บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ปลาทอง (GOLDFISH) พัฒน์ (2552)

ปลาทองเป็นปลาน้ำจืดในวงศ์ (Family) เดียวกับปลาไน คือ Cyprinidae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carassius auratus* ต้นตระกูลของปลาทอง คือ ปลาหลีโกว หรือหลีฮือ (Common Crucian) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศจีนตอนใต้ ในธรรมชาติอาศัยอยู่ตามแม่น้ำ ห้วย หนอง คลอง บึง อยู่ได้ทั้งสภาพน้ำไหลเชี่ยว น้ำไหลเอื่อย และน้ำนิ่ง อุณหภูมิตั้งแต่ 10-32 องศาเซลเซียส ปลามีอายุ 2-3ปี จะมีความยาวประมาณ 30 เซนติเมตร หนัก 2.5 กิโลกรัม

ชนิดพันธุ์ปลาทอง ธนากร (2544)

ปลาทองแต่เดิมนั้นเป็นปลาทองชนิดสามัญ ซึ่งไม่มีรูปร่างลักษณะพิเศษ หรือมีสีสันสวยงามนัก การที่ปลาทองชนิดสามัญพัฒนาการมาเป็นปลาทองที่มีรูปร่างลักษณะ และสีแปลกๆ ดูสวยงามนั้นได้มีพันธุ์ปลาชนิดใหม่ๆ เกิดขึ้นมาถึง 150 พันธุ์ แต่สำหรับปลาทองที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายนั้นได้แก่

1. พันธุ์ชูบันกิง (CHUBUNKIN)

ปลาทองพันธุ์นี้บางครั้งก็เรียกกว่า SPEKLED GOLDFISH, HERLEQUIN GOLDFISH หรือ VERMILION GOLDFISH เนื่องจากที่ตัวมีประกายเป็นจุดสีต่างๆ ปลาทองชูบังกิงนี้เป็นปลาทองที่มีเกล็ด แต่เกล็ดบางใสไม่ค่อยเห็นจึงเข้าใจว่าไม่มีเกล็ด นับว่าเป็นปลาทองที่งดงามมากพันธุ์หนึ่ง เพราะลำตัวมีจุดประหลายสี เช่น แดง ขาว ม่วง ส้ม ดำ และน้ำเงิน แต่ละสีก็จะสดใสชวนมองปลาทองพันธุ์นี้เป็นปลาที่มีการเจริญเติบโตดี แข็งแรง ปราดเปรียว ว่องไว ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี มีความต้านทานโรคสูง

2. พันธุ์โคเม็ท (COMET)

ปลาทองสายพันธุ์นี้นับเป็นปลาทองที่มีลักษณะค่อนข้างที่จะธรรมดา แต่มีความงดงามพอสมควร ลำตัวค่อนข้างบอบบาง มีสีแดงเข้ม แต่ถ้าเป็นสีทองทั้งตัวจะเป็นปลาที่หายากและมีราคาแพง หางเป็นแบบชนิดแฉก ค่อนข้างยาว ปลาทองพันธุ์นี้เป็นปลาที่ค่อนข้างปราดเปรียว การเคลื่อนไหวว่องไว

3. พันธุ์เวลเทล (VEILTAIL)

ปลาทองพันธุ์นี้แต่เดิมรู้จักกันในชื่อ FRINGETAIL บางที่ก็เรียกว่า RIBBONTAIL, GAUZETAIL, LACETAIL, และ MUSLINTAIL ทั้งนี้เพราะเป็นปลาทองที่มี

ลักษณะของหางเป็นพวงที่สวยงามเป็นพิเศษ ดูคล้ายริบบิ้น ในประเทศญี่ปุ่นเรียกว่าริวกิ้น (RYUKIN) ปลาทองพันธุ์นี้จัดเป็นปลาทองที่มีความงดงาม มักจะมีลำตัวสีส้มจัดปนขาว ซึ่งสีสันความงามนี้อาจจะยังไม่เห็นเด่นชัดนักในขณะที่ตัวยังเล็ก เมื่อได้รับการเลี้ยงดูบำรุงเป็นอย่างดี และเจริญเติบโตเต็มวัย สีสัน และความงามก็จะปรากฏขึ้น

4. พันธุ์เทเลสโคป (TELESCOPE)

ปลาทองพันธุ์นี้บางที่เรียกว่า POP-EYE GOLDFISH เป็นปลาทองพันธุ์ที่มีลักษณะเด่นพิเศษ คือตาโปนออกมาคล้ายลูกโป่ง แต่ตาของมันจะเหมือนของปลาทองธรรมดาทั่วๆ ไปในระยะที่ยังเล็กอยู่ เมื่ออายุเพิ่มขึ้นลักษณะตาลูกโป่งจึงค่อยๆ ปรากฏออกมาซึ่งปลาทองพันธุ์นี้เป็นปลาที่มีเกล็ด ลำตัวยาว และไม่มีครีบเช่นหลังเดียวกับปลาทองพันธุ์สิงห์โต ปลาทองพันธุ์นี้เป็นปลาที่มีสายตาไม่ค่อยดีจึงเป็นปลาที่มีการเคลื่อนไหวค่อนข้างช้าเพราะลูกโป่งที่ตา และบางครั้งลูกโป่งที่ตาอาจจะแตกได้ ในการเลี้ยงจำเป็นต้องดูแลเอาใจใส่เป็นพิเศษ

5. พันธุ์มัว (MOOR)

ปลาทองพันธุ์นี้มีชื่อเรียกอื่นว่า BACK MOOR เมืองไทยรู้จักกันดีในตลาดปลาว่าปลาทองพันธุ์เลห์ หรือรักเลห์ เป็นปลาที่มีเกล็ด ลักษณะเด่นของปลาทองพันธุ์นี้คือ มีลำตัว และครีบทั้งหมดเป็นสีดำสนิท ตาโปนออกมาแต่ไม่มากนัก มีลำตัวนุ่มนิ่ม ครีบหางบานใหญ่ แต่ถ้าเป็นปลาที่มีลำตัวสั้นลึก ท้องกาง ตัวกลม เรียกว่าเล่ห์ตุ๊กตา และถ้าลำตัวยาวเรียกว่าเล่ห์ควาย ปลาทองพันธุ์มัวนี้จัดได้ว่าเป็นพันธุ์ปลาทองที่มีความสวยงามอีกพันธุ์หนึ่ง

6. พันธุ์ตากลับ (CELESTIAL)

ปลาทองพันธุ์นี้ญี่ปุ่นเรียกว่า โชเตงัน (SHOTANGEN) แปลว่าตามุ่งสวรรค์ ทั้งนี้เพราะตาที่โปนจะหงายกลับขึ้นข้างบน ส่วนในจีนเป็นที่รู้จักในชื่อที่มีความหมายว่า ดูฟ้าดูดาว หรือมังกรมุ่งสวรรค์ สำหรับเมืองไทยนิยมเรียกกันว่า ปลาทองพันธุ์ตากลับ เป็นปลาที่มีความสวยงามแต่ก็เลี้ยงยากต้องมีการเอาใจใส่เลี้ยงดูเป็นอย่างดี

7. พันธุ์หัวสิงโต (LION HEAD)

ปลาทองพันธุ์นี้บางครั้งเรียกว่า HOODED GOLDFISH บริเวณหัวจะมีก้อนเนื้อ (วุ้น) หุ้มคล้ายสวมหัวโขน ญี่ปุ่นเรียกว่า รันชู (RUNCHU) ปลาทองพันธุ์หัวสิงห์โต นับได้ว่าเลี้ยงง่ายเจริญเติบโตเร็ว มีความแข็งแรงทนทานพอสมควร สำหรับที่มีการเพาะเลี้ยงกันอยู่ในเมืองไทยมี 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์หัวสิงห์จีน กับพันธุ์หัวสิงห์ญี่ปุ่น

8. ออแรนดา (ORANDA)

ปลาทองพันธุ์นี้ไม่มีชื่อเรียกอื่นๆ ปลาทองพันธุ์ออแรนดา เป็นปลาที่มีลำตัวค่อนข้างยาวหน้าไม่แหลมเหมือนปลาทองพันธุ์ริวกิ้น ครีบทุกครีบของออแรนดาก็ค่อนข้างยาว ครีบหางอ่อนช้อยเป็นพวง มีความงดงามมาก

องค์ประกอบภายนอกของปลาทอง พัฒน์ (2552)

องค์ประกอบภายนอกของปลาทองโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนหัว ส่วนลำตัว และส่วนหาง

1. ส่วนหัว เริ่มจากปลายปากไปจนถึงเหงือก ปลาทองหลายชนิดมีก้อนเนื้อลักษณะเป็นเม็ดรวมตัวกันเป็นก้อนที่นิยมเรียกกันว่า วุ้น จับอยู่บริเวณส่วนหัวแต่ปลาทองบางพันธุ์ก็ไม่มีวุ้น ส่วนหัวของปลาทอง ถ้ามองจากด้านบนแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะคือ

1. ลักษณะคล้ายหัวเรือ เช่น ปลาทองพันธุ์วากิง และริวกิ้น
2. ลักษณะกลมรี เช่น ปลาทองพันธุ์ออแรนดาหัววุ้น
3. ลักษณะทรงกลมแบบครึ่งเหรียญ เช่น ปลาทองพันธุ์หัวสิงห์

ส่วนหัวของปลาประกอบด้วยอวัยวะที่สำคัญคือ

1.1 ตา เป็นอวัยวะที่ช่วยในการมองเห็น แต่ตาปลาทองมีลักษณะพิเศษที่แตกต่างจากปลาทั่วไป แบ่งออกได้ 4 แบบคือ

1.1.1 แบบตาปลาปกติทั่วไป ได้แก่ ปลาทองธรรมดา โคเมท ริวกิ้น ออแรนดา และเกล็ดแก้ว เป็นต้น

1.1.2 แบบตาโปนออกมาด้านข้าง ได้แก่ ปลาทองพันธุ์ตาโปนต่างๆ ปลาทองพันธุ์เลห์ เป็นต้น

1.1.3 แบบตาหงายขึ้นด้านบน ได้แก่ ปลาทองพันธุ์ตากลับ เป็นต้น

1.1.4 แบบตาที่มีขอบโป่งพองเหมือนมีถุงน้ำติดอยู่ด้านข้าง ได้แก่ ปลาทองพันธุ์ตาลูกโป่ง เป็นต้น

แม้ตาปลาทองบางพันธุ์จะมีลักษณะแตกต่างจากปลาทั่วไปแต่ก็สามารถมองเห็นว่ายน้ำตรงทิศทาง และมองหาอาหารได้เหมือนตาปกติธรรมดา

1.2 ปาก หน้าที่หลักใช้สำหรับกินอาหารแล้วส่งอาหารเข้าสู่กระบวนการย่อย นอกจากนั้นแล้วยังใช้สำหรับคุ้ยหาอาหารตามพื้น และช่วยหายใจโดยโผล่ปากขึ้นมาสูดออกซิเจนในอากาศเข้าไปชดเชยในการที่ออกซิเจนในน้ำไม่เพียงพอ

