ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ชนิดของกรดไขมันในไรแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

Species Composition of Fatty Acid on Water Flea, *Moina macrocopa* Cultured by Different Feeds

โดย

นางสาวณิชนันทน์ ทินปราณี

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

Department of Fisheries Science Faculty of Agricultural Technology

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Bangkok 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ชนิดของกรดไขมันในไรแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

Species Composition of Fatty Acid on Water Flea, *Moina macrocopa*

Cultured by Different Feeds

ชื่อนักศึกษา นางสาวณิชนันทน์ ทินปราณี

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 28 เดือน พ.ค. พ.ศ. 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2 3119

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ชนิดของกรดไขมันในไรแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

Species Composition of Fatty Acid on Water Flea, *Moina macrocopa*

Cultured by Different Feeds

T099343

โดย

นางสาวณิชนันทน์ ทินปราณี

46040698

วพ. ว44312 2549

สบหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

b. 11883224
i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ
เรื่อง

ชนิดของกรดไขมันในไรแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

Species Composition of Fatty Acid on Water Flea, *Moina macrocopa* Cultured by Different Feeds

ศึกษาชนิดของกรดไขมันในไรแดง *Moina macrocopa* ที่เลี้ยงด้วยน้ำเขียว (*Chlorella* sp.) นมผง และนมดิบ นำไรแดงที่ได้จากกการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันไปวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดไขมันด้วยเครื่องแก๊สโครมโทกราฟี (Gas chromatograhy, GC) พบว่าชนิดของกรดไขมันในไรแดงมีทั้งกรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids) และกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acids) กรดไขมันอิ่มตัวตัวได้แก่ กรดปาลมิติก (Palmitic acid, C16:0) และกรดสเตียริก (Steric acid, C18:0) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้แก่ กรดโอเลอิก (Oleic acid, C18:1) และกรดลิโนเลอิก (Linolaic acid, C18:2) โดยปริมาณของกรดไขมันแต่ละชนิดในไรแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่ปริมาณไขมันทั้งหมด ในไรแดงที่เลี้ยงอาหารต่างชนิดกัน พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเท่ากับ 4.22±0.319, 6.37±0.314 และ 7.83±0.294 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด จากไรแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำเขียว นมผง และนมดิบ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณอาจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์ เป็นอย่างยิ่ง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ ที่คอยให้คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอดจนเสร็จสิ้นการทดลอง และขอขอบคุณอาจารย์จรรยา คงฤทธิ์และอาจารย์ณหทัย วิจิตรโณทัย ที่คอยให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือแก๊สโครมาโทกราฟีและการคำนวณ รวมถึงการอำนวยความสะดวกทุกอย่างในภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

ขอขอบคุณอาจารย์ทุก ๆ ท่าน คุณบุปผา จงพัฒน์ คุณนพดล เผ่ามนัส คุณนิพนธ์ จิตตำนาน และคุณแสง แตงไท ที่คอยอำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำ ในอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการเลี้ยงไรแดงและการทำน้ำเขียว

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่น้องทุกคน ที่คอยอบรมเลี้ยงดู ให้ทั้งกำลังใจและให้โอกาสจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

นางสาวณิชนันทน์ ทินปราณี

พฤษภาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	11
ผลการทดลองและวิจารณ์	19
สรุปผลการทดลอง	22
ข้อเสนอแนะ	22
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักแห้ง) คุณค่าทางโภชนาการของไรแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดต่าง ๆ	8
2	เปอร์เซ็นต์กรดไขมัน (กรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) และไขมันทั้งหมด ในไรแดงที่เลี้ยงด้วย น้ำเขียว นมผง และนมดิบ	19

ตารางผนวกที่		หน้า
1	การคำนวณปริมาณกรดไขมันในตัวอย่างไรแดง (น้ำหนักสด) ของกรดปาลมิติก	26
2	การคำนวณปริมาณกรดไขมันในตัวอย่างไรแดง (น้ำหนักสด) ของกรดสเตียริก	27
3	การคำหนวนปริมาณกรดไขมันในตัวอย่างไรแดง (น้ำหนักสด) ของกรดโอเลอิก	27
4	การคำหนวนปริมาณกรดไขมันในตัวอย่างไรแดง (น้ำหนักสด)ของกรดลิโนเลอิก	28
5	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ระหว่างปัจจัยของปริมาณไขมัน	29
6	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ระหว่างปัจจัยของปริมาณกรดไขมัน C16:0	29
7	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ระหว่างปัจจัยของปริมาณไขมัน C18:0	29
8	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ระหว่างปัจจัยของปริมาณไขมัน C18:1	30
9	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ระหว่างปัจจัยของปริมาณไขมัน C18:2	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างเคมีของไตรกลีเซอไรด์	2
2	โครงสร้างเคมีของฟอสโฟลิพิด	2
3	สูตรโครงสร้างกรดไขมัน	3
4	สูตรโครงสร้างกรดไขมันสเตียริก	4
5	สูตรโครงสร้างกรดไขมันโอเลอิก	4
6	สูตรโครงสร้างกรดไขมันลิโนเลอิก	5
7	ไรแดงและลูกตัวอ่อนในตัวแม่	6
8	การเตรียมหัวเชื้อน้ำเขียว	13
9	การขยายน้ำเขียวสำหรับเลี้ยงไรแดง	13
10	การเลี้ยงไรแดงในนมผง	13
11	การเลี้ยงไรแดงในนมดิบ	13
12	เครื่องสกัดไขมัน Auto soxhlet	14
13	เครื่องวิเคราะห์กรดไขมันแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas chromatography, GC)	16
14	เปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งหมด ในไรแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำเขียว นมผง และนมดิบ	20

ภาพผนวกที่		หน้า
1	โครมาโตแกรมของกรดไขมันในไรแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำเขียว	25
2	โครมาโตแกรมของกรดไขมันในไรแดงที่เลี้ยงด้วยนมผง	25
3	โครมาโตแกรมของกรดไขมันในไรแดงที่เลี้ยงด้วยนมดิบ	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

คุณค่าทางโภชนาการที่สัตว์น้ำวัยอ่อนต้องการประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และ เกลือแร่ โดยที่โภชนาการไขมัน เป็นโภชนาการที่มีความสำคัญต่อสัตว์น้ำวัยอ่อนที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมัน ที่เป็นกรดไขมันจำเป็น (Essential fatty acid) เช่น Eicosapentanomic acid (20:5n-3), Docosahexaenomic acid (22:6n-2), Linoleic acid (18:2n-6) และ Linolenic acid (18:3n-3) ซึ่งในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน ไขมันมีความจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากไขมันเป็นแหล่งพลังงานหลักและนำพลังงานที่ได้ไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น การเจริญเติบโต การสร้างเนื้อเยื่อต่างๆ รวมถึงอัตราการรอดชีวิตที่เพิ่มขึ้นของสัตว์น้ำวัยอ่อน และไขมันยังเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ (Cell membrane)

ไรแดง (*Moina macrocopa*) เป็นอาหารมีชีวิตที่มีความสำคัญในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นอาหารที่จำเป็นในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม (Lim et al., 2004) และสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ลูกปลากะพงขาวและปลาสวยงามต่าง ๆ เพราะไรแดงมีขนาดตัวพอเหมาะสมกับขนาดของสัตว์น้ำวัยอ่อน และมีองค์ประกอบของกรดไขมันที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอด ของสัตว์น้ำวัยอ่อน นอกจากนี้ไรแดงยังมีคาโรทีนอยด์เป็นองค์ประกอบที่ทำให้เกิดสีสวยในปลาสวยงาม มีประโยชน์ต่อระบบการสืบพันธุ์ และระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำวัยอ่อน (Velu et al., 2004) ส่วนใหญ่ไรแดงนิยมเลี้ยงด้วยน้ำเขียว โดยต้องใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ เช่น รำข้าว มูลสัตว์ อามิ เป็นต้น เป็นการยุ่งยากในการหาอุปกรณ์และต้องใช้แสงแดด เพื่อให้คลอเรลลาเจริญเติบโตด้วย แต่ปัจจุบันมีการศึกษาถึงการเลี้ยงไรแดงโดยใช้นมดิบหมักกับน้ำและใช้นมผงหมักกับน้ำ (รุ่งตะวัน, 2548 และ 2549) ซึ่งการเลี้ยงดังกล่าวไม่ต้องใช้แสงและสามารถเลี้ยงได้ทุกฤดูกาล การหมักนมทำให้แบคทีเรียที่อยู่ในน้ำนมเจริญได้ดี การศึกษาพบว่าอุปนิสัยการกินอาหารของไรแดงสามารถกิน แบคทีเรีย ยูกลีนา และคลอเรลล่า และจากการศึกษาดังกล่าวพบว่า คุณค่าโภชนาการของไรแดงที่เพาะเลี้ยงด้วยนมดิบ พบว่ามีปริมาณไขมันสูงกว่าไรแดงที่เพาะเลี้ยงด้วยน้ำเขียว(*Chlorella* sp.) ในแง่ของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน ชนิดและปริมาณกรดไขมันจะมีความสำคัญและจำเป็นมากที่สุด

ดังนั้นจึงศึกษาชนิดและปริมาณกรดไขมันในไรแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน คือน้ำเขียว (*Chlorella* sp.) นมผง และนมดิบ ซึ่งหากเราทราบชนิดและปริมาณกรดไขมันในไรแดงแน่นอนแล้ว ก็สามารถนำไปประยุกต์ในการเพาะเลี้ยงไรแดง เพื่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณกรดไขมันในไรแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิด คือ น้ำเขียว (*Chlorella* sp.) นมผง และนมดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

1.ไขมัน (Lipid)

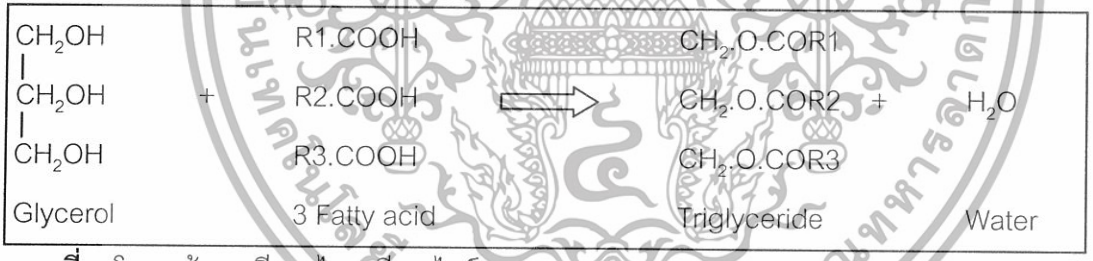
ไขมันประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน โมเลกุลของไขมันประกอบด้วย กลีเซอรอล 1 โมเลกุลและกรดไขมัน 3 โมเลกุล ซึ่งอาจเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันได้ ไขมันมีหลายชนิด แล้วแต่ชนิดของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบ

