ่งสารต่าง ๆเหล่านี้ส่งผลต่อค่าพีเอชที่เกิดขึ้น เหตุผลอีกประการหนึ่งที่อาจส่งผลต่อค่าพีเอชของอาหารทะเลแห้งก็คือ การเติมเกลือหรือการมีสารอื่น ๆ เช่น กรดแลคติค (Lactic acid) กรดซิตริก (Citric acid) กรดซอร์บิก (Sorbic acid) และกรดเบนโซอิก (Benzoic acid) (Mejlholm, Boknaes, & Dalgaard, 2005) เพื่อการถนอมอาหารในกระบวนการผลิต หรืออาจเกิดจากมีจุลินทรีย์บางชนิดที่เจริญได้มากปล่อยสารบางอย่างที่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือด่างออกมาส่งผลให้ค่าพีเอชเกิดการเปลี่ยนแปลง (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ, 2544)

การศึกษาค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของอาหารทะเลแห้งพบว่า อาหารทะเลแห้งแต่ละชนิดจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดย Huang et al. (2010) รายงานว่าผลิตภัณฑ์ปลาทะเลตากแห้งมีค่าปริมาณโซเดียมคลอไรด์อยู่ในช่วงร้อยละ 1.8 ถึง 27.1 และ Rodrigues, Ho, Lopez-Caballero, Vaz-Pires, and Nunes (2003) พบว่า ปริมาณร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของปลาคอดเค็มตากแห้งที่จำหน่ายในประเทศโปรตุเกสมีค่าเท่ากับร้อยละ 18.50 ± 0.60 ถึง 20.60 ± 0.90 รวมทั้ง Turan, Sonmez, Celik, Yalcin, and Kaya (2007) ได้ศึกษาปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในหอยแมลงภู่ (*Mytilus galloprovincialis*) เค็มตากแห้ง พบว่ามีค่าร้อยละ 25.26 ส่วน Bledsoe, Bledsoe, and Rasco (2003) รายงานว่าปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์จากปลาคาเวียร์เค็มมีค่าประมาณร้อยละ 15 ถึง 25 ซึ่งคล้ายกับ Siskos, Zotos, and Taylor (2005) ที่รายงานว่า ปลาแซลมอนแห้งรมควันมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตประมาณร้อยละ 3 ถึง 6 ซึ่งเหตุผลที่ต้องมีการเติมเกลือในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลในปริมาณที่ค่อนข้างสูงนี้ก็เพราะเกลือมีส่วนที่จะยับยั้งการเน่าเสียที่เกิดจากการเจริญและกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ได้ จึงเป็นการยืดอายุของอาหารให้ยาวนานขึ้นหรือเพื่อเป็นการถนอมอาหารนั่นเอง (Leroi & Joffraud, 2000)

การศึกษาปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือของอาหารทะเลแห้งพบว่า กุ้งแห้งมีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือมากที่สุดซึ่งอาจเป็นเพราะกุ้งแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เน่าเสียง่ายจึงมีการเติมเกลือมากกว่าผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ ซึ่งก็ส่งผลให้ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือมากขึ้นตามไปด้วย ผลการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับ สุบัณฑิต นิ่มรัตน์ และคณะ (2551) ที่ได้ทำการตรวจสอบ

คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลแห้ง ซึ่งพบว่าหมึกแห้งมีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือมากที่สุดอยู่ในช่วง $1.26 \pm 0.06 \times 10^4$ ถึง $1.97 \pm 0.16 \times 10^9$ CFU/g รองลงมาคือ หมึกแปรรูปที่พบอยู่ในช่วง $1.67 \pm 0.58 \times 10^2$ ถึง $2.43 \pm 0.38 \times 10^7$ CFU/g หอยแห้งพบอยู่ในช่วง $1.83 \pm 0.35 \times 10^3$ ถึง $2.96 \pm 0.78 \times 10^5$ CFU/g และปูกรอบมีปริมาณที่พบเท่ากับ $8.03 \pm 0.90 \times 10^4$ CFU/g ตามลำดับ จากการศึกษาก่อนหน้านี้ได้แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแปรรูปที่มีลักษณะแห้งและมีเกลือค่อนข้างสูงมักมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือ (Rodrigues et al., 2003) โดย Vilhelmsson et al. (1996) รายงานปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือในผลิตภัณฑ์ปลาคอดเค็ม (*Bachalao*) มีค่าอยู่ระหว่าง 10^3 ถึง 10^7 CFU/g ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์อาหารทะเลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าความเข้มข้นเกลืออยู่ในช่วง 2.73 ± 0.32 ถึง 23.11 ± 0.07 จึงเป็นการจำกัดการเจริญของแบคทีเรียบางชนิด (Gram & Huss, 1996) แต่ในทางกลับกันแบคทีเรียบางชนิดที่สามารถทนเกลือที่มีความเข้มข้นสูงได้ก็สามารถเจริญในอาหารเหล่านี้ได้เช่นกัน รวมทั้งการเติมเกลือในผลิตภัณฑ์อาหารยังมีบทบาทในการกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียบางชนิด (Pigott & Tucker, 1990) แต่การเติมเกลือที่ไม่ได้คุณภาพคือมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มทนเกลืออยู่ก่อนแล้วก็อาจเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือได้อีกด้วย (Prasad & Seenayya, 2000) ด้วยเหตุนี้จึงเป็นผลของความสัมพันธ์กันระหว่างปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเกลือและค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์ของผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้

การศึกษาปริมาณแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอของอาหารทะเลแห้งพบว่า ไม่มีการปนเปื้อนในอาหารทะเลแห้งทุกตัวอย่าง ซึ่งอาจเกิดจากอาหารทะเลแห้งนั้นไม่เหมาะสมกับการเจริญของแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ เนื่องจากการทำแห้ง หรือการใช้ความร้อนสูงในกระบวนการผลิต เพราะแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอสามารถถูกทำลายได้ด้วยความร้อน โดยแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอมักพบในอาหารทะเลสดมากกว่า โดยพบการปนเปื้อนได้มากกว่า 10^2 ถึง10^3 CFU/g ในสัตว์น้ำจำพวกหอย กุ้ง และปู และพบการปนเปื้อนได้มากกว่า 10^4 ถึง10^8 CFU/g ในลำไส้ของ กุ้ง หอย ปู และปลา (Huss, 1997) อีกทั้งผลิตภัณฑ์อาหารทะเลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าความเข้มข้นเกลืออยู่ในช่วง 2.73 ± 0.32 ถึง 23.11 ± 0.07 ซึ่งอาจทำให้แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอไม่สามารถเจริญได้ เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถเจริญได้ดีในสภาวะที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 2 (Wachsmuth, Blake, & Olsvik, 1994) หรือในช่วงระหว่างร้อยละ 0.5 ถึง 3 (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, 2551) และค่าพีเอชที่ได้จากการศึกษาผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งในครั้งนี้ก็ไม่เหมาะสมต่อการเจริญด้วย เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้ทนต่อความเป็นด่างได้ดีและสามารถเจริญได้ดีที่ค่าพีเอชระหว่าง 7.4 ถึง 9.6 (Farmer, Janda, Brenner, Cameron, & Birkhead, 2005 อ้างถึงใน สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, 2551) แต่ไม่ทนต่อสภาวะที่เป็นกรด (Joklik, Willett, Amos, & Wilfert, 1988) อย่างไรก็ดีถ้าบริโภค

อาหารทะเลดิบก็จะทำให้เกิดโรคจากแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอได้ (Amaro, Fouz, Biosca, Marconoales, & Collado, 1997) หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเส้นทางการแพร่เชื้อแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอของจากสิ่งแวดล้อมสู่มนุษย์ก็คือการรับประทานอาหารทะเลที่ดิบหรือสุก ๆ ดิบ ๆ นั่นเอง (Jaksic, Uhitil, Petrak, Bazulic, & Karolyi, 2002) และเนื่องจากไม่มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอในอาหารทะเลแห้งทุกตัวอย่างจึงไม่สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอกับพารามิเตอร์อื่น ๆ ได้

การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค *V. cholerae* ของอาหารทะเลแห้ง พบว่า ไม่มีการปนเปื้อนในอาหารทะเลแห้งทุกตัวอย่าง ซึ่งอาจเกิดจากอาหารทะเลแห้งนั้นไม่เหมาะสมกับการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค *V. cholerae* เนื่องจากการทำแห้ง หรือการใช้ความร้อนสูงในกระบวนการผลิตเนื่องจากแบคทีเรียก่อโรค *V. cholerae* ไม่ทนต่อความแห้งแล้ง และถูกทำลายได้ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, 2551) หรือเป็นไปได้ว่าแบคทีเรียก่อโรค *V. cholerae* อาจตายในกระบวนการจัดเก็บโดยวิธีแช่แข็งก่อนผ่านกระบวนการแปรรูป เพราะจากการศึกษาของเนาวรัตน์ สุพรรณภาชน์ (2540) ที่ศึกษาการปนเปื้อนของ *V. cholerae* ในตัวอย่างกุ้งแห้งที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนก่อนนำไปแช่ที่จุดเยือกแข็งจำนวน 614 ตัวอย่าง ไม่พบการปนเปื้อนในทุกตัวอย่าง อีกทั้งแบคทีเรียก่อโรค *V. cholerae* ยังไม่ทนต่อสภาวะที่เป็นกรด แต่เจริญได้ดีที่ช่วงค่าพีเอชระหว่าง 7.8 ถึง 8.0 (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, 2551) ซึ่งผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ส่วนใหญ่จะมีค่าพีเอชอยู่ในช่วงที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญ ส่วนค่าร้อยละของโซเดียมคลอไรด์ของผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งนั้นก็อาจมีผลกับปริมาณของแบคทีเรียก่อโรค *V. cholerae* ได้ เนื่องจากแบคทีเรียก่อโรค *V. cholerae* เป็นแบคทีเรียกลุ่ม Non-halophilic vibrios คือเป็นแบคทีเรียกลุ่มที่ไม่ต้องการเกลือในการเจริญ (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, 2551) อย่างไรก็ดี *V. cholerae* เป็นเชื้อก่อโรคอหิวาตกโรค ถ้าได้รับเชื้ออย่างน้อย 10^3 ถึง 10^9 CFU/g (Feldhusen, 2000) ซึ่งถ้าบริโภคอาหารทะเลในลักษณะดิบหรือสุก ๆ ดิบ ๆ ก็จะทำให้เกิดโรคจากเชื้อแบคทีเรียก่อโรค *V. cholerae* ได้ และจากการศึกษาความสัมพันธ์ของแบคทีเรียก่อโรค *V. cholerae* กับพารามิเตอร์อื่นนั้น เนื่องจากไม่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรค *V. cholerae* ในอาหารทะเลแห้งทุกตัวอย่างจึงไม่สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบคทีเรียก่อโรค *V. cholerae* กับพารามิเตอร์อื่นได้

การตรวจสอบแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ของอาหารทะเลแห้ง พบว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแปรรูปที่มีปริมาณการปนเปื้อนอยู่ระหว่าง 3 ถึง 23 MPN/g จำนวน 6 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 64 ตัวอย่าง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 9.38 ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีรายงานการศึกษาการปนเปื้อนของ *S. aureus* ในอาหารทะเลแห้ง (บัญญัติ สุขศรีงาม และคณะ, 2551) แต่จาก

การศึกษาของ เนาวรัตน์ สุพรรณภาชน์ (2540) ที่ศึกษาการปนเปื้อนของ *S. aureus* ในตัวอย่างกุ้งผ่านความร้อนแช่เยือกแข็งจำนวน 614 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนของ *S. aureus* จำนวน 20 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.26 ซึ่งมีปริมาณการปนเปื้อนอยู่ระหว่าง 3 ถึง 43 MPN/g ซึ่งเป็นปริมาณการปนเปื้อนที่ค่อนข้างต่ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เพื่อการส่งออก ซึ่งจากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งทุกตัวอย่าง มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมประมงที่กำหนดให้ ไม่ควรพบในอาหารทะเลแห้งเกิน 100 MPN/g แต่อย่างไรก็ดี การพบเชื้อ *S. aureus* ในอาหารก็แสดงว่ากระบวนผลิตอาหารทะเลแห้งนั้นยังไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากเชื้อ *S. aureus* เป็นดัชนีที่ดีสำหรับการตรวจสอบสุขลักษณะของอาหารที่ผ่านความร้อนเพราะเป็นเชื้อที่ทนความร้อนได้ดี และสามารถสร้างสารพิษเอนเทอโรทอกซิน ซึ่งทนความร้อนสูง ๆ ได้ (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545) และการพบเชื้อชนิดนี้ นี้ก็อาจส่งผลทำให้ผู้บริโภคได้รับอันตรายหากรับประทานสารพิษชนิดนี้เข้าไปเป็นจำนวนมาก เนื่องจากก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบแพร่หลายไปทั่วโลก (Jablonski & Bohach, 2001) และ *S. aureus* เป็นชนิดที่ถูกให้ความสนใจกันเป็นพิเศษ (Evenson, Hinds, Bernstein, & Bergdoll, 1988; Marin, Rosa, & Cornejo, 1992; Janssen, Put, & Nout, 1997; Jablonski & Bohach, 2001) ซึ่งอาหารที่มักพบการระบาดของเชื้อนี้ก็ได้แก่ อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง รมควัน และทำเค็ม ผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแช่แข็ง เนื้อปลาต้ม และลูกชิ้นปลา ซึ่งกรรมวิธีผลิตอาหารเหล่านี้จะมีการยับยั้งการเจริญของสิ่งมีชีวิตอื่น ทำให้ *S. aureus* สามารถเจริญได้ดี (Bryan, 1980; Sanjeev, Iyer, Rao, & James, 1986; Nakano, Kobayashi, Funabiki, Matsumura, Nagao, & Yamada, 2004) โดยสาเหตุของการแพร่เชื้อชนิดนี้สู่อาหารมักเกิดจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ เช่น ผิวหนัง ปาก จมูก คอ หรือแผลหนอง (Pereira, de Carmo, dos Sanyos, & Bergdoll, 1994) รวมถึงการไอ และการจามรดอาหาร (ธวัชชัย เนียรวิทูรย์ และคณะ, 2540; Adam & Moss, 2002) โดยพบว่า จมูกของมนุษย์เป็นแหล่งที่พบเชื้อ *S. aureus* มากที่สุดในร่างกาย ถัดไปคือมือ และผิวหนังตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Banwart, 1989) ดังนั้นเชื้อชนิดนี้จึงมีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ ทั่วโลกที่อาจทำให้เจ็บป่วย (Sandel & McKillip, 2004) เนื่องจากว่าส่วนใหญ่ผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายมีการสัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง ถ้าผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายมีสุขลักษณะที่ไม่สะอาดเพียงพอ มีสุขภาพไม่แข็งแรงหรือมีการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสมก็จะมีโอกาสในการปนเปื้อนของเชื้อสู่ผลิตภัณฑ์ได้ รวมถึงการใช้มือหยิบจับอาหารโดยตรงอีกด้วย(Tranter, 1990; Synder & Poland, 1991; Ng & Tay, 1993; Huang, Weng, & Chiou, 2001) และจากการศึกษาความสัมพันธ์ของแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* กับพารามิเตอร์อื่นพบว่า แบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ไม่มีความสัมพันธ์กับพารามิเตอร์อื่น ๆ