1.3 จมูก ถ้าสังเกตที่บริเวณเหนือริมฝีปากขึ้นมาเล็กน้อยจะเห็นมีรูเล็กๆ 2 รู นั่นคือจมูก ปลาทองบางสายพันธุ์มีเยื่อจมูกโผล่ยื่นออกมาข้างนอกเป็นกระจุก เช่น ปลาทองพันธุ์ปอมปอน ปลาไม่ได้ใช้จมูกสำหรับการหายใจเหมือนสัตว์บก แต่มีไว้สำหรับดมกลิ่นหาอาหาร

1.4 เหงือก เป็นเนื้อเยื่ออยู่ใต้แผ่นกระดูกตรงบริเวณแก้มปลา ทำหน้าที่กรองออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเอาไปใช้ในระบบหายการหายใจ ส่วนแผ่นกระดูกที่ปิดเหงือกเรียกว่าแผ่นปิดเหงือก มีไว้สำหรับป้องกันเหงือก และเปิดปิดช่องเหงือก

1.5 วุ้น เป็นก้อนเนื้อมีลักษณะเป็นเม็ดกลมรวมตัวซ้อนกันอยู่ตรงบริเวณส่วนหัวของปลาทองคล้ายฟองสบู่ ภายในประกอบด้วยชั้นไขมันหนา เป็นลักษณะอย่างหนึ่งของปลาทองที่ผู้เลี้ยงมองเห็นว่าเป็นความสวยงาม ปลาทองที่มีวุ้นบนส่วนหัว ได้แก่ ปลาทองพันธุ์หัวสิงห์ ออแรนดาหัววุ้น เป็นต้น

2. ส่วนลำตัว คือส่วนตั้งแต่แผ่นปิดเหงือกไปจนถึงโคนครีบหาง ประกอบด้วยอวัยวะที่สำคัญ คือ

2.1 เกล็ด เป็นแผ่นกระดูกบางใสเรียงเกยซ้อนกันอยู่ที่ผิวหนังของตัวปลา ทำหน้าที่ป้องกันอวัยวะภายในของตัวปลา นอกจากนั้นเกล็ดยังมีเมือกห่อหุ้มไว้อีกชั้น ทำหน้าที่เป็นภูมิคุ้มกันโรค ลดการเสียดสีกับสิ่งของในน้ำ และระหว่างปลาด้วยกันเอง

2.2 ครีบอกหรือครีบหู เป็นครีบคู่ตั้งอยู่บริเวณกระพุ้งแก้มหลังแผ่นปิดเหงือกข้างละครีบ ทำหน้าที่บังคับให้หัวปลาปักลง เชิดขึ้น หรือช่วยให้ปลาทรงตัวอยู่กับที่

2.3 ครีบท้อง เป็นครีบคู่ตั้งอยู่บริเวณท้องถัดจากครีบอกไปทางด้านหลังเล็กน้อยทำหน้าที่เช่นเดียวกับครีบอก

2.4 ครีบทวาร ตั้งอยู่ส่วนล่างของลำตัวถัดจากครีบหางมาส่วนหน้าเล็กน้อย และอยู่ใกล้กันรูทวารหนัก มีหน้าที่ช่วยในการทรงตัวปกติครีบทวารจะเป็นครีบเดียว คือมีครีบเดียวแต่ปลาทองบางชนิดครีบทวารแยกเป็นรูปตัว V ซึ่งมีทั้งชนิดครีบยาว และแฉกปลาย ปลาทองบางชนิดก็มีครีบทวารแยกจากกันโดยสิ้นเชิงเป็น 2 ครีบ

2.5 ครีบหลัง มีหน้าช่วยให้ปลาเคลื่อนที่ไปได้ตรงทิศทาง และรวดเร็วขึ้นถ้าจะแบ่งปลาทองโดยอาศัยครีบหลังเป็นเกณฑ์สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ

2.5.1 กลุ่มที่มีครีบหลังคล้ายเสากระโดงเรือตั้งอยู่กลางลำตัว เช่น ปลาทองธรรมดา โคเมท และชูบุงกิ เป็นต้น

2.5.2 กลุ่มที่มีครีบหลังยาว เช่น ปลาทองริวกิ้น และออแรนดาหัววุ้น เป็นต้น

2.5.3 กลุ่มที่ไม่มีครีบหลัง เช่น ปลาทองหัวสิงห์ ตาโปน ตากลับ และตาลูกโป่ง เป็นต้น

3. ส่วนหาง คือส่วนตั้งแต่โคนหางไปจนถึงปลายครีบหาง เป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่ให้ปลาเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ตลอดจนบังคับเลี้ยว การทรงตัว และเป็นส่วนสำคัญของปลาที่ทำให้เกิดความประทับใจแก่ผู้เลี้ยง และผู้ที่พบเห็น สามารถแบ่งได้ 6 แบบ คือ

3.1 หางซิว ลักษณะปลายครีบหางเว้าเป็น 2 แฉก เช่น ปลาทองธรรมดา

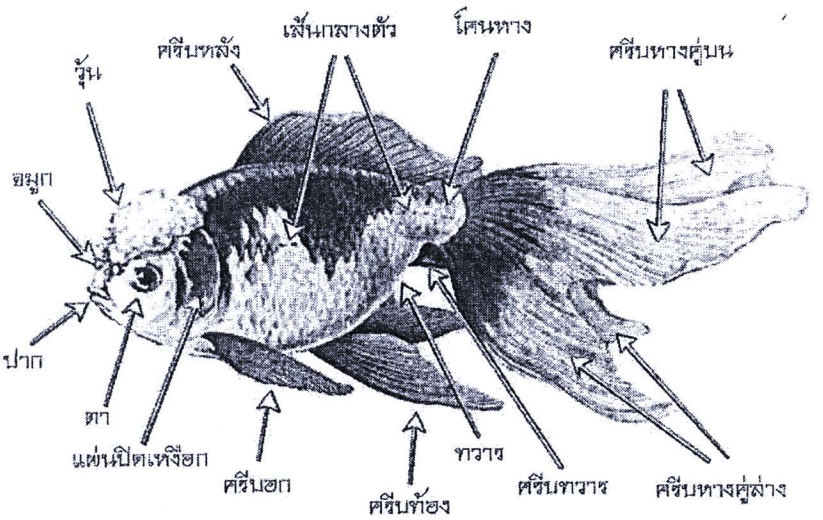
3.2 หางซิวยาว ลักษณะหางเว้าลึก และยาวกว่าหางซิว เช่น ปลาทองโคเมท และชูบุงกิง

3.3 หาง 3 แฉก ลักษณะหางด้านบนติดกัน แต่ด้านล่างแยกเป็น 2 แฉก

3.4 หางดอกซากุระ ลักษณะหางด้านบน และด้านล่างแยกจากกันมองเห็นเป็น 4 แฉก

3.5 หางนกยูง ครีบหางแยกเป็น 4 แฉกแบบเดียวกับหางซากุระ แต่ปลายครีบหางแผ่ตั้งคล้ายหางนกยูง เช่น ปลาทองยิคิง

3.6 หางกลับ ครีบหางที่ควรจะอยู่ส่วนบนได้กลับลงมาอยู่ด้านล่าง



ภาพ 1 ลักษณะภายนอกของปลาทอง

ที่มา : พัฒน์ (2552)

การแยกเพศปลาทอง พัฒน์ (2552)

โดยทั่วไปเพศของปลาทองจะเริ่มปรากฏให้เห็นเมื่อปลาอายุตั้งแต่ 4-6 เดือนขึ้นไป ความแตกต่างระหว่างเพศผู้กับเพศเมียเห็นได้ชัดเจนจากลักษณะภายนอกโดยสังเกตดังนี้

1. รูปร่าง ปลาเพศผู้จะเพรียว ปลาเพศเมียจะป้อมสั้นกว่า ยิ่งช่วงใกล้วางไข่ท้องของปลาเพศเมียจะอุมอย่างเห็นได้ชัด

2. ผนังท้อง ปลาเพศผู้จะแบนและแข็ง ปลาเพศเมียจะกลมและอ่อนนุ่ม

3. กระพุ้งแก้ม ปลาเพศผู้เมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์จะมีตุ่มสิวเล็กๆ สีขาวขุนคล้ายเม็ดสิว เอามือลูบจะรู้สึกสากๆ ปลาเพศเมียบริเวณกระพุ้งแก้มจะเรียบและลื่น

4. ครีบอก ปลาเพศผู้จะมีตุ่มสีขาวขุ่นๆ โดยเฉพาะที่ก้านครีบแข็ง ปลาเพศเมียครีบอกจะเรียบ

5. รูทวาร ปลาเพศผู้เป็นรูปวงรีชั้นเดียว ปลาเพศเมียมีลักษณะค่อนข้างกลมเมื่อใกล้เวลาวางไข่ ท่อรังไข่จะยื่นออกมาเห็นได้ชัด และรอบๆ รูทวารเป็นสีชมพูเรื่อๆ

การเจริญพันธุ์ของปลาทอง

ปลาจะมีการเจริญพันธุ์ช้า หรือเร็วแตกต่างกันตามชนิด โดยปลาขนาดเล็กมีแนวโน้มจะเจริญพันธุ์เร็วกว่าปลาขนาดใหญ่ ปลาเพศผู้จะเจริญพันธุ์เร็วกว่าปลาเพศเมีย และปลาที่อยู่ในเขตอุณหภูมิสูงจะเจริญพันธุ์เร็วกว่าปลาที่อยู่เขตอุณหภูมิต่ำ โดยที่อุณหภูมิ และอาหารจะส่งผลต่อการสร้างไข่โดยตรง การพัฒนาของรังไข่ และอัณฑะ (gonad) ซึ่งทั่วไปแล้วปลากินเนื้อหลายชนิดจะผสมพันธุ์วางไข่ก่อนปลากินพืช หรือปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์ (วีระพงศ์, 2536; อุทัยรัตน์, 2538)

ปลาทองนั้นจะเจริญเติบโตสมบูรณ์เพศสามารถเป็นพ่อแม่พันธุ์ได้เมื่ออายุประมาณ 6-8 เดือน แต่บางครั้งมีอายุ 4-5 เดือนก็สามารถผสมพันธุ์ได้ ตามปกติแล้วปลาทองจะมีการผสมพันธุ์วางไข่ตลอดทั้งปี โดยจะชุกมากในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม ส่วนในระยะเวลาก่อนหรือหลังจากนั้น ก็จะมีการผสมพันธุ์วางไข่บ้าง แต่ไข่จะมีจำนวนน้อย ซึ่งในการประเมินความสมบูรณ์เพศของปลา ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (gonadosomatic index, GSI) เป็นค่าที่ทำให้สามารถทราบได้ว่าปลาจะมีช่วงการผสมพันธุ์วางไข่ในช่วงไหนของปี ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศนี้จะสูงขึ้นก่อนฤดูผสมพันธุ์วางไข่ และจะลดลงเมื่อผสมพันธ์วางไข่เรียบร้อยแล้ว (เกรียงศักดิ์, 2547; ธนากร, 2544)

ระบบภูมิคุ้มกัน โสมทัต (2538)

ภูมิคุ้มกัน (immunity) หมายถึง ระบบทางสระวิทยาที่ทำให้สัตว์ หรือมนุษย์มีความจดจำต่อสิ่งแปลกปลอม และสามารถทำให้สิ่งแปลกปลอมนั้นถูกทำให้หมดสภาพลง หรือขับสิ่งแปลกปลอมออก หรือทำลายสารสิ่งแปลกปลอมนั้นขับออกมา ซึ่งการกระทำนี้อาจจะเกิด หรือไม่เกิดการบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อของตัวเอง

