



การป้องกันการเกิดสีดำในกุ้งกระป๋องโดยใช้กรดไฟติก

Prevention of Blackening in Canned Shrimp Using Phytic Acid

อภิวัน สมบูรณ์ดำรงกุล

Apiwan Somboondumrongkul

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Food Technology

Prince of Songkla University

2537

๐

เลขที่	TX 553.A5 ๐64 ๘534 ๒. 2
Bib Key	59968

ชื่อวิทยานิพนธ์ การป้องกันและการเกิดสีดำนในกุ้งกระป๋องโดยใช้กรดไฟติก
ผู้เขียน นายอภิวัน สมบูรณ์ดำรงกุล
สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ ประธานกรรมการ.
(ดร.ไพศาล วุฒิจำนงค์) (ดร.ไพศาล วุฒิจำนงค์)

..... กรรมการ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ โสภโณตร) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ โสภโณตร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ก้าน จันทร์พรหมมา)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

.....
(ดร.ไพรัตน์ สวงนไตร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การป้องกันกาเกิดสีด้าในกึ่งกระป๋องโดยใช้กรดไฟติก
ผู้เขียน นายอภิวัน สมบูรณ์ดำรงกุล
สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร
ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

การป้องกันกาเกิดสีด้าของกึ่งกระป๋องโดยใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนนกรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 1 แซ่กึ่งที่ลวกและแกะเปลือกแล้วในสารละลายกรดไฟติกเข้มข้น 4 ระดับ คือ 500 1000 2000 และ 4000 มก/กก. ในอัตราส่วน 1 : 1 เวลาแซ่ 3 ระดับคือ 10 20 และ 30 นาที พบว่า ภายหลังกาแซ่ปริมาณกรดไฟติกในเนื้อกึ่งแปรรูปเป็นเส้นตรงกับความเข้มข้นของกรดไฟติกของแต่ละเวลาที่ใช้แซ่ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9964 0.9972 และ 0.9974 ที่เวลาแซ่ 10 20 และ 30 นาที ตามลำดับ และแปรรูปเป็นเส้นตรงกับเวลาที่ใช้แซ่เฉพาะความเข้มข้น 500 มก/กก. โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.998 ส่วนที่ความเข้มข้น 1000 2000 และ 4000 มก/กก. แปรรูปไม่เป็นเส้นตรงกับเวลาที่ใช้ ปริมาณกรดไฟติกในเนื้อกึ่งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลา 10 นาทีแรก และค่อยๆเพิ่มด้วยอัตราที่ลดลงในช่วง 10-30 นาทีหลังกา ปริมาณกรดไฟติกในเนื้อกึ่งกระป๋องลดลงเหลือประมาณร้อยละ 63.77 โดยเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบกับกึ่งที่ลวกและแกะเปลือกหลังกาแซ่สารละลายกรดไฟติก กึ่งที่ลวกและแกะเปลือกมีปริมาณเหล็ก 101.62-168.70 มก/กก. ทองแดง 11.36-17.60 มก/กก. ฟอสฟอรัส ของกึ่งกระป๋องมีค่าอยู่ระหว่าง 6.05-6.43 ปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าระหว่าง 14.74-25.93 มก/กก. กึ่งกระป๋องมีสีด้าเล็กน้อยถึงสีด้า วิธีที่ 2 แซ่กึ่งที่ลวกและแกะเปลือกในสารละลายกรดไฟติกความเข้มข้น 3 ระดับคือ 1000 2000 และ 3000 มก/กก. ในอัตราส่วน 1 : 1 เวลาแซ่นาน 10 20 และ 30 นาที พบว่า ฟอสฟอรัสของกึ่งกระป๋องมีค่าอยู่ระหว่าง 6.11-6.52 และปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าระหว่าง 17.14-22.88 มก/กก. กึ่งกระป๋องมีสีด้าปานกลางทุกชุดการทดลอง การใช้กรดไฟติกป้องกันกาเกิดสีด้าของกึ่งกระป๋องในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง โดยนำกึ่งที่ผ่านขั้นตอนการ

ต้มแล้วมาแช่ในสารละลายกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 500 มก/กก. อัตราส่วนกึ่งต่อสารละลายกรดฟอสฟอริกเท่ากับ 1 : 5 นาน 20 นาที พบว่า กุ้งจะมีสีดำเล็กน้อย เมื่อเติมกรดฟอสฟอริก 1000 มก/กก. ในน้ำเกลือที่บรรจุ พบว่า กุ้งมีสีดำพอใช้ ส่วนการแช่ในสารละลายกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 500 มก/กก. ร่วมกับการเติมกรดฟอสฟอริก 1000 มก/กก. ในน้ำเกลือที่บรรจุ พบว่า กุ้งมีสีดำพอใช้ การไม่ใช้กรดฟอสฟอริกเลยทั้งในน้ำแช่และน้ำเกลือ พบว่า กุ้งมีสีดำเล็กน้อยถึงปานกลาง ขั้นตอนการทดลองที่มีการเติมสาร EDTA 1000 มก/กก. ในน้ำเกลือที่บรรจุ พบว่า สีของกุ้งดีมาก

Thesis Title Prevention of Blackening in Canned Shrimp Using
Phytic Acid
Author Mr. Apiwan Somboondumrongkul
Major Program Food Technology
Academic Year 1994

Abstract

Prevention of blackening in canned shrimp using phytic acid in the preparation steps before canning process were investigated. First, blanched peeled shrimps were dipped in the solution of phytic acid of four different concentration of 500, 1000, 2000 and 4000 mg/kg with the ratio of 1:1 for 10, 20 and 30 minutes before canning by process I. The results showed that the levels of absorbed phytic acid in shrimp flesh from canned shrimp were significantly linear related to the concentration of phytic acid used for each dipping time. The correlation coefficient were 0.9964, 0.9972 and 0.9974 for dipping time of 10, 20 and 30 minutes, respectively. In the otherhand, the relationship between dipping time and absorbed phytic acid was linear only for the phytic acid concentration of 500 mg/kg. which found that the correlation coefficient was 0.998 while the concentration of 1000, 2000 and 4000 mg/kg. were nonlinear with the dipping time. For those treatments showing non-linear relationship, the quantity of phytic acid in the shrimp flesh increased rapidly in the first ten minutes and gradually increased at the slower rate in the later dipping time. Average

phytic acid content in canned shrimps was 63.77 percents compared with the blanched peeled shrimps dipped in phytic acid solution. The blanched peeled shrimps had total iron content between 101.62 - 168.70 mg/kg. and total copper content between 11.36-17.60 mg/kg. The pH of canned shrimps were between 6.05 to 6.43 and total sulfur dioxide content were between 14.74 to 25.93 mg/kg. The colour of canned shrimps varied from slight blackening to good colour. Another experiment, blanched peeled shrimps were dipped in three concentration levels of phytic acid solution 1000, 2000 and 3000 mg/kg. with the ratio 1:1 for 10, 20 and 30 minutes before canning by process II. The results showed that the pH of canned shrimps were between 6.11 to 6.52 and the total sulfur dioxide contents were between 17.14 to 22.88 mg/kg. All samples had moderate blackening.

Prevention of blackening in canned shrimps by using phytic acid in packing step was also studied. The cooked blanched and peeled shrimps were processed in five different procedures. First, the shrimps were dipped in 500 mg/kg phytic acid solution (shrimp to solution ratio was 1 : 5) for twenty minutes. It was found that the shrimps were slight blackening. Second, 1000 mg/kg phytic acid was added in packing brine. The result showed that the shrimps were good colour. Third, the shrimps were dipped in 500 mg/kg phytic acid solution for twenty minutes together with adding 1000 mg/kg phytic acid in packing brine. It was found that the shrimps were good color, Fourth, no phytic acid was used in any steps. The result showed that all samples were slight to moderate blackening. Fifth, 1000 mg/kg EDTA was added in packing brine and best colour shrimps were obtained in every samples.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร.ไพศาล วุฒิจำนงค์ ประธานคณะกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ โสภโณตร กรรมการที่ปรึกษา ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล กรรมการผู้แทนภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร และรองศาสตราจารย์ ดร.ก้าน จันทรพรหมมา กรรมการผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำแนะนำให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ ตลอดจนคณาจารย์และเพื่อนๆ ในภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรที่ได้ให้การช่วยเหลือหลายๆอย่างเป็นอย่างมาก

ขอขอบพระคุณบริษัทซีอีอาร์ส (ประเทศไทย) จำกัด ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ สนับสนุนสถานที่และวัสดุอุปกรณ์ในการวิจัย และคุณอังคณา พูลคำ ที่ช่วยเหลือในการติดต่อกับ บริษัทซีอีอาร์ส เป็นอย่างสูง

อภิวัน สมบูรณ์ดำรงกุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(3)
Abstract.....	(5)
กิตติกรรมประกาศ.....	(7)
สารบัญ.....	(8)
รายการตาราง.....	(9)
รายการภาพ.....	(12)
บทที่	
1 บทนำ.....	1
บทนำต้นเรื่อง.....	1
ตรวจเอกสาร.....	2
วัตถุประสงค์.....	15
2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ.....	16
3 ผลและวิจารณ์.....	27
4 สรุป.....	45
เอกสารอ้างอิง.....	47
ภาคผนวก.....	55
ประวัติผู้เขียน.....	69

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1 ขนาดของกึ่งกับบรรจุกระป๋อง.....	3
2 ค่าความคงตัวของสารประกอบกรดไฟติกเมื่อทำปฏิกิริยากับโลหะชนิดต่างๆ.....	13
3 ชุดการทดลองสำหรับศึกษาการป้องกันการเกิดสีดำนอกกระป๋องโดยใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 1.....	18
4 ชุดการทดลองสำหรับศึกษาการป้องกันการเกิดสีดำนอกกระป๋องโดยใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 2.....	22
5 ชุดการทดลองสำหรับศึกษาการป้องกันการเกิดสีดำนอกกระป๋องโดยใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง.....	25
6 คะแนนการยอมรับสีของกึ่งกระป๋องผลิตโดยใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 1.....	28
7 พีเอชของกึ่งกระป๋องผลิตโดยใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 1.....	30
8 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของกึ่งกระป๋องผลิตโดยใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 1.....	31
9 ปริมาณเหล็กและทองแดงในเนื้อกึ่งกระป๋อง.....	33
10 ปริมาณกรดไฟติกในเนื้อกึ่งหลังแช่สารละลายกรดไฟติกและในกึ่งกระป๋อง.....	36

รายการตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
11	คะแนนการยอมรับสี่ของกึ่งกระป๋องผลิตโดยใช้กรดฟอสฟอริก ในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุ กระป๋องวิธีที่ 2 39
12	พีเอช ของกึ่งกระป๋องผลิตโดยใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอน การเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุ กระป๋องวิธีที่ 2..... 40
13	ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของกึ่งกระป๋องผลิตโดยใช้กรด ฟอสฟอริกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุ กระป๋องวิธีที่ 2..... 41
14	คะแนนการยอมรับสี่ของกึ่งกระป๋องผลิตโดยใช้กรดฟอสฟอริก ในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง..... 43
15	พีเอชและปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของกึ่ง กระป๋องผลิตโดยใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง..... 44

ตารางผนวก

1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี่ของกึ่ง กระป๋องผลิตโดยใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการเตรียมกึ่ง วัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 1..... 56
2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าพีเอช ของกึ่งกระป๋องผลิตโดยใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการเตรียมกึ่ง วัตถุดิบวิธีที่ 1..... 56
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ของกึ่งกระป๋องผลิตโดยใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการเตรียมกึ่ง วัตถุดิบวิธีที่ 1..... 57
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเหล็กในเนื้อกึ่งกระป๋อง..... 57

รายการตาราง(ต่อ)

ตารางผนวก	หน้า
5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณทองแดงในเนื้อกิ่งกระป๋อง.....	58
6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดฟอสฟอริกในกิ่งวัถตุคืบ หลังจากแช่สารละลายกรดฟอสฟอริก.....	58
7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดฟอสฟอริกในกิ่งกระป๋อง.....	59
8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีของกิ่งกระป๋องผลิตโดยใช้ กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการเตรียมกิ่งวัถตุคืบก่อน เข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 2.....	59
9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าพีเอชของกิ่งกระป๋อง ผลิตโดยใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการเตรียมกิ่งวัถตุคืบวิธีที่ 2.....	60
10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ของกิ่งกระป๋อง ผลิตโดยใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการเตรียมกิ่งวัถตุคืบวิธีที่ 2.....	60
11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีของกิ่งกระป๋องผลิตโดย ใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง.....	61
12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าพีเอชของกิ่งกระป๋อง ผลิตโดยใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง.....	61
13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ของกิ่ง กระป๋องผลิตโดยใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง.....	62

รายการภาพ

ภาพ		หน้า
1	กรรมวิธีการผลิตกึ่งในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องแบบที่ 1.....	5
2	กรรมวิธีการผลิตกึ่งในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องแบบที่ 2.....	6
3	ปฏิกิริยาการเกิดเมลานิน.....	8
4	ปฏิกิริยาการรีดิวซ์สารประกอบควิโนน.....	11
5	สูตรโครงสร้างของกรดฟตริก.....	11
6	การจับอนุโมลโลหะของกรดฟตริกและ EDTA.....	12
7	ขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตกึ่งกระป๋องโดยใช้กรดฟตริก ในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบวิธีที่ 1.....	19
8	ขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตกึ่งกระป๋องโดยใช้กรดฟตริก ในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบวิธีที่ 2.....	23
9	ขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตกึ่งกระป๋องโดยใช้กรดฟตริก ในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง.....	26
10	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดฟตริกในเนื้อกึ่งกับความ เข้มข้นสารละลายกรดฟตริกที่ใช้แช่กึ่งวัตถุดิบ ณ เวลา ต่าง ๆ กัน.....	34
11	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดฟตริกในเนื้อกึ่งกับเวลา ที่ใช้แช่ในสารละลายกรดฟตริก ณ ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน..	35
12	เปรียบเทียบปริมาณกรดฟตริกในกึ่งวัตถุดิบหลังจากแช่สาร ละลายกรดฟตริกและในกึ่งกระป๋อง.....	37

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ประเทศไทยมีการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารทะเลเป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นไปตามความต้องการของตลาดต่างประเทศ ทำให้อุตสาหกรรมส่งออกผลิตภัณฑ์อาหารทะเลขยายตัวอย่างกว้างขวาง สามารถเพิ่มรายได้ให้ประเทศอย่างมหาศาล อาหารทะเลของประเทศไทยที่ส่งเป็นสินค้าออกนั้นมีประเภท กุ้ง หอย ปู ปลา โดยส่งในรูปแบบอาหารทะเลกระป๋อง อาหารทะเลแช่เยือกแข็ง และอาหารทะเลแห้ง ตลาดที่สำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และกลุ่มประชาคมยุโรป

ปี พ.ศ. 2532 ประเทศไทยมีปัญหาการส่งออกกุ้งและปูกระป๋อง กล่าวคือในกุ้งและปูกระป๋องที่ส่งไปขายประเทศฝรั่งเศส มีการตรวจพบสาร EDTA (Ethylenediamine tetraacetic acid) สารดังกล่าวเป็นสารที่ใส่ลงไปเพื่อป้องกันการเกิดสีด่างของผลิตภัณฑ์เกินกว่าข้อกำหนดของประเทศฝรั่งเศส จึงระงับการนำเข้าอาหารทะเลกระป๋องเหล่านั้น และยังประกาศไม่อนุญาตให้ใช้สาร EDTA เจือปนลงในสินค้าอาหารไม่ว่ามากน้อยเพียงใด ทำให้ประเทศไทยสูญเสียรายได้มหาศาล เนื่องจากปริมาณส่งออกสินค้ากุ้งและปูกระป๋องจากประเทศไทยในปี 2531 มีมูลค่า 1253.85 ล้านบาท เหตุการณ์นี้อาจทำให้ประเทศในกลุ่มประชาคมยุโรปอื่นๆ ซึ่งปกติแล้วไม่มีมาตรฐานอาหารที่แน่นอนตามมาตรฐานสากล เช่น อิตาลี เยอรมันตะวันตก หรือประเทศผู้นำเข้าอื่นๆ อาทิ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น แคนาดา และออสเตรเลีย ระงับการนำเข้าอาหารทะเลกระป๋องของไทย เพราะมีการเจือสาร EDTA เกินมาตรฐานอาหารสากลที่กำหนดไว้ให้ไม่เกิน 250 มก./กก. (วารินทร์ ศักดิ์พัฒน์, 2532) จึงจำเป็นต้องหาสารอื่นเพื่อใช้แทนสาร EDTA

กรดไฟติกเป็นสารธรรมชาติ สกัดจากเมล็ดพืชและเมล็ดธัญพืช ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารสีเลดที่แข็งแรงเช่นเดียวกับสาร EDTA และมีการนำมาใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหารกันอย่างกว้างขวางในประเทศต่างๆ โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่น (Graf, 1983) เพื่อป้องกัน

การเปลี่ยนสีของอาหาร เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ อาหารทะเล เป็นต้น ดังนั้นจึงควรมี การศึกษาการใช้กรดไฟติก เพื่อป้องกันกาเกิดสีค้ำของกุ้งกระป๋องแทนสาร EDTA อันจะ เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการส่งออกอาหารทะเลกระป๋องในอนาคต

การตรวจเอกซัาร

กุ้งจัดเป็นสัตว์น้ำที่มีค่าทางเศรษฐกิจสูงที่สุด ในบรรดาสัตว์น้ำที่มีเปลือก (Shellfish) ด้วยกัน กุ้งที่จับได้ในน่านน้ำของไทยส่วนใหญ่จะเป็นกุ้งที่อยู่ในวงศ์หนึ่งวงศ์ใดในสี่วงศ์คือ Penaeidae, Pandalidae, Crangonidae และ Palaemonidae แต่ที่นับว่ามีความสำคัญทางเศรษฐกิจมีอยู่สองสกุลด้วยกันคือ สกุล Penaeus และ สกุล Metapenaeus ซึ่งอยู่ในวงศ์ Penaeidae กุ้งที่มีขนาดใหญ่จะส่งออกในรูปของผลิตภัณฑ์แช่ เยือกแข็ง ส่วนกุ้งขนาดเล็กจะนำมาผลิตเป็นกุ้งกระป๋อง กุ้งกระป๋องมีการบรรจุสองแบบ คือ แบบเปียก(wet pack) และแบบแห้ง(dry pack) แบบเปียกจะเติมน้ำเกลือเจือจาง ลงไป ส่วนแบบแห้งจะไม่เติมน้ำเลย ที่นิยมทำกันส่วนใหญ่เป็นแบบเปียก ตามมาตรฐาน สหรัฐอเมริกา(ประเศรัฐ สายสิทธิ์, 2527) กุ้งกระป๋องส่วนใหญ่จะใช้กุ้งขนาดเล็กประมาณ 17 ตัวต่อน้ำหนักหนึ่งออนซ์ หรือมากกว่า

