สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การเพิ่มรายได้ธุรกิจปลาสวยงามร่วมกับการผลิตพรรณไม้น้ำแบบไร้ดินในระบบปิด

Aquaponics for ornamental fish and aquatic macrophytes in close system

โดย

นางนงนุช เลาหะวิสุทธิ์
รศ.ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

นางมณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ
สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ กรมประมง

ได้รับทุนโครงการวิจัยเพื่อการพัฒนาอุดมศึกษา
และแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ ประจำปี 2543
จากสำนักงานปลัดทบวงมหาวิทยาลัย

RCH
SF
458
.6
.T4
2543
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
เอกหมู่.....
เลขทะเบียน 54560
วัน,เดือน,ปี 21 ส.ค. 2548
b 11943946
i.....

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	IV
บทคัดย่อ	1
Abstract	1
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	3
ผลการทดลอง	6
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	6
2	ช่วงและค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และ ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	7
3	การเจริญเติบโตของปลาทองที่อัตราความหนาแน่น 60 ตัวต่อตารางเมตร ในระบบการเลี้ยงปลาทองกับระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	16
4	การเจริญเติบโตของใบพายศรีลังกาในระบบการปลูกใบพายศรีลังกากับระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	17
5	ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำในระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	17
6	ปริมาณน้ำที่ใช้ในระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	19
7	ต้นทุนของโครงการและผลตอบแทนของระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาแบบไร้ดิน	20

ตารางผนวกที่		หน้า
1	อุณหภูมิน้ำสูงสุด – ต่ำสุด (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	24
2	ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	24
3	3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางผนวกที่		หน้า
4	ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	25
5	ความเป็นด่างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	26
6	ความกระด้างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังการะบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	26
7	ปริมาณแอมโมเนียของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	27
8	ปริมาณไนไตร์ทของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	27
9	ปริมาณไนเตรทของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	28
10	ปริมาณฟอสฟอรัสของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบ การปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	28
11	การเจริญเติบโตของปลาทองของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	29
12	การเจริญเติบโตของใบพายศรีลังกาของระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	29
13	ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรของระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการใบพายศรีลังกาใน NFT	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ระบบการเลี้ยงปลาทอง	5
2	ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา	5
3	ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	5
4	อุณหภูมิน้ำสูงสุด – ต่ำสุด (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	9
5	ความกระด้างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	9
6	ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	10
7	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	10
8	ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	11
9	ความเป็นด่างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	11
10	ปริมาณแอมโมเนียของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	12
11	ปริมาณไนไตร์ทของของ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	12
12	ปริมาณไนเตรทของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	13
13	ปริมาณฟอสฟอรัสของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

14 น้ำหนักปลาทอง (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา 16

ภาพผนวกที่

1 ระบบการเลี้ยงปลาทองในบ่อ 31
2 ระบบการปลูกใบพายศรีลังกาแบบไร้ดินในระบบปิด 32
3 ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาแบบไร้ดินในระบบ 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มรายได้ธุรกิจปลาสวยงามร่วมกับการผลิตพรรณไม้น้ำแบบไร้ดินในระบบปิด

Aquaponics for ornamental fish and aquatic macrophytes in close system

บทคัดย่อ

ศึกษาการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาแบบไร้ดินในระบบปิดโดยตรวจสอบความเหมาะสมของคุณภาพน้ำและธาตุอาหารในระบบ เปรียบเทียบคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาในระยะเวลา 56 วัน พบว่าอุณหภูมิ (temperature) และความกระด้างของน้ำ (hardness) ของทั้ง 3 ระบบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (electrical conductivity), ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen), ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), ความเป็นด่าง (alkalinity), แอมโมเนีย (total ammonia nitrogen), ไนไตรท์ (nitrite nitrogen), ไนเตรท (nitrate nitrogen) และฟอสฟอรัส (orthophosphate) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลาทองที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกากับระบบการเลี้ยงปลาทอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และการเจริญเติบโตของใบพายศรีลังกาในระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาไม่แตกต่างกับระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ($P>0.05$)

Abstract

Study on goldfish (*Carassius auratus*) culture that incorporates the crypts (*Cryptocoryne wendtii*) hydroponic culture was examined of water qualities and nutrients, mainly oxidized nitrogenous compound for aquatic plant production. The three systems represented by goldfish, crypts and goldfish-crypts systems in 56-days experimental trails. This paper presents statistical comparison of water quality characteristics of the three systems. There were significant difference ($P<0.05$) among treatments in electrical conductivity, dissolved oxygen, pH, alkalinity, total ammonia nitrogen, nitrite nitrogen, nitrate nitrogen and orthophosphate, except temperature and hardness. There was no significant difference ($P>0.05$) between goldfish-crypts and goldfish system in goldfish growth performance. There was no significant difference ($P>0.05$) between goldfish-crypts and crypts system in crypts growth performance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในปัจจุบันธุรกิจปลาสวยงามมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วเนื่องจากการเลี้ยงปลาสวยงามได้รับความนิยมแพร่หลายทั่วโลกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมืองใหญ่ ปลาสวยงามมากกว่า 50% มีแหล่งผลิตจากประเทศในแถบเอเชีย ซึ่งชนิดของปลาที่นิยมเลี้ยงเป็นปลาสวยงามน้ำจืด 90% และปลาทะเล 10% ปลาสวยงามส่วนใหญ่มาจากการเพาะเลี้ยงถึง 80% และ 20% มาจากธรรมชาติ (Bassleer, 1994) แหล่งผลิตปลาสวยงามของประเทศไทยอยู่แถบภาคกลางของประเทศ เนื่องจากเป็นพื้นที่ราบลุ่มมีแหล่งน้ำที่อุดมสมบูรณ์ ได้แก่ ราชบุรี สุพรรณบุรี นนทบุรี ฉะเชิงเทรา และกรุงเทพฯ (วิทยา, 2538) จากสถิติในปี 2535 ประเทศที่นำเข้าปลาสวยงามมากที่สุด ได้แก่ สหรัฐอเมริกา รองลงมาคือ ประเทศในประชาคมยุโรป และ ญี่ปุ่น ซึ่งประเทศที่ส่งออกปลาสวยงามมากเป็นอันดับแรกของโลก คือ สิงคโปร์ รองลงมาคือ ฮ่องกง และไทย โดยมีมูลค่าการส่งออก 60.2, 19.5 และ 18.1 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ (Bassleer, 1994)

การประดับตกแต่งตู้ปลาโดยใช้พรรณไม้น้ำสวยงามและการจัดตู้พรรณไม้น้ำสวยงาม ได้รับความนิยมทั้งในและต่างประเทศ เนื่องจากพรรณไม้น้ำมีหลากหลายชนิด รูปแบบต่างๆกัน และมีสีสันสวยงาม ซึ่งทำให้มูลค่าการส่งออกสูงถึง 100 ล้านบาทต่อปี และยังมีแนวโน้มที่จะขยายตัวมากขึ้น อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามในประเทศจะมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นแต่มีข้อจำกัดหลายประการโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญต่อการพัฒนาธุรกิจปลาสวยงาม น้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามส่วนใหญ่ใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง และน้ำจากคลองชลประทาน ซึ่งปริมาณน้ำดังกล่าวจะไม่พอเพียงในฤดูร้อน นอกจากนี้ยังมีการปนเปื้อนของสารเคมีที่ใช้ในการเกษตร และการปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ประกอบกับในปัจจุบัน ที่ดิน แรงงาน และค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการเลี้ยงปลามีมูลค่าสูงขึ้น เกษตรกรจึงหันมาเลี้ยงปลาแบบหนาแน่น (intensive culture) มากขึ้น เพื่อลดต้นทุนการผลิต ระบบการเลี้ยงปลาแบบนี้มีการปล่อยของเสียที่ประกอบด้วยสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงค์ตอน (eutrophication)ในแหล่งน้ำ จนทำให้แหล่งน้ำเสื่อมโทรมลง

ดังนั้นการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (water reuse or recycle systems) จึงเป็นระบบที่น่าจะนำมาใช้เนื่องจากน้ำทิ้งเหล่านี้จะมีปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอยู่เป็นปริมาณมาก ซึ่งการที่พรรณไม้น้ำนำแร่ธาตุอาหารไปใช้จะช่วยบำบัดน้ำเหล่านี้ให้มีคุณภาพดีสามารถนำกลับมาเลี้ยงปลาใหม่ได้และยังเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรจากการจำหน่ายพรรณไม้น้ำด้วย ดังนั้นการเลี้ยงปลาสวยงามร่วมกับการผลิตพรรณไม้น้ำในระบบปิด จะได้ผลผลิต 2 ทางทั้งปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำสามารถจำหน่ายในประเทศและเป็นสินค้าส่งออก ช่วยลดการขาดดุลการค้ากับต่างประเทศ และน่าจะเป็นอาชีพที่ช่วยฟื้นฟูเศรษฐกิจของประเทศได้อีกทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้การเพาะเลี้ยงปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำเพื่อจำหน่ายยังสามารถส่งเสริมให้เป็นอาชีพหลักหรืออาชีพรองของประชาชนในประเทศไทยได้เป็นอย่างดี ซึ่งนับได้ว่าเป็นอาชีพที่เหมาะสมกับประชาชนคนไทยอย่างยิ่ง แม้แต่ผู้ที่มีรายได้น้อยก็สามารถประกอบการนี้ได้เพราะเป็นอาชีพที่ลงทุนน้อยใช้เนื้อที่น้อยและให้ประโยชน์ในระยะเวลาอันสั้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบการเลี้ยงปลาร่วมกับการปลูกพรรณไม้น้ำโดยใช้เทคนิคของการใช้สารอาหารจากน้ำที่ผ่านการเลี้ยงปลาสวยงามมาปลูกพรรณไม้น้ำในระบบปิดแบบ Nutrient film technique (NFT)
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้พรรณไม้น้ำในการบำบัดน้ำในบ่อปลาโดยอาศัยพรรณไม้น้ำ
3. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำในระบบปลูกแบบไร้ดินในระบบปิด
4. เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำของประเทศ

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

1.การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) โดยแบ่งเป็น 3 ชุดการทดลอง (treatment) ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 การเลี้ยงปลาทองในบ่อ ประกอบด้วยบ่อเลี้ยงปลาทอง ความจุ 800 ลิตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.45 เมตร ความสูง 50 เซนติเมตร และบ่อตกตะกอนขนาดความยาว 54 เซนติเมตร ความกว้าง35 เซนติเมตร และความสูง 40 เซนติเมตร ดังภาพที่ 1

ชุดการทดลองที่ 2 การปลูกใบพายศรีลังกาแบบไร้ดินในระบบปิด ประกอบด้วยบ่อพักน้ำ บ่อตกตะกอน และชุดรางปลูกใบพายศรีลังกาแบบNFT Nutrient film technique ซึ่งมีขนาดรางกว้าง 10 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร ยาว 18 เมตร วางขนานกันจำนวน 5 ราง ดังภาพที่ 2

ชุดการทดลองที่3 การเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาแบบไร้ดินในระบบปิด ประกอบด้วยบ่อเลี้ยงปลาทอง บ่อตกตะกอน และชุดรางปลูกใบพายศรีลังกาแบบNFT ซึ่งมีขนาดรางกว้าง 10 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร ยาว 18 เมตร วางขนานกันจำนวน 5 ราง ดังภาพที่ 3

ซึ่งทำการทดลอง 3 ช่วงเวลา (block) ได้แก่

ช่วงที่ 1 ระหว่างเดือนสิงหาคม 2543 ถึงเดือนกันยายน 2543

ช่วงที่ 2 ระหว่างเดือนธันวาคม 2543 ถึงเดือนมกราคม 2544

ช่วงที่ 3 ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2544 ถึงเดือนมีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเตรียมการทดลอง

2.1 การเตรียมปลาทดลอง

นำปลาทองมาพักไว้ในบ่อเพื่อให้ปลามีสุขภาพแข็งแรง โดยให้อาหารเม็ดวันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) นานประมาณ 2 สัปดาห์ ก่อนนำปลาทองดังกล่าวมาทำการทดลอง

2.2 การเตรียมพรรณไม้น้ำ

นำใบพายศรีลังกา (*Cryptocoryne wendtii*) มาตัดรากออกบางส่วน ปลูกในกระถางพลาสติกเล็ก โดยใช้ใยหิน (rock wool)เป็นวัสดุปลูก จากนั้นจึงนำไปพักไว้ในบ่อที่เตรียมไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ จนรากใหม่เริ่มงอกและยึดติดกับใยหินแล้ว จึงนำไปใช้ในการทดลอง

