

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การเลี้ยงหนอนแดงในระดับความเค็มแตกต่างกันเพื่อเป็นอาหารธรรมชาติ
ให้กับลูกกุ้งขาวแวนนาไม

**MIDGE CULTURE IN DIFFERENT OF LEVEL SALINITY NATURE FEED
FOR WHITE SHRIMP (*Penaeus vanamei*)**



มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – ชุมพร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 2552

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ	(ก)
สารบัญภาพ	(ข)
สารบัญตาราง	(ง)
บทคัดย่อ	(ช)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
ตรวจเอกสาร	2
เวลาและสถานที่ทำการศึกษาวิจัย	18
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	19
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	22
สรุปผลการทดลอง	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	
ภาคผนวก (ก)	42
ภาคผนวก (ข) ประวัติผู้วิจัย	87

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ปริมาณของหนอนแดงเฉลี่ยที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	23
2 อุณหภูมิน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	25
3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในการเลี้ยงหนอนแดง ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	27
4 ค่าความเป็นกรด-ด่างในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	29
5 ค่าความเป็นด่างของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	31
6 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดง ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	33
7 ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดง ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	35
8 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดง ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	37
ภาพผนวกที่	
1 ลักษณะการทำการทดลอง	43
2 เครื่องให้อากาศ(AIRPUMP)	43
3 ถังพักน้ำเค็ม	44
4 ลักษณะการปรับความเข้มข้นของน้ำเค็ม	44
5 สายให้อากาศ	45
6 เครื่องวัดความเค็ม(Refracto Salinometer)	45
7 อุปกรณ์วัดค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และอุณหภูมิ (Do meter)	46
8 อุปกรณ์วัดค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH meter)	46
9 เครื่อง spectro photometer	47
10 การเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	47
11 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง	48
12 ปลาป่น,รำข้าว,กากน้ำตาล และยีสต์	48
13 วิธีการชั่งอาหารเพื่อหมักอาหาร	49

สารบัญภาพผนวก (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
14	อาหารที่หมักไว้พร้อมที่จะเป็นอาหารของหนอนแดง	49
15	ลักษณะของรีนน้ำที่มาวางไข่	50
16	รังของหนอนแดงเมื่ออายุ 12 วัน	50
17	รังของหนอนแดงและหนอนแดงที่ออกมาจากรังเมื่ออายุ 16 วัน	51
18	การเก็บเกี่ยวหนอนแดงโดยการกรองด้วยผ้ากรอง	51
19	วิธีการนับหนอนแดง	52
20	ลักษณะของหนอนแดงที่ได้จากการทดลอง	52



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ปริมาณของหนอนแดงเฉลี่ยที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	23
2 อุณหภูมิของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดง	24
3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในการเลี้ยงหนอนแดง ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	26
4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของการเลี้ยงหนอนแดง ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	28
5 ค่าความเป็นด่างของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	30
6 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดง ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	32
7 ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดง ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	34
8 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดง ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	36
9 คุณภาพน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	38
 ตารางผนวกที่	
1 ปริมาณหนอนแดงในการเลี้ยงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน	53
2 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 0 psu	54
3 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 5 psu	56
4 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 15 psu	58
5 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 20 psu	60
6 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 25 psu	62
7 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 30 psu	64
8 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 35 psu	66
9 ตาราง ANOVA แสดงปริมาณเฉลี่ยของหนอนแดงในระดับความเค็มแตกต่างกัน	68

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
36 ตาราง ANOVA ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจนเฉลี่ยของการเลี้ยงหนอนแดง ในระดับความเค็มแตกต่างกัน	81
37 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณ ไนโตรเจน-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 1	82
38 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณ ไนโตรเจน-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 2	82
39 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณ ไนโตรเจน-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 3	83
40 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณ ไนโตรเจน-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 4	83
41 ตาราง ANOVA ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ยของการเลี้ยงหนอนแดง ในระดับความเค็มแตกต่างกัน	84
42 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณ ไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 1	84
43 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณ ไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 2	85
44 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณ ไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 3	85
45 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณ ไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 4	86

