การศึกษาการเสริมธาตุเหล็กในน้ำปลา

นางสาว ศิริพร จรูญพงษ์ศักดิ์

005641

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเคมีเทคนิค

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2525

ISBN 974-561-512-9

I17450858

A STUDY OF IRON FORTIFICATION OF NAMPLA.

MISS SIRIPORN CHAROONPONGSAK

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Chemical Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1982

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาการเสริมธาตุเหล็กในน้ำปลา
โดย	นางสาว ศิริพร จรูญพงษ์ศักดิ์
ภาควิชา	เคมีเทคนิค
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ นายแพทย์ร่มไทร สุวรรณิก
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. วิชา วนดุรงค์วรรณ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ดร. พันธิพา จันทวัฒน์)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ร่มไทร สุวรรณิก)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชา วนดุรงค์วรรณ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ แม้น อมรสิทธิ์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาการเสริมธาตุเหล็กในน้ำปลา
ชื่อนิสิต	นางสาว ศิริพร จรูญพงษ์ศักดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ นายแพทย์ร่มไทร สุวรรณิก
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. วิชา วนวุรงค์วรรณ
ภาควิชา	เคมีเทคนิค
ปีการศึกษา	2525

พระบรมราชูปถัมภ์ สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ได้ทดลองเสริมสารประกอบเหล็ก 3 ชนิด คือ เหล็ก (II) ซัลเฟต เหล็ก (III) แอมโมเนียม ซิเตรท และเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ด้วยระดับ 0.1 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมเหล็กต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา ลงในน้ำปลาที่หมักเอง พบว่าสาร ระกอบเหล็กที่เหมาะสมที่สุด คือ เหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ในระดับ 0.1 มิลลิกรัมเหล็กต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา ได้ทดลองเสถียรภาพของเหล็ก และการเปลี่ยนแปลงของสีในน้ำปลาเสริมเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ที่ระดับ 0.1 มิลลิกรัมเหล็กต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา พบว่าเหล็กมีเสถียรภาพดี แม้เวลาในการเก็บนานถึง 6 เดือน และสีของน้ำปลาเสริมเหล็กจะมีเสถียรภาพภายในช่วงเวลา 3 เดือน

ได้ทดลองเสริมเหล็กในรูปเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ลงในน้ำปลาตราต่าง ๆ ในกรุงเทพฯ และจังหวัดใกล้เคียงจำนวน 79 ตรา โดยเสริมในปริมาณ 0.1 มิลลิกรัมเหล็กต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา พบว่า 67% ของน้ำปลา มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีเหมือนเดิมทุกประการ หลังจากที่เติมเหล็กลงไป และอีก 33% จะมีคุณสมบัติทางเคมีบ้างไม่ คือมีตะกอนลักษณะสีขาว ละเอียด และเกิดขึ้น ตะกอนนี้คือ ผลึกของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งละลายได้ในกรดอะซิติคเข้มข้น 3 มิลลิลิตร ต่อน้ำปลา 750 มิลลิลิตร

การเกิดตะกอนในน้ำปลาเสริมเหล็กในระดับ 0.1–1.5 มิลลิกรัมเหล็ก ต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา สามารถป้องกันได้โดยเติมสารประกอบเหล็กชนิดเข้มข้น ซึ่งได้จากการละลายเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอในน้ำ ในปริมาตรที่เหมาะสมกับระดับของเหล็ก และเติมกรดอะซิติคเข้มข้น 17 โมลต่อลิตร ในปริมาณ 0.75 มิลลิลิตร ต่อ 750 มิลลิลิตรน้ำปลา การเติมนี้จะช่วยให้กลิ่นและรสของน้ำปลาดีขึ้น

Thesis Title	A Study of Iron Fortification of Nampla.
Name	Miss Siriporn Charoonpongsak
Thesis Advisor	Professor Romsai Suwanik, M.D.
Thesis Co-advisor	Associate Professor Vicha Vanadurongwan , Ph.D.
Department	Chemical Technology
Academic Year	1932

ABSTRACT

Studies of three different iron compounds,ferrous sulphate, ferric ammonium citrate and ferric sodium salt of EDTA,at concentration of 0.1,0.5 and 1.0 mg as iron per ml. of nam-pla locally made at Siriraj Laboratory were carried out. It was found that ferric sodium salt of EDTA at concentration of 0.1 mg. as iron per ml. of nam-pla was the most suitable. The iron-fortified nam-pla was found to be stable up to 6 months of storage and its color was well acceptable for the first three months.

