การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

ฟองน้ำ (Sponges)

ฟองน้ำ (phylum Porifera) จัดอยู่ในจำพวกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และเป็นสิ่งมีชีวิตที่เก่าแก่ที่สุดของพวกสัตว์หลายเซลซึ่งมีมาเมื่อประมาณ 700-800 ล้านปี สามารถพบฟองน้ำได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำทะเล แต่ส่วนใหญ่พบว่าจะเป็นฟองน้ำทะเล โดยที่ 95% ของฟองน้ำทั้งหมดจะเป็นฟองน้ำใน class demospongiae ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุด (Hooper, 1997) ฟองน้ำมีส่วนสำคัญต่อชีวมวลของระบบนิเวศวิทยาทางทะเล เพราะฟองน้ำสามารถปรับตัวได้เป็นอย่างดีไม่ว่าจะเป็นทางด้านการสืบพันธุ์ และทางด้านสรีรวิทยา ฟองน้ำเป็นสัตว์ประเภทที่กรองกินอาหาร (filter feeding) ลำตัวของฟองน้ำจะมีรูพรุนเล็กๆซึ่งเป็นช่องทางเข้าของน้ำ โดยจะนำออกซิเจนและอาหารเข้าภายในร่างกาย โดยทั่วไปฟองน้ำจะอยู่ติดกับที่ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ และฟองน้ำไม่มีอวัยวะพวกแขน ขา กล้ามเนื้อ ศีรษะ และช่องกระเพาะอาหาร อีกทั้งฟองน้ำมีรูปร่างที่ค่อนข้างอ่อนนุ่ม ไม่มีหนามแหลมหรือเปลือกห่อหุ้มร่างกาย แต่ฟองน้ำก็ยังสามารถดำรงชีวิตอยู่มาเป็นเวลายาวนานได้โดยที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างน้อยมาก ที่เป็นเช่นนี้เพราะฟองน้ำได้สร้างกลไกป้องกันตัวเองอย่างมีประสิทธิภาพโดยการผลิตสารพิษหรือสารเคมีอื่นๆเพื่อที่จะขับไล่หรือยับยั้งอันตรายจากผู้ล่าหรือพวก parasites ต่างๆ หรือแย่งชิงพื้นที่ที่จะเกาะติดกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ โดยสารเคมีที่ฟองน้ำผลิตมาเพื่อปกป้องตัวเองนี้ถูกเชื่อว่ามีส่วนที่วิวัฒนาการไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่มีคุณสมบัติเป็นยารักษาโรคได้ เนื่องจากสารเคมีที่ฟองน้ำผลิตขึ้นมานี้จะต้องใช้ป้องกันผู้ล่าที่มีหลากหลายประเภท ดังนั้นจึงทำให้สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่ได้จากฟองน้ำทะเลหลายตัวมีฤทธิ์ในการตรวจสอบทางเภสัชวิทยาที่สูงเกินกว่าที่จะนำมาใช้เป็นยาได้โดยตรง จึงทำให้สารที่ได้จากทะเลส่วนใหญ่ยังอยู่ในขั้นตอนการทดสอบและการพัฒนาทางเภสัชวิทยา ซึ่งต้องใช้เวลานานในกระบวนการพัฒนา

การจัดหมวดหมู่ฟองน้ำ

ฟองน้ำจัดจำแนกตามลักษณะของโครงสร้างเป็น 4 class คือ

Class 1 Calcipongiae (Calcarea) เรียกว่า ฟองน้ำแคลคาเรีย เนื่องจากเป็นฟองน้ำที่มีสปิคูลที่เป็นสารประกอบหินปูน

Class 2 Hyalospongiae (Hexactinellida) มีชื่อเรียกทั่วไปว่า ฟองน้ำแก้ว (glass sponge) ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตอยู่ในทะเลลึกประมาณ 500-15,00 เมตร และมีสมมาตรรัศมี มีลักษณะรูปร่างคล้ายแจกันหรือกรวย มักเกาะกับพื้นโคลนโดยก้านหรือรากที่เป็นสปิคูล (root spicules)

Class 3 Demospongiae มีฟองน้ำประมาณร้อยละ 95 ของฟองน้ำทั้งหมดในไฟลัมส่วนใหญ่ เป็นฟองน้ำขนาดใหญ่ สปิคูลเป็นซิลิกอนที่ไม่เป็นหกแฉก

Class 4 Sclerospongiae มีฟองน้ำน้อยชนิด ฝังตัวอยู่ตามรอยแยกของแนวปะการัง จึงมักเรียกว่าฟองน้ำปะการัง (coralline sponge) ทางเดินน้ำแบบลิวโคนอยด์ มีสปิคูลเป็นสารซิลิกอนและมีสปันจินและมีสปันจินและมีชั้นของหินปูนเป็นโครงสร้างบาง ๆหุ้มตัว

ลักษณะทั่วไปของแบคทีเรียทะเล

แบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในทะเลส่วนมากเป็นพวกทนเกลือ (halophilic microorganisms) ต้องการโซเดียมคลอไรด์ 2.5-4 เปอร์เซ็นต์ ในการเจริญเติบโต และจะไม่เจริญหรือเจริญได้น้อยมากในอาหารที่ไม่มีเกลือ ความเข้มข้นของเกลือที่เหมาะสมสำหรับแบคทีเรียทะเลคือ 3.5 เปอร์เซ็นต์ (Rheinheimer, 1985) แบคทีเรียที่พบในทะเลส่วนมากเคลื่อนที่ได้เพราะมีแฟลกเจลลัมแต่ไม่สร้างสปอร์ ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ได้ทั้งที่มีและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) มีน้อยชนิดที่ชอบอาศัยในที่ไม่มีออกซิเจน (obligate anaerobe) ส่วนมากเป็นพวกที่มีรงควัตถุและเป็นแบคทีเรียแกรมลบ ปัจจัยควบคุมการแพร่กระจายของแบคทีเรียทะเลคือ ปริมาณสารอาหาร ความเค็ม ความลึก และความเป็นกรด-เบส เป็นต้น

