



โครงการ

Smart Floc ต้นแบบระบบอัตโนมัติ เพื่อการบริหารจัดการคุณภาพน้ำอย่างยั่งยืน

จัดทำโดย

- | | | |
|---------------------|-----------------|----------------------------|
| 1. ส.ณ.สุทธิเกียรติ | ศิริวาริน | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 |
| 2. ส.ณ.เอกขรัตน์ | ภูตินันท์นิมิตร | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 |
| 3. ส.ณ.ชัชชนันท์ | วังวงศ์ | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 |

ครูที่ปรึกษาโครงการ

นางสาวปวีณา	จันทร์เพ็ญ
นางสาวพนิดา	เล่าประเสริฐ
นายพีรภัทร์	ตรงดี

โรงเรียนวัดไผ่ดำ แผนกสามัญศึกษา
ตำบลทองเอน อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี
สำนักงานการศึกษาพระปริยัติธรรม แผนกสามัญศึกษา

หัวข้อโครงการ Smart Floc ต้นแบบระบบอัตโนมัติเพื่อการบริหารจัดการคุณภาพน้ำอย่างยั่งยืน

ผู้จัดทำ	ส.ณ.สุทธิเกียรติ ศิริวาริน	ระดับชั้น ม.3	Email : Garfield9462@gmail.com
	ส.ณ.เอกชรัตน์ ภูตินันท์นิมิตร	ระดับชั้น ม.3	Email : Aekkotcharat@gmail.com
	ส.ณ.ชัชพันธ์ วั่งวงษ์	ระดับชั้น ม.3	Email : chachnanth54089@gmail.com

ครูที่ปรึกษา

นางสาวปวีณา	จันทร์เพ็ญ
นางสาวพนิดา	เล่าประเสริฐ
นายพีรภัทร์	ตรงดี

บทคัดย่อ

โครงการ Smart Floc : ต้นแบบระบบอัตโนมัติเพื่อการบริหารจัดการคุณภาพน้ำอย่างยั่งยืน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบการเลี้ยงปลานิลด้วยเทคโนโลยีไบโอฟล็อก โดยมุ่งเน้นการควบคุมคุณภาพน้ำ การลดต้นทุนการผลิต และการเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและทรัพยากรในท้องถิ่นจังหวัดสิงห์บุรี

การดำเนินโครงการประกอบด้วยการออกแบบและสร้างระบบเลี้ยงปลาแบบไบโอฟล็อกขนาดนาร่อง ควบคู่กับการพัฒนาระบบ Smart Floc เพื่อควบคุมการให้อาหารและการเติมจุลินทรีย์ในระบบโดยอัตโนมัติ ทำการเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลาประมาณ 2 เดือน มีการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่า pH ออกซิเจนละลายน้ำ อุณหภูมิ แอมโมเนีย และไนไตรท์ รวมถึงติดตามอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

ผลการศึกษาพบว่า ระบบ Smart Floc สามารถควบคุมคุณภาพน้ำให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิลได้อย่างต่อเนื่อง ปลาที่มีอัตราการรอดตายมากกว่าร้อยละ 90 มีการเจริญเติบโตเป็นไปตามเป้าหมาย และมีประสิทธิภาพการให้อาหารดีกว่าการเลี้ยงปลาแบบดั้งเดิม อีกทั้งยังช่วยลดการเปลี่ยนน้ำและลดต้นทุนการเลี้ยง โครงการนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการบูรณาการเทคโนโลยีไบโอฟล็อกและระบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืนในอนาคต

คำสำคัญ : ไบโอฟล็อก, Smart Floc, คุณภาพน้ำ, การเลี้ยงปลานิล, ระบบอัตโนมัติ

บทที่ 1 บทนำ

ในปัจจุบัน การเลี้ยงปลานับเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมการเกษตรที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและความมั่นคงทางอาหารของประเทศ เนื่องจากปลาเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงปลาในรูปแบบดั้งเดิมยังคงประสบปัญหาหลายประการ อาทิ ปัญหาคุณภาพน้ำจากการสะสมของเสียของปลาและอาหารที่เหลือ ทำให้เกิดการสะสมของแอมโมเนียและไนไตรท์ซึ่งเป็นสารพิษต่อปลา ส่งผลให้ต้องมีการถ่ายเทน้ำบ่อยครั้งและสิ้นเปลืองทรัพยากรน้ำ นอกจากนี้ สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมยังเอื้อต่อการเกิดโรคระบาด ทำให้ปลาอ่อนแอและจำเป็นต้องใช้ยาปฏิชีวนะ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาเชื้อดื้อยาและสารตกค้างในผลผลิต อีกทั้งน้ำเสียจากการเลี้ยงปลาที่ยังไม่ได้รับการบำบัดอย่างเหมาะสมยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศโดยรวม

นอกจากปัญหาด้านคุณภาพน้ำและโรคแล้ว การเลี้ยงปลาแบบบ่อขนาดใหญ่ยังต้องใช้พื้นที่จำนวนมาก จึงไม่เหมาะสมกับเกษตรกรที่มีพื้นที่จำกัดหรือผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตเมือง ขณะเดียวกัน ต้นทุนการผลิตด้านอาหาร การจัดการคุณภาพน้ำ และการควบคุมโรคยังคงเป็นภาระสำคัญของเกษตรกร ด้วยเหตุนี้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาระบบการเลี้ยงปลาที่มีประสิทธิภาพ ลดต้นทุนการผลิต ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถเพิ่มผลผลิตได้อย่างยั่งยืน

ระบบการเลี้ยงปลาแบบไบโอฟล็อก (Biofloc System) เป็นแนวทางหนึ่งที่มีความสนใจอย่างแพร่หลาย โดยเป็นระบบเลี้ยงปลาในลักษณะปิดหรือกึ่งปิด ที่มีการจัดการให้เกิดการรวมตัวของจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ สาหร่าย และโปรโตซัว ร่วมกับสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในรูปของไบโอฟล็อก ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการบำบัดของเสียในน้ำ โดยเปลี่ยนไนโตรเจนที่เป็นพิษให้เป็นโปรตีนของจุลินทรีย์ อีกทั้งยังเป็นแหล่งอาหารเสริมตามธรรมชาติสำหรับปลา ช่วยลดการใช้อาหารสำเร็จรูปและลดความจำเป็นในการถ่ายเทน้ำ