สำหรับกรรมวิธีผลิตกุ้งในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง (ประเศรัฐ สายสิทธิ์, 2527) จะมีขั้นตอนดังนี้

1. นำกุ้งมาลอกเปลือก ผ่าหลังเอาไส้ออก ล้างให้สะอาดในน้ำจัดเย็น กุ้ง ให้สะอาดน้ำ
2. นำกุ้งมาใส่ตะกร้า แล้วจุ่มลงในน้ำเกลือเคือดเข้มข้นประมาณ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8-10 นาที น้ำที่ใช้ต้มจะต้องหมั่นเปลี่ยนบ่อยๆ และจะต้อง หมั่นตรวจสอบความเข้มข้นของเกลือในน้ำต้มบ่อย ๆ ด้วย
3. การทำให้ผิวของเนื้อกุ้งแห้ง หลังจากต้มแล้วใช้พัดลมเป่าเนื้อกุ้งให้ น้ำที่ติดมาระเหยออก โดยปกติจะใช้เวลาประมาณ 3 นาที ลมที่เป่านอกจากจะทำให้ น้ำ ระเหยออกไปแล้ว ยังช่วยให้กุ้งเย็นลงและชั้นเศษของเปลือกก็จะถูกลมเป่าออกไปด้วย
4. กุ้งที่ผ่านการทำให้ผิวแห้งแล้วจะนำมาผ่านการตรวจสอบ คัดเอาชิ้นเนื้อ กุ้งที่ไม่เหมาะสำหรับการบรรจุกระป๋องออก ส่วนที่ใช้ได้จะนำไปคัดขนาดโดยใช้เครื่องคัด ขนาดมีลักษณะเป็นตะแกรงวางเอียงเป็นมุมลาด ด้านบนของตะแกรงจะมีรูเล็กกว่าด้านล่าง

ขนาดกึ่งคิดเป็นจำนวนตัวต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนัก (ตาราง 1)

ตาราง 1 ขนาดของกึ่งที่บรรจุกระป๋อง

ขนาด	จำนวนตัวของกึ่งต่อน้ำหนัก 1 ออนซ์ ¹	
	กึ่งไม่สีกาไล้	กึ่งสีกาไล้
ใหญ่พิเศษ (colossal)	น้อยกว่า 2.5	น้อยกว่า 2.7
ใหญ่มาก (jumbo)	น้อยกว่า 3.5	น้อยกว่า 3.8
ใหญ่ (large)	3.5 ถึง 5	3.8 ถึง 5.4
กลาง (medium)	มากกว่า 5 ถึง 9	มากกว่า 5.4 ถึง 9.8
เล็ก (small)	มากกว่า 9 ถึง 17	มากกว่า 9.8 ถึง 18.4
เล็กมาก (tiny)	มากกว่า 17	มากกว่า 18.4
ค็อกเทล (cocktail)	มากกว่า 102	มากกว่า 105

ที่มา : ประเสริฐ สายสิทธิ์ (2527)

¹มาตรฐานสหรัฐอเมริกา

5. การบรรจุ มีลักษณะการบรรจุ 2 แบบคือ แบบแห้งและแบบเปียก บรรจุแห้งจะเกิดการสูญเสียน้ำหนักของกึ่งในขณะที่ผ่านมากระบวนการหนึ่งฆ่าเชื้อ บรรจุโดยการเติมน้ำเกลือจะได้น้ำหนักกึ่งเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการบรรจุแบบแห้งจึงต้องบรรจุให้น้ำหนักเกินไว้ กระป๋องที่ใช้บรรจุจะต้องเคลือบด้านในด้วยสาร C-enamel ซึ่งเป็นแลคเกอร์ที่มีส่วนผสมของสังกะสีผสมอยู่ด้วย สังกะสีจะจับกับอนุมูลของไฮโดรเจนซัลไฟด์เกิดเป็นสารประกอบที่ไม่มีสี และนิยมใช้กระดาษรองอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันการเปลี่ยนสีของเนื้อกึ่ง การบรรจุโดยเติมน้ำเกลือร้อนไม่จำเป็นต้องได้อากาศเพราะน้ำเกลือร้อนจะทำให้ภายในกระป๋องเป็นสุญญากาศเพียงพอ แต่ถ้าบรรจุโดยไม่เติมน้ำเกลือจะต้องผ่านเข้าเครื่องไล่อากาศ หรือปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบสุญญากาศ เมื่อปิดผนึกแล้วจะนำเข้าไปเครื่องฆ่าเชื้อ เมื่อผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจะเก็บไว้ 2 วัน จึงจะปิดฉลากและบรรจุลงหีบห่อเพื่อส่งออกจำหน่ายต่อไป

สำหรับกึ่งกระป๋องในประเทศไทย ส่วนใหญ่ใช้กึ่งขนาดเล็ก นำมาลวกทั้งเปลือก และแกะเปลือกก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการผลิตของโรงงาน ตัวอย่างกรรมวิธีผลิตกึ่งในน้ำเกลือ บรรจุกระป๋องของบริษัทซีอีเอส (ประเทศไทย) จำกัดแสดงในภาพ 1 และภาพ 2 ซึ่งมีความแตกต่างกันที่วิธีการใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ กล่าวคือ วิธีที่ 1 จะใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ใส่ในน้ำต้มกึ่ง วิธีที่ 2 ใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ใส่ลงในน้ำแช่ก่อนบรรจุกระป๋อง

1. การเกิดสีด่างในกึ่งกระป๋อง

ในระยะไม่กี่ปีก่อนปี ค.ศ. 1956 ได้มีการพบว่ากึ่งกระป๋องเกิดการเปลี่ยนสีเป็นระยะ ๆ กล่าวคือ กึ่งเปลี่ยนสีเป็นสีเทาจนถึงดำตลอดผิวของตัวกึ่ง บางครั้งพบอนุภาคสีด่างเล็ก ๆ แขนงลอยกระจ่ายตัวอยู่ในน้ำเกลือและเป็นรอยสีด่างบริเวณผิวด้านในกระป๋อง

จากการสำรวจในรัฐนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าการเปลี่ยนสีของกึ่งกระป๋องมี 3 ลักษณะคือ

- ตัวกึ่งเปลี่ยนสีเป็นสีเทา (greying) เริ่มจากสีเทาล่อนจนถึงดำทั่วทั้งผิวของตัวกึ่ง
- ตัวกึ่งเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน (blueing) เกิดที่ผิวบริเวณส่วนปลายสุดของหัวกึ่งเป็นจุดสีน้ำเงินขนาด $1/16 - 1/8$ ตารางนิ้ว
- กระป๋องเกิดการเปลี่ยนสี (Black spot) การเกิดแบบนี้จะเกิดบริเวณผิวด้านในฝากระป๋องที่เป็นช่องว่างหัวกระป๋อง

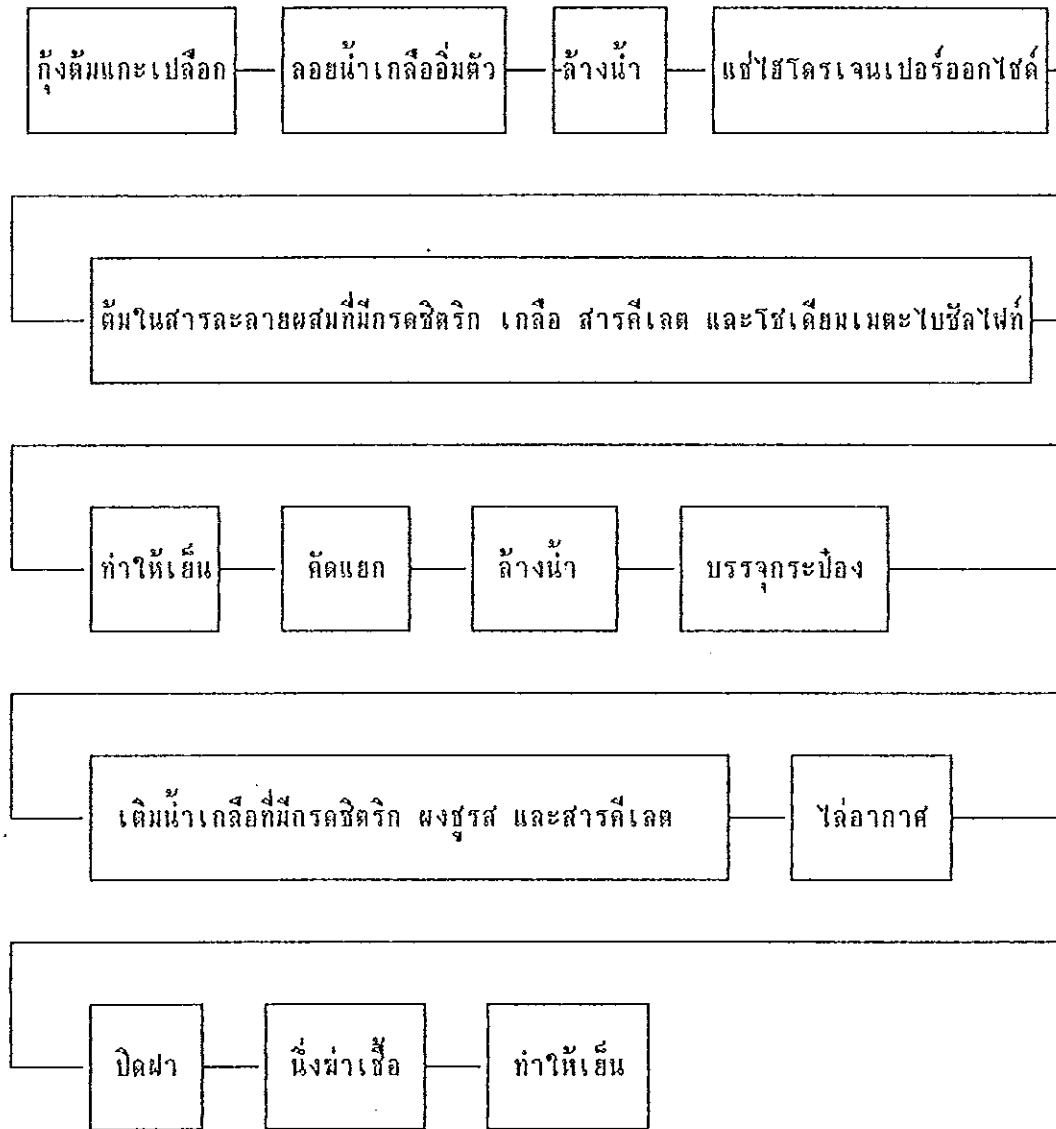
การเปลี่ยนสีทั้ง 3 แบบที่กล่าวมาพบมากที่สุดคือ การเกิดสีเทาของตัวกึ่ง ส่วนการเกิดสีน้ำเงินของตัวกึ่งเกิดขึ้นไม่บ่อยมาก แม้จะเกิดขึ้นก็ไม่เป็นที่สังเกตเหมือนการเกิดสีเทาของตัวกึ่งและกระป๋องเปลี่ยนสี (Landgraf, 1956)

2. สาเหตุการเกิดสีด่างของกึ่งกระป๋อง

การเกิดสีด่างของกึ่งกระป๋องมีสาเหตุดังนี้

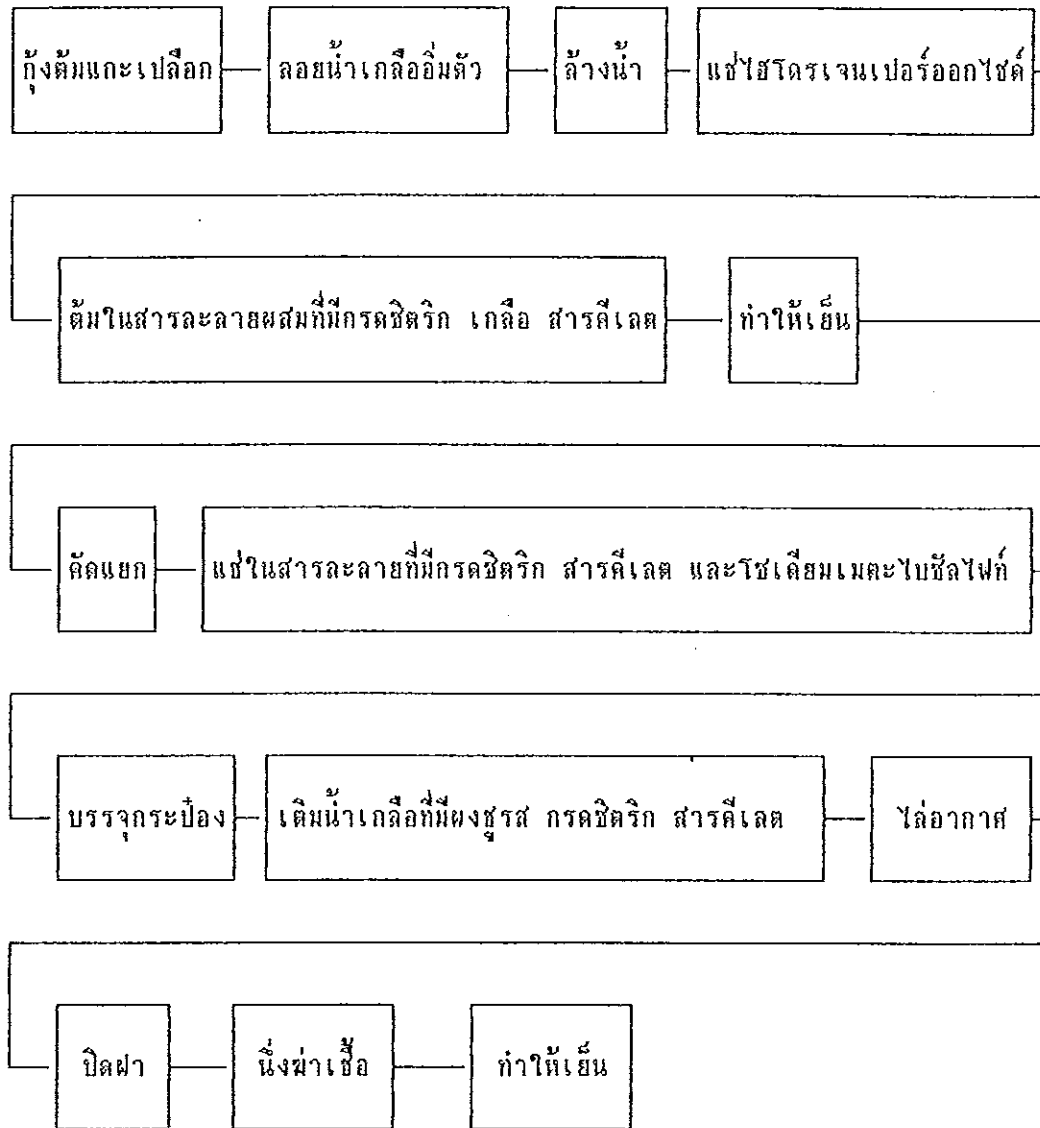
2.1 ค่าพีเอช Nandakumaran และคณะ (1970) ยืนยันว่า ค่าพีเอชมีผลต่อการเกิดสีด่างของกึ่งกระป๋อง กล่าวคือ สภาวะที่พีเอชของกึ่งกระป๋องมีค่าสูงจะทำให้การเกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์เพิ่มขึ้น

Kaneko (1951); Tanikawa และคณะ (1966, 1967) อ้างโดย Nandakumaran (1969) อธิบายว่า ไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดซัลไฟด์ที่มีสีด่าง



ภาพ 1 กรรมวิธีการผลิตถังในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องแบบที่ 1

ที่มา : บริษัท ซีอีอาร์ส (ประเทศไทย) จำกัด (2535)



ภาพ 2 กรรมวิธีการผลิตกึ่งในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องแบบที่ 2
ที่มา : บริษัท ซีอีอาร์เอส (ประเทศไทย) จำกัด (2535)

ในอาหารประเภทโปรตีนบรรจุกระป๋อง ไฮโดรเจนซัลไฟด์มาจากการย่อยสลายของกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบโดยความร้อนและแบคทีเรีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นจะรวมตัวโดยตรงกับอนุมูลของเหล็กและทองแดงที่อยู่ตามธรรมชาติในเลือดของกุ้งและปนเปื้อนในเนื้อกุ้งภายหลัง ได้สารประกอบเหล็กและทองแดงซัลไฟด์ที่มีสีดำ

Nielsen (1955) รายงานว่าการเปลี่ยนสีของสัตว์ตระกูลครัสเตเชียบรรจุกระป๋องนั้นจะไม่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ที่มีพีเอชเท่ากับ 6.5 หรือต่ำกว่า

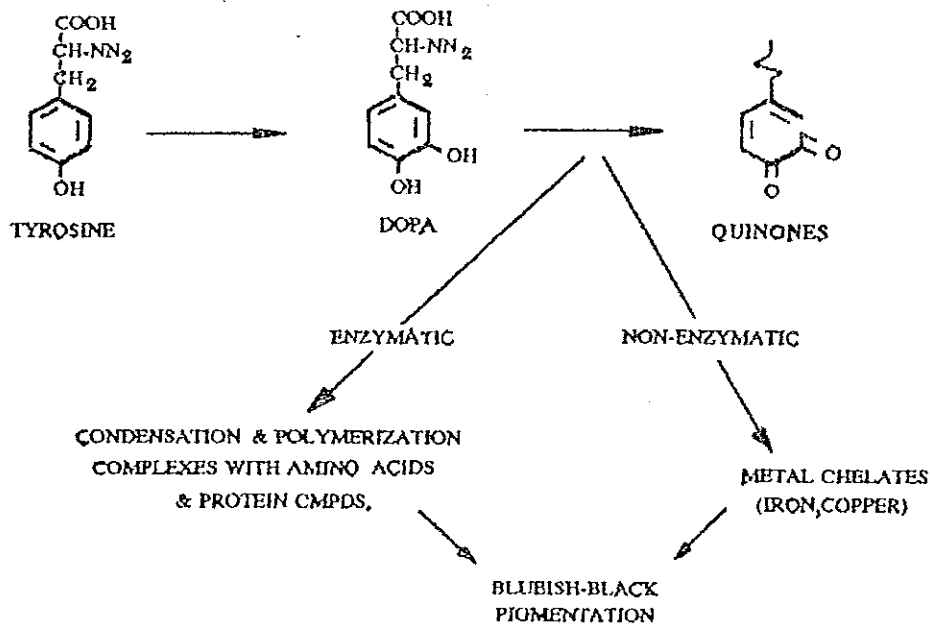
Landgraf (1956) รายงานว่าการเก็บกุ้งสดโดยวิธีดองน้ำแข็งเป็นเวลานานก่อนนำมาบรรจุกระป๋องเป็นสาเหตุให้พีเอชของกุ้งเพิ่มสูงขึ้น และทำให้ผลิตภัณฑ์กุ้งกระป๋องมีพีเอชเพิ่มขึ้นด้วย การเกิดสีเทาและการเปลี่ยนสีที่ผิวหนังในกระป๋องก็จะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