ประโยชน์ของแบคทีเรียทะเล

แบคทีเรียทะเลมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศทางทะเล ช่วยให้เกิดการหมุนเวียนของแร่ธาตุ ทำให้แหล่งน้ำอุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน และแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ร่วมกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการสร้างสาร ซึ่งมีศักยภาพในการนำมาพัฒนาทางเภสัชวิทยา สารที่สร้างจากแบคทีเรียเรียกว่า สารเมตาบอไรต์ทุติยภูมิ (secondary metabolites) นำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ เช่นถูกนำมาใช้เป็นตัวกลางในการผลิตสารที่จำเป็นบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับทางการแพทย์และการรักษาโรค ด้านอุตสาหกรรม ด้านการเกษตร เป็นต้น ตัวอย่างจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ในทางการแพทย์ เช่น ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* และแบคทีเรีย *E.coli* ใช้ผลิตสารอินซูลินซึ่งเป็นสารที่มีความสำคัญในการควบคุมปริมาณน้ำตาลในเลือด แบคที่เรีย *E.coli* ใช้ในการผลิตฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตในคน เป็นต้น แบคทีเรียทะเลแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ แบคทีเรียที่ถูกพัดพามาจากแหล่งอื่นและแบคทีเรียที่มีถิ่นกำเนิดในทะเลในบริเวณนั้น ๆ แบคทีเรียทั้งสองกลุ่มนี้อาศัยอยู่ที่ผิวน้ำ ในชั้นของน้ำ ตะกอนดิน และอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ เช่น *Psudomonas insolita* พบอยู่ในฟองน้ำคลาสเดโมสปองเจีย (class demospongiae) ชนิด *Halichondria panacea* แบคทีเรียบางชนิดอาศัยอยู่ในลำไส้และทางเดินอาหารของสัตว์ทะเล เช่น *Clostridium welchii, C. sporogenes, C. tetani* พบในทางเดินอาหารของปลา ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้ช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้ปลาได้รับสารอาหารในการเจริญเติบโต (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2534) โดยเฉพาะยีสต์มีการศึกษาถึงคุณสมบัติพบว่าเป็นจุลินทรีย์ที่มีปริมาณโปรตีนในเซลล์สูงและยังประกอบไปด้วยไขมัน วิตามินแร่ธาตุหลายชนิด และ แอคติโนมัยซีทจัดเป็นแบคทีเรียที่มีคุณค่าและมีคุณประโยชน์มหาศาลต่อเศรษฐกิจต่องานด้านทคโนโลยีชีวภาพเนื่องจากเป็นแหล่งของการผลิตสารออกฤทธิ์ชีวภาพจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารยับยั้งเซลล์มะเร็ง สารแอนติไบโอติก และสารยับยั้งระบบภูมิคุ้มกัน (Selvameenal et al . 2009)

ไขมัน (Lipid)

คือสารชีวโมเลกุลประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน โมเลกุลของไขมันประกอบด้วยกรีเซอรีน 1 โมเลกุล และกรดไขมัน 3 โมเลกุล ซึ่งอาจเป็นกรดไขมันชนิดเดียวกันหรือต่างกันได้ ไขมันมีหลายชนิด แล้วแต่ชนิดของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบ ไขมันในอาหาร ประกอบด้วย ไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerides) เป็นส่วนใหญ่ และ โคเลสเตอรอล (Cholesterol) เป็นส่วนน้อย ไตรกลีเซอไรด์เมื่ออยู่ในรูปของแข็งที่อุณหภูมิห้องปกติจะเรียกว่าไขมัน(Fat) หากเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องปกติจะเรียกว่าน้ำมัน(Oil)

ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) เป็นไขมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันสามโมเลกุลรวมตัวกับกลีเซอรอลหนึ่งโมเลกุล เป็นโมเลกุลที่ไม่ละลายน้ำ เป็นพลังงานสะสมในสัตว์ และใช้สะสมใต้ผิวหนังเพื่อรักษาอุณหภูมิของร่างกาย

ฟอสโฟลิปิดหรือกลีเซอโรฟอสโฟลิพิด เป็นไขมันที่เป็นองค์ประกอบหลักของเยื่อหุ้มต่างๆในสิ่งมีชีวิต โครงสร้างคล้ายไตรกลีเซอไรด์ แต่มีกรดไขมันเพียงสองโมเลกุล โดยอีกตำแหน่งหนึ่งจะมีหมู่ฟอสเฟตมาเกาะและจะมีสารอื่นมาเกาะที่หมู่ฟอสเฟตอีกต่อหนึ่งซึ่งเป็นการกำหนดชนิดของฟอสโฟลิปิด เช่น โคลีน (choline) หรือ เซอรีน (serine) ซึ่งชนิดของกรดไขมันในฟอสโฟลิปิด (Phospholipid fatty acids; PLFAs) ใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ทำหน้าที่ควบคุมการผ่านเข้าออกของสารระหว่างภายนอกและภายในเซลล์ รูปแบบของกรดไขมันที่มาจากฟอสโฟลิปิดของเยื่อหุ้มเซลล์สามารถบอกถึงจำนวนต่อหน่วยพื้นที่ลักษณะกลุ่มและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กได้ (microbial biomass, microbial community structure, microbial diversity)

