

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปลาคอดเหลืองเป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง เนื่องจากเนื้อ มีรสชาติดี เป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เป็นปลาในครอบครัวเดียวกันกับปลาสวาย ปลาเทโพ ปลาบึก เป็นกลุ่มของปลาไม่มีเกล็ดรูปร่างเรียวยาวรู้จักกันทั่วไปว่าแคทฟิช (catfish) ปลาคอดเหลืองเป็นปลาที่กินเนื้อเป็นอาหาร ได้แก่ ปลาขนาดเล็ก กุ้งขนาดเล็ก แมลงน้ำ และพืชน้ำ เป็นต้น ปลาคอดเหลืองที่พบส่วนใหญ่มีความยาวประมาณ 25-30 เซนติเมตร แต่ขนาดใหญ่ที่สุดที่พบในประเทศไทยมีความยาวถึง 60 เซนติเมตร และน้ำหนักประมาณ 2,500 กรัม (दनัย, 2548)

2.1 อนุกรมวิธาน

อนุกรมวิธานของปลาคอดเหลืองตามการจำแนกของ Nelson (1994)

Phylum Chordata

Class Osteichthyes

Infraclass Neopterygii

Division Halecostomi

Supdivision Teleostei

Infradivision Euteleostei

Order Siluriformes

Family Bagridae

Genus *Mystus*

Species *nemurus*

2.2 อุปนิสัย

วสันต์ และยุพินท์ (ม.ป.ป.); ศุภชัย, (2541); โยธินและรังสิต (2524); ถวัลย์ และคณะ (2545) ได้อธิบายถึงลักษณะทางชีววิทยาของปลาคอดเหลืองไว้ดังนี้

ปลาคอดเหลืองสามารถเจริญเติบโตและอยู่อาศัยได้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย พบอาศัยอยู่ตามพื้นที่ตื้นน้ำที่เป็นแอ่งหินหรือพื้นดินแข็ง น้ำค่อนข้างใสมีกระแสน้ำไหลไม่แรง อยู่ในระดับความลึกตั้งแต่ 2-40 เมตร หาอาหารบริเวณตื้นน้ำเหนือเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำไหลมาบรรจบกัน บริเวณแนวน้ำนิ่ง โดยเฉพาะบริเวณปากน้ำที่มีน้ำจืดไหลปะทะกับแนวน้ำเค็ม มี กุ้ง ปลา ปู หอย

ค่อนข้างสมบูรณ์ ปลาคคเหลืองสามารถที่จะปรับตัวให้เจริญโตได้ดีในสภาพน้ำพุที่มีความเป็นกรดสูงและมีปริมาณสารแขวนลอยมาก

2.3 รูปร่างลักษณะ

วสันต์ และ ยุพินท์ (มปป.) ได้กล่าวถึงรูปร่างลักษณะปลาคคเหลืองไว้ดังนี้

ปลาคคเหลืองเป็นปลาน้ำจืดที่ไม่มีเกล็ด ลำตัวกลมยาว หัวค่อนข้างแบนและเรียวเป็นรูปกรวย(conical) กระดุกท้ายทอดยาวถึงโคนครีบหลัง ตาไม่มีหนังปกคลุม ปากกว้าง ขากรรไกรแข็งแรงมีฟันซี่เล็กๆสั้นปลายแหลมเป็นกลุ่มหรือแผ่นบนขากรรไกรบนขากรรไกรล่างและบนเพดานปาก ซึ่งกรองสั้นเล็กปลายแหลม มี 15 ซี่ มีหนวด 4 คู่คือที่บริเวณจมูก ริมฝีปากบน ริมฝีปากล่าง และได้คางอย่างละ 1 คู่ หนวดคู่แรกและหนวดคู่สุดท้ายมีความยาวสั้นกว่าคู่ที่สองและคู่ที่สาม

ครีบหลังไม่สูงเป็นครีบเดี่ยวอยู่กลางหลัง มีก้านครีบแข็ง 1 ก้านและก้านครีบอก่อน 7 ก้าน ครีบไขมันเจริญคืออยู่ส่วนท้ายของลำตัวและอยู่ตรงข้ามกับครีบกัน ครีบกันมีก้านครีบอก่อน 10-11 ก้าน ครีบหูเป็นครีบอกู่หลังบริเวณเหงือก มีเงี่ยงแข็งและแหลมคม 1 คู่ มีก้านครีบอก่อนข้างละ 9 ก้าน ครีบท้องมีก้านครีบอก่อน 6-7 ก้าน ครีบท่างเว้าลึกแฉกบนยาวกว่าแฉกล่างประกอบด้วยก้านครีบอก่อน 16-17 ก้าน มีสีที่ลำตัวจะเปลี่ยนไปตามอายุ ขนาด และแหล่งที่อยู่อาศัย ปลาคคเหลืองที่มีขนาดโตเต็มวัย ลำตัวบริเวณส่วนหลังมีสีน้ำตาลเข้มปนดำ บริเวณข้างลำตัวมีสีน้ำตาลปนเหลือง บริเวณท้องมีสีขาว ฐานครีบอก ครีบท้อง ครีบกัน มีสีเทาเขียวชมพู ครีบหลัง ครีบท่างมีสีเขียวซีดจาง ปลายครีบท้องมีสีเทาปนดำ ปลาชนิดนี้มีกระเพาะลมตอนเดียวคล้ายรูปหัวใจทำหน้าที่ช่วยในการทรงตัวใช้ปรับความดันของตัวปลาให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย เพื่อให้สามารถลอยตัวอยู่ในระดับต่างๆได้ตามความต้องการ

ปริมาณความคดของไขขึ้นกับขนาดของแม่ปลาคคเหลือง ปลาเพศเมียที่พบเริ่มมีไข่แก่และสืบพันธุ์วางไข่ได้มีความยาวตั้งแต่ 18 เซนติเมตรขึ้นไป และมีไข่ประมาณ 12,500 ฟอง

2.4 การเพาะพันธุ์ปลาคคเหลืองด้วยวิธีผสมเทียม

วสันต์ และ ยุพินท์ (มปป.); โยธิน และ รังสิต (2524); และ ศาสวัต (2540) สรุปวิธีการเพาะพันธุ์ปลาคคเหลืองไว้ดังนี้คือ

2.4.1 การเตรียมพ่อแม่พันธุ์

อัตราส่วนการปล่อยพ่อแม่พันธุ์ปลาคคเหลือง เท่ากับ 1 ตัวต่อ 1 ตารางเมตร โดยจะปล่อยแยกเพศ หรือรวมเพศก็ได้

2.4.2 ฤดูกาลวางไข่

ปลากดเหลืองสามารถวางไข่ได้เกือบตลอดทั้งปี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนตุลาคมของทุกปีในแม่น้ำเจ้าพระยา สำหรับภาคใต้ตอนล่างฤดูผสมพันธุ์วางไข่อยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน

พบว่าฤดูกาลวางไข่ของปลากดเหลืองจะแตกต่างกันไปตามสภาพและที่ตั้งของพื้นที่ เช่นแม่น้ำบางปะกงอยู่ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน เขื่อนศรีนครินทร์ ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน เขื่อนบางลาง จังหวัดยะลา ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคมนี้ ปัจจัยที่เป็นตัวควบคุมความสุกแก่ของรังไข่ ได้แก่ ฝนที่ตกในแต่ละช่วงของรอบปี ช่วยในการกระตุ้นระบบสืบพันธุ์

