ระดับการประเมินคุณภาพ

☐ ดีเยี่ยม ☑ ดีมาก

☐ ดี ☐ ปานกลาง

เปรียบเทียบผลผลิตปลานิลจากบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยว ในพื้นที่โครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงายในพระองค์ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ

ประพัฒน์พงศ์ ทักษิณสัมพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน

ชื่อเรื่อง

เปรียบเทียบผลผลิตปลานิลจากบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยว ในพื้นที่โครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงายในพระองค์ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ

โดย

ประพัฒน์พงศ์ ทักษิณสัมพันธ์

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญญัติ มนเทียรอาสน์)

วันที่ 17 เดือน ก.พ. พ.ศ. 2553

กรรมการที่ปรึกษา .....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปราโมช ศีตะโกเศศ)

วันที่ 17 เดือน ก.พ. พ.ศ. 53

กรรมการที่ปรึกษา .....

(รองศาสตราจารย์ธนรักษ์ เมฆขยาย)

วันที่ 17 เดือน ก.พ. พ.ศ. 53

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร .....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปราโมช ศีตะโกเศศ)

วันที่ 17 เดือน ก.พ. พ.ศ. 53

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

วันที่ 17 เดือน ก.พ. พ.ศ. 2553

ชื่อเรื่อง เปรียบเทียบผลผลิตปลานิลจากบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยวในพื้นที่โครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงายในพระองค์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ

ชื่อผู้เขียน นายประพัฒน์พงศ์ ทักษิณสัมพันธ์

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน

ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญญัติ มนเทียรอาสน์

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างปลานิลที่ได้จากบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยว และศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิล ตลอดจนเปรียบเทียบต้นทุนและรายได้ระหว่างเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลทั้งสองรูปแบบ เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ ซึ่งประกอบด้วยเกษตรกรผู้ร่วมวิจัย 2 กลุ่มๆ ที่ 1 เป็นเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีซึ่งมีการเลี้ยงกบนาในกระชังและปลูกผักบุ้งร่วมด้วย กลุ่มที่ 2 เป็นเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยวซึ่งเลี้ยงปลานิลเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีกิจกรรมอื่นประกอบ ทั้งนี้การศึกษาดังกล่าวปราศจากการควบคุมสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เป็นไปตามสภาพปกติที่เกษตรกรปฏิบัติจริง

ผลจากการศึกษาพบว่าผลผลิตปลานิลที่ได้จากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลระหว่างบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบพบว่ามีเพียงความโปร่งแสงเท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้ปัจจัยที่ได้ศึกษาทั้งหมดอยู่ในช่วงที่เหมาะสมและไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลานิล นอกจากนี้พบว่าการเจริญเติบโตของปลานิลในบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยวแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสัมพันธ์ยิ่งกับปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ ($r = 0.381^{**}$, $p<0.01$) โดยที่ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์แสดงการเพิ่มจำนวนขึ้นตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษา ($b = 0.714^{**}$, $p<0.01$) ส่วนในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีพบว่าการเจริญเติบโตของปลานิลแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ($r = 0.291^{*}$, $p<0.05$), ($r = 0.527^{**}$, $p<0.01$) ตามลำดับ โดยที่ปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์แสดงการเพิ่มจำนวนขึ้นตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษา ($b = 0.895^{*}$, $p<0.05$), ($b = 0.967^{**}$, $p<0.01$) ตามลำดับ และอาหารกบนาซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกิจกรรมที่เพิ่มขึ้นในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีแสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสัมพันธ์ต่อการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนสัตว์ ($r = 0.362^{*}$, $p<0.05$) ซึ่งเป็นอาหารตามธรรมชาติของปลานิล ดังนั้นการเลี้ยงกบนาในกระชังจึงเป็นกิจกรรมที่สามารถเสริมร่วมกับการเลี้ยงปลานิล

แบบชีววิถีได้ แม้ว่าจะไม่แสดงอิทธิพลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของปลานิลก็ตาม นอกจากนี้ ผักบุ้งที่ปลูกในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีพบว่าแสดงการลดจำนวนลง ($b = -0.104^{**}$, $p<0.01$) เนื่องจากปลานิลมีพฤติกรรมกัดกินระบบรากทำให้ผักบุ้งไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ดังนั้นหากมีวิธีการที่เหมาะสมแล้วนั้นการปลูกผักบุ้งจะเป็นอีกกิจกรรมหนึ่งที่สามารถเสริมร่วมกับการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีได้

ผลจากการศึกษาต้นทุนและรายได้ของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลทั้งสองรูปแบบ พบว่าเมื่อสิ้นสุดการศึกษาเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีมีรายได้สุทธิจากผลผลิตปลานิลและกบนามากกว่าเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยวซึ่งมีรายได้สุทธิจากผลผลิตปลานิลเพียงอย่างเดียว คิดเป็นร้อยละ 96 ของรายได้สุทธิที่เกษตรซึ่งเลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยวได้รับ

ผลจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการเลี้ยงกบนาในกระชังและการปลูกผักบุ้งร่วมกับการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีเป็นกิจกรรมเสริมที่แสดงความสัมพันธ์กันอย่างเกื้อกูลตามทฤษฎีห่วงโซ่อาหาร ซึ่งเป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์จากพื้นที่การเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับภูมิสังคมและสามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรนอกเหนือจากการเลี้ยงปลานิลเพียงอย่างเดียวได้เป็นอย่างดี

Title Comparison of Nile Tilapia Production Between Polyculture And Monoculture of Fish Ponds At Muang Ngai Special Agriculture Project Under The Patronage of Her Majesty Queen Sirikit

Author Mr. Prapatpong Taksinsumphaun

Degree of Master of Science in Geosocial Based Sustainable Development

Advisory Committee Chairperson Assistant Professor Dr.Bunyat Montein-Art

ABSTRACT

The objectives of this study were : 1) to compare the Nile Tilapia production which obtained from polyculture and monoculture ponds ; 2) to study some influences which effected fish growth and 3) to compare production costs and returns between farmers of the two groups of Nile Tilapia culture after rearing the fish for 19 weeks. There were two sample groups in this study ; 1) farmers rearing Nile Tilapia together with Common Lowland Frog in cages and Woolly Morning–Glory convolve rearing and 2) farmers rearing only Nile Tilapia. This study did not have environmental control because of the actual situation.

Results of this study showed that there was no statistically significant in the Nile Tilapia obtained from both of the polyculture and monoculture ponds ($p>0.05$). In case of the influences which influence growth performance of Nile Tilapia in both ponds, it was found that only water transparency had statistically significant difference ($p<0.05$). However, all influences which investigated in this study were appropriate period of time and it did not have an effect towards growth performance of Nile Tilapia. Also, the growth performance of Nile Tilapia in the monoculture ponds showed highly significant relationship with zooplankton ($r = 0.381^{**}$, $p<0.01$). Meanwhile, there was an increase of the amount of zooplankton ($b = 0.714^{**}$, $p<0.01$). For the polyculture ponds, it was found that the growth performance of Nile Tilapia showed both of a significant and highly significant relationships with the amount of phytoplankton and zooplankton ($r = 0.291^{*}$, $p<0.05$ and $r = 0.527^{**}$, $p<0.01$), respectively. It was found that there was an increase of the amount of phytoplankton and zooplankton throughout the study period ($b = 0.895^{*}$, $p<0.05$ and $b = 0.967^{**}$, $p<0.01$), respectively. Frog feed which was the by-product

obtained from the polyculture ponds showed a significant relationship with an increase of the amount of zooplankton ($r = 0.362^{*}$, $p<0.05$), zooplankton is the natural feed for Nile Tilapia. Therefore, frog rearing in the cages could be the activity to be promoted in rearing with polyculture of Nile Tilapia even though it had no influence towards growth performance of the Nile Tilapia. Besides, there was a decrease of the presence of the Woolly Morning–Glory convolve ($b = -0.104^{**}$, $p<0.01$) because of fish feeding the root system of this plant. Therefore, Woolly Morning–Glory convolve rearing in the Nile Tilapia pond is another activity which can be promoted if there is an appropriate method.

With regards to the investigation of production costs and returns of both methods of Nile Tilapia culture, it was found that the farmers rearing Nile Tilapia by polyculture could earn more net income than the farmers using the monoculture method at 96 percent.

It could be concluded that the Common Lowland Frog together with Woolly Morning–Glory convolve in Nile Tilapia ponds by thc polyculture method should be promoted since it renders assistance to each other in the form of food chain. Polyculture could be promoted the effective benefits in the land use of Thai agriculture. Also, polyculture truly conforms to the Geo-social based principle and it could help increase revenue for farmers rearing Nile Tilapia.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญญัติ มนเทียรอาสน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ปราโมช ศีตะโกเศศ และรองศาสตราจารย์ธนรักษ์ เมฆขยาย กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำและพิจารณาความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณหัวหน้าสุนันท์ ศิริมากุล ประมงจังหวัดนราธิวาส ในขณะนั้นเป็นผู้ซึ่งมอบโอกาสให้ข้าพเจ้าได้เข้ารับการศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.สุเมธ ตันติเวชกุล เลขาธิการมูลนิธิชัยพัฒนา ผู้ซึ่งมอบโอกาสให้ข้าพเจ้าได้รับพระราชทานทุนการศึกษาจากสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา สยามบรมราชกุมารีฯ อันเป็นเกียรติประวัติอย่างสูงยิ่งแก่ข้าพเจ้าและวงศ์ตระกูล

ขอขอบพระคุณครอบครัว เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่ให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ประพัฒน์พงศ์ ทักษิณสัมพันธ์

กุมภาพันธ์ 2553

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(11)
สารบัญภาพ	(12)
สารบัญภาพผนวก	(13)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของการศึกษา	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
ขอบเขตของการศึกษา	3
สมมติฐานของการศึกษา	4
นิยามศัพท์	4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	6
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปลานิล	6
อนุกรมวิธานและลักษณะทางอนุกรมวิธานของปลานิล	6
ชีววิทยาบางประการของปลานิล	8
ความต้องการสารอาหารของปลานิล	11
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลา	16
การเลี้ยงปลานิลในประเทศไทย	17
การเลี้ยงปลาแบบชีววิถี	22
การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	26
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกบนา	28
อนุกรมวิธานของกบนา	28
ชีววิทยาบางประการของกบนา	28
การเลี้ยงกบนา	31

หน้า

อาหารและการให้อาหารกบนา 32
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยงปลา 33
ค่าความเป็นกรด-ด่าง 34
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 36
อุณหภูมิ 40
สารประกอบไนโตรเจน 42
ไฮโดรเจนซัลไฟด์ 46
คาร์บอนไดออกไซด์ 47
ความเป็นกรด 49
ความเป็นด่าง 50
ความกระด้าง 51
ฟอสฟอรัส 52
ความขุ่น 53
ความโปร่งแสง 54
คุณภาพน้ำทางชีวภาพ 54
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลประกอบการฟาร์ม 56
การพัฒนาตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ 58
บทที่ 3 วิธีการศึกษา 61
สถานที่ทำการศึกษา 61
การวางแผนการศึกษา 61
การเตรียมการศึกษา 62
การดำเนินการศึกษา 62
การเก็บข้อมูลระหว่างการศึกษา 63
การวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษา 65
บทที่ 4 ผลการศึกษา 66
ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว 66
ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิล และผลผลิตของปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว 68
เปรียบเทียบต้นทุนและรายได้ระหว่างการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว 76

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและวิจารณ์ 79
ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว 79
ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของ
ปลานิลและผลผลิตปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว 79
เปรียบเทียบต้นทุนและรายได้ระหว่างการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว 84
ข้อเสนอแนะ 85
บรรณานุกรม 87
ภาคผนวก 93
ภาคผนวก ก ประมวลภาพกิจกรรมระหว่างการศึกษา 94
ภาคผนวก ข ประวัติผู้วิจัย 103

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ปริมาณและจำนวนมื้อของอาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยงปลานิล	15
2	องค์ประกอบของธาตุอาหารและความชื้นในมูลสัตว์ต่าง ๆ	27
3	ความสัมพันธ์ระหว่างอายุและความหนาแน่นในการเลี้ยงกบนา	32
4	ปริมาณและจำนวนมื้อของอาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยงกบนา	33
5	อิทธิพลของความเป็นกรด-ด่าง ที่มีต่อการเจริญเติบโตของปลา	35
6	อิทธิพลของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำต่อการเจริญเติบโตของปลาเขตอบอุ่น	40
7	ความเข้มข้นของแอมโมเนียทั้งหมด (NH_3, NH_4^+) ที่มีในน้ำได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลา (NH_3 ต้องไม่เกิน 0.025 มิลลิกรัมต่อลิตร)	45
8	ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว	66
9	ค่าพิสัยของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเจริญเติบโตของปลานิล (ระยะเวลา 19 สัปดาห์)	69
10	ผลการศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลระหว่างบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว (ระยะเวลา 19 สัปดาห์)	69
11	ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลเมื่อเทียบกับระยะเวลาการเลี้ยงปลานิล 19 สัปดาห์	70
12	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษาจากบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีเมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ (N = 60)	72
13	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษาและกิจกรรมที่เพิ่มขึ้นจากบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี	72
14	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษาจากบ่อเลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยวเมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ (N = 60)	73
15	เปรียบเทียบต้นทุนและรายได้จากการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว	76

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ปลานิล	7
2	สมการแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการเจริญเติบโตในรูปของน้ำหนักของปลานิลที่เลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์	67
3	สมการแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการเจริญเติบโตในรูปของความยาวของปลานิลที่เลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์	68
4	สัดส่วนของต้นทุนการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์	77
5	สัดส่วนของต้นทุนการเลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์	77

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก		หน้า
1	เตรียมกระชังกบนาในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี	95
2	เตรียมบ่อเลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยว	95
3	การเลี้ยงกบนาแบบกระชังในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี	96
4	การเลี้ยงกบนาในกระชังในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี	96
5	เกษตรกรผู้ร่วมวิจัยให้อาหารปลานิลในบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยว	97
6	เกษตรกรผู้ร่วมวิจัยให้อาหารกบนาในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี	97
7	เกษตรกรผู้ร่วมวิจัยมีส่วนร่วมในการเก็บข้อมูลของปัจจัยที่ศึกษา	98
8	การเก็บข้อมูลปัจจัยที่ศึกษาด้วยชุดทดสอบทางเคมีภาคสนาม	98
9	การเก็บข้อมูลปัจจัยที่ศึกษาด้วยชุดทดสอบทางเคมีภาคสนาม	99
10	การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแพลงก์ตอนพืชและสัตว์	99
11	ทอดแหเพื่อสุ่มชั่งน้ำหนักและวัดขนาดความยาวของปลานิล	100
12	ทอดแหเพื่อสุ่มชั่งน้ำหนักและวัดขนาดความยาวของปลานิล	100
13	ชั่งน้ำหนักและวัดขนาดความยาวของปลานิล	101
14	ชั่งน้ำหนักและวัดขนาดความยาวของปลานิล	101
15	เกษตรกรผู้ร่วมวิจัยใช้ประโยชน์จากผลผลิตกบนาเพื่อบริโภคในครัวเรือน	102
16	ผักบุ้งไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติเนื่องจากปลานิลกัดกินระบบราก	102

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญของการศึกษา

ในอดีตประเทศไทยอุดมสมบูรณ์ไปด้วยทรัพยากรธรรมชาติโดยเฉพาะทรัพยากรสัตว์น้ำดังคำกล่าวที่ว่า "ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว" ราษฎรสามารถได้ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรดังกล่าวเพื่อการดำรงชีพอย่างทั่วถึงกัน แต่ในปัจจุบันพบว่าทรัพยากรเหล่านั้นกลับมีแนวโน้มลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นตลอดจนกิจกรรมต่างๆ ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในธรรมชาติ ด้วยเหตุนี้รัฐบาลจึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาและส่งเสริมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อให้ราษฎรสามารถลดการพึ่งพิงอาศัยทรัพยากรจากธรรมชาติลงและเพื่อให้มีแหล่งโปรตีนเพื่อการบริโภคในครัวเรือนเป็นทางเลือกมากยิ่งขึ้น แต่กระบวนการพัฒนาและส่งเสริมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไปสู่ท้องถิ่นมักประสพปัญหาและขาดความต่อเนื่อง เนื่องจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมักให้ความสำคัญกับการใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมากกว่าที่จะให้ความสำคัญกับอาหารตามธรรมชาติที่มีอยู่บางส่วนแล้วในระบบนิเวศ จึงเป็นการเพิ่มภาระด้นทุนการผลิตในการใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูประหว่างการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั้งที่การสร้างอาหารตามธรรมชาติและการใช้ผลพลอยได้จากกิจกรรมการเกษตรในท้องถิ่นในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนั้นมีบทบาทสำคัญและมีส่วนช่วยให้การดำเนินการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ กรมประมง (2551) รายงานว่าการใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูประหว่างการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีแนวโน้มเพิ่มปริมาณมากขึ้นอย่างมาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคตได้ จากการที่เกษตรกรถ่ายเทน้ำจากบ่อเลี้ยงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติโดยขาดการบำบัดที่ดีพอ และจากการศึกษาของ กรมควบคุมโรค (2551) พบว่าผู้บริโภคสัตว์น้ำในปัจจุบันนั้นมีความเสี่ยงที่จะได้รับสารตกค้างและสิ่งปนเปื้อนจากวัตถุดิบในการผลิตอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเช่น สารเมลามีนหรือยาปฏิชีวนะต่างๆ ซึ่งการได้รับสารตกค้างดังกล่าวอย่างต่อเนื่องแม้เพียงปริมาณเล็กน้อยก็ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้บริโภคเป็นอย่างมาก ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวคิดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบชีววิถีซึ่งเป็นรูปแบบการเกษตรชีววิถีที่มุ่งเน้นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในระบบนิเวศอย่างสมดุลและมีประสิทธิภาพ ทั้งยังเป็นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากกิจกรรมดังกล่าวด้วย

โชคชัย (2548) ได้ให้คำนิยามของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบชีววิถีว่าหมายถึง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำร่วมกับการทำกิจกรรมอื่นที่เอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกันอย่างมีประสิทธิภาพโดย

อาศัยหลักความสมดุลของระบบนิเวศและการอาศัยอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยของสิ่งมีชีวิตตามหลักการถ่ายทอดพลังงานในรูปห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศแหล่งน้ำ นอกจากนี้ Moss (1982) กล่าวว่าการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบชีววิถีนั้นเป็นการบริหารจัดการทรัพยากรในระบบนิเวศเพื่อการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพและให้ความสำคัญกับความหลากหลายทางชีวภาพ จากการศึกษาของ บัญญัติและคณะ (2550) พบว่าองค์ประกอบชีวภาพในห่วงโซ่อาหารเช่น สัตว์หน้าดิน แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ มีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในบ่อแบบชีววิถี จากการที่นักวิชาการประมงหลายท่านได้ให้ความสนใจและศึกษาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบชีววิถี ทำให้ปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบชีววิถีโดยมีกิจกรรมที่สอดคล้องหลายรูปแบบด้วยกัน แต่อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญไม่น้อยไปกว่ากันก็คือการถ่ายทอดแนวคิดและองค์ความรู้เหล่านั้นสู่ชุมชนเพื่อให้ราษฎรมีความสามารถในการจัดการระบบการผลิตสัตว์น้ำอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งนอกจากเกษตรกรจะสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้แล้ว รูปแบบเกษตรชีววิถียังสามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดจนสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีให้แก่ราษฎรและผู้บริโภคได้อีกด้วย สอดคล้องกับการพัฒนาตามแนวพระราชดำริ จากการรายงานของ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2539) ที่ได้รายงานพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ตอนหนึ่งความว่า "..นอกจากเทคโนโลยีที่ใหญ่โตระดับสูงสำหรับใช้ในงานใหญ่ๆ ที่ต้องการผลมากๆ แล้ว แต่ละคนควรจะคำนึงถึงและคิดค้นเทคโนโลยีอย่างง่ายๆ ควบคู่กันไป เพื่อช่วยให้กิจการที่ใช้ทุนรอนน้อยมีโอกาสนำมาใช้ได้โดยสะดวกและได้ผลด้วย.." ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษารูปแบบการเกษตรชีววิถีให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้และถ่ายทอดสู่ชุมชนให้เกิดความยั่งยืนในการพัฒนารักษาสมดุลของความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและลดผลกระทบของกิจกรรมต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นที่น่ายินดีเป็นอย่างยิ่งที่ในปัจจุบันมีหลายหน่วยงานได้ริเริ่มการพัฒนาโดยยึดหลักชีววิถีดังกล่าว จากการรายงานของ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2548) ที่รายงานว่าได้ริเริ่มโครงการชีววิถีเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนและโครงการดังกล่าวมีส่วนช่วยทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ระหว่างชุมชน นอกจากนี้ยังได้สนับสนุนการพัฒนาเกษตรชีววิถีในรูปแบบต่างๆ ให้เกิดเป็นรูปธรรมอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ชุมชนสามารถพึ่งตนเองได้อย่างแท้จริง

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตปลานิลที่ได้จากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลและผลผลิตของปลานิลที่ได้จากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว
3. เพื่อศึกษาต้นทุนและรายได้ระหว่างเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลจากการศึกษาสามารถสร้างองค์ความรู้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบชีววิถีและสามารถถ่ายทอดแนวคิดดังกล่าวแก่เกษตรกรผู้ร่วมวิจัยได้ และเมื่อเกษตรกรผู้ร่วมวิจัยมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ก็จะสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้เหล่านั้นสู่ชุมชนเพื่อนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพภูมิสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป นอกจากนี้องค์กรต่างๆ ที่ให้ความสำคัญกับรูปแบบการเกษตรชีววิถียังสามารถศึกษาและถ่ายทอดสู่ชุมชนเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน สอดคล้องกับการพัฒนาตามพระราชปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ในการที่จะเพิ่มความสามารถในการพึ่งพาตนเองและพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนในชุมชนต่อไป

ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตปลานิลที่ได้จากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลและผลผลิตปลานิลที่ได้จากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว ตลอดจนศึกษาต้นทุนและรายได้จากการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว โดยศึกษาจากการเลี้ยงปลานิลของเกษตรกรในพื้นที่บ้านห้วยเป้า ตำบลเมืองงาย อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ และการเลี้ยงปลานิลในพื้นที่โครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงายในพระองค์ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยการศึกษาในครั้งนี้ปราศจากการควบคุมสิ่งแวดล้อม (On farm research) ซึ่งเป็นสภาพปกติที่เกษตรกรปฏิบัติจริงเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์

สมมติฐานของการศึกษา

1. การเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีนั้น เป็นรูปแบบการเลี้ยงปลานิลซึ่งใช้หลักพึ่งพิงกันโดยธรรมชาติตามทฤษฎีห่วงโซ่อาหาร (Food chain) ซึ่งหมายความว่าปลานิลที่เลี้ยงจะต้องได้รับอาหารตามธรรมชาติซึ่งแหล่งน้ำนั้นๆ สามารถผลิตได้ร่วมกับการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป

จากสมมติฐานนี้ เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิตปลานิลจากการสร้างอาหารตามธรรมชาติขึ้นภายในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีร่วมกับการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป เพราะฉะนั้นการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี ควรจะมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าการเลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยว

2. การเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี ซึ่งมีกิจกรรมการเลี้ยงกบนาในกระชังและปลูกผักบุ้งร่วมด้วยนั้น โดยหลักการแล้วเป็นการใช้พื้นที่การเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถสร้างรายได้และผลผลิตแก่เกษตรกรนอกเหนือจากผลผลิตของปลานิลเพียงอย่างเดียว

จากสมมติฐานนี้ การเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีสามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรจากผลผลิตกบนาและผักบุ้ง นอกเหนือจากผลผลิตปลานิลเพียงอย่างเดียว อันเป็นการใช้ประโยชน์จากพื้นที่การเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ

นิยามศัพท์

เพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้มีขอบเขตที่ชัดเจน และมีความเข้าใจที่ถูกต้องตรงกันในความหมายของศัพท์ที่ใช้ จึงกำหนดความหมายเฉพาะไว้ดังนี้

เกษตรกรผู้ร่วมวิจัย หมายถึง เกษตรกรในพื้นที่บ้านห้วยเป้า ตำบลเมืองงาย อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ และลูกจ้างเลี้ยงปลานิลในโครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงายในพระองค์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

การเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี หมายถึง การเลี้ยงปลานิลโดยมีกิจกรรมการเลี้ยงกบนาในกระชังและปลูกผักบุ้งร่วมในบ่อเลี้ยงดังกล่าว

การเลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยว หมายถึง การเลี้ยงปลานิลเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีกิจกรรมอื่นร่วม

อาหารตามธรรมชาติ หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในระบบนิเวศของบ่อเลี้ยงปลาในลักษณะของห่วงโซ่อาหารได้แก่ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์หน้าดินต่างๆ ตัวอ่อนของแมลงต่างๆ ตลอดจนซากพืชซากสัตว์ซึ่งปลานิลสามารถใช้ประโยชน์ได้

อาหารสมทบ หมายถึง อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลากินพืช (โปรตีนไม่น้อยกว่า 17.5%) และอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับกบ (โปรตีนไม่น้อยกว่า 30%) ในกรณีบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิล หมายถึง ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมที่แสดงอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิล เช่น คุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิล รวมถึงอาหารตามธรรมชาติที่ปลานิลสามารถใช้ประโยชน์ได้

ต้นทุนการผลิต หมายถึง ต้นทุนทั้งหมดที่เกษตรกรใช้ในการผลิตปลานิล ซึ่งรวมถึงต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ ทั้งนี้เกษตรกรอาจใช้เงินสดจ่ายไปเพื่อให้ได้มาซึ่งปัจจัยการผลิตและหมายความรวมถึงค่าใช้จ่ายที่คำนวณเป็นตัวเงินโดยที่เกษตรกรไม่ต้องใช้เงินสดจ่ายไปเพื่อให้ได้มาซึ่งปัจจัยการผลิต

รายได้ทั้งหมด หมายถึง ผลตอบแทนที่เป็นตัวเงินจากการจำหน่ายผลผลิตโดยคำนวณจากราคาของผลผลิตที่จำหน่ายในท้องถิ่นและหมายความรวมถึงผลตอบแทนที่ไม่เป็นตัวเงินซึ่งคำนวณจากการใช้ประโยชน์โดยการบริโภคผลผลิตนั้นๆ

ค่าเสียโอกาสของที่ดิน หมายถึง ค่าเสียโอกาสของค่าเช่าที่ดินต่อปีในกรณีที่เกษตรกรให้ผู้อื่นเช่าที่ดินของตนเพื่อทำประโยชน์แทนการเลี้ยงปลานิลของเกษตรกร

ค่าเสียโอกาสของเงินทุน หมายถึง ค่าเสียโอกาสของดอกเบี้ยเงินฝากต่อปีที่เกษตรกรจะได้รับจากธนาคารในกรณีที่เกษตรกรฝากเงินสดที่จ่ายไปในการเลี้ยงปลานิล

ค่าเสื่อมราคา หมายถึง มูลค่าของทรัพย์สินถาวรซึ่งลดลงเนื่องจากการใช้ประโยชน์ เช่น ค่าเสื่อมราคาของวัสดุอุปกรณ์ในการเลี้ยงกบนาจากการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี

ค่าแรงงาน หมายถึง แรงงานภายในครอบครัวที่ใช้ในการเลี้ยงปลานิล โดยคำนวณเป็นเงินสดจากอัตราค่าจ้างแรงงานในท้องถิ่น

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

เพื่อให้ผู้อ่านได้ทราบถึงแนวคิดและวัตถุประสงค์ของการศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตปลานิลจากบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยว ในพื้นที่โครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงายในพระองค์ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ จึงได้ทำการค้นคว้าเอกสารงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและเรียบเรียงเป็นลำดับ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปลานิล
2. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกบนา
3. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลา
4. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลประกอบการฟาร์ม
5. การพัฒนาตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปลานิล

อนุกรมวิธานและลักษณะทางอนุกรมวิธานของปลานิล (มานพ และคณะ, 2536)

Kingdom Animal

Phylum Chordata

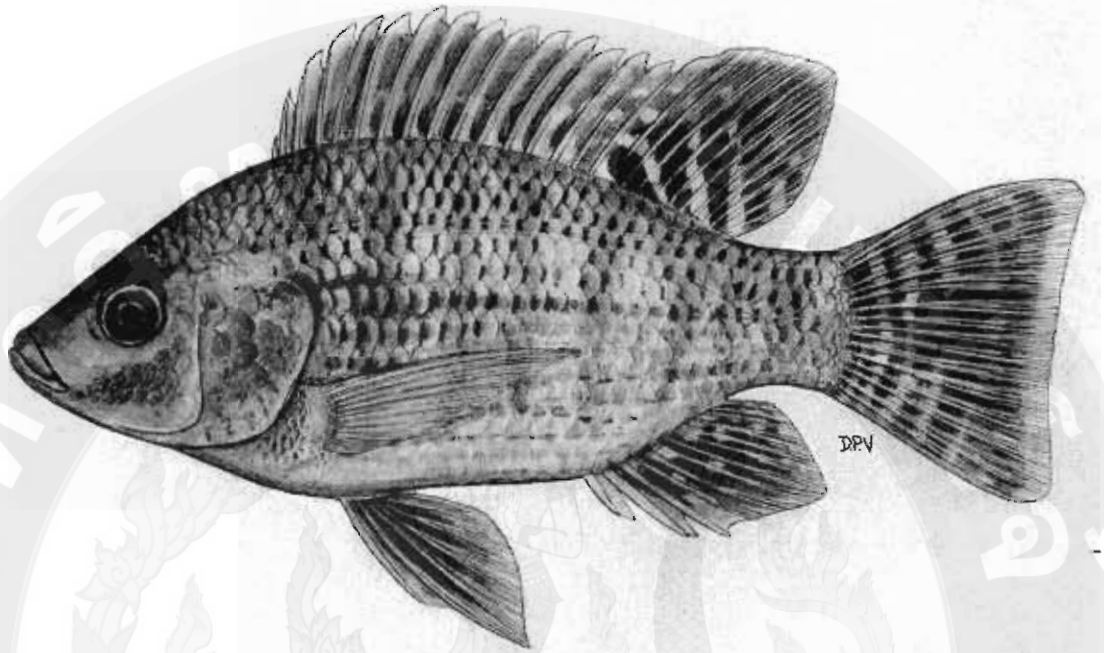
Class Actinopterygii

Order Perciformes

Family Cichlidae

Genus Oreochromis

Species niloticus (Linn.)



ภาพ 1 ปลานิล
ที่มา: กรมประมง (2551:ระบบออนไลน์)

ปกรณ์ และคณะ (2541) รายงานว่าปลานิลเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งที่มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Oreochromis niloticus* และมีชื่อสามัญว่า Nile tilapia จัดอยู่ในวงศ์ Cichidae มีรูปร่างและลักษณะคล้ายกับปลาหมอเทศ ปลานิลมีลำตัวมีสีเขียวปนน้ำตาล มีริมฝีปากบนและล่างเสมอกัน บริเวณแก้มมีเกล็ด 4 แถวและมีจุดสีเข้มอยู่ 1 จุด มีลายพาดขวางตามลำตัว 9-10 แถบ มีครีบหลังเพียง 1 ครีบซึ่งประกอบด้วยก้านครีบแข็ง 15-18 อัน และก้านครีบอ่อน 12-14 อัน ส่วนครีบก้นประกอบด้วยก้านครีบแข็ง 3 อัน และก้านครีบอ่อน 9-10 อัน บริเวณส่วนอ่อนของครีบหลังครีบก้น และครีบหางจะมีจุดสีขาวและดำตัดขวาง มีเกล็ดตามแนวเส้นข้างตัว 33 เกล็ด ทางด้านข้างของลำตัวมีเกล็ดตามแนวเฉียงจากตอนต้นของครีบหลังลงมาถึงเส้นข้างตัว 5 เกล็ด และมีเกล็ดจากเส้นข้างตัวลงมาถึงส่วนหน้าของครีบก้น 13 เกล็ด (ภาพ 1)

ชีววิทยาบางประการของปลานิล

อุดม (2547) รายงานว่าปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย เลี้ยงง่ายโตเร็วมีความแข็งแรงและอดทน ปลานิลสามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ดี มีนิสัยชอบอยู่รวมกันเป็นฝูงยกเว้นเฉพาะช่วงเวลาสืบพันธุ์ จากการศึกษาพบว่าปลานิลสามารถทนต่อความเค็มได้ถึง 20 ส่วนในพัน และยังสามารถดำรงชีวิตได้ในช่วงอุณหภูมิที่ค่อนข้างกว้าง กล่าวคือช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 11-42 องศาเซลเซียส แต่อย่างไรก็ตามปลานิลจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เป็นเพราะถิ่นกำเนิดเดิมของปลานิลนั้นอยู่ในเขตร้อน ในกรณีที่อุณหภูมิของน้ำลดต่ำลงกว่า 16 องศาเซลเซียส จะส่งผลทำให้ปลานิลจะหยุดกินอาหารและปลานิลจะตายเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดต่ำลงกว่า 4.5 องศาเซลเซียส มนัส (2549) ได้รายงานว่าปลานิลสามารถอาศัยได้ดีในน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างในช่วง 6.5-8.3 และพบว่าปลานิลจะเริ่มตายเมื่อความเป็นกรด-ด่างของน้ำอยู่ในช่วง 5.5-6.5 ปลานิลจะตายทั้งหมดเมื่อความเป็นกรด-ด่างของน้ำอยู่ในช่วง 3.5-4.5

จากการศึกษาของ Spataru (1982) พบว่าปลานิลเป็นปลาที่กินทั้งพืชและเนื้อ (Omnivorous) ชอบกินสาหร่าย แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และอินทรียวัตถุที่อยู่ก้นบ่อ Jauncey and Ross (1982) รายงานว่าปลานิลมีฟันอยู่ที่บริเวณขากรรไกรและกระดูกคอซึ่งทำหน้าที่บดอาหารให้มีขนาดเล็ก ปลานิลนั้นไม่มีกระเพาะอาหารแท้เหมือนปลากินเนื้อแต่มีการพัฒนาทางเดินอาหารที่อยู่ถัดจากหลอดคอ ให้มีลักษณะคล้ายกระเพาะอาหารเรียกว่ากระเพาะดัดแปลง (Modifiled stomach) นอกจากนี้การศึกษาของ Moriarty (1973) และกรมประมง (2534) พบว่ากระเพาะดัดแปลงของปลานิลมีลักษณะที่พิเศษคือสามารถหลั่งน้ำย่อยที่มีความเป็นกรดสูงซึ่งในบางครั้งความเป็นกรด-ด่างของน้ำย่อยอาจต่ำกว่า 1.5 ทำให้ปลานิลสามารถย่อยอาหารที่มีเยื่อใยสูง แพลงก์ตอนและซากพืชซากสัตว์ได้ดี Maid et al. (1979) รายงานว่าลำไส้ของปลานิลมีความยาวประมาณ 6-8 เท่าของความยาวลำตัว ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการย่อยและการดูดซึมอาหารรวมทั้งเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์บางชนิดที่สามารถสังเคราะห์สารอาหารประเภทวิตามินที่เป็นประโยชน์ต่อปลานิล

จากการศึกษาของ มานพ และคณะ (2536) พบว่าปลานิลเป็นปลาที่กินอาหารอยู่ตลอดเวลา กินอาหารได้ทั้งผิวน้ำ กลางน้ำ และพื้นท้องน้ำ ส่วนอาหารที่กินนั้นจะแตกต่างกันตามขนาดของปลา อย่างไรก็ตามอาหารส่วนใหญ่ของปลานิลจะเป็นแพลงก์ตอนได้แก่ พวกไดอะตอม และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้งที่มีชีวิตและเน่าเปื่อยบริเวณก้นบ่อ นอกจากนี้ปลานิลยังกินดะไคร่น้ำ สัตว์หน้าดินต่างๆ ตัวอ่อนของกุ้งและปู และยังสามารถใช้ประโยชน์จากมูลไก่ตลอดจนซากของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ได้ดี สอดคล้องกับรายงานของ Viola and Arieli (1983) ซึ่งรายงานว่าอาหารส่วน

ใหญ่ของปลานิลขนาดใหญ่และตัวเต็มวัยเป็นพวกพืชและการที่ปลานิลมีทางเดินอาหารยาวมากกว่าความยาวของลำตัวหลายเท่าจึงทำให้ปลานิลสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีเยื่อใยมากได้ดี

กรมประมง (2551) รายงานว่าปลานิลนั้นสามารถผสมและแพร่ขยายพันธุ์ได้ตลอดปี โดยใช้เวลา 2 - 3 เดือนต่อครั้ง แต่ถ้าได้รับอาหารอย่างเพียงพอและเหมาะสมจะสามารถผสมและแพร่ขยายพันธุ์ได้ถึง 5-6 ครั้งต่อปี และจากการศึกษาพบว่าปลานิลเริ่มมีวิวัฒนาการของรังไข่และถุงน้ำเชื้อเมื่อมีขนาดความยาวของลำตัวตั้งแต่ 6.5 เซนติเมตรขึ้นไป ดังนั้นการเลี้ยงปลานิลในปัจจุบันจึงนิยมใช้ลูกพันธุ์ปลานิลเพศผู้ล้วนเพื่อลดปัญหาการผสมและแพร่ขยายพันธุ์ของปลานิลตั้งแต่ยังมีขนาดเล็ก ซึ่งจะทำให้บ่อที่เลี้ยงเต็มไปด้วยลูกปลานิล อีกทั้งอาหารและพลังงานที่ได้รับจะถูกใช้ไปกับการพัฒนาระบบสืบพันธุ์มากกว่าที่จะเอาไปใช้ในการเจริญเติบโต สอดคล้องกับรายงานของมานพ และคณะ (2536) ซึ่งรายงานว่าการเลี้ยงปลานิลทั้งสองเพศในบ่อเดียวกัน ปลานิลจะมีการแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็ว ทำให้จำนวนปลาเพิ่มขึ้นจนกระทั่งมีความหนาแน่นมากเกินไปและส่งผลกระทบต่อการจัดการฟาร์ม ดังนั้นการเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์จึงนิยมเลี้ยงปลานิลเพศผู้เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ปลานิลเพศผู้จะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีและมีขนาดใหญ่กว่าปลานิลเพศเมีย สอดคล้องกับรายงานของ ภาณุ และ มานพ (2536) ที่รายงานว่าปกติปลาเพศผู้จะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าปลาตัวเมียประมาณ 20 % เนื่องจากปลานิลเพศผู้ใช้อาหารและพลังงานที่ได้รับเพื่อการสืบพันธุ์น้อยกว่าปลานิลเพศเมีย จากการรายงานของ ดีรี (2542) พบว่าเกษตรกรมักประสบปัญหาโดยปลานิลที่เลี้ยงมีการเจริญเติบโตช้าทำให้ต้นทุนในการผลิตสูง เนื่องจากปลานิลมีการผสมและแพร่ขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วจนแน่นบ่อ จึงได้ทำการศึกษาวิธีการผลิตปลานิลเพศผู้ล้วนเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว เนื่องจากปลานิลเพศผู้ใช้พลังงานจากอาหารที่ได้รับในการสืบพันธุ์น้อยกว่าปลานิลเพศเมีย ดังนั้นในปัจจุบันเกษตรกรจึงนิยมเลี้ยงปลานิลเพศผู้เพียงอย่างเดียวมากกว่าที่จะเลี้ยงปลานิลในแบบปกติ ซึ่งการจัดเตรียมหรือการผลิตปลานิลเพศผู้นั้นสามารถทำได้ 4 วิธี ดังต่อไปนี้

