รายงานผลงานวิจัย

เรื่อง **ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อคุณภาพน้ำทางเคมี กายภาพ และผลผลิตในบ่อเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่**

Effect of Climate Change on Chemical and Physical Factors of Water Qualities and Growth of Nile Tilapia in Commercial Ponds at Tambon Maegad, Amphore Sansai, Chiangmai Province.

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2556
จำนวน 349,938 บาท

หัวหน้าโครงการ นางพิมพร มนเทียรอาสน์

ผู้ร่วมโครงการ นายบัญญัติ มนเทียรอาสน์
นายขจรเกียรติ์ ศรีนวลสม

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์
24 กันยายน 2557

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปี 2556 คณะวิทยาศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ และขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้อนุเคราะห์ตรวจสอบให้ข้อแนะนำที่มีประโยชน์ต่อการวิจัย ขอขอบคุณนักศึกษาระดับปริญญาตรี ทั้งที่สังกัดคณะวิทยาศาสตร์ และคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องทุก ๆ ท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนงานวิจัยชิ้นนี้ จนสำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี ความสำเร็จของงานวิจัยชิ้นนี้ มิใช่เพียงแค่ประโยชน์ที่ได้ทางวิชาการเท่านั้น แต่คือความสำเร็จที่ได้มาจากความร่วมมือร่วมใจกัน ของคนทุกภาคส่วน ที่มาทำงานร่วมกันในครั้งนี้ และอีกหลายๆครั้งในโอกาสต่อๆไปอีกด้วย ผลงานวิจัยชิ้นนี้เป็นความพยายามในการค้นหาคำตอบให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิล ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จากปัญหาและความสงสัยที่อาจจะเกี่ยวข้องกับสภาวะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ(Climate change) ในช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบันนี้ว่า มีส่วนเกี่ยวข้องหรือไม่ ? อย่างไร ? ต่อคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของปลานิล จากข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในปี พ.ศ. 2555-2556 นี้ คาดว่าจะมีประโยชน์ต่อการวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องตรงประเด็นต่อไป

คณะผู้วิจัย

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้
B : 292737
I : 258580
9 ก.พ. 2558
วันที่
เลขเรียกหนังสือ
รว/ภน
639.3758
W 721 W

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
สารบัญภาพผนวก	ง
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
การตรวจเอกสาร	4
แนวทางการดำเนินการวิจัย	11
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย	14
ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล	19
สรุปผลการวิจัย	24
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	31

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างน้ำหนักปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดินทั้งสามกลุ่มทดลอง 20

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความยาวปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดินทั้งสามกลุ่มทดลอง 20

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำในบ่อดิน กลุ่มทดลองที่ 1 21

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์กันระหว่างน้ำหนักปลานิลและคุณภาพน้ำโดยรวมในบ่อดิน กลุ่มทดลองที่ 1 21

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์กันระหว่างน้ำหนักปลานิลและคุณภาพน้ำโดยรวมในบ่อดิน กลุ่มทดลองที่ 2 22

ตารางที่ 6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์กันระหว่างน้ำหนักปลานิลและคุณภาพน้ำโดยรวมในบ่อดิน กลุ่มทดลองที่ 3 22

ตารางที่ 7 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิน้ำในบ่อดินทั้งสามกลุ่มทดลอง 23

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดินกลุ่มทดลองที่ 2 23

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 บ่อพลาสติก ฟาร์มที่ 1 16
ภาพที่ 2 บ่อดิน ฟาร์มที่ 2 16
ภาพที่ 3 บ่อดินเลี้ยงปลานิลทั้งที่ใช้และไม่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวา 17

สารบัญภาพผนวก

		หน้า
ภาพผนวกที่ 1	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง	32
ภาพผนวกที่ 2	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง	32
ภาพผนวกที่ 3	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจน (NO_2-N) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง	33
ภาพผนวกที่ 4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง	33
ภาพผนวกที่ 5	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3กลุ่มทดลอง	34
ภาพผนวกที่ 6	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออโธฟอสเฟส (PO_4-P) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง	34
ภาพผนวกที่ 7	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของน้ำในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง ที่ระดับความแตกต่างอุณหภูมิน้ำ 3 ระดับ	35
ภาพผนวกที่ 8	การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง ที่ระดับความแตกต่างอุณหภูมิน้ำ 3 ระดับ	35
ภาพผนวกที่ 9	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจน (NO_2-N) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง ที่ระดับความแตกต่างอุณหภูมิน้ำ 3 ระดับ	36
ภาพผนวกที่ 10	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน (NO_3-N) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง ที่ระดับความแตกต่างอุณหภูมิน้ำ 3 ระดับ	36
ภาพผนวกที่ 11	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง ที่ระดับความแตกต่างอุณหภูมิน้ำ 3 ระดับ	37
ภาพผนวกที่ 12	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออโธฟอสเฟส (PO_4-P) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง ที่ระดับความแตกต่างอุณหภูมิน้ำ 3 ระดับ	37

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อคุณภาพน้ำทางเคมี กายภาพ และผลผลิตในบ่อเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

Effect of Climate Change on Chemical and Physical Factors of Water Qualities and Growth of Nile Tilapia in Commercial Ponds at Tambon Maegad, Amphore Sansai, Chiang-mai Province

พิมพร มนเทียรอาสน์[1] บัญญัติ มนเทียรอาสน์[2] และ ขจรเกียรติ์ ศรีนวลสม[2]

Pimporn Montien-Art[1], Bunyat Montien-Art[2] and Khajornkiat Srinuansom[2]

[1] คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

[2] คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อคุณภาพน้ำทางเคมี กายภาพ และการเจริญเติบโตปลานิลในบ่อเลี้ยงเชิงพาณิชย์ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2556 พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยปลานิลที่เพิ่มขึ้นในบ่อทดลองทั้งที่ใช้และไม่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวา ไม่มีความความสัมพันธ์ทางสถิติวิจัยใดๆกับอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำ แต่น้ำหนักเฉลี่ยปลานิลกลุ่มทดลองที่ 1 (0 % ผักตบชวา) กลุ่มทดลองที่ 2 (30%ผักตบชวา) และกลุ่มทดลองที่ 3 (50% ผักตบชวา)นี้จะมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัยกับคุณภาพน้ำโดยรวมทุกชนิดได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ระดับความเป็นกรด-เบสของน้ำ(pH) ปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N) ปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N) ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) และปริมาณออโธฟอสเฟส(PO_4-P)(F = 6.14*, F = 9.01*และ F = 4.91*, ตามลำดับ) อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัยต่ออุณหภูมิน้ำ(F = 8.55*) เฉพาะในบ่อเลี้ยงปลานิลที่ไม่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวาเท่านั้น แต่ไม่แสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัยใดๆต่ออุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลที่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวา นอกจากนี้อุณหภูมิน้ำที่ประมาณ 28 องศาเซลเซียสเท่านั้น ที่แสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติวิจัยต่อน้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลที่เพิ่มขึ้น(F = 20.62**)

คำสำคัญ: ปลานิล คุณภาพน้ำ สันทราย เชียงใหม่ ภูมิอากาศ

Abstract

Study on effect of climate change on chemical and physical factors of water qualities and growth of nile tilapia in commercial ponds at Tambon Maegad, Amphore Sansai, Chiang-mai Province, 2013, showed non significance in statistic of relationships between growth of nile tilapia in all treatments together with the air and water temperature. But, the significance in statistic of relationships were showed between growth of nile tilapia in Treatment 1(0% water hyacinth), Treatment 2(30% water hyacinth), Treatment 3(50% water hyacinth), respectively, and to all of water qualities such as, water temperature, pH, dissolved oxygen(DO), NH_3-N, NO_2-N, NO_3-N and PO_4-P (F = 6.14*, F = 9.01* and F = 4.91*, respectively). Air temperature showed significance in statistic of relationship with water temperature in only the Treatment 1 (F = 8.55*). On the other hand, highly significance in statistic of relationship showed between water temperature(28 °C) and growth of nile tilapia(F = 20.62**).

Key words: nile tilapia, water quality, Sansai, Chiang-mai, Climate change

คำนำ

จากปัญหาความร้อนของอุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้นอย่างผิดปกติจากสภาวการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ณ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ที่เกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงปลานิลในบ่อดินเชิงพาณิชย์ประสบมาระหว่างเดือนมีนาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2553 โดยมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำอย่างผิดปกติแบบที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน กล่าวคือ อุณหภูมิน้ำในบ่อดินเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ในช่วงเวลากลางวัน ที่ระดับความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร อยู่ในช่วงระหว่าง 30-38 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิอากาศในช่วงเดียวกันอยู่ระหว่าง 32-43 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดรับกับคำเตือนภัยของศูนย์จัดการความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (หนังสือพิมพ์ไทยโพสต์, 10 กุมภาพันธ์ 2553) จึงอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้ผลผลิตปลานิลของเกษตรกรตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงปลายปี 2553 นี้ คาดว่าลดลงทั้งปริมาณและคุณภาพ ในขณะที่เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลกลับมีต้นทุนค่าอาหารปลา ค่าวัสดุเกษตรและและค่าไฟฟ้าสูงขึ้น ทั้งนี้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรส่วนหนึ่ง พบมีข้อน่าสังเกตว่า ในช่วงที่อุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลสูงผิดปกตินั้น ปลานิลจะมีการกินอาหารเพิ่มขึ้นแต่น้ำหนักปลากลับไม่เพิ่มขึ้นอย่างที่ควรจะเป็นแต่

อย่างใด อีกทั้งในขณะที่อุณหภูมิน้ำสูงขึ้นอย่างผิดปกตินั้น ปลานิลมักชอบว่ายน้ำขึ้นมาฮุบอากาศบนผิวน้ำบ่อยยิ่งขึ้น และมีปลานิลบางส่วนทยอยตายในระหว่างเลี้ยงมากกว่าเดิม การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าของเกษตรกรฯทำโดยใช้ตาข่ายมุ้งเขียวความทึบ 60 เปอร์เซ็นต์ กางปกคลุมบางส่วนของพื้นที่บ่อเลี้ยงปลานิลเพื่อเป็นร่มเงาลดความร้อนให้ปลานิลในช่วงดังกล่าว จึงส่งผลให้ต้นทุนการผลิตปลานิลสูงขึ้นตามมาด้วย นอกจากนี้ในช่วงเวลาดังกล่าวนั้น เกษตรกรยังประสบปัญหาไม่สามารถเปลี่ยนถ่ายเทน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลได้อย่างเต็มที่ เพราะน้ำชลประทานถูกจำกัดปริมาณการปล่อยลงมาให้เกษตรกรในพื้นที่ตำบลแม่แก็ดอีกด้วย จึงส่งผลให้คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์มีคุณภาพต่ำลง ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลานิลโดยตรง เหตุการณ์ความเดือดร้อนเหล่านี้ทางกรมประมงโดยนายสุรจิตต์ อินทรชิต รองอธิบดีกรมประมง ได้จัดทำประกาศกรมประมงและแนะนำเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำว่า ควรควบคุมการใช้น้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำให้มีการสูญเสียน้อยที่สุด ให้ป้องกันการรั่วซึมหรือจัดทำร่มเงาให้กับบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ควรมีการจัดหาแหล่งน้ำสำรองไว้ใช้เพิ่มเติม และจับสัตว์น้ำที่ได้ขนาดขึ้นมาจำหน่ายก่อนเพื่อลดปริมาณปลาในบ่อไม่ให้หนาแน่นเหมือนเมื่อครั้งมีปริมาณน้ำจืดใช้อย่างเพียงพอ อีกทั้งให้ลดการให้อาหารสัตว์น้ำลงโดยเฉพาะอาหารสดเพื่อลดการเน่าเสียของน้ำในบ่อ และควรปล่อยสัตว์น้ำลงเลี้ยงในความหนาแน่นที่น้อยกว่าปกติ หรือควรปล่อยสัตว์น้ำขนาดโตลงเลี้ยงแทนเพื่อลดการเวลาการใช้น้ำในบ่อให้สั้นลง (หนังสือพิมพ์บ้านเมือง, 11 กุมภาพันธ์ 2553).