ไขมันเป็นสารประกอบที่พบได้ทั้งพืชและสัตว์ โดยที่ไขมันไม่ละลายในน้ำแต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น อีเทอร์ (Ether) คลอโรฟอร์ม (Chloroform) และ ทูโลอีน (Tuluene) เป็นต้น ซึ่งไขมันแบ่งตามองค์ประกอบพื้นฐาน ได้เป็น 2 ชนิดคือ องค์ประกอบที่มีกลีเซอรอลและองค์ประกอบที่ไม่มีกลีเซอรอล (Tamaru et al.; Anon)

องค์ประกอบของไขมัน

Tamaru et al. (Anon) พบว่า ไขมันและน้ำมันที่พบตามธรรมชาติที่อยู่ในอาหารและในสัตว์ส่วนใหญ่ จะอยู่ในรูปไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerides) และฟอสโฟลิพิด (Phospholipids)

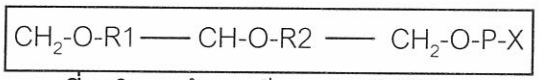
ไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerides) เป็นเอสเตอร์ของกรดไขมันและแอลกอฮอล์ โครงสร้างเคมีของไตรกลีเซอไรด์ (ภาพที่ 1) มีกรดไขมัน 3 ตำแหน่งที่พันธะจับโมเลกุลของกลีเซอรอล ส่วนใหญ่ในธรรมชาติจะพบไขมันหรือน้ำมันในรูปไตรกลีเซอไรด์เดี่ยว (Single triglycerides) และไขมันผสมกับไตรกลีเซอไรด์ (Fat are mixed triglycerides)



ภาพที่ 1 โครงสร้างเคมีของไตรกลีเซอไรด์

ที่มา : Tamaru et al. (Anon)

โครงสร้างเคมีของฟอสโฟลิพิด (ภาพที่ 2) ตำแหน่งของ R1 เป็นตำแหน่งของกรดไขมันชนิดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acid) ตำแหน่ง R2 เป็นตำแหน่งของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (Highly unsaturated fatty acid) เช่น Arachadonate หรือ Docosahexaenoate และตำแหน่ง X คือพวก Serine, Choline และ Ethanolamine



ภาพที่ 2 โครงสร้างเคมีของฟอสโฟลิพิด

ที่มา : Tamaru et al. (Anon)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญของไขมันในอาหารสัตว์น้ำ (สุพิศ, 2535)

1. เป็นแหล่งพลังงานของสัตว์น้ำ สัตว์น้ำสามารถย่อยและดูดซึมไขมัน ไปใช้ได้ดี และยังให้พลังงานสูงที่สุด ไขมัน 1 กรัม จะให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี่ ซึ่งมีผลดีต่อเนื่องในการช่วยประหยัดโปรตีนไม่ให้ถูกเผาผลาญ เป็นพลังงานอีกด้วย

2. เป็นสื่อวิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามิน เอ ดี อี และเค ไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

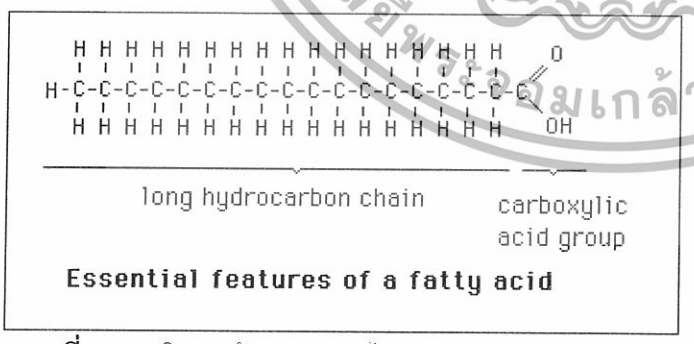
3. เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันไม่ให้ร่างกายสูญเสียความร้อน และช่วยป้องกันไม่ให้สารที่ละลายในไขมัน เช่น ฮอร์โมนและวิตามิน ซึมออกไปนอกเซลล์ ในขณะเดียวกันก็ป้องกันน้ำจากภายนอกไม่ให้ซึมเข้าภายในเซลล์

4. เป็นแหล่งของกรดไขมันที่สำคัญ ที่เรียกว่า กรดไขมันจำเป็น (Essential fatty acid, EFA) เพื่อไปทำหน้าที่ต่าง ๆ เช่น เป็นต้นกำเนิด (Precusor) ของโพรสต้าแกลนดิน (Prostaglandin) ซึ่งทำหน้าที่เร่งการตกไข่ และควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อ

5. เป็นแหล่งของฟอสฟอลิปิด (กลุ่มไขมันที่มีฟอสฟอไทด์เกาะอยู่ในโมเลกุล) ฟอสฟอลิปิดจะเป็นองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์ (Cell membrane)

2. กรดไขมัน (Fatty acid)

กรดไขมันเป็นการเรียงตัวของธาตุคาร์บอน(Carbon ,C) โดยที่ปลายด้านหนึ่งเป็น Methyl group อีกด้านหนึ่งเป็น Carboxyl group ความยาวของคาร์บอน มีได้หลายตัวหากมีความยาวน้อยกว่า 6 เรียก Short chains fatty acid หากมีคาร์บอน มากกว่า 12 เรียก Long chain fatty acid กรดไขมันเป็นอาหารของกล้ามเนื้อ หัวใจ อวัยวะภายในร่างกาย กรดไขมันส่วนที่เหลือใช้จะถูกสะสมในรูป Triglyceride (ใช้กรดไขมัน 3 ตัวรวมกับ Glycerol)



ภาพที่ 3 สูตรโครงสร้างของกรดไขมัน

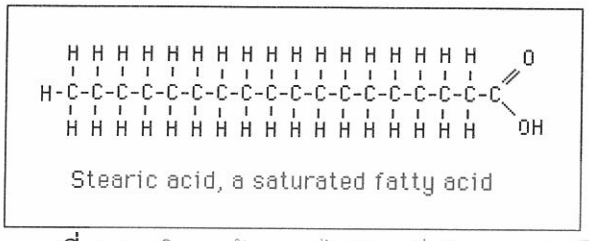
ที่มา : www. Siamhealth.net/health/good_ health_living/diet/fat.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดไขมันแบ่งได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids) หมายถึง กรดไขมัน**ที่มีธาตุคาร์บอน ต่อกันด้วย** Single bond **เท่านั้น** คาร์บอนทุกตัวในโมเลกุลไม่สามารถจับกับไฮโดรเจนเพิ่มได้และไม่สามารถจะจับกับสารใดๆ ได้อีก ไขมันอิ่มตัวมักได้มาจากสัตว์ ซึ่งมีลักษณะแข็งตัวได้แม้ในอุณหภูมิปกติ

ตัวอย่างกรดไขมันอิ่มตัว



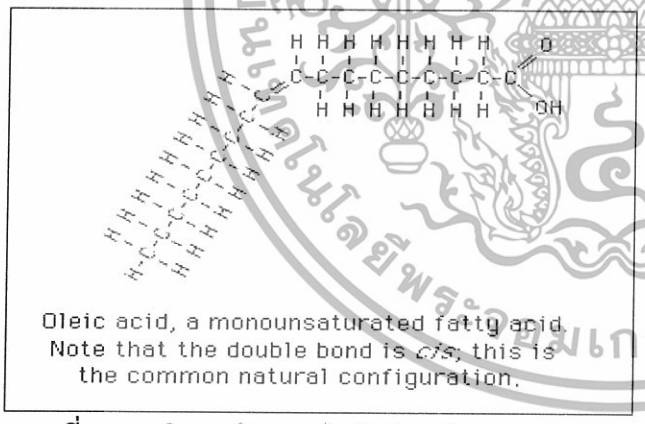
ภาพที่ 4 สูตรโครงสร้างกรดไขมันสเตียริก

ที่มา : www. Siamhealth.net/health/good_ health_living/diet/fat.htm

2. กรดไขมันไม่อิ่มตัวหมายถึง กรดไขมันที่คาร์บอนในโมเลกุลสามารถเกาะกับไฮโดรเจนเพิ่มขึ้นได้ กรดไขมันไม่อิ่มตัวแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

2.1 ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acids) เป็นกรดไขมันที่มีธาตุคาร์บอนต่อกันด้วย Double bond เพียงหนึ่งตำแหน่ง

ตัวอย่างกรดไขมันไม่ตัวเชิงเดี่ยว



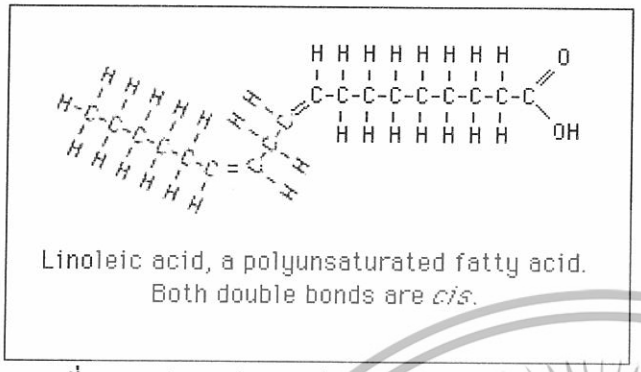
ภาพที่ 5 สูตรโครงสร้างกรดไขมันโอเลอิก

ที่มา : www. Siamhealth.net/health/good_ health_living/diet/fat.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acids) เป็นกรดไขมันที่มีธาตุคาร์บอนต่อกันด้วย Double bond อยู่หลายตำแหน่ง

ตัวอย่างกรดไขมันไม่ตัวเชิงซ้อน



Linoleic acid, a polyunsaturated fatty acid.
Both double bonds are *cis*.