2.2 เมลาโนซิส (Melanosis) การเปลี่ยนเป็นสีดำของกุ้งอาจเกิดจากปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของสารประกอบฟีนอลิก เช่น ไทโรซีน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่อยู่ในตัวกุ้ง ได้สารเมลานิน (melanin) ซึ่งมีสีดำ โดยมีเอนไซม์ไทโรซิเนสฟีนอลออกซิเดส เช่น ไทโรซิเนสเป็นสารเร่งปฏิกิริยา โดยเฉพาะที่พีเอชสูงๆ (Bailey *et al.*, 1960, อ้างโดย Babbitt, 1982) แต่เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการนึ่งฆ่าเชื้อสามารถทำลายเอนไซม์นี้ ดังนั้นอนุพันธ์ตัวกลางสารประกอบฟีนอล (intermediate phenolic derivative) จะดำเนินต่อไปโดยไม่อาศัยเอนไซม์เกิดเป็นเม็ดสีดำด้วยปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนและโพลิเมอไรเซชัน โดยเฉพาะเมื่อมีโลหะอยู่ด้วย (Mathew and Parpia, 1971 อ้างโดย Babbitt, 1982) ปฏิกิริยาแสดงดังภาพ 3

2.3 เหล็กและทองแดงซัลไฟด์ เกิดจากการรวมตัวระหว่างอนุมูลเหล็กหรือทองแดงกับไฮโดรเจนซัลไฟด์ เกิดเป็นเหล็กหรือทองแดงซัลไฟด์ที่มีสีดำ โดยมีผู้ยืนยันไว้ดังนี้คือ

Nielsen (1955) รายงานว่า ในเลือดของสัตว์ตระกูลครัสเตเชียบรรจุกระป๋องด้วยเม็ดสีซึ่งมีทองแดงเป็นองค์ประกอบหลัก กุ้งมีทองแดงเป็นองค์ประกอบสูงถึง 170 มก/กก. เหล็ก 4 มก/กก. ขณะที่กุ้งมีทองแดงเป็นองค์ประกอบ 15 มก/กก. เหล็ก 25 มก/กก. และพบว่า กุ้งกระป๋องจะเกิดการเปลี่ยนเป็นสีดำมากที่สุด ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ทองแดงเป็นปัจจัยของการเกิดสีดำ การเกิดทองแดงซัลไฟด์จะทำให้เกิดสีดำซึ่งแตกต่างกับการเกิดสีดำเนื่องจากเหล็กซัลไฟด์

Thompson และ Waters (1960) อ้างโดย Nandakumaran และคณะ (1969) สรุปว่า การเกิดสีดำของกุ้งกระป๋องมีสาเหตุจากการเกิดเหล็กซัลไฟด์ในเนื้อกุ้ง โดยการ



ภาพ 3 ปฏิกริยาการเกิดเมลานิน

ที่มา : Babbit (1982)

รวมตัวกันระหว่างไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่สลายตัวจากกรดอะมิโนของเนื้อกึ่งกับเหล็กซึ่งอยู่ในเนื้อกึ่งและจากตัวกระป๋องโดยปฏิกริยาเคมี

Board และ Ihsan-ul-Haque (1965) อ้างโดย Nandakumaran และคณะ (1969) รายงานว่า ทองแดงที่พบเป็นสารเจือปนเพียง 0.5 มก/กก. ในน้ำเกลือเป็นสาเหตุให้เกิดสีดำนในเนื้อกึ่งกระป๋อง

Nandakumaran และ คณะ (1969) รายงานว่า ในเนื้อกึ่งกระป๋องจำนวน 100 ตัวอย่างที่ไม่เปลี่ยนเป็นสีดำมีทองแดงอยู่ในช่วง 3.5-12.5 มก/กก. (หน่วยต่อน้ำหนักแห้ง) ส่วนกึ่งที่มีสีดำนอ่อน ดำปานกลาง และดำมาก พบทองแดงอยู่ในช่วง 10.0-19.3, 24.4-31.4 และ 35.1-163 มก/กก. ตามลำดับ และตัวอย่างที่ไม่เปลี่ยนเป็นสีดำพบเหล็กอยู่ในช่วง 17.2-63.7 ส่วนกึ่งที่มีสีดำนอ่อน ดำปานกลาง และดำมาก พบเหล็กอยู่

14.5-89.9, 18.3-86.2 และ 34.4-136.8 ตามลำดับ จากผลอันนี้แสดงว่าเหล็กหรือทองแดงอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่างมีอิทธิพลต่อการเกิดสีด้า เมื่อแยกกันเฉพาะตัวดำและไม่ดำออกจากกันนำมาวิเคราะห์พบว่ากึ่งตัวดำจะมีทองแดงปริมาณมากกว่ากึ่งตัวไม่ดำมาก ขณะที่เหล็กมีปริมาณมากกว่าบ้าง น้อยกว่าบ้าง แสดงให้เห็นว่าทองแดงน่าจะเป็นองค์ประกอบหลักต่อการเกิดสีด้าในเนื้อกึ่งกระป๋อง เมื่อเติมน้ำเกลือที่มีทองแดง 2-3 มก/กก. พบว่ากึ่งเริ่มเกิดสีด้า เพื่อเพิ่มปริมาณของทองแดงให้มากขึ้นการเกิดสีด้าก็จะมากขึ้น กล่าวคือ เมื่อทองแดงในเนื้อกึ่งมีปริมาณสูงกว่า 15 มก/กก. การเกิดสีด้าจะเริ่มปรากฏขึ้น และจะมีสีด้าปานกลางหรือดำมากเมื่อมีปริมาณทองแดงในเนื้อกึ่ง 28-64 มก/กก. เมื่อเติมเหล็กในน้ำเกลือจนกระทั่งเนื้อกึ่งมีปริมาณเหล็กถึง 250 มก/กก. จะไม่ทำให้เกิดสีด้าในเนื้อกึ่งเลย แต่เกิดสีน้ำตาลเข้ม สอดคล้องกับ Nielsen (1955)

Nandakumaran และ คณะ (1970) พบว่าแหล่งสำคัญของเหล็กและทองแดงคือ เนื้อเยื่อของตัวกึ่งเอง หรือจากการปนเปื้อนจากเครื่องมือ เครื่องใช้ น้ำ และจากกระป๋องที่เคลือบแลดเจอร์ไม่ดีพอ

3. การป้องกันการเกิดสีด้าของกึ่งกระป๋อง

การป้องกันการเกิดสีด้าของกึ่งกระป๋อง สามารถป้องกันได้โดยใช้สารดังต่อไปนี้

3.1 การใช้กรด กรดสามารถป้องกันการเกิดสีด้าได้โดยลดพีเอชของเนื้อกึ่ง เนื่องจากเกิดการเกิดสีด้าจะเกิดขึ้นในสภาวะที่เป็นด่าง ส่วนในสภาวะที่เป็นกรดไฮโดรเจนซัลไฟด์จะไม่แตกตัว เป็นอนุมูลจึงไม่สามารถรวมตัวกับอนุมูลเหล็ก

Farber (1953) ได้อธิบายว่าการที่กรดสามารถป้องกันการเกิดสีด้าได้เนื่องจากอนุมูลของกรดจะไปรวมตัวกับเหล็กหรือทองแดง

Nielsen (1955) แนะนำว่าการเติมกรดที่เพียงพอในน้ำเกลือที่ใช้บรรจุกึ่งจะสามารถป้องกันการเกิดสีด้าของกึ่งกระป๋องได้ และสำหรับกึ่งวัตถุดิบที่ไม่สมควรใช้กรดปริมาณมากขึ้น แต่การใช้กรดมากเกินไปก็จะเกิดการกัดกร่อนกระป๋องได้ ช่วงพีเอชที่เหมาะสมที่สุดคือ 6.2-6.4

Landgraf (1956) พบว่าการเติมกรดชนิดรีดิวซันในน้ำเกลือจนผลิตภัณฑที่มีพีเอช 5.6 การเกิดสีด้าจะน้อยกว่าผลิตภัณฑที่มีค่าพีเอช 6.5-6.6 แต่กลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัสของกึ่งจะเสียไป เนื้อกึ่งจะเหนียวและแข็งมากขึ้น พีเอชที่เหมาะสมในผลิตภัณฑที่จะช่วยให้ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัสดีที่สุด คือ 6.0-6.4

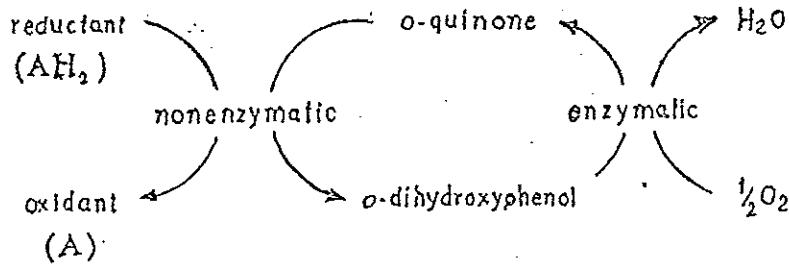
Nandakumaran และคณะ (1969) รายงานว่า การเติมกรดซิตริกที่ความเข้มข้นเหมาะสมจะช่วยลดการเกิดเหล็กซัลไฟด์ได้ และการเติมน้ำมะนาวจะป้องกันการเกิดสีด้าได้ดีกว่าการใช้กรดซิตริกอย่างเดี่ยวที่พีเอชเท่ากัน

3.2. การใช้สารคีเลต (chelating agents) สารนี้สามารถรวมตัวกับอนุภาคโลหะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ทำให้คุณสมบัติต่างๆของโลหะหมดไป Feller (1954) อ้างโดย Boon (1975) พบว่าการเติมสาร EDTA ในอาหารทะเลกระป๋องจะป้องกันการเปลี่ยนสีได้ เนื่องจากสาร EDTA จะจับกับเหล็กหรือทองแดง

Nandakumaran และคณะ (1970) รายงานว่า กุ้งที่มีปริมาณเหล็กมากกว่า 200 มก/กก. จะเกิดการเปลี่ยนสีแต่สามารถควบคุมได้โดยใช้เกลือของสาร EDTA ปกติแล้วการเปลี่ยนสีด้าเกี่ยวข้องกับพีเอช กล่าวคือ เมื่อค่าพีเอชของน้ำเกลือเกือบเป็นกลางหรือเป็นด่าง (พีเอช 8.0) จะทำให้กุ้งและน้ำเกลือเปลี่ยนเป็นสีด้าเข้ม ซึ่งสามารถลดการเกิดสีด้าได้โดยใช้เกลือ Na_2EDTA ความเข้มข้น 5000 มก/กก. แต่ในสภาวะที่เป็นกรด (พีเอช 6.4) กุ้งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และสามารถป้องกันการเกิดสีด้าได้โดยใช้เกลือ Na_2EDTA ความเข้มข้นเพียง 1000 มก/กก. และยังพบว่าเกิดการเกิดสีด้าที่ถูกกระตุ้นโดยทองแดงไม่สามารถควบคุมหรือลดลงได้โดยสาร EDTA ทั้งในสภาวะที่เป็นกรดและด่าง

3.3. การใช้สารรีดิวซ์ (reducing agents) สารประกอบซัลไฟต์เป็นสารรีดิวซ์ที่ใช้ป้องกันการเกิดสีด้าในสัตว์น้ำที่มีเปลือกหุ้ม (Otwell and Marshall, 1986) Bailey และ Fieger (1954) อ้างโดย Ferrer และคณะ (1989) ยืนยันว่า สารประกอบซัลไฟต์สามารถยับยั้งกลไกการเกิดสีด้าในกุ้งโดยคุณสมบัติในการรีดิวซ์ ดังปฏิกิริยาภาพ 4 Ferrer และคณะ (1989) รายงานว่า สารประกอบไบซัลไฟต์ (bisulfite) รวมตัวกับโดพาโครม (dopachrome) ซึ่งมีสีแดงแกมน้ำตาลได้สารประกอบซัลโฟควิโนน (sulfoquinones) ซึ่งเป็นสารไม่มีสี โดพาโครมเป็นสารประกอบควิโนนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนไทโรซีนก่อนที่จะรวมตัวกันเป็นเมลานินที่มีสีด้า แต่สารประกอบไบซัลไฟต์ไม่สามารถทำให้สีของเมลานินจางหายไป

Spears (1973) อ้างโดย Boon (1975) พบว่า อลูมิเนียมสามารถรีดิวซ์เหล็กและทองแดงให้อยู่ในสภาพของโลหะ (metallic state) ซึ่งไม่เกิดปฏิกิริยากับสารประกอบซัลไฟด์ Water (1970) อ้างโดย Boon (1975) พบว่า สังกะสีซึ่งเป็นสารประกอบใน C-enamel ที่ใช้เคลือบกระป๋องสามารถเกิดปฏิกิริยาแทนที่เหล็กเกิดเป็นสังกะสีซัลไฟด์ที่ไม่มีสี



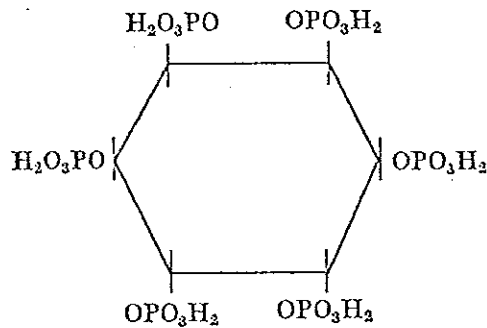
ภาพ 4 ปฏิกริยาการรีดิวซ์สารประกอบควิโนน

ที่มา : Golan-Goldhirsh and Whitaker (1984)

4. กรดไฟติก (Phytic acid)

กรดไฟติก เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ (ปริมาณร้อยละ 60-90) ของฟอสเฟอรัสทั้งหมดในเมล็ดพืช ธัญพืช และเมล็ดงา น้ำมัน โดยปกติจะอยู่ในรูปสารประกอบของเกลือไฟเตทของแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม รู้จักในชื่อว่า ไฟติน (Phytin)

กรดไฟติก มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า กรดไมโออินซิทอลเฮกซะฟอสเฟอริก (myo-inositol hexaphosphoric acid) น้ำหนักโมเลกุล 680.4 มีสูตรโมเลกุล $C_6H_{18}O_{24}P_6$ สูตรโครงสร้าง แสดงดังภาพ 5



ภาพ 5 สูตรโครงสร้างของกรดไฟติก

ที่มา : Hayashi (1979)

5. คุณสมบัติทางกายภาพของกรดไฟติก

5.1 ลักษณะปรากฏ เป็นของเหลวสีเหลืองเข้ม

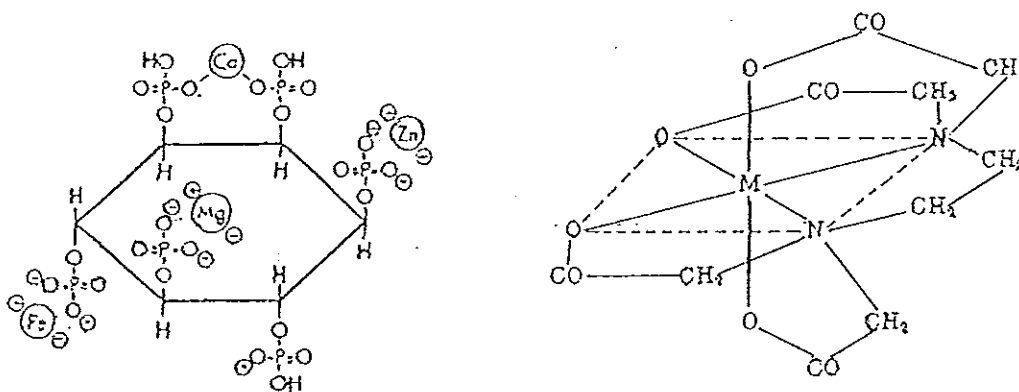
5.2 การละลาย ละลายได้ในน้ำ และแอลกอฮอล์

5.3 พีเอช ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของกรดไฟติก เมื่อปริมาณกรดไฟติกที่ความเข้มข้นสูงพีเอชจะลดลง

5.4. การทนความร้อน (Heat stability) เมื่อถูกความร้อนสูงจะสลายตัว แต่ถ้าอุณหภูมิน้อยกว่า 120°C ยังคงตัวได้

6. ปฏิกิริยาของกรดไฟติก

กรดไฟติกจะรวมตัวเป็นสารประกอบกับอนุมูลโลหะที่มีประจุ 2 หรือมากกว่า และจะทำให้อนุมูลโลหะสูญเสียคุณสมบัติในการทำปฏิกิริยา โดยปกติสารประกอบที่เกิดขึ้นจะแข็งแรงเหมือนกับสาร EDTA เมื่อ 2 โมลของอนุมูลโลหะรวมตัวกับ 1 โมลของกรดไฟติก แต่ความแข็งแรงลดลงเมื่อ 4 โมลของอนุมูลโลหะรวมตัวกับ 1 โมลของกรดไฟติก ดังภาพ 6



Phytic acid¹

EDTA²

ภาพ 6 การจับอนุมูลโลหะของกรดไฟติกและ EDTA

ที่มา :¹Reddy (1982), ²Furia (1972)