Studies of fortified 79 brands of nam-pla bought in Bangkok and neighbouring areas were carried out. The iron fortifying agent is in the form of ferric sodium salt of EDTA in a concentration of 0.1 mg. as iron per ml. of nam-pla. It was found that 67% of nam-pla did not change in its inherent properties at all while the remaining 33% showed precipitate formation. The precipitate was identified as crystal of sodium chloride which may be dissolved in 3 ml. of glacial acetic acid into 750 ml. of nam-pla.

To prevent precipitate formation of fortifying nam-pla with the iron concentration of 0.1 to 1.5 mg. per ml. of nam-pla, the sample could be made by pre-mixed NaFeEDTA in concentrated solution in which 0.75 ml. of glacial acetic acid was added for 750 ml.nam-pla . This procedure can improve the texture of nam-pla as well.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ นายแพทย์ร่มไทร สุวรรณิก และ รองศาสตราจารย์ ดร. วิชา วนดุรงค์วรรณ ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือทางด้านวิชาการเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงฤดี ปลีหจินดา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณวีวรรณ พัฒนจักร ผู้ช่วยศาสตราจารย์มลุลี ศัณฑวิรุฬห์ อาจารย์สุพงษ์ พัฒนจักร อาจารย์โกวิท พัฒนาปัญญาสัตย์ อาจารย์มาลี ศรีตงกุล คุณสุนันทา เสียงแจ้ว คุณบุษรี ปุตระเศรณี แห่งแผนกเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ภาควิชารังสีวิทยา และคุณลัทธี ชัยชาญวัฒนากูล แห่งภาควิชากุมารเวชศาสตร์ โรงพยาบาลศิริราช ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทางด้านคำแนะนำ และแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอบคุณเพื่อน ๆ ผู้ร่วมงานทุกคนที่ได้ช่วยแนะ และช่วยเหลือในการทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

รายการตารางประกอบ ..... ฌ

รายการรูปประกอบ ..... ฑ

บทที่

1. บทนำ 1

2. วารสารปริทัศน์ .....

2.1 การเสริมเหล็กในอาหาร 3

2.2 น้ำปลา 4

2.3 เกลือ 8

2.4 เหล็ก 9

2.4.1 เหล็กในร่างกายคน 10

2.4.2 ความต้องการธาตุเหล็กในประชากร 10

2.4.3 คุลย์ของเหล็ก 11

2.4.4 การประเมินสถานะภาพของเหล็กในประชากร .. 12

2.4.5 ผลเสียของการขาดเหล็ก 13

2.4.6 ผลเสียของการมีเหล็กมากเกินไป 14

2.5 การเสริมเหล็กลงในน้ำปลา 15

2.6 การเลือกสารประกอบเหล็ก 16

2.7 การคำนวณปริมาณความเข้มข้นของเหล็ก
ที่ใช้ในการเสริมเหล็ก 20

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3.	การทดลอง	
	3.1 ขั้นตอนการทดลอง	26
	3.1.1 การศึกษาและทดลองในน้ำปลาที่หมักเอง (เพื่อเป็น control)	
	3.1.1.1 การเลือกชนิดและปริมาณของเหล็กที่เสริมในน้ำปลา	28
	3.1.1.2 การวิเคราะห์เสถียรภาพของเหล็ก (iron stability) ที่ผสมในน้ำปลา ...	28
	3.1.1.3 การวิเคราะห์การดูดซึมเหล็ก (iron absorption) จากน้ำปลา	29
	3.1.2 การศึกษาและทดลองในน้ำปลาจำนวนหลายตัวอย่าง ...	29
	3.1.2.1 การเสริมเหล็กลงในน้ำปลาจำนวนหลายตัวอย่างที่ได้แบ่งช่วงตัวอย่างของน้ำปลาตามปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และโซเดียมคลอไรด์	29
	3.1.2.2 การศึกษาตะกอนที่เกิดขึ้นในน้ำปลาภายหลังการเสริมเหล็ก	29
	3.1.2.3 การควบคุมและป้องกันตะกอนที่เกิดขึ้นในน้ำปลาภายหลังการเสริมเหล็ก	29
	3.2 สารเคมีและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	30
	3.2.1 สารเคมี	31
	3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	32