ภาพที่ 6 สูตรโครงสร้างกรดไขมันลิโนเลอิก

ที่มา : www. Siamhealth.net/health/good_health_living/diet/fat.htm

กรดไขมันสามารถแบ่งตามความจำเป็นออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. กรดไขมันไม่จำเป็น (Nonessential Fatty Acid) คือ กรดไขมันที่ร่างกายสัตว์สังเคราะห์ขึ้นได้เอง เช่น กรดปาลมิโตเลอิก (Palmitoleic acid) และกรดโอเลอิก (Oleic acid) พบมากที่สุดในไขมันสัตว์ โดยสังเคราะห์จาก CoA เอสเตอร์ของกรดไขมันอิ่มตัวที่ตับ และเนื้อเยื่อ

2. กรดไขมันจำเป็น (Essential Fatty Acid, EFA) คือ กรดไขมันที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้เอง แต่มีความสำคัญต่อเมแทบอลิซึมที่ปกติ ได้แก่ กรดลิโนเลอิก (Linoleic acid) กรดลิโนเลนิก (Linolenic acid) และ กรดอะราคิโดนิก (Arachidonic acid) (กลุ่มโอเมกา-3 หรือ โอเมกา-6) พบมากในน้ำมัน พืชยกเว้นน้ำมันมะพร้าว

3.ไรแดง

เป็นอาหารธรรมชาติที่ดีสำหรับการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนโดยเฉพาะสัตว์น้ำเศรษฐกิจ ทั้งปลาสวยงาม และ ปลาเศรษฐกิจ เช่น ปลาปอมปาดัวร์ ปลากัด กุ้งก้ามกราม ปลากะพง ปลาบึก ปลาเทโพ ปลาเทพา และ ปลาดุกอุย เป็นต้น ในอดีตไรแดงส่วนใหญ่รวบรวมได้จากแหล่งน้ำโสโครกตามบ้านเรือน โรงฆ่าสัตว์ หรือ โรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีปริมาณไม่แน่นอน ปัจจุบันไรแดง จากธรรมชาติมีปริมาณลดลง เพราะสภาพสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เปลี่ยนไปในขณะที่ความต้องการไรแดงกลับเพิ่มขึ้น ทำให้ประสบปัญหาการขาดแคลนไรแดงในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนมากขึ้น ซึ่งมีผลโดยตรงกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชีวประวัติ รูปร่าง และ ลักษณะของไรแดง

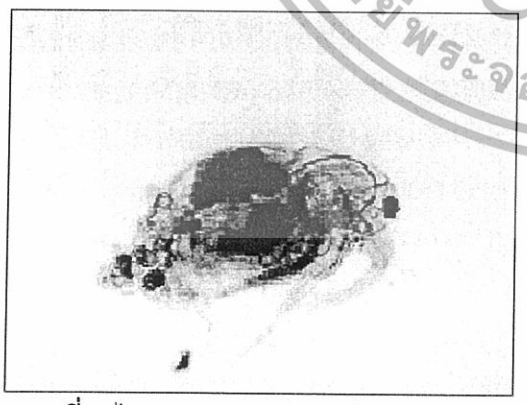
ไรแดง เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังจำพวกกุ้ง หรือ เรียกว่า Crustacean มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Moina macrocopa* และมีชื่อสามัญว่า Water flea เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดหนึ่งมีขนาด 0.4 - 1.8 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีแดงเรื่อ ๆ ถ้าอยู่รวมกันเป็นจำนวนมากจะมองเห็นไรแดงมีสีแดงเข้ม ไรแดงเพศเมียจะมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้ ลำตัวอ้วนเกือบกลมมีขนาดเฉลี่ย 1.3 มิลลิเมตร ส่วนเพศผู้ตัวเล็กและค่อนข้างยาวกว่า มีขนาดเฉลี่ย 0.5 มิลลิเมตร ตัวอ่อนที่ออกมาจากถุงไข่ของแม่ใหม่ ๆ จะมีขนาด 0.22 - 0.35 มิลลิเมตร มีสีจางกว่าตัวเต็มวัย ในสภาวะสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม ไรแดงจะมีประชากรเพศผู้ 5 เปอร์เซ็นต์ เพศเมีย 95 เปอร์เซ็นต์

การสืบพันธุ์ของไรแดง

ไรแดง มีการสืบพันธุ์ 2 แบบ คือ

แบบที่ 1 เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ไรแดงเพศเมียจะไข่แล้วฟักเป็นตัวโดยไม่ต้องผสมกับไรแดงเพศผู้ โดยปกติไรแดงจะมีอายุระหว่าง 4 - 6 วัน แพร่พันธุ์ได้ 1 - 5 ครั้ง หรือ เฉลี่ย 3 ครั้ง ๆ ละ 19 - 23 ตัว ทั้งนี้ สภาวะแวดล้อมจะต้องเหมาะสม

แบบที่ 2 เป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ในสภาวะแวดล้อมที่ผิดปกติ เช่น อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป ความเป็นกรดเป็นด่างไม่เหมาะสมหรือขาดแคลนอาหาร ไรแดงจะเพิ่มปริมาณเพศผู้มากขึ้นแล้ว ไรแดงเพศเมียจะสร้างไข่ขึ้นอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งจะต้องได้รับการผสมพันธุ์จากเพศผู้แล้วสร้างเปลือกหุ้มหนา แม่ 1 ตัว จะให้ไข่ชนิดนี้ 2 ฟอง หลังจากนั้นตัวเมียก็จะตาย เนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมนั้น ไข่จะถูกทิ้งไว้อยู่ก้นบ่อหรือก้นแหล่งน้ำนั้น ๆ ไข่เปลือกแข็งนี้สามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้นาน และจะฟักออกเป็นตัวเมื่อสภาวะแวดล้อมที่ดีขึ้นและมีอาหารอุดมสมบูรณ์



ภาพที่ 7 ไรแดงและลูกตัวอ่อนในตัวแม่

ที่มา : ฝ่ายเผยแพร่และพัฒนาสิ่งพิมพ์การประมง กองส่งเสริมการประมง กรมประมง, ไม่พบปีที่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารและวิธีการกินอาหาร

โดยทั่ว ๆ ไป อาหารของไรแดงจะเป็นพวกสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อยู่ในน้ำ ได้แก่ พวกแบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และอินทรีย์สารที่เน่าเปื่อย ส่วนอุปนิสัยการกินอาหารของไรแดง พบว่ากินแบคทีเรีย ซึ่งมีทั้งแบบเป็นแท่ง (Bacillus) และ แบบกลม (Coccus) นอกจากนี้ยังกินพวกยูกลีนาและคลอเรลลา ซึ่งขึ้นอยู่กับแหล่งที่มันอาศัยอยู่ เช่น ถ้าเป็นแหล่งที่มียูกลีนามาก ก็จะพบแต่ยูกลีนาอยู่ภายในลำไส้ แต่ถ้าเป็นแหล่งที่มีแบคทีเรียมาก ก็จะพบแต่แบคทีเรียอยู่ภายในลำไส้ของไรแดงเป็นจำนวนมาก จากรายงานตั้งแต่ พ.ศ. 2470 -2530 ได้มีการศึกษาการเพาะเลี้ยงไรแดงโดยใช้อาหารชนิดต่าง ๆ สรุปได้ว่า การเพาะเลี้ยงไรแดง จะต้องเพาะอาหารของไรแดงก่อน ซึ่งสามารถแบ่งอาหารออกเป็น 4 จำพวกใหญ่ได้ดังนี้

1) มูลสัตว์ ได้แก มูลม้า มูลไก่ มูลสุกร และมูลโค เป็นต้น
2) สาหร่าย ได้แก่ *Chlorella* sp. และ *Scenedemus* sp.
3) พืช และผลิตภัณฑ์จากพืช ได้แก่ กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง รำสะเอียด เป็นต้น
4) อาหารผสม เช่น เลือดสัตว์ผสมกบดินสวน และน้ำ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ผสมกับปุ๋ยอนินทรีย์ เป็นต้น (สันทนา, 2529)

จากการศึกษาของรุ่งตะวัน (2548) ศึกษาความเป็นไปได้ในการเพาะเลี้ยงไรแดง ด้วยนมผงที่ระดับความเข้มข้น 50, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ทุกระดับความเข้มข้นนมผงปล่อยพักนาน 0, 2, 4, และ 6 วัน พบว่าการเลี้ยงไรแดงได้ในนมผงที่ขาดมันเนย ที่ระดับความเข้มข้นของนมผง 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ปล่อยพักนาน 6 วัน พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนไรแดงที่เลี้ยง ซึ่งไรแดงสามารถเจริญเติบโตได้ในสารละลายนมผง เนื่องจากนมเป็นวัตถุดิบที่ได้จากน้ำนมโคนั้น ล้วนเป็นจุลินทรีย์เป็นองค์ประกอบ ดังนั้นการปล่อยพักนมนานเป็นการเพิ่มจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นอาหารของไรแดงโดยตรง และรุงตะวัน (2549) ศึกษาความเป็นไปได้ในการเพาะเลี้ยงไรแดง ด้วยนมดิบในกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้น 1, 5, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง 0, 2, 4, และ 6 วัน วัน พบว่าการเลี้ยงไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของนมผง 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ปล่อยพักนาน 6 วัน พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนไรแดงที่เลี้ยง ซึ่งไรแดงสามารถเจริญเติบโตได้ในนมดิบ แสดงว่าไรแดงใช้แบคทีเรียเป็นอาหารของไรแดงโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณค่าทางโภชนาการของไรแดง

ไรแดง เป็นอาหารธรรมชาติที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดังนั้นการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนด้วยไรแดงจึงทำให้อัตรารอดและอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำวัยอ่อนสูงมาก คุณค่าทางโภชนาการของไรแดง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักแห้ง) คุณค่าทางโภชนาการของไรแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดต่าง ๆ

	เปอร์เซ็นต์คุณค่าทางโภชนาการ				
อาหาร	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	เถ้า	ที่มา
น้ำเขียว	74.09	10.19	12.50	3.47	สันทนา (2529)
น้ำเขียว	78.73	9.50	12.11	3.20	ปรัชญานี (2549)
น้ำนมดิบ	67.58	13.67	11.62	3.33	กวิน (2548)
แบคทีเรีย	53.18	11.39	11.84	3.63	เนติมา (2548)