ดังนั้น จึงเป็นที่มาของการวิจัยชิ้นนี้ซึ่งมุ่งหวังค้นหาคำตอบให้แก่เกษตรกรในเบื้องต้นว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามปัจจัยต่างๆเช่น อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิน้ำ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น ซึ่งสันนิษฐานในเบื้องต้นในขณะนี้ว่า อาจจะมีผลทำให้อุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ทั้งสองระบบ คือ บ่อรองพื้นด้วยพลาสติกและบ่อดินไม่รองพื้นด้วยพลาสติก ณ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ สูงขึ้นอย่างมากนั้น จะมีผลอย่างไรต่อคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพและอัตราการเจริญเติบโตของปลานิลในบ่อเลี้ยงเชิงพาณิชย์จริงหรือไม่ โดยการวิจัยนี้ใช้สมมุติฐานในเบื้องต้นว่า การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิน้ำในบ่อปลานิลจะเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ตามปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวในข้างต้นนั้น ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ยอมรับกันอย่างทั่วไปแล้วว่า ได้เกิดขึ้นจริงแล้วอย่างทั่วโลกมาก่อนหน้านี้ด้วยเป็นระยะหนึ่งแล้ว และคาดว่าจะยังคงดำรงเกิดสภาพการเปลี่ยนภูมิอากาศนี้อย่างต่อเนื่องไปอีกอย่างน้อย 10-25 ปีในอนาคต (อานนท์, 2551) ดังนั้น อุณหภูมิอากาศที่สูงขึ้นอย่างผิดปกตินี้ จะมีผลอย่างไรต่อคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและเคมีในบ่อดินที่ใช้เลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ อีกทั้งจะมีผลอย่างไรต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลานิล จึงเป็นประเด็นที่มาของปัญหาที่เกษตรกร ต้องการคำตอบอย่างเร่งด่วน นอกจากนี้การค้นหาแนวทางเพื่อลดปัญหาดังกล่าว

ให้แก่บ่อเลี้ยงปลานิลทุกระบบ โดยพยายามค้นหาแนวทางที่ประหยัดและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ก็เป็นอีกช่องทางหนึ่งที่ควรนำมาทดลองใช้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย (ในปี พ.ศ. 2556)

1. เพื่อหาแนวทางการเพิ่มผลผลิตปลานิลเชิงพาณิชย์ที่เลี้ยงในสภาวการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และหาแนวทางการลดต้นทุนค่าวัสดุลดแสงแดดในบ่อปลา จากเดิมที่ใช้แสลงพลาสติค โดยเปลี่ยนมาทดลองใช้เทคนิคชีววิถีผักตบชวาตามธรรมชาติปกคลุมผิวน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิน้ำ และลดความเน่าเสียของน้ำ เพื่อยืดอายุการใช้น้ำจืดในบ่อเลี้ยงปลานิลให้นานยิ่งขึ้นต่อไป
2. เพื่อค้นหาว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศจะมีผลอย่างไรหรือไม่ต่ออุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลทั้งที่ใช้และไม่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวา
3. เพื่อค้นหาระดับอุณหภูมิน้ำที่จะมีผลอย่างเด่นชัดต่อน้ำหนักเฉลี่ยปลานิลที่เพิ่มขึ้นในบ่อทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิ

การตรวจเอกสาร

กรมอุตุนิยมวิทยา (2553) รายงานว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ(Climate Change) ตามกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nation Framework Convention on Climate Change : UNFCCC) ซึ่งก็คือ “การเปลี่ยนแปลงใดๆของอากาศซึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อมอันทำให้ส่วนประกอบของบรรยากาศโลกเปลี่ยนแปลงไปนอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติในช่วงเวลาเดียวกัน” ภาวะโลกร้อนส่งผลให้โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยในช่วงสิบกว่าปีที่ผ่านมา พ.ศ. 2538 – 2553 เป็นปีที่ร้อนที่สุดเท่าที่เคยบันทึกได้ตั้งแต่ พ.ศ. 2539 และเกิดเหตุการณ์น้ำแข็งขั้วโลกละลายระดับน้ำทะเลสูงขึ้น รวมทั้งเกิดภัยธรรมชาติรุนแรงจากเหตุการณ์เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไปทั่วโลก เช่น เฮอริเคน ไต้ฝุ่น โคลนถล่ม ภัยแล้ง และน้ำท่วมในทั่วภูมิภาคเอเชียและอเมริกากลาง ในขณะที่ทวีปยุโรปต้องเผชิญกับคลื่นความร้อนรุนแรงขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความอ่อนไหวของกลไกธรรมชาติของโลกที่นับวันจะมีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อย ๆ

จากสถานการณ์โลกร้อนจะส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตและการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมของมนุษย์ในหลายด้าน (IPCC, 2002) คือ

1) ผลกระทบต่อความมั่นคงของแหล่งอาหารและน้ำจืด ผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพทางการเกษตร ปศุสัตว์และการประมงจะลดลง

2) ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์และความหลากหลายทางชีวภาพ พืช สัตว์บกและสัตว์น้ำบางชนิดสูญพันธ์ จะมีผลต่อสมดุลระบบนิเวศน์ทั้งบนบกและในน้ำ

3) ผลกระทบต่อการอพยพถิ่นฐานของประชากรโลกเนื่องจากภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ความแห้งแล้ง และความขัดแย้งจากการขาดแคลนอาหารเพื่อแย่งหาแหล่งน้ำและพื้นที่ทำกิน

4) ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย การแพร่ระบาดของโรคต่าง ๆ การเจ็บป่วยจากอุณหภูมิสูง และเครียดจากการปรับตัวทางเศรษฐกิจและสังคม และภัยธรรมชาติที่เกิดบ่อย

นิรนาม(2553) อ้างถึง นักวิทยาศาสตร์ขององค์การนาซ่า (NASA) ได้สรุปผลการศึกษาออกมาแล้วว่า เมื่อโลกร้อนขึ้น ปริมาณอาหารขั้นปฐมภูมิในมหาสมุทรได้ลดลง ซึ่งอาจคุกคามต่อการประมงและระบบนิเวศโลก สืบเนื่องมาจากการศึกษาอย่างต่อเนื่องเกือบสิบปี ที่นักวิทยาศาสตร์ได้เปรียบเทียบข้อมูลจากดาวเทียมของพื้นมหาสมุทรทั่วโลก กับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งพบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจำนวนพืชน้ำและแพลงตอนพืชในมหาสมุทรจะลดลง แต่เมื่ออุณหภูมิลดลงผลผลิตของพืชทะเลก็กลับเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้คาดคะเนได้ว่าจะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต หากโลกยังร้อนขึ้นเรื่อย ๆ อันเป็นผลมาจากปริมาณแก๊สกรีนเฮาส์ในชั้นบรรยากาศ จากการที่ทราบแล้วว่า แพลงตอนพืชในทะเลเป็นผู้ผลิตหลักกลุ่มแรกของโลก และเป็นจุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหารในทะเล ดังนั้นเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการสังเคราะห์แสง และการเจริญเติบโตของแพลงตอนพืชนั้น ก็จะกระทบต่อผลผลิตด้านการประมง ประชากรนกทะเล และลดความสามารถในการดึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาจากชั้นบรรยากาศโลก ซึ่งนั่นจะทำให้สภาพภูมิอากาศค่อย ๆร้อนขึ้นอีกเรื่อยๆ เนื่องจากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมตัวอยู่ในชั้นบรรยากาศจะตกค้างเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆนั่นเอง จากข้อมูลที่ได้บันทึกไว้อย่างต่อเนื่องนี้ ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับการเพิ่มขึ้นและลดลง ของกิจกรรมทางชีวภาพ (Biological activity) หรือผลผลิตทางชีวภาพ (Productivity) ทั้งรายเดือนและรายปี ทั้งนี้ได้เริ่มการบันทึกหลังจากปรากฏการณ์ เอล นิโญ (El Nino) ครั้งใหญ่ที่พบการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางชีวภาพอย่างชัดเจนเมื่อประมาณสิบกว่าปีที่ผ่านมา ปรากฏการณ์ทั้ง เอล นิโญ (El Nino) และ ลา นินา (La Nina) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากโลกมีสภาพอากาศร้อนและเย็นตามลำดับ ซึ่งเกิดขึ้นทุก ๆ 3-7 ปี ในฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก และได้ทำให้รูปแบบของสภาพอากาศทั่วโลกเปลี่ยนแปลง นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลการเพิ่มและลดของพืชน้ำในมหาสมุทร

กับปัจจัยการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโลก ที่มีผลต่อสภาพของมหาสมุทร เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ผิวน้ำและลม รวมทั้งมีผลการศึกษาที่ได้สนับสนุนการทำนายในรูปแบบของแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งแสดงให้เห็นแล้วว่า สภาพภูมิอากาศโลกจะร้อนยาวนานขึ้นเรื่อยๆ ทั้งนี้ได้พบการเจริญเติบโตของพืชน้ำในมหาสมุทรเพิ่มขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1977-1999 ซึ่งเป็นช่วงที่มีอากาศเย็น ซึ่งเป็นช่วงคาบเกี่ยวระหว่างปรากฏการณ์ เอล นิโญ และ ลา นินา แต่นับตั้งแต่ ค.ศ. 1999 เป็นต้นมา สภาพภูมิอากาศกลับร้อนขึ้นซึ่งเห็นได้จากการลดลงของพืชน้ำในทะเล ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศกับความหนาแน่นของน้ำในมหาสมุทร ก็สามารถอธิบายได้ว่าสาเหตุที่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อพืชน้ำในมหาสมุทรนั้นเนื่องมาจากเมื่ออากาศร้อนขึ้น อุณหภูมิของผิวด้านบนของมหาสมุทรก็เพิ่มขึ้นด้วย ทำให้มวลน้ำที่เย็นกว่าจมอยู่ด้านล่าง ลักษณะเช่นนี้ทำให้น้ำในมหาสมุทรเกิดการแยกชั้น (Stratification) สารอาหารที่อยู่ด้านล่างไม่สามารถหมุนเวียนขึ้นมาด้านบนได้ และทำให้แพลงตอนพืชขาดอาหาร ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำจึงลดลงตามไปด้วย

<u>การปรับตัวของประเทศไทยต่อภาวะโลกร้อน</u>

สถานการณ์ภาวะโลกร้อน ทำให้เกิดความแปรปรวนของภูมิอากาศ ฤดูกาล และปริมาณน้ำฝน ล้วนมีผลกระทบต่อประเทศไทยไม่ต่างจากประเทศอื่น ๆ ในโลก โดยสังเกตได้จากภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ประเทศไทยมีทั้งภัยแล้ง พายุ และน้ำท่วม ผลกระทบจากภาวะโลกร้อนที่เห็นได้ชัดเจนในระยะสั้นได้แก่ ประเทศไทยได้รับความเสียหายต่อผลผลิตทางการเกษตรจำนวนมาก โดยผลกระทบดังกล่าว อาจส่งผลต่อสถานะของไทยในการเป็นผู้ผลิตสินค้าเกษตรอันดับต้นของโลก รวมถึงการส่งเสริมยุทธศาสตร์การค้าครัวไทยสู่ครัวโลก นอกจากนี้ ประเทศไทยยังได้ร่วมลงนามและให้สัตยาบันต่อพิธีสารเกียวโตเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ปี พ.ศ. 2542 และเดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2545 ตามลำดับ พิธีสารดังกล่าวมีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2542 แม้จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาตามบัญชีประเทศอนุสัญญาฯ ที่ไม่มีพันธกรณีในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่มีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจกผ่านกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism : CDM) ตามพิธีสาร ฯ ได้ ทั้งนี้สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้เริ่มวางแผนการดำเนินงานตามพิธีสาร ฯ ในการทำ CDM เพื่อให้ประเทศไทยได้ประโยชน์จากโครงการนี้ในหลายด้าน เช่น ก่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนให้กับประเทศ มีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีที่สะอาด และถ่ายทอดเทคโนโลยี และความรู้ด้านการจัดการ เพื่อลดก๊าซ

เรือนกระจกให้แพร่หลายในประเทศ เป็นต้น จากการศึกษาสถานการณ์ภาวะโลกร้อนข้างต้น แม้จะเป็นภัยคุกคามต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ แต่ในขณะเดียวกันประเทศไทยอาจสร้างโอกาสทางการค้าและการลงทุนในด้านต่าง ๆ จากภาวะโลกร้อนได้ โดยจะเชื่อมโยงโอกาสดังกล่าวตามการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ของกระทรวงพาณิชย์ ดังนี้

<u>การผลิตสินค้าตามความต้องการของตลาด</u>

1. สร้างมูลค่าเพิ่มและสร้างความแตกต่างให้กับสินค้าไทยในตลาดต่างประเทศ โดยพัฒนาสินค้า/เทคโนโลยีที่สามารถลดก๊าซเรือนกระจก หรือสินค้าที่กระบวนการผลิตมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณน้อยลง โดยครอบคลุมสินค้าตั้งแต่ของใช้สอยประจำวันจนถึงภาคอุตสาหกรรมและภาคอสังหาริมทรัพย์รวมทั้งภาคบริการที่เน้นกิจกรรมช่วยลดภาวะโลกร้อน เป็นต้น

2. การเตรียมความพร้อมของผู้ประกอบการไทย ต่อการค้าระหว่างประเทศในอนาคตที่อาจมีการพัฒนาเงื่อนไขของการกีดกันการค้าที่เข้มงวดมากขึ้นในด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะมาตรการป้องกันภาวะโลกร้อน โดยอาจจะให้ระบุสินค้าที่จะนำเข้าประเทศของตนนั้นว่า ในกระบวนการผลิตต้องไม่มีส่วนในการทำลายชั้นบรรยากาศ หากผู้ประกอบการในประเทศไทยไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับมาตรฐานเหล่านี้ อาจสูญเสียโอกาสทางการตลาดของโลกได้

<u>การมุ่งพัฒนาตลาดสินค้าเกษตรของประเทศไทยในสถานการณ์โลกร้อน</u>

1. สร้างเกราะป้องกันภัยแก่สินค้าเกษตรไทยจากภาวะโลกร้อน โดยประสานหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง ให้ตระหนักต่อผลกระทบของโลกร้อนต่อผลผลิตทางการเกษตรเพื่อกระตุ้นให้มีการวิจัยด้านการปรับปรุงวิธีการเลี้ยงและพัฒนาพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์และทรัพยากรประมง ที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของไทยให้มากขึ้น โดยเฉพาะพันธุ์พืชและสัตว์ต่างๆทั้งสัตว์บกและสัตว์น้ำเหล่านี้ให้มีความทนทานต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้น แต่ยังคงให้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพอยู่ เพื่อประเทศไทยจะมีผลผลิตทางการเกษตรสนองตอบต่อความต้องการของตลาดทั้งในประเทศและสามารถรักษาตลาดส่งออกสินค้าเกษตรไว้ได้แม้จะมีการแปรปรวนทางสภาพอากาศมากขึ้นในอนาคตก็ตาม

2. ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงด้านสภาพภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อผลผลิตทางการเกษตร การติดตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศคู่แข่งทางด้านสินค้าเกษตร ควบคู่กับตัวเลข

ชี้นำทางเศรษฐกิจอื่น ๆ จะช่วยให้สามารถประเมินสถานการณ์อุปสงค์อุปทาน ของสินค้าเกษตรในตลาดโลกฉับไวทันสถานการณ์ และกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดให้สอดคล้องกับสถานการณ์จริงมากขึ้น

