

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาความหนาแน่นของการเลี้ยงปลาดุกบิกอยู่ต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ

A study of density of hybrid catfish (*Clarias gariepinus* x *Clarias macrocephalus*) to quantity of dissolved carbon dioxide in water.



มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 2553

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาความหนาแน่นของการเลี้ยงปลาดุกบิกอยู่ต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ

A study of density of hybrid catfish (*Clarias gariepinus* x *Clarias macrocephalus*) to quantity of dissolved carbon dioxide in water.



จัดทำโดย
นายชัยยุทธ เทพมณฑา
รหัส 5207101003

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาการประมง (การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 2553

การศึกษาความหนาแน่นของการเลี้ยงปลาดุกบิกอยู่ต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ

A study of density of hybrid catfish (*Clarias gariepinus* x *Clarias macrocephalus*) to quantity of dissolved carbon dioxide in water.



ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(อาจารย์ยุทธนา สว่างอารมณ์)

.....

(อาจารย์กมลวรรณ ศุภวิญญู)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อเรื่อง:

การศึกษาความหนาแน่นของการเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ

A study of density of hybrid catfish

(*Clarias gariepinus* x *Clarias macrocephalus*) to quantity of dissolved carbon dioxide in water.

ชื่อผู้เขียน:

นายชัยยุทธ เทพมณฑา

ชื่อปริญญา:

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาการประมง

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ:

อาจารย์ ยุทธนา สว่างอารมณ์

บทคัดย่อ

การศึกษาความหนาแน่นของการเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ มีความหนาแน่น 0 ตัว (ชุดควบคุม), 10 ตัว, 20 ตัว และ 30 ตัว เป็นเวลา 5 สัปดาห์ สรุปได้ว่า คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของน้ำภายในบ่อการเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ความหนาแน่นที่แตกต่างกัน พบว่า อุณหภูมิในน้ำ (Temperature) นั้นให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุม และพบว่า ค่าความเป็นกรด – ด่างในน้ำ (pH), ปริมาณความเป็นด่างในน้ำ (Alkalinity), ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ (CO_2) ปริมาณแอมโมเนียในน้ำ (NH_3) และปริมาณไนไตรท์ในน้ำ (NO_2^-) นั้นให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นปัจจัยหลักอีกตัวที่ส่งผลต่อปัจจัยของค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) และปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) และ ปลาอุกบึกอยู่ได้ตายในช่วงสัปดาห์ที่ 3 – 5 ค่าคุณภาพน้ำต่างๆ มีค่าเฉลี่ย ดังนี้ อุณหภูมิในน้ำ (Temperature) มีค่าเท่ากับ 25 – 27 องศาเซลเซียส เท่ากันทุกชุดการทดลอง ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) มีค่าเท่ากับ 9.24 ± 0.153 , 6.85 ± 0.160 , 6.76 ± 0.070 และ 6.73 ± 0.035 ตามลำดับ ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) มีค่าเท่ากับ 60.93 ± 2.411 , 171.27 ± 9.900 , 207.87 ± 8.393 และ 328.93 ± 14.007 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีค่าเท่ากับ 0.00 ± 0.000 , 54.07 ± 6.169 , 75.91 ± 3.466 และ 93.68 ± 6.922 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) มีค่าเท่ากับ 0.16 ± 0.026 , 1.07 ± 0.025 , 1.30 ± 0.020 และ 1.55 ± 0.083 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) มีค่าเท่ากับ 0.002 ± 0.000 , 0.004 ± 0.000 , 0.005 ± 0.001 และ 0.005 ± 0.000 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ, ปลาอุกบึกอยู่, ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือ ดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจากหลายๆ ฝ่าย โดยเฉพาะท่าน อาจารย์ ยุทธนา สว่างอารมณ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ร่วม อาจารย์ กมลวรรณ ศุภวิญญู ในการแนะนำ ตรวจสอบแก้ไข ติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์ทั้งสองท่านนี้เป็นอย่างยิ่ง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ วีรชัย เพชรสุทธิ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะ แก้ไข ให้แนวคิดต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ที่สละเวลาในการตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องของข้อมูลการทดลอง

ขอขอบพระคุณ นางฉนิษฐา พลแก้ว ที่ให้ความเอื้อเฟื้อสถานที่ และในด้านวัสดุอุปกรณ์ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของการดำเนินการทดลองเป็นไปอย่างเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ นายดิณณ์นฤต พลไทย ที่ให้การเอื้อเฟื้อสถานที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง ด้วยดีตลอดมา

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับการช่วยเหลือ และกำลังใจจากคุณพ่อ คุณแม่ พี่น้อง และเพื่อนๆ ตลอดจนบุคคลต่างๆ ที่ให้ความช่วยเหลืออีกมาก ที่ผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามได้หมดในที่นี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณ และขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ชัยยุทธ เทพมณฑา

พฤษภาคม 2554

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ง
บทที่ 1	
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
ภาวะโลกร้อน	2
ปลาดุกบิ๊กอุย	5
คุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงสัตว์น้ำ	10
บทที่ 3 เวลาและสถานที่ทำการศึกษาวิจัย	
สถานที่การศึกษาวิจัย	16
ระยะเวลาในการศึกษาวิจัย	16
แผนการดำเนินงาน	16
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย	17
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	20
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	30
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก (ก)	32
ภาคผนวก (ข)	38
ภาคผนวก (ค)	56

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงก๊าซเรือนกระจกและแหล่งที่มา	4
2	ข้อแตกต่างระหว่างปลาดุกอุยและปลาดุกยักษ์	7
3	ขนาดอาหารที่เหมาะสมสำหรับปลาโดยทั่วไป	9
4	ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำในการศึกษาความหนาแน่นของ การเลี้ยงปลาดุกบักอุยต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ในระยะเวลา 5 สัปดาห์	20
ตารางผนวกที่		
1	อุณหภูมิ (Temperature) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบักอุยอัตราการปล่อย 0 ตัว	39
2	อุณหภูมิ (Temperature) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบักอุยอัตราการปล่อย 10 ตัว	39
3	อุณหภูมิ (Temperature) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบักอุยอัตราการปล่อย 20 ตัว	40
4	อุณหภูมิ (Temperature) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบักอุยอัตราการปล่อย 30 ตัว	40
5	ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบักอุยอัตราการปล่อย 0 ตัว	41
6	ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบักอุยอัตราการปล่อย 10 ตัว	41
7	ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบักอุยอัตราการปล่อย 20 ตัว	42
8	ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบักอุยอัตราการปล่อย 30 ตัว	42
9	ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบักอุยอัตราการปล่อย 0 ตัว	43
10	ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบักอุยอัตราการปล่อย 10 ตัว	43
11	ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบักอุยอัตราการปล่อย 20 ตัว	44
12	ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบักอุยอัตราการปล่อย 30 ตัว	44
13	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO_2) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบักอุยอัตราการ ปล่อย 0 ตัว	45

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
14 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO_2) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดการปล่อย 10 ตัว	45
15 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO_2) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดการปล่อย 20 ตัว	46
16 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO_2) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดการปล่อย 30 ตัว	46
17 ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดการปล่อย 0 ตัว	47
18 ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดการปล่อย 10 ตัว	47
19 ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดการปล่อย 20 ตัว	48
20 ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดการปล่อย 30 ตัว	48
21 ปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดการปล่อย 0 ตัว	49
22 ปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดการปล่อย 10 ตัว	49
23 ปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดการปล่อย 20 ตัว	50
24 ปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดการปล่อย 30 ตัว	50
25 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในการเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง	51
26 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) ในการเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง	51
27 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO_2) ในการเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง	52
28 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ในการเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง	52
29 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) ในการเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง	53
30 DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST เปรียบเทียบค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในการเลี้ยงปลาตู้บิกอู้อุ้ดในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
31 DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST เปรียบเทียบปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) ในการเลี้ยงปลาตู้บิกอูยในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง	54
32 DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO_2) ในการเลี้ยงปลาตู้บิกอูยในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง	54
33 DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ในการเลี้ยงปลาตู้บิกอูยในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง	55
34 DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST เปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) ในการเลี้ยงปลาตู้บิกอูยในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง	55

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ปลาตู้บิกอูย	5
2 แผนผังการทดลอง	18
3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Temperature) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอูย ในระยะเวลา 5 สัปดาห์	21
4 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอูย ในระยะเวลา 5 สัปดาห์	22
5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอูย ในระยะเวลา 5 สัปดาห์	23
6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO_2) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอูย ในระยะเวลา 5 สัปดาห์	24
7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บิกอูย ในระยะเวลา 5 สัปดาห์	25

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
8	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย ในระยะเวลา 5 สัปดาห์	26
ภาพผนวกที่		หน้า
1	บ่อซีเมนต์ทรงกลมที่ใช้ในการทดลอง	33
2	ช่องเปิด – ปิดให้อาหารปลาดุกบิ๊กอุย	33
3	ลักษณะบ่อที่ใช้การทดลองการเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยระบบปิด	34
4	เครื่องวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง	34
5	เครื่อง Spectrophotometer ที่ใช้ค่าของแอมโมเนียและไนไตรท์	35
6	อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำ	35
7	สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ความเป็นด่าง	36
8	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไนไตรท์	36
9	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์แอมโมเนีย	37
10	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คาร์บอนไดออกไซด์	37

บทที่ 1

คำนำ

ภาวะโลกร้อน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้น เราจึงเรียกว่า ภาวะโลกร้อน (Global Warming) กิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน คือ กิจกรรมที่ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น การเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยตรง คือ กระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิต, การเผาไหม้ และเชื้อเพลิง เป็นต้น และการเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยทางอ้อม คือ การตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น ก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), ก๊าซมีเทน (CH_4), ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O), ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC), ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC), ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) และ สารซีเอฟซี (CFC หรือ Chlorofluorocarbon)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำที่เกิดจากกระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ เมื่อมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมากจะทำให้ออกซิเจนในน้ำมีน้อยลง ส่งผลให้สัตว์น้ำขาดออกซิเจน และตายในที่สุด เมื่อมีการเพิ่มให้ออกซิเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจะทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ระเหยขึ้นสู่อากาศ

ในปัจจุบันนี้การเลี้ยงปลาดุกลูกบักอู้นั้น เป็นที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายมาก เพราะปลาดุกบักอู้นั้นเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว ทนต่อสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดี อีกทั้งเนื้อของปลาดุกบักอู้นั้นมีโปรตีนสูง ย่อยง่าย จึงนิยมบริโภค และตลาดมีความต้องการเป็นอย่างมาก

ด้วยเหตุนี้กระผมจึงทำการศึกษาความหนาแน่นของการเลี้ยงปลาดุกบักอู้นั้นต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ และข้อมูลทั้งหมด ในการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำงานวิจัยขั้นสูงต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความหนาแน่นของการเลี้ยงปลาดุกบักอู้นั้นต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ภาวะโลกร้อน

กรมอุตุนิยมวิทยา (2550) ภาวะโลกร้อน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้น เราจึงเรียกว่า ภาวะโลกร้อน (Global Warming) กิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน คือ กิจกรรมที่ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น ได้แก่

1. การเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยตรง เช่น การเผาไหม้ และเชื้อเพลิง เป็นต้น
2. การเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยทางอ้อม คือ การตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น

ปรากฏการณ์เรือนกระจก หมายถึง การที่ชั้นบรรยากาศของโลกกระทำตัวเสมือนกระจกที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านทะลุลงมายังผิวพื้นโลกได้ ทำให้โลกไม่เย็นจัดในเวลากลางคืน ก๊าซที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านทะลุลงมาได้

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas)

เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อนหรือรังสีอินฟราเรดได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ ซึ่งหากบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ดังเช่นดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในระบบสุริยะแล้ว จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันนั้นร้อนจัด และในตอนกลางคืนนั้นหนาวจัด เนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูดซับคลื่นรังสีความร้อนไว้ในเวลากลางวัน แล้วค่อยๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน มีก๊าซจำนวนมากที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน และถูกจัดอยู่ในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ คือ ไอน้ำ, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, โอโซน, มีเทน, ไนตรัสออกไซด์ และ สารซีเอฟซี เป็นต้น แต่ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต มีเพียง 6 ชนิด โดยจะต้องเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (anthropogenic greenhouse gas emission) เท่านั้น ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), ก๊าซมีเทน (CH_4), ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O), ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC), ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) และ ก๊าซซัลเฟอร์

เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) ทั้งนี้ ยังมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ สารซีเอฟซี (CFC หรือ Chlorofluorocarbon) ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็น และใช้ในการผลิตโฟม แต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโต เนื่องจากเป็นสารที่ถูกจำกัดการใช้ในพิธีสารมอนทรีออล กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ กำลังเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ (อาจยกเว้นไอน้ำ) การเผาไหม้ เชื้อเพลิงจากถ่านหิน, น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น รวมทั้งการตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ การทำการเกษตร และการปศุสัตว์ปล่อยก๊าซมีเทนกับก๊าซไนตรัสออกไซด์ ควันทนจากท่อไอเสียรถยนต์ปล่อยก๊าซโอโซน นอกจากนี้กระบวนการแปรรูปอุตสาหกรรมปล่อยสาร ฮาโลคาร์บอน (CFCs, HFCs, PFCs) การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้น ส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ผลที่ตามมา คือ อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นด้วย แต่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกนั้น ไม่ได้เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงกับปริมาณ ก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดยังมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือน กระจก (Global Warming Potential: GWP) ที่แตกต่างกัน ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร ้อนนี้ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของโมเลกุล ขึ้นอยู่กับอายุของก๊าซนั้นๆ ใน บรรยากาศ และจะคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงระยะเวลา หนึ่ง เช่น 20 ปี, 50 ปี หรือ 100 ปี โดยค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ในช่วงเวลา 100 ปี ของ ก๊าซเรือนกระจกต่างๆ เป็นดังนี้ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, มปป.)

ตารางที่ 1 แสดงก๊าซเรือนกระจก และแหล่งที่มา

ก๊าซเรือนกระจก	แหล่งที่มา	ส่งผลให้โลกร้อนขึ้น (%)
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	1) จากแหล่งธรรมชาติ เช่น กระบวนการ หายใจของสิ่งมีชีวิต 2) จากมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจาก โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ และการตัดไม้ ทำลายป่า (ลดการดูดซับ CO ₂)	57
ก๊าซมีเทน (CH ₄)	1) จากแหล่งธรรมชาติ เช่น จากการย่อย สลายของสิ่งมีชีวิต และการเผาไหม้ที่เกิด จากธรรมชาติ 2) จากมนุษย์ เช่น จากนาข้าว, แหล่งน้ำ ท่วม, จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภท ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ	12
ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O)	1) จากมนุษย์ เช่น อุตสาหกรรมที่ใช้กรด ไนตริกในขบวนการผลิต, อุตสาหกรรม พลาสติก, อุตสาหกรรมไนลอน, อุตสาหกรรมเคมี, การเผาไหม้เชื้อเพลิงจาก ซากพืช และสัตว์, ปุ๋ย และการเผาป่า 2) จากแหล่งธรรมชาติอยู่ในภาวะที่สมดุล	6
ก๊าซที่มีส่วนประกอบคือ โรฟลูออโรคาร์บอน(CFCs)	จากมนุษย์ เช่น อุตสาหกรรมต่างๆ และ อุปกรณ์เครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น โฟม, กระป๋องสเปรย์, เครื่องทำความเย็น, ตู้เย็น, แอร์ และตัวทำลาย (ก๊าซนี้จะ รวมตัวทางเคมีได้ดีกับโอโซนทำ ให้อโอโซนในชั้นบรรยากาศลดลงหรือ เกิดรูรั่วในชั้นโอโซน)	25

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2550)

ปลาคูกบิกอูย

อนุกรมวิธานของปลาคูกบิกอูย (*Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*)

Phylum Chordata

Class Actinopterygii

Subclass Neopterygii

Order Siluriformes

Family Clariidae

Genus *Clarias*



ภาพที่ 1 ปลาคูกบิกอูย

ที่มา: กรมประมง, 2545

ศาสตร์ของปลาคูกบิกอูย (*Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*)

กรมประมง (2545) กล่าวถึง ปลาคูกบิกอูย เกิดจากการผสมเทียมข้ามพันธุ์ระหว่างพ่อแม่พันธุ์ ปลาคูกยักษ์กับแม่พันธุ์ปลาคูกอูย ปลาคูกยักษ์ที่นำมาเป็นพ่อแม่พันธุ์เป็นปลาในตระกูล อาฟริกกัน แคทฟิช (African catfish) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *C. gariepinus* ชื่อสามัญคือ sharptooth catfish ถิ่น

กำเนิดอยู่ในอาฟริกากลาง จากนั้นได้แพร่กระจายสู่ประเทศสหรัฐอเมริกา, ประเทศรัสเซีย และประเทศจีน สำหรับปลาคูยักซ์พันธุ์แท้ที่นำมาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์เพื่อผลิตปลาคูยักซ์ เป็นหนึ่งใน 32 สายพันธุ์ของปลาในตระกูล อาฟริกกัน แคทฟิช โดยชาวรัสเซียได้นำมาแพร่พันธุ์ในประเทศลาว แล้วจึงถูกนำเข้ามาในไทยอีกทอดหนึ่ง ลักษณะทั่วไปของปลาคูยักซ์สายพันธุ์นี้ มีขนาดโตกว่าปลาคูย และปลาคูด่าน ได้แกเป็นสีขาว มีหนวดขนาดใหญ่ 4 คู่ ลำตัวสีเหลืองอมเทา และเป็นลายคล้ายหินอ่อน ขอบครีบหลัง และปลายครีบหางสีแดง เป็นปลาที่เลี้ยงง่าย, กินอาหารได้แทบทุกชนิด, มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว, ทนทานต่อโรค และสภาพแวดล้อม เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีขนาดใหญ่ อายุยืนยาวมาก แต่มีข้อเสีย คือ เนื้อเหลวสีขาวซีด, รสชาติไม่อร่อย และเป็นปลาที่นิสัยดุร้าย

เนื่องจากปลาคูยักซ์เป็นปลาพันธุ์ต่างประเทศ เข้ามาในประเทศไทยได้ไม่นานนัก ชื่อที่ใช้เรียกในแต่ละท้องถิ่นจึงแตกต่างกันออกไป ซึ่งก่อให้เกิดความสับสนแก่เกษตรกรเป็นอย่างมาก กรมประมงได้ศึกษาอนุกรมวิธาน และตั้งชื่อปลาชนิดนี้ว่า “ปลาคูกเทศ” แต่ผู้เพาะพันธุ์แต่ละคน หรือแต่ละท้องถิ่นได้เรียกชื่อแตกต่างกันออกไป เช่น เรียกว่า ปลาคูยักซ์, ปลาคูกรัสเซีย, ปลาคูกคองโก และปลาคูกคอมมิวนิสต์

สำหรับปลาคูยักซ์ที่ใช้เป็นแม่พันธุ์ในการผลิตปลาคูยักซ์ ปลาคูยักซ์เป็นพื้นบ้านของไทย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *C. macrocephalus* ชื่อสามัญคือ Walking catfish มีลักษณะรูปร่างยาวเรียว, ไม่มีเกล็ด, มีหนวด 4 คู่ที่ริมฝีปาก, ผิวหนังสีน้ำตาล, เนื้อออกสีเหลือง, รสชาติอร่อยนุ่มหวาน และเป็นที่นิยมบริโภคของประชาชนทั่วไป

เมื่อนำปลาคูยสองพันธุ์มาผสมเทียมข้ามพันธุ์กัน จึงทำให้เกิดปลาคูยักซ์ ที่มีลักษณะเหมาะสมสำหรับเลี้ยงเป็นการค้ายิ่งขึ้น ปลาคูยักซ์ได้รวมลักษณะที่ดีเด่นของพ่อแม่พันธุ์ ไว้ในตัวเดียวกันจึงเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย, เจริญเติบโตเร็ว, เลี้ยงได้น้ำหนักมาก, เนื้อมีรสชาติอร่อย, ทนทานต่อโรคพยาธิ และสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 2 ข้อแตกต่างระหว่างปลาดุกอุย และปลาดุกยักษ์

ลักษณะ	ปลาดุกอุย	ปลาดุกยักษ์
หัว	เล็กค่อนข้างรีไม่แบน กะโหลกจะ สั้นมีรอยบุ๋มตรงกลางเล็กน้อย	ใหญ่ และแบน กะโหลกจะเป็นตุ่มๆ ไม่ เรียบมีรอยบุ๋มตรงกลางเล็กน้อย
ใต้คาง	มีสีคล้ำไม่ขาว	สีขาว
หนวด	มี 4 คู่ โคนหนวดเล็ก	มี 4 คู่ โคนหนวดใหญ่
กะโหลกท้าย ทอย	โค้งมน	หยักแหลมมี 3 หยัก
ปาก	ไม่ป้านค่อนข้างมน	ป้าน แบนหนา
ครีบทู	มีเงี่ยงเล็กสันแหลมคมมาก ครีบ แข็งยื่นยาวเกินหรือเท่ากับครีบ อ่อน	มีเงี่ยงใหญ่สันนูนไม่แหลมคม และ ส่วนของครีبو่อนนุ่มถึงปลายครีบแข็ง
ครีบล้าง	ปลายครีบลีเทาปนดำ	ปลายครีบลีแดง
ครีบทาง	กลมไม่ใหญ่มากนักสีเทาปนดำ	กลมใหญ่ สีเทา ปลายครีบลีสีแดง และ มีเทาสีขาวลาดบริเวณคอหาง
สัดส่วนระหว่าง ตัวต่อตัว	1 ต่อ 4	1 ต่อ 3
สีของลำตัว	สีดำ สีน้ำตาลปนดำที่บริเวณ ด้านบนของลำตัว	สีเทา สีเทาอมเหลือง
จุดที่ลำตัว	ขณะที่ปลาขนาดเล็กจะปรากฏ จุดขาวเรียงขวางเป็นทางประมาณ 9-10 แถว เมื่อปลาขนาดใหญ่จุด จะเลือนหายไป	ไม่มีจุด เมื่อปลาโตขึ้นจะปรากฏคล้าย หินอ่อนทั่วตัว
ผนังท้อง	มีสีขาวถึงเหลืองเฉพาะบริเวณอก ถึงครีบท้อง	ผนังท้องมีสีขาวตลอดจนถึงโคนหาง

การเลี้ยงปลาดุกบิกอู๋ในบ่อซีเมนต์

ควรปรับสภาพน้ำในบ่อที่เลี้ยงให้มีสภาพเป็นกลางหรือด่างเล็กน้อย ระดับน้ำในบ่อเมื่อเริ่มควรมีความลึกของน้ำประมาณ 20 - 30 เซนติเมตร ปล่อยลูกปลาขนาด 2 - 3 เซนติเมตร เมื่อลูกปลาเติบโตขึ้นค่อยๆ เพิ่มระดับน้ำให้สูงขึ้นตามลำดับ โดยเพิ่มระดับน้ำประมาณ 5 เซนติเมตรต่อสัปดาห์ ให้อาหารเม็ดประมาณ 3 - 7 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลา โดยปล่อยปลาในอัตรา 50 - 70 ตัวต่อตารางเมตร ปลาจะเติบโตได้ขนาดประมาณ 100 - 200 กรัมต่อตัว เลี้ยงในระยะเวลาประมาณ 90 วัน อัตราการรอดประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาหารที่ใช้เลี้ยงสามารถให้อาหารชนิดต่าง ๆ ทดแทนอาหารเม็ดได้ โดยใช้อาหารพวกไส้ไก่หรือปลาเป็ดผสมกับเศษอาหารก็ได้ แต่จำเป็นต้องถ่ายเทน้ำ เพื่อป้องกันน้ำเสีย

อาหารเม็ดสำเร็จรูป

1. อาหารปลาดุกเล็ก (กรมประมง, 2545)