4. การแยกและวิเคราะห์กรดไขมันด้วยแก๊สโครมาโตกราฟ (Gas Chorography, GC)

เป็นเทคนิคที่แยกองค์ประกอบของสารที่กระจายอยู่ระหว่างที่ไม่ผสมกันสองเฟส คือ เฟสอยู่กับที่ (Stationary phase) และเฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase) องค์ประกอบของสารตัวอย่าง ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างจากเฟสทั้งสอง จะเคลื่อนที่ผ่านด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกัน เมื่อองค์ประกอบของสารเคลื่อนที่ผ่านออกมาจากระบบ จะถูกชะแล้วผ่านไปยังเครื่องตรวจวัด ซึ่งจะทำการรายงานผลออกมาเป็นรูปแบบของโครมาโตแกรม เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

สิ่งที่ทำให้เทคนิคโครมาโตกราฟีแต่ละเทคนิคมีความแตกต่างกัน คือ เฟสเคลื่อนที่ สำหรับแก๊สโครมาโตกราฟี จะมีเฟสเคลื่อนที่เป็นแก๊ส (พรรณทิพย์, 2549)

ส่วนประกอบของแก๊สโครมาโตกราฟี

1. Carrier Gas

- N_2, He, H_2
- มีสมบัติเฉื่อย
- มีการแพร่น้อยและมีมวลโมเลกุลต่ำ
- หาได้ง่ายและมีความบริสุทธิ์สูง
- ราคาไม่แพง
- เหมาะสำหรับใช้กับ Detector ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบฉีดสารตัวอย่างแบบ Split injection

- ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบหลัก
- ใช้เป็นเทคนิคการระเหยสารอย่างรวดเร็ว
- เป็นระบบอัตโนมัติได้
- ใช้หาปริมาณทางอ้อม

สารที่ฉีดเข้าไปจะถูกเปลี่ยนให้เป็นไอ ไอของสารจะผสมกันก่อนที่จะถึงจุดแบ่งแยกสารตัวอย่าง ที่จุดนี้ไอของสารตัวอย่างส่วนน้อยและปริมาณแน่นอนจะเข้าไปในคอลัมน์ แต่ส่วนใหญ่จะถูกระบายออก ส่วนที่คอลัมน์สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{Split ratio} = \frac{\text{ส่วนที่ระบายออกไป}}{\text{ส่วนที่เข้าคอลัมน์}}$$

3. Capillary Column

- เป็นหลอดรูเล็กๆกลวง มีประสิทธิภาพของคอลัมน์ต่อหน่วยความยาวค่อนข้างต่ำ แต่สามารถใช้คอลัมน์ยาวมากได้ เพราะมี Pressure drop เพียงเล็กน้อย ทำให้มีประสิทธิภาพในการแยกมีค่าสูง

- ใน Project ใช้ Capillary Column

Phase: BPX 70 (120 m)

Description: 70 % Cyanopropyl polysiphenylene-siloxane

Phase Attribute: Optimized for FAME low bleed

Polarity: High Polar

Operation Temperature: 0.1-10 µm 50 °C to 250-260 °C

4. Liguid Phase

- สารเคมีที่ใช้ฉาบบน solid support เพื่อใช้เป็นตัวทำหน้าที่แยกสารตัวอย่างและใส่อยู่ในคอลัมน์

- สารเคมีที่มีขั้ว (Polar) เช่น Alcohol , ไขมัน , Phenol ฯลฯ สารเหล่านี้ล้วนเป็นสารที่ประกอบไปด้วย Donor atom (O,N,P) และประกอบด้วย Active hydrogen atom ดังนั้น Liquid Phase ที่เหมาะสม ได้แก่ FFAP , 20M-TPA , Carbowax , Versamid 900 , Ucons , Theed , Mannitol , Digryceral

5. อุณหภูมิของคอลัมน์

- ถ้าเพิ่มอุณหภูมิของคอลัมน์ขึ้นจะทำให้องค์ประกอบของสารเคมีมีการเคลื่อนที่เร็วขึ้นและช่วยทำให้การวิเคราะห์เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Detector

- เป็นเครื่องมือที่บ่งบอกว่ามีสารที่ต้องการวิเคราะห์หรือมีสารอื่นที่แตกต่างไปจากแก๊สพาออกมาจากคอลัมน์หรือไม่ ถ้ามีก็จะสามารถวัดเป็นปริมาณเท่าใดได้ด้วย

- Flame Ionization Detector (FID)

ประเภท : Selective

ความเฉพาะในการตรวจหา : สารที่แตกตัวเป็นไอออนได้ด้วยเปลวไฟไฮโดรเจน/อากาศ

MDL (Minimum detecable level): 5 pgC/sec

Linear Dynamic range: 10^7

ให้สภาพไวที่ดีกับสารต่างๆโดยเฉพาะสารอินทรีย์

7. ข้อมูลที่สำคัญที่สามารถจะนำไปใช้เพื่อการตรวจพิสูจน์สารหรือหาปริมาณของสารได้

- เวลาที่สารแต่ละชนิดใช้ผ่านคอลัมน์จากจุดเริ่มต้นถึงจุดสูงสุดของพีก เรียก Retention time (t_r) ที่ได้มาจากโครมาโทแกรม สามารถนำไปใช้ในการทำคุณภาพวิเคราะห์ได้

- ขนาดของพีกซึ่งอาจเป็นพื้นที่หรือความสูง สามารถนำไปใช้ในการทำปริมาณวิเคราะห์ได้

- ลักษณะของพีกที่ได้จากโครมาโทแกรม ใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ไรแดง
2. นมผง (Powder milk) ตรามิชชัน
3. นมดิบ (Raw milk) จากสหกรณ์โคนมหนองโพ จ.ราชบุรี
4. กรวยแยก
5. ขวดสีชา
6. กระดาษฟอยด์
7. หลอดฉีดสาร
8. เดซิเคเตอร์
9. ตู้อบ (Hot Air Oven)
10. อุปกรณ์เลี้ยงไรแดง
11. อุปกรณ์ทำน้ำเขียว
12. อุปกรณ์เครื่องแก้ว
13. ชุดวิเคราะห์โภชนาการไขมัน
14. เครื่องชั่งน้ำหนักความละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
15. เครื่อง Gas chromatography รุ่น PR 2100, France
16. Capillary column รุ่น BPX 70 (120 m)
17. Syringe ขนาด 10 µL
18. ชุดเครื่องแก้วที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ไขมันด้วยเครื่อง Gas Chromatography

สารเคมี

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether)
2. โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)
3. เอทานอล(EtOH)
4. กรดไฮโครคลอริก(HCL)
5. กรดอะซิติก (Acetic)
6. เฮกเซน
7. เมทานอล (Metanol)
8. สารเคมีสำหรับเตรียมปุ๋ยคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Standard ที่ใช้วิเคราะห์ไขมันด้วยเครื่อง Gas Chromatography

9.1 Linoleladic acid methyl ester (C18:2 n6t) ความเข้มข้น 0.9969, 1.9937 และ 2.9906 mg/ml

9.2 Methyl stearate (C18:0) ความเข้มข้น 0.5037, 1.0073 และ 1.5110 mg/ml

9.3 CIS-9-oleic methyl ester (C18:1 n9c) ความเข้มข้น 1.0010, 2.0019 และ 3.0029 mg/ml

9.4 Methyl linoleate (C18:2) ความเข้มข้น 0.9979, 1.9957 และ 2.9936 mg/ml

9.5 Methy Arachidate (C20:0) ความเข้มข้น 0.5033, 1.0066 และ 1.5099 mg/ml

9.6 Trans-9-elaidic methyl ester (C18:1 n9t) ความเข้มข้น 0.9985, 1.9947 และ 2.9920 mg/ml

9.7 Palmitic acid ความเข้มข้น 5, 10 และ 15 mg/ml

9.8 CLAmixC18:2 ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5 2.0 และ 2.5 mg/ml

วิธีการ

แผนการทดลอง

ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) มี 3 ปัจจัย คือ เลี้ยงไรแดงด้วยน้ำเขียว (*Chlorella* sp.) นมผง และนมดิบ การทดลองละ 3 ซ้ำ

วิธีการทดลอง

ขั้นตอนการเลี้ยงไรแดง

การเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำเขียว

1. ขั้นตอนการเตรียมน้ำเขียว

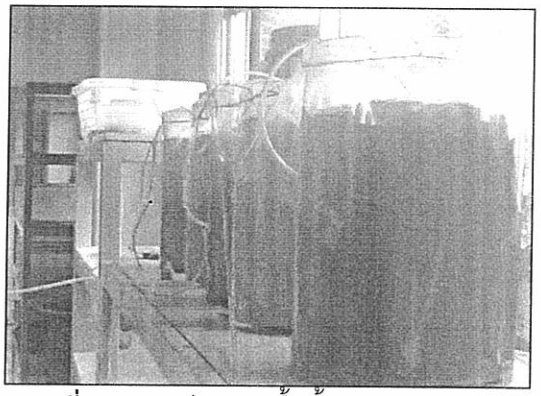
1.1 เตรียมบ่อซีเมนต์กลมขนาด 14 ลูกบาศก์เมตร ทำความสะอาดและตากบ่อทิ้งไว้ 1 วัน เปิดน้ำและกรองลงบ่อ ให้ได้ระดับความสูง 20 เซนติเมตร

1.2 น้ำ 10 ลูกบาศก์เมตร ใช้ อามิอามิ 5 ลิตร ปุ๋ยนา (16-20-0) 2 กิโลกรัม รำ 5 กิโลกรัม ปูนขาว 3 กิโลกรัม จะได้ผลผลิตไรแดง 11-13 กิโลกรัม ละลายปุ๋ยและคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำหัวเชื้อน้ำเขียว (คลอเรลลา) ลงไปในน้ำที่เตรียมทำน้ำเขียว หมักทิ้งไว้ 2-3 วัน หรือจนกว่าน้ำจะมีสีเขียว