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
23 ตารางDuncan's new multiple range test เปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 2	75
24 ตารางDuncan's new multiple range test เปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 3	75
25 ตารางDuncan's new multiple range test เปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 4	76
26 ตาราง ANOVA แสดงความเป็นต่างเฉลี่ยของการเลี้ยงหนอนแดงในระดับความเค็มแตกต่างกัน	76
27 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบความต่างเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 1	77
28 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบความต่างเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 2	77
29 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบความต่างเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 3	78
30 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบความต่างเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 4	78
31 ตาราง ANOVA ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยของการเลี้ยงหนอนแดงในระดับความเค็มแตกต่างกัน	79
32 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 1	79
33 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 2	80
34 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 3	80
35 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 4	81

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
10 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณหนอนแดง เฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน	68
11 ตาราง ANOVA อุณหภูมิน้ำเฉลี่ยของการเลี้ยงหนอนแดง ในระดับความเค็มแตกต่างกัน	69
12 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 1	69
13 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 2	70
14 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 3	70
15 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 4	71
16 ตาราง ANOVA ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยของการเลี้ยงหนอนแดง ในระดับความเค็มแตกต่างกัน	71
17 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 1	72
18 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 2	72
19 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 3	73
20 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 4	73
21 ตาราง ANOVA แสดงความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยของการเลี้ยงหนอนแดง ในระดับความเค็มแตกต่างกัน	74
22 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 1	74

ชื่อเรื่อง : การเลี้ยงหนอนแดงในระดับความเค็มแตกต่างกันเพื่อเป็นอาหารธรรมชาติให้กับลูกกุ้งขาวแวนนาไม

MIDGE CULTURE IN DIFFERENT OF LEVEL SALINITY NATURE
FEED FOR WHITE SHRIMP (*Penaeus vanamei*)

ชื่อผู้เขียน : นายศักดิ์ชัย หีดศิริ

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการประมง (การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์กมลวรรณ ศุภวิญญู

บทคัดย่อ

การศึกษาการเลี้ยงหนอนแดงในระดับความเค็มแตกต่างกันเพื่อเป็นอาหารธรรมชาติให้กับลูกกุ้งขาวแวนนาไม และศึกษาคุณภาพน้ำที่ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณหนอนแดงที่ความเค็มแตกต่างกัน คือ ระดับความเค็มที่ 0,5,15,20,25,30 และ 35 psu มีปริมาณหนอนแดงเฉลี่ย เท่ากับ 127.6 ± 125.3 , 185.8 ± 137.4 , 371.6 ± 334.09 , 267.8 ± 127.62 , 219 ± 244.36 , 249 ± 96.18 และ 147.6 ± 76.01 ตัวตามลำดับ โดยปริมาณหนอนแดงของที่ระดับความเค็ม 15 psu มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ของทุกชุดการทดลอง เมื่อความเค็มสูงขึ้นทำให้ปริมาณหนอนแดงลดลง จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าความเค็มที่เหมาะสมในการเลี้ยงหนอนแดงอยู่ในระดับความเค็มที่ 15 psu ค่าคุณภาพน้ำต่างๆ มีค่าเฉลี่ย ดังนี้ อุณหภูมิของน้ำ มีค่าเท่ากับ 27.73 ± 0.073 , 27.68 ± 0.203 , 27.89 ± 0.061 , 28.20 ± 0.144 , 28.39 ± 0.302 , 28.74 ± 0.290 และ 28.62 ± 0.368 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ มีค่าเท่ากับ 5.48 ± 0.463 , 3.98 ± 1.289 , 3.44 ± 0.914 , 3.02 ± 0.707 , 3.66 ± 0.776 , 3.35 ± 0.876 และ 2.81 ± 0.893 (mg/L) ตามลำดับ ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ 7.82 ± 0.089 , 7.67 ± 0.125 , 7.57 ± 0.089 , 7.53 ± 0.127 , 7.46 ± 0.140 , 7.35 ± 0.097 และ 7.30 ± 0.083 ตามลำดับ ความเป็นด่างของน้ำ มีค่าเท่ากับ 376.4 ± 28.953 , 384.9 ± 24.557 , 346.9 ± 46.343 , 353.3 ± 20.399 , 318.2 ± 28.424 , 286.2 ± 32.384 และ 292.7 ± 14.332 mg/L ของ CaCO_3 ตามลำดับ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำ มีค่าเท่ากับ 1.10 ± 0.029 , 1.10 ± 0.021 , 1.08 ± 0.037 , 1.09 ± 0.052 , 1.17 ± 0.127 , 1.13 ± 0.050 และ 1.14 ± 0.118 mg/L ตามลำดับ ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนของน้ำ มีค่าเท่ากับ 0.05 ± 0.015 , 0.04 ± 0.014 , 0.03 ± 0.010 , 0.03 ± 0.007 , 0.04 ± 0.012 , 0.04 ± 0.010 และ 0.03 ± 0.005 mg/L ตามลำดับ และปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำ มีค่าเท่ากับ 0.08 ± 0.029 , 0.06 ± 0.015 , 0.07 ± 0.020 , 0.07 ± 0.019 , 0.08 ± 0.023 , 0.09 ± 0.020 และ 0.06 ± 0.008 mg/L ตามลำดับ

