สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้

Air pump for aquartic fishes

โดย

นางสาวอุไรวรรณ ผงเสน่ห์

ฝพ.
ค 858ค
2541
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 33174
วัน, เดือน, ปี 15 ก.ค. 2542

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2541

ชื่อเรื่อง เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้

Air pump for aquartic fishes

ชื่อ-สกุล นางสาวอุไรวรรณ ผงเสน่ห์

สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์ **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. กันยา ตันติวิสุทธิกุล

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ เพื่อประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ไม่ต้องใช้กระแสไฟฟ้า โดยประดิษฐ์จากวัสดุเหลือทิ้งเป็นตัวให้ออกซิเจนในขนาดต่าง ๆ จากนั้นนำไปทดลองใช้กับปลาตู้ เพื่อดูประสิทธิภาพของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นเปรียบเทียบกับเครื่องที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดและการไม่ใช้เครื่องให้ออกซิเจน โดยสังเกตการกระจายตัวของปลาที่อยู่ในตู้เป็นหลัก โดยเริ่มจากการศึกษาวิธีการสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ แล้วทำการจัดซื้ออุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ และดำนินการสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ จำนวน 4 ชุด ได้แก่ 1) ปริมาตร 1,500 ซม.^{3} มีสายยางต่อเข้าทางก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม., 2) ปริมาตร 1,500 ซม.^{3} มีสายยางต่อเข้าทางก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 ซม., 3) ปริมาตร 500 ซม.^{3} มีสายยางต่อเข้าทางก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. และ 4) ปริมาตร 500 ซม.^{3} มีสายยางต่อเข้าทางก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 ซม. พร้อมกับจัดทำคู่มือการใช้เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ หลังจากนั้นทำการทดลองนำเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาไปใช้จริง

จากการทดสอบ เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ประดิษฐ์ขึ้นมานั้นมีทั้งหมดจำนวน 4 ชุด เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ขายตามท้องตลาด 1 ชุด และไม่ใช้เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ 1 ชุด พบว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่สร้างขึ้นทั้งหมดจำนวน 4 ชุด จะพบว่าเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ชุดที่หนึ่งจะเหมาะสมที่จะใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลี้ยงปลาตู้มากที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบระดับของอากาศที่ออกของเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ประดิษฐ์ขึ้นกับเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ขายตามท้องตลาด จะพบว่าเครื่องให้ออกซิเจนที่ขายตามท้องตลาดจะมีระดับอากาศออกอย่างสม่ำเสมอและระยะเวลานานกว่า และปลาทองที่ใช้เลี้ยงกับออกซิเจนที่ขายตามท้องตลาดจะสามารถอยู่ได้ดีกว่าเลี้ยงกับเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ประดิษฐ์ขึ้น อย่างไรก็ตาม ถ้าหากเปรียบเทียบเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นกับการไม่ใช้เครื่องให้ออกซิเจน จะพบว่า ปลาที่ให้ออกซิเจนจะกระจายอยู่ทั่วตู้ปลา แต่ปลาที่ไม่ได้ให้ออกซิเจนจะอยู่รวมกันบริเวณใดบริเวณหนึ่งของตู้ปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลาย ๆ ท่าน โดยเฉพาะท่านอาจารย์ดร. กันยา ตันติวิสุทธิกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้ปัญหาพิเศษนี้ถูกต้องและมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณณัฐกรณ์ รื่นนุสาร ที่ให้ความช่วยเหลือและความสะดวกในการทดลองอุปกรณ์

ความดีของปัญหาพิเศษฉบับนี้ ขอมอบให้แด่ คุณพ่อ คุณแม่ ครู อาจารย์ และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ ตลอดจนผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้ความสนับสนุนทั้งด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์ จนทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

อุไรวรรณ ผงเสน่ห์

พฤษภาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
สารบัญภาคผนวก	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ลักษณะของปลาตู้	3
2.2 การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับปลาทอง	15
2.3 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้	20
บทที่ 3 วิธีการสร้างอุปกรณ์	
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้	26
3.2 ขั้นตอนในการประดิษฐ์อุปกรณ์	28
3.3 สถานที่ประดิษฐ์อุปกรณ์	30
3.4 ระยะเวลาในการประดิษฐ์อุปกรณ์	30
บทที่ 4 การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข	
4.1 การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข	31
4.2 วิธีการทดสอบ	32
4.3 ผลการทดสอบ	35
4.4 วิจารณ์ผลการทดสอบ	37
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุป	39
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บรรณานุกรม 42

ภาคผนวก 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงการทดสอบเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้	35
2	แสดงผลการทดสอบเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการสั่นกลับไปกลับมาของแผ่นเหล็กสปริง A เมื่อมีกระแสสลับเข้าไปในขดลวด	21
2	แสดงลักษณะส่วนประกอบและหลักการทำงานของที่ปั้มอากาศ	22
3	แสดงเครื่องให้ออกซิเจนไฟฟ้ากระแสสลับที่สมบูรณ์	22
4	แสดงเครื่องให้ออกซิเจนไฟฟ้ากระแสตรงที่สมบูรณ์แบบ	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

ภาคผนวกที่		หน้า
1	แสดงความแตกต่างของสายยางที่ก้นขวดของชุดที่หนึ่งกับชุดที่สอง	44
2	แสดงความแตกต่างของสายยางที่ก้นขวดของชุดที่สามกับชุดที่สี่	44
3	แสดงการทดลองของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่หนึ่ง	45
4	แสดงการทดลองของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่สอง	46
5	แสดงการทดลองของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่สาม	47
6	แสดงการทดลองของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่สี่	48
7	แสดงการทดลองของเครื่องที่มีขายตามท้องตลาด (เป็นกลุ่มควบคุม)	48
8	แสดงการทดลองที่ไม่ให้ออกซิเจน	49
9	แสดงระดับน้ำที่ออกซิเจนหมดของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่หนึ่ง	49
10	แสดงระดับน้ำที่ออกซิเจนหมดของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่สอง	50
11	แสดงระดับน้ำที่ออกซิเจนหมดของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่สาม	50
12	แสดงระดับน้ำที่ออกซิเจนหมดของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่สี่	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้มีผู้นิยมเลี้ยงปลาตู้เป็นจำนวนมาก ด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น เนื่องจากการที่อุปกรณ์ในการเลี้ยงปลาตู้สวยงามหาซื้อได้สะดวกและมีจำหน่ายอยู่ทั่วไป ประกอบกับการจัดตู้และการตกแต่งตู้ปลาไม่ยุ่งยากและซับซ้อนมากนัก อีกทั้งช่วยให้เข้าใจหลักธรรมชาติวิทยาของปลาได้ดีขึ้น จึงเป็นที่สนใจของเยาวชนที่จะเรียนรู้ธรรมชาติของปลาแต่ละชนิดในตู้ปลาเกี่ยวกับความเป็นอยู่ พฤติกรรมในการกินอาหาร การอยู่ร่วมกับปลาชนิดอื่น หรือแม้แต่การขยายพันธุ์ สิ่งเหล่านี้จะปลูกฝังให้เยาวชนมีความรักความเมตตากรุณาต่อสัตว์และหวงแหนทรัพยากรธรรมชาติมิให้ถูกทำลายในภายภาคหน้า การเลี้ยงปลาตู้นอกจากจะทำให้เกิดความเพลิดเพลินใจในยามว่างแล้ว ยังช่วยลดปัญหาสังคมได้อีกด้วย เช่น ชมรมผู้เลี้ยงปลาต้านยาเสพติด เป็นต้น

การเลี้ยงปลาตู้จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ต่างๆ ประกอบก็เพื่อให้สามารถเลี้ยงปลาได้นานและมีสภาพที่แลดูสวยงาม อุปกรณ์ที่ต้องใช้ได้แก่ ตู้ปลาและขาตั้งตู้ ฝาครอบโคมไฟ ระบบกรองน้ำ เครื่องให้ออกซิเจน กรวด หินที่ใช้ประดับตู้ พืชน้ำ และอุปกรณ์เบ็ดเตล็ดอื่นๆ

เครื่องให้ออกซิเจนมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการเลี้ยงปลาตู้ เพราะเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับตู้ปลาและสามารถใช้กับระบบกรองน้ำแบบพื้นตู้ปลาได้ เครื่องให้ออกซิเจนมีความจำเป็นและจะต้องเปิดใช้ตลอดเวลา เพื่อเป็นแหล่งให้ออกซิเจนแก่ปลา การเปิดเครื่องให้ออกซิเจนตลอดเวลานี้ทำให้ต้องใช้กระแสไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก และถ้าหากกระแสไฟฟ้าดับเครื่องให้ออกซิเจนก็ไม่สามารถที่จะทำงานได้เช่นกัน จึงก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผู้เพาะเลี้ยงปลาเพราะปลาอาจตายได้ จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะทำการประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้โดยไม่ใช้กระแสไฟฟ้า โดยประดิษฐ์จากวัสดุเหลือทิ้งเป็นตัวให้ออกซิเจนในขนาดต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าและช่วยลดการเกิดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับปลาในกรณีที่กระแสไฟฟ้าดับได้ นอกจากนี้แล้ว ผู้วิจัยจะทำการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องให้ออกซิเจนที่ประดิษฐ์ขึ้นเปรียบเทียบกับเครื่องที่ใช้กับตู้ปลาทั่วไปในท้องตลาดและการไม่ให้ออกซิเจน โดยสังเกตการกระจายตัวของปลาที่อยู่ในตู้เป็นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อประดิษฐ์ เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ได้
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ประดิษฐ์ขึ้น

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. จัดทำเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ ที่ไม่ต้องใช้กระแสไฟฟ้าจำนวน 4 ชุด
2. ทดลองนำเครื่องที่ประดิษฐ์ได้ไปใช้ ณ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่กำหนดการประดิษฐ์ขึ้น เปรียบเทียบกับเครื่องที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดและการไม่ใช้เครื่องให้ออกซิเจน
3. จัดทำเอกสารและคำบรรยายประกอบการใช้เครื่องออกซิเจนสำหรับปลาตู้จำนวน 1 ชุด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นการช่วยการประหยัดค่ากระแสไฟฟ้า
2. เป็นการนำเอาวัสดุที่เหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การทำปัญหาพิเศษเรื่อง เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ ผู้ประดิษฐ์ ได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ลักษณะของปลาตู้

2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับปลาทอง

2.3 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้

2.1 ลักษณะของปลาตู้

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของปลาตู้

ปลาตู้จัดเป็นสัตว์น้ำที่ใช้อวัยวะส่วนครีบและส่วนกล้ามเนื้อช่วยในการเคลื่อนไหว หายใจด้วยเหงือก มีกระดูกสันหลัง จัดอยู่ใน Phylum Chordata ส่วนใหญ่แล้วปลาตู้มีลักษณะรูปร่างแปลก สีสันสวยงาม แท้ที่จริงแล้วสีสันเหล่านี้เป็นเพียงสิ่งอำพราง หรือเป็นการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เพื่อให้พ้นภัยจากศัตรูและยังสามารถช่วยดึงดูดความสนใจจากเพศตรงข้าม นอกจากนี้รูปร่างลักษณะที่แตกต่างกันแล้วยังพบว่า พฤติกรรมการผสมพันธุ์ไม่ค่อยเหมือนกันอีกด้วย ดังนั้นจึงพอที่จะสรุปลักษณะโดยทั่วไปของปลาตู้ได้ดังนี้ (ชูศักดิ์ แสงธรรม, ม.ป.ป. : 5-6)

1. สัดส่วนของลำตัวเป็นแบบสมมาตร (bilateral symmetry) คือ ลำตัวปลาแบ่งออกเป็น 2 ซีก ซ้ายและขวามีลักษณะเท่ากันและเหมือนกันทุกประการ

2. บริเวณช่องเปิดระหว่างเหงือก (gill slit) มีไว้สำหรับการหายใจและแลกเปลี่ยนออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมาใช้ในการดำรงชีวิต

3. เป็นสัตว์เลือดเย็น (poikilo thermal) จึงทำให้ระดับอุณหภูมิภายในมีการปรับตัวเป็นไปตามสภาวะของน้ำอยู่ตลอดเวลา

4. รูปร่างส่วนหัว ลำตัว และหาง แบ่งออกอย่างเห็นได้ชัดและลำตัวปลายังห่อหุ้มไปด้วยผิวหนัง และปลาบางชนิดยังมีเกล็ดเป็นส่วนประกอบเพื่อป้องกันภัยอันตรายแก่ตัวปลา

5. ระบบประสาทมักอยู่ด้านบน เพื่อคอยรับความรู้สึกจากสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การให้ลูกมีความแตกต่างกัน เช่น ปลาบางชนิดออกลูกเป็นไข่ (oviparous) บางชนิดออกเป็นตัวอ่อน ได้อาหารจากไข่แดง (ovoviviparous) หรือออกลูกเป็นตัว (viviparous) และปลาบางชนิดยังสามารถออกลูกได้โดยไม่ได้รับการผสมพันธุ์จากเชื้อตัวผู้ (patheno genesis)

2.1.2 ลักษณะรูปร่างของปลา

ชูศักดิ์ แสงธรรม (ม.ป.ป. : 6-10), ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ (2531 : 75-77)และวิมล เหมะจันทร (2540 : 17-18) ได้กล่าวว่า ลักษณะของตัวปลาจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ด้วยกันคือ

1. ส่วนหัว (head) หมายถึง บริเวณตั้งแต่ปลายสุดของจะงอยปาก (snout) ยาวจนถึงริมสุดของกระดูกกระพุ้งแก้ม (operculum) ที่บริเวณส่วนหัวของปลาเป็นที่รวมอวัยวะรับความรู้สึกต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย

1.1 ตา (eye) ตาของปลามีการพัฒนาเพื่อให้สามารถมองใต้น้ำได้ดี ตาของปลาจึงทำหน้าที่รับความรู้สึกด้วยการมองเห็น ตาของปลาประกอบด้วย กระจกตา (cornea) ม่านตา (iris) เลนซ์ตา (lens) กระบอกตา

1.2 จมูก (nostril) ตามปกติปลาจะใช้จมูกในการดมกลิ่น ปลาอาจจะมีรูจมูก 1 หรือ 2 รูก็ได้

1.3 ปาก (mouth) เป็นทางเข้าของอาหาร ภายในปากประกอบด้วยฟัน ลิ้น ช่องคอ ปากของปลามีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน

1.4 เหงือก (gills) เป็นส่วนของอวัยวะที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนที่ละลายน้ำผ่านเหงือกเข้ามา

1.5 หนวด (barbel) ปลาบางชนิดมีหนวด แต่ปลาบางชนิดไม่มีหนวด ปลาที่มีหนวดจะใช้หนวดในการรับความรู้สึก

2. ลำตัว (trunk) หมายถึง ส่วนที่อยู่ถัดจากปลายสุดของกระดูกกระพุ้งแก้ม ไปจนถึงรูทวาร ซึ่งประกอบด้วย

2.1 ครีบทวาร (anal fin) มีลักษณะเป็นครีบเดี่ยวคล้ายกับครีบหาง ซึ่งอยู่ส่วนล่างของลำตัว ถัดจากครีบหางเข้าไปทางส่วนหน้าเล็กน้อย และอยู่ใกล้กับรูทวารหนัก มีหน้าที่ช่วยในการทรงตัว และครีบทวารหนักยังสามารถเปลี่ยนเป็นอวัยวะที่ช่วยในการสืบพันธุ์ของปลาตู้ได้อีกด้วย หรือที่เรียกว่า โกโนโพเดียม (gonopodium) มักพบในปลาจำพวกออกลูกเป็นตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ครีบไขมัน (adipose fin) เป็นครีบไขมันที่ไม่มีก้านครีบคอยช่วยอยู่พยุง อยู่ส่วนบนของลำตัวปลาระหว่างช่วงครีบหลังกับครีบหาง มีเพียงอันเดียวส่วนมากจะพบในปลาที่ไม่มีเกล็ด เช่น ปลาแขยง ปลากด ฯลฯ

2.3 ครีบหลัง มีลักษณะตั้งตรง สูง ต่ำ แผ่นกว้างริ้วไปตามกระแสน้ำมีทั้งอ่อนและแข็ง หรืออาจพบครีบหลังตั้งตรงซ้อนกันอยู่ ซึ่งเป็นไปตามพันธุกรรมของปลาแต่ละชนิดที่ผิดแปลกออกไปทำให้เกิดความสวยงามยิ่งขึ้น

2.4 ครีบคู่ (paired fin) เป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เปรียบเสมือน แขน ขา ช่วยในการบังคับให้ปลาปักหัว เชิดหัว และช่วยทรงตัวให้ปลาอยู่กับที่ ครีบคู่นี้มีไม่เกิน 2 คู่

ก. ครีบอกหรือครีบหู (pectoral fin) อยู่ในตำแหน่งถัดจากกระพุ้งแก้มหรืออยู่ทางด้านหลังของช่องปิด เปิดของเหงือก ระดับความสูง ต่ำของครีบอกขึ้นอยู่กับชนิดและวิวัฒนาการของปลาแต่ละชนิด ดังนั้นปลาที่ว่ายน้ำได้อย่างว่องไวและรวดเร็วครีบ-อกมักมีลักษณะเดี่ยว ฐานครีบอกของปลาจะมีกระดูกที่อ่อนอยู่ในแนวราบจึงไม่สามารถทำให้ปลาจำพวกนี้หยุดได้อย่างกระทันหัน

