ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ผลของความขุ่นต่ออัตราการตายในปลานิลและปลายี่สกเทศ
Effects of Turbidity on Mortality Rate in Nile Tilapia (*Oreochromis niloti*cus) and Rohu carp (*Labeo rohita*)

ชื่อนักศึกษา นางสาววิมาลา สังข์เสือ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์)

ภาควิชารองรับแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
วันที่ 28 เดือน พ.ค. พ.ศ. 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

# ผลของความขุ่นต่ออัตราการตายในปลานิลและปลายี่สกเทศ

# Effects of Turbidity on Mortality Rate in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Rohu carp (*Labeo rohita*)

โดย

นางสาววิมาลา สังข์เสือ

วพ.
วิ 670ผ
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน.เดือน.ปี.....

b.11883261
i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
**กรุงเทพมหานคร** 10520
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

## เรื่อง

## ผลของความขุ่นต่ออัตราการตายในปลานิลและปลายี่สกเทศ

## Effects of turbidity on mortality rate in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Rohu carp (*Labeo rohita*)


ความขุ่นในน้ำเตรียมได้จากการกระจายอนุภาคดินด้วยเทคนิคทางด้านปฐพีวิทยา เพื่อนำมาศึกษาผลกระทบของความขุ่นต่ออัตราการตายในลูกปลานิลและลูกปลายี่สกเทศที่ระดับความขุ่น 155.20±1.744, 215.00±10.095, 269.13±4.580 และ 673.50±18.682 NTU ตามลำดับพบว่าลูกปลานิลวัยอ่อนในช่วงอายุ 20 25 30 และ 35 วัน มีอัตราการตายเฉลี่ยที่เวลา 96 ชั่วโมง เท่ากับ 16.00 ± 2.222, 20.16 ± 2.356, 4.00 ± 0.880 และ 1.83 ± 0.636 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และจากการทำนายอัตราการตายของลูกปลานิล 50 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุ 20 25 30 และ 35 วัน พบอัตราการตายที่ระดับความขุ่น 913.8333, 2007.167, 3100.5 และ 4193.833 NTU ตามลำดับ ส่วนลูกปลายี่สกเทศวัยอ่อนในช่วงอายุ 20 25 30 และ 35 วัน มีอัตราการตายเฉลี่ย 50.00 ± 27.775, 22.7 ± 25.801, 38.00 ± 38.402 และ 4.00 ± 6.322 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และจากการทำนายอัตราการตายของลูกปลายี่สกเทศ 50 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุ 20 25 30 และ 35 วัน พบอัตราการตายที่ระดับความขุ่น 1038.167, 2048.167, 3058.167 และ 4068.167 NTU ตามลำดับ โดยลูกปลาที่มีอายุน้อยมีแนวโน้มการตายเพิ่มขึ้นตามระดับความขุ่น ในขณะที่ลูกปลาที่มีอายุเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มการตายลดลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษและได้แนะแนวทางในการดำเนินการทดลองและยังคอยให้คำปรึกษา พร้อมทั้งแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องจนเป็นปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จอย่างสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณอาจารย์พรทิวา กัญยวงศ์หา ภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ให้คำแนะนำในการทำการทดลองมาโดยตลอด และขอขอบพระคุณ คุณพี่บุปผา จงพัฒน์ และคุณพี่แสง ที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์และอำนวยความสะดวกด้านสถานที่รวมถึงคำแนะนำต่างๆในการทำการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณกนกทิพย์ กาญจนวัฒนา ที่มาอยู่เป็นเพื่อนตอนทำการทดลองดึกๆ

ขอขอบคุณ คุณพรแก้ว ภูมิเกษมศักดิ์ ที่ช่วยทำการทดลองปัญหาพิเศษทุกวัน รวมทั้งช่วยกระตุ้นให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณรัชนีวรรณ เกิดแก้ว ที่ช่วยหาศัพท์เอกสารภาษาอังกฤษให้หลายๆเล่ม

ขอขอบคุณ คุณวันวิสาข์ บุญเรือง ที่ช่วยให้คำปรึกษาเรื่องวิชาการที่เกี่ยวกับปัญหาพิเศษมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ คุณสุภิญญา ศรีงาม ที่ช่วยเป็นกำลังใจให้เพื่อนเสมอๆ

ขอขอบคุณ คุณมัลลิกา มิตรน้อย ที่ช่วยให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ

ขอขอบคุณ คุณอติชาต ทิพยนันท์ ที่ช่วยในการทำการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณชนวัชร์ อุดมพันธ์ ที่ช่วยขับรถไปซื้อปลาที่ใช้ในการทดลองมาให้

ขอขอบคุณบรรดาน้องประมงทั้งหลายที่มาอยู่เป็นเพื่อนในยามวิกาล

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติมิตรสหายทั้งหลาย ที่คอยเป็นกำลังใจและเป็นแหล่งเงินทุนที่ดีให้กับข้าพเจ้าเสมอมา

นางสาววิมาลา สังข์เสือ

พฤษภาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| สารบัญ | I |
| สารบัญตาราง | II |
| สารบัญภาพ | III |
| คำนำ | 1 |
| การตรวจเอกสาร | 3 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 10 |
| ผลการทดลองและวิจารณ์ | 14 |
| สรุปผลการทดลอง | 22 |
| เอกสารอ้างอิง | 23 |
| ภาคผนวก | 25 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ค่าเฉลี่ยระดับความขุ่น (NTU) และ ค่าTSS (มิลลิกรัมต่อลิตร) | 12 |
| 2 | อัตราการตายของปลานิลในระดับความขุ่นที่แตกต่างกัน | 15 |
| 3 | ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของลูกปลานิลในช่วงอายุต่างๆ | 15 |
| 4 | ความขุ่นที่ทำให้ปลานิลวัยอ่อนมีอัตราการตายในช่วงอายุต่างๆ | 16 |
| 5 | ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของลูกปลายี่สกเทศในช่วงอายุต่างๆ | 18 |
| 6 | อัตราการตายของลูกปลายี่สกเทศในระดับความขุ่นที่แตกต่างกัน | 18 |
| 7 | ความขุ่นที่ทำให้ปลานิลวัยอ่อนมีอัตราการตายในช่วงอายุต่างๆ | 20 |
| 8 | ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นและเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของปลานิลวัยอ่อน | 20 |
| 9 | ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นและเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของปลายี่สกเทศวัยอ่อน | 21 |

| ตารางผนวกที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ค่าของน้ำหนัก crucible เปล่าหลังจากเผาเป็นเวลา1ชั่วโมงที่ 105 °C | 25 |
| 2 | ค่าของน้ำหนัก crucible กับตะกอน หลังจากอบแล้วเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่ 105°C | 25 |
| 3 | ค่าของตะกอนที่อยู่ในน้ำที่ได้จากการคำนวณ | 26 |
| 4 | ค่าเฉลี่ยของความขุ่นที่ได้จากการวิเคราะห์สารแขวนลอย | 26 |
| 5 | ค่าเฉลี่ยความขุ่นในแต่ละระดับความเข้มข้นจากเครื่องวัดเทอร์บิโดมิเตอร์ (NTU) | 26 |
| 6 | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลายี่สกเทศอายุ 20 วัน | 27 |
| 7 | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลายี่สกเทศอายุ 25 วัน | 27 |
| 8 | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลายี่สกเทศอายุ 30 วัน | 27 |
| 9 | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลายี่สกเทศอายุ 35 วัน | 28 |
| 10 | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลานิลอายุ 20 วัน | 28 |
| 11 | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลานิลอายุ 25 วัน | 28 |
| 12 | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลานิลอายุ 30 วัน | 29 |
| 13 | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลานิลอายุ 35 วัน | 29 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ไดอะแกรมสามเหลี่ยมแจงประเภทของเนื้อดิน | 4 |
| 2 | ความสัมพันธ์ของความยาวของลำตัวสัตว์น้ำกับความขุ่นในช่วงระหว่างการทดลอง | 6 |
| 3 | ลักษณะปลานิล | 8 |
| 4 | ลักษณะปลายี่สกเทศ | 9 |
| 5 | เครื่องวัดความขุ่นเทอร์บิดิมิเตอร์ (Turbidimeter 6035 of Jenway) | 11 |
| 6 | ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของลูกปลานิลในช่วงอายุต่างๆ | 15 |
| 7 | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลานิลในระดับความขุ่นที่แตกต่างกัน | 17 |
| 8 | เหงือกลูกปลาที่มีการอุดตันของสารแขวนลอย | 18 |
| 9 | ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของลูกปลายี่สกเทศในช่วงอายุต่างๆ | 19 |
| 10 | อัตราการตายของลูกปลายี่สกเทศในระดับความขุ่นที่แตกต่างกัน | 19 |
| 11 | ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นและเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของปลานิลวัยอ่อน | 21 |
| 12 | ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นและเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของปลายี่สกเทศวัยอ่อน | 21 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนำ

ความขุ่น คือ ปริมาณสารแขวนลอยขนาดเล็กในน้ำที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ความขุ่น มักจะทำให้เกิดความเสียหายในหลายๆ ด้านตามมาด้วย เช่น สารแขวนลอยที่มีจะส่งผลต่อการส่องผ่านของแสง ในขณะที่แสงส่องผ่านแหล่งน้ำที่มีพวกพืชน้ำอยู่ด้วย มีการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์และมีการเน่าสลายของพวกแบคทีเรีย และออกซิเจนที่มีอยู่น้อยจนหมดและไม่ได้มีการสร้างทดแทน และสารแขวนลอยจะไปลดอัตราการเติบโตเพราะไปอุดตันบริเวณเหงือกซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นอนุภาคของดิน และยังส่งผลต่อระบบนิเวศวิทยาทางน้ำได้ ความขุ่นจะไปขัดขวางขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชหรือสาหร่ายในน้ำ ซึ่งเป็นเป็นแหล่งผลิตก๊าซออกซิเจนให้แก่น้ำ รวมทั้งสารแขวนลอยบางชนิดที่ทำให้น้ำไม่เหมาะสมสำหรับการอุปโภคบริโภคและมีผลต่อระบบการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ จากการสังเกตจากธรรมชาติ ในช่วงฤดูฝนจะพบว่าแหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำลำคลองจะมีตะกอนและความขุ่นในปริมาณสูง ซึ่งเกิดจากน้ำฝนที่ตกลงมาชะล้างหน้าดินหรือแรงลมที่พัดเอาสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ไหลลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความขุ่นในแหล่งน้ำขึ้นด้วย และในช่วงฤดูฝนยังเป็นฤดูกาลผสมพันธุ์วางไข่ ของปลาหลายๆชนิด ซึ่งได้มีการศึกษาถึงปริมาณความขุ่นที่มีผลต่ออัตราการตายของสัตว์น้ำในช่วงที่น้ำมีปริมาณความขุ่น (Bash *et al.* ,2001) สัตว์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ปลานิลและปลายี่สกเทศ ที่อายุ 20 25 30 35 วัน ทดสอบในความขุ่น 4 ระดับ เพื่อการประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงที่ปรับสภาพแวดล้อมของสีน้ำให้มีความขุ่นเหมือนในธรรมชาติที่เกิดในช่วงฤดูฝน เพื่อการปรเปลี่ยนแปลงของสีผิวสัตว์น้ำในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**วัตถุประสงค์**