ดังนั้น การพัฒนาและศึกษาระบบเลี้ยงปลาไบโอฟล็อกจึงมีความสำคัญต่อภาคการเกษตรอย่างยิ่ง ทั้งในด้านการลดต้นทุนการผลิต เพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ ลดความเสี่ยงจากการเกิดโรค ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างคุ้มค่า และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ระบบดังกล่าวยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งในระดับครัวเรือนและเชิงพาณิชย์ ช่วยสร้างอาชีพ เพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร และสนับสนุนการพัฒนาเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน อันสอดคล้องกับความท้าทายด้านการผลิตอาหารในโลกยุคปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการเลี้ยงปลาแบบไบโอฟล็อกต้นแบบได้

1.2.2 เพื่อวัดคุณภาพน้ำและควบคุมระบบการเลี้ยงปลาแบบไบโอฟล็อกต้นแบบได้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ขอบเขตด้านเนื้อหา : ศึกษาหลักการและแนวคิดของระบบการเลี้ยงปลาแบบไบโอฟลอค หลักการทำงานของจุลินทรีย์ในการบำบัดของเสียในน้ำ และการจัดการคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิล เช่น ค่า pH ออกซิเจนละลายน้ำ อุณหภูมิ แอมโมเนีย และไนไตรท์

ขอบเขตด้านพื้นที่และกลุ่มตัวอย่าง : ดำเนินการทดลองเลี้ยงปลานิลในระบบไบโอฟลอคขนาดน้ำ ร่อง ณ โรงเรียนวัดไผ่ดำ แผนกสามัญศึกษา จังหวัดสิงห์บุรี โดยใช้ปลานิลเป็นสัตว์ทดลอง

ขอบเขตด้านระยะเวลา : ระยะเวลาในการดำเนินโครงการตั้งแต่การออกแบบ สร้างระบบ ทดลองเลี้ยง และเก็บข้อมูลผลการทดลอง รวมระยะเวลาประมาณ 3 เดือน

ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบระบบการเลี้ยงปลา (ระบบไบโอฟลอคแบบ Smart Floc)

ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณภาพน้ำ อัตราการเจริญเติบโตของปลา อัตราการรอดตาย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ชนิดปลา ปริมาณอาหาร ระยะเวลาเลี้ยง และสภาพแวดล้อมในการเลี้ยง

1.4 สมมติฐาน

สมมติฐานหลัก : การเลี้ยงปลานิลด้วยระบบ Smart Floc แบบไบโอฟลอค จะทำให้ปลา มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าและมีอัตราการรอดตายสูงกว่าการเลี้ยงปลาในระบบแบบดั้งเดิม

สมมติฐานรอง : ระบบไบโอฟลอคจะช่วยลดปริมาณแอมโมเนียและไนไตรท์ในน้ำได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากจุลินทรีย์ในไบโอฟลอคสามารถบำบัดของเสียเหล่านี้ได้ การเลี้ยงปลาในระบบไบโอฟลอคจะช่วยลดต้นทุนค่าอาหารลง เนื่องจากไบโอฟลอคเป็นแหล่งโปรตีนเสริมตามธรรมชาติสำหรับปลา ปริมาณน้ำที่ต้องถ่ายเทในระบบไบโอฟลอคจะลดลงอย่างมาก เมื่อเทียบกับการเลี้ยงปลาแบบดั้งเดิม ส่งผลให้มีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ปลาที่เลี้ยงในระบบไบโอฟลอคจะมีสุขภาพโดยรวมดีขึ้นและมีความต้านทานโรคสูงขึ้น เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและจุลินทรีย์โปรไบโอติกในระบบ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1. ได้องค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ในการเลี้ยงปลา
2. เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสัตว์น้ำ
3. ลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มรายได้ให้เกษตรกร

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อดีและข้อเสียของไบโอฟลอค

เทคโนโลยีไบโอฟลอคได้รับการพัฒนาขึ้นในช่วงทศวรรษ 1990 เพื่อให้เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาและกุ้งสามารถประหยัดอาหารสัตว์และใช้ประโยชน์จากน้ำเสียในระหว่างการผลิตได้ แนวคิดหลักคือผู้ผลิตสามารถใช้ประโยชน์จากวัฏจักรไนโตรเจนและปล่อยให้แบคทีเรียที่มีประโยชน์เจริญเติบโตในน้ำที่ใช้ในการเลี้ยง

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายนี้ผู้ผลิตจำเป็นต้องรักษาสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงให้สูงขึ้นจะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียหลากหลายชนิด – จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายคาร์บอนอินทรีย์จากสิ่งแวดล้อมโดยรอบ การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (กลุ่มแบคทีเรีย) สามารถบริโภคของเสียจากปลาที่มีไนโตรเจนและสารพิษต่างๆ ก่อนที่จะถูกปลาที่เลี้ยงกินเข้าไป ซึ่งจะช่วยลดทั้งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตและต้นทุนอาหารสัตว์

ข้อดีและข้อเสียของไบโอฟลอค

ข้อดีของไบโอฟลอค

ตะกอนจุลินทรีย์เหล่านี้อุดมไปด้วยโปรตีน และเป็นแหล่งวิตามินและฟอสฟอรัสที่ดีสำหรับปลาและกุ้ง ผู้เขียนอธิบายว่าการปล่อยให้ตะกอนจุลินทรีย์เจริญเติบโตสามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำและตรึงไนโตรเจนที่เป็นพิษได้ เกษตรกรยังรายงานว่ารระบบนี้มีผลผลิตสูงกว่าเมื่อเทียบกับเทคนิคการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบดั้งเดิม การผลิตไบโอฟลอคสามารถลดอัตราการตาย เพิ่มการเจริญเติบโตของลูกน้ำ และปรับปรุงอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำที่เลี้ยงได้

ข้อดีสำคัญอีกประการหนึ่งของเทคโนโลยีไบโอฟลอคคืออัตราการใช้น้ำและที่ดินที่ดีขึ้น เนื่องจากระบบนี้ใช้น้ำในปริมาณจำกัด (หรือเกือบเป็นศูนย์) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมของการผลิตจึงต่ำ การลดปริมาณน้ำที่ใช้ช่วยลดมลพิษและช่วยให้มีมาตรการความปลอดภัยทางชีวภาพที่ดีขึ้นในระหว่างการผลิต

