Abstract

Use of the “Biological-Ways-of-Life” system(BWL) for earthy-musty odors reducing in the catfish , *Clarias gariepinus* (Linnaeus,1958), fillet for food safety and environmental friendly was conducted 12 months between January and December 2013 at the Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resource, Maejo University. The study was divided in 3 treatments and 9 replications ; Treatment 1 (control) was designed by without the BWL system, Treatment 2 was designed by the BWL system of 30 percentages of water hyacinth, and Treatment 3 was also designed by the BWL system of 50 percentages of water hyacinth, respectively. Result showed that both of the 2 treatments of BWL system were not detected geosmin and 2-methyl lisoborneol. In contrast to Treatment 1, which showed both of geosmin (42.85 – 47.23 microgram per kilogram) and 2-methyl lisoboeneol concentrations (0.781 – 0.915 microgram per kilogram), respectively.

Keywords : Geosmin, 2-Methyl lisoborneol ,Catfish, Water quality, Biological-Ways-of-Life system, Concrete pond

คำนำ

ปัญหาเร่งด่วนของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาดุกในปัจจุบันนี้คือ (1) ปัญหาเรื่องการผลิตปลาดุกเพื่อให้ได้มาตรฐานอาหารปลอดภัยและเนื้อปลามีกลิ่นสาบโคลนน้อยที่สุด (2) ปัญหาราคาปลาดุกผลิตในมาตรฐานอาหารปลอดภัยแต่ขายในราคาแพงมากกว่าราคาปลาดุกที่เลี้ยงทั่วไป รวมทั้ง (3) ปัญหาน้ำเสียที่บ่อเลี้ยงปลาดุกเชิงพาณิชย์ทั่วไปปล่อยทิ้งออกสู่ชุมชนข้างเคียงเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ในกรณีปัญหาปลาดุกที่เลี้ยงเพื่อให้ได้คุณภาพมาตรฐานอาหารปลอดภัยและเนื้อปลามีกลิ่นสาบโคลนน้อยที่สุดหรือไม่มีกลิ่นเลยนั้น ปัจจุบันเป็นที่ต้องการของตลาดผู้บริโภคปลาดุก โดยเฉพาะกลุ่มผู้นิยมบริโภคปลาดุกย่าง ปลาดุกรมควัน และแกงปลาดุกประเภทต่างๆตามร้านอาหารประเภทจานด่วนและร้านอาหารทั่วๆไปที่จำหน่ายแบบบรรจุถุงพลาสติคนำกลับไปบริโภคที่บ้าน ซึ่งปัจจุบันสังคมเมืองได้เปลี่ยนรูปแบบการใช้ชีวิตที่เคยมีเวลาปรุงอาหารเองในครัวเรือน มาเป็นวิถีชีวิตซื้อกินอาหารจานด่วนนอกบ้านมากยิ่งขึ้น ดังนั้น การเลี้ยงปลาดุกแบบหนาแน่นเชิงพาณิชย์เพื่อผลิตปลาดุกเป็นอาหารปลอดภัยและมีกลิ่นสาบโคลน

ในเนื้อปลาน้อยหรือไม่มีกลิ่นเลยนั้นจึงเป็นที่ต้องการของร้านอาหารจานด่วน เพราะอาหารจานด่วนนี้ต้องปรุงสำเร็จก่อนลูกค้าสั่งซื้อ การทิ้งอาหารจานด่วนที่ปรุงเสร็จรอจำหน่ายนาน จะยิ่งเพิ่มกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาดุกได้ การผลิตปลาดุกเนื้อมีกลิ่นสะอาดนั้น เกษตรกรจำเป็นต้องพยายามดูแลในเรื่องชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาดุกและต้องรักษาสุขภาพปลาดุกโดยการพยายามรักษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงให้สะอาดอยู่เสมอ เพื่อลดโอกาสการเกิดแบคทีเรียบางกลุ่มที่ทำให้เนื้อปลามีกลิ่นสาบโคลนและลดการเกิดแพลงก์ตอนพืชบางชนิดเช่น *Oscillatoria simplicissima* , *O. curviceps, O. tenuis* และ *Anabaena scheremetievi* ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำและเนื้อปลามีกลิ่นสาบโคลนชนิด Geosmin และ 2-methylisoborneol (George et al.,1982) อีกทั้งน้ำที่สะอาดยังช่วยลดการเกิดแผลและโรคสัตว์น้ำขึ้น ซึ่งจะเป็นการช่วยลดต้นทุนการใช้สารเคมีและยารักษาโรคได้โดยตรง อีกทั้งยังสนับสนุนแนวทางการผลิตปลาดุกแบบอาหารปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่งด้วย

ดังนั้น จึงเป็นที่มาของการวิจัยชิ้นนี้ที่มุ่งหวังการนำระบบชีววิถีโดยการใช้ผักตบชวามาช่วยดูดซับของเสียในน้ำและช่วยควบคุมปริมาณแสงสว่างที่ส่องลงสู่มวลน้ำตามวิธีแห่งระบบชีววิถีธรรมชาติในสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อลดโอกาสการชักนำให้เกิดแพลงก์ตอนพืชชนิดที่ทำให้เกิดกลิ่นสาบโคลนข้างต้น ให้มีปริมาณอยู่ในระดับพอสมควรหรือมีน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยการใช้ผักตบชวาปกคลุมผิวน้ำของบ่อเลี้ยงปลาดุกในปริมาณความหนาแน่นต่างกันร่วมกับปลาดุกในบ่อเลี้ยงคอนกรีต (ปีที่ 1) และบ่อดินเชิงพาณิชย์ (ปีที่ 2) ตามสัดส่วนพื้นที่ที่เป็นโจทย์แห่งการวิจัยในครั้งนี้ โดยใช้สมมุติฐานว่า ผักตบชวาในแต่ละสัดส่วนของการปล่อยเลี้ยงร่วมกับปลาดุกนั้น จะมีผลต่อการลดลงของปริมาณแร่ธาตุต่างๆที่ละลายอยู่ในน้ำและปริมาณความโปร่งแสงของน้ำ ผักตบชวามีผลต่อการยืดอายุการใช้น้ำในบ่อคอนกรีตและบ่อดินที่เลี้ยงปลาดุกให้ยาวนานยิ่งขึ้นมากกว่าเดิม(บัญญัติ และคณะ, 2555) โดยมีงานวิจัยต่างๆที่ยืนยันถึงความสามารถของผักตบชวาทั้งที่มีผลต่อการลดลงของสารก่อให้เกิดกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาบึก(บัญญัติ และขจรเกียรติ์, 2554) ผักตบชวาสามารถใช้ปล่อยเลี้ยงร่วมกับปลาดุกได้ดี(ชาลี, 2554) และผักตบชวามีผลต่อความโปร่งแสงของน้ำและมีผลต่อการกรองตะกอนขุ่นและดูดซับแร่ธาตุอาหารส่วนเกินและบำบัดน้ำเสียน้ำได้ (คลังปัญญาไทย,2554 ; กรมชลประทาน,2554 ; วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี, 2554) ซึ่งทั้งความเข้มข้นของแสงที่ส่องลงในน้ำและแร่ธาตุส่วนเกินนี้เองที่เป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชทุกชนิด รวมทั้งชนิดที่ก่อให้เกิดกลิ่นสาบโคลนด้วย อีกทั้งยังก่อให้เกิดน้ำเสียขึ้นภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกตามมาอีกด้วย

ดังนั้น หากผลการวิจัยที่จะดำเนินการในครั้งนี้ ได้ผลตรงตามข้อสมมุติฐานข้างต้นจริงก็จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเลี้ยงปลาดุกแบบอาหารปลอดภัยที่เนื้อมีกลิ่นสาบโคลนน้อยลง

หรือไม่มีกลิ่นโคลนเลย เพราะเกษตรกรสามารถใช้ระบบชีววิถีโดยการนำผักตบชวามาใช้ลดปริมาณแสงสว่างที่ส่องลงในน้ำและใช้ผักตบชวาลดปริมาณแร่ธาตุอาหารหลักในน้ำที่แพลงก์ตอนพืชกลุ่มที่ก่อให้เกิดกลิ่นสาบโคลนนี้จำเป็นต้องใช้ให้ลดน้อยลงโดยตรง

จุดประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการใช้เทคนิคชีววิถีโดยใช้ผักตบชวาในการช่วยลดปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนชนิด Geosmin ในเนื้อปลาดุก
2. เพื่อศึกษาการใช้เทคนิคชีววิถีโดยใช้ผักตบชวาในการช่วยลดปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนชนิด 2-methylisoborneol ในเนื้อปลาดุก