หน้าที่ของระบบภูมิคุ้มกันอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ

1. การป้องกันตัว (defense) เป็นการป้องกันการรุกรานจากจุลชีพ หรือสิ่งแปลกปลอมซึ่งถ้าเกิดมากขึ้นกว่าปกติจะทำให้เกิดสภาวะภาวะภูมิไวเกิน และถ้าเกิดสภาวะเช่นนี้แล้วก็อาจทำให้มีการเพิ่มความไวต่อโรคได้ การป้องกันตัวเองนั้นสามารแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1.1 ภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ (non-specific หรือ innate immunity) เป็นกลไกไม่จำเพาะของระบบป้องกันของร่างกายที่นับว่าสำคัญแบบหนึ่งในการที่จะป้องกันมิให้สัตว์ถูกโจมตีด้วยตัวก่อโรคที่มีอยู่ในโลกนี้ เมื่อมีตัวก่อโรคผ่านเข้ามาในร่างกาย ขั้นแรกจะถูกขัดขวางจากภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะนี้ โดยจะป้องกัน หรือทำลายตัวก่อโรคนั้นก่อนที่จะผ่านเข้ามาในร่างกาย

1.2 ภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ (specific immunity) เป็นภูมิคุ้มกันที่ร่างกายสร้างขึ้นโดยสามารถทำลายตัวก่อโรค หรือสิ่งแหลกปลอมได้อย่างจำเพาะ ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างภูมิคุ้มกันจำเพาะ และภูมิคุ้มกันที่ไม่จำเพาะคือ

1.2.1 ความจำเพาะ (specificity) เป็นสมบัติของการตอบโต้ของภูมิคุ้มกันที่สามารถแยกแอนติเจนชนิดหนึ่งออกจากแอนติเจนอีกชนิดหนึ่ง

1.2.2 ความซับซ้อน (heterogeneity) เป็นการต่อต้านสิ่งแปลกปลอมซึ่งเกิดจากการร่วมมือกันระหว่างเซลล์ต่างๆ หลายชนิด กระบวนการนี้มีความซับซ้อนเป็นอย่างมากซึ่งต่างกับการกลืนทำลายในภูมิคุ้มกันที่ไม่จำเพาะที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่กับ phagocytic cell และกระบวนการไม่ซับซ้อน

1.2.3 ความทรงจำ (memory) เป็นการจดจำของเซลล์ที่เกิดขึ้นหลังจากมีแอนติเจนเข้ามาในร่างกายเป็นครั้งที่สอง โดยมีการตอบโตแอนติเจนนั้นอย่างรวดเร็ว และดีกว่าในการได้รับแอนติเจนครั้งแรก ซึ่งคุณสมบัตินี้ไม่พบในภูมิคุ้มกันที่ไม่จำเพาะ

2. การรักษาสภาพความเป็นปกติ (homeostasis) เป็นการรักษาสภาพความเป็นปกติของร่างกายให้คงไว้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับ normal degradation หรือ catabolic function ในร่างกายที่ช่วยควบคุมสิ่งเหล่านี้ ถ้าเกิดความไม่สมดุลของการรักษาความเป็นปกตินี้ ก็จะเกิดสภาวะที่เรียกว่า autoimmune disease

3. การตรวจดูแล (surveillance) เป็นการตรวจดูแลสิ่งที่ผิดปกติของร่างกาย และกำจัดออกไป เช่น มีการกำจัดเนื้องอก ถ้าการกำจัดนี้เสียไปก็จะเกิดสภาวะ malignancy ของเนื้องอกได้

ภูมิคุ้มกันในสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง โสมทัต (2538)

สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังที่เก่าแก่ที่สุดที่พบได้ในโลก คือ กลุ่มของ Cyclostome สัตว์ในกลุ่มนี้มีลักษณะที่สำคัญ คือไม่มี true jaws ลำตัวยาวมี median fin ไม่มีเกล็ดมีหัวใจ 2 ห้อง มีปากดูดมีฟันซี่เล็กๆ สัตว์ในกลุ่มนี้ได้แก่ hagfish และ lampreys

สัตว์ที่กระดูกสันหลังที่วิวัฒนาการต่อมาจากกลุ่มของ Cyclostome คือ Elasmobranch ซึ่งเป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังชนิดกระดูกอ่อน (cartilaginous fish) มีลักษณะเป็น primiyive jawed vertebrate ลักษณะจำเพาะได้แก่ โครงกระดูกอ่อน (cartilage) มีขากรรไกรบน และล่างฟันมี enamel มี notochords หนังหยาบมีหัวใจ 2 ห้องสัตว์กลุ่มนี้ได้แก่ ปลาฉลามชนิดต่างๆ

สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังที่วิวัฒนาการต่อมาจาก Elasmobranch คือ Chondrostean กลุ่มนี้เป็นปลากระแข็งที่เก่าแก่ที่สุด มีอายุประมาณ 180 ล้านปีมาแล้ว ปลากลุ่มนี้มีปลา sturgeon paddle fish หรือ spoonbill ลักษณะที่สำคัญคือ มี notochord กระดูกเป็นชนิดกระดูกแข็ง (bony) แต่ยังมีกระดูดอ่อนเป็นส่วนใหญ่

การพัฒนาทางระบบภูมิคุ้มกันในสัตว์ชั้นสูง คือ Holotean และ Teleostean ได้แก่ ปลาน้ำจืดปลาทะเลชนิดต่างๆ ปลาทั้งสองกลุ่มนี้พัฒนาค่อนข้างจะดีขึ้นมาก โดยพบว่ามีต่อมธัยมัส ซึ่งเสื่อมสลายเมื่อสัตว์มีอายุมากขึ้นพบ plasma cell ในกระแสโลหิต ในกลุ่มของเลื้อยคลานและสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำพบ primitive lymph node และ primitive tonsilar tissue ซึ่งในกลุ่มของ small และ medium sized lymphocyte แต่ไม่มี lymphoepithelial tonsil จะสามารถพบ plasma cell ใน lamina propria ของหลอดอาหารในสัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ

เลือดปลา นพดล (2549)

เลือดปลา (blood) เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ซึ่งเป็นตัวกลางในระบบลำเลียงทำหน้าที่หลายประการได้แก่

1. ลำเลียงสารต่างๆ เข้าออกจากเส้นเลือดฝอย ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนกับของเหลวในเนื้อเยื่อ

2. ป้องกันเชื้อโรคต่างๆ เข้าสู่ร่างกาย

3. ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย

4. การแข็งตัวของเลือดเป็นกลไกลการป้องการสูญเสียเลือด

องค์ประกอบของเลือดปลามี 2 ส่วนคือ

1. ส่วนที่เป็นของเหลว (liquid porlion) ส่วนนี้เรียกว่า น้ำเลือด (plasma) ประกอบด้วยโมเลกุลชนิดต่างๆ รวมทั้งสารอาหาร ของเสีย เกลือ และโปรตีน

2. ส่วนที่เป็นเซลล์ (formed elements) ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่างๆ และเกล็ดเลือด (blood platelets)

2.1 เม็ดเลือดแดง (red blood cell หรือ erythrocytes ทำหน้าที่ลำเลียงออกซิเจนเม็ดเลือดแดงของปลาจะมีรูปร่างกลมรี (oval) ปริมาณของเม็ดแดงจะแตกต่างกันไปในปลาแต่ละชนิด และยังสัมพันธ์กับความเครียด (stress) และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมเช่น อุณหภูมิ แต่โดยทั่วปริมาณเม็ดเลือดแดงของปลาจะอยู่ในช่วง 1.5-3.0x10^6เซลล์ต่อไมโครลิตร

2.2 เม็ดเลือดขาว (white blood cell หรือ leukocytes) ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดสิ่งแปลกปลอม และภูมิคุ้มกัน เซลล์เม็ดเลือดขาวของปลาจะมีรูปร่างแตกต่างกันไป แบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด ได้แก่

2.2.1 heterophil หรือ neutrophils เป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีนิวเคลียสหลายพู (multilobed nucleus) มีแกรนูล (granules) ขนาดเล็ก รูปร่างเป็นแท่งภายในมีไซโตพลาสซึม มีบทบาทในการจับกินสิ่งแปลกปลอมโดยวิธี phagocytosis ปริมาณ neutrophil ของปลาโดยเฉลี่ยประมาณ 3-6x10^6 เซลล์ต่อไมโครลิตร ประมาณ 6-8 เปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดขาวทั้งหมด

2.2.2 eosinophil เป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีนิวเคลียสเป็นพูคล้าย neutrophil แต่มีขนาดเล็กกว่า ภายในไซโตพลาสซึมมีแกรนูลรูปร่างกลม มีบทบาทเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาภูมิไวเกิน (hypersensitivity reaction) การอักเสบ (inflammation) และกระบวนการ phagocytosis พบว่า eosinophil มีเพียงปริมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดขาวทั้งหมด

2.2.3 basophil เป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่ภายในไซโตพลาสซึมมีแกรนูลรูปร่างกลม และมีขนาดใหญ่ ภายในแกรนูลจะมีสาร histamine ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเกิดภูมิแพ้ (hypersensitivity reaction) และการอักเสบเฉียบพลัน (acute inflammation) ในปลาพบมีปริมาณน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดขาวทั้งหมด มีบทบาทในการจับกินสิ่งแปลกปลอมโดยวิธี phagocytosis

2.2.4 monocyte เป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีขนาดใหญ่ และมีพื้นที่ของไซโตพลาสซึมมากกว่า lymphocytes อาจพบแกรนูลภายในไซโตพลาสซึม

2.2.5 lymphocytes เป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีปริมาณมากที่สุดโดยเฉลี่ยประมาณ $4.8x10^6$ เซลล์ต่อไมโครลิตร นิวเคลียสมีรูปร่างกลมขนาดใหญ่เกือบเต็มเซลล์ไม่แบ่งเป็นพู (mononuclear cell) มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการตอบสนองทางด้านภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะพบว่าปลาที่ติดเชื้อ และอยู่ในสภาวะเครียด จะมีปริมาณของ lymphocytes ต่ำ

2.3 เกล็ดเลือด (platelet หรือ thrombocyte) ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการการแข็งตัวของเลือด (blood clotting หรือ coagulation) ปลาปกติจะมีปริมาณของ thrombocyte โดยเฉลี่ยประมาณ 60,000-70,000 เซลล์ต่อไมโครลิตร

เนื่องจากเลือดปลาเป็นตัวกลางสำคัญในการนำสารอาหาร และออกซิเจนไปเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของร่างกาย เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง หรือมีความผิดปกติของระบบใดระบบหนึ่งในร่างกายปลา ก็จะส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบเลือดปลาโดยตรง ค่าองค์ประกอบของเลือดปลานั้นสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สุขภาพปลา ความเครียดอันเนื่องจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม การติดเชื้อ ภาวะโภชนาการของปลา และสามารถใช้เป็นเครื่องประกอบการวินิจฉัยสาเหตุของโรค และความผิดปกติของปลา

อาหารของปลาทอง (ธารทอง 2537; พัฒน์ 2552)