จากผลการศึกษาปริมาณยีสต์และราของอาหารทะเลแห้งพบว่ามีผลสอดคล้องกับ อนุเทพ ภาสุระ (2540) ที่ได้ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อราต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์ปลาทะเลตากแห้ง 6 ชนิด จำนวน 60 ตัวอย่าง ที่วางจำหน่ายทั่วไปในตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี ซึ่งพบว่า ปลาวงมีการปนเปื้อนของเชื้อรามากที่สุดซึ่งอยู่ในช่วง $4.5x\ 10^3$ ถึง $7.0\ x\ 10^3$ CFU/g รองลงมาคือ ปลาไส้ตันดำ ปลาไส้ตันขาว ปลาข้าวสาร และปลาแก้ว ตามลำดับ ส่วนปลาลิ้นหมาพบว่า มีการปนเปื้อนของเชื้อราต่ำที่สุดซึ่งอยู่ในช่วง $1.5\ x\ 10^3$ ถึง $3.5\ x\ 10^3$ CFU/g และจากการศึกษาของ อนุเทพ ภาสุระ (2542) ยังพบว่า ราที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์หมึกแห้ง ที่จำหน่ายในตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี ส่วนใหญ่เป็นราในกลุ่ม *Aspergillus* ซึ่งเหตุผลที่พบยีสต์และราในผลิตภัณฑ์นั้นอาจเกิดจากการปรุงรสด้วยน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูง ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งอาหารที่ดีสำหรับรา และเครื่องเทศที่ใช้ปรุงรส โดยเฉพาะพริกแห้งก็อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ได้ด้วย (ศิริโฉม ทุ่งเก้า เยาวภา ไหวพริบ และสุวรรณา ภาณุตระกูล, 2550) หรือเพราะอาหารประเภทนี้เป็นอาหารแห้งซึ่งมีปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์นั้นน้อยซึ่งไม่เหมาะสมกับการเจริญของแบคทีเรียมากนัก จึงทำให้เชื้อราสามารถเจริญได้ โดยเฉพาะเชื้อราสายพันธุ์ *Aspergillus* และ *Penicillium* ที่เป็นเชื้อราที่ทนเกลือด้วย ยกตัวอย่างเช่น *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* และ *Penicillium* spp. ที่มักพบในปลาเค็มและปลาแห้ง (Chakrabarti & Varma, 2000) ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณยีสต์และรากับร้อยละโซเดียมคลอไรด์มีความสัมพันธ์กันทั้งนี้ก็เพราะมีเชื้อราบางชนิดที่สามารถทนเกลือในปริมาณสูง ๆ ได้ อย่างไรก็ดีถ้าปริมาณของเกลือลดน้อยลงก็จะทำให้เชื้อราบางชนิดเจริญได้ซึ่งเป็นการเพิ่มจำนวนของยีสต์และรานั่นเอง ซึ่งเชื้อราที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์นั้นสามารถที่จะผลิตสารพิษ Aflatoxin ที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ได้ โดยมีตัวอย่างการพบสารพิษ Aflatoxin ในปลารมควันในประเทศแอฟริกาใต้ (Jonsyn & Lahai, 1992) ทั้งนี้การปนเปื้อนเชื้อราในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลตากแห้งเหล่านี้สามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว หากมีแหล่งสะสมเชื้ออยู่ในบริเวณใกล้เคียง หรือภายในภาชนะเก็บรักษานั้น ซึ่งหากระบบการควบคุมความสะอาดและการควบคุมคุณภาพในการผลิต การจัดเก็บและจัดจำหน่ายไม่ดีพอ จะให้ผู้บริโภคเกิดความเสี่ยงจากการบริโภคอาหารตากแห้งที่มีการปนเปื้อนของเชื้อราต่าง ๆ มากขึ้นด้วย

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ค่าที่แตกต่างกันของแต่ละพารามิเตอร์ในตัวอย่างอาหารแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทั้งนี้อาจเป็นผลที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร สัดส่วนและชนิดของเครื่องปรุง กระบวนการทำแห้งซึ่งส่งผลต่อปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์นำไปใช้ในการเจริญ (Water activity) รวมถึงการควบคุมความสะอาดตั้งแต่กระบวนการผลิตจนกระทั่งจำหน่ายให้กับผู้บริโภค เป็นต้น ส่วนความสัมพันธ์ของแต่ละพารามิเตอร์ที่เกิดขึ้น

ระหว่างปริมาณแบคทีเรียและคุณสมบัติทางกายนั้นอาจเป็นผลสืบเนื่องจาก ค่าพีเอช และค่าร้อยละโซเดียมคลอไรด์เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญกับการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์แต่ละชนิดก็ต้องการค่าที่เหมาะสมแตกต่างกันไปด้วย ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ถึงแม้ว่าจะพบว่าปริมาณแบคทีเรียที่พบส่วนใหญ่จะผ่านเกณฑ์มาตรฐานแต่ก็ไม่ได้หมายความว่าอาหารทะเลแห้งที่จำหน่ายอยู่จะมีความสะอาดเพียงพอที่จะรับประทานเป็นประจำเนื่องจากแบคทีเรียที่พบในอาหารนั้นอาจสะสมอยู่ในร่างกายและส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ในที่สุด ทั้งนี้หน่วยงานของรัฐที่มีความเกี่ยวข้องกับสุขภาพของประชาชนควรให้ความสำคัญในการรณรงค์เกี่ยวกับความสะอาดในกระบวนการแปรรูปอาหารเพื่อให้มีคุณภาพที่ดีขึ้นและหมั่นตรวจสอบคุณภาพของอาหารให้ได้มาตรฐานอยู่เสมอ รวมทั้งผู้บริโภคเองก็ควรที่จะเลือกรับประทานอาหารที่ถูกคุณลักษณะ มีการบรรจุภัณฑ์ที่ได้คุณภาพ บริโภคอาหารที่ปรุงสุกเพื่อเพิ่มความมั่นใจว่าอาหารที่รับประทานนั้นมีปริมาณแบคทีเรียก่อโรคที่น้อยที่สุดนั่นเอง

รายการอ้างอิง

กรมประมง. (2549). *กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์*. วันที่ค้นข้อมูล 1 เมษายน 2551, เข้าถึงได้จาก http//www.fisheries.go.th/quality/analyse/Traditional.pdf.

กองเผยแพร่และควบคุมการโฆษณา. (2541). *ของฝากจาก อ.ย.*. วันที่ค้นข้อมูล 5 ธันวาคม 2550, เข้าถึงได้จาก http://elib.fda.moph.go.th/library/fulltext1/public/picture.asp?temp=5026.

กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค อย. (2546). ฟอร์มาลิน ภัยร้ายที่มากับอาหารสด. *หมออนามัย*, *13*(1), 70-71.

จักรพันธุ์ ปัญจะสุวรรณ. (2542). *พิษภัยในอาหาร*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

จุไรรัตน์ เกิดดอนแฝก. (2537). *ภัยมืดจากสารพิษ*. กรุงเทพฯ: เชษฐ สตูดิโอ แอน กราฟิคดีไซน์.

จำรัส พูลเกื้อ, อาภรณ์ วงษ์วิจารณ์, พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์ และนงพะงา คุณจักร. (2549). *คุณภาพของกะปิในจังหวัดสมุทรสาคร*. ภาควิชาจุลชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

แฉล้ม ชนะคช, นิรันดร แร่กาฬสินธุ์ และฉราวดี สมภักดี. (2548). *สีสังเคราะห์ในอาหารทะเลแปรรูปในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและพังงา*. วันที่ค้นข้อมูล 22 กรกฎาคม 2551, เข้าถึงได้จาก http://www.dmsc.moph.go.th/webroot/suratthani/File/สีสังเคราะห์ในอาหาร.pdf.

ดารณี หมู่ขจรพันธ์. (2547). ฟอร์มาลดีไฮด์ สารปนเปื้อนในอาหาร. *วารสารเพื่อคุณภาพ*, *10*(76), 59-63.

ทองสุรีย์ ยิ้มละมัย. (2545). *การศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารจากอาหารหาบเร่บริเวณหาดวอนนภา และหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี*. ภาควิชาจุลชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ธวัชชัย เนียรวิฑูรย์, วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์, ถิรพงษ์ ถิรมนัส และพิพัฒน์ ศรีเบญจลักษณ์. (2540). การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมบริโภค ในเขตเทศบาลนครขอนแก่น. *วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม*, *20* (3), 20-31.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. (2544). *จุลชีววิทยาทั่วไป*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. (2542). *สารพิษในอาหาร*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และวิบูลย์ รัตนาปนนท์. (2543). *สารพิษในอาหาร*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

เนาวรัตน์ สุพรรณภาชน์. (2540). การปนเปื้อนของ *Staphylococcus aureus* ในอาหารทะเลผ่านความร้อนแช่เยือกแข็งเพื่อการส่งออก. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์*, *39*(3), 95-103.

นฤมล วชิรปัทมา, จุฑามาศ มหาเจริญสิริ และวรรณพ วิเศษสงวน. (2547). *การหาปริมาณสีสังเคราะห์ในอาหารและเครื่องดื่มโดยเทคนิค HPLC*. วันที่ค้นข้อมูล 26 กรกฎาคม 2551, เข้าถึงได้จาก http://www.tkc.go.th/thesis/abstract_res_vtt.asp?item_id=73.

