

สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ระดับการประเมินคุณภาพ

☐ ดีเยี่ยม

☐ ดีมาก

☒ ดี

☐ ปานกลาง





การใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้งอุตสาหกรรมฝักกาดอง
ที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นในการเลี้ยงเพรียงทราย

ลดาวัลย์ นาคณาคุปต์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวិทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง

ชื่อเรื่อง

การใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้งอุตสาหกรรมผักกาดดอง
ที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นในการเลี้ยงเพรียงทราย

โดย

ธดาวัลย์ นาคณาคุปต์

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ ฉายบุญ)

วันที่ 25 เดือน ๖ พ.ศ. ๕๖

กรรมการที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์)

วันที่ 25 เดือน ๖ พ.ศ. ๕๖

กรรมการที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนกันต์ จิตมนัส)

วันที่ 25 เดือน ๖ พ.ศ. ๕๖

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน)

วันที่ 25 เดือน ๖ พ.ศ. ๕๖

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

วันที่ 25 เดือน ๖ พ.ศ. ๕๖.๕.๓

ชื่อเรื่อง	การใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้งอุตสาหกรรมผักกาดคอง ที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นในการเลี้ยงเพรียงทราย
ชื่อผู้เขียน	นางสาวลดาวัลย์ นาคณาคุปต์
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ ฉายบุญ

บทคัดย่อ

การศึกษากการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของเพรียงทราย (*Perinereis nuntia* Savigny) ที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้น โดยนำเพรียงทราย อายุ 60 วันมาเลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน ออกแบบการทดลอง ประกอบด้วย 5 ชุดการทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ โดยใช้ น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้น ผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วน 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 (C00, C25, C50, C75 และ C100) ตามลำดับ ผลการศึกษา พบว่า อัตราการรอดตาย ของเพรียงทราย เท่ากับ 68.44 ± 13.39 , 77.19 ± 2.13 , 59.06 ± 13.58 , 65.62 ± 10.82 และ 41.25 ± 10.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) น้ำหนัก ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละอัตราส่วน เท่ากับ 0.88 ± 0.07 , 0.73 ± 0.03 , 0.87 ± 0.18 , 0.47 ± 0.04 และ 0.09 ± 0.02 กรัม ตามลำดับ พบว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ที่อัตราส่วน C00 มีค่าสูงกว่า C75 และ C100 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับ C25 และ C50 ความยาวที่เพิ่มขึ้นของเพรียงทรายในแต่ละอัตราส่วน เท่ากับ 4.11 ± 1.00 , 4.16 ± 0.76 , 3.19 ± 0.35 , 2.42 ± 0.19 และ 0.69 ± 0.17 เซนติเมตร ตามลำดับ พบว่าที่อัตราส่วน C00 และ C25 มีค่า สูงกว่า ที่อัตราส่วน C100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P > 0.05$) กับ C50 และ C75 จากผลการทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่า สามารถใช้น้ำทิ้งจาก อุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลในอัตราส่วนการผสม สูงถึง 75 เปอร์เซ็นต์ (C75) เลี้ยงเพรียงทรายได้ภายใต้สภาวะแวดล้อมของการทดลองในครั้งนี้ โดยไม่ส่งผล ต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย

Title	Utilization of Wastewater from Pickled Mustard Green Industry after Primary Treatment in Sand Worms (<i>Perinereis nuntia</i> Savigny) Cultivation
Author	Miss Ladawan Nakanakup
Degree of	Master of Science in Fisheries Technology
Advisory Committee Chairperson	Assistant Professor Dr. Prachaub Chaibu

ABSTRACT

The growth rate and survival rate of sand worms (*Perinereis nuntia* Savigny) cultivated in wastewater from pickled mustard green industry after primary treatment, were studied. Sand worms with initial age of 60 days were raised for 60 days. The experiment consisted of 5 treatments with 4 replications each including wastewater from pickled mustard green industry after primary treatment mixed with seawater at ratio were 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 and 100:0 (C00, C25, C50, C75 and C100) respectively. Results showed no significant difference ($P>0.05$) in survival rate of sand worms (68.44 ± 13.39 , 77.19 ± 2.13 , 59.06 ± 13.58 , 65.62 ± 10.82 and 41.25 ± 10.42 %, respectively). Weight gain in each ratio was 0.88 ± 0.07 , 0.73 ± 0.03 , 0.87 ± 0.18 , 0.47 ± 0.04 and 0.09 ± 0.02 g respectively. Weight gain at ratio C00 had significantly higher ($P<0.05$) weight gain than C75 and C100 but was not significantly different ($P>0.05$) with C25 and C50. Length increase of sand worms in each ratio was 4.11 ± 1.00 , 4.16 ± 0.76 , 3.19 ± 0.35 , 2.42 ± 0.19 and 0.19 ± 0.63 %, respectively. Ratios of C00 and C25 were significantly higher ($P<0.05$) than C100 but were not significantly different ($P>0.05$) with ratios of C50 and C75.

It can be concluded that from this experiment, wastewater from pickled mustard green industry after primary treatment mixed with sea water at the highest ratio of 75 % (C75) cultivated in sand worms under specific experimental conditions, showed no effects on growth performance and survival rate of sand worms.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ ฉายบุญ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ให้ความกรุณาช่วยเหลือ และให้คำแนะนำกับปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ สำหรับการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

และกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชนกันต์ จิตมนัส กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษา และคำแนะนำตลอดจนระยะเวลาในการตรวจแก้ไข วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอบพระคุณคณะเทคโนโลยีประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้อนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่ในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณบุคลากรทุกท่านในคณะฯ ที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน

ขอขอบพระคุณสำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนในการวิจัยครั้งนี้

และสุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อไชยรงค์ คุณแม่ละออ น้าณาคูปต์ ที่ได้ให้กำเนิด คอยดูแล ห่วงใย เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนกับลูกคนนี้เสมอมาไม่ว่าลูกจะสุขหรือทุกข์ พ่อกับแม่ จะอยู่ข้างลูกเสมอ และขอบใจน้องเด็ก น้องสาวคนเดียวที่คอยเป็นกำลังใจเสมอมา

ลดาวัลย์ น้าณาคูปต์

มิถุนายน 2553

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(9)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
ขอบเขตของการศึกษา	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
เพรียงทราย	4
ความสำคัญของเพรียงทราย	6
การเพาะเลี้ยงเพรียงทรายในประเทศไทย	8
คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงเพรียงทราย	10
น้ำทิ้ง	11
น้ำทิ้ง จากโรงงานจากอุตสาหกรรม	11
คุณสมบัติและลักษณะของน้ำเสีย	12
น้ำเสียจากกระบวนการหมักคอง	14
กระบวนการหมักคอง	14
ลักษณะน้ำเสียจากโรงงานหมักคอง	15
การใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้ง	17
บทที่ 3 อุปกรณ์ และวิธีการ	19
การวางแผนการทดลอง	19
วิธีการทดลอง	21

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	24
การวิเคราะห์ข้อมูล	24
ระยะเวลาและสถานที่ทำการทดลอง	25
บทที่ 4 ผลการทดลอง	26
บทที่ 5 สรุป วิเคราะห์และข้อเสนอแนะ	41
บรรณานุกรม	47
ภาคผนวก	53
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	54
ภาคผนวก ข ประวัติผู้วิจัย	68

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ประเภทที่ 4 ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2537)	10
2	อัตราส่วนการผสมน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมฝักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นกับน้ำทะเล	19
3	พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	24
4	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมฝักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ ระยะเวลาเลี้ยง 60 วัน	27
5	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมฝักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ ระยะเวลาเลี้ยง 60 วัน	28
6	อัตราการอด (เปอร์เซ็นต์) ของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมฝักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ ระยะเวลาเลี้ยง 60 วัน	28
7	คุณภาพน้ำเฉลี่ยในกระบะเลี้ยงเพรียงทราย ที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมฝักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ ตลอดการทดลอง 60 วัน	34
8	คุณภาพน้ำ เริ่มต้น- สิ้นสุด การทดลอง ในกระบะเลี้ยงเพรียงทราย ที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมฝักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ ตลอดการทดลอง 60 วัน	35

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 รูปร่างเพรียงทราย	4
2 ภาพวาดแสดงอวัยวะของเพรียง	5
3 แผนผังการวางกระบะทดลองบนชั้นสแตนเลส	20
4 กระบะทดลองของการเลี้ยงเพรียงทรายด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคอง ที่ผ่านการบำบัดขั้นต้น	20
5 วัดการเจริญเติบโตของเพรียงทรายโดยการวัดความยาว	23
6 วัดการเจริญเติบโตของเพรียงทรายโดยการชั่งน้ำหนัก	23
7 การเจริญเติบโตของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคอง ที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่างกัน ระยะเวลาเลี้ยง 60 วัน (ก-ง)	30
8 อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) ของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาด คองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่างกัน ระยะเวลาเลี้ยง 60 วัน	31
9 คุณภาพของน้ำในกระบะเลี้ยงเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม ผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่างกัน ระยะเวลาเลี้ยง 60 วัน (ก-ฉ)	40

บทที่ 1

บทนำ

เพรียงทราย หรือไส้เดือนทะเล เป็นสัตว์ทะเลที่อาศัยอยู่ตามชายหาดทั่วไปที่มีอาหารอุดมสมบูรณ์พบมากในเขตน้ำขึ้นน้ำลง กินซากพืช ซากสัตว์เป็นอาหารแพร่กระจายทั้งทะเลฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (นันทวัน, 2547) ในประเทศไทยนิยมใช้เพรียงทรายเป็นอาหารของแม่กุ้ง ซึ่งเป็นที่ยอมรับจากเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งว่าเป็นอาหารธรรมชาติ ที่ใช้ขุนแม่กุ้งกุลาดำแล้ว ทำให้แม่กุ้งเกิดการสร้างไข่ดีที่สุด เนื่องจากเพรียงทรายอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการสูงทั้งคุณค่าของโปรตีน ไขมัน และแร่ธาตุต่าง ๆ รวมทั้งองค์ประกอบอื่น ๆ อีก ซึ่งประกอบด้วยฮอร์โมนบางชนิด เช่น โพรเจสเตอโรน (Koskela *et al.*, 1992) โพรสตาแกลนดิน (D' Croz *et al.*, 1988) เมซิลฟาร์นิโซเอท (Laufer *et al.*, 1987) ฮอร์โมนเหล่านี้มีรายงานว่า ช่วยส่งเสริมการเจริญพันธุ์ในกุ้งกุลาดำ (Fingerman, 1997) และยังเป็นอาหารสำหรับการเจริญพันธุ์ของปูทะเล รวมทั้งยังเป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับปลาสวยงาม นอกจากนี้ยังนิยมใช้เพรียงทราย เป็นเหยื่อตกปลาได้เป็นอย่างดีอีกด้วย ปัจจุบันความต้องการเพรียงทรายมีเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากความนิยมของเกษตรกรในการเลี้ยงกุ้งทะเลยังมีมากโดยนำมาใช้เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งในการผลิตลูกพันธุ์กุ้งทำให้ความต้องการเพรียงทรายมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากตามไปด้วย (ภิญโญ, 2548) จึงได้มีการจับเพรียงทรายในธรรมชาติมาป้อนให้โรงเพาะฟักกุ้งเป็นจำนวนมาก ทำให้เพรียงทรายในธรรมชาติลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการผลิตเพรียงทรายเพื่อรองรับกับความต้องการในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการนันทนาการ จึงมีความจำเป็นมากขึ้นตามไปด้วย

ในปัจจุบันปัญหาที่เกิดขึ้นจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากในขั้นตอนของกระบวนการผลิต จะมีวัสดุที่ใช้สำหรับการผลิต ปะปนมากับน้ำทิ้ง เช่น โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตผักกาดคอง น้ำทิ้งที่เกิดขึ้นจะมีปริมาณเกลือสูง เนื่องจากในขั้นตอนการผลิตผักกาดคองนั้นจะมีการใส่เกลือเพื่อถนอมผักจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ จากกระบวนการหมักผักกาดคอง หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการคองจะมีน้ำหมักและน้ำล้างผักกาดคองในขั้นตอนการล้างขึ้น ซึ่งน้ำที่เกิดขึ้นในกระบวนการดังกล่าวจะมีเกลือปนมากับน้ำไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ และก่อให้เกิดปัญหาในการบำบัด เมื่อทิ้งลงสู่แหล่งน้ำจะก่อให้เกิดปัญหาคือสิ่งแวดล้อม

จากความต้องการเพรียงทรายที่เพิ่มมากขึ้นและ ปัญหาการจัดการน้ำทิ้งของโรงงาน
อุตสาหกรรมการผลิตฝักกาดอง งานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ประโยชน์จากน้ำทิ้งที่เกิดจาก
กระบวนการผลิตฝักกาดองที่มีความเข้มข้นของปริมาณเกลือมาเลี้ยงเพรียงทรายแทนการใช้น้ำ
ทะเลในเขตพื้นที่ที่ห่างไกลทะเล ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้งและเพื่อตอบสนองต่อความ
ต้องการเพรียงทรายของตลาดที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง



วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต อัตรารอด ของเพรียงทราย ที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตผักกาดดองผสมกับน้ำทะเลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการผลิตผักกาดดองโดยการนำมาเลี้ยงเพรียงทราย
2. เพื่อเป็นแนวทางในการเลี้ยงเพรียงทราย ด้วยน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตผักกาดดองแทนการเลี้ยงด้วยน้ำทะเล

ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษานี้มุ่งเน้นการใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการผลิตผักกาดดอง โดยการนำมาเลี้ยงเพรียงทราย ทดแทนการใช้น้ำทะเล เพื่อผลิตเพรียงทรายเป็นอาหารเสริมสัตว์น้ำ

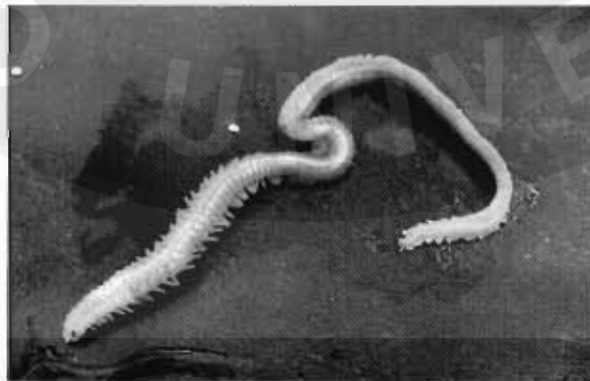
บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

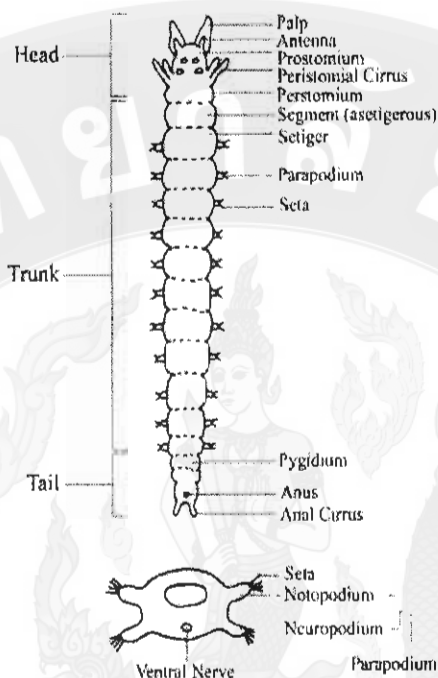
เพรียงทราย

เพรียงทราย (*Perinereis nuntia* Savigny) หรือไส้เดือนทะเล เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง จัดอยู่ในกลุ่ม โพลีคีต (Polychaete) อาศัยอยู่บนพื้นทะเลใกล้ฝั่งเขตน้ำขึ้น น้ำลง ในความลึกไม่เกิน 50 เมตร (บพิธและนันทพร, 2546) ฝังตัวอยู่ตามพื้นทรายได้ก้นหิน หรือขุดรูอยู่ใต้พื้นทราย พื้นโคลน (บพิธและนันทพร, 2547) ปกติจะฝังตัวลึกในพื้นทรายตื้น ๆ ประมาณ 2 ฟุต จะสร้างหลอดหรือเมือกที่มีเปลือกหอยหรือเมือกทรายติดอยู่ เป็นสัตว์ที่กินซากพืชและซากสัตว์เป็นอาหาร หรืออาจกินสารอินทรีย์ลอยตามน้ำโดยการกรอง ซึ่งทำหน้าที่เหมือนผู้กำจัดขยะตามชายหาด เมื่อน้ำทะเลขึ้นบริเวณที่อยู่อาศัย เพรียงทรายจะขึ้นมาจากพื้นทรายเพื่อหาอาหาร

ลักษณะรูปร่างโดยทั่วไปของเพรียงทรายประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนหัว (head) ลำตัว (trunk) และหาง (tail) ลักษณะรูปร่างลำตัวค่อนข้างยาว เป็นปล้องเรียงกันจำนวนมาก (Baoling *et al.*, 1985) ส่วนหัว ประกอบด้วย คา 2 คู่ ประกอบไปด้วยเลนส์ และเซลล์รับภาพ อวัยวะรับความรู้สึกทางด้านเคมีและประสาท มีจุดเริ่มต้นของระบบทางเดินอาหาร ส่วนของลำตัวประกอบด้วย ปล้องจำนวนมาก ในแต่ละปล้องจะมีระยางค์ข้างตัว ส่วนของระยางค์ข้างตัว จะมี ซิตี (setae) ช่วยในการเคลื่อนที่ ตรงกลางจะเป็นท่อทางเดินอาหาร ส่วนสุดท้ายคือ ส่วนหาง เป็นปล้องที่อยู่บริเวณปลายสุดของลำตัวมีความสำคัญโดยเฉพาะในตัวผู้ จะมีการพัฒนาไปเป็น rosette of papillae สำหรับการปล่อยสเปิร์มในระยะสืบพันธุ์ (ภาพ 1, 2)



ภาพ 1 รูปร่างเพรียงทราย



ภาพ 2 ภาพวาดแสดงอวัยวะของเพรียงทราย

ที่มา Poltana (2005)

การสืบพันธุ์ ของเพรียงทรายจะมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ การผสมพันธุ์จะมีขึ้นภายนอกตัว นอกจากนี้ยังพบมีบางชนิดที่มีพฤติกรรมในฤดูผสมพันธุ์ ได้แก่ พฤติกรรมการรวมกลุ่มกันของตัวผู้และตัวเมีย บริเวณผิวน้ำเรียกว่าการสวอมมิ่ง (swarming) การเกิดสวอมมิ่ง จะขึ้นอยู่กับอิทธิพลของอุณหภูมิ น้ำขึ้น น้ำลง ข้างขึ้น ข้างแรม และอิทธิพลของแสงจันทร์ (Baoling *et al.*, 1985 ; Hardege *et al.*, 1994) นอกจากพฤติกรรมสวอมมิ่งแล้วในฤดูผสมพันธุ์ยังมีพฤติกรรมที่เรียกว่า nuptial dance เป็นพฤติกรรมที่เกิดกับตัวผู้ในระยะฤดูที่มีการผสมพันธุ์ โดยจะมีการว่ายน้ำขึ้นสู่ผิวน้ำ แล้วว่ายน้ำรอบ ๆ ตัวเมีย เป็นวงเล็ก ๆ เรียกว่า nuptial dance แล้วปล่อยสเปิร์มเพื่อผสมกับไข่ ซึ่งตัวเมียได้ปล่อยไข่ไว้ก่อนหน้านี้แล้ว พฤติกรรมแบบนี้จะมีฟิโรโมน จากตัวเมียออกมากระตุ้น ตัวผู้ให้มาผสมพันธุ์ อาจมีตัวผู้ตัวเดียวหรือหลายตัว (Elliott, 1952) การผสมพันธุ์เป็นช่วงที่มีระยะสั้น เมื่อผสมพันธุ์เสร็จแล้วตัวผู้และตัวเมียจะจมสู่พื้นท้องน้ำและตายในที่สุด (อนงค์ และปิยะพงศ์, 2527) ไข่ที่ได้รับการผสมแล้วจะพัฒนาออกเป็น 4 ระยะ คือ คลีเวจ (cleavage) โทรโคฟอร์ (trochophore) เฮตาโทรโคฟอร์ (hetatrochophore) และเนคโทคิต (nectochaete)