ปลาทองกินอาหารได้ทั้งพืชและสัตว์ ทั้งที่เป็นอาหารธรรมชาติ และอาหารสำเร็จรูปอาหารสำหรับปลาทองแบ่งได้ดังต่อไปนี้ คือ

1. อาหารสำเร็จรูป เป็นอาหารที่ได้รับความนิยมแพร่หลาย เนื่องมาจากหาซื้องายและเก็บไว้ได้นาน ปัจจุบันมีการผลิตออกมาหลายรูปแบบทั้งแบบเม็ด ก้อน แผ่น และผง แต่ที่เหมาะสมกับปลาทองน่าจะเป็นอาหารเม็ดขนาดไม่ใหญ่จนเกินไป และควรเลือกชนิดที่มีโปรตีนสูง โดยทั่วไปอาหารปลาทองจะประกอบด้วยโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 44 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ วิตามินและเกลือแร่ 6 เปอร์เซ็นต์ ถ้าอาหารมีโปรตีนต่ำปลาจะโตช้า และความสมบูรณ์เพศจะลดลง และถ้ามีโปรตีนมากเกินไปปลาจะขับของเสียออกมามากทำให้ปริมาณของแอมโมเนียในน้ำสูง ซึ่งเป็นพิษต่อปลา

2. อาหารมีชีวิต ได้แก่ ลูกน้ำ ไรแดง ไรน้ำตาล หนอนแดง และไส้เดือนน้ำ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้อุดมไปด้วยโปรตีน สารประกอบของกรดอะมิโนที่ช่วยให้ปลามีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วมีความสมบูรณ์ทางเพศดี นอกจากนั้นแล้วสัตว์น้ำขนาดเล็กเหล่านี้ยังมีสารสี (pigment) ตามธรรมชาติ ซึ่งจะช่วยป้องกันโรค และสร้างภูมิต้านทานโรคแก่ปลา ซึ่งปลาไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาเองตามธรรมชาติได้ ในการให้อาหารที่มีชีวิตในสภาพที่มีชีวิต หรือตายแล้วก่อนที่จะให้เป็นอาหารต้องทำความสะอาด หรือล้างด้วยด่างทับทิมก่อน เนื่องจากแหล่งที่มาของอาหาร

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 13 ธ.ค. 2555
เลขทะเบียน 246733
เลขเรียกหนังสือ

เหล่านี้มีความสกปรก ซึ่งอาจนำเชื้อโรคต่างๆ มากมายมาสู่ปลา อาจทำให้ปลาเป็นโรคและตายในที่สุด

3. อาหารเสริม เป็นอาหารที่ช่วยให้ปลามีการเจริญเติบโตได้เร็วกว่าปกติ มีสุขภาพสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อาหารที่นิยม เช่น แป้ง เนื้อวัว กุ้ง นม และน้ำมันตับปลา โดยผสมทุกอย่างเข้าด้วยกัน และต้มให้สุกแล้วให้ทั้งแบบเปียกๆ เป็นอาหารที่ช่วยให้ปลามีสีสดใสยิ่งขึ้น และช่วยให้โครงร่างเติบโตแข็งแรง โดยเฉพาะไข่ตุ๋น ปัจจุบันเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายแต่ทั้งหมดในการให้อาหารเสริมนั้น ควรระวังเรื่องน้ำเสียเป็นสำคัญ นอกจากนี้แล้วควรให้ปลาได้กินอาหารจำพวกผักสีเขียวด้วยเสมอ เพราะการขาดอาหารที่มีสีเขียวจะทำให้สุขภาพไม่สมบูรณ์ อาหารที่เหมาะสม คือ แหน ถ้าหาไม่ได้อาจให้ใบผักกาดหอม หรือใบผักบุ้ง จะให้กินสดๆ หรือต้มแล้วสับให้ละเอียดก็ได้ การให้แบบสดๆควรต้องล้างให้สะอาดเสียก่อน มิฉะนั้นจะเป็นการนำเชื้อโรค และพยาธิไปแพร่เชื้อกับปลาที่เลี้ยงไว้

การให้อาหารปลาทอง ธารทอง (2537)

ในการให้อาหารสำเร็จรูปแก่ปลาทองตามหลักการแล้วควรให้วันละ 3-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยแบ่งให้ 2 มื้อ เช้าและเย็น ปลาต้องกินอาหารนั้นหมดภายใน 5-10 นาที เพื่อป้องกันน้ำเสีย การให้อาหารในปริมาณที่พอเหมาะปลาจะมีความสมบูรณ์แข็งแรง และมีสุขภาพดีโดยสังเกตจากปลาที่มีความว่องไว และจะแสดงอาการตลอดเวลา อย่างไรก็ตามไม่ควรปล่อยให้ปลาหิว หรืออดอยาก อาจทำให้ปลาเครียด ไม่สบาย และอาจตายในที่สุด

สีของตัวปลา วิมล (2540)

โดยทั่วไปแล้วสีของตัวปลามาจาก 2 แหล่ง คือ

1. แหล่งกายภาพ (Schemachrome) เป็นสีที่เกิดมาพร้อมกับส่วนต่างๆ ของปลาซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลง หรือเคลื่อนที่ได้ แบ่งออกได้ดังนี้

1.1 สีขาว (white schemachrome) เช่น สีของกระดูก กระเพาะลม เกล็ด และอัณฑะ

1.2 สีเหลือบโลหะ (tyndall blue และ violat) เช่น สีน้ำเงินของม่านตา

1.3 สีเหลือบมุก (iridescence) เป็นสีที่มีประกาย ได้แก่ สีของเกล็ด ตา และเยื่อบุลำไส้ ในบางครั้งจะพบสีเหล่านี้ในสิ่งปกคลุมร่างกายด้วย

2. แหล่งชีวภาพ (Biochome) เป็นสีที่มาจากสารอาหาร และเกิดขึ้นจากระบวนการต่างๆของสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วย carotenoid ให้สีเหลือง สีแดง และสีอื่นๆ chromolipoid ให้สี

เหลืองถึงสีน้ำตาล indigoid ให้สีน้ำเงิน สีแดง และสีเขียว melanin ส่วนใหญ่ให้สีดำ หรือสีน้ำตาล flavine ให้สีเหลืองออกเหลือบเขียว purine ให้สีขาว หรือสีเงิน pterin ให้สีขาว สีเหลืองสีแดง และสีส้ม porphyrin และ bile pigment ให้สีแดง สีเหลือง สีเขียว สีน้ำเงิน และสีน้ำตาล

เซลล์ที่กำเนิดสีในปลามี 2 ชนิด คือ

1. โครมาโตฟอร์ (chromtophotes) เป็นเซลล์ที่ให้กำเนิดสีบนตัวปลา มีลักษณะเป็นถุงเล็กๆผนังบาง และมีกิ่งก้านสาขามาก อยู่ในชั้นของผิวหนังชั้นใน อาจจะอยู่ด้านนอก หรืออยู่ใต้เกล็ดตามเยื่อบุช่องท้อง สมอง และไขสันหลัง ภายในโครมาโตฟอร์จะมีเซลล์สี (pigmented cell หรือ color cell) ซึ่งประกอบด้วยอณูของสี (pigment granules) อณูเหล่านี้จะเคลื่อนตัวไปมาภายในโครมาโตฟอร์โดยกระจายออกไปรอบๆ หรือรวมกันตรงจุดศูนย์กลางภายในเซลล์ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีต่างๆบนตัวปลา การที่เรามองเห็นปลาที่มีสีต่างกันนั้น เนื่องจากอณูของสีได้สะท้อนแสงบางช่วงคลื่นออกมา และดูดแสงในช่วงคลื่นอื่นๆ ไว้หมดทำให้สามารถมองเห็นเฉพาะสีที่แสงสะท้อนออกมาเท่านั้น สำหรับสีพื้นฐานที่พบในโครมาโตฟอร์ขึ้นอยู่กับอณูของสีได้แก่ สีแดง และสีส้ม (erythrophores) สีเหลือง (xanthophores) และสีดำ (melanophores) สีแดง สีส้ม และสีเหลืองได้จากสารอาหารที่มีแคโรทีน (carotene) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับวิตามินเอ และสีดำได้จากการแยกสลายของกรดอะมิโนบางชนิด ส่วนสีอื่นๆ ได้จากการผสมผสานกันของสีทั้ง 3 กลุ่มนี้

2. อีริโดไซด์ (iridocytes) ได้แก่ leucophores หรือ guanophores บางครั้งเรียกว่าเซลล์กระจก (mirror cell) สามารถทำหน้าที่คล้ายกับสีที่สะท้อนจากกระจกเงาสะท้อนแสง สารภายในเซลล์ที่ทำให้เกิดสี คือ เกล็ดกัวนิน (crystalline guanin) ซึ่งเป็นของเสียที่ได้จากการเผาผลาญอาหารเป็นสารทึบแสงสีออกขาว สีเงิน และสีเหลือบ ซึ่งสามารถสะท้อนแสงได้

สีที่ปรากฏบนตัวปลาไม่ได้เกิดขึ้นกับตัวสี แต่ขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาของอณูของสี ซึ่งมีการขยายตัวหรือหดตัว ทำให้เกิดจุดสีเพียงจุดเล็กๆ หรือแผ่แบนเป็นแผ่นกระดาษ จึงทำให้เกิดเป็นสีในรูปต่างๆ กันสีของปลาจะเกิดช้า เร็ว คงทนถาวร หรือชั่วคราวนั้นก็ขึ้นอยู่กับปฏิกิริยานี้ นอกจากนี้สีของตัวปลายังเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ที่อยู่อาศัย เพศ อายุ และอาหาร

ตาราง 1 รงควัตถุที่พบตามส่วนต่างๆ ของร่างกายปลา

อวัยวะ	รงควัตถุ
ผิวหนัง	carotenoid, melanin, flavine และ purine
เกล็ด	purine และ melanin
ตา	purine, pterin, carotenoid, และ flavine
กล้ามเนื้อ	porphyrin และ flavine
เลือด	porphyrin, pterin และ flavine
ตับ	carotenoid, pterin และ flavine
ไข่	carotenoid และ flavine
กระดูก	bile pigment
ไต	flavine และ pterin
กระเพาะอาหาร	pterin
ม้าม เหงือก และหัวใจ	flavine กระจายอยู่ทั่วๆ ไป
เยื่อบุอวัยวะภายใน	melanin

ที่มา: วิมล (2540)

คุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลา ประจวบ และคณะ (2552)

คุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลา หมายถึงสภาพน้ำในบ่อ ซึ่งปลาอาศัยอยู่ได้มีการเจริญเติบโต แพร่ขยายพันธุ์ได้ และมีความแข็งแรงปราศจากโรค คุณสมบัติของน้ำที่ควรพิจารณาในการเลี้ยงปลา มีดังนี้

1. ค่าความเป็นกรด-เป็นด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-เป็นด่างของน้ำ หรือที่เรียกกันว่า พีเอช (pH) เป็นการวัดปริมาณของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในน้ำ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-14 โดยแบ่งได้ดังนี้

ความเป็นกรด-เป็นด่าง เท่ากับ 7 มีค่าความเป็นกลาง

ความเป็นกรด-เป็นด่าง ต่ำกว่า 7 มีค่าเป็นกรด

ความเป็นกรด-เป็นด่าง สูงกว่า 7 มีค่าเป็นด่าง

ความเป็นกรด-เป็นด่าง ของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโต และการสืบพันธุ์วางไข่ของปลาๆแต่ละชนิดต้องการความเป็นกรด-เป็นด่างไม่เท่ากัน