บทที่		หน้า
3.3	สารตัวอย่าง	32
3.4	วิธีทำการทดลอง	33
	3.4.1 การศึกษาและทดลองน้ำปลาที่หมักเอง (เพื่อเป็น control)	
	3.4.1.1 การเลือกชนิดและปริมาณของสารประกอบเหล็กที่เสริมในน้ำปลา	33
	3.4.1.2 การวิเคราะห์เสถียรภาพของเหล็ก (iron stability) ที่เสริมในน้ำปลา	38
	3.4.1.3 การวิเคราะห์การดูดซึมเหล็ก (iron absorption) จากน้ำปลา	39
	3.4.2 การศึกษาและทดลองน้ำปลาจำนวนหลายตัวอย่าง	
	3.4.2.1 การเสริมเหล็กลงในน้ำปลาจำนวนหลายตัวอย่างที่ได้แบ่งช่วงตัวอย่างของน้ำปลาตามปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และโซเดียมคลอไรด์	39
	3.4.2.2 การศึกษาการตกตะกอนในน้ำปลาภายหลังการเสริมเหล็ก	42
	3.4.2.3 การศึกษาตะกอนของน้ำปลาภายหลังการเสริมเหล็ก	42
	3.4.2.4 การกำจัดและป้องกันการตกตะกอนของน้ำปลาภายหลังการเสริมเหล็ก	43

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4.	ผลการทดลอง	
	4.1 ผลการศึกษาน้ำปลาที่หมักเอง	45
	4.1.1 ผลการทดลองชนิดและปริมาณของสารประกอบเหล็กที่เสริมในน้ำปลา	47
	4.1.2 ผลการวิเคราะห์เสถียรภาพของเหล็กที่ผสมในน้ำปลา	48
	4.1.3 ผลการวิเคราะห์การดูดซึมเหล็กจากน้ำปลา	53
	4.2 ผลการศึกษาและทดลองน้ำปลาจำนวนหลายตัวอย่าง	
	4.2.1 ผลการเสริมเหล็กลงในน้ำปลาจำนวนหลายตัวอย่างที่ได้แบ่งช่วงตัวอย่างของน้ำปลาตามปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และโซเดียมคลอไรด์	54
	4.3 ผลการศึกษาการตกตะกอนในน้ำปลาภายหลังการเสริมเหล็ก	
	4.3.1 ผลการศึกษาการแปรปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำปลาที่เสริมเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอที่ระดับ 0.1 มิลลิกรัมเหล็กต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา	59
	4.3.2 ผลการศึกษาการแปรปริมาณน้ำเกลือในน้ำปลาที่เสริมเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอที่ระดับ 0.1 มิลลิกรัมเหล็กต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา	59
	4.4 ผลการศึกษาตะกอนของน้ำปลาภายหลังการเสริมเหล็ก	
	4.4.1 ผลการศึกษาตะกอนที่เกิดขึ้น เมื่อระดับการเสริมเหล็กเพิ่มขึ้น	60
	4.4.2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กในตะกอนของน้ำปลาเสริมเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ในระดับ 0.1 มิลลิกรัมเหล็กต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา	60

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

4.4.3 ผลการวิเคราะห์หากรดอะมิโนในตะกอนของน้ำปลาเสริมเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ในระดับ 0.1 มิลลิกรัมเหล็กต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา 61

4.4.4 ผลการศึกษาธรรมชาติของตะกอนด้วยการไดเตรท 62

4.5 ผลการกำจัดและป้องกันการตกตะกอนของน้ำปลา ภายหลังการเสริมเหล็ก

4.5.1 ผลการกำจัดตะกอนที่เกิดในน้ำปลาภายหลังการเสริมเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ในระดับ 0.1 มิลลิกรัม เหล็กต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา 63

4.5.2 ผลการป้องกันการตกตะกอนในน้ำปลาเสริมเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ที่ระดับ 0.1 0.5 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมเหล็ก ต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา 64