ข้อเสียของระบบ

การเพาะเลี้ยงแบบไบโอฟลอคมีความซับซ้อนมากกว่าที่เห็น ระบบนี้ต้องใช้ระยะเวลาในการเริ่มต้นและผลผลิตอาจไม่สม่ำเสมอในแต่ละฤดูกาล เนื่องจากผู้ผลิตต้องผสมและเติมอากาศในน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงอย่างต่อเนื่อง ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจึงอาจสูงกว่าที่คาดไว้

นอกจากปัจจัยเหล่านี้แล้ว ผู้ผลิตต้องบริหารจัดการบ่อไบโอฟลอคเพื่อป้องกันการสะสมของไนไตรต์ และรักษาระดับความเป็นด่างให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม การตรวจสอบสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของปลา

เป็นสิ่งสำคัญเช่นกัน เนื่องจากไบโอฟลอกสามารถเพิ่มระดับของของแข็งแขวนลอยในน้ำ ทำให้ปลาและกุ้งมีความเสี่ยงต่อความเครียดจากสิ่งแวดล้อม

แม้ว่าจะมีหลักฐานบางอย่างที่บ่งชี้ว่ากลุ่มจุลินทรีย์มีผลดีต่อสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงและสามารถควบคุมกิจกรรมของแบคทีเรียวิบริโอ ได้ แต่ก็ไม่ได้พบผลลัพธ์เช่นนี้ในทุกการศึกษา นักวิจัยตั้งข้อสังเกตว่าในบางการทดลอง กลุ่มจุลินทรีย์มีจำนวน แบคทีเรียวิบริโอ สูง ทำให้ปลาเสี่ยงต่อการเป็นโรค ปัจจุบัน นักวิจัยยังไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้ว่ากลุ่มจุลินทรีย์แต่ละกลุ่มทำงานอย่างไร หรือจะทำให้พวกมันเพิ่มจำนวนได้อย่างไรในระบบอย่างไร ซึ่งทำให้ผู้ผลิตเสียเปรียบ¹

2.2 คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำ (Water quality) หมายถึงลักษณะทางเคมี กายภาพ ชีวภาพ และรังสีของน้ำที่กำหนดความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ต่างๆ รวมถึงการดื่ม กิจกรรมสันทนาการ การเอื้อประโยชน์ต่อชีวิตสัตว์น้ำ เกษตรกรรม และกระบวนการอุตสาหกรรม เป็นการวัดสภาพโดยรวมของน้ำและความสามารถในการตอบสนองความต้องการของมนุษย์และระบบนิเวศ โดยมีหลายปัจจัยที่ช่วยในการประเมินคุณภาพน้ำ

1) ลักษณะทางกายภาพ: พารามิเตอร์ทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ สี ความขุ่น (ความใส) กลิ่นรสชาติ และการนำไฟฟ้า ปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อความสวยงามและการยอมรับของการใช้น้ำสำหรับวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน

2) องค์ประกอบทางเคมี ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำ เช่น สามารถวัดค่า pH ความกระด้าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) และระดับของคลอไรด์ คลอไรด์ตกค้าง ซัลเฟต ไนโตรเจน ฟลูออไรด์ เหล็กและแมงกานีส ทองแดงและสังกะสี สารอินทรีย์และอนินทรีย์ที่เป็นพิษรวมทั้งสารกัมมันตภาพรังสี และมลพิษอื่นๆ มีอิทธิพลต่อความเหมาะสมในการใช้งานเฉพาะ สารปนเปื้อนในปริมาณที่มากเกินไปอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตในน้ำ

3) ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ ปัจจัยทางชีวภาพ ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส สาหร่าย และจุลินทรีย์อื่นๆ ให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพและบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำที่ไม่ดี

4) สุขภาพของระบบนิเวศ: ความสมบูรณ์และความหลากหลายของระบบนิเวศทางน้ำ รวมถึงแม่น้ำ ทะเลสาบ พื้นที่ชุ่มน้ำ และมหาสมุทร เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ การมีอยู่และความอุดมสมบูรณ์ของปลา สัตว์ไม่มี

¹ เมแกน ฮาวเวลล์. (2020) ข้อดีและข้อเสียของไบโอฟลอก. 4 ธันวาคม 2020 สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2025 จาก

<https://thefishsite.com/articles/the-pros-and-cons-of-biofloc>

มีกระดูกสันหลัง พืช และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ สามารถสะท้อนถึงความสมดุลของระบบนิเวศโดยรวมและความสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ²

2.3 วิธีการเลี้ยงปลานิล

รูปร่างลักษณะและนิสัย

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง (อยู่ในตระกูล Cichlidae) มีถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ในทวีปแอฟริกา พบทั่วไปตามหนอง บึง และทะเลสาบ ในประเทศชูดาน อุแกندا แทนแกนิกา เนื่องจากปลานิลนี้เลี้ยงง่ายและเติบโตเร็ว จึงมีผู้สนใจเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย

ปลานิลมีรูปร่างลักษณะคล้ายปลาหมอเทศ ลักษณะพิเศษของปลานิลนั้น มีริมฝีปากบนและล่างเสมอกัน มีเกล็ด 4 แถวตรงบริเวณแก้ม และจะมีลายพาดขวางลำตัวประมาณ 9-10 แถบ มีนิสัยชอบอาศัยอยู่รวมกันเป็นฝูงตามแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง และทะเลสาบ เป็นปลาที่อยู่ได้ทั้งน้ำจืดและน้ำกร่อย มีความอดทน และสามารถปรับปรุงตัวให้เข้ากับธรรมชาติได้ง่าย เหมาะสมที่จะนำมาเพาะเลี้ยงในบ่อได้เป็นอย่างดี

