

แอสตาแซนธิน: คุณค่าที่มากกว่าความเป็นสี Astaxanthin: More Values than Solely As a Colorant

โดย ดร.วรรณวิมล คล้ายประดิษฐ์¹ และ ดร.มารุจ ลิ้มปะวัฒน์²

บทนำ

รงควัตถุจากธรรมชาติที่ได้จากพืชและสัตว์เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเนื่องจากส่วนหนึ่งผู้บริโภคมีความกังวลต่อสีสังเคราะห์ในด้านความปลอดภัย ดังจะเห็นได้จากสีสังเคราะห์ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้กับอาหารยังมีอยู่จำกัด รงควัตถุจากพืชที่เป็นรู้จักกันดี ได้แก่ คลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ และเบต้าเลน (Betalains) ในทางอุตสาหกรรมสีเหลืองจากแคโรทีนอยด์นิยมใช้มากที่สุด ตามด้วยสีแดงจากเรดปีท และสีน้ำตาลจากคาราเมล [1] นอกจากพืชแล้ว แคโรทีนอยด์ยังพบได้ในสาหร่าย จุลินทรีย์ และสัตว์ โดยมีคุณสมบัติละลายได้ดีในไขมันและมีมากกว่า 600 ชนิด โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ตามลักษณะโครงสร้างหลัก คือ 1) ไฮโดรคาร์บอนแคโรทีน (Hydrocarbon carotenes) และ 2) แคโรทีนอยด์ที่ถูกเติมออกซิเจน (Oxygenated Carotenoids) หรือที่เรียกว่า แซนโทฟิลล์ (Xanthophyll)

นอกเหนือจากบทบาทในการเป็นสารสีแล้ว เบตาแคโรทีน (β -carotene) ยังเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอที่มีประสิทธิภาพสูงเนื่องจากมีกลุ่มวงแหวนของเบตา-ไอโอโนน (β -ionone) 2 วงในโครงสร้าง เช่นเดียวกับสารประกอบอนุพันธ์ในกลุ่มของแซนโทฟิลล์หลายชนิดที่มีคุณสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกันตามลักษณะโครงสร้าง อันเนื่องมาจากกลุ่มฟังก์ชันที่สำคัญเช่น คีโต (Keto) ไฮดรอกซิล (Hydroxyl) อีพอกซี (Epoxy) อัลดีไฮด์ (Aldehyde) เป็นต้น

แอสตาแซนธิน (Astaxanthin) เป็นรงควัตถุในกลุ่มแซนโทฟิลล์ที่ให้สีชมพูถึงสีแดงและพบมากในสัตว์

ทะเล รายงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันชี้ให้เห็นถึงคุณประโยชน์ที่สำคัญในด้านต่างๆ เช่นการมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงมาก สามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันและการทำลายของเซลล์เมมเบรนและเนื้อเยื่ออันเนื่องมาจากออกซิเจน รงควัตถุชนิดนี้จึงมีความน่าสนใจในการนำคุณค่ามาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเสริมสร้างสุขภาพของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น นอกเหนือไปจากคุณสมบัติการเป็นสารให้สีเพียงอย่างเดียว