4.5.3 ผลการป้องกันการตกตะกอนในน้ำปลาเสริมเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ที่ระดับ 2.0 มิลลิกรัมเหล็กต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา 64

5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 67

เอกสารอ้างอิง 78

ภาคผนวก 88

ประวัติผู้เขียน 102

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1.	แสดงข้อกำหนดคุณลักษณะของน้ำปลา ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข และจำแนกคุณภาพของน้ำปลาเป็นมาตรฐานโดยกระทรวงอุตสาหกรรม (มอก.)	6
2.	แสดงสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ โดยเป็นข้อมูลจาก International Nutritional Anaemia Consultative Group เมื่อเดือนมิถุนายน 2520 ซึ่งราคาของสารประกอบเหล็กที่เทียบได้กับ bioavailability basis คำนวณจากการคูณ relative cost factor (100/ %iron x bioavailability factor in humans) กับราคาของสารประกอบเหล็กต่อกิโลกรัม	21
3.	แสดงปริมาณเหล็กที่ประชากรในกรุงเทพฯ ต่างเพศ และ ศรีสะเกษได้รับจากอาหาร	22
4.	แสดงปริมาณเหล็กที่ต้องการในแต่ละวัน	22
5.	แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณวิตามินซีในผักและผลไม้ต่าง ๆ	23
6.	แสดงการขาดสารประกอบที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบในผู้ที่ขาดเหล็ก	24
7.	แสดงน้ำหนักของสารประกอบเหล็ก 3 ชนิด ที่จะมีเหล็กในระดับ 0.1 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมของเหล็กต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา	33
8.	แสดงผลของคุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของน้ำปลาที่หมักเอง	45
9.	แสดงชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนในน้ำปลาที่หมักเอง	46
10.	แสดงคุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของน้ำปลาที่หมักเองเมื่อเสริมสารประกอบเหล็ก 3 ชนิด และ 3 ระดับ	47

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

11. แสดงการดูดซึมเหล็กคิดเป็นร้อยละจากเหล็ก (III)โซเดียมอีดีทีเอ ที่ผสมในน้ำปลาในระดับ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา 53

12. แสดงช่วงตัวอย่างของน้ำปลา 79 ตรา ทั้งที่ตกตะกอนและไม่ตกตะกอน ภายหลังการเสริมเหล็กในระดับ 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา ตามระดับของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 54

13. แสดงช่วงตัวอย่างของน้ำปลา 79 ตรา ตามระดับของปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ 55

14. แสดงช่วงระดับของความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิห้องของน้ำปลา 79 ตรา 56

15. แสดงช่วงตัวอย่างของน้ำปลา 79 ตรา ตามระดับของความเป็นกรด-ด่าง 57

16. แสดงช่วงตัวอย่างของน้ำปลา 79 ตรา ตามระดับกรดอะมิโนที่มีในน้ำปลา 57

17. แสดงชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนในน้ำปลาบางตัวอย่าง ซึ่งเป็นชนิดที่ตกตะกอน และไม่ตกตะกอนหลังจากเสริมเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ในระดับ 0.1 มิลลิกรัมเหล็ก ต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา 58

18. แสดงน้ำหนักของตะกอนที่เกิดขึ้น เมื่อระดับการเสริมเหล็กเพิ่มขึ้น 60

19. แสดงปริมาณของเหล็กที่มีในตะกอนของน้ำปลาเสริมเหล็กในรูปเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ที่ระดับ 0.1 มิลลิกรัมเหล็กต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา 60

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

20. แสดงถึงชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนในตะกอนที่เกิดขึ้นจากน้ำปลาเสริมเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ที่ระดับ 0.1 มิลลิกรัมเหล็กต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา 61

21. แสดงถึงผลการศึกษาชรรมชาติของตะกอนจากน้ำปลาเสริมเหล็กในระดับ 0.1 มิลลิกรัมเหล็ก ต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา หมายเลข 48 62

22. แสดงถึงการกำจัดตะกอนที่เกิดขึ้นในน้ำปลา 26 ตรา ด้วยกรดอะซิติคเข้มข้น เพื่อละลายตะกอนที่เกิดภายหลังการเสริมเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ในระดับ 0.1 มิลลิกรัม ต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา .. 63

