

บทที่ 4

ผลการศึกษาและอภิปราย

4.1 ข้อมูลเบื้องต้นจากการสัมภาษณ์เกษตรกร

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่อาศัยบริเวณรอบ ๆ พื้นที่ชุ่มน้ำบึงโจงหลง ระหว่าง มีนาคม พ.ศ. 2544 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2554 โดยใช้แบบสอบถาม มีเกษตรกรให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามจำนวนทั้งสิ้น 177 ราย ตารางที่ 4-1 แสดงจำนวนข้อมูลเกี่ยวกับเพศ อายุ ระดับการศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน และระยะเวลาที่อาศัยในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโจงหลง พบว่าเกษตรกรร้อยละ 61.6 เป็นเพศหญิง เกษตรกรส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 80.8 มีอายุมากกว่า 40 ปี ขึ้นไป และร้อยละ 85.9 มีการศึกษาระดับประถมศึกษา ครอบครัวส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 81.4 มีสมาชิกภายในครอบครัวอยู่ระหว่าง 3 - 6 คน เกษตรกรส่วนใหญ่ คือ ประมาณร้อยละ 82.5 อาศัยในบริเวณดังกล่าวมาเกินกว่า 20 ปีขึ้นไป แสดงให้เห็นว่าการปลูกข้าวยังคงเป็นอาชีพหลักของเกษตรกรในพื้นที่ บริเวณรอบ ๆ บึงโจงหลง

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลเพศ อายุ ระดับการศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน และระยะเวลาที่อาศัยในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโจงหลง ที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร 177 คน

เพศ อายุ ระดับการศึกษา และจำนวนสมาชิกในครัวเรือน		ร้อยละ
1.	เพศ	
1..1	เพศชาย	38.4
1.2	เพศหญิง	61.6
2.	อายุ	
2.1	อายุอยู่ในช่วง 21 - 30 ปี	1.7
2.2	อายุอยู่ในช่วง 31-40 ปี	17.5
2.3	อายุอยู่ในช่วง 41 - 50 ปี	33.9
2.4	อายุอยู่ในช่วง 51 - 60 ปี	24.9
2.5	อายุ 60 ปีขึ้นไป	22.0
3.	ระดับการศึกษา	
3.1	ประถมศึกษา	85.9
3.2	มัธยมศึกษา	14.1

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

เพศ อายุ ระดับการศึกษา และจำนวนสมาชิกในครัวเรือน		ร้อยละ
4.	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน	
4.1	มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวน 1 คน	0.6
4.2	มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวน 2 คน	6.8
4.3	มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวน 3 คน	11.3
4.4	มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวน 4 คน	28.8
4.5	มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวน 5 คน	23.2
4.6	มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวน 6 คน	18.1
4.7	มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวน 7 คน	7.9
4.8	มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวน 8 คน	1.7
4.9	มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวน 9 คน	0.6
4.10	มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวน 10 คน	1.1
5.	ระยะเวลาที่อาศัยในหมู่บ้าน	
2.1	อาศัยอยู่น้อยกว่า 5 ปี	6.2
2.2	อาศัยอยู่ 6 – 10 ปี	4.5
2.3	อาศัยอยู่ 11 – 15 ปี	1.7
2.4	อาศัยอยู่ 16 – 20 ปี	5.1
2.5	อาศัยอยู่ 21 – 25 ปี	6.8
2.6	อาศัยอยู่ 26 – 30 ปี	16.9
2.7	อาศัยอยู่ 31 – 35 ปี	9.0
2.8	อาศัยอยู่ 36 – 40 ปี	11.9
2.9	อาศัยอยู่ 40 ปีขึ้นไป	37.9

จากการสำรวจข้อมูลด้านอาชีพหลักและอาชีพรองของเกษตรกรที่อาศัยในบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโงะหลง พบว่าเกษตรกรร้อยละ 51.4 ทำนาเป็นอาชีพหลัก และอีกร้อยละ 46.9 ทำสวนเป็นอาชีพหลัก ส่วนใหญ่ ร้อยละ 9.6 เป็นสวนยางพารา โดยการทำสวนยางพารามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แม้แต่ในบริเวณซึ่งเคยถูกใช้เป็นพื้นที่สำหรับทำนาปลูกข้าวมาก่อน (ตารางที่ 4-2)

ตารางที่ 4-2 อาชีพหลักและอาชีพรองของเกษตรกรในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลง จำแนกตามอาชีพ ที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร 177 คน

อาชีพหลัก และอาชีพรอง		ร้อยละ
1.	อาชีพหลัก	
1.1	ทำนา	51.4
1.2	ทำสวน (สวนยางพารา)	46.9
1.3	ค้าขาย	1.7
2.	อาชีพรอง	
2.1	ทำนา	48.6
2.2	ทำสวน	
2.2.1	สวนยางพารา	9.6
2.2.2	สวนผลไม้	0.6
2.2.3	สวนปาล์ม	0.6
2.2.4	สวนยูคาลิปตัส	1.1
2.3	ทำไร่ (ไร่มันสำปะหลัง)	2.3
2.4	เลี้ยงสัตว์	
2.4.1	วัว	2.8
2.4.2	หมู	0.6
2.5	ทำการประมง	2.8
2.6	หัตถกรรม	0.6
2.7	รับจ้าง	20.9
2.8	ค้าขาย	0.6
2.9	ไม่มีอาชีพรอง	9.0

จากการสำรวจข้อมูลการปลูกข้าวของเกษตรกรในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลง จากการสัมภาษณ์และตอบแบบสอบถาม พบว่าเกษตรกรนิยมปลูกทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียวทั้งนาปีและนาปรัง โดยพันธุ์ข้าวเหนียวที่ใช้ คือ ข้าวพันธุ์ กข 6 และ กข 10 ส่วนข้าวเจ้า คือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ ปทุมธานี 1 โดยฤดูกาลปลูกข้าว (ตารางที่ 4-3) พบว่าเกษตรกรร้อยละ 59.9 ที่ปลูกเฉพาะข้าวนาปีเท่านั้นขณะที่ร้อยละ 37.9 จะปลูกทั้งข้าวนาปีและข้าวนาปรัง อย่างไรก็ตาม การปลูกข้าวนาปรังมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากราคาข้าวสูงขึ้นเป็นแรงจูงใจหลักที่ทำให้เกษตรกรหันมาทำนาปรังเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4-3 ฤดูกาลการปลูกข้าวของเกษตรกรในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลง ที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร 177 คน

ฤดูกาลปลูกข้าว	ร้อยละ
1. ข้าวนาปี	59.9
2. ข้าวนาปรัง	2.3
3. ข้าวนาปี และข้าวนาปรัง	37.9

จากการสำรวจข้อมูลด้านการผลิตข้าว (ตารางที่ 4-4) พบว่าการปลูกข้าวนาปี เกษตรกรส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 44.6 จะปลูกข้าวประมาณ 6 – 10 ไร่ ส่วนการปลูกข้าวนาปรังเกษตรกรที่ปลูกข้าวในช่วงดังกล่าว ส่วนใหญ่ คือ ประมาณร้อยละ 25.4 จะปลูกข้าวประมาณ 1- 5 ไร่ เนื่องการทำนานอกช่วงฤดูฝนในพื้นที่ นอกเขตชลประทาน เกษตรกรจำเป็นต้องมีเครื่องสูบน้ำเพื่อสูบน้ำเติมเข้านาข้าวเป็นระยะ ๆ เกษตรกร ส่วนใหญ่ คือ มากกว่าร้อยละ 80 จะปลูกข้าวในที่นาที่เป็นกรรมสิทธิ์ของตนเอง ดังนั้นการรับเทคโนโลยี การเลี้ยงปลาในนาข้าว ซึ่งอาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนแปลงนาข้าวจึงมีความเป็นไปได้ เนื่องจากการที่ เกษตรกรซึ่งเป็นเจ้าของที่ดินสามารถตัดสินใจได้ด้วยตัวเอง ผลผลิตข้าวนาปีของเกษตรกรประมาณร้อยละ 54.8 จะอยู่ระหว่าง 200 – 400 กิโลกรัม/ไร่ ขณะที่ร้อยละ 33.9 จะได้ผลผลิตสูงกว่า 400 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนผลผลิตต่อไร่ ของข้าวนาปรัง ในรายที่ปลูกข้าวนาปรัง ก่อนข้างสูงกว่าผลผลิตของข้าวนาปี ผลผลิต ของข้าวในบริเวณบึงโขงหลงค่อนข้างต่ำ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตข้าวที่ได้จากการศึกษา โดย สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว (2553) ซึ่งรายงานผลผลิตข้าวหน้าน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือตอนบนว่ามีผลผลิตเฉลี่ย 643 กิโลกรัม/ไร่ อย่างไรก็ตาม จากการสอบถามเกษตรกรพบว่า ผลผลิตข้าวนาปรังในบริเวณเดียวกันค่อนข้างสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่เกษตรกรทำนาปรังบนพื้นที่ เฉลี่ยน้อยกว่านาปีทำให้การดูแลทั่วถึงกว่า ยิ่งไปกว่านั้นการควบคุมปริมาณน้ำอาจมีประสิทธิภาพกว่านา น้ำฝนเนื่องจากในฤดูฝนมีความเสี่ยงต่อน้ำท่วมเนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่มากเกินไปเกินความต้องการและไม่สามารถควบคุมได้ เป็นต้น



ตารางที่ 4-4 ข้อมูลเบื้องต้นในการปลูกข้าวของเกษตรกรในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลง ที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร 177 คน

		ร้อยละ	
		ข้าวนาปี	ข้าวนาปรัง
1.	พื้นที่ที่ใช้ปลูกข้าว		
1.1	พื้นที่ปลูก 1 – 5 ไร่	19.8	25.4
1.2	พื้นที่ปลูก 6 - 10 ไร่	44.6	13.0
1.3	พื้นที่ปลูก 11 - 15 ไร่	18.1	0.6
1.4	พื้นที่ปลูก 15 ไร่ขึ้นไป	15.8	1.1
1.5	ไม่ปลูก	1.7	59.9
2.	กรรมสิทธิ์การถือครองพื้นที่ปลูกข้าว		
2.1	ของตนเอง	88.1	83.1
2.2	เช่าผู้อื่น	8.5	14.1
2.3	ของตนเอง และมีการเช่าผู้อื่น	2.3	2.8
3.	ผลผลิตข้าว		
3.1	ผลผลิตข้าวน้อยกว่า 100 กิโลกรัมต่อไร่	2.3	0.6
3.2	ผลผลิตข้าว 101 – 150 กิโลกรัมต่อไร่	4.5	1.1
3.3	ผลผลิตข้าว 151 – 200 กิโลกรัมต่อไร่	3.4	0.0
3.4	ผลผลิตข้าว 201 – 250 กิโลกรัมต่อไร่	15.8	2.3
3.5	ผลผลิตข้าว 251 – 300 กิโลกรัมต่อไร่	6.8	2.3
3.6	ผลผลิตข้าว 301 – 350 กิโลกรัมต่อไร่	12.4	5.6
3.7	ผลผลิตข้าว 351 – 400 กิโลกรัมต่อไร่	19.8	8.5
3.8	ผลผลิตข้าว 400 กิโลกรัมต่อไร่ขึ้นไป	33.9	19.8
3.9	ไม่ได้ผลผลิต	1.1	59.9

จากการสำรวจ รูปแบบการจัดการผลผลิตและปัจจัยการผลิตในการปลูกข้าว (ตารางที่ 4-5) พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 71.2 ปลูกข้าวเพื่อการบริโภคภายในครัวเรือน ร้อยละ 41.8 ยังใช้วิธีการคัดพันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกเอง ขณะที่ร้อยละ 50.8 ซื้อจากกลุ่มเกษตรกร หรือสหกรณ์ เกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 58.2 ใช้แรงงานภายในครัวเรือนร่วมกับการจ้างแรงงาน เกษตรกรส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 67.8 ใส่ปุ๋ยเคมีเร่งการเจริญเติบโตของข้าว แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 77.4 ไม่ใช้สารเคมี เช่น ยาฆ่าแมลงและยา

ปราบศัตรูพืชในการปลูกข้าว การใช้ยาฆ่าแมลงส่งผลเชิงบวกต่อการส่งเสริมการเลี้ยงปลาในนาข้าวในบริเวณบึงโขงหลงเนื่องจากการใช้ยาฆ่าแมลงอาจส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (Little และคณะ, 1996)

ตารางที่ 4-5 การจัดการผลผลิตและปัจจัยการผลิตในการปลูกข้าวของเกษตรกรในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลงที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร 177 คน

	ร้อยละ
1. วัตถุประสงค์ของการปลูกข้าว	
1.1 บริโภคภายในครัวเรือน	71.2
1.2 บริโภคภายในครัวเรือน และขาย	
1.2.1 นำไปขายเองที่โรงสี	4.5
1.2.2 นำไปขายที่ตลาดรับซื้อผลผลิตกลางของภาครัฐ	5.1
1.2.3 ขายให้พ่อค้าคนกลาง	15.3
1.2.4 แปรรูปขาย	4.0
2. พันธุ์ข้าว	
2.1 ไม่ได้ซื้อพันธุ์ (คัดพันธุ์เอง)	41.8
2.2 ซื้อพันธุ์ข้าว	
2.2.1 ซื้อจากหน่วยงานราชการ	0.6
2.2.2 ซื้อจากโรงสี	0.6
2.2.3 ซื้อจากกลุ่มเกษตรกร/สหกรณ์	50.8
2.2.4 ซื้อจากร้านค้าของเอกชน	6.2
3. การใช้แรงงานคน	
3.1 ใช้แรงงานในครัวเรือน	31.1
3.2 ว่าจ้างแรงงาน	9.0
3.3 ใช้แรงงานในครัวเรือน ร่วมกับการจ้างแรงงานจากภายนอก	58.2
3.4 ไม่ใช้	1.7

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

		ร้อยละ
4.	การจัดการปุ๋ย	
4.1	มีการใส่ปุ๋ย และชนิดของปุ๋ยที่ใช้คือ	
4.1.1	ปุ๋ยเคมี	67.8
4.1.2	ปุ๋ยคอก	1.1
4.1.3	ปุ๋ยหมัก	0.6
4.1.4	ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอก	9.6
4.1.5	ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก	14.1
4.1.6	ใช้ปุ๋ยเคมี ร่วมกับปุ๋ยคอกรวมและปุ๋ยหมัก	0.6
4.2	ไม่มีการใส่ปุ๋ย	6.2
5.	การจัดการสารเคมี	
5.1	วัตถุประสงค์ของการใช้สารเคมี	
5.1.1	ไม่มีการใช้	77.4
5.1.2	ใช้เพื่อควบคุมวัชพืช	4.5
5.1.3	ใช้เพื่อปราบแมลงศัตรูพืช	18.1
5.2	ความถี่ในการใช้สารเคมี	
5.2.1	ไม่ใช้	77.4
5.2.2	ใช้จำนวน 1 ครั้ง	22.6
5.3	ลักษณะการได้มา และการนำไปใช้	
5.3.1	ไม่ใช้	77.4
5.3.2	ซื้อมาแล้วฉีดยาเอง	20.3
5.3.3	ซื้อมาแล้วจ้างผู้อื่นฉีด	2.3
5.4	ช่วงระยะเวลาการใช้สารเคมีตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว	
5.4.1	ไม่ใช้	78.0
5.4.2	ก่อนข้าวออกดอก	20.3
5.4.3	หลังข้าวออกดอก	1.7