1. การคัดเลือกโดยสังเกตจากลักษณะทางเพศภายนอก โดยปกติแล้วลูกพันธุ์ปลานิลเพศผู้และเพศเมียจะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันและจะสามารถแยกความแตกต่างระหว่างเพศได้ชัดเจนก็ต่อเมื่อปลานิลมีขนาดความยาวของลำตัวตั้งแต่ 12 เซนติเมตรหรือเมื่อมีน้ำหนักตั้งแต่ 50 กรัมขึ้นไป การคัดแยกเพศของปลานิลสามารถทำได้โดยปลานิลเพศผู้สังเกตได้จากอวัยวะเพศที่บริเวณใกล้กับช่องทวารจะมีลักษณะเรียวยาวยื่นออกมาซึ่งจะมีรูเปิด 2 รูคือ รูก้นและรูเปิดรวมของท่อนำน้ำเชื้อและท่อปัสสาวะ สีของตัวปลาจะเข้มสดใส แถบขวางข้างตัวมองเห็นได้อย่างชัดเจน ครีบจะมีสีชมพูเข้มออกแดงและใต้คางจะมีสีแดงหรือชมพู ส่วนปลานิลเพศเมียจะสังเกตได้จากอวัยวะเพศซึ่งจะมีลักษณะเป็นรูค่อนข้างใหญ่และกลม ปลานิลเพศเมียจะมีรูเปิด 3 รูคือ รูก้น รูท่อ

นำไข่ และรูท่อปัสสาวะ สีของตัวปลาจะซีดจางกว่าปลานิลเพศผู้ ใต้คางมีสีเหลืองและโดยทั่วไปขนาดลำตัวของปลานิลเพศเมียจะเล็กกว่าปลานิลเพศผู้ที่อยู่ในรุ่นเดียวกัน

2. การผสมข้ามสายพันธุ์ โดยปกติแล้วลูกพันธุ์ปลานิลที่ได้จากการผสมพันธุ์ตามธรรมชาติจะมีสัดส่วนของปลานิลเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากัน แต่การผสมข้ามสกุล (Genus) และข้ามชนิด (Species) ซึ่งเป็นวิธีการทางชีวพันธุกรรมสามารถทำให้ลูกพันธุ์ปลานิลที่ได้เป็นเพศผู้ล้วน เช่น ในประเทศอิสราเอลประสบความสำเร็จในการผสมพันธุ์ระหว่างปลานิลสายพันธุ์ *Oreochromis niloticus* และปลานิลสายพันธุ์ *Oreochromis aureus* ซึ่งได้ลูกพันธุ์ปลานิลเพศผู้ล้วน

3. การผลิตปลานิลเพศผู้ (GMT) เป็นการผลิตปลานิลเพศผู้ด้วยวิธีการทางเทคโนโลยีชีวภาพ โดยปกติปลานิลเพศผู้จะปรากฏโครโมโซมที่เป็น XY ในขณะที่ปลานิลเพศเมียจะปรากฏโครโมโซมที่เป็น XX อาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมเพศในพ่อพันธุ์ปลานิลให้เป็น YY หรือที่เรียกว่า Supermale และเมื่อนำพ่อพันธุ์ปลานิลดังกล่าวไปผสมพันธุ์กับแม่พันธุ์ปลานิลที่มีโครโมโซมปกติจะได้ลูกพันธุ์ปลานิลที่มีโครโมโซมแบบ XY ซึ่งเป็นลูกพันธุ์ปลานิลเพศผู้ทั้งหมดหรือที่เรียกว่า Genetically male tilapia (GMT)

4. การแปลงเพศปลานิลโดยวิธีใช้ฮอร์โมน เป็นการผลิตปลานิลเพศผู้โดยใช้ฮอร์โมนเพศคือ แอนโดรเจน (Androgen) ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การฝังแคปซูล การแช่ปลานิลในสารละลายฮอร์โมน และการผสมฮอร์โมนในอาหารเม็ดสำเร็จรูปให้ลูกปลาวัยอ่อนกินเป็นระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะสามารถทำให้ปลานิลเพศเมียเปลี่ยนเป็นปลานิลเพศผู้ได้โดยไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อปลาเพศผู้ในรุ่นเดียวกัน

คีรี (2542) รายงานว่าการแปลงเพศปลานิลด้วยวิธีการให้ฮอร์โมนผสมอาหารเป็นวิธีการที่สะดวก เกษตรกรสามารถดัดแปลงระบบการผลิตที่มีอยู่เดิมเพื่อใช้ในการดังกล่าวได้โดยนำปลานิลสายพันธุ์ที่เลี้ยงง่ายโตเร็วมาทำการแปลงเพศได้เลย ที่สำคัญเป็นเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนและมีประสิทธิภาพในการแปลงเพศ เกษตรกรสามารถศึกษาวิธีการและนำไปปฏิบัติได้เอง นอกจากนี้วิธีการดังกล่าวสามารถกระตุ้นการพัฒนาการเลี้ยงปลานิลแปลงเพศในท้องถิ่นได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับการรายงานของ Tayamen and Shelton (1978) ซึ่งรายงานว่าวิธีการแปลงเพศปลานิลให้เป็นเพศผู้ที่นิยมกันมากในปัจจุบันก็คือการใช้ฮอร์โมน โดยฮอร์โมนที่มีความนิยมในการใช้ได้แก่ 17 α – methyltestossterone หรือ ethyltestosterterone ผสมในอัตราส่วน 30-60 มิลลิกรัมต่ออาหารเม็ดสำเร็จรูป 1 กิโลกรัม ให้ลูกปลานิลกินเป็นระยะเวลา 29-59 วัน ซึ่งวิธีการดังกล่าวสามารถแปลงปลานิลเพศเมียให้เปลี่ยนเป็นเพศผู้ได้เกือบ 100%

ความต้องการสารอาหารของปลานิล

วีรพงศ์ (2536) กล่าวว่าปลามีความต้องการพลังงานเพื่อใช้ในการดำรงชีพ การเคลื่อนไหว การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์เช่นเดียวกับสัตว์ชนิดอื่นๆ โดยอาหารที่ปลาได้รับควรจะประกอบด้วยธาตุอาหารทั้ง 5 หมู่ครบทั้งคุณภาพและปริมาณเช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามินและแร่ธาตุ ธาตุอาหารที่ให้พลังงานได้แก่ โปรตีน ไขมันและคาร์โบไฮเดรต โดยจะถูกเผาผลาญให้ได้พลังงานออกมา ส่วนวิตามินและแร่ธาตุแม้จะไม่ให้พลังงานแต่ก็มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินกิจกรรมต่างๆ เป็นปกติ

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการพลังงานของปลาได้แก่ กิจกรรมของปลา โดยที่ปลามีความต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีพและการเคลื่อนไหวซึ่งจะต้องเพียงพอต่อความต้องการส่วนนี้ก่อน ส่วนที่เหลือจึงจะนำมาใช้ในการเจริญเติบโต ฉะนั้นถ้าปลามีกิจกรรมต่างๆ ลดลงก็จะเหลือพลังงานเพื่อการเจริญเติบโตมากขึ้น ปลาที่มีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาหรือเคลื่อนที่เร็วจึงต้องการพลังงานมากกว่าปลาที่เคลื่อนไหวช้ากว่า การเลี้ยงปลาก็มีลักษณะเช่นเดียวกับการเลี้ยงสัตว์ทั่วไปที่ต้องการให้มีการเจริญเติบโตเร็วที่สุด ดังนั้นจึงต้องเลี้ยงในสภาพที่เหมาะสมโดยถูกรบกวนจากปัจจัยภายนอกให้น้อยที่สุด เพื่อให้มีการนำพลังงานที่ได้รับเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตให้มากที่สุด ประการต่อมาคืออุณหภูมิ เนื่องจากปลาเป็นสัตว์เลือดเย็นดังนั้นอุณหภูมิภายในตัวปลาจึงใกล้เคียงและเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของน้ำ การเผาผลาญพลังงานของปลาจะลดลงเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลง เช่นเดียวกันหากอุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นการเผาผลาญพลังงานของปลาก็จะเพิ่มขึ้นหรือปลามีความต้องการพลังงานมากขึ้นนั้นเอง ซึ่งจะพบว่าปลามีความอยากอาหาร (Appetite) เพิ่มขึ้นรวมทั้งการเจริญเติบโตดีขึ้นเช่นกัน อย่างไรก็ตามถ้าอุณหภูมิของน้ำเพิ่มมากขึ้น ปลาก็อาจจะมีความอยากอาหารลดลงหรือโตช้าลง ในขณะที่ยังมีการเผาผลาญพลังงานยังคงสูงขึ้นและในที่สุดปลาก็จะตายถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นกระทั่งปลาไม่สามารถดำรงชีพอยู่ได้ ประการสุดท้ายที่จะได้กล่าวถึงก็คือ ความเครียด ซึ่งการที่ปลามีความเครียดจะมีความต้องการพลังงานมากขึ้นในขณะเดียวกันจะมีการเจริญเติบโตช้าลง เนื่องจากพลังงานที่ปลานำใช้ในการเจริญเติบโตเหลือน้อยลง ความเครียดอาจจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือทางเคมีในบ่อเลี้ยงปลาเช่น ความหนาแน่นของปลามากเกินไป การจับปลา อาหารที่ให้มีคุณภาพต่ำ มลพิษทางน้ำ การรบกวนจากปัจจัยภายนอก ดังนั้นเกษตรกรต้องมีการจัดการที่ดีเพื่อลดความเครียดระหว่างการเลี้ยงให้มากที่สุด

มานพ และคณะ (2536) กล่าวว่าโปรตีนเป็นองค์ประกอบหลักที่พบในเนื้อเยื่อของปลาในรูปของน้ำหนักแห้งประมาณ 60% โปรดีนมีความเกี่ยวข้องกับระบบการทำงานของร่างกายแทบทุกระบบ ปลานิลมีความต้องการโปรตีนในการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกายโดยการสร้างเซลล์ใหม่แทนที่เซลล์เก่า ช่วยในการเจริญเติบโตทำให้มีขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้น เป็นแหล่ง

พลังงานสำรองของร่างกาย และเป็นส่วนประกอบของสารประกอบชีวเคมีที่สำคัญเช่น เอนไซม์ ฮอร์โมน สารพันธุกรรม สารสื่อประสาท สารต้านทานโรค และเฮโมโกลบิน เป็นต้น ปลาที่ได้รับปริมาณโปรตีนเพียงพอต่อความต้องการของร่างกายจะมีการเจริญเติบโตที่เป็นปกติ ซึ่งความต้องการโปรตีนของปลานิลนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการได้แก่ ขนาดและอายุของปลา อุณหภูมิ คุณภาพของโปรตีนในอาหารรวมถึงระดับพลังงานในอาหาร จากการศึกษาของ Davis and Stickney (1978) พบว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาในเขตร้อนควรจะประกอบด้วยโปรตีน 25-39% และในปริมาณดังกล่าวควรจะมีโปรตีนจากสัตว์รวมอยู่ด้วยอย่างน้อย 1 ส่วนใน 3 ส่วน แต่ในขณะเดียวกัน Lovell (1989) ก็ได้ให้คำแนะนำในการพิจารณาการให้อาหารปลาว่าระดับโปรตีนในอาหารปลาที่น้อยที่สุดที่ทำให้ปลาสามารถเจริญเติบโตได้คือประมาณ 28% แต่ในกรณีการเลี้ยงปลาในบ่อดิน ปลาที่เลี้ยงอาจจะได้รับอาหารตามธรรมชาติที่มีโปรตีนสูงอยู่แล้ว ดังนั้นระดับโปรตีนในอาหารปลาที่น้อยที่สุดอาจจะต่ำเพียง 20-25% ก็เป็นการเพียงพอแล้ว

กรมประมง (2534) กล่าวว่าไขมันเป็นแหล่งพลังงานที่สัตว์น้ำสามารถย่อยได้ดีกว่าอาหารกลุ่มอื่นๆ และให้พลังงานได้มากที่สุดซึ่งมากกว่าพลังงานจากคาร์โบไฮเดรต 2-3 เท่า สารที่จำเป็นซึ่งได้มาจากไขมันประกอบด้วย กรดไขมันที่จำเป็น ฟอสโฟไลปิดและคลอเลสเตอรอล ไขมันเป็นแหล่งของกรดไขมันที่จำเป็นซึ่งสัตว์น้ำไม่สามารถสร้างหรือสังเคราะห์เองได้ แต่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์ และเป็นแหล่งของวิตามินที่ละลายในไขมันได้แก่ วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอีและวิตามินเค นอกจากนี้ยังเป็นสารต้นกำเนิดของฮอร์โมนที่สำคัญอีกหลายชนิด มานพ และคณะ (2536) ทำการศึกษาและพบว่าปลานิลมีความสามารถในย่อยไขมันในอาหารได้ดี แต่การนำไขมันที่ย่อยได้ไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นแหล่งพลังงานก็มีขีดจำกัดเช่นกัน ไขมันในอาหารที่มากเกินไปนั้นจะไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์และไม่ทำให้อัตราการแลกเนื้อดีขึ้นแต่อย่างใด ในทางตรงกันข้ามไขมันส่วนเกินเหล่านั้นจะถูกสะสมตามกล้ามเนื้ออวัยวะภายในต่างๆ หากได้รับไขมันสูงมากก็จะมีผลไปยับยั้งการเจริญเติบโตของปลานิล และในกรณีที่ปลานิลได้รับอาหารที่มีไขมันในปริมาณที่มากอย่างต่อเนื่องจะทำให้ปลานิลเกิดความเครียดและง่ายต่อการเป็นโรค จากการศึกษาของ วีรพงศ์ (2536) พบว่าระดับไขมันที่เหมาะสมในอาหารปลาควรจะอยู่ในช่วง 10-15% จะทำให้ปลาสามารถใช้ประโยชน์จากโปรตีนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างพลังงานกับโปรตีน (Digestible energy/gm protein หรือ DE/P) ซึ่งหมายถึง การที่ปลาได้รับปริมาณโปรตีนเพียงพอต่อความต้องการแล้วควรจะได้รับพลังงานที่ย่อยได้จากโปรตีน ไขมันและคาร์โบไฮเดรตเพียงพอแก่ความต้องการในสัดส่วนที่เหมาะสมอีกด้วย

วีรพงศ์ (2536) ได้ทำการศึกษาและพบว่าคาร์โบไฮเดรตจัดว่าเป็นธาตุอาหารที่ไม่จำเป็นของปลา เพราะมีการศึกษาจำนวนมากแสดงให้เห็นว่าปลาที่ได้รับอาหารซึ่งไม่มี

คาร์โบไฮเดรตก็สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติและไม่พบอาการผิดปกติแต่อย่างใด หากปลาได้รับอาหารซึ่งมีสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างพลังงานกับโปรตีน (DE/P) เนื่องจากปลาสามารถนำพลังงานจากไขมันมาใช้ประโยชน์ได้ แต่ในทางปฏิบัติกลับพบว่าคาร์โบไฮเดรตมีความสำคัญต่อต้นทุนในการผลิตปลา เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานที่มีราคาถูกที่สุดซึ่งสามารถลดต้นทุนในการผลิตอาหารปลาได้ ทำให้มีการศึกษาถึงการทดแทนโปรตีนบางส่วนด้วยคาร์โบไฮเดรตซึ่งแนวทางดังกล่าวทำให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้ แต่อย่างไรก็ตามแนวทางดังกล่าวใช้ได้ดีกับการเลี้ยงปลากินพืชหรือปลากินทั้งพืชและสัตว์เท่านั้น เนื่องจากมีความสามารถย่อยคาร์โบไฮเดรตได้ดีกว่าปลากินเนื้อ และการทดแทนโปรตีนบางส่วนด้วยไขมันแม้จะทำให้ปลาเจริญเติบโตได้ดีแต่ก็ไม่เป็นที่นิยมในทางปฏิบัติ เนื่องจากไขมันมีราคาสูงกว่าคาร์โบไฮเดรตมาก

เวียง (2540) รายงานว่าปลาที่ได้รับคาร์โบไฮเดรตต่ำกว่าความต้องการจะนำไขมันที่สะสมในร่างกายมาเผาผลาญให้เกิดพลังงานทำให้ปลาผอมลง หรืออาจจะนำเอาโปรตีนที่สะสมในร่างกายมาเผาผลาญให้เกิดพลังงานแทนที่จะนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตเพียงอย่างเดียวทำให้ปลามีอัตราการเจริญเติบโตช้าลง สำหรับปลาที่ได้รับคาร์โบไฮเดรตมากจนเกินความต้องการจะทำให้ความสามารถในการย่อยคาร์โบไฮเดรตต่ำลง และนำเอาคาร์โบไฮเดรตส่วนเกินเหล่านั้นมาสะสมในรูปของไกลโคเจน โดยจะถูกนำมาใช้ประโยชน์ในช่วงที่ปลาได้รับอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการ หรืออาจจะเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตส่วนเกินเหล่านั้นเป็นไขมันสะสมตามกล้ามเนื้อและอวัยวะภายในต่างๆ ทำให้ปลาอ้วนขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ มานพ และคณะ (2536) ซึ่งรายงานว่าปลานิลสามารถใช้ประโยชน์จากคาร์โบไฮเดรตได้ดีและการเลี้ยงปลานิลด้วยวัตถุดิบอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงเช่น รำสบทบในบ่อที่ใส่ปุ๋ยจะช่วยทำให้ผลผลิตของปลาเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้เกษตรกรสามารถเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหารปลาได้สูงถึง 50% โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลา ปลายข้าวและมันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานที่ดีสำหรับปลานิลและสามารถผสมในอาหารปลาได้สูงถึง 30-60% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของปลาที่เลี้ยงด้วย แต่อย่างไรก็ตามในอาหารปลาขนาดเล็กไม่ควรให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากเกินกว่า 35% เพราะจะทำให้การเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อต่ำลง

Strickney and Hardy (1989) ได้ทำการศึกษาพบว่าปลานิลไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินซีได้เองจึงมีความจำเป็นต้องมีการเสริมในอาหารที่ใช้เลี้ยงปลา เนื่องจากวิตามินซีมีความจำเป็นต่อการสังเคราะห์คอลลาเจนซึ่งเป็นโครงสร้างสำคัญของกระดูก เหงือก เส้นเลือด และครีบ อาการขาดวิตามินซีที่เห็นได้ชัดคือ ลำตัวคดงอ ตกเลือดตามครีบ และผิวหนังมีสีคล้ำ ปลานิลสามารถใช้วิตามินซีในรูปแบบต่างๆ ได้ดีพอๆ กัน ไม่ว่าจะอยู่ในรูปวิตามินซีอิสระ ในรูปเกลือโซเดียม วิตามินซีเคลือบ หรือวิตามินซีซัลเฟต

Lovell (1989) ได้ทำการศึกษาพบว่าแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้บริเวณเยื่อบุผนังลำไส้ (Intestinal epithelium) ของปลานิลสามารถสังเคราะห์วิตามินบี 12 ได้ ทั้งนี้การสังเคราะห์จะลดลงหากในอาหารที่ได้รับมีส่วนผสมของยาปฏิชีวนะหรืออาหารที่ได้รับมีธาตุโคบอลท์ไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นต้องเสริมวิตามินบี 12 ลงในอาหารที่ใช้เลี้ยงปลานิล นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Nishijima et al. (1979) ซึ่งรายงานว่าพวกแพลงก์ตอนพืชในน้ำจืดสามารถสังเคราะห์วิตามินบีได้เอง เช่น ไบโอติน วิตามินบี 1 และวิตามินบี 12 การที่ปลานิลมีลักษณะนิสัยกินแพลงก์ตอนพืช ดังนั้นแพลงก์ตอนพืชจึงเป็นแหล่งวิตามินบีที่สำคัญของปลานิล

การศึกษาความต้องการแร่ธาตุในปลานิลมีน้อยแต่ก็มีการศึกษาของ Robinson and Doyle (1990) ซึ่งรายงานว่าในกรณีที่ปลานิลขาดแคลเซียมมีผลทำให้การเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อต่ำลง นอกจากนี้ยังทำให้แร่ธาตุในกระดูกลดต่ำลงอีกด้วย ซึ่งปลานิลที่ขาดฟอสฟอรัสก็จะมีผลเช่นเดียวกัน

ศักดิ์ชัย (2536) กล่าวว่าปลาที่เลี้ยงจะได้รับอาหารจาก 2 แหล่งคือ อาหารตามธรรมชาติซึ่งหมายถึง อาหารปลาที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติซึ่งมีความสัมพันธ์กันในแบบวงจรชีววิทยา (Biologic cycle) เริ่มต้นจากธาตุอาหารต่างๆ ได้จากการละลายของธาตุอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ในดินลงสู่น้ำ พืชสีเขียวสามารถเปลี่ยนธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำดังกล่าวนั้นให้เป็นอินทรีย์สารในรูปของเนื้อเยื่อพืชได้ด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสง สัตว์กินพืชสีเขียวและกินสัตว์ด้วยกันเองเป็นอาหาร เมื่อพืชและสัตว์ตายซากพืชและซากสัตว์เหล่านั้นจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์และให้ธาตุอาหารแก่น้ำและดินต่อไป อาหารตามธรรมชาติที่พบในบ่อปลาได้แก่ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ พืชน้ำพวกสาหร่าย จอก แหน ผักบุ้ง ตัวอ่อนของกุ้งและปู ตัวอ่อนของแมลงปอ ไส้เดือนและหนอนแดง เป็นต้น ส่วนแหล่งอาหารที่สำคัญต่อการเลี้ยงปลาอีกแหล่งหนึ่งก็คือ อาหารสมทบซึ่งหมายถึง อาหารเม็ดสำเร็จรูปหรือผลพลอยได้จากการเกษตรต่างๆ ที่ให้เพิ่มเติมนอกเหนือจากอาหารตามธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อเลี้ยงเพื่อเพิ่มผลผลิตให้มากยิ่งขึ้นและลดระยะเวลาในการเลี้ยงลง

ยุพิน (2545) กล่าวว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกินอาหารของปลาได้แก่ ช่วงเวลาและสภาพอากาศที่ปลานิลสามารถกินอาหารได้ดีที่สุด ซึ่งพิจารณาได้จากปัจจัยต่างๆ ประกอบกันดังนี้ พิจารณาอุณหภูมิของน้ำโดยปลานิลจะกินอาหารได้ดีเมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงกว่า 24 องศาเซลเซียส และจะหยุดกินอาหารเมื่ออุณหภูมิของน้ำต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส พิจารณาขนาดของปลานิลโดยปลานิลขนาดเล็กจะกินอาหารมากกว่าเมื่อเทียบกับน้ำหนักตัวและจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่เร็วกว่าอีกด้วย พิจารณาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำหากมีในปริมาณที่มากเพียงพอปลานิลจะกินอาหารได้อย่างปกติ แต่หากปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงก็จะส่งผลกระทบต่อ

การย่อยอาหารของปลานิลด้วยเช่นกัน จำนวนและความถี่ในการให้อาหารจะแตกต่างกันตามอายุของปลานิลโดยปลานิลขนาดเล็กควรให้อาหารในปริมาณที่น้อยแต่ควรให้บ่อยครั้ง

อุดม (2547) รายงานว่าเวลาที่เหมาะสมของการให้อาหารในการเลี้ยงปลาคือช่วงเวลากลางวันเพราะในช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในปริมาณที่สูง ทำให้ปลากินอาหารได้ดีและเนื่องจากปลานิลเป็นปลาที่ไม่มีกระเพาะอาหารจริง ปลานิลจึงสามารถกินอาหารได้ทีละน้อยและมีการย่อยอาหารที่ค่อนข้างช้า การให้อาหารครั้งละมากๆ จะทำให้เกิดการสูญเสียของอาหาร โดยเปล่าประโยชน์และยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำอีกด้วย ดังนั้นเพื่อให้ปลานิลสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารสูงสุดจึงควรให้อาหารครั้งละน้อยๆ แต่ให้บ่อยครั้ง โดยความถี่การให้อาหารที่เหมาะสมคือประมาณ 4-5 ครั้งต่อวัน จะช่วยเร่งการเจริญเติบโตและให้ผลตอบแทนในเชิงเศรษฐศาสตร์สูงสุด สำหรับพิจารณาปริมาณอาหารที่ให้ปลากินจะขึ้นอยู่กับขนาดของปลาและอุณหภูมิของน้ำเป็นสำคัญ หากอุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นทำให้การกินอาหารของปลาดีขึ้นตามไปด้วย โดยที่อุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมควรจะอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส ปลาขนาดเล็กควรให้อาหารในปริมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักปลา ในปลารุ่นปริมาณการให้อาหารจะลดลงเหลือประมาณร้อยละ 6-8 ของน้ำหนักปลา และในปลาขนาดใหญ่ปริมาณการให้อาหารจะลดลงเหลือเพียงร้อยละ 3-4 ของน้ำหนักปลา (ตาราง 1) นอกจากนี้ควรมีการสุ่มปลาที่เลี้ยงมาทำการชั่งน้ำหนักและวัดขนาดสัปดาห์ละครั้งเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปริมาณอาหารที่ให้ได้อย่างเหมาะสม

ตาราง 1 ปริมาณและจำนวนมื้อของอาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยงปลานิล

น้ำหนักของปลา (กรัม)	ปริมาณอาหาร (% ของน้ำหนักตัว/วัน)	จำนวนมื้อ/วัน
0 - 5	15 - 7	6
5 - 10	7	5
10 - 15	5	4
15 - 20	5	3
20 - 30	4.6	2
มากกว่า 30	3	2

ที่มา : อุดม (2547)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลา (อนุวัติ, 2545) กล่าวไว้ดังนี้

1. ปัจจัยที่เกิดจากการจัดการได้แก่ อัตราการปล่อยปลาในบ่อเลี้ยงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลาเนื่องจากขนาดและน้ำหนักของปลาตัวเต็มวัยแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปเช่น ปลาที่มีขนาดและน้ำหนักมากย่อมอาศัยปริมาณน้ำต่อจำนวนปลามากกว่าทำให้ต้องปล่อยในอัตราที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับปลาที่มีขนาดและน้ำหนักน้อยกว่า และขนาดของปลาที่ปล่อยลงเลี้ยงเริ่มแรกก็ควรจะมีขนาดและน้ำหนักที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดเพื่อให้ความสามารถในการแย่งอาหารและการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกัน

2. ปัจจัยที่เกิดจากสภาพแวดล้อมได้แก่ สภาพความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย สารพิษต่างๆ ในน้ำ อุณหภูมิและความเค็มของน้ำ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลาทั้งสิ้น

3. ปัจจัยที่เกิดจากความอุดมสมบูรณ์ของบ่อปลาที่เลี้ยงได้แก่ แร่ธาตุที่เป็นธาตุอาหารของพืชน้ำ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหาร หากบ่อเลี้ยงปลาขาดความอุดมสมบูรณ์ดังกล่าวเกษตรกรสามารถเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในบ่อเลี้ยงปลาโดยการใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ในบ่อเลี้ยงปลาได้

4. ปัจจัยที่เกิดจากตัวปลาซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาแตกต่างกันไปตามชนิดของปลาได้แก่ ในกรณีของปลานิลซึ่งในปลานิลเพศผู้จะมีการเจริญเติบโตที่ดีและเร็วกว่าปลานิลเพศเมีย จึงมีการคิดค้นวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งปลานิลเพศผู้ นอกจากนี้อายุของปลาที่ต่างกันก็จะมีการเจริญเติบโตที่ต่างกันโดยขณะที่ปลาอยู่ในช่วงวัยอ่อนนั้นจะมีการเจริญเติบโตที่เร็วกว่าปลาที่อยู่ในช่วงเจริญพันธุ์ และการเจริญเติบโตของปลาจะลดลงเมื่อปลามีอายุมากขึ้น พันธุกรรมก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลาเช่นเดียวกัน โดยลักษณะการเจริญเติบโตของปลาที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษในปลาชนิดเดียวกัน วัยเดียวกัน กินอาหารและอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ซึ่งอาจจะมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันได้เนื่องจากได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน

5. ปัจจัยที่เกิดจากอาหารที่ปลาได้รับ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของปลาสามารถแบ่งตามแหล่งอาหารที่ได้รับดังนี้คือ อาหารตามธรรมชาติได้แก่ อาหารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยอาศัยความอุดมสมบูรณ์ของแร่ธาตุในบ่อเลี้ยงปลา ถ้าหากอาหารตามธรรมชาติในบ่อเลี้ยงปลามีปริมาณน้อยก็จะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลาที่เลี้ยง ในส่วนอาหารสมทบได้แก่ อาหารที่ให้เพิ่มเติมระหว่างการเลี้ยงเช่น รำ เศษผัก ปลาป่น อาหารเม็ดสำเร็จรูป ซึ่งในการให้อาหารสมทบนั้นต้องคำนึงปัจจัยดังต่อไปนี้คือ ลักษณะของอาหารต้องตรงกับความต้องการของปลาแต่ละชนิด โดยปลากินพืชต้องการโปรตีน 16-25% ปลากินเนื้อต้องการโปรตีนไม่ต่ำกว่า

30% ปลาที่อยู่ในวัยอ่อนต้องการอาหารผงซึ่งมีขนาดพอดีกับปากของปลา ปลาขนาดใหญ่ต้องการอาหารที่มีขนาดเหมาะสมกับปากเพื่อป้องกันการสูญเสียของอาหาร และที่สำคัญอาหารที่ใช้ระหว่างการเลี้ยงปลาต้องมีคุณภาพที่ดีไม่เน่าเสียหรือเสื่อมคุณภาพ เพราะจะส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของปลาที่เกษตรกรเลี้ยง

การเลี้ยงปลานิลในประเทศไทย

ปกรณ์ และคณะ (2541) รายงานว่าปลานิลถูกนำเข้ามาในประเทศไทยครั้งแรกโดยสมเด็จพระจักรพรรดิ์อากิฮิโต เมื่อครั้งดำรงตำแหน่งพระอิสริยยศมกุฎราชกุมารแห่งประเทศญี่ปุ่น ทรงจัดส่งปลานิลจำนวน 50 ตัว ความยาวเฉลี่ยประมาณตัวละ 9 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ยประมาณตัวละ 14 กรัม ทูลเกล้าฯ ถวายแด่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เมื่อวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2508 ในระยะแรกพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ปล่อยเลี้ยงในบ่อดินเนื้อที่ประมาณ 10 ตารางเมตร ณ บริเวณสวนจิตรลดา พระราชวังดุสิต เมื่อเลี้ยงได้ประมาณ 5 เดือนเศษ ปรากฏว่ามีลูกปลานิลเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้เจ้าหน้าที่สวนหลวงขุดบ่อขึ้นใหม่อีก 6 บ่อ มีเนื้อที่เฉลี่ยประมาณบ่อละ 70 ตารางเมตร ซึ่งในโอกาสนี้พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ได้ทรงย้ายพันธุ์ปลาด้วยพระองค์เองจากบ่อเลี้ยงเดิมไปปล่อยลงในบ่อเลี้ยงใหม่ทั้ง 6 บ่อ เมื่อวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2508 ต่อจากนั้นทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้กรมประมงจัดส่งเจ้าหน้าที่มาตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลานิลเป็นประจำทุกเดือน พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ทรงมีพระราชประสงค์ที่จะให้ปลาชนิดนี้แพร่ขยายพันธุ์อันจะเป็นประโยชน์แก่พสกนิกรของพระองค์ และในวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ. 2509 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานปลานิลขนาดความยาว 3-5 เซนติเมตร จำนวน 10,000 ตัว ให้แก่อธิบดีกรมประมงเพื่อนำไปเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ที่แผนกทดลองและเพาะเลี้ยงในบริเวณเกษตรกลาง บางเขน กรุงเทพฯ และสถานีประมงต่างๆ อีกจำนวน 15 แห่งทั่วพระราชอาณาจักรเพื่อดำเนินการเพาะขยายพันธุ์พร้อมกัน พร้อมกับพระราชทานชื่อปลาชนิดนี้ว่าปลานิล และเมื่อได้เพาะขยายพันธุ์ปลานิลจำนวนมากเพียงพอแล้วจึงได้แจกจ่ายให้แก่ราษฎรนำไปเพาะเลี้ยงตามพระราชประสงค์ต่อไป จวบจนกระทั่งปัจจุบันปลานิลจึงปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งที่เกษตรกรนิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากปลานิลเป็นปลากินพืชที่เลี้ยงง่ายและมีอัตราการเจริญเติบโตดี เนื้อมีรสชาติดี นอกจากนี้สามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้ง่าย

คีรี (2542) รายงานว่ากรมประมงโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำได้นำปลานิลสายพันธุ์แท้ที่มีชื่อว่า ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา ไปดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ได้ปลานิลสายพันธุ์ใหม่ จำนวน 3 สายพันธุ์ ดังนี้

1. ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 1 เป็นปลานิลที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์โดยการคัดเลือกภายในครอบครัว โดยเริ่มดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่ พ.ศ. 2528 และจากการทดสอบพันธุ์พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าปลานิลพันธุ์ที่เกษตรกรเลี้ยงถึง 22%

2. ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 2 เป็นปลานิลที่ปรับปรุงพันธุ์มาจากปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 1 โดยได้รับการปรับเปลี่ยนพันธุกรรมในพ่อพันธุ์ให้มีโครโมโซมเป็น YY หรือที่เรียกว่า YY-Male หรือ Supermale ซึ่งเมื่อนำพ่อพันธุ์ดังกล่าวไปผสมพันธุ์กับแม่พันธุ์ปกติจะได้ลูกปลานิลเพศผู้ที่เรียกว่า ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 2 ซึ่งมีลักษณะเด่นคือเป็นปลานิลเพศผู้ที่มีโครโมโซมเพศเป็น XY ส่วนหัวเล็กลำตัวกว้าง เนื้อสีขาวนวลมีความหนาและแน่น รสชาติดี อายุ 6-8 เดือน สามารถเจริญเติบโตได้ขนาด 2-3 ตัวต่อกิโลกรัม และให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าปลานิลพันธุ์ที่เกษตรกรเลี้ยงถึง 45%

3. ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 3 เป็นปลานิลที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์โดยการนำปลานิลพันธุ์ผสมกลุ่มต่างๆ ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างปลานิลสายพันธุ์จิตรลดาและปลานิลสายพันธุ์อื่นๆ อีก 7 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์อียิปต์ สายพันธุ์กานา สายพันธุ์เคนยา สายพันธุ์สิงคโปร์ สายพันธุ์เซเนกัล สายพันธุ์อิสราเอล และสายพันธุ์ไต้หวัน ซึ่งมีการเจริญเติบโตที่ดีและมีอัตราการรอดสูง ในสภาพการเลี้ยงต่างๆ กันแล้วนำไปสร้างเป็นประชากรพื้นฐาน จากนั้นจึงดำเนินการคัดเลือกพันธุ์ในประชากรพื้นฐานต่อโดยวิธีดูลักษณะครอบครัวร่วมกับวิธีดูลักษณะภายในครอบครัว ซึ่งปลานิลชั่วอายุที่ 1-5 ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์โดยหน่วยงาน ICLARM ในประเทศฟิลิปปินส์ จากนั้นจึงนำลูกปลานิลชั่วอายุที่ 5 เข้ามาในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2538 กรมประมงโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ จึงดำเนินการปรับปรุงปลานิลพันธุ์ดังกล่าวต่อเรียกว่า ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 3 ปลานิลสายพันธุ์นี้มีลักษณะเด่นคือ ส่วนหัวเล็ก ลำตัวกว้าง เนื้อสีเหลืองนวลหนาและแน่น รสชาติดี อายุ 6-8 เดือนสามารถเจริญเติบโตได้ขนาด 3-4 ตัวต่อกิโลกรัม ให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าปลานิลพันธุ์ที่เกษตรกรเลี้ยงถึง 40%

กรมประมง (2547) รายงานว่าประเทศไทยสามารถผลิตปลาน้ำจืดได้ในปริมาณมาก โดยสัตว์น้ำจืดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในปี พ.ศ. 2545 มีปริมาณรวมเท่ากับ 294,500 ตัน คิดเป็นมูลค่าสูงถึง 2,688 ล้านบาท ในจำนวนดังกล่าวเป็นผลผลิตของปลานิล 83,780 ตัน ซึ่งเป็นสัตว์น้ำที่มีการเพาะเลี้ยงมากที่สุดรองจากการปลาดุก ผลผลิตของปลานิลส่วนใหญ่ได้จากการเลี้ยงในบ่อดิน ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 77,448 ตัน

กรมประมง (2551) กล่าวว่าปลานิลเป็นปลาที่ตลาดผู้บริโภคยังมีความต้องการสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลต่อแนวโน้มการเลี้ยงเพิ่มขึ้นอย่างแพร่หลายในทั่วทุกภูมิภาค เนื่องจากเป็นที่นิยมบริโภคและสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลาย

ประเภท ปัจจุบันผู้บริโภคภายในประเทศให้ความสนใจบริโภคปลานิลเพิ่มสูงขึ้นและกรมประมงเองก็มีโครงการส่งเสริมให้มีการพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลานิล ซึ่งจะเป็นโอกาสให้ผู้บริโภคภายในประเทศรู้ถึงคุณค่าของอาหารโปรตีนจากปลานิลมากขึ้น โอกาสที่การจำหน่ายภายในประเทศจึงน่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันปลานิลสามารถส่งเป็นสินค้าออกในลักษณะของปลาแล่เนื้อไปสู่ตลาดต่างประเทศเช่น ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกาและอิตาลี ดังนั้นการเลี้ยงปลานิลให้มีคุณภาพปราศจากกลิ่นโคลนย่อมส่งผลดีต่อการบริโภค การจำหน่ายและการให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าที่สุด ประเทศไทยส่งออกปลานิลทั้งในรูปปลานิลแช่แข็งและปลานิลแล่เนื้อเพิ่มขึ้นในทุกๆ ปี โดยมีประเทศคู่แข่งที่สำคัญคือ ไต้หวันและบังกลาเทศ

วีรพงศ์ (2536) กล่าวว่าโดยทั่วไปแล้วเราสามารถแบ่งรูปแบบการเลี้ยงปลาตามการให้อาหารได้เป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

1. การเลี้ยงแบบดั้งเดิม (Extensive system) เป็นการเลี้ยงปลาแบบธรรมชาติโดยไม่มีการให้อาหารสมทบระหว่างการเลี้ยง โดยปลาที่เลี้ยงจะได้รับอาหารตามธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อเป็นอาหารเท่านั้น การเลี้ยงปลาแบบดั้งเดิมจะมีการหมักหญ้าให้เน่าเป็นปุ๋ยหรืออาจจะใส่ปุ๋ยสมทบเพื่อให้เกิดอาหารตามธรรมชาติเช่น ในการเลี้ยงปลาสลิด ปลาตะเพียนขาวและปลานิล

2. การเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนา (Semi-intensive system) เป็นการเลี้ยงปลาโดยมีการให้อาหารสมทบระหว่างการเลี้ยงบางเป็นครั้งคราว ทำให้ได้ผลผลิตปลาสูงกว่าการเลี้ยงปลาแบบดั้งเดิม การเลี้ยงปลาแบบนี้นิยมใช้กับปลากินพืชหรือปลากินพืชและสัตว์เช่น ปลาตะเพียนขาว ปลานิล ปลาจีน ปลาขี่สก โดยส่วนมากมักจะให้ปลายข้าวต้มหรือผสมกากถั่วเหลืองสมทบให้ปลากินนอกเหนือจากอาหารตามธรรมชาติที่มีในอยู่บ่อ และในกรณีที่สามารถหาวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ง่ายและมีราคาถูกเช่น เมล็ดข้าวโพดบด รำละเอียด ก็สามารถนำมาใช้ระหว่างการเลี้ยงได้เช่นกัน