ความสำคัญของเพรียงทราย

ในปัจจุบันเพรียงทรายเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ หลายชนิดเนื่องจากเพรียงทรายที่จับได้จากธรรมชาติมีคุณค่าทางโภชนาการสูงประกอบด้วย โปรตีน 52.83 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 17.39 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 81.21 เปอร์เซ็นต์ เถ้าของน้ำหนักแห้ง 6.72 เปอร์เซ็นต์ (สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาฯ, 2550) และเนื้อเยื่อของเพรียงทรายประกอบไปด้วย ฮอร์โมนที่จำเป็นต่อการพัฒนารังไข่ของกุ้งและทำให้กุ้งติดไข่เป็นจำนวนมาก (Poltana, 2005) มีคุณค่าทางอาหารสูง และยังเป็นอาหารสำหรับการเจริญพันธุ์ของปูทะเล และปลาทะเลเศรษฐกิจอีกหลายชนิด รวมทั้งยังเป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับปลาสวยงาม นอกจากนี้แล้วยังพบว่าในน้ำเลือดของเพรียงทราย มีคุณสมบัติเป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์ ในกลุ่ม cationic peptide ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งของเพรียงทรายก็คือ นิยมใช้เป็นเหยื่อในการตกปลาอีกด้วย

สุรพล และพองจำ (2548) ได้รายงานการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของไส้เดือนทะเล พบว่า ในน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ของไส้เดือนทะเลชนิด *Neanthes diversicolor* (O.F. Muller) จะให้พลังงาน 5,578 แคลลอรี่ และพบว่าในน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ของไส้เดือนทะเลชนิด *Nereis virens* (Sars) จะให้พลังงาน 4,494 แคลลอรี่ พลังงานเหล่านี้มีความสำคัญต่อแม่กุ้งในระยะที่มีการพัฒนาของรังไข่ เพื่อใช้ในการพัฒนารังไข่ให้สมบูรณ์ เพื่อที่จะให้ไข่จำนวนมาก และมีคุณภาพดี และยังพบว่าไส้เดือนทะเลสกุล *Nereis* สามารถที่จะสังเคราะห์สาร lipoglycoprotein ที่มีความสำคัญต่อการสร้างไข่ขึ้นได้ใน coelomocytes และหลังจาก transfer เข้าสู่เส้นเลือด (coelomic fluid) แล้วจะ transfer เข้าสู่ไข่ต่อไป สาร lipoglycoprotein ที่พบในน้ำเลือดของไส้เดือนทะเลชนิดนี้ จะเป็น high molecular-weight lipoglycoprotein ซึ่งเป็น yolk protein ที่ประกอบไปด้วย single polypeptide ที่ช่วยให้ไข่สุกและมีคุณภาพดี

Poltana (2005) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาของตัวอ่อนของแม่เพรียง *Perinereis* cf. *nuntia* และผลของฮอร์โมนที่สกัดจากแม่เพรียงชนิดนี้ต่อการเจริญเติบโตของรังไข่ของแม่กุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* ที่ไม่ได้รับการตัดตา พบว่า เพรียงทรายมีฮอร์โมนโปรสตาแกลนดิน PGF2 α ปริมาณความเข้มข้น 0.2 ไมโครกรัม ค่อน้ำหนักแม่เพรียงสด 1 กรัม และได้นำเอาสารสกัดจากแม่เพรียงระยะตัวเต็มวัยฉีดเข้าแม่กุ้งกุลาดำ พบว่ามีการกระตุ้นการเจริญของรังไข่และการวางไข่ในกุ้งที่ไม่ได้รับการตัดตา

เอกชัย (2548) ได้ทำการศึกษา การสกัดฮอร์โมนโพรสเตกาแลนดินจากแม่เพรียงทราย และผลของสารสกัดฮอร์โมนต่อการพัฒนาของไข่แม่งูกุลาคำ พบว่า ผลของการบ่มรังไข่และไข่กึ่งในหีองทดลองรายงานว่า ฮอร์โมน PGE_2 ทำให้ไข่อ่อนมีการสะสมไข่แดง และพัฒนา กลายเป็นไข่แก่ พร้อมตกไข่ โดยที่ฮอร์โมน PGE_2 สกัดจากแม่เพรียงทรายที่ระดับความเข้มข้น 5 ng/ml. ให้เปอร์เซ็นต์ไข่แก่ (59.1 ± 1.0 เปอร์เซ็นต์) และไข่พร้อมตกไข่สูงสุด (22.70 ± 1.2 เปอร์เซ็นต์)

เสาวลักษณ์ (2548) ได้ทำการศึกษา ผลของสารสกัดโพรเจสเตอโรนและ 17 แอลฟาไฮดรอกซี progesterone จากแม่เพรียงทราย *Perinereis* sp. ต่อการเจริญของเซลล์ไข่กึ่ง กุลาคำ *Penaeus monodon* พบว่า จากการบ่มเลี้ยงเซลล์ไข่ระยะแรกของกึ่งกุลาคำ (Previtellogenic oocyte) ในห้องปฏิบัติการด้วยสารสกัดฮอร์โมนจากแม่เพรียง พบว่าฮอร์โมนสกัด 17α -OHP4 ใช้ความเข้มข้น 3.0 ng/ml จึงจะทำให้เปอร์เซ็นต์ไข่ระยะที่มีคอร์ติคอล รอดสูงสุด และสารสกัด (P4) ความเข้มข้นสูงสุดเท่ากับ 1.0 ng/ml จึงจะทำให้เปอร์เซ็นต์ไข่ระยะที่มีคอร์ติคอลรอดสูงสุด

พิศิษฐ์ และคณะ (ม.ป.ป.) ได้ทำการศึกษา การใช้สารสกัดจากแม่เพรียงทราย *Perinereis nuntia* กระตุ้นการแข็งตัวขององคชาตหนูแรท พบว่าแม่เพรียงทรายสามารถสร้างฮอร์โมน PGE_1 ได้ในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆของร่างกายฤทธิ์ของสารสกัดจากแม่เพรียงทราย มีผลทำให้กล้ามเนื้อเรียบขององคชาตของหนูแรท Sprague-Dawley เกิดการคลายตัวและมีความดันโลหิตของหนูแรทสูงและจากการศึกษาพบว่าสารสกัดจากแม่เพรียงทรายมีกลไกที่เกี่ยวข้องกับการแข็งตัวขององคชาตหนูแรท Sprague-Dawley โดยผ่านทั้งทาง cGMP & cAMP pathways

อาทิตย์ (2550) ได้ทำการศึกษา โครงสร้างระดับเซลล์ของอวัยวะสร้างสารเพศวิเทอโรฟินอยด์และไอโคซานอยด์จากแม่เพรียงทรายและผลของสารสกัดเพศวิเทอโรฟินอยด์และไอโคซานอยด์ต่อการพัฒนารังไข่แม่งูกทะเล พบว่าเนื้อเยื่อรอบแมนติเบิลเป็นเซลล์ที่สามารถผลิตฮอร์โมนในกลุ่มเพศวิเทอโรฟินอยด์และไอโคซานอยด์ได้ เนื่องจากองค์ประกอบต่าง ๆ ในเซลล์มีหน้าที่จำเพาะ และผลการศึกษาฮอร์โมนเมทิลฟาร์นิโซเอท สังเคราะห์ ต่อการเจริญของเซลล์ไข่ในห้องปฏิบัติการ พบว่ามีผลต่อการลดจำนวนเซลล์ไข่ ระยะพรีวิทิลโลเจนิค และเพิ่มเซลล์ไข่ระยะวิทิลโลเจนิค

สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาฯ (2551) รายงานการศึกษา สารยับยั้งจุลินทรีย์จากเพรียงทราย *Perinereis nuntia* Savigny พบว่าในน้ำเลือดที่สกัดจากเพรียงทรายมีคุณสมบัติที่เป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์ (antimicrobial peptides) ในกลุ่ม cationic

การเพาะเลี้ยงเพรียงทรายในประเทศไทย

เพรียงทรายมีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศไทย ทำให้เกิดการจับเพรียงทรายจากธรรมชาติเพื่อขายให้กับฟาร์มเพาะพันธุ์กุ้งทะเล จนทำให้ประชากรของเพรียงทรายในธรรมชาติลดลงจนจนลงนอกจากนั้นแล้วเพรียงทรายที่ได้จากธรรมชาติอาจจะนำเชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรคระบาดและแบคทีเรียที่จะเป็นอันตรายต่อพ่อแม่พันธุ์กุ้งได้ (สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาฯ, 2550) ดังนั้นจึงได้มีการทดลองเลี้ยงเพรียงทรายปลอดเชื้อขึ้น

วิลาสินี และคณะ (2547) ได้ทำการทดลอง เลี้ยงเพรียงทราย (*Perinereis* sp.) ในกระเบะพลาสติก เป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่าสามารถเลี้ยงเพรียงทรายในกระเบะพลาสติกได้โดยมีอัตราการรอด 64.32, 38.56, 58.40 และ 44.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สุรพล และพองจำ (2548) ได้ทำการศึกษาการผลิตเพรียงทรายปลอดเชื้อเชิงพาณิชย์ เพื่อเป็นอาหารสำหรับพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาว พบว่าเพรียงทรายที่ผลิตได้ปลอดจากเชื้อไวรัสหัวเหลือง ตัวแดงดวงขาว ทอรา และแคระแกรน และมีจำนวนแบคทีเรียในกลุ่มไวรัสโอด้า และครวจไม่พบพยาธิกริการิน และได้ศึกษาผลของอาหารสำเร็จรูปที่มีต่อแบบแผนกรดไขมันของเพรียงทรายโดยพัฒนาอาหารสำเร็จรูปขึ้น 3 สูตร พบว่าแบบแผนกรดไขมันไม่อิ่มตัวของเพรียงทรายแปรผันตามแบบแผนกรดไขมันไม่อิ่มตัวของอาหารสำเร็จรูป เพรียงทรายที่กินอาหารสูตรที่มีน้ำมันปลาสูงเป็นแหล่งของกรดไขมัน มีปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่สุด

สุรพล และพองจำ (2549) ได้ทำการทดลองการใช้ทรายเทียมเป็นวัสดุเลี้ยงเพรียงทราย *Perinereis nuntia* Savigny แทนทรายธรรมชาติโดยการใช้ทรายเทียม (vermiculite) เป็นวัสดุเลี้ยงแทนทรายธรรมชาติ พบว่า ชุดที่เลี้ยงโดยใช้ทรายเทียม มีการเจริญเติบโตและผลผลิตดีที่สุด และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตมีการสูญเสียน้อยกว่าเมื่อเทียบกับทรายธรรมชาติ

สุรพล และพองจำ (ม.ป.ป.) รายงานว่า ในปัจจุบันมีระบบการเลี้ยงเพรียงทรายปลอดเชื้อเชิงพาณิชย์ อยู่ 3 ระบบคือ

1. ระบบเลี้ยงด้วยบ่อกอนกรีตและใช้ทรายธรรมชาติเป็นวัสดุเลี้ยงและเปลี่ยนถ่ายน้ำบ่อยครั้ง ระบบนี้เหมาะกับเกษตรกรที่ต้องการลงทุนต่ำ และอยู่ใกล้แหล่งน้ำที่สามารถนำน้ำทะเลมาใช้ในระบบได้สะดวก ใช้เลี้ยงเพรียงทรายวัยอ่อนอายุ 3 วัน จนถึงขนาดตลาด
2. ระบบเลี้ยงด้วยภาชนะขนาดเล็กเรียงซ้อนกันในแนวตั้ง และใช้ทรายเทียมเป็นวัสดุเลี้ยงระบบนี้จะเลี้ยงเพรียงทรายวัยรุ่นอายุ 2-3 เดือน และจะเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลในภาชนะที่เลี้ยงทุก 15-30 วัน

3. ระบบเลี้ยงด้วยภาชนะขนาดเล็กวางเรียงซ้อนกันอยู่บนชั้นและใช้ทรายเทียมเป็นวัสดุเลี้ยง ระบบนี้จะใช้เพรียงทรายวัยรุ่น และจะเปลี่ยนถ่ายน้ำเหมือนกับระบบที่ 2

ระบบการเลี้ยงทั้ง 3 ระบบนี้สามารถเลี้ยงเพรียงทรายปลอดเชื้อได้เหมือนกันจะแตกต่างกันที่การลงทุน ผลผลิต และคุณภาพของเพรียงทรายที่ผลิตได้

อิสราภรณ์ และคณะ (2550) ได้ทำการศึกษา การเสริมไขมันและวิตามินอีในเพรียงทราย (*Perinereis nuntia* Savigny) โดยทดลองเลี้ยงเพรียงทรายด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีการเสริมไขมันและวิตามินอี จำนวน 4 สูตรพบว่าเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีการเสริมไขมันและวิตามินอี มีการสะสมของไขมันและวิตามินอีสูงสุด แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้เสริมไขมันและวิตามินอี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

เอกราช (2550) ได้ทำการศึกษา การผลิตไคอะตอม *Amphora delicatissima* แบบเซทเทอโรโทรฟิกเพื่อเป็นอาหารเสริมสำหรับเพรียงทราย *Perinereis nuntia* ทำการเลี้ยงเพรียงทรายโดยการเติมไคอะตอม *Amphora delicatissima* ลงในถังเลี้ยงร่วมกับการให้อาหารสำเร็จรูป ตามปกติพบว่าสารสีที่อยู่ในไคอะตอมสามารถถ่ายทอดไปสู่เพรียงทรายได้และพบว่ามีปริมาณของกรดไขมันสูงกว่าชุดที่มีการเลี้ยงด้วยอาหารกึ่งเพียงอย่างเดียวและไคอะตอมยังช่วยควบคุมคุณภาพน้ำโดยลดปริมาณแอมโมเนียและไนเตรททำให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้น

สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาฯ (2551) ได้รายงานการศึกษาแบบแผนกรดไขมันของเพรียงทรายจากฟาร์มเลี้ยงและจากธรรมชาติ พบว่าจากการศึกษาเพรียงทรายทั้ง 3 สายพันธุ์ ทั้งจากธรรมชาติและฟาร์มเพาะเลี้ยงพบว่า เพรียงทรายทั้ง 3 สายพันธุ์ จากฟาร์มเพาะเลี้ยง มีชนิดของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบหลักที่เหมือนกัน คือ C16:0, C18:2-n6, C18:1-n9, C18:0 และ C20:2-n6 และมีมากกว่าเพรียงทรายที่จับจากธรรมชาติ

คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงเพรียงทราย

เพรียงทรายพบอาศัยอยู่ตามพื้นทะเลใกล้ฝั่งบริเวณหาดทรายแนวน้ำขึ้นน้ำลง คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยง นันทวัน และคณะ (2550) ได้อ้างอิงมาตรฐานของคุณภาพน้ำในการเลี้ยงเพรียงทราย จากกรมควบคุมมลพิษ ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ประเภทที่ 4 ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ดังนี้

ตาราง 1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ประเภทที่ 4 ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2537)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	หน่วย
อุณหภูมิ	≤ 33.0	°ซ
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.0 - 8.5	-
ความเค็ม	$\Delta >> 10\%$	พีพีที
ออกซิเจนละลายน้ำ	≥ 4	มิลลิกรัม/ลิตร
ไนโตรเจน-ไนโตรเจน	ธ	มิลลิกรัม/ลิตร
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	≤ 0.4	มิลลิกรัม/ลิตร

หมายเหตุ ธ = ธรรมชาติไม่ได้รับผลจากการกระทำของมนุษย์

Δ = เปลี่ยนแปลงจากสภาพธรรมชาติ

$>>$ = ไม่มากกว่า

น้ำทิ้ง

น้ำทิ้ง (wastewater) หมายถึงน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ อาทิเช่น การชำระล้างร่างกาย การประกอบอาหาร การขับถ่ายของเสีย การล้างวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรม การล้างเครื่องจักร เป็นต้น ทำให้คุณลักษณะของน้ำเปลี่ยนไปจากเดิม เนื่องจากมีสิ่งสกปรกต่าง ๆ ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ถ่ายเทลงมาเจือปนอยู่ในน้ำ ปริมาณสิ่งสกปรกในน้ำทิ้งหรือความสกปรกของน้ำทิ้งจึงขึ้นอยู่กับการใช้ประโยชน์ของน้ำ ดังนั้นน้ำทิ้งจากแต่ละแหล่งจึงมีคุณลักษณะไม่เหมือนกัน (เสริมพล และไชยยุทธ, 2524)

น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรม ตั้งแต่ขั้นตอนการล้างวัตถุดิบ กระบวนการผลิตจนถึงการทำความสะอาดโรงงาน น้ำทิ้งจากระบบการผลิต ระบบหล่อเย็น อาคารที่อยู่อาศัยและที่ทำการร้านค้าและร้านอาหาร น้ำเสียจากการใช้น้ำของคนงานและกิจกรรมอื่นในโรงงาน รวมทั้งน้ำเสียที่ยังไม่ได้รับการบำบัด หรือน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วแต่ยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมจัดได้ว่ามีแนวโน้มรุนแรงกว่าน้ำเสียจากแหล่งอื่น ๆ องค์ประกอบของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ ประเภทและขนาดของโรงงาน สารที่ปะปนมาอาจจะเป็น สารอินทรีย์ กรดต่าง โลหะหนัก สารเคมีต่าง ๆ สารกัมมันตรังสี สารพิษ และสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ ผลกระทบที่เกิดจากการปล่อยน้ำเสีย จากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำมีหลายประการ เช่น อาจเป็นพิษต่อสัตว์น้ำหรือพืชน้ำโดยตรง หรือเป็นสาเหตุให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง เนื่องจากปฏิกิริยาย่อยสลายทางชีวภาพ นอกจากนี้ยังอาจก่อให้เกิดทัศนียภาพที่ไม่น่าดูได้ (ทวีศักดิ์, 2550)

คุณสมบัติและลักษณะของน้ำเสีย

น้ำเสียผ่านการใช้ประโยชน์มาแล้ว ซึ่งอาจเป็นการใช้ประโยชน์ในบ้านเรือน ในการเกษตร หรือในกิจการอุตสาหกรรมต่าง ๆ การใช้น้ำเหล่านี้จะทำให้ น้ำมีคุณสมบัติต่างไปจากเดิม เช่นอุณหภูมิเปลี่ยนไป หรือมีสิ่งเจือปนเพิ่มขึ้น ชนิดและความเข้มข้นของสิ่งเจือปนขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ (ฉัตรชัย, 2539) น้ำเสียที่เป็นน้ำทิ้งจากแหล่งต่าง ๆ หลายแหล่งมีสารอินทรีย์ ซึ่งมาจากสิ่งมีชีวิต ทั้งสัตว์และพืชมีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ และมีธาตุไฮโดรเจน และสารอนุพันธ์ของไฮโดรเจน-คาร์บอน เป็นองค์ประกอบร่วมอยู่ด้วย ซึ่งสารอินทรีย์ดังกล่าว เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันสามารถย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมนวัดด้วย ค่าของปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายจุลินทรีย์จะใช้ ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเพื่อการเจริญเติบโต หากมีค่าสูงแสดงว่าปริมาณออกซิเจนจะถูกใช้ไปมากและมีปริมาณสารอินทรีย์อยู่ในน้ำมากด้วย น้ำจึงมีความสกปรกสูง ดังนั้น การตรวจวัดนี้จึงต้องกระทำภายใต้สภาวะที่เหมือนกับเกิดขึ้นในธรรมชาติมากที่สุด เนื่องจากเป็นเวลาที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายของแบคทีเรียหากใช้เวลาน้อยกว่านี้จะมีการใช้ออกซิเจนน้อย แต่ถ้าใช้เวลานานเกินไป ปฏิริยาการย่อยสลายจะเกิดในทิศย้อนกลับ ทำให้ไม่ได้ค่าที่แท้จริง สารอินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุในรูปต่าง ๆ ที่อาจไม่ทำให้น้ำเน่าเหม็น แต่อาจจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต สารอินทรีย์ที่จำเป็นต้องได้รับการบำบัดในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ ซัลไฟด์ (Sulfide) เกิดจากปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction) ของซัลเฟต ซึ่งพบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติและน้ำเสียต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้เกิดกลิ่นเน่าเหม็น ไนโตรเจน (Nitrogen) มีความเกี่ยวข้องกับน้ำเสียเพราะไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สำคัญในวงจรชีวิตของพืชและสัตว์เพราะเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต ดังนั้น หากมีการปล่อยน้ำเสียที่มีปริมาณไนโตรเจนมากเกินไปลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจะทำให้พืชน้ำในแหล่งน้ำนั้นเจริญเติบโตจนเสียภาวะสมดุลธรรมชาติ และในที่สุดก็จะตายทับถมกัน ทำให้แหล่งน้ำนั้นเสื่อมคุณภาพลงอันจะเป็นผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) ระบบนิเวศ (Ecological System) และสัตว์น้ำที่อยู่ในห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไนโตรเจนค่อนข้างจะยุ่งยาก เนื่องจากสามารถอยู่ในสารประกอบต่าง ๆ ได้ถึง 7 รูป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะที่มีออกซิเจนหรือไม่มีและขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ เป็นอย่างไร โลหะหนักและสารพิษอื่น ๆ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ก็ได้ นอกจากนี้ยังสามารถสะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหารจนเกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น พรอท ไครเมียม ทองแดง ปกติจะอยู่ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร สำหรับในเขตชุมชนอาจมีสารพิษที่มาจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนบางประเภทเช่นร้านชุบ โลหะอุดซ่อมรถ เป็นต้น