กรดไขมัน (Fatty acid)

กรดไขมัน เป็นไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอน 4 ถึง 24 อะตอมโดยที่ปลายข้างหนึ่งเป็นหมู่คาร์บอกซิล (Carboxyl group) (R-COOH) กรดไขมันที่พบในพืช และสัตว์มีจำนวนคาร์บอนอะตอมเป็นเลขคู่ ระหว่าง 14 ถึง 22 อะตอม ที่พบมากสุด คือ คาร์บอน 16 และ คาร์บอน 18 โดยพันธะที่ต่อระหว่างคาร์บอนอะตอมมีทั้งชนิดที่เป็นพันธะเดี่ยว และ เป็นพันธะคู่ เป็นกรดอินทรีย์ ที่เป็นส่วนประกอบในร่างกายของสิ่งมีชีวิต มีการนำไปใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น ยารักษาโรค ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ทำให้มีการศึกษาหาแหล่งของกรดไขมันจากสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ กรดไขมันที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่จะเป็นกรดไขมันชนิดที่ไม่อิ่มตัวเพราะกรดไขมันกลุ่มนี้มีบทบาทต่อสุขภาพอนามัย และอัตราการอยู่รอดของสัตว์น้ำวัยอ่อน จากการศึกษาพบว่าแหล่งไขมันจากอาหารทะเลโดยเฉพาะปลาทะเลและสัตว์ทะเลชั้นสูงอื่นๆ รวมทั้งสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำพวกสาหร่าย และแพลงก์ตอนพืช มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวกลุ่มโอเมก้า-3 โดยเฉพาะกรดไขมัน Eicosapentaenoic acid (EPA) และกรดไขมัน Docosahexaenoic acid (DHA) กรดไขมันทั้งสองชนิดนี้มีความสำคัญและความต้องการเป็นอย่างมาก

การจำแนกชนิดกรดไขมัน

กรดไขมันมี 2 ประเภท คือ

กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid; SFA) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะระหว่างอะตอมคาร์บอนกับคาร์บอนยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเดี่ยว (Single bond) ทั้งหมด มีลักษณะเป็นโซ่ตรง กรดไขมันอิ่มตัวนี้ร่างกายสามารถสังเคราะห์ขึ้นมาได้เองจึงจัดว่าเป็นกรดไขมันที่ไม่จำเป็น (Non-essential fatty acid) พบในปริมาณที่สูงในไขมันสัตว์ เช่น Myristic acid (14:0), Palmitic acid (16:0) และ Stearic acid (18:0) เป็นต้น

กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acid; UFA) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะระหว่างอะตอมคาร์บอนกับคาร์บอนบางตำแหน่งหรือมากกว่า ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะคู่ (Double bond) กรดไขมันไม่อิ่มตัวนี้ ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาเองได้ จึงจัดว่าเป็นกรดไขมันที่จำเป็น (Essential fatty acid) พบในปริมาณที่สูงในน้ำมันพืช เช่น Oleic acid (C18:1n9), Lionleic acid (C18:2n6) และ Arachidonic acid (C20:4n6) เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งกรดไขมันชนิดนี้ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid; MUFA)[3] เป็นกรดไขมันที่มีธาตุคาร์บอนในสายยาวเชื่อมต่อกันด้วยพันธะคู่เพียงหนึ่งตำแหน่งเท่านั้น เป็นกรดไขมันที่แพทย์และนักโภชนาการแนะนำให้รับประทานเพราะสามารถช่วยลดคอเลสเตอรอล และยังช่วยให้น้ำเลือดไม่หนืดข้น ซึ่งเป็นผลดีต่อสุขภาพหัวใจและหลอดเลือด นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มคอเลสเตอรอลความหนาแน่นสูง (High Density Lipoprotein Cholesterol; HDL Cholesterol) ซึ่งมีส่วนช่วยในการลดคอเลสเตอรอลในเลือด อาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวสูง ได้แก่ ถั่วต่างๆ และ ผลมะกอก

2 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid; PUFA) เป็นกรดไขมันที่มีธาตุคาร์บอนในสายยาวเชื่อมต่อกันด้วยพันธะคู่หลายตำแหน่งซึ่งคนทั่วไปรู้จักดี มี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มโอเมก้า-3 (Omega 3) และกลุ่มโอเมก้า-6 (Omega 6) โดยทั้ง 2 กลุ่มจัดเป็นกรดไขมันที่จำเป็น (Essential Fatty Acid, EFA) สำหรับร่างกาย การรับประทานไขมันกลุ่มนี้จะสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลได้ ซึ่งกรดไขมันชนิดนี้พบได้ทั่วไปในน้ำมันพืช ได้แก่ น้ำมันข้าวโพด น้ำมันดอกทานตะวัน และน้ำมันถั่วเหลือง

การจำแนกชนิดกรดไขมัน

กรดไขมันมี 2 ประเภท คือ

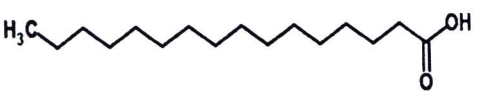
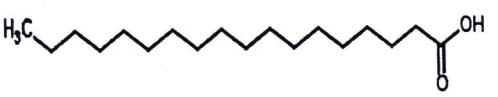
กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid; SFA) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะระหว่างอะตอมคาร์บอนกับคาร์บอนยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเดี่ยว (Single bond) ทั้งหมด มีลักษณะเป็นโซ่ตรง กรดไขมันอิ่มตัวนี้ร่างกายสามารถสังเคราะห์ขึ้นมาได้เองจึงจัดว่าเป็นกรดไขมันที่ไม่จำเป็น (Non-essential fatty acid) พบในปริมาณที่สูงในไขมันสัตว์ เช่น Myristic acid (14:0), Palmitic acid (16:0) และ Stearic acid (18:0) เป็นต้น

กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acid; UFA) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะระหว่างอะตอมคาร์บอนกับคาร์บอนบางตำแหน่งหรือมากกว่า ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะคู่ (Double bond) กรดไขมันไม่อิ่มตัวนี้ ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาเองได้ จึงจัดว่าเป็นกรดไขมันที่จำเป็น (Essential fatty acid) พบในปริมาณที่สูงในน้ำมันพืช เช่น Oleic acid (C18:1n9), Lionleic acid (C18:2n6) และ Arachidonic acid (C20:4n6) เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งกรดไขมันชนิดนี้ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

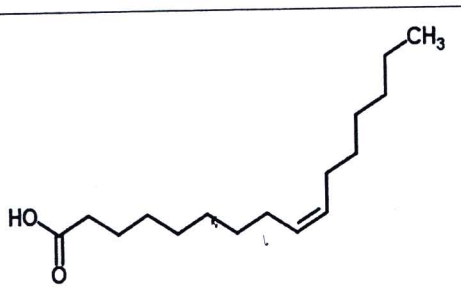
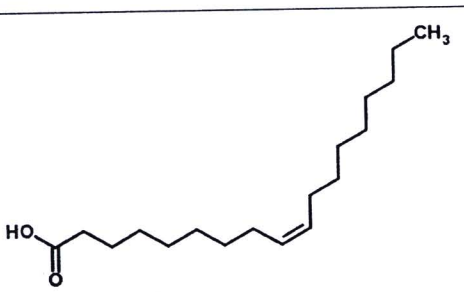
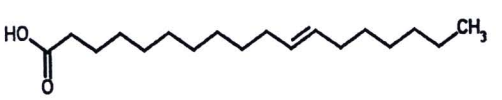
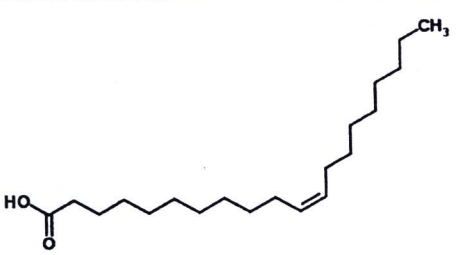
1 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid; MUFA)[3] เป็นกรดไขมันที่มีธาตุคาร์บอนในสายยาวเชื่อมต่อกันด้วยพันธะคู่เพียงหนึ่งตำแหน่งเท่านั้น เป็นกรดไขมันที่แพทย์และนักโภชนาการแนะนำให้รับประทานเพราะสามารถช่วยลดคอเลสเตอรอล และยังช่วยให้น้ำเลือดไม่หนืดข้น ซึ่งเป็นผลดีต่อสุขภาพหัวใจและหลอดเลือด นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มคอเลสเตอรอลความหนาแน่นสูง (High Density Lipoprotein Cholesterol; HDL Cholesterol) ซึ่งมีส่วนช่วยในการลดคอเลสเตอรอลในเลือด อาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวสูง ได้แก่ ถั่วต่างๆ และ ผลมะกอก

2 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid; PUFA) เป็นกรดไขมันที่มีธาตุคาร์บอนในสายยาวเชื่อมต่อกันด้วยพันธะคู่หลายตำแหน่งซึ่งคนทั่วไปรู้จักดี มี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มโอเมก้า-3 (Omega 3) และกลุ่มโอเมก้า-6 (Omega 6) โดยทั้ง 2 กลุ่มจัดเป็นกรดไขมันที่จำเป็น (Essential Fatty Acid, EFA) สำหรับร่างกาย การรับประทานไขมันกลุ่มนี้จะสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลได้ ซึ่งกรดไขมันชนิดนี้พบได้ทั่วไปในน้ำมันพืช ได้แก่ น้ำมันข้าวโพด น้ำมันดอกทานตะวัน และน้ำมันถั่วเหลือง

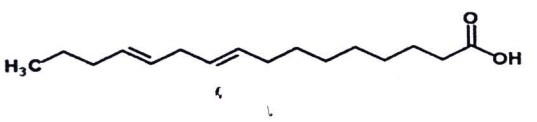
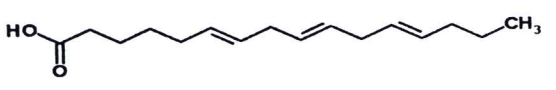
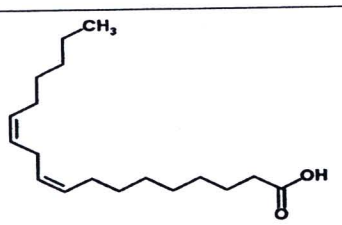
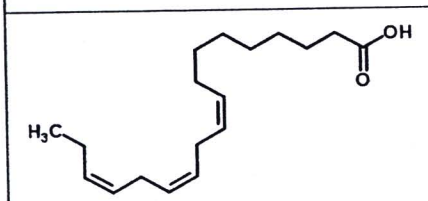
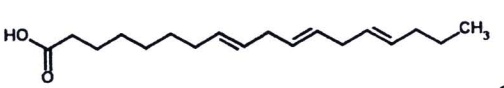
ตารางที่ 1 สมบัติทั่วไปของกรดไขมันอิ่มตัว

กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid; SFA)			
สารและโครงสร้าง	**สูตรโมเลกุล**	**มวลโมเลกุล (กรัมต่อโมล)**	**จุดเดือด (องศาเซลเซียส)**
Myristic acid (C14:0)	$C_{14}H_{28}O_2$	228.37	319.64
 **Palmitic acid (C16:0)**	$C_{16}H_{32}O_2$	256.42	340.62
 **Stearic acid (C18:0)**	$C_{18}H_{36}O_2$	284.48	359.40

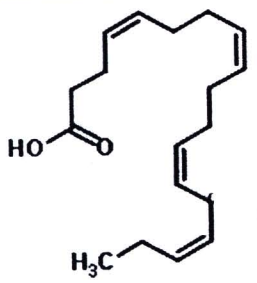
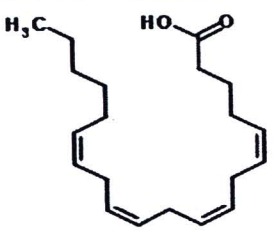
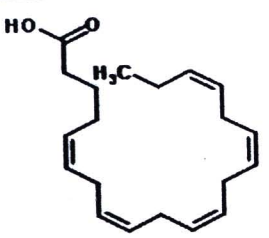
ตารางที่ 2 สมบัติทั่วไปของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว

กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid; MUFA)			
สารและโครงสร้าง	สูตรโมเลกุล	มวลโมเลกุล (กรัมต่อโมล)	จุดเดือด (องศาเซลเซียส)
 Palmitoleic acid (C16:1n7)	$C_{16}H_{30}O_2$	254.41	363.60
 Oleic acid (C18:1n9)	$C_{18}H_{34}O_2$	282.46	360.00
 Vaccenic acid (C18:1n7)	$C_{18}H_{34}O_2$	282.46	398.20
 Eicosenoic acid(C20:1n9)	$C_{20}H_{38}O_2$	310.51	426.30

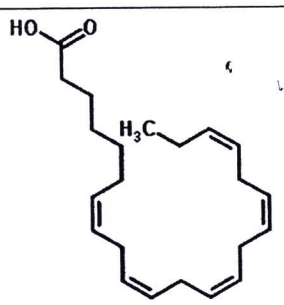
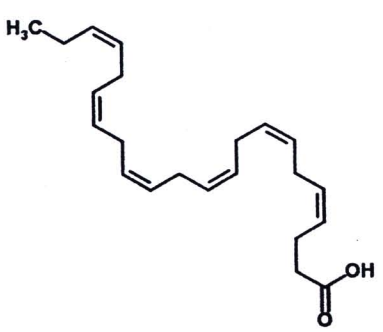
ตารางที่ 3 สมบัติทั่วไปของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน

กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid; PUFA)			
สารและโครงสร้าง	สูตรโมเลกุล	มวลโมเลกุล (กรัมต่อโมล)	จุดเดือด (องศาเซลเซียส)
 **Hexadecadienoic acid (C16:2n4)**	$C_{16}H_{28}O_2$	252.39	345.40
 **Hexadecatrienoic acid (C16:3n4)**	$C_{16}H_{26}O_2$	250.38	349.10
 **Linoleic acid (LA) (C18:2n6)**	$C_{18}H_{32}O_2$	280.45	360.55
 **α-Linolenic acid (ALA) (C18:3n3)**	$C_{18}H_{30}O_2$	278.43	443.38
 **Octad ecatrienoic acid (C18:3n4)**	$C_{18}H_{30}O_2$	278.43	410.90

ตารางที่ 3 (ต่อ) สมบัติทั่วไปของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน

กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid; PUFA)			
สารและโครงสร้าง	สูตรโมเลกุล	มวลโมเลกุล (กรัมต่อโมล)	จุดเดือด (องศาเซลเซียส)
 **Stearidonic acid (SDA) (C18:4n3)**	$C_{18}H_{28}O_2$	276.40	412.80
 **Arachidonic acid (AA,ARA) (C20:4n6)**	$C_{20}H_{32}O_2$	304.47	407.45
Eicosatetraenoic acid (ETA) (C20:4n3)	$C_{20}H_{32}O_2$	304.47	439.60
 **Eicosapentaenoic acid (EPA) (C20:5n3)**	$C_{20}H_{30}O_2$	302.45	439.30

ตารางที่ 3 (ต่อ) สมบัติทั่วไปของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน

กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid; PUFA)			
สารและโครงสร้าง	**สูตรโมเลกุล**	**มวลโมเลกุล (กรัมต่อโมล)**	**จุดเดือด (องศาเซลเซียส)**
	$C_{22}H_{34}O_2$	330.50	442.20
Docosapentaenoic acid (DPA) (C22:5n3)			
	$C_{22}H_{32}O_2$	328.49	446.70
Docosahexaenoic acid (DHA) (C22:6n3)			