3. การเลี้ยงแบบพัฒนา (Intensive system) การเลี้ยงปลาแบบพัฒนาจะมีการปล่อยปลาลงเลี้ยงอย่างหนาแน่น มีการลงทุนสูงให้อาหารในปริมาณมากและมีการถ่ายเทน้ำระหว่างการเลี้ยง มีการป้องกันรักษาโรคและการจัดการฟาร์มเป็นอย่างดี ดังนั้นการเลี้ยงปลาแบบนี้จึงเหมาะกับการเลี้ยงปลาที่มีราคาสูงเช่น การเลี้ยงปลาดุกในบ่อดินหรือบ่อซีเมนต์ การเลี้ยงปลาเก๋าหรือปลากะพงขาวในกระชัง และการเลี้ยงปลาบู่และปลาช่อน การเลี้ยงปลาแบบพัฒนาส่วนมากพบว่าต้นทุนดำเนินการประมาณ 50% ขึ้นไป จะเป็นค่าอาหารเนื่องจากไม่สามารถพึ่งพาอาหารตามธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อเลี้ยงได้เลย ดังนั้นการให้อาหารสด อาหารผสมอาหารสด หรืออาหารเม็ดสำเร็จรูประหว่างการเลี้ยงปลาเหล่านั้น คารคำนึงถึงความคุ้มทุนด้วย

4. การเลี้ยงแบบผสมผสาน (Integrated system) เป็นการเลี้ยงปลาร่วมกับการปศุสัตว์เช่น เป็ด ไก่หรือสุกร ซึ่งข้อดีอยู่ที่มูลสัตว์และเศษอาหารจะตกลงมาในบ่อเลี้ยงปลา ซึ่งเศษ

อาหารที่เหลือตกหล่นลงมาในบ่อสามารถเป็นอาหารสมทบแก่ปลาที่เลี้ยงได้โดยตรงและมูลสัตว์ต่างๆ ยังเป็นปุ๋ยที่สามารถทำให้เกิดอาหารตามธรรมชาติในบ่อเลี้ยงเพิ่มจำนวนมากยิ่งขึ้น ทำให้ผลผลิตจากการเลี้ยงปลาแบบผสมผสานมีมากกว่าการเลี้ยงปลาแบบดั้งเดิมและในบางกรณีผลผลิตอาจจะมากกว่าการเลี้ยงปลาแบบกึ่งพัฒนา การเลี้ยงปลาแบบนี้ส่วนใหญ่จะเป็นการเลี้ยงปลานิล ปลาไน ปลาตะเพียนขาว ปลาสวาย ปลาจีน ปลายี่สกและปลาดุกบิ๊กอุยร่วมกันการเลี้ยงสุกรหรือการเลี้ยงเป็ดไก่ เช่น การเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยจำนวน 200,000 ตัว ในบ่อเลี้ยงขนาด 10 ไร่ ร่วมกับการเลี้ยงไก่ 2 เล้า จำนวน 10,000 ตัว หรือการเลี้ยงปลากินพืช จำนวน 5,000 ตัวในบ่อเลี้ยงปลาขนาด 1 ไร่ ร่วมกับการเลี้ยงสุกร 1 เล้า จำนวน 8 ตัว เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า อาหารเป็นต้นทุนแปรผันที่สูงที่สุดของการเลี้ยงปลา โดยเฉพาะในการเลี้ยงปลาแบบพัฒนา ดังนั้นการลดต้นทุนอาหารหรือการให้อาหารอย่างเหมาะสมก็จะช่วยทำให้เกษตรกรลดต้นทุนในการผลิตลงได้

กรมประมง (2551) รายงานว่าอัตราการปล่อยปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดินนั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำในบ่อ คุณภาพของอาหารและการจัดการเป็นสำคัญ การเลี้ยงปลานิลโดยทั่วไปจะปล่อยลูกพันธุ์ปลานิลขนาด 3-5 เซนติเมตร ลงเลี้ยงในอัตรา 1-3 ตัวต่อตารางเมตร หรือ 2,000-5,000 ตัวต่อไร่ ระหว่างการเลี้ยงต้องมีการเติมปุ๋ยเพื่อให้เกิดอาหารตามธรรมชาติในบ่อเลี้ยงและเพื่อเป็นการเร่งให้ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีจึงต้องมีการให้อาหารสมทบซึ่งอาจจะเป็นผลพลอยได้จากการเกษตรในท้องถิ่นเช่น รำ ปลายข้าวต้มสุก พวกจอกแหน เศษผักต่างๆ โดยสับให้ละเอียดก่อนให้และไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากจนเกินไปเนื่องจากจะทำให้น้ำในบ่อเลี้ยงเสียได้ นอกจากนี้ยังรายงานว่าการเลี้ยงปลานิลเพศผู้ในบ่อดินแบบกึ่งพัฒนาจะปล่อยลูกพันธุ์ปลานิลขนาด 2-3 เซนติเมตร ลงเลี้ยงประมาณ 5,000 ตัวต่อไร่ เมื่อเลี้ยงปลานิลครบ 5 เดือน จะได้ปลานิลขนาดประมาณ 300 กรัมต่อตัว ต่อจากนั้นจึงเลี้ยงปลานิลต่อไปด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีนไม่ต่ำกว่า 25% ในปริมาณ 3% ของน้ำหนักตัว เป็นระยะเวลา 1 เดือน จะได้ปลานิลขนาด 2-3 ตัวต่อกิโลกรัม โดยให้ผลผลิตของปลานิลประมาณ 1.5-2 ตันต่อไร่ ส่วนการเลี้ยงปลานิลเพศผู้ในบ่อดินแบบพัฒนาจะปล่อยลูกพันธุ์ปลานิลขนาดประมาณ 45 กรัมต่อตัว ลงเลี้ยงประมาณ 8,000 ตัวต่อไร่ ระหว่างการเลี้ยงต้องมีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 25% ปริมาณ 5% ของน้ำหนักตัว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 4 เดือน จะได้ปลานิลขนาด 1-2 ตัวต่อกิโลกรัม โดยให้ผลผลิตของปลานิลประมาณ 3 ตันต่อไร่ นอกจากนี้ระหว่างการเลี้ยงนั้นยังต้องใช้เครื่องเติมอากาศเพื่อให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงเนื่องจากเป็นระบบการเลี้ยงที่มีความหนาแน่นสูง ซึ่งปลานิลจะมีความเครียดและง่ายต่อการเป็นโรคจึงต้องให้ความสำคัญกับคุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยง คุณภาพของอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ใช้ และต้องมีการจัดการที่ดี

ศักดิ์ชัย (2536) รายงานว่าปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศไทยมีความก้าวหน้าและพัฒนาขึ้นเป็นลำดับ การสร้างบ่อเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้คำนึงถึงหลักวิชาการในด้านต่างๆ มากขึ้น ซึ่งในการสร้างนั้นอาจจะใช้แรงงานคนหรือเครื่องจักรก็ได้เพียงแต่การใช้เครื่องจักรสามารถสร้างได้รวดเร็วและคงทนมากกว่า โดยทั่วไปรูปร่างของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำไม่มีอิทธิพลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำที่เลี้ยง แต่จะมีอิทธิพลในทางอ้อมเช่น การกินอาหารของปลา คุณภาพน้ำและระบบนิเวศวิทยาของบ่อเลี้ยง การที่จะสร้างบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการเช่น ลักษณะของภูมิประเทศ การวางระบบน้ำและความสะดวกในการใช้งาน ตลอดจนงบประมาณในการสร้าง แต่รูปแบบของบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่นิยมสร้างจะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าและสี่เหลี่ยมจัตุรัส บ่อปลารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะมีต้นทุนในการก่อสร้างต่ำที่สุด เนื่องจากต้นทุนในการก่อสร้างนั้นคิดจากปริมาตรดินที่ใช้ทำคันบ่อ โดยที่ในบรรดารูปทรงเรขาคณิตที่มีพื้นที่เท่ากันนั้น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะมีเส้นล้อมรอบพื้นที่สั้นที่สุดซึ่งเป็นเหตุผลที่ว่าการสร้างบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจึงใช้งบประมาณในการก่อสร้างน้อยที่สุด แต่อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นด้วยเช่น การออกแบบบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหลายบ่อควรให้มีรูปร่างและขนาดเดียวใกล้เคียงหรือเท่ากัน เพื่อให้สามารถใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ร่วมกันได้ นอกจากเพื่อความสะดวกในการทำงานแล้วยังสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายระหว่างการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้อีกด้วย และปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ความลึกของบ่อปลาซึ่งมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของสัตว์น้ำที่เลี้ยง นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงและการจัดการภายในบ่อเลี้ยง ถ้าบ่อปลาตื้นเกินไปแสงแดดที่สามารถส่องผ่านลงไปถึงพื้นก้นบ่อจะทำให้พันธุ์ไม้น้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว สุดท้ายบ่อจะรกและตื้นเขินอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำยังมีอิทธิพลต่อการกินอาหาร การเจริญเติบโต การผสมพันธุ์ การวางไข่และการฟักไข่ของสัตว์น้ำอีกด้วย ทั้งนี้บ่อที่ใช้เลี้ยงปลาโดยทั่วไปจะมีระดับน้ำลึกประมาณ 1-1.5 เมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของปลาที่เกษตรกรให้ความสนใจ นอกจากนี้ความลึกของบ่อเลี้ยงปลามีความสัมพันธ์กับการเก็บเกี่ยวผลผลิตด้วย โดยบ่อที่มีความลึกการเก็บเกี่ยวผลผลิตอย่างจะทำได้ไม่ดีเท่าที่ควรนอกจากจะมีความยุ่งยากแล้วยังต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นอีกด้วย การสร้างบ่อเลี้ยงปลานั้นพื้นก้นบ่อควรจะมีความลาดเอียงไปตามทิศทางที่มีท่อระบายน้ำออก เพื่อให้การระบายน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การสร้างพื้นก้นบ่อในลักษณะคล้ายรูปก้างปลาจะช่วยให้การระบายน้ำที่ขังอยู่ตามบริเวณต่างๆ ของพื้นก้นบ่อให้มารวมกันตรงร่องกลางของก้างปลาและไหลออกทางท่อระบายน้ำต่อไป นอกจากนี้ในขณะเก็บเกี่ยวผลผลิตร่องดังกล่าวจะทำให้ปลาที่เลี้ยงเคลื่อนตัวไปรวมกันบริเวณแอ่งจับปลาที่จะต้องสร้างไว้ใกล้กับท่อระบายน้ำออกอีกด้วย แอ่งจับปลาที่สร้างจะต้องอยู่ลึกลงไปต่ำกว่าระดับพื้นก้นบ่อประมาณ 30-50 เซนติเมตร ซึ่งจะสร้างเป็นแอ่งคอนกรีต

เพื่อความคงทนก็ได้ โดยจะต้องมีพื้นที่ตามความเหมาะสมกับขนาดของบ่อปลาและปริมาณปลาในบ่อที่เลี้ยง จากการศึกษาการเลี้ยงปลาของเกษตรกรในเขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ เกษตรกรจะสร้างพื้นก้นบ่อให้มีลักษณะเป็นร่องซึ่งลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร กว้างประมาณ 2 เมตร รอบคันบ่อด้านในทั้ง 4 ด้านคล้ายกับคูน้ำ เมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตเกษตรกรจะสูบน้ำออกจนเกือบแห้ง เหลือเพียงน้ำที่อยู่ในร่องดังกล่าว หลังจากนั้นเกษตรกรจะใช้อวนไล่ต้อนจับปลาที่เหลือจนหมดพร้อมทั้งสูบน้ำในร่องดังกล่าวออกจนแห้งและตากบ่อรอการเลี้ยงปลาในคราวต่อไป

การเลี้ยงปลาแบบชีววิถี

โชคชัย (2548) รายงานว่าประเทศจีนมีประวัติศาสตร์อันยาวนานเกี่ยวกับการเลี้ยงปลาแบบชีววิถีเช่น การเลี้ยงปลาร่วมกับการปลูกพืชน้ำโดยมีการบันทึกในหนังสือชื่อ You hou bi ซึ่งอยู่ในช่วงเวลาระหว่างศตวรรษที่ 1-2 ก่อนคริสตกาล นอกจากนี้การเลี้ยงปลาในนาข้าวมีการบันทึกในหนังสือชื่อ Lin biao la li เขียนโดย Liu xun ในสมัยราชวงศ์ฮั่น ซึ่งอยู่ในช่วงเวลาระหว่างคริสต์ศักราช 889-904 โดยกล่าวถึงทฤษฎีของการเลี้ยงปลาในนาข้าวและอธิบายถึงการเกษตรแบบผสมผสาน โดยที่แต่ละกิจกรรมจะเกื้อกูลซึ่งกันและกัน ก่อนคริสต์ศตวรรษที่ 9 และในคริสต์ศตวรรษที่ 16 พบว่าบริเวณดินดอนสามเหลี่ยมแม่น้ำซูเจียงมีการปลูกต้นหม่อนบนคันบ่อเลี้ยงปลาทำให้เกิดการเลี้ยงปลาด้วยตัวไหมกันอย่างกว้างขวาง และในคริสต์ศตวรรษที่ 17 หนังสือชื่อ Complete agricultural art เขียนโดย Xu guangqi ได้อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการเลี้ยงปลาแบบชีววิถีในเขตจังหวัดเจียงซีเช่น การเลี้ยงปลาร่วมกับการปศุสัตว์และมีการใช้ประโยชน์จากมูลสัตว์ในบ่อที่เลี้ยงปลา การเลี้ยงปลาร่วมกับการปลูกผักและการเลี้ยงปลาร่วมกับการปลูกต้นหม่อนและการเลี้ยงไหม นอกจากนี้ยังมีหนังสือชื่อ Bou long su เขียนโดย Zhang ในปีคริสต์ศักราช 1644 ได้มีการบันทึกเกี่ยวกับการเลี้ยงปลาแบบชีววิถีในพื้นที่ทะเลสาบไทฮูอีกด้วย เกษตรกรชาวจีนรู้จักการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบชีววิถีมานานนับศตวรรษแล้วโดยเฉพาะในชนบทที่ชุมชนต้องพึ่งพาตนเองเป็นหลัก ดังนั้นการเกษตรแบบชีววิถีจึงมีส่วนช่วยทำให้ชุมชนมีอาหารบริโภคอย่างเพียงพอ และหากมีระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพแล้ว เกษตรแบบชีววิถียังสามารถสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนได้เป็นอย่างดี ในประเทศฟิลิปปินส์สามารถพบเกษตรชีววิถีได้เช่นกัน โดยเกษตรกรจะเลี้ยงสุกรบนบ่อเลี้ยงปลา หรือไม่ก็เลี้ยงไก่หรือเป็ดบนบ่อเลี้ยงปลา ปลาที่นิยมเลี้ยงได้แก่ ปลานิล ปลาไน ปลาดุกด้าน และปลาช่อน นอกจากนี้ยังมีอีกหลายประเทศที่มีการพัฒนาเกษตรแบบชีววิถีโดยเฉพาะประเทศทางแถบเอเชียรวมถึงประเทศไทยก็เช่นเดียวกัน

โชคชัย (2548) รายงานว่าการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบชีววิถีหมายถึง การเลี้ยงสัตว์น้ำร่วมกับการทำกิจกรรมอื่นที่เอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยหลักความสมดุลของระบบนิเวศและการอาศัยอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยกันของสิ่งมีชีวิต เช่น การเลี้ยงปลาร่วมกับการปลูกพืช และการเลี้ยงสัตว์บกเป็นต้น สมศักดิ์ และคณะ (2527) กล่าวว่าการเลี้ยงปลาแบบชีววิถีมีด้วยกันหลายรูปแบบและผลผลิตที่ได้ก็จะแตกต่างกันไปตามวิธีการและสภาพภูมิประเทศเช่น เกษตรกรที่มีการเลี้ยงปลาแบบชีววิถีที่อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี มีการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม 1 ไร่ โดยปล่อยในอัตรา 10,000 ตัวต่อไร่ เลี้ยงปลาตะเพียนขาวและปลานิล 4 ไร่โดยปล่อยในอัตรา 1,500 และ 500 ตัวต่อไร่ ตามลำดับ เลี้ยงสุกร 30 ตัว และปลูกข้าว 18 ไร่ วิธีการปฏิบัติมีดังนี้คือ ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามนั้นจะใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปและมีการถ่ายเทน้ำเพื่อกระตุ้นการลอกคราบของกุ้งก้ามกราม น้ำจากบ่อที่เลี้ยงกุ้งจะผ่านต่อไปสู่บ่อเลี้ยงปลา สำหรับอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาได้แก่ เศษอาหารที่เหลือจากการเลี้ยงสุกรและมูลสุกร น้ำจากบ่อเลี้ยงปลาจะผ่านต่อไปสู่นาข้าว โดยที่นาข้าวจะได้รับธาตุอาหารจากน้ำดังกล่าวทำให้ต้นข้าวเจริญงอกงามและเป็นการประหยัดค่าปุ๋ยไปด้วยในตัว นอกจากนี้มีการศึกษาของ ศักดิ์ชัย (2536) พบว่าการเลี้ยงปลาแบบชีววิถีของเกษตรกรในเขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ วิธีดำเนินการดังนี้คือ มีการเลี้ยงปลากินพืชหลายชนิดรวมกันเช่น ปลานิล ปลาจีน ปลายี่สกเทศ ปลาไน และปลาตะเพียนขาว โดยบริเวณคันบ่อเลี้ยงปลาเกษตรกรจะปลูกตะไคร้ มะเขือ พริก มะม่วง แค และกล้วย นอกจากนี้มีการปลูกผักกระเฉดและผักบุ้งอีกด้วย ซึ่งวิธีการผลิตผักเหล่านี้จำเป็นต้องใช้แหนช่วยในการปรับปรุงผลผลิต แหนที่มีมากเกินความต้องการก็ถูกนำไปเลี้ยงปลาและก่อนนำผักไปขายต้องมีการกำจัดแหนที่ติดมากับผักออกโดยนำไปล้างในบ่อเลี้ยงปลาซึ่งแหนก็จะเป็นอาหารของปลาต่อไป

จิตต์ และ สมโภชน์ (2525) กล่าวว่าการเลี้ยงไก่บนบ่อเลี้ยงปลานั้น ขนาดและจำนวนของไก่ที่เลี้ยงต้องมีความสัมพันธ์กับจำนวนของปลาที่เลี้ยงด้วยเช่น การเลี้ยงปลานิลขนาดความยาว 3-4 นิ้ว โดยปล่อยในอัตรา 10,000 ตัวต่อไร่ เลี้ยงในบ่อขนาดพื้นที่ 3 ไร่ จะต้องเลี้ยงไก่ตอนในเล้าที่สร้างคร่อมบ่อเลี้ยงปลา 2 รุ่นๆ ละ 1,000 ตัว ไก่ในแต่ละรุ่นจะใช้เวลาเลี้ยงโตยประมาณ 90 วัน สอดคล้องกับการเลี้ยงปลานิลซึ่งใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงประมาณ 7-8 เดือน นอกจากนี้ ชาติชาย (2543) กล่าวว่าการเลี้ยงปลาผสมผสานกับการปลูกพืชเช่น การเลี้ยงปลาในนาระหว่างการปลูกข้าว การเลี้ยงปลาในร่องสวนผลไม้ หรือการเลี้ยงปลาผสมผสานกับการเลี้ยงสัตว์เช่น เลี้ยงปลาร่วมกับการเลี้ยงเป็ด ไก่ หรือสุกร นั้นเป็นการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้หรือของเสียจากพืชและสัตว์ นอกจากส่วนที่เป็นของอาหารปลาโดยตรงแล้ว ส่วนที่เหลือยังเป็นการเพิ่มธาตุอาหารซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งเป็นอาหารตามธรรมชาติของปลาต่อไปนั่นเอง และในขณะที่น้ำในบ่อปลามีความอุดมสมบูรณ์แทนที่จะถ่ายเท

สู่แม่น้ำลำคลอง สามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชได้เช่น ถ่ายน้ำสู่นาข้าวก็เป็นการใส่ปุ๋ยโดยไม่ต้องลงทุน หรือนำไปใช้ในการรดพืชผักเป็นการนำของเสียกลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์และสามารถลดค่าใช้จ่ายของเกษตรกรได้เป็นอย่างดี

ศักดิ์ชัย (2536) กล่าวว่าการเลี้ยงปลาแบบชีววิถีหมายถึง การเลี้ยงปลาร่วมกับการเลี้ยงสัตว์อื่นๆ รวมทั้งการปลูกพืชในพื้นที่เดียวกัน โดยใช้พื้นที่ดังกล่าวให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งนี้กิจกรรมต่างๆ เหล่านั้นต้องเอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกันได้ทั้งในทางตรงและทางอ้อมตามความเหมาะสมของสภาพท้องถิ่น และเพื่อเป็นการบริหารพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากจะเป็นการเพิ่มผลผลิตแล้วยังสามารถลดต้นทุนในการผลิตอีกด้วย สอดคล้องกับรายงานของ ปกรณ์ และคณะ (2541) ซึ่งรายงานว่าการเลี้ยงปลาแบบชีววิถีเป็นระบบการผลิตที่ใช้ประโยชน์จากของเหลือในการผลิตของระบบหนึ่งและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการผลิตอีกระบบ และเป็นที่นิยมปฏิบัติกันทั้งในและต่างประเทศเช่น จีน ไต้หวัน ฮ่องกง ญี่ปุ่นและฮังการี เนื่องจากเป็นระบบการผลิตสัตว์น้ำและสัตว์บกที่มีประสิทธิภาพและสามารถเอื้อประโยชน์ต่อกัน ผลพลอยได้จากการเลี้ยงสัตว์บกเช่น มูลสัตว์สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกโดยนำไปเป็นปุ๋ยเพื่อสร้างเป็นอาหารตามธรรมชาติในบ่อเลี้ยงปลาและสามารถลดค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างดี

ปกรณ์ และคณะ (2541) กล่าวว่าหลักพื้นฐานของการเกษตรชีววิถีคือ การรู้จักใช้ประโยชน์จากผลพลอยจากกิจกรรมหนึ่ง และสามารถนำไปใช้ประโยชน์หรือเป็นปัจจัยในการผลิตของอีกกิจกรรมหนึ่ง เป็นการใช้พื้นที่การเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุดเช่น การปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์บริเวณคันบ่อเลี้ยงปลา ในขณะเดียวกันก็มีการปลูกพืชน้ำเช่น ผักบุ้งและผักกระเฉดในบ่อเลี้ยงปลาร่วมด้วย สามารถลดต้นทุนการผลิตโดยการผสมผสานกิจกรรมทางการเกษตรและการเลี้ยงสัตว์น้ำเข้าไว้ด้วยกันซึ่งสามารถลดต้นทุนหรือปัจจัยการผลิตได้เช่น การนำเอาเศษเหลือทางการเกษตรกลับมาใช้อีกโดยการใส่ลงไปในบ่อเลี้ยงปลาเพื่อเป็นอาหารและสร้างอาหารตามธรรมชาติ ในขณะเดียวกันน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาและดินเลนก้นบ่อสามารถนำกลับมาใช้สำหรับการเพาะปลูกพืชได้อีกด้วย ดังนั้นการผสมผสานจึงมีส่วนช่วยในการลดค่าใช้จ่ายของอาหารและปุ๋ยและช่วยลดความเสี่ยงต่อการขาดทุน นอกจากนี้เกษตรชีววิถีสามารถกำจัดของเสียและมูลสัตว์โดยการใส่มูลสัตว์ลงในบ่อปลาจะช่วยทำให้ห่วงโซ่อาหารในบ่อเลี้ยงปลามีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการผสมผสานกิจกรรมดังกล่าวต้องเอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกันอย่างลงตัวพอดีไม่น้อยหรือมากจนเกิดผลกระทบต่อกัน ช่วยเพิ่มผลผลิตและรายได้เช่น การเลี้ยงสัตว์น้ำแบบชีววิถีช่วยเพิ่มผลผลิตมากกว่าการเลี้ยงสัตว์น้ำเพียงอย่างเดียว ผลผลิตที่ได้นอกจากจะใช้บริโภคภายในครัวเรือนแล้ว ยังสามารถจัดจำหน่ายเพื่อเป็นรายได้หรือเป็นเงินทุนหมุนเวียน เพื่อใช้ดำเนินการตลอดทั้งปีได้อีกด้วย

ปกรณ์ และคณะ (2541) กล่าวว่ารูปแบบของเกษตรชีววิถีนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการเช่น ความต้องการของตลาด ทุนของผู้ดำเนินกิจการและความเหมาะสมของสภาพพื้นที่การเกษตรซึ่งมีหลายรูปแบบด้วยกันเช่น เกษตรชีววิถีที่ยึดการปลูกพืชเป็นหลักได้แก่ การเลี้ยงปลาในนาข้าว และเลี้ยงปลาในร่องสวนผลไม้หรือสวนผัก เกษตรชีววิถีที่ยึดการเลี้ยงสัตว์เป็นหลักได้แก่ การเลี้ยงปลาร่วมกับการเลี้ยงสัตว์และการปลูกพืช ซึ่งปลาจะได้รับอาหารโดยตรงจากอาหารของสัตว์ที่ตกหล่นและมูลของสัตว์เลี้ยง และผลพลอยได้เหล่านี้ยังสามารถสร้างอาหารตามธรรมชาติสำหรับปลาในบ่อเลี้ยงได้อีกด้วย ส่วนเกษตรชีววิถีที่ยึดการเลี้ยงปลาเป็นหลักจะเน้นการใช้ประโยชน์จากอาหารของสัตว์ที่ตกหล่นและมูลของสัตว์เลี้ยงให้มีประสิทธิภาพต่อการผลิตปลามากที่สุด เพื่อลดต้นทุนในการผลิตและมีการจัดการในบ่อเลี้ยงปลาโดยให้อาหารสมทบระหว่างการเลี้ยง ใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมในกรณีที่บ่อเลี้ยงปลายังขาดความอุดมสมบูรณ์จากอาหารตามธรรมชาติและมีการถ่ายเทน้ำระหว่างการเลี้ยงเพื่อลดการสะสมของเสียในบ่อเลี้ยง เป็นต้น

ปัจจุบันมีนักวิชาการด้านประมงหลายท่านที่ได้ทำการศึกษารูปแบบของระบบเกษตรแบบชีววิถีอย่างจริงจังเช่น บัญญัติ (2547) รายงานว่าการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีสามารถลดต้นทุนในการผลิตปลานิลได้โดยอาศัยกำลังผลิตเบื้องต้นซึ่งเป็นอาหารตามธรรมชาติของปลานิลที่มีอยู่ในบ่อเลี้ยงปลานั้นๆ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาลึกลงไปในรายละเอียดโดย บัญญัติ (2548) ได้รายงานว่ากำลังผลิตเบื้องต้นของบ่อเลี้ยงปลาที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 1.5 เมตรแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตของปลานิลที่ได้ทำการศึกษาและสามารถลดต้นทุนในการผลิตปลานิลได้ถึง 13.30 % จากศึกษาดังกล่าวพบว่าปลานิลนั้นสามารถใช้ประโยชน์จากแพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นอาหารตามธรรมชาติได้เป็นอย่างดีจึงเป็นแนวทางในการลดต้นทุนในการผลิตของเกษตรกรได้ ไม่เพียงเท่านี้จากการศึกษาของ บัญญัติ (2549) ยังพบว่าปลานิลสามารถใช้ประโยชน์จากแพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์หน้าดินได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะมูลไก่นั้นปลานิลสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งในทางตรงและทางอ้อม นอกจากนี้จากการศึกษาของ พัชรี (2552) รายงานว่าการเลี้ยงกบนาร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุยโดยเทคนิคชีววิถีพบว่าสามารถลดต้นทุนในการผลิตกบนาและปลาดุกบิ๊กอุยที่เลี้ยงได้ ทั้งนี้รูปแบบเกษตรชีววิถีนอกจากจะเป็นการลดต้นทุนในการผลิตแล้วยังสามารถเพิ่มคุณภาพของผลผลิตได้อีกด้วยโดยจากการรายงานของ บัญญัติ (2552) พบว่าการใช้ผักตบชวาร่วมกับการเลี้ยงปลาบึกซึ่งเป็นเทคนิคชีววิถี เนื่องจากผักตบชวาสามารถลดปริมาณธาตุอาหารส่วนเกินในบ่อเลี้ยงปลาบึกจึงสามารถลดกลิ่นโคลนที่สะสมอยู่ในเนื้อปลาบึกได้

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ปกรณ์ และคณะ (2541) รายงานว่าการใช้ประโยชน์จากมูลสัตว์ในบ่อเลี้ยงปลาเป็นการเพิ่มธาตุอาหารแก่แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำ ซึ่งเป็นอาหารของปลาในระบบห่วงโซ่อาหาร เป็นวิธีการที่เกษตรกรสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายและลดปัญหามลภาวะได้เป็นอย่างดี การใส่ปุ๋ยลงในบ่อเลี้ยงเป็นการให้อาหารแก่ปลาในทางอ้อมที่สำคัญมากวิธีหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดอาหารตามธรรมชาติที่เป็นประโยชน์ต่อปลานิล แต่เพื่อเป็นการเร่งให้ปลานิลที่เลี้ยงให้เจริญเติบโตเร็วขึ้น ควรให้อาหารสมทบพวกคาร์โบไฮเดรตเช่น รำและปลายข้าว วิธีการเลี้ยงสัตว์ร่วมกับปลานั้นอาจจะใช้วิธีการสร้างคอกสัตว์คร่อมบ่อเลี้ยงปลาเพื่อให้มูลตกสู่บ่อเลี้ยงปลาได้โดยตรง หรือสร้างคอกสัตว์ไว้บริเวณคันบ่อเลี้ยงปลาแล้วนำมูลสัตว์เหล่านั้นมาใส่ในบ่อเลี้ยงปลาในอัตราที่เหมาะสมก็ได้ โดยทั่วไปเกษตรกรนิยมเลี้ยงสุกรประมาณจำนวน 10 ตัว หรือเป็ดและไก่ไข่ประมาณจำนวน 200 ตัว ต่อพื้นที่บ่อเลี้ยงปลาขนาด 1 ไร่ การใส่ปุ๋ยคอกในระยะแรกควรใส่ในอัตราส่วนประมาณ 250-300 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้การใช้ปุ๋ยคอกควรตากให้แห้งเสียก่อนเพราะปุ๋ยสดจะทำให้น้ำในบ่อเลี้ยงปลามีแอมโมเนียสูงและจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลาที่เลี้ยงได้ ส่วนการใช้ปุ๋ยหมักควรกองไว้ตามมุมบ่อ 2-3 แห่ง โดยมีไม้ปักล้อมรอบกองปุ๋ยป้องกันไม่ให้ปุ๋ยที่ใช้กระจายทั่วบ่อเลี้ยงปลา

จากการรายงานของ มั่นสิน (2539) ที่รายงานว่าปุ๋ยอินทรีย์เช่น มูลสัตว์อาจใช้เป็นแหล่งอาหารโดยตรงของปลาและของสัตว์น้ำที่เป็นอาหารของปลาอีกทอดหนึ่ง การย่อยสลายของปุ๋ยอินทรีย์ทำให้เกิดธาตุอาหารหลักที่เป็นประโยชน์ต่อแพลงก์ตอนพืชและปลาที่เลี้ยงก็สามารถใช้ประโยชน์จากแพลงก์ตอนพืชเพื่อการเจริญเติบโต จากการทดลองพบว่าแพลงก์ตอนพืชสามารถใช้ประโยชน์จากมูลไก่ได้ดีกว่ามูลสัตว์อื่นๆ รวมทั้งปุ๋ยเคมี การเติมมูลสัตว์ในบ่อเลี้ยงปลามักทำให้น้ำมีสีชาและถ้าเติมมูลสัตว์ในปริมาณที่มากจนเกินไปอาจทำให้น้ำในบ่อเลี้ยงปลาเน่าเสียและมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำไม่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของปลา จึงไม่ควรเติมมูลสัตว์ในปริมาณที่มากจนเกินไป จากการศึกษาของ มั่นสิน และ ไพพรรณ (2536) ซึ่งรายงานว่าแหล่งปุ๋ยอินทรีย์นั้นมีด้วยกันหลากหลายชนิดเช่น หญ้า ใบไม้ มูลสัตว์ น้ำทิ้งจากครัวเรือน เมล็ดพืชและฟางแห้ง เป็นต้น ในบรรดาปุ๋ยอินทรีย์นั้นมูลสัตว์เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่น่าสนใจมากที่สุด และมูลของสัตว์แต่ละชนิดก็จะมีปริมาณสารอาหารหลักแตกต่างกันไป (ตาราง 2)

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ตาราง 2 องค์ประกอบของธาตุอาหารและความชื้นในมูลสัตว์ต่าง ๆ

ชนิดของมูลสัตว์	องค์ประกอบเฉลี่ย (%)			
	ความชื้น	N	P_2O_5	K_2O
โคนม	85	0.5	0.2	0.5
โคเนื้อ	85	0.7	0.5	0.5
ไก่	72	1.2	1.3	0.6
เป็ด	82	0.5	0.3	0.4
แกะ	77	1.4	0.5	1.2

ที่มา : มั่นสิน และ ไพพรรณ (2536)

มั่นสิน และ ไพพรรณ (2536) รายงานต่อไปว่ามูลสัตว์เป็นทั้งแหล่งอาหารทางตรงและทางอ้อมของปลา แต่อย่างไรก็ตามมูลสัตว์ก็จัดว่าเป็นอาหารปลาที่มีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างต่ำ ผลผลิตของปลาที่ได้จากการเลี้ยงด้วยมูลสัตว์จึงน้อยกว่าผลผลิตของปลาที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารสมทบร่วมกับการใช้ปุ๋ย วิธีการเติมปุ๋ยลงในบ่อเลี้ยงปลานั้นเป็นการส่งเสริมให้แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนมากขึ้น แม้ว่าจะมีปลาเพียงไม่กี่ชนิดที่สามารถใช้ประโยชน์จากแพลงก์ตอนพืชดังกล่าวได้หรือเจริญเติบโตได้ด้วยการกินแพลงก์ตอนพืชเพียงอย่างเดียว แต่ในห่วงโซ่อาหารของบ่อเลี้ยงปลานั้นแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์หน้าดิน ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ก็เป็นอาหารของปลาในลำดับต่อไปได้ ด้วยเหตุนี้ผลผลิตของปลาที่เลี้ยงจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ในกรณีที่ไม่มีการให้อาหารสมทบระหว่างการบ่อเลี้ยงปลา ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีอยู่ในบ่อเลี้ยงปลาสามารถบ่งบอกและใช้เป็นดรรชนีชี้วัดผลผลิตของปลาในบ่อเลี้ยงดังกล่าวได้ ในการวิเคราะห์หาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชแพลงก์ตอนสัตว์ทำได้โดยวิธีการนับจำนวนเซลล์ในห้องปฏิบัติการจึงไม่สะดวกสำหรับเกษตรกรที่ต้องทำงานในภาคสนาม ในทางปฏิบัติจึงนิยมใช้ Secchi disk ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นจานทรงกลมโดยทำเครื่องหมายด้านบนให้มีสีขาวและสีดำสลับกันไป ผูกด้วยเชือกและมีตุ้มถ่วงอยู่ด้านล่าง วิธีใช้ทำได้โดยการหย่อนแผ่นจานทรงกลมดังกล่าวลงในน้ำจนถึงระดับที่เริ่มมองไม่เห็นเครื่องหมายบนจาน ความยาวของเชือกที่วัดจากผิวน้ำจนถึงแผ่นจานทรงกลมดังกล่าว แสดงถึงความโปร่งแสงของแหล่งน้ำนั้นๆ ดังนั้นแหล่งน้ำมีความโปร่งแสงน้อยค่าที่วัดได้จึงมีค่าสูงและแหล่งน้ำที่มีความโปร่งแสงมากค่าที่วัดได้จึงมีค่า

ต่ำ ตัวอย่างเช่น แหล่งน้ำที่มีความโปร่งแสง 30 เซนติเมตร แสดงว่ามีความขุ่นกว่าแหล่งน้ำที่มีความโปร่งแสง 100 เซนติเมตรเป็นต้น โดยปกติความโปร่งแสงของแหล่งน้ำจะแสดงความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำนั้นๆ แต่อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยอื่นที่มีอิทธิพลต่อความโปร่งแสงที่วัดได้เช่น อนุภาคของดินที่แขวนลอยอยู่ในแหล่งน้ำ ดังนั้นจึงต้องอาศัยความชำนาญจึงจะสามารถแยกความแตกต่างระหว่างความโปร่งแสงที่เกิดจากแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์หรือความโปร่งแสงที่เกิดจากปัจจัยอื่นๆ หากพิจารณาเฉพาะความโปร่งแสงจากความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เพียงประการเดียวนั้น ความโปร่งแสงที่เหมาะสมสำหรับบ่อเลี้ยงปลาควรจะอยู่ในช่วง 30-80 เซนติเมตร แสดงว่าน้ำมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เพียงพอสำหรับการเลี้ยงปลา ถ้าความโปร่งแสงน้อยกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์มีความหนาแน่นมากเกินไป และอาจจะเกิดภาวะขาดแคลนออกซิเจนได้ กรณีนี้อาจเกิดขึ้นเนื่องจากมีการเติมปุ๋ยในบ่อเลี้ยงปลามากจนเกินไป ส่วนน้ำที่มีความโปร่งแสงมากกว่า 80 เซนติเมตร แสดงว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์มีความหนาแน่นน้อยเกินไป จำเป็นต้องมีการเติมปุ๋ยเพื่อเป็นการเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนให้เพียงพอสำหรับการเลี้ยงปลา

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกบนา

อนุกรมวิธานของกบนา (จารุจินต์, 2531)

Kingdom Animal

Phylum Chordata

Class AmPhibia

Order Anura

Family Ranidae

Genus Rana

Species rugulosa

ชีววิทยาบางประการของกบนา

กรมประมง (2548) รายงานว่ากบนามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Rana rugulosa* และมีชื่อสามัญว่า Common lowland frog เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบมากและมีอยู่ทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย กบนาเป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำที่หายใจด้วยปอดและผิวหนัง โดยออกซิเจนจะ

ละลายน้ำก่อนเข้าสู่ผิวหนัง ดังนั้นกบนาจึงต้องอาศัยอยู่ในบริเวณใกล้แหล่งน้ำหรืออยู่ในบริเวณที่มีความชื้นเพียงพอ นอกจากนี้ สมโภชน์ (2540) รายงานว่ากบนาเป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำที่มีลำตัวยาวและค่อนข้างกลม ขาคู่หน้ามีลักษณะสั้นและมี 4 นิ้ว ส่วนขาคู่หลังมีลักษณะยาวกว่าขาคู่หน้าและมี 5 นิ้ว บริเวณหลังของลำตัวมีสีเขียวปนน้ำตาลและมีจุดดำกระจายเป็นอยู่ทั่วไปตามลำตัว มักอาศัยหากินอยู่บริเวณห้วย หนอง บึงและท้องนา พบได้ทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทยและเป็นสัตว์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง เนื่องจากเนื้อกบเป็นอาหารโปรตีนที่มีรสชาติดีจึงเป็นที่นิยมบริโภคโดยทั่วไป อีกทั้งสามารถส่งไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศเช่น สิงคโปร์ ฮ่องกง และไต้หวัน ดังนั้นในปัจจุบันการเพาะเลี้ยงกบนาจึงได้รับความสนใจมากขึ้น