ในกรณีที่ความเป็นกรด-เป็นด่างของน้ำต่ำกว่าที่ต้องการให้เพิ่มความเป็นกรด-เป็นด่างโดยการใส่ปูนขาว หรือสารละลายพวกโปรแตสเซียมไฮดรอกไซด์ และเมื่อต้องการลดความเป็นกรด-เป็นด่างของน้ำก็สามารถทำได้โดยเติมสารพวกกรด เช่น กรดไฮโดรคลอริก แอมโมเนียมซัลเฟต แล้วตรวจวัดด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดความเป็นกรด-เป็นด่าง เช่น กระดาษวัดพีเอช หรือพีเอชมิเตอร์ (pH-meter)

2. ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity)

ค่าความเป็นด่าง หมายถึง ความเข้มข้นของด่าง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไอออนของคาร์บอเนต(CO_3^-) และไฮดรอกไซด์ (OH) ซึ่งจะเป็นตัวควบคุมไม่ให้น้ำมีการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-เป็นด่าง อย่างรวดเร็ว น้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลา ควรมีค่าความเป็นด่างระหว่าง 100-200 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าในแหล่งน้ำมีค่าความเป็นด่างน้อย ก็สามารถเพิ่มโดยใช้ปูนโดโลไมล์เผา ใส่แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้น้ำใสจึงค่อยสูบน้ำไปใช้ในการเลี้ยงปลา

3. ค่าความกระด้างของน้ำ (Hardnaess)

ความกระด้าง หมายถึง ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำ สามารถกำจัดได้โดยการต้ม ความกระด้างของน้ำส่วนใหญ่เกิดจากลักษณะของดิน และหินที่น้ำไหลผ่าน ความกระด้างสามารถแบ่งได้ดังนี้

น้ำกระด้างอ่อน (soft) 0-75 มิลลิกรัมต่อลิตร

น้ำกระด้างปานกลาง (moderately hardness) 75-150 มิลลิกรัมต่อลิตร

น้ำกระด้าง (hard) 150-300 มิลลิกรัมต่อลิตร

น้ำกระด้างมาก (very hard) มากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าความกระด้าง และความเป็นด่างของน้ำ เป็นตัวช่วยควบคุมการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-เป็นด่างของน้ำ ซึ่งระดับที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 80-200 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นด่าง และความกระด้างจะต้องมีค่าใกล้เคียงกัน เช่น น้ำที่มีความเป็นด่าง 150 มิลลิกรัมต่อลิตรและมีค่าความกระด้าง 135 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเหมาะสมต่อการเลี้ยงปลามากกว่า สามารถเพิ่มขึ้นได้โดยการใส่ปูนขาวหรือโดโลไมด์ ถ้าความเป็นกรด-เป็นด่างในน้ำสูงก็ไม่ควรใช้ปูนขาว ควรใช้โดโลไมด์แทน เพราะละลายน้ำแล้วให้ความเป็นกรด-เป็นด่างต่ำกว่าปูนขาว

4. อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทั้งทางตรง และทางอ้อม ทางตรง คือ เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นกิจกรรมต่างๆ ในการดำรงชีวิต เช่น การกิน การหายใจ การย่อยอาหาร สูงขึ้น และเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลงกิจกรรมต่างๆ ก็ลดลงด้วย อิทธิพลทางอ้อมคือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ความเป็นพิษของแอมโมเนีย การย่อยสลายของอาหาร และเศษอาหารเพิ่มมากขึ้น โดยปกติปลาในเขตร้อนชอบอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิระหว่าง 25-32 องศาเซลเซียส และปลาไม่สามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใด ฉะนั้นจึงไม่ควรนำปลาจากที่หนึ่งไปปล่อยยังอีกที่หนึ่งที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันมาก โดยเฉพาะการนำปลาจากในน้ำที่อุณหภูมิต่ำไปปล่อยในนำที่อุณหภูมิสูงกว่า ควรมีการปรับอุณหภูมิในถุง หรือภาชนะที่ใส่ปลาก่อนทำการปล่อยปลา โดยอุณหภูมิปกติไม่ควรเปลี่ยนแปลงเกิน 3 องศาเซลเซียส ช่วงฤดูหนาวปลามักจะอ่อนแอ และป่วยได้ง่ายจึงควรระมัดระวังเป็นอย่างมาก

5. ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissoled oxygen)

ระดับของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาควรมีค่ามากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่เมื่อออกซิเจนอยู่นั้นในช่วง 2-5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของปลาลดลง โดยทั่วไปแล้วออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ หรือที่เรียกว่า DO ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะน้อยที่สุดในตอนเช้ามืด ถ้ามีปริมาณต่ำปลาจะมีอาการลอยหัวเพื่อขึ้นมาหายใจบนผิวน้ำ การเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในน้ำสามารถทำได้ดังนี้

5.1 ควบคุมค่าความโปร่งใสของน้ำให้อยู่ในช่วง 30-60 เซนติเมตร

5.2 เปลี่ยนถ่ายน้ำแล้วใส่เกลือ 0.5-1 เปอร์เซ็นต์

5.3 ใช้เครื่องตีน้ำหรือทำให้น้ำได้สัมผัสกับอากาศ เพื่อให้ออกซิเจนละลายในน้ำ

6. ความเค็ม (Salinity)

ความเค็ม คือ ปริมาณเกลือที่ละลายในน้ำมีหน่วยวัดเป็น กรัมต่อน้ำหนึ่งตัน หรือพีพีที (ppt) ความเค็มของน้ำทำให้ปลาต้องปรับตัวให้เข้ากับปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำให้ดำรงชีวิต และมีการเจริญเติบโตตามปกติ ปลาต่างชนิดกันจะชอบอาศัยอยู่ในน้ำที่มีความเค็มแตกต่างกันเช่น

ปลาน้ำจืดอาศัยอยู่ในน้ำที่มีความเค็ม 0-3 กรัมต่อตัน

ปลาน้ำกร่อยอาศัยอยู่ในน้ำที่มีความเค็ม 15-25 กรัมต่อตัน

ปลาทะเลอาศัยอยู่ในน้ำที่มีความเค็ม 25-32 กรัมต่อตัน

7. แอมโมเนีย (Ammonia)

แอมโมเนีย หมายถึง ก๊าซไนโตรเจนที่อยู่ในรูปไอออนไนซ์ ตามธรรมชาติจะพบแอมโมเนียในน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน มักเกิดจากขบวนการดึงสลายยูเรียด้วยน้ำ นอกจากนี้ยังเกิดตามธรรมชาติ โดยการรีดักชั่นไนเตรทภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจนระดับความเข้มขึ้นของแอมโมเนียที่จะเป็นอันตรายต่อปลาไม่ควรเกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร การลดความเป็นพิษของแอมโมเนียควรใช้เกลือแกง 600-800 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 10-20 กรัมต่อน้ำ 1 ตัน (10-20 ppm) ในตู้เลี้ยงปลา

8. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Cabondioxide)

เป็นส่วนประกอบหลักของการควบคุมไม่ให้ความเป็นกรด-เป็นด่างของน้ำเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และมีความสำคัญในขบวนการสังเคราะห์แสง คาร์บอนไดออกไซด์จะไปจำกัดการใช้ออกซิเจนของสัตว์น้ำ โดยจะทำให้การแลกเปลี่ยนออกซิเจนลดประสิทธิภาพลง ทำให้เป็นอันตรายต่อระบบหมุนเวียนเลือด และขบวนการหายใจของสัตว์น้ำ ปลาส่วนใหญ่สามารถรู้สึกต่อการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำจึงไม่ควรมีคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

9. ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide)

เกิดจากการหมักหมม และการเน่าสลายของอินทรีย์สารก้นบ่อ ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนซึ่งทำให้ซัลไฟล์ถูกดึงไปใช้ และมีรูปแบบเป็น H_2S, HS ซึ่งซัลไฟด์ในรูปแบบ H_2S หรือก๊าซไข่เน่าเป็นรูปแบบที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ และพบว่าถ้าน้ำมีค่าความเป็นกรด-เป็นด่างต่ำ จะทำให้เกิดก๊าซไข่เน่ามากขึ้น ระดับความเข้มข้นของก๊าซไข่เน่าไม่ควรเกิน 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร การลดความเป็นพิษควรถ่ายน้ำลง และใส่เกลือแกง 300 - 400 กิโลกรัมต่อไร่ ประมาณ 20 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร หรือใช้ปูนขาว 30 กรัมต่อน้ำ 1 ตัน หว่าน หรือละลายน้ำสาดให้ทั่วบ่อ

การเปลี่ยนถ่ายน้ำ ธารทอง (2537)

การเปลี่ยนถ่ายน้ำทำเพื่อดูแลคุณภาพของน้ำให้ปัจจัยต่างๆ ที่มีความจำเป็นในการดำรงชีวิตของปลามีมากพอ และดูแลให้ปัจจัยที่ไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของปลามีไม่มากจนเกินไปโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดจำนวนของเสีย แบคทีเรีย และสารพิษต่างๆ ให้ไหลไปกับน้ำทิ้งและเติมน้ำที่มีคุณภาพที่เหมาะสมลงไปแทน การกำหนดการเปลี่ยนถ่านน้ำปลาค่อนข้างยากด้วยเหตุผลว่าธรรมชาติย่อมมีการเปลี่ยนแปลง บางวันร้อน บางวันหนาว บางวันฝนตก บางวันแดดแรง ผลกระทบเหล่านี้จะทำให้น้ำเสียไม่พร้อมกัน ทดลองเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกๆ 7 วัน โดยถ่ายน้ำเก่าออกประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำเดิม แล้วเติมน้ำที่มีคุณภาพที่เหมาะสมลงไปจนเท่าเดิม แล้ว

สังเกตจากพฤติกรรมของปลา เช่น ถ้าปลาดำว่ายอยู่ข้างล่าง กินอาหารได้เท่าเดิม ไม่ซึมไม่แอบไม่ลอยหัว นั้นแสดงว่าได้ผลดี

การเปลี่ยนถ่ายน้ำให้กับปลาทองนั้น จึงไม่อาจกำหนดตายตัวแน่นนอนแต่จะเปลี่ยนถ่ายน้ำตามความเหมาะสม ผู้เลี้ยงจำเป็นต้องสังเกตพฤติกรรมของปลาประกอบกับการเปลี่ยนแปลงสภาพของน้ำ เพื่อกำหนดวิธีเปลี่ยนถ่ายน้ำตามความเหมาะสมเอง

แหล่งรงควัตถุในธรรมชาติ

รงควัตถุที่พบในสาหร่าย (สมศักดิ์, 2547; ยุวดี, 2549)

รงควัตถุในสาหร่ายมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) แคโรทีนอยด์ (carotenoid) ซึ่งประกอบด้วยแคโรทีน (carotene) และแซนโธฟิลล์ (xanthophyll) ไฟโคบิลิน (phycobilin) ซึ่งประกอบด้วยไฟโคเออริธริน (phycoerythrin) และไฟโคไซยานิน (phycoyanin) รงควัตถุทั้งหลายนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างอาหารของสาหร่าย บางชนิดมีผลทำให้สีของสาหร่ายคล้อยตามสีของรงควัตถุที่มีอยู่แต่ก็ไม่แสมอไป สาหร่ายแต่ละชนิดมีรงควัตถุที่แตกต่างกันไปทั้งชนิดและปริมาณ