ความแข็งแรงของการจับกับอนุมูลโลหะแสดงด้วยค่าความคงตัวของสารประกอบ (chelate stability constants) ค่าที่สูงจะมีความสามารถจับกับอนุมูลโลหะได้ดีกว่าค่าต่ำ ตาราง 2 แสดงค่าความคงตัวของสารประกอบของกรดฟอสฟอริกซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าพีเอชและค่าความคงตัวของสารประกอบ EDTA

ตาราง 2 ค่าความคงตัวของสารประกอบกรดฟอสฟอริกและ EDTA เมื่อทำปฏิกิริยากับโลหะชนิดต่างๆ

พีเอช	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Cu ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	Co ⁺⁺	Ni ⁺⁺	Zn ⁺⁺
1	8.47	8.63	9.21	16.45	1.33	2.59	15.50
2	10.28	8.23	9.83	16.30	2.66	2.98	15.48
3	9.56	9.73	10.41	16.84	2.12	2.08	15.50
4	10.65	10.02	10.43	17.21	7.17	3.89	15.85
5	10.77	10.05	10.85	17.35	15.54	13.49	14.96
6	10.57	10.87	10.91	17.63	15.27	14.97	15.05
EDTA	8.69	10.59	8.8 ¹	25.7 ¹	16.21 ¹	18.56 ¹	16.50

ที่มา : Hayashi (1979)

¹จาก Furia (1972)

7. การประยุกต์ใช้กรดฟอสฟอริก

เนื่องจากกรดฟอสฟอริกมีคุณสมบัติสามารถจับกับโลหะได้ จึงมีการประยุกต์ใช้เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและสีในผลิตภัณฑ์เกษตร เช่น เมล็ดเมล็ด ถั่ว งอก เครื่องดอง และหน่อไม้ฝรั่ง เป็นต้น ป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ประมง เช่น ป้องกันการเกิดผลึกคล้ายแก้ว (struvite) ในปลาที่อุณหภูมิลดลง ป้องกันการเกิดสีดำในหอย กุ้ง กระจับปิ้ง และใช้แยกโลหะออกจากไวน์

Binche (1971) ใช้กรดฟอสฟอริกในเครื่องต้มเพื่อแยกเหล็กออกมาทำให้รสชาติดีขึ้น

Akaki และ Yoshida (1972) ได้ทดลองแยกเหล็กออกจากสารละลายเกลือของเหล็กที่ความเข้มข้น 100-1000 มก/กก. พบว่าเหล็กร้อยละ 99.5 ในสารละลายเกลือของเหล็กเข้มข้น 100 มก/กก. สามารถแยกออกได้โดยใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้น 2000 มก/กก. ในเวลา 1 ชั่วโมงที่ pH 3.5 ส่วนสารละลายเกลือของเหล็กเข้มข้น 1000 มก/กก. ต้องใช้เวลา 6-15 ชั่วโมง

Uenoki และคณะ (1977) ใช้กรดฟอสฟอริกของไข่คาร์เวียร์ (caviar) โดยใช้ไข่ปลาโพลลอค(pollock roe) 1.0 กิโลกรัม แต่ในสารละลายกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 1500 มก/กก. นาน 5 ชั่วโมง ผลลัพท์ที่ได้มีสีแดงสดหลังจากเก็บที่ 3° ซ. นาน 15 วัน ขณะที่หาคความคุมสีเปลี่ยนไปภายในไม่กี่วัน

Ueno และคณะ (1978) ใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้น 100 มก/กก. ในสังขยาไข่ห่อแล้วอบที่อุณหภูมิสูงกว่า 120° ซ. นาน 4 นาที แล้วทำให้เย็นพบว่า สามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้

Ogino และคณะ (1980) ใช้แคลเซียมฟอสเฟตแยกเหล็กที่ปนเปื้อนในไวน์ โดยไวน์มีความเข้มข้นของเหล็ก 17 มก/มล. เติมน้ำกลั่นเพื่อเปลี่ยนเฟอร์รัสเป็นเฟอริก แล้วผสมแคลเซียมฟอสเฟตในปริมาณ 60 มก/ลิตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 10 วัน นำมาเหยียงแยก พบว่าในส่วนที่ใสประกอบด้วยเหล็กเข้มข้น 3.7 มก/กก.

Ajinomoto Co, Inc.(1980) พบว่า ลูกปลาซาร์ดีน(sardine fingerling) ต้มในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 500-5000 มก/กก. แล้วนำมาตากแห้งจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความขาวเพิ่มขึ้น และป้องกันการเปลี่ยนสีระหว่างเก็บรักษา

Hayashi (1979) รายงานว่า การใช้กรดฟอสฟอริกในการทำปุ๋ยโดยแช่เนื้อปูในสารละลายกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 500 มก/กก. ก่อนบรรจุปุ๋ยร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์เข้มข้น 1000 มก/กก. ปรากฏว่า เนื้อปูไม่เกิดเป็นสีน้ำตาล

วัตถุประสงค์

ศึกษาผลการป้องกันอาการเกิดสีด้าในกึ่งกระป๋องโดยใช้กรดไฟติกในชั้นเคลือบการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋อง และในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ

1. กุ้งตาและ (*Metapenaeopsis barbata*) จากบริษัทซีอีเอส(ประเทศไทย) จำกัด เป็นกุ้งซึ่งจับได้บริเวณชายฝั่งทะเล อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา ขนาด 500-800 ตัวต่อ กิโลกรัม ผ่านการลวกพอสูก และนำมาแกะเปลือก
2. สารละลายกรดไฟติก จากบริษัท Mitsui Toatsu Chemical ประเทศญี่ปุ่น ลักษณะ เป็นของเหลวใส สีเหลืองอ่อนจนถึงสีน้ำตาลอ่อน มีปริมาณกรดไฟติกร้อยละ 50
3. กรดซิตริก เกลือ ผงชูรส ไตโซเดียมเอทิลีนไดเอมีนเตตระอะซีติกแอซิด (Disodium ethylene diamine tetraacetic acid) โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ โซโดรเจนเปอร์ออกไซด์ชนิดที่ใช้กับอาหาร
4. กระจกเคลือบตู้บุง ขนาด 307 X 113 พร้อมฝา ด้านในกระจกเคลือบสาร C-enamel จากบริษัท คาโบลเมทัลบอกร์ (ประเทศไทย) จำกัด
5. วัสดุและเคมีภัณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก ทองแดง กรดไฟติก และซิลเฟอร์-ไดออกไซด์

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกุ้งกระป๋อง
 - 1.1 หม้อสแตนเลส ขนาดความจุ 8 ลิตร
 - 1.2 อ่างผสมสารละลาย ขนาดความจุ 3 ลิตร
 - 1.3 ถังพลาสติก ขนาด 8 ลิตร
 - 1.4 ถาดสแตนเลส
 - 1.5 ตะกร้าพลาสติก

- 1.6 เครื่องปิดฝากระป๋อง
- 1.7 หม้อหุงข้าว
2. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์
 - 2.1 พีเอชมิเตอร์
 - 2.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก ทองแดง กรดไฟติก ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

วิธีการ

การป้องกันกาเกิดสีด้าในกั๊งกระป๋องโดยใช้กรดไฟติก

1. การใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกั๊งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) จำนวน 4 ครั้ง โดยทำครั้งละ 1 ขั้ว จัดชุดการทดลองแบบแฟคตอเรียล ประกอบด้วย 2 ปัจจัยดังนี้

- (1) ระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดไฟติก มี 4 ระดับ ได้แก่
 - ระดับความเข้มข้น 500 มก/กก.
 - ระดับความเข้มข้น 1000 มก/กก.
 - ระดับความเข้มข้น 2000 มก/กก.
 - ระดับความเข้มข้น 4000 มก/กก.
- (2) เวลาที่ใช้ในสารละลายกรดไฟติก มี 3 ระดับ ได้แก่
 - เวลา 10 นาที
 - เวลา 20 นาที
 - เวลา 30 นาที

สุ่มตัวอย่างกั๊งวัตถุดิบสำหรับนำมาทดลอง โดยใช้แผนการสุ่มแบบ Variable sampling plan (Kramer and Twigg, 1970) แต่ในสารละลายกรดไฟติกอัตราส่วน กั๊ง : สารละลายกรดไฟติก = 1 : 1 ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างกัน ตามแผนการทดลองที่สามารถจัดเป็นชุดทดลองได้ $4 \times 3 = 12$ ชุด และชุดควบคุมเป็นชุดที่แช่น้ำเปล่าโดยใช้กั๊งหลายขนาดปนกันชุดการทดลองละ 1 กก. ดังตาราง 3 และทำการผลิตกั๊งกระป๋องตามวิธีการดังแสดงในภาพ 7

ตาราง 3 ชุดการทดลองสำหรับศึกษาการป้องกันการเกิดสีดำนกึ่งกระป๋องโดยใช้กรด
ฟอสฟอริกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 1

ชุดการทดลอง	ความเข้มข้นของสารละลายกรดฟอสฟอริก (มก/กก.)	เวลาในการแช่ (นาที)
1 (C_1T_1)	500	10
2 (C_1T_2)	500	20
3 (C_1T_3)	500	30
4 (C_2T_1)	1000	10
5 (C_2T_2)	1000	20
6 (C_2T_3)	1000	30
7 (C_3T_1)	2000	10
8 (C_3T_2)	2000	20
9 (C_3T_3)	2000	30
10 (C_4T_1)	4000	10
11 (C_4T_2)	4000	20
12 (C_4T_3)	4000	30
13 (C_0T_0) (ชุดควบคุม)	0	0

กึ่งวัตถุดิบ

ใช้ในสารละลายกรดไฟติกตามแผนการทดลอง(ตาราง 3)

ใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 7500 มก/กก.

อัตราส่วนกึ่ง : สารละลาย = 1:4 นาน 2 นาที

ต้มในสารละลายผสมที่มีกรดซิตริก 1000 มก/กก.

เกลือ 5000 มก/กก. และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 1500 มก/กก.

อัตราส่วนกึ่ง : สารละลายผสม = 1:4 นาน 10 นาที

ทำให้เย็น ตัดแยก ล้างน้ำและทิ้งให้สะเด็ดน้ำ

บรรจุกระป๋อง 130 กรัม

เติมน้ำเกลือที่มีกรดซิตริก 1000 มก/กก. เกลือ 40 ก/กก. พงษ์รส 1000 มก/กก.

ปริมาณ 75 กรัม

ไล่อากาศและปิดผนึกฝา

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 117°ซ. นาน 35 นาทีและทำให้เย็น

บ่มที่อุณหภูมิ 55°ซ นาน 21 วัน ประเมินผล

ภาพ 7 ขั้นตอนการผลิตกึ่งกระป๋องโดยใช้กรดไฟติก
ในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบตามวิธีที่ 1

ประเมินผลโดยการตรวจวิเคราะห์ดังนี้

- สีของกึ่งกระป๋อง โดยการตรวจสอบทางประสาทสัมผัส หลังจากบ่มที่ 55°ซ นาน 21 วัน เพื่อเร่งอายุผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่มีความชำนาญ จำนวน 7 คน ประเมินสีของกึ่งกระป๋องโดยใช้ Rating scales ประกอบด้วย 5 ระดับคะแนน เมื่อคะแนน 1 หมายถึงสีดีมาก คะแนน 2 หมายถึงสีปานกลาง คะแนน 3 หมายถึงสีด้อยเล็กน้อย คะแนน 4 หมายถึงสีดี คะแนน 5 หมายถึงสีดีมาก (American Society for Testing and Materials, 1968) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างชุดทดลอง โดยใช้วิธี DMRT (Duncan multiple range test) (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2531).

- ค่าพีเอช ทำการวัดค่าพีเอชของน้ำเกลือที่ได้จากตัวอย่างกึ่งกระป๋อง ตามชุดการทดลองด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์

- ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ นำตัวอย่างกึ่งกระป๋องทั้งเนื้อกึ่งและน้ำเกลือมาให้ละเอียดแล้ววิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดโดยวิธีของ Pearson (1970)

- ปริมาณเหล็กและทองแดงในกึ่งวัตถุดิบและกึ่งกระป๋อง เพื่อศึกษาความสามารถของกรดไฟติกในการดึงอนุมูลเหล็กและทองแดงออกจากกึ่งวัตถุดิบ โดยสุ่มตัวอย่างกึ่งชุดการทดลองละ 2 ซ้ำๆ ละ 100 กรัม อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 55°ซ. นำไปวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กและทองแดงโดยวิธี Atomic absorption spectroscopy (A.O.A.C, 1990) ที่หน่วยปฏิบัติการกลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างชุดทดลองโดยวิธี DMRT ทำการทดลองทั้งหมด 4 ครั้ง

- ปริมาณกรดไฟติกของกึ่งวัตถุดิบที่ผ่านการแช่สารละลายกรดไฟติก และผลิตภัณฑ์กึ่งกระป๋อง เพื่อเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมกรดไฟติกในกึ่งวัตถุดิบหลังจากแช่สารละลายกรดไฟติกและปริมาณคงเหลือในผลิตภัณฑ์กึ่งกระป๋อง โดยสุ่มตัวอย่างกึ่งชุดการทดลองละ 2 ซ้ำ ๆ ละ 100 กรัม นำตัวอย่างมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 55°ซ. นำไปวิเคราะห์หาปริมาณกรดไฟติกโดยวิธี Anion-exchange method (Harland, and Oberleas, 1986) นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ทำการทดลองทั้งหมด 4 ครั้ง

2. การใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดจำนวน 3 ครั้ง ทำครั้งละ 1 ข้ำ โดยจัดชุดการทดลองแบบแฟคตอเรียล ประกอบด้วย 2 ปัจจัยดังนี้

- (1) ระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดฟอสฟอริก มี 3 ระดับ ได้แก่
 - ระดับความเข้มข้น 1000 มก/กก.
 - ระดับความเข้มข้น 2000 มก/กก.
 - ระดับความเข้มข้น 3000 มก/กก.
- (2) เวลาที่ใช้แช่ในสารละลายกรดฟอสฟอริก มี 3 ระดับ ได้แก่
 - เวลา 10 นาที
 - เวลา 20 นาที
 - เวลา 30 นาที

สุ่มตัวอย่างกึ่งวัตถุดิบสำหรับนำมาทดลอง โดยใช้แผนการสุ่มแบบ Variable sampling plan แช่ในสารละลายกรดฟอสฟอริกอัตราส่วนกึ่ง : สารละลายกรดฟอสฟอริก = 1:1 ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างกันตามแผนการทดลองที่สามารถจัดเป็นชุดการทดลองได้ $3 \times 3 = 9$ และชุดควบคุมเป็นชุดที่แช่น้ำ โดยใช้กึ่งหลายขนาดปนกันชุดการทดลองละ 1 กก. ดังตาราง 4 ทำการผลิตกึ่งกระป๋องตามวิธีการดังแสดงในภาพ 8

ประเมินผลโดยการตรวจวิเคราะห์ดังนี้

- สีของกึ่งกระป๋อง ทำการตรวจสอบทางประสาทสัมผัส หลังจากบ่มที่ 55°C นาน 21 วัน ด้วยวิธีการเช่นเดียวกับของวิธีที่ 1
- ค่าพีเอช เช่นเดียวกับของวิธีที่ 1
- ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เช่นเดียวกับของวิธีที่ 1

ตาราง 4 ชุดการทดลองสำหรับศึกษาการป้องกันการเกิดสีดำนกึ่งกระป๋องโดยใช้กรด
ไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 2

ชุดการทดลอง	ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฟติก (มก/กก.)	เวลาในการแช่ (นาที)
1 (C_1T_1)	1000	10
2 (C_1T_2)	1000	20
3 (C_1T_3)	1000	30
4 (C_2T_1)	2000	10
5 (C_2T_2)	2000	20
6 (C_2T_3)	2000	30
7 (C_3T_1)	3000	10
8 (C_3T_2)	3000	20
9 (C_3T_3)	3000	30
10 (C_0T_0) (ชุดควบคุม)	0	0

กึ่งวัตถุดิบ

แช่ในสารละลายกรดไฟติกตามแผนการทดลอง (ตาราง 4)

แช่สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 7500 มก/กก.

อัตราส่วนกึ่ง : สารละลาย = 1:4 นาน 2 นาที

ต้มในสารละลายผสมที่มีกรดซิตริก 1000 มก/กก. และเกลือ 5000 มก/กก.

อัตราส่วนกึ่ง : สารละลายผสม = 1:4 นาน 10 นาที

ทำให้เย็นและคัดแยก

แช่สารละลายผสมที่มีโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 1000 มก/กก.

และกรดซิตริก 800 มก/กก. อัตราส่วน 1:5 นาน 20 นาที กึ่งให้สะเด็ดน้ำ

บรรจุกระป๋อง 130 กรัม

เติมน้ำเกลือที่มีกรดซิตริก 1000 มก/กก. เกลือ 40 ก/กก. พงชูรส 1000 มก/กก.

ปริมาณ 75 กรัม

ไล่อากาศและปิดผนึกฝา

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 117 °ซ. นาน 35 นาที และทำให้เย็น

บ่มที่อุณหภูมิ 55 °ซ. นาน 21 วัน ประเมินผล

ภาพ 8 ขั้นตอนการผลิตกึ่งกระป๋องโดยใช้กรดไฟติก
ในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบตามวิธีที่ 2

3. การใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนก่อนการบรรจุกระป๋อง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดจำนวน 3 ครั้ง ทำครั้งละ 1 ข้ำ ประกอบด้วย 5 ชุดการทดลองดังนี้

D-P แช่วัตถุดิบกึ่งต้มแล้วในสารละลายผสมที่มีกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 500 มก/กก. กรดซิตริก 800 มก/กก. และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 1000 มก/กก. ด้วยอัตราส่วนกึ่ง : สารละลายผสม = 1 : 5 นาน 20 นาที และเติมน้ำเกลือที่มีกรดซิตริก 1050 มก/กก. เกลือ 40 ก/กก. พงษ์รส 1000 มก/กก.

B-P แช่วัตถุดิบกึ่งต้มแล้วในสารละลายผสมที่มีกรดซิตริกเข้มข้น 800 มก/กก. โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 1000 มก/กก. อัตราส่วนกึ่ง : สารละลายผสม = 1 : 5 นาน 20 นาที และเติมน้ำเกลือที่มีกรดฟอสฟอริก 1000 มก/กก. เกลือ 40 ก/กก. พงษ์รส 1000 มก/กก.