กรมประมง (2548) รายงานว่ากบนามีชุกชุมและพบมากในฤดูฝน มักอาศัยอยู่บริเวณที่ร่มแสงแดดไม่จัดและบริเวณกอหญ้าริมสระหรือแอ่งน้ำ ในฤดูหนาวหรือฤดูแล้งกบนาจะจำศีลอยู่นิ่งและหลบซ่อนอยู่ในหลุมหรือโพรงไม้ใต้ดิน กบนาเป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังประเภทสัตว์เลือดเย็น ใช้ลิ้นจับอาหารเข้าสู่ปากโดยที่ลิ้นมีลักษณะค่อนข้างแปลกกล่าวคือโคนลิ้นอยู่ด้านนอกและปลายลิ้นอยู่ด้านใน ปลายลิ้นของกบนามีลักษณะเป็นแฉกและเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็ว ผิวหนังอ่อนนุ่มเรียบและชื้นอยู่เสมอ ส่วนนัยน์ตามีลักษณะโปน กบนาจะเคลื่อนที่ด้วยการกระโดดโดยอาศัยขาคู่หลังที่มีขนาดใหญ่และแข็งแรง ระหว่างนิ้วของกบนามีแผ่นหนังเชื่อมติดคล้ายเท้าเป็ด หลังจากที่กบนาฟักออกจากไข่ กบนาวัยอ่อนจะยังไม่มีขาแต่จะมีหางซึ่งใช้ในการว่ายน้ำ โดยในระยะแรกจะหายใจด้วยเหงือกที่งอกออกมาบริเวณ 2 ทั้งข้างของแก้ม ลักษณะคล้ายครีบปลาและเมื่อลูกกบนาเจริญเติบโตขึ้นหางและลำตัวจะหดสั้น และจากนั้นจะมีขางอกออกมาแทน ตาจะเริ่มโปนและเมื่อเหงือกหดหายไปปอดจะพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการหายใจแทน ในระยะนี้ลูกกบนาจะขึ้นมาอาศัยอยู่บนบกและผิวหนังเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงโดยจะเริ่มมีจุดลายๆ เกิดขึ้น นอกจากนี้จะมีการพัฒนาของขากรรไกรทำให้อ้าปากได้กว้าง กบนาตัวผู้จะมีอวัยวะพิเศษที่ทำให้เกิดเสียงเรียกว่า Vocal sac ในกรณีที่กบนาเกิดอาการตกใจกบนาทั้งตัวผู้และตัวเมียจะร้องเสียงแหลม กบนาจัดเป็นกบขนาดกลางมีความยาวลำตัวประมาณ 90-180 มิลลิเมตร (วัดจากริมปากถึงก้น) น้ำหนักประมาณ 100-350 กรัม หัวสั้นมีลักษณะเป็นรูปทรงสามเหลี่ยมซึ่งมีความยาวเกือบเท่าส่วนกว้าง ขาหลังใหญ่และมีความยาวประมาณ 1.5 เท่าของความยาวลำตัวและ 2 เท่าของความยาวขาหน้า ขาหลังมีน้ำหนักประมาณ 5 เท่าของขาหน้า โดยทั่วไปเมื่อโตเต็มที่กบนาเพศผู้จะมีขนาดเล็กกว่ากบนาเพศเมีย กบนาสามารถผสมพันธุ์ได้เมื่ออายุประมาณ 6 เดือน โดยจะสังเกตเห็นรอยย่นของถุงเสียงเป็นสีเทาดำคล้ำใต้คางทั้ง 2 ข้าง กบนาเพศผู้จะใช้ถุงเสียงดังกล่าวในการขยายเสียงร้องให้ก้องกังวานเพื่อเรียกตัวเมียให้มาผสมพันธุ์ นอกจากนี้ในช่วงฤดูผสมพันธุ์จะพบว่ากบนาเพศผู้มีแถบหนาสีน้ำตาลทางด้านในของนิ้วหัวแม่มือทั้ง 2 ข้าง และจากรายงานของ ผุสตี และคณะ (2535) พบว่ากบนาเพศ

เมียมีขนาดใหญ่กว่ากบนาเพศผู้ถึง 2 เท่า บริเวณเอวพองโคกว่ากบเพศผู้ ผิวหนังบริเวณใต้คางทั้ง 2 ข้างจะเรียบและไม่มีรอยย่นหรือสีคล้ำ

เฉิดฉัน และคณะ (2538) รายงานว่าในช่วงฤดูแล้งกบนาจะขุดโพรงฝังตัวอยู่ในดินชาวบ้านเรียกกบนาระยะนี้ว่า กบดุคหรือกบจำศีล โดยในระยะนี้กบนาจะไม่กินอาหารและกบนาจะเริ่มกินอาหารใหม่อีกครั้งเมื่อเข้าฤดูผสมพันธุ์ (เมื่อฝนตกครั้งแรกของฤดูกาลถัดไป) โดยกบนาจะออกมาผสมพันธุ์และวางไข่ในแอ่งน้ำ ในช่วง 2-3 วันแรกที่เข้าฤดูฝนพ่อแม่พันธุ์กบนาจะออกมาในที่โล่งแจ้ง โดยกบเพศผู้จะส่งเสียงร้องเพื่อเรียกหาคู่ เมื่อได้คู่แล้วกบนาเพศผู้จะไล่วนเวียนกบนาเพศเมียแล้วขึ้นเกาะหลังไข่แก่ที่อยู่ในถุงฟักไข่จะถูกปล่อยออกมา จากนั้นกบนาเพศผู้จะปล่อยน้ำเชื้อออกมาผสมกับไข่ทันที การปล่อยไข่และน้ำเชื้อออกมาผสมกันนั้นจะทำเป็นช่วงๆ หลายครั้ง แม่กบนาที่มีความสมบูรณ์สามารถวางไข่ได้ถึง 20 ชุด (ชุดละประมาณ 40-50 ฟอง) การวางไข่แต่ละชุดจะห่างกันประมาณ 2-3 นาที โดยกบนาจะเปลี่ยนที่วางไข่ไปเรื่อยๆ จากการรายงานของ ทรงพรรณ (2531) พบว่าในธรรมชาตินั้นกบนาจะผสมพันธุ์และวางไข่ในฤดูฝน เนื่องจากสภาพแวดล้อมในธรรมชาติโดยทั่วไปมีความเหมาะสมกับการอยู่รอดของลูกกบที่จะฟักออกจากไข่ กบนาจะวางไข่ในบริเวณที่น้ำตื้นและมีพันธุ์ไม้น้ำขึ้นหนาแน่น ดังนั้นในการผสมพันธุ์ของกบนาจึงมีความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมและการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์ นอกจากนี้ปัจจัยด้านอุณหภูมิก็มีอิทธิพลต่อการสืบพันธุ์ของกบนา โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการผสมพันธุ์และวางไข่ของกบนาไม่ควรต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส และไม่ควรมีอุณหภูมิสูงมากเกินไป นอกจากนี้ปัจจัยด้านอุณหภูมิยังมีส่วนช่วยในการฟักไข่ของกบนาอีกด้วย ไข่กบนาที่ผ่านการผสมพันธุ์แล้วจะเจริญและฟักเป็นตัวภายใน 18-28 ชั่วโมงในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกล่าวคือ มีอุณหภูมิระหว่าง 36-38 องศาเซลเซียส และน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6-6.5 ไข่ที่เพิ่งได้รับการปฏิสนธิจะมีรูปร่างกลมและเห็นเป็นแถบสีเทาอยู่ระหว่างแถบสีเข้มกับสีจาง จากนั้นไข่ของกบนาจะเปลี่ยนรูปซึ่งมีลักษณะรีและค่อยๆ เพิ่มความยาวขึ้นเรื่อยๆ จนมองเห็นส่วนหัว ลำตัวและหางอย่างชัดเจนคล้ายลูกปลา กบนาวัยอ่อนที่เพิ่งฟักออกเป็นตัวจะมีลักษณะลำตัวค่อนข้างแบนโดยมีความยาวประมาณ 3-4 มิลลิเมตร กบนาวัยอ่อนมักจะเกาะนิ่งพักตัวอยู่บนราก กิ่งก้านและใบของไม้น้ำ ในระยะแรกกบนาวัยอ่อนจะยังไม่กินอาหารจนกระทั่งถุงไข่แดงยุบซึ่งใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน จึงเริ่มกินอาหารซึ่งอาหารส่วนใหญ่ของกบนาวัยอ่อนจะเป็นพวกตะไคร่น้ำหรือใบไม้น้ำ กบนาวัยอ่อนที่มีอายุประมาณ 6-7 วัน จะมีความยาวของลำตัวประมาณ 5-7 มิลลิเมตร เมื่อกบนาวัยอ่อนมีการเจริญเติบโตมากขึ้นในขณะเดียวกันก็จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Metamorphosis) เกิดขึ้นพร้อมกันไปด้วย เมื่อกบนาวัยอ่อนอายุได้ 20 วัน ขาหลังจะเริ่มงอกและในอีก 3 วันต่อมาขาหน้าก็

จะงอกเช่นเดียวกันและหางจะหดหายไปกระทั่งเห็นเป็นลูกกบนาตัวเล็ก การเจริญเติบโตของกบนาจากไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิกระทั่งเป็นกบนาโดยสมบูรณ์จะใช้เวลาทั้งสิ้น 28-36 วันโดยประมาณ

กรมประมง (2548) รายงานว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของกบนาได้แก่ ความหนาแน่นในการเลี้ยง คุณภาพและลักษณะทางกายภาพของอาหารควรจะสม่ำเสมอ เนื่องจากกบนาจะกินอาหารน้อยลงหากคุณภาพและลักษณะบางประการของอาหารเปลี่ยนไปทำให้การเจริญเติบโตของกบนาชะงักลงได้ หลังจากลูกกบนามีอายุได้ประมาณ 1 เดือน หรือมีความยาวตั้งแต่ 1 นิ้วขึ้นไปจะต้องมีการคัดขนาดเพื่อป้องกันไม่ให้กบนากัดกินกันเอง และระหว่างการเลี้ยงกบนาควรป้องกันไม่ให้มีสิ่งรบกวนจากภายนอกเพราะจะทำให้กบนาตกใจและเกิดการเกร็งมีการเหยียดตรงของกล้ามเนื้อขาและจะตายในที่สุด

การเลี้ยงกบนา

กรมประมง (2548) รายงานว่ากบนาวัยอ่อนในช่วงระยะ 2-3 วันแรกหลังจากที่ฟักออกจากไข่นั้นไม่ต้องให้อาหารเนื่องจากระยะดังกล่าวกบนาวัยอ่อนจะได้รับอาหารจากถุงไข่แดงที่ติดอยู่กับลำตัว หลังจากนั้นจึงเริ่มให้ไข่ตุ๋นเป็นอาหาร เนื่องจากไข่ตุ๋นมีลักษณะนิ่มและกบนาวัยอ่อนสามารถใช้ประโยชน์ได้ดีนอกจากนี้ยังมีคุณค่าทางโภชนาการทำให้มีการเจริญเติบโตที่ดีและเมื่อกบนาโตขึ้นจึงให้อาหารชนิดอื่นๆ เช่น รำละเอียด ปลาบด ลูกไร และใบผักกาดหรือผักบุ้งนึ่ง นอกจากนี้เกษตรกรสามารถให้อาหารเม็ดสำเร็จรูประหว่างการเลี้ยงเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของกบนา บ่ออนุบาลกบนานั้นควรเป็นหลังคาโปร่งซึ่งแสงแดดสามารถส่องถึงได้ นอกจากนี้ยังต้องใส่พันธุ์ไม้น้ำให้ลอยกระจายพอประมาณ สำหรับให้กบนาวัยอ่อนใช้เป็นที่หลบซ่อนตัวและลดความร้อน การเลี้ยงกบนาในบ่อเลี้ยงนั้นควรจะปล่อยกบนาในอัตรา 50 ตัวต่อตารางเมตร แต่ถ้าเป็นบ่อที่มีระบบน้ำไหลผ่านตลอดเวลาก็สามารถปล่อยกบนาในอัตรา 100 ตัวต่อตารางเมตร สอดคล้องกับรายงานของ Rodriguez - Serna et al. (1995) ซึ่งได้รายงานว่าอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงกบนาคือ 25-100 ตัวต่อตารางเมตร จากการศึกษาของ Paryononth and Daorerk (1995) พบว่าความหนาแน่นในการเลี้ยงกบนามีผลอย่างมากต่ออัตราการรอดของกบนา หากเลี้ยงกบนาที่ความหนาแน่นสูงมากเกินไปอาจทำให้กบนากัดกันเองและติดเชื้อโรคตายในที่สุด ดังนั้นเกษตรกรควรเลี้ยงกบนาในอัตราที่ไม่หนาแน่นจนเกินไป (ตาราง 3)

ตาราง 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุและความหนาแน่นในการเลี้ยงกบนา

อายุ (วัน)	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)
7	2,000
8-14	1,500
15-25	800
26-30	500
31-120	100-150

ที่มา : กรมประมง (2548)

อาหารและการให้อาหารกบนา

กรมประมง (2548) รายงานว่าลิ้นของกบนามีกล้ามเนื้อที่เจริญดีมาก ในธรรมชาติกบนาสามารถใช้ลิ้นในการจับกินแมลง ปลาขนาดเล็ก และไส้เดือนเป็นอาหาร นอกจากนี้กบนายังมีการสร้างน้ำเมือกเหนียวและปล่อยออกที่ลิ้นเพื่อช่วยในการจับเหยื่อให้ดีขึ้น กบนามีลำไส้ที่สั้นเช่นเดียวกับสัตว์กินเนื้อทั่วไป การเลี้ยงกบนารุ่นหรือกบโตนิยมใช้ปลาที่สับเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร หรือใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงกบนาในอัตรา 3% ของน้ำหนักตัว อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงกบนาจะต้องมีโปรตีนประมาณ 30-35% เนื่องจากกบนาเป็นสัตว์ที่กินเนื้อเป็นอาหาร และอาหารที่มีสีค่อนข้างแดงหรือน้ำตาลแดงและสะท้อนแสงสามารถกระตุ้นการกินอาหารของกบนาได้ดี ขนาดของอาหารจะต้องพอดีกับขนาดของปากกบนาในแต่ละช่วงอายุ และอาหารที่ใช้กบนาควรเป็นอาหารชนิดที่ลอยน้ำ ส่วนภาชนะสำหรับใส่อาหารควรเป็นวัสดุที่ลอยน้ำได้ การให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับกบนาควรผสมน้ำสะอาดพอประมาณเพื่อให้อาหารมีความอ่อนนุ่ม อาหารที่เตรียมขึ้นเพื่อใช้เลี้ยงกบนาควรมีคุณสมบัติใกล้เคียงกันตั้งแต่ต้น หากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเช่น กลิ่นหรือความอ่อนนุ่มที่เปลี่ยนไปจะส่งผลทำให้กบนาจะกินอาหารได้น้อยลง และการเปลี่ยนชนิดของอาหารโดยทันทีจะมีผลทำให้กบนาชะงักการกินอาหารได้เป็นเวลาหลายวัน การให้อาหารกบนาในช่วงเช้าควรจะให้ในบริเวณที่มีวัสดุกำบังกบนาจึงจะได้กินอาหารได้ตามปกติ แต่ถ้าให้อาหารในช่วงเย็นอาจจะวางไว้ในที่โล่งแจ้งก็ได้เนื่องจากกบนาเป็นสัตว์ที่ออกหากินในเวลากลางคืน กบนาจะกินอาหารได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการเช่น ขนาดและน้ำหนักของกบนา อุณหภูมิของอากาศและน้ำ ความร้อนจากแสงแดด ปริมาณและความแรง

ของฝนที่ตก เสียงรบกวนจากภายนอก การถ่ายเทน้ำและการทำความสะอาดบ่อที่ใช้เลี้ยง แม้กระทั่งคนแปลกหน้าที่เข้าใกล้บ่อเลี้ยงก็จะทำให้กบนาตกใจและกินอาหารได้น้อยลงเช่นกัน กบนาจะกินอาหารประมาณ 4-5% ของน้ำหนักตัว ดังนั้นการให้อาหารควรสอดคล้องกับน้ำหนักของกบนา การถ่ายเทน้ำในบ่อเลี้ยงก็เป็นปัจจัยที่สำคัญในการเลี้ยงกบนา โดยควรมีการถ่ายเทน้ำทุกครั้งหลังจากที่กบนากินอาหารเสร็จสิ้นหรือในกรณีที่มีน้ำมากควรจะให้น้ำไหลผ่านบ่อเลี้ยงตลอดเวลาจะมีส่วนช่วยทำให้กบนากินอาหารและเจริญเติบโตดีขึ้น นอกจากนี้ยังอาจเพิ่มจำนวนกบนาในบ่อเลี้ยงให้สูงขึ้นได้อีกด้วย อัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับการเลี้ยงกบนา (ตาราง 4)

ตาราง 4 ปริมาณและจำนวนมื้อของอาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยงกบนา

อายุของกบนา (วัน)	ปริมาณอาหาร (%ของน้ำหนักตัว/วัน)	จำนวนมื้อ/วัน
3-7	20	5
7-21	10-15	5
21-30	5-10	4
31-120	4-5	2

ที่มา : กรมประมง (2548)

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยงปลา

คุณสมบัติของน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากเป็นตัวชี้วัดถึงความเหมาะสมและความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำนั้นๆ หากแหล่งน้ำขาดคุณสมบัติที่เหมาะสมนอกจากจะส่งผลทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตได้ไม่ดีเท่าที่ควร แล้วยังส่งผลทำให้สัตว์น้ำเหล่านั้นอยู่ในภาวะที่อ่อนแอ เสี่ยงต่อการที่สัตว์น้ำจะติดเชื้อและเป็นโรค แต่อย่างไรก็ตามคุณสมบัติบางประการของน้ำในบ่อเลี้ยงที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลานั้นจะแตกต่างไปตามระบบการเลี้ยงเช่น การเลี้ยงปลาแบบหนาแน่น กึ่งหนาแน่น หรือว่าเป็นการเลี้ยงปลาเพื่อยังชีพซึ่งมีความหนาแน่นของปลาในบ่อเลี้ยงค่อยน้อย ดังนั้นเกษตรกรควรที่จะต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจถึงคุณสมบัติบางประการของน้ำ เพื่อจะได้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาต่างๆ ระหว่างการเลี้ยงและสามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้ด้วยตนเองดังนี้

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

สิทธิชัย (2549) รายงานว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (Positive potential of hydrogen ions) เป็นค่าที่แสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ที่มีอยู่ในน้ำ ซึ่งบ่งชี้ความเป็นกรด และสิ่งที่บ่งชี้ความเป็นด่างคือ ความเข้มข้นของไฮดรอกซิลไอออน (OH^-) แต่อย่างไรก็ตามความเป็นกรด-ด่าง ไม่ได้บอกถึงความเป็นกรดหรือความเป็นด่างรวมของน้ำ แต่เป็นค่าที่บอกถึงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในขณะนั้นเท่านั้น ดังนั้นน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง เท่ากัน อาจจะมีความเป็นกรดหรือความเป็นด่างด่างกันได้ นอกจากนี้ความเป็นกรด-ด่าง ยังสามารถบอกสัดส่วนอย่างคร่าวๆ ระหว่างคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตได้ สอดคล้องกับ ประเทือง (2534) ซึ่งรายงานว่าความเป็นกรด-ด่าง มีความสำคัญต่อการคำนวณปริมาณคาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต และคาร์บอนไดออกไซด์

น้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปมีความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5-9 ทั้งนี้ปัจจัยที่ส่งผลทำให้น้ำมีความเป็นกรด-ด่าง ที่แตกต่างนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของภูมิประเทศ และสภาพแวดล้อมหลายประการ เช่น ลักษณะของพื้นดินและหิน ปริมาณฝนที่ตกตลอดจนการใช้ประโยชน์จากที่ดินรอบบริเวณแหล่งน้ำนั้นๆ นอกจากนี้ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำนั้นจะเปลี่ยนแปลงตามความเป็นกรด-ด่าง ของดิน และกิจกรรมต่างๆ ของสิ่งที่มีชีวิตในน้ำ เช่น จุลินทรีย์และแพลงก์ตอน ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำในบ่อเลี้ยงปลานั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยช่วงกลางวันแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในกิจกรรมการสังเคราะห์แสง เพราะฉะนั้นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในแหล่งน้ำนั้นจะลดต่ำลง ส่งผลทำให้ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำสูงขึ้น และในช่วงกลางคืนแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำไม่มีกิจกรรมการสังเคราะห์แสง มีแต่การหายใจของสิ่งที่มีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ ซึ่งได้คายคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำสูงขึ้น และเมื่อคาร์บอนไดออกไซด์เหล่านั้นได้รวมตัวกับน้ำเกิดเป็นกรดคาร์บอนิค ส่งผลทำให้ความเป็นกรด-ด่าง ลดต่ำลง สำหรับความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะอยู่ช่วงระหว่าง 6.5-9 สอดคล้องกับรายงานของ Swingle (1969) ซึ่งกล่าวถึงผลของความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำในระดับต่างๆ ที่มีต่อปลา (ตาราง 5)

ตารางที่ 5 อิทธิพลของความเป็นกรด-ด่าง ที่มีต่อการเจริญเติบโตของปลา

ความเป็นกรด-ด่าง	อิทธิพลที่มีต่อการเจริญเติบโตของปลา
ต่ำกว่า 4	เป็นระดับที่อันตรายทำให้ปลาตายได้
4-5	การเจริญเติบโตช้า และระบบการสืบพันธุ์หยุดชะงัก
4-6	การเจริญเติบโตช้า
6.5-9	เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ
9-11	การเจริญเติบโตช้า
9.5-11	ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
สูงกว่า 11	เป็นระดับที่อันตรายทำให้ปลาตายได้

ที่มา : Swingle (1969)

Reid (1961) รายงานว่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาอยู่ในช่วง 6.5-8.5 ในกรณีที่ความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5-9 ปลายังสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่ถ้าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 4 หรือสูงกว่า 11 ปลาจะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เลย (Death point) ทั้งนี้ระดับของความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำที่ต่างกันอาจจะเกิดจากการปนเปื้อนของน้ำทิ้งจากชุมชน หรือโรงงานอุตสาหกรรมก็ได้

ประเทือง (2534) กล่าวว่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำนอกจากจะส่งผลโดยตรงต่อปลาแล้ว ยังส่งผลทางอ้อมต่อปลาอีกด้วยตัวอย่างเช่น ทำให้สารพิษบางชนิด มีการแตกตัวเพิ่มขึ้นหรือลดลง เช่น ความเป็นกรด-ด่าง ที่สูงขึ้นจะทำให้ความเป็นพิษของแอมโมเนียเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยในบ่อเลี้ยงปลาในกรณีที่น้ำหรือดินมีสภาพความเป็นกรด-ด่าง ต่ำเกินไปก็จะไม่ได้รับประโยชน์เท่าที่ควร ฉะนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการปรับปรุงความเป็นกรด-ด่างของน้ำหรือดินก่อนใส่ปุ๋ยในบ่อเลี้ยงปลา ปุ๋ยเหล่านั้นจึงจะถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์โดยสิ่งมีชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ การปรับปรุงแก้ไขความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำและดินให้สูงขึ้น ทำได้โดยการใส่ปูนขาวซึ่งนอกจากจะทำให้ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำและดินสูงขึ้นแล้วยังจะช่วยเพิ่มความเป็นด่าง และความกระด้างอีกด้วย ปูนขาวที่ใช้มีอยู่ด้วยกันหลายชนิดได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) และแคลเซียมออกไซด์ (CaO) การคำนวณปริมาณปูนขาวที่ต้องใช้นั้นพิจารณาจากความเป็นกรด-ด่าง ของดิน และค่าความเป็นด่างของน้ำเสียก่อน เพราะปริมาณปูนขาวที่ใช้เพื่อปรับความเป็นกรด-ด่าง นั้นจะไม่เท่ากันทุกบ่อเสมอไป

ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงต้องนำดินก้นบ่อมาตรวจวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาปริมาณปูนขาวที่จะต้องใช้ และในระหว่างการเลี้ยงปลานั้นควรจะหมั่นตรวจสอบความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำในบ่ออย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง คือ ในช่วงเช้าก่อนพระอาทิตย์ขึ้นและในช่วงบ่าย เนื่องจากความเป็นกรด-ด่าง ในรอบวันจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาตามกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้นๆ และการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำในรอบวัน ไม่ควรจะเกินกว่า 2 หน่วย

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved oxygen)

สิทธิชัย (2549) กล่าวว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำมาก ออกซิเจนจะเป็นตัวควบคุมกระบวนการใช้พลังงานของแหล่งน้ำและไม่ว่าพืชหรือสัตว์ก็มีความจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการหายใจ สอดคล้องกับรายงานของ ประเทือง (2534) ที่กล่าวว่าออกซิเจนมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตแทบทุกชนิดซึ่งจะถูกใช้ในกระบวนการต่างๆ เพื่อก่อให้เกิดพลังงาน (Aerobic process) แต่โดยธรรมชาติแล้วออกซิเจนสามารถละลายน้ำได้น้อยมาก เนื่องจากไม่ได้ทำปฏิกิริยาทางเคมีโดยตรงกับน้ำ ดังนั้นการละลายของออกซิเจนจึงขึ้นอยู่กับความกดดันของบรรยากาศ อุณหภูมิของน้ำและปริมาณเกลือแร่ที่มีอยู่ในน้ำ ความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจนนั้นอยู่ระหว่าง 14.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และ 7.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในสภาพความกดดัน 1 บรรยากาศ เมื่อความกดดันบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป ความสามารถในการละลายน้ำก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย กล่าวคือถ้าระดับความสูงเพิ่มขึ้นอัตราการละลายน้ำของออกซิเจนจะลดลง และเมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้นออกซิเจนก็จะละลายน้ำได้น้อยลงเช่นเดียวกัน ในฤดูร้อนปริมาณของออกซิเจนละลายในน้ำน้อยลงเพราะว่าน้ำจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น ในขณะเดียวกันการย่อยสลายและปฏิกิริยาต่างๆ จะเพิ่มมากขึ้นทำให้มีความต้องการออกซิเจนเพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ สูงขึ้นตามไปด้วย มีผลทำให้เกิดภาวะขาดแคลนออกซิเจนในน้ำขึ้นได้ ทำให้เกิดการเน่าเหม็นของแหล่งน้ำ ในทางตรงกันข้ามแหล่งน้ำอาจเกิดปรากฏการณ์ออกซิเจนที่ละลายน้ำเกินจุดอิ่มตัว เนื่องจากมีการผลิตออกซิเจนขึ้นมาก เช่น การที่มีแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำมากเกินไป อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนในช่วงที่กว้างก็อาจจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำไม่ให้มีมากหรือน้อยจนเกินไป

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำสัมพันธ์กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้ (ประเทือง, 2534)

1. ออกซิเจนที่ละลายน้ำซึ่งได้จากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งนับว่าเป็นกระบวนการผลิตออกซิเจนที่สำคัญของแหล่งน้ำ ในกรณีที่

ออกซิเจนดังกล่าวมีปริมาณสูงกว่ากระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ รวมทั้งการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรียเพื่อใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สาร ก็จะส่งผลให้มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำสะสมมากขึ้นกระทั่งถึงจุดอิ่มตัว ในกรณีที่ออกซิเจนมีปริมาณสูงกว่าจุดอิ่มตัวออกซิเจนก็จะระเหยขึ้นสู่บรรยากาศ แต่การระเหยนั้นจะเป็นไปอย่างช้าๆ ซึ่งในบางครั้งปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำอาจจะสูงกว่าจุดอิ่มตัว

2. ออกซิเจนที่ละลายน้ำจากบรรยากาศโดยตรง เกิดจากแรงกดดันบรรยากาศหรือเกิดจากกระแสลมพัดผ่านผิวน้ำ ซึ่งทำให้ออกซิเจนจากบรรยากาศละลายน้ำ ปรากฏการณ์ดังกล่าวจะเกิดขึ้นในกรณีที่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำลงกว่าจุดอิ่มตัว แต่เนื่องจากอัตราการแลกเปลี่ยนออกซิเจนระหว่างอากาศกับน้ำเกิดขึ้นอย่างช้าๆ และใช้เวลามาก ในบางครั้งปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอาจอยู่ในระดับที่ต่ำมาก เนื่องจากออกซิเจนถูกดึงไปใช้ในกระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สารของแบคทีเรีย

3. ออกซิเจนที่ละลายน้ำซึ่งได้จากกระบวนการเคมีอื่นๆ ซึ่งในบางแหล่งน้ำอาจจะมีสารประกอบหรือแร่ธาตุบางชนิดที่มาสารถทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วให้ออกซิเจนได้

4. ออกซิเจนที่ละลายน้ำถูกใช้ในกระบวนหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์น้ำ พืชน้ำ เป็นต้น

5. ออกซิเจนที่ละลายน้ำถูกใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารของแบคทีเรีย หากมีการสะสมอินทรีย์สารในแหล่งน้ำมาก ก็อาจจะส่งผลให้เกิดภาวะขาดออกซิเจนขึ้นได้ บางครั้งรุนแรงจนทำให้ปลาที่เลี้ยงรวมทั้งสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ อินทรีย์สารที่กล่าวถึงนั้นได้แก่ เศษอาหาร สิ่งขับถ่ายรวมถึงซากแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่อปลา ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียต้องการใช้เพื่อการย่อยสลายอินทรีย์สารเรียกว่า Biochemical oxygen demand (BOD) ทั้งนี้ปริมาณออกซิเจนที่ต้องใช้นั้นขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของอินทรีย์สาร รวมถึงปริมาณของแบคทีเรีย และอุณหภูมิของน้ำ ณ ขณะนั้นด้วย ในบ่อเลี้ยงปลามีแบคทีเรียที่ใช้ประโยชน์จากอินทรีย์สารเพื่อใช้เป็นอาหาร(Saprophytic bacteria) และมีแบคทีเรียอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งใช้ประโยชน์จากอนินทรีย์สาร (Autotrophic bacteria) โดยแบคทีเรียกลุ่มหลังนี้จะใช้ออกซิเจนเพื่อย่อยสลายไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนีย ภาวะขาดออกซิเจนที่ละลายน้ำในบ่อปลาจนถึงขั้นที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำนั้นมักพบว่าเกิดจากการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรียกลุ่มหลัง

6. ออกซิเจนที่ละลายน้ำถูกใช้ในกระบวนการทางเคมีของสารประกอบและแร่ธาตุต่างๆ เนื่องจากในบางครั้งมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอย่างกะทันหัน หรือการที่บ่อเลี้ยงปลาได้รับการปนเปื้อนของสารพิษก็อาจจะเกิดภาวะขาดแคลนออกซิเจนได้ ปริมาณออกซิเจนที่ต้องใช้ในกระบวนการดังกล่าวเรียกว่า Chemical oxygen demand (COD) ภาวะขาด

แคลนออกซิเจนที่เกิดในกรณีนี้จะส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำอย่างมาก ในบางครั้งออกซิเจนที่ละลายน้ำอาจจะลดต่ำลงเป็นเวลาติดต่อกันหลายวัน

7. ออกซิเจนที่ละลายน้ำลดต่ำลงจากการหมุนเวียนของน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำกว่าเช่น น้ำบาดาลซึ่งมีสารพวกเฟอรัสไบคาร์บอเนต $4Fe(HCO_3)_2$ และแมงกานีสไบคาร์บอเนต$4Mn(HCO_3)_2$ ในปริมาณที่

สิทธิชัย (2549) กล่าวว่าสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการหายใจตลอดเวลา แต่ในช่วงกลางคืนแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำไม่มีกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อเติมปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ฉะนั้นปริมาณออกซิเจนจึงลดลงเรื่อยๆ กระทั่งช่วงเช้าวันรุ่งขึ้น ในกรณีที่แพลงก์ตอนพืชหรือพืชน้ำในแหล่งน้ำมีปริมาณมากเกินไป กระบวนการสังเคราะห์แสงในช่วงกลางวันจะสามารถผลิตออกซิเจนละลายน้ำในปริมาณที่มาก แต่ในทางตรงกันข้ามก็อาจจะเกิดภาวะขาดออกซิเจนในช่วงเช้าได้ เนื่องจากการใช้ออกซิเจนในกระบวนการหายใจของแพลงก์ตอนพืชหรือพืชน้ำเหล่านั้น ซึ่งรวมไปถึงสิ่งมีชีวิตอื่นที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำดังกล่าวอีกด้วย ดังนั้นการควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืชหรือพืชน้ำให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม จึงเป็นการควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำไปด้วยในตัว แต่ในบางครั้งที่มีสภาพอากาศปิดไม่มีแสงแดดเป็นเวลานานติดต่อกันหลายวัน ก็อาจจะทำให้เกิดภาวะขาดออกซิเจนขึ้นได้ เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชหรือพืชน้ำไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้อย่างเต็มที่

ประเทือง (2534) กล่าวว่าในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่ควรให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำกว่า 3 ppm ด้วยเหตุที่ภาวะขาดออกซิเจนนั้นถึงแม้จะเป็นช่วงเวลาสั้นๆ ก็ตามแต่ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำอย่างมากเช่น การฟักไข่เป็นตัวช้าลง ความแข็งแรงของตัวอ่อนลดลง ประสิทธิภาพในการย่อยอาหารลดลง ความสามารถในการต้านทานต่อสารพิษลดลง ในบ่อปลาที่มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำมากเกินไป มักจะทำให้เกิดภาวะขาดออกซิเจนในช่วงเช้า ซึ่งเกษตรกรจะสังเกตได้จากการที่ปลาลอยหัวบริเวณผิวน้ำในช่วงเวลาดังกล่าว ทั้งนี้ในสภาพอากาศมืดครึ้มไม่มีแสงแดดก็จะส่งผลให้เกิดภาวะขาดออกซิเจนที่ยาวนานยิ่งขึ้น ซึ่งเกษตรกรอาจจะใช้เครื่องให้อากาศที่เหมาะสมเช่น เครื่องตีน้ำ เพื่อเติมอากาศและเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในบ่อเลี้ยงปลา ส่วนการป้องกันในระยะยาวก็ทำได้โดยการควบคุมปริมาณของแพลงก์ตอนพืช หรือพืชน้ำไม่ให้มีปริมาณมากจนเกินไป โดยทั่วไปแล้วจะใช้เครื่องมือเพื่อวัดค่าความโปร่งแสง (Transparency) ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวเรียกว่า Secchi disk มีลักษณะเป็นแผ่นวงกลม โดยวัดเป็นระยะความลึกของน้ำที่สามารถมองเห็นแผ่นวงกลมที่หย่อยลงไปในน้ำ จนถึงระดับที่มองไม่เห็นแผ่นวงกลมดังกล่าว หากน้ำในบ่อเลี้ยงปลามีค่าความโปร่งแสงอยู่ระหว่าง 30 - 60 เซนติเมตร แสดงว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชอยู่ในระดับที่เหมาะสม แต่ถ้ามีค่าความโปร่งแสงมากกว่า 60

เซนติเมตร แสดงว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชอยู่ในระดับที่น้อยเกินไป และถ้ามีค่าความโปร่งแสงน้อยกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชอยู่ในระดับที่มากเกินไป ไม่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลา การลดปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงปลานั้นทำได้โดยการถ่ายเทน้ำในบ่อเลี้ยงและควบคุมปริมาณการให้อาหาร รวมทั้งลดการใส่ปุ๋ยในบ่อปลาควบคู่กันไป จนกระทั่งปริมาณแพลงก์ตอนพืชมีอยู่ในระดับที่เหมาะสม

เวียง (2525) รายงานว่าแพลงก์ตอนพืชบางชนิด เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue green algae) ซึ่งมักจะพบมากในช่วงที่มีอุณหภูมิสูง โดยเฉพาะในฤดูร้อนสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะลอยตัวบริเวณผิวน้ำ ในบางครั้งจะตายพร้อมๆ กัน ซึ่งเกษตรกรจะสังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของน้ำจากสีเขียวเป็นสีเทา หรือสีน้ำตาลแสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงชนิดของแพลงก์ตอนที่มีอยู่ในบ่อเลี้ยงปลา ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อปลาที่อยู่ในบ่อเลี้ยงได้ เนื่องจึงต้องใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายซากแพลงก์ตอนดังกล่าว และอาจจะเกิดภาวะขาดออกซิเจนขึ้นได้ จึงความจำเป็นต้องตรวจสอบปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาดังกล่าว นอกจากปริมาณของแพลงก์ตอนพืชแล้ว ชนิดของแพลงก์ตอนพืชก็ส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเช่นกัน โดยปกติแล้วปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในบ่อปลามักจะได้รับจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช 2 ชนิดเป็นส่วนใหญ่ คือ สาหร่ายสีเขียว (Green algae) และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน(Blue green algae) สาหร่ายทั้ง 2 ชนิดนี้อาศัยอยู่ในระดับน้ำที่ต่างกันคือ สาหร่ายสีเขียวจะกระจายอยู่ทั่วไปทุกระดับชั้นของน้ำที่แสงแดดส่องถึง ส่วนสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชอบอยู่ระดับผิวน้ำเท่านั้น ดังนั้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จะมีเฉพาะผิวหน้าเท่านั้น ซึ่งไม่เพียงพอต่อการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำต่างจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายสีเขียว ซึ่งจะมีปริมาณออกซิเจนในทุกระดับชั้นของน้ำ นอกจากนี้ในบางกรณีที่แพลงก์ตอนสัตว์มีปริมาณมากจนเกินไปก็อาจจะเป็นสาเหตุของภาวะขาดออกซิเจนได้เช่นเดียวกันแต่ก็เกิดขึ้นได้ไม่บ่อยนัก

มานพ และคณะ (2536) กล่าวว่าปัญหาเรื่องการขาดแคลนออกซิเจน มักจะเกิดขึ้นในบ่อเลี้ยงปลาที่มีอินทรีย์สารสะสมอยู่ในปริมาณที่มาก อินทรีย์สารเหล่านี้มาจากเศษเหลือของอาหาร ของเสียที่ถูกขับถ่าย ตะกอนสารอินทรีย์ที่ติดมากับน้ำ และแพลงก์ตอนที่ตายลง เป็นต้น สิ่งเหล่านี้เมื่อเกิดกระบวนการย่อยสลายจะดึงเอาออกซิเจนที่ละลายน้ำไปใช้ในกระบวนการดังกล่าวในปริมาณที่มากตามปริมาณสารอินทรีย์ที่มีอยู่ และจุดวิกฤตของภาวะขาดออกซิเจนของบ่อเลี้ยงปลาจะอยู่ในช่วงเช้ามืด เนื่องจากยังไม่มีกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำ จากการศึกษาของ Boyd (1982) ได้รายงานแสดงอิทธิพลของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำต่อปลาเขตอบอุ่นในระดับต่างๆ ดังแสดงใน (ตาราง 6)

ตาราง 6 อิทธิพลของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำต่อการเจริญเติบโตของปลาเขตอบอุ่น

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	อิทธิพลที่มีต่อปลา
< 1 มก./ล.	อาจตายถ้าเกิดขึ้นเป็นเวลาหลายๆ ชั่วโมง
1-5 มก./ล.	ปลามีชีวิตอยู่ได้แต่ถ้าเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องปลาจะเจริญเติบโตช้า ไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ดี
> 5 มก./ล. แต่ไม่เกินระดับที่อิ่มตัว	เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์

ที่มา : Boyd (1982)

อุณหภูมิ (Temperature)

ประเทือง (2534) กล่าวว่าอุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญและมีอิทธิพลทั้งในทางตรงและทางอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยปกติอุณหภูมิของน้ำจะแปรผันตามอุณหภูมิของอากาศในแต่ละฤดูกาล ระดับความสูง และสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำยังขึ้นอยู่กับระดับความเข้มของแสงอาทิตย์ กระแสลม ความลึกของน้ำ ปริมาณสารแขวนลอยความขุ่น และสภาพแวดล้อมทั่วๆ ไปของแหล่งน้ำ โดยแหล่งน้ำในประเทศไทยนั้นจะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 23-32 องศาเซลเซียส โดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำนั้นจะเป็นไปอย่างช้าๆ ในกรณีของสัตว์น้ำโดยเฉพาะปลาซึ่งจัดอยู่ในจำพวกสัตว์เลือดเย็น ซึ่งไม่สามารถรักษาอุณหภูมิในตัวให้คงที่เหมือนสัตว์เลือดอุ่นได้ อุณหภูมิในตัวของปลาจะแปรผันไปตามอุณหภูมิของน้ำและสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ ปลาส่วนใหญ่จะมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่วงที่จำกัด เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกิจกรรมต่างๆ ในการดำรงชีวิตของตัวปลาจะสูงขึ้น และเมื่ออุณหภูมิลดลงกิจกรรมต่างๆ เหล่านั้นก็ลดลงไปตามไปด้วยตามกฎของแวนฮอฟฟ์ (Van hoff's law) ซึ่งกล่าวว่า อัตรากระบวนการเมตตาโบลิซึม (Metabolic rate) ของสิ่งที่มีชีวิตจะเพิ่มขึ้น 2-3 เท่าของระดับปกติเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส และกิจกรรมดังกล่าวก็จะลดลงในทำนองเดียวกันเมื่ออุณหภูมิลดลง อย่างไรก็ตามก็อัตรากระบวนการเมตตาโบลิซึมของปลาก็จะมีความแตกต่างกันไปในรายละเอียดต่างๆ ซึ่งขึ้นกับกระบวนการทางชีวเคมีภายในร่างกายและสภาพแวดล้อม เช่น ปลาที่มีขนาดใหญ่จะมีอัตราทางเมตตาโบลิซึมน้อยกว่าปลาชนิดเดียวกันที่มีขนาดเล็กกว่า