1. ศึกษาอัตราการตายของปลานิลวัยอ่อนที่อายุ 20 25 30 และ 35 วัน ในระดับความขุ่นที่แตกต่างกัน

2. ศึกษาอัตราการตายปลายี่สกเทศของวัยอ่อนที่อายุ 20 25 30 และ 35 วัน ในระดับความขุ่นที่แตกต่างกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การตรวจเอกสาร

## ความขุ่น

ความขุ่น หมายถึง น้ำไม่สะอาดหรือน้ำที่ค่อนข้างสะอาด มีความสะอาดค่อนข้างต่ำ ความขุ่นเป็นผลจากสารแขวนลอย เช่น ดินเหนียว ดินโคลน แพลงก์ตอน ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งซึ่งทำให้เกิดความขุ่น น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือสิ่งปฏิกูลในน้ำที่มีความขุ่นสูงซึ่งเป็นเหตุจากการสึกกร่อนของดิน Colley and Smith (2001) ได้มีการรายงานการเกิดการชะล้างจากพื้นดินต่ออัตราการไหลที่เพิ่มขึ้น รวมถึงการเติบโตของสาหร่าย หรือมีการทับถมของสาหร่ายที่ตายแล้ว เศษอาหารปลาหรือพวกตะกอน ถ้านำกลายเป็นน้ำขุ่นรวมถึงสารอินทรีย์อื่นๆ จากการเพาะเลี้ยง สารแขวนลอยที่มีจะส่งผลต่อการส่องผ่านของแสง ในขณะที่แสงส่องผ่านแหล่งน้ำที่มีพวกพืชน้ำอยู่ด้วย มีการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์และมีการเน่าสลายของพวกแบคทีเรีย และออกซิเจน ที่มีอยู่น้อยจนหมดและไม่ได้มีการสร้างทดแทน และสารแขวนลอยจะไปลดอัตราการเติบโต เพราะไปอุดตันบริเวณเหงือกซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นอนุภาคของดินโคลน และดินเหนียว รวมถึงวัสดุอื่นๆที่เป็นสารแขวนลอยในน้ำด้วย จะมีสารแขวนลอยที่เป็นได้ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ สารแขวนลอยเหล่านี้จะส่งผลต่อระบบนิเวศวิทยาทางน้ำก็ได้ ซึ่งสารแขวนลอยบางชนิดที่ทำให้น้ำไม่เหมาะสมสำหรับการอุปโภคบริโภคและมีผลต่อระบบการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ ความขุ่นนั้นจะทำให้ปริมาณแสงส่องผ่านลงไปในชั้นของน้ำลดลง ผลต่อการสังเคราะห์แสงของพันธุ์ไม้น้ำ แพลงก์ตอนพืช การดูดซับ และกระจายแสงที่ส่องลงไปในน้ำทำให้อุณหภูมิน้ำชั้นบนสูงกว่าน้ำชั้นล่าง ปัญหาที่เกิดจากความขุ่นต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ น้ำขุ่นจากตะกอนดิน การใส่ปุ๋ยไม่เกิดประสิทธิภาพน้ำขุ่นจากแพลงก์ตอน การขาดออกซิเจน การปลดปล่อยสารพิษและน้ำขุ่นจากสารอินทรีย์

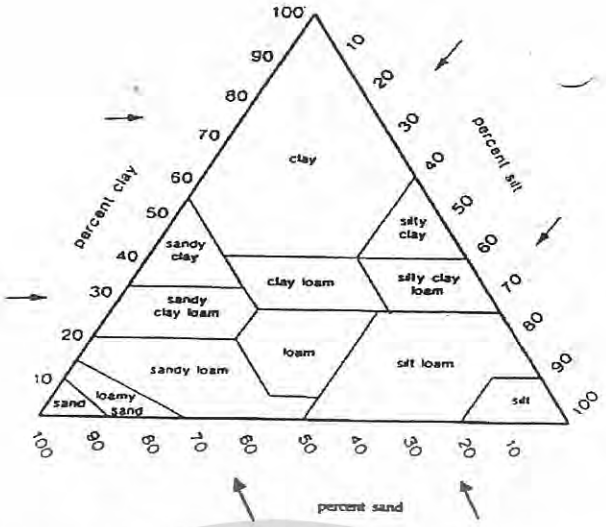
## ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความขุ่นของน้ำประกอบด้วย

### 1. คุณสมบัติของเนื้อดิน

ในด้านปฐพีวิทยาเนื้อดินถูกจำแนกเป็นหลายประเภท สิ่งที่กำหนดประเภทของดินได้แก่

(1) เนื้อดินคือสัดส่วนโดยมวลของอนุภาคอินทรีย์ 3 กลุ่มขนาด คืออนุภาคทราย จัดเป็นกลุ่มที่มีอนุภาคโตที่สุดในดิน อนุภาคทรายตะกอนหรืออนุภาคทรายแป้ง จัดเป็นกลุ่มขนาดปานกลาง อนุภาคดินเหนียว จัดเป็นกลุ่มขนาดเล็กที่สุดในดิน สามารถแจกแจงจัดเป็นกลุ่มประเภทของเนื้อดินได้เป็น 12 ประเภท (ภาพที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 1** ไดอะแกรมสามเหลี่ยมแจกแจงประเภทของเนื้อดิน (Soil textural triangle) ตามสัดส่วนของทราย (Sand) ทรายแป้ง (Silt) และดินเหนียว (Clay)
ที่มา : http://www.umassvegetable.org/.../images/Image15.jpg

อนุภาคของเนื้อดินที่เกิดขึ้นในน้ำที่มีความขุ่นส่วนใหญ่จะเป็นดินเหนียว (Clay) และทรายแป้ง (Silt) ซึ่งสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้เพราะมีดินเหนียวขนาดอนุภาค < 0.002 มิลลิเมตร และดินทรายแป้งมีขนาดอนุภาค 0.05 – 0.002 มิลลิเมตร

(2) สัดส่วนผสมของอนุภาคหลายกลุ่มขนาดนี้จะส่งผลทางฟิสิกส์หลายประการ เช่น ความจุในการอุ้มน้ำ เป็นสมบัติของดินในการเก็บกักน้ำได้ในปริมาณมากหรือน้อย ความสามารถในการถ่ายเทอากาศ เป็นความสามารถของดินในการเก็บอากาศรวมถึงการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างอนุภาคดินและบรรยากาศ ความแข็งของดิน เป็นความหนาแน่นของการเกาะตัวกันของอนุภาคของดินเป็นก้อนดินหรือเป็นตัดหน้าดิน

ความสามารถของดินในการอุ้มน้ำและถ่ายเทอากาศมีความสัมพันธ์กับจำนวนและขนาดของช่องว่างในดิน ซึ่งได้รับผลกระทบโดยตรงจากอนุภาค ส่วนความแข็งของดินมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของการเชื่อมยึดระหว่างอนุภาคเดี่ยวโดยอิทธิพลของสารเชื่อม ความแข็งของดินได้รับผลโดยอ้อมจากขนาดอนุภาคของดิน ถ้าอนุภาคดินมีขนาดเล็ก พื้นที่ผิวสัมผัสรวมทั้งจุดสัมผัสระหว่างอนุภาคจะมีค่าเพิ่มขึ้น หากพื้นที่สัมผัสระหว่างอนุภาคมีค่าเพิ่มขึ้น การเชื่อมยึดอนุภาคโดยสารเชื่อมจะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2. ลักษณะจำเพาะของอนุภาคดิน**

(1) ทราย (Sand) มีลักษณะดังนี้มีขนาดโตมองเห็นด้วยตาเปล่า ร่วนไม่เกาะกันเป็นเม็ดดิน ถ้าไม่มีอนุภาคอื่นอยู่ด้วยจะปรากฏเป็นอนุภาคเดี่ยวเม็ดทรายจะเรียงตัวกันเกิดช่องขนาดใหญ่ การระบายน้ำและระบายอากาศดี มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีพื้นที่ผิวจำเพาะน้อย จึงมีพื้นที่สำหรับดูดซับธาตุอาหารน้อย

(2) ทรายแป้ง (Silt) มีลักษณะดังนี้ เป็นกลุ่มอนุภาคขนาดปานกลาง มีองค์ประกอบทางแร่เหมือนกลุ่มขนาดทราย อนุภาคมีขนาดเล็กมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า สัมผัสลื่นมือคล้ายแป้ง ร่วนไม่เกาะกันเป็นเม็ดดินเหมือนทราย ดินทรายแป้งจะรวมตัวกันเป็นก้อนดิน