จากสถานการณ์โดยภาพรวมของไทย ต่อสภาวการณ์เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ(Climate change) และการประกาศเตือนภัย และวิธีการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นของกรมประมง(หนังสือพิมพ์บ้านเมือง, 11 กุมภาพันธ์ 2553) ข้างต้นนั้น พบว่า หากเกษตรกรนำเทคนิคชีววิถีโดยการใช้ผักตบชวาในปริมาณที่เหมาะสมไม่มากและน้อยจนเกินไป เพื่อใช้ลดอุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิล คาดว่าอาจจะสามารถช่วยแก้ปัญหาและประหยัดต้นทุนการผลิตปลานิลได้ในระดับหนึ่ง ทั้งนี้มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่รายงานว่า การใช้เทคนิคชีววิถีนี้ สามารถช่วยเหลือเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาน้ำจืดได้ (บัญญัติ และคณะ, 2547; บัญญัติ และ ดนุวัฒน์, 2548; บัญญัติ และคณะ, 2549; บัญญัติ และคณะ, 2550; บัญญัติ และคณะ, 2552; บัญญัติ และคณะ,2553(ก); บัญญัติ และคณะ,2553(ข). ประพัฒน์พงศ์ , 2553; ปกรณ์ม 2530; พัชรี, 2552; ภูมิไทยฟาร์ม, 2553;เมฆ,2530;ไมตรี,2524; ไมโครไบโอเทค,2536; แบคโตเซล;วารสารทำมาหากิน,2548; สถานการณ์การผลิต การตลาดและราคาปลาในประเทศ, 2552; ศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติคิวเซ,2537; สุริยา,2542; อาณัฐ,2549; AOAC, 1990.;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; Bunyat ,2008; Boyd, 1979; Babu, et al,1988; 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, 1995; Borhami, et al, 1995; Bratli, 1994. Bucka and Zurek, 1992; Colman, et al, 1981. Grommen and Verstraete, 2002; Gross, et al,. 2003; Lovell and Sackley, 1973; Maden, et al, 1998; Swingle, 1969; Sesli and Tuzen, 1999) จากการรวบรวมข้อมูลทั่วไป พบว่า ปลานิล (Tilapia หรือ Nile Tilapia) เป็นปลาที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่สามารถเลี้ยงได้ในทุกสภาพการเพาะเลี้ยง ออกลูกดก เนื้อมีรสชาติดี มีผู้นิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวาง (http://www.doae.go.th) ปลานิลกินอาหารได้ทุกชนิด เช่น ไรน้ำ ตะไคร่น้ำ แพลงก์ตอนพืช สาหร่าย แหน ตัวอ่อนของแมลงและสัตว์เล็กๆ รวมทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งเน่าเปื่อยตามก้นบ่อ แต่อย่างไรก็ตามการเลี้ยงปลานิลส่วนใหญ่จะให้อาหารสมทบเป็นหลัก เช่น ปลายข้าว มันสำปะหลัง รำข้าว ปลาป่น และพืชผักต่างๆ ให้มีส่วนผสมของโปรตีนประมาณ 20% (นิวุฒิ, 2547; ศักดิ์ชัย, 2536; Diana *et al.*,1985)

ปัจจุบันระบบการเพาะเลี้ยงปลานิลมีหลายรูปแบบ ทั้งลักษณะการเลี้ยงเชิงพาณิชย์ที่มีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นอาหารเพียงอย่างเดียว หรือการเลี้ยงเชิงพาณิชย์แบบผสมผสานกับเชิง

นิเวศน์ ที่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ เช่น แพลงก์ตอนพืช ให้เกิดขึ้นในบ่อเลี้ยง ซึ่งเป็นที่เข้าใจกันในลักษณะ “การสร้างน้ำเขียว” นั้นเอง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหากมีการสร้างอาหารธรรมชาติภายในบ่อ ก็จะเป็นการเพิ่มระบบห่วงโซ่อาหารขึ้นในบ่อ ซึ่งเชื่อว่าปัจจัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ ในระบบห่วงโซ่อาหารที่เพิ่มขึ้นนั้น จะส่งเสริมเกื้อกูลต่อผลผลิตสัตว์น้ำที่เพาะเลี้ยง ประกอบกับดูดซับสารอาหารส่วนเกินที่จะมีผลต่อคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ (Mischke and Paul, 2004) โดยทั่วไปผลผลิตของสัตว์น้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณอาหารธรรมชาติที่มีในน้ำ หรือที่เรียกว่าผลผลิตขั้นปฐมภูมิ และผลผลิตขั้นปฐมภูมิก็มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอาหารที่มีอยู่ในน้ำ ซึ่งรวมเรียกว่า ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ สิ่งมีชีวิตในน้ำที่เป็นอาหารสัตว์น้ำ มีตั้งแต่ขนาดเล็กเซลล์เดียว จนถึงสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่ สามารถจับต้องได้ เช่น แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์พื้นท้องน้ำ ตัวอ่อนแมลงชนิดต่างๆ หนอนแดง เป็นต้น (เกรียงศักดิ์, 2547; http://www.fao.org/DOCREP/003/w3595E/w3595e06.html) ทั้งนี้บางครั้งอาหารธรรมชาติที่สร้างขึ้นในบ่อเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์นั้น อาจจะไม่มีผลต่อผลผลิตปลานิลก็ได้ เนื่องจากปลานิลอาจได้รับอิทธิพลโดยตรงจากอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ให้เป็นอาหารอยู่แล้ว (บัญญัติและคณะ, 2549) นอกเหนือจากประเด็นในเรื่องพันธุ์สัตว์น้ำและอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำแล้วนั้น เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาจะประสบผลสำเร็จไม่ได้เลยหากขาดการดูแลเอาใจใส่ในเรื่องคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลา ทั้งนี้เพราะปลานิลเป็นสัตว์น้ำต้องอาศัยอยู่ในมวลน้ำตลอดชีวิต หากน้ำมีคุณภาพดีสะอาดปลอดภัยย่อมส่งผลโดยตรงในทันทีต่อปลานิลด้วย ดังนั้น คุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิลควรจะอยู่ในระดับที่เหมาะสมตลอดเวลา ยกตัวอย่างเช่น ควรมีค่าความโปร่งแสงของน้ำไม่ควรลึกเกิน 30 เซนติเมตร อุณหภูมิน้ำประมาณ 20-25 องศาเซลเซียส น้ำไม่ควรมีกลิ่นคาวหรือเหม็น ควรมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำได้ไม่ต่ำกว่า 3 ppm (Swingle, 1969) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำควรอยู่ระหว่าง 6.5 – 8.5 (เมฆ, 2530) ค่าความเป็นด่าง(Alkalinity) และค่าความกระด้างของน้ำ (Hardness) ควรอยู่ในช่วง 20 -300 ppm และระดับค่าความเป็นด่าง-ค่าความกระด้างควรมีระดับใกล้เคียงกัน (ไมตรี, 2524) ปริมาณแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาควรควบคุมให้อยู่ต่ำกว่า 2.5 ppm (ปกรณ์, 2530 ; ไมตรี, 2524) เหล่านี้เป็นต้น นอกจากนี้จากข้อมูลของ Atom(2554) อ้างอิงตามกรมประมงว่า ปลานิลสามารถทนทานการเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิน้ำได้ถึง 40 องศาเซลเซียส จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจว่าหากอุณหภูมิที่สูงเกิน 30 องศาเซลเซียสในสภาวะผิดปกติที่ผ่านมานี้ จะมีผลอย่างไรต่อปลานิลด้วย แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นคุณภาพน้ำทั้งทางเคมีและกายภาพทุกปัจจัยมักจะมีความเกี่ยวพันเชื่อมโยงถึงกันไปหมด ยกตัวอย่างเช่น อุณหภูมิอากาศมีผลโดยตรงต่ออุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิน้ำมีผลโดยตรงต่อปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำและปัจจัยอื่นๆทุกชนิด ดังนั้น การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิจากสภาวการณ์เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ(Climate change) จึงเป็น

สิ่งที่เราจำเป็นต้องศึกษาอย่างเร่งด่วนให้ทราบอย่างชัดเจน เพื่อการปรับตัวให้อยู่รอดทั้งการดำรงชีวิตในสังคม และการดำรงอยู่ของผลผลิตอาหารอย่างมั่นคงและยั่งยืนตลอดไป

ขอบเขตของการวิจัย

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์(Sciencetific method) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระธรรมชาติและตัวแปรตามในบ่อเลี้ยงปลานิลสองลักษณะคือ บ่อรองพื้นด้วยพลาสติกและบ่อดินไม่รองพื้นด้วยพลาสติกเชิงพาณิชย์ การวิจัยนี้มุ่งเน้นประเด็นศึกษาเฉพาะอิทธิพลที่คาดว่าจะมีต่อกันระหว่างการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ(Climate change) ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิน้ำ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน ต่อคุณภาพน้ำเฉพาะด้านเคมีและกายภาพและการเจริญเติบโตปลานิลเท่านั้น ส่วนประเด็นทางด้านชีวภาพอื่นๆที่นอกเหนือจากปลานิลนั้น มีการศึกษาแยกงานวิจัยออกไปอีกส่วนหนึ่งแล้ว และการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยบนพื้นฐานการดำเนินอาชีพจริงของเกษตรกร (On Farm Research) ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จึงไม่มีการควบคุมตัวแปรใดๆทั้งสิ้น ทั้งระบบการเลี้ยงปลาและระบบการควบคุมเปลี่ยนถ่ายน้ำต่างๆ

แนวทางการดำเนินการวิจัย

<u>กรอบแนวความคิดในการศึกษา</u>

ความต้องการลดอุณหภูมิน้ำ ลดของเสียตกค้าง ยืดอายุการใช้น้ำจืดให้มากขึ้นเพื่อเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตปลานิลเชิงพาณิชย์ของเกษตรกร ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

↓

1. อุณหภูมิน้ำที่สูงอย่างผิดปกตินั้น เกิดจากสภาวการณ์เปลี่ยนแปลง

สภาพภูมิอากาศ (Climate change) หรือไม่ ?

2. ทำอย่างไรให้ต้นทุนการเลี้ยงปลานิลลดลง ?

และเกษตรกรสามารถใช้น้ำจืดได้นานยิ่งขึ้นในสภาวการณ์ขาดแคลนน้ำจืดที่รุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ

↙ ↘

<u>ผลของอุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้นต่อต้นทุน</u>

- ใช้อาหารเลี้ยงปลานิลเพิ่มขึ้น
- ใช้วัสดุคลุมบ่อมากขึ้น
- ใช้ไฟฟ้ามากขึ้น
- คุณภาพและผลผลิตปลานิลลดลง

<u>ผลของอุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้นต่อคุณภาพน้ำ</u>

- น้ำจืดธรรมชาติน้อยลง การระเหยของน้ำมีมากขึ้น
- ของเสียตกค้างในบ่อนานขึ้น คุณภาพน้ำเคมีไม่ดี
- สี กลิ่น ความขุ่น คุณภาพน้ำทางกายภาพไม่ดี
- คุณภาพน้ำไม่ดีทำให้ปลานิลตายมากขึ้น

↓

แนวทางแก้ไขปัญหาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นอย่างผิดปกติของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change)

การลดอุณหภูมิอากาศที่สูงขึ้นอย่างผิดปกติ

- ลด ละ เลิก การเป็นต้นเหตุแห่งภาวะโลกร้อน
- ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างประเทศอย่างจริงจัง

การลดอุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้นอย่างผิดปกติ

- เลี้ยงปลานิลในโรงเรือนระบบปิด(เพิ่มต้นทุน)
- -เปลี่ยนน้ำจืดในบ่อเลี้ยงให้มากขึ้น(เพิ่มต้นทุน)
- -ใช้ระบบน้ำหมุนเวียนในบ่อเลี้ยงมากขึ้น(เพิ่มต้นทุน)
- -ซื้อวัสดุปิดคลุมบ่อปลานิล (เพิ่มต้นทุน)

- **ลดอุณหภูมิน้ำโดยการใช้วัสดุคลุมผิวน้ำตามวิธีการเทคนิคชีววิถี ด้วยการใช้ผักตบชวาคลุมผิวน้ำเป็นบางส่วน(ลดต้นทุน)**

(ต่อ)

ยืดอายุการใช้น้ำจืดด้วยการลดปริมาณของเสียตกค้างในบ่อปลานิล โดยการใช้ผักตบชวาดูดซับธาตุอาหารส่วนเกินในน้ำ

- เทคนิคชีววิถีโดยการใช้ผักตบชวาจะช่วยดูดซับธาตุอาหารส่วนเกินในน้ำทำให้
- น้ำไม่เน่าเสียเร็วเกินไป น้ำจืดในบ่อใช้ได้นานขึ้น ความเดือดร้อนมีลดลงจากการขาดน้ำจืดที่ถูกจำกัดปริมาณจากระบบชลประทาน
- เมื่อน้ำเน่าเสียช้าลงเกษตรกรลดต้นทุนค่าไฟฟ้าในการสูบเปลี่ยนถ่ายน้ำได้ ยืดอายุน้ำจืดได้

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1. แผนการวิจัย

1.1. ระยะที่ 1 : ทบทวนเอกสารและร่างแบบเสนอโครงการวิจัย

1. ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลงานวิจัยและหนังสือต่างๆที่เกี่ยวกับเนื้อหาของโครงการ

2. ตั้งโจทย์ปัญหาและออกแบบวางแผนทดลองและการวิจัยร่วมกับนักศึกษาและเกษตรกรที่มีส่วนร่วมในโครงการ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

3. วางแผนการดำเนินงานและขออนุมัติโครงการวิจัย

1.2. ระยะที่ 2 : ระยะศึกษาและวิจัยและบันทึกผลการวิจัย โดยแบ่งการวิจัยหรือการทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 หาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศจะมีผลอย่างไร ต่อ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปัจจุบัน (พ.ศ. 2555) และอดีตย้อนหลัง 5 ปี (พ.ศ. 2550-2554) และจะมีผลกระทบโดยตรงหรือไม่อย่างไร ต่อ อัตราการเจริญเติบโตปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดินระบบเปิดของเกษตรกร ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ (ปีที่ 1 / พ.ศ. 2555)

เป็นการวิจัยในบ่อดินเลี้ยงปลานิลของเกษตรกร จำนวน 2 ฟาร์ม ที่ใช้ระบบบ่อเลี้ยงแตกต่างกันคือ ฟาร์มที่ 1 เป็นฟาร์มที่มีระบบบ่อรองพื้นด้วยพลาสติก (ภาพที่ 1) และฟาร์มที่ 2 เป็นบ่อดินไม่รองพื้นด้วยพลาสติก (ภาพที่ 2) ณ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ขนาดบ่อแต่ละฟาร์มใกล้เคียงกันประมาณ 2 งาน/บ่อ จำนวน 6 บ่อ/ฟาร์ม วางแผนการทดลองแบบดำเนินการจริงในสถานที่ประกอบอาชีพของเกษตรกรตามปกติ โดยไม่มีการควบคุมตัวแปรใดๆ (On Farm Research) ดังนี้

1. รวบรวมเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาวการณ์เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate change) ต่างๆเกี่ยวข้องเช่น อุณหภูมิอากาศ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน เป็นต้น ณ บริเวณอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่และบริเวณใกล้เคียงย้อนหลัง 5 ปี (พ.ศ.