หมายเหตุ: ข้าวเปลือกที่เกษตรกรจำหน่ายได้ ใน ปีปลูก 2553 ราคา 11-15 บาทต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 4-6 การใช้ประโยชน์จากแปลงนาข้าวเพื่อกิจกรรมอื่น ๆ ของเกษตรกรในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโจงหลง
ที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร 177 คน

การใช้ประโยชน์ในแปลงนาเพื่อกิจกรรมอื่นๆ		ร้อยละ
1.	การเลี้ยงปลาในนาข้าว	
1.1	มีการเลี้ยงปลาในนาข้าว	0.6
1.2	ไม่มีการเลี้ยงปลาในนาข้าว	99.4
2.	ผลผลิตปลาและสัตว์น้ำอื่นตามธรรมชาติ	
2.1	ไม่มีการจับ	23.7
2.2	ปริมาณการจับได้น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อปี	8.5
2.3	ปริมาณการจับได้ 11 – 20 กิโลกรัมต่อปี	13.6
2.4	ปริมาณการจับได้ 20 กิโลกรัมต่อปี ขึ้นไป	54.2
3.	พืชหลังนา	
3.1	การปลูกพืชหลังนา	
3.1.1	ไม่มีการปลูก	89.8
3.1.2	มีการปลูก คือชนิด	
(1)	ข้าวโพด	2.8
(2)	ถั่วฝักยาว	1.7
(3)	ผักกาด	2.8
(4)	พริก	2.3
(5)	มะเขือ	0.6
3.2	วัตถุประสงค์ของการปลูกพืชหลังนา	
3.2.1	บริโภคเองในครัวเรือน	66.7
3.2.2	ขาย	33.3

จากการสำรวจข้อมูลด้านการใช้ประโยชน์จากแปลงนาข้าวเพื่อกิจกรรมอื่น ๆ (ตารางที่ 4-6) พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 99.4 ยังไม่เคยเลี้ยงปลาในนาข้าว แต่มีการจับปลาจากนาข้าวที่มีอยู่ตามธรรมชาติ โดยมีเกษตรกรประมาณร้อยละ 54.2 ที่ได้ผลผลิตจากปลาธรรมชาติจากนาข้าว มากกว่า 20 กิโลกรัม/ปี เกษตรกรส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 89.8 ไม่มีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่นาที่ว่างหลังการเก็บเกี่ยว ส่วนน้อยจะปลูกพืชผักกระยะสั้น เพื่อบริโภคภายในครัวเรือนเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นหากการปล่อยปลาลงเลี้ยงในนาข้าวสามารถเพิ่มผลผลิตให้กับนาข้าวได้อย่างเป็นรูปธรรม คือ อย่างน้อยที่สุดไม่ต่ำกว่าผลผลิต

ปลาที่ได้จากธรรมชาติ น่าจะเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรหันมาสนใจรูปแบบการเลี้ยงปลาในนาข้าวเพิ่มมากขึ้น

4.2 ข้อมูลด้านนิเวศของนาข้าว

4.2.1 คุณสมบัติทางเคมีของดิน

จากการเก็บตัวอย่างดินในแปลงนาข้าวทดลอง และวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่าสภาพกรดหรือด่างของดิน (pH) เพิ่มขึ้นจากอย่างมีนัยสำคัญหลังสิ้นสุดการทำนา ($p < 0.01$) แต่สภาพกรดหรือด่างของดินของแต่ละชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย 4.18 ± 0.26 แสดงว่าดินในแปลงนาก่อนข้างเป็นกรด ซึ่งส่งผลต่อการละลายได้ของธาตุฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินบริเวณดังกล่าว ซึ่งอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว คุณสมบัติทางเคมีอื่น ๆ ของดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) ปริมาณไนโตรเจนรวม (Total nitrogen) ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus) และปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) ในดินของแปลงนาแต่ละแปลงก่อนการทำนามีปริมาณ 1.30 %, 0.08 %, 0.009 % และ 0.065 % ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ เหมาะสำหรับการทำนา อย่างไรก็ตาม การเพิ่มผลผลิตข้าวสามารถทำได้โดยการใส่ปุ๋ยขาวเพื่อเพิ่มการละลายได้ของฟอสฟอรัสในดิน หลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปริมาณของอินทรีย์วัตถุ ในโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม และปริมาณโปแตสเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นหลังจากสิ้นสุดการทำนา โดยปริมาณของอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นประมาณ 1.84 เท่า ปริมาณไนโตรเจนรวม เพิ่มขึ้นประมาณ 1.50 เท่า ปริมาณฟอสฟอรัสรวม เพิ่มขึ้นประมาณ 1.33 เท่า และปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เพิ่มขึ้นประมาณ 1.27 เท่า แต่ปริมาณธาตุอาหารเหล่านั้นของชุดการทดลองแต่ละชุดไม่แตกต่างกัน แม้ว่าชุดการทดลองที่ 2, 4, และ 6 จะมีการใส่มูลวัวในระหว่างที่มีการทดลองก็ตาม ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหารในดินอาจมีสาเหตุเนื่องมาจาก แปลงนาทุก ๆ แปลง ได้รับธาตุอาหารจากน้ำที่ไหลบ่าเข้ามายังแปลงนาดังกล่าว (ตารางที่ 4-7)

อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงปลาในนาข้าวมีบทบาทในการปรับปรุงดิน จากกระบวนการตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixation) โดยพบว่าปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสรวมของอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.6 ถึง 38.5 และการเลี้ยงปลาในนาข้าวช่วยลดการปล่อยแก๊สมีเทน (CH_4) ลงถึงเกือบร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับการทำนาแบบเดิม (Lu และ Li, 2006) ซึ่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณธาตุอาหารในแปลงนามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ในกรณีนี้แปลงนาที่ไม่มีการเลี้ยงปลาก็มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหาร ดังนั้นสาเหตุหลักจึงน่าจะมีผลมาจากปัจจัยแรก

ตารางที่ 4-7 ค่าเฉลี่ย (Mean ± Standard deviation) และพิสัย (Range) ของคุณสมบัติทางเคมีของดินในแปลงนาทดลองก่อนและหลังสิ้นสุดการทดลอง

ตัวแปร	คุณสมบัติเริ่มต้น	ชุดการทดลอง (Treatment)						ค่าเฉลี่ยชุดการทดลอง	p-value
		T1	T2	T3	T4	T5	T6		
pH	3.63±0.01 (3.62-3.64) ^a	4.26±0.12 (4.15-4.43) ^b	4.27±0.14 (4.15-4.51) ^b	4.30±0.37 (4.01-4.79) ^b	4.20±0.19 (3.92-4.38) ^b	4.12±0.13 (3.96-4.28) ^b	4.25±0.23 (3.88-4.50) ^b	4.18±0.26 (3.62-4.79)	0.004
Organic matter (%)	1.30±0.05 (1.24-1.34) ^a	2.49±0.74 (1.51-3.55) ^b	3.24±1.96 (1.45-5.52) ^{ab}	2.44±1.21 (0.94-4.00) ^{ab}	2.43±1.14 (1.34-4.37) ^{ab}	2.36±0.96 (0.75-3.20) ^{ab}	2.05±0.73 (0.95-2.80) ^{ab}	2.39±1.15 (0.75-5.52)	0.456
Total nitrogen (%)	0.08±0.02 (0.07-0.10)	0.13±0.04 (0.08-0.18)	0.16±0.10 (0.07-0.28)	0.12±0.06 (0.05-0.20)	0.12±0.06 (0.07-0.22)	0.12±0.05 (0.04-0.16)	0.10±0.04 (0.05-0.14)	0.12±0.06 (0.04-0.28)	0.642
Total phosphorus (%)	0.009±0.000 (0.009-0.009)	0.012±0.001 (0.011-0.014)	0.014±0.006 (0.007-0.022)	0.014±0.004 (0.010-0.019)	0.012±0.005 (0.007-0.021)	0.012±0.005 (0.006-0.019)	0.011±0.003 (0.007-0.014)	0.012±0.004 (0.006-0.022)	0.669
Exchangeable K (cmol/kg)	0.065±0.004 (0.062-0.069)	0.092±0.011 (0.079-0.107)	0.080±0.015 (0.069-0.105)	0.087±0.045 (0.041-0.156)	0.082±0.031 (0.051-0.133)	0.098±0.060 (0.049-0.202)	0.070±0.019 (0.046-0.090)	0.083±0.032 (0.041-0.202)	0.795

หมายเหตุ: T1=ไม่ปล่อยปลา+ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T2=ไม่ปล่อยปลา + ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T3 = ปล่อยปลาชนิด +ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T4 = ปล่อยปลาชนิด + ใส่ปุ๋ยมูลวัว
T5 = ปล่อยปลาตะเพียน + ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T6= ปล่อยปลาตะเพียน+ใส่ปุ๋ยมูลวัว

4.2.2 คุณภาพน้ำในนาข้าวทั้งด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ

จากการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำในแปลงนาทดลองแต่ละแปลง ตลอดช่วงการปลูกข้าวและเลี้ยงปลา (ตารางที่ 4-8, ภาพที่ 4-1 ถึง ภาพที่ 4-13) พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรคุณภาพน้ำของแต่ละชุดการทดลอง ซึ่ง ได้แก่ อุณหภูมิ (temperature) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen) สภาพกรดหรือด่าง (pH) การนำไฟฟ้า (conductivity) สภาพด่างรวม (total alkalinity) ความกระด้างรวม (total hardness) แอมโมเนียรวม (total ammonia nitrogen) ไนไตรต์-ไนโตรเจน (nitrite-N) ไนเตรต-ไนโตรเจน (nitrate-N) ไนโตรเจนรวม (total nitrogen) ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ (soluble reactive phosphorus) ฟอสฟอรัสรวม (total phosphorus) คลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll *a*) และความเข้มแสง (light intensity) ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยตัวแปรคุณภาพน้ำแต่ละตัวแปรของทุก ๆ ชุดการทดลอง มีค่าเฉลี่ย 26.53 ± 1.93 °C 4.53 ± 1.67 มิลลิกรัม/ลิตร 6.41 ± 0.65 , 241 ± 399 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร 16.03 ± 3.83 มิลลิกรัม/ลิตร 13.54 ± 5.98 มิลลิกรัม/ลิตร 0.070 ± 0.04 มิลลิกรัม/ลิตร 0.026 ± 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร 0.389 ± 0.08 มิลลิกรัม/ลิตร 1.148 ± 0.48 มิลลิกรัม/ลิตร 0.054 ± 0.03 มิลลิกรัม/ลิตร 0.118 ± 0.04 มิลลิกรัม/ลิตร 4.83 ± 6.40 ไมโครกรัม/ลิตร และ 77.04 ± 72.85 ลักซ์ ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของน้ำในนาข้าวอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำโดยเฉพาะปลา (Boyd และ Tucker, 1992)

ตารางที่ 4-8 ค่าเฉลี่ย (Means $\pm$ Standard Deviation) และพิสัย (Range) ของตัวแปรคุณภาพน้ำในแปลงนาทดลอง

Parameter	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Mean	p-value
อุณหภูมิ ($^{\circ}$ C)	26.40 $\pm$ 2.05 (20.4-28.7)	26.53 $\pm$ 1.89 (22.2-28.8)	26.34 $\pm$ 2.06 (20.4-28.8)	26.80 $\pm$ 1.89 (23.3-28.8)	26.68 $\pm$ 1.79 (23.2-28.7)	26.42 $\pm$ 2.02 (22.3-28.7)	26.53 $\pm$ 1.93 (20.4-28.8)	0.958
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	4.48 $\pm$ 1.58 (1.8-8.9)	4.38 $\pm$ 1.67 (1.4-7.7)	4.37 $\pm$ 1.63 (1.0-7.3)	4.50 $\pm$ 1.47 (2.0-7.5)	4.74 $\pm$ 1.90 (1.8-9.9)	4.68 $\pm$ 1.85 (2.2-9.9)	4.53 $\pm$ 1.67 (1.0 $\pm$ 9.9)	0.958
สภาพกรดหรือด่าง (pH)	6.48 $\pm$ 0.67 (5.3-8.3)	6.40 $\pm$ 0.63 (5.3-7.7)	6.54 $\pm$ 0.63 (5.2-7.7)	6.22 $\pm$ 0.60 (4.9-7.3)	6.37 $\pm$ 0.66 (5.1-7.8)	6.47 $\pm$ 0.72 (5.3-8.3)	6.41 $\pm$ 0.65 (4.9-8.3)	0.597
การนำไฟฟ้า	232 $\pm$ 405 (13-1056)	245 $\pm$ 399 (13-1033)	239.5 $\pm$ 415 (13-1130)	244 $\pm$ 402 (13-1081)	244 $\pm$ 402 (13-1073)	242 $\pm$ 410 (20-1095)	241 $\pm$ 399 (13-1130)	1.000
(ไม่โครซีเมนต์/เซนต์เมตร)								
สภาพต่างรวม	16.59 $\pm$ 3.59 (11.5-24.2)	15.89 $\pm$ 4.40 (8.0-26.5)	15.48 $\pm$ 3.33 (10.4-23.0)	16.72 $\pm$ 4.15 (11.5-26.5)	15.16 $\pm$ 3.70 (8.1-23.0)	16.35 $\pm$ 3.80 (10.4-27.6)	16.03 $\pm$ 3.83 (8.0-27.6)	0.650
(มิลลิกรัม/ลิตร)								
ความกระด้างรวม (มิลลิกรัม/ลิตร)	13.32 $\pm$ 4.79 (7.0-28.0)	12.28 $\pm$ 4.34 (6.0-21.0)	13.20 $\pm$ 4.94 (7.0-24.0)	15.24 $\pm$ 8.89 (7.0-46.0)	13.96 $\pm$ 6.59 (7.0-37.0)	13.24 $\pm$ 5.29 (6.0-27.0)	13.54 $\pm$ 5.98 (6.0-46.0)	0.640
แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัม/ลิตร)	0.067 $\pm$ 0.04 (0.013-0.138)	0.058 $\pm$ 0.03 (0.003-0.102)	0.084 $\pm$ 0.07 (0.004-0.339)	0.070 $\pm$ 0.04 (0.005-0.211)	0.072 $\pm$ 0.04 (0.009-0.205)	0.069 $\pm$ 0.03 (0.012-0.120)	0.070 $\pm$ 0.04 (0.003-0.339)	0.502
ไนโตรต-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)	0.024 $\pm$ 0.01 (0.008-0.047)	0.026 $\pm$ 0.01 (0.008-0.055)	0.026 $\pm$ 0.01 (0.008-0.051)	0.027 $\pm$ 0.01 (0.008-0.047)	0.027 $\pm$ 0.01 (0.008-0.052)	0.026 $\pm$ 0.01 (0.008-0.043)	0.026 $\pm$ 0.01 (0.008-0.055)	0.955