3. การดำเนินการทดลอง

ชุดการทดลองที่ 1 ระบบการเลี้ยงปลาทอง

การเลี้ยงปลาทองในบ่อกลม ความจุของน้ำ 550 ลิตร จำนวน 100 ตัว/บ่อ ให้อาหารปลาชนิดเม็ดลอยน้ำที่ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลา และวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น และเปลี่ยนถ่ายน้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ทุกๆ สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 2 ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา

การปลูกใบพายศรีลังกา 360 ต้น ในระบบ NFT โดยปลูกรางละ 72 ต้น จำนวน 5 ราง โดยใช้ปั๊มน้ำสูบจากบ่อเก็บน้ำขึ้นมา ผ่านรางปลูกใบพายศรีลังกา

ชุดการทดลองที่ 3 ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

การเลี้ยงปลาทองในบ่อกลม ความจุของน้ำ 550 ลิตร จำนวน 100 ตัว เชื่อมกับระบบการปลูกใบพายศรีลังกาในระบบ NFT โดยใช้ปั๊มสูบน้ำที่ผ่านการเลี้ยงปลาทองและบ่อตกตะกอนแล้วขึ้น มาผ่านรางปลูกใบพายศรีลังกา แล้วไหลกลับมายังบ่อเลี้ยงปลาทองอีกครั้งหนึ่ง

4. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

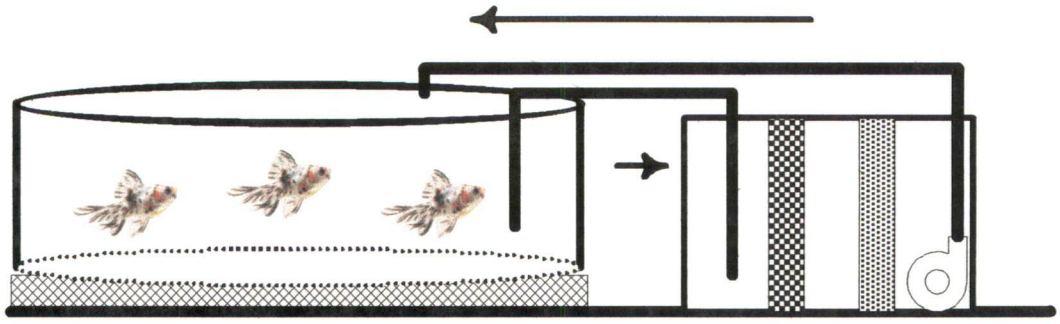
ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทุก ๆ สัปดาห์ คุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ อุณหภูมิ (temperature) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ(DO) ความกระด้างของน้ำ(hardness) ความเป็นด่างของน้ำ (alkalinity) แอมโมเนีย (NH_3-N) ไนไตรท์ (NO_2-N) ไนเตรท (NO_3-N) และฟอสเฟต(PO_4^-) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ดังตารางที่ 1

5. การวัดการเจริญเติบโตของปลาทองและใบพายศรีลังกา

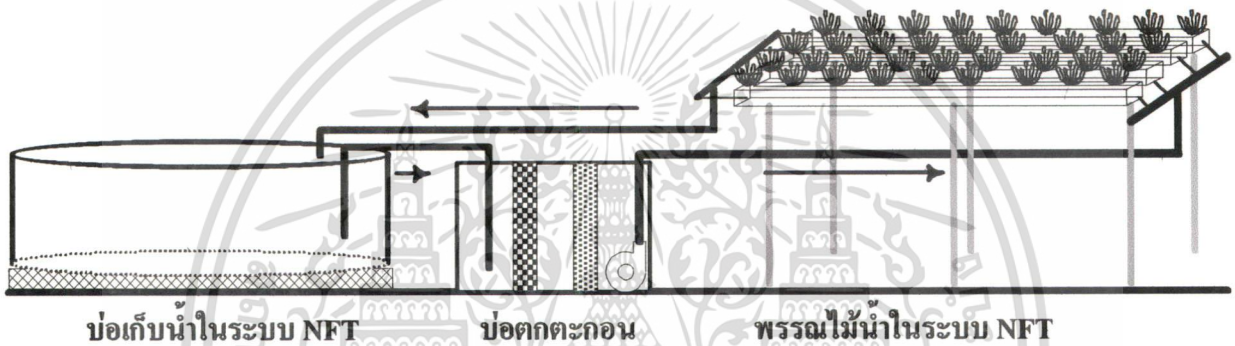
วัดการเจริญเติบโตของปลาทองด้วยการชั่งน้ำหนัก ปลาทอง ก่อนการทดลองใช้หน่วยกรัม และวัดความยาวของปลาทองใช้หน่วยเซนติเมตร จากนั้นสุ่มตัวอย่างปลาทองบ่อละ 20 ตัว นำมาชั่งน้ำหนักและวัดความยาว ทุก 2 สัปดาห์ จนกระทั่งครบ 8 สัปดาห์

วัดการเจริญเติบโตของใบพายศรีลังกา โดยก่อนทดลองชั่งน้ำหนักเปียกและแห้งใช้หน่วยกรัม เมื่อครบ 8 สัปดาห์ นำมาชั่งน้ำหนักเปียกและแห้ง

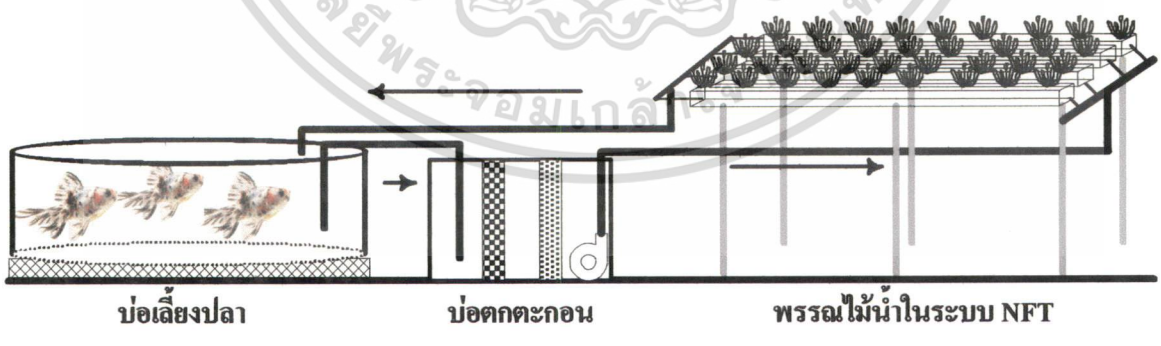
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ระบบการเลี้ยงปลาทอง



ภาพที่ 2 ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา



ภาพที่ 3 ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (analysis of variance) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel Version 6.0 และเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตและรายได้ที่เพิ่มขึ้น

7.สถานที่จัดทำโครงการ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

8.ระยะเวลาของโครงการ

กรกฎาคม 2543 - เดือนพฤษภาคม 2544

ตารางที่ 1 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์	วิธีการวิเคราะห์
ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen)	YSI oxygen meter (model 59)
อุณหภูมิ (temperature)	YSI oxygen meter (model 59)
ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (electrical conductivity)	HACH conductivity/ TDS meter (Model 446000-00)
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	Model IQ 150
ค่าความเป็นด่าง (alkalinity)	Titration method
ค่าความกระด้าง (hardness)	Titration method
แอมโมเนีย (total ammonia nitrogen)	Phenate method
ไนไตรท์ (nitrite nitrogen)	Azo dry method
ไนเตรท (nitrate nitrogen)	Cadmium reduction method
ฟอสฟอรัส (orthophosphate)	Ascorbic method

9.ผลการทดลอง

9.1 คุณภาพน้ำของระบบการเลี้ยง คุณภาพน้ำที่ ได้แก่

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำทั้ง 3 ระบบในระยะเวลาทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย(EC), ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO), ความเป็นกรดเป็นด่าง(pH), ความเป็นด่าง (alkalinity), แอมโมเนีย(total ammonia nitrogen), ไนไตรท์(nitrite nitrogen), ไนเตรท(nitrate nitrogen) และฟอสฟอรัส(prthophosphate) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$) ส่วนอุณหภูมิ และความกระด้าง (hardness) ไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 3 ระบบ($P>0.05$) (ตารางที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ช่วงและค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และ ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

คุณภาพน้ำ	ระบบการเลี้ยงปลาทอง		ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา		ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา	
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย ± SE	ช่วง	ค่าเฉลี่ย ± SE	ช่วง	ค่าเฉลี่ย ± SE
อุณหภูมิ (temperature) (^{o}C)	25.5 – 29.5	27.3 ± 0.3^{a}	26.3 – 30.0	28.1 ± 0.4^{a}	26.3 – 29.9	28.1 ± 0.4^{a}
ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (EC) (mS/cm)	0.18 – 0.45	0.37 ± 0.03^{a}	0.23 – 1.02	0.77 ± 0.08^{b}	0.21 1.20	0.86 ± 0.10^{b}
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) (มก./ลิตร)	4.79 – 7.26	5.86 ± 0.28^{a}	5.60 – 7.64	6.65 ± 0.21^{b}	5.42 – 7.51	6.29 ± 0.24^{b}
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	6.61 – 7.62	7.29 ± 0.06^{a}	6.79 – 7.60	7.24 ± 0.06^{a}	6.13 – 7.43	6.65 ± 0.08^{b}
ความเป็นด่าง (alkalinity) (มก. $CaCO_3$/ลิตร)	159.0 – 177.3	168.3 ± 1.5^{a}	94.7 – 178.0	107.7 ±6.1^{b}	91.0 – 177.0	102.7 ± 6.4^{b}
ความกระด้าง (hardness) (มก. $CaCO_3$/ลิตร)	141.7 – 154.7	147.9 ± 1.1^{a}	160.0 – 173.3	166.1 ± 0.9^{a}	145.0 – 178.3	165.6 ± 2.5^{a}
แอมโมเนีย (total ammonia nitrogen) (มก./ลิตร)	0 – 1.02	0.27 ± 0.07^{a}	0 – 0.84	0.11± 0.06^{a}	0.02 – 1.72	0.84 ± 0.12^{b}
ไนไตรท์ (nitrite nitrogen) (มก./ลิตร)	0.32 – 1.05	0.64 ± 0.05^{a}	0 – 0.88	0.12 ± 0.06^{b}	0.02 – 1.58	0.52 ± 0.11^{ab}
ไนเตรท (nitrate nitrogen) (มก./ลิตร)	0.02 – 24.81	14.56 ± 1.88^{a}	0.03 – 60.26	36.11 ± 4.41^{b}	0.03 – 78.06	45.43 ± 5.89^{b}
ฟอสฟอรัส (orthophosphate) (มก./ลิตร)	0.08 – 1.25	0.81 ± 0.09^{a}	0.02 – 6.10	3.26 ± 0.40^{b}	0.15 – 5.04	3.02 ± 0.36^{b}

* ตัวอักษรเหมือนกันแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 % (P > 0.05)

ไม่ว่าการดึงข้อมูลทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานเมื่อมีการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โดยอุณหภูมิของน้ำในทุกระบบค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง อยู่ในช่วง 25.5 – 29.9 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4) และความกระด้างของน้ำในทุกระบบค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง อยู่ในช่วง 141.7 – 178.3 มิลลิกรัม/ลิตร (ภาพที่ 5)

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในทุกระบบ จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์แรกและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนสิ้นสุดการทดลอง ในระบบการเลี้ยงปลาทองค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเฉลี่ย 0.37 ซึ่งต่ำกว่าระบบการปลูกใบพายศรีลังกาและระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$) แต่ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในระบบการปลูกใบพายศรีลังกาและระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเฉลี่ย 0.77 และ 0.86 ตามลำดับ (ภาพที่ 6)