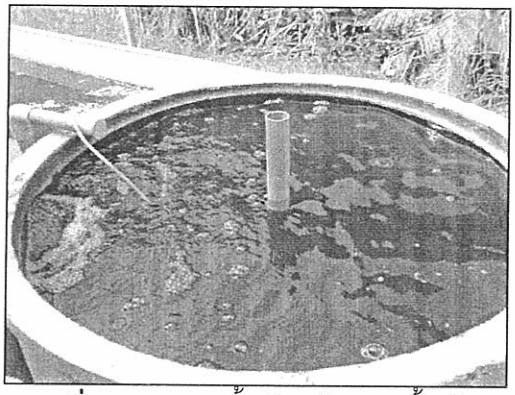
2. นำไรแดงที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วมาเลี้ยงด้วยน้ำเขียวที่หมักทิ้งไว้ 2-3 วัน โดยแต่ละถังใช้ไรแดงจำนวน 200 ตัว ต่อน้ำ 2 ลิตร ทำการทดลองปัจจัยละ 3 ซ้ำ

3. ขยายพันธุ์ไรแดงให้ได้ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะเก็บผลผลิตไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 การเตรียมหัวเชื้อน้ำเขียว



ภาพที่ 9 การขยายน้ำเขียวสำหรับเลี้ยงไรแดง

การเลี้ยงไรแดงด้วยนมผง

1. หมักนมผงกับน้ำเป็นเวลา 2 วัน เพื่อให้แบคทีเรียเจริญเติบโต

2. นำไรแดงที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วมาเลี้ยงด้วยน้ำนมดิบที่หมักทิ้งไว้ 2 วัน โดยแต่ละถังใช้ไรแดงจำนวน 200 ตัว ต่อน้ำ 2 ลิตร ทำการทดลองปัจจัยละ 3 ซ้ำ

3. ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน โดยระบายน้ำทิ้งครึ่งหนึ่งของน้ำทั้งหมด และเปิดน้ำเติมให้เท่าปริมาตรเดิม

4. ขยายพันธุ์ไรแดงให้ได้ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะเก็บผลผลิตไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

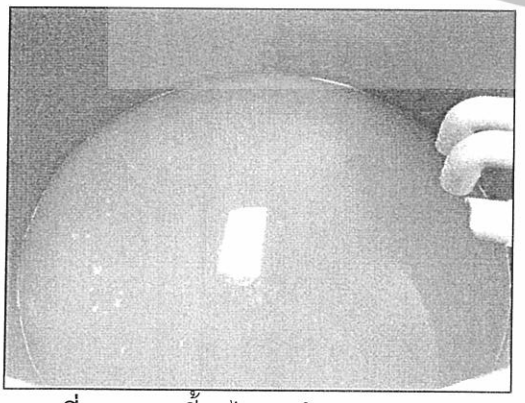
การเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำนมดิบ

1. หมักน้ำดิบเป็นเวลา 2 วัน เพื่อให้แบคทีเรียเจริญเติบโต

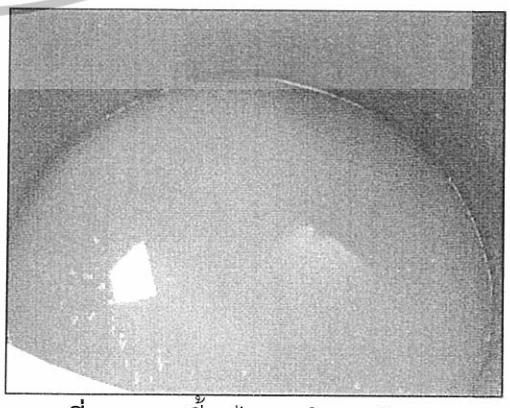
2. นำไรแดงที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วมาเลี้ยงด้วยน้ำนมดิบที่หมักทิ้งไว้ 2 วัน โดยแต่ละถังใช้ไรแดงจำนวน 200 ตัว ต่อน้ำ 2 ลิตร ทำการทดลองปัจจัยละ 3 ซ้ำ

3. ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน โดยระบายน้ำทิ้งครึ่งหนึ่งของน้ำทั้งหมด และเปิดน้ำเติมให้เท่าปริมาตรเดิม

4. ขยายพันธุ์ไรแดงให้ได้ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะเก็บผลผลิตไปทำการวิเคราะห์ต่อไป



ภาพที่ 10 การเลี้ยงไรแดงในนมผง



ภาพที่ 11 การเลี้ยงไรแดงในนมดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสกัดไขมัน

ขั้นตอนการสกัดไขมัน

1. อบ Round bottom flask ที่ 105°C นาน 4 ชั่วโมง เมื่อเย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนักถ้วย (ชั่งน้ำหนักความละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

2. ชั่งตัวอย่างอาหาร 2 กรัมใส่ในกรอง ห่อให้เรียบร้อยใส่ใน Extraction thimble อบตัวอย่างอาหารไล่ความชื้นที่ 105 °C นาน 4 ชั่วโมง ในตู้อบ

3. นำ Extraction thimble ที่อบแห้งเรียบร้อยแล้วมาใส่ในเครื่อง Soxhlet

4. เติม Petrolium ether ลงในถ้วยที่ชั่งแล้วนั้น ประมาณ 150 มิลลิลิตร

5. เปิดเครื่องควบแน่นที่ 25 °C

6. สวมในเครื่อง Soxhlet เข้ากับเครื่องควบแน่นให้สนิท

7. ปรับระดับความร้อนที่ 120 °C สกัดนาน 4 ชั่วโมง

8. ทำการสกัดโดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์เป็นสารสกัดจนหมดใน Round bottom flask เก็บตัวอย่างน้ำมัน (เครื่องจะมีระบบดึงกลับ)

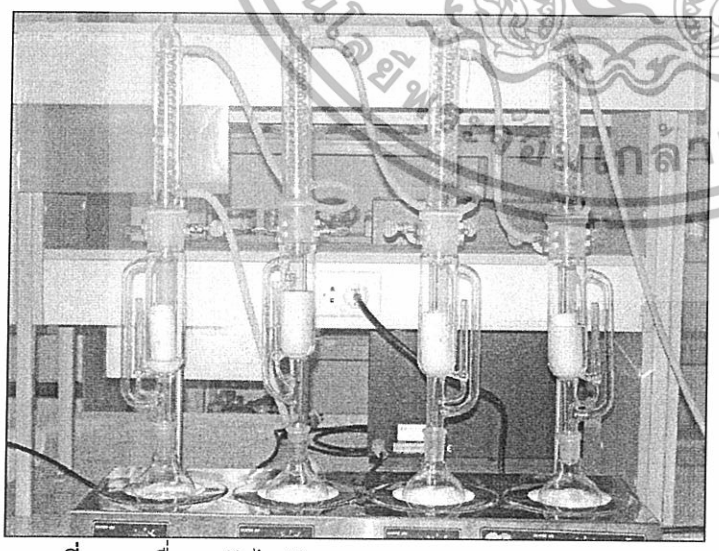
9. ไขมันที่ถูกสกัดที่เหลืออยู่ใน Round bottom flask จะถูกทำให้แห้งที่ 105°C นาน 30 นาที

10. ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก

11. คำนวณหาปริมาณไขมันโดย

ปริมาณไขมัน = น้ำหนัก Round bottom flask และไขมัน - น้ำหนัก Round bottom flask

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน (น้ำหนัก/น้ำหนัก)} = \frac{\text{ปริมาณไขมัน}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$



ภาพที่ 12 เครื่องสกัดไขมัน Auto soxhllet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน (Jham,1982)

1. ชั่งตัวอย่างกรดไขมัน 0.25-0.5 กรัม ในหลอดแก้วฝาเกลียว 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2. เติมสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ในเมทานอลเข้มข้น 0.5 โมลาร์ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. แช่หลอดในหม้ออังไอน้ำ 5 นาที จากนั้นเติมกรดไฮโดรคลอริกในเมทานอลในอัตราส่วน 4: 1 (โดยปริมาตร) 0.4 ลูกบาศก์เซนติเมตร แช่ในน้ำเดือดอีก 15 นาที

4. ทำให้เย็นลงทันที แล้วเติมน้ำกลั่น 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร

5. สกัดด้วย Petrolium ether ครั้งละ 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร 2 ครั้ง แยกเอาส่วน Petrolium ether ที่อยู่ชั้นบน มาทำให้แห้งด้วยโซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัส

6. นำไประเหย Petrolium ether จนหมด

7.ละลายเมทิลเอสเตอร์ที่ได้ด้วยเฮกเซน เพื่อนำไปวิเคราะห์ GC

ขั้นตอนการวิเคราะห์ไขมันด้วยเครื่อง Gas chromatograhy

Condition ที่ใช้ในการวิเคราะห์

Initial Oven State

Oven Security	250 °C
Initial Temperature	220 °C
Isothermal Delay	55 min
Ramp Rate	60 °C/min

FID Detector 1

Temp	260 °C
Gain	12
H_2	50 kPa
Air	50 kPa

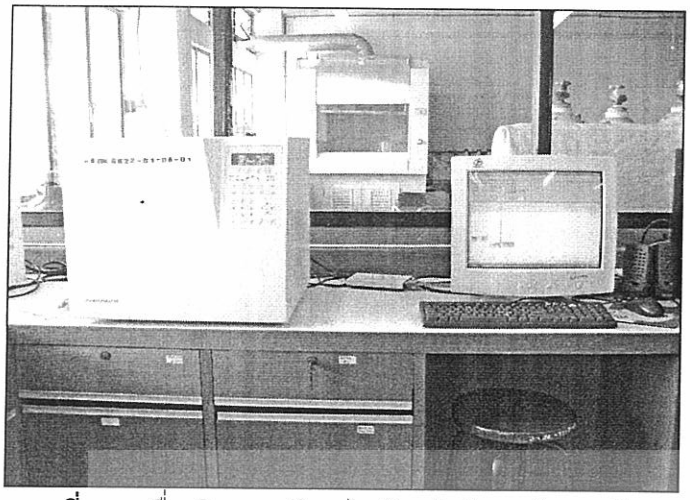
Spl × Spls Injector 1

Temp	250 °C
Carrier Gas Pressure	141 kPa
Split Flow	10 ml/min
H_2	50 kPa
Air	50 kPa

Initial Carrier gas pressure – kPa Split 10, Final Carrier gas pressure – kPa

Events External Event N1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 เครื่องวิเคราะห์กรดไขมันแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas chromatograhy, GC)