2550-2554) เพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบเพื่อการวิจัยเบื้องต้น ทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง

2. รวบรวมเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำ ทั้งด้านเคมีและกายภาพ ในบ่อเลี้ยงปลานิลทั้งสองระบบ ณ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย และบริเวณอื่นๆที่ใกล้เคียงในจังหวัดเชียงใหม่ย้อนหลัง 5 ปี(พ.ศ. 2550-2554) เพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบการวิจัยเบื้องต้น
3. เก็บข้อมูล ณ ปัจจุบัน(พ.ศ. 2555) ที่เกี่ยวข้องกับสภาวการณ์เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่างๆ บริเวณอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวนอาทิตย์ละ 1 ครั้ง จากหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิน้ำ เป็นต้น
4. เก็บข้อมูล ณ ปัจจุบัน(พ.ศ. 2555)ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำ ทั้งด้านเคมีและกายภาพในบ่อดินเลี้ยงปลานิลทั้งสองระบบ ณ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย และบริเวณอื่นๆที่ใกล้เคียงในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวนอาทิตย์ละ 1 ครั้งที่เวลาประมาณ 10.00-10.30 น. โดยดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical factors) ที่จำเป็นทางการประมง เช่น ปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำ(Dissolved Oxygen ; DO), pH, แอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N), ไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N), ไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N), ออโธฟอสเฟส(PO_4-P) และดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ (Physical factors) ที่จำเป็นทางการประมง เช่น ค่าความโปร่งแสงของน้ำ, อุณหภูมิน้ำ, ความลึก ตามวิธีการของ APHA(1989).
5. ตรวจสอบการเจริญเติบโตปลานิล เช่น ขนาดและน้ำหนัก ทุกๆสัปดาห์ ตามวิธีบัญญัติ และคณะ(2547)
6. ตรวจสอบหาผลกระทบของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศ ค่าเฉลี่ยความชื้นและค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ที่วิจัย จะมีทิศทางและความสัมพันธ์อย่างไรต่อคุณภาพน้ำทางเคมี ทางกายภาพ และผลผลิตปลานิล ณ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยเปรียบเทียบข้อมูลทั้งในอดีตและปัจจุบัน โดยวิธี Multiple Linear Regression and Correlation ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ภาพที่ 1 บ่อพลาสติก ฟาร์มที่ 1

ภาพที่ 2 บ่อดิน ฟาร์มที่ 2

<u>การทดลองที่ 2</u> แนวทางการเพิ่มผลผลิตปลานิลเชิงพาณิชย์ โดยลดต้นทุน ในสภาวการณ์เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) ด้วยการใช้เทคนิคชีววิถี โดยการใช้ผักตบชวา ช่วยปกคลุมผิวน้ำบางส่วน เพื่อลดอุณหภูมิน้ำและลดความเน่าเสียของน้ำ เพื่อยืดอายุการใช้น้ำจืดในบ่อเลี้ยงปลานิลให้นานยิ่งขึ้น (ปีที่ 2 / พ.ศ. 2556)

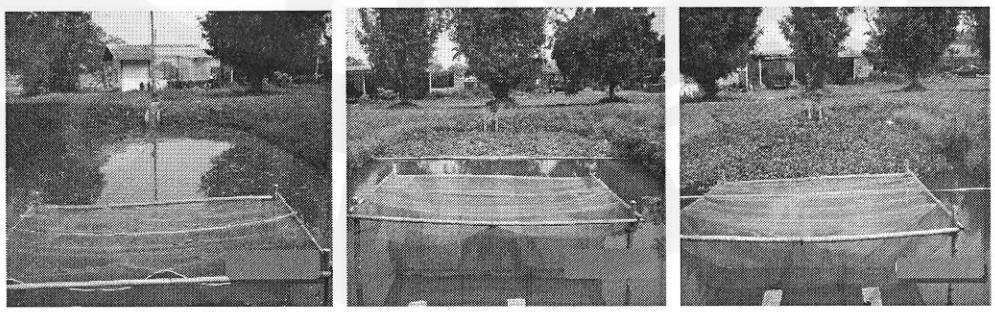
เป็นการวิจัยในบ่อดินเลี้ยงปลานิล ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ขนาดประมาณบ่อละ 2 งาน จำนวน 9 บ่อ ดำเนินการจริงในสถานที่ตามปกติ โดยไม่มีการควบคุมตัวแปรใดๆ (On Farm Research) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Dancan's New Multiple Range Test) ตามโปรแกรมสำเร็จรูป ดังนี้

กำหนดกลุ่มทดลอง(Treatments) จำนวน 3 กลุ่มๆละ 3 ซ้ำ(Replications)

1. กลุ่มทดลองที่ 1 บ่อเลี้ยงปลานิลระบบเปิดในบ่อดิน ไม่ใช้ระบบชีววิถี ไม่ใช้ผักตบชวาลดอุณหภูมิจากแสงแดด ผิวน้ำของบ่อเปิดโล่งแบบบ่อทั่วไป
2. กลุ่มทดลองที่ 2 บ่อเลี้ยงปลานิลระบบเปิดในบ่อดิน ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวาแบบล้อมคอกเพื่อลดอุณหภูมิจากแสงแดด ปิดบังแสงแดดบ่อปลาในพื้นที่ 30% ของผิวน้ำ
3. กลุ่มทดลองที่ 3 บ่อเลี้ยงปลานิลระบบเปิดในบ่อดินระบบชีววิถีใช้ผักตบชวาแบบล้อมคอกในพื้นที่ 50% ของผิวน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิจากแสงแดด
4. ใช้ปลานิลอายุประมาณ 21-23 วัน ขนาดประมาณ 3-5 ซม. อัตราปล่อยจำนวนจำนวน 60 ตัว / ตร.ม. ให้อาหารเม็ดลอยน้ำปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

ในช่วง 3 เดือนแรก หลังจากนั้นให้อาหารเม็ด 2-3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวและเลี้ยงต่ออีก 3 เดือนก่อนจับออกจำหน่ายต่อไป

5. เก็บข้อมูล ณ ปัจจุบัน(พ.ศ. 2556) ที่เกี่ยวข้องกับสภาวการณ์เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่างๆ บริเวณอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวนอาทิตย์ละ 1 ครั้ง ทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และปริมาณน้ำฝน เป็นต้น
6. เก็บข้อมูล ณ ปัจจุบัน(พ.ศ. 2556)ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำ ทั้งด้านเคมีและกายภาพในบ่อดินเลี้ยงปลานิลระบบเปิด อำเภอสันทราย จำนวนอาทิตย์ละ 1 ครั้ง ที่เวลาประมาณ 10.00-10.30 น. โดยดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical factors) ที่จำเป็นทางการประมง เช่น ปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำ(Dissolved Oxygen ; DO), pH, แอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N), ไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N), ไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N), ออโธฟอสเฟส(PO_4-P) และดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ (Physical factors) ที่จำเป็นทางการประมง เช่น อุณหภูมิน้ำ ตามวิธีการของ APHA(1989).
7. ตรวจสอบการเจริญเติบโตปลานิล เช่น ขนาดและน้ำหนัก ทุกๆสัปดาห์ ตามวิธีบัญญัติ และคณะ(2547)
8. วิเคราะห์ข้อมูลหาความแตกต่างระหว่างการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงแบบชีววิถีและแบบธรรมดาทั่วไป ทั้งที่พืชน้ำบังแดดและไม่มีพืชน้ำบังแดด แบบสุ่มสมบูรณ์(Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Dancan's New Multiple Range Test) ตามวิธีโปรแกรมสำเร็จรูป



กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 3

ภาพที่ 3 บ่อดินเลี้ยงปลานิลทั้งที่ไม่ใช้และที่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวา

<u>การทดลองที่ 3</u> การทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อวิจัยคาดการณ์ โดยจำลองสภาวะบ่อเลี้ยงปลานิลที่มีอุณหภูมิน้ำสูง จำนวน 3 ระดับ (การวิจัยในปี พ.ศ. 2556)

เป็นการวิจัยในห้องปฏิบัติการ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Dancan's New Multiple Range Test) ตามโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistic 6.0 ดังนี้

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

1. <u>กลุ่มทดลองที่ 1</u> บ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดในบ่อคอนกรีตทดลอง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.50 เมตร สูง 0.80 เมตร ไม่ใช้ระบบชีววิถี ไม่ใช้ผักตบชวาและวัสดุลดแสง ผิวน้ำของบ่อเปิดโล่งแบบบ่อทั่วไป ควบคุมอุณหภูมิน้ำให้คงที่ๆระดับประมาณ 25 องศาเซลเซียส ตลอดการทดลองโดยใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำ (Heater)
2. <u>กลุ่มทดลองที่ 2</u> บ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดในบ่อคอนกรีตทดลอง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.50 เมตร สูง 0.80 เมตร ไม่ใช้ระบบชีววิถี ไม่ใช้ผักตบชวาและวัสดุลดแสง ผิวน้ำของบ่อเปิดโล่งแบบบ่อทั่วไป ควบคุมอุณหภูมิน้ำให้คงที่ๆระดับประมาณ 28 องศาเซลเซียส ตลอดการทดลองโดยใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำ (Heater)
3. <u>กลุ่มทดลองที่ 3</u> บ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดในบ่อคอนกรีตทดลอง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.50 เมตร สูง 0.80 เมตร ไม่ใช้ระบบชีววิถี ไม่ใช้ผักตบชวาและวัสดุลดแสง ผิวน้ำของบ่อเปิดโล่งแบบบ่อทั่วไป ควบคุมอุณหภูมิน้ำให้คงที่ๆระดับประมาณ 30 องศาเซลเซียส ตลอดการทดลองโดยใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำ (Heater)

1. ใช้ปลานิลอายุประมาณ 21-23 วัน ขนาดประมาณ 3-5 ซม. อัตราปล่อยจำนวนจำนวน 60 ตัว / ตร.ม. ให้อาหารเม็ดลอยน้ำปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวในช่วง 3 เดือนแรก หลังจากนั้นให้อาหารเม็ด 2-3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และเลี้ยงต่ออีก 3 เดือน
2. เก็บข้อมูล ณ ปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำ ทั้งด้านเคมีและกายภาพ ในบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิด จำนวนอาทิตย์ละ 1 ครั้ง ที่เวลาประมาณ 15.00 น. โดยดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical factors) ที่จำเป็นทางการประมง เช่น ปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำ(DO), pH, แอมโมเนีย-ไนโตรเจน, ไนไตรต-ไนโตรเจน, ไนเตรต-ไนโตรเจน, ออโธฟอสเฟส และดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ (Physical factors) ที่จำเป็นทางการประมง เช่น อุณหภูมิน้ำ ตามวิธีการของ APHA(1989).
3. ตรวจสอบผลผลิตปลานิล เช่น ขนาด น้ำหนัก อัตรารอด ทุกๆสัปดาห์ ตามวิธีบัญญัติและคณะ(2547)

4. ตรวจสอบความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตปลานิลในแต่ละกลุ่มทดลองซึ่งมีความแตกต่างกันด้านอุณหภูมิน้ำที่ใช้เลี้ยง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Dancan's New Multiple Range Test) ตามโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistic 6.0

ระยะเวลาการทำวิจัย ตั้งแต่ พ.ศ. 2555 ถึง พ.ศ. 2556 รวมระยะเวลาวิจัย 2 ปี

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ผลการทดลองที่ 2 แนวทางการเพิ่มผลผลิตปลานิลเชิงพาณิชย์โดยลดต้นทุน ในสภาวการณ์เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) ด้วยการใช้เทคนิคชีววิถี โดยการใช้ผักตบชวาช่วยปกคลุมผิวน้ำบางส่วน เพื่อลดอุณหภูมิน้ำและลดความเน่าเสียของน้ำ เพื่อยืดอายุการใช้น้ำจืดในบ่อเลี้ยงปลานิลให้นานยิ่งขึ้น (ปีที่ 2 / พ.ศ. 2556)

ผลการศึกษาในบ่อดินครั้งนี้ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลทั้งสามกลุ่มทดลอง ที่ถูกกำหนดตรวจสอบทางด้านน้ำหนักและความยาวปลานิลนั้น พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติวิจัยใดๆทั้งสิ้น (ตารางที่ 1 และ 2) จากผลการศึกษาที่ได้ออกมานี้ เป็นที่น่าสังเกตได้ว่า ปลานิลที่ถูกเลี้ยงในบ่อดินทั้งที่ใช้และไม่ใช้ผักตบชวา จะให้ผลการเจริญเติบโตออกมาที่ไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น ผักตบชวาในสัดส่วน 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์ที่ปกคลุมผิวน้ำ จึงมิใช่สิ่งที่จะสร้างปัญหาใดๆแก่อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลนี้ และในทำนองเดียวกัน ผักตบชวาก็มิใช่สิ่งที่จะมีผลส่งเสริมหรือสนับสนุน ให้การเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดินได้มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีขึ้นหรือแย่ลง ในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างน้ำหนักปลานิล ที่เลี้ยงในบ่อดินทั้งสามกลุ่มทดลอง

Source	df	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01	F-Prob
Treatment	2	145.6902	72.8451	0.03ns	3.23	5.18	0.9678
Ex.Error	36	78874.2230	2190.9506				
Total	38	79019.9132					

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความยาวปลานิล ที่เลี้ยงในบ่อดินทั้งสามกลุ่มทดลอง

Source	df	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01	F-Prob
Treatment	2	0.3402	0.1701	0.01ns	3.23	5.18	0.9923
Ex.Error	36	727.3516	20.2042				
Total	38	727.6918	19.1498				