การแพร่ขยายพันธุ์

ลักษณะเพศ ตามปกติแล้วรูปร่างลักษณะภายนอกของปลานิลตัวผู้และตัวเมีย จะคล้ายคลึงกันมาก แต่จะสังเกตได้โดยการดูอวัยวะเพศที่บริเวณใกล้ช่องทวาร ตัวผู้จะมีอวัยวะเพศลักษณะเรียวยาวยื่นออกมา ส่วนตัวเมียจะมีลักษณะเป็นรูปค่อนข้างใหญ่และกลม ปลาที่จะดูลักษณะเพศได้ชัดเจนนั้น ต้องมีขนาดยาวตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไป ในกรณีที่ปลามีขนาดโตเต็มที่แล้วนั้น อาจสังเกตได้ด้วยการดูสีที่ลำตัว เพราะปลาตัวผู้จะมีสีเข้มตรงบริเวณใต้คางและตามลำตัว ต่างกับปลาตัวเมีย และยิ่งใกล้จะถึงฤดูผสมพันธุ์ สีก็จะยิ่งมีความเข้มยิ่งขึ้น

พ่อแม่ปลานิลที่มีขนาดยาว 10 เซนติเมตร และมีอายุประมาณ 4 เดือนขึ้นไป เป็นปลาโตได้ขนาดพร้อมที่จะสืบพันธุ์ได้ หากสภาพสิ่งแวดล้อมเหมาะสมแล้ว ปลาตัวผู้ก็จะแยกตัวออกจากฝูงแล้วเริ่มสร้างรังโดยเลือกเอาบริเวณขานบ่อตื้นๆ ซึ่งมีระดับน้ำลึกประมาณ 30-50 เซนติเมตร วิธีการสร้างรังนั้นปลาจะปักหัวลง ในระดับตื้นฉากกับพื้นดินแล้วใช้ปากกับการเคลื่อนไหวของลำตัว เขี่ยดินตะกอนออก โดยวิธีอมเอาดินตะกอน และเศษสิ่งของต่างๆ ในบริเวณนั้นไปทิ้งนอกรัง จะทำอยู่เช่นนี้เรื่อยไป จนกว่าจะสร้างเสร็จซึ่งมีลักษณะเป็นหลุมที่มีขนาดตามความต้องการ หากมีปลาอื่นอยู่ในแถวนี้ด้วย ปลานิลตัวผู้ก็จะพยายามขับไล่ให้ออกไปนอกบริเวณ ตัวมันเองจะคอยวนเวียนอยู่ในรัศมี 2-3 เมตร รอบๆ รัง และจะแผ่ครีบล้างอ้าปากกว้างอยู่ตลอดเวลา อาการเช่นนี้เป็นการเชิญชวนให้ตัวเมียซึ่ง

² กระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ.2560 30 พฤษภาคม กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน

ว่ายเข้ามาใกล้ ให้เจ้านายรังที่ได้สร้างไว้ ปลาตัวเมียบางตัวอาจจะพบรังที่ถูกใจได้จะผ่านรังที่ปลาตัวผู้เตรียมไว้ถึง 3 รัง

เมื่อต่างได้คู่แล้ว ก็จับคู่เคียงกันไป และจะให้หางติดผัดผันแว้งกั๊กกันเบาๆ หลังจากเคล้าเคียงในลักษณะเช่นนี้ครู่หนึ่งแล้ว ปลาก็จะผสมพันธุ์โดยตัวผู้จะใช้บริเวณหน้าผากคุณที่ใต้ท้องของตัวเมียจะวางไข่ออกมาครั้งละ 10 หรือ 20 ฟอง ในขณะเดียวกัน ปลาตัวผู้ก็จะว่ายคลอคู่เคียงกันไป พร้อมกับปล่อยน้ำเชื้อผสมกับไข่นั่น ทำอยู่เช่นนี้ จนกว่าการผสมพันธุ์จะแล้วเสร็จ ไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อแล้ว ปลาตัวเมียจะเก็บไว้ฟัก โดยวิธีอมไข่เข้าไปในปาก แล้วว่ายออกจากรังไปยังบริเวณกันบ่อที่ลึกกว่า ส่วนตัวผู้ก็จะคอยหาโอกาสเวียนว่ายไปเคล้าเคลียกับตัวเมียอื่นๆ ต่อไปอีก

แม่ปลานิลจะอมไข่ไว้ในปากปลาเป็นเวลา 4-5 วัน ไข่ก็จะเริ่มฟักออกเป็นตัว ลูกปลาที่ฟักออกเป็นตัวใหม่ๆ จะอาศัยอาหารจากถุงอาหารจนกระทั่งถุงอาหารธรรมชาติของลูกปลายุบหายไป หลังจากฟักออกเป็นตัวแล้วประมาณ 3-4 วัน แม่ปลาก็จะคายลูกปลาให้ว่ายออกมาจากปากลูกปลาในระยะนี้ สามารถกินอาหารจำพวกพืชและไรน้ำเล็กๆ ซึ่งอยู่ในน้ำ โดยจะว่ายวนเวียนอยู่ที่บริเวณหัวของแม่ปลา และจะเข้าไปหลบซ่อนอยู่ในช่องปาก เมื่อต้องการหลบหลีกอันตราย โดยลูกปลาจะเข้าทางปากหรือทางช่องเหงือก หลังจากลูกปลามีอายุได้ 1 สัปดาห์ จึงจะเลิกหลบเข้าไปซ่อนในช่องปากของแม่ แต่แม่ปลาก็ยังต้องคอยระวังศัตรูให้โดยการว่ายวนเวียนอยู่ใกล้บริเวณที่ลูกปลาหาอาหารกินอยู่ ลูกปลานิลจะรู้จักวิธีหาอาหารกินได้เองเมื่ออายุได้ 3 สัปดาห์ และมักจะว่ายขึ้นกินอาหารรวมกันเป็นฝูงๆ

การแพร่ขยายพันธุ์ของปลานิลนั้น ปริมาณไข่ที่แม่ปลาวางแต่ละครั้งจะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของแม่ปลาและฤดูกาล โดยประมาณแล้วปลานิลตัวเมียจะวางไข่ได้ครั้งละ 50-600 ฟอง แม่ปลาที่เริ่มวางไข่ครั้งแรกจะให้ลูกปลาจำนวนน้อย ปริมาณไข่ของแม่ปลาจะเพิ่มมากตามขนาดของแม่ปลาที่เจริญวัยขึ้น แม่ปลาตัวหนึ่งสามารถวางไข่ได้ทุกระยะ 2-3 เดือนต่อครั้ง ถ้าหากบ่อเลี้ยงปลาดีมีสภาพดีและมีการให้อาหารพอเพียง ในเวลา ปี แม่ปลาตัวหนึ่งจะสามารถแพร่พันธุ์ได้ประมาณ 3-4 ครั้ง