2.4.3 การพัฒนาของไข่ปลากดเหลือง

ไข่ปลากดเหลืองเป็นไข่จมและติดกับวัตถุ เมื่อสัมผัสกับน้ำจะมีสารเมือกเหนียวที่รอบเปลือกไข่ ทำให้ไข่ปลาคิดกับวัตถุหรือไข่ติดกันเป็นกลุ่มก้อนไข่แก้วมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 0.82 มิลลิเมตร ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิจะขยายขึ้นเป็นขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร มีลักษณะกลม สีเหลืองใส ส่วนไข่ที่ไม่ได้รับการผสมจะมีสีขาวขุ่นหรือบิดเบี้ยว

การพัฒนาการไข่ปลากดเหลืองฟักออกเป็นตัว ที่อุณหภูมิ 26-28 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 30 ชั่วโมง เมื่อมีอายุย่างเข้าวันที่ 4 ลักษณะลำตัวและครีบต่างๆเริ่มคล้ายกับปลาเต็มวัย ลูกปลามีขนาดความยาว 0.8 เซนติเมตร ลูกปลาอายุ 10 วัน มีความยาว 1.5 เซนติเมตร

2.4.4 นิเวศการกินอาหาร

ปลากดเหลืองมีกระเพาะอาหารที่มีลักษณะเป็นถุงตรงยาว ผนังหนา สีขาวขุ่น กินอาหารในธรรมชาติได้แก่ ปลาขนาดเล็ก ตัวอ่อนแมลงหรือแมลงในน้ำ กุ้งน้ำจืด เศษพันธุ์ไม้น้ำ และหอยฝาเดียว เป็นต้น จากลักษณะรูปร่างที่ปราศเปรี๊ยะของปลากดเหลือง พบว่าจะโฉบจับเหยื่อที่อยู่ผิวน้ำหรือกลางน้ำได้อย่างว่องไว โดยจะหากินในช่วงกลางคืนได้ดีกว่าช่วงกลางวัน

2.4.5 การเพาะพันธุ์

ปลากดเหลืองที่ใช้ในการเพาะพันธุ์ส่วนใหญ่ได้จากการรวบรวมพันธุ์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หรืออ่างเก็บน้ำต่างๆ โดยคัดเลือกพันธุ์ปลาที่แข็งแรง อวัยวะทุกอย่างครบสมบูรณ์ มีขนาดประมาณ 400 กรัม ขึ้นไป นำมาเลี้ยงเป็นพ่อแม่ปลาได้ทั้งในบ่อดินและกระชัง แต่ควรแยกเพศปลาตัวผู้และตัวเมียออกจากกัน

บ่อดิน ควรมีขนาด 800-1,600 ตารางเมตร อัตราการปล่อยปลา 1-2 ตัวต่อตารางเมตร

กระชัง ควรเป็นกระชังอวนโพลีเอทิลีน ขนาดตา 2-3 เซนติเมตร ขนาดกระชังกว้าง 5 เมตร ยาว 5 เมตร ลึก 2.5 เมตร อัตราการปล่อยปลา 50-100 ตัวต่อกระชัง

2.4.6 การขุนเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์

ให้อาหารจำพวก ปลาสดสับผสมหัวอาหารและเสริมด้วยอาหารเม็ดปลา ลูก หรือให้อาหารต้มสุกจำพวกปลายข้าว 2 ส่วน รำละเอียด 3 ส่วน ปลาป่น 1 ส่วน วิตามินและแร่ธาตุประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เสริมด้วยอาหารเม็ดปลาลูกเล็ก 1 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ปริมาณอาหารที่ให้ในแต่ละวันประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลา ควรมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำใหม่ในบ่อประมาณ 1-2 ครั้งต่อเดือน ประมาณ 1 ใน 3 ของบ่อ

2.4.7 การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์

การตรวจสอบพ่อแม่ปลาที่มีความสมบูรณ์ควรทำด้วยความระมัดระวัง อาจใช้ผ้าขนหนูปิดหัวปลา โดยเฉพาะบริเวณตาของพ่อแม่ปลา แล้วหงายท้องตรวจความพร้อมของปลา จะป้องกันการบอบช้ำ และลดความเครียดได้ ปลาเพศเมียที่มีไข่แก่ สังเกตจากส่วนท้องจะบวมเป่งและนูน ช่องเพศมีสีชมพูเรื่อๆ ปลาเพศผู้ อวัยวะเป็นติ่งแหลมยื่นยาวออกมาไม่ต่ำกว่า 1 เซนติเมตร

พ่อแม่ปลาที่ใช้ควรมีน้ำหนักตั้งแต่ 450 กรัม หรือเป็นปลาที่มีอายุไม่ต่ำกว่า 18 เดือนขึ้นไป โดยปกติแล้วแม่พันธุ์ปลาจะมีน้ำหนักมากกว่าพ่อพันธุ์ปลา

2.4.8 การฉีดฮอร์โมนผสมเทียม

ฮอร์โมนที่ใช้ในการฉีดเร่งให้แม่ปลามีไข่แก่และพ่อปลามีน้ำเชื้อสมบูรณ์ ปัจจุบันนิยมใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ (synthetic hormone, Luteinizing Hormone-Releasing Hormone analogue) ซึ่งมีชื่อทางการค้าว่า ซูพรีแฟค (Suprefact) ร่วมกับสารเร่งการทำงานของระบบหลังฮอร์โมนคือ โดมเพอริโดน (Domperidone) ที่มีชื่อทางการค้าว่า โมทีเลียม (Motilium) ซึ่งเป็นยาเสริมฤทธิ์ โดยฉีดกระตุ้นทั้งเพศผู้และเพศเมีย ในเพศเมียฉีดเข็มแรกในอัตรา 5-7 ไมโครกรัมและยาเสริมฤทธิ์โมทีเลียม (Motilium) 5 มิลลิกรัมต่อแม่ปลาน้ำหนัก 1 กิโลกรัม เข็มที่สอง ห่างจากเข็มแรก 6 ชั่วโมง ในอัตรา 15-20 ไมโครกรัม และยาเสริมฤทธิ์ 5 มิลลิกรัมต่อแม่ปลาน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ส่วนปลาเพศผู้ฉีดในอัตรา 5 ไมโครกรัม และยาเสริมฤทธิ์ 5 มิลลิกรัมต่อพ่อปลาน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ริดไข่ผสมน้ำเชื้อหลังจากฉีดน้ำยาเข็มที่ 2 ประมาณ 6-8 ชั่วโมง ถ้าหากปลาเพศผู้อยู่ในสภาวะสมบูรณ์เพศเต็มที่ก็ไม่จำเป็นต้องฉีดฮอร์โมนกระตุ้นก็ได้

2.4.8.1 ตำแหน่งที่ฉีดฮอร์โมน

การฉีดฮอร์โมนปลาสดเหลืองนั้น ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดคือ บริเวณกล้ามเนื้อใต้ครีบหลังส่วนต้นเหนือเส้นข้างตัว โดยใช้เข็มเบอร์ 24 แทงเข็มเฉียงทำมุมกับ ลำตัวประมาณ 30 องศา แทงลึกประมาณ 1-2 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับขนาดของปลา

2.4.8.2 การรีดไข่ผสมน้ำเชื้อ

ก่อนการรีดไข่ปลาสดเหลืองเพื่อผสมกับน้ำเชื้อจะต้องเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ในการฟักไข่ให้พร้อม ได้แก่ กระละมังเคลือบที่เช็ดแห้งสนิท คีมคีบ ผ้าขาวบาง ขนไก่ และอวนมุ้งในลอนตาถี่สีฟ้า หรือ กระชังผ้าโอลอนแก้วสำหรับฟักไข่ ฯลฯ