สี (Color) สีของน้ำตามธรรมชาติเกิดจากสารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น ใบไม้ ใบหญ้า และซากสัตว์ ซึ่งมีลักษณะเป็นองค์ประกอบ ส่วนของน้ำเสียจะใช้ระยะเวลาของน้ำเสียที่อยู่ในบ่อบำบัด (อายุของสัตว์น้ำ) โดยน้ำเสียที่เกิดขึ้นใหม่ ๆ ส่วนใหญ่จะมีสีเทาปนน้ำตาลอ่อน (Light Brownish Gray) แล้วจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีเทาแก่และดำในที่สุด แต่บางอุตสาหกรรมมีการเติมลิกนินลงในน้ำเสีย กรณีของน้ำเสียนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะหนักที่มีอยู่ในสีเหล่านั้น กรดและด่าง (pH) การอ่านค่าความเป็นกรด-ด่างมีช่วงตั้งแต่ 0-14 โดยสารละลายที่มีความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 7 เรียกว่า สารละลายเป็นกรด เท่ากับ 7 เรียกว่า สารละลายเป็นกลาง สูงกว่า 7 เรียกว่า สารละลายเป็นด่าง น้ำที่มีคุณภาพที่ดีจะต้องมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ใกล้เคียง 7 แต่ในทางปฏิบัติได้กำหนดมาตรฐานค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทิ้งอยู่ในช่วง 5-9 จุลินทรีย์ (Microorganism) โดยทั่วไปสามารถแบ่งจุลินทรีย์ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ได้แก่ Eucaryotes, Eubacterir และ Archaeobacteria โดยสองกลุ่มหลังนี้ มักเรียกรวมกันว่ากลุ่ม Procaryotic ซึ่งมีแบคทีเรียเป็นองค์ประกอบและมีบทบาทสำคัญต่อการบำบัดน้ำเสีย ส่วน จุลินทรีย์ในกลุ่ม Eucaryotes ที่มีบทบาทต่อการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ รา (Fungi) โปรโตซัว (Protozoa) โรติเฟอร์ (Rotifers) และสาหร่าย (Algae) ชนิดต่าง ๆ ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เมื่อมีปริมาณที่สูงจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตของพืชน้ำมากกว่าปกติ ที่เรียกว่า Eutrophication เป็นผลให้ระดับของออกซิเจนในน้ำลดลงช่วงกลางคืนทำให้เกิดการเจริญเติบโตของวัชพืชน้ำ อันอาจจะก่อให้เกิดปัญหาด้านการสัญจรทางน้ำ และการนำน้ำไปใช้ประโยชน์และกลิ่นเหม็นของระบบบำบัดน้ำเสีย เกิดจากการที่สารอินทรีย์ สารประกอบซัลเฟอร์ และไนโตรเจนถูกย่อยสลายด้วย จุลินทรีย์ในสภาวะที่ไม่ใช้ออกซิเจนเป็นผลให้เกิดก๊าซซึ่งมีกลิ่นเหม็น ที่สำคัญได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์และแอมโมเนีย (ยุทธจักร, 2546)

น้ำเสียจากกระบวนการหมักดอง

กระบวนการหมักดอง

การดอง (pickling) หมายถึง การเก็บรักษาอาหารในน้ำเกลือ หรือน้ำส้ม โดยจุลินทรีย์หรือไมก็ได้ การเก็บรักษาผัก โดยการดองเป็นวิธีการถนอมอาหารอย่างหนึ่ง เชื่อว่าเกิดขึ้นในเอเชียมานานแล้ว เช่น ในประเทศฟิลิปปินส์ ถือว่าอาหารประเภทดอง เป็นอาหารที่มีคุณค่า และเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญ ตัวอย่างผักดองที่รู้จักดี ได้แก่ กะหล่ำปลีดอง (sauerkraut) ของประเทศในแถบยุโรป และคิมจิ (kimchi) ของประเทศเกาหลี สำหรับประเทศไทย ซึ่งมีผักผลไม้หลากหลายชนิด ทุกฤดูกาลตลอดทั้งปี และผักที่นิยมนำมาดอง ได้แก่ หน่อไม้ดอง ผักเสี้ยนดอง ผักกาดเขียวดอง เป็นต้น

กระบวนการหมักดองผักนั้น เกิดจากจุลินทรีย์ประเภทสร้างกรดแลคติก (lactic acid bacteria) ซึ่งจะติดมากับผัก การใส่เกลือปริมาณที่พอเหมาะจะเป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของผัก ส่วนแบคทีเรียประเภทที่สร้างกรดแลคติกเจริญเติบโตได้ดี โดยเกลือจะทำให้ น้ำในเนื้อเยื่อของผัก น้ำตาล สารประเภทคาร์โบไฮเดรต และแร่ธาตุต่าง ๆ ละลายออกมาในน้ำ จุลินทรีย์ประเภทสร้างกรดแลคติกนี้จะใช้สารอาหารต่าง ๆ เหล่านี้เป็นแหล่งพลังงานในการดำรงชีวิต และสร้างกรดแลคติก (lactic acid) กรดอะซิติก (acetic acid) คาร์บอนไดออกไซด์ และแอลกอฮอล์ ซึ่งสารเหล่านี้ โดยเฉพาะกรดแลคติกจะทำหน้าที่ถนอมอาหาร และเพิ่มกลิ่น – รส ให้แก่ผักดอง (มิ่งขวัญ, 2515)

กรรมวิธีดองผักจะเริ่มจาก การนำผักสดมาล้างทำความสะอาด ตัดแต่งให้ได้ขนาดตามต้องการ เติมน้ำเกลือ และน้ำ เพื่อให้สารละลายมีความเข้มข้นของเกลือประมาณร้อยละ 2.25-2.50 โดยน้ำหนัก เมื่อคลุกเคล้าให้เข้ากันดีแล้ว จึงนำไปใส่ภาชนะปิดมิดชิด น้ำเกลือจะดึงน้ำที่อยู่ในเซลล์ผักออกมา โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการหมักจะอยู่ที่ 21-29 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ ระหว่างการหมักจะไม่มียีสต์ หรือราเจริญเติบโต เนื่องจากผักถูกกักให้อยู่ในน้ำตลอดเวลา ส่วนประกอบน้ำตาลในผัก ส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวประมาณร้อยละ 85 และน้ำตาลโมเลกุลคู่ประมาณร้อยละ 15 ซึ่งน้ำตาลเหล่านี้มีผลต่อปริมาณกรดที่ได้ ถ้ามีปริมาณน้ำตาลสูง จุลินทรีย์จะสามารถผลิตกรดได้มาก

เมื่อเริ่มการหมักจะพบว่าสภาพไร้ออกซิเจนจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจาก การหายใจของเซลล์ผัก และจุลินทรีย์ น้ำในผักจะถูกสารละลายเกลือดึงออกมาจะประกอบด้วย น้ำตาล และสารอาหารบางอย่างซึ่งช่วยให้จุลินทรีย์เจริญเติบโต และไม่เกาะกลุ่มกัน การเติมน้ำเกลือ ในความ

เข้มข้นดังกล่าว ทำให้จุลินทรีย์ประเภทผลิตกรดแลกติกเจริญเติบโตได้ดีกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น และทำให้ผักกาดดองมีคุณภาพดี แบคทีเรียที่เจริญในระยะแรกของการหมัก ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย เช่น *Enterobacter cloacae* ซึ่งทำหน้าที่ผลิตกรดแลกติก ในขณะที่ *Erwinia herbicola* จะผลิตสารให้กลิ่น และรสออกมา แต่พบว่า *Leuconostoc mesenteroides* จะเจริญได้ช้ากว่าชนิดอื่น และผลิตกรดแลกติกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนมีปริมาณกรดแลกติกสูงถึงร้อยละ 0.7 – 1.0 แบคทีเรียเหล่านี้จะสลายน้ำตาลให้เป็นกรดแลกติก กรดอะซิติก เอทานอล แมนนิทอล เด็กซ์แทรน เอสเทอร์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผักดองมีกลิ่นรสที่ดี และยับยั้งการเจริญของยีสต์ได้ สำหรับเด็กซ์แทรนและ แมนนิทอล อาจถูกย่อยสลายต่อไปโดยแบคทีเรียชนิด *Leuconostoc* และ *Lactobacillus plantarum* สำหรับ *Streptococcus faecalis* จะผลิตกรดแลกติกเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากมีความเข้มข้นของเกลือสูงเกินไป ในระยะหลังของการหมัก แบคทีเรียชนิดสร้างกรดแต่ไม่ผลิตก๊าซ ซึ่งได้แก่ *Lactobacillus plantarum* ทำให้แบคทีเรียชนิด *Lactobacillus brevis* เจริญขึ้นแทน และจะสร้างกรดขึ้นไปจนถึงร้อยละ 2.5 เป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่นและรสของผักดองไม่เป็นที่ต้องการ (ลัดดาวัลย์, 2536)

เกลือที่ใช้ในการดองผักจะต้องมีความบริสุทธิ์เพียงพอ ไม่ควรมีสารอื่นเจือปนเกินร้อยละ 1 เช่น เกลือของแคลเซียมหรือแมกนีเซียมฟอสเฟต ปูนขาว เหล็ก และทองแดง โดยปูนขาวจะทำให้ความเป็นกรดของน้ำเกลือลดลงหรือหินปูนตกตะกอน เหล็กทำให้ผักดองเกิดสีเขียวขี้ม้าหรือดำ ทองแดงสามารถทำปฏิกิริยากับสารซัลเฟอร์เกิดเป็นสีเขียวขี้ม้า นอกจากนี้ผลต่อสีแล้วสารเหล่านี้ยังมีผลต่อรสชาติ เช่น แมกนีเซียมทำให้ผักเกิดรสขม เป็นต้น และเกลือที่มีส่วนผสมของสารเสริมไอโอดีนเมื่อนำไปใช้ในการดองผักจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีดำ (ฟองจันทร์, 2543)

ลักษณะน้ำเสียจากโรงงานหมักดอง

ในกระบวนการผลิตผักกาดดองบรรจุกระป๋อง จำเป็นที่จะต้องใช้เกลือเป็นจำนวนมากในขั้นตอนแรก เพื่อดึงเอาน้ำบางส่วนประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ ออกจากเนื้อเยื่อผัก ในขั้นตอนนี้จะมีการใช้เกลือในปริมาณสูงถึงปีละ 3,640 ตันต่อน้ำหนักผัก 15,000 ตัน จากปริมาณเกลือทั้งหมดที่ใช้จะมีเกลือเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่ต้องการให้มีเกลืออยู่ในผัก คือ มีปริมาณสูงกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันไม่ให้ผักเน่าเสียก่อนนำไปทำการแปรรูปในขั้นตอนต่อ ๆ ไป เกลือที่ใช้ทั้งหมดในขั้นตอนนี้ดังกล่าวจะมีค่าประมาณ 22-24 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักผักที่เข้ากระบวนการ ดังนั้นภายหลังจากการดองด้วยเกลือนาน 90-100 ชั่วโมง จะมีของเสียที่เป็นน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นสูงถึง 20-21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะถูกกำจัดโดยการนำไปตากผึ่งในบ่อดินที่ปูด้วยแผ่นพลาสติก ภายได้หลังตาก

คลุม และยังคงต้องหาสถานที่สำหรับทิ้งเกลือจำนวนมากที่เกิดจากการตกผลึก และแห้งภายในบ่อในแต่ละปี เพื่อเตรียมบ่อน้ำเสียในปีถัดไป นอกจากนี้ขั้นตอนการคองผัดดังกล่าวที่ก่อให้เกิดปัญหาของเสียจำนวนมากแล้ว ยังมีขั้นตอนของการปรับจืด ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวจะมีปริมาณสูงถึง 15 คิวบิกเมตร/วัน และจะต้องทำการเจือจางด้วยการเติมน้ำเปล่าลงไปอีกเท่าตัว เพื่อนำเข้าสู่ระบบบำบัดโดยการให้อากาศเป็นลำดับต่อไป (รอยพิมพ์, 2549)

วิธีการดึงน้ำออกจากผักที่ได้ผลดี และนิยมปฏิบัติกันมาช้านาน ได้แก่ การใช้เกลือปริมาณไม่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ คลุกเคล้ากับผัก แล้วปล่อยทิ้งไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่อให้ผักสูญเสียน้ำออกมาด้วยกระบวนการออสโมซิส (osmosis) ปริมาณเกลือที่สูงเช่นนี้ นอกจากจะช่วยเร่งกลไกการดึงน้ำออกมาจากผักแล้ว ยังมีผลต่อการป้องกันการเน่าเสียของผักด้วย เมื่อสิ้นสุดกระบวนการดังกล่าว เกลือจำนวนหนึ่งจะซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อของผัก ทำให้ผักที่ได้เก็บรักษาได้ยาวนานขึ้น ผลลัพธ์ข้างเคียงที่เกิดขึ้น คือ น้ำเสียที่มีความเข้มข้นของเกลือที่มีปริมาณสูงมากไม่สามารถนำมาบริโภคได้โดยตรง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการดึงเอาเกลือบางส่วนออกจากเนื้อผักก่อนบรรจุลงกระป๋อง การดึงเอาเกลือออกสามารถกระทำได้ โดยการแช่ผักในน้ำที่มีความเข้มข้นของเกลือต่ำกว่า และตามระยะเวลาที่กำหนด ส่งผลให้น้ำที่ใช้ในการแช่ผักมีความเข้มข้นของเกลือสูงขึ้นมาก และกลายเป็นน้ำเสียที่ก่อให้เกิดปัญหาในการบำบัด

ในต่างประเทศ พบว่า น้ำเสียจากโรงงานกะหล่ำปลีสดจะประกอบด้วย กรดแลคติกที่เกิดจากการหมักไม่เกินร้อยละ 1.5 น้ำเกลือความเข้มข้นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2 แต่ไม่เกินร้อยละ 3 เพื่อให้การหมักที่สมบูรณ์ และน้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์การหมักต่างๆ โดยมีค่าบีโอดี ประมาณ 420-1,250 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัสทั้งหมดประมาณ 70-264 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าของแข็งทั้งหมดประมาณ 42,000 – 75,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะเห็นว่าน้ำหนักเหล่านี้มีค่าบีโอดี สูงมีความเป็นกรด และความเค็มสูง จึงไม่เหมาะหากจะบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียทั่วไป (วิลโลว์ตัน, 2541)

สำหรับประเทศไทย มีข้อมูลจากการศึกษาของคณะวิจัยเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพของสถาบันพระจอมเกล้าธนบุรี ถึงลักษณะน้ำเสียจากโรงงานแปรรูปผักผลไม้ ในจังหวัดเชียงราย คือ ค่าบีโอดี เท่ากับ 293 – 1,448 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 8 – 59.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 32 – 151 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 3.5 – 8.5 ค่าอัลคาไลน์ตี เท่ากับ 38.6 – 376.86 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแข็งแขวนลอย เท่ากับ 34.5 – 622.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าของแข็งทั้งหมด เท่ากับ 273.33 – 8,246.67 มิลลิกรัมต่อลิตร (เฉลิมราช, 2535)

รอยพิมพ์ (2549) ได้ทำการศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการหมักคองผักโดยสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina platensis*) นำน้ำเสียจากกระบวนการหมักคองผักมาเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina platensis* ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย ร้อยละ 60 ซึ่งมีค่าบีโอดี และซีโอดี เริ่มต้นเท่ากับ 950 และ 1,260 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังผ่านการเพาะเลี้ยงสาหร่ายแล้วพบว่าลดลงเหลือ 207 และ 276 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบว่าระดับความเข้มข้นของสารอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของสาหร่าย ชุดที่มีการเติมสารอาหารเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่มีการเติมสารอาหารพบว่าสาหร่ายมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการเติมสารอาหาร

การใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้ง

จากปริมาณน้ำทิ้งที่มีเป็นจำนวนมากพบว่าได้มีการนำน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรโดยการศึกษาส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาการนำสาหร่ายมาเลี้ยงเพื่อการบำบัดน้ำ โดยได้มีศึกษาดังนี้

อุไรวรรณ และคณะ (2548) ได้ศึกษาการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดด้วยบ่อฝัจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง จ.ตรัง มาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงปลาและไรแดง โดยทำการเลี้ยงปลาและไรแดงในบ่อฝั 3 บ่อ พบว่าสามารถเลี้ยงไรแดงในบ่อฝัได้ทั้ง 3 บ่อและปลาที่เลี้ยงได้แก่ ปลาดุกเพียนขาว ปลานิลและปลาดุกลูกผสม สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยงแต่ไม่ดี เนื่องจากคุณภาพน้ำที่ใช้เลี้ยงไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต

พเยาว์ และคณะ (2539) ได้ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพวันของสาหร่ายสีเขียวแกมคลอราซีลาเรีย (*Gracilaria* sp.) ที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งจากนาุ้ง พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายลดลงตามเวลาที่เลี้ยง เนื่องจากการเจริญเติบโตของสาหร่ายต้องการน้ำที่ไหลเวียนตลอด ปริมาณวันที่ได้จากสาหร่ายที่เลี้ยงพบว่าไม่แตกต่างจากสาหร่ายที่เก็บได้จากธรรมชาติ

จิระวดี (2550) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) ที่เลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำเสียเทศบาลเมืองเพชรบุรี ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี พบว่าปลานิลสามารถเจริญเติบโตได้ดีและอ้วนกว่าปลาในแหล่งน้ำธรรมชาติ

ธีรยุทธ (2552) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากโรงงานปลาป่นเพาะเลี้ยงคลอเรลลาเป็นอาหารในการเพาะเลี้ยงไรแดง พบว่าอัตราการเจริญงอกงามน้ำทิ้งที่ซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นสถานะที่เหมาะสมต่อการเจริญของคลอเรลลา และเมื่อนำคลอเรลลามาล้างไรแดงพบว่า ผลผลิตไรแดงที่ได้เท่ากับ 0.64 กรัมต่อลิตร (น้ำหนักเปียก) และสามารถลดซีโอดีและไนโตรเจนลง ร้อยละ 61 และ 29.68 ตามลำดับ