คำสำคัญ : หนอนแดง , ความเค็ม, การเลี้ยง

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์กมลวรรณ ศุภวิญญู ซึ่งได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา
ปัญหาพิเศษ และอาจารย์ยุทธนา สว่างอารมณ์ ได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม
ให้แก่วข้าพเจ้า และได้ให้คำแนะนำในการวางแผนการดำเนินงานทดลองตลอดจนช่วยสนับสนุน
วัสดุอุปกรณ์สำหรับการดำเนินงาน จนกระทั่งงานทดลองครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และช่วย
ตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นรูปเล่มปัญหาพิเศษอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณจรัส สมจิตร ผู้จัดการทั่วไป และคุณภราดร แก้วน้อย ผู้จัดการฟาร์ม
บริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหารจำกัด (มหาชน) ฟาร์มทดลองละเม ที่เป็นกำลังใจ และคอยช่วยเหลือ
ในด้านสถานที่ทำการทดลอง ขอขอบคุณ คุณณิชาพล แก้วชญา นักวิทยาศาสตร์ประจำ
ห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยแม่โจ้- หุมพร ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลและให้กำลังใจใน
การทำงานปัญหาพิเศษครั้งนี้

นอกจากนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้สนับสนุนทุนทรัพย์ในการศึกษา
เล่าเรียนมาโดยตลอดและขอขอบคุณทุกคนในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจให้ตลอดระยะเวลาใน
การศึกษา

ศักดิ์ชัย หีดศิริ

กรกฎาคม 2552

คำนำ

หนอนแดงเป็นอาหารธรรมชาติประเภทสัตว์ซึ่งมีประโยชน์สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาวเป็นอย่างมากเพราะหนอนแดงมีคุณค่าทางอาหารสูง

ปัจจุบันการเลี้ยงกุ้งขาวด้วยอาหารธรรมชาติเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของลูกกุ้งขาว โดยอาหารธรรมชาติที่เกิดขึ้นเองในบ่อเลี้ยงอาจจะมีน้อยจึงต้องมีการเตรียมอาหารเพื่อให้เกิดอาหารธรรมชาติขึ้นมาเพื่อให้เป็นอาหารสำหรับลูกกุ้งขาว และหนอนแดงเป็นอาหารธรรมชาติที่สำคัญชนิดหนึ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของกุ้งขาวในระยะโพสลาวา

จึงได้มีการศึกษาเกี่ยวกับอัตราการเจริญเติบโตของหนอนแดงโดยระดับความเค็มที่แตกต่างกันเพื่อให้ทราบถึงอัตราการเจริญเติบโตของหนอนแดงในระดับความเค็มที่เหมาะสมและได้เป็นแนวทางในการเพาะเลี้ยงหนอนแดงต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลของความเค็มต่อการผลิตหนอนแดง
2. ศึกษาคุณภาพน้ำที่ส่งผลต่อการผลิตหนอนแดงที่ความเค็มแตกต่างกัน