- 1.1 อาหารเม็ดต้องมีโปรตีนไม่น้อยกว่า 32 เปอร์เซ็นต์ มีไขมันไม่น้อยกว่า 4 เปอร์เซ็นต์, มีกากไม่เกิน 6 เปอร์เซ็นต์ และมีความชื้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์
- 1.2 มีกลิ่นปลาป่นอัดเป็นเม็ด และมีสีเสมอกัน
- 1.3 ไม่มีกลิ่นเหม็นหืน, ไม่มีเชื้อรา, ไม่มีแมลง, ไม่มีหนอน, ไม่มีปนเปื้อนบรรจุในถุงหรือภาชนะที่มาตรฐานสามารถกันความชื้น และไม่มีรอยฉีกขาด
- 1.4 มีสลากบอกคุณลักษณะ วันเดือนปีที่ผลิต และวันเดือนปีที่หมดอายุ มีวันหมดอายุไม่ต่ำกว่า 60 วัน นับจากวันส่งมอบวัสดุ
- 1.5 เป็นอาหารชนิดเม็ดลอยน้ำ

2. อาหารปลาสด (กรมประมง, 2545)

2.1 อาหารเม็ดต้องมีโปรตีนไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ มีไขมันไม่น้อยกว่า 3 เปอร์เซ็นต์, มีกากไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ และมีความชื้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์

2.2 มีกลิ่นปลาปน อัดเป็นเม็ด และมีสีเสมอกัน

2.3 บรรจุในถุงหรือภาชนะที่ได้มาตรฐาน กันความชื้น และไม่มีรอยฉีกขาด

2.4 มีสลากบอกคุณลักษณะ วันเดือนปีที่ผลิต และวันเดือนปีที่หมดอายุ มีวันหมดอายุไม่ต่ำกว่า 60 วัน นับจากวันส่งมอบวัสดุ

2.5 เป็นอาหารชนิดเม็ดลอยน้ำ

ตารางที่ 3 ขนาดอาหารที่เหมาะสมสำหรับปลาโดยทั่วไป

ขนาดปลา	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอาหาร
ลูกปลา	420-595 ไมครอน
0.5-1 นิ้ว	595-841 ไมครอน
1-1.5 นิ้ว	841 ไมครอน - 1.19 มม.
1.5-2.5 นิ้ว	1.19 - 1.68 มม.
2.5-4.0 นิ้ว	1.68 - 2.38 มม.
4.0-6.0 นิ้ว	2.38 - 3.36 มม.
6 นิ้วขึ้นไป	4.7 มม.

ที่มา: กรมประมง (มปป.)

คุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงสัตว์น้ำ

คุณภาพน้ำ (Water Quality) หมายถึง ลักษณะจำเพาะของน้ำ ซึ่งรวมความถึงลักษณะจำเพาะทางกายภาพ เช่น ความโปร่งแสง (Transparency), อุณหภูมิ (Temperature) และสี (colour) เป็นต้น ลักษณะจำเพาะทางเคมี เช่น ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ความเป็นด่าง (Alkalinity), ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen), แอมโมเนีย (Ammonia) และ ไนไตรท์ (Nitrite) เป็นต้น และลักษณะจำเพาะทางชีวภาพ เช่น ชนิดของแพลงก์ตอน (Plankton kind), ปริมาณของแพลงก์ตอน (Plankton quantity) และปริมาณแบคทีเรีย (Bacteria quantity) เป็นต้น (กรมอนามัย, 2539)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เรียกว่า ดีโอ (DO) ค่าดีโอจะน้อยที่สุดในตอนเช้ามีระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำควรมีค่ามากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าออกซิเจนอยู่ในช่วง 2 – 5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้การเจริญเติบโต และการสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำลดลง ส่วนใหญ่มักมีออกซิเจนละลายอยู่ในช่วง 5 – 7 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้ามีปริมาณต่ำสัตว์น้ำจะมีอาการลอยหัวเพื่อขึ้นมาหายใจบนผิวน้ำ การเพิ่มค่าดีโอในน้ำสามารถทำได้ดังนี้

1. ควบคุมค่าความโปร่งแสงของน้ำให้อยู่ในช่วง 30 – 60 เซนติเมตร
2. เปลี่ยนถ่ายน้ำแล้วใส่เกลือ 0.5 – 1 เปอร์เซ็นต์
3. ใช้เครื่องตีน้ำหรือทำให้น้ำได้สัมผัสกับอากาศเพื่อให้ออกซิเจนละลายในน้ำ

(กรมอนามัย, 2539)

ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด - ด่างของน้ำ เรียกว่า พีเอช (pH) เป็นการวัดปริมาณของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 14 แบ่งได้ดังนี้ คือ

pH 7 มีค่าเป็นกลาง

pH ต่ำกว่า 7 มีค่าเป็นกรด

pH สูงกว่า 7 มีค่าเป็นด่าง

ใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่า พีเอชมิเตอร์หรือใช้กระดาษวัดพีเอช

ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโต และการสืบพันธุ์วางไข่ของปลาแต่ละชนิดไม่เท่ากัน เช่น กลุ่มปลา Tetra, พวกปลานีออน, คาร์ดินัล, ปลาชีวทางกรไรกร และปลาชีวข้างขวาน เป็นต้น จะเจริญเติบโต และขยายพันธุ์ได้ดีในช่วงค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ระหว่าง 5.3 – 7.8 ส่วนปลาหางไหม้, ปลาทรงเครื่อง, ปลาเล็บบี๋, ปลาน้ำผึ้ง, ปลาสวาย, ปลากะทิง และปลาเสือตอ เป็นต้น ส่วนใหญ่มักจะอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 6.5 – 7.5 (กรมอนามัย, 2539)

ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity)

ค่าความเป็นด่าง หมายถึง ความเข้มข้นของด่างซึ่งส่วนใหญ่เป็นไอออนของคาร์บอเนต (CO_3^{2-}), ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และ ไฮดรอกไซด์ (OH^-) ซึ่งจะเป็นตัวควบคุมไม่ให้น้ำมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) อย่างรวดเร็ว น้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำควรมีค่าความเป็นด่างระหว่าง 80 – 150 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 ถ้าในแหล่งน้ำมีค่าความเป็นด่างน้อยก็สามารถเพิ่มโดยใช้ปูนโดโลไมต์เผาใส่บ่อพักน้ำ แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้น้ำใส จึงค่อยสูบน้ำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ (กรมอนามัย, 2539)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide)

คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นก๊าซในบรรยากาศ ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 1 อะตอม และออกซิเจน 2 อะตอม ต่อหนึ่งโมเลกุล คาร์บอนไดออกไซด์เป็นหนึ่งในสารประกอบเคมีที่เป็นที่รู้จักมากที่สุด และเรียกด้วยสูตรเคมี CO_2 เมื่ออยู่ในสถานะของแข็ง มักจะเรียกว่า น้ำแข็งแห้ง (dry ice)

คาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นได้หลายลักษณะ เช่น ภูเขาไฟระเบิด, การหายใจของสิ่งมีชีวิต และการเผาไหม้ของสารประกอบอินทรีย์ ก๊าซนี้เป็นวัตถุดิบสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพื่อใช้คาร์บอน และออกซิเจนในการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้ พืชจะปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมาสู่บรรยากาศ ทำให้สัตว์ได้ใช้ออกซิเจนนี้ในการหายใจ การใช้คาร์บอนไดออกไซด์ของพืชนี้เป็นการลดก๊าซเรือนกระจกได้ เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซหนึ่งที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์เรือนกระจก

คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีคาร์บอนไดออกไซด์

คาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ซึ่งหากหายใจเอาก๊าซนี้เข้าไปในปริมาณมากๆ จะรู้สึกเปรี้ยวที่ปาก เกิดการระคายเคืองที่จมูก และคอ เนื่องจากอาจเกิดการละลายของก๊าซนี้ในอวัยวะ ก่อให้เกิดกรดคาร์บอนิกอย่างอ่อน

คาร์บอนไดออกไซด์มีความหนาแน่น 1.98 kg/m^3 ซึ่งเป็นประมาณ 1.5 เท่าของอากาศ โมเลกุลประกอบด้วยพันธะคู่ 2 พันธะ ($\text{O}=\text{C}=\text{O}$) ไม่ติดไฟ และไม่ทำปฏิกิริยา

คาร์บอนไดออกไซด์จะกลายเป็นของแข็งที่มีสีขาวอุณหภูมิ -78 องศาเซลเซียส โดยไม่ผ่านการเป็นของเหลวก่อน หากต้องการทำให้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นของเหลว ต้องใช้ความดันไม่น้อยกว่า 5.1 บรรยากาศ

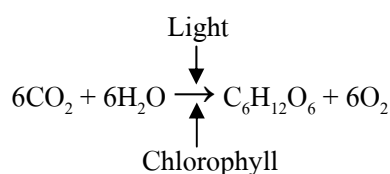
คาร์บอนไดออกไซด์สามารถละลายน้ำได้ 1 เปอร์เซนต์ของสารละลายนั้นจะกลายเป็นกรดคาร์บอนิกซึ่งจะเปลี่ยนรูปเป็นไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนตในภายหลัง

วัฏจักรคาร์บอน

เป็นวัฏจักรชีวธรณีเคมี ซึ่งคาร์บอนถูกแลกเปลี่ยนระหว่างสิ่งมีชีวิต, พื้นดิน, น้ำ และบรรยากาศของโลก คาร์บอนเป็นธาตุสำคัญธาตุหนึ่งของสิ่งมีชีวิต เป็นองค์ประกอบประมาณ 50% ของเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต และในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช การหมุนเวียนของคาร์บอนในระบบนิเวศแบ่งได้เป็น 2 แบบ ตามระยะเวลาที่ใช้ในการหมุนเวียนให้ครบรอบ คือ ระยะสั้น และระยะยาว

การหมุนเวียนระยะสั้น

เป็นการหมุนเวียนของคาร์บอนในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และการหายใจ เริ่มจากพืชตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมาสังเคราะห์เป็นสารอินทรีย์ คาร์บอนจากบรรยากาศจึงเคลื่อนย้ายเข้าสู่พืช เกิดขึ้นได้ทั้งบนบกและในน้ำ ดังสมการ



ในการสังเคราะห์ด้วยแสง พืชจะเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานเคมี บางส่วนถูกใช้ไป บางส่วนถูกเก็บสะสมในรูปคาร์โบไฮเดรต ซึ่งจะถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหาร คาร์บอนเหล่านี้จะกลับสู่บรรยากาศโดยการหายใจ และการย่อยสลายหลังจากสิ่งมีชีวิตตายลงไป การย่อยสลายนี้อาจจะได้คาร์บอนในรูปคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซมีเทน กลับคืนสู่บรรยากาศ

การย่อยสลายของจุลินทรีย์เกิดขึ้นได้สองสถานะคือ สถานะที่มีและไม่มีออกซิเจน ในสถานะที่มีออกซิเจน คาร์บอนในสารอินทรีย์จะถูกปล่อยออกมาในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนในสถานะที่ไม่มีออกซิเจน คาร์บอนถูกปล่อยออกมาในรูปก๊าซมีเทน โดยการทำงานของแบคทีเรียกลุ่ม Methanogen ก๊าซมีเทนจะถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ โดยแบคทีเรียกลุ่ม Methylophiles เช่น *Methylobacter*

คาร์บอนมอนอกไซด์เป็นรูปหนึ่งของคาร์บอนที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีแสงของมีเทน หรือจากการเผาไหม้ของมวลชีวภาพ โดยปกติ คาร์บอนมอนอกไซด์เป็นสารพิษต่อสิ่งมีชีวิต แต่ก็มีสิ่งมีชีวิตบางกลุ่มใช้คาร์บอนมอนอกไซด์เป็นแหล่งพลังงานได้ เช่น *Pseudomonas carboxydoflava* และ *Pseudomonas carboxydohydrogena* ซึ่งจะเปลี่ยนคาร์บอนมอนอกไซด์ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ในสถานะที่มีออกซิเจน ส่วนในสถานะที่ไม่มีออกซิเจน *Methanosarcina barkeri* จะเปลี่ยนคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นก๊าซมีเทน และ *Clostridium thermoaceticum* เปลี่ยนคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นกรดอะซิติก

