รายงานผลการวิจัย

เรื่อง การเสริมกุ้งก้ามกรามในระบบการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมในร่องสวนปาล์มน้ำมัน ด้วยวัตถุดิบอาหารในท้องถิ่น

Giant Fershwater Prawn *(Macrobrachuim rosenbergii* de man) supplement in hybrid *Clarias* Catfish (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*) culture system in palm grooves with local feedstuffs

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2555

จำนวน 315,000 บาท

หัวหน้าโครงการ นายยุทธนา สว่างอารมย์

ผู้ร่วมโครงการ นางสาวกมลวรรณ ศุภวิญญู

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

....30../.ม.ค..../.57...

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับสมบูรณ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับ การสนับสนุน จากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปีงบประมาณ 2555 ที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและข้อแนะนำแนวทางในการทำงานวิจัยพร้อมทั้งช่วยตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของรายงานฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

นอกจากนี้ขอขอบคุณ นักศึกษาสาขาวิชา การประมง (การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร ที่ได้สละความคิด แรงงานและเวลา อันมีค่าอย่างเต็มกำลังและที่ขาดไม่ได้ คือ นางผลสินธุพาชี ที่ช่วยเอื้อเฟื้อสถานที่และชาวบ้าน อ.ละแม จ.ชุมพร ที่ช่วยเหลืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำการวิจัยในครั้งนี้

คณะผู้วิจัย

กันยายน 2556

สารบัญ

	หน้า
สารบัญภาพ	ข
สารบัญภาพผนวก	จ
สารบัญตาราง	ฉ
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
การตรวจเอกสาร	7
อุปกรณ์และวิธีการ	22
ผลการวิจัย	30
วิจารณ์ผลการวิจัย	53
สรุปผลการวิจัย	62
เอกสารอ้างอิง	64
ภาคผนวก	67

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่1 ลักษณะทั่วไปของปลาดุกลูกผสม	9
ภาพที่2 ลักษณะทั่วไปของกุ้งก้ามกราม	10
ภาพที่3 วงจรของอาหารที่ใช้เลี้ยงปลา	15
ภาพที่4 สัดส่วนคุณค่าอาหารที่ปลานำไปใช้ประโยชน์	16
ภาพที่5 ลักษณะทั่วไปของต้นปาล์มน้ำมัน	16
ภาพที่6 น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม) ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกราม แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในเวลา 90 วัน	32
ภาพที่7 ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย (เซนติเมตร) ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกราม แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในเวลา 90 วัน	33
ภาพที่8 อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน) ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกราม แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในเวลา 90 วัน	34
ภาพที่9 อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกราม แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตรภายในเวลา 90 วัน	35
ภาพที่10 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกราม แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในเวลา 90 วัน	36

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่11 ผลผลิตสุดท้าย (กิโลกรัมต่อกระชัง) ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกราม ที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกราม แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในเวลา 90 วัน 37

ภาพที่12 ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาทต่อกระชัง) ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกราม ที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกราม แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 30 ต่อ15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในเวลา 90 วัน 38

ภาพที่13 ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต (บาทต่อกิโลกรัม) ของปลาดุกลูกผสม และกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสม ต่อกุ้งก้ามกรามแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในเวลา 90 วัน 39

ภาพที่14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ตอนเช้า (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน 42

ภาพที่15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ตอนเย็น (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน 43

ภาพที่16 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่าง ตอนเช้า ภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสม ร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน 44

ภาพที่17 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่าง ตอนเย็น ภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสม ร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน 45

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่18 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ ตอนเช้า (องศาเซลเซียส) ภายในบ่อเลี้ยง ปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน 46

ภาพที่19 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ ตอนเย็น (องศาเซลเซียส) ภายในบ่อเลี้ยง ปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน 47

ภาพที่20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นด่างของน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$) ภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน 48

ภาพที่21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยง ปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน 49

ภาพที่22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยง ปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน 50

สารบัญภาพผนวก

		หน้า
ภาพผนวกที่1	สภาพทั่วไปของร่องสวนปาล์มน้ำมันที่ใช้ในงานทดลองก่อนปรับปรุง	68
ภาพผนวกที่2	สภาพทั่วไปของต้นปาล์มน้ำมันที่ใช้ในงานทดลองก่อนปรับปรุง	68
ภาพผนวกที่3	การเตรียมระบบเติมน้ำลงในร่องสวนปาล์มน้ำมัน	69
ภาพผนวกที่4	การเย็บก้นกระชังด้วยอวนมุ้งเขียวเพื่อป้องกันอาหารออกนอกกระชัง	69
ภาพผนวกที่5	การเย็บฝาบนกระชังด้วยตาข่ายขนาด 1 นิ้ว เพื่อป้องกันปลาทดลองออกนอกกระชังและป้องกันสัตว์อื่นมารบกวน	70
ภาพผนวกที่6	กระชังที่พร้อมใช้ในการทดลอง	70
ภาพผนวกที่7	ขั้นตอนการกางกระชังทดลองลงในร่องสวนปาล์มน้ำมัน	71
ภาพผนวกที่8	สภาพทั่วไปของร่องสวนปาล์มน้ำมันที่กางกระชังเสร็จสิ้น	71
ภาพผนวกที่9	ตู้ควบคุมเครื่องปั๊มลมและแครื่องปล่อยน้ำหยด	72
ภาพผนวกที่10	การประกอบเครื่องปั๊มลมและเครื่องสูบน้ำที่ใช้ในระบบน้ำหยด	72
ภาพผนวกที่11	ลักษณะทั่วไปของเครื่องปั๊มลมและเครื่องสูบน้ำที่ใช้ในระบบน้ำหยดพร้อมทำงาน	73
ภาพผนวกที่12	สภาพทั่วไปของร่องสวนปาล์มน้ำมันที่พร้อมใช้ในการทดลอง	73
ภาพผนวกที่13	การเก็บข้อมูลความยาวเริ่มต้นของปลาดุกลูกผสม	74
ภาพผนวกที่14	การเก็บข้อมูลความยาวเริ่มต้นของกุ้งก้ามกราม	74
ภาพผนวกที่15	การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำก่อนและระหว่างการทดลอง	75
ภาพผนวกที่16	ลักษณะทั่วไปของระบบน้ำหยด	75
ภาพผนวกที่17	การขนส่งสัตว์ทดองมายังร่องสวนปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการทดลอง	76
ภาพผนวกที่18	การปล่อยสัตว์ทดลองลงกระชังทดลอง	76
ภาพผนวกที่19	การทำอาหารทดลองที่มีส่วนผสมของกากสลัดปาล์มที่ใช้ในการทดลอง	77
ภาพผนวกที่20	ลักษณะทั่วไปของกุ้งก้ามกรามเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	77
ภาพผนวกที่21	ผลผลิตปาล์มน้ำมัน	78

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่1 ปริมาณธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน 20

ตารางที่2 ปริมาณธาตุอาหารในใบย่อยจากทางใบที่17 ของปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ กัน (ใช้ใบแห้งอบที่ 70 องศาเซลเซียส) 21

ตารางที่3 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่มีส่วนผสมของอาหารปลาดุกสำเร็จรูป ร่วมกับกากสลัดปาล์มในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 24

ตารางที่4 น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ผลผลิตปลาสุดท้าย ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดและต้นทุนค่าอาหารต่อหน่อยผลผลิตของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงร่วมกับกุ้งก้ามกราม ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ภายในเวลา 90 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 31

ตารางที่5 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในบ่อที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับปลานิลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ภายในเวลา 90 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) ในอัตราส่วนแตกต่างกัน 6 ระดับ ภายในเวลา 90 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (ค่าน้อยสุด-ค่ามากสุด) 40

ตารางที่6 ค่าเฉลี่ยของธาตุอาหารในดินภายในสวนปาล์มน้ำมันที่มีการเลี้ยงและไม่เลี้ยงปลาในร่องสวนปาล์มน้ำมัน ภายในเวลา 90 วัน 51

ตารางที่7 ค่าเฉลี่ยของธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันที่มีการเลี้ยงและไม่เลี้ยงปลาในร่องสวนปาล์มน้ำมัน ภายในเวลา 90 วัน 52

การเสริมกุ้งก้ามกรามในระบบการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมในร่องสวนปาล์มน้ำมัน ด้วยวัตถุดิบอาหารในท้องถิ่น

Giant Fershwater Prawn *(Macrobrachuim rosenbergii* de man) supplement in hybrid *Clarias* Catfish (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*) culture system in palm grooves with local feedstuffs

ยุทธนา สว่างอารมย์ และ กมลวรรณ ศุภวิญญู

Yutthana Savangarrom and Kamonwan Suphawinyoo

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร หมู่5 ตำบลละแม อำเภอละแม จังหวัดชุมพร 86170

บทคัดย่อ

จากผลการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกรามต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร โดยใช้ปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามเพศผู้ ที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้นและความยาวตัวเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 10.04±0.48 กรัม 7.80±0.92 เซนติเมตร และ 31.50±2.78 กรัม และ 12.18±0.85 เซนติเมตร ตามลำดับ สุ่มปลาดุกลูกผสมใส่ลงในกระชังขนาด 2x5x1.5 เมตร ที่กางอยู่ใน ร่องสวนปาล์มขนาด 10 ตารางเมตร ส่วนกุ้งก้ามกรามปล่อยลงในบ่อทดลองโดยตรงในอัตราส่วนที่กำหนด พร้อมให้ อาหารปลาดุกลูกผสมเพียงชนิดเดียว ที่ทำจากกากสลัดปาล์มร่วมกับอาหารปลาดุกสำเร็จรูปในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 วันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) ในปริมาณที่ปลากินอิ่ม ทดลองเลี้ยงนาน 90 วัน และพบว่า อัตราส่วนปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงร่วมกับกุ้งก้ามกรามทั้ง 4 ระดับ นั้นมิได้มีผลต่อ น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตสุดท้าย ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดและต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิตของปลาดุกลูกผสม ($p>0.05$) ส่วนกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงภายในร่องสวนปาล์มโดยตรง กลับพบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 5 ตัวต่อตารางเมตร จะทำให้กุ้งก้านกรามนั้นมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 98.33±1.15 กรัม 15.70±0.10 เซนติเมตร 0.74±0.01 กรัมต่อวัน 63.33±3.06 เปอร์เซ็นต์ และ 6.23±0.25 กิโลกรัมต่อกระชัง ตามลำดับ คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำ ก็พบว่า อัตราส่วนปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงร่วมกับกุ้งก้ามกรามทั้ง 4 ระดับ ไม่มีผลต่อ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำตอนเช้าและตอนเย็น ความเป็นกรดเป็นด่าง ตอนเช้าและตอนเย็น อุณหภูมิน้ำ ตอนเช้าและตอนเย็น ปริมาณแอมโมเนียรวม ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ ปริมาณความเป็นด่างของน้ำ ($p>0.05$) ส่วนผลของการใช้น้ำเลี้ยงปลาต่อการเพิ่มธาตุอาหารในดิน (pH ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม และปริมาณสารอินทรีย์) และใบปาล์มน้ำมัน (ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม และ

ไพแทสเซียมรวม) ยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนว่ามีผลมากน้อยเพียงใด เนื่องจากได้รับผลกระทบจากลมมรสุม ดังนั้น การเสริมกุ้งก้ามกรามในระบบการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมในร่องสวนปาล์มน้ำมันด้วยวัตถุดิบอาหารในท้องถิ่นนั้น ควรเลือกเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามใน 30 ต่อ 5 ตัวต่อตารางเมตร

คำสำคัญ : กุ้งก้ามกราม การเลี้ยง ปลาดุกลูกผสม ร่องสวนปาล์มน้ำมัน และ วัตถุดิบอาหารในท้องถิ่น

Abstract

The experiment result of the hybrid catfish and giant freshwater prawn mixing cultivation in 4 different ratios, i.e. catfish per prawns ratios were 30 : 0 , 30 : 5, 30 : 10 and 30 : 15 per square meter respectively. Whereby the selected hybrid catfish and male prawn average sizes, initial body weight and initial body length, were 10.04 ± 0.48 g. and 7.80 ± 0.92 cm., 31.50 ± 2.78 g. and 12.18 ± 0.85 cm. respectively. The sampled hybrid catfish were kept in the 2x5x1.5 meter^3 plastic mesh cages dipped in the 10 square meter groovy pond between the palm alignment of a palm plantation while the prawns were released directly into the pond in the above given ratios. And only a kind of food for hybrid catfish prepared from palm extracting *sludge mixed with manufactured catfish feed at 2 : 1 mixing ratio, 2 times daily (morning - evening) feeding at* the amount of fish to feel full, continued for 90 days. It was found that all 4 ratios of hybrid catfish with the prawns were not affected to the final mean body weights, final mean body length, growth rate, survival rate, food- meat conversion rate, final output production, total food cost, and the food cost per unit output of hybrid catfish at ($p > 0.05$) level. For the point of view on the giant freshwater prawns directly fed within palm plantation's groovy ponds, the result turned out that in the experiment treatment that the hybrid catfish mixed with the prawns at 30 : 5 ratio per square meter could yield the maximum production, i.e. their final mean body length, growth rate and total output at ($p < 0.05$) level.Their production rates equaled to 98.33 ± 1.15 g., 15.70 ± 0.10 cm., 0.74 ± 0.01 g. per day , 63.33 ± 3.06 percent and 6.23 ± 0.25 kg. per cage respectively. For the chemical and physical properties of water was found that all four ratios of hybrid catfish fed with the prawns did not affect to the dissolved oxygen levels in the morning and evening, pH in the morning and evening, the temperatures in the morning and evening, the total soluble ammonia and phosphorus contents and the alkalinity of the water at ($p > 0.05$) level. In the viewpoint of fish cultivating water effect whether it could increase *nutrients in the soil (i.e. pH, total nitrogen, total useful phosphorus , potassium and organic matter contents)* and oil palm leaves (i.e. total nitrogen , phosphorus and potassium) still cannot concisely conclude how much this effect is because it has been affected by the monsoon. Hence, the supplementary giant freshwater prawns cultivation with the hybrid catfish in the groovy ponds in an oil palm plantations with the food prepared from local raw material in the area, the hybrid catfish should be mixed with the giant freshwater prawns at 30 : 5 mixing ratio per square meter.

keywords : Giant Fershwater Prawn, *Macrobrachuim rosenbergii* de man, *Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*, palm grooves and local feedstuffs

คำนำ

ปาล์มน้ำมัน (Oil palm) เป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากผลผลิตที่ได้จากพืชชนิดนี้สามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิดทั้งในด้านบริโภคและด้านอุปโภค โดยเฉพาะในการผลิตไบโอดีเซลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน ส่งผลให้ราคาผลผลิตปาล์มน้ำมันดิบมีราคาสูงขึ้นตามไปด้วย จึงมีเกษตรกรในแถบภาคใต้ของประเทศไทยที่ประกอบอาชีพอื่นๆ หันมาปลูกปาล์มน้ำมันกันมากขึ้น แต่พืชชนิดนี้เป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่ต้องการน้ำมากจึงต้องปลูกในพื้นที่ฝนตกชุกส่งผลให้เกษตรกรส่วนใหญ่จึงนิยมขุดร่องน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วมในสวนปาล์มน้ำมันของตนและใช้บริเวณร่องน้ำนี้เป็นเพียงที่ทิ้งทางใบปาล์มน้ำมัน ซึ่งจากการสังเกตพบว่าภายในร่องน้ำนี้จะมีน้ำท่วมขังอยู่ในระดับสูงเกือบตลอดทั้งปี ดังนั้น จึงควรนำร่องน้ำดังกล่าวมาใช้ ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นการใช้พื้นภายในสวนปาล์มน้ำมันไปในทางก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ปลาดุกลูกผสม (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*) เป็นปลาน้ำจืดอีกชนิดหนึ่งที่ประชาชนภาคใต้ตอนบนให้การยอมรับและนิยมนำมาเลี้ยงและใช้ในการปรุงอาหาร เนื่องจากมีรสชาติดี เลี้ยงง่าย โตไว กินอาหารได้ เกือบทุกชนิด ไม่ค่อยมีโรคและพยาธิมาเบียดเบียน และสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆได้ดี ปัจจุบันการเลี้ยงปลาส่วนใหญ่จะเป็นแบบพัฒนา ที่มีการปล่อยปลาอย่างหนาแน่นและเลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีนสูงๆ มีทั้งแบบอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารที่จัดทำเองภายในฟาร์มด้วยวัตถุที่หาง่ายในท้องถิ่น ซึ่งจากการศึกษาของยุทธนาและคณะ (2551) พบว่า การเลี้ยงปลาดุกลูกผสมด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูปผสมร่วมกับกากสลัดปาล์มซึ่งเป็นผลพลอยได้อีกชนิดหนึ่งจากโรงงานผลิตน้ำมันปาล์มที่มีปริมาณมากและสามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น ในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 สามารถลดต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงลงได้เป็นอย่างมาก โดยปลายังคงมีการเจริญเติบโตดีเช่นเดิม แต่อาหารที่เกษตรกรผลิตขึ้นเองส่วนใหญ่จะลอยน้ำได้ไม่ดีเท่ากับอาหารปลาสำเร็จรูป ดังนั้น ถ้าหากมีการจัดการไม่ดีพอ จะทำให้มีเศษอาหารเหลือรวมทั้งสิ่งขับถ่ายจากตัวของสัตว์น้ำเองตกค้างในบ่อเป็นจำนวนมากและจะทำให้น้ำเน่าเสียในที่สุด โดยปกติสัตว์น้ำส่วนใหญ่จะกินและสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารได้เพียง 25-30 เปอร์เซ็นต์ของสารในอาหารเท่านั้น ส่วนที่เหลือจะละลายอยู่ในน้ำและตกตะกอนลงสู่พื้นก้นบ่อ ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้จะเป็นอาหารสำหรับสัตว์น้ำหรือสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นบ่อ หรืออาจถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ให้กลายเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งบนบกและในน้ำ ต่อไป (Brown, Gowen, and Melusky, 1987)

กุ้งก้ามกราม มีชื่อสามัญว่า Giant Freshwater Prawn มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Macrobrachium rosenbergii* de Man กุ้งก้ามกรามนี้กำลังจะถูกพัฒนาเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจตัวใหม่ในเขตเอเชียแปซิฟิก (Ranjeet and Kurup, 2002) แต่ปัจจุบันกุ้งชนิดในแหล่งน้ำตาม ธรรมชาติมีปริมาณลดลงอย่างมาก อันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรม และการจับกุ้งก้ามกรามที่เกินกำลังธรรมชาติจะสร้างขึ้นมาทดแทน จึงทำให้ปริมาณกุ้งก้ามกรามที่จับได้จากแหล่งน้ำตามธรรมชาติมีปริมาณลดลงในแต่ละปี แต่ที่ผ่านมากุ้งก้ามกรามเป็นกุ้งที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายภายในประเทศ โดยเฉพาะเมนูอาหารที่เป็นที่ชื่นชอบและรู้จักกันดีของนักท่องเที่ยวต่างชาติ คือ ต้มยำกุ้ง ดังนั้น การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเชิงพาณิชย์จึงเป็นอาชีพหนึ่งที่เกษตรกรให้ความสนใจ โดยทั่วไปกุ้งก้ามกรามเมื่อโตจนมีขนาด 2-3 เซนติเมตร จะเริ่มมีการดำรงชีวิตและหาอาหารกินตามพื้นท้องน้ำ โดยกุ้งชนิดนี้สามารถกินอาหารได้ทุกชนิดทั้งพืชและสัตว์ ทั้งมีชีวิต ตายและซากเน่าเปื่อนที่มีอยู่ตามพื้นก้นบ่อ (ศรีสวัสดิ์, 2519 ; เวียง, 2542)

จากการที่สัตว์น้ำส่วนใหญ่จะกินและสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารได้เพียง 25-30 เปอร์เซ็นต์ของสารในอาหารเท่านั้น ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับการจัดการและคุณภาพของอาหาร ดังนั้น การเลี้ยงปลาในแต่ละครั้งจึงมีส่วนที่หลงเหลือละลายอยู่ในน้ำและตกตะกอนลงสู่พื้นก้นบ่ออยู่เป็นจำนวนมาก (Brown, Gowen, and Melusky, 1987) จึงควรมีการศึกษาความเป็นไปได้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามในระบบการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมควบคู่ไปกับการทำสวนปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นการพัฒนาระบบการปลูกปาล์มน้ำมันตามแนวทางการทำเกษตรแบบผสมผสานซึ่งเป็นการเกื้อกูลกันระหว่างพืชกับสัตว์น้ำ ส่งผลให้ต้นทุนในการปลูกปาล์มน้ำมันลดลงและยังช่วยลดความเสี่ยงในการขาดทุนจากการลงทุนในกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง อีกทั้งยังสามารถนำผลผลิต สัตว์น้ำที่ได้มาบริโภคหรือขายเพื่อเป็นรายได้เสริมให้กับครอบครัว อีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.เพื่อศึกษาแนวทางในการส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลาดุกลูกผสมด้วยวัตถุดิบอาหารภายในท้องถิ่นควบคู่กับการทำสวนปาล์มน้ำมัน

2.เพื่อศึกษาเปรียบเทียบน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการ เปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตสุดท้าย ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต ในการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน

3.เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำเลี้ยงสัตว์น้ำต่อการเพิ่มธาตุอาหารของดินและการใช้ประโยชน์ของปาล์มน้ำมัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.เพื่อศึกษาแนวทางในการส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลาดุกลูกผสมด้วยวัตถุดิบอาหารภายในท้องถิ่นควบคู่กับการทำสวนปาล์มน้ำมัน

2.ทราบผลของน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการ เปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตสุดท้าย ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิตในการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน

3.ทราบผลของการใช้น้ำเลี้ยงสัตว์น้ำต่อการเพิ่มธาตุอาหารของดินและการใช้ประโยชน์ของปาล์มน้ำมัน

4.จัดทำทำเอกสารเผยแพร่ เพื่อใช้ในการส่งเสริม อบรมและแจกให้กับสถาบัน องค์กร และบุคคลที่สนใจ

การตรวจเอกสาร

เกษตรผสมผสาน (Integrated Farming)

เกษตรผสมผสาน จัดเป็นเกษตรทางเลือกที่เป็นรูปแบบการทำการเกษตรที่มีกิจกรรมตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ที่มีการปลูกพืชและมีการเลี้ยงสัตว์หลายชนิดในพื้นที่และเวลาเดียวกัน โดยที่กิจกรรมแต่ละชนิดจะต้องเกื้อกูลเป็นประโยชน์ต่อกันของระบบเกษตรผสมผสาน จึงส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลงและลดการพึ่งพิงปัจจัยจากภายนอกในที่สุด ซึ่งเป็นวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ที่ดิน เป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่อย่างเหมาะสมเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างเหมาะสม เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด มีความสมดุลของสภาพแวดล้อมและเพิ่มพูนความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ

1. หลักการและเงื่อนไขของเกษตรผสมผสาน

ข้อ 1 มีกิจกรรมการเกษตรตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป และกิจกรรมการเกษตรทั้ง 2 ชนิดต้องทำภายในเวลาและสถานที่เดียวกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดมาก กว่ากำไรสูงสุด

ข้อ 2 เกิดการเกื้อกูลกันอย่างต่อเนื่องระหว่างกิจกรรม โดยเป็นการเกื้อกูลกันระหว่างพืชกับพืช พืชกับปลา สัตว์กับปลา พืชกับสัตว์ หรือสัตว์กับสัตว์ ซึ่งลักษณะการเกื้อกูลกันของระบบเกษตรผสมผสานทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง หรือเรียกว่า เป็นการประหยัดทางขอบข่าย (Economy of Scope) และลดการพึ่งพิงจากปัจจัยภายนอกในที่สุด

2. รูปแบบของการเกษตรผสมผสาน

รูปแบบที่1 การผสมผสานโดยยึดการปลูกพืชเป็นหลัก รายได้หลักจากการปลูกพืชจะเป็นรายได้หลักของครัวเรือน ส่วนรายได้จากกิจกรรมอื่นๆ เช่น การเลี้ยงปลา การเลี้ยงสัตว์ จะเป็นรายได้รอง

รูปแบบที่2 การผสมผสานโดยยึดการเลี้ยงสัตว์เป็นหลัก รายได้หลักจากการเลี้ยงสัตว์จะเป็นรายได้หลักของครัวเรือน ส่วนรายได้จากกิจกรรมอื่นๆ เช่น การเลี้ยงปลา การปลูกพืช จะเป็นรายได้รอง

รูปแบบที่3 การผสมผสานโดยยึดการเลี้ยงปลาเป็นหลัก รายได้หลักจะมาจากเลี้ยงปลาจะเป็นรายได้หลักของครัวเรือน ส่วนรายได้จากกิจกรรมอื่นๆ เช่น การเลี้ยงสัตว์ การปลูกพืช จะเป็นรายได้รอง

3. การเลี้ยงปลาผสมผสานกับการปลูกสวนปาล์มน้ำมัน

ข้อที่ 1 เป็นการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ภายในสวนปาล์มเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงที่สุด
ข้อที่ 2 มูลและสิ่งขับถ่ายจากปลาช่วยเป็นปุ๋ยให้แก่สวนปาล์มน้ำมันได้อีกทางหนึ่ง
ข้อที่ 3 เกษตรกรมีรายได้หลักจากสวนปาล์มน้ำมันและมีรายได้เสริมจากการเลี้ยงปลา

ปลาดุกลูกผสม

ภาพที่1 ลักษณะทั่วไปของปลาดุกลูกผสม
ที่มา : ยุทธนา (2551)

4. ลักษณะทางอนุกรมวิธาน

Phylum Chordata
Class Actinopterygii
Subclass Neopterygii
Order Siluriformes
Family Clariidae
Genus *Clarias*

ปลาดุกลูกผสม ปลาดุกบิ๊กอุยหรือปลาดุกอุยเทศ (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*) เป็นสัตว์น้ำอีกชนิดหนึ่งที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างแม่พันธุ์ปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*) มาผสมกับพ่อปลาดุกแอฟริกัน (*Clarias gariepinus*) (อุทัยรัตน์, 2533) ปลาดุกชนิดนี้ได้รวมลักษณะที่ดีเด่นของพ่อแม่พันธุ์มาไว้ในตัวเดียวกัน กล่าวคือ ลักษณะภายนอกและนิสัยการกินอาหารคล้ายกับปลาดุกอุยมาก และมีผิวค่อนข้างเหลือง โดยเฉพาะลำตัวและหางจะเห็นลายจุดประสีขาวของปลาดุกอุย ชัดเจน แต่เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จุด ประนี้จะหายไป ส่วนลักษณะรูปร่างและลำตัวคล้ายกับปลาดุกรัสเซีย เช่น กะโหลกท้ายทอยแหลมเป็นหยัก 3 หยัก

หัวมีขนาดใหญ่และคอดหางมีจะปะสีขาวเรียงตามขวางในระยะที่ปลายังเล็ก บางครั้งไม่อาจแยกได้ว่าเป็นปลาดุกลูกผสมหรือปลาดุกรัสเซีย ดังนั้น การที่จะดูให้รู้แน่ชัดจะต้องดูจากลักษณะหัวปลาและลายขวางที่คอดหาง เมื่อปลาอายุ 3 สัปดาห์ขึ้นไป ส่วนลักษณะการเจริญเติบโตของปลาดุกลูกผสมจะใกล้เคียงกับปลาดุกรัสเซียที่นำมาใช้เป็นพ่อพันธุ์มาก เนื่องจากมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว ในช่วงระยะเวลาการเลี้ยงสองเดือนครึ่ง ปลาจะมีน้ำหนักประมาณตัวละ 200 กรัม (ขนาด 5 ตัวต่อ 1 กิโลกรัม) ซึ่งเป็นขนาดที่ตลาดต้องการ สำหรับลักษณะเนื้อของปลาดุกลูกผสม มีลักษณะคล้ายกันกับเนื้อปลาดุกอุยมาก คือ เนื้อมีสีเหลือง ลักษณะนุ่มแต่ไม่เหลว มีรสชาติดี นอกจากนี้ปลาดุกลูกผสม ยังสามารถกินอาหารได้แทบทุกชนิด มีความทนทานต่อโรคพยาธิและสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีอีกด้วย (วิเศษ, 2536) ปลาชนิดนี้ตามธรรมชาติจะหากินตามพื้นก้นบ่อโดยใช้หนวดหาอาหารมากกว่าการใช้ตา อาหารที่กินมีทั้งสัตว์และพืช แต่ส่วนใหญ่จะ เป็นสัตว์โดยเฉพาะสัตว์ที่ตายและเน่าเปื่อยแล้ว เมื่อปลาขนาดเล็กจะกินแพลงก์ตอนสัตว์ (Diana *et al.*, 1985) ไรน้ำ โรติเฟอร์และแพลงก์ตอนพืช (Hora and Pillay, 1962) เมื่อปลาโตขึ้นจะกินแมลงและตัวอ่อนของแมลงในน้ำ กุ้ง และปลาขนาดเล็ก (วิทย์, 2523) ส่วนในบ่อเลี้ยงสามารถฝึกให้กินอาหารสมทบที่ผิวน้ำได้

กุ้งก้ามกราม

ภาพที่2 ลักษณะทั่วไปของกุ้งก้ามกราม

5. ลักษณะทางอนุกรมวิธาน

Phylum Arthpoda
Class Crustacea
Order Decapoda
Suborder Natantia
Family Palaemonidae
Genus *Macrobrachium*
Species *rosenbergii*

ชื่อเรียกทั่วไปในท้องถิ่นต่างๆ กุ้งก้ามกราม กุ้งนาง กุ้งหลวง กุ้งก้ามเกลี้ยง กุ้งแห และกุ้งใหญ่
ชื่อสามัญ Giant Fershwater Prawn
ชื่อวิทยาศาสตร์ *Macrobrachuim rosenbergii* de man

6. ลักษณะทั่วไปของกุ้งก้ามกราม

ลักษณะภายนอกโดยทั่วไปของกุ้งก้ามกราม กุ้งก้ามกราม จะมีลำตัวเป็นปล้อง ส่วนหัวและอกคลุมด้วยเปลือกชิ้นเดียวกัน ส่วนของลำตัวมีลักษณะเป็นปล้องๆ มี 6 ปล้อง กรีมีลักษณะโค้งขึ้น มีลักษณะหยักเป็นฟันเลื่อย โดยด้านบนมีจำนวนระหว่าง 13 - 16 ซี่ ด้านล่างมีจำนวนระหว่าง 10-14 ซี่ โคนกรีกว้างและหนากว่า ปลายกรียาวถึงแผ่นฐานหนวดคู่ที่ 2 กุ้งก้ามกรามมีหนวด 2 คู่ หนวดคู่แรกส่วนของโคนหนาแบ่งเป็น 3 ข้อปล้อง ปล้องที่ 3 แยกเป็นเส้นหนวด 2 เส้น หนวดคู่ที่สองยาวกว่าหนวดคู่ที่หนึ่งแบ่งเป็น 5 ข้อปล้องความยาวของแผ่นฐานหนวดคู่ที่สองยาวเป็น 3 เท่าของความกว้างแผ่นฐานหนวดคู่ที่สองขาเดินของกุ้งก้ามกรามมี 5 คู่ โดยขาคู่หนึ่งและที่สอง ตรงปลายมีลักษณะเป็นก้าม ส่วนคู่ที่สาม คู่ที่สี่ และคู่ที่ห้า ตรงปลายมีลักษณะเป็นปลาย แหลมธรรมดา ขาเดินคู่ที่สองที่มีลักษณะเป็นก้ามนั้น ถ้าเป็นกุ้งก้ามกรามตัวผู้จะมีลักษณะใหญ่มาก โดยทั่วๆ ไปส่วนของก้ามจะใช้ทำหน้าที่ในการจับอาหาร ป้อนเข้าปากและป้องกันศัตรู ขาว่ายของกุ้งก้ามกรามมี 5 คู่ ส่วนแพนหางมีลักษณะแหลมตรงปลายด้านข้างเป็นแพนออกไป 2 ข้าง ลักษณะของสี สีของกุ้งก้ามกราม โดยทั่วไปจะมีสีน้ำเงินอมเหลือง โดยเฉพาะขาเดินคู่ที่เป็นก้ามและส่วนของลำตัวมีสีน้ำเงินเข้ม ปลายขามักเป็นชมพูอมแดง แพนหางตอนปลายมีสีชมพูอมแดงทั่ว ๆ ไป

7. การเลี้ยงปลาแบบรวม (polyculture)

การเลี้ยงปลาแบบรวม หมายถึง "การดำเนินการเลี้ยงปลาโดยการปล่อยปลาหลายๆ ชนิดรวมกันภายในบ่อเดียวกัน" โดยมีการคัดเลือกชนิดของปลาหรือสัตว์น้ำที่จะเลี้ยงให้มีความแตกต่างกัน โดยมุ่งหวังให้ปลาหรือสัตว์น้ำเหล่านี้ได้ใช้ประโยชน์จากอาหารธรรมชาติในที่กักขังอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่ที่สำคัญปลาหรือสัตว์น้ำที่อยู่รวมกันนี้จะต้องไม่ทำอันตรายต่อกันและไม่แย่งอาหารซึ่งกันและกัน (ประวิทย์, 2531) แต่ในบางกรณีอาจจะมีการเลี้ยงปลากินพืชร่วมกับปลากินเนื้อ โดยจะให้ปลากินเนื้อเป็นตัวควบคุมปริมาณปลาในบ่ออีกทางหนึ่ง ซึ่งจะส่งผลให้ผลผลิตที่ได้มีปริมาณสูงขึ้น ด้วยต้นทุนในการเลี้ยงที่ต่ำลง การเลี้ยงปลาแบบรวมสามารถแบ่งได้เป็นหลายรูปแบบ ดังนี้

1. ประเภทของอาหารที่กิน คือ เป็นการเลี้ยงปลากินเนื้อร่วมกันปลากินพืช เนื่องจากปลากินพืชเป็นชนิดที่สามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว และสามารถใช้เป็นอาหารของปลากินเนื้อได้อีกทางหนึ่ง เพราะโดยปกติปลากินเนื้อจะมีราคาสูงกว่าปลากินพืช เช่น การเลี้ยงปลาช่อนร่วมกับปลานิล หรือ การเลี้ยงปลาตะเพียนขาว ปลาซ่ง ปลาเล่ง และปลาเฉา รวมกับปลาสลาดและปลากราย โดยปล่อยปลากินพืชลงภายในบ่อเลี้ยงพร้อมกันและเลี้ยงไปจนกว่าปลาเหล่านี้มีขนาดใหญ่พอที่ปลาสลาดและปลา กรายไม่สามารถกินปลาเหล่านี้ได้จึงค่อยปล่อยปลาสลาดและปลากรายตามลงไป โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ปลาสลาดและปลากรายกินลูกปลา ลูกกุ้งและลูกสัตว์น้ำอื่นๆ ที่มีขนาดเล็ก ที่หลงเหลือหรือหลุดรอดเข้ามาภายในบ่อเลี้ยงเป็นอาหาร

2. ประเภทที่กินอาหารต่างชนิดกัน โดยเลือกปลาที่กินอาหารไม่เหมือนกัน มาเลี้ยงรวมกันจะทำให้ปลาชนิดต่างๆ สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารธรรมชาติและอาหารสมทบได้อย่างเต็มที่ไม่ต้องแย่งอาหารกันเอง ปลาที่เหมาะจะเลี้ยงด้วยวิธีนี้ คือ ปลาตะเพียน ปลาจีน ปลายี่สก ปลาไน และปลากินเนื้อเพื่อช่วยกำจัดปลาเล็กๆ ตามธรรมชาติที่ไม่ต้องการให้หมดไป

3. ประเภทที่อยู่ในระดับน้ำต่างกัน ปลาบางชนิดจะมีนิสัยหากินที่บริเวณผิวน้ำ บางชนิดหากินระดับกลางน้ำ บางชนิดหากินตามพืชก้นบ่อ เมื่อเลี้ยงรวมกันจะสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารในระดับต่างๆ ของน้ำได้อย่างเต็มที่ เช่น การเลี้ยงปลาเฉา ปลาลิ่น ปลาซ่ง และปลาไน รวมภายในบ่อเดียวกัน เนื่องจาก ปลาเฉาจะหากินในบริเวณผิวน้ำ ปลาลิ่นจะหากินบริเวณกลางน้ำ ส่วนปลาซ่ง และปลาไนจะหากินตามพื้นก้นบ่อ เป็นต้น โดยศักดิ์ชัย (2536) เสนอว่า ในบ่อเลี้ยงปลาขนาด 2 ไร่

ควรเลี้ยงปลานิล ปลาซ่ง ปลาตะเพียนขาว ปลายี่สกและปลานวลจันทร์เทศ ในอัตราส่วน 40, 10, 10, 20, และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ปัจจุบันการเลี้ยงปลาแบบรวมนี้ (polyculture) ถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดต้นทุนการผลิตและยังเป็นการลดความเสี่ยงในด้านราคาของผลผลิต เนื่องจากผลผลิตที่ได้จะมีความหลากหลาย ทั้งนี้เนื่องจากในบ่อดินจะมีอาหารธรรมชาติที่สามารถเกิดขึ้นได้เองภายในบ่อ โดยอาศัยสารอินทรีย์วัตถุและมีการสร้างอาหารขึ้นเองจากขบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำ ตลอดจนในธรรมชาติที่สมดุลสัตว์น้ำเหล่านี้สามารถอยู่ร่วมกันได้ ประกอบกับสัตว์น้ำที่เลี้ยงมีพฤติกรรมในการหาอาหารและกินอาหารที่ต่างกันและไม่ทำร้ายกันและช่วยป้องกันรักษาคุณภาพน้ำที่เกิดจากสิ่งขับถ่ายและเศษอาหารที่เหลือในบ่อ ส่งผลให้สัตว์น้ำมีสุขภาพที่ดี ช่วยลดต้นทุนค่าอาหารและภาวะเสี่ยงต่ำสินค้าเกษตรที่ไม่แน่นอน ซึ่งจากการศึกษาของ วัฒนา (2526) ที่ได้ทำการทดลองเลี้ยงสวายร่วมกับปลาไนในบ่อขนาด 200 ตารางเมตร โดยเลี้ยงที่ความหนาแน่น 2 ตัวต่อตารางเมตร ด้วยอาหารผสมที่ประกอบด้วย ปลายข้าว รำ และพัก ในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 ต่อ 4 และปลาป่นอีกเล็กน้อย ให้อาหารวันละ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เลี้ยงนาน 8 เดือน พบว่า บ่อที่เลี้ยงปลาสวายร่วมกับปลาไน จะให้ผลผลิตสูงถึง 1.940.97 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าผลผลิตของการเลี้ยงปลาสวายอย่างเดียว 42.28 กิโลกรัมต่อไร่ และสูงกว่าผลผลิตของการเลี้ยงปลาไนอย่างเดียว 1,269.91 กิโลกรัมต่อไร่ และจากการศึกษาของ วิศณุพร และคณะ (2539) ที่ได้ทำการทดลองเลี้ยงปลาตะโกกร่วมกับปลาสายยูและต่อปลาแรด ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ต่อ 1 ในบ่อดินขนาด 600 ตารางเมตร ที่ความหนาแน่น 3 และ 6 ตัวต่อตารางเมตร ด้วยอาหารเม็ดปลาดุกโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 สัปดาห์ พบว่า การเจริญเติบโตของปลาตะโกกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนการเจริญเติบโตของปลาสายยูและปลาแรด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อัตราการรอดตายของปลาทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ที่ความหนาแน่น 3 และ 6 ตัวต่อตารางเมตร อัตราการรอดตายของปลาตะโกก ปลาสายยูและปลาแรด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.92, 77.17, 74.50 และ 67.46, 73.00 74.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการแลกเนื้อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.97 และ 1.26 ผลผลิตเฉลี่ย 142.22 และ 196.40 กิโลกรัมต่อบ่อ ต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 1,846.50 และ - 3,120.50 บาท ตามลำดับ ส่วนเกรียงศักดิ์ และอานุภาพ (2549) ที่ได้ทำการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลาบึกและปลานิลในบ่อดิน ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 หน่วยการทดลอง โดยหน่วยที่ 1 การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาด 3.6 กรัม อัตรา 10 ตัวต่อตารางเมตร หน่วยที่ 2 เลี้ยงร่วมกับปลานิล ขนาด 27 กรัม อัตรา 2 ตัวต่อตารางเมตร และหน่วยที่3 เลี้ยงร่วมกับปลานิลและปลาบึก โดยปลาบึกจะมีน้ำหนักเฉลี่ย 39.7 กรัม อัตรา 1 ตัว

ต่อ 3 ตารางเมตร เลี้ยงนาน 166 วัน พบว่า การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเพียงอย่างเดียว และเลี้ยงร่วมกับปลานิลและปลาบึก จะมีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นสูงสุด แต่อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว อัตรากา รเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตราการรอดตายของแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนต้นทุนผลตอบแทนเบื้องต้น จากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึกในระยะเวลา 138 วัน ในพื้นที่ 144 ตารางเมตร จะให้ผลตอบแทนสูงสุด โดยมีค่า 12,582 บาท รองลงมา คือ การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิล และการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,211.50 บาท และ -220 บาท ตามลำดับ

8. ของเสียที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ปัจจุบันสามารถแบ่งของเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ของเสียที่อยู่ในรูปของแข็ง (Solid Matter)

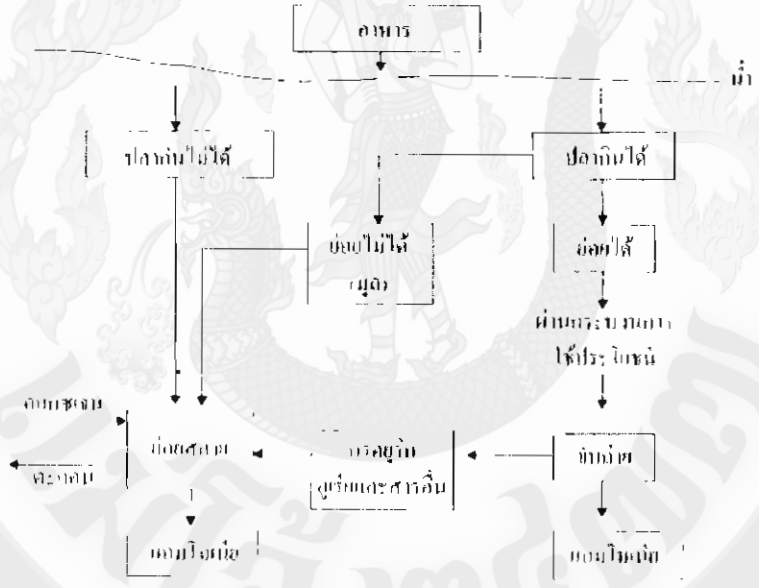
ได้แก่ อนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในน้ำและตกลงไปทับถมกับดินตะกอนก้นบ่อ เช่น เศษอาหารที่เหลือ สิ่งขับถ่าย แพลงก์ตอนพืชและแบคทีเรีย

2. ของเสียที่ละลายน้ำได้ (Dissolved Matter)

ได้แก่ แอมโมเนีย ยูเรีย คาร์บอนไดออกไซด์ ฟอสฟอรัส กรดอะมิโน ไนโตรเจน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต

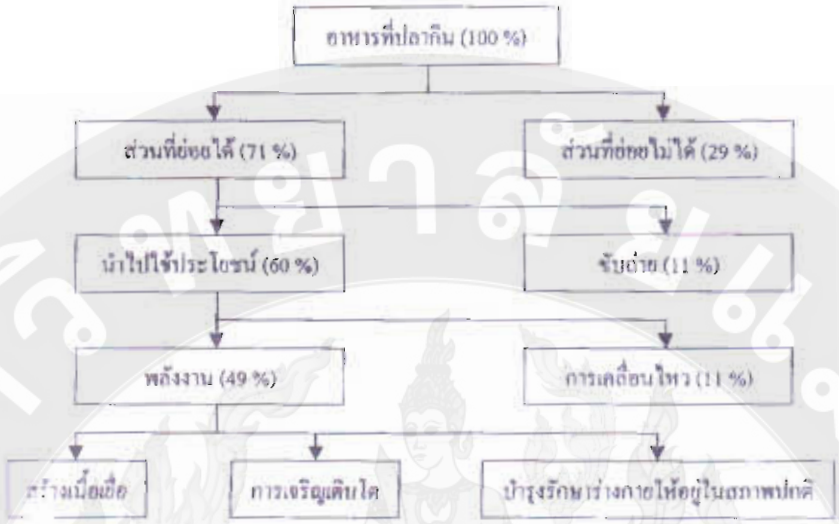
จากการที่ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนใหญ่จะเป็นแบบพัฒนา ที่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหนาแน่น ทำให้ต้องมีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีโปรตีนสูงๆ เป็นอาหารอย่างเต็มที่เพื่อเร่งการผลิต ซึ่งถ้าหากมีการจัดการอาหารไม่ดีพอ อาจจะทำให้อาหารบางส่วนเหลือตกค้างอยู่ภายในบ่อและสิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำ จะเกิดการสะสมอยู่ที่พื้นก้นบ่อ ดังนั้น ปริมาณสารอินทรีย์ที่สะสมตัวอยู่ในบ่อจะสูงตามระยะเวลาการเลี้ยง ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพน้ำภาพในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยตรง โดยทั่วไปอาหารที่เกษตรกรให้สัตว์น้ำกินสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่สัตว์น้ำกินได้และส่วนที่กินไม่ได้ โดยส่วนที่สัตว์น้ำกินได้แล้วย่อยได้นั้น สารอาหารจำนวนหนึ่งจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ภายในร่างกายของสัตว์น้ำ แต่อาหารส่วนที่สัตว์น้ำกินไม่ได้ สารอาหารทั้งหมดจะตกค้างอยู่น้ำภายในบ่อ (ดังภาพที่ 3 และภาพที่4) Tacon (1987) รายงานของ พบว่า ปลาทั่วไปจะขับถ่ายไนโตรเจน ในรูปแอมโมเนีย ปริมาณ 48 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่กิน ส่วนการเลี้ยง