โครงสร้างทางเคมีของแอสตาแซนธิน

แอสตาแซนธิน (3,3'-dihydroxy- β - β' -carotene-4-4'-dione) จัดอยู่ในกลุ่มของแซนโทฟิลล์ หรืออาจเรียกว่า คีโตแคโรทีนอยด์ (Ketocarotenoid) เนื่องจากมีโครงสร้างอยู่ในลักษณะที่อยู่ในรูปของเบตา-แคโรทีน (รูปที่ 1 ก) ที่ถูกเติมออกซิเจน โดยโครงสร้างหลักประกอบไปด้วยแกนไฮโดรคาร์บอน ระหว่างคาร์บอนอะตอมจะเชื่อมต่อกันด้วยพันธะคู่ ที่เรียกว่า polyene โดยปลายทั้งสองข้างเป็นวงแหวนแบบปิด (Ionone rings) ของไฮโดรคาร์บอน ตรงปลายวงแหวนจะมีหมู่ของไฮดรอกซิลและออกซิเจน (รูปที่ 1 ข) ลักษณะโครงสร้างแบบ polyene มีส่วนสำคัญที่ช่วยในการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ลักษณะการดูดกลืนคลื่นแสงตลอดจนมีคุณสมบัติ lipophilic ส่วนวงแหวนค่อนข้างมีขั้ว ซึ่งความมีขั้วจะลดลง เมื่อแอสตาแซนธินถูกเอสเตอร์ไฟต์ แอสตาแซนธินสามารถพบโดยอยู่อย่างอิสระ หรือทำปฏิกิริยาทางเคมีร่วมกับโปรตีน ที่เรียกว่า Carotenoproteins หรือทำปฏิกิริยากับ lipoproteins ที่

ffiswak@ku.ac.th

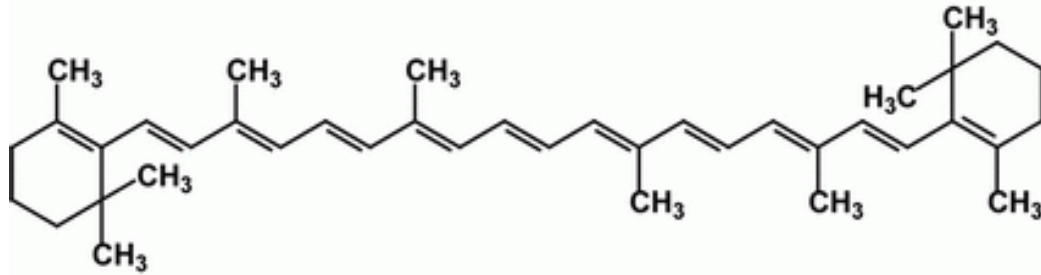
maruj@siam.edu

¹ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, Department of Fishery Products, Faculty of Fisheries, Kasetsart University

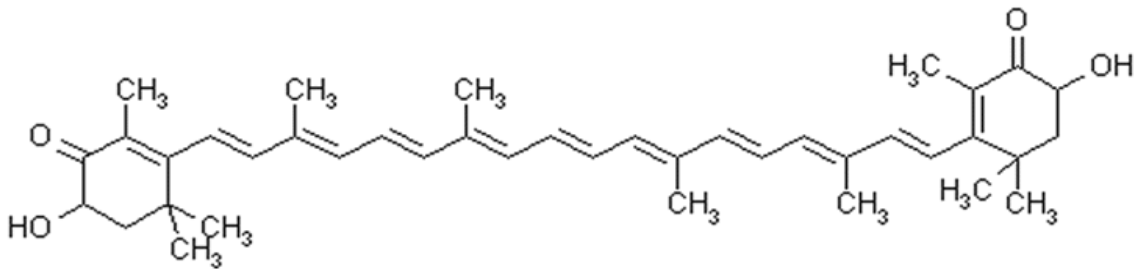
²ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม, Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

เรียกว่า Carotenolipoproteins ทำให้มีสีเขียวหรือน้ำเงิน แทนที่จะมีสีแดงหรือส้มดำซึ่งปรากฏอยู่ในกุ้งล็อบสเตอร์ แคโรทีนอยด์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยการดูดซับพลังงานกระตุ้นจาก Singlet oxygen ทำให้เกิดการเสื่อมสลายของโมเลกุลแคโรทีนอยด์แทนที่จะไปทำลาย

โมเลกุลหรือเนื้อเยื่ออื่นๆ นอกจากนี้ยังป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยาลูโกโซ่ที่เกิดจากการสลายของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายพันธะที่สามารถเร่งการเสื่อมสลายของไขมันในเมมเบรนต่อไปได้



(ก)



(ข)

รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของ (ก) เบตาแคโรทีน (ข) แอสตาแซนทิน

แหล่งที่มาของแอสตาแซนทิน

แอสตาแซนทินเป็นรงควัตถุที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นได้เองตามธรรมชาติ พบมากในสัตว์น้ำในตระกูล crustacean เช่น กุ้ง ปู ตลอดจนปลาแซลมอน ปลาเทราท์ รวมทั้งสาหร่ายและยีสต์บางชนิด ในทางการค้าพบว่าแอสตาแซนทินผลิตได้จากสองแหล่งหลักที่สำคัญคือ (1) จากการสังเคราะห์ (Synthetic astaxanthin) และ (2) จากธรรมชาติ (Natural astaxanthin) แอสตาแซนทินที่มีจำหน่ายทางการค้าในปัจจุบันส่วนใหญ่ได้มาจากการสังเคราะห์ซึ่งไม่เปิดเผยรายละเอียดของกระบวนการสังเคราะห์เนื่องจากเป็นสิทธิบัตรของแต่ละ

บริษัท ส่วนแอสตาแซนทินที่ได้มาจากธรรมชาติ เป็นผลผลิตมาจากสาหร่ายสีเขียวน้ำจืดหนึ่งมีชื่อว่า *Haematococcus pluvialis* (รูปที่ 2) ที่ให้น้ำหนักสุทธิของแอสตาแซนทินที่ค่อนข้างสูงประมาณ 1.5-3.0% (โดยน้ำหนักแห้ง) ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้นิยมทำการผลิตแอสตาแซนทินจากสาหร่ายชนิดนี้กันมาก มีงานวิจัยหลายชิ้นที่ได้พยายามหาแหล่งของการผลิตแอสตาแซนทิน จากสาหร่ายชนิดอื่นๆด้วย เช่น *Chlorella vulgaris* และ *Chlorococcum sp.* แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรเมื่อเทียบกับการผลิตจาก *Haematococcus pluvialis*

ffiswak@ku.ac.th

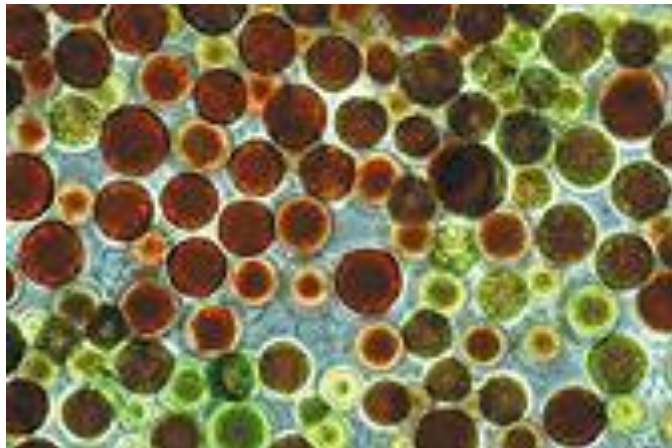
maruj@siam.edu

¹ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, Department of Fishery Products, Faculty of Fisheries, Kasetsart University

²ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม, Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

กระบวนการผลิตแอสตาแซนธินจากสาหร่าย เริ่มจากการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในบ่อภายใต้สภาวะควบคุม หลังจากนั้นทำการเก็บเกี่ยว ซึ่งในระหว่างกระบวนการผลิตจะมีการทำให้ผนังเซลล์ของสาหร่ายแตกเพื่อเพิ่มชีวปริมาณออกฤทธิ์ (Bioavailability) ของแคโรทีนอยด์ หลังจากนั้นมีการทำให้แห้งเพื่อให้ได้ผงสีแดงของแอสตาแซนธิน นอกจากสาหร่ายดังกล่าวมาแล้ว ยีสต์ยังเป็นอีกแหล่งของการผลิตแอสตาแซนธิน