ข. ครีบท้อง (ventral fin) มีรูปร่างลักษณะเหมือนกับครีบอก แต่ครีบท้องมองดูด้วยสายตาจะอยู่ต่ำกว่าระดับครีบอก

2.5. เกล็ดปลา มีทั้งเล็ก ใหญ่ เรียงซ้อนกันเป็นระเบียบ สีเงินยวง มันเงา หน้าที่หลักช่วยป้องกันอันตรายแก่ตัวปลา รองลงมาช่วยลดแรงเสียดทานของอากาศ ถ้าหากตัวปลาที่ลอยคว่ำ แสดงว่าปลาเริ่มเป็นโรค เนื่องจากแรงดันอากาศภายในลำตัวของปลาผิดปกติ

2.6 เส้นข้างลำตัว (lateral line) โดยทั่ว ๆ ไปแล้วตำแหน่งเส้นข้างตัวปลาจะอยู่อย่างเป็นอิสระข้างละ 1 เส้นบนผิวเกล็ดของตัวปลา ปลาบางชนิดอาจไม่มีหรือมีจำนวนเส้นมากมายโดยไม่ติดต่อกันเป็นเส้นโค้งงอ เส้นตรงซึ่งเส้นข้างตัวมีหน้าที่สัมผัสติดต่อกับสภาวะภายนอก รับความรู้สึกถึงการสั้นสะเทือนของระดับน้ำรอบๆ ตัว เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในการปรับตัว ดังจะเห็นได้ว่า การพัฒนาของปลาบางตัวจะมีเส้นข้างตัวมากกว่าปกติ แสดงว่าปลามีการพัฒนาการสูงเพื่อการอยู่รอด

2.7 รูทวารหนัก เป็นส่วนที่อยู่ทางด้านหลังของครีบท้อง เชื่อมติดต่อกับครีบทวารหนัก มีหน้าที่ในการขับถ่ายมูลและของเสียต่างๆ แต่สำหรับปลาบางพวกมีไว้สำหรับการขยายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนหาง (tail) หมายถึง ส่วนท้ายสุดของปลา โดยเริ่มจากรูทวารไปจนถึงปลายสุดของครีบหาง และมีเกล็ดปกคลุมเช่นกัน ที่บริเวณหางยังมีกล้ามเนื้อที่หนาแน่นแข็งแรง เพื่อใช้ในการบังคับหันเหทิศทาง คล้ายกับหางเสือ และยังช่วยในการทรงตัวของปลาได้อย่างดี

2.1.3 ระยางค์ของปลาสวยงาม (appendage)

ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ (2531 : 78)และวิมล เหมะจันทร (2540 : 32) ได้กล่าวว่า ระยางค์ปลาหรือที่เรียกว่า ครีบ (fin) เข้าใจว่ามีต้นกำเนิดและวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษที่ไม่มีครีบ ซึ่งอยู่ในน้ำ ต่อมามีการพัฒนาสันกลางหลังขึ้นมาโดยเริ่มต้นจากท้องส่วนหัววนไปส่วนท้ายของลำตัวแล้ววกกลับมาด้านหน้าจนจรดรูก้น ในระยะแรกสันนี้ไม่มีแกนพยุง ต่อมาจึงมีเส้นกระดูกอ่อนมาพยุงให้สันแข็งแรงขึ้นและกลายเป็นครีบเดี่ยว ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ ครีบในแนวตั้งของ Amphioxus ซึ่งเข้าใจว่าเป็นบรรพบุรุษของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง โดยพบลักษณะนี้ในดัพภะของปลาหลายชนิด ต่อมา สันนี้เจริญแยกจากรูก้นขึ้นไปด้านข้างทั้งสองทาง ทำให้เกิดเป็นครีบคู่ขึ้น พอนานไปครีบบางอันไม่ได้ใช้ประโยชน์จึงหดหายไปอีก เช่น ครีบของปลาไหลบางชนิด

ครีบของปลาแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. ครีบเดี่ยว (median,single,simple,vertical หรือ unpaired fin) เป็นครีบที่อยู่ในแนวกลางลำตัวตามสันหลังท้อง ไม่เป็นคู่ เช่น ครีบหลัง (dorsal fin) ครีบก้น (anal fin) ครีบหาง (caudal หรือ tail fin) ครีบฝอย (finlet) และครีบไขมัน (adipose fin)

2. ครีบคู่ (paired fin) เป็นส่วนที่เทียบได้กับแขนขาของสัตว์ชั้นสูง มีไม่เกิน 2 คู่ ได้-แก่ครีบอก (pectoral fin) และครีบท้อง (ventral หรือ pelvic fin)

มีประโยชน์ช่วยในการบังคับปลาหัวปัก หัวเชิด (pitching) และช่วยในการหยุดอยู่กับที่ (brake) ครีบคู่ของปลาอาจจะเหลือครีบอกคู่เดียวหรือไม่มีครีบเลยก็ได้

2.1.4 สิ่งปกคลุมตัวปลา (integument)

ปัญญา โพธิ์ติรัตน์ (2531 : 77-78)และวิมล เหมะจันทร (2540 : 23-32) ได้กล่าวว่า สิ่งที่ปกคลุมตัวของปลานั้นประกอบด้วย ผิวหนัง และเกล็ด

ผิวหนัง (skin)

โครงสร้างผิวหนังของปลา ประกอบด้วยผิวหนังชั้นนอก และผิวหนังชั้นใน

ผิวหนังชั้นนอก (epidermis) ของปลาทั่ว ๆ ไป มีลักษณะบาง ประกอบด้วยเซลล์รูปเหลี่ยมแบน ๆ มีความชื้นประมาณ 10 ถึง 30 ชั้นและมีความหนาโดยเฉลี่ย 250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครเมตร (1 ใน 4 มิลลิเมตร) เซลล์ชั้นที่ไม่มีชีวิตซึ่งจะตายและหลุดลอกออกไป โดยมีเซลล์ชั้นถัดเข้ามาเรียกว่า stratum germinativum ซึ่งเป็นชั้นที่มีชีวิตอยู่และสามารถสร้างเซลล์ใหม่ขึ้นมาทดแทนตลอดเวลา ความหนาบางของผิวหนังชั้นนอกขึ้นกับโครงสร้างผิวหนังของปลาแต่ละชนิด ในปลาที่มีเกราะกระดูกแข็งหุ้มภายนอกอาจจะมีเซลล์เพียง 3-4 ชั้น และมีความหนาเพียง 20 ไมโครเมตร เท่านั้น แต่ในปลาบางชนิดอาจจะมีความหนาถึง 3 มิลลิเมตร ผิวหนังชั้นนี้มีต่อมเมือก (mucus gland) ซึ่งเป็นต่อมเซลล์เดียวมีหน้าที่สร้างเมือกเพื่อให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังและลดแรงต้านน้ำ เมือกของปลาประกอบด้วยสารพวกไกลโคโปรตีน ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีลักษณะเป็นเส้นใยที่สามารถดูดน้ำได้มาก ส่วนประกอบทางเคมีในเมือกปลาแต่ละชนิดแตกต่างกัน ทำให้ปลามีกลิ่นคาวแตกต่างกันปริมาณเมือกในปลาแต่ละชนิดก็ไม่เท่ากัน ปลาที่มีเกล็ดจะมีเมือกน้อยกว่าปลาที่ไม่มีเกล็ด ในปลา hagfish มีเมือกมากที่สุด นอกจากนี้ บนผิวของผิวหนังชั้นนอกยังถูกปกคลุมด้วยสารที่ไม่ใช่เซลล์เรียกว่า cuticle แม้ว่าส่วนของผิวหนังชั้นนอกจะบางและมีโครงสร้างง่าย ๆ แต่ในบางส่วนอาจจะมีปลายเส้นประสาทช่วยรับความรู้สึก เป็นที่อยู่ของเซลล์สร้างสี และต่อมสร้างพิษรวมอยู่ด้วย

ผิวหนังชั้นใน (dermis หรือ corium) มีความหนาและมีโครงสร้างสลับซับซ้อนมากกว่าผิวหนังชั้นนอก ประกอบด้วยชั้นของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีลักษณะคล้ายฟองน้ำเรียกว่า stratum spongiosum และชั้นที่มีเนื้อแน่นกว่าเรียกว่า stratum compactum ยกเว้นในส่วนที่ปกคลุมครีบจะเปลี่ยนไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นฐาน (basal membrane) ภายในผิวหนังชั้นนี้จะเป็นที่อยู่ของเซลล์สร้างสีต่อมเรืองแสง เส้นเลือด เส้นประสาท อวัยวะรับความรู้สึกที่ไวมาก นอกจากนี้ ยังเป็นชั้นที่ช่วยในการสร้างเกล็ดและส่วนประกอบอื่น ๆ ของผิวหนัง

ผิวหนังของปลามีหน้าที่ช่วยป้องกันร่างกายปลาให้พ้นจากภยันตรายทั้งปวง ได้แก่ ป้องกันการบาดเจ็บ ป้องกันเชื้อโรค ป้องกันผลกระทบจากสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ควบคุมการรับและขับน้ำออกจากตัว (osmeregulation) ช่วยสะสมไขมันไว้ใต้ผิวหนัง ช่วยในการหายใจและการขับถ่ายของเสีย นอกจากนี้ เมือกปลายังช่วยให้รอดพ้นจากการจับของศัตรูและลดแรงต้านในสระว่ายน้ำอีกด้วย

เกล็ด (scales)

ร่างกายของสัตว์มีกระดูกสันหลังหลายชนิดถูกปกคลุมด้วยเกล็ด เกล็ดมีต้นกำเนิดจาก 2 แหล่งใหญ่ คือ ผิวหนังชั้นนอกและผิวหนังชั้นใน เกล็ดในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูงขึ้นมา เช่นเกล็ดงูมีต้นกำเนิดมาจากผิวหนังชั้นนอก เรียกเกล็ดชนิดนี้ว่า epidermal scale สำหรับเกล็ดปลาเรียกว่า dermal scale มีต้นกำเนิดจากผิวหนังชั้นใน เนื่องจากเป็นส่วนที่ยื่นออกมาภายนอกร่างกายและห่อหุ้มตัวปลา จึงอาจถือว่าเป็นโครงกระดูกภายนอก (exoskeleton) บางครั้งเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

integumentary skeleton ปลาบางชนิดไม่มีเกล็ด เช่น ปลาดุก ปลากะเบนไฟฟ้า ปลาบางชนิดมีเกล็ดขนาดเล็กมากและฝังแน่นในผิวหนัง เช่น ปลาไหล ปลาบางชนิดแผ่เป็นแผ่นบางห่อหุ้มรอบตัว เกล็ดปลาบางชนิดยึดติดแน่นกับผิวหนังและบางชนิดหลุดง่าย

เกล็ดสามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างออกเป็น 2 แบบ คือ เกล็ด placoid และเกล็ด non-placoid

เกล็ด placoid

บางครั้งเรียก dermal denticle หรือ odontoid พบในกลุ่มปลากระดูกอ่อน ได้แก่ ปลาฉลามและปลากะเบน โครงสร้างของเกล็ดประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นชั้นของ dentine ที่แผ่กว้างกลายเป็นแผ่นฐาน (basal plate) มีลักษณะคล้ายกระดูกรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนหรือรูปกลมฝังอยู่ในผิวหนังชั้นใน โดยส่วนนี้มองไม่เห็นจากภายนอก ส่วนที่ 2 มีลักษณะเป็นหนามแหลม (spine) ยื่นยาวออกมาภายนอก และชี้ไปทางส่วนท้ายของลำตัว ถ้าลองเอามือลูบผิวหนังของปลาฉลามจากหางไปยังหัวจะรู้สึกสากมือก็เนื่องมาจากโครงสร้างเล็ก ๆ เหล่านี้หนามแหลมนี้สร้างขึ้นจาก dentine (เป็นส่วนของผิวหนังชั้นใน) และถูกเคลือบด้วย vitrodentine ซึ่งเป็นสารที่มีลักษณะคล้ายสารเคลือบผิวอินาเมลที่เคลือบฟันของคน ภายในชั้นของ dentine จะมีเส้นเลือดและเส้นประสาทจากช่องว่างของเนื้อเยื่อ (pulp cavity) ภายในเกล็ดเข้ามาหล่อเลี้ยง

เกล็ด polacoid มีขนาดเท่าเดิม แม้ว่าตัวปลาจะโตขึ้น เกล็ดนี้จะปกคลุมตลอดทั้งตัวรวมถึงส่วนของครีบด้วย โดยจะมีการหลุดแต่สามารถสร้างขึ้นมาทดแทนได้ รูปร่างของเกล็ดอาจจะแตกต่างกันในปลาแต่ละชนิด เช่น เป็นปุ่ม เป็นแผ่น การเรียงตัวของเกล็ดไม่เป็นแบบแผ่นต่อแผ่นแต่จะเหลื่อมกันไปเรื่อยๆ ยกเว้นบริเวณเส้นข้างตัว

หนังของปลาฉลาม หลังจากที่ทำการฟอกแล้ว ผิวจะมีความสากและขรุขระ หนังมีความหนาเหนียวและคงทน ช่างไม้สมัยก่อนจึงนำมาใช้เป็นกระดาษทราย สำหรับขัดเงาไม้ และทำให้วัสดุเรียบนำมาหุ้มกล่อง ทำปลอกมีด ฯลฯ จนเป็นที่รู้จักกันใช้ชื่อของ “Shagreen”

เกล็ด placoid ในปลากระดูกอ่อนบางชนิดมีการเปลี่ยนรูป ได้แก่

- เปลี่ยนเป็นฟัน
- เปลี่ยนเป็นก้านครีบหลังอันแรกซึ่งเป็นหนามแหลมในปลากลุ่ม spiny dogfish
- เปลี่ยนเป็นตุ่มนูนแข็ง (denticle) บนแนวกลางหลังของปลากระเบน
- เปลี่ยนเป็นฟันเลื่อยซึ่งฝังอยู่ในซอกบนฐานของจงอยปากที่ยื่นยาวออกมาจากปากปลาฉนาก
- เปลี่ยนเป็นเงี่ยง (sting) ที่อยู่ตรงโคนหางของปลากระเบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกล็ด non-placoid แบ่งออกเป็น

เกล็ด cosmoid พบในซากดึกดำบรรพ์ของปลามีปอด และ ปลาซีลาแคนธ์ มีลักษณะโครงสร้างคล้ายกับเกล็ดของปลาในกลุ่ม placoderms เป็นเกล็ดที่มีความแข็งมากกว่าเกล็ด placoid ชั้นนอกปกคลุมด้วยสารที่คล้ายอินาเมล เรียกว่า vitrodentine ถัดลงมาเป็นชั้นของ cosmine ซึ่งประกอบด้วยสารพวก cosmine ที่มีลักษณะเหนียว แข็ง ไม่มีเซลล์ และมีท่อเล็ก ๆ เรียงกันเป็นรูปรัศมีครึ่งวงกลม ถัดจากชั้นนี้เป็นชั้นของ isopedine ประกอบด้วยกระดูกที่มีรูพรุน คล้ายฟองน้ำ (spongy bone layer) ภายในมีท่อติดกันโดยตลอด ชั้นในสุดของเกล็ดเป็นแผ่นฐาน มีกระดูกที่มีเนื้อบาง เรียกว่า lamellar bone ซึ่งมีท่อให้เส้นประสาทและเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยง

เกล็ด cosmoid มีการเจริญเฉพาะขอบที่อยู่ภายใต้ผิวหนังเท่านั้น ส่วนที่โผล่ออกมาข้างนอกจะไม่เจริญ รูปร่างของเกล็ดเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน (rhomboid) หรือกลม (cycloid) ปัจจุบันพบเฉพาะในปลาซีลาแคนธ์เท่านั้น ส่วนปลามีปอดได้มีวิวัฒนาการของเกล็ดเป็นแบบของปลาชั้นสูงไปแล้ว

เกล็ด ganoid เกล็ดเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนหนา ๆ มีหนามแหลมโผล่ขึ้นมาข้างบน เข้าใจว่ามีวิวัฒนาการมาจากเกล็ด cosmoid แยกออกเป็น 2 แบบ คือ เกล็ด palaeoniscoid และเกล็ด lepidosteoid สำหรับเกล็ดแบบแรกนั้น ผิวหน้าถูกเคลือบด้วยสารเคลือบที่คล้ายกับสารอินาเมล เรียกว่า ganoine มีลักษณะแข็งเป็นมันเงา ไม่มีเซลล์ มีส่วนประกอบเป็นสารอนินทรีย์ของเกลือที่ใช้ในการสร้างเกล็ด ถัดลงไปเป็นชั้นที่มีลักษณะคล้ายกับชั้นของ cosmine และชั้นใต้สุดคือชั้นของ isopedentine เป็นแผ่นฐานที่ประกอบด้วยกระดูกที่มีเนื้อบาง มีรูพรุน มีท่อนำเส้นประสาทและเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยง เกล็ดแบบที่สองมีวิวัฒนาการมาจากเกล็ดแบบแรก โดยชั้นของผิวถูกเคลือบด้วยสาร ganoine เช่นกันแต่ชั้นของ cosmine หดหายไป ในส่วนของชั้น isopedine ซึ่งเป็นแผ่นฐานจะมีเฉพาะท่อสั้นของเส้นเลือดและเส้นประสาทมาหล่อเลี้ยงเท่านั้น