การรีดไข่โดยจับแม่ปลาให้แน่นพร้อมทั้งเช็ดลำตัวให้แห้ง รีดไข่ ใส่กระละมังพร้อมกันนี้ผ่าเอาถุงน้ำเชื้อจากพ่อปลา ใช้คีมคีบถุงน้ำเชื้อออกมาขยี้ในผ้าขาวบางให้น้ำเชื้อไหลลงไปผสมกับไข่ ใช้ขนไก่คนให้ไข่กับน้ำเชื้อผสมเข้ากันอย่างทั่วถึงในขั้นตอนนี้ต้องทำอย่างรวดเร็ว และรีบนำไข่ที่ผสมแล้วไปฟัก โดยโรยบนอวนมุ้งในลอนตาถี่สีฟ้า หรือบนกระชัง ผ้าโอลอนแก้ว ในระดับน้ำลึกประมาณ 20-30 เซนติเมตร การโรยไข่ปลาพยายามให้ไข่กระจายอย่าทับซ้อนกันเป็นก้อนเปิดน้ำไหลผ่านตลอดเวลาและมีเครื่องเพิ่มอากาศใส่ไว้ในบ่อฟักไข่ปลาด้วย

2.4.9 การฟักไข่

ไข่ปลาสดเหลืองเป็นไข่ติด ไข่ที่ได้รับการผสมควรมีลักษณะกลมมีสีเหลืองใสและพัฒนาฟักออกเป็นตัว โดยใช้เวลาประมาณ 27-30 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิของน้ำ 26-28 องศาเซลเซียส ถุงอาหาร (yolk sac) จะยุบตัวหมดในเวลา 3 วัน หลังจากนั้นลูกปลาจะเริ่มกินอาหาร บ่อเพาะฟักลูกปลาสดเหลืองควรมีหลังคาคลุมป้องกันแสงแดดและน้ำฝน

2.4.10 การอนุบาลลูกปลาวัยอ่อน

นำลูกปลาวัยอ่อนที่ฟักออกเป็นตัวใหม่ๆ ไปอนุบาลในบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร ระดับน้ำลึก 20-30 เซนติเมตร สามารถอนุบาลลูกปลาได้ 50,000-100,000 ตัว หรือ 1,000-2,000 ตัวต่อตารางเมตร ให้ออกซิเจนตลอดเวลา

1) อาหารลูกปลา ในสัปดาห์แรกเป็นอาหารที่มีชีวิต ได้แก่ ไโรแดง หรือ อาร์ทีเมีย จนกระทั่งลูกปลามีอายุ 8-10 วัน จึงเริ่มฝึกให้กินอาหารสมทบ ได้แก่ เนื้อมีดผสมวิตามินและแร่ธาตุ ส่วนปริมาณการให้อาหารจะให้น้อยๆ แต่บ่อยครั้ง ในระยะนี้อาจผสมยาปฏิชีวนะกับอาหารในอัตรา 3 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เพื่อป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรีย โดยให้วันละ 1 ครั้ง ติดต่อกัน 5-7 วัน

2) ระดับน้ำ ในบ่ออนุบาลลูกปลาวัยอ่อนระยะแรกมีระดับน้ำสูง 20-30 เซนติเมตรและค่อยๆ เพิ่มปริมาณน้ำเป็น 50 เซนติเมตร เมื่อเริ่มให้อาหารสมทบจำพวกเนื้อปลาค

และส่วนผสม ทั้งนี้ การทำความสะอาดพื้นบ่อเป็นสิ่งจำเป็นมาก โดยดูดตะกอนพื้นบ่อ เปลี่ยนถ่าย น้ำประมาณ 1 ใน 3 ของบ่อ และเพิ่มปริมาณน้ำให้เท่าเดิมในช่วงนี้

3) การป้องกันโรค ควรใส่ฟอร์มาลินในความเข้มข้น 40 พีพีเอ็ม แช่ ตลอด 24 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

4) การคัดขนาด เมื่ออนุบาลลูกปลาที่มีอายุ 8-10 วัน จะเริ่มมีขนาดต่างกัน จึงต้องหมั่นคัดขนาดลูกปลาเพื่อช่วยลดการกินกันเอง และระยะเวลา 45 วัน จะได้ลูกปลาขนาด 1.5-2.0 นิ้ว

2.4.11 การอนุบาลลูกปลาในบ่อซีเมนต์

จากการอนุบาลปลากดเหลืองขนาดความยาว 3-4 เซนติเมตร อัตราการ ปล่อย 50 ตัวต่อตารางเมตร ในบ่อซีเมนต์ พบว่า ลูกปลาที่ได้รับอาหารกึ่งเบอร์ 2 มีอัตราการ เจริญเติบโตและอัตราการรอดตายดีที่สุด เมื่อเทียบกับอาหารปลาคู (โปรตีน 31 เปอร์เซ็นต์) และเนื้อ ปลาสด (โปรตีน 10 เปอร์เซ็นต์) คือลูกปลามีขนาดความยาว 5-8 เซนติเมตร ภายใน 7 สัปดาห์

2.4.12 การอนุบาลลูกปลาในบ่อดิน

บ่อดินที่ใช้อนุบาลลูกปลา ต้องมีการกำจัดศัตรูของลูกปลาก่อน และพื้น บ่อควรเรียบสะอาด ปราศจากพรรณไม้น้ำต่างๆ ควรมีร่องขนาดกว้าง 0.5-1.0 เมตร ยาวจากหัวบ่อ จรดท้ายบ่อ และลึกจากพื้นบ่อประมาณ 20 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการรวบรวมลูกปลา ตรงปลายร่องมีแอ่งลึก พื้นที่ประมาณ 2-4 ตารางเมตรเป็นแหล่งรวบรวมลูกปลา ลูกปลากดเหลือง อายุ 12-15 วัน มีขนาด 1-1.5 เซนติเมตร บ่อขนาด 800 ตารางเมตร ระดับน้ำลึก 0.50-0.80 เมตร อัตราการปล่อย 50,000-70,000 ตัวต่อบ่อ ให้อาหารผสมได้แก่ เนื้อปลาคู 80 เปอร์เซ็นต์ อาหาร ปลาคูกชนิดผง (powder food) โปรตีน 19.6 เปอร์เซ็นต์ วิตามินและแร่ธาตุ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ปั่นเป็น ก้อนเล็กๆให้ลูกปลาในบ่อกินวันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น โดยปรับปริมาณอาหารที่ให้ทุกสัปดาห์ เพื่อให้เพียงพอกับจำนวนลูกปลา นอกจากนี้จากผสมน้ำมันปลาหมักในอาหารจะช่วยดึงดูดลูกปลา ให้กินอาหารได้ดีขึ้น เมื่อลูกปลาอายุประมาณ 15 วัน จะมีขนาด 4.5-5.0 เซนติเมตร

2.5 ความเค็มของน้ำ

ความเค็มของน้ำ หมายถึงปริมาณเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำโดยเฉพาะเกลือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) โดยคิดหน่วยน้ำหนักเกลือแร่เป็นกรัมต่อลิตร หรือส่วนในพันส่วน (part per thousand หรือ ppt) (ไมตรี และจารุวรรณ, 2534)

ความเค็มของน้ำ คือ ปริมาณของแข็ง (solid) หรือเกลือแร่ต่างๆ โดยเฉพาะโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่ละลายในน้ำทะเล ทั้งนี้หลังจากอินทรีย์วัตถุถูกออกซิไดซ์ไปหมด โบรไมด์

(bromide) และ ไอโอไดด์ (iodide) ถูกแทนที่ด้วยคลอไรด์ (chloride) และคาร์บอเนตถูกเปลี่ยนเป็น ออกไซด์ มีหน่วยเป็นกรัมในน้ำทะเล 1 ลิตร หรือเรียกว่า (part per thousand หรือ ppt) สัญลักษณ์ที่ใช้คือ ‰ (ไมตรี และจารุวรรณ, 2534)