บทที่ 3

อุปกรณ์ และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลอง แบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design : CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 5 ทรีดเมนต์ (Treatment) 4 ซ้ำ (Replication) ใช้กระบะในการทดลองทั้งหมด 20 กระบะ ระยะเวลาทดลอง 60 วันโดยใช้น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดดองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ (ตาราง 2) ทำการเลี้ยงเพรียงทรายในกระบะพลาสติกขนาด 37.5×56.5×31.5 เซนติเมตร (กว้าง×ยาว ×สูง) วางบนชั้นสแตนเลส 2 ชั้น (ภาพ 3, 4) ภายในอาคารนิลแดง คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ

ตาราง 2 อัตราส่วนการผสมน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดดองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นกับน้ำทะเล

แหล่งน้ำ	อัตราส่วนการผสม (เปอร์เซ็นต์)				
	C00	C25	C50	C75	C100
น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดดอง ที่ผ่านการบำบัดขั้นต้น (เปอร์เซ็นต์)	0	25	50	75	100
น้ำทะเล (เปอร์เซ็นต์)	100	75	50	25	0

C100 R2	C75 R1	C25 R4	C00 R2	C50 R3	C75 R4	C75 R3	C00 R3	C100 R1	C50 R2
C100 R4	C25 R3	C00 R4	C75 R2	C25 R1	C00 R1	C50 R4	C100 R3	C25 R2	C50 R1

ภาพ 3 แผนผังการวางกระบะทดลองบนชั้นสแตนเลส



ภาพ 4 กระบะทดลองการเลี้ยงเพรียงทรายด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมฝักกาดองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้น

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมกระบะทดลอง

ใช้กระบะทดลองขนาด $37.5 \times 56.5 \times 31.5$ เซนติเมตร (กว้าง $\times$ ยาว $\times$ สูง) จำนวน 20 กระบะ พร้อมเจาะท่อน้ำทิ้งตรงกึ่งกลางของกระบะ โดยใส่วาล์ว เพื่อการเปลี่ยนถ่ายน้ำ รองกันกระบะด้วยอิฐมอญ ใส่หัวทรายบริเวณมุมกระบะและกลางกระบะ จำนวน 5 หัว รองกระบะด้วยมุ้งฟ้าที่เย็บติดกัน 2 ชั้น เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ใส่ทรายหยาบที่ผ่านการร่อนโดยเลือกใช้ทรายเม็ดใหญ่ ล้างทรายให้สะอาดและนำไปตากแดดเพื่อฆ่าเชื้อโรคที่มีอยู่ในทราย 2-3 วัน นำทรายที่เตรียมไว้ใส่ในกระบะสูง 15 เซนติเมตร

2. การเตรียมเพรียงทราย

เพรียงทรายที่ใช้ในการทดลอง มีอายุ 60 วัน โดยซื้อจากฟาร์มทะเลน จังหวัดระยอง นำมาเลี้ยงเพื่อปรับสภาพโดยให้อาหาร กุ้งกุลาดำเบอร์ 1 เพื่อปรับการกินอาหาร เป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นสุ่มเพรียงทราย ชั่งน้ำหนัก วัดความยาว เริ่มต้นก่อนปล่อยเลี้ยงในกระบะที่ทำการทดลอง โดยปล่อยกระบะละ 80 ตัว

3. การเตรียมน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงเพรียงทราย

นำน้ำทั้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคอง ที่ได้จาก บริษัท สันติภาพ (ฮั่วเฟิง 1958) จำกัด มาผ่านกระบวนการบำบัดคุณภาพน้ำก่อนการเลี้ยง โดยการกรองแยกตะกอนในกระบะกรองผ่านการกรองด้วยใยแก้ว อิฐ ใบบอบอลและถ่าน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ทำการพักน้ำทิ้งไว้ให้ตกตะกอน นำน้ำที่ผ่านการตกตะกอนแล้วมาเติมออกซิเจน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ปรับคุณภาพน้ำ ความเค็มโดยการผสมกับน้ำจืด ให้ได้ความเค็มประมาณ 30 ppt และความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำโดยใช้ปูนขาว ให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 7.0-7.5 ก่อนการทดลอง น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว ทำการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนน้ำ 10 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 5 วัน แล้วจึงนำไปใช้ในการทดลอง โดยผสมน้ำทั้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นกับน้ำทะเล ที่อัตราส่วนต่าง ๆ (ตาราง 2)

4. การทดลองและเก็บข้อมูล

4.1 ใส่น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นแล้วผสมกับน้ำทะเล ที่อัตราส่วนต่าง ๆ ในกระบอกทดลองให้ระดับน้ำสูงเหนือผิวทราย 1-2 เซนติเมตร วางกระบอกทดลองบนชั้นสแตนเลส คลุมชั้นวางด้วยผ้าไนลอนพลาสติกแสง 60 เปอร์เซ็นต์เพื่อลดแสงและอุณหภูมิของระบบการทดลอง

4.2 ให้อาหารเพรียงทราย วันละ 2 มื้อ เวลา 8:00 และ 16:00 น. มื้อละ 1 กรัม อาหารที่ใช้เลี้ยงเพรียงทราย เป็นอาหารกึ่งกูลาคำเบอร์ 1 ก่อนให้อาหารจะลดระดับน้ำให้น้ำสูงเหนือผิวหน้าทรายประมาณ 1 เซนติเมตร ทำการทดลองนาน 60 วัน เปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 3 วัน ในอัตรา 100 เปอร์เซ็นต์

4.3 เก็บข้อมูลและจดบันทึกข้อมูล น้ำหนักและความยาวของเพรียงทราย โดยสุ่มเพรียงทรายจำนวน 10 ตัว ในแต่ละชุดการทดลอง ทุก 15 วัน ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน ส่วนข้อมูล อัตราการรอดตาย อัตราการเจริญเติบโต ของเพรียงทราย ทำการเก็บข้อมูลเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ดังนี้

4.3.1 อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนเพรียงทรายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนเพรียงทรายเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

4.3.2 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)

$$= \text{น้ำหนักเพรียงทรายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักเพรียงทรายเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}$$

4.3.3 ความยาวที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร)

$$= \text{ความยาวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{ความยาวเมื่อเริ่มการทดลอง}$$



ภาพ 5 วัดการเจริญเติบโตของเพรียงทรายโดยการวัดความยาว



ภาพ 6 วัดการเจริญเติบโตของเพรียงทรายโดยการชั่งน้ำหนัก

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ทำการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำระหว่างการทดลองทุก 7 วัน ในช่วงเวลา 9:00 น. เพื่อศึกษาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

ตาราง 3 พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
อุณหภูมิ (Temperature)	เทอร์โมมิเตอร์
ความเป็นกรด – ด่าง (pH)	pH meter (HI 9812)
แอมโมเนีย – ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$)	Phenol method
ไนไตรท์ – ไนโตรเจน ($\text{NH}_2\text{-N}$)	Coupling method
ไนเตรท – ไนโตรเจน ($\text{NO}_3\text{-N}$)	Cadmium reduction method
ออร์โธฟอสเฟต – ฟอสฟอรัส ($\text{PO}_4\text{-P}$)	Ascorbic acid method
ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)	Azide Modification
ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD)	Close reflux method

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way analysis of variance; ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละชุดการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี Tukey's Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $P < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5

หมายเหตุ : การวิเคราะห์ข้อมูล ได้ทำการวิเคราะห์ Homogeneity of Variances แล้วจึงทำให้สามารถวิเคราะห์ผลได้ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way analysis of variance; ANOVA)

ระยะเวลาและสถานที่ทำการทดลอง

ระยะเวลา

ระยะเวลาในการวิจัย ตั้งแต่ พฤษภาคม – กรกฎาคม 2551

สถานที่

1. งานทดลองด้านการเพาะเลี้ยงเพรียงทราย สถานที่ในการทดลอง พื้นที่ภายในอาคารนิลแดง คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
2. งานทดลองด้านการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ห้องวิเคราะห์คุณภาพน้ำ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. ผลการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจาก อุตสาหกรรมผักกาดทองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเล

ผลการเจริญเติบโตของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดทองที่ผ่านการบำบัดแล้วผสมกับน้ำทะเล ที่อัตราส่วน C00, C25, C50, C75 และ C100 โดยนำเพรียงทรายอายุ 60 วัน มาเลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน ดังแสดงในตาราง 4 และ 5 พบว่า เพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งผสมน้ำทะเล ที่อัตราส่วน C00 มีน้ำหนักเฉลี่ยสิ้นสุด และ น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น มากกว่าเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งผสมน้ำทะเลที่อัตราส่วน C75 และ C100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่มีค่าไม่แตกต่างกับ เพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งผสมน้ำทะเล ที่อัตราส่วน C25 และ C50 ($P > 0.05$) ความยาวเฉลี่ยสิ้นสุด และความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น พบว่าเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งผสมน้ำทะเลที่อัตราส่วน C00 และ C25 มีค่ามากกว่าเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งผสมน้ำทะเลที่อัตราส่วน C100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่มีค่าไม่แตกต่างกับเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งผสมน้ำทะเล ที่อัตราส่วน C50 และ C75 ($P > 0.05$)

อัตราการตายของเพรียงทรายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง 6) พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตาราง 4 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดทองที่ผ่าน
การบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ ระยะเวลาเลี้ยง 60 วัน

น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักเฉลี่ย(กรัม)ของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดทอง ที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ				
	C00	C25	C50	C75	C100
เริ่มต้น	0.25±0.05 ^a	0.19±0.01 ^a	0.23±0.06 ^a	0.18±0.01 ^a	0.23±0.04 ^a
สิ้นสุด	1.13±0.10 ^a	0.93±0.03 ^{ab}	1.09±0.19 ^a	0.66±0.04 ^{bc}	0.33±0.03 ^c
เพิ่มขึ้น	0.88±0.07 ^a	0.73±0.03 ^{ab}	0.87±0.18 ^{ab}	0.47±0.04 ^{bc}	0.09±0.02 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติ ($P < 0.05$)

ตาราง 5 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ ระยะเวลาเลี้ยง 60 วัน

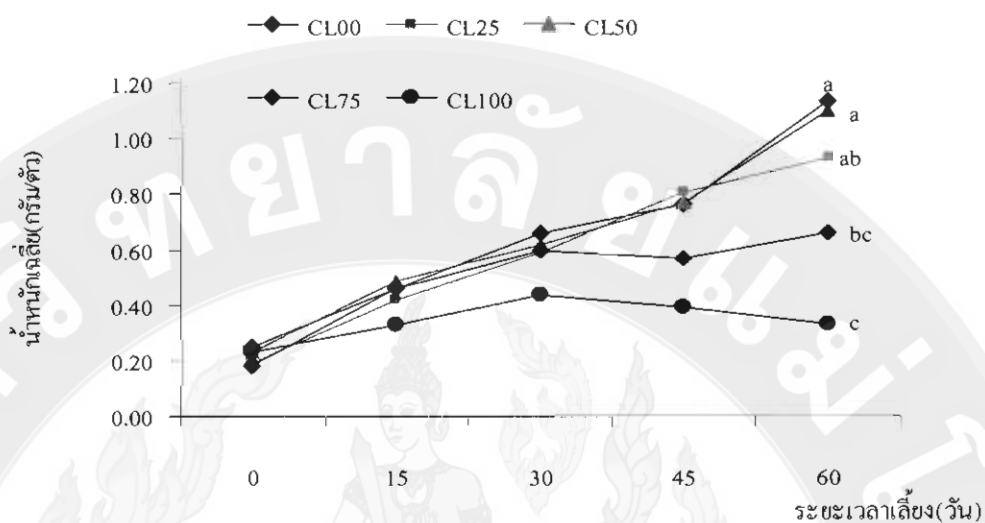
ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม ผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ				
	C00	C25	C50	C75	C100
เริ่มต้น	6.50±0.63 ^a	5.96±0.09 ^a	6.25±0.53 ^a	5.96±0.10 ^a	6.03±0.58 ^a
สิ้นสุด	10.62±0.39 ^a	10.11±0.84 ^a	9.45±0.52 ^a	8.38±0.29 ^{ab}	6.72±0.50 ^b
เพิ่มขึ้น	4.11±1.00 ^a	4.15±0.76 ^a	3.19±0.35 ^{ab}	2.42±0.19 ^{ab}	0.69±0.17 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตาราง 6 อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) ของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ ระยะเวลาเลี้ยง 60 วัน

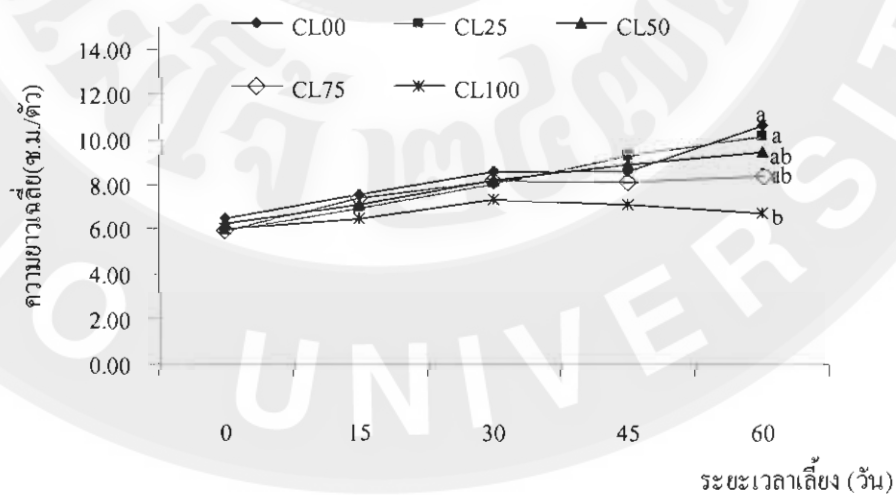
ระยะเวลา เลี้ยง (วัน)	อัตรารอด(เปอร์เซ็นต์) ของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ				
	C00	C25	C50	C75	C100
60	68.44±13.39 ^a	77.19±2.13 ^a	59.06±13.59 ^a	65.62±10.82 ^a	41.25±10.42 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



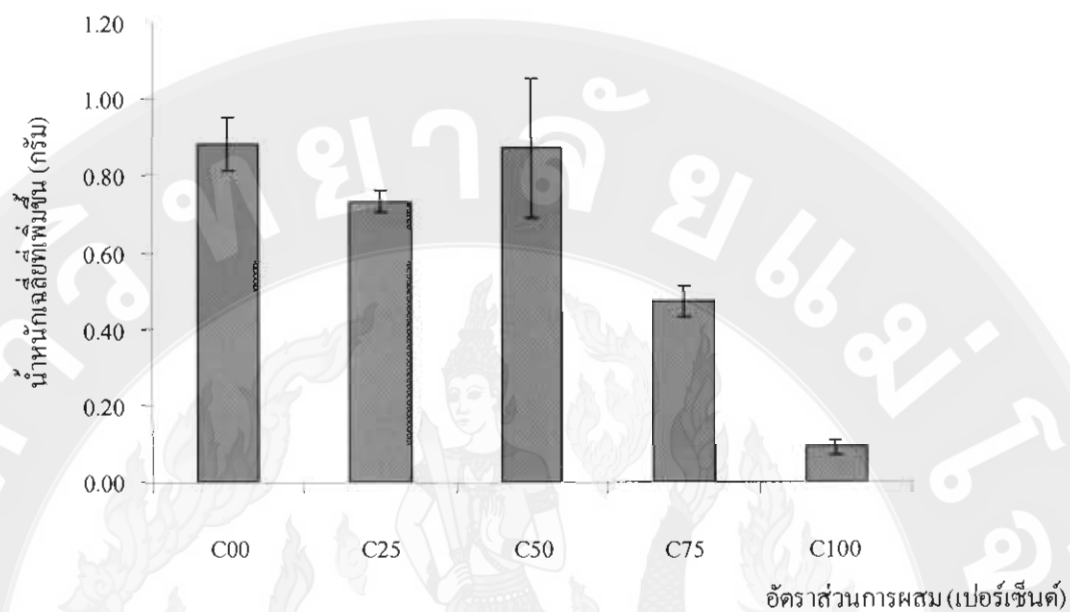
(ก) น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตัว)

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

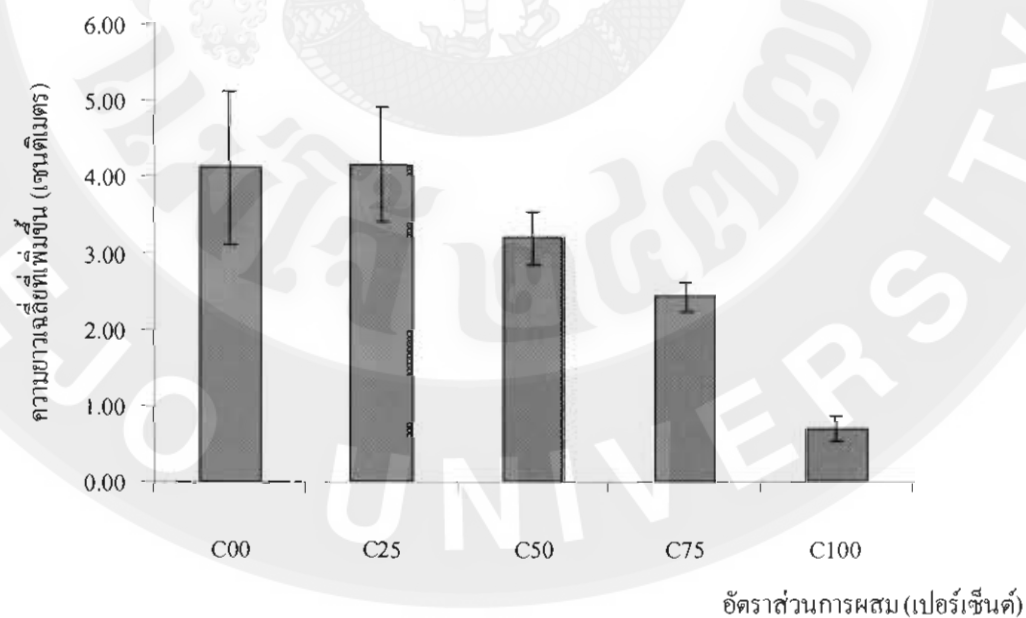


(ข) ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

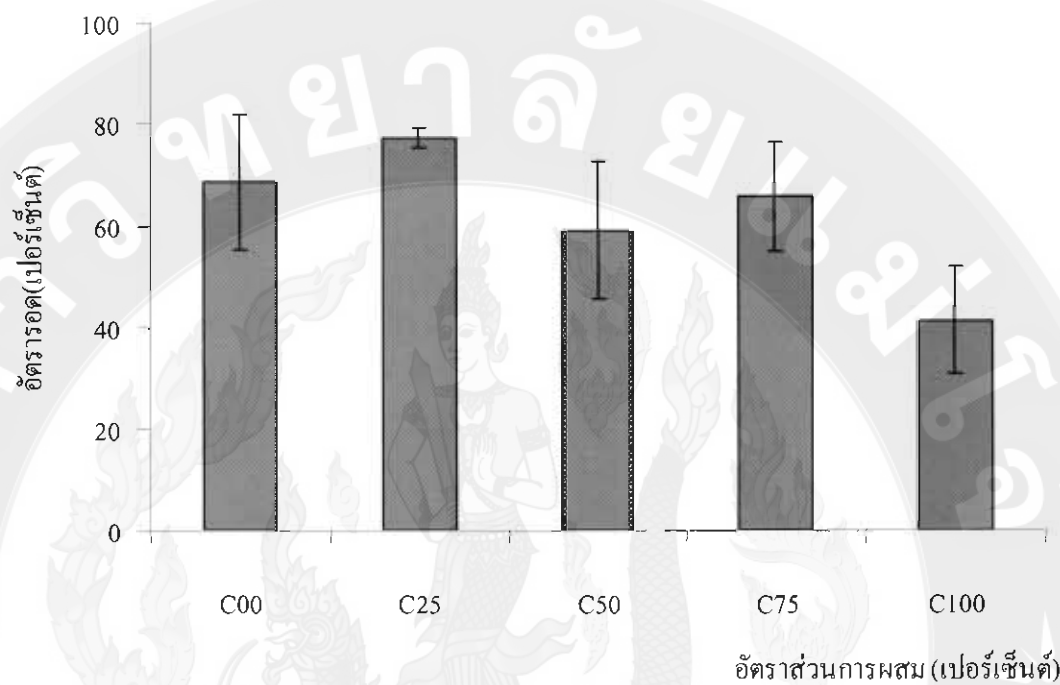


(ค) น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (กรัม)