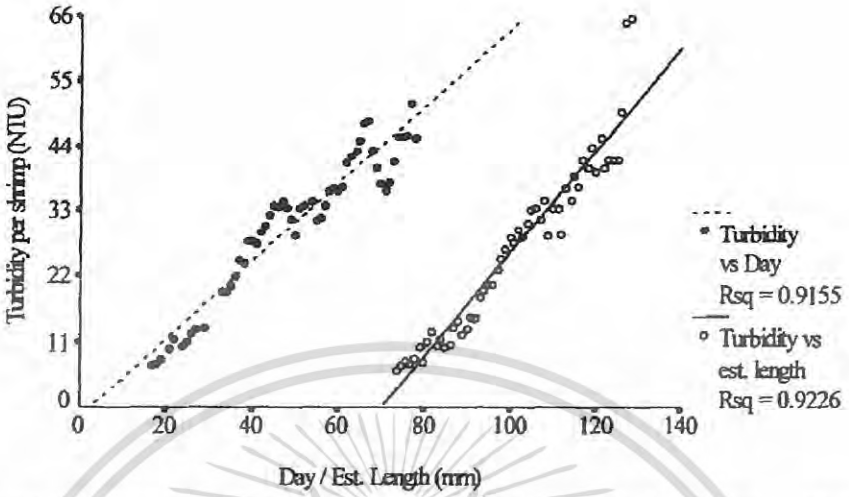
(3) ดินเหนียว (Clay) หรือ Secondary minerals เกิดจากการสังเคราะห์จากแร่ดั้งเดิมที่สลายตัวผุพังแล้วและทับถมอยู่ในดิน เป็นกลุ่มอนุภาคขนาดเล็กที่สุด มองไม่เห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดธรรมดา อนุภาคมีลักษณะเป็นแผ่นสารประกอบ Alumminosilicates ที่เรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆสัมผัส เมื่อแห้งจะแข็งกระด้าง สากมือคล้ายเม็ดทราย แต่คล้ายเม็ดทราย แต่ถ้าเปียกจะเหนียวลื่นและเกาะติดนิ้ว อนุภาคดินเหนียวจะยึดเกาะกันเองหรือมีความจับตัวกันแน่นได้ดีเมื่อแห้ง และยึดเกาะสารอื่นได้มีเมื่อเปียก เนื่องจากมีเนื้อผิวจำเพาะสูง เมื่อแห้งจึงเกาะกันเป็นก้อนแข็ง เมื่อชื้นพอเหมาะสามารถปั้นเป็นรูปต่างๆได้ ดินเหนียวจะไม่ปรากฏเป็นอนุภาคเดี่ยว แต่จะเกาะกันเป็นกลุ่มก้อน ดินเหนียวบางชนิดสามารถพองตัวเมื่อได้รับน้ำและหดตัวเมื่อสูญเสียน้ำ ช่องว่างระหว่างอนุภาคจะมีขนาดเล็ก มีความพรุนสูงจึงอุ้มน้ำได้ดี ดินเหนียวจะมีการระบายน้ำเข้าออกไม่ดี อนุภาคจะไม่เป็นกลางจึงสามารถดูดซับสารต่างๆได้ดี เช่น น้ำและธาตุอาหารพืช ดินเหนียวส่วนมากจึงอุดมสมบูรณ์ (ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2539)

**ผลกระทบที่มีต่อสัตว์น้ำ**

Ritvo *et al*. (1997) ทำการศึกษาระดับความขุ่นที่เกิดจาก ด้วยการนำดินใส่ในบ่อเลี้ยงประมาณ 0.15 กรัมต่อลิตร สูงจากพื้นบ่อประมาณ 2.5 เซนติเมตร แบ่งเป็น 15 กลุ่มการทดลอง ทำซ้ำ 7 ครั้ง ความเค็ม 24 พีพีที ทำการสุ่มดูทุกๆวัน จากนั้นทำการเก็บผลการทดลองในวันที่ 1 30 51 และ 80 โดยชั่งน้ำหนัก วัดความยาวลำตัว และวัดปริมาณความขุ่น การวัดความขุ่นจะต้องเก็บน้ำมาวัดทุกวันหลังจากทำการเปลี่ยนน้ำแล้ว 2 ชั่วโมง โดยทำการเปลี่ยนน้ำ 30 เปอร์เซ็นต์ของทุกวัน วัดด้วยเครื่องเทอร์บิโดมิเตอร์ บันทึกความขุ่นเฉลี่ยทุกวันในช่วงการทดลอง จากการศึกษาพบว่าสัตว์น้ำที่ทำให้เกิดความขุ่นมากที่สุดนั้นอยู่ในช่วงวันที่ 63 ซึ่งสัตว์น้ำมีความยาวของลำตัวเพิ่มขึ้นระหว่าง 75-135 มิลลิเมตร (ภาพที่ 2 ) ความขุ่นที่ได้ในแต่ละวันจะมีความสัมพันธ์กับความยาวของลำตัว นอกจากนี้สารแขวนลอยยังไปทำให้สัตว์น้ำเกิดตะกอนเข้าไปอุดตันในช่องเหงือกทำให้สัตว์น้ำหายใจไม่สะดวกในการแลกเปลี่ยนแก๊ส และยังทำให้การเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช้าลงด้วย ดังนั้นความขุ่นของน้ำต้องมีค่าไม่เกิน 25 ยูนิต ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำมีไม่มาก การดำรงชีวิตของสัตว์น้ำก็จะดำรงชีวิตได้ปกติ




**ภาพที่** 2 ความสัมพันธ์ของความยาวของลำตัวสัตว์น้ำกับความขุ่นในช่วงระหว่างการทดลอง
**ที่มา :** Ritvo *et al. (1997)*

Sigler *et al.* (1984) ได้ทำการศึกษาถึงความแตกต่างในการเติบโตของลูกปลาแซลมอนที่อยู่ในน้ำที่ความขุ่นเพียง 25 NTU เป็นสาเหตุทำให้ปลาเติบโตลดลง รวมถึงมีอัตราการตายเพิ่มขึ้นด้วยจากปลาที่อยู่ในสภาวะปกติ และ Berg (1982) ทำศึกษาผลกระทบจากความขุ่นต่ออัตราการเติบโต และอัตราการกินอาหารของลูกปลาแซลมอนในช่วงที่ได้สารแขวนลอยในช่วงสั้น พบว่าลูกปลาแซลมอนมีอัตราการกินอาหารและการเติบโตลดลงและมีผลต่ออัตราการตายด้วย ซึ่งดูจากพฤติกรรมการกินอาหาร พบว่าการกินอาหารของลูกปลาในระดับความขุ่น 30 – 60 NTU ลดลง เนื่องจากลูกปลาไม่สามารถกินอาหารได้ เนื่องจากลูกปลามองไม่เห็นอาหาร และจากการศึกษาของ Boehlert and Morgan (1985) ซึ่งผลของอัตราการตายในระดับความขุ่นที่มีปริมาณมากทำให้สัตว์น้ำมีอัตราการตายสูง ซึ่งถ้ามีระดับสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 500 – 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Redding *et al.*(1987) ทำให้ปลามีการกินอาหารที่ลดลงที่ระดับความขุ่น 2000 - 4000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งทำให้ปลาไม่สามารถไปกินอาหารได้ และยังทำให้ปลาเกิดความเครียดได้ด้วย Servizi and Martens (1987) พบว่าตะกอนสารแขวนลอยจากการเลี้ยงปลาแซลมอนนั้นมีอนุภาคเพิ่มขึ้นทำให้ไปอุดตันบริเวณเหงือก ซึ่งมีผลทำให้มีอัตราการตายเพิ่มขึ้น และ Noggle (1978) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากสารแขวนลอยที่เกิดในปลาแซลมอนในบริเวณสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรม ผลการทดลองจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลในความทนทานต่อสารแขวนลอยเป็นการปรับความสมดุลในแหล่งน้ำด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สัตว์น้ำที่ทำการศึกษา**

สัตว์น้ำที่นำมาศึกษาคือ ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) และปลายี่สกเทศ (*Labeo rohita*) โดยสัตว์น้ำทั้ง 2 ชนิด เป็นปลาที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดโดยทั่วไปเช่น แม่น้ำ หนอง บึง แตกต่างกันที่ลูกปลายี่สกเทศจะอาศัยรวมกันอยู่เป็นฝูงตามบริเวณที่น้ำเย็นใสสะอาด แต่จะวางไข่ในบริเวณที่มีลักษณะเป็นอ่าวพื้นท้องน้ำเป็นโคลนหนาประมาณ 10 - 20 เซนติเมตร และบริเวณที่มีน้ำไหล พื้นท้องน้ำมีลักษณะเป็นกรวดทรายระดับน้ำลึก 5-10 เมตร ส่วนลูกปลานิลอาศัยอยู่รวมกันเป็นฝูง (ยกเว้นเวลาสืบพันธุ์) มีความอดทนและสามารถทนปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี

**1. ปลานิล**

ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง อยู่ในตระกูลซิชิลลิดี (Cichlidae) มีถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ในทวีปแอฟริกา พบทั่วไป ตามหนอง บึง และทะเลสาบ ในประเทศซูดานยูกันดา แทนแกนยีกา ปลานิลนี้ มีการเติบโตเร็ว และเลี้ยงง่าย เหมาะสมที่จะนำมาเพาะเลี้ยงในบ่อได้เป็นอย่างดีจึงได้รับความ นิยม และเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในภาคพื้นเอเชีย แม้แต่ในสหรัฐอเมริกาก็นิยมเลี้ยงปลาชนิดนี้

รูปร่างลักษณะของปลานิลคล้ายกับปลาหมอเทศ แต่ลักษณะพิเศษของ ปลานิล คือ ริมฝีปากบนและล่างเสมอกัน ที่บริเวณแก้มมีเกล็ด 4 แถว ตามลำตัวมีลายพาดขวางจำนวน 9 -10 แถบ นอกจากนั้นลักษณะทั่วไปมีดังนี้ ครีบหลังมีเพียง 1 ครีบ ประกอบด้วยก้านครีบแข็งและก้านครีบอ่อน เป็นจำนวนมาก ครีบก้นประกอบด้วยก้านครีบแข็งและอ่อนเช่นกันมีเกล็ดตามแนวเส้นข้างตัว 33 เกล็ด ลำตัวมีสีเขียวปนน้ำตาล ตรงกลางเกล็ดมีสีเข้ม ที่ กระดูก แก้มมีจุดสีเข้มอยู่จุดหนึ่ง บริเวณส่วนอ่อนของ ครีบหลัง ครีบก้น และครีบหางนั้นจะมีจุดสีขาว และสีดำ ตัดขวางคล้ายลายข้าวตอกอยู่โดยทั่วไป