เกล็ด elasmoid หรือ bony ridge scale เป็นเกล็ดของปลากระดูกแข็งชั้นสูง มีวิวัฒนาการมาจากเกล็ด lepidosteoid ganoid ไม่มีชั้นของสารเคลือบผิวและชั้น dentine เหลือแต่แผ่นฐานซึ่งไม่มีเซลล์ แต่มีเส้นใยพวกคอลลาเจนสารกันในทุกทิศทาง เกล็ดมีลักษณะบางใสและหักงอได้มีสารเคลือบบาง ๆ ที่สร้างจาก enamel organ เกล็ดมีการเติบโตได้ทุกส่วน แบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามรูปร่าง คือ เกล็ดขอบเรียบ (cyclid scale) มีลักษณะของขอบเกล็ดเรียบเวลาลูบจากทางหางไปยังหัวจะไม่รู้สึกสากมือ และเกล็ดขอบหยัก (ctenoid scale) มีลักษณะของขอบเกล็ดเป็นหนามแหลม ขรุขระ เวลาลูบจากหางไปยังหัวจะรู้สึกสากมือ เกล็ด elsmoid เรียงเป็นแบบเหลื่อมซ้อนกัน ส่วนหน้าของเกล็ดฝังอยู่ภายในผิวหนัง เกล็ดเหล่านี้มีลวดลายแตกต่างกันขึ้นกับอัตราการเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของปลา การเจริญของเกล็ดเริ่มจากจุดศูนย์รวม (focus) แล้วเจริญออกไปเป็นวง ๆ เรียกว่า วงของเกล็ด หรือ circulus วงเหล่านี้มีความกว้างไม่เท่ากัน ถัดจากวงของเกล็ดหลาย ๆ วง จะมีวงหนึ่งซึ่งมีสีเข้ม ชัดเจนกว่าวงอื่น ๆ เรียกว่า วงปี หรือ annulus ซึ่งใช้คำนวณอายุและอัตราการเติบโตของปลาได้ เนื่องจากวงเหล่านี้จะขยายมากหรือน้อยขึ้นกับอาหารการกินของปลาในแต่ละฤดูกาล นอกจากลายวงดังกล่าวแล้ว บนเกล็ดยังมีเส้นที่มีลักษณะเป็นร่องแผ่ออกจากจุดศูนย์รวมคล้ายรัศมีรอบเกล็ด ซึ่งจะมีอยู่ 2 ชนิด คือ เส้นที่ยาวจากจุดศูนย์รวมจนจรดขอบของเกล็ด เรียกว่า primary radius และเส้นที่มีความยาวอยู่ในช่วงใดช่วงหนึ่ง เรียกว่า secondary radius สิ่งสุดท้ายที่จะพบบนเกล็ดปลา คือ ลายเส้นเล็ก ๆ บนเกล็ดปลาเอง เรียกว่า bony ridge

ปลาที่มีเกล็ดขอบเรียบ ส่วนใหญ่เป็นปลาที่มีวิวัฒนาการต่ำและเกล็ดหลุดง่าย เช่น ปลาหลังเขียว ปลากะตัก และปลาตะเพียน ปลาที่มีเกล็ดขอบหยัก ส่วนใหญ่เกล็ดจะติดแน่นกับลำตัวเป็นปลาที่มีวิวัฒนาการสูง มีก้านครีบแข็ง และเกล็ดอาจมีขนาดไม่เท่ากันตลอดลำตัว เช่น ปลาจวด ปลาหมอ และปลาสาก เป็นต้น

2.1.5 สีบนตัวของปลาสวยงาม (Coloration)

ชูศักดิ์ แสงธรรม (ม.ป.ป. : 10) และ ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ (2531 : 85-87) ได้กล่าวว่า ปลาจัดเป็นสัตว์น้ำที่มีสีสันลวดลายสวยสดงดงามชวนให้เกิดความเพลิดเพลินแก่ผู้เลี้ยง ซึ่งผิดแปลกไปกับสัตว์น้ำทั่ว ๆ เพราะปลามีแบบแผนการจัดเรียง และช่วงของสีอย่างแน่นอน และปลาบางชนิดยังสามารถเปลี่ยนแปลงแบบแผนและชนิดของสี เมื่อสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปจากปกติอย่างกระทันหัน การเปลี่ยนแปลงของสีกระทันหันจะถูกควบคุมด้วยระบบประสาท ส่วนการเกิดสีที่ถาวรเป็นผลมาจากปฏิกิริยาของฮอร์โมน และแสงเป็นปัจจัยอันหนึ่งที่ช่วยกระตุ้น

1. การที่ปลามีสีสันแตกต่างกัน ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและอุปนิสัยของปลาเพื่อหลีกเลี่ยงจากศัตรู ดังนี้

1.1 ปลาน้ำจืด ตามปกติส่วนท้องจะมีสีขาว สีเงิน หรือสีซีด และที่บริเวณส่วนหลังจะมีสีน้ำเงินเข้ม เขียว หรือน้ำตาล ซึ่งจะทำให้ศัตรูที่อยู่ด้านบนมองเห็นยาก เนื่องจากสีของตัวปลา กลมกลืนไปกับท้องน้ำ ส่วนศัตรูปลาที่อยู่ใต้น้ำ เมื่อมองขึ้นมาจะเห็นเป็นสีขาวไปหมด ทำให้มองไม่เห็นตัวปลา นอกจากนี้ ในปลาบางชนิดจะมีแถบเป็นจุด ซึ่งจะช่วยให้กลมกลืนกับธรรมชาติได้ดียิ่งขึ้น

1.2 ปลาทะเล ในทะเลมีปลาบางชนิดที่ว่ายอยู่ใกล้ผิวน้ำ เช่น ปลาทู ปลาฉลาม ปลาหลังเขียว ปลาพวกนี้ ส่วนท้องจะมีสีขาวหรือสีเงิน แต่ที่ส่วนของสันหลังจะมีสีเขียวเข้ม ดำ หรือ เหลือบโลหะ หรืออาจมีสีดำพาดมีลายเป็นริ้ว ๆ เพื่อให้กลมกลืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับน้ำทะเลที่มีสีเงิน ซึ่งจะช่วยให้ศัตรูมองเห็นตัวปลาได้ลำบาก ส่วนปลาที่อยู่ระดับน้ำลึก ๆ 100-500 เมตร จะมีสีน้ำตาล ดำ และม่วงดำ เพื่อให้กลมกลืนกับธรรมชาติได้ดีขึ้น

2. เซลล์ที่ทำให้เกิดสีในตัวปลา การเกิดสีในตัวปลาเกิดจากเซลล์ 2 ชนิด คือ
   2.1 Chromatophore เป็นเซลล์ที่ทำให้เกิดสีในตัวปลาอย่างแท้จริง มีลักษณะเป็นถุงเล็ก ๆ ผนังบางและมีกิ่งก้านสาขามากมาย อยู่ในชั้นของผิวหนังด้านใน ตามเยื่อบุของช่องท้อง ภายในเซลล์มีเม็ดสี (pigment cell) สีพื้นฐานของ Chromatophore ขึ้นกับ pigment granule ซึ่งอาจจะทำให้เกิดสีแดง และ ส้ม ซึ่งเกิดจาก pigment granule พวก erymatophore ส่วนสีเหลืองเกิดจาก xanthophore สีดำเกิดจาก melanophore ลักษณะของสีแดง ส้ม เหลือง เกิดจากสารอาหารที่มี carotene ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับวิตามินเอ
   2.2 Iridocyte หรือ mirror cell เป็นสีสะท้อนคล้ายกับสีกระจกสะท้อนแสง สีที่ทำให้เกิดการสะท้อนภายในเซลล์ คือ เกล็ด guanin
3. ความสำคัญของสีปลา
   3.1 ช่วยในการหลบซ่อนและอำพรางศัตรู โดยทำให้ลำตัวสีมีที่คล้ายกับสภาพแวดล้อม มากที่สุด
   3.2 ช่วยให้สีของตัวปลาเด่นชัด ในปลาพวกเดียวกันจะได้ไม่กินเอง และช่วยดึงดูดความสนใจของปลาเพศตรงข้าม
   3.3 ทำให้ปลามีราคาแพงขึ้น นิยมใช้สำหรับการย้อมสีพวกปลาสวยงาม โดยใช้สารเคมีผสมอาหารให้ปลากินเวลาหิวจัด

วิมล เหมะจันทร (2540 : 41) ได้กล่าว เกี่ยวกับสีของปลาไว้ว่า ปลาเป็นสัตว์ที่มีสีสันสะดุดตา งดงาม เช่นเดียวกับแมลงและนก ซึ่งไม่เพียงแต่เฉพาะแบบแผนการจัดเรียงและช่วงของสีเท่านั้น ปลาบางชนิดยังมีความสามารถในการเปลี่ยนแบบแผนและชนิดของสี เมื่อเกิดสภาวะแวดล้อมที่ผิดปกติไปจากเดิมอย่างกระทันหัน การจัดเรียงและแบบของสีในปลาแต่ละชนิดค่อนข้างแน่นอน โดยมีระบบประสาทและฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองช่วยในการควบคุม จากการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงสีอย่างกระทันหันของปลาจะถูกควบคุมด้วยระบบประสาท แต่การเกิดสีที่ถาวรเป็นผลมาจากปฏิกิริยาของฮอร์โมน นอกจากนี้ แสงอาจจะเป็นปัจจัยช่วยในการกระตุ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 รูปทรงของปลา

สภาพถิ่นอาศัยและความเป็นอยู่ของปลาสามารถวินิจฉัยได้จากรูปทรง (body form) ของปลา เช่น ปลาที่มีรูปทรงเพรียวส่วนมากเป็นปลาที่ว่ายน้ำเร็วและอาศัยอยู่ในที่กว้าง ๆ ไม่มีสิ่งกีดขวาง ปลาที่มีรูปร่างอ้วนเทอะทะจะเป็นปลาที่ว่ายน้ำช้า อุ้ยอ้าย หรือชอบลอยตัวนิ่ง ๆ ปลาที่อาศัยตามกอพืชน้ำจะมีลำตัวที่ยาวและแบนข้างสามารถเลื้อยหรือลัดเลาะไปมาได้ ถ้าเป็นปลาที่มีลำตัวแบนลงจะชอบกบดานอยู่ตามพื้นน้ำ เป็นต้น จากการที่ปลามีการแพร่กระจายกว้างขวางมาก ทำให้ต้องผจญกับสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ กัน จึงมีวิวัฒนาการของรูปทรงออกไปเป็นแบบต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมที่จะมีชีวิตรอดในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ รูปทรงของปลาสามารถจำแนกออกได้หลายแบบ ดังนี้ (วิมล เหมะจันทร, 2540 : 20-23)

1. รูปทรงแบบกระสวย (fusiform , torpedo shaped) มีลักษณะแหลมหัวแหลมท้ายคล้ายกระสวยด้ายทอผ้า ทางส่วนหน้าจะมีความหนา แล้วค่อย ๆ เรียวเล็กไปทางส่วนท้าย เพื่อให้ต้านน้ำน้อยลง ถ้ามองทางด้านหน้าตัดแล้วตัดออกเป็นแว่น ๆ (cross-section) จะเป็นรูปวงรีเล็กน้อย โดยทางส่วนหน้าจะมีขนาดใหญ่แล้วค่อย ๆ เล็กลงจนถึงคอดหางจะมีขนาดเล็กที่สุดปลากลุ่มนี้ว่ายน้ำเร็ว อาศัยในมวลของน้ำที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง ตัวอย่างได้แก่ ปลาทู ปลาโอ และปลาฉลาม

2. รูปทรงแบบลูกธนู (sagittiform, arrow-like shaped) มีส่วนของลำตัวยาวกว่าแบบกระสวย และเมื่อมองทางด้านหน้าตัด จะมีความแบนกว่าเล็กน้อย มีครีบค่อนข้างยาวหรือบางชนิดครีบอาจจะอยู่ทางส่วนท้ายของลำตัว อาศัยในมวลของน้ำที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง ตัวอย่างได้แก่ ปลาเข็ม ปลากะทุงเหว และปลาน้ำดอกไม้

3. รูปทรงแบบงู (anguilliform , serpentine , snake shaped) มีรูปร่างยาวเหมือนงูเมื่อมองจากด้านหน้าตัดทางส่วนหน้ามีลักษณะกลมแล้วค่อย ๆ เรียวรีลงไปจนสุดปลายหางจะแบนทางด้านข้าง ปลากลุ่มนี้เคลื่อนที่โดยใช้การเลื้อยไปตามกอพืชหรือซอกปะการัง อาจจะมีการเคลื่อนที่เหมือนกับการสั่นของเส้นเชือก โดยส่วนหางจะมีการสั่นน้อยที่สุด ตัวอย่างได้แก่ ปลาไหล

4. รูปทรงแบบแถบแบนยาว (taeniform , trachypteriform, ribbon shapoed) ลักษณะเป็นแถบแบนยาวคล้ายกับริบบิ้นที่ใช้ผูกผม เมื่อมองทางด้านหน้าตัดจะเห็นว่าแบนข้างมาก ปลากลุ่มนี้ว่ายน้ำไม่เก่ง แต่อาศัยการเลื้อยและการเลี้ยวเบน ตัวอย่างได้แก่ ปลาดาบลาว ปลาดาบเงิน และ ปลาแถบ

5. รูปทรงแบนข้าง (compressiform) ปลากลุ่มนี้มีลักษณะลำตัวแบนข้างเหมือนถูกบีบเมื่อมองทางด้านหน้าตัดจะมีลำตัวบางแคบ แต่ถ้ามองทางด้านข้างจะมีลักษณะที่สามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบรูปป้อม (bream type) รูปทรงคล้ายรูปไข่ อาศัยตามพื้นน้ำ กอพืชน้ำ ปะการัง ได้แก่ ปลากะตี่ ปลาผีเสื้อ

แบบรูปเหลี่ยม (moonfish tykpe) มีลักษณะเป็นเหลี่ยมๆ อาศัยในมวลน้ำ ได้แก่ ปลาพระจันทร์ ปลาโฉมงาม

แบบลิ้นหมา (pleuronectiid type) เป็นลักษณะที่เอาด้านข้างลงไปนอนกับพื้นแล้ววิวัฒนาการเอาส่วนของตาขึ้นมาอยู่บนข้างเดียวกัน ได้แก่ ปลาลิ้นหมา ปลาลิ้นควาย ปลาซีกเดียว ปลาช่างชุน

6. รูปทรงแบนลง (depressiform, flattened) มีลักษณะลำตัวแบนจากด้านบนลงล่างเหมือนถูกของหนักทับ พวกนี้ชอบอาศัยตามพื้นทะเล ตัวอย่างได้แก่ ปลาฉนาก ปลากะเบน ปลากบ ปลาช้างเหยียบ

7. รูปทรงกลม (globiform) มีรูปร่างกลมคล้ายลูกบอล ลำตัวสั้น ว่ายน้ำช้า ใช้หางเป็นหางเสือช่วยในการเคลื่อนที่ไปตามทิศทางที่ต้องการ บางครั้งพองตัวกลับเอาด้านท้องลอยน้ำตัวอย่างได้แก่ ปลาปักเป้า ปลาอุบ

8. รูปทรงแบบเส้นด้าย (filiform, thread-like) ลำตัวยาวคล้ายเส้นด้าย พบในปลาไหลทะเลลึก

อย่างไรก็ตาม มีปลาบางส่วนที่มีรูปทรงไม่เป็นไปตามแบบดังกล่าวข้างต้น เนื่องจากมีรูปทรงเป็นลักษณะผสมระหว่าง 2 แบบขึ้นไป เช่น เมื่อมองทางด้านหน้าตัด ปลาบางชนิดอาจจะมีส่วนหัวแบนลง ส่วนลำตัวกลม และส่วนคอดหางแบนข้าง ปลาบางชนิดอาจจะเป็นรูปสามเหลี่ยม และบางชนิดก็เป็นรูปครึ่งวงกลม ลักษณะเหล่านี้ถือเป็นลักษณะพิเศษเฉพาะตัวของปลาชนิดนั้น ๆ

นอกจากนี้ ยังมีการจัดรูปทรงของปลาโดยใช้การวัดเทียบสัดส่วน (morphometry) ระหว่างความยาวและความลึกของตัวปลา ดังนี้

ปลาที่มีลำตัวยาว (elongate) เป็นลักษณะของรูปทรงที่มีความยาวต่อความลึกของตัวปลามากกว่า 4 เท่า เช่น ปลาดาบลาว ปลาดาบเงิน ปลาไหล

ปลาที่มีลำตัวป้อม (oblong) เป็นลักษณะของรูปทรงที่มีความยาวต่อความลึกของตัวปลาระหว่าง 2 ถึง 4 เท่าโดยประมาณ เช่น ปลาสีกุน ปลาใบขนุน ปลาลิ้นหมา

ปลาที่มีลำตัวกลม (ovate) เป็นลักษณะของปลาที่มีรูปทรงที่ค่อนข้างกลม โดยมีความยาวต่อความลึกของตัวปลาน้อยกว่าประมาณ 2 เท่า เช่น ปลาจาระเม็ด ปลานปน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดขนาดและสัดส่วนต่าง ๆ ของปลา

วิมล เหมะจันทร (2450 : 18-20) ได้กล่าวว่า เมื่อกล่าวถึงการวัดขนาด ทุกคนมักเข้าใจไปถึง การวัดเฉพาะความยาวและความกว้างเท่านั้นซึ่งตามความเป็นจริงแล้ว ทุก ๆ ส่วนภายในร่างกายของปลานั้น สามารถนำมาวัดได้ทั้งสิ้น เช่น ความยาวของส่วนหัว ความสูงของก้านครีบ ความกว้างของตา ความยาวของกระดูกขากรรไกร เป็นต้น แต่ในการวัดความยาว บางครั้งไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบระหว่างสองสิ่งได้ จึงต้องมีการวัดความยาวในความยาวของอีกสิ่งหนึ่งเพื่อให้ได้ออกมาเป็นอัตราส่วน เช่น เส้นผ่าศูนย์กลางของตาปลาเปรียบเทียบกับความยาวของส่วนหัว เป็นต้น