(ง) ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร)

ภาพ 7 (ก)-(ง) การเจริญเติบโตของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ ระยะเวลาเลี้ยง 60 วัน



ภาพ 8 อัตราการดูด (เปอร์เซ็นต์) ของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ ระยะเวลาเลี้ยง 60 วัน

2. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในกระบะเลี้ยงเพรียงทราย

คุณภาพน้ำในกระบะเลี้ยงเพรียงทราย (ตาราง 7, ภาพ 9) ที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเล ที่อัตราส่วน C00, C25, C50, C75 และ C100 เกลี่ยตลอดการทดลอง พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร) ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) ค่าบีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร) และความเค็ม (พีพีที) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำในกระบะเลี้ยงเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งผสมน้ำทะเลที่อัตราส่วน C100 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับความแตกต่างกับ C00 และ C25 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับ C50 และ C75

ปริมาณออร์โทฟอสเฟต (มิลลิกรัม/ลิตร) ของน้ำในกระบะเลี้ยงเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้ง ผสมน้ำทะเลที่อัตราส่วน C00 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับความแตกต่าง กับ C50, C75 และ C100 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับ C25

ค่าซีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร) ของน้ำในกระบะเลี้ยงเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งผสมน้ำทะเลที่อัตราส่วน C100 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับความแตกต่างกับ C00, C25 และ C50 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับ C75

คุณภาพน้ำเริ่มต้นการทดลองในกระบะเลี้ยงเพรียงทราย (ตาราง 8) พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) ปริมาณออร์โทฟอสเฟต (มิลลิกรัม/ลิตร) ค่าบีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร) ค่าซีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร) และความเค็ม (พีพีที) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัม/ลิตร) เริ่มต้นของน้ำในกระบะเลี้ยงเพรียงทราย ที่อัตราส่วน C00 มีปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัม/ลิตร) ต่ำสุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับความแตกต่างกับ C100 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับ C25, C50 และ C75

ปริมาณแอมโมเนีย (มิลลิกรัม/ลิตร) เริ่มต้นการทดลอง พบว่าที่อัตราส่วน C00 มีปริมาณแอมโมเนีย (มิลลิกรัม/ลิตร) ต่ำสุด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างกับ C50, C75 และ C100 แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับ C25

คุณภาพน้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง 8) พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) ปริมาณแอมโมเนีย (มิลลิกรัม/ลิตร) ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (มิลลิกรัม/ลิตร) ค่าบีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร) ค่าซีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร) และความเค็ม (พีพีที) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัม/ลิตร) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าที่อัตราส่วน C00 มีปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัม/ลิตร) ต่ำสุด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง กับ C100 แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับ C25, C50 และ C75

ตาราง 7 คุณภาพน้ำเฉลี่ยในกระบะเลี้ยงเพรียงทราย ที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดดอง ที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ ตลอดการทดลอง 60 วัน

ดัชนีคุณภาพน้ำ	อัตราส่วนการผสมน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดดองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นกับน้ำทะเล (เปอร์เซ็นต์)				
	C00	C25	C50	C75	C100
ออกซิเจนละลายน้ำ (มก./ล)	6.02±0.01	6.03±0.10	5.79±0.29	6.08±0.16	5.93±0.04
ความเป็นกรด-ด่าง	7.59±0.04 ^a	7.48±0.04 ^a	7.23±0.05 ^{ab}	6.93±0.09 ^b	6.95±0.15 ^b
ไนโตรเจน (มก./ล)	0.80±0.16	0.50±0.09	0.55±0.09	0.54±0.08	0.64±0.09
ไนเตรท (มก./ล)	1.07±0.20	1.09±0.05	1.00±0.10	0.90±0.07	0.92±0.12
แอมโมเนีย (มก./ล)	0.83±0.12	0.78±0.03	0.91±0.10	0.88±0.02	1.05±0.10
ออร์โธฟอสเฟต (มก./ล)	2.20±0.16 ^a	1.90±0.07 ^{ab}	1.39±0.17 ^{bc}	1.17±0.19 ^c	1.43±0.13 ^{bc}
ค่าบีโอดี (มก./ล)	2.31±0.32	1.75±0.29	2.00±0.34	1.26±0.32	1.45±0.23
ค่าซีโอดี (มก./ล)	36.00±3.10 ^a	40.72±1.53 ^a	41.85±0.94 ^a	45.00±1.423 ^{ab}	51.30±2.85 ^b
ความเค็ม (พีพีที)	31.84±0.79	32.16±0.79	32.19±0.08	31.84±0.08	32.03±0.11

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

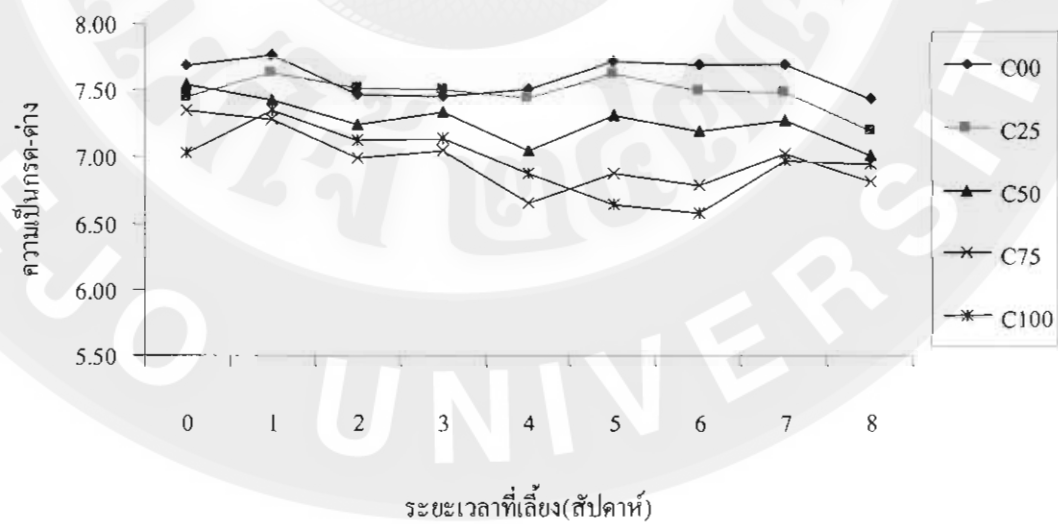
ตาราง 8 คุณภาพน้ำ เริ่มต้น- สิ้นสุด การทดลองในกระบะเลี้ยงเพรียงทราย ที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจาก
อุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ ตลอด
การทดลอง 60 วัน

ดัชนีคุณภาพน้ำ		อัตราส่วนการผสมน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้น กับน้ำทะเล (เปอร์เซ็นต์)				
		C00	C25	C50	C75	C100
ออกซิเจน	เริ่มต้น	6.07±0.20	6.16±0.04	6.12±0.02	6.04±0.14	6.19±0.01
ละลายน้ำ	สิ้นสุด	5.55±0.09	5.57±0.17	5.24±0.48	5.72±0.17	5.32±0.15
(มก./ล)						
ความเป็น	เริ่มต้น	7.51±0.04	7.48±0.04	7.53±0.03	7.36±0.11	7.23±0.03
กรด-ด่าง	สิ้นสุด	7.42±0.10	7.19±0.06	7.01±0.09	6.80±0.08	6.94±0.30
ไนโตรเจน	เริ่มต้น	0.33±0.02 ^a	0.36±0.02 ^a	0.41±0.03 ^{ab}	0.43±0.02 ^{ab}	0.50±0.04 ^b
(มก./ล)	สิ้นสุด	0.10±0.02 ^a	0.12±0.03 ^{ab}	0.18±0.03 ^{ab}	0.21±0.02 ^{ab}	0.24±0.04 ^b
ไนเตรท	เริ่มต้น	0.81±0.06	0.65±0.05	0.60±0.06	0.63±0.05	0.70±0.06
(มก./ล)	สิ้นสุด	1.26±0.23	0.85±0.22	1.17±0.18	1.07±0.15	1.33±0.31
แอมโมเนีย	เริ่มต้น	0.22±0.01 ^a	0.27±0.03 ^a	0.37±0.01 ^b	0.39±0.01 ^b	0.43±0.02 ^b
(มก./ล)	สิ้นสุด	1.22±0.05	1.16±0.17	0.99±0.06	1.04±0.15	1.30±0.21
ออร์โธ	เริ่มต้น	0.93±0.11	0.96±0.12	1.07±0.14	1.30±0.06	1.37±0.18
ฟอสเฟต	สิ้นสุด	3.20±0.23	2.71±0.09	2.43±0.36	2.22±0.36	2.43±0.22
(มก./ล)						
ค่าบีโอดี	เริ่มต้น	2.02±0.26	1.91±0.48	2.26±0.44	2.64±0.57	2.36±0.29
(มก./ล)	สิ้นสุด	2.50±0.88	4.01±0.69	3.44±0.55	2.36±1.00	2.47±0.63
ค่าซีโอดี	เริ่มต้น	34.50±3.00	39.60±6.89	39.60±2.08	43.20±2.94	48.60±3.45
(มก./ล)	สิ้นสุด	19.80±3.45	27.00±4.53	25.20±6.89	28.80±2.94	36.00±2.94
ความเค็ม	เริ่มต้น	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
(พีพีที)	สิ้นสุด	33.00±0.41	33.25±0.25	32.25±0.25	32.75±0.25	33.00±0.41

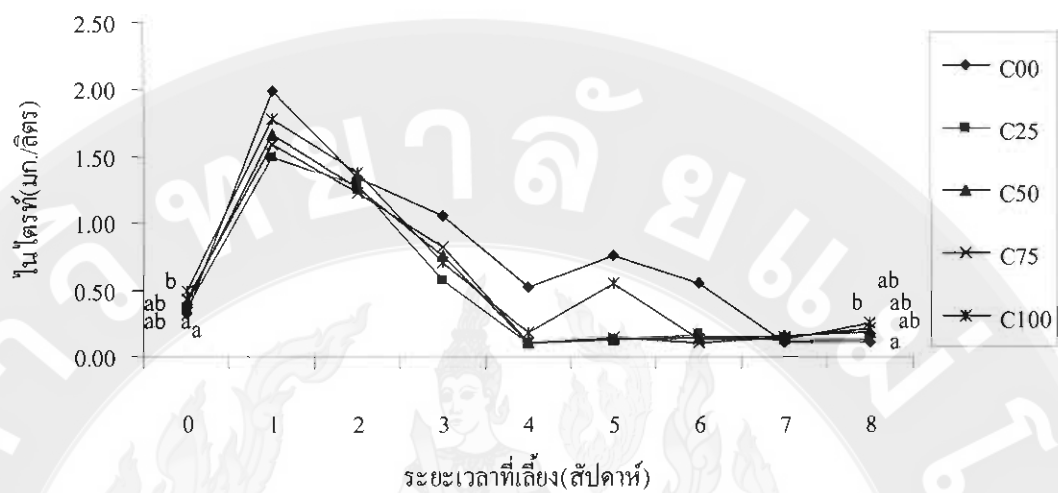
หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติ (P<0.05)



(ก) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)

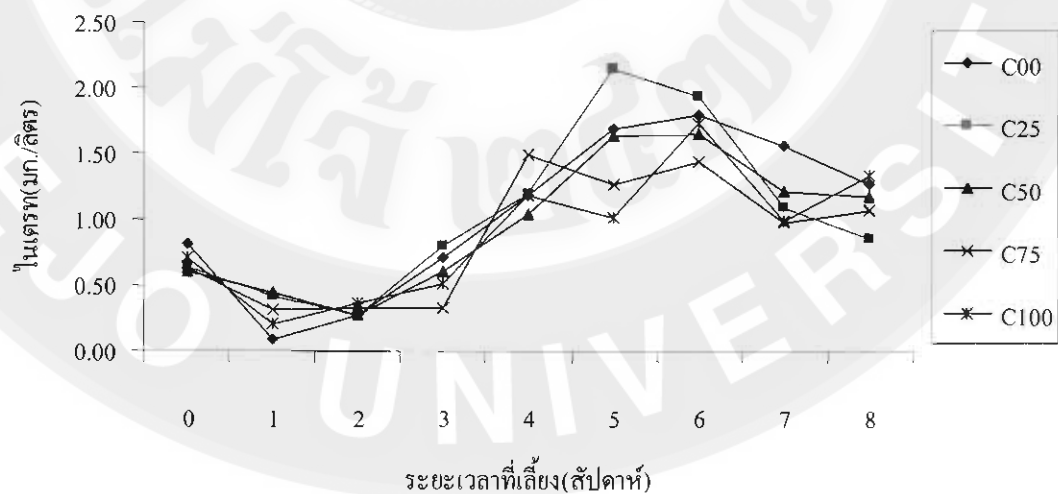


(ข) ความเป็นกรด-ด่าง

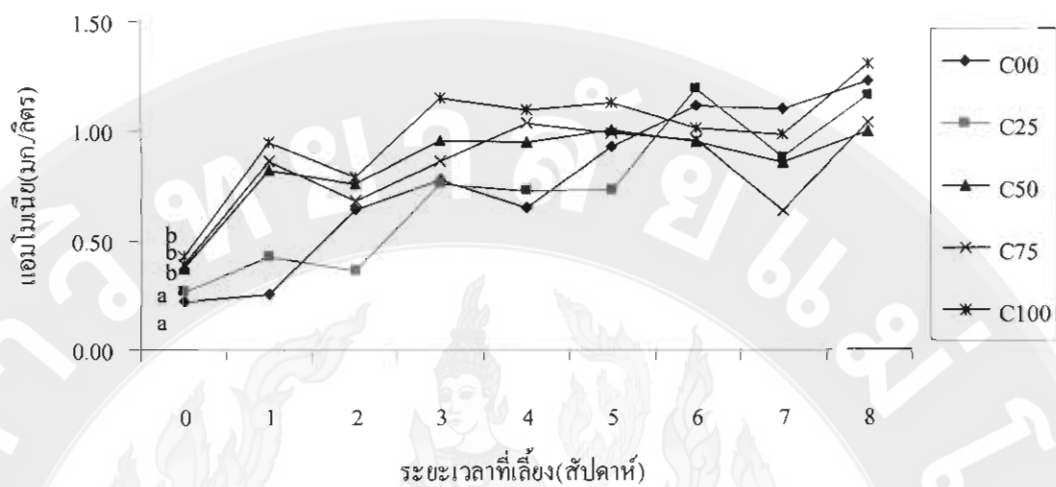


(ค) ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

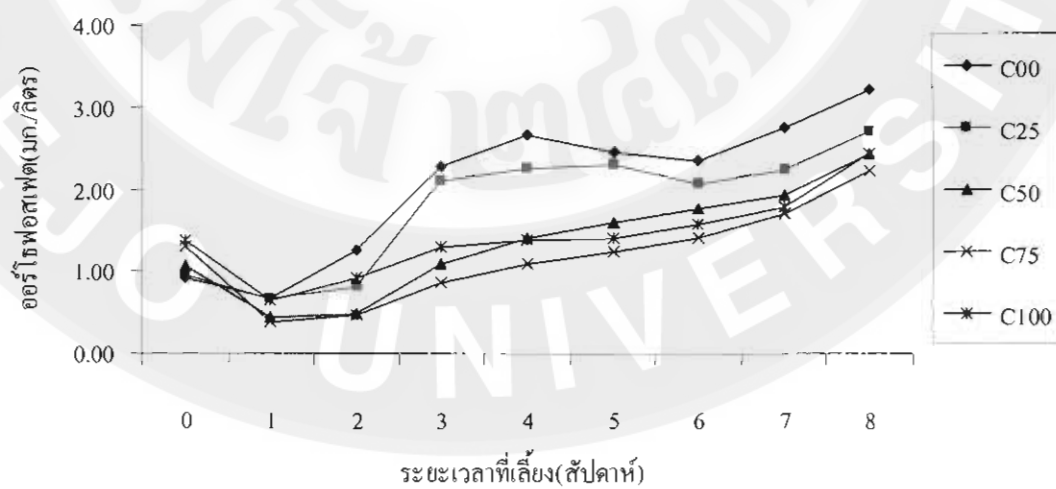


(ง) ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)

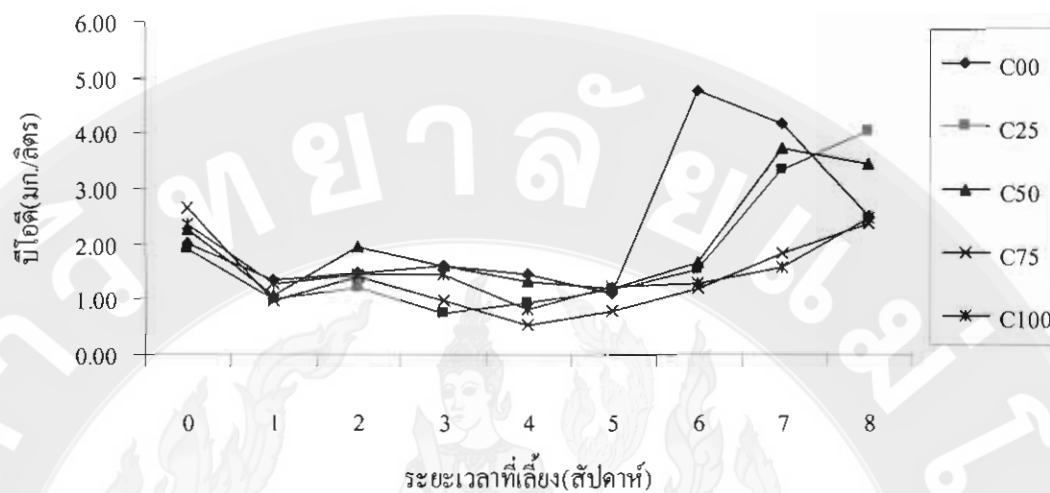


(จ) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)

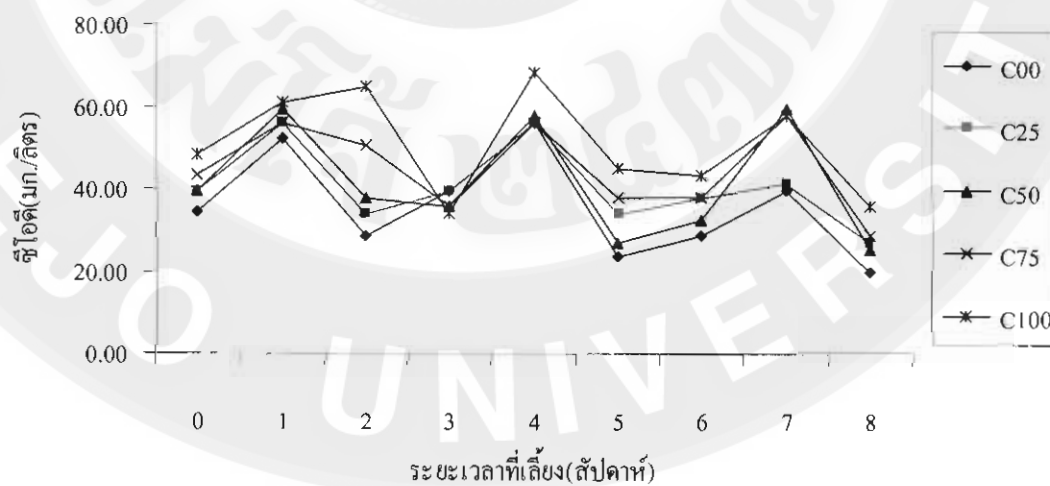
หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