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

กรดไขมันโอเมกา-3 (ω-3 หรือ omega-3 เป็นกลุ่มของกรดไขมันชนิดที่ไม่อิ่มตัวสูง เป็นหนึ่งใน**กรดไขมันจำเป็น** (Essential Fatty acid) ที่ร่างกายมนุษย์ขาดไม่ได้ ซึ่งเป็นโครงสร้างไขมันสำคัญในสมองและจอประสาทตาในสูตรโครงสร้างโมเลกุลจะมีพันธะคู่อยู่ไม่น้อยกว่า 3 แห่ง โดยพันธะคู่แรกจะอยู่ที่ตำแหน่งของคาร์บอนตัวที่ 3 นับจากปลายโมเลกุลด้านที่มีกลุ่มเมธิล (methyl group) เข้าไป ส่วนพันธะคู่ต่อไปจะอยู่ตรงตำแหน่งคาร์บอนถัดไปครั้งละ 3 ตำแหน่ง กรดไขมันโอเมก้า-3 เป็นกรดไขมันที่มีบทบาทความสำคัญต่อการทำงานของสมอง ตับ และระบบประสาทเกี่ยวกับการพัฒนาเรียนรู้ รวมทั้งเกี่ยวกับเรตินาในการมองเห็นนอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อโภชนาการและสุขภาพของคนเรา ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอล และช่วยเพิ่ม HDL ในเลือดได้ และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและหน้าที่ของเกล็ดเลือด ดังนั้นจึงมีผลช่วยลดไขมันในเส้นเลือด และโรคหัวใจ กรดไขมันในกลุ่มนี้ ที่สำคัญ คือ α-Linolenic acid (ALA), Stearidonic acid (SDA), Eicosatetraenoic acid (ETA),Eicosapentaenoic acid (EPA), Docosapentaenoic acid (DPA) และ Docosahexaenoic acid (DHA) พบมากในปลาทะเล และ ปลาน้ำจืดบางชนิด

กรดไขมันโอเมก้า-6 มีส่วนช่วยป้องกันหลอดเลือดอุดตัน ช่วยลดความดันเลือด รักษาสมดุลของของเหลวในร่างกาย ลดความเจ็บปวดและการอักเสบ เสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน ช่วยในการทำงานของอินซูลินที่ควบคุมระดับน้ำตาลของร่างกาย กรดไขมันในกลุ่มนี้ ที่สำคัญ คือ Linoleic acid (LA) และ Arachidonic acid (AA,ARA)

กรดไขมันโอเมก้า-9 ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด ทำให้เส้นเลือดไม่เกิดการอุดตัน ไม่เป็นโรคหัวใจ บำรุงสมองช่วยให้ความจำดี กรดไขมันในกลุ่มนี้ที่สำคัญ คือ Oleic acid และ Eicosenoic acid

มีการศึกษาวิจัยในเรื่องกรดไขมันในสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น สิ่งมีชีวิตที่นำมาศึกษามีทั้งพืช สัตว์และจุลินทรีย์ โดยพบองค์ประกอบกรดไขมันในตัวอย่างที่ศึกษาโดยส่วนมากมีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ C16-18 ตัว กรดไขมันที่พบมากที่สุดคือ palmitic acid (C16:0), stearic acid (C18:0), และ linolenic acid (C18:3) เป็นต้น (วิเชษฐ์ ลีลามานิตย์, 2540) ในการศึกษาปริมาณกรดไขมันที่พบในจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆนั้นจะพบกรดไขมันต่างชนิดมากน้อยแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของจุลินทรีย์ โดยมีรายงานว่าจุลินทรีย์พวกโปรคารีโอต ได้แก่ แบคทีเรียและไซยาโนแบคทีเรีย และพวกยูคารีโอต ได้แก่รา โปรโตซัว และสาหร่าย จะมีองค์ประกอบของกรดไขมันต่างกัน โดยแบคทีเรียต่าง ๆ นั้นจะพบว่ามีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว oleic acid (C18:1) อยู่เป็นจำนวนมาก และในแบคทีเรียบางชนิดจะพบ EPA ประกอบอยู่ด้วย (Dennis, 1993)

กรดไขมันนอกจากมีประโยชน์ด้านการแพทย์แล้ว ยังมีประโยชน์ในการใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานด้านการจัดจำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิตอีกด้วย โดยใช้องค์ประกอบกรดไขมันเป็นตัวจำแนก (พนิดา พงศ์ภาณุมา

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 25 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 247505
เลขเรียกหนังสือ

พร, 2543) การใช้องค์ประกอบกรดไขมันในการจำแนกเชื้อจุลินทรีย์นั้น มีใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งในเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์และรา และยังมีประโยชน์ในการแยกความแตกต่างของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology) ที่คล้ายกันมากออกจากกันได้

จากการศึกษาของ Manjari และคณะในปี 2009 พบองค์ประกอบกรดไขมันจากไขมันที่สกัดจากฟองน้ำทะเล Fasciospongia cavernosa (Schmidt) ที่เก็บจากอ่าว Bengal (Orisca Coast) เป็นชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน(PUFAs) 30.79% กรดไขมันชนิด SFAs 33.05%, branch SFAs 9.30%, MUFAs 18.07% และตัวที่พบได้แก่ C18:2n6 =11.14%, 18:3n3 =1.99%, 20:3n6 =2.03%, 20:4n3= 0.5% และจากการศึกษาศักยภาพของฟองน้ำและสาหร่ายด้าน marine biotechnology (Rene H. Wijffels,2007) ผู้วิจัยกล่าวว่าฟองน้ำมีสารออกฤทธิ์หลายชนิดที่มีศักยภาพสามารถนำมาพัฒนาเป็นยาได้แม้ว่าจะมีปัญหาขาดแคลนตัวอย่าง แต่ก็มีงานวิจัยที่จะแก้ปัญหานี้ เช่น การทำ metagenomics, genome fragments. และจากการศึกษาของ Sree, 2001 ที่ทำการศึกษาองค์ประกอบกรดไขมันในฟองน้ำทะเล 17 ชนิด จากชายฝั่ง Orissa coast พบกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและชนิดไม่อิ่มตัว และในตัวอย่างฟองน้ำ*Plakina monolopha*, *Callpsponge* sp. มีฤทธิ์ยับยั้งจุลชีพ พบกรดไขมัน oleic acid ถึง ร้อยละ 40 และจากการศึกษาของ Genin E.,et al (2008) ที่ทำการศึกษาชนิดของไขมันใน phospholipids จากฟองน้ำทะเล 22 species 19 genera 15 families ที่เก็บจากสถานที่ที่แตกต่างกันบริเวณ East Atlantic, North Atlantic และ South-West Pacific, Mediterranean sea, Red sea, Arabian –Persian Gulf พบไขมันในตัวอย่างฟองน้ำส่วนใหญ่เป็น Phosphatidyl ethanolamine (PE), Phosphatidylcholine (PC).