D-B-P แช่วัตถุดิบกึ่งต้มแล้วในสารละลายผสมที่มีกรดฟอสฟอริก 500 มก/กก. กรดซิตริก 800 มก/กก. โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 1000 มก/กก. อัตราส่วน กึ่ง : สารละลายผสม = 1 : 5 นาน 20 นาที และเติมน้ำเกลือที่มีกรดฟอสฟอริก 1000 มก/กก. เกลือ 40 ก/กก. พงษ์รส 1000 มก/กก.

B-EDTA แช่วัตถุดิบกึ่งต้มแล้วในสารละลายที่มีกรดซิตริก 800 มก/กก. โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 1000 มก/กก. อัตราส่วน 1: 5 นาน 20 นาที และเติมน้ำเกลือที่มี EDTA 1000 มก/กก. กรดซิตริก 1050 มก/กก. เกลือ 40 มก/กก. พงษ์รส 1000 มก/กก.

ชุดควบคุม แช่วัตถุดิบกึ่งต้มแล้วในสารละลายที่มีกรดซิตริก 800 มก/กก. โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 1000 มก/กก. อัตราส่วน 1 : 5 นาน 20 นาที และเติมน้ำเกลือที่มีกรดซิตริก 1050 มก/กก. เกลือ 40 ก/กก. พงษ์รส 1000 มก/กก.

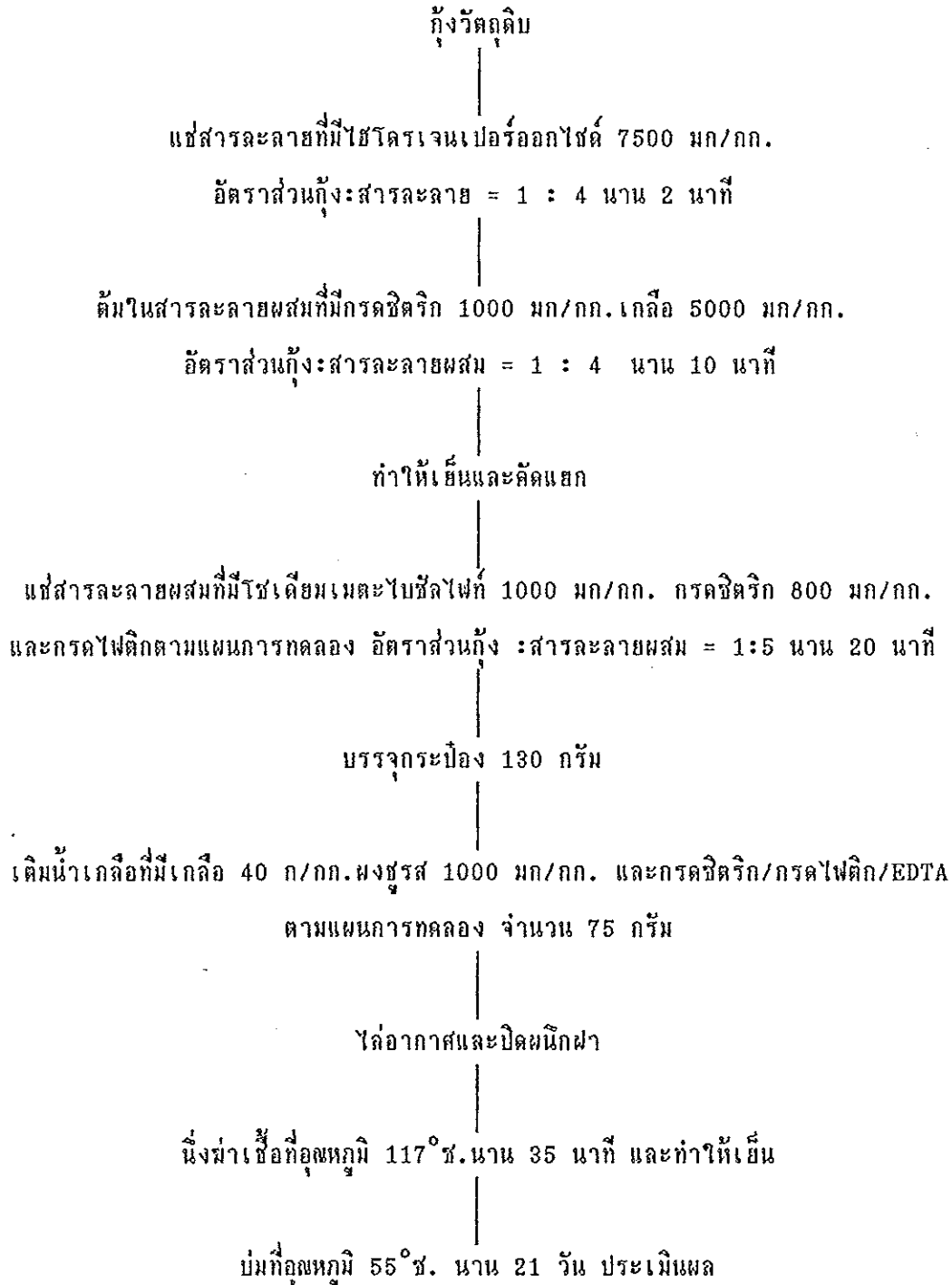
สุ่มตัวอย่างกึ่งวัตถุดิบสำหรับนำมาทดลอง โดยใช้แผนการสุ่มแบบ Variable sampling plan โดยใช้กึ่งหลายขนาดปนกันชุดการทดลองละ 1 กก. ตามแผนการทดลอง แสดงดังตาราง 5 แล้วทำการผลิตกึ่งกระป๋องตามวิธีการดังแสดงในภาพ 9

ประเมินผลโดยการตรวจวิเคราะห์ดังนี้

- สีของกึ่งกระป๋อง โดยการตรวจสอบทางประสาทสัมผัส หลังจากบ่มที่ 55°ซ นาน 21 วัน เช่นเดียวกับของวิธีที่ 1
- ค่าพีเอช เช่นเดียวกับของวิธีที่ 1
- ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เช่นเดียวกับของวิธีที่ 1

ตาราง 5 ชุดการทดลองสำหรับศึกษาการป้องกันการเกิดสีดำนกึ่งปกป้อง โดยใช้กรด
ไฟติกในขั้นตอนการบรรจุปกป้อง

ชุดทดลอง	สารเคมี			
	น้ำแช่หลังต้ม		น้ำเกลือ	
	กรดไฟติก (มก/กก.)	กรดไฟติก (มก/กก.)	กรดซิตริก (มก/กก.)	สาร EDTA (มก/กก.)
ชุดควบคุม	-	-	1050	-
D-P	500	-	1050	-
B-P	-	1000	-	-
D-B-P	500	1000	-	-
B-EDTA	-	-	1050	1000



ภาพ 9 ขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตกึ่งกระป๋องโดยใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง

บทที่ 3

ผลและวิจารณ์

การป้องกันกาเกิดสีด้าในกึ่งกรรระปองโศษใช้กรรคไฟตัก

1. การใช้กรรคไฟตักปองกันกาเกิดสีด้าในกึ่งกรรระปองโศษใช้กรรคไฟตัก
บรรรจกรรระปองวิธีที่ 1

1.1 การตรรจรสอบสีของกึ่งกรรระปอง ทดสอบการขอมรับโศษวิธี Rating scales (ภาคพนวก ก) ให้คะแนน 1 - 5 คะแนน (American Society for Testing and Material, 1968) ใช้ผู้ทำการทดสอบ 7 คน ตรรจรสอบกึ่งกรรระปองทั้ง 13 ตัวอย่าง ผลการทดสอบนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าระดับคะแนนการขอมรับสีของตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) (ตารางพนวก 1) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโศษวิธี DMRT (ตาราง 6) สรุปได้ว่า กึ่งกรรระปองที่ผ่านการแช่สารละลายกรรคไฟตักเป็นเวลานานเท่ากันแต่ความเข้มข้นต่างกัน ผลการปองกันกาเกิดสีด้าจะแตกต่างกัน โดยพบว่าเมื่อใช้เวลาแช่ 10 นาที ความเข้มข้นกรรคไฟตัก 4000 มก/กก. กึ่งมีสีเกือบดี แต่ที่ความเข้มข้น 0 500 1000 และ 2000 มก/กก. กึ่งมีสีด้าเล็กน้อย ในขณะที่เวลาแช่ 20 นาที กึ่งที่แช่สารละลายกรรคไฟตักเข้มข้น 2000 และ 4000 มก/กก. มีสีเกือบดีซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ใช้ความเข้มข้น 0 500 และ 1000 มก/กก. ซึ่งไม่แตกต่างกันและมีสีด้าเล็กน้อย และที่เวลาแช่ 30 นาที กึ่งที่แช่สารละลายกรรคไฟตักเข้มข้น 1000 2000 และ 4000 มก/กก. มีสีดีและไม่มีความแตกต่างกัน แต่กึ่งที่แช่สารละลายกรรคไฟตักเข้มข้น 0 และ 500 มก/กก. มีสีด้าเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกึ่งกรรระปองที่ผ่านการแช่สารละลายกรรคไฟตักความเข้มข้นเดียวกัน แต่เวลาแช่สารละลายกรรคไฟตักต่างกันพบว่า ที่ความเข้มข้น 500 มก/กก. เวลาแช่ 10 20 และ 30 นาทีไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยกึ่งมีสีด้าเล็กน้อย ที่ความเข้มข้น 1000 มก/กก. เวลาแช่ 10 และ 20 นาที กึ่งมีสีด้าเล็กน้อย และเวลาแช่ 30 นาที กึ่งมีสีดี ส่วนที่ความเข้มข้น 2000 มก/กก. เวลาแช่ 10 นาที กึ่งมีสีเกือบดี ขณะที่

ตาราง 6 คะแนนการยอมรับสี่ของกึ่งกระป๋องโดยใช้กระดาษไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 1

คะแนนเฉลี่ย ¹				
ความเข้มข้นสารละลายกระดาษไฟติก (มก/กก.)	เวลา (นาที)			
	0	10	20	30
0	3.00±1.12 ^{cd*}			
500	2.61±0.88 ^a	3.07±1.33 ^{cd*}	2.79±1.2 ^{da}	
1000	2.79±1.03 ^{da}	3.00±.12 ^{cd*}	4.00±0.77 ^a	
2000	3.29±0.98 ^{bcd}	3.71±0.76 ^a	3.93±0.54 ^a	
4000	3.75±0.84 ^{ab}	3.68±.67 ^{ab}	3.50±0.79 ^{abc}	

¹ค่าเฉลี่ยการทดลอง 4 ครั้ง±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*ตัวอักษรที่ต่างกันทั้งในสดมภ์และแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

หมายเหตุ คะแนนเฉลี่ยที่ยอมรับได้ คือ คะแนนเท่ากับ 4 หรือมากกว่า

เวลาแช่นาน 20 นาที และ 30 นาที กุ้งมีสีดี สำหรับความเข้มข้น 4000 มก/กก. ไม่มีความแตกต่างระหว่างสีของกุ้งที่เวลาแช่นาน 10 20 และ 30 นาที โดยกุ้งมีสีเกือบดี จากตาราง 6 แม้ว่าชุดทดลองที่ผ่านการแช่ในสารละลายกรดไฟติกเข้มข้น 1000 มก/กก. เวลานาน 30 นาที จะแสดงผลคะแนนสูงที่สุด คือ 4.0 ซึ่งหมายถึงสีดีและยอมรับได้ แต่ชุดทดลองอื่นที่ผ่านการแช่สารละลายกรดไฟติกเข้มข้นมากกว่าและเวลาแช่นานเท่ากัน เช่น ที่ความเข้มข้น 2000 และ 4000 มก/กก. เวลาแช่นาน 30 นาที ผลคะแนนเฉลี่ยที่ได้ก็ยิ่งต่ำกว่าเล็กน้อย หมายถึงยังมีสีดำน้อย ดังนั้นวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 1 เป็นวิธีที่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่า การใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกุ้งวัตถุดิบก่อนการบรรจุกระป๋องป้องกันการเกิดสีดำได้

1.2 ค่าพีเอช ของกุ้งกระป๋องเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (ตารางผนวก 2 และ ตาราง 7) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) โดยมีค่าพีเอชระหว่าง 6.05 - 6.43 ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสของกุ้งกระป๋อง

1.3 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของกุ้งกระป๋องสำหรับส่งออกไปยังประเทศฝรั่งเศสกำหนดให้มิได้ไม่เกิน 30 มก/กก. ดังนั้นจึงต้องควบคุมมิให้เกินข้อกำหนดดังกล่าว ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของกุ้งกระป๋องที่ทำการทดลองเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (ตารางผนวก 3 และ ตาราง 8) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 14.74-25.93 มก/กก. ซึ่งมีช่วงความแตกต่างกันค่อนข้างมาก เนื่องจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์สามารถป้องกันการเกิดสีดำของกุ้งกระป๋องได้ ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่น้อยเกินไปจะมีผลทำให้กุ้งกระป๋องเกิดสีดำได้ ปริมาณที่แตกต่างกันจึงมีผลกระทบต่อการศึกษาการป้องกันการเกิดสีดำอันเนื่องจากคุณสมบัติของกรดไฟติกโดยตรง ซึ่งพบว่ากุ้งกระป๋องที่ผ่านการแช่สารละลายกรดไฟติกเข้มข้นมากกว่า เช่นที่ 2000 และ 4000 มก/กก. เวลาแช่ 30 นาที แต่ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่ำกว่าจะได้รับคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่ากุ้งกระป๋องที่ผ่านการแช่สารละลายกรดไฟติกเข้มข้นน้อยกว่าแต่ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากกว่า เช่น ตัวอย่างกุ้งกระป๋องที่ผ่านการแช่สารละลายกรดไฟติกเข้มข้น 1000 มก/กก. เวลาแช่นาน 30 นาที

ตาราง 7 พีเอชของกึ่งกระป๋องผลิตโดยใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 1

ค่าพีเอช ¹				
ความเข้มข้นสาร ละลายกรดไฟติก (มก/กก.)	เวลา (นาที)			
	0	10	20	30
0	6.43±0.08 ^{a*}			
500	6.30±0.18 ^{abc}	6.41±0.11 ^a	6.41±0.08 ^a	
1000	6.29±0.01 ^{abc}	6.32±0.13 ^{abc}	6.35±0.11 ^{ab}	
2000	6.23±0.18 ^{abc}	6.29±0.08 ^{abc}	6.27±0.05 ^{abc}	
4000	6.14±0.22 ^{abc}	6.10±0.01 ^{bc}	6.05±0.17 ^c	

¹ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 4 ครั้ง±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*ตัวอักษรที่ต่างกันทั้งในสดมภ์และแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p<0.01)

ตารางที่ 8 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของกึ่งกระป๋องผลิตโดยใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 1

ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ¹ (มก/กก.)				
ความเข้มข้นสารละลายกรดไฟติก (มก/กก.)	เวลา (นาที)			
	0	10	20	30
0	25.03±4.20 ^{a*}			
500	21.32±3.18 ^{abc}	23.74±3.29 ^a	18.73±3.29 ^{abc}	
1000	18.50±1.2 ^{abc}	15.27±2.75 ^{bc}	25.93±4.01 ^a	
2000	22.30±2.59 ^{abc}	22.80±2.37 ^{ab}	22.04±5.19 ^{abc}	
4000	19.87±4.56 ^{abc}	24.55±4.22 ^a	14.74±1.36 ^c	

¹ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 4 ครั้ง±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*ตัวอักษรที่ต่างกันทั้งในสดมภ์และแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p<0.01)

1.4 ความสามารถของกรดไฟติกในการดึงอนุมูลเหล็กและทองแดงออกจากกึ่งวัตถุคืบจากการวิเคราะห์ตัวอย่างกึ่งวัตถุคืบที่นำมาทำการทดลอง 4 ตัวอย่าง พบว่าปริมาณเหล็กในกึ่งที่ใช้ในการทดลองอยู่ในช่วงระหว่าง 101.62-168.70 มก/กก. มีค่าแตกต่างจากค่าที่ Nielsen (1955) ได้รายงานไว้ก่อนหน้านี้ คือ 25 มก/กก. แต่สอดคล้องกับการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในวัตถุคืบของ Nandakumaran และคณะ (1970) ซึ่งรายงานไว้ว่าจากตัวอย่างกึ่งวัตถุคืบ (*Metapenaeus dobsoni* and *Metapenaeus affinis*) 65 ตัวอย่าง มีปริมาณเหล็กอยู่ระหว่าง 20-260 มก/กก. สำหรับปริมาณทองแดงในกึ่งที่ใช้ในการทดลองนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 11.36-17.60 มก/กก. สอดคล้องกับที่ Nielsen (1955) ได้รายงานไว้ คือ 15 มก/กก. และ Nandakumaran และคณะ (1970) คือ 9.0-75 มก/กก.