ตรวจเอกสาร

ลักษณะทั่วไป

หนอนแดงจัดเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทสัตว์หน้าดิน (Benthos) จะอาศัยอยู่ตามพื้นก้นบ่อหรือแหล่งน้ำทั่วไป หนอนแดงเป็นตัวอ่อนของแมลงที่มีลักษณะคล้ายขุ่ย เรียกว่า “ริ้น” มีทั้งชนิดที่เป็นน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม ชนิดที่พบมากในน้ำจืดมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Chironomous spp.* มีลักษณะคล้ายขุ่ยแต่มีขายาวกว่าไม่ทำอันตรายหรือดูดเลือดมนุษย์ ริ้นเพศเมียไม่ต้องการเลือดเป็นอาหารเหมือนขุ่ยเพศเมีย ส่วนริ้นเพศผู้มีหัวเล็กและมีหนวดเป็นพู่ (Plumose) ริ้นพวกนี้มักชอบเกาะอยู่ตามที่มีตายน้ำ แล้วเพศเมียจะวางไข่ตามผิวน้ำ ลักษณะไข่จะมีวันหุ้มต่อกันเป็นสาย เกาะติดอยู่ตามลำต้นหรือใบของพันธุ์ไม้น้ำตามผิวน้ำ โดยจะวางไข่คราวละ 400 - 500 ฟอง ใช้เวลาฟักตัวประมาณ 50 ชั่วโมง ตัวอ่อนที่ออกจากไข่มีความยาวประมาณ 1.0 มิลลิเมตร และเมื่อโตเต็มวัยจะมีขนาดประมาณ 1.0 - 1.2 เซนติเมตร หนอนแดงที่พบโดยทั่วไปมีชื่อสามัญว่า Midge แต่เนื่องจากลำตัวมักมีสีแดงสด จึงอาจเรียกว่า Blood Worm (เทคนิคการเพาะเลี้ยงและการใช้หนอนแดง, ม.ป.ป.)

อนุกรมวิธานของหนอนแดง (*Chironomous spp.*)

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Order : Diptera

Family : Chironomidae

Genus : *Chironomus*

ส่วนหัวเล็กชอบหุดเข้าไปอยู่ในส่วนอก ตัวยาว 8-10 มิลลิเมตร มักอยู่เป็นฝูงใกล้ผิวน้ำ และใกล้แสงสว่าง ตัวเมียชอบวางไข่ในน้ำที่ลมสงบเฉลี่ยตัวละ 2,300 ฟอง ไข่จะลอยเป็นแพบนผิวน้ำ มีลักษณะเป็นเส้นหรือแท่งมีหัวหนึ่ม มองด้วยตาเปล่าจะเห็นเป็นแท่งวุ้นที่มีจุดประสีดำนํ้า ไข่จะฟักเป็นตัวหนอนภายในเวลา 3-4 วัน ตัวหนอนจะมีสีแดงจึงเรียกว่า "หนอนแดง" ลำตัวยาว 3-18 มิลลิเมตร ส่วนหัวของหนอนแดงแบ่งแยกจากลำตัวเห็นได้ชัดมีตาเป็นจุดสีดำเล็ก 1 คู่ มีขนเล็ก ๆ สำหรับหน้าที่กวาดอาหารเข้าสู่ปาก มีฟันหรือกรามที่แข็งแรง ทำหน้าที่บดเคี้ยวอาหารก่อนกลืนเข้าปาก อาหารของหนอนแดงคือ อินทรีย์วัตถุที่เน่าสลาย (Detritus) จนมีขนาดเล็กพอที่จะเข้าปากได้ ส่วนอกจะขยายใหญ่มีอวัยวะหายใจยื่นยาวออกมาเป็นท่อเล็กๆ 1 คู่ บางชนิด (species) จะมีลักษณะเป็นสายยาว ลำตัวแบ่งเป็น 12 ปล้อง 3 ปล้องแรกจะรวมกันเรียกว่า Cephalo-thorax ตัวอ่อนเมื่ออายุได้ 10-12 วัน จะสร้างปลอก (Tube) หุ้มตัวโดยใช้โคลน และเศษอินทรีย์วัตถุที่เน่าสลายในน้ำปลอกนี้จะช่วยยึดส่วนอก และขาเทียม 2 คู่ ที่อยู่บริเวณท้องช่วยจึงลำตัว และป้องกันมิให้กระแสน้ำผ่านเข้าออก และเป็นทางรับปริมาณออกซิเจน หนอนแดงจะอาศัยอยู่ในปลอกนี้เป็นระยะเวลาสั้น ๆ นาน 6-8 วัน ระยะนี้เรียกว่า ระยะก่อนเข้าดักแด้ (Prepupa) เมื่อครบกำหนดหนอนแดงจะสลัดปลอกทิ้งเข้าสู่ระยะดักแด้ (Pupa) ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับลูกน้ำยุงที่ชาวบ้านเรียกว่า "ไอ้โม่ง" แต่มีสีแดงคล้ำ หนอนแดงจะอยู่ในระยะนี้ประมาณ 1-2 วัน โดยจะชอบลอยตัวในแนวตั้งตั้งฉากกับผิวน้ำ หลังจากนั้นจึงลอกคราบเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยที่เรียกว่า "รินน้ำจืด" วงจรชีวิตของแมลงชนิดนี้นี้นานประมาณ 21-28 วัน รินน้ำจืดในประเทศแถบร้อนจะมีวงจรชีวิตสั้นกว่ารินน้ำจืดในประเทศแถบหนาว (สำราญ, 2532)