บัญญัติ สุขศรีงาม, กาญจนา หริ่มเพ็ง, นิสา ไกรรักษ์, ปริยา นุพาสันต์, ศิริโฉม ทุ่งเกล้า, พรรณนิภา ศิริเพิ่มพูล, ศิริพร เอื้ออังกูร, สุดสายชล หอมทอง, สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, วรนาฏ จงโยธา, สุดารัตน์ สวนจิตร, และอภิรดี ปิลันธนภาคย์. (2551). *รายงานการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2550 เรื่อง สถานการณ์การปนเปื้อนและการพัฒนาเทคนิคในการตรวจวัดจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารทะเลแห้งเพื่อมุ่งสู่การเป็นศูนย์ตรวจจุลินทรีย์และการรับรองมาตรฐานสินค้าอาหารทะเลแห้ง*. ภาควิชาจุลชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

บุษกร อุตรภิชาติ. (2550). *จุลชีววิทยาทางอาหาร*. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 21. (2522). เรื่อง กำหนดสีผสมอาหารเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานการใช้ การผสม และฉลาก, *ราชกิจจานุเบกษา*. ตอนที่ 163 (ฉบับพิเศษ แผนกราชกิจจาฯ) ลงวันที่ 21 กันยายน พ.ศ.2522.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 66. (2525). เรื่อง แก้ไขเพิ่มเติมประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 55 (พ.ศ.2524), *ราชกิจจานุเบกษา*. ตอนที่ 27 ลงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2525.

พงศ์ธร พิทักษ์โกศลพงษ์. (2535). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำรมควัน*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรภัทรา ศรีนรคุตร. (2544). *สีธรรมชาติ*. วันที่ค้นข้อมูล 24 พฤษภาคม 2552, เข้าถึงได้จาก http://www.tistr.or.th/t/publication/page_area_show_bc.asp?i1=64&i2=45.

ไพโรจน์ วิริยจารี. (2526). *การยืดอายุการเก็บรักษาปลาหมึกแห้งโดยวิธีร่วมระหว่างการฉายรังสีและการใช้สารเรืองแสง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2536). *หลักการวิเคราะห์อาหาร*. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ลัดดาวัลย์ โรจนพรรณทิพย์, ประกาย บริบูรณ์, ทิพวรรณ นิ่งน้อย, มยุรี อุรารุ่งโรจน์, และสมพร ทัญชีวะ. (2541). การพัฒนาชุดทดสอบกรดซาลิซิคในอาหาร. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์*, *40*(1), 37-48.

วราภา มหากาญจนกุล และปรียา วิบูลย์เศรษฐ์. (2548). *ความปลอดภัยอาหารเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดี*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

วันทนีย์ ขำเลิศ, ยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ และเกษมศรี ชื่นสุพงษ์. (2545). การประเมินประสิทธิภาพของชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สี. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์*, *44*(3), 201-208.

วันเพ็ญ จิตรเจริญ. (2536). *หลักการวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพอาหาร*. คณะเทคโนโลยีการอาหาร, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

วินัย ปิติยนต์. (2548). สีในอาหาร. *ผู้ส่งออก, 19,439 (ปักษ์หลัง พ.ย.48)*, 57-59.

_____. (2548). สีในอาหาร. *ผู้ส่งออก, 19,439 (ปักษ์หลัง พ.ย.48)*, 70-71.

วิไลลักษณ์ ชินบูรณ์. (2539). *สถานการณ์การใช้สีในขนมเด็กที่จำหน่ายในร้านขายของชำในเขตกรุงเทพฯ และภาคกลาง*. นนทบุรี: อ.ย. กองวิชาการ.

มัทนา แสงจินดาวงษ์. (2538). *จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ประมง*. กรุงเทพฯ : สหมิตรออฟเซท.

ศิริโฉม ทุ่งเก้า, เยาวภา ไหวพริบ และสุวรรณา ภาณุตระกูล. (2550). *คุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหารหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในเขตจังหวัดภาคตะวันออก: กรณีศึกษาน้ำพริก*. คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศิวาพร ศิวเวชช. (2535). *วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร*. นครปฐม: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.

ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2540). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีการวัดสี*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันคลังสมองของชาติ. (2551). *การศึกษาระบบการจัดการความปลอดภัยด้านอาหารของประเทศไทย*.

สุนันทา โอศิริ, รติกร ประเสริฐไทยเจริญ, สุภัทรา ชลพนารักษ์, จิระสันต์ มีรัตน์ และประมุข โอศิริ. (2552). *สถานการณ์ ปัจจัยเสี่ยง และการจัดการเพื่อให้เกิดความปลอดภัยของอาหารทะเลในภาคตะวันออก*. มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุบัณฑิต นิ่มรัตน์. (2551). *การจัดจำแนกแบคทีเรียแกรมลบรูปร่างท่อน : วงศ์วิบริโอนาซีอี*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. (2545). *จุลชีววิทยาทางอาหาร*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุมาลี เหลืองสกุล. (2539). *จุลชีววิทยาทางอาหาร*. ภาควิชาจุลชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุรศักดิ์ บุตรพรม. (2549). *การศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลพร้อมบริโภคในเขตอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี*. วิทยาศาสตร์บัณฑิต, สาขาจุลชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชลบุรี. (2548). *สรุปผลการดำเนินงานโครงการรถหน่วยตรวจสอบเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร ประจำปีงบประมาณ 2548*.

หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร กองควบคุมอาหาร. (2552). *โครงการสำรวจสถานการณ์การใช้สีสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์และสัตว์ทะเลแปรรูปบางชนิด ปีงบประมาณ 2551*.

อนุเทพ ภาสุระ. (2540). *การศึกษาเชื้อราปนเปื้อนสายพันธุ์ที่สร้างสารอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์ปลาทะเลตากแห้งและการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา Aspergillus flavus ที่ปนเปื้อนโดยใช้สารกันเสียบางชนิด*. รายงานการวิจัย, ภาควิชาจุลชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

อนุเทพ ภาสุระ. (2542). การศึกษาเชื้อราปนเปื้อนสายพันธุ์ที่สร้างสารอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลตากแห้งและการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* ที่ปนเปื้อนโดยใช้สารกันเสียบางชนิด. *วารสารมหาวิทยาลัยบูรพา*, *4* (1), 14-23.

อัจฉราพร ไศละสูต. (2517). *คู่มือการย้อมสี*. กรุงเทพฯ: อักษรบัณฑิต.

อุดม กาญจนปกรณ์ชัย และธีรวรรณ รางแดง. (2524). สารสีอาหาร. *อาหาร, 13*(4), 231-239.

อุดม เครือวัลย์ และชาญศักดิ์ คำมาตร. (2552). *การตรวจหาออร์แกโนคลอรีนในอาหารทะเลตากแห้งบางชนิด*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

Adam, M. R., & Moss, M. O. (2002). *Food microbiology* (2nd ed.). Athenaeum Press, Gateshead.

Alvesa, S. P., Brum, D. M., Andrade, E. C. B., & Netto, A. D. P. (2007). Determination of synthetic dyes in selected foodstuffs by high performance liquid chromatography with UV-DAD detection. *Food Chemistry*, *107*, 489–496.

Amaro, C., Fouz, B., Biosca, E. G., Marconoales, E., & Collado, R. (1997). The lipopolysacharide O side chain of *Vibrio vulnificus* serogroup E is a virulence determinant for eels. *Infection and Immunity, 65*(6), 2475–2479.

Anibal, C. V. D., Odena, M., Ruisanchez, I., & Callao, M. P. (2009). Determining the adulteration of spices with Sudan I-II-II-IV dyes by UV–visible spectroscopy and multivariate classification techniques. *Talanta*, *79*, 887–892.

AOAC (1990). *Official method of analysis* (15th ed.). Virginia : Association of Official Analytical Chemists.

Auerswald, L., Morren, C., & Lopata A. L. (2006). Histamine levels in seventeen species of fresh and processed South African seafood. *Food Chemistry*, *98*, 231–239.

Bianchi, F., Careri, M., Musci, M., & Mangia, A. (2007). Fish and food safety: Determination of formaldehyde in 12 fish species by SPME extraction and GC–MS analysis. *Food Chemistry*, *100*, 1049–1053.

Bledsoe, G.E., Bledsoe, C.D., & Rasco, B. (2003). Caviars and fish row product. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *43*, 317-356.