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดขนาด ใช้ไม้บรรทัดวัดปลา โดยในบางครั้งอาจต้องใช้คาลิปเปอร์ช่วยด้วย หน่วยที่ใช้ในการวัด คือ มิลลิเมตร สำหรับปลาขนาดเล็ก และเซนติเมตรหรือเมตร สำหรับปลาขนาดใหญ่

การวัดขนาดของปลา แบ่งออกได้ ดังนี้

1. การวัดความยาวทั้งสิ้นหรือความยาวเหยียด (total length , TL.) หมายถึง การวัดความยาวเป็นส่วนตรงจากส่วนปลายสุดของจงอยปากจนถึงส่วนปลายสุดของครีบหาง

2. การวัดความยาวมาตรฐาน (standard length , SL.) หมายถึง การวัดความยาวเป็นเส้นตรงจากส่วนปลายสุดของจงอยปาก จนถึงฐานครีบหางซึ่งเป็นส่วนสุดท้ายของกระดูก hypural plate ทราบได้โดยการงอส่วนหางของปลาขึ้น รอยหักตรงบริเวณคอดหาง ถือเป็นส่วนสุดท้ายของกระดูกชิ้นนี้

3. การวัดความยาวถึงส่วนหยักลึกของหาง (fork length, FL.) หมายถึง การวัดความยาวเป็นเส้นตรงจากส่วนปลายสุดของจงอยปาก จนถึงส่วนหยักลึกของหางปลาที่มีลักษณะเป็นรูปส้อม

4. การวัดความลึก (body depht, BD.) หมายถึง การวัดในแนวดิ่งลงมาเป็นเส้นตรงจากส่วนบนสุดของตัวปลาเมื่อหุบครีบแล้วจนถึงส่วนท้องของตัวปลา

5. การวัดความกว้าง (body width, BW.) หมายถึง การวัดระยะทางจากด้านข้างด้านใดด้านหนึ่งไปจนถึงด้านข้างอีกด้านหนึ่ง

สาเหตุที่มีการวัดปลาหลาย ๆ แบบนั้น เนื่องจากปลามีรูปทรงต่าง ๆ กันมากมาย จึงต้องใช้การวัดในแบบต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและหาข้อมูลทางสถิติ อันเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ชนิดและประโยชน์ทางด้านการประมง

นอกจากการวัดดังกล่าวแล้ว ยังมีการวัดความยาวในส่วนของโครงสร้างอื่น ๆ ด้วย เช่น ความสูงของก้านครีบ ความยาวของหัว ความยาวของฐานครีบ ความยาวของครีบ เส้นผ่าศูนย์กลางของตา ความยาวของหนวด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดหาสัดส่วนของอวัยวะหนึ่งของปลา โดยการวัดขนาดของส่วนนั้น ๆ แล้วนำมาเทียบกับส่วนอื่นของปลาที่ใหญ่กว่า ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นที่อวัยวะนั้น ๆ ตั้งอยู่ เช่น การวัดส่วนหัวของปลาเทียบกับความยาวเหยียด (head in total length) การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของตาเทียบกับความยาวของส่วนหัว (eye in head) หรือความลึกของปลากับความยาวเหยียด (depth in total length) เป็นต้น สมมติว่าปลาตัวหนึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางของตาวัดได้ 10 มิลลิเมตร ส่วนหัววัดได้ 60 มิลลิเมตร แสดงว่า ปลาตัวนี้หัวยาวเป็น 6 เท่าของตา ซึ่งในคู่มือการวิเคราะห์ปลาที่เป็นภาษาอังกฤษจะเขียนว่า “eye 6 in head” อีกตัวอย่างหนึ่งคือ ถ้าวัดความยาวหัวปลาได้ 50 มิลลิเมตรและวัดความยาวเหยียดของปลาได้ 200 มิลลิเมตร แสดงว่า หัวของปลาตัวนี้ยาวเป็น 1 ใน 4 ของความยาวทั้งสิ้นของตัวปลา

2.2 การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับปลาทอง

สำหรับการประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้นั้น ผู้ประดิษฐ์ ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับความแรงของลมที่ออกจากเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ โดยใช้ปลาทองเป็นตัวแปร

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับปลาทอง ซึ่งสามารถจัดแบ่งชั้นทางชีววิทยาของปลาทองออกดังนี้ (สุรศักดิ์ วงศ์กิตติเวชกุล, 2532 : 38-39)

Super-Class	:	Gnathostomata (JAWED FISH)
Class	:	Osteichthyes (BONY FISH)
Sub-Class	:	Actinopterygii
Infra-Class	:	Teleostei
Order	:	Cypriniformes (CARP-LIKE FISH AND CHARACINS)
Sub- Order	:	Cyprinoidei
Family	:	Cyprinidei
Genus	:	*Carassius*
Species	:	*Carassius auratus*

2.2.1 ประโยชน์และหน้าที่ของอวัยวะส่วนต่างๆ ของปลาทอง

โดยปกติแล้วนิยมแบ่งสรีระของปลาทองออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ (สุรศักดิ์ วงศ์กิตติเวชกุล, 2532 : 47-55)

1. ส่วนหัว เริ่มจากบริเวณปากของปลาและไปสุดที่ส่วนเหงือก ซึ่งประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ปาก หน้าที่หลักในการทำงานของปากของปลาก็คือการกินและการส่งผ่านอาหารเข้าไปยังขบวนการย่อยสลาย นอกจากนี้ยังทำหน้าที่แทนมือ ช่วยในการคุ้ยเขี่ยหาอาหารตามพื้น และถ้าหากปริมาณออกซิเจนในน้ำมีไม่เพียงพอ ปลาก็จะใช้ปากช่วยในการหายใจโดยการสูดเอาออกซิเจนในอากาศเข้าไปแทน

1.2 ตา ตาของปลาก็ทำหน้าที่เหมือนกับตาของคนเราคือช่วยในการมองเห็น

1.3 จมูก จมูกของปลาทองมีประโยชน์ช่วยในการดมกลิ่น โดยเฉพาะปลาทองสายพันธุ์ซึ่งมีสายตาใช้การได้ไม่ค่อยดี เช่น ปลาทองหัวสิงห์ตามิด ปลาทองตาโปน ฯลฯ จมูกของปลานับว่ามีความสำคัญมากเพราะช่วยในการดมกลิ่นและหาอาหาร

1.4 เหงือก เหงือกของปลาทองมีหน้าที่หลักคือฟอกอากาศในน้ำเพื่อใช้ในการหายใจ

1.5 วุ้น วุ้นบนหัวของปลาไม่มีประโยชน์โดยตรงสำหรับปลาทองแต่กลับจะเป็นภาระที่ปลาทองจะต้องแบกรับไว้ชั่วชีวิต ประโยชน์ทางอ้อมของวุ้นบนหัวของปลาก็คือทำให้ปลาตัวนั้นเป็นปลาที่มีราคาสูงขึ้น สำหรับวุ้นของปลาประกอบขึ้นด้วยก้อนเนื้อเยื่อของปลา

2. ส่วนลำตัว เริ่มต้นจากแผ่นปิดเหงือกมาสุดที่โคนครีบหาง ประกอบด้วย

2.1 เกล็ด เกล็ดของปลาจะทำหน้าที่คล้ายกับเสื้อเกราะคุ้มครองป้องกันอวัยวะภายในของปลาให้ปลอดภัยจาก ภัยอันตรายทั้งมวล จะสังเกตได้ว่าเกล็ดของปลาจะมีเมือกห่อหุ้มไว้อีกชั้นหนึ่ง ซึ่งเมือกนี้จะทำหน้าที่เป็นภูมิคุ้มกันให้ปลาปลอดภัยจากโรคภัยทั้งมวลรวมทั้งช่วยลดอัตราการเสียดสีซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ทุกเมื่อ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่คล้ายเกราะเหล็กซึ่งป้องกันการกระทบกระแทกอีกด้วย

2.2 ประสาทเส้นข้าง อวัยวะของปลาส่วนนี้นับว่ามีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นประสาทรับความรู้สึกของปลา ซึ่งอวัยวะส่วนนี้จะรับความรู้สึกได้ไวมาก จากนั้นก็จะส่งสัญญาณนั้นต่อไปยังสมอง ซึ่งสมองก็จะสั่งการให้อวัยวะส่วนต่างๆ ให้ทำหน้าที่ตามสภาวะเหตุการณ์ต่อไป

2.3 ครีบอก ในการว่ายน้ำไปไหนมาไหนของปลาจะอาศัยอวัยวะส่วนนี้เป็นผู้นำพาไป

2.4 ครีบหลัง จะทำหน้าที่คล้ายเสากระโดงของเรือใบ คือช่วยให้ปลาเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้เร็วยิ่งขึ้น จะสังเกตได้ว่าปลาทองที่มีครีบหลังโดยมากจะว่ายน้ำได้เร็วกว่าปลาทองที่ไม่มีครีบหลัง

2.5 ครีบท้อง มีประโยชน์ช่วยในการแหวกว่ายและทรงตัวของปลา จะสังเกตได้ว่าเมื่อปลาว่ายน้ำครีบทั้งสองนี้จะโบกพริ้วไปมาอยู่ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.6 ครีบทวาร ทำหน้าที่คล้ายหางเสือของเรือคือช่วยในการบังคับทิศทางในการว่าย-น้ำของปลา ดังจะสังเกตได้ว่าเมื่อปลาต้องการว่ายน้ำกลับตัวปลาจะเอี้ยวตัวก่อนเสมอ ทั้งนี้เพื่อเป็นการบังคับทิศทางของหางเสียก่อนที่ปลาจะเลี้ยว

2.7 โคนครีบหาง ทำหน้าที่คล้ายคันบังคับหางเสือ ช่วยให้ปลาสามารถว่ายไปในทิศทางที่มันต้องการ

2.8 รูทวาร ทำหน้าที่ในการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกายและยังทำหน้าที่ในการวางไข่ผสมพันธุ์อีกด้วย

3. ส่วนหาง เริ่มต้นจากบริเวณโคนครีบหางจรดถึงสุดปลายหาง อวัยวะที่อยู่ในบริเวณส่วนหางของปลามีเพียงครีบหางเพียงอย่างเดียว ซึ่งอวัยวะส่วนนี้ของปลาช่วยให้ปลาสามารถว่ายน้ำได้เร็วยิ่งขึ้น ดังจะสังเกตได้ว่าปลาทองที่มีครีบหางยาวจะว่ายน้ำได้เร็วกว่าปลาทองที่มีครีบหางสั้น ซึ่งหางของปลาทองก็ทำหน้าที่คล้ายกับตีนกบของนักประดาน้ำนั่นเอง สำหรับลักษณะของครีบหางของปลาทองอาจแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ

3.1 หางชิว ซึ่งหางของปลาจะแยกออกเป็น 2 แฉก ปลาที่มีหางลักษณะเช่นนี้ก็ได้แก่ ปลาทองโคเมท ปลาทองชูบุงกิง

3.2 หางสาม คือหางของปลาจะแยกออกเป็น 3 แฉก ด้วยกัน โดยครีบหางด้านบนจะมีเพียงอันเดียว ซึ่งปลาที่มีหางลักษณะเช่นนี้โดยมากมักไม่ค่อยได้รับความนิยม เนื่องจากถือกันว่าเป็นหางพิการ

3.3 หางสี่หรือหางผีเสื้อ หางปลาชนิดนี้จะแยกออกเป็น 4 แฉก ด้วยกัน ปลาทองโดยมากจะมีลักษณะหางเช่นนี้ ซึ่งเป็นต้นแบบของหางปลาทองที่ได้รับความนิยมแพร่หลายมากที่สุด

3.4 หางเวบเทล ซึ่งหางปลาลักษณะนี้จะคล้ายคลึงกับชนิดหางสี่ เพียงแต่ครีบหางท่อนบนจะต่อติดกันเป็นครีบเดียว จึงทำให้ดูกลายเป็นปลามีหาง 3 แฉก

2.2.2 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเลี้ยงปลาทอง

การที่จะเลี้ยงปลาทองให้มีความสวยงามนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้ (ชาติ ไชยณรงค์, 2534 : 20-28)

เทคนิคในการปฏิบัติเพื่อที่จะช่วยให้ปลาทองที่เลี้ยงมีความสวยงามมากยิ่งขึ้น ซึ่งเทคนิคมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33174

เปลี่ยนถ่ายน้ำอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง คือในช่วงเช้าและเย็นหลังการให้อาหารแล้ว เพื่อให้ปลาทองได้น้ำที่สะอาดบริสุทธิ์อยู่ตลอดเวลา ซึ่งถ้าหากน้ำอยู่ในสภาพดีปลาก็จะมีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง กินเก่ง โตไวและมีสีสันสวยงาม แต่ถ้าเราไม่ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำเลยจะก่อให้เกิดปัญหาครีบและหางของปลามีเส้นเลือดสีแดงขึ้น

ควบคุมระดับความลึกของน้ำให้อยู่ในช่วงระหว่าง 6-9 นิ้ว ซึ่งระดับความลึกของน้ำระดับนี้เป็นที่ยอมรับของนักเลี้ยงปลาระดับมืออาชีพทั่วโลกว่าเป็นระดับน้ำที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเลี้ยงปลาทองให้สวย แต่ในกรณีของผู้เลี้ยงปลาทองเพื่อเตรียมส่งประกวดจะเลี้ยงปลาไว้ในน้ำที่มีระดับความลึกเพียง 6-7 นิ้วเท่านั้น ซึ่งระดับความลึกของน้ำในระดับดังกล่าวจะช่วยให้ปลามีวุ้นขึ้นดกหนา ลำตัวมีลักษณะกลมได้สัดส่วน ปลาจะมีแผ่นหลังโค้งมน กรณีของปลาทองตาลูกโป่งปลาจะมีลูกโป่งขนาดใหญ่เป็นพิเศษ

จำกัดความหนาแน่นของจำนวนปลาให้เหมาะสมกับปริมาตรของน้ำที่ใช้เลี้ยง สำหรับอัตราส่วนของความหนาแน่นของปลาทองที่เลี้ยงต่อปริมาตรน้ำที่นิยมใช้ๆ กันคือ อ่างปลาขนาด 70 x 70 เซนติเมตรต่อจำนวนปลาขนาดใหญ่ 4 ตัว

รักษาระดับความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH) ให้อยู่ในช่วงระหว่าง 7-7.8 ซึ่งถ้าหากระดับความเป็นกรดและด่างของน้ำอยู่ในช่วง 7-7.2 จะช่วยให้ปลาทองมีสีดำเข้มสดแต่สีแดงจะจาง แต่ถ้าต่ำกว่า 7 ลงมาน้ำจะมีสภาพเป็นกรดซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้สีสันของปลาซีดจางลงเช่นกัน ดังนั้นจึงควรควบคุมสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำให้อยู่ในช่วง 7.2-7.5 จะเป็นการดีที่สุด

ควบคุมระดับอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ในช่วงระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวจะช่วยให้ปลาทองมีสีเข้มสดมากที่สุด ถ้าหากอุณหภูมิของน้ำสูงกว่านี้สีของปลาทองก็จะค่อย ๆ ซีดจางลง

ภาชนะที่ใช้เลี้ยง ในการเลี้ยงปลาทองให้สวยงาม ภาชนะที่เป็นที่ยอมรับของนักเลี้ยงปลาโดยทั่วไปว่าช่วยให้ปลามีทรวดทรงที่สวยงามได้สัดส่วน ได้แก่ อ่างปูนรูปสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับขนาดที่นิยมใช้ คือ ขนาด 70 x 70 เซนติเมตร แต่ก็มีนักเลี้ยงปลาบางรายกล่าวว่าการเลี้ยงปลาทองในบ่อดินจะให้ผลดีมากกว่า ซึ่งเรื่องนี้ถูกต้องเพียงบางส่วนเพราะการเลี้ยงปลาในบ่อดินอาจช่วยให้ปลามีพลานามัยที่แข็งแรงสมบูรณ์กว่าการเลี้ยงปลาในอ่างหรือในบ่อ เนื่องจากปลามีอาหารทางธรรมชาติกินอย่างอุดมสมบูรณ์ แต่ต้องอย่าลืมว่าการเลี้ยงปลาในบ่อดินจะทำให้รูปทรงของปลาเสียได้ ขณะเดียวกันปลาอาจเกิดการติดเชื้อได้ง่าย

แสงแดด แสงแดดมีส่วนช่วยในการเพิ่มสีสันให้แก่ปลา แต่ถ้าปลาถูกแสงแดดมากเกินไปก็อาจเป็นสาเหตุให้ปลามีสีซีดจางลงได้เช่นกัน ดังนั้นในการเลี้ยงปลาทองไว้ในที่กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แจ้งจึงควรมีฝาครอบปิดอ่างซึ่งมีลักษณะทึบแสงปิดอ่างยามบ่ายจะทำให้ปลามีสีซีดจางลง ขณะที่แสงแดดในยามเช้าจะช่วยให้ปลามีสีสันเข้มสดขึ้น แต่ถ้าปลาไม่ถูกแสงแดดเลยก็จะมีสีสันไม่เข้มสดเท่าที่ควร