รงควัตถุที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสงแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) แคโรทีนอยด์ (carotenoid) และไฟโคบิลิน (phycobilin) รงควัตถุในสาหร่ายแต่ละชนิดนั้นทำให้มีสีของสาหร่ายแตกต่างกัน เช่น สาหร่ายสีเขียว สีเขียวแกมน้ำเงิน สีน้ำตาล สีแดง เป็นต้น รงควัตถุเหล่านี้อาจกระจายอยู่ในไซโตพลาสซึม เช่น ที่พบในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน หรืออยู่ในพลาสมิด พวกคลอโรพลาสต์ หรือโครโมพลาสต์ เช่นที่พบในสาหร่ายสีอื่นๆ รงควัตถุทั้ง 3 ชนิดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. คลอโรฟิลล์ (chlorophylls) เป็นรงควัตถุหลักในคลอโรพลาสต์ มีคุณสมบัติในการดูดแสงสีแดง และสีน้ำเงินมาก จะสะท้อนแสงสีเขียว คลอโรฟิลล์มีหลายชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์เอ บีซี ดี และอี คลอโรฟิลล์เอมีสีเขียวแกมน้ำเงิน คลอโรฟิลล์บีมีสีเขียวแกมเหลือง สาหร่ายทุกชนิดมีคลอโรฟิลล์เอเป็นรงควัตถุหลัก ส่วนคลอโรฟิลล์ชนิดอื่นๆ นั้นจะกระจายอยู่ในสาหร่ายแต่ละชนิดดังตาราง 2 คลอโรฟิลล์เหล่านี้จะอยู่รวมกับโปรตีน และฝังตัวอยู่ระหว่างโปรตีนกับไขมัน และเนื้อเยื่อคลอโรพลาสต์ ซึ่งคลอโรฟิลล์เอนั้นเป็นรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงขั้นต้น สามารถดูดพลังแสงด้วยตัวเอง ส่วนคลอโรฟิลล์ชนิดอื่นๆ จัดเป็นรงควัตถุสังเคราะห์แสงขั้นที่สองคือ จะทำหน้าที่ดูดพลังงานแสงแล้วสงต่อไปยังคลอโรฟิลล์เออีกครั้งหนึ่ง คลอโรฟิลล์ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ร้อน หรือเย็น อะซีโตน

(acetone) ปิโตรเลี่ยมสปิริต (petroleum spirit) หรือส่วนผสมของเมธานอล (methanol) และปิโตรเลียมอีเธอร์ (petroleum ether) ในอัตรา 2:1 โดยปริมาตร

2. แคโรทีนอยด์ (carotenoids) เป็นรงควัตถุที่พบในเซลล์ที่มีการสังเคราะห์แสง ทุกชนิดรงควัตถุกลุ่มนี้จะดูดแสงสีน้ำเงินบริเวณความยาวช่วงคลื่น 400-500 นาโนเมตร และสะท้องแสงสีเหลือง และส้ม ในพืชชั้นสูงคลอโรฟิลล์จะบังสีของแคโรทีนอยด์ในใบไม้ไว้ นอกจากในตอนที่ใบไม้แก่ใกล้จะร่วง เมื่อคลอโรฟิลล์สลายไปก็อาจจะเห็นเป็นสีเหลือง หรือสีส้มของแคโรทีนอยด์ในใบไม้ได้อย่างชัดเจนสภาพเช่นนี้อาจเห็นบ้างในสาหร่าย แต่ไม่ชัดเจนเท่าพืชชั้นสูง แคโรทีนอยด์ อยู่ในคลอโรพลาสต์ติดกับคลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ประกอบด้วย แคโรทีน (carotene) และแซนโธฟิลล์ (xanthophyll)

2.1 แคโรทีน (carotene) เป็นรงควัตถุที่สะท้อนแสงสีส้ม จึงมองเห็นเป็นสีส้ม เป็นสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน ซึ่งประกอบด้วยออกซิเจน และคาร์บอนเท่านั้น รงควัตถุชนิดนี้ประกอบด้วยรงควัตถุย่อยคือ แอลฟา-แคโรทีน เบต้า-แคโรทีน และซิกมา-แคโรทีน ชนิดของรงควัตถุย่อยที่พบในสาหร่ายทุกชนิดคือ เบต้า-แคโรทีน

2.2 แซนโธฟิลล์ (xanthophyll) เป็นรงควัตถุที่สะท้อนแสงสีเหลือง จึงมองเห็นเป็นสีเหลือง แซนโทรฟิลล์อาจจะเรียกว่า แคโรตินอล (carotenol) หรือออกซีแคโรทีน (oxycarotene) เพราะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีออกซิเจนเพิ่มเข้ามาโดยเป็นหมู่ไฮดรอกซิล (OH^-) แซนโธฟิลล์ประกอบด้วย ลูเทอิน (lutein) ฟูโคแซนทีน (fucoxantine) และมิกโซแซนโธฟิลล์ (myxoxanthophyll) แคโรทีนอยด์ละลายได้ในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์เช่นเดียวกับคลอโรฟิลล์ ดังนั้นในจะการแยกแคโรทีนอยด์จากคลอโรฟิลล์เริ่มแรกต้องสกัดรงควัตถุทั้งหมดด้วยการใช้แอลกอฮอล์ร้อนแล้วปล่อยให้เย็นลง เติมคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) และเติมน้ำกลั่นลงไปเพื่อสกัดคลอโรฟิลล์แล้วเขย่าเบาๆ สารละลายจะแยกเป็น 2 ชั้น ชั้นบนจะเป็นชั้นของแอลกอฮอล์ซึ่งมีแคโรทีนอยด์ละลายอยู่ ชั้นล่างจะเป็นคาร์บอนเตตระคลอไรด์ซึ่งมีคลอโรฟิลล์ละลายอยู่ แยกนำไปศึกษาได้ ถ้าแยกแคโรทีนออกจากแซนโธฟิลล์ให้เติมปิโตรเลียมอีเธอร์ (petroleum ether) ลงไปแคโรทีนจะละลายในปิโตรเลียมอีเธอร์ ซึ่งแคโรทีนอยด์ยังเป็นตัวกระตุ้นภูมิต้านทานของร่างกาย และยังช่วยต้านอนุมูลอิสระอย่างมีคุณภาพ

3. ไฟโคบิลิน (phycobilins) เป็นรงควัตถุที่พบในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และสาหร่ายสีแดง ไฟโคบิลินจะอยู่รวมกับโปรตีนเป็นสารประกอบที่เรียกว่า ไฟโคบิลินโปรตีน (phycobilinprotein) สามารถละลายได้ดีในน้ำ ในการสกัดสารตัวนี้เพียงแค่บด หรือขยี้เซลล์ให้แตกก็จะละลายออกมากับน้ำ ไฟโคบิลินมี 3 ชนิดคือ

3.1 ไฟโคเออริธริน (phycoerythin) พบในสาหร่ายสีแดงทุกชนิด และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิด รงควัตถุชนิดนี้จะดูดแสงสีเขียวเหลือง ซึ่งคลอโรฟิลล์จะไม่ดูด และไม่ดูดแสงสีแดงจึงเป็นรงควัตถุที่มีสีแดง ด้วยเหตุผลนี้สาหร่ายสีแดงจึงอาศัยอยู่ใต้น้ำระดับลึกที่แสงสีแดงส่องลงไปไม่ถึง ยิ่งเป็นสาหร่ายที่อยู่ลึกมากก็จะมีปริมาณของไฟโคเออริธรินมากเมื่อเปรียบเทียบกับคลอโรฟิลล์ ทำให้สีของสาหร่ายเหล่านี้มีสีแดงยิ่งขึ้น

3.2 ไฟโคไซยานิน (phycocyanin) และอัลโลไฟโคไซยานิน (allophycocyanin) ทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นรงควัตถุสีน้ำเงิน พบในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และสาหร่ายสีแดงดูดแสงช่วงคลื่นที่ยาวกว่ารงควัตถุสีแดง และไฟโคไซยานินนั้นยังมีคุณสมบัติในการต้านสารอนุมูลอิสระ (antioxidant) และช่วยป้องกันการอักเสบ (anti-inflammation) เนื่องจากไฟโคไซยานินในสาหร่ายเป็นโปรตีน สาหร่ายจึงเป็นแหล่งผลิตเอนไซม์ที่สำคัญที่สุด เนื่องจากเอนไซม์ทุกชนิดสร้างมาจากโปรตีน ซึ่งในสาหร่ายสไปรูลินามีเอนไซม์ที่ธรรมชาติพัฒนามาให้แล้วอย่างดีถึง 2,000 ชนิดส่วนใหญ่จะทำหน้าที่ในการต้าน หรือทำลายอนุมูลอิสระ

ทั้งแคโรทีนอยด์ และไฟโคบิลินเป็นรงควัตถุเสริม (accessory pigment) ทำหน้าที่ดูดพลังงานแสงแล้วถ่ายทอดต่อไปให้คลอโรฟิลล์เอเสมอ

ตาราง 2 รงควัตถุชนิดต่างๆ ที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสง และสิ่งมีชีวิตที่มีรงควัตถุชนิดนั้นอยู่

ชนิดของรงควัตถุ	สิ่งมีชีวิตที่พบ
Chlorophylls	
Chlorophyll a	พืชชั้นสูง และสาหร่ายทุกชนิด
Chlorophyll b	พืชชั้นสูงทุกชนิด และสาหร่ายสีเขียว
Chlorophyll c	สาหร่ายสีน้ำตาล และไดอะตอม
Chlorophyll d	สาหร่ายสีแดง
Carotenoids	
Beta-carotene	พืชชั้นสูง และสาหร่ายส่วนใหญ่
Alpa-carotene	พืชส่วนใหญ่ และสาหร่ายบางชนิด
Lutein	พืชชั้นสูง สาหร่ายสีเขียว และสาหร่ายสีแดง
Myxoxanthophyll	พืชชั้นสูง
Fucoxanthin	สาหร่ายสีน้ำตาล และไดอะตอม

ตาราง 2 (ต่อ)

ชนิดของรงควัตถุ	สิ่งมีชีวิตที่พบ
Phycobilins	
Phycoerythrin	สาหร่ายสีแดง และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิด
Phycocyanin	สาหร่ายมีเขียวแกมน้ำเงิน และสาหร่ายสีแดงบางชนิด
Allophycocyanin	สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และสาหร่ายสีแดง

ที่มา: ยุวดี (2549)

