



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง การผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ความปลอดภัยด้านอาหาร
Economic aquatic animal cultivation to produce value
added production and food safety

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2554
จำนวน 1,620,000 บาท
ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2555
จำนวน 1,980,900 บาท

หัวหน้าโครงการ	นาย จงกล พรหมยะ
ผู้ร่วมโครงการ	นาย เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์
	นาย ขจรเกียรติ ศรีนวลสม
	นาง ทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมล
	นางณัฏฐกานต์ มุกดาจตุรพักตร์
	นาย เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน
	นาย สุฤทธิ สมบูรณ์ชัย
	นาย กระสินธุ์ หังสพฤกษ์
	นาง วิจิตรา แดงปรก

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

กันยายน พ.ศ. 2556

คำนิยาม

ชุดโครงการการผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ความปลอดภัยด้านอาหาร (Economic aquatic animal cultivation to produce value added production and food safety) ได้สำเร็จลุล่วงโดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2554 และ 2555 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำมหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่อนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ตลอด 2 ปี

นอกจากนี้ขอขอบคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกทุกท่าน ทั้งที่เกี่ยวข้องโดยตรงและทางอ้อมต่อการพิจารณากำหนดทิศทางการพัฒนางานวิจัยทางการเกษตร ซึ่งวิกฤตด้านความปลอดภัยอาหารในหลายประเทศ ไม่ว่าจะเป็น โรควัวบ้าที่พบว่าสามารถถ่ายทอดจากเนื้อสัตว์สู่คน การระบาดของไข้หวัดนกในสัตว์ปีก การระบาดของโรค EMS ในกุ้ง พบสารเคมีตกค้างที่จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพในอาหารคน และอาหารสัตว์ เกิดขึ้นพร้อมกับการขยายตัวของสังคมเมือง รวมถึงโอกาสในทางการศึกษามีผลให้ผู้บริโภคเกิดความห่วงใยดูแลสุขภาพมากขึ้น กลายเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกซื้ออาหาร ทำให้ผู้บริโภคต้องการอาหารที่มีคุณภาพ ปลอดภัย และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง หรืออาหารอินทรีย์ พร้อม ๆ กันนั้น ก็มีการพัฒนาเทคโนโลยีและวิธีการในการตรวจสอบป้องกันอันตรายที่ปนเปื้อนมากับอาหาร ยิ่งประเทศที่มีการพัฒนามากเท่าใด ความสามารถในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ก็จะอยู่ในระดับสูงขึ้นไป เช่น ประเทศไทยปัจจุบันได้มีโครงการเลี้ยงสัตว์น้ำระบบอินทรีย์เป็นการเลี้ยงที่ใช้หลักการจัดการผลิตแบบองค์รวม ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ เป็นการรวมกระบวนการทุกขั้นตอนในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ เพื่อที่จะให้ได้ผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ ที่เป็นไปตามหลักการ และมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยมีหลักการการผลิตแบบเกษตรผสมผสาน รักษาความหลากหลายและวงจรทางชีวภาพโดยเน้นการใช้วัสดุธรรมชาติ หมุนเวียนการใช้ทรัพยากรภายในฟาร์ม ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เกื้อหนุนต่อระบบนิเวศเพื่อมุ่งสู่การพัฒนาที่สมดุล ยั่งยืน และมีภูมิคุ้มกัน เพื่อความอยู่ดีมีสุข มุ่งสู่สังคมที่มีความสุขอย่างยั่งยืน

คณะผู้วิจัย

สารบัญ		หน้า
บทคัดย่อ		1
Abstract		3
คำนำ		5
วัตถุประสงค์ของชุดโครงการวิจัย		12
เป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ของแผนงานวิจัย		13
เป้าหมายของผลผลิต (output) และตัวชี้วัด		14
เป้าหมายของผลลัพธ์ (outcome) และตัวชี้วัด		14
กรอบแนวคิดของชุดโครงการวิจัย		16
ประโยชน์จากผลการวิจัย		17
แผนการบริหารแผนงานวิจัยและแผนการดำเนินงาน		18
แผนการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่จากการทำชุดโครงการวิจัย		20
กลยุทธ์ของแผนงานชุดโครงการวิจัย		20
สถานที่และระยะเวลาการทำชุดโครงการวิจัย		21
การตรวจเอกสาร		
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 1	การเพาะเลี้ยงปลาบู่ทรายในกระชังร่วมกับปลานิลในบ่อดินแบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน	22
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 2	การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ในกระชังร่วมกับปลาหมอเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความปลอดภัยด้านอาหาร	26
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 3	การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน	27
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 4	ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์	29
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 5	รูปแบบและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (<i>Rana rugulosa</i>) เพื่อเป็นอาหารปลอดภัยและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน	32
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 6	ระบบการเลี้ยงปลาบึกที่มีประสิทธิภาพ	33

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 7	การเลี้ยงปลากดหลวงระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ เพื่อสร้างอาหารปลอดภัยและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม	37
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 8	การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด	40
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 9	ผลของการใช้อบเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศ ในการยืดอายุการเก็บรักษาและการยอมรับของเนื้อปลาต้มรมควันเย็น เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร	41
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย		
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 1	การเพาะเลี้ยงปลาบู่ทรายในกระชังร่วมกับปลานิลในบ่อดินแบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน	54
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 2	การเลี้ยงปลาคูบักกู่ในกระชังร่วมกับปลาหมอเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความปลอดภัยด้านอาหาร	57
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 3	การเลี้ยงปลาคูบักกู่ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน	59
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 4	ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์	65
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 5	รูปแบบและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (<i>Rana rugulosa</i>) เพื่อเป็นอาหารปลอดภัยและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน	68
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 6	ระบบการเลี้ยงปลาบึกที่มีประสิทธิภาพ	72
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 7	การเลี้ยงปลากดหลวงระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ เพื่อสร้างอาหารปลอดภัยและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม	73
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 8	การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด	76

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 9	ผลของการใช้อบเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศ ในการยืดอายุการเก็บรักษาและการยอมรับของเนื้อปลาหับทิมรมควันเย็น เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร	81
ผลการดำเนินงานในแต่ละโครงการวิจัยย่อยตลอด 2 ปี		
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 1	การเพาะเลี้ยงปลานู๋ทรายในกระชังร่วมกับปลานิลในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน	86
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 2	การเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยในกระชังร่วมกับปลาหมอเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม และความปลอดภัยด้านอาหาร	95
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 3	การเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน	98
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 4	ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์	101
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 5	รูปแบบและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (<i>Rana rugulosa</i>) เพื่อเป็นอาหารปลอดภัยและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน	105
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 6	ระบบการเลี้ยงปลาบึกที่มีประสิทธิภาพ	109
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 7	การเลี้ยงปลากดหลวงระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ เพื่อสร้างอาหารปลอดภัย และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	113
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 8	การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่า ในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด	116
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 9	ผลของการใช้อบเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศ ในการยืดอายุการเก็บรักษาและการยอมรับของเนื้อปลาหับทิมรมควันเย็น เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร	118
วิจารณ์ผลการวิจัย		
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 1	การเพาะเลี้ยงปลานู๋ทรายในกระชังร่วมกับปลานิลในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน	132

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 2	การเลี้ยงปลาอุกบู่ก้อยในกระชังร่วมกับปลาหมอเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม และความปลอดภัยด้านอาหาร	134
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 3	การเลี้ยงปลาอุกบู่ก้อยร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจ พอเพียงเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน	135
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 4	ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์	139
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 5	รูปแบบและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (<i>Rana rugulosa</i>) เพื่อเป็นอาหารปลอดภัยและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน	141
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 6	ระบบการเลี้ยงปลาบู่กุ่มที่มีประสิทธิภาพ	146
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 7	การเลี้ยงปลากดหลวงระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ เพื่อสร้างอาหารปลอดภัย และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม	148
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 8	การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่า ในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด	150
งานวิจัยย่อยเรื่องที่ 9	ผลของการใช้อบเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศ ในการยืดอายุการเก็บรักษาและการยอมรับของเนื้อปลาทับทิม รมควันเย็น เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร	152
สรุปและวิจารณ์ผลชุดโครงการวิจัยตลอด 2 ปี		158
สรุปผลการวิจัยตามกรอบ ของแผนงานวิจัย		161
เอกสารอ้างอิง		164

โครงการบริหารแผนงานวิจัย
การผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ความปลอดภัยด้านอาหาร

The Research Program Management

Economic Aquatic Animal Cultivation to Produce Value Added

Production and Food Safety

จงกล พรหมยะ¹ เทพรรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์¹ ขจรเกียรติ ศรีนวลสม¹ ทิพนธ์ พิมพ์พิมล¹
ณัฐกานต์ มุกดาจตุรพักตร์¹ เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน¹ สุฤทธิ สมบูรณ์ชัย¹
กระสินธุ์ หังสพฤษย์¹ วิจิตรา แดงปรก²

Jongkon Promya¹, Thepparath Ungsethaphand¹, Kajorngied Srinounsam¹
Tipsukhon Pimpimol¹, Nattakarn Mukdajaturaphak¹, Kriangsak Mengamphan¹
Surit Somboonchai¹, Krasindh Hangsapreurke¹ and Wichittra Daengprok²

¹คณะเทคโนโลยีการประมง และทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่
²ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อการผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ สร้างมูลค่าเพิ่ม ความปลอดภัยด้านอาหาร มีการศึกษาดังนี้: 1)การเพาะเลี้ยงปลาบู่ทรายในกระชัง ร่วมกับปลานิลแดงในบ่อดิน 2)การเลี้ยงปลาคุกบักอูข ในกระชังร่วมกับปลาหมอในบ่อดิน 3)การเลี้ยงปลาคุกบักอูข ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติก 4)ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์ 5)การเลี้ยงกบนาในรูปแบบที่แตกต่างกัน 6)การเลี้ยงปลาบึกและปลาลูกผสมร่วมกัน 7)การเลี้ยงปลากดหลวง ร่วมกับพืชที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ 8)การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสไปรูลิน่าในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด และ9) ผลของการใช้อบเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษา และการยอมรับของเนื้อปลาต้มหมรมควันเย็นได้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพ ในระดับอาหารปลอดภัย ภายใต้ระบบการผลิตทั้งแบบปิด

และแบบเปิด ซึ่งใช้วัสดุคืบอาหารท้องถิ่น ที่มีราคาถูก และใช้ระบบกรองน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เหล่านี้ ตลอดเวลา 2 ปีผลการวิจัย พบว่า

การเลี้ยงปลาบุทรายโดยอาหารที่เป็นพลาสติก ผสมกับสไปรูลิน่า 5% รวมกับ การเลี้ยง ปลานิลที่ความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และค่าดัชนีการเจริญ พันธุ์ ดีกว่าชุดการทดลองอื่นๆ การเลี้ยงปลาหมอที่ความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ดีกว่าการทดลองอื่นๆ การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ร่วมกับเลี้ยงปลา นิลที่ระดับความหนาแน่นในอัตราส่วน 3:1 มีความเหมาะสมที่สุด และสามารถลดอัตราการให้ อาหารเมื่อสำเร็จรูปแก่ปลาอุกบึกอยู่ เหลือ 4% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน การเลี้ยงปลาหมอไทย เจริญพันธุ์ควรเสริมวิตามินซีที่ระดับ 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นอัตรา ที่เหมาะสมต่อผลผลิตรวมที่ได้ และคุ้มค่ากับการลงทุน การนำยางรถยนต์ และบ่อซีเมนต์มาใช้ เลี้ยงกบนา เป็นรูปแบบการเลี้ยงที่ทำให้กบนา มี การเจริญเติบโต และต้นทุนที่ดีที่สุด การเลี้ยงปลาบึกและปลาอุกผสมโดยให้อาหารเมื่อสำเร็จรูปอย่างเดียว 3% มีอัตรา การเจริญเติบโตจำเพาะดีกว่าการทดลองอื่นๆ การเลี้ยงปลาคดหลวงร่วมกับการปลูกผักบึงจีน ปลาคดหลวงมีการเจริญเติบโตดีที่สุด การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในน้ำทะเลเทียมที่ความเค็ม 15 ส่วนในพัน ให้ตัวอ่อนอาร์ทีเมียเป็นอาหาร และให้ใช้ดินที่เสริมด้วยสาหร่าย สไปรูลิน่า มีอัตราการรอดสูง และ การเก็บรักษาเนื้อปลาทับทิม โดยใช้น้ำมันหอมระเหย กานพลูและ อบเชยสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ 4 วัน จากการสอบถามผู้บริโภคร้อยละ 89.84 สนใจ ที่จะซื้อผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทับทิมรมควันเย็น โดยต้องการลักษณะบรรจุภัณฑ์เป็นถุงพลาสติก บรรจุแบบสุญญากาศและขนาดบรรจุ 500 กรัม มากที่สุด และมีราคาที่เหมาะสมต่อบรรจุภัณฑ์ 1 หน่วยเท่ากับ 50 บาท และ 100 บาท คิดเป็นร้อยละ 32.03 และ 31.25 ของผู้บริโภคที่ตอบ แบบสอบถามทั้งหมด ตามลำดับ

คำสำคัญ : ปลาบุทราย ปลานิลแดง ปลาหมอไทย ปลาอุกบึก กบนา ปลาบึก ปลาคดหลวง กุ้งก้ามกราม ปลานิลแดง สไปรูลิน่า การเจริญเติบโต ดัชนีการเจริญพันธุ์ อบเชย และกานพลู

Abstract

The main objective of this research was to develop on economic aquatic animal cultivation to produce value added production and food safety was studied : 1) The culture of Sand gobies (*Oxyeleotris marmoratus*)/Red tilapias (*Oreochromis niloticus*) culture in an integrated cage-cum-pond system was conducted. 2) Hybrid catfish and Climbing perch culture in an integrated cage-cum-pond system. 3) A mixed culture of Hybrid Walking Catfish (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) / Nile Tilapia in plastic pond. 4) Some factors effecting on enhancing the development for economic culture of Climbing perch (*Anabas testudineus*) 5) Suitable methods and feed to produce common lowland frog (*Ranarugulosa*) to be safe food for consumption. 6) The Efficacy Culture System of Mekong Giant Catfish and Hybrid Catfish. 7) Catfish (*Ictalurus punctatus*) Culture in an Integrated Cage-Cum-Pond with Hydroponics Systems. 8) Nursing of Giant Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in Closed Recirculating System. 9) Effect of a combination of cinnamon and clove and vacuum packaging on shelf-life extension and acceptability of cold-smoked red tilapia fillet for food safety. For the quality products as food safety level, respectively. Also, some local materials were used in this research. Two years of this research showed high efficiency on filter working of some local feed and local materials such as plastic corks and plastic nets. Recirculation in the close system. It was found that: the culture of Sand gobies (*Oxyeleotris marmoratus*) with fresh fish+3% *Spirulina* +culture Red Tilapias 4 fishes/m² had growth performance, gonadosomatic index better than the other experiments, the culture of climbing perch in stocking density of 20 fish/m² had growth performance better than the other experiments.

The culture of hybrid walking catfish and Nile tilapia in plastic ponds especially at the appropriate stocking ratio of 3:1 and able to reduce the rate of commercial feed was 4% of body weight. The culture of Climbing Perch (*Anabas testudineus*) for intensive aquaculture, vitamin C at 1,000 mg/kg supplementation diet was considered to be the most suitable level based on the performances of total biomass and feed cost of raising Climbing perch. Used tires and circular concrete tanks could be a suitable system for frog culture in terms of growth performance and feed cost of raising frog. The production of Mekong Giant Catfish and Hybrid Catfish were found in the treatment (T3) receiving 3 % pellet feed had growth specific growth rate better than the other experiments. Channel catfish cultivation with

Morning glory had the highest production due to the best Channel catfish and plant growth efficiencies. Nursing of Giant Freshwater Prawn closed recirculating saline water system at 15 ppt salinity, artemia nauplius and poached eggs with *Spirulina platensis* had highest survival rate. And the shelf-life of the cold smoked red Nile tilapia fillets under normal atmosphere with the essential oil of clove and cinnamon was extended to 4 days. It was also found that 89.84 percent of consumers were interested to buy the cold smoked red Nile tilapia fillets. The suitable packaging of vacuum-packed plastic bag with 500g per unit was liked most by the consumers. The price per unit was 50 and 100 bahts from 32.03% and 31.25% of consumer respondents, respectively.

Keywords: Sand gobies, Red tilapias, Climbing perch, Hybrid Walking Catfish, Common lowland frog, Maekong Giant Catfish, Catfish (*Ictalurus punctatus*), Giant Freshwater Prawn, Red tilapia growth performance, gonadosomatic index, Cinnamon and Clove

คำนำ

การเกิดวิกฤตด้านความปลอดภัยอาหารติดต่อกันในช่วง 4-5 ปีที่ผ่านมา ในหลายประเทศ ไม่ว่าจะเป็น โรควัวบ้าที่พบว่าสามารถถ่ายทอดจากเนื้อสัตว์สู่คน การระบาดของไข้หวัดนกในสัตว์ปีกการเกิดโรค EMS ไรกุ้งขาว การเกิดภาวะเจ็บป่วยเนื่องจากเชื้อที่พบในอาหารซึ่งไม่ควรพบ การค้นพบสารเคมีตกค้างที่จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพในอาหารคนและอาหารสัตว์ เช่น ไดออกซิน สารเมลามีน สิ่งที่เกิดขึ้นพร้อมกับการขยายตัวของสังคมเมืองคือ ระดับการกระจายข้อมูล ข่าวสารสามารถกระทำได้ดี ประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงโอกาสในการศึกษามีผลให้ผู้บริโภคเกิดภาวะวิตกกังวล เกิดความห่วงใยดูแลสุขภาพของผู้บริโภค กลายเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกซื้ออาหารในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา ทำให้ผู้บริโภคต้องการอาหารที่มีคุณภาพ ปลอดภัย และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง หรืออาหารอินทรีย์จะเห็นได้ว่าผู้บริโภคยินดีที่จะจ่ายราคาแพงเพื่อความสบายใจในการบริโภค เช่น ในสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น พร้อม ๆ กันนั้น ก็มีการพัฒนาเทคโนโลยีและวิธีการในการตรวจสอบป้องกันอันตรายที่ปนเปื้อนมากับอาหาร ยิ่งประเทศที่มีการพัฒนามากเท่าใด ความสามารถในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ก็จะอยู่ในระดับสูงขึ้นไป เช่น ประเทศไทยปัจจุบันได้มีโครงการเลี้ยงสัตว์น้ำระบบอินทรีย์เป็นการเลี้ยงที่ใช้หลักการจัดการผลิตแบบองค์รวม เกื้อหนุนต่อระบบนิเวศ รักษาความหลากหลายและวงจรทางชีวภาพโดยเน้นการใช้วัสดุธรรมชาติ หลีกเลี่ยงการใช้วัตถุพิษจากการสังเคราะห์ ไม่ใช้พืช สัตว์หรือจุลินทรีย์ที่ได้จากเทคนิคการดัดแปรพันธุกรรม หรือพันธุวิศวกรรม มีการจัดการกับผลิตภัณฑ์ความระมัดระวังเพื่อรักษาสภาพการเป็นสินค้าเกษตรอินทรีย์และคุณภาพที่สำคัญของผลผลิตทุกขั้นตอน (เชียงใหม่นิวส์, 2552)

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ คือ กระบวนการผลิตสัตว์น้ำ เพื่อให้ได้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ ที่เป็นไปตามหลักการ และมาตรฐานความปลอดภัย ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ เป็นการรวมกระบวนการทุกขั้นตอนเช่นการจัดการระบบนิเวศ การใช้ปัจจัยการผลิต การเพาะพันธุ์ การเลี้ยง อาหารสัตว์ สุขภาพสัตว์ การขนส่ง ความเป็นธรรมในสังคมเป็นต้น วัตถุประสงค์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ เพื่อที่จะให้ได้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยมีหลักการการผลิตแบบเกษตรผสมผสาน รักษาความหลากหลายทางชีวภาพ หมุนเวียนการใช้ทรัพยากรภายในฟาร์ม ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เนื่องจากพื้นที่ทำการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนมากของเกษตรกรไทย ผ่านการทำกรเพาะเลี้ยงโดยใช้สารเคมี มาเป็นระยะเวลานาน ทำให้อาจมีปุ๋ยเคมี สารเคมีและสิ่งต้องห้าม สำหรับการทำการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์จะมีสารตกค้างอยู่ในพื้นที่การผลิต จึงต้องมีระยะการปรับเปลี่ยนอย่างน้อย 1 รอบการผลิต ซึ่งหมายถึงช่วงระยะเวลา

ตั้งแต่การเตรียมบ่อ จนกระทั่งได้รับการรับรองมาตรฐานอินทรีย์จากหน่วยรับรอง (กรมประมง, 2551) เพื่อมุ่งสู่การพัฒนาที่สมดุล ยั่งยืน และมีภูมิคุ้มกัน เพื่อความอยู่ดีมีสุข มุ่งสู่สังคมที่มีความสุขอย่างยั่งยืน (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2551)

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของไทยในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2538–2547 พบว่ามีผลผลิตสัตว์น้ำที่ได้จากการเพาะเลี้ยงจำนวน 1,609,100 ตัน และพบว่าผลผลิตจากสัตว์น้ำเหล่านี้มีแนวโน้มสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งนี้เนื่องจากการขยายพื้นที่ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของไทยนั่นเอง หนึ่งในกลุ่มสัตว์น้ำจืดที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือปลานิล (30.26 %) รองลงมาได้แก่สัตว์น้ำจืดชนิดอื่นๆ เช่น กุ้งก้ามกราม กลุ่มปลาหนัง ปลาหนังลูกผสม กลุ่มปลาน้ำจืด กลุ่มปลาสวยงาม และกลุ่มสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ เช่น กบนาและกบบลูฟล็อก เป็นต้น (คม ชัด ลึก, 2550)

จากข้อมูลเบื้องต้นนี้ทำให้ทราบว่า การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหลายชนิด เป็นที่นิยมของเกษตรกร อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงปลานิล ปลาตะเพียน ปลาดุก ปลาหมอไทย ปลาน้ำจืด ปลาหมอเทศ และกบ ซึ่งปลาเหล่านี้ เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจ ที่มีความสำคัญของไทย จึงมีการเพาะเลี้ยงในบ่อดิน และบ่อซีเมนต์ โดยเฉพาะการเลี้ยงปลานิล และปลาตะเพียน ในกระชังในแม่น้ำปิง จังหวัดเชียงใหม่ นั้น ขอมส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในกระชังเอง และต่อคุณภาพน้ำบริเวณใกล้เคียง จนกระทั่งอาจเกินความสามารถในการรองรับของเสียหรือการฟอกตัวตามธรรมชาติของแหล่งน้ำนั้นได้ จึงก่อให้เกิดสภาพปัญหามลพิษทางน้ำ และอาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์แหล่งน้ำ และการเลี้ยงปลาในกระชังโดยตรง ที่ผ่านมามีกรณีศึกษาที่ปลานิลและปลาตะเพียนในกระชังของเกษตรกรตายลงเป็นจำนวนมากทั้งในจังหวัดในภาคกลาง ภาคเหนือและภาคอีสาน ซึ่งสาเหตุหลักมาจากการปล่อยปลาเลี้ยงหนาแน่นมากเกินไป มีการเลี้ยงปลาที่ยังขาดระบบที่ดี หรือมีการปล่อยน้ำเน่าเสียของโรงงานข้างเคียง น้ำเสียจะทำให้ปลาตายและเมื่อปลาตายจำนวนมากในครั้งเดียวก็จะเป็นสาเหตุที่ทำให้แหล่งน้ำเน่าเสียเพิ่มมากยิ่งขึ้น เป็นปัญหาคอขวดแหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการอุปโภคและบริโภคของประชาชนโดยทั่วไปอยู่เสมอ อุปสรรคและปัญหาจากเหตุการณ์ดังกล่าวนี้ จึงมีเกษตรกรบางรายได้ประยุกต์ค้นคิดวิธีการเลี้ยงปลานิล ปลาตะเพียน ปลาน้ำจืด ปลาหมอไทย ปลาหมอเทศ หรือแม้กระทั่งการเลี้ยงกบ การเพาะพันธุ์ลูกกุ้งก้ามกรามโดยใช้ระบบปิดในบ่อดินหรือบ่อซีเมนต์ และบ่อพลาสติก โดยมีการเลี้ยงปลา แบบพึ่งพาอาศัย ซึ่งกันและกันในแหล่งน้ำเดียวกัน โดยอาศัยอาหารที่เกิดขึ้นเอง จากธรรมชาติ เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบอินทรีย์ ดังนั้น เพื่อเป็นส่วนหนึ่งที่ได้ช่วยให้มีการขับเคลื่อนโครงการ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ เน้นความปลอดภัยด้านอาหาร ของประเทศไทย ทำให้เกิดการพัฒนาด้านที่ยั่งยืน เป็นการจัดการระบบนิเวศน์ ในแหล่งน้ำให้ยั่งยืน และเป็นการทำ การเกษตรแบบอินทรีย์ที่เป็นรูปธรรม คณะผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำปลาดุกบิ๊กอุย ปลาหมอไทย ปลาน้ำจืด

กบ ปลาสดหลวง มาเลี้ยงร่วมกับปลานิล และปลาตะเพียน เพื่อให้ปลานิล ช่วยส่งเสริมเกื้อกูลให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศภายในบ่อ โดยกินเศษอาหารที่เหลือพื้นก้นบ่อ หรืออาหารธรรมชาติที่สร้างมากเกินไป อีกทั้งเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงยังได้ผลผลิตของปลาเพิ่มอีกด้วย

มีโครงการจัดการหลวงระบบน้ำให้เป็นแบบหมุนเวียนในระบบปิด เน้นการผลิตปลากบ กุ้งก้ามกราม ปลากด และปลาบึก แบบปลอดสารพิษ มีการออกแบบบ่อบำบัดน้ำตามรูปแบบทั่ว ๆ ไปซึ่งประกอบด้วยบ่อดักตะกอน บ่อบำบัดน้ำและใช้วัสดุกรองรูปแบบต่าง ๆ หลากหลาย และมีการเก็บรักษาเนื้อปลา เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร จึงเป็นที่มาของแผนการวิจัย หรือชุดโครงการวิจัย การผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มความปลอดภัยด้านอาหาร ซึ่งประกอบไปด้วยโครงการวิจัยย่อยจำนวน 9 โครงการ โดยแต่ละโครงการย่อย จะมุ่งเน้นวิจัยเพื่อตอบ โจทย์ของ การผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อสร้างอาหารปลอดภัย ส่งเสริมการประยุกต์ใช้ระบบนิเวศน์ ในแหล่งน้ำ ให้ยั่งยืน เป็นการทำให้ การเกษตรแบบอินทรีย์ ที่เกิดขึ้นเอง จากธรรมชาติ เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบอินทรีย์ที่เป็นรูปธรรม เพื่อลดต้นทุนการผลิต โดยโครงการย่อยที่ 1 , 2 , 3, 4 และ 5 จะมุ่งเน้น การวิจัยโดยการเลี้ยงปลา แบบพึ่งพาอาศัย ซึ่งกันและกัน ในแหล่งน้ำเดียวกัน มีการให้อาหารปลาผสมจุลินทรีย์ ให้ปลาที่เลี้ยงในกระชัง แต่ปลานอกกระชังไม่ให้อาหาร ซึ่งปลานอกกระชัง อาศัยอาหารที่เกิดขึ้นเอง จากธรรมชาติ เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบอินทรีย์ เน้นความปลอดภัยด้านอาหาร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งที่ได้ช่วยให้มีการขับเคลื่อนโครงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ เน้นความปลอดภัยด้านอาหาร ของประเทศไทย ทำให้เกิดการพัฒนายั่งยืน เป็นการจ้ดระบบนิเวศน์ ในแหล่งน้ำให้ยั่งยืน และเป็นการทำการเกษตรแบบอินทรีย์ และผลของการใช้บ่อเขตร่วมกับกานพลู และการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาและสัตว์น้ำ เพื่อความปลอดภัยด้านอาหารที่เป็นรูปธรรมซึ่งโครงการย่อยที่ 6, 7, 8 และ 9 จะเน้นการวิจัยการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบระบบปิด และศึกษาแนวทางการลดสารพิษที่เกิดขึ้นจากระบบ ดังกล่าวด้วย โดยประยุกต์ใช้ จุลินทรีย์ในระบบปิด และผลของการใช้บ่อเขตร่วมกับกานพลู ในการยืดอายุการเก็บรักษาปลาตะเพียนหมักรมควัน เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร ดังสรุปสาระโครงการย่อยต่อไปนี้

1. **กลุ่มโครงการย่อย :** การวิจัยโดยการเลี้ยงปลา แบบพึ่งพาอาศัย ซึ่งกันและกัน ในแหล่งน้ำเดียวกันมีการให้อาหารปลาผสมจุลินทรีย์ และสาหร่ายสไปรูลิน่าในอาหารเลี้ยงปลาในกระชัง แต่ปลานอกกระชังไม่ให้อาหาร ซึ่งปลานอกกระชัง อาศัยเศษอาหาร และอาหารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำ แบบอินทรีย์ เน้นความปลอดภัยด้านอาหาร ประกอบไปด้วย

1.1 โครงการย่อยที่ 1 เรื่อง “การเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดในกระชังร่วมกับปลาตะเพียนในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน” โดยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จกมล พรหมยะ มีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ การเจริญเติบโต ความอดทนของปลาน้ำจืดในการเลี้ยงร่วมกับปลานิลแดงหรือปลาตะเพียนในบ่อดิน ศึกษาอัตราการผสมอาหารกับสาหร่ายที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาน้ำจืด อัตราที่เหมาะสมของการเลี้ยงปลาน้ำจืดร่วมกับปลานิลแดง ศึกษาอัตราความเข้มข้นของฮอร์โมน จากค่อมได้สมองต่อการฟักออกเป็นตัว อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของลูกปลาน้ำจืด และศึกษาปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการ ความหลากหลายของแพลงก์ตอนตลอดจนความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในระบบการเลี้ยงปลานิลแดงร่วมกับปลาน้ำจืด ในบ่อดินแบบเศรษฐกิจพอเพียง โดยใช้หลักการประมงชีววิถีที่ มูลสัตว์คือ ธาตุอาหารตั้งต้นที่จะเป็นแหล่งผลิตแพลงก์ตอนพืชในห่วงโซ่อาหารตามธรรมชาติ งานวิจัยนี้มีประโยชน์ต่อชุดโครงการ ฯ ทางด้านระบบการผลิตอาหารที่ปลอดภัย โดยการทราบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มที่มีประโยชน์ อีกทั้งยังมุ่งเน้นการใช้มูลสัตว์ ที่เป็นวัสดุหาง่ายในท้องถิ่นนำมาสร้างมูลค่าเพิ่มทำให้เกิดแพลงก์ตอนพืชชนิดที่มีประโยชน์ โครงการวิจัยที่ 1 จะเชื่อมโยงต่อเนื่องกับ โครงการวิจัยที่ 2, 3, 4,5,6,7,8 และ 9

โดยนำความรู้ที่ได้สามารถขับเคลื่อนโครงการ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ ของประเทศไทย ทำให้เกิดการพัฒนายั่งยืน เป็นการจกระบบนิเวศน์ ในแหล่งน้ำให้ยั่งยืน และเป็นการทำ การเกษตรแบบอินทรีย์ที่เป็นรูปธรรม

1.2 โครงการย่อยที่ 2 “การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ในกระชังร่วมกับปลาหมอ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความปลอดภัยด้านอาหาร” โดยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นายเทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์ โครงการย่อยที่ 2 นี้มุ่งเน้นศึกษาด้าน โมเดลการเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ร่วมกับปลาหมอเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม สุตรอาหารและความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาหมอในกระชัง ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ในกระชังร่วมกับปลาหมอ ต้นทุนและผลตอบแทนของการเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ร่วมกับปลาหมอ คุณภาพน้ำจากระบบการเลี้ยงเพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมผลงานวิจัยของโครงการย่อยที่ 1 และ 2 สามารถเป็นข้อเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนการจัดการระบบการเลี้ยงปลาน้ำจืด และปลาอุกบึกอยู่ ร่วมกับปลานิล และปลาหมอไทย เพื่อผลผลิตการเลี้ยงปลาแนวทางเกษตรอินทรีย์นั้นต่างก็ใช้พื้นฐานในหลักการเดียวกันคือการพึ่งพาธรรมชาติ เพื่อลดต้นทุนการผลิต และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมให้มากที่สุด ช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิต

ทางด้านสุขภาพ อาหาร และขนาดน้ำหนักของปลา ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับโครงการย่อยที่ 3, 4 และ 5 ได้อีกทางหนึ่งเช่นกัน

1.3 โครงการย่อยที่ 3 เรื่อง “การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” โดย อาจารย์ ขจรเกียรติ ศรีนวลสม โครงการนี้มุ่งเน้นศึกษา การเจริญเติบโตของปลาอุกบึกอยู่ในการเลี้ยงร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติก ศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมระหว่าง ปลานิลร่วมกับ ปลาอุกบึกอยู่ ศึกษาปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการ ความหลากหลายของแพลงก์ตอน ตลอดจนความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในระบบการเลี้ยงปลานิลร่วมกับปลาอุกบึกอยู่ในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยทั้งหมดไปเป็นส่วนสำคัญเพื่อการขับเคลื่อนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง มุ่งเน้นการใช้มูลไก่ที่เป็นวัสดุหาง่ายในท้องถิ่นนำมาสร้างมูลค่าเพิ่มโดยเทคนิคการกำหนดกรอบเวลากระตุ้นให้เกิดแพลงก์ตอนพืชชนิดที่มีประโยชน์ โครงการวิจัยที่ 3 จะเชื่อมโยงต่อเนื่องกับโครงการวิจัยที่ 1, 2, 4 และ 5

1.4 โครงการย่อยที่ 4 เรื่อง “ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์” โดยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมล โครงการย่อยนี้มุ่งเน้นเพื่อศึกษาผลของ prebiotic โอลิโกแซคคาไรด์ ที่เหมาะสมในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและระบบทางเดินอาหารของปลาหมอไทย ศึกษาผลของวิตามินซีในระดับต่างๆ ที่เสริมในอาหารเมื่อดต่อการเพิ่มผลผลิตลูกปลาหมอและ ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์ เป็นการใช้อินทรีย์กลุ่ม Prebiotic และวิตามินซี ผสมในอาหารตามสูตรผสมต่าง ๆ เลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์ เพื่อเพิ่มอัตราการเติบโตของปลานิลลดการใช้ยาปฏิชีวนะในการรักษาโรคปลา ทั้งนี้โดยอาศัยหลักการทางธรรมชาติที่แบคทีเรียและจุลินทรีย์ชนิดที่มีประโยชน์หลายชนิดสามารถพบได้ในระบบทางเดินอาหารของปลาแบคทีเรียเหล่านี้มีทั้งกลุ่ม Prebiotic และ Probiotic โครงการวิจัยนี้ มีประโยชน์ต่อชุดโครงการวิจัยและพัฒนา ฯ ทางด้านการเลือกชนิดสารพันธุ์ของแบคทีเรียและจุลินทรีย์ชนิดที่มีประโยชน์ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในระบบกรองน้ำของบ่อผลิตสัตว์น้ำระบบปิดนอกเหนือจากผสมโดยตรงในอาหารสัตว์น้ำอีกด้วย โครงการวิจัยที่ 4 จะเชื่อมโยงต่อเนื่องกับโครงการวิจัยที่ 5

1.5 โครงการย่อยที่ 5 เรื่อง “รูปแบบและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (*Rana rugulosa*) เพื่อเป็นอาหารปลอดภัยและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน” โดยนางฉวีวรรณ มุกดาจตุรพักตร์ โครงการย่อยนี้มุ่งเน้นศึกษาการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของกบนาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย มีต่อการปรับปรุงคุณภาพเนื้อและความดกของไข่กบนา มีต้นทุน/ผลตอบแทน

การเลี้ยงกบนาอย่างไร ซึ่งสาหร่ายสไปรูลิน่า ก็เป็น cyanobacteria ชนิดหนึ่ง เป็นแหล่งวิตามิน กรดไขมันที่จำเป็นต่อสัตว์น้ำ โดยเฉพาะการเจริญพันธุ์ของสัตว์น้ำ (Promya *et al.*, 2006) สไปรูลิน่า มีบทบาทในการพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์ และระบบภูมิคุ้มกันโรค มีการนำสไปรูลิน่า มาใช้ในการรักษาโรค เช่น การลดปริมาณโคเลสเตอรอล ป้องกันมะเร็ง กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันโรค เพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (Lactobacillus) ในลำไส้ และปรับปรุงระบบการย่อยและดูดซึมสารอาหาร เนื่องมาจากมีผนังเซลล์ที่ไม่หนา สัตว์สามารถย่อยได้ง่ายจึงเหมาะในการใช้เป็นอาหารกุ้งและอาหารปลา จะทำให้ปลา มีอัตราการรอดตายสูงและมีอัตราการเจริญเติบโตดี (อมรรัตน์และบุญกร, 2543) ซึ่งโครงการวิจัยที่ 4 และ 5 จะเชื่อมโยงต่อเนื่องกับโครงการวิจัยที่ 6, 7 และ 8 เป็นการนำ จุลินทรีย์ สาหร่าย และแพลงก์ตอนที่เลี้ยงสัตว์น้ำในระบบเปิด นำไปเลี้ยงสัตว์น้ำ ในระบบปิด เพื่อเป็นการ เชื่อมโยงข้อมูล ในการตอบโจทย์ ชุดโครงการผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มความปลอดภัยด้านอาหาร โครงการวิจัยที่ 5 จะเชื่อมโยงต่อเนื่องกับ โครงการวิจัยที่ 6

2. กลุ่มโครงการย่อย: วิจัยและพัฒนาระบบต่อการผลิตสัตว์น้ำแบบเปิดในบ่อดิน และระบบปิด ในบ่อซีเมนต์ เพื่ออาหารปลอดภัยและสร้างมูลค่าเพิ่ม ประกอบไปด้วย

2.1 โครงการวิจัยย่อยที่ 6 เรื่อง “ระบบการเลี้ยงปลาบึกแบบลดต้นทุนการผลิตของ ช่วงระยะเวลาที่ใช้ข้อมูลไปต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชและ ผลผลิตปลาบึกในบ่อเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์” โดย รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน โครงการวิจัยย่อยชิ้นนี้มีจุดประสงค์ เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนในการเลี้ยงปลาบึก เป็นแนวทางในการสร้างอาหารปลอดภัย และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นศูนย์การเรียนรู้ บริการวิชาการแก่ เกษตรกร และ นักเรียน (ค่ายประมง) นักศึกษาอย่างครบวงจร เป็นองค์ความรู้ที่มีชีวิต สามารถ เห็น สัมผัส รับฟัง ทดสอบ เข้าใจ วิเคราะห์ได้ (Life Base Knowledge) งานวิจัยนี้มีประโยชน์ต่อชุดโครงการ ฯ ทางด้านระบบการผลิตอาหารที่ปลอดภัย โครงการวิจัยที่ 6 จะเชื่อมโยงต่อเนื่องกับโครงการวิจัยที่ 7, 8 และโครงการที่ 9 นำผลผลิตปลา ไปใช้ประโยชน์ในโครงการที่ 9 ต่อไป

2.2 โครงการย่อยที่ 7 เรื่อง “การเลี้ยงปลากดหลวงในระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับ ระบบการปลูกพืชไฮโดรโพนิกส์ เพื่อสร้างอาหารปลอดภัย และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม” โดย นายสุฤทธิ์ สมบูรณ์ชัย โครงการวิจัยนี้มุ่งเน้น เพื่อศึกษาการเลี้ยงปลากดหลวง ระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกแบบไฮโดรโพนิกส์ เพื่อสร้างอาหารปลอดภัย

และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมการทิ้งน้ำเสียเพื่อศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างการเลี้ยงลูกปลาทดลองระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับ ระบบการปลูกแบบไฮโดร โพนิกส์ เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำจากระบบการเลี้ยงปลาทดลองระบบหมุนเวียนน้ำเพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากน้ำเสียที่เลี้ยงปลาทดลอง จากแนวทางการทดลองดังกล่าว สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกษตรกรที่มีอาชีพในการเลี้ยงปลาทดลองอยู่แล้ว เกษตรกรสามารถมีรายได้เพิ่มขึ้นในระหว่างที่รอเก็บเกี่ยวผลผลิตจากการเลี้ยงปลาทดลอง โดยได้ผลผลิตจากการปลูกพืชแบบไฮโดร โพนิกส์ ทุก ๆ 2 เดือน ทั้งยังเป็นการช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากน้ำทิ้งในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอีกด้วย จะเป็นประโยชน์ต่อชุด โครงการวิจัยและพัฒนา ฯ ทางด้านอาหารปลอดภัยต่อผู้บริโภค ในโครงการที่ 9 ต่อไป งานวิจัยนี้มีประโยชน์ต่อชุดโครงการ ฯ ทางด้านระบบการผลิตอาหารที่ปลอดภัย ซึ่งโครงการวิจัยที่ 7 จะเชื่อมโยงต่อเนื่องกับโครงการวิจัยที่ 8 และ 9

2.3 โครงการย่อยที่ 8 เรื่อง “การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลินาในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด” โดยอาจารย์ ดร. กระสินธุ์ หังสพฤกษ์ โครงการย่อยนี้มุ่งเน้นเพื่อสร้างศักยภาพและความสามารถในการผลิตลูกกุ้งก้ามกรามให้เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองได้ ลดต้นทุนในการผลิตลูกกุ้งก้ามกราม เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตลูกกุ้งก้ามกรามให้สามารถแข่งขันในตลาดได้ การเลี้ยงลูกกุ้งก้ามกรามในบ่อระบบปิด มีการนำ สไปรูลินามาผสมในอาหารกุ้งเพราะสาหร่ายดังกล่าว มีบทบาทในระบบภูมิคุ้มกันโรค เพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (Lactobacillus) ในลำไส้ และปรับปรุงระบบการย่อยและดูดซึมสารอาหาร โครงการวิจัยนี้มีการสร้างระบบกรองที่สามารถลดความเป็นพิษของแอมโมเนียและไนไตรท์ โดยอาศัยสมมุติฐานที่ว่าจุลินทรีย์ หรืออาหารผสมจากสาหร่าย ที่ใช้เดิมลงในน้ำเป็นอาหารกุ้ง จะเป็นส่วนหนึ่งของการกระตุ้นให้ลูกกุ้งก้ามกรามมีอัตราการรอดตายสูงรวมทั้งเสริมสร้าง จุลินทรีย์กลุ่มที่มีประโยชน์ในระบบกรองแบบปิดของบ่อเลี้ยง ทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้นสามารถลดการเปลี่ยนถ่ายน้ำภายในบ่อลง ซึ่งโครงการย่อยที่ 8 เป็นแนวทางในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลินาในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด ได้รู้กุ้งที่มีคุณภาพ นำไปส่งเสริม เกษตรกร และผู้สนใจ นำไปเลี้ยงต่อไป เพื่อเป็นแหล่งอาหารในระบบ ที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคในอนาคต ซึ่งโครงการวิจัยย่อยที่ 8 จะเชื่อมต่อกับโครงการวิจัยย่อยที่ 9

2.4 โครงการย่อยที่ 9 เรื่อง “ผลของการใช้อบเชยร่วมกับกานพลู และการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาหับทิมหมักรมควันเพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร”โดย รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา แดงปรก โครงการย่อยนี้มุ่งเน้น เพื่อศึกษาปริมาณของอบเชยและกานพลูที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาหับทิมหมักรมควัน

เปรียบเทียบผลของการบรรจุแบบสุญญากาศต่อการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาหมักรมควัน และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อปลาหมักรมควันที่ได้ ผลผลิตเนื้อปลาหมักรมควันได้รับความนิยมนจากผู้บริโภคเนื่องจาก มีกลิ่นและรสชาติที่อร่อย เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค การนำเนื้อปลาที่ได้ผลผลิตจากชุดโครงการนี้ สามารถนำมาทำการหมักและรมควัน จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติดี เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สามารถยืดอายุการเก็บรักษาโดยการใช้สารยับยั้งจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ โดยการใช้อบเชยร่วมกับการพลู รวมทั้งใช้วิธีการบรรจุแบบสุญญากาศ โครงการวิจัยย่อยที่ 9 และอีก 8 โครงการที่กล่าวมา เป็นชุดโครงการการผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม และความปลอดภัยด้านอาหาร ทำให้เกิดการ พัฒนา อย่างยั่งยืน เป็นการจักระบบนิเวศน์ ให้ยั่งยืน เป็นการทำการเกษตรแบบอินทรีย์ ที่เกิดขึ้นเองจากธรรมชาติ หรือเป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบอินทรีย์ สามารถเป็นรูปแบบการเลี้ยงปลาแก่เกษตรกร โดยเฉพาะกลุ่มผู้เลี้ยงปลาในกระชังบริเวณ ลำแม่น้ำปิง ปัจจุบันมีปัญหาเรื่องการระบาดของโรค ในโครงการนี้น่าจะเป็นรูปแบบการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ดีแก่เกษตรกร และผู้สนใจต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเพาะเลี้ยงปลาบู่ทรายในกระชังร่วมกับปลาตะปอมในบ่อดินแบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนและเป็นอาหารปลอดภัย
2. เพื่อศึกษาโมเดลการเลี้ยงปลาดุกบักอู๋ร่วมกับปลาหมอเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม
3. เพื่อศึกษาการเลี้ยงปลาดุกบักอู๋ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
4. เพื่อศึกษารูปแบบหรือระบบการจัดการด้านอาหารที่เหมาะสมต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์เพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม
5. เพื่อศึกษารูปแบบการเลี้ยงและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (*Ranarugulosa*) เพื่อเป็นอาหารปลอดภัยและการพัฒนาที่ยั่งยืน
6. เพื่อศึกษาระบบการเลี้ยงปลาบักที่มีประสิทธิภาพต่อการลดต้นทุน และเป็นอาหารปลอดภัย
7. เพื่อศึกษาการเลี้ยงปลาหมอในระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์เพื่อสร้างอาหารปลอดภัย และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม
8. เพื่อศึกษาการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิดและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม

9. เพื่อศึกษาผลของการใช้บเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษาและการยอมรับของเนื้อปลาหีบต้มรมควันเย็นเพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร
10. เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเป็นแนวทางในการผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความปลอดภัยด้านอาหาร

เป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ของแผนงานวิจัย

คณะผู้วิจัยมีเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ของแผนงานวิจัยที่จะนำปลาน้ำจืด ปลาหมอไทย ปลาดุกบิ๊กอุย ปลานิล มาเลี้ยงร่วมกับปลานิล เพื่อหาการเจริญเติบโตดัชนีการเจริญพันธุ์ของปลา ซึ่งปลานิลหรือหีบต้มช่วยส่งเสริมเกื้อกูลให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศภายในบ่อ โดยกินเศษอาหารที่เหลือพื้นก้นบ่อ หรืออาหารธรรมชาติที่สร้างมากเกินไป และการเลี้ยง กบนาใน ขางรยงค์ บ่อซีเมนต์ อีกทั้งมีการเลี้ยงปลากดหลวงในระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ และการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมเพื่อสร้างอาหารปลอดภัย เมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงยังได้ผลผลิตของปลาเพิ่มอีกด้วย และนำผลผลิตปลามาเก็บรักษาโดยใช้บเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษา และการยอมรับของเนื้อปลาหมักรมควันเย็นเพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร จึงเป็นที่มาของแผนการวิจัย หรือชุดโครงการวิจัย การผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ความปลอดภัยด้านอาหาร ซึ่งประกอบไปด้วยโครงการวิจัยย่อยจำนวน 9 โครงการ โดยแต่ละโครงการย่อย จะมุ่งเน้นวิจัยเพื่อตอบโจทย์ของการผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อสร้างอาหารปลอดภัยส่งเสริมการประยุกต์ใช้ระบบนิเวศน์ในแหล่งน้ำ ให้ยั่งยืน เป็นการทำให้ การเกษตรแบบอินทรีย์ ที่เกิดขึ้นเอง จากธรรมชาติ เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำ แบบอินทรีย์ที่เป็นรูปธรรม เพื่อลดต้นทุนการผลิต

มีความสอดคล้องของโครงการวิจัย กับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554) คือ ยุทธศาสตร์การปรับโครงสร้างเศรษฐกิจให้สมดุลและยั่งยืน การปรับโครงสร้างการผลิตเพื่อเพิ่มผลิตภาพ และคุณค่าของสินค้าและบริการบนฐานความรู้และความเป็นไทย มีความสอดคล้องของโครงการวิจัย กับนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2551-2554) เป็นการสร้างศักยภาพและความสามารถในการพัฒนาทางเศรษฐกิจ ในกลุ่มการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออกและลดการนำเข้า ตาม แผนงานวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับประมงและการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและนำไปสู่การแข่งขันและการพึ่งพาตนเองเป็นการพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีศักยภาพและมีประสิทธิภาพ

เป้าหมายของผลผลิต (output) และตัวชี้วัด

1. ทราบถึง การเพาะเลี้ยงปลาบู่ ร่วมกับ ปลานิลโดยใช้ อาหารผสมสาหร่ายมีผลดี ต่อระบบสืบพันธุ์ของปลา แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
2. ได้โมเดลการเลี้ยงปลาคูกบิกอยู่ร่วมกับปลาหมอเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม
3. ทราบการเติบโตของปลาคูกบิกอยู่ในการเลี้ยงร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบ เศรษฐกิจพอเพียง การเลี้ยงปลาคูกบิกอยู่ร่วมกับเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 15:5 ตัว/ตารางเมตร (หรืออัตราส่วน 3:1) มีความเหมาะสมที่สุด และสามารถลดอัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปแก่ปลาคูกบิกอยู่ เหลือ 4% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน
4. ทราบผลของ prebiotic โอลิโกแซคคาไรด์ และวิตามินซีที่เหมาะสมในอาหาร ต่อประสิทธิภาพการเติบโต และระบบทางเดินอาหารของปลาหมอไทย
5. ทราบการเติบโต และอัตราการรอดของกบนาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายมีผลดี ต่อคุณภาพเนื้อและความคกของไข่กบนา
6. สามารถลดต้นทุนในการเลี้ยงปลาบิกในการสร้างอาหารปลอดภัยและเป็นมิตร กับสิ่งแวดล้อม
7. ทราบการเลี้ยงปลาคดหลวงระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูก แบบไฮโดรโปนิคส์ สร้างอาหารปลอดภัย ลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม
8. ทราบศักยภาพ และความสามารถในการผลิตลูกกึ่งก้ามกรามให้เกษตรกร ลดต้นทุนในการผลิตลูกกึ่งก้ามกราม สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตลูกกึ่งก้ามกรามให้ สามารถแข่งขันในตลาดได้
9. ทราบผลการใช้อบเชยร่วมกับกานพลู และการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการ เก็บรักษาเนื้อปลานิล และปลาหีบต้มหมักรมควัน เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร

ผลลัพธ์ (outcome) และตัวชี้วัด

1.สามารถ เลี้ยงปลาบู่ทรายโดยอาหารที่เป็นปลาสด ผสมกับสไปรูลิน่า 5% รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ ดีที่สุด และการเพาะพันธุ์ปลาบู่ทราย ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาในความเข้มข้น 2 dose, 1.5 dose และความเข้มข้น 1 dose และการอนุบาลลูกปลาบู่ทราย ด้วยไรแดง และ อาทีเมีย ได้ผลดีที่สุด เกษตร และผู้สนใจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

2. การเลี้ยงปลาหมอที่ความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. ร่วมกับการเลี้ยงปลาคูบิกอูย ที่ ความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. ได้ผลดีที่สุด สามารถเป็นโมเดลการเลี้ยงปลาหมอ ร่วมกับปลาคูบิกอูย สร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม เกษตร และผู้สนใจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

3. การเลี้ยงปลาคูบิกอูย ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 15:5 ตัว/ตารางเมตร (หรืออัตราส่วน 3:1) มีความเหมาะสม และสามารถลดอัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป แก่ปลาคูบิกอูย เหลือเพียง 4% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน สามารถเป็นโมเดลการเลี้ยง ปลาคูบิกอูยในการเลี้ยงร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงและผู้สนใจ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

4.การเลี้ยงปลาหมอไทยให้มีประสิทธิภาพ เชิงพาณิชย์ควรเสริมวิตามินซี ที่ระดับ 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งเป็นอัตราที่เหมาะสมต่อผลผลิตรวมที่ได้ และคุ้มค่ากับการลงทุน ได้ผลตอบแทนสูง เกษตร และผู้สนใจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

5. การนำขารถยนต์ และบ่อซีเมนต์มาใช้เลี้ยงกบนา และให้อาหารผสมสาหร่าย สไปรูลิน่า ให้มีระดับโปรตีนประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นรูปแบบการเลี้ยงที่ทำให้กบนา มีการเจริญเติบโตและต้นทุนในการผลิตดีที่สุดได้ผลดีต่อคุณภาพเนื้อ และความคง ของไข่กบนาเกษตร และผู้สนใจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

6. การเลี้ยงปลาบึก และปลาลูกผสมโดยให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปอย่างเดียวย 3% ทำให้ปลาบึก และปลาลูกผสม มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ดีที่สุด แต่การให้อาหาร ปลาบึก 0.75 % /น้ำหนักตัว/วัน และใส่ปุ๋ย 35 กก./ไร่ และให้อาหาร 1.5 % /น้ำหนักตัว/วัน และใส่ปุ๋ยซีไค 15 กก./ไร่ ทำให้ปลาบึกมีอัตราการแลกเนื้อดีกว่า ปลาลูกผสม ในทุกการทดลอง สามารถเป็นโมเดลลดต้นทุนในการเลี้ยงปลาบึกในการสร้างอาหารปลอดภัย และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เกษตร และผู้สนใจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

7. การเลี้ยงปลากดหลวง ร่วมกับการปลูกผักกุ่มจีน มีการเจริญเติบโตดีที่สุด เมื่อพิจารณาถึงข้อมูลการเจริญเติบโตของปลาและพืช สามารถเป็นโมเดล การเลี้ยงปลากดหลวง ระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์ สร้างอาหารปลอดภัย ลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม เกษตร และผู้สนใจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

8. การใช้สาหร่ายสไปรูลิน่า เสริมกับไข่กุ้ง เป็นอาหารสำหรับการอนุบาลลูกกึ่ง ก้ามกราม จะทำให้ลูกกึ่งมีอัตราการรอดตายสูงขึ้น และการอนุบาลลูกกึ่งก้ามกรามโดยใช้น้ำเค็มที่เตรียมมาจากผงเกลือสำเร็จรูปสำหรับทำน้ำทะเลเทียมสามารถใช้แทน น้ำทะเลได้ และความเข้มข้นเกลือที่นำมาเจือจาง 15% เพื่อใช้ในการอนุบาลลูกกึ่งก้ามกราม มีอัตราการ รอดตายของลูกกึ่งร้อยละ 23.36-33.95 ลดต้นทุนในการผลิตลูกกึ่งก้ามกราม สามารถเพิ่ม

ประสิทธิภาพในการผลิตลูกกุ้งก้ามกรามให้สามารถแข่งขันในตลาดได้ เกษตร และผู้สนใจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

9. เกษตรกร และผู้สนใจใช้อบเชยร่วมกับกานพลู และการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลานิล และปลาตะเพียนหมักรมควัน เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร การใช้น้ำมันหอมระเหยกานพลูและอบเชย ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศมีผลในทางบวกต่อการยอมรับ ในระหว่างการเก็บรักษาเนื้อปลาตะเพียนรมควันเย็น ส่วนตัวอย่างที่มีการใช้น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลู ยังคงมีระดับคะแนนเป็นที่ยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และการยอมรับรวมตลอดช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา เกษตรกรและผู้สนใจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

กรอบแนวความคิดของแผนงานวิจัย

กรอบแนวความคิดโดยรวมในการศึกษาในชุดโครงการการผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มความปลอดภัยด้านอาหาร

การผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มความปลอดภัยด้านอาหาร

โครงการวิจัยย่อยในบ่อดิน และบ่อพลาสติก: การวิจัยเลี้ยงสัตว์น้ำ แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ในแหล่งน้ำเดียวกันมีการให้อาหารปลาผสมจุลินทรีย์ และสาหร่ายสไปรูลิน่าในอาหารเลี้ยงปลาในกระชัง แต่ปลานอกกระชังไม่ให้อาหาร ซึ่งปลานอกกระชัง อาศัยเศษอาหารและอาหารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำ แบบอินทรีย์ เน้นความปลอดภัยด้านอาหาร ประกอบไปด้วย 5 โครงการย่อยดังนี้

1. การเพาะเลี้ยงปลาน้ำทรายในกระชังร่วมกับปลานิลในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
2. การเลี้ยงปลาคูบักอยู่ในกระชังร่วมกับปลาหมอ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความปลอดภัยด้านอาหาร
3. การเลี้ยงปลาคูบักอยู่ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
4. ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์
5. รูปแบบและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (*Ranarugulosa*) เพื่อเป็นอาหารปลอดภัยและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน

กลุ่มโครงการย่อยวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตสัตว์น้ำแบบเปิดในบ่อดิน และแบบปิดในบ่อซีเมนต์ และการบรรจุผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ แบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษา เนื้อปลาหมักรมควัน เพื่ออาหารปลอดภัยและสร้างมูลค่าเพิ่ม ประกอบไปด้วย 4 โครงการย่อย ดังนี้

1. ระบบการเลี้ยงปลาบึกแบบลดต้นทุนการผลิต
2. การเลี้ยงปลากดหลวงในระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกพืชไฮโดรโพนิกส์ เพื่อสร้างอาหารปลอดภัย และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
3. การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลีนาในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด
4. ผลของการใช้อบเชยร่วมกับกานพลู และการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลานิล หรือปลาตะเพียน หมักรมควัน เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงาน ที่ใช้

ประโยชน์จากผลการวิจัย

1. เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร และผู้สนใจ ในการเลี้ยงปลาบึก ร่วมกับปลานิล มีความรู้ในสูตรอาหารผสมสาหร่าย และการใช้ฮอร์โมนจากค่อมได้สมองในปลาบึกทราย
2. เป็นประโยชน์ต่อ เกษตรกร และผู้สนใจ เพราะเป็นรูปแบบการเลี้ยงปลาดุกบึกอยู่ร่วมกับปลาหมอในบ่อดิน เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
3. เป็นประโยชน์ต่อ เกษตรกร และผู้สนใจ การเลี้ยงปลาดุกบึกอยู่ในการเลี้ยงร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติก ความหลากหลายของแพลงก์ตอน ในระบบการเลี้ยงบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง
4. เป็นประโยชน์ต่อ เกษตรกร และผู้สนใจ ได้ศึกษาผลของ prebiotic โอลิโกแซคคาไรด์ และวิตามินซี ที่เหมาะสมในอาหารต่อการเติบโต และระบบทางเดินอาหารของปลาหมอ เจริญพาณิชย์
5. เป็นประโยชน์ต่อ เกษตรกร และผู้สนใจทั่วไปความเข้าใจเกี่ยวกับการเลี้ยงกบ การพัฒนาสูตรอาหารกบที่มีส่วนผสมของสาหร่ายเป็นฐานข้อมูลในการเลี้ยงกบเชิงเศรษฐกิจเพื่อสร้างอาหารปลอดภัย
6. เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร และผู้สนใจในการเลี้ยงปลาบึก สายพันธุ์ที่ดีเป็นที่ต้องการของตลาดในประเทศและต่างประเทศ

7. เพื่อสร้างอาหารที่ปลอดภัยจากการเลี้ยงปลาควบคู่กับการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ของเกษตรกร
8. เกษตรกรสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงลูกกุ้งก้ามกรามได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการส่งเสริมอาชีพการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม แบบไม่สร้างปัญหากับสิ่งแวดล้อม
9. เกษตรกร และผู้สนใจ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ อบเชยร่วมกับกานพลู และการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลานิล หรือปลาตะเพียนหมักรมควัน เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร
10. ชุดโครงการ วิจัยนี้ช่วยในการขับเคลื่อนการพัฒนาของระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบเกษตรอินทรีย์ ทำให้เกิดการพัฒนายั่งยืนเป็นการจัดระบบนิเวศน์ ในแหล่งน้ำ และเป็นการทำการเกษตรแบบอินทรีย์ ที่เป็นรูปธรรม

แผนการบริหารแผนงานวิจัยและแผนการดำเนินงาน

1.แผนการวิจัย

1.1 ระยะที่ 1: การวางแผนบริหารโครงการวิจัย และ ทบทวนเอกสาร และเสนอโครงการวิจัย

1. ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลงานวิจัย และหนังสือต่างๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหาของโครงการ
2. ตั้งโจทย์ปัญหา และออกแบบวางแผนทดลองและการวิจัยร่วมกับนักศึกษา และเกษตรกรที่มีส่วนร่วมในโครงการ
3. วางแผนการดำเนินงาน และขออนุมัติโครงการวิจัย

1.2 ระยะที่ 2: ระยะศึกษา และการทดลองในปีที่ 1 (ตุลาคม 2553-กันยายน 2554)

ทำการทดลองบันทึกผลการทดลอง โดยแบ่งการทดลองตามแผน การทดลองของแต่ละโครงการย่อย จำนวน 9 โครงการ ดังนี้

1. โครงการย่อยที่ 1 การเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดในกระชังร่วมกับปลานิลในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
2. โครงการย่อยที่ 2 การเลี้ยงปลาอุกบู่ก้อยในกระชังร่วมกับปลาหมอ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความปลอดภัยด้านอาหาร

3. โครงการย่อยที่ 3 การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจ
พอเพียงเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
4. โครงการย่อยที่ 4 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์
5. โครงการย่อยที่ 5 รูปแบบและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (*Ranarugulosa*)
เพื่อเป็นอาหารปลอดคักและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน
6. โครงการย่อยที่ 6 ระบบการเลี้ยงปลาบึกแบบลดต้นทุนการผลิต
7. โครงการย่อยที่ 7 การเลี้ยงปลากดหลวงในระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกพืช
ไฮโดรโปนิกส์ เพื่อสร้างอาหารปลอดคัก และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม
8. โครงการย่อยที่ 8 การอนุบาลลูกกึ่งก้ามกรามด้วยสาหร่าย สไปรูลิน่าในระบบน้ำหมุนเวียน
แบบปิด
9. โครงการย่อยที่ 9 ผลของการใช้บ่อเซวร่วมกับกานพลู และการบรรจุแบบสุญญากาศในการ
ยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลานิล หรือปลาตะเพียนหมักหมกวัน เพื่อความ
ปลอดภัยด้านอาหาร

1.3 ระยะที่ 3: ระยะศึกษา และการทดลองในปีที่ 2 (ตุลาคม 2554-กันยายน 2555)

ทำการทดลองบันทึกผลการทดลอง โดยแบ่งการทดลองตามแผน การทดลองของแต่ละ
โครงการย่อย จำนวน 9 โครงการ ดังนี้

1. โครงการย่อยที่ 1 การเพาะเลี้ยงปลาหมอทรายในกระชังร่วมกับปลานิลในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจ
พอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
2. โครงการย่อยที่ 2 การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ในกระชังร่วมกับปลาหมอ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและ
ความปลอดภัยด้านอาหาร
3. โครงการย่อยที่ 3 การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจ
พอเพียงเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
4. โครงการย่อยที่ 4 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์
5. โครงการย่อยที่ 5 รูปแบบและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (*Ranarugulosa*)
เพื่อเป็นอาหารปลอดคักและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน
6. โครงการย่อยที่ 6 ระบบการเลี้ยงปลาบึกแบบลดต้นทุนการผลิต
7. โครงการย่อยที่ 7 การเลี้ยงปลากดหลวงในระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกพืช
ไฮโดรโปนิกส์ เพื่อสร้างอาหารปลอดคัก และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม
8. โครงการย่อยที่ 8 การอนุบาลลูกกึ่งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าในระบบน้ำหมุนเวียน
แบบปิด

9. โครงการย่อยที่ 9 ผลของการใช้บเชยร่วมกับกานพลู และการบรรจุแบบสุญญากาศในการ
ยัดอาหารเก็บรักษาเนื้อปลานิล หรือปลาทบัทิมหมักรมควัน เพื่อความ
ปลอดภัยด้านอาหาร

แผนการสร้งนักวิจัยรุ่นใหม่จากการทำการวิจัยตามแผนงานวิจัย

แผนงานวิจัยนี้ ทำให้คณาจารย์ สามารถผลิตบัณฑิต และบัณฑิตศึกษา เป็นนักวิจัย
รุ่นใหม่ของ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ และภาควิชาเทคโนโลยี
การอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ได้ปีละประมาณ 5-8 คน
ได้บัณฑิต และบัณฑิตศึกษาที่มีคุณภาพและคุณธรรมมีความรู้ในการผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ
เพื่อสร้างอาหารปลอดภัย ส่งเสริมการประยุกต์ใช้ระบบนิเวศน์ ในแหล่งน้ำ ให้ยั่งยืน
เป็นการสร้างศักยภาพและความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ เพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตร
เพื่อการส่งออกและลดการนำเข้า ตาม แผนงานวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับประมง
และการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและนำไปสู่การแข่งขันและการพึ่งพาตนเอง
เป็นการพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีศักยภาพและมีประสิทธิภาพ

กลยุทธ์ของแผนงานวิจัย

แผนการวิจัย หรือชุดโครงการวิจัย การผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม
ความปลอดภัยด้านอาหาร มุ่งเน้นวิจัยเพื่อตอบโจทย์ของ การผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ
เพื่อสร้างอาหารปลอดภัยส่งเสริมการประยุกต์ใช้ระบบนิเวศน์ ในแหล่งน้ำ ให้ยั่งยืน
เป็นการทำ การเกษตรแบบอินทรีย์ ที่เกิดขึ้นเอง จากธรรมชาติ เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำ
แบบอินทรีย์ที่เป็นรูปธรรม เพื่อลดต้นทุนการผลิต มีความสอดคล้องกับกลยุทธ์การสร้างมูลค่า
ผลผลิตทางการเกษตรและประมง และการพัฒนาศักยภาพในการแข่งขันและการพึ่งพาตนเอง
เป็นการสร้างศักยภาพและความสามารถในการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศต่อไป

สถานที่และระยะเวลาการทำชุดโครงการวิจัย

ระยะเวลาที่ทำการวิจัยตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 ถึง เดือนกันยายน 2556 รวมเวลาวิจัย 2 ปี

[illegible]

การตรวจเอกสาร

1. โครงการย่อยที่ 1 การเพาะเลี้ยงปลาบู่ทรายในกระชังร่วมกับปลานิลแดง ในบ่อดินแบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

1.1 ปลาบู่ทราย (Sand Goby) (ภาพที่ 1) มีชื่อสามัญว่า Sand Goby, Marbled Sleepy Goby และชื่อวิทยาศาสตร์ *Oxyleotris mamorata* Bleeker มีลักษณะลำตัวกลมขาว ความลึกลำตัวประมาณ 1 ใน 3.5 ของความยาวมาตรฐานของลำตัว หัวค่อนข้างโต และด้านบนของหัวแบนราบ ปากกว้างใหญ่เปิด ทางด้านบนตอนมุมปากเฉียงลง และยาวถึงระดับกึ่งกลางตา ขากรรไกรล่างยื่นยาวกว่าขากรรไกรบน ปลาบู่เป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจส่งจำหน่ายในฮ่องกง สิงคโปร์ มาเลเซีย ฯลฯ นิยมเลี้ยงในกระชังแถบลุ่มน้ำและลำน้ำสาขาบริเวณภาคกลางตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี เรื่อยมาจนถึงจังหวัดปทุมธานี โดยมีจังหวัดนครสวรรค์เป็นแหล่งเลี้ยงส่งออกที่ใหญ่ที่สุด (กรมประมง, 2550)



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะของปลาบู่ทราย

ที่มา : <http://www.geocities.com/welcometonica121/new-29.htm>

1.2 ความแตกต่างระหว่างเพศ (ไชย, 2552) การสังเกตลักษณะความแตกต่างระหว่างปลาบู่เพศผู้เพศเมีย (ภาพที่ 2) ได้จากอวัยวะเพศที่อยู่ใกล้รูทวาร ปลาเพศผู้มีอวัยวะเพศเป็นแผ่นเนื้อขนาดเล็กสามเหลี่ยมปลายแหลม ส่วนตัวเมียมีอวัยวะเพศเป็นแผ่นเนื้อขนาดใหญ่และป้านตอนปลายไม่แหลมแต่เป็นรูขนาดใหญ่ลักษณะคล้ายถ้วยน้ำชาขนาดเล็กพร้อมผสมพันธุ์ปลายอวัยวะเพศผู้และเมียมีสีแดง



ภาพที่ 2 ความแตกต่างลักษณะเพศของปลานิลเพศผู้เพศเมีย

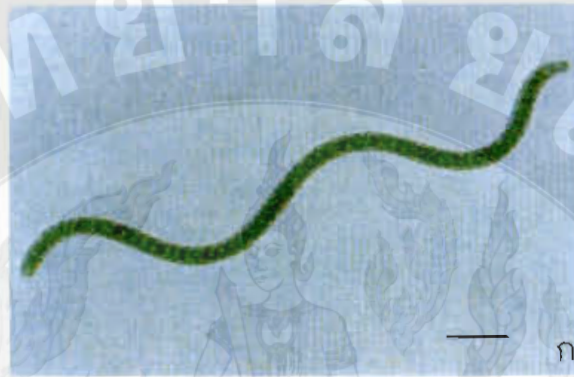
1.3 การเลี้ยงปลานิลแดง ปลานิลแดงสายพันธุ์ของไทย (ภาพที่ 3) ปลานิลแดงเป็นปลาสายพันธุ์ของไทย เป็นลูกผสมระหว่างปลานิล (*Oreochromis niloticus*) และปลาหมอเทศ (*Oreochromis mossambicus*) โดยมีความถี่ของยีนส์ ปลานิล 78 เปอร์เซ็นต์ และปลาหมอเทศ 22 เปอร์เซ็นต์ (มานพและคณะ, 2530) การใช้ *Spirulina* สดอนุบาล และเลี้ยงปลานิลแดง จนถึงระยะวางไข่ พบว่า ปลานิลมีอัตราการผสมพันธุ์ อัตราการฟักออกเป็นตัว และอัตราการรอดของลูกปลาสูงกว่า การใช้อาหารปลาทั่วไป และสาหร่าย *Spirulina* สดทำให้เนื้อปลามีกรดไขมันจำพวก linoleic acid, Gamma - linolenic acid (GLA) และ $\Sigma n - 6$ สูงกว่า ในเนื้อปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมทั่วไป (Lu and Toshio, 2003)



ภาพที่ 3 ปลานิลแดง (Promya, 2008)

1.4 สาหร่ายสไปรูลินา *Spirulina platensis* (ภาพที่ 4) จัดเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญมีโปรตีน ถึง 50-70% ของน้ำหนักแห้ง มีคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 12-20 สไปรูลินา ยังเป็นแหล่งที่มีศักยภาพในการผลิตสารเคมีสำคัญซึ่งไม่ค่อยพบในสิ่งมีชีวิตหรือแหล่งอาหารอื่นเช่นกรดอะมิโน ที่จัดเรียงกันอย่างได้สัดส่วนสมดุลถึง 18 ตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายพันธะ (Polyunsaturated fatty acid, PUFA) โดยเฉพาะ GLA (g - linolenic acid, 18:3 w 6) มีวิตามินที่มีคุณค่าหลายชนิด เช่น วิตามินบี 1, 2, 3

และบี 12 วิตามินซี และวิตามินอี รงควัตถุธรรมชาติ เช่น ไฟโคไซยานิน (Phycocyanin) และแคโรทีนอยด์ ชนิด Myxoxanthophyll, Zeaxanthin และสารพวก Polysaccharides เป็นต้น (มารศรี, 2549)



ภาพที่ 4 สาหร่าย *Spirulina platensis* ขนาด scale 20 μm

1.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปิยากร (2546) สุ่มเก็บตัวอย่างปลาบู่ทราย *Oxyeleotris marmoratus* เพศเมีย ที่โตเต็มวัย จากแหล่งน้ำธรรมชาติในเขตจังหวัดปัตตานี ระหว่างเดือนมีนาคม 2545 ถึงเดือนมีนาคม 2546 นำมาศึกษาวงจรการสืบพันธุ์และโครงสร้างเนื้อเยื่อรังไข่ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน พบว่า ปลาบู่ทราย โตเต็มวัยมีน้ำหนักเฉลี่ย 124.3 ± 10.5 กรัม และความยาวทั้งสิ้นเฉลี่ย 21.0 ± 0.6 เซนติเมตร โดยพบระยะไข่สุกมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2545 และระยะไข่ หลังวางไข่มีค่าสูงสุด 2 ครั้งคือ เดือนกันยายน พ.ศ. 2545 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 และตลอดการศึกษามีระยะไข่สุกเกิดขึ้นมากที่สุดถึง 10 เดือน จากการศึกษาค่าดัชนีการเจริญพันธุ์พบว่า ปลาบู่ทรายมีค่าดัชนีการเจริญพันธุ์เปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปีและมีค่าสูงสุด 5.92% ในเดือนพฤศจิกายน ส่วนค่าความดกของไข่ไม่มีค่าเฉลี่ย $17,004 \pm 1,224$ ฟอง / ตัว จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า (1) การเจริญและพัฒนารังไข่ของปลาบู่ทรายมีการเปลี่ยนแปลงตามการพัฒนาของเซลล์ไข่ที่มีการพัฒนาพร้อมกันเป็นกลุ่ม (group synchronous oocyte development) (2) ช่วงเวลาที่มีการวางไข่และสืบพันธุ์สูงสุดคือ เดือนพฤศจิกายน (3) เซลล์ในชั้นแกรนูลโลซาของเซลล์ไข่น่าจะมีบทบาทสำคัญในการสร้าง สเตียรอยด์ฮอร์โมนให้กับเซลล์ไข่ระยะโบลัสเทิล