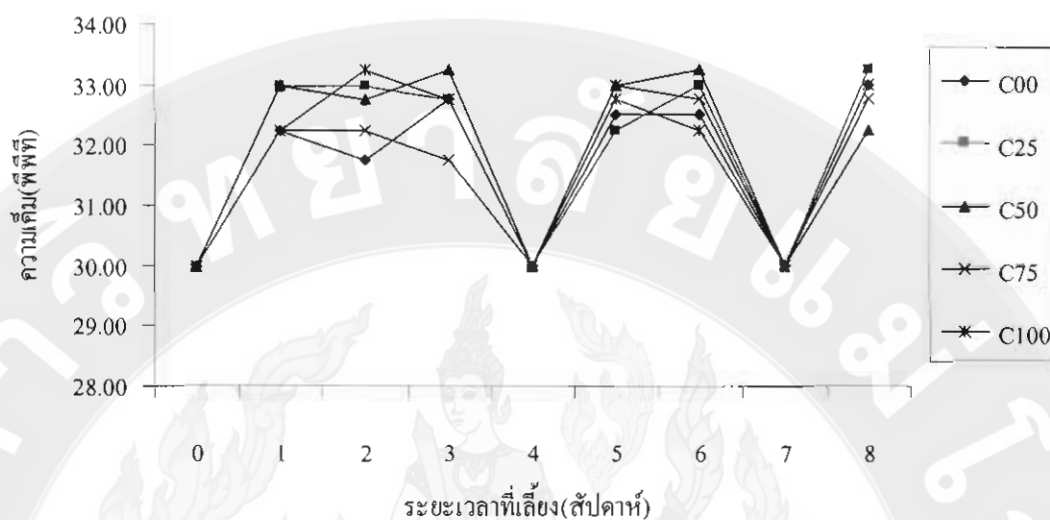
(ฉ) ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (มิลลิกรัม/ลิตร)



(ข) ค่าปิไอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)



(ค) ค่าปิไอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)



(ฉ) ความเค็ม (พีพีที)

ภาพ 9 (ก)-(ฉ) คุณภาพของน้ำในกระเบเลียงเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาด
คองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเลที่อัตราส่วนต่าง ๆ ระยะเวลาเลี้ยง 60 วัน

บทที่ 5

สรุป วิจัยและข้อเสนอแนะ

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลอง เปรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเล ที่อัตราส่วน C00, C25, C50, C75 และ C100 พบว่า การเจริญเติบโตของเปรียงทราย เมื่อพิจารณาจากน้ำหนักเฉลี่ยของเปรียงทรายจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ทำการเลี้ยง ยกเว้นเปรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งผสมน้ำทะเลที่อัตราส่วน C75 และ C100 น้ำหนักเฉลี่ยของเปรียงทรายจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึง 30 วันแรกของการเลี้ยง และเมื่อเลี้ยงได้ 45 วันน้ำหนักเฉลี่ยของเปรียงทรายจะลดลง และพบว่าเปรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งผสมน้ำทะเลที่อัตราส่วน C75 น้ำหนักจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อเลี้ยงจนครบระยะเวลาที่ทดลอง (60 วัน) ในขณะที่เปรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งผสมน้ำทะเลที่อัตราส่วน C100 น้ำหนักจะลดลงเรื่อย ๆ จนสิ้นสุดการทดลอง และมีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 0.23 ± 0.04 เป็น 0.33 ± 0.03 กรัม เพิ่มขึ้นจากเดิม 0.09 ± 0.02 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับเปรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งผสมน้ำทะเลที่อัตราส่วน C00, C25 และ C50 ตามลำดับ ซึ่งเป็นชุดการทดลองที่มีอัตราส่วนของน้ำทะเลผสมอยู่ในปริมาณมากที่สุดถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง จังหวัดภูเก็ต (2547) รายงานว่า น้ำหนักตัวเฉลี่ยของเปรียงทรายเมื่อเลี้ยงได้ 120 วันเท่ากับ 0.6 กรัม และมีอัตราการรอด 40-50 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองในครั้งนี้จึงชี้ให้เห็นว่าน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้น ที่ใช้ในการเลี้ยงเปรียงทรายมีผลต่อการเจริญเติบโตของเปรียงทราย และเมื่อเปรียบเทียบผลการเจริญเติบโต ของเปรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งผสมน้ำทะเลที่อัตราส่วน C00, C25 และ C50 ตามลำดับ พบว่าให้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายที่ 1.13 ± 0.10 , 0.93 ± 0.03 และ 1.09 ± 0.19 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักเฉลี่ยของเปรียงทรายที่ได้จะสอดคล้องกับผลการทดลองของ สุรพล และพองจำ (2548) ที่เลี้ยงเปรียงทรายด้วยน้ำทะเลในตะกร้าพลาสติกเปรียงทรายที่เลี้ยงจะมีน้ำหนักเฉลี่ยระหว่าง 0.8-1.1 กรัม และเนื่องจากเปรียงทรายเป็นสัตว์ที่กินซากพืชซากสัตว์เป็นอาหาร จากการทดลองจะให้อาหารเปรียงทรายด้วย อาหารกึ่งกูลาค้าเบอร์ 1 วันละ 2 มื้อ การเจริญเติบโตของเปรียงทรายที่ได้สอดคล้องกับ สุรพล และพองจำ (2549) ที่ทดลองเลี้ยงเปรียงทรายโดยใช้ทรายเทียมเป็นวัสดุเลี้ยงแทนทรายธรรมชาติ โดยให้อาหารกึ่งกูลาค้าเบอร์ 1 วันละ 2 มื้อพบว่าเปรียงทรายที่เลี้ยงได้มี

น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 0.76-1.52 กรัม ดังนั้นการใช้อาหารกึ่งกุลาคำในการเลี้ยงเพรียงทรายจึงไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเพรียงทรายในการทดลองนี้

อัตราการรอดของเพรียงทรายที่เลี้ยง พบว่าเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วย น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมฟักกาดองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมน้ำทะเล ที่อัตราส่วน C00, C25, C50, C75 และ C100 ตามลำดับ มีอัตราการตาย 68.44 ± 13.39 , 77.19 ± 2.13 , 59.06 ± 13.59 , 65.62 ± 10.82 และ 41.25 ± 10.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) สอดคล้องกับ วิลาสินีและคณะ (2547) ที่ได้ทำการทดลองเลี้ยงเพรียงทราย (*Perinereis* sp.) ในกระเบพลาสติกเป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่าสามารถเลี้ยงเพรียงทรายในกระเบพลาสติกได้โดยมีอัตราการรอด 64.32, 38.56, 58.40 และ 44.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สาเหตุการตายของเพรียงทรายส่วนใหญ่ เนื่องจากเกิดการขาดท่อนขณะนำมาทำการชั่งน้ำหนักและวัดความยาว ซึ่งสอดคล้องกับ สุรพลและพองจำ (2549) ที่สรุปว่าการเก็บเกี่ยวผลผลิตของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยทรายเทียมมีการสูญเสีย น้อยกว่าทรายธรรมชาติเนื่องจากมีปัญหาเพรียงทรายขาดท่อนขณะเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการตายของเพรียงทรายส่วนใหญ่ และในช่วงใกล้ครบระยะเวลาการทดลองพบว่าเพรียงทรายที่เลี้ยงมีการเจริญเติบโตเต็มที่พร้อมที่จะผสมพันธุ์โดยจะมีการขึ้นมาว่ายน้ำเหนือผิวทราย และตายลง ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ อนงค์ และปิยะพงศ์ (2527) เมื่อเพรียงทรายผสมพันธุ์เสร็จแล้วตัวผู้และตัวเมียจะจมสู่พื้นท้องน้ำและตายในที่สุด

เมื่อทำการศึกษาคุณภาพน้ำของการเลี้ยงเพรียงทรายตลอดระยะเวลาการทดลอง พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ย ต่ำสุด-สูงสุด อยู่ในช่วง 5.79-6.08 มิลลิกรัม/ลิตร จากปริมาณออกซิเจนที่วัดได้ถือว่าเป็นค่าที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงเพรียงทราย โดยอ้างอิงมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งกำหนดให้มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัม/ลิตร (นันทวัน และคณะ, 2550) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำโดยปริมาณออกซิเจนที่ต่ำมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยอาหารลดลงลดความต้านทานสารพิษซึ่งเป็นสาเหตุทำให้สัตว์น้ำอ่อนแอ และทำให้เกิดโรค ได้ง่าย (ไมตรี และ จารูวรรณ, 2528)

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าเฉลี่ย ต่ำสุด-สูงสุด อยู่ในช่วง 6.93-7.59 โดยค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมของสัตว์น้ำชายฝั่งจะอยู่ระหว่าง 7.0-8.5 สอดคล้องกับ นันทวันและคณะ (2550) ที่ได้ศึกษาชีววิทยาและการเพาะพันธุ์เพรียงทราย พบว่าค่าความเป็น กรด-ด่างของน้ำที่เลี้ยงเพรียงทราย มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.02 จากผลการทดลองพบว่าเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งผสมน้ำทะเลที่อัตราส่วน C75 และ C100 มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย คือ 6.93 และ 6.95 ตามลำดับ และพบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่าง เมื่อสิ้นสุดการทดลองลดลงจากค่าเริ่มต้นจาก

7.36 เป็น 6.80 และ 7.23 เป็น 6.94 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต จึงอาจส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของเพรียงทรายที่เลี้ยงได้ หากค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำหรือสูงเกินไปไปสามารถทำให้สัตว์น้ำตายหรือเครียดได้ โดยที่สัตว์ทะเลจะทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างได้น้อยกว่าสัตว์น้ำจืด (นิคม และยงยุทธ, 2546)

ไนเตรท เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจน ที่มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำต่ำที่สุดนอกจากสภาวะที่ขาดออกซิเจน จุลินทรีย์จะรีดิวซ์ไนเตรทเป็นไนไตรท์ทำให้เกิดเป็นพิษต่อสัตว์น้ำขึ้น (ธรรมรักษ์, 2541) ซึ่งค่าไนเตรทของน้ำระหว่างการเลี้ยงมีค่าเฉลี่ย ต่ำสุด-สูงสุดอยู่ในช่วง 0.90-1.09 มิลลิกรัม/ลิตร จากการทดลองมีการให้ออกซิเจนในแต่ละชุดการทดลองตลอดเวลาจึงทำให้ไนเตรทไม่ส่งผลกระทบต่อเพรียงทราย

ปริมาณไนไตรท์ของน้ำระหว่างการเลี้ยงมีค่าเฉลี่ย ต่ำสุด-สูงสุดอยู่ในช่วง 0.50-0.80 มิลลิกรัม/ลิตร โดยที่ปริมาณไนไตรท์ เริ่มต้นการทดลอง อยู่ในช่วง 0.33-0.50 มิลลิกรัม/ลิตร และสิ้นสุดการทดลอง อยู่ในช่วง 0.10-0.24 มิลลิกรัม/ลิตร ในแหล่งน้ำทั่วไปจะพบปริมาณไนไตรท์ต่ำเฉลี่ยน้อยกว่า 0.007 มิลลิกรัม/ลิตร แต่แหล่งน้ำที่รับน้ำเสียจะพบไนไตรท์ในความเข้มข้นที่สูงกว่า (สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งฯ, 2546) จากการทดลองเป็นการนำน้ำเสียมาผ่านการบำบัดคุณภาพน้ำเบื้องต้นก่อนนำมาเลี้ยงเพรียงทราย ปริมาณความเข้มข้นของไนไตรท์จึงสูงกว่าที่พบในแหล่งน้ำทั่วไป ซึ่งสถาบันวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล (2542) ได้กำหนดการควบคุมคุณภาพน้ำในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พัฒนาระบบชีวภาพแบบ Code of Conduct โดยควบคุมปริมาณไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงกุ้ง < 0.20 มิลลิกรัม/ลิตร และจากการทดลอง พบว่าที่อัตราส่วน C100 มีปริมาณไนไตรท์ เริ่มต้น และสิ้นสุดการทดลองที่ 0.50 และ 0.24 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นค่าที่เกินมาตรฐานกำหนด จึงอาจมีผลต่อการเจริญเติบโตของเพรียงทรายที่เลี้ยง เนื่องจากความเป็นพิษของไนไตรท์จะไปลดประสิทธิภาพในการขนส่งออกซิเจนของเลือด และทำลายเนื้อเยื่อของสัตว์น้ำ (Lawson, 1995)

ปริมาณแอมโมเนีย ของน้ำระหว่างการเลี้ยงมีค่าเฉลี่ย ต่ำสุด-สูงสุดอยู่ในช่วง 0.78-1.05 มิลลิกรัม/ลิตร โดยที่ปริมาณแอมโมเนีย เมื่อเริ่มต้นการทดลอง อยู่ในช่วง 0.22-0.43 มิลลิกรัม/ลิตร และสิ้นสุดการทดลองอยู่ในช่วง 0.99- 1.30 มิลลิกรัม/ลิตร จากผลการทดลองพบว่า คุณภาพน้ำที่เลี้ยงเพรียงทรายเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณแอมโมเนียสูงเกินมาตรฐานกำหนด โดยปริมาณแอมโมเนียที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงเพรียงทราย กำหนดไม่เกิน 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร (นันทวัน และคณะ, 2550) แอมโมเนียจะมีปริมาณสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาเลี้ยงนานขึ้น ปริมาณของแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้นเกิดจาก ของเสียที่เกิดจากการขับถ่ายของเพรียงทราย และอาหารที่ตกค้าง เนื่องจากเพรียงทรายที่เลี้ยงมีจำนวนลดลงจากสาเหตุการตายขณะทำการสุ่มเก็บข้อมูล และปริมาณของอาหารที่ให้

ไม่ได้ลดจำนวนลงตามไปด้วยจึงทำให้เกิดการตกค้างของอาหารได้ แอมโมเนียจะเป็นพิษมากเมื่อออกซิเจนต่ำ เมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียในแหล่งน้ำสูงขึ้น ความสามารถในการจับถ่ายแอมโมเนียของสัตว์น้ำจะลดลง ระดับของแอมโมเนียในเนื้อเยื่อเลือดสูงขึ้น ความเป็นกรด-ด่างของเลือดสูงขึ้นส่งผลต่อเนื้อเยื่อ ปฏิกริยาของเอนไซม์ เหนือกว่า การลำเลียงของออกซิเจนลดลง (Lawson, 1995) สัตว์น้ำเมื่อสัมผัสแอมโมเนีย 1-2 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 1 ชั่วโมงจะทำให้เกิดการตายอย่างเฉียบพลัน (Boyd and Tucker, 1998) และจากผลการทดลองพบว่าที่อัตราส่วนการผสม C100 มีปริมาณแอมโมเนียเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลอง และปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยตลอดการทดลอง สูงสุดคือ 0.43, 1.33 และ 1.05 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่เกินมาตรฐานกำหนด จึงอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเพรียงทรายได้ ชะลอ (2543) รายงานว่าแอมโมเนียที่ความเข้มข้น 1.29 มิลลิกรัม/ลิตร จะทำให้กุ้งตายได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

ปริมาณออร์โธฟอสเฟตมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด-สูงสุดอยู่ในช่วง 1.17-2.20 มิลลิกรัม/ลิตร มันสินและไพพรรณ (2536) กล่าวว่าปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำของบ่อเลี้ยงปลาควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1-0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำเป็นค่าที่ไม่อันตรายต่อสัตว์น้ำโดยตรงแต่เป็นตัวการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำเนื่องจากการเจริญเติบโตของพืชและสาหร่าย (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าในน้ำที่เลี้ยงเพรียงทรายมีปริมาณออร์โธฟอสเฟตอยู่แต่ในระบบการเลี้ยงเป็นการเลี้ยงในระบบทดลองและมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 3 วันจึงไม่สามารถทำให้เกิดการเจริญเติบโตของพืชน้ำจืดทำให้เกิดภาวะการขาดออกซิเจนได้

ค่าบีโอดี เป็นการวัดความสกปรกของน้ำเสียในรูปของออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ย่อยสารอินทรีย์ในภาวะที่มีออกซิเจน มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมได้กำหนดค่าบีโอดี ≤ 20 มิลลิกรัม/ลิตร จากการทดลองน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองผ่านการบำบัดคุณภาพน้ำมาแล้วโดยค่าบีโอดีเริ่มต้นก่อนการทดลอง อยู่ในช่วง 1.92-2.64 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งน้ำที่ใช้ในการทดลองค่าบีโอดีที่วัดได้มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด-สูงสุดอยู่ในช่วง 1.26-2.31 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นค่าของน้ำปกติที่สามารถใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำได้

ค่าซีโอดี เป็นค่าที่บอกถึงความสกปรกของน้ำเสียใช้ในการประเมินคุณภาพของน้ำเสีย ค่าซีโอดีจะสูงกว่าค่าบีโอดี ค่าซีโอดีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำ น้ำที่มีค่าซีโอดี 10 มิลลิกรัม/ลิตร จัดอยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่ถ้ามีค่าเกิน 60 มิลลิกรัม/ลิตร แสดงว่ามากเกินไป (วิรัช, 2544) จากผลการทดลองค่าซีโอดีมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด-สูงสุดอยู่ในช่วง 36.00-51.30 มิลลิกรัม/ลิตร และมีค่าซีโอดีเริ่มต้นการทดลองอยู่ในช่วง 34.5-48.6 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าซีโอดีเมื่อ

สิ้นสุดการทดลองอยู่ในช่วง 19.80- 36.00 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งค่าซีโอดีของน้ำที่ใช้เลี้ยงเพรียงทรายที่ได้จากการทดลอง พบว่าค่าของซีโอดีอยู่ในค่าของน้ำปกติ สามารถใช้เลี้ยงสัตว์น้ำได้

ความเค็มของน้ำก่อนการทดลอง เตรียมน้ำที่ใช้เลี้ยงความเค็ม 30 พีพีที จากผลการทดลองความเค็มมีค่าเฉลี่ย 31.84-32.19 พีพีที ความเค็มระหว่างการเลี้ยงมีค่าสูงขึ้นเนื่องจากเกิดการระเหยของน้ำ และจากการทดลองมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำระหว่างการเลี้ยง ความเค็มของน้ำจึงมีการเปลี่ยนแปลงไม่เกินกำหนดของมาตรฐานคุณภาพน้ำในการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และเนื่องจากในน้ำทะเลทั่วไปจะประกอบไปด้วย ปริมาณแร่ธาตุ และสารประกอบอื่น ๆ ซึ่งมีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเพรียงทราย น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นจะมีปริมาณสารประกอบที่แตกต่างออกไปจากน้ำทะเล เนื่องจากในขบวนการคองผักจะใช้เกลือที่มีความบริสุทธิ์และปราศจากสารประกอบอื่นเจือปนเพราะสารประกอบที่เจือปนอยู่จะส่งผลต่อคุณภาพของผักกาดคอง เช่น แมกนีเซียมจะทำให้เกิดรสขมในผัก เป็นต้น (พองจันทร์, 2543) จึงอาจกล่าวได้ว่าน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นมีปริมาณแร่ธาตุและองค์ประกอบของน้ำแตกต่างจากน้ำทะเล จึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเพรียงทรายที่เลี้ยงได้ อย่างไรก็ตาม Elissen *et al.* (2010) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของไส้เดือนน้ำ *Lumbriculus variegates* ที่ทดลองเลี้ยงที่ได้จากของเสียชีวภาพ พบว่าตะกอนสามารถเป็นแหล่งอาหารสำหรับไส้เดือนน้ำได้ แต่หากจะพัฒนาเพื่อเป็นอาหารปลานั้นจะต้องตรวจสอบก่อนว่าตะกอนนั้นมีความสะอาดเพียงพอไม่มีการปนเปื้อนของสารพิษ

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการเจริญเติบโต และอัตราการรอด ของเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้น ผสมกับน้ำทะเล ที่อัตราส่วน C00, C25, C50, C75 และ C100 จากผลการทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่า สามารถเลี้ยงเพรียงทรายได้ในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นผสมกับน้ำทะเล ในอัตราส่วนการผสม สูงถึง 75 เปอร์เซ็นต์ (C75) โดยไม่ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยน้ำทะเล