ประโยชน์ต่อเนื่องที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้เกษตรกรสามารถผลิตปลาดุกในมาตรฐานอาหารปลอดภัยมีกลิ่นสาบโคลนน้อยลงหรือไม่มีเลย โดยการลดต้นทุนค่าพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องสูบน้ำได้ ลดต้นทุนค่าอาหารเลี้ยงปลาดุก ลดโอกาสการขาดทุน แต่กลับเพิ่มโอกาสในการแข่งขันทางด้านราคาขายให้ใกล้เคียงกับราคาปลาดุกเชิงพาณิชย์ทั่วไปมากยิ่งขึ้น
2. ลดปัญหาน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงปลาดุก ส่งเสริมธุรกิจการประมงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ลดปัญหาทางสังคมได้
3. ส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้สามารถเผยแพร่ในการประชุมทางวิชาการ และตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการได้
4. หน่วยงานที่จะได้รับประโยชน์จากงานวิจัยนี้ เช่น สถาบันทางการศึกษา กรมประมง กรมส่งเสริมการเกษตรฯ บริษัท และกลุ่มเกษตรกรต่างๆ

ขอบเขตการวิจัย

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Sciencetific method) เพื่อวิจัยและพัฒนาโดยการนำระบบชีววิถีที่มีการนำผักตบชวามาใช้ลดความเข้มของแสงที่ส่องลงในน้ำและเพื่อดูดซับธาตุอาหารส่วนเกินภายในบ่อเลี้ยงปลาดุก เพื่อลดปริมาณแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มที่ก่อให้เกิดสารกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาดุกโดยศึกษาเฉพาะชนิดคือ Geosmin และ 2-

methylisoborneol งานวิจัยนี้ยังไม่ครอบคลุมถึงกลุ่มแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาและการคำนวณราคาต้นทุนการผลิตปลาดุกทั้งหมดในระบบการจัดการฟาร์มทั่วไป แต่เป็นงานวิจัยเฉพาะจุดที่ถูกระบุในวัตถุประสงค์เท่านั้น จะมีการวิจัยทั้งในบ่อคอนกรีตและบ่อดินตามธรรมชาติ

การตรวจเอกสาร

"ปลาดุก" เป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่มีการเลี้ยงโดยกลุ่มเกษตรกรรายย่อยมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์และบริโภคอย่างแพร่หลายทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย(ภูมิไทยฟาร์ม, 2554) และถือได้ว่าเป็นปลาอีกชนิดหนึ่งที่เลี้ยงค่อนข้างง่าย แต่ในความง่ายก็ใช่ว่าเมื่อทำการเลี้ยงในเชิงพาณิชย์อย่างจริงจังแล้ว ผู้เลี้ยงปลาดุกทุกรายจะสามารถเลี้ยงแล้วมีกำไร เพราะโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ปัจจุบันที่มีปัจจัยอื่นมากระทบมากขึ้น ชัดเจนที่สุดคือเรื่องต้นทุนการเลี้ยงการจัดการน้ำและสถานการณ์ด้านราคาขาย (นิตยสารธุรกิจสัตว์น้ำ, 2553) อีกทั้งปัจจัยผลกระทบที่มาจากข้อตกลงการเปิดเสรีการค้าไทย-อาเซียน ซึ่งมีผลบังคับใช้มาตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2553 โดยการเปิดเสรีรับสินค้าปลาและผลิตภัณฑ์เข้าประเทศในกลุ่มอาเซียนด้วยกันโดยไม่ต้องเสียภาษีนั้น มีผลกระทบโดยตรงต่อกลุ่มผู้เลี้ยงปลาน้ำจืดรายย่อยของไทยที่ยังไม่พร้อมในการแข่งขันระหว่างประเทศได้ (ภูมิไทยฟาร์ม, 2554) เพราะการทะลักเข้ามาของสินค้าปลาและผลิตภัณฑ์จากประเทศอื่นๆมายังตลาดภายในประเทศไทยในขณะนี้นั้น ทำให้ราคาจำหน่ายปลาดุกและปลาน้ำจืดอื่นๆของเกษตรกรรายย่อยมีราคาสูงกว่าปลาและผลิตภัณฑ์จากประเทศเพื่อนบ้าน หากรัฐบาลไทยไม่ชะลอการเปิดตลาดการค้าเสรีประมงฯนี้อีกต่อไปนั้น ผลประโยชน์คงเกิดขึ้นเฉพาะกลุ่มบริษัทธุรกิจทางการเกษตรรายใหญ่ของไทยและต่างประเทศเพียงบางกลุ่มเท่านั้น เกษตรกรรายย่อยคงจะต้องปรับตัวเชิงธุรกิจโดยการยอมเข้าเป็นกลุ่มลูกข่ายของบริษัทรายใหญ่เท่านั้นจึงจะอยู่รอดได้ ในลักษณะแบบจำยอมให้เขาเอารัดเอาเปรียบอีกต่อไปอย่างไม่มีทางเลือก เพราะเมื่อเกษตรกรรายย่อยเข้าร่วมเป็นลูกข่ายในเครือบริษัทใหญ่นั้นจะมีต้นทุนการผลิตปลาดุกเช่นค่าลูกพันธุ์ ค่าอาหาร ค่ายาและสารเคมีอื่นๆประมาณกิโลกรัมละ 27-28 บาท บริษัทจะรับซื้อผลผลิตปลาดุกที่ได้ขนาดตามกำหนดไว้ราคาปากบ่อกิโลกรัมละ 33 บาท (วารสารทำมาหากิน, 2548) นั้นหมายความว่าเกษตรกรฯจะได้รับเงินส่วนต่างที่ 4-5 บาทต่อกิโลกรัมเท่านั้น ในขณะที่ราคาจำหน่ายปลาดุกเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2552 มีราคาเฉลี่ยทั้งประเทศที่กิโลกรัมละ 38-41 บาท(สถานการณ์การผลิต การตลาดและราคาปลาในประเทศ, 2552 ; ภูมิไทยฟาร์ม, 2554) แต่ทั้งนี้เกษตรกรฯยังไม่ได้คิดค่าการใช้ที่ดิน(เพราะเป็นของตนเองและครอบครัวไม่ต้องเช่าซื้อเพื่อลงทุน) ค่าเสื่อมสภาพอุปกรณ์ ค่าการเสียโอกาสการใช้ที่ดินสร้าง

ประโยชน์อย่างอื่นและค่าความเสี่ยงจากภัยพิบัติธรรมชาติ ฯลฯ ดังนั้นถ้าหากเกษตรกรรายย่อยรายใด ที่ต้องการเลี้ยงปลาดุกแบบลดต้นทุนเพื่อผลิตปลาดุกขายในราคาที่อยู่ในตลาดได้ต่อไปนั้น การนำระบบชีววิถีเข้ามาประยุกต์ใช้นับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยรักษาอาชีพอิสระของตนเองและชุมชนเกษตรกรรายย่อยไว้ได้ ทั้งนี้มีงานวิจัยอีกหลายชิ้นที่ระบุตรงกันว่า ระบบชีววิถีหรือเทคนิคชีววิถีสามารถช่วยลดต้นทุน เสริมประสิทธิภาพการผลิต และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (บัญญัติ และคณะ,2552 ; บัญญัติ และ ขจรเกียรติ, 2553; ประพัฒน์พงศ์, 2553 ; พัชรี, 2552).