การจำแนกประเภทของน้ำโดยใช้ความเค็มของน้ำเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกประเภทของน้ำได้ดังนี้ (อนุพงศ์, 2545)

- 1) น้ำจืด (freshwater) เป็นน้ำที่มีค่าความเค็มน้อยกว่า 0.5 กรัมต่อลิตร
- 2) น้ำกร่อย (blackish water) มีค่าความเค็มอยู่ในช่วง 0.5 - 30 กรัมต่อลิตร
- 3) น้ำเค็ม (sea water) มีค่าความเค็มมากกว่า 30 กรัมต่อลิตร

2.6 รูปแบบของความเค็มในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

2.6.1. น้ำทะเล

น้ำทะเล คือ น้ำเค็มในทะเลและมหาสมุทร ซึ่งปกคลุมพื้นผิวของโลกอยู่ถึงสามในสี่ส่วน น้ำทะเลมีอยู่เป็นปริมาณมากที่สุดและมีรสเค็ม ค่าความเค็มของน้ำทะเล หมายถึงปริมาณของไอออนต่างๆทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ น้ำทะเลมีความเค็มเฉลี่ย 33-36 กรัมต่อลิตร (วิรัช, 2544) เพราะมีเกลือและแร่ธาตุหลายชนิดละลายปนอยู่ (ตารางที่ 2.1) ซึ่งมีแร่ธาตุหลักเป็นสารเคมีที่มีอยู่ในปริมาณสูงถึง 99.9 เปอร์เซ็นต์ของค่าความเค็มในน้ำทะเล เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเค็มในน้ำทะเล และมีแร่ธาตุรองอยู่ประมาณ 0.02-0.03 เปอร์เซ็นต์ เกลือที่มีมากที่สุดคือ เกลือแกง หรือ โซเดียมคลอไรด์ (Mcconnaughey, 1978) ซึ่งสามารถผลิตได้จากการทำนาเกลือใช้วิธีสูบน้ำทะเลเข้ามาขังไว้ในนา แล้วใช้ความร้อนจากดวงอาทิตย์เผาทำให้ระเหยแห้งไปจนหมดในที่สุดก็ได้เกลือที่เรียกว่า เกลือสมุทร

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำทะเล

ชนิดของแร่ธาตุ	มิลลิกรัมต่อลิตร	ชนิดของแร่ธาตุ	มิลลิกรัมต่อลิตร
Chloride	19,000	Nitrate, Nitrite and Ammonia	0.5
Sodium	10,500	Phosphate	0.07
Sulfate	2,700	Iodide	0.06
Magnesium	1,350	Iron	0.01
Calcium	400	Aluminum	0.01
Potassium	380	Molybdenum	0.01
Bicarbonate	142	Zinc	0.01
Bromine	65	Copper	0.003
Strontium	8.0	Manganese	0.002
Silicate	6.4	Cobalt	0.0005
Borate	4.6	Other	0.35
Fluoride	1.3		

ที่มา: Snoeyink and Jenkin (1980)

2.6.2 น้ำเกลือสินเธาว์

เกลือสินเธาว์ (Rock Salt) เป็นเกลือที่ได้จากการทำเหมืองเกลือ ซึ่งเกิดจากผลึกเกลือที่จับกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ พบมากบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย องค์ประกอบของเกลือสินเธาว์เกิดจากการรวมตัวของธาตุที่มีประจุบวกและธาตุที่มีประจุลบ เช่น โซเดียม (Na^+) แมกนีเซียม (Mg^{2+}) คลอไรด์ (Cl^-) ซัลเฟต (SO_4^{2-}) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และ ไนเตรต (NO_3^-) ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ซึ่งมีปริมาณสูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ คล้ายคลึงกับดินเค็มชายทะเล (ตารางที่ 2.2 และตารางที่ 2.3) ยกเว้นดินเค็มชายทะเลมีแมกนีเซียมที่อยู่ในรูปของคลอไรด์ และซัลเฟตมากกว่าดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนปริมาณแร่ธาตุและองค์ประกอบจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสถานที่ ฤดูกาล และสภาพแวดล้อมอื่นๆ ได้มีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากน้ำเกลือสินเธาว์ในด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั้งน้ำกร่อยและน้ำจืดที่มีความทนทานต่อความเค็ม (อนันต์, 2523)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณไอออนหลักในน้ำเกลือสินเธาว์ ที่ระดับความเค็ม 15 กรัมต่อลิตร

ชนิดของไอออน	ปริมาณ(mg/l)
Na ⁺	6577.33
Cl ⁻	9529.07
K ⁺	40.68
Ca ²⁺	203.20
Mg ²⁺	60.65
Total hardness	270.71

ที่มา: สุมาลี (2536)

ตารางที่ 2.3 ปริมาณแร่ธาตุในน้ำนาเกลือทะเล และน้ำเกลือสินเธาว์ที่ระดับความเค็ม 15 กรัมต่อลิตร

ชนิดของไอออน	น้ำนาเกลือทะเล(mg/l)	น้ำเกลือสินเธาว์(mg/l)
Na ⁺	3309	6543.50
K ⁺	234.5	85.17
Ca ²⁺	169.8	88.40
Mg ²⁺	359	26.25

ที่มา: จักรศุพร (2536)

2.7 บทบาทของความเค็มต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ

ปัจจัยสำคัญทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดตาย การเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของสัตว์น้ำรองจากอุณหภูมิได้แก่ ความเค็ม(Holliday,1969)

ผลของความเค็มต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำโดยเฉพาะบริเวณน้ำกร่อย เนื่องจากสัตว์น้ำต้องปรับตัวให้ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของความเค็มในช่วงกว้าง ซึ่งสัตว์น้ำมีระบบการปรับตัวเกี่ยวกับการควบคุมปริมาณน้ำภายในร่างกายที่ดี นอกจากนี้ความเค็มยังมีผลต่อพัฒนาการของตัวอ่อนของสัตว์น้ำ เช่น วงจรชีวิตของกุ้งก้ามกราม จะต้องวางไข่และมีการพัฒนาของตัวอ่อนในน้ำกร่อย เป็นต้น

ปลาที่ปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงระดับความเค็มของน้ำได้ดี(euryhaline fish) สามารถอาศัยอยู่ในน้ำทะเลที่มีความเค็มประมาณ 35 กรัมต่อลิตร หรือน้ำจืดที่มีปริมาณเกลือแร่เจือปนอยู่เพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่การเปลี่ยนแปลงความเค็มเป็นไปในลักษณะค่อยเป็น

ค่อยไป ขณะที่ปลาอีกกลุ่มหนึ่งมีปัญหาในการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงระดับความเค็มของน้ำ เช่น ปลาน้ำจืดสามารถอดทนอยู่ในน้ำที่มีระดับความเค็มของเกลือแอมโมเนียมประมาณ 7 กรัมต่อลิตร และสาเหตุที่ปลาตายจากการเปลี่ยนแปลงของความเค็มเป็นผลมาจากความแตกต่างของระดับ osmoregulation ระหว่างภายในตัวปลากับสิ่งแวดล้อม มิใช่เป็นผลจากตัวประจุ (ions) หรือเกลือแร่ชนิดใดชนิดหนึ่ง(Doudoroff, 1957)