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการศึกษาการใช้น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นในการเลี้ยงเพรียงทราย พบว่าน้ำทะเลมีปริมาณแร่ธาตุ และสารประกอบอื่น ๆ แตกต่างจากน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคอง จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติม ด้านปริมาณ แร่ธาตุ และองค์ประกอบทางเคมีของน้ำที่ใช้ในการเลี้ยง เพื่อให้ทราบถึง ชนิด และปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยง
2. ควรมีการศึกษาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเพรียงทรายภายหลังจากการเลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมผักกาดคองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้น เพื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารกับเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทะเล
3. ควรศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของ ต้นทุนค่าน้ำทะเล เนื่องจากพื้นที่การเลี้ยงอยู่ห่างไกลจากแหล่งน้ำทะเลทำให้ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ถึงแม้ว่าเพรียงทรายที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งเพียงอย่างเดียวจะมีอัตราการตายไม่แตกต่างกัน แต่ก็ให้ผลการเจริญเติบโตไม่ดี รวมถึงเพรียงทรายที่จะนำมาเลี้ยงมีปัญหาในเรื่องการขนส่งที่ใช้ระยะเวลานานทำให้เพรียงทรายมีสภาพอ่อนแอ

บรรณานุกรม

- กรมประมง สถาบันวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล. 2542. **คู่มือการเลี้ยงกุ้งกุลาดำพัฒนา
ระบบชีวภาพ แบบ Code of Conduct.** กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้ง
ทะเล. 20 น.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร กรมประมง สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง.
2546. **คู่มือการศึกษาสิ่งแวดล้อมทางน้ำ วิเคราะห์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง**
แหล่งอ้างอิงจาก <http://www.nicaonline.com>. จ.สงขลา. 120 น.
- จิระวดี สดแสงจันทร์. 2550. การเจริญเติบโตของปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) ที่
เลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำเสียเทศบาลเมืองเพชรบุรี ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัด
เพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 156 น.
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ. 2550. **รายงานประจำปี 2550.** กรุงเทพฯ:
สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 100 น.
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ สถาบันเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรม
พันธุศาสตร์ สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ และวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนีจังหวัด
นนทบุรี. 2551. **รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการเสริมสร้างงานวิจัยและพัฒนา
เพื่อยกย่องการใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรมปีที่ 2.** กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการ
วิจัยแห่งชาติ. 341 น.
- ฉัตรชัย รัตนไชย. 2539. **การจัดการคุณภาพน้ำ.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
241 น.
- เฉลิมราช วันทนา. 2535. **การพัฒนากระบวนการบำบัดน้ำทิ้งทางชีววิทยาแบบมีตัวกรองสำหรับ
โรงงานแปรรูปผักผลไม้ขนาดเล็ก.** กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ชลอ ลิ้มสุวรรณ. 2543. **กุ้งไทย 2000 คู่ความยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพฯ.
260 น.
- ทวีศักดิ์ ขวัญไตรรงค์. 2550. **การพัฒนาศักยภาพของสาหร่ายในการบำบัดน้ำเสีย.** เชียงใหม่:
หน่วยวิจัยสาหร่ายและคุณภาพน้ำ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 80 น.
- ธรรมรักษ์ ละอองนวล. 2541. **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ.** อุบลราชธานี:
คณะเกษตรและอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี. 212 น.

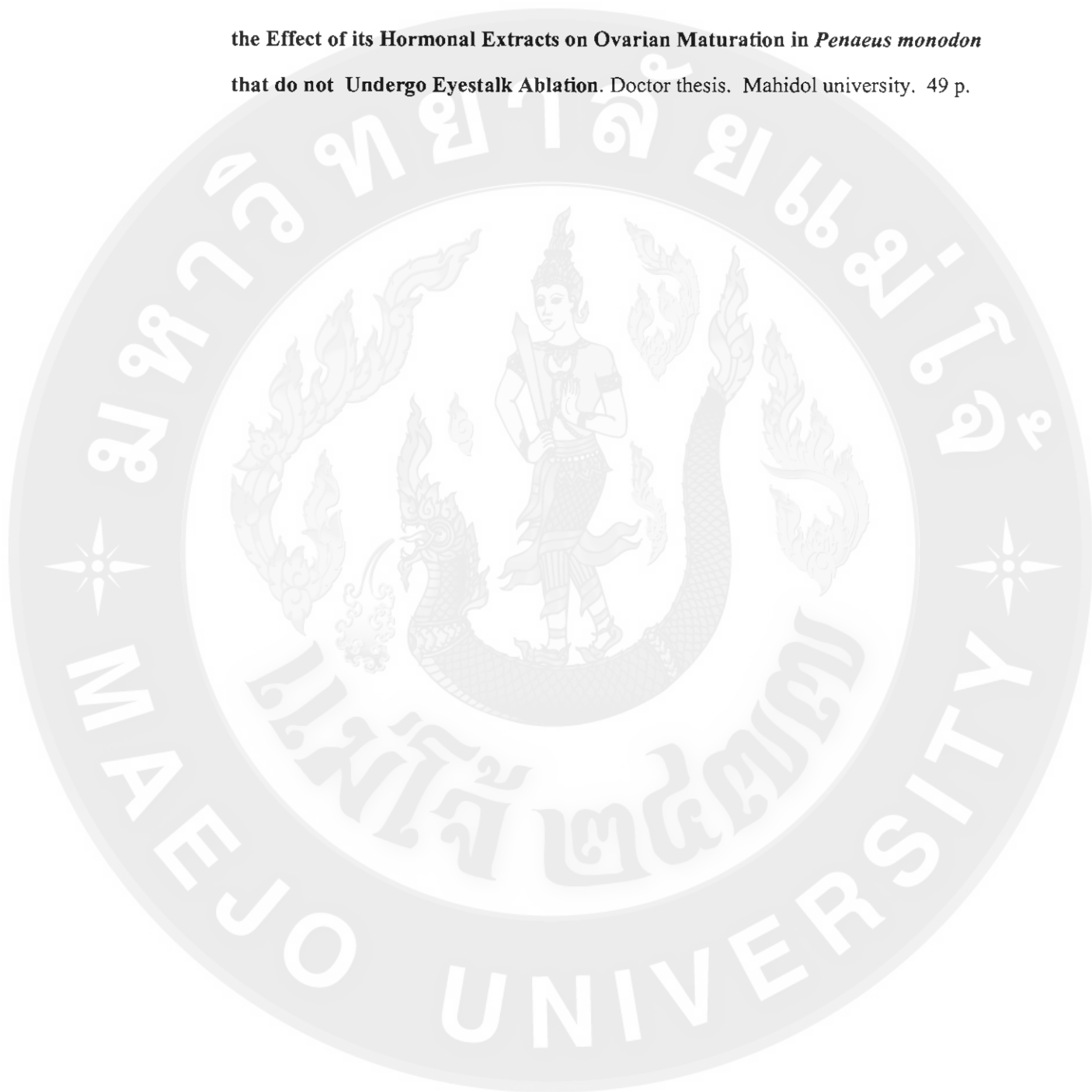
- ธีรยุทธ บุญคง. 2552. การใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากโรงงานปลาป่นเพาะเลี้ยงคลอเรลลาเป็นอาหารในการเพาะเลี้ยงไรแดง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชา เคมีประยุกต์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 128 น.
- นันทวัน ศานติสาธิตกุล. 2547. การศึกษาเบื้องต้นของการเพาะเลี้ยงและอนุบาลเพรียงทราย (*Perinereis* sp.) ในโรงเพาะฟัก. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา www.nicaonline.com (11 พฤษภาคม 2551).
- นันทวัน ศานติสาธิตกุล, วิทยา รัตนะ, สมชาย พุ่มหอม และ พิกาวรรณ แยมมณี. 2550. ชีววิทยาการเพาะพันธุ์เพรียงทราย (*Perinereis quatrefagesi* Grube, 1878). กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งภูเก็ต, กรมประมง. 27 น.
- นิคม ละอองศิริวงศ์ และ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร. 2546. วิธีวิเคราะห์น้ำเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 211 น.
- บพิท จารุพันธ์ และ นันทพร จารุพันธ์. 2546. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง II แอนเนลิดา ถึง โพรโทคอร์ดาตา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 675 น.
- _____. 2547. สัตววิทยา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 458 น.
- เพียว อินทสุวรรณ, สมภพ อินทสุวรรณ และ ดวงใจ บุญยัง. 2539. อัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพวันของสาหร่ายสีแดงสกุลกราซิลารี (*Gracilaria* sp.) ที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งจากนากุ้ง. วารสารปาริชาติ. 9(1): 64-47.
- พิศิษฐ์ พลชนะ, ชัยณรงค์ โตจิรัฐ, สมลักษณ์ อสูวพงศ์พัฒนา, กนกพรรณ วงศ์ประเสริฐ และ บุญเสริม วิทยชำนาญกุล. ม.ป.ป. การใช้สารสกัดจากแม่เพรียงทราย *Perinereis nuntia* กระตุ้นการแข็งตัวขององคชาติหนูแรท. เอกสารวิชาการ. 5 น.
- พองจันทร์ ชะลอกกลาง. 2543. ผลของความเข้มข้นเกลือและระยะเวลาในการหมักต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผักกาดเขียวปลีดองเค็ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท (เทคโนโลยีชีวเคมี). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 146 น.
- ภิญโญ เกียรติภิญโญ. 2548. ประมวลกลุยุทธ์ “การผลิตเพรียงทราย”. วารสารสัตว์น้ำ. 188: 139-144.
- มันสิน ตันทุลเวสน์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2536. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 319 น.

- มิ่งขวัญ มิ่งเมือง. 2517. การศึกษาจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในขณะหมักดองผักกาดเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 81 น.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. กรุงเทพฯ: สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 115 น.
- บุทรจักร วงษ์วัฒนะ. 2546. ผลของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 110 น.
- รอยพิมพ์ อินตะยศ. 2549. การบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการหมักดองผักโดยสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis*). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 125 น.
- ลัดดาวัลย์ รัศมีหัตต์. 2536. จุลชีววิทยาทางอาหาร. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา. 248 น.
- วิรัช จิวแหยม. 2544. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 166 น.
- วิลาสินี คงเล่ง, สุภากอบศักดิ์ เกตุเหมือน และ สุจินต์ บุญช่วย. 2547. การทดลองเลี้ยงเพรียงทราย (*Perinereis* sp.) ในกระเบปพลาสติก. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสงขลา, กรมประมง. 5 น.
- วิไลรัตน์ เจริญใหม่รุ่งเรือง. 2541. ประสิทธิภาพของสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina* spp.) ในการลดค่าบีโอดี ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ของน้ำเสียโรงงานหมักดอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง จังหวัดภูเก็ต. 2547. การเพาะเลี้ยงเพรียงทรายในโรงเพาะฟัก [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://www.fisheries.go.th/cf-phuket/polychate.htm> (18 ธันวาคม 2551).
- สุรพล ชูณหบัณฑิต และ พงษ์ อรรถกานนท์. ม.ป.ป. การเพาะเลี้ยงเพรียงทรายปลอดเชื้อ. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 4 น.
- _____. 2548. โครงการ การผลิตเพรียงทราย *Perinereis nuntia*, Savigny ปลอดเชื้อเชิงพาณิชย์เพื่อเป็นอาหารสำหรับพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาว *Litopenaeus vannamei*, Boon. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 54 น.
- _____. 2549. การใช้ทรายเทียมเป็นวัสดุเลี้ยงเพรียงทราย *Perinereis nuntia*, Savigny แทนทรายธรรมชาติ. น. 229-236. ใน รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- เสาวลักษณ์ เขี่ยมไผ่. 2548. ผลของสารสกัดโพรงเยสเทอโรน 17 แอลฟา ไฮดรอกซี progesterone จากแม่เพรียงทราย *Perinereis* sp. ต่อการเจริญของเซลล์ไข่กุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 87 น.
- เสริมพล รัตสุข และ ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์. 2524. การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 317 น.
- อนงค์ สวรรยาธิปิติ และ ปิยะพงศ์ โชติพันธุ์. 2527. การศึกษาชีววิทยาบางประการของไส้เดือนทะเลชนิด *Perinereis nuntia brevicirris* ในบริเวณชายฝั่ง อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี: รายงานผลการวิจัยภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และสถาบันวิจัยประมงศรีราชา. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 6 น.
- อาทิตย์ ไกรสุวรรณโสภิต. 2550. โครงสร้างระดับเซลล์ของอวัยวะสร้างสารเพศวิเทอร์ฟีนอยด์และไอโคซานอยด์จากแม่เพรียงทรายและผลของสารสกัดเพศวิเทอร์ฟีนอยด์และไอโคซานอยด์ต่อการพัฒนารังไข่แม่กุ้งทะเล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 73 น.
- อิสราภรณ์ จิตรหลัง, ปณต กลิ่นเชิดชู, นงลักษณ์ สำราญราษฎร์ และ สุพิศ ทองรอด. 2550. ไกมันและวิตามิน อี ในเพรียงทราย (*Perinereis nuntia*, Savigny). น. 342-354. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการ ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุไรวรรณ วัฒนกุล, วัฒนา วัฒนกุล และ จิโรจน์ พิระเกียรติขจร. 2548. การนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดด้วยบ่อฝักจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง จ.ตรัง มาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงปลาและไรแดง. ตรัง: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 38 น.
- เอกชัย ดวงใจ. 2548. การสกัดฮอร์โมนโพรงเยสเทอโรนจากแม่เพรียงทราย และผลของสารสกัดฮอร์โมนต่อการพัฒนาของไข่แม่กุ้งกุลาดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 96 น.
- เอกราช ภูมั่ง. 2550. การผลิตไคอะตอม *Amphora delicatissima* แบบเฮเทอโรโทรฟิก เพื่อเป็นอาหารเสริมสำหรับเพรียงทราย *Perinereis nuntia*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 123 น.

- Baoling W, Ruiping S. and Yang D.J. 1985. **The Nereidae (Polychaetous Annelids) of the Chinese Coast**. China: China Ocean Press. 234 p.
- Boyd, C.E. and C.S.Tucker. 1998. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. Massachusetts. Kluwer Academic Publishers. 700 p.
- D'Croz, L., Wong, L.V., Justine G. and Gupta M. 1988. Prostaglandins and related compounds from the polychaete worm *Americonuphis reesei* Fauchald (Onuphidae) as possible inducers of gonad maturation in Penaeid shrimps. **Rev. Biol. Trop.** 36(2A): 331-332.
- Elissen, H.J.H., W.J. Mulder, T.L.G. Hendrickx, H.W. Elbersen, B. Beelen, H. Temmink and C.J.N. Buisman. 2010. Aquatic Worms grown on biosolids: Biomass composition and potential applications. **Bioresource Technology** 101: 804-811.
- Elliott, A.M. 1952. **Zoology**. New York: Applton Century Crofts. 746 p.
- Fingerman, M. 1997. Roles of neurotransmitters in regulating reproductive hormones release and gonad maturation in decapod crustaceans. **Invertebr. Reprod. Dev.** 31: 47-54.
- Hardege, J.D., H.D. Bartelshardege, Y. Yang, W. Baoling, M.Y. Zhu and E. Zeek . 1994. Environmental control of reproduction in *Perinereis nuntia* var. *brevicirrus*. **J. Mar. Biol** 74: 903-918.
- Koskela, R.W., J.G. Greenwood and P.C. Rothlisberg. 1992. The influence of prostaglandins E2 and the steroid hormones, 17 α – hydroxyprogesteron development the tiger prawn, *Penaeus esculentus* . Comp. **Biochem. Physiol.** 101(A): 295-299.
- Laufer, H., D. Borst, F.C. Baker, C. Carrasco, M. Sinkus, C.C. Reuter, L.W. Tsai, and D.A. Schooley. 1987. Identification of a juvenile hormone-like compound in a crustacean. **Science** 235: 202-205.
- Lawson, T.B. 1995. **Fundamentals of Aquaculture Engineering**. New York: Chapman&hall, 355 p.

Poltana, P. 2005. **Morphological Development of the Polychaete *Perinereis* cf. *nuntia* and the Effect of its Hormonal Extracts on Ovarian Maturation in *Penaeus monodon* that do not Undergo Eyestalk Ablation.** Doctor thesis. Mahidol university. 49 p.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย

สารเคมี

1. Oxidizing solution

เตรียมสารโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (5%) หรือ ใช้ยาฟอกสี เช่น ไฮเตอร์, คลอโรกซ์ ที่มีคลอรีนประมาณ 5% จำนวน 10 ml. ผสมกับน้ำกลั่น 40 ml. ปรับ pH ของสารละลายให้อยู่ระหว่าง 6.5-7.0 ด้วยกรดเกลือ (HCl) โดยใช้สารผสมระหว่าง HCl 1 ส่วน ผสมน้ำกลั่น 3 ส่วน สารละลายนี้ควรเตรียมใหม่ทุกอาทิตย์

2. Rochelle salt solution

ละลายสาร Rochelle salt ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) จำนวน 50 กรัม ในน้ำกลั่น 100 ml. แล้วต้ม 30 นาที ทิ้งให้เย็น แล้วเติม Manganous sulphate (MnSO_4) 50 mg. แล้วเติมน้ำกลั่น ปราศจากแอมโมเนีย ให้ได้ปริมาตรครบ 100 ml.

3. Phenate solution

ละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 2.5 กรัม และ ฟีนอล (Phenol) 10 กรัม ในน้ำกลั่นปราศจากแอมโมเนียให้ได้ปริมาตรครบ 100 ml. ให้เก็บแช่ไว้ในตู้เย็น (ควรเตรียมใหม่ทุกอาทิตย์)

4. Standard Ammonium chloride solution

ชั่ง NH_4Cl ที่อบแห้ง 3.819 กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนียให้ได้ 1,000 ml. จะได้สารละลายแอมโมเนียมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 1,000 mg./l. จากนั้นดูดสารละลายมาจำนวน 5 ml. เจือจางด้วยน้ำกลั่น 500 ml. จะได้สารละลายแอมโมเนียมาตรฐาน ที่มีความเข้มข้น 10 mg./l. จากนั้นดูดสารละลาย 15 ml. เจือจางด้วยน้ำกลั่น 500 ml. จะได้สารละลายแอมโมเนียมาตรฐาน ที่มีความเข้มข้น 0.3 mg./l ใช้เป็น Standard Ammonium chloride solution

วิธีการวิเคราะห์

1. ใส่น้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง จำนวน 10 ml. ลงใน Beaker 50 ml.

2. ขณะที่เขย่าน้ำตัวอย่างใน Beaker ให้เติมสารละลาย

Rochelle salt solution 1 หยด

Oxidizing solution 0.5 ml.

Phenate solution 0.6 ml.

3. ตั้งไว้อย่างน้อย 15 นาที เพื่อให้สารละลายทำปฏิกิริยาเต็มที่

4. นำไปวัดค่าการดูดซับแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่คลื่น 630 นาโนเมตร (nm) พร้อมกับ Reagent blank โดยใช้ น้ำกลั่น และเตรียม Standard solution โดยใช้ Standard Ammonium chloride solution (0.3 mg/l) อย่างละ 10 ml. แทนตัวอย่างน้ำและเติมสารละลายในข้อ 2

5. คำนวณค่าความเข้มข้นแอมโมเนียโดยเปรียบเทียบกับสารละลายแอมโมเนียมาตรฐาน ดังนี้ คำนวณปริมาณ Total ammonia-nitrogen ด้วยสมการ

$$C_2 = \frac{C_1 A_2}{A_1}$$

โดยที่ C1 = ความเข้มข้นของ Total ammonia-nitrogen ใน Standard solution (0.3)

C2 = ความเข้มข้นของ Total ammonia-nitrogen ใน Sample

A1 = ค่า Absorbance ของ Standard solution

A2 = ค่า Absorbance ของ Sample

2. การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์

สารเคมี

1. Diazotizing Reagent

ชั่งสาร Sulfanilamide 5 กรัม ละลายในสารละลายกรดเกลือ (โดยใช้กรดเกลือ (HCl) เข้มข้น ปริมาตร 50 ml. ละลายในน้ำกลั่น 300 ml.) แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรครบ 500 ml.