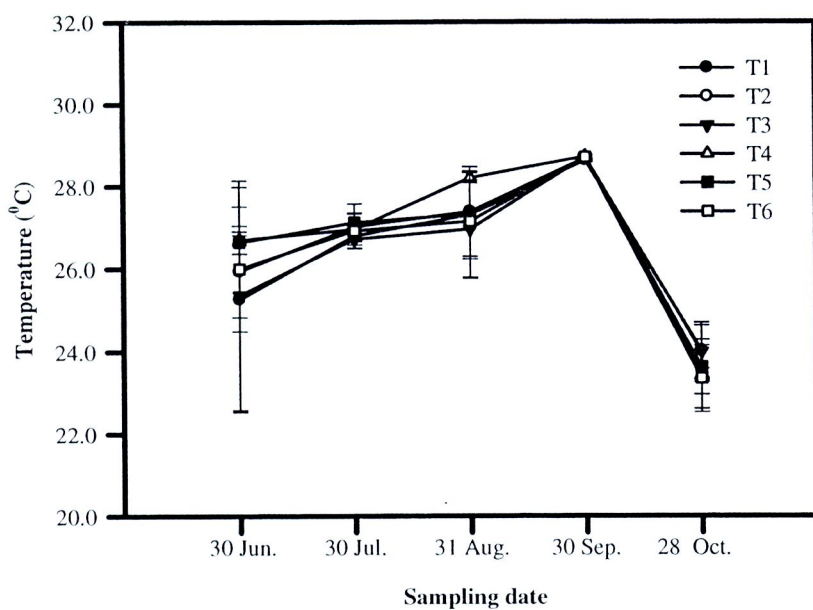


ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

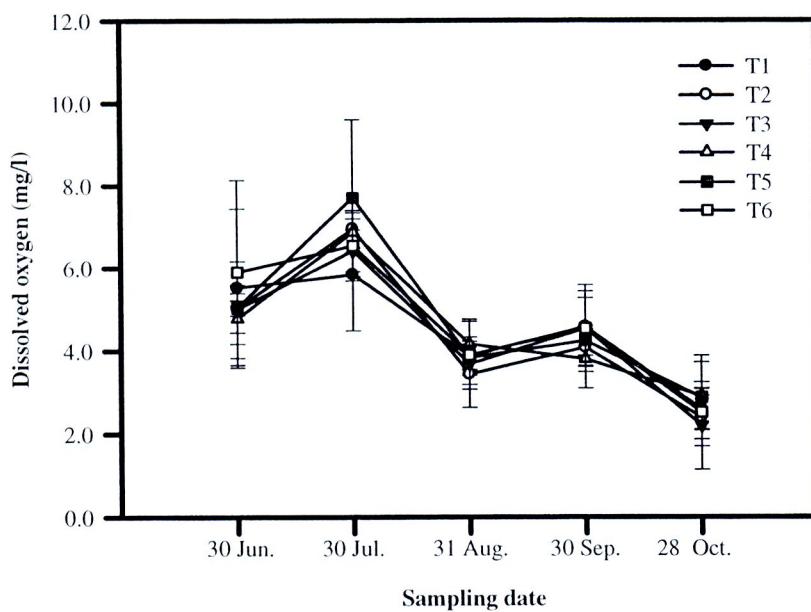
Parameter	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Mean	p-value
ไนโตรเจน-ไนโทรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)	0.388±0.08 (0.209-0.502)	0.391±0.09 (0.197-0.592)	0.392±0.08 (0.221-0.557)	0.381±0.07 (0.230-0.561)	0.384±0.08 (0.213-0.572)	0.395±0.06 (0.245-0.488)	0.389±0.08 (0.197-0.592)	0.990
ไนโทรเจนรวม (มิลลิกรัม/ลิตร)	1.134±0.49 (0.472-2.157)	1.112±0.45 (0.553-2.064)	1.183±0.45 (0.597-2.357)	1.121±0.48 (0.513-2.445)	1.176±0.50 (0.581-2.566)	1.165±0.52 (0.609-2.702)	1.148±0.48 (0.472-2.702)	0.993
ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	0.058±0.03 (0.007-0.114)	0.053±0.03 (0.001-0.115)	0.056±0.04 (0.001-0.109)	0.054±0.03 (0.007-0.100)	0.054±0.04 (0.001-0.141)	0.053±0.04 (0.001-0.148)	0.054±0.03 (0.001-0.148)	0.992
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัม/ลิตร)	0.121±0.04 (0.065-0.223)	0.120±0.04 (0.065-0.223)	0.118±0.04 (0.043-0.221)	0.122±0.03 (0.054-0.171)	0.110±0.03 (0.060-0.182)	0.114±0.03 (0.060-0.168)	0.118±0.04 (0.043-0.223)	0.865
คลอโรฟิลล์ <i>a</i> (ไมโครกรัม/ลิตร)	4.17±5.18 (0.00-21.38)	5.45±8.00 (0.00-26.73)	5.67±6.61 (0.00-21.38)	5.03±6.52 (0.00-21.38)	4.92±7.23 (0.00-32.08)	3.74±4.76 (0.00-16.04)	4.83±6.40 (0.00-32.08)	0.895
ความเข้มแสง (Lux x 100)	89.21±97.71 (0.82-186.50)	70.22±78.85 (0.59-145.60)	74.16±78.97 (1.33-156.30)	62.66±67.31 (0.76-127.40)	72.75±80.08 (1.31-148.00)	98.62±86.07 (1.26-164.60)	77.04±72.85 (0.59-186.50)	0.992

หมายเหตุ: T1=ไม่ปล่อยปลา + ไม่ใส่ยูลัว; T2=ไม่ปล่อยปลา + ใส่ยูลัว; T3 =ปล่อยปลานิล + ใส่ยูลัว; T4 =ปล่อยปลานิล + ใส่ยูลัว + ใส่ยูลัว

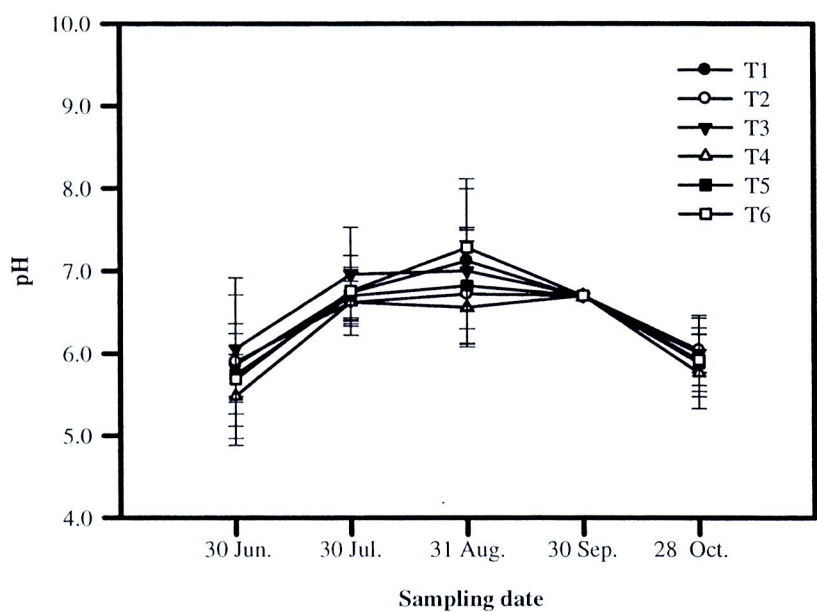
T5 =ปล่อยปลาตะเพียน + ไม่ใส่ยูลัว; T6=ปล่อยปลาตะเพียน+ใส่ยูลัว



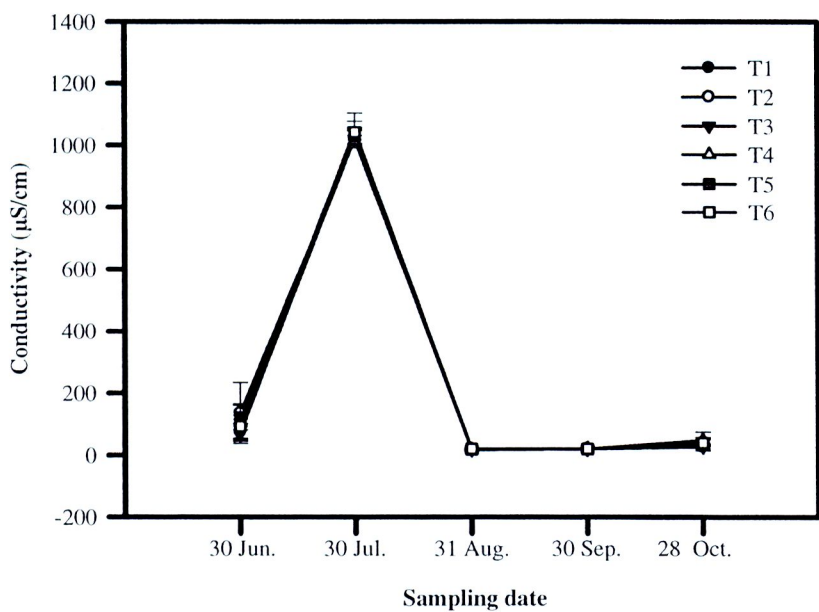
ภาพที่ 4-1 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำในแปลงนาระหว่างการทดลอง



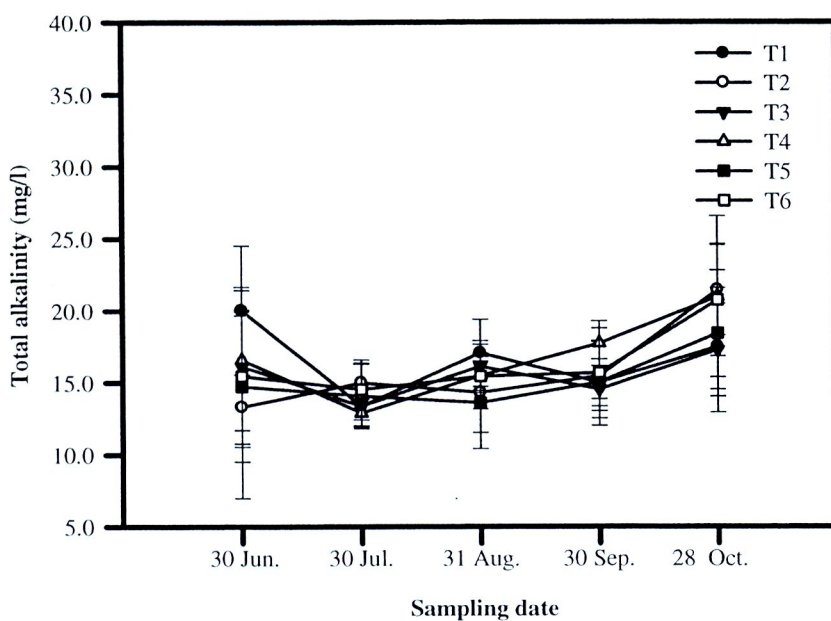
ภาพที่ 4-2 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในแปลงนาระหว่างการทดลอง



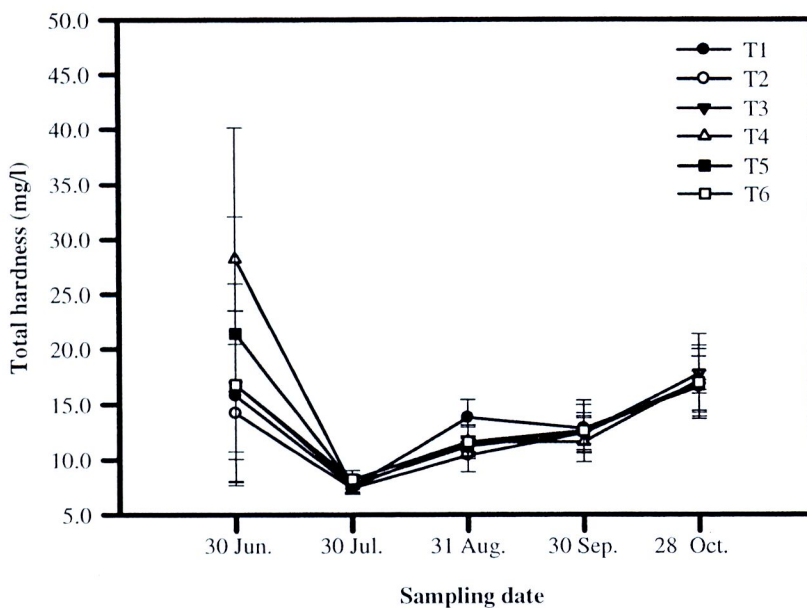
ภาพที่ 4-3 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยสภาพกรดหรือด่าง (pH) ของน้ำในแปลงนาระหว่างการทดลอง



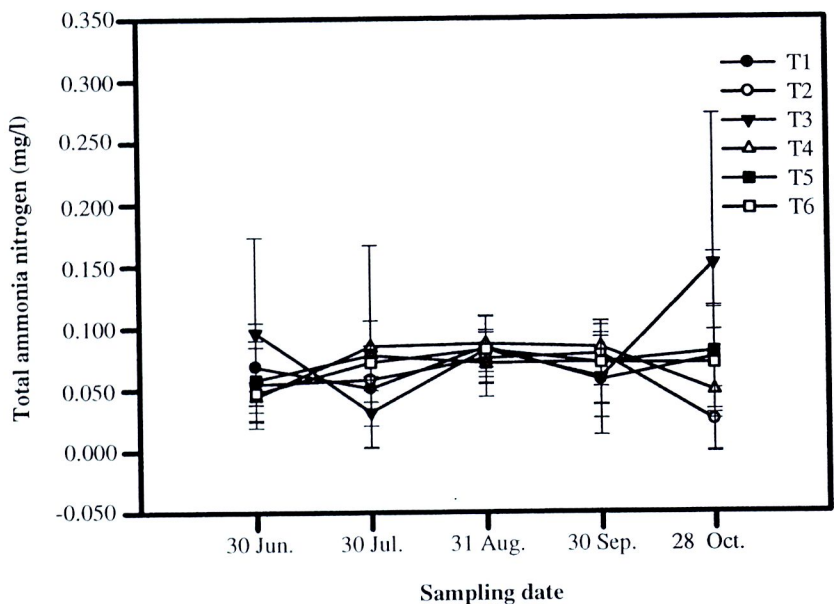
ภาพที่ 4-4 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในแปลงนาระหว่างการทดลอง



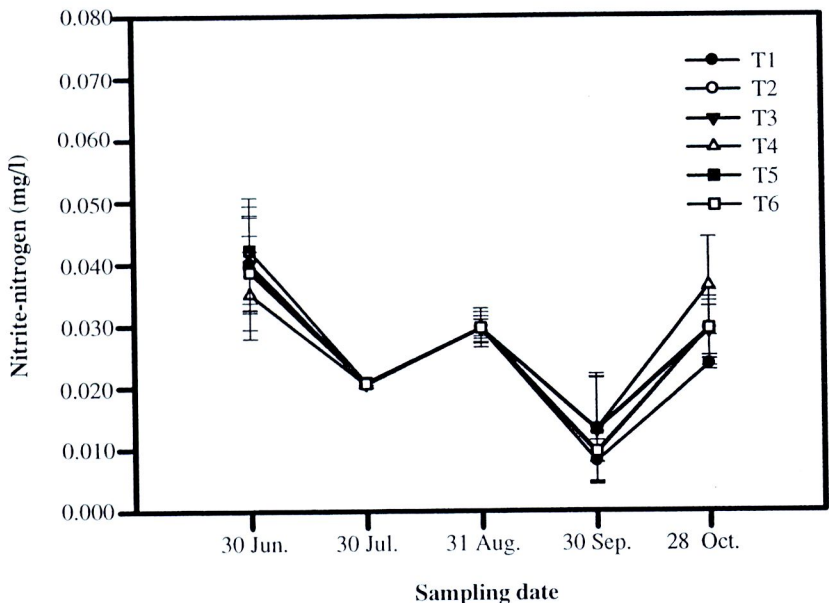
ภาพที่ 4-5 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของสภาพด่างรวมของน้ำในแปลงนาระหว่างการทดลอง