ไมตรี และ จารุวรรณ (2528) รายงานว่าโดยปกติอุณหภูมิภายในตัวปลาจะแตกต่างจากอุณหภูมิของน้ำเพียง 0.5-1 องศาเซลเซียส เท่านั้น เหงือกปลาจะเป็นอวัยวะสำคัญในการรักษา

ระดับอุณหภูมิภายในร่างกาย ปลาขนาดเล็กจะมีอัตราส่วนระหว่างเหงือกต่อน้ำหนักตัวมากกว่าปลาขนาดใหญ่ และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในแหล่งน้ำ ปลาขนาดเล็กจึงสามารถปรับตัวและทนทานได้ดีกว่าปลาขนาดใหญ่ แต่อย่างไรก็ตามหากมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอย่างรวดเร็ว ก็อาจจะทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ (Temperature shock) เช่น ทำให้ระบบควบคุมการขับถ่ายน้ำและแร่ธาตุภายในตัวผิดปกติไป ทำให้อ่อนแอและตายได้ การปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอุณหภูมิสูงลงสู่แหล่งน้ำ หรือน้ำจากระบบหล่อเย็นจะส่งผลทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงกว่าระดับปกติตามธรรมชาติ ซึ่งอุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้นกว่าระดับปกติเพียง 2 - 3 องศาเซลเซียสนั้น ก็อาจจะส่งผลกระทบอย่างมากต่อสัตว์น้ำ ห่วงโซ่อาหาร และระบบนิเวศของแหล่งน้ำบริเวณดังกล่าว นอกจากนี้อุณหภูมิของแหล่งน้ำก็จะเป็นตัวกำหนดและควบคุมชนิด ปริมาณ และสัดส่วนของประชากรของสัตว์น้ำในแหล่งน้ำนั้นๆ อีกด้วย อุณหภูมิของน้ำยังส่งผลต่อสภาพแวดล้อมทางกายภาพของแหล่งน้ำหลายประการ เช่น ความหนาแน่น ความหนืด ความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจน การแบ่งชั้นของน้ำ การหมุนเวียนของแร่ธาตุต่างๆ และทิศทางของกระแสน้ำ เป็นต้น ผลกระทบที่สำคัญของอุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้นต่อสิ่งที่มีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำคือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ในขณะเดียวกันกระบวนการเมตตาโบลิซึมจะเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้มีความต้องการปริมาณออกซิเจนมากขึ้น การทำงานของพวกจุลินทรีย์ต่างๆ ที่ย่อยสลายอินทรียวัตถุในน้ำจะเพิ่มขึ้น จึงอาจจะเกิดปัญหาภาวะขาดออกซิเจนขึ้นได้ แหล่งน้ำที่ขาดแคลนออกซิเจนเป็นเหตุให้น้ำเน่าเสีย นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลกระทบทางอ้อม เช่น อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้พิษของสารพิษประเภทต่างๆ มีความรุนแรงมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิสูงช่วยเร่งการดูดซึม และการแพร่กระจายของพิษในตัวได้เร็วยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามสารพิษบางชนิดนั้นความเป็นพิษจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิไปทำให้ปฏิกิริยาย่อยสลายและการกำจัดพิษออกนอกร่างกายได้เร็วกว่าปกติ นอกจากนี้ยังทำให้ความต้านทานโรคของสัตว์น้ำเปลี่ยนแปลงไปด้วย เชื้อโรคบางชนิดสามารถแพร่กระจายได้ดีในระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกันอีกด้วย อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตสำหรับปลาในเขตร้อนอยู่ในช่วงระหว่าง 25 - 32 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นระดับปกติของอุณหภูมิในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วๆ ไป เนื่องจากในบ่อเลี้ยงปลานั้นมีปริมาณแร่ธาตุ สารแขวนลอย แพลงก์ตอน และความขุ่นค่อนข้างสูง ดังนั้นในวันที่มีแสงแดดมาก ผิวน้ำชั้นบนเก็บความร้อนไว้ได้มาก จึงอาจจะมีอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ส่วนน้ำชั้นล่างมีอุณหภูมิต่ำกว่า ในกรณีเช่นนี้จึงอาจจะเกิดการแบ่งชั้นของน้ำตามอุณหภูมิและตามความลึก แต่เหตุการณ์ดังกล่าวมักปรากฏในแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่มีความลึกมากๆ สำหรับบ่อปลาซึ่งมีเนื้อที่น้อย และส่วนมากมีความลึกไม่เกิน 2 เมตร จึงไม่ค่อยปรากฏเหตุการณ์ดังกล่าวมากนัก

มานพ และคณะ (2536) รายงานว่าปลานิลมีความทนทานและสามารถดำรงชีวิตในน้ำที่มีช่วงอุณหภูมิกว้างคือระหว่าง 21.1-42.0 องศาเซลเซียส แต่ถ้าอุณหภูมิของน้ำต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ปลานิลจะดำรงชีวิตอยู่ได้ไม่นานนักและทำให้ตายได้ ถ้าอุณหภูมิของน้ำต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ปลานิลจะไม่กินอาหารและไม่เจริญเติบโต ถ้าอุณหภูมิของน้ำต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ปลานิลจะไม่วางไข่ ทั้งนี้อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมในการวางไข่ของปลานิลอยู่ระหว่าง 26-29 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลานิลอยู่ระหว่าง 19-28 องศาเซลเซียส วิธีการวัดอุณหภูมิของน้ำทำได้โดยการใช้เทอร์โมมิเตอร์(Thermometer) ที่มีค่าความละเอียดประมาณ 0.1 องศาเซลเซียส การวัดควรใช้เวลานานพอสมควรเพื่อที่จะได้ค่าคงที่ การรายงานค่าอุณหภูมิ ควรจะรายงานค่าใกล้เคียงทศนิยม 1 ตำแหน่ง หรือเป็นองศาขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษา และควรบันทึกอุณหภูมิของอากาศในขณะนั้นพร้อมกันไปด้วย

สารประกอบไนโตรเจน (Nitrogen Compound)

เวียง (2525) กล่าวว่าสารประกอบไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำ มีความสำคัญอย่างมากต่อวงจรชีวิตของพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ สารประกอบไนโตรเจนที่พบนั้นมีทั้งในรูปอนินทรีย์ไนโตรเจน (Inorganic nitrogen) ได้แก่ ไนโตรเจน (N_2) แอมโมเนีย (NH_3) ไนไตรท์ (NO_2) และไนเตรท (NO_3) ส่วนอินทรีย์ไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้ (Soluble organic nitrogen) ได้แก่ โปรตีน (Protein) กรดอะมิโน (Amino acid) เปปไทด์ (Peptide) ยูเรีย (Uria) เป็นต้น กระบวนการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนนั้นเกิดขึ้นโดยกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตจำพวกแบคทีเรีย และการเปลี่ยนรูปดังกล่าวนั้นจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่มีอยู่ในขณะนั้นด้วย

ประเทือง (2534) กล่าวว่าสำหรับทางด้านการประมงนั้นจะเน้นศึกษาสารประกอบไนโตรเจน 3 รูป คือ แอมโมเนีย (NH_3) ไนไตรท์ (NO_2) และไนเตรท (NO_3) สารประกอบเหล่านี้ จะอยู่ในรูปของปุ๋ยหรือเกลือปัสสาวะ ส่วนสารประกอบพวกอินทรีย์ไนโตรเจน ได้แก่ โปรตีน กรดอะมิโน ยูเรีย ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเซลล์พืชและสัตว์ สิ่งขับถ่าย และปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งจะมีบทบาทสำคัญต่อวงจรของสิ่งมีชีวิตในน้ำ เนื่องจากสามารถเปลี่ยนไปเป็นอนินทรีย์สารได้ โดยกิจกรรมของแบคทีเรียที่เรียกว่า Mineralization นอกจากนี้อนินทรีย์สารในรูปต่างๆ ก็อาจจะเปลี่ยนกลับไปได้ด้วยกิจกรรมของแบคทีเรียซึ่งกระบวนการดังกล่าวเรียกว่า Ammonification, Nitrification และ Denitrification

เวียง (2525) กล่าวว่าแอมโมเนียที่เกิดขึ้นในบ่อเลี้ยงปลานั้นมาจากการขับถ่ายของเสียของปลา และการย่อยสลายอินทรีย์สารของจุลินทรีย์ ทั้งนี้อัตราการย่อยสลายขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ โดยการทำงานของจุลินทรีย์จะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ ประเทือง (2534)

ซึ่งกล่าวว่านอกจากบ่อปลาจะได้รับไนโตรเจนจากอากาศโดยตรงแล้ว ยังได้รับไนโตรเจนจากแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในบ่อเลี้ยงซึ่งสามารถดึงไนโตรเจน (Nitrogen fixation) จากอากาศได้ในอีกทางหนึ่งด้วย แบคทีเรียกลุ่มนี้จะอาศัยอยู่ทั้งบริเวณดินก้นบ่อ และในน้ำ นอกจากแบคทีเรียแล้ว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินก็สามารถดึงไนโตรเจนได้เช่นกัน นอกจากนี้ยังมีไนโตรเจนในรูปของโปรตีนซึ่งเกิดจากการย่อยสลายซากของสิ่งมีชีวิต โดยกระบวนการทางเคมีซึ่งมีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้อง (Chemical enzymic process) และไนโตรเจนในรูปของโปรตีนอีกส่วนหนึ่งเกิดขึ้นโดยกระบวนการย่อยสลายโปรตีนของแบคทีเรีย ซึ่งในขั้นแรกโปรตีนจะถูกย่อยสลายเป็น โพลิเปปไทด์ (Polypeptides) และกรดอะมิโน (Amino acid) ขั้นตอนนี้เรียกว่า Aminization ขั้นต่อมาแบคทีเรียจะย่อยสลายโพลิเปปไทด์และกรดอะมิโน ดังกล่าวให้เป็นพลังงานและแอมโมเนีย ขั้นตอนนี้เรียกว่า Ammonification แอมโมเนียที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีน ส่วนหนึ่งจะถูกแพลงก์ตอนพืชนำไปใช้เพื่อสร้างกรดอะมิโนและโปรตีน อีกส่วนหนึ่งแบคทีเรียจะย่อยสลายต่อไปเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนกระบวนการย่อยสลายแอมโมเนียให้เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจน ถึงแม้จะเกิดขึ้นอย่างๆ ช้า แต่ก็เกิดอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งโปรตีนหรืออินทรีย์วัตถุจะถูกย่อยสลายไปจนหมด ฉะนั้นจึงถือว่าอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งที่ให้ไนโตรเจนที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่ง นอกจากนี้ยังมีแบคทีเรียซึ่งทำหน้าที่ลดออกซิเจนของไนเตรทให้เป็นไนไตรท์ และจากไนไตรท์ให้เป็นไนตริกออกไซด์ และแก๊สไนโตรเจนตามลำดับ จากนั้นแก๊สไนโตรเจนจะระเหยขึ้นสู่อากาศ ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่า Denitirication และมักเกิดขึ้นในสภาพที่ขาดออกซิเจน (Anaerobic)

เวียง (2525) กล่าวว่าแอมโมเนียในน้ำนั้นมี 2 รูปแบบ คือ แบบที่แตกตัวได้ หรือแอมโมเนียม (Ionized Ammonia, NH_4^+) และแบบที่ไม่แตกตัวหรือแอมโมเนีย (Unionized ammonia, NH_3) จากการศึกษาของ Downing and Merkens (1955) พบว่าแอมโมเนียในรูปที่ไม่แตกตัวจะมีความเป็นพิษต่อปลา ส่วนแอมโมเนียในรูปที่แตกตัวนั้นจะไม่มีความเป็นพิษ นอกเสียจากจะมีความเข้มข้นสูงมากๆ เท่านั้น สำหรับแอมโมเนียในรูปไม่แตกตัวนั้น จะมีความสามารถในการแพร่กระจายผ่านผนังเซลล์ได้ดี เนื่องจากไม่มีประจุไฟฟ้า และสามารถละลายได้ดีในไขมัน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ ดังนั้นการให้อาหารปลาซึ่งมีปริมาณโปรตีนที่สูง เศษอาหารหรือของเสียที่มีอยู่จะทำให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำสูงขึ้นด้วย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำได้โดยจะส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของปลาลดลง เนื่องจากเหงือกถูกทำลายและเกิดการเสื่อมสภาพของเซลล์ (Cellular degeneration) ทำให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนออกซิเจนลดลง การกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกายลดลง และฮีโมโกลบินของเลือดจะสูญเสียความสามารถในการรวมกับออกซิเจน

กระบวนการย่อยสลายแอมโมเนียโดยแบคทีเรียเรียกว่ากระบวนการ Nitrification มีความสำคัญต่อพืชเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะว่านอกจากไนโตรเจนในรูปของไนเตรทแล้ว พืชชั้นสูงไม่สามารถใช้ไนโตรเจนในรูปอื่นได้อีก พืชชั้นต่ำโดยเฉพาะสาหร่ายก็เช่นเดียวกัน ยกเว้นสาหร่ายบางชนิดสามารถใช้ไนโตรเจนได้ทั้งในรูปแอมโมเนียและไนเตรท โดยจะใช้ประโยชน์จากไนเตรทในกระบวนการสร้างโปรตีน ดังนั้นปริมาณไนเตรทจึงสามารถบอกกำลังผลิต (Productivity) ของแหล่งน้ำนั้นๆ ได้ ไนเตรทนั้นไม่ถือว่ามีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำโดยตรงนอกเสียจากจะมีความเข้มข้นสูงมากเท่านั้น และสารประกอบไนโตรเจนที่สำคัญอีกตัวหนึ่งคือ ไนไตรท์ซึ่งมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำสูง ไนไตรท์เป็นสารประกอบที่เกิดขึ้นจากแอมโมเนียโดยกระบวนการ Nitrification ในสภาวะที่มีน้ำมีความเป็นกรด-ด่าง ต่ำ ซึ่งจะมีปริมาณไฮโดรเจนไอออนสูง และไฮโดรเจนไอออนจะเข้าทำปฏิกิริยากับไนไตรท์ได้กรดไนตรัส (Nirous Acid) ซึ่งจะมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำสูงกว่าไนไตรท์ ดังนั้นเมื่อน้ำในบ่อเลี้ยงปลามีความเป็นกรด-ด่าง ต่ำ จึงต้องระมัดระวังความเป็นพิษของไนไตรท์ต่อสัตว์น้ำเป็นพิเศษ ในสภาวะปกติไนไตรท์ในน้ำมักไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสัตว์น้ำมากนัก นอกเสียจากจะเกิดการสะสมจนกระทั่งถึงระดับที่เป็นพิษเช่น ในกรณีที่บ่อเลี้ยงปลามีการนำน้ำที่ใช้แล้วกลับมาหมุนเวียนใช้ในบ่อเลี้ยงปลาอีกครั้งโดยน้ำที่นำกลับมาใช้นั้นไม่ได้รับการบำบัดที่ดีพอ

Downing and Merkens (1955) รายงานเกี่ยวกับความเป็นพิษของแอมโมเนียว่าแอมโมเนียในน้ำจะมีพิษต่อปลาเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลง เนื่องจากการแลกเปลี่ยนของแก๊สที่ผิดปกติไป นอกจากความเค็มและค่า Ionic strength ของน้ำก็มีอิทธิพลต่อความเป็นพิษของแอมโมเนีย โดยน้ำซึ่งมีออกซิเจนที่ละลายน้ำถึงจุดอิ่มตัว ความเป็นพิษของแอมโมเนียในน้ำจืดจะสูงกว่าในน้ำกร่อย จากการศึกษาของ Alabaster et al. (1979) พบว่าในน้ำจืดและน้ำกร่อยที่มีออกซิเจนละลายอยู่ 3.5 และ 3.1 ppm ความเป็นพิษของแอมโมเนียในน้ำจืดก็ยังสูงกว่าความเป็นพิษของแอมโมเนียในน้ำกร่อย ช่วยชูศรี (2524) ได้ศึกษาค่า Ionic strength ของน้ำต่อความเป็นพิษของแอมโมเนียในปลาดุกด้าน โดยเมื่อผสมแคลเซียมคลอไรด์($CaCl_2$) 500 ppm ลงในสารละลายแอมโมเนีย พบว่าทำให้ความเป็นพิษของแอมโมเนียลดลง ส่วนความเป็นด่างของน้ำจะมีอิทธิพลต่อความเป็นพิษของแอมโมเนียทางอ้อมโดยเป็นตัวควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำให้อยู่ในระดับที่ปกติ ซึ่งจะมีผลต่อสมดุลระหว่างแอมโมเนียและแอมโมเนียม อุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำ มีความสัมพันธ์กับปริมาณของแอมโมเนีย (ตาราง 7)

ตาราง 7 ความเข้มข้นของแอมโมเนียทั้งหมด (NH_3, NH_4^+) ที่มีในน้ำได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลา (NH_3 ต้องไม่เกิน 0.025 มิลลิกรัมต่อลิตร)

อุณหภูมิองศาเซลเซียส	ค่าความเป็นกรด-ด่าง					
	7	7.5	8	8.5	9	9.5
5	19.6	6.3	2	0.65	0.22	0.088
10	12.4	5.9	1.37	0.45	0.16	0.068
15	9.4	4.3	0.93	0.31	0.12	0.054
20	6.3	2	0.65	0.22	0.088	0.045
25	4.4	1.43	0.47	0.17	0.069	0.039
30	3.1	1	0.33	0.12	0.056	0.035

ที่มา : มั่นสิน และ ไพพรรณ (2536)

เวียง (2525) กล่าวถึงความเป็นของแอมโมเนียว่า แอมโมเนียในร่างกายสัตว์นั้นเกิดจากกระบวนการ Deamination คือการย่อยสลายโพลีเปปไทด์ และกรดอะมิโน เพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงาน และในขณะเดียวกันก็จะได้แอมโมเนียด้วย ซึ่งแอมโมเนียที่ได้นี้มีความเป็นพิษต่อเซลล์ในตัวปลา ดังนั้นจึงต้องมีกระบวนการกำจัดแอมโมเนียดังกล่าวออก หรือมีกระบวนการเปลี่ยนรูปของแอมโมเนียให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นพิษ แอมโมเนียในน้ำมีความเป็นพิษต่อปลาในทางอ้อมกล่าวคือ ทำให้ปลาไม่สามารถขับถ่ายแอมโมเนียออกจากกระแสเลือดได้ มั่นสิน และ ไพพรรณ (2536) รายงานว่าถ้าแอมโมเนียในน้ำมีปริมาณสูงเกินไปส่งผลทำให้แอมโมเนียในเลือด และในเนื้อเยื่อของปลาเพิ่มสูงขึ้น และทำให้ความเป็นกรด-ด่าง ของเลือดสูงขึ้น และก่อให้เกิดผลเสียต่อปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างๆ ในตัวปลา ทำให้ปลามีความต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้น ทำอันตรายต่อเหงือกปลา และลดความสามารถของเลือดในการแลกเปลี่ยนออกซิเจน ความเข้มข้นของแอมโมเนียเพียง 0.025 ppm ก็สามารถส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลาได้

มานพ และคณะ (2536) กล่าวว่าแอมโมเนียที่อยู่ในน้ำจะเข้าถูกแบคทีเรียเปลี่ยนสภาพไปเป็นไนไตรท์และไนเตรท ไนไตรท์มีความเป็นพิษต่อปลาเนื่องจากไนไตรท์จะไปออกซิไดซ์เหล็ก ซึ่งเป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบินในเลือดปลา กลายเป็นเมทธิโมโกลบินซึ่งไม่สามารถแลกเปลี่ยนออกซิเจนได้ทำให้ปลาตายเนื่องจากขาดออกซิเจน Wedemeyer and Yasutake

(1978) รายงานว่าการลดความเป็นพิษของแอมโมเนียและไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงปลาทำได้โดยใส่เกลือแกง 600 - 800 กิโลกรัมต่อไร่ หรือใส่ทีละน้อยประมาณ 200 - 250 กิโลกรัมต่อไร่ ทุก ๆ 1- 2 สัปดาห์ สอดคล้องกับรายงานของ Tomasso et al. (1976) ซึ่งรายงานว่าการเติมแคลเซียม และคลอไรด์ ช่วยลดความเป็นพิษของไนไตรท์ที่มีต่อปลาได้

ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide)

Sawyer and Mc Carty (1967) กล่าวว่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ในแหล่งน้ำ มักเกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารตามธรรมชาติหรือเกิดจากน้ำเสียและของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยปกติแล้วแหล่งน้ำธรรมชาติมักจะมีซัลเฟตไอออน (SO_4^{-2}) อยู่ในปริมาณที่มาก และสามารถถูกรีดิวซ์ภายใต้สภาพที่ไม่มีออกซิเจน โดยแบคทีเรียสกุล Desulfovibrio สอดคล้องกับการรายงานของประเทือง (2534) ซึ่งกล่าวว่าในแหล่งน้ำธรรมชาตินั้นมีการย่อยสลายของเสียโดยเฉพาะอินทรีย์วัตถุโดยแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำ ซึ่งต้องใช้ออกซิเจนที่ละลายน้ำ และในกรณีที่อินทรีย์วัตถุเหล่านั้นมีปริมาณมาก กระบวนการย่อยสลายดังกล่าวดำเนินไปเรื่อยๆ จนกระทั่งออกซิเจนละลายน้ำถูกใช้หมดไป จากนั้นกระบวนการย่อยสลายในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน(Anaerobic condition) ก็จะเกิดขึ้นแทน โดยแบคทีเรียบางกลุ่มจะดึงเอาออกซิเจนจากสารประกอบพวกซัลเฟต (SO_4^{-2}) ที่มีอยู่ในน้ำไปใช้ ทำให้เกิดซัลไฟด์ (S^{-2}) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)

ไมตรี และ จารุวรรณ (2528) กล่าวว่าน้ำที่มีแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จะมีสีดำคล้ำและมีกลิ่นเหม็น และมักเรียกว่า แก๊สไข่เน่า ในธรรมชาติจะพบได้ 2 รูปแบบ 8nv

1. ไฮโดรเจนซัลไฟด์ในรูปไม่แตกตัว (Unionized form) ได้แก่ H_2S พบในกรณีน้ำมีความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 8 มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำสูง และแบคทีเรียยังสามารถออกซิไดส์แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ดังกล่าวให้กลายเป็นกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดได้
2. ไฮโดรเจนซัลไฟด์ในรูปที่แตกตัว(Ionized form) ได้แก่ HS^- และ S^{-2} พบในกรณีน้ำมีความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่า 8 ซึ่งจะมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำต่ำ

แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์มีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมาก เนื่องจากมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำแม้มีปริมาณความเข้มข้นที่ต่ำ ในปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างหนาแน่นและให้อาหารที่มีโปรตีนสูง ทำให้มีปริมาณของเสียจากสัตว์น้ำ และอาหารเหลือมาก อินทรีย์วัตถุเหล่านี้จะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียและทำให้เกิดภาวะขาดออกซิเจนที่ละลายน้ำขึ้นได้โดยเฉพาะพื้นที่ก้นบ่อ และทำให้เกิดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ขึ้นส่งผลเสียต่อปลาที่เลี้ยง และเพื่อเป็นการป้องกันปัญหาดังกล่าว จึงไม่ควรมีแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ในรูป Unionized form เกิน 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการศึกษาของ พรชัย (2531) พบว่าพิษเฉียบพลันของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ทำ

ให้ปลาช่อนตาย 50 % ของจำนวนปลาทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 3.70 ppm เมื่อเติมปูนขาวที่ความเข้มข้น 10 และ 30 ppm ค่าความเป็นพิษที่ทำให้ปลาช่อนตาย 50% ของจำนวนปลาทั้งหมด เท่ากับ 6.20 และ 6.90 ppm และเมื่อเติมเกลือแกงที่ความเข้มข้น 50 และ 100 ppm ค่าความเป็นพิษของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ทำให้ปลาตาย 50% ของจำนวนปลาทั้งหมด เท่ากับ 4.90 และ 5.30 ppm ตามลำดับ และ Boyd (1982) รายงานว่าในสารละลายที่มีความเป็นกรด-ด่าง ต่ำไฮโดรเจนซัลไฟด์จะมีค่าความเป็นพิษสูงกว่าในสารละลายที่มีความเป็นกรด-ด่าง สูง นอกจากนี้ Adelman and Smith (1972) รายงานว่าเมื่อความเข้มข้นของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำจะมีความเป็นพิษต่อปลาเพิ่มขึ้น

ไมตรี และ จารุวรรณ (2528) กล่าวว่ากรณีเกิดมีแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ในบ่อเลี้ยงมาก เกษตรกรสามารถทำการลดความเป็นพิษลงได้โดยการเติมเกลือแกงอัตรา 250 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือปูนขาว 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะไปรวมตัวกับซัลไฟด์ทำให้ความเป็นพิษลดลง สำหรับบ่อเลี้ยงปลาที่มีดินโคลนก้นบ่อเป็นสีดำคล้ำ แสดงให้เห็นว่าสภาพก้นบ่อไม่เหมาะสมจึงควรทำการปรับปรุงแก้ไข โดยระหว่างการเลี้ยงจะต้องทำการลดปริมาณอาหารที่ให้ และใส่ปูนขาวหรือเกลือแกงลงในบ่อเป็นระยะเมื่อหมดการเลี้ยงจะต้องทำการตากบ่อให้แห้งและใส่ปูนขาวที่ก้นบ่อให้ทั่ว ก่อนที่จะทำการเลี้ยงครั้งต่อไป

คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide)

ประเทือง (2534) กล่าวว่าคาร์บอนเป็นธาตุที่พบโดยทั่วไปในธรรมชาติ และเป็นต้นกำเนิดของสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลายบนโลก นอกจากนั้นยังพบคาร์บอนสารประกอบในรูปอนินทรีย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรูปคาร์บอนเนต เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) และโซเดียมคาร์บอเนต ($NaCO_3$) พืชบกนั้นได้รับธาตุคาร์บอนเพื่อการสร้างอาหารจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในอากาศ ส่วนพืชน้ำได้ธาตุคาร์บอนจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สที่ไม่มีสีและกลิ่น โดยปกติอยู่ในบรรยากาศมีอัตราส่วนประมาณ 0.03 เปอร์เซ็นต์ของมวลอากาศทั้งหมด มีความสามารถละลายน้ำได้ดีคาร์บอนไดออกไซด์มีปรากฏอยู่ในแหล่งน้ำทั่วไป ซึ่งในระดับปกติจะมีอยู่ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำบาดาลหรือน้ำใต้ดินอาจจะมีสูงถึง 200 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากน้ำจะได้รับคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศโดยตรงแล้ว ยังได้มาจากกระบวนการย่อยสลายของพวกอินทรีย์สารต่างๆ โดยแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำ รวมถึงการที่พืชและสัตว์น้ำหายใจแล้วปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาอีกด้วย แหล่งสำคัญอีกแหล่งหนึ่งคือน้ำฝนซึ่งจะสะสมคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนหนึ่งจากอากาศขณะฝนตก โดยพบว่าน้ำฝนจะมีปริมาณ

คาร์บอนไดออกไซด์อยู่ประมาณ 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่อย่างไรก็ตามคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการหายใจของสิ่งที่มีชีวิตในน้ำ และในดินจะมีปริมาณมากกว่าที่น้ำได้จากอากาศหลายเท่า

คาร์บอนไดออกไซด์สามารถละลายน้ำได้สูงกว่าออกซิเจนประมาณ 200 เท่า แต่เนื่องจากอากาศมีคาร์บอนไดออกไซด์น้อย ด้วยเหตุนี้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำได้จริงๆ จึงน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับแก๊สอื่นๆ นอกจากนั้นการละลายน้ำของคาร์บอนได้ออกไซด์ยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศอีกด้วย กล่าวคือคาร์บอนได้ออกไซด์ละลายน้ำได้น้อยลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และถ้าหากน้ำมีคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่ต่ำกว่าจุดอิ่มตัว คาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศจะละลายน้ำเพิ่มขึ้น ในทางตรงข้ามเมื่อมีคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าจะอิ่มตัว คาร์บอนไดออกไซด์จะระเหยจากน้ำขึ้นสู่อากาศ การแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างน้ำกับอากาศจะคงมีอยู่เรื่อยๆ จนกระทั่งปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ถึงจุดอิ่มตัว ในตอนกลางวันคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากกระบวนการหายใจมีน้อยกว่ากระบวนการสังเคราะห์แสงจึงมักจะพบคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อย ขณะที่เวลากลางคืนพืชไม่สังเคราะห์แสงมีเฉพาะการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ จึงมักจะพบคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่สูง การเปลี่ยนแปลงปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำในรอบวันจะเป็นไปเช่นนี้ และการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะมีมากขึ้นในบ่อปลาที่มีแพลงก์ตอนพืชที่หนาแน่น

นอกจากนี้คาร์บอนไดออกไซด์ยังทำปฏิกิริยากับน้ำและแร่ธาตุที่เจือปนอยู่ในน้ำ เกิดเป็นกรดคาร์บอนิค (H_2CO_3) และคาร์บอเนตไอออน ($CO^{-}_{3}{}^{2}$) โดยปกติแล้วจะมีคาร์บอนไดออกไซด์เพียง 5 - 10 เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำเท่านั้นที่เปลี่ยนเป็นกรดคาร์บอนิค และถ้ากรดคาร์บอนิคมีความเข้มข้นลดลง คาร์บอนไดออกไซด์จึงจะเปลี่ยนเป็นกรดคาร์บอนิคมากกว่าปกติ ในทางตรงข้ามถ้ากรดคาร์บอนิคมีมากขึ้น ก็จะมีกรดคาร์บอนิคบางส่วนเปลี่ยนกลับเป็นคาร์บอนได้ออกไซด์ น้ำที่มีกรดคาร์บอนิคนั้นเมื่อไปสัมผัสกับหินปูนหรือดินที่มีหินปูนอยู่ จะละลายหินปูนได้แคลเซียมไบคาร์บอเนต ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ดี แต่ขณะที่ไม่มีกรดคาร์บอนิค น้ำจะสามารถละลายหินปูนได้เพียงเล็กน้อยคือประมาณ 13-15 มิลลิกรัมต่อลิตรเท่านั้น ในกรณีที่มีปริมาณกรดคาร์บอนิคและแคลเซียมคาร์บอเนตในน้ำมาก จะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีได้แคลเซียมไบคาร์บอเนตมากขึ้นด้วย แต่ถ้ากรดคาร์บอนิคและแคลเซียมคาร์บอเนตมีปริมาณลดลงแคลเซียมไบคาร์บอเนตก็จะสลายตัวให้แคลเซียมคาร์บอเนตและกรดคาร์บอนิค จากนั้นกรดคาร์บอนิคจะสลายตัวต่อไปให้คาร์บอนได้ออกไซด์ ด้วยเหตุนี้จึงถือว่าแคลเซียมไบคาร์บอเนตเป็นแหล่งสำรองคาร์บอนไดออกไซด์ที่สำคัญในบ่อปลา เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ถูกพืชใช้ไปในการสังเคราะห์แสงจนหมด พืชก็จะได้คาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มเติมจากการสลายตัวของแคลเซียมไบคาร์บอเนต

เวียง (2525) กล่าวว่าธาตุคาร์บอนเป็นสิ่งบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ นอกจากนี้แคลเซียมไบคาร์บอเนตยังทำหน้าที่เป็นแหล่งสำรองของคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับพืชได้ใช้เพื่อการสังเคราะห์แสงแล้ว แคลเซียมไบคาร์บอเนตยังให้ความกระด้างแก่น้ำ และทำหน้าที่ควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำในรอบวันไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วอีกด้วย

Boyd (1982) กล่าวว่าคาร์บอนไดออกไซด์ในแหล่งน้ำได้มาจากบรรยากาศโดยตรง การหายใจของพืชและสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในน้ำ การสลายอินทรีย์สารโดยแบคทีเรียและน้ำใต้ดินซึ่งซึมเข้ามามีปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์เมื่อละลายในน้ำเป็นกรดคาร์บอนิค โดยปกติคาร์บอนไดออกไซด์ไม่มีความเป็นพิษต่อปลา ปลาส่วนใหญ่สามารถมีชีวิตอยู่ในน้ำที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 60 ppm ในกรณีที่มีออกซิเจนในน้ำสูงพอ และจากการศึกษาของ Boyd (1979) พบว่าเมื่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำ คาร์บอนไดออกไซด์จะไปขัดขวางการแลกเปลี่ยนออกซิเจนของปลา

ความเป็นกรด (Acidity)

ประเทือง (2534) กล่าวว่าความเป็นกรดของน้ำหมายถึงความสามารถของน้ำที่จะให้โปรตอนหรือไฮโดรเจนไอออน ทั้งนี้รวมถึงกรดอ่อนที่แตกตัวได้น้อยและพวกเกลือซึ่งไฮโดรไลด์ได้ ความเป็นกรดทำการวัดได้โดยการไตเตรทน้ำด้วยด่างที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนจนได้ระดับความเป็นกรด-ด่าง ที่กำหนด ความเป็นกรดจะเป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแหล่งน้ำ แต่อย่างไรก็ตามความเป็นกรดของน้ำไม่ควรนำไปเปรียบเทียบและสับสนกับความเป็นกรด-ด่าง ทั้งนี้เพราะน้ำที่มีค่าความเป็นกรดสูงนั้น อาจจะมีความเป็นกรด-ด่าง ที่ไม่เป็นกรดก็ได้ หากน้ำดังกล่าวมีความสามารถในการควบคุมการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง ได้ดี สิ่งที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรต-ด่าง ในน้ำได้แก่ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และคาร์บอนเนต ความเป็นกรดของน้ำเกิดจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1. คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide acidity) น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 8.5 จะมีค่าความเป็นกรดอยู่ด้วยเสมอ แต่ความเป็นกรดของน้ำที่เกิดจากคาร์บอนไดออกไซด์อย่างเดียว จะไม่ทำให้ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำลดต่ำกว่า 4.5 นอกจากนี้น้ำใต้ดินจะมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงจึงมีความเป็นกรดมากกว่าน้ำผิวดิน สอดคล้องกับรายงานของ ไมตรี และจารุวรรณ (2528) ที่รายงานว่าแหล่งน้ำในธรรมชาติ โดยทั่วไปจะมีความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วงระหว่าง 4.5-8.5 ค่าความเป็นกรดส่วนใหญ่จึงเกิดจากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

2. แร่ธาตุ (Mineral acidity) ค่าความเป็นกรดที่มีความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 4.5 จะเกิดจากกรดของแร่ธาตุบางชนิด เช่น กรดกำมะถัน หรือเกลือแร่บางชนิดที่ละลายน้ำแล้วมีสภาพ

เป็นกรด เช่น เกลือของเหล็ก พบได้จากการถ่ายเทของเสียของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานสุรา โรงงานถลุงแร่ โรงงานผลิตสารอินทรีย์อื่น ๆ แต่น้ำธรรมชาติก็อาจจะมีกรดจากแร่ธาตุได้เช่น กรณีน้ำไหลผ่านเหมืองต่าง ๆ ซึ่งมีแร่ธาตุทำให้เกิดกรด สำหรับซัลไฟด์และเหล็กไฟไรต์ ($Fe\ S_2$) อาจจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดกำมะถัน และซัลเฟต โดยอาศัย Sulfur oxidizing bacteria ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน

ความเป็นกรดโดยตัวมันเอง ไม่ถือว่าเป็นสารมลพิษที่มีอันตรายต่อสัตว์น้ำ เพียงแต่ใช้เป็นเครื่องแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำ ผลที่เกิดขึ้นต่อสัตว์น้ำส่วนมากจะปรากกฏในรูปของความเป็นกรดเป็นด่าง อย่างไรก็ตามความเป็นกรดของน้ำอาจจะมีผลทำให้ความเป็นพิษของสารพิษบางชนิดเปลี่ยนแปลงไปได้

ความเป็นด่าง (Alkalinity)

Boyd (1982) กล่าวว่าความเป็นด่างหมายถึง ความเข้มข้นของด่าง (Bases) ในน้ำที่สมมูลกับแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) โดยน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีค่าความเป็นด่าง 40 ppm น้ำที่มีค่าความเป็นด่างสูงจะมีผลโดยทางอ้อมคือ ทำให้ปริมาณของฟอสฟอรัสและธาตุอาหารต่างๆ สูงขึ้น ส่งผลให้มีผลผลิตปลาเพิ่มขึ้น

ประเทือง (2534) ความเป็นด่างของน้ำประกอบด้วย คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์ เป็นส่วนใหญ่ อาจจะมีสารอินทรีย์อื่นๆ ปะปนอยู่บ้าง ค่าความเป็นด่างไม่ถือว่าเป็นสารมลพิษ โดยปกติในบ่อเลี้ยงปลาอาจมีค่าความเป็นด่างอยู่ระหว่าง 50-300 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นด่างจะมีผลเกี่ยวเนื่องกับคุณสมบัติด้านอื่น ๆ เช่น ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำ ค่าความเป็นกรด (Acidity) ค่าความกระด้าง (Hardness) เป็นต้น ความเป็นด่างจะควบคุมไม่ให้ความเป็นกรด-ด่าง ในรอบวันของแหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงมากเกินไป ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้

ค่าความเป็นด่างของน้ำกับความกระด้างของน้ำมักจะมีความสัมพันธ์กัน น้ำที่เหมาะสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ ควรจะมีค่าความเป็นด่างและค่าความกระด้างของน้ำใกล้เคียงกัน เราสามารถปรับค่าความเป็นด่างของน้ำให้สูงขึ้นได้โดยการใส่ปูนขาว ในบางพื้นที่ที่มีปัญหาเกี่ยวกับค่าความเป็นด่างของน้ำสูง และค่าความกระด้างต่ำซึ่งจะส่งผลทำให้ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำสูงขึ้น จนสามารถทำให้ปลาตาย จะทำการแก้ไขทำได้โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนีย อะลูมิเนียมซัลเฟต หรือแคลเซียมซัลเฟต การใช้ปุ๋ยแอมโมเนีย แก้ไขปัญหาความเป็นด่างของน้ำในบ่อปลานั้นถึงแม้ว่าจะได้ผลดี แต่ต้องระวังเพราะจะทำให้ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ในน้ำเพิ่มขึ้นซึ่งมีความเป็นพิษต่อปลา การใช้อะลูมิเนียมซัลเฟตจะช่วยลดความเป็นด่างของของน้ำในบ่อปลาได้ แต่จะไม่ช่วยเพิ่ม

ความกระด้างของน้ำ ส่วนการใช้แคลเซียมซัลเฟตจะช่วยแก้ปัญหาความเป็นด่างของน้ำ และช่วยเพิ่มความกระด้างของน้ำให้สูงขึ้นอีกด้วย