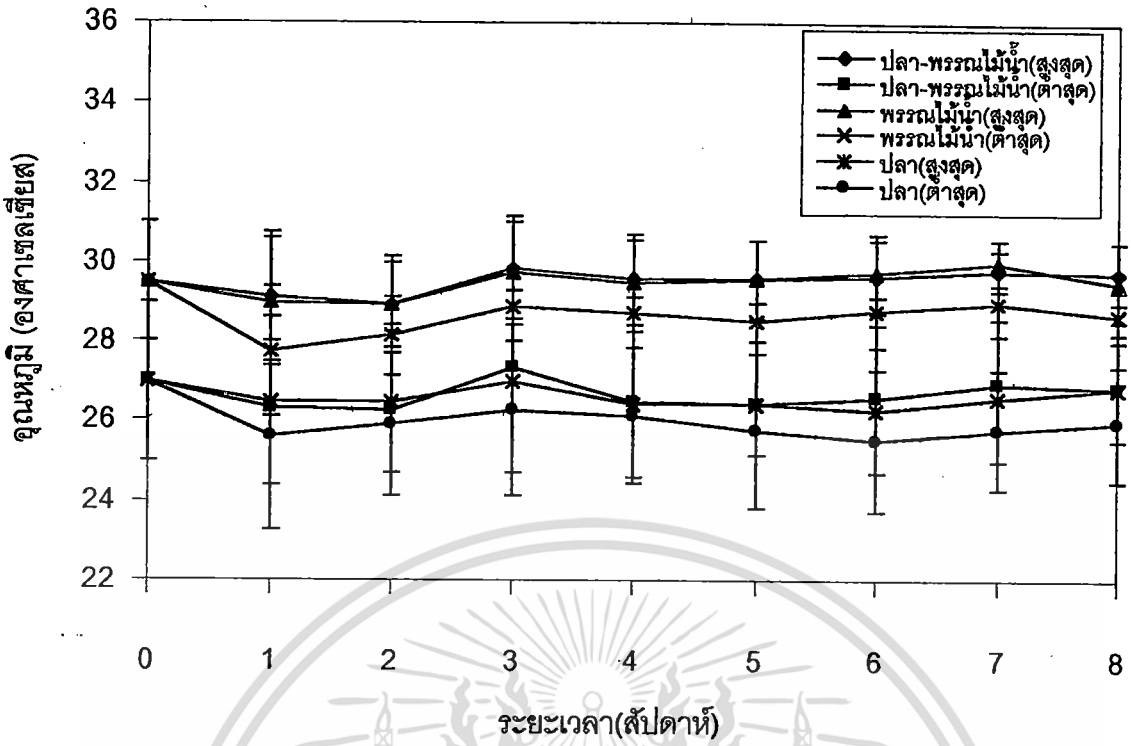
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของทุกระบบค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง อยู่ในช่วง 4.79 – 7.64 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อเปรียบเทียบออกซิเจนที่ละลายน้ำในทุกระบบพบว่า ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำในระบบการเลี้ยงปลาทอง(5.86) มีค่าต่ำกว่าในระบบการปลูกใบพายศรีลังกาและระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$) แต่ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำในระบบการปลูกใบพายศรีลังกา(6.65) และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา (6.29) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$) (ภาพที่ 7)

ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในทุกระบบค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง อยู่ในช่วง 6.13 – 7.62 โดยค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา (6.65) มีค่าต่ำกว่าระบบการปลูกใบพายศรีลังกา(7.24) และระบบการเลี้ยงปลาทอง(7.29) อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำของระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ภาพที่ 8)

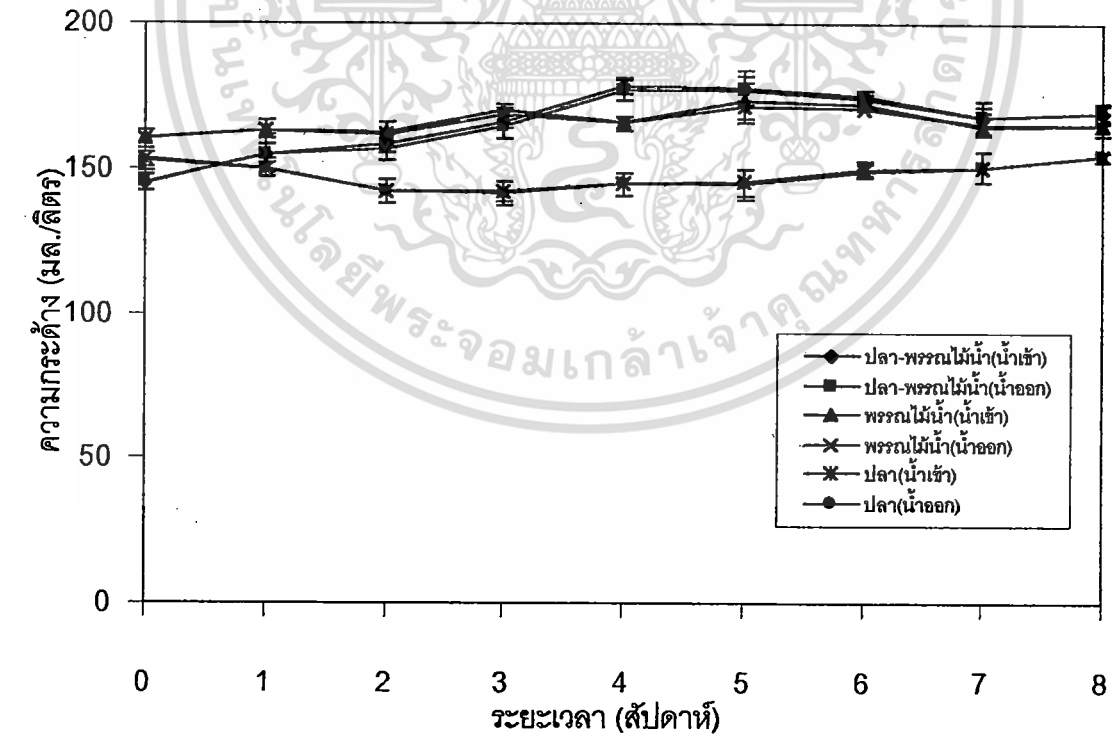
ความเป็นด่างของระบบการเลี้ยงปลาทองค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง อยู่ในช่วง 159-177.3 มิลลิกรัม/ลิตร โดยค่าความเป็นด่างของน้ำในระบบการปลูกใบพายศรีลังกาและระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาลดลงอย่างรวดเร็วในสัปดาห์แรก และคงที่จนสิ้นสุดการทดลอง ความเป็นด่างของน้ำในระบบการเลี้ยงปลาทอง (168.3) มีค่าสูงกว่าในระบบการปลูกใบพายศรีลังกา(107.7) และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา(102.7)อย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$) แต่ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ภาพที่ 9)

ปริมาณแอมโมเนียในระบบการปลูกใบพายศรีลังกาและระบบการเลี้ยงปลาทองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์แรกและมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ จนสิ้นสุดการทดลอง ส่วนแอมโมเนียในน้ำของระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และมีค่าของแอมโมเนียสูงสุดในสัปดาห์ที่ 6 หลังจากนั้นจะลดลงจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

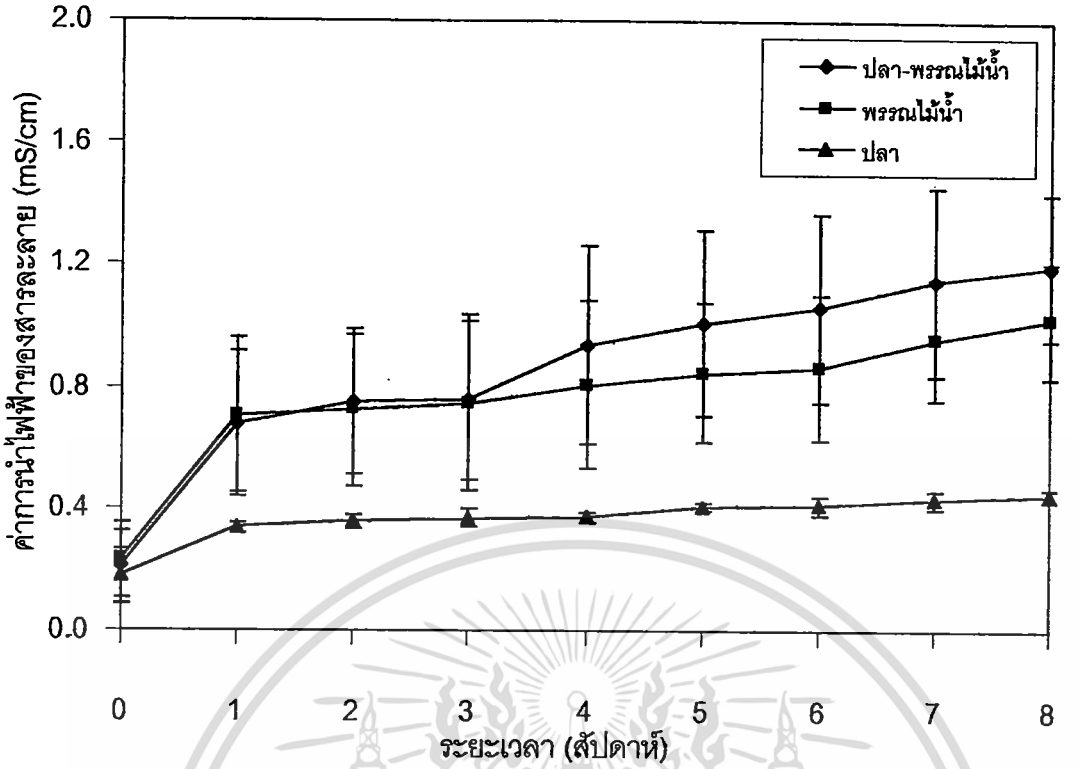


ภาพที่ 4 อุณหภูมิน้ำสูงสุด – ต่ำสุด (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

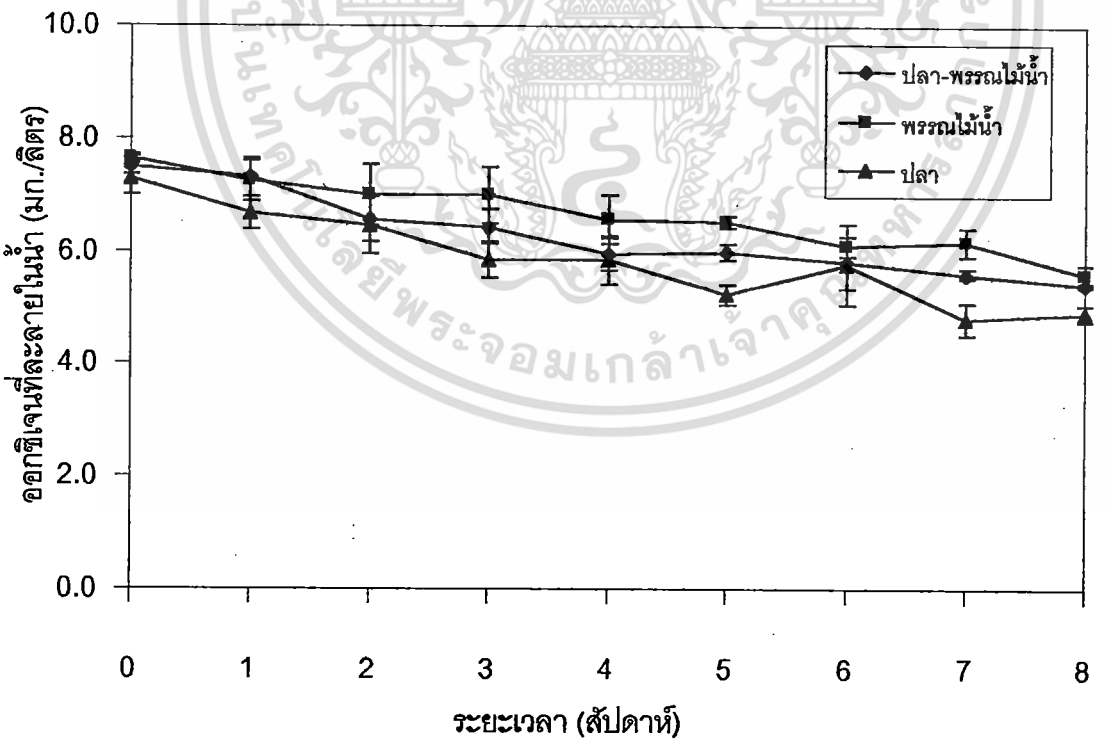


ภาพที่ 5 ความกระด้างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

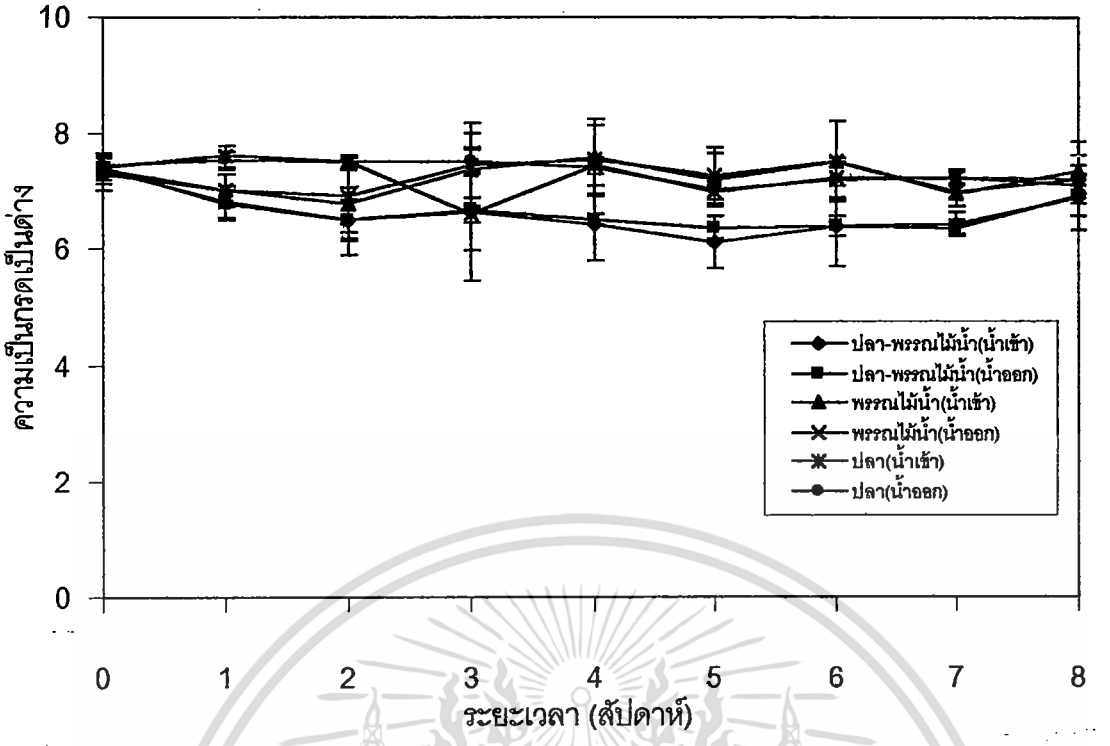


ภาพที่ 6 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

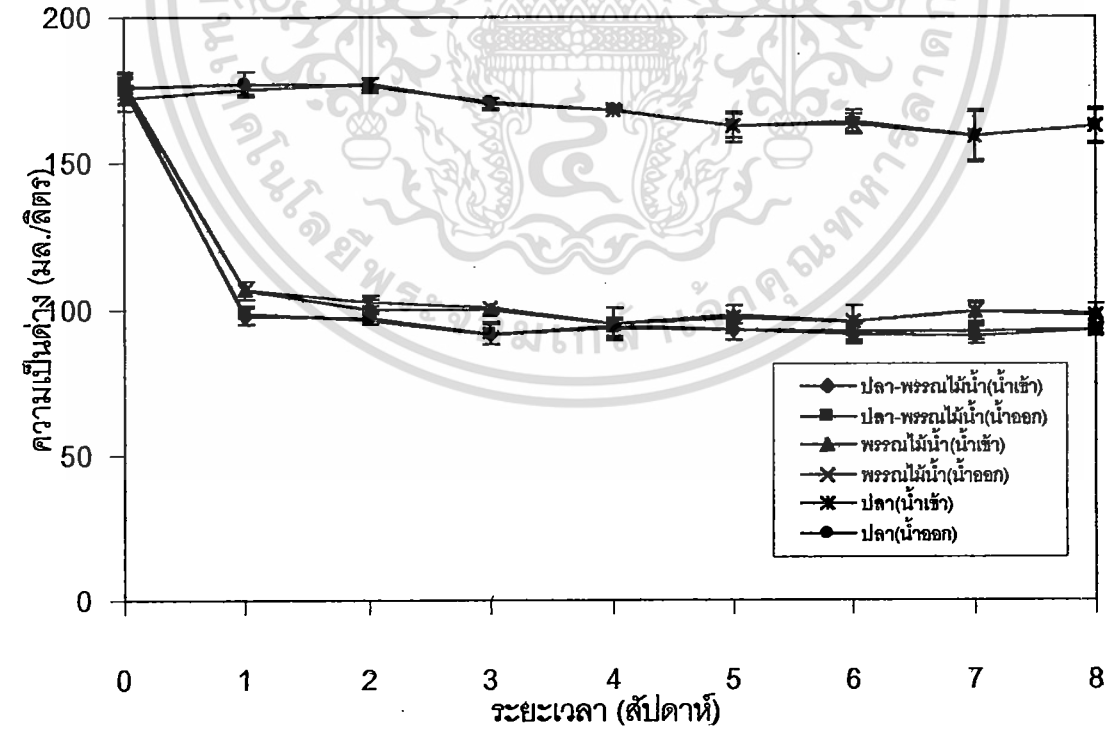


ภาพที่ 7 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา



ภาพที่ 9 ความเป็นด่างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าแอมโมเนียในน้ำของระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา (0.84) มีค่าสูงกว่าระบบการปลูกใบพายศรีลังกา(0.11) และระบบการเลี้ยงปลาทอง(0.27) อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่ค่าแอมโมเนียในน้ำในระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ภาพที่ 10)

ปริมาณไนไตรท์ในน้ำของทุกระบบเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์แรก หลังจากนั้นจึงลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ค่าไนไตรท์ของระบบการเลี้ยงปลาทอง (0.64) มีค่าสูงกว่าระบบการปลูกใบพายศรีลังกา (0.12) อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่ค่าไนไตรท์ของระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา (0.52) และระบบการเลี้ยงปลาทอง(0.64) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ภาพที่ 11)

ปริมาณไนเตรทในน้ำของทุกระบบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ค่าไนเตรทในน้ำของระบบการเลี้ยงปลาทอง(14.56) ต่ำกว่าในระบบการปลูกใบพายศรีลังกา(36.11) และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา(45.43) อย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$) แต่ค่าไนเตรทในน้ำของระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ภาพที่ 12)

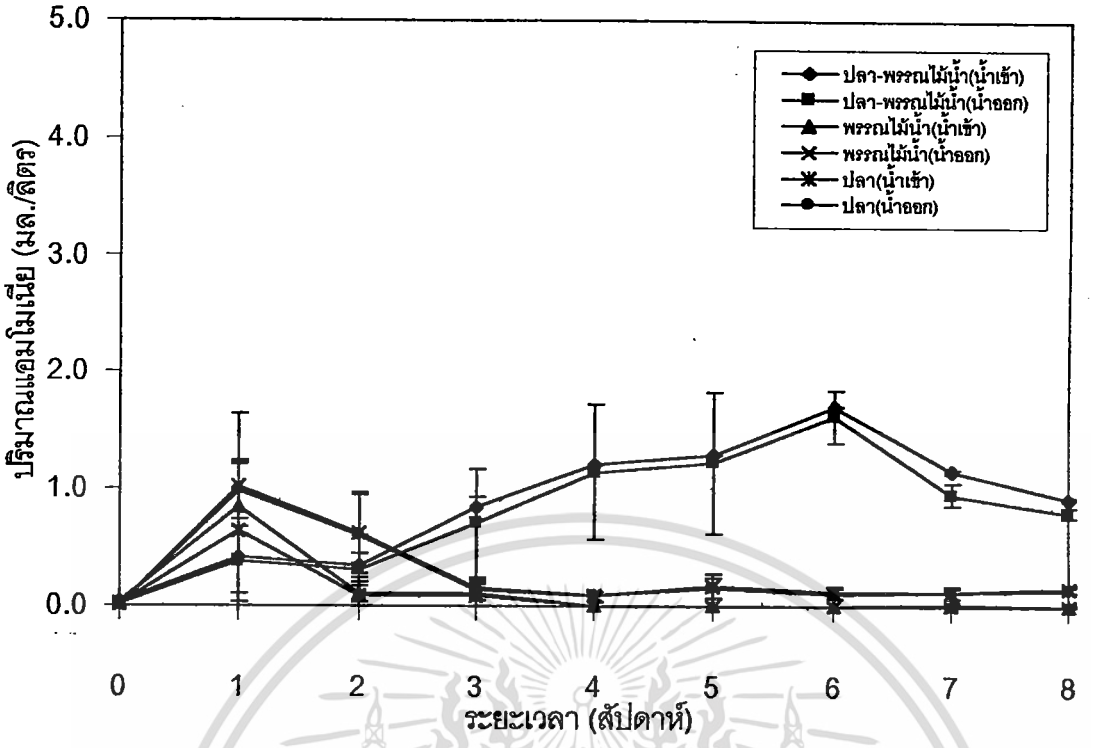
ปริมาณฟอสฟอรัสของทุกระบบเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์แรกและค่อนข้างคงที่จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำของระบบการเลี้ยงปลาทอง (0.81) มีค่าต่ำกว่าระบบการปลูกใบพายศรีลังกาและระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$) แต่ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำของระบบการปลูกใบพายศรีลังกา (3.26) กับระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา (3.02) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$) (ภาพที่ 13)

9.2 การเจริญเติบโตและผลผลิตของปลาทองและใบพายศรีลังกา

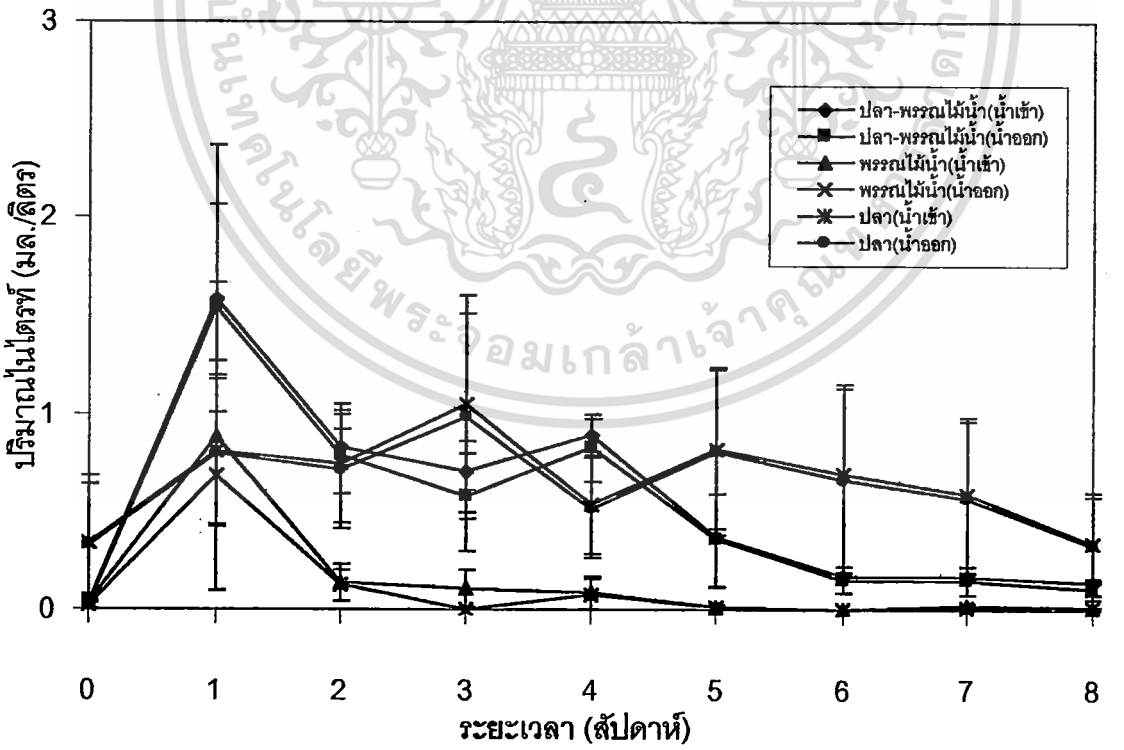
9.2.1 การเจริญเติบโตของปลาทอง

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าน้ำหนักปลาทองเฉลี่ย (mean weight at harvest), น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (daily weight gain) และอัตราการแลกเนื้อ (FCR) ของปลาทองที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกากับระบบการเลี้ยงปลาทองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P> 0.05$) (ตารางที่ 2 และภาพที่ 14) โดยหลังจาก 8 สัปดาห์น้ำหนักปลาทองเฉลี่ยของระบบการเลี้ยงปลาทองกับระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาเท่ากับ 13.54 กรัมและ 13.61 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักปลาทองที่เพิ่มขึ้นต่อวัน0.15 กรัม/ตัว/วันทั้ง 2 ระบบ และอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 2.34 และ 2.37 ตามลำดับ โดยมีอัตราการรอดตาย 99 เปอร์เซ็นต์ และ 98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