นอกจากนี้ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์กัน (Multiple Regression) ระหว่างน้ำหนักปลานิลกับอุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศในแต่ละกลุ่มทดลองแล้วจะพบว่า ทั้งสามกลุ่มทดลองนี้ไม่แสดงความสัมพันธ์ใดๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัย ระหว่างปลานิลและอุณหภูมิทั้งน้ำและอากาศเหมือนกันหมดทั้งสามกลุ่มทดลอง และยิ่งน่าสนใจมากขึ้นอีก เมื่อแยกวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กันในแต่ละคู่แบบเบื้องต้น (Linear Regression) ระหว่างอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำในบ่อดินเลี้ยงปลานิลนี้ พบว่า อุณหภูมิอากาศที่แปรเปลี่ยนนี้ จะมีความสัมพันธ์ในทางสถิติวิจัยกับอุณหภูมิน้ำเฉพาะในบ่อดินเลี้ยงปลานิลกลุ่มที่ 1 เท่านั้น ซึ่งเป็นบ่อที่ไม่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวาปกคลุมผิวน้ำ (ตารางที่ 3) ในขณะที่อีกสองกลุ่มทดลอง ซึ่งใช้ระบบชีววิถีผักตบชวานั้น อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำในบ่อดินเลี้ยงปลานิล กลับไม่พบว่าจะมีความสัมพันธ์กันใดๆกันเลยในทางสถิติวิจัย เป็นไปได้หรือไม่ว่า ในบ่อดินทดลองกลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งใช้ระบบชีววิถีผักตบชวานั้น ผักตบชวาจะมีอิทธิพลต่อความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างอุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศ ซึ่งหากสมมุติฐานนี้เป็นจริงแล้วนั้น ย่อมหมายถึงว่าผักตบชวาจะสามารถลดอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ จึงทำให้อิทธิพลจากอุณหภูมิอากาศไม่ส่งผลใดๆต่ออุณหภูมิน้ำในบ่อดินทดลองทั้งสองกลุ่มหลังดังกล่าวนี้

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำในบ่อดินกลุ่มที่ 1

Source of Variance	df	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01	F-Prob
Regression	1	22.3333	22.3333	**8.55****	4.84	9.64	0.0134
Error	11	28.7436	2.6131				
Total	12	51.0769					

แต่อย่างไรก็ตาม การเจริญเติบโตของปลานิลทางด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ทั้งสามกลุ่มทดลองนี้ ได้แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างชัดเจน ต่อคุณภาพน้ำโดยรวม หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปลานิลกลุ่มทดลองที่ 1, 2 และ 3 นี้ จะเป็นผลมาจากอิทธิพลโดยรวมร่วมกันของอุณหภูมิอากาศ, อุณหภูมิน้ำ, ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ(pH), ปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำ(DO), ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N), ปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N), ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) และปริมาณออโธฟอสเฟส(PO_4-P) นั่นเอง (ตารางที่ 4 และ 5 และ 6)

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์กันระหว่างน้ำหนักปลานิลและคุณภาพน้ำโดยรวมในบ่อดินกลุ่มทดลองที่ 1

Source of Variance	df	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01	F-Prob
Regression	7	24050.8364	3435.8338	**6.14***	4.88	10.46	0.0328
Error	5	2796.8632	559.3726				
Total	12	26847.6996					

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์กันระหว่างน้ำหนักปลานิลและคุณภาพน้ำโดยรวมในบ่อดินกลุ่มทดลองที่ 2

Source of Variance	df	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01	F-Prob
Regression	7	27728.2528	3961.1790	**9.01***	4.88	10.46	0.0155
Error	5	2197.4519	439.4904				
Total	12	29925.7047					

ตารางที่ 6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์กันระหว่างน้ำหนักปลานิลและคุณภาพน้ำโดยรวมในบ่อดินกลุ่มทดลองที่ 3

Source of Variance	df	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01	F-Prob
Regression	7	19292.1375	2756.0196	**4.91***	4.88	10.48	0.0505
Error	5	28.8.6812	561.7362				
Total	12	22100.8187					

<u>ผลการทดลองที่ 3</u> การทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อวิจัยคาดการณ์ โดยจำลองสภาวะบ่อเลี้ยงปลานิลที่มีอุณหภูมิน้ำสูง จำนวน 3 ระดับ (การวิจัยในปี พ.ศ. 2556)

ตารางที่ 7 แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติวิจัย (F = 59.00**) ระหว่างอุณหภูมิน้ำที่ถูกกำหนดขึ้นในกลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่มคือ กลุ่มทดลองที่ 1 ควบคุมอุณหภูมิน้ำที่ประมาณ 25 องศาเซลเซียส กลุ่มทดลองที่ 2 ควบคุมอุณหภูมิน้ำทีประมาณ 28 องศาเซลเซียส และกลุ่มทดลองที่ 3 ควบคุมอุณหภูมิน้ำที่ประมาณ 30 องศา ตลอดการทดลอง และเมื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิน้ำของทุกกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT พบว่า อุณหภูมิน้ำในบ่อทดลองกลุ่มที่ 3 จะมีความแตกต่างกับอุณหภูมิน้ำของบ่อกลุ่มทดลองที่ 2 และ 1 ตามลำดับ นั่นหมายถึงว่าอุณหภูมิน้ำระหว่าง 25-28 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติวิจัย แต่ผลความ

แตกต่างทางสถิติวิจัยที่เกิดในภาพรวมทั้งหมด (ตารางที่ 7) นี้เป็นผลมาจากความแตกต่างที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับบ่อที่มีอุณหภูมิน้ำ 30 องศาเซลเซียสในบ่อทดลองกลุ่มที่ 3 นั่นเอง

ตารางที่ 7 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิน้ำในบ่อดินทั้งสามกลุ่มทดลอง

Source	df	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01	F-Prob
Treatment	2	56.6443	28.3221	**59.00****	4.26	8.02	0.0001
Ex.Error	9	4.3206	0.4801				
Total	11	60.9649	5.5423				

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ (Linear Regression) ระหว่างอุณหภูมิน้ำในแต่ละกลุ่มทดลองกับน้ำหนักเฉลี่ยปลานิลที่เพิ่มขึ้น พบว่า เฉพาะกลุ่มทดลองที่ 2 เท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติวิจัย (F = 20.62**) (ตารางที่ 8) ในขณะที่ไม่มีความสัมพันธ์ใดๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัยในกลุ่มทดลองที่ 1 และ 3 เป็นที่น่าสังเกตว่า ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเฉลี่ยปลานิลที่เพิ่มขึ้นที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำนั้น เป็นเพราะสาเหตุใด ที่ความสัมพันธ์จึงแสดงออกมาอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเฉพาะกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ควบคุมอุณหภูมิน้ำที่ประมาณ 28 องศาเซลเซียสตลอดการทดลอง จะเป็นไปได้หรือไม่ว่า ที่อุณหภูมิน้ำที่ประมาณ 28 องศาเซลเซียสนี้ ถือเป็นระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดต่อการเพิ่มน้ำหนักเฉลี่ยปลานิลในการทดลองครั้งนี้ ดังนั้น หากอุณหภูมิน้ำที่ต่ำหรือสูงมากกว่านี้นั้น จะไม่เหมาะต่อการเพิ่มน้ำหนักของปลานิล หากสมมุติฐานนี้เป็นจริง ก็จะหมายถึงสภาวะอุณหภูมิน้ำที่แปรเปลี่ยนจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้น หากเกษตรกรสามารถควบคุมระดับอุณหภูมิน้ำให้เสถียรอยู่ที่ 28 องศาเซลเซียส ไม่ว่าจะควบคุมด้วยวิธีการใดก็ตาม น่าจะเป็นผลดีต่อผลผลิตปลานิลของเกษตรกร

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดินกลุ่มทดลองที่ 2

Source of Variance	df	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01	F-Prob
Regression	1	11.6754	11.6754	**20.62****	18.51	98.50	0.0422
Error	2	1.1323	0.5662				
Total	3	12.8077					

จากผลการศึกษาในการทดลองที่ 3 นี้จะเห็นได้ว่าสอดคล้องกับผลการทดลองที่ 2 กล่าวคือ น้ำหนักเฉลี่ยปลานิลที่เพิ่มขึ้นทั้งสามกลุ่มทดลอง ทั้งที่ใช้และไม่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวานี้ ที่แสดงผลออกมาว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัยนั้น อาจจะเป็นเพราะว่าระดับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำตลอดการทดลองในบ่อกลุ่มทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.23 , 25.84 และ 25.30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งยังมีค่าต่ำกว่าระดับที่อุณหภูมิน้ำมีค่าเท่ากับ 28 องศาเซลเซียสนั่นเอง ดังนั้น หากสภาวะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทำให้อุณหภูมิน้ำมีอุณหภูมิในระดับ 28 องศาเซลเซียสได้อย่างค่อนข้างคงที่เมื่อใดนั้น คาดว่าน่าจะเป็นผลดีต่อการเพิ่มน้ำหนักปลานิลมากกว่าที่จะเป็นผลเสีย และจากผลการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ในภาพรวมนั้นการใช้ระบบชีววิถีผักตบชวา จะสามารถควบคุมระดับอุณหภูมิน้ำให้อยู่ในระดับที่สูงมากกว่าบ่อเลี้ยงที่ไม่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวาได้บ้าง ถึงแม้ว่าระดับอุณหภูมิน้ำที่รักษาเสถียรภาพไว้ในระดับที่สูงดังกล่าวนี้ อาจจะยังไม่มีความแตกต่างอย่างเด่นชัดกับบ่อเปิดทั่วไปที่ไม่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวาก็ตาม จึงควรมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องต่อไป

สรุปผลการวิจัย

1. อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิน้ำเฉพาะในบ่อทดลองที่ไม่ใช้ระบบชีววิถีเท่านั้น แต่อุณหภูมิอากาศกลับไม่มีอิทธิพลใดๆต่ออุณหภูมิน้ำในบ่อทดลองที่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวา
2. น้ำหนักเฉลี่ยปลานิลที่เพิ่มขึ้นในบ่อทดลองทั้งที่ใช้และไม่ใช้ระบบชีววิถีผักตบชวานี้ ไม่มีความสัมพันธ์ใดๆกับอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำ แต่น้ำหนักเฉลี่ยปลานิลทุกกลุ่มทดลองทั้งที่ใช้และไม่ใช้ระบบชีววิถี จะมีความสัมพันธ์โดยภาพรวมกับคุณภาพน้ำทุกชนิดเช่น อุณหภูมิน้ำ, ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ(pH), ปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำ (DO), ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N), ปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N), ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) และปริมาณออโธฟอสเฟส(PO_4-P)
3. อุณหภูมิน้ำประมาณ 28 องศาเซลเซียส แสดงอิทธิพลอย่างเด่นชัดต่อน้ำหนักเฉลี่ยปลานิลที่เพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. กรมอุตุนิยมวิทยา. 2553. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ(Climate Change) .
จาก : www. tmd.go.th/ncct/article/Heat%20wave.pdf.[10 มกราคม 2556].

2. กรมส่งเสริมการเกษตร. 2554. แจ้งเตือนภัยธรรมชาติ. จาก : http://www.doae.go.th
[2 กุมภาพันธ์ 2556].

2. เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2547. **หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ.** ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง, คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 212 น.

3.นิรนาม.2553. บทความเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้ปริมาณอาหารในมหาสมุทรลดลงและคุกคามระบบนิเวศในทะเล.
จาก : http://guru.google.co.th/guru/thread?tid=545fe830fb35f668 [15 มกราคม 2556].

4. หนังสือพิมพ์ไทยโพสต์. 2553. 22 เมษา 2553 ร้อนทะลุเอลนีโญเขย่าไทยชี้รุนแรงสุดรอบ 10 ปี. **หนังสือพิมพ์ไทยโพสต์.** 10 กุมภาพันธ์ 2553.
จาก : http://www.ryt9.com/s/tpd/791990 [23 มกราคม 2556].

5. หนังสือพิมพ์บ้านเมือง. 2553. กรมประมงเฝ้าระวังพายุฤดูร้อนประกาศเตรียมแผนพร้อมรับภัยแล้งปี 2553. **หนังสือพิมพ์บ้านเมือง.** 11 กุมภาพันธ์ 2553.
จาก : http://www.ryt9.com/s/tpd/791990 [23 มกราคม 2556].

6. นิตยสารธุรกิจสัตว์น้ำ. 2553. สถานการณ์ปลาดุก 4 ภาค ตอนที่ 1.
จาก : http://www.buildborad.com/viewtopic.php/790/5966/70507/0/ [5 ,dik8, 2556].

7. นิวุฒิ หวังชัย. 2547. **โภชนาการสัตว์น้ำ.** คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. 88 น.

8. บัญญัติ มนเทียรอาสน์ วิชาญ นุ่นสังข์ และดนุวัฒน์ เพ็งอ้น. 2547. ระบบเกษตรชีววิถีเพื่อลดต้นทุนการเลี้ยงปลานิลในบ่อแบบผสมผสาน. **รายงานการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยแม่โจ้.** ครั้งที่ 5, 20-21 พฤษภาคม 2547 : 198-204.

9. บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และดนุวัฒน์ เพ็งอ้น. 2548. ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตปลากับกำลังผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำในบ่อเลี้ยงปลาเกษตรทฤษฎีใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ (พ.ย. 2545 – พ.ย. 2547). **รายงานการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยแม่โจ้.** ครั้งที่ 6, 20-21 พฤษภาคม 2548 : 180-186.

10. บัญญัติ มนเทียรอาสน์ ภูสิต ปุกมณี จิราภรณ์ กิติกุล และพิมพร มนเทียรอาสน์. 2549. การใช้ปลานิลดูดซับแคดเมียมในบ่อพักน้ำเสีย คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากร

ทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. **รายงานการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยแม่โจ้.** ครั้งที่ 7, 23-25 พฤษภาคม 2549 : 123-131.