สาหร่ายสไปรูลินา

สาหร่ายสไปรูลินา *Spirulina platensis* มีลักษณะเป็นเส้นสายขดบิดเกลียวคล้ายสว่านเป็นสาหร่ายขนาดเล็กเซลล์เดียวไม่มีผนังเซลล์ (ยุวดี, 2549) สาหร่ายชนิดนี้จัดอยู่ในกลุ่มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue-green algae หรือ Cyanobacteria) เส้นสายของสาหร่ายนั้นประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์มาเรียงต่อกัน (อาภารัตน์, 2547) ไม่แตกแขนงเรียกเส้นสายนี้ว่าทรัยโคม (trichome) เส้นสายบิดเป็นเกลียว ซึ่งลักษณะของเกลียวแตกต่างกันไปตามชนิด (species) (ยุวดี, 2546) ทรัยโคมขดเป็นเกลียวห่างๆ ความสูงของเกลียว (helix) 35-40 ไมครอน ระยะห่างระหว่างเกลียว (pitch) 60 ไมครอน เส้นผ่าศูนย์กลางของเกลียว 6-8 ไมครอน ความยาวของทรัยโครม 300-500 ไมครอน (ลัดดา, 2554)

ตาราง 3 คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายสไปรูลินา *Spirulina platensis*

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
สารอาหารพื้นฐาน (กรัมต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักแห้ง)	
โปรตีน	54.4
ความชื้น	10.9
เถ้า	3.9
ใยอาหาร	2.3
ไขมัน	1.9
รงควัตถุ (มิลลิกรัมต่อกรัม ของน้ำหนักแห้ง)	
คลอโรฟิลล์	1,600.0
แคโรทีนอยด์	400.0
แคโรทีน	170.0
เบต้า-แคโรทีน	51.3
แซนโทฟิลล์	100.0
คริพโตแซนทิน	55.6
อีคินีโนน	43.9
ซีแซนทีน	31.6
ไฟโคไซยานิน	18,000.0
วิตามิน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักแห้ง)	
วิตามิน ซี	2.9
วิตามิน บี1	0.3
วิตามิน บี2	2.9
เกลือแร่ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักแห้ง)	
โซเดียม	805.9
โปตัสเซียม	1,536.8

ตาราง 3 (ต่อ)

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
แมกนีเซียม	216.9
แมงกานีส	1.9
เหล็ก	36.8
สังกะสี	1.3
กรดอะมิโนที่จำเป็น (กรัมต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักแห้ง)	
ไอโซลิวซีน	4.1
ลิวซีน	5.5
ไลซีน	4.0
เมทธิโอนีน	2.1
ฟีนิลอะลานีน	3.9
ทรีโอนีน	4.1
ทริปโตแฟน	1.1
วาลิน	6.0

ที่มา: (บ.กรีนไดมอนด์ ม.ป.ป.; ยุวดี, 2546; Promya, *et al.*,2008)

นอกจากนั้น สาหร่ายสไปรูลินายังประกอบด้วยกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวอีกหลายชนิด เช่น Palmitoleic acid, Linoleic acid, Gamma linolenic acid และ Arachidonic acid โดยเฉพาะ Gamma linolenic acid และ Arachidonic acid ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสร้าง Prostaglandins มีหน้าที่สำคัญในการควบคุมปริมาณฮอร์โมนเพศที่ช่วยในการพัฒนาการสร้างไข่ และอสุจิ (เกรียงศักดิ์ 2553; นิวุฒิ 2547; Promya 2008) เกรียงศักดิ์ (2553) พบว่าสูตรอาหารใช้เลี้ยงปลาบึกที่มีส่วนผสมของสาหร่ายไสไปรูลินา 10 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของ Gamma linolenic acid และ Arachidonic acid เท่ากับ 0.38 และ 1.19 เปอร์เซ็นต์ ของกรดไขมันในอาหาร และสูตรอาหารใช้เลี้ยงปลาเผาะที่มีส่วนผสมของสาหร่ายไสไปรูลินา 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของ Gamma linolenic acid และ Arachidonic acid เท่ากับ 0.26 และ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ของกรดไขมันในอาหาร

สาหร่ายไก

สาหร่ายไก *Cladophora* sp. เป็นสาหร่ายสีเขียวประเภทยึดเกาะขนาดใหญ่ มีลักษณะเป็นเส้นสายแบบแตกแขนงทีละ 1 คู่ หรือแบบไดโคโตมัส (dichotomous branching) ทัลลัสแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นฐานจะมีไรซอยด์ (rhizoid) และแขนงสั้นๆ ยึดกับพื้นผิว และส่วนที่ 2 มีลักษณะคล้ายลำต้น (caudal) ซึ่งจะแตกแขนงตั้งตรงขึ้นมาเป็นเส้นสาย ลักษณะสายของ *Cladophora* เป็นลอน ผิวสัมผัสหยาบ รูปร่างเซลล์เป็นทรงกระบอกยาว ด้านยาวยาวกว่าด้านกว้างมาก ผนังเซลล์หนา ในเซลล์ที่มีอายุมากมีคลอโรพลาสต์เป็นแบบร่างแหอยู่ด้านข้างของเซลล์ มีไพรีนอยด์หลายอัน ใน 1 เซลล์มีมากกว่า 1 นิวเคลียส (ศิริเพ็ญ และคณะ, 2553) และในสาหร่ายไกยังมีสารต้านอนุมูลอิสระประกอบอยู่ด้วย (Chansribut and Traichaiyaporn, 2011)

ตาราง 4 คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายไก (*Cladophora* sp.)

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
สารอาหารพื้นฐาน (กรัมต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักแห้ง)	
โปรตีน	10.7-17.6
คาร์โบไฮเดรต	52.5-60.9
ไขมัน	2.0-2.5
เถ้า	14.7-16.9
ใยอาหาร	20.7-26.1
รงควัตถุ (ไมโครกรัมต่อกรัม ของน้ำหนักแห้ง)	
แคโรทีนอยด์	953.8-1,728.9
เบต้า-แคโรทีน	20.0-91.6
ลูทีน	172.8-473.2
เซียแซนธิน	24.6-171.7
วิตามิน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักแห้ง)	
วิตามิน ซี	14.2
วิตามิน บี1	0.1
วิตามิน บี2	0.4
กรดโฟลิก	0.1
กรดแพนโทธีนิก	0.3

ตาราง 4 (ต่อ)

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
ไมอะซิน	4.4
เกลือแร่ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักแห้ง)	
แคลเซียม	856.0
โซเดียม	595.6
โปตัสเซียม (กรัมต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักแห้ง)	3.6
คลอไรด์ (กรัมต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักแห้ง)	1.3
แมกนีเซียม	182.6
แมงกานีส	13.3
เหล็ก	178.6
สังกะสี	0.9
ซีลิเนียม (ไมโครกรัมต่อกรัม ของน้ำหนักแห้ง)	460.4

ที่มา: (ยุวดี, 2550; ศิริเพ็ญ, 2552)

แหล่งแคโรทีนอยด์ที่ผสมในอาหารเพื่อใช้เร่งสีปลา

สุภฎา และคณะ (2548) ศึกษาระดับของสาหร่ายสไปรูลินาในอาหารต่อการเจริญเติบโตและการเร่งสีปลาทอง (*Carassius auratus*) โดยใช้อาหารที่ไม่เสริมสาหร่ายสไปรูลินาและเสริมสาหร่ายสไปรูลินาแห้งที่ระดับ 1, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ใช้เลี้ยงปลา 6 สัปดาห์ ซึ่งจากการวัดสีบนตัวปลาด้วยระบบการวัดค่าสีแดง ค่าสีเหลือง และค่าความสว่าง พบว่าการเสริมสาหร่ายสไปรูลินาในอาหารมีผลทำให้สีของตัวปลาทองมีสีเหลือง และสีแดงเพิ่มขึ้นตามระดับของสาหร่ายสไปรูลินาที่เพิ่มขึ้น

วันเพ็ญ และกาญจนา (2547) ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพปลาทองรันชูโดยใช้รงควัตถุแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายสไปรูลินา ซึ่งใช้สาหร่ายสไปรูลินาผสมในอาหารในปริมาณ 0, 8, 10, 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลอง พบว่าปลารันชูที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีสาหร่ายเป็นส่วนผสมจะมีสีเข้มกว่าปลาทองรันชูที่ได้รับอาหารที่ไม่ผสมสาหร่ายสไปรูลินา โดยปลาที่ได้รับอาหารที่มีสาหร่ายเป็นส่วนผสมในปริมาณ 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีความเข้มของสีมากที่สุด

กันย์สินี และสุขุม (2552) ศึกษาการนำไข่น้ำไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพสีปลาทองโดยเลี้ยงลูกปลาทองด้วยอาหารผสมไข่น้ำอบแห้งที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ15 ตามลำดับ พบว่าลูกปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมไขน้ำอบแห้งที่ร้อยละ 15 ให้ระดับความเข้มสีของลำตัวเฉลี่ยสูงสุดที่ระดับ 30 ซึ่งแตกต่างจากเลี้ยงด้วยสูตรอาหารอื่น ขณะที่การเลี้ยงด้วยสูตรอาหารแต่ละสูตรไม่มีผลให้ความแตกต่างในการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของลูกปลาทอง

ชฎาธาร และคณะ (2550) ศึกษาผลของใบยอและฟ้าทะลายโจรต่อการเปลี่ยนแปลงสีและอัตราการจับกินเชื้อโรคของเม็ดเลือดขาวในปลาทอง โดยใช้อาหาร 7 สูตร คือ สูตรที่ 1 เป็นสูตรควบคุม สูตรที่ 2 ผสมแอสต้าแซนทินสังเคราะห์ทางการค้า 0.25 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 3 ผสมแอสต้าแซนทินสังเคราะห์ทางการค้า 0.25 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับเมทิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 4 ผสมใบยอ 10 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 5 ผสมฟ้าทะลายโจร 10 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 6 ผสมใบยอ 10 เปอร์เซ็นต์ และผสมแอสต้าแซนทินสังเคราะห์ทางการค้า 0.25 เปอร์เซ็นต สูตรที่ 7 ผสมฟ้าทะลายโจร 10 เปอร์เซ็นต์ และผสมแอสต้าแซนทินสังเคราะห์ทางการค้า 0.25 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงปลาทองเป็นเวลา 4 สัปดาห์ วัดการเปลี่ยนแปลงสีด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter, Minolta color reader CR - 10) อ่านค่าในระบบ CIE L* a* b* (CIELAB) พบว่าปลาทองที่ได้รับอาหารสูตรที่ 6 มีการตอบสนองต่อการเพิ่มขึ้นของสีแดงมากกว่าปลาทองกลุ่มอื่น ($p<0.05$) โดยการเพิ่มขึ้นของสีแดงจะสัมพันธ์กับค่า a* ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในเลือด และปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในเนื้อที่เพิ่มขึ้น