การปล่อยปลาลงเลี้ยง

จำนวนปลาที่ปล่อย เนื่องจากปลานิลเป็นปลาที่ขยายพันธุ์ได้เร็ว ดังนั้นจำนวนปลาที่จะปล่อยลงเลี้ยงในบ่อครั้งแรกจึงไม่จำเป็นต้องปล่อยให้มากนัก สำหรับบ่อขนาดเนื้อที่ 1 งาน (400 ตารางเมตร) ควรใช้พ่อแม่ปลานิลเพียง 50 คู่ หรือถ้าเป็นลูกปลาซึ่งมีขนาดเล็กก็ควรปล่อยเพียง 400 ตัว หรือ 1 ตัวต่อ 1 ตารางเมตร

เวลาปล่อยปลา เวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปล่อยปลา ควรเป็นเวลาเช้าหรือเวลาเย็น เพราะระยะเวลาดังกล่าวนี้อุณหภูมิของน้ำไม่ร้อนเกินไป ก่อนที่จะปล่อยปลา ควรเอาน้ำในบ่อใส่ปนลงไปในภาชนะ

ที่บรรจุปลา แล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 2-3 นาที เพื่อให้ปลาคุ่นกับน้ำใหม่เสียก่อน จากนั้นจึงค่อยๆ จุ่มปากภาชนะที่บรรจุปลาลงบนผิวน้ำพร้อมตะแกรงภาชนะปล่อยให้ปลาแหวกว่ายออกไปอย่างช้าๆ

การให้อาหาร

ปลานิลเป็นปลาที่กินอาหารได้ทุกชนิด ดังนั้นปลาชนิดนี้จึงเป็นปลาที่ให้ผลผลิตสูง โดยเฉพาะพวกอาหารธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อ เช่น ไรน้ำ ตะไคร่น้ำ ตัวอ่อนของแมลงและสัตว์เล็กๆ ที่อยู่ในบ่อ ตลอดจนสาหร่ายและแพลงก์ตอน ถ้าต้องการให้ปลาโตเร็วควรให้อาหารสมทบ เช่น รำ ปลาขี้ขาว กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง กากมะพร้าว แหนเป็ดและปลาป่น เป็นต้น การให้อาหารแต่ละครั้งไม่ควรให้ปริมาณมากเกินไปควรกะให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของปลาเท่านั้น ส่วนมากควรเป็นน้ำหนักราว 5% ของน้ำหนักปลาที่เลี้ยง ถ้าให้อาหารมากเกินไป ปลาจะกินไม่หมด เสียค่าอาหารไปโดยเปล่าประโยชน์ และยังทำให้น้ำเน่าเสีย เป็นอันตรายแก่ปลาได้

การเจริญเติบโต

ปลานิลเป็นปลาที่มีการเจริญเติบโตเร็ว เลี้ยงในเวลา 1 ปี จะมีน้ำหนักถึง 500 กรัม และเป็นปลาที่แพร่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว พ่อแม่ปลาซึ่งมีขนาดโตเต็มที่ เมื่อปล่อยลงเลี้ยงในบ่อ จะเริ่มวางไข่ภายใน 2-3 สัปดาห์ ลูกปลาที่เกิดจากพ่อแม่ชุดนี้จะเริ่มวางไข่ได้ต่อไปอีกเมื่อมีอายุประมาณ 3-4 เดือน

ด้วยเหตุที่ปลานิลแพร่ขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงไม่ควรที่จะปล่อยให้จำนวนของปลาในบ่อมีปริมาณมากเกินไป หากพบว่ามีลูกปลาเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ควรจะจับลูกปลาแบ่งออกไปเลี้ยงยังบ่ออื่นบ้างเพราะถ้าปล่อยให้อยู่กันอย่างหนาแน่น ปลาก็จะไม่เจริญเติบโตและจะทำให้อัตราการแพร่พันธุ์ลดน้อยลงอีกด้วย³

ระดับค่า pH ของน้ำเลี้ยงปลาที่เหมาะสม

เนื่องจากปลาต้องอาศัยน้ำในการหายใจ กินอาหาร และเติบโต ขั้วถ่ายของเสีย รักษาสมดุลของเกลือและสปีพันธุ การเข้าใจคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำจึงมีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำให้ประสบความสำเร็จ น้ำเป็นตัวกำหนดความสำเร็จหรือความล้มเหลวของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในระดับที่ดีค่า pH ที่สูงมาก (มากกว่า 9.5) หรือต่ำมาก (น้อยกว่า 4.5) ไม่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตในน้ำส่วนใหญ่ ปลาอายุน้อยและแมลงในน้ำที่ยังไม่โตเต็มที่ที่มีความไวอย่างมากต่อระดับ pH ที่ต่ำกว่า 5 และอาจตายเมื่อค่า pH ต่ำเหล่านี้

³ NBDC. 2018) วิธีการเลี้ยงปลานิล 13 กันยายน 2018 สืบค้นเมื่อ 20, มกราคม, 2025, จาก <https://nbdcthailand.com/>

ระดับ pH ที่สูง (ระหว่าง 9-14) สามารถทำร้ายปลาได้โดยการทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสื่อมสภาพ การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ยังส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทางอ้อมด้วยการเปลี่ยนแปลงด้านอื่นๆ ของคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ ระดับ pH ต่ำช่วยเร่งการปลดปล่อยโลหะจากหินหรือตะกอนในลำธาร โลหะเหล่านี้อาจส่งผลต่อเมแทบอลิซึมของปลาและความสามารถของปลาในการรับน้ำ