จากความสัมพันธ์ระหว่างฟองน้ำและแบคทีเรียที่อาศัยในฟองน้ำซึ่งเป็นความสัมพันธ์ที่ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์งานวิจัยจำนวนมากเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดนี้ เช่น สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดของแบคทีเรียที่สามารถผลิตสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เป็นต้น จากประสิทธิภาพของฟองน้ำและแบคทีเรียที่อาศัยในฟองน้ำทางด้านเภสัชภัณฑ์ ทำให้เกิดสิ่งที่น่าสนใจในด้านการนำมาใช้ประโยชน์ทางการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์เพื่อลดต้นทุนการเพาะเลี้ยง กล่าวคือเมื่อสกัดสารจากฟองน้ำธรรมชาติและจากแบคทีเรียที่อาศัยในฟองน้ำแล้วทราบถึงชนิดและปริมาณกรดไขมันที่จำเป็นต่อสัตว์น้ำวัยอ่อนและแบคทีเรียใดที่สามารถสังเคราะห์กรดไขมันที่จำเป็นสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อนได้ดี โดยเฉพาะกรดไขมันกลุ่ม PUFA เช่น 20:5 n-3และ 22:6 n-3 เป็นต้น ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปเป็นประโยชน์ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหรือแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดอื่นเช่น โรติเฟอร์ หรือลูกหอยวัยอ่อน ซึ่งการนำไปใช้อาจเป็นการเลี้ยงด้วยแบคทีเรียชนิดเดียวหรือเลี้ยงเสริมกับอาหารชนิดอื่น

มีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษากรดไขมันในแบคทีเรียและการนำแบคทีเรียไปใช้ประโยชน์มาการเพาะเลี้ยง ซึ่งผลการศึกษามีความหลากหลายแตกต่างกันดังนี้

Brown *et al* 1996 ศึกษาองค์ประกอบคุณค่าทางอาหารของแบคทีเรียทะเล 7 ชนิด ได้แก่ *Aeromonas* sp. ACM 4771 *Derxia* sp. ACM 4771 *Derxia* sp. ACM 4772 *Derxia* sp. ACM 4773 *Methylophilus methylotrophus* NCIB 10515 *Pseudomonas testosteroni* ACM 4768 *Pseudomonas*

testosteroni ACM 4769 *Pseudomonas* sp. ACM 4770 และยีสต์ 6 ชนิด *Debaryomyces hansenii* ACM 4784 *Dipodascus capitatus* ACM 4779 *Dipodascus* sp. ACM 4780 *Dipodascus* sp. 4778 *Dipodascus* sp. ACM 4781 *Dipodascus sp.* ACM 4782 เพื่อใช้เป็นอาหารของลูกหอยวัยอ่อน โดยเปรียบเทียบผลกับยีสต์ 2 ชนิดที่ใช้กันทั่วไปคือ *Candida utilis* ACM 4774 *Saccharomyces cerevisiae* ACM 4775 ผลการศึกษาพบว่าทั้งยีสต์และแบคทีเรียมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบหลัก(25-49 % น้ำหนักแห้ง) มีไขมันเป็นองค์ประกอบ 2.5-11 5 % น้ำหนักแห้ง) และทั้งยีสต์และแบคทีเรียไม่มี กรดไขมัน 20:5 n-3 และ 22:6 n3 ซึ่ง Brown ได้สรุปว่าสามารถนำยีสต์และแบคทีเรียมาใช้เป็นอาหารได้โดยนำมาเป็นส่วนผสมของอาหารที่ให้

Leonardos and Lucas, 2000 อ้างถึง Yasuda and Taga, 1980 Intriago and Jone, 1993 รายงานถึงการใช้แบคทีเรียเป็นอาหารสัตว์น้ำว่าแบคทีเรียบางชนิดเมื่อใส่ร่วมกับแพลงก์ตอนพืชที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน (อาร์ทีเมีย) ทำให้สัตว์น้ำวัยอ่อนมีการเจริญเติบโตดีขึ้นมากกว่าเลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชอย่างเดียว นอกจากนี้ Douillet and Langdon, 1993, 1996 ได้ทดลองเลี้ยงลูกหอย *Crassostrea gigas* พบว่าแบคทีเรียชนิด axenic ที่มีในระบบเลี้ยงลูกหอยทำให้ลูกหอยมีการเจริญเติบโตดีขึ้น อ้างโดย Leonardos and Lucas, 2000