ปริมาณเหล็กและทองแดงในเนื้อกึ่งกระป๋องที่ผ่านกรรมวิธีแช่สารละลายกรดไฟติกที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆกันก่อนเข้าสู่กรรมวิธีผลิตกึ่งกระป๋องดังแสดงในตาราง 9 เมื่อค่าเฉลี่ยที่ได้มาเปรียบเทียบกับโดยวิธี DMRT พบว่าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ดังตารางผนวก 4 และ 5 สำหรับสาเหตุที่เหล็กและทองแดงไม่ถูกดึงออกจากเนื้อกึ่งเนื่องจากกรดไฟติกที่ถูกดูดซึมเข้าสู่เนื้อกึ่งจะรวมกับเหล็กและทองแดง (Reddy. et. al., 1978) ได้สารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่ละลายน้ำจึงทำให้เหล็กและทองแดงยังคงอยู่ในเนื้อกึ่ง เมื่อนำมาต้มหรือล้างก็ไม่สามารถแยกเหล็กหรือทองแดงออกจากเนื้อกึ่งได้ไม่ว่าจะมีกรดไฟติกถูกดูดซึมเข้าสู่เนื้อกึ่งมากหรือน้อย. เหล็กและทองแดงเป็นโลหะสำคัญที่เป็นต้นเหตุทำให้เกิดสีดำของกึ่งกระป๋องโดยการรวมตัวกับไฮโดรเจนซัลไฟด์ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ เกิดเป็นเหล็กและทองแดงซัลไฟด์ที่มีสีดำอยู่ในเนื้อกึ่ง และยังเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้เกิดเมลานินในเนื้อกึ่งอีกด้วย

ตาราง 9 ปริมาณเหล็กและทองแดงในเนื้อกึ่งกระป๋อง

ชุดการทดลองที่	ปริมาณ(มก/กก.; หน่วยต่อน้ำหนักแห้ง) ¹	
	เหล็ก	ทองแดง
1 (C ₀ T ₀)	112.23 _± 25.99 ^{ns}	13.49 _± 2.09 ^{ns}
2 (C ₁ T ₁)	114.08 _± 25.24	13.73 _± 2.97
3 (C ₂ T ₁)	128.96 _± 22.77	13.00 _± 1.77
4 (C ₃ T ₁)	121.20 _± 20.18	12.52 _± 2.6 ⁿ
5 (C ₄ T ₁)	125.55 _± 18.45	13.19 _± 1.57
6 (C ₁ T ₂)	122.93 _± 29.74	13.12 _± 2.87
7 (C ₂ T ₂)	115.85 _± 18.92	13.23 _± 2.25
8 (C ₃ T ₂)	121.44 _± 19.79	13.12 _± 2.6 ⁿ
9 (C ₄ T ₂)	116.06 _± 14.57	13.40 _± 1.88
10 (C ₁ T ₃)	137.44 _± 40.98	13.01 _± 4.18
11 (C ₂ T ₃)	125.87 _± 25.24	13.08 _± 2.55
12 (C ₃ T ₃)	118.89 _± 15.89	13.23 _± 1.74
13 (C ₄ T ₃)	114.60 _± 10.47	13.45 _± 1.98

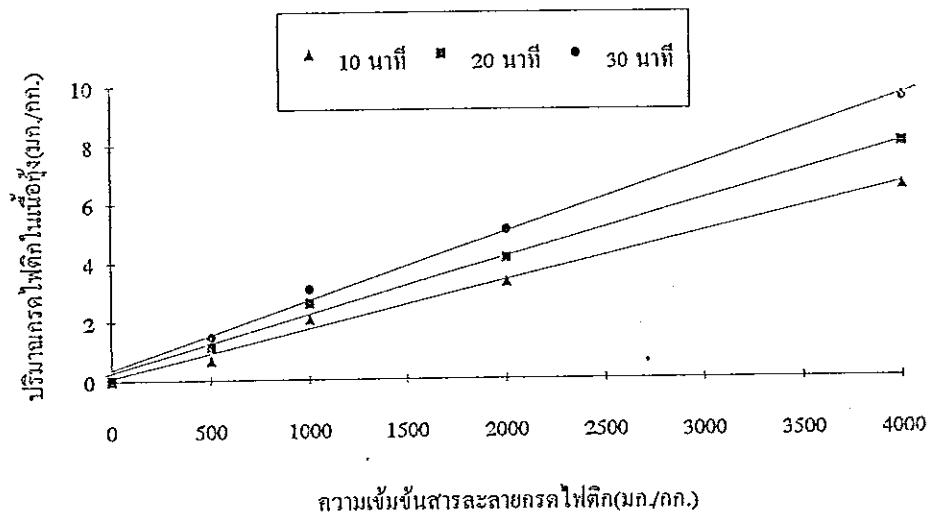
¹ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 4 ครั้ง+ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติของแต่ละสดมภ์ (p>0.05)

C₀, C₁, C₂, C₃, C₄ = ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฟติก 0 500
1000 2000 และ 4000 มก/กก.ตามลำดับ

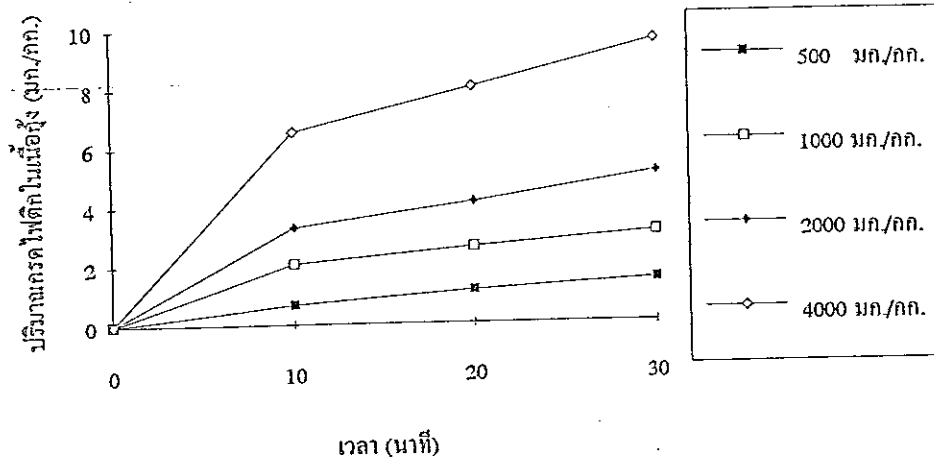
T₀, T₁, T₂, T₃ = เวลาที่ใช้แช่กึ่งวัตถุดิบในสารละลายกรดไฟติก 0 10
20 และ 30 นาทีตามลำดับ

1.5 อัตราการดูดซึมกรดไฟติกในกึ่งวัตถุคืบหลังจากแร่สารละลายกรดไฟติก ปริมาณกรดไฟติกของกึ่งวัตถุคืบเมื่อนำกึ่งวัตถุคืบแช่ในสารละลายกรดไฟติก อัตราส่วน 1 : 1 ที่ความเข้มข้นต่างๆกัน คือ 500 1000 2000 และ 4000 มก/กก. ตามลำดับเป็นเวลานาน 10 นาที พบว่าปริมาณกรดไฟติกในเนื้อกึ่งแปรผันเป็นเส้นตรงกับความเข้มข้นของสารละลายกรดไฟติกที่ใช้แช่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficients) เท่ากับ 0.9964 และได้ผลเช่นเดียวกันเมื่อแช่เป็นเวลานาน 20 และ 30 นาที ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9972 และ 0.9974 ตามลำดับ (ภาพ 10)



ภาพ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดไฟติกในเนื้อกึ่งกับความเข้มข้นสารละลายกรดไฟติกที่ใช้แช่กึ่งวัตถุคืบ ณ เวลาต่างๆกัน

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดไฟติกในเนื้อกึ่งกับความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ปริมาณกรดไฟติกในเนื้อกึ่งวัตถุคืบที่ผ่านการแช่สารละลายกรดไฟติกที่ความเข้มข้น 500 มก/กก. จะแปรผันเป็นเส้นตรงกับความเข้มข้นที่ใช้แช่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.998 ส่วนกึ่งวัตถุคืบซึ่งแช่สารละลายกรดไฟติกความเข้มข้น 1000 2000 และ 4000 มก/กก. พบว่าในช่วง 10 นาทีแรก ปริมาณกรดไฟติกจะเพิ่มขึ้นสูงอย่างรวดเร็วมาก หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในอัตราที่ลดลง (ภาพ 11) ซึ่งลักษณะของอัตราการดูดซึมได้ผล



ภาพ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดไฟติกในเนื้อกิ่งกับเวลาที่ใช้ในสารละลายกรดไฟติก พบ ความเข้มข้นต่างๆ กัน

เช่นเดียวกับที่ Smith (1980) ทดลองแช่กิ่งสดในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ และ Borgstrom (1971) ทดลองแช่เนื้อปลาในสารละลายเกลือ ลักษณะอัตราการดูดซึมน้ำที่สูงในช่วงแรกและค่อยลดลงในช่วงหลัง เมื่อความเข้มข้นของสารละลายกรดไฟติกที่ใช้แช่ยังสูง อัตราการดูดซึมน้ำในช่วงแรกก็สูงตามไปด้วย น่าจะเกิดจากในช่วงแรกปริมาณกรดไฟติกส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณผิวของเนื้อกิ่ง และในช่วงหลังกรดไฟติกอยู่ที่บริเวณผิวเนื้อกิ่งและอีกส่วนซึมเข้าสู่เนื้อกิ่งอย่างช้าๆ ดังนั้นอัตราการดูดซึมน้ำทั้งหมดจึงมีอัตราที่ลดลง

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดไฟติกในเนื้อกิ่งภายหลังการแช่สารละลายกรดไฟติก และในกิ่งกระป๋องที่ความเข้มข้นเดียวกันแต่เวลาต่างกัน หรือที่ความเข้มข้นต่างกันแต่เวลาแช่เดียวกันพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) ดังตารางผนวก 6 7 และตาราง 10

1.6 ปริมาณกรดไฟติกในเนื้อกิ่งภายหลังการแช่สารละลายกรดไฟติกแล้วนำไปแปรรูปเป็นกิ่งกระป๋อง พบว่าปริมาณกรดไฟติกคงเหลือประมาณร้อยละ 63.77 โดยเฉลี่ยคิดต่อน้ำหนักแห้ง (ภาพ 12) ทั้งนี้เนื่องจากภายหลังการแช่จะต้องผ่านกระบวนการต้ม ล้าง

ตาราง 10 ปริมาณกรดไขมันในกิ่งวัดกลับหลังจากแช่สารละลายกรดไขมันและในกิ่งกระป๋อง

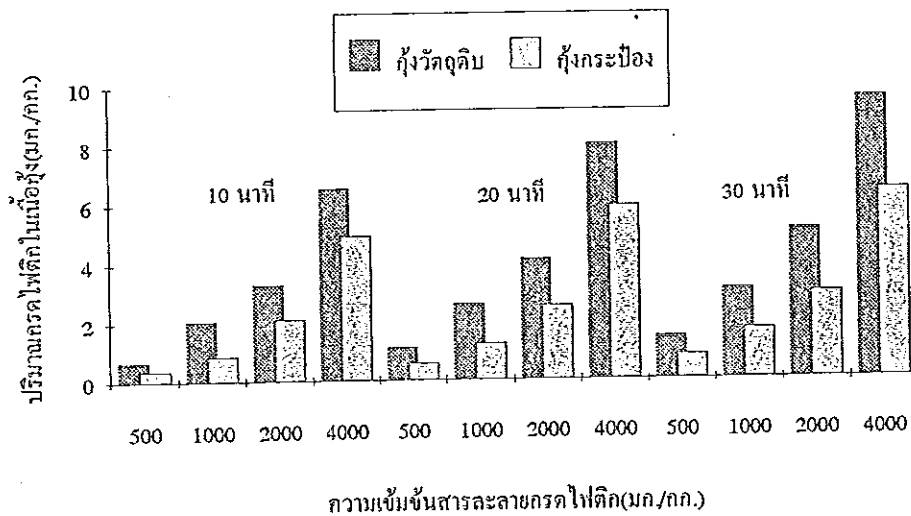
ชุดทดลอง	ปริมาณกรดไขมัน ¹ (มก/กก. ; หน่วยต่อน้ำหนักแห้ง)	
	หลังแช่ ¹	กิ่งกระป๋อง ¹
1 (C ₀ T ₀)	0.0000 ^{k*}	0.0000 ^{l*}
2 (C ₁ T ₁)	0.6668±0.196 ^{j,k}	0.3645±0.018 ^{h,i}
3 (C ₁ T ₂)	1.1140±0.134 ^{i,j}	0.5695±0.032 ^{g,h,i}
4 (C ₁ T ₃)	1.4478±0.201 ^{h,i}	0.8115±0.108 ^{g,h}
5 (C ₂ T ₁)	2.0588±0.316 ^{g,h}	0.8540±0.129 ^{g,h}
6 (C ₂ T ₂)	2.5735±0.202 ^{f,g}	1.2245±0.09 ^{f,g}
7 (C ₂ T ₃)	3.0470±0.265 ^f	1.6873±0.328 ^{e,f}
8 (C ₃ T ₁)	3.2800±0.19 ^f	2.0945±0.404 ^{d,e}
9 (C ₃ T ₂)	4.0920±0.155 ^e	2.5060±0.282 ^{c,d}
10 (C ₃ T ₃)	5.0443±0.091 ^d	2.9105±0.258 ^c
11 (C ₄ T ₁)	6.5153±0.677 ^c	4.9013±0.855 ^b
12 (C ₄ T ₂)	7.9913±0.793 ^b	5.8760±0.434 ^a
13 (C ₄ T ₃)	9.5153±0.733 ^a	6.3918±0.474 ^a

¹ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 4 ครั้ง±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่าง
มีนัยสำคัญยิ่ง (p<0.01)

C₀, C₁, C₂, C₃, C₄, T₀, T₁, T₂, T₃ มีความหมายเช่นเดียวกับตาราง 9

และการนึ่งฆ่าเชื้อ ทำให้ปริมาณกรดไฟติกในเนื้อกุ้งกระป๋องลดลง โดยในขั้นตอนการต้มจะเกิดการชะล้างกรดไฟติกจากเนื้อกุ้งลงสู่น้ำต้ม เช่นเดียวกับที่ Reddy และคณะ (1978) อ้างโดย Reddy และคณะ (1982) พบในถั่วเขียว และขั้นตอนการนึ่งฆ่าเชื้อ กรดไฟติกบางส่วนจะถูกชะล้างลงสู่น้ำเกลือ และบางส่วนสลายตัว สอดคล้องกับ Tabekhia และ Luhn (1980) อ้างโดย Reddy และคณะ (1982) พบว่าการนำถั่วมาบรรจุกระป๋องจะทำให้ปริมาณกรดไฟติกลดลง และเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสแทน Boland และคณะ (1975) และ Lease (1966) ให้เหตุผลว่ากรดไฟติกเกิดการย่อยสลายอันเนื่องจากถูกกระตุ้นโดยโปรตีน และอนุมูลบวกจากสิ่งแวดล้อม



ภาพ 12 เปรียบเทียบปริมาณกรดไฟติกในกุ้งวัดดูดิบหลังจากแช่สารละลายกรดไฟติกและในกุ้งกระป๋อง

2. การใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนกรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 2

เนื่องจากการใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนกรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 1 การควบคุมปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของกึ่งกระป๋องให้สม่ำเสมอทำได้ยาก จึงได้ใช้กรรมวิธีการบรรจุกระป๋องวิธีที่ 2 แทน

2.1 การตรวจสอบสีของกึ่งกระป๋อง ทดสอบการยอมรับโดยวิธีดังข้อ 1.1 โดยใช้ผู้ทดสอบ 5 คน ตรวจสอบกึ่งกระป๋องทั้ง 10 ตัวอย่าง นำผลการตรวจสอบมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (ตารางผนวก 8 และตาราง 11) พบว่าไม่มี ความแตกต่างในทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยกึ่งกระป๋องทุกตัวอย่างมีสีค่าเล็กน้อยถึงปานกลาง

2.2 ค่าพีเอชของกึ่งกระป๋องมีค่าอยู่ระหว่าง 6.11-6.52 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) ดังตารางผนวก 9 และตาราง 12

2.3 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของกึ่งกระป๋อง พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 17.14-22.89 มก/กก. (ตาราง 13) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) เช่นเดียวกัน แต่มีข้อสังเกตว่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของกึ่งกระป๋องในชุดทดลองมีความแตกต่างกันเล็กน้อย จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่าง ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่มีอิทธิพลต่อการป้องกันกาเกิดสีดําโดยใช้กรดไฟติก แสดงให้เห็นว่าการแช่กึ่งวัตถุดิบในสารละลายกรดไฟติกทุกๆ ความเข้มข้นและเวลาที่ทำการทดลองก่อนเข้าสู่กรรมวิธีผลิตกึ่งกระป๋องไม่มีผลในการป้องกันกาเกิดสีดําของกึ่งกระป๋องได้ตามวิธีการบรรจุกระป๋องวิธีที่ 2

ตาราง 11 คะแนนการยอมรับของกึ่งกระป๋องผลิตโดยใช้กรดไพลิกในขั้นตอนการเตรียม
กึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 2

ความเข้มข้นสาร ละลายกรดไพลิก (มก/กก.)	คะแนนเฉลี่ย ¹			
	เวลา (นาที)			
	0	10	20	30
0	2.20±0.41 ^{ns}			
1000	2.67±0.49	2.47±0.52	2.47±0.52	
2000	2.73±0.46	2.60±0.51	2.47±0.52	
3000	2.80±0.41	2.53±0.52	2.47±0.52	

¹ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ครั้ง+ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทั้งในสดมภ์และแถว (p>0.05)

ตาราง 12 พีเอชของกึ่งกระป๋องผลผลิตโดยใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบ
ก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 2

ค่าพีเอช ¹				
ความเข้มข้นสาร ละลายกรดฟอสฟอริก (มก/กก.)	เวลา (นาที)			
	0	10	20	30
0	6.52±0.11 ^{a*}			
1000	6.37±0.02 ^{ab}	6.34±0.09 ^{abc}	6.31±0.08 ^{abc}	
2000	6.32±0.09 ^{abc}	6.30±0.10 ^{abc}	6.17±0.12 ^{bc}	
3000	6.29±0.08 ^{abc}	6.13±0.11 ^c	6.11±0.08 ^c	

¹ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ครั้ง± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*อักษรที่ต่างกันทั้งในสัณฐานและแถวแสดงว่ามีความแตกต่าง
อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p<0.01)

ตาราง 13 ปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ของกึ่งกระป๋องผลิตโดยใช้กรดไฟติกในขั้นตอน
การเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 2

ปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ ¹ (มก/กก.)				
ความเข้มข้นสาร ละลายกรดไฟติก (มก/กก.)	เวลา(นาที)			
	0	10	20	30
0	17.14±1.34 ^{c*}			
1000	22.88±1.57 ^a	21.79±1.47 ^{ab}	22.46±0.14 ^a	
2000	21.96±1.02 ^{ab}	20.99±0.55 ^{ab}	20.85±0.7 ^a	
3000	19.51±0.59 ^{bc}	19.48±0.85 ^{bc}	21.40±1.47 ^{ab}	

¹ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ครั้ง+ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*ตัวอักษรที่ต่างกันทั้งในสดมภ์และแถว แสดงว่ามีความแตกต่าง
อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง(p<0.01)

3. การใช้กรดฟอสฟอริกป้องกันการเกิดสีดำนองกุ้งกระป๋องในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง

3.1 การตรวจสอบสีของกุ้งกระป๋อง ทดสอบการยอมรับโดยวิธีดังข้อ 1.1 โดยใช้ผู้ทดสอบ 5 คน ตรวจสอบกุ้งกระป๋องทั้ง 5 ตัวอย่าง นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางผนวก 11) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าแต่ละชุดการทดลองได้รับคะแนนการยอมรับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังตาราง 14 การเติมน้ำเกลือที่มีสาร EDTA จะให้สีดีมากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Nandakumaran และคณะ (1970) การแช่สารละลายที่มีกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 500 มก/กก. ร่วมกับเติมน้ำเกลือที่มีกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 1000 มก/กก. หรือเติมน้ำเกลือที่มีกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 1000 มก/กก. เพียงอย่างเดียวจะทำให้กุ้งมีสีดี ส่วนการแช่สารละลายกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 500 มก/กก. เพียงอย่างเดียวจะให้สีดำน้อย และเมื่อไม่ใช้กรดฟอสฟอริกเลยกุ้งจะมีสีดำน้อยจนถึงปานกลางสอดคล้องกับการทดลองกับปูกระป๋องที่รายงานโดย Hayashi (1979)