**ภาพที่ 3** ลักษณะปลานิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

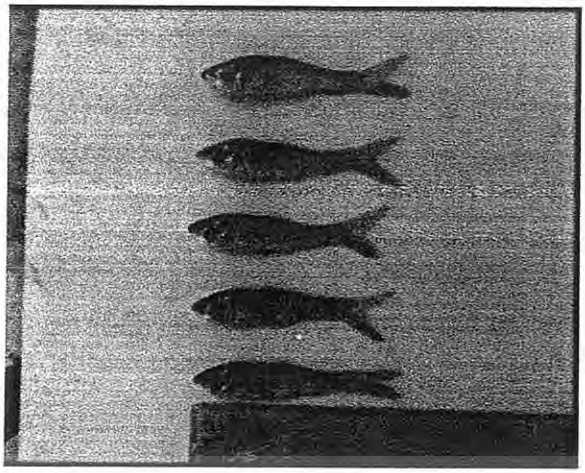
คุณสมบัติและนิสัย ปลานิลมีนิสัยชอบอยู่รวมกันเป็นฝูง (ยกเว้นเวลาสืบพันธุ์) มีความอดทนและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี จากการศึกษาพบว่าปลานิลทนต่อความเค็มได้ถึง 20 ส่วนในพัน ทนต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ได้ดีในช่วง 6.5-8.3 และสามารถทนต่ออุณหภูมิได้ถึง 40 องศาเซลเซียส แต่ในอุณหภูมิ ที่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส พบว่าปลานิลปรับตัวและเจริญเติบโตได้ไม่ดีนัก ทั้งนี้เป็นเพราะถิ่นกำเนิดเดิม ของปลาชนิดนี้อยู่ในเขตร้อน

## 2. ปลายี่สกเทศ

ปลายี่สกเทศ (*Labeo rohita*) อยู่ในตระกูลไซพรินิดี (Cyprinidae) มีเผ่าพันธุ์เชื้อสายเดียวกับปลาตะเพียน เช่นเดียวกับ ปลาตะโกก ปลากะโห้ ปลานวลจันทร์น้ำจืด และปลาสร้อย ในภาคกลางพบปลายี่สกเทศอาศัยอยู่ในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำราชบุรี แม่น้ำป่าสัก แควน้อย แควใหญ่ ภาคเหนือ พบมากที่แม่น้ำน่าน จังหวัดอุตรดิตถ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบในแม่น้ำโขง ตั้งแต่จังหวัดเชียงราย จังหวัดอุบลราชธานี มีมากในจังหวัดหนองคาย และจังหวัดนครพนมเมื่อ 50 ปีก่อน ดร.สมิท ที่ปรึกษาราชการกรมรักษาสัตว์น้ำแห่งรัฐบาลสยาม รายงานว่าปลายี่สกเทศ เป็นที่นิยมของชาวราชบุรีพอ ๆ กับปลาจาดหรือปลาเวียนอันมีชื่อเสียงของจังหวัดเพชรบุรี ในต่างประเทศเคยพบในประเทศมาเลเซีย และคาดว่าคงจะพบในประเทศลาว เขมร และเวียดนามด้วยตามธรรมชาติ ปลายี่สกเทศกินพืชในน้ำเป็นอาหารหลัก และอาจกินสัตว์หน้าดิน ลูกกุ้ง ลูกปู และไรน้ำ

อุปนิสัยปลายี่สกชอบอาศัยอยู่ในแม่น้ำสายใหญ่ที่พื้นท้องน้ำมีลักษณะเป็นกรวดทราย ระดับน้ำลึก 5 -10 เมตร น้ำเย็นใสสะอาด จืดสนิทและเป็นบริเวณที่มีน้ำไหล วังน้ำกว้างและมีกระแสน้ำไหลวน ลูกปลาจะไปรวมกันอยู่เป็นฝูงตามบริเวณที่เป็นอ่าว และพื้นเป็นโคลนหนาประมาณ 10 - 20 เซนติเมตร พอถึงเดือนตุลาคม ปลาจะเริ่มว่ายทวนขึ้นไปเหนือน้ำเพื่อวางไข่และจะกลับถิ่นเดิมในเดือนพฤษภาคมหรือพอน้ำเริ่มมีระดับสูงขึ้น ปลายี่สกเทศจะพากันไปอาศัยตามห้วยวังที่มีน้ำลึก กระแสน้ำไหลคดเคี้ยว พื้นดินเป็นดินทรายและกรวดหิน เป็นท้องทุ่ง (คุ้ง) หรือวังน้ำที่กว้างใหญ่ใกล้เขาสงบ น้ำใสสะอาด ลึกตั้งแต่ 5 -10 เมตร หมุนเวียนอยู่อย่างนี้ตลอดมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 4** ลักษณะปลายี่สกเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# อุปกรณ์และวิธีการ

## อุปกรณ์

### 1. อุปกรณ์การวิเคราะห์ TSS และการวัดค่าความขุ่น

(1) crucible 15 ใบ

(2) cylander 10 มิลลิลิตร 1 อัน

(3) ไม้คีบ 1 อัน

(4) ถาด 1 ใบ

(5) เตาเผา

(6) water bath

(7) hot air oven

(8) เครื่องวัดความขุ่น (Turbidimeter)

### 2. อุปกรณ์ขั้นตอนการทดลอง

(1) ลูกปลานิล

(2) ลูกปลายี่สกเทศ

(3) ถังขนาด 15 ลิตร 15 ใบ

## วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randommized complete block design) บล็อกคือ อายุของลูกปลานิล และลูกปลายี่สกเทศ ช่วงอายุ 20 25 30 และ35 วัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 กลุ่มการทดลองคือ กลุ่มที่1 ระดับความขุ่น 5 NTU (ควบคุม) กลุ่มที่ 2 ระดับความขุ่น 155.20 NTU กลุ่มที่ 3 ระดับความขุ่น 215.00 NTU กลุ่มที่ 4 ระดับความขุ่น 269.13 NTU กลุ่มที่ 5 ระดับความขุ่น 673.50 NTU ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

### 1. การเตรียมน้ำขุ่น

(1) นำตัวอย่างดินจากสวนผลไม้จังหวัดระยอง มากำจัดอินทรียวัตถุ ด้วย $H_2O_2$ เพื่อให้เหลือแต่อนุภาคอนินทรีย์

(2) ร่อนดินในน้ำให้ผ่านตะแกรง 2 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้ดินผง แล้วล้างเกลือที่ละลายได้ออกจากดิน ทำให้แห้งชั่งตัวอย่างดินผงตามที่กำหนดไว้ในวิธีการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ทำให้แขวนลอยในน้ำด้วยการใส่สารให้ฟุ้งกระจายของอนุภาคดิน เช่น

- Calgon solution 5 เปอร์เซ็นต์
- Sodiumhexetaphosphate 50 กรัม
- Sodium carbonate 8.3 กรัม

(4) นำมาละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาณ 1 ลิตร

(5) ปั่นสารแขวนลอยดินด้วยเครื่องปั่น แล้วถ่ายส่วนผสมที่ได้ลง Bouyoucos jar หรือ Sedimentation cylinder ให้หมด

(6) หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไปแล้วใช้น้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ถึงขีดกำหนดที่ปากกระบอกแก้วเขย่าแล้ววัดด้วยไฮโดรมิเตอร์ ตั้งทิ้งไว้ 40 วินาที และ 2 ชั่วโมง

(7) หลัง 40 วินาที ปล่อยให้สารแขวนลอยตกตะกอน ตะกอนจะเป็นปริมาณของกลุ่มดินทรายแป้งและกลุ่มดินเหนียว

(8) หลัง 2 ชั่วโมง จะเป็นตะกอนแขวนลอยในกลุ่มของดินเหนียวอย่างเดียว

(9) เตรียมน้ำที่ระดับความขุ่นต่างๆ นำดินตะกอนที่ผ่านกระบวนการทำการแขวนลอยมาแล้ว ปรับความขุ่นเจือจางที่น้ำขุ่น 6 ลิตร ต่อน้ำ 4 ลิตร เจือจางที่น้ำขุ่น 4 ลิตร ต่อน้ำ 6 ลิตร เจือจางที่น้ำขุ่น 2 ลิตร ต่อน้ำ 8 ลิตร เจือจางที่น้ำขุ่น 1 ลิตร ต่อน้ำ 9 ลิตร และน้ำใสปกติหลังจากนั้นวัดค่าความขุ่นด้วย Turbidimeter 6035 of Jenway (ภาพที่5) และทำการวิเคราะห์ค่า TSS (Total suspended solid) (ตารางที่1)

**ภาพที่** 5 เครื่องวัดความขุ่นเทอร์บิดิมิเตอร์ (Turbidimeter 6035 of Jenway)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยระดับความขุ่น (NTU) และ ค่าTSS (มิลลิกรัมต่อลิตร)

| กลุ่มการทดลอง | ระดับความขุ่น (NTU) | TSS(มิลลิกรัมต่อลิตร) |
|---|---|---|
| $T_1$ | 5±2.000 | 0 |
| $T_2$ | 155.20±1.744 | 100±0.000 |
| $T_3$ | 215.00±10.095 | 266.66±33.333 |
| $T_4$ | 269.13±4.580 | 366.66±33.333 |
| $T_5$ | 673.50±18.682 | 500±0.000 |

**3. ขั้นตอนเตรียมลูกปลา**

ซื้อลูกปลานิลจากฟาร์มช้างพันธุ์ปลา แขวงลำประทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 และซื้อลูกปลายี่สกเทศจากเอื้อสุขพันธุ์ปลา ถนนบางนา-ตราด กม.17 บางพลี สมุทรปราการ เพื่อนำไปเลี้ยงพักไว้ในบ่อคอนกรีต โดยนำปลาอายุ 15 วัน มาเลี้ยงไว้ 1000 ตัว เลี้ยงในน้ำ 1000 ลิตร เลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง (30±0.2°C) ค่าเฉลี่ยความยาวของปลาลูกปลานิลอายุ 20 วัน ประมาณ 3.9 ± 3.88 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยความยาวลูกปลายี่สกเทศอายุ 20 วัน ประมาณ 5.1±0.41 เซนติเมตร