2. Coupling Reagent

ชั่งสาร N-(1-naphthyl) – ethylenediamine-dihydrochloride 0.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 ml. เก็บในขวดสีชา เตรียมสารละลายใหม่ทุกเดือนหรือเมื่อสารละลายเป็นสีน้ำตาล

3. Standard Nitrite Solution

เตรียมสารละลาย Sodium nitrite (NaNO_2) 0.4925 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1,000 ml. (ได้สารละลายความเข้มข้น 100 mg/l $\text{NO}_2\text{-N}$) ดูดสารละลาย Standard Nitrite Solution (ความเข้มข้น 100 mg/l $\text{NO}_2\text{-N}$) จำนวน 10 ml. เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1,000 ml. (ได้สารละลายความเข้มข้น 1.0 mg/l $\text{NO}_2\text{-N}$) ใช้สารละลาย $\text{NO}_2\text{-N}$ ที่มีความเข้มข้น 1.0 mg/l เป็น Standard Nitrite Solution เจือจางสารละลายตามลำดับดังนี้

ปริมาตร $\text{NO}_2\text{-N}$ ความเข้มข้น 1.0 mg/l. เจือจาง ด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 ml. (ml)	ความเข้มข้นสารละลาย $\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/l)
0.00	0.00
1.00	0.01
2.00	0.02
4.00	0.04
6.00	0.06
8.00	0.08
10.00	0.10
15.00	0.15
20.00	0.20

ปริมาตร $\text{NO}_2\text{-N}$ ความเข้มข้น 1.0 mg/l เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ปริมาตร 100 ml. ต้องทำการดูดด้วย Volumetric pipet ลงใน Volumetric flask จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์สารละลายโดยวิธีการวิเคราะห์ไนไตรท์แล้วสร้างกราฟมาตรฐาน ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น $\text{NO}_2\text{-N}$ (แกน X) กับ ค่าการดูดซับแสง (แกน Y) โดยการนำเข้าสมการ Regression ลงในโปรแกรม Excel

วิธีการวิเคราะห์

1. ตวงน้ำตัวอย่างที่กรองด้วยกระดาษกรอง 50 ml. ลงใน Beaker 100 ml.
2. เติมสารละลาย Diazotizing Reagent 1 ml. เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 2-4 นาที แล้วเติมสารละลาย Coupling Reagent 1 ml. เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง
3. นำไปวัดค่าการดูดซับแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่คลื่น 543 นาโนเมตร (nm) พร้อมกับ Reagent blank โดยใช้น้ำกลั่น แทนตัวอย่างน้ำและเติมสารละลายในข้อ 2
4. คำนวณค่าความเข้มข้น nitrite nitrogen ($\text{NO}_2\text{-N}$) จากกราฟมาตรฐานที่ได้
5. แปลงค่าความเข้มข้น nitrite nitrogen ($\text{NO}_2\text{-N}$) ให้เป็น nitrite (mg/l) โดยคูณ

ด้วย 3.28

3. การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท

สารเคมี

1. Diazotizing Reagent

ซังสาร Sulfanilamide 5 กรัม ละลายในสารละลายกรดเกลือ (โดยใช้กรดเกลือ (HCl) เข้มข้น ปริมาตร 50 ml. ละลายในน้ำกลั่น 300 ml.) แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรครบ 500 ml.

2. Coupling Reagent

ซังสาร N-(1-naphthyl) – ethylenediamine-dihydrochloride 0.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 ml. เก็บในขวดสีชา เตรียมสารละลายใหม่ทุกเดือนหรือเมื่อสารละลายเป็นสีน้ำตาล

3. NH_4Cl -EDTA Solution (เข้มข้น)

ซังสารละลาย NH_4Cl 150 กรัมในน้ำกลั่น 500 ml.

4. NH_4Cl -EDTA Solution (เจือจาง)

ดูดสารละลาย NH_4Cl -EDTA Solution (เข้มข้น) จากข้อ 3 มา 50 ml. เจือจางด้วยน้ำกลั่น ให้เป็น 2,000 ml. เติมสารละลาย Disodium Ethylenediamide Tetracetate จำนวน 0.3 กรัม ทำการปรับ pH ให้ได้ 7.5 (โดยเติมสารละลาย NaOH)

5. Stock Nitrate Solution (เข้มข้น)

ซังสารละลาย KNO_3 ที่ผ่านการอบแห้ง 0.7218 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ 1,000 ml.

6. Standard Nitrate Solution

ดูดสารละลาย Stock Nitrate Solution (เข้มข้น) ในข้อ 5 ด้วย Volumetric pipette จำนวน 50 ml. ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรครบ 500 ml.

7. Copper sulfate 2%

ซังสารละลาย Copper sulfate จำนวน 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ 1,000 ml.

8. กรดเกลือ (HCl) เข้มข้น 6 N

9. ผง Cadmium

วิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมแคดเมียม (Cadmium)

นำผง Cadmium ประมาณ 25 กรัม แช่ในกรด HCl (กรดเกลือ) เข้มข้น 6 N กวนด้วยแท่งแก้วจนสะอาด (ประมาณ 5 นาที) เทกรดทิ้ง และล้างด้วยน้ำกลั่น หลาย ๆ ครั้งจนหมดกลิ่นกรด จากนั้นนำสารละลาย Copper sulfate 2% ประมาณ 200 ml. เทลงไป กวนด้วยแท่งแก้วนานประมาณ 5 นาที หรือจนกระทั่งสีน้ำเงินจางหายไป สะเด็ดสารละลายให้แห้ง แล้วเติม Copper sulfate 2% ของใหม่ลงไป กวนด้วยแท่งแก้วเหมือนเดิม ทำตามขั้นตอนหลาย ๆ ครั้ง จนเกิดผลึกสีน้ำตาลเกิดขึ้น จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งไม่มีผลึกสีน้ำตาลติดอยู่

2. การเตรียมคอลัมน์แคดเมียม (Cadmium Column)

เติมน้ำกลั่นลงในคอลัมน์เปล่า จากนั้นดักแคดเมียม (Cadmium) ที่เตรียมไว้ลงในคอลัมน์ ให้ได้ความสูงประมาณ 18.5 เซนติเมตร รักษาระดับน้ำให้ท่วมแคดเมียม ทำการล้างแคดเมียม (Cadmium) โดยใช้สารละลาย $\text{NH}_4\text{Cl-EDTA}$ Solution (เจือจาง) จำนวน 200 ml. ผ่านคอลัมน์ลงอย่างช้า ๆ และให้เตรียมสารละลาย Standard Nitrate Solution จำนวน 100 ml. กับสารละลาย $\text{NH}_4\text{Cl-EDTA}$ Solution (เข้มข้น) 2 ml. จากนั้นเทสารละลายลงในคอลัมน์ให้ไหลลงในอัตรา 7-10 ml/นาที

3. การเตรียมน้ำตัวอย่างและการผ่านน้ำลงในคอลัมน์

ตุน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง จำนวน 100 ml. ผสมกับสารละลาย $\text{NH}_4\text{Cl-EDTA}$ Solution (เข้มข้น) จำนวน 2 ml. จากนั้นเทลงในคอลัมน์ ปล่อยให้ไหลผ่านในอัตรา 7-10 ml/นาที (ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที) ทิ้งน้ำ 25 ml. แรกทิ้ง และเก็บปริมาตรที่เหลือไว้

4. การสร้างสี และการวัดค่า Abs. (การวิเคราะห์ค่าไนโตร)

ตูดสารละลายหลังจากผ่านคอลัมน์ จำนวน 50 ml. โดยผ่านคอลัมน์ต้องไม่เกิน 15 นาที จากนั้นเติมสารละลาย Diazotizing Reagent จำนวน 1 ml. เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 2-4 นาที แล้วเติมสารละลาย Coupling Reagent จำนวน 1 ml. เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดซับแสง (Abs.) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่คลื่น 543 นาโนเมตร (nm)

5. การหา Recovery factor

โดยดูดสารละลาย Standard Nitrate solution (0.1 mg/l) จำนวน 100 ml. มาผสมกับสารละลาย NH_4Cl -EDTA Solution (เจือจาง) จำนวน 2 ml. จากนั้นเทลงในคอลัมน์ ปล่อยให้ไหลผ่านในอัตรา 7-10 ml/นาทิตั้งน้ำ 25 ml. แรก และเก็บปริมาตรที่เหลือไว้

ดูดสารละลายที่เก็บไว้ 50 ml. เติมสารละลาย Diazotizing Reagent จำนวน 1 ml. เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 2-4 นาทีแล้วเติมสารละลาย Coupling Reagent จำนวน 1 ml. เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการดูดซับแสง (Abs.) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่คลื่น 543 นาโนเมตร (nm) พร้อมกับ Reagent blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างน้ำและเติมสารละลายในข้อ 4

หาค่า F (Recovery factor) = (0.1 mg/l ของ nitrite nitrogen / ความเข้มข้นของ nitrite nitrogen ที่หา) $\times 100$

6. คำนวณหาค่าความเข้มข้น Nitrate nitrogen ดังนี้

$$\text{Nitrate nitrogen (mg/l)} = ((A-B) (F)) / 100$$

โดยที่

A = ความเข้มข้นของไนไตรท์ ที่ผ่าน คอลัมน์

B = ความเข้มข้นของไนไตรท์ ที่ไม่ผ่าน คอลัมน์

F = Recovery factor

7. ทำการแปลงค่า Nitrate nitrogen ให้เป็น Nitrate (mg/l) โดยคูณด้วย 4.43

4. การวิเคราะห์ค่า ซีโอดี (Chemical oxygen demand)

สารเคมี

1. Standard Potassium dichromate 0.0167 M

อบ Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) ที่อุณหภูมิ $103^\circ C$ นาน 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักให้ได้ 4.913 กรัม ใส่ลงในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 500 ml. เติม H_2SO_4 conc. 167 ml. และ $HgSO_4$ 33.3 กรัม คนให้ละลายทิ้งไว้ให้เย็น และปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 ml.

2. Sulfuric acid reagent ($H_2SO_4 + Ag_2SO_4$)

เติม Ag_2SO_4 ลงใน H_2SO_4 conc. ในปริมาณ H_2SO_4 จำนวน 1 kg/ Ag_2SO_4 5.5 กรัม ตั้งทิ้งไว้ 1-2 วัน เพื่อให้ละลาย Ag_2SO_4

3. สารละลายมาตรฐาน FAS $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot (6H_2O)$ 0.10 M

ละลาย $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot (6H_2O)$ 39.2 กรัม ในน้ำกลั่นเติม H_2SO_4 conc. 20 ml. ปั่นให้เย็น และปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 ml. ต้อง Standardize สารละลายนี้กับ Standard Potassium dichromate 0.0167 M ทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์ ซีโอดี โดยเติมสารละลายลงในหลอดใช้ปริมาตร 10 ml. ทิ้งไว้ให้เย็น เติม Ferroin indicator 1-2 หยด แล้วไตเตรตกับสารละลาย FAS

$$\text{ความเข้มข้นสารละลาย FAS} = \frac{\text{ml. ของ } K_2Cr_2O_7 \text{ ที่ใช้ไตเตรต} \times 0.01}{\text{ml. ของ FAS ที่ใช้ในการไตเตรต}}$$

4. Ferroin indicator

วิธีการวิเคราะห์

1. เตรียมหลอดย่อย โดยล้างด้วยสารละลาย H_2SO_4 20% ทุกครั้งก่อนใช้งาน
2. ปิเปตน้ำตัวอย่างลงในหลอดย่อยประมาณ 5 ml. (ปริมาณของน้ำตัวอย่างขึ้นอยู่กับปริมาณซีโอดี ในน้ำนั้น ๆ ถ้ามีมากให้ใช้ตัวอย่างน้ำน้อยแล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 5 ml.) พร้อมทำ Blank ที่ทำทุกอย่างเหมือนกันแต่น้ำกลั่นแทนตัวอย่างน้ำ
3. นำหลอดย่อยมาเติมสารละลาย Potassium dichromate (0.1N) จำนวน 3 ml. และสารละลาย $H_2SO_4 + Ag_2SO_4$ อย่างช้าๆ จำนวน 7 ml. จากนั้นนำวางลง Block แล้วนำไปใส่ในตู้อบที่อุณหภูมิ $150 \pm 2^\circ C$ นาน 2 ชั่วโมง นำสารละลายออกจากตู้อบทิ้งไว้ให้เย็น
4. เทสารละลายออกจากหลอดย่อยลงในขวดรูปชมพู่ ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างสารละลายในหลอดย่อยเทรวมลงในขวดรูปชมพู่ เติม Ferroin indicator ลงไป 2-3 หยด

5. ทำการไตเตรตด้วย สารละลายมาตรฐาน FAS โดยที่สารละลายจะค่อย ๆ เปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีเขียวอมเหลืองเป็นสีฟ้าเป็นสีน้ำตาลแดง แสดงว่าถึงจุดยุติจุดปริมาตรสารละลายมาตรฐาน FAS

$$6. \text{ การคำนวณ ซีไอดี (mg/l)} = \frac{(A - B) \times N \times 8,000}{\text{ml. ของน้ำตัวอย่าง}}$$

เมื่อ A = ml. ของ FAS ที่ใช้ในการไตเตรตของ Blank

B = ml. ของ FAS ที่ใช้ในการไตเตรตของ น้ำตัวอย่าง

N = ความเข้มข้นของ FAS (0.1N)

5. การวิเคราะห์ค่าบีโอดี (Biochemical oxygen demand)

วิธีการ

1. เก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวด บีโอดี จนเต็มปิดจุกให้สนิทระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ นำมาหาค่าออกซิเจนละลายครั้งแรกโดยใช้เครื่องวัด DO meter จะได้ค่าออกซิเจนละลายเริ่มต้น = DO_0

2. นำขวดที่วัดค่าออกซิเจนละลายน้ำเสร็จปิดจุกให้สนิทใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ อุณหภูมิ 20 °C นาน 5 วัน เมื่อครบกำหนดแล้วนำตัวอย่างมาหาค่าออกซิเจนที่เหลืออยู่ จะได้ค่าออกซิเจนที่เหลือ = DO_5

3. คำนวณค่า บีโอดี (mg/l) = $DO_0 - DO_5$

เมื่อ DO_0 = ค่าออกซิเจนละลายเริ่มต้น (วันแรก)

DO_5 = ค่าออกซิเจนละลายที่เหลือ (วันที่ 5)

6. การวิเคราะห์ปริมาณออร์โธฟอสเฟต

สารเคมี

1. Sulfuric acid 5 N

โดยดูดกรด Sulfuric เข้มข้น 70 ml. ใส่ Vol. Flask ขนาด 500 ml. ทิ้งไว้จนเย็น แล้วเติมน้ำกลั่น จนครบ 500 ml.

2. Potassium antimonyl tartrate

ละลาย K (SbO) C₄H₄O₆ ½ H₂O 1.3715 กรัม ด้วย น้ำกลั่น ใน Vol. Flask จนครบ 400 ml. แล้วเก็บไว้ในขวดฝาจุกแก้ว

3. Ammonium molybdate

ละลาย (NH₄)₆ Mo₇O₂₄ 4H₂O 10 กรัม ด้วยน้ำกลั่น 250 ml. เก็บในขวดพลาสติก แช่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4° C

4. Ascorbic acid 0.1 M

ละลาย Ascorbic acid 1.76 กรัม ในน้ำกลั่น 100 ml. แช่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4° C เก็บไว้ได้นาน 1 สัปดาห์

5. Combined reagent ผสมสารละลายต่างๆ ด้วยอัตราส่วนดังนี้

Sulfuric acid 5 N	50	ml.
Potassium antimonyl tartrate	5	ml.
Ammonium molybdate	15	ml.
Ascorbic acid 0.1 M	30	ml.

สารละลายทุกตัวต้องทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องก่อน และต้องทำการผสมสารละลายและเขย่าให้เข้ากันที่ละตัวตามลำดับ หากเกิดความขุ่นขึ้นให้เขย่าหลาย ๆ ครั้งแล้ววางทิ้งไว้จนใสก่อนนำไปใช้ และสารละลายนี้เก็บไว้ได้เพียง 4 ชม.

6. Std. Phosphate solution

ละลาย KH₂PO₄ 0.2195 กรัม ในน้ำกลั่น 1,000 ml. แล้ว ใช้ปิเปตดูดสารละลายนี้มา 50 ml. เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 500 ml. จะได้ Std. Phosphate solution 5 mg./l

วิธีการวิเคราะห์

1. ล้างเครื่องแก้วที่ใช้ด้วยสารละลาย กรด HCl ผสมน้ำกลั่น 1:1 แล้วล้างด้วยน้ำยาล้างจาน (ห้ามใช้ผงซักฟอก) แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นหลายๆ ครั้ง
2. แซ่ Glass fiber filter ในน้ำกลั่น 24 ชม. แล้วนำออกมาผึ่งไว้ให้แห้ง (ใช้กระดาษกรอง Whatmah No.42 แทนได้)
3. นำน้ำตัวอย่าง 100 ml. กรองผ่าน Glass fiber filter ด้วยเครื่อง suction (หรือกรองผ่านกระดาษกรอง Whatmah No.42 แล้วเทน้ำตัวอย่างที่กรองได้ 25 ml. ลงใน ขวดรูปชมภู หยด phenolphthalein 1 หยด หากเกิดสีแดง ให้หยด Sulfuric acid 5 N 1 หยด หรือมากกว่าจนสีแดงหายไป
4. เติม Combined reagent 4 ml. เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที
5. ตั้งค่า 0 ของเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 880 nm. ด้วย blank โดยใช้น้ำกลั่น เติมน้ำต่าง ๆ เหมือนน้ำตัวอย่าง
6. นำน้ำตัวอย่างจากข้อ 4 มาอ่านค่าด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 880 nm.
7. สร้าง calibration graph โดยใช้ Std. Phosphate solution 5 ml./l ผสมน้ำกลั่นตามตาราง

ปริมาณ $\text{PO}_4\text{-P}$ (mg./l)	ปริมาตร Std. (ml.) ที่ใช้และให้เติมน้ำกลั่นจนได้ ปริมาตร 100 ml.
0.00	0.00
0.025	0.50
0.05	1.00
0.10	2.00
0.25	5.00
0.50	10.00

ใช้น้ำที่มีค่า Std. Phosphate solution (น้ำกลั่น) ตั้งค่า เครื่อง เป็น 00 แล้วนำน้ำที่มีค่าต่าง ๆ ในตารางมาอ่านค่า บันทึกค่าไว้ นำไปสร้าง calibration graph แล้ว plot ค่าที่อ่านได้จากข้อ 6 ลงในกราฟ จะได้ค่า $\text{PO}_4\text{-P}$

8. แปลงค่า $\text{PO}_4\text{-P}$ เป็น PO_4 โดยคูณด้วย 3.06

หมายเหตุ

ในกรณีที่น้ำตัวอย่างขุ่นหรือมีสีเข้ม ให้เตรียม Blank โดยไม่ต้องใส่ Potassium antimonyl tartrate และ Ascorbic acid แล้วนำค่า absorbance ที่อ่านได้ไปลบค่าที่อ่านได้จากน้ำตัวอย่าง และหากในน้ำตัวอย่างมี phosphate สูง ให้เจือจางน้ำตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นก่อนก่อนเริ่มกระบวนการ



ภาคผนวก ข
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวลดาวัลย์ น้าคนาคูปต์	
เกิดเมื่อ	23 มีนาคม 2517	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2530	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนอุดมครุณี จังหวัดสุโขทัย
	พ.ศ. 2533	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม จังหวัดสุโขทัย
	พ.ศ. 2535	อนุปริญญาสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตลำปาง จังหวัดลำปาง
	พ.ศ. 2537	ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่
	พ.ศ. 2540-2549	บริษัท ซีเฟรชอินคัสตรี จำกัด (มหาชน)