ในแหล่งน้ำค่าความเป็นด่างของน้ำจะอยู่ในรูปของไบคาร์บอเนต (HCO^-_3) แต่เมื่อความเป็นกรด-ด่าง สูงขึ้น ค่าความเป็นด่างของน้ำจะประกอบไปด้วย คาร์บอเนต (CO^{-2}_3) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) ในแหล่งน้ำที่มีแพลงก์ตอนพืชหนาแน่น จะมีการใช้ CO_2 ในการสังเคราะห์แสงมาก จนดึง Free CO_2 จากกระบวนการ Buffer system มาใช้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของความเป็นด่างของไบคาร์บอเนต (HCO^-_3) มาเป็นคาร์บอเนต (CO^{-2}_3) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) ตามลำดับ ซึ่งทำให้ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำสูงขึ้น

ความกระด้าง (Hardness)

Boyd (1982) รายงานว่าความกระด้างหมายถึงความเข้มข้นของโลหะที่มีไอออนบวกสองในน้ำที่สมมูลกับแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ความกระด้างปกติจะสัมพันธ์กับความเป็นด่างเพราะไอออนลบของความเป็นด่าง และไอออนบวกของความกระด้าง มาจากการละลายของแร่คาร์บอเนต จากการศึกษาของ ประเทือง (2534) รายงานว่าความกระด้างของน้ำเกิดจากปริมาณของเกลือพวกแคลเซียม (Ca^{+2}) และแมกนีเซียม (Mg^{+2}) รวมไปถึงโลหะบางชนิดที่มีประจุบวก เช่น Al^{+3}, Fe^{+2}, Mn^{+2}, Sr^{+2}, Zn^{+2} ด้วย แต่ส่วนใหญ่เกิดจาก Ca^{+2} และ Mg^{+2} เนื่องจากมีอยู่ในน้ำเป็นปริมาณมากดังนั้นจึงถือว่าความกระด้างของน้ำเป็นคุณสมบัติของน้ำซึ่งแทนค่าความเข้มข้นทั้งหมดของ Ca^{+2} และ Mg^{+2} ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต ความกระด้างของน้ำแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ความกระด้างชั่วคราว (Temporary hardness) ซึ่งเกิดจากสารละลายของ Calcium bicarbonate หรือ Magnesium bicarbonate ซึ่งเมื่อถูกความร้อนจะกลายเป็นตะกอนของหินปูน (Carbonate) และความกระด้างถาวร (Permanent hardness) เกิดจากสารละลายพวก Calcium carbonate หรือ Magnesium carbonate และอาจจะเป็นพวกเกลือของกรดบางชนิด ดังนั้นความกระด้างรวมของน้ำ (Total hardness) จึงหมายถึงผลรวมของความกระด้างชั่วคราว และความกระด้างถาวร โดยคำนวณออกมาในรูปของ Calcium carbonate ($CaCO_3$) ระดับของความกระด้างแบ่งได้ดังนี้

น้ำอ่อน	0-75	mg/l.as $CaCO_3$
น้ำค่อนข้างกระด้าง	75-150	mg/l.as $CaCO_3$
น้ำกระด้าง	150-300	mg/l.as $CaCO_3$
น้ำกระด้างมาก	มากกว่า 300	mg/l.as $CaCO_3$

ไมตรี และ จารุวรรณ (2528) รายงานว่าน้ำทะเลหรือน้ำกร่อยจะมีปริมาณ Na^+ ละลายอยู่มากทำให้ค่าความกระด้างสูงขึ้นได้ แต่ก็ไม่ถือว่าเป็นความกระด้างที่แท้จริงเรียกว่า Pseudo Hardness ค่าความกระด้างไม่ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำแต่ความกระด้างของน้ำจะมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) และความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำ ความกระด้างของน้ำช่วยลดพิษของสารพิษหลายชนิดได้แก่ พวกโลหะหนักต่าง ๆ เช่น ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม ดังนั้นน้ำที่มีความกระด้างปานกลาง หรือสูงจึงมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ซึ่งน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรจะมีความกระด้างอยู่ในช่วง 50-250 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำอ่อนโดยเฉพาะน้ำฝนไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ในน้ำที่มีความเป็นด่างต่ำสามารถเพิ่มความกระด้างของน้ำได้โดยการเติมปูนขาว ($Ca(OH)_2$) ปูนบด ($CaCO_3$) หรือปูนเผา (CaO) ส่วนน้ำที่มีความเป็นด่างสูงอยู่แล้วถ้าเติมพวกปูนขาวก็จะทำให้ความเป็นด่างสูงยิ่งขึ้น อาจจะเติมพวกแคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4$) ซึ่งมีชื่อทางการค้าว่ายิบซั่ม นอกจากจะเพิ่มค่าความกระด้างแล้วยังช่วยลดความเป็นด่างอีกด้วยการใช้ยิบซั่มมีหลักการง่ายๆ คือ ใช้ยิบซั่มในปริมาณที่มากพอที่จะทำให้ความกระด้างของน้ำมีค่าเท่ากับความเป็นด่าง โดยหาปริมาณยิบซั่มได้จากสมการ

ยิบซั่ม (มิลลิกรัมต่อลิตร) = (ความเป็นด่าง – ความกระด้าง) x 2.2

ฟอสฟอรัส (Phosphorus)

ประเทือง (2534) กล่าวว่าฟอสฟอรัสหรือฟอสเฟตที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาติมีความสำคัญต่อการดำรงชีพของพืชและสัตว์น้ำ โดยเฉพาะพืชชั้นต่ำซึ่งจะใช้ฟอสฟอรัสในการสังเคราะห์แสง เรามักพบฟอสเฟตอยู่ในรูปที่สารละลายหรืออยู่ในรูปของซากพืชซากสัตว์ โดยปกติฟอสฟอรัสจะสะสมอยู่ในดินหินแร่หรือแหล่งสะสมอื่นๆ และจะปลดปล่อยออกมาในรูปที่ละลายน้ำได้โดยการชะล้าง จากนั้นพืชและสัตว์จะนำฟอสฟอรัสไปใช้ในกระบวนการต่างๆ เพื่อการเจริญเติบโต จะสังเกตได้ว่าแพลงก์ตอนพืชที่เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในแหล่งน้ำที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูง แต่ถ้าหากมีมากเกินไปจะทำให้แหล่งน้ำเกิดสภาวะเสื่อมโทรมได้ แหล่งน้ำธรรมชาติที่มีฟอสฟอรัสสูงเกินกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดว่ามีอาหารตามธรรมชาติมากเกินไป และแหล่งน้ำที่มีปัญหามลภาวะจะมีฟอสฟอรัสสูงถึง 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่อย่างไรก็ตามปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำไม่ได้ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ แต่จะเป็นสาเหตุที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของพืชน้ำสูง

ฟอสฟอรัสเข้ามาในบ่อเลี้ยงปลาได้หลายทาง เช่น ถูกชะล้างโดยน้ำฝน จากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม จากการใช้ผงซักฟอกหรือล้างถ้วยชาม จากปุ๋ยเคมีในภาคการเกษตร จากซากพืชซากสัตว์ที่ตายและเกิดการเน่าสลายเป็นต้น การเติมปุ๋ยลงในบ่อปลาเพื่อเพิ่มความอุดม

สมบูรณ์ของแหล่งน้ำมักจะพบปริมาณฟอสฟอรัสสูงในระยะแรกของการใส่ปุ๋ย จากนั้นปริมาณฟอสฟอรัสจะลดลงอย่างรวดเร็วในเวลาเพียง 3-4 วัน เนื่องจากฟอสฟอรัสบางส่วนถูกพืชนำไปใช้ บางส่วนถูกดูดกลืนโดยตะกอนดินและตกตะกอนลงสู่ก้นบ่อ การให้อาหารก็เช่นเดียวกัน ฟอสฟอรัสในอาหารส่วนที่ปลากินจะถูกเปลี่ยนเป็นอินทรีย์ฟอสฟอรัสในตัวปลา ส่วนที่เหลือก็จะละลายน้ำ บางส่วนถูกพืชนำไปใช้ บางส่วนตกตะกอนลงสู่ก้นบ่อ

เวียง (2525) กล่าวว่าในด้านการประมงได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับสารประกอบฟอสฟอรัสประเภทที่มีผลต่อพืชน้ำโดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืช ดังนั้น การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในด้านประมงจึงได้เน้นเฉพาะสารประกอบออโธฟอสเฟต (Orthophosphates) หรือที่เรียกว่า Soluble Reactive Phosphorus เท่านั้น สารประกอบออโธฟอสเฟตที่พบมากคือ Trisodium phosphate (Na_3PO_4) Disodium phosphate (Na_3HPO_4) Monosodium phosphate (NaH_4PO_4) Diammonium phosphate $(NH_4)_2$ HPO_4 ซึ่งสารประกอบเหล่านี้ละลายน้ำได้ดี และแพลงก์ตอนพืชก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ความขุ่น (Turbidity)

ประเทือง (2534) กล่าวว่าความขุ่นของน้ำจะบ่งบอกว่าในน้ำมีสารแขวนลอย (Suspended material) อยู่มากน้อยเพียงใด สารแขวนลอยที่มีอยู่เหล่านั้นได้แก่ อนุภาคของดิน อินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร แพลงก์ตอนและสิ่งที่มีชีวิตเล็ก ๆ ซึ่งจะกระจายตัวดูดซับเอาแสงไว้ไม่ให้แสงส่องถึงก้นบ่อ ความขุ่นของน้ำถึงแม้ว่าจะเกิดจากปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำ แต่ปริมาณความขุ่นของน้ำไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณสารแขวนลอยดังกล่าว เนื่องจากความขุ่นของน้ำเราพิจารณาจากความเข้มของแสงที่สามารถส่องผ่านลงไปในน้ำ ซึ่งสารแขวนลอยแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการดูดซับหรือสะท้อนแสงต่างกัน ดังนั้นระดับความขุ่นของน้ำจึงไม่จำเป็นจะต้องเปลี่ยนแปลงตามปริมาณของสารแขวนลอยในน้ำ เพราะสารแขวนลอยมีอยู่หลายชนิดและมีคุณสมบัติแตกต่างกันดังที่กล่าวมาแล้ว

ประเทือง (2534) ความขุ่นของน้ำรวมทั้งสารแขวนลอยมีผลกระทบต่อสิ่งที่มีชีวิตในน้ำซึ่งปรากฏได้ในลักษณะดังต่อไปนี้

1. น้ำที่มีความขุ่นมากจะขัดขวางปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงของพืชโดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชทำให้ปริมาณอาหารตามธรรมชาติของสัตว์น้ำและปริมาณ ออกซิเจนลดลง

2. สารแขวนลอยที่ทำให้เกิดความขุ่นสามารถทำอันตรายต่อสัตว์น้ำโดยตรง โดยตะกอนจะเข้าไปอุดช่องเหงือกทำให้การหายใจของสัตว์น้ำไม่สะดวก ทำให้การเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ การฟักเป็นตัวของไข่และการเจริญเติบโตของตัวอ่อนช้าและอาจหยุดชะงักได้

3. ความขุ่นมีผลต่อการเคลื่อนไหวและอพยพย้ายถิ่น การหาอาหารและการล่าเหยื่อ แต่ในทางตรงกันข้ามอาจจะเป็นผลดีแก่สัตว์ขนาดเล็ก ๆ ที่เป็นเหยื่อสามารถรอดพ้นศัตรูได้

4. ความขุ่นทำให้อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะน้ำผิวบนจะดูดซับความร้อนทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ นอกจากนี้ยังมีผลต่อปริมาณการละลายออกซิเจนในน้ำด้วย น้ำที่มีสารแขวนลอยอยู่มากทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อย

ความโปร่งแสง (Transparency)

ประเทือง (2534) กล่าวว่าความโปร่งแสงสามารถวัดได้โดยการใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Secchi disk เป็นระยะความลึกของน้ำที่สามารถมองเห็นวัตถุโดยเป็นแผ่นวงกลม ที่หย่อนลงไปในน้ำ จนถึงระดับที่มองไม่เห็นแผ่นวัตถุดังกล่าวหากแหล่งน้ำมีความโปร่งแสงอยู่ระหว่าง 30-60 เซนติเมตร นับว่ามีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ถ้ามีมากกว่า 60 เซนติเมตร แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นขาดความอุดมสมบูรณ์ ถ้ามีค่าน้อยกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่ามีความขุ่นมากหรือมีปริมาณแพลงก์ตอนมากเกินไป ไม่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลา

คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

ประเทือง (2534) ในแหล่งน้ำธรรมชาติ อาจจะแบ่งแหล่งน้ำออกได้เป็น 2 แหล่ง คือ แหล่งน้ำจืดและแหล่งน้ำเค็ม ในแหล่งน้ำเหล่านี้มีสิ่งที่มีชีวิตสำคัญที่สำคัญคือ แพลงก์ตอนซึ่งแบ่งออกเป็น แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) และแพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton) แพลงก์ตอนเป็นสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่มีความสำคัญมากเพราะเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น แพลงก์ตอนสามารถเคลื่อนที่ได้บางตัวมีรูปร่างซึ่งแบ่งเป็น 2 ข้างซึ่งไม่เท่ากันเรียกว่า Asymmetrical shape บางชนิดก็มีหยดน้ำมันสะสมอยู่ทำให้ลอยตัวอยู่ได้ในน้ำ ในบริเวณที่มีแสงสว่างส่องผ่าน (Photosynthetic zone) พวกที่จัดเป็นแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ ไดอะตอม (Diatom) สาหร่าย (Algae) ไดโนแฟลกเจลเลต (Dinoflagellate) คอกโคลิโทเฟอร์ (Coccolithophores) ซิลิโคแฟลกเจลเลต (Silicoflagellate) คริโซโมแนต (Chrysomonads) คริฟโตโมแนต (Cryptomonads) ในช่วงที่แพลงก์ตอนเหล่านี้เจริญเติบโตและมีจำนวนมากเราเรียกว่า Bloom และการ Bloom ของแพลงก์ตอนจะส่งผลให้น้ำบริเวณนั้นเปลี่ยนสีไปตามสีของแพลงก์ตอนชนิดนั้นๆ ด้วย และในกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชจะได้ออกซิเจน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อสิ่งที่มีชีวิตอื่นๆ ต่อไป ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ได้แก่ พวกโปรโตซัว (Protozoa) โรติเฟอร์ (Rotifer) ครัสเตเซียน (Crustacean) แพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้เจริญเติบโตได้โดยอาศัยอินทรีย์สาร แบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืช เป็นอาหาร

แต่อย่างไรก็ตามแพลงก์ตอนที่มักจะทำให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพน้ำทางการประมง เกิดจากพวกสาหร่าย ซึ่งได้แก่ สาหร่ายสีเขียว (Green algae) และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue-Green algae) ปกติสาหร่ายทั้งสองชนิดนี้จะมีประโยชน์ต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แต่ถ้ามีในปริมาณที่มากจนเกินไปจะทำให้เกิดการขาดแคลนออกซิเจนในน้ำได้ และถ้าสาหร่ายเกิดตายพร้อมๆ กันเป็นจำนวนมาก ก็จะทำให้น้ำเน่าเสีย ฉะนั้นจึงควรควบคุมให้อยู่ในปริมาณที่พอเหมาะ โดยการควบคุมปริมาณอาหารที่ให้แก่สัตว์น้ำให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม การเปลี่ยนถ่ายน้ำให้กรณีที่น้ำในบ่อเลี้ยงมีปริมาณแพลงก์ตอนดังกล่าวมากเกินไป เป็นต้น

ปัจจัยที่สำคัญอีกประการคือ สีของน้ำ (Colour) การตรวจสีของน้ำเป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติกัน เนื่องจากสามารถบ่งบอกกำลังผลิต (Productivity) ของบ่อเลี้ยงนั้นๆ ได้ สีของน้ำเกิดจากการสะท้อนแสงของสารแขวนลอย และสภาพแวดล้อมที่มีอยู่ในแหล่งน้ำนั้นๆ ซึ่งจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทคือ สีจริง (True colour) เป็นสีที่เกิดจากสารละลายชนิดต่างๆ อาจจะเป็นสารละลายจากพวกอนินทรีย์สารหรือพวกอินทรีย์สารซึ่งทำให้เกิดสีของน้ำ สีจริงไม่สามารถแยกออกได้โดยการตกตะกอนหรือการกรอง ประเภทที่สองคือ สีปรากฏ (Apparent colour) เป็นสีที่เกิดขึ้นจากตะกอนในน้ำ สารแขวนลอย ซากแพลงก์ตอนจากพื้นท้องน้ำ หรือสีสะท้อนจากท้องฟ้า สามารถแยกออกได้โดยการตกตะกอนหรือการกรอง

โดยทั่วไปแหล่งน้ำตามธรรมชาติจะมีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล แหล่งน้ำที่มีหินปูนหรือพวก $CaCO_3$ ปะปนอยู่มากจะมีสีเขียว แหล่งน้ำที่มีกำมะถันอยู่มากจะมีสีเขียวอมเหลือง หากมีเหล็กปะปนอยู่จะมีสีแดง พวกสารอินทรีย์สามารถทำให้เกิดสีได้เช่นกัน เช่น ไดอะตอมจะทำให้น้ำมีสีเหลืองหรือน้ำตาล สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะทำให้น้ำมีสีเขียวเข้ม แพลงก์ตอนสัตว์จะทำให้น้ำมีสีแดง เป็นต้น น้ำที่มีสีเหลืองหรือน้ำตาลจะมีความอุดมสมบูรณ์และกำลังผลิตสูงเนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมาก ส่วนแหล่งน้ำที่มีสีค่อนข้างเขียวไปจนถึงสีน้ำเงินจะมีกำลังผลิตต่ำเนื่องจากมีสารอินทรีย์น้อย ทั้งนี้ไม่ได้พิจารณาเกี่ยวกับปริมาณของแพลงก์ตอนพืชที่ทำให้น้ำมีสีเขียว สีน้ำซึ่งเกิดจากการเน่าเปื่อยของพวกผักหญ้าจะให้สีเหลืองน้ำตาลอ่อน ซึ่งไม่ถือว่าเป็นพิษ

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลประกอบการฟาร์ม

ธนรักษ์ (2551) กล่าวว่าในการประกอบอาชีพเกษตรกรรมนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดการฟาร์มที่ดี เพื่อจะได้ทราบถึงผลประกอบการของฟาร์มที่เกษตรกรได้ดำเนินการ ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการจัดการฟาร์มนั้นจะได้นำมาประเมินผลการใช้ทรัพยากรต่างๆ ในการประกอบการอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นข้อมูลสำคัญในการตัดสินใจเพื่อลดความเสี่ยงในการประกอบการนั้นๆ การพิจารณาวิเคราะห์ต้นทุนและรายได้ก็เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการฟาร์ม ซึ่งเกษตรกรสามารถดำเนินได้โดยพิจารณาองค์ประกอบ ดังนี้

1. โครงสร้างต้นทุน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 ต้นทุนคงที่ (Fixed cost) คือค่าใช้จ่ายในการประกอบการแม้จะไม่มีการประกอบการก็ตามประกอบด้วย ต้นทุนคงที่ที่เป็นเงินสด เช่น ภาษีที่ดิน ค่าเช่าที่ดิน เป็นต้น และต้นทุนคงที่ที่เป็นเงินไม่สด เป็นค่าใช้จ่ายคงที่ที่เกษตรกรผู้ผลิตไม่ได้จ่ายออกไปเป็นตัวเงิน แต่เป็นค่าใช้จ่ายที่ได้จากการประเมินเป็นตัวเงิน เช่น ค่าเสียโอกาสในการใช้ที่ดิน ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนในต้นทุนคงที่ และค่าเสื่อมราคาของวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งค่าเสื่อมราคาสามารถคำนวณได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้กันทั่วไปคือ การคิดค่าเสื่อมโดยวิธีแบบเส้นตรง (Straight-line depreciation method) ซึ่งจะมีค่าเสื่อมเพียงค่าเดียวตลอดอายุการใช้งานของวัสดุอุปกรณ์ โดยคำนวณตามสมการได้ดังนี้

$$\text{ค่าเสื่อมราคาต่อปี} = \frac{\text{ราคาต้นทุน} - \text{มูลค่าซาก}}{\text{อายุการใช้งาน}}$$

1.2 ต้นทุนผันแปร (Variable cost) คือค่าใช้จ่ายในการประกอบการซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต ค่าใช้จ่ายประเภทนี้ผู้ผลิตสามารถที่จะเพิ่มหรือลดได้ในระยะที่ทำการผลิต ประกอบด้วย ต้นทุนผันแปรที่เป็นเงินสด เช่น ค่าอาหาร ค่าพันธุ์ปลา ค่าจ้างแรงงาน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าซ่อมแซมวัสดุอุปกรณ์ เป็นต้น และต้นทุนผันแปรที่ไม่เป็นเงิน เป็นค่าใช้จ่ายคงที่ที่เกษตรกรผู้ผลิตไม่ได้จ่ายออกไปเป็นตัวเงิน แต่เป็นค่าใช้จ่ายที่ได้จากการประเมินเป็นตัวเงิน เช่น ค่าเสียโอกาสของแรงงานในครัวเรือน เป็นต้น

2. โครงสร้างรายได้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 รายได้ที่เป็นเงินสด (Cash revenue) คือ รายได้ที่เกษตรกรได้รับจากการจำหน่ายผลผลิตที่ได้จากการประกอบการ เช่น รายได้จากการขายผลผลิตที่ได้ เป็นต้น

2.2 รายได้ที่เป็นเงินไม่สด (Noncash revenue) คือ รายได้ที่ประเมินจากการที่เกษตรกรได้รับจากการประกอบการโดยประเมินเป็นเงินสด เช่น รายได้จากการนำผลผลิตที่ได้มาบริโภคในครัวเรือน เป็นต้น

ในการประกอบการนั้นอย่างน้อยที่สุดรายได้ทั้งหมดที่ได้จากการผลิตควรจะสูงกว่าต้นทุนผันแปร จึงจะทำให้ผู้ประกอบการสามารถดำเนินการต่อไปได้ ส่วนที่เกินนี้เรียกว่า กำไรหรือรายได้สุทธิ แต่ถ้ารายได้ทั้งหมดหักออกด้วยต้นทุนทั้งหมดผลต่างที่ได้เรียกว่า กำไรสุทธิ และจากโครงสร้างของต้นทุนและรายได้ที่กล่าวมานั้นสามารถนำมาวิเคราะห์ต้นทุนและรายได้จากการประกอบการฟาร์มโดยอาศัยสมการ ดังต่อไปนี้

ต้นทุนทั้งหมด = ผลรวมของต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร
ต้นทุนคงที่ = ผลรวมของค่าเช่าที่ดิน ค่าเสื่อมราคาของปัจจัยการผลิต ค่าภาษีที่ดินและค่าเสียโอกาสเงินทุนในต้นทุนคงที่
ต้นทุนผันแปร = ผลรวมของค่าพันธุ์ปลา ค่าอาหาร ค่ายารักษาโรคและสารเคมี ค่าแรงงานในครัวเรือน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าไฟฟ้า
รายได้ทั้งหมด = (ผลรวมของผลผลิตที่ขายและบริโภค) x ราคาผลผลิตที่ขายได้
รายได้สุทธิ = ผลต่างระหว่างรายได้ทั้งหมดและต้นทุนผันแปร
กำไรสุทธิ = ผลต่างระหว่างรายได้ทั้งหมดและต้นทุนทั้งหมด

3. ต้นทุนการผลิต (Cost of product) เพื่อให้ทราบถึงต้นทุนการผลิตในแต่ละหน่วยของผลผลิตโดยอาศัยสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ต้นทุนการผลผลิต} = \frac{\text{ต้นทุนทั้งหมด (บาท)}}{\text{ผลผลิตทั้งหมด (กิโลกรัม)}}$$

การพัฒนาตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ

สุเมธ (2539) กล่าวว่าผลจากการใช้แนวทางการพัฒนาประเทศไปสู่ความทันสมัย ได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก่สังคมไทยในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ การเมือง วัฒนธรรม สังคมและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งกระบวนการของความเปลี่ยนแปลงมีความสลับซับซ้อนจนยากที่จะอธิบายในเชิงสาเหตุและผลลัพธ์ได้ เพราะการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดต่างเป็นปัจจัยเชื่อมโยงซึ่งกันและกัน สำหรับผลของการพัฒนาในด้านบวกนั้นมีหลายประการ เช่น อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้น ความเจริญทางวัตถุและสาธารณูปโภคต่างๆ ระบบสื่อสารที่ทันสมัยหรือการขยายปริมาณและกระจายการศึกษาอย่างทั่วถึงมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามสิ่งเหล่านี้ไปถึงราษฎรในชนบทหรือผู้ด้อยโอกาสในสังคมได้น้อยมาก และจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสังคมดังกล่าวได้เกิดผลลบติดตามมาด้วยเช่นกัน ส่งผลทำให้ชนบทเกิดความอ่อนแอในหลายด้าน เช่น การพึ่งพิงตลาดและพ่อค้าคนกลางในการสั่งสินค้าทุน ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ ระบบความสัมพันธ์แบบเครือญาติและการรวมกลุ่มกันตามประเพณี เพื่อการจัดการทรัพยากรที่เคยมีอยู่แต่เดิมแตกสลายลง ภูมิความรู้ที่เคยใช้แก้ปัญหาและสั่งสมกันมาถูกลืมเลือนและเริ่มสูญหายไปสิ่งสำคัญก็คือ ความพอเพียงในการดำรงชีวิตซึ่งเป็นเงื่อนไขพื้นฐานที่ทำให้คนไทยสามารถพึ่งตนเองและดำเนินชีวิตไปได้อย่างมีศักดิ์ศรีภายใต้อำนาจและความมีอิสระในการกำหนดชะตาชีวิตของตนเอง ความสามารถในการควบคุมและจัดการเพื่อให้ตนเองได้รับการสนองตอบต่อความต้องการต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการจัดการปัญหาต่างๆ ได้ด้วยตนเอง ซึ่งทั้งหมดนี้ถือว่าเป็นศักยภาพพื้นฐานที่คนไทยและสังคมไทยเคยมีอยู่แต่เดิมต้องถูกกระทบกระเทือน ซึ่งวิกฤตเศรษฐกิจจากปัญหาฟองสบู่และปัญหาความอ่อนแอของชนบท รวมทั้งปัญหาอื่นๆ ที่เกิดขึ้น ล้วนแต่เป็นข้อพิสูจน์และยืนยันปรากฏการณ์นี้ได้เป็นอย่างดี

แนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เกี่ยวกับการส่งเสริมชุมชนหรือการพัฒนาชนบทที่สำคัญคือการที่ทรงมุ่งช่วยเหลือให้เกิดการพึ่งตนเองได้ของราษฎรในชนบทเป็นหลัก กิจกรรมและโครงการตามแนวพระราชดำริที่ดำเนินการอยู่ในหลายพื้นที่ทั่วประเทศในปัจจุบันนั้น ล้วนแล้วแต่มีเป้าหมายสุดท้ายอยู่ที่การพึ่งตนเองได้ของราษฎรทั้งสิ้น การส่งเสริมหรือสร้างเสริมสิ่งที่ชาวชนบทขาดแคลนและเป็นความต้องการอย่างสำคัญ ซึ่งก็คือเรื่องของความรู้ ซึ่งทรงเห็นว่าราษฎรในชนบทควรจะมีความรู้ในเรื่อง การทำมาหากินการทำการเกษตรโดยเทคโนโลยีที่เหมาะสม ในเรื่องนี้ทรงเน้นถึงความจำเป็นที่จะต้องมีตัวอย่างของความสำเร็จในเรื่องการพึ่งตนเอง ทรงมีพระราชประสงค์จะให้ราษฎรในชนบทมีโอกาสได้รู้ ได้เห็นถึงตัวอย่างของความสำเร็จนี้และนำไปปฏิบัติได้เอง จึงทรงปรารถนาที่จะให้ตัวอย่างของความสำเร็จทั้งหลายได้

กระจายไปสู่ท้องถิ่นต่าง ๆ ทั่วประเทศ การนำความรู้ด้านเทคโนโลยีการเกษตรที่เหมาะสมเข้าไปถึงมือราษฎรในชนบทอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง และในขณะเดียวกันเป็นเทคโนโลยีการผลิตที่ชาวบ้านรับได้ และสามารถนำไปปฏิบัติอย่างได้ผลจริง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2539) รายงานว่าพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ทรงมีพระราชดำริอยู่เสมอว่า ประชาชนควรจะพึ่งตนเองให้ได้ในเรื่องอาหารก่อนเป็นลำดับแรก จากนั้นจึงค่อยขยายไปในเรื่องการทำธุรกิจการเกษตรใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ทรงเข้าพระทัยดีว่าคนไทยเป็นฝ่ายรับเทคโนโลยีมากกว่าจะเป็นฝ่ายผลิตเทคโนโลยี ทรงคำนึงถึงความจำเป็นในการรับเทคโนโลยีที่ทันสมัยต่างๆ จากต่างชาติเข้ามาใช้จึงทรงเตือนให้รู้จักเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพสังคมไทย จากพระราชดำรัสเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2522 สรุปลักษณะการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมได้ว่า ควรมีลักษณะประหยัด คุ้มค่าและง่าย ประชาชนทั่วไปสามารถใช้ได้ เทคโนโลยีที่ดีที่สมบูรณ์แบบ จึงควรจะสร้างสิ่งที่เป็นประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าและมีความสูญเปล่าหรือความเสียหายเกิดขึ้นน้อยที่สุด แม้แต่สิ่งที่เป็นของเสียเป็นของเหลือทิ้งแล้วก็ควรจะได้ใช้เทคโนโลยีแปรสภาพให้เป็นของที่ใช้ได้เช่น ใช้ทำขยะและมูลสัตว์ให้เป็นแก๊สและปุ๋ย เป็นต้น โดยในทางตรงข้ามเทคโนโลยีใดที่ใช้การได้ไม่คุ้มค่าทำให้เกิดความสูญเปล่าและเสียหายได้มาก จัดว่าเป็นเทคโนโลยีที่บกพร่อง ไม่สมควรจะนำมาใช้ไม่ว่ากรณีใด นอกจากเทคโนโลยีที่ใหญ่โตระดับสูงสำหรับใช้ในงานใหญ่ๆ ที่ต้องการผลมากๆ แล้ว ควรจะคำนึงถึงและคิดค้นเทคโนโลยีอย่างง่ายๆ ควบคู่กันไป เพื่อช่วยให้กิจการที่ใช้ทุนรอนน้อยมีโอกาสนำมาใช้ได้โดยสะดวกและได้ผลด้วย พระบรมราโชวาทในวโรกาสต่างๆ จะเห็นได้ว่า ทรงเน้นความพอกินพอใช้ของราษฎรส่วนใหญ่ในเบื้องต้นก่อน ซึ่งหมายถึงควรสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจพื้นฐานก่อนเป็นแนวทางการพัฒนาที่เน้นการกระจายรายได้ เพื่อสร้างพื้นฐานและความมั่นคงทางเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ ก่อนเน้นการพัฒนาในระดับที่สูงขึ้นไป

คณะอนุกรรมการขับเคลื่อนเศรษฐกิจพอเพียง (2549) รายงานว่าพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ทรงมีพระราชดำริความว่า ในการพัฒนาประเทศนั้นจำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นเริ่มด้วยการสร้างพื้นฐาน คือความมีกินมีใช้ของประชาชนก่อน ด้วยวิธีการที่ประหยัดระมัดระวัง แต่ถูกต้องตามหลักวิชา เมื่อพื้นฐานเกิดความมั่นคงขึ้นพอควรแล้วจึงค่อยสร้างเสริมความเจริญขั้นที่สูงขึ้นตามลำดับต่อไป การถือหลักที่จะส่งเสริมความเจริญให้ค่อยเป็นไปตามลำดับด้วยความรอบคอบระมัดระวังและประหยัดนั้น ก็เพื่อป้องกันความผิดพลาดล้มเหลวและเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จได้แน่นอนบริบูรณ์ และนับตั้งแต่ปี 2517 เป็นต้นมา จะพบว่าพระองค์ท่านได้ทรงเน้นย้ำแนวทางการพัฒนาที่อยู่บนพื้นฐานของการพึ่งตนเอง ความพอมีพอกิน พอมีพอใช้ การรู้จักความพอประมาณ การคำนึงถึงความมีเหตุผล การสร้างภูมิคุ้มกันที่ดีในตัว และทรงเตือนสติประชาชน

คนไทยไม่ให้ประมาท ตระหนักถึงการพัฒนาตามลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องตามหลักวิชา ตลอดจนมีคุณธรรมเป็นกรอบในการดำรงชีวิตซึ่งทั้งหมดนี้เป็นที่รู้จักกันภายใต้ชื่อว่า เศรษฐกิจพอเพียง

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2549) รายงานว่าวันที่ 9 มิถุนายน 2549 คือ วันที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ทรงครองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี เป็นเวลา 60 ปีที่ทรงให้ความสำคัญกับการพัฒนาประเทศ เพื่อให้ประชาชนมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นและอยู่ได้ด้วยการพึ่งตนเอง ดังจะเห็นได้จากการทรงงานด้านการพัฒนาตั้งแต่ต้นรัชกาลจนปัจจุบัน การพระราชทานพระราชดำริให้ดำเนินการพัฒนาที่ใดก็ตาม ความคิดเห็น ความจำเป็นของประชาชนและสภาพภูมิศาสตร์ ณ ที่นั้นๆ เป็นเรื่องสำคัญยิ่ง จากการพัฒนาแหล่งน้ำที่สอดคล้องกับสภาพภูมิศาสตร์แล้ว เมื่อพิจารณาโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริทางการเกษตรนั้น ทรงสนับสนุนให้ทำการเกษตรแบบสมัยที่บรรพบุรุษได้ทำมา และเป็นวิถีชีวิตของราษฎรชนบท นั่นคือรอบๆ บริเวณบ้านจะมีทั้งพืชผักที่ใช้รับประทานเป็นประจำวัน เช่น พืชสมุนไพรสำหรับปรุงอาหาร เช่น ข่า ตะไคร้ โหระพา มะกรูด ไม้ผล พร้อมๆ กับเลี้ยงไก่ สุกร โค กระบือ ซึ่งกินอาหารที่มีอยู่รอบๆ บ้านในนาก็มีปลา สิ่งเหล่านี้ทำให้ราษฎรในชนบทสามารถพึ่งตนเองได้ในด้านอาหาร ซึ่งเป็นลักษณะของโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ด้านการเกษตรผสมผสานและการเกษตรยั่งยืน ที่สอดคล้องกับสภาพภูมิศาสตร์สังคม เป็นวิถีชีวิตที่สามารถอยู่ได้ด้วยการพึ่งตนเอง โดยเฉพาะในเรื่องอาหารเป็นเบื้องต้น

ดังนั้นการพัฒนาชุมชนใดๆ ก็ตามตลอดจนถึงการพัฒนาในระดับกว้างถึงระดับประเทศ ถ้าการพัฒนาเป็นไปตามสภาพภูมิศาสตร์และภูมิสังคมโดยทำไปตามลำดับขั้นแล้ว ความสำเร็จย่อมมีมากปัญหาต่างๆ ก็จะน้อยลงความก้าวหน้าของประเทศก็จะเดินไปด้วย ความมั่นคงและอยู่ได้ด้วยการพึ่งตนเองทั้งเรื่องของเศรษฐกิจเรื่องของทรัพยากรธรรมชาติ เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพภูมิศาสตร์สังคมก็จะอยู่ร่วมกันด้วยความสามัคคีประชาชนก็จะเป็นสุข

บทที่ 3
วิธีการศึกษา

การศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างปลานิลที่ได้จากการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวในพื้นที่โครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงายในพระองค์ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ การศึกษาครั้งนี้มีรายละเอียดดังนี้

สถานที่ทำการศึกษา

โครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงายในพระองค์ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ และพื้นที่ของเกษตรกรในหมู่บ้านห้วยเป้า ตำบลเมืองงาย อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นหมู่บ้านในบริเวณใกล้เคียง ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบเชิงเขาที่มีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ มีลำน้ำไหลผ่านพื้นที่หลายสายได้แก่ แม่น้ำปิง แม่น้ำงาย แม่น้ำข้อน ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพด้านการเกษตร

การวางแผนการศึกษา

วางแผนการศึกษาแบบ T-test โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง (Treatments) ชุดที่ 1 คือ การเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีซึ่งมีการเลี้ยงกบนาและปลูกผักบุ้งร่วมด้วย และชุดที่ 2 คือ การเลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยว ซึ่งเลี้ยงปลานิลเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีกิจกรรมอื่นประกอบ แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ (Replications) โดยเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ (ระหว่างเดือนพฤษภาคม-กันยายน 2551) ทั้งนี้การศึกษาดังกล่าวปราศจากการควบคุมสิ่งแวดล้อม (On farm research) เพื่อให้เป็นไปตามสภาพปกติที่เกษตรกรปฏิบัติจริง

การเตรียมการศึกษา

1. เตรียมบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว โดยใช้บ่อเลี้ยงปลาขนาดพื้นที่ 400 ตารางเมตร จำนวน 6 บ่อ ก่อนเริ่มการศึกษาจะทำการระบายน้ำออกจากบ่อและโรยปูนขาว ขณะพื้นบ่อยังเปียก จากนั้นตากให้แห้งบ่อเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ ระบายน้ำเข้าบ่อและใส่ปุ๋ยคอก เพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้กับแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งเป็นอาหารตามธรรมชาติของปลานิล และรักษาระดับความลึกของน้ำในบ่อดังกล่าวไว้ที่ 1.5 เมตร กระทั่งสิ้นสุดการศึกษา

2. เตรียมลูกพันธุ์ปลานิลเพศผู้ขนาดเฉลี่ย 30 กรัมต่อตัว จำนวน 7,200 ตัว

3. เตรียมลูกพันธุ์กบนาขนาดเฉลี่ย 5 กรัมต่อตัว จำนวน 900 ตัว

4. เตรียมพันธุ์ผักบุ้งในท้องถิ่น โดยเกษตรกรผู้ร่วมวิจัยเป็นผู้จัดหาน้ำหนักประมาณ 50 กิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) เพื่อปลูกในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถี

การดำเนินการศึกษา

1. นำลูกพันธุ์ปลานิลเพศผู้ที่เตรียมไว้ปล่อยในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวทั้ง 6 บ่อๆ ละ 1,200 ตัว (ความหนาแน่น 3 ตัวต่อตารางเมตร) และกำหนดให้เกษตรกรใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลากินพืช (โปรตีนไม่น้อยกว่า 17.5%) ระหว่างการศึกษา วันละ 1 มื้อในอัตรา 2% ของน้ำหนักตัว

2. สำหรับบ่อเลี้ยงแบบชีววิถี นำลูกพันธุ์กบนาที่เตรียมไว้ปล่อยในกระชังขนาดพื้นที่ 9 ตารางเมตร จำนวน 2 กระชังๆ ละ 150 ตัว (ความหนาแน่น 16.67 ตัวต่อตารางเมตร) และกำหนดให้เกษตรกรใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับกบ (โปรตีนไม่น้อยกว่า 30%) ระหว่างการศึกษา วันละ 1 มื้อในอัตรา 3% ของน้ำหนักตัว การเลี้ยงกบนานั้นจะดำเนินการหลังจากเลี้ยงปลานิลเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อให้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตใกล้เคียงกัน โดยปลูกผักบุ้งภายหลังการเตรียมบ่อ โดยใช้พื้นที่ผิวของน้ำในบ่อเลี้ยง 80 ตารางเมตร (20% ของพื้นที่ผิวน้ำ)

การเก็บข้อมูลระหว่างการศึกษา

1. เก็บข้อมูลเพื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตปลานิลที่ได้จากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ โดยบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของปลานิลตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการศึกษาทุกสัปดาห์ ใช้วิธีสุ่มด้วยแหและคัดขนาดของปลานิลด้วยสายตา 3 ขนาดคือ ขนาดเล็กที่สุด ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ที่สุด มาทำการชั่งน้ำหนัก (กรัม) และวัดขนาดความยาวของปลานิล (เซนติเมตร) (จากปลายปากถึงปลายครีบหาง) ตามวิธีของ ซุกรี (2551) ทุกบ่อๆ ละ 4 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละบ่อเลี้ยง จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้จากบ่อเลี้ยงทั้งสองแบบมาทำการหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและขนาดความยาวของปลานิลที่ได้จากบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว

2. เก็บข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลและผลผลิตปลานิลที่ได้จากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวทุกสัปดาห์เป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ ดังนี้

2.1 ปัจจัยด้านกายภาพ

2.1.1 บันทึกข้อมูลอุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส) โดยการอ่านค่าที่ได้จาก เทอร์โมมิเตอร์ที่แช่น้ำในบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบตลอดเวลา ช่วงเวลา 10:00 น.