การผลิตหนอนแดง

การผลิตหนอนแดงสามารถทำได้ง่าย และสะดวกถ้าเรารู้จักประยุกต์โดยการเลียนแบบธรรมชาติ และควรคำนึงถึงหลักการ ดังต่อไปนี้

1. อาหารอุดมสมบูรณ์ นั่นคืออุดมด้วยอินทรีย์วัตถุที่เน่าสลายแล้ว อินทรีย์วัตถุที่เน่าสลายนี้จะส่งกลิ่นเรียกรินน้ำให้มาวางไข่ และเศษอินทรีย์วัตถุที่เน่าสลายในน้ำก็จะเป็นวัตถุดิบในการสร้างปลอกให้หนอนแดงด้วย
2. สภาวะแวดล้อมเหมาะสม จากลักษณะนิสัยของรินน้ำจืดที่ชอบวางไข่ในที่ลมสงบ บ่อผลิตหนอนแดงจึงต้องสร้างสภาวะแวดล้อมเลียนแบบธรรมชาติให้เกิดบริเวณลมสงบโดยการทำที่บังลม
3. ปราศจากศัตรู หนอนแดงเป็นอาหารธรรมชาติที่ดีมาก ดังนั้นจึงมีสัตว์หลายชนิดที่ชอบ

กินหนอนแดง เช่น ลูกกบ ลูกเขียด ลูกปลา ฯลฯ เพราะฉะนั้นการป้องกันและกำจัดศัตรูหนอนแดง ทั้งก่อนการผลิต และในระหว่างการผลิตจึงเป็นหัวใจสำคัญของการผลิต

4. ให้น้ำไหลเวียนผ่านถังเลี้ยงอย่างสม่ำเสมอเพื่อจัดปัญหาเรื่องที่มีหนอนแดงหนาแน่นเกินไป (สำรวจ, 2532)

จากการศึกษาการผลิตหนอนแดงในบ่อซีเมนต์ขนาดต่าง ๆ พบว่า ผลผลิตของหนอนแดง ในบ่อซีเมนต์ขนาด 10 ตารางเมตร จะเก็บเกี่ยวได้น้อยกว่าบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ ดังนั้น การผลิตหนอนแดงจากถังซีเมนต์ขนาดเล็กจึงเหมาะสมกับการทดลองวิธีการผลิตหรือหาข้อมูลเบื้องต้น อันจะนำมาใช้เป็นหลักในการผลิตมากกว่าการผลิตเพื่อสนับสนุนการเลี้ยงปลาจำนวนมาก

การผลิตหนอนแดงในถังซีเมนต์มีวิธีการอยู่ 5 ขั้นตอน คือ

1. การเตรียมบ่อ
2. การเตรียมน้ำ
3. การเตรียมอาหาร
4. การเก็บเกี่ยวผลผลิต
5. การควบคุมบ่อผลิต