อาหาร ในการเร่งสีสันของปลาให้เข้มสดขึ้นจำเป็นต้องให้ปลากินอาหารสำเร็จรูปชนิดเร่งสีซึ่งมีส่วนผสมของสาหร่ายสไปรูลิน่า สำหรับชนิดของอาหารสำเร็จรูปเป็นที่ยอมรับกันว่าเหมาะสำหรับใช้ในการเลี้ยงปลาทองควรมีส่วนผสมของสาหร่ายสไปรูลิน่า 10 % และในการให้อาหารสำเร็จรูปประเภทเร่งสีแก่ปลากินควรให้ในมื้อเช้า ส่วนในมื้อเย็นควรให้เป็นอาหารสด เนื่องจากอาหารสำเร็จรูปจะย่อยยากกว่าอาหารสด การให้ปลากินในตอนเช้าก็เพื่อให้ปลามีเวลาในการย่อยอาหารยาวนานขึ้น เพราะถ้าให้ปลากินอาหารสำเร็จรูปในมื้อเย็นพอพระอาทิตย์ตกดินปลาก็จะพักผ่อนหลับนอนซึ่งจะทำให้ระบบการย่อยอาหารของปลาทำงานไม่สะดวกและปลาจะรู้สึกอึดอัด

อากาศ หากในน้ำที่เลี้ยงปลามีออกซิเจนเพียงพอต่อความต้องการของปลาก็จะช่วยให้ปลาสดชื่นและกระปรี้กระเปร่าอยู่ตลอดเวลา ซึ่งความสมบูรณ์แข็งแรงของปลาจะช่วยส่งผลให้ปลามีสีสันและทรวดทรงสวยสดงดงามตามไปด้วย แต่ในการเป่าอากาศเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนลงในน้ำควรระวังอย่าให้ลมที่เป่าออกมาแรงจนเกินไป เพราะความแรงของลมหากมีมากเกินไปอาจเป็นเหตุให้ครีบและหางของปลาเกิดการคู่และเสียได้

สรุป

ปลาทองโดยทั่วไปจะมีอวัยวะลักษณะส่วนต่าง ๆ และหน้าที่คล้ายกับปลาโดยทั่วไป แต่จะมีรูปทรงที่แตกต่างกันออกไปตามชนิด ตามพันธุ์ของปลาทองชนิดนั้น ๆ สำหรับการเลี้ยงดูนั้นก็มีปัจจัยหลายอย่าง ๆ ที่จะมีผลต่อการเลี้ยงปลาทองให้ประสบผลสำเร็จ ปัจจัยเหล่านี้ก็แตกต่างกันออกไปจากปลาสวยงามชนิดอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับอุณหภูมิ ความหนาแน่น ระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ภาชนะที่ใช้เลี้ยง แสงแดด อาหาร รวมไปถึงระดับอากาศ

ดังนั้นจากปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะต้องมีในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของปลาทองเพราะปลาทองเป็นปลาที่มีความต้องการ การดูแลเอาใจใส่เป็นพิเศษ เพราะฉะนั้นเมื่อคิดที่จะต้องการเลี้ยงปลาทองก็ควรจะศึกษาเกี่ยวกับปลาทองให้ดี และต้องมีเวลาเพียงพอสำหรับการดูแลเอาใจใส่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้

จากปัจจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่า อากาศก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าปัจจัยอื่น ๆ เพราะอากาศมีความจำเป็นมากไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้แก่ปลาทำให้ปลามีความสดชื่น กระปรี้กระเปร่า มีสีสันและทรวดทรงสวยงาม แต่ในทางตรงกันข้ามเมื่อเราให้อากาศกับปลาอย่างไม่ถูกวิธี เช่น ความแรงของลมมากหรือน้อยเกินไป อาจจะเป็นเหตุให้เกิดความเสียหายแก่ปลาได้ ในส่วนนี้ก็ต้องขึ้นอยู่กับว่าเวลาเราเลือกซื้อเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้นั้นเหมาะสมเพียงใด ดังนั้นเราก็ควรที่จะศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของเครื่องก่อนที่จะทำการจัดซื้อเพื่อให้ได้เครื่องในลักษณะที่เหมาะสมกับปลาที่เราจะเลี้ยง

2.3.1 ลักษณะทั่วไปของเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้

วิริยะ สิริสิงห (2524 : 109-114) กล่าวว่า ลักษณะของเครื่องให้ออกซิเจนที่ทำมาขายมีแตกต่างกันออกไปส่วนมากมักเป็นกล่องสี่เหลี่ยมมีสายไฟต่อมาสำหรับไว้ต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เพื่อให้เครื่องทำงาน และมีท่อพลาสติกเล็กๆ เป็นทางอากาศออกติดก๊อกควบคุมปริมาณอากาศไว้ด้วย สำหรับเครื่องให้ออกซิเจนมี 2 ชนิด คือ ชนิดที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับหรือใช้กับไฟฟ้าในบ้านทั่ว ๆ ไป อีกชนิดหนึ่งใช้ไฟฟ้ากระแสตรง คือใช้กระแสไฟจากแบตเตอรี่ หรือ ถ่านไฟฉาย

การทดลองทางไฟฟ้าพบว่าเมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดหุ้มฉนวนพันรอบแท่งเหล็กอ่อน จะทำให้แท่งเหล็กมีอำนาจแม่เหล็กเกิดขึ้นได้นั่นคือ ถ้าเอาแผ่นเหล็กไปใกล้ ๆ ขดลวดอันนั้นแผ่นแม่เหล็กก็จะถูกดูดเข้าไปหาแท่งแม่เหล็ก และเมื่อหยุดปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวด อำนาจแม่เหล็กก็จะหมด แผ่นเหล็กที่ถูกดูดเข้าไปตอนแรกจะหลุดออก

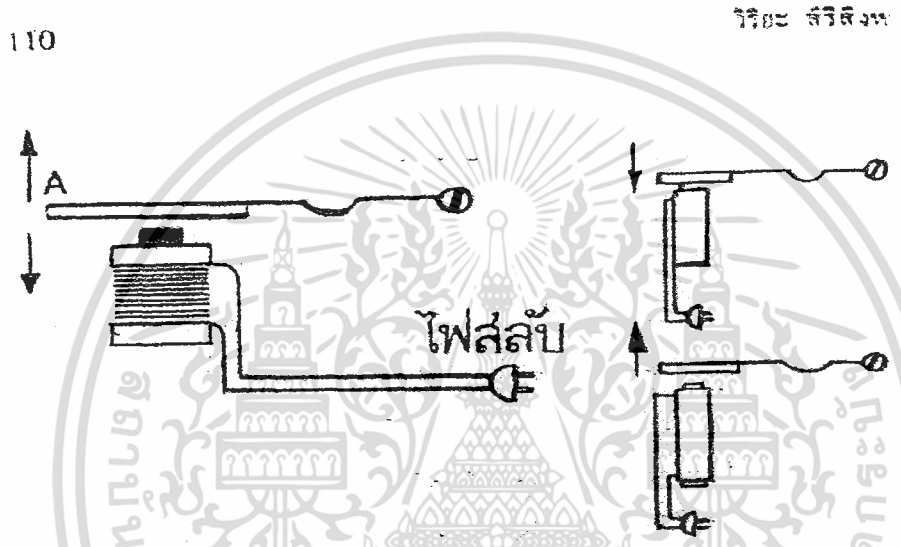
เนื่องจากไฟฟ้ากระแสสลับนั้นให้ความแรงเคลื่อนเปลี่ยนแปลงต่อเนื่องกันตลอดเวลา ตัวอย่างเช่น ไฟฟ้า 220 โวลท์ จะมีแรงตั้งแต่ 0 คือ ไม่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเลยแล้วค่อยๆ เพิ่มเป็น 1 2 3... จนสูงสุด 220 โวลท์ แล้วกลับลดลงมาเป็น 210, 200...จนถึง 0 และลดต่อไปเป็น -1 -2 -3..จนถึง -220 โวลท์ แล้วจะกลับเพิ่มขึ้นอีกคือเป็น -210 -205...จนมาถึง 0 ซึ่งเป็นการครบรอบครั้งหนึ่งเรียกว่า 1 ไซเกิล (cycle) จากนั้นจึงมีแรงเคลื่อนเป็น 1 2 3...จนกระทั่ง 220 โวลท์ อีก การเปลี่ยนแปลงของแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้สำหรับเมืองไทย กำหนดความเร็วประมาณ 60 รอบต่อวินาที หรือ 60 ไซเกิลต่อนาที

จะเห็นได้ว่าในหนึ่งรอบหรือหนึ่งไซเกิลแรงเคลื่อนเป็น 0 สองครั้ง ดังนั้นเมื่อเราต่อขดลวดของเราเข้ากับกระแสไฟสลับแล้วเอาแผ่นเหล็กสปริงมาอยู่ใกล้ ๆ แท่งเหล็กจะถูกดูดเข้าด้วยแรงแม่เหล็ก และดีดออกด้วยแรงสปริงอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้เพราะเมื่อแรงเคลื่อนเป็น 0 นั้น ขดลวดหมดอำนาจแม่เหล็กสปริงจะดีดแผ่นเหล็กกลับที่เดิม ใน 1 ไซเกิล แผ่นเหล็กถูกดูดเข้า 2 ครั้ง ดีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออก 2 ครั้ง ถ้าเป็นไฟฟ้า 60 ไซเกิล ในเวลาหนึ่งวินาทีสปริงจะถูกดูดเข้า 120 ครั้ง และสปริงดีดออก 120 ครั้งเหมือนกัน ฉะนั้นแผ่นเหล็กสปริงจึงเคลื่อนที่กลับไปกลับมาตลอดเวลา

จากภาพที่ 1 A เป็นปลายสุดของเหล็กสปริง เคลื่อนที่กลับไปกลับมา ตามแนวลูกศรชี้ตลอดเวลาที่มีไฟฟ้ากระแสสลับเข้าไปในขดลวด การเคลื่อนที่ของปลาย A นี้เองเราจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเครื่องให้ออกซิเจน เครื่องให้ออกซิเจนส่วนมากจะทำด้วยยางเป็นรูปทรงกระบอก

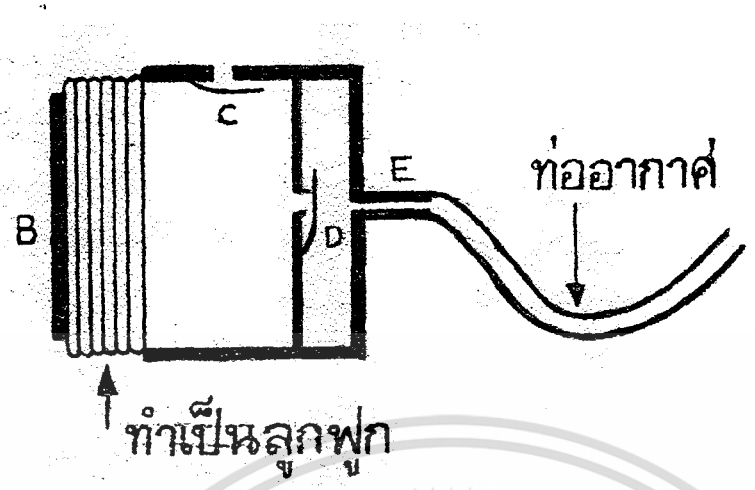


ภาพที่ 1 แสดงการสั่นกลับไปกลับมาของแผ่นเหล็กสปริง A เมื่อมีกระแสสลับเข้าไปในขดลวด
ที่มา : วิริยะ สิริสิงห (2524 : 110)

จากภาพที่ 2 ซึ่งเป็นภาพตัดให้เห็นด้านข้าง ทางปลาย B ทำเป็นลูกฟูกเพื่อให้สามารถยืดหยุ่นได้ C และ D เป็นสปริง E เป็นทางออกของอากาศซึ่งต่อท่อไปยังตู้เลี้ยงปลา

เมื่อกดที่ B อากาศภายในทรงกระบอกจะถูกอัดมีผลให้ลิ้น C ปิดอากาศออกไปทางลิ้นนี้ไม่ได้แต่ในขณะเดียวกันลิ้น D ก็เปิดปล่อยให้อากาศออกไปทาง E เมื่อเลิกกดที่ B ลูกฟูกจะพองตัว ลิ้น D ปิด อากาศกลับเข้าไม่ได้ แต่ลิ้น C จะถูกอากาศภายนอกดันให้เปิดอากาศเข้ามาเต็มกระบอก ถ้าเรากดที่ B ใหม่ อากาศก็จะถูกอัดให้ออกไปทาง D อีกเหมือนตอนแรก ถ้าเรากดทาง B แล้วปล่อยให้ติดต่อกันไป อากาศก็จะปั๊มออกไปตามท่อตลอดเวลา

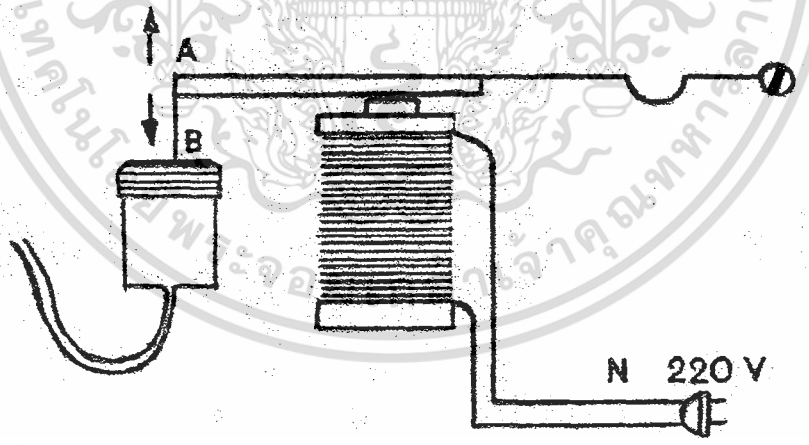
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะส่วนประกอบ และหลักการทำงานของที่ปั๊มอากาศ

ที่มา : วิริยะ สิริสิงห (2524 : 111)

เมื่อนำอุปกรณ์จากภาพที่ 1 และจากภาพที่ 2 มารวมกัน ดังภาพที่ 3 เครื่องให้ออกซิเจนก็สมบูรณ์ขึ้นทันที คือปลาย A จะเป็นตัวกดลงยกขึ้นที่ B ตลอดเวลาที่มีกระแสไฟฟ้า ทำให้อากาศถูกปั๊มออกต่อเนื่องกันไป

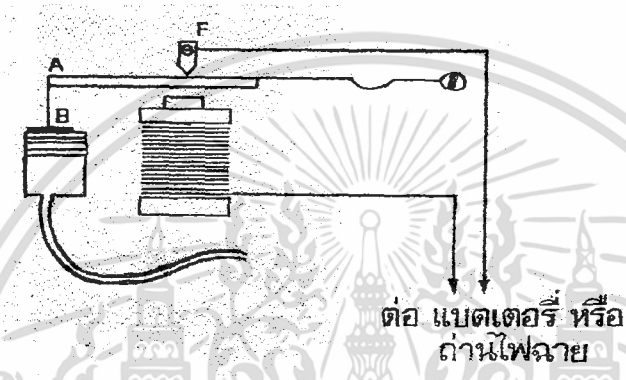


ภาพที่ 3 แสดงเครื่องให้ออกซิเจนไฟฟ้ากระแสสลับที่สมบูรณ์

ที่มา : วิริยะ สิริสิงห (2524 : 112)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเครื่องให้ออกซิเจนที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงหรือใช้ไฟจากแบตเตอรี่นั้นมีส่วนแตกต่างไปเล็กน้อยตรงตัวทำหน้าที่ปั๊มเท่านั้นเอง เนื่องจากไฟตรงไม่เปลี่ยนแปลงไซเกิลเหมือนกระแสสลับ จากภาพที่ 1 ถ้าปล่อยไฟตรงเข้าไป สปริงจะถูกดูดทำให้ปลาย A เคลื่อนลงมาติดอยู่กับแท่งเหล็ก ซึ่งจะหลุดก็ต่อเมื่อจ่ายกระแสไฟเท่านั้น จึงต้องมีอุปกรณ์ช่วยให้สปริงเคลื่อนที่กลับไปกลับมาได้ จากภาพที่ 4 จะเห็นว่าปลายของขดลวดข้างหนึ่งต่อกับขั้วหนึ่งของแบตเตอรี่ แต่อีกปลายหนึ่งต่อกับแผ่นเหล็กสปริงและอีกขั้วหนึ่งของแบตเตอรี่ ต่อกับปุ่ม F ซึ่งโดยปกติจะแตะอยู่กับแผ่นสปริง A



ภาพที่ 4 แสดงเครื่องให้ออกซิเจนไฟฟ้ากระแสตรงที่สมบูรณ์แบบ

ที่มา : วิริยะ สิริสิงห (2524 : 113)

2.3.2 หลักในการเลือกซื้อเครื่องให้ออกซิเจน สำหรับปลาตู้

วิเชษฐ ค้าสุวรรณ (2536 : 8)และปัญญา โพธิ์รัตนรัตน์ (2531 : 48) ได้กล่าวถึง การเลือกซื้อเครื่องให้ออกซิเจนใช้หลักในการพิจารณา ดังนี้

1. ควรเลือกซื้อเครื่องให้ออกซิเจนที่สามารถพ่นอากาศออกมาได้แรง และสม่ำเสมอตามปริมาตรที่กำหนดไว้บนเครื่อง

2. ควรเลือกซื้อเครื่องให้ออกซิเจนที่ไม่มีเสียงดังขณะทำงาน ซึ่งขึ้นกับบริษัทที่ออกแบบจะต้องเหมาะสม