Amornsakun *et al* (2003) ศึกษาระยะเวลาในการย่อยอาหาร พบว่า ระยะเวลาในการย่อยโรติเฟอร์ของลูกปลาบู่ทรายอายุ 3-18 วัน เท่ากับ 130-180 นาที ระยะเวลาในการย่อยโรติเฟอร์

และอาร์ทีเมียของลูกปลานู๋ทรายอายุ 21-27 วัน เท่ากับ 110-120 นาที่ และระยะเวลา ในการย่อย ไรแดงของลูกปลานู๋ทรายอายุ 30-45 วันเท่ากับ 80-100 นาที่ ที่อุณหภูมิของน้ำ 25-29 °C ค่าเฉลี่ยจำนวน โรติเฟอร์ที่ลูกปลาอายุ 3, 6, 9, 12, 15, และ 18 วัน กินทั้งวัน ได้แก่ 58.8, 95.4, 64.0, 88.8, 134.0 และ 147.4 ตัว/ลูกปลา ตามลำดับ ลูกปลาอายุ 21-27 วัน จะกินอาหารทั้งโรติเฟอร์และอาร์ทีเมีย ค่าเฉลี่ยจำนวน โรติเฟอร์ที่ลูกปลาอายุ 21, 24 และ 27 วัน กินทั้งวัน ได้แก่ 126.8, 42.8 และ 43.4 ตัว/ลูกปลา ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยจำนวนอาร์ทีเมียที่ลูกปลาอายุ 21, 24 และ 27 วัน กินทั้งวัน ได้แก่ 54.8, 142.8 และ 197.6 ตัว/ลูกปลา ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยจำนวน ไรแดงที่ลูกปลาอายุ 30, 33, 36, 39, 42 และ 45 วันกินทั้งวัน ได้แก่ 177.4, 179.4, 214.8, 249.6, 362.8 และ 366.2 ตัว/ลูกปลา ตามลำดับ

Amornsakun *et al* (2003) พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ทรายวางไข่โดยอาศัยการเลียนแบบธรรมชาติในบ่อดิน แล้วรวบรวมไข่เข้าไปฟัก ไข่ที่ได้รับการผสมพันธุ์นำมาฟักในตู้กระจก ศึกษาประเภทของอาหารในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต โดยใช้ถังไฟเบอร์กลาสขนาดปริมาตร 500 ลิตร (ปริมาตรน้ำ 300 ลิตร) ใส่ลูกปลาอายุ 2 วันหลังจากที่ฟักเป็นตัว (เริ่มกินอาหาร) จำนวนถึงละ 1,000-1,500 ตัว พบว่าลูกปลานู๋อายุ 3-18 วัน (ความยาวลำตัวเฉลี่ย 0.31-0.41 ซม.) กินโรติเฟอร์เป็นอาหารเพียงอย่างเดียว ขณะที่ลูกปลาอายุ 21-27 วัน (ความยาวลำตัวเฉลี่ย 0.44-0.65 ซม.) กินทั้งโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียและเมื่อลูกปลาอายุ 30-45 วัน (ความยาวลำตัวเฉลี่ย 0.69-2.15 ซม.) กินไรแดงเพียงอย่างเดียว

จงกล และคณะ (2546) การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอน และคุณภาพน้ำใน เขื่อน แม่จัดสมบูรณ์ชล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พบแพลงก์ตอนพืช เรียงลำดับตาม Division จากจำนวนมากไปหาน้อยในแต่ละ Division Chlorophyta, Cyanophyta, Englenophyta และ Pyrophyta แพลงก์ตอนสัตว์ พบ Phylum Protozoa, Rotifera และ Arthropoda คุณภาพน้ำ อุณหภูมิมีค่า 27.20-34.50 °C อุณหภูมิอากาศมีค่า 25.00-38.50°C ความโปร่งแสงมีค่า 0.27-4.10 เมตร ความขุ่นมีค่า 0.09-68.50 NTU, pH มีค่า 5.80-7.60 Conductivity มีค่า 90.00-210.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, TDS มีค่า 40.00-130.00 ppm, Alkalinity 38.00-108.00 mg/l, $\text{NH}_3\text{-N}$ มีค่า 0.001 -0.86 mg/l, $\text{NO}_2\text{-N}$ มีค่า 0.001-0.13 mg/l, $\text{NO}_3\text{-N}$ มีค่า 0.00-2.70 mg/l, DO มีค่า 3.00-9.00 mg/l, BOD มีค่า 0.001-4.50 mg/l, Total-p มีค่า 0.00-4.3 mg/l Chlorophyll-a มีค่า 0.01-2.08 $\mu\text{g}/\text{l}$ โดยเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละจุดจะสรุปได้ว่าค่า BOD, TKN มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

2. โครงการย่อยที่ 2 “การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ในกระชังร่วมกับปลาหมอ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความปลอดภัยด้านอาหาร”

2.1 ปลาหมอไทย ปลาหมอไทยเป็นปลาที่มีรสชาติดี เนื้อแน่น นิยมนำมาบริโภคในรูปปลาสด ประมาณ 84 เปอร์เซ็นต์ ปลาร้า ประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ และทำปลาเค็ม ดากแห้ง และอื่นๆ อีกประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ และจำหน่ายในรูปปลาสดที่มีชีวิต ระยะทางไกลๆ เป็นที่ต้องการของตลาดภายในและต่างประเทศ เช่น ตลาดตะวันออกกลาง จีน ไต้หวัน เกาหลี และมาเลเซีย ต้องการไม่ต่ำกว่า 100 เมตริกตันต่อปี โดยเฉพาะปลาน้ำขนาดใหญ่ (3-5 ตัวต่อกิโลกรัม) ราคาต่อกิโลกรัมละ 100-120 บาท ขณะที่ผลผลิตไม่เพียงพอและปริมาณไม่แน่นอน นับได้ว่าปลาหมอไทยเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ (อภิวัฒน์, 2554; สุจินต์, 2550; สัตว์น้ำจืด, 2547) ปลาหมอไทยขนาดเล็กกินอาหารพวก protozoa, rotifer, copepod, ostracod, ไรแดง และลูกน้ำ เป็นอาหาร หลังจากฟักปลาพัฒนาสมบูรณ์ สามารถกินตัวอ่อนแมลง สัตว์หน้าดินลูกกุ้ง และลูกปลาวัยอ่อน ตลอดจนอาหารสำเร็จรูปเป็นอาหารได้ (สมพงษ์, 2542)

2.2 ปลาอุกบึกอยู่ เป็นปลาที่ผสมข้ามพันธุ์ ระหว่างพ่อพันธุ์ปลาอุกเทศ (*Clarias gariepinus*) กับแม่พันธุ์ปลาอุกอุย (*Clarias macrocephalus*) เจริญเติบโตรวดเร็ว ทนทานต่อโรคสูง ลักษณะเนื้อใกล้เคียงกับปลาอุกอุยคือ เนื้อนุ่ม เนื้อมีสีค่อนข้างเหลือง (พิพัฒน์, 2553) การเลี้ยงในช่วงแรก ควรให้ไรแดง ในอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อเป็นอาหารเสริมให้กับลูกปลา และเพื่อให้เวลากับลูกปลาในการปรับตัวให้กินอาหารผสมได้ ปริมาณการให้อาหารลูกปลาควรให้วันละประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวมของปลาที่เลี้ยงทั้งหมด การให้อาหารแต่ละครั้งควรให้ในปริมาณที่ปลาจะกินได้หมดภายในเวลา 30-60 นาที ถ้ามีการเลี้ยงจากลูกปลาขนาด 2-3 เซนติเมตร โดยใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงประมาณ 3-4 เดือน จะได้ปลาอุกบึกอยู่ที่มีขนาดน้ำหนักตัวละประมาณ 200-400 กรัม อัตราการรอดตาย 40-70 เปอร์เซ็นต์ (พิพัฒน์, 2553)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษา เลี้ยงปลาหมอไทยขนาด 0.198 กรัมที่ความหนาแน่น 55, 77, 99 และ 121 ตัว/ตารางเมตร ในถังพลาสติกกลม ความจุ 50 ลิตรด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำมีระดับโปรตีน 30% นาน 16 สัปดาห์ น้ำหนักรวมไม่มีความแตกต่างและการเลี้ยงปลาหมอไทยขนาด 10.52 กรัม ที่ความหนาแน่น 15, 30, 45 และ 60 ตัว/ตารางเมตรในคอกอวนขนาด 2.46 ตารางเมตร ระดับน้ำ 120-140 เซนติเมตร ด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำมีระดับโปรตีน 32.29% นาน 16 สัปดาห์ น้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักรวมและอัตราการรอดตายมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนการเลี้ยงปลาหมอไทยขนาด 28.96 กรัม ที่ความหนาแน่น 10, 20, และ 30 ตัว/ตารางเมตร ในคอกอวน ด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำมีระดับโปรตีน 32.29% นาน 12 สัปดาห์ น้ำหนักเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

แต่น้ำหนักรวมและอัตราการรอดตายไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ความหนาแน่นที่เหมาะสมคือ 10 ตัว/ตารางเมตร (สมพงษ์ และคณะ, 2546) การศึกษาระดับโปรตีนและความหนาแน่นที่เหมาะสม ในการเลี้ยงปลาหมอไทย (*Anabas testudineus*) ในกระชัง พบว่า ปลาหมอไทยที่เลี้ยงในกระชังที่ความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. และเลี้ยงด้วยอาหารโปรตีนร้อยละ 30 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ความยาวเพิ่ม น้ำหนักเพิ่ม ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ต้นทุนค่าอาหาร และอัตราการรอดตายดีที่สุด (สนอง และคณะ, 2540)

3. โครงการย่อยที่ 3 เรื่อง “การเลี้ยงปลาอุกบิกอูยร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน”

“เศรษฐกิจพอเพียง” เป็นหลักปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีพระราชดำริชี้แนะแนวทางการดำเนินชีวิตแก่พสกนิกรชาวไทย มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 และพูดถึงอย่างชัดเจนในวันที่ 4 ธันวาคม พ.ศ. 2540 (ภายหลังวิกฤติเศรษฐกิจ พ.ศ. 2540) เพื่อให้พสกนิกรสามารถยืนหยัดในการพึ่งตนเองและเลี้ยงชีพได้ โดยอยู่บนพื้นฐานของความพอเพียง อีกทั้งเพื่อเป็นแนวทางการแก้ไขเศรษฐกิจของประเทศไทย ให้ดำรงอยู่ได้อย่างมั่นคงและยั่งยืนในกระแสโลกาภิวัตน์และความเปลี่ยนแปลงต่างๆ ซึ่งปัจจุบันหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงนี้ ถูกใช้เป็นกรอบแนวความคิดและทิศทางการพัฒนาระบบเศรษฐกิจมหภาคของไทย ที่บรรจุอยู่ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554) เพื่อมุ่งสู่การพัฒนาที่สมดุล ยั่งยืน และมีภูมิคุ้มกัน เพื่อความอยู่ดีมีสุข มุ่งสู่สังคมที่มีความสุขอย่างยั่งยืน (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2556)

สำหรับในภาคเกษตรกรรม ก็มีเกษตรกรหลายรายที่น้อมนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตภายใต้กิจกรรมหลายลักษณะเพื่อเพิ่มรายได้ลดรายจ่ายในระดับครัวเรือน เช่น การเลี้ยงปลาหรือสัตว์น้ำในร่องสวน นาข้าว สระน้ำ บ่อซีเมนต์หรือบ่อพลาสติกเพื่อเป็นอาหารโปรตีนและรายได้เสริม เช่น การเลี้ยงปลาอุกเพื่อการค้าในประเทศไทย มีอยู่หลายชนิดที่นิยมเลี้ยงกันแพร่หลายในยุคแรก (ก่อนปีพ.ศ. 2529) คือปลาอุกด่าน หลังจากราคาคงมากในหลายปีนั้น เกษตรกรก็หันมาเลี้ยงปลาอุกอุยแทน แต่ปลาอุกอุยเจริญเติบโตช้าและมีปัญหาเรื่องโรคมามาก แต่เมื่อมีรสชาติดีจึงขายได้ราคาดีกว่าปลาอุกชนิดอื่น จนกระทั่งปลายปี 2530 เกษตรได้นำปลาอุกยักษ์ (ปลาอุกเทศ หรือปลาอุกรัสเซีย) จากประเทศลาวมาผสมพันธุ์กับปลาอุกอุย ได้ปลาอุกผสมที่มีรสชาติคล้ายกับปลาอุกอุย เจริญเติบโตดีมาก ทนทานต่อโรคและสภาพแวดล้อมได้ดี ทั้งยังเป็นที่ยอมรับของประชาชนเนื่องจากมีรสชาติดีและราคาถูก เกษตรกรจึงหันมาเลี้ยงปลาอุกผสมหรือเรียกกันว่า “ปลาอุกบิกอูย” ซึ่งในปัจจุบันประมาณกันว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาอุกประมาณ 90%

เลี้ยงปลาดุกบักอูย มีเพียง 10% ที่เหลือเท่านั้นที่เลี้ยงปลาดุกยักษ์ ปลาดุกอูย หรือปลาดุกด้านแท้ (กรมประมง, 2556; อุทัยรัตน์, 2544)

การเลี้ยงปลานิล ปลานิลกินอาหารได้ทุกชนิด เช่น ไร่น้ำ ตะไคร่น้ำ สาหร่าย แหน ตัวอ่อนของแมลง และสัตว์เล็กๆ ที่อยู่ในแหล่งน้ำ แต่การเลี้ยงจะให้อาหารสมทบเป็นหลัก เช่น ปลาขี้ขาว มันสำปะหลัง รำข้าว ปลาป่น และพืชผักต่าง ๆ ให้มีส่วนผสมของโปรตีนประมาณ 20 % ปลานิลเป็นปลาที่กินอาหารตลอดเวลา กลางวันไม่ค่อยกินอาหาร จะกินอาหารในเวลากลางคืน แต่การข่อยจะดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ปลานิลกินอาหารได้ทั้งบนผิวน้ำ กลางน้ำและพื้นท้องบ่อ ทำให้สามารถกินอาหารได้หลากหลายประเภท โดยอาหารที่กินแตกต่างกันเล็กน้อย ตามขนาด ปลานิลขนาด 1 - 2 นิ้วกินแพลงก์ตอนและตัวอ่อนของกุ้ง ปู รวมทั้งสาหร่ายเส้นสาย ปลานิลขนาด 3 - 5 นิ้ว กินแพลงก์ตอนและตัวอ่อนของกุ้งและปู แต่อาหารส่วนใหญ่เป็นแพลงก์ตอนพืช จำพวกไดอะตอม สาหร่ายสีเขียว และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน รวมทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งเน่าเปื่อยตามก้นบ่อ มีทางเดินอาหารยาวประมาณ 5 - 7 เท่าของลำตัว ทำให้มีประสิทธิภาพในการข่อยและดูดซึมอาหาร ปลานิลไม่มีกระเพาะแต่มีเนื้อเยื่อซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกระเพาะที่สามารถหลั่งน้ำข่อยเพื่อลดความเป็นกรด-ด่างระหว่างการข่อยได้ จึงสามารถข่อยโปรตีนจากสาหร่ายและแพลงก์ตอนได้ นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากสารอาหารทั้งโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นิวุฒ, 2547; ศักดิ์ชัย, 2536)

การเลี้ยงปลาดุกบักอูยในบ่อพลาสติกตามแนวหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงนั้นพบว่าส่วนใหญ่จะเลี้ยงในลักษณะ “การเลี้ยงปลาแบบชนิดเดียว” ซึ่งทั้งนี้มีความเป็นไปได้ที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการเลี้ยงปลาดุกบักอูยในบ่อพลาสติกร่วมกับสัตว์น้ำชนิดอื่นในลักษณะ “การเลี้ยงปลาหลายชนิดหรือแบบรวม” คือ การเลี้ยงปลาหลายชนิดรวมในบ่อเดียวกัน หรือชนิดเดียว แต่มีขนาดต่างกัน และไม่มีอันตรายต่อกัน ข้อดีของการเลี้ยงปลาแบบรวม สามารถใช้ประโยชน์ได้จากอาหารที่มีในบ่อปลาอย่างเต็มที่และชนิดปลาที่แตกต่างกันนั้นยังจะส่งเสริมเกื้อกูลซึ่งกันและกัน (มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2552)

Yong-Sulem *et al.* (2006) ทำการศึกษาทดลองอนุบาลลูกปลาดุกเทศร่วมกับเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลานิลในบ่อเดียวกัน เพื่อให้ลูกปลาดุกเทศได้กินลูกปลานิลที่จะเกิดขึ้นในบ่อ โดยลูกปลาดุกเทศ ที่นำมาทดลองมีน้ำหนักประมาณ 2.4 - 3.5 กรัม ส่วนพ่อแม่พันธุ์ปลานิลต้องมีความสมบูรณ์เพศ มีน้ำหนักประมาณ 67 - 70 กรัม แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 2 ซ้ำ คือ ทรีตเมนต์ที่ 1 เลี้ยงปลาดุกเทศเพียงชนิดอย่างเดียวในอัตรา 3 ตัว/ตารางเมตร ทรีตเมนต์ที่ 2 และ 3 เลี้ยงปลาดุกเทศในอัตรา 3 และ 4 ตัว/ตารางเมตร ร่วมกับพ่อแม่พันธุ์ปลานิล ตามลำดับ โดยทรีตเมนต์ที่ 2 และ 3 อัตราส่วนจำนวนลูกปลาดุกเทศต่อพ่อแม่พันธุ์ปลานิล

เท่ากับ 6:1 และพ่อแม่พันธุ์ปลานิลในแต่ละบ่อนั้นจะใส่พ่อแม่พันธุ์ต่อแม่พันธุ์ ในอัตราส่วน 1:3 ผลการศึกษาพบว่า ลูกปลาดุกเทศที่เลี้ยงในอัตรา 3 ตัว/ตารางเมตร ร่วมกับพ่อแม่พันธุ์ปลานิล มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตดีกว่าพรีคเมนส์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) การเลี้ยงปลาดุกบักอยู่ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” เป็นข้อมูลเบื้องต้นด้านการเลี้ยง และสามารถนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรและผู้สนใจใช้เป็นแนวทางที่จะพัฒนาและขับเคลื่อนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการเลี้ยงปลาดุกบักอยู่ในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงได้อย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

4. โครงการย่อยที่ 4 เรื่อง “ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์”

ปลาหมอ อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดทั่วไปของทุกภาคของประเทศไทย ทั้งในแหล่งน้ำนิ่งและ น้ำไหล เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง คู นาข้าว เป็นต้น โดยธรรมชาติปลาหมออาศัยอยู่ในแม่น้ำ หนอง บึง และแหล่งน้ำทั่วไป เป็นปลาที่มีความทนทานเพราะมีอวัยวะพิเศษช่วยหายใจ (labyrinth organ) จึงอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีน้ำน้อยๆ หรือที่ข่มขื่นได้เป็นเวลานาน สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เป็นน้ำกร่อยหรือน้ำที่มีสภาพค่อนข้างเป็นกรดได้เป็นอย่างดี และยังสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่เป็นน้ำกร่อย ที่ลุ่มดินเค็มชายฝั่งทะเลที่น้ำมีความเค็มไม่เกิน 10 ppt ตลอดจนมักฝังหรือหมกตัวอยู่ในโคลนตมได้เป็นระยะเวลานานๆ รวมทั้งมีการอพยพแหล่งที่อยู่อาศัยในช่วงหน้าฝนจากแหล่งน้ำหนึ่งไปยังอีกแหล่งน้ำหนึ่งในบริเวณใกล้เคียง(สมพงษ์, 2542; สุจินต์, 2550) จากข้อมูลทางสถิติผลผลิตปลาน้ำจืดของไทย พบว่า ผลผลิตปลาหมอไทยเพิ่มสูงขึ้น โดยในปีพ.ศ. 2552ผลผลิตปลาหมอไทยทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น16,400 ตัน คิดเป็นมูลค่า 643.3 ล้านบาท (กรมประมง, 2553) อีกทั้งปลาหมอไทยเป็นปลาที่มีรสชาติดี เนื้อแน่นสามารถประกอบอาหารหรือแปรรูปผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย นิยมนำมาบริโภคในรูปปลาสด ประมาณ 69.92 เปอร์เซ็นต์ ปลาร้า ประมาณ 22.86 เปอร์เซ็นต์ และทำปลาเค็ม ดากแห้ง และอื่นๆ อีกประมาณ 7.22เปอร์เซ็นต์ปลาหมอสามารถขนส่งและจำหน่ายในรูปปลาสดมีชีวิตระยะทางไกลๆ และความต้องการของตลาดก็มีเพิ่มมากขึ้นทำให้มีราคาแพง โดยเฉพาะปลาขนาดใหญ่ (3-5 ตัวต่อกิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 100-120 บาท) ทั้งตลาดภายในและต่างประเทศ เช่นตลาดตะวันออกกลาง จีน ได้หวัน เกาหลีและมาเลเซียมีความต้องการไม่ต่ำกว่า 100 เมตริกตันต่อปี ในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคมของทุกปี นับได้ว่าปลาหมอไทยเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ (สัตว์น้ำจืด, 2547; สราวุธ และคณะ, 2547)

4.1 การเพาะเลี้ยงปลาหมอไทย

การเลี้ยงปลาหมอแบบธุรกิจเชิงพาณิชย์นั้นนิยมใช้ลูกปลานาคใบมะขามเป็นปลารุ่น (อายุ 1-2 เดือน) ซึ่งมีความต้องการอาหารที่มีโปรตีนสูงมาก ไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หลังจากนั้นเมื่ออายุ 2-3 เดือน ต้องการอาหารระดับโปรตีนต่ำลงมากคือ 35-37 เปอร์เซ็นต์โดยการให้อาหารในอัตรา 3-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว วันละ 3-4 มื้อ หลังจากเลี้ยงได้ 2 เดือนก็เปลี่ยนเป็นอาหารเม็ดปลาดุกใหญ่โดยหว่านอาหารให้รอบบ่อ ระยะเวลาการเลี้ยงขึ้นอยู่กับขนาดปลาที่ตลาดต้องการ สภาพสิ่งแวดล้อมภายในบ่อและสุขภาพปลาทั่วไปใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 90-120 วัน หรือ 4-5 เดือน (สราวุธ และคณะ, 2547; ไชย, 2547; สมเจตน์, 2549)

การเลี้ยงปลาหมอไทยแบบยังชีพหรือแบบหัวไร่ปลายนานอกจากอาหารตามธรรมชาติแล้วเกษตรกรนิยมให้อาหารสมทบจำพวกเศษอาหารจากครัวเรือนรำละเอียดปลาสดสับปลวกและการใช้ฟัลดแมลงกลางคืนตลอดจนอาหารสำเร็จรูปบางส่วนส่วนการเลี้ยงปลาหมอไทยเชิงพาณิชย์นั้นในช่วงแรกจากลูกปลารุ่นอายุ 1-2 เดือนต้องการอาหารที่มีโปรตีนสูงมาก ไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เมื่ออายุ 2-3 เดือนต้องการอาหารระดับโปรตีนต่ำลงมากคือ 35-37 เปอร์เซ็นต์หรืออาหารเม็ดปลาดุกเล็ก โดยให้อาหารในอัตรา 3-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว วันละ 3-4 มื้อ หลังจากเลี้ยงได้ 2 เดือนก็เปลี่ยนเป็นอาหารเม็ดปลาดุกใหญ่ โดยการให้อาหารต้องหว่านให้รอบบ่อ ระยะเวลาการเลี้ยงขึ้นอยู่กับขนาดปลาที่ตลาดต้องการ สภาพสิ่งแวดล้อมภายในบ่อและสุขภาพปลาใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 90-120 วัน หรือประมาณ 4-5 เดือน (วิทย์, 2533; สราวุธและคณะ, 2547)

4.2 วิตามินซีในอาหารสัตว์น้ำ

สัตว์น้ำส่วนใหญ่ไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินซีได้เองเนื่องจากสัตว์น้ำส่วนใหญ่ไม่มีเอนไซม์ L-gulonolactone oxidase (GLO) ที่ใช้ในการเปลี่ยน L-gulonolactone (อนุพันธ์ของน้ำตาลกลูโคสที่มีอยู่ในอาหาร) ให้เป็น 2-keto-L-gulonate ซึ่งจะถูกละลายไปเป็น L-ascorbic acid (Yamamoto *et al.*, 1978) ดังนั้นสัตว์น้ำเหล่านี้จึงจำเป็นต้องได้รับวิตามินซีเสริมจากอาหารที่บริโภคเข้าไป อีกทั้งวิตามินซีในรูป L-Ascorbic acid สูญเสียได้ง่ายในกระบวนการผลิตอาหารและในการเก็บรักษาอาหารผสมวิตามินซีโดยจะสูญเสียไปในกระบวนการผลิตอาหารถึง 40 เปอร์เซ็นต์หลังจากเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง 6 สัปดาห์เหลือวิตามินซีในอาหารเพียง 35 เปอร์เซ็นต์แต่ถ้าเก็บไว้ในสภาพที่ถูกออกซิไดส์ได้ง่ายจะเหลือเพียง 10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (Steffens, 1989)

4.3 อาการขาดวิตามินซีในสัตว์น้ำ

ปลาที่ได้รับวิตามินซีไม่เพียงพอจะมีผลต่อการสร้างคอลลาเจนทำให้การพัฒนาการสร้างกระดูกผิดปกติอย่างชัดเจนโดยปลาจะมีอาการโค้งงอของกระดูกสันหลังแนวบนแนวล่าง (lordosis) และแนวข้างตัว (scoliosis) ถ้าตัวคดงอมากจะมีสีเข้มถ้าหากเกิดขึ้นไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้นอกจากนี้ปลาจะมีอาการเบื่ออาหารเจริญเติบโตช้าผิวหนังเป็นแผลตกเลือดภายในและภายนอกร่างกายกระดูกอ่อนบริเวณเหงือกก้านครีบหางกร่อนบิตเบี้ยวสามารถพบการตกเลือดที่อวัยวะต่างๆจะอวัยวะปากมีรูปร่างผิดปกติระบบภูมิคุ้มกันเชื้อโรคของร่างกายลดลง ปลาที่ได้รับวิตามินซีไม่เพียงพอจะแสดงอาการเหล่านี้ออกมาเร็วมากเพราะปลามีความไวต่อการตอบสนองของวิตามินซีสูงมากโดยเฉพาะลูกปลาวัยอ่อน (วีรพงศ์, 2536; มติ, 2536) นักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาและแนะนำระดับวิตามินซีในอาหารอัดเม็ดแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณวิตามินซีที่ปลาและกุ้งบางชนิดต้องการ

ชนิด	ปริมาณ (มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)
ปลาคูอเมริกัน	60
ปลานิล	1,250
แซลมอน	100-150
ปลาเทราท์	100-150
ปลากะพงขาว	700-1,100
ปลาชีกเคียว	60-100
กุ้งก้ามกราม	60-100
กุ้งขาว	50-200
กุ้งกุลาดำ	200-500

ที่มา : มติ (2536)

ขวัญตา (2552) รายงานว่าปลาบึกที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในระดับ 250, 500 และ 750 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมส่งผลให้ผลต่อการเจริญเติบโต ทั้งน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะอัตราการแลกเนื้อและผลผลิตที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีทั้ง 3 ระดับดีกว่ากลุ่มปลาที่ไม่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีการเจริญเติบโตดีที่สุด

Menezes *et al.* (2006) ได้ศึกษาผลของการเสริมวิตามินซี (ascorbic acid or AA) วิตามินอี (α -tocopherol or α -T) และวิตามินซี + วิตามินอีต่อการเจริญเติบโตและการตอบสนองของระบบภายในร่างกายของปลา *Arapaima gigas* ที่เลี้ยงในกระชังเป็นเวลา 45 วัน โดยมี 4 ชุดการทดลองคือเสริมวิตามินซี 800 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม วิตามินอี 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม วิตามินซี 800+ วิตามินอี 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และชุดควบคุมตามลำดับพบว่าปลาที่ได้รับการเสริมวิตามินซี + วิตามินอีมีน้ำหนักและอัตราการรอดเพิ่มมากขึ้น

Andrade *et al.* (2006) ได้ศึกษาผลของการเสริมวิตามินซีและวิตามินอีปริมาณ 500 , 800 และ 1,200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมต่อการตอบสนองของร่างกายปลาช่อนเมซอน (*Arapaima gigas*) เป็นเวลา 2 เดือนพบว่าน้ำหนักและอัตราการรอดตายไม่มีผลกระทบจากการเสริมวิตามินซีและวิตามินอีแต่การเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเสริมวิตามินซีในปริมาณ 800 และ 1,200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมและความเข้มข้นของฮีโมโกลบินเพิ่มขึ้นเมื่อเสริมวิตามินอีในปริมาณ 500 มก. ต่ออาหาร 1 กก. ส่วนปริมาณ ของ corpuscular จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อเสริมวิตามินซี 800 และ 1,200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและปริมาณ ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน corpuscular มีค่าสูงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

5. โครงการย่อยที่ 5 เรื่อง “รูปแบบและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (*Rana rugulosa*) เพื่อเป็นอาหารปลอดภัยและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน”

กบนา (*Rana tigerina*) ภาพที่ 5 พบทั่วทุกภาคของประเทศไทย จัดเป็นกบ ขนาดกลาง โตเต็มที่จะมีความยาวประมาณ 4 นิ้ว มีน้ำหนักตัวประมาณ 200 – 250 กรัม กบนาจะมีผิวหนัง ลำตัวสีน้ำตาลปนดำ ด้านหัว และด้านหลังมีสีน้ำตาล บริเวณใต้คางมีจุดเด่นสีเทา ที่ด้านท้องมีสีขาวเหลือง ขาหน้าและขาหลังมีความยาวปานกลาง มีลายสีน้ำตาลเป็นแถว ๆ พาดขวาง ระหว่างนิ้วมีแผ่นหนังยึดติดกันเกือบสุดปลายนิ้ว ปลายนิ้วเท้าเป็นปุ่มเล็กน้อย ไม่มีปุ่มที่กระดูกฝ่าเท้าด้านบนส่วนหลังมีสีดำพาดเป็นตอน ๆ ประมาณ 10 แถว (กาญจนวนันต์, 2553)



ภาพที่ 5 กบนา (*Rana tigerina*)



ภาพที่ 6 ลักษณะบ่อซีเมนต์

ทองอุ่น (2555) ได้ศึกษาถึงชนิดบ่อเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกบ โดยทดลองเลี้ยงกบ ในบ่อที่แตกต่างกัน 5 ชนิด ได้แก่ บ่อซีเมนต์ (ภาพที่ 6) กระชัง บ่อดิน บ่อหลุม และคอนโด อัตรการปล่อยเลี้ยง 100 ตัวต่อตารางเมตร เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า บ่อซีเมนต์เป็นบ่อเลี้ยงที่ดีที่สุด ทำให้กบเจริญเติบโตดีกว่า

สุจิตรา (2554) ได้ทดลองเลี้ยงกบนา ร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุยในกระชัง ระยะเวลา 4 เดือน โดยเลี้ยงกบนาด้วยอัตราความหนาแน่น 50, 100, 150 และ 200 ตัวต่อตารางเมตร ร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุยอัตราความหนาแน่น 50, 100 และ 150 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ เลี้ยงในกระชังขนาด 1x1.2x1.5 เมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า การเลี้ยงกบนา ร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุย ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อการเจริญเติบโต แต่ในด้านต้นทุนการผลิต รายได้ กำไรสุทธิ และผลตอบแทนต่อการลงทุน พบว่า การเลี้ยงกบนาด้วยความหนาแน่น 100 ตัวต่อตารางเมตร ร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุย 100 ตัวต่อตารางเมตร มีต้นทุนการผลิต 41.59 บาทต่อกิโลกรัม รายได้ทั้งหมด 3,628.59 บาท รายได้สุทธิ 1,074.02 บาท กำไรสุทธิ 1,015.38 บาท และผลตอบแทนต่อการลงทุน 41.10 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าทุกชุดการทดลอง

6. โครงการย่อยที่ 6 ระบบการเลี้ยงปลาบึกและปลาหนังลูกผสมที่มีประสิทธิภาพ

เกรียงศักดิ์ (2552) กล่าวว่า ปลาบึก (*Pangasianodon gigas*) เป็นปลาน้ำจืด ประเภทไม่มีเกล็ดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก มีถิ่นกำเนิดเดิมในลุ่มแม่น้ำโขง เป็นปลาที่มีการเจริญเติบโตดีมาก จัดอยู่ในวงศ์เดียวกันกับปลาสวาย ปลาเทพา ปลาเทโพ ลักษณะภายนอกที่แตกต่างจากปลาหนังขนาดใหญ่ชนิดอื่น ได้แก่ ลักษณะของฟันและหนวด ปลาบึกไม่มีฟันและหนวด โดยที่ปลาวัยอ่อนมีฟันและกินปลาอื่นเป็นอาหาร แต่เมื่อโตขึ้นฟันจะหลุดไป และมีตาซึ่งจะอยู่ต่ำกว่ามุมปาก เนื้อปลาบึกนอกจากมีรสชาติดีแล้ว ยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูงอีกด้วย โดยประกอบไปด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และกรดไขมันหลายชนิด ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย จึงทำให้เกษตรกรจำหน่ายได้ราคาดี ปลาสวาย (*Pangasius hypophthalmus*) เป็นปลาที่เลี้ยงในประเทศไทยมานาน แต่มีข้อจำกัดในเรื่อง การเจริญเติบโตช้า สีสันมีสีเหลืองไม่ค่อยได้รับความนิยมในการบริโภค แต่มีข้อดีในเรื่องของการเจริญพันธุ์ และความคงชีพที่ดี จึงมักนำมาผสมกับปลาหนังชนิดอื่น เช่น ปลาบึก ปลาสวาย เพื่อเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงสีเนื้อให้ขาวออกชมพู (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะเด่นที่แตกต่างของ ปลาบึก ปลาสวาย และปลาหนังลูกผสมเนื้อขาวขนาด 2 กิโลกรัม

ชนิดปลา	ลักษณะหัว	ลักษณะฟัน	ครีบหาง	ตำแหน่งตา	%เนื้อ	สีเนื้อ	การเจริญเติบโตในบ่อดิน	ต้านทานโรค/ราคา
ปลาบึก 	หัวกว้าง ป้าน	ไม่มี	เว้ากว้างหนา	ใต้เส้นขอบปาก	40-45	ชมพูแดง	ดีมาก	ดีมาก/ดีมาก
ปลาสวาย 	หัวเรียวแคบยาว	มีทั้งฟันบนและฟันล่าง	เว้าแคบบาง	บนเส้นขอบปาก	30-35	เหลือง	ปานกลาง	ดี/ดี
ปลาหนังลูกผสม 	หัวป้านเล็ก	มีฟันล่างตรงกลางเล็กน้อย	เว้าแคบ	บนเส้นขอบปาก	45-50	ขาวชมพู	ดี	ดีมาก/ดีมาก

ปลาหนังลูกผสมในการเลี้ยงเป็นอาชีพได้แก่ การเจริญเติบโตดี เจริญพันธุ์ได้เร็วและมีปริมาณน้ำเชื้อและไข่มาก ตลอดจนคุณภาพเนื้อขาวชมพู มีรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการที่ดี ตัวอย่างการเลี้ยงปลาหนังลูกผสม ในบ่อดิน ขนาดประมาณ 300 ตร.ม. โดยปล่อยปลาบึกจำนวน 45 ตัว อายุประมาณ 4 เดือน ขนาดเฉลี่ย 400 กรัม ร่วมกับปลาหนังลูกผสม (พ่อบึก-แม่สวาย) จำนวน 45 ตัว อายุประมาณ 6 เดือน อัตราการปล่อยประมาณ 3 ตร.ม./ตัว ให้อาหารปลาบึกเป็นอาหารชนิดจม โดยมีโปรตีน 30 % ในอัตรา 2% ค่อน้ำหนักตัว/วัน ให้อาหารปลาหนังลูกผสมเป็นอาหารชนิดลอย โดยมีโปรตีน 30 % และในกระชัง ขนาดประมาณ 60 ตร.ม. ปล่อยปลาหนังลูกผสม (พ่อบึกxแม่สวาย) จำนวน 60 ตัว อายุประมาณ 6 เดือน อัตราการปล่อยประมาณ 1 ตร.ม./ตัว ให้อาหารปลาหนังลูกผสมโปรตีน 30 % ในอัตรา 3 % ค่อน้ำหนัก ต้นทุนและผลตอบแทนจากการเลี้ยงเบื้องต้น บ่อดินสาธิต จากการเลี้ยงปลาบึกและปลาหนังลูกผสมเนื้อขาว (พ่อปลาบึก x แม่ปลาสวาย) ในบ่อดินสาธิตจากการเลี้ยงนาน 6 เดือน พบว่า รวมผลตอบแทนสุทธิ 7,951.20 บาท/บ่อ 300 ตารางเมตร/6เดือน กระชังสาธิต รวมผลตอบแทนสุทธิ 3,801.04 บาท/กระชัง 60 ตารางเมตร/6 เดือน

สำหรับเกษตรกรที่คิดจะลงทุนเลี้ยงปลาบึก ควรจะมีพื้นที่ขุดบ่ออย่างน้อย 1 ไร่ขึ้นไป ขุดลึก 3 เมตร เลี้ยงได้ 160-320 ตัว ส่วนอาหารใช้หัวเชื้อโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับกากถั่วเหลือง ปลาขี้ขาวสาร และรำ มาบดรวมกัน โดยปลาบึก 1 ตัว จะกินอาหาร 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หากคำนวณแล้ว การเลี้ยงปลาบึกนั้นจะมีกำไรเฉลี่ย 50 เปอร์เซ็นต์ต่อตัว ตอนนี้ตลาดของปลาบึกที่วางขายทั่วไปจะอยู่ในร้านอาหารขนาดใหญ่ และตามห้างสรรพสินค้าราคาสูง และกำลังเป็นที่นิยมของผู้บริโภคมีน้อยคนที่เคยกินปลาบึก เพราะยังมีน้อยมาก ฉะนั้นการเลี้ยงปลาบึกเป็นอาชีพที่น่าลงทุน เพราะตลาดมีโอกาสที่จะขยายช่องทางในการจัดจำหน่าย รวมถึงตลาดต่างประเทศด้วย เมื่อเกษตรกรซื้อไปเลี้ยงอีก 2 ปี ปลาบึกจะมีน้ำหนักราว 10-20 กก. ซึ่งก็ขายได้แล้ว แต่หากปล่อยให้โตขึ้นเนื้อก็ยิ่งอร่อย และราคาแพงขึ้น เพราะโดยธรรมชาติปลาชนิดนี้ มีน้ำหนักถึง 300 กก. ราคาขึ้นอยู่กับพื้นที่ อย่างปลาบึกจากแหล่งธรรมชาติที่มีน้ำหนัก 150 กก.ขึ้นไป ตามห้างสรรพสินค้าจะขายใน กก.ละ 300-550 บาท อัตราการปล่อยลงเลี้ยงในบ่อ มี 3 อัตรา ให้เลือกตามความเหมาะสมของขนาดความลึก และการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 6 เดือนแรก ให้อาหารลูกปลา 3-5% หลังจากนั้นสามารถให้อาหารปลากินพืชได้ อัตราการปล่อยที่เหมาะสมตามขนาดบ่อ

1. อัตรา 160 ตัว/ไร่ หรือ 1 ตัว ค่อน้ำหนักบ่อ 10 ตารางเมตร เป็นอัตราการเลี้ยงที่ค่อนข้างเบาบาง เหมาะสำหรับบ่อที่มีขนาด ไม่เกิน 2 ไร่ ความลึกประมาณ 2.0-2.5 เมตร อาจถ่ายน้ำบางส่วนเป็นครั้งคราว ตามความจำเป็น ไม่ต้องใช้เครื่องปั๊มลม

2. อัตรา 200 ตัว/ไร่ หรือ 1 ตัว ค่อน้ำหนักบ่อ 8 ตารางเมตร เหมาะสำหรับบ่อที่มีขนาด 2-4 ไร่ ความลึกของบ่อ 2.5-3.0 เมตร มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำเป็นครั้งคราวตามความจำเป็น จะมีเครื่องปั๊มลมหรือไม่ก็ได้ แต่ถ้ามีจะเป็นประโยชน์ช่วยให้ปลาโตเร็วขึ้น

3. อัตรา 320 ตัว/ไร่ หรือ 1 ตัว ต่อเนื้อที่บ่อ 5 ตารางเมตร ขนาดบ่อเกิน 4 ไร่ ขึ้นไป ความลึกของบ่อเกิน 3.0 เมตร ขึ้นไป ควรมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำให้บ่อยขึ้นและจำเป็นต้องมีเครื่องปั๊มช่วยในเวลากลางคืน (เสน่ห์, 2552)

การเลี้ยงปลาบึกที่จรัลฟาร์ม อ.พาน จ.เชียงราย ได้ปรับปรุงการเลี้ยงปลาบึก โดยพัฒนาการ อัตราการปล่อยปลาบึกตามขนาดของปลาที่ใหญ่ขึ้นและขนาดบ่อความลึกโดยแบ่งการเลี้ยงเป็น 3 ช่วง โดยระยะแรกนำลูกปลาน้ำหนัก 10-20 กรัม มาเลี้ยงในบ่ออนุบาลขนาด 5 ไร่ ลึก 2 เมตร ปล่อย 2,500 ตัว เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดปลาคูกนาน 6-12 เดือน เมื่อปลาน้ำหนักประมาณ 5-7 กก. จึงย้ายลงเลี้ยงในบ่อขนาด 10 ไร่ ลึก 3 เมตร โดยทำอาหารธรรมชาติจากแพลงก์ตอน (น้ำเขียว) เป็นหลักเลี้ยงนาน 1 ปี ได้น้ำหนักประมาณ 15 กก. แล้วย้ายไปเลี้ยงในบ่อ 20 ไร่ เลี้ยงนานอีก 1.5-2 ปี ปีที่ 2 และ 3 เน้นอาหารธรรมชาติ จากสาหร่ายและแพลงก์ตอนจากการใส่ปุ๋ยเป็นหลักจะให้อาหารเม็ด 2-3 เดือนก่อนจำหน่าย ได้น้ำหนัก 25 กก. จะมีต้นทุนการผลิตประมาณ 70 บาทต่อกิโลกรัม หากเลี้ยงโดยใช้อาหารเม็ดล้วนต้นทุนจะเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่า และสามารถขายได้ราคา กิโลละ 150 บาท (เกรียงศักดิ์, 2552)

ด้านคุณภาพน้ำก็นับว่ามีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต สุขภาพ และต้นทุนการผลิต และเป็นดัชนีบ่งบอกถึงผลผลิตความสมบูรณ์เบื้องต้นของแหล่งน้ำ คุณภาพน้ำจากฟาร์ม บริษัท เอ็น เอส เนเจอร์ล ฟาร์มมิ่ง จำกัด อำเภอพาน จังหวัดเชียงรายในพื้นที่การเลี้ยงปลาบึก ขนาดบ่อเฉลี่ย 20 ไร่ น้ำลึก 3 เมตร ปล่อยปลาบึกขนาด 5 นิ้ว 500 ตัว/ไร่ เลี้ยงนาน 2 ปี ได้ปลาน้ำหนักเฉลี่ย 9 กก. อัตราเปลี่ยนอาหารประมาณ 1.5 อัตรารอดประมาณ 95 % พบว่า คุณภาพน้ำที่สำคัญ เช่น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 2-10 มก./ลิตร อุณหภูมิ 23-30 องศาเซลเซียส ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน 0.2-2 มก./ลิตร ความเป็นกรดค่า 6.5-7.5, และปริมาณความเป็นด่าง 550 มก./ลิตร ปริมาณฟอสเฟตฟอสฟอรัส 0-7 มก./ลิตร และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 1.9 – 23.9 ไมโครกรัม/ลิตร นอกจากนี้ยังศึกษาการเลี้ยงปลานิล โดยการใส่ปุ๋ยซีไค 100 กก./ไร่/เดือน สามารถให้ผลผลิตปลานิลเพิ่มขึ้นกว่าการให้อาหารและไม่ใส่ปุ๋ย และปลานิลไม่มีกลิ่นโคลนมาก (นิวุฒิ, 2550)

ตารางที่ 3 คุณภาพน้ำที่สำคัญต่อสุขภาพและการเจริญเติบโตของปลา

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าที่เหมาะสม	หน่วย
ออกซิเจนละลายน้ำ	4-6	มก./ลิตร
คาร์บอนไดออกไซด์	ไม่เกิน 30	มก./ลิตร
อุณหภูมิของน้ำ	25-32	องศาเซลเซียส
ค่าความเป็นด่าง	150-200	มก./ลิตร
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.5-8.5	
แอมโมเนีย	ไม่เกิน 0.02	มก./ลิตร
ความขุ่น	60-80	เซนติเมตร
สีของน้ำ	น้ำตาลอมเขียว	

7. โครงการย่อยที่ 7 การเลี้ยงปลากดหลวงระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์เพื่อสร้างอาหารปลอดภัย และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ปลากดหลวงหรือปลากดอเมริกัน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ictalurus punctatus* เป็นปลาน้ำจืดชนิดเดียวที่นิยมเลี้ยงกันอย่างกว้างขวางในประเทศสหรัฐอเมริกา จากการคัดเลือกพันธุ์มาตลอดระยะเวลา 30 ปี ทำให้ได้พันธุ์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดี รวมทั้งเนื้อปลามีรสชาติดี ทำให้ปลานี้เป็นที่นิยมเลี้ยงจนกลายเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ในมลรัฐทางภาคใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกาโดยเฉพาะที่มลรัฐมิสซิสซิปปี ซึ่งสามารถผลิตปลากดหลวงได้มากที่สุดในประเทศสหรัฐอเมริกา (กรมประมง, 2552) ปลากดหลวงได้เข้ามาในประเทศไทยเป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2533 โดยกรมประมงและสถาบันพัฒนาแห่งเอเชีย (AIT) ปลากดหลวงเป็นปลาหนึ่งเมื่อเทียบกับปลาไทยแล้วจะมีลักษณะคล้ายปลากดแก้วหรือปลากดคัง แต่หัวปลากดหลวงจะเล็กกว่าปลากดไทย เนื้อปลามีสีขาวใส รสหวาน สามารถนำมาปรุงอาหารไทยได้ดีทุกชนิด ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเชียงใหม่ได้รับพันธุ์ปลามาและได้นำมาเลี้ยงจนสามารถเพาะพันธุ์จนได้ลูกที่เกิดในเมืองไทย ซึ่งทางศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเชียงใหม่ได้ทดลองเลี้ยงในเขตภาคเหนือโดยใช้อาหารปลาสำเร็จรูปชนิดเม็ดเปอร์เซ็นต์โปรตีน 30% (อาหารปลาดุกเล็ก) พบว่าลูกปลากดเจริญเติบโตได้ดี อัตราการรอดสูงและมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อปลาต่ำ (โกมุท, 2552)

ปลากดหลวงกินอาหารได้ทั้งพืชและสัตว์มีนิสัยชอบหาอาหารกินตอนโพล้เพล้ โดยปกติจะอาศัยอยู่พื้นบ่อเพราะเป็นปลาที่หากินตามพื้น บริเวณที่ให้อาหารในแต่ละครั้งควรให้อาหารในทีเดียวกัน และควรให้อาหารเป็นเวลาเพื่อเป็นการฝึกให้ปลารู้เวลาและกินอาหารเป็นที่ ควรให้อาหารในปริมาณ 5% ของน้ำหนักตัวต่อวัน (โกมุท, 2552)

พืชที่ใช้ในการศึกษา (เฉลิมเกียรติ และภัสรา, 2539)

ผักบุ้งจีน มีชื่อสามัญว่า water convolvulus (water spinach) หรือ kang-kong เป็นพืชในตระกูล Convolvulaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea aquatic* Forsk. Var. *reptan* มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อน พบได้ทั่วไปใน อัฟริกา และเอเชียเขตร้อนจนถึงมาเลเซียและออสเตรเลีย ผักบุ้งจีนเป็นไม้ล้มลุก ในระยะแรกของการเจริญเติบโตจะมีลำต้นตั้งตรง ระยะต่อไปจะเลื้อยทอดยอดไปตามพื้นดินหรือน้ำ ลำต้นมีสีเขียว มีข้อและปล้องข้างในกลวง ใบมีความยาวประมาณ 7-15 เซนติเมตร ก้านใบยาว 3-8 เซนติเมตร ลำต้นอวบแต่ไม่ยาวเกินไป ความยาวมาตรฐานประมาณ 10-12 นิ้ว (วัดจากโคนถึงยอด) รากผักบุ้งจีนมีรากเป็นแบบรากแก้ว มีรากแขนงแตกออกทางด้านข้างของรากแก้ว และยังสามารถแตก รากฝอยออกมาจากข้อของลำต้น ผักบุ้งจีนใช้เวลาในการงอกเพียง 48 ชั่วโมง ระยะแรกของการ เจริญเติบโตจะให้ลำต้นตั้งตรง หลังจากงอกได้ 5-7 วัน จะมีใบเลี้ยงโผล่ออกมา 2 ใบ มีลักษณะปลายใบ เป็นแฉกไม่เหมือนกับใบจริง เมื่อต้นโตในระยะสองสัปดาห์แรกจะมีการเจริญเติบโตทางลำต้น อย่างรวดเร็วจนกระทั่งอายุประมาณ 30-45 วัน การเจริญเติบโตจะเปลี่ยนไปในทางทอดยอดและแตกกอ

ผักกาดกวางตุ้งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica chinensis* เป็นผักที่นิยมบริโภคกันมาก ปลูกง่าย เจริญเติบโตเร็ว อายุการเก็บเกี่ยวสั้นเพียง 35-45 วัน ก็สามารถเก็บเกี่ยวได้ เป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง นำมาประกอบอาหารประเภทผัด แกงจืด ผักจิ้ม เป็นต้น สามารถปลูกได้ทุกฤดูและนิยมปลูกกันทั่วประเทศ ผักกาดกวางตุ้งมีรากเป็นระบบรากแก้วอยู่ในระดับดินส่วนที่ใหญ่สุดของรากแก้ว ประมาณ 1.20 เซนติเมตร มีรากแขนงแตกออกจากรากแก้วมาก โดยรากแขนงแผ่อยู่ตามบริเวณผิวดิน รากแก้วอาจมีขนาดใหญ่ขึ้น ถ้าดินมีสภาพชื้นและเย็น ลำต้นตั้งตรง มีสีเขียว ขนาดโตเต็มที่ใ้ใช้รับประทานได้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 1.4-1.8 เซนติเมตร สูงประมาณ 43-54 เซนติเมตร

ผักสลัดคอสมี่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* var. *longifolia* ลักษณะทั่วไปเป็นพืชล้มลุก ลำต้นเป็นกอ ลักษณะใบยาวรี ช้อนกันเป็นช่อ ใบบางกลม การปลูกดูแลรักษาคล้ายผักกาดหอมห่อ แต่จะมีลักษณะ แตกต่างกันออกไปบ้าง ตามสายพันธุ์ นอกจากนี้ยังมีชนิดใบกลม ห่อหัวแน่น รสชาติ หวานกรอบ เรียกว่า เบบี้คอสม (baby cos) โดยกลุ่มพืชชนิดนี้ควรปลูกเฉพาะในฤดูหนาว และฤดูฝน มีส่วนประกอบทางเคมีที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เช่น แร่ธาตุโพแทสเซียม และวิตามินซี เป็นต้น นอกจากนี้ยังให้ฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง บรรเทาอาการท้องผูก เหมาะสำหรับผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน

ผักกาดหอมห่อมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* var. *capitata* L.) เป็นพืชผักที่จัดอยู่ใน ตระกูล Compositae ผักกาดหอมห่อจัดเป็นพืชฤดูเดียว (annual) และต้องการอากาศเย็นในช่วงการ เจริญเติบโต อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 12.8 ถึง 15.6 องศาเซลเซียส และปลูกมากในพื้นที่ที่มีอากาศเย็น

(cool summer) และฤดูหนาวที่ไม่เย็นจัดจนเกินไป (mild winter) ใบในจะม้วนและซ้อนกันคล้ายกะหล่ำปลี หัวแน่น ใบแข็ง กรอบ ใบนอกมีสีเขียวเข้ม ใบในมีสีเหลืองปนขาว (นิพนธ์, 2543)

ระบบการเลี้ยงปลาร่วมกับระบบการปลูกพืชไฮโดรโพนิกส์

Wilson (2006) กล่าวว่า ระบบ aquaponic เกิดจากการรวมของระบบการเลี้ยงปลา (aquaculture) ร่วมกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (hydroponic) ระบบ aquaponic ปัจจุบันเป็นที่นิยมอย่างมากในต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศที่มีปริมาณน้ำใช้อย่างจำกัด หรือมีเนื้อที่ในการเพาะปลูกจำกัด เช่น อเมริกา แคนาดา ออสเตรเลีย เม็กซิโก เป็นต้น

Kehdi (2005) กล่าวว่า การเลือกชนิดปลาที่เหมาะสมกับการเลี้ยงในระบบ aquaponic ควรเลือกชนิดที่เป็นปลาน้ำจืดจะดีที่สุด โดยปลาที่นิยมเลี้ยงในระบบ คือ ปลานิล (tilapia) ปลาทับทิม (red tilapia) ปลาดุก (catfish) ปลาดูบ (carp) และปลาหางนกยูง เช่น ปลาทอง (goldfish) ปลาการ์ฟ (koi) ปลาซันฟิช (sunfish) ปลาเทวดา (angelfish) ปลาหางนกยูง (guppy) ปลาเททรา (tetra) ปลากระดี่ (gourami) ปลาสอร์ด (swordfish) เป็นต้น (Nelson, 2006b)

Kehdi (2005) กล่าวว่า การเลือกชนิดพืช ควรเป็นพืชที่ต้องการปริมาณไนโตรเจนสูง สำหรับพืชที่สามารถปลูกได้ในระบบ aquaponic ได้แก่ พืชผัก เช่น มะเขือเทศ ผักโขม กรีน โอ๊ค บัตเตอร์เบด เรด โอ๊ค ไม้ผล เช่น สตรอเบอร์รี่ แคนตาลูป แตงกวา สมุนไพร เช่น วังหางจรเข้ พริกไทย พืชผักสวนครัวต่างๆ เช่น โหระพา แมงลัก พืชอาหารสัตว์ เช่น หญ้า ข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์ เป็นต้น (Anonymous, 2003 ; Nelson, 2006b)

Rakocy *et al.* (2004) ได้ทำการทดลองเลี้ยงปลานิล และปลาทับทิมร่วมกับการปลูกโหระพา และกระเจี๊ยบ น้ำหนักเริ่มต้นของปลานิล และปลาทับทิมเฉลี่ยต่อตัว 79.2 กรัม และ 58.8 กรัม เลี้ยงที่ความหนาแน่น 77 และ 154 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของปลานิล 813.8 กรัมต่อตัว อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 1.7 อัตราการรอด 98.3 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเฉลี่ยของปลาทับทิม 512.5 กรัมต่อตัว อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 1.8 อัตราการรอด 89.9 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงปลาที่ความหนาแน่นสูงมีผลต่อการเจริญเติบโตที่ลดลง และอัตราการรอดลดลงเช่นกัน

การจัดการคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยงปลาร่วมกับระบบการปลูกพืชไฮโดรโพนิกส์

คุณภาพน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่สำคัญอย่างยิ่งที่ผู้เลี้ยงสัตว์น้ำควรพิจารณาเพื่อควบคุมให้เหมาะสม เพราะน้ำเป็นตัวกลางในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ การกินอาหาร การเจริญเติบโต ความแข็งแรง ความทนทาน ต่อการเกิดโรค ความเครียดของสัตว์น้ำ (ไมตรี, 2532) อีกทั้งคุณภาพน้ำยังส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และแบคทีเรียซึ่งถือว่าเป็นสิ่งสำคัญของระบบการเลี้ยงปลาร่วมกับระบบการปลูกพืชไฮโดรโพนิกส์เช่นกัน ดังนั้นจึงควรควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปลา พืช และแบคทีเรียด้วย (Anonymous, 2002)

8. โครงการย่อยที่ 68 การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด

กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) เป็นกุ้งน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศไทย และยังนับว่าเป็นกุ้งน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกด้วย โดยมีชื่อที่ใช้เรียกทั่วไปว่า Giant River Prawn Giant Malaysian Prawn และ Giant Freshwater Prawn ส่วนชื่อสามัญในภาษาไทยนั้นมีการเรียกอีกหลายชื่อ เช่น กุ้งหลวง กุ้งนาง และ กุ้งใหญ่ ฯลฯ กุ้งชนิดนี้เป็นกุ้งใน วงศ์ Palaemonidae ซึ่งแต่เดิมเคยใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Palaemon* *carcinus* แต่ชื่อนี้ก็ได้ยกเลิกการใช้เรียกกันไปแล้ว และเนื่องจากการที่กุ้งชนิดนี้มีขนาดใหญ่ และกุ้งที่โตเต็มวัยแล้วมักอาศัยอยู่ในน้ำจืด หรือน้ำกร่อยที่มีความเค็มต่ำ จึงเป็นเหตุให้มีการทำการประมงโดยการจับอย่างมากมายจนมีจำนวนลดลงในธรรมชาติ จึงเป็นสาเหตุให้มีการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ขึ้น เพื่อทดแทนปริมาณกุ้งที่ถูกจับไปจากแหล่งน้ำในธรรมชาติ และเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค มีความต้องการของตลาดสูงขึ้น ทำให้มีความจำเป็นต้องพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยง จนกระทั่งประสบผลสำเร็จ โดยพบว่าในธรรมชาตินั้นกุ้งก้ามกรามเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะอาศัยอยู่ในน้ำจืด เมื่อผสมพันธุ์และมีไข่ติดอยู่ที่ขาว่ายน้ำ (pleopods) หรือที่เรียกว่าแม่กุ้งมีไข่ติดท้อง (berried female) แม่กุ้งก็จะอพยพไปอยู่ในแหล่งน้ำกร่อย (brackishwater) เมื่อไข่กุ้งที่ติดอยู่ที่ขาว่ายน้ำของแม่กุ้งมีการพัฒนาของตัวอ่อน จะปรากฏให้เห็นโดยสังเกตได้จากสีของไข่ โดยจะเปลี่ยนจากสีเหลือง เป็นสีส้ม หรือที่เรียกว่า “แม่กุ้งไข่ส้ม” (Unripe berried female) และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มปนเทาเมื่อมีพัฒนาการของตัวอ่อนเต็มที่พร้อมจะฟักเป็นตัว หรือที่เรียกว่า “แม่กุ้งไข่เทา” (Ripe berried female) แม่กุ้งจะอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยนั้นจนกระทั่งไข่ฟักออกมาเป็นตัวอ่อน (larva) แม่กุ้งบางตัวจะอพยพกลับไปในแหล่งน้ำจืด แต่บางตัวก็ยังคงอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยนั้น (Ling and Merican, 1961)

เมื่อลูกกุ้งฟักออกมาเป็นตัวอ่อนแล้ว หากอยู่ในน้ำจืดจะไม่สามารถลอกคราบ และมีพัฒนาการต่อไปได้ และจะต้องตายทั้งหมดภายใน 4 วัน แต่ถ้าหากอยู่ในน้ำจืดที่มีการนำน้ำทะเลมาผสมในอัตรา 10-30 เปอร์เซ็นต์ หรือที่ความเค็มประมาณ 8-18 ส่วนในพัน จะสามารถลอกคราบและมีพัฒนาการเติบโตต่อไปได้ โดยจะมีการลอกคราบโดยเฉลี่ยประมาณ 2 วันต่อครั้ง ในช่วง 10 วันแรก หลังจากนั้นจะมีความถี่ของการลอกคราบลดลงเล็กน้อย และจากการลอกคราบนี้เองทำให้สามารถแบ่งลูกกุ้งเป็นระยะๆ ในการพัฒนาของตัวอ่อนได้เป็น 12 ระยะ (Ling, 1962) จากที่ได้กล่าวไปข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความเค็มเป็นปัจจัยที่สำคัญในการอยู่รอด และพัฒนาการของลูกกุ้งก้ามกราม

ในปัจจุบันกุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่เกษตรกรให้ความสนใจในการเพาะเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย โดยมีการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ ในทุกภูมิภาคของประเทศไทย ทั้งในภาคบริษัทขนาดใหญ่ และเกษตรกรรายย่อย ซึ่งในปี ค.ศ. 2000 มีรายงานผลผลิตกุ้งก้ามกรามทั่วโลกถึง 118,501 ตัน คิดเป็นมูลค่า 410,001 พันล้านดอลลาร์ (FAO, 2000) ส่วนในประเทศไทยนั้น พบว่าในปี ค.ศ. 2005

มีปริมาณถึง 31,800 ตัน (กรมประมง, 2548) โดยที่ในปัจจุบันได้มีการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามกันอย่างแพร่หลาย ไปจนถึงเขตภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เฉพาะในภาคเหนือในจังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย และพิจิตร มีพื้นที่ที่ใช้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามรวมกันถึง 2,000 ไร่ ยังมีแนวโน้มว่าจะขยายตัวได้อีก ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นบริเวณซึ่งขาดแคลนน้ำเค็ม ทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในการเพาะฟัก และอนุบาลลูกกุ้ง ทำให้ต้องซื้อลูกกุ้งมาจากฟาร์มเพาะเลี้ยงในภาคกลาง และต้องทำการขนส่งลูกกุ้งมาโดยการลำเลียงทางบก และทางเครื่องบิน จึงทำให้ลูกกุ้งมีราคาสูงถึงตัวละ ประมาณ 0.18 บาท ขึ้นอยู่กับฤดูกาล ดังนั้นปัจจัยในการขนส่งจึงเป็นเหตุทำให้ลูกกุ้ง อ่อนแอ และมีอัตราการรอดตายต่ำ ซึ่งทำให้ประสบปัญหาการขาดแคลนลูกกุ้ง

สาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis*) เป็น Cyanobacteria ที่นิยมใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพของคน เนื่องจากมีวิตามิน เกือบแร่ และ โปรตีนสูงถึง 70 % ของน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้ยังมีรงควัตถุที่มีคุณค่าสูงอีกหลายชนิดเช่น Phycocyanin, Allophycocyanin, Betacarotene, Chlorophyll-a และกรดไขมันอิ่มตัวเช่น Gamma-linolenic acid:GLA อยู่ร้อยละ 20-30 ของกรดไขมันทั้งหมด ซึ่ง GLA นี้เป็นกรดไขมันตัวหนึ่งซึ่งได้รับความสนใจทางการแพทย์และอุตสาหกรรม เนื่องจากมีคุณสมบัติยับยั้งการแข็งตัวของเลือด ลดระดับความดันโลหิต ลดปริมาณคลอเรสเตอรอล ควบคุมปริมาณ Prostaglandin ซึ่งช่วยรักษาเกี่ยวกับโรคหัวใจ และโรคภูมิแพ้ อีกทั้งรงควัตถุ Phycocyanin, Allophycocyanin สามารถนำมาใช้ในงานด้าน Immunoassays microscopy เนื่องจากมีคุณสมบัติเรืองแสง (Nakamura, 1982 ; Venkataraman, 1983) นอกจากนั้นยังมีการใช้สาหร่ายสไปรูลินาสด (*Spirulina platensis*) ในการอนุบาลและเลี้ยงปลาชนิดแดงจนถึงระยะวางไข่อีกด้วย โดยพบว่าผลลามีอัตราการผสมพันธุ์ อัตราการฟักออกเป็นตัว และอัตราการรอดของลูกปลาสูงกว่าการใช้อาหารทั่วไป อีกทั้งพบว่าการใช้สาหร่าย สไปรูลินาสด (*Spirulina platensis*) ยังเป็นการทำให้เนื้อปลามีกรดไขมัน จำพวก Linolenic acid, Gamma-linolenic acid สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารทั่วไป (Lu and Tekeuchi, 2003)

9.โครงการย่อยที่ 9 ผลของการใช้อบเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษาและการยอมรับของเนื้อปลาหับทิมรมควันเย็น เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร

การยืดอายุการเก็บรักษาอาหารช่วยให้อาหารนั้นสามารถเก็บรักษาไว้เพื่อบริโภคได้นานขึ้น ช่วยลดปัญหาการล้นตลาดและช่วยเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบทางการเกษตร อายุการเก็บรักษา (shelf- life) หมายถึงช่วงระยะเวลาที่อาหารอยู่ในบรรจุภัณฑ์และเก็บรักษาในสภาวะที่กำหนด ซึ่งสามารถรักษาคุณภาพและความปลอดภัยของอาหารให้อยู่ในระดับที่กำหนดได้ ปลาเป็นอาหารที่เกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายที่สุดชนิดหนึ่งทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่สั้น การเสื่อมเสียเกิดขึ้นได้ทั้งจากปฏิกิริยาเคมี จากจุลินทรีย์ และจากเอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวปลาเอง โดยเฉพาะในส่วนเครื่องในสำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของปลาในระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

เช่น การวัดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการย่อยสลายของ ATP (adenosine triphosphate) พวกลไฮโปแซนทีน(hypoxanthine)และค่า K (K- value) ปริมาณไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N, total volatile base nitrogen) ปริมาณไตรเมธิลามีน (TMA, trimethylamine) การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

การเน่าเสียของเนื้อปลา (มัทนา,2545)

สัตว์น้ำประเภทปลาสามารถเกิดการเน่าเสียได้โดยปฏิกิริยาการย่อยสลายตัวเองหรือเกิดจากจุลินทรีย์ได้เช่นเดียวกับเนื้อสัตว์ประเภทอื่น แต่เนื้อปลามีการเน่าเสียที่เร็วกว่า เนื่องจากมีความเป็นกรดต่ำกว่าเนื้อสัตว์บก ทำให้จุลินทรีย์สามารถเจริญได้อย่างรวดเร็ว ปลาจะเน่าเสียเร็วหรือช้าขึ้นกับจำนวนแบคทีเรียที่อยู่บนตัวปลา อุณหภูมิตัวปลา ระยะเวลาหลังปลาดตาย รวมทั้งความสะอาดและขั้นตอนการผลิต เมื่อเนื้อปลาเน่าเสีย สีของปลาจะซีด มีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเกิดขึ้น มีเมือกเพิ่มขึ้น เนื้อปลานิ่มและมีน้ำซึมออกมาจากเนื้อ เนื้อปลาฉีกขาดง่าย และถ้าปลาที่มีไขมันสูง อาจมีกลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้น (มัทนา, 2545)

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ปลาแบ่งเป็น 3 กลุ่มได้แก่

1. จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนี (indicator organism) เป็นจุลินทรีย์ที่บ่งชี้ถึงความสด ความสะอาดของผลิตภัณฑ์ สุขลักษณะของโรงงานและพนักงาน ได้แก่ กลุ่มจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ (aerobic plate count) , *Escherichia coli*, faecal streptococci ถ้าหากว่ามีปริมาณมากเกินไปเกินกำหนด จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค
2. จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogenic organism) ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio parahaemolyticus* และ *Vibrio cholerae*
3. จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (spoilage organism) จุลินทรีย์กลุ่มนี้เมื่อปนเปื้อนในอาหาร ทำให้อาหารนั้นเสียและอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค เช่น แบคทีเรียในกลุ่ม *Pseudomonads* ได้แก่ *P. ambigua*, *P. convexa*, *P. fragi*, *P. fluorescens*, *P. incognata*, *P. ovalis*, *P. perolens* และ *P. putrefaciens*

ปลาทับทิม

ปลาทับทิมหรือปลานิลแดง (red tilapia)มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oreochromis sp.* เป็นปลาที่ได้รับการปรับปรุงสายพันธุ์ให้ดีขึ้น โดยการผสมระหว่าง *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus* (nile tilapia)ปลาทับทิมเป็นปลาที่สามารถเลี้ยงในเชิงเศรษฐกิจได้ เป็นปลาซึ่งเกษตรกรผู้มีทุนน้อย

สามารถเลี้ยงได้ในเชิงเศรษฐกิจ ผลผลิตเป็นที่ต้องการของตลาด เนื่องจากมีผู้นิยมบริโภคเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นประชาชนทั่วไป ร้านอาหาร โต๊ะจีนต่างนิยมนำปลาหีบมาทำเป็นอาหาร ปลาหีบมีลักษณะเด่นหลายประการ เช่น เส้นใยเนื้อละเอียดแน่นจึงมีรสชาติดีและปราศจากกลิ่น มีไขมันต่ำมาก จึงปราศจากกลิ่นที่เกิดจากไขมันในตัวปลาและเป็นไขมันไม่อิ่มตัวที่มีประโยชน์ ปริมาณเนื้อบริโภคได้ค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 40 และมีส่วนสันหนามาก ส่วนหัวเล็ก โครงกระดูกเล็ก ก้างน้อยและผิวมีสีแดงอมชมพู เนื้อทุกส่วนสีขาวทำให้น่ารับประทาน เป็นต้น (นิรนาม, ม.ป.ป.) นอกจากนี้ยังพบว่าได้มีการส่งออกปลาหีบไปจำหน่ายยังต่างประเทศอีกด้วย เช่น ไปยังประเทศแถบยุโรป อเมริกา และญี่ปุ่น เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์ปลารมควัน

ผลิตภัณฑ์ปลารมควันเป็นผลิตภัณฑ์หลักของหลายๆ ประเทศ เช่น รัสเซีย เยอรมัน และอังกฤษ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมากและได้รับความนิยมจากผู้บริโภค ขณะที่ประเทศสหรัฐอเมริกา และแคนาดา ปลารมควันได้รับความสำคัญรองลงมา สำหรับการทำปลารมควันก่อนที่จะทำการรมควันนั้นจะต้องมีใส่เกลือลงในผลิตภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น และรูปแบบของผลิตภัณฑ์ก็มีการพัฒนาแตกต่างกันไป ซึ่งหลายๆ เมืองได้พัฒนาจนเป็นระดับอุตสาหกรรม รวมถึงการขนส่งไม่มีข้อจำกัด เพราะไม่ต้องเร่งกระจายสินค้าเหมือนปลาสด

ปลาแซลมอนรมควันเย็น (cold smoked salmon) เป็นผลิตภัณฑ์ปลารมควันที่ได้รับความนิยมบริโภคมากที่สุด ต้องใช้ปลาสดมาก นำมาดึงเอาเครื่องในออก ผ่าเป็นสองซีกหรือทำเป็นชิ้น (fillet) ใส่เกลือ นิยมใช้การคลุกกับเกลือ (dry salting) มากกว่าการแช่น้ำเกลือ (brine) เพราะการคลุกกับเกลือสามารถลดความชื้นในตัวปลาได้ ก่อนใส่เกลือจะกรดปลาเป็นรอยที่ด้านหลังของปลาตรงส่วนที่หนาที่สุดเพื่อให้เกลือซึมได้สม่ำเสมอ ทั้งไว้ประมาณ 36 ชั่วโมง แล้วนำปลาไปล้างน้ำ 2-3 ครั้ง รมควันด้วยควันอ่อนๆ ใช้ความร้อนต่ำๆ โดยอุณหภูมิเริ่มต้นประมาณ 80 องศาฟาเรนไฮต์ รม 6-7 ชั่วโมงแล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 100 องศาฟาเรนไฮต์ 30 นาที-1 ชั่วโมง จนน้ำหนักลดลงจากเริ่มต้นประมาณร้อยละ 7-9 (อุมาพร, 2540)

องค์ประกอบทางเคมีของปลาแซลมอนรมควันเป็นดังนี้ เกลือร้อยละ 2-4 ความชื้นร้อยละ 60-70 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 0.8 และมีค่า pH 5.8-6.3 จัดเป็นอาหารที่เกิดการเน่าเสียจากจุลินทรีย์ได้ง่าย พบว่าปลาแซลมอนรมควันเย็นบรรจุแบบสุญญากาศมีอายุการเก็บรักษานานประมาณ 5 สัปดาห์ (Cardinala *et al.*, 2004) โดยชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียส่วนใหญ่เป็นพวกแบคทีเรียกรดแลกติกนอกจากนี้ยังมีพวก *Enterobacteriaceae*, *Brochotrixthermosphacta*, *Photobacteriumphosphoreum* และยีสต์โดยปริมาณแบคทีเรียที่ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับทางประสาทสัมผัสจะมีค่าอยู่ในช่วง 7-8 logcfu/g

(Hansen *et al.*, 1998) การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสที่พบมีดังนี้คือมีกลิ่นเหม็นน่าเกิดขึ้นและเนื้อสัมผัสเปลี่ยนไปคือมีลักษณะเหนียวและ

Sigurdisladottiret *al.* (2000) ศึกษาผลของการเก็บปลาแซลมอนแช่เยือกแข็งต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาแซลมอนรมควันที่ได้ พบว่าการแช่เยือกแข็งทำให้เนื้อปลาแซลมอนเหนียวขึ้นและมีช่องว่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้น แต่ไม่มีผลต่อร้อยละของผลผลิตที่ได้ อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยไม่ได้ศึกษาผลของการแช่เยือกแข็งต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสและอายุการเก็บรักษาของปลาแซลมอนรมควันที่ได้

การรมควัน (smoking)

กรรมวิธีการรมควันทำได้ 2 แบบคือการรมควันเย็น (cold smoking) และการรมควันร้อน (hot smoking) การรมควันเย็นเป็นการรมควันที่ไม่ทำให้อาหารสุก เป็นการรมควันที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 30-40 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่ทำให้โปรตีนของผลิตภัณฑ์เกิดการตกตะกอนใช้เวลาในการรมควันค่อนข้างนานกล่าวคือประมาณ 24 ชั่วโมง-2 สัปดาห์ ระหว่างรมควันจะระเหยน้ำออกไปด้วยประมาณร้อยละ 15-20 ดังนั้นผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จะเก็บได้นาน