ขั้นตอนที่ 1

การเตรียมบ่อ เริ่มจากการล้างบ่อและตากบ่อให้แห้งเพื่อป้องกันและกำจัดศัตรู ทำที่บังลม ทางด้านทิศเหนือลม สูงประมาณ 1-2 เมตร ห่างจากขอบบ่อประมาณ 1-2 เมตร รอบขอบบ่อที่บังลมนี้อาจใช้วัสดุเหลือใช้ต่าง ๆ เช่น แผ่นสังกะสีเก่า แผ่นไม้เก่า แผ่นเชลโลกริต มุ้งลวดเก่า อวนมุ้งที่ไม่ใช่แล้ว สามารถนำมาดัดแปลงประกอบทำที่บังลมได้ทั้งสิ้น และหากมีแนวบังลมเป็นรั้วต้นไม้ เช่น แนวรั้วคันกระถิน ขบา พุระหง เข็ม ฯลฯ ผลผลิตหนอนแดงจะยิ่งสูงขึ้น ในอดีตการเตรียมบ่อผลิตหนอนแดงจะยุ่งยากกับการหาดินร่วน ดินร่วนปนทราย หรือทรายจืด มารองพื้นก้นบ่อผลิตอย่างน้อย 2-3 เซนติเมตร เพราะเชื่อว่าหนอนแดงจะต้องใช้โคลนตมเป็นวัสดุทำปอด ปัญหาที่ตามมาคือ การร่อนหนอนแดงออกจากดินซึ่งทำได้ยาก สำหรับเกษตรกรมือใหม่หรือผู้ที่ไม่ชำนาญ แต่ในปัจจุบันจากงานทดลองได้พบว่าการผลิตหนอนแดงในถังหรือบ่อซีเมนต์โดยไม่ใช้

ดินหรือทรายรองพื้นก้นบ่อกลับให้ผลดียิ่งขึ้น เพราะเก็บเกี่ยวง่ายขึ้นไม่ต้องร่อนหนองแดงจากผิวหน้าดิน ใช้วิธีช้อนหนองแดงที่ลอยตัวขึ้นได้เลย ทั้งผลจากการขาดแคลนวัสดุทำปลอกทำให้วงจรชีวิตของหนองแดงยืดยาวออกไป ทั้งระยะตัวอ่อนและระยะก่อนเข้าดักแด้ หนองแดงจะใช้เศษอินทรีย์วัตถุที่เหลือ เช่น กากถั่วลิสง กากอาหารเม็ด กากปลาป่น ฯลฯ ที่เหลือและแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก ๆ ทำปลอกได้โดยไม่ต้องอาศัยโคลนตม ดังนั้น ในบ่อผลิตหนองแดงที่ไม่มีดินหรือทรายรองพื้นก้นบ่อปลอกของหนองแดงจึงมีสีเขียว ๆ ของแพลงก์ตอนพืชแต่ในบ่อผลิตหนองแดงที่มีดินหรือทรายรองพื้นก้นบ่อปลอกของหนองแดงจะมีสีดินโคลน(ทนา, 2523)

ขั้นตอนที่ 2

การเตรียมน้ำ การกรองน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติด้วยผ้าโอร่อนแก้วหรือผ้าแพลงก์ตอนเป็นการป้องกันและกำจัดศัตรูที่ง่ายและมีประสิทธิภาพ ระดับน้ำที่ใช้ครั้งแรก 5-10 เซนติเมตร ตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำในบ่อผลิตโดยคำนึงถึงความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ประมาณ 6.5 - 8.5 ความเป็นด่าง (Alkalinity) 50-300 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้าง (Hardness) 75-300 มิลลิกรัมต่อลิตร บ่อที่มีคุณสมบัติของน้ำเหมาะสมค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะอยู่ในช่วง 6.5 - 8.5 โดยค่าความกระด้างและความเป็นด่างจะไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ถ้าค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ ค่าความเป็นด่างจะต่ำตามไปด้วยวิธีแก้ไขคือการเติมปูนขาวในปริมาณพอเหมาะ ยกตัวอย่างจากการทดลองที่จังหวัดปทุมธานีพบค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.6 ค่าความเป็นด่าง 70 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความกระด้าง 170 มิลลิกรัมต่อลิตรจะต้องเติมปูนขาวน้อย ๆ ในปริมาณครั้งละ 8-10 กรัมต่อตารางเมตร เพื่อให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างและความเป็นด่างเพิ่มขึ้นและค่าความกระด้างจะเพิ่มตามไปเล็กน้อย (ทนา, 2523)

การใช้ปูนขาวปรับคุณสมบัติ น้ำจะมีประโยชน์หลายประการ ดังนี้

1. ช่วยปรับระดับความเป็นกรดเป็นด่างให้สูงขึ้น ทำให้เหือกตกตะกอนเพราะเมื่อเหือกมีปริมาณมากจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในบ่อ
2. ช่วยรักษาระดับความเป็นกรดเป็นด่างไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับได้ง่ายหรือเป็นบัฟเฟอร์ (buffer) ทำให้น้ำในบ่อมีแคลเซียมไว้ให้สิ่งมีชีวิตใช้
3. ช่วยให้น้ำตกตะกอนดีขึ้น
4. ช่วยฆ่าเชื้อโรคและพยาธิในน้ำแล้วสลายตัวไปอยู่ในรูปอื่นที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

ปูนขาวจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเตรียมน้ำเพื่อการผลิตหนอนแดง ปูนขาวที่ใช้กันอยู่มีหลายชนิด เช่น ปูนดิบ ปูนเผา น้ำปูนใส ถ้าปรับคุณสมบัติของน้ำในบ่อเตรียมน้ำให้ใช้ปูนดิบหรือปูนเผาเพราะปูนเผ่าจะช่วยปรับคุณสมบัติของน้ำได้ดีกว่าปูนดิบและสลายตัวได้เร็วกว่า ปริมาณที่ใช้จึงน้อยกว่าแต่มีพิษกับสิ่งมีชีวิตมากกว่า ดังนั้น ถ้าสามารถหาปูนดิบได้ก็จะลดต้นทุนการผลิตได้ เพราะใช้ในปริมาณที่น้อยกว่า และถ้าปรับคุณสมบัติของน้ำในระหว่างการผลิตหนอนแดงควรใช้น้ำปูนใสคือน้ำปูนดิบหรือปูนเผาละลายน้ำแล้วทิ้งกากปูนไป น้ำปูนใสจะไม่เป็นพิษกับหนอนแดง การปรับคุณสมบัติของน้ำควรใช้ระยะเวลาพอสมควรไม่ควรปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างมากกว่า 2/5 ของค่าความเป็นกรดเป็นด่างเดิมภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ควรปรับคุณสมบัติของน้ำช้า ๆ โดยใช้ปูนขาวครั้งละประมาณ 8-12 กรัมต่อตารางเมตรห่างกันทุก 2 ชั่วโมง เป็นอย่างน้อย

ขั้นตอนที่ 3

การเตรียมอาหาร การเตรียมอาหารหรืออินทรีย์วัตถุที่ใช้เรียกหรือล่อรินน้ำจืดให้มาวางไข่คือการหมักให้อาหารหรืออินทรีย์วัตถุเน่าสลาย อินทรีย์วัตถุที่ใช้ ได้แก่ กากถั่วลิสง อาหารเม็ด (อาจเป็นอาหารปลากินพืช อาหารปลากินเนื้อ อาหารหมู อาหารไก่ ฯลฯ) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือนำปลาป่น รำละเอียดและกากถั่วมาผสมกันเองในอัตราส่วน 1:1:1 ก็ใช้ได้ ปริมาณของอาหารหรืออินทรีย์วัตถุที่ใช้ 100-150 กรัมต่อตารางเมตร โดยมีข้อสังเกตคือ อาหารเม็ดที่ใช้หากมีส่วนผสมของข้าวโพดมากผลผลิตจะต่ำกว่าอาหารเม็ดที่มีส่วนผสมของข้าวโพดน้อย ทั้งนี้เนื่องจากข้าวโพดจะเน่าสลายได้ช้ากว่าอินทรีย์วัตถุชนิดอื่น การหมักอาหารหรืออินทรีย์วัตถุให้หมักในบ่อผลิตที่เติมน้ำไว้แล้ว 5-10 เซนติเมตร นานประมาณ 48 - 72 ชั่วโมง จึงเติมน้ำอีก 15 - 20 เซนติเมตร การที่ต้องเติมน้ำ 2 ครั้งนี้ มีเหตุผลว่า การผลิตหนอนแดงวิธีนี้เป็นการเลียนแบบธรรมชาติ โดยการเรียกหรือล่อรินน้ำจืดมาวางไข่ เครื่องสื่อสารที่จะส่งข่าวไปยังรินน้ำจืดคือกลิ่นเน่าสลายของอินทรีย์วัตถุที่เน่าสลายจึงต้องหมักอาหารหรืออินทรีย์วัตถุด้วยน้ำน้อยเพื่อให้กลิ่นส่งไปได้ไกลและเพื่อให้อินทรีย์วัตถุเน่าสลายเร็วเพราะน้ำน้อยอุณหภูมิจะสูง และเมื่อรินน้ำจืดมาวางไข่แล้วเติมน้ำลงในบ่อผลิตหนอนแดง น้ำในบ่อจะถูกเจือจางให้มีคุณสมบัติเหมาะสมที่ไข่ของรินน้ำจืดจะฟักออกเป็นตัวอ่อนหรือหนอนแดงและสามารถเจริญเติบโตได้อย่างดี