**3. ขั้นตอนการทดลอง**

(1) สุ่มลูกปลานิลและลูกปลายี่สกเทศอายุ 20 25 30 35 วัน จากบ่อที่เลี้ยงไว้ประมาณ 150 ตัวต่อช่วงอายุ

(2) นำน้ำขุ่นที่ทำการเตรียมข้างต้นในแต่ละระดับความขุ่นใส่ในถังขนาด 0.47 x 0.35 x 0.27 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 15 ถัง ใส่น้ำขุ่นถังละ 10 ลิตร

(3) นำปลาใส่ 10 ตัวต่อน้ำ 10 ลิตร ปล่อยไว้โดยไม่ให้อาหารและออกซิเจน

(4) ปลายี่สกเทศทำการทดลองในลักษณะเดียวกัน

**การบันทึกข้อมูล**

บันทึกข้อมูลจำนวนอัตราการตายของปลาทั้ง 2 ชนิด ที่เวลา 96 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

แปลงข้อมูลการตายด้วยวิธี $\sqrt{X}+\sqrt{X+1}$ (Sokal and Rohlf, 1981) โดย X คือ เปอร์เซ็นต์อัตราการตาย แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความถดถอยพหุ (Multiple Regression analysis) ด้วยหุ่นทางสถิติ (Model) คือ

Adj Mortality = constant + Turbid water + Age

โดยที่ Adj Mortality คือ อัตราการตายที่มีการปรับข้อมูลแล้ว

Turbid water คือ ความขุ่นของน้ำ หน่วยเป็น NTU

Age คือ อายุของสัตว์น้ำ หน่วยเป็น (วัน)

โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Systat Ver. 5.02 (Systat, Inc., 1990) พร้อมทั้งทำนายอัตราการตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในปลายี่สกเทศและปลานิลที่อายุ 20 25 30 และ 35 วัน ตามลำดับ

**สถานที่ทดลอง**

ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 3 ห้อง D113 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

**ระยะเวลาในการทดลอง**

21 ธันวาคม 2549 - 2 กุมภาพันธ์ 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. อัตราการตายของปลานิลวัยอ่อนในระดับความขุ่นที่แตกต่างกัน

พบว่าเปอร์เซ็นต์อัตราการตายในความขุ่นที่ 269.13 ± 4.580 และ 673.50 ±18.682 NTU แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) พบว่ามีเปอร์เซ็นต์อัตราการตาย 12.89 ± 5.156 และ 12.29 ± 3.378 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งเป็นความขุ่นที่มากกว่าระดับของความขุ่นที่เหมาะสมต่อสัตว์น้ำ จึงส่งผลกระทบให้มีอัตราการตายไม่แตกต่างกันมาก) ซึ่งส่วนใหญ่จะพบในลูกปลานิลที่มีอายุต่ำจะมีเปอร์เซ็นต์อัตราการตายมากกว่าช่วงอายุที่เพิ่มขึ้น ในช่วงอายุ 20 และ 25 วัน มีเปอร์เซ็นต์อัตราการตายเฉลี่ยเท่ากับ 16.00 ± 2.222, 20.16 ± 2.356 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ในช่วงที่ทำการทดลอง 96 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องการรายงานของ ไมตรี และคณะ (2528) ดังที่ว่า สำหรับปริมาณสารแขวนลอยที่สัตว์น้ำสามารถอยู่ได้จะมีค่าความขุ่นระหว่าง 25 – 80 มิลลิกรัม / ลิตร ถ้ามีมากกว่า 400 มิลลิกรัม / ลิตร จะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่ได้ผล แต่จากการวิเคราะห์พบปริมาณความขุ่นที่มีอยู่ในน้ำที่ใช้ในการทดลอง กลุ่มการทดลองที่มีความขุ่น 673.50 ±18.682 NTU มีค่าความขุ่นมากกว่า 400 มิลลิกรัม / ลิตร ซึ่งจะสอดคล้องกับการศึกษาของ Bash *et al.* (2001) พบว่าในระดับความขุ่นที่ 25 - 50 NTU ที่ศึกษาจากการเลี้ยงปลาแซลมอนพบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตลดลง

รวมทั้งเปรียบเทียบปริมาณความขุ่นอื่นๆที่ได้จากการศึกษาของ Sigler *et al.* (1984) จากค่าความขุ่นระหว่าง 57 - 265 NTU โดยเฉลี่ยแล้วส่วนใหญ่ความขุ่นที่มีค่าประมาณ 167 NTU ก็ส่งผลต่ออัตราการรอดของสัตว์น้ำแล้ว ทำให้มีการเจริญเติบโตลดลงด้วย รวมทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Berg (1982) ที่ศึกษาผลกระทบจากความขุ่นต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการกินอาหารของลูกปลาแซลมอนในช่วงที่ได้สารแขวนลอยในช่วงสั้นพบว่าลูกปลาแซลมอนมีอัตราการกินอาหารและการเจริญเติบโตลดลงและมีผลต่ออัตราการตายด้วย ซึ่งดูจากพฤติกรรมการกินอาหาร พบว่าการกินอาหารของลูกปลาในระดับความขุ่น 30 – 60 NTU ลดลงเนื่องจากลูกปลาไม่สามารถกินอาหารได้เพราะลูกปลามองไม่เห็นอาหาร และจากผลของความขุ่นในการทดลองก็มีสารแขวนลอยที่มีปริมาณมากเกินที่ลูกปลาจะสามารถอยู่ขณะที่มีอายุอยู่ในช่วงปลาก็ส่งอนุบาลและยังส่งต่อระบบการแลกเปลี่ยนก๊าซในลูกปลาด้ายทำให้ลูกปลาหายใจไม่เป็นปกติจึงส่งทำให้เกิดโรคและมีอัตราการตายตามด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของลูกปลานิลในช่วงอายุต่างๆ

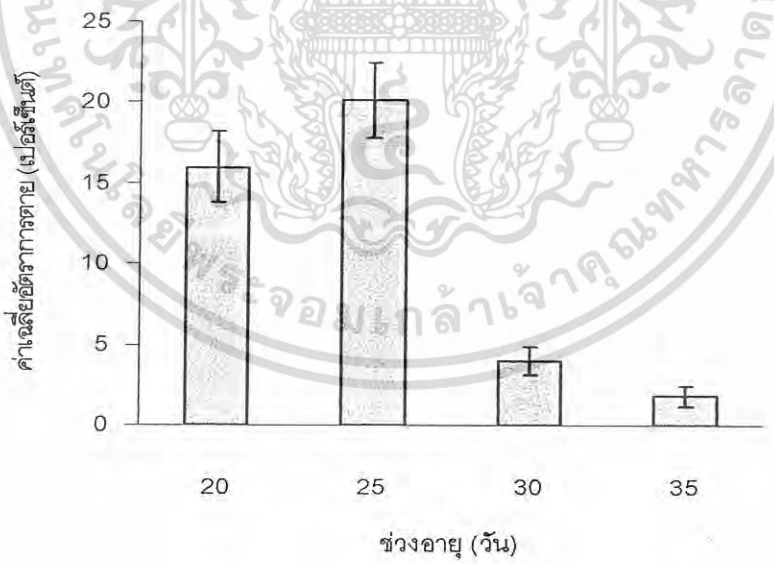
| อายุลูกปลานิล (วัน) | ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการตาย (เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|
| 20 | 16.00 ± 2.222 |
| 25 | 20.16 ± 2.356 |
| 30 | 4.00 ± 0.880 |
| 35 | 1.83 ± 0.636 |

**ตารางที่ 3** ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลานิลในระดับความขุ่นที่แตกต่างกัน

| ระดับความขุ่น (NTU) | จำนวนอัตราการตาย(เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|
| 0 | 2.70 ± 0.833 [a] |
| 155.20 ±1.744 | 10.41± 2.499 [a] |
| 215.00 ±10.095 | 10.83 ± 2.986 [a] |
| 269.13 ± 4.580 | 12.89 ± 5.156 [a] |
| 673.50 ±18.682 | 12.29 ± 3.378 [a] |

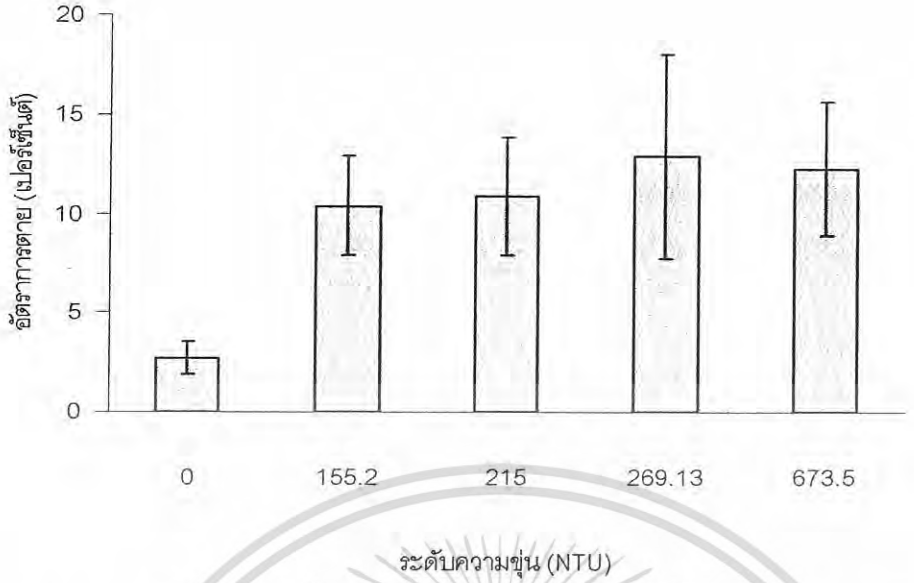
อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

อักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)




**ภาพที่ 6** ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของลูกปลานิลในช่วงอายุต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 7** ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลานิลในระดับความขุ่นที่แตกต่างกัน