ปลากดหลวงด้วยอาหารเม็ดที่มีโปรตีน 32 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารวันละ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักปลา แอมโมเนียที่เกิดจากการขับถ่ายของปลาวันละ 600 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ส่วนการเลี้ยงปลาตะเพียนขาวด้วยอาหารเม็ดที่มีโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารวันละ 5 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียที่เกิดจากการขับถ่ายและการย่อยสลายอาหารวันละประมาณ 0.11 ppm. (สุจิตรา, 2539) นอกจากนี้ปริมาณของแอมโมเนียและกากตะกอนที่เกิดขึ้นยังขึ้นอยู่กับคุณภาพของอาหารและปริมาณอาหารที่ให้ อีกทางหนึ่ง เนื่องจากในการเลี้ยงสัตว์น้ำถ้ามีการใช้อาหารที่มีคุณภาพดี โดยเฉพาะเป็นอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนที่มีคุณภาพและย่อยง่ายรวมทั้งให้ในปริมาณที่พอเหมาะ จะทำให้เกิดแอมโมเนียและตะกอนน้อยกว่าการให้อาหารที่ไม่มีคุณภาพ (เวียง, 2542)



ภาพที่3 วงจรของอาหารที่ใช้เลี้ยงปลา

(เวียง, 2542)



ภาพที่4 สัดส่วนคุณค่าอาหารที่ปลานำไปใช้ประโยชน์

(สรัญกริช, 2547)

ปาล์มน้ำมัน

ภาพที่5 ลักษณะทั่วไปของต้นปาล์มน้ำมัน

ที่มา : ยุทธนาและคณะ (2551)

9. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชตะกูลปาล์ม (Palmae) เช่นเดียวกับมะพร้าว จาก อินทผาลัม และตาลโตนด เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นตรง มีผลเป็นทะลาย นิยมปลูกเพื่อนำน้ำมันมาเป็นประโยชน์ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Elaeis guineensis* Jacq มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกา ปลูกมากในแถบโซนร้อนของทวีปแอฟริกา อเมริกา และเอเชีย อินโดนีเซียเป็นประเทศแรกที่นำปาล์มน้ำมันเข้ามาปลูกในทวีปเอเชียเมื่อ พ.ศ. 2391 จากนั้นประเทศมาเลเซียได้นำเข้ามาปลูก จนกระทั่ง พ.ศ. 2508 เป็นต้นมาประเทศมาเลเซียกลายเป็นผู้ส่งออกน้ำมันปาล์มรายใหญ่ที่สุดของโลก ประเทศไทยเริ่มนำปาล์มน้ำมันเข้ามาปลูกเป็นครั้งแรกตั้งแต่สมัยก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 การปลูกปาล์มน้ำมันเชิงการค้าเป็นครั้งแรกที่ จ. กระบี่ และสตูล เมื่อปี พ.ศ. 2511 จากนั้นได้กระจายออกสู่จังหวัดอื่นๆในภาคใต้ ปาล์มน้ำมันมีระบบรากแบบ fibrous root system โดยรากเกือบทั้งหมดเจริญตามแนวนอนระดับใกล้ผิวดิน ความลึกประมาณ 2 เมตร ลำต้นตั้งเดี่ยวตรง สูงประมาณ 15-20 เมตร ใบเป็นรูปขนนกคล้ายใบมะพร้าว แต่ละทางใบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ก้านทางใบและใบย่อย ช่อดอกเป็นดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่แยกกันคนละดอก แต่อยู่ในต้นเดียวกัน (monokioecious) ในแต่ละต้นจะเกิดช่อดอกได้ประมาณ 10-15 ช่อดอก ส่วนผลหรือทะลายประกอบด้วยก้านทะลาย ช่อทะลาย และผลการปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อการค้าจะต้องการทะลายปาล์ม เปลือกนอก กะลา และเนื้อในเมล็ด

10. แหล่งผลิตปาล์มน้ำมัน

ในปี พ.ศ. 2547 ที่ผ่านมาประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันทั้งหมด 1,800,000 ไร่ ซึ่งจะให้ผลผลิตประมาณ 5,220,000 ตันต่อปี ต่อมาในปัจจุบันรัฐบาลได้เข้ามาส่งเสริมและประกาศขยายพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันให้ได้ 10 ล้านไร่ภายใน 25 ปี(พ.ศ. 2547-2572) เพื่อรองรับการแก้ไขปัญหาด้านพลังงานของประเทศ (ธีระและคณะ, 2548)

โดยร่องระบายน้ำมาตรฐานที่นิยมใช้กันในปัจจุบันนั้น ควรมีลักษณะเหมาะสมกับสภาพพื้นที่และควรออกแบบให้เชื่อมโยงกับระบบขนส่งเพื่อสะดวกในการดูแลรักษาและใช้ในการขนส่งผลผลิตในสวนปาล์มน้ำมัน โดยร่องน้ำในสวนปาล์มจะประกอบด้วยทางระบายน้ำ 3 ประเภทหลักๆ คือ

- ทางระบายน้ำระหว่างแถวปาล์ม ควรสร้างขนานกับทางระบายน้ำเป็นหลักและตั้งฉากกับทางระบายน้ำระหว่างแปลง ขนาดของทางระบายน้ำระหว่างแถวควรมีปากร่องกว้าง 1.20 เมตร ท้องร่องกว้าง 0.30-0.50 เมตร ลึก 1.0 0 เมตร การทำทางระบายน้ำระหว่างแถวปาล์มขึ้นอยู่กับชนิดของดินในแต่ละแปลง เช่น ถ้าเป็นพื้นที่น้ำท่วมขัง ควรขุดระบายน้ำทุกๆ 2-4 แถวปาล์ม ถ้าเป็นที่ราบลุ่มควรมีการระบายน้ำที่ดี ควรทำทางระบายน้ำทุกๆ 6 แถว แต่ถ้าเป็นที่ดอนควรใช้ระยะ 100 เมตร

- ทางระบายน้ำระหว่างแปลง ควรสร้างขนานกับถนนเข้าแปลงหลัก มีระยะห่างกันประมาณ 200-400 เมตร ทางระบายน้ำนี้จะตั้งฉากและเชื่อมโยงกับทางระบายน้ำหลักซึ่งมีขนาดของปากร่องกว้าง 2.00-2.50 เมตร ลึก 1.20-1.80 เมตร ท้องร่องกว้าง 0.60-1.00 เมตร

- ทางระบายน้ำหลักเป็นทางระบายน้ำขนาดใหญ่สามารถรับน้ำจากทางระบายน้ำระหว่างแปลงได้ แล้วสามารถไหลออกลงสู่ทางน้ำธรรมชาติต่อไป ส่วนมากร่องน้ำประเภทนี้จะมีขนาดใหญ่และจะสร้างขนานกับถนนใหญ่ หรือตามความจำเป็นในการระบายน้ำ มีขนาดปากร่องกว้าง 3.50-5.00 เมตร ท้องร่องกว้าง 1.00 เมตร และลึกประมาณ 2.50 เมตร โดยปกติด้านข้างของทางระบายน้ำจะมีมุมลาดชันประมาณ 50-60 องศา จากแนวขนานของทางระบายน้ำ ส่วนการปลูกปาล์มน้ำมันนั้นเกษตรกรจะใช้กล้าปาล์มน้ำมันคุณภาพดีอายุประมาณ 10-14 เดือน โดยปลูกด้วยความหนาแน่น 22 ต้นต่อไร่ โดยให้แถวหลักอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ ระยะปลูก 9 x 9 x 9 เมตร เป็นภาพสามเหลี่ยมด้านเท่า ซึ่งการปลูกในลักษณะนี้จะทำให้สวนปาล์มน้ำมันมีพื้นที่ว่างระหว่างแถวมากที่สุดซึ่งให้ต้นปาล์มทุกต้นได้รับแสงแดดมากที่สุด

11. ความต้องการธาตุอาหาร

คุณสมบัติทางเคมีของดินนั้นมีความสำคัญต่อการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอย่างมาก เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นที่ต้องการธาตุอาหารสูง เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต (ดังตารางที่1 และตารางที่2) โดยมีการประมาณการว่าใช้ธาตุอาหารสะสมในช่วงการเจริญเติบโต 9 ปีแรก ดังนี้ ไนโตรเจน 196-275 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 32-43 กิโลกรัมต่อไร่ โพแทสเซียม 296-398 กิโลกรัมต่อไร่ แมกนีเซียม 50-67 กิโลกรัมต่อไร่ และแคลเซียม 84-115 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ในขณะเดียวกัน ก็มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตทะลายสดออกไปจากสวนด้วย ซึ่งทำให้มีการสูญเสียธาตุอาหารออกไปกับผลผลิต โดยทุกๆ 1,000 กิโลกรัมของผลผลิต จะทำให้มีการสูญเสียธาตุอาหาร

ไนโตรเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม ออกไปประมาณ 2.94 0.44 3.71 0.77 และ 0.81 กิโลกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ การที่มีฝนตกชุกก็ทำให้มีการชะล้างธาตุอาหารออกไปจากดิน ทั้งที่ติดไปกับดินที่ถูกชะล้างและชะล้างสูญเสียไปกับน้ำใต้ดิน ดังนั้น จึงต้องมีการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้สวนปาล์มน้ำมัน แต่ในกรณีที่ต้นปาล์มน้ำมันขาดธาตุอาหารอย่างรุนแรงจะแสดงอาการต่างๆ ออกมา (ธีระและคณะ, 2548) เช่น

ไนโตรเจน (N)

มีหน้าที่ช่วยในการเจริญเติบโตของพืช มีผลต่อพื้นที่ใบ สีใบ อัตราการเกิดใบใหม่ และการดูดซึมธาตุอาหาร ปาล์มน้ำมันที่ขาดธาตุไนโตรเจน จะแสดงอาการใบย่อยของทางใบล่างเหลือง หรือมีสีเขียวอ่อน ปลายใบจะแห้ง ใบแข็งและปราศจากความมัน มีอัตราการเจริญเติบโตช้า โดยเฉพาะอัตราการผลิตใบใหม่ลดลง แหล่งของไนโตรเจนที่ให้กับปาล์มน้ำมันได้แก่ ยูเรีย แอมโมเนียซัลเฟต แอมโมเนียมคลอไรด์ แอมโมเนียไนเตรท

ฟอสฟอรัส (P)

มีบทบาทสำคัญในการสร้างองค์ประกอบของเซล การแบ่งเซล และการสืบพันธุ์ ทำหน้าที่เป็นตัวรับและถ่ายทอดพลังงานระหว่างสารต่างๆ ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และการหายใจ ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ช่วยให้ระบบรากของพืชมีการเจริญเติบโตได้เร็วขึ้น ช่วยให้รากดูดโพแตสเซียม ได้มากขึ้น ฟอสฟอรัสทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานของพืชในการเคลื่อนย้ายอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงไปเก็บสะสม

โพแตสเซียม (K)

เป็นธาตุอาหารที่ต้องการมากที่สุด ทำให้ปาล์มสะสมแป้งและเปลี่ยนเป็นน้ำมันได้มาก ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ทนแล้งได้ดี ถ้าขาดจะมีจุดสีเหลืองส้มเป็นจ้ำ ๆ บริเวณทางใบ เมื่อเป็นมาก ๆ เนื้อใบส่วนที่มีสีเหลืองจะแห้ง การผลิตดอกตัวเมียจะหยุดชะงัก ดอกตัวผู้น้อยลง ทางใบหดสั้น ทะลายเล็ก เปอร์เซ็นต์น้ำมันลดลง ไม่ทนแล้ง

ตารางที่1 ปริมาณธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน

ธาตุอาหาร	ปริมาณธาตุอาหารในดิน			
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
pH (1 ต่อ 5, ดิน ต่อน้ำ)	<3.50	4.00	4.20	5.50
Organic C (%)	<0.80	1.20	1.50	2.50
Total N (%)	<0.08	0.12	0.15	0.25
Total P%)	<120	200	250	400
Availabla P (mg/kg)	<8	15	20	25
Exchangeable K (cmol/kg	<0.08	0.20	0.25	0.30
Exchangeable Mg (cmol/kg)	<0.08	0.20	0.25	0.30
Availabla Cu (mg/kg)	<4	<5	5	>6
ECEC (mg/kg)	<6	12	15	18

หมายเหตุ : mg/kg = ppm และ cmol/kg = meg/100 g

ที่มา : Rankine and Fairhurst (1998)

ตารางที่2 ปริมาณธาตุอาหารในใบย่อยจากทางใบที่17 ของปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ กัน (ใช้ใบแห้งอบที่ 70 องศาเซลเซียส)

อายุปาล์ม	ธาตุอาหาร	ขาด	เหมาะสม	เกิน
1.ปาล์มเล็ก	N (%)	<2.50	2.60-2.90	>3.10
(ต่ำกว่า 6 ปี)	P (%)	<0.15	0.16-0.19	>0.25
	K (%)	<1.00	1.10-1.30	>1.80
	Mg (%)	<0.20	0.30-0.45	>0.70
	Ca (%)	<0.30	0.50-0.70	>0.70
	S (%)	<0.20	0.25-0.40	>0.60
	Cl (%)	<0.25	0.50-0.70	>1.00
	B (mg/kg)	<8	15-25	>40
	Cu (mg/kg)	<3	5-7	>15
	Zn (mg/kg)	<10	12-18	>50
2. ปาล์มใหญ่	N (%)	<2.30	2.40-2.80	>3.00
(มากกว่า 6 ปี)	P (%)	<0.14	0.15-0.18	>0.25
	K (%)	<0.75	0.90-1.20	>1.60
	Mg (%)	<0.20	0.25-0.40	>0.70
	Ca (%)	<0.25	0.50-0.75	>1.00
	S (%)	<0.20	0.25-0.35	>0.60
	Cl (%)	<0.25	0.50-0.70	>1.00
	B (mg/kg)	<8	15-25	>40
	Cu (mg/kg)	<3	5-8	>15
	Zn (mg/kg)	<10	12-18	>80

ที่มา : Rankine and Fairhurst (1998)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. กระชังขนาด 2 x 5 x 1.5 เมตร พร้อมตาข่ายปิดปากกระชัง
2. ปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกราม ที่ซื้อจากโรงเพาะฟักของเอกชนในจังหวัดราชบุรี
3. กากสลัดปาล์ม
4. อาหารปลาดุกสำเร็จรูป
5. เครื่องสูบน้ำและท่อสูบน้ำ
6. เครื่องอัดเม็ดอาหาร (mincer)
7. เครื่องชั่งและวัดสัตว์ทดลอง

วิธีการวิจัย

การทดลองที่1 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมัน

1. การวางแผนการทดลอง

ได้ออกแบบเป็น 4 ชุดการทดลอง และทำการทดลองชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ คือ

ชุดการทดลองที่1 ปล่อยปลาดุกลูกผสม 30 ตัวต่อตารางเมตร เพียงอย่างเดียว
ชุดการทดลองที่2 ปล่อยปลาดุกลูกผสม 30 ตัวต่อตารางเมตร ร่วมกับ กุ้งก้ามกราม 5 ตัวต่อตารางเมตร
ชุดการทดลองที่3 ปล่อยปลาดุกลูกผสม 30 ตัวต่อตารางเมตร ร่วมกับ กุ้งก้ามกราม 10 ตัวต่อตารางเมตร
ชุดการทดลองที่4 ปล่อยปลาดุกลูกผสม 30 ตัวต่อตารางเมตร ร่วมกับ กุ้งก้ามกราม 15 ตัวต่อตารางเมตร

2.การเตรียมบ่อทดลอง

การทดลองในครั้งนี้จะใช้ร่องน้ำภายในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันรายหนึ่งใน อ.ละแม จ. ชุมพร เป็นบ่อทดลอง โดยเริ่มกำจัดวัชพืชบริเวณบ่อออกให้หมด ก่อนใช้เครื่องสูบน้ำมาสูบน้ำภายในร่องออกให้หมดแล้วจึงโรยปูนขาวในปริมาณ 150 กิโลกรัมต่อไร่จนทั่วบ่อ เพื่อปรับสภาพบ่อทดลอง ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 6 ชั่วโมง จึงค่อยเก็บสัตว์น้ำที่ตาย จากนั้นนำเอากระเบื้องมุงหลังคาอย่างดีขนาดยาว 1.50 เมตร กั้นร่องน้ำให้ได้บ่อทดลองที่มีขนาดประมาณ 10 ตารางเมตร จำนวน 1 2 บ่อ โดยให้ชายกระเบื้องด้านหนึ่งฝังลึกลงไปในดินประมาณ 20 เซนติเมตร แล้วใช้ไม้ไผ่วางพาดขนาบทั้ง 2 ข้างของแผงกระเบื้อง เพื่อให้แผงกระเบื้องที่จัดทำขึ้นแข็งแรงและสร้างความมั่นใจว่าจะไม่ชำรุดในระหว่างการทำการทดลองและสามารถแบ่งน้ำภายในบ่อทดลองออกจากกันได้อย่างสิ้นเชิง จากนั้นนำกระชังที่มีขนาด 2.0 x 5.0 x 1.5 เมตร ที่มีตาข่ายคลุมปิดปากกระชังเพื่อป้องกันปลาทดลองหลบหนีและสัตว์อื่นๆ เข้ามารบกวนสัตว์ทดลอง ภางลงภายในบ่อทดลองที่จัดเตรียมไว้แล้ว ในระหว่างเลี้ยงจะรักษาระดับน้ำภายในกระชังให้มีความสูงประมาณ 1.0

เมตร จากนั้นจะทำการเตรียมน้ำพร้อมกับวิเคราะห์หาค่าแอมโมเนียรวม ค่าฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ ค่าความเป็นด่างของน้ำ ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ค่าอุณหภูมิน้ำ ก่อนปล่อยปลาลงบ่อทดลองและเริ่มต้นการเก็บข้อมูล

3. การเตรียมอาหารปลา

นำเอากากสลัดปาล์มน้ำมันที่หาซื้อมาจากโรงงานแปรรูปปาล์มน้ำมันแห่งหนึ่งใน อ.ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี มาผสมรวมกับอาหารปลาดุกรุ่นสำเร็จรูปในปริมาณอัตราส่วน 2 ต่อ 1 แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 15-20 นาที เพื่อรอให้อาหารปลาดุกสำเร็จรูปคลายตัวตัวเพื่อให้ง่ายต่อการอัดเม็ด จากนั้นนำไปอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ด (Mincer) โดยผ่านหน้าแว่นที่มีรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ประมาณ 2 ครั้ง ก่อนนำเอาอาหารทดลองที่ผ่านการอัดเม็ดแล้วไปผึ่งลมให้แห้ง แล้วค่อยหักเป็นท่อนเล็กๆ ตามความยาวขนาดประมาณ 2-4 มิลลิเมตร

ตารางที่3 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่มีส่วนผสมของอาหารปลาดุกสำเร็จรูปร่วมกับกากสลัดปาล์มในอัตราส่วน 1 ต่อ 2

ปัจจัย	อัตราส่วน อาหารปลาดุกสำเร็จรูป ต่อ กากสลัดปาล์ม
	1 ต่อ 2
ความชื้น	12.20
โปรตีน	23.94
ไขมัน	9.34
เยื่อใย	10.73
เถ้า	11.30
คาร์โบไฮเดรตละลายในน้ำ(NFE)	32.49

ที่มา : ยุทธนาและคณะ (2551)

4. การเตรียมปลาทดลอง

การทดลองในครั้งนี้จะใช้ปลาดุกลูกผสมที่มี น้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้นประมาณ 10.04±0.48 กรัม และ มีความยาวตัวเฉลี่ยเริ่มต้นประมาณ 7.80±0.92 เซนติเมตร ก่อนการทดลองจะทำการปรับสภาพปลาทดลองให้แข็งแรงเสียก่อน พร้อมกับฝึกให้กินอาหารที่มีกากสลัดปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสมในสูตรอาหาร เพื่อฝึกให้ปลาทดลองปรับตัวให้คุ้นเคยกับรสชาติของอาหารเสียก่อน โดยให้วันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) ภายในบ่อซีเมนต์ เป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นจึงค่อยคัดเอาแต่ปลาดุกลูกผสมที่แข็งแรงมาใช้ในการทดลอง

ส่วนกุ้งก้ามกรามที่ใช้ในการทดลอง จะใช้เป็นกุ้งก้ามกรามเพศผู้ที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้นประมาณ 31.50±2.78 กรัม และ มีความยาวตัวเฉลี่ย เริ่มต้นประมาณ 12.18±0.85 เซนติเมตร ก่อนการทดลองจะทำการปรับสภาพกุ้งก้ามกรามทดลองให้แข็งแรงเสียก่อน โดยการอนุบาลในบ่อซีเมนต์ พร้อมให้อาหารกุ้งสำเร็จรูปเบอร์ 047 ในปริมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน โดยให้วันละ 4 ครั้ง (6.00 10.00 14.00 และ 18.00 น.) เป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นจึงค่อยคัดเอาแต่กุ้งก้ามกรามที่มีขนาดเท่ากันมาใช้ในการทดลอง

5. การเลี้ยง

สุ่มปลาดุกลูกผสมใส่ลงในกระชังที่กางอยู่ในบ่อทดลอง ส่วนกุ้งก้ามกรามปล่อยลงในบ่อทดลองโดยตรง ในอัตราส่วนที่กำหนด ในระหว่างการทดลองจะรักษาระดับน้ำภายในแต่ละบ่อให้สูง ประมาณ 1 เมตร ปลาดุกลูกผสมแต่ละกระชังจะใช้อาหารที่มีส่วนผสมของกากสลัดปาล์มน้ำมัน วันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) ในปริมาณที่ปลากินอิ่ม ส่วนกุ้งก้ามกรามจะไม่มีการให้อาหารในระหว่างการทดลอง ทดลองเลี้ยงนาน 90 วัน และทุกๆ 15 วัน ระหว่างการทดลองจะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมด

6. การเก็บข้อมูล

การวัดการเจริญเติบโต

ก่อนปล่อยจะมีการการสุ่มปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามมาอย่างละ 5 ตัว นำมาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของแต่ละตัว เพื่อนำข้อมูลที่ได้ใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นก่อนการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการนับปลา ดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามที่เหลือและชั่งน้ำหนักรวมของปลาทั้งหมดแล้วสุ่มปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามอย่างละ 5 ตัว ในแต่บ่อทดลอง เพื่อมาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวแต่ละตัว เพื่อนำค่าที่มาได้มาคำนวณหาน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตสุดท้าย ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิตในแต่ละชุดการทดลอง โดยพิจารณาจาก

- อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตัวต่อวัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุด (กรัม)} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้น (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาของการทดลองเลี้ยง (วัน)}}$$

- อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตัว)}}{\text{จำนวนเมื่อเริ่มต้นทดลอง (ตัว)}} \times 100$$

- อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio : FCR)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน (กิโลกรัม)}}{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)}}$$

- ผลผลิตสุดท้าย (กิโลกรัมต่อกระชัง)

=ผลผลิตทั้งหมด (กิโลกรัม)

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การตรวจสอบต้นทุนค่าอาหารแต่ละชุดการทดลอง โดยพิจารณาจาก

- ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาท)

= ปริมาณอาหารที่ใช้ (กิโลกรัม) x ราคาอาหาร (บาทต่อกิโลกรัม)

- ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่อยผลผลิต (บาทต่อกิโลกรัม)

$$= \frac{\text{ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาท)}}{\text{ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัม)}}$$

การตรวจวัดคุณภาพน้ำ

การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำที่จะทำการตรวจวิเคราะห์น้ำ ก่อนปล่อยที่จะทำการปล่อยปลาทดลองลงในกระชังเพื่อประเมินคุณภาพน้ำเบื้องต้นก่อน และทุกๆ 15 วัน โดยจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำภายในบ่อทดลองของแต่ละบ่อในตอนเช้า (07.00 น.) ที่ระดับความลึกจากผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร โดยใช้ขวดพลาสติกที่มีขนาด 500 ซีซี ที่ผูกติดกับท่อ PVC ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ณ. บริเวณที่กำหนด แล้วปิดฝาให้สนิท รอนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการตามพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

- ค่าแอมโมเนียรวม (Total ammonia-Nitrogen) โดยใช้วิธี Boy (1979); APHA (1989)
- ค่าฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ (Orthophosphates) โดยใช้วิธี Boy (1979)
- ค่าความเป็นด่างของน้ำ

ส่วนดัชนีคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดในบ่อทดลองโดยตรง

ที่เวลา ตอนเช้า (07.00 น.) และตอนเย็น (17.00 น.) จะทำการวัดที่กึ่งกลางระดับน้ำมีดังนี้

- ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) วัดโดยใช้เครื่องยี่ห้อ INTELLIGENT METER รุ่น YK-2001 DO
- ค่า pH วัดโดยใช้เครื่องวัด pH ยี่ห้อ Consort รุ่น c830
- ค่าอุณหภูมิ (Temperature) วัดโดยใช้เครื่องยี่ห้อ INTELLIGENT METER รุ่น YK-2001 DO

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

การทดลองที่2 การศึกษาผลของการใช้น้ำเลี้ยงปลาต่อการเพิ่มธาตุอาหารของดินและผลผลิตปาล์มน้ำมัน

1. การวางแผนการทดลอง

ได้ออกแบบเป็น 3 ชุดการทดลอง และทำการทดลองชุดละ 5 ซ้ำ คือ

ชุดการทดลองที่1 (ชุดควบคุม) แถวปาล์มน้ำมันข้างร่องน้ำที่ไม่มีการเลี้ยงปลา พร้อมรดน้ำเปล่า
ชุดการทดลองที่2 แถวปาล์มน้ำมันข้างร่องน้ำที่มีการเลี้ยงปลา
ชุดการทดลองที่3 แถวปาล์มน้ำมันข้างร่องน้ำที่มีการเลี้ยงปลา พร้อมรดน้ำเลี้ยงปลา

2. การเตรียมแปลงทดลอง

จะใช้ต้นปาล์มน้ำมันที่กำลังเริ่มให้ผลผลิตจำนวน 3 แถว แถวละ 5 ต้น โดยแถวแรกจะเป็นแถวปาล์มน้ำมันที่ปลูกอยู่ข้างร่องน้ำที่ไม่มีการเลี้ยงปลาพร้อมรดน้ำเปล่า ส่วนปาล์มน้ำมันแถวที่2 และแถวที่3 จะปลูกอยู่บริเวณทั้ง 2 ข้างของร่องน้ำที่มีการเลี้ยงปลา แต่ปาล์มน้ำมันแถวที่ 3 จะมีการรดน้ำเลี้ยงปลา ในระหว่างการทดลองในครั้งนี้จะไม่มีการใช้ปุ๋ยชนิดอื่น ตลอดเวลาการทดลอง

3. การเก็บข้อมูล

การวิเคราะห์คุณภาพดินก่อนและหลังการทดลอง

โดยทำการสุ่มตัวอย่างดินก่อนและ หลังการทดลองจากบริเวณปลูกต้นปาล์มน้ำมัน ขุดหลุมลึก 15 เซนติเมตร จากผิวดิน เพื่อเก็บตัวอย่างดินลงในถังพลาสติก ให้ได้ดินตัวอย่างประมาณครึ่งกิโลกรัม (นงลักษณ์, 2548) เพื่อส่งตัวอย่างดินที่เก็บได้ ส่งไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ ซึ่งดัชนีคุณภาพดินที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ pH ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม และปริมาณสารอินทรีย์

การเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันก่อนและหลังการทดลอง

เพื่อประเมินสถานภาพของธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด โดยดูจากเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันจากทางใบที่17 เก็บใบย่อยจากตำแหน่งกลางของทางใบ เก็บใบย่อยจำนวน 12 ใบย่อย โดยเก็บข้างละ 6 ใบ เอาเฉพาะส่วนกลางใบยาวประมาณ 5-6 นิ้ว ลอกเส้นกลางใบทิ้ง ส่งไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ ซึ่งดัชนีเพื่อประเมินสถานภาพของธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม และโพแทสเซียมรวม
(ธีระ และคณะ, 2548)

ผลการวิจัย

1. น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตสุดท้าย ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่อยผลผลิต ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกราม ที่เลี้ยง ปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ภายในเวลา 90 วัน

ผลของการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ภายในเวลา 90 วัน ต่อ น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตสุดท้าย ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่อยผลผลิตได้สรุปไว้ในตารางที่4

ตารางที่4 น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ผลผลิตสุดท้าย ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดและต้นทุนค่าอาหารต่อหน่อยผลผลิต ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ภายในเวลา 90 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

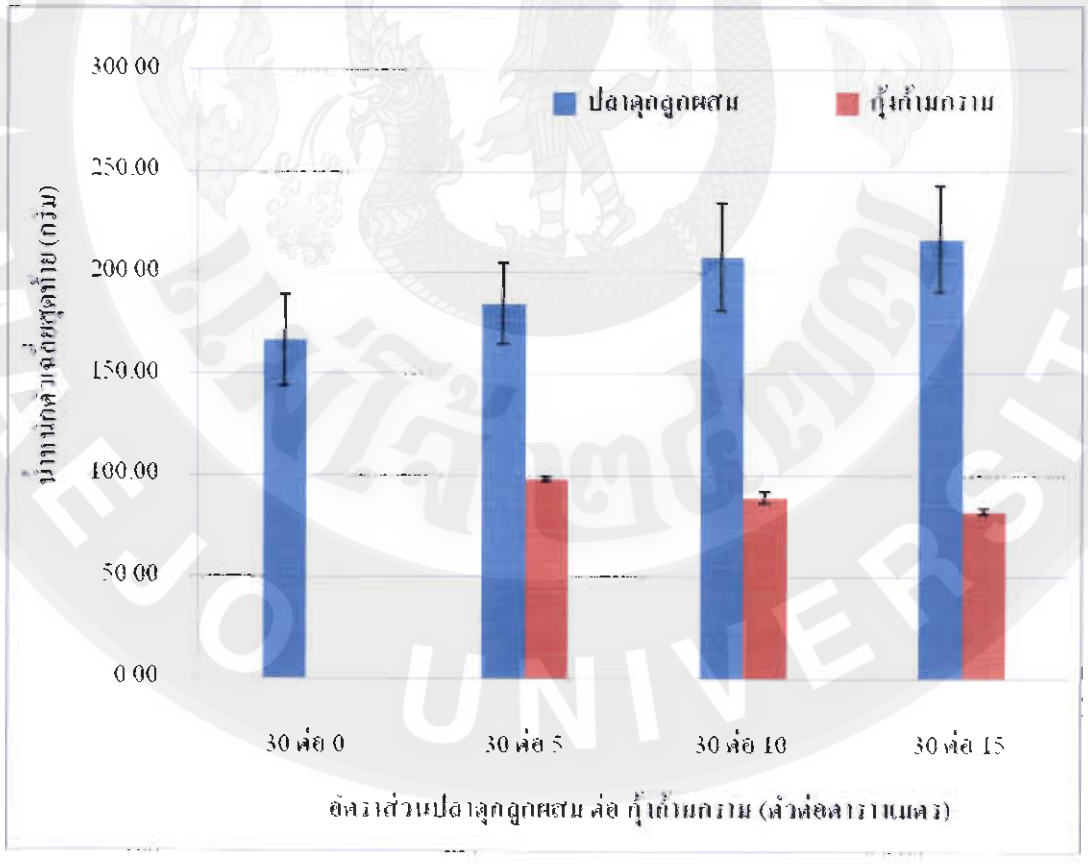
ปัจจัย	ปลาดุกลูกผสม				กุ้งก้ามกราม			
	อัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกราม (ตัวต่อตารางเมตร)							
	30 ต่อ 0	30 ต่อ 5	30 ต่อ 10	30 ต่อ 15	30 ต่อ 0	30 ต่อ 5	30 ต่อ 10	30 ต่อ 15
น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม)	166.33±22.48^{a}	184.33±19.86^{a}	207.33±26.65^{a}	216.33±26.39^{a}	-	98.33±1.15^{A}	89.00±2.65^{B}	82.33±1.53^{C}
ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย (เซนติเมตร)	24.95±1.88^{a}	25.24±1.81^{a}	26.62±1.37^{a}	26.81±0.86^{a}	-	15.70±0.10^{A}	15.20±0.17^{B}	14.60±0.17^{C}
อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน)	1.76±0.25^{a}	1.96±0.22^{a}	2.22±0.30^{a}	2.32±0.29^{a}	-	0.74±0.01^{A}	0.64±0.02^{B}	0.56±0.02^{C}
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	86.00±8.08^{a}	87.22±5.87^{a}	79.80±6.00^{a}	76.56±2.04^{a}	-	63.33±3.06^{A}	53.33±1.53^{B}	25.11±5.00^{C}
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.39±0.20^{a}	1.24±0.11^{a}	1.33±0.07^{a}	1.22±0.13^{a}	-	-	-	-
ผลผลิตสุดท้าย (กิโลกรัมต่อกระชัง)	39.30±7.13^{a}	52.23±14.76^{a}	48.80±7.99^{a}	48.93±7.38^{a}	-	6.23±0.25^{A}	4.75±0.27^{B}	2.06±0.39^{C}
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาทต่อกระชัง)	757.24±77.71^{a}	900.70±174.02^{a}	912.45±130.34^{a}	832.49±50.87^{a}	-	-	-	-
ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต (บาทต่อกิโลกรัม)	19.56±2.81^{a}	17.52±1.53^{a}	18.75±0.95^{a}-	17.19±1.80^{a}	-	-	-	-

หมายเหตุ a = อักษรที่เหมือนกันในแนวนอน แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

A, B และ C = อักษรที่ต่างกันในแนวนอน แสดงถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p<0.05$)

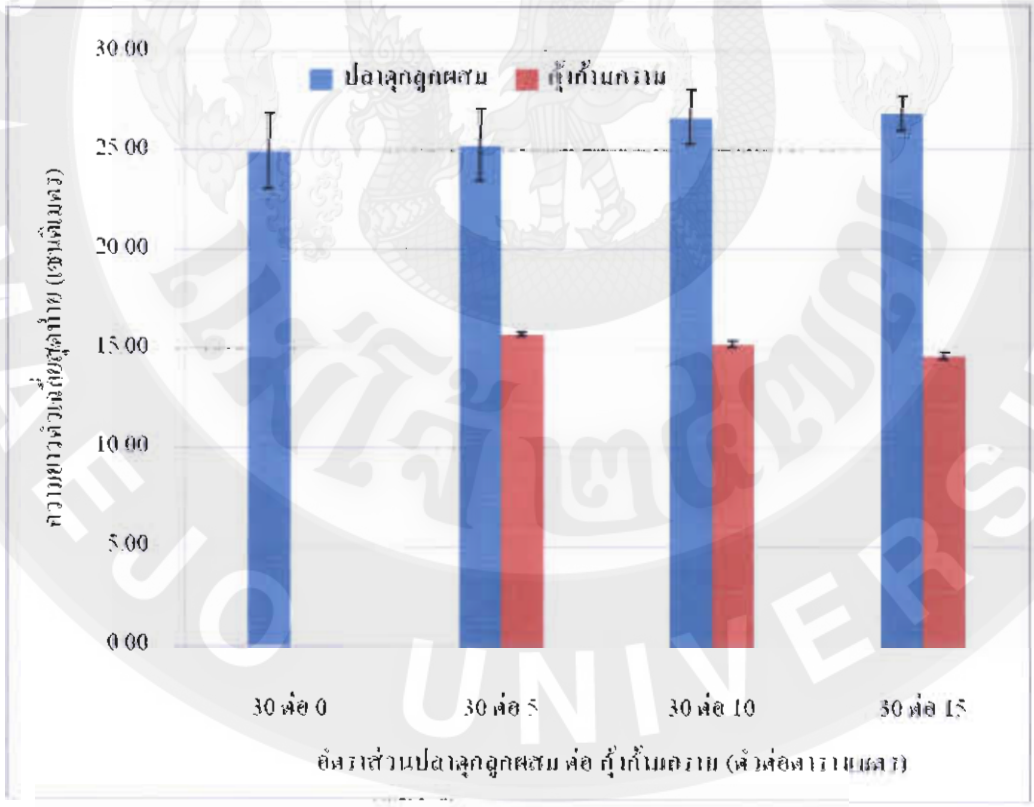
ราคาอาหารที่มีส่วนผสมของอาหารปลาดุกรุ่นสำเร็จรูปร่วมกับกากสลัดปาล์มน้ำมันในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 เท่ากับ 14.11 บาทต่อกิโลกรัม

ผลของการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร นั้นปลาดุกลูกผสมจะมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 166.33±22.48 184.33±19.86 207.33±26.65 และ 216.33±26.39 กรัม ตามลำดับ ส่วนกุ้งก้ามกรามนั้นในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 98.33±1.15 89.00±2.65 และ 82.33±1.53 กรัม และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้ายของปลาดุกลูกผสมในแต่ละชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้ายของกุ้งก้ามกรามในแต่ละชุดการทดลองให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดย น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้ายทั้งของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกราม เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่6



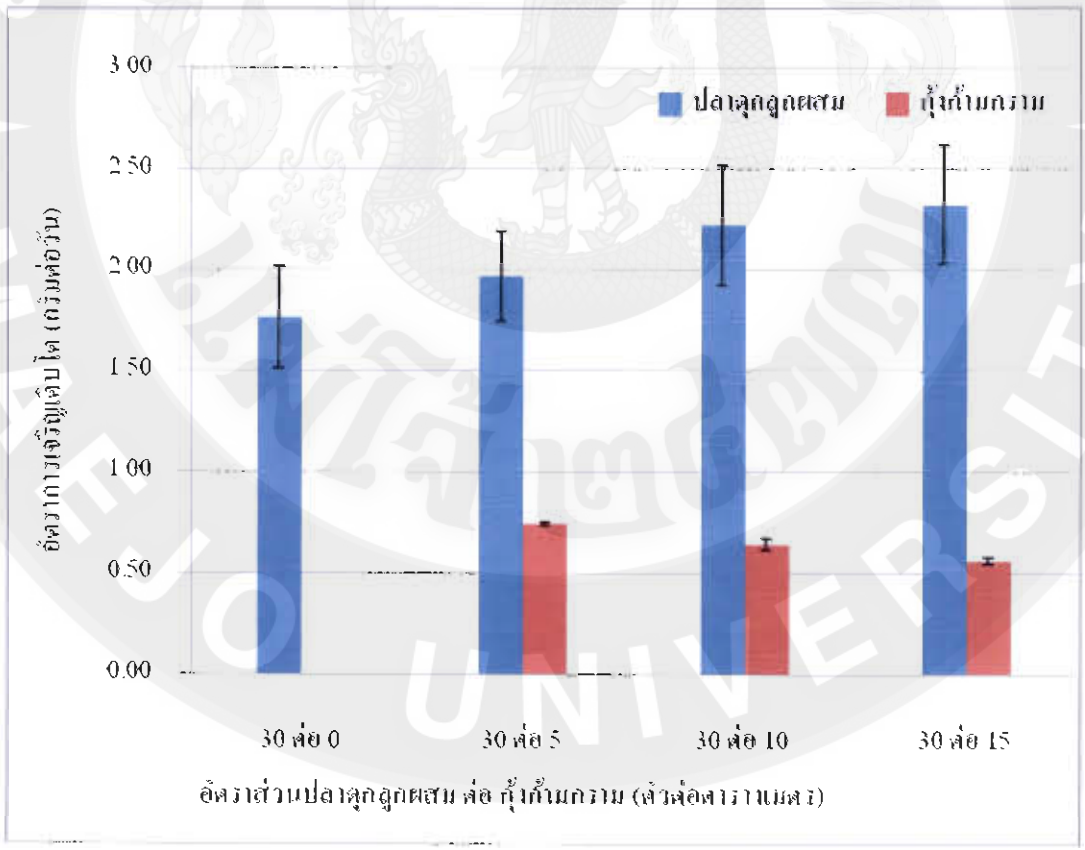
ภาพที่6 น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม) ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกรามแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในเวลา 90 วัน

ผลของการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร นั้นปลาดุกลูกผสมจะมีความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 24.95±1.88 25.24±1.81 26.62±1.37 และ 26.81±0.86 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนกุ้งก้ามกรามนั้นใน ชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 15.70±0.10 15.20±0.17 และ 14.60±0.17 เซนติเมตร และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้ายของปลาดุกลูกผสมในแต่ละชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้ายของกุ้งก้ามกรามในแต่ละชุดการทดลองให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้ายทั้งของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกราม เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่7



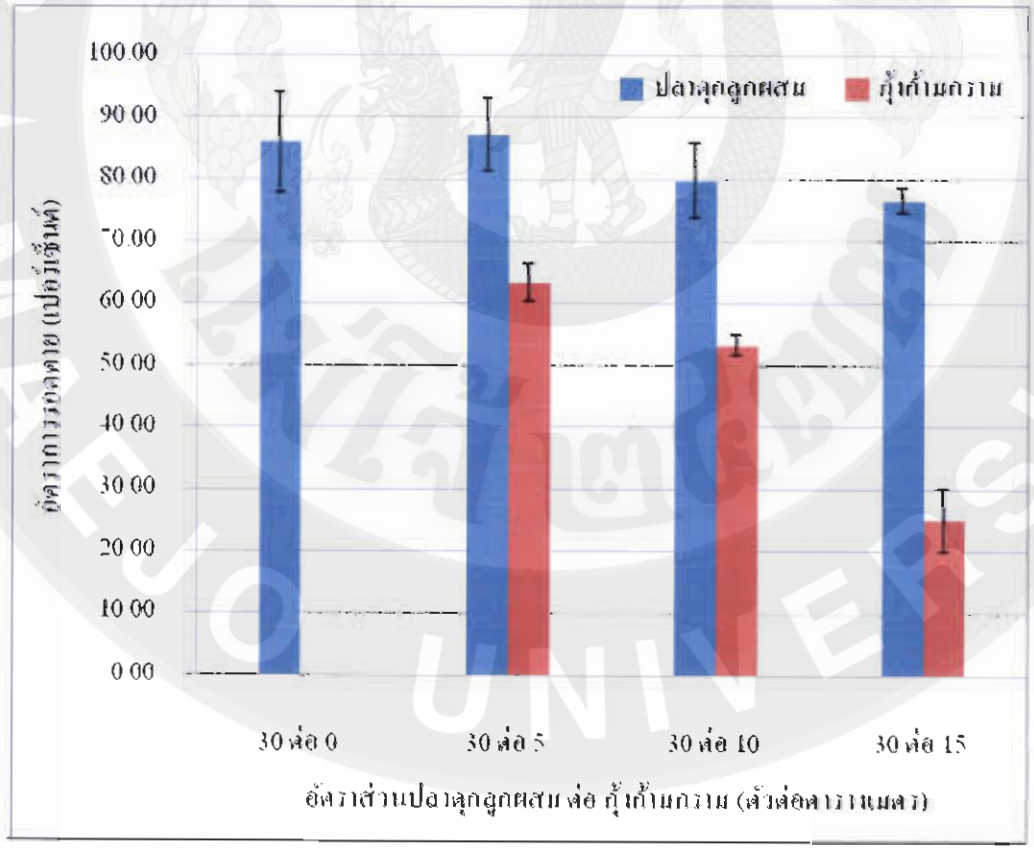
ภาพที่7 ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย (เซนติเมตร) ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกรามแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 30 ต่อ15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในเวลา 90 วัน

ผลของการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร นั้นปลาดุกลูกผสมจะมีอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 1.76±0.25 1.96±0.22 2.22±0.30 และ 2.32±0.29 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ส่วนกุ้งก้ามกรามนั้นในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 0.74±0.01 0.64±0.02 และ 0.56±0.02 กรัมต่อวัน และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของปลาดุกลูกผสมในแต่ละชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามในแต่ละชุดการทดลองให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดย อัตราการเจริญเติบโตทั้งของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกราม เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่8



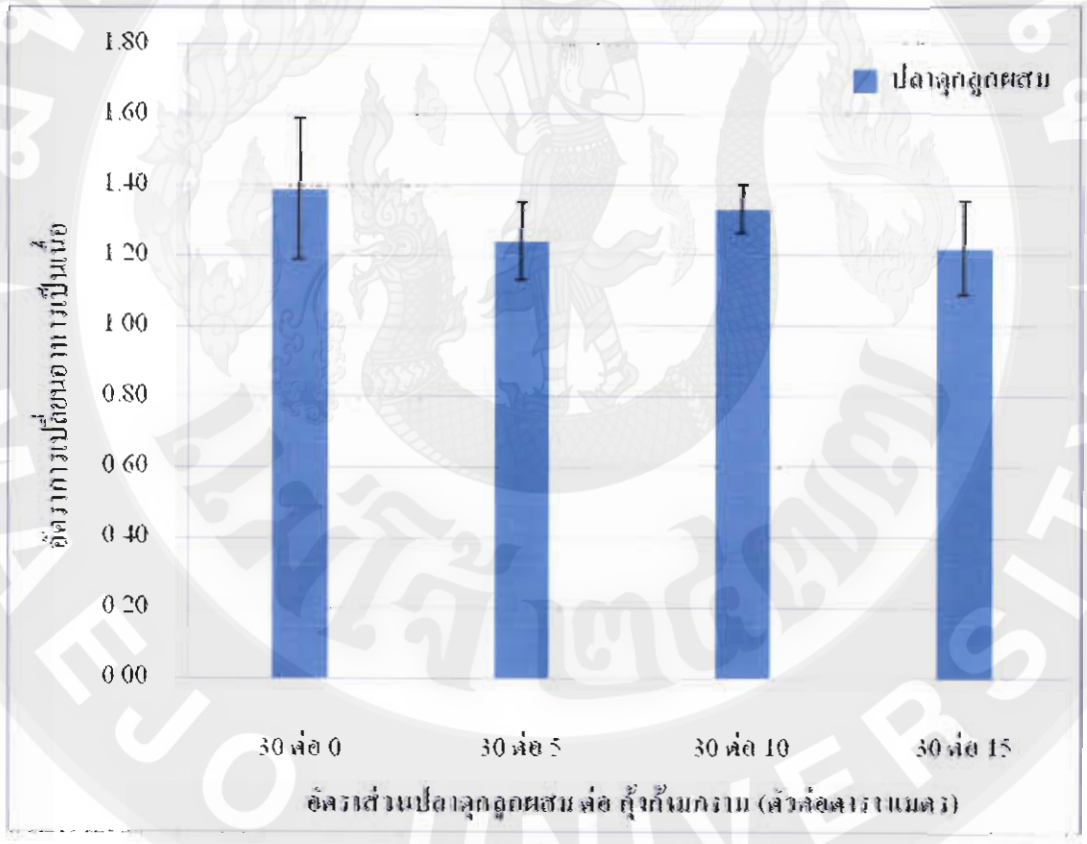
ภาพที่8 อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน) ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกรามแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในเวลา 90 วัน

ผลของการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร นั้นปลาดุกลูกผสมจะมีอัตราการรอดตาย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 86.00±8.08 87.22±5.87 79.80±6.00 และ 76.56±2.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกุ้งก้ามกรามนั้นใน ชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีอัตราการรอดตาย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 53.33±1.53 76.56±2.04 และ 25.11±5.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า อัตราการรอดตายของปลาดุกลูกผสมในแต่ละชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนอัตราการรอดตายของกุ้งก้ามกรามในแต่ละชุดการทดลองให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยอัตราการอดตายของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกราม เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่9



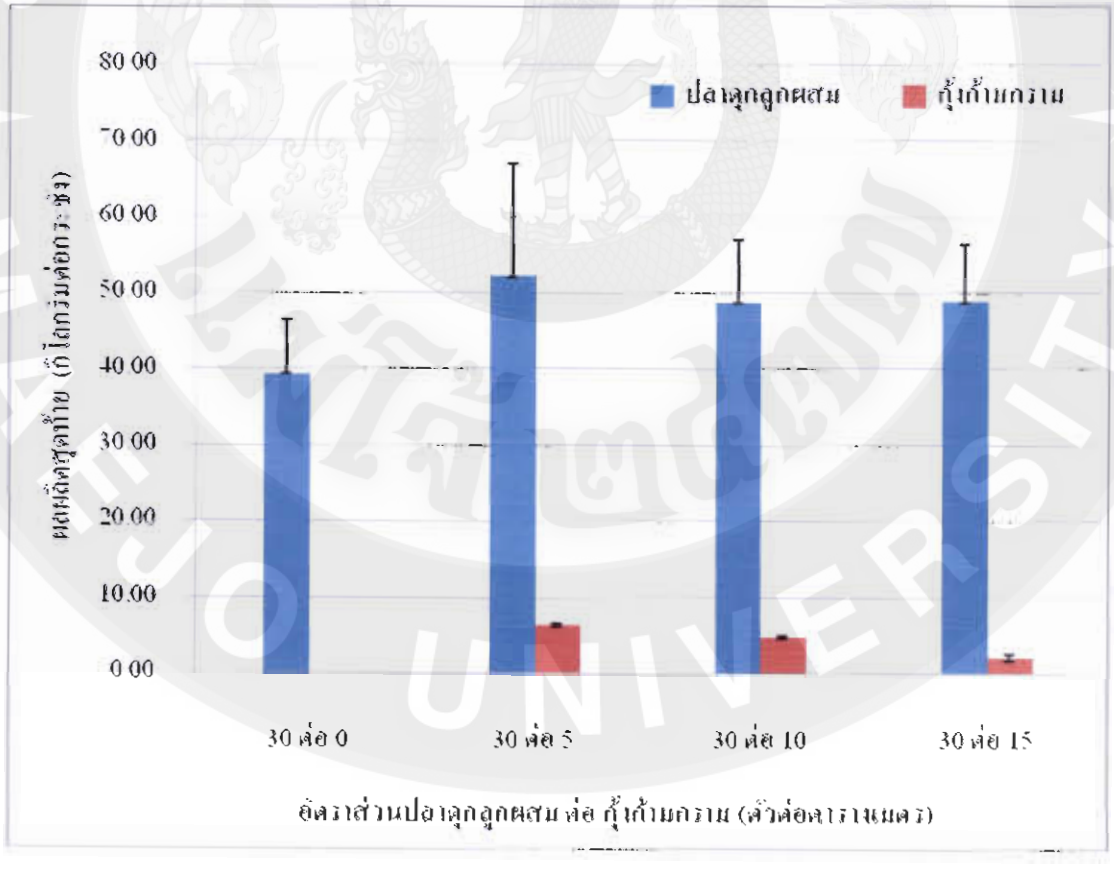
ภาพที่9 อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกรามแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในเวลา 90 วัน

ผลของการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร นั้นปลาดุกลูกผสมจะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 1.39±0.20 1.24±0.11 1.33±0.07 และ 1.22±0.13 ตามลำดับ ส่วนกุ้งก้ามกรามนั้นไม่มีการให้อาหารระหว่างการทดลองจึงไม่มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของ ปลาดุกลูกผสมในแต่ละชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกลูกผสม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ได้แสดงไว้ในภาพที่10



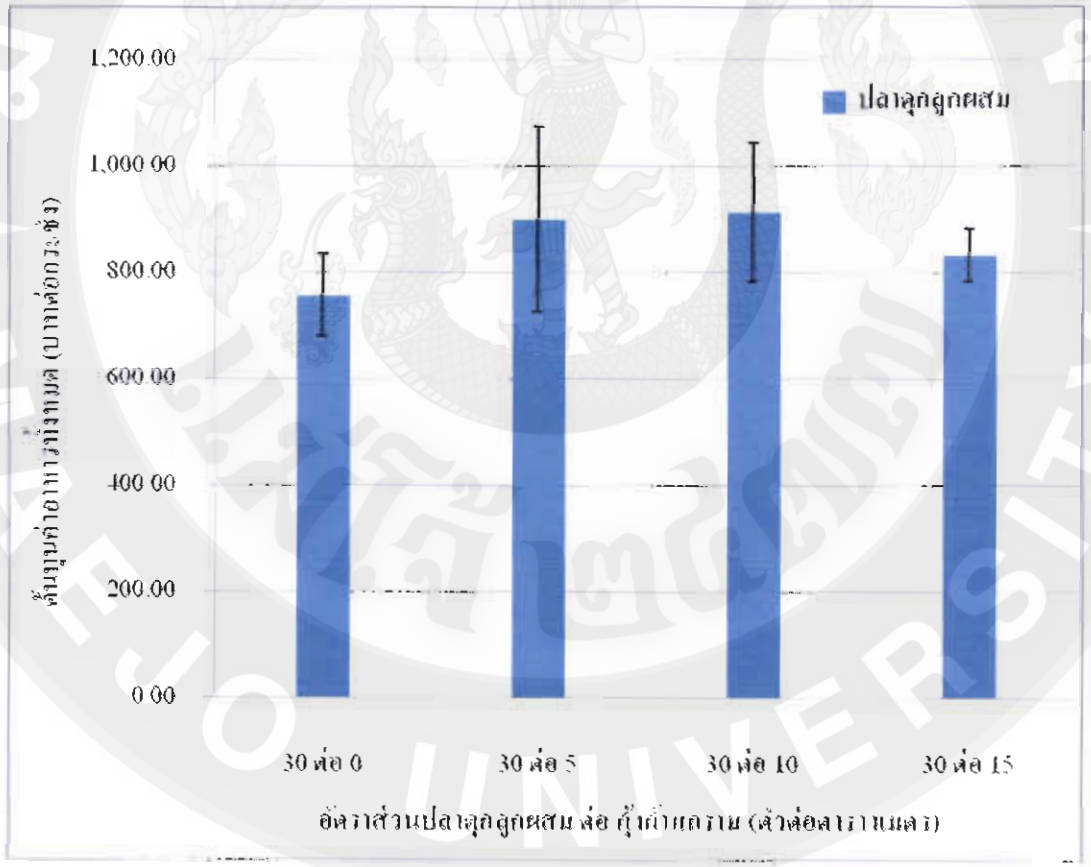
ภาพที่10 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกรามแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในเวลา 90 วัน

ผลของการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร นั้นปลาดุกลูกผสมจะมีผลผลิตสุดท้าย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 39.30±7.13 52.23±14.76 48.80±7.99 และ 48.93±7.38 กิโลกรัมต่อกระชัง ตามลำดับ ส่วนกุ้งก้ามกรามนั้นใน ชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีผลผลิตสุดท้าย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 6.23±0.25 4.75±0.27 และ 2.06±0.39 กิโลกรัมต่อกระชัง และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ผลผลิตสุดท้าย ของ ปลาดุกลูกผสมในแต่ละชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนผลผลิตสุดท้ายของกุ้งก้ามกรามในแต่ละชุดการทดลองให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดย ผลผลิตสุดท้ายทั้งของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกราม เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่11



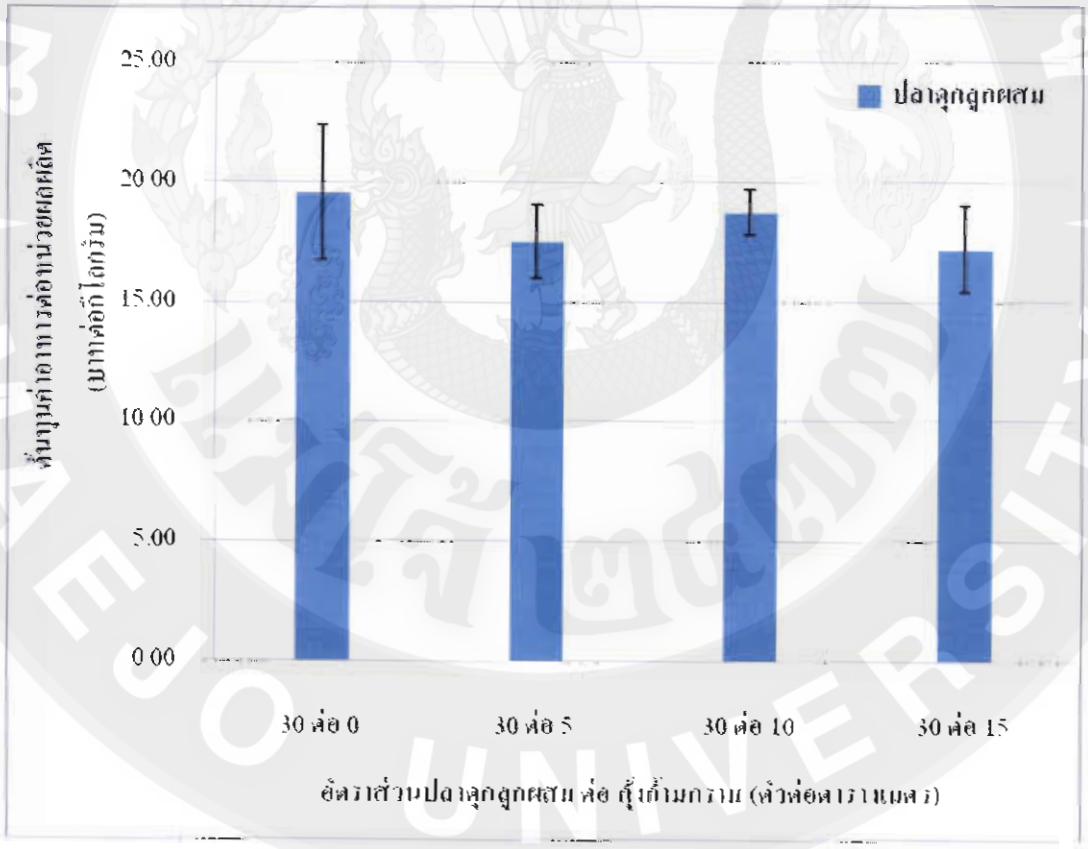
ภาพที่11 ผลผลิตสุดท้าย (กิโลกรัมต่อกระชัง) ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกรามแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในเวลา 90 วัน

ผลของการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร นั้นปลาดุกลูกผสมจะมีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 757.24±77.71 900.70±174.02 912.45±130.34 และ 832.49±50.87 บาทต่อกระชัง ตามลำดับ ส่วนกุ้งก้ามกรามนั้นไม่มีการให้อาหารระหว่างการทดลองจึงไม่มีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดของปลาดุกลูกผสม ในแต่ละชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดของปลาดุกลูกผสม เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้แสดงไว้ใน ภาพที่12



ภาพที่12 ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาทต่อกระชัง) ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกรามแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในเวลา 90 วัน

ผลของการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร นั้นปลาดุกลูกผสมจะมีต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 19.56±2.81 17.52±1.53 18.75±0.95 และ 17.19±1.80 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนกุ้งก้ามกรามนั้นไม่มีการให้อาหารระหว่างการทดลอง จึงไม่มีค่าต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิตของปลาดุกลูกผสม ในแต่ละ ชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิตของปลาดุกลูกผสม เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่13



ภาพที่13 ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต (บาทต่อกิโลกรัม) ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกรามแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในเวลา 90 วัน

2. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในบ่อที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ภายในเวลา 90 วัน

ผลของการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ภายในเวลา 90 วัน ต่อ คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำได้สรุปไว้ในตารางที่5

ตารางที่5 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในบ่อที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ภายในเวลา 90 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด)

ปัจจัย	อัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกราม (ตัวต่อตารางเมตร)			
	30 ต่อ 0	30 ต่อ 5	30 ต่อ 10	30 ต่อ 15
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)				
ตอนเช้า	4.99±0.58 [a] (3.02-7.53)	4.76±0.40 [a] (3.43-7.65)	4.90±0.25 [a] (3.19-7.53)	4.77±0.04 [a] (3.13-7.53)
ตอนเย็น	3.96±0.36 [a] (2.97-4.85)	3.62±0.12 [a] (2.64-4.82)	4.04±0.36 [a] (2.95-5.33)	3.91±0.55 [a] (2.67-5.33)
ความเป็นกรดเป็นด่าง				
ตอนเช้า	6.13±0.03 [a] (6.62-7.11)	6.11±0.02 [a] (6.59-7.50)	6.07±0.16 [a] (6.64-7.37)	6.21±0.67 [a] (6.82-7.57)
ตอนเย็น	6.78±0.03 [a] (6.29-7.24)	6.80±0.04 [a] (6.36-7.33)	6.85±0.19 [a] (6.36-7.60)	7.01±0.13 [a] (6.37-7.78)

หมายเหตุ a = อักษรที่เหมือนกันในแนวนอน แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

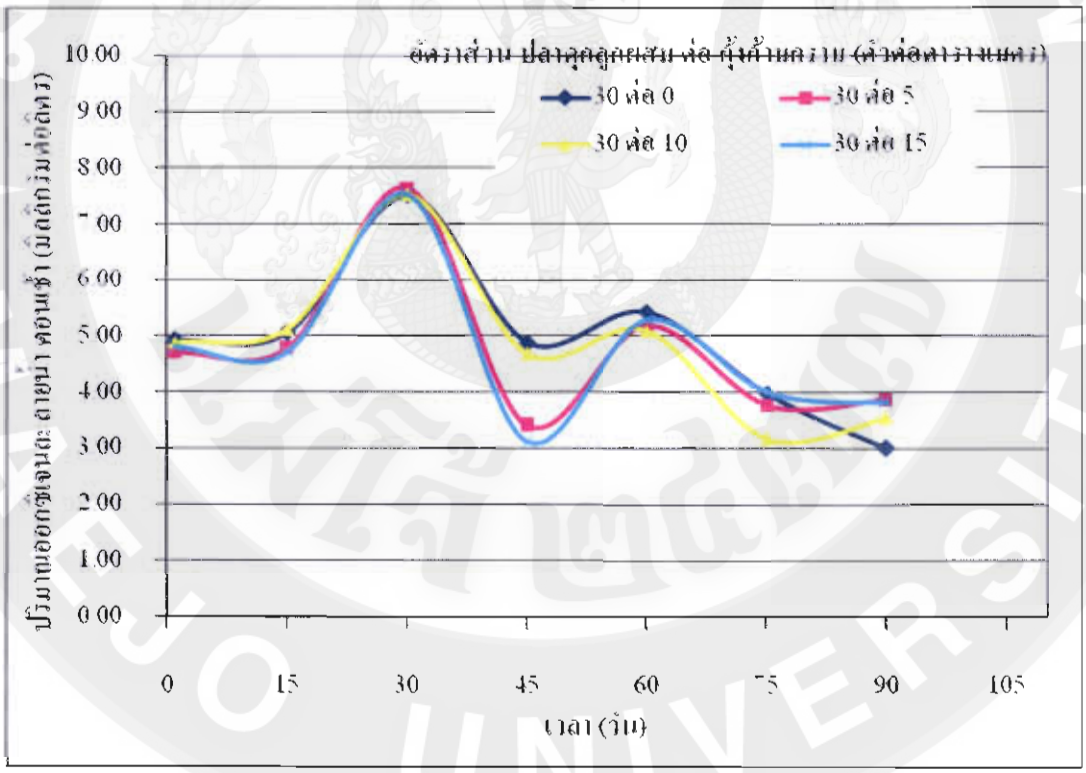
ตารางที่5 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในบ่อที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ภายในเวลา 90 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) (ต่อ)

ปัจจัย	อัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกราม (ตัวต่อตารางเมตร)			
	30 ต่อ 0	30 ต่อ 5	30 ต่อ 10	30 ต่อ 15
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)				
ตอนเช้า	26.67±0.92 [a] (26.18-26.93)	26.72±0.04 [a] (26.17-27.20)	26.66±0.09 [a] (26.22-26.87)	26.66±0.06 [a] (26.20-26.87)
ตอนเย็น	29.74±0.10 [a] (28.83-30.63)	29.45±0.32 [a] (28.80-30.27)	30.16±0.44 [a] (29.37-30.67)	29.85±0.30 [a] (28.93-31.00)
ปริมาณความเป็นด่างของน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$)	100.11±7.17 [a] (80.00-120.00)	101.05±9.33 [a] (80.67-119.33)	106.05±4.13 [a] (82.00-138.00)	100.76±1.28 [a] (77.00-131.00)
ปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.64±0.09 [a] (0.12-0.86)	0.68±0.02 [a] (0.31-0.87)	0.59±0.02 [a] (0.33-0.90)	0.71±0.09 [a] (0.36-0.91)
ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.64±0.04 [a] (0.33-0.77)	0.63±0.03 [a] (0.33-0.78)	0.57±0.13 [a] (0.32-0.64)	0.63±0.04 [a] (0.34-0.76)

หมายเหตุ a = อักษรที่เหมือนกันในแนวนอน แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

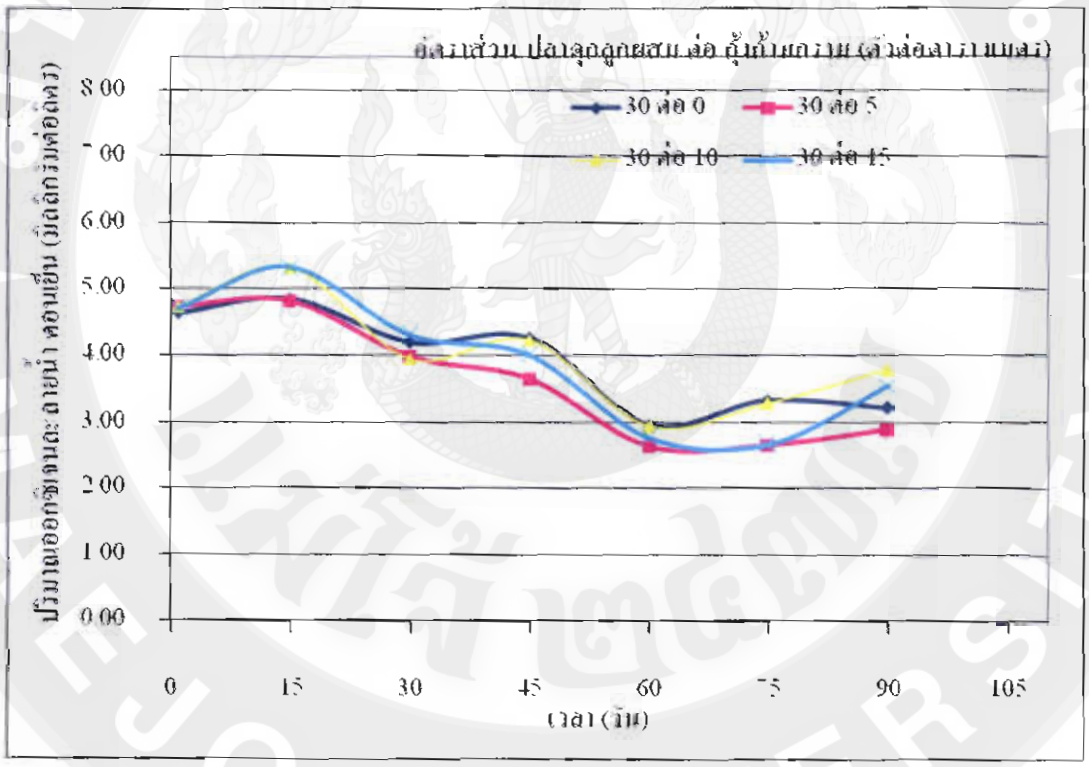
2.1. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