2.1.2 บันทึกข้อมูลความโปร่งแสงของน้ำ (เซนติเมตร) โดยการอ่านค่าที่ได้จาก Secchi Disc ช่วงเวลา 10:00 น.

2.2 ปัจจัยด้านชีวภาพ

2.2.1 บันทึกข้อมูลปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ (เซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) จากการเก็บตัวอย่างน้ำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ตามวิธีของ ลัดดา และโสภณา (2546) เพื่อนับจำนวนแพลงก์ตอนพืชที่พบ ดังนี้

1) นำน้ำตัวอย่างจากบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบ บ่อละ 4 จุดๆ ละ 10 ลิตร มากรองผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนขนาด 22 ไมครอน จากนั้นนำขวดเพื่อเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองปริมาตร 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร และหยดด้วย Lugol' solution เพื่อรักษาสภาพเซลล์

2) นำน้ำตัวอย่างในข้อ 1 ปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร หยดลงบนแผ่นสไลด์เพื่อทำการนับจำนวนเซลล์ โดยนับตัวอย่างๆ ละ 3 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3) นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาคำนวณเพื่อหาปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ตามสมการ

$$\text{จำนวนแพลงก์ตอน (เซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)} = \frac{ab}{c}$$

a = ปริมาตรน้ำในขวดเก็บตัวอย่าง (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

b = ค่าเฉลี่ยแพลงก์ตอนที่นับได้ (เซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

c = ปริมาตรน้ำที่ผ่านถุงกรอง (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

2.2.2 บันทึกข้อมูลปริมาณสัตว์หน้าดินบริเวณก้นบ่อ (กรัมต่อตารางเมตร) ซึ่งเป็นอาหารของปลานิล โดยใช้ Sampling block ขนาดพื้นที่ 0.25 x 0.25 ตารางเมตร เพื่อเก็บตัวอย่างผิวดินบริเวณก้นบ่อ ตามวิธีของ ลัดดา และโสภณา (2546) บ่อละ 4 ซ้ำ แล้วนำไปคัดแยกสัตว์หน้าดินที่พบเพื่อชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าจุดทศนิยม 4 หลัก

2.3 ปัจจัยด้านเคมี โดยใช้ชุดทดสอบทางเคมีภาคสนาม (Test kit)

2.3.1 บันทึกค่าความเป็นกรด-ด่าง (ค่า pH)

2.3.2 บันทึกปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

2.3.3 บันทึกปริมาณแอมโมเนียในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

2.3.4 บันทึกปริมาณไนไตรท์ในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

2.3.5 บันทึกปริมาณไนเตรทในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

3. บันทึกข้อมูลปริมาณอาหารกบ (กิโลกรัม) ที่ใช้ในแต่ละวัน

4. บันทึกข้อมูลปริมาณผักบุ้ง (กรัม) โดยใช้ Sampling block ขนาดพื้นที่ 0.25 x 0.25 ตารางเมตร คัดผักบุ้งบริเวณที่มีความหนาแน่นระดับปานกลางด้วยสายตา แล้วนำผักบุ้งบริเวณดังกล่าวสลัดน้ำและผึ่งลมประมาณครึ่งชั่วโมง จากนั้นจึงนำมาชั่งน้ำหนัก (กรัม)

5. การเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาต้นทุนและรายได้ระหว่างเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ ทั้งนี้ก่อนเริ่มทำการศึกษาได้มีการทำความเข้าใจกับเกษตรกรผู้ร่วมวิจัยให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ของการศึกษาและให้เกษตรกรผู้ร่วมวิจัยมีส่วนร่วมโดยการบันทึกรายละเอียดของค่าใช้จ่ายและรายได้ทั้งที่เป็นเงินสดจากการจำหน่ายและเป็นเงินไม่สดจากการบริโภคซึ่งสามารถคำนวณเป็นเงินสดได้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาต้นทุนและรายได้ระหว่างเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลทั้งสองรูปแบบ

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษา

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตปลานิลที่ได้จากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว โดยวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและขนาดความยาวของปลานิลระหว่างกลุ่มทดลองด้วยวิธี T-test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11.5 ตามวิธีของ สุรพล (2528)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลและผลผลิตปลานิลที่ได้จากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว ด้วยวิธีวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation) และสมการรีเกรสชั่น (Regression) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11.5 ตามวิธีของ สุรพล (2528)

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาต้นทุนและรายได้ระหว่างเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว โดยวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนทั้งหมด ต้นทุนคงที่ ต้นทุนแปรผัน รายได้ทั้งหมด กำไรสุทธิและต้นทุนการผลิต ตามวิธีของ ธนรักษ์ (2551) ดังนี้

ต้นทุนทั้งหมด (บาท) = ผลรวมของต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร

ต้นทุนคงที่ (บาท) = ผลรวมของค่าเสียโอกาสของที่ดิน ค่าเสียโอกาสของเงินทุน และค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์การเลี้ยง

ต้นทุนผันแปร (บาท) = ผลรวมของค่าลูกพันธุ์ ค่าอาหารเม็ดสำเร็จรูป ค่าแรงงานในครัวเรือน ค่าปุ๋ยคอกและค่าปูนขาว

รายได้ทั้งหมด (บาท) = (ผลรวมของผลผลิตที่ขายและบริโภค) x ราคาผลผลิตที่ขายได้

กำไรสุทธิ (บาท) = ผลต่างระหว่างรายได้ทั้งหมดและต้นทุนทั้งหมด

$$\text{ต้นทุนการผลิต (บาทต่อกิโลกรัม)} = \frac{\text{ต้นทุนทั้งหมด}}{\text{ผลผลิตทั้งหมด}}$$

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว

ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตปลานิลจากบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ ในพื้นที่ของเกษตรกรบ้านห้วยเป้า ตำบลเมืองงาย อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ และพื้นที่ของโครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงายในพระองค์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างการศึกษาทำการบันทึกข้อมูลผลผลิตของปลานิลซึ่งประกอบด้วยน้ำหนัก (กรัม) และขนาดความยาว (เซนติเมตร) ทุกสัปดาห์ โดยแสดงรายละเอียดผลจากการศึกษาดังต่อไปนี้

ตาราง 8 ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว

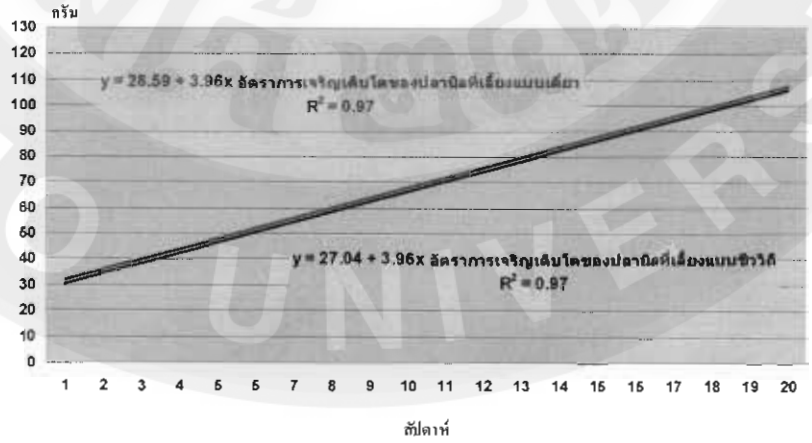
ปัจจัยที่ศึกษา	บ่อเลี้ยงแบบชีววิถี	บ่อเลี้ยงแบบเดี่ยว	Prob.
น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	30.00±0.00	28.33±2.89	.374 ns
ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	8.00±0.00	8.17±0.29	.374 ns
น้ำหนักสิ้นสุดเฉลี่ย (กรัม)	120.00±13.23	106.67±16.07	.329 ns
ความยาวสิ้นสุดเฉลี่ย (เซนติเมตร)	18.33±1.44	17.00±0.87	.242 ns
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (กรัมต่อสัปดาห์)	3.97±0.41	3.96±0.67	.989 ns
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (เซนติเมตรต่อสัปดาห์)	0.51±0.02	0.49±0.07	.661 ns

หมายเหตุ : ผลการศึกษาเมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์

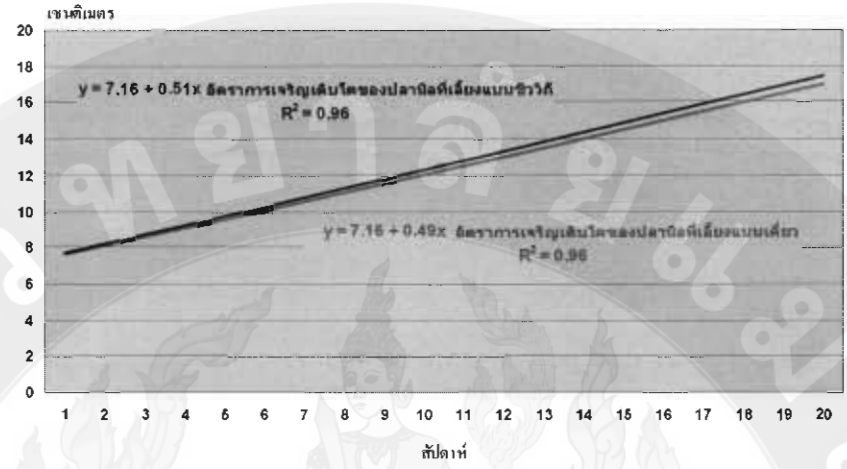
ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ผลจากการศึกษาน้ำหนักและความยาวเริ่มต้นเฉลี่ยของปลานิลจากบ่อเลี้ยงแบบชีววิถี และแบบเดี่ยว พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 8) และผลการศึกษาน้ำหนักและความยาวสิ้นสุดเฉลี่ยของปลานิลจากบ่อเลี้ยงปลานิลทั้งสองแบบ เมื่อเลี้ยงปลานิลต่อไปเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ($p>0.05$) (ตาราง 8)

ผลจากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตในรูปของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อสัปดาห์ของปลานิลจากบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 8) โดยอัตราการเจริญเติบโตในรูปของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อสัปดาห์ของปลานิลที่เลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวแสดงสมการความสัมพันธ์กับระยะเวลาดังนี้ $y = 27.04 + 3.96x$ ($R^2 = 0.97$) และ $y = 28.59 + 3.96x$ ($R^2 = 0.97$) ตามลำดับ (ภาพ 2) ส่วนผลการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตในรูปของความยาวที่เพิ่มขึ้นต่อสัปดาห์ของปลานิล พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ($p>0.05$) (ตาราง 8) โดยอัตราการเจริญเติบโตในรูปของความยาวที่เพิ่มขึ้นต่อสัปดาห์ของปลานิลที่เลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวแสดงสมการความสัมพันธ์กับระยะเวลาดังนี้ $y = 7.16 + 0.51x$ ($R^2 = 0.96$) และ $y = 7.16 + 0.49x$ ($R^2 = 0.96$) ตามลำดับ (ภาพ 3) ผลจากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าผลผลิตปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพ 2 สมการแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการเจริญเติบโตในรูปของน้ำหนักของปลานิลที่เลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์



ภาพ 3 สมการความสัมพันธ์ของอัตราการเจริญเติบโตในรูปของความยาวของปลานิลที่เลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิล และผลผลิตของปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว

ผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลและผลผลิตของปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ ระหว่างการศึกษาทำการบันทึกข้อมูลของปัจจัยทางกายภาพ ปัจจัยทางชีวภาพและปัจจัยทางเคมีทุกสัปดาห์ และการศึกษาในครั้งนี้ปราศจากการควบคุมสิ่งแวดล้อม (On farm research) ซึ่งเป็นสภาพปกติที่เกษตรกรปฏิบัติจริง โดยแสดงรายละเอียดผลจากการศึกษาดังต่อไปนี้

ตาราง 9 ค่าพิสัยของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิล (ระยะเวลา 19 สัปดาห์)

ปัจจัยที่ศึกษา	บ่อเลี้ยงแบบชีววิถี	บ่อเลี้ยงแบบเดี่ยว
อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	26-29	26-29
ความโปร่งแสง (เซนติเมตร)	35.67-42.33	38.33-50.00
ปริมาณแพลงก์ตอนพืช (เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิลิตร)	107.33-151.33	82.67-123.33
ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิลิตร)	19.37-56.33	19.67-43.33
ปริมาณสัตว์หน้าดิน (กรัมต่อตารางเมตร)	15.01-27.67	16.14-25.42
ความเป็นกรด - ด่าง	7.50-7.83	7.50-8.00
ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6.00-6.83	6.00-6.83
แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.00-0.25	0.00-0.25
ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.00-0.10	0.00-0.10
ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.00	0.00

ตาราง 10 ผลการศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลระหว่างบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว (ระยะเวลา 19 สัปดาห์)

ปัจจัยที่ศึกษา	บ่อเลี้ยงแบบชีววิถี	บ่อเลี้ยงแบบเดี่ยว	Prob.
อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	27.63±0.12	27.70±0.00	.374 ns
ความโปร่งแสง (เซนติเมตร)	38.17±3.06	44.87±0.45	.020*
ปริมาณแพลงก์ตอนพืช (เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิลิตร)	129.93±26.75	108.32±4.61	.240 ns
ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิลิตร)	30.42±7.03	32.10±7.03	.701 ns
ปริมาณสัตว์หน้าดิน (กรัมต่อตารางเมตร)	22.17±5.68	20.25±1.77	.607 ns
ความเป็นกรด - ด่าง	7.65±0.11	7.53±0.00	.124 ns
ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6.50±0.16	6.35±0.06	.225 ns

หมายเหตุ: ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตาราง 11 ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลเมื่อเทียบกับระยะเวลาการเลี้ยงปลานิล 19 สัปดาห์

ปัจจัยที่ศึกษา	บ่อเลี้ยงแบบชีววิถี	บ่อเลี้ยงแบบเดี่ยว
อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	-0.086*	-0.084 ns
ความโปร่งแสง (เซนติเมตร)	-0.263**	-0.330**
ปริมาณแพลงก์ตอนพืช (เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิลิตร)	0.895*	0.179 ns
ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิลิตร)	0.967**	0.714**
ปริมาณสัตว์หน้าดิน (กรัมต่อตารางเมตร)	-0.294**	0.012 ns
ความเป็นกรด - ด่าง	0.001 ns	0.007 ns
ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	-0.002 ns	0.008 ns
ปริมาณผักบุ้ง (กิโลกรัม)	-0.104**	-

หมายเหตุ: ns คือ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) * คือ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
** คือ มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ผลจากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลระหว่างบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ พบว่าค่าพิสัยของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลในบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและไม่ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของปลานิล (ตาราง 9) โดยพบว่าอุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 10) และอยู่ในช่วง 26-29 องศาเซลเซียส (ตาราง 9) จากผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นพบว่าอุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีแสดงการลดอุณหภูมิลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะเวลาที่ศึกษา ($b = 0.086^*$, $p<0.05$) (ตาราง 11) เนื่องจากพื้นที่ที่ดำเนินการวิจัยนั้นมีลักษณะภูมิอากาศอบอุ่นถึงค่อนข้างเย็นและเข้าสู่ช่วงฤดูหนาว ความสัมพันธ์ระหว่างความโปร่งแสงและระยะเวลาที่ศึกษาระหว่างบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตาราง 10) จากผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นพบว่าความโปร่งแสงในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวแสดงการลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับระยะเวลาที่ศึกษา ($b = -0.263^{**}$, $p<0.01$) ($b = -0.330^{**}$, $p<0.01$) ตามลำดับ (ตาราง 11) โดยบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีมีความโปร่งแสงอยู่

ในช่วง 35.67-42.33 เซนติเมตร (ตาราง 9) และบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยวความโปร่งแสงอยู่ในช่วง 38.33-50.00 เซนติเมตร (ตาราง 9) สอดคล้องกับผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นของปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีซึ่งแสดงการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะเวลาที่ศึกษา ($b = 0.895^{*}$, $p<0.05$) ($b = 0.967^{**}$, $p<0.01$) ตามลำดับ (ตาราง 11) ส่วนในบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยวมีเพียงแพลงก์ตอนสัตว์เท่านั้นที่แสดงการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับระยะเวลาที่ศึกษา ($b = 0.714^{**}$, $p<0.01$) (ตาราง 11) โดยปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีอยู่ในช่วง 107.33-151.33 และ 19.37-56.33 เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิลิตร ตามลำดับ (ตาราง 9) และปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยวอยู่ในช่วง 82.67-123.33 และ 19.67-43.33 เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิลิตร ตามลำดับ (ตาราง 9) ผลจากการศึกษาพบว่าปริมาณสัตว์หน้าดินในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวอยู่ในช่วง 20.25±1.77 และ 22.17±5.68 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 9) และผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นพบว่าปริมาณสัตว์หน้าดินในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีแสดงการลดจำนวนลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับระยะเวลาที่ศึกษา ($b = -0.294^{**}$, $p<0.01$) (ตาราง 11) ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวมีความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลานิล โดยอยู่ในช่วง 7.50-7.83 และ 7.50-8.00 ตามลำดับ (ตาราง 9) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบพบว่าอยู่ในช่วง 6.00-6.83 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตาราง 9) ซึ่งอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการเพื่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตภายในบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบ

ผลจากการศึกษาปริมาณไนเตรท ไนไตรท์ และแอมโมเนียที่ละลายน้ำจากบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบ พบว่ามีปริมาณเพียงเล็กน้อยและไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลานิล โดยพบปริมาณแอมโมเนีย 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตรและปริมาณไนไตรท์ 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงแรกของการศึกษาเท่านั้น เนื่องจากระหว่างการศึกษาได้ควบคุมปริมาณการใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปทำให้พืชน้ำ, แพลงก์ตอนพืชและแบคทีเรียที่มีอยู่ในบ่อเลี้ยงปลานิลทั้งสองรูปแบบสามารถใช้ประโยชน์จากสารประกอบไนโตรเจนได้อย่างสมดุล ผลจากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลระหว่างบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวเมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลระหว่างบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยอยู่ในช่วงที่มีความเหมาะสมและไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลานิลแต่อย่างใด

ตาราง 12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษาจากบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ (N = 60)

ปัจจัยที่ศึกษา	น้ำหนักปลานิล	อุณหภูมิของน้ำ	ความโปร่งแสง	แพลงก์ตอนพืช	แพลงก์ตอนสัตว์	สัตว์หน้าดิน	ความเป็นกรด - ด่าง	ออกซิเจนที่ละลายน้ำ
น้ำหนักปลานิล	1	-0.411**	-0.484**	0.291*	0.527**	-0.172 ns	0.360 ns	0.030 ns
อุณหภูมิของน้ำ		1	0.315*	-0.130 ns	-0.062 ns	0.301*	0.121 ns	0.360**
ความโปร่งแสง			1	-0.776**	-0.235 ns	0.240 ns	-0.330*	-0.353*
แพลงก์ตอนพืช				1	0.131 ns	-0.292*	0.407**	0.389**
แพลงก์ตอนสัตว์					1	0.220 ns	-0.056 ns	-0.052 ns
สัตว์หน้าดิน						1	-0.288*	-0.259*
ความเป็นกรด - ด่าง							1	0.559**
ออกซิเจนที่ละลายน้ำ								1

หมายเหตุ : ns คือ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ * คือ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ** คือ มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ตาราง 13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษาและกิจกรรมที่เพิ่มขึ้นจากบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี

ปัจจัยที่ศึกษา	น้ำหนักปลานิล	อุณหภูมิของน้ำ	ความโปร่งแสง	แพลงก์ตอนพืช	แพลงก์ตอนสัตว์	สัตว์หน้าดิน	ความเป็นกรด - ด่าง	ออกซิเจนที่ละลายน้ำ
น้ำหนักอาหารกบ	0.847**	-0.241	-0.177	0.027	0.362*	-0.160	-0.091	-0.216
น้ำหนักผักบุ้ง	-0.773**	-0.019	-0.019	0.001	-0.180	0.222	0.226	0.241

หมายเหตุ : น้ำหนักผักบุ้งเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 (N = 39) และน้ำหนักอาหารกบเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 (N = 48)

ns คือ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ * คือ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ** คือ มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ตาราง 14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษาจากบ่อเลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ (N = 60)

ปัจจัยที่ศึกษา	น้ำหนักปลานิล	อุณหภูมิของน้ำ	ความโปร่งแสง	แพลงก์ตอนพืช	แพลงก์ตอนสัตว์	สัตว์หน้าดิน	ความเป็นกรด - ด่าง	ออกซิเจนที่ละลายน้ำ
น้ำหนักปลานิล	1	-0.480**	-0.688**	-0.100^{ns}	0.381**	0.760^{ns}	0.348**	0.188^{ns}
อุณหภูมิของน้ำ		1	0.290*	-0.158^{ns}	-0.049^{ns}	0.000^{ns}	0.271*	0.248^{ns}
ความโปร่งแสง			1	-0.164^{ns}	-0.248^{ns}	0.072^{ns}	-0.590**	-0.242^{ns}
แพลงก์ตอนพืช				1	0.212^{ns}	0.037^{ns}	0.140^{ns}	0.024^{ns}
แพลงก์ตอนสัตว์					1	0.027^{ns}	0.227^{ns}	0.009^{ns}
สัตว์หน้าดิน						1	0.019^{ns}	-0.054^{ns}
ความเป็นกรด - ด่าง							1	0.422**
ออกซิเจนที่ละลายน้ำ								1

หมายเหตุ : ns คือ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ * คือ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ** คือ มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ผลจากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลและผลผลิตปลานิลจากบ่อเลี้ยงแบบชีววิถี เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักของปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนพืชและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ ($r = 0.291^*$, $p<0.05$), ($r = 0.527^{**}$, $p<0.01$) ตามลำดับ (ตาราง 12) ส่วนความโปร่งแสงแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสัมพันธ์ยิ่งกับปริมาณแพลงก์ตอนพืช ($r = -0.776^{**}$, $p<0.01$) (ตาราง 12) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสัมพันธ์ยิ่งกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ($r = 0.389^{**}$, $p<0.01$) (ตาราง 12) และน้ำหนักของอาหารกบนาซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกิจกรรมการเลี้ยงกบนาในกระชังในการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ ($r = 0.362^*$, $p<0.05$) (ตาราง 13) นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำหนักของผักบุ้งซึ่งเป็นกิจกรรมที่เพิ่มขึ้นอีกอย่างหนึ่งในการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสัมพันธ์ยิ่งกับน้ำหนักของปลานิล ($r = -0.773^{**}$, $p<0.01$) (ตาราง 13) ส่วนผลจากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลและผลผลิตปลานิลจากบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยว พบว่าน้ำหนักของปลานิลแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสัมพันธ์ยิ่งกับปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์เท่านั้น ($r = 0.381^{**}$, $p<0.01$) (ตาราง 14)

ผลจากการศึกษาข้างต้นกล่าวได้ว่าอาหารกบนาซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกิจกรรมการเลี้ยงกบนาในกระชังแสดงอิทธิพลต่อการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งเป็นอาหารตามธรรมชาติของปลานิลในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีโดยการเพิ่มธาตุอาหารให้กับบ่อเลี้ยงสอดคล้องกับความโปร่งแสงซึ่งเป็นตัวชี้วัดปริมาณอาหารตามธรรมชาติในบ่อเลี้ยงที่แสดงการลดค่าลงถึงแม้ว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ระหว่างบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบจะพบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม ($p>0.05$) (ตาราง 10) นอกจากนี้การสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชยังส่งผลทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีเพิ่มขึ้นและเพียงพอต่อความต้องการของสิ่งมีชีวิต แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรต้องควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืชให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม โดยใช้ความโปร่งแสงเป็นตัวชี้วัดซึ่งน้ำในบ่อเลี้ยงควรมีความโปร่งแสงอยู่ในช่วง 30-60 เซนติเมตร ในกรณีที่มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากจนเกินไปอาจจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงได้ นอกจากนี้กิจกรรมที่เพิ่มขึ้นในการเลี้ยงแบบชีววิถีอีกกิจกรรมหนึ่งก็คือการปลูกผักบุ้ง พบว่าปริมาณผักบุ้งแสดงการลดจำนวนลง เนื่องจากปลานิลมีพฤติกรรมกัดกินระบบรากทำให้ผักบุ้งไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ส่วนผลจากการศึกษาในบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยวพบว่ามีเพียงแพลงก์ตอนสัตว์เท่านั้นที่แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสัมพันธ์กับผลผลิตของปลานิล

แม้ว่าผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวจะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และกิจกรรมต่างๆ ที่เพิ่มขึ้นในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีจะไม่แสดงอิทธิพลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของปลานิลก็ตาม แต่จากผลการศึกษาก็พบว่ากิจกรรมเหล่านั้นไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงแบบชีววิถีแต่อย่างใด และในทางกลับกันผลพลอยได้จากการเลี้ยงกบนาในกระชังในการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีสามารถแสดงอิทธิพลทางอ้อมโดยแสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสัมพันธ์ต่อการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งเป็นอาหารตามธรรมชาติของปลานิลในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีได้ นอกจากนี้หากการเจริญเติบโตของผักบุ้งเป็นไปตามปกติปราศจากการรบกวนจากปลานิลแล้วนั้น การปลูกผักบุ้งจะเป็นกิจกรรมเสริมที่สามารถควบคุมธาตุอาหารส่วนเกินในบ่อเลี้ยงปลาซึ่งจะทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนพืชอยู่ในระดับที่เหมาะสมและไม่เพิ่มจำนวนจนเกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลานิลในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถี เป็นรูปแบบของเกษตรชีววิถีที่มีประสิทธิภาพและสามารถรักษาสมดุลในระบบนิเวศได้เป็นอย่างดี

แม้ว่าผลจากการศึกษาจะพบว่ามีอาหารตามธรรมชาติของปลานิลในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว แต่ในการเลี้ยงปลานิลทั้งสองรูปแบบนั้นยังมีความจำเป็นที่จะต้องใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูประหว่างการเลี้ยง เนื่องจากปริมาณอาหารตามธรรมชาตินั้นไม่เพียงพอต่อความต้องการสารอาหารของปลานิลในการเลี้ยงที่มีความหนาแน่น แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรจะต้องควบคุมปริมาณการใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปอย่างเหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการสารอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของปลานิล เพื่อควบคุมและลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม

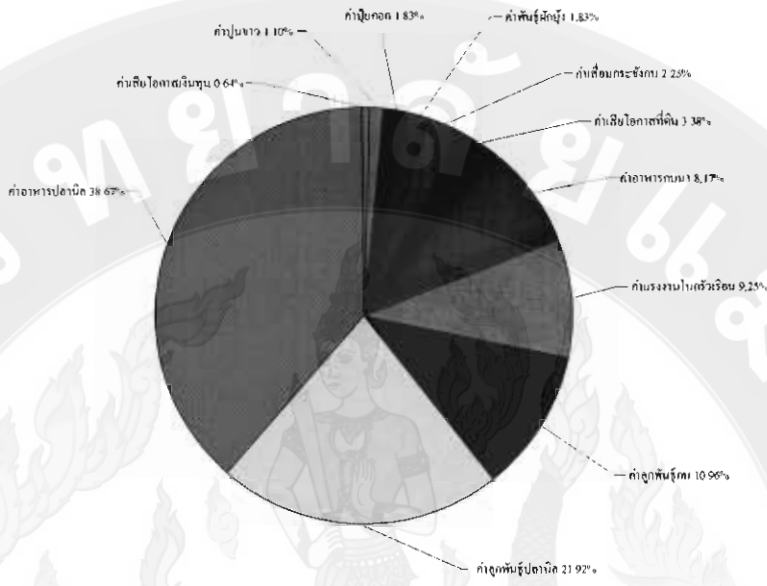
เปรียบเทียบต้นทุนและรายได้ระหว่างการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว

จากการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและรายได้ระหว่างการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว โดยศึกษาจากการบันทึกรายจ่ายและรายได้จากการเลี้ยงปลานิลทั้งสองรูปแบบเมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ โดยแสดงรายละเอียดผลจากการศึกษาดังต่อไปนี้

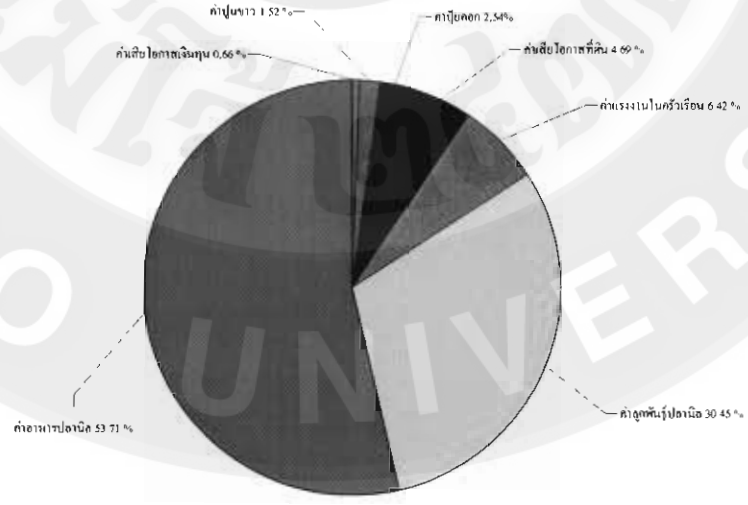
ตาราง 15 เปรียบเทียบต้นทุนและรายได้จากการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว

รายละเอียด	การเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี		การเลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยว	
	จำนวนเงิน (บาท)	สัดส่วน(%)	จำนวนเงิน (บาท)	สัดส่วน(%)
ต้นทุนคงที่				
ค่าเสียโอกาสของที่ดิน	184.93	3.38	184.93	4.69
ค่าเสียโอกาสของเงินทุน	34.86	0.64	26.08	0.66
ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์ในการเลี้ยงกบนา	123.29	2.25	-	-
ต้นทุนผันแปร				
ค่าลูกพันธุ์ปลานิล	1,200.00	21.92	1,200.00	30.45
ค่าลูกพันธุ์กบนา	600.00	10.96	-	-
ค่าพันธุ์ผักบุ้ง	100.00	1.83	-	-
ค่าอาหารปลานิล	2,116.80	38.67	2,116.80	53.71
ค่าอาหารกบนา	447.25	8.17	-	-
ค่าแรงงาน	506.25	9.25	253.13	6.42
ค่าปุ๋ยคอก	100.00	1.83	100.00	2.54
ค่าปูนขาว	60.00	1.10	60.00	1.52
รวมต้นทุนทั้งหมด	5,473.38	100.00	3,940.94	100.00
รายได้				
ผลผลิตปลานิล	5,464.80	79.14	4,670.05	100
ผลผลิตกบนา	1,440.00	20.86	-	-
รวมรายได้ทั้งหมด	6,904.80	100	4,670.05	100
กำไรสุทธิ	1,431.42		729.11	

หมายเหตุ: ราคาจำหน่ายปลานิลและกบนาในท้องถิ่นเท่ากับ 55 และ 80 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ



ภาพ 4 สัดส่วนของต้นทุนการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์



ภาพ 5 สัดส่วนของต้นทุนการเลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์

ผลการศึกษาด้นทุนและรายได้ของเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวในบ่อเลี้ยงขนาด 1 งาน (400 ตารางเมตร) เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ (ตาราง 15) พบว่าเกษตรกรใช้ต้นทุนในการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีเป็นจำนวนเงิน 5,473.38 บาท และมีรายได้เป็นจำนวนเงิน 6,904.80 บาท ซึ่งประกอบด้วยรายได้จากการขายปลานิลเป็นจำนวนเงิน 5,464.80 บาท คิดเป็นร้อยละ 79.14 ของรายได้ทั้งหมด และมีรายได้จากการขายกบนาเป็นจำนวนเงิน 1,440.00 บาท คิดเป็นร้อยละ 20.86 ของรายได้ทั้งหมด ทั้งนี้เกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีมีกำไรสุทธิเป็นจำนวนเงิน 1,431.42 บาท และเกษตรกรใช้ด้นทุนในการเลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยวเป็นจำนวนเงิน 3,940.94 บาท มีรายได้จากการขายปลานิลเพียงอย่างเดียวเป็นจำนวนเงิน 4,670.05 บาท ทั้งนี้เกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยวมีกำไรสุทธิเป็นจำนวนเงิน 729.11 บาท ซึ่งพบว่าเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีมีรายได้สุทธิจากการจำหน่ายผลผลิตปลานิลและกบนามากกว่าเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยวซึ่งมีรายได้สุทธิจากการจำหน่ายผลผลิตปลานิลเพียงอย่างเดียวคิดเป็นร้อยละ 96 ของรายได้สุทธิที่เกษตรซึ่งเลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยวได้รับ

ผลจากการศึกษาด้นทุนของการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวเมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ (ภาพ 4, 5) พบว่าด้นทุนส่วนใหญ่นั้นมาจากอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ใช้ระหว่างการเลี้ยงและด้นทุนรองลงมาคือค่าลูกพันธุ์ปลานิล ส่วนการเลี้ยงกบนาในกระชังในการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีนั้นแม้ว่าจะเพิ่มต้นทุนในการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีแต่ก็พบว่าสามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรนอกเหนือจากการเลี้ยงปลานิลเพียงอย่างเดียว

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตปลานิลจากบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยว โดยศึกษาจากการเลี้ยงปลานิลของเกษตรกรในพื้นที่บ้านห้วยเป้า ต.เมืองงาย อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ และของโครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงายในพระองค์ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยการศึกษาในครั้งนี้ปราศจากการควบคุมสิ่งแวดล้อม (On farm research) ซึ่งเป็นสภาพปกติที่เกษตรกรปฏิบัติจริงเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ ประกอบด้วยเกษตรกรผู้ร่วมวิจัย 2 กลุ่มๆ ที่ 1 เป็นเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีซึ่งมีการเลี้ยงกบนาในกระชังและปลูกผักบุ้งร่วมด้วย กลุ่มที่ 2 เป็นเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยว ซึ่งเลี้ยงปลานิลเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีกิจกรรมอื่นประกอบ โดยได้สรุปผลจากการศึกษาและวิจารณ์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว

ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักและขนาดความยาวสิ้นสุดเฉลี่ยของผลผลิตปลานิลจากการเลี้ยงทั้งสองรูปแบบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) นอกจากนี้พบว่าอัตราการเจริญเติบโตในรูปของน้ำหนักและขนาดความยาวก็ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ($p>0.05$) ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าผลผลิตปลานิลที่ได้จากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลและผลผลิตปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลจากบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ พบว่ามีเพียงความโปร่งแสงระหว่างบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวเท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยความโปร่งแสงแสดงการลดลงในทั้งสองรูปแบบของการเลี้ยง ส่วนปัจจัย

อื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลระหว่างบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวได้แก่ ปริมาณแพลงก์ตอนพืช, แพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์หน้าดิน, ความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจน, ไนเตรท, ไนไตรท์ และแอมโมเนียที่ละลายน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และปัจจัยที่ศึกษาที่กล่าวมานั้นอยู่ในช่วงที่มีความเหมาะสมและไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลานิล โดยผลจากการศึกษาค่าพิสัยของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลระหว่างบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว พบว่าความโปร่งแสงของน้ำในบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบมีค่าอยู่ระหว่าง 30-60 เซนติเมตร สอดคล้องกับการศึกษาของประเทือง (2534) ซึ่งกล่าวว่าหากน้ำในบ่อเลี้ยงปลามีความโปร่งแสงมากกว่า 60 เซนติเมตรแสดงว่าแหล่งน้ำนั้นขาดความอุดมสมบูรณ์ของอาหารตามธรรมชาติและถ้าความโปร่งแสงน้อยกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่ามีความขุ่นหรือมีปริมาณแพลงก์ตอนมากเกินไปไม่เหมาะสำหรับการเลี้ยงปลา

นอกจากนี้ยังพบว่าตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการการศึกษาบ่อเลี้ยงปลานิลทั้งสองรูปแบบมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำไม่ต่ำกว่า 6 มิลลิกรัมต่อลิตร สอดคล้องกับการศึกษาของประเทือง (2534) ซึ่งกล่าวว่าบ่อเลี้ยงปลานั้นควรมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยเหตุที่ภาวะขาดออกซิเจนนั้นถึงแม้จะเป็นช่วงเวลาสั้นๆ ก็ตามแต่จะส่งผลกระทบต่อ การฟักไข่เป็นตัว ตลอดจนประสิทธิภาพในการย่อยอาหารและความสามารถในการต้านทานสารพิษ โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบนั้นมาจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชในช่วงกลางวันและมาจากการที่เกษตรกรเลี้ยงปลานิลในระบบเปิด (มีการถ่ายเทน้ำระหว่างการเลี้ยง) โดยบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบได้รับการถ่ายเทน้ำที่มาจากลำน้ำสาขาในชุมชนที่มีปริมาณออกซิเจนสูงเนื่องจากมวลน้ำมีการเคลื่อนตัวและสัมผัสออกซิเจนตลอดเวลา

ผลจากการศึกษาความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบตลอดระยะเวลาของการศึกษานั้น พบว่าอยู่ช่วง 7.5 – 8 ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลานิล สอดคล้องกับการศึกษาของ Swingle (1969) และ มนัส (2549) ซึ่งกล่าวว่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อเลี้ยงปลาควรจะอยู่ในช่วง 6.5 - 9 หากความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อเลี้ยงปลามากหรือน้อยกว่าค่าดังกล่าวจะมีผลทำให้ปลาเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ และ ประเทือง (2534) รายงานว่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำนอกจากจะส่งผลโดยตรงต่อปลาแล้วยังส่งผลทางอ้อมต่อปลาอีกด้วย ในกรณีที่ความเป็นกรด - ด่างของน้ำสูงเกินไปทำให้ความเป็นพิษของแอมโมเนียเพิ่มมากขึ้น หรือในกรณีที่ความเป็นกรด - ด่างต่ำเกินไปการเพิ่มธาตุอาหารเพื่อเพิ่มปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงปลาก็จะไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร สำหรับอุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบตลอดระยะเวลาของการศึกษานั้น พบว่าอยู่ช่วง 26 – 29 องศาเซลเซียส ซึ่งจากการศึกษาของ อุดม (2547) พบว่าปลานิล

สามารถดำรงชีวิตในน้ำที่มีช่วงอุณหภูมิระหว่าง 11 - 42 องศาเซลเซียส แต่อย่างไรก็ตามปลานิลสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส

ผลการศึกษาปริมาณไนเตรท ไนไตรท์ และแอมโมเนียที่ละลายน้ำในบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบตลอดระยะเวลาของการศึกษานั้น พบว่ามีปริมาณแอมโมเนีย 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณไนไตรท์ 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงแรกของการศึกษาและไม่พบปัจจัยดังกล่าวกระทั่งสิ้นสุดการศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ใช้ปริมาณอาหารเม็ดสำเร็จรูประหว่างการเลี้ยงปลานิลทั้งสองรูปแบบในปริมาณที่น้อย ดังนั้นปริมาณอินทรีย์และอนินทรีย์สารสะสมในบ่อเลี้ยงจึงมีน้อยส่งผลให้ระบบนิเวศในบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบมีภาวะสมดุล ซึ่งหมายความว่าของเสียจากการขับถ่ายจากปลานิลหรือกบนาในกรณีที่เลี้ยงแบบชีววิถีถูกใช้ประโยชน์โดยสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่อาศัยอยู่ภายในระบบนิเวศเดียวกันอย่างสมดุล นอกจากนี้อินทรีย์และอนินทรีย์สารบางส่วนก็ถูกถ่ายเทสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ผลจากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลระหว่างบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวตลอดระยะเวลา 19 สัปดาห์ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลานิล ทั้งนี้หากมีการนำตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางเคมีในห้องปฏิบัติการอาจจะพบความแตกต่างของปัจจัยที่ศึกษาดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามวิธีการที่กล่าวมานั้นมีความจำเป็นในกรณีที่เลี้ยงกุ้งทะเลหรือในกรณีที่เลี้ยงสัตว์น้ำอย่างหนาแน่น แต่ในการศึกษาครั้งนี้เลือกที่จะใช้ชุดทดสอบทางเคมีภาคสนามในการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำ เนื่องจากมีความเหมาะสมในการปฏิบัติงานของเกษตรกรผู้ร่วมวิจัยและชุดทดสอบทางเคมีดังกล่าวก็มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะบ่งชี้ความเหมาะสมของน้ำระหว่างการเลี้ยงปลานิลได้เช่นเดียวกัน

ผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลและผลผลิตปลานิลจากการเลี้ยงแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ พบว่าผลผลิตของปลานิลจากบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยวแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ โดยปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์แสดงการเพิ่มจำนวนขึ้น สอดคล้องกับความโปร่งแสงในบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยวซึ่งแสดงการลดค่าลง ผลจากการศึกษาในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีพบว่าผลผลิตของปลานิลจากบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ โดยปริมาณปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์แสดงการเพิ่มจำนวนขึ้น สอดคล้องกับความโปร่งแสงในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีซึ่งแสดงการลดค่าลง นอกจากนี้ผลจากการศึกษายังพบว่าปริมาณอาหารกบนาซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการเลี้ยงกบแบบกระชังในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าอาหารกบนาแสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสัมพันธ์ต่อการเพิ่มจำนวนแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่อเลี้ยง

แบบชีววิถี โดยแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีสามารถเจริญเติบโตได้ดีจากการเพิ่มธาตุอาหารในบ่อเลี้ยงซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการเลี้ยงกบนาในกระชัง และปริมาณแพลงก์ตอนพืชแสดงการเพิ่มจำนวนขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีเพิ่มขึ้นจากการสังเคราะห์แสงในช่วงกลางวัน แต่อย่างไรก็ตามหากมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากจนเกินไปจะส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในช่วงที่กว้างและอาจจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลานิลได้เช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณผักบุ้งซึ่งเป็นอีกกิจกรรมหนึ่งที่เพิ่มขึ้นในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีนั้นแสดงการลดจำนวนลง เนื่องจากปลานิลมีพฤติกรรมกัดกินระบบรากของผักบุ้งจึงทำให้ผักบุ้งไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ดังนั้นเกษตรกรควรหาวิธีที่เหมาะสมเพื่อป้องกันปลานิลกัดกินระบบรากของผักบุ้ง แม้ว่ากิจกรรมที่เพิ่มขึ้นนอกเหนือจากการเลี้ยงปลานิลเพียงอย่างเดียวในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีนั้นจะไม่แสดงอิทธิพลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของปลานิลก็ตาม แต่กิจกรรมดังกล่าวก็แสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเพิ่มปริมาณอาหารตามธรรมชาติในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี

ทั้งนี้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลนั้นประกอบด้วยปัจจัยหลัก 3 ประการคือ อาหาร, พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม โดยปัจจัยด้านอาหารจากการรายงานของ ศักดิ์ชัย (2536) กล่าวว่าปลาที่เลี้ยงจะได้รับอาหารจาก 2 แหล่งคือ อาหารตามธรรมชาติหมายถึง อาหารของปลาที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติได้แก่ แพลงก์ตอนพืช, แพลงก์ตอนสัตว์, พืชน้ำ, สาหร่าย, จอก, แหน, ผักบุ้ง, ไส้เดือน หนอนแดง ตัวอ่อนของกุ้ง ปู และแมลงต่างๆ เป็นต้น ส่วนอาหารที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่งคืออาหารสมทบหมายถึง อาหารเม็ดสำเร็จรูปหรืออาหารอื่นๆ ที่ให้เพิ่มเติมโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดระยะเวลาในการเลี้ยงลง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาอิทธิพลของกิจกรรมที่เพิ่มขึ้น (การเลี้ยงกบนาในกระชังและการปลูกผักบุ้ง) ต่อการเจริญเติบโตของปลานิลในการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี ดังนั้นวิธีการศึกษาในครั้งนี้ได้ควบคุมปริมาณอาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 19 สัปดาห์ และกล่าวได้ว่าระหว่างการศึกษาการเลี้ยงปลานิลทั้งสองรูปแบบไม่มีความแตกต่างจากการใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยงปลานิลทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลเนื่องจากปลานิลมีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากอาหารตามธรรมชาติได้ดี สอดคล้องการศึกษาของ Lovell (1989) ซึ่งพบว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ใช้เลี้ยงปลาต้องมีโปรตีนไม่น้อยกว่า 28% จึงจะเพียงพอต่อการเจริญเติบโต แต่ในกรณีที่เลี้ยงปลาในบ่อดินปลาอาจจะได้รับอาหารตามธรรมชาติที่มีโปรตีนสูง ดังนั้นการใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีโปรตีนเพียง 20-25% ก็เป็นการเพียงพอแล้ว เช่นเดียวกับการศึกษาของ Spataru (1982) ซึ่งรายงานว่าปลานิลเป็นปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์และมีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากแพลงก์ตอนพืช, แพลงก์ตอนสัตว์, สัตว์หน้าดิน, อินทรีย์วัตถุ

บริเวณก้นบ่อ พืชน้ำและอาหารที่มีเยื่อใยสูงได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับการศึกษาของ มานพ และคณะ (2536) ซึ่งกล่าวปลานิลสามารถใช้ประโยชน์จากตะไคร่น้ำ สัตว์หน้าดิน ตัวอ่อนของกุ้งและปูมูลไก่ ตลอดจนซากของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ได้ดี ดังนั้นหากบ่อเลี้ยงปลามีปริมาณอาหารตามธรรมชาติมากพอ ปลานิลก็สามารถเจริญเติบโตได้ดีแม้ไม่มีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปก็ตาม

ปลานิลมีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากอาหารได้หลากหลายประเภทซึ่งจากการรายงานของ Maid et al. (1979) พบว่าลำไส้ของปลานิลมีความยาวประมาณ 6 - 8 เท่าของความยาวลำตัว ส่งผลทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยและการดูดซึมอาหารและเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์บางชนิดซึ่งสามารถสังเคราะห์สารอาหารประเภทวิตามินที่เป็นประโยชน์ต่อปลานิล นอกจากนี้ Moriarty (1973) และ กรมประมง (2534) ยังรายงานว่ากระเพาะดัดแปลงของปลานิลซึ่งมีลักษณะคล้ายกระเพาะอาหารสามารถหลั่งน้ำย่อยที่มีความเป็นกรดสูงจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ปลานิลสามารถย่อยแพลงก์ตอนพืชและสิ่งเน่าเปื่อยได้ดี ซึ่งจากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าอาหารตามธรรมชาติที่มีอยู่ในระบบนิเวศของบ่อเลี้ยงปลาในลักษณะของห่วงโซ่อาหารนั้นมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิล และเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนในการผลิตปลานิลได้

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือพันธุกรรมซึ่งได้รับการถ่ายทอดจากพ่อแม่พันธุ์ โดย กรมประมง (2550) ได้รายงานว่ากรมประมงได้มีการพัฒนาสายพันธุ์ปลานิลมาอย่างต่อเนื่องตามพระราชประสงค์ขององค์พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ที่ทรงต้องการให้ปลานิลแพร่ขยายพันธุ์และเป็นประโยชน์แก่พสกนิกรของพระองค์ จากการศึกษาของ คีรี (2542) พบว่าการเลี้ยงปลานิลเพศผู้เพียงอย่างเดียวจะทำให้ได้ผลผลิตปลานิลสูง เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตดีและมีขนาดใหญ่กว่าปลานิลเพศเมียและสามารถลดปัญหาการขยายพันธุ์ของปลานิลระหว่างการเลี้ยงได้ ดังนั้นวิธีการศึกษาในครั้งนี้จึงใช้ลูกพันธุ์ปลานิลเพศผู้ซึ่งผลิตในคราวเดียวกัน และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลประการสุดท้ายคือสิ่งแวดล้อม โดยตลอดระยะเวลาของการศึกษา 19 สัปดาห์ เป็นสภาพปกติที่เกษตรกรปฏิบัติจริง และปราศจากการควบคุมสิ่งแวดล้อม เพื่อศึกษาอิทธิพลของกิจกรรมที่เพิ่มขึ้นนอกเหนือจากการเลี้ยงปลานิลเพียงอย่างเดียวในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและเกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติใช้ได้จริง โดยผลจากการศึกษาพบว่าการเลี้ยงกบนาแบบกระชังซึ่งเป็นกิจกรรมที่เพิ่มขึ้นในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีแสดงอิทธิพลต่อการเพิ่มปริมาณของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งเป็นอาหารตามธรรมชาติของปลานิล และส่งผลต่อเนื่องในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช ส่วนการปลูกผักบุ้งซึ่งเป็นอีกกิจกรรมหนึ่งที่เพิ่มขึ้นในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีแสดงแนวโน้มลดลงเนื่องจากปลานิลมีพฤติกรรมกัดกินระบบรากทำให้ผักบุ้งที่ปลูกไม่

สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ซึ่งเกษตรกรต้องหาวิธีการที่เหมาะสมต่อไปเนื่องจากผักบุ้งเป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมธาตุอาหารส่วนเกินทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิล แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยที่ศึกษาดังกล่าวก็ไม่ได้แสดงอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลอย่างเด่นชัด โดยพบว่าที่ผลผลิตของปลานิลจากการเลี้ยงทั้งสองแบบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) การเลี้ยงปลาแบบชีววิถีเป็นการเลี้ยงปลาที่ใช้หลักพึ่งพิงกันโดยธรรมชาติตามทฤษฎีห่วงโซ่อาหาร แต่อย่างไรก็ตามปลานิลที่เลี้ยงทั้งสองรูปแบบนั้นจะได้รับอาหารตามธรรมชาติควบคู่กับอาหารเม็ดสำเร็จรูป เนื่องจากความหนาแน่นของปลานิลที่เลี้ยงสอดคล้องกับการศึกษาของ ปกรณ์ และคณะ(2541) ซึ่งพบว่าปลานิลมีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากอาหารตามธรรมชาติได้ดี แต่เพื่อเป็นการเร่งให้ปลานิลที่เลี้ยงให้เจริญเติบโตเร็วขึ้นควรให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมด้วย

มีการศึกษาเกี่ยวกับการเลี้ยงปลาแบบชีววิถีอย่างกว้างขวางเพื่อหารูปแบบกิจกรรมที่เกื้อกูลและสอดคล้องกันตลอดจนเพื่อลดต้นทุนในการผลิต โดยจากการศึกษาของ บัญญัติ (2550) ได้รายงานว่าองค์ประกอบชีวภาพในห่วงโซ่อาหารเช่น สัตว์หน้าดิน แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ มีความสัมพันธ์ต่อการเพิ่มน้ำหนักและขนาดความยาวของปลานิลที่เลี้ยงในบ่อแบบชีววิถีซึ่งมีกิจกรรมการเลี้ยงไก่ร่วมกับการเลี้ยงปลานิล และพบว่าองค์ประกอบทางชีวภาพดังกล่าวสามารถลดต้นทุนในการผลิตปลานิลได้ และจากการศึกษาลึกลงไปในรายละเอียดของ บัญญัติ (2548) ยังพบว่ากำลังผลิตเบื้องต้นของบ่อเลี้ยงปลานิลแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตของปลานิลและสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ถึง 13.30 % สอดคล้องกับรายงานของ Martina (1999) ซึ่งรายงานว่าปัจจัยทางชีวภาพในบ่อเลี้ยงปลามีอิทธิพลอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของปลานิล เช่นเดียวกันกับรายงานของ Guadiosa and Claude (2003) ซึ่งรายงานว่าการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีเป็นระบบการผลิตที่มีการเอื้อประโยชน์ต่อกันอย่างมีประสิทธิภาพ

เปรียบเทียบต้นทุนและรายได้ระหว่างการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยว

ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและรายได้ระหว่างเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีและแบบเดี่ยวเมื่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ พบว่าเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีมีรายได้สุทธิจากผลผลิตปลานิลและกบนามากกว่ารายได้สุทธิของเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยวซึ่งมีรายได้สุทธิจากผลผลิตปลานิลเพียงอย่างเดียวคิดเป็นร้อยละ 96 ของรายได้สุทธิที่เกษตรซึ่งเลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยวได้รับ และพบว่าต้นทุนส่วนใหญ่นั้นมาจากอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ใช้ระหว่างการเลี้ยงและต้นทุนรองลงมาคือค่าลูกพันธุ์ปลานิล ส่วนการเลี้ยงกบนาในกระชังร่วมกับ

การเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีนั้นแม้ว่าจะเพิ่มต้นทุนในการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีแต่ก็สามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรนอกเหนือจากการเลี้ยงปลานิลเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้การเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีทำให้เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่การเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ กิจกรรมที่เพิ่มขึ้นในการเลี้ยงแบบชีววิถีมีความสอดคล้องและเกื้อกูลกันตามทฤษฎีห่วงโซ่อาหาร แม้ว่าจะไม่แสดงอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลอย่างเด่นชัดก็ตาม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

รูปแบบในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ใช้น้อมนำเอาพระราชดำริในการพัฒนาตามภูมิสังคมขององค์พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เพื่อก่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยเกษตรกรผู้ร่วมวิจัยสามารถปรับใช้ให้เหมาะสมและปฏิบัติได้จริง ซึ่งมีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

1. การศึกษาในลักษณะปกติที่เกษตรกรปฏิบัติจริงและปราศจากการควบคุมสิ่งแวดล้อม (On farm research) เป็นการศึกษาที่ต้องได้รับความร่วมมือจากเกษตรกรผู้ร่วมวิจัยอย่างจริงจัง เกษตรกรผู้ร่วมวิจัยต้องมีความตั้งใจและเข้าใจวัตถุประสงค์ของการศึกษาเป็นอย่างดี จึงจะทำให้การศึกษานั้นสำเร็จลุล่วง ซึ่งการศึกษาในลักษณะดังกล่าวนั้นเกษตรกรผู้ร่วมวิจัยจะได้รับการถ่ายทอดความรู้ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการและสามารถนำไปใช้เมื่อสิ้นสุดการศึกษา

2. ในการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่ามีข้อจำกัดบางประการจึงทำให้ไม่มีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารของน้ำในบ่อเลี้ยงทั้งสองรูปแบบเช่น ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม ซึ่งปัจจัยดังกล่าวสามารถอธิบายภาพรวมของอิทธิพลของการเลี้ยงกบนาแบบกระชังและการปลูกผักบุ้งในบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีได้อย่างละเอียดยิ่งขึ้น

3. ผลจากการศึกษาพบว่าเกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่การเกษตรที่มีอยู่อย่างจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรนอกเหนือจากการเลี้ยงปลานิลเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ผู้ที่มีหน้าที่ในการพัฒนาสามารถนำเอาแนวคิดของเกษตรชีววิถีเพื่อการพัฒนาต่อไปได้ แต่อย่างไรก็ตามต้องพิจารณาให้มีความสอดคล้องกับภูมิสังคมนั้นๆ ด้วย ซึ่งจะก่อให้เกิดความยั่งยืนในการพัฒนาและต้องคำนึงถึงความสามารถในการพึ่งพาตนเองให้มากที่สุด

4. การศึกษารูปแบบของเกษตรชีววิถีนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานความสมดุลของระบบนิเวศและการอาศัยอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยของสิ่งมีชีวิตตามหลักการถ่ายทอดพลังงานในรูปห่วงโซ่อาหารและให้ความสำคัญกับความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งเป็นกลไกการควบคุมความสมดุล

ของธรรมชาติ แตกต่างจากรูปแบบของเกษตรเชิงเดี่ยวซึ่งพบว่าได้สร้างผลกระทบต่อระบบนิเวศเป็นอย่างมาก ดังที่ได้ปรากฏอยู่ในปัจจุบัน

5. พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรและความหลากหลายทางชีวภาพ ดังนั้นการศึกษารูปแบบเกษตรชีววิถีที่สอดคล้องตามภูมิสังคมถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ นอกจากจะเป็นทางเลือกแก่เกษตรกรในการที่จะนำไปพัฒนาคุณภาพชีวิตของตนเองแล้ว ยังเป็นการรักษาสมดุลของธรรมชาติและคงความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืนต่อไปด้วย

6. การพัฒนาตามภูมิสังคมอย่างยั่งยืนนั้นหมายถึงผู้ที่มีหน้าที่ในการพัฒนาต้องทราบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะทางภูมิศาสตร์และสังคมศาสตร์อย่างไร จึงจะสามารถพัฒนาตามภูมิสังคมได้และการพัฒนาดังกล่าวต้องมีความยั่งยืนก็หมายความว่าผู้ที่ได้รับการพัฒนาต้องมีความสามารถในการพึ่งตนเองให้ได้มากที่สุด

บรรณานุกรม

กรมควบคุมโรค. 2551. **ประชาสัมพันธ์.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.pr-ddc.com (14 ธันวาคม 2552).

กรมประมง. 2534. **อาหารสัตว์น้ำ.** กรุงเทพฯ: ฝ่ายฝึกอบรม กองส่งเสริมการประมง กรมประมง. 111 น.

_____. 2547. **สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2545**. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 91 น.

_____. 2548. **การเพาะเลี้ยงกบ** . กรุงเทพฯ : กรมประมง. 26 น.

_____. 2551. **การเลี้ยงปลานิล**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.fisheries.go.th (14 ธันวาคม 2552).

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2548. **โครงการชีววิถีเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน**. กรุงเทพฯ: ฝ่ายฝึกอบรม การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 98 น.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2539. **พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวกับการพัฒนาการเกษตร.** กรุงเทพฯ: สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 40 น.

คณะอนุกรรมการขับเคลื่อนเศรษฐกิจพอเพียง. 2549. **เศรษฐกิจพอเพียงคืออะไร**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 35 น.

ดีรี กออนันตกูล. 2542. **การเพาะเลี้ยงปลานิลแปลงเพศ.** กรุงเทพฯ: กองประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 24 น.

จิตต์ เพชรเจริญ และ สมโภชน์ ทวีศรี. 2525. การเลี้ยงปลาร่วมกับไก่. **ข่าวกรมประมง** 4(24): 9-11.

จารุจินต์ นภีตะภัฏ. 2531. **สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก.** กรุงเทพฯ: องค์การค้าของคุรุสภา. 56 น.

เฉิดฉัน อมาตยกุล, บุญช่วย ชาวปากน้ำ และ ตารุณี นันทมงคลกุล. 2538. **กบนา (*Rana rugnlosa*, Wiegmann)**. กรุงเทพฯ: กองประมงน้ำจืด กรมประมง. 130 น.

ชาติชาย คงประเสริฐ. 2543. **การเลี้ยงปลา**. นนทบุรี: เกษตรบุ๊ค. 223 น.

ช่วยชูศรี ศรีภูมั่น. 2524. **พิษเฉียบพลันของแอมโมเนียและไนไตรท์ที่มีผลต่อปลาดุกด้าน และความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นพิษของสารทั้งสองกับสารประกอบคลอไรด์บางชนิด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 178 น.

โชคชัย เหลืองธุวปราณีต. 2548. **หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ.** กรุงเทพฯ: โฟร์เพซ. 434 น.

ซุกรี หะยีสาแม. 2551. **นิเวศวิทยาของปลาและทฤษฎีและการประยุกต์ใช้**. ปัตตานี: โรงพิมพ์มิตรภาพ. 181 น.

ทรงพรรณ ล้ำเลิศเดชา. 2531. การเพาะเลี้ยงกบในประเทศไทย. **วารสารการประมง** 41(2): 101-112 .

ธนรักษ์ เมฆขยาย. 2551. **การจัดการฟาร์มเชิงธุรกิจ**. เชียงใหม่: ภาควิชาเศรษฐศาสตร์และสหกรณ์การเกษตร คณะธุรกิจการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 188 น.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และ ขจรเกียรติ์ ศรีนวลสม. 2552. การใช้เทคนิคชีววิถีเพื่อลดปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาบึก. น. 1-12. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการประมง ครั้งที่ 4**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และ คนุวัฒน์ เพ็งอ้น. 2548. ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตปลากับกำลังผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำในบ่อเลี้ยงปลาเกษตรทฤษฎีใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ (พ.ย. 2545-พ.ย. 2547). น. 126-134. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 6**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์, วิชาญ นุ่นสังข์ และ คนุวัฒน์ เพ็งอ้น. 2547. ระบบเกษตรชีววิถีเพื่อลดต้นทุนการเลี้ยงปลานิลในบ่อแบบผสมผสาน. น. 198-204. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 5**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์, อภินันท์ สุวรรณรัตน์ และ ขจรเกียรติ์ แซ่ตัน. 2550. เปรียบเทียบศักยภาพห่วงโซ่อาหารธรรมชาติในบ่อเลี้ยงปลาแบบธุรกิจและแบบผสมผสานเพื่อลดต้นทุนการผลิตปลานิล 12 เดือน. น. 171-181. ใน **วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ปีที่ 1**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์, ขจรเกียรติ์ ศรีนวลสม และ จิราภรณ์ กิติกุล. 2552. เทคนิคชีววิถีกับการจัดการสิ่งแวดล้อมในบ่อเลี้ยงปลาบึกเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มคุณภาพเนื้อปลาแบบยั่งยืน. น. 1-33. ใน **รายงานผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์, อภินันท์ สุวรรณรัตน์ และ พิมพร มนเทียรอาสน์. 2549. เปรียบเทียบศักยภาพห่วงโซ่อาหารธรรมชาติในบ่อเลี้ยงปลาแบบธุรกิจและแบบผสมผสานเพื่อลดต้นทุนการผลิตปลานิล. น. 1-22. ใน **รายงานผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ปกรณ์ อุ่นประเสริฐ, วิรุฬพระนอง ศรีณรงค์ และ อาภรณ์ ภู่นิยม. 2541 **การเพาะเลี้ยงปลานิล**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.fisheries.go.th (14 ธันวาคม 2552).

ประเทือง เชาว์วันกลาง. 2534. **คุณภาพน้ำทางการประมง**. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์. 87 น.

ผุสตี ปริยานนท์, กัมพล อิศรางกูล ณ อยุธยา และ วิโรจน์ ดาวฤกษ์. 2535. **การเลี้ยงกบชีววิทยาการเลี้ยงและวิธีขยายพันธุ์**. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 65 น.

พรชัย สิงหบุญ. 2531. **ผลกระทบของไฮโดรเจนซัลไฟด์ต่อปลาช่อน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 145 น.

พัชรี สิงห์สม. 2552. **การเลี้ยงกบนาร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุยโดยเทคนิคชีววิถี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 127 น.

ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และ มานพ ตั้งตรงไพโรจน์. 2536. แนวทางการเลี้ยงปลานิลเชิงธุรกิจ. **วารสารการประมง** 46: 309-313.

มานพ ตั้งตรงไพโรจน์, ภานุ เทวรัตน์มณีกุล และ วิมล จันทโรทัย. 2536. **การพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลานิล: เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 23**. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด กรมประมง. 96 น.

มนัส แสวงทอง. 2549. **การเพาะเลี้ยงปลานิล**. พิษณุโลก: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชมงคลล้านนา. 70 น.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์. 2539. **การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 214 น.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2536. **การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 319 น.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. **คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง**. กรุงเทพฯ: สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง. 115 น.

ยุพิน พัดเสน. 2545. **ต้นทุนและผลตอบแทนการลงทุนจากการเลี้ยงปลานิล : กรณีศึกษา กลุ่มผู้เลี้ยงปลานิลในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 145 น.

ลัดดา วงรัตน์ และ โสภณา บุญญาวิวัฒน์. 2546. **คู่มือวิธีการเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอน**. กรุงเทพฯ: คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 270 น.

วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. **อาหารปลา**. ชลบุรี: ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 216 น.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2525. **คุณภาพน้ำกับกำลังผลิตในบ่อปลา**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 105 น.

_____. 2540. **โภชนะศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 225 น.

ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2536. **การเลี้ยงปลาน้ำจืด**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 192 น.

สมศักดิ์ เขคสุมทร, สมศักดิ์ เจนศิริศักดิ์ และ บุญส่ง ศรีเจริญธรรม. 2527. **การเลี้ยงสัตว์น้ำแบบผสมผสานในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: กองประมงน้ำจืด กรมประมง. 35 น.

สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์. 2549. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 239 น.

สุเมธ ตันติเวชกุล. 2539. **วารสารอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.** กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 35 น.

สุรพล อุปดิสสกุล. 2528. **สถิติวางแผนการทดลองเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 174 น.

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2549. **วารสารอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.** กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 40 น.

สมโภชน์ อัคคะทวีรัตน์. 2540. **ปลาและสัตว์น้ำจืดของไทย**. กรุงเทพฯ : องค์การค้าคุรุสภา. 325 น.

อุดม เรืองนพคุณ. 2547. **การเลี้ยงปลานิล**. กรุงเทพฯ: อักษรสยามการพิมพ์. 95 น.

อนุวัดิ อุปนันไชย. 2545. **แบบจำลองระบบการเลี้ยงปลานิลในบ่อดินในจังหวัดแพร่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 155 น.

Adelman, I. R. and L. L. Smith. 1972. Toxicit y of hyderogefn sulfide to goldfish *(Carassius auratus)* asinfluenced by temperature, oxygen and bioassay techniques. **J.Fish. Res. Bd. Can.** 29: 1309-1377.

Alabaster, J. S., D. G. Shurben and G. Knowles. 1979. The effect of dissolved oxygen and salinity on the toxicity of ammonia to smolts salmon. **Salmo salar L.J. Fish Biol.** 15: 705-712.

Boyd, C.E. 1979. **Water Quality in Warm Water Fish Ponds**. Alabama: Auburn University. 359 p.

_____. 1982. **Water Quality Management for Pond Fish Culture**. Alabama: Auburn University. 318 p.

Davis, A.T. and R.R. Stickney. 1978. Growth response of *Tilapia aureus* to dietary protein Quality and Quatity. **Trans. Am. Fish. Soc**. 32:107 p.

Downing, K.M. and J.C. Merkens. 1955. The influence of dissolve oxygen concentration on the toxicity unionized ammonia to rainbow trout (Salmo gairdnerii, Rechardson). **Ann. Appl. Biol**. 43: 243-246.

Guadiosa Almazan and Claude E. Boyd. 2003. **Plankton production and tilapia yield in ponds**. [Online]. Available http://www.sciencedirect.com (1 October 2008).

Jauncey, K. and B. Ross. 1982. **A guide to Tilapia Feeds and Feeding**. Scotland: Institute of Aquaculture, University of Sterling. 111 p.

Lovell, R.T. 1989. **Nutrition and Feeding of Fish**: **An AVI Book**. New York: Van Nostrand Reinhold. 260 p.

Maid, A., Y. Katayama, T. Asudur, M. Rahman, L. Simpson and C.O. Chichester. 1979. Growth response of *Tilapia zillii* fingerlings fed isocaloric diets with variable protein levels. **Aquaculture** 18: 115 – 122.

Martina Bocci. 1999. **Modelling the growth of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) feeding on natural resources in enclosures in Laguna de Bay (Philippines)**. [Online]. Available http://www.sciencedirect.com (1 October 2008).

Moriarty, D.J.W. 1973. The physiology of digestion of bluegreen algae in Cichidae fish, *Tilapia nilotica*. **J. Aool. Lond**. 171: 25 – 39.

Moss, B. 1982. **Ecology of Feshwater**. New York: Blackwell Scientific Publications. 332 p.

Nishijima, T., R. Shioaki and Y. Hata. 1979. Production of vitamin B12, thiamine and biotin by freshwater phytoplankton. Bull. **Jpn. Soc. Sci. Fish**. 31:204 p.

Paryononth, P. and V. Daorerk. 1995. **Frog farming in Thailand: Proc. of Infofish–Aquatech International Conference on Aquaculture**, 29-31 August 1994. Colombo: Institute of Aquaculture. 126-130 p.

Reid,G.K. 1961. **Ecology of inland Water Estuaries**. New York: Reinhold Publishing Corporation Chapman and Hall. 485 p.

Robinson B. W. and R. W. Doyle. 1990. Phenotype correlations among behavior and growth variable in tilapia : Implication for domestication selection. **Aquaculture** 85: 177-186.

Rodriguez-Serna, M.A. Flores – Nava, M.A. Olvera-Novoa and C. Carmona – Osalde. 1995. Growth and Production of Bullfrog *Rana catesbeiana* Shaw, 1982, at three stocking

densities in a vertical intensive culture system. **Aquacultural Enginerring** 15(4): 233-242.

Sawyer, N.G. and P.L. Mc Carty. 1967. **Chemistry for Sanitary Engineers**. New York: Mc Graw–Hill Book Company. 518 p.

Spataru, P. 1982. A contribution to the study of the natural food of Sarotherodon hybrids grown under conditions of polyculture, supplementary feed and intensive fertilization. **Bamidgeh** 34: 144 – 157.

Stricney, R.R. and R. W. Hardy. 1989. Lipid requirements of some warm water species. **Aquaculture**. 21: 156 p.

Swingle, H. S. 1969. **Methods of Analysis for Waters, Organic Matter and Pond Bottom Soils Used in Fisheries Research**. Alabama: Auburn University. 119 p.

Tayamen, M. M. and W. L. Shelton. 1978. Inducement of sex-reversal in *Sarotheodon niloticus* (Linnaeus). **Aquaculture** 14: 349 – 354.

Tomasso, J.R., B. A. Simco and K. B. Davis. 1976. Chloride inhibition of nitrite induced methemoglobinemia in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **J. Fish. Res. Bd.** 36: 1141 – 1144.

Viola, S. and Y. Arieli. 1983. Evaluation of different grains asbasic ingredients in complete feeds for crap and tilapia in intensive culture. **Bamidgeh** 35: 38 – 43.

Wedemeyer, G. A. and W. T. Yasutake. 1978. Prevention and treatment of nitrite toxicity in juvenile Steelhead trout (*Salmo gairdnerii*). **J. Fish. Res. Bd.** 35: 822 – 827.

ภาคผนวก

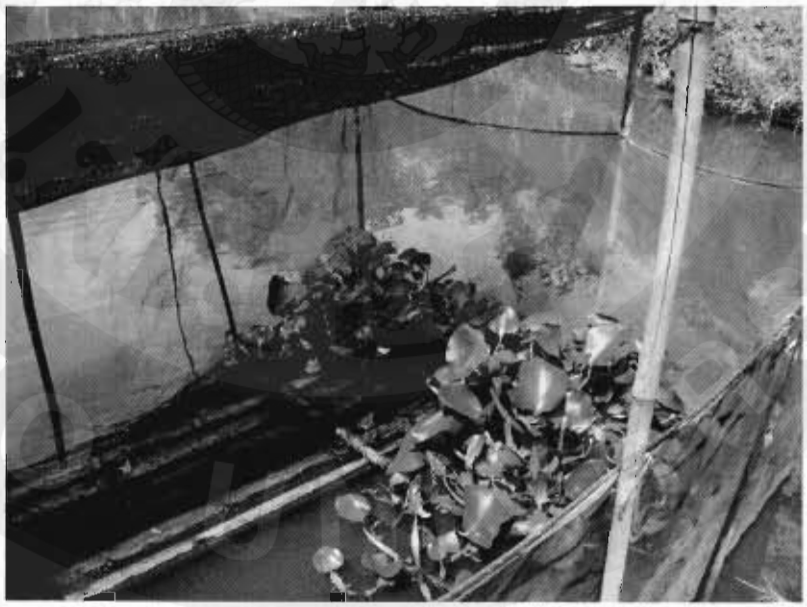
ภาคผนวก ก

ประมวลภาพกิจกรรมระหว่างการศึกษา

ภาพผนวก 1 เตรียมกระชังกบนาในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี

ภาพผนวก 2 เตรียมบ่อเลี้ยงปลานิลแบบเดี่ยว

ภาพผนวก 3 การเลี้ยงกบนาในกระชังในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี

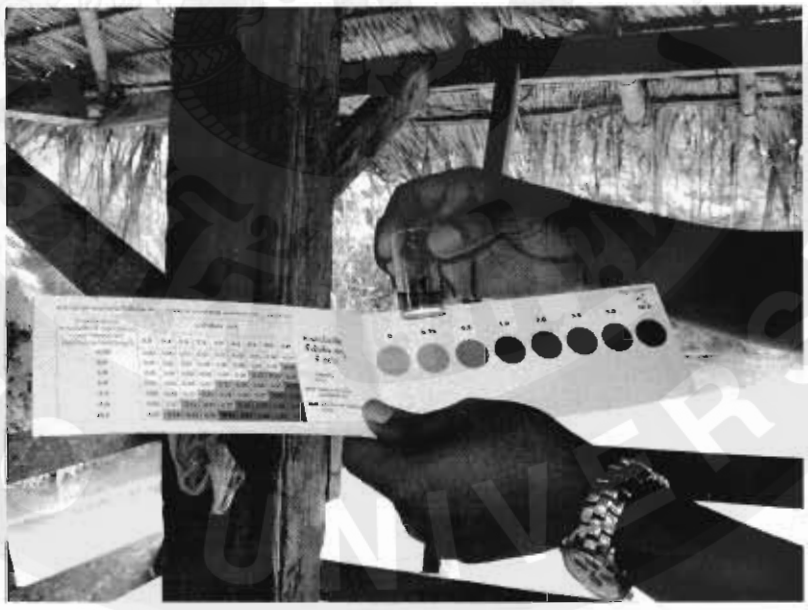


ภาพผนวก 4 การเลี้ยงกบนาในกระชังในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี

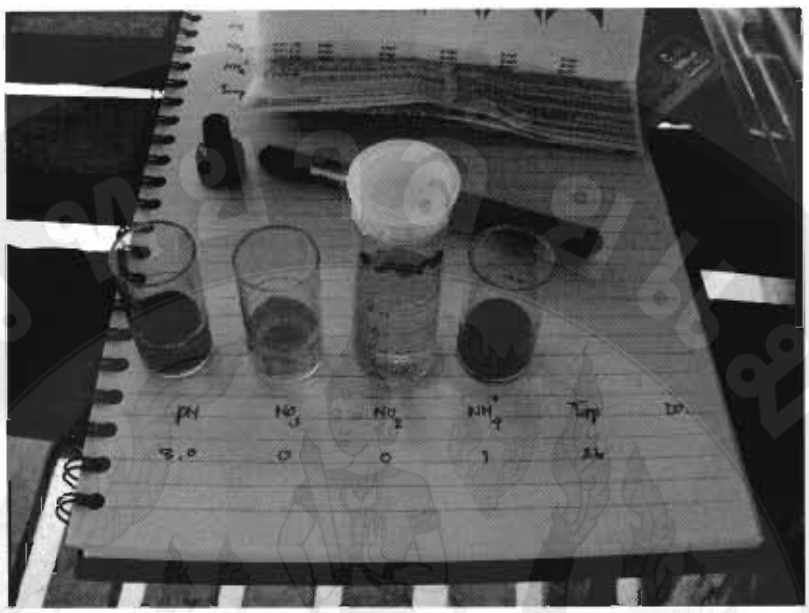
ภาพผนวก 5 เกษตรกรผู้ร่วมวิจัยให้อาหารปลานิลในบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยว

ภาพผนวก 6 เกษตรกรผู้ร่วมวิจัยให้อาหารกบนาในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถี

ภาพผนวก 7 เกษตรกรผู้ร่วมวิจัยมีส่วนร่วมในการเก็บข้อมูลของปัจจัยที่ศึกษา



ภาพผนวก 8 การเก็บข้อมูลปัจจัยที่ศึกษาด้วยชุดทดสอบทางเคมีภาคสนาม



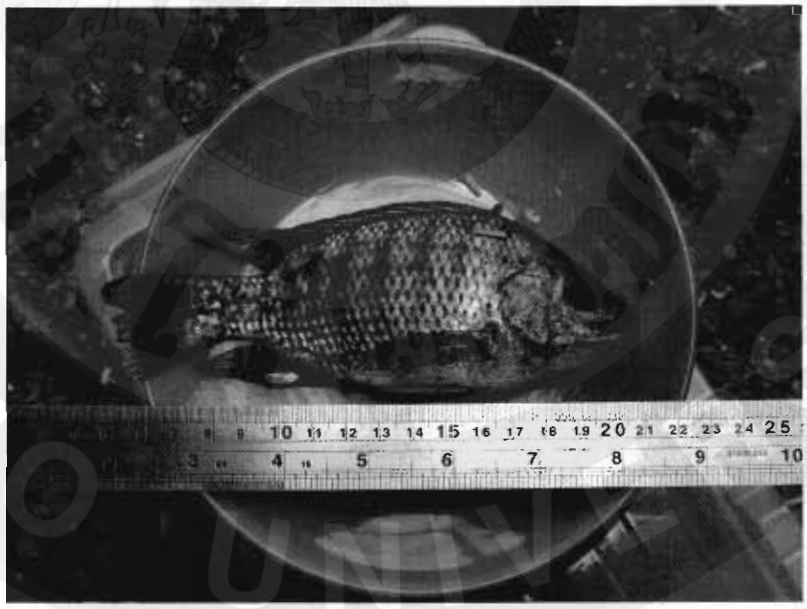
ภาพผนวก 9 การเก็บข้อมูลปัจจัยที่ศึกษาด้วยชุดทดสอบทางเคมีภาคสนาม

ภาพผนวก 10 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแพลงก์ตอนพืชและสัตว์

ภาพผนวก 11 ทอดแหเพื่อสุ่มชั่งน้ำหนักและวัดขนาดความยาวของปลานิล

ภาพผนวก 12 ทอดแหเพื่อสุ่มชั่งน้ำหนักและวัดขนาดความยาวของปลานิล

ภาพผนวก 13 ชั่งน้ำหนักและวัดขนาดความยาวของปลานิล



ภาพผนวก 14 ชั่งน้ำหนักและวัดขนาดความยาวของปลานิล

ภาพผนวก 15 เกษตรกรผู้ร่วมวิจัยใช้ประโยชน์จากผลผลิตกบนาเพื่อบริโภคในครัวเรือน

ภาพผนวก 16 ผักบุ้งไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติเนื่องจากปลานิลกัดกินระบบราก

ภาคผนวก ข

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายประพัฒน์พงศ์ ทักษิณสัมพันธ์	
เกิดเมื่อ	14 ธันวาคม 2518	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2536	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี
	พ.ศ. 2540	ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาศาสตรบัณฑิต (ประมง)
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2540	นักวิชาการฟาร์มกุ้งกุลาดำ (อู่ทองฟาร์ม จังหวัดตราด) บริษัท TRT จำกัด กรุงเทพฯ
	พ.ศ. 2543	เจ้าหน้าที่ฝ่ายขายอาหารเหลวสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อน บริษัท คาร์กิลล์ สยาม จำกัด กรุงเทพฯ
	พ.ศ. 2547	นักวิชาการประมง 3 สังกัด สำนักงานประมงจังหวัดนราธิวาส
	พ.ศ. 2549	นักวิชาการประมง 4 (ปฏิบัติราชการประจำ) ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเชียงใหม่
	พ.ศ. 2551	นักวิชาการประมง 5 (ปฏิบัติราชการประจำ) ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเชียงใหม่
	พ.ศ. 2552	นักวิชาการประมงปฏิบัติการ (ปฏิบัติราชการประจำ) ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเชียงใหม่