รายงานผลงานวิจัย

เรื่อง ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อคุณภาพน้ำทางเคมี และกายภาพ ในบ่อเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

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

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2555

จำนวน 316,100 บาท

หัวหน้าโครงการ พิมพร มนเทียรอาสน์

ผู้ร่วมโครงการ บัญญัติ มนเทียรอาสน์

ขจรเกียรติ์ ศรีนวลสม

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

วันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2555

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย และขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.)ที่ได้อนุเคราะห์ตรวจสอบให้ข้อแนะนำที่มีประโยชน์ต่อการวิจัย และที่สำคัญอย่างยิ่งคือ ขอขอบคุณฟาร์มเกษตรกรเลี้ยงปลานิล ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 2 แห่งได้แก่ **"แม่โจ้รุ่งเรืองฟาร์ม"** เลขที่ 5 (หนองจ๊อม) โดยคุณวิญญู บุญประเสริฐ และคณะ (โทรศัพท์ 083-5716400) และ **"ฟาร์มปลานิลอุงพัชระ"** (โทรศัพท์ 081-9607878) อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นสถานที่วิจัยภาคสนามเป็นอย่างดี ตลอดทั้งขอขอบคุณนักศึกษาระดับปริญญาตรี ทั้งที่สังกัดคณะวิทยาศาสตร์ และคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องทุกๆท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนงานวิจัยชิ้นนี้ จนสำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี ความสำเร็จของงานวิจัยชิ้นนี้ มิใช่เพียงแค่ประโยชน์ที่ได้ทางวิชาการเท่านั้น แต่คือความสำเร็จที่ได้มาจากความร่วมมือร่วมใจกัน ของคนทุกภาคส่วน ที่มาทำงานร่วมกันในครั้งนี้ และอีกหลายๆครั้งในโอกาสต่อๆไปอีกด้วย ผลงานวิจัยชิ้นนี้เป็นความพยายามในการค้นหาคำตอบให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลทั้งในบ่อดินและบ่อพลาสติค ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จากปัญหาและความสงสัยที่อาจจะเกี่ยวข้องกับสภาวะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ(Climate change) ในช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบันนี้ว่า มีส่วนเกี่ยวข้องหรือไม่ ? อย่างไร ? ต่อคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของปลานิล จากข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในปี พ.ศ. 2555 นี้ คาดว่าจะมีประโยชน์ต่อการวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องตรงประเด็นต่อไป

คณะผู้ทำการวิจัย

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ฉ
บทคัดย่อ	1
Abstract	3
คำนำ	5
วัตถุประสงค์	6
แนวทางการดำเนินการวิจัย	13
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย	16
ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล	20
สรุปผลการศึกษา	37
เอกสารอ้างอิง	39

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศ(Air temperature) ต่อคุณภาพน้ำโดยรวมทั้งด้านเคมีและกายภาพในบ่อปลานิล จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2550	21
2	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลของความชื้นในอากาศ(Humidity) ต่อคุณภาพน้ำโดยรวมทั้งด้านเคมีและกายภาพในบ่อปลานิล จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2550	21
3	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศ(Air temperature) ต่อคุณภาพน้ำโดยรวมทั้งด้านเคมีและกายภาพในบ่อปลานิล จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2554	23
4	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศ(Air temperature) ต่อความชื้นในอากาศ(Humidity)และปริมาณน้ำฝน(Rain water) อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2554	23
5	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลของความชื้นในอากาศ(Humidity) ต่ออุณหภูมิอากาศ(Air temperature) และปริมาณน้ำฝน(Rain water) อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2554	23
6	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลของปริมาณน้ำฝน(Rain water) ต่ออุณหภูมิอากาศ(Air temperature) และความชื้นในอากาศ(Humidity) อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2554	24
7	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลโดยรวมของคุณภาพน้ำด้านเคมีและกายภาพ (Chemical and physieal faetors)ต่อน้ำหนักปลานิล (Fish weigh) อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2554	24
8	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลโดยรวมของคุณภาพน้ำด้านเคมีและกายภาพ (Chemieal and physical factors)ต่อความยาวปลานิล (Fish length) อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2554	24

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
9	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ต่อคุณภาพน้ำด้านเคมี (Chemical factors) และกายภาพ (Physical factors) ในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)	26
10	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ต่อค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ(pH)และปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำ (DO)ในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)	27
11	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลแบบเฉพาะเจาะจงของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ต่อปริมาณออโธฟอสเฟต(PO_4-P) ในบ่อเลี้ยงปลานิล ของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)	27
12	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลแบบเจาะจงของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ต่อปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) ในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)	27
13	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลแบบเจาะจงของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ต่อปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำ(DO) ในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)	28
14	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ต่อการเจริญเติบโตทั้งน้ำหนักและขนาดปลานิล ในบ่อเลี้ยงปลานิลของ เกษตรกรฟาร์มที่ 1 ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)	28

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลแบบเฉพาะเจาะจงของความชื้นในอากาศ (Humidity) ที่มีต่อปริมาณน้ำฝน (Rain water) ในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)	28
16	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลแบบเฉพาะเจาะจงของปริมาณน้ำฝน (Rain water) ที่มีต่ออุณหภูมิอากาศ(Air temperature) ในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)	29
17	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ที่มีต่อความชื้นในอากาศ(Humidity)และปริมาณน้ำฝน(Rain water) ในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)	29
18	วิเคราะห์อิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ที่มีต่อคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)	31
19	วิเคราะห์อิทธิพลเฉพาะเจาะจงของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ที่มีต่อปริมาณออโธฟอสเฟต(PO_4-P) ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)	31
20	วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ที่มีต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก (Weigh) และขนาด (Length) ของปลานิลที่เลี้ยงในฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)	31
21	วิเคราะห์อิทธิพลแบบเจาะจงของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ที่มีต่ออุณหภูมิน้ำ (Water temperature) ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)	33
22	วิเคราะห์อิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ที่มีต่ออุณหภูมิน้ำ (Water temperature) ความชื้นในอากาศ (Humidity) และปริมาณน้ำฝน (Rain water) ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)	33

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	วิเคราะห์อิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิน้ำ (Water temperature) ที่มีต่อปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) ไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N) และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N) ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)	33
24	วิเคราะห์อิทธิพลแบบเจาะจงของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ที่มีต่ออุณหภูมิน้ำ (Water temperature) ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)	35
25	วิเคราะห์อิทธิพลโดยรวมของปริมาณน้ำฝน (Rain water) ที่มีต่อปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) ไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N) และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N) ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)	36
26	วิเคราะห์อิทธิพลโดยรวมของปริมาณน้ำฝน (Rain water) ที่มีต่อค่าความโปร่งแสงของน้ำ (Water transparency) และความลึก (Depth) ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)	36
27	วิเคราะห์อิทธิพลแบบเฉพาะเจาะจงของความชื้นในอากาศ (Humidity) ที่มีต่อปริมาณน้ำฝน (Rain water) ในพื้นที่เกษตรกร ฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)	36
28	วิเคราะห์อิทธิพลแบบเฉพาะเจาะจงของปริมาณน้ำฝน (Rain water) ที่มีต่อระดับความลึก (Depth) ของน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)	37

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ภาพบ่อพลาสติค ฟาร์มที่ 1	18
2	ภาพบ่อดิน ฟาร์มที่ 2	18

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อคุณภาพน้ำทางเคมี กายภาพ ในบ่อเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

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

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

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

[1] คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

[2] คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อคุณภาพน้ำทางเคมี กายภาพ และการเจริญเติบโตปลานิลในบ่อเลี้ยงเชิงพาณิชย์ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2555 มีการศึกษาทั้งจากข้อมูลในอดีตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 จนถึงปัจจุบัน พ.ศ. 2555 พบว่า ในปี พ.ศ. 2550(ข้อมูล 1 ปี) อุณหภูมิและความชื้นในอากาศ มีอิทธิพลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำทั้งทางเคมี(pH, DO, PO_4-P, NO_3-N, NO_2-N และ NH_3-N)และกายภาพ(Water transparency) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 10.90* และ F = 100.16** ตามลำดับ)ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนกลับไม่มีอิทธิพลโดยตรงอย่างชัดเจนต่อคุณภาพน้ำดังกล่าว(F = 5.55ns) และจากการศึกษาข้อมูลในช่วงกว้างมากขึ้นระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึง 2554 (ข้อมูล 4 ปี) พบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำทั้งทางเคมีและกายภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 2.56*) ในขณะเดียวกันกับที่คุณภาพน้ำดังกล่าวนี้ มีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อทั้งความยาวปลานิล (F = 47.08**) และน้ำหนักปลานิล (F = 51.95**) ตามลำดับ ความชื้นและปริมาณน้ำฝนระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึง 2554 ไม่แสดงอิทธิพลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำทั้งทางเคมีและกายภาพในทุกหัวข้อของการวิจัยครั้งนี้ (F = 0.97ns และ F = 0.25ns ตามลำดับ) แต่ความชื้นแสดงอิทธิพลโดยตรงต่ออุณหภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (F = 30.16**) ปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลโดยตรงต่อ