การใช้เทคนิคชีววิถีโดยนำผักตบชวามาช่วยดูดซับธาตุอาหารส่วนเกินในแหล่งน้ำนี้ มีการศึกษาโดยนักวิจัยต่างๆมาเป็นเวลานานแล้ว (American Public Health Association. 1989 ; Abdelhamid and Gabra,1991; Abdel-Hamid et al., 1992; Agami et al., 1990; Ahmed et al.,1995 ; Akcin et al.,1994; Aoyama et al.,1993; Babu et al.,. 1988; Baldwin et al.,. 1974; Baldwin,1975; Bashmacova, 1990; Benicio et al.,1993 ; Berto et al.,1988; Bierman and Dolan,1981; Biobaku and Ekpenyong, 1991; Biswas and Mandal,1988; Biswas and Mandal,1989; Blachier,1990; Bloesch,1977; Bolenz et al.,1990; Borhami et al.,. 1995; Borhami et al.,1995; Bratli,1994; Bucka and Zurek,1992; Maden et al.,1998; Sesli and Tuzen 1999) ทั้งนี้เนื่องจากระบบรากของผักตบชวาสามารถกรองตะกอนแขวนลอย ดูดซับธาตุอาหาร และเป็นที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตใต้น้ำต่างๆมากมาย โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตในกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ จะช่วยทำให้น้ำเลี้ยงปลาดุกเน่าเสียน้อยลงได้จากการย่อยเศษอาหารและปฏิกูลดังกล่าวเร็วขึ้น โดยทั่วไปคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาดุกควรจะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำได้ไม่ต่ำกว่า 3 ppm (Swingle, 1969) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำควรอยู่ระหว่าง 6.5 – 8.5 (เมฆ, 2530) ค่าความเป็นด่าง(Alkalinity) และค่าความกระด้างของน้ำ (Hardness) ควรอยู่ในช่วง 20 -300 ppm และระดับค่าความเป็นด่าง-ค่าความกระด้างควรมีระดับใกล้เคียงกัน (ไมตรี, 2524) ปริมาณแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาดุกควรควบคุมให้อยู่ต่ำกว่า 2.5 ppm (ปกรณ์, 2530 ; ไมตรี, 2524) Colman *et al.*(1981) รายงานว่า ไนไตรต์จะเป็นพิษกับปลา Channal catfish โดยจะไปจับตัวกับ Haemoglobin ในเลือดทำให้เลือดปลาจับออกซิเจนได้น้อยลง Boyd(1979) รายงานว่า ความเข้มข้นของฟอสเฟตในแหล่งน้ำธรรมชาติมักไม่เกิน 1.0 ppm แต่ปริมาณฟอสเฟตที่พบในบ่อเลี้ยงปลามักมีปริมาณสูง ไมโครไบโอเทค(2536) รายงานถึงการสะสมของของเสียและสิ่งขับถ่ายที่พื้นก้นบ่อปลาทำให้เกิดสภาพเน่าเสียและมีกาซพิษเช่น แอมโมเนีย กาซไข่เน่า และกาซไนไตรต์เป็นต้น อันมีผลทำให้ปลาเครียด กินอาหารลดลง เติบโตช้า อ่อนแอและมีโอกาสเป็นโรคสูง ดังนั้นนักวิจัยของไมโครไบโอเทคจึงพยายามนำเทคนิคชีววิถีมาปรับใช้โดยการเติม “แบคโตเซล” (Bactocell) ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ช่วยกำจัดของ

เสียที่พื้นก้นบ่อปลา พร้อมทั้งปรับสภาพน้ำและกำจัดแอมโมเนีย โดยมีอัตราการใช้ประมาณ 500 กรัม/1 ไร่ และใช้ติดต่อกันทุกๆ 15 – 30 วัน นอกจากนี้ยังการประยุกต์ใช้จุลินทรีย์กลุ่ม Probiotic ในบ่อเลี้ยงกุ้งเพื่อช่วยขจัดสารพิษแอมโมเนีย ไนไตรต์ และกาซไข่เน่าจากทั้งน้ำและดินตะกอน (Grommen และ Verstraete, 2002 ; Gross *et al*., 2003) การใช้เทคนิคชีววิถีโดยเน้นการใช้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ที่เพาะเลี้ยงขึ้นโดยตรงมาใช้ในบ่อปลานั้นมักพบว่าราคาต้นทุนมักสูงกว่าการทำเป็นปุ๋ยน้ำชีวภาพ ดังนั้น ในช่วงเวลาต่อมาเกษตรกรจึงประยุกต์การทำปุ๋ยน้ำชีวภาพเพื่อผลิตจุลินทรีย์กลุ่มที่มีประโยชน์ดังกล่าวขึ้นเอง โดย สุริยา (2542) รายงานถึงการใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพที่อุดมไปด้วยจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์นี้ไปใช้บำบัดน้ำเสียและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ หรือแม้กระทั่งการนำไปผสมอาหารให้สัตว์น้ำกินโดยตรง ศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติคิวเซ (2537) ได้เผยแพร่องค์ความรู้การใช้จุลินทรีย์กลุ่มที่มีประโยชน์ (EMs) ทางการประมงชีววิถีว่าสามารถใช้เพื่อรักษาคุณภาพน้ำและสุขภาพสัตว์น้ำได้เป็นอย่างดี โดยแนะนำให้ใช้ในอัตรา 1 : 10,000 หรือใช้จุลินทรีย์ฯ 1 ลิตร / น้ำ 10 ลบ.ม. ใส่ทุกๆ 7-10 วัน แล้วแต่สภาพน้ำและอัตราความหนาแน่นของสัตว์น้ำ การผสมจุลินทรีย์ฯในอาหารสัตว์น้ำแนะนำให้ใช้ 1 ส่วน / น้ำ 50-100 ส่วนคลุกเคล้ากับอาหาร (ประมาณ 1 ลิตร / อาหาร 10-15 กก.) การใช้จุลินทรีย์ฯดังกล่าวนอกจากจะช่วยมิให้น้ำเน่าเสียเร็วแล้ว ยังช่วยให้สุขภาพสัตว์น้ำดีขึ้นด้วย สอดคล้องกับ อาณัฐ (2549) ที่รายงานว่า จุลินทรีย์กลุ่มที่มีประโยชน์ทางการเกษตรมีหลายกลุ่ม ในทางการประมงนั้นมักนิยมเลือกจุลินทรีย์กลุ่มที่มีความสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์หรือเซลลูโลสได้ดี ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้มักประกอบไปด้วยแบคทีเรีย รา แอคติโนมัยซิท และโปรโตซัว เช่น *Bacillus Aspergillus , Trichoderma , Penicilium* และ *Thermoactinomyces* เป็นต้น จุลินทรีย์เหล่านี้พบได้ทั่วไปในระหว่างการสลายตัวของเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่างๆ ซากพืช ซากสัตว์ ใบไม้ กิ่งไม้ เศษหญ้า และขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆทำให้เกิดปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยคอก ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ น้ำหมักชีวภาพ เป็นต้น ในปุ๋ยหมักที่มีกิจกรรมของจุลินทรีย์ค่อนข้างดีจะพบว่าในทุกๆ 1 กรัมของปุ๋ยหมักจะมีแบคทีเรีย 150-300 ไมโครกรัม และพบแบคทีเรียที่มีกิจกรรมสูง(Active) ประมาณ 15-30 ไมโครกรัม มีเชื้อรา 150-200 ไมโครกรัม เชื้อราที่มีกิจกรรมสูง 2-10 ไมโครกรัม มีโปรโตซัวประมาณ 10,000 ตัว/ 1 กรัมของน้ำปุ๋ยหมัก นอกจากนี้ยังมีกลุ่มจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายฟอสเฟสได้เช่น *Bacillus , Aspergillus , Thiobacillus , Penicilium* และ *Rhizopus* เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีผลจากการวิจัยของบัญญัติ และคณะ(2547) ที่พบว่า ระบบเกษตรชีววิถีสามารถลดต้นทุนการเลี้ยงปลานิลในบ่อแบบผสมผสานนาน 12 เดือนได้ประมาณ 12.37 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 1.86 บาท/กิโลกรัม และลดต้นทุนการเลี้ยงปลานิลเมื่อเลี้ยงนาน 24