Borch, E., Kant Muermans, M. L., & Blixt, Y. (1996). Bacterial spoilage of meat and cured meat product. *International Journal of Food Microbiology*, *33*, 103-120.

Bras, A., & Costa R. (2010). Influence of brine salting prior to pickle salting in the manufacturing of various salted-dried fish species. *Journal of Food Engineering*, *100*, 490–495.

Bryan, F. L. (1980). Food borne diseases in the United States associated with meat and poultry. *Journal of Food Protection, 43*, 140–150.

Chailapakul, O., Wonsawat, W., Siangproh, W., Grudpan, K., Zhao, Y., & Zhu, Z. (2008). Analysis of sudan I, sudan II, sudan III, and sudan IV in food by HPLC with electrochemical detection: Comparison of glassy carbon electrode with carbon nanotube-ionic liquid gel modified electrode. *Food Chemistry*, *109*, 876–882.

Chakrabarti, R., & Varma, P. R. G. (2000). The sensitivity of halotolerant *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* and *Penicillium* sp. to propionate, sorbate and benzoate. *Journal of Food Science and Technology*, *India*, *37*, 72-74.

Chanlon, S., Joly-Pottuz, L., Chatelut, M., Vittori, O., & Cretier J. L. (2005). Determination of Carmoisine, Allura red and Ponceau 4R in sweets and soft drinks by differential pulse polarography. *Journal of Food Composition and Analysis*, *18*, 503–515.

Clifton-Hadley, R. S., & Alderman, D. J. (1987). The effect of malachite green on proliferative kidney disease. *Journal of Fish Diseases*, *10*, 101-107.

Dumontet, S., Krovacek, K., Svenson, S. B., Pasquale, V., Baloda, S. B., & Figliuolo, G. (2000). Prevalence and diversity of *Aeromonas* and *Vibrio* spp. in coastal waters of Southern Italy. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*, *23*, 53-72.

Evenson, M. L., Hinds, M. W., Bernstein, R. S., & Bergdoll, M. S. (1988). Estimation of human dose of staphylococcal enterotoxin A from a large outbreak of staphylococcal food poisoning involving chocolate milk. *International Journal of Food Microbiology, 7*, 311–316.

Fang, S. W., Huang, W. W., & Chen, L. H. (1987). Contamination of seafood by *Vibrio parahaemolyticus* in Taiwan. *Applied and Environmental Microbiology*, *20*, 140-147.

Farmer III, J. J., Janda, J. M., Brenner, F. W., Cameron, D. N., & Birkhead, K. M. (2005). Genus I *Vibrio*. In D.J., Brenner, N.R. Krieg, & J.M. Staley (Eds.), *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Vol. 2, Part B* (pp. 494-546). New York : Springer.

Feldhusen, F. (2000). The role of seafood in bacterial foodborne diseases. *Microbes and Infection*, *2*, 1651-1660.

Finney, M., Smullen, J., Foster, H. A., Brokx, S., & Storey, D. M. (2003). Evaluation of chromocult coliform agar for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae from faecal samples from healthy subjects. *Journal of Microbiological Methods*, *54*, 353– 358.

Fontan, M. C. G., Lorenzo, J. M., Martinez, S., Franco, I., & Carballo, J. (2007). Microbiological characteristics of Botillo, a Spanish traditional pork sausage. *LWT*, *40*, 1610–1622.

Foster, F. J., & Woodbury, L. (1996). The use of malachite green as a fish fungicide and antiseptic. Prog. *Fish-Culture*, *18*, 7-9.

Garcia-Falcon, M. S., & Simal-Gandara, J. (2005). Determination of food dyes in soft drinks containing natural pigments by liquid chromatography with minimal clean-up. *Food Control*, *16*, 293–297.

Gennaro, M. C., Gioannini, E., Angelino, S., Aigotti, R., & Giacosa, D. (1997). Identification and determination of red dyes in confectionery by ion-interaction high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, *767*, 87-92.

Gram, L., & Huss, H. H. (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology*, *33*, 121-137.

Grovel, O., Pouchs, Y. F., & Verbist, J. F. (2003). Accumulation of gliotoxin, a cytotoxic mycotoxin from *Aspergillus fumigatus*, in blue mussel (*Mytilus edulis*). *Toxicon*, *42*, 297-300.

Hjalmarsson, G. H., Park, J. W., & Kristbergsson, K. (2007). Seasonal effects on the physicochemical characteristics of fish sauce made from capelin (*Mallotus villosus*). *Food Chemistry*, *103*, 495-504.

Hlady, W. G. (1997). *Vibrio* infections associated with raw oyster consumption in Florida, 1991-1994. *Journal of Food Protection*, *60*(4), 353-357.

Huang, S. L., Weng, Y. N., & Chiou, R. Y. (2001). Survival of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* as a vected by ethanol and NaCl. *Journal of Food Protection, 64*(4), 546–550.

Huang, Y. R., Liu, K. J., Hsieh, H. S., Hsieh, C. H., Hwang, D. F., & Tsai, Y. H. (2010). Histamine level and histamine-forming bacteria in dried fish products sold in Penghu Island of Taiwan. *Food Control*, *21*, 1234–1239.

Huss, H. H. (1997). Control of indigenous pathogenic bacteria in seafood. *Food Control, 8*(2), 91-98.

Jablonski, L. M., & Bohach, G. A. (2001). *Staphylococcus aureus*. In M. P. Doyle, L. Beuchat, & T. Montville (Eds.), *Food Microbiology: Fundamentals & Frontiers* (2nd ed. pp. 411–433). Washington DC: ASM Press.

Jaksic, S., Uhitil, S., Petrak, T., Bazulic, D., & Karolyi, L. G. (2002). Occurrence of *Vibrio* spp. in sea fish, shrimps and bivalve molluscs harvested from Adriatic sea. *Food Control, 13*, 491–493.

James, M. J., Martin, J. L., & David, A. G. (2005). *Modern food microbiology* (7th ed.). USA, 39-45.

Janssen, M. M. T., Put, H. M. C., & Nout, M. J. R. (1997). Natural toxins. In J. de Vries (Ed.), *Food Safety and Toxicity* (pp. 7–37). Boca Raton: CRC Press.

Jay, J. M. (1996). *Chapter 3 : Intrinsic and extrinsic parameters of food that affect microbial growth. Modern food microbiology*. New York : Chapman Hall.

Jeyasekaran, G., Ganesan, P., Shakila, R. J., Maheswari, K., & Sukumar D. (2004). Dry ice as a novel chilling medium along with water ice for short-term preservation of fish emperor breams, lethrinus (*Lethrinus miniatus*). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, *5*, 485-493.

Joklik, W. K., Willett, H. P., Amos, D. B., & Wilfert, C. M. (1988). *Zinsser microbiology* (19th ed.). USA: Prentice-Hall Internation.

Jonsyn, F. E., & Lahai, G. P. (1992). Mycotoxic flora and mycotoxins in smoke-dried fish from Sierra Leone. *Nahrung*, *36*, 485-489.

Lalitha, K. V., & Surendran P. K. (2002). Occurrence of *Clostridium botulinum* in fresh and cured fish in retail trade in Cochin (India). *International Journal of Food Microbiology*, *72*, 169– 174.

Lauritzsen, K., Akse, L., Gundersen, B., & Olsen, R. L. (2004). Effects of calcium, magnesium and pH during salt curing of cod (*Gadus morhua L.*). *Journal of the*

Science of Food and Agriculture, *84*, 683–692.

Leroi, F., & Joffraud, J. J. (2000). Salt and smoke simultaneously affect chemical and sensory quality of cold-smoked salmon during 5°C storage predicted using factorial design. *Journal of Food Protection*, *63*, 1222-1227.

Marin, M. E., Rosa, M. C. L., & Cornejo, I. (1992). Enterotoxicity of *Staphylococcus* strains isolated from Spanish dry-cured hams. *Applied and Environmental Microbiology, 58*(2), 1067–1069.

Martino, R. C., & da Cruz, G. M. (2004). Proximate composition and fatty acid content of the mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae* along the year seasons. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, *47*, 955-960.

Matte, G. R., Matte, M. H., Rivera, I. G., & Martins, M. T. (1994). Distribution of potentially pathogenic *vibrios* in oysters from a tropical region. *Journal of Food Protection*, *57*(10), 870-873.