อุณหภูมิอากาศและความชื้น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (F = 34.35**) และอุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อความชื้นและปริมาณน้ำฝน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเช่นกัน (F = 10.87**) ทั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตว่าอุณหภูมิอากาศ ความชื้น และปริมาณน้ำฝนระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึง 2554 กลับไม่แสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยตรง ต่อทั้งความยาวและน้ำหนักของปลานิล ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ สำหรับการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อคุณภาพน้ำทางเคมี กายภาพ และการเจริญเติบโตปลานิลในบ่อเชิงพาณิชย์ ของเกษตรกรจำนวน 2 ราย ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2555 (ข้อมูล 5 ปี) ณ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ในบ่อเลี้ยงปลานิลชนิดรองพื้นด้วยพลาสติกของเกษตรกรรายที่ 1 อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำ ทั้งทางเคมีและกายภาพโดยรวมทุกหัวข้อของการศึกษานี้ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (F = 5.63**) และอุณหภูมิอากาศยังมีอิทธิพลโดยรวมเด่นชัด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อระดับความเป็นกรด-เบสของน้ำ (pH) และปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำ (DO) (F = 8.48**) รวมทั้งอุณหภูมิอากาศยังมีอิทธิพลแบบเฉพาะเจาะจง อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ต่อปริมาณออโธฟอสเฟสในน้ำ (PO_4-P) (F = 17.25**) นอกจากนี้อุณหภูมิอากาศยังมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (F = 9.95**) ต่อทั้งน้ำหนักและขนาดปลานิลในบ่อรองพื้นด้วยพลาสติกนี้ สำหรับการศึกษาในบ่อดินที่ไม่รองพื้นด้วยพลาสติกของเกษตรกรรายที่ 2 นั้นพบว่า ข้อมูลรวมตลอด 5 ปีดังกล่าว ของอุณหภูมิอากาศไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อคุณภาพน้ำทั้งทางเคมีและกายภาพ (F = 1.47ns) แต่อุณหภูมิอากาศกลับมีอิทธิพลเฉพาะเจาะจงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อปริมาณออโธฟอสเฟสในน้ำ (F = 4.23*) นอกจากนี้อุณหภูมิอากาศยังมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 3.72*) ต่อทั้งน้ำหนักและขนาดปลานิลในบ่อดินไม่รองพื้นด้วยพลาสติกนี้ด้วย สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะในปี พ.ศ. 2555 พบว่า บ่อเลี้ยงปลานิลชนิดรองพื้นด้วยพลาสติกของเกษตรกรรายที่ 1 นั้นอุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่ออุณหภูมิน้ำ (F = 11.45**) และมีอิทธิพลโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) ไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N) และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) (F = 20.56*) แต่ทั้งอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำ กลับไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใดๆต่อน้ำหนักและความยาวปลานิลในบ่อรองพื้นด้วยพลาสติก (F = 0.90ns และ F = 1.92ns ตามลำดับ) สำหรับในบ่อดินที่ไม่รองพื้นด้วยพลาสติกของเกษตรกรรายที่ 2 นั้นพบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่ออุณหภูมิน้ำ (F = 6.70*) แต่ทั้งอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำ กลับไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใดๆ ต่อน้ำหนักและความยาวปลานิลในบ่อดินที่ไม่รองพื้นด้วยพลาสติกนี้เช่นกัน (F = 0.91ns และ F = 1.48ns ตามลำดับ) แต่ปัจจัยจากภูมิอากาศที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพน้ำในบ่อปลานิลของเกษตรกรรายที่ 2 นี้คือปริมาณน้ำฝน ทั้งนี้

พบว่า ปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อคุณภาพน้ำทางเคมี (NO_3-N, NO_2-N และ NH_3-N) (F = 55.18**) และมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อคุณภาพน้ำทางกายภาพ (ความโปร่งแสงน้ำ และ ความลึก) (F = 13.10*) แต่ปริมาณน้ำฝนกลับไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อทั้งน้ำหนักและขนาดปลานิลในบ่อเกษตรกรรายที่ 2 นี้ (F = 0.30ns)

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, 2012, was collected data from 2007 to 2012. In 2007(1 year data), the air temperature and humidity showed highly significant relationships(F = 10.90* and 100.16**, respectively) with chemical(pH, DO, PO_4-P, NO_3-N, NO_2-N and NH_3-N) and physical factors(water transparency) of water qualities in fish ponds. In contrast to rain water showed non significant relationships with all of water qualities in fish ponds(F = 5.55ns). On the other hand, the study based on 4 years data from 2008 to 2011 showed significant relationships(F = 2.56*) between air temperature and all of water qualities in fish ponds. Also, all of water qualities showed highly significant relationships with fish length(F = 47.08**) and fish weigh(F = 51.95**), respectively. In contrast to humidity and rain water of this study showed non significant relationships with both chemical factors(F = 0.97ns) and physical factors(F = 0.25ns) of water, respectively. Humidity showed highly significant relationships with air temperature and rain water(F = 30.16**). Rain water showed highly significant relationships with air temperature and humidity(F = 34.35**). And also, air temperature showed highly significant relationships with humidity and rain water(F = 10.87**). However, we noted that data of air temperature, humidity and rain water at Amphore Sansai, Chiang-mai Province, from 2008 to 2011 showed non directly

significant relationships with both fish length and weigh. On the other hand, the comparison study on effect of climate change on chemical and physical factors of water qualities and growth of nile tilapia in the two commercial fish farms, Farm 1: plastic ponds, and Farm 2 : earth ponds, was also collected on the 5 years data from 2008 to 2012. Results of Farm 1 data showed air temperature have highly significant relationships(F = 5.63**) with all of chemical and physical factors of water qualities. Especially, air temperature showed highly significant relationships(F = 8.48**) with pH value and dissolved oxygen(DO) of pond water. Also, air temperature showed highly significant relationship (F = 17.25**) with orthophosphate(PO_4-P) concentrations in water of plastic ponds. And, air temperature showed highly significant relationships (F = 9.95**) with both fish length and weigh. On the other hand, results of Farm 2 data showed non significant relationships between air temperature and both chemical / physical factors of water qualities in the earth ponds(F = 1.47ns). And, air temperature showed directly significant relationship(F = 4.23*) with orthophosphate concentration in water. Also, air temperature showed significant relationships (F = 3.72*) with both fish length and weigh in the earth ponds. However, the study based on 1 year data, 2012, of plastic ponds showed that the air temperature have highly significant relationship(F = 11.45**) with water temperature. Also, air temperature showed significant relationships (F = 20.56*) with NO_3-N, NO_2-N and NH_3-N concentrations. But, both of air / water temperature showed non significant relationships with fish length and weigh(F = 0.90ns and 1.92ns, respectively). Also, results of the earth ponds showed that the air temperature have significant relationship(F = 6.70*) with water temperature. But, both of air / water temperature showed non significant relationships with fish length and weigh(F = 0.91ns and 1.48ns, respectively). However, we found that only rain water showed highly significant relationships (F = 55.18**) with chemical factors of the earth ponds water (NO_3-N, NO_2-N and NH_3-N). Also, rain water showed significant

relationship (F = 13.10*) with physical factors of this earth ponds water (water transparency and depth). But, rain water showed non significant relationship (F = 0.30ns) with both fish length and weigh.

Keywords : Climate change , fish, nile tilapia, water quality, Sansai, Chiang-mai

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 ปลานิลจะมีการกินอาหารเพิ่มขึ้นแต่น้ำหนักปลากลับไม่เพิ่มขึ้นอย่างที่ควรจะเป็นแต่อย่างใด อีกทั้งในขณะที่อุณหภูมิน้ำสูงขึ้นอย่างผิดปกตินั้น ปลานิลมักชอบว่ายน้ำขึ้นมาฮุบอากาศบนผิวน้ำบ่อยยิ่งขึ้น และมีปลานิลบางส่วนทยอยตายในระหว่างเลี้ยงมากกว่าเดิม การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าของเกษตรกรฯทำโดยใช้ตาข่ายมุ้งเขียวความทึบ 60 เปอร์เซ็นต์ กางปกคลุมบางส่วนของพื้นที่บ่อเลี้ยงปลานิลเพื่อเป็นร่มเงาลดความร้อนให้ปลานิลในช่วงดังกล่าว จึงส่งผลให้ต้นทุนการผลิตปลานิลสูงขึ้นตามมาด้วย นอกจากนี้ในช่วงเวลาดังกล่าวนั้น เกษตรกรยังประสบปัญหาไม่สามารถเปลี่ยนถ่ายเทน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลได้อย่างเต็มที่ เพราะน้ำชลประทานถูกจำกัดปริมาณการปล่อยลงมาให้เกษตรกรในพื้นที่ตำบลแม่แก็ดอีกด้วย จึงส่งผลให้คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์มีคุณภาพต่ำลง ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลานิลโดยตรง เหตุการณ์ความเดือดร้อนเหล่านี้ทางกรมประมงโดยนายสุรจิตต์ อินทรชิต รองอธิบดีกรมประมง ได้จัดทำประกาศกรมประมงและแนะนำเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำว่า ควรควบคุมการใช้น้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำให้มี

การสูญเสียน้อยที่สุด ให้ป้องกันการรั่วซึมหรือจัดทำร่มเงาให้กับบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ควรมีการจัดหาแหล่งน้ำสำรองไว้ใช้เพิ่มเติม และจับสัตว์น้ำที่ได้ขนาดขึ้นมาจำหน่ายก่อนเพื่อลดปริมาณปลาในบ่อไม่ให้หนาแน่นเหมือนเมื่อครั้งมีปริมาณน้ำจืดใช้อย่างเพียงพอ อีกทั้งให้ลดการให้อาหารสัตว์น้ำลง โดยเฉพาะอาหารสดเพื่อลดการเน่าเสียของน้ำในบ่อ และควรปล่อยสัตว์น้ำลงเลี้ยงในความหนาแน่นที่น้อยกว่าปกติ หรือควรปล่อยสัตว์น้ำขนาดโตลงเลี้ยงแทนเพื่อลดการเวลาการใช้น้ำในบ่อให้สั้นลง (หนังสือพิมพ์บ้านเมือง, 11 กุมภาพันธ์ 2553).

ดังนั้น จึงเป็นที่มาของการวิจัยชิ้นนี้ซึ่งมุ่งหวังค้นหาคำตอบให้แก่เกษตรกรในเบื้องต้นว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามปัจจัยต่างๆเช่น 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 นอกจากนี้การค้นหาแนวทางเพื่อลดปัญหาดังกล่าวให้แก่บ่อเลี้ยงปลานิลทุกระบบ โดยพยายามค้นหาแนวทางที่ประหยัดและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ก็เป็นอีกช่องทางหนึ่งที่ควรนำมาทดลองใช้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ ต่อ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลในอดีต 5 ปี (พ.ศ. 2550-2554) และต้องการทราบว่าอุณหภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง (Climate change) จะมีผลกระทบโดยตรงหรือไม่อย่างไร ต่ออัตราการเจริญเติบโตปลานิลของเกษตรกร ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงดังกล่าว

2. เพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ต่อ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพในปัจจุบัน (พ.ศ. 2555) ว่ามีผลหรือไม่อย่างไร ต่ออัตราการเจริญเติบโตปลานิลที่เลี้ยง ณ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อเปรียบเทียบกับอดีตย้อนหลัง 5 ปี(พ.ศ. 2551-2555)
3. เพื่อหาแนวทางการเพิ่มผลผลิตปลานิลเชิงพาณิชย์ที่เลี้ยงในสภาวการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และหาแนวทางการลดต้นทุนค่าวัสดุลดแสงแดดในบ่อปลา จากเดิมที่ใช้แสลงพลาสติด เปลี่ยนมาทดลองใช้เทคนิคชีววิถีตามธรรมชาติ โดยการใช้ผักตบชวาช่วยปกคลุมผิวน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิน้ำ และลดความเน่าเสียของน้ำ เพื่อยืดอายุการใช้น้ำจืดในบ่อเลี้ยงปลานิลให้นานยิ่งขึ้นต่อไป

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) ผลกระทบต่อการอพยพถิ่นฐานของประชาชากรโลกเนื่องจากภัยธรรมชาติ 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 และลดความสามารถในการดึงกาซคาร์บอนไดออกไซด์มาจากชั้นบรรยากาศโลก 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 นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลการเพิ่มและลดของพืชน้ำในมหาสมุทรกับปัจจัยการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโลก 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 ก็สามารถอธิบายได้ว่าสาเหตุที่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อพืชน้ำในมหาสมุทรนั้น

เนื่องมาจากเมื่ออากาศร้อนขึ้น 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 ทั้งนี้ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้เริ่มวางแผนการดำเนินงานตามพิธีสาร ฯ ในการทำ CDM เพื่อให้ประเทศไทยได้ประโยชน์จากโครงการนี้ในหลายด้าน เช่น ก่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนให้กับประเทศ มีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีที่สะอาด และถ่ายทอดเทคโนโลยี และความรู้ด้านการจัดการ เพื่อลดก๊าซเรือนกระจกให้แพร่หลายในประเทศ เป็นต้น จากการศึกษาสถานการณ์ภาวะโลกร้อนข้างต้น แม้จะเป็นภัยคุกคามต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ แต่ในขณะเดียวกันประเทศไทยอาจสร้างโอกาสทางการค้าและการลงทุนในด้านต่าง ๆ จากภาวะโลกร้อนได้ โดยจะเชื่อมโยงโอกาสดังกล่าวตามการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ของกระทรวงพาณิชย์ ดังนี้

การผลิตสินค้าตามความต้องการของตลาด

1. สร้างมูลค่าเพิ่มและสร้างความแตกต่างให้กับสินค้าไทยในตลาดต่างประเทศ โดยพัฒนาสินค้า/เทคโนโลยีที่สามารถลดก๊าซเรือนกระจก หรือสินค้าที่กระบวนการผลิตมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณน้อยลง โดยครอบคลุมสินค้าตั้งแต่ของใช้สอยประจำวันจนถึงภาคอุตสาหกรรมและภาคอสังหาริมทรัพย์รวมทั้งภาคบริการที่เน้นกิจกรรมช่วยลดภาวะโลกร้อน เป็นต้น

2. การเตรียมความพร้อมของผู้ประกอบการไทย ต่อการค้าระหว่างประเทศในอนาคตที่อาจมีการพัฒนาเงื่อนไขของการกีดกันการค้าที่เข้มงวดมากขึ้นในด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะมาตรการป้องกันภาวะโลกร้อน โดยอาจจะให้ระบุสินค้าที่จะนำเข้าประเทศของตนนั้นว่า ในกระบวนการผลิตต้องไม่มีส่วนในการทำลายชั้นบรรยากาศ หากผู้ประกอบการในประเทศไทยไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับมาตรฐานเหล่านี้ อาจสูญเสียโอกาสทางการตลาดของโลกได้

การมุ่งพัฒนาตลาดสินค้าเกษตรของประเทศไทยในสถานการณ์โลกร้อน

1. สร้างเกราะป้องกันภัยแก่สินค้าเกษตรไทยจากภาวะโลกร้อน โดยประสานหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง ให้ตระหนักต่อผลกระทบของโลกร้อนต่อผลผลิตทางการเกษตรเพื่อกระตุ้นให้มีการวิจัยด้านการปรับปรุงวิธีการเลี้ยงและพัฒนาพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์และทรัพยากรประมง ที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของไทยให้มากขึ้น โดยเฉพาะพันธุ์พืชและสัตว์ต่างๆทั้งสัตว์บกและสัตว์น้ำเหล่านี้ให้มีความทนทานต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้น แต่ยังคงให้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพอยู่ เพื่อประเทศไทยจะมีผลผลิตทางการเกษตรสนองตอบต่อความต้องการของตลาดทั้งในประเทศและสามารถรักษาตลาดส่งออกสินค้าเกษตรไว้ได้แม้จะมีการแปรปรวนทางสภาพอากาศมากขึ้นในอนาคตก็ตาม

2. ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงด้านสภาพภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อผลผลิตทางการเกษตร การติดตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศคู่แข่งทางด้านสินค้าเกษตร ควบคู่กับตัวเลขชี้นำทางเศรษฐกิจอื่น ๆ จะช่วยให้สามารถประเมินสถานการณ์อุปสงค์อุปทาน ของสินค้าเกษตรในตลาดโลกฉับไวทันสถานการณ์ และกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดให้สอดคล้องกับสถานการณ์จริงมากขึ้น

จากสถานการณ์โดยภาพรวมของไทย ต่อสภาวการณ์เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ(Climate change) และการประกาศเตือนภัย และวิธีการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นของกรมประมง(หนังสือพิมพ์

บ้านเมือง, 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 หรือการเลี้ยงเชิงพาณิชย์แบบผสมผสานกับเชิงนิเวศน์ ที่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ เช่น แพลงก์ตอนพืช ให้เกิดขึ้นในบ่อเลี้ยง ซึ่งเป็นที่เข้าใจกันในลักษณะ "การสร้างน้ำเขียว" นั้นเอง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหากมีการสร้างอาหารธรรมชาติภายในบ่อ ก็จะเป็นการเพิ่มระบบห่วงโซ่อาหารขึ้นในบ่อ ซึ่งเชื่อว่าปัจจัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ ในระบบห่วงโซ่อาหารที่เพิ่มขึ้นนั้น จะส่งเสริมเกื้อกูลต่อผลผลิตสัตว์น้ำที่เพาะเลี้ยง ประกอบกับดูดซับสารอาหารส่วนเกินที่จะมีผลต่อคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของ

สัตว์น้ำ (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 (บัญญัติ และคณะ, 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 อุณหภูมิน้ำมีผลโดยตรงต่อปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำและปัจจัยอื่นๆทุกชนิด ดังนั้น การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิจากสภาวการณ์เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ(Climate change) จึงเป็นสิ่งที่เราจำเป็นต้องศึกษาอย่างเร่งด่วนให้ทราบอย่างชัดเจน เพื่อการปรับตัวให้อยู่รอดทั้งการดำรงชีวิตในสังคม และการดำรงอยู่ของผลผลิตอาหารอย่างมั่นคงและยั่งยืนตลอดไป

ขอบเขตของโครงการวิจัย

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 เกิดจากสภาวการณ์แปลี่ยนแปลง

สภาพภูมิอากาศ (Climate change) หรือไม่ ?

2. ทำอย่างไรให้ต้นทุนการเลี้ยงปลานิลลดลง ?

และเกษตรกรสามารถใช้น้ำจืดได้นานยิ่งขึ้นในสภาวการณ์ขาดแคลนน้ำจืดที่รุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ

↙ ↘

ผลของอุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้นต่อต้นทุน

- ใช้อาหารเลี้ยงปลานิลเพิ่มขึ้น
- ใช้วัสดุคลุมบ่อมากขึ้น
- ใช้ไฟฟ้ามากขึ้น
- คุณภาพและผลผลิตปลานิลลดลง

ผลของอุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้นต่อคุณภาพน้ำ

- 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 ด้วยการใช้**

ผักตบชวาคลุมผิวน้ำเป็นบางส่วน(<u>ลดต้นทุน</u>)

(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

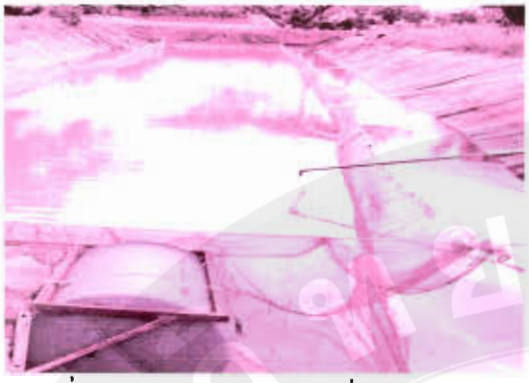
1.2. ระยะที่ 2 : ระยะศึกษาและวิจัยและบันทึกผลการวิจัย โดยแบ่งการวิจัยหรือการทดลองดังนี้

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 ปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำ(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 ตำบลแม่แก็ต 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)

เป็นการวิจัยในบ่อดินเลี้ยงปลานิลของเกษตรกรตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ขนาดประมาณบ่อละ 2 งาน จำนวน 9 บ่อ ดำเนินการจริงในสถานที่ประกอบอาชีพของเกษตรกรตามปกติ โดยไม่มีการควบคุมตัวแปรใดๆ (On Farm Research) หรือ ดำเนินการในพื้นที่อื่นของอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 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 ไม่ใช้ระบบชีววิถี ไม่ใช้ผักตบชวาลดอุณหภูมิจากแสงแดด แต่ใช้แสลงพลาสติค (ความทึบแสง 60%) ปิดบังแสงแดดบ่อปลาในพื้นที่ 50% ของผิวน้ำ
3. กลุ่มทดลองที่ 3 บ่อเลี้ยงปลานิลระบบเปิดในบ่อดินระบบชีววิถี ปล่อยผักตบชวาแบบล้อมคอกในพื้นที่ 50% ของผิวน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิจากแสงแดดทดแทนแสลงพลาสติค