หลักการใช้เครื่อง GC

1. เปิดถังแก๊ส He, N_2, Air
2. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์
3. เปิด Power supply
4. เปิดเครื่อง GC (สวิตซ์ปิด-เปิด อยู่ด้านหลังเครื่อง)
5. เข้าโปรแกรม Com 2k1
    - 5.1 เข้าเมนู Program
    - 5.2 เข้าไปตั้งค่า Condition ใน Load from file แล้ว Save as เป็นชื่อ Fatty acid-p2k1
    - 5.3 กดปุ่มตกลง
    - 5.4 เข้าเมนู Program เลือก Load from file
    - 5.5 เปิดไฟล์ Fatty acid-p2k1 แล้วกดตกลง
    - 5.6 เข้าเมนู Program เลือก Sent to Pr 2100
    - 5.7 เข้าเมนู Pr2100 เลือก Detector Ignition
    - 5.8 เลือก Detector 1
    - 5.9 เข้าเมนู Pr2100 เลือก Load Program
6. เข้าโปรแกรม Peak ABC
    - 6.1 ตั้งเวลาในกรอบ Displaying ให้ตรงกับเวลาที่ตั้งไว้ตาม Condition
    - 6.2 ตั้งค่า Volt เป็น 100
    - 6.3 รออุณหภูมิให้ได้ 220 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

7. เตรียมฉีดสารมาตรฐาน

7.1 ทำการชะ Syringe ด้วยเมทานอลหลาย ๆ ครั้งแล้วปล่อยให้ไซลิ้งค์แห้ง

7.2 เมื่อแห้งแล้ว ให้ดูดสารมาตรฐานขึ้นมาที่ 1 µL (ต้องทำอย่างระวังตอนดูดสาร ห้ามให้เกิดฟองอากาศ)

7.3 กด Auto Zero ที่เครื่อง GC

7.4 เสียบ Syringe ลงไปที่บริเวณที่เสียบบนเครื่อง GC โดยการค่อยๆประคองเข็มให้ลงจนสุดปลายเข็ม

7.5 ฉีดสารมาตรฐานลงไปในเครื่อง GC พร้อมกับกดปุ่ม Start ที่ตัวเครื่อง GC

7.6 รอให้เครื่อง Run จนครบเวลาที่ตั้งไว้

8. เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดที่หน้าต่างของ Peak ABC จะให้ Save กราฟที่ได้

9. เมื่อต้องการฉีดสารตัวใหม่ก็ให้ฉีดสารตามข้อ 7.4 ได้ทันที

10. เมื่อต้องทำการปิดเครื่อง

10.1 เข้าหน้าต่าง Com 2k1

10.2 เข้าเมนู Program เลือก Load from file

10.3 เปิดไฟล์ Cooling แล้วกดตกลง

10.4 เข้าเมนู Program เลือก Sent to Pr 2100

10.5 เข้าเมนู Pr 2100 เลือก Detector Off

10.6 เลือก Detector 1

10.7 เข้าเมนู Pr 2100 เลือก Load Program

10.8 รอให้อุณหภูมิในกรอบ Detector ลดลงให้เท่ากับค่าที่ตั้งไว้

10.9 เมื่ออุณหภูมิลดลงแล้วให้เข้าหน้าต่าง Peak ABC แล้วกดปุ่ม Stop Acquisition

10.10 ปิดหน้าต่าง Peak ABC และ Com2k1

10.11 ปิดสวิตซ์เครื่อง GC

10.12 ปิด Power supply

10.13 ปิด ถังแก๊ส He, N_2, Air

99343

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติและวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างปัจจัย ด้วยโปรแกรม Window SPSS 10.0

การคำนวณหาปริมาณกรดไขมันแต่ละชนิดในไรแดง

ในหน่วยเปอร์เซ็นต์ กรัม/100 กรัม น้ำหนักสด

$$\text{ปริมาณกรดไขมัน} = \frac{\text{พื้นที่ใต้พีคตัวอย่าง}}{\text{พื้นที่ใต้พีค Internal standard}} \times \text{Dilutionสารละลาย} \times 100$$

ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 5 เดือน โดยเริ่มจากวันที่ 12 พฤศจิกายน ถึงวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ.2550

สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงและภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

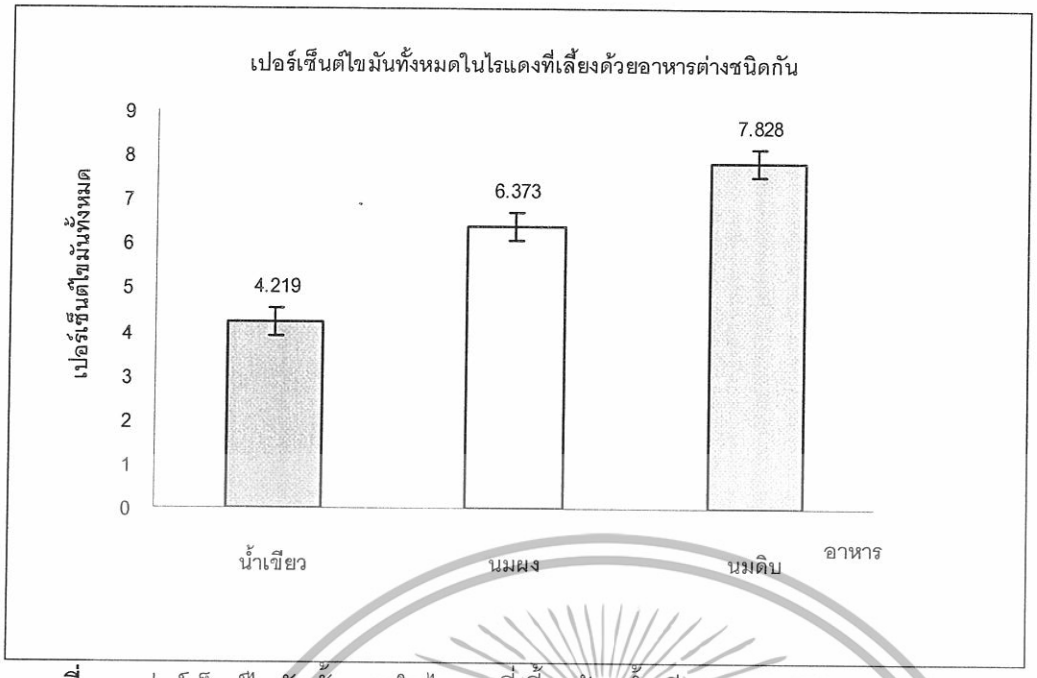
จากการทดลองพบว่าชนิดของกรดไขมันที่พบในไรแดงมีทั้งกรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids) และกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acids) กรดไขมันอิ่มตัวตัวได้แก่ กรดปาลมิติก (Palmitic acid, C16:0) และกรดสเตียริก (Steric acid, C18:0) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้แก่ กรดโอเลอิก (Oleic acid, C18:1) และกรดลิโนเลอิก (Linolaic acid, C18:2) ซึ่งปริมาณกรดไขมันที่พบในไรแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำเขียว นมผง และนมดิบ เป็นไปตามตารางที่ 2 และปริมาณไขมันในไรแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำเขียว นมผง และนมดิบ เท่ากับ 4.22±0.319, 6.37±0.314 และ 7.83±0.294 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด และกรดไขมันทั้งหมดที่พบเท่ากับ 0.0078, 0.0085 และ 0.0058 เปอร์เซ็นต์ (กรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์กรดไขมัน (กรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) และไขมันทั้งหมด ในไรแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำเขียว นมผง และนมดิบ

อาหาร	เปอร์เซ็นต์ C16:0	เปอร์เซ็นต์ C18:0	เปอร์เซ็นต์ C18:1	เปอร์เซ็นต์ C18:2	กรดไขมันทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งหมด
น้ำเขียว	0.0051	0.0013	0.0004	0.0009	0.0078	4.219
นมผง	0.0063	0.0012	0.0003	0.0007	0.0085	6.373
นมดิบ	0.0042	0.0010	0.0002	0.0004	0.0058	7.828

จากตารางที่ 2 สามารถอธิบายได้ว่าไรแดงสดที่เลี้ยงด้วยน้ำเขียว 100 กรัม จะมีไขมันอยู่ 4.129 กรัม ซึ่งในไขมัน 100 กรัม จะมีกรดปาลมิติก 0.0051 กรัม กรดสตียริก 0.0013 กรัม กรดโอเลอิก 0.0004 กรัม และกรดลิโนเลอิก 0.0009 กรัม ในไรแดงสดที่เลี้ยงด้วยนมผง 100 กรัม จะมีไขมันอยู่ 6.373 กรัม ซึ่งในไขมัน 100 กรัม จะมีกรดปาลมิติก 0.0063 กรัม กรดสตียริก 0.0012 กรัม กรดโอเลอิก 0.0003 กรัม และกรดลิโนเลอิก 0.0007 กรัม และใน ไรแดงสดที่เลี้ยงด้วยนมดิบ 100 กรัม จะมีไขมันอยู่ 7.828 กรัม ซึ่งในไขมัน 100 กรัม จะมีกรดปาลมิติก 0.0042 กรัม กรดสตียริก 0.0010 กรัม กรดโอเลอิก 0.0002 กรัม และกรดลิโนเลอิก 0.0004 กรัม โดยปริมาณกรดไขมันที่พบในไรแดงในอาหารทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกรดลิโนเลอิกที่พบในไรแดง จะเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acids, PUFA) ซึ่งกรดไขมันชนิดนี้จะเป็นต้นกำเนิดในการสังเคราะห์กรดไขมัน ซึ่งมีความไม่อิ่มตัวสูงชนิดอื่น เช่น กรดอะราคิโดนิค (Arachiodionic acid ARA, 20:4n-6) มีการศึกษาพบว่ากรดไขมันชนิดนี้มีผลทำให้การเจริญเติบโต การพัฒนาของตัวอ่อนของปลา และ Pigmentation เพิ่มขึ้นในปลาทะเล (Hanaee et al., 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 เปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งหมดในไรแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำเขียว นมผง และนมดิบ