การรมควันเย็น โดยทั่วไปทำได้โดยการนำสัตว์น้ำหรือสัตว์อื่นที่แห้งหมาดแล้วมารวมควันในเครื่องรมควันที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและปริมาณควันได้ โดยในช่วงแรกใช้อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-10 ชั่วโมงและเพิ่มอุณหภูมิเป็น 33 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-20 นาที การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60-70 จะเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการแข็งตัวที่ผิวด้านนอก โดยในการรมควันเย็นช่วงแรกจะควบคุมให้มีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในระดับร้อยละ 90 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถดูดซับควันได้ดี หลังจากนั้นจะควบคุมให้มีความชื้นสัมพัทธ์ลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ 60-70 มีการรมควันเย็นในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งในหลายประเทศ เช่น แคนาดา เพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อรา ซึ่งประเทศดังกล่าวห้ามใช้กรดซอร์บิกชนิดพ่นบนไส้กรอกเพื่อยับยั้งเชื้อราซึ่งการรมควันสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราในระหว่างการหมักแห้งไส้กรอกได้ผลดี การรมควันร้อน ใช้อุณหภูมิประมาณ 50-80 องศาเซลเซียส ใช้เวลาไม่นาน ซึ่งสามารถทำลายจุลินทรีย์และเอนไซม์ได้บางส่วน ทำให้โปรตีนเกิดการตกตะกอน ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีรสชาติดี เนื้อนุ่ม แต่เก็บได้ไม่นาน (Barbut, 2002)

เครื่องเทศ

การใช้เครื่องเทศในอาหารมีประวัติการใช้มายาวนานนับ 2,000 กว่าปี ตามปกติการใช้เครื่องเทศในอาหารมีจุดประสงค์เพื่อให้กลิ่นรสเป็นหลัก ไม่ได้มุ่งจะใช้เพื่อยับยั้งจุลินทรีย์แต่อย่างไรก็ตามพบว่าเครื่องเทศบางชนิดสามารถยับยั้งจุลินทรีย์พวก *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*,

Escherichia coli O157:H7, *Shigelladysenteriae*, *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* ได้ โดยใช้ในปริมาณ 0.2-10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (Burt, 2004)

การใช้เครื่องเทศช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร ทำให้สามารถลดปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในการฆ่าเชื้ออาหารได้ เช่น การเติมน้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูในน้ำแอปเปิ้ล (apple cider) สามารถลดเชื้อ *E. coli* O157: H7 ได้ 5 log โดยไม่ต้องใช้ความร้อนสูง เป็นการทำให้คุณภาพของน้ำแอปเปิ้ลที่ได้ดีขึ้น โดยที่ยังคงมีความปลอดภัยในการบริโภคเท่าเดิม

การใช้น้ำมันอบเชยร้อยละ 0.1 ในน้ำมันเชื้อเทศ ทำให้สามารถใช้เทคโนโลยีการฆ่าเชื้อแบบปล่อยกระแสไฟฟ้าแรงสูงเป็นจังหวะ (high-intensity pulsed electric field) ในการฆ่าเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพคือสามารถลดเชื้อได้อย่างน้อย 5 log เช่นเดียวกับการพาสเจอร์ไรซ์โดยทั่วไป (Mosqueda-Melgret *et al.*, 2008)

เครื่องเทศสามารถช่วยเพิ่มความคงตัวของอาหารในระหว่างการเก็บรักษาได้ ความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์เป็นผลมาจากสารเคมีหรือน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในเครื่องเทศนั้น สารดังกล่าวมีในพืชตามธรรมชาติเพื่อช่วยป้องกันการถูกทำลายจากจุลินทรีย์ (Barbut, 2002) ตัวอย่างของสารประกอบ ในเครื่องเทศที่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ ได้แก่ สารประกอบฟีนอล แอลกอฮอล์ อัลดีไฮด์ คีโตน อีเทอร์ และไฮโดรคาร์บอน เป็นต้น ตัวอย่างเช่น

- สารประกอบซินนามิกอัลดีไฮด์และยูกีนอลในอบเชย
- สารประกอบยูกีนอลในกานพลู
- สารประกอบไอโซโครโธนิลในมัสตาร์ด
- สารประกอบคาร์วาโครลและไธมอลในออริกาโน
- สารประกอบไธมอลและยูกีนอลในเสจ

ดังนั้นจึงมีการใช้เครื่องเทศชนิดต่างๆ ในการถนอมรักษาอาหารเช่น การใช้กานพลูในเนื้อสัตว์ น้ำเชื่อมและซอส การใช้อบเชยและมัสตาร์ดในการถนอมรักษาซอสแอปเปิ้ล เป็นต้นซึ่งพบว่าเครื่องเทศสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหารได้ดี โดยสามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ทั้งกรัมบวกและกรัมลบ

ส่วนของพืชที่นำมาใช้เป็นเครื่องเทศ สามารถนำมาใช้ได้แทบทุกส่วน ไม่ว่าจะเป็นดอก ดอกตูม เมล็ด ใบ กิ่งก้าน เปลือกไม้ ผลและราก การนำมาใช้อาจใช้ในรูปแบบสด แห้ง สารสกัดหรือน้ำมันหอมระเหยก็ได้ วิธีการผลิตน้ำมันหอมระเหยอาจใช้วิธีการกลั่นหรือการสกัดด้วยของเหลวที่อยู่ในสภาวะวิกฤติ (super critical fluid extraction, SFE) ก็ได้ โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิและความดันที่ใช้ จะมีผลต่อองค์ประกอบที่สกัดออกมาได้

กลไกการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ของเครื่องเทศโดยการไปทำให้เซลล์เมมเบรนเกิดความเสียหาย ประสิทธิภาพของการยับยั้งจุลินทรีย์ของเครื่องเทศ ขึ้นอยู่กับ pH ของอาหาร อุณหภูมิที่เก็บรักษาอาหาร ปริมาณออกซิเจนที่มี ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยและสารออกฤทธิ์ที่มี

(Tajkarimiet *al.*, 2010) ปริมาณการใช้ในอาหารส่วนใหญ่อยู่ที่ร้อยละ 0.05-0.1 (500-1000 ppm) แต่เครื่องเทศบางชนิดต้องใช้ในปริมาณมากกว่านี้จึงจะสามารถยับยั้งได้

กานพลู (clove)

กานพลูเป็นเครื่องเทศชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Syzygium aromaticum* อยู่ในวงศ์ Myrtaceae (ประเทืองศรี, 2547) ส่วนที่นำมาใช้เป็นเครื่องเทศเป็นส่วนของดอกตูม กานพลูจัดอยู่ในจำพวกไม้ยืนต้น มีถิ่นกำเนิดในหมู่เกาะโมลุกกะหรือหมู่เกาะเครื่องเทศของประเทศอินโดนีเซีย (กนกวรรณ, 2532; นิดดา, 2547) การเก็บดอกกานพลูนิยมเก็บโดยใช้มือเด็ด แล้วทำแห้งด้วยแสงแดดก่อนจำหน่าย โดยจำหน่ายทั้งดอก กลั่นกานพลูหอมมากและมีรสเผ็ดร้อน

มีสารออกฤทธิ์สำคัญในกานพลูคือยูจีนอล (eugenol) และมีสารออกฤทธิ์อื่นๆ อีก ได้แก่ ยูจีนิลอะซิเตต (eugenyl acetate), beta-caryophyllene, 2-heptanone, acetyleneugenol, alpha-humulene, methyl salicylate, isoeugenol, methyleugenol, phenyl propanoids, dehydrodieugenol, trans-confireryl aldehyde, biflorin, kaempferol, rhamnocitrin, gallic acid, ellagic acid และ oleanolic acid (Saeed and Tariq, 2008)

กานพลูและสารสกัดจากกานพลูใช้ได้ ในอาหารชนิดต่างๆ ได้แก่ เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ผลิตภัณฑ์ขนมอบ เนยแข็ง ไขมันและน้ำมัน น้ำผลไม้ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณการใช้กานพลูและสารสกัดจากกานพลูในอาหารชนิดต่างๆ

ชนิดอาหาร	ปริมาณกานพลู (ฟิฟเอ็ม)		ปริมาณสารสกัดจากกานพลู (ฟิฟเอ็ม)	
	ที่ใช้โดยทั่วไป	สูงสุด	ที่ใช้โดยทั่วไป	สูงสุด
เครื่องดื่มแอลกอฮอล์	1.59	3.00	125.00	150.00
สารปรุงแต่งกลิ่นรส	1015.00	2359.00	130.00	180.00
ผลิตภัณฑ์ขนมอบ	385.00	1238.00	108.00	127.00
เนยแข็ง	15.00	15.00	-	-
น้ำมันและไขมัน	184.00	338.50	-	-
ผลิตภัณฑ์นมแช่เยือกแข็ง	20.00	40.00	26.00	39.75
น้ำผลไม้	187.20	332.00	-	-
เกรวี่	32.34	131.9	-	-
ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	304.90	969.30	165.30	220.90
เครื่องดื่มปราศจากแอลกอฮอล์	129.00	141.10	11.63	14.58
ผักแปรรูป	484.40	484.40	-	-
ลูกกวาดชนิดนุ่ม	219.40	225.20	78.75	102.50
ซูป	153.40	795.50	-	-
เจลลาติน พุดดิ้ง	-	-	315.00	350.00

ที่มา : Burdock (2002)

นอกจากนี้ยังมีการใช้ในรูปของน้ำมันกานพลูในอาหารชนิดต่างๆ ได้แก่ เครื่องดื่ม ขนมอบ ผลิตภัณฑ์นม ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เป็นต้น ดังรายละเอียดในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณการใช้น้ำมันกานพลูในอาหารชนิดต่างๆ

ชนิดของอาหาร	ปริมาณที่ใช้โดยทั่วไป (พีพีเอ็ม)	ปริมาณที่ใช้สูงสุด (พีพีเอ็ม)
เครื่องดื่มแอลกอฮอล์	152.50	198.10
ผลิตภัณฑ์ขนมอบ	37.18	86.63
หมากฝรั่ง	191.60	2847.00
เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส	59.52	91.19
ไขมันและน้ำมัน	21.00	85.00
ผลิตภัณฑ์นมแช่เยือกแข็ง	35.63	40.78
เจลาติน พุดดิ้ง	23.12	28.15
เกรวี่	8.44	258.10
ลูกกวาดชนิดแข็ง	19.22	161.70
ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	127.00	161.70
เครื่องดื่มปราศจากแอลกอฮอล์	11.59	14.50
ผักแปรรูป	11.79	17.50
อาหารขบเคี้ยว	160.00	320.00
ลูกกวาดชนิดนุ่ม	96.85	138.10
ซูปร	1.41	9.86

ที่มา : Burdock (2002)

น้ำมันกานพลู (clove oil) ได้จากการกลั่นส่วนดอก ก้านและใบของต้นกานพลูมีลักษณะเป็นของเหลวใส สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียในอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate moisture food) ได้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้จัดเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่อยู่ในบัญชีรายชื่อของ GRAS (generally recognized as safe) เมื่อใช้ในปริมาณไม่เกิน 1,500 ส่วนในล้านส่วนหรือร้อยละ 0.15 มีค่า ADI (acceptable daily intake) สำหรับมนุษย์เท่ากับ 2.5 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (กำหนดโดย World Health Organization (WHO) Expert Committee on Food Additives)

ความเป็นพิษ น้ำมันกานพลูอาจทำให้เสียชีวิตได้ถ้าได้รับมากเกินไป กล่าวคือ 3.752 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม โดยอาจทำให้ระบบหายใจล้มเหลวเฉียบพลัน คับวายเป็นและเกิดความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลาง

การนำน้ำมันกานพลู(clove oil) มาใช้ในอาหารสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีค่าใช้จ่ายถูกและช่วยให้อาหารมีความปลอดภัย (Gulcin et al., 2012) น้ำมันกานพลูสามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ดี รวมทั้งเชื้อราและไวรัสได้แก่ *Bacillus cereus*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Clostridium jejuni*, *Helicobacter pylori*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella choleraesuis*, *Salmonella Enteritidis*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* และ *Yersinia enterocolitica* แต่ถ้าอยู่ในรูปของสารสกัดด้วยการแช่หรือต้มเดือดจะไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Shigella dysenteriae*, *Vibrio cholera*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella pneumonia* และ *Serratia marcescens* ได้จะยับยั้งได้เมื่อเป็นน้ำมันกานพลูเท่านั้น (Saeed and Tariq, 2008)

Oonmetta-aree et al. (2012) ใช้สารสกัดน้ำมันกานพลูเข้มข้นร้อยละ 25 และ 50 ในขนมปัง พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาขนมปังได้ 3 และ 4 วันตามลำดับ เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม (ไม่เติมสารสกัดน้ำมันกานพลู) ซึ่งมีอายุการเก็บรักษา 2 วัน

สารสกัดจากกานพลูโดยใช้เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 แล้วนำไปทดสอบโดยใช้วิธี Paper disc diffusion พบว่าสารสกัดจากกานพลูสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* ได้ที่ระดับความเข้มข้น 250 ส่วนในล้านส่วนเป็นต้นไป (มยุรกาญจน์, 2549)

อบเชย (cinnamon, casia)

อบเชยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cinnamomum verum*, *Cinnamomum verum*, *Cinnamomum cassia* (Nees) Nees ex. Blume อยู่ในวงศ์ Lauraceae (รุ่งรัตน์, 2540) นิยมปลูกในเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นเครื่องเทศที่มีกลิ่นหอม ได้มาจากเปลือกไม้ชั้นในที่แห้งแล้วของต้นอบเชย นำมาทำแห้งด้วยแสงแดด

อบเชยมีรสค่อนข้างขม มีกลิ่นฉุนและเผ็ดเล็กน้อย สารให้กลิ่นรสในอบเชยประกอบด้วย ซินนามัลดีไฮด์ร้อยละ 65-80 ที่เหลือเป็นสารประกอบพวกฟีนอลและเทอร์พีน ได้แก่ ยูจีนอล ทรานส์-กรดซินนามิก ไฮดรอกซีซินนามัลดีไฮด์ โอ-เมทอกซีซินนามัลดีไฮด์ ซินนามัลดีไฮด์อัลกอฮอล์และซินนามิลอะซิเตต ลิโมนีน อัลฟา-เทอร์พีนอล แทนนิน มิวซิเลจ โอลิโกเมอร์ิกโพรซันนินดินและคูมาริน (Burdock, 2002) ปริมาณการใช้อบเชยในอาหารชนิดต่างๆ แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณการใช้อบเชยในอาหารชนิดต่างๆ

ชนิดของอาหาร	ปริมาณที่ใช้โดยทั่วไป (พีพีเอ็ม)	ปริมาณที่ใช้สูงสุด (พีพีเอ็ม)
ผลิตภัณฑ์ขนมอบ	5548.00	12967.00
เกรวี่	60.05	60.05
ธัญพืชอาหารเช้า	2515.00	5102.00
เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส	214.00	214.00
เนยแข็ง	15.00	15.00
ไขมันและน้ำมัน	285.80	324.10
ผลิตภัณฑ์นมแช่เยือกแข็ง	356.30	616.10
น้ำผลไม้	614.60	770.50
เจลาติน พุดดิ้ง	1267.00	1428.00
แยม เจลลี่	950.00	1050.00
ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	693.50	1569.00
ผลิตภัณฑ์นม	350.00	700.00
เครื่องดื่มปราศจากแอลกอฮอล์	20.25	56.99
ลูกกวาดชนิดนุ่ม	149.80	155.20
ซูปร	310.70	371.40
ซอสหวาน	5000.00	5000.00

ที่มา : Burdock (2002)

มีการใช้อบเชยในทางยา ในส่วนของอบเชยที่ละลายน้ำได้สามารถช่วยต้านแบคทีเรียไวรัสและเชื้อรา ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยช่วยให้การทำงานของอินซูลินในร่างกายดีขึ้น และช่วยยับยั้งการเติบโตของเซลล์มะเร็ง (Kwon *et al.*, 2009) น้ำมันอบเชยสามารถยับยั้งจุลินทรีย์หลายชนิดได้ดีและสามารถช่วยเสริมการด้านจุลินทรีย์ของน้ำมันชนิดอื่นได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังมีข้อมูลว่าอบเชยช่วยในการพาทออกซิเจนไปสู่เซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย ช่วยให้ระบบหมุนเวียนโลหิตดีขึ้น ช่วยบรรเทาอาการเจ็บกล้ามเนื้อ ปวดข้อ ช่วยบรรเทาอาการไอและเป็นหวัด

น้ำมันอบเชย(cinnamon oil) สามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ทั้งกรัมบวกและกรัมลบ ชนิดของแบคทีเรียกรัมบวกที่น้ำมันอบเชยสามารถยับยั้งได้ ได้แก่ *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* ส่วนชนิดของแบคทีเรียกรัมลบที่น้ำมันอบเชยสามารถยับยั้งได้ ได้แก่ *Escherichia coli* และ *Salmonella typhimurium* โดยมีค่า minimum inhibitory concentration (MIC)

อยู่ในช่วง 0.1-0.4 ไมโครลิตร/มิลลิลิตร แต่การกระทำดังกล่าวไม่มีผลต่อการยับยั้งแบคทีเรียพวก *Escherichia coli* และ *Salmonella typhimurium* สารออกฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่พบในอบเชย ได้แก่ cinnamaldehyde, thymol และ carvacrol ส่วนสารออกฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่พบใน กานพลู ได้แก่ eugenol ดังนั้นการใช้น้ำมันอบเชยในอาหารสามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพ และความปลอดภัยของอาหารได้ (Feiet al., 2012)

น้ำมันอบเชยมีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลือง มีการใช้ในอาหารหลายชนิดโดยมีปริมาณการใช้ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาณการใช้น้ำมันอบเชยในอาหารชนิดต่างๆ

ชนิดของอาหาร	ปริมาณที่ใช้โดยทั่วไป (ฟิฟเอ็ม)	ปริมาณที่ใช้สูงสุด (ฟิฟเอ็ม)
เครื่องดื่มแอลกอฮอล์	491.40	572.60
ผลิตภัณฑ์ขนมอบ	97.48	288.90
หมากฝรั่ง	23.98	281.30
เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส	102.90	128.90
ผลิตภัณฑ์นมแช่เยือกแข็ง	205.70	232.00
เจลาคิน พุดดิ้ง	171.00	214.80
เกรวี่	18.00	98.00
ลูกกวาดชนิดแข็ง	7.63	25.01
แยม เจลลี่	250.70	250.70
ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	16.67	42.32
เครื่องดื่มปราศจากแอลกอฮอล์	17.54	38.24
ลูกกวาดชนิดนุ่ม	149.30	262.10
ซูป	25.00	25.00

ที่มา : Burdock (2002)

นอกจากนี้ยังมีการใช้ในรูปแบบของสารสกัด(cinnamon bark extract) ในอาหารชนิดต่างๆ ได้แก่ เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ผลิตภัณฑ์นมแช่เยือกแข็ง ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เครื่องดื่มปราศจากแอลกอฮอล์ ลูกกวาดชนิดนุ่มและซูป ในปริมาณแตกต่างกันไปตั้งแต่ 6.92-1305.00 ฟิ ฟิเอ็ม ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร

การใช้น้ำมันหอมระเหยในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร

น้ำมันหอมระเหย(essential oil) เป็นของเหลวที่ระเหยได้มีกลิ่นแรง เป็นสารทุติยภูมิที่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของพืช พบได้ในทุกส่วนของพืช เช่น เมล็ด ดอก ใบ ลำต้น ผลและเปลือก เป็นต้น (Nanasombat and Wimmattigol, 2011)สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้เครื่องเทศหรือน้ำมันหอมระเหยร่วมกันมากกว่า 1 ชนิด และ/หรือใช้ร่วมกับวิธีการถนอมรักษาอาหารโดยวิธีอื่นสามารถช่วยเสริมประสิทธิภาพซึ่งกันและกันได้ ทำให้มีความสามารถในการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารได้มากขึ้น

การใช้น้ำมันหอมระเหยเป็นวัตถุกันเสียในอาหารจะมีข้อดีคือมีความปลอดภัยและไม่ทำให้เกิดเชื้อดื้อยาเหมือนกับการใช้ยาปฏิชีวนะในการยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร แต่ก็อาจทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ (off-flavor) ในอาหารได้ วิธีการป้องกันการเกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ดังกล่าวสามารถทำได้โดยวิธีการต่างๆ ดังนี้

- การใช้เครื่องเทศร่วมกับสารอื่นที่สามารถช่วยกลบกลิ่นของเครื่องเทศได้
- เติมน้ำมันหอมระเหยในผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสแรงพอที่จะกลบกลิ่นของน้ำมันหอมระเหย
- ใช้ในรูปของสารสกัดบริสุทธิ์ของสารออกฤทธิ์ที่ต้องการ แทนที่จะใช้ในรูปของน้ำมัน แต่ก็อาจทำให้มีประสิทธิภาพน้อยลงได้
- ใช้น้ำมันหอมระเหยร่วมกันมากกว่า 1 ชนิด เพื่อช่วยเสริมฤทธิ์กัน ทำให้ปริมาณการใช้ลดลง ช่วยลดการเกิดกลิ่นรสที่ไม่ดีได้ หรืออาจใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับสารยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่น เช่น ใช้กับสาร ethylene diaminetetraacetic acid (EDTA) ซึ่งเป็นสารที่สามารถจับกับโลหะได้ ซึ่งสาร EDTA แม้ไม่ได้เป็นสารกันเสียโดยตรง แต่ก็ช่วยเสริมฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ให้กับน้ำมันหอมระเหยได้ หรือใช้ร่วมกับสารที่ช่วยในการกระจายตัว (dispersing agent) เช่น เอทิลีน ไกลคอล (ethylene glycol) ซึ่งจะช่วยให้การสัมผัสระหว่างน้ำมันหอมระเหยกับเซลล์จุลินทรีย์ ทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น เป็นอีกทางหนึ่งที่ทำให้สามารถใช้น้ำมันหอมระเหยในปริมาณน้อยลง เป็นการลดการเกิดกลิ่นรสที่ไม่ดีได้ วิธีหลังนี้เหมาะกับอาหารที่มีไขมันสูง

- ไม่เติมหรือหลีกเลี่ยงการเติมน้ำมันหอมระเหยลงในอาหาร โดยตรง อาจใช้ผสมกับน้ำที่ใช้ล้างใช้น้ำมันหอมระเหยจากโหระพาผสมกับน้ำเพื่อล้างผักกาดแก้ว พบว่าสามารถช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ได้เทียบเท่ากับการใช้คลอรีนเข้มข้น 125 ส่วนในล้านส่วน

- การทำไมโครแคปซูล (microencapsulation) พบว่านอกจากจะช่วยกลบกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์แล้ว ยังช่วยให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อเพิ่มขึ้นด้วย โดย Hill *et al.* (2013) ทำไมโครแคปซูลของเครื่องเทศชนิดต่างๆ โดยใช้เบต้า-ซัยโคลเด็กซ์ทรินเป็นวัสดุเคลือบ (wall) พบว่าสามารถยับยั้งเชื้อได้ดีกว่าที่อยู่ในรูปน้ำมัน อาจเนื่องจากไมโครแคปซูลสามารถละลายน้ำได้และปกป้องน้ำมันหอมระเหยจากการออกซิเดชัน ทำให้เกิดการสัมผัสระหว่างเซลล์แบคทีเรียก่อโรคน้ำมันหอมระเหยมากขึ้น

นอกจากนี้ยังพบว่าไมโครแคปซูลของน้ำมันหอมระเหยของดอกกานพลูและเปลือกอบเชยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้สูงสุด

น้ำมันหอมระเหยอบเชยและน้ำมันหอมระเหยกานพลูมีสมบัติเป็นวัตถุกันเสีย (ตารางที่ 8) และสามารถใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสจากธรรมชาติแทนการใช้สารสังเคราะห์ ดังนั้นจึงสามารถใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้โดยไม่เสี่ยงต่ออันตรายแก่ผู้บริโภค เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร เป็นการเพิ่มความปลอดภัยอาหารโดยสารออกฤทธิ์ที่สำคัญในน้ำมันหอมระเหยอบเชยและน้ำมันหอมระเหยกานพลูเป็นสารประกอบพวกซินนามัลดีไฮด์ (cinnamaldehyde) และยูจีนอล (eugenol) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้น้ำมันอบเชยร่วมกับน้ำมันกานพลูช่วยเสริมประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียพวก *Bacillus subtilis* และ *Bacillus cereus* ได้ดีกว่าการใช้น้ำมันอบเชยเพียงอย่างเดียว (Feiet al., 2012)

ตารางที่ 8 คุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยอบเชยและน้ำมันหอมระเหยกานพลู

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์(ตระกูล)	คุณสมบัติ
อบเชย	<i>Cinnamomumzeylanicum</i> (Lauraceae)	ยับยั้ง ช่วยย่อยอาหาร สมานแผล กระตุ้นหัวใจ ระบบประสาท และฆ่าเชื้อ
กานพลู	<i>Eugenia caryophyllus</i> (Myrtaceae)	แก้ปวดฟัน กระตุ้นหัวใจและระบบประสาท ยับยั้ง และฆ่าเชื้อ

ที่มา คัดแปลงจาก Prabuseenivasanet al. (2006)

มีงานวิจัยหลายชิ้นที่แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยอบเชยและ/หรือ น้ำมันหอมระเหยกานพลูสามารถยับยั้งการเจริญทั้งยีสต์ ราและแบคทีเรียได้ ได้แก่ *Staphylococcus* spp., *Micrococcus* spp., *Bacillus* spp., *Enterobacter* spp., *Escherichia coli*, *Lactobacillus* sp., *Bacillus thermoacidurans*, *Salmonella* sp., *Corynebacteriummichiganense*, *Pseudomonas striafaciens*, *Clostridium botulinum*, *Alternariasp*, *Aspergillus*sp. (*A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. ochraceus*), *Cunninghamella* sp., *Fusarium*sp. (*Fusariummoniliforme*), *Mucor* sp. และ *Penicillium* sp. (*P. roqueforti*, *P. patulum*, *P. citrinum*) (ภักธนันท์และคณะ, 2553; ศวรรณีและวลัยรัตน์, 2550; Azzouz and Bullerman, 1982; Burt, 2004; Matanet al., 2006)

การใช้น้ำมันกานพลูร่วมกับน้ำมันจากต้นชา (tea tree oil) ในเนื้อวุ้นบดปรุงสุก สามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคชนิด *Escherichia coli* O157: H7 (Morieraet al., 2007)

การใช้น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยกานพลูในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ร่วมกับการบรรจุแบบปรับบรรยากาศ (modified atmosphere) ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์หลายชนิด ได้แก่ เชื้อรา 4 ชนิด (*Aspergillusflavus*, *Penicilliumroqueforti*, *Mucorplumbeus* และ *Eurotium* sp.) เชื้อยีสต์ 4 ชนิด

(*Debaryomyceshansenii*, *Pichiamembranaefaciens*, *Zygosaccharomycesrouxi* และ *Candida lipolytica*) และแบคทีเรีย 2 ชนิด (*Staphylococcus aureus* และ *Pediococcus halophilus*) พบว่าการบรรจุแบบปรับบรรยากาศช่วยเพิ่มความสามารถของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้มากขึ้นกว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยเพียงอย่างเดียว โดยที่ความเข้มข้นของออกซิเจนที่ต่ำ (ต่ำกว่าร้อยละ 0.05) และความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงร้อยละ 40 จะช่วยในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยผสมที่เพิ่มขึ้น ช่วยเพิ่มความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้มากขึ้น สัดส่วนของน้ำมันหอมระเหยอบเชยที่เพิ่มขึ้นในน้ำมันหอมระเหยผสมจะช่วยเพิ่มความสามารถในการยับยั้ง *A. flavus* ได้ดีขึ้น โดยในสัดส่วนน้ำมันหอมระเหยอบเชยค่อน้ำมันหอมระเหยทานตะวันเท่ากับ 9 ต่อ 1 ในปริมาณ 4000 ไมโครลิตรในการยับยั้งการเจริญของ *A. flavus* มากที่สุด (Matanet *et al.*, 2006)

Mytleet *et al.* (2006) ได้ทดลองใช้น้ำมันกานพลูที่ผิวหน้าของไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเค็มในปริมาณร้อยละ 1 และ 2 (ปริมาตร/น้ำหนัก) พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Listeria monocytogenes* ได้ตลอดช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 5 และ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 และ 7 วัน ตามลำดับ ทั้งในตัวอย่างที่มีการเติมเชื้อเริ่มต้นในปริมาณต่ำและสูง (ประมาณ 10^3 และ 10^6 cfu/g ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 5-point hedonic scale พบว่าการใช้น้ำมันกานพลูในปริมาณร้อยละ 2 (ปริมาตร/น้ำหนัก) ทำให้ผู้บริโภคบางส่วนไม่ยอมรับได้เนื่องจากมีกลิ่นและรสชาติที่แรง ดังนั้นจึงควรใช้น้ำมันกานพลูในปริมาณร้อยละ 1

น้ำมันกานพลูเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Aeromonashydrophila* ได้ทั้งในอาหารเลี้ยงเชื้อและในเนื้อหมูสุก เมื่อเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 วัน (Stechiniet *et al.*, 1993)

จากการทดลองของ Nanasombat and Wimmattigol (2011) พบว่าน้ำมันอบเชยสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดี โดยมีค่า minimum inhibitory concentration (MIC) สำหรับเชื้อ *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella Rissen* และ *Staphylococcus aureus* เท่ากับ 0.5, 2.0, 1.0, 2.0, 2.0 และ 2.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีข้อมูลว่าน้ำมันอบเชยสามารถยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* O157:H7 และ *Salmonella typhimurium* ได้อีกด้วย กลไกการยับยั้งเชื้อของอบเชยอาจเนื่องจากไปทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ (Burt, 2004)

จากการทดลองใช้น้ำมันหอมระเหยจากอบเชยป้องกันเชื้อราในผลิตภัณฑ์ทุเรียนกวนพบว่า น้ำมันหอมระเหยอบเชยที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.6, 0.8 และ 1.0 (w/w) สามารถเก็บรักษาทุเรียนกวนได้นาน 70, 105 และ 120 วัน ตามลำดับ ซึ่งเชื้อราที่พบในทุเรียนกวนนั้นส่วนใหญ่เป็น *Aspergillus niger* ซึ่งสามารถยับยั้งได้โดยการใช้สารซินนามัลดีไฮด์ที่มีอยู่ในน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย ทั้งนี้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.6 เป็นระดับต่ำสุดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้

และเมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยที่ระดับสูงขึ้นไปสามารถป้องกันการเจริญของราได้นานขึ้น โดยที่ระดับร้อยละ 0.8 เป็นความเข้มข้นสูงสุดที่ยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ดังนั้นจึงควรเลือกใช้น้ำมันหอมระเหยจากอบเชยที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.8 ในการป้องกันเชื้อราในทุเรียนกวน (หทัยรัตน์และคณะ, 2544)

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. โครงการย่อยที่ 1 การเพาะเลี้ยงปลาบู่ทรายในกระชังร่วมกับปลานิลแดง ในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

1.1 การเตรียมบ่อ และการวางแผนการทดลอง จัดเตรียมบ่อดินขนาด 10 x 20 x 2 เมตร และทำคอกเลี้ยงปลาบู่ทราย ด้วยตาข่ายพลาสติกจำนวน 3 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ แต่ละการทดลอง ปล่องปลาบู่ทราย ความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อดินตลอดการทดลอง โดยการวางแผนการทดลอง แบบ CRD ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) ร่วมกับการเลี้ยง

ปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร

ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 3% ร่วมกับการเลี้ยง

ปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร

ชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมกับสาหร่ายสไปรูลิน่า 5%

ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร

1.1.1 การเตรียมปลาทดลอง ปลาบู่ทราย น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 2-5 กรัม นำมาพักให้ปรับตัวในบ่อ ให้ปลาคุ้นเคยกับสภาพอาหารที่ใช้ทดลอง โดยให้ปลากินอาหารที่เป็นพลาสติกโปรตีน 30% โดยน้ำหนักแห้ง วันละ 2 ครั้ง เวลาประมาณ 9.00 น. และ 15.00 น. จนปลาทดลองคุ้นเคยและยอมรับอาหารแล้ว จึงสูบน้ำและซังวัดน้ำหนักลูกปลาเริ่มต้นแล้วนำปลาลงบ่อดินตามแผนการทดลองข้อที่ 1

ลูกปลานิลที่ใช้ในการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 20-30 กรัม (ลูกปลาอายุ 2 เดือน ขนาดปลายาว 3 - 6 นิ้ว) นำลูกปลามาพักในบ่อ ให้ปลาคุ้นเคยกับสภาพอาหารที่ใช้ทดลอง โดยให้ปลากินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำโปรตีน 30% วันละ 2 ครั้ง เวลาประมาณ 9.00 น. และ 15.00 น. สูบน้ำและซังวัดน้ำหนักลูกปลาเริ่มต้นแล้วนำปลาลงบ่อดินตาม แผนการทดลองข้อที่ 1

1.1.2 การให้อาหาร ให้อาหารปลาบู่ทราย เป็นพลาสติกผสมสาหร่าย ที่ผลิตขึ้นเองตามแผนการทดลองข้อที่ 1 โปรตีน 30% โดยน้ำหนักแห้ง อัตราให้อาหาร 3-10% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง (08.00 - 09.00 น. และ 15.00 - 16.00 น.) ส่วนปลานิล ไม่ให้อาหาร ตลอดระยะเวลาทดลอง ระยะเวลา 1 ปี โดยสุ่มเก็บข้อมูลน้ำหนักและความยาวของปลาทดลองทุกเดือน จำนวน 20%

สำหรับปลาแต่ละการทดลอง นำข้อมูลไปวิเคราะห์ ประสิทธิภาพการเติบโต และค่าดัชนีความสมบูรณ์ เพศ ต่อไป

1.2 การเพาะพันธุ์ปลานู๋ทราย ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองของปลาไน เปรียบเทียบกับฮอร์โมนสังเคราะห์ วางแผนการทดลองแบบ CRD แบ่งเป็น 5 ชุดการทดลองๆ 3 ซ้ำดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ทราย ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ที่ใช้กับการผลิตสัตว์น้ำทั่วไป หรือมีชื่อการค้าว่า superfact ความเข้มข้น 5-10 ไมโครกรัม(ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ทราย ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์จากต่อมใต้สมองปลาไน ความเข้มข้น 0.5 dose

ชุดการทดลองที่ 3 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ทราย ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์จากต่อมใต้สมองปลาไน ความเข้มข้น 1 dose

ชุดการทดลองที่ 4 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ทราย ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์จากต่อมใต้สมองปลาไน ความเข้มข้น 1.5 dose

ชุดการทดลองที่ 5 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ทราย ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์จากต่อมใต้สมองปลาไน ความเข้มข้น 2 dose

นำพ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ทรายที่ฉีดฮอร์โมน ทั้ง 5 หน่วยทดลองๆ 3 ซ้ำ รวม 15 ซ้ำหรือ 15 กระชัง โดยใช้กระชังมุ้งสีฟ้าขนาด 1 ตารางเมตร/ปลา 1 คู่ รวมปลาทั้งหมด 15 คู่ ให้ออกซิเจน และใส่กระเบื้องเพื่อให้ไข่ติด ระยะเวลาประมาณ 3 วัน ไข่ปลาติดกระเบื้อง สุ่มนับจำนวนไข่ และนำไข่ปลาติดกระเบื้องมาฟักในตู้กระจก เพื่อหาอัตราการฟักไข่ อัตราการรอด นำลูกปลาไปอนุบาล ในข้อ 5 ต่อไป

1.3 การอนุบาลลูกปลานู๋ทราย ใช้อาหารผงทั่วไป และแพลงก์ตอนสัตว์ เปรียบเทียบแต่ละการทดลอง โดยทดลองในตู้กระจกขนาด 12 X 24 X 15 นิ้ว (0.30 X 0.60 X 0.38 เมตร) อัตราปล่อย 180 ตัว/ตู้ หรือ ประมาณ 1,000 ตัว/ตารางเมตร (ดังภาพที่ 7) วางแผนการทดลองแบบ CRD ระยะเวลาการอนุบาลลูกปลา ประมาณ 1-3 เดือน โดยวางแผนการทดลอง 3 ชุดการทดลองๆ 3 ซ้ำดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้อาหารผงทั่วไป (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้แพลงก์ตอน Rotifer

ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้แพลงก์ตอนไรแดง

ชุดการทดลองที่ 4 อนุบาลลูกปลานู๋ทราย โดยใช้แพลงก์ตอน Artemia

การอนุบาลให้อาหารผง 5 กรัม/ตารางเมตร/มือ และโรติเฟอร์ 20 ตัว (น้ำหนัก 0.001 กรัม/ตัว/ปริมาตรน้ำ 1 ลิตร) ให้ 2 ลิตร/ตารางเมตร/มือ ส่วน *Moina* และ *Artemia* ให้ 40 กรัม/ตารางเมตร/มือ สุ่มนับจำนวนลูกปลา หา การเจริญเติบโต อัตราการรอด ในการอนุบาลแต่ละครั้ง นำลูกปลาไปเลี้ยงต่อไป



ภาพที่ 7 ตู้กระจกขนาด 12 X 24 X 15 นิ้ว ใช้อนุบาลลูกปลาบูทราย

1.4 การตรวจสอบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในการเลี้ยงปลา และอนุบาลปลา

นับและชั่งน้ำหนักปลาในแต่ละบ่อ ทุก 1 เดือน ตลอดจนการทดลองในแต่ละการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปริมาณการให้อาหาร และคำนวณค่าต่าง ๆ ดังนี้

$$6.1. \text{ อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้น (Weight gain; \%)} = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

$$6.2. \text{ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; \%/\text{day}) \text{ เท่ากับ}$$

$$\text{SGR} = \frac{(\text{In น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{In น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มทดลอง}) \times 100}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

$$6.3. \text{ อัตราการเจริญเติบโต (Average daily growth; กรัม/ตัว/วัน)}$$

$$\frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

$$6.4. \text{ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Rate) FCR} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ให้}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$

$$6.5. \text{ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency ratio) PER} = \frac{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}{\text{ปริมาณโปรตีนที่กิน}}$$

$$6.6. \text{ อัตราการรอดตาย (Survival rate; \%)} = \frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือ}}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้น}} \times 100$$

$$6.7. \text{ ดัชนีการเจริญพันธุ์ (Gonadosomatic Index; \%GSI)} = \frac{\text{น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์}}{\text{น้ำหนักตัว}} \times 100$$

$$6.8. \text{ ต้นทุนในการผลิต (ผันแปร)} = \text{อาหารปลา} + \text{ราคาลูกพันธุ์ปลา} + \text{ค่าแรงงาน}$$

1.5 การวิเคราะห์คุณภาพ ทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ

ทำการวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ทุก 15 วัน จนเสร็จสิ้นการทดลอง ได้แก่

- ค่าความโปร่งแสงของน้ำ โดยใช้ Secchi disc
- อุณหภูมิอากาศและน้ำ โดยใช้ Thermometer
- ค่าความเป็นกรด – ด่าง โดยใช้ pH meter (Schott-Gerate CG 840)
- ค่าความนำไฟฟ้า โดยใช้ Conductivity meter
- ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ โดยวิธี Azide modification
- ปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส โดยวิธี Stannous chloride
- ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน โดยวิธี Direct Nesslerization
- ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน โดยวิธี Phenoldisulfonic acid

วิเคราะห์ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนการเลี้ยงปลาเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอน ทุก 30 วัน ในบ่อทั้ง 3 บ่อ โดยใช้ถุงกรองแพลงก์ตอน แล้วเก็บรักษาสภาพด้วย Lugol's solution หลังจากนั้นนำมาจัดจำแนกชนิด

1.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีดเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีดเมนต์ โดยวิธีของ Tukey's Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

2. โครงการย่อยที่ 2 “การเลี้ยงปลาดุกบักอยู่ในกระชังร่วมกับปลาหมอ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความปลอดภัยด้านอาหาร”

1. การเตรียมหน่วยทดลอง เตรียมบ่อดิน ขนาด 300 ตร.ม. จำนวน 3 บ่อ ใช้กระชังในลอนขนาด $1.0 \times 3.0 \times 1.5$ ม. (กว้าง×ยาว×ลึก) จิงในบ่อด้วยเสาไม้ไผ่ให้กั้นกระชังอยู่เหนือระดับพื้นบ่ออย่างน้อย 0.5 ซม. และรักษาระดับให้ขอบด้านบนของกระชังอยู่เหนือผิวน้ำ 30 ซม. ตลอดการทดลอง

2. การเตรียมสัตว์ทดลอง ลูกปลาหมอขนาด 2-3 ซม. ชื้อมาจากฟาร์มเอกชน โดยก่อนปล่อยลูกปลาลงเลี้ยงจะแช่ด้วยน้ำเกลือ (NaCl) ความเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร เพื่อป้องกันโรคพยาธิที่อาจติดมากับตัวปลา ให้อาหารผงสำเร็จรูปเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ก่อนทำการทดลอง เพื่อให้ลูกปลากันเคยกับสภาพของบ่อ แล้วนับจำนวนลูกปลา ชั่งน้ำหนักรวมของลูกปลาในแต่ละกระชังเพื่อหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักของลูกปลาแต่ละตัว

3. อาหารทดลอง ใช้อาหารสำเร็จรูปปลาดุก โปรตีน 32% เป็นอาหารทดลองเลี้ยงปลาหมอและปลาดุกบิ๊กอุย โดยให้อาหารในอัตรา 5% (น้ำหนักตัว/วัน) ทุกวัน วันละ 2 ครั้ง (09:00-10:00 น. และ 15:00-16:00 น.) ปรับปริมาณอาหารที่ให้ทุก 14 วัน

4. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อและกระชังทดลองเมื่อเริ่มต้นและทุก 14 วันจนเสร็จสิ้นการทดลอง ได้แก่ อุณหภูมิและ dissolved oxygen ด้วยเครื่อง oxygen meter (YSI Model 59) ค่า Total ammonia วิเคราะห์หาค่าโดยใช้ spectrophotometer (Hach DR/2000) ค่า pH ใช้เครื่อง pH meter (Schott-Gerate CG 840)

5. การวางแผนการทดลอง ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมของการเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยในกระชังร่วมกับปลาหมอ โดยการเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยในกระชัง (1×3×1.5 ม.) ด้วยความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. คู่กับเลี้ยงปลาหมอในกระชัง (2×3×1.5 ม.) ด้วยความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. ซึ่งในบ่อดินขนาด 300 ตร.ม. ในบ่อที่ 1 และ เลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยในกระชัง (1×3×1.5 ม.) ด้วยความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. คู่กับเลี้ยงปลาหมอในกระชัง (2×3×1.5 ม.) ด้วยความหนาแน่น 30 และ 40 ตัว/ตร.ม. ในบ่อที่ 2 และ 3 ตามลำดับ (6 กระชัง/บ่อ) ระยะเวลาในการเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย 120 วัน ต่อรอบ ทำการทดลองเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย 2 รอบ ระยะเวลาในการเลี้ยงปลาหมอ 1 รอบ 240 วัน

6. การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลด้านประสิทธิภาพการเติบโต น้ำหนักและชั่งน้ำหนักลูกปลาในแต่ละหน่วยการทดลองทุกๆ 14 วัน ตลอดจนการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปริมาณการให้อาหารและคำนวณค่าต่างๆ ดังนี้

ก. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; SGR) (เปอร์เซ็นต์/วัน)

$$= 100 \times \frac{(\ln \text{ นน.ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{ นน.ปลาเมื่อเริ่มการทดลอง})}{\text{จำนวนวันที่ทดลอง}}$$

ข. อัตรารอด (Survival) %

$$= (\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} / \text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}) \times 100$$

ค. อัตราการแลกเนื้อ (FCR)

$$= \text{น้ำหนักของอาหารที่ปลากิน (ก.)} / \text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (ก.)}$$

ง. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (mean weight gain; MWG) กรัม

$$= \text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ก.)} - \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง (ก.)}$$

จ. อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio)

$$= \text{ราคาปลากิน (บาท)} / \text{ต้นทุนค่าอาหาร (บาท)}$$

7. การวิเคราะห์ทางสถิติ ข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธีของ Tukey's test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

3. โครงการย่อยที่ 3 เรื่อง “การเลี้ยงปลาอุกบิกอยู่ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน”

การทดลองที่ 1 (ปีที่ 1 ปีงบประมาณ 2554)

1. การเตรียมบ่อทดลอง

1.1. ดำเนินการเตรียมบ่อดิน ขนาด $2 \times 3 \times 0.8$ เมตร ซึ่งปูพื้นบ่อด้วยพลาสติกสีดำที่มีความหนา 0.15 มิลลิเมตร จำนวน 12 บ่อ และมีตาข่ายพรางแสง 50% เพื่อลดความเข้มของแสงแดด (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการขุดบ่อทดลองพร้อมปูพลาสติกสีดำที่พื้นบ่อในการทดลองที่ 1

1.2. ดินน้ำเข้าบ่อ นำน้ำจากคลองชลประทานกรองผ่านด้วยผ้ากรองเพื่อป้องกันศัตรูของลูกปลา ทำการพักน้ำไว้ 2 - 3 วัน ก่อนที่จะนำลูกปลาอุกบิกอยู่ และลูกปลานิลมาปล่อยในแต่ละบ่อ รักษาระดับน้ำให้มีความลึกไม่ต่ำกว่า 0.5 เมตร ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดการทดลอง

2. การเตรียมปลาทดลอง เตรียมลูกปลาอุกบิกอยู่ที่มีขนาดความยาวประมาณ 2 - 3 นิ้ว มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยประมาณ 3 - 4 กรัม และลูกปลานิลแปลงเพศ ที่มีขนาดความยาวประมาณ 4 - 5 นิ้ว มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยประมาณ 25 - 30 กรัม จากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาของเอกชน มาพักให้ปรับตัวในบ่อพลาสติกประมาณ 1 ชั่วโมง ก่อนทำการสูบน้ำและชั่งน้ำหนักลูกปลาเริ่มต้น แล้วปล่อยลงในบ่อทดลองแต่ละบ่อ

3. การวางแผนการทดลองการทดลองที่ 1 (ปีที่ 1) ศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมของปลาอุกบิกอยู่และปลานิลในระบบการเลี้ยงปลาอุกบิกอยู่ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง

1. วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design; CRD) โดยสุ่มนับลูกปลาอุกบิกอยู่และลูกปลานิล และปล่อยลงในบ่อพลาสติกทั้ง 12 บ่อ (4 ทรีตเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำ) โดย

ชุดการทดลองที่ 1 (บ่อที่ 1 – 3) เลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ที่ระดับความหนาแน่น 30 ตัว/ตารางเมตร (บ่อควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 (บ่อที่ 4 – 6) เลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ที่ระดับความหนาแน่น 25 ตัว/ตารางเมตร ร่วมกับเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 3 ตัว/ตารางเมตร

ชุดการทดลองที่ 3 (บ่อที่ 7 – 9) เลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ที่ระดับความหนาแน่น 20 ตัว/ตารางเมตร ร่วมกับเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร

ชุดการทดลองที่ 4 (บ่อที่ 10 – 12) เลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ที่ระดับความหนาแน่น 15 ตัว/ตารางเมตร ร่วมกับเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 5 ตัว/ตารางเมตร

ทุกบ่อมีการสร้างอาหารธรรมชาติ โดยใส่ปุ๋ยมูลไก่แห้ง ในอัตรา 20 กก./ไร่/ 2 สัปดาห์

2. ทำการสูบน้ำและชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของลูกปลาอุกบึกที่มีขนาดความยาวประมาณ 2 – 3 นิ้ว มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยประมาณ 3 – 4 กรัม และปลานิลแปลงเพศ ที่มีขนาดความยาวประมาณ 3 – 4 นิ้ว มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยประมาณ 25 - 30 กรัม แล้วนำไปปล่อยลงในบ่อทดลองแต่ละบ่อตามระดับความหนาแน่นที่กำหนดไว้ ให้ปลาอุกบึกกินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำโปรตีน 30% ในอัตรา 5% ของน้ำหนักตัวปลา ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง (08.00 – 09.00 น. และ 15.00 – 16.00 น.) ส่วนปลานิลไม่มีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป ทำการทดลองเลี้ยงปลาเป็นระยะเวลา 4 เดือน

หมายเหตุ :

การทดลองที่ 1 (ปีที่ 1) ศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมของปลาอุกบึกและปลานิลในระบบการเลี้ยงปลาอุกบึกพร้อมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงนั้น ได้ทำการทดลอง 2 ครั้ง (2 ชั่วโมง) เกี่ยวกับลักษณะการเลี้ยงปลานิลในบ่อพลาสติกสำหรับทรีดเมนต์ ที่ออกแบบการทดลองให้เลี้ยงปลาอุกบึกพร้อมกับปลานิล เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่น่าเชื่อถือ มากยิ่งขึ้น โดยทำการเลี้ยงปลานิลในลักษณะดังต่อไปนี้

การทดลองซ้ำที่ 1 ทำการเลี้ยงปลานิลในคอกพลาสติก ขนาด 2 ตารางเมตร ที่วางในบ่อพลาสติก บ่อละ 1 คอก เพื่อป้องกันปลานิลกินอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ให้แก่ปลาอุกบึก

การทดลองซ้ำที่ 2 ทำการเลี้ยงปลานิลร่วมกับปลาอุกบึกโดยปล่อยให้สามารถอาศัยและว่ายน้ำกินอาหารตามพื้นได้ทั่วบ่อ

ทั้งนี้ในการทดลองซ้ำที่ 1 และ 2 อัตราความหนาแน่นของปลาอุกบึกและปลานิลที่เลี้ยงในบ่อพลาสติกนั้น ยังคงคำนวณจำนวนปลาและอัตราความหนาแน่นของปลาตามระดับความหนาแน่นเดิมเมื่อเทียบกับพื้นที่ที่ทำการเลี้ยง (ตัว/ตารางเมตร) ตามที่ได้วางแผนการทดลองไว้

3.4 การตรวจสอบประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุยและปลานิล

ทำการสุ่มจับปลาดุกบิ๊กอุยในแต่ละบ่อ จำนวน 20% ของจำนวนปลาดุกทั้งหมดและปลานิล (การทดลองซ้ำที่ 1 สุ่มจับปลานิลทุกตัวในแต่ละคอกของแต่ละทรีตเมนต์) มาชั่งน้ำหนักปลา เพื่อตรวจวัดประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุยและปลานิลทุก 1 เดือน (ภาพที่ 9) (การทดลองซ้ำที่ 1 ระหว่างเดือนมีนาคม – มิถุนายน 2554; การทดลองซ้ำที่ 2 ระหว่างเดือนกรกฎาคม – กันยายน 2554) โดยนำข้อมูลประสิทธิภาพการเติบโตที่ได้ ไปปรับปรมาณอาหารเมื่อดำเนินการที่ให้แก่ปลาดุกบิ๊กอุยต่อไป



ภาพที่ 9 การตรวจวัดประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุยและปลานิลในการทดลองที่ 1

ทั้งนี้ นำข้อมูลน้ำหนักปลาดุกบิ๊กอุยและปลานิลในแต่ละบ่อ ทุก 1 เดือน ไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการเติบโตต่างๆ ดังนี้

1. น้ำหนักเฉลี่ย (Average weight) (กรัม)

$$= (\text{น้ำหนักปลาทั้งหมด} / \text{จำนวนปลาทั้งหมด})$$
2. น้ำหนักเพิ่ม (Weight gain) (กรัม)

$$= (\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง} - \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น})$$
3. น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (Average diary growth; ADG) (กรัม/วัน)

$$= (\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง} - \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}) / \text{จำนวนวันที่เลี้ยง}$$
4. อัตราการเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; SGR) (%/วัน)

$$= 100 \times (\ln \text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง} - \ln \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มต้นการเลี้ยง}) / \text{จำนวนวันที่เลี้ยง}$$
5. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio: FCR)

$$= \text{น้ำหนักของอาหารที่ปลากิน (ก.)} / \text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (ก.)}$$
6. อัตราการรอด (Survival rate) (%)

$$= (\text{จำนวนปลาที่เหลือเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง} / \text{จำนวนปลาที่เริ่มต้นการเลี้ยง}) \times 100$$

3.5. การตรวจวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมี

ทำการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีในบ่อดูดองทั้ง 12 บ่อ ทุก 15 วัน จนเสร็จสิ้นการทดลอง ได้แก่

- อุณหภูมิอากาศและน้ำ โดยใช้ Thermometer
- ค่าความโปร่งแสงของน้ำ โดยใช้ Secchi disc
- ค่าความเป็นกรด – ด่าง โดยใช้ pH meter (ยี่ห้อ HANNA instrsments รุ่น HI 9812)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด โดยใช้ TDS meter
- ค่าความนำไฟฟ้า โดยใช้ Conductivity meter
- ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และบีโอดี โดยวิธี Azide modification หรือ Winkler method
- ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน โดยวิธี Indophenol method หรือ Phenate method
- ปริมาณไนไตรท์ไนโตรเจน โดยวิธีการวัดสี (Reddish purple azo dye method)
- ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน โดยวิธี Copper-cadmium reduction column method
- ปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส โดยวิธี Stannous chloride

3.6. วิเคราะห์ความหลากหลายของชนิดและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืช

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช ทุก 15 วัน ในบ่อดูดองทั้ง 12 บ่อ โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชที่ระดับผิวน้ำ ใ้ถึงน้ำขนาด 5 ลิตร ตักน้ำปริมาตร 30 ลิตร กรองผ่านถุงกรองแพลงก์ตอน (Plankton net) ขนาดตา 10 ไมโครเมตร แล้วเก็บตัวอย่างน้ำที่เหลือปลายกระบอกของถุงกรองแพลงก์ตอน เทใส่ในขวดพลาสติกเก็บตัวอย่าง เติมน้ำยาดอง Lugol 's solution (อัตรา 1:100) แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์จัดจำแนกชนิดและนับปริมาณภายใต้กล้องจุลทรรศน์ต่อไป

การทดลองที่ 2 (ปีที่ 2 ปีงบประมาณ 2555)

สรุปผลการทดลองที่ 1 (ปีงบประมาณ 2554) ในส่วนของการศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมของปลาอุกบึกอูยและปลานิลในระบบการเลี้ยงปลาอุกบึกอูยร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติคแบบเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งผลการทดลองพบว่าการเลี้ยงปลาอุกบึกอูยที่ระดับความหนาแน่น 15 ตัว/ตารางเมตร ร่วมกับเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 5 ตัว/ตารางเมตร มีความเหมาะสมที่สุดในการเลี้ยงปลาอุกบึกอูยร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติคแบบเศรษฐกิจพอเพียง ทั้งนี้ผลการทดลองที่ได้มาประยุกต์วางแผนการทดลองที่ 2 (ปีที่ 2 ปีงบประมาณ 2555) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลดอัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปให้แก่ปลาอุกบึกอูยที่เลี้ยงร่วมกับปลานิลในอัตราความหนาแน่นที่ได้เลือกไว้จากผลการทดลองที่ 1 ดังนี้

1. การเตรียมบ่อทดลอง

1.1 ทำการรื้อย้ายกระสอบทรายที่ชำรุดเสียหายรอบบริเวณบ่อทดลอง แล้วทำการซ่อมแซมและปูพลาสติกสีดำ ความหนา 0.15 มิลลิเมตร ที่พื้นบ่อของบ่อทดลองขนาด $2 \times 3 \times 0.6$ เมตร จำนวน 12 บ่อ จากนั้นทำการบรรจุทรายในกระสอบปู จำนวน 50 ใบ นำไปจัดวางรอบขอบบ่อทดลอง ทำการซ่อมแซมและติดตั้งไม้ไผ่เพื่อทำเสาและคานหลังคา พร้อมติดตั้งหลังคาที่ทำด้วยตาข่ายพรางแสง 80% ครอบคลุมบริเวณบ่อทดลอง

1.2 ทำการเติมน้ำในบ่อทดลองแต่ละบ่อ โดยนำน้ำจากคลองชลประทานกรองผ่านด้วยผ้ากรอง เพื่อป้องกันศัตรูของลูกปลาดุกบักอูยและลูกปลานิล ทำการพักน้ำไว้ 2 - 3 วัน ก่อนที่จะนำลูกปลาดุกบักอูยและลูกปลานิลมาปล่อยในแต่ละบ่อ รักษาระดับน้ำให้มีความลึกไม่ต่ำกว่า 0.5 เมตร ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดการทดลอง

2. การเตรียมปลาทดลอง

เตรียมลูกปลาดุกบักอูยที่มีขนาดความยาวประมาณ 2 - 3 นิ้ว มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยประมาณ 9 - 10 กรัม และลูกปลานิลแปลงเพศ ที่มีขนาดความยาวประมาณ 4 - 5 นิ้ว มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยประมาณ 25 - 30 กรัม จากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาของเอกชน มาพักให้ปรับตัวในบ่อพลาสติก ประมาณ 1 ชั่วโมง ก่อนทำการสุ่มนับและชั่งน้ำหนักลูกปลาเริ่มต้น แล้วปล่อยลงในบ่อทดลองแต่ละบ่อ

3. การวางแผนการทดลอง

การทดลองที่ 2 (ปีที่ 2) ศึกษาความเป็นไปได้ในการลดอัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป

จากผลการทดลองที่ 1 (ปีที่ 1 ปีงบประมาณปี 2554) สามารถสรุปได้ว่าการเลี้ยงปลาดุกบักอูย ที่ระดับความหนาแน่น 15 ตัว/ตารางเมตร ร่วมกับเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 5 ตัว/ตารางเมตร มีความเหมาะสมที่สุดในการเลี้ยงปลาดุกบักอูยร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง ทั้งนี้ นำผลการทดลองที่ได้ มาประยุกต์วางแผนการทดลองที่ 2 (ปีที่ 2 ปีงบประมาณ 2555) ดังนี้

3.1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design; CRD) โดยสุ่มนับลูกปลาดุกบักอูยและลูกปลานิล และปล่อยลงในบ่อพลาสติกทั้ง 12 บ่อ โดยให้ปลาดุกบักอูยกินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำโปรตีน 30% แบ่งเป็น 3 ชุดการทดลองๆ ละ 3 บ่อ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 (บ่อที่ 1 - 3) มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดลอยน้ำแก่ปลาดุกบักอูย ปริมาณ 5% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน (บ่อควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 (บ่อที่ 4 - 6) มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดลอยน้ำแก่ปลาดุกบักอูย ปริมาณ 4% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน

ชุดการทดลองที่ 3 (บ่อที่ 7 - 9) มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดลอยน้ำแก่ปลาดุกบักอูย ปริมาณ 3% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน

ชุดการทดลองที่ 4 (บ่อที่ 10 – 12) ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป ชนิดลอยน้ำแก่ปลาคุกกี้ ปริมาณ 4% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน

โดยให้ปลาคุกกี้กินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ วันละ 2 ครั้ง (08.00 – 09.00 น. และ 15.00 – 16.00 น.) ส่วนปลานิลไม่ต้องมีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป ทำการทดลองเลี้ยงปลาเป็นระยะเวลา 3 เดือน

นอกจากนี้ชุดการทดลองที่ 1 – 3 /บ่อที่ 1 – 9 ที่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ โดยใส่ปุ๋ยมูลไก่แห้ง ในอัตรา 20 กก./ไร่/ 2 สัปดาห์ นั้น กำหนดให้มีการสร้างอาหารธรรมชาติ โดยใส่ปุ๋ยมูลไก่แห้งในอัตราดังกล่าว เป็นระยะเวลา 1 เดือน 15 วัน ตั้งแต่เริ่มต้นของการเลี้ยงปลา (ทำการเลี้ยงปลา 3 เดือน) ทั้งนี้ เนื่องจากการสังเกตในการทดลองที่ 1 (ปีที่ 1) พบว่าเมื่อทำการเลี้ยงปลาเป็นระยะเวลา 1 – 2 เดือนแรก ของการเลี้ยง ปัจจัยคุณภาพน้ำที่สะท้อนถึงปริมาณธาตุอาหารมีปริมาณมาก จึงสามารถเป็นแหล่งธาตุอาหารเบื้องต้นสำหรับการสร้างอาหารธรรมชาติให้เกิดขึ้นในบ่อทดลอง ได้โดยไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใส่ปุ๋ยมูลไก่แห้ง

3.2 ทำการสูบน้ำและชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของลูกปลาคุกกี้ที่มีขนาดความยาวประมาณ 2 – 3 นิ้ว มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยประมาณ 9 – 10 กรัม และปลานิลแปลงเพศ ที่มีขนาดความยาวประมาณ 4 – 5 นิ้ว มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยประมาณ 25 - 30 กรัม แล้วนำไปปล่อยลงในบ่อทดลองแต่ละบ่อ ในอัตรา ปลาคุกกี้ที่ระดับความหนาแน่น 15 ตัว/ตารางเมตร ร่วมกับเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 5 ตัว/ตารางเมตร (จากผลการทดลองที่ 1 ปีงบประมาณ 2554)

หมายเหตุ :

การทดลองที่ 2 (ปีที่ 2) ศึกษาความเป็นไปได้ในการลดอัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปในระบบ การเลี้ยงปลาคุกกี้ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงนั้น ได้ทำการทดลอง 2 ครั้ง (2 ซ้ำ) เกี่ยวกับลักษณะการเลี้ยงปลานิลในบ่อพลาสติก เพื่อให้ได้ผลการศึกษา ที่น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น โดยทำการเลี้ยงปลานิลในลักษณะดังต่อไปนี้

การทดลองซ้ำที่ 1 ทำการเลี้ยงปลานิลในคอกพลาสติก ขนาด 2 ตารางเมตร ที่วางในบ่อพลาสติก บ่อละ 1 คอก เพื่อป้องกันปลานิลกินอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ให้แก่ปลาคุกกี้

การทดลองซ้ำที่ 2 ทำการเลี้ยงปลานิลร่วมกับปลาคุกกี้โดยปล่อยให้สามารถอาศัย และว่ายน้ำกินอาหารตามพื้นได้ทั่วบ่อ

ทั้งนี้ในการทดลองซ้ำที่ 1 และ 2 อัตราความหนาแน่นของปลาคุกกี้และปลานิล ที่เลี้ยงในบ่อพลาสติกนั้น ยังคงคำนวณจำนวนปลาและอัตราความหนาแน่นของปลาตามระดับความหนาแน่นเดิมเมื่อเทียบกับพื้นที่ที่ทำการเลี้ยง (ตัว/ตารางเมตร) ตามที่ได้วางแผนการทดลองไว้

4. การตรวจสอบประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุยและปลานิล

ทำการสุ่มจับปลาดุกบิ๊กอุยในแต่ละบ่อ จำนวน 20% ของจำนวนปลาดุกทั้งหมดและปลานิล (การทดลองซ้ำที่ 1 สุ่มจับปลานิลทุกตัวในแต่คอกของแต่ละทรีตเมนต์) มาชั่งน้ำหนักตัว เพื่อตรวจวัดประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุยและปลานิลทุก 1 เดือน (การทดลองซ้ำที่ 1 ระหว่างเดือน พฤษภาคม – สิงหาคม 2555; การทดลองซ้ำที่ 2 ระหว่างเดือนกันยายน – ธันวาคม 2555) โดยนำข้อมูลประสิทธิภาพการเติบโตที่ได้ ไปปรับปริมาณอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ให้แก่ปลาดุกบิ๊กอุย ต่อไป ทั้งนี้ นำข้อมูลน้ำหนักปลาดุกบิ๊กอุยและปลานิลในแต่ละบ่อ ทุก 1 เดือน ไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุยและปลานิล เหมือนกับการทดลองที่ 1 (ปีที่ 1)

5. การตรวจวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมี

ทำการวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีในบ่อทดลองทั้ง 12 บ่อ ทุก 15 วัน (ภาพที่ 13) จนเสร็จสิ้นการทดลอง เหมือนกับการทดลองที่ 1 (ปีที่ 1) และ วิเคราะห์ความหลากหลายของชนิดและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืช เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช และวิเคราะห์ความหลากหลายของชนิดและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชในบ่อทดลองทั้ง 12 บ่อ ในการทดลองที่ 2 (ปีที่ 2) ใช้วิธีดำเนินการเหมือนกับการทดลองที่ 1 (ปีที่ 1)

6.การวิเคราะห์ทางสถิติ (การทดลองที่ 1 และ 2)

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุยและปลานิล ปัจจัยคุณภาพน้ำ ตลอดจนจำนวนชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืช โดยนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC 15.0.0 โดยวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธีของ Duncan Multiple Range Test (DMRT) และวิเคราะห์ Correlation และ Regression เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุย และปลานิล

4. โครงการย่อยที่ 4 เรื่อง “ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์”

1. การเตรียมหน่วยทดลอง ใช้กระชังทำด้วยเนื้อวนโพลีขนาดกระชัง คือ $1.2 \times 2 \times 1.5$ เมตร (กว้าง×ยาว×ลึก)จำนวนกระชังทั้งหมด12 กระชัง แขนงในบ่อดินขนาดพื้นที่ 1,000 ตารางเมตร (ภาพที่ 10) ใช้วัสดุไม้ไผ่เป็นวัสดุพุงกระชังให้กั้นกระชังอยู่เหนือระดับพื้นบ่ออย่างน้อย 0.5 เมตรและรักษาระดับให้ขอบด้านบนของกระชังอยู่เหนือผิวน้ำ 0.3 เมตรเพื่อให้มีส่วนของกระชังแช่อยู่ในน้ำ 120 เซนติเมตรตลอดการทดลอง



ภาพที่ 10 สถานที่ทดลองเลี้ยงปลาหมอไทยด้วยอาหารเสริมวิตามินซี

การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำลูกปลาหมออายุประมาณ 60-75 วัน ขนาดความยาวประมาณ 2-3 นิ้ว มาพักให้ปรับตัวเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ก่อนทำการสุ่มนับและชั่งน้ำหนักลูกปลาเริ่มต้นเพื่อปล่อยลงเลี้ยงในกระชังทดลองที่มีความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร ให้อาหารด้วยอาหารสำเร็จรูปปลาคุกเป็นเวลา 7 วันเพื่อให้ปลาปรับสภาพก่อนเริ่มให้อาหารทดลองโดยน้ำหนักเริ่มต้นของลูกปลาหมอทดลองมีค่าเฉลี่ย 7.66 ± 0.03 กรัมต่อตัว

การวางแผนการทดลองและอาหารทดลอง

ศึกษาประสิทธิภาพการเสริมวิตามินซีลงในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตในการเลี้ยงปลาหมอไทย ได้ทำการวางแผนการทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง (Treatment) ตามปริมาณวิตามินซี (L (+)-Ascorbic acid Calcium salt dihydrate, Sigma, USA) ที่เสริมลงในอาหารระดับต่างๆกันแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ไม่เสริมวิตามินซี (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 เสริมวิตามินซีปริมาณ 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

ชุดการทดลองที่ 3 เสริมวิตามินซีปริมาณ 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

ชุดการทดลองที่ 4 เสริมวิตามินซีปริมาณ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

อาหารที่ใช้ในการทดลองเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปลอยน้ำสำหรับปลาตุ๊กขนาดเล็กโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์นำมาเสริมวิตามินซี (L (+)-Ascorbic acid calcium salt dihydrate, Sigma, USA) ลงในอาหารระดับต่างๆกันคือ 0, 500, 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยละลายวิตามินซีปริมาณดังกล่าวในน้ำกลั่น 150 มิลลิลิตรสเปรย์ลงในอาหารผสมให้ทั่วแล้วเคลือบเม็ดอาหารด้วยแป้งอัลฟา 10 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมเพื่อป้องกันการละลายน้ำจากนั้นผึ่งลมให้แห้งนำไปบรรจุในถุงพลาสติกแล้วเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสซึ่งจะทำการเตรียมอาหารขึ้นใหม่ทุก 2 สัปดาห์ และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลอง ได้แก่ ความชื้น, เถ้า, โปรตีน และ

ไขมัน (ตารางที่ 9) ตามวิธีการมาตรฐานของAOAC โดยให้อาหารทดลองที่อัตราการใช้อาหาร 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลา 2 ครั้งต่อวัน เวลา 09.00 –10.00 น. และ 15.00 –16.00 น. พร้อมปรับปริมาณอาหารให้สอดคล้องกับน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นทุก 30 วันเป็นระยะเวลา 4 เดือน

ตารางที่ 9 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์) ของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

ระดับวิตามินซี (มก./อาหาร 1 กก.)	ความชื้น (%)	น้ำหนักแห้ง (%)				
		โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	เยื่อใย	เถ้า
0	7.66±0.07	31.48±0.32	9.38±0.16	44.14±0.15	4.55±0.16	10.44±0.01
500	7.79±0.01	31.17±0.03	9.21±0.16	44.63±0.19	4.49±0.09	10.49±0.01
1,000	7.39±0.01	31.16±0.05	9.13±0.19	44.73±0.24	4.54±0.12	10.44±0.02
1,500	7.80±0.19	31.01±0.22	9.81±0.13	44.16±0.38	4.63±0.18	10.38±0.02

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SE)

การวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำ

ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อทดลองเมื่อเริ่มต้นและทุก 30 วันจนเสร็จสิ้นการทดลองได้แก่อุณหภูมิและออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วยเครื่อง oxygen meter (YSI Model 59) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ใช้เครื่อง pH meter (HI 9812) ค่าแอมโมเนียและไนโตรที่วิเคราะห์หาค่าโดยใช้ spectrophotometer (Hach DR/2000)

การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลด้านประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

ทำการสุ่มปลาขึ้นมา 30 เปอร์เซ็นต์ของปลาแต่ละกระชังชั่งน้ำหนักมีหน่วยเป็นกรัมทุก 30 วันตลอดการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการนับจำนวนปลาและชั่งน้ำหนักแต่ละชุดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณค่าต่างๆ ดังนี้

1. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (weight gain; กรัม)
= น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) – น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง (กรัม)
2. การเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR; เปอร์เซ็นต์/วัน)
= $[(\ln \text{ น.น.ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{ น.น.ปลาเมื่อเริ่มต้น}) / \text{ระยะเวลาทดลอง}] \times 100$
3. ปริมาณอาหารที่ปลากินทั้งหมด (TFI; กรัม/ตัว)
= น้ำหนักอาหารทั้งหมดที่ปลากิน/จำนวนปลา

4. อัตราการกินอาหาร (DFI; เปอร์เซ็นต์/วัน)

$$= \frac{(\text{น.น.อาหารที่ปลากินเฉลี่ยต่อวัน} \times 100)}{(\text{น.น.ปลาเริ่มต้น} + \text{น.น.ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}) / 2}$$
5. อัตราแลกเนื้อ (FCR)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากิน} / \text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$
6. อัตราการรอดตาย (Survival ; เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{(\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} / \text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้น}) \times 100}{}$$
7. ผลผลิตรวมทั้งหมด (Total biomass ; กิโลกรัม/กระชัง)

$$= \text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละกระชัง}$$

การวิเคราะห์ด้านต้นทุนและผลตอบแทน

1. ต้นทุนผลผลิตต่อปลา 1 กิโลกรัม (บาท)

$$= \text{ต้นทุนค่าอาหารปลา} + \text{ต้นทุนค่าพันธุ์ปลา}$$
2. อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio)

$$= \text{B/C ratio} = \frac{\text{ราคาปลาต่อ กก.}}{\text{ต้นทุนการผลิตปลาต่อ กก.}}$$

(B/C ratio มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโครงการให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับที่ลงทุนไปแต่ค่า B/C ratio น้อยกว่า 1 แสดงว่า ผลตอบแทนที่ได้รับจากโครงการไม่คุ้มกับเงินลงทุนที่เสียไป)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลด้านประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และต้นทุนการผลิตที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's New Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

5. โครงการย่อยที่ 5 เรื่อง “รูปแบบและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (*Rana rugulosa*) เพื่อเป็นอาหารปลอดภัยและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน”

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design: CRD) จัดเตรียมอุปกรณ์ในการศึกษารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกบนาต่างกัน 4 รูปแบบ (ชุดการทดลอง) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ คือ

1. การเลี้ยงในบ่อซีเมนต์กลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร พื้นที่ประมาณ 0.5 ตร.ม สูง 0.40 เมตร พื้นก้นบ่อใช้ไม้ไผ่ทำเป็นแคร่ขนาด 20 x 60 เซนติเมตร เพื่อให้เกิดส่วนนูนในบ่อ

และกบได้ขึ้นไปอยู่อาศัย โดยภายในบ่อจะเติมน้ำสูง 5 – 7 เซนติเมตรด้านบนบ่อปิดด้วยตาข่ายในลอน โดยใช้ยางในรถจักรยานยนต์รัดปิดปากบ่อไว้ เพื่อพรางแสงประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ และป้องกันไม่ให้กบกระโดดออกจากบ่อทดลอง

2. การเลี้ยงในคอก ขนาด $1.10 \times 1.10 \times 0.90$ เมตร พื้นที่ประมาณ 9.7 ตร.ม โดยใช้ตาข่ายในลอนขึงล้อมรอบบ่อดิน ส่วนด้านล่างจะฝังตาข่ายลงใต้ดินลึก 2.5 เซนติเมตร ทำแอ่งน้ำภายในคอกจำนวน 1 บ่อ ขนาด 1×1.2 เซนติเมตร และเติมน้ำให้เต็ม
3. การเลี้ยงแบบคอนโด โดยเลี้ยงกบภายในยางรถบรรทุก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.10 เมตร พื้นที่ประมาณ 2.8 ตร.ม จำนวน 3 เส้น วางเรียงซ้อนทับกัน โดยได้ยางรถยนต์เส้นที่ 1 จะนำทรายหยาบมาอัดตะรางบริเวณหน้ายางด้านล่างให้แน่นแล้วนำผ้าในลอนมาคลุมกองทรายและปิดทับไว้ด้วยยางรถยนต์เส้นที่ 2 และ 3 เรียงเป็นแนวตั้ง เติมน้ำให้เต็มแก้มยางทุกเส้น ส่วนข้างบนสุดจะปิดด้วยตาข่ายพรางแสงประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ และใช้ยางในยางรถจักรยานยนต์รัดขอบตาข่ายพรางแสงเข้ากับยางรถยนต์ให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้กบกระโดดออกจากคอนโด
4. การเลี้ยงกบในกระชัง พื้นที่ 1 ตร.ม โดยทดลองเป็นเวลา 120 วัน สุ่มเก็บข้อมูลน้ำหนักและอัตราการรอดตายของกบทดลองทุก ๆ 30 วัน ในแต่ละบ่อของแต่ละชุดการทดลองตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยงดให้อาหาร 1 วัน ก่อนการชั่งวัด

การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำลูกกบจากฟาร์มเลี้ยงใน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ น้ำหนักเฉลี่ย 11.56 กรัม/ตัว มาพักเพื่อให้ปรับสภาพในบ่อทดลองเป็นเวลา 7 วัน ด้วยความหนาแน่น 80 ตัว/ตร.ม แต่เนื่องจากพื้นที่ในแต่ละรูปแบบแตกต่างกัน จึงต้องปล่อยกบลงเลี้ยงในอัตราที่แตกต่างกัน คือ บ่อซีเมนต์กลมปล่อยได้เพียง 40 ตัว การเลี้ยงแบบคอนโด ปล่อยได้ 65 ตัว ส่วนการเลี้ยงในคอกปล่อยได้สูงถึง 780 ตัว ปรับสภาพกบทดลองให้ยอมรับอาหารที่ผสมสาหร่ายสไปรูลิน่า 4.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อกบทดลองคุ้นเคยกับบ่อทดลองและยอมรับอาหารแล้ว จึงทำการสุ่มนับและชั่งน้ำหนักกบเริ่มต้นการทดลอง จากนั้นนำกบลงบ่อทดลองตามอัตราความหนาแน่นที่กำหนด

การจัดการด้านอาหาร

อาหารที่ใช้ในการทดลองเป็นอาหารเม็ดจมน้ำที่ผลิตขึ้นเอง และผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าให้มีระดับโปรตีนประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ไขมันไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานประมาณ 3,000 Kcal/Kg ซึ่งส่วนผสมของอาหาร และการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการแสดงในตาราง 1 ในการทดลองนี้จะให้อาหาร 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว/วัน วันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 09.00 น. และ 17.00 น. ทำการปรับปริมาณอาหารที่ให้ทุก ๆ 30 วัน ในแต่ละบ่อทดลองของแต่ละหน่วยการทดลอง ตลอดระยะเวลา 120 วัน ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลอง ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า เยื่อใย

และพลังงาน ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรต คำนวณจาก $100 - (\text{โปรตีน} + \text{ไขมัน} + \text{ความชื้น} + \text{เถ้า} + \text{เชื้อใย})$
ตามวิธีของ AOAC (1970) (ตาราง 10)

ตารางที่ 10 ส่วนผสมของอาหารและการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ(% น้ำหนักแห้ง)

Ingredients (% as fed)	
	18.20
Soybean meal	22.70
Broken rice	22.70
Rice bran	31.80
<i>Spirulina</i>	4.60
Composition (% dry weight)	
Moisture	9.60
Protein	31.00
Lipids	8.50
Ash	9.00
Carbohydrate	16.30
Fiber	27.00
Gross energy (Kcal/Kg.)	2,727.50

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

สุ่มจับกบจากแต่ละบ่อทดลอง จำนวนบ่อละ 30 ตัว มาทำการเก็บข้อมูลโดยการ ชั่งน้ำหนักและบันทึกผลทุกเดือน ตั้งแต่ก่อนปล่อยกบลงบ่อทดลองจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง โดยเครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 2 ตำแหน่ง นับจำนวนกบที่เหลือรอดตายแต่ละบ่อทดลอง เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการทดลอง

ส่วนที่หนึ่ง: ศึกษาการเลี้ยงกบนาด้วยรูปแบบที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตดังนี้

1. น้ำหนักเฉลี่ย (Average weight; กรัม)

$$ADG = \frac{\text{น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักเมื่อเริ่มทดลองจำนวนวันที่ทำการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

2. น้ำหนักกบที่เพิ่มขึ้น (Mean weight gain)

$$MWG = \frac{\text{น้ำหนักกบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักกบเมื่อเริ่มการทดลอง}}{\text{น้ำหนักเมื่อเริ่มต้นทดลอง}}$$

3. อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average daily growth; กรัม/ตัว/วัน)

$$ADG = \frac{\text{น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักเมื่อเริ่มทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

4. การเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate, SGR)

$$SGR = \frac{\ln \text{น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{น้ำหนักเมื่อเริ่มการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

5. ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein Efficiency Ratio;) PER = $\frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น}}{\text{ปริมาณโปรตีนของอาหาร}}$

6. อัตราการแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio,) FCR = $\frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กกกิน}}{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น}}$

7. อัตราการรอด (Survival)

$$= \frac{\text{จำนวนกบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} \times 100}{\text{จำนวนกบเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}}$$

ส่วนที่สอง : การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์ทางเพศ

1. การประเมินค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (Gonad somatic index: เปอร์เซ็นต์)

$$GSI = \left(\frac{\text{น้ำหนักของรังไข่ หรืออวัยวะ} }{\text{น้ำหนักตัวกบ}} \right) \times 100$$

ส่วนที่สาม : การศึกษาด้านทุนการผลิตกบนา

นำต้นทุนในการศึกษารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกบนาที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ มาวิเคราะห์ตามวิธีของสมศักดิ์ (2530) และ Kay (1986) ดังนี้ ต้นทุนทั้งหมด = ต้นทุนผันแปร + ต้นทุนคงที่

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนผันแปร} &= \text{ค่าพันธุ์กบ} + \text{ค่าอาหาร} + \text{ค่าแรงงาน} + \text{ค่ายาปฏิชีวนะและสารเคมี} \\ &\quad + \text{ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง/ไฟฟ้า} + \text{ค่าวัสดุอุปกรณ์} + \text{ค่าซ่อมแซมเครื่องมือและ} \\ &\quad \text{อุปกรณ์} + \text{ค่าใช้จ่ายอื่นๆ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนคงที่} &= \text{ค่าเช่าที่ดิน} + \text{ค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์} + \text{ค่าเสีย} \\ &\quad \text{โอกาสบ่อ เครื่องมือ และ อุปกรณ์} \end{aligned}$$

$$\text{รายได้ทั้งหมด} = \text{จำนวนผลผลิตทั้งหมด} \times \text{ราคาสัตว์ที่เกษตรกรขายได้}$$

$$\text{รายได้สุทธิ} = \text{รายได้ทั้งหมด} - \text{ต้นทุนผันแปร}$$

$$\text{กำไร} = \text{รายได้ทั้งหมด} - \text{ต้นทุนทั้งหมด}$$

$$\text{ผลตอบแทนของการลงทุน} = \frac{\text{กำไร} \times 100}{\text{ต้นทุน}}$$

6. โครงการย่อยที่ 6 ระบบการเลี้ยงปลาน้ำจืดและปลาหนังลูกผสมที่มีประสิทธิภาพ

วางแผนการทดลอง ใช้ปลาน้ำจืด 27 ตัว ปลอย 3 ตัว/ 100 ตารางเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 3.4 กิโลกรัม ใช้ปลาหนังลูกผสมเนื้อขาว (พ่อปลาน้ำจืด x แม่ปลาขาว) 56 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 2.2 กิโลกรัม ปลอย 8 ตัว/ 100 ตารางเมตร เลี้ยงนาน 120 วัน ในบ่อดินขนาด 300 ตารางเมตร 3 บ่อ กันเป็น 3 ช่วง (3ซ้ำ) ช่วงละ 100 ตารางเมตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design; CRD) เป็น 3 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารเม็ดจม 0.75 % /น้ำหนักปลา/วัน + ใส่ปุ๋ยซีไค 35 กก.ต่อไร่ / 2 สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 2 อาหารเม็ดจม 1.5 % /น้ำหนักปลา/วัน+ใส่ปุ๋ยซีไค 17.5 กก.ต่อไร่ / 2 สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหาร 3% /น้ำหนักปลา/วัน โดยไม่ใส่ปุ๋ย

อาหารและการให้อาหาร การให้อาหารแก่ปลาที่ทำการทดลอง เป็นอาหารจมโปรตีน 30 % ที่ผลิตขึ้นเองราคา กก.ละ 20 บาท ให้อาหารทุกวันโดยจะให้อาหารในปริมาณ 0.75, 1.5 และ 3, % ของน้ำหนักตัวปลาในหน่วยทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ และให้อาหารวันละครั้งเวลา 17.00 น. เดิมน้ำใหม่เข้าบ่อเพื่อทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำเก่าออกอาทิตย์ละ 1 ครั้ง และทำการกำจัดวัชพืช เช่น ผักบุ้ง และหญ้าที่ลอยอยู่ตามผิวหน้าบริเวณโดยรอบของบ่อ

การเก็บข้อมูล ทำการชั่งน้ำหนักของปลา เมื่อทำการศึกษาทดลอง วิเคราะห์ประสิทธิภาพการอัตราการเจริญเติบโต โดยทำการชั่งน้ำหนักปลา เพื่อหาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาแต่ละชนิด ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองและสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 4 เดือน บันทึกและคำนวณข้อมูลเมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลมาคำนวณเปรียบเทียบ น้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ดังนี้

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น = น้ำหนักสุดท้าย - น้ำหนักเริ่มต้น

อัตราการแลกเนื้อ (Feed Conversion Rate, FCR) =
$$\frac{\text{น้ำหนักของอาหารที่ปลากิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$

อัตราการเจริญต่อวัน (Average Daily Gain; ADG) =
$$\frac{\text{นน.สุดท้าย}-\text{นน.เริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาเลี้ยง}}$$

อัตราการแลกเนื้อ (Feed Conversion Rate; FCR) =
$$\frac{\text{นน.อาหารที่ให้}}{\text{นน.ปลาที่เพิ่ม}}$$

อัตราการเจริญจำเพาะ (Specific Growth Rate ; SGR) =
$$\frac{\text{Ln นน.สุดท้าย}-\text{Ln นน.เริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาเลี้ยง}} \times 100$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลอัตราการเจริญเติบโต ที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC 11.5 วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน โดย Analysis of variance (ANOVA) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของแต่ละหน่วยการทดลอง ($p < 0.05$) โดยวิธี Duncan multiple range test (DMRT)

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ในบ่อทดลองทั้ง 3 บ่อ แต่ละบ่อแบ่งเป็น 3 ซ้ำ เก็บตัวอย่างน้ำในเวลา 09.00-10.00 น. อุณหภูมิน้ำโดยใช้ thermometer วัดความลึกโดยใช้ดัลแบเมตร วัดความโปร่งแสงโดยใช้ secchi disc วัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพ ได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และแพลงก์ตอนใช้แยกชนิดและปริมาณ (ยวดีและณมาภรณ์, 2546) วัดคุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ วัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) โดยใช้ pH meter (Schott – Gerate CG 840) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ โดยวิธี azide modification ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน โดยวิธี indophenol method หรือ phenate method ปริมาณไนโตรเจนในไตรทไนโตรเจน โดยวิธี colorimetric method ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน โดยวิธี copper-cadmium reduction ปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส โดยวิธี stannous chloride และความเป็นด่าง alkalinity (Boyd and Tucker, 1992)

ผลตอบแทนเบื้องต้น คัดจากส่วนต่างของ ผลผลิตปลาที่เพิ่ม (ปลาน้ำจืด กก.ละ 120 บาท ปลาลูกผสม 60 บาท) – อาหารปลา (กก.ละ 20 บาท) + ไข่ปลา (กก.ละ 2 บาท)

7. โครงการย่อยที่ 7 การเลี้ยงปลากดหลวงระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกพืชไฮโดรโพนิกส์เพื่อสร้างอาหารปลอดภัย และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลองตามชนิดของพืช ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 ปลูกผักกาดหอม หรือ ชุดการทดลองที่ 2 ปลูกผักกาดขาวดั่ง ชุดการทดลองที่ 3 ปลูกผักสลัดคออส และชุดการทดลองที่ 4 ปลูกผักบุ้งจีน ตามลำดับ อัตราการปลูก 30 ต้นต่อบ่อ และปล่อยปลากดหลวงที่อัตราความหนาแน่น 200 ตัวต่อบ่อ ให้อาหารปลาดุกเม็ดสำเร็จรูปที่ระดับโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารอัตรา 3-5 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักปลาต่อวัน ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน

การเตรียมระบบการเลี้ยงปลาแบบหมุนเวียนน้ำ ใช้บ่อซีเมนต์ ขนาด 3 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 12 บ่อ โดยทำการล้างทำความสะอาดบ่อและตากบ่อทิ้งไว้ประมาณ 2 วัน จากนั้นทำการเติมน้ำลงในบ่อระดับความสูง 1 เมตร พร้อมใส่อุปกรณ์เพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทิ้งไว้ประมาณ 3-4 วัน ก่อนเริ่มการทดลอง

การเตรียมระบบกรงชีวภาพ ใช้กล่องพลาสติก ขนาด 30×30×10 เซนติเมตร นำมาเรียงซ้อนกัน 3 ชั้นต่อบ่อ จำนวน 12 ชุด ทำการเจาะรูขนาดเล็กด้านล่างของกล่องชั้นที่ 3 และ 2 เพื่อให้ น้ำไหลลงมายังชั้นที่ 1 โดยใช้ใยสังเคราะห์วางบนตะแกรงพลาสติกที่ขนาดพอดีกับกล่องพลาสติก วางตะแกรงในกล่องพลาสติก

ชั้นที่ 3 เพื่อให้กรองตะกอนน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงปลา กล่องพลาสติกชั้นที่ 2 บรรจุพวกวัสดุกรองชีวภาพไบโอบอล ใช้ปั้มน้ำพร้อมอุปกรณ์สำหรับดูดน้ำจากบ่อเลี้ยงปลาผ่านใยสังเคราะห์กรองส่วนที่เป็นตะกอนออกในชั้นที่ 3 จากนั้นจะไหลลงสู่วัสดุกรองชีวภาพชั้นที่ 2 ผ่านลงชั้นที่ 1 น้ำจะไหลผ่านระบบปลูกพืชไฮโดร โพนิกส์และไหลกลับลงในบ่อเลี้ยงปลาตามเดิม

การเตรียมระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรโพนิกส์ เตรียมท่อ PVC ขนาด 2 นิ้ว จำนวน 12 ชุด ประกอบด้วยข้องอสามทาง ดึงเก็บน้ำ รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้กรองน้ำและใช้บำบัดน้ำเสีย ทำการล้างท่อ PVC เพื่อทำความสะอาด แล้วประกอบเข้ากับระบบโดยต่อท่อ PVC จากบ่อเลี้ยงปลาปล่อยลงในถังพักน้ำใช้ปั้มน้ำดูดน้ำจากถังพักดูดขึ้นไปที่ชุดอุปกรณ์กรองตะกอนน้ำจะผ่านชั้นกรองตะกอนและผ่านชั้นกรองชีวภาพเพื่อทำการบำบัดและจะไหลกลับไปยังบ่อซีเมนต์ที่ใช้เลี้ยงปลา

การเตรียมปลาทดลอง

ปลาคอดหลวงที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ซื้อมาจากฟาร์มเอกชน จังหวัดเชียงใหม่ โดยนำปลาคอดหลวงมาพักให้ปรับตัวในบ่อซีเมนต์ อัตราการปล่อย 200 ตัวต่อบ่อ ให้อาหารปลาคุณภาพดีสำเร็จรูปที่ระดับโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 7 วัน ก่อนเริ่มทำการทดลอง เพื่อให้ปลาคอดหลวงปรับสภาพและทำการสู่มัชน้ำหนักปลาคอดหลวงเริ่มต้นการทดลอง

การเตรียมต้นกล้าพืชและการปลูกพืช

ใช้ฟองน้ำขนาดความหนา 1 นิ้ว โดยตัดฟองน้ำให้ได้ขนาดพอดีกับถาดที่ใช้สำหรับเพาะต้นกล้าพืช ทำการกรีดฟองน้ำขนาด 1×1 นิ้ว โดยกรีดไม่ให้ขาดออกจากกันทำเป็นรอยบากทแยงมุมความลึกกึ่งกลางของฟองน้ำ จากนั้นนำฟองน้ำไปแช่น้ำก่อนหยอดเมล็ดพืช เมื่อหยอดเมล็ดเสร็จให้นำฟองน้ำใส่ในถาดเพาะเมล็ด และทำการปิดฝาหรือเก็บไว้ในที่มีดประมาณ 3 วัน เมล็ดพืชจะเริ่มงอกเป็นต้นกล้า จากนั้นปล่อยต้นกล้าให้มีใบจริงประมาณ 3 ใบ จึงทำการปลูกพืชโดยตัดแผ่นโฟมให้ได้ขนาดพอดีกับท่อ PVC โดยทำการเจาะรูตรงกลางแผ่นโฟม ขนาด 1×1 นิ้ว จากนั้นทำการฉีกฟองน้ำพร้อมต้นกล้าลงในแผ่นโฟมที่เจาะรูแล้วนำไปวางบนท่อ PVC โดยให้รากพืชแช่ในน้ำที่ผ่านระบบกรองชีวภาพตลอดเวลา

การให้อาหาร

ให้อาหารปลาคุณภาพดีสำเร็จรูปที่ระดับโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ให้วันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 8.00 น. และ 16.00 น. อัตราการให้อาหาร 3-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลา โดยหว่านให้ทั่วบ่อและทำการปรับปริมาณการให้อาหารทุกๆ 15 วัน จนสิ้นสุดการทดลอง

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเริ่มต้นการทดลองและทุกๆ 7 วัน จนถึงสิ้นสุดการทดลอง โดยวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ดังนี้ อุณหภูมิของน้ำ โดยใช้ DO meter (YSI model 59) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ โดยใช้ pH meter (HI 9812) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยใช้ DO meter (YSI model 59) ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน โดยวิธี Phenol method ปริมาณไนโตรเจน โดยวิธี Coupling method ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน โดยวิธี Cadmium reduction method ปริมาณฟอสฟอรัส โดยวิธี Stannous chloride method ปริมาณบีโอดี โดยวิธี Modified alkalized iodide ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ โดยวิธี Acetone 90% และค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะ โดยใช้ Conductivitymetre ตามวิธีของ Boyd,C.E. (1982)

การเก็บข้อมูล

ทำการสุ่มชั่งน้ำหนักปลากดหลวงเมื่อเริ่มต้นการทดลองและทุกๆ 15 วัน จำนวน 20 ตัวต่อบ่อ ทำการบันทึกข้อมูล เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณเปรียบเทียบเพื่อหาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเนื้อ และอัตราการรอด ดังนี้

- 1) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain)

$$= \text{น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักเมื่อเริ่มการทดลอง}$$
- 2) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) กรัม/วัน

$$= (\text{น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักเมื่อเริ่มการทดลอง}) / \text{ระยะเวลาการทดลอง}$$
- 3) อัตราการเปลี่ยนอาหารเนื้อ (FCR)

$$= \text{น้ำหนักของอาหารที่ปลากิน} / \text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}$$
- 4) อัตราการรอด (Survival Rate) เปอร์เซ็นต์

$$= \text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} / \text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มการทดลอง} \times 100$$

และทำการสุ่มวัดความสูงของพืชเมื่อเริ่มต้นการทดลองและทุกๆ 7 วัน จำนวน 15 ต้นต่อบ่อ ทำการบันทึกข้อมูล เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณเปรียบเทียบเพื่อหาความสูงที่เพิ่มขึ้น และอัตราการรอด ดังนี้

- 1) ความสูงที่เพิ่มขึ้น

$$= \text{ความสูงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{ความสูงเมื่อเริ่มการทดลอง}$$
- 2) อัตราการรอด (Survival Rate) เปอร์เซ็นต์

$$= \text{จำนวนต้นผักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} / \text{จำนวนต้นผักเมื่อเริ่มการทดลอง} \times 100$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์หาความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละชุดการทดลอง จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของชุดการทดลอง โดยวิธีของ Tukey's Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $P < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5

8. โครงการย่อยที่ 8 การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด

1. วิธีการเตรียมน้ำเค็ม

การเตรียมน้ำเค็ม เพื่อใช้สำหรับการทดลองในครั้งนี้ ใช้น้ำเค็มที่มีความเค็ม 15 ส่วนในพัน ประกอบด้วยน้ำทะเลเทียม ซึ่งเตรียมจากผงเกลือสำเร็จรูปในชื่อการค้า “Marinium” (ผลิตโดย Mariscience International) ที่ความเค็ม 15 ส่วนในพัน

2. การเตรียมน้ำบ่อทดลอง

บ่อทดลองบ่อทดลองที่ใช้เป็นบ่อคอนกรีตกลม สำหรับอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม มีความจุประมาณ 250 ลิตร

2.1 การกระตุ้นไบโอบอลการกระตุ้นไบโอบอลเพื่อเตรียมสภาพของไบโอบอลให้มีแบคทีเรียในกลุ่มแบคทีเรียไนตริฟายเออร์ (Nitrifier bacteria) มาเกาะอยู่ โดยที่แบคทีเรียกลุ่มนี้มีหน้าที่ในปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน (nitrification reaction) ในการเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์ และเปลี่ยนไนไตรท์ให้กลายเป็นไนเตรท โดยนำไบโอบอล ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง มาบรรจุลงในถุงผ้าที่มีสายให้อากาศบรรจุอยู่ด้วย แช่น้ำเค็มที่เตรียมจากเกลือสังเคราะห์สำหรับทำน้ำทะเลเทียม ที่ความเค็ม 15 ส่วนในพันในบ่อคอนกรีตทรงกลม ทำการเลี้ยงปลาไนลในบ่อ และให้อากาศตลอดเวลาเป็นเวลา 60 วัน (ภาพที่ 11) ระบบกรองในตู้ทดลองนั้นใช้วิธี Trickle filter unit โดยมีใยแก้ว ฟองน้ำสังเคราะห์ และไบโอบอล (Bioball) เป็นวัสดุกรองเรียงตามลำดับจากด้านบนลงมาด้านล่าง โดยมีการไหลเวียนของน้ำเป็นวงจรปิด



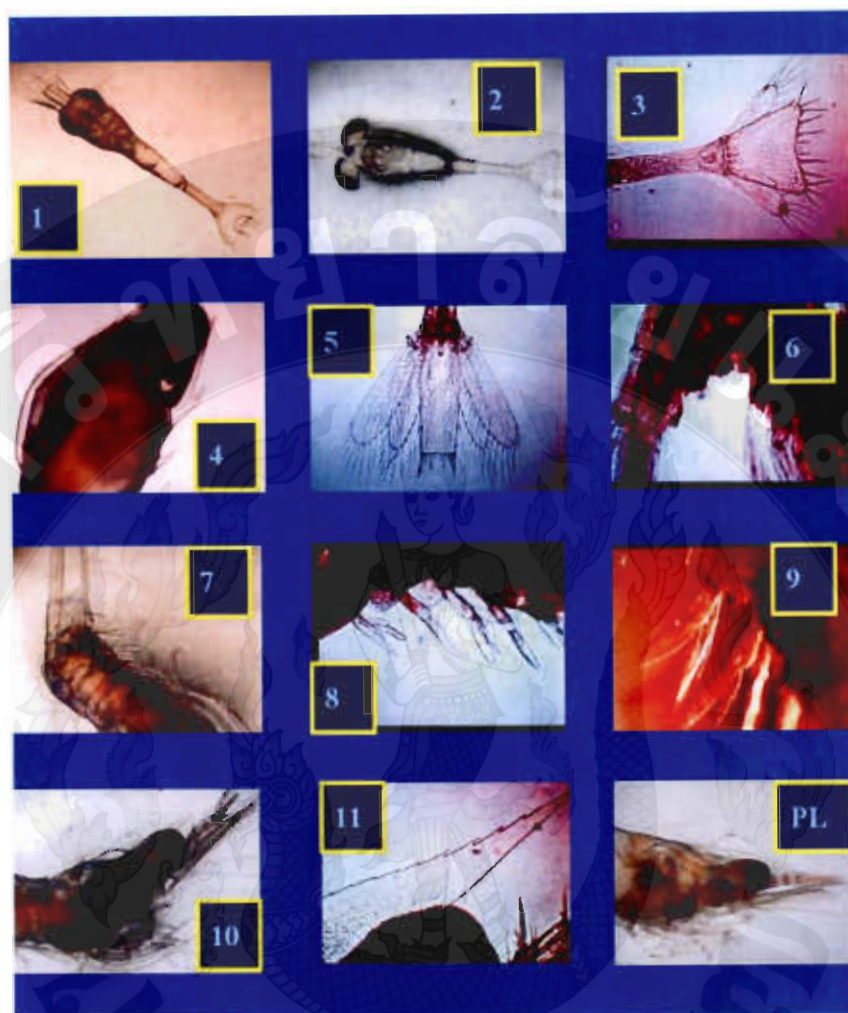
ภาพที่ 11 การกระตุ้นไบโอบอลเพื่อให้มีแบคทีเรียไนตริฟายเออร์มาเกาะ

3. วิธีการอนุบาล และตรวจระยะพัฒนาการของลูกกุ้งก้ามกราม

3.1 วิธีการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม นำแม่กุ้งที่มีไข่ในระยะหัวใจเต็ม มาทำการวางไข่ในน้ำเค็มที่เตรียมจากผงเกลือสำเร็จรูป สำหรับทำน้ำทะเลเทียมที่มีความเค็ม 15 ส่วนในพัน โดยใช้ดาข่ายพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ เพื่อลดความเครียด เมื่อไข่ฟักออกเป็นตัวทั้งหมดแล้ว จึงทำการสูมน้ำความหนาแน่นของตัวอ่อนทั้งหมด จากนั้นจึงแบ่งตัวอ่อนลงในกระชังผ้าที่มีขนาด $15 \times 15 \times 15$ เซนติเมตร มีความละเอียดของตาข่าย 80 ไมครอน ที่ลอยอยู่ในบ่อทดลอง (ภาพที่ 7-8) ในอัตราความหนาแน่นของลูกกุ้งก้ามกราม 80 ตัว/ลิตร โดยที่กระชังขนาด $15 \times 15 \times 15$ เซนติเมตรนี้ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในช่วงวันที่ 1-10 ของการอนุบาล และหลังจากวันที่ 10 ของการอนุบาลไปแล้ว จะเปลี่ยนไปใช้กระชังที่มีขนาด $20 \times 20 \times 20$ เซนติเมตรแทน

ในการอนุบาลลูกกุ้งในการทดลองนี้ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำแต่มีการดูดตะกอนและกรองเศษอาหารทิ้งไป และนำน้ำที่ดูดออกไปในแต่ละตู้เติมกลับเข้ามาในตู้ ทำการปิดฝาตู้ทดลองให้สนิทตลอดเวลาที่ทำการทดลองอนุบาลลูกกุ้ง เพื่อป้องกันน้ำระเหยไปในระหว่างการทดลอง ทำการตรวจระยะพัฒนาการของลูกกุ้งทุกวัน และใช้ตัวอ่อนอาร์ทีเมียเป็นอาหารในการอนุบาลลูกกุ้ง โดยให้อาร์ทีเมียในอัตราความหนาแน่น 5 ตัว/มิลลิลิตร (ยงค์, 2529) ทำการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในตู้ทดลองจนกระทั่งลูกกุ้งมีพัฒนาการถึงระยะลูกกุ้งคว่ำ 100 เปอร์เซ็นต์

3.2 การตรวจระยะพัฒนาการของลูกกุ้งก้ามกราม ทำการตรวจระยะพัฒนาการของลูกกุ้งก้ามกรามทุกวัน โดยใช้ลักษณะที่ปรากฏ ของลูกกุ้งที่เห็นได้ จากการส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์เป็นเกณฑ์ และแบ่งระยะพัฒนาการตามวิธีของยงค์ (2529) ซึ่งได้แบ่งระยะพัฒนาการของลูกกุ้งก้ามกราม ออกเป็น 12 ระยะ (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 พัฒนาการของลูกกุ้งก้ามกรามทั้ง 12 ระยะ

4. วิธีการทดลอง ผลของการเสริมไข่กุ้งและสาหร่ายสไปรูลิน่า ที่มีต่ออัตราการรอด และ พัฒนาการของลูกกุ้ง ในการอนุบาลในระบบปิด

4.1 การวางแผนการทดลอง การทดลองนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ หรือ CRD (Complete Randomized Design) โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ชุดการทดลอง ดังนี้

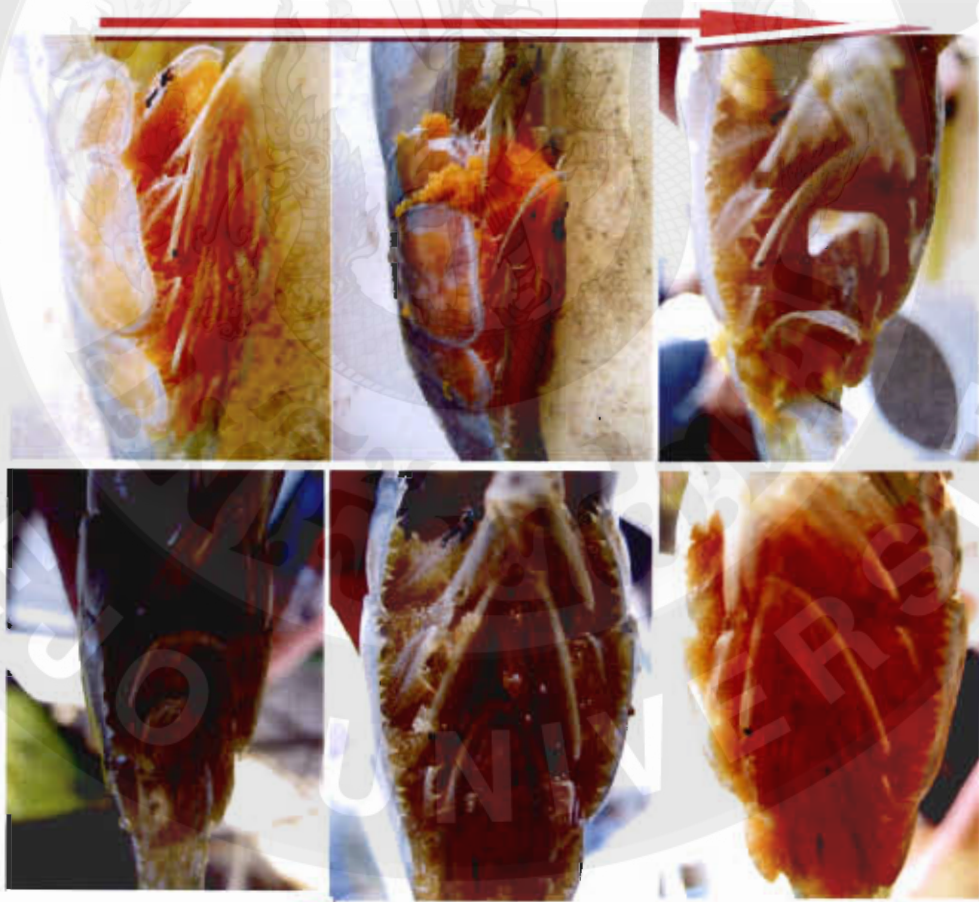
ชุดการทดลองที่ 1 เป็นการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในน้ำทะเลเทียมที่ความเค็ม 15 ส่วนในพัน โดยให้ตัวอ่อนของอาร์ทีเมียเป็นอาหาร (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 เป็นการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในน้ำทะเลเทียมที่ความเค็ม 15 ส่วนในพัน โดยให้ตัวอ่อนของอาร์ทีเมียเป็นอาหาร และให้ไข่กุ้งเป็นอาหารเสริม

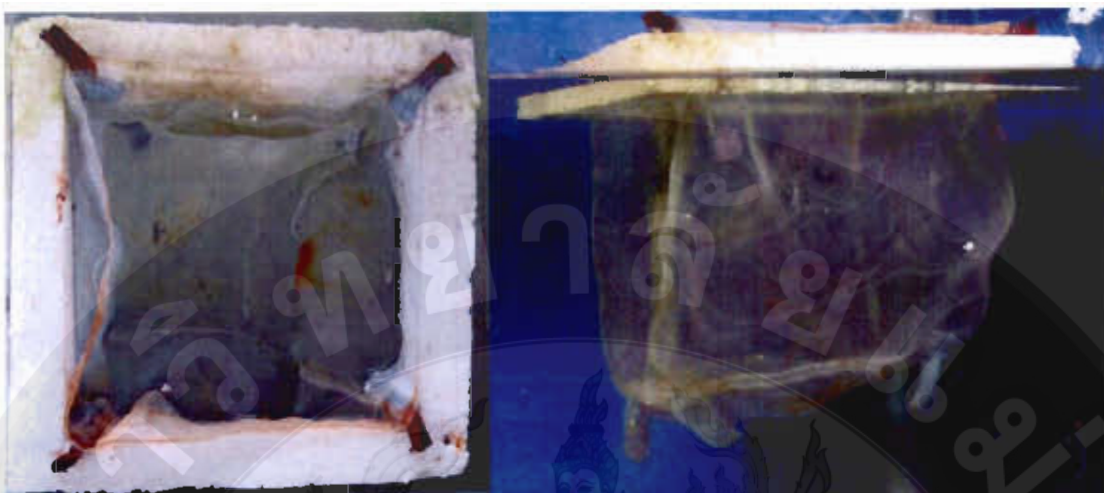
ชุดการทดลองที่ 3 เป็นการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในน้ำทะเลเทียมที่ความเค็ม 15 ส่วนในพัน โดยให้ตัวอ่อนของอาร์ทีเมียเป็นอาหาร และให้ไข่กุ้งที่เสริมด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นอาหารเสริม

4.2 วิธีการทดลอง นำแม่กุ้งที่มีไข่ในระยะ heart beating (พัฒนาการของไข่ดังภาพที่ 13) มาทำการฟักไข่ ในน้ำทะเลเทียมที่ความเค็ม 15 ส่วนในพัน เมื่อลูกกุ้งฟักออกจากไข่แล้วจึงทำการอนุบาล

ลูกกุ้งในตู้ทดลองที่มีน้ำทะเลเทียมที่มีความเค็ม 15 ส่วนในพัน ในกระชังผ้าที่มีความละเอียดของตาข่าย 80 ไมครอน (ภาพที่ 14) ในบ่อคอนกรีตที่มีระบบน้ำเค็มไหลเวียนแบบปิดและติดตั้งระบบบำบัดน้ำไว้แล้ว (ภาพที่ 15) ทำการให้อาหารวันละ 4 ครั้ง เวลา 6.00 น. 10.00 น. 14.00 น. และ เวลา 18.00 น. โดยที่ในชุดการทดลองที่ 2 จะมีการให้ไข่กุ้ง และชุดการทดลองที่ 3 จะมีการให้ไข่กุ้งเสริมด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่า ในมือเวลา 10.00 น. และ 18.00 น. ในมือ 2 และมือสุดท้าย เมื่อเวลาผ่านไป 15 วัน หรือเมื่อลูกกุ้งมีพัฒนาการอยู่ในระยะที่ 6-7 จึงทำการชดเชยแร่ธาตุทั้งแมกนีเซียมและโพแทสเซียมลงในน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้ง ในระหว่างการทดลองมีการตรวจระยะพัฒนาการของลูกกุ้งทุกวัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้วจึงทำการนับจำนวนลูกกุ้งทั้งหมด เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการรอดตายเฉลี่ย และวิเคราะห์หาความแปรปรวน(ANOVA) และหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Tukey's Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 13 แม่กุ้งก้ามกรามที่มีไข่ ระยะต่างๆ



ภาพที่ 14 กระชังผ้าที่มีความละเอียดของตาข่าย 80 ไมครอน สำหรับใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนในตู้ที่มีระบบน้ำเค็มไหลเวียนแบบปิด



ภาพที่ 15 ป่อซีเมนต์กลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร พร้อมทั้งติดตั้งระบบบำบัดน้ำ

9.โครงการย่อยที่ 9 ผลของการใช้อบเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษาและการยอมรับของเนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็น เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร

1.ศึกษาผลของสารสกัดอบเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศต่อการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็น

นำปลาหีบที่มรมควันมาทำการขูดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ แล้วเอาเฉพาะเนื้อปลา สุ่มตัวอย่างไปตรวจวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีนและเถ้า ตามวิธีของ AOAC (1996)

นำเอาเนื้อปลาที่ได้มาคลุกเคล้ากับเกลือร้อยละ 5 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) สารสกัดอบเชย และ/หรือ สารสกัดกานพลู ร้อยละ 5 และ 10 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) โดยมีตัวอย่างที่มีเฉพาะเกลือร้อยละ 5 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) เป็นตัวอย่างควบคุม (control) (ตารางที่ 11) เก็บไว้ในตู้เย็นข้ามคืน แล้วนำไปรมควันเย็นเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส ใช้ซี่เลื่อยจากไม้แดง เป็นแหล่งกำเนิดควัน ตั้งไว้ให้เย็น สไลด์เป็นชิ้นหนา 3 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องหั่นเนื้อ (meat slicer) บรรจุในถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ แล้วเก็บในตู้เย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทุก 1 สัปดาห์โดยมีรายการวิเคราะห์ดังนี้ ปริมาณความชื้น ค่า water activity ค่า pH ค่าสี (L^* a^* b^*) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกและการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสเป็นเวลานาน 5 สัปดาห์

ตารางที่ 11 รายละเอียดของตัวอย่างเนื้อปลาหีบที่มีการใช้สารสกัดอบเชย และ/หรือ สารสกัดกานพลูที่ระดับต่างๆ

ตัวอย่างที่	ปริมาณสารสกัดจากอบเชย (ร้อยละของน้ำหนักเนื้อปลา)	ปริมาณสารสกัดจากกานพลู (ร้อยละของน้ำหนักเนื้อปลา)
1 (ตัวอย่างควบคุม)	0	0
2	0	5
3	0	10
4	5	0
5	5	5
6	5	10
7	10	0
8	10	5
9	10	10

2.วิธีการเตรียมสารสกัดอบเชยและสารสกัดกานพลู

นำอบเชยหรือกานพลู 1 ส่วน มาเติมน้ำจำนวน 20 ส่วน ผสมให้เข้ากันดี นำไปต้มเดือดนาน 20 นาที วางไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงเป็นเวลานาน 10 นาที ที่ความเร็ว 5,000 รอบ ต่อนาที นำเอาส่วนในมาทำการกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ปรับปริมาตรสารละลาย ที่กรองได้เป็น 25 มิลลิลิตร จะได้สารสกัดอบเชยและสารสกัดกานพลูตามต้องการ

วิธีการวิเคราะห์

1. ปริมาณความชื้น ใช้ตัวอย่าง 3 กรัม ทำการวิเคราะห์ความชื้นด้วยเครื่อง moisture analyzer แสดงผลเป็น กรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม
2. ค่า water activity นำตัวอย่างมาบดให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน แล้ววัดค่า water activity ด้วยเครื่องวัดค่า water activity
3. ค่า pH ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดมาจำนวน 10 กรัมแล้วเติมน้ำกลั่นจำนวน 90 กรัม วัด pH ด้วย pH meter
4. ค่าสี (L^* , a^* , b^*) ทำการบดตัวอย่างให้ละเอียด แล้ววัดค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี ที่ illuminant D65
5. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) และจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก สุ่มเนื้อปลามา จำนวน 10 กรัม เติมน้ำ 0.1% peptone water จำนวน 90 มิลลิลิตร แล้วเจือจางตามลำดับส่วนด้วย 0.1% peptone water แล้วทำการ pour plate สำหรับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Plate Count Agar (PCA) บ่มในตู้บ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง สำหรับแบคทีเรียกรดแลคติก ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิด MRS agar บ่มในตู้บ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง รายงานผลเป็น log cfu/g
6. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาบ้าง (semi-trained panelist) จำนวน 9 คน ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ทางด้านเนื้อสัมผัส สี กลิ่นและการนำเสีย ด้วยวิธี 7-point hedonic scale โดยจะถือว่าตัวอย่างนั้นไม่ได้รับการยอมรับเมื่อมีผู้ทดสอบจำนวนตั้งแต่ 5 คนขึ้นไป ให้คะแนนการยอมรับของคุณลักษณะใดลักษณะหนึ่งต่ำกว่า 4 คะแนน

3. ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศ ต่อการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็น

นำปลาหีบที่มรมควันมาทำการขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ แล้วเอาเฉพาะเนื้อปลา นำเอาชิ้นปลาที่ได้มา คลุกเคล้ากับเกลือร้อยละ 5 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) และน้ำมันหอมระเหยกานพลู ร้อยละ 0.5 และ 1.0 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) โดยมีตัวอย่างที่มีเฉพาะเกลือร้อยละ 5 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) เป็นตัวอย่างควบคุม (control) เก็บไว้ในตู้เย็นข้ามคืน แล้วนำไปรมควันเย็นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ให้เย็น บรรจุในถุงพลาสติกแบบธรรมดา (มีอากาศ) แล้วเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 4 สัปดาห์ สุ่มตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทุก 3 วันโดยมีรายการตรวจ

วิเคราะห์ดังนี้ ค่า pH จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนแบคทีเรียที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกและการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส คุณลักษณะที่ทดสอบสำหรับการยอมรับทางประสาทสัมผัส

4. ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศ ต่อการยืดอายุการเก็บรักษาเนือปลาหีบที่มรมควันเย็น

นำปลาหีบที่สดมาทำการขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ แล้วเอาเฉพาะเนื้อปลา นำเอาเนื้อปลาที่ได้มาคลุกเคล้ากับเกลือร้อยละ 5 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) น้ำมันหอมระเหยกานพลูร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย (ในสัดส่วน 1 ต่อ 2) ร้อยละ 0.15 และ 0.30 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) โดยมีตัวอย่างที่มีเฉพาะเกลือร้อยละ 5 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) เป็นตัวอย่างควบคุม (control) เก็บไว้ในตู้เย็นข้ามคืน แล้วนำไปรมควันเย็นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส ทั้งไว้ให้เย็น บรรจุในถุงพลาสติกแบบธรรมดา (มีอากาศ) แล้วเก็บในตู้เย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 4 สัปดาห์ สุ่มตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทุก 3 วัน โดยมีรายการวิเคราะห์ดังนี้ ค่า pH ค่า thiobarbituric reactive substances (TBARS) ปริมาณไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนแบคทีเรียที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกและการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

วิธีการวิเคราะห์

1. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนจุลินทรีย์ที่ชอบเจริญในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำและจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกโดยจำนวนจุลินทรีย์ที่ชอบเจริญที่อุณหภูมิต่ำใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Plate Count Agar (PCA) บ่มในตู้บ่มเพาะเชื้อที่ 7 องศาเซลเซียส 10 วัน

2. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยการนำตัวอย่างเนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็นทั้ง 3 ตัวอย่างมาทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ทำ 2 ซ้ำ ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ทดสอบทางด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส สี รสชาติกลิ่นและการยอมรับรวม โดยทำการทดสอบกับปลาหีบที่ผ่านการทำให้สุก นำตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิ 4°C สไลด์ ความหนา 2-3 มิลลิเมตร ให้ความร้อนโดยการทอดด้วยน้ำมันบนกระทะเทพลอนนาน 1 นาทีแล้วทิ้งไว้ให้เย็นก่อนนำไปทดสอบ

สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของการยอมรับทางประสาทสัมผัสเมื่อทำการเก็บรักษาตัวอย่าง นำตัวอย่างปลาหีบที่มรมควันเย็นทั้ง 3 ตัวอย่างมาทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ทำ 2 ซ้ำ ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ถ้าได้คะแนนต่ำกว่า 5 จากผู้ทดสอบจำนวนครั้งหนึ่ง ถือว่าตัวอย่างนั้นไม่ได้รับการยอมรับอีกต่อไปแล้ว ทดสอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นและการยอมรับรวม โดยทดสอบกับปลาหีบที่มรมควันเย็นที่ไม่ได้ผ่านการทำให้สุก

โดยผู้ทดสอบชิมเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร อายุระหว่าง 20 -23 ปีโดยร้อยละ 80 เป็นผู้ทดสอบคนเดิมคือทดสอบทั้งการยอมรับและการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา

5.การวางแผนการทดลองวางแผนการทดลองแบบ RCBD นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) และ วิธี Paired – Sample T – Test ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ (SPSS)

5.1 ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูต่อการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาหีบหีบมรมควันเย็น บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ

นำปลาหีบหีบมรมควันเย็นมาทำการขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ แล้วเอาเฉพาะเนื้อปลา นำเอาเนื้อปลาที่ได้มาคลุกเคล้ากับเกลือร้อยละ 5 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) น้ำมันหอมระเหยกานพลูร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชย (ในสัดส่วน 1 ต่อ 2) ร้อยละ 0.15 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) เก็บไว้ในตู้เย็นข้ามคืน แล้วนำไปรมควันเย็นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียสทิ้งไว้ให้เย็น บรรจุในถุงพลาสติกแบบมีอากาศปิดผนึกด้วยความร้อน แล้วเก็บในตู้เย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพทุก 2 วัน โดยมีรายการวิเคราะห์ดังนี้ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และการทดสอบยอมรับทางประสาทสัมผัส

วิธีการวิเคราะห์

1. การทดสอบยอมรับทางประสาทสัมผัสสำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของการยอมรับทางประสาทสัมผัสเมื่อทำการเก็บรักษาตัวอย่าง นำตัวอย่างปลาหีบหีบมรมควันเย็นทั้ง 3 ตัวอย่างมาทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ทำ 2 ซ้ำ ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ถ้าได้คะแนนต่ำกว่า 5 จากผู้ทดสอบจำนวนครึ่งหนึ่งถือว่าตัวอย่างนั้นไม่ได้รับการยอมรับอีกต่อไปแล้ว ทดสอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และการยอมรับรวม โดยทดสอบกับปลาหีบหีบมรมควันเย็นที่ไม่ได้ผ่านการทำให้สุก

การวางแผนการทดลองวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก(Randomized Completely Block Design;RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) และทดสอบความแตกต่างทางสถิติตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมประมวลผลทางสถิติเพื่อทดสอบการยอมรับทางลักษณะประสาทสัมผัสของเนื้อปลาหีบหีบมรมควันเย็น ที่การยอมรับ 95% ($p < 0.05$) ในส่วนของการเปรียบเทียบความแตกต่างของปลาหีบหีบมรมควันเย็นที่บรรจุในบรรยากาศปกติ ใช้การเปรียบเทียบ 2 ตัวอย่างวิเคราะห์ทางสถิติตามวิธี Paired – Sample T – Test ที่การยอมรับ 95% ($p < 0.05$)

ศึกษาผลของการแช่เยือกแข็งเนื้อปลาหับทิมสดต่อการยอมรับของเนื้อปลาหับทิมรมควันเย็น

ทำการผลิตเนื้อปลาหับทิมรมควันเย็น โดยใช้เนื้อปลาสดเปรียบเทียบกับเนื้อปลาที่ผ่านการแช่เยือกแข็งมาก่อน แล้วนำผลิตภัณฑ์เนื้อปลาหับทิมรมควันเย็นที่ได้มาทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 130 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale คุณลักษณะที่ทำการทดสอบ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะด้วยวิธี t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบความตั้งใจซื้อเนื้อปลาหับทิมรมควันเย็น

ทำการทดสอบความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์เนื้อปลาหับทิมรมควันเย็น โดยใช้แบบสอบถาม (รายละเอียดของแบบสอบถามดังภาคผนวก ข.) เพื่อสอบถามถึงปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เนื้อปลาหับทิมรมควันเย็น แบบสอบถามที่ใช้ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรก เป็นการสอบถามข้อมูลทั่วไปและความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เนื้อปลาหับทิมรมควันเย็น ส่วนที่ 2 จะเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เนื้อปลาหับทิมรมควันเย็นของผู้บริโภค เมื่อพิจารณาแล้วก็ให้คะแนนตามระดับความสำคัญ 1-9 โดยที่ 1 สำคัญน้อยที่สุด 5 สำคัญปานกลางและ 9 สำคัญมากที่สุด และกำหนดปัจจัยสำหรับพิจารณาทั้งหมด 14 ปัจจัย ได้แก่ สีสัน กลิ่น รสชาติ ราคา บรรจุภัณฑ์ ตรายี่ห้อ/บริษัทผู้ผลิต อายุการเก็บรักษา คุณค่าทางโภชนาการ/ประโยชน์ต่อสุขภาพ มาตรฐานรับรอง (อย.) กรรมวิธีการผลิต ส่วนประกอบ การโฆษณา ของสมนาคุณ และความปลอดภัยในการบริโภค

ผลการวิจัย

1. โครงการย่อยที่ 1 การเพาะเลี้ยงปลาน้ำทรายในกระชังร่วมกับปลานิลแดง ในบ่อดินแบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ศึกษาประสิทธิภาพเจริญเติบโต ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ และต้นทุนในการผลิต (ผันแปร) ของการเลี้ยงปลาน้ำทรายในกระชังร่วมกับปลานิลแดง รวมถึงศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี และความหลากหลายของแพลงก์ตอน ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 เดือน พบว่า

1.1 การเติบโตของปลาน้ำทราย

การเจริญเติบโตของปลาน้ำทราย 3 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยชุดการทดลองที่ 3 และ 2 เลี้ยงปลาน้ำทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก ผสมสไปรูลินา 5% และ 3% รวมกับการเลี้ยงปลานิลแดงที่ความหนาแน่น 4 และ 2 ตัว/ตารางเมตร มีการเติบโตดีกว่าการเลี้ยงปลาหมอโดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาน้ำทราย

หน่วยการทดลอง	T1 <i>Spirulina</i> 0%	T2 <i>Spirulina</i> 3%	T3 <i>Spirulina</i> 5%
อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้น(%)	15.99±0.58 ^b	18.43±0.42 ^a	18.49±0.11 ^a
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%)	0.081±0 ^b	0.092±0 ^a	0.092±0 ^a
อัตราการเจริญเติบโต(กรัม/ตัว/วัน)	0.129±0 ^b	0.149±0 ^a	0.151±0 ^a
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	26.62±0.65 ^a	23.44±0.41 ^b	23.53±0.23 ^b
ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	0.186±0 ^b	0.211±0 ^a	0.212±0 ^a
อัตราการรอดตาย (%)	66.667±8.33 ^{ns}	75±0 ^{ns}	75±0 ^{ns}
ต้นทุนในการผลิต (บาท)	242.33±0.12 ^c	247.70±0.10 ^b	251.32±0.09 ^a

1.2 การเติบโตของปลานิลแดง

การเติบโตของปลานิลแดง ทั้ง 3 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกัน โดยการเลี้ยงปลาน้ำทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก ผสมสไปรูลินา 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีการเติบโตโดยรวม ดีกว่าชุดการทดลองอื่น คือ อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้น 148.62 % อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ 0.50 % อัตราการเจริญเติบโต 8.79 กรัม/ตัว/วัน และอัตราการรอดตาย 69.44 % ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การเติบโตของปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชัง

หน่วยการทดลอง	T1 <i>Spirulina</i> 0%	T2 <i>Spirulina</i> 3%	T3 <i>Spirulina</i> 5%
อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้น(%)	99.18	73.84	148.62
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%)	0.37	0.30	0.50
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	5.28	7.69	8.79
อัตราการรอดตาย (%)	75.00	45.31	69.44

1.3 คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

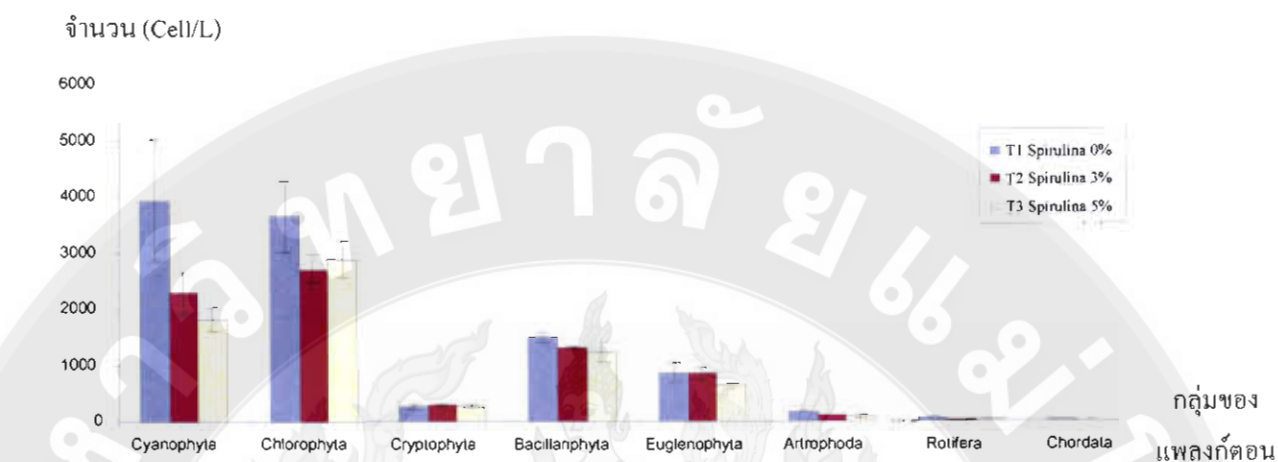
ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีจากการเพาะเลี้ยงปลานิลในกระชังร่วมกับปลานิลแดง ในบ่อดิน ทั้ง 3 ชุดการทดลองแต่ละปัจจัยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

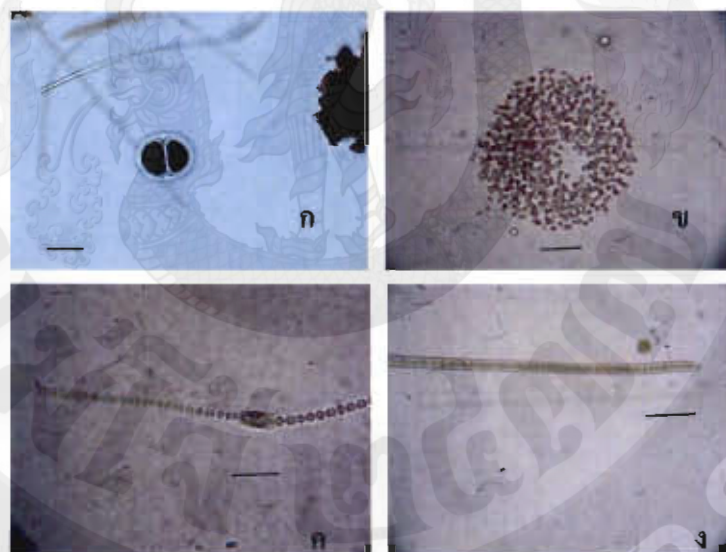
หน่วยการทดลอง	T1 <i>Spirulina</i> 0%	T2 <i>Spirulina</i> 3%	T3 <i>Spirulina</i> 5%
ค่าความโปร่งแสงของน้ำ	27.67±0.00 ^{ns}	27.67±0.00 ^{ns}	27.67±0.00 ^{ns}
อุณหภูมิอากาศและน้ำ	27±0.00 ^{ns}	27±0.00 ^{ns}	27±0.00 ^{ns}
ค่าความเป็นกรด – ด่าง	7.98±0.02 ^{ns}	8.03±0.01 ^{ns}	8.09±0.03 ^{ns}
ค่าความนำไฟฟ้า(μs/cm)	55.61±2.54 ^{ns}	52.63±1.66 ^{ns}	55.21±3.19 ^{ns}
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ(mg/L)	5.81±0.43 ^{ns}	5.80±0.18 ^{ns}	5.96±0.14 ^{ns}
ปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส (mg/L)	2.66±0.07 ^{ns}	2.62±0.03 ^{ns}	2.59±0.03 ^{ns}
ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (mg/L)	0.19±0.03 ^{ns}	0.11±0.01 ^{ns}	0.25±0.11 ^{ns}
ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน(mg/L)	0.03±0.00 ^{ns}	0.05±0.00 ^{ns}	0.05±0.01 ^{ns}

1.4 ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน ในบ่อเลี้ยงปลานิลร่วมกับปลานิลแดง

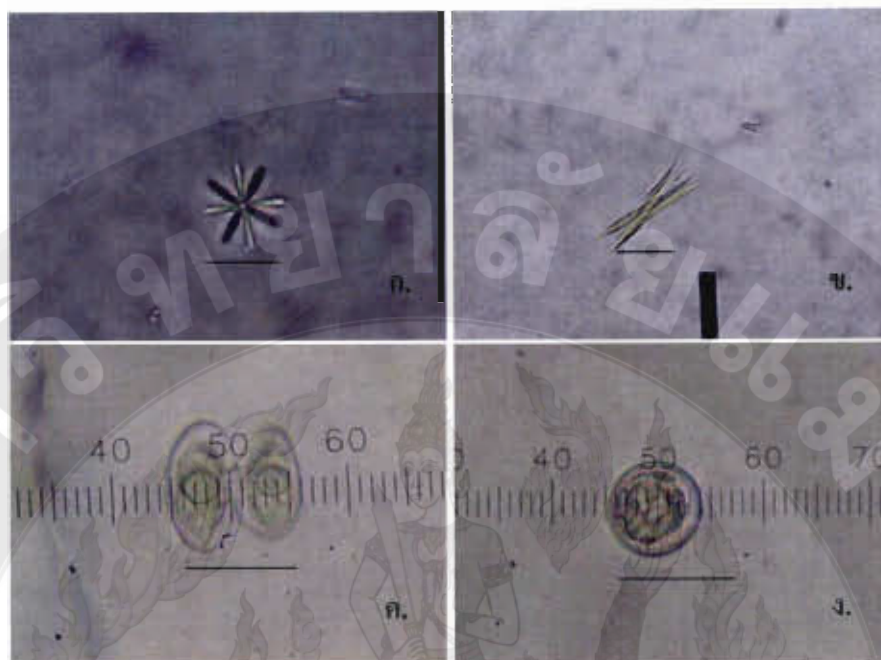
ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน 3 ชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่การเลี้ยงปลานิลทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีแนวโน้มความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชสูง (ภาพที่ 16) คือ ดิวิชัน Cyanophyta 3930.74±1087.38 Cell/L, ดิวิชัน Chlorophyta 3649.68±627.56 Cell/L, ดิวิชัน Cryptophyta 263.98±41.37 Cell/L, ดิวิชัน Bacillariohyta 1481.62±94.32 Cell/L และดิวิชัน Euglenophyta 861.92±172.15 Cell/L และชนิดของแพลงก์ตอนแต่ละกลุ่ม (ภาพที่ 17-23)



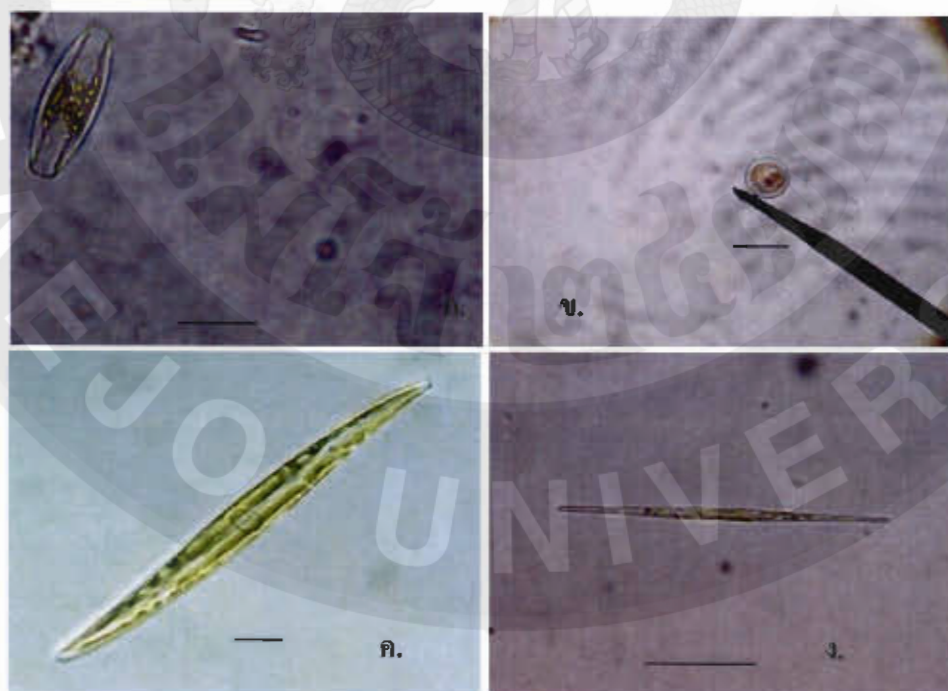
ภาพที่ 16 แสดงเฉลี่ยความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน



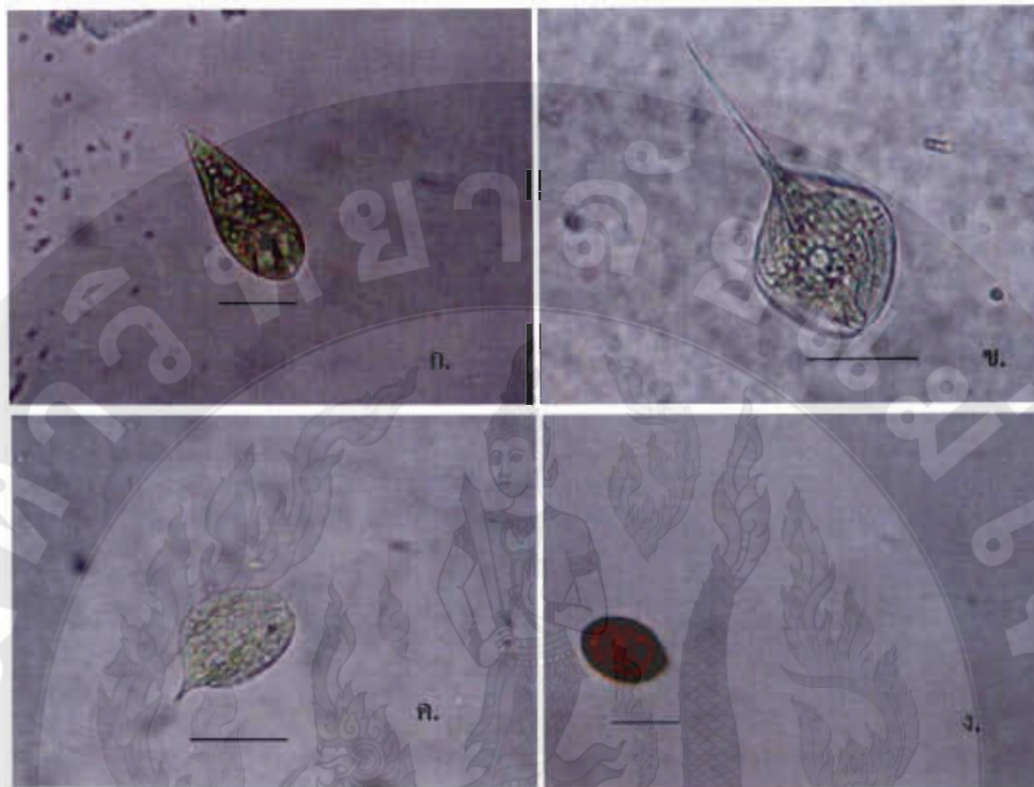
ภาพที่ 17 แพลงก์ตอนพืช Division Cyanophyta ก. *Chroococcus* sp. ข. *microcystis* sp.
ค. *Nostoc* sp. ง. *Oscillatoria* sp. ขนาด scale 10 μ m



ภาพที่ 18 แพลงก์ตอนพืช Division Chlorophyta ก. *Actinastrum hantzschii* sp.
ข. *Ankistrodesmus* sp. ค. *Cosmarium* ง. *Chlorella* sp. ขนาด scale 10 μ m

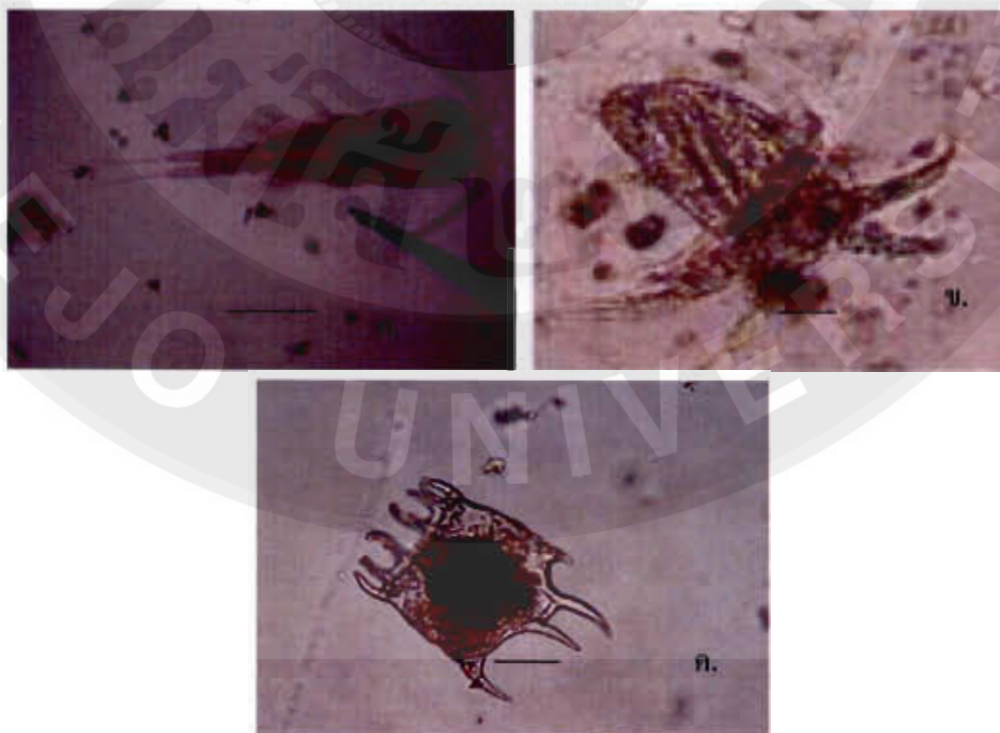


ภาพที่ 19 แพลงก์ตอนพืช Division Bacillariophyta ก. *Cymbella* sp. ข. *Cyclotella* sp.
ค. *Gyrosigma* sp. ง. *Synedra* sp. ขนาด scale 20 μ m



ภาพที่ 20 แพลงก์ตอนพืช Division Euglenophyta ก. *Euglena* sp. ข. *Phacus* sp.

ค. *Phacus* sp. ง. *Trachelomonas* sp. ขนาด scale 10 μm

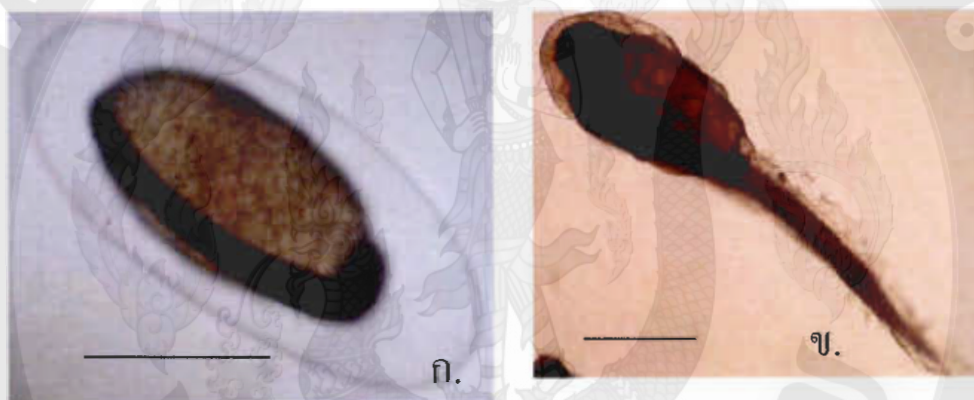


ภาพที่ 21 แพลงก์ตอนสัตว์ Phylum Arthropoda ก. Copepod ข. Naupilus ค. *Keratella* sp.