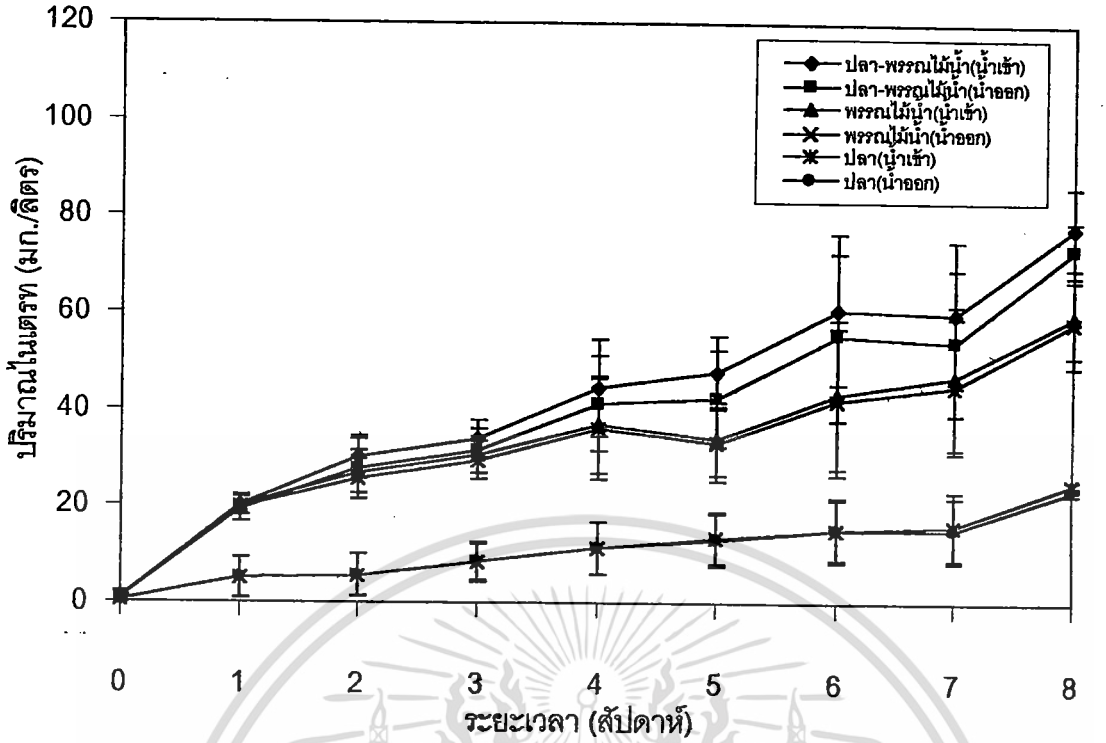


ภาพที่ 10 ปริมาณแอมโมเนียของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

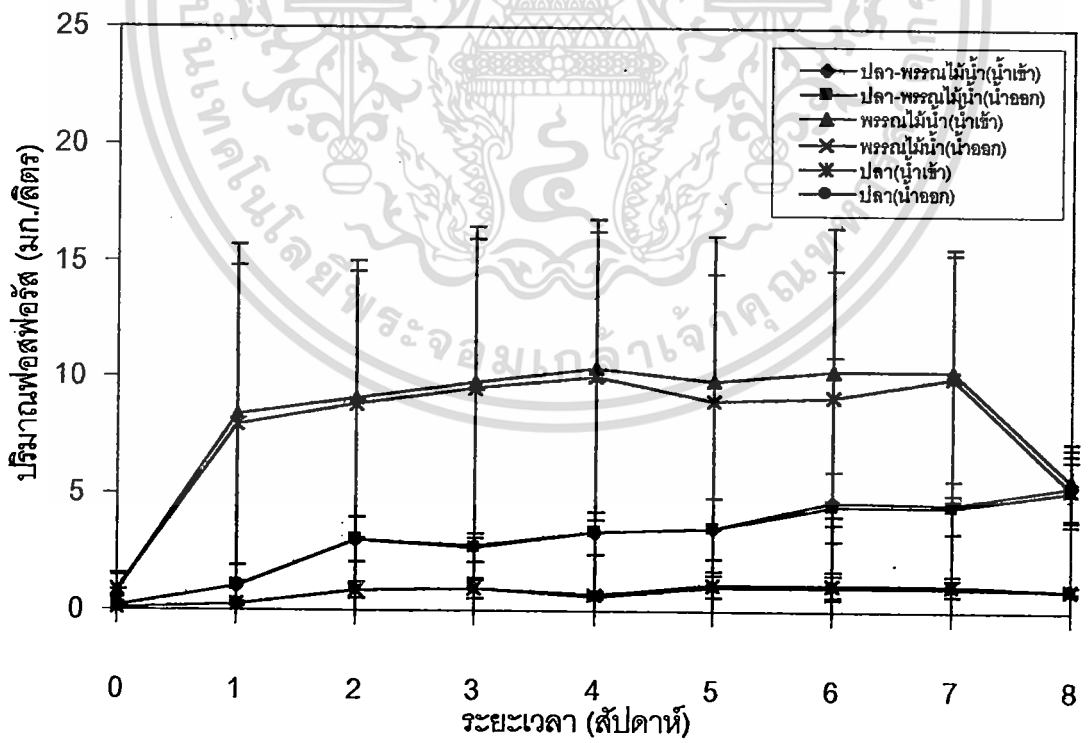


ภาพที่ 11 ปริมาณไนไตร์ทของของ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 ปริมาณไนเตรทของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา



ภาพที่ 13 ปริมาณฟอสฟอรัสของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2.2 การเจริญเติบโตและผลผลิตของใบพายศรีลังกา

การเจริญเติบโตของใบพายศรีลังกาเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าน้ำหนักเฉลี่ย (mean weight at harvest) และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (daily weight gain) ของใบพายศรีลังกาที่ปลูกในระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา กับระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P> 0.05$) (ตารางที่ 4) โดยหลังจาก 8 สัปดาห์น้ำหนักเฉลี่ยของใบพายศรีลังกาในระบบการปลูกใบพายศรีลังกากับระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาเท่ากับ 737.94 และ 724.68 กรัม/ชุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันเท่ากับ 9.77 และ 10.07 กรัม/วัน/ชุด ตามลำดับ โดยมีอัตราการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์

9.3 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำในระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำในแต่ละระบบ วัดจากการลดลงของปริมาณแอมโมเนียไนไตรท์ ไนเตรท และฟอสฟอรัสของน้ำก่อนเข้ามาในระบบกับหลังจากที่น้ำผ่านออกจากระบบ (ตารางที่ 5) จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของการบำบัดแอมโมเนียของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาเท่ากับ 6, 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ประสิทธิภาพของการบำบัดไนไตร์ทของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาเท่ากับ 4, 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ประสิทธิภาพของการบำบัดไนเตรทของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาเท่ากับ 3, 9 และ 11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ประสิทธิภาพของการบำบัดฟอสฟอรัสของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาเท่ากับ 5, 12 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

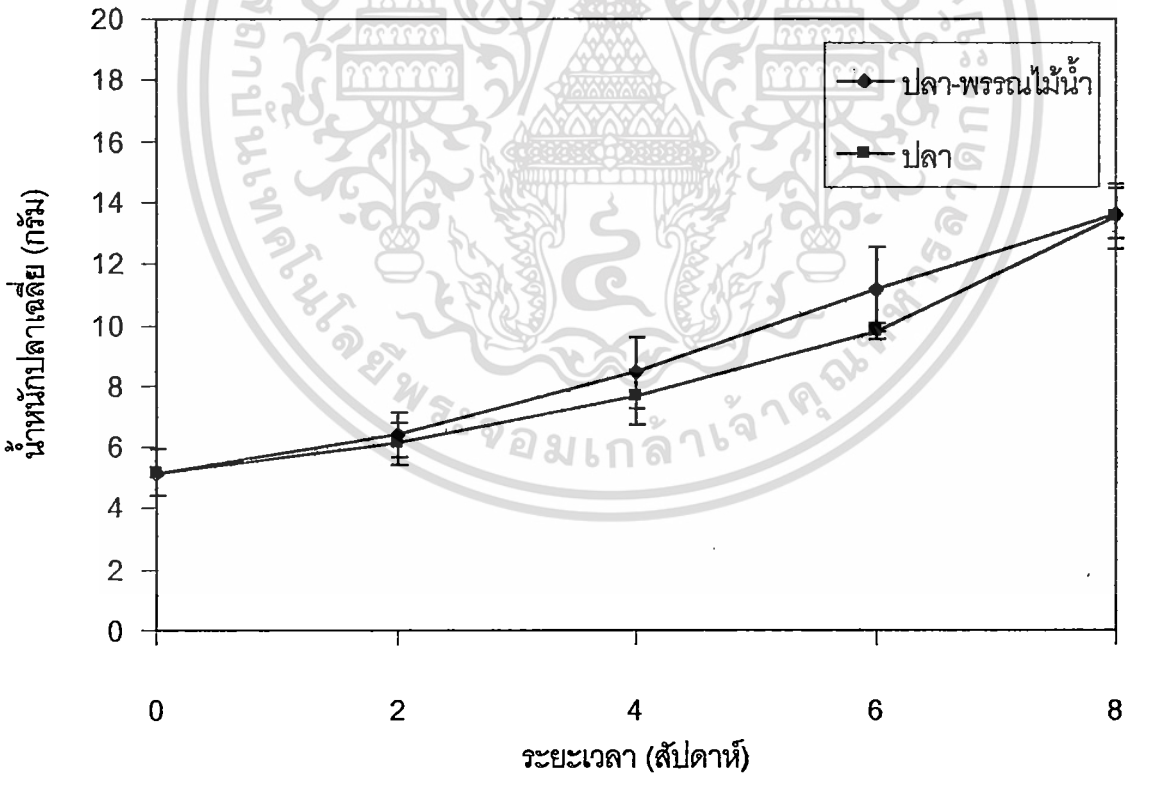
เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ใช้ในระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา (ตารางที่ 6) ระบบการเลี้ยงปลาทองมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้งตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงปลาทอง 4.05 ลบ.ม. ในขณะที่ปริมาณน้ำที่ใช้ในระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาเท่ากับ 0.605 และ 0.609 ลบ.ม. ตามลำดับ ดังนั้นปริมาณที่ใช้ในระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาน้อยกว่าระบบการเลี้ยงปลาทองประมาณ 6.65 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตของปลาทองที่อัตราความหนาแน่น 60 ตัวต่อตารางเมตรในระบบการเลี้ยงปลาทองกับระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

	ระบบการเลี้ยงปลาทอง	ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา
น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	5.18 ± 0.77[a]	5.18 ± 0.77[a]
น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม/ตัว)	13.54 ± 1.06[a]	13.61± 1.05[a]
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (กรัม/ตัว/วัน)	0.15 ± 0.03[a]	0.15 ± 0.03[a]
อัตราการรอดตาย (%)	99 ± 0.58[a]	97.67 ± 0.67[a]
อัตราการแลกเนื้อ (FCR)	2.34±0.37[a]	2.37±0.35[a]

* ตัวอักษรเหมือนกันแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 % (P > 0.05)



ภาพที่ 14 น้ำหนักปลาทอง (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตของใบพายศรีลังกาในระบบการปลูกใบพายศรีลังกากับระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

	ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา	ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา
น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม/ชุด)	177.80 ± 6.19[a]	174.21 ± 3.48[a]
น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม/ชุด)	737.94 ± 108.62[a]	724.68 ± 97.76[a]
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (กรัม/วัน/ชุด)	9.77 ± 1.79[a]	10.07 ± 1.94[a]

* ตัวอักษรเหมือนกันแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 % ($P > 0.05$)

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำในระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

คุณสมบัติของน้ำ	ค่าเฉลี่ย ± SE	เปอร์เซ็นต์		
		ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย ± SE
แอมโมเนีย (มิลลิกรัม/ลิตร)				
1. ระบบการเลี้ยงปลาทอง				
น้ำเข้า	0.27 ± 0.11	0	12.55	5.95 ± 1.29
น้ำออก	0.26 ± 0.11			
2. ระบบการเลี้ยงใบพายศรีลังกา				
น้ำเข้า	0.12 ± 0.09	0	48.72	16.24 ± 5.78
น้ำออก	0.09 ± 0.07			
3. ระบบการเลี้ยงปลาทอง-ใบพายศรีลังกา				
น้ำเข้า	0.88 ± 0.18	4.72	42.86	13.65 ± 4.01
น้ำออก	0.80 ± 0.17			
ไนไตร์ท (มิลลิกรัม/ลิตร)				
1. ระบบการเลี้ยงปลาทอง				
น้ำเข้า	0.66 ± 0.08	1.56	6.12	3.94 ± 0.49
น้ำออก	0.63 ± 0.07			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54560

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำในระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา (ต่อ)