Mejlholm, O., Boknaes, N., & Dalgaard, P. (2005). Shelf life and safety aspects of chilled cooked and peeled shrimp (*Pandalus borealis*) in modified atmosphere packaging. *Journal of Applied Microbiology*, *99*, 66-76.

Nakano, S., Kobayashi, T., Funabiki, K., Matsumura, A., Nagao, Y., & Yamada, T. (2004). PCR detection of *Bacillus* and *Staphylococcus* in various foods. *Journal of Food Protection, 67*(6), 1271–1277.

Ng, D. L. K., & Tay, L. (1993). Enterotoxigenic strains of coagulase positive *Staphylococcus aureus* in drinks and ready to eat foods. *Food Microbiology*, *10*, 317–320.

Ottaviani, D., Santarelli, S., Bacchiocchi, S., Masini, L., Ghittino, C., & Bacchiocchi, I. (2005). Presence of pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* strains in mussels from the Adriatic Sea, Italy. *Food Microbiology*, *22*, 585–590.

Pereira, M. L., de Carmo, L. S., dos Santos, E. J., & Bergdoll, M. S. (1994). Staphylococcal food poisoning from cream-filled cake in metropolitan area of South-Eastern Brazil. *Revista de Saude Publica*, *28*, 406–409.

Prasad, M. M., & Seenayya, G. (2000).Effect of spices on the growth of red halophilic cocci isolated from salt cured fish and solar salt. *Food Research International*, *33*, 793-798.

Ripabelli, G., Sammarco, M. L., Grasso, G.M., Fanelli, I., Caprioli, A., & Luzzi, I. (1999). Occurrence of *Vibrio* and other pathogenic bacteria in *Mytilus galloprovincialis* (mussels) harvested from Adriatic Sea, Italy. *International Journal of Food Microbiology*, *49*, 43–48.

Rodrigues, M. J., Ho, P., Lopez-Caballero, M. E., Vaz-Pires, P., & Nunes, M. L. (2003). Characterization and identification of microflora from soaked cod and respective salted raw materials. *Food Microbiology*, *20*, 471–481.

Samuelssona, R., Burvalla, J., & Jirjis, R. (2006). Comparison of different methods for the determination of moisture content in biomass. *Biomass and Bioenergy*, *30*, 929–934.

Sandel, M. K., & McKillip J. L. (2004). Virulence and recovery of *Staphylococcus aureus* relevant to the food industry using improvements on traditional approaches. *Food Control*, *15*, 5-10.

Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M., & Valero, D. (2009). Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, *53*, 152–154.

Seibel, B. A., Goffredi, S. K., Thuesen, E. V., Childress, J. J., & Robison, B. H. (2004). Ammonium content and buoyancy in midwater cephalopods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, *313*, 375-387.

Shah, A. K. M. A., Tokunaga, C., Kurihara, H., & Takahashi, K. (2009). Changes in lipids and their contribution to the taste of *migaki-nishin* (dried herring fillet) during drying. *Food Chemistry*, *115*, 1011–1018.

Siskos, I., Zotos, A., & Taylor, K. D. A. (2005). The effect of drying, pressure and processing time on the quality of liquid-smoked trout (*Salmo gairdnerii*) fillets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *85*, 2054-2060.

Spicer, W. J. (2000). *Clinical bacteriology*. Edinburgh: Churchill Livingstone.

Srivastava, S. J., Singh, N. D., Srivastava, A. K., & Sinha, R. (1995). Acute toxicity of malachite green and its effects on certain blood parameters of a catfish, *Heteropneustes fossilis*. *Aquatic Toxicology*, *31*, 241-247.

Stien, L. S., Hirmas, E., Bjornevik, M., Karlsen, O., Nortvedt, R., Rora, A. M. B., Sunde, J., & Kiessling, A. (2005). The effects of stress and storage temperature on the colour and texture of pre-rigor filleted farmed cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture Research*, *36*(12), 1197–1206.

Synder, O. P., & Poland, D. M. (1991). America's 'safe' food part 2. *Diary Food Envt. Sanit., 11*, 4–20.

Topuz, A. (2008). A novel approach for color degradation kinetics of paprika as a function of water activity. *LWT - Food Science and Technology*, *41*, 1672-1677.

Tranter, H. S. (1990). Food borne illness. *Lancet, 336*, 1044–1046.

Tripathi, M., Khanna, S. K., & Das, M. (2007). Surveillance on use of synthetic colours in eatables vis a vis prevention of food adulteration act of India. *Food Control*, *18*, 211–219.

Turan, H., Sonmez, G., Celik, M. Y., Yalcin, M., & Kaya, Y. (2007). Effects of different salting process on the storage quality of Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* L. 1819). *Journal of Muscle Foods*, *18*(4), 380–390.

Wachsmuth, I. K., Blake, P. A., & Olsvik, O. (1994). *Vibrio cholerae* and cholera. Washington, D. C. ASM Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate Count Agar with 7.5 % NaCl

Tryptone	5.0	กรัม
Yeast extract	2.5	กรัม
Dextrose	1.0	กรัม
Agar	15.0	กรัม
NaCl	75.0	กรัม
Distilled water	1.0	ลิตร
pH 7.0 ± 0.2		

<u>วิธีเตรียม</u>

ละลายส่วนผสมด้วยน้ำกลั่น หลอมจนวุ้นละลาย ปรับ pH เป็น 7.0 ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

2. Alkaline Peptone Water

Peptone	10.0	กรัม
NaCl	10.0	กรัม
Distilled water	1.0	ลิตร
pH 8.5 ± 0.2		

<u>วิธีเตรียม</u>

ละลายส่วนผสมด้วยน้ำกลั่น ปรับ pH เป็น 6.9 ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น บรรจุขวดฝาเกลียว 250 มิลลิเมตร ขวดละ 225 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

3. Thiosulfate-Citrate-Bile Salts-Sucrose (TCBS) Agar

Yeast extract	5.0	กรัม
Peptone	10.0	กรัม
Sucrose	20.0	กรัม
Sodium thiosulfate $5H_2O$	10.0	กรัม
Sodium citrate $2H_2O$	10.0	กรัม
Sodium cholate	3.0	กรัม
Oxgall	5.0	กรัม

NaCl	10.0	กรัม
Ferric citrate	1.0	กรัม
Bromthymol blue	0.04	กรัม
Thymol blue	0.04	กรัม
Agar	15.0	กรัม
Distilled water	1.0	ลิตร

pH 7.7 ± 0.2

<u>วิธีเตรียม</u>

ละลายส่วนผสมด้วยน้ำกลั่น ปรับ pH เป็น 7.7 ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น ต้มจนเดือดนานประมาณ 10 นาที (ไม่ต้องนึ่งฆ่าเชื้อ)

4. Trypticase (Tryptic) Soy Broth with 10% NaCl and 1% Sodium Pyruvate

Trypticase or Tryptose (pancreatic digest of casein)	17.0	กรัม
Phytone (papaic digest of soya meal	3.0	กรัม
NaCl	100.0	กรัม
K_2HPO_4	2.5	กรัม
Dextrose	2.5	กรัม
Sodium Pyruvate	10.0	กรัม
Distilled water	1.0	ลิตร

pH 7.3 ± 0.2

<u>วิธีเตรียม</u>

ละลายส่วนผสมด้วยน้ำกลั่น ปรับ pH เป็น 7.3 ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น บรรจุหลอดแก้วขนาด 16 x 150 มิลลิลิตร หลอดละ 10 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

5. Baird-Parker Medium

Tryptone	10.0	กรัม
Beef extract	5.0	กรัม
Yeast extract	1.0	กรัม
Sodium Pyruvate	10.0	กรัม
Glycine	12.0	กรัม
Lithium chloride $6H_2O$	5.0	กรัม
Agar	20.0	กรัม

pH 7.0 ± 0.2

<u>วิธีเตรียม</u>

ละลายส่วนผสมด้วยน้ำกลั่น หลอมจนวุ้นละลาย ปรับ pH เป็น 7.0 ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

<u>ส่วนผสมเพิ่มเติม</u>

5.1 Potassium tellurite 3%

<u>วิธีเตรียม</u>

ชั่ง Potassium telluride 3 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ทำให้ปราศจากเชื้อโดยการกรองผ่านแผ่นเยื่อกรอง ขนาด 0.45 ไมครอน