3.2 ค่าพีเอช พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังตารางผนวก 12 และ ตาราง 15

3.3 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) ดังตารางผนวก 13 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างชุดทดลอง (ตาราง 15) พบว่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยจึงไม่มีผลกระทบต่อการศึกษาการป้องกันการเกิดสีดำด้วยกรดฟอสฟอริก

เมื่อพิจารณาผลของกรดฟอสฟอริกต่อการป้องกันการเกิดสีดำในกุ้งกระป๋อง เป็นที่น่าสังเกตว่าวิธีแช่สารละลายกรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบนั้นไม่สามารถป้องกันการเกิดสีดำในกุ้งกระป๋องได้ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณกรดฟอสฟอริกที่ซึมเข้าไปในเนื้อกุ้งไม่เพียงพอที่จะไปรวมตัวกับเหล็กและทองแดง เมื่อเปลี่ยนวิธีใช้กรดฟอสฟอริกมาใช้ในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง โดยการแช่ในสารละลายกรดฟอสฟอริกและ/หรือเติมกรดฟอสฟอริกโดยตรงในน้ำเกลือ พบว่าการใช้ร่วมกันทั้งการแช่และการเติมในน้ำเกลือ สามารถป้องกันการเกิดสีดำได้ดีกว่าการเติมกรดฟอสฟอริกในน้ำเกลือหรือการแช่ในสารละลายกรดฟอสฟอริกเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เนื่องจากว่า การใช้ร่วมกันทั้งการแช่และการเติมกรดฟอสฟอริกในน้ำเกลือทำให้ปริมาณกรดฟอสฟอริกทั้งหมดในเนื้อกุ้งมีมากกว่า

ตาราง 14 คะแนนการยอมรับสีของกุ้งกระป๋องผลิตโดยใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง

ชุดทดลอง	คะแนนเฉลี่ย ¹
CONTROL	2.50±0.46 ^{a*}
D-P	3.03±0.67 ^c
B-P	3.50±0.50 ^b
D-B-P	3.87±0.30 ^b
B-EDTA	4.25±0.56 ^a

¹ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

CONTROL ชุดควบคุมไม่ใช้กรดไฟติกทุกขั้นตอนโดยเติมน้ำเกลือที่มีกรดซิตริก 1050 มก/กก.

D-P แซ่กรดไฟติกก่อนบรรจุกระป๋องความเข้มข้น 500 มก/กก.
เติมน้ำเกลือที่มีกรดซิตริก 1050 มก/กก.

B-P เติมน้ำเกลือที่มีกรดไฟติก 1000 มก/กก.

D-B-P แซ่กรดไฟติกก่อนบรรจุกระป๋องความ 500 มก/กก.
เติมน้ำเกลือที่มีกรดไฟติก 1000 มก/กก.

B-EDTA เติมน้ำเกลือที่มีสาร EDTA 1000 มก/กก. และ
กรดซิตริก 1050 มก/กก.

ตาราง 15 พีเอชและปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของกุ้งกระป๋องผลิตโดยใช้กรดไฟติก
 ในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง

ชุดทดลอง	ค่าพีเอช ¹	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์(มก/กก.) ¹
CONTROL ²	6.46±0.035 ^{ab*}	14.61±0.77 ^{ab*}
D-P ²	6.35±0.040 ^{ab}	11.99±1.17 ^{bc}
B-P ²	6.44±0.087 ^{ab}	16.10±1.59 ^a
D-B-P ²	6.32±0.100 ^b	13.15±1.12 ^{abc}
B-EDTA ²	6.55±0.100 ^a	10.33±1.38 ^c

¹ ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ครั้ง±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมี
 นัยสำคัญยิ่ง (p<0.01)

² มีความหมายเช่นเดียวกับตาราง 14

บทที่ 4

สรุป

การป้องกันการเกิดสีดำนกึ่งกระป๋องโดยใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการเตรียมกึ่ง
วัตถุดิบ โดยแช่กึ่งวัตถุดิบในสารละลายกรดฟอสฟอริกก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 1
อัตราส่วนกึ่งวัตถุดิบ : สารละลายกรดฟอสฟอริกเท่ากับ 1 : 1 ที่ความเข้มข้น 0 500
1000 2000 และ 4000 มก/กก. เป็นเวลา 0 10 20 และ 30 นาที หึ่งไม่อาจ
สรุปได้ว่าสามารถป้องกันการเกิดสีดำได้ เพราะปริมาณซิลิเฟอไรต์ไดออกไซด์ของกึ่งกระป๋อง
อาจมีผลต่อการป้องกันการเกิดสีดำของกรดฟอสฟอริก

การดูดซึมกรดฟอสฟอริกของกึ่งวัตถุดิบแปรผันเป็นเส้นตรงกับความเข้มข้นสารละลาย
กรดฟอสฟอริกที่ใช้แช่ และกรดฟอสฟอริกไม่สามารถทำให้เหล็กและทองแดงในเนื้อกึ่งวัตถุดิบลดลง

การป้องกันการเกิดสีดำนกึ่งกระป๋องโดยใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการเตรียมกึ่ง
วัตถุดิบ โดยแช่กึ่งวัตถุดิบในสารละลายกรดฟอสฟอริกก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 2
อัตราส่วนกึ่งวัตถุดิบ : สารละลายกรดฟอสฟอริกเท่ากับ 1 : 1 ที่ความเข้มข้น 0 1000
2000 และ 3000 มก/กก. เป็นเวลา 0 10 20 และ 30 นาที ไม่สามารถป้องกัน
การเกิดสีดำได้

การป้องกันการเกิดสีดำนกึ่งกระป๋องโดยใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง
โดยวิธีแช่กึ่งต้มแล้วในสารละลายกรดฟอสฟอริกก่อนบรรจุกระป๋อง และ/หรือเติมกรดฟอสฟอริกในน้ำ
เกลือที่ใช้บรรจุกระป๋อง พบว่าสามารถป้องกันการเกิดสีดำของกึ่งกระป๋องได้ในระดับพอ
ใช้แต่ไม่ดีเท่ากับการใช้สาร EDTA

ข้อเสนอแนะ

1. การป้องกันการเกิดสีดำของกึ่งกระป๋อง นอกจากใช้สารซีเลตแล้วซิลิเฟอไรต์ไดออกไซด์
และค่าพีเอชก็มีผลต่อการป้องกันเช่นเดียวกัน พีเอชอาจป้องกันได้เล็กน้อยแต่ซิลิเฟอไรต์-
ไดออกไซด์มีผลมาก เพราะปริมาณซิลิเฟอไรต์ไดออกไซด์ที่มีค่าแตกต่างกันมากเกินไปอาจมีผลต่อ

การศึกษาได้ ปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ที่แตกต่างกันอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการล่าช้าในการทดลอง การล้างน้ำ การต้มที่เดือดไม่สม่ำเสมอทำให้ซิลเฟอร์ไดออกไซด์สูญหายไป

2. การวิจัยครั้งนี้ พบว่ากรดฟอสฟอริกป้องกันการเกิดสีดำนอกกึ่งกระป๋องได้ดีพอใช้โดยการแช่กึ่งต้มในสารละลายกรดฟอสฟอริกและหรือเติมน้ำเกลือที่มีกรดฟอสฟอริก แต่เนื่องจากใช้กึ่งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ปนกันในการบรรจุกระป๋อง ดังนั้นถ้ามีความสนใจก็ควรจะทำการศึกษาทดลองกับกึ่งที่มีขนาดสม่ำเสมอ

เอกสารอ้างอิง

บริษัท ทีอีเอส (ประเทศไทย) จำกัด. 2535. ข้อมูลจากการสอบถาม. สงขลา.

ประเสริฐ สายสิทธิ์. 2527. คู่มือการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประมง. ใน การประชุมสัมมนาวิชาการ. แนวทางพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. ณ ภาควิชา อุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ ม.สงขลานครินทร์. 14-15 พฤศจิกายน 2527. หน้า 63-71.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2532. สถิติสำหรับการวิจัยทางเกษตร. สงขลา : คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วรินทร์ สุทธิวัฒน์. 2532. การควบคุมสารพิษในอาหารส่งออก. ใน รายงานการประชุม วิชาการประจำปี 2532. สมาคมพิษวิทยาแห่งประเทศไทย. ณ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กทม. 3-4 สิงหาคม 2532. หน้า 63-74.

A.O.A.C. 1990. Official Method of Analysis. The Association of Official Analytical Chemist. 15th ed. Verginia : Arlington.

Ajinomoto Co, Inc. 1980. Dried sardine fingerling preservation with phytin. Chem Abstr. 93 : 112571.

Akaki, M. and Yoshida, H. 1972. Use of phytin for iron removal. Chem Abstr. 77 : 4003r.

American Society for Testing and Materials. 1968. Manual on Sensory Testing Methods. Philadelphia : ASTM Publisher.

- Babbitt, J. K. 1982. Blueing discoloration of dungeness crabmeat.
In Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products. (ed.
R. E. Martin) Connecticut : AVI Pub. Co.
- Bailey, M. E. and Fieger, E. A. 1954. Chemical prevention of
blackspot (melanogenesis) in ice stored shrimp. Food
Technol. 8 : 317. cited by Ferrer, O. J., Otwell, W. S.
and Marshall, M.R. 1989. Effect of bisulfite on lobster
shell phenoloxidase. J. Food sci. 54 (2) : 478.
- Bailey, M. E., Fieger, E. A. and Novak, A. F. 1980. Physicochemical
properties of the enzymes involved in shrimp melanogenesis.
Food Res. 25 : 557 - 564. cited by Babbitt, J. K. 1982.
Blueing discoloration of dungeness crabmeat. In Chemistry
and Biochemistry of Marine Food Products. (ed. R. E. Martin)
pp. 424. Connecticut : AVI Pub. Co.
- Binche, G. 1971. Treatment of edible liquids and beverages. Chem
Abstr. 75 : 97426c.
- Board, P. W. and Ihsan-ul-Haque. 1965. Food Technol. 19 (11) :
17-21. cited by Nandakumaran, M., Chaudhuri, D. R. and
Pillai, V. K. 1969. Studies of blackening of canned
prawns. 1. Influence of copper and iron on product
blackening. Fishery Technology. 6 (1) : 49-54.
- Boland, A., Garner, G.B. and O'Dell, B.L. 1975. Identification
and properties of phytate in cereal grains and oilseed
products. J. Agric. Food Chem. 23 : 1186. cited by Reddy,

- N. R., Sathe, S. K. and Salunkhe, D. K. 1982. Phytates in legumes and cereals. In Advance in Food Research. (ed.C. O. Chichester) v. 28, pp.1-75, New York : Academic Press.
- Boon, D. D. 1975. Discoloration in processed crabmeat. J. Food. Sci. 40 : 756-761.
- Borgstrom, G. 1971. Principles of Food Science. v 1. 397. New York. The Macmillan Company. อ้างโดยกล้าณรงค์ ศรีรอด. 2521. เกลือ : คุณสมบัติและการใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร กรุงเทพมหานคร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Farber, L. 1953. Observation on the canning of Pacific Coast on dungeness crab. Food Technol. 7 : 465. cited by Boon, D. D. 1975. Discoloration in process crabmeat. J. Food Sci. 40 : 756-761.
- Feller, C. R. 1954. Processing of shellfish and crustaceans. U.S. patent 2, 669, 520. cited by Boon, D. D. 1975. Discoloration in processed crabmeat. J. Food Sci. 40 : 756-761.
- Ferrer, O. J., Otwell, W. S. and Marshall, M. R. 1989. Effect of bisulfite on lobster shell phenoloxidase. J. Food Sci. 54 (2) : 478-480.
- Furia, T. E. 1972. Sequestrants in food. In Handbook of Food Additive. 2nd ed. v 1. pp. 271-294, Ohio : CRC Press, Inc.

- Golan-Goldhirsh, A. and Whitaker, J. R. 1984. Effect of ascorbic acid, sodium bisulfite and thiol compounds on mushroom polyphenol oxidase. *J. Agric. Food Chem.* 32 : 1003-1009.
- Graf, E. 1983. Application of phytic acid. *JAOCS.* 60 (11):1861-1867.
- Harland, B. F. and Oberleas, D. 1986. Anion-exchange method for determination of phytate in foods : Collaborative study. *J. A.O.A.C.* 69 (4) : 667-670.
- Hayashi, K. 1979. Application of phytic acid to foods. *Canned Food Reviews.* 58 (12): 1006-10.
- Kaneko, I. 1951. Nichiro Fisheries Company, Japan. cited by Nandakumaran, M., Chaudhuri, D. R. and Pillai, V. K. 1969. Studies of blackening of canned prawn. 1. Influence of copper and iron on product blackening. *Fishery Technology.* 6 (1) : 49-54.
- Kramer, A. and Twigg, B. A. 1970. *Quality Control for Food Industry.* 3th ed. v 1. pp. 526-527. Connecticut : The AVI Publishing Company, Inc.
- Landgraf, R. G. 1956. Factor influencing the sporadic development of discoloration in canned wet pack shrimp. *Food Technol.* 10 (12): 607 - 610.
- Lease, J. G. 1966. The effect of autoclaving sesame meal on its phytic acid content and on the availability of its zinc to

- the chick. Poult. Sci. 45 : 237. cited by Reddy, N. R., Sathe, S. K. and Salunkhe, D. K. 1982. Phytates in legumes and cereals. In Advance in Food Research.(ed.C. O. Chichester) v 28, New York : Academic Press.
- Mathew, A. G. and Parpia, M. A. B. 1971. Food browning as a polyphenol reaction. Adv. Food Res. 19 : 75-145. cited by Babbitt, J. K. 1982. Blueing discoloration of dungeness crabmeat. 423 - 428. In Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products.(ed. R. E. Martin) Connecticut : AVI Pub. Co.
- Nandakumaran, M., Chaudhuri, D. R. and Pillai, V. K. 1969. Studies of blackening of canned prawns. 1 Influence of copper and iron on product blackening. Fishery Technology. 6 (1): 49-54.
- Nandakumaran, M., Chaudhuri, D. R. and Pillai, V. K. 1970. Blackening of canned prawn and its prevention. Fishery Technology, 7 (2): 120 - 128.
- Nielsen, K. 1955. Discoloration of canned crustaceans. FAO World Fisheries Abstract. March/April, 1956 : 41-42.
- Ogino, S., Lino, S., Watanabe, M. and Kagami, H. 1980. Use of phytates for the removal of iron in wine. Chem Abstr. 92 : 57068m.
- Otwell, W. S. and Marshall, M. R. 1986. Screening alternatives to sulfiting agents to control shrimps melanosis. Proceeding

- of the Eleventh Annual Tropical and Subtropical Fisheries Conference of the Americas. 11: 35. cited by Ferrer, O. J., Koburger, J. A., Otwell, W. S., Gleeson, R. A., Simpson, B. K. and Marshall, M. R. 1989. Phenoloxidase from the cuticle of Florida spiny lobster (*Panulirus argus*) : Mode of activation and characterization. J. Food. Sci. 54 (1) : 63.
- Pearson, D. 1970. The Chemical Analysis of Foods. 6th ed. pp. 29-34
London : Longman Group Ltd.
- Reddy, N. R., Balakrishanan, C. V. and Salunkhe, D. K. 1978.
Phytate phosphorus and mineral changes during germination and cooking of black gram (*Phaseolus mungo L.*) seeds. cited by Reddy, N. R., Sathe, S. K. and Salunkhe, D. K. 1982. Phytates in legumes and cereals. In Advance in Food Research. (ed. C. O. Chichester) v 28. pp.1-75. New York : Academic Press.
- Reddy, N. R., Sathe, S. K. and Salunkhe, D. K. 1982. Phytates in legumes and cereals. In Advance in Food Research. (ed. C. O. Chichester) v 28. pp.1-75. New York : Academic Press.
- Smith, L. G. 1980. Cost of controlling blackspot repaid in better prawn prices. Australian Fisheries. 39 (1) : 46-53.
- Spears, D. S. 1973. Processing of seafood including shellfish and crustaceans. U. S. Patent 3, 736, 153. cited by Boon, D. D. 1975. Discoloration in processed crab meat. J. Food. Sci.

40 : 756-761.

Tabekhia, M. M. and Luhn, B. S. 1980. Effect of germination, cooking and canning on phosphorus and phytate retention in dry beans. *J. Food Sci.* 45 : 406. cited by Reddy, N. R., Sathe, S. K. and Salunkhe, D. K. 1982. Phytates in legumes and cereals. In *Advance in Food Research*. (ed. C. O. Chichester) v 28. pp.1-75. New York : Academic Press.

Tanikawa, E., Motohiro, T. and Akiba, M. 1966. *J. Food. Sci.* 31(3) : 400. cited by Nandakumaran, M., Chaudhuri, D. R. and Pillai, V. K. 1969. Studies of blackening of canned prawns. 1. Influence of copper and iron on product blackening. *Fishery Technology.* 6 (1) : 49-54.

-----, 1967. *J. Food. Sci.* 32(2) : 231. cited by Nandakumaran, M., Chaudhuri, D. R. and Pillai, V. K. 1969. Studies of blackening of canned prawns. 1 Influence of copper and iron on product blackening. *Fishery Technology.* 6(1) : 49-54.

Thompson, M. A. and Waters, M. E. 1960. *Fish. Rev.* 22 (8) : 1 cited by Nandakumaran, M., Chaudhuri, D. R. and Pillai, V. K. 1969. Studies of blackening of canned prawn. 1 Influence of copper and iron on product blackening. *Fishery Technology.* 6 (1) : 49-54.

Ueno, S., Ohtake, O. and Suzuki, Y. 1978. Darkening prevention in

egg processed food. Chem Astr. 88 : 49267y.

Uenoki, T., Maeda, M. and Kadoto, G. 1977. Color development in caviar. Chem Abstr. 87 : 116656u.