อย่างไรก็ตามในการศึกษากรดไขมันในอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อน ส่วนใหญ่จะเน้นการศึกษากรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีสายยาวคือ n-3 Highlyunsaturated fatty acids (n-3 HUFA) หรือกรดไขมันจำเป็น (Essential fatty acid) เช่น Eicosapentanomic acid (EPA, 20:5n-3) และ Docosahexaenomic acid (DHA, 22:6n-3) ซึ่งกรดไขมันทั้ง 2 ชนิดนี้มีความสำคัญต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอด และพัฒนารูปร่างของตัวอ่อนสัตว์น้ำวัยอ่อนโดยตรง(Bransden et al , 2005 ; Hanaee et al, 2005 ; Nanton and Castell, 1998 and Tamaru et al, Anon) เนื่องจากตามธรรมชาติของปลาซึ่งเป็นสัตว์เลือดเย็น มีอุณหภูมิภายในตัวใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำ ซึ่งค่อนข้างต่ำ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปลาไม่สามารถย่อยและนำกรดไขมันอิ่มตัวไปใช้ได้ดีนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาในเขตหนาว ซึ่งผนังเซลล์สัมผัสกับความหนาวเย็นนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรักษาการไหลเวียนภายใน Cell membrane (Membrane fluidity) ให้เป็นปกติอยู่เสมอ ซึ่งหมายถึงการไหลเวียนของฟอสฟอลิปิดนั่นเอง ดังนั้นกรดไขมันในฟอสฟอลิปิด จะเป็นตัวจักรกลในการควบคุม Membrane fluidity ดังกล่าวและพบว่าในฟอสฟอลิปิด ประกอบด้วยไขมันไม่อิ่มตัวอยู่มาก (สุพิศ, 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาชนิดของกรดไขมันที่พบในไรแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำเขียว นมผง และนมดิบ จะพบไขมันไม่อิ่มตัว 2 ชนิด คือ โอเลอิกและกรดลิโนเลอิก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Tamaru et al. (Anon) ชนิดของกรดไขมันในไรแดงที่พบในน้ำเขียวที่เลี้ยงปลา Guppy ที่พบกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายชนิด เช่น กรดลิโนเลอิก กรดลิโนเลนิก (Linolenic acid, 18:3n-3) และ กรดอิโคซาเพนตะอีโนอิก (Eicosapentanomic acid, 20:5n-3) เป็นต้น ซึ่งกรดไขมันเหล่านี้ สัตว์น้ำวัยอ่อนสามารถนำไปใช้ได้โดยตรง อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้ปริมาณไขมันจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไรแดงที่เลี้ยงด้วยนมดิบ จะมีปริมาณไขมันสูงที่สุด (ตารางที่ 2 ภาพที่ 14) นมผง และน้ำเขียวตามลำดับ อาจเนื่องจากไรแดงสามารถเจริญเติบโตได้ในสารละลายนมดิบ เนื่องจากนมดิบที่ได้จากน้ำนมโคนั้น ล้วนเป็นจุลินทรีย์เป็นองค์ประกอบ การปล่อยพักนมเป็นการเพิ่มจุลินทรีย์และแบคทีเรีย ซึ่งมีการศึกษาของ Sasser (2001) พบว่าแบคทีเรียมีกรดไขมันเป็นองค์ประกอบ ซึ่งจากการวิเคราะห์ของ MIDI พบกรดไขมันมากกว่า 300 ชนิด โดยกรดไขมันที่พบส่วนใหญ่จะมีความยาวของคาร์บอน 9-20 คาร์บอน ดังนั้นมีความเป็นไปได้ว่าจำนวนไขมันถึง 7.828 เปอร์เซ็นต์ ในนมดิบอาจมาจากจุลินทรีย์และแบคทีเรียที่อยู่ในตัวไรแดงที่เป็นอาหารของไรแดง โดยสอดคล้องกับการทดลองของรุ่งตะวัน (2549) กล่าวว่านมดิบสามารถเลี้ยงไรแดงได้ โดยในนมดิบจะมีจุลินทรีย์และแบคทีเรียเพิ่มขึ้น เมื่อมีการบ่มนาน 6 วัน ซึ่งจุลินทรีย์และแบคทีเรียจะเป็นอาหารของไรแดงโดยตรง ในแง่ของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน ยิ่งมีปริมาณไขมันมาก ก็จะเป็นผลดีต่อสัตว์น้ำวัยอ่อน เนื่องจากไขมันและกรดไขมันแหล่งพลังงานหลัก และมีความสำคัญต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดชีวิตของสัตว์น้ำวัยอ่อน (Sales and Janssens, 2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

ชนิดของกรดไขมันในไรแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำเขียว นมผง และนมดิบ พบว่าชนิดของกรดไขมันในไรแดงมีทั้งกรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids) และกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acids) กรดไขมันอิ่มตัวตัวได้แก่ กรดปาลมิติก (Palmitic acid, C16:0) และกรดสเตียริก (Steric acid, C18:0) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้แก่ กรดโอเลอิก (Oleic acid, C18:1) และกรดลิโนเลอิก (Linolaic acid, C18:2) โดยปริมาณของกรดไขมันแต่ละชนิดในไรแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่ปริมาณไขมันทั้งหมด ในไรแดงที่เลี้ยงอาหารต่างชนิดกัน พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเท่ากับ 4.22±0.319, 6.37±0.314 และ 7.83±0.294 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด จากไรแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำเขียว นมผง และนมดิบ ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี ควรเก็บตัวอย่างไรแดงด้วยภาชนะทึบแสง และแทนที่ก๊าซออกซิเจนด้วยก๊าซไนโตรเจน ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส วิธีนี้จะป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น เพื่อสะดวกในการนำไรแดงมาวิเคราะห์ และตัวอย่างไรแดงควรที่จะอยู่ในรูปของน้ำหนักแห้งและปริมาณที่มากเกินพอ เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ชนิดของกรดไขมัน

2. ควรมีการศึกษาชนิดของกรดไขมันในไรแดงชนิดอื่น ๆ เช่น EPA, DHA และ ARA เป็นต้น ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

3. ควรมีการศึกษาในสัตว์น้ำวัยอ่อนว่าชนิดของไรแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดชีวิตต่อสัตว์น้ำวัยอ่อนอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กวิน หาญบูรณะพงศ์. 2548. คุณค่าทางโภชนาการของไรแดงที่เลี้ยงด้วยนมดิบ. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เนติมา คูเจริญ. 2548. คุณค่าทางโภชนาการของไรแดงที่เลี้ยงด้วยแบคทีเรียที่พบในน้ำนมดิบ. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปรัชญานี ตรียวง. 2548.คุณค่าทางโภชนาการของไรแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำเขียว. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรรณทิพย์ ห่อศรีสมพันธ์. 2549. แยกและวิเคราะห์สารด้วย GC. LABTODAY.ฉบับประจำเดือนเมษายน. 6 หน้า.

รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์. 2548. การศึกษาความเป็นไปได้ในการเพาะเลี้ยงไรแดงด้วยนมผงสำเร็จรูป. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 23: 1(24-35).

รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์. 2549. การศึกษาความเป็นไปได้ในการเพาะเลี้ยงไรแดงด้วยนมดิบ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 24: 3 (58-67).

สุพิศ ทองรอด. 2535. ความสำคัญของไขมันในอาหารสัตว์น้ำ.วารสารประมง.

สันทนา ดวงสวัดิ์. 2529. ชีวประวัติการเพาะเลี้ยงไรแดง. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 3. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 7 หน้า.

Bransden, M. P., S.C. Battaglene, D.T. Morehead, G.A. Dunstan and P.D Nichols. 2005. Effect of dietary 22:6n-3 on growth, survival and tissue fatty acid profile of striped trumpeter (*Latris lineata*) larvae fed enriched artemia. Aquaculture. 243:331-344.

Hanaee, J, N. Agh, M. Hanaee, A. Delazar and S.D. Sarker. 2005. Studies on the enrichment of *Artemia urmiana* cyst for improving food value. Animal feed science and technology. 120:107-112.

Jham, G.N. 1982. Problems encounter during peptide derivatization for Gas Chromatography – mass spectrometric analsis. Journal of Chromatography. 240:184-189

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lim, Lian Chuan, Philippe Dhert and Patrick Sorgeloos. 2004. Recent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture. Aquaculture. 227:319-331.

Nanton, Dominic A. and John D. Castell. 1998. The effects of dietary fatty acid composition of harpacticoil copepod, *Tisbe* sp., for use as a live food for marine fish larvae. Aquaculture. 163:251-261.

Sales, James and Geert P.J. anssens. Nutrient requirements of ornamental fish. Aquatic Living Resources. 16:533-540.

Sasser, Myron. 2001. Identification of Bacteria by Gas Chromatography of Cellular Fatty Acids. www.midi-inc.com.

Tamaru, Clyde S., Harry Ako and Lance Pang. Anon. Enrichment of Artemia for use in freshwater ornamental fish production. Center for Tropical and Subtropical Aquaculture Publication. Number 133.

Velu, C.S., B.Czeczuga and N. Munuswamy. 2004. Cartenoprotin complexes in entmostracan crustaceans (*Streptocephalus dichotomus* and *Moina micrura*). Comparative Bichemistry and Phisiology Part B. 135:35-42.