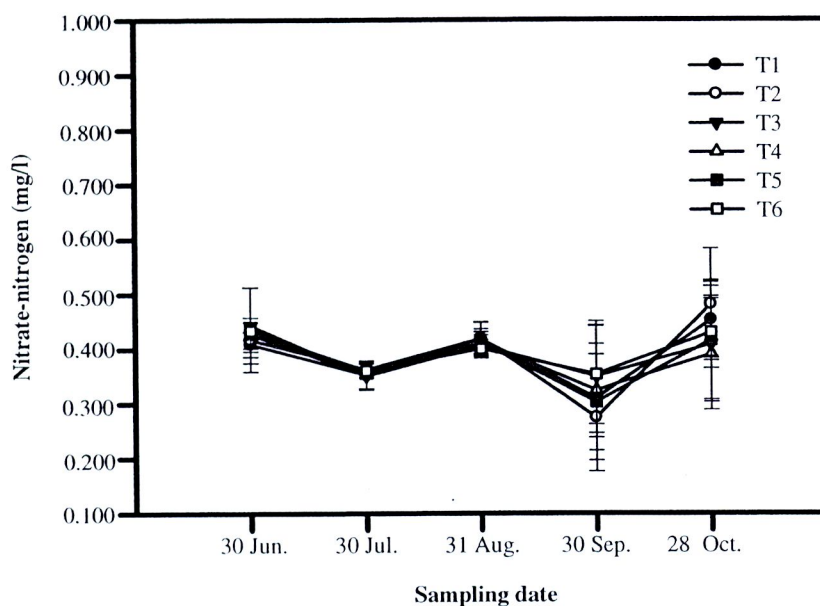
ภาพที่ 4-6 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของความกระด้างรวมของน้ำในแปลงนาระหว่างการทดลอง



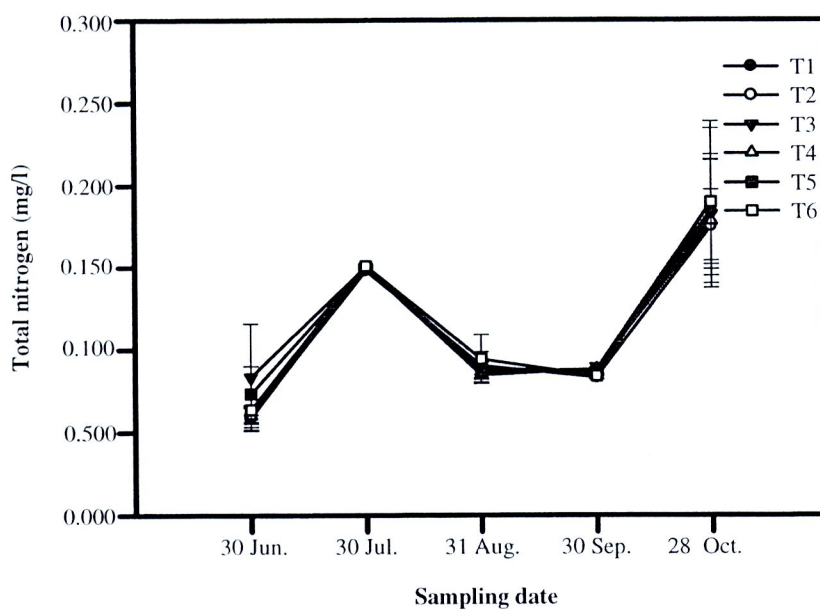
ภาพที่ 4-7 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของแอมโมเนียรวมของน้ำในแปลงนาระหว่างการทดลอง



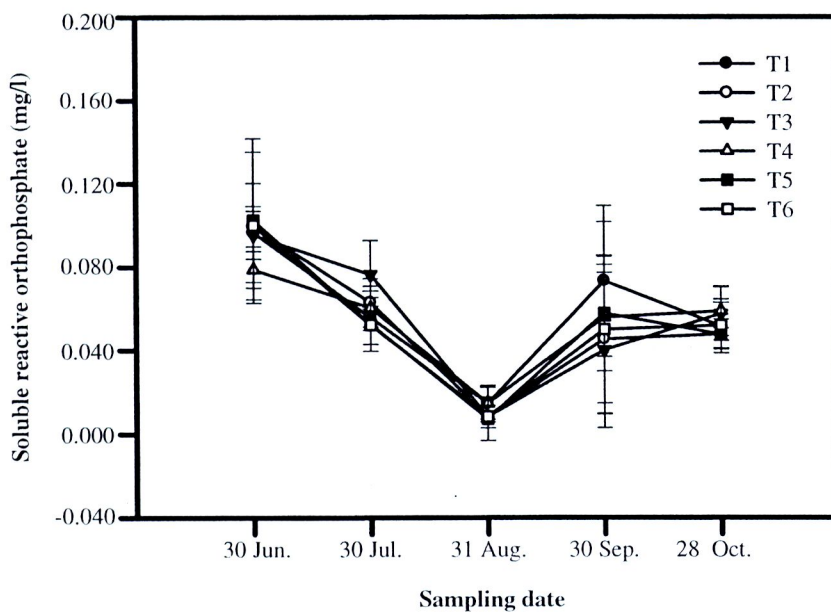
ภาพที่ 4-8 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของปริมาณไนไตรต์ของน้ำในแปลงนาระหว่างการทดลอง



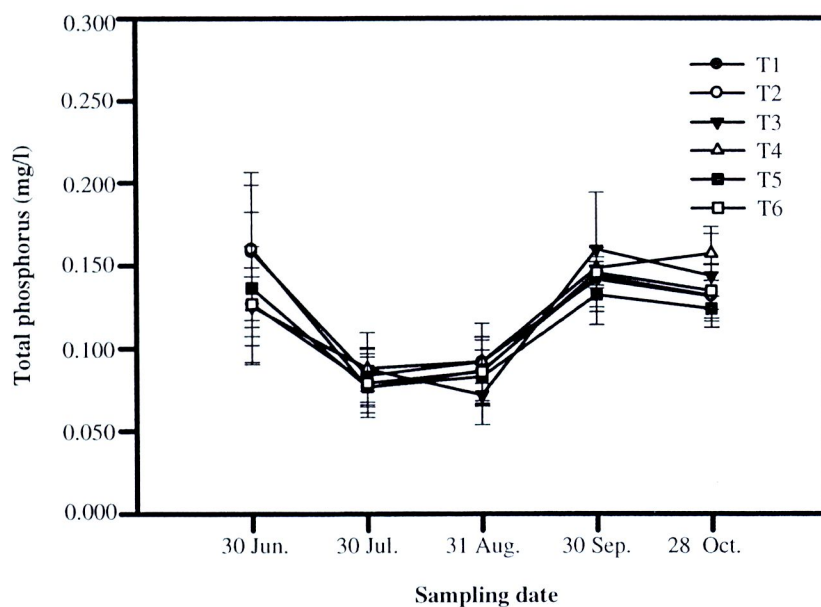
ภาพที่ 4-9 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของปริมาณไนเตรตของน้ำในแปลงนาระหว่างการทดลอง



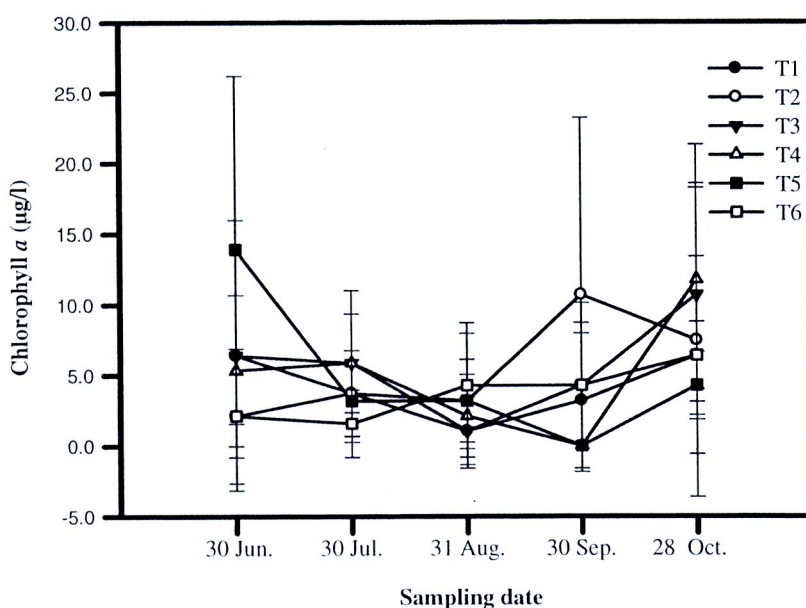
ภาพที่ 4-10 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนรวมของน้ำในแปลงนาระหว่างการทดลอง



ภาพที่ 4-11 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำได้ของน้ำในแปลงนาระหว่างการทดลอง



ภาพที่ 4-12 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสรวมในน้ำของน้ำในแปลงนาระหว่างการทดลอง



ภาพที่ 4-13 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำของน้ำในแปลงนาระหว่างการทดลอง

4.2.3 สัตว์หน้าดิน (Zoobenthos)

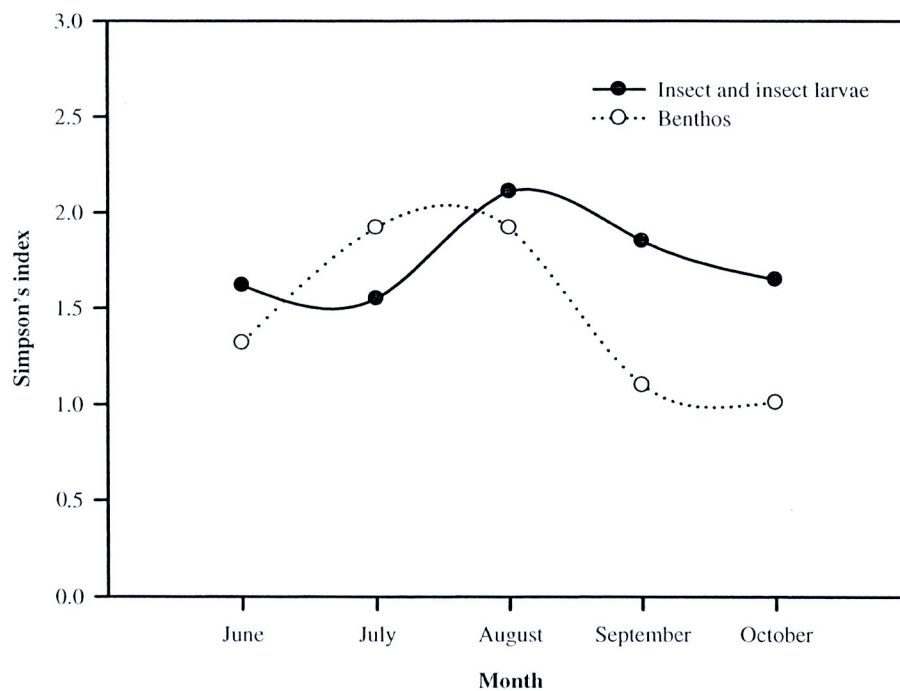
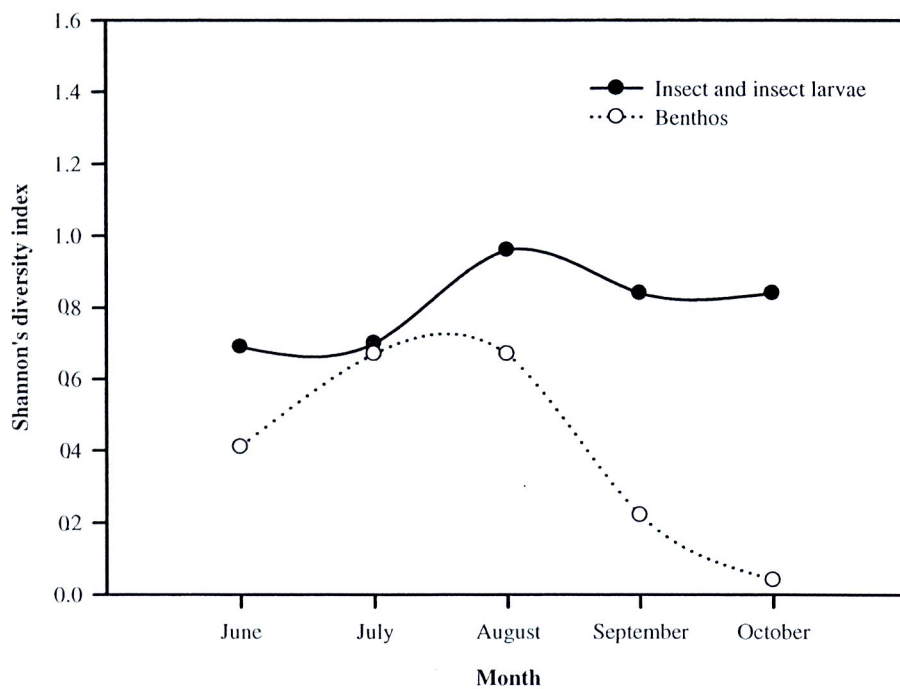
จากการศึกษาปริมาณของสัตว์หน้าดิน (zoobenthos) ในแปลงนาทดลอง พบว่ามีสัตว์หน้าดิน รวมถึงสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (invertebrates) อื่น ๆ ได้แก่ ตัวอ่อนของแมลงและแมลง (ตารางที่ 4-9) ซึ่งจำแนกออกเป็น 8 Order สิ่งมีชีวิตในกลุ่มแมลงและตัวอ่อนของแมลงมีความชุกชุมสูงที่สุดในช่วงเดือนกันยายน คือ 2,460 ตัว/ตารางเมตร มีค่าเฉลี่ยตลอดช่วงการทำนา 890 ± 915 ตัว/ตารางเมตร ส่วนสัตว์หน้าดิน มีความชุกชุมสูงที่สุดในช่วงเดือน ตุลาคม คือ 3,956 ตัว/ตารางเมตร มีค่าเฉลี่ยตลอดช่วงการทำนา $1,022 \pm 1,704$ ตัว/ตารางเมตร จากการวิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายของแมลงและตัวอ่อนแมลง พบว่ามีค่า Species Richness, Shannon's Diversity, Simpson's index, Shannon's evenness และ Simpson's evenness เฉลี่ย 4.60 ± 0.89 , 0.81 ± 0.11 , 1.76 ± 0.23 , 0.53 ± 0.05 และ 0.39 ± 0.05 ตามลำดับ สถานภาพของความหลากหลายของแมลงและตัวอ่อนแมลงที่ได้ศึกษาโดย Asghar (2010) พบว่ามีค่า Species Richness, Shannon's Diversity, Simpson's index และ Shannon's evenness เฉลี่ย 32 ± 41 , 1.89 ± 1.18 , 0.32 ± 0.30 และ 0.75 ± 0.11 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินพบว่ามีค่า Species Richness, Shannon's Diversity, Simpson's index, Shannon's evenness และ Simpson's evenness เฉลี่ย 2.40 ± 0.55 , 0.40 ± 0.28 , 1.45 ± 0.44 , 0.55 ± 0.43 และ 0.66 ± 0.30 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-10, ภาพที่ 4-14 ถึง ภาพที่ 4-15)

ตารางที่ 4-9 ชนิดของสัตว์หน้าดินและสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ ที่พบในแปลงนาทดลอง