4. ใช้ปลานิลอายุประมาณ 21-23 วัน ขนาดประมาณ 3-5 ซม. อัตราปล่อยจำนวนจำนวน 60 ตัว / ตร.ม. ให้อาหารเม็ดลอยน้ำปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวในช่วง 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 ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย และบริเวณอื่นๆที่ใกล้เคียงในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวนอาทิตย์ละ 1 ครั้ง ที่เวลาประมาณ 10.00-10.30 น. โดยดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical factors) ที่จำเป็นทางการประมง เช่น ปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำ(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).
7. ตรวจสอบการเจริญเติบโตปลานิล เช่น ขนาดและน้ำหนัก ทุกๆสัปดาห์ ตามวิธีบัญญัติ และคณะ(2547)
8. ตรวจสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ ค่าเฉลี่ยความชื้นและค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ที่วิจัย มีทิศทางและความสัมพันธ์อย่างไรต่อคุณภาพน้ำทางเคมี ทางกายภาพ และการเจริญเติบโตของปลานิล ณ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ หรือพื้นที่ดำเนินการในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยเปรียบเทียบข้อมูลทั้งในอดีตและปัจจุบัน ตามวิธี Multiple Linear Regression and Correlation ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป
9. วิเคราะห์ข้อมูลหาความแตกต่างระหว่างการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงแบบชีววิถีและแบบธรรมดาทั่วไป ทั้งที่มีวัสดุบังแดดและไม่มีวัสดุบังแดด แบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Random Design ; CRD) และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี DMRT (Dancan's New Multiple Range Test) ตามวิธีโปรแกรมสำเร็จรูป

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

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ ต่อ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลในอดีต 5 ปี (พ.ศ. 2550-2554) และต้องการทราบว่าอุณหภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง (Climate change) จะมีผลกระทบโดยตรงหรือไม่อย่างไร ต่ออัตราการเจริญเติบโตปลานิลของเกษตรกร ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงดังกล่าว

<u>ปี พ.ศ. 2550</u>

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในภาพรวมเฉพาะปี พ.ศ. 2550 พบว่า อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ของจังหวัดเชียงใหม่ มีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อคุณภาพน้ำทั้งด้านเคมี (F = 10.90*) เช่น ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ(pH), ปริมาณกาซออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen ; DO), ปริมาณออโธฟอสเฟสในน้ำ (PO_4-P), ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนในน้ำ (NO_3-N), ปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N), และปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ(NH_3-N) เป็นต้น และความชื้นในอากาศยังมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อคุณภาพน้ำทางกายภาพ (F = 100.16**) เช่น ค่าความโปร่งแสงของน้ำ(Water transparency) เป็นต้น (ตารางที่ 1 และ 2) ในขณะที่อุณหภูมิอากาศกลับไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อทั้งความชื้นและปริมาณน้ำฝน(F = 0.97ns) และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี พ.ศ. 2550 ก็ไม่แสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใดๆต่อคุณภาพน้ำทั้งด้านเคมีและกายภาพของบ่อเลี้ยงปลานิล ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่เช่นกัน (F = 5.55ns) คณะผู้วิจัยสันนิษฐานว่า สาเหตุที่ปริมาณน้ำฝนในปี พ.ศ. 2550 ไม่มีอิทธิพลต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลนี้ อาจจะเนื่องจากเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิล ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ไม่มีการใช้น้ำฝนเพื่อนำมาเลี้ยงปลานิลโดยตรงนั่นเอง แหล่งน้ำที่เกษตรกรฯใช้เป็นหลักก็คือ น้ำจากระบบชลประทานเขื่อนแม่งัดและเขื่อนแม่กวง ดังนั้น น้ำฝนที่ตกลงมาสู่บ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกรฯในแต่ละครั้ง จึงไหลเอ่อล้นระบายทิ้งจากบ่อปลาออกไปอย่างรวดเร็ว จึงแสดงผลของข้อมูลจากการวิจัยครั้งนี้ว่า ปริมาณน้ำฝนไม่แสดงอิทธิพลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลนั่นเอง ปัจจัยจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่แสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อคุณภาพน้ำทุกหัวข้อในการวิจัยนี้คือ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นในอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความชื้นในอากาศนั้นแสดงอิทธิพลอย่างรุนแรง (P<0.01) ต่อคุณภาพน้ำในบ่อ

เลี้ยงปลานิลมากกว่าอุณหภูมิอากาศ(P<0.05)อย่างชัดเจน ในขณะที่ความชื้นในอากาศกลับไม่แสดงอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใดๆต่ออุณหภูมิอากาศ (F = 0.02ns) และความชื้นในอากาศก็ไม่แสดงอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใดๆต่อปริมาณน้ำฝนอีกด้วย(F = 4.53ns) เนื่องจากคณะผู้วิจัยขาดข้อมูลการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2550 ดังนั้น จึงไม่สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการเจริญเติบโตของปลานิล

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศ(Air temperature)ต่อคุณภาพน้ำโดยรวมทั้งด้านเคมีและกายภาพในบ่อปลานิล จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2550

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	7	49.8866	7.1267	**10.90***	8.89	27.67	0.0382
Error	3	1.9613	0.6538				
Total	10	51.8480					

Adjusted r square = 0.87390480

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลของความชื้นในอากาศ(Humidity)ต่อคุณภาพน้ำโดยรวมทั้งด้านเคมีและกายภาพในบ่อปลานิล จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2550

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	7	1575.0803	225.0115	**100.16****	8.89	27.67	0.0017
Error	3	6.7398	2.2466				
Total	10	1581.8201					

Adjusted r square = 0.98579735

<u>ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2554</u>

จากการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2554 พบว่า อุณหภูมิอากาศ(Air temperature)ของจังหวัดเชียงใหม่ มีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อคุณภาพน้ำทั้งด้านเคมี เช่น ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ(pH), ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายน้ำ(Dissolved Oxygen ; DO), ปริมาณออโธฟอสเฟสในน้ำ(PO_4-P), ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนในน้ำ(NO_3-N), ปริมาณไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N), ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ(NH_3-N) และคุณภาพน้ำทางกายภาพ เช่น ค่าความโปร่งแสงของน้ำ(Water transparency) (F = 2.56*) (ตารางที่ 3) ในขณะที่

ทั้งความชื้นในอากาศ(Humidity) และปริมาณน้ำฝน(Rain water) กลับไม่แสดงอิทธิพลใดๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อคุณภาพน้ำทุกหัวข้อของการวิจัยครั้งนี้ (F = 0.97ns และ F = 0.25ns ตามลำดับ) แต่เมื่อวิเคราะห์การมีอิทธิพลต่อกันระหว่างปัจจัยตัวแทนของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศด้วยกันแล้ว พบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อทั้งความชื้นในอากาศและปริมาณน้ำฝน(F = 10.87**) (ตารางที่ 4) ความชื้นในอากาศมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อทั้งอุณหภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน (F = 30.16**) (ตารางที่ 5) ในทำนองเดียวกันกับที่ปริมาณน้ำฝนก็แสดงการมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อทั้งอุณหภูมิอากาศและความชื้นในอากาศเช่นกัน (F = 34.35**) (ตารางที่ 6) ตามลำดับ

ดังนั้นวิเคราะห์ได้ว่า จากข้อมูลในส่วนที่เป็นตัวแทนของปัจจัยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิอากาศ ความชื้นในอากาศ และปริมาณน้ำฝนระหว่างปี พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2554 นี้ บ่งบอกอย่างชัดเจนว่า ทุกปัจจัยในช่วงเวลาดังกล่าวนี้มีอิทธิพลต่อกันในระดับที่รุนแรง(P<0.01) ชัดเจนมากกว่าการวิเคราะห์หาอิทธิพลต่อกันในข้อมูลเพียง 1 ปีของปี พ.ศ. 2550 ที่ผ่านมาข้างต้น อาจจะเป็นไปได้ว่า การใช้ข้อมูลที่มีมากขึ้นถึง 4 ปีนี้ย่อมแสดงผลให้ความละเอียดชัดเจนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีข้อมูลที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้นอีก เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่แสดงอิทธิพลแบบเฉพาะเจาะจงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ระหว่างอุณหภูมิอากาศต่อคุณภาพน้ำทุกหัวข้อของการวิจัยนี้ ในขณะเดียวกันกับที่คุณภาพน้ำทุกหัวข้อของการวิจัยนี้ก็แสดงอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อทั้งน้ำหนักปลานิล(F = 51.95**)(ตารางที่ 7)และขนาดความยาวปลานิล(F =47.08**) (ตารางที่ 8) ตามลำดับอีกด้วย แต่เมื่อวิเคราะห์ค้นหาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ที่อาจจะมีผลโดยตรงหรือไม่ ต่อการเจริญเติบโตของปลานิล ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่แล้ว พบว่า ทั้งอุณหภูมิอากาศ ความชื้นในอากาศ และปริมาณน้ำฝน ต่างก็ไม่แสดงอิทธิพลใดๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อการเจริญเติบโตของปลานิลในช่วงเวลาดังกล่าวนี้เลย (F = 1.84ns, F = 1.87ns, และ F = 2.44ns ตามลำดับ) จึงมีความชัดเจนแล้วว่าในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2554 ที่ผ่านมานี้ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศนั้น แสดงอิทธิพลอย่างชัดเจนต่อคุณภาพน้ำทุกหัวข้อในการวิจัยนี้ แต่อุณหภูมิอากาศกลับไม่มีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อการเจริญเติบโตของปลานิลในบ่อเลี้ยงแบบต่างๆของเกษตรกรฯ จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบแล้วว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.05)ต่อคุณภาพน้ำทุกหัวข้อของการวิจัยนี้เป็นอันดับแรกก่อน หลังจากนั้นคุณภาพน้ำต่างๆเหล่านี้ จึงไปมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ(P<0.01)ต่อการเจริญเติบโตของปลานิลเป็นอันดับสองอีกต่อไป แต่อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าเสียดายอย่างยิ่ง ที่การวิจัยโดยการ

รวบรวมข้อมูลย้อนอดีตระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2554 ครั้งนี้ คณะผู้วิจัยไม่สามารถรวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ(Water temperature)ในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ดังนั้น จึงไม่สามารถวิเคราะห์หาอิทธิพลโดยตรงระหว่างอุณหภูมิน้ำของบ่อเลี้ยงปลานิลกับปัจจัยอื่นๆในครั้งนี้ได้

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศ(Air temperature)ต่อคุณภาพน้ำโดยรวมทั้งด้านเคมีและกายภาพในบ่อปลานิล จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 - 2554

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	7	82.0101	11.7157	**2.56***	2.36	3.39	0.0363
Error	3	123.3483	4.5685				
Total	10	205.3585					