**ตารางที่ 4** ความขุ่นที่ทำให้ปลานิลวัยอ่อนมีอัตราการตายในช่วงอายุต่างๆ

| อายุ (วัน) | ความขุ่นที่ทำให้ปลานิลวัยอ่อนตาย (NTU) |
|---|---|
| 20 | 913.833 |
| 25 | 2007.167 |
| 30 | 3100.5 |
| 35 | 4193.833 |

**2. อัตราการตายของปลายี่สกเทศวัยอ่อนในระดับความขุ่นที่แตกต่างกัน**

พบเปอร์เซ็นต์การตายที่ 155.20 ±1.744 215.00±10.095 269.13±4.580 และ 673.50±18.682 NTU (ตารางที่ 5) มีเปอร์เซ็นต์อัตราการตายเท่ากับ 47.5 ± 38.17 21.7 ± 18.99 33.3 ± 29.021 และ 36.7± 30.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งผลกระทบจากน้ำขุ่นที่ใช้ในการทดลองนี้จะส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์อัตราการตายในช่วงอายุของลูกปลายี่สกเทศมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระหว่างลูกปลายี่สกเทศอายุ 20 และ 25 วัน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์อัตราการตายเท่ากับ 50.00± 27.775, 22.7 ± 25.801 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6) และพบเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของลูกปลายี่สกเทศในระดับความขุ่นที่สูงจะมีเปอร์เซ็นต์อัตราการตายสูงกว่าในระดับความขุ่นที่ต่ำ พบเปอร์เซ็นต์อัตราการตายสูงเนื่องจากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

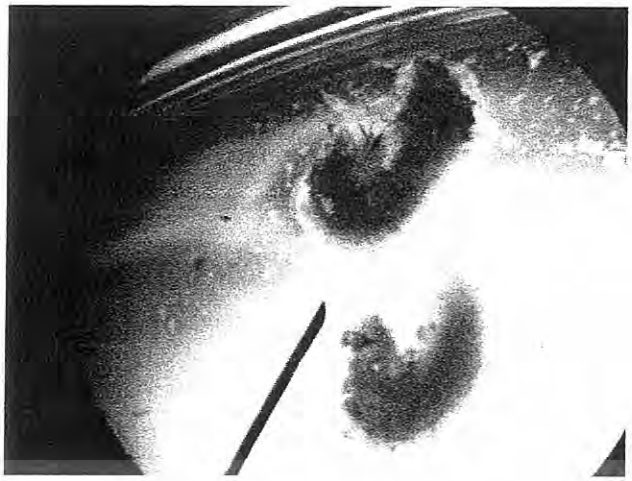


ตกตะกอนของสารแขวนลอย ซึ่งมีผลต่อเหงือกปลา (ภาพที่ 8) แต่ลูกปลายี่สกเทศจะสามารถทนอยู่ได้เมื่อลูกปลามีอายุเพิ่มขึ้น ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นจากสารแขวนลอยแต่ละระดับและช่วงอายุ จะสามารถสังเกตได้ว่ามีเปอร์เซ็นต์อัตราการตายลดลง เมื่ออายุเพิ่มขึ้นและพบเปอร์เซ็นต์อัตราการตายสูง เมื่อมีอายุต่ำพบได้จากความขุ่นในการทดลอง แต่ในลูกปลาช่วงอายุ 30 วัน มีอัตราการตายเพิ่มขึ้น เนื่องมากจากอากาศในช่วงการทดลองมีอุณหภูมิต่ำทำให้ลูกปลาเกิดโรค ครีบกร่อน ตัวเปื่อย หางเปื่อย

จากผลการทดลองสอดคล้องกับการศึกษาของ Rieger และ Summerfelt. (1997) ที่กล่าวถึงความขุ่นที่มีอิทธิพลต่อลูกปลาวัยอ่อนโดยสังเกตจากการกระจายตัวและการเจริญเติบโต ทำการทดลองปลาอายุ 2 – 15 วัน ซึ่งความขุ่นที่ใช้ในการทดลองจะเป็นพวกสาหร่ายและแพลงก์ตอน พบว่ามีการกระจายตัวและการว่ายน้ำเร็วขึ้น ขณะเดียวกันก็มีการเจริญเติบโตขึ้นด้วย โดยสังเกตในน้ำที่มีความขุ่นและน้ำธรรมดาเปรียบเทียบกันพบว่าการเจริญเติบโตและอัตราการรอดในน้ำขุ่นจะดีกว่าในน้ำสะอาด อาจเป็นเพราะปลาสามารถใช้น้ำขุ่นนี้หลบภัยศัตรูแล้วรู้สึกปลอดภัยในขณะที่ดำรงชีวิตและยังได้อาหารธรรมชาติจากสาหร่ายด้วย แต่การว่ายน้ำในน้ำที่มีความขุ่นจะว่ายได้เร็วไม่เท่ากับที่อยู่ในน้ำสะอาด จากรายงานพบว่าอัตราการรอดตายที่เลี้ยงในน้ำที่มีความขุ่นและน้ำสะอาด แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งการกระจายตัว และอัตราเร็วในการว่ายน้ำก็จะสัมพันธ์กันไปหรือมีปัจจัยเอื้ออำนวยกันอยู่ด้วย และยังสอดคล้องกับการทดลองของ Riley (1998) ที่ทำการศึกษาความขุ่นและตะกอนที่มีอยู่ในธรรมชาติในช่วงฤดู น้ำหลาก ซึ่งทำการสำรวจจากแหล่งน้ำในออสเตรเรีย โดยที่ความขุ่นที่เกิดขึ้นจะเกิดขึ้นจากการสึกกร่อนของหินและสลายของพวกสาหร่ายและแพลงก์ตอน ซึ่งความขุ่นและตะกอนที่ทำการศึกษาสัตว์น้ำสามารถอาศัยอยู่ได้โดยที่ไม่มีผลกระทบต่อย่างใดจากข้อมูลในรายงานการสำรวจ

จากการทดลองที่ผ่านมาทำให้เรารู้ได้ว่าสัตว์สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีความขุ่นโดยพวกมันจะอาศัยเป็นที่หลบภัยหรือใช้ในการผสมพันธุ์การออกไข่ ซึ่งการอาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำที่มีความขุ่นที่ไม่มากเกินไปดูเหมือนจะทำให้พวกมันรู้สึกปลอดภัยจากศัตรูหรือสัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่กว่าด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 8** เหงือกลูกปลาที่มีการอุดตันของสารแขวนลอย

**ตารางที่ 5** ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของลูกปลายี่สกเทศในช่วงอายุต่างๆ

| อายุลูกปลานิล (วัน) | ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการตาย (เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|
| 20 | 50.00 ± 27.775 |
| 25 | 22.7 ± 25.801 |
| 30 | 38.00 ± 38.402 |
| 35 | 4.00 ± 6.322 |

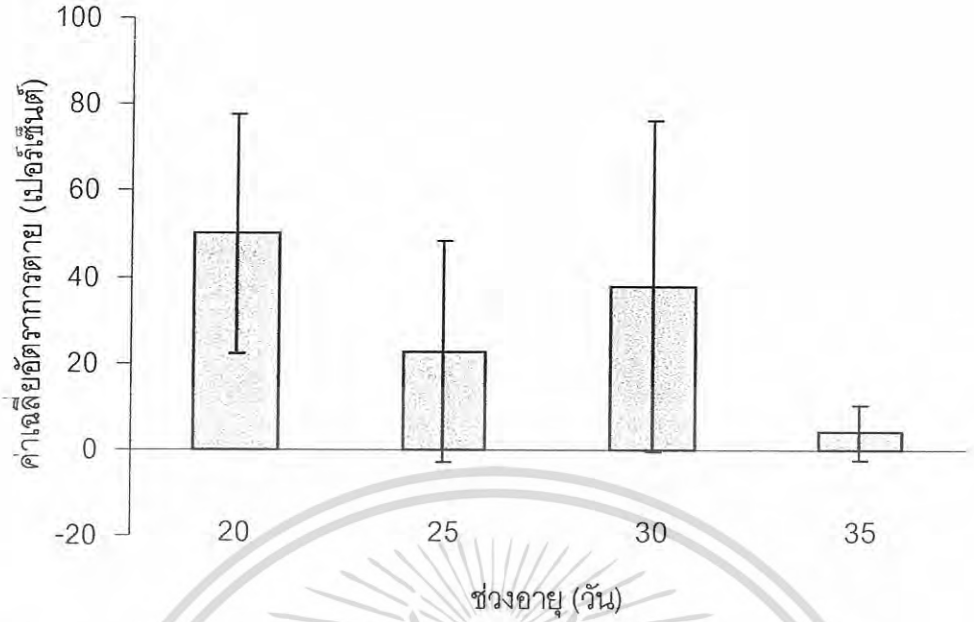
**ตารางที่ 6** อัตราการตายของลูกปลายี่สกเทศในระดับความขุ่นที่แตกต่างกัน

| ระดับความขุ่น (NTU) | จำนวนอัตราการตาย(เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|
| 0 | 4.2 ± 6.69 [a] |
| 155.20 ±1.744 | 47.5 ± 38.17 [b] |
| 215.00 ±10.095 | 21.7 ± 18.99 [b] |
| 269.13 ± 4.580 | 33.3 ± 29.02 [cb] |
| 673.50 ±18.682 | 36.7± 30.85 [cb] |