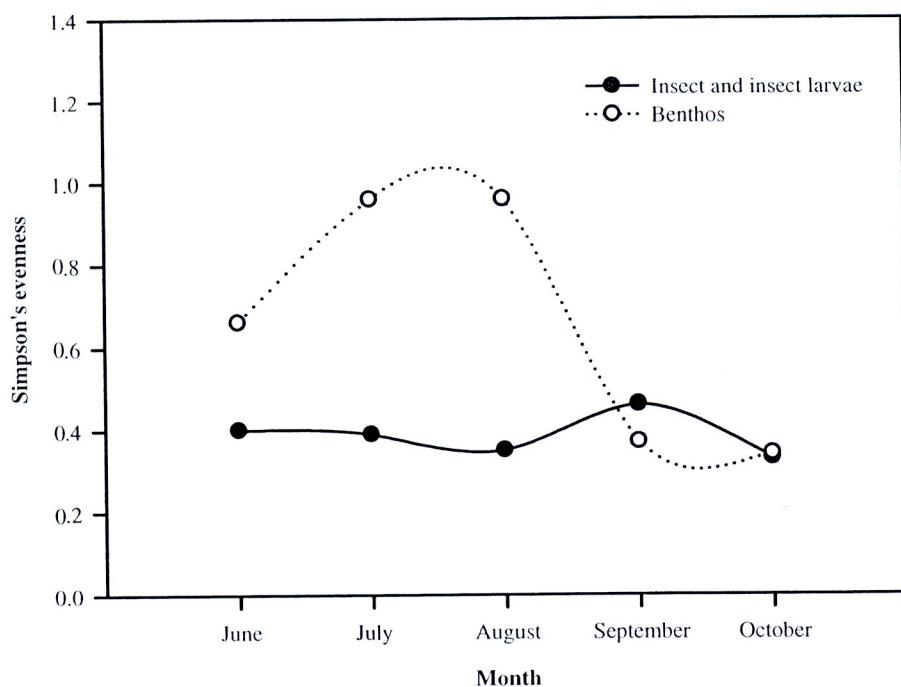
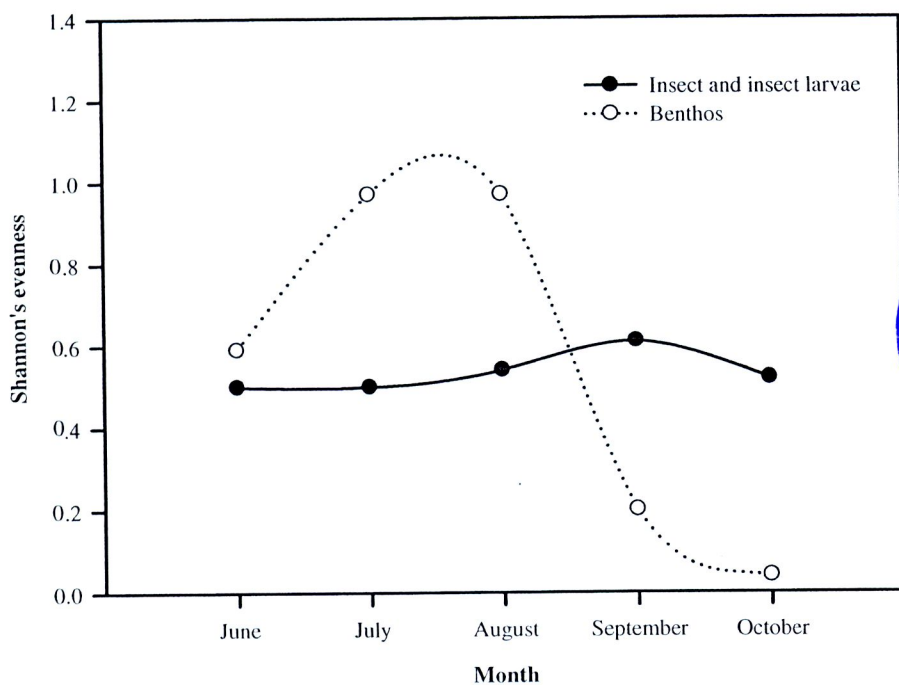
Group	Taxonomy				Trophic guide						
	Phylum	Class	Order	Family	Common name	Thai name	Functional Feeding Group	Ref.			
Insect and insect larvae	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera		Mayfly nymph	แมลงชีปะขาว	Herbivores (detritus and periphyton)	Resh and Cardé (2003)			
					Dragonfly larvae	แมลงปอ	Predator	White และคณะ(2005)			
					Damselfly larvae	แมลงปอเขียว	Predator	White และคณะ (2005)			
				Corixidae	Water boatmen	มวนกรรเชียง	Predator, piercer (Algae and other minute organism)	White และคณะ (2005)			
						จิ้งจกน้ำ	Predator	White และคณะ (2005)			
				Hydrometridae	Water measurer	มวนเขม	Predator	White และคณะ (2005)			
						Diptera	Non-biting midge larvae	หนอนแดง	Herbivores and detritivores	White และคณะ (2005)	
				Ceratopogonidae	Biting midge larvae			ริ้น	Predator	White และคณะ (2005)	
				Culicidae	Mosquito larvae and pupae	ยุง	Filter-collector, collector-gatherer	White และคณะ (2005)			
				Benthos	Arachnida	Acarina: Hydracarina (suborder)		Water mite	แมงมุม	predators	Gledhill (1985)
								Freshwater prawn	กุ้งฝอย	Predator	Resh และ Cardé (2003)
								Freshwater snail	หอยฝาเดียว	Herbivores and detritivores	Resh และ Cardé (2003)
								Roundworms	หนอนตัวกลม	Feed mainly on bacteria and unicellular eukaryotes	Resh และ Cardé (2003)

ตารางที่ 4-10 ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีกระดูกสันหลัง (Mean ± Standard deviation)

Group	Abundance (inds./m ²)	Species Richness	Shannon's Diversity	Simpson's index	Shannon's evenness	Simpson's evenness
Insect and insect larvae						
June	322	4	0.69	1.62	0.50	0.40
July	190	4	0.70	1.55	0.50	0.39
August	852	6	0.96	2.11	0.54	0.35
September	2,460	4	0.84	1.85	0.61	0.46
October	624	5	0.84	1.65	0.52	0.33
Mean±SD	889.60±915.11	4.60±0.89	0.81±0.11	1.76±0.23	0.53±0.05	0.39±0.05
One-Sample Test						
t (n=5)	2.174	11.500	16.005	17.327	26.182	17.160
p-value	0.095	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Benthos						
June	21	2	0.41	1.32	0.59	0.66
July	25	2	0.67	1.92	0.97	0.96
August	20	2	0.67	1.92	0.97	0.96
September	1086	3	0.22	1.10	0.20	0.37
October	3956	3	0.04	1.01	0.04	0.34
Mean±SD	1,021.60±1703.85	2.40±0.55	0.40±0.28	1.45±0.44	0.55±0.43	0.66±0.30
One-Sample Test						
t (n=5)	1.341	9.798	3.240	7.388	2.886	4.861
p-value	0.251	0.001	0.032	0.002	0.045	0.008



ภาพที่ 4-14 ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงและตัวอ่อนแมลง และสัตว์หน้าดินในแปลงนา ระหว่างการทดลอง



ภาพที่ 4-15 คำนีการกระจายตัวของแมลงและตัวอ่อนแมลง และสัตว์หน้าดินในแปลงนาระหว่างการทดลอง

4.2.4 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอน

จากการศึกษาพบแพลงก์ตอนทั้งสิ้น 5 ชนิด จาก 5 Phylum (ตารางที่ 4-11) ได้แก่ *Chlorella* sp. *Microcystis* sp. *Euglena* sp. *Amoeba proteus* และ Rotifer โดยปริมาณแพลงก์ตอนมีความชุกชุมสูงที่สุดในเดือน สิงหาคม ชนิดของแพลงก์ตอนที่มีความชุกชุมสูงที่สุดคือ *Microcystis* sp. ซึ่งจัดเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และจากการวิเคราะห์ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนในแปลงทดลอง (ตารางที่ 4-12) พบว่า Species Richness มีค่าเฉลี่ย 2 ± 0.69 Shannon's Diversity มีค่าเฉลี่ย 0.38 ± 0.30 Simpson's index มีค่าเฉลี่ย 1.39 ± 0.37 Shannon's evenness มีค่าเฉลี่ย 0.63 ± 0.14 และ Simpson's evenness มีค่าเฉลี่ย 0.76 ± 0.16 โดยดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนในแต่ละชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

ตารางที่ 4-11 ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนที่สำรวจพบ

กลุ่ม (Group)	อนุกรมวิธาน (Classification)		Abundance (%)					
			มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	รวม
แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton)	Chlorophyta (Phylum):	<i>Chlorella</i> sp.	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00	2.84
	Chlorellales (Order):							
	Chlorellaceae (Family)							
	Cyanobacteria (Phylum):	<i>Microcystis</i> sp.	0.00	9.93	35.46	17.02	11.35	73.76
	Chroococcales (Order):							
	Microcystaceae (Family)							
	Euglenozoa (Phylum):	<i>Euglena</i> sp.	8.16	0.89	6.92	5.32	1.59	22.88
	Euglenales (Order):							
แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton)	Euglenaceae (Family)							
	Tubulinca (Phylum):	<i>Amoeba</i>	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35
	Tubulinida (Order):	<i>proteus</i>						
	Amoebidae (Family)							
	Rotifera (Phylum):	Rotifer	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
รวม			8.69	10.82	42.38	25.18	12.94	100

ตารางที่ 4-12 ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอน (Mean± Standard deviation)

Treatment	Plankton diversity indices					
	Abundance	Species	Shannon's	Simpson's	Shannon's	Simpson's
	(individual / l)	Richness	Diversity	index	evenness	evenness
T1	6,733±4,884	2±0.84	0.27±0.28	1.21±0.24	0.52±0.09	0.75±0.23
T2	5,534±3,955	2±0.89	0.29±0.42	1.34±0.55	0.79±0.11	0.90±0.14
T3	6,400±4935	2±0.71	0.44±0.29	1.43±0.32	0.70±0.08	0.75±0.15
T4	4,932±4,763	2±0.45	0.53±0.25	1.61±0.39	0.66±0.16	0.73±0.07
T5	6,600±4,038	2±0.45	0.47±0.24	1.44±0.37	0.59±0.16	0.65±0.05
T5	6,267±4657	2±0.84	0.30±0.31	1.28±0.32	0.60±0.12	0.78±0.20
Mean	6,078±4,195	2±0.69	0.38±0.30	1.39±0.37	0.63±0.14	0.76±0.16
p-value	0.987	0.724	0.640	0.614	0.287	0.278

หมายเหตุ: T1 = ไม่ปล่อยปลา + ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T2 = ไม่ปล่อยปลา + ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T3 = ปล่อยปลานิล + ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T4 = ปล่อยปลานิล + ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T5 = ปล่อยปลาตะเพียน + ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T6 = ปล่อยปลาตะเพียน + ใส่ปุ๋ยมูลวัว

4.2.5 การเจริญเติบโตและผลผลิตของปลาในนาข้าว

เนื่องจากระหว่างการทดลอง และเป็นช่วงหลังจากปล่อยปลาทดลองลงเลี้ยงในแปลงทดลองแล้ว เกิดพายุฝนทำให้น้ำท่วมแปลงนาทดลอง ส่งผลให้ปลาทดลองหลุดลอยออกไปจากแปลงทดลอง อย่างไรก็ตาม จากการเก็บรวบรวมปลาในนาข้าว (ภาพที่ 4-16 และ ภาพที่ 4-17) แต่ละแปลงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง คือ ก่อนที่จะมีการเก็บเกี่ยวข้าวจากแปลงนาแต่ละแปลงพบปลาจำนวน 30 ชนิด จาก 17 วงศ์ (family) ส่วนใหญ่เป็นปลาที่ไม่ได้ถูกปล่อยลงเลี้ยงในนาข้าว (ตารางที่ 4-13) แสดงว่าเป็นปลาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งอพยพขึ้นมาจากบึงโงะหลง เนื่องจากแปลงนาทดลองอยู่บริเวณริมบึงดังกล่าว และจากการรวบรวมปลาจากธรรมชาติที่จับได้จากนาแต่ละแปลงมาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวรายตัว เพื่อหาผลผลิตและความหลากหลายทางชีวภาพของปลาจากธรรมชาติ (ตารางที่ 4-14) และเพื่อวิเคราะห์ว่าปลาธรรมชาติดังกล่าวมีการเจริญเติบโตที่อยู่ในสภาวะปกติหรือไม่ (ตารางที่ 4-15) พบว่าผลผลิตของปลาธรรมชาติจากนาข้าวจะมีค่าเฉลี่ย 0.57 กิโลกรัม/ไร่ มวลชีวภาพของปลากินเนื้อ (carnivorous fish) สูงกว่าปลากินพืช (herbivorous fish) เนื่องจากมีค่า FC ratio เฉลี่ย 0.187 แต่อย่างไรก็ตาม ไม่พบปลากินเนื้อที่มีขนาดใหญ่ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากน้ำนาค่อนขังตื้น และจากการวิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายของปลาใน

แปลงนาทดลองพบว่า Shannon’s diversity มีค่าเฉลี่ย 1.26±0.80 Simpson’s index มีค่าเฉลี่ย 3.78±3.84 Shannon’s evenness มีค่าเฉลี่ย 0.51±0.23 Simpson’s evenness มีค่าเฉลี่ย 0.32±0.18 ปลาส่วนใหญ่ มีการเจริญเติบโตแบบปกติ คือมีค่า *b* (ความชัน) คือมีค่า *b* อยู่ระหว่าง 2.5 - 3.5 (Froese, 2006)

ตารางที่ 4-13 ชนิดปลาน้ำจืดที่พบในนาข้าว

Taxonomy			Name	
Order	Family	Common name	Thai name	Scientific name
Beloniformes	Belonidae	<i>Freshwater garfish</i>	กะทุงเหหัว, กะทุงเหหัวเมือง	<i>Xenentodon cancila</i> (Hamilton, 1822)
Cypriniformes	Cobitidae (Subfamily: Cobitinae)	Loaches	อี๊ด	<i>Lepidocephalichthys hasselti</i> (Valenciennes, 1846)
		Cyprinidae	ตะเพียน	<i>Barbonymus gonionotus</i> (Blecker, 1850)
	Cyprinidae (Subfamily: Barbinac)	Java Barb, Silver Barb		
		Eye-spot barb, Spotted hampala barb	ปลากระตูด, ปลาสุุด	<i>Hampala dispar</i> (Smith, 1934)
			กะแด้งดาขาว, ไส้ตัน	<i>Cyclocheilichthys repasson</i> (Blecker, 1850)
			ตะเพียนทราย	<i>Puntius spilopterus</i> (Fowler, 1934)
	Cyprinidae (Subfamily: Danioninae)	Mekong flying barb	ชีวนวดยาว	<i>Esomus longimanus</i> (Luncl, 1881)
		<i>Blackline rasbora</i> ; red-tailed rasbora; bora bora rasbora; brilliant rasbora	ชีวหางแดง	<i>Rasbora borapetensis</i> (Smith, 1934)
			ชีวคريبแดง	<i>Rasbora rubrodorsalis</i> (Donoso-Büchner and Schmidt, 1997)