คุณสมบัติของน้ำ	ค่าเฉลี่ย ± SE	เปอร์เซ็นต์		
		ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย ± SE
ไนไตร์ท (มิลลิกรัม/ลิตร)				
2. ระบบการเลี้ยงใบพายศรีลังกา				
น้ำเข้า	0.14 ± 0.09	0	35.58	15.92 ± 4.65
น้ำออก	0.10 ± 0.07			
3. ระบบการเลี้ยงปลาทอง-ใบพายศรีลังกา				
น้ำเข้า	0.54 ± 0.17	2.57	42.86	13.91 ± 4.29
น้ำออก	0.50 ± 0.16			
ไนเตรท (มิลลิกรัม/ลิตร)				
1. ระบบการเลี้ยงปลาทอง				
น้ำเข้า	48.24 ± 9.11	0	7.34	2.56 ± 0.59
น้ำออก	42.62 ± 7.89			
2. ระบบการเลี้ยงใบพายศรีลังกา				
น้ำเข้า	37.72 ± 6.62	1.44	21.89	8.82 ± 1.53
น้ำออก	34.50 ± 6.19			
3. ระบบการเลี้ยงปลาทอง-ใบพายศรีลังกา				
น้ำเข้า	48.24 ± 9.11	0.56	18.72	10.83 ± 1.37
น้ำออก	42.62 ± 7.89			
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร)				
1. ระบบการเลี้ยงปลาทอง				
น้ำเข้า	0.84 ± 0.14	0.47	15.79	5.35 ± 0.97
น้ำออก	0.79 ± 0.13			
2. ระบบการเลี้ยงใบพายศรีลังกา				
น้ำเข้า	3.43 ± 0.60	0.09	49.45	11.58 ± 2.47
น้ำออก	3.08 ± 0.57			
3. ระบบการเลี้ยงปลาทอง-ใบพายศรีลังกา				
น้ำเข้า	3.14 ± 0.55	0.23	42.28	8.91 ± 2.19
น้ำออก	2.90 ± 0.51			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำที่ใช้ในระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา และระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

ระบบ	การเลี้ยงปลาทอง (ลบ.ม.)	การปลูกใบพายศรีลังกา (ลบ.ม.)	การเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา (ลบ.ม.)
น้ำที่ใช้เริ่มต้นในการเลี้ยง	0.55	0.55	0.55
น้ำที่ใช้ระหว่างการเลี้ยง	3.5	-	-
น้ำที่ใช้เติมในระบบปลา-พืช	-	0.057	0.059
น้ำที่ใช้ทั้งหมด/รุ่น	4.05	0.607	0.609

9.4 ต้นทุน

ต้นทุนคงที่ของระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาประมาณ 3,265 บาท ซึ่งเป็นค่าโรงเรือนพลาสติก บ่อเลี้ยงปลา รางปลูกพรรณไม้น้ำNFT บ่อตกตะกอน ปั๊มน้ำพร้อมอุปกรณ์ แอร์ปั๊มพร้อมอุปกรณ์ ปั๊มน้ำพร้อมอุปกรณ์พ่นน้ำ เท่ากับ 29.86, 4.29, 35.86, 3.20, 6.12, 3.82, 16.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 13) ต้นทุนผันแปรของระบบในระยะเวลา 1 ปี เป็นค่าพันธุ์ปลาทอง ค่าอาหารปลา ค่าพรรณไม้น้ำ ค่าใยสังเคราะห์ ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าสารละลายธาตุอาหารพืช เท่ากับ 21.30, 3.36, 39.94, 9.59, 12.78, 0.25, 12.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและการคืนทุนและข้อมูลผลผลิตของระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา (ตารางที่ 7) ค่าเช่าที่ดินและค่าแรงงานไม่ได้รวมในการวิเคราะห์เนื่องจากเป็นการจัดการแบบครอบครัว ผลผลิตของปลาทองและใบพายศรีลังกาจำนวน 5 รุ่นต่อปี ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรของระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาเป็นเงิน 7,959 บาท เป็นต้นทุนคงที่ 58.98 เปอร์เซ็นต์และต้นทุนผันแปร 41.02 เปอร์เซ็นต์ การประมาณการผลผลิตของปลาทองและใบพายศรีลังกาต่อปีเท่ากับ 1,900 ตัวและ 9,375 ต้น ตามลำดับ ค่าการผลิตของระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาเท่ากับ 102.12 บาท/ตารางเมตร/ปี รายได้ทั้งหมดจากการศึกษาครั้งนี้ 11,275 บาท เป็นปลาทอง 16.85 เปอร์เซ็นต์และใบพายศรีลังกา 83.15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะได้กำไรจากปลาทองและใบพายศรีลังกาเท่ากับ 44.21 บาท/ตารางเมตร/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ต้นทุนของโครงการและผลตอบแทนของระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพาย ศรีลังกาแบบไร้ดิน

รายการ	หน่วย	ราคา/หน่วย	จำนวน	ทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์
รายได้จากการผลิต (A)[a]					
ปลาทอง	ตัว	4	475	1,900	16.85
พรรณไม้น้ำ (ใบพายศรีลังกา)	ต้น	5	1,875	9,375	83.15
ทั้งหมด				11,275	
ต้นทุนทั้งหมด (B)					
ต้นทุนการผลิต					
ค่าพันธุ์ปลาทอง	ตัว	2	500	1,000	21.30
ค่าอาหารปลา	กก.	18	8.75	157.5	3.36
ค่าพรรณไม้น้ำ	ต้น	5	375	1,875	39.94
ใยสังเคราะห์	กก.	90	5	450	9.59
ค่าไฟฟ้า	kWh	3	200	600	12.78
ค่าน้ำ	ลบ.ม.	10	1.15	11.5	0.25
ค่าสารละลายธาตุอาหารพืช	ลิตร	300	2	600	12.78
ทั้งหมด				4,694	100
ต้นทุนคงที่(รวมค่าเสื่อมอุปกรณ์)[b]					
โรงเรือน	ชุด	975	1	975	29.86
บ่อเลี้ยงปลา	ชุด	140	1	140	4.29
รางปลูกพรรณไม้น้ำ NFT	ชุด	1,170	1	1,170	35.86
บ่อตกตะกอน	ชุด	105	1	105	3.20
ปั๊มน้ำ พร้อมอุปกรณ์	ชุด	200	1	200	6.12
แอร์ปั๊ม พร้อมอุปกรณ์	ชุด	125	1	125	3.82
ปั๊มน้ำ พร้อมอุปกรณ์พ่นน้ำ	ชุด	550	1	550	16.85
รวม				3,265	100
รวมทั้งหมด				7,959	
ต้นทุนการผลิต (บาท/ตารางเมตร/ปี)				102.12	
ผลกำไร (A-B)				3,316	
รายได้/ต้นทุน				1.42	
กำไร (บาท/ตารางเมตร/ปี)				44.21	

*[a] เป็นราคาส่งที่ตลาดซันเดย์พลาซ่า กรุงเทพฯ

*[b] อุปกรณ์คิดค่าเสื่อมอุปกรณ์ที่อัตราคงที่ของอายุการใช้งานของแต่ละรายการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสัตว์น้ำมักมีของเสียที่เกิดขึ้น ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้คุณภาพน้ำไม่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลา ค่ามาตรฐานของอันไอออไนซ์แอมโมเนียที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่ควรเกิน 0.0125 มิลลิกรัม/ลิตร (Meade, 1985) จากการทดลองครั้งนี้ค่าสูงสุดของปริมาณแอมโมเนียทั้งหมดเท่ากับ 1.72 มิลลิกรัม/ลิตร ในสัปดาห์ที่ 6 ที่pH6.4 และอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส คิดเป็นอันไอออไนซ์แอมโมเนีย 0.086 มิลลิกรัม/ลิตร (Boyd, 1990) ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานแต่ไม่พบปลาตายในการทดลองครั้งนี้

ค่าสูงสุดของไนไตรท์ในสัปดาห์ที่ 1 เท่ากับ 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน (0.1 มิลลิกรัม/ลิตร) สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Lawson, 1995) ถึงแม้ว่าปริมาณไนไตรท์จะสูงกว่าค่ามาตรฐานแต่ไม่พบปลาตายในการทดลองครั้งนี้ อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวนี้ยังมีค่าต่ำกว่าค่า LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมงของปลาทองซึ่งเท่ากับ 52 มิลลิกรัม/ลิตร (Russo and Thurston, 1991) ค่าไนไตรท์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอาจจะเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม nitrifying ในธรรมชาติได้อย่างรวดเร็ว (Eighmy and Bishop, 1989) ส่วนปริมาณไนเตรทมีการสะสมตั้งแต่เริ่มเลี้ยงจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง โดยพบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณไนเตรทมีค่าเท่ากับ 75 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ไม่มีผลทำให้ปลาตาย เช่นเดียวกับรายงานของ Knepp and Arkin (1973) ที่ศึกษาในปลา Largemouth bass (*Micropterus salmoides*) และปลา Channel catfish (*Ictalurus punctatus*) พบว่าไนเตรท 400 มิลลิกรัม/ลิตร ไม่ทำให้ปลาตายหรืออัตราการเจริญเติบโตลดลง

การเจริญเติบโตของปลาทองในการทดลองครั้งนี้ มีอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 2.37 ซึ่งค่อนข้างดีเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองของ Pratoomyoot (1998) ในการทดลองเลี้ยงปลาทองด้วยอาหารผสมสไปรูริน่ามีอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 2.89-2.95 และ การเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกดาวกระจาย (*Hygrophila difformis*) ซึ่งเป็นพรรณไม้ใต้น้ำของLaohavisuti (2000) อัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 2.66

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบหมุนเวียนน้ำมักจะมีการสะสมของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส แต่ผลจากการทดลองครั้งนี้พบว่า การเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาในระบบปิดจะสามารถช่วยบำบัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสภายในระบบได้ โดยใบพายศรีลังกาจะนำธาตุดังกล่าวไปใช้เป็นอาหารในการเจริญเติบโต ดังนั้นการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (water reuse หรือ recycle system) จึงเป็นระบบที่น่าจะนำมาใช้เนื่องจากน้ำทิ้งจากการเลี้ยงปลาจะมีธาตุอาหารต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอยู่เป็นปริมาณมาก ซึ่งการที่พรรณไม้น้ำนำแร่ธาตุอาหารไปใช้จะช่วยบำบัดน้ำเหล่านี้ให้มีคุณภาพดีสามารถนำกลับมาเลี้ยงปลาได้ใหม่ นอกจากนี้จากการสำรวจปริมาณน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงปลาทองในจังหวัดนครปฐมและราชบุรี ซึ่งเป็นแหล่งผลิตปลาสวยงามที่สำคัญของประเทศ ปริมาณน้ำที่ใช้ในแต่ละรุ่น (8 สัปดาห์) 7.18 – 10.78 ลูกบาศก์เมตร ต่อ รุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Laohavisuti, 2000) เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่ใช้ในระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาใช้เพียง 0.609 ลูกบาศก์เมตรต่อรุ่น ซึ่งน้อยกว่าระบบการเลี้ยงปลาทองทั่วไปถึง 6.65 เท่าหากเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาทองเปลี่ยนระบบการเลี้ยงจากแบบดั้งเดิมมาเป็นระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา จะสามารถลดปริมาณการใช้น้ำในการเลี้ยงปลาทอง ทั้งยังได้ผลผลิตพรรณไม้น้ำเป็นรายได้เสริม ทั้งยังช่วยลดปัญหาน้ำเสียที่เกิดจากการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอน (eutrophication) ในแหล่งน้ำอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

วิทยา หวังเจริญพร 2538. ธุรกิจปลาสวยงาม. วารสารสัตว์น้ำ 7(74): 23-25.

Bassleer, G. 1994. The international trade in aquarium/ornamental fish. *INFOFISH International* 5: 45-47.

Boyd, C.E. 1990. *Water quality in ponds for aquaculture.* Ala. Agric. Exp. Sta., Auburn University, Alabama.

Eighmy, T. T. and P. L. Bishop. 1989. Distribution and role of bacterial nitrifying populations in nitrogen removal in aquatic treatment systems. *Water Research* 23: 947-955.

Kneep, G.L. and G.F. Arkin. 1973. Ammonia toxicity levels and nitrate tolerance of channel catfish. *The Progressive Fish-Culturist* 35: 221-224.

Laohavisuti, N. 2000. Uses of aquatic macrophytes for nutrient removal in recirculation system for tropical fish culture. Dissertation No. AS 00-2, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

Lawson, T.B. 1995. *Fundamentals of Aquacultural Engineering.* Chapman & Hall, New York.

Lochmann, R.T. and H. Phillips. 1994. Dietary protein requirement of juvenile golden shiner (*Notemigonus crysoleucas*) and goldfish (*Carassius auratus*) in aquaria. *Aquaculture* 128: 277-285.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Meade, J.M. 1985. Allowable ammonia for fish culture. *The Progressive Fish-Culturist* 47: 135-145.