Waters, M. E. 1970. Blueing of processed crab meat. 1. A study of processing procedures that may cause a blue discoloration in pasteurized crab meat. Fishery Ind. Res. 6(4) : cited by Boon, D. D. 1975. Discoloration in processed crab meat. J. Food. Sci. 40 : 756-761.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบทดสอบการยอมรับสี่ของกึ่งกระป๋องโดยประสาทสัมผัส

แบบทดสอบวิธี Rating scales

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

ผลิตภัณฑ์.....เวลา.....

ท่านจะได้รับตัวอย่างกึ่งกระป๋อง เมื่อเปรียบเทียบแล้วให้กรอกคะแนนตามความหมายดังต่อไปนี้

คะแนน 5	หมายถึงสี่	ดีมาก	(แดง-ส้มสด)
คะแนน 4	"	ดี	(แดง-ส้ม)
คะแนน 3	"	ต่ำเล็กน้อย	(แดง-ส้มต่ำเล็กน้อย)
คะแนน 2	"	ต่ำปานกลาง	(แดง-ส้มต่ำปานกลาง)
คะแนน 1	"	ต่ำมาก	(แดง-ส้มต่ำมาก)

ตัวอย่าง										
ความรู้สึก										
สี										

ข้อวิจารณ์และเสนอแนะ.....

ขอขอบคุณ

ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางผนวก 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีของกิ่งกระป๋องผลิตโดยใช้กรด
ไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกิ่งวัสดุคืบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋อง
วิธีที่ 1

Source	df	SS	MS	F	Prob.of > F
Treatment	12	75.060	6.255	6.913	0.00000**
Error	351	317.607	0.905		
Total	363	392.667	1.082		

CV = 28.69 %

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

ตารางผนวก 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าพีเอชของกิ่งกระป๋องผลิตโดยใช้
กรดไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกิ่งวัสดุคืบวิธีที่ 1

Source	df	SS	MS	F	Prob.of > F
Treatment	12	0.677	0.056	3.248	0.00261**
Error	39	0.677	0.017		
Total	51	1.354	0.027		

CV = 2.10 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

ตารางผนวก 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของกึ่ง
กระป๋องโศษใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบวิธีที่ 1

Source	df	SS	MS	F	Prob. of >F
Treatment	12	604.561	50.380	4.021	0.00046**
Error	39	488.621	12.529		
Total	51	1093.182	21.435		

CV = 16.74 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

ตารางผนวก 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเหล็กในเนื้อกึ่งกระป๋อง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of >F
Treatment	12	2411.250	200.938	0.0368	0.96732 ^{ns}
Error	39	2.309.125	546.388		
Total	51	23720.375	465.105		

CV = 19.29 %

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางผนวก 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณทองแดงในเนื้อกิ่งกระป๋อง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of >F
Treatment	12	4.147	0.346	0.056	1.00000 ^{ns}
Error	39	240.286	6.161		
Total	51	244.434	4.793		

CV = 18.80 %

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางผนวก 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดไฟติกในกิ่งวัถุดิบหลังจากแช่สารละลายกรดไฟติก

Source	df	SS	MS	F	Prob. of >F
Treatment	12	405.192	33.766	220.908	0.00000 ^{**}
Error	39	5.961	0.153		
Total	51	411.153	8.062		

CV = 10.3 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

ตารางผนวก 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดไฟติกในกึ่งกระป๋อง

Source	df	SS	MS	F	Prob.of>F
Treatment	12	218.468	18.206	147.491	0.00000**
Error	39	4.814	0.123		
Total	51	223.282	4.378		

CV = 15.13 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญถึง ($p < 0.01$)

ตารางผนวก 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีของกึ่งกระป๋องผลิตโดยใช้กรดไฟติกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กรรมวิธีบรรจุกระป๋องวิธีที่ 2

Source	df	SS	MS	F	Prob.of> F
Treatment	9	3.927	0.436	1.832	0.06742 ns
Error	140	33.333	0.238		
Total	149	37.260	0.250		

CV = 19.21 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางผนวก 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าพีเอชของกึ่งกระป๋องโดยใช้กรดฟอสฟอริก
ในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบวิธีที่ 2

Source	df	SS	MS	F	Prob. of >F
Treatment	12	218.468	18.206	147.491	0.00000**
Error	39	4.814	0.123		
Total	51	223.282	4.378		

CV = 15.13 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

ตารางผนวก 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณซิลเฟอไรไดออกไซด์ของกึ่ง
กระป๋องโดยใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการเตรียมกึ่งวัตถุดิบวิธีที่ 2

Source	df	SS	MS	F	Prob. of >F
Treatment	9	79.789	8.865	7.709	0.00008**
Error	20	23.000	1.150		
Total	29	102.789	3.544		

CV = 5.14 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

ตารางผนวก 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีของกุ้งกระป๋องผลิตโดยใช้กรด
ไฟติกในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of >F
Treatment	4	28.271	7.068	26.971	0.00000**
Error	70	18.344	0.262		
Total	74	46.615	0.630		

CV = 14.93 %

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

ตารางผนวก 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าพีเอชของกุ้งกระป๋องโดยใช้กรด
ไฟติกในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of >F
Treatment	4	0.102	0.026	4.244	0.02902*
error	10	0.060	0.006		
Total	14	0.162	0.012		

CV = 1.21 %

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางผนวก 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ของกุ่ม
กระป๋องโดยใช้กรดฟอสฟอริกในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of >F
Treatment	4	60.481	15.120	9.908	0.00166**
Error	10	15.260	1.526		
Total	14	75.742	5.410		

CV = 9.33 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ทางเคมี

1. ปริมาณกรดไฟติก (Total phytic acid; Harland and Oberleas, 1986)

อุปกรณ์

1. คอลัมน์ (glass barrel column)
2. เรซิน (anion exchange resin) AG1-X4, 100-200 mesh, chloride form
3. ขวดย่อย (micro-kjeldahl flasks) ขนาด 100 มล.
4. เตาย่อย (micro-kjeldahl digestion rack)
5. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (spectrophotometer)

สารเคมี

1. สารละลายกรดเกลือเข้มข้น 2.4 % เจือจางกรดเกลือ 54 มล. ด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร
2. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.1 และ 0.7 M.
3. สารละลายฟอสเฟตมาตรฐาน (80 ไมโครกรัมฟอสฟอรัสต่อมิลลิลิตร) ใน Potassium acid phosphate ปราศจากน้ำ 0.350 กรัมลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 500 มล. และกรดกำมะถันเข้มข้น 10 N. จำนวน 10 มล. ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร
4. สารละลายโมลิบเดท 2.5 % ละลาย Ammonium molybdate 12.5 กรัมในน้ำกลั่น 200 มล. เกลลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 500 มล. เติมกรดกำมะถันเข้มข้น 10 N. จำนวน 50 มล. และเจือจางให้ได้ปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
5. Sulfonic acid reagent (1-amino-2-naphthol-4-sulfonic acid) ละลาย 1-amino-2-naphthol-4-sulfonic acid 0.16 กรัม sodium-sulfite 1.92 กรัม และ sodium bisulfite 9.60 กรัมในน้ำกลั่น 90 มล. แล้วถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มล. ถ้าจำเป็นอาจต้องใช้ความร้อนช่วยในการละลาย เจือจางด้วยน้ำให้ได้ปริมาตร (เก็บในขวดสีชาและเย็น ต้องเตรียมใหม่ๆเสมอ)
6. Disodium ethylene diamine tetraacetic acid-sodium-hydroxide reagent ละลาย Disodium ethylene diamine tetraacetic

acid 10.23 กรัม และ sodium hydroxide 7.5 กรัม ด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร
ขนาด 250 มล.

การเตรียมกราฟฟอสเฟตมาตรฐาน

ปรับ spectrophotometer ที่ช่วงคลื่น 640 nm. ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที
ใช้ pipette ดูดสารละลายฟอสเฟตมาตรฐาน 1.0 3.0 และ 5.0 มล. ใสลงใน
volumetric flask ขนาด 50 มล. เติมน้ำประมาณ 20 มล. เขย่าให้เข้ากัน เติมน้ำ
สารละลาย molybdate 2 มล. ผสมให้เข้ากันดีแล้ว เติมน้ำสารละลาย sulfonic acid
1 มล. เขย่าให้เข้ากัน เจือจางด้วยน้ำให้ได้ปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 15
นาที นำไปวัดการดูดกลืนแสง คำนวณหาค่าความเข้มข้นต่ออัตราการดูดกลืนแสง

สารละลายฟอสเฟตมาตรฐาน (80 ไมโครกรัมฟอสฟอรัส/มิลลิลิตร)

ml std	ไมโครกรัมฟอสฟอรัส	A	concn/A(K)
1.0	80	0.1805	443.21
3.0	240	0.516	465.12
5.0	400	0.852	469.48
" Mean K "			459.27

วิธีการวิเคราะห์

หึ่งตัวอย่าง 2 กรัม ใสลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 มล. เติมน้ำ
กรดเกลือเข้มข้น 2.4 % จำนวน 40 มล. (กรดเกลือ จำนวน 20 มล./ตัวอย่าง 1 กรัม)
ปิดจุกและเขย่าอย่างแรง 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง

ขณะเดียวกันเตรียมคอลลิมน์โดยเติมน้ำกลั่นปราศจากฟอสฟอรัส 3 มล. ลงในคอลลิมน์
แล้วเทเรซิน 0.5 กรัมลงในคอลลิมน์ หลังจากที่เราฉีดเรียงตัวดีแล้ว ล้างคอลลิมน์ด้วย
สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.7 M. จำนวน 15 มล. ตามด้วยน้ำกลั่นปราศจาก
ฟอสฟอรัสอีก 15 มล.

นำตัวอย่างกรองด้วยกระดาษกรองหมายเลข 1 ผสมสารละลายตัวอย่างที่ผ่านกระดาษกรอง 1 มล. ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มล. เติม $\text{Na}_2\text{EDTA-NaOH}$ 1 มล. เจือจางด้วยน้ำจนได้ปริมาตร ผสมให้เข้ากัน แล้วถ่ายลงในคอลัมน์ กึ่งสารชะล้างไปชะล้างด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน 15 มล. กิ่งไป ชะล้างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.1 M. จำนวน 15 มล. กิ่งไป ชะล้างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.7 M. จำนวน 15 มล. เก็บสารชะล้างที่ได้ในลงในขวดย่อยย่อยในตู้ดูดควันด้วยเตาย่อย ใช้ความร้อนสูงกว่าปานกลางจนกระทั่งการเดือดหยุด และมีไอสีเหลืองข้นขึ้นมาถึงคอขวด ให้ความร้อนปานกลางประมาณ 5 นาที ความร้อนต่ำ 5 นาที แล้วปิดสวิตซ์

เมื่อขวดย่อยเย็นแล้ว ให้เติมน้ำ 10 มล. แก้วหรือให้ความร้อนต่ำเพื่อละลายเกลือ ให้ความร้อนต่อไปประมาณ 10 นาที ปล่อยให้เย็น ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มล. เติมสารละลายโมลิบเดท 20 มล. เขย่าให้เข้ากัน เติม sulfonic acid reagent 1 มล. เขย่าให้เข้ากัน เจือจางให้ได้ปริมาตร ปล่อยให้ไว้นาน 15 นาที นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ช่วงคลื่น 640 นาโนเมตร คำนวณความเข้มข้นของ phytate

$$" \text{mean } k " \times A \times 20$$

$$\text{phytate (mg/g sample)} = \frac{\quad}{0.282 \times 1000}$$

$$A = \text{absorbance}$$

$$" \text{mean } k " = \text{std } P (\mu\text{g}) / A / n (\text{std})$$

$$\text{เมื่อ phytate} = 28.2 \% P$$

เติมกรดเกลือเข้มข้น จำนวน 0.5 มล. และกรดไนตริกเข้มข้น 3 มล. ลงในขวดย่อย ก่อนเติมตัวอย่างต่อไปลงในคอลัมน์ ให้ใส่น้ำกลั่นปราศจากไอออนลงในคอลัมน์จำนวน 15 มล. หลังจากครบ 3 ตัวอย่าง ให้ถ่ายเรซินทิ้งและใส่เรซินใหม่ลงไป

เตรียม Blank โดยใส่กรดเกลือเข้มข้น 2.4 % จำนวน 1 มล. กับ $\text{Na}_2\text{EDTA-NaOH}$ 1 มล. เจือจางให้ได้ 25 มล. ด้วยน้ำกลั่น แล้วเทลงในคอลัมน์ ผ่านกระบวนการต่างๆ เช่นเดียวกัน

2. ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Total sulfur dioxide ; Pearson, 1970)

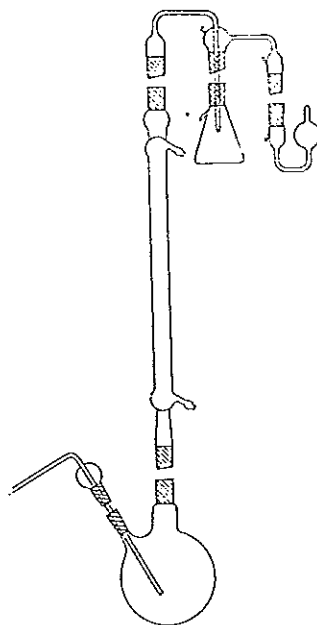
อุปกรณ์

1. ชุดเครื่องมือกลั่นหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์
2. บีเปดต์ ขนาด 10 มล.
3. แก๊สไนโตรเจน พร้อมอุปกรณ์ปรับความดัน
4. เตาไฟฟ้าชนิดหลุม

สารเคมี

1. สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 3
2. กรดเกลือเข้มข้น
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.05 N.
4. Methyl red indicator

วิธีการวิเคราะห์



ใส่สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 3 จำนวน 15 มล. ลงในขวดรูปกรวยสำหรับดักแก๊ส และจำนวน 5 มล. ในหลอดรูปตัวยู นำไปต่อเข้ากับเครื่องกลั่น ใส่ตัวอย่างกึ่งที่บดเตรียมไว้ลงในขวดทำปฏิกิริยา 50 กรัม เติมน้ำกลั่น 350 มล. และกรดเกลือเข้มข้น 20 มล. ต่อเข้ากับเครื่องกลั่น แล้วต่อปลายสายแก๊สไนโตรเจนเข้ากับขวดทำปฏิกิริยา ปรับอัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจนให้ได้ 6-12 ฟองต่อนาทีผ่านหลอดแก้วรูปตัวยู เปิดสวิตซ์เตาไฟฟ้าให้ร้อนที่สุด เมื่อเดือดให้ลดไฟลงพอเดือดเบาๆ ปล่องยให้เดือดโดยที่ฟองอากาศที่ผ่านหลอดรูปตัวยูด้วยอัตราเดิมเป็นเวลานาน 30 นาที ปิดสวิตซ์ ถอดเอาขวดรูปกรวยและหลอดแก้วรูปตัวยูออก เทสารละลายจากหลอดแก้วรูปตัวยูลงในขวดรูปกรวย ล้างหลอดรูปตัวยูด้วยน้ำกลั่น เทลงในขวดรูปกรวย หยด methyl red 3 หยด นำไปติเตรดกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.05 N. ติเตรดสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เตรียมไว้ จำนวน 20 มล. กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.05 N. นำค่าที่ได้มาลบกัน

การคำนวณ

$$a \times M \times 32 \times 1000$$

$$\text{Sulfur dioxide (mg/kg.)} = \frac{\quad}{Q}$$

Q

a = ปริมาตร (มล) ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้

M = ความเข้มข้นเป็นโมลาร์ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

Q = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

3. ปริมาณเหล็กและทองแดง (Total iron and copper; A.O.A.C, 1990)

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์ขนาด 150 มล.
2. ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มล.
3. เตาไฟฟ้า
4. Atomic absorption spectrophotometer

สารเคมี

1. HNO_3
2. 60 % HClO_4
3. HCL (1+1)
4. 10 % HCL
5. 0.1 N.HCL
6. 5 % Lanthanum solution

การเตรียม stock solution

1. Copper stock solution 1000 g.Cu/ml. ละลาย 1.000 กรัม ของทองแดงบริสุทธิ์ในกรด HNO_3 จำนวนน้อยที่สุด แล้วเติม HCL จำนวน 5 มล. ระเหยบนเตาไฟฟ้าจนเกือบแห้ง เจือจางด้วย 0.1 N.HCL ให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

2. Iron stock solution 1000 g.Fe/ml. ละลาย 1.000 กรัม ของลวดเหล็กบริสุทธิ์ใน 6N.HCL จำนวน 30 มล. โดยตั้งไฟให้เดือดแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

การเตรียม working standard solution

เจือจาง stock solution ด้วย 10 % HCL ให้ได้ปริมาตรเท่ากับหรือมากกว่า 4 เท่าของ stock solution

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างแห้งที่บดละเอียดแล้ว 1 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 150 มล. เติม HNO_3 10 มล. ตั้งทิ้งไว้จนเปียกชุ่ม เติม 60 % HClO_4 จำนวน 3 มล. แล้วนำไปตั้งบนเตาไฟฟ้า ใช้ไฟอ่อนในช่วงแรกจนกระทั่งไม่มีฟองอากาศเกิดขึ้น ให้ความร้อนจนกระทั่ง HNO_3 ถูกระเหยเกือบหมด ถ้าหากเกิดไหม้ให้รอจนกว่าจะเย็นแล้วเติม HNO_3 อีก 10 มล. และให้ความร้อนต่อไปจนเกิดควันสีขาวของ HClO_4 แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น เติม HCL (1+1) จำนวน 10 มล. ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มล. เติม 5 % Lanthanum solution จำนวน 10 มล. เจือจางให้ได้ปริมาตร ปล่อยทิ้งไว้ให้ทรายเป็นตะกอน วัน ส่วนที่ใสนำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ช่วงคลื่น 248.3 และ 324.8 นาโนเมตร สำหรับหาปริมาณเหล็กและทองแดงตามลำดับเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน (ถ้าจำเป็นอาจต้องเจือจางด้วย 10 % HCL เพื่อให้ได้อยู่ในช่วงที่ต้องการวัด)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นาย อภิวัน สมบูรณ์ดำรงกุล

วัน เดือน ปีเกิด 2 เมษายน 2501

วุฒิการศึกษา

วุฒิ

ชื่อสถาบัน

ปีที่สำเร็จการศึกษา

วท.บ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

พ.ศ. 2523

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

อาจารย์ 1 ระดับ 4 สังกัดสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้

อ.เมือง จ.สงขลา