เดือนได้ประมาณ 13.30 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 2 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ (บัญญัติ และดนุวัฒน์, 2548) การลดต้นทุนของการเลี้ยงปลานิลแบบชีววิถีนี้ เป็นผลมาจากคุณภาพน้ำที่ดีขึ้นและการกระตุ้นให้เกิดอาหารตามธรรมชาติได้มากขึ้นเช่น ตัวอ่อนแมลงน้ำ แพลงก์ตอนสัตว์ กุ้งขนาดเล็ก และหนอนน้ำชนิดต่างๆ ฯลฯ ซึ่งปลานิลที่เกษตรกรเลี้ยงสามารถกินอาหารธรรมชาติเหล่านี้เป็นอาหารเสริมร่วมกับการกินอาหารเม็ดที่ใช้เป็นหลักในการเลี้ยงเชิงพาณิชย์อยู่แล้ว สมมุติฐานนี้พบว่าเป็นจริงจากผลการวิจัยของ บัญญัติ และคณะ(2550) ที่ได้เปรียบเทียบศักยภาพห่วงโซ่อาหารตามธรรมชาติในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบธุรกิจและแบบผสมผสานเพื่อลดต้นทุนการผลิตปลานิลนาน 12 เดือน โดยพบว่า องค์ประกอบทางชีวภาพในห่วงโซ่อาหารสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตปลานิลแบบผสมผสานได้ 1.83 บาท / 1 มื้อ / ปลานิลที่เลี้ยง 1 กิโลกรัม นอกจากนี้ระบบชีววิถีโดยผักตบชวายังถูกประยุกต์นำไปใช้ในบ่อเลี้ยงลูกปลาบึกเพื่อลดต้นทุนและเพื่อเพิ่มคุณภาพเนื้อปลาบึกให้ปราศจากกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาเช่นกัน จากผลการวิจัยของ บัญญัติ และ ขจรเกียรติ์ (2554) พบว่า ระบบชีววิถีมีผลต่อปริมาณความขุ่นของน้ำที่เกิดจากสารแขวนลอยขนาดใหญ่ที่ไม่ละลายน้ำ(TSS) เฉพาะใน 14 เดือนแรกที่เลี้ยงลูกปลาบึก หลังจากนั้นระบบชีววิถีจะมีผลเด่นชัดมากต่ออัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาบึก ปริมาณสาร Geomin ที่ก่อให้เกิดกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาบึก และมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารกลุ่มฟอสฟอรัสในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัย ระบบชีววิถีโดยการใช้ผักตบชวานี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลในการดูดซับแคดเมียมในบ่อพักน้ำเสียของคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ได้อีกทางหนึ่งด้วย (บัญญัติ และคณะ, 2549 ; Bunyat et al, 2007) โดยพบว่า ทั้งปลานิลและผักตบชวาสามารถใช้เนื้อเยื่อร่างกายดูดซับแคดเมียมได้ ปลานิลจากบ่อพักน้ำเสียนี้สามารถมีชีวิตอยู่ได้ตามปกติ ถึงแม้ว่าปลานิลจากบ่อพักน้ำเสียจะไม่สามารถนำมารับประทานได้ แต่เราก็สามารถนำปลานิลจากบ่อพักน้ำเสียที่มีปริมาณสะสมแคดเมียมในเนื้อเยื่อประมาณ 54.06 มิลลิกรัม/กรัม นี้ไปใช้ประโยชน์เป็นอาหารเลี้ยงจระเข้น้ำจืดให้มีขนาดลำตัวยาวกว่าปกติได้ (Bunyat, 2008)

ดังนั้น จึงสนับสนุนได้ว่า ระบบรากและระบบการทำงานของเซลต่างๆในผักตบชวาสามารถนำมาส่งเสริมร่วมกับจุลินทรีย์ในการรักษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาได้ และควรประยุกต์นำมาใช้ในระบบชีววิถีทางการประมงน้ำจืดเพื่อเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนสร้างโอกาสต่อการแข่งขันของเกษตรกร

กรอบแนวความคิดในการวิจัย

: Specific Growth Rate; SGR

: Survival rate

: FCR

มีกลิ่นสาบโคลน/ ต้นทุนสูง

ความล้มเหลวในการเพาะเลี้ยงปลาดุกเชิงพาณิชย์ในภาวะน้ำมันแพง

พัฒนาระบบการเลี้ยงปลาดุกเชิงพาณิชย์ผสมผสานกับการใช้เทคนิคชีววิถีโดยใช้ผักตบชวาเป็นอาหารปลอดภัยลดกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาได้

วิธีการดำเนินการวิจัย

แผนการวิจัย

<u>แผนการวิจัย ปีที่ 1</u>

<u>ระยะที่ 1 :</u> ทบทวนเอกสารและร่างแบบเสนอโครงการวิจัย

1. ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลงานวิจัยและหนังสือต่างๆที่เกี่ยวกับเนื้อหาของโครงการ

2. โจทย์ปัญหาและออกแบบวางแผนทดลองและการวิจัยร่วมกับนักศึกษาและเกษตรกรที่มีส่วนร่วมในโครงการ ทั้งนี้เพื่อเป็นการพัฒนาระบบการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ และนักวิจัยท้องถิ่น

3. วางแผนการดำเนินงานและขออนุมัติโครงการวิจัย

<u>ระยะที่ 2</u> : ระยะศึกษาและทดลองทำการทดลองและบันทึกผลการทดลอง โดยแบ่งการทดลองดังนี้

1. **การทดลองที่** 1 : **<u>ทดสอบการลดปริมาณสารกลิ่นสาปโคลนในเนื้อปลาดุกที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตระบบปิด</u> (ปีที่** 1: **พ.ศ**.2556)

เป็นการทดลองโดยใช้บ่อทดลองคอนกรีตกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 เมตร สูงประมาณ 0.80 เมตร จำนวน 9 บ่อ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Dancan's New Multiple Range Test) ตามโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistic 6.0

1.1. กำหนดกลุ่มทดลอง(Treatments) จำนวน 3 กลุ่มๆละ 3 ซ้ำ (Replications) ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 บ่อเลี้ยงปลาดุกแบบปิดเชิงพาณิชย์ทั่วไป ไม่มีการใช้ระบบชีววิถี ไม่ใช้ผักตบชวา

กลุ่มทดลองที่ 2 บ่อเลี้ยงปลาดุกแบบปิดระบบชีววิถี ใช้ผักตบชวากั้นคอกปล่อย 30% ของพื้นที่ผิวน้ำ

กลุ่มทดลองที่ 3 บ่อเลี้ยงปลาดุกแบบปิดระบบชีววิถี ใช้ผักตบชวากั้นคอกปล่อย 50% ของพื้นที่ผิวน้ำ

1.2. มีการควบคุมปริมาณผักตบชวาในแต่ละกลุ่มทดลอง โดยการกั้นคอกตามพื้นที่ๆ กำหนดอย่างคงที่ตลอดการทดลอง หากผักตบชวามีการตายลงจะไม่มีการเก็บออกทิ้ง และไม่มีการนำผักตบชวาชุดใหม่มาใส่แทนที่

1.3. ใช้ปลาดุกอายุประมาณ 21-23 วัน ขนาดประมาณ 3-5 ซม. จำนวน 60 ตัว / ตร.ม. ให้อาหารเม็ดลอยน้ำปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

1.4. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (Water quality analysis) วิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกบ่อทดลอง วันเว้นวัน ที่เวลาประมาณ 10.00 น. โดยเก็บตัวอย่างน้ำที่จุดกึ่งกลางบ่อ จำนวน 1 จุด/บ่อ การควบคุมระดับน้ำในบ่อทดลองจะรักษาระดับน้ำให้ใกล้เคียงกันมากที่สุดโดยไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดการทดลอง คุณภาพน้ำที่จะวิเคราะห์ได้แก่ กลุ่มไนโตรเจน (Inorganic nitrogen ; NH_3-N, NO_2-N และ NO_3-N), ฟอสฟอรัส (Orthophosphate, PO_4-P), pH, ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen, DO) ตามวิธีของ American Public Health Association (1989) การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำของบ่อทดลองเลี้ยงปลาดุก ทำโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละกลุ่มทดลอง จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistics 6.00

1.5. ตรวจสอบผลผลิตปลาดุก เช่น ขนาด น้ำหนัก อัตรารอด ทุกๆสัปดาห์

1.6. ตรวจสอบสารกลิ่นสาปโคลนทั้ง Geosmin และ 2-methy lisoborneol ในเนื้อปลาดุกโดย Headspace Gas Chromatography(SPME-GC/MS) ตามวิธีของ วรพงษ์ และคณะ (2548)

1.7. ทำการทดลองในบ่อคอนกรีตจำนวน 2 ครั้งๆละ 4 เดือน รวมเป็น 8 เดือน หลังจากนั้นจะทำการทดลองต่อเนื่องในบ่อดินต่อไปอีก 2 ครั้งๆละ 4 เดือน รวมต่อเนื่องเป็น 16 เดือน เวลาอื่นๆนอกจากนี้เป็นการดำเนินการทางด้านการเตรียมสถานที่และวิเคราะห์ข้อมูล (ตามตารางแผนการทดลองด้านล่าง)

2. การทดลองที่ 2 : <u>ทดสอบการลดปริมาณสารกลิ่นสาปโคลนในเนื้อปลาดุกที่เลี้ยงในบ่อดินกลางแจ้ง</u> (ต่อเนื่องในปีที่ 2 : พ.ศ.2557)

เป็นการทดลองในบ่อดินกลางแจ้งขนาดประมาณ 5.0 x 10.0 x 1.0 เมตร. จำนวน 3 บ่อ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Dancan's New Multiple Range Test) ตามโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistic 6.0

2.1. กำหนดกลุ่มทดลอง(Treatments) จำนวน 3 กลุ่มๆละ 3 ซ้ำ (Replications) ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 บ่อเลี้ยงปลาดุกแบบปิดในบ่อดิน ไม่ใช้ระบบชีววิถี ไม่ใช้ผักตบชวา