จากธรรมชาติที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งยีสต์สีแดงที่มีชื่อว่า *Phaffia rhodozyma* ซึ่งสามารถผลิตแอสตาแซนธินได้ในปริมาณที่สูงเช่นกันจากกระบวนการหมักภายใต้สภาวะควบคุม สำหรับแอสตาแซนธิน ที่ผลิตได้จากแหล่งธรรมชาติจะพบจำหน่ายในท้องตลาดในสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับแอสตาแซนธินสังเคราะห์



รูปที่ 2 แสดง Haematocyst ของ *Haematococcus pluvialis* [9]

แอสตาแซนธินกับการนำไปใช้ประโยชน์

(1) การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

แอสตาแซนธินสังเคราะห์ถูกนำไปใช้เป็นประโยชน์มากในอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในรูปของอาหารสัตว์ เนื่องจากสัตว์น้ำที่เพาะเลี้ยงเช่น กุ้ง ลอบสเตอร์ ปลาเทราท์ ไม่มีโอกาสที่จะได้รับแอสตาแซนธินตามธรรมชาติที่ได้จากการกินสาหร่าย แพลงตอนสัตว์ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยแอสตาแซนธินที่ได้รับจากอาหารนั้นจะไปสะสมตามส่วนต่างๆ เช่น หนัง กล้ามเนื้อ โครงกระดูกตลอดจนอวัยวะสืบพันธุ์ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเช่น เนื้อปลาแซลมอน ปลาเทราท์สายรุ้งที่มีสีส้มแดงทำให้ดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค [2] นอกจากนี้ยังพบว่าแอสตาแซนธินช่วยเพิ่มความต้านทานต่อความเครียดและเสริมภูมิคุ้มกันแก่กุ้ง

กุลาดำ ทำให้ตัวอ่อนมีการเจริญเติบโตและอยู่รอดมากขึ้น [3]

(2) ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (Dietary supplement)

เนื่องจากราคาของแอสตาแซนธินสังเคราะห์ในท้องตลาดต่ำกว่าแอสตาแซนธินที่ได้จากธรรมชาติมาก ดังนั้นการนำผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติที่มีราคาสูงไปใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ จึงไม่คุ้มทุนทางเศรษฐกิจ ผู้ผลิตจึงหันมาให้ความสำคัญต่อการนำแอสตาแซนธินจากธรรมชาติมาใช้กับมนุษย์ให้มากขึ้น โดยเน้นการนำไปบริโภคในลักษณะผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เนื่องจากแอสตาแซนธินมีคุณสมบัติที่สำคัญต่อสุขภาพหลายประการ อาทิ

♦ สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant)

งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ได้แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติที่สำคัญในการเป็น แอนติออกซิแดนท์ (antioxidant) หรือสารต้านอนุมูลอิสระของแอสตาแซนธิน ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า เบตาแคโรทีน (β -carotene) ลูทีน (Lutein) ซีแซนธิน (zeaxanthin) และแคนธาแซนธิน (Canthaxanthin) ประมาณ 10 เท่า และมีประสิทธิภาพสูงกว่า วิตามินอี (α -tocopherol) ประมาณ 500 เท่า [4],[5] โดยทั่วไปในสิ่งมีชีวิตที่มีการสันดาปโดยใช้ ออกซิเจน (aerobic metabolism) จะมีอนุมูลอิสระที่มีอิเล็กตรอนไม่ครบคู่ (free radical) รวมทั้งอนุพันธ์ ออกซิเจนที่ว่องไว (reactive oxygen species, ROS) เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา เช่น ไฮดรอกซิล (hydroxyl) และ เพอร์ออกไซด์ (peroxides) ซึ่งโดยปกติสารเหล่านี้มีความจำเป็นสำหรับปฏิกิริยาของร่างกายในการดำรงชีวิต อย่างไรก็ตามถ้ามีปริมาณของอนุมูลอิสระดังกล่าวมากเกินไปก็อาจเป็นอันตราย เนื่องจากอนุมูลอิสระสามารถทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบของเซลล์ในร่างกาย เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต หรือ DNA โดยการไปดึงหรือรับออกซิเจนจากสารชีวโมเลกุลต่างๆ ซึ่งสถานะเช่นนี้เป็นสาเหตุทำให้เซลล์ต่างๆ ดังกล่าวในร่างกายเกิดการเสื่อมสภาพ ที่เรียกว่า “oxidative damage” ซึ่งลักษณะนี้จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเกิดโรคต่างๆ หลายโรคตามมา เช่น มะเร็ง ระบบไหลเวียนโลหิต ระบบสมอง สายตา ดังนั้นเพื่อเป็นการลดการเกิดออกซิเดชันดังกล่าว ในร่างกายมนุษย์จะสร้างเอนไซม์ต่างๆ เช่น Superoxide dismutase, Catalase และ Peroxidase และโมเลกุลอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมาเพื่อป้องกัน แต่อย่างไรก็ตาม ในหลายๆ สถานะ การสร้างเอนไซม์ดังกล่าวในร่างกายอาจมีไม่เพียงพอที่จะป้องกันการเกิดออกซิเดชันได้ ในหลายงานวิจัยได้เสนอแนะว่า การป้องกันการเกิดออกซิเดชันสามารถทำได้โดยการรับประทานอาหารที่มีองค์ประกอบ หรือผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่มีสารต้าน

อนุมูลอิสระในปริมาณที่เพียงพอ สารต้านอนุมูลอิสระเป็นโมเลกุลที่มีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ออกจากระบบโดยการทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระ โดยตรงเพื่อให้เกิดเป็นสารประกอบที่ไม่อันตราย หรือทำลายปฏิกิริยาออกซิเดชัน อย่างไรก็ตามสารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มเบตาแคโรทีนนั้นยังเป็นสารโปรออกซิเดนท์ที่มีสมบัติเหนียวนาให้เกิดภาวะเครียดจากการออกซิเดชัน (oxidative stress) ได้ด้วยในขณะที่ยังไม่มีรายงานความเป็นสารโปรออกซิเดนท์ของแอสตาแซนธิน

♦ ช่วยป้องกันมะเร็ง (Rendering anticancer activity)

คุณประโยชน์ต่อสุขภาพประการหนึ่งคือ แอสตาแซนธินอาจมีส่วนช่วยในการป้องกันการเกิดมะเร็ง โดยส่วนใหญ่ได้ทำการในสัตว์ทดลอง ได้มีการรายงานผลการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ พบว่า แอสตาแซนธินอาจมีส่วนช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งในลำไส้ใหญ่ ระบบทางเดินอาหาร ระบบประสาท หรืออาจช่วยยับยั้งการเกิดเนื้องอกและกระตุ้นภูมิคุ้มกันในหนูได้ [6]

♦ ช่วยป้องกันโรคในระบบหลอดเลือดหัวใจ

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า การสะสม LDL-cholesterol ในร่างกาย มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดภาวะหลอดเลือดอุดตัน เกิดความดันในเลือดสูง ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการเกิดโรคหัวใจที่จะเกิดขึ้นตามมา โดยสารประกอบในกลุ่มแคโรทีนอยด์ ได้แก่ เบตาแคโรทีน แคนธาแซนธิน รวมทั้งแอสตาแซนธิน พบว่ามีส่วนช่วยในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของ LDL-cholesterol ซึ่งมีส่วนสำคัญในการช่วยลดโอกาสการเกิดการอุดตันในระบบหลอดเลือดหัวใจ

(3) ประโยชน์อื่นๆ

รังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดมะเร็งผิวหนังเนื่องจากไปกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันแบบลูกโซ่ของไขมัน ทำให้เกิดอนุมูลอิสระและเพอร์ออกไซด์ จากคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ จึงได้มี

ffiswak@ku.ac.th

maruj@siam.edu

¹ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, Department of Fishery Products, Faculty of Fisheries, Kasetsart University

²ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม, Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

การนำ แอสตาแซนธิน ที่สกัดได้จาก สาหร่าย *Haematococcus pluvialis* เป็นส่วนผสมในครีมกันแดด ผลิตภัณฑ์รูปแคปซูลหรือยาฉีดเพื่อป้องกันการรังสีอัลตราไวโอเล็ต [7] นอกจากนี้การผลิตไข่ไก่ให้มีไข่แดงที่มีสีส้มสวยงาม จึงได้มีการเติมแอสตาแซนธินลงในอาหารสำหรับเลี้ยงไก่ด้วย [8]



บทส่งท้าย

แอสตาแซนธินจากธรรมชาติที่มีจำหน่ายในท้องตลาดปัจจุบันมีเฉพาะที่ผลิตได้จาก สาหร่าย และ ยีสต์ เท่านั้น และมีสัดส่วนที่น้อยมาก แม้ว่าจะเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติและมีความปลอดภัยสูงที่จะนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับมนุษย์ แต่การควบคุมสภาวะในการเลี้ยงสาหร่าย ให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และการสะสมสารประกอบที่ต้องการเป็นสิ่งที่ต้องใช้ความชำนาญเป็นพิเศษ ดังนั้นจึงเป็นโอกาสที่ดีของนักวิจัยที่จะศึกษาและค้นคว้าหาแหล่งที่มาของแอสตาแซนธินจากธรรมชาติแหล่งอื่นๆตลอดจนศึกษากระบวนการสังเคราะห์ เพราะแนวโน้มของผู้บริโภคในปัจจุบันที่มีความห่วงใยในสุขภาพของตนเองกันมากขึ้น โดยการเลือกบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายเพิ่มมากขึ้น แอสตาแซนธินจึงเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารอีกทางเลือกหนึ่งให้กับผู้บริโภค นอกจากนี้จะเป็นแรงจูงใจที่ทำให้สีส้มที่สวยงามแล้ว ยังแฝงไว้ซึ่งคุณค่าและประโยชน์ต่อสุขภาพอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Belitz, H.D. and Grosch, W. 1999. *Food Chemistry*. 2nd edn. Springer-Verlag Berlin Hiedelberg. 992 p.
- [2] Bowen, J., Soutar, C., Serwata, R. et al. 2002. Utilization of (3S, 3S') astaxanthin acyl esters in pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*., 8:59-68.
- [3] Chien, Y., Pan, C., and Hunter, B. 2003. The resistance to physical stresses by *Penaeus monodon* juveniles fed diets supplemented with astaxanthin. *Aquaculture*., 216: 177-191.
- [4] Naguib, Y.M.A. 2000. Antioxidant activities of astaxanthin and related carotenoids. *J.Agric.Food Chem.*, 48: 1150-1154.
- [5] Baker, R. and C. Gunther. 2004. The role of carotenoids in consumer choice and the likely benefits from their inclusion into

- products for human consumption. *Trends in Food Science & technology*. 15:464-480.
- [6] Jyonouchi, H., Sun, S., Iijima, K., and Gross, M.D. 2000. Antitumor activity of astaxanthin and its mode of action. *Nutrition and Cancer.*, 36: 59-65.
- [7] Lorenz, R.T., and Cysewsky, G.R. 2000. Commercial potential for *Haematococcus* microalgae as a natural source of astaxanthin. *Trends in Biotechnology.*, 18:160-167.
- [8] Akiba, Y., Sato, K., Takahashi, K. et al. 2001. Meat color modification in broiler chickens by feeding yeast *Phaffia rhodozyma* containing high concentration of astaxanthin. *Journal of Applied Poultry Research.*, 10:154-161.
- [9] Fraunhofer IGB. 2000. http://www.igb.fraunhofer.de/WWW/Presse/Jahr/2000/en/P1_Algae.en.html. Accessed: May 16, 2010.