การหมุนเวียนระยะยาว

เป็นการหมุนเวียนของคาร์บอนผ่านระบบโครงสร้างของโลกทั้งในแผ่นดิน มหาสมุทร และหินปูน องค์ประกอบสำคัญของหินปูน คือ แคลเซียมคาร์บอเนต หินปูนเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนที่สำคัญของโลก การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ และการกักเก็บแคลเซียม ซิลิกา และคาร์บอน ออกจากหินปูน

สิ่งที่ได้จากการกักเก็บจะลงสู่แม่น้ำ และไปยังมหาสมุทร Ca^{2+} และ HCO_3^- บางส่วนจะถูกใช้ในการสร้างโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบ เช่น เปลือกหอย บางส่วนกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์กลับสู่บรรยากาศ เมื่อสิ่งมีชีวิตตายจะถูกย่อยสลายได้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลึก ซึ่งจะกลับสู่บรรยากาศเมื่อน้ำในบริเวณนั้นม้วนตัวขึ้นมา

เป็นส่วนประกอบหลักของการควบคุมไม่ให้ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของน้ำเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และมีความสำคัญในขบวนการสังเคราะห์แสง คาร์บอนไดออกไซด์จะไปจำกัดการใช้ออกซิเจนของสัตว์น้ำ โดยจะทำให้การแลกเปลี่ยนออกซิเจนลดประสิทธิภาพลง ทำให้เป็นอันตรายต่อระบบหมุนเวียนเลือด และขบวนการหายใจของสัตว์น้ำ สัตว์น้ำส่วนใหญ่สามารถ

รู้สึกต่อการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้น เกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำ จึงควรมีคาร์บอนไดออกไซด์ 14 – 20 มิลลิกรัมต่อลิตร (วิรัช, 2544)

ไนโตรเจน และสารประกอบไนโตรเจน (N)

ไนโตรเจนเป็นหนึ่งในสามของสารอาหารสำคัญที่พืชต้องการ พืชส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปที่เป็นโมเลกุล (N_2) ได้ ในระบบนิเวศที่เป็นน้ำ พบว่า สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae) สามารถเปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนให้กลายเป็นแอมโมเนีย (NH_3) และไนเตรท (NO_3^-) ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ สัตว์ที่กินพืชเหล่านี้ในไนโตรเจนที่ได้ไปสร้างโปรตีน เมื่อพืชกับสัตว์ตายลง โมเลกุลของโปรตีนจะถูกย่อยให้เล็กลงโดยแบคทีเรียกลายเป็นแอมโมเนีย (NH_3) จากนั้นแอมโมเนียจะถูก Oxidized อีกขั้นหนึ่งโดย Nitrifying bacteria ซึ่งได้แก่แบคทีเรียในสกุล *Nitrosomonas* แบคทีเรียชนิดนี้ สามารถใช้ แอมโมเนีย (NH_3) แล้วเปลี่ยนให้เป็น ไนไตรท์ (NO_2^-) และไนเตรท (NO_3^-) แต่ในสภาวะที่ขาดออกซิเจนหรือมีออกซิเจนในปริมาณน้อย พบว่า ไนเตรท (NO_3^-) จะเปลี่ยนรูปโดยแบคทีเรียชนิดอื่นๆ กลายเป็นแอมโมเนีย (NH_3) และนั่น คือ การเริ่มต้นวัฏจักรของไนโตรเจนอีกครั้งหนึ่ง ดังนั้น ไนโตรเจนที่พบในแหล่งน้ำที่สำคัญมีอยู่ 2 รูป คือ ไนเตรท (NO_3^-) และ ไนไตรท์ (NO_2^-) ไนโตรเจนในรูปไนเตรท (NO_3^-) จัดว่ามีความสำคัญมากที่สุดใต้น้ำ

ไนโตรเจนในรูปไนเตรท (NO_3^-) มักพบในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำค่อนข้างต่ำ ไนเตรท (NO_3^-) เป็นสารอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย และพืชน้ำจืดหลาย สามารถตรวจพบในน้ำได้ในปริมาณที่สูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับปริมาณการรับไนเตรท (NO_3^-) จากแหล่งต่างๆ แหล่งน้ำ โดยปกติ ระดับของไนโตรเจนที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาติจะค่อนข้างต่ำ (น้อยกว่า 1 ppm ของไนโตรเจนในรูปของไนเตรท (NO_3^-)) เกิดจากกระบวนการย่อยสลายของเสียจากสัตว์ และซากพืชซากสัตว์ที่ตายแล้ว ซึ่งพืชจะนำไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว ในแหล่งน้ำที่มีระดับไนโตรเจนค่อนข้างสูง อาจจะทำให้เกิดกระบวนการยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) ได้ ระดับไนโตรเจนอาจจะสูงขึ้นเนื่องจากผลตามธรรมชาติหรือเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ และสัตว์น้ำ เป็นต้น ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่มีปริมาณสูงขึ้นได้จากการถ่ายมูลลงน้ำ ไนโตรเจนที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การทิ้งขยะหรือของเสียลงแม่น้ำ ปุ๋ยเคมีที่ถูกชะล้างลงสู่ลำน้ำต่างๆ ซึ่งอาจปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินได้ ตลอดจนน้ำไหลชะจากการเลี้ยงสัตว์บางชนิด และคอกสัตว์ เป็นต้น

การตรวจวัดไนโตรเจนในแหล่งน้ำ จะวัดไนโตรเจนในรูปไนเตรท (NO_3^-) และ ไนไตรท์ (NO_2^-) แต่การตรวจวัดไนเตรท (NO_3^-) โดยตรงนั้นทำได้ค่อนข้างยากเพราะไนเตรท (NO_3^-)

สามารถถูกรีดิวซ์ให้กลายเป็นไนไตรท์ (NO_2^-) ได้ง่าย ดังนั้น จึงเป็นการตรวจวัดปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) แทนที่จะตรวจวัดปริมาณไนเตรท (NO_3^-) ผลการตรวจวัดจึงมักจะเป็นความเข้มข้นของไนไตรท์ (NO_2^-) (ถ้ามีอยู่ในแหล่งน้ำ) รวมกับไนเตรท ดังนั้น จึงจำเป็นต้องตรวจวัดปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-)ควบคู่ไปด้วย ผลการตรวจวัดปริมาณไนเตรท (NO_3^-) จะรายงานเป็นปริมาณไนโตรเจนในรูปไนเตรท (NO_3^-) และ ไนไตรท์ (NO_2^-) จะรายงานเป็นปริมาณไนโตรเจนในรูปไนไตรท์ (NO_2^-) (ประเสริฐ, 2538)



อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

อุปกรณ์

1. บ่อซีเมนต์ทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร	จำนวน 12 บ่อ
2. แผ่นพลาสติกใส	จำนวน 12 แผ่น
3. ขางในรถจักรยานยนต์	จำนวน 12 เส้น
4. ขวดพลาสติกเก็บตัวอย่างน้ำ (Plastic bottles)	จำนวน 12 ขวด
5. ปีกเกอร์ (Beaker)	จำนวน 12 ใบ
6. ขวดรูปหม้อ (Erlenmeyer Flask)	จำนวน 12 ใบ
7. ขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flask)	จำนวน 1 ใบ
8. กระบอกตวง (Measuring Cylinder)	จำนวน 1 ใบ
9. ปิเปต (Measuring Pipette)	จำนวน 1 อัน
10. บิวเรตและชุดยึดจับ (Burette, Burette Clamp and Stand)	จำนวน 1 ชุด
11. เครื่อง Spectrophotometer	จำนวน 1 เครื่อง
12. กล้องถ่ายรูป	จำนวน 1 เครื่อง

วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง

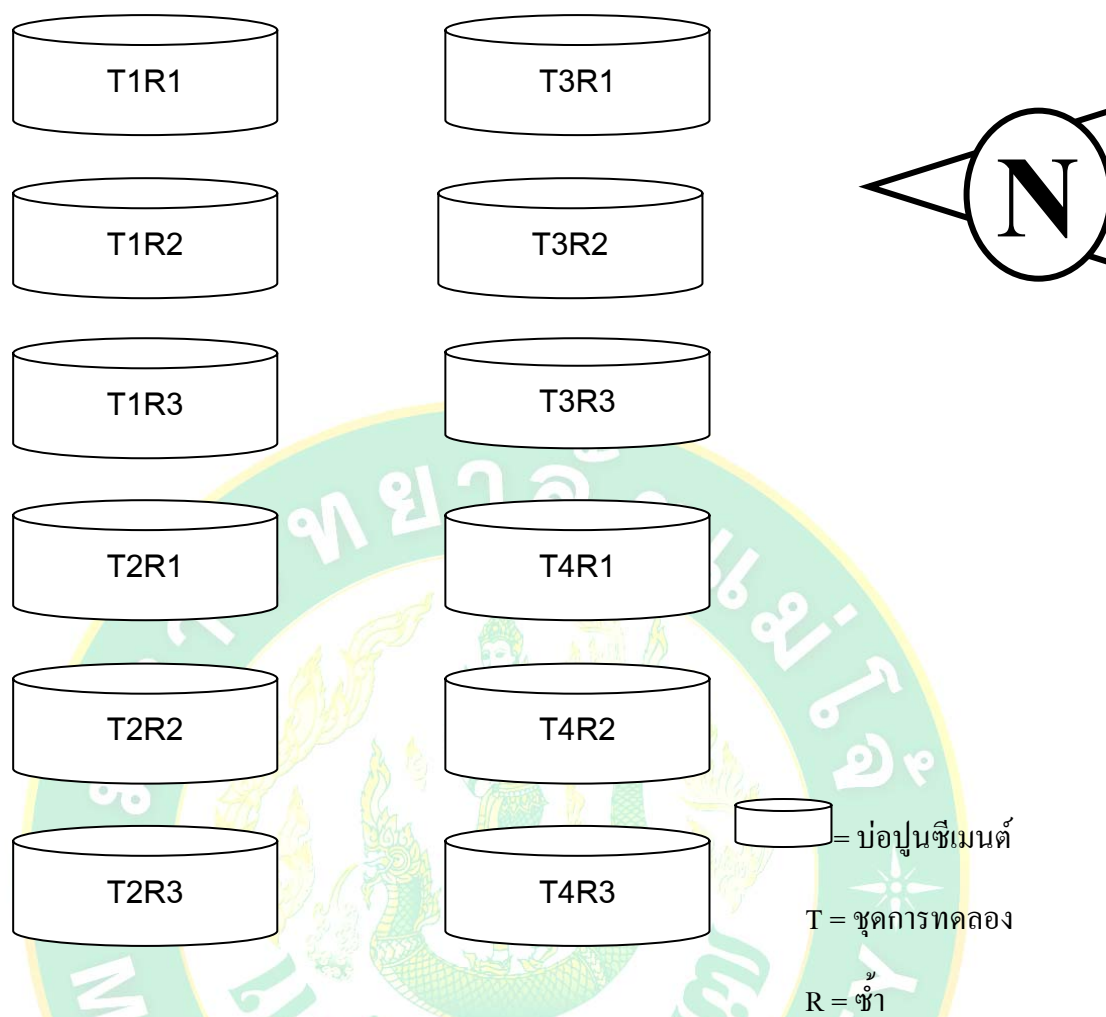
กำหนดการทดลองโดยแบ่งการทดลองเป็น 4 ชุดการทดลอง และทำการทดลองชุดละ 3 ชั่วโมง

ชุดการทดลองที่ 1 ความหนาแน่น 0 ตัวต่อบ่อ (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ความหนาแน่น 10 ตัวต่อบ่อ

ชุดการทดลองที่ 3 ความหนาแน่น 20 ตัวต่อบ่อ

ชุดการทดลองที่ 4 ความหนาแน่น 30 ตัวต่อบ่อ



ภาพที่ 2 แผนผังการทดลอง

2. การดำเนินการทดลอง

2.1 เตรียมบ่อซีเมนต์ทรงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร สูง 35 เซนติเมตร ทำความสะอาดแล้วเติมน้ำสูงประมาณ 30 เซนติเมตร

2.2 นำปลาคุกกี้อายุประมาณ 40 วัน ปล๋อยลงในบ่อทดลองตามที่กำหนดไว้

2.3 นำแผ่นพลาสติกใสมาคลุมบ่อซีเมนต์ทรงกลมใช้ยางในรถจักรยานยนต์รัดรอบแผ่นพลาสติกใสที่คลุมบ่อซีเมนต์ ทำฝาที่เปิดปิดสำหรับการให้อาหารปลาคุกกี้

2.4 ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดพลาสติก แล้วไปวิเคราะห์โดยวิธีดังต่อไปนี้

2.4.1 ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องมือ pH meter

2.4.2 ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) โดยวิธีของ ฟงส์เชญ์ (มปป.)