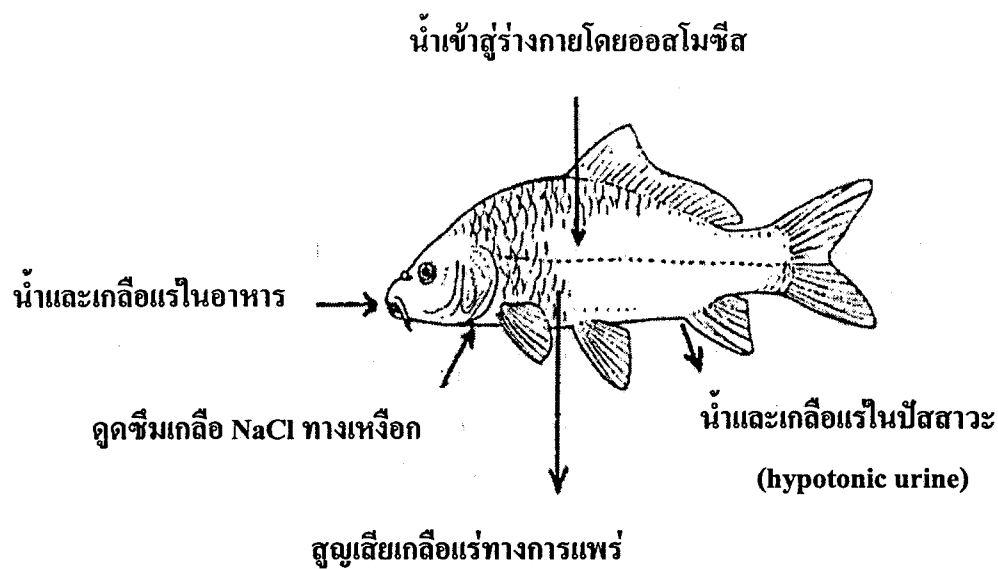
ปลาจึงจำเป็นต้องมีการปรับสมดุลเกลือแร่และน้ำจืดในร่างกายให้คงที่พอเพียงแก่ความต้องการตลอดเวลา มิฉะนั้นการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายจะหยุดชะงักไปทันที ปัญหาของการเปลี่ยนแปลงระดับเกลือแร่และน้ำจืดระหว่างร่างกายปลากับน้ำภายนอกเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ดังนั้นปลาจึงต้องควบคุมความเข้มข้นเกลือแร่และน้ำจืดในร่างกายให้เหมาะสม ซึ่งอวัยวะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการปรับสมดุลร่างกาย (osmoregulation) ของปลา ได้แก่ ไต เหงือก และเยื่อที่มีคุณลักษณะเป็น permeable (วิมล, 2524)

ปลาที่อาศัยอยู่ในน้ำจืดมีความเข้มข้นของของเหลวภายในร่างกายมากกว่าน้ำที่อยู่ล้อมรอบ ดังนั้นปลาน้ำจืดมีความเข้มข้นของของเหลวภายในร่างกายเป็น Hyperosmotic กับน้ำจืดที่มันอาศัยอยู่(สงศรี, 2533) ปลาน้ำจืดจึงเป็น Hyperosmotic regulator (สปีติน, 2523) การปรับสมดุลร่างกายของปลาน้ำจืด อาจจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ การปรับสมดุลเกลือแร่และการปรับสมดุลน้ำจืด

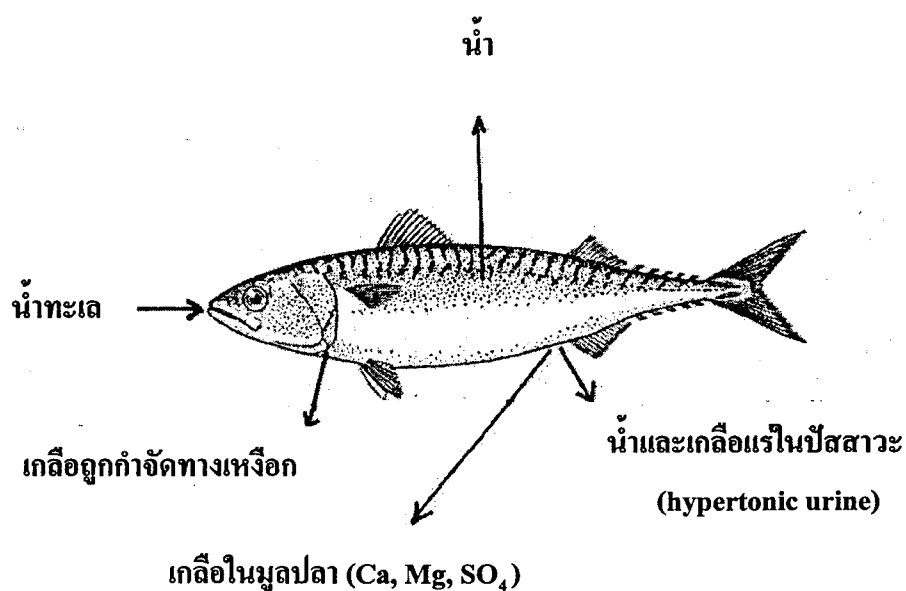
ขบวนการ osmoregulation ที่เกิดกับปลาน้ำจืด มีดังนี้

1. การซึมผ่านของน้ำ (water permeability) น้ำจากภายนอกจะผ่านเข้ามาในร่างกาย ปลาน้ำจืดต้องกำจัดน้ำที่แพร่เข้าสู่ร่างกายอย่างต่อเนื่องโดยการขับน้ำและยูรีน(urine) ขณะเดียวกันต้องรักษาระดับความเข้มข้นของของเหลวที่เป็นไอออนโดยการดูดกลับเข้าสู่ร่างกาย ในปลาน้ำจืดไตจะทำหน้าที่ขับน้ำที่มากเกินไปโดยการผลิตยูรีนที่เป็น Hypotonic urine

2. การซึมผ่านของสารละลายเกลือ (salt permeability) เป็นสิ่งที่ปลาน้ำจืดต้องการนำเข้าไปในตัวเพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของของเหลวในร่างกายให้สูงกว่าความเจือจางของน้ำที่อยู่ภายนอก เพื่อให้อยู่ในระดับที่เนื้อเยื่อทำงานได้ ปัญหาของการสูญเสียสารละลายเกลือ ปลาน้ำจืดจะชดเชยด้วยการกินอาหารรวมทั้งน้ำจะถูกกลืนเข้ามาด้วย ขณะเดียวกันจะมีการนำสารละลายเกลือเข้าสู่ร่างกายโดยผ่านทางเหงือก (สงศรี, 2533)



ภาพที่ 2.1 การรักษาความสมดุลของน้ำและเกลือแร่ในปลาน้ำจืด
ที่มา : ประสิทธิ์ (2542)



ภาพที่ 2.2 การรักษาความสมดุลของน้ำและเกลือแร่ในปลาน้ำเค็ม
ที่มา : ประสิทธิ์ (2542)

เนื่องจากในร่างกายของปลาน้ำจืดโดยทั่วไปมีปริมาณของโมเลกุลเกลือแร่ต่างๆ มากกว่าน้ำจืดรอบตัวปลา โมเลกุลของเกลือแร่ภายในตัวปลาที่มีความเข้มข้นมากกว่าจึงพยายามแพร่หรือซึมผ่านผิวหนังของปลาเพื่อออกสู่แหล่งน้ำภายนอกตัวปลาอยู่ตลอดเวลาตามปรากฏการณ์การแพร่ (diffusion) และการซึมผ่านเยื่อ (osmosis) ซึ่งปลาจำเป็นต้องรักษาเกลือแร่ไว้ภายในร่างกายให้มากที่สุด โดยใช้ไตแยกเกลือแร่จากของเสียกลับคืนสู่ร่างกายเพื่อเป็นการรักษาสมดุลเกลือแร่ (ภาพที่ 2.1 และ ภาพที่ 2.2) (บัญญัติ, 2533)