Adjusted r square = 0.24362730

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศ(Air temperature)ต่อความชื้นในอากาศ(Humidity)และปริมาณน้ำฝน(Rain water) อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 - 2554

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	2	83.0741	41.5370	**10.87****	3.32	5.39	0.0004
Error	32	122.2844	3.8214				
Total	34	205.3585					

Adjusted r square = 0.36731515

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลของความชื้นในอากาศ(Humidity) ต่ออุณหภูมิอากาศ(Air temperature) และปริมาณน้ำฝน(Rain water) อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 - 2554

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	2	1950.5648	975.2824	**30.16****	3.32	5.39	0.0000
Error	32	1034.8651	32.3395				
Total	34	2985.4299					

Adjusted r square = 0.63169654

ตารางที่ 6 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลของปริมาณน้ำฝน(Rain water) ต่ออุณหภูมิอากาศ(Air temperature) และความชื้นในอากาศ(Humidity) อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 - 2554

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	2	251.8125	125.9063	**34.35****	3.32	5.39	0.0000
Error	32	117.2857	3.6652				
Total	34	369.0982					

Adjusted r square = 0.66237698

ตารางที่ 7 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลโดยรวมของคุณภาพน้ำด้านเคมีและกายภาพ(Chemical and physical factors)ต่อน้ำหนักปลานิล (Fish weigh) อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 - 2554

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	7	49603.8776	7086.2682	**51.95****	2.36	3.39	0.0000
Error	27	3682.6290	136.3937				
Total	34	53286.5067					

Adjusted r square = 0.91297263

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลโดยรวมของคุณภาพน้ำด้านเคมีและกายภาพ(Chemical and physical factors)ต่อความยาวปลานิล (Fish length) อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 - 2554

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	7	460.5605	65.7944	**47.08****	2.36	3.39	0.0000
Error	27	37.7317	1.3975				
Total	34	498.2922					

Adjusted r square = 0.90464640

2. ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ต่อ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพในปัจจุบัน (พ.ศ.2555) ว่ามีผลหรือไม่อย่างไร ต่ออัตราการเจริญเติบโตปลานิลที่เลี้ยง ณ ตำบลแม่แก็ด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อเปรียบเทียบกับอดีตย้อนหลัง 5 ปี(พ.ศ. 2551-2555)

2.1 <u>ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2555</u>

2.1.1 <u>ฟาร์มที่ 1</u> : เป็นบ่อดินเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์โดยใช้แผ่นพลาสติก รองพื้นบ่อ พบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยรวมต่อคุณภาพน้ำทั้งด้านเคมีและกายภาพทุกหัวข้อของการศึกษาครั้งนี้ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (F = 5.63**) (ตารางที่ 9) และอุณหภูมิอากาศยังมีอิทธิพลโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ(F = 8.48**)ต่อค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ(pH) และปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำ (DO) เช่นกัน (ตารางที่ 10) และเมื่อวิเคราะห์การมีอิทธิพลแบบเฉพาะเจาะจงกับคุณภาพน้ำแต่ละหัวข้อนั้น พบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลแบบเฉพาะเจาะจงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อปริมาณออโธฟอสเฟต(PO_4-P) (F = 17.25**) (ตารางที่ 11) และมีอิทธิพลเจาะจงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนในน้ำ(NO_3-N) (F = 5.92*) (ตารางที่ 12) และปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำ(DO) (F = 4.08*) (ตารางที่ 13) ตามลำดับ นอกจากนี้ อุณหภูมิอากาศยังมีอิทธิพลโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อการเจริญเติบโตทั้งน้ำหนักและขนาดปลานิล (F = 9.95**) (ตารางที่ 14)

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยรวมเพื่อค้นหาอิทธิพลการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate change) จากปัจจัยอื่น เช่น ความชื้นในอากาศ(Humidity)และปริมาณน้ำฝน(Rain water)นั้น พบว่า ทั้งความชื้นในอากาศและปริมาณน้ำฝน ต่างก็ไม่มีอิทธิพลโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อคุณภาพน้ำในทุกหัวข้อของการศึกษาครั้งนี้ (F = 0.30ns และ F = 0.29ns ตามลำดับ) แต่ความชื้นในอากาศมีอิทธิพลเฉพาะเจาะจงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อปริมาณน้ำฝน (F = 52.19**) (ตารางที่ 15) และปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลเฉพาะเจาะจงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่ออุณหภูมิอากาศ (F = 9.48**) (ตารางที่ 16) เป็นที่น่าสังเกตว่า อุณหภูมิอากาศกลับไม่มีอิทธิพลแบบเจาะจงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความชื้นในอากาศ โดยแสดงอิทธิพลออกมาอย่างไม่ชัดเจน (F = 0.01ns) แต่อุณหภูมิอากาศกลับมีอิทธิพลเฉพาะเจาะจงโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อทั้งความชื้นในอากาศและปริมาณน้ำฝนในเวลาเดียวกัน (F = 12.14**) (ตารางที่ 17) นอกจากนี้

เมื่อวิเคราะห์ค้นหาอิทธิพลของความชื้นในอากาศและปริมาณน้ำฝนต่อการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดินรองพื้นด้วยพลาสติกของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 นี้พบว่า ปัจจัยจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทั้งสองนี้ไม่มีอิทธิพลใดๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการเจริญเติบโตของปลานิล (F = 0.46ns และ F = 0.10ns ตามลำดับ)

ดังนั้น จากข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2555 (5 ปี) ที่ได้ของการศึกษาในฟาร์มที่ 1 ครั้งนี้พอที่จะสามารถสรุปในเบื้องต้นได้ว่า ปัจจัยจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate change factors) ที่มีอิทธิพลชัดเจนต่อคุณภาพน้ำด้านเคมี กายภาพ และการเจริญเติบโตปลานิลคือ อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) มิใช่ความชื้นในอากาศ (Humidity) และปริมาณน้ำฝน (Rain water) แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลา 5 ปีดังกล่าวนี้ จะมีผลสัมพันธ์กันอย่างแยกกันไม่ออกกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนและความชื้นในอากาศอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าเสียดาย ที่คณะผู้วิจัยไม่สามารถรวบรวมข้อมูลย้อนอดีตของอุณหภูมิน้ำ (Water temperature) ในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกรในฟาร์มที่ 1นี้ไว้ได้ จึงไม่สามารถวิเคราะห์หาอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำ ที่มีต่อคุณภาพน้ำ และการเจริญเติบโตของปลานิลในบ่อเกษตรกรฟาร์มที่ 1 นี้

ตารางที่ 9 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ต่อคุณภาพน้ำด้านเคมี (Chemical factors) และกายภาพ (Physical factors) ในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกรฟาร์มที่ 1 ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	7	155.8379	22.2626	**5.63****	2.25	3.12	0.0002
Error	46	181.8852	3.9540				
Total	53	337.7231					

Adjusted r square = 0.37948161

ตารางที่ 10 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ต่อค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ(pH)และปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำ(DO)ในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	2	84.3089	42.1544	8.48**	3.15	4.98	0.0010
Error	51	253.4142	4.9689				
Total	53	337.7231					

Adjusted r square = 0.22021320

ตารางที่ 11 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลแบบเฉพาะเจาะจงของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ต่อปริมาณออโธฟอสเฟต(PO_4-P) ในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	1	84.1305	84.1305	17.25**	4.00	7.08	0.0003
Error	52	253.5926	4.8768				
Total	53	337.7231					

Adjusted r square = 0.23467063

ตารางที่ 12 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลแบบเจาะจงของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ต่อปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) ในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	1	34.5444	34.5444	5.92*	4.00	7.08	0.0174
Error	52	303.1787	5.8304				
Total	53	337.7231					

Adjusted r square = 0.08502249

ตารางที่ 13 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลแบบเจาะจงของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ต่อปริมาณกาซออกซิเจนละลายน้ำ(DO) ในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	1	24.5440	24.5440	**4.08***	4.00	7.08	0.0460
Error	52	313.1791	6.0227				
Total	53	337.7231					

Adjusted r square = 0.05484178

ตารางที่ 14 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ต่อการเจริญเติบโตทั้งน้ำหนักและขนาดปลานิล ในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 ณ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	2	93.7858	46.8929	**9.95****	3.15	4.98	0.0004
Error	51	240.3450	4.7126				
Total	53	334.1309					

Adjusted r square = 0.25247755

ตารางที่ 15 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลแบบเฉพาะเจาะจงของความชื้นในอากาศ (Humidity) ที่มีต่อปริมาณน้ำฝน(Rain water) ในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	1	284.5565	284.5565	**52.19****	4.00	7.08	0.0000
Error	52	283.5290	5.4525				
Total	53	568.0856					

Adjusted r square = 0.49130635

ตารางที่ 16 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลแบบเฉพาะเจาะจงของปริมาณน้ำฝน (Rain water) ที่มีต่ออุณหภูมิอากาศ(Air temperature) ในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	1	52.0758	52.0758	**9.48****	4.00	7.08	0.0036
Error	52	285.6473	5.4932				
Total	53	337.7231					

Adjusted r square = 0.13793118

ตารางที่ 17 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ที่มีต่อความชื้นในอากาศ(Humidity)และปริมาณน้ำฝน(Rain water) ในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	1	108.9396	54.4698	**12.14****	3.15	4.98	0.0001
Error	52	228.7835	4.4860				
Total	53	337.7231					

Adjusted r square = 0.29600491

2.1.2 <u>ฟาร์มที่ 2</u> เป็นบ่อดินเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ที่ไม่มีการรองพื้นบ่อด้วยแผ่นพลาสติกแต่อย่างใด การวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2555 (5 ปี) พบว่า อุณหภูมิอากาศไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อคุณภาพน้ำด้านเคมีและกายภาพ(F = 1.47ns) (ตารางที่ 18) แต่อุณหภูมิอากาศนี้มีอิทธิพลแบบเฉพาะเจาะจงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อปริมาณออโธฟอสเฟต (PO_4-P) (F = 4.23*) (ตารางที่ 19) นอกจากนี้อุณหภูมิอากาศยังมีอิทธิพลโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อน้ำหนักและขนาดปลานิล (F = 3.72*) (ตารางที่ 20) จากข้อมูลที่ได้มาข้างต้นนี้ เป็นที่น่าสนใจว่าทำไมอุณหภูมิอากาศจึงไม่มีอิทธิพลโดยรวมต่อคุณภาพน้ำในบ่อปลานิล แต่ทำไมอุณหภูมิอากาศจึงแสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติชัดเจนโดยตรงต่อทั้งปริมาณออโธฟอสเฟตในน้ำและการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดินของเกษตรกรในฟาร์มที่ 2 นี้เลย เป็นไปได้หรือไม่ที่ระบบการบริหารอาหารและจัดการคุณภาพน้ำบางอย่าง ตามวิถีภูมิปัญญาท้องถิ่นของเกษตรกรฟาร์มที่ 2 นี้ จะมีการดำเนินการอย่างอื่นเข้ามาประกอบร่วมด้วย จนกระทั่ง