2.4.3 ค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO_2) โดยวิธีของ ฟงส์เชญ์ (มปป.)

2.4.4 ค่าแอมโมเนีย (Ammonia) โดยวิธีของ ฟงส์เชญ์ (มปป.)

2.4.5 ค่าไนไตรท์ (Nitrite) โดยวิธีของ ฟงส์เชญ์ (มปป.)

2.5 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANALYSIS OF VARIANCE) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลองโดยวิธี DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistics 6

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาความหนาแน่นของการเลี้ยงปลาอุกบึกอุยต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำในอัตราการปล่อย 0 ตัว (ชุดควบคุม), 10 ตัว, 20 ตัว และ 30 ตัว ในระยะเวลา 5 สัปดาห์ ซึ่งเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 12 บ่อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลองชุดละ 3 ซ้ำ ในแต่ละซ้ำจะทำการเก็บน้ำตัวอย่างสัปดาห์ละ 1 ครั้ง การเก็บน้ำตัวอย่างตั้งแต่ก่อนปล่อยปลาอุกบึกอุยจนถึงปลาอุกตายทั้งหมด ได้ผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำในการการศึกษความหนาแน่นของการเลี้ยงปลาอุกบึกอุยต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ในระยะเวลา 5 สัปดาห์

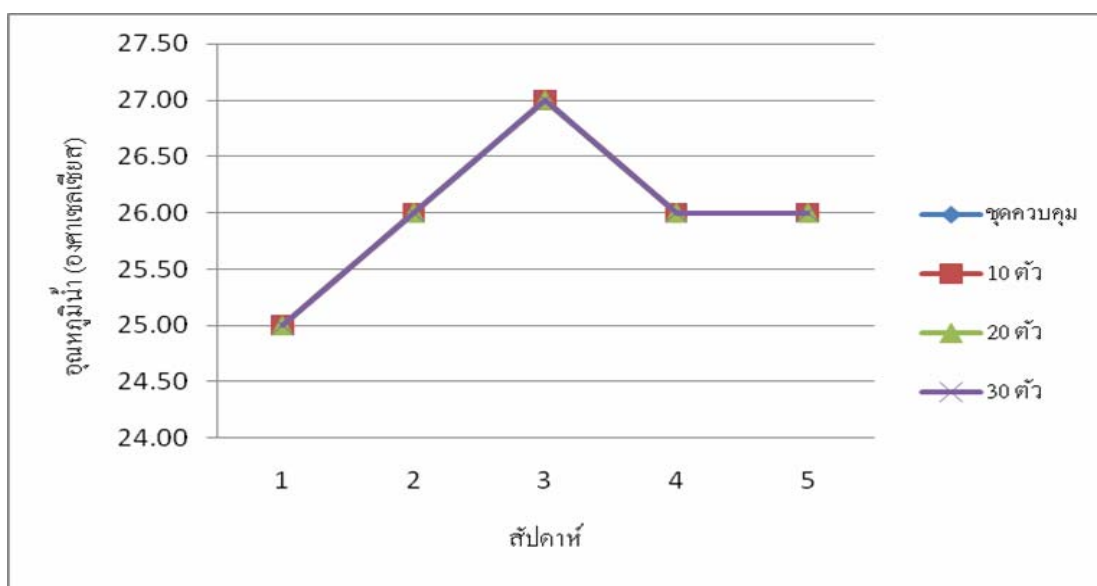
ปัจจัย	อัตราการปล่อยลูกปลาอุกบึกอุย(ตัว)			
	0 (ชุดควบคุม)	10	20	30
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26	26	26	26
ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	9.24±0.153 ^a	6.85±0.160 ^b	6.74±0.0070 ^b	6.76±0.035 ^b
ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของCaCO ₃)	60.93±2.411 ^d	171.27±9.900 ^c	207.87±8.393 ^b	328.93±14.007 ^a
ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ อิสระ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.00±0.000 ^d	54.07±6.170 ^c	75.91±3.467 ^b	93.68±6.922 ^a
ปริมาณแอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.16±0.026 ^d	1.07±0.025 ^c	1.30±0.021 ^b	1.55±0.084 ^a
ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.002±0.000 ^a	0.004±0.000 ^b	0.005±0.001 ^b	0.005±0.000 ^b

หมายเหตุ อักษร a, b, c, d ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่าง

มีนัยสำคัญยิ่ง (p<0.05)

1.อุณหภูมิน้ำ (Temperature)

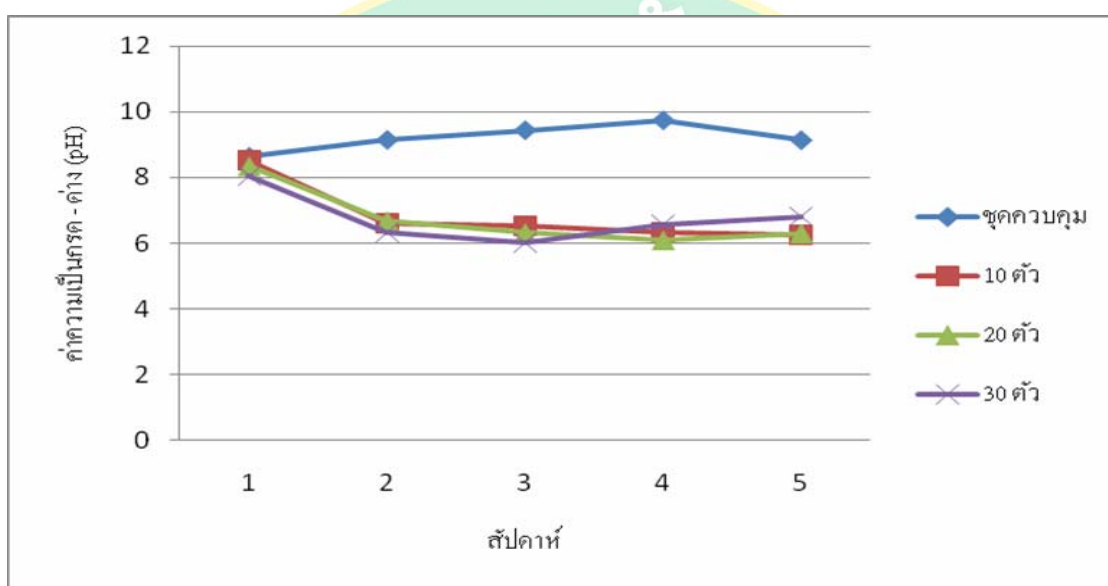
ตลอดการทดลองเลี้ยง พบว่า มีค่า 25, 26 และ 27 องศาเซลเซียส เท่ากันทุกชุดการทดลอง และชุดควบคุม เมื่อคำนวณทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ (Temperature) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาคูบักกอย ในระยะเวลา 5 สัปดาห์

2. ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)

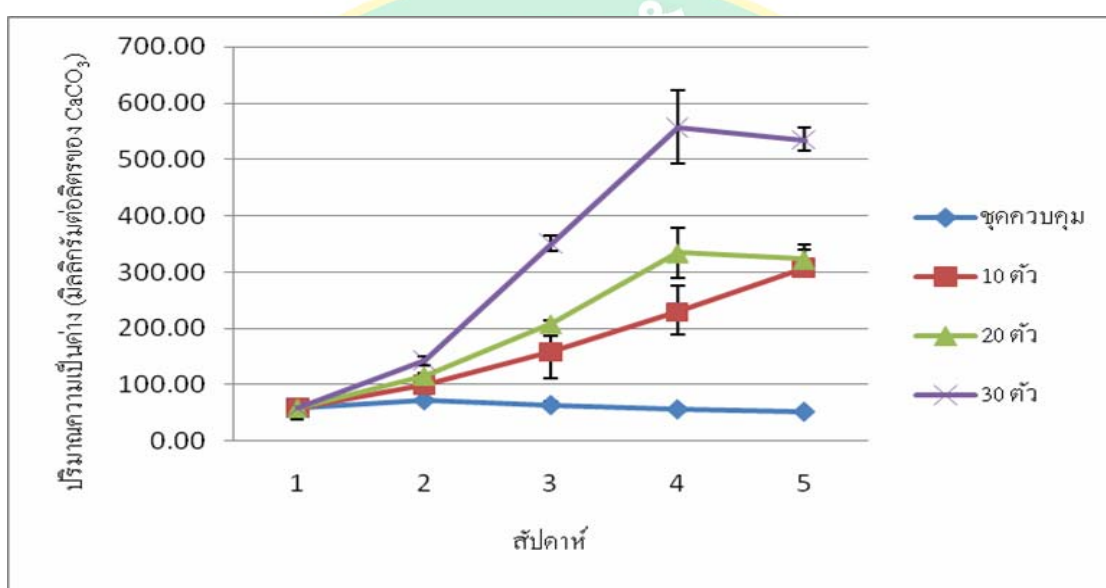
ตลอดการทดลองเลี้ยง พบว่า ในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากค่าน้อยไปหาค่ามาก ได้ดังนี้ คือ ชุดการทดลองที่ 3, ชุดการทดลองที่ 4, ชุดการทดลองที่ 2 และชุดควบคุม เท่ากับ 6.74 ± 0.070 , 6.76 ± 0.035 , 6.85 ± 0.160 , และ 9.24 ± 0.153 ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.05$) การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย ในระยะเวลา 5 สัปดาห์

3.ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity)

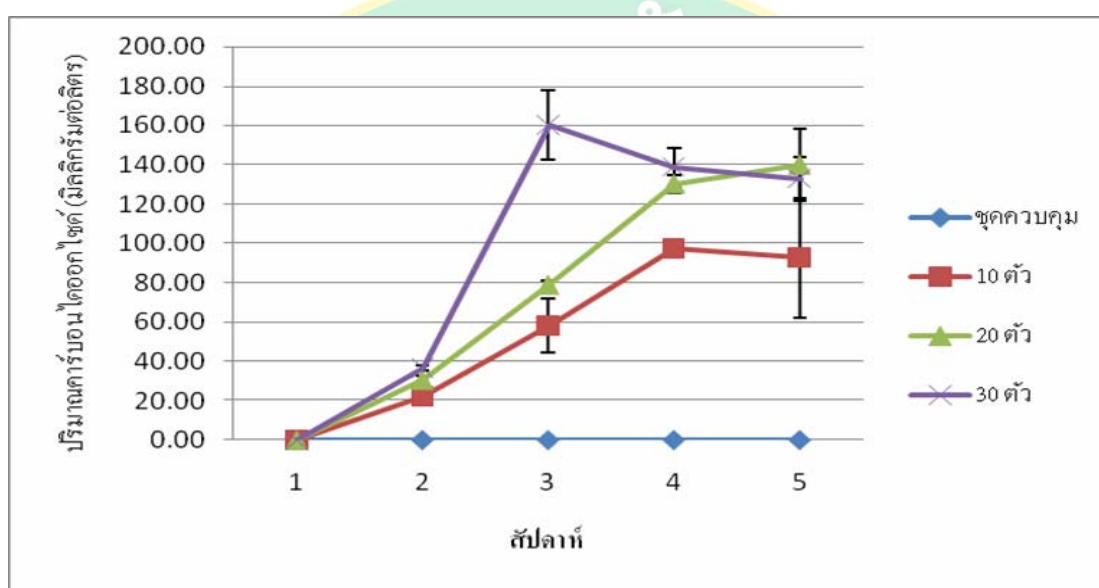
ตลอดการทดลองเลี้ยง พบว่า ในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากค่าน้อยไปหาค่ามาก ได้ดังนี้ คือ ชุดควบคุม, ชุดการทดลองที่ 2, ชุดการทดลองที่ 3 และชุดการทดลองที่ 4 เท่ากับ 60.93 ± 2.411 , 171.27 ± 9.900 , 207.87 ± 8.393 และ 328.93 ± 14.007 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.05$) การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นด่างตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย ในระยะเวลา 5 สัปดาห์

4. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO_2)

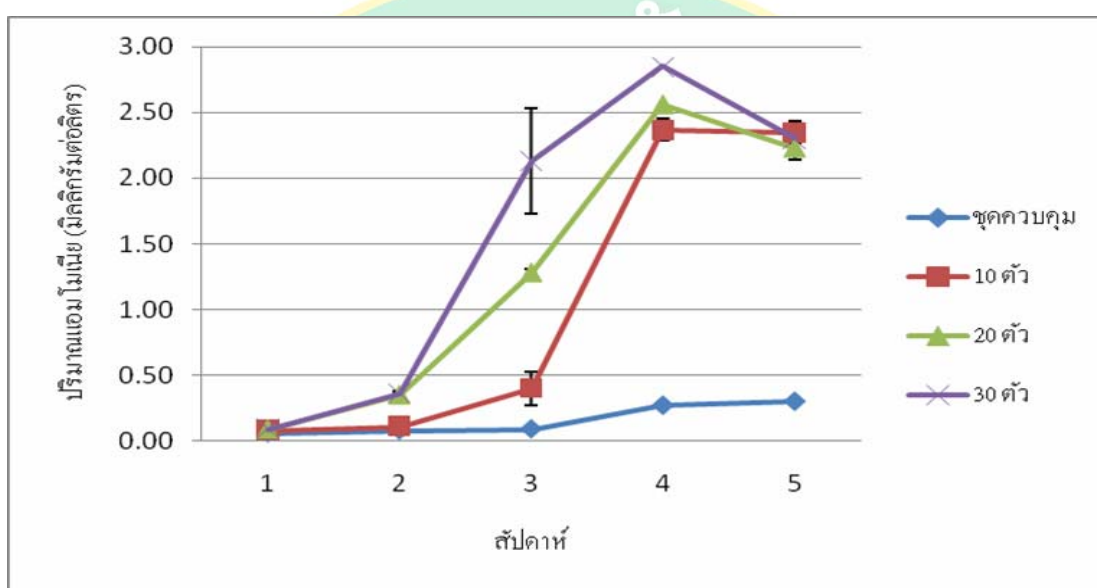
ตลอดการทดลองเลี้ยง พบว่า ในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากค่าน้อยไปหาค่ามาก ได้ดังนี้ คือ ชุดควบคุม, ชุดการทดลองที่ 2, ชุดการทดลองที่ 3 และชุดการทดลองที่ 4 เท่ากับ 0.00 ± 0.000 , 54.07 ± 6.170 , 75.91 ± 3.467 , และ 93.68 ± 6.922 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.05$) การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO_2) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาอุกบักอุย ในระยะเวลา 5 สัปดาห์

5. ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3)

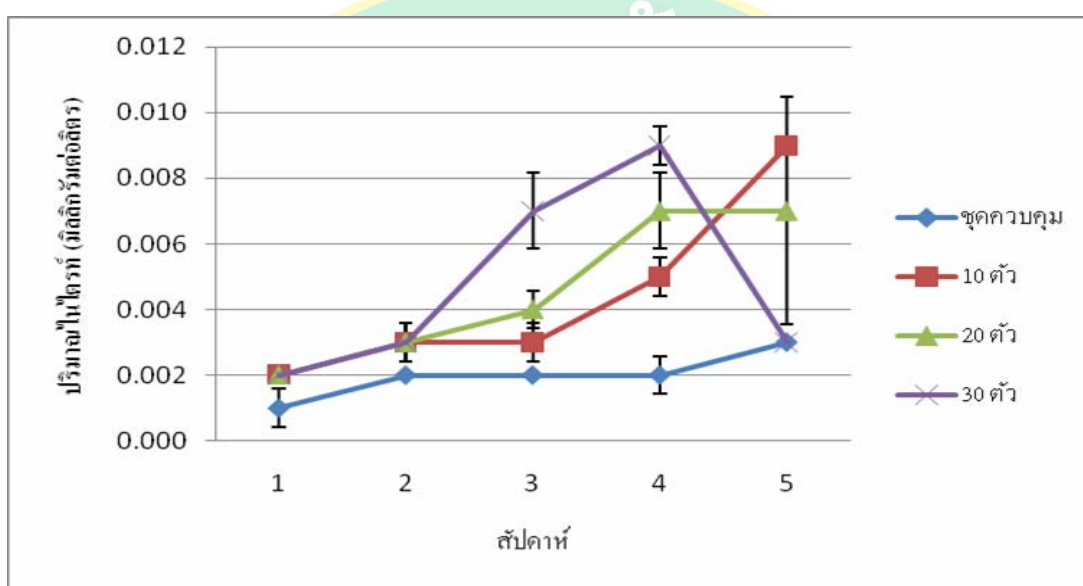
ตลอดการทดลองเลี้ยง พบว่า ในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากค่าน้อยไปหาค่ามาก ได้ดังนี้ คือ ชุดควบคุม, ชุดการทดลองที่ 2, ชุดการทดลองที่ 3 และชุดการทดลองที่ 4 เท่ากับ 0.16 ± 0.026 , 1.07 ± 0.025 , 1.30 ± 0.021 และ 1.55 ± 0.084 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.05$) การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย ในระยะเวลา 5 สัปดาห์

6. ปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-)

ตลอดการทดลองเลี้ยง พบว่า ในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากค่าน้อยไปหาค่ามาก ได้ดังนี้ คือ ชุดควบคุม, ชุดการทดลองที่ 2 และชุดการทดลองที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับชุดการทดลองที่ 4 เท่ากับ 0.002 ± 0.000 , 0.004 ± 0.000 , 0.005 ± 0.001 และ 0.005 ± 0.000 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.05$) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนไตรท์ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย ในระยะเวลา 5 สัปดาห์

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาความหนาแน่นของการเลี้ยงปลาดุกบักอู๋ต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ อัตราการปล่อย 0 ตัว (ชุดควบคุม), 10 ตัว, 20 ตัว และ 30 ตัว ในระยะเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า

ในระยะเวลาตลอดการทดลอง มีปลาดุกบักอู๋ตายทั้งหมด ในแต่ละชุดการทดลองมีระยะเวลาการตายของปลาดุกบักอู๋ที่ต่างกัน ระยะเวลาการตายของชุดการทดลองที่ 30 ตัว เริ่มมีการตายของปลาดุกบักอู๋ตั้งแต่ช่วงต้นสัปดาห์ที่ 3 และต้นช่วงสัปดาห์ที่ 4 ได้ตายทั้งหมดของชุดการทดลองที่ 30 ตัว ต่อมาชุดการทดลองที่ 20 ตัว เริ่มมีการตั้งตั้งแต่ช่วงกลางสัปดาห์ที่ 3 และช่วงกลางสัปดาห์ที่ 4 ได้ตายทั้งหมดของชุดการทดลองที่ 20 ตัว และชุดการทดลองที่ 10 ตัว เริ่มมีการตั้งตั้งแต่ช่วงต้นสัปดาห์ที่ 4 และช่วงต้นสัปดาห์ที่ 5 ได้ตายทั้งหมดของชุดการทดลองที่ 10 ตัว

อุณหภูมิน้ำ (Temperature) พบว่า ทั้ง 3 ชุดการทดลอง และชุดควบคุม ไม่มีความแตกต่างกัน จากการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าของอุณหภูมิน้ำจะอยู่ในช่วง 25 - 27 องศาเซลเซียส ปริมาณอุณหภูมิ น้ำ จะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศ และความเข้มของแสงสว่างที่ส่องลงในน้ำนั้น จะถ่ายทอดพลังงานความร้อนให้กับน้ำ ทำให้น้ำในแหล่งน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยปกติปลาเขตร้อนจะอาศัยในน้ำที่มีอุณหภูมิที่อยู่ระหว่าง 25 – 32 องศาเซลเซียส (วิรัช, 2544)

ปริมาณความเป็นกรด – ด่าง (pH) พบว่า ในชุดควบคุมจะมีปริมาณสูง และระดับของค่าคงที่ มีความแตกต่างกับ 3 ชุดการทดลองที่มีค่าต่ำลงไปตามลำดับของปริมาณอัตราความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากในน้ำมีค่าไฮโดรเจนไอออน (H^+) จำนวนมาก ที่ได้มาจากธาตุประกอบของโปรตีน จากเศษอาหารที่เหลือในบ่อเลี้ยง ซึ่งปัจจัยในการเพิ่มหรือลดลง นั้นอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมที่สัตว์น้ำอาศัยหรืออาจเกิดจากสมบัติทางเคมีที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำซึ่งเมื่อไหร่ที่มีปริมาณของคาร์บอนเกิดการจับตัวกับน้ำจะทำให้ปริมาณของกรดคาร์บอนิกมากขึ้นจนทำให้ปริมาณความเป็นกรด – ด่าง (pH) ลดลง ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรมีค่าเท่ากับ 6.5 – 9 (สุภาพร, 2545)

ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) พบว่า ในชุดควบคุมจะมีปริมาณต่ำและระดับของค่าคงที่ที่ต่ำสุดมีความแตกต่างกับ 3 ชุดการทดลองที่มีค่าสูงขึ้นไปตามลำดับของปริมาณอัตราความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากในสภาวะที่ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ต่ำ ทำให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) มาจับตัวกับคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และทำให้ในน้ำมีความเป็นด่างสูง ซึ่งปริมาณความเป็นด่างของน้ำในแหล่งธรรมชาติส่วนใหญ่ จะเกิดจากไบคาร์บอเนต (HCO_3^-), คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และ ไฮดรอกไซด์ (HO^-) ซึ่งจะเป็นตัวควบคุมไม่ให้น้ำมีการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด – ด่าง อย่างรวดเร็ว โดยน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำควรมีค่าความเป็นด่างระหว่าง 100 – 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

ของ CaCO_3 (กรัมประมง, มปป.) แต่ ไมตรี และ จารุวรรณ (2528) รายงานว่า ปริมาณความเป็นด่างควรมีค่า 20 – 250 มิลลิกรัมของ CaCO_3 จึงจะมีคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ปริมาณที่เหมาะสมแก่การสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO_2) พบว่า ในชุดควบคุมไม่มีคาร์บอนไดออกไซด์ มีความแตกต่างกับ 3 ชุดการทดลองที่มีค่าสูงขึ้นตามปริมาณอัตราความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากภายในบ่อเลี้ยงไม่มีการถ่ายน้ำ ทำให้มีการสะสมของคาร์บอนไดออกไซด์อิสระมากขึ้นเรื่อยๆ คาร์บอนไดออกไซด์อิสระเป็นส่วนประกอบหลักของการควบคุมไม่ให้ค่าความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และมีความสำคัญในขบวนการสังเคราะห์แสง คาร์บอนไดออกไซด์อิสระจะไปจำกัดการใช้ออกซิเจนของสัตว์น้ำ โดยจะทำให้การแลกเปลี่ยนออกซิเจนลดประสิทธิภาพลงทำให้เป็นอันตรายต่อระบบหมุนเวียนเลือด และขบวนการหายใจของสัตว์น้ำ (กรัมประมง, มปป.) แหล่งกำเนิดสภาพด่างในน้ำธรรมชาติมาจากเกลือคาร์บอเนต ซึ่งถูกละลายด้วยคาร์บอนไดออกไซด์อิสระในน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์อิสระอาจมาจากอากาศหรือมาจากการย่อยสลายทางชีวภาพของสารอินทรีย์ต่างๆ ในทางปฏิบัติถือว่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระในน้ำมีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 4.4 - 8.2 ถ้าค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) สูงกว่า 8.2 จะไม่พบคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอิสระในน้ำแล้ว อัตราส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์อิสระต่อไบคาร์บอเนต เป็นปัจจัยกำหนดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของน้ำ ดังนั้น ค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 14 – 20 มิลลิกรัมต่อลิตร (วิรัช, 2544)

ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) พบว่า ในชุดควบคุมจะมีปริมาณต่ำ และระดับของค่าคงที่มีความแตกต่างกับ 3 ชุดการทดลองที่มีค่าสูงขึ้นตามลำดับของปริมาณอัตราความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการสะสมของเสียภายในบ่อเลี้ยง บ่อเลี้ยงไม่มีการถ่ายเปลี่ยนน้ำ ทำให้ค่าแอมโมเนียเพิ่มสูงขึ้น และสาเหตุที่แอมโมเนียที่ลดลง เนื่องจากปลาถูกบักเณรภายในบ่อเลี้ยงตายทั้งหมด ซึ่งไม่มีการให้อาหารกับไม่มีการขับถ่ายของเสียจากปลาคูกบักเณร และทำให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินตรึงไนโตรเจน เป็นสาเหตุที่ทำให้แอมโมเนียลดลง ปริมาณแอมโมเนียมักพบมากในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำแบบพัฒนา ซึ่งมีการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหนาแน่นและมีการให้อาหารที่มีโปรตีนสูง ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ กรมประมง (มปป.) รายงานว่า โดยปกติค่าแอมโมเนียที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่ควรเกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่จากผลการทดลองทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

ปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) พบว่า ในชุดควบคุมจะมีปริมาณต่ำ และระดับของค่าคงที่มีความแตกต่างกับ 3 ชุดการทดลองที่มีค่าสูงขึ้นตามลำดับของปริมาณอัตราความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น แต่ยังไม่มีความพิษที่ร้ายแรงต่อสัตว์น้ำ และสาเหตุที่ไนไตรท์ลดลง เนื่องจากไนไตรท์จะมีลักษณะควบคู่กับแอมโมเนีย ในบ่อเลี้ยงไม่มีการให้อาหาร ทำให้ไนบ่อเลี้ยงอยู่ในสภาวะที่ขาดออกซิเจน และเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันได้ไม่เต็มที่ ปริมาณไนไตรท์ควรอยู่ต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลา กุ้ง และสัตว์น้ำ ก็คือ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณไนไตรท์ เกิดจากการเปลี่ยนรูปทางเคมี ของสารประกอบไนโตรเจน โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่ม กิโมออโต้โทรฟ (Chemoautotroph) ที่สามารถดึงออกซิเจนออกจากสารประกอบไนโตรเจน (ไนเตรต) มาใช้เพื่อการดำรงชีพ ในกรณีที่ขาดออกซิเจนหรือออกซิเจนไม่เพียงพอ จนทำให้เกิดการสะสมของไนไตรท์ การสะสมของของเสีย เช่น มูลสัตว์น้ำ และเศษอาหารเหลือ เนื่องจากการให้อาหารมากเกินไป และซากแพลงก์ตอนเหล่านี้เป็นแหล่งของสารประกอบไนโตรเจน ที่ทำให้เกิดไนไตรท์ขึ้นภายในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้ (กรมประมง, มปป.) ไมตรี และจารุวรรณ (2528) รายงานว่า อุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจน (O_2) เป็นปัจจัยที่ทำให้ปริมาณไนไตรท์เพิ่มหรือลด และเมื่อปริมาณไนไตรท์สูงขึ้นเกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ก็จะทำให้เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความหนาแน่นของการเลี้ยงปลาดุกบักขุยต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำในอัตราการปล่อย 0 ตัว (ชุดควบคุม), 10 ตัว, 20 ตัว และ 30 ตัว ในระยะเวลา 5 สัปดาห์ สรุปได้ว่า อุณหภูมิน้ำ (Temperature) นั้นให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดควบคุม และ พบว่า ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH), ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity), ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) นั้นให้ผลแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.05$)



บรรณานุกรม

- กรมประมง. 2545. การเพาะเลี้ยงปลาคูบักอูย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://www.fisheries.go.th>. สืบค้น 30 กรกฎาคม 2553.
- กรมประมง. ม.ป.ป. คุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลา. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://www.trangpets.com>. สืบค้น 31 ธันวาคม 2552
- กรมอนามัย. 2539. คู่มือการตรวจวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ. กระทรวงสาธารณสุข. 363 หน้า.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2550. สภาพะโลกร้อน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
<http://www.tmd.go.th/NCCT/index.php>. สืบค้น 30 กรกฎาคม 2553.
- จำลอง อรุณเลิศอารีย์. ม.ป.ป. คู่มือสำรวจทรัพยากรน้ำด้านคุณภาพ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://tsunami.deqp.go.th/WaterQ.asp>. สืบค้น 14 มกราคม 2553.
- ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2538. เทคนิคทางเคมี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://www.school.net.th/library/snet5/titrate.html>. สืบค้น 15 มีนาคม 2554
- พงศ์เชษฐ พิชิตกุล. ม.ป.ป. การวิเคราะห์น้ำ (Water Analysis). กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- มันสิน ตันทุลเทศ. 2553. เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
http://www.koi-keeper.net/topic_4600.0.html. สืบค้น 15 มีนาคม 2554
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์และจรรุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับการวิจัย
ทางการประมง. กรุงเทพฯ: สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. 115 หน้า
- คาร์บอนไดออกไซด์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://th.wikipedia.org/wiki/คาร์บอนไดออกไซด์>.
สืบค้น 15 มีนาคม 2554
- วิรัช จิวแหยม. 2544. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเพาะเลี้ยง
สัตว์น้ำ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 166 หน้า
- สุภาพร สุกสีเหลือง. 2545. การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. กรุงเทพฯ: สื่อเสริมกรุงเทพ. 312 หน้า
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ม.ป.ป. ก๊าซเรือนกระจก.
[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://lokron.blogspot.com/2007/06/blog-post.html>.
สืบค้น 1 สิงหาคม 2553



ภาคผนวก (ก)



ภาพผนวกที่ 1 บ่อซีเมนต์ทรงกลมที่ใช้ในการทดลอง



ภาพผนวกที่ 2 ช่องเปิด – ปิดให้อาหารปลาดุกบักอูย



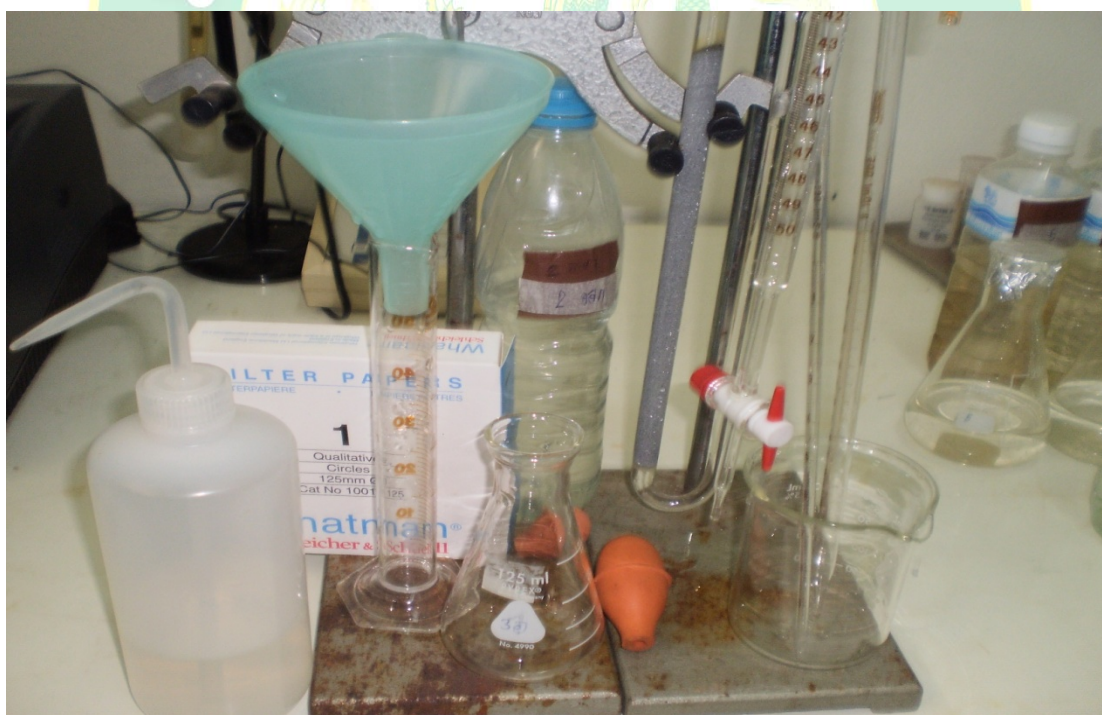
ภาพผนวกที่ 3 ลักษณะบ่อที่ใช้การทดลองการเลี้ยงปลาอุกบิกอูระบบปิด



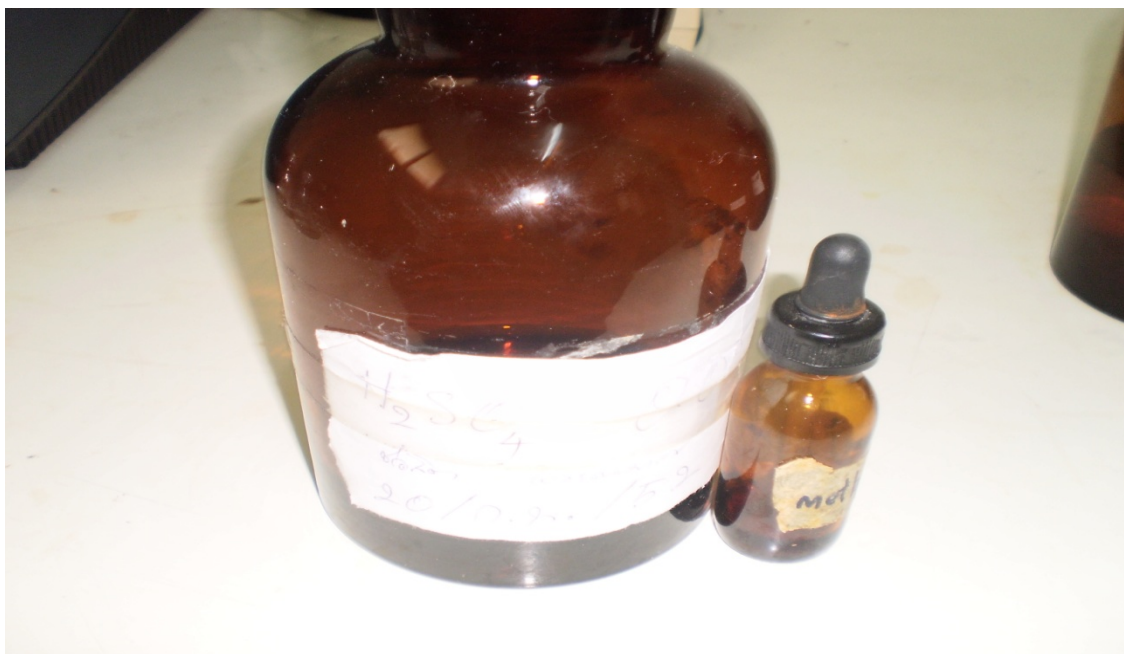
ภาพผนวกที่ 4 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง



ภาพผนวกที่ 5 เครื่อง Spectrophotometer ที่ใช้ค่าของแอมโมเนียและไนไตรท์



ภาพผนวกที่ 6 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำ



ภาพผนวกที่ 7 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ความเป็นด่าง



ภาพผนวกที่ 8 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไนโตรเจน



ภาพผนวกที่ 9 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์แอมโมเนีย



ภาพผนวกที่ 10 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คาร์บอนไดออกไซด์อิสระ



ตารางผนวกที่ 1 อุณหภูมิน้ำ (Temperature) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาอุกบักอุยอัตราการปล่อย 0 ตัว

สัปดาห์ที่	อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	25	25	25	25
2	26	26	26	26
3	27	27	27	27
4	26	26	26	26
5	26	26	26	26
ค่าเฉลี่ย	26	26	26	26

ตารางผนวกที่ 2 อุณหภูมิน้ำ (Temperature) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาอุกบักอุยอัตราการปล่อย 10 ตัว

สัปดาห์ที่	อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	25	25	25	25
2	26	26	26	26
3	27	27	27	27
4	26	26	26	26
5	26	26	26	26
ค่าเฉลี่ย	26	26	26	26