2.8 ผลกระทบของความเค็มต่อสัตว์น้ำ

2.8.1 การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย

Holliday (1969) กล่าวว่าความเค็มเป็นปัจจัยสำคัญต่ออัตราการรอดตาย การใช้พลังงานและการแพร่กระจายของปลาหลายชนิด เนื่องจากความเค็มมีผลต่อการรักษาสมดุลของของเหลวภายในและภายนอกตัวปลา (osmoregulation) ตามปกติปลาที่อยู่ในน้ำจืดจะมีความเข้มข้นของเกลือแร่และออสโมนของของเหลวภายในตัวปลาสูงกว่าน้ำที่อยู่รอบตัว แต่ถ้าปลาอาศัยอยู่ในน้ำที่มีความเค็มจะทำให้ความเข้มข้นของเกลือแร่และออสโมนภายในตัวปลาใกล้เคียงกับน้ำภายนอกตัวปลามากขึ้น ทำให้ปลาใช้พลังงานในการรักษาสมดุลของของเหลวน้อยลง นอกจากนั้นความเค็มของน้ำจะช่วยให้ปลาลอยตัวอยู่ในน้ำได้ง่าย พลังงานส่วนที่ไม่ได้ใช้นี้เองอาจทำให้ปลานำไปใช้ในการเจริญเติบโตและทำให้รอดชีวิตได้มากขึ้น

สุขาวดี และคณะ (2543) รายงานว่าที่ระดับความเค็ม 2-6 กรัมต่อลิตร ลูกปลากดเหลืองมีค่าการเจริญเติบโตสูงกว่าการเลี้ยงในน้ำจืด อาจเป็นเพราะว่าการเลี้ยงที่ระดับความเค็มต่ำๆ นั้น น้ำที่มีสารละลายของเกลือโซเดียมคลอไรด์อยู่ในปริมาณเล็กน้อยจะทำให้การเจริญเติบโตสูงขึ้น (Nikolsky, 1963) และการสังเกตพบว่าลูกปลากดเหลืองที่อนุบาลในน้ำมีความเค็มระดับต่ำๆ จะมีการเคลื่อนไหวที่ว่องไว ส่วนระดับความเค็ม 10 และ 12 กรัมต่อลิตร ลูกปลาวายน้ำเชื้องาช้างและไม่ค่อยกินอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับ Ibrahim et al. (1974) ที่รายงานว่าน้ำที่มีความเค็มสูงๆ ปลาจะไม่ค่อยกินอาหาร วายน้ำเชื้องาช้างและตายในที่สุด นอกจากนี้ Dhert et al. (1992) กล่าวว่าปลาจะสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความเข้มข้นเท่ากับความเข้มข้นของตัวปลา พลังงานที่เหลือสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความเข้มข้นมากกว่าหรือน้อยกว่าความเข้มข้นภายในตัวปลา อย่างไรก็ตาม วุฒิพร และคณะ (2541) รายงานว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำที่มีความเค็ม 7 กรัมต่อลิตร มีการเจริญเติบโตดี แต่ตรวจพบการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อที่เหงือกและไตจะเกิดการแบ่งตัวและโป่งพองของเซลล์บุผิวของซี่เหงือก และเนื้อเยื่อของไตผิดปกติ หากเลี้ยงปลานานขึ้นอาจส่งผลดังกล่าวเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Goswami et al. (1993)

รายงานว่าการเลี้ยงปลา catfish (*Heteropneustes fossilis*) ที่ระดับความเค็ม 4 กรัมต่อลิตร ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของพลาสมาในร่างกาย แต่ที่ระดับความเค็ม 9.7 และ 11 กรัมต่อลิตร ทำให้ความเข้มข้นของพลาสมาเพิ่มขึ้น เนื่องจาก renal tubule ไม่สามารถเพิ่มการดูดน้ำกลับและลดการซึมผ่านออกของน้ำในตัวปลา

Lam and Sharma (1985) ทำการทดลองอนุบาลลูกปลาไน (*Cyprinus carpio*) ซึ่งเป็นปลาน้ำจืดพบว่า การเพิ่มความเค็มทำให้อัตรารอดและการเจริญเติบโตของลูกปลาในสูงขึ้น โดยทดลองฟักไข่ในน้ำที่มีความเค็ม 0-3 กรัมต่อลิตร พบว่าการฟักไข่ที่ความเค็ม 0, 0.3 และ 1.5 กรัมต่อลิตร ดีกว่าในน้ำจืด ส่วนอัตรารอดและการเจริญเติบโตของลูกปลาจนอายุ 8 วันในน้ำความเค็ม 3 กรัมต่อลิตร สูงกว่าที่ความเค็ม 0, 0.3 และ 1.5 กรัมต่อลิตร

วุฒิพร และคณะ (2541) ทดลองเลี้ยงปลากดเหลืองในน้ำที่มีความเค็มระดับต่างๆ พบว่าปลาปลากดเหลืองที่เลี้ยงในน้ำที่มีความเค็ม 10 กรัมต่อลิตร ขึ้นไป มีผลต่อการดำรงชีพไปในทางลบ แสดงให้เห็นว่าสามารถเลี้ยงปลากดเหลืองได้ในน้ำที่มีความเค็มสูงสุดไม่เกิน 7 กรัมต่อลิตร การทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองในปลาอื่นๆ อีกหลายชนิด เช่น ปลาหมอเทศ (*Tilapia zillii*) (Chervinski and Hering, 1973) ปลาเรนโบว์เทราท์ (Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*) (Mckay and Gjerde, 1985) ปลาแอฟริกัน แคชพีช (African catfish, *Clarias gariepinus*) (Britz and Hecht, 1989) และปลาแอตแลนติก แซลมอน (Atlantic salmon, *Salmo salar*) (Usher et al., 1991) จากการทดลองของกิจการ และวัชรินทร์ (2530) ได้ทดลองเลี้ยงปลานิล (*Sarotherodon niloticus*) ในช่วงระดับความเค็มของน้ำแตกต่างกัน 10, 20 และ 30 กรัมต่อลิตร พบว่าเมื่อความเค็มของน้ำสูงขึ้น การกินอาหารของปลาจะลดลง น้ำหนักเฉลี่ยของปลาลดลง และมีการตายขึ้นในช่วงสุดท้ายของการทดลอง การปรับตัวให้เข้ากับความเค็มที่เปลี่ยนแปลงทีละน้อย หากมีการเปลี่ยนแปลงกะทันหัน เช่น จาก 0 ไปเป็น 30 กรัมต่อลิตร จะทำให้ปลาไม่สามารถปรับตัวอยู่ได้ Lotan (1966) พบว่าปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ที่เลี้ยงในน้ำที่ได้รับการปรับระดับความเค็มทีละน้อย สามารถทนความเค็ม ได้ถึง 51.8 กรัมต่อลิตร หากปรับความเค็มโดยทันที จะอยู่ได้ที่ระดับความเค็ม 21 กรัมต่อลิตร ในขณะที่ปลาหมอเทศ (*T. zillii*) สามารถทนความเค็มได้ 27.3 กรัมต่อลิตร แต่หากปรับความเค็มทีละน้อยจะอยู่ในความเค็มถึง 35 กรัมต่อลิตร (Chervinski and Hering, 1973) มีรายงานว่าปลาแซลมอนิด (salmonids) มีการกินอาหารและการเจริญเติบโตลดลงหลังจากถูกเคลื่อนย้ายไปสู่ทะเล (Usher et al., 1991) ปลาที่อยู่ในสภาพแวดล้อมของความเค็มสูงขึ้น จะเกิดปัญหาของน้ำภายในตัวออกนอกร่างกาย และมีเกลือซึมผ่านเข้าสู่ร่างกายเพิ่มขึ้น เพื่อให้มีชีวิตรอดได้ในสภาพดังกล่าว ปลาจึงจำเป็นต้องมีกระบวนการปรับตัว เพื่อไม่ให้ความเข้มข้นของเกลือในร่างกายในตัวเปลี่ยนแปลงไป การปรับตัวของปลาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเค็ม