11. บัญญัติ มนเทียรอาสน์ อภินันท์ สุวรรณรัตน์ และขจรเกียรติ แซ่ตัน. 2550. เปรียบเทียบศักยภาพห่วงโซ่อาหารธรรมชาติในบ่อเลี้ยงปลาแบบธุรกิจและแบบผสมผสานเพื่อลดต้นทุนการผลิตปลานิล 12 เดือน. **ว. เทคโนโลยีการประมง.** 1(2) : 171-181.
12. บัญญัติ มนเทียรอาสน์ อภินันท์ สุวรรณรักษ์ นิวุฒิ หวังชัย ภูสิต ปุกมณี และจิราภรณ์ กิติกุล. 2552. **เทคนิคชีววิถีกับการจัดการสิ่งแวดล้อมในบ่อเลี้ยงปลาบึกเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มคุณภาพเนื้อปลาแบบยั่งยืน.** รายงานผลการวิจัย. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ : เชียงใหม่.
13. บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และ ขจรเกียรติ์ ศรีนวลสม. 2553(ก). **การใช้เทคนิคชีววิถีในระบบกรองน้ำของบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดเพื่อผลผลิตปลานิลในเชิงพาณิชย์(12 เดือน).** รายงานผลการวิจัย. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ : เชียงใหม่.
14. บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และ ขจรเกียรติ์ ศรีนวลสม. 2553(ข). การใช้เทคนิคชีววิถีเพื่อลดปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาบึก. **บทคัดย่อการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่,** ประจำปี 2553 : 126-127.
15. ประพัฒน์พงศ์ ทักษิณสัมพันธ์. 2553. **เปรียบเทียบผลผลิตปลานิลจากบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยวในพื้นที่โครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงายในพระองค์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
16. ปกรณ์ อุ่นประเสริฐ. 2530. **โครงการพัฒนาตำราเพื่ออาชีพสำหรับประชาชน.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 161 น.
17. พัชรี สิงห์สม. 2552. การเลี้ยงกบนาร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุยโดยเทคนิคชีววิถี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
18. ภูมิไทยฟาร์ม. 2553. ธุรกิจเลี้ยงปลาของไทยในอนาคตจะรุ่งหรือร่วง. จาก : http://www.siamtilapia.com/th/news_activities/article_detail.p [26 มกราคม 2556].
19. เมฆ บุญพราหมณ์. 2530. **การเลี้ยงปลา.** คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 104 น.
20. ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2524. **การควบคุมคุณสมบัติของน้ำในบ่อเลี้ยงปลา.** สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. กรมประมง. 18 น.
21. ไมโครไบโอเทค. 2536. แบคโตเซล. **ว. สัตว์น้ำ.** 4(41) : 105-106.

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

22. วารสารทำมาหากิน. 2548. ธุรกิจสัตว์น้ำกับซีพีเอฟ ช่องทางรวยของเกษตรกรยุคใหม่. จาก : http://www.chongtang.com/9c01plv11.php?tem9=bus [2 มกราคม 2556].

23. สถานการณ์การผลิต. 2552. การตลาดและราคาปลาในประเทศ. จาก : http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=4548 [2 มกราคม 2556].

24. ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2536. **การเลี้ยงปลาน้ำจืด.** ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร กรุงเทพฯ. 116 น.

25. ศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติคิวเซ .2537 . **การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ อีเอ็ม เพื่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อมวันนี้.** มูลนิธิบำเพ็ญสาธารณะประโยชน์ด้วยกิจกรรมทางศาสนา. กรุงเทพฯ. 63 น.

26. สุริยา ศาสนรักกิจ. 2542 . ปุ๋ยน้ำชีวภาพ. **ว. เทคโนโลยีปุ๋ย.** 12(131) : 87-91.

27. อาณัฐ ตันโช. 2549 . **เกษตรธรรมชาติประยุกต์ : หลักการ-แนวคิด-เทคนิคปฏิบัติในประเทศไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 281 น.

28. อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา.2551. โมเดล "กระบี่" โลกร้อนหนึ่งองศาชุมชนประมงเผชิญความเสี่ยง. กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ. จาก : http://www.dmr.go.th/ewt_news.php?nid=6627&filename=ne [5 มกราคม 2556].

29. Atom. 2554. การเพาะเลี้ยงปลานิล. เอกสารแนะนำ สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง กรมประมง. จาก : http://blackfishes.blogspot.com [2 มกราคม 2556].

31. AOAC, 1990. **Official Methods of Analysis.15th Edition. Association of Official Analytical Chemists.** Arlington, USA. 1360 p.

32. American Public Health Association. 1989. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** Seventeenth Edition. Port City Press , Baltimore, Maryland. USA. 586 p.

33. Abdelhamid, A.M. and Gabra, A.A. 1991. Evaluation of waterhyacinth as a feed for ruminants. **Arch.Anim.Nutri.,**41 (7-8): 745-756.

34. Abdel-Hamid, M.I., Shaaban-Dessouki, S.A. and Skulberg, O.M. 1992. Water quality of the River Nile in Egypt : II. Water fertility and toxicity evaluated by an algal growth potential test. **Arch. Hydrobiol. Suppl.,** 3 : 311-337.

35. Agami, M., Reddy, K.R. and Graetz, D.A. 1990. Phosphorus and nitrogen storage and release capacity of aquatic macrophytes in two wetland and streams of the Taylor Creek-

Nubbins Slough and Kissimmee river basin, Floroda. **Proceeding of the 8th. International Symposium on Aquatic Weed.** Upp.Sweden., pp. 1-2.

36. Ahmed, M.I., Rekhate, D.H., Dhore, R.N.,Honmode, J. and Sarde, P.P. 1995. Nutritive value of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) hay in sheep Indian. **J. Anim.Nutri.,** 12(3) : 187-188.
37. Akcin, G., Saltabas, O. and Afsar, H. 1994. Removal of lead by waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*). **J. Environ. Sci. Health.,** 29 (10) : 2177-2183.
38. Aoyama, I., Nishizaki, H., Bhamidimarri, R., Li, X. and Liu, S. 1993. Uptake of nitrogen and phosphate and water purification by waterhyacinth (*Eicchornia crassipes*). **J. Water.Sci.Tech.,** 28(7) : 47-53.
39. Bunyat Montien-Art. 2008. Survival and growth of Siamese crocodile, *Crocodylus siamensis* , fed formulated diets with and without cadmium supplement. **Proceedings of the 5th Taiwan-Thailand bilateral conference.** May 7-9 , 2008, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan. 43-47 .
40. Boyd, C.E. 1979. **Water Quality in Warm Water Fish Ponds.** Craftmaster Printers, Inc. Alabama. 359 p.
41. Babu, N.S., Paliwal, O.P., Charan, K., Singh, K.P. and Parihar, N.S. 1988. Effects of waterhyacinth feeding in sheep with special reference to renal lesion. Indian. **J. Vet. Pathol.,** 12 : 33-36.
42. Baldwin, J.A., Hentges, J.F. and Bagnall, L.O. 1974. Preservation and cattle acceptability of waterhyacinth silage. **J. Hyacinth. Control.,** 12 : 79-81.
43. Baldwin, J.A. 1975. Comparison of pangola grass and waterhyacinth silage as diet for sheep. **J.Anim.Sci.,** 40(5) : 968-971.
44. Bashmacova, I.K. 1990. Estimation of the readity oxidizable organic matter reserve and its effect on the intensity of organic matter destruction by bacteria in the Danube River. **J. Water. Sci. Tech.,** 22(5) : 31-33.
45. Benicio, L.A.S., Fonseca, J.B., Silva, M.A., Rostagno, H.S., Gracas, A.D. and Soares, P.R. 1993. Use of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) in pelleted diets for broiler chickens during the starting period. **J. Revista.Socie.Brasileira.Zootech.,** 22(1) : 167-175.

46. Berto, D.A., Gorni, M., Moura, M.P., Moura-Camargo,J.C. and Oliveira-Lobao, A. 1988. Dried waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) in the diet growing and finishing pigs. **J. Boletium. Indust. Anim.,** 45(1) : 165-174.

47. Bierman, V.J. and Dolan, D.M. 1981. Modeling of phytoplankton-nutrient dynamics in Saginaw Bay, Lake Huron. **J. Great Lakes. Res.,** 7(4) : 409-439.

48. Biobaku, W.O. and Ekpenyong, T.E. 1991. Effect of feeding graded levels of water lettuce and waterhyacinth on the growth of rabbits. **J. Appl. Rabbit. Res.,** 14(2) : 98-100.

49. Biswas, P. and Mandal, L. 1988. Use of fresh waterhycinth (*Eichhornia crassipes*) in the ration of growing calves. **J. Indian. Vet.,** 65(6) : 496-500.

50. Biswas, P. and Mandal, L. 1989. Nutritive value of fresh waterhycinth (*Eichhornia crassipes*) plants and leaves in adult cattle. Indian. **J.Diary.Sci.,** 42(2) : 359-361.

51. Blachier, P.1990. Experimental rearing of *Tilapia zillii* in the warm waters of Pierrelatte, **J. France. Bois. Forets. Des. Trop.,** 224 : 65-72.

52. Bloesch, J. 1977. Primary production, mineralization and sedimentation in the eutrophic zone of Swiss Lake. **J. Limnol. Oceanogr.,** 22 : 511-526.

53. Bolenz, S., Omram, H. and Gierschner, K. 1990. Treatments of waterhyacinth tissue to obtain useful products. **J. Biol. Wastes.,** 33 (4) : 263-274.

54. Borhami, B.E.A., El-Shinnawy, S., Yacout, M.H.M. and Zahran, S.M. 1995. Microbiological studies on the mixed diets containing waterhyacinth fibrous residues and different protein sources as ruminant feeding. Alexandria. **J.Agricul.Res.,** 40(2) : 17-32.

55. Borhami, B.E.A., El-Shinnawy, S., Yacout.M.H.M. and Zahran, S.M. 1995. Source of protein effects on utilization of waterhyacinth residues in lactating animals. Alexandria. **J. Agricul.Res.,** 40(2) : 33-50.

56. Bratli, J.L. 1994. Water quality, phosphorus input reductions, analytical methods and lake internal and self-purification measures : A case study of Lake Froylandavatn, Norway. **J. Marine. Pollut. Bull.,** 29(6-12) : 435-438.

57. Bucka, H. and Zurek, R. 1992. Trophic relations between phytoplankton and zooplankton in a field experiment in the aspect of the formation and decline of water blooms. **J. Acta. Hydrobiol.,** 34 : 139-155.

58. Colman, J.A., V. Srisuwantach, S. Boonyaratpalin and S. Chinbut. 1981. **Pond management : Water environment and fish growth-out performance relationships in *Clarias* culture trails. Programme for Development of Pond Management Techniques and Disease Control (DOF-UNDP/FAO THA/75/012).** National Inland Fisheries Institues. Bangkok. 33 p.

59. Diana S.S, KF Shim and A.K. Ong. 1985. **Production System for commonly cultured freshwater fishes of Southeast Asia.** Michigan. 119 p.

60. FAO. 2011. Fisheries and Aquaculture. Available from : http://www.fao.org/DOCREP/003/w3595E/w3595e06.html [2013 January 10].

61. Grommen, R. and W. Verstraete. 2002. Environmental Biotechnology : The ongoing quest. **J. Biotechnology.** 98 : 113-123.

62. Gross, R.L., W.F. Walker and R.D. Barns. 2003. **Zoology.** Nt.Ed., Sauder College Publishing, Chicago. 1009 p.

63. Lovell, R.T. and L.A. Sackley. 1973. Absorption by channel catfish of early-musty flavor compound synthesized by cultured of blue-green algae. Trans. Amer. **J. Fish. Sci.** 4 : 169-174.

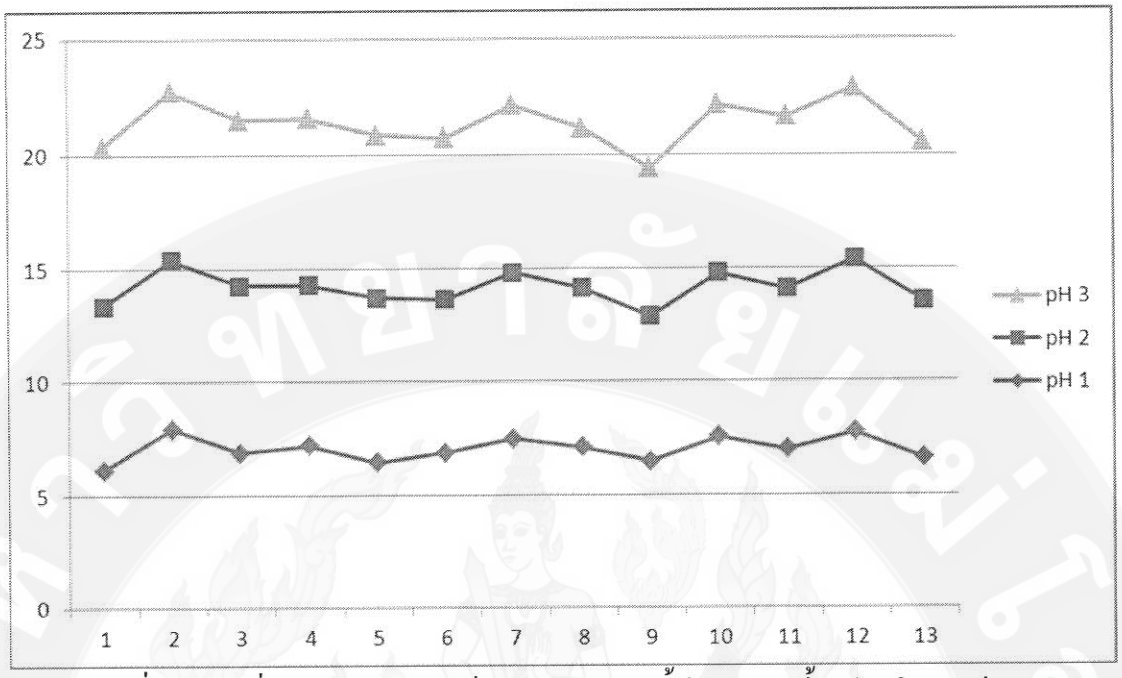
64. Maden, P., Szakova, J. and Miholova, D. 1998. Classical dry ashing of biological and agricultural materials, Part II, Losses of analytes duue to their retention in an insoluble residue. **J.Analysis.** 26 : 121-129.

65. Mischke, C.C. and Paul, V. Z. 2004. Plankton community responses in earthen channel catfish nursery pond under various fertilization regimes. **J.Aquaculture** 233, 219 – 235.