ผลกระทบจากระดับ pH ที่สูง

ที่ pH สูง (>9) แอมโมเนียมส่วนใหญ่ในน้ำจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียที่เป็นพิษ (NH₃) ซึ่งสามารถฆ่าปลาได้ ยิ่งไปกว่านั้น สารพิษจากไซยาโนแบคทีเรียยังมีอิทธิพลอย่างมากต่อประชากรปลาอีกด้วย ค่า pH มีความสำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเป็นการวัดความเป็นกรดของน้ำหรือดิน ปลาไม่สามารถอยู่รอดในน้ำที่มีค่า pH ต่ำกว่า 4 และสูงกว่าค่า pH 11 เป็นเวลานาน ค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับปลาอยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 9 ปลาจะเติบโตได้ไม่ดีและการสืบพันธุ์จะได้รับผลกระทบที่ระดับ pH ที่สูงขึ้นหรือต่ำลงอย่างสม่ำเสมอ

ตารางแสดงระดับ pH ที่อันตรายต่อปลา

ระดับ pH ของน้ำ	ผลกระทบต่อปลา
น้อยกว่า 4	ปลาทาย
4 ถึง 5	เกิดความเครียดไม่มีการสืบพันธุ์
4 ถึง 6.5	เติบโตช้า
6.5 ถึง 9	ช่วงที่ต้องการสำหรับการสืบพันธุ์ของปลา
9 ถึง 10	การเจริญเติบโตช้า
มากกว่า 11	ปลาทาย

2.3 งานวิจัยและโครงการที่เกี่ยวข้อง

เจษฎา อีสหะ และคณะศึกษาการเลี้ยงปลาตุ๊กตักบูกอยู่ในระบบไบโอฟิล्टรแบบหนาแน่นในโรงเรือน เปรียบเทียบกับการเลี้ยงแบบควบคุมที่ไม่เติมไบโอฟิล्टร โดยปลาที่ใช้มีขนาดเริ่มต้นประมาณ 1.24 ± 0.09 กรัม ที่อัตราการปล่อย 1500 ตัวต่อบ่อในบ่อผ้าใบขนาด 5.30 ลูกบาศก์เมตร และเลี้ยงเป็นเวลา 17 สัปดาห์

ผลการศึกษาพบว่าปลาที่เลี้ยงในระบบไบโอฟิล्टรมี น้ำหนักเฉลี่ยปลายการทดลองสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม อัตราการเพิ่มน้ำหนักเฉลี่ยต่อวันและ อัตราการรอดตายของปลาสูงกว่า กลุ่มที่ไม่ใช้ไบโอฟิล्टรอย่างมีนัยสำคัญ (95.00 % เทียบกับ 85.00 %) ค่าดัชนีการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และต้นทุนอาหารต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัมต่ำกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ คุณภาพน้ำตลอดการทดลองอยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการเติบโตของปลาตุ๊กตักบูกในสภาพหนาแน่น สรุปคือระบบไบโอฟิล्टรช่วยสนับสนุนการเจริญเติบโต การรอดตายที่สูงขึ้น และลด FCR เมื่อเทียบกับระบบเลี้ยงแบบทั่วไป

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ

3.1 แผนผังการดำเนินงาน

กิจกรรม	เดือน 1 พฤศจิกายน				เดือน 2 ธันวาคม				เดือน 3 มกราคม			
1. วิเคราะห์สภาพแวดล้อม กำหนดปัญหา	→											
2. รวบรวมข้อมูล ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง			→									
3. กำหนดสมมติฐานการศึกษา และจัดทำ โครงร่างโครงงาน				→								
4. ออกแบบและสร้างแบบจำลอง					→				→			
5. จัดทำรูปเล่มโครงงาน และนำเสนอ ผลงาน						→						→

3.2 อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ใช้

3.2.1 Dosing pump ใช้ในการเปิดปิดระบบการให้อาหาร

3.2.2 เซ็นเซอร์ Real time clock ใช้เพิ่มข้อมูลเวลาให้บอร์ด

3.2.3 เซ็นเซอร์ตรวจวัดคุณภาพน้ำ ตรวจค่า pH, DO และอุณหภูมิแบบเรียลไทม์ ทำให้ปรับสภาพน้ำ
ได้ทันเวลาที่

3.2.4 บอร์ด Microbit ใช้ในการป้อนค่าให้เซ็นเซอร์ต่างๆทำงาน และ ใช้ในการคำนวณค่าต่างๆ เช่น
ค่าสภาพน้ำ

3.2.5 บอร์ด PROJECT BIT ใช้เพิ่มพอร์ตในการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ต่างๆและรับไฟได้มากขึ้น

3.2.6 Servo motor เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการปล่อยอาหาร และใช้ในการปล่อยอาหาร

3.2.7 สายจัมเปอร์ สายไฟที่ใช้ในการต่อวงจรเซ็นเซอร์ต่างๆ

3.2.8 relay ใช้ในการตั้งกำหนดเวลา

3.3 วิธีการดำเนินงาน ขั้นตอนการทำโครงงานอย่างเป็นระบบ คือ

3.3.1 การเตรียมระบบเลี้ยง

- ออกแบบและติดตั้งบ่อเลี้ยงปลาแบบ Biofloc
- ติดตั้งปั้มน้ำ ระบบกรอง และเครื่องเติมอากาศ
- เตรียมจุลินทรีย์สำหรับระบบ Biofloc

3.3.2 การเลี้ยงปลา

- คัดเลือกพันธุ์ปลา
- ปล่อยปลาในบ่อเลี้ยงที่จัดเตรียมไว้
- ให้อาหารตามระยะเวลาและปริมาณที่กำหนด