3. ควรเลือกซื้อเครื่องให้ออกซิเจนที่เครื่องไม่ร้อนจัด เมื่อทำงานติดต่อกันนาน

4. ควรเลือกซื้อเครื่องให้ออกซิเจนที่มีความทนทาน และสามารถใช้งานได้ยาวนานโดยที่เครื่องไม่ชำรุดเสียหาย

5. เลือกซื้อเครื่องให้ออกซิเจนที่มีขนาดพอเหมาะกับงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 หลักในการติดตั้งเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้

วิเชษฐ ค้าสุวรรณ (2536 : 8)และปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ (2531 : 48-49) กล่าวว่า การติดตั้งเครื่องให้ออกซิเจนนับว่ามีความสำคัญมาก เพราะเป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับกระแสไฟฟ้า ถ้าติดตั้งไม่ถูกต้องอาจจะทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้ หลักในการติดตั้งเครื่องให้ออกซิเจนมีดังนี้

1. ควรติดตั้งเครื่องให้ออกซิเจนสูงกว่าตู้ปลา เพื่อไม่ให้เครื่องให้ออกซิเจนทำงานหนักมากกว่าปกติในการที่จะดันอากาศออกมา แต่ถ้าติดตั้งเครื่องให้ออกซิเจนต่ำกว่าระดับตู้ปลาจะทำให้เครื่องให้ออกซิเจนทำงานหนักกว่าปกติในการดันอากาศออกมา นอกจากนี้ในกรณีที่ไฟฟ้าดับระดับน้ำในตู้ปลาอาจไหลย้อนกลับไปตามสายยาง และเข้าสู่เครื่องให้ออกซิเจน ทำให้ไฟฟ้าลัดวงจรได้

2. ควรเลือกใช้เครื่องให้ออกซิเจนที่มีกำลังพ่นอากาศออกมาสมดุลกับขนาดของตู้ปลา

3. การติดตั้งเครื่องให้ออกซิเจน ไม่ควรติดตั้งในบริเวณที่มีฝุ่นละอองมาก เพราะฝุ่นละอองจะทำให้เครื่องให้ออกซิเจนอุดตันและเสียหายได้

4. ส่วนเครื่องให้ออกซิเจนที่ใช้กับชุดกรองน้ำใต้ทราย และระบบกรองน้ำในตู้ ต้องเปิดเครื่องให้ออกซิเจนทำงานตลอดเวลา

2.3.4 อุปกรณ์ประกอบเครื่องให้ออกซิเจน สำหรับปลาตู้

วิเชษฐ ค้าสุวรรณ (2536 : 9)และปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ (2531 : 49) กล่าวว่า เครื่องให้ออกซิเจนเป็นเพียงอุปกรณ์ที่ช่วยดันอากาศออกมาเพียงอย่างเดียวเท่านั้น การที่จะใช้เครื่องให้ออกซิเจนให้มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อีกหลายอย่าง เช่น หัวฟู่ สายยาง ข้อต่อ ลูกบิด การใช้อุปกรณ์ดังกล่าวมีรายละเอียด ดังนี้

1. สายยาง หรือสายออกซิเจน ควรเลือกซื้อสายออกซิเจนที่หนาและต้องไม่มีรอยรั่วเมื่อเวลาถูกทับ

2. ข้อต่อ ส่วนใหญ่ทำด้วยพลาสติกใช้ในการแยกอากาศที่มาจากเครื่องให้ออกซิเจน ข้อต่อที่ใช้มี 2 ทาง 3 ทาง และ 4 ทาง การเลือกซื้อข้อต่อต้องให้เหมาะสมกับขนาดและสภาพของตู้ปลา

3. หัวฟู่ หรือ หัวทราย เป็นส่วนที่ใช้กระจายอากาศที่มาจากเครื่องให้ออกซิเจนให้แพร่กระจายเป็นฝอยละเอียด การเลือกซื้อหัวฟู่ควรเลือกซื้อหัวฟู่ที่มีขนาดใหญ่ เพื่อถ่วงสายยางไม่ให้ลอย และหัวฟู่ที่ดีจะต้องไม่มีรอยสึกกร่อน

4. ลูกบิด ใช้สำหรับปรับอากาศที่ต่อมาจากเครื่องให้ออกซิเจน ให้แรงดันของอากาศมากหรือน้อย ส่วนใหญ่ลูกบิดปรับลมจะทำด้วยพลาสติกที่มีลักษณะเป็นเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้มีอยู่ 2 ชนิด ด้วยกันคือ แบบใช้ไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งมีหลักในการเลือกซื้อเครื่องให้ออกซิเจนนั้น ควรพิจารณาจากควรเลือกซื้อเครื่องให้ออกซิเจนที่สามารถพ่นอากาศออกมาได้แรง สม่ำเสมอ ไม่มีเสียงดัง ไม่ร้อนจัดขณะทำงานติดต่อกันนาน มีความทนทาน สามารถใช้งานได้ยาวนาน และมีขนาดพอเหมาะกับงาน

หลักในการติดตั้งเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ ควรติดตั้งเครื่องให้ออกซิเจนสูงกว่าตู้ปลา มีกำลังพ่นอากาศออกมาสมดุลกับขนาดของตู้ปลา ไม่ควรติดตั้งในบริเวณที่มีฝุ่นละอองมาก ส่วนเครื่องให้ออกซิเจนที่ใช้กับชุดกรองน้ำใต้ทราย และระบบกรองน้ำในตู้ ต้องเปิดเครื่องให้ออกซิเจนทำงานตลอดเวลา

เครื่องให้ออกซิเจนเป็นเพียงอุปกรณ์ที่ช่วยดันอากาศออกมาเพียงอย่างเดียว การที่จะใช้เครื่องให้ออกซิเจนให้มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อีกหลายอย่าง ได้แก่ หัว-ทราย ข้อต่อ ลูกบิด สายยาง หรือ สายออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการสร้างอุปกรณ์

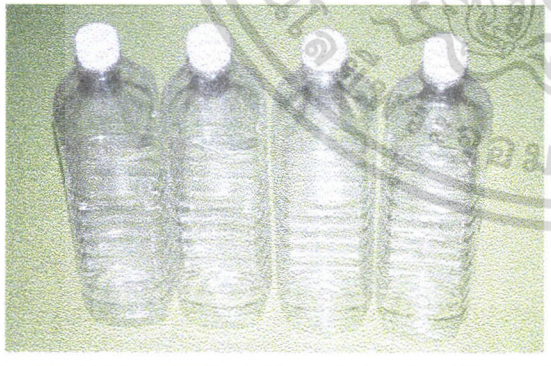
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้

ในการประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับตู้ปลา ได้จัดทำขึ้น 2 ครั้ง โดยครั้งที่หนึ่งมีอุปกรณ์ ดังนี้

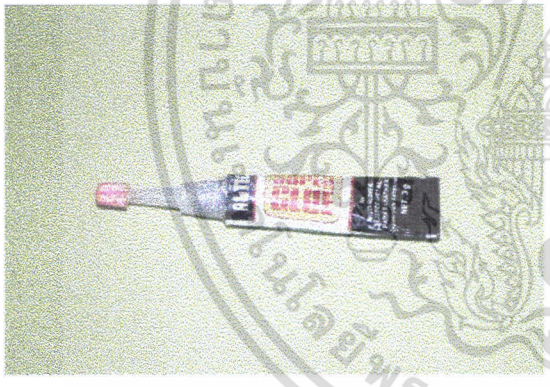
1. กระป๋องน้ำอัดลมปริมาตร 325 ซม. จำนวน 2 ใบ
2. สายยางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 และ 0.6 ซม.
3. กาว

เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ ในครั้งที่หนึ่งนั้นให้ออกซิเจนในปริมาณที่น้อยมากและไม่สามารถมองเห็นระดับน้ำที่อยู่ในกระป๋องได้ จึงได้จัดทำอุปกรณ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับตู้ปลาครั้งที่สอง ซึ่งได้จัดทำจำนวน 2 ขนาด ปริมาตร 1,500 ซม.^{3} จำนวน 2 ชุด และปริมาตรน้ำ 500 ซม.^{3} จำนวน 2 ชุด

อุปกรณ์

	ขวดน้ำปริมาตร 1,500 ซม.^{3}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ขวดน้ำปริมาตร 500 ซม.^{3}
	สายยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. และ 0.6 ซม.
	กาว
	ชุดโครงแขวนที่ใช้แขวนขวดน้ำ จำนวน 4 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนในการประดิษฐ์อุปกรณ์

3.2.1 วิธีดำเนินการ

การทำปัญหาพิเศษในรูปอุปกรณ์ เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ มีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้
2. ดำเนินการวางแผนในการสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้
3. เลือกและจัดซื้ออุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้
4. ดำเนินการประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้
5. ทดลองนำเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ไปใช้
6. ตรวจจุดบกพร่องของเครื่องและทำการแก้ไขเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้
7. ตรวจสอบความสมบูรณ์ถูกต้อง ของเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้อีกครั้งโดยอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษและอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ
8. จัดทำคู่มือการใช้และคำอธิบายประกอบการใช้เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับ-ปลาตู้
9. ทำเอกสารปัญหาพิเศษเป็นรูปเล่ม

3.2.2 การประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้

การประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ ได้จัดทำจำนวน 2 ขนาด ซึ่งปริมาตร 1,500 ซม.^{3} จำนวน 2 ชุด และปริมาตร 500 ซม.^{3} จำนวน 2 ชุด เหตุที่ได้ประดิษฐ์ให้แต่ละขนาดมีจำนวน 2 ชุด นั้น เนื่องจากแต่ละชุดจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ตรงที่ สายยางที่ต่อเข้าทางก้นของขวดน้ำนั้นจะมีขนาดแตกต่างกัน คือจะใช้สายยางที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 0.4 ซม. และ 0.6 ซม. เพื่อที่จะใช้เปรียบเทียบระยะเวลาที่มีอากาศออกของเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับตู้ปลาแต่ละชุด

ขั้นตอนการประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ มีดังนี้

การประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ ชุดที่หนึ่งที่มีปริมาตร 1,500 ซม.^{3}

1. ใช้ขวดน้ำที่มีปริมาตร 1,500 ซม.^{3} จำนวน 2 ใบ
2. นำขวดน้ำใบที่หนึ่งมาเจาะรูบริเวณก้นขวดให้มีขนาดเท่ากับสายยางที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. และเจาะรูบริเวณบนสุดของฝาให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำขวดน้ำใบที่สองมาเจาะรูเหมือนขวดน้ำใบที่หนึ่งแต่เจาะบริเวณฝาเพิ่มอีก 1 รู ซึ่งให้รูมีขนาดเท่าเดิม
4. ทำการประกอบอุปกรณ์
   - ใช้สายยางที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. ซึ่งมีความยาว 12 ซม. ต่อเข้าบริเวณรูที่เจาะไว้ของขวดน้ำใบที่หนึ่งเข้ากับใบที่สอง ซึ่งจะใช้กาวเป็นตัวเชื่อม
   - ใช้สายยางที่มีขนาดเท่าเดิม แต่มีความยาว 80 ซม. ต่อเข้าบริเวณบนขวด ซึ่งให้สายยางอยู่ในขวดน้ำใบที่หนึ่งยาว 30 ซม. แล้วโยงสาย-ยางส่วนที่เหลือลงในขวดน้ำใบที่สอง
   - ใช้สายยางที่มีขนาดเท่าเดิม ที่มีความยาว 30 ซม. ต่อเข้ากับรูข้างบน ที่เหลือ

หมายเหตุ

1. การประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ชุดที่สอง จะทำการสร้างแบบเดียวกันกับการสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ชุดที่หนึ่ง แต่ชุดที่สองจะแตกต่างกับชุดที่หนึ่งตรงที่ขนาดของรูที่เจาะบริเวณก้นขวดจะมีขนาดใหญ่ขึ้น คือ 0.6 ซม. ใช้สายยางที่มีความยาว 15 ซม.
2. การประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ชุดที่สามและชุดที่สี่จะแตกต่างกับชุดที่หนึ่งและชุดที่สอง คือชุดที่สามและชุดที่สี่จะใช้ปริมาตร 500 ซม.^{3} แทนขวดปริมาตร 1,500 ซม.^{3} และขนาดของรูที่เจาะบริเวณก้นขวดชุดที่สามจะเจาะให้มีขนาดเท่ากับชุดที่หนึ่งและชุดที่สี่จะเท่ากับชุดที่สอง ความยาวของสายที่ใช้ต่อระหว่างด้านบนของขวดที่หนึ่งยาว 59 ซม. จะแตกต่างจากชุดที่หนึ่งและชุดที่สองซึ่งยาว 80 ซม.

3.2.3 วิธีการใช้เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้

1. ก่อนที่จะใช้เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ทุกครั้งควรตรวจสอบสภาพของเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ก่อนว่าพร้อมที่จะใช้งานหรือไม่ โดยตรวจสอบว่าขวดที่ใช้บรรจุน้ำหรือว่าสายยางรั่วหรือไม่
2. เติมน้ำที่ขวดน้ำข้างที่เจาะรูข้างบนเพียงรูเดียว
3. นำสายยางที่ทางอากาศออกไปจุ่มที่ตู้ปลา
4. นำขวดน้ำทั้งสองไปแขวนกับชุดโครงแขวน ซึ่งขวดน้ำใบที่มีน้ำให้แขวนอยู่ในระดับที่สูงกว่าใบที่ไม่มีน้ำ หลังจากนั้นเครื่องก็จะทำงานเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สถานที่ใช้ในการประดิษฐ์อุปกรณ์

ในการสร้างอุปกรณ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ในครั้งนี้ จัดทำที่ 166/16 หมู่ 3 ซอยเกกีงาม 3 ถนนคุณหญิงเลี่ยม แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

3.4 ระยะเวลาในการประดิษฐ์อุปกรณ์

ในการสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ ใช้ระยะเวลา 5 สัปดาห์

1. สัปดาห์ที่ 1 ประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้
2. สัปดาห์ที่ 2-4 ทำการปรับปรุงแก้ไขเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้
3. สัปดาห์ที่ 5 ตกแต่งและเก็บรายละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข

4.1 การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข

4.1.1 การตรวจสอบอุปกรณ์

การนำอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นในครั้งแรก คือ การนำกระป๋องน้ำอัดลมปริมาตร 325 ซม.^{3} จำนวน 2 กระป๋อง โดยใช้สายยางต่อเข้าทางก้นกระป๋องน้ำอัดลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. และเจาะรูบนกระป๋องน้ำอัดลมกระป๋องหนึ่ง แล้วทำการทดสอบดูปริมาณอากาศที่ออก จะพบว่าอากาศออกในปริมาณที่น้อยมาก และไม่สามารถมองเห็นระดับของนำภายในกระป๋องน้ำอัดลมได้ เพราะว่ากระป๋องน้ำอัดลมนั้นมีลักษณะทึบแสง

4.1.2 การแก้ไขอุปกรณ์

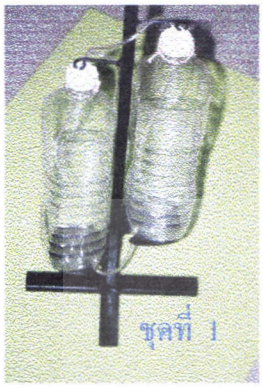
1. หลังจากที่นำเอากระป๋องน้ำอัดลมมาประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้นั้น ปรากฏว่าอากาศออกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงได้ทำการแก้ไข โดยการนำเอาขวดน้ำปริมาตร 500 ซม.^{3} มาประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ในลักษณะเดียวกันแทนการใช้กระป๋องน้ำอัดลม ผลปรากฏว่าอากาศออกในปริมาณที่มากกว่าการใช้กระป๋องน้ำอัดลม และสามารถมองเห็นระดับของน้ำภายในขวดบรรจุน้ำได้

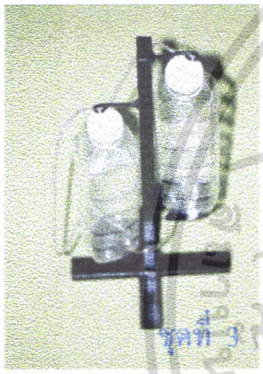
2. หลังจากนั้นจึงได้ใช้ขวดปริมาตร 1,500 ซม.^{3} ใช้สายยางที่ต่อเข้าทางก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. และ 0.6 ซม. และใช้ขวดปริมาตร 500 ซม.^{3} ใช้สายยางที่ต่อเข้าทางก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. และ 0.6 ซม. เพื่อที่ทำการเปรียบเทียบระยะเวลาที่อากาศออก ของเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ประดิษฐ์ขึ้นแต่ละขนาด

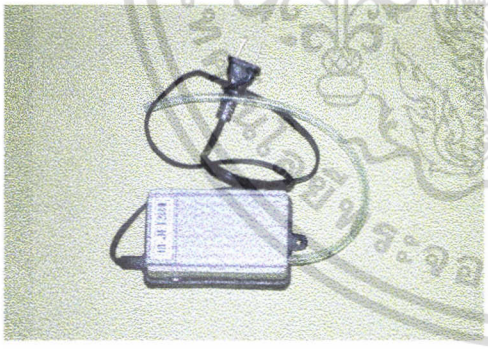
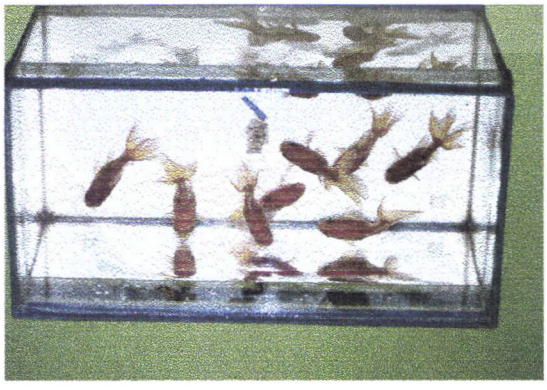
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 วิธีการทดสอบ