ระบบภูมิปัญญาท้องถิ่นดังกล่าวนี้ ส่งผลมีอิทธิพลโดยตรงต่อขบวณการณ์ปรับสมดุลคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ ได้มากกว่าอิทธิพลโดยตรงที่มาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศดังเช่นในกรณีของเกษตรกรฟาร์มที่ 1 ทั้งๆที่เมื่อพิจารณาอิทธิพลที่มีต่อกันระหว่างปัจจัยจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอื่นๆในการศึกษาครั้งนี้ เช่น ความชื้นในอากาศและปริมาณน้ำฝนแล้วก็พบว่า ปัจจัยต่างๆเหล่านี้ก็แสดงอิทธิพลต่อกันและกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกับข้อมูลที่แสดงปัจจัยสภาวะแวดล้อมในฟาร์มที่ 1 เพราะฟาร์มทั้งสองแห่งนี้ตั้งอยู่ในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่เช่นเดียวกัน เป็นไปได้หรือไม่ที่ระบบบริหารการให้อาหารปลานิลของเกษตรกรฟาร์มที่ 2 แห่งนี้มีการให้อาหารมากขึ้นตามอุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นและลดอาหารลงเมื่ออุณหภูมิลดลง ทั้งนี้คณะผู้วิจัยใช้สมมุติฐานมาจากการสังเกตพฤติกรรมการกินอาหารของปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดินเชิงพาณิชย์ทั่วๆไป ที่ปลานิลมักกินอาหารเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิอุ่นขึ้น และปลานิลกินอาหารลดลงเมื่ออุณหภูมิลดลง นอกจากนี้คณะผู้วิจัยคาดว่าแหล่งที่มาของออโธฟอสเฟต (PO_4-P) ในบ่อปลานิลของเกษตรกรฟาร์มที่ 2 นี้ ควรจะมาจากแหล่งภายนอกบ่อเลี้ยงปลานิล เช่น มาจากอาหารปลาและน้ำดิบที่ระบายลงมาในบ่อปลามากกว่าการสะสมตกค้างในบ่อเลี้ยงปลาแห่งนี้ ทั้งนี้เพราะเกษตรกรมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและตากบ่อภายหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตตามขั้นตอนของการเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ทุกประการ ซึ่งถ้าหากเป็นจริงตามข้อสมมุติฐานข้างต้นนี้แล้วนั้น จะสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลวิจัย ที่อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการเจริญเติบโตปลานิล เพราะมีการใช้อาหารมากขึ้นหรือลดลงตามพฤติกรรมปลานิลที่เกี่ยวข้องตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศนั่นเอง แต่อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านี้เป็นการวิเคราะห์ในภาพกว้างระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2555 (5 ปี) ซึ่งคณะผู้วิจัยยังขาดข้อมูลอุณหภูมิน้ำ (Water temperature) ย้อนอดีตของเกษตรกรฟาร์มที่ 2 นี้เช่นกัน ดังนั้น จึงควรวิเคราะห์ข้อมูล ณ ปัจจุบันปี พ.ศ. 2555 (1 ปี) ประกอบด้วยเพื่อค้นหาความชัดเจนต่อไป

ตารางที่ 18 วิเคราะห์อิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ที่มีต่อคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	7	55.7067	7.9581	1.47ns	2.25	3.12	0.1999
Error	47	254.0846	5.4061				
Total	54	309.7913					

Adjusted r square = 0.05766576

ตารางที่ 19 วิเคราะห์อิทธิพลเฉพาะเจาะจงของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ที่มีต่อปริมาณออโธฟอสเฟต(PO_4-P) ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	1	22.8863	22.8863	4.23*	4.00	7.08	0.0421
Error	53	286.8370	5.4120				
Total	54	309.7233					

Adjusted r square = 0.05641908

ตารางที่ 20 วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ที่มีต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก (Weigh) และขนาด (Length) ของปลานิลที่เลี้ยงในฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2555 (5 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	2	38.7360	19.3680	3.72*	3.15	4.98	0.0301
Error	52	271.0553	5.2126				
Total	54	309.7913					

Adjusted r square = 0.09138668

2.2 ปี พ.ศ. 2555

2.2.1 ฟาร์มที่ 1 เป็นบ่อดินเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ ที่มีการรองพื้นบ่อด้วยแผ่นพลาสติก คณะผู้วิจัยมีการเก็บข้อมูลร่วมกันระหว่างอุณหภูมิน้ำ (Water temperature) อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ความชื้นในอากาศ (Humidity) และปริมาณน้ำฝน (Rain water) จากการวิเคราะห์ข้อมูล ณ ปัจจุบันเฉพาะ 1 ปี พ.ศ. 2555 นี้พบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลเฉพาะเจาะจงต่ออุณหภูมิน้ำเท่านั้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (F = 11.45**) (ตารางที่ 21) อุณหภูมิอากาศไม่มีอิทธิพลโดยรวมใดๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อทั้งอุณหภูมิน้ำ ความชื้นในอากาศ และปริมาณน้ำฝน (F = 14.67ns) (ตารางที่ 22) แต่อุณหภูมิน้ำมีอิทธิพลโดยรวมต่อปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) ไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N) และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 20.56*) (ตารางที่ 23) แต่ทั้งอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำต่างก็ไม่มีอิทธิพลโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญใดๆ ทางสถิติต่อคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพในบ่อปลานิลนี้(P>0.05) และยังมีข้อน่าสังเกตต่อไปอีกว่า ทั้งอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำในฟาร์มที่ 1 ปี พ.ศ. 2555 นี้ไม่มีอิทธิพลใดๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการเจริญเติบโตปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดินรองพื้นด้วยแผ่นพลาสติกอีกด้วย (F = 0.90ns และ F = 1.92ns ตามลำดับ) ผลการศึกษาที่วิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะเพียง 1 ปี พ.ศ. 2555 ที่ได้ออกมานี้ มีความแตกต่างจากข้อมูลการศึกษาในช่วงกว้างระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2555 (5 ปี) ก่อนหน้านี้ ที่แสดงผลการศึกษาออกมาอย่างชัดเจนแล้วว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อทั้งคุณภาพน้ำทุกหัวข้อ (P<0.01) และมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเช่นกัน ต่อการเจริญเติบโตของปลานิล (P<0.01)ในฟาร์มที่ 1 แห่งนี้ ความผิดปกติของการแสดงอิทธิพลดังกล่าวนี้ อาจจะมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่แปรปรวนมากขึ้นเฉพาะในปี พ.ศ. 2555 นี้หรือไม่ เพราะเมื่อวิเคราะห์อิทธิพลระหว่างกัน ของปัจจัยต่างๆที่มาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิน้ำ ความชื้นในอากาศ และปริมาณน้ำฝนเฉพาะในปี พ.ศ. 2555 นี้พบว่า อุณหภูมิอากาศไม่มีอิทธิพลโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใดๆ ต่อทั้งความชื้นในอากาศและปริมาณน้ำฝน (F = 1.14ns) ซึ่งถือเป็นข้อมูลที่น่าประหลาดใจของคณะผู้วิจัยมาก ทั้งนี้เพราะหากพิจารณาหาอิทธิพลต่อกัน ระหว่างปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมต่างๆทั้งสามหัวข้อดังกล่าวนี้ในภาพกว้างระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2555 (5 ปี)ที่ผ่านมานั้น เราพบแล้วว่าปัจจัยทั้งสามเหล่านี้มีอิทธิพลต่อกันอย่างชัดเจนในทางสถิติ (P<0.01) นอกจากนี้คณะผู้วิจัยยิ่งมีความประหลาดใจมากยิ่งขึ้นเมื่อพบว่า การเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในฟาร์มที่ 1 แห่งนี้ เฉพาะในปี พ.ศ. 2555 ไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยใดๆทั้งด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและปัจจัยด้านคุณภาพน้ำทุกหัวข้อของการศึกษานี้เลย ดังนั้น จึงอาจจะเป็นไปได้ว่าคงมีปัจจัยอื่นๆนอกจากนี้

ที่คณะผู้วิจัยยังไม่มีข้อมูลในปี พ.ศ. 2555 นี้ที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องเพิ่มเติม จึงควรมีการค้นหาคำตอบต่อไป

ตารางที่ 21 วิเคราะห์อิทธิพลแบบเจาะจงของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ที่มีต่ออุณหภูมิน้ำ (Water temperature) ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	1	3.3986	3.3986	**11.45***	7.71	21.20	0.0284
Error	4	1.1876	0.2969				
Total	5	4.5863					

Adjusted r square = 0.67630647

ตารางที่ 22 วิเคราะห์อิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ที่มีต่ออุณหภูมิน้ำ (Water temperature) ความชื้นในอากาศ (Humidity) และปริมาณน้ำฝน (Rain water) ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	3	4.3870	1.4623	**14.67ns**	19.16	99.17	0.0644
Error	2	0.1993	0.0997				
Total	5	4.5863					

Adjusted r square = 0.89134109

ตารางที่ 23 วิเคราะห์อิทธิพลโดยรวมของอุณหภูมิน้ำ (Water temperature) ที่มีต่อปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) ไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N) และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N) ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 1 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	3	15.4126	5.1375	**20.56***	19.16	99.17	0.0459
Error	2	0.4997	0.2499				
Total	5	15.9123					