Pratoomyot, J. 1998. Criteria for feed formulation for aquarium fish, goldfish (*Carassius auratus*). M.Sc. Thesis No. AS 98-2, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

Russo, R.C. and R.V. Thurston. 1991. Toxicity of ammonia, nitrite and nitrate to fishes. *Aquaculture and water quality*, Brune, D.E. and J.R. Tomasso,eds. Baton Rouge, LA: World aquaculture society.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 อุณหภูมิน้ำสูงสุด – ต่ำสุด (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

ระบบ	สัปดาห์								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(สูงสุด)}$	29.5	29.13	28.93	29.86	29.57	29.57	29.64	29.79	29.75
SE1	1.5	1.63	1.07	1.29	1.14	1.00	0.93	0.50	0.75
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(ต่ำสุด)}$	27	26.31	26.29	27.36	26.50	26.43	26.57	26.93	26.85
SE2	2	2.31	2.14	2.36	1.79	1.57	1.86	1.64	1.35
พรรณไม้น้ำ$_{(สูงสุด)}$	29.5	29.00	28.93	29.71	29.50	29.57	29.71	30.00	29.50
SE3	1.5	1.63	1.21	1.29	1.07	1.00	1.00	0.57	1.00
พรรณไม้น้ำ$_{(ต่ำสุด)}$	27	26.50	26.50	27.00	26.43	26.43	26.29	26.57	26.85
SE4	2	2.13	1.79	2.29	1.86	1.29	1.57	1.57	1.35
ปลา$_{(สูงสุด)}$	29.5	27.75	28.14	28.86	28.71	28.50	28.79	29.00	28.65
SE5	1.5	1.63	1.00	0.86	0.43	0.50	0.36	0.43	0.65
ปลา$_{(ต่ำสุด)}$	27	25.63	25.93	26.29	26.14	25.79	25.50	25.79	25.95
SE6	2	2.38	1.79	2.14	1.71	1.93	1.79	1.50	1.45

ตารางผนวกที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

ระบบ	สัปดาห์								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ปลา-พรรณไม้น้ำ	0.21	0.68	0.75	0.76	0.94	1.01	1.06	1.15	1.20
SE1	0.11	0.24	0.24	0.26	0.33	0.31	0.31	0.31	0.24
พรรณไม้น้ำ	0.23	0.71	0.72	0.75	0.81	0.85	0.86	0.96	1.02
SE2	0.12	0.26	0.25	0.29	0.28	0.23	0.24	0.20	0.19
ปลา	0.18	0.34	0.36	0.37	0.37	0.40	0.41	0.43	0.45
SE3	0.09	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03	0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

ระบบ	สัปดาห์								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ปลา-พรรณไม้น้ำ	7.51	7.30	6.57	6.43	5.96	5.98	5.80	5.60	5.42
SE1	0.16	0.34	0.39	0.30	0.31	0.13	0.48	0.10	0.04
พรรณไม้น้ำ	7.64	7.24	7.00	6.99	6.57	6.52	6.10	6.16	5.60
SE2	0.07	0.35	0.54	0.49	0.43	0.11	0.17	0.26	0.17
ปลา	7.26	6.68	6.45	5.84	5.83	5.23	5.75	4.79	4.90
SE3	0.27	0.29	0.50	0.33	0.40	0.16	0.72	0.28	0.15

ตารางผนวกที่ 4 ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

ระบบ	สัปดาห์								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำเข้า)}$	7.39	6.81	6.49	6.65	6.45	6.13	6.39	6.44	6.90
SE1	0.26	0.28	0.58	0.65	0.64	0.45	0.71	0.20	0.56
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำออก)}$	7.43	6.78	6.52	6.67	6.52	6.37	6.40	6.38	6.94
SE2	0.22	0.26	0.35	0.21	0.09	0.20	0.18	0.12	0.35
พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำเข้า)}$	7.38	7.02	6.79	7.36	7.60	7.20	7.52	6.94	7.33
SE3	0.26	0.28	0.58	0.65	0.64	0.45	0.71	0.20	0.56
พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำออก)}$	7.30	7.04	6.91	7.45	7.54	7.27	7.53	6.99	7.20
SE4	0.28	0.28	0.61	0.71	0.61	0.48	0.69	0.25	0.42
ปลา$_{(น้ำเข้า)}$	7.42	7.62	7.51	6.61	7.45	6.98	7.23	7.24	7.09
SE5	0.21	0.19	0.09	1.16	0.14	0.24	0.35	0.14	0.12
ปลา$_{(น้ำออก)}$	7.44	7.55	7.51	7.53	7.40	7.04	7.19	7.23	7.19
SE6	0.18	0.16	0.10	0.20	0.11	0.18	0.33	0.12	0.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 ความเป็นด่างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

ระบบ	สัปดาห์								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำเข้า)}$	177.00	97.33	97.00	91.20	94.00	93.00	91.33	91.00	92.67
SE1	3.51	2.67	2.08	3.56	3.21	4.04	3.33	2.89	1.20
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำออก)}$	176.00	98.00	96.33	91.67	93.33	92.67	92.00	92.00	92.67
SE2	3.51	3.06	1.86	3.84	3.18	3.67	3.51	2.89	1.76
พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำเข้า)}$	178.00	106.33	99.67	99.33	94.67	97.67	95.33	98.67	98.33
SE3	3.06	3.18	3.48	0.88	5.49	3.18	5.84	2.96	3.18
พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำออก)}$	177.33	106.33	102.67	100.33	95.00	96.67	95.33	98.67	97.67
SE4	2.67	2.96	1.76	0.33	5.20	4.06	5.84	3.76	3.84
ปลา$_{(น้ำเข้า)}$	172.33	175.33	177.33	170.33	168.33	162.67	163.33	159.00	162.67
SE5	4.06	1.76	2.19	1.86	0.88	4.33	3.71	9.02	6.36
ปลา$_{(น้ำออก)}$	175.67	177.33	176.67	170.67	168.33	162.33	164.33	159.33	162.67
SE6	5.36	4.10	2.33	1.76	0.33	4.98	3.71	8.29	5.36

ตารางผนวกที่ 6 ความกระด้างของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังการะบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

ระบบ	สัปดาห์								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำเข้า)}$	145.00	155.00	158.33	166.00	178.33	178.00	175.00	168.00	169.33
SE1	2.89	3.18	3.18	2.00	2.60	6.17	0.88	3.33	3.76
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำออก)}$	145.00	155.00	157.00	164.67	177.00	176.67	174.33	168.00	169.33
SE2	2.89	6.56	4.73	4.67	3.79	4.98	2.85	5.77	2.60
พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำเข้า)}$	160.00	163.33	162.33	170.00	165.67	173.33	172.33	164.67	165.33
SE3	2.89	3.18	3.18	2.00	2.60	6.17	0.88	3.33	3.76
พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำออก)}$	160.00	163.33	161.67	168.67	165.67	171.33	171.00	165.33	165.33
SE4	2.89	3.18	3.84	2.40	2.60	5.36	0.58	3.71	3.76
ปลา$_{(น้ำเข้า)}$	153.00	150.00	142.33	142.33	144.67	145.33	150.00	150.67	154.67
SE5	2.52	3.06	4.26	3.48	3.71	4.70	2.31	5.36	1.76
ปลา$_{(น้ำออก)}$	152.33	150.00	142.33	141.67	144.67	144.67	149.33	150.67	154.67
SE6	3.18	3.06	4.26	4.10	3.71	5.36	2.40	5.36	1.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณแอมโมเนียของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

ระบบ	สัปดาห์								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำเข้า)}$	0.03	0.42	0.35	0.85	1.21	1.29	1.72	1.16	0.92
SE1	0.03	0.81	0.11	0.10	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำออก)}$	0.02	0.39	0.32	0.70	1.15	1.23	1.63	0.96	0.80
SE2	0.02	0.29	0.29	0.48	0.58	0.61	0.22	0.10	0.05
พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำเข้า)}$	0.03	0.84	0.11	0.10	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
SE3	0.03	0.81	0.11	0.10	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำออก)}$	0.02	0.64	0.09	0.08	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
SE4	0.02	0.61	0.09	0.08	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
ปลา$_{(น้ำเข้า)}$	0.00	1.02	0.63	0.15	0.08	0.18	0.12	0.12	0.15
SE5	0.00	0.23	0.35	0.09	0.04	0.11	0.05	0.05	0.03
ปลา$_{(น้ำออก)}$	0.00	0.98	0.61	0.13	0.08	0.15	0.11	0.12	0.14
SE6	0.00	0.23	0.34	0.08	0.04	0.09	0.05	0.05	0.03

ตารางผนวกที่ 8 ปริมาณไนไตร์ทของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

ระบบ	สัปดาห์								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำเข้า)}$	0.03	1.58	0.82	0.71	0.89	0.36	0.17	0.16	0.14
SE1	0.03	0.79	0.09	0.09	0.08	0.01	0.00	0.01	0.01
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำออก)}$	0.02	1.54	0.79	0.58	0.82	0.35	0.15	0.15	0.11
SE2	0.02	0.53	0.20	0.28	0.18	0.23	0.07	0.07	0.05
พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำเข้า)}$	0.03	0.88	0.14	0.10	0.08	0.01	0.00	0.02	0.01
SE3	0.03	0.79	0.09	0.09	0.08	0.01	0.00	0.01	0.01
พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำออก)}$	0.02	0.68	0.12	0.00	0.08	0.01	0.00	0.01	0.01
SE4	0.02	0.59	0.08	0.00	0.08	0.01	0.00	0.01	0.01
ปลา$_{(น้ำเข้า)}$	0.34	0.81	0.75	1.05	0.53	0.82	0.69	0.59	0.34
SE5	0.34	0.39	0.31	0.56	0.25	0.41	0.47	0.40	0.26
ปลา$_{(น้ำออก)}$	0.32	0.80	0.71	0.98	0.52	0.80	0.66	0.56	0.32
SE6	0.32	0.38	0.30	0.52	0.26	0.43	0.47	0.40	0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 ปริมาณไนเตรทของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

ระบบ	สัปดาห์								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำเข้า)}$	0.64	19.97	30.02	34.15	44.53	47.98	60.92	60.00	78.06
SE1	0.61	1.97	4.58	3.75	10.16	7.58	15.72	14.90	5.95
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำออก)}$	0.63	19.44	27.62	31.57	41.30	42.34	55.36	54.11	73.24
SE2	0.61	2.69	6.41	4.53	9.81	9.97	17.39	15.09	4.39
พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำเข้า)}$	0.64	20.17	27.04	30.69	36.81	34.07	43.23	46.85	59.48
SE3	0.61	1.97	4.58	3.75	10.16	7.58	15.72	14.90	5.95
พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำออก)}$	0.63	19.76	25.69	29.58	36.18	32.98	41.76	45.07	58.12
SE4	0.61	1.87	4.24	4.11	10.39	7.64	15.29	14.20	6.28
ปลา$_{(น้ำเข้า)}$	0.42	4.97	5.66	8.56	11.49	13.37	15.26	15.99	24.81
SE5	0.40	4.17	4.27	4.06	5.50	5.48	6.63	7.14	0.57
ปลา$_{(น้ำออก)}$	0.34	4.89	5.56	8.22	11.21	13.07	15.01	15.17	23.56
SE6	0.32	4.18	4.30	4.01	5.44	5.41	6.56	6.80	0.53

ตารางผนวกที่ 10 ปริมาณฟอสฟอรัสของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±SE) ของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

ระบบ	สัปดาห์								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำเข้า)}$	0.15	1.03	3.06	2.76	3.41	3.58	4.66	4.56	5.39
SE1	0.72	7.23	5.92	6.65	6.44	6.28	6.20	5.27	1.65
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำออก)}$	0.15	1.02	3.01	2.69	3.36	3.51	4.49	4.48	5.18
SE2	0.08	0.86	0.95	0.58	0.89	1.29	1.48	1.13	0.91
พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำเข้า)}$	0.75	8.42	9.08	9.80	10.38	9.85	10.25	10.29	5.63
SE3	0.72	7.23	5.92	6.65	6.44	6.28	6.20	5.27	1.65
พรรณไม้น้ำ$_{(น้ำออก)}$	0.91	7.98	8.82	9.50	10.07	8.98	9.15	10.05	5.31
SE4	0.66	6.81	5.69	6.42	6.16	5.44	5.43	5.27	1.43
ปลา$_{(น้ำเข้า)}$	0.08	0.27	0.89	0.96	0.69	1.15	1.15	1.13	0.97
SE5	0.08	0.04	0.33	0.41	0.19	0.55	0.56	0.39	0.14
ปลา$_{(น้ำออก)}$	0.08	0.24	0.84	0.93	0.63	1.06	1.04	1.03	0.94
SE6	0.07	0.01	0.33	0.39	0.14	0.48	0.51	0.32	0.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 การเจริญเติบโตของปลาทองของระบบการเลี้ยงปลาทอง ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