กลุ่มทดลองที่ 2 บ่อเลี้ยงปลาดุกแบบปิดในบ่อดินระบบชีววิถี ปล่อยผักตบชวา 30% ของพื้นที่ผิวน้ำ

กลุ่มทดลองที่ 3 บ่อเลี้ยงปลาดุกแบบปิดระบบชีววิถี ปล่อยผักตบชวา 50% ของพื้นที่ผิวน้ำ

2.2. มีการควบคุมปริมาณผักตบชวาในแต่ละกลุ่มทดลอง โดยการกั้นคอกตามพื้นที่ๆ กำหนดอย่างคงที่ตลอดการทดลอง หากผักตบชวามีการตายลงจะไม่มีการเก็บออกทิ้ง และไม่มีการนำผักตบชวาชุดใหม่มาใส่แทนที่

2.3. ใช้ปลาดุกอายุประมาณ 21-23 วัน ขนาดประมาณ 3-5 ซม. จำนวน 60 ตัว / ตร.ม. ให้อาหารเม็ดลอยน้ำปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

2.4. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (Water quality analysis) วิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกบ่อทดลอง วันเว้นวัน ที่เวลาประมาณ 10.00 น. โดยเก็บตัวอย่างน้ำที่จุดกึ่งกลางบ่อ จำนวน 1 จุด/บ่อ การควบคุมระดับน้ำในบ่อทดลองจะรักษาระดับน้ำให้ใกล้เคียงกันมากที่สุดโดยไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดการทดลอง คุณภาพน้ำที่จะวิเคราะห์ได้แก่ กลุ่มไนโตรเจน (Inorganic nitrogen ; NH_3-N, NO_2-N และ NO_3-N), ฟอสฟอรัส (Orthophosphate, PO_4-P), pH, ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen, DO) ตามวิธีของ American Public Health Association (1989) การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำของบ่อทดลองเลี้ยงปลาดุก ทำโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistics 6.00

2.5. ตรวจสอบผลผลิตปลาดุก เช่น ขนาด น้ำหนัก อัตรารอด ทุกๆสัปดาห์

2.6. ตรวจสอบสารกลิ่นสาปโคลนทั้ง Geosmin และ 2-methy lisoborneol ในเนื้อปลาดุกโดย Headspace Gas Chromatography(SPME-GC/MS) ตามวิธีของ วรพงษ์ และคณะ (2548)

ภาพที่ 1 บ่อคอนกรีตขนาดเล็กที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 9 บ่อ

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนทั้งชนิด Geosmin และ 2-Methyl lisoborneol ตรวจพบได้เฉพาะในเนื้อปลาดุกที่ถูกเลี้ยงในบ่อควบคุม ซึ่งไม่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวา ในปริมาณระหว่าง 42.85 – 47.23 ไมโครกรัม/กิโลกรัม และ 0.781 – 0.915 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ แต่สารกลิ่นสาบโคลนทั้งสองชนิดนี้ กลับไม่สามารถตรวจพบในเนื้อปลาดุก ที่ถูกเลี้ยงในบ่อคอนกรีตขนาดเล็ก ที่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวานี้เลย (ตารางที่ 1) ทั้งนี้อาจจะเกิดจากการทดลองครั้งนี้ใช้บ่อคอนกรีตขนาดเล็กและตื้นมากประมาณ 80 เซ็นติเมตร เท่านั้น (ภาพที่ 1) ดังนั้น ปริมาณผักตบชวาทั้ง 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้ปกคลุมผิวน้ำนี้ ระบบรากของผักตบชวาจึงสามารถแผ่ขยายคลุมในส่วนใต้ท้องน้ำได้ค่อนข้างสมบูรณ์ จึงอาจจะมีผลต่อการกำจัดสารกลิ่นสาบโคลนทั้งสองชนิดได้อย่างเต็มที่ ดังนั้น จึงควรมีการทดลองต่อไปในบ่อคอนกรีตขนาดใหญ่ ที่มีความลึกมากกว่า 2 เมตร ซึ่งระบบรากของผักตบชวาจะไม่สามารถแผ่

ปกคลุมไปถึงก้นน้ำเบื้องล่างได้ ปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนดังกล่าว จึงอาจจะสามารถตกค้างมากขึ้นจนถึงระดับที่สามารถจะตรวจพบได้

ตารางที่ 1 ปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนทั้งชนิด Geosmin และ 2-Methyl lisoborneol ที่ตรวจพบและตรวจไม่พบ ในแต่ละกลุ่มทดลอง

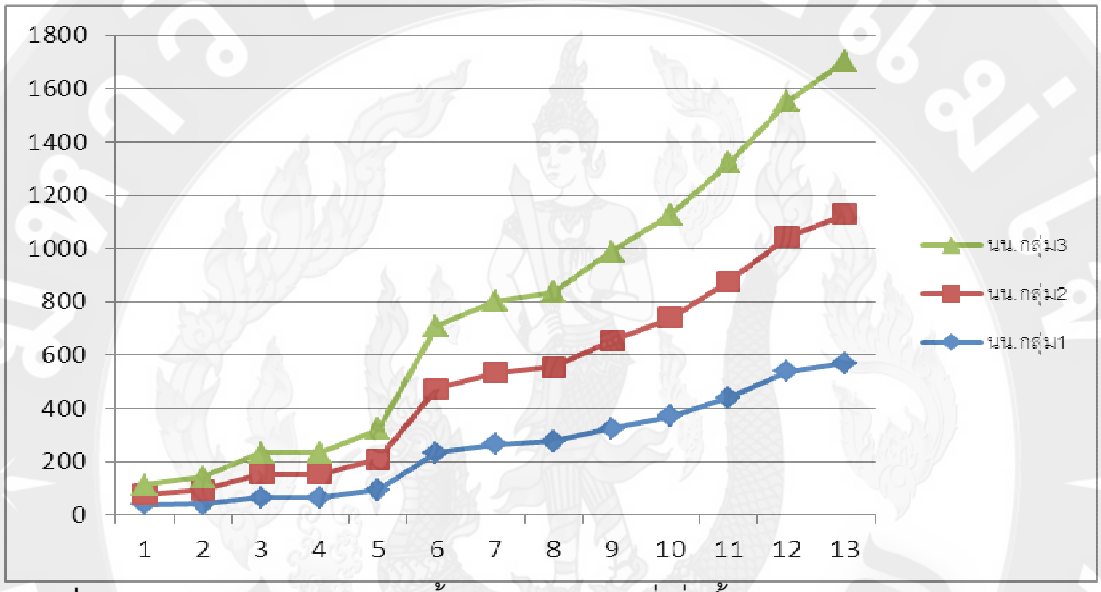
กลุ่มทดลอง	Geosmin (ug/kg)	2-Methyl lisoborneol (ug/kg)
กลุ่มที่ 1 (0% ผักตบชวา)		
เดือนที่ 1 (นน.เนื้อปลา 5.06 กรัม)	42.85	0.781
เดือนที่ 2 (นน.เนื้อปลา 5.10 กรัม)	44.58	0.877
เดือนที่ 3 (นน.เนื้อปลา 5.04 กรัม)	47.23	0.915
กลุ่มที่ 2 (30% ผักตบชวา)		
เดือนที่ 1 (นน.เนื้อปลา 5.06 กรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ
เดือนที่ 2 (นน.เนื้อปลา 5.01 กรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ
เดือนที่ 3 (นน.เนื้อปลา 5.03 กรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ
กลุ่มที่ 3 (50% ผักตบชวา)		
เดือนที่ 1 (นน.เนื้อปลา 5.06 กรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ
เดือนที่ 2 (นน.เนื้อปลา 5.11 กรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ
เดือนที่ 3 (นน.เนื้อปลา 5.15 กรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ : สมการเส้นกราฟมาตรฐานของ Geosmin คือ $y = 1E+07X + 1E + 06$ ($R^2 = 0.997$)
สมการเส้นกราฟมาตรฐานของ 2-Methyl lisoborneol คือ $y = 7E+06X - 1E + 06$ ($R^2 = 0.9941$)

จากผลการเลี้ยงปลาดุกทดลองในบ่อคอนกรีตขนาดเล็ก ตามที่วางแผนการทดลองไว้ที่ 4 เดือนในแต่ละช่วงนั้น พบว่า ปลาดุกมีอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 โดยสังเกตว่า น้ำหนักปลาดุกที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีต กลุ่มทดลองที่ 3 มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด (223.99 กรัม) รองลงไปคือกลุ่มทดลองที่ 2 (220.95 กรัม) และน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นน้อยสุดคือ กลุ่มทดลองที่ 1 (217.30 กรัม) ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองทางสถิติวิจัยแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญใดๆ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 น้ำหนักปลาดุกที่เพิ่มขึ้นในการทดลองช่วงแรก 4 เดือน