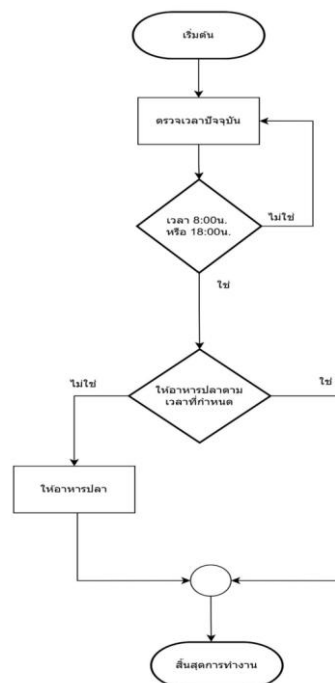
3.3.3 การวิเคราะห์และเก็บข้อมูล

- ตรวจวัดคุณภาพน้ำทุก 3 วัน (pH)
- บันทึกอัตราการรอดของปลา

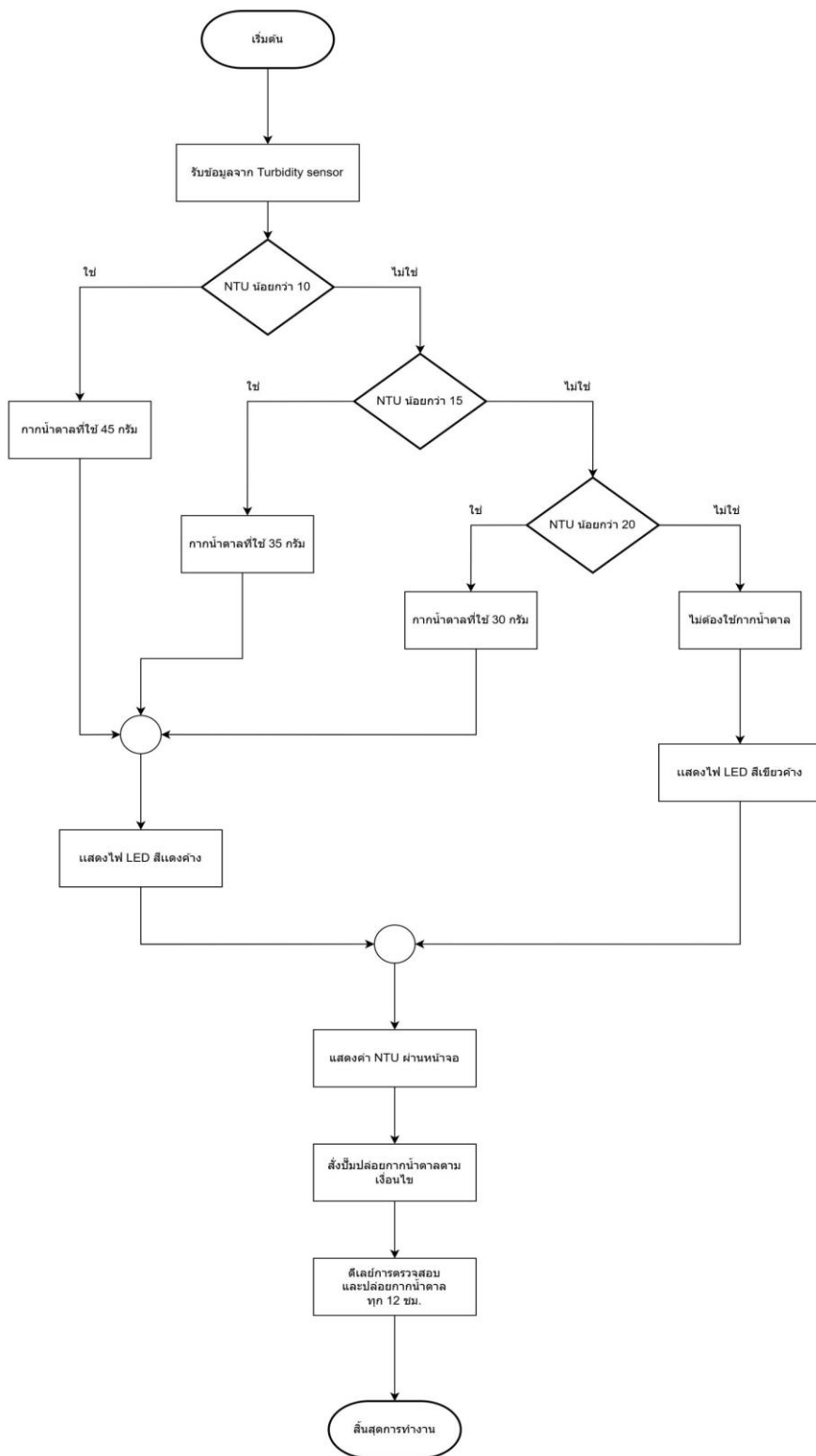
การทดสอบประสิทธิภาพระบบการทำงานของเครื่อง Smart Floc

3.4 แผนผังแสดงระบบการทำงานและแบบสร้างชิ้นงาน

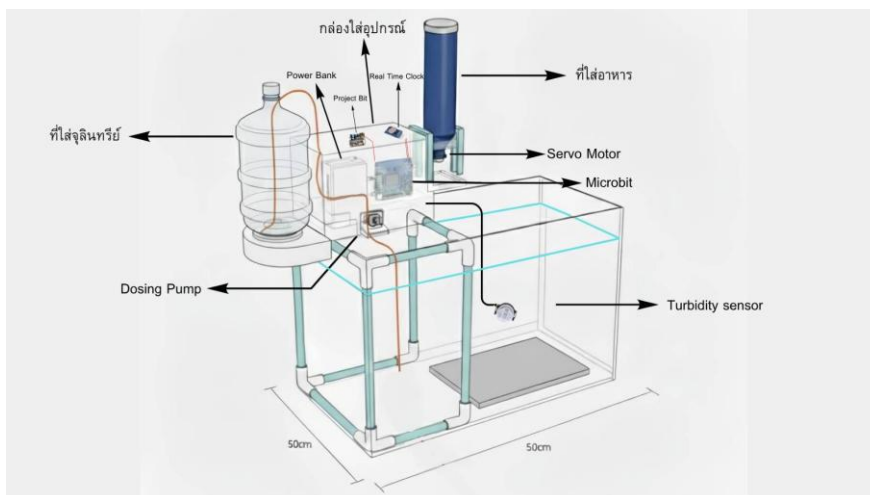
- ฟังก์ชันการให้อาหาร



- ฟังก์ชันการปรับสภาพน้ำ



- ภาพจำลองชิ้นงานที่ออกแบบ



3.5 ตารางทดลองประสิทธิภาพระบบการทำงานของเครื่อง Smart Floc

ลำดับ	เงื่อนไข	ค่าความคาดหวัง	ผลการทดลองประสิทธิภาพการทำงานของระบบ									
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10
1	กดปุ่ม 1 ให้มอเตอร์ดูดน้ำเข้า-ออก	ปล่อยสาร 2-3 มล.										
2	ถึงเวลาที่กำหนดให้มอเตอร์หมุน	ให้อาหาร ปริมาณ 7-8 กรัมต่อครั้ง										