ตารางผนวกที่ 3 อุณหภูมิน้ำ (Temperature) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาอุกบักอุยอัตราการปล่อย 20 ตัว

สัปดาห์ที่	อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	25	25	25	25
2	26	26	26	26
3	27	27	27	27
4	26	26	26	26
5	26	26	26	26
ค่าเฉลี่ย	26	26	26	26

ตารางผนวกที่ 4 อุณหภูมิน้ำ (Temperature) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาอุกบักอุยอัตราการปล่อย 30 ตัว

สัปดาห์ที่	อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	25	25	25	25
2	26	26	26	26
3	27	27	27	27
4	26	26	26	26
5	26	26	26	26
ค่าเฉลี่ย	26	26	26	26

ตารางผนวกที่ 5 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาอุกบักอูยอัตราการปล่อย 0 ตัว

สัปดาห์ที่	ค่าความเป็นกรด – ด่าง			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	8.63	8.81	8.51	8.65
2	9.26	9.24	8.98	9.16
3	9.49	9.21	9.66	9.45
4	10.26	9.52	9.60	9.79
5	9.44	9.03	8.99	9.15
ค่าเฉลี่ย	9.42	9.16	9.15	9.24±0.153

ตารางผนวกที่ 6 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาอุกบักอูยอัตราการปล่อย 10 ตัว

สัปดาห์ที่	ค่าความเป็นกรด – ด่าง			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	8.77	8.45	8.35	8.52
2	6.81	6.56	6.46	6.61
3	6.73	6.54	6.37	6.55
4	6.36	6.45	6.21	6.34
5	6.45	6.21	6.11	6.26
ค่าเฉลี่ย	7.02	6.84	6.70	6.85±0.160

ตารางผนวกที่ 7 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาอุกบักอูยอัตราการปล่อย 20 ตัว

สัปดาห์ที่	ค่าความเป็นกรด – ด่าง			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	8.10	8.15	8.79	8.35
2	6.85	6.65	6.52	6.67
3	6.35	6.30	6.25	6.30
4	6.14	6.02	6.09	6.08
5	6.33	6.20	6.33	6.29
ค่าเฉลี่ย	6.75	6.66	6.80	6.74±0.070

ตารางผนวกที่ 8 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาอุกบักอูยอัตราการปล่อย 30 ตัว

สัปดาห์ที่	ค่าความเป็นกรด – ด่าง			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	7.97	8.03	8.15	8.05
2	6.45	6.31	6.24	6.33
3	6.07	5.99	5.99	6.02
4	6.61	6.63	6.45	6.56
5	6.83	6.84	6.79	6.82
ค่าเฉลี่ย	6.79	6.76	6.72	6.76±0.035

ตารางผนวกที่ 9 ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาอุกบักอุยอัตราการปล่อย
0 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	60	62	56	59.33
2	72	68	76	72.00
3	64	58	70	64.00
4	60	52	58	56.67
5	50	52	56	52.67
ค่าเฉลี่ย	61.20	58.40	63.20	60.93 $\pm$ 2.411

ตารางผนวกที่ 10 ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาอุกบักอุยอัตราการปล่อย
10 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	62	54	62	59.33
2	78	118	107	101.00
3	130	184	162	158.67
4	284	200	204	229.33
5	352	300	272	308.00
ค่าเฉลี่ย	181.20	171.20	161.40	171.27 $\pm$ 9.900

ตารางผนวกที่ 11 ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บึงกุ่มอุทราการปล่อย
20 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของCaCO ₃)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	66	52	58	58.67
2	120	110	118	116.00
3	206	202	216	208.00
4	324	382	296	334.00
5	338	326	304	322.67
ค่าเฉลี่ย	210.80	214.40	198.40	207.87±8.393

ตารางผนวกที่ 12 ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้บึงกุ่มอุทราการปล่อย
30 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของCaCO ₃)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	58	54	62	58.00
2	134	146	148	142.67
3	342	344	368	351.33
4	632	520	520	557.33
5	550	512	544	535.33
ค่าเฉลี่ย	343.20	315.20	328.40	328.93±14.007

ตารางผนวกที่ 13 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO₂) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาอุกบักอูยัตรา
การปล่อย 0 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.00	0.00	0.00±0.000

ตารางผนวกที่ 14 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO₂) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาอุกบักอูยัตรา
การปล่อย 10 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	16.91	23.97	25.96	22.28
3	73.95	49.94	50.93	58.27
4	95.92	95.92	99.88	97.24
5	74.91	74.91	127.84	92.55
ค่าเฉลี่ย	52.34	48.95	60.92	54.07±6.170

ตารางผนวกที่ 15 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO₂) ภายในน้ำป่อเลี้ยงปลาอุกบึงกุดยออัตรา
การปล่อย 20 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	27.96	31.96	31.96	30.63
3	80.90	75.90	79.90	78.90
4	132.84	132.84	124.85	130.18
5	118.85	153.81	146.88	139.85
ค่าเฉลี่ย	72.11	78.90	76.72	75.91±3.467

ตารางผนวกที่ 16 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO₂) ภายในน้ำป่อเลี้ยงปลาอุกบึงกุดยออัตรา
การปล่อย 30 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	34.95	37.95	36.95	36.62
3	139.83	169.79	170.79	160.14
4	130.84	135.83	149.82	138.83
5	122.85	144.82	130.84	132.84
ค่าเฉลี่ย	85.69	97.68	97.68	93.68±6.922

ตารางผนวกที่ 17 ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาอุกบักอูยอัตราการปล่อย 0 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณแอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	0.07	0.06	0.06	0.06
2	0.08	0.08	0.07	0.08
3	0.09	0.09	0.09	0.09
4	0.28	0.33	0.19	0.27
5	0.31	0.33	0.25	0.30
ค่าเฉลี่ย	0.17	0.18	0.13	0.16 ± 0.026

ตารางผนวกที่ 18 ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาอุกบักอูยอัตราการปล่อย 10 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณแอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	0.09	0.07	0.08	0.08
2	0.11	0.13	0.10	0.11
3	0.29	0.54	0.38	0.40
4	2.42	2.42	2.28	2.37
5	2.42	2.28	2.36	2.35
ค่าเฉลี่ย	1.07	1.09	1.04	1.07 ± 0.025

ตารางผนวกที่ 19 ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้กับกดยอัตราการปล่อย 20 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณแอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	0.08	0.09	0.09	0.09
2	0.37	0.35	0.33	0.35
3	1.25	1.31	1.29	1.28
4	2.56	2.56	2.56	2.56
5	2.13	2.28	2.28	2.23
ค่าเฉลี่ย	1.28	1.32	1.31	1.30 ± 0.021

ตารางผนวกที่ 20 ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาตู้กับกดยอัตราการปล่อย 30 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณแอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	0.10	0.09	0.08	0.09
2	0.34	0.35	0.38	0.36
3	2.41	1.67	2.31	2.13
4	2.85	2.85	2.85	2.85
5	2.28	2.31	2.31	2.30
ค่าเฉลี่ย	1.60	1.45	1.59	1.55 ± 0.084

ตารางผนวกที่ 21 ปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาคุกกักอยู่อัตราการปล่อย 0 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	0.001	0.002	0.001	0.001
2	0.002	0.002	0.002	0.002
3	0.002	0.002	0.002	0.002
4	0.002	0.003	0.002	0.002
5	0.003	0.003	0.003	0.003
ค่าเฉลี่ย	0.002	0.002	0.002	0.002 ± 0.000

ตารางผนวกที่ 22 ปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาคุกกักอยู่อัตราการปล่อย 10 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	0.002	0.002	0.002	0.002
2	0.003	0.003	0.002	0.003
3	0.003	0.004	0.003	0.003
4	0.004	0.005	0.005	0.005
5	0.009	0.009	0.009	0.009
ค่าเฉลี่ย	0.004	0.005	0.004	0.004 ± 0.000

ตารางผนวกที่ 23 ปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาคุกกักอยู่อัตราการปล่อย 20 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	0.002	0.002	0.002	0.002
2	0.004	0.003	0.003	0.003
3	0.004	0.005	0.004	0.004
4	0.006	0.008	0.006	0.007
5	0.003	0.009	0.009	0.007
ค่าเฉลี่ย	0.004	0.005	0.005	0.005 ± 0.001

ตารางผนวกที่ 24 ปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) ภายในน้ำบ่อเลี้ยงปลาคุกกักอยู่อัตราการปล่อย 30 ตัว

สัปดาห์ที่	ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	0.002	0.002	0.002	0.002
2	0.003	0.003	0.004	0.003
3	0.008	0.006	0.006	0.007
4	0.009	0.008	0.009	0.009
5	0.003	0.003	0.003	0.003
ค่าเฉลี่ย	0.005	0.004	0.005	0.005 ± 0.000

ตารางผนวกที่ 25 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในการเลี้ยงปลาดุกบักอยู่ในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	13.6518	4.5506	328.36	4.07	7.59	0.0000
Ex.Error	8	0.1109	0.0139				
Total	11	13.7626	1.2511				

GRAND MEAN = 7.39749995867411

CV = 1.5914 %

ตารางผนวกที่ 26 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) ในการเลี้ยงปลาดุกบักอยู่ในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	109831.7478	36610.5826	395.26	4.07	7.59	0.0000
Ex.Error	8	740.9868	92.6233				
Total	11	110572.7346	10052.0668				

GRAND MEAN = 192.25

CV = 5.0060 %

ตารางผนวกที่ 27 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO_2) ในการเลี้ยงปลาดุกบักอยู่ในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	14868.4152	4956.1384	202.29	4.07	7.59	0.0000
Ex.Error	8	196.006	24.5008				
Total	11	15064.4212	1369.4928				

GRAND MEAN = 55.915833791097

CV = 8.8523 %

ตารางผนวกที่ 28 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ในการเลี้ยงปลาดุกบักอยู่ในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	3.2983	1.0994	499.74	4.07	7.59	0.0000
Ex.Error	8	0.0176	0.0022				
Total	11	3.3159	0.3014				

GRAND MEAN = 1.01916667694847

CV = 4.6022%

ตารางผนวกที่ 29 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) ในการเลี้ยงปลาดุกบักอยู่ในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	0.0000	0.0000	153.00	4.07	7.59	0.0000
Ex.Error	8	0.0000	0.0000				
Total	11	0.0000	0.0000				

GRAND MEAN = 1.5833333794338E-03

CV = 18.2321 %

ตารางผนวกที่ 30 DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST เปรียบเทียบค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในการเลี้ยงปลาดุกบักอยู่ในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
Treat1		9.2433	A
Treat2		6.8533	B
Treat4		6.7567	B
Treat3		6.7367	B

ตารางผนวกที่ 31 DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST เปรียบเทียบปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity) ในการเลี้ยงปลาดุกบักอยู่ในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
Treat4		328.9333	A
Treat3		207.8667	B
Treat2		171.2667	C
Treat1		60.9333	D

ตารางผนวกที่ 32 DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO_2) ในการเลี้ยงปลาดุกบักอยู่ในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
Treat4		93.6833	A
Treat3		75.9100	B
Treat2		54.0700	C
Treat1		0.0000	D

ตารางผนวกที่ 33 DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ในการเลี้ยงปลาดุกบักอยู่ในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
Treat4		1.5467	A
Treat3		1.3033	B
Treat2		1.0667	C
Treat1		0.1600	D

ตารางผนวกที่ 34 DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST เปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) ในการเลี้ยงปลาดุกบักอยู่ในความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้งหมดของการทดลอง

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
Treat1		0.002	A
Treat2		0.004	B
Treat3		0.005	B
Treat4		0.005	B



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล : นาย ชัยยุทธ เทพมณฑา
 เกิดเมื่อ : วันที่ 31 มกราคม 2531
 ประวัติการศึกษา : วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการประมง, มหาวิทยาลัยแม่โจ้ พ.ศ.
 2554
 ประวัติการทำงาน : -

VITA
NAME : MR. CHAIYUT THEPMONTA
DATH OF BIRTH : 31 JANUARY 1988
EDUCATION : BACHELOR OF SCIENCE FISHERIES, 2011 MAEJO
 UNIVERSITY
WORK EXPERIENCE : -