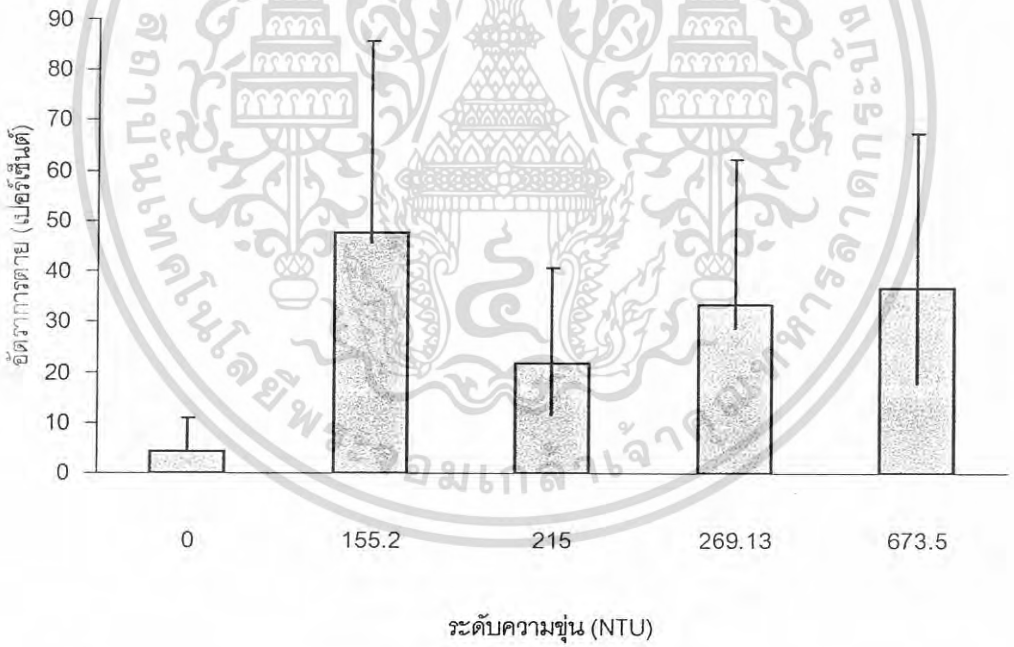
อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

อักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 9** ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของลูกปลายี่สกเทศในช่วงอายุต่างๆ




**ภาพที่ 10** อัตราการตายของลูกปลายี่สกเทศในระดับความขุ่นที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่** 7 ความขุ่นที่ทำให้ปลานิลวัยอ่อนมีอัตราการตายในช่วงอายุต่างๆ

| อายุ (วัน) | ความขุ่นที่ทำให้ปลายี่สกเทศตาย (NTU) |
|---|---|
| 20 | 1038.167 |
| 25 | 2048.167 |
| 30 | 3058.167 |
| 35 | 4068.167 |

**3. การทำนายค่า LC50 – 96 ชั่วโมงในปลานิลและปลายี่สกเทศ**

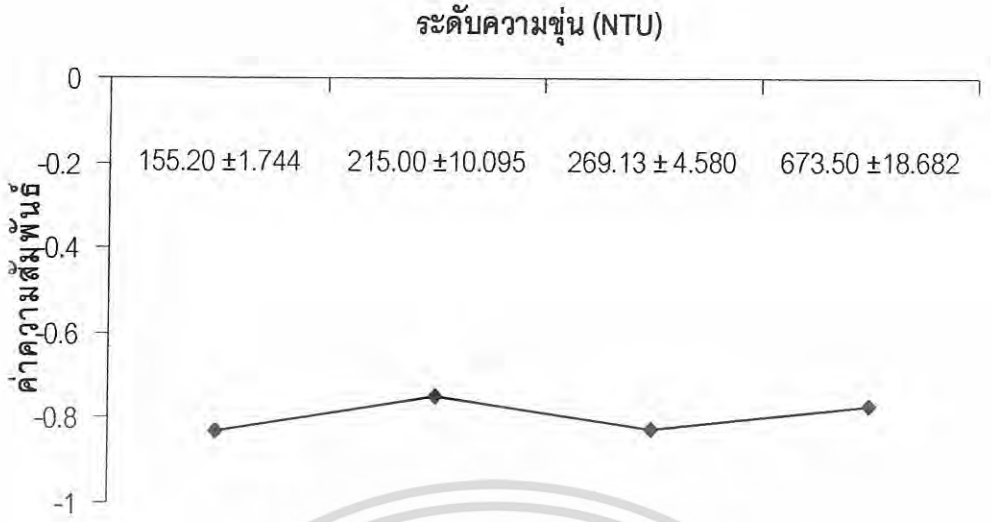
ในการทำนายอัตราการตายของลูกปลานิล 50 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุ 20 25 30 และ 35 วัน พบอัตราการตายที่ระดับความขุ่น 913.833 2007.167 3100.5 และ 4193.833 NTU ตามลำดับ และยังพบความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นและเปอร์เซ็นต์อัตราการตายเท่ากับ -0.829 -0.746 -0.827 และ -0.770 ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ในการทำนายอัตราการตายของลูกปลายี่สกเทศ 50 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุ 20 25 30 และ 35 วันจะพบอัตราการตายที่ระดับความขุ่น 1038.167 2048.167 3058.167 และ 4068.167 NTU (ตารางที่ 7) และยังพบความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นและเปอร์เซ็นต์อัตราการตายเท่ากับ -0.377 -0.779 -0.563 และ – 0.757 ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

**ตารางที่** 8 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นและเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของปลานิลวัยอ่อน

| ความขุ่น (NTU) | ค่าความสัมพันธ์ |
|---|---|
| 155.20 ±1.744 | -0.829 |
| 215.00 ±10.095 | -0.746 |
| 269.13 ± 4.580 | -0.827 |
| 673.50 ±18.682 | -0.770 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 11 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นและเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของปลานิลวัยอ่อน

ตารางที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นและเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของปลายี่สกเทศวัยอ่อน

| ความขุ่น (NTU) | ค่าความสัมพันธ์ |
|---|---|
| 155.20 ±1.744 | -0.377 |
| 215.00 ±10.095 | -0.779 |
| 269.13 ± 4.580 | -0.563 |
| 673.50 ±18.682 | -0.757 |

ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นและเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของปลายี่สกเทศวัยอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

1. ความขุ่นส่งกระทบต่อเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของลูกปลานิลและลูกปลายี่สกเทศ
2. ลูกปลานิลและลูกปลายี่สกเทศมีเปอร์เซ็นต์อัตราการตายที่สูงในช่วงที่ลูกปลาอายุต่ำ และมีเปอร์เซ็นต์อัตราการตายสูงในระดับความขุ่นที่มีความเข้มข้นที่สูง
3. ลูกปลานิลและลูกปลายี่สกเทศสามารถทนอยู่ได้ในระดับน้ำที่มีความขุ่น เมื่อลูกปลามีอายุสูงขึ้น

พบว่าลูกปลาจะไม่สามารถทนอยู่ได้หากมีปริมาณสารแขวนลอยในระดับที่ไม่เหมาะสม ทำให้มีเปอร์เซ็นต์อัตราการตายสูงในช่วงที่ลูกปลานิลและลูกปลายี่สกเทศมีอายุต่ำซึ่งสารแขวนลอยจะไปอุดตันเหงือกทำให้ลูกปลาระคายเคืองเหงือกและส่งผลกระทบต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

Bash. J., B. Cara. and B. Susan. 2001. Effect of turbidity and suspended solids on salmons. Center for Streamside studies University of Washington. 1 – 80 p.

Islam, M.S., M. Hibino and M. Tanaka. 2006. Distribution and diets of larval and juvenilefishes : Influence of salinity gradient and turbidity maximum in a temperate estuary in Ariake Bay, Japan. Estuarine,Coastal and Shelf Science. 68:62– 74 p.

Shaw, G.W., P.M. Pankhurst and S.C. Battaglene. 2006. Effect of turbidity, prey densityand culture history on preyconsumption by greenback flounder *Rhombosolea tapirina* larvae. Aquaculture. 253:447– 460 p.

Rieger, P.W. and R.C. Summerfelt. 1997. The influence of turbidity on larval walleye,*Stizostedion vitreum*, behavior and development in tank culture. Aquaculture.159:19 – 23 p.

Ritvo, G., W.H. Neill, A.L. Lawrence, and T.M. Samocha. 1997 Turbidity related toshrimp size in tank with soil substrate. Aquacultural engineering. 16:221 – 225 p.

Riley, S. J. 1998. The sediment concentation – turbidity relation : its value in monitoringat Ranger Uranium Mine, Northern Territory, Australia. Catena. 32:1 – 14 p.

R. J. Davies-Colley and D. G. Smith. 2001. Turbidity, suspended sediment, and water clarity. The american water resources association. 37:1085–1101 p.

Serra, T., J. Colomer, L. Zamora, R.M. Amich and X. Casamitjana. 2002. Seasonal development of a turbid hydrothermal lake plume and the effects on the fish distribution. Water Research. 36:2753 – 2760 p.

Wojtczak, M., R. kowalski, S. Dobosz, K. Goryczko. H. Kuzminski, J. Glogowski and A. Ciereszko. 2004. Assessment of water turbidity for evaluation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) egg quality. Aquaculture. 242:617 – 624 p.

Yi, Y., C.k. Lin, and J.S, Diana. 2003. Techniques to mitigate clay turbidity problems in fertilized earthen fish pond. Aquacultural engineering. 27:39 – 51 p.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และคณะ. 2528. บทที่ 4 ความขุ่น. คุณภาพน้ำทางการประมง. 14 – 15 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2539. บทปฏิบัติการที่ 2 เนื้อดิน. บทปฏิบัติการวิชาปฐพีวิทยาเบื้องต้น (04072111). ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 5 – 7 น.