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

Taxonomy			Name	
Order	Family	Common name	Thai name	Scientific name
Perciformes		Minnows or carps	ปลาจิ๋วเจ้าฟ้า, ปลาจิ๋วเจ้าฟ้า- จุฬารักษ์	<i>Amblypharyngodon chulabhornae</i> (Vidthayanon & Kottclat, 1990)
	Cyprinidae (Subfamily: Leuciscinae)	<i>Dwarf scissortail</i> <i>rasbora</i>	จิ๋วหางกรรไกร เล็ก	<i>Rasbosoma spilocerca</i> (Rainboth and Kottclat, 1987)
	Cyprinidae (Subfamily: Labconinae)	<i>Bonylip barb</i>	ขาวอีโท, สร้อย นกเขา, พรหมหัว เหม็น, อิกันดูโบ, จี๋ขม, นกเขา, ซ่า	<i>Osteochilus vittatus</i> (Valenciennes, 1842)
	Ambassidae	Asiatic glassfishes	แป้น, ข้าวม่า, กลาบของ	<i>Parambassis siamensis</i> (Fowler, 1937)
	Anabantidae	Climbing gouramies	ปลาหมอ, ปลา หมอไทย	<i>Anabas testudineus</i> (Bloch, 1792)
	Channidae	Common snakehead, Chevron snakehead, Striped snakehead	ปลาช่อน	<i>Channa striata</i> (Bloch, 1793)
	Cichlidae	<i>Nile tilapia</i>	นิล	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)
	Nandidae	Asian leaffishes	คุ่มซี, เสือดำ	<i>Nandus oxyrhynchus</i> (Ng, Vidthayanon and Ng, 1996)
	Osphronemidae (Subfamily: Macropodinae)	Blue betta, Emerald green betta, Peaceful betta	กั๊ดเขียว	<i>Betta smaragdina</i> (Ladiges, 1972)
	Osphronemidae (Subfamily: Macropodusina)	<i>Three stripe</i> <i>gourami</i>	กรีม	<i>Trichopsis schalleri</i> (Ladiges, 1962)

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

Taxonomy			Name	
Order	Family	Common name	Thai name	Scientific name
Perciformes	Osphronemidac	<i>Snakeskin</i>	สลิด	<i>Trichogaster pectoralis</i> (Regan, 1910)
	(Subfamily:	<i>gourami</i> ; Siamese		
	Luciocephalinac)	<i>gourami</i>		
	Osphronemidac	<i>Three spot</i>	กระดี่หม้อ	<i>Trichopodus trichopterus</i> (Pallas, 1770)
	(Subfamily:	<i>gourami</i> ; blue		
	Luciocephalinac)	<i>gourami</i> ; Cosby <i>gourami</i> ; gold <i>gourami</i> ; opaline <i>gourami</i>		
Osteoglossiformes	Gobiidae	Mekong	บูแกระ	<i>Brachygobius mekongensis</i>
	(Subfamily:	Bumblebee Goby		(Larson & Vidthayanon, 2000)
	Gobionellinac)			
Osteoglossiformes	Notopteridac	<i>Clown featherback</i>	กราย, ทองกราย	<i>Chitala ornata</i> (Gray, 1831)
		Bronze featherback	ทอง, สลัด, ทอง นา, สดือ	<i>Notopterus notopterus</i> (Pallas, 1769)
Siluriformes	Clariidac	Broadhead catfish, Günther's walking catfish	คูกูย	<i>Clarias macrocephalus</i> (Günther, 1864)
	Siluridac	Sheatfishes	ชะโพน, อิกัน, อิดัม, สยมพร, หน้ตัน, เน้ออ่อน, เซื่อม	<i>Ompok siluroides</i> (Lacepède, 1803)
Synbranchiformes	Mastacembelidac	Spotfinned	หลด	<i>Macrognathus siamensis</i>
		Spinyeel		(Günther, 1861)
	Synbranchidac	swamp eel, rice eel, white ricefield eel, Asian swamp eel	ไหล	<i>Monopterus albus</i> (Zuiew, 1793)
Syngnathiiformes	Syngnathidac	Pipefishes and seahorses	เหล็กใน	<i>Doryichthys contiguous</i> (Kottelat, 2000)
Tetraodontiformes	Tetraodontidac	Puffer	ปักเป้า	<i>Tetraodon turgidus</i> (Kottelat, 2000)

ตารางที่ 4-14 ผลผลิตปลาจากธรรมชาติและดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ

Treatment	Yield (g/100 m ²)	Extrapolated yield (g/rai)	FC ratio	Abundance (fish/100 m ²)	Biodiversity index				
					Species Richness	Shannon's Diversity	Simpson's index	Shannon's evenness	Simpson's evenness
T1	166.5±238.2	2,664.0±3,811.1	0.25±0.48	202±162.1	9±6.29	0.87±0.74	2.25±1.68	0.39±0.27	0.30±0.18
T2	944.6±1,632.4	15,114.0±26,118.4	0.71±0.76	432±136.9	18±5.51	1.84±0.72	5.41±4.56	0.63±0.19	0.28±0.15
T3	227.5±308.7	3,640.6±4,939.5	0.26±0.42	282±142.5	11±5.48	1.32±0.79	3.06±1.76	0.53±0.23	0.29±0.08
T4	278.1±395.5	4,449.5±6,328.3	1.36±1.19	225±197.5	11±8.08	1.38±0.86	3.67±2.47	0.65±0.08	0.42±0.22
T5	208.0±390.4	3,327.9±6,246.9	0.46±0.78	210±65.4	10±6.25	1.16±1.07	3.69±4.03	0.47±0.34	0.30±0.16
T6	316.3±500.8	5,061.1±8,013.6	0.07±0.08	260±156.7	12±6.56	1.24±0.94	5.31±7.57	0.49±0.25	0.34±0.30
Mean±SD	356.8±734.6	5,709.5±11,753.1	0.46±0.70	263±151.6	11±6.17	1.26±0.80	3.78±3.84	0.51±0.23	0.32±0.18
p-value	0.586	0.586	0.187	0.425	0.593	0.754	0.870	0.698	0.942

หมายเหตุ: T1=ไม่ปล่อยปลา+ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T2=ไม่ปล่อยปลา+ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T3= ปลานิล+ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T4= ปลานิล+ใส่ปุ๋ยมูลวัว;

T5=ปลาตะเพียน+ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T6= ปลาตะเพียน+ใส่ปุ๋ยมูลวัว

ตารางที่ 4-15 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและกายาและค่าดัชนีความสมบูรณ์ (Condition factor) ของปลาที่พบในแปลงนาทดลอง

Species	Thai name	N	Weight±SD (Min.- Max.)	Total Length±SD (Min.- Max.)	Condition factor K±SD (Min.- Max.)	Length-weight relationship					p- value	Durbin-Watson	R ²
						log a±SE	b±SE	95% Confidence Interval for b					
								Log a	b				
<i>Xenentodon canicilla</i>	กระต๊อขาว	30	2.580 ±3.75 (0.250-15.770)	10.23 ±3.50 (6.22-20.50)	0.16 ±0.03 (0.09-0.23)	-3.027±0.133	3.222±0.133	-3.298 to -2.755	2.950 to 3.495	0.000	2.228	0.955	
<i>Lepidocephalichthys</i>	อี๊ด	28	0.238±0.11 (0.030-0.490)	3.29±0.30 (2.31-3.89)	0.66±0.28 (0.10-1.54)	-2.168±0.569	2.883±1.100	-3.337 to -0.999	0.622 to 5.145	0.014	2.237	0.209	
<i>Barbonymus gonionotus</i>	ตะเพียน	37	47.490±56.03 (0.850-239.450)	13.45±4.74 (3.12-25.50)	1.42±0.37 (0.75-2.80)	-1.764±0.100	2.912±0.090	-1.967 to -1.560	2.729 to 3.095	0.000	1.938	0.968	
<i>Puntius spilopterus</i>	ตะเพียน ทราย	30	3.223±1.98 (0.850-12.320)	6.21±1.10 (4.03-9.91)	1.26±0.24 (0.76-1.91)	-1.677±0.154	2.708±0.195	-1.993 to -1.361	2.308 to 3.108	0.000	1.366	0.873	
<i>Exomus longimnsus</i>	จิ่วหวด ยาว	30	0.650±0.20 (0.290-1.080)	4.49±0.44 (3.13-5.38)	0.72±0.19 (0.35-1.22)	-1.538±0.314	2.045±0.482	-2.182 to -0.895	1.057 to 3.032	0.000	2.414	0.391	
<i>Rasbora borapetensis</i>	จิ่วหางแดง	30	0.399±0.24 (0.060-1.080)	3.27±0.70 (2.30-4.97)	1.15±0.92 (0.48-4.79)	-1.734±0.198	2.472±0.385	-2.139 to -1.329	1.684 to 3.261	0.000	2.012	0.596	
<i>Rasbora rubrodorsalis</i>	จิ่วศรีเบแดง	19	0.139±0.06 (0.080-0.340)	2.41±0.30 (2.05-3.12)	0.97±0.20 (0.50-1.30)	-1.867±0.177	2.581±0.465	-2.241 to -1.492	1.600 to 3.561	0.000	1.633	0.645	
<i>Rasbora spilocerca</i>	จิ่วหาง กรรไกรเล็ก	30	0.325±0.20 (0.050-0.870)	2.01±0.69 (1.01-3.490)	7.49±10.08 (0.30-46.59)	-0.609±0.115	0.123±0.362	-0.843 to -0.374	-0.619 to 0.865	0.737	1.964	0.004	
<i>Osteochilus vittatus</i>	จารอีไท	30	1.412±3.456 (0.120-18.740)	3.90±1.12 (3.00-7.02)	1.33±1.14 (0.24-7.02)	-2.432±0.251	3.832±0.428	-2.946 to -1.919	2.956 to 4.709	0.000	2.244	0.741	
<i>Hampala dispar</i>	กระต๊อบจุด	65	10.377±9.17 (1.740-36.790)	9.20±2.26 (6.26-14.66)	1.10±0.30 (0.26-1.91)	-2.078±0.172	3.103±0.180	-2.422 to -1.735	2.744 to 3.462	0.000	2.170	0.826	

หมายเหตุ: SD คือ Standard deviation; นำหนัก หน่วยเป็น กรัม; ความยาว หน่วยเป็น เซนติเมตร

ตารางที่ 4-15 (ต่อ)

Species	Thai name	N	Weight±SD (Min.- Max.)	Total Length±SD (Min.- Max.)	Condition factor K±SD (Min.- Max.)	Length-weight relationship					Durbin-Watson	R ²
						log a±SE	b±SE	95% Confidence Interval for b Log a	b	p- value		
<i>Anhlypharyngodon chulabhornae</i>	ชีวจ้ำฟ้า	1	0.46	4.11	0.66	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cychoheilichthys repasson</i>	กะแดงตา ขาว; ไส้ตัน	30	0.642±0.54 (0.100-2.140)	4.14±0.81 (2.89-5.95)	0.83±0.55 (0.09-2.94)	-2.021±0.402	2.755±0.653	-2.844 to -1.198	1.417 to 4.094	0.000	1.868	0.389
<i>Parambassis stamensis</i>	แป้น	24	1.855±1.46 (0.130-4.120)	4.69±1.49 (2.81-6.45)	1.31±0.36 (0.32-1.67)	-2.191±0.153	3.435±0.231	-2.509 to -1.873	2.956 to 3.914	0.000	1.669	0.910
<i>Anabas testudineus</i>	หมอไทย	6	13.567±4.00 (10.600-21.290)	9.19±1.10 (8.12-10.89)	1.77±0.42 (1.05-2.20)	-0.256±0.802	1.431±0.834	-2.483 to 1.971	-0.883 to 3.746	0.161	2.034	0.424
<i>Channa striata</i>	ช้อน	26	24.795±43.57 (2.860-213.150)	12.04±5.29 (6.12-28.90)	0.84±0.24 (0.47-1.42)	-2.011±0.158	2.921±0.149	-2.337 to -1.685	2.613 to 3.228	0.000	1.761	0.941
<i>Nandus oxyrhynchus</i>	ดุมชี	32	2.882±2.19 (0.340-10.270)	5.35±1.23 (3.34-8.540)	1.57±0.36 (0.80-2.40)	-2.074±0.136	3.358±0.188	-2.351 to -1.796	2.975 to 3.742	0.000	1.225	0.914
<i>Betta smaragdina</i>	กั๊ดเขียว	18	0.607±0.42 (0.100-1.550)	3.50±0.65 (2.34-4.78)	1.52±1.29 (0.22-5.10)	-1.235±0.586	1.667±1.081	-2.478 to 0.007	-0.625 to 3.958	0.143	2.005	0.129
<i>Trichopsis schalleri</i>	กริม	30	0.381±0.21 (0.120-0.920)	3.10±0.29 (2.27-3.67)	1.24±0.62 (0.41-2.89)	-2.091±0.440	3.284±0.896	-2.993 to -1.189	1.448 to 5.120	0.001	2.210	0.324
<i>Trichogaster pectoralis</i>	สลิด	8	39.396±22.42 (21.720-79.630)	13.56±2.01 (11.71-16.790)	1.45±0.12 (1.33-1.68)	-2.348±0.155	3.450±0.138	-2.728 to -1.967	3.113 to 3.787	0.000	2.794	0.991

หมายเหตุ: SD คือ Standard deviation; น้ำหนัก หน่วยเป็น กรัม; ความยาว หน่วยเป็น เซนติเมตร

ตารางที่ 4-15 (ต่อ)

Species	Thai name	N	Weight±SD (Min.- Max.)	Total Length±SD (Min.- Max.)	Condition factor K±SD (Min.- Max.)	Length-weight relationship					Durbin-Watson	R ²
						log a±SE	b±SE	95% Confidence Interval for b		p- value		
								Log a	b			
<i>Trichogaster trichopterus</i>	กระดี่หม้อ	48	2.833±1.31 (1.050-5.790)	5.60±0.86 (4.12-7.45)	1.57±0.54 (0.76-4.56)	-1.417±0.193	2.454±0.259	-1.806 to -1.028	1.933 to 2.975	0.000	1.755	0.661
<i>Brachygnathus mekongensis</i>	บู่กระระ	29	0.365±0.41 (0.020-1.760)	3.01±0.81 (2.08-5.260)	0.99±0.31 (0.16-1.33)	-2.464±0.201	3.892±0.421	-2.876 to -2.052	3.027 to 4.757	0.000	1.397	0.760
<i>Chitala ornata</i>	กราย	1	236.16	30.00	0.88	-	-	-	-	-	-	-
<i>Notopterus notopterus</i>	ตอง, สลัด	30	24.021±52.28 (5.200-300.060)	12.71±3.93 (8.51-32.40)	0.82±0.06 (0.71-0.93)	-2.073±0.066	2.985±0.061	-2.209 to -1.937	2.861 to 3.109	0.000	2.376	0.989
<i>Clarias macrocephalus</i>	คุดกอย	2	43.700±23.48 (27.100-60.300)	17.07±2.60 (15.23-18.90)	0.83±0.09 (0.77-0.89)	-2.946±0.000	3.703±0.000	-2.946 to -2.946	3.703 to 3.703	-	0.013	1.000
<i>Onpok siluroides</i>	ชะโงน	35	4.976±2.97 (1.500-18.370)	8.82±1.45 (6.12-11.98)	0.70±0.26 (0.20-1.98)	-1.556±0.289	2.341±0.307	-2.144 to -0.969	1.717 to 2.965	0.000	2.277	0.639
<i>Macrogynathus siamensis</i>	หลด	6	8.037±3.28 (3.970-12.050)	12.11±1.69 (9.57-14.23)	0.45±0.17 (0.33-0.78)	-1.607±1.110	2.296±1.027	-4.689 to 1.474	-0.554 to 5.147	0.089	1.804	0.556
<i>Monopterus albus</i>	ปลาไหล	12	0.258±0.13 (0.050-0.510)	4.38±1.09 (3.09-6.45)	0.35±0.23 (0.12-0.81)	-1.588±0.460	1.479±0.721	-2.612 to -0.564	-0.128 to 3.086	0.067	1.620	0.296
<i>Doryichthys contiguius</i>	เหี้ยกไน	3	0.040±0.01 (0.030-0.050)	2.14±0.16 (1.98-2.30)	0.43±0.07 (0.36-0.49)	-2.157±0.663	2.352±2.010	-10.583 to 6.269	-23.182 to 27.885	0.450	1.476	0.578
<i>Tetraodon turgidus</i>	ปักเป้า	30	21.895±5.98 (14.050-39.330)	8.82±0.59 (7.71-10.53)	3.14±0.39 (2.21-4.06)	-1.614±0.347	3.114±0.367	-2.325 to -0.904	2.362 to 3.866	0.000	2.593	0.720