2.1.1 ตอนเช้า ตลอดระยะเวลาการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกราม ในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยสุด-ค่ามากสุด) ของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ตอนเช้า เท่ากับ 4.99±0.58 (3.02-7.53) 4.76±0.40 (3.43-7.65) 4.90±0.25 (3.19-7.53) และ 4.77±0.04 (3.13-7.53) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ทุกชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ตอนเช้า ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่14



ภาพที่14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ตอนเช้า (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน

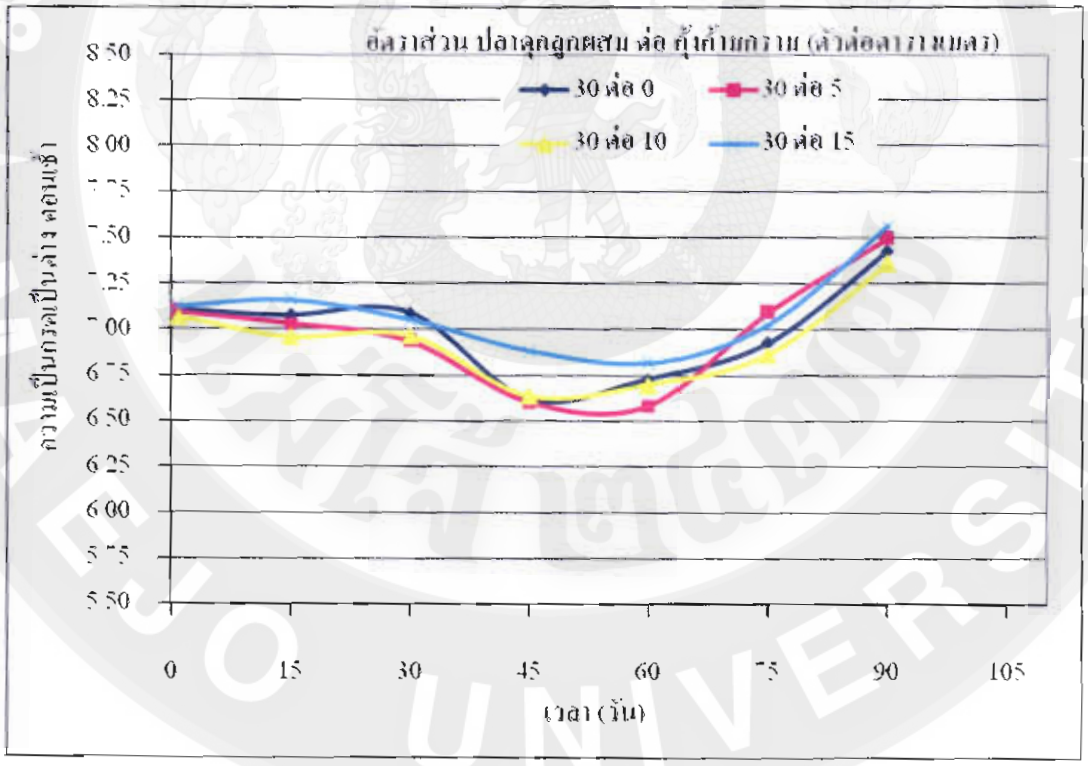
2.1.2 ตอนเย็น ตลอดระยะเวลาการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ใน ชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยสุด-ค่ามากสุด) ของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ตอนเย็น เท่ากับ 3.91±0.55 (2.67-5.33) 4.04±0.36 (2.95-5.33) 3.62±0.12 (2.64-4.82) และ 3.96±0.36 (2.97-4.85) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ทุกชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ตอนเย็น ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่15



ภาพที่15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ตอนเย็น (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน

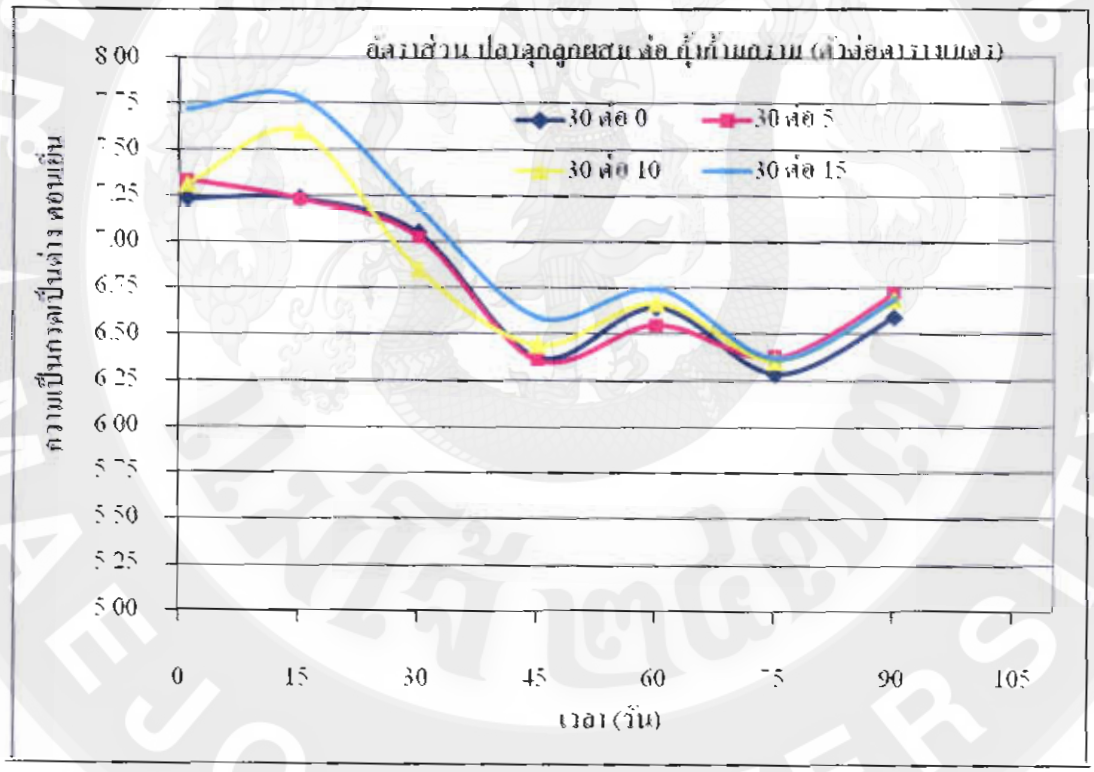
2.2. ความเป็นกรดเป็นด่าง

2.2.1 ตอนเช้า ตลอดระยะเวลาการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ใน ชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยสุด-ค่ามากสุด) ของความเป็นกรดเป็นด่าง ตอนเช้า เท่ากับ 6.13±0.03 (6.62-7.11) 6.11±0.02 (6.59-7.50) 6.07±0.16 (6.64-7.37) และ 6.21±0.67 (6.82-7.57) ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ทุกชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ตอนเช้า ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่16



ภาพที่16 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่าง ตอนเช้า ภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน

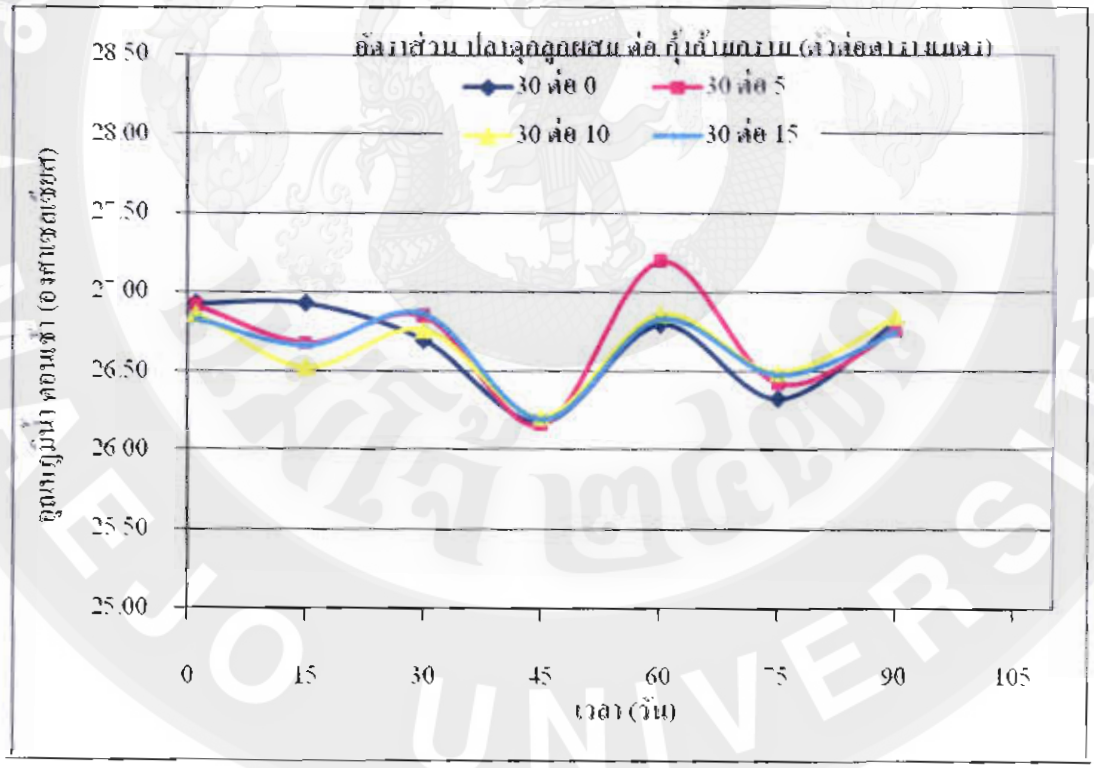
2.2.2 ตอนเย็น ตลอดระยะเวลาการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีค่าเฉลี่ย(ค่าน้อยสุด-ค่ามากสุด) ของความเป็นกรดเป็นด่าง ตอนเย็น เท่ากับ 6.78±0.03 (6.29-7.24) 6.80±0.04 (6.36-7.33) 6.85±0.19 (6.36-7.60) และ 7.01±0.13 (6.37-7.78) ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ทุกชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ตอนเย็น ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่17



ภาพที่17 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่าง ตอนเย็น ภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน

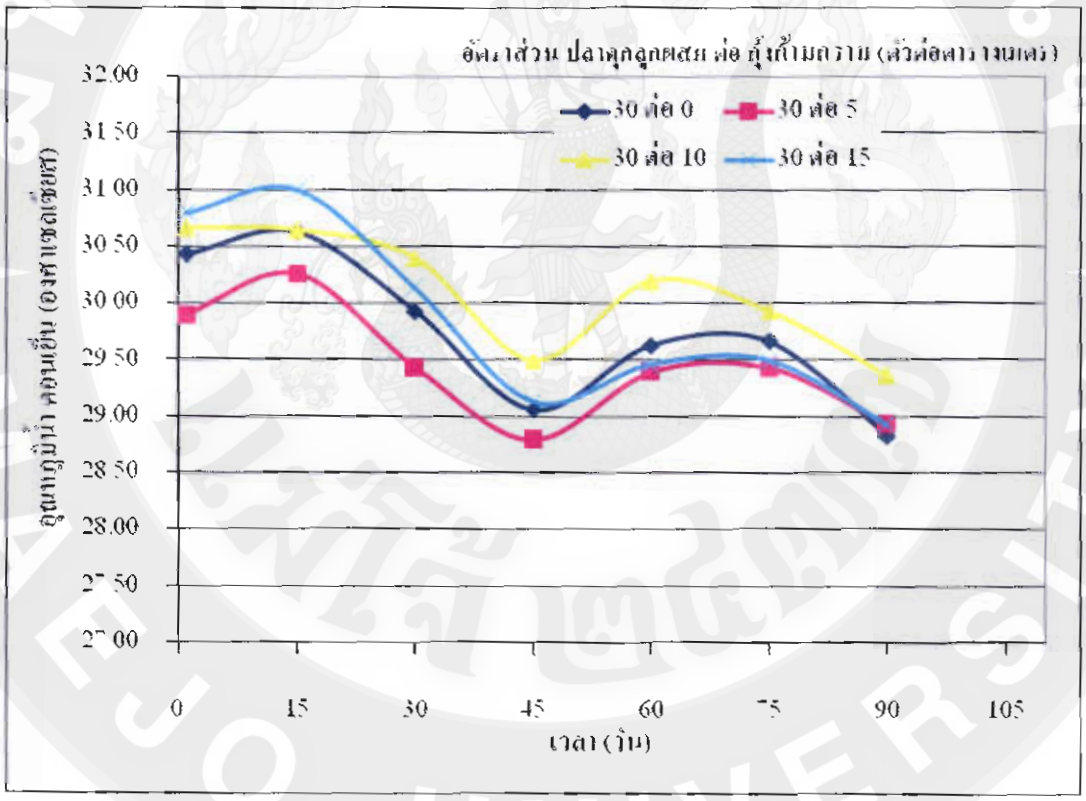
2.3. อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)

2.3.1 ตอนเช้า ตลอดระยะเวลาการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ใน ชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีค่าเฉลี่ย(ค่าน้อยสุด-ค่ามากสุด) ของอุณหภูมิน้ำ ตอนเช้า เท่ากับ 26.67±0.92 (26.18-26.93) 26.72±0.04 (26.17-27.20) 26.66±0.09 (26.22-26.87) และ 26.66±0.06 (26.20-26.87) องศาเซลเซียส ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ทุกชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำ ตอนเช้า ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่18



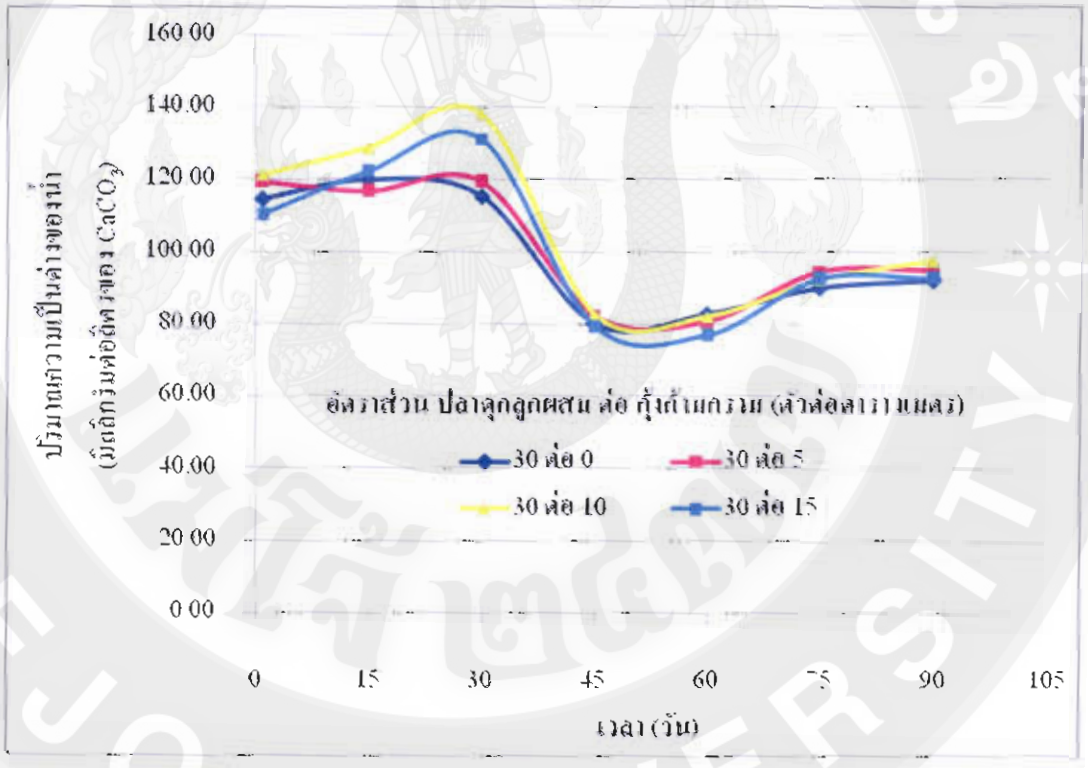
ภาพที่18 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ ตอนเช้า (องศาเซลเซียส) ภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน

2.3.2 ตอนเย็น ตลอดระยะเวลาการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีค่าเฉลี่ย(ค่าน้อยสุด-ค่ามากสุด) ของอุณหภูมิน้ำ ตอนเย็น เท่ากับ 29.74±0.10 (28.83-30.63) 29.45±0.32 (28.80-30.27) 30.16±0.44 (29.37-30.67) และ 29.85±0.30 (28.93-31.00) องศาเซลเซียส ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ทุกชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำ ตอนเย็น ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่19



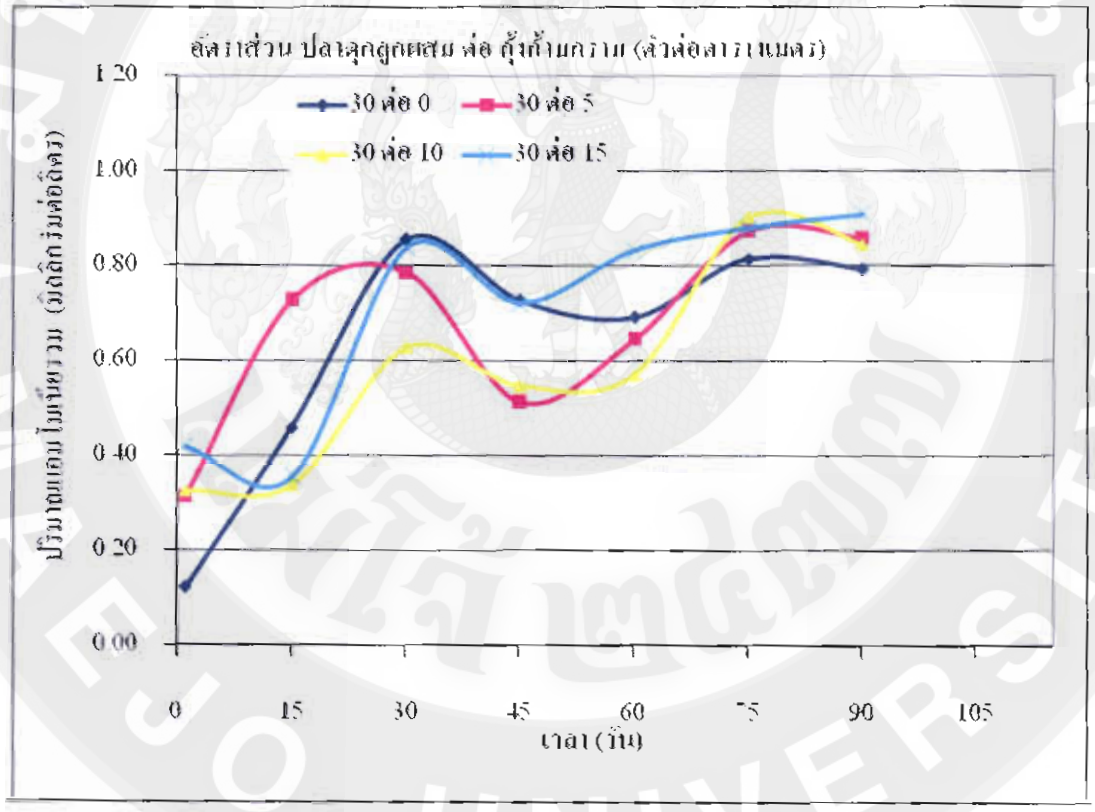
ภาพที่19 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ ตอนเย็น (องศาเซลเซียส) ภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน

2.4. ปริมาณความเป็นด่างของน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$) ตลอดระยะเวลาการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยสุด-ค่ามากสุด) ของปริมาณความเป็นด่างของน้ำ เท่ากับ 100.11±7.17 (80.00-120.00) 101.05±9.33 (80.67-119.33) 106.05±4.13 (82.00-138.00) และ 100.76±1.28 (77.00-131.00) มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$ ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ทุกชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความเป็นด่างของน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่20



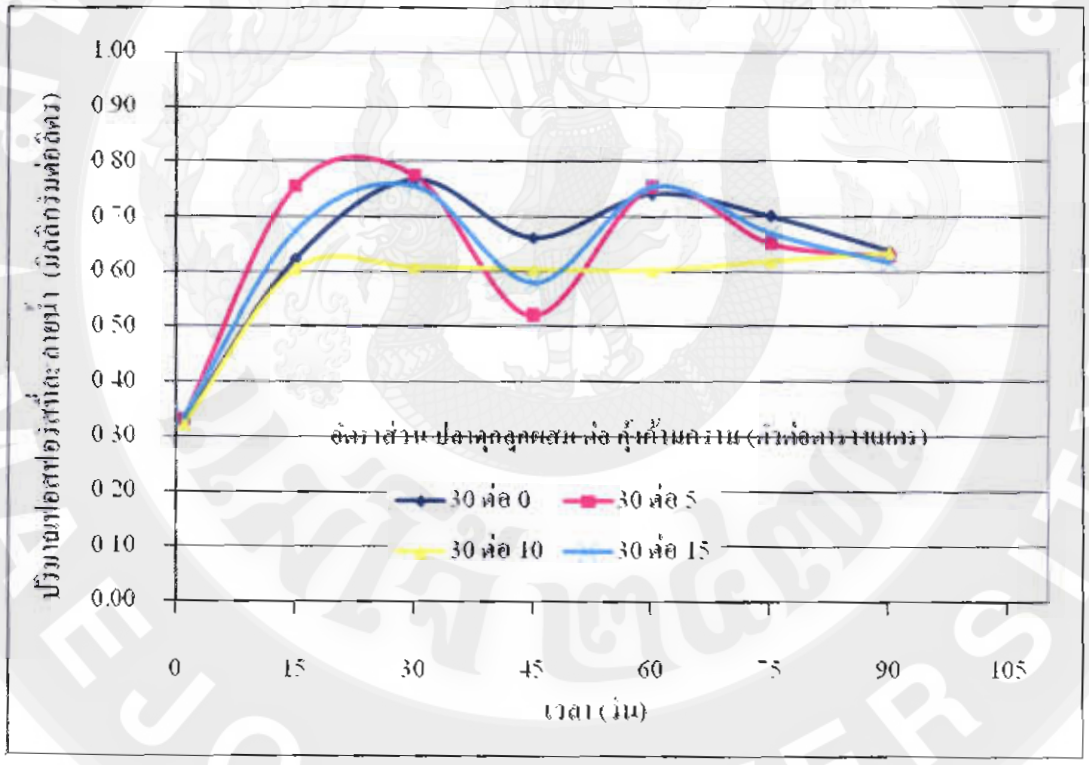
ภาพที่20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นด่างของน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$) ภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน

2.5. ปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ตลอดระยะเวลาการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีค่าเฉลี่ย(ค่าน้อยสุด-ค่ามากสุด) ของปริมาณแอมโมเนีย 0.64±0.09 (0.12-0.86) 0.68±0.02 (0.31-0.87) 0.59±0.02 (0.33-0.90) และ 0.71±0.09 (0.36-0.91) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ทุกชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนียรวม ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่21



ภาพที่21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน

2.6. ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ตลอดระยะเวลาการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในร่องสวนปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีค่าเฉลี่ย(ค่าน้อยสุด -ค่ามากสุด) ของปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ เท่ากับ 00.64±0.04 (0.33-0.77) 0.63±0.07 (0.33-0.78) 0.57±0.13 (0.32-0.64) และ 0.63±0.04 (0.34-0.76) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ทุกชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) การเปลี่ยนแปลงของค่าปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่22



ภาพที่22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ทุกๆ 15 วัน

3. คุณสมบัติของธาตุอาหารในดินภายในสวนปาล์มน้ำมันที่มีการเลี้ยงและไม่เลี้ยงปลาในร่องสวนปาล์มน้ำมัน ภายในเวลา 90 วัน

ผลของการใช้น้ำเลี้ยงปลาต่อการเพิ่มธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลอง ได้สรุปไว้ในตารางที่6

ตารางที่6 ค่าเฉลี่ยของธาตุอาหารในดินภายในสวนปาล์มน้ำมันที่มีการเลี้ยงและไม่เลี้ยงปลาในร่องสวนปาล์มน้ำมัน ภายในเวลา 90 วัน

ปัจจัย	ไม่เลี้ยงปลา + น้ำปกติ			เลี้ยงปลา			เลี้ยงปลา + น้ำเลี้ยงปลา		
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	เปลี่ยนแปลง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	เปลี่ยนแปลง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	เปลี่ยนแปลง
pH	6.5	6.6	0.1	6.5	6.5	0.0	6.4	6.5	0.1
ไนโตรเจนรวม (เปอร์เซ็นต์)	0.33	0.35	0.02	0.33	0.36	0.03	0.33	0.35	0.02
ฟอสฟอรัสรวม (เปอร์เซ็นต์)	0.010	0.009	-0.001	0.008	0.008	0.000	0.004	0.006	0.002
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มล.ต่อ กก.)	138.45	25.96	-112.49	334.57	30.21	-304.36	171.65	30.01	-141.64
โพแทสเซียม (มล.ต่อ กก.)	95.55	73.85	-23.70	196.78	86.76	-110.02	132.56	57.27	-75.29
ปริมาณสารอินทรีย์ (เปอร์เซ็นต์)	1.70	0.21	-1.49	1.46	0.23	-1.27	1.04	0.08	-0.96

4. คุณสมบัติของธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันที่มีการเลี้ยงและไม่เลี้ยงปลาในร่องสวนปาล์มน้ำมัน ภายในเวลา 90 วัน

ผลของการใช้น้ำเลี้ยงปลาต่อการเพิ่มธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันก่อนและหลังการทดลอง ได้สรุปไว้ในตารางที่7

ตารางที่7 ค่าเฉลี่ยของธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันที่มีการเลี้ยงและไม่เลี้ยงปลาในร่องสวนปาล์มน้ำมัน ภายในเวลา 90 วัน

ปัจจัย	ไม่เลี้ยงปลา			เลี้ยงปลา					
	รดน้ำปกติ			ไม่รดน้ำเลี้ยงปลา			รดน้ำเลี้ยงปลา		
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	เปลี่ยนแปลง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	เปลี่ยนแปลง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	เปลี่ยนแปลง
ไนโตรเจนรวม (เปอร์เซ็นต์)	3.01	3.10	0.09	3.08	3.09	0.01	3.03	3.01	-0.02
ฟอสฟอรัสรวม (เปอร์เซ็นต์)	0.18	0.20	0.02	0.16	0.16	0.00	0.20	0.16	-0.04
โพแทสเซียมรวม (เปอร์เซ็นต์)	2.20	1.45	-0.75	2.40	1.45	-0.95	2.90	1.93	-0.97

วิจารณ์ผลการวิจัย

1. น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตปลาสุดท้าย ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดและต้นทุนค่าอาหารต่อหน่อยผลผลิต ของปลาดุกลูกผสมและกุ้งก้ามกราม ที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ภายในเวลา 90 วัน

ปัจจุบันเกษตรกรในแถบภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย จำนวนมากได้ปรับเปลี่ยน อาชีพหันมาปลูกปาล์มน้ำมันกันมากขึ้น เนื่องจากให้ผลตอบแทนสูงกว่าพืชชนิดอื่นๆ แต่พืชชนิดนี้ต้องการน้ำมากจึงต้องปลูกในพื้นที่ฝนตกชุก ส่งผลให้เกษตรกรนิยมขุดร่องน้ำภายในสวนปาล์มน้ำมันของตนเพื่อป้องกันน้ำท่วมและใช้บริเวณร่องน้ำนี้เป็นเพียงที่ทิ้งทางใบปาล์มน้ำมันเท่านั้น ซึ่งจากการศึกษาของยุทธนาและคณะ (2551) ที่ได้ทำการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมในร่องสวนปาล์มน้ำมันด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของกากสลัดปาล์มและพบว่า การเลี้ยงปลาลูกผสมด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของกากสลัดปาล์มซึ่งเป็นผลพลอยได้อีกชนิดหนึ่งที่หาง่ายในท้องถิ่น นำมาผสมร่วมกับอาหารปลาดุกสำเร็จรูปในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 สามารถลดต้นทุนค่าอาหารลงได้เป็นอย่างมาก โดยไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกลูกผสม และจากการสังเกตตอนช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าภายในกระชังนั้นจะมีกากตะกอนตกค้างอยู่ก้นกระชังจำนวนหนึ่ง ซึ่งตะกอนเหล่านี้ส่วนหนึ่งอาจเป็นอาหารที่เหลือตกค้างอยู่ ซึ่งกุ้งก้ามกรามก็เป็นสัตว์น้ำที่น่าสนใจชนิดหนึ่ง เนื่องจากสัตว์น้ำชนิดนี้เมื่อโตจนมีขนาด 2-3 เซนติเมตร จะเริ่มมีการดำรงชีวิตและหากินอาหารมาตามพื้นท้องน้ำ โดยสามารถกินอาหารได้ทุกชนิดทั้งพืชและสัตว์ ทั้งมีชีวิต ตายและซากเน่าเปื่อนที่มีอยู่ตามพื้นก้นบ่อ (ศรีสวัสดิ์, 2519 ; เวียง, 2542) ดังนั้น โครงการนี้จึงได้มีการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในกระชังที่กางอยู่ภายในร่องสวนปาล์มน้ำมันด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของกากสลัดปาล์มร่วมกับอาหารปลาดุกสำเร็จรูปในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 ภายในเวลา 90 วัน และพบว่า ปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน ทั้ง 4 ระดับ ไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตสุดท้าย ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดและต้นทุนค่าอาหารต่อหน่อยผลผลิต ($p>0.05$) แต่ปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต มีค่าเฉลี่ยสูง สุด คือ 216.33±26.39 กรัม 26.81±0.86 เซนติเมตร และ 2.32±0.29 กรัมต่อวัน แต่มีอัตราการเปลี่ยนอาหาร

เป็นเนื้อ และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต เพียง 1.22±0.13 และ 17.19±1.80 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าน้อยสุดในแต่ละชุดการทดลอง และเมื่อพิจารณา ตารางที่ 4 ภาพที่6 ภาพที่7 และ ภาพที่8 พบว่า ปลาดุกลูกผสมจะมี น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนกุ้งก้ามกรามที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น กุ้งก้ามกรามอาจมีส่วนช่วยในการจัดการเศษอาหารที่ตกค้างบริเวณภายในบ่อ แต่เมื่อพิจารณาตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำทั้ง 4 ชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่เมื่อได้เปรียบเทียบกับของขุทธนาและคณะ (2551) ที่ได้ทำการทดลองเลี้ยง ปลาดุกลูกผสมในร่องสวนปาล์มน้ำมันด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของ กากสลัด ในอัตราส่วน อาหารปลาดุกสำเร็จรูปร่วมกับกาก สลัด ปาล์ม แตกต่างกัน 2 ระดับ คือ 1 ต่อ 1 1 ต่อ 2 และชุดควบคุม (อาหารปลาดุกสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว) โดยทดลองในปลาดุกลูกผสม ที่มีน้ำหนักเริ่มต้น 11.36±3.16 กรัม ความยาวเริ่มต้น 11.91±1.15 เซนติเมตร ภายในร่องสวนปาล์มน้ำมันที่ถูกแบ่งด้วยกระเบื้องมุงหลังคาให้เป็นบ่อทดลอง งขนาด 10 ตารางเมตร เลี้ยงภายในบ่อทดลองโดยตรงที่ ความหนาแน่น 30 ตัวต่อตารางเมตร นาน 90 วัน และพบว่า ปลาดุกลูกผสมจะมี น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต ในชุดการทดลองที่ใช้อาหารปลาดุกสำเร็จรูปร่วมกับกากสลัดปาล์มแตกต่างกัน 2 ระดับ คือ 1 ต่อ 1 1 ต่อ 2 จะมีค่าเพียง 135.05 ± 12.43 กรัม 25.03±1.21 เซนติเมตร และ 1.38±0.14 กรัมต่อวัน ลำดับ ส่วนอัตราการรอดตาย และ ผลผลิตสุดท้าย กลับพบว่า ปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงร่วมกับกุ้งก้ามกรามที่อัตราส่วน 30 ต่อ 5 ตัวต่อตารางเมตร จะมีค่า เฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 87.22±5.87 เปอร์เซ็นต์ และ 52.23±14.76 กิโลกรัมต่อกระชัง ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากการทดลองในครั้งนี้ได้มีการนำปลาดุกลูกผสมมาใส่ในกระชังที่กางลงในบ่อทดลองอีกทั้งกระชังดังกล่าวยังมีการปิดตาข่ายบริเวณปากกระชังเพื่อป้องกันปลาทดลองหลบหนีและป้องกันสัตว์อื่นเข้ามาทำร้าย และเมื่อได้เปรียบเทียบกับของขุทธนาและคณะ (2551) ที่ได้ทำการทดลองเลี้ยง ปลาดุกลูกผสมในร่องสวนปาล์มน้ำมันด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของ กากสลัด ในอัตราส่วน อาหารปลาดุกสำเร็จรูปร่วมกับกาก สลัด ปาล์ม แตกต่างกัน 2 ระดับ คือ 1 ต่อ 1 1 ต่อ 2 และชุดควบคุม (อาหารปลาดุกสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว) เลี้ยงภายในบ่อทดลองขนาด 10 ตารางเมตร โดยตรงที่ ความหนาแน่น 30 ตัวต่อตารางเมตร นาน 90 วัน และพบว่าอัตราการรอดตายของปลาดุกลูกผสม จะมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำในทุกชุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากการสูญหายในระหว่างการทดลองโดยการหลบหนีเสียมากกว่า จึงทำให้ในชุดควบคุมที่ใช้อาหารปลาดุกสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียวนั้นมีอัตราการรอยตาย และผลผลิตปลาสุทธิมีค่าสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเพียง 36.58±8.65 เปอร์เซ็นต์ และ 14.39±4.67 กิโลกรัมต่อบ่อ ส่วนปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงร่วมกับกุ้งก้ามกรามที่อัตราส่วน 30 ต่อ 0 ตัวต่อตารางเมตร จะมีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด ต่ำที่สุดซึ่งมีค่าเพียง 757.24±77.71 บาทต่อกระชัง ส่วนกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงนอกกระชังภายในร่องสวน

ปาล์มโดยตรงนั้นจะไม่มีการให้อาหาร แต่อาหารที่กุ้งก้ามกรามได้รับจะมาจากเศษอาหารที่เหลือมาจากจากเลี้ยงปลาดุกลูกผสมในกระชัง ซึ่งพบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยง ปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วนแตกต่างทั้ง 3 ระดับ คือ 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีผลต่อน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ผลผลิตสุดท้ายของกุ้งก้ามกราม ($p<0.05$) โดย ในชุดการทดลองที่เลี้ยง ปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 5 ตัวต่อตารางเมตร จะทำให้กุ้งก้ามกราม นั้นมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด และมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณของจำนวนกุ้งก้ามกรามที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 98.33±1.15 กรัม 15.70±0.10 เซนติเมตร 0.74±0.01 กรัมต่อวัน 63.33±3.06 เปอร์เซ็นต์ และ 6.23±0.25 กิโลกรัมต่อกระชัง ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากอาหารที่กุ้งก้ามกรามได้รับส่วนใหญ่จะได้มาจากอาหารที่เหลือและตกลงมาจากการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมจึงอาจมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการของของกุ้งก้ามกรามภายในบ่อ อีกทั้งเมื่อพิจารณาจากอัตราการรอดตายพบว่าที่ ในชุดการทดลองที่เลี้ยง ปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีค่าอัตราการรอดตายเหลือเพียง 25.11±5.00 เปอร์เซ็นต์ อาจเกิดการกินกันเองภายในบ่อ ซึ่งศศิวิมล (2544) พบว่า ในการเลี้ยงกุ้งใหญ่ ควรปล่อยที่ความหนาแน่น 10 ตัวต่อตารางเมตร และต้องให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

2. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในบ่อที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ภายในเวลา 90 วัน

จากปัจจุบันการเลี้ยงปลาส่วนใหญ่จะเป็นแบบพัฒนาที่มีการปล่อยปลาอย่างหนาแน่นและเลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีนสูงๆ มีทั้งแบบอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารที่จัดทำขึ้นเองภายในฟาร์มด้วยวัตถุที่หาง่ายในท้องถิ่น ซึ่งถ้าหากมีการจัดการไม่ดีพอจะทำให้มีเศษอาหารเหลือรวมทั้งสิ่งขับถ่ายจากตัวของสัตว์น้ำเองตกค้างในบ่อเป็นจำนวนมากและจะทำให้น้ำเน่าเสียในที่สุด เนื่องจากถ้าสัตว์น้ำได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงๆ เกินกว่าที่ร่างกายต้องการ สัตว์น้ำเหล่านี้จะกำจัดโปรตีนส่วนที่เกินออกเป็นแอมโมเนียและเปลี่ยนพลังงานที่ได้ให้เป็นไขมัน นอกจากนี้สัตว์น้ำส่วนใหญ่จะกินและสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารได้เพียง 25-30 เปอร์เซ็นต์ของสารในอาหารเท่านั้น ส่วนที่เหลือจะเป็นสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำและตกตะกอนลงสู่พื้นก้นบ่อ ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้ล้วนส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำภายในบ่อ ดังนั้น โครงการนี้จึงได้มีการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15

ตัวต่อตารางเมตร ภายในกระชังที่กางอยู่ภายในร่องสวนปาล์มน้ำมันด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของกากสลัดปาล์มร่วมกับอาหารปลาดุกสำเร็จรูปในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 ภายในเวลา 90 วัน ต่อคุณภาพน้ำต่างๆ ดังนี้

2.1 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ พบว่า ผลการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ไม่มีผลต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำภายในบ่อเลี้ยงทั้งในตอนเช้าและตอยเย็น ($p>0.05$) โดยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ตอนเช้า จะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ 4.99±0.58 (3.02-7.53) 4.76±0.40 (3.43-7.65) 4.90±0.25 (3.19-7.53) และ4.77±0.04 (3.13-7.53) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ตอนเย็นจะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ 3.96±0.36 (2.97-4.85) 3.62±0.12 (2.64-4.82) 4.04±0.36 (2.95-5.33) 3.91±0.55 (2.67-5.33) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวน้อยกว่าของมั่นสินและไพพรรณ (2536) รายงานว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของปลา ควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อพิจารณาจากตารางที่5 ภาพที่14 และ ภาพที่ 15 พบว่า ในทุกชุดการทดลองจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในตอนเช้าสูงกว่าตอนเย็น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำภายในกระชังส่วนใหญ่จะเกิดจากสิ่งมีชีวิตภายในบ่อ อีกทั้งบริเวณร่องสวนปาล์มที่ใช้ในการทดลองนั้นจะมีทางใบปาล์มน้ำมันปิดปกคลุมทำให้แสงแดดไม่สามารถส่องลงมาถึงบริเวณผิวน้ำได้ ทำให้ช่วงเวลากลางวันแพลงก์ตอนพืชภายในบ่อไม่สามารถสังเคราะห์แสงพร้อมกับปล่อยออกซิเจนออกมาได้ ดังนั้น ที่มาของออกซิเจนภายในบ่อจึงมาจากอุปกรณ์ให้อากาศภายในบ่อนั้นเอง อีกทั้ง จากตารางที่ 5 ภาพที่18 และภาพที่19 ในตอนกลางวันแสงมีความเข้มมาก อีกทั้งอุณหภูมิอากาศในตอนกลางวันยังสูงกว่าในตอนกลางคืน เนื่องจากพลังงานแสงจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนแทน (เปี่ยมศักดิ์, 2525) จึงส่งผลให้ metabolism ภายในร่างกายสัตว์น้ำและขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์ภายในบ่อ โดยอัตราการย่อยสลายจะเพิ่มเป็น 2 เท่า เช่นเดียวกับอัตราการใช้ออกซิเจนก็จะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุกๆ 10 องศาเซลเซียส ดังนั้น จึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลง ได้เช่นกัน

2.2 ความเป็นกรดเป็นด่าง พบว่า ผลการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างน้ำภายในบ่อเลี้ยงทั้งในตอนเช้าและตอยเย็น (p>0.05) โดย ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ตอนเช้า จะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ 6.13±0.03 (6.62-7.11) 6.11±0.02 (6.59-7.50) 6.07±0.16 (6.64-7.37) และ 6.21±0.67 (6.82-7.57) ตามลำดับ ส่วนค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ตอนเย็นจะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) 7.01±0.13 (6.37-7.78) 6.85±0.19 (6.36-7.60) 6.80±0.04 (6.36-7.33) และ 6.78±0.03 (6.29-7.24) ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับของมั่นสินและไพพรรณ (2536) รายงานว่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตปลา ควรมีค่าประมาณ 6.5 – 9.0 และจากตารางที่5 ภาพที่ 16 และ ภาพที่17 พบว่า ในทุกชุดการทดลองจะมีค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในตอนเช้าและตอนเย็น มีค่าใกล้เคียงกัน โดยช่วงเช้าจะสูงกว่าตอนเย็นเล็กน้อย และจากภาพที่ 16 และภาพที่17 พบว่า ช่วงแรกของการทดลองความเป็นกรดเป็นด่างจะมีค่าสูงสุดและค่อยๆ ลดต่ำลง โดยต่ำที่สุดในวันที่ 45 ของการทดลอง อาจเนื่องมาจากในช่วงการเตรียมบ่อเรามีการใช้ปูนขาวเพื่อปรับสภาพบ่อและน้ำ แต่หลังจากนั้นค่าความเป็นกรดเป็นด่างเริ่มมีค่าลดลงเหลือเพียง 6 เนื่องจากพื้นที่สวนปาล์มน้ำมันที่ทำการทดลองจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินประมาณ 5-6 แต่ในทุกชุดการทดลองจะมีค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในตอนเช้า นั้นจะต่ำกว่าค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำตอนเย็นเล็กน้อย เนื่องจากตอนกลางคืนสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำจะหายใจเอาแก๊สออกซิเจนและปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาตลอดทั้งคืน จึงทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่มาจากขบวนการหายใจและขบวนการย่อยสลายสะสมอยู่ในน้ำ ทำให้เกิดกรดคาร์บอนิกมาก ซึ่งกรดนี้เมื่อแตกตัวจะให้ไฮโดรเจนไอออนออกมา ทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำลดลงต่ำสุดในช่วงเช้า

2.3. อุณหภูมิน้ำ พบว่า ผลการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ไม่มีผลต่อค่าอุณหภูมิน้ำภายในบ่อเลี้ยงทั้งในตอนเช้าและตอนเย็น (p>0.05) โดย ค่าอุณหภูมิน้ำ ตอนเช้า จะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ 26.67±0.92 (26.18-26.93) 26.72±0.04 (26.17-27.20) 26.66±0.09 (26.22-26.87) และ 26.66±0.06 (26.20-26.87) องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนค่าอุณหภูมิน้ำ ตอนเย็นจะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) 29.74±0.10 (28.83-30.63) 29.45±0.32 (28.80-30.27) 30.16±0.44 (29.37-30.67) และ 29.85±0.30 (28.93-31.00) องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับของยนต์ (2529) ที่รายงานว่าความเป็นอุณหภูมิน้ำที่เหมาะสม ควรมีค่าไม่เกิน 33 องศาเซลเซียส และจากตารางที่ 5 ภาพที่18 และ ภาพที่19 พบว่า ใน

ทุกชุดการทดลองจะมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำตอนเช้า จะมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย อุณหภูมิน้ำ ตอนเย็น เนื่องจากโดยทั่วไปอุณหภูมิน้ำนั้นจะมีความสัมพันธ์กับฤดูกาล ระดับความสูง และสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงจากดวงอาทิตย์ กระแสลม ความลึก ปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่น และสภาพแวดล้อมทั่ว ๆ ไปของแหล่งน้ำ ดังนั้น ในตอนกลางวันแสงมีความเข้มมาก อีกทั้งอุณหภูมิอากาศในตอนกลางวันยังสูงกว่าในตอนกลางคืน เนื่องจากพลังงานแสงจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนแทน (เปี่ยมศักดิ์, 2525)

2.4. ปริมาณความเป็นด่างของน้ำ พบว่า ผลการทดลองเลี้ยงปู ลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นด่างของน้ำภายในบ่อเลี้ยง โดยค่าปริมาณความเป็นด่างของน้ำ จะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ 100.11±7.17 (80.00-120.00) 101.05±9.33 (80.67-119.33) 106.05±4.13 (82.00-138.00) และ 100.76±1.28 (77.00-131.00) มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$ ซึ่งค่าดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับของวิรัช (2544) ที่รายงานว่าปริมาณความเป็นด่างของน้ำที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 20-150 มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$ และจากตารางที่5 และภาพที่20 พบว่า ปริมาณความเป็นด่างของน้ำจะเริ่มลดลงเมื่อเลี้ยงไปได้ประมาณ 30 วัน และลดต่ำสุดในวันที่ 45 และ 60 ของการทดลอง เนื่องมาจากในช่วงเวลาประมาณวันที่ 30 – 60 ของการทดลองเป็นช่วงฤดูมรสุม ทำให้มีปริมาณน้ำฝน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อนๆ เพราะว่า $CO_2 + H_2O$ กลายเป็น H_2CO_3 ไหลเข้าบ่อทดลองเป็นปริมาณมาก ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำภายในบ่อทดลองมีค่าลดลง โดยทั่วไปค่าความเป็นด่างของน้ำจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (มั่นสินและไพพรรณ, 2544) เนื่องจากค่าความเป็นด่าง จะประกอบด้วย ไฮดรอกไซด์ (OH^-) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และเมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำมีค่าต่ำกว่า 6.5 จะทำให้ HCO_3^- เปลี่ยนรูปเป็น H_2CO_3 และก๊าซ CO_2

2.5. ปริมาณแอมโมเนียรวม พบว่า ผลการทดลองเลี้ยงปู ลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวมภายในบ่อเลี้ยง โดยค่าปริมาณแอมโมเนียรวม ของน้ำ จะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ 0.64±0.09 (0.12-0.86) 0.68±0.02 (0.31-0.87) 0.59±0.02 (0.33-0.90) และ 0.71±0.09 (0.36-0.91) มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าของ Boyd (1988) ที่รายงานว่าปริมาณแอมโมเนียรวม เท่ากับ 5.32 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ค่าความเป็นกรด-

เป็นด่าง 8.0 จะทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามตายในระยะเวลา 24-72 ชั่วโมง แต่จากข้อมูลเหล่านี้จะเห็นได้ว่า ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ปลอดภัยต่อสัตว์น้ำเมื่อวัดเป็นแอมโมเนียรวม อยู่ระหว่าง 1.0-1.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากตารางที่ 5 และ ภาพที่ 21 พบว่า จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันที่ทดลอง เนื่องจากแอมโมเนียในน้ำภายในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีการเลี้ยงแบบพัฒนา ค่าแอมโมเนียส่วนใหญ่มาจากอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ รวมทั้งสิ่งขับถ่ายของตัวสัตว์น้ำภายในบ่อ ซึ่งจากภาพที่ 17 ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มปริมาณแอมโมเนียรวมสูงขึ้นเรื่อยๆ และสูงที่สุดในวันที่ 30 และค่อยๆ ลดระดับต่ำลงเล็กน้อย เนื่องจากหลังจากวันที่ 30 ของการทดลองเริ่มเกิดลมมรสุมฝนตกหนักติดต่อกันหลายวันทำให้น้ำภายในบ่อมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น จึงเป็นเหตุผลประการหนึ่งที่ทำให้ปริมาณแอมโมเนียรวมของน้ำภายในบ่อเลี้ยงมีค่าลดลง

2.6. ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ พบว่า ผลการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำภายในบ่อเลี้ยง โดยค่า ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ จะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ 0.64±0.04 (0.33-0.77) 0.63±0.03 (0.33-0.78) 0.57±0.13 (0.32-0.64) และ 0.63±0.04 (0.34-0.76) มิลลิกรัมต่อลิตร จากตารางที่5 และภาพที่22 พบว่า จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามในช่วง 30 วันแรกของการทดลอง หลังจากนั้นมีแนวโน้มจะมีค่าคงที่ ยกเว้นในช่วง วันที่ 30-60 ของการทดลองที่มีค่าลดลงเล็กน้อยเนื่องจากได้รับผลกระทบจากลมมรสุม ซึ่ง ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ ส่วนใหญ่จะเกิดจาก ปุ๋ย มูลสัตว์ และการย่อยสลายตัวของอินทรียวัตถุรวมทั้งสิ่งขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตภายในบ่อ เช่นเดียวกับปริมาณแอมโมเนียรวม แต่ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำส่วนใหญ่จะมีการลดลงอย่างรวดเร็วจน อยู่ในระดับเดิม เนื่องจากถูกดูดซับโดยตะกอนแล้วจมตัวสู่พื้นก้นบ่อ หรืออาจถูกดูดซับโดยพืชและแบคทีเรีย นอกจากนี้ พืชน้ำยังมีคุณสมบัติที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งนั้นก็คือ สามารถดูดฟอสฟอรัสได้ในปริมาณที่มากเกินกว่าความต้องการและเก็บส่วนเกินนั้นไว้ใช้ในภายหลัง (วิรัช, 2544)

3. ผลของการใช้น้ำเลี้ยงปลาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในดินและใบปาล์มน้ำมัน ภายในเวลา 90 วัน

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนใหญ่จะเป็นแบบพัฒนา ที่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหนาแน่นและการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีโปรตีนสูงๆ เป็นอาหารอย่างเต็มที่ เพื่อยกระดับผลผลิตต่อหน่วยให้สูงขึ้น ภายในระยะเวลาที่สั้นลง ซึ่งถ้าหากมีการจัดการอาหารไม่ดีพออาจจะทำให้อาหาร จำนวนไม่น้อยเหลือ ตกค้างอยู่ภายในบ่อ และไปสะสมอยู่ที่พื้นก้นบ่อ โดย Tacon (1987) รายงานของ พบว่า ปลาทั่วไปจะขับถ่ายไนโตรเจน ในรูปแอมโมเนีย ปริมาณ 48 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่กิน ในการเลี้ยงปลากดหลวงด้วยอาหารเม็ดที่มีโปรตีน 32 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารวันละ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักปลา แอมโมเนียที่เกิดจากการขับถ่ายของปลาวันละ 600 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ให้กลายเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งบนบกและในน้ำ อีกทางหนึ่ง (Brown *et al.*, 1987) ดังนั้นโครงการนี้จึงได้ทำ การศึกษาผลของการใช้น้ำเลี้ยงปลาต่อการเพิ่มธาตุอาหารในดินและใบปาล์มน้ำมัน โดยได้ออกแบบเป็น 3 ชุดการทดลองคือ ชุดการทดลองที่1 (ชุดควบคุม) แถวปาล์มน้ำมันข้างร่องน้ำที่ไม่มีการเลี้ยงปลาและมีการให้น้ำ 50 ลิตรต่อครั้งต่อ 15 วัน ชุดการทดลองที่ 2 แถวปาล์มน้ำมันข้างร่องน้ำที่มีการเลี้ยงปลา และ ชุดการทดลองที่ 3 แถวปาล์มน้ำมันข้างร่องน้ำที่มีการเลี้ยงปลาและมีการให้น้ำเลี้ยงปลา 50 ลิตรต่อครั้งต่อ 15 วัน นาน 90 วัน พบว่า ดินภายในสวนปาล์มน้ำมันบริเวณชุดการทดลองที่1 ที่ไม่เลี้ยงปลา + น้ำปกติ จะมีค่า pH ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม และปริมาณสารอินทรีย์ เปลี่ยนแปลงจากก่อนเริ่มต้นทดลอง เท่ากับ *0.10 0.02 เปอร์เซ็นต์ -0.001 เปอร์เซ็นต์ -112.49 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม -23.70* มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ -1.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วน ชุดการทดลองที่2 ที่มีการเลี้ยงปลา และชุดการทดลองที่3 เลี้ยงปลา + น้ำปกติ จะมีค่า pH ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม และปริมาณสารอินทรีย์ เปลี่ยนแปลงจากก่อนเริ่มต้นทดลอง เท่ากับ 0.0 0.03 เปอร์เซ็นต์ 0.000 เปอร์เซ็นต์ -304.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม -110.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม -1.27 เปอร์เซ็นต์ และ 0.10 0.02 เปอร์เซ็นต์ 0.002 เปอร์เซ็นต์ -141.64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม -75.29 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม -0.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาทั้ง 3 ทดลอง พบว่า ปริมาณธาตุอาหารในดินมีค่าใกล้เคียงกัน แต่มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากในระหว่างการทดลองเกิดพายุฝนบริเวณสถานที่ทำการทดลอง อีกทั้งยังไม่มีการใส่ปุ๋ยปาล์มน้ำมัน จึงน่าเป็นเหตุผลประการสำคัญที่ทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดลงเป็นอย่างมาก ส่วน ธาตุอาหาร ในใบปาล์มน้ำมัน ของชุดการทดลองที่1 ที่ไม่เลี้ยงปลา + รดน้ำปกติ จะมีค่าไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม และโพแทสเซียมรวม

เปลี่ยนแปลงจากก่อนเริ่มต้นทดลอง เท่ากับ 0.09 0.02 และ -0.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วน ชุดการทดลองที่2 ที่มีการเลี้ยงปลา และชุดการทดลองที่3 เลี้ยงปลา + รดน้ำเลี้ยงปลา จะมีค่าไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม และ โพแทสเซียม รวม เปลี่ยนแปลงจากก่อนเริ่มต้นทดลอง เท่ากับ 0.09 0.02 -0.75 เปอร์เซ็นต์ และ -0.02 -0.04 -0.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับ กุ้งก้ามกราม ในอัตราส่วนปลาดุกลูกผสมต่อกุ้งก้ามกรามต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 ต่อ 0 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร ภายในกระชังที่กางอยู่ภายในร่องสวนปาล์มน้ำมันด้วย อาหารที่มีส่วนผสมของ อาหารปลาดุกสำเร็จรูปร่วมกับกากสลัดปาล์มในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 ภายในเวลา 90 วัน สรุปว่า อัตราส่วนปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงร่วมกับกุ้งก้ามกรามทั้ง 4 ระดับ นั้นมิได้มีผลต่อ น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตสุดท้าย ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดและต้นทุนค่าอาหารต่อหน่อยผลผลิตของปลาดุกลูกผสม ($p>0.05$) แต่การเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับ กุ้งก้ามกราม ในอัตราส่วน 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะทำให้ปลาดุกลูกผสมมี น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่อยผลผลิต มีค่าเฉลี่ยดีที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 216.33±26.39 กรัม 26.81±0.86 เซนติเมตร และ 2.32±0.29 กรัมต่อวัน 1.22±0.13 และ 17.19±1.80 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วน ปลาดุกลูกผสม ที่เลี้ยงร่วมกับกุ้งก้ามกราม ในอัตราส่วน 30 ต่อ 5 ตัวต่อตารางเมตร จะมีค่าอัตราการรอดตาย และ ผลผลิตสุดท้ายมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 87.22±5.87 เปอร์เซ็นต์ และ 52.23±14.76 กิโลกรัมต่อกระชัง ตามลำดับ แต่ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดน้อยสุด จะเป็นชุดที่เขลี้ยง ปลาดุกลูกผสมร่วมกับ กุ้งก้ามกราม ในอัตราส่วน 30 ต่อ 0 ตัวต่อตาราง-เมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 757.24±77.71 บาทต่อกระชัง ส่วนกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยง นอกกระชังภายในร่องสวนปาล์ม พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน แตกต่างทั้ง 3 ระดับ คือ 30 ต่อ 5 30 ต่อ 10 และ 30 ต่อ 15 ตัวต่อตารางเมตร จะมีผลต่อน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ผลผลิตสุดท้ายของกุ้งก้ามกราม ($p<0.05$) โดยในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วน 30 ต่อ 5 ตัวต่อตารางเมตร จะทำให้กุ้งก้ามกรามนั้นมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 98.33±1.15 กรัม 15.70±0.10 เซนติเมตร 0.74±0.01 กรัมต่อวัน 63.33±3.06 เปอร์เซ็นต์ และ 6.23±0.25 กิโลกรัมต่อกระชัง ตามลำดับ

คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำ ก็พบว่า อัตราส่วนปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงร่วมกับ กุ้งก้ามกรามทั้ง 4 ระดับ ไม่มีผลต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำตอนเช้าและตอนเย็น ความเป็นกรดเป็นด่าง ตอนเช้าและตอนเย็น อุณหภูมิน้ำ ตอนเช้าและตอนเย็น ปริมาณความเป็นด่างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนียรวม ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ ($p>0.05$) และยังอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ส่วนผลของการใช้น้ำเลี้ยงปลาต่อการเพิ่มธาตุอาหารในดิน (pH ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม และปริมาณสารอินทรีย์) และใบปาล์มน้ำมัน (ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม และ โพแทสเซียม รวม) พบว่า น้ำที่ใช้เลี้ยงปลามีปริมาณธาตุอาหารละลายอยู่ในน้ำสูงซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่อปาล์มน้ำมัน แต่การทดลองในครั้งนี้ใช้ระยะเวลาเพียง 3 เดือน จึงทำให้ผลของการใช้น้ำเลี้ยงปลาต่อการเพิ่มธาตุอาหารในดินและใบปาล์มน้ำมันไม่ชัดเจน

ดังนั้น การเสริมกุ้งก้ามกรามในระบบการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมในร่องสวนปาล์มน้ำมันด้วยวัตถุดิบอาหารในท้องถิ่นนั้น ควรเลือกเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับกุ้งก้ามกรามใน 30 ต่อ 5 ตัวต่อตารางเมตร

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน และ อานุภาพ วรรณคณาพล. 2549. การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลาบึกและปลานิลในบ่อดิน. วารสารการประมง. ปีที่ 59 ฉบับที่2 เดือนมีนาคม-เมษายน 2549, หน้า 143-151.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ชัยรัตน์ นิลนนท์ ธีระพงศ์ จันทรนิยม ประกิจ ทองคำ และสมเกียจ สีสนอง. 2548. เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

ประวิทย์ สุรนีรนาถ. 2536. การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วไป. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ.

เปี่ยมศักดิ์ เทนะเศวต. 2525. แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพ.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และไพพรรณ พรประภา. 2544. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพ.

ยนต์ มุสิก. 2529. การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. มหาวิทยาเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ.

ยุทธนา สว่างอารมย์ กมลวรรณ ศุภวิญญู และ ฉิชาพล แก้วชฎา. 2551. การเลี้ยงปลาดุกลูกผสมในร่องสวนปาล์มน้ำมันด้วยกากสลัดปาล์ม. โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากเครือข่ายการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน สกอ. ภาคใต้ตอนบน, สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

วิทย์ ธารชลานุกิจ. 2523. ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลา. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ.

วิรัช จิ๋วแหยม. 2544. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อ-เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพ.

วิศณุพร รัตนตรัยวงศ์, นิทัศน์ ทิพย์กองลาศ และ พิทยา เพ็ญมภาภรณ์. 2539. การเลี้ยงปลาไทยหลายชนิดรวมกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 27/2539. ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดพิษณุโลก, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. กรุงเทพ.

วิเศษ อัครวิทยากุล. 2536. ปลาดุกบิ๊กอุย. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ.

ศศิวิมล ไชยพรพัฒนา. 2543. การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินในการผลิตกุ้งก้านกรามในจังหวัด สุพรรณบุรี ปีการผลิต 2543. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ.

ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำจืด. สำนักพิมพ์ไอเดียนสโตร์. กรุงเทพ.

สรัญกริช นามไพร. 2547. ผลกระทบของการเลี้ยงปลาในกระชังต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำชี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาสารคาม.

สุจิตรา เผือกจีน. 2539. พิษเฉียบพลันของแอมโมเนียและผลของแอมโมเนียที่เกิดจากอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกันต่อปลาตะเพียนขาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ.

อุทัยรัตน์ ณ นคร. 2533. การเจริญพัฒนาของไข่ปลาดุกและปัญหาพ่อแม่พันธุ์. เอกสารประกอบการบรรยายในการประชุม A/C. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรุงเทพ. 9 น.

Brown, J.R., Gowwr, R.J., and Melusky, D.S. 1987. The effect of salmon faming on the benthos of Scottich sealoch, Eeperimental Marine Biology Ecology. 109 : 39-51.

Diana, J.S., W.Y.B. Chang, D.R. Ottey and W. Chuapoehuk. 1985. Production systems for commonly culture freshwater fishes of Southeast Asia. International Programs Report No. 7, the University of Michigan, Michigan.119 p.

Hora, A. S. L. and T. V. R. Pillay. 1962. Handbook on Fish Culture in Indo-Paccific Region. FAO Fisheries Biology Technical Paper. No. 14.

Ranhine, I. and Fairhurst, T.H. 1998. Field Handbook : Oil Palm Series Vol.3 Mature. Potash and Phosphate Institute, Oxford Graphic Printers Pte. Ltd., Singapore : 111 p.

Ranjeet K. and Kurup B.M. 2002. Heterogeneous Individual Growth of *Marcrobrachium rosenbergii* Male Morphotypes. Naga Journal. The ICLARM Quarterly 25(2) : 13-18.

Tacon, A.G.J. 1987. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp-A training manual. 1. The essential nutrient.GCP/RLA/075/ITA Field Document 2, FAO, Brasilia, Brazil. 129 p.

ภาคผนวก

ภาพผนวกที่1 สภาพทั่วไปของร่องสวนปาล์มน้ำมันที่ใช้ในงานทดลองก่อนปรับปรุง

ภาพผนวกที่2 สภาพทั่วไปของต้นปาล์มน้ำมันที่ใช้ในงานทดลองก่อนปรับปรุง

ภาพผนวกที่3 การเตรียมระบบเติมน้ำลงในร่องสวนปาล์มน้ำมัน

ภาพผนวกที่4 การเย็บก้นกระชังด้วยอวนมุ้งเขียวเพื่อป้องกันอาหารออกนอกกระชัง

ภาพผนวกที่5 การเย็บฝาบนกระชังด้วยตาข่ายขนาด 1 นิ้ว เพื่อป้องกันปลาทดลองออกนอกกระชัง และป้องกันสัตว์อื่นมารบกวน

ภาพผนวกที่6 กระชังที่พร้อมใช้ในการทดลอง

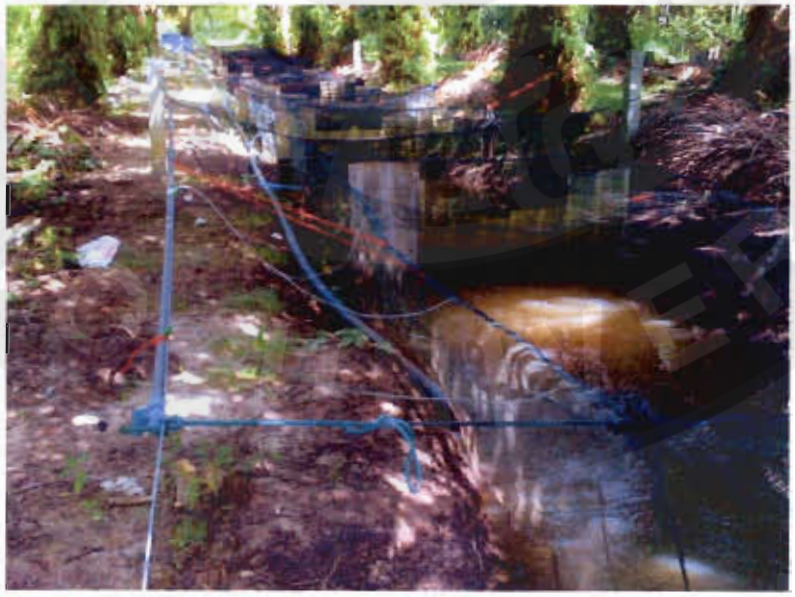
ภาพผนวกที่7 ขั้นตอนการกางกระชังทดลองลงในร่องสวนปาล์มน้ำมัน

ภาพผนวกที่8 สภาพทั่วไปของร่องสวนปาล์มน้ำมันที่กางกระชังเสร็จสิ้น

ภาพผนวกที่9 ตู้ควบคุมเครื่องปั๊มลมและแครื่องปล่อยน้ำหยด

ภาพผนวกที่10 การประกอบเครื่องปั๊มลมและเครื่องสูบน้ำที่ใช้ในระบบน้ำหยด

ภาพผนวกที่11 ลักษณะทั่วไปของเครื่องปั๊มลมและเครื่องสูบน้ำที่ใช้ในระบบน้ำหยดพร้อมทำงาน



ภาพผนวกที่12 สภาพทั่วไปของร่องสวนปาล์มน้ำมันที่พร้อมใช้ในการทดลอง

ภาพผนวกที่13 การเก็บข้อมูลความยาวเริ่มต้นของปลาดุกลูกผสม

ภาพผนวกที่14 การเก็บข้อมูลความยาวเริ่มต้นของกุ้งก้ามกราม

ภาพผนวกที่15 การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำก่อนและระหว่างการทดลอง

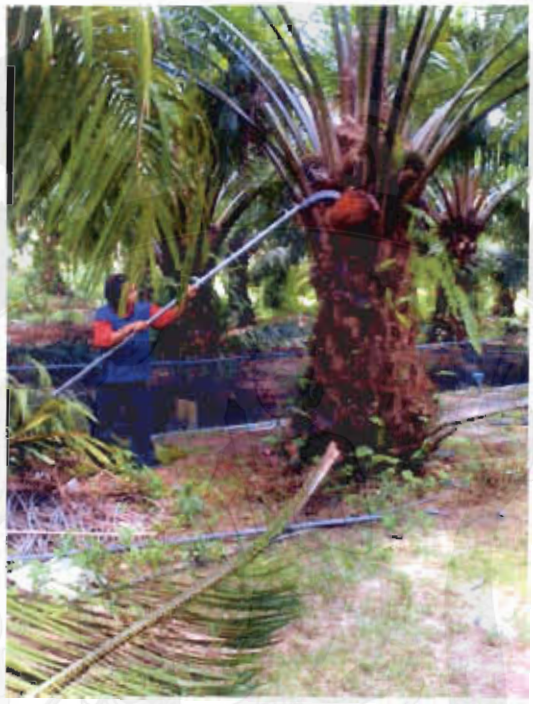
ภาพผนวกที่16 ลักษณะทั่วไปของระบบน้ำหยด

ภาพผนวกที่17 การขนส่งสัตว์ทดลองมายังร่องสวนปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการทดลอง

ภาพผนวกที่18 การปล่อยสัตว์ทดลองลงกระชังทดลอง

ภาพผนวกที่19 การทำอาหารทดลองที่มีส่วนผสมของกากสลัดปาล์มที่ใช้ในการทดลอง

ภาพผนวกที่20 ลักษณะทั่วไปของกุ้งก้ามกรามเมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ภาพผนวกที่21 ผลผลิตปาล์มน้ำมัน