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

## การวิเคราะห์ TSS (Total suspended solid)

**ตารางที่ 1** ค่าของน้ำหนัก crucible เปล่าหลังจากเผาเป็นเวลา 1 ชั่วโมงที่ 105 °C

| ความชุ่น | น้ำหนัก crucible (กรัม) | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 29.57 | 36.90 | 34.34 |
| 10 | 31.75 | 32.64 | 32.65 |
| 20 | 34.06 | 36.28 | 34.00 |
| 40 | 28.82 | 36.02 | 37.65 |
| 60 | 35.11 | 34.05 | 35.52 |

**ตารางที่ 2** ค่าของน้ำหนัก crucible กับตะกอน หลังจากอบแล้วเป็นเวลา 1 ชั่วโมงที่ 105°C

| ความชุ่น | น้ำหนัก crucible (กรัม) | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 29.57 | 36.90 | 34.34 |
| 10 | 31.76 | 32.65 | 32.66 |
| 20 | 34.08 | 36.31 | 34.03 |
| 40 | 28.86 | 36.06 | 37.68 |
| 60 | 35.16 | 34.10 | 35.57 |

นำมาคำนวณหาปริมาณตะกอนตามสูตร

TSS = (crucible+ตะกอน) – crucible

จะได้ค่า X มิลลิกรัม / 10 ลิตร

ปริมาตร 10 มิลลิลิตร มี X มิลลิกรัม

ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร มี X x 1000 / 10 = 100X มิลลิกรัม / ลิตร

ได้ค่าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3** ค่าของตะกอนที่อยู่ในน้ำที่ได้จากการคำนวณ

| ความขุ่น | ค่า TSS (มิลลิกรัม / ลิตร ) | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 100 | 100 | 100 |
| 20 | 200 | 300 | 300 |
| 40 | 400 | 400 | 300 |
| 60 | 500 | 500 | 500 |

**ตารางที่ 4** ค่าเฉลี่ยของความขุ่นที่ได้จากการวิเคราะห์สารแขวนลอย (Total suspended solid)

| ความขุ่น (เปอร์เซ็นต์) | ค่า เฉลี่ย TSS (มิลลิกรัม / ลิตร ) |
|---|---|
| 0 | 0 ± 0.000 |
| 10 | 100 ± 0.000 |
| 20 | 266.66 ± 33.333 |
| 40 | 366.66 ± 33.333 |
| 60 | 500 ± 0.000 |

**ตารางที่ 5** ค่าเฉลี่ยความขุ่นในแต่ละระดับความเข้มข้นจากเครื่องวัดเทอร์บิโดมิเตอร์ (NTU)

| **ระดับความขุ่น (เปอร์เซ็นต์)** | **ค่าเฉลี่ยความขุ่น** (NTU) |
|---|---|
| น้ำธรรมดา | 5±2.000 |
| 10 เปอร์เซ็นต์ | 155.20 ±1.744 |
| 20 เปอร์เซ็นต์ | 215.00 ±10.095 |
| 40 เปอร์เซ็นต์ | 269.13 ± 4.580 |
| 60 เปอร์เซ็นต์ | 673.50 ±18.682 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ปลายี่สกเทศ

**ตารางที่ 6** ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลายี่สกเทศอายุ 20 วัน ในแต่ละช่วงเวลา

| ระดับความขุ่น | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลายี่สกเทศอายุ 20 วัน ในแต่ละช่วงเวลา (เปอร์เซ็นต์) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 24 | 48 | 72 | 96 |
| 0 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 10.00 ± 0.000 |
| 10 | 0.00 ± 0.000 | 23.33 ± 8.819 | 43.33 ± 6.666 | 60.00 ± 15.275 |
| 20 | 0.00 ± 0.000 | 13.33 ± 3.333 | 26.66 ± 3.333 | 40.00 ± 5.773 |
| 40 | 6.66 ± 6.66 | 20.00 ± 5.773 | 36.66 ± 3.333 | 60.00 ± 5.773 |
| 60 | 70.00 ±17.32 | 70.00 ± 17.320 | 76.66 ± 12.018 | 80.00 ±10.000 |

**ตารางที่ 7** ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลายี่สกเทศอายุ 25 วัน ในแต่ละช่วงเวลา

| ระดับความขุ่น | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลายี่สกเทศอายุ 25 วัน ในแต่ละช่วงเวลา (เปอร์เซ็นต์) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 24 | 48 | 72 | 96 |
| 0 | 0.00 ± 0.000 | 0.0.00 ± 0.000 | 0.0.00 ± 0.000 | 0.0.00 ± 0.000 |
| 10 | 0.0.00 ± 0.000 | 0.0.00 ± 0.000 | 3.33 ± 3.333 | 36.66 ± 8.819 |
| 20 | 6.66 ± 3.333 | 16.66 ± 3.333 | 20.00 ± 0.000 | 36.66 ± 8.819 |
| 40 | 6.66 ± 3.33 | 6.66 ± 3.333 | 20.00 ± 0.000 | 20.00 ± 0.000 |
| 60 | 10.00 ± 0.000 | 16.66 ± 3.333 | 16.66 ± 3.333 | 20.00± 0.000 |

**ตารางที่ 8** ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลายี่สกเทศอายุ 30 วัน ในแต่ละช่วงเวลา

| ระดับความขุ่น | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลายี่สกเทศอายุ 30 วัน ในแต่ละช่วงเวลา (เปอร์เซ็นต์) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 24 | 48 | 72 | 96 |
| 0 | 0.00 ± 0.000 | 3.33 ± 3.333 | 6.66± 6.666 | 6.66±6.666 |
| 10 | 6.66 ± 6.666 | 40.00 ± 15.275 | 86.66± 6.666 | 93.33± 6.666 |
| 20 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 |
| 40 | 10.00 ± 5.773 | 20.00 ± 11.547 | 46.66± 20.275 | 50.00 ± 20.816 |
| 60 | 10.00 ± 5.773 | 23.33 ± 6.666 | 23.33 ± 6.666 | 40.00 ± 10.000 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 9** ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลายี่สกเทศอายุ 35 วัน ในแต่ละช่วงเวลา

| ระดับความขุ่น | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลายี่สกเทศอายุ 35 วัน ในแต่ละช่วงเวลา (เปอร์เซ็นต์) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 24 | 48 | 72 | 96 |
| 0 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 |
| 10 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 |
| 20 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 6.66 ± 0.000 | 10.00 ± 5.773 |
| 40 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 3.33 ± 3.333 | 3.33 ± 3.333 |
| 60 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 6.66± 6.666 | 6.66 ± 6.666 |

**ปลานิล**

**ตารางที่ 10** ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลานิลอายุ 20 วัน ในแต่ละช่วงเวลา

| ระดับความขุ่น | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลานิลอายุ 20 วัน ในแต่ละช่วงเวลา (เปอร์เซ็นต์) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 24 | 48 | 72 | 96 |
| 0 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 20.00 ± 0.000 |
| 10 | 3.33 ± 3.333 | 6.66 ± 0.000 | 33.33 ± 0.000 | 50.00 ± 0.000 |
| 20 | 0.00 ± 0.000 | 13.33 ± 3.333 | 26.66 ± 12.018 | 40.00 ± 5.773 |
| 40 | 0.00 ± 0.000 | 10.00 ± 5.773 | 26.66 ± 12.018 | 36.33 ± 12.018 |
| 60 | 0.00 ± 0.000 | 6.66± 0.000 | 13.33 ± 8.819 | 20.00 ± 11.547 |

**ตารางที่ 11** ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลานิลอายุ 25 วัน ในแต่ละช่วงเวลา

| ระดับความขุ่น | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลานิลอายุ 25 วัน ในแต่ละช่วงเวลา (เปอร์เซ็นต์) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 24 | 48 | 72 | 96 |
| 0 | 0.00 ± 0.000 | 6.66 ± 3.333 | 6.66 ± 0.000 | 6.66 ± 3.333 |
| 10 | 0.00 ± 0.000 | 3.33 ± 3.333 | 10.00 ± 3.333 | 26.66 ± 3.333 |
| 20 | 6.66 ± 3.333 | 16.66 ± 3.333 | 20.00 ± 3.333 | 36.66 ± 3.333 |
| 40 | 6.66 ± 3.333 | 16.66 ± 3.333 | 30.00 ±15.275 | 50.00 ± 15.275 |
| 60 | 10.00 ± 5.773 | 30.00 ± 5.773 | 36.66 ± 8.819 | 53.33 ± 6.666 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 12** ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลานิลอายุ 30 วัน ในแต่ละช่วงเวลา

| ระดับความขุ่น | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลานิลอายุ 30 วัน ในแต่ละช่วงเวลา (เปอร์เซ็นต์) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 24 | 48 | 72 | 96 |
| 0 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 3.33 ± 3.333 | 3.33 ± 3.333 |
| 10 | 0.00 ± 0.000 | 3.33 ± 3.333 | 3.33 ± 3.333 | 6.66 ± 6.666 |
| 20 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 |
| 40 | 0.00 ± 0.000 | 6.66 ± 6.666 | 10.00 ± 0.000 | 13.33 ± 8.819 |
| 60 | 0.00 ± 0.000 | 6.66 ± 6.666 | 10.00 ± 0.000 | 10.00 ± 0.000 |

**ตารางที่ 13** ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลานิลอายุ 35 วัน ในแต่ละช่วงเวลา

| ระดับความขุ่น | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของปลานิลอายุ 35 วัน ในแต่ละช่วงเวลา (เปอร์เซ็นต์) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 24 | 48 | 72 | 96 |
| 0 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 |
| 10 | 0.00 ± 0.000 | 3.33 ± 3.333 | 6.66 ± 6.666 | 13.33 ± 3.333 |
| 20 | 3.33 ± 3.333 | 3.33 ± 3.333 | 3.33 ± 3.333 | 3.33 ± 3.333 |
| 40 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 |
| 60 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 | 0.00 ± 0.000 |

**ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของลูกปลานิล**

| VARIABLE | COEFFICIENT | STD ERROR | STD COEF | TOLERANCE | TP(2TAIL) |
|---|---|---|---|---|---|
| CONSTANT | 24.591 | 2.533 | 0.000 | 9.709 | 0.000 |
| NTU | 0.003 | 0.002 | 0.110 | 1.000 | 1.171 | 0.246 |
| AGE | -0.656 | 0.088 | -0.699 | 1.000 | -7.472 | 0.000 |

ANALYSIS OF VARIANCE

| SOURCE | SUM-OF-SQUARES | DF | MEAN-SQUARE | F-RATIO | P |
|---|---|---|---|---|---|
| REGRESSION | 827.912 | 2 | 413.956 | 28.601 | 0.000 |
| RESIDUAL | 824.975 | 57 | 14.473 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของลูกยี่สกเทศ**

| VARIABLE | COEFFICIENT | STD ERROR | STD COEF | TOLERANCE | | TP(2 TAIL) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CONSTANT | 23.218 | 3.347 | 0.000 | - | 6.938 | 0.000 |
| NTU | 0.009 | 0.003 | 0.304 | 1.000 | 2.932 | 0.005 |
| AGE | -0.606 | 0.116 | -0.542 | 1.000 | -5.224 | 0.000 |

ANALYSIS OF VARIANCE

| SOURCE | SUM-OF-SQUARES | DF | MEAN-SQUARE | F-RATIO | P |
|---|---|---|---|---|---|
| REGRESSION | 906.651 | 2 | 453.326 | 17.941 | 0.000 |
| RESIDUAL | 1440.243 | 57 | 25.267 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้