หมายเหตุ: SD คือ Standard deviation; นำหนัก หน่วยเป็น กรัม; ความยาว หน่วยเป็น เซนติเมตร



ภาพที่ 4-16 การเก็บรวบรวมปลาที่พบในแปลงนาข้าวทดลอง



ภาพที่ 4-17 ตัวอย่างปลาที่มีค่าทางเศรษฐกิจที่พบในนาข้าวบางชนิด

เนื่องจากแปลงทดลอง ได้รับความเสียหายจากการเกิดพายุฝนตกในในวันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2544 ถึง 3 สิงหาคม พ.ศ. 2554 ดังนั้นเพื่อให้สามารถยืนยันได้ว่า แปลงนาข้าวในบริเวณดังกล่าวมีศักยภาพในการเลี้ยงปลา ดังนั้นจึงมีการทดลองเพิ่มเติม โดยเลือกแปลงนาข้าวในบริเวณใกล้เคียงกับแปลงทดลอง จากนั้นใช้วอนในล่อนสีฟ้าจึงเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยให้มีพื้นที่เท่ากับแปลงนาที่ใช้ทดลอง คือ 100 ตารางเมตร จำนวนทั้งสิ้น 6 ชุด เพื่อปล่อยปลานิล 3 ชุด และปลาตะเพียน 3 ชุด โดยใช้ปลานิล ขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 21.3 ± 1.5 กรัม และ ปลาตะเพียนขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 21.1 ± 0.9 ในอัตราความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร (ภาพที่ 4-16 หลังจากนั้น 60 วัน จึงเก็บเกี่ยวผลผลิตปลา (20 ธันวาคม พ.ศ. 2554) เนื่องจากต้องมีการเก็บเกี่ยวข้าวในแปลงดังกล่าว จากผลการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของปลาแต่ละชนิด (ตารางที่ 4-16) พบว่าปลานิลมีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย 35.34 ± 9.07 กรัม มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate) เฉลี่ย 0.79 ± 0.43 %/วัน ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 5.26 ถึง 10.01 กิโลกรัม/ไร่ หรือเฉลี่ย 7.63 ± 3.36 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนปลาตะเพียนน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย 46.02 ± 25.64 กรัม มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ เฉลี่ย 1.15 ± 0.66 %/วัน ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 26.44 ถึง 79.34 กิโลกรัม/ไร่ หรือเฉลี่ย 44.18 ± 30.45 กิโลกรัม/ไร่ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าสภาพนาข้าวบริเวณบึงโขงหลงเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปลาตะเพียนมากกว่าปลานิล ประกอบกับมีรายงานว่า การเจริญเติบโตของปลาที่เลี้ยงในนาข้าวจะค่อนข้างต่ำเมื่อสภาพกรดหรือด่าง (pH) ต่ำกว่า 6.5 (Mohanty และ Mishra, 2003) และมีค่าสภาพด่างรวมต่ำกว่า 90 มิลลิกรัม/ลิตร ทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนในนาข้าวต่ำ ซึ่งแพลงก์ตอนเป็นอาหารหลักของปลานิล ส่วนปลาตะเพียนสามารถกินพืชน้ำอื่น ๆ นอกเหนือจากแพลงก์ตอน จึงอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และผลผลิตของปลาตะเพียนสูงกว่าปลานิล

อย่างไรก็ตาม การทดลองเพิ่มเติมดังกล่าวใช้ระยะเวลาเพียง 60 วัน (2 เดือน) ทำให้ผลผลิตต่อไร่ที่ได้ค่อนข้างต่ำ แต่ก็จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เคยมีการรายงานการเลี้ยงปลาในนาข้าว เช่น รายงานผลผลิตของปลาจากนาข้าวระหว่าง 32 ถึง 128 กิโลกรัม/ไร่ (Mohanty และคณะ, 2004) และ Middledorp (1992) พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างอัตราการปล่อยและผลผลิตของปลาในนาข้าวว่าอัตราการปล่อยปลา 320 ถึง 1,600 ตัว/ไร่ จะได้ผลผลิต 6.56 ถึง 15.2 กิโลกรัม/ไร่ อย่างไรก็ตาม หากมีการจัดการที่ดี ป้องกันไม่ให้ปลาหลุดลอยออกจากบ่อ กรณีที่ทำนาในช่วงฤดูฝน จะส่งผลให้ผลผลิตสูงขึ้น เนื่องจากความอุดมสมบูรณ์ของอาหารธรรมชาติ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น นอกจากนี้การเลี้ยงปลาในนาข้าวยังสามารถเลี้ยงรวมกับการทำนาปรัง ซึ่งจะช่วยเพิ่มระยะเวลาการเลี้ยง หรือจำนวนรุ่น (crop) ของการเลี้ยงปลา ซึ่งจะยิ่งส่งผลให้ผลผลิตของปลาต่อหน่วยพื้นที่สูงขึ้น



ภาพที่ 4-18 แปลงทดลองเพิ่มเติมที่ปล่อยปลาเพื่อใช้เป็นชุดควบคุมหลังจากแปลงทดลองเดิมได้รับความเสียหายจากพายุฝน

4.2.6 ผลตอบแทนของการเลี้ยงปลาในนาข้าว

ตารางที่ 4-17 แสดงการเจริญเติบโตของข้าวในแปลงนาทดลอง และจากการวิเคราะห์การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวหลังการเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 4-19 และภาพที่ 4-20) พบว่าการเจริญเติบโตของข้าว แต่ละชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) รวมทั้งและผลผลิตของข้าวจากแต่ละชุดการทดลองก็ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) (ตารางที่ 4-18) โดย ต้นข้าวมีความสูงเฉลี่ย 147.33 ± 15.75 เซนติเมตร โดยอยู่ในช่วงระหว่าง 101.9 ถึง 191.2 เซนติเมตร มีจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ย 4.88 ± 1.87 รวง/กอ โดยอยู่ในช่วงระหว่าง 2 ถึง 12 รวง/กอ ผลผลิตของข้าวเฉลี่ย 172.85 ± 101.63 กิโลกรัม/ไร่ โดยอยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง 358 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลดังกล่าวกับรายงานผลการทดลอง โดยสำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว (2553) จะพบว่าการเจริญเติบโตและผลผลิตของนาข้าวบริเวณบึงโขงหลง อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่า โดยจากรายงานดังกล่าวความสูงของต้นข้าวจะอยู่ที่ 159 เซนติเมตร จำนวนรวงต่อกอเฉลี่ย 9 รวง/กอ (8 – 10 รวง/กอ) และผลผลิตเฉลี่ย 643 กิโลกรัม/ไร่ (592-753 กิโลกรัม/ไร่) อย่างไรก็ตามสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตข้าวจากการทดลองที่บึงโขงหลง ต่ำกว่ารายงานดังกล่าว คือ ระหว่างการทดลองนาข้าวได้รับความเสียหายจากน้ำท่วมเนื่องจากพายุฝน

ตารางที่ 4-16 ค่าเฉลี่ย (Mean±Standard deviation) และพิสัย (Range) ของผลผลิตและการเจริญเติบโตของปลาชุกควบคุม (Control) จำนวน 6 แปลง ระยะเวลาในการเลี้ยง 60 วัน

	ตะเพียน	นิล
น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	21.119±0.91 (19.46 to 22.86)	21.336±1.49 (18.62 to 25.64)
จำนวนแปลงที่เก็บผลผลิต (แปลง)	3	2
ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย (ซม.)	12.59±0.49 (12.05 to 14.71)	10.82±0.74 (9.11 to 11.98)
น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม)	46.02±25.64 (21.16 to 270.18)	35.34±9.07 (22.22 to 52.41)
ความยาวสุดท้ายเฉลี่ย (ซม.)	14.97±2.10 (7.60 to 26.53)	12.65±1.08 (11.09 to 14.80)
น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (กรัม/วัน)	0.42±0.43 (0.001 to 4.151)	0.23±0.15 (0.015 to 0.518)
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน)	1.15±0.66 (0.003 to 4.248)	0.79±0.43 (0.068 to 1.498)
อัตราการรอดตาย (%)	60.0±34.66	13.50±7.78
Condition factor k	1.35±0.95 (0.95 to 13.82)	1.71±0.09 (1.55 to 1.92)
ผลผลิต Yield (g/m ²)	27.61±19.03 (16.53 to 49.59)	4.77±2.10 (3.28 to 6.26)
ผลผลิต Yield (kg/rai)	44.18±30.45 (26.44 to 79.34)	7.63±3.36 (5.26 to 10.01)

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนของการปลูกข้าวและเลี้ยงปลาในนาข้าว (ตารางที่ 4-17 ถึง ตารางที่ 4-19) พบว่ากรณีที่ไม่รวมค่าแรงเป็นต้นทุนในการทำนา การปล่อยปลาตะเพียนลงเลี้ยงร่วมในนาข้าวจะส่งผลให้ชาวนาได้กำไร สูงกว่า การปลูกข้าวเพียงอย่างเดียว ส่วนการปล่อยปลานิลลงเลี้ยงส่งผลให้ขาดทุน กำไรที่เพิ่มขึ้นไม่มากนักอาจมาจากต้นทุนค่าพันธุ์ปลาที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นถ้าเกษตรกรสามารถหาพันธุ์ปลาที่มีราคาถูกหรือได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ทรัพยากร จะยิ่งช่วยเพิ่มกำไรยิ่งขึ้น อัตราการปล่อยปลาที่เหมาะสมอาจจะต่ำกว่าที่ทำการทดลองในครั้งนี้ (2 ตัว/ตารางเมตร) เนื่องจากอัตราการปล่อยปลาลงเลี้ยงในนาข้าวที่มีทั่วโลกจะแตกต่างกัน ซึ่งอาจอยู่ระหว่าง 0.5 – 2 ตัว/ตารางเมตร การปล่อยปลาที่หนาแน่นน้อยลง ไม่ได้ส่งผลให้ผลผลิตลดลงเสมอไป เนื่องจากการปล่อยปลาน้อยลง แต่อาจจะมีอัตราการรอดสูง เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับการจัดการดูแลของเกษตรกร แต่ที่แน่นอนคือ จะทำให้ต้นทุนค่าพันธุ์ปลาลดลง



ภาพที่ 4-19 การเก็บเกี่ยวข้าวจากแปลงนาข้าวทดลอง



ภาพที่ 4-20 ตัวอย่างข้าวจากแปลงนาข้าวทดลองที่ถูกนำไปวิเคราะห์

ตารางที่ 4-17 การดำเนินงานปลูกข้าวพันธุ์ กข 6 (บึงโจงหลง)

กิจกรรม	วันที่	อายุ (วันหลังปักดำ)
ตกกล้า	6 พฤษภาคม 2554	-
ปักดำ	6-7 มิถุนายน 2554	-
เริ่มแตกกอ	22 มิถุนายน 2554	15
แตกกอสูงสุด	6 สิงหาคม 2554	60
ก่อนกำเนิดช่อดอก 7 วัน	3 กันยายน 2554	88
กำเนิดช่อดอก	10 กันยายน 2554	95
หลังกำเนิดช่อดอก 15 วัน	25 กันยายน 2554	110
ออกดอก	10 ตุลาคม 2554	125
เก็บเกี่ยว	18 พฤศจิกายน 2554	164



ตารางที่ 4-18 ข้างบนปี พันธุ์ กษ. 6 นาน้ำท่วม บึง ฝั่งหลง ถุดูปลูก 1/2554 [Mean± Standard deviation (Range)]

	T1	T2	T2	T4	T5	T6	Overall mean	p-value
ความสูง (ซม.)*	145.13±16.60 (127.50-169.40)	145.83±19.89 (101.90-171.00)	153.01±19.91 (122.40-191.20)	146.73±9.98 (134.00-159.80)	146.31±15.60 (131.20-171.00)	146.61±11.48 (127.90-160.10)	147.33±15.75 (101.90-191.20)	0.943
ความกว้างใบ (ซม.)*	1.27±0.28 (0.90-1.60)	1.34±0.32 (0.90-1.90)	1.30±0.19 (1.10-1.70)	1.38±0.20 (1.10-1.70)	1.25±0.37 (0.80-1.90)	1.30±0.15 (1.10-1.50)	1.31±0.26 (0.80-1.90)	0.949
จำนวนหน่อตอก	4.84±2.14 (2-10)	4.35±1.35 (2-8)	5.15±1.73 (2-9)	4.70±2.03 (2-9)	5.00±1.72 (2-8)	5.25±2.24 (2-12)	4.88±1.87 (2-12)	0.697
น้ำหนักแห้งตอก (กรัม)	45.82±26.50 (15.15-116.27)	49.52±30.57 (16.39-140.69)	48.33±23.17 (15.71-100.44)	31.03±10.51 (12.51-52.41)	39.11±23.09 (12.00-102.04)	47.36±16.67 (18.89-82.89)	43.51±23.14 (12.00-140.69)	0.087
องค์ประกอบผลผลิต								
จำนวนรวงตอก	4.84±2.14 (2-10)	4.35±1.35 (2-8)	5.15±1.73 (2-9)	4.70±2.03 (2-9)	5.00±1.72 (2-8)	5.25±2.24 (2-12)	4.88±1.87 (2-12)	0.697
น้ำหนักเมล็ดตอรวง (กรัม)	2.79±0.88 (1.32-4.54)	3.16±0.79 (1.98-5.66)	2.64±0.84 (0.94-4.70)	2.79±1.11 (0.82-5.38)	2.84±0.74 (1.73-4.66)	3.20±1.84 (1.16-9.46)	2.90±1.10 (0.82-9.46)	0.538
เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี	84.84±1.76 (82.31-87.11)	90.24±3.32 (86.63-94.02)	87.71±4.00 (80.70-90.54)	88.64±2.80 (84.54-92.16)	90.36±3.43 (85.84-94.85)	86.41±4.77 (81.20-90.54)	88.03±3.75 (80.70-94.85)	0.123

ตารางที่ 4-18 (ต่อ)

	T1	T2	T2	T4	T5	T6	Overall mean	p-value
ผลผลิตที่ความชื้น 14% (กิโลกรัม/ไร่; จากการคำนวณ)*	412.16±140.45 (260.18-620.45)	423.40±68.36 (308.95-472.05)	404.63±39.32 (337.27-440.94)	389.01±140.61 (249.42-624.22)	442.11±113.56 (334.44-606.15)	463.05±82.39 (357.50-546.01)	422.39±98.17 (249.42-624.22)	0.891
ผลผลิตจริงหลังการเก็บเกี่ยว (กิโลกรัม/ไร่)	139.84±101.71 (0.00-264.00)	175.68±96.67 (68.80-308.80)	171.84±84.25 (81.60-273.60)	161.28±152.10 (6.40-358.40)	192.00±110.71 (67.20-340.80)	196.48±100.05 (30.40-284.80)	172.85±101.63 (0.00-358.40)	0.968
- ต้นทุนการเก็บเกี่ยว	11.20±3.65 (8.06-17.20)	9.31±3.44 (6.68-14.41)	8.96±1.50 (6.92-10.51)	11.05±1.32 (10.12-13.32)	10.86±2.82 (6.58-14.45)	9.76±2.60 (7.36-13.27)	10.19±2.62 (6.58-17.20)	0.671