ขนาด scale 100 μm



ภาพที่ 22 แพลงก์ตอนสัตว์ Phylum Rotifera (Rotifera) ขนาด scale 100 μ m

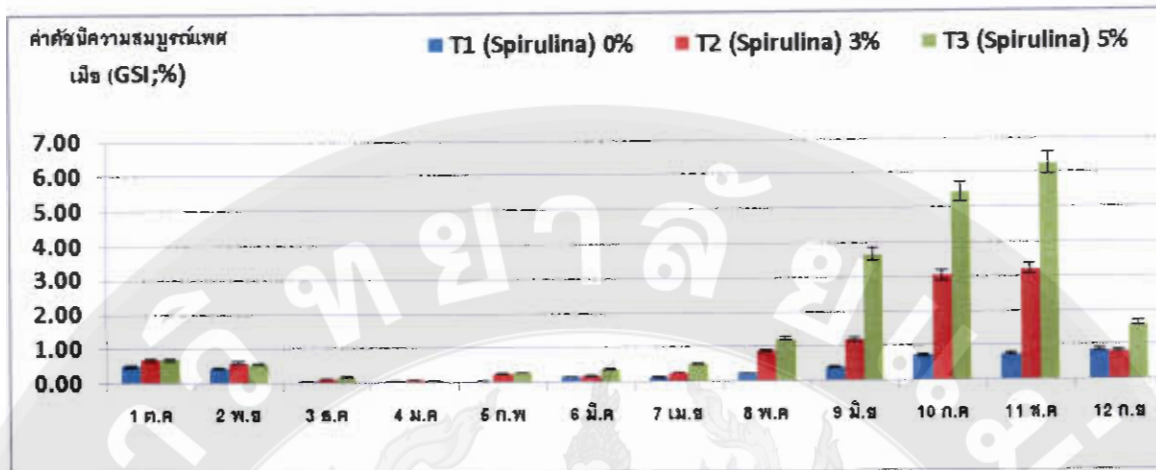


ภาพที่ 23 แพลงก์ตอนสัตว์ Phylum Chordata ก) ไข่ปลา ข) ลูกปลาวัยอ่อน ขนาด scale 100 μ m

1.5 ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ ของ พ่อ-แม่พันธุ์ปลา

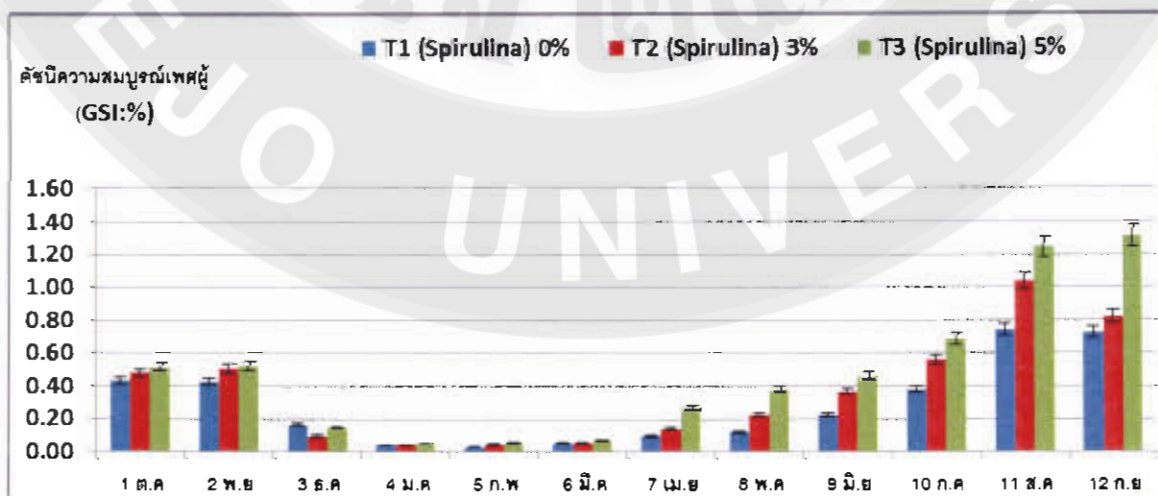
ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ ของ พ่อ-แม่พันธุ์ปลา ที่ได้รับอาหารต่างกัน ระยะเวลา 12 เดือน มีดังนี้

1.5.1 ค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ (Gonadosomatic Index; %GSI) เฉลี่ยของแม่พันธุ์ปลา เริ่มต้นดัชนีการเจริญพันธุ์ (GSI;%) ของปลาอยู่ระหว่าง $0.49 \pm 0.06 - 0.69 \pm 0.01\%$ และ ดัชนีการเจริญพันธุ์ของปลาเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาที่เลี้ยง และเริ่มมีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) ตั้งแต่เดือนที่ 6 ของการเลี้ยง เป็นต้นไป โดยชุดการทดลองที่ 3 ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เป็นปลาสดผสมกับสไปรูลิน่า 5%+ ปลานิลที่ปล่อยความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีดัชนีการเจริญพันธุ์ดีกว่า ชุดการทดลองที่ 2 ปลาที่ได้รับอาหาร เป็นปลาสดผสมสไปรูลิน่า 3% +ปลานิลที่ปล่อยความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และ ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาทูทราย ด้วยอาหารที่เป็นปลาสด (ชุดควบคุม) + ปลานิลที่ปล่อยความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร 1 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเมีย (Gonadosomatic index, %GSI) เฉลี่ยของแม่พันธุ์ปลาที่ได้รับอาหารต่างกันในแต่ละหน่วยการทดลอง ตลอดระยะเวลา 12 เดือน

1.5.2 ดัชนีการเจริญพันธุ์ (Gonadosomatic Index; %GSI) เฉลี่ยของพ่อพันธุ์ปลาที่ได้รับตลอดระยะเวลา 12 เดือน เมื่อเริ่มต้นดัชนีการเจริญพันธุ์ของปลาอยู่ระหว่าง $0.43 \pm 0.06 - 0.52 \pm 0.06\%$ และดัชนีการเจริญพันธุ์ของปลาเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาที่เลี้ยง และเริ่มมีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) ตั้งแต่เดือนที่ 1-2 และเริ่มแตกต่างอีกครั้งในเดือนที่ 7 ของการเลี้ยงเป็นต้นไป โดยชุดการทดลองที่ 3 ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เป็นปลาสดผสมกับสไปรูลินา 5%+ปลานิลที่ปล่อยความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีดัชนีการเจริญพันธุ์ ดีกว่า ชุดการทดลองที่ 2 ปลาที่ได้รับอาหารเป็นปลาสดผสมสไปรูลินา 3% + ปลานิลที่ปล่อยความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และ ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาทูทราย ด้วยอาหารที่เป็นปลาสด (ชุดควบคุม)+ปลานิลที่ปล่อยความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ ดังภาพที่ 25

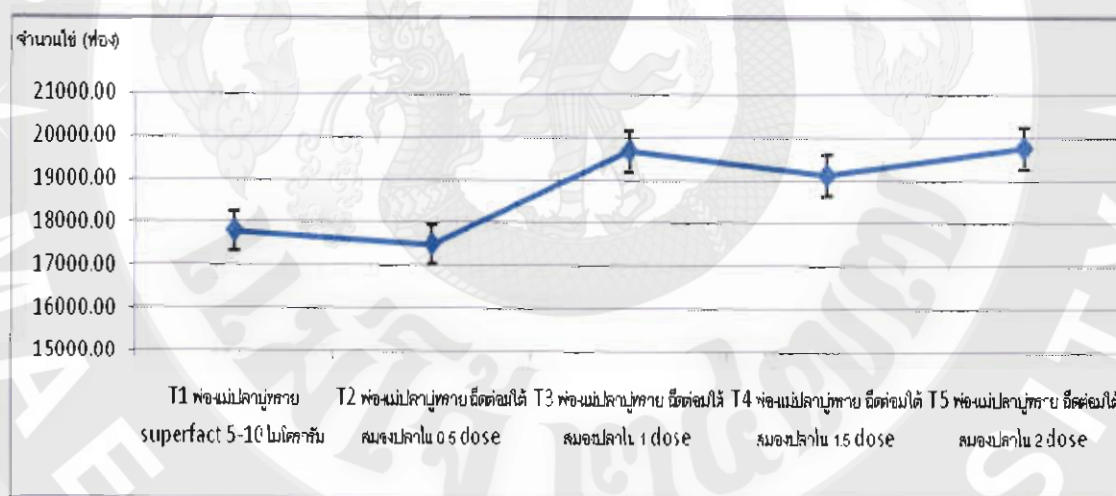


ภาพที่ 25 ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศผู้ (Gonadosomatic index, %GSI) เฉลี่ยของพ่อพันธุ์ปลาที่ได้รับอาหารต่างกันในแต่ละหน่วยการทดลอง ตลอดระยะเวลา 12 เดือน

1.6 การเพาะพันธุ์ปลานุ้ทราย

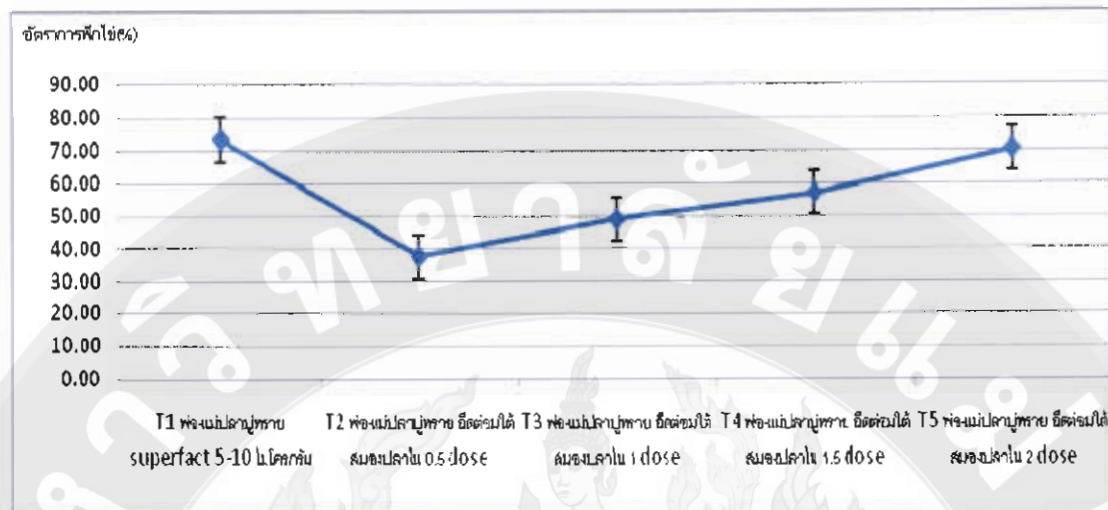
ด้วยไข่ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองของปลาไน เปรียบเทียบกับฮอร์โมนสังเคราะห์ทั่วไป ใช้อัตราความเข้มข้นของ ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองของปลาไน และฮอร์โมนสังเคราะห์ที่ระดับต่างๆ นำพ่อ-แม่พันธุ์ปลานุ้ทรายที่ฉีดฮอร์โมน ใส่ในกระชังมุ้งสีฟ้าขนาด 1 ตารางเมตร/ปลา 1 คู่ แวนกระชังในบ่อดินให้ออกซิเจน และใส่กระเบื้องเพื่อให้ไข่ติด ระยะเวลาประมาณ 3 วัน ไข่ปลาติดกระเบื้อง สุ่มนับจำนวนไข่ และนำไข่ปลาที่ติดกระเบื้อง มาฟักในตู้กระจก เพื่อหาอัตราการฟักไข่ ต่อไป

1.6.1 จำนวนไข่ (ฟอง) ของแม่พันธุ์ปลานุ้ทราย ในชุดการทดลองที่ 3 ,4 และ5 แม่พันธุ์ปลานุ้ทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาไนความเข้มข้น 1 dose, 1.5 dose และ 2 dose มีจำนวนไข่เท่ากับ $19,683 \pm 1,868$ ฟอง $19,115 \pm 983$ ฟอง และ $19,750 \pm 2,264$ ฟอง ตามลำดับ และมีจำนวนไข่ มากกว่าชุดการทดลองที่ 1 แม่พันธุ์ปลานุ้ทรายที่ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ superfact ความเข้มข้น 5-10 ไมโครกรัม (ชุดควบคุม) และ ชุดการทดลองที่ 2 แม่พันธุ์ปลานุ้ทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาไนความเข้มข้น 0.5 dose ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 26



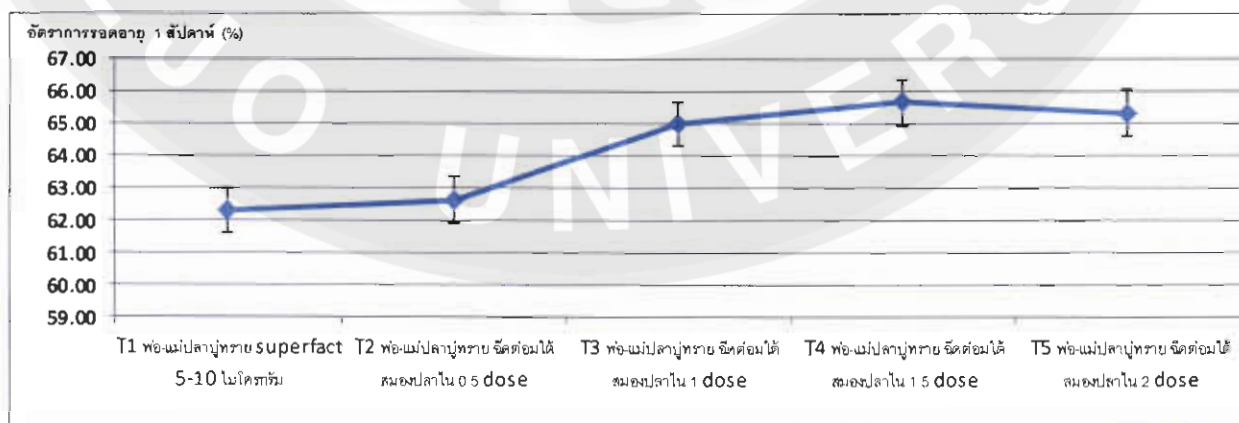
ภาพที่ 26 จำนวนไข่ แม่พันธุ์ปลานุ้ทราย ในชุดการทดลองที่ 3, 4 และ 5 มากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ

1.6.2 อัตราการฟักไข่ (%) ของ พ่อ-แม่พันธุ์ปลานุ้ทราย ใน ชุดการทดลองที่ 1 พ่อแม่พันธุ์ปลานุ้ทรายที่ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ superfact ความเข้มข้น 5-10 ไมโครกรัม(ชุดควบคุม) และชุดการทดลองที่ 5 พ่อแม่พันธุ์ปลานุ้ทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาไนความเข้มข้น 2 dose มีค่าเท่ากับ $73.20 \pm 3.96\%$ และ $70.13 \pm 0.85\%$ มากกว่า ชุดการทดลองที่ 4 พ่อแม่พันธุ์ปลานุ้ทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาไนความเข้มข้น 1.5 dose ชุดการทดลองที่ 3 พ่อแม่พันธุ์ปลานุ้ทรายใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์จากต่อมใต้สมองปลาไน ความเข้มข้น 1 dose และ ชุดการทดลองที่ 2 พ่อแม่พันธุ์ปลานุ้ทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองปลาไน ความเข้มข้น 0.5 dose ตามลำดับ และ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 27



ภาพที่ 27 อัตราการฟักไข่ (%) ของ ลูกปลานู๋ ในชุดการทดลองที่ 1 และ 5 มากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ

1.6.3 อัตราการรอด (%) ใน 1 สัปดาห์ ของลูกปลานู๋ที่ได้จาก พ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ ในชุดการทดลองที่ 5 พ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากค่อมได้สมอปลาในความเข้มข้น 2 dose ชุดการทดลองที่ 4 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากค่อมได้สมอปลาในความเข้มข้น 1.5 dose และชุดการทดลองที่ 3 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากค่อมได้สมอปลาในความเข้มข้น 1 dose มีค่าเท่ากับ $65.33 \pm 3.06\%$ $65.67 \pm 2.08\%$ และ $65.00 \pm 1.00\%$ ตามลำดับ และมีอัตราการรอด ของลูกปลานู๋ อายุใน 1 สัปดาห์ มากกว่าชุดการทดลองที่ 2 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ทรายที่ใช้ฮอร์โมนจากค่อมได้สมอปลาในความเข้มข้น 0.5 dose และชุดการทดลองที่ 1 พ่อแม่พันธุ์ปลานู๋ทรายที่ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ superfact ความเข้มข้น 5-10 ไมโครกรัม(ชุดควบคุม) ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 28



ภาพที่ 28 อัตราการรอด (%) ของลูกปลานู๋ ในหน่วยการทดลองที่ 5, 4 และ 3 มากกว่าหน่วยทดลองที่ 2 และ 1 ตลอดระยะเวลา 1 สัปดาห์

2. โครงการย่อยที่ 2 “การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ในกระชังร่วมกับปลาหมอ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความปลอดภัยด้านอาหาร”

ในโครงการย่อยที่ 1 การเพาะเลี้ยงปลานู๋ทราย ในกระชังร่วมกับปลานิลแดง ในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน เป็นการนำสาหร่ายสไปรูลีนา 5% ผสมในอาหารให้ ปลานู๋ทรายกิน ร่วมกับการปล่อยปลานิลแดง 4 ตัว/ตารางเมตร นอกกระชังปลานู๋ ทำให้ปลานู๋ทรายมีประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ดัชนีการเจริญพันธุ์ และความดกของไข่ และผลผลิตของปลานิลแดง ดีที่สุด เพราะปลานิลแดง ได้รับเศษอาหารที่เหลือจากปลานู๋ และอีกทางหนึ่งปลานิลแดง ได้รับอาหารที่เป็นแพลงก์ตอน จากการใช้นวทางการสร้างแพลงก์ตอนโดยใช้มูลสัตว์เป็นอาหารของแพลงก์ตอน ทำให้เกิดแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ เป็นอาหารเสริมแก่ ลูกปลา และพ่อ-แม่พันธุ์ปลานู๋ทราย และปลานิลแดง ตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ (ดังภาพที่ 17-23) และสามารถนำมาประยุกต์ เป็นอาหารปลา ในโครงการย่อยที่ 2 “การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ในกระชังร่วมกับปลาหมอ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอ จากผลการทดลองเลี้ยงปลาหมอด้วยความหนาแน่นที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 240 วัน พบว่าปลาหมอที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการรอดตายสูงกว่า มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดี มีต้นทุนในการผลิตต่ำ และอัตราส่วนผลตอบแทนเงินลงทุนสูงกว่า ปลาหมอที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 30 ตัว/ตร.ม. และ 40 ตัว/ตร.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตามตารางที่ 15

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตปลาอุกบึกอยู่ จากการทดลองพบว่าปลาอุกบึกอยู่ที่เลี้ยงในรอบที่ 1 และรอบที่ 2 (ระยะเวลารอบละ 120 วัน) มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย ต้นทุนในการผลิต และอัตราส่วนผลตอบแทนเงินลงทุน ไม่แตกต่างกัน ตามตารางที่ 16 และ 17

ตารางที่ 15 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นที่แตกต่างกัน

พารามิเตอร์	ความหนาแน่น (ตัว/ตร.ม.)			P-Value
	20	30	40	
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	10.20±0.03	10.14±0.03	10.19±0.02	0.384
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว)	142.73±0.56 ^a	138.46±0.02 ^b	136.45±0.39 ^b	0.002
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	132.53±0.57 ^a	128.33±0.00 ^b	126.26±0.37 ^b	0.002
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัม/วัน)	0.55±0.00 ^a	0.53±0.00 ^b	0.52±0.00 ^a	0.008
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	3.19±0.002 ^b	3.54±0.003 ^a	3.53±0.03 ^b	0.001
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	75.83±0.96 ^a	68.89±1.11 ^b	60.00±0.83 ^b	0.001
ต้นทุนในการผลิต (บาท/กิโลกรัม)	61.37±0.36 ^b	67.97±0.62 ^a	67.94±0.67 ^a	0.001
อัตราส่วนผลตอบแทนเงินลงทุน, B/C ratio [*]	1.67±0.01 ^a	1.50±0.01 ^b	1.50±0.01 ^b	0.001

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

* คำนวณโดยคิดราคาขายปลาหมอ 102.50 บาท/กิโลกรัม (ราคาตลาดสี่มุมเมือง เดือนมกราคม 2556)

ตารางที่ 16 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาดุกบักอู๋ที่เลี้ยงร่วมกับปลาหมอที่ความหนาแน่นต่างกัน ในการเลี้ยงรอบที่ 1

พารามิเตอร์	ความหนาแน่นของปลาหมอ (ตัว/ตร.ม.)			P-Value
	20	30	40	
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	5.33±0.09	5.33±0.00	5.23±0.05	0.783
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว)	121.39±0.87	122.06±0.55	120.39±0.60	0.298
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	116.06±0.77	116.73±0.55	115.11±0.59	0.280
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัม/วัน)	0.97±0.01	0.97±0.01	0.96±0.01	0.340
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.70±0.01	1.71±0.001	1.72±0.02	0.630
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	85.00±0.96	83.89±0.56	85.00±0.96	0.593
ต้นทุนในการผลิต (บาท/กิโลกรัม)	32.70±0.28	32.89±0.24	33.08±0.39	0.704
อัตราส่วนผลตอบแทนเงินลงทุน, B/C ratio [*]	1.30±0.01	1.29±0.01	1.29±0.01	0.717

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

* คำนวณโดยคิดราคาขายปลาดุกบักอู๋ 42.50 บาท/กิโลกรัม (ราคาตลาดสี่มุมเมือง เดือนมกราคม 2556)

ตารางที่ 17 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุยที่เลี้ยงร่วมกับปลาหมอที่ความหนาแน่นต่างกัน ในการเลี้ยงรอบที่ 2

พารามิเตอร์	ความหนาแน่นของปลาหมอ (ตัว/ตร.ม.)			P-Value
	20	30	40	
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	4.72±0.05	4.72±0.05	4.78±0.05	0.729
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว)	80.28±0.42	80.41±0.53	80.35±0.55	0.983
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	75.56±0.47	75.69±0.58	75.57±0.55	0.981
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัม/วัน)	0.63±0.01	0.63±0.01	0.63±0.01	1.000
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.56±0.01	1.55±0.001	1.57±0.01	0.623
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	78.33±0.96	79.44±0.56	78.33±0.96	0.593
ต้นทุนในการผลิต (บาท/กิโลกรัม)	29.98±0.25	29.75±0.33	30.11±0.17	0.636
อัตราส่วนผลตอบแทนเงินลงทุน, B/C ratio ¹	1.42±0.01	1.43±0.01	1.41±0.01	0.623

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* คำนวณโดยคิดราคาขายปลาดุกบิ๊กอุย 42.50 บาท/กิโลกรัม (ราคาตลาดสี่มุมเมือง เดือนมกราคม 2556)



ภาพที่ 29 ปลาหมอที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นที่แตกต่างกัน (20, 30 และ 40 ตัว/ตร.ม.)

3. โครงการย่อยที่ 3 เรื่อง “การเลี้ยงปลาดุกบิกอู๋ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” สามารถเชื่อมต่อโครงการย่อยที่ 2 การเลี้ยงปลาดุกบิกอู๋ในกระชังร่วมกับปลาหมอ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความปลอดภัยด้านอาหาร เชื่อมโยงอัตราการปล่อยปลาดุกบิกอู๋ที่เหมาะสมได้ในอัตราการปล่อยประมาณ 15-20 ตัว/ตร.ม. และ โครงการย่อยที่ 3 สามารถเชื่อมโยงกับโครงการย่อยที่ 1 การเลี้ยงปลาบู่ทราย โดยอาหารที่เป็นปลาสดผสมสับปูลูน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลในอัตราปล่อยที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร ซึ่งในโครงการย่อยที่ 3 การทดลองที่ 1 (ปีที่ 1 ปีงบประมาณ 2554) ... การศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมของปลาดุกบิกอู๋ และปลานิลต่อประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิกอู๋ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยงปลาดุกบิกอู๋ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง โดยนำลูกปลาดุกบิกอู๋ที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 3 - 4 กรัม มาเลี้ยงในบ่อพลาสติกขนาด 2 x 3 x 0.8 เมตร จำนวน 12 บ่อ (4 ทรีตเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำ) คือ ทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 เลี้ยงปลาดุกบิกอู๋ที่ระดับความหนาแน่น 30, 25, 20 และ 15 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ และในทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 ทำการปล่อยลูกปลานิลแปลงเพศที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 30 กรัม เลี้ยงร่วมกับปลาดุกบิกอู๋ที่ระดับความหนาแน่น 3, 4 และ 5 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ โดยทำการทดลอง 2 ซ้ำ ซึ่งในการทดลองแต่ละซ้ำทำการเลี้ยงปลาเป็นระยะเวลา 4 เดือน โดยสุ่มตรวจวัดประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิกอู๋และปลานิล ทุก 1 เดือน พร้อมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำและเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชทุก 2 สัปดาห์

ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิกอู๋ คือ น้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน และอัตราการเติบโตจำเพาะของปลาดุกบิกอู๋ที่เลี้ยงในชุดการทดลองที่ 4 อัตราการปล่อยปลาดุกบิกอู๋ 15 ตัว/ตารางเมตร ร่วมกับการปล่อยปลานิล 5 ตัว/ ตร.ม. มีค่าสูงสุด และปลานิลเหมาะสมที่สุด สอดคล้องกับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิกอู๋ กับระดับความหนาแน่นของปลานิลที่เลี้ยงร่วมกับปลาดุกบิกอู๋ คือระดับความหนาแน่นของปลานิลที่เลี้ยงร่วมกับปลาดุกบิกอู๋ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละชุดการทดลอง มีความสัมพันธ์เชิงบวก ต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน และอัตราการเติบโตจำเพาะ และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกบิกอู๋

ส่วนปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีพบว่า การเลี้ยงปลาดุกบิกอู๋ร่วมกับปลานิลส่งผลให้ปัจจัยคุณภาพน้ำในบ่อมีคุณภาพน้ำดีกว่า บ่อพลาสติกที่เลี้ยงปลาดุกบิกอู๋เพียงชนิดเดียว นอกจากนี้ ปัจจัยคุณภาพน้ำที่สะท้อนถึงปริมาณธาตุอาหารมีปริมาณลดลง เมื่ออัตราการปล่อยปลาดุกบิกอู๋น้อยลง และอัตราการปล่อยปลานิลมากขึ้น สำหรับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชในบ่อพลาสติกพบ ว่า แพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่นส่วนใหญ่อยู่ในดิวิชัน Chlorophyta

ได้แก่ *Ankistrodesmus* sp., *Dictyosphaerium* sp., *Eudorina* sp., *Pediastrum* sp., *Scenedesmus* sp. และ คิวซัน Chrysophyta ได้แก่ *Aulacoseira granulate*, *Cyclotella* sp., *Fragilaria* sp., *Nitzschia* sp., *Synedra* sp.

สรุปได้ว่า การเลี้ยงปลาตู้บักอูยที่ระดับความหนาแน่น 15 ตัว/ตารางเมตร ร่วมกับเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 5 ตัว/ตารางเมตร มีความเหมาะสมที่สุดในการเลี้ยงปลาตู้บักอูยร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง

การทดลองที่ 2 (ปีที่ 2 ปีงบประมาณ 2555) ศึกษาความเป็นไปได้ในการลดอัตราการให้อาหารเมื่อดำเนินการ ในการเลี้ยงปลาตู้บักอูยร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง ที่ระดับความหนาแน่นของปลาตู้บักอูย 15 ตัว/ตารางเมตร และปลานิล 5 ตัว/ตารางเมตร โดยให้ปลาตู้บักอูยกินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำโปรตีน 30%

1. ประสิทธิภาพการเติบโตของปลาตู้บักอูย และปลานิล

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการเติบโตของปลาตู้บักอูยและปลานิลที่เลี้ยงในบ่อพลาสติกทั้ง 4 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ตลอดระยะเวลาการทดลองทั้ง 2 สัปดาห์ พบว่า ปลาตู้บักอูยที่เลี้ยงโดยอาหารที่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ+ อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3% มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีกว่าปลาตู้บักอูยที่เลี้ยงโดยอาหารธรรมชาติ+ อาหารเม็ดสำเร็จรูป 5% และ 4% และไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ+ อาหารเม็ดสำเร็จรูป 4% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

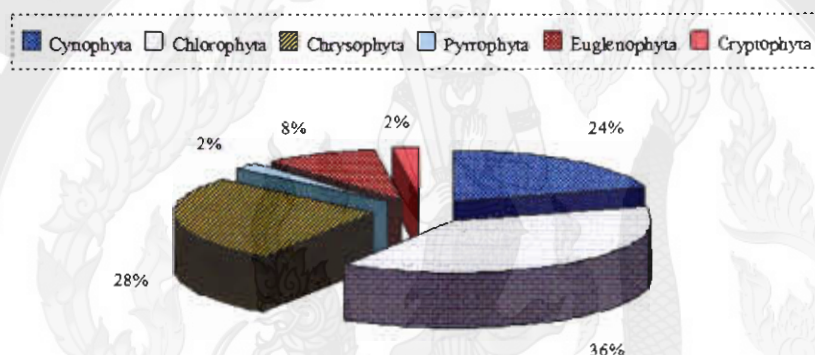
2. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ความนำไฟฟ้า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณบีโอดี ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ไนไตรท์ไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัสเฉลี่ยในบ่อพลาสติก ที่เลี้ยงปลาตู้บักอูยร่วมกับปลานิลแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3. ความหลากหลายของชนิดและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืช

การศึกษาความหลากหลายของชนิดและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชในบ่อพลาสติกที่เลี้ยงปลาตู้บักอูยและปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 6 คิวซัน 50 ชนิด คือ คิวซัน Cyanophyta 12 ชนิด (ร้อยละ 24%) ได้แก่ *Anabaena* sp., *Aphanothece* sp., *Chroococcus* sp., *Cylindrospermopsis raciboskii*, *Lyngbya limnetica*, *Merismopedia* sp., *Microcystis auroginosa*, *Nostoc* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *Pseudanabaena* sp. และ *Raphidiopsis* sp. คิวซัน Chlorophyta 18 ชนิด (ร้อยละ 36%) ได้แก่ *Actinastrum lagerheimia*, *Ankistrodesmus* sp., *Closterium* sp., *Coelastrum* sp., *Cosmarium* sp., *Crucigenia* sp., *Eudorina* sp., *Dictyosphaerium* sp., *Golenkinia* sp., *Kirchneriella* sp.,

Micractinium sp., *Oocystis* sp., *Pandorina* sp., *Pediastrum* sp., *Scenedesmus* sp., *Schroederia* sp., *Staurostrum* sp. และ *Tetraedron* sp. คิวชั้น Chrysophyta 14 ชนิด (ร้อยละ 28%) ได้แก่ *Aulacoseira granulata*, *Cyclotella* sp., *Cymbella* sp., *Fragilaria* sp., *Gomphonema* sp., *Navicula* sp., *Nitzschia* sp., *Pinnularia* sp., *Rhopalodia* sp., *Surirella* sp. และ *Synedra* sp. คิวชั้น Pyrrophyta 1 ชนิด (ร้อยละ 2%) ได้แก่ *Peridinium* sp. คิวชั้น Euglenophyta 4 ชนิด (ร้อยละ 8%) ได้แก่ *Euglena* sp., *Phacus* sp., *Strombomonas* sp. และ *Trachelomonas* sp. และคิวชั้น Cryptophyta 1 ชนิด (ร้อยละ 2%) ได้แก่ *Cryptomonas* sp. (ภาพที่ 30)



ภาพที่ 30 องค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ในแต่ละคิวชั้นในบ่อพลาสติกที่เลี้ยงปลาตู้กับปลานิล (เดือนพฤษภาคม – ธันวาคม 2555)

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า บ่อพลาสติกที่เลี้ยงปลาตู้กับปลานิลในชุดการทดลองที่ 1 พบจำนวนชนิดของแพลงก์พืชมากที่สุด คือ 25.33 ± 1.08 ชนิด และบ่อพลาสติกที่เลี้ยงปลาตู้กับปลานิลในชุดการทดลองที่ 4 พบจำนวนชนิดเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุด คือ 22.50 ± 1.05 ชนิด สำหรับของปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อพลาสติก พบว่าบ่อพลาสติกที่เลี้ยงปลาตู้กับปลานิลในชุดการทดลองที่ 2 พบปริมาณแพลงก์ตอนพืชมัลลีมากที่สุด คือ $2,535.58 \pm 324.05$ เซลล์/มิลลิลิตร และบ่อพลาสติกที่เลี้ยงปลาตู้กับปลานิลในชุดการทดลองที่ 3 พบปริมาณแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุด คือ $1,883.59 \pm 309.95$ เซลล์/มิลลิลิตร

เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าจำนวนชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในบ่อพลาสติกแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

4. โครงการย่อยที่ 4 เรื่อง “ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์”

จากผลของโครงการย่อยที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิกอูยและ ปลานิล ที่เลี้ยงในบ่อพลาสติก ทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า ปลาดุกบิกอูยที่เลี้ยงโดยอาหารที่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ+ อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3% มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด และพบว่า ระยะเวลาการเลี้ยงปลาดุกบิกอูยมีความสัมพันธ์เชิงบวก ต่อปริมาณแพลงก์ตอน ($r = 0.869$) จากผลของโครงการย่อยที่ 3 การเลี้ยงปลาดุกบิกอูยร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติก สามารถนำมาประยุกต์กับการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์ได้ ในการเพิ่มอาหารธรรมชาติให้ปลาหมอได้กินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดี และอาจเปลี่ยนจากการเลี้ยงปลาหมอในกระชังแขวนในบ่อดิน เป็นการเลี้ยงในบ่อพลาสติกเหมือนปลาดุกบิกอูยก็ได้

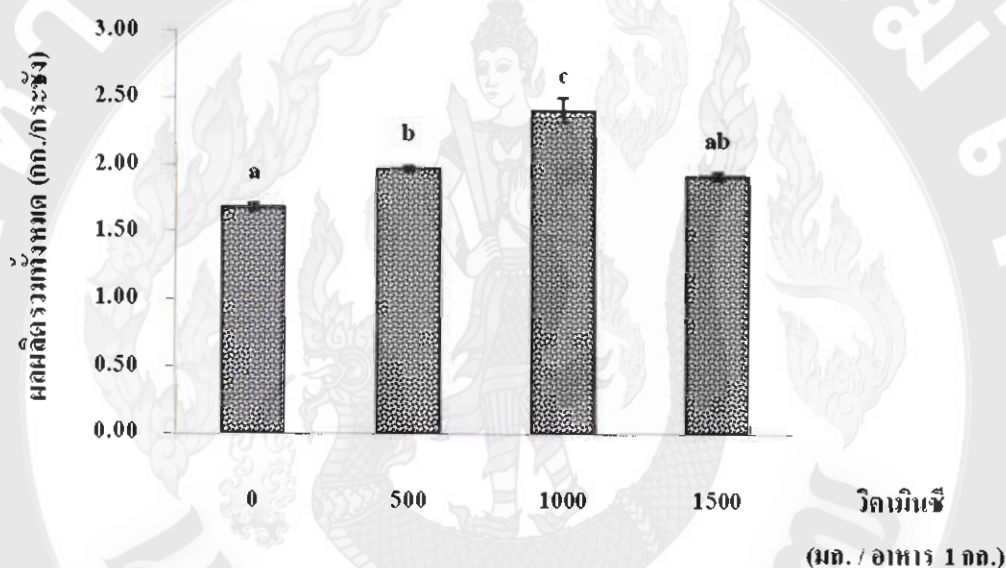
1.การศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอไทย ที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี ในปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่า การเติมวิตามินซีที่ระดับ 500 - 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ลงในอาหารส่งผลให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอไทยดีขึ้น โดยค่าเฉลี่ยน้ำหนักสุดท้ายของปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมสูงที่สุดเท่ากับ 40.05 ± 0.33 กรัมต่อตัว รองลงมาที่ระดับวิตามินซี 500 และ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เท่ากับ 37.02 ± 0.06 และ 35.87 ± 0.29 กรัมต่อตัว ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมสูงที่สุดเท่ากับ 32.38 ± 0.24 กรัมต่อตัว รองลงมาที่ระดับวิตามินซี 500 และ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เท่ากับ 29.35 ± 0.10 และ 28.17 ± 0.37 กรัมต่อตัว ตามลำดับ อีกทั้งปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 1.38 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน รองลงมาที่ระดับวิตามินซี 500 และ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เท่ากับ 1.31 ± 0.01 และ 1.28 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 500, 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และอัตราการแลกเนื้อของปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 500, 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมเฉลี่ยต่ำกว่าปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ปริมาณอาหารที่ปลากินและอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้ง 4 ชุดการทดลอง ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 120 วัน

การเจริญเติบโต	วิตามินซี (มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม)				P-Value
	0	500	1,000	1,500	
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	7.61±0.04	7.67±0.09	7.67±0.09	7.69±0.08	0.923
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว)	31.22±0.73 ^a	37.02±0.06 ^b	40.05±0.33 ^c	35.87±0.29 ^b	0.000
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	23.60±0.75 ^a	29.35±0.10 ^b	32.38±0.24 ^c	28.17±0.37 ^b	0.000
อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ (เปอร์เซ็นต์/วัน)	1.17±0.02 ^a	1.31±0.01 ^b	1.38±0.00 ^c	1.28±0.01 ^b	0.000
ปริมาณอาหารที่ปลากิน (กรัม/ตัว)	62.03±2.94	66.56±0.95	64.12±2.20	65.96±1.05	0.413
อัตราการกินอาหาร (เปอร์เซ็นต์/วัน)	2.52±0.06 ^a	2.39±0.04 ^{ab}	2.21±0.05 ^b	2.43±0.04 ^{ab}	0.016
อัตราการแลกเนื้อ	2.72±0.06 ^a	2.31±0.02 ^b	1.89±0.07 ^c	2.40±0.08 ^b	0.001
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	82.05±2.71	82.05±1.02	92.30±4.07	82.05±1.02	0.051

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2. ต้นทุนและผลตอบแทน ผลผลิตรวมทั้งหมดของปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีค่าเท่ากับ 1.97 ± 0.02 และ 2.40 ± 0.09 กิโลกรัมต่อกระชัง ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ากลุ่มปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่การเสริมวิตามินซีในปริมาณที่สูงกลับไม่มีผลต่อผลผลิตที่ได้ จากการทดลองนี้ผลผลิตของกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารวิตามินซี 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปลาที่ได้รับอาหารไม่ให้อาหารเสริมวิตามินซี ภาพที่ 31



ภาพที่ 31 ผลผลิตรวมทั้งหมดของปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 32 การเก็บรวบรวมผลผลิตปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี

ด้านต้นทุนการผลิตพบว่า ต้นทุนการผลิตปลาหมอไทยสูงสุด (106.83 ± 3.60 บาทต่อกิโลกรัม) เมื่อเสริมวิตามินซี 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมแตกต่างจากกลุ่มทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) นอกจากนี้ในการเสริมวิตามินซีที่ 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) กับกลุ่มชุดควบคุม เมื่อพิจารณา

อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) พบว่าในปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ± 0.03 ซึ่งถือว่าคุ้มค่ากับต้นทุนการผลิต และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มปลาที่ไม่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี (1.09 ± 0.02) ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลผลิตและต้นทุนผลตอบแทนของปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน ที่ระยะเวลา 120 วัน

ระดับวิตามินซี (มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม)	ผลผลิตรวมทั้งหมด (กิโลกรัม/กระชัง)	ต้นทุนการผลิต ¹ (กิโลกรัม/บาท)	B/C ratio ²
0	1.68 ± 0.03^a	64.00 ± 1.46^a	1.09 ± 0.02^a
500	1.97 ± 0.02^b	70.90 ± 0.71^a	0.99 ± 0.01^a
1,000	2.40 ± 0.09^c	70.97 ± 2.62^a	1.00 ± 0.03^a
1,500	1.91 ± 0.03^{ab}	106.83 ± 3.60^b	0.65 ± 0.02^b
P-Value	0.000	0.000	0.000

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์, ¹ ต้นทุนราคาอาหารทดลองที่เสริมวิตามินซี 0, 500, 1000 และ 1500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมเท่ากับ 23.50, 30.50, 37.55 และ 44.45 บาทต่อกิโลกรัม, ² อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio)

3. คุณภาพน้ำในกระชังทดลอง

คุณภาพน้ำในกระชังเลี้ยงปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในปริมาณที่ต่างกันมีอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 24.30–27.10 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 7.60–7.84 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 5.13–6.28 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนีย 0.185–0.267 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนไตรท์ 0.014–0.022 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

5. โครงการย่อยที่ 5 เรื่อง “รูปแบบ และอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (*Rana rugulosa*) เพื่อเป็นอาหารปลอดภัยและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน”

จากผลการทดลองของโครงการย่อยที่ 4 พบว่า การเติมวิตามินซีที่ระดับ 1,000 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัมลงในอาหารส่งผลให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ผลผลิต และต้นทุนของปลาหมอไทยดีที่สุด ซึ่งสามารถมาประยุกต์ในการทดลองเลี้ยงกบนาในบ่อซีเมนต์ คอก ยางรถยนต์ และกระชัง โดยให้อาหารผสมกลุ่มของ Cyanobacteria เช่น สาหร่ายสไปรูลิน่า ซึ่งมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายพันธะ (Polyunsaturated fatty acid, PUFA) โดยเฉพาะ GLA (g – linolenic acid) มีวิตามินที่มีคุณค่าหลายชนิด เช่น วิตามินบี 1, 2, 3 และ บี 12 วิตามินซี และวิตามินอี รงควัตถุธรรมชาติ เช่น ไฟโคไซยานิน (Phycocyanin) และแคโรทีนอยด์ ชนิด Myxoxanthophyll, Zeaxanthin และสารพวก Polysaccharides เป็นต้น (มารศรี, 2549) และเพื่อศึกษาการเติบโต ด้านความสมบูรณ์เพศและต้นทุนผลตอบแทนในการผลิตกบนา ระยะเวลาการทดลอง 120 วัน ผลการทดลอง พบว่า

5.1. การเติบโต (Growth)

5.1.1 น้ำหนักเฉลี่ย (Average weight; กรัม)

น้ำหนักเฉลี่ยกบนาเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เลี้ยง และเริ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ตั้งแต่วันที่ 30 ของการเลี้ยงจนสิ้นสุดการทดลอง โดยกบที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ และในกระชัง มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 39.26 ± 5.67 และ 37.91 ± 2.50 กรัมตามลำดับ สูงกว่ากบนาที่เลี้ยงในยางรถยนต์ และคอก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ภาพที่ 33) ในวันที่ 60 ของการเลี้ยงกบนาทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า กบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ และยางรถยนต์ มีค่าเท่ากับ 100.54 ± 12.55 และ 99.41 ± 10.89 กรัม ตามลำดับ สูงกว่ากบนาที่เลี้ยงในกระชัง และคอก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ภาพที่ 33)

ในวันที่ 90 ของการเลี้ยงกบนาทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า กบนาที่เลี้ยงในยางรถยนต์ บ่อซีเมนต์ และกระชัง มีค่าเท่ากับ 146.52 ± 38.66 , 134.92 ± 21.47 และ 120.55 ± 4.19 กรัม ตามลำดับ สูงกว่ากบนาที่เลี้ยงในคอก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ภาพที่ 33)

ในวันที่ 120 ของการเลี้ยงกบนาทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า กบนาที่เลี้ยงในยางรถยนต์ มีค่าเท่ากับ 164.34 ± 37.90 กรัม สูงกว่ากบนาที่เลี้ยงในกระชัง และในคอก มีค่าเท่ากับ 107.26 ± 16.46 และ 90.96 ± 20.64 กรัม ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ มีค่าเท่ากับ 135.45 ± 5.06 กรัม (ภาพที่ 33).

5.1.2. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean weight gain; กรัม/ตัว)

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของกบนาตลอดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า กบนาที่เลี้ยงในยางรถยนต์ มีค่าเท่ากับ 152.45 ± 38.62 กรัม/ตัวสูงกว่ากบนาที่เลี้ยงในกระชัง และคอก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ มีค่าเท่ากับ 123.56 ± 5.01 กรัม/ตัว (ตาราง 20)

5.1.3. อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average daily growth; กรัม/ตัว/วัน)

อัตราการเจริญเติบโตต่อวันของกบนาตลอดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า กบนาที่เลี้ยงในยางรถยนต์ มีค่าเท่ากับ 1.27 ± 0.32 กรัม/ตัว/วัน สูงกว่ากบนาที่เลี้ยงในกระชัง และคอก มีค่าเท่ากับ 0.80 ± 0.14 และ 0.67 ± 0.17 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ มีค่าเท่ากับ 1.03 ± 0.04 กรัม/ตัว/วัน (ตาราง 20)

5.1.4. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; เปอร์เซ็นต์/วัน)

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของกบนาตลอดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า กบนาที่เลี้ยงในยางรถยนต์ มีค่าเท่ากับ 2.18 ± 0.24 เปอร์เซ็นต์/วัน สูงกว่ากบนาที่เลี้ยงในคอก มีค่าเท่ากับ 1.75 ± 0.20 เปอร์เซ็นต์/วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ และกระชัง มีค่าเท่ากับ 2.03 ± 0.03 และ 1.88 ± 0.12 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ (ตาราง 20)

5.1.5. ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency ratio)

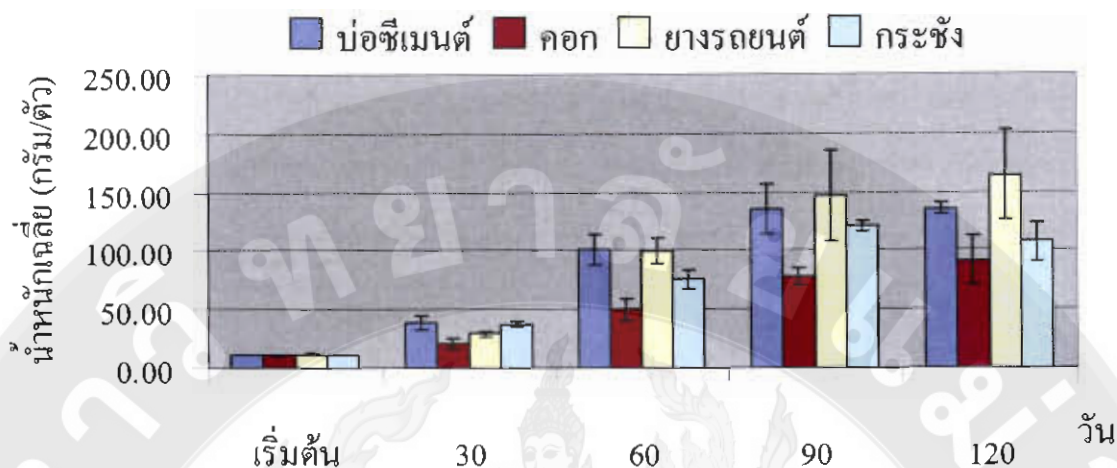
ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของกบนาตลอดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า กบนาที่เลี้ยงในยางรถยนต์ มีค่าเท่ากับ 4.91 ± 1.24 สูงกว่ากบนาที่เลี้ยงในกระชัง และในคอก มีค่าเท่ากับ 3.09 ± 0.52 และ 2.58 ± 0.66 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ มีค่าเท่ากับ 3.98 ± 0.16 ตามลำดับ (ตาราง 20)

5.1.6. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของกบนาตลอดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า กบนาที่เลี้ยงในยางรถยนต์ มีค่าเท่ากับ 2.90 ± 0.47 ดีกว่ากบนาที่เลี้ยงในคอก บ่อซีเมนต์ และกระชัง มีค่าเท่ากับ 3.15 ± 0.91 , 3.48 ± 0.45 และ 3.90 ± 0.62 ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 20)

5.1.7. อัตราการรอดตาย (Survival rate; เปอร์เซ็นต์)

อัตราการรอดตายของกบนาตลอดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า กบนาที่เลี้ยงในกระชัง และบ่อซีเมนต์ มีค่าเท่ากับ 76.25 ± 7.50 และ 75.00 ± 5.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่ากบนาที่เลี้ยงในยางรถยนต์ และเลี้ยงในคอก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง 20)



ภาพ 33 น้ำหนักเฉลี่ยของกบที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ คอก ยางรถยนต์ และกระชัง เป็นเวลา 120 วัน

ตาราง 20 การเติบโตเฉลี่ยตลอดการทดลองในแต่ละหน่วยการทดลองของกบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ คอก ยางรถยนต์ และกระชัง เป็นเวลา 120 วัน

การเติบโต	ชุดการทดลอง			
	บ่อซีเมนต์	คอก	ยางรถยนต์	กระชัง
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	123.56±5.01 ^{ab}	80.05±20.64 ^b	152.45±38.62 ^a	96.14±16.26 ^b
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัม/ตัว/วัน)	1.03±0.04 ^{ab}	0.67±0.17 ^b	1.27±0.32 ^a	0.80±0.14 ^b
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์/วัน)	2.03±0.03 ^{ab}	1.75±0.20 ^b	2.18±0.24 ^a	1.88±0.12 ^{ab}
ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	3.98±0.16 ^{ab}	2.58±0.66 ^b	4.91±1.24 ^a	3.09±0.52 ^b
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	3.48±0.45 ^{ns}	3.15±0.91 ^{ns}	2.90±0.47 ^{ns}	3.90±0.62 ^{ns}
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	75.00±5.00 ^a	11.37±2.88 ^c	34.87±2.35 ^b	76.25±7.50 ^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± SD ที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่า

มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และ ns แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

5.2. ดัชนีความสมบูรณ์เพศ (Gonadosomatic index)

การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์เพศของกบนาทั้งเพศผู้และเพศเมีย ที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ คอก ขากรถยนต์ และกระชัง เป็นเวลา 120 วัน ดังนี้

5.2.1. ดัชนีความสมบูรณ์เพศของกบนาเพศผู้ (เปอร์เซ็นต์)

ดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ยของกบนาเพศผู้ตลอดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า กบนาที่เลี้ยงในขากรถยนต์ มีค่าเท่ากับ 0.019 ± 0.005 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีแนวโน้มที่สูงกว่ากบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ และกระชัง มีค่าเท่ากับ 0.018 ± 0.004 , 0.016 ± 0.003 และ 0.012 ± 0.002 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 21)

5.2.2. ดัชนีความสมบูรณ์เพศของกบนาเพศเมีย (เปอร์เซ็นต์)

ดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ยของกบนาเพศเมียตลอดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า กบนาที่เลี้ยงในกระชัง และคอก มีค่าเท่ากับ 0.380 ± 0.045 และ 0.362 ± 0.006 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่ากบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ และขากรถยนต์ มีค่าเท่ากับ 0.171 ± 0.015 และ 0.164 ± 0.021 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง 21)

ตาราง 21 ดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองของกบนาเพศผู้และเพศเมีย ที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ คอก ขากรถยนต์ และกระชัง เป็นเวลา 120 วัน

ชุดการทดลอง	ดัชนีความสมบูรณ์เพศของกบนา (เปอร์เซ็นต์)	
	เพศผู้	เพศเมีย
บ่อซีเมนต์	0.016 ± 0.003^{ns}	0.171 ± 0.015^b
คอก	0.018 ± 0.004^{ns}	0.362 ± 0.006^a
ขากรถยนต์	0.019 ± 0.005^{ns}	0.164 ± 0.021^b
กระชัง	0.012 ± 0.002^{ns}	0.380 ± 0.045^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD ที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และ ns แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

5.3 ต้นทุนการผลิตกบนา

การศึกษาดัชนีต้นทุนในการผลิตกบนาที่เลี้ยงในรูปแบบที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ คือ เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ คอก ขากรถยนต์ และกระชัง เป็นเวลา 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ต้นทุนการผลิตทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 509.99, 1,927.30, 418.12 และ 1,105.26 บาท/บ่อ ตามลำดับ ซึ่งสามารถแยกออก

เป็นต้นทุนผันแปรมีค่าเท่ากับ 504.95 บาท (99.01 เปอร์เซ็นต์) 1,883.64 บาท (97.73 เปอร์เซ็นต์) 418.12 บาท (100 เปอร์เซ็นต์) และ 1,082.57 บาท (97.95 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ และต้นทุนคงที่มีค่าเท่ากับ 5.04 บาท (0.99 เปอร์เซ็นต์) 43.66 บาท (2.27 เปอร์เซ็นต์) 0 บาท (0 เปอร์เซ็นต์) และ 22.69 บาท (2.05 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ

กบนาที่เลี้ยงในรูปแบบที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ คือ เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ คอก ขางรยยนต์ และกระชัง เป็นเวลา 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมเท่ากับ 125.61, 238.82, 112.10 และ 169.00 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ และมีต้นทุนการผลิตต่อตัวเท่ากับ 16.99, 21.73, 18.45 และ 18.11 บาท/ตัว ตามลำดับ

6. โครงการย่อยที่ 6 ระบบการเลี้ยงปลาบึกและปลาหางนกยูงผสมที่มีประสิทธิภาพ จากผลการวิจัยโครงการย่อยที่ 5 เรื่อง “รูปแบบการเลี้ยงกบในขางรยยนต์แบบคอนโด และในกระชัง มีการให้อาหารเม็ดผสมสาหร่ายสไปรูลิน่า 5% มีโปรตีนในอาหาร 30% เป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (*Rana rugulosa*) ทำให้กบนาที่มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ดัชนีความสมบูรณ์เพศ ต้นทุนการผลิตที่เหมาะสม สามารถผลิตเป็นอาหารปลอดภัย และทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งสาหร่าย สไปรูลิน่า เป็นแพลงก์ตอนพืช และเราสามารถเลี้ยงสไปรูลิน่า ซึ่งเป็นอาหารธรรมชาติ เพื่อผลิตอาหารปลา และสามารถลดต้นทุนการผลิตด้านอาหารได้ (Lu *et al.*, 2004) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในโครงการย่อยที่ 6 เป็นการเลี้ยงปลาบึกและปลาหางนกยูงผสมที่มีประสิทธิภาพ จากทดลองพบว่า น้ำหนักเพิ่มขึ้นของปลาบึกสูงสุด ที่ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารอย่างเดียว 3% และชุดการทดลองที่ 1 ที่ให้อาหาร 0.75 % และใส่ปุ๋ย 35 กก. เพื่อผลิตอาหารธรรมชาติ มากกว่าชุดการทดลองที่ 2 (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 น้ำหนักเพิ่มขึ้นของปลาบึกในแต่ละหน่วยทดลอง

หน่วยทดลอง	น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น(กก.)
1. อาหาร 0.75% /นน. ปลา และปุ๋ย 35 กก./ไร่	13.10 ± 0.66 ^a	18.36 ± 0.92 ^b	5.30 ± 0.30 ^{ab}
2. อาหาร 1.5%/นน.ปลา และปุ๋ย 15 กก./ไร่	9.56 ± 0.83 ^a	14.13 ± 0.94 ^a	4.56 ± 0.58 ^a
3. อาหาร 3% /นน.ปลา	11.50 ± 1.08 ^a	18.23 ± 0.74 ^b	6.66 ± 0.43 ^b

ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย ± ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean ± SE)

อักษรที่ไม่เหมือนกันในคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อัตราการแลกเนื้อของปลาบึกน้อยที่สุด ในชุดการทดลองที่ 1 ที่ให้อาหาร 0.75 % และใส่ปุ๋ย 35 กก. อัตราการแลกเนื้อสูงสุดที่ชุดการทดลองที่ 3 ที่ให้อาหารเม็ดอย่างเดียว ส่วนอัตราการการเจริญเติบโตต่อวัน ดีที่สุด ที่ชุดการทดลองที่ 3 ที่ให้อาหารอย่างเดียว และต่ำสุดที่ชุดการทดลองที่ 2 ที่ให้อาหาร 1.5 % และใส่ปุ๋ย 17.5 กก. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาบึกมีค่าสูงสุดที่ชุดการทดลองที่ 1 ที่ให้อาหารอย่างเดียว มีค่าต่ำสุดที่ชุดการทดลองที่ 2 ที่ให้อาหาร 1.5 % ใส่ปุ๋ย 17.5 กก. โดยผลการทดลองแสดงใน ตารางที่ 23

ตารางที่ 23 อัตราการเจริญเติบโตปลาบึกในแต่ละหน่วยทดลอง

หน่วยทดลอง	อัตราการแลกเนื้อ	การเจริญเติบโตต่อวัน (กก.)	เจริญเติบโตจำเพาะ(%/วัน)
1. อาหาร 0.75% /นน. ปลาและปุ๋ย 35 กก./ไร่	0.70 ± 0.50^a	0.04 ± 0.00^{ab}	0.28 ± 0.01^b
2. อาหาร 1.5%/นน.ปลาและปุ๋ย 15 กก./ไร่	1.43 ± 0.24^a	0.03 ± 0.00^a	0.24 ± 0.03^a
3. อาหาร 3% /นน.ปลา	1.73 ± 0.29^{ab}	0.05 ± 0.00^a	0.38 ± 0.04^b

ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean $\pm$ SE)

อักษรที่ไม่เหมือนกันในคอลัมน์นี้แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการเลี้ยงปลาลูกผสมเป็นเวลา 4 เดือน น้ำหนักเพิ่มขึ้นในตารางที่ 24 โดยพบน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงสุดของปลาลูกผสมจากชุดการทดลองที่ 3 ที่ให้อาหารอย่างเดียวก 3% โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ($p < 0.05$) ที่ให้อาหาร 0.75 % และใส่ปุ๋ย 35 กก. และที่ให้อาหาร 1.5 % ใส่ปุ๋ย 17.5 กก. ตามลำดับ ตารางที่ 24 และ 25 ตารางที่ 24 น้ำหนักเพิ่มขึ้นของปลาลูกผสมในแต่ละหน่วยทดลอง

หน่วยทดลอง	น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น(กก.)
1. อาหาร 0.75%/นน. ปลา และปุ๋ย 35 กก./ไร่	17.33 ± 2.99^a	23.96 ± 0.29^a	6.63 ± 1.90^a
2. อาหาร 1.5%/นน.ปลา และปุ๋ย 15 กก./ไร่	17.36 ± 0.44^a	25.46 ± 1.33^a	6.60 ± 1.15^a
3. อาหาร 3%/นน.ปลา	12.36 ± 1.98^a	25.90 ± 1.01^a	13.50 ± 1.09^b

ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean $\pm$ SE)

อักษรที่ไม่เหมือนกันในคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 25 อัตราการเจริญเติบโตปลาลูกผสม

หน่วยทดลอง	อัตราการแลกเนื้อ	การเจริญเติบโต ต่อวัน (กก.)	เจริญเติบโตจำเพาะ(%/ วัน)
1. อาหาร 0.75%/นน. ปลา และปุ๋ย 35 กก./ไร่	1.73 ± 0.44^a	0.05 ± 0.01^{ab}	0.27 ± 0.09^a
2. อาหาร 1.5%/นน.ปลา และปุ๋ย 15 กก./ไร่	2.06 ± 0.21^a	0.07 ± 0.01^a	0.34 ± 0.04^a
3. อาหาร 3%/นน.ปลา	2.23 ± 0.43^a	0.11 ± 0.01^{ab}	0.63 ± 0.09^b

ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean $\pm$ SE)

อักษรที่ไม่เหมือนกันในคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ปลาลูกผสมมีอัตราการแลกเนื้อน้อยที่สุดในชุดการทดลองที่ 1 ที่ให้อาหาร 0.75% และใส่ปุ๋ย 35 กก. ส่วนชุดการทดลองที่ 3 ที่ให้อาหารอย่างเดียวก 3 % มีอัตราการแลกเนื้อมากที่สุด ส่วนอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ดีที่สุดที่ชุดการทดลองที่ 3 และมีค่าต่ำสุดจากชุดการทดลองที่ 1 ที่ให้อาหาร 0.75 % และพบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะมีค่าสูงสุดจากชุดการทดลองที่ 3 ที่อาหาร 3%

รวดเร็วหลังจากใส่ปุ๋ยได้ 2 สัปดาห์ ส่วนปริมาณ แอมโมเนีย ในเตรท และ ออร์โธฟอสเฟต มีค่ามากสุด ในชุดการทดลองที่ 3 ที่ให้อาหารอย่างเดียวก 3 % และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับกับชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ที่ให้อาหาร 0.75 % และใส่ปุ๋ย 35 กก./ไร่ และที่ให้อาหาร 1.5 % ใส่ปุ๋ย 17.5 กก. ตามลำดับ ส่วนความเป็นด่าง คลอโรฟิลล์เอ และปริมาณและชนิดแพลงก์ตอนพืช ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ผลตอบแทนจากการเลี้ยงปลาบึกร่วมกับปลาลูกผสมมากที่สุด (775, 650 และ 500 บาท) ในชุดการทดลองที่ 3 ที่ให้อาหารอย่างเดียวก 3 % ชุดการทดลองที่ 1 ที่ให้อาหาร 0.75%/นน.ปลา และปุ๋ย 35 กก./ไร่ และชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหาร 1.5%/นน.ปลาใส่ปุ๋ย 15 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26 ผลตอบแทนเบื้องต้นในการเลี้ยงปลาบึกและปลาลูกผสมจากแต่ละหน่วยทดลอง

หน่วยทดลอง	ผลผลิตปลาบึก (บาท)	ค่าอาหารและปุ๋ย (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)
1. อาหาร 0.75% /นน. ปลา และปุ๋ย 35 กก./ไร่	1,033.80	383.60	650.20
2. อาหาร 1.5%/นน.ปลา และปุ๋ย 15 กก./ไร่	943.00	442.23	500.77
3. อาหาร 3% /นน.ปลา	1,609.20	833.44	775.76

7. โครงการย่อยที่ 7 การเลี้ยงปลากดหลวงระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์เพื่อสร้างอาหารปลอดภัย และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม จากผลการทดลองของโครงการย่อยที่ 6 การเลี้ยงปลาบึก และปลาลูกผสมโดยให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปอย่างเดียวก 3% ทำให้ปลาบึกและปลาลูกผสม มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ดีที่สุด แต่การให้อาหารปลาบึก 0.75 % /น้ำหนักตัว/วัน และใส่ปุ๋ย 35 กก./ไร่ และให้อาหาร 1.5 % /น้ำหนักตัว/วัน และใส่ปุ๋ยซีไก่ 15 กก./ไร่ เพื่อสร้างอาหารธรรมชาติ ทำให้ปลาบึกมีอัตราการแลกเนื้อดีที่สุด และพบว่า แพลงก์ตอน และสาหร่ายไค ที่เป็นอาหารธรรมชาติแก่ปลา เกิดการแพร่กระจายรวดเร็ว หลังจากใส่ปุ๋ยได้ 2 สัปดาห์ ซึ่งปริมาณ แอมโมเนีย ในเตรท และ ออร์โธฟอสเฟต มีค่ามากสุดในชุดการทดลองที่ 3 ที่ให้อาหารอย่างเดียวก 3% และเราสามารถนำผลของปริมาณ แอมโมเนียในเตรท และ ออร์โธฟอสเฟต มีค่ามากสุดในชุดการทดลองที่ 3 ที่ให้อาหารอย่างเดียวก 3% มาประยุกต์ใช้กับโครงการย่อยที่ 7 เพื่อการศึกษาการเจริญเติบโตของปลากดหลวง ที่เลี้ยงในระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับการเปรียบเทียบชนิดของพืช

เพื่อลดปริมาณ แอมโมเนีย ไนเตรท และ ออร์โธฟอสเฟต ที่ปลุกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยแบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ปลุกผักกาดหอม ชุดการทดลองที่ 2 ปลุกผักกาดกวางตุ้ง ชุดการทดลองที่ 3 ปลุกผักสลัดคอส และชุดการทดลองที่ 4 ปลุกผักบั้งจีน ตามลำดับ ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน พบว่า ปลาสดหลวงที่เลี้ยงร่วมกับการปลุกผักบั้งจีนมีแนวโน้ม น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดดีกว่า ปลุกผักสลัดคอส และผักกาดกวางตุ้ง และน้ำหนักผลผลิตรวม พบว่าปลาสดหลวงที่เลี้ยงในระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับการปลุกผักบั้งจีนมีแนวโน้มน้ำหนักผลผลิตรวม ดีกว่าปลุกผักกาดหอม ผักสลัดคอส และผักกาดกวางตุ้ง มีค่าเท่ากับ 5.97 ± 0.01 , 4.77 ± 0.01 , 4.72 ± 0.03 และ 3.07 ± 0.01 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 27 การเจริญเติบโตของปลาสดหลวงที่เลี้ยงในระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับการเปรียบเทียบชนิดของพืชที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ ตลอดการทดลอง

การเจริญเติบโต	ชุดการทดลอง			
	ผักกาดหอม	ผักกาดกวางตุ้ง	ผักสลัดคอส	ผักบั้งจีน
น้ำหนักเริ่มต้นการทดลอง (กรัม/ตัว)	2.85 ± 0.06	2.80 ± 0.06	2.90 ± 0.04	2.75 ± 0.04
น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม/ตัว)	22.71 ± 0.21^c	21.70 ± 0.03^d	24.22 ± 0.05^b	25.44 ± 0.02^a
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	19.86 ± 0.15^c	18.81 ± 0.12^d	21.32 ± 0.10^b	22.69 ± 0.01^a
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	2.22 ± 0.01^b	2.30 ± 0.03^a	2.10 ± 0.08^c	1.90 ± 0.02^d
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.59 ± 0.05^b	1.59 ± 0.02^b	1.49 ± 0.08^a	1.53 ± 0.00^a
อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์)	97.83 ± 0.16^a	88.00 ± 0.76^c	97.50 ± 0.50^b	98.66 ± 0.16^a
น้ำหนักผลผลิตรวม (กิโลกรัม)	4.77 ± 0.01^b	3.07 ± 0.01^c	4.72 ± 0.03^b	5.97 ± 0.01^a

หมายเหตุ $\pm$ SE, ตัวอักษรที่เหมือนกันคือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) ตัวอักษรที่แตกต่างกันคือ มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

การเจริญเติบโตของพืช

จากการศึกษาการเจริญเติบโต ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน ผลจากการศึกษาการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 4 ชนิด พบว่า ผักบั้งจีนที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ร่วมกับการเลี้ยงปลาสดหลวงระบบหมุนเวียนน้ำมีแนวโน้ม ความสูงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ความสูงที่เพิ่มขึ้น อัตราการรอด ดีกว่าพืชอื่นๆ แต่น้ำหนักผลผลิตรวม พบว่า ผักกาดหอม และผักสลัดคอส มีแนวโน้มน้ำหนักผลผลิตรวมดีกว่า ปลุกผักบั้งจีน และผักกาดกวางตุ้ง มีค่าเท่ากับ 6.68 ± 0.38 , 6.36 ± 0.22 , 3.70 ± 0.17 และ 2.80 ± 0.15 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 28)

ตารางที่ 28 การเจริญเติบโตของผักกาดหอมห่อ ผักกาดกวางตุ้ง ผักสลัดคอส และผักบุ้งจีนที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ร่วมกับการเลี้ยงปลาจืดในระบบหมุนเวียนน้ำ ตลอดจนการทดลอง

การเจริญเติบโต	ชุดการทดลอง			
	ผักกาดหอมห่อ	ผักกาดกวางตุ้ง	ผักสลัดคอส	ผักบุ้งจีน
ความสูงเริ่มต้นการทดลอง (เซนติเมตร)	6.88±0.04	5.83±0.02	6.26±0.03	6.80±0.03
ความสูงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (เซนติเมตร)	23.70±0.17 ^b	20.83±0.02 ^c	22.74±0.05 ^b	42.53±0.93 ^a
ความสูงที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร)	16.82±0.19 ^b	14.97±0.04 ^b	16.47±0.07 ^b	35.73±0.96 ^a
อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์)	96.22±0.11 ^a	77.55±0.25 ^b	90.66±0.38 ^a	100.00±0.01 ^a
น้ำหนักผลผลิตรวม (กิโลกรัม)	6.68±0.38 ^a	2.80±0.15 ^c	6.36±0.22 ^a	3.70±0.17 ^b

หมายเหตุ ± SE, ตัวอักษรที่เหมือนกันคือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) ตัวอักษรที่แตกต่างกันคือ มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

คุณภาพน้ำในบ่อทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาจืดในระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับการเปรียบเทียบชนิดของพืชที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ ผลจากการศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อทดลอง พบว่าอุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และฟอสฟอรัส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน บีโอดี คลอโรฟิลล์-เอ และค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาจืดในระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับการเปรียบเทียบชนิดของพืช

พารามิเตอร์	ชุดการทดลอง			
	ผักกาดหอมห่อ	ผักกาดกวางตุ้ง	ผักสลัดคอส	ผักบุ้งจีน
อุณหภูมิของน้ำ (°C)	27.75±0.14	27.80±0.37	27.88±0.35	27.72±0.36
ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH)	7.17±0.07 ^b	6.92±0.06 ^b	6.94±0.07 ^b	7.56±0.11 ^a
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	6.26±0.73	5.53±0.53	5.89±0.56	6.91±0.51
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (mg/l)	0.553±0.08 ^{cd}	0.406±0.10 ^a	0.463±0.06 ^b	0.757±0.07 ^d
ไนไตรท์-ไนโตรเจน (mg/l)	0.239±0.03 ^a	0.377±0.01 ^b	0.382±0.07 ^b	0.288±0.03 ^a
ไนเตรท-ไนโตรเจน (mg/l)	0.127±0.02 ^b	0.040±0.08 ^a	0.039±0.01 ^a	0.075±0.01 ^a
ฟอสฟอรัส (mg/l)	1.877±0.22	1.434±0.18	1.637±0.26	1.892±0.27
บีโอดี (mg/l)	3.59±0.33 ^{ab}	5.49±0.86 ^b	4.09±0.52 ^{ab}	3.08±0.83 ^a
คลอโรฟิลล์-เอ (mg/l)	20.10±2.45 ^b	27.28±2.76 ^c	26.38±2.32 ^{bc}	12.62±1.42 ^a
การนำไฟฟ้าจำเพาะ (µS/cm)	380.00±53.27 ^a	388.88±36.11 ^b	465.66±17.31 ^b	740.00±21.84 ^b

หมายเหตุ ± SE, ตัวอักษรที่เหมือนกันคือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) ตัวอักษรที่แตกต่างกันคือ มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

8. โครงการย่อยที่ 8 การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด การทดลองนี้เป็นการนำลูกกุ้งก้ามกราม มาทำการอนุบาลในน้ำเค็มระบบปิดโดยมีการเสริมแร่ธาตุในระหว่างการทดลอง โดยที่

ชุดการทดลองที่ 1 เป็นการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในน้ำทะเลเทียมที่ความเค็ม 15 ส่วนในพัน โดยให้ตัวอ่อนของอาร์ทีเมียเป็นอาหาร(ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 เป็นการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในน้ำทะเลเทียมที่ความเค็ม 15 ส่วนในพัน โดยให้ตัวอ่อนของอาร์ทีเมียเป็นอาหาร และให้ไข่กุ้งที่เสริมด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นอาหารเสริม

ชุดการทดลองที่ 3 เป็นการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในน้ำทะเลเทียมที่ความเค็ม 15 ส่วนในพัน โดยให้ตัวอ่อนของอาร์ทีเมียเป็นอาหาร และให้ไข่กุ้งที่เสริมด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นอาหารเสริม

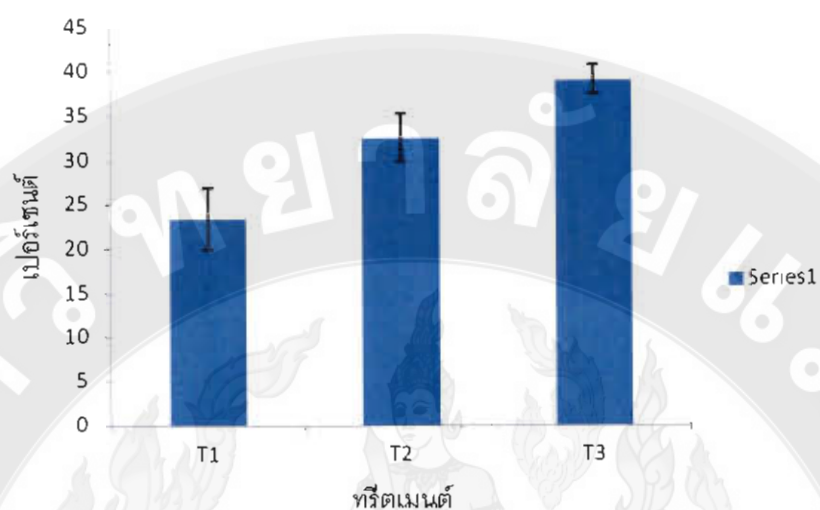
จากผลการทดลองโครงการย่อยที่ 7 การศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาทดลองระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับ การเปรียบเทียบชนิดของพืชที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ ผลจากการศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อทดลองพบว่า ปริมาณฮอร์โฟสเฟต-ฟอสฟอรัส แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนโตรที่-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน บีโอดี คลอโรฟิลล์-เอ ลดลงจากเดิมมาก เพราะพืชสามารถนำสารอาหารไปใช้ประโยชน์ และการประยุกต์ใช้อาหารธรรมชาติโดยเฉพาะสาหร่ายสไปรูลิน่ามาประยุกต์ใช้กับ โครงการย่อยที่ 8 การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ลูกกุ้งในชุดการทดลองที่ 3 การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในน้ำทะเลเทียมที่ความเค็ม 15 ส่วนในพัน โดยให้ตัวอ่อนของอาร์ทีเมียเป็นอาหาร และให้ไข่กุ้งที่เสริมด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นอาหารเสริม มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด รองลงมาคือชุดการทดลองที่ 2 ส่วนชุดการทดลองที่ 1 มีอัตราการรอดตายต่ำที่สุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีอัตราการรอดตายดังตารางที่ 30 และภาพที่ 36 มีระยะพัฒนาการของลูกกุ้งดังภาพที่ 37 และมีคุณภาพน้ำระหว่างการทดลองดังตารางที่ 31

ตารางที่ 30 อัตราการรอดตายของลูกกุ้งก้ามกรามที่ทำการอนุบาลด้วยน้ำเค็มที่มีการเสริมแร่ธาตุ

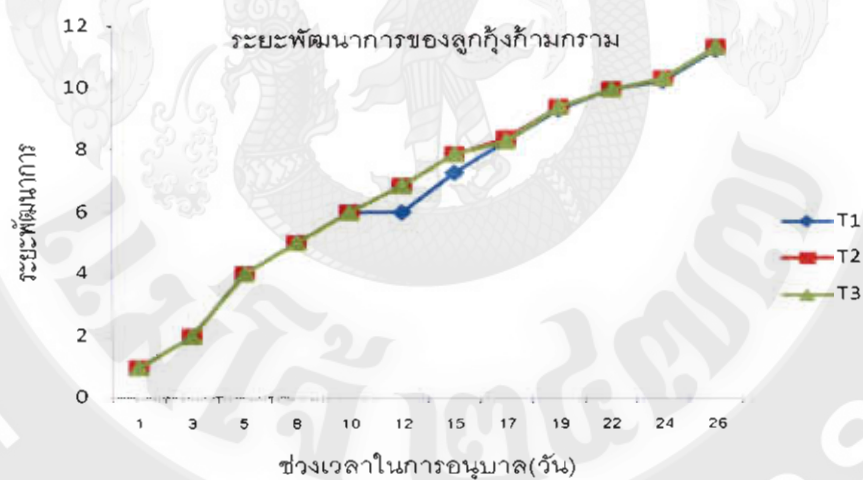
การเสริมแร่ธาตุ	อัตราการรอด (ร้อยละ)
ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาร์ทีเมีย	23.36 ± 3.47^a
ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาร์ทีเมีย+ไข่กุ้ง	32.50 ± 2.66^b
ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาร์ทีเมีย+ไข่กุ้ง+สไปรูลิน่า	38.90 ± 1.60^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตาย ที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$)

อัตราการรอดตายของลูกกุ้งก้ามกรามในช่วงการอนุบาล 26 วัน



ภาพที่ 36 อัตราการรอดตายของลูกกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ภาพที่ 37 ระยะพัฒนาการของลูกกุ้งก้ามกราม

ตารางที่ 31 คุณภาพของน้ำที่ใช้ในการทดลอง

ชุดการ ทดลองที่	Salinity (ppt)	DO (mg/l)	pH	อุณหภูมิ (°C)	แอมโมเนีย รวม (mg/l)	ไนโตรที่ (mg/l))
1	15.0-15.4	5.07-5.12	8.4	28.0-30.0	0	0
2	15.0-15.4	5.04-5.13	8.4	28.0-30.0	0	0
3	15.0-15.4	5.06-5.15	8.4	28.0-30.0	0	0

จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำตลอดการทดลอง พบว่าทั้งความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ pH อุณหภูมิ ปริมาณแอมโมเนียรวม และปริมาณไนโตรที่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

9. โครงการย่อยที่ 9 ผลของการใช้อบเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศ ในการยืดอายุการเก็บรักษาและการยอมรับของเนื้อปลาหับทิมรมควันเย็น เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาหับทิมสด

ปลาหับทิมสดที่ใช้ในการทดลองนี้มีน้ำหนัก 600-800 กรัมต่อตัว ผลการตรวจวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลา พบว่ามีปริมาณ ความชื้น ไขมัน โปรตีนและเถ้าเท่ากับร้อยละ 76.08 ± 0.72 , 4.17 ± 0.51 , 18.09 ± 0.50 และ 0.98 ± 0.04 ตามลำดับ

ผลของสารสกัดอบเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศต่อการยืดอายุการเก็บรักษา เนื้อปลาหับทิมรมควันเย็น ซึ่งสัตว์น้ำทุกโครงการย่อยสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับโครงการย่อยที่ 9 ผลของการใช้อบเชย และกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษา และการยอมรับของเนื้อปลารมควันเย็น เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร เช่น เนื้อปลานิลแดงหรือ ปลาหับทิม ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 1 การเพาะเลี้ยงปลาบู๋ทรายในกระชัง ร่วมกับปลานิลแดงหรือ ปลาหับทิมในบ่อดินแบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยเนื้อปลาหับทิมรมควันเย็นที่ได้จากการทดลองทั้ง 9 ตัวอย่าง มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 66.84-71.38 มีค่า water activity อยู่ในช่วง 0.974-0.981 และมี pH อยู่ในช่วง 5.75-6.22 ส่วนจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนแบคทีเรียกรดแลกติกเริ่มต้นมีค่าอยู่ในช่วง 3.15-3.45 และ 3.08-3.45 log cfu/g ตามลำดับ

เมื่อนำเนื้อปลาหับทิมรมควันเย็นที่ได้ไปเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส และติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ความชื้นของเนื้อปลาหับทิมรมควันเย็น ในระหว่างการเก็บรักษาของแต่ละตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 66.84-73.32 และพบว่าความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

ปลาทับทิมรมควันมีค่า water activity อยู่ในช่วง 0.974-0.981 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับสูง และไม่มี การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา ค่า pH ของปลาทับทิมรมควันมีค่าอยู่ในช่วง 5.67-6.69 และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นพบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH การเปลี่ยนแปลงของค่า L^* , a^* , b^* ของปลาทับทิมรมควันเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 35 วัน พบว่า สีซีดลงเล็กน้อย โดยดูจากค่า a^* และ b^* ที่มีแนวโน้มลดลง สำหรับคุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวน แบคทีเรียกรดแลคติกในเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนทำให้มีค่าที่มากกว่า 6 log cfu/g ตั้งแต่ในช่วง 7 วันแรกของการเก็บรักษาไม่ว่าจะเป็นตัวอย่างที่มีหรือไม่มีการใช้สารสกัดจาก กานพลูและอบเชยส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อใช้บอกอายุการเก็บรักษาของปลาทับทิม รมควันพบว่า มีทิศทางไม่เป็นไปในทำนองเดียวกัน ตัวอย่างที่ 1, 2, 3, 5, 6, 8 และ 9 ยังได้รับการ ยอมรับอยู่ ทั้งๆที่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในปริมาณสูง

ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศต่อการยืดอายุการเก็บรักษา เนื้อปลาทับทิมรมควันเย็น

ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศต่อค่า pH ของเนื้อ ปลาทับทิมรมควันเย็น พบว่าในระหว่างการเก็บรักษาปลาหมควันทุกตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยมาก ค่า pH จึงอาจไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของการเปลี่ยนแปลงเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นในระหว่าง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แนวโน้มของปริมาณไนโตรเจนที่ระเหยได้ของตัวอย่างเนื้อ ปลาทับทิมรมควันเย็น พบว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชย และกานพลูช่วยชะลอการเกิด ไนโตรเจนที่ระเหยได้

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนแบคทีเรียที่ชอบความเย็น และจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก พบว่า เมื่อเก็บไว้นานขึ้น จำนวนเชื้อทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้น โดยพบว่าตัวอย่างที่ใช้น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูสามารถยับยั้งการเจริญ ของเชื้อได้ทั้ง 3 ชนิด ปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่ร้อยละ 1.0 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ ได้ดีกว่าที่ร้อยละ 0.5 เนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นทุกตัวอย่างได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบตลอดช่วง ระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน แม้ว่าบางตัวอย่างจะมีคุณภาพทางจุลชีววิทยาที่ไม่ได้มาตรฐานแล้วก็ตาม เมื่อพิจารณาคะแนนการประเมินของตัวอย่างพบว่า มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในทุกคุณลักษณะแต่ละคะแนน การยอมรับก็ยังมากกว่า 4 โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับในด้านกลิ่น สี เนื้อสัมผัสและลักษณะโดยรวม ในวันที่ 28 เท่ากับของทุกตัวอย่างอยู่ในช่วงคะแนนเฉยๆ-ยอมรับมาก (5.14-5.71, 4.43-4.71, 4.14-5.00 และ 4.43-5.14 ตามลำดับ แสดงว่าปลาหมควันทุกตัวอย่างสามารถเก็บรักษาได้นานอย่างน้อย 28 วัน

ผลของน้ำมันหอมระเหยจากานพลูและอบเชยร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศต่อการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็น

น้ำมันหอมระเหยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาอาหารได้ โดยช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ น้ำมันหอมระเหยในอาหารมักจะมีปัญหาทางด้านกลิ่นรสที่แรงจนเกินไป ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยลดปัญหานี้ได้คือการใช้ น้ำมันหอมระเหยมากกว่า 1 ชนิดร่วมกัน เป็นการช่วยให้อาหารมีกลิ่นรสที่ดีขึ้น และอาจมีทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นด้วย

การใช้ น้ำมันหอมระเหยจากานพลูร่วมกับ น้ำมันหอมระเหยอบเชยกับเนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็น บรรจุแบบสุญญากาศ สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ เมื่อเทียบกับตัวอย่างเนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็นที่ไม่ใช้น้ำมันหอมระเหยใดๆ (ตัวอย่างควบคุม) นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้ น้ำมันหอมระเหย ที่ความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้มากขึ้นด้วย

การใช้ น้ำมันหอมระเหยทำให้เนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็นมี pH ลดลงจาก 6.29 เป็น 6.17 และ 6.09 เมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยในปริมาณร้อยละ 0.15 และ 0.30 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจะเห็นว่า pH เริ่มต้นของเนื้อปลามีความเป็นกรดเล็กน้อย

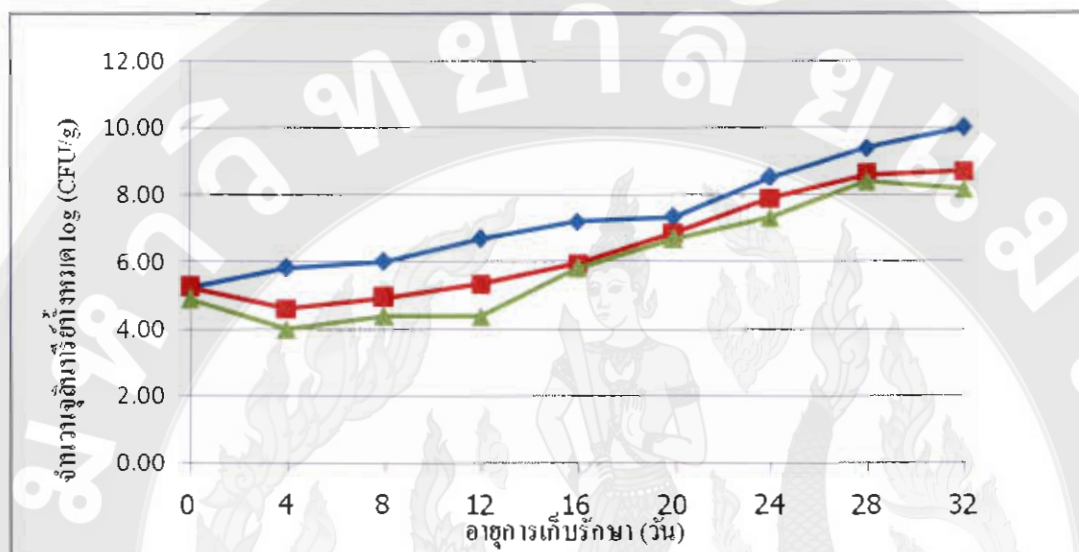
ในระหว่างการเก็บรักษาเนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็น จะมี pH เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับค่า pH เริ่มต้น จนเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 28 วัน พบว่าค่า pH มีค่าลดลงต่ำกว่าวันที่เริ่มเก็บรักษาดังแสดงในตารางที่ 51 แต่เมื่อเก็บรักษาเนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็นเป็นเวลา 28 วัน จะเห็นว่า pH จะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อเก็บรักษาต่อเป็นเวลา 32 วัน พบว่าค่า pH ของตัวอย่างเนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็นกลับลดลงมาอยู่ในช่วง 5.8–5.9

การวัดค่า thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) เป็นการวัดปริมาณของสารประกอบมาโลนัลดีไฮด์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ทุติยภูมิจากการสลายตัวของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ในการศึกษาการออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด รวมทั้งในผลิตภัณฑ์ปลา

ค่า TBARS ของเนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็นที่มีการใช้น้ำมันหอมระเหยผสมของกานพลูและอบเชยร้อยละ 0.3 (ปริมาตรค่อน้ำหนัก) มีค่า TBARS สูงกว่าตัวอย่างที่มีการใช้น้ำมันหอมระเหยผสมของกานพลูและอบเชยร้อยละ 0.15 (ปริมาตรค่อน้ำหนัก) และตัวอย่างที่ไม่ได้ใช้น้ำมันหอมระเหยใดๆ (ตัวอย่างควบคุม) ทั้งในตอนเริ่มต้นและตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 32 วัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.14–0.31 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/ตัวอย่าง 1 กิโลกรัม

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นของเนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็นมีค่าเท่ากับ 4.91–5.25 log cfu/g (ภาพที่ 38) และเมื่อเก็บรักษานานขึ้น จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของทุกตัวอย่างจะเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างที่ใช้น้ำมันหอมระเหยอบเชยร่วมกับน้ำมันหอมระเหยจากานพลูมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นช้ากว่าตัวอย่างควบคุม ดังนั้น เนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็นที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างที่ไม่ใช้น้ำมันหอมระเหยใดๆ (ตัวอย่างควบคุม) สามารถเก็บรักษาได้นาน 4 วัน และปลาทับทิมรมควันเย็นที่ใช้น้ำมันหอมระเหยผสมจากอบเชยและกานพลูในปริมาณร้อยละ 0.15 และ 0.30 สามารถเก็บรักษาได้นานมากขึ้นอีก 12 วัน กล่าวคือ สามารถเก็บรักษาได้นาน 16 วันที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



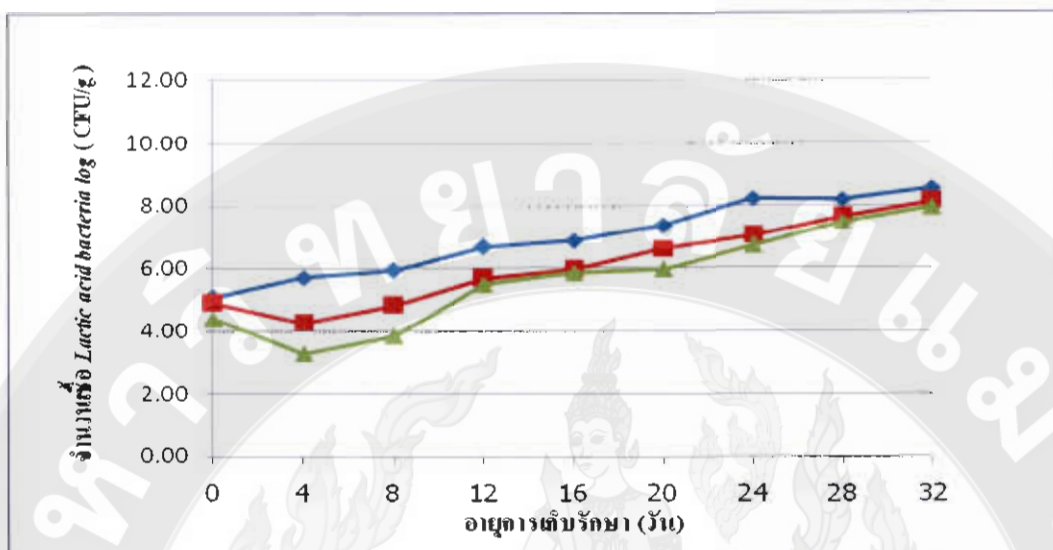
ภาพที่ 38 การเปลี่ยนแปลงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

- ◆— น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม)
- น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูร้อยละ 0.15
- ▲— น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูร้อยละ 0.30

จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกเริ่มต้นของเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นมีค่าเท่ากับ 4.39-5.07 log cfu/g (ภาพที่ 39) และเมื่อเก็บรักษานานขึ้น จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกของทุกตัวอย่างจะเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างที่ใช้น้ำมันหอมระเหยกานพลูร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นช้ากว่าตัวอย่างควบคุม

ดังนั้นถ้าพิจารณาตามจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกทั้งหมด พบว่าเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสตัวอย่างที่ไม่ใช้น้ำมันหอมระเหย (ตัวอย่างควบคุม) สามารถเก็บรักษาได้นาน 8 วัน และปลาทับทิมรมควันเย็นที่ใช้น้ำมันหอมระเหยในปริมาณร้อยละ 0.15 และ 0.30 สามารถเก็บรักษาได้นาน 16 และ 20 วัน ตามลำดับ

จากผลการศึกษข้างต้นพบว่าเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นที่ใช้น้ำมันหอมระเหยผสมร้อยละ 0.30 จะมีประสิทธิภาพในการชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มากกว่าที่ใช้น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.15



ภาพที่ 39 การเปลี่ยนแปลงจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกของเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นในระหว่าง

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

—●— น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม)

—■— น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูร้อยละ 0.15

—▲— น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูร้อยละ 0.30

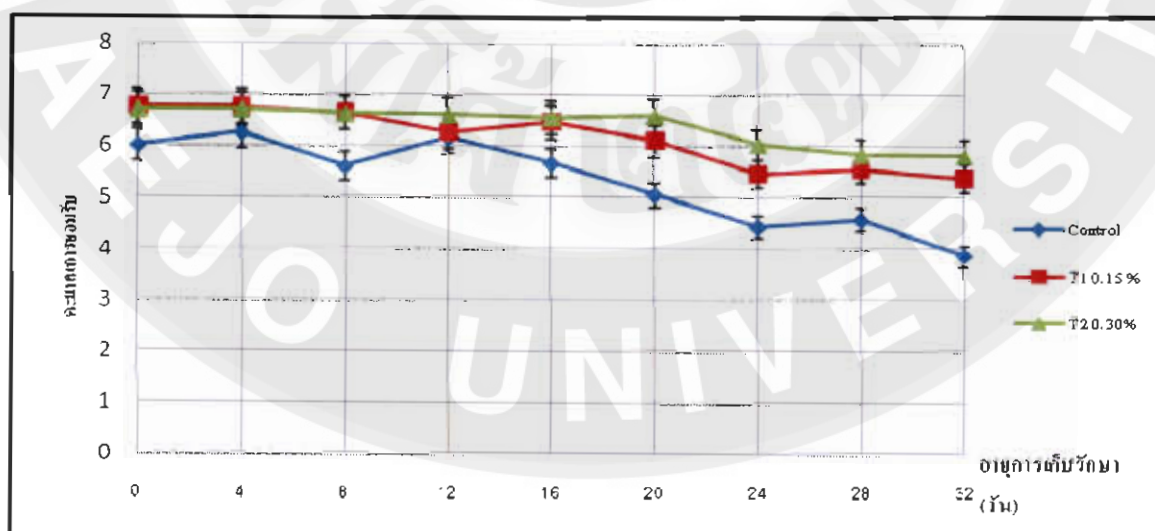
สำหรับผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นที่ใช้ น้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูในระดับที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ในตอนเริ่มต้นก่อนทำการเก็บรักษาแสดงตารางที่ 32 พบว่าเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นได้รับการยอมรับค่อนข้างดี โดยตัวอย่างเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นที่ไม่มีการใช้น้ำมันหอมระเหยผสม และที่ใช้ น้ำมันหอมระเหยผสมในปริมาณร้อยละ 0.15 และ 0.30 มีคะแนนการยอมรับรวมไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) แต่มีคะแนนลักษณะปรากฏและรสชาติแตกต่างกัน โดยตัวอย่างที่มีการใช้น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูมีคะแนนการยอมรับสูงกว่า ($p < 0.05$) แต่ระดับความเข้มข้นที่ใช้ที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับของลักษณะปรากฏของเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นที่ได้ ($p \geq 0.05$) คะแนนการยอมรับทางด้านรสชาติของตัวอย่างที่ใช้ น้ำมันหอมระเหยผสมในปริมาณสูงได้รับคะแนนการยอมรับลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ใช้ น้ำมันหอมระเหยผสมในปริมาณร้อยละ 0.15 และตัวอย่างควบคุม

ตารางที่ 32 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นที่ใช้ไขมันหอมระเหย
อบเชยและกานพลูในระดับที่แตกต่างกัน

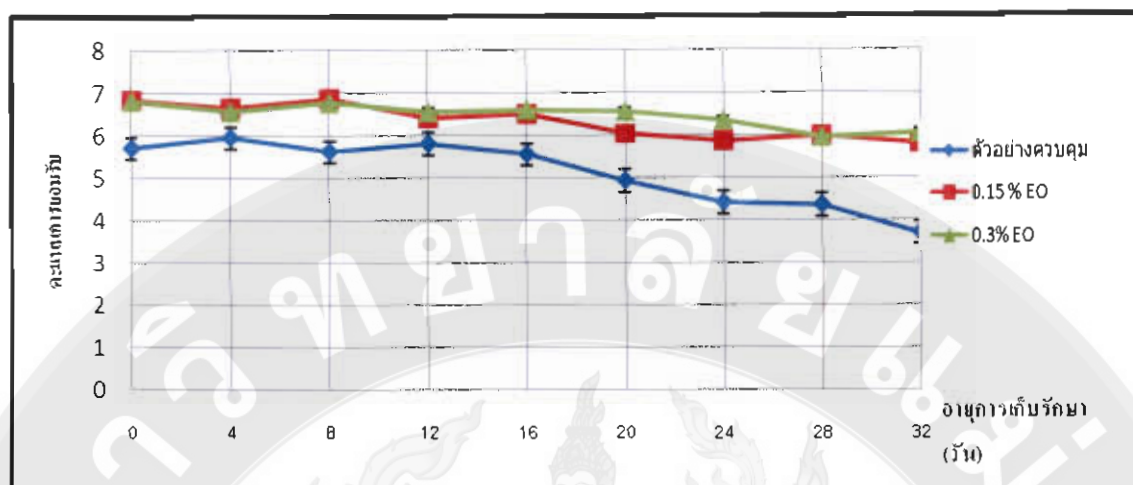
น้ำมันหอม ระเหย (ร้อยละ)	คุณลักษณะ					การยอมรับ รวม
	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	
0	6.08 ^b ±1.62	5.80 ^a ±1.64	6.10 ^a ±1.45	6.45 ^a ±1.69	6.43 ^a ±1.39	6.38 ^a ±1.41
0.15	6.88 ^a ±1.20	6.88 ^a ±1.34	6.18 ^a ±1.55	6.15 ^a ±2.02	6.20 ^a ±1.30	6.58 ^a ±1.45
0.30	6.82 ^a ±1.22	6.88 ^a ±1.11	5.55 ^a ±1.71	5.03 ^b ±2.14	5.59 ^a ±1.48	5.85 ^a ±1.81

หมายเหตุ อักษร^a และ ^b ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

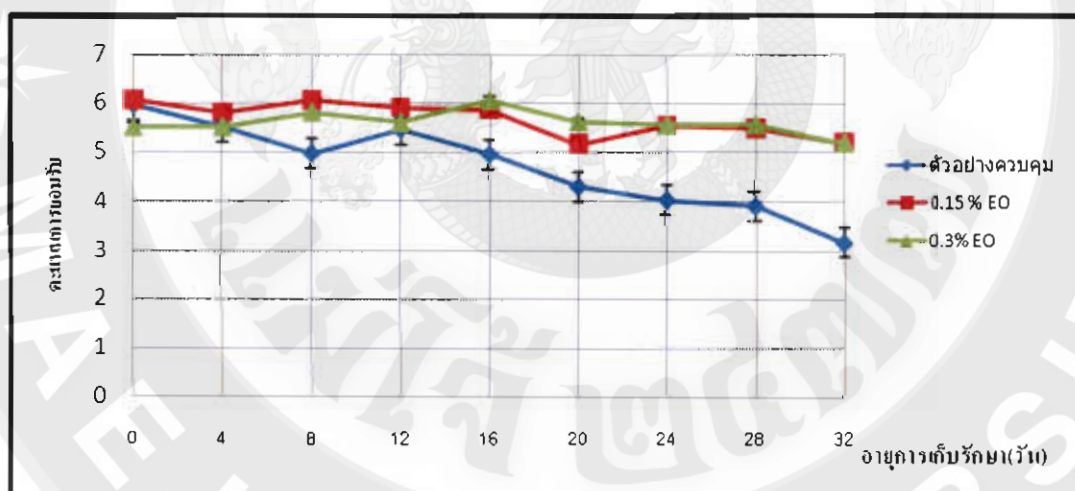
การเปลี่ยนแปลงการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นในระหว่าง
การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 32 วัน แสดงดังภาพที่ 40, 41, 42, 43 จะเห็นได้ว่า
เมื่อเก็บรักษาได้ 24 วัน ตัวอย่างควบคุมมีระดับคะแนนไม่เป็นที่ยอมรับ ส่วนตัวอย่างที่มีการใช้ไขมัน
หอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูยังคงมีระดับคะแนนเป็นที่ยอมรับตลอดช่วงระยะเวลาการเก็บ
รักษา โดยมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นและการยอมรับรวมมีค่าสูงกว่า 4
ทั้งที่ 2 ระดับความเข้มข้น



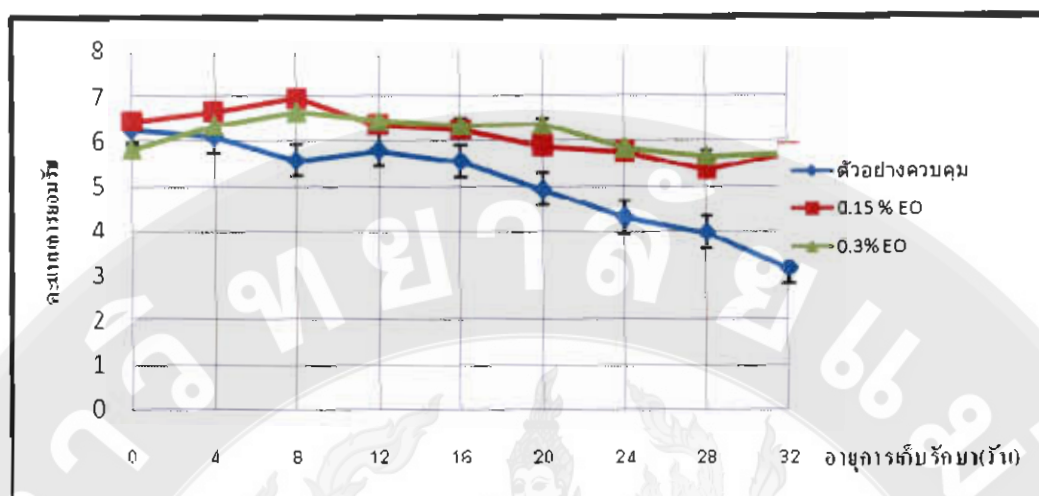
ภาพที่ 40 การเปลี่ยนแปลงคะแนนการยอมรับของลักษณะปรากฏของเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นใน
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 41 การเปลี่ยนแปลงคะแนนการยอมรับของกลิ่นของเนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 42 การเปลี่ยนแปลงคะแนนการยอมรับของกลิ่นของเนื้อปลาหีบที่มรมควันเย็นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

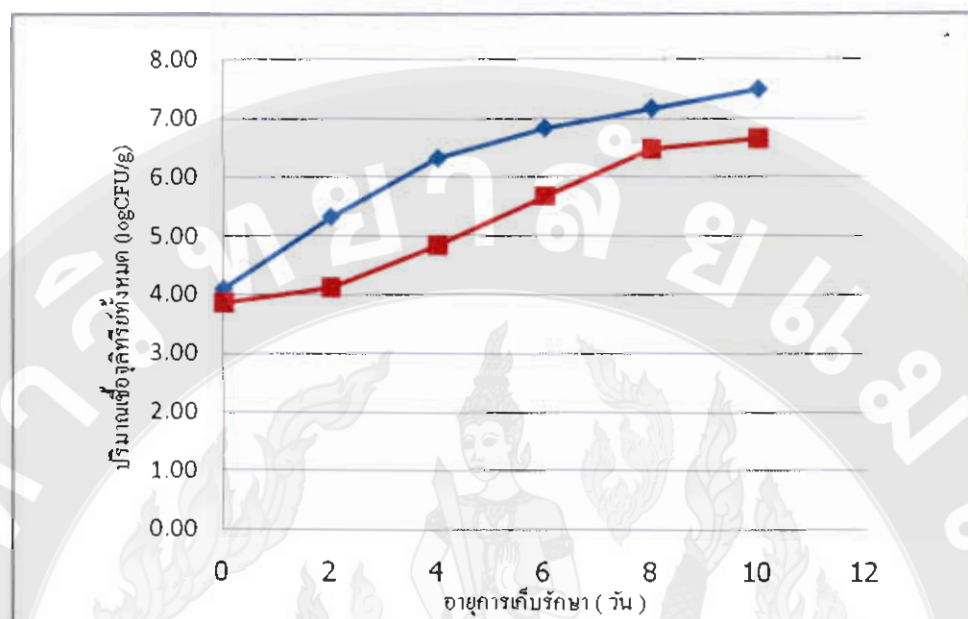


ภาพที่ 43 การเปลี่ยนแปลงคะแนนการยอมรับรวมของเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ผลของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยต่อการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ

จากการทดลองก่อนหน้านี้พบว่าการใช้ น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูในปริมาณร้อยละ 0.15 และ 0.30 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาปลาทับทิมรมควันเย็นได้เท่ากัน และการใช้น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูในปริมาณร้อยละ 0.30 ส่งผลกระทบบนทางลบต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงเลือกใช้น้ำมันหอมระเหยที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.15 ในการศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอบเชยต่อการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นเมื่อบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน โดยมีตัวอย่างเนื้อปลาทับทิมที่ไม่เติมน้ำมันหอมระเหยใดๆ เป็นตัวอย่างควบคุม

เนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นเท่ากับ 3.85-4.08 log cfu/g และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยตัวอย่างควบคุมมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงเกิน 6 log cfu/g เมื่อเก็บรักษานาน 4 วัน ส่วนตัวอย่างที่ใช้ น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูในปริมาณร้อยละ 0.15 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงเกิน 6 log cfu/g เมื่อเก็บรักษานาน 8 วัน (ภาพที่ 44)

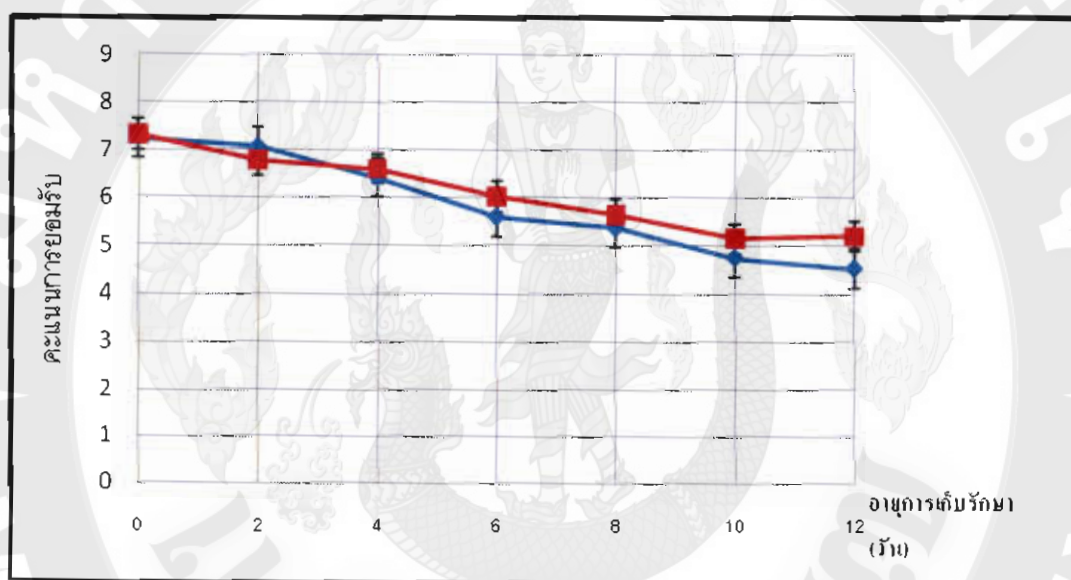


ภาพที่ 44 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศา เซลเซียส

— น้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม)

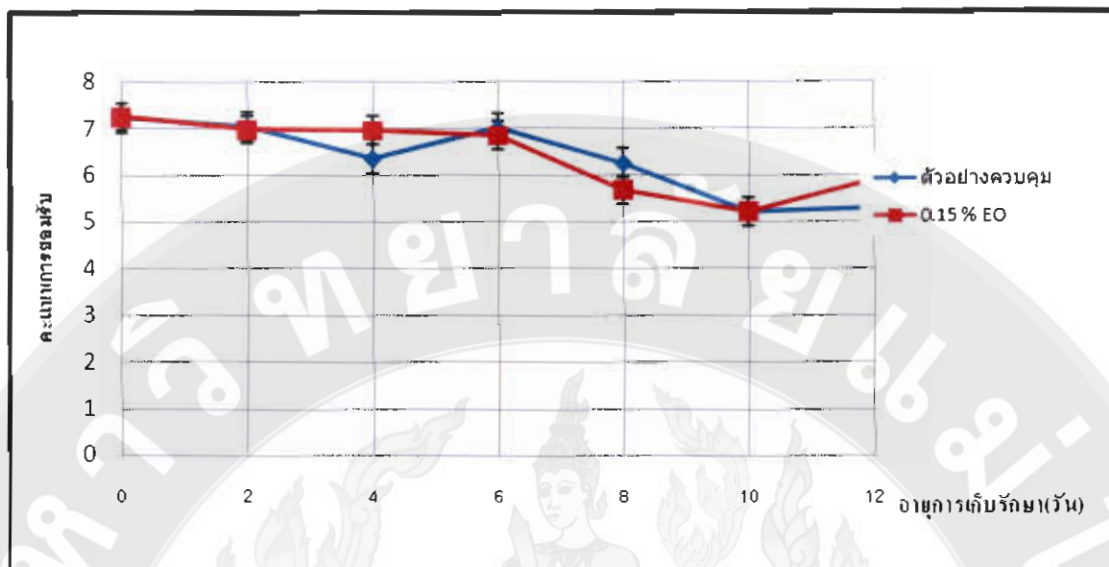
— น้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูร้อยละ 0.15

ส่วนคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเนื้อปลาหับทิมรมควันเย็นเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสบรรจุแบบบรรจุอากาศปกติพบว่าเนื้อปลาหับทิมรมควันเย็นตัวอย่างควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏต่ำกว่า 5 คะแนน เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน ในขณะที่ปลาหับทิมรมควันเย็นที่ใช้ น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูร้อยละ 0.15 มีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ เป็นที่ยอมรับตลอดช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน (ภาพที่ 45) ส่วนคะแนนการยอมรับ ทางด้านสีของทั้ง 2 ตัวอย่างยังคงได้รับการยอมรับตลอดช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน (ภาพที่ 46)



ภาพที่ 45 ผลการยอมรับด้านลักษณะปรากฏที่มีผลอายุการเก็บรักษาของปลาหับทิมรมควันเย็นที่บรรจุแบบบรรจุอากาศปกติ

- น้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม)
- น้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูร้อยละ 0.15 (0.15%EO)



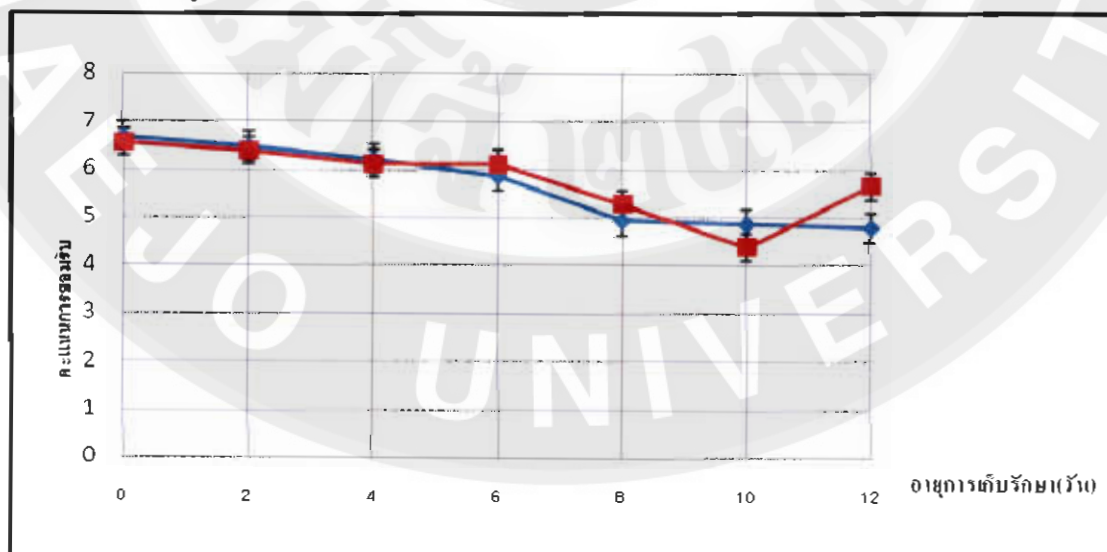
ภาพที่ 46 ผลการยอมรับด้านสีที่มีผลอายุการเก็บรักษาของปลาหีบที่บรรจุแบบ

บรรจุอากาศปกติ

—+— น้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม)

—■— น้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูร้อยละ 0.15 (0.15%EO)

เนื้อปลาหีบที่บรรจุแบบบรรจุอากาศปกติมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นต่ำกว่า 5 คะแนน ในตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่ใช้ น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูร้อยละ 0.15 เมื่อเก็บที่ 8 และ 10 วันตามลำดับ (ภาพที่ 47) อย่างไรก็ตามคะแนนการยอมรับของเนื้อปลาหีบที่บรรจุแบบบรรจุอากาศปกติ 2 ตัวอย่างก็ยังคงอยู่ในเกณฑ์คะแนนที่ยังเป็นที่ยอมรับได้ (ภาพที่ 48)

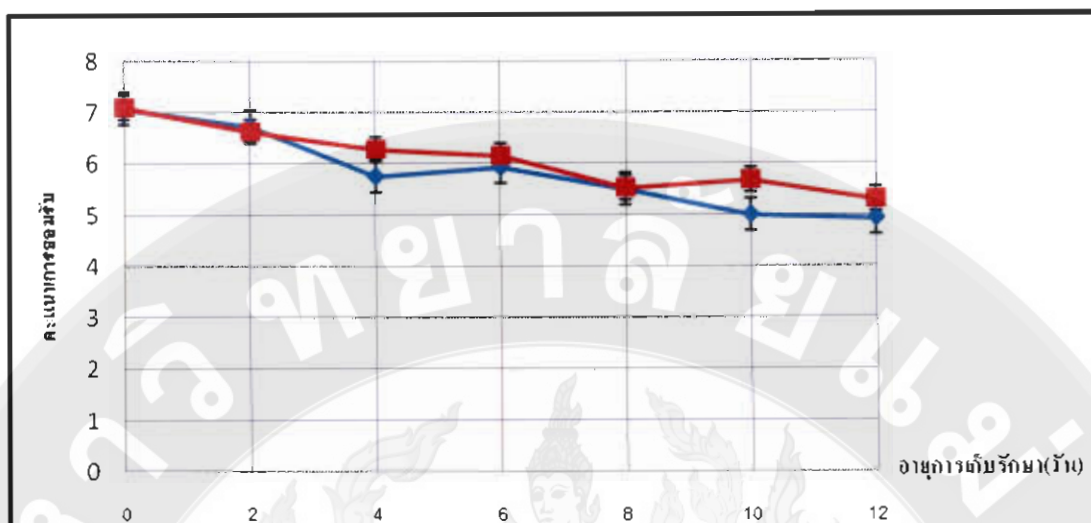


ภาพที่ 47 ผลการยอมรับด้านกลิ่นที่มีผลอายุการเก็บรักษาของปลาหีบที่บรรจุแบบ

บรรจุอากาศปกติ

—+— น้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม)

—■— น้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูร้อยละ 0.15 (0.15%EO)



ภาพที่ 48 ผลการยอมรับด้านการยอมรับรวมที่มีผลอายุการเก็บรักษาของปลาทับทิมรมควันเย็นที่บรรจุแบบบรรยากาศปกติ

— น้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม)

— น้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูร้อยละ 0.15 (0.15%EO)

ผลของการแช่เยือกแข็งเนื้อปลาทับทิมสดต่อการยอมรับของเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็น

ในบางครั้งถ้าหากว่ามีวัตถุดิบมากเกินไป อาจไม่สามารถนำมาทำการแปรรูปได้ทันภายในวันเดียว การเก็บรักษาเนื้อปลาทับทิมสดโดยวิธีการแช่เยือกแข็ง เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหานี้ได้ แต่ก็ต้องศึกษาว่าเมื่อนำเนื้อปลาทับทิมแช่เยือกแข็งไปแปรรูปเป็นเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นแล้ว จะมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคหรือไม่ จากการทดลองโดยใช้ผู้บริโภคจำนวน 130 คน พบว่าการยอมรับของคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม ของเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยมีคะแนนการยอมรับของทุกคุณลักษณะอยู่ในช่วงเฉยๆ-ยอมรับปานกลาง (5.33-6.38)

ผลการทดสอบความตั้งใจซื้อเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นของผู้บริโภค

จากการทดสอบความตั้งใจซื้อของผู้บริโภค เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถาม (ภาคผนวก ก.) จำนวน 128 คน เป็นเพศหญิงจำนวน 81 คน (ร้อยละ 63.28) และเพศชายจำนวน 47 คน (ร้อยละ 36.72) โดยมีช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เท่ากับ 15-30 ปี โดยคิดเป็นร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 60.16

พฤติกรรมการบริโภคเนื้อปลา โดยผู้สอบถาม 104 คน (ร้อยละ 81.25) เคยซื้อเนื้อปลาเพื่อบริโภค และจำนวน 115 คน (ร้อยละ 89.84) ที่สนใจจะซื้อเนื้อปลาทับทิมรวันเพื่อบริโภค แสดงว่ามีผู้บริโภคที่ไม่เคยซื้อเนื้อปลาเพื่อบริโภค ได้ให้ความสนใจที่จะซื้อเนื้อปลาทับทิมรวันเย็นเพื่อบริโภค โดยผู้ที่สนใจจะซื้อส่วนใหญ่ได้ให้เหตุผลว่าอยากลองผลิตภัณฑ์ใหม่นี้ อยากทดลองรับประทานว่ามีรสชาติอย่างไร ชอบรับประทานปลาทับทิม เป็นเนื้อปลาแปรรูป น่าจะรับประทานง่าย มีความสะดวกในการรับประทานและคิดว่าจะไม่มีกลิ่นคาวปลา

คะแนนความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการบริโภคเนื้อปลาทับทิมรวันเย็น โดยปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด (คะแนนอยู่ในช่วง 8 ถึง 9) ได้แก่ รสชาติและความปลอดภัยในการบริโภค ปัจจัยที่มีความสำคัญปานกลางถึงสำคัญมาก (คะแนนอยู่ในช่วง 7 ถึง 8) ได้แก่ กลิ่น อายุการเก็บรักษา คุณค่าทางโภชนาการ/ประโยชน์ต่อสุขภาพ มาตรฐานรับรอง (อย.) กระบวนการผลิตและส่วนประกอบส่วนปัจจัยในเรื่องของการโฆษณาและของสมนาคุณมีความสำคัญน้อยที่สุด โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 4 ถึง 6

ตารางที่ 33 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของผู้บริโภคและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางด้านลักษณะบรรจุภัณฑ์ของเนื้อปลาทับทิมรวันเย็นที่ต้องการ ปริมาณที่เหมาะสมของเนื้อปลาทับทิมรวันเย็นต่อบรรจุภัณฑ์ 1 หน่วย และราคาที่เหมาะสมของเนื้อปลาทับทิมรวันเย็นต่อบรรจุภัณฑ์ 1 หน่วย

ตารางที่ 33 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของผู้บริโภคและการพัฒนาผลิตภัณฑ์

รายละเอียด	ความถี่	ร้อยละ
ลักษณะบรรจุภัณฑ์ของเนื้อปลาหีบที่มรมคว้นเย็นที่ต้องการ		
ถุงพลาสติกบรรจุแบบธรรมดา	6	4.69
ถุงพลาสติกบรรจุแบบสุญญากาศ	94	73.44
ถาดแบน ปิดทับด้วยฟิล์มซีต	26	20.31
อื่นๆ	2	1.56
รวม	128	100
ปริมาณที่เหมาะสมของเนื้อปลาหีบที่มรมคว้นเย็นต่อบรรจุภัณฑ์ 1 หน่วย		
100 กรัม	18	14.06
200 กรัม	50	39.06
500 กรัม	54	42.19
อื่นๆ (1,000 กรัม)	6	4.69
รวม	128	100.00
ราคาที่เหมาะสมของเนื้อปลาหีบที่มรมคว้นเย็นต่อบรรจุภัณฑ์ 1 หน่วย		
50 บาท	41	32.03
100 บาท	40	31.25
150 บาท	28	21.88
200 บาท	16	12.50
อื่นๆ (30 บาท, 70 บาท)	3	2.34
รวม	128	100.00

วิจารณ์ผลการวิจัย

1. โครงการย่อยที่ 1 การเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดในกระชังร่วมกับปลานิลแดง ในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

ประสิทธิภาพการเติบโตของปลาน้ำจืด อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และต้นทุนในการผลิต โดยการทดลองที่ 3 การเลี้ยงปลาน้ำจืด โดยอาหารที่เป็นปลาสด ผสมกับสไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ ของปลาน้ำจืด เพศเมียโดยรวมดีกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ การทดลองครั้งนี้ สอดคล้องกับ จงกล และคณะ (2546) กล่าวว่า การใช้สไปรูลิน่า 10% ผสมในอาหารปลานิลแดง มีผลให้อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลาดีที่สุด และการใช้สไปรูลิน่าผง 10-15 % ผสมในอาหารปลาทดแทนปลาป่น เพื่อให้โปรตีนในอาหารปลาเท่ากับ 30% มีผลให้ปลา มีอัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีที่สุด สมศักดิ์ (2547) กล่าวว่า การเสริมสาหร่าย สไปรูลิน่า ในสูตรอาหารในการเลี้ยงปลาน้ำจืด จะมีผลต่อการเจริญเติบโต การพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ และการเจริญพันธุ์ สอดคล้องกับการทดลอง วุฒิพร และอัญชลี (2548) มีการใช้สไปรูลิน่า 10% ผสมในอาหารปลาดุก มีผลให้ปลาดุก มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนดีที่สุด และมีการทดลองนำสาหร่าย *S. platensis* และ *Cladophora* อนุบาลปลาแฟนซีคาร์พ พบว่า ปลาแฟนซีคาร์พที่ให้สาหร่าย *S. platensis* ผง มีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการรอดตาย มากกว่าอาหารผงทั่วไป และสาหร่าย *Cladophora* ผง (จงกล และ เพ็ญรัตน์, 2546)

Duncan and Klesius (1996) กล่าวว่า สไปรูลิน่า เป็นแหล่งโปรตีนที่มีศักยภาพในอาหารสัตว์ เนื่องจากมีโปรตีนสูง อีกทั้งยังประกอบด้วยวิตามิน และเกลือแร่ในปริมาณที่สูง นอกจากนี้ผนังเซลล์ยังมีองค์ประกอบที่ง่ายต่อการย่อย เนื่องจากไม่มีเซลล์ลูโลส อย่างไรก็ตามระดับการผสมสาหร่าย สไปรูลิน่าในอาหารปลาแต่ละชนิดมีระดับแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการกินอาหารของปลา และการย่อยโปรตีนจากพืชของปลาแต่ละชนิดต่างกัน

การเพาะพันธุ์และการอนุบาลลูกปลาน้ำจืด จากผลการทดลอง จำนวนไข่แม่พันธุ์ปลาน้ำจืด อัตราการฟักไข่ อัตราการรอดของลูกปลาระยะเวลา 1 สัปดาห์ โดยพ่อ-แม่พันธุ์ปลาน้ำจืด ใช้ฮอร์โมนจากค่อมได้สมองปลาใน ความเข้มข้น 2 dose, 1.5 dose และความเข้มข้น 1 dose มีจำนวนไข่เท่ากับ $19,683 \pm 1,868$ ฟอง $19,115 \pm 983$ ฟอง และ $19,750 \pm 2,264$ ฟอง ตามลำดับ และมีค่ามากกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ คล้ายกับการทดลอง กรมประมง (2550) การเพาะพันธุ์ปลาน้ำจืดโดยใช้ฮอร์โมนจากค่อมได้สมองของปลาในความเข้มข้น 1.5 dose ร่วมกับ Chorionic Gonadotropin (C.G.) จำนวน 250 หน่วยมาตรฐาน (International Unit, I.U.) ฉีดตัวปลาโดยเฉลี่ยตัวละ 62.5 หน่วยมาตรฐาน หลังจากฉีดฮอร์โมนแล้วนำพ่อแม่พันธุ์ไปปล่อยลงในบ่อซีเมนต์ ขนาด 2x3 ตารางเมตร น้ำลึก

75 เซนติเมตร และใช้ทางมะพร้าวเป็นวัสดุให้แม่ปลาปูวางไข่ ปลาที่มีความยาว 21.5 เซนติเมตร มีน้ำหนักไข่ 4.7 กรัม มีจำนวนไข่ไข่ประมาณ 36,200 ฟอง และมีอัตราการฟัก 90 เปอร์เซ็นต์

การอนุบาลลูกปลาปูทราย ระยะเวลา 2-3 เดือน พบว่า ลูกปลาที่อนุบาลด้วยไรแดง และ Artemia มีอัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าชุดทดลองอื่นๆ แต่ อัตราการรอด ลูกปลาที่อนุบาลด้วย Artemia ไรแดง Rotifer และอาหารผง มีค่าเท่ากับ $84.00 \pm 1.00\%$, $83.00 \pm 1.00\%$, $77.67 \pm 2.52\%$ และ $74.33 \pm 2.08\%$ ตามลำดับ และอัตราการรอดใกล้เคียงกับ เจษฎา (ม.ป.ป.) การอนุบาลลูกปลาปูทราย ด้วยโรติเฟอร์น้ำจืด เป็นอาหารที่อายุ 1-30 วัน มีอัตราการรอดร้อยละ 32.4-55.3 และที่ได้รับไรแดง และอาร์ทีเมีย เป็นอาหารในช่วงลูกปลาอายุ 30-60 วัน พบว่า มีอัตราการรอด ร้อยละ 91.43-96.77 เพราะ ลูกปลาที่ได้รับไรแดง และอาร์ทีเมีย เป็นอาหารช่วงอายุ 30-60 วัน จะสามารถย่อย ไรแดง และอาร์ทีเมีย เป็นอาหารได้ดีภายใน 80-100 นาที ที่อุณหภูมิของน้ำ 25-29 °C (Amornsakun *et al*, 2003) และจากทดลองครั้งนี้มี ต้นทุนในการผลิตลูกปลาที่อนุบาลด้วย Artemia ไรแดง Rotifer และอาหารผง มีค่าเท่ากับ 40.12 ± 0.77 , 37.28 ± 1.61 , 38.55 ± 0.33 และ 38.21 ± 0.17 บาท/ตัว ตามลำดับ

ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีจากการเพาะ เลี้ยงปลาปูทรายในกระชังร่วมกับ ปลานิลแดง ในบ่อดิน คุณภาพน้ำค่าความเป็นกรด – ด่าง ชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงปลาปูทราย โดยอาหาร ที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 5% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ การเลี้ยงปลาปูทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติกผสมสไปรูลิน่า 3% ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 2 ตัว/ตารางเมตร และการเลี้ยงปลาปูทราย โดยอาหารที่เป็น พลาสติก (ชุดควบคุม) ร่วมกับการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร คือ 8.09, 8.03 และ 7.98 ตามลำดับ แต่ค่าความเป็นกรด – ด่าง มีค่าที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คืออยู่ระหว่าง 6.5-9 (กรมประมง, 2551) ปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านค่าความโปร่งแสงของน้ำ อุณหภูมิ น้ำ ค่าความนำไฟฟ้า (uS/cm) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส ปริมาณ แอมโมเนียไนโตรเจน และปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดย ปัจจัยคุณภาพน้ำ ทางด้านค่าความโปร่งแสงของน้ำ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการ เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านอื่นๆ มีความเหมาะสมตามเกณฑ์ คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (กรมประมง, 2551)

ความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน ทั้ง 3 ชุดการทดลอง พบแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การเลี้ยงปลาปูทราย โดยอาหารที่เป็นพลาสติก (ชุดควบคุม) มีแนวโน้มความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอน สูงที่สุด โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์ใน Phylum Artropoda และแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Cyanophyta และดิวิชัน

Chlorophyta สอดคล้องกับ ขจรเกียรติ และคณะ (2551) ว่า ความหลากหลายชนิด ปริมาณแพลงก์ตอนพืชใน บ่อเลี้ยงปลาบึก พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 6 ดิวิชัน 43 ชนิด โดยองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืช ส่วนใหญ่อยู่ในดิวิชัน Chlorophyta ขจรเกียรติ และคณะ (2549), ขจรเกียรติ และคณะ (2550) กล่าวว่า การศึกษาความหลากหลายของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในสระกักเก็บน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ องค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่อยู่ในดิวิชัน Chlorophyta

2. โครงการย่อยที่ 2 “การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ในกระชังร่วมกับปลาหมอ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความปลอดภัยด้านอาหาร”

จากผลการทดลองเลี้ยงปลาหมอด้วยความหนาแน่นที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 240 วัน พบว่า ปลาหมอที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตวันสูงกว่า และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำกว่า ปลาหมอที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 30 ตัว/ตร.ม. และ 40 ตัว/ตร.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามการทดลองของสมพงษ์ และ คณะ (2546) พบว่าปลาหมอขนาด 10.52 กรัม ที่เลี้ยงในคอกอวนด้วยความหนาแน่น 15 ตัว/ตร.ม. มีการเจริญเติบโตดีกว่า ความหนาแน่น 30, 45 และ 60 ตัว/ตร.ม. แต่เมื่อปลา มีขนาดใหญ่ขึ้น 28.96 กรัม พบว่า ปลาที่เลี้ยงในคอกอวนด้วยความหนาแน่น 10 ตัว/ตร.ม. มีการเจริญเติบโตดีกว่า ความหนาแน่น 20 และ 30 ตัว/ตร.ม. ดังนั้น การเลี้ยงปลาหมอในกระชังให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้นจึงควร มีการลดความหนาแน่นในการเลี้ยงโดยเพิ่มจำนวนกระชังเมื่อปลา มีขนาดโตขึ้น ทั้งยังสามารถคัดแยกเพศในการเลี้ยงเพื่อให้ปลาในแต่ละกระชังมีขนาดและการเติบโตสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นข้อดีของการเลี้ยงในกระชังที่มีจุดเด่นในการจัดการดูแลได้ง่ายนั้น

ในส่วนของอัตราการรอดตายนั้น การทดลองนี้พบว่าปลาหมอที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด (75.83 ± 0.96 เปอร์เซ็นต์) และสอดคล้องกับการทดลองที่ผ่านมา ซึ่งพบว่าอัตราการรอดตายของปลาหมอที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นต่ำ จะมีอัตราการรอดตายสูงกว่าปลาหมอที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นสูง ซึ่ง (สมพงษ์ และ คณะ, 2546; Khatune-Jannat *et al.*, 2012)

คุณภาพน้ำในบ่อและกระชังทดลอง มีคุณภาพน้ำเหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (มันสิน และ ไพพรรณ, 2539) และไม่ก่อให้เกิดมลพิษตาม คู่มือการประเมินน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2554) แสดงให้เห็นถึงการใช้ประโยชน์จากการเลี้ยงสัตว์น้ำร่วมกันในบ่อเดียวกัน ลดปัญหาน้ำทิ้งจากการเลี้ยงปลาอุกบึกที่มีธาตุอาหารและปริมาณแพลงก์ตอนสูง ก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อระบบน้ำในคูคลองธรรมชาติและก่อให้เกิดความขัดแย้งกับเกษตรกรที่ทำนาข้าว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่เสนอทางออกเพื่อแก้ปัญหา เช่น การ ทดลองเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ในกระชังในบ่อเลี้ยงปลานิล โดยปลานิลได้ใช้ประโยชน์

จากเพลงก่ดอนในบ่อที่เกิดจากสารอาหารในการเลี้ยงปลาอุกบักอูย (Yi et al. (2003); Lin and Yi (2003); Yi and Lin (2001))

ในส่วนของต้นทุนพบว่าปลาหมอที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. มีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่า และอัตราส่วนผลตอบแทนเงินลงทุนสูงกว่า ปลาหมอที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 30 และ 40 ตัว/ตร.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ราคาปลาหมอ ณ ปัจจุบันที่ตลาดสี่มุมเมืองในเดือนมกราคม 2556 มีราคาเฉลี่ย 102.50 บาท/กก. เป็นราคาที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับปลาน้ำจืดอื่นๆ ซึ่งการเลี้ยงปลาหมอที่อัตราความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. มีต้นทุนในการผลิตต่ำและอัตราส่วนผลตอบแทนเงินลงทุนสูงสุด และการเลี้ยงปลาหมอร่วมกับปลาอุกบักอูยในกระชัง สามารถเลี้ยงควบคู่กัน ในระยะเวลา 8 เดือน จะได้ผลผลิตปลาอุกบักอูยสองรอบการผลิต และปลาหมอหนึ่งรอบการผลิต ซึ่งจะเป็นการเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรและประหยัดเวลาในการเลี้ยง

3. โครงการย่อยที่ 3 เรื่อง “การเลี้ยงปลาอุกบักอูยร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน”

จากประเด็นความสนใจ “การพัฒนาระบบการเลี้ยงปลาอุกบักอูยในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง โดยมีแนวความคิดนำปลานิลมาเลี้ยงร่วมกับปลาอุกบักอูย เพื่อให้ปลานิลที่เลี้ยงนั้นกินเศษอาหารที่เหลือพื้นกันบ่อหรืออาหารธรรมชาติ ทำให้ในบ่อมีคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาอุกบักและช่วยส่งเสริมเกื้อกูลให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศภายในบ่อพลาสติก” จึงเป็นที่มาของการศึกษา “การเลี้ยงปลาอุกบักอูยร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” โดยทำการศึกษาทดลอง 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 (ปีที่ 1) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมของปลาอุกบักอูยและปลานิลในระบบการเลี้ยงปลาอุกบักอูยร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งผลการศึกษาสรุปได้ว่าการเลี้ยงปลาอุกบักอูยร่วมกับเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 15:5 ตัว/ตารางเมตร (หรืออัตราส่วน 3:1) มีความเหมาะสมที่สุดในการเลี้ยงปลาอุกบักอูยร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง โดยปลาอุกบักอูยมีประสิทธิภาพการเติบโตเพิ่มขึ้นและปัจจัยคุณภาพน้ำที่สะท้อนถึงปริมาณธาตุอาหารมีปริมาณลดลงเมื่ออัตราการปล่อยปลาอุกบักอูยน้อยลงและอัตราการปล่อยปลานิลมากขึ้น

หลังจากนั้นทำการทดลองที่ 2 (ปีที่ 2) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลดอัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป ต่อประสิทธิภาพการเติบโตของปลาอุกบักอูยและปลานิล ปัจจัยคุณภาพน้ำ และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดของเพลงก่ดอนพืช ซึ่งในการศึกษา ได้ทำการทดลอง 2 ครั้ง (2 ชั่วโมง) เกี่ยวกับลักษณะการเลี้ยงปลานิลในบ่อพลาสติก เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่น่าเชื่อถือ มากยิ่งขึ้น โดยทำการเลี้ยงปลานิลในลักษณะดังต่อไปนี้

การทดลองซ้ำที่ 1 ทำการเลี้ยงปลานิลในคอกพลาสติก ขนาด 2 ตารางเมตร ที่วางในบ่อพลาสติก บ่อละ 1 คอก เพื่อป้องกันปลานิลกินอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ให้แก่ปลาอุกบักอูย

การทดลองซ้ำที่ 2 ทำการเลี้ยงปลานิลร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุยโดยปล่อยให้สามารถอาศัยและว่ายน้ำกินอาหารตามพื้นได้ทั่วบ่อ

ทั้งนี้ในการทดลองซ้ำที่ 1 และ 2 อัตราความหนาแน่นของปลาดุกบิ๊กอุยและปลานิลที่เลี้ยงในบ่อพลาสติกนั้น ยังคงคำนวณจำนวนปลาและอัตราความหนาแน่นของปลาตามระดับความหนาแน่นเดิมเมื่อเทียบกับพื้นที่ทำการเลี้ยง (ตัว/ตารางเมตร) ตามที่ได้วางแผนการทดลองไว้ โดยผลการทดลองทั้ง 2 ครั้ง สามารถสรุปผลการศึกษากาปรวมได้ดังนี้

ประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุยที่เลี้ยงในบ่อพลาสติกทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่าโดยภาพรวมประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุย คือ น้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน อัตราการเติบโตจำเพาะของปลาดุกบิ๊กอุยที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปปริมาณ 5% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน (ชุดการทดลองที่ 1) มีประสิทธิภาพการเติบโตดีที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับปลาดุกบิ๊กอุยที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปปริมาณที่ลดต่ำลงมา ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุยกับอัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่แตกต่างกัน คือ อัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ลดลง มีแนวโน้มความสัมพันธ์เชิงลบต่อประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุย รองลงมา คือ ปลาดุกบิ๊กอุยที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปปริมาณ 4% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน ทั้งที่มีและไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ (ทรีตเมนต์ที่ 2 และ 4) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อพบว่าปลาดุกบิ๊กอุยที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปปริมาณ 4% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน และไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ นั้น มีประสิทธิภาพการเติบโตดีกว่าปลาดุกบิ๊กอุยที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปปริมาณ 5% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน

ประสิทธิภาพการเติบโตของปลานิลที่ทำการเลี้ยงร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุยในบ่อพลาสติก แต่ชุดการทดลอง เมื่อเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 1 เดือน จากระยะเวลาในการเลี้ยงทั้งหมด 3 เดือน ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุย เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปลานิลที่เลี้ยงร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุยที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปปริมาณ 5% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน (ชุดการทดลองที่ 1) มีประสิทธิภาพการเติบโตปัจจัยอื่น (ที่ไม่ใช่อัตราอดตาย) ดีที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับปลานิลในทรีตเมนต์อื่น รองลงมา คือ ปลานิลที่เลี้ยงร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุยที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปปริมาณ 4% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน และไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติในบ่อพลาสติก (ชุดการทดลองที่ 4) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาอัตราอดตายของปลานิลที่เลี้ยงร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุยที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปในอัตราที่แตกต่างกัน พบว่าปลานิลที่เลี้ยงร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุยที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับมีการสร้างอาหารธรรมชาติในบ่อพลาสติกนั้น มีอัตราอดตายเมื่อเปรียบเทียบกับปลานิลที่เลี้ยงร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุยที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปปริมาณ 4% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน และไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ

ในบ่อพลาสติก (ชุดการทดลองที่ 4) ดังนั้นชี้ให้เห็นว่าการสร้างอาหารธรรมชาติในบ่อพลาสติกเพื่อเป็นอาหารสำรองให้กับปลานิล โดยการใส่ปุ๋ยมูลไก่แห้งนั้น จะต้องพิจารณาให้มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะการสร้างอาหารธรรมชาติในบ่อพลาสติกขณะที่ทำการเลี้ยงปลาถูกบักเอยเป็นระยะเวลา 1 – 2 เดือน ผ่านมาแล้ว มักมีปัจจัยคุณภาพน้ำที่สะท้อนถึงปริมาณธาตุอาหารมีปริมาณมากอยู่แล้วนั้น อาจมีผลกระทบโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงปัจจัยคุณภาพน้ำในบ่อพลาสติก ให้มีคุณภาพไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลานิล และส่งผลต่ออัตราการตายของปลานิลอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทั้งนี้ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำกับระยะเวลาการเลี้ยงปลาถูกบักเอย ประสิทธิภาพการเติบโตของปลาถูกบักเอยและปลานิล คือ เมื่อเลี้ยงปลาถูกบักเอยเป็นเวลานานส่งผลเชิงบวกต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ความนำไฟฟ้า บีโอดี แอมโมเนียไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัสให้มีปริมาณเพิ่มขึ้น ขณะที่ผลเชิงลบ คือความโปร่งแสงของน้ำ และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำให้มีปริมาณลดลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลง ปัจจัยคุณภาพน้ำดังกล่าวมีผลโดยตรงต่ออัตราการรอดตายของปลานิลอย่างชัดเจน

สำหรับปัจจัยคุณภาพน้ำในบ่อพลาสติกที่เลี้ยงปลาถูกบักเอยร่วมกับปลานิล พบว่า เมื่อทำการเลี้ยงปลาเป็นระยะเวลา 1 เดือน ภายหลังเริ่มปล่อยปลา เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ภาพรวมพบว่า อัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ความนำไฟฟ้า บีโอดี ไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลของสารอาหารที่เหลือตกค้างในบ่อพลาสติก ตามปริมาณที่ให้แก่ปลาถูกบักเอย

ส่วนการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชในบ่อพลาสติกโดยภาพรวมพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 6 ดิวิชัน 50 ชนิด คือ ดิวิชัน Cyanophyta 12 ชนิด (ร้อยละ 24%) ดิวิชัน Chlorophyta 18 ชนิด (ร้อยละ 36%) ดิวิชัน Chrysophyta 14 ชนิด (ร้อยละ 28%) ดิวิชัน Pyrrophyta 1 ชนิด (ร้อยละ 2%) ดิวิชัน Euglenophyta 4 ชนิด (ร้อยละ 8%) และดิวิชัน Cryptophyta 1 ชนิด (ร้อยละ 2%) โดยบ่อพลาสติกที่เลี้ยงปลาถูกบักเอยร่วมกับปลานิลในชุดการทดลองที่ 1 พบจำนวนชนิดเฉลี่ยของแพลงก์พืชมากที่สุด ($22.78 \pm 1.01 - 25.33 \pm 1.08$ ชนิด) และบ่อพลาสติกที่เลี้ยงปลาถูกบักเอยร่วมกับปลานิลในทรีตเมนต์ที่ 4 พบจำนวนชนิดเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุด ($21.56 \pm 1.72 - 22.50 \pm 1.05$ ชนิด) ขณะที่บ่อพลาสติกที่เลี้ยงปลาถูกบักเอยร่วมกับปลานิลในชุดการทดลองที่ 2 พบปริมาณแพลงก์ตอนพืชเฉลี่ยมากที่สุด ($1,536.98 \pm 408.06 - 2,535.58 \pm 324.05$ เซลล์/มิลลิลิตร) และบ่อพลาสติกที่เลี้ยงปลาถูกบักเอยร่วมกับปลานิลในชุดการทดลองที่ 3 พบปริมาณแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุด ($1,188.99 \pm 235.74 - 1,883.59 \pm 309.95$ เซลล์/มิลลิลิตร) ทั้งนี้อาจเนื่องจากบ่อพลาสติกในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ที่มีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปแก่ปลาถูกบักเอย ปริมาณ 4 - 5% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน ร่วมกับการสร้างอาหารธรรมชาติในบ่อพลาสติกนั้น ส่งผลให้น้ำในบ่อมีปริมาณสารอาหารเพิ่มขึ้นส่งเสริมให้มีจำนวนชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชเพิ่มขึ้นเช่นกัน ส่วนบ่อพลาสติกที่เลี้ยงปลาถูกบักเอย

ร่วมกับปลานิลในทรีตเมนต์ที่ 4 พบจำนวนชนิดเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุด อาจเป็นผลมาจากการที่ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติในบ่อพลาสติก

ดังนั้นโดยสรุปเมื่อพิจารณาผลการศึกษาทั้งหมด (การทดลองที่ 1; ปีที่ 1 และการทดลองที่ 2; ปีที่ 2) จึงสามารถสรุปได้ว่าการเลี้ยงปลาคุกกี้ร่วมกับเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 15:5 ตัว/ตารางเมตร (หรืออัตราส่วน 3:1) มีความเหมาะสมที่สุดในการเลี้ยงปลาคุกกี้ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง โดยการนำปลานิลมาเลี้ยงร่วมกับปลาคุกกี้ในบ่อพลาสติกนั้นจะส่งผลให้ปลาคุกกี้มีประสิทธิภาพการเติบโตที่ดีกว่าการเลี้ยงปลาคุกกี้เพียงชนิดเดียว นอกจากนี้การเลี้ยงปลานิลร่วมกับปลาคุกกี้ ปลานิลจะช่วยส่งเสริมเกื้อกูลให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศภายในบ่อพลาสติก โดยปัจจัยคุณภาพน้ำที่สะท้อนถึงปริมาณธาตุอาหารในบ่อพลาสติกจะมีปริมาณลดลง เมื่ออัตราการปล่อยปลาคุกกี้ลดลงและอัตราการปล่อยปลานิลมากขึ้น สำหรับผลศึกษาการลดอัตราการให้อาหารเมื่อดำเนินการไปนั้น พบว่ามีความเป็นไปได้ในการลดอัตราการให้อาหารเมื่อดำเนินการ จากปริมาณ 5% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน ลดลงเหลือ 4% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน โดยปลาคุกกี้ยังคงมีประสิทธิภาพการเติบโตที่ดีเช่นเดิม

ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย “การเลี้ยงปลาคุกกี้ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นด้านการเลี้ยงปลาคุกกี้ในบ่อพลาสติก โดยสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงปลาคุกกี้ร่วมกับปลานิลหรือปรับเปลี่ยนชนิดของสัตว์น้ำที่นำมาเลี้ยงร่วมกับปลาคุกกี้เป็นชนิดอื่นก็ได้ เช่น หอยขม ทั้งนี้สัตว์น้ำที่นำมาเลี้ยงร่วมกับปลาคุกกี้จะต้องเป็นชนิดที่ส่งเสริมเกื้อกูลซึ่งกันและกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของมหาวิทยาลัยรามคำแหง (2552) ที่รายงานว่า การเลี้ยงปลาคุกกี้ ในบ่อพลาสติกตามแนวหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงนั้น พบว่าส่วนใหญ่จะเลี้ยงในลักษณะ “การเลี้ยงปลาแบบชนิดเดียว” ซึ่งทั้งนี้มีความเป็นไปได้ที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการเลี้ยงปลาคุกกี้ในบ่อพลาสติกร่วมกับสัตว์น้ำชนิดอื่นในลักษณะ “การเลี้ยงปลาหลายชนิดหรือแบบรวม” คือ การเลี้ยงปลาหลายชนิดรวมในบ่อเดียวกัน หรือชนิดเดียว แต่มีขนาดต่างกัน และไม่มีอันตรายต่อกัน ข้อดีของการเลี้ยงปลาแบบรวม สามารถใช้ประโยชน์ได้จากอาหารที่มีในบ่อปลาอย่างเต็มที่และชนิดปลาที่แตกต่างกันนั้นยังจะส่งเสริมเกื้อกูลซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปส่งเสริมให้เกษตรกรและผู้สนใจใช้เป็นแนวทางที่จะพัฒนาและขับเคลื่อนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการเลี้ยงปลาคุกกี้ในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงได้อย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

4. โครงการย่อยที่ 4 เรื่อง “ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์”

วิตามินซีเป็นสารที่จำเป็นต่อร่างกายของสัตว์น้ำเพื่อให้การเจริญเติบโตการสืบพันธุ์และกลไกทางชีวภาพดำเนินได้อย่างปกติซึ่งปลาส่วนใหญ่ไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินซีได้ ในสภาพการเลี้ยงอาหารธรรมชาติสามารถได้รับวิตามินซีจากพวกแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำแต่สภาพการเลี้ยงปลาเชิงพาณิชย์ปริมาณวิตามินซีในอาหารธรรมชาติไม่เพียงพอจำเป็นต้องเสริมวิตามินซีในอาหารปลา การศึกษาที่ผ่านมาในปลาหลายชนิดแสดงให้เห็นว่าปลาที่ได้รับอาหารที่ขาดวิตามินซีหรือมีวิตามินซีในอาหารไม่เพียงพอจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตเช่นปลากดเหลือง (*Mystus nemurus*) ปลานิล (*Tilapia zillii*) ปลาแซลมอนแอตแลนติก (*Salmo salar* L.) ปลาซีกบรีม (*Sparus aurata*) ปลาจวด (*Pseudosciaena crocea*) และกุ้งขาว (*Penaeus vannamei*) (วุฒิพร, 2539; Anadu *et al.*, 1990; Thompson *et al.*, 1993; Henrique *et al.*, 1998; Ai *et al.*, 2006; He and Lawrence, 1993) จากการทดลองครั้งนี้การเสริมวิตามินซีลงในอาหารปลาหมอไทยส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตพบว่าปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับ 500 - 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ทำให้น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเพิ่มขึ้นในทางตรงข้ามปลาที่ไม่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีจะมีการเจริญเติบโตต่ำกว่าใกล้เคียงกับการทดลองของสิทธิและคณะ (2532) ที่เลี้ยงปลากะพงขาวขนาด 1.2 - 1.7 เซนติเมตรด้วยอาหารเม็ดเปียกที่ไม่มีวิตามินซีเลยจะเจริญเติบโตช้ากว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีวิตามินซี 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอาหารแห้ง และหยุดการเจริญเติบโตในตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 ของการทดลองมะลิและคณะ (2533) กล่าวว่าระดับของวิตามินซีในอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลากะพงขาว (*Lates calcarifers*) วัยอ่อนอยู่ที่ระดับ 500 - 700 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งลูกปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริมวิตามินซีจะมีการเจริญเติบโตช้าลงปลาที่มีลำตัวดำแข็งซึมตกลีบบริเวณเหงือกเส้นเลือดประกระจุกแก้มปิดเปิดเร็วและสันจะงอยปากสันเสีการทรงตัวครีบหางกร่อนคาโปนและบางตัวเกิดอาการคดงอของกระดูกสันหลังความต้องการวิตามินซีจะแตกต่างกันไปตามชนิดของปลาขนาดสภาพแวดล้อม ความหนาแน่นของปลาที่เลี้ยงระดับความต้องการของวิตามินซีของกลุ่มปลาคอเมริกันไม่เกิน 880 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (Andrews and Murai, 1974) รายงานของคณัยและคณะ (2548) กล่าวว่า อาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมเพียงพอต่อการเสริมในอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลากดเหลือง (*Mystus nemurus*) ขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 3.14 กรัม เนื่องจากลูกปลาที่ศึกษาโดยให้อาหารเสริมวิตามินซี 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตและความยาวดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ ($P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 750 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

ในสภาพธรรมชาติปลาจะต้องพบกับสภาพแวดล้อมหลายๆอย่างที่แตกต่างกันออกไปได้แก่ ความหนาแน่นของการปล่อยปลาก็จะมากขึ้นการควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงก็อาจไม่มีความต้องการของปลาต้องการของปลาที่จะนำเอาวิตามินซีไปใช้ในการสร้างภูมิคุ้มกันเพื่อต่อต้านการติดเชื้อเนื่องจากแบคทีเรียก็เพิ่มขึ้นนอกจากนี้ในสภาพการเลี้ยงจริงปลาอาจเกิดความเครียดจึงปล่อยสารนอร์เอพิเนฟริน (norepinephrine) ออกมาทำให้ร่างกายมีขบวนการเมตาบอลิซึมมากขึ้นเพื่อช่วยลดความเครียด อันเกิดเนื่องจากมลพิษที่มีอยู่ในน้ำซึ่งล้วนแต่ต้องการวิตามินซีในระดับที่เพิ่มขึ้นทั้งสิ้น (Halver, 1989) จากที่กล่าวมาข้างต้นนี้สอดคล้องกับผลการทดลองโดย Boonyaratpalin et al. (1989) ซึ่งสรุปว่าระดับของวิตามินซี 700 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมก็เพียงพอสำหรับการที่ทำให้การเจริญเติบโตของปลา กะพงขาวดีที่สุดและสามารถป้องกันอาการอันเกิดจากการขาดวิตามินซีได้แม้วิตามินซีในระดับ 1,100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมจะเป็นระดับที่ปลากะพงขาวต้องการเพื่อใช้ในการรักษาระดับของวิตามินซีในตับและเป็นระดับที่จะเชื่อถือว่าปลาจะได้รับวิตามินซีในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการในสภาพของการเลี้ยงจริงในธรรมชาติ แม้ว่าการทดลองครั้งนี้ระดับวิตามินซีที่เสริมลงในอาหารทดลอง 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ส่งผลให้ปลาหมอไทยมีค่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งจะเป็นระดับที่เหมาะสมที่เสริมในอาหารปลาหมอไทย แต่เมื่อเพิ่มระดับวิตามินซีในอาหาร สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอไทยให้ดีขึ้น โดยเฉพาะปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีค่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 40.05 ± 0.33 , 32.38 ± 0.24 กรัมต่อตัว และ 1.38 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และยังมีอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ยต่ำที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของวุฒิพร (2539) ที่ศึกษาผลของวิตามินซีระดับต่างๆต่อการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดตายของปลากดเหลือง (*Mystus nemurus*) โดยน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยตัวละ 1.25 กรัม แบ่งอาหารเสริมวิตามินซี 7 ระดับคือ 0, 50, 100, 200, 500, 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมตามลำดับเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์พบว่าปลากดเหลืองที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมจะมีการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อดีที่สุด ($P > 0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมสำหรับอัตราการรอดตายของปลาทุกชุดการทดลองอยู่ในช่วง 87 – 97 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งเมื่อทำการเสริมวิตามินซีในอาหารปลาคูกลูกผสมที่ระดับ 250, 500, 1,000, 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของแต่ละกลุ่มทดลองเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์พบว่าระดับการเสริมวิตามินซี 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเป็นระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตเป็นปกติ ในการเพิ่มระดับการเสริมวิตามินซีมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มของปลาดุกลูกผสมในเชิงเส้นตรง ($P < 0.05$) ที่สัปดาห์ 1-4 ของการทดลอง อย่างไรก็ตามผลความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้ไม่ค่อยเนื่องเมื่อทำการวัดที่สัปดาห์ที่ 5-8 จึงสรุปได้ว่าการเสริมวิตามินซีที่ระดับ 1,000-1,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในอาหารปลาดุกลูกผสมที่ระยะ juvenile จะทำให้ปลาดุกลูกผสมมีอัตราการเจริญเติบโตสูง (สุรินทร์และภคณี, 2553) เช่นเดียวกับรายงานการศึกษาในปลาดุกอัฟริกันที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมวิตามินซีที่ระดับ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน่าจะเป็นปริมาณที่เพียงพอที่ปลาจะไม่แสดงอาการขาดวิตามินซีและถ้าเพิ่มปริมาณวิตามินซีที่เสริมในอาหารเป็น 1,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมปลาดุกอัฟริกันจะมีค่าสมรรถนะการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์จากอาหารได้สูงที่สุด (Adewolu and Aro, 2009)