กลุ่มทดลอง	น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (กรัม)
กลุ่ม 1 (0% ผักตบชวา)	217.30
กลุ่ม 2 (30% ผักตบชวา)	220.95
กลุ่ม 3 (50% ผักตบชวา)	223.99



ภาพที่ 2 แสดงการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักของปลาดุกที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ความแตกต่างของ นน.ปลาดุกที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีต ระหว่างสามกลุ่มทดลอง

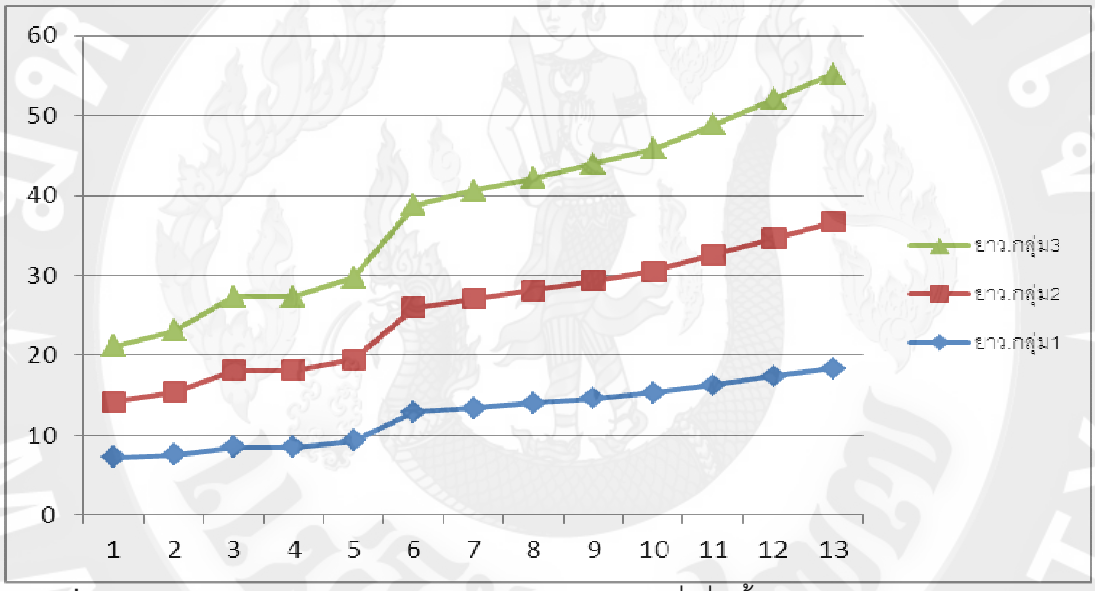
Source	df	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01	F-Prob
Treatment	2	155.32	77.66	0.00ns	3.23	5.18	0.99
Ex.Error	48	1484949.49	30936.44				
Total	50	1485104.8123	29702.0962				

จากผลการเลี้ยงปลาดุกทดลองในบ่อคอนกรีตขนาดเล็ก ตามที่วางแผนการทดลองไว้ที่ 4 เดือนในแต่ละช่วงนั้น พบว่า ปลาดุกมีอัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 โดยสังเกตว่า ความยาวปลาดุกที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีต กลุ่มทดลองที่ 2 มีความยาวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุด (5.87 ซม.) รองลงไปคือกลุ่มทดลองที่ 3 (5.74 ซม.) และน้ำหนัก

เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นน้อยสุดคือ กลุ่มทดลองที่ 1 (5.36 ซม.) ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองทางสถิติวิจัยแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญใดๆ

ตารางที่ 4 ความยาวเฉลี่ยของปลาดุกที่เพิ่มขึ้นในการทดลองช่วงแรก 4 เดือน

กลุ่มทดลอง	ความยาวเฉลี่ย ที่เพิ่มขึ้น (ซม.)
กลุ่ม 1 (0% ผักตบชวา)	5.36
กลุ่ม 2 (30% ผักตบชวา)	5.87
กลุ่ม 3 (50% ผักตบชวา)	5.74

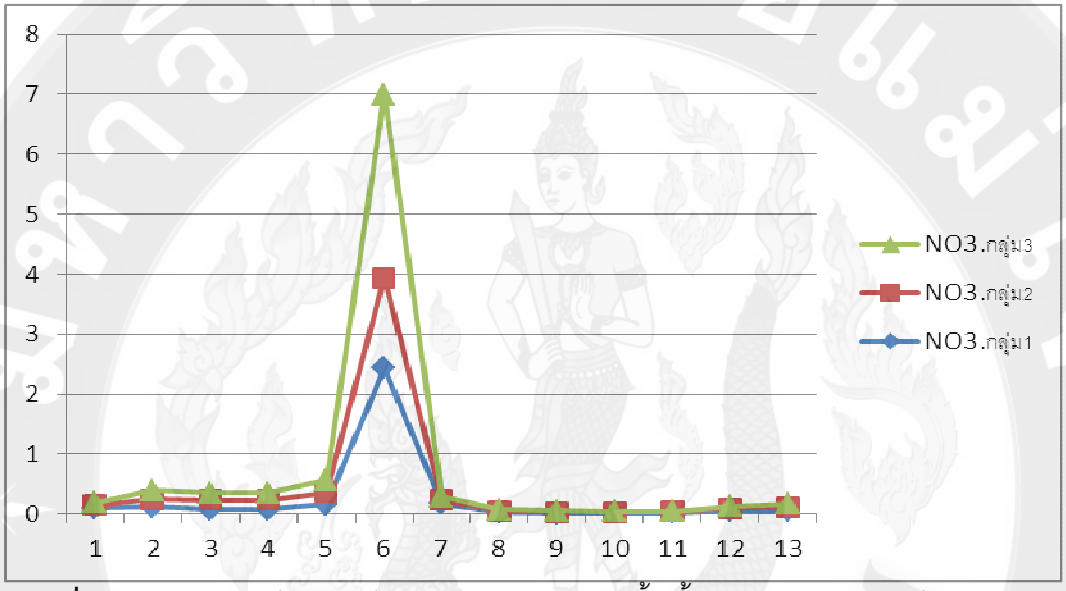


ภาพที่ 3 แสดงการเจริญเติบโตด้านความยาวของปลาดุกที่เพิ่มขึ้น

คุณภาพน้ำด้านปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต พบว่า กลุ่มทดลองที่ 3 มีปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนมากที่สุด(0.088 มก/ล) รองลงไปได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 1 (0.066 มก/ล) และกลุ่มทดลองที่ 2 (0.046 มก/ล) ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ปริมาณเฉลี่ยไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต

กลุ่มทดลอง	NO_3-N เฉลี่ย (มก/ล)
กลุ่ม 1 (0% ผักตบชวา)	0.066
กลุ่ม 2 (30% ผักตบชวา)	0.046
กลุ่ม 3 (50% ผักตบชวา)	0.088



ภาพที่ 4 แสดงปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต

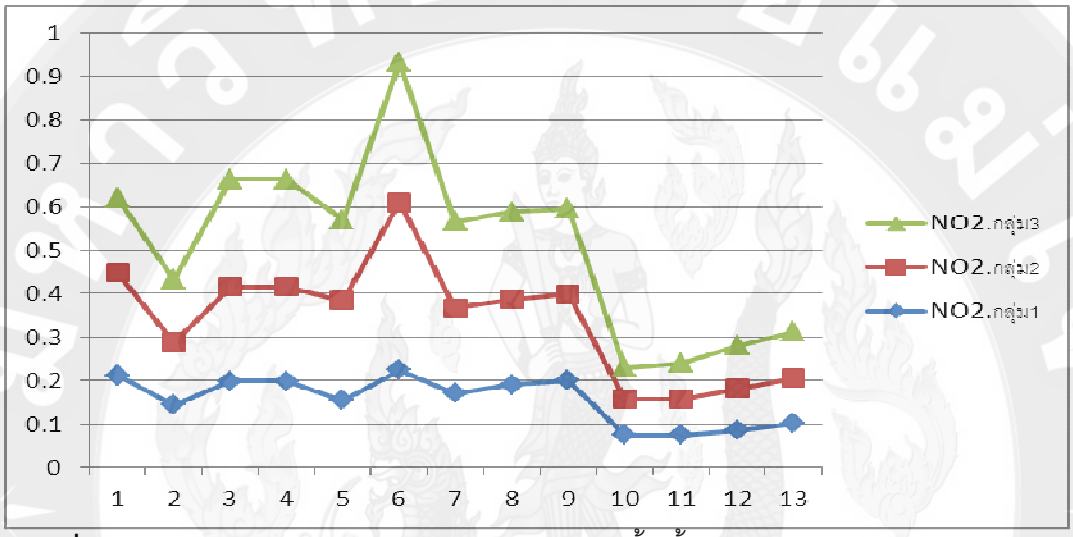
ตารางที่ 6 วิเคราะห์ความแตกต่างปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต

Source	df	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01	F-Prob
Treatment	2	0.0251	0.0125	0.04ns	3.23	5.18	0.9632
Ex.Error	48	15.9035	0.3313				
Total	50	15.9286	0.3186				

คุณภาพน้ำด้านปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต พบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 มีปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจนมากที่สุด(0.183 มก/ล) รองลงไปได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 3 (0.175 มก/ล) และกลุ่มทดลองที่ 1 (0.156 มก/ล) ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ปริมาณเฉลี่ยไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต

กลุ่มทดลอง	NO_2-N เฉลี่ย (มก/ล)
กลุ่ม 1 (0% ผักตบชวา)	0.156
กลุ่ม 2 (30% ผักตบชวา)	0.183
กลุ่ม 3 (50% ผักตบชวา)	0.175

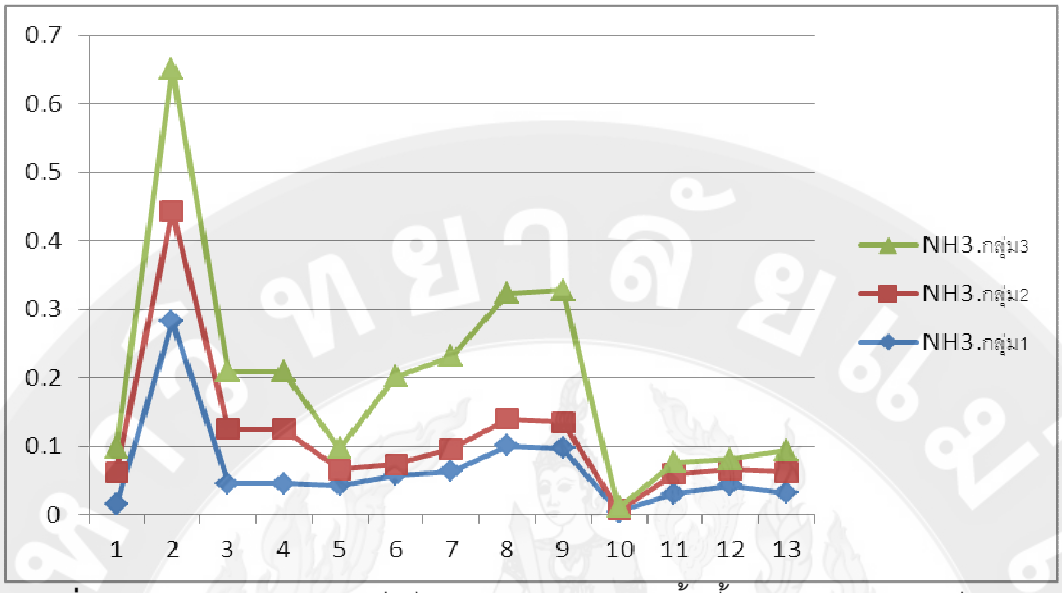


ภาพที่ 5 แสดงปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต

คุณภาพน้ำด้านปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 มีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมากที่สุด(7.193 มก/ล) รองลงไปได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 2 (6.801 มก/ล) และกลุ่มทดลองที่ 3 (6.731 มก/ล) ตามลำดับ (ตารางที่ 8) การวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 8 ปริมาณเฉลี่ยแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต

กลุ่มทดลอง	NH_3-N เฉลี่ย (มก/ล)
กลุ่ม 1 (0% ผักตบชวา)	7.193
กลุ่ม 2 (30% ผักตบชวา)	6.801
กลุ่ม 3 (50% ผักตบชวา)	6.731



ภาพที่ 6 แสดงปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต

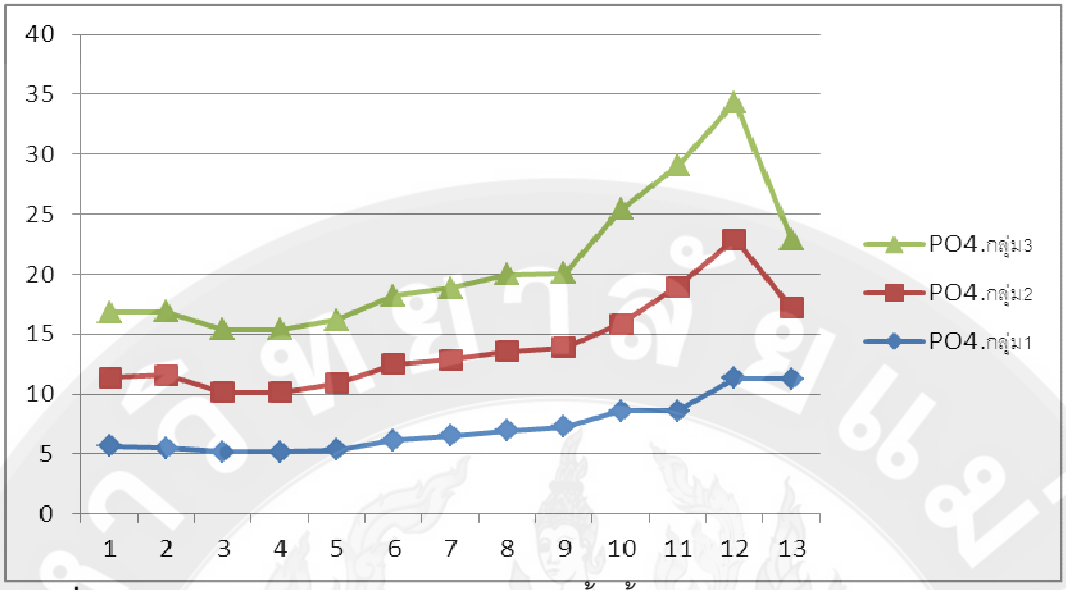
ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N) ระหว่างกลุ่มทดลองเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต

Source	df	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01	F-Prob
Treatment	2	0.0077	0.0039	1.17ns	3.23	5.18	0.3205
Ex.Error	48	0.1594	0.0033				
Total	50	0.1671	0.0033				

คุณภาพน้ำด้านปริมาณออโธฟอสเฟส(PO_4-P) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 มีปริมาณออโธฟอสเฟสมากที่สุด(5.514 มก/ล) รองลงไปได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 2 (5.220 มก/ล) และกลุ่มทดลองที่ 3 (5.192 มก/ล) ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ปริมาณออโธฟอสเฟส(PO_4-P) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต

กลุ่มทดลอง	PO_4-P เฉลี่ย (มก/ล)
กลุ่ม 1 (0% ผักตบชวา)	5.514
กลุ่ม 2 (30% ผักตบชวา)	5.220
กลุ่ม 3 (50% ผักตบชวา)	5.192

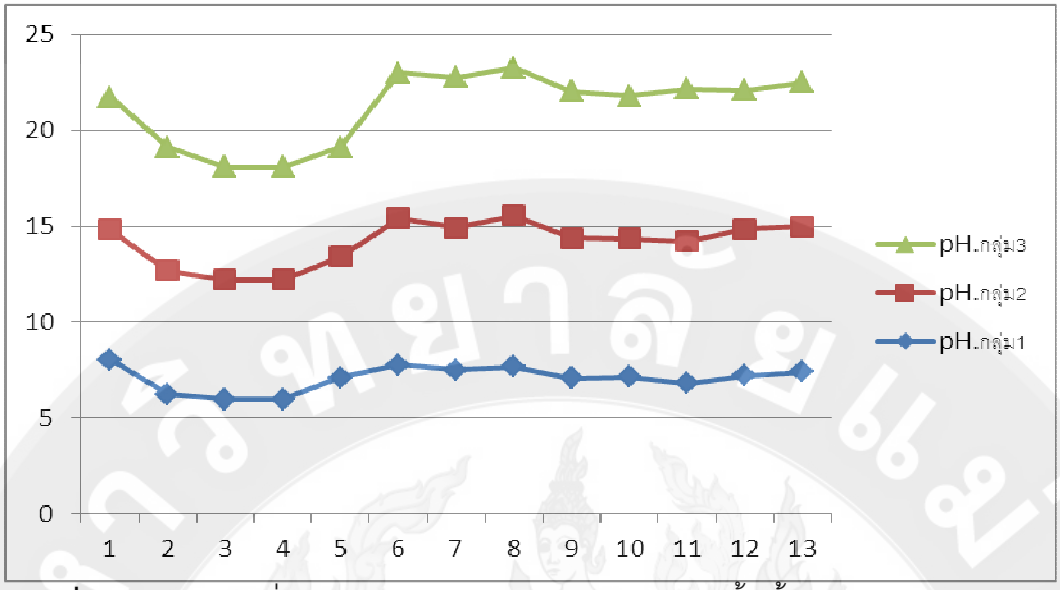


ภาพที่ 7 แสดงปริมาณออโธฟอสเฟส(PO_4-P) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต

คุณภาพน้ำด้านความเป็นกรด-เบส(pH) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าความเป็นกรด-เบสมากที่สุด(7.31) รองลงไปได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 2 (7.27) และกลุ่มทดลองที่ 3 (7.26) ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-เบส(pH) ของน้ำเลี้ยงปลาดุก ในบ่อคอนกรีต

กลุ่มทดลอง	pH เฉลี่ย
กลุ่ม 1 (0% ผักตบชวา)	7.31
กลุ่ม 2 (30% ผักตบชวา)	7.27
กลุ่ม 3 (50% ผักตบชวา)	7.26

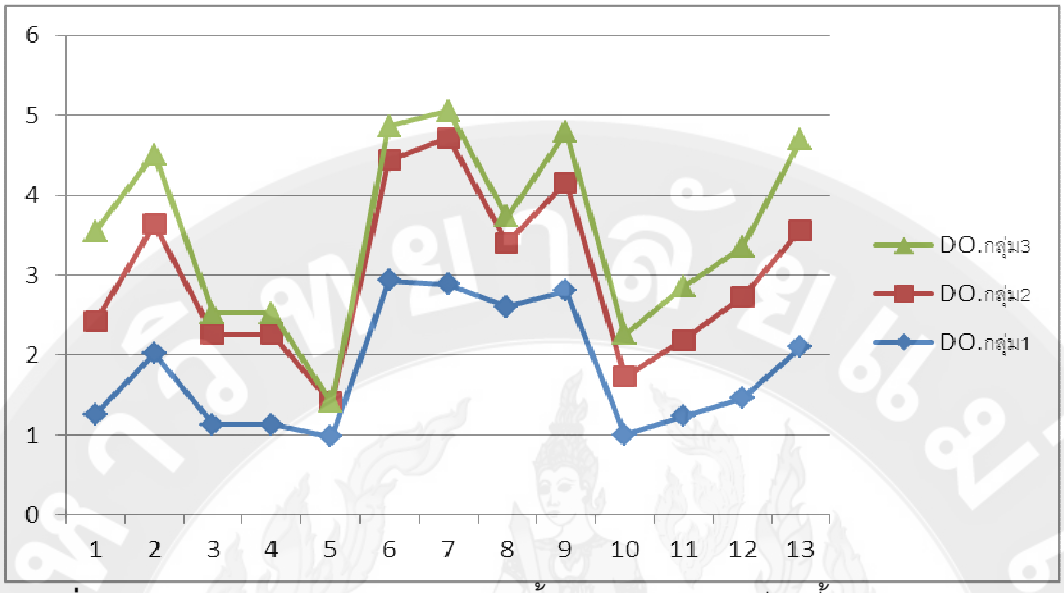


ภาพที่ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-เบส(pH) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต

คุณภาพน้ำด้านปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำ(DO) ในน้ำเลี้ยงปลาดุก บ่อคอนกรีต พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่ามากที่สุด(5.15 มก/ล) รองลงไปได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 2 (4.57 มก/ล) และกลุ่มทดลองที่ 3 (4.04 มก/ล) ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำ(DO) ในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาดุก

กลุ่มทดลอง	DO เฉลี่ย (มก/ล)
กลุ่ม 1 (0% ผักตบชวา)	5.15
กลุ่ม 2 (30% ผักตบชวา)	4.57
กลุ่ม 3 (50% ผักตบชวา)	4.04

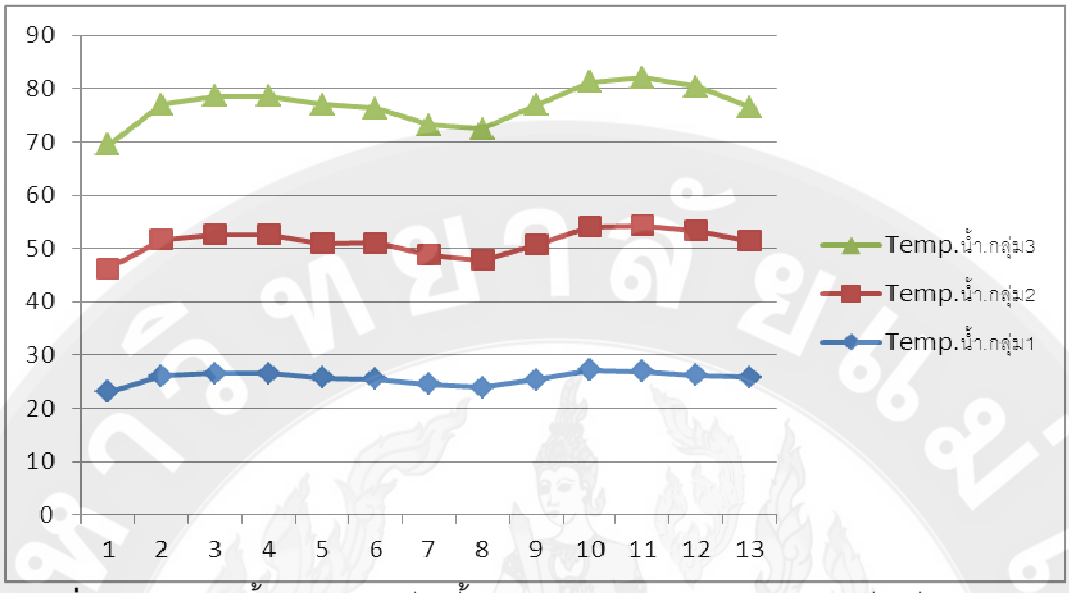


ภาพที่ 9 แสดงปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำ(DO) ในบ่อคอนกรีต เลี้ยงปลาดุก

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำเลี้ยงปลาดุกในบ่อคอนกรีต พบว่า กลุ่มทดลองที่ 3 มีค่ามากที่สุด (26.05 องศาเซลเซียส) รองลงไปได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 1 (26.02 องศาเซลเซียส) และกลุ่มทดลองที่ 2 (25.83 องศาเซลเซียส) ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาดุก ระบบธรรมดาและระบบชีววิถี ผักตบชวา

กลุ่มทดลอง	อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ช่วงห่างอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
กลุ่ม 1 (0% ผักตบชวา)	23.1	28.0	26.02	4.90
กลุ่ม 2 (30% ผักตบชวา)	23.1	27.4	25.83	4.30
กลุ่ม 3 (50% ผักตบชวา)	23.2	28.33	26.05	5.13



ภาพที่ 10 อุณหภูมิน้ำในบ่อคอนกรีตเลี้ยงปลาดุก ระบบธรรมดาและระบบชีววิถีผักตบชวา

สรุปผลการวิจัย

1. การเลี้ยงปลาดุกในบ่อคอนกรีตขนาดเล็ก โดยใช้ระบบชีววิถีผักตบชวาทั้งสองกลุ่มทดลองในครั้งนี้ ไม่สามารถตรวจวัดปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนทั้งสองชนิดคือ Geosmin และ 2-Methyl Isoborneol ได้ จึงยังไม่สามารถสรุปผลในการศึกษาครั้งนี้ได้ว่า ระบบชีววิถีผักตบชวาจะสามารถช่วยลดหรือกำจัดสารกลิ่นสาบโคลนทั้งสองชนิดดังกล่าวได้จริงหรือไม่ จึงควรมีการทดลองในบ่อคอนกรีตขนาดใหญ่ที่มีความลึกมากกว่า 2 เมตรต่อไป

2. เนื้อปลาดุกที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตขนาดเล็ก โดยไม่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวา พบว่า มีปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนทั้งสองชนิดคือ Geosmin และ 2-Methyl Isoborneol ในช่วงระหว่าง 42.85-47.23 ไมโครกรัม/กิโลกรัม และ 0.781-0.915 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