อรพินท์ และคณะ (2548) ศึกษาระดับเหมาะสมของคาโรทีนอยด์รวมต่อความเข้มสีปลาคาร์ฟ โดยใช้อาหารปลาคาร์ฟที่จำหน่ายในท้องตลาด 6 ชนิด ที่มีปริมาณคาโรทีนอยด์รวมแตกต่างกัน คือ 5.37, 15.9, 43.2, 76.2, 96.2 และ103.9 ไมโครกรัมต่อกรัม มีสัดส่วนเท่ากับ 1:5:10:20:25:25 เลี้ยงปลาคาร์ฟเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ วัดการเปลี่ยนแปลงสีด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter, Minolta color reader CR-10) โดยวัดสีที่บริเวณสีแดง คือ กลางหัว และลำตัวด้านซ้าย บริเวณสีขาวคือ บริเวณหัว และลำตัวด้านซ้าย อ่านค่าในระบบ CIE L* a* b* (CIELAB) พบว่าปลาคาร์ฟที่ได้รับอาหารที่มีคาโรทีนอยด์รวม 96.2 และ 103.9 ไมโครกรัมต่อกรัม มีการตอบสนองต่อการเพิ่มขึ้นของสีแดงมากกว่าปลาคาร์ฟกลุ่มอื่น ๆ ($p<0.05$) โดยการเพิ่มขึ้นของสีแดงจะสัมพันธ์กับค่า a* โดยกลางหัวมีค่า a* 30.58±1.07 และ 30.17±0.23 ตามลำดับ บริเวณลำตัวด้านซ้ายมีค่า a* 32.51±1.26 และ 33.57±0.63 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าปลาคาร์ฟในกลุ่มอื่น ($p<0.05$) และพบว่าเมื่อหยุดให้อาหารเร่งสีเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ปลาคาร์ฟยังสามารถรักษาระดับความเข้มของเฉดสีแดงให้เข้มเหมือนเดิมได้ ดังนั้นระดับเหมาะสมของคาโรทีนอยด์รวมที่ความเข้มข้นอย่างน้อย 96.2 ไมโครกรัมต่อกรัม สามารถใช้เพิ่มความเข้มสีปลาคาร์ฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จงกล และคณะ (2550) ทดลองใช้สาหร่ายสไปรูลินาสดเป็นส่วนผสมในอาหารเลี้ยงปลานิลแดง (*Oreochromis* sp.) โดยมีการผสมสาหร่ายสไปรูลินาสดในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 45, 50 และ 55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใช้เลี้ยงปลา 5 เดือน พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของสาหร่ายสไปรูลินาสด 55 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตาย ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนดีที่สุด และนอกจากนี้ยังพบว่า อาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาสด ทำให้คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณของแคโรทีนอยด์รวม (total carotenoid) ในเนื้อปลาเพิ่มขึ้นตามระดับของสาหร่ายสไปรูลินาสดที่ผสมในอาหาร

วุฒิพร และคณะ (2550) ศึกษาเกี่ยวกับผลของแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายสไปรูลินาต่อการสะสมแคโรทีนอยด์ของปลานิลแดงแปลงเพศ โดยมีการเสริมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยได้จากแอสตาแซนทิน ซีแซนทิน แบต้า-แคโรทีน และยังเสริมสาหร่ายสไปรูลินาบดแห้งในอาหารทดลองที่มีระดับแคโรทีนอยด์ 50, 100, 150 และ 200มิลลิกรัมต่ออาหาร1 กิโลกรัม หลังจากการทดลองเลี้ยงปลา 8 สัปดาห์ แล้ววิเคราะห์แคโรทีนอยด์รวมในตัวปลา พบว่าการเสริมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ และแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายสไปรูลินาทำให้การสะสมแคโรทีนอยด์รวม และค่าสีสูงขึ้นตามปริมาณของแคโรทีนอยด์ที่สูงขึ้น โดยในอาหารที่เสริมซีแซนทินมีค่าสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกับอาหารที่เสริมแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายสไปรูลินาที่ระดับ 150 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

สุลักษณ์ (2548) ศึกษาผลของสาหร่ายไก (*Cladophora glomerata*) ต่อสีผิวและการเติบโตของปลาหางนกยูง โดยนำสาหร่ายไกมาผสมกับอาหารเม็ดมาตรฐาน หมายเลข 9931 ของบริษัท เครือเจริญโภคภัณฑ์ จำกัด ในอัตราส่วน 10, 25 และ 30 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับอาหารเม็ดมาตรฐาน และอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ผสมสาหร่ายสไปรูลินาที่ใช้เป็นกลุ่มที่ให้ผลชัดเจนต่อการเพิ่มสีของปลา โดยเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า ปลาหางนกยุงที่ได้รับสาหร่ายไก 10 เปอร์เซ็นต์ พบเซลล์สีที่หางปลาเป็นจำนวนมากซึ่งพบได้เช่นเดียวกันกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา และพบเซลล์เม็ดสีในกลุ่มที่ได้รับสาหร่ายไก 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นจำนวนน้อยที่สุด

Cejas *et al.* (2002) ศึกษาผลของการเสริมอาหารด้วยกุ้งต่อรงควัตถุที่ผิวหนัง และสารประกอบไขมันของลูกปลา red porgy (*Pagrus pagrus*) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองๆละ 3 ซ้ำ การทดลองที่ 1 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปอย่างเดียว (อาหารเม็ดสำเร็จรูป 100 เปอร์เซ็นต์) การทดลองที่ 2 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป และเสริมด้วยกุ้ง (อาหารเม็ดสำเร็จรูป 88 เปอร์เซ็นต์ กุ้ง12 เปอร์เซ็นต์) เพื่อให้กุ้งเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ หลังจากการให้อาหาร 4 เดือน

พบว่าการให้อาหารสำเร็จรูป และเสริมด้วยกุ้งในอัตรา 88 เปอร์เซ็นต์ต่อ 12 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผิวหนังปลาลูกปลา red porgy นั้นมีสีชมพูเหมือนกับปลาที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

Kalinowski *et al.* (2004) ได้ทำการศึกษาผลของระดับ และแหล่งของแคโรทีนอยด์ในอาหารที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโต และสีผิวหนังของปลา red porgy (*pagrus pagrus*) โดยแบ่งการทดลองดังต่อไปนี้ การทดลองที่ 1 เป็นควบคุมอาหารที่ไม่มีการผสมแคโรทีนอยด์ การทดลองที่ 2 อาหารที่ผสม cantaxanthin 40 และ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และการทดลองที่ 3 อาหารผสม astaxanthin ที่ได้จากเปลือกกุ้งป่น 20 และ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เลี้ยงปลา 75 วัน ซึ่งพบว่าastaxanthin จากเปลือกกุ้งป่น 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถทำให้ผิวหนังของปลา red porgy ทั้งหมดเป็นสีค่อนข้างแดง

Yanar *et al.* (2008) ได้ศึกษาการใช้หญ้าเอลเฟลฟา *Meddicago sativa* เป็นแหล่งแคโรทีนอยด์ในการเลี้ยงปลาทอง *Carassius auratus* โดยใช้อาหารที่มีส่วนผสมของหญ้าเอลเฟลฟา 0, 5, 10, 15, 25 และ 40 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นยังใช้อาหารที่ผสม Carophyll Yellow 0.6 เปอร์เซ็นต์ ใช้เลี้ยงปลา 60 วัน หลังการทดลองพบว่า ระดับของรงควัตถุในผิวหนังของปลาทองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญกับอาหารที่เสริมด้วยหญ้าเอลเฟลฟาที่ 25 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามปริมาณของหญ้าเอลเฟลฟาที่มีมากเกินไปไม่ทำให้ปริมาณของแคโรทีนอยด์ในผิวหนังของปลาเพิ่มมากขึ้น

แหล่งแคโรทีนอยด์ที่ผสมในอาหารเพื่อกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน

ชฎาธาร และคณะ (2550) การศึกษาผลของใบยอและฟ้าทะลายโจรต่อการเปลี่ยนแปลงสีและอัตราการจับกินเชื้อโรคของเม็ดเลือดขาวในปลาทอง โดยใช้อาหาร 7 สูตร คือ สูตรที่ 1 เป็นสูตรควบคุม สูตรที่ 2 ผสมแอสต้าแซนทินสังเคราะห์ทางการค้า 0.25 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 3 ผสมแอสต้าแซนทินสังเคราะห์ทางการค้า 0.25 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับเมทิลเซลลูโลส 1 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 4 ผสมใบยอ 10 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 5 ผสมฟ้าทะลายโจร 10 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 6 ผสมใบยอ 10 เปอร์เซ็นต์ และผสมแอสต้าแซนทินสังเคราะห์ทางการค้า 0.25 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 7 ผสมฟ้าทะลายโจร 10 เปอร์เซ็นต์ และผสมแอสต้าแซนทินสังเคราะห์ทางการค้า 0.25 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงปลาทองเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าประสิทธิภาพการทำงานของเม็ดเลือดขาวในปลาทองมีความสัมพันธ์กับระดับแคโรทีนอยด์รวมที่สูงขึ้นในอาหาร ในเลือด และในเนื้อเช่นกัน

วุฒิพร และคณะ (2550) ได้ศึกษาผลของแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายสไปรูลินาต่อการสะสมแคโรทีนอยด์ และภูมิคุ้มกันในปลานิลแดงแปลงเพศ โดยใช้อาหารที่ไม่เสริมแคโรทีนอยด์เป็นชุดควบคุม และใช้อาหารที่เสริมด้วยแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ได้จาก แอสตาแซนทิน ซีแซนทิน ในอัตราส่วน 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และยังใช้อาหารที่เสริมกับสาหร่าย

สไปรูลินาบดแห้งในอัตราส่วนของแคโรทีนอยด์ 50, 100, 150 และ 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ใช้เลี้ยงปลา 8 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปลานิลแดงแปลงเพศที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ได้จาก แอสตาแซนทิน ซีแซนทิน ในอัตราส่วน 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และอาหารเสริมสาหร่ายสไปรูลินาบดแห้งในอัตราส่วนของแคโรทีนอยด์ 50 10 150 และ 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีการสร้างแอนติบอดีต่อเชื้อ *streptococcus agalactiae* เพิ่มขึ้นยกเว้นปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยเบตา-แคโรทีน ในการเสริมแคโรทีนอยด์นั้นไม่ส่งผลต่อค่าฮิโมโกลบินรวม และฮิมาโตคริต แต่ส่งผลให้เม็ดเลือดแดง และเม็ดเลือดขาวเพิ่มขึ้น

วุฒิพร และอัญชลี (2548) ยังได้ทำการศึกษาผลของสาหร่ายสไปรูลินาต่อการเจริญเติบโตและระดับแอนติบอดีในปลาดุกลูกผสม [*Clarias macrocephalus* (Gunther) x *Clarias gariepinus* (Burchell)] โดยใช้สาหร่ายสไปรูลินาแห้งผสมในอาหารที่ระดับ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ใช้เลี้ยงปลา 8 สัปดาห์ จากผลการศึกษาพบว่า ปลาที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของสาหร่ายสไปรูลินา มีผลทำให้มีการสร้างแอนติบอดีต่อเชื้อ *Aeromonas hydrophila* และนอกจากนั้นยังพบว่าในการเสริมสาหร่ายสไปรูลินาในอาหารนั้นไม่ส่งผลต่อค่าฮิโมโกลบินรวม แต่ส่งผลให้เม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวเพิ่มขึ้น และไม่พบความผิดปกติทางเนื้อเยื่อวิทยาของปลา

Watanuki *et al.* (2006) ได้ทดลองเสริมสาหร่ายสไปรูลินากับปลาปลาคาร์ฟ *Cyprinus carpio* โดยการวิธีการนำสาหร่ายใส่ไปในท่อที่สอดเข้าสู่ร่างกายที่ระดับ 1, 10 และ 25 มิลลิกรัมต่อตัว ในชุดควบคุมใช้สารละลาย PBS ซึ่งหลังการทดลอง พบว่าสไปรูลินามีการตอบสนองการทำงานของ phagocytic และการผลิต superoxide anion ใน phagocytic cell ของไต