ทางด้านผลผลิตของปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีระดับ 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมมีผลผลิตรวมทั้งหมดมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ต้นทุนการผลิตปลา 1 กิโลกรัมมีต้นทุนต่ำสุดในกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซี แม้ว่าปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมจะมีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 70.90 ± 0.71 และ 70.97 ± 2.62 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับแต่ก็ไม่แตกต่างกับกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในการศึกษาต้นทุนผลตอบแทนโดยพิจารณาจากอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโครงการให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับที่ลงทุนไปแต่ถ้าค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า ผลตอบแทนที่ได้รับจากโครงการไม่คุ้มกับเงินลงทุนที่เสียไปซึ่งผลการทดลองครั้งนี้เพียงกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมที่ให้ผลตอบแทนต่อต้นทุนไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซี ($P > 0.05$) มีรายงานเกี่ยวกับต้นทุนผลตอบแทนในปลาบึกที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 250, 500 และ 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมมีค่าอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนมากกว่า 1 แต่ระดับวิตามินซี 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ให้ผลคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด (ขวัญตา, 2552) แม้ว่าต้นทุนจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณการเสริมวิตามินซีที่อาจเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตตามไปด้วยดังนั้นในการเลี้ยงปลาหมอไทยเชิงพาณิชย์ด้วยอาหารเสริมวิตามินซีที่เหมาะสม จึงควรเติมวิตามินซีในปริมาณ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตอยู่ในเกณฑ์ดีและได้ผลผลิตสูงที่สุด

5. โครงการย่อยที่ 5 เรื่อง “รูปแบบและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (*Rana rugulosa*) เพื่อเป็นอาหารปลอดภัยและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน”

ศึกษาผลของการเลี้ยงกบนาในรูปแบบที่แตกต่างกันคือ บ่อซีเมนต์ คอก ขางรถยนต์และกระชัง ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลีนาให้มีระดับโปรตีนประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ไขมันไม่เกิน

10 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานประมาณ 3,000 Kcal/Kg เป็นระยะเวลา 120 วัน เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ด้านความสมบูรณ์เพศ และด้านต้นทุนผลตอบแทนในการผลิตกบนา พบว่า

น้ำหนักเฉลี่ย (Average weight; กรัม) ตั้งแต่วันที่ 30 ของการเลี้ยงจนสิ้นสุดการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกบที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 39.26 ± 5.67 กรัม รองลงมาคือ กระชัง ขางรถยนต์ และคอกมีค่าเท่ากับ 37.91 ± 2.50 , 30.00 ± 2.00 และ 21.33 ± 4.04 กรัม ตามลำดับ ในวันที่ 60 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย กบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 100.54 ± 12.55 กรัม รองลงมาคือขางรถยนต์ กระชัง และคอก มีค่าเท่ากับ และ 99.41 ± 10.89 , 75.81 ± 7.93 และ 49.89 ± 9.09 กรัม ตามลำดับ ในวันที่ 90 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกบนาที่เลี้ยงในขางรถยนต์มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 146.52 ± 38.66 กรัม รองลงมาคือบ่อซีเมนต์ กระชัง และในคอก มีค่าเท่ากับ, 134.92 ± 21.47 , 120.55 ± 4.19 และ 77.65 ± 7.59 กรัม ตามลำดับ ในวันที่ 120 วัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย กบนาที่เลี้ยงในขางรถยนต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ เท่ากับ 164.34 ± 37.90 กรัม รองลงมา คือ กระชัง คอก มีค่าเท่ากับ 107.26 ± 16.46 และ 90.96 ± 20.64 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ มีค่าเท่ากับ 135.45 ± 5.06 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับ ภาณุวัฒน์ (2546) กล่าวว่า การเลี้ยงกบในบ่อซีเมนต์ เป็นรูปแบบที่นิยมเลี้ยงกันมากที่สุดในปัจจุบันเพราะดูแลรักษาง่ายกบมีความเป็นอยู่ดีและเจริญเติบโตดีอีกทั้งเป็นการง่ายต่อการบริหารจัดการต่อผู้เลี้ยงในด้านการดูแลรักษาบ่อ กบดังกล่าวนี้ควรจะสร้างด้วยคอนกรีตหรือวัสดุอื่น ๆ ที่มีความแข็งแรงพอสมควรสามารถป้องกันไม่ให้กบหนี และป้องกันศัตรูจากภายนอกไม่ให้เข้าไปทำลายกบได้ ขนาดบ่อมีหลายขนาด ขึ้นกับความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ อย่างไรก็ตามการเลี้ยงกบในบ่อซีเมนต์การเลี้ยงกบในกระชัง และการเลี้ยงกบในบ่อดิน จะใช้ต้นทุนที่ดินและการก่อสร้างที่สูง เกษตรกรบางรายได้ประยุกต์วิธีการเลี้ยงโดยนำวัสดุเหลือใช้มาก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น การเลี้ยงในขางรถยนต์เก่าซ้อนกันหรือที่เรียกว่าการเลี้ยงกบคอนโด ซึ่งใช้พื้นที่ไม่มากแล้วยังไม่สิ้นเปลืองน้ำ คอนโด 1 ชุด สามารถเลี้ยงกบได้ 100 ตัว โดย ฉะฮ้อน (2550) กล่าวว่า การเลี้ยงกบคอนโด นั้นจะให้ผลการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายที่ดีกว่าการเลี้ยงกบในบ่อซีเมนต์ นอกจากนี้ยังเป็นวิธีการเลี้ยงที่ใช้ต้นทุนน้อย และประหยัดน้ำ ซึ่งเหมาะกับพื้นที่สูงหรือพื้นที่แห้งแล้งและอายุของกบที่จะนำมาเลี้ยงในคอนโด ถ้ามีอายุมากกว่า 90 วัน มักจะพบปัญหาเรื่องกบเครียด เพราะอยู่ในที่มืดและแคบ อาจจะมีผลให้กบตายหรือการกินอาหารของกบยั้งระยะเวลาออกไปจาก 3 เดือน ไปถึง 4 เดือน ถึงจะจับขายได้ สถานที่จัดการวางคอนโดนับเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ หลักการสำคัญควรระวังอย่าให้แดดแฉะโดยตรง เพราะขางรถจะร้อนมีผลทำให้น้ำที่อยู่ในคอนโดร้อนตามไปด้วย ควรจะวางในบริเวณที่มีแสงรำไร

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Mean weight gain; กรัม/ตัว) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของกบนาตลอดการทดลองทั้ง 4 หน่วยการทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกบนาที่เลี้ยงใน

ยางรถยนต์ มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 152.45 ± 38.62 กรัม/ตัว รองลงมาคือกบนาที่เลี้ยงในกระชังและคอก มีค่าเท่ากับ 96.14 ± 16.26 และ 80.05 ± 20.64) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ซึ่งมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 123.56 ± 5.01 กรัม/ตัว ซึ่งสอดคล้องกับ ศรีณยู (2550) ได้ทำการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของกบนาที่เลี้ยงด้วยรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงกบภายในบ่อปูนซีเมนต์กลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.10 เมตร สูง 0.40 เมตร ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงกบในขางรถบรรทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.10 เมตร จำนวน 3 เส้นเรียงซ้อนทับกัน และชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงกบในคอกขนาด $1 \times 1 \times 0.90$ เมตร โดยใช้ตาข่ายในล่อนขึงล้อมรอบ เลี้ยงด้วยอาหารสำหรับปลาคุณภาพดี วันละ 2 ครั้ง ระยะเวลาในการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า กบนาที่เลี้ยงในขางรถบรรทุกมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งสูงกว่าการเลี้ยงในบ่อปูนซีเมนต์และในคอก ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน และอัตราการแลกเนื้อ (FCR) ไม่มีความแตกต่างกันสำหรับอัตราการรอดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า กบนาที่เลี้ยงในบ่อปูนซีเมนต์ และกบนาที่เลี้ยงในขางรถยนต์ ต่างกับกบนาที่เลี้ยงในคอก

อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average daily growth; กรัม/ตัว/วัน) จากอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของกบนาตลอดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกบนาที่เลี้ยงในขางรถยนต์ มีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงสุด เท่ากับ 1.27 ± 0.32 กรัม/ตัว/วัน รองลงมาคือกบนาที่เลี้ยงในกระชัง และคอก ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน เท่ากับ 0.80 ± 0.14 และ 0.67 ± 0.17 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน เท่ากับ 1.03 ± 0.04 กรัม/ตัว/วัน

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; เปอร์เซ็นต์/วัน) จากอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของกบนาตลอดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกบนาที่เลี้ยงใน ขางรถยนต์ มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดเท่ากับ 2.18 ± 0.24 เปอร์เซ็นต์/วัน รองลงมาคือกบนาที่เลี้ยงในคอก มีค่าเท่ากับ 1.75 ± 0.20 เปอร์เซ็นต์/วัน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ และกระชัง ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 2.03 ± 0.03 และ 1.88 ± 0.12 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency ratio) จากประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของกบนาตลอดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกบนาที่เลี้ยงในขางรถยนต์ มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงสุดเท่ากับ 4.91 ± 1.24 รองลงมาคือกบนาที่เลี้ยงในกระชัง และในคอก ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนเท่ากับ 3.09 ± 0.52 และ 2.58 ± 0.66 ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนเท่ากับ 3.98 ± 0.16

อัตราการผลิตอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio; หน่วย) จากอัตราการผลิตอาหารเป็นเนื้อของกบนาตลอดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเลย โดยที่กบนาที่เลี้ยงในขางรถยนต์ มีอัตราการผลิตอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 2.90 ± 0.47 รองลงมาคือกบนาที่เลี้ยงในคอก บ่อซีเมนต์ และกระชัง ซึ่งมีอัตราการผลิตอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 3.15 ± 0.91 , 3.48 ± 0.45 และ 3.90 ± 0.62 ตามลำดับ

อัตราการรอดตาย (Survival rate; เปอร์เซ็นต์) จากอัตราการรอดตายของกบนาตลอดการทดลองทั้ง 4 หน่วยการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่ากบนาที่เลี้ยงในกระชังมีอัตราการรอดตาย สูงสุดคือ 76.25 ± 7.50 รองลงมาคือกบนาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ ขางรถยนต์ และเลี้ยงในคอก ตามลำดับ มีอัตราการรอดตาย 75.00 ± 5.00 , 34.87 ± 2.35 และ 11.37 ± 2.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ดัชนีความสมบูรณ์เพศ (Gonadosomatic index) การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์เพศของกบนาทั้งเพศผู้และเพศเมีย ที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ คอก ขางรถยนต์ และกระชัง เป็นเวลา 120 วัน ดังนี้ ดัชนีความสมบูรณ์เพศของกบนาเพศผู้ (เปอร์เซ็นต์) ดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ยของกบนาเพศผู้ตลอดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกบนาที่เลี้ยงในขางรถยนต์ มีดัชนีความสมบูรณ์เพศสูงสุดเท่ากับ 0.019 ± 0.005 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีแนวโน้มที่สูงกว่ากบนาที่เลี้ยงในคอก บ่อซีเมนต์ และกระชัง ซึ่งมีดัชนีความสมบูรณ์เพศเท่ากับ 0.018 ± 0.004 , 0.016 ± 0.003 และ 0.012 ± 0.002 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนดัชนีความสมบูรณ์เพศของกบนาเพศเมีย (เปอร์เซ็นต์) ดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ยของกบนาเพศเมียตลอดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกบนาที่เลี้ยงในกระชังมีดัชนีความสมบูรณ์เพศสูงสุดเท่ากับ 0.380 ± 0.045 รองลงมาคือกบนาที่เลี้ยงในคอกบ่อซีเมนต์ และขางรถยนต์ ซึ่งมีดัชนีความสมบูรณ์เพศเท่ากับ 0.362 ± 0.006 , 0.171 ± 0.015 และ 0.164 ± 0.021 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากกระชังที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะโปร่งอากาศถ่ายเทได้สะดวก ทำให้กบอาศัยอยู่อย่างเป็นสุข ซึ่งอาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้กบนา มีการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ได้ดีกว่าชุดการทดลองอื่น รวมถึงในการทดลองครั้งนี้ใช้อาหารที่ผสมสาหร่าย 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสาหร่ายมีส่วนช่วยพัฒนาการเจริญพันธุ์ในสัตว์น้ำ ดังตัวอย่างในงานของจงกล (2554) ที่ทดลองให้อาหารผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าสด พบว่า ปลานิลแดงมีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับปลานิลที่ไม่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลิน่า และ Jongkol (2011) ที่ทดลองใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าสด และผง ในการเลี้ยงปลาแฟนซีคาร์ฟ พบว่า มีค่าดัชนีการเจริญพันธุ์สูงกว่าปลาแฟนซีคาร์ฟที่ได้รับอาหารที่ไม่ผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ต้นทุนการผลิตกบนาจากการศึกษาดัชนีทุนในการผลิตกบนาที่เลี้ยงในรูปแบบที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ คือ เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ คอก ขางรถยนต์ และกระชัง เป็นเวลา 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

พบว่า มีต้นทุนผันแปรมีค่าเท่ากับ 504.95 บาท (99.01 เปอร์เซ็นต์) 1,883.64 บาท (97.73 เปอร์เซ็นต์) 418.12 บาท (100 เปอร์เซ็นต์) และ 1,082.57 บาท (97.95 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ และต้นทุนคงที่มีค่าเท่ากับ 5.04 บาท (0.99 เปอร์เซ็นต์) 43.66 บาท (2.27 เปอร์เซ็นต์) 0 บาท (0 เปอร์เซ็นต์) และ 22.69 บาท (2.05 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ และมี ต้นทุนการผลิตต่อกิโลกกรัมเท่ากับ 125.61, 238.82, 112.10 และ 169.00 บาท/กิโลกกรัม ตามลำดับ และมีต้นทุนการผลิตต่อตัวเท่ากับ 16.99, 21.73, 18.45 และ 18.11 บาท/ตัว ซึ่งถือว่าต้นทุนการผลิตที่ค่อนข้างสูง สอดคล้องกับ ภาณุวัฒน์ (2546) กล่าวว่าการศึกษาในส่วน of ต้นทุนในการเลี้ยงกบนั้น ส่วนใหญ่แล้วการเลี้ยงกบเพื่อการค้าอย่างจริงจังต้องใช้เงินลงทุนในระยะแรกสูงพอสมควร เช่น ค่าติดตั้งอุปกรณ์ ค่าพันธุ์กบ หรือค่าก่อสร้างสถานที่เลี้ยง ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่มักขาดเงินลงทุนดำเนินการ และที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ค่าอาหารกบซึ่งมีราคาแพง (38 – 39 บาทต่อกก.) และมีคุณภาพค่อนข้างต่ำ โดยที่ผ่านมาพบว่า การเลี้ยงกบในบ่อซีเมนต์เป็นรูปแบบที่นิยมเลี้ยงกันมากที่สุดในปัจจุบันเพราะดูแลรักษาง่ายกบมีความเป็นอยู่ดีและเจริญเติบโตดี อีกทั้งเป็นการง่ายต่อการบริหารจัดการต่อผู้เลี้ยงในด้านการดูแลรักษา

สอดคล้องกับ สุณีย์ (2553) กล่าวว่า ต้นทุนในการผลิตกบนา โดยเฉพาะการเลี้ยงกบคอนโดถือได้ว่าเป็นรูปแบบการเลี้ยงที่มีการลงทุนน้อย กล่าวคือ เลี้ยงกบ 1 คอนโดจำนวน 100 ตัว จะใช้เงินลงทุนรวมประมาณ 800 บาท และถ้าเกษตรกรมีการจัดการในการเลี้ยงที่เหมาะสมจะสามารถผลิตกบนาใน 1 คอนโดได้น้ำหนักกบ 25 กิโลกรัม ขายในราคา กิโลกรัมละ 60 บาท จะมีรายได้จากการเลี้ยงกบประมาณ 1,500 บาทต่อ 1 คอนโด แสดงให้เห็นว่าเลี้ยงกบ 1 คอนโด มีกำไร 700 บาท ส่วน ฉะอ้อน (2550) กล่าวว่า การเลี้ยงกบในคอนโด นั้นจะให้ผลการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายที่ดีกว่าการเลี้ยงกบในบ่อซีเมนต์ นอกจากนี้ยังเป็นวิธีการเลี้ยงที่ใช้ต้นทุนน้อยและประหยัดน้ำ ซึ่งเหมาะกับพื้นที่สูงหรือพื้นที่แห้งแล้ง

อนุวัฒน์ และคณะ (2548) ได้ศึกษาการเลี้ยงกบนาในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นที่แตกต่างกัน โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ช่วงอายุการเลี้ยงคือช่วงอายุการเลี้ยงที่ 1 กบนาอายุ 50 วันถึง 80 วันเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 25, 50, 75, 100 และ 125 ตัวต่อตารางเมตรช่วงอายุการเลี้ยงที่ 2 กบนาอายุ 80 วันถึง 110 วันเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 15, 30, 45, 60 และ 75 ตัวต่อตารางเมตรและช่วงอายุการเลี้ยงที่ 3 กบนาอายุ 110 วันถึง 140 วัน เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 10, 20, 30, 40 และ 50 ตัวต่อตารางเมตร โดยเน้นการศึกษาเกี่ยวกับต้นทุนในการผลิต รายได้ทั้งหมด รายได้สุทธิ กำไรสุทธิ และผลตอบแทนต่อการลงทุน ซึ่งในด้านต้นทุนการผลิต พบว่าช่วงอายุการเลี้ยงที่ 1 มีต้นทุนการผลิตต่อกิโลกกรัมอยู่ระหว่าง 52.08 ถึง 57.18 บาทรายได้สุทธิมีค่าระหว่าง -77.57 ถึง -304.61 บาทและกำไรสุทธิมีค่าระหว่าง -88.69 ถึง -315.73 บาทและผลตอบแทนต่อการลงทุนมีค่าระหว่าง -21.99 ถึง -28.99 เปอร์เซ็นต์ช่วงอายุการเลี้ยงที่ 2 มีต้นทุนการผลิตต่อกิโลกกรัมอยู่ระหว่าง 45.63 ถึง 48.50 บาทรายได้สุทธิมีค่าระหว่าง 21.04 ถึง 111.93 บาทและกำไรสุทธิมีค่าระหว่าง 9.93 ถึง 100.81 บาทและผลตอบแทนต่อการลงทุนมีค่าระหว่าง 6.52 ถึง 10.64 เปอร์เซ็นต์ และช่วงอายุการเลี้ยงที่ 3 มีต้นทุนการผลิตต่อกิโลกกรัมอยู่ระหว่าง 48.65 ถึง 56.52 บาทรายได้สุทธิมีค่าระหว่าง

30.00 ถึง 225.28 บาทและกำไรสุทธิมีค่าระหว่าง 18.88 ถึง 214.16 บาทและผลตอบแทนต่อการลงทุนมีค่าระหว่าง 9.78 ถึง 24.65 เปอร์เซ็นต์เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตพบว่าอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงกบนาช่วงอายุการเลี้ยงที่ 1, 2 และ 3 คือ 100, 75 และ 50 ตัวต่อตารางเมตรเนื่องจากในอัตราความหนาแน่นดังกล่าวมีต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมต่ำสุดและมีผลตอบแทนต่อการลงทุนสูงกว่ากบนาที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นอื่นๆ

รายได้ทั้งหมด รายได้สุทธิ กำไรสุทธิ และผลตอบแทนต่อการลงทุนจากการศึกษากบนาที่เลี้ยงในรูปแบบที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ คือ เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ คอก ขางรถยนต์ และกระชัง เป็นเวลา 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า กบนาที่เลี้ยงในคอกมีรายได้ทั้งหมดมากที่สุดคือ 645.60 บาท/กิโลกรัม, รองลงมาคือกบนาที่เลี้ยงในกระชัง, บ่อซีเมนต์และขางรถยนต์ ตามลำดับ มีรายได้ทั้งหมดดังนี้คือ และ 523.20 , 324.80 และ 298.40 บาท/กิโลกรัมตามลำดับ มีรายได้สุทธิเท่ากับ -180.15, -1,238.04, -119.72 และ -559.37 บาท ตามลำดับ มีกำไรสุทธิมีค่าเท่ากับ -185.19, -1,281.70, -119.72 และ -582.06 บาท ตามลำดับ และผลตอบแทนต่อการลงทุนมีค่าเท่ากับ -35.32, -64.24, -28.63 และ -50.61 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

6. โครงการย่อยที่ 6 ระบบการเลี้ยงปลาบึกและปลาลูกผสมที่มีประสิทธิภาพ ผลผลิตปลาบึกและปลาลูกผสมดีที่สุดจากหน่วยทดลอง 3 ที่ให้อาหาร 3 % โดยมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมีค่า 6.66 และ 13.50 กก. ในขณะที่อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะมีค่า 0.38 และ 0.63 %/วัน ตามลำดับ การเจริญเติบโตของปลาบึกในหน่วยทดลอง 1 ที่ให้อาหาร 0.75 % และใส่ปุ๋ย 35 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับหน่วยทดลอง 3 ที่ให้อาหาร 3 % ($p>0.05$) และพบว่าในหน่วยทดลอง 2 ที่ให้อาหาร 1.5 % และใส่ปุ๋ย 15 กก./ไร่ มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะน้อยกว่าหน่วยทดลองที่ 1 และ 3 อีกด้วย ส่วนการเจริญเติบโตของปลาลูกผสมในหน่วยทดลอง 3 ที่ให้อาหาร 3 % พบว่ามีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่าอีก 2 หน่วยทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

อัตราการแลกเนื้อ (FCR) ของปลาบึกดีกว่าปลาลูกผสมในทุกหน่วยทดลอง FCR ดีที่สุดได้จากหน่วยทดลอง 1 ที่ให้อาหาร 0.75 % / นน. และใส่ปุ๋ย 35 กก./ไร่ โดยในปลาบึกมีค่า FCR 0.7 และปลาลูกผสมมีค่า FCR 1.73

ในชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหาร 0.75 % และใส่ปุ๋ย 35 กก./ไร่ พบสาหร่ายไคสามารถเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งในธรรมชาติสาหร่ายดังกล่าวเป็นอาหารหลักของปลาบึก เชื่อกันว่าปลาบึกกินพืชจำพวกตะไคร่น้ำที่ขึ้นอยู่ตามก้อนหินโขดหินได้น้ำเป็นอาหาร และในกระเพาะและลำไส้ของปลาบึก พบของเหลวข้นสีเขียวแก่ของสาหร่ายไคเป็นส่วนมาก ทั้งนี้ก็เพราะว่าปลาบึกเมื่อโตกว่า 1 กก. จะไม่มีฟัน

และจะกินพืชสาหร่ายและแพลงตอนเป็นอาหารหลัก (เกรียงศักดิ์, 2548) ประกอบกับ ชูดี (2550) กล่าวว่า สาหร่ายชนิดนี้มีโปรตีนค่อนข้างสูงถึง 20% ดังนั้นเมื่อปลาบึกได้รับสารอาหารจากสาหร่ายไกรร่วมกับอาหารเม็ด จึงสามารถมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับการให้อาหารเม็ด 3 % อย่างเดียว จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การเลี้ยงปลาบึกและปลาลูกผสมร่วมกันในหน่วยทดลองที่ให้อาหาร 3 % ปลาลูกผสมเจริญเติบโตได้ดีกว่าปลาบึก ซึ่งแตกต่างจาก เกรียงศักดิ์และคณะ (2554) ที่เลี้ยงปลาบึกร่วมกับปลาลูกผสม ในบ่อดินขนาด 300 ตารางเมตร โดยปล่อยปลาบึกจำนวน 45 ตัว ร่วมกับปลาลูกผสม 45 ตัว ให้อาหารเม็ดและอาหารลอยอย่างละ 2% ค่อน้ำหนักตัวต่อวัน พบว่าปลาบึกมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าปลาลูกผสม ทั้งนี้เนื่องจากปลาลูกผสมจะเป็นปลาเลี้ยงที่มีนิสัยในการกินอาหารเม็ดจากปลาสวย และสามารถกินอาหารเม็ดได้เร็วและดีกว่าปลาบึกประกอบกับในการศึกษานี้ปริมาณอาหารที่ให้น้อยกว่า จากการศึกษาสามารถเลี้ยงปลาบึกร่วมกับปลาลูกผสมได้ในอัตราเช่นเดียวกับการเลี้ยงปลาบึกอย่างเดียว ซึ่งอัตราการปล่อยที่แนะนำคือ ปล่อยปลาบึกในอัตรา 160 ตัว/ไร่ หรือ 1 ตัว ต่อเนื้อที่บ่อ 10 ตารางเมตร เหมาะสำหรับบ่อที่มีขนาด ไม่เกิน 2 ไร่ ความลึกประมาณ 2.0-2.5 เมตร (เสนอ, 2552)

คุณภาพน้ำส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันในแต่ละหน่วยทดลอง ปลาสามารถเจริญเติบโตได้ดี ยกเว้นความโปร่งแสงมีค่า 70 cm ออกซิเจนในน้ำ 5.96 mg/l มีค่ามากที่สุด ในหน่วยทดลอง 1 ที่ให้อาหาร 0.75 % และใส่ปุ๋ย 35 กก. และมีแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับหน่วยทดลองอื่น ($p < 0.05$) ส่วนปริมาณ แอมโมเนีย ในเตรท และออร์โธฟอสเฟต มีค่ามากสุดในหน่วยทดลอง 3 ที่ให้อาหารอย่างเดียว 3 % และแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับหน่วยทดลองอื่น ($p < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากการให้ปริมาณอาหารที่ให้มากเกินไปแล้วเหลือ และทำให้หน่วยทดลองที่ 3 นี้มีอัตราการแลกเนื้อสูงสุดคือ 1.7 และ 2.3 ในปลาบึกและปลาลูกผสม ตามลำดับ โดยอาหารที่เหลือส่งผลให้เกิดแอมโมเนีย ในเตรท และออร์โธฟอสเฟต มากขึ้นเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยและให้อาหารปริมาณที่น้อย ประกอบกับในหน่วยทดลอง 1 ที่ให้อาหาร 0.75 % และใส่ปุ๋ย 35 กก. พบว่ามีสาหร่ายไกรเกิดการแพร่กระจายรวดเร็วหลังจากใส่ปุ๋ยได้ 2 สัปดาห์ สาหร่ายจะใช้ธาตุอาหารดังกล่าวเพื่อการเจริญเติบโตทำให้พบปริมาณ แอมโมเนีย ในเตรท และ ออร์โธฟอสเฟต ในปริมาณที่น้อย และช่วยทำให้น้ำมีความโปร่งแสง และเกิดการขบวนการสังเคราะห์แสงได้ดีทำให้ปริมาณออกซิเจนมากขึ้นด้วย ส่วนความเป็นด่าง คลอโรฟิลล์เอ ปริมาณและชนิดแพลงก์ตอนพืช ไม่แตกต่างกันทางสถิติในแต่ละหน่วยการทดลอง แต่พบว่ามีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 6,230 เซลล์ต่อลิตร และค่าคลอโรฟิลล์ เอ 596 mg/m³ ในหน่วยทดลอง 3 ที่ให้อาหารอย่างเดียว โดยชนิดที่พบเด่นคือ *Chlorella* sp. *Dictyosphaerium* sp. และ *Synechococcus* sp. เมื่อนำมาเปรียบเทียบการทดลองเลี้ยงปลาบึกจากการศึกษาของเกรียงศักดิ์และคณะ (2554) พบว่ามีปริมาณแพลงก์ตอนพืชสูงถึง 59,495 เซลล์ต่อลิตร ซึ่งมีค่าแปรผันตามปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

และปริมาณสารอาหาร ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยหากปริมาณแพลงก์ตอนพืชมีค่าสูงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณสารอาหารก็มีค่าสูงตามไปด้วย

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าผลตอบแทนเบื้องต้นจากการเลี้ยงปลาบึกและปลาหนังลูกผสมระยะเวลา 4 เดือนอัตราปล่อย 1 ตัว/9 ตารางเมตร มากที่สุด 775, 650. และ 500 บาท ในหน่วยทดลอง 3 ที่ให้อาหารอย่างเดียว 3 % หน่วยทดลอง 2 ที่ให้อาหาร 0.75%/นน.ปลาและปุ๋ย 35 กก/ไร่ และหน่วยทดลอง 2 ที่ให้อาหาร 1.5%/นน.ปลาและปุ๋ย 15 กก/ไร่ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการเลี้ยงในบ่อดินขนาด 300 ตารางเมตร ที่ห้วยตึงเฒ่า ระยะเวลา 6 เดือน อัตราปล่อย 1 ตัว 3 ตารางเมตร มีผลตอบแทนเบื้องต้น 7,951.50 บาท (เกรียงศักดิ์และคณะ 2554) ทั้งนี้สามารถที่จะเพิ่มผลตอบแทนได้โดยการจัดการเรื่องอาหารการใส่ปุ๋ย หรือเพิ่มระยะเวลาการเลี้ยงหรืออัตราการปล่อย

7. โครงการย่อยที่ 7 การเลี้ยงปลากดหลวงระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์เพื่อสร้างอาหารปลอดภัย และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาการเลี้ยงปลากดหลวงระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับการเปรียบเทียบชนิดของพืชที่ปลูกในระบบไฮโดร โพนิกส์ ทั้ง 4 ชนิด คือ ผักกาดหอมห่อ ผักกาดกวางตุ้ง ผักสลัดคออส และผักบุ้งจีน ตามลำดับ ผลจากการศึกษาการเจริญเติบโตของปลากดหลวง พบว่ามีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งในด้านน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอด และน้ำหนักผลผลิตรวม โดยพบว่าปลากดหลวงที่เลี้ยงร่วมกับการปลูกผักบุ้งจีนมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าปลากดหลวงที่เลี้ยงร่วมกับการปลูกผักกาดกวางตุ้งมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าการปลูกผักกาดหอมห่อ ผักสลัดคออส และผักบุ้งจีน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากช่วง 1 เดือนแรกหลังจากปล่อยปลากดหลวงลงในบ่อเลี้ยงเกิดน้ำเป็นไขที่ผิวหน้า และมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำมาก (2 มิลลิกรัมต่อลิตร) ส่งผลให้ปลาตายเป็นจำนวนมาก เนื่องจากปลาที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก ทำให้มีการปล่อยปริมาณแอมโมเนียออกมามากกว่าปลาขนาดใหญ่ (Ng, W.J. *et al.*, 1993) เป็นสาเหตุให้ต้องใช้ออกซิเจนปริมาณมากเพื่อออกซิไดซ์แอมโมเนียเป็นไนเตรท ประกอบกับในช่วงสัปดาห์ที่ 6 อุณหภูมิของน้ำเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว (จาก 28 เป็น 32 องศาเซลเซียส) ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ในขณะที่ความต้องการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นทั้งจากการหายใจของปลา พืช และแบคทีเรีย เมื่อมีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอกับกระบวนการ Nitrification จึงทำให้เกิดการสะสมของแอมโมเนียและไนไตรท์ในระบบ เมื่อมีปริมาณแอมโมเนียและไนไตรท์สูงมากส่งผลให้ปลาเกิดการระคายเคืองจึงขับเมือกออกมา และกินอาหารลดลง ทำให้อาหารเหลือจึงเกิดคราบไขมันจากอาหารลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ ซึ่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การแลกเปลี่ยนออกซิเจนในน้ำลดลง

ส่วนการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 4 ชนิด คือ ผักกาดหอมห่อ ผักกาดกวางตุ้ง ผักสลัดคอส และ ผักบั้งจีน พบว่าผักกาดหอมห่อ ผักกาดกวางตุ้ง ผักสลัดคอส และผักบั้งจีนที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วที่ระยะเวลาเพียง 35-40 วัน สอดคล้องกับการศึกษาของ ถวัลย์ (2534) กล่าวว่า การปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิคส์พืชจะเจริญเติบโตได้รวดเร็วและให้ผลผลิตได้มาก เนื่องจากสามารถควบคุมสารอาหารได้ดีกว่าการปลูกในดิน และพืชยังได้ใช้ปุ๋ยในรูปอนินทรีย์โดยตรง จึงสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วขึ้น เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 4 ชนิด พบว่า พืชทั้ง 4 ชนิด มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่าผักบั้งจีนมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ขณะที่ผักกาดกวางตุ้งมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าพืชชนิดอื่นๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากน้ำจากการเลี้ยงปลาคงเหลือมีปริมาณธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการของผักกาดกวางตุ้ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในน้ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Quillert, I. *et al.* (1993) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงในส่วนประกอบของแร่ธาตุอาหารของน้ำที่หมุนเวียน เกิดจากการขับถ่ายของเสียซึ่งประกอบด้วยแร่ธาตุของปลา การดูดซับแร่ธาตุโดยพืช และการเพิ่มของน้ำที่ใส่ทดแทนน้ำที่สูญเสียไปโดยการระเหย การเอาตะกอนออก การหายใจ การกระเด็น หรือการทำความสะอาดเครื่องกรอง (Rakocy, J.E. *et al.*, 2004) โดยสารละลายธาตุอาหารที่ไหลออกจากบ่อเลี้ยงปลาจะมีปริมาณไนเตรทและฟอสเฟตจากของเสียของปลาเพิ่มขึ้น ซึ่งของเสียจากปลาดังกล่าวจะเป็นปุ๋ยของพืช (Quillert, I. *et al.*, 1993) และอาจเป็นเพราะมีตะกอนไปจับบริเวณรากพืช ทำให้ความสามารถในการดูดซับน้ำ และธาตุอาหารลดลง (Zweig, 1986)

คุณภาพน้ำในบ่อทดลอง พบว่า อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และฟอสฟอรัส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน บีโอดี คลอโรฟิลล์-เอ และค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ มีค่าเท่ากับ 7.17 ± 0.07 , 6.92 ± 0.06 , 6.94 ± 0.07 และ 7.56 ± 0.11 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ประเทือง (2538) รายงานว่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะอยู่ระหว่าง 6.5-9 หากคุณภาพน้ำในบ่อมีปริมาณสูงหรือต่ำกว่านี้จะทำให้สัตว์น้ำมีผลผลิตต่ำมีการเจริญเติบโตช้าหรืออาจตายได้ และ อานัฐ (2548) รายงานว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างมีความสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของพืช ควรอยู่ในช่วง 5.5-6.5 เป็นช่วงที่เหมาะสมคือ ธาตุอาหารอยู่ในรูปที่พืชใช้ได้มากที่สุด ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าเท่ากับ 0.463 ± 0.06 , 0.757 ± 0.07 , 0.553 ± 0.08 และ 0.406 ± 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จันทรสว่าง (2538) ได้ทดลองเลี้ยงปลาดุกในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิดพบว่า ปริมาณแอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.010-16.395 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน มีค่าเท่ากับ 0.288 ± 0.03 , 0.382 ± 0.07 , 0.377 ± 0.01 และ 0.239 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตามลำดับ ประเทือง (2538) กล่าวว่า เมื่อปลากินอาหารจะขับถ่ายของเสียออกมา ซึ่งจะเป็นสารประกอบไนโตรเจนจะส่งผลต่อปริมาณไนโตรท-ไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าเท่ากับ 0.040 ± 0.08 , 0.127 ± 0.02 , 0.075 ± 0.01 และ 0.039 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ประเทือง (2538) กล่าวว่า ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ไม่ถือว่าเป็นพิษต่อสัตว์น้ำโดยตรงนอกเสียจากมีความเข้มข้นมาก แต่จะทำให้เกิดปัญหาทางอ้อมในกรณีที่ไนเตรทเปลี่ยนสภาพเป็นไนไตรท์ และแอมโมเนีย (ประเทือง, 2538) ปริมาณบีโอดี มีค่าเท่ากับ 3.59 ± 0.33 , 5.49 ± 0.86 , 4.09 ± 0.52 และ 3.08 ± 0.83 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ มั่นสิน และไพพรรณ (2544) กล่าวว่า ค่าบีโอดีที่เหมาะสมมีค่าไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูงสุดไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มีค่าเท่ากับ 20.10 ± 2.45 , 27.28 ± 2.76 , 26.38 ± 2.32 และ 12.62 ± 1.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะ มีค่าเท่ากับ 388.88 ± 36.11 , 740.00 ± 21.84 , 465.66 ± 17.31 และ 380.00 ± 53.27 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ วิรัช (2540) กล่าวว่า ความนำไฟฟ้าของน้ำจืดส่วนใหญ่จะมีค่าระหว่าง 10-1,000 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยเฉพาะน้ำเสีย ดังนั้นค่าความนำไฟฟ้าของน้ำจึงเป็นครรชนอย่างหาบที่ใช่ประเมินปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ในน้ำ

8. โครงการย่อยที่ 8 การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด น้ำทะเลเทียมที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นน้ำทะเลเทียมที่ผลิตออกมาภายใต้ชื่อการค้า “Marinium” ซึ่งในท้องตลาดนั้นมีเกล็ดองสำเร็จรูปสำหรับทำน้ำทะเลเทียมที่ผลิตภายในประเทศภายใต้ชื่อการค้าอื่นๆ อีกหลายชื่อ เช่น “Deep Bule Sea”, “Thai Coral”, “Aqua Raise” และ “Aqua Marine” แต่มีเพียง “Marinium” และ “Deep Bule Sea” เท่านั้นที่ระบุปริมาณแร่ธาตุของน้ำทะเลเทียมที่เตรียมได้ไว้ข้างซอง จึงเลือกเอาเพียง 1 ชื่อการค้าคือ “Marinium” ซึ่งเมื่อนำมาละลายด้วยน้ำประปาแล้วพบว่ามืองค์ประกอบใกล้เคียงกันกับในน้ำทะเลธรรมชาติที่ความเค็มเดียวกันมาก อีกทั้งยังเป็นการใช้สินค้าที่ผลิตภายในประเทศ ดังนั้นน้ำทะเลเทียมจึงน่าจะเป็นแหล่งน้ำที่เหมาะสมในการทดลองนี้ อีกทั้งต้นทุนค่าขนส่งน้ำเกลือจากนาเกลือที่มีราคาสูงมาก ถึง 15,000 (ราคาในปี พ.ศ.2547) และ 20,000 บาทในปัจจุบัน ซึ่งราคานี้เป็นราคาต่อการขนส่งน้ำเค็มจากนาเกลือ 1 คันรถ ที่สามารถบรรทุกน้ำได้ 15 ลูกบาศก์เมตร/รถ อีกทั้งค่าสีกหรือในการขนส่งในระยะทางไกลจะมีราคาสูงมาก จากปัจจัยที่กล่าวมานั้นทำให้น้ำทะเลเทียมเป็นแหล่งน้ำเค็มที่เหมาะสมในการทดลองนี้

อัตราการรอดตายของลูกกุ้งที่สูงขึ้นดังนั้นจึงน่าจะสรุปได้ว่าลูกกุ้งต้องการแร่ธาตุจากน้ำที่ใช้ในการอนุบาล เนื่องจากต้องใช้แร่ธาตุหลักทั้ง 5 ชนิด เช่น โซเดียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม แคลเซียม และ คลอไรด์ไปเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต (จักรจุพร, 2536 ; ชลธ และคณะ, 2547 ; บุญรัตน์, 2547 ; Prtoomchat, *et. al.*, 2002 a,b) โดยเฉพาะในส่วนของคุณสมบัติแมกนีเซียม และโพแทสเซียม ที่ลูกกุ้งต้องการนั้นส่วนใหญ่ได้รับมาจากในน้ำที่ใช้ในการอนุบาลนั่นเอง การทดลองนี้เป็นการยืนยันว่า

หากทำการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยน้ำเค็มที่มีระบบไหลเวียนแบบปิดต้องมีการชดเชย แมกนีเซียม และ โพแทสเซียมลงในน้ำที่ใช้ในการอนุบาลโดยจะทำให้มีอัตราการรอดตายสูงขึ้น

จากผลการทดลองที่ได้ทำการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในน้ำเค็มระบบปิดในการทดลอง พบว่า มีอัตราการรอดตายร้อยละ 23.36, 32.50 และ 38.90 ซึ่งเป็นอัตราการรอดตายที่ใกล้เคียงกับรายงานของ กระสินธุ์ (2552) ที่ได้รายงานการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในน้ำเค็มระบบปิดไว้ว่ามีอัตราการรอดตายร้อยละ 35 โดยประมาณ ซึ่งหากเทียบกับผลการอนุบาลลูกกุ้งของ กระสินธุ์ (2549) พบว่าการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในน้ำเค็มระบบปิดในครั้งนั้นไว้ว่ามีอัตราการรอดตายร้อยละ 30 โดยประมาณ ซึ่งเป็นอัตราการรอดตายที่ใกล้เคียงกับการทดลองครั้งนี้มาก แต่เมื่อเทียบกับการอนุบาลในระบบเปิดที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำซึ่งพบว่ามีอัตราการรอดตายร้อยละ 40-50 ซึ่งสูงกว่าการอนุบาลในระบบปิดเล็กน้อย แต่สามารถประหยัดการใช้น้ำเค็มในการอนุบาลได้ถึง 6 เท่า

ผลการทดลองนี้พบว่าการเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่าในไข่กุ้งจะทำให้ลูกกุ้งมีอัตราการรอดตายสูงขึ้นทั้งนี้ น่าจะเกิดจากการที่ไข่กุ้ง และสาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงถึง 70% อีกทั้งยังมีวิตามิน เกลือแร่ และมีรงควัตถุที่มีคุณค่าสูงอีกหลายชนิดเช่น Phycocyanin, Allophycocyanin, Betacarotene, Chlorophyll-a ซึ่งรงควัตถุ Phycocyanin, Allophycocyanin สามารถนำมาใช้ในงานด้าน Immunoassays microscopy อีกด้วย นอกจากนี้ยังมีกรดไขมันอิ่มตัวเช่น Gamma-linolenic acid:GLA อยู่ร้อยละ 20-30 ของกรดไขมันทั้งหมด ซึ่ง GLA นี้เป็นกรดไขมันตัวหนึ่งซึ่งได้รับความสนใจทางการแพทย์และอุตสาหกรรม เนื่องจากมีคุณสมบัติยับยั้งการแข็งตัวของเลือด ลดระดับความดันโลหิต ลดปริมาณคลอเรสเตอรอล ควบคุมปริมาณ Prostaglandin ซึ่งช่วยรักษาเกี่ยวกับโรคหัวใจ และโรคภูมิแพ้ (Nakamura, 1982 ; Venkataraman, 1983)

นอกจากนั้นยังมีการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าสด (*Spirulina platensis*) ในการอนุบาลและเลี้ยงปลานิลแดงจนถึงระยะวางไข่อีกด้วย โดยพบว่าผลานิคมมีอัตราการผสมพันธุ์ อัตราการฟักออกเป็นตัว และอัตราการรอดของลูกปลาสูงกว่าการใช้อาหารทั่วไป อีกทั้งการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าสด (*Spirulina platensis*) ยังเป็นการทำให้เนื้อปลามีกรดไขมันจำเป็นจำพวก Linolenic acid, Gamma-linolenic acid สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารทั่วไป (Lu and Tekeuchi, 2003) ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะนำสาหร่ายสไปรูลิน่าสด มาเป็นอาหารเสริมสำหรับการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม

ดังนั้นการเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่าจึงเท่ากับเป็นการเพิ่มระดับโปรตีนให้อาหารที่ใช้อนุบาล และยังเป็นการช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับลูกกุ้งอีกด้วย

9. โครงการย่อยที่ 9 ผลของการใช้อบเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษาและการยอมรับของเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็น เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาทับทิมสด ปริมาณความชื้น เถ้าและโปรตีนของปลาทับทิมสด ที่ได้จากการทดลองนี้ มีค่าใกล้เคียงกับค่าของปลานิลสดที่ได้จากงานทดลองของ Yanar *et al.* (2006) ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 76.87, 1.09 และ 18.23 ตามลำดับ ส่วนปริมาณไขมันของเนื้อปลาทับทิมจากการทดลองนี้มีค่าเท่ากับร้อยละ 4.17 ซึ่งสูงกว่างานทดลองของ Yanar *et al.* (2006) ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.64 ปริมาณไขมันในปลาแตกต่างกันไปตามชนิดของปลา อาหารปลา ถิ่นที่อยู่อาศัยและฤดูกาล รวมทั้งเป็นปลาที่จับได้ในธรรมชาติหรือปลาที่เลี้ยงในบ่อด้วย (Rasoarahona *et al.*, 2005)

ผลของการใช้สารสกัดอบเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศต่อการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็น เนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นที่ได้จากการทดลองนี้ มีความชื้นลดลงจากเนื้อปลาสด โดยมีปริมาณความชื้นร้อยละ 66.84-71.38 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับเนื้อเนื้อปลารมควันจากการทดลองของ Yanar *et al.* (2006) ซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 69.76 อย่างไรก็ตามเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นที่ได้ยังจัดเป็นอาหารที่เกิดการเน่าเสียง่าย และมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น เนื่องจากมีค่า water activity ที่สูงกว่า 0.95 โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.974-0.981 และมี pH ที่ค่อนข้างเป็นกลาง กล่าวคืออยู่ในช่วง 5.75-6.22 ส่วนจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกเริ่มต้นมีค่าอยู่ในช่วง 3.15-3.45 และ 3.08-3.45 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากปลารมควันจากการทดลองอื่นๆ เช่น ปลาตุ๋นเทศรมควัน (สุพันธ์, 2548) ปลาเซลมอนรมควัน (Dondero *et al.*, 2004) จัดเป็นค่าที่แสดงว่ามีกระบวนการผลิตที่ถูกสุขลักษณะ

เมื่อนำเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นที่ได้ไปเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส และติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ความชื้นของเนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นในระหว่างการเก็บรักษาของแต่ละตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 66.84-73.32 โดยความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

ค่า water activity เป็นค่าที่มาจากอัตราส่วนของความดันไอของสารละลายกับตัวทำละลาย ในผลิตภัณฑ์ การเจริญของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหารมีความสัมพันธ์กับค่า water activity จากผลการทดลองพบว่าปลาทับทิมรมควันมีค่า water activity อยู่ในช่วง 0.974-0.981 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับสูง และไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา อาจเนื่องจากปลาทับทิมรมควันผ่านกระบวนการรมควันแบบเย็น ซึ่งใช้อุณหภูมิต่ำในการรมควันและใช้เวลาไม่นาน ค่า pH ของปลาทับทิมรมควันมีค่าอยู่ในช่วง 5.67-6.69 และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นพบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH มากนัก การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของปลารมควันเมื่อเก็บรักษาที่ อุณหภูมิตู้เย็นอาจลดลงได้เนื่องจากเกิดการสร้างกรดแลคติกของแบคทีเรียกรดแลคติก

สำหรับคุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดคอนเริ่มต้นมีค่าอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ปลารมควันอื่น เช่น ปลาตุ๋นอุยเทศรมควัน (สุพันธ์, 2548) ที่ทำการรมควันที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง 45 นาที มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นเท่ากับ $3.38 \log \text{cfu/g}$ ใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการทดลองนี้ซึ่งมีค่าเท่ากับ $3.15-3.45 \log \text{cfu/g}$ แต่อย่างไรก็ตาม ปลาตุ๋นอุยเทศมีค่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเกิน $6 \log \text{cfu/g}$ เมื่อเก็บไว้ในสภาวะสุญญากาศที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 18 วัน ในขณะที่ในการทดลองนี้เก็บได้เพียง 7 วัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดช่วงระยะเวลาในการเก็บรักษาและเมื่อเก็บครบ 35 วันพบว่าจำนวนจุลินทรีย์สูงถึง $10.64-11.48 \log \text{cfu/g}$ ผลการทดลองเป็นไปในทำนองเดียวกันทุกตัวอย่าง แสดงว่าสารสกัดจากกานพลูและอบเชยที่ใช้ในการทดลองนี้ยังไม่สามารถที่จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญที่อุณหภูมิค่าได้

ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อใช้ออกอายุการเก็บรักษาของปลาทาบิรมควัน พบว่ามีทิศทางไม่เป็นไปในทำนองเดียวกัน ตัวอย่างที่ 1, 2, 3, 5, 6, 8 และ 9 ยังได้รับการยอมรับอยู่ ทั้งๆ ที่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในปริมาณสูง อย่างไรก็ตามตัวอย่างที่มีการใช้กานพลูและอบเชยในสัดส่วนที่เท่ากัน มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคที่ดีทั้งที่ใช้อย่างละร้อยละ 5 และ 10 แต่ก็ไม่ได้แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม Hansen *et al.* (1995) พบว่าในปลาชาลมอนรมควันที่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูง ($8 \log \text{cfu/g}$) ไม่จำเป็นต้องแสดงว่าปลานั้นเกิดการเน่าเสียเสมอไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปลารมควันที่มีความเข้มข้นของเกลือต่ำ

Hansen *et al.* (1998) พบว่าอายุการเก็บรักษาโดยประมาณของปลาชาลมอนรมควันที่มีการหั่นเป็นชิ้นบางๆ บรรจุแบบสุญญากาศและเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีอายุการเก็บรักษา 21-36 วัน แต่ถ้าเก็บรักษาเป็นปลาทั้งชิ้นจะมีอายุการเก็บรักษานานกว่าโดยมีอายุการเก็บรักษา 32-49 วัน อายุการเก็บรักษาปลารมควันขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญหลายประการ ได้แก่ บรรจุภัณฑ์ วิธีการผลิต ขนาดและชนิดและจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น คุณภาพของวัตถุดิบ ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ปลาทาบิรมควันในการทดลองนี้ที่ใช้และไม่ใช้สารสกัดจากอบเชย และ/หรือ สารสกัดจากกานพลูมีอายุการเก็บรักษาที่ไม่แตกต่างกัน Hansen *et al.* (1998)

ผลของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศต่อการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาทาบิรมควันเย็น จากการทดลองพบว่าในระหว่างการเก็บรักษาปลารมควันทุกตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยมาก ดังนั้นค่า pH จึงอาจไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของการเปลี่ยนแปลงเนื้อปลาทาบิรมควันเย็นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แนวโน้มของปริมาณไนโตรเจนที่ระเหยได้ของตัวอย่างเนื้อปลาทาบิรมควันเย็นพบว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูช่วยชะลอการเกิดไนโตรเจนที่ระเหยได้ ซึ่งแสดงว่าช่วยป้องกันการเสื่อมสลายของสารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบได้ เช่น โปรตีน เป็นต้น

ผลของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศต่อการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาหีบหีบมรมควันเย็น pH เริ่มต้นของเนื้อปลามีความเป็นกรดเล็กน้อย ซึ่งเป็นผลมาจากการสะสมของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อปลา เนื่องจากการใช้ไกลโคเจนในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน โดยทั่วไปจะมี pH ไม่ต่ำกว่า 6.2 เพราะปริมาณของไกลโคเจนในเนื้อปลาน้อย จึงทำให้มีการสร้างปริมาณกรดแลคติกได้ไม่มากนัก (เนตรนรินทร์, 2546) เมื่อเก็บรักษาเนื้อปลาหีบหีบมรมควันเย็นเป็นเวลา 28 วัน จะเห็นว่า pH จะมีค่าเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากการสลายตัวของสารประกอบไนโตรเจนในเนื้อปลาทำให้เนื้อปลามีความเป็นเบสเพิ่มขึ้น (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ม.ป.ป.) และจากรายงานของ Mahmoud *et al.* (2006) ได้รายงานว่าค่า pH ของเนื้อปลาคาร์ปเคลือบด้วยน้ำมันออริกานอแซนซึ่งเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน มีค่าเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 6.14 เป็น 6.49 แต่เมื่อเก็บรักษาต่อเป็นเวลา 32 วัน พบว่าค่า pH ของตัวอย่างเนื้อปลาหีบหีบมรมควันเย็นกลับลดต่ำลงมาอยู่ในช่วง 5.8–5.9 ซึ่งอาจเนื่องจากการเก็บเนื้อปลาหีบหีบมรมควันเย็นในสภาวะสุญญากาศช่วยเอื้ออำนวยต่อการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติก ส่งผลให้ค่า pH ลดลงได้

การวัดค่า TBARS เป็นการวัดปริมาณของสารประกอบมาโลนัลดีไฮด์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ทุติยภูมิจากการสลายตัวของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ในการศึกษาการออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด รวมทั้งในผลิตภัณฑ์ปลา

ค่า TBARS ของเนื้อปลาหีบหีบมรมควันเย็นที่มีการใช้น้ำมันหอมระเหยผสมของกานพลูและอบเชยร้อยละ 0.30 (ปริมาตรต่อน้ำหนัก) มีค่า TBARS สูงกว่าตัวอย่างที่มีการใช้น้ำมันหอมระเหยผสมของกานพลูและอบเชยร้อยละ 0.15 (ปริมาตรต่อน้ำหนัก) และตัวอย่างที่ไม่ได้ใช้น้ำมันหอมระเหยใดๆ (ตัวอย่างควบคุม) ทั้งในตอนเริ่มต้นและตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 32 วัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.14–0.31 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/ตัวอย่าง 1 กิโลกรัม อาจเนื่องจากในน้ำมันหอมระเหยอบเชยมีสารประกอบอัลดีไฮด์พวกซินนามาลดีไฮด์ (cinnamaldehyde) อยู่ด้วย (พิชญดา, 2552) ทำให้สามารถถูกกลั่นออกมาพร้อมกับสารประกอบอัลดีไฮด์ที่เกิดจากการออกซิเดชันของไขมันและสามารถทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรอะซิติกได้ด้วย

อย่างไรก็ตาม ค่า TBARS ที่ได้ของตัวอย่างเนื้อปลาหีบหีบมรมควันเย็นทั้ง 3 ตัวอย่างยังคงเป็นค่าที่แสดงว่ายังคงมีคุณภาพที่เป็นที่ยอมรับได้ โดยค่ามาตรฐานอยู่ที่ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/ตัวอย่าง 1 กิโลกรัม (วุฒิพนธ์, 2554) ซึ่งค่า TBARS ในตัวอย่างมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน เนื่องจากการบรรจุแบบสุญญากาศทำให้มีปริมาณออกซิเจนน้อยมาก (น้อยกว่าร้อยละ 1) (เนตรนรินทร์, 2546) เป็นการป้องกันการออกซิเดชันของไขมัน นอกจากนี้การรมควันยังช่วยให้เกิดการเกาะของสารประกอบฟีนอลซึ่งเป็นองค์ประกอบในควันที่ผิวหน้าของชิ้นปลา เป็นการช่วยป้องกันการออกซิเดชันของไขมันได้อีกทางหนึ่งด้วย

ถึงแม้ว่าค่า TBARSจะเป็นที่นิยมในการวัดระดับของปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน แต่ทั้งนี้ค่า TBARS อาจจะไม่ได้บ่งบอกอัตราการเกิดปฏิกิริยาการออกซิเดชันของไขมันที่แท้จริง เนื่องจากมาโลนัลดีไฮด์สามารถไปเกิดปฏิกิริยากับองค์ประกอบอื่นๆในเนื้อปลาได้ เช่น นิวคลีโอไซด์ เป็นต้น และเกิดปฏิกิริยากับสารประกอบอัลดีไฮด์อื่นๆที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้เช่นกันรวมทั้งสารประกอบอัลดีไฮด์ที่มีอยู่ในน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ในการทดลองนี้ด้วย

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าน้ำมันหอมระเหยสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกได้ดีกว่าจุลินทรีย์ทั้งหมด เนื่องจากแบคทีเรียกรดแลคติก เช่น *Lactobacillus* spp. และ *Streptococcus* spp. เป็นต้น จัดเป็นจุลินทรีย์แกรมบวกซึ่งมีความไวค่อน้ำมันหอมระเหยมากกว่าแบคทีเรียแกรมลบเนื่องจากแบคทีเรียแกรมลบจะมีเยื่อหุ้มเซลล์ชั้นนอกเป็นสารประกอบพอลิโพไลแซคคาไรด์ (lipopolysaccharide) ทำให้แบคทีเรียแกรมลบมีความแข็งแรง และทนทานต่อสารยับยั้งจุลินทรีย์ในน้ำมันหอมระเหยมากกว่าแบคทีเรียแกรมบวก (เบญจมาศและปริญญาร, 2553) จากผลการศึกษาข้างต้นพบว่าเนื้อปลาหับทิมรมควั่นเย็นที่ใช้ น้ำมันหอมระเหยผสมร้อยละ 0.30 จะมีประสิทธิภาพในการชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มากกว่าที่ใช้ น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.15 แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่ใช้โดยถ้าใช้ในปริมาณมากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ แต่ข้อเสียคืออาจทำให้กลิ่นรสของอาหารเปลี่ยนไป จนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้ความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ยังขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ใช้อีกด้วย

การที่น้ำมันหอมระเหยจากอบเชยและจากกานพลูสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้เนื่องจากสารประกอบที่มีในน้ำมันหอมระเหย โดยสารประกอบหลักที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยคือสารซินนามิกอัลดีไฮด์หรือซินนามอลดีไฮด์ และน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีสารยูจีนอล (eugenol) หรือ 2-เมทอกซี-4-(2-โพรพินิล)ฟีนอล ((2-methoxy-4-(2-propynyl)phenol)) (วารุณี, 2549) เป็นสารประกอบหลัก โดยการทำให้ผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์เกิดความเสียหายหรือเกิดรอยรั่ว(leakage) ทำให้หน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ทำงานผิดปกติ โดยเฉพาะการป้องกันไม่ให้สารต่างๆ เข้าออกจากเซลล์(osmotic barrier) ระบบการขนส่งอิเล็กตรอนและปฏิกิริยาฟอสฟอริเลชัน (oxidative phosphorylation) เสียหายไปทำให้พลังงานในตัวแบคทีเรียถูกปลดปล่อยออกมาได้น้อยลง ส่งผลให้แบคทีเรียอ่อนแอและตาย(หิรัญ, 2547) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐยา (2552) ซึ่งพบว่าน้ำมันหอมระเหยอบเชยสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิด ได้แก่ *Lactobacillus* sp., *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Bacillus thermoacidurans*, *Salmonella Jawa*, *Salmonella worthington*, *Salmonella lexington*, *Salmonella seftenberg*, *Salmonella anatum*,

Salmonella Stanley, *P.glycinea*, *P.striaeaeiens*, *E.caratovora*, *Acetobacter aceti*, *Clostridium botulinum*, *S.epidermilitis*, *L.mesenteroid* และ *L.lycopersici*

ส่วนงานวิจัยของนิพนธ์(2551) ได้ทำการทดสอบกิจกรรมการต้านจุลินทรีย์ของยูกินอล เปรียบเทียบกับสารประกอบอื่น ได้แก่ ไทมอล(thymol) ยูจีนอลเมนทอล(menthol) และอะนิโทล(anethole) ต่อการยับยั้ง*Samonella* Typhimurium, *S. aureus* และ*Vibrio parahaemolyticus* ผลการทดสอบพบว่ายูกินอลมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียดังกล่าวได้ดีที่สุด รองลงมาคือไทมอลอะนิโทล และเมนทอลตามลำดับ และนอกจากนี้ยังพบว่ายูกินอลมีผลต่อการยับยั้ง*Escherichia coli*, *Escherichia faecalis*, *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus sluteus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella Pullorum*, *Salmonella Choleraesuis*, *Bacillus subtilis* และ *Candidaalbicans* ได้อีกด้วย

เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเนื้อปลาหีบหีบมรมควันเย็นที่บรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศ มีอัตราการเพิ่มของจุลินทรีย์ช้ากว่าเนื้อปลาหีบหีบมรมควันเย็นที่บรรจุในสภาวะที่มีอากาศ เนื่องจากการบรรจุในสภาวะสุญญากาศเป็นการดึงเอาอากาศภายในภาชนะและ/หรือภายในผลิตภัณฑ์ออกไปและไม่มีการปนเปื้อนใดๆเข้าไปแทนที่โดยมีจุดประสงค์เพื่อไล่ก๊าซออกซิเจนออกจากผลิตภัณฑ์ให้หมด เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันยับยั้งการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพรวมทั้งการเน่าเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญ ดังนั้นการบรรจุในสภาวะสุญญากาศจึงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโตได้แต่อย่างไรก็ตามในสภาพไร้ออกซิเจนหรือมีก๊าซออกซิเจนในปริมาณต่ำๆเชื้อจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต(anaerobe) และชนิดที่สามารถเติบโตได้ทั้งในที่ที่มีและไม่มีออกซิเจน(facultative anaerobe) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นพวกที่ทำให้อาหารเป็นพิษเช่น*Clostridium botulinum* และ *Staphylococcus aureus* เป็นต้นและพวกที่ทำให้อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นและรสชาติ เช่นแบคทีเรียกรดแลคติก สามารถเจริญได้

อาภากร(2550) ที่ศึกษาการใช้น้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรไทยตระกูลเหง้าในเนื้อไก่สดบรรจุสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาโดยการแช่เย็น เป็นระยะเวลา 5 วัน ซึ่งพบว่าการบรรจุเนื้อสัตว์ในสภาวะสุญญากาศช่วยยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อไก่สดได้ การเก็บรักษาอาหารที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อลดอุณหภูมิลงกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญจะลดลงมีผลทำให้ชะงักการเติบโตของเซลล์ลดลงโดยปกติระยะเวลาที่เชื้อใช้ในการแบ่งเซลล์จะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าทุกๆอุณหภูมิที่ลดลง 10 องศาเซลเซียส(วารุณี,2549)

คะแนนการยอมรับทางด้านรสชาติของตัวอย่างที่ใช้น้ำมันหอมระเหยผสมในปริมาณสูงได้รับคะแนนการยอมรับลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ใช้น้ำมันหอมระเหยผสมในปริมาณร้อยละ 0.15 และตัวอย่างควบคุม ซึ่งอาจเนื่องจากน้ำมันหอมระเหยกานพลูซึ่งเป็นส่วนประกอบในน้ำมันหอมระเหย

ผสมที่ใช้มีรสเผ็ดร้อน ฝาด ทำให้ลิ้นชาส่วนน้ำมันหอมระเหยอบเชยก็มีแทนนินสูงทำให้เกิดรสฝาดเช่นกัน (สุภารัตน์ , 2553)ทำให้ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค การเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย มีผลต่อสีของปลารมควัน เพราะน้ำมันจากอบเชยมีสีเหลืองเมื่อรวมกับการรมควัน(ปกรณ,2546) รายงานว่าสีของปลารมควันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีหรือการเกิดเม็ดสี (pigmentation) ซึ่งเป็นผลมาจากองค์ประกอบในควันที่มาจากแหล่งต่างๆ ทำให้ปลาเม็ดสีเหลืองทอง และเมื่อเวลาผ่านไปปลาเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมากทำให้ผู้บริโภคเห็นความแตกต่างไม่มากนัก



สรุปผลการวิจัย

1. การเพาะเลี้ยงปลานู๋ทรายในกระชังร่วมกับปลานิลแดง ในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ ของปลานู๋ทราย เพศเมีย ในการทดลองที่ 2 และ 3 การเลี้ยงปลานู๋ทราย โดยอาหารที่เป็นปลาสด ผสมกับสไปรูลิना 3% และ 5% รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ความหนาแน่น 2 และ 4 ตัว/ตารางเมตร ดีกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ อัตราการฟักไข่ อัตราการรอดของลูกปลาระยะเวลา 1 สัปดาห์ ในการทดลองที่ 5, 4 และ 3 พ่อ-แม่พันธุ์ ปลานู๋ทราย ใช้ฮอร์โมนจากค่อมได้สมองปลาใน ความเข้มข้น 2 dose, 1.5 dose และความเข้มข้น 1 dose ตามลำดับ ดีกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ และการอนุบาลลูกปลานู๋ทราย ระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ในการอนุบาลลูกปลา ด้วย ไรแดง และ อาทีเมีย ทำให้ลูกปลา มี อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ อัตราการเจริญเติบโต ดีกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ คุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมี มีความเหมาะสม ตามเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และความหลากหลาย แพลงก์ตอนสัตว์ พบ Phylum Artrophoda และแพลงก์ตอนพืช พบ Division Cyanophyta และ Division Chlorophyta มากที่สุด

2. การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ในกระชังร่วมกับปลาหมอ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความปลอดภัย ด้านอาหาร สรุปได้ว่า การเลี้ยงปลาหมอในกระชังด้วยความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. ควบคู่กับการเลี้ยง ปลาอุกบึกอยู่ในกระชังด้วยความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. เป็นระยะเวลา 8 เดือน จะได้ผลผลิตปลาอุกบึก อยู่สองรอบการผลิต และปลาหมอหนึ่งรอบการผลิต จะมีต้นทุน และผลตอบแทนในการเลี้ยงปลาหมอ ในกระชังสูงสุด

3. การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนา อย่างยั่งยืน” โครงการวิจัย เรื่อง “การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจ พอเพียงเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” ทำการศึกษาทดลอง 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 (ปีที่ 1) สรุปได้ว่า การเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ร่วมกับเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 15:5 ตัว/ตารางเมตร (หรืออัตราส่วน 3:1) มีความเหมาะสมที่สุดในการเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ร่วมกับปลานิลใน บ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง

สำหรับการทดลองที่ 2 (ปีที่ 2) สรุปได้ว่า มีความเป็นไปได้ในการลดอัตราการให้อาหารเม็ด สำเร็จรูปแก่ปลาอุกบึกอยู่จากปริมาณ 5% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน ลดลงเหลือ 4% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน โดยปลาอุกบึกอยู่ยังคงมีประสิทธิภาพการเติบโตที่ดีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อีกทั้งยังมีผลเชิง บวกในการลดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ความนำไฟฟ้า บีโอดี ไนโตรที่ไนโตรเจน และออร์โธ ฟอสเฟตฟอสฟอรัสในบ่อพลาสติก ให้มีค่าเหมาะสมต่อการเติบโตของปลาอุกบึกอยู่และปลานิล ทั้งนี้ ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นด้านการเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ในบ่อพลาสติก และสามารถนำ

ข้อมูลที่ได้ไปส่งเสริมให้เกษตรกรและผู้สนใจใช้เป็นแนวทางที่จะพัฒนาและขับเคลื่อนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการเลี้ยงปลาอุกบึกอยู่ในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงได้อย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

4. ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์” การเสริมวิตามินซีที่ระดับ 500, 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมลงในอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาหมอไทย สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตให้ดีขึ้นกว่าการไม่เสริมวิตามินซีวิตามินซีที่ระดับ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอไทยดีที่สุด โดยพิจารณาจากค่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนัก ที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะที่เพิ่มสูงที่สุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ผลผลิตในการเลี้ยงปลาหมอไทยสูงที่สุดและอัตราการแลกเนื้อต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ เมื่อได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมโดยเปรียบเทียบกับที่ไม่เสริมวิตามินซี **สรุปได้ว่า** ปริมาณที่เหมาะสมในการเสริมวิตามินซีต่อการเลี้ยงปลาหมอไทยเชิงพาณิชย์ที่คุ้มค่าต่อต้นทุนการผลิต คือ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

5. รูปแบบและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (*Rana rugulosa*) เพื่อเป็นอาหารปลอดคัยและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน **สรุปได้ว่า** การเลี้ยงกบนาในรูปแบบของการใช้ขางรถยนต์และบ่อซีเมนต์ มีแนวโน้มการเจริญเติบโต ดีกว่าเลี้ยงในกระชังและ ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศในเพศผู้ กบนาที่เลี้ยงในขางรถยนต์ ซึ่งมีแนวโน้มที่สูงกว่า การเลี้ยงในคอก บ่อซีเมนต์ และกระชัง และดัชนีความสมบูรณ์เพศในเพศเมีย กบนาที่เลี้ยงในกระชังมีค่าเท่ากับ 0.380 ± 0.045 ดีกว่าที่เลี้ยงในคอกบ่อซีเมนต์และขางรถยนต์ ตามลำดับ และมีต้นทุนการผลิตกบนา อยู่ระหว่าง 125.61-238.82 บาท/กิโลกรัม

6. ระบบการเลี้ยงปลาบึกและปลาหนังลูกผสมที่มีประสิทธิภาพ **สรุปได้ว่า** อัตราการเจริญเติบโตของปลาบึก และปลาลูกผสมดีที่สุดจากชุดการทดลอง 3 ที่ให้อาหาร 3% โดยการเจริญเติบโตของปลาบึกในชุดการทดลอง 1 ที่ให้อาหาร 0.75 % และใส่ปุ๋ยซีไค 35 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลอง 3 ที่ให้อาหาร 3 % ส่วนการเจริญเติบโตของปลาลูกผสมในชุดการทดลอง 3 ที่ให้อาหาร 3 % พบว่ามีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่าอีก 2 ชุดการทดลอง อัตราการแลกเนื้อของปลาบึก ดีกว่าปลาลูกผสมในทุกชุดการทดลอง พบสาหร่ายไคสามารถเจริญเติบโตได้ดีในชุดการทดลอง 1 ที่ให้อาหาร 0.75 % และใส่ปุ๋ย 35 กก./ไร่ ส่วนคุณภาพน้ำจากทุกชุดการทดลองอยู่ในช่วงที่เหมาะสมและไม่แตกต่างกันมาก แต่พบว่าในชุดการทดลอง 1 ที่ใส่ปุ๋ย 35 กก. และให้อาหาร 0.75 % มีคุณภาพน้ำดีกว่าอีก 2 ชุดการทดลอง และยังพบสาหร่ายไคที่เป็นอาหารปลาบึกเจริญเติบโตได้ดี ผลตอบแทนเบื้องต้นจากการเลี้ยงปลาบึกและปลาหนังลูกผสมระยะเวลา 4 เดือนอัตราปล่อย 1 ตัว/9 ตารางเมตร มากที่สุด 775 บาท และ 650 บาท ในชุดการทดลอง 3 ที่ให้อาหารอย่างเดียวก 3 % และชุดการทดลอง 2 ที่ให้อาหาร 0.75%/น.น.ปลาใส่ปุ๋ย 15 กก./ไร่ ตามลำดับ

7. การเลี้ยงปลาสดหลวงระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์เพื่อสร้างอาหารปลอดภัย และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่า การเลี้ยงปลาสดหลวงร่วมกับ การปลูกผักบุ้งจีนมีการเจริญเติบโตดีที่สุด เมื่อพิจารณาถึงการเจริญเติบโตของปลาและพืช คือปลา มี น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอด และน้ำหนักผลผลิตรวม และคุณภาพน้ำในบ่อตลอดทดลอง พบว่า อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจน ที่ละลายในน้ำ และฟอสฟอรัส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

8. การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด สรุปได้ว่า การใช้สาหร่ายสไปรูลิน่า เสริมกับไข่กุ้ง เป็นอาหารสำหรับการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม จะทำให้ลูกกุ้ง มีอัตราการรอดตายสูงขึ้น และการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามโดยใช้น้ำเค็มในระบบไหลเวียนแบบปิดนั้น น้ำเค็มที่เตรียมมาจากผงเกลือสำเร็จรูปมีความเค็ม 15 ppt สำหรับทำน้ำทะเลเทียมสามารถใช้แทน น้ำทะเลเข้มข้น จากนาเกลือที่นำมาเจือจางเพื่อใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามได้ โดยมีอัตราการรอดตายของลูกกุ้งร้อยละ 23.36-33.95

9. ผลของการใช้ออบเชยและกานพลู ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษา และการยอมรับของเนื้อปลาหีบหีบรมควันเย็น เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร สรุปได้ว่า

การใช้น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยปริมาณร้อยละ 0.15 และ 0.30 ร่วมกับการบรรจุแบบ สุญญากาศมีผลในทางบวกต่อการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษาเนื้อปลาหีบหีบ รมควันเย็น โดยตัวอย่างควบคุมไม่เป็นที่ยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสเมื่อเก็บนาน 24 วัน ส่วนตัวอย่างที่มีการใช้น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูทั้งที่ปริมาณร้อยละ 0.15 และ 0.30 ยังคงมีระดับคะแนน เป็นที่ยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นและการยอมรับรวมตลอดช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา

การใช้น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยในปริมาณร้อยละ 0.15 บรรจุในสภาวะ บรรยากาศปกติ เปรียบเทียบกับตัวอย่างเนื้อปลาหีบหีบรมควันเย็นที่ไม่ได้ใช้น้ำมันหอมระเหย (ตัวอย่าง ควบคุม) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วันพบว่าตัวอย่างควบคุมมีจำนวนจุลินทรีย์ ทั้งหมดสูงเกิน 6 log cfu/g เมื่อเก็บรักษานาน 4 วัน ส่วนตัวอย่างที่ใช้น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชย และกานพลูในปริมาณร้อยละ 0.15 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงเกิน 6 log cfu/g เมื่อเก็บรักษานาน 8 วัน ส่วนคะแนนการยอมรับรวมทางด้านประสาทสัมผัสยังคงเป็นที่ยอมรับตลอดช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา แม้ว่าคะแนนด้านกลิ่นจะไม่เป็นที่ยอมรับเมื่อเก็บที่ 8 และ 10 วัน สำหรับตัวอย่างควบคุมและตัวอย่าง ที่มีการใช้น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยในปริมาณร้อยละ 0.15 ตามลำดับ

การแช่เยือกแข็งเนื้อปลาหีบหีบรมควันไม่ส่งผลเสียต่อการยอมรับของเนื้อปลาหีบหีบรมควันเย็น โดยมีคะแนนการยอมรับของคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม ของเนื้อปลาหีบหีบรมควันเย็นทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยมีคะแนน การยอมรับของทุกคุณลักษณะอยู่ในช่วงเฉย-ยอมรับปานกลาง (5.33-6.38)

สรุปผลการวิจัยตามกรอบ ของแผนงานวิจัย

สรุปโดยรวมในการศึกษาชุดโครงการการผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มความปลอดภัยด้านอาหาร

การผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มความปลอดภัยด้านอาหาร

- กลุ่มโครงการวิจัยย่อยในบ่อดิน และบ่อพลาสติก: การวิจัยเลี้ยงสัตว์น้ำ แบบพึ่งพาอาศัย ซึ่งกันและกัน ในแหล่งน้ำเดียวกันมีการให้อาหารปลาผสมจุลินทรีย์ และสาหร่ายสไปรูลิน่าในอาหารเลี้ยงปลาในกระชัง แต่ปลานอกกระชังไม่ให้อาหาร ซึ่งปลานอกกระชัง อาศัยเศษอาหาร และอาหารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำ แบบอินทรีย์ เน้นความปลอดภัยด้านอาหาร ประกอบไปด้วย 5 โครงการย่อยดังนี้

1. การเพาะเลี้ยงปลานู๋ทรายในกระชังร่วมกับปลานิลในบ่อดิน แบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน สรุปได้ว่า การเลี้ยงปลานู๋ทรายโดยอาหารที่เป็นพลาสติก ผสมกับสไปรูลิน่า 5% รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ ดีกว่าชุดการทดลองอื่นๆ และการเพาะพันธุ์ปลานู๋ทราย ใช้ฮอร์โมนจากต่อมได้สมองปลาในความเข้มข้น 2 dose, 1.5 dose และความเข้มข้น 1 dose ดีกว่าชุดการทดลองอื่นๆ และการอนุบาลลูกปลานู๋ทราย ด้วยไรแดง และ อาทีเมีย ดีกว่าชุดการทดลองอื่นๆ

2. การเลี้ยงปลาคุกกี้ในกระชังร่วมกับปลาหมอ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความปลอดภัยด้านอาหาร สรุปได้ว่า การเลี้ยงปลาหมอที่ความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. ดีกว่าการทดลองอื่นๆ แต่การเลี้ยงปลาคุกกี้ที่ความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. ระยะเวลา 240 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3. การเลี้ยงปลาคุกกี้ร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน สรุปได้ว่า การเลี้ยงปลาคุกกี้ร่วมกับเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 15:5 ตัว/ตารางเมตร (หรืออัตราส่วน 3:1) มีความเหมาะสมที่สุด และสามารถลดอัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปแก่ปลาคุกกี้เหลือ 4% ของน้ำหนักตัวปลา/วัน

4. ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์ สรุปได้ว่า การเลี้ยงปลาหมอไทยเชิงพาณิชย์ควรเสริมวิตามินซีที่ระดับ 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งเป็นอัตราที่เหมาะสมต่อผลผลิตรวมที่ได้ และคุ้มค่ากับการลงทุน

5. รูปแบบ และอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (*Rana rugulosa*) เพื่อเป็นอาหารปลอดภัยและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน สรุปได้ว่า การนำยางรถยนต์ และบ่อซีเมนต์มาใช้เลี้ยงกบนา และให้อาหารผสมสาหร่ายสไปรูลิน่า ให้มีระดับโปรตีนประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นรูปแบบการเลี้ยงที่ทำให้กบนามีการเจริญเติบโตและต้นทุนในการผลิตดีที่สุด

➔ กลุ่มโครงการย่อยวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตสัตว์น้ำแบบเปิดในบ่อดิน และแบบปิดในบ่อซีเมนต์ และการบรรจุผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ แบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาหมักรมควัน เพื่ออาหารปลอดภัยและสร้างมูลค่าเพิ่ม ประกอบไปด้วย 4 โครงการย่อยดังนี้

1. ระบบการเลี้ยงปลาบึกแบบลดต้นทุนการผลิต สรุปได้ว่า การเลี้ยงปลาบึก และปลาลูกผสม โดยให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปอย่างเดียว 3% ทำให้ปลาบึก และปลาลูกผสม มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีกว่าการทดลองอื่นๆ แต่การให้อาหาร ปลาบึก 0.75 % /น้ำหนักตัว/วัน และใส่ปุ๋ย 35 กก./ไร่ และให้อาหาร 1.5 % /น้ำหนักตัว/วัน และใส่ปุ๋ยไข่ไก่ 15 กก./ไร่ ทำให้ปลาบึกมีอัตราการแลกเนื้อดีกว่าปลาลูกผสมในทุกการทดลอง

2. การเลี้ยงปลากดหลวงในระบบหมุนเวียนน้ำร่วมกับระบบการปลูกพืช ไฮโดรโปนิคส์ เพื่อสร้างอาหารปลอดภัย และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่า ปลากดหลวงเลี้ยงร่วมกับการปลูกผักบุ้งจีน มีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อพิจารณาถึงข้อมูลการเจริญเติบโตของปลาและพืช

3. การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด สรุปได้ว่า การใช้สาหร่ายสไปรูลิน่า เสริมกับไข่ตุ๋น เป็นอาหารสำหรับการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม จะทำให้ลูกกุ้งมีอัตราการรอดตายสูงขึ้น และการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามโดยใช้น้ำเค็มที่เตรียมมาจากผงเกลือสำเร็จรูป สำหรับทำน้ำทะเลเทียมสามารถใช้แทน น้ำทะเลเข้มข้นจากนาเกลือนำมาเจือจาง 15 ppt เพื่อใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามได้ โดยมีอัตราการรอดตายของลูกกุ้งร้อยละ 23.36-33.95

4. ผลของการใช้ออบเชยร่วมกับกานพลู และการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาหับทิมหมักรมควัน เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร สรุปได้ว่า การใช้น้ำมันหอมระเหยกานพลู และอบเชยปริมาณร้อยละ 0.15 และ 0.30 ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศมีผลในทางบวกต่อการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส ในระหว่างการเก็บรักษาเนื้อปลาหับทิมรมควันเย็น โดยตัวอย่างควบคุมไม่เป็นที่ยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสเมื่อเก็บนาน 24 วัน ส่วนตัวอย่างที่มีการใช้น้ำมันหอมระเหยผสมของอบเชยและกานพลูทั้งที่ปริมาณร้อยละ 0.15 และ 0.30 ยังคงมีระดับคะแนนเป็นที่ยอมรับ

➔ ทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นและการยอมรับรวมตลอดช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา

ชุดโครงการการผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มความปลอดภัยด้านอาหาร

สามารถสรุปได้ว่า การเลี้ยงปลาบู่ทราย ด้วยอาหารที่เป็นปลาสด ผสมกับสไปรูลิน่า 5% รวมกับการเลี้ยงปลานิลที่ความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเมตร มีการเจริญเติบโต และค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ ดีที่สุด และการเพาะพันธุ์ปลาบู่ทราย ถ้าใช้ฮอร์โมนจากค่อมได้สมองปลาใน ความเข้มข้น 2 dose, 1.5 dose และความเข้มข้น 1 dose อัตราการฟักออกเป็นตัวสูง และการอนุบาลลูกปลาบู่ทราย ต้องใช้ไรแดง และอาทีเมีย จะได้อัตราการรอดสูง และการเลี้ยงปลาหมอไทยเชิงพาณิชย์ควรเสริมวิตามินซีที่ระดับ 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งเป็นอัตราที่เหมาะสมต่อผลผลิตรวมที่ได้ และคุ้มค่ากับการลงทุน มาเลี้ยงกบนา ด้วยขางรถยนต์ และบ่อซีเมนต์ ต้องให้อาหารเม็ดผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าให้มีระดับโปรตีนประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้กบนามีการเจริญเติบโตและต้นทุนในการผลิตดีที่สุด

การเลี้ยงปลาบึก และปลาลูกผสมโดยให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปอย่างเดียว 3% ทำให้ปลาบึก และปลาลูกผสม มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ดีที่สุด แต่การให้อาหาร ปลาบึก 0.75 % /น้ำหนักตัว/วัน และใส่ปุ๋ย 35 กก./ไร่ และให้อาหาร 1.5 % /น้ำหนักตัว/วัน และใส่ปุ๋ยซีไค 15 กก./ไร่ ทำให้ปลาบึก มีอัตราการแลกเนื้อดี ในการเลี้ยงปลากดหลวง ร่วมกับการปลูกผักบุ้งจีน มีการเจริญเติบโตดีที่สุด การนำสาหร่ายสไปรูลิน่า เสริมกับไข่มุนี เป็นอาหารสำหรับการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม จะทำให้ลูกกุ้ง มีอัตราการรอดตายสูงขึ้น และการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามโดยใช้น้ำเค็มที่เตรียมมาจากผงเกลือสำเร็จรูป สำหรับทำน้ำทะเลเทียมสามารถใช้แทน น้ำทะเลเข้มข้นจากนาเกลือที่นำมาเจือจางเพื่อใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามได้ โดยมีอัตราการรอดสูง และผลผลิตสัตว์น้ำชนิดต่างๆ สามารถ ใช้อบเชยร่วมกับ กานพลู และการบรรจุแบบสุญญากาศในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์น้ำ เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร เช่น การใช้น้ำมันหอมระเหยกานพลูและอบเชยปริมาณร้อยละ 0.15 และ 0.30 ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศมีผลในทางบวกต่อการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค เช่น การเก็บรักษาปลาทับทิมโดยใช้น้ำมันหอมระเหยกานพลูและอบเชยสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ 4 วันจากการสอบถามผู้บริโภคร้อยละ 89.84 สนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ เนื้อปลาทับทิมรมควันเย็นโดยต้องการลักษณะบรรจุภัณฑ์เป็นถุงพลาสติกบรรจุแบบสุญญากาศ และขนาดบรรจุ 500 กรัม มากที่สุด และมีราคาที่เหมาะสมต่อบรรจุภัณฑ์ 1 หน่วยเท่ากับ 50 บาท และ 100 บาท คิดเป็นร้อยละ 32.03 และ 31.25 ของผู้บริโภคที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมด ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2554. คู่มือการประเมินน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. กรมควบคุมมลพิษ. กรุงเทพฯ. 67 หน้า.
- กนกวรรณ คณาณูเศรษฐ์. 2532. การปลูกกานพลูในประเทศอินโดนีเซีย. เศรษฐการเกษตร. 13(12) : 140-143.
- กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2556. การเพาะเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย. จาก <http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/fish/bigdook.pdf> [5 พฤษภาคม 2556].
- กรมประมง. 2553. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.fisheries.go.th/it-stat/yearbook/> (4 กันยายน 2556).
- กรมประมง. 2552. ชีวิตปลาตกหลวง. ค้นเมื่อ 21 มีนาคม 2556, จาก <http://www.fisheries.go.th>
- กรมประมง. การเลี้ยงกบ. 2548. เอกสารเผยแพร่ กองส่งเสริมการประมง กรมประมง. [ระบบออนไลน์]
- กรมประมง. การเลี้ยงกบ. 2551. เอกสารเผยแพร่ กองส่งเสริมการประมง กรมประมง. [ระบบออนไลน์]
- กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2544. เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ประชุมรังศ์. 369 น.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรมประมง. 2550. การเพาะเลี้ยงปลาบู่. กรุงเทพฯ. 23 น. (จุลสาร)
- กระบวนการความรู้. 2555. การเลี้ยงปลาดุกในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง. จาก <http://www.gotoknow.org> [26 เมษายน 2556]
- กระสินธุ์ หังสพฤกษ์. 2549. การใช้น้ำทะเลเทียมในระบบหมุนเวียนแบบปิดเพื่อผลิตกุ้งก้ามกราม. ว.แม่โจ้ปริทัศน์. 7(5) : 15-17
- กระสินธุ์ หังสพฤกษ์. 2549. ความสำคัญของแร่ธาตุหลัก 5 ชนิด (Na, K, Ca, Mg และ Cl) สำหรับการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) วิทยานิพนธ์ ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 61 หน้า.