ของน้ำส่วนใหญ่ จะเกี่ยวข้องกับสมดุลของเหลวภายในร่างกาย ซึ่งปลาต้องสูญเสียพลังงานในการนี้ ทำให้การเจริญเติบโตของปลาลดลง (Saunders and Henderson, 1969; Shaw et al., 1975; Clarke et al., 1981) ปลาที่ถูกเคลื่อนย้ายจากน้ำจืดไปยังน้ำที่มีความเค็มสูงขึ้น จะทำให้ออสโมลาริตีของเลือดเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งปรากฏจากผลการทดลองนี้ และยังสอดคล้องกับการทดลองอื่นๆ อีก ได้แก่ การเปลี่ยนแปลง ออสโมลาริตีของปลา *Fundulus kansae* จาก 181 เป็น 224 mOsm (Stanley and Fleming, 1964) ในปลา *O. mykiss* จาก 295 เป็น 331 mOsm (Conte, 1965) ในปลาไหล (*Aguilla anguilla*) จาก 328 เป็น 377 mOsm (Sharratt et al., 1964) และในปลา *T. mossambica* จาก 294 เป็น 361 mOsm (Assem and Hanke, 1979) ในการเปลี่ยนแปลงของออสโมลาริตีดังกล่าวนี้ จะเกิดขึ้นเฉพาะในช่วงเวลาหนึ่งจากนั้นก็ปรับเข้าสู่ภาวะเดิม ในปลาน้ำจืดที่สามารถทนอยู่ในน้ำเค็มในช่วงความเค็ม 0.5 – 3.0 กรัมต่อลิตร (Oligohaline fish) จะสามารถมีชีวิตในน้ำที่มีความเค็มได้ก็ต่อเมื่อปลาสามารถปรับออสโมลาริตีภายใน (internal osmolarity) ให้สูงกว่าภายนอก ดังเช่นการทดลองของ Abo Hegab and Hanke (1982) ในปลาแคร์พ (carp) พบว่าออสโมลาริตีภายในสูงกว่าภายนอกถึง 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดการไหลเข้าของน้ำ ซึ่งจำเป็นสำหรับเป็นตัวนำพาของเสียต่างๆ ออกนอกร่างกาย การปรับภาวะสมดุลของของเหลวภายในร่างกายจะสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของอิเล็กโทรไลต์ โดยเฉพาะโซเดียม (Na) คลอไรด์ (Cl) และโพแทสเซียม (K) ซึ่งจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อปลาถูกย้ายมาอยู่ในน้ำที่มีความเค็มสูงขึ้น (Parry, 1966; Boeuf et al., 1978; Eddy, 1982; LeaMaster et al., 1990) ค่าองค์ประกอบเลือด ได้แก่ ฮีมาโตคริต ฮีโมโกลบิน เม็ดเลือดแดง และเม็ดเลือดขาวจากการทดลองนี้มีได้แปรผันตามระดับความเค็มที่ปลาอาศัยอยู่ ซึ่งจะแตกต่างกันไปจากการทดลองของ กิจการและวัชรินทร์ (2530) ที่พบว่าปลานิลที่อาศัยอยู่ในความเค็มของน้ำที่เปลี่ยนไปในระยะแรกจะมีผลทำให้ค่าองค์ประกอบเลือดบางอย่างเปลี่ยนแปลงไปด้วย ได้แก่ ปริมาณเม็ดเลือดแดงและค่าฮีโมโกลบินจะต่ำลง การทดลองนี้ยังสอดคล้องกับการทดลองของ Dheer et al., (1986) และ LeaMaster et al., (1990) ซึ่งทำการทดลองในปลาช่อนและปลานิลพันธุ์ผสมตามลำดับ

Teskeredzic et al., (1989) ทำการทดลองเลี้ยงปลาเรนโบว์เทรา (*Salmo gairdneri*) วัยรุ่นเป็นเวลา 8 เดือน ในน้ำจืดและน้ำกร่อยที่ความเค็มผันแปรในช่วง 1-39 กรัมต่อลิตร พบว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำกร่อยเจริญเติบโตดีกว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำจืด 3-4 เท่า เช่นเดียวกับปลาหมอเทศ (*Oreochromis mossambicus*) ซึ่งเป็นปลาที่อยู่ในน้ำความเค็มสูงได้ (Jurss et al., 1984, Kuwaye et al., 1993, Ron et al., 1995) นอกจากนั้น Ron et al. (1995) ติดตามวัดอัตราการบริโภคออกซิเจน (oxygen consumption rate) ของปลาหมอเทศตั้งแต่ระยะไข่แดงยุบจนอายุมากกว่า 20 เดือน พบว่าการบริโภคออกซิเจนของปลาที่เลี้ยงในน้ำเค็มต่ำกว่าในน้ำจืดครั้งหนึ่ง แสดงว่าปลาหมอเทศ

ที่อาศัยอยู่ในน้ำเค็มใช้พลังงานในการประกอบกิจกรรมต่างๆ น้อยกว่าปลาหมอเทศที่อาศัยอยู่ในน้ำจืดประมาณครึ่งหนึ่ง และยังสังเกตพบว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำเค็มมีความอยากกินอาหารและกินอาหารได้มากกว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำจืด

ตารางที่ 2.4 ความเค็มที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาในสกุล *Oreochromis*

ชนิดของปลา	ระดับความเค็มที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (กรัมต่อลิตร)
<i>Oreochromis mossambicus</i>	17.5
<i>O. niloticus</i>	5-10
<i>O. aureus</i>	10-15
<i>O. spilurus</i>	25-30
Red tilapia	25-30

ที่มา : มานพ และคณะ (2536)

ตารางที่ 2.5 ระดับความเค็มสูงสุดที่ปลาน้ำจืดมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายปกติ

ชนิดของปลา	ระดับความเค็ม (กรัมต่อลิตร)
ปลาเงา	12.0
ปลาเล่ง	9.0
ปลาคูกอเมริกัน	11.0
ปลานิล	24.0
ปลาหมอเทศ	30.0
ปลาไน	9.0
ปลาทอง	15.0

ที่มา : ยนต์ (2539)

2.8.2 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและเนื้อเยื่อวิทยา

วุฒิพร และคณะ (2541) ศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของเหงือกและไตของปลากดเหลืองที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มระดับต่างๆ กัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อทั้งสองอย่างชัดเจน โดยเฉพาะที่ส่วนของเหงือกมีการแบ่งตัวและโป่งบวมของเซลล์บุผิวของซี่เหงือก ลักษณะดังกล่าวมีรายงานในปลาที่อาศัยในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ ในที่มีโลหะหนัก สารปราบวัชพืช ฟีนอล (phenol) ในสภาพน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างสูง และในน้ำมีอุณหภูมิสูงเกินไป