www. Siamhealth.net/health/good_health_living/diet/fat.htm

www. Cyberlab.ku.ac.th/biochemistry/lipid/fatt acid.htm

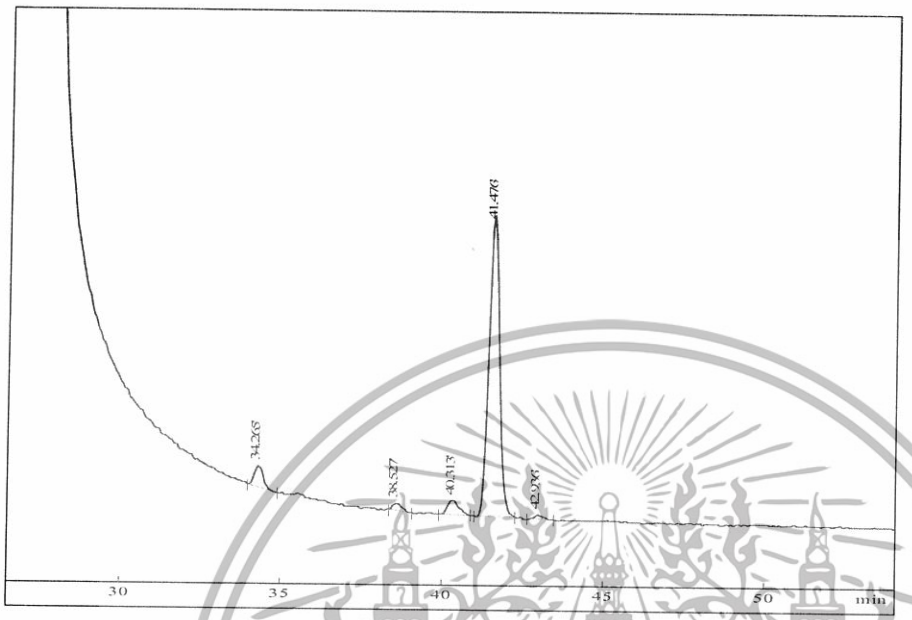
www.thaigoodview.com

www.navtilus.co.th

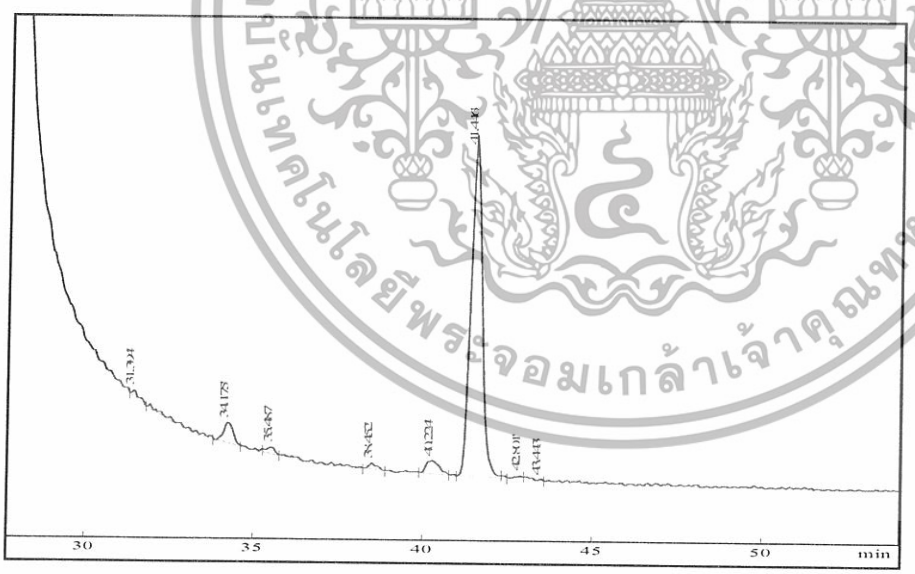
www.fisheries.go.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

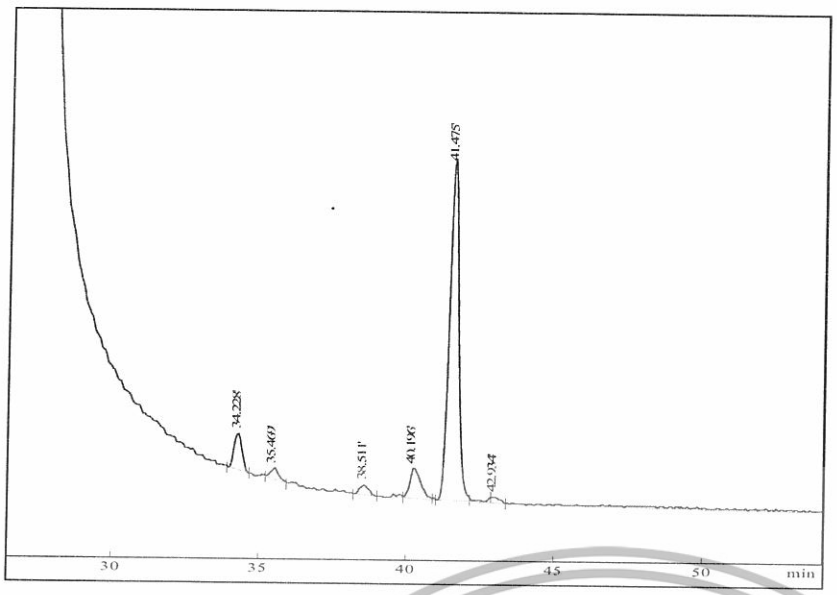


ภาพผนวกที่ 1 โครมาโตแกรมของกรดไขมันในไรแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำเขียว



ภาพผนวกที่ 2 โครมาโตแกรมของกรดไขมันในไรแดงที่เลี้ยงด้วยนมผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 3 โครมาโตแกรมของกรดไขมันในไรแดงที่เลี้ยงด้วยนมผง

ตารางผนวกที่ 1 การคำนวณปริมาณกรดไขมันในตัวอย่างไรแดง (น้ำหนักสด) ของกรดปาลมิติก

ชนิดตัวอย่าง	ค่า Area ตย.ที่อ่านได้	AreaIS	Area ตย./ AreaIS	ค่าความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้จากกราฟ (mg/ml)	น้ำหนักไรสด (g)	น้ำหนักในตัวอย่างสารละลาย 0.5 ml (mg/ml)	% C16:0 ในไรแดงสด
T1R1	12101	195535	0.0619	0.2049	2.1999	4399.8	0.0047
T1R2	51086	222,371	0.2297	0.2422	2.0683	4136.6	0.0059
T1R3	10788	224959	0.0480	0.2018	2.0440	4088.0	0.0049
T2R1	10953	772442	0.0142	0.1943	2.0297	4059.9	0.0048
T2R2	204699	223475	0.9160	0.3947	2.1137	4227.4	0.0093
T2R3	12121	227521	0.0533	0.2029	2.0927	4185.4	0.0048
T3R1	36510	190097	0.1921	0.2338	4.1381	8276.2	0.0028
T3R2	13664	237240	0.0576	0.2039	2.0460	4092.0	0.0050
T3R3	8268	151024	0.0547	0.2033	2.0638	4127.6	0.0049

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 การคำนวณปริมาณกรดไขมันในตัวอย่างไรแดง (น้ำหนักสด) ของกรดสเตียริก

ชนิดตัวอย่าง	ค่า Area ตย.ที่อ่านได้	AreaIS	Area ตย./ areaIS	ค่าความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ จากกราฟ (mg/ml)	นน.ไรสด (g)	น้ำหนักในตัวอย่างสารละลาย 0.5 ml (mg/ml)	% C18:0 ในไรสด
T1R1	5469	195535	0.0280	0.0508	2.1999	4399.8	0.0012
T1R2	18514	222371	0.0833	0.0600	2.0683	4136.6	0.0014
T1R3	4881	224959	0.0217	0.0498	2.0440	4088.0	0.0012
T2R1	4690	772,442	0.0061	0.0472	2.0297	4059.9	0.0012
T2R2	7166	223475	0.0321	0.0515	2.1137	4227.4	0.0012
T2R3	4972	227521	0.0219	0.0498	2.0927	4185.4	0.0012
T3R1	7133	190097	0.0375	0.0524	4.1381	8276.2	0.0006
T3R2	3968	237240	0.0167	0.0489	2.046	4092.0	0.0012
T3R3	2473	151024	0.0164	0.0489	2.0638	4127.6	0.0012

ตารางผนวกที่ 3 การคำนวณปริมาณกรดไขมันในตัวอย่างไรแดง (น้ำหนักสด) ของกรดโอเลอิก

ชนิดตัวอย่าง	ค่า Area ที่อ่านได้	ค่าความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ จากกราฟ (mg/ml)	นน.ไรสด (g)	น้ำหนักในตัวอย่างสารละลาย 0.5 ml (mg/ml)	% C18:1 ในไรสด
T1R1	12156	0.0097	2.1999	4399.80	0.0002
T1R2	44456	0.0394	2.0683	4136.60	0.0010
T1R3	7821	0.0057	2.0440	4088.00	0.0001
T2R1	9,083	0.0068	2.0297	4059.94	0.0002
T2R2	24086	0.0207	2.1137	4227.40	0.0005
T2R3	15484	0.0127	2.0927	4185.40	0.0003
T3R1	21995	0.0187	4.1381	8276.20	0.0002
T3R2	12286	0.0098	2.0460	4092.00	0.0002
T3R3	6999	0.0049	2.0638	4127.60	0.0001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 การคำหนวนปริมาณกรดไขมันในตัวอย่างไรแดง (น้ำหนักสด) ของกรดลิโนเลอิก

ชนิด ตัวอย่าง	ค่า Area ตย.ที่ อ่านได้	areaIS	Area ตย./ areaIS	ค่าความเข้มข้น ที่วิเคราะห์ได้ จากกราฟ (mg/ml)	นน.ไรสด (g)	น้ำหนักใน ตัวอย่าง สารละลาย 0.5 ml(mg/ml)	% C18:2 ในไรสด
T1R1	3648	195535	0.0187	0.0351	2.1999	4399.8	0.0008
T1R2	13545	222371	0.0609	0.0476	2.0683	4136.6	0.0012
T1R3	3759	224959	0.0167	0.0345	2.0440	4088.0	0.0008
T2R2	3654	223475	0.0164	0.0344	2.1137	4227.4	0.0008
T2R3	1635	227521	0.0072	0.0317	2.0927	4185.4	0.0008
T3R1	1223	190097	0.0064	0.0315	4.1381	8276.2	0.0004
T3R2	2625	237240	0.0111	0.0329	2.0460	4092.0	0.0008
T3R3	1076	151024	0.0071	0.0317	2.0638	4127.6	0.0008

หมายเหตุ T1 คือน้ำเขียว T2 คือนมดิบ และ T3 คือ นมผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ ANOVA ระหว่างปัจจัยของปริมาณไขมัน

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	19.789	2	9.895	34.620	.001
Within Groups	1.715	6	.286		
Total	21.504	8			

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ ANOVA ระหว่างปัจจัยของปริมาณกรดไขมัน C16:0

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.811E-06	2	3.406E-06	1.200	.364
Within Groups	1.703E-05	6	2.838E-06		
Total	2.384E-05	8			

ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ ANOVA ระหว่างปัจจัยของปริมาณไขมัน C18:0

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.122E-07	4	2.806E-08	.416	.792
Within Groups	2.700E-07	4	6.750E-08		
Total	3.822E-07	8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ ANOVA ระหว่างปัจจัยของปริมาณไขมัน C18:1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.006E-07	3	3.352E-08	.306	.821
Within Groups	5.483E-07	5	1.097E-07		
Total	6.489E-07	8			

ตารางผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ ANOVA ระหว่างปัจจัยของปริมาณไขมัน C18:2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8.089E-07	6	1.348E-07	3.370	.246
Within Groups	8.000E-08	2	4.000E-08		
Total	8.889E-07	8			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้