กลุ่มส่งเสริมการผลิตประมง กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2556. การเลี้ยงปลา
ลูกบึกอยู่ในบ่อพลาสติก. จาก <http://www.doae.go.th/Library/html/detail/beatfish/index.htm>
 [5 พฤษภาคม 2556].

กองส่งเสริมการประมง, กรมประมง. 2545. การเพาะเลี้ยงปลาบึก(ตอนที่1). นิตยสารประมงธุรกิจ. 3(30) :
 63-71

การเกษตร. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : <http://mueang.khorat.doae.go.th/>. สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2554.

การุณ อุไรประสิทธิ์ และ ประดิษฐ์ เพ็ชรเจริญ. 2547. ผลของความหนาแน่นต่อการเลี้ยงปลาหมอในบ่อดิน.
 สัมมนาวิชาการประมงประจำปี 2547 วันที่ 7-9 กรกฎาคม, กรมประมง. หน้า 477-486.

คำธร โพธิ์ทองคำ. 2514. ชีวิตวิทยาปลาหมอไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 10/2514. กองบำรุงพันธุ์สัตว์น้ำ,
 กรมประมง. 14 หน้า.

กิตติพันธ์ จาปจินดา โกมุท อุณศรีส่ง และ ปรีชา เขียวเจริญ. (2537). การศึกษาการเลี้ยงปลาหมออเมริกันใน
 กระชังในอ่างเก็บน้ำ. รายงานวิชาการศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดเชียงใหม่. 24 น.

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน ดวงพร อมรเลิศพิศาล และ อุทุมลักษณ์ สมพงษ์. 2554. รูปแบบการเพิ่มประสิทธิภาพ
 และผลตอบแทนการเลี้ยงปลาบึกและปลาทูผสม. วารสารแม่โจ้ปริทัศน์ ปีที่ 12 ฉบับที่ 3: 16-21.

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2548. การเพาะเลี้ยงปลาบึกเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน. ภาควิชาเทคโนโลยีการ
 ประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

โกมุท อุณศรีส่ง. 2552. การเลี้ยงปลาหมอหลวง. ค้นเมื่อ 21 มีนาคม 2556, จาก
http://www.fisheries.go.th/fpo-uthaithani/Images/Ictalurus_handbook.doc

โกสินทร์ พัฒนมน. 2544. หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 112 หน้า

ขวัญตา พูลสำราญ. 2552. ผลของอาหารเสริมวิตามินซีต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และการสนอง
 ของระบบภูมิคุ้มกันโรคของปลาบึก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 109 น.

ศิริ กอนันตกุล, ธนาภรณ์ จิตตपालพงศ์, มาลี เอี่ยมทรัพย์ และวิษัย โสมจันทร์. 2544. แพลกต์ตอนพีชในป้า
 ทามแม่น้ำสงคราม. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 34. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด. กรมประมง
 .29 หน้า.

เคหกิจพนม. 2556. การเลี้ยงปลาในบ่อพลาสติก.จาก <http://www.gotoknow.org> [5 พฤษภาคม 2556].

จกกล พรมยะ 2543. การเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina* ในน้ำทิ้งจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพมูลสุกร.
 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2545. รายงานผลงานวิจัย การ
 เพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina platensis* (Nordsted) Geiteler เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำจากบ่อบำบัด
 น้ำเสียจากหอพักนักศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.

จกกล พรมยะ, อภินันท์ สุวรรณรักษ์, เทพรัดน์ อึ้งเศรษฐพันธ์, ทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมล, อนุภาพ วรรณคนาพล
 และขจรเกียรติ แซ่ตัน. 2546. สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชแพลงก์ตอน
 สัตว์ และคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่จิดสมบูรณ์ชล จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อประโยชน์ต่อการ
 อนุรักษ์แหล่งน้ำ ปี 2545 และ 2546. เชียงใหม่ ; มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 69 น.

จกกล พรมยะ. 2552. พล. 422 การเพาะเลี้ยงสาหร่าย. เชียงใหม่ ; คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากร
 ทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 128 น.

จักรตุพร วิสุทธิพันธ์. 2536. ผลของแมกนีเซียมไอออนและโพแทสเซียมไอออนที่ระดับต่างๆ ต่ออัตราการรอด
 ของ ลูกกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) ในน้ำเกลือ

จิระภา โพธิ์ศรี, เกรียงไกร สหสสานนท์ และพิสมัย สมสืบ. 2548. การอนุบาลปลาบู่วัยรุ่นขนาด 1 นิ้วเป็น
 ขนาด 5 นิ้วด้วยอาหาร 4 ชนิด. ปทุมธานี ; ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดปทุมธานี.

เจษฎา อิศหาะ . 2536. ผลของระดับโปรตีนต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของลูกกุ้งกุลาดำวัย
 อ่อนที่เลี้ยงในน้ำเกลือสินเธาว์ที่ระดับความเค็มต่างๆกัน. ปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์การประมง.
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์การ
 ประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 145 หน้า.

เจนฉา ที่เขียว. ม.ป.ป.. ความเป็นไปได้ในการอนุบาลลูกปลาบู่ทรายในเชิงเศรษฐกิจ. อุบลราชธานี : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 9 น.

ฉอ้อน แผนโคกสูง. 2551. การเลี้ยงกบคอนโด. โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการงานส่งเสริม

เจ็ดฉั่น อมาตยกุล, บุญช่วย ชาวปากน้ำ, เจริญ อุดมการ, สุรางค์ สมโนจิตรารณ, ประดิษฐ์ ศรีภัทรประสิทธิ์
ชลธิชา โชติสิทธิพงษ์. 2541. ผลของแอสตาแซนทินต่อสี การเจริญเติบโต อัตราการรอดตายและ
ความทนทานต่อเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus* sp. ของปลานิลสีแดง. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 104 หน้า.

ชลอ ถัมสุวรรณ และ พรเลิศ จันทรรักษ์กุล. 2547. อุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย. สำนักงาน
คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 206 หน้า.

ชลอ ถัมสุวรรณ วรภัท เทพาหุติ นิติ ชูเชิด พรเลิศ จันทรรักษ์กุล และ นิธิศ ภัทรกุลชัย. 2547. การศึกษาหา
ระดับความเหมาะสมของอาหารสำคัญที่มีต่ออัตราการรอดและการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วย
น้ำความเค็มต่ำ. สัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย เรื่องการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งของ
ประเทศไทย. กองโครงการและประสานงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. หน้า 268-
279.

เชียงใหม่นิวส์. 2551. เพาะเลี้ยงปลาหมอไทยเป็นอาชีพ ตลาดไทย-เทศยังต้องการสูง. [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา <http://www.keajon.com/pla-moo/> (10 ธันวาคม 2555)

ไชย ส่องอาชีพ. 2547. ปลาหมอไทยเลี้ยงง่ายขายคล่อง. เทคโนโลยีชาวบ้าน 12 (332): 102-103.

ไชย ส่องอาชีพ. 2547. ปลาหมอไทยเลี้ยงง่ายขายคล่อง. เทคโนโลยีชาวบ้าน. 12 (332): 102-10.

ไชย ส่องอาชีพ. 2552. เทคโนโลยีชาวบ้าน. หนังสือพิมพ์มติชน. วันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2552 ปีที่ 21 ฉบับที่

ชูกริ หะยีสาม. 2551. นิเวศวิทยาของปลา: ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้. ปัตตานี.

ทิพย์สุดา ต่างประโคน ผ่องใส จันทร์ศรี และสุพรรณ ชันน้ำเที่ยง. 2549. การเลี้ยงปลาอุกอุยเทศในบ่อ
พลาตติกที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 3 ระดับ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 64/2549. สำนักวิจัยและ
พัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 20 น.

ทิพสุดนซ์ พิมพ์พิมล และอภิรักษ์ สุวรรณรักษ์. 2553. ความหลากหลายทางชีวภาพและการประมงบริเวณ
อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่. เชียงใหม่ ; มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 55 น.

เทคโนโลยีชาวบ้าน. 2554. เลี้ยงปลาอุกบ่อพลาตติกแก้จน. จาก <http://www.somsak2004.com> [25
ธันวาคม 2554].

เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์, ประจวบ ฉายบุญ และ สุดปราณี มณีศรี 2546. ภาวะการตลาดและการบริโภคปลา
น้ำจืดในจังหวัดเชียงใหม่. วารสารวิจัยและพัฒนา คณะธุรกิจการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 1, หน้า
91-109.

ธงชัย จำปาสี และคณะ. 2548. การวิจัยและพัฒนาอาหาร และการให้อาหารกบ. วารสารงานวิจัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น.

ธรรมรักษ์ ละอองนวล. 2541. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. อุบลราชธานี: คณะเกษตร
และอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี. 212 น.

ธีรารัง อมรสกุล, วสันต์ ศรีวัฒนะ และอุไรวรรณ ชำนาญเวช. ม.ป.ป.. ลักษณะบางประการในระยะวัยอ่อน
ของลูกปลาน้ำจืด. ปัตตานี ; มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 62 น.

ธีรศักดิ์ สมดี. 2540. การกระจายของแพลงก์ตอนพืช *Microcystis aeruginosa* Kotz. ในอ่างเก็บน้ำเขื่อน
แม่กวงอุดมธาราปี2539-2540. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 102 น.

นภา ราชะนาถ. 2534. การเลี้ยงกบ. วารสารการประมง. 44(4): 381-386.

นรงค์ คงมาก. 2542. ปลาบู่. นนทบุรี; สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. 94 น.

นิตดา หงส์วิวัฒน์. 2547. กานพลู Clove เครื่องเทศและสมุนไพรที่ใช้เป็นยาและอาหารมาแต่ครั้งโบราณ.
กรัว. 10 (116). : 78-86.

นิพร เศษสุข. 2551. การปลดปล่อยซินนามาลดีไฮด์และยูจีนอลจากฟิล์มเซลลูโลสอีเทอร์และการประยุกต์เป็นฟิล์มต้านจุลินทรีย์เพื่อการบรรจุ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 135 น.

นิรนาม. ม.ป.ป. ข้อมูลการเลี้ยงปลาทับทิม. <http://www.thaigoodview.com/node/17461> (6/5/56)

นิวุฒิ หวังชัย. 2550. การประเมินคุณภาพน้ำเพื่อการจัดการผลผลิตปลาบึกที่เลี้ยงแบบหนาแน่นบริษัท เอ็น เอส เนเจอร์อล ฟาร์มมิ่ง จำกัด จังหวัด เชียงราย. รายงานผลการวิจัย. คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 75 หน้า.

นิวุฒิ หวังชัย. 2547. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำ. คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. น. 86 – 88.

นิวุฒิ หวังชัย. 2550. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำ. คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่.

เนตรนรินทร์ ขุนสูงเนิน. 2546. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อปลานิลซึ่งเก็บรักษาภายใต้การปรับเปลี่ยนบรรยากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, เทคโนโลยีสุรนารี. มหาวิทยาลัย

บ่อดิน. สัมมนาวิชาการประมงประจำปี 2547 วันที่ 7-9 กรกฎาคม, กรมประมง. หน้า 477-486.

บุญรัตน์ ประทุมชาติ. (2545). เอกสารประกอบการสอนวิชาการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง. ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา. 524 หน้า.

เบญจมาศ เขตตรง และปรัชญากร ชูตระกูล. 2553. ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง. สถาบันเทคโนโลยีพระปกเกล้าของน้ำมันหอมระเหยจากกระเพราโหระพา ตะไคร้หอมและแมงลัก ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์. จอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ประจวบ หล้าอุบล. 2537. กุ้ง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 237 หน้า.

ประเทือง เชาว์วันกลาง. 2534. คุณภาพน้ำทางการประมง. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

ประเทือง เชาวน์กลาง. 2538. คุณภาพน้ำทางการประมง. ลำปาง: แผนกประมง คณะสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตลำปาง. 86 น.

ประสิทธิ์ศิลป์ ชัยยะวัฒนะโยธิน. 2552. ปลาทับทิม. เทคโนโลยีชาวบ้าน. 21(460): 97.

ประเสริฐสีตะสิทธิ์, นันทิยาอุ้นประเสริฐและวิมลจันทร์โรทัย. 2527. ความต้องการวิตามินที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและอัตราการเหลือรอดของลูกปลาดุกอุย.สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, บางเขน, กรุงเทพฯ. 31 น.

ปรีชาดิ คุณสมคิด. 2543. การเปรียบเทียบชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชของแม่น้ำพองกับแม่น้ำชีในจังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 50.

ปิยากร บุญยัง. 2546. วงจรการสืบพันธุ์และโครงสร้างเนื้อเยื่อรังไข่ของปลานุ่ทราย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.geocities.com/welcometonica121/new-29.htm> (26 กันยายน 2554)

ปิยากร บุญยัง. 2546. วงจรการสืบพันธุ์และโครงสร้างเนื้อเยื่อรังไข่ของปลานุ่ทราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 72 น.

พรรณศรี จริโมภาส และ สุจินต์ หนูขวัญ. 2535. ผลผลิตการเลี้ยงปลาดุกอุยเทศในบ่อคอนกรีตด้วย อัตราการเลี้ยงต่างๆ กัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 128. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 14 หน้า.

พราย . เลี้ยงกบพ่อแม่พันธุ์ผลิตลูกขุนเอง กำไรไม่ต่ำกว่า 5 – 6 หมื่นต่อรุ่น. ธุรกิจสัตว์น้ำ.ปีที่ 5 ฉบับที่ 50 . พฤษภาคม 2553. หน้า 15 – 18.

พิพัฒน์ อินทรมาศย์. 2553. ปลาดุกบักอุย. กรุงเทพฯ: เกษตรสยามบุ๊คส์. 136 น.

พิศมัย สมสืบ. 2543. ระดับโปรตีนและพลังงานที่เหมาะสมในอาหารกบนา. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 76 หน้า.

ภัสจันท์ หิรัญ, อรพิน เกิดชูชื่น และ ัญญา เลหากุลจิตต์. 2553. การยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus* spp. โดยน้ำมันหอมระเหยจากพริกและอบเชย. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 41(3/1) (พิเศษ): 21-24.

ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, สุจินต์ หนูขวัญ, กำชัย ลาวัณขุติ, วีระ วัชรกร โยธิน และ นวลมณี พงศ์ธนา. 2539.

หลักการเพาะเลี้ยงปลา. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 30. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด, กรมประมง. 124 หน้า.

ภานุ จำปาเรือง. 2545. การศึกษาปริมาณคาร์ทีนอยด์สะสมในเนื้อปลาและการเจริญเติบโตของปลานิลสีแดง จากการใช้อาหารผสมสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. 50 หน้า. platensis).

ภานุวัฒน์ นาคสิงห์. 2553. การเพาะเลี้ยงกบสัตว์เศรษฐกิจยอคนนิยม. เพชรกะรัตสตูดิโอ : กรุงเทพฯ. 111 หน้า

มตินิติพน. 2536. คุณค่าทางโภชนาการของวิตามินซีในอาหารสัตว์น้ำ. วารสาร โรคสัตว์น้ำ. 14(4):47-55.

มนูวดี หังสพฤกษ์. 2532. สมุทรศาสตร์เคมี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 329 หน้า.

มยุรกาญจน์ เตชกุญชร, เรื่องเดช ไชยโคตร และเกรียงไกร พัทธากร. 2549. ผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพรไทยต่อการยับยั้งการเจริญของ *Saccharomyces cerevisiae*. อาหาร. 36(3): 222-226.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.ม.ป.ป.การเสื่อมเสียของอาหาร(การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อปลาในระหว่างการเก็บรักษา)(ระบบออนไลน์).แหล่งข้อมูล <http://pirun.ku.ac.th/~b521020198/spoil.htm> (23 ธันวาคม 2555)

มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 2552. การเลี้ยงปลา. จาก <http://www.trang.ru.ac.th/LO/lo2.html> [19 กรกฎาคม 2552].

มะลิบุณยรัตผลินนันทิยาอุ้นประเสริฐและจารุวัฒน์วรรณ โก้ววัฒน์. 2533. ระดับวิตามินซีที่เหมาะสมเพื่อเสริมในอาหารเลี้ยงลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*). สงขลา:สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติกรมประมง. 18 น.

มะลิบุณยรัตผลินนันทิยาอุ้นประเสริฐและอิดิตต้าปาลมาริโอ. 2525. อาหารปลาหมึก. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, บางเขน, กรุงเทพฯ. 17 น.

มะลิณยรัตน์ผลินันธิยาอุ้นประเสริฐ ไพรัตน์กอสุธารักษ์วิญญูโสภณะและศิริมลชุมสูงเนิน. 2531. ผลของระดับวิตามินซีที่เติมในอาหารต่อการเจริญเติบโตประสิทธิภาพอาหารและอัตราการรอดของปลากะพงขาว. กรุงเทพฯ: สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติกรมประมง. 21 น.

มัทนา แสงจินดาวงษ์. 2545. ผลิตภัณฑ์ประมงของไทย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มันสิน ตันจุลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2539. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ เล่มที่ 1 การจัดการคุณภาพน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

มันสิน ตันจุลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2544. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 319 หน้า.

มันสิน ตันจุลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2539. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ, 214 หน้า.

มานพ ตั้งตรงไพโรจน์. 2530. ปลานิลสีแดง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ บางเขน กรุงเทพฯ. 20 หน้า.

เมฆ บุญพราหมณ์. วิทย์ ชารชลาณกิจ. และประวิทย์ สุรินทร์นาค. 2520. การเลี้ยงกบ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2538. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางประมง. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2532. การควบคุมคุณสมบัติของน้ำในบ่อเลี้ยงปลา. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง.

ไมตรี กำเนิดมณี. 2550. การเลี้ยงปลาหมอแปลงเพศในบ่อซีเมนต์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.fisheries.go.th/cf-chan/Paper/seminar/seminar-coastal-50/p5fish.htm> (20 กรกฎาคม 2555).

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง. 125 หน้า.

ยงยุทธ ทักขัญ. 2554. เทคนิคการเลี้ยงกบนาเชิงพาณิชย์. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.fisheries.go.th/technical_group/. สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2554.

ยุวดี พิรพรพิศาล และ นมากรณ์ นิวาสะบุตร. 2546. คู่มือปฏิบัติการสาหร่ายวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รัตนสุดา ไชยเชษฐ์. ม.ป.ป. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้น : การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://web.nkc.kku.ac.th/rattanasuda/research/mobilelab.doc> (1 ตุลาคม 2554).

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

รุจิราภรณ์ มุสิกะพันธ์. 2551. ความรู้ในการเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์กบนาของเกษตรกรหมู่บ้านรอบศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2541. แพลงก์ตอนสัตว์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2542. แพลงก์ตอนพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วารุณี ภัทรพิชิต. 2549. อิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรและสภาวะการบรรจุต่ออายุ การเก็บรักษาขนมชั้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วาสนาณิรัตน์. 2539. ผลของวิตามินซีต่อความต้านทานโรคและการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันในปลาดุกลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2556. เศรษฐกิจพอเพียง. จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/เศรษฐกิจพอเพียง> [5 พฤษภาคม 2556].

วิทย์ ธารชลาณกิจ, ประจิตร วงศ์รัตน์, สุขุม เร้าใจ, ประทักษ์ ตาบทิพย์วรรณ และลัดดา วงศ์รัตน์. 2533. การศึกษาคุณภาพน้ำและทรัพยากรสัตว์น้ำในพื้นที่พรุโต๊ะแดง จังหวัดนราธิวาส. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 111 หน้า.

วิทย์ ธารชลาณกิจ. 2512. คู่มือหลักการเพาะเลี้ยงปลา. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 403-409.

วิทย์ ธารชลาณกิจ ประจิตร วงศ์รัตน์ สุขุม เร้าใจ ประทักษ์ ตาบทิพย์ วรรณและลัดดา วงศ์รัตน์. 2533. การศึกษาคุณภาพน้ำและทรัพยากรสัตว์น้ำในพื้นที่พรุโต๊ะแดงจังหวัดนราธิวาส.คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 111 น.

วิมล เหมะจันทร์. 2540. ชีววิทยาปลา. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตพญาไท กรุงเทพฯ. 318 หน้า

วิรัช จิวแหยม. 2540. คุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและวิธีวิเคราะห์. ขอนแก่น: ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 166 น.

วิรัช จิวแหยม และ นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์. 2539. ความต้องการโปรตีนในอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของปลาหมอไทย (*Anabas testudineus*). วารสารแก่นเกษตร. 24(3) หน้า 116-120.

วิศณุพร รัตนตรัยวงศ์, สมนึก กองรัตน์, ณัฐวดี นกเกตุ และ วรัญญู ขุนเจริญ. 2541. การศึกษาเบื้องต้นในการ เลี้ยงปลากดแก้วในบ่อคอนกรีตแบบน้ำไหลผ่าน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 6/2541. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 27 หน้า.

วีรพงษ์วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. สำนักพิมพ์โอเคอินเตอร์, กรุงเทพฯ. 216 น.

วุฒิพนธ์ ศุภวิริยากร. 2554. ผลของกรดแลคติกและฟอสเฟตต่อคุณภาพของเนื้อปลาน้ำจืดแช่แข็ง – แช่แข็ง. รายงานผลการวิจัย. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 106 หน้า

วุฒิพรพรหมขุนทอง, ประกอบเส้งสีแดงและกิจการสุกมาตย์. 2540. ความต้องการวิตามินซีละลายน้ำในปลากดเหลือง(I): ความต้องการวิตามินบี1 วิตามินบี2 วิตามินบี3 และวิตามินซี. วารสารสงขลานครินทร์ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 19(3): 337 – 349.

วุฒิพรพรหมขุนทอง, อภิญญาส่งประดิษฐ์และปิยวรรณสังมานาคิน. 2541. การใช้แอสคอบิล-2-ซัลเฟตเป็นแหล่งของวิตามินซีของปลากดเหลือง. วารสารสงขลานครินทร์วท.20(2): 149 – 156.

วุฒิพรพรหมขุนทอง. 2539. ผลของวิตามินซีระดับต่างๆต่อการเจริญเติบโตอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตราการรอดตายของปลากดเหลือง (*Mystus nemurus*). วารสารสงขลานครินทร์วท.18(4): 413 – 420.

เวียง เชื้อโพธิ์ทัก. 2543. โภชนศาสตร์สัตว์และการให้อาหารสัตว์น้ำ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เวียง เชื้อโพธิ์ทัก. 2543. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 255 หน้า.

เวียงเชื้อ โพธิ์หลัก. 2542. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 255 น.

ศราวุธ เจ๊ะโสะ อนุรักษ์ คำจดี สุชาติ จุลอดุง กฤษฎพันธ์ โกเมนไปรินทร์ เมตตา ทิพย์บรรพต และ นพพร สิริเกษมกิจ. 2547. ปลาหมอไทย : ชีววิทยาและเทคนิคการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์. 33 หน้า

ศราวุธ เจ๊ะโสะ. 2548. ปลาหมอ. เอกสารเผยแพร่. สำนักงานพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการ ประมง. กรมประมง, 42 หน้า.

ศราวุธ เจ๊ะโสะ อนุรักษ์ คำจดี สุชาติ จุลอดุง กฤษฎพันธ์ โกเมน ไปรินทร์ เมตตาทิพย์ บรรพต และนพพร สิริเกษมกิจ. 2547. ปลาหมอไทย: เทคนิคการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์. ศูนย์วิจัยและทดสอบพันธุ์สัตว์น้ำชุมพร. 33 น.

ศวรรณี เหลืองสุนทรชัย และวลัยรัตน์ จันทรปานนท์. 2550. ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* ของน้ำมันกานพลูทางการค้า. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45, 30 มกราคม - 2 กุมภาพันธ์ 2550. 719-725 น.

ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำจืด. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์: กรุงเทพฯ. น. 106 – 116.

ศิริเพ็ญ ตรีชัยภาพ, ขจรเกียรติ ศรีนวลสม, พรศิริ ตูลาภิรักษ์ และธำรงค์ ประเสริฐ. 2554. คุณภาพน้ำและสาหร่ายในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล (ปี พ.ศ. 2540 – 2544). เชียงใหม่; มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริลักษณ์ เมืองเงิน. 2551. นิสัยการกินอาหารของปลาทราย กดเหลืองและบู่ทรายในกว๊านพะเยา. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม-มกราคม 2551. 118-129.

ศุภชัย ใหม่ศิริ. 2544. การเลี้ยงกบ. ชมรมผู้เลี้ยงกบแห่งประเทศไทย: กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำชุมพร. 2555. ปลาหมอสายพันธุ์ 'ชุมพร ๑'. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา www.fisheries.go.th/genetic-chumphon/images/.../year%2055.pdf (20 กุมภาพันธ์ 2556).

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2556. การเลี้ยงปลาในบ่อพลาสติก. จาก http://www.fisheries.go.th/cf-kung_krabaen/ [24 เมษายน 2556].

ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง, 2554: สถิติการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา: <http://www.fisheries.go.th/it-stat/>. สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2554.

สง่า ลีสง่า, นกคณ จินดาพันธ์ และ จริภรณ์ ศรียศ. 2543. การเลี้ยงปลาในบ่อคอนกรีตที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2543. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 15 หน้า.

สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. 2554. ปลาหมอไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.nicaonline.com/articles1/site/view_article.asp?idarticle=97 (10 ธันวาคม 2555).

สนอง เทียบศรี, สำเนาวั ช้องสาย และ วิรัช จิวแหยม. 2540. ระดับโปรตีนในอาหารและความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาหมอไทย (*Anabas testudineus*) ในกระชัง. วารสารแก่นเกษตร. 25(1) หน้า 42-47.

สมเจตน์ ปัญญาวิชย์. 2549. ปลาหมอไทย. เกษตรสยามบุ๊คส์, กรุงเทพฯ. 184 น.

สมเจตน์ ปัญญาวิชย์. 2549. ปลาหมอไทย. เกษตรสยามบุ๊คส์, กรุงเทพฯ. 184 น.

สมพงษ์ ดุลย์จินดาชาพร, พรชัย จารุรัตน์จามร และ สำเนาวั ข้องสาย. 2546. การเลี้ยงปลาหมอไทยที่ความหนาแน่นต่างกัน. เรื่องเต็มการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41: สาขาประมง. กรุงเทพฯ หน้า 329-335.

สมพงษ์ ดุลย์จินดาชาพร. 2538. แพลงก์ตอนวิทยา. ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สมพงษ์ ดุลย์จินดาชาพร. 2542. การเจริญเติบโตของปลาหมอไทยวัยอ่อนที่ความหนาแน่นต่างกัน. วารสารแก่นเกษตร. 27(2) หน้า 62-67.

สมพงษ์ ดุลย์จินดาชาพร. 2542. การเพาะเลี้ยงปลาหมอไทย. ภาควิชาประมง, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 38 น.

สมศักดิ์ เพียบพร้อม. 2530. หลักและวิธีการจัดการธุรกิจฟาร์ม. โอ. เอส. พรินติ้งเฮาส์. กรุงเทพมหานคร. 240 หน้า.

สวยงามและสถานที่แสดงพันธุ์สัตว์น้ำ. กรุงเทพฯ. 16 – 19 หน้า.

สัตว์น้ำจืด. 2547. ปลาหมอ ไซค์ใหญ่ ตลาดยังโต. วารสารสัตว์น้ำ 15 (173):119 – 126.

สันติชัย รังสิยาภิรมย์, สุภาวดี โกมลมาลย์ และ สุวิมา บานเย็น. 2541. การเลี้ยงปลากดเหลืองในกระชังที่ลุ่มน้ำ คลองยัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2541. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 22 หน้า.

สำนักข่าวแห่งชาติ กรมประชาสัมพันธ์. 2552. เกษตรกรบ้านไสหลวง ตำบลปิ่นตอ จังหวัดพัทลุง เลี้ยงปลาดุกด้วยผลไม้หมักลดต้นทุนการผลิต รักษาสิ่งแวดล้อม ตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง. จาก http://thainews.prd.go.th/view.php?m_news=255103030274&tb=N255103 [19 กรกฎาคม 2552].

สำนักงานประมงจังหวัดอ่างทอง. 2556. การเลี้ยงปลานิลแปลงเพศ. จาก <http://www.fisheries.go.th/fpo-angthong> [5 พฤษภาคม 2556].

สิทธิ บุญขรรค์ผลิน, กิจการสุภมาตย์และสถาพรดิเรกบุษราคม. 2532. ผลของวิตามินซีต่อการเจริญเติบโตของปลากะพงขาวและความต้านทานโรคของปลากะพงขาว. สงขลา:สถาบันการเพาะเลี้ยงชายฝั่งกรมประมง. 48 น.

สินธาว์. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 191 หน้า.

สุจินต์ โรจนพิทักษ์. 2550. การเลี้ยงปลาหมอ. เกษตรสยามนิวส์, กรุงเทพฯ. 88 น.

สุณิษฐ์ โรจนพิทยากุล และ เจนจิตต์ คงกำเนิด. 2543. การอนุบาลลูกปลานู๋ทรายในระดับความเค็มต่าง ๆ กัน. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ; สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง

สุพันธุ์ แสนกล้า. 2548. ผลของเครื่องเทศบางชนิดต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาปลาดุกอุยเทศรมควัน. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 155 น.

สุรศักดิ์ สร้อยมี. 2544. การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและปริมาณคาร์ทีนอยด์สะสมในเนื้อของปลานิลสีแดง จากการใช้อาหารผสมสาหร่ายต่างชนิดกัน. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.

สุรินทร์ บุญอนันตสาร และ ภคนิจุฬพิทยานันท์. 2553. ผลของการเพิ่มวิตามินซีและวิตามินอีในอาหารปลาดุกต่อการเพิ่มภูมิคุ้มกันโรคในสภาพการเลี้ยงที่อุณหภูมิต่ำลง. รายงานการวิจัย...

สุวรรณดี ขวัญเมือง, สันทนา สรรเสริฐ และ สุชาติพิทย์ ทิพย์วงศ์. 2552. การเลี้ยงปลาหมอไทยในกระชังในแม่น้ำปากพนัง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.fisheries.go.th/cf-pak_panang/web2/index.php?option=com_content&view=article&catid=29%3Aresearch&id=54%3A2009-11-15-11-39-11&Itemid=29 (20 กรกฎาคม 2555).

เสน่ห์ ผลประสิทธิ์ และ ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล. 2451. ชีวิตวิทยาและการเพาะเลี้ยงปลาบึก. วารสารการประมง ปี ที่ 51 ฉบับที่ 1. หน้า 11-22

เสน่ห์ ผลประสิทธิ์ 2552 . การเลี้ยงปลาบึกเชิงพาณิชย์. ในคู่มือการอบรมการเพาะเลี้ยงปลาบึกแบบมืออาชีพ คณะประมงฯ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 33 หน้า.

หทัยรัตน์ ริมศิริ, วิชัย หฤทัยธนาสันดี และนฤมล นิติมลลชัย. 2544. การใช้น้ำมันหอมระเหยจากอบเชย เป็นสารป้องกันเชื้อราในผลิตภัณฑ์ทุเรียนกวน. เกษะการเกษตร. 25(4): 145.

หิรัญ กังแฮ. 2548. โรคสเตรฟโตคอคโคซิสในปลานิลแดงแปลงเพศและผลของสารสกัดสมุนไพร 19 ชนิด ในการยับยั้งเชื้อสเตรฟโตคอคคัส. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววาริช ศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

แหล่งที่มา : <http://jarupagarden.igetwed.com/> . สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2554.

แหล่งที่มา : <http://www.fisheries.go.th/if-suratthani/1gob.htm> / . สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2554.

อนันต์ สีหิรัญวงศ์ และ เจริญ ไชย ศรีสุวรรณ. 2544. การอนุบาลปลาหมอไทยในถังไฟเบอร์กลาสด้วยอัตรา ปล่อยที่แตกต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 18/2544. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 24 หน้า.

อนุพงศ์ มาลี. ม.ป.ป. รู้จักคุณสมบัติของน้ำเบื้องต้นก่อนที่จะเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. [ระบบออนไลน์].

แหล่งที่มา http://www.nicaonline.com/articles9/site/view_article.asp?idarticle=137 (1 ตุลาคม 2554).

อนุวัติ อุปนันชัย และคณะ. 2551. . รายงานการประชุมวิชาการประมง. กรมประมง. หน้า 157 – 172.

อภิวัฒน์ คำสิงห์. 2554. ปลาหมอไทยแปลงเพศเชิงพาณิชย์ ต่อยอดการพัฒนา เพื่อคุณภาพชีวิตคน สกลนคร. เทคโนโลยีชาวบ้าน 16 (496): 100-101.

อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล และ บุญกร บำรุงธรรม. 2543. อาหารปลาสวยงาม. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำ

อรรณพ อัมศิลป์ และ ดารุณี นันทมงคลกุล. 2538. กบนา - common lowland Frog (*Rana rugulosa*, Wiegmann). กองประมงน้ำจืด, กรมประมง: กรุงเทพมหานคร. 130 หน้า.

อาภากร สุภาพิพัฒน์ และจิตศิริ ราชชนะพันธุ์. 2550. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรไทย ตระกูลเหง้าในการยับยั้ง *Listeria monocytogenes* ในเนื้อไก่สดบรรจุสุภาวະสุญญากาศแช่เย็น. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45, 30 มกราคม - 2 กุมภาพันธ์ 2550. 516-522 น.

อิทธิพร จันทรเพ็ญ, 2531. การเลี้ยงกบ. ช่อนนทรี: กรุงเทพฯ. 72 หน้า.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2548. “การจัดการสารละลายธาตุอาหารพืชในระบบมีการนำสารละลายกลับมาใช้ใหม่.” หน้า 33-47. ใน เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรุ่นที่ 6. กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อิสรพงศ์ วังปรีชา. 2554. ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาดุกบิกอูยที่เลี้ยงร่วมกับปลานิลในบ่อพลาสติกแบบเศรษฐกิจพอเพียง. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต. คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ. มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่.

อุทัยรัตน์ ณ นคร. 2544. ปลาดุก. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 140 น.

อุมาพร สิริพิณฑุ์. 2540. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ประมง. คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

โอภาส ชามะสนธิ์. 2547. ลักษณะทางนิเวศวิทยาบางประการของปลาในอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ จังหวัดลพบุรี. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 147 น.

Adewolu, M.A., Aro, O.O. 2009. Growth, feed utilization and haematology of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings fed diets containing different levels of vitamin C. **American Journal of Applied Sciences** 6:1675–1681.

Affonso E.G., Silva, E. C., Tavares-Dias, M., de Menezes, G.C., de Carvalho, C.S., Nunes, E.S., Ituassú, D.R., Roubach, R., Ono E.A., Fim, J.D. and Marcon, J.L. 2007. **Effect of high levels of dietary vitamin C on the blood responses of matrinxã (*Brycon amazonicus*)**. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology* 147(2): 383 – 388.

Ai, Q., Mai, K., Tan, B., Xu, W., Zhang, W., Ma, H. and Liufu, Z. 2006. **Effect of dietary vitamin C on survival, growth, and immunity of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea***. *Aquaculture* 261: 327 – 336.

- Akiyama, D.M., Dominy, W.G. and Lawrence, A.L. 1991. **Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry: revised**. pp. 80–98. In . Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop, Thailand and Indonesia September 19–25 . Singapore, American Soybean Association.
- Al-Amoudi, M.M., El-Nakkadi, A.M.N. and El-Nouman, B.M.. 1992. **Evaluation of optimum dietary requirement of vitamin C for the growth of *Oreochromis spilurus* fingerlings in water from the Red Sea**. Aquaculture 105: 165 – 173.
- Ambeker, E.E. and R.W. Doyle. **Repeatability of relative size of individuals under communal**
- Anadu, D.I., Anozie, O.C. and Anthony, A.D.. 1990. **Growth response of *Talapia zillii* feed diets containing various levels of ascorbic acid cobalt chloride**. Aquaculture 88: 329-336.
- Andrews, J.W. and Murai, T. 1974. **Studies on the vitamin C requirements of channel catfish (*Ictalurus punctatus*)**. Journal of Nutrition 105(5): 557 – 561.
- Anonymous. 1997. **“The freshwater Institute Natural Gas Powered Aquaponic System Design Manual.”**[Online]. Available: http://www.aces.edu/dept/fisheries/education/documents/aquaponic_system.pdf
- Anonymous. 2002. **“An Integrated Fish Culture and Vegetable Hydroponic Production System.”** [Online]. Available : <http://rps.uvi.edu/AES/Aquaculture/aquaponics.html>.
- Anonymous. 2003. **“Hydroponics.”** [Online]. Available : <http://ns.yupparaj.ac.th/web2003/401-21/product1.html>.
- Anonymous. 2006a. **“Nitrifying Bacteria Facts.”** [Online]. Available : <http://www.bioconlabs.com/nitribactfacts.html>.
- Anonymous. 2006b. **“Nitrifying Bacteria.”** [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Nitrifying_bacteria
- ANZECC. 2000. **The Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality**.
(Online) http://www.mincos.gov.au/publications/australian_and_new_zealand_guidelines_for_fresh_and_marine_water_quality. (26 September 2001)

AOAC (Associate of Official Analytical Chemists). 1995. **Official methods of analysis, 16th edition.**

Associate of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA.

AOAC. 1970. **Official Method of Analysis of the Association of official Analytical CheMists.**

Washington D.C. 1015p.

AOAC. 1995. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists.** 16th ed.

Arlington, VA, USA.

Areerat, S. 1987. **Clarias culture in Thailand.** Aquaculture 63: 355-362.

Azzouz, M.A. and L.B. Bullerman. 1982. **Comparative antimycotic effects of selected herbs, spices, plant components and commercial antifungal agents.** J Food Protect. 45: 1298-1301.

Bakker, J.P. 1980. **Planting density for lettuce.** Hort. Abstracts 51: 301.

Barbut, S. 2002. **Poultry Products Processing: An Industry Guide.** CRC Press, New York.

Bold, H.C. and M.J. Wynne. 1978. **Introduction to the Algae.** Structure and Reproduction. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.

Boney, A. D. 1975. **Phytoplankton.** London: Edward Arnold.

Boonyaratpalin, M., Unprasert, N. and Buranapanidgit, J.. 1989. **Optimal supplementary vitamin C level in seabass fingerling dite.** pp. 149 – 157. In The Proceeding of the Third International Symposium on Feeding and Nutrition in Fish, 28 August – 1 September 1988. Japan: Toba.

Boyd CE. And Tucker CS. 1992. **Water quality and pond soil analyses for aquaculture.** Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.

Boyd, C.E. 1982. **Water Quality Management for Pond Fish Culture.** New York: Elsevier Scientific Publish Company. 318 p.

- Boyd, C.E. 1989. **Water Quality Management and American in Shrimp Farming**. Alabama : Auburn University.
- Boyd, C.E., 1998. **Water Quality for Pond Aquaculture**. Auburn University; Research and Development Series. 43p.
- Burdock, G.A. 2002. **Handbook of Flavour Ingredients**. 4th ed. CRC Press, New York.
- Burt, S. 2004. **Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods-A review**. Int J Food Microbiol. 94 (3): 223-253.
- Cardinala, M., H. Gunnlaugsdottir, H., M. Bjoernevik, A. Ouissel, J.L. Valleta and F. Leroia. 2004. **Sensory characteristics of cold-smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*) from European market and relationships with chemical, physical and microbiological measurements**. Food Res Int. 37(2) : 181-193.
- Cheng W., L. Chun-Hung, C. Chih-Hsin and C. Jiann-Chu. 2001. **Hemolymph oxyhemocyanin, protein, osmolality and electrolyte levels of *Macrobrachium rosenbergii* in relation to size and molt stage**. Aquaculture. 198 : 387-400.
- Clarke, K.R. and R.M. Warwick. 2001. **Change in Marine Communities**. Plymouth Marine Laboratory, ISBN 1 85531 1402, Bourne Press Limited, UK.
- Clarke, K.R. and R.N. Gorley. 2001. **PRIMER V5: user Manual/Tutorial**. PRIMER-E Ltd, UK. 91 p.
- D (ed.). **The Biological Basis of Freshwater Fish**. Blackwell Scientific Publication, Oxford and Edinburgh, UK. (1967) 412 – 428.
- Dondero, M., F. Cisternas, L. Carvajal and R. Simpsom. 2004. **Changes in quality of vacuum-packed cold-smoked salmon (*Salmo salar*) as a function of storage temperature**. Food Chem. 87: 543-550.
- Douglass, J.S. 1976. **Advance Guide to Hydroponics**. Pelham Books, London.

- Durve, V.S. and Lovell, R.T.. 1982. **Vitamin C and disease resistance in channel catfish (*Ictalurus punctatus*)**. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39 : 948–951
- El-Sayed, A.M. **Evaluation of soybean meal, spirulina meal and chicken offal meal as protein sources for silver seabream (*Rhabdosargus sarba*) fingerlings**. Aquaculture 127 (1994) 169 – 176.
- FAO, 2000. **FAO year book Fisheries statistic**. Aquaculture production. 90(2) : 78 pp.
- FAO. 1961. **Agriculture and Horticulture Seed: Their Production**. Rome, Italy.
- Fei, L., D. Yi-cheng, Y.E. Xing-qian and D. Yu-ting. 2012. **Antibacterial effect of cinnamon oil combined with thyme or clove oil**. Agric Sci China. 10 (9): 1482-1487.
- Foss, P.T. Storebakken, K. Sxchiedt, S. Liaen-Jenson, E Austreng and K Streiff. 1984. **Carotenoids in diet for salmo I : Pigmentation of rainbow trout with the individual optical isomers of asraxanthin in comparison with canthaxanthin**. Aquaculture 41 , 213-226.
- Fouda, M.M., Hanna, M.Y. and Fouda, F.M. 1993. **Reproductive biology of a red sea goby, *Silhouettea aegyptia*, and a Mediterranean goby, *Potaoschistus mamoratus*, in Lake Timsah, Suez Canal**. J.fish Biol. 43 : 139-151.
- Gelin, A., Crivelli, A.J., Rosecchi, E. and Karambrun P. 2001. **Can salinity change affect reproductive success in the brown shrimp *Crangon crangon***. J. Crust. Biol. 21(4) : 905 – 911.
- Gilles, R. and Pequeux, A. 1986. **Cell volume regulation in crustaceans: relationship between mechanisms for controlling the osmolality of extracellular and intracellular fluids** J. Exp. Zool. 215: 351-362.
- Glynn, J.P., 1968. **Studies on the ionic, protein and phosphate changes associated with the moult cycle of *Homarus vulgaris***. Comp. Biochem. Physiol. 26, 937-946.

- Goni, P., P. Lopez, C. Sanchez, R. Gomez-Lus, R. Becerril and C. Nerin, C. 2009. **Antimicrobial activity in the vapour phase of a combination of cinnamon and clove essential oils.** Food Chem. 116: 982–989.
- Gonzalez, R.J., Drazen, J., Hathaway, S., Bauer, B. and Simovich M. 1996. **Physiological Southern California.** J. Crust. Biol. 16(2) : 315 – 322.
- Gulcin, I., M. Elmastas and H.Y. Aboul-Encin. 2012. **Antioxidant activity of clove oil-A powerful antioxidant source.** Arabian J. Chem. 5 (4) : 489-499.
- Halver, J.E. 1972. Fish Nutrition. **Academic Press, Inc., New York. 713 p.** 1989. Fish Nutrition. New York: Academic Press. 789 p.
- Hansen, L.T., S.D. Røntved and H.H. Huss. 1998. **Microbiological quality and shelf life of cold-smoked salmon from three different processing plants.** Food Microbiol. 15(2): 137-150.
- Hansen, L.T., T. Gill, T., H.H. Huss. 1995. **Effects of salt and storage temperature on chemical, microbiological and sensory changes in cold-smoked salmon.** Food Res. Int. 28: 123-130
- He, H. and Lawrence, A.L. 1993. **Vitamin C requirements of shrimp *Penaeus vannamei*.** Aquaculture 114: 305 – 316.
- Henrique, M.M.F., Gomes E.F., Gouillou-Coustans M.F., Oliva-Teles A. and Davies S.J. 1997. **Influence of supplementation of practical diet with vitamin C on growth and response to hypoxic stress of seabream, *Sparus aurata*.** Aquaculture 161 :415–426.
- Henry, R.P. and Cameron, J.N. 1982. **Acid-base in *Callinectes sapidus* during acclimation from high to low salinity.** J. Exp. Biol. 101 : 255 – 264.
- Hepher, B. **Nutrition of Pond Fishes.** Cambridge University Press. New York. (1988) 388
- Hepher, B. **Some Biological Aspects of Warm-Water Fish Pond Management.** In: Gerking,

- Hill, L.E., C. Gomes and T.M. Taylor. 2013. **Characterization of beta-cyclodextrin inclusion complexes containing essential oils (trans-cinnamaldehyde, eugenol, cinnamon bark and clove bud extracts) for antimicrobial delivery applications.** LWT-Food Sci Technol. 51: 86-93.
- Iwana, S. and Motai. 1954. **Ecological studies of vegetable in region of difference altitude. 7 Ecological behavior of lettuce in hot season.** Hort. Abstract 24: 394.
- Jean-F.H. 2013. **Images: Clarias macrocephalus × Clarias gariepinus.** Available from: http://www.scotcat.com/images/c_macrocephalus_x_gariepinus4.jpg [2013 May 3].
- Jintamas Suwanjarat, Thumronk Amornsakun, Lamai Thongboon and Piyakorn Boonyoung. 2005. **The culture of sand goby, Oxyeleotris marmoratus II: Gastric emptying times and feed requirements of larvae.** Songklanakarin. 27 (1) : 425-436.
- Kaloo, K.H. 1981. **Differentiation of lettuce cultivars (L. sativa var. Capitata).** Hort. Abstract. 51: 31.
- Kay, R. D. **Farm Management : Planning, Control and Implementation.** McGraw Hill Book Co., Singapore. (1986) 401
- Kehdi, N. 2005. **"Aquaponics : a perfect eco-system of plants and fish."** [Online]. Available : http://www.eurohydro.com/aquaponics_gb.pdf#search=%22aquaponic%22
- Khajorearn, J. and Khajarearn,S. 1997. **Stability and bioavailability of vitamin C-glucose in Clariashybrid catfish (Clarias gariepinus × Clarias macrocephalus).** Aquaculture 151: 219 – 224.
- Khatune-Jannat, M., Rahman, M.M., Bashar, Md.A., Hasan, Md.N., Ahamed, F. and Hossain, Md.Y. 2012. **Effects of Stocking Density on Survival, Growth and Production of Thai Climbing Perch (Anabas testudineus) under Fed Ponds.** Sains Malaysiana 41(10), 1205-1210.
- Kirkpatrick, K. and Jones, M.B. 1985. **Salinity tolerance and osmoregulation of a prawn, Palaemon affinis Milne Edwards (Caridea : Palaemonidae).** J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 93 : 61 – 70.

- Knott, J.E. 1950. **Vegetable Growing**. Lea & Febiger, Philadelphia.
- Knott, J.E. and R. Deanon. 1970. **Vegetable Production in South East Asia**. Los Bonos: College of Agriculture, Univ. Philippines.
- Komarek, Jiri. 1983. **Contribution to the Chlorococcal Algae of Cuba. NOVA HEDWIGIA BANDXXXVII BRAUNSCHWEIG 1983 J. CRAMER, 65-180.**
- Krizek, D.T. and D.P. Ormond. 1980. **Growth response of Grand Rapid lettuce and First Lady Marigold to increase far-red and infared radiation under controlled environment. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 68: 261-270.**
- Kwon, H. K., W. K. Jeon, J. S. Hwang, C. G. Lee, J. S. So, J. A. Park, et al. 2009. **Cinnamon extract suppresses tumor progression by modulating angiogenesis and the effector function of CD8+ T cells. Cancer Lett. 278:174–182.**
- Lawson, T.B.. 1995. **Fundamentals of Aquacultural Engineering**. New York: Charpman and Hall.
- Leghninger, L.A. 1982. **Principles of Biochemistry** . New York: Worth Publishers Inc. 500 p.
- Lim, C. and Lovell,R.T. 1978. **Pathology of the Vitamin C deficiency syndrome in channelcatfish. (Ictalurus punctatus) Journal of Nutrition 108 : 1137–1146.**
- Lin, C.K., Diana, J.S, 1995. **Co-culture of Nile tilapia (Oreochromic niloticus) and hybrid catfish (Clarias mocrecephalus x C. gariepinus) in ponds. Aquat. Living Resour. 8, 449-454.**
- Lin, C.K., Yi, Y., 2003. **Minimizing environmental impacts of freshwater aquacnlture and reuse of pond effluents and mud. Aquaculture. 226, 57-68.**
- Lovell, R.T. and Lim, C. 1978. **Vitamin C in pond diets for channel catfish. Transactions of the American. Fisheries Society107: 321 – 325.**

- Lu J. and Takeuchi T. 2002. **Taste of Tilapia Oreochromis niloticus fed society on raw Spirulina.** Fisheries Science 68 (Supp.1) The Japaness Society of Fisheries Science TOKYO JAPAN. P. 987 – 988.
- Lu J. and Takeuchi T. 2003. **Spawning and egg quality of the Tilapia Oreochromis niloticus fed solely on raw Spirulina throughout three generations .** Aquaculture Volume 234, Issues 1-4 , 3 May 2004, Pages 625-640.
- Ludwig , J.A., & Reynolds, J.F. (1988). **Statistical ecology : A primer on methods and computing.** John Wiley & Sons Inc. New York, USA. 337 p.
- Machado, J. Coimbra, J. Sá. C. and Cardoso, I. 1988. **Shell thickening in Anodonta cygnea by induced acidosis. Comp. Biochem. Physiol.** 91A (4): 645-651.
- Mahmoud B.S., K. Yamazaki, K. Miyashita, Y. Kawai, I.S. Shin and T. Suzuki. 2006. **Preservative effect of combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds on carp fillets during convectional air-drying.** Int J Food Microbiol. 106(3): 331-337.
- Mantel, L.H. and Farmer, L.L. 1983 . **Osmotic and ionic regulation. In: The Biology of Crustacea vol 4. Internal anatomy and physiological regulation, Mantel, L.H. (ed), Academic press, New York, pp. 53-161.**
- Matan, N., H. Rimkeeree, A.J. Mawson, P. Chompreeda, V. Haruthaithanasan and M. Parker. 2006. **Antimicrobial activity of cinnamon and clove oils under modified atmosphere conditions.** Int J Food Microbiol. 107: 180–185.
- Meade, J. W., 1989. **Aquaculture Management.** Newyork; Van Nostrand Reinhold.
- Merchie, G., Lavens,P.and Sorgeloose,P. 1997. **Optimization of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae : a review.** Aquaculture 155: 165 – 181.

- Miao, X., Cui, S.R. and Miao,Z.W. 2002. **“Utilization of Aquaculture Waste Water in Vegetable Hydroponic Production System.”** Transaction of the Chinese Society of Agricultural Engineering. 18(5) : 131-133.
- Mizuno, T. 1968. **Illustrations of the fresh water plankton of Japan.** Hoikusha, Osaka. 351 p.
- Moreira, M.R., A.G. Ponce, C.E.D. Valle and S.I. Roura. 2007. **Effects of clove and tea tree oils on Escherichia coli O157: H7 in blanched spinach and minced cooked beef.** J Food Processing Preserv. 31 (4): 379-391.
- Mosqueda-Melgar, J., R.M. Raybaudi-Massilia and O. Martin-Bellasa. 2008. **Inactivation of Salmonella enteric Ser enteritidis in tomato juice by combining of high-intensity pulsed electric fields with natural antimicrobials.** J Food Sci. 73: 47-53.
- Mueller, D.K., Helsel, D.R., 1999. **Nutrients in the nation’s Waters—Toomuch of a Good Thing? U.S. Geological Survey Circular 1136.** (Online) <http://water.usgs.gov/nawqa/circ-1136.html>.
- Mykles, D. L . 1980. **The mechanism of fluid absorption at ecdysis in lobster Homarus americanus, and Dungeness crab Cancer magister.** J. Exp. Biol. 84: 89-101.
- Mytle, N., G.L. Anderson, M.P. Doyle and M.A. Smith. 2006. **Antimicrobial activity of clove (Syzygium aromaticum) oil in inhibiting Listeria monocytogenes on chicken frankfurters.** Food Control. 17: 102-107.
- Nakagawa, H. **Usefulness of waste algae as a feed additive for fish culture** Developments in Food Science 42 (2004) 243 – 252.
- Nakamura,H.1982. **Food for a Hungry World, a Pioneer’s Story inAquaculture.** California: University of the Free Press.
- Nanasombat, S. and P. Wimmittigol, 2011. **Antimicrobial and antioxidant activity of spice essential oils.** Food Sci. Biotechnol. 20: 45-53.

- Nelson, R. 2006a. **"Build a Mini Aquaponic System."** [Online]. Available : <http://www.aquaponicsjournal.com/>
- Nelson, R. 2006b. **"Crops Recommended for Aquaponics."** [Online]. Available : <http://www.aquaponicsjournal.com/>
- Nelson, J.S.1994. **Fishes of the world.** Department of zoology, University of Alberta, 465 p.
- Ng, W.J., Hho, K., Ong, S.L., Sim, T.S., Ho, J.M. and Tay. S.H. 1993. **"Preliminary Estimation of Tropical Ornamental Fish Metabolite Production rates."** Aquaculture. 110 : 263-269.
- Nusch, E.A.E. 1980. **Comparison of Different Methods for Chlorophyll and Phaeopigment.**
- Nya, E.J. and Austin, B. **Development of immunity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) to *Aeromonas hydrophila* after the dietary application of garlic.** Fish & Shellfish Immunology 30 (2011) 845 – 850.
- Oonmetta-aree, J., A. Tiparak and P. Puinok. 2012. **Antifungal activities of clove extract in broth culture and food.** p. 90 In Book of Abstract Food Innovation Asia Conference 2012 "Green and Sustainable Food Technology for All". 14-15 june 2012. BITEC, Bangkok, THAILAND.
- Passano, L.M. 1960. **Molting and its control.** In: **The physiology of crustacea, Vol. 1.** Waterman, T.H. (Ed.), Academic Press, New York, pp 473-536.
- Prabuseenivasan, S., M. Jayakumar and S. Ignacimuthu. 2006. **In vitro antibacterial activity of some plant essential oils.** BMC Complement Altern Med. 6: 39.
- Pratoomchat, B., Sawangwong, P. Pakkong, P. and Machado, J. 2002a. **Organic and inorganic variations in haemolymph, epidermal tissue and cuticle over the molt cycle in *Scylla serrata* (Decapoda).** Comp. Biochem. Physiol. 131(2): 243-255.
- Pratoomchat, B. 2002. **Characterization of calcification during the growth cycle of *Scylla serrata*.** The doctor in aquatic science thesis. Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar Porto. 151 pp.

- Pratoomchat, B., Sawangwong, P. Guedes, R., Reis, M.D.L. and Machado, J. 2002b. **Cuticle ultrastructure changes in the crab *Scylla serrata* over the molt cycle** J. Exp. Zool. 293 (4): 414-426.
- Price Sheets W.C. and Dendinger, J.E. 1983. **Calcium deposition into the cuticle of the blue crab, *Callinectes sapidus*, related to external salinity.** Comp. Biochem. Physiol. 74A : 903 – 907.
- Quillere, I., Marie, D., Roux, L., Gosse, F. and Morot-Gaudry, J.F. 1993. **“An Artificial Productive Ecosystem Based on a Fish/Bacteria/Plant Association. 1. Design and Management.”** Agriculture, Ecosystems and Environment. 47(1) : 13-30.
- Rakocy, J.E., Bailey, D.S., Shultz, R.C. and Thoman, E.S. 2004. **“Update on Tilapia and Vegetable Production in The UVI Aquaponic System.”** p. 676-690. In : New Dimensions on Farmed Tilapia: Proceedings of the Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Manila, Philippines. [Online]. Available : <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/ista6/html>.
- Rakocy, J.E., Hargreaves, J.A. and Bailey, D.S. 1993. **Nutrient Accumulation in a Recirculating Aquaculture System Integrated with Hydroponic Vegetable Gardening. Techniques for Modern Aquaculture, Proceedings Aquacultural Engineering Conference.** American Society for Agricultural Engineers, St. Joseph, MI. 148-158.
- Rakocy, J.E., Losordo, T.M. and Masser, M.P. 1992. **Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Integrating Fish and Plant Culture.** SRAC Publication. Southern Region Aquaculture Center, Mississippi State University. 454 : 6.
- Rakocy, J.E. and Allison, R. 1981. **Evaluation of a Closed Recirculating System for the Culture of Tilapia and Aquatic Macrophytes.** In : Proceeding of the Bio Engineering Symposium for Fish Culture, American Fisheries Society, Fish Culture Section Publication No. 1, Bethesda. MD : 296-307.

- Rappaport, L. and S.H. Wittwer. 1956a. **Flowering in head lettuce as influenced by seed vernalization, temperature and photoperiod.** Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67: 429-437.
- Rasoarahona, J.R.E., G. Barnathan, J.P. Bianchini, and E.M. Gaydou. 2005. **Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar.** Food Chem. 91: 683-694.
- Robinson, B. W. and R. W. Doyle. 1990. **Phenotype correlations among behavior and growth**
- Saeed, S. and P. Tariq. 2008. **In vitro antibacterial activity of clove against gram negative bacteria.** Pak. J. Bot. 40 (5): 2157-2160.
- Seigel, B.V. 1974. **Enhanced interferon response to murine leukemia virus by ascorbic acid.** Infection and Immunity 10(2) : 409-410.
- Sheldon , A.L. (1969). **Equitability indice : Dependence on the species count.** Ecology 50 : 466 - 67
- Shirota, A. 1966. **The Plankton of South Viet-Nam.** Overseas Technical Cooperation Agency, Japan. 462 p.
- Sigurgisladdottir, S., M.S. Sigurdardottir, O. Torrisenb, J.L. Vallet and H. Hafsteinssona. 2000. **Effects of different salting and smoking processes on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo salar*).** Food Res Int. 33: 847-855.
- Smith, H.M. 1945. **The Freshwater Fishes of Siam or Thailand,** United States Govt. office, Washington. 622 pp.
- Stecchini, M. L., I. Sarais and P. Giavedoni. 1993. **Effect of essential oils on *Aeromonas hydrophila* in a culture medium and in cooked pork.** J. Food Protect. 56: 406-409.
- Steffens, W. 1989. **Principles of Fish Nutrition.** Ellis Horwood, Chichester. 384 p.

- stocking: implication for size-grading in aquaculture.. In: **R.Hirono and I. Hanyo (eds). The South East Asian Fisheries Forum**. Asian Fisheries Society. Manila, Phillipines. (1990) 991
- Suvatti, Chote. 1950 **Fauna of Thailand. Department of Fisheries**. Bangkok. Thailand. 1,100 pp.
- Tajkarimi, M.M., S.A. Ibrahim and D.O. Cliver. 2010. **Antimicrobial herb and spice compounds in food**. Food Control. 21: 1199-1218.
- Thanikachalam, K., Kasi, M., and X. Rathinam. **Effect of garlic peel on growth, hematological parameters and disease resistance against Aeromonas hydrophila in African catfish Clarias gariepinus (Bloch) fingerlings**. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine 3 (2010) 614 – 618.
- Thomas, W. R. and Holt, P. G. 1978. **Vitamin C and immunity : an assessment of evidence**. Clinical & Experimental Immunology 32(2) : 370–379.
- Thompson, I., White A., Fletcher, T.C., Houlihan, D.F. and Secombes, C.J. 1993. **The effect of stress on the immune response of Atlantic salmon (Salmo salar L.) fed diets containing different amounts of vitamin C**. Aquaculture 114 : 1–18.
- Thumronk Amornsakun, Wasan Sriwatana and Uraiwan Chamnanwech. 2003. **The culture of sand goby, Oxyeleotris marmoratus I : Feed and feeding scheme of larvae and juveniles**. Songklanakarin. 25(3) : 367-371.
- Thumronk Amornsakun, Wasan Sriwatana and Uraiwan Chamnanwech. 2003. **The culture of sand goby, Oxyeleotris marmoratus II : Gastric emptying times and feed requirements of larvae**. Songklanakarin. 25(3) : 373-379
- Tibbitts, T.W. and G. Bottenberg. 1976. **Growth of lettuce under controlled humidity levels**. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 (1): 70-73.
- Tomasini, J.A., Collart, D. and Quignard, J.P. 1996. **Female reproductive biology of the sand smelt in brackish lagoons of southern France**. J.fish Biol. 49 : 594-612.

- Travis, D.F. 1955. **The molting cycle of the spiny lobster, *Panulirus argus* Latreille.II. Pre-ecdysial histological and histochemical changes in the hepatopancreas and integumental tissues.** Biol. Bull. 108, 88-112.
- Variable in tilapia : Implication for domestication selection.** Aquaculture 85 (1990) 177 – 186.
- Venkataraman L.V.1983. **A monograph on *Spirulina platensis*.**Central Food Technological Research Institute, Mysore
- Wang, N., R. S. Hayward and D. B. Noltie. **Effects of social interaction on growth of juvenile hybrid sunfish held at two densities.** North American Journal of Aquaculture 62 (2000) 161-167.
- Warwick , R.M. (1988). **The level of taxonomic discrimination required to detect pollution effects on marine benthic communities.** Marine Pollution Bulletin. 19(6) : 259 – 268
- Washington , H.G. (1984). **Review of diversity, biotic and similarity indices.** Water Res. 18(6) : 653 – 694
- Water chemistry requirements in fairy shrimps (Anostraca) from Southern California.** J. Crust. Biol. 16(2) : 315 – 322.
- Wilson, G. 2006. **“Aquaponics Miserly Water Use.”** [Online]. Available : <http://www.aquaponicsjournal.com/>
- Yamamoto, Y., Sato,M.and Ikeda, S. 1978. **Existence of L-glunolactone oxidase in some teleost.**Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish 44 : 775–779.
- Yanar, Y., M. Celik and E. Akamca. 2006. **Effects of brine concentration on shelf-life of hot-smoked tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored at 4 °C.** Food Chem. 97: 244-247.
- Yi, Y., Lin, C.K., Diana, J.S., 2001. **Integrated recycle system for catfish and tilapia culture.** In: Gupta, A., McElwee, K., Burke, D., Burright, j., Cummings, X., Egna, H. (Eds.), **Eighteenth Annual Technical Report.** Pond Dynamics/Aquaculture CRSP. Oregon State University, Corvallis, OR, pp. 87-95.

- Yi, Y., Lin, C.K., Diana, J.S., 2003. **Hybrid catfish (*Clarias mococephalus* x *C. gariepinus*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture in an integrated pen-cum-pond system: growth performance and nutrient budgets.** *Aquaculture*. 217, 395-408.
- Yoneda, M., Tokimura, M., Fujita, H., Takeshita, N., Takeshita, k., matuyama, M., and Matsura, S. 1998. **Ovarian structure and batch fecundity in *Lophiomus setigerus*.** *J.fish Biol.* 52 : 94-106.
- Yong-Sulem S., L. Tchanchou, F.Nguefack and R.E.Brummett. 2006. **Advanced nursing of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings in earthen ponds, through recycling of tilapia recruits.** *Aquaculture.J.* 256 (2006): 212 - 215.
- Yuen, H.S.H. and F.C. June. 1957. **Yellowfin tuna spawning in the central equatorial Pacific.** U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull. 57 (112) : 251-264.
- Zweig, R.D. 1986. **“An Integrated Fish Culture Hydroponic Vegetable Production System.”** *Aquaculture Magazine*. 12(3) : 34, 36-40.