3.6 ตารางเปรียบเทียบค่า PH ก่อนและหลัง การเติมกากน้ำตาล

ทางผู้จัดทำได้นำน้ำในบ่อเลี้ยงปลามาทดสอบ โดยออกแบบตารางเปรียบเทียบค่า PH ก่อนและหลังการเติมกากน้ำตาล ดังตารางต่อไปนี้

ลำดับ	ค่า pH ของน้ำก่อนปรับสภาพ	ค่า pH ของน้ำหลังปรับสภาพ			
		1 วัน	2 วัน	3 วัน	ค่าเฉลี่ย
1	ค่า pH อยู่ในช่วง 4 – 4.9				
2	ค่า pH อยู่ในช่วง 5 – 5.9				
3	ค่า pH อยู่ในช่วง 6 – 6.9				
4	ค่า pH อยู่ในช่วง 7 – 8.9				

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน / ผลการทดลอง

จากการทดลองใช้งานระบบ Smart Floc พบว่าระบบสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้ โดยเมื่อมีการส่งงานผ่านปุ่มควบคุม มอเตอร์สามารถดูดน้ำเข้า-ออกและปล่อยจุลินทรีย์ในปริมาณที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและสม่ำเสมอ นอกจากนี้ ระบบตั้งเวลาการทำงานยังสามารถควบคุมการหมุนของมอเตอร์เพื่อให้อาหารปลาในปริมาณประมาณ 7-8 กรัมต่อครั้งได้ตรงตามเวลาที่กำหนดทุกครั้งของการทดสอบ

ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงปลา พบว่าค่า pH ออกซิเจนละลายน้ำ อุณหภูมิ รวมถึงค่าของแอมโมเนียและไนไตรท์อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิลแสดงให้เห็นว่าระบบไบโอฟล็อกสามารถช่วยบำบัดของเสียและรักษาสมดุลของคุณภาพน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในด้านการเจริญเติบโตของปลา พบว่าปลานิลมีอัตราการรอดตายสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และมีการเจริญเติบโตทั้งด้านน้ำหนักและความยาวเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ อีกทั้งประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น ส่งผลให้ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ต่ำกว่าการเลี้ยงปลาในระบบแบบดั้งเดิม แสดงให้เห็นว่าระบบ Smart Floc มีความเหมาะสมและสามารถใช้งานได้จริง

4.1 ผลการทดลองประสิทธิภาพระบบการทำงานของเครื่อง Smart Floc

ลำดับ	เงื่อนไข	ค่าความคาดหวัง	ผลการทดลองประสิทธิภาพการทำงานของระบบ									
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10
1	กดปุ่ม 1 ให้มอเตอร์ดูดน้ำเข้า-ออก	ปล่อยสาร 2-3 มล.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓
2	ถึงเวลาที่กำหนดให้มอเตอร์หมุน	ให้อาหาร ปริมาณ 7-8 กรัมต่อครั้ง	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

4.2 ตารางเปรียบเทียบค่า PH ก่อนและหลัง การเติมกากน้ำตาล

ทางผู้จัดทำได้นำน้ำในบ่อเลี้ยงปลามาทดสอบ โดยออกแบบตารางเปรียบเทียบค่า PH ก่อนและหลังการเติมกากน้ำตาล ดังตารางต่อไปนี้

ลำดับ	ค่า pH ของน้ำก่อนปรับสภาพ	ค่า pH ของน้ำหลังปรับสภาพ			
		1 วัน	2 วัน	3 วัน	ค่าเฉลี่ย
1	ค่า pH อยู่ในช่วง 4 – 4.9	5.4	6.5	7.5	6.4
2	ค่า pH อยู่ในช่วง 5 – 5.9	6.2	6.5	7.4	6.7
3	ค่า pH อยู่ในช่วง 6 – 6.9	7.0	7.2	7.4	7.2
4	ค่า pH อยู่ในช่วง 7 – 8.9	8.4	7.5	7.3	7.7

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

โครงการ Smart Floc แสดงให้เห็นว่าระบบการเลี้ยงปลาแบบไบโอฟลอคที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมคุณภาพน้ำให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิลได้อย่างต่อเนื่อง ปลาที่มีอัตราการรอดตายสูง มีการเจริญเติบโตที่ดี และมีประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงขึ้น ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนการผลิตและลดการเปลี่ยนน้ำเมื่อเทียบกับการเลี้ยงปลาแบบดั้งเดิม ทั้งยังมีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ในระดับครัวเรือนและเชิงพาณิชย์

5.2 อภิปรายผล

ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่าการใช้ระบบไบโอฟลอคร่วมกับการควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติช่วยให้คุณภาพน้ำมีความเสถียรมากขึ้น จุลินทรีย์ในระบบสามารถย่อยสลายของเสียและลดการสะสมของแอมโมเนียและไนไตรท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ปลามีความสุขแข็งแรงและอัตราการรอดตายสูง ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ระบุว่าระบบไบโอฟลอคช่วยลดต้นทุนค่าอาหารและเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของปลา อย่างไรก็ตาม ระบบยังจำเป็นต้องควบคุมการเติมอากาศและการจัดการจุลินทรีย์อย่างเหมาะสมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรพัฒนาระบบ Smart Floc ให้สามารถแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำแบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์
2. ควรศึกษาการเลี้ยงปลาในระยะเวลาที่ยาวขึ้นและในความหนาแน่นที่แตกต่างกัน
3. สามารถต่อยอดโครงการไปสู่ระบบเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm) หรือการใช้งานเชิงพาณิชย์ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน. สืบค้นเมื่อ 30 พฤษภาคม พ.ศ.2560

เมแกน ฮาวเวลล์. ข้อดีและข้อเสียของไบโอฟล็อก. สืบค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2025 จาก <https://thefishsite.com/articles/the-pros-and-cons-of-biofloc>

ประสิทธิภาพของการใช้ไบโอฟล็อกต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตายและ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลาดุกบักอู๋แบบหนาแน่นในโรงเรือน แหล่งที่มา: <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/rmutsb-sci/article/download/261058/178422/1036253>

NBDC. 2018) วิธีการเลี้ยงปลานิล 13 กันยายน 2018 สืบค้นเมื่อ 20, มกราคม, 2025, จาก <https://nbdcthailand.com/>