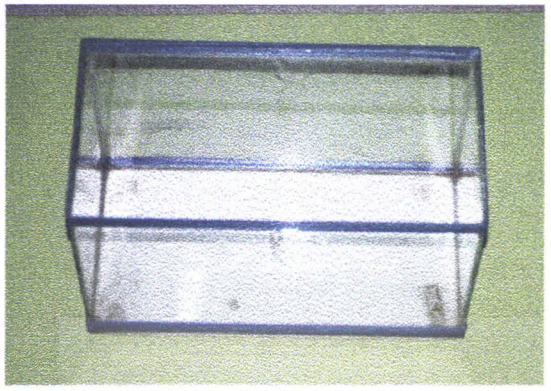
อุปกรณ์

<table>
<tr>
<td> 



</td>
<td>1. เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่สร้างขึ้น จำนวน 4 ชุด ได้แก่ 1) ปริมาตร 1,500 ซม.^{3} มีสายยางต่อเข้าทางก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม., 2) ปริมาตร 1,500 ซม.^{3} มีสายยางต่อเข้าทางก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 ซม., 3) ปริมาตร 500 ซม.^{3} มีสายยางต่อเข้าทางก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. และ 4) ปริมาตร 500 ซม.^{3} มีสายยางต่อเข้าทางก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 ซม.</td>
</tr>
<tr>
<td>  </td>
<td>2. เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ขายตามท้องตลาด จำนวน 1 ชุด ซึ่งใช้สายยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 ซม.</td>
</tr>
<tr>
<td>  </td>
<td>3. ปลาทองที่มีอายุ 5 เดือน จำนวน 10 ตัว</td>
</tr>
</table>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	4. ตู้ปลาที่มีขนาด 15 x 30 x 18.5 ซม.
	5. ชุดโครงแขวน 4 ชุด

ลักษณะของเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ประดิษฐ์

การประดิษฐ์เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ ชุดที่หนึ่งที่มีปริมาตร 1,500 ซม.^{3}

1. ใช้ขวดน้ำที่มีปริมาตร 1,500 ซม.^{3} จำนวน 2 ใบ
2. นำขวดน้ำใบที่หนึ่งมาเจาะรูบริเวณก้นขวดให้มีขนาดเท่ากับสายยางที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. และเจาะรูบริเวณบนสุดของฝาให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. เช่นกัน
3. นำขวดน้ำใบที่สองมาเจาะรูเหมือนขวดน้ำใบที่หนึ่งแต่เจาะบริเวณฝาเพิ่มอีก 1 รู ซึ่งให้รูมีขนาดเท่าเดิม
4. ทำการประกอบอุปกรณ์
   - ใช้สายยางที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. ซึ่งมีความยาว 12 ซม. ต่อเข้าบริเวณรูที่เจาะไว้ของขวดน้ำใบที่หนึ่งเข้ากับใบที่สอง ซึ่งจะใช้กาวเป็นตัวเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้สายยางที่มีขนาดเท่าเดิม แต่มีความยาว 80 ซม. ต่อเข้าบริเวณบนขวด ซึ่งให้สายยางอยู่ในขวดน้ำใบที่หนึ่งยาว 30 ซม. แล้วโยงสายยางส่วนที่เหลือลงในขวดน้ำใบที่สอง
- ใช้สายยางที่มีขนาดเท่าเดิม ที่มีความยาว 30 ซม. ต่อเข้ากับรูข้างบน ที่เหลือ

หมายเหตุ

1. การสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ชุดที่สอง จะทำการสร้างแบบเดียวกันกับการสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ชุดที่หนึ่ง แต่ชุดที่สองจะแตกต่างกับชุดที่หนึ่งตรงที่ขนาดของรูที่เจาะบริเวณก้นขวดจะมีขนาดใหญ่ขึ้น คือ 0.6 ซม. ใช้สายยางที่มีความยาว 15 ซม.
2. การสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ชุดที่สามและชุดที่สี่จะแตกต่างกับชุดที่หนึ่งและชุดที่สอง คือชุดที่สามและชุดที่สี่จะใช้ขวดปริมาตร 500 ซม.^{3} แทนขวดปริมาตร 1,500 ซม.^{3} และขนาดของรูที่เจาะบริเวณก้นขวดชุดที่สามจะเจาะให้มีขนาดเท่ากับชุดที่หนึ่งและชุดที่สี่จะเท่ากับชุดที่สอง ความยาวของสายที่ใช้ต่อระหว่างด้านบนของขวดที่หนึ่งยาว 59 ซม. จะแตกต่างจากชุดที่หนึ่งและชุดที่สองซึ่งยาว 80 ซม.

วิธีการทดสอบ

1. ติดตั้งอุปกรณ์ให้พร้อมที่จะทำงาน
2. เตรียมปลาทองที่จะใช้ในการทดลอง ใส่ลงในตู้ปลาขนาด 15 x 30 x 18.5 ซม. จำนวน 10 ตัว
3. การทดสอบ

   แบ่งการทดสอบออกเป็น 6 ทรีตเมนท์ แต่ละทรีตเมนท์ทำการสอบ 3 ซ้ำ (ตารางที่ 1) ซึ่งแต่ละครั้งจะใช้ปลาทอง จำนวน 10 ตัว โดยจับเวลาเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ในแต่ละทรีตเมนท์ของช่วงที่อากาศออกอย่างสม่ำเสมอและช่วงสุดท้ายที่อากาศจะหมดจากเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้น สังเกตและจดบันทึกอาการของปลาทองในแต่ละซ้ำต่อทรีตเมนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงการทดสอบเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้

ทรีตเมนท์ที่	ลักษณะของเครื่องที่ใช้ทำการสอบ	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)
1	เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ชุดที่หนึ่ง ซึ่งมีปริมาตร 1,500 ซม.^{3} มีสายยางต่อเข้าทางก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม.	3
2	เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ชุดที่สอง ซึ่งมีปริมาตร 1,500 ซม.^{3} มีสายยางต่อเข้าทางก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 ซม.	3
3	เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ชุดที่สาม ซึ่งมีปริมาตร 500 ซม.^{3} มีสายยางต่อเข้าทางก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม.	3
4	เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ชุดที่สาม ซึ่งมีปริมาตร 500 ซม.^{3} มีสายยางต่อเข้าทางก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 ซม.	3
5	เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ขายตามท้องตลาด ซึ่งใช้สายยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 ซม. (กลุ่มควบคุม)	3
6	ไม่ใช้เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้	3

4.3 ผลการทดสอบ

จากการจับเวลาที่อากาศออกอย่างสม่ำเสมอของเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้และสังเกตอาการของปลาทองในแต่ละทรีตเมนท์ (ตารางที่ 2) พบว่า ทรีตเมนท์ที่ 1 ให้ระยะเวลาอากาศออกอย่างสม่ำเสมอนานที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนท์ที่ 3, 2 และ 4 โดยเวลาที่อากาศออกสม่ำเสมอ คือ 7.92, 3.64, 2.72 และ 1.67 นาที ตามลำดับ อาการของปลาที่แสดงออกให้เห็นในช่วงระยะเวลาที่อากาศออกอย่างสม่ำเสมอ พบว่าปลาจะกระจายอยู่ทั่วตู้ปลา แต่พออากาศเริ่มจะหมด จะพบว่าปลาเริ่มว่ายน้ำมาอยู่รวมกลุ่มกันบริเวณใดบริเวณหนึ่งของตู้ปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้

ทรีตเมนท์ที่	การทดลองซ้ำที่	ผลการทดลอง						หมายเหตุ
		ระยะเวลาที่อากาศออกสม่ำเสมอ (นาที)	ค่าเฉลี่ย (นาที)	ส่วนเบี่ยง-เบนมาตร-ฐาน	ช่วงสุดท้ายที่อากาศออกไม่สม่ำเสมอจนอากาศหมด (นาที)	ค่าเฉลี่ย (นาที)	ส่วนเบี่ยง-เบนมาตร-ฐาน	
1	1	8	7.92	0.12	1.42	1.32	0.24	ช่วงที่อากาศออกอย่างสม่ำเสมอปลาจะกระจายอยู่ทั่วตู้พออากาศเริ่มจะหมดปลาจะอยู่รวมกลุ่มกัน
	2	8			1.00			
	3	7.75			1.55			
2	1	2.50	2.72	0.17	0.75	0.49	0.33	ช่วงที่อากาศออกอย่างสม่ำเสมอปลาจะกระจายอยู่ทั่วตู้พออากาศเริ่มจะหมดปลาจะอยู่รวมกลุ่มกัน
	2	2.75			0.33			
	3	2.92			0.38			
3	1	3.67	3.64	0.10	0.41	0.41	0.07	ช่วงที่อากาศออกอย่างสม่ำเสมอปลาจะกระจายอยู่ทั่วตู้พออากาศเริ่มจะหมดปลาจะอยู่รวมกลุ่มกัน
	2	3.75			0.33			
	3	3.50			0.50			
4	1	1.75	1.67	0.12	1.18	1.26	0.12	ช่วงที่อากาศออกอย่างสม่ำเสมอปลาจะกระจายอยู่ทั่วตู้พออากาศเริ่มจะหมดปลาจะอยู่รวมกลุ่มกัน
	2	1.50			1.43			
	3	1.75			1.17			
*5	1	10	10	0.00	-	-	-	ปลาจะอยู่กระจายกันทั่วตู้ ตลอดเวลาระยะเวลาที่ทำการทดลอง
	2	10			-			
	3	10			-			
**6	1	-	-	-	-	-	-	ปลาจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง
	2	-			-			
	3	-			-			

หมายเหตุ * เป็นกลุ่มควบคุมการทดลอง

** ไม่ให้ออกซิเจนกับปลาที่ใช้ทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 วิจารณ์ผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบจะพบรายละเอียดดังต่อไปนี้

ทรีตเมนท์ที่ 1 และทรีตเมนท์ที่ 2 จะสร้างจากขวดปริมาตร 1,500 ซม.^{3} แต่จะแตกต่างกัน คือใช้สายยางที่ก้นขวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. และ 0.6 ซม. ตามลำดับ จากผลการทดสอบจะปรากฏผลที่แตกต่างกันมาก คือระยะเวลาที่อากาศออกอย่างสม่ำเสมอเฉลี่ย 7.92 นาที และ 2.72 นาที ตามลำดับ เนื่องมาจากขนาดของสายยางที่ก้นขวดมีขนาดแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าสายยางมีขนาดเล็กกว่าจะให้ออกซิเจนได้ระยะเวลาที่นานมากกว่าสายยางที่มีขนาดใหญ่

ทรีตเมนท์ที่ 3 และทรีตเมนท์ที่ 4 จะสร้างจากขวดปริมาตร 500 ซม.^{3} แต่จะแตกต่างกัน คือใช้สายยางที่ก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. และ 0.6 ซม. ตามลำดับ จากผลการทดสอบจะปรากฏผลที่แตกต่างกัน คือระยะเวลาที่อากาศออกอย่างสม่ำเสมอเฉลี่ย 3.64 นาที และ 1.67 นาที ตามลำดับ เนื่องมาจากขนาดของสายยางที่ก้นขวดมีขนาดแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าสายยางมีขนาดเล็กกว่าจะให้ออกซิเจนได้ระยะเวลาที่นานมากกว่าสายยางที่มีขนาดใหญ่

ทรีตเมนท์ที่ 1 และทรีตเมนท์ที่ 3 จะสร้างจากขวดปริมาตร 1,500 ซม.^{3} และ 500 ซม.^{3} ซึ่งจะใช้สายยางที่ก้นขวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน คือ 0.4 ซม. ปรากฏว่าระยะเวลาที่อากาศออกอย่างสม่ำเสมอของทรีตเมนท์ที่ 1 จะให้อากาศมากกว่าทรีตเมนท์ที่ 3 เนื่องจากขนาดของขวดที่มีปริมาตรมากกว่า จึงสามารถให้ออกซิเจนในระยะเวลาที่นานกว่า สำหรับทรีตเมนท์ที่ 2 และทรีตเมนท์ที่ 4 ก็เช่นเดียวกัน คือ ทรีตเมนท์ที่ 2 จะให้อากาศในระยะเวลาที่นานกว่าเพราะว่าขวดที่มีปริมาตรที่มากกว่าทรีตเมนท์ที่ 4

จะเห็นได้ว่า ทรีตเมนท์ที่ 2 , ทรีตเมนท์ที่ 3 และทรีตเมนท์ที่ 4 มีระยะเวลาที่อากาศออกอย่างสม่ำเสมอเฉลี่ยใกล้เคียงกัน 2.72 , 3.64 และ 1.67 นาที ตามลำดับ

สำหรับลักษณะอาการของปลาในแต่ละทรีตเมนท์นั้นจะมีอาการเหมือนกัน คือ ในช่วงที่อากาศออกอย่างสม่ำเสมอนั้นปลาจะกระจายอยู่ทั่วตู้ปลา แต่พออากาศเริ่มจะหมดจนถึงระดับที่อากาศออกหมดปลาจะเริ่มว่ายน้ำมารวมกลุ่มกันบริเวณใดบริเวณหนึ่งของตู้ปลา แต่ละทรีตเมนท์จะแตกต่างกันตรงที่ระยะเวลาที่อากาศออกอย่างสม่ำเสมอ ทรีตเมนท์ที่ 1, 3, 2 และ 4 จะมีอากาศออกมากตามลำดับ คือ 7.92, 3.64, 2.72 และ 1.67 นาที ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่า อาการของปลาทองที่ใช้กับเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นจะแสดงให้เห็นว่ามีออกซิเจนเพียงพออยู่เพียงระยะหนึ่งที่อากาศออกอย่างสม่ำเสมอเท่านั้น หลังจากนั้นออกซิเจนก็จะไม่เพียงพอกับความต้องการของปลาทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับทรีตเมนท์ที่ 5 ที่เป็นกลุ่มควบคุมนั้น จะเห็นว่า มีออกซิเจนเพียงพอกับความต้องการของปลา ซึ่งเหมาะสำหรับที่จะใช้เลี้ยงปลาทอง เพราะว่าระดับความแรงของอากาศและระยะเวลาที่อากาศออกนั้นมีอยู่ตลอดเวลา ซึ่งต้องทำให้ต้องจ่ายค่ากระแสไฟฟ้ามากขึ้น เนื่องจากใช้เครื่องที่ให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ใช้กระแสไฟฟ้า

ทรีตเมนท์ที่ 6 จะเห็นว่า ออกซิเจนไม่มีเพียงพอที่ใช้สำหรับเลี้ยงปลา จึงไม่เหมาะที่จะทำการเลี้ยงปลาทอง ซึ่งเป็นปลาที่ไวต่อการขาดออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ในการจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้โดยการนำเอาเศษวัสดุที่เหลือใช้แล้วมาทำให้เกิดประโยชน์ รวมทั้งเป็นการช่วยประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าและลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับปลาทองที่เลี้ยงเมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าดับ

โดยเริ่มจากการศึกษาวิธีการสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ แล้วทำการจัดซื้ออุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ และดำเนินการสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ พร้อมกับจัดทำคู่มือการใช้เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ หลังจากนั้นทำการทดลองนำเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาไปใช้จริง

จากการทดสอบ เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่สร้างขึ้นมานั้นมีทั้งหมดจำนวน 4 ชุด เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ขายตามท้องตลาด 1 ชุด และไม่ใช้เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ 1 ชุด สามารถสรุปผลได้ดังนี้

ชุดที่หนึ่งและชุดที่สอง ใช้ขวดปริมาตร 1,500 ซม.^{3} สายยางที่ก้นขวดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. และ 0.6 ซม. ตามลำดับ เครื่องสามารถให้ออกซิเจนอย่างสม่ำเสมอ เป็นระยะเวลาเฉลี่ย 7.98 นาที และ 2.72 นาที ตามลำดับ และช่วงระยะเวลาที่อากาศออกไม่สม่ำเสมอจนถึงอากาศหมด เป็นระยะเวลาเฉลี่ย 1.32 นาที และ 0.49 นาที ตามลำดับ

ชุดที่สามและชุดที่สี่ ใช้ขวดปริมาตร 500 ซม.^{3} สายยางที่ก้นขวดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ซม. และ 0.6 ซม. ตามลำดับ เครื่องสามารถให้ออกซิเจนอย่างสม่ำเสมอ เป็นระยะเวลาเฉลี่ย 3.64 นาที และ 1.67 นาที ตามลำดับ และช่วงระยะเวลาที่อากาศออกไม่สม่ำเสมอจนถึงอากาศหมด เป็นระยะเวลาเฉลี่ย 0.41 นาที และ 1.26 นาที ตามลำดับ

ชุดที่ห้า ใช้เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ขายตามท้องตลาด ใช้สายยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 ซม. ใช้ระยะเวลา 10 นาที เป็นตัวควบคุมการทดลอง