Adjusted r square = 0.9214855

2.2.2 ฟาร์มที่ 2 เป็นบ่อดินเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ ไม่มีการรองพื้นบ่อด้วยแผ่นพลาสติก ผลการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อคุณภาพน้ำทางเคมี กายภาพ และการเจริญเติบโตของปลานิลเฉพาะในปี พ.ศ. 2555 ได้ผลคล้ายคลึงกับผลการศึกษาในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกรในฟาร์มที่ 1 กล่าวคือ อุณหภูมิอากาศ (Air temperature)มีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่ออุณหภูมิน้ำ (Water temperature) (F = 6.70*) (ตารางที่ 24) แต่ทั้งอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำกลับไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใดๆต่อคุณภาพน้ำในทุกหัวข้อของการศึกษานี้ และยังไม่มีอิทธิพลใดๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการเจริญเติบโตปลานิล (F = 0.91ns และ F = 1.48ns ตามลำดับ)อีกด้วย สำหรับปัจจัยจากภูมิอากาศที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพน้ำในบ่อดินเลี้ยงปลานิลของเกษตรกรในฟาร์มที่ 2 นี้คือปริมาณน้ำฝน(Rain water)เท่านั้น ทั้งนี้พบว่าปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อคุณภาพน้ำทางเคมี (NO_3-N, NO_2-N และ NH_3-N) (F= 55.18**) (ตารางที่ 25) และปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อคุณภาพน้ำทางกายภาพ (ความโปร่งแสงของน้ำ และความลึก) (F = 13.10*) (ตารางที่ 26) แต่ปริมาณน้ำฝนนี้กลับไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใดๆต่อการเจริญเติบโตของปลานิลในบ่อเกษตรกรในฟาร์มที่ 2 แห่งนี้ (F = 0.30ns)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลหาอิทธิพลต่อกันระหว่างปัจจัยจากภูมิอากาศเหล่านี้ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นในอากาศ และปริมาณน้ำฝนบริเวณฟาร์มเกษตรกรรายที่ 2 นี้พบว่า ข้อมูลคล้ายคลึงกับพื้นที่ฟาร์มเกษตรกรรายที่ 1 กล่าวคือ อุณหภูมิอากาศไม่มีอิทธิพลโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความชื้นในอากาศและปริมาณน้ำฝน (F = 2.41ns) และเมื่อวิเคราะห์แบบเฉพาะเจาะจงหาอิทธิพลระหว่างปัจจัยภูมิอากาศในพื้นที่ฟาร์มเกษตรกรรายที่ 2 นี้พบข้อมูลน่าสนใจเพิ่มขึ้นคือ อุณหภูมิอากาศไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความชื้นในอากาศ (F = 0.98ns) และปริมาณน้ำฝน (F = 3.65ns) ตามลำดับ แต่ความชื้นในอากาศ(Humidity)กลับมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อปริมาณน้ำฝน (F = 17.33**) (ตารางที่ 27) ในทำนองเดียวกันกับที่ปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อระดับความลึก (Depth) ของน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกรในฟาร์มที่ 2 แห่งนี้ (F = 27.35**) (ตารางที่ 28) และปริมาณน้ำฝนก็มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลทั้งด้านเคมีและกายภาพอีกด้วย ตามที่แสดงข้อมูลไว้ข้างต้นแล้ว แต่อย่างไรก็ตามก็ยังเป็นที่น่าสนใจต่อไป กล่าวคือ คุณภาพน้ำทุกหัวข้อในการศึกษาครั้งนี้ ไม่แสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใดๆ (P>0.05) ต่อการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในฟาร์มที่ 2 นี้เลย คณะผู้วิจัยจึงสันนิษฐานว่า อาจจะเป็นเพราะเกษตรกรในฟาร์มที่ 2 นี้มีการเปิดรับน้ำดิบ (ซึ่งมาจากแหล่งน้ำฝนเป็นหลัก) จากภายนอกฟาร์ม เพื่อนำเข้ามาสู่บ่อเลี้ยงปลานิลของตนเองบ่อยครั้งมากกว่าเกษตรกรในฟาร์มที่ 1 ดังนั้นคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลา

นิลของเกษตรกรฟาร์มที่ 2 นี้จึงค่อนข้างเหมาะสมดีตลอดเวลาของการเลี้ยงปลา จนกระทั่งไม่แสดงความมีนัยสำคัญทางสถิติออกมาให้เห็น (P<0.05) ข้อสันนิษฐานนี้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่แสดงชัดเจนว่า ปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ต่อระดับความลึกของน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลในฟาร์มที่ 2 นี้

แต่อย่างไรก็ตาม หากกลับมาพิจารณาเฉพาะประเด็นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในปี พ.ศ. 2555 ในพื้นที่ฟาร์มที่ 2 นี้อีกครั้ง จะพบปรากฏการณ์คล้ายคลึงกับที่พบในพื้นที่ฟาร์มที่ 1 กล่าวคือ พบการแปรปรวนของภูมิอากาศในปี พ.ศ. 2555 นี้ค่อนข้างชัดเจน อุณหภูมิอากาศไม่มีอิทธิพลใดๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความชื้นในอากาศและปริมาณน้ำฝน แต่ปริมาณน้ำฝนกลับมีความสัมพันธ์มาจากอิทธิพลของความชื้นในอากาศเท่านั้น จึงเกิดคำถามในขณะนี้ขึ้นว่า ความชื้นในอากาศเหล่านี้มาจากไหน ทำไมจึงมีปริมาณมากเพียงพอต่อการเกิดปริมาณน้ำฝนในปี พ.ศ. 2555 นี้ได้ ทั้งๆที่โดยปกติทั่วไปนั้นความชื้นในอากาศจะต้องสัมพันธ์และรับอิทธิพลโดยตรงมาจากอุณหภูมิอากาศก่อนเสมอ เป็นไปได้หรือไม่ ที่มวลความชื้นในอากาศเหล่านี้พัดมาจากพื้นที่อื่นเข้ามาในจังหวัดเชียงใหม่อย่างรวดเร็ว จนกระทั่งเกิดปริมาณน้ำฝนขึ้นอย่างฉับพลัน การเกิดฝนในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ในปี พ.ศ. 2555 นี้ไม่ใช่ฝนที่เกิดจากการก่อตัวจากความชื้นอากาศในพื้นที่ของจังหวัดเชียงใหม่เองโดยตรง แต่เป็นน้ำฝนที่ก่อตัวมาจากความชื้นในอากาศจากพื้นที่อื่นที่พัดเข้ามาอย่างรวดเร็วนั่นเอง หรืออาจจะเป็นน้ำฝนที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการทำฝนเทียมในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่นี้ก็ได้เช่นกัน

ตารางที่ 24 วิเคราะห์อิทธิพลแบบเจาะจงของอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ที่มีต่ออุณหภูมิน้ำ (Water temperature) ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	1	22.4766	22.4766	**6.70***	6.61	16.26	0.0482
Error	5	16.7616	3.3523				
Total	6	39.2383					

Adjusted r square = 0.48738919

ตารางที่ 25 วิเคราะห์อิทธิพลโดยรวมของปริมาณน้ำฝน (Rain water) ที่มีต่อปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) ไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N) และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N) ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	3	22.4778	7.4926	**55.18****	9.28	29.46	0.0039
Error	3	0.4074	0.1358				
Total	6	22.8852					

Adjusted r square = 0.96439924

ตารางที่ 26 วิเคราะห์อิทธิพลโดยรวมของปริมาณน้ำฝน (Rain water) ที่มีต่อค่าความโปร่งแสงของน้ำ (Water transparency) และความลึก (Depth) ในบ่อปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	2	19.8533	9.9267	**13.10***	6.94	18.00	0.0194
Error	4	3.0319	0.7580				
Total	6	22.8852					

Adjusted r square = 0.80127785

ตารางที่ 27 วิเคราะห์อิทธิพลแบบเฉพาะเจาะจงของความชื้นในอากาศ (Humidity) ที่มีต่อปริมาณน้ำฝน (Rain water) ในพื้นที่เกษตรกร ฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	1	15.7795	15.7795	**17.33****	6.61	16.26	0.0094
Error	5	4.5536	0.9107				
Total	6	20.3331					

Adjusted r square = 0.73126000

ตารางที่ 28 วิเคราะห์อิทธิพลแบบเฉพาะเจาะจงของปริมาณน้ำฝน (Rain water) ที่มีต่อระดับความลึก (Depth) ของน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลของเกษตรกร ฟาร์มที่ 2 อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 (1 ปี)

Analysis of Variance

Source of variance	df	SS	MS	F	F<0.05	F<0.01	F-Prob
Regression	1	19.3480	19.3480	**27.35****	6.61	16.26	0.0041
Error	5	3.5372	0.7074				
Total	6	22.8852					

Adjusted *r* square = 0.81452541

สรุปผลการศึกษา

1. ปี พ.ศ. 2550 พบว่า อุณหภูมิและความชื้นในอากาศ มีอิทธิพลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำทั้งทางเคมี (pH, DO, PO_4-P, NO_3-N, NO_2-N และ NH_3-N) และกายภาพ (Water transparency) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 10.90* และ F = 100.16** ตามลำดับ) ในขณะที่น้ำฝนกลับไม่มีอิทธิพลโดยตรงอย่างชัดเจนต่อคุณภาพน้ำดังกล่าว (F = 5.55ns)
2. ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2554 พบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำทั้งทางเคมีและกายภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 2.56*) ในขณะเดียวกันกับที่คุณภาพน้ำดังกล่าวนี้ มีอิทธิพลโดยครงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อทั้งน้ำหนักปลานิล (F = 51.95**) และความยาวปลานิล (F = 47.08**) ตามลำดับ
3. ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2554 ความชื้นในอากาศและปริมาณน้ำฝน ไม่แสดงอิทธิพลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำทั้งทางเคมีและกายภาพในทุกหัวข้อของการวิจัยนี้ (F = 0.97ns และ F = 0.25ns ตามลำดับ) แต่ความชื้นแสดงอิทธิพลโดยตรงต่ออุณหภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (F = 30.16**)
4. ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2554 ปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลโดยตรงต่ออุณหภูมิอากาศและความชื้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (F = 34.35**)
5. ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2554 อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อความชื้นและปริมาณน้ำฝนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (F = 10.87**)
6. ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2554 ข้อมูลโดยรวมของอุณหภูมิอากาศ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน ไม่แสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการเจริญเติบโตปลานิลทั้งด้านน้ำหนักและความยาวของปลา

7. ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2555 เกษตรกรฟาร์มที่ 1 พบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (F = 5.63**)
8. ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2555 เกษตรกรฟาร์มที่ 1 พบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อระดับความเป็นกรด-เบส(pH) และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ(DO) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (F = 8.48**)
9. ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2555 เกษตรกรฟาร์มที่ 1 พบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณออโธฟอสเฟส(PO_4-P) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (F = 17.25**)
10. ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2555 เกษตรกรฟาร์มที่ 1 พบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตปลานิล อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (F = 9.95**)
11. ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2555 เกษตรกรฟาร์มที่ 2 พบว่า อุณหภูมิอากาศไม่มีอิทธิพลโดยรวมต่อคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพทั่วๆไป อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (F = 1.47ns)
12. ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2555 เกษตรกรฟาร์มที่ 2 พบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณออโธฟอสเฟส(PO_4-P) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 4.23*)
13. ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2555 เกษตรกรฟาร์มที่ 2 พบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตปลานิล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 3.72*)
14. ปัจจุบันปี พ.ศ. 2555 เกษตรกรฟาร์มที่ 1 พบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่ออุณหภูมิน้ำ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (F = 11.45**)
15. ปัจจุบันปี พ.ศ. 2555 เกษตรกรฟาร์มที่ 1 พบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยรวมต่อปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน(NO_3-N) ไนไตรต-ไนโตรเจน(NO_2-N) และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 20.56*)
16. ปัจจุบันปี พ.ศ. 2555 เกษตรกรฟาร์มที่ 1 พบว่า อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำไม่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตปลานิล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F =0.90ns และ F = 1.92ns ตามลำดับ)
17. ปัจจุบันปี พ.ศ. 2555 เกษตรกรฟาร์มที่ 2 พบว่า อุณหภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่ออุณหภูมิน้ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 6.70*)
18. ปัจจุบันปี พ.ศ. 2555 เกษตรกรฟาร์มที่ 2 พบว่า อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำไม่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตปลานิล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F =0.91ns และ F = 1.48ns ตามลำดับ)

19. ปัจจุบันปี พ.ศ. 2555 เกษตรกรฟาร์มที่ 2 พบว่า ปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำทางเคมี (NO3-N, NO2-N และ NH3-N ตามลำดับ) และคุณภาพน้ำทางกายภาพ (ความโปร่งแสงของน้ำ และ ความลึก) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 55.18** และ F = 13.10* ตามลำดับ)
20. ปัจจุบันปี พ.ศ. 2555 เกษตรกรฟาร์มที่ 2 พบว่า ปริมาณน้ำฝนไม่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลานิล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 0.30ns)

เอกสารอ้างอิง

1. กรมอุตุนิยมวิทยา. 2553. **การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ(Climate Change)** .
   Available from : www. tmd.go.th/ncct/article/Heat%20wave.pdf.
2. กรมส่งเสริมการเกษตร. 2554. **แจ้งเตือนภัยธรรมชาติ.** Available from : http://www.doae.go.th
2. เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2547. **หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ.** ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง, คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 212 หน้า.
3. นิรนาม.2553. **บทความเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้ปริมาณอาหารในมหาสมุทรลดลงและคุกคามระบบนิเวศในทะเล.**
   Available from : http://guru.google.co.th/guru/thread?tid=545fe830fb35f668
4. หนังสือพิมพ์ไทยโพสต์. 10 กุมภาพันธ์ 2553. 22 เมษา 2553 **ร้อนทะลุเอเฉนีโญเขย่าไทย ชี้รุนแรงสุดรอบ 10 ปี.** Available from : http://www.ryt9.com/s/tpd/791990
5. หนังสือพิมพ์บ้านเมือง. 11 กุมภาพันธ์ 2553. **กรมประมงเฝ้าระวังพายุฤดูร้อนประกาศเตรียมแผนพร้อมรับภัยแล้งปี 2553.** Available from : http://www.ryt9.com/s/tpd/791990
6. นิตยสารธุรกิจสัตว์น้ำ. 2553. **สถานการณ์ปลาดุก 4 ภาค ตอนที่ 1.**
   Available from : http://www.buildborad.com/viewtopic.php/790/5966/70507/0/
7. นิวุฒิ หวังชัย. 2547. **โภชนาการสัตว์น้ำ.** คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. 86 – 88 หน้า.
8. บัญญัติ มนเทียรอาสน์ วิชาญ นุ่นสังข์ และคนุวัฒน์ เพ็งอ้น. 2547. ระบบเกษตรชีววิถีเพื่อลดต้นทุนการเลี้ยงปลานิลในบ่อแบบผสมผสาน. **รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 5 หน้า 198-204 มหาวิทยาลัยแม่โจ้,** เชียงใหม่ วันที่ 20-21 พฤษภาคม 2547.

9. บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และคนุวัฒน์ เพ็งอ้น. 2548. ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตปลากับกำลังผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำในบ่อเลี้ยงปลาเกษตรทฤษฎีใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ (พ.ย. 2545 – พ.ย. 2547). **รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 6 หน้า 180-186 มหาวิทยาลัยแม่โจ้**, เชียงใหม่. วันที่ 20-21 พฤษภาคม 2548.

10. บัญญัติ มนเทียรอาสน์ ภูสิต ปุกมณี จิราภรณ์ กิติกุล และพิมพร มนเทียรอาสน์. 2549. การใช้ปลานิลดูดซับแคดเมียมในบ่อพักน้ำเสีย คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. **รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7 หน้า 123-131 มหาวิทยาลัยแม่โจ้**, เชียงใหม่. วันที่ 23-25 พฤษภาคม 2549.

11. บัญญัติ มนเทียรอาสน์ อภินันท์ สุวรรณรัตน์ และขจรเกียรติ แซ่ตัน. 2550. เปรียบเทียบศักยภาพห่วงโซ่อาหารธรรมชาติในบ่อเลี้ยงปลาแบบธุรกิจและแบบผสมผสานเพื่อลดต้นทุนการผลิตปลานิล 12 เดือน. **วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง** 1(2) : 171-181.

12. บัญญัติ มนเทียรอาสน์ อภินันท์ สุวรรณรักษ์ นิวุฒิ หวังชัย ภูสิต ปุกมณี และจิราภรณ์ กิติกุล. 2552. เทคนิคชีววิถีกับการจัดการสิ่งแวดล้อมในบ่อเลี้ยงปลาบึกเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มคุณภาพเนื้อปลาแบบยั่งยืน. **รายงานผลการวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้.** 33 น.

13. บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และ ขจรเกียรติ์ ศรีนวลสม. 2553(ก). การใช้เทคนิคชีววิถีในระบบกรองน้ำของบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดเพื่อผลผลิตปลานิลในเชิงพาณิชย์(12 เดือน). **รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้.** 26 น.

14. บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และ ขจรเกียรติ์ ศรีนวลสม. 2553(ข). การใช้เทคนิคชีววิถีเพื่อลดปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาบึก. **บทคัดย่อการประชุมทางวิชาการประจำปี 2553 หน้า 126-127 มหาวิทยาลัยแม่โจ้** , เชียงใหม่.

15. ประพัฒน์พงศ์ ทักษิณสัมพันธ์. 2553. **เปรียบเทียบผลผลิตปลานิลจากบ่อเลี้ยงแบบชีววิถีและบ่อเลี้ยงแบบเดี่ยวในพื้นที่โครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงายในพระองค์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 104 น.

16. ปกรณ์ อุ่นประเสริฐ. 2530. **โครงการพัฒนาตำราเพื่ออาชีพสำหรับประชาชน.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 40-161 น.

17. พัชรี สิงห์สม. 2552. **การเลี้ยงกบนาร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุยโดยเทคนิคชีววิถี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 127 น.

18. ภูมิไทยฟาร์ม. 2553. **ธุรกิจเลี้ยงปลาของไทยในอนาคตจะรุ่งหรือร่วง.**

Available from : http://www.siamtilapia.com/th/news_activities/article_detail.p

19. เมฆ บุญพราหมณ์. 2530. **การเลี้ยงปลา.** คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. น. 21-104.

20. ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2524. **การควบคุมคุณสมบัติของน้ำในบ่อเลี้ยงปลา.** สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. กรมประมง. 18 น.

21. ไมโครไบโอเทค. 2536. แบคโตเซล. **วารสารสัตว์น้ำ** 4(41) : 105-106.

22. วารสารทำมาหากิน. 2548. **ธุรกิจสัตว์น้ำกับซีพีเอฟ ช่องทางรวยของเกษตรกรยุคใหม่.** Available from : http://www.chongtang.com/9c01plv11.php?tem9=bus

23. สถานการณ์การผลิต. 2552. **การตลาดและราคาปลาในประเทศ.** Available from : http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=4548

24. ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2536. **การเลี้ยงปลาน้ำจืด.** ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร กรุงเทพฯ. 106 – 116 หน้า.

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

26. สุริยา ศาสนรักกิจ. 2542 . ปุ๋ยน้ำชีวภาพ. **วารสารเทคโนโลยีปุ๋ย** 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. Available from : http://www.dmr.go.th/ewt_news.php?nid=6627&filename=ne

29. Atom. 2554. **การเพาะเลี้ยงปลานิล.** เอกสารแนะนำ สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง กรมประมง. Available from : http://blackfishes.blogspot.com

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

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. **Proc. 8th. Inter.Symp.Aqua.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*). **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 p.

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. **Hyacinth. Control. J.,** 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. **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. **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. **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. **Indian. Vet.J.,** 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.Scl.,** 42(2) : 359-361.

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

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

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

54. Borhami, B.E.A., El-Shinnawy, S., Yaeout, 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. **Marine. Pollut. Bull.,** 29(6-12) : 435-438.

57. Bucka, H. and Zurek, R. 1992. Trophic relations between phytoplankton and zooplankton in a field experimcnt in the aspect of the formation and decline of water blooms. **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

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. Fish. Scl.** 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. **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. **Aquaculture** 233, 219 – 235.

66. Swingle, H.S. 1969. **Methods of Analysis of Water, Organic Matter and Pond Bottom Soils Used in Fisheries.** Research. 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. **Food Chemistry** 65 : 453 – 460.