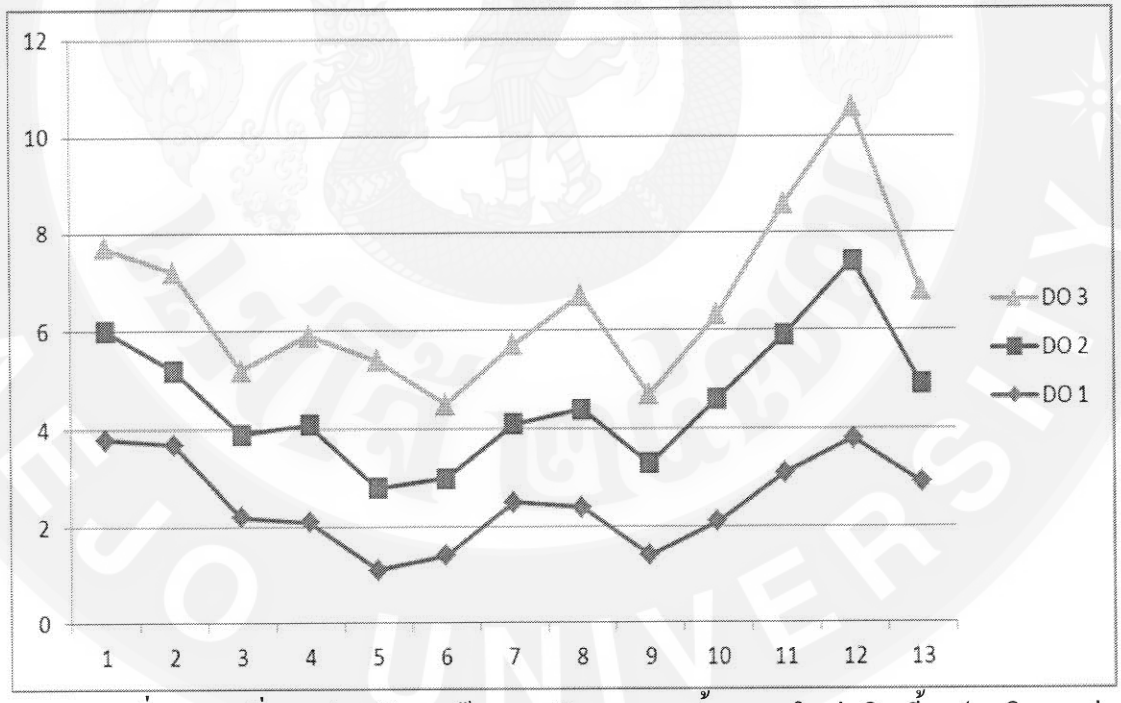
66. Swingle, H.S. 1969. **Methods of Analysis of Water, Organic Matter and Pond Bottom Soils Used in Fisheries.** Research. USA. 119 p.

67. Sesli, E. and Tuzen, M. 1999. Levels of trace elements in the fruiting bodies of macrofungi growing in the East Black Sea region of Turkey. **J. Food Chemistry.** 65 : 453 – 460.

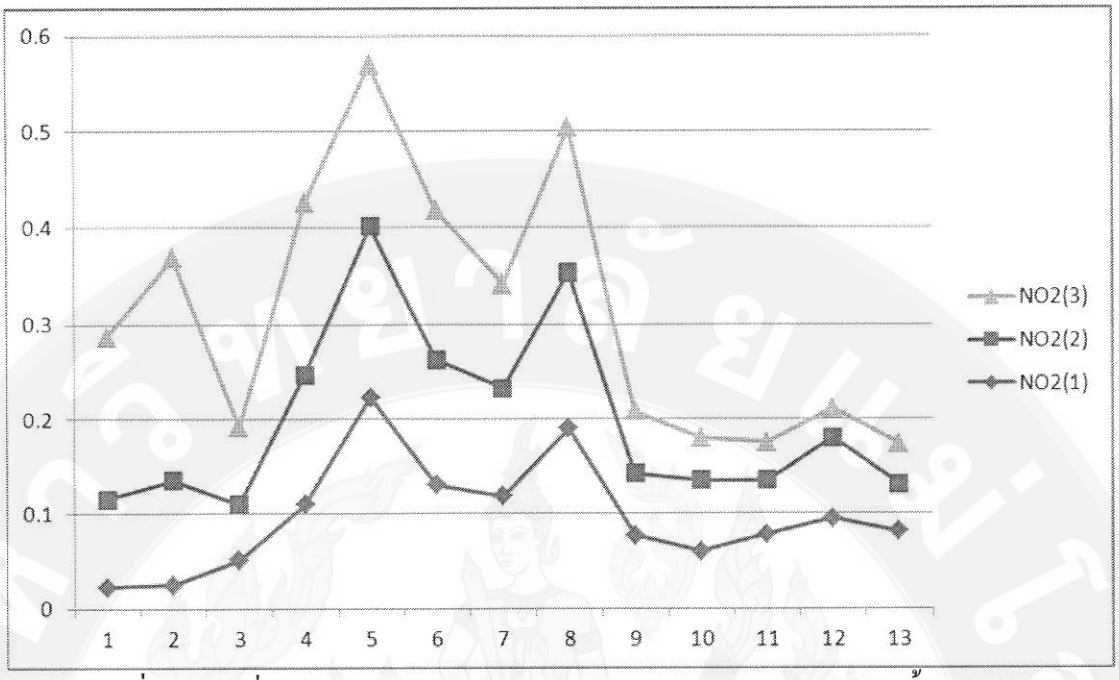
ภาคผนวก



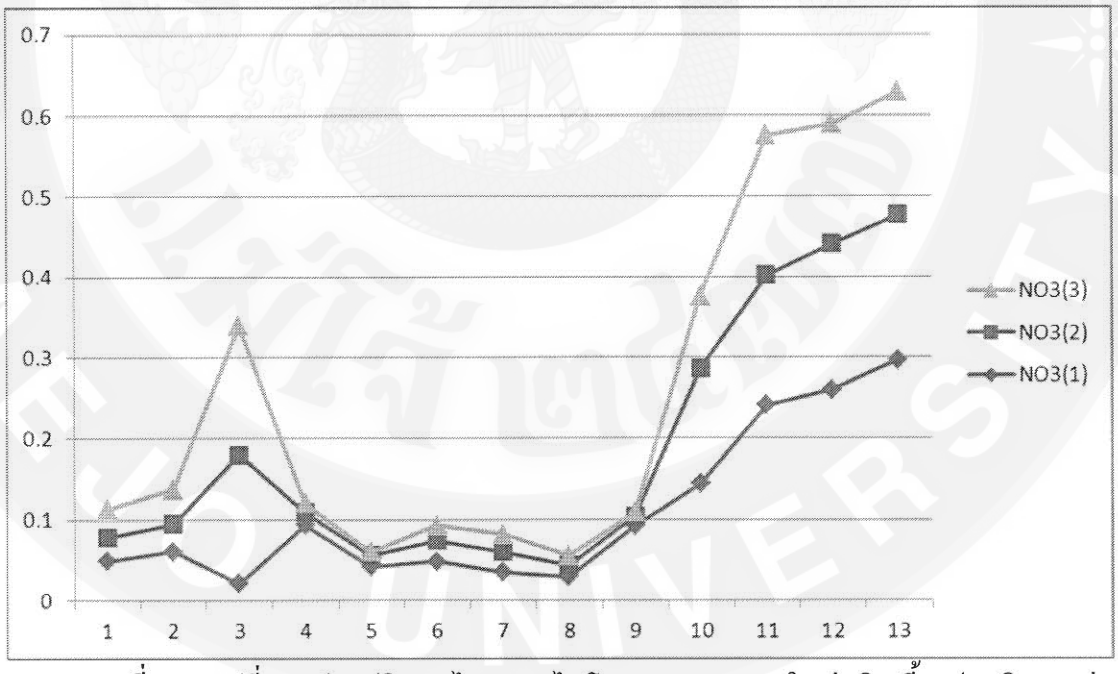
ภาพผนวกที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง



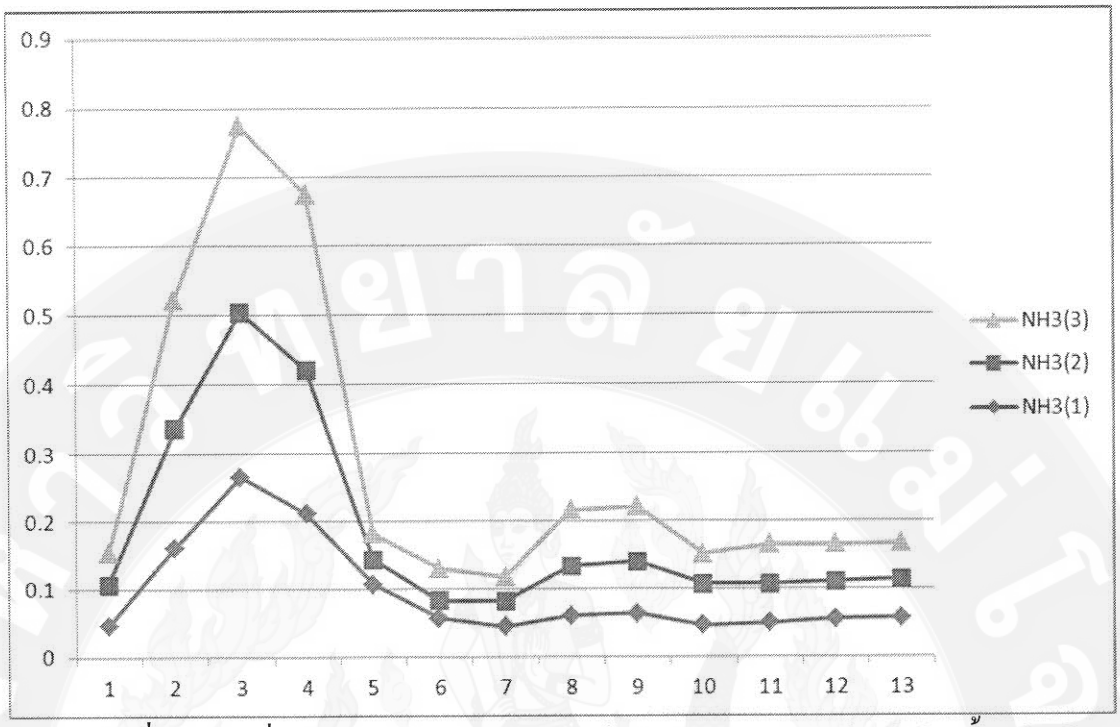
ภาพผนวกที่ 2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง



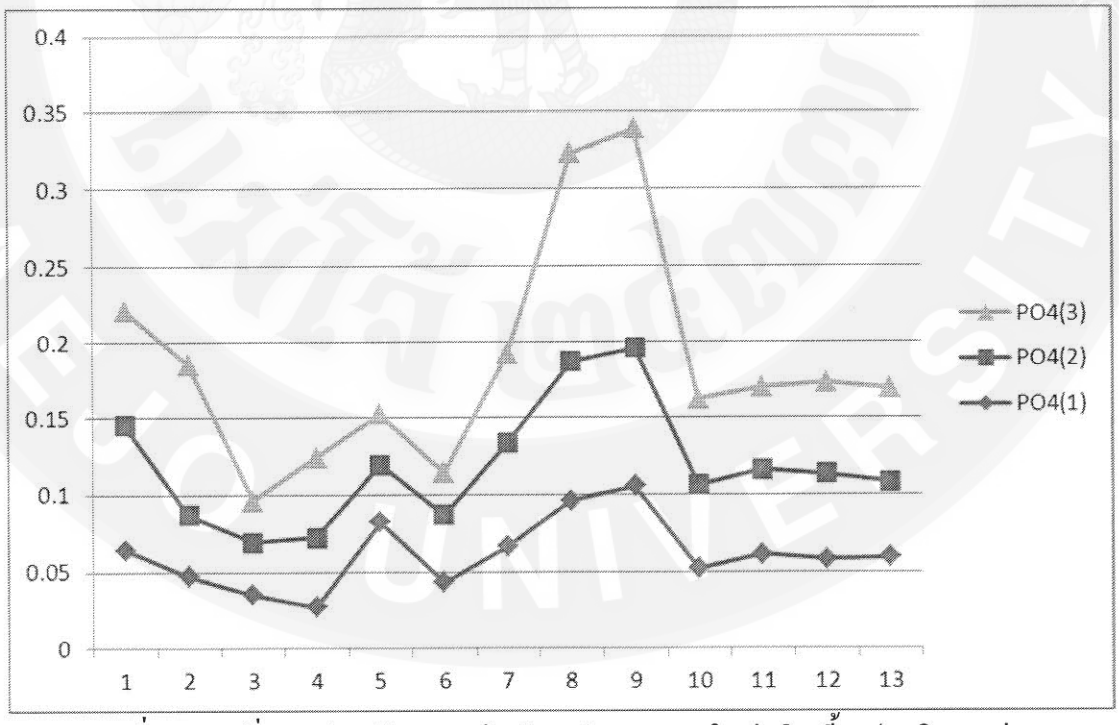
ภาพผนวกที่ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจน (NO_2-N) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง



ภาพผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน (NO_3-N) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง



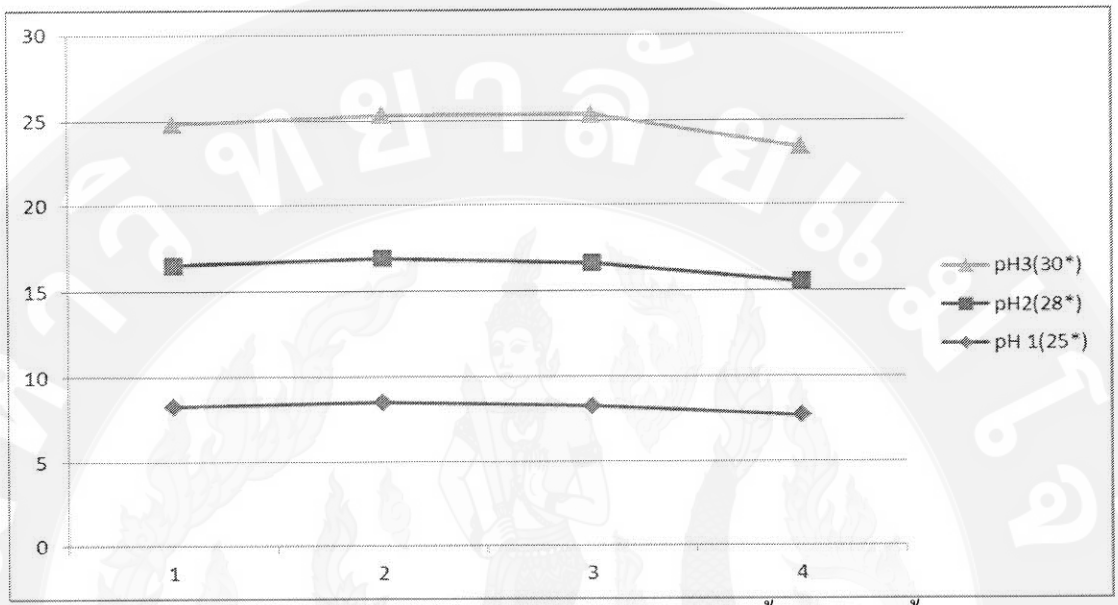
ภาพผนวกที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง



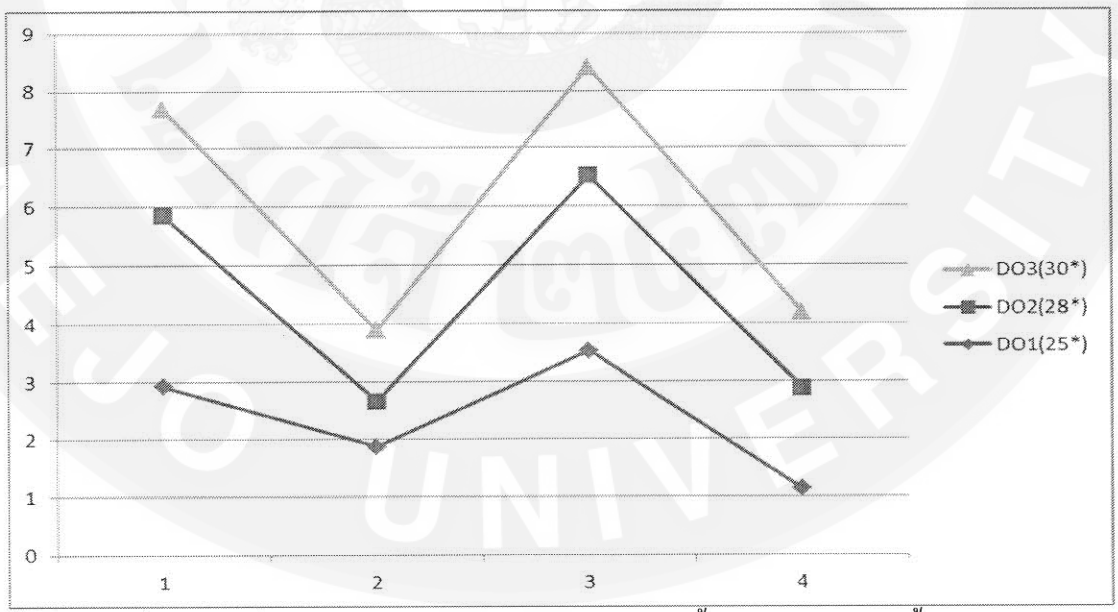
ภาพผนวกที่ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออโธฟอสเฟส (PO_4-P) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง

คุณภาพน้ำในบ่อคอนกรีตทดลองเลี้ยงปลานิลที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับ

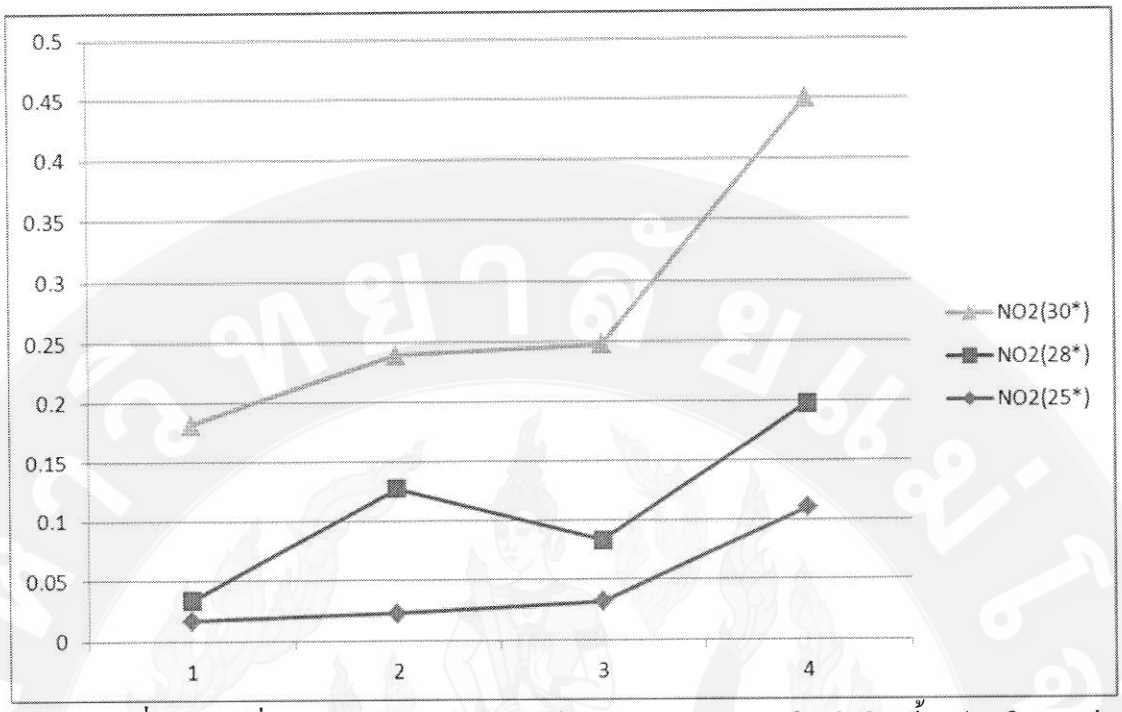
(25 , 28 และ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ)



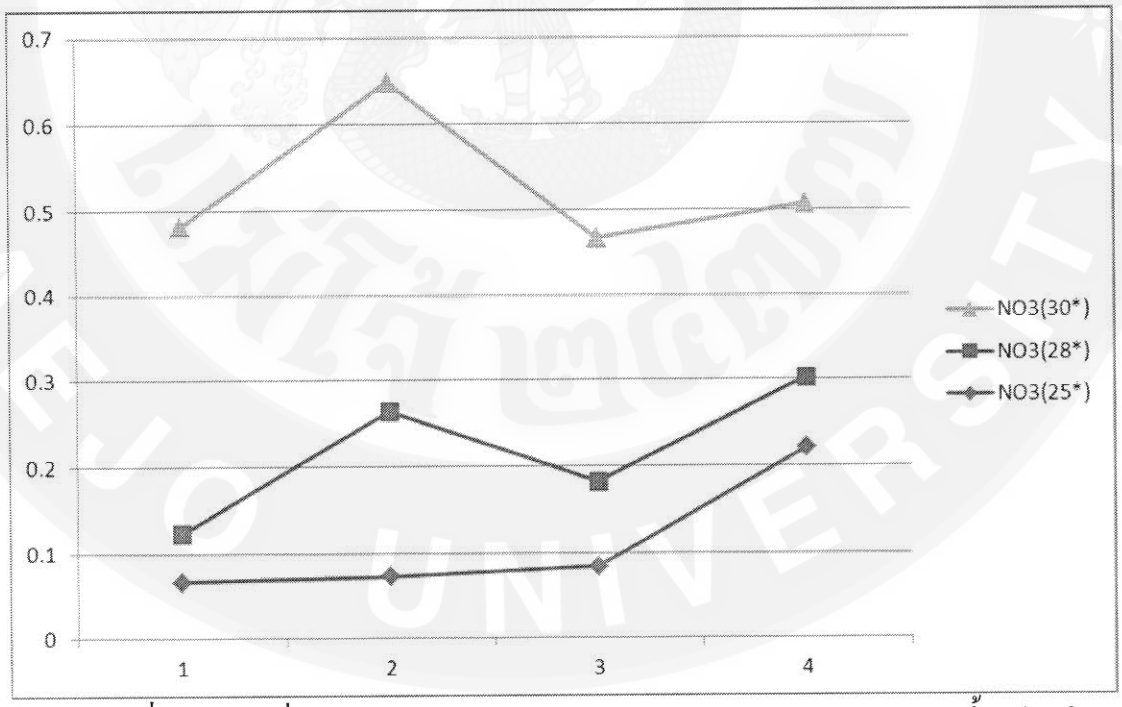
ภาพผนวกที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของน้ำในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง ที่ระดับความแตกต่างอุณหภูมิน้ำ 3 ระดับ



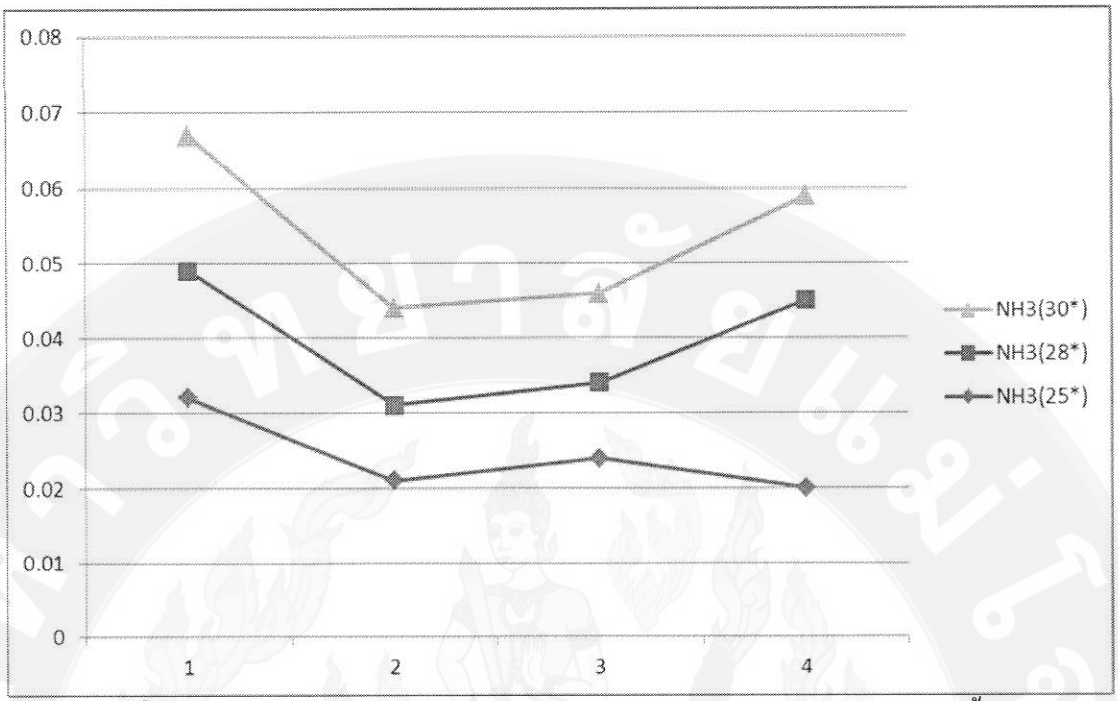
ภาพผนวกที่ 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง ที่ระดับความแตกต่างอุณหภูมิน้ำ 3 ระดับ



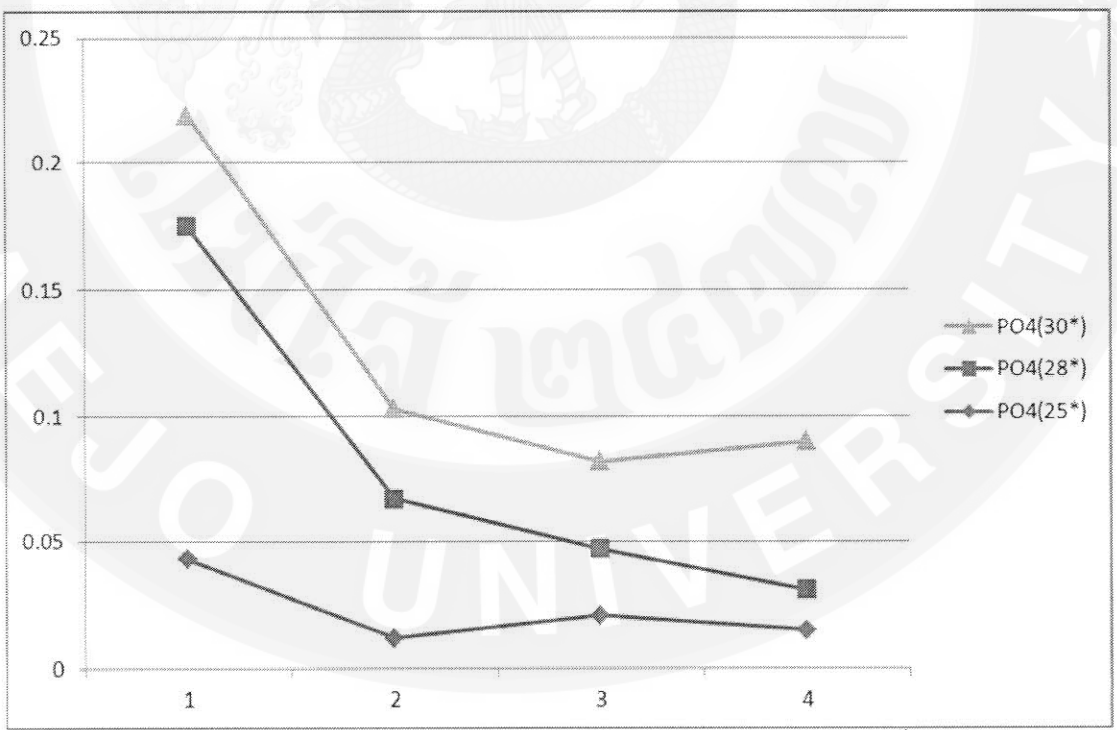
ภาพผนวกที่ 9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจน (NO_2-N) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง ที่ระดับความแตกต่างอุณหภูมิน้ำ 3 ระดับ



ภาพผนวกที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน (NO_3-N) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง ที่ระดับความแตกต่างอุณหภูมิน้ำ 3 ระดับ



ภาพผนวกที่ 11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง ที่ระดับความแตกต่างอุณหภูมิน้ำ 3 ระดับ



ภาพผนวกที่ 12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออโธฟอสเฟส(PO_4-P)ในบ่อดินเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลอง ที่ระดับความแตกต่างอุณหภูมิน้ำ 3 ระดับ