(Chevalier et al., 1985) การเปลี่ยนเซลล์ที่มากผิดปกติของเซลล์บุผิวของซีเหงือกทำให้ระยะระหว่างเม็ดเลือดที่อยู่ในแอ่งเลือดและน้ำเพิ่มขึ้น เป็นเหตุให้ความสามารถในการรับออกซิเจนของปลาตกลง ลักษณะดังกล่าวนี้เกิดจากปฏิกิริยาการอักเสบ (inflammatory reaction) ของเนื้อเยื่อบุผิว (Mitrovic et al., 1968) ทำให้เกิดการบวมของ lymphatic space (Christie and Battle, 1963) จากการศึกษาโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนพบ คลอไรด์เซลล์ (chloride cell) ในเหงือกของปลาแลมเพรย์ (lamprey, *Petromyzon marinus*) ระหว่างการปรับตัวเมื่ออาศัยในน้ำเค็ม พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของกอลจิบอดี (golgi body) ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) และเอนโดพลาสมิกเรติคูลัม (endoplasmic reticulum) แสดงให้เห็นว่าเซลล์ต้องการพลังงานอย่างมากเพื่อใช้ในการปรับตัวดังกล่าว (Peek and Youson, 1979; Kessel and Beams, 1962) นอกจากเหงือกและไตยังเป็นอวัยวะสำคัญที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายเมื่อสภาพแวดล้อมที่ปลาอาศัยเปลี่ยนไป ในปลาที่เปลี่ยนแปลงที่อยู่อาศัยในระหว่างช่วงชีวิตของมัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของขนาดและโครงสร้างของกลอเมอรูล (glomeruli) (Dobbie et al., 1977; Olivereau and Olivereau, 1977; De Ruiter, 1980) มีการศึกษากันน้อยมากเกี่ยวกับการศึกษาด้านสัณฐานวิทยาของกลอเมอรูลของปลาที่อาศัยในน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มในช่วงแคบๆ ได้แก่ พวก cyprinidae และ siluridae ที่นำมาปรับสภาพให้อยู่ในน้ำเค็ม เช่น การศึกษาโดย Ogawa (1961); Stevens and Bick (1975); Bick and Davis (1976) พบว่าการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างไตจะสัมพันธ์กับหน้าที่ของไตหากกลอเมอรูลลดลงจึงทำให้ค่า glomerular filtration rate ลดต่ำลงด้วย จากการศึกษาของ Elger and Hentschel (1981) ซึ่งทดลองเลี้ยงปลาทอง (*Carassius auratus*) ในความเค็ม 15 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 เดือน พบว่ากลอเมอรูลมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ หายไปจากเนื้อเยื่อไต ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของปลาต่อน้ำเค็ม เมื่อศึกษาโครงสร้างของไตด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่ากลอเมอรูลของปลาที่เลี้ยงในน้ำเค็มเกิดการหดตัวของส่วน endothelium จากส่วนของ basement membrane มีการขยายตัวกว้างขึ้นของ subendothelial region มีการม้วนพับ และหนาขึ้นของ basement membrane และ epithelial layer นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกลอเมอรูลของปลา *Gasterosteus aculeatus* โดยทดลองเลี้ยงปลา 2 กลุ่ม คือ เปรียบเทียบกลอเมอรูลของปลาเพศผู้ที่ยังไม่เจริญพันธุ์ในน้ำจืด (กลุ่มควบคุม) กับปลาที่เจริญพันธุ์แล้วที่เลี้ยงในน้ำจืดและน้ำเค็ม ผลการทดลองพบว่าโครงสร้างของกลอเมอรูลมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนในปลา 2 กลุ่มหลัง การเปลี่ยนแปลงที่เห็นเด่นชัดโดยการศึกษาโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ได้แก่ renal capsules มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลง จำนวนและขนาดของ endothelial fenestration ลดลง มีการเพิ่มจำนวนของ mesangial cells และ mesangial matrix ขยายไปทั่วบริเวณของ centrolobular region และ subendothelial space การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของไตเปลี่ยนไปด้วย

2.8.3 โรคสัตว์น้ำ

พรเลิศ (2530) กล่าวว่าเกลือแกงเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้ดี และแตกตัวให้โซเดียมไอออนและคลอไรด์ไอออนอยู่ในน้ำ ปลาจะได้รับไอออนเหล่านี้โดยตรง และช่วยลดความเครียด ใช้ในการกำจัดพาราสิตภายนอกตัวปลาอย่างได้ผลดีในระดับความเข้มข้น 0.1-1.0 เปอร์เซ็นต์ และป้องกันการเกิดโรครา saprolegniasis และความเค็มอาจจะช่วยในการป้องกันการติดเชื้อบางชนิดได้ (Martinez-Palacios et al., 2002) แต่บางกรณีในปลาบางชนิดทำให้เกิดความเครียดเพิ่มขึ้น

การทดลองหาพิษเฉียบพลันของเกลือแกงที่ทำให้ปลาคูตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 96 ชั่วโมง พบว่าปลาคูก้านขนาดความยาว 5.3 และ 6.2 เซนติเมตร เท่ากับ 12 และ 13 กรัมต่อลิตร ปลาคูกอูขนาดความยาว 2.3 และ 2.8 เซนติเมตร เท่ากับ 13.5 และ 13.1 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ

นอกจากนี้การทดลองขนส่งลูกปลาคูก้านขนาด 1.0-1.2 เซนติเมตร พบว่า น้ำที่มีความเข้มข้นของเกลือ 0.3 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดสูงสุด และสำหรับลูกปลาก้านขนาด 2.0 เซนติเมตรขึ้นไป ควรใช้ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ปลาทดลองที่ไม่ได้ใช้เกลือขนส่งจะพบเชื้อราและแบคทีเรีย *Flexibacter columnalis* เกิดขึ้นบนลำตัวมากและปลาจะตายมากกว่า

Dheer et al., (1986) พบว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำที่มีความเค็มสูงขึ้นแสดงอาการโลหิตจางแบบ microcytic hypochromic anemia การที่แอลบูมินในเลือดปลาสูงขึ้นตามระดับความเค็ม คาดว่าเป็นผลเนื่องจากการปรับตัว และความเครียดที่ปลาได้รับ และเกิดจากการทำลายองค์ประกอบต่างๆ ของเซลล์บริเวณตับ (Woo and Tong, 1982) การเพิ่มขึ้นของโปรตีนในเลือดจะช่วยรักษาปริมาตรน้ำภายในร่างกายให้คงที่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีความเค็มของน้ำสูงขึ้นในขณะที่ไขมันลดลง เมื่อปลาอาศัยในน้ำที่มีความเค็มสูงขึ้นสอดคล้องกับการทดลองของ Usher et al. (1991) นอกจากนี้ Woo et al. (1978) ยังพบว่าในปลาโคโฮแซลมอน (Coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*) ที่ปรับตัว เมื่อย้ายจากน้ำจืดไปสู่ทะเลเกิดภาวะโปรตีนในเลือดสูง (hyperproteinaemia) แต่ไม่พบปรากฏการณ์ดังกล่าวกับปลาแอตแลนติกแซลมอน ปริมาณน้ำและไขมันในตัวปลา มีความสัมพันธ์ผกผัน โดยปริมาณน้ำในตัวปลาจะสูงซึ่งเป็นคุณลักษณะของปลาที่อดอาหาร (Love, 1980) จากการทดลองของ Usher et al. (1991) พบว่าหลังจากเคลื่อนย้ายลูกปลาแอตแลนติกแซลมอนไปสู่ทะเลเป็นเวลา 3 เดือน ลูกปลามีการปรับตัวโดยมีปริมาณน้ำในตัวสูงขึ้น ปริมาณไขมันลดลง และความเข้มข้นของพลาสมาโปรตีน (plasma protein) สูงขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อ

เปรียบเทียบกับปลาที่เลี้ยงในน้ำจืด แสดงให้เห็นถึงลักษณะของปลาที่ขาดอาหารเนื่องจากปลาเกิดความเครียด ทำให้การกินอาหารลดลง

2.8.4 คุณภาพน้ำ

ความเค็มของน้ำช่วยลดความเป็นพิษของแอมโมเนียต่อสัตว์น้ำ ขณะเดียวกัน คลอไรด์ก็สามารถลดพิษไนไตรท์ได้ (พรเลิศ, 2530) สอดคล้องกับ ชำนาญ (2540) กล่าวว่า การใช้เกลือสมุทรเป็นสารให้ความเค็มทำให้ค่าความกระด้างของน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกลือดังกล่าวมีสารประกอบแคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ในรูปเกลือคาร์บอเนตปนอยู่ด้วย