23. แสดงปริมาตรของกรดอะซิติคเข้มข้นที่เติมลงในสารประกอบเข้มข้นของเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ในน้ำก่อนเสริมในน้ำปลา 750 มิลลิลิตร เมื่อระดับการเสริมเหล็กเป็น 0.1 0.5 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมของเหล็ก ต่อมิลลิลิตรของน้ำปลาตามลำดับ 65

24. แสดงปริมาตรของกรดอะซิติคเข้มข้นที่เติมลงในสารประกอบเข้มข้นของเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ในน้ำก่อนเสริมในน้ำปลา 750 มิลลิลิตร เมื่อระดับการเสริมเป็น 2.0 มิลลิกรัมของเหล็ก ต่อมิลลิลิตรของน้ำปลา 66

ภาคผนวกที่ 1. แสดงรายชื่อของน้ำปลาตราต่าง ๆ 79 ตรา ที่ซื้อมาราคา และคุณสมบัติทางฟิสิกส์ และเคมีของน้ำปลานั้น ๆ 89

ภาคผนวกที่ 2. แสดงค่าความเข้มของสี (absorbance) ที่ 546 นาโนเมตร ของสารละลายมาตรฐานเหล็กที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ เพื่อหาปริมาณเหล็ก โดยดัดแปลงวิธีวิเคราะห์ของ AACC 92

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ภาคผนวกที่ 3	แสดงค่าความเข้มของสี (absorbance) ที่ 440 นาโนเมตร ของสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟตที่มีปริมาณของไนโตรเจนต่าง ๆ กัน เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีของเนสเลอร์	93
ภาคผนวกที่ 4	แสดงค่าความเข้มของสี (absorbance) ของสารละลายมาตรฐานคาราเมลที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ เมื่อวัดด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์	94
ภาคผนวกที่ 5	แสดงค่าความเข้มของสี (absorbance) ของน้ำปลาที่หมักเองที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ เมื่อวัดด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์	95
ภาคผนวกที่ 6	แสดงเสถียรภาพของเหล็กที่เสริมในรูปของเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ ในน้ำปลาที่หมักเองที่ระดับ 0.1 มิลลิกรัมของเหล็กต่อมิลลิลิตรของน้ำปลาที่ช่วงเวลาต่าง ๆ	96
ภาคผนวกที่ 7	แสดงการเปลี่ยนแปลงของสีในน้ำปลาที่หมักเอง น้ำปลาเสริมเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอ และสารละลายมาตรฐานคาราเมลที่ช่วงเวลาต่าง ๆ เมื่อทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (29°ซ)	97

รายการรูปประกอบ

รูปที่ หน้า

1. แสดงสถานะภาพของเหล็ก สัมพันธ์กับมิลลิกรัมของเหล็กที่สะสมในร่างกาย 13
2. แสดงการดูดซึมเหล็กคิดเป็นร้อยละในอาหารชนิดต่าง ๆ..... 24
3. แสดงความยาวคลื่นที่เหมาะสม (Optimal wavelenth) ของสีของสารละลายมาตรฐานคาราเมลด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ 49
4. แสดงความยาวคลื่นที่เหมาะสม (Optimal wavelenth) ของสีของน้ำปลาที่หมักเอง ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ 50
5. แสดงเสถียรภาพของเหล็กที่เสริมในรูปของเหล็ก (III) โซเดียมอีดีทีเอในน้ำปลาที่หมักเอง ที่ระดับ 0.1 มิลลิกรัมของเหล็กต่อมิลลิลิตรของน้ำปลาที่ช่วงเวลาต่าง ๆ 51
6. แสดงการเปลี่ยนแปลงของสีในน้ำปลาที่หมักเอง น้ำปลาเสริมเหล็กในรูปเหล็ก (III)โซเดียมอีดีทีเอ และสารละลายคาราเมล ที่ช่วงเวลาต่าง ๆ เมื่อทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (29°ซ) 52

ภาคผนวกที่ 1. แสดงกราฟมาตรฐานในการหาปริมาณของเหล็ก โดยดัดแปลงวิธีวิธีวิเคราะห์ ของ AACC 100

ภาคผนวกที่ 2. แสดงกราฟมาตรฐานในการหาปริมาณของไนโตรเจน โดยวิธีของเนสเลอร์ 101