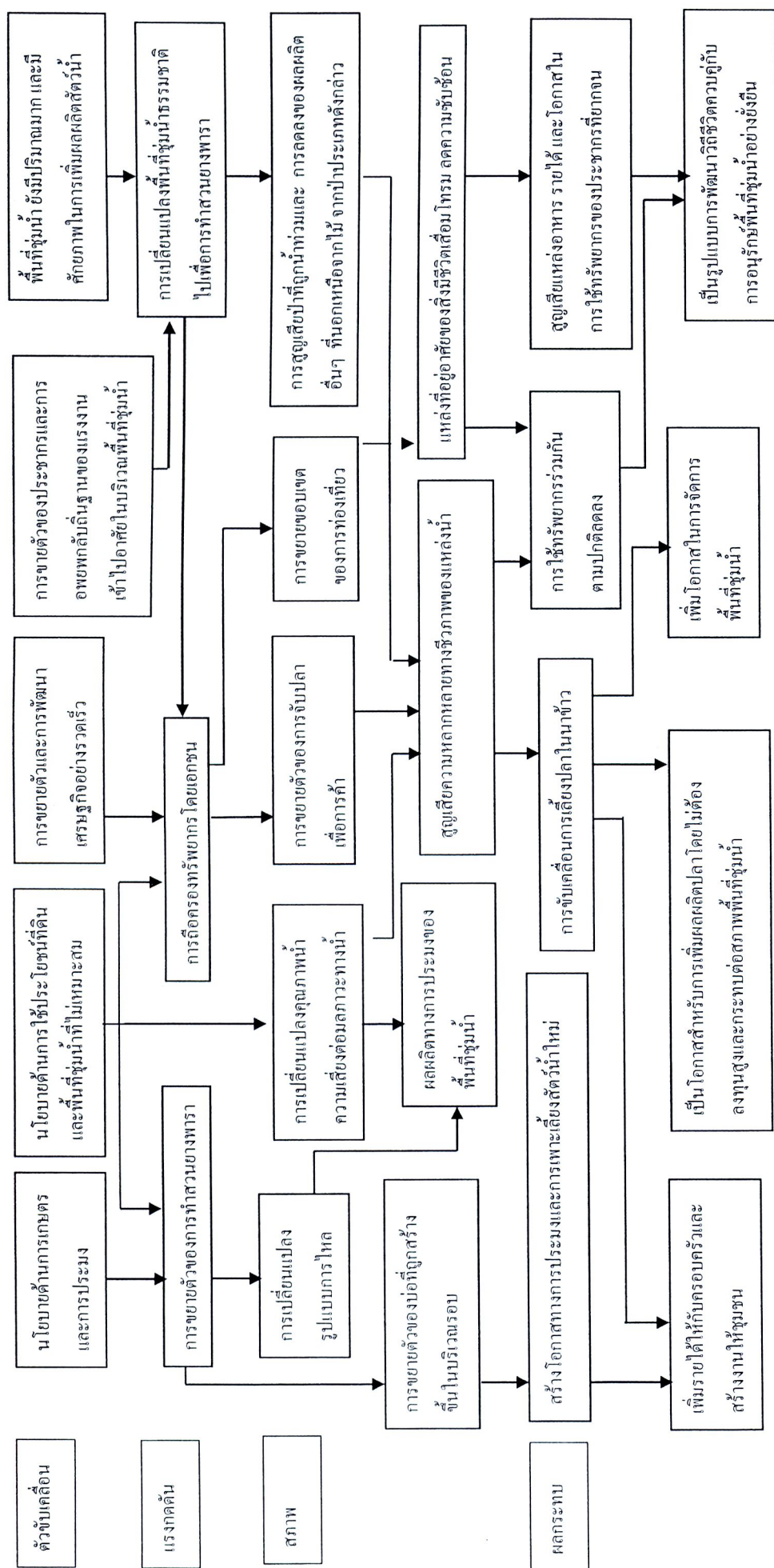
* ข้อมูล ณ วันที่ 18 พฤศจิกายน 2554

ตารางที่ 4-19 ข้อมูลด้านการลงทุนและผลตอบแทนจากการทำนาในการทำการทดลองประจำฤดูปลูก 2554

รายการ	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ค่าไถพรวน	250	250	250	250	250	250
ค่าไถแปร	250	250	250	250	250	250
ต้นทุนพันธุ์ข้าว	665	665	665	665	665	665
ค่าปุ๋ย (มูลวัว)	-	640	-	640	-	640
ค่าจ้างรถนวดข้าว	80	80	80	80	80	80
ค่าพันธุ์ปลา	-	-	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00
ต้นทุน(บาท/ไร่)	1,245.00	1,885.00	2,845.00	3,485.00	2,845.00	3,485.00
ผลผลิตข้าว (กก./ไร่)	113.62	142.74	139.62	131.04	156	159.64
รายได้จากการขายข้าว (บาท/ไร่)	1817.92	2283.84	2233.92	2096.64	2496.00	2554.24
ผลผลิตปลา (กก./ไร่)			7.60	7.60	44.20	44.20
รายได้จากการขายปลา (บาท/ไร่)			342.00	342.00	1989.00	1989.00
รายได้ (บาท/ไร่)	1817.92	2283.84	2,575.92	2,438.64	4,485.00	4,543.24
กำไร (บาท/ไร่)	572.92	398.84	-269.08	-1046.36	1640.00	1058.24
หมายเหตุ:	1.	T1=ไม่ปล่อยปลา+ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T2=ไม่ปล่อยปลา+ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T3= ปล่อยปลา+ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T4= ปล่อยปลา+ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T5=ปล่อยปลา+ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัว; T6= ปล่อยปลา+ใส่ปุ๋ยมูลวัว				
	2.	คำนวณโดยไม่รวมค่าแรงเป็นต้นทุน				
	3.	ราคาปลา 45 บาท/กิโลกรัม				
	4.	ราคาข้าว 16 บาท/กิโลกรัม				

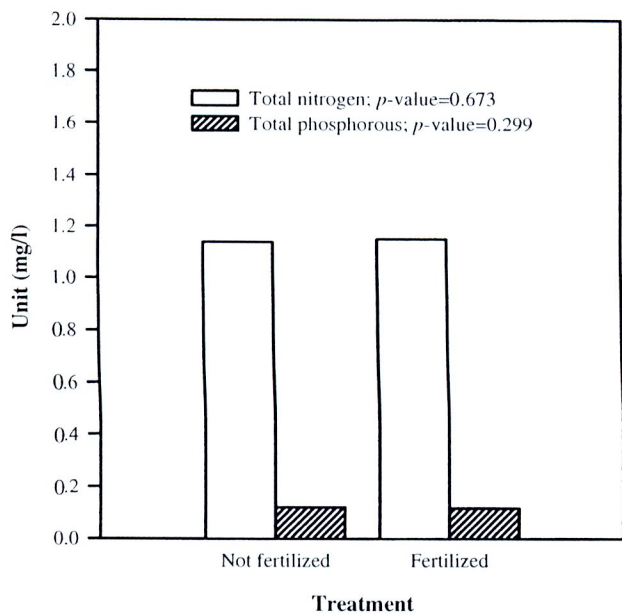
4.2.7 การวิเคราะห์ผลของการวิจัยที่มีต่อเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม ตามรูปแบบห่วงโซ่มูลค่า (Value Chain)

การวิเคราะห์ผลการวิจัยที่มีต่อเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม ตามรูปแบบห่วงโซ่มูลค่า (Value Chain) ของการเลี้ยงปลาในนาข้าวในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลงประสบความสำเร็จ มีผลผลิตของปลาในนาข้าวและทำให้เกิดมีผลกำไรที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงตามภาพที่ 4-21

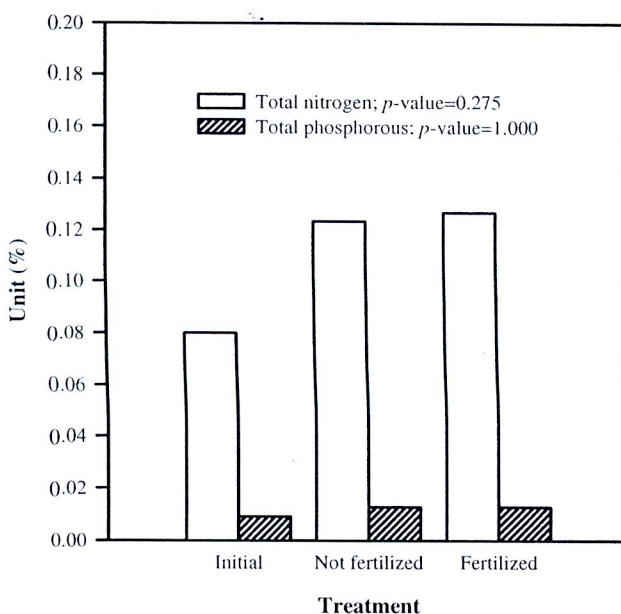


4.2.8 ศักยภาพของการเลี้ยงปลาในนาข้าวต่อการเป็นแนวกันชน

ได้ศึกษาศักยภาพการเป็นแนวกันชนซึ่งได้จากการจัดชุดทดลองให้มีการใส่ปุ๋ยในอัตราที่ต่างกัน คือ ใส่ และ ไม่ใส่ปุ๋ย และดำเนินการเก็บข้อมูลปริมาณธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ในส่วนของน้ำ และดิน ในแต่ละชุดการทดลอง พบว่า ปริมาณธาตุอาหารในน้ำและดินในบริเวณแปลงนาไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 4-22) จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การเลี้ยงปลาในนาข้าวมีแนวโน้มที่จะสามารถลดผลกระทบจากน้ำเสียที่ไหลบ่าลงสู่บึงโงงหลงได้ เนื่องจากรูปแบบของการเลี้ยงปลาในนาข้าว สอดคล้องกับการบำบัดน้ำโดยใช้บึงประดิษฐ์ (Constructed wetland) เนื่องจากการเลี้ยงปลาในนาข้าว มีการขุดร่องเพิ่มเติมภายในแปลงนาข้าว ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำ และยืดช่วงเวลาที่น้ำเสียที่ปะปนมากับน้ำไหลจะถูกกักไว้ในนาข้าว (retention time) ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย อย่างไรก็ตามแม้ว่าที่ผ่านมายังขาดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้การเลี้ยงปลาในนาข้าวในบริเวณรอบ ๆ พื้นที่ชุ่มน้ำ เพื่อประโยชน์ในการลดผลกระทบของน้ำเสีย แต่จากการศึกษาการบำบัดน้ำเสียโดยบึงประดิษฐ์ที่ปลูกข้าว (Kantawanichkul และ Duangjaisak, 2011) ได้แสดงให้เห็นประสิทธิภาพของข้าวในการลดปริมาณธาตุอาหารในน้ำเสียที่จะเกิดขึ้นกับพื้นที่ชุ่มน้ำ



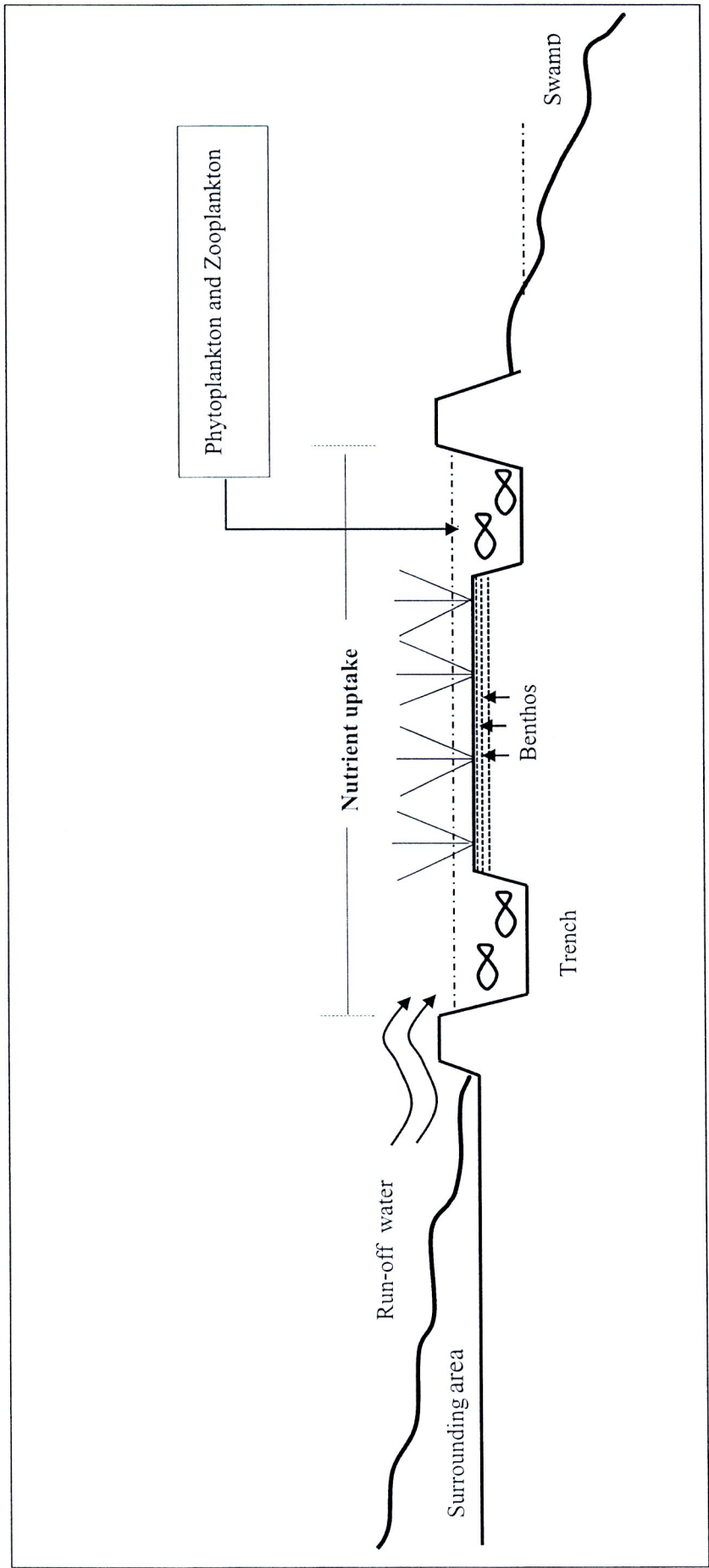
(ก) ตัวอย่างน้ำ



(ข) ตัวอย่างดิน

ภาพที่ 4-22 เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสรวมในแปลงนาทดลอง

การเปลี่ยนแปลงสภาพในการเป็นแนวกันชนของธาตุอาหารที่ถูกพัฒนากับน้ำที่ไหลบ่าลงมาสู่บึงในช่วงฤดูฝน ดังภาพที่ 4-23



ภาพที่ 4-23 บทบาทของการเปลี่ยนแปลงสภาพในการเป็นแนวกันชนของธาตุอาหารระหว่างพื้นที่รอบ ๆ บึง และบึงโงะหลง