Intriago and Jone, 1993 ทดลองเลี้ยงอาร์ทีเมียด้วยอาหารที่มีแบคทีเรีย *Flexibacter* 18 mg/l เป็นส่วนผสมร่วมกับครอเลสเตอรอล 100μg/l และ 500μg/l และเลี้ยงร่วมกับ 5 cells/μl of *Rhodomonas* (0.25, 0.5,2.5mg/l) เปรียบเทียบกับเลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่มีแบคทีเรียFlexibacterเป็นส่วนผสม ได้แก่10 cells/μl แพลงก์ตอนพืช (0.50mg/l), 20 cells/μl แพลงก์ตอนพืช (1.0mg/l), 50 cells/μl แพลงก์ตอนพืช (2.50 mg/l), 100 cells/μl แพลงก์ตอนพืช (5.00mg/l) และเปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยแบคทีเรีย Flexibacter strain Inp3 18 mg/l อย่างเดียว พบว่าสามารถเลี้ยงอาร์ทีเมียด้วยแบคทีเรีย Flexibacter strain Inp3 อย่างเดียวได้โดยที่ได้อัตราการรอดตายมีความแตกต่างกันเล็กน้อย แต่น้ำหนักแห้งและความยาวแตกต่างกัน อาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วยแบคทีเรีย Flexibacter ร่วมกับแพลงก์ตอนพืช 50 cells/μl มีการเจริญเติบโตดีที่สุด และอาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วยแบคทีเรีย Flexibacter ร่วมกับแพลงก์ตอนพืช 100 cells/μl มีกรดไขมันที่จำเป็นสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อน PUFA มากที่สุด และสรุปว่าแบคทีเรียไม่ใช่เป็นอาหารเพียงอย่างเดียวแต่ยังช่วยในการย่อยแพลงก์ตอนพืชด้วย

Nichols and McMeekin, 2002 ศึกษาแบคทีเรียที่สามารถผลิต polyunsaturated fatty acids เพื่อใช้เป็นดัชนีชี้วัดทางชีววิทยา พบว่าแบคทีเรียกลุ่ม Shewanella และ Colwellia สามารถผลิต EPA ได้ เช่น 20:4 n-3 และ 22:6 n-3 แต่ไม่ทุกชนิดที่สามารถผลิตกรดไขมันได้

Nichols, 2003 ทบทวนรายงานการวิจัยในช่วง 16 ปีที่ผ่านมาถึงการกระจายและความอุดมสมบูรณ์ของแบคทีเรียที่ผลิต PUFAได้ ในสภาวะแวดล้อมทางทะเล พบว่าแบคทีเรียที่สามารถผลิต PUFAได้อยู่ในสกุล *Shewanella, Colwellia, Moritella, Pseudomonas, Psychoroflexus* และ *Photobacterium* ซึ่งพบในลำไส้ปลิงทะเล ทะเลน้ำแข็งแอนตาร์ติก ตะกอนดิน หอย ต่อมหมึกของปลาหมึก ในทะเลลึกและในน้ำทะเลประเทศญี่ปุ่น นอกจากนี้ได้สรุปถึงบทบาทของแบคทีเรียในสภาวะแวดล้อมทางทะเล พบว่ามี 2 อย่าง

ได้แก่ เป็นแหล่งของอาหารขั้นต้นของสัตว์กินเนื้อ สัตว์หน้าดินสัตว์ที่กินอาหารโดยวิธีการกรองและเป็นส่วนประกอบของชุมชนสัตว์ทะเล นอกจากนี้ยังรายงานเพิ่มเติมว่าสิ่งมีชีวิตเล็กๆในทะเลหลายชนิดไม่สามารถสังเคราะห์กรดไขมัน n-3 polyunsaturated (PUFA)ได้ ต้องอาศัยจากอาหารที่กินเท่านั้น

Shirasakawa *et al*, 1995 ศึกษาเชื้อ *Shewanella putrefaciens, Marinomonas comunis, Enterobacter agglomerans, Pseudomonas fluorescens*, ในลำไส้ปลาทะเลพบว่าเชื้อแบคทีเรียเหล่านี้สามารถผลิตกรดไขมันชนิด Furan-ring

Doumenq *et al,* 1999 ศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อม ได้แก่ชนิดแหล่งคาร์บอน อุณหภูมิ ระยะการเจริญเติบโตและการให้และไม่ให้ออกซิเจนต่อองค์ประกอบกรดไขมันของเชื้อแบคทีเรีย denitrifying marine , *Pseudomonas nautica* strain IP 617 โดยใช้ n-eicosane, Sodium acetate และ rich medium เป็นแหล่งคาร์บอน และควบคุมอุณหภูมิที่ 13°C, 20°C และ 30°C ผลการศึกษาสามารถแบ่งตามลำดับความสำคัญต่อการผลิตกรดไขมันดังนี้ แหล่งคาร์บอน> อุณหภูมิ> ระยะการเจริญเติบโต ≥ออกซิเจน> ความแตกต่างระหว่างแหล่งคาร์บอน n-eicosane (nC20) กับอีก 2 ชนิด คือมีทั้งกรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันแบบมีกิ่งก้าน (20:1 n-9, 20:0) และ10 methyl branched series) ส่วนผลของอุณหภูมิต่อ *Pseudomonas nautica* strain IP 617 พบว่ามีกระบวนการ acyl chain length thermoregulation ของกรดไขมัน monounsaturated ซึ่งเป็นกรดไขมันหลัก ซึ่งมีผลให้เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นมีผลต่ออัตราส่วนของ $\sum$C18:1/$\sum$ 16:1 เพิ่มขึ้น ส่วนผลของระยะการเจริญเติบโตและการให้ออกซิเจนไม่มีความแตกต่างกันต่อการผลิตกรดไขมัน

ในการวิจัยนี้มุ่งเน้นที่ศึกษาชนิดของไขมัน และองค์ประกอบกรดไขมันที่อยู่ในฟองน้ำทะเลและภายในเซลล์ของแบคทีเรียที่คัดแยกจากฟองน้ำทะเล ซึ่งรูปแบบของไขมันและกรดไขมัน ที่ได้อาจใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการช่วยจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรีย และนำไปพัฒนารูปแบบการเพาะเลี้ยงให้ได้ปริมาณมาก อันจะเป็นทางเลือกใหม่ของอุตสาหกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์เสริมอาหารต่อไป