5.2 Egg-yolk emulsion

<u>วิธีเตรียม</u>

แช่ไข่แก่ในเอทานอลเข้นข้น 70% นาน 1 ชั่วโมง แยกไข่แดงออกจากไข่ขาวโดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อ เติมน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 2 ส่วนลงในไข่แดง 1 ส่วน ผสมให้เข้ากัน

<u>วิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อเต็มสูตร</u>

เติมส่วนผสม Potassium tellurite 3% ปริมาตร 5.0 มิลลิลิตร และส่วนผสม Egg-yolk emulsion ปริมาตร 5.4 มิลลิลิตร ลงในส่วนผสมพื้นฐาน (อุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส) ปริมาตร 90 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันดีก่อนเทลงใส่จานเพาะเชื้อ

ภาคผนวก ข

การเตรียมบัฟเฟอร์

1. Butterfield’s Phosphate-Buffered Dilution Water (BF)

Stock solution

KH_2PO_4	34.0	กรัม
Distilled water	500.0	มิลลิลิตร

วิธีเตรียม

นำ KH_2PO_4 ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้เท่ากับ 7.2 ด้วย 1 N NaOH นำมาปรับปริมาตรให้ถึง 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เก็บในตู้เย็น

Dilution blanks

ใช้ Stock solution 1.25 มิลลิลิตร มาเจือจางในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร แบ่งใส่ขวดหรือหลอดให้ได้ปริมาตรตามต้องการ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

ภาคผนวก ค

ตาราง ค่า MPN/g

ค่า MPN/g เมื่อเพาะตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 1/10, 1/100 และ 1/1000 ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อระดับความเจือจางละ 3 หลอด

จำนวนหลอดผลบวก			MPN/g
1/10	1/100	1/1000	
0	0	0	<3
0	1	0	3+
1	0	0	4
1	0	1	7+
1	1	0	7
1	2	0	11+
2	0	0	9
2	0	1	14+
2	1	0	15
2	1	1	20+
2	2	0	21
3	0	0	23
3	0	1	39
3	1	0	43
3	1	1	75
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210+
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	>1100

หมายเหตุ ค่า MPN/g ที่มีเครื่องหมายบวกมีโอกาสพบน้อยมาก

ที่มา : ดัดแปลงจาก Compendium of Methods for the Microbiologal Examination of Food. 3rd Edition 1992 หน้า 112

ภาคผนวก ง

การเตรียมสารละลาย

1. สารละลายซิลเวอร์ไนเตรต

ละลาย $AgNO_3$ หนัก 17 กรัมในน้ำกลั่น 1 ลิตร เก็บสารละลายนี้ลงในขวดสีน้ำตาล แล้วปิดจุก

2. สารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตเข้มข้น 0.1 M

ละลาย KSCN หนัก 2.5 กรัมในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร

3. สารละลายอิ่มตัวของแอมโมเนียมเฟอริกซัลเฟต

ละลาย $FeNH_4(SO_4)_2\ 12H_2O$ หนัก 40 กรัมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วหยดสารละลาย 6 M HNO_3 ลงไป 2-3 หยดในสารละลายที่ได้

ภาคผนวก จ

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ฉบับที่ 21 (พ.ศ.2522)

เรื่อง กำหนดสีผสมอาหารเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ และกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน การใช้ การผสม และฉลาก

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(1)(2)(4)(5) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้สีผสมอาหารเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

ข้อ 2 สีผสมอาหาร ได้แก่

(1) สีอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์ ดังต่อไปนี้

(ก) จำพวกสีแดง ได้แก่ ปองโซ 4 อาร์ (Ponceau 4 R)

คาร์โมอีซีนหรือเอโซรูบีน (Carmoisine or Azorubine)

เออริโธรซิน (Erythrosine)

(ข) จำพวกสีเหลือง ได้แก่

ตาร์ตราซีน (Tartrazine)

ซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ (Sunset yellow FCF)

ไรโบฟลาวิน (Riboflavin)

(ค) จำพวกสีเขียว ได้แก่

ฟาสต์ กรีน เอ็ฟซีเอ็ฟ (Fast green FCF)

(ง) จำพวกสีน้ำเงิน ได้แก่

อินดิโกคาร์มีน หรือ อินดิโกติน (Indigo carmine or Indigotine)

บริลเลียนท์ บลู เอ็ฟซีเอ็ฟ (Brilliant blue FCF)

(2) สีอนินทรีย์ ดังต่อไปนี้

ผงถ่านที่ได้จากการเผาพืช (Vegetable charcoal)

ไตเตเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide)

(3) สีที่ได้จากธรรมชาติโดยการสกัดพืชและสัตว์ที่ใช้บริโภคได้โดยไม่เกิดอันตราย และสีชนิดเดียวกันที่ได้จากการสังเคราะห์ ดังต่อไปนี้

โคชินิล (Cochineal)

สีจากคาโรทีนอยด์ (Carotenoids) ได้แก่

แคนธาแซนธิน (Canthaxanthine) คาโรทีน (Carotenes, natural) เบตา-คาโรทีน (Beta-carotene) เบตา-อะโป-8'-คาโรทีนาล (Beta-apo-8'-carotenal) เบตา-อะโป-8'-คาโรทีโนอิค แอซิด (Beta-apo-8'-carotenoic acid) เอทิลเอสเตอร์ของเบตา- อะโป-8'-คาโรทีโนอิค แอซิด (Ethyl ester of beta-apo-8'-carotenoic acid) เมทิลเอสเตอร์ของเบตา-อะโป-8'-คาโรทีโนอิค แอซิด (Methyl ester of beta-apo-8'-carotenoic acid)

คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)

คลอโรฟิลล์คอปเปอร์คอมเปลกซ์ (Chlorophyll copper complex)

(4) ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีสีตาม (1) (2) หรือ (3) ผสมอยู่ และใช้สำหรับแต่งสีอาหารได้

ข้อ 3 สีผสมอาหารต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) สีอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์ตามข้อ 2(1) ต้องมีมาตรฐานของแต่ละสีตามที่กำหนดไว้ท้ายประกาศนี้

(2) สีอนินทรีย์ตามข้อ 2(2) และสีที่ได้จากธรรมชาติหรือที่ได้จากการสังเคราะห์ตามข้อ 2(3) ต้อง

(ก) มีมาตรฐานของแต่ละสีตามที่กำหนดไว้ท้ายประกาศนี้

(ข) ไม่มีสารที่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภคได้สำหรับสีที่ไม่ได้กำหนดมาตรฐานไว้

(3) สีตามข้อ 2(4) ต้องไม่มีสารที่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภคได้

(4) สีที่ผสมตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ต้องมีปริมาณของโลหะหนัก (Heavy metals) รวมกันไม่เกินปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มีได้ของสีหนึ่งสีใดที่ผสมอยู่

ข้อ 4 การใช้สีผสมอาหารต้องใช้สีที่กำหนดตามข้อ 2 และข้อ 3 ความในข้อ 4 นี้ ถูกยกเลิกและใช้ความใหม่แทนแล้วโดยข้อ 1 แห่งประกาศฯ ฉบับที่ 66 (พ.ศ.2525) และมีความเพิ่มเป็นข้อ 4 ทวิ และข้อ 4 ตรี โดยข้อ 2 แห่งประกาศฯ ฉบับที่ 66 (พ.ศ.2525)

ข้อ 5 สีผสมอาหารที่ผลิตเพื่อจำหน่าย นำเข้าเพื่อจำหน่าย หรือที่จำหน่าย ต้องมีฉลาก ข้อความในฉลากต้องเป็นภาษาไทยอ่านได้ชัดเจน และอย่างน้อยต้องมีข้อความ ดังต่อไปนี้

(1) คำว่า “สีผสมอาหาร”

(2) ชื่อสามัญ

(3) เลขทะเบียนอาหาร

(4) ปริมาณสุทธิเป็นระบบเมตริก

(5) ชื่อและที่ตั้งของสถานที่ผลิต

(6) ชนิดของพืชหรือสัตว์ที่เป็นต้นกำเนิดของสีธรรมชาติ

ประกาศฉบับนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 13 กันยายน พ.ศ.2522

บุญสม มาร์ติน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(96 ร.จ.15 ตอนที่ 163 (ฉบับพิเศษ แผนกราชกิจจาฯ) ลงวันที่ 21 กันยายน พ.ศ.2522)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ฉบับที่ ๖๖ (พ.ศ. ๒๕๒๕)