ระบบ	สัปดาห์				
	0	2	4	6	8
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_1$	4.49	5.58	6.67	9.08	14.38
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_2$	6.71	7.84	10.62	13.82	14.49
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_3$	4.32	5.82	8.04	10.59	11.97
ค่าเฉลี่ย	5.18	6.41	8.44	11.16	13.61
SE	0.77	0.72	1.16	1.40	0.82
ปลา$_1$	4.49	5.30	6.10	9.90	15.04
ปลา$_2$	6.71	7.51	9.13	14.10	14.00
ปลา$_3$	4.32	5.59	7.67	9.22	11.49
ค่าเฉลี่ย	5.18	6.13	7.63	11.07	13.51
SE	0.77	0.69	0.87	1.53	1.05

ตารางผนวกที่ 12 การเจริญเติบโตของใบพายศรีลังกาของระบบการปลูกใบพายศรีลังกา ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกา

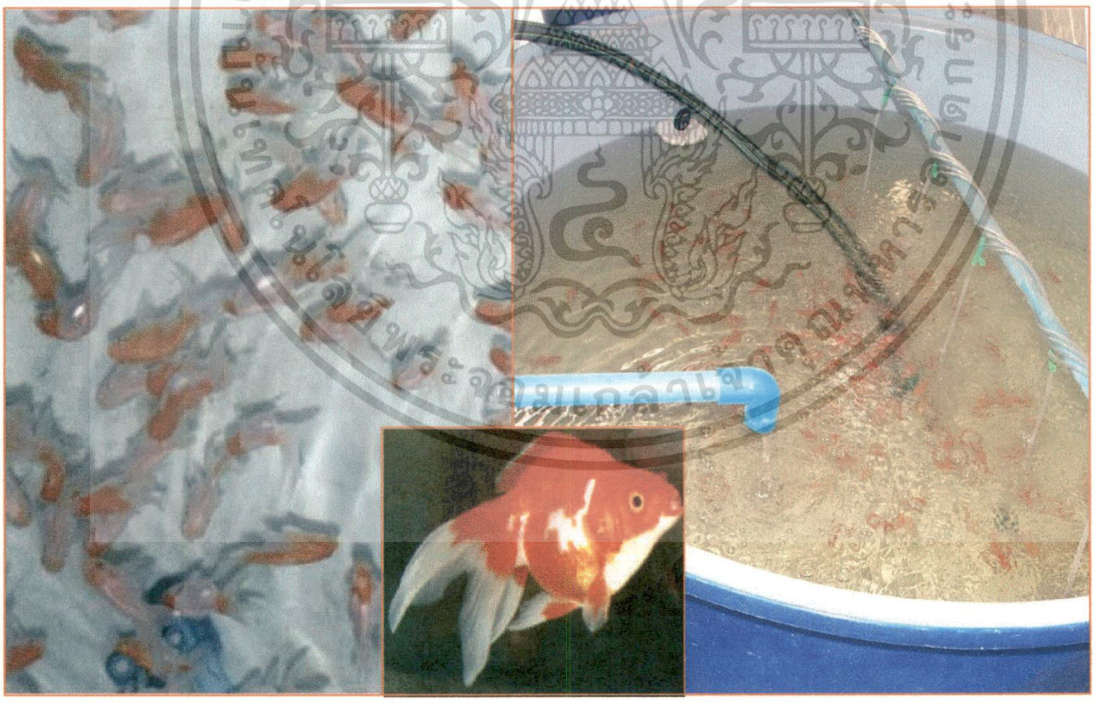
ระบบ	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น/วัน (กรัม/วัน)
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_1$	174.11	954.20	780.09	13.93
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_2$	168.22	611.88	443.66	7.92
ปลา-พรรณไม้น้ำ$_3$	180.29	647.74	467.45	8.35
ค่าเฉลี่ย	174.21	737.94	563.73	10.07
SE	3.48	108.62	108.40	1.94
พรรณไม้น้ำ$_1$	174.47	918.90	744.43	13.29
พรรณไม้น้ำ$_2$	169.14	647.08	477.94	8.53
พรรณไม้น้ำ$_3$	189.79	608.05	418.26	7.47
ค่าเฉลี่ย	177.80	727.68	546.88	9.77
SE	6.19	97.76	100.27	1.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 13 ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรของระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาใน NFT

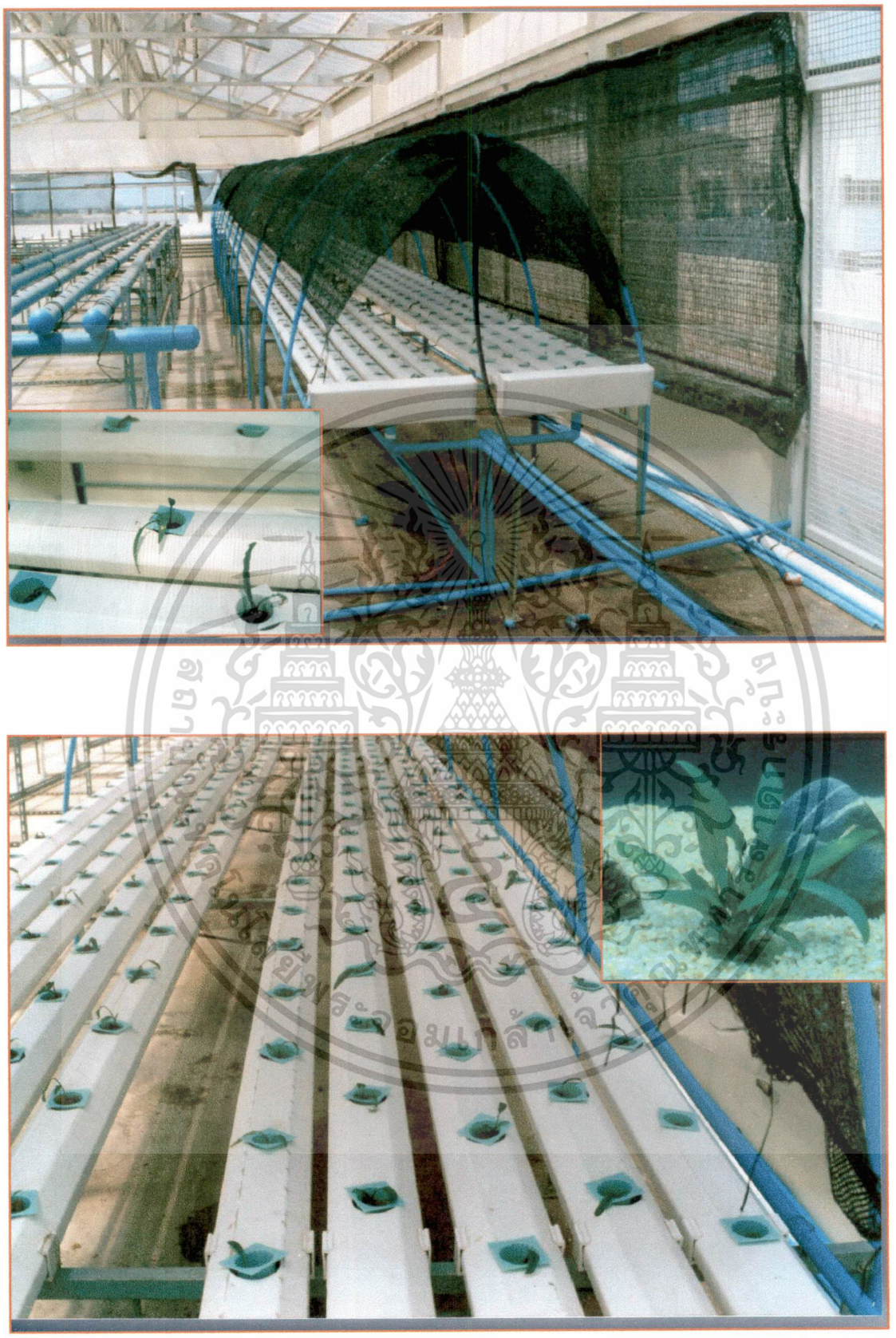
รายการ	จำนวน	ราคา/หน่วย (บาท)	เป็นเงิน (บาท)	ค่าเสื่อมอุปกรณ์ (ปี)	ราคา/ปี (บาท)
1. ต้นทุนคงที่					
1.1 โรงเรือน * (25×3 เมตร)	1	4,875	4,875	5	975
1.2 ถังเลี้ยงปลา (ถังพลาสติก)	1	1,400	1,400	10	140
1.3 ราง NFT (5 รางความยาว 15 ม.)	1	11,700	11,700	10	1,170
1.4 บ่อตกตะกอน (ถังพลาสติก)	1	1,050	1,050	10	105
1.5 ปั๊มน้ำ พร้อมอุปกรณ์	1	400	400	2	200
1.6 แอร์ปั๊ม พร้อมอุปกรณ์	1	250	250	2	125
1.7 ปั๊มน้ำ พร้อมอุปกรณ์พ่นน้ำ	1	5,500	5,500	10	550
รวม			25,175		3,265
2. ต้นทุนผันแปร					
2.1 ค่าพันธุ์ปลาทอง (ตัว)	500	2	1,000		1,000
2.2 ค่าอาหารปลา (กก.)	8.75	18	157.5		157.5
2.3 ค่าพรรณไม้น้ำ (ต้น)	375	5	1875		1,875
2.4 ใยสังเคราะห์ (กก.)	5	90	450		450
2.5 ค่าไฟฟ้า (kWh)	200	3	600		600
2.6 ค่าน้ำ (m^3)	1.15	10	11.5		11.5
2.7 ค่าสารละลายธาตุอาหารพืช	2	300	600		600
รวม					4,694
รวมทั้งหมด					**7,959**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



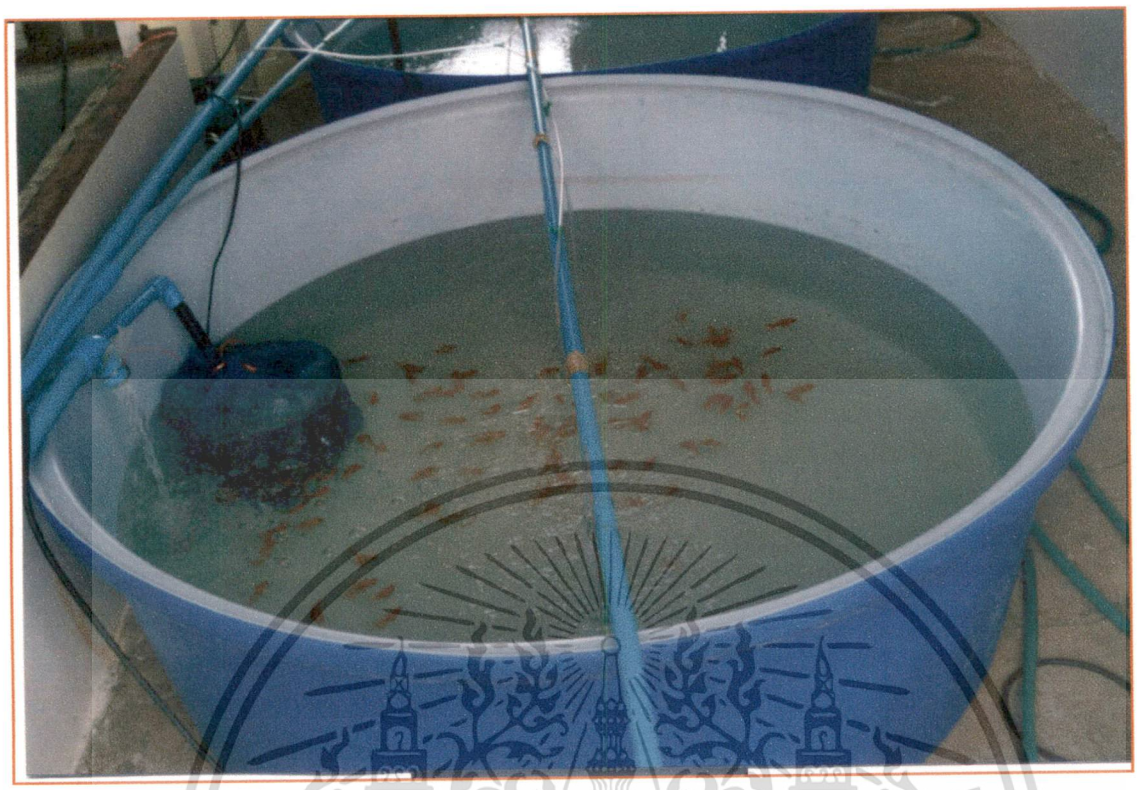
ภาพผนวกที่ 1 ระบบการเลี้ยงปลาทองในบ่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 2 ระบบการปลูกใบพายศรีลังกาแบบไร้ดินในระบบปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 3 ระบบการเลี้ยงปลาทองร่วมกับการปลูกใบพายศรีลังกาแบบไร้ดินในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้