ชุดที่หก ไม่ใช้เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้กับปลาที่ทดลอง เป็นระยะเวลา 10 นาที เพื่อที่ใช้ในการเปรียบเทียบลักษณะอาการของปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่สร้างขึ้นทั้งหมดจำนวน 4 ชุด จะพบว่าเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ชุดที่หนึ่งจะเหมาะสมที่จะใช้เลี้ยงปลาตู้มากที่สุด เนื่องจากระยะเวลาที่อากาศออกและความสม่ำเสมอของอากาศที่ออกมากกว่าชุดอื่น

แต่เมื่อเปรียบเทียบระดับของอากาศที่ออกของเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่สร้างขึ้นกับเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ขายตามท้องตลาด จะพบว่าเครื่องให้ออกซิเจนที่ขายตามท้องตลาดจะมีระดับอากาศออกอย่างสม่ำเสมอและระยะเวลานานกว่า และปลาทองที่ใช้เลี้ยงกับออกซิเจนที่ขายตามท้องตลาดจะสามารถอยู่ได้ดีกว่าเลี้ยงกับเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่สร้างขึ้น

สำหรับอาการของปลาทองที่ใช้ทำการทดสอบปรากฏว่า ปลาทองจะอยู่กระจายทั่วตู้ปลาในช่วงที่มีออกซิเจน แต่ถ้าไม่มีออกซิเจนปลาทองจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มบริเวณใดบริเวณหนึ่งของตู้ปลา เมื่อเปรียบเทียบเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาที่ประดิษฐ์ขึ้น จะพบว่า เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่มีความเหมาะสมที่สุด ที่จะนำไปใช้เลี้ยงปลา คือชุดที่ 1 เท่านั้น สำหรับชุดที่ 2, 3 และ 4 นั้นยังให้ออกซิเจนน้อย เนื่องจากการเกิดขบวนการกาลักน้ำไม่ได้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

แต่เมื่อเปรียบเทียบอาการของเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ประดิษฐ์ขึ้นกับเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ขายตามท้องตลาด จะพบว่าเครื่องให้ออกซิเจนที่ขายตามท้องตลาดจะทำให้ปลากระจายกันอยู่ได้ตลอดเวลาที่มีกระแสไฟฟ้าและเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ที่ประดิษฐ์ขึ้นจะอยู่ได้เพียงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น หลังจากนั้นเมื่ออากาศหมดปลาก็จะกลับมาอยู่รวมกลุ่มกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการเปรียบเทียบที่ประดิษฐ์ขึ้นกับการไม่ใช้เครื่องให้ออกซิเจนจะพบว่า ปลาที่ให้ออกซิเจนจะกระจายอยู่ทั่วตู้ปลา แต่ปลาที่ไม่ได้ให้ออกซิเจนจะอยู่รวมกันบริเวณมุมใดมุมหนึ่งของตู้ ฉะนั้นการใช้เครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้กับปลาจึงมีความเหมาะสมมากกว่าไม่ให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในการสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ปัญหาที่พบคือ ในการสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้เพื่อที่จะให้ออกซิเจนเกิดขึ้นตลอดเวลานั้น ผลปรากฏว่าสามารถสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้ได้เพียงระยะหนึ่งเท่านั้น เพราะจะสังเกตได้จากการทดลองซึ่งจะพบว่าออกซิเจนออกได้เพียงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้นออกซิเจนก็จะไม่ออกแล้ว เนื่องจากขบวนการกาลักน้ำไม่ได้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้อากาศไม่ออกตลอดเวลาด้วย เมื่อระดับน้ำในขวดอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันทั้งสองขวดทำให้อากาศเริ่มออกอย่างไม่สม่ำเสมอ แล้วก็จะหยุดในที่สุด จึงอาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับปลาที่เลี้ยงได้ และระยะเวลาที่ใช้ในค้นคว้าวิธีการสร้างเครื่องให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจนสำหรับปลาตู้โดยให้เกิดวิธีกาลักน้ำนั้นไม่เพียงพอ จึงเป็นเหตุทำให้การสร้างเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้มีอากาศออกเพียงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น

ข้อเสนอแนะ

สำหรับผู้จัดทำการสร้างหรือปรับปรุงเครื่องให้ออกซิเจนสำหรับปลาตู้นั้น ผู้ที่จะทำการสร้างควรที่จะคิดหาวิธีให้เกิดวิธีกาลักน้ำขึ้นภายในขวดบรรจุน้ำเพื่อที่จะให้น้ำไหลเวียนอยู่ตลอดเวลา เพราะเมื่อน้ำไหลเวียนอยู่ตลอดเวลาแล้วนั้นก็จะทำให้ออกซิเจนออกตลอดเวลาเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จุฬาภรณวลัยลักษณ์ สมเด็จพระเจ้าลูกยาเธอเจ้าฟ้า. 2530. (เมื่อปลา)...เทวดาตกสวรรค์ การเพาะเลี้ยงปลาเทวดา คู่มือการลี้ยงปลาน้ำจืด. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : ศิริยอดการพิมพ์. 88 น.

ชมรมเลี้ยงปลาสวยงาม. มปป. ปลาน้ำจืดสวยงามพันธุ์ไทย. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์. 122 น.

ชาติ ไชยฌงค์. 2534. ปลาทอง. ม.ป.พ. 95 น.

ชูศักดิ์ แสงธรรม. มปป. เทคนิคเพาะเลี้ยงปลาตู้. กรุงเทพฯ : มิตรสยาม. 106 น.

เชือน กัลมาพิจิตร์. 2530. ตำราการเลี้ยงปลาตู้. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์. 231 น.

ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์. 2531. เทคนิคการเลี้ยงและการเพาะพันธุ์ปลาสวยงาม. กรุงเทพฯ : คณะวิชาเกษตรและอุตสาหกรรม สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์ จันทรเกษม. 364 น.

วิเชษฐ ค้าสุวรณ. 2536. หลักการเบื้องต้นในการจัดตู้ปลา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช. 646 น.

วิริยะ สิริสิงห. 2524. คู่มือการเลี้ยงปลาตู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศิลสมัยการพิมพ์. 133 น.

วิมล เหมะจันทร. 2540. ชีววิทยาปลา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 318 น.

สุรศักดิ์ วงศ์กิตติเวชกุล. 2532. คู่มือการเลี้ยงปลาทอง ฉบับสมบูรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บูรพาศิลป์การพิมพ์. 228 น.

อิทธิพร จันทร์เพ็ญ. 2531. การเพาะเลี้ยงปลาสวยงามน้ำจืด. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ช่อนนทรี. 92 น.

โอ คอนเนลล์และวอเบอร์ เอฟ. 2518. วิธีการเลี้ยงปลาตู้น้ำเค็ม. กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา. 168 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกที่ 1 แสดงความแตกต่างของสายยางที่ก้นขวดของชุดที่หนึ่งกับชุดที่สอง

ภาคผนวกที่ 2 แสดงความแตกต่างของสายยางที่ก้นขวดของชุดที่สามกับชุดที่สี่

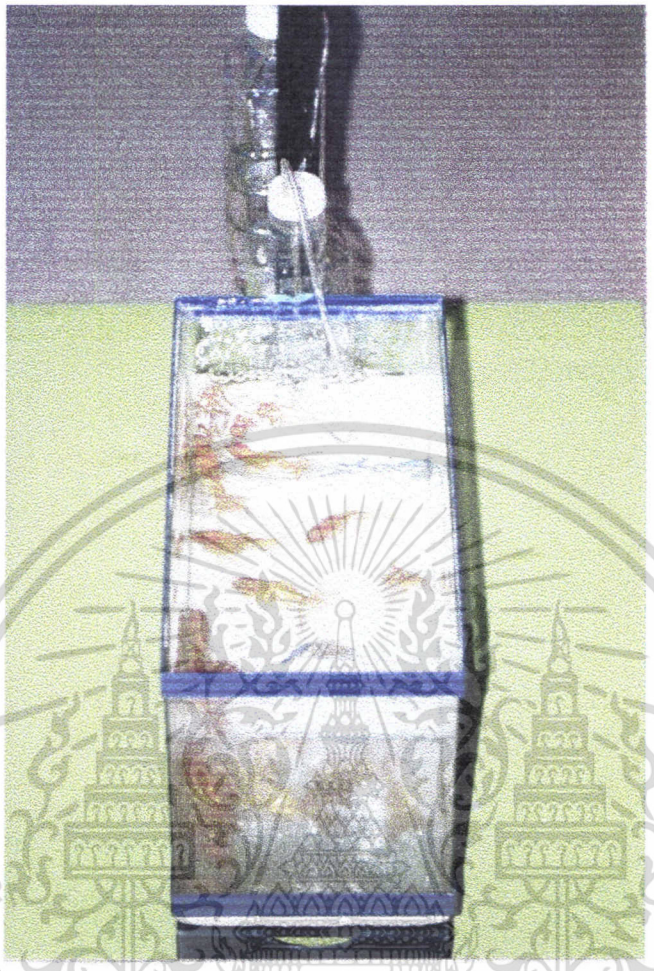
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกที่ 3 แสดงการทดลองของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่หนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

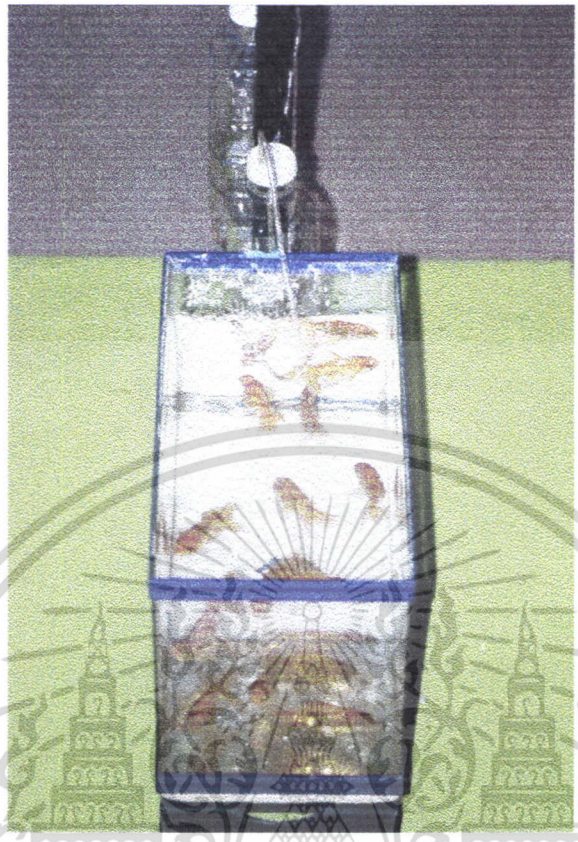
ภาคผนวกที่ 4 แสดงการทดลองของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวกที่ 5 แสดงการทดลองของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่สาม

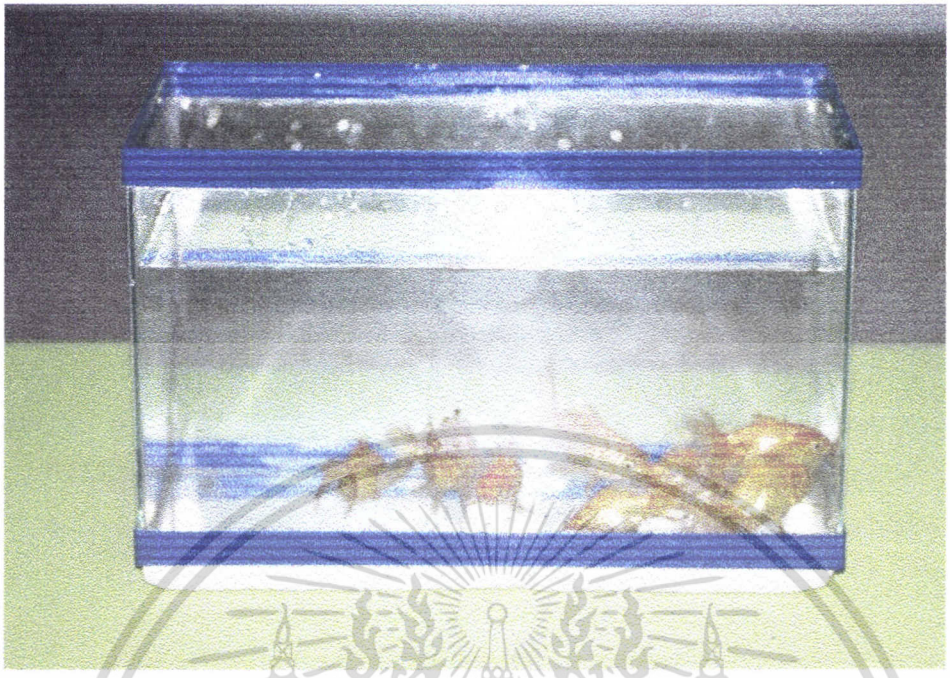
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



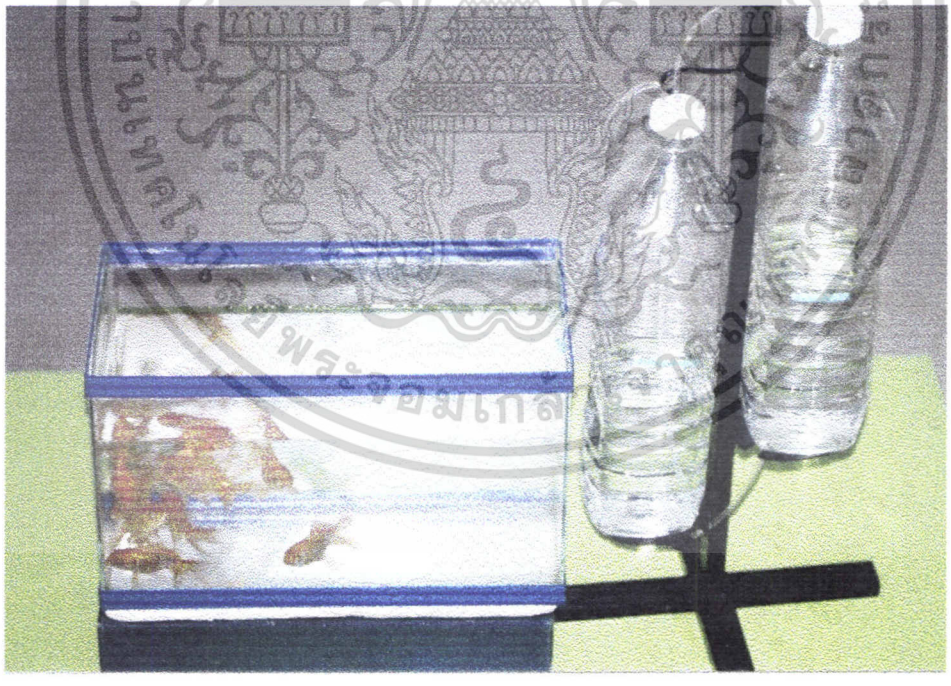
ภาคผนวกที่ 6 แสดงการทดลองของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่สี่

ภาคผนวกที่ 7 แสดงการทดลองของเครื่องที่มีขายตามท้องตลาด (เป็นกลุ่มควบคุม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



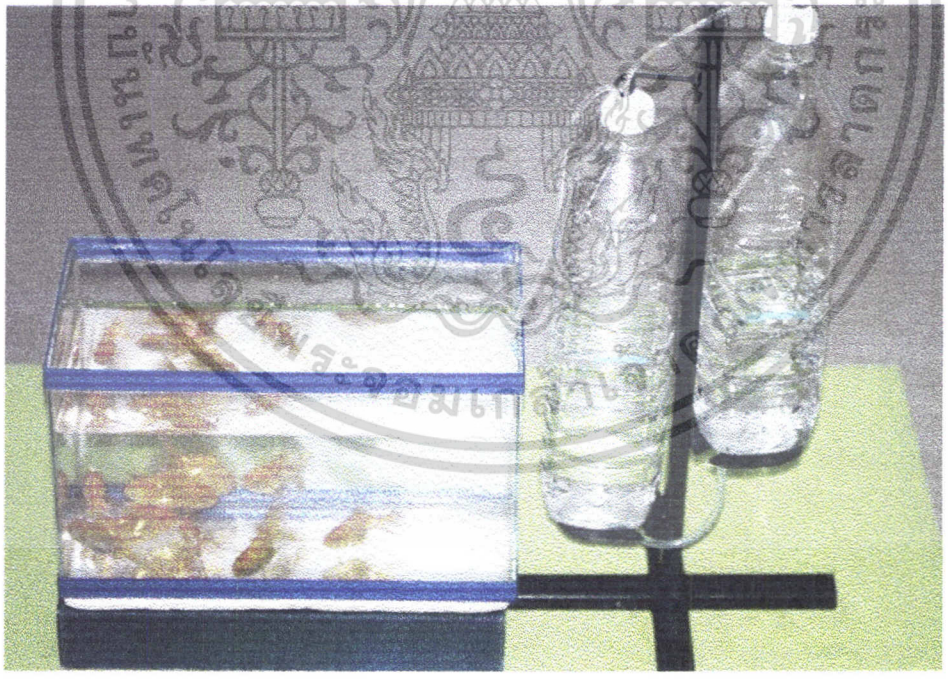
ภาคผนวกที่ 8 แสดงการทดลองที่ไม่ให้ออกซิเจน



ภาคผนวกที่ 9 แสดงระดับน้ำที่ออกซิเจนหมดของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่หนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกที่ 10 แสดงระดับน้ำที่ออกซิเจนหมดของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่สอง



ภาคผนวกที่ 11 แสดงระดับน้ำที่ออกซิเจนหมดของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่สาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกที่ 12 แสดงระดับน้ำที่ออกซิเจนหมดของเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นชุดที่สี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้