เรื่อง แก้ไขเพิ่มเติมประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๕๕ (พ.ศ. ๒๕๒๔)

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ และมาตรา ๖ (๑) (๒) (๔) (๕) และ (๑๐) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. ๒๕๒๒ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกความในข้อ ๔ แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๒๑ (พ.ศ. ๒๕๒๒) เรื่อง กำหนดสีผสมอาหารเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานการใช้ การผสมและฉลาก ลงวันที่ ๑๓ กันยายน พ.ศ. ๒๕๒๒ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๕๕ (พ.ศ. ๒๕๒๔) เรื่อง แก้ไขเพิ่มเติมประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๒๑ (พ.ศ. ๒๕๒๒) ลงวันที่ ๒ มกราคม พ.ศ. ๒๕๒๔ และให้ใช้ความในต่อไปนี้แทน

"ข้อ ๔ การใช้สีผสมอาหาร ต้องใช้สีตามชนิดที่กำหนดไว้ในข้อ ๒ และต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๓ เว้นแต่การใช้สีผสมอาหารให้ใช้ตามเงื่อนไข ดังต่อไปนี้

ข้อ ๒ ให้เพิ่มความต่อไปนี้เป็นข้อ ๔ ทวิ และข้อ ๔ ตรี แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๒๑ (พ.ศ. ๒๕๒๒) เรื่อง กำหนดสีผสมอาหารเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ และกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน การใช้ การผสมและฉลาก ลงวันที่ ๑๓ กันยายน พ.ศ. ๒๕๒๒

"ข้อ ๔ ทวิ การใช้สีผสมอาหารให้ใช้ตามปริมาณที่กำหนดไว้ ดังต่อไปนี้

(ก) อาหารประเภทเครื่องดื่ม ไอศกรีม ลูกกวาด และขนมหวานที่ใช้สีตาม (ข) ให้ใช้ได้ไม่เกิน ๗๐ มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค ๑ กิโลกรัม เว้นแต่สีปองโซ ๔ อาร์และสีบริลเลียนท์บลู เอ็ฟ ซี เอ็ฟ ให้ใช้ได้ไม่เกิน ๕๐ มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค ๑ กิโลกรัม

(ข) อาหารอื่นที่มิใช่อาหารตาม (ก)

สีปองโซ ๔ อาร์	ไม่เกิน ๕๐ มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค ๑ กิโลกรัม
สีเอโซรูบีน	ไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค ๑ กิโลกรัม
สีเออริโทรซิน	ไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค ๑ กิโลกรัม

สีตาร์ตราซีน	ไม่เกิน ๒๐๐ มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค ๑ กิโลกรัม
สีซันเซ็ต เย็นโลว์ เอ็ฟ ซี เอ็ฟ	ไม่เกิน ๒๐๐ มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค ๑ กิโลกรัม
สีฟาสต์ กรีน เอ็ฟ ซี เอ็ฟ	ไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค ๑ กิโลกรัม
สีอินดิโกคาร์มีน หรือ อินดิโกติน	ไม่เกิน ๒๐๐ มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค ๑ กิโลกรัม
สีบริลเลียนท์บลู เอ็ฟ ซี เอ็ฟ	ไม่เกิน ๕๐ มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่จะใช้บริโภค ๑ กิโลกรัม

การใช้สีตามวรรคหนึ่งรวมกันตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ต้องมีปริมาณรวมของสีทุกชนิดไม่เกินปริมาณของสีชนิดที่กำหนดให้ใช้ได้น้อยที่สุด

ข้อ ๔ ตรี การใช้สีผสมอาหารที่มิได้กำหนดชนิดและปริมาณการใช้หรือการใช้ปริมาณสีที่แตกต่างไปจากที่กำหนด ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา"

ประกาศฉบับนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยยี่สิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป และให้ผู้ที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร ซึ่งมีการใช้สีผสมอาหารในปริมาณที่แตกต่างไปจากประกาศฉบับนี้มาดำเนินการแก้ไขตำรับอาหารให้มีรายละเอียดถูกต้อง ตามประกาศฉบับนี้ภายในหนึ่งร้อยยี่สิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๑ มกราคม ๒๕๒๕

ส. พริ้งพวงแก้ว

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

รก.๒๕๒๕/๒๗/๒๕พ/๒๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๕]

ฐาปนี/แก้ไข

๑๗ ตุลาคม ๒๕๔๕

ภาคผนวก ฉ

มาตรฐานคุณภาพทางจุลชีววิทยาของกรมประมง

IV Microbiological Requirements of Traditional Fishery Products for all Countries

Product Category	TVC/g	Yeast & Mold/g	*S. auerus* MPN/g	*Salmonella* /25 g	*V. cholerae* /25 g	*C. perfringens* /0.1 g
Crab paste, shrimp paste (มันปู, มันกุ้ง)	<50,000	<100	<100	ND	ND	ND
Dried cephalopods (หมึกแห้ง)	-	<1,000	<100	ND	-	ND
Dried fish (ปลาแห้ง)	-	<1,000	<100	ND	-	ND
Dried other fisheries product (ผลิตภัณฑ์แห้งอื่นๆ)	-	<1,000	<100	ND	-	-
Dried other fisheries product (Ready to eat) (ผลิตภัณฑ์แห้งอื่นๆ)	<50,000	<200	<100	ND	ND	
Dried rice with fisheries products (ข้าวอบแห้ง)	<50,000	<200	<100	ND	ND	-
Dried seasoned squid or fish (หมึกแห้ง, ปลาเส้นปรุงรส)	<50,000	<200	<100	ND	ND	-
Fermented fish (ปลาร้า)	-	<200	<100	ND	-	ND
Fermented fish (ปลาร้า) (Ready to eat)	<50,000	<200	<100	ND	ND	ND
Fermented shrimp paste (กะปิ)	-	<1,000	<3	ND	-	10
Fried chilli paste or chilli paste (น้ำพริกสำเร็จรูป)	<50,000	<200	<100	ND	ND	ND

IV Microbiological Requirements of Traditional Fishery Products for all Countries

Product Category	TVC/g	Yeast & Mold/g	*S. auerus* MPN/g	*Salmonella* /25 g	*V. cholerae* /25 g	*C. perfringens* /0.1 g	*E. coli* MPN/g	Enterobacteriaceae CFU/g
Fried fisheries in air tight container without pasteurized (ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทอดที่บรรจุในภาชนะปิดสนิทไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ)	<50,000	<200	<100	ND	ND	-	-	-
Oyster sauce (ซอสหอยนางรม)	-	<10	< 3	ND	-	ND	-	-
Ready to cooked chip (ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป)	-	<1,000	<100	ND	-	-	-	-
Ready to eat chip (ข้าวเกรียบสำเร็จรูป)	<50,000	<100	< 3	ND	ND	-	-	-
Salted crab (Fresh) (ปูเค็ม)	<1,000,000	<200	<100	ND	-	-	-	-
Salted crab (Ready to eat) (ปูเค็ม)	<50,000	<200	<100	ND	ND			
Salted fish (Fresh) (ปลาเค็ม)	-	<1,000	<100	ND	-	ND	-	-
Salted fish(Ready to eat) (ปลาเค็ม)	<50,000	<200	<100	ND	ND			
Salted shrimp (กุ้งแห้ง)	<5,000,000	<1,000	<100	ND	ND	-	-	-
Instant Rice & Noodle Products (เช่น โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป)	50,000	<200	< 3	ND	-	ND	< 3	-
Dietary Supplement (อาหารเสริม เช่นน้ำมันตับปลา)	<3,000	<100	< 3	ND	-	-	< 3	< 10

IV Microbiological Requirements of Traditional Fishery Products for all Countries

Product Category	TVC/g	Yeast & Mold/g	*S. auerus* MPN/g	*Salmonella* /25 g	*V. cholerae* /25 g	*C. perfringens* /0.1 g	*E. coli* MPN/g	Enterobacteriaceae CFU/g
Other sauce pH < 4.6	-	<1,000	<100	ND	-	-	-	-
Traditional other fisheries product (ผลิตภัณฑ์พื้นเมืองอื่นๆ)	-	<1,000	<100	ND	-	-	-	-
Traditional other fisheries product (Ready to eat) (ผลิตภัณฑ์พื้นเมืองอื่นๆ)	<50,000	<200	<100	ND	ND	-	-	-