ขั้นตอนที่ 4

การเก็บเกี่ยวผลผลิต การผลิตหนอนแดงโดยวิธีนี้สามารถเก็บเกี่ยวหนอนแดงได้ครั้งแรกในวันที่ 7 และทุก ๆ วันติดต่อกันนาน 20-30 วัน หลังจากนั้นผู้รับกวนจะมากจนไม่มีผลผลิตจึงล้างบ่อและเตรียมบ่อใหม่ วิธีการเก็บเกี่ยวหนอนแดงง่ายมากโดยการช้อนด้วยกระชอนหรือสวิงหนอนแดงจะออกจากปลูกและลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำในช่วงเวลา 11.00 น. - 15.00 น. โดยไม่ต้องร่อนเหมือนการเก็บเกี่ยวหนอนแดงจากแหล่งผลิตตามธรรมชาติ ในบ่อซีเมนต์ขนาดใหญ่ที่ต้องลงเดินช้อนในบ่อผลิตสามารถเดินวนได้ 2-3 เที้ยว หากเดินวนเก็บผลผลิตมากเกินไปจะทำให้ผลผลิตลดลง เพราะหนอนแดงถูกกระตุ้นวงจรชีวิตจึงสั้นลงกลายเป็นตัวเต็มวัยเร็วขึ้นและหนอนแดงขนาดเล็กอาจถูกทำลายไปด้วย ข้อมูลจากบ่อซีเมนต์ขนาด 10 ตารางเมตร พบว่าเมื่อใช้กากถั่วลิสงหรืออาหารเม็ดในปริมาณ 100-150 กรัมต่อตารางเมตร จะได้ผลผลิตหนอนแดง 30-40 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน แต่ในบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร จะได้ผลผลิตหนอนแดงมากกว่าคือ 40-60 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (2-3 กิโลกรัมต่อบ่อต่อวัน)

ขั้นตอนที่ 5

การควบคุมบ่อผลิต คือ การเพิ่มอาหารหรืออินทรีย์วัตถุมากเกินไปจะทำให้คุณภาพของน้ำขาดคุณสมบัติจนไม่มีรีนน้ำจืดมาวางไข่ และหนอนแดงที่อยู่ในบ่อก็ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้แต่ถ้าอาหารหรืออินทรีย์วัตถุน้อยเกินไป น้ำในบ่อผลิตมีคุณภาพดีแต่ขาดความอุดมสมบูรณ์ก็จะไม่มีรีนน้ำจืดมาวางไข่ การเติมอาหารลงในบ่อควรใช้อาหาร 50-100 กรัมต่อตารางเมตร ทุก 3-7 วัน โดยหมักอาหารในถุงแล้วเปิดถุงทิ้งไว้ในบ่อผลิตหรือหมักอาหารที่บ่มบ่อแล้วกระจายอาหารไปที่ละน้อยการควบคุมคุณสมบัติของน้ำตรวจค่าความเป็นกรดเป็นด่างอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ปรับคุณสมบัติของน้ำให้เหมาะสมไม่ควรให้ความเป็นกรดเป็นด่างสูงหรือต่ำเกินไป ถ้าน้ำขุ่นมากควรระบายน้ำทิ้ง 30-50 เปอร์เซ็นต์ แล้วเติมน้ำที่กรองผ่านถุงผ้าโอโรนแก้วหรือผ้าเพลงค์ตอนให้ได้ระดับที่ 20-30 เซนติเมตร โดยรักษาระดับน้ำให้ต่ำกว่า 20 เซนติเมตร สำหรับศัตรูของหนอนแดงให้ใช้กระชอนหรือสวิงช้อนขึ้นโดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นแมลงและตัวอ่อนของแมลงปอ

(ทนา, 2523)

การใช้ประโยชน์จากหนอนแดง

หนอนแดงเป็นอาหารธรรมชาติประเภทสัตว์ที่สามารถนำไปใช้อุนบาลสัตว์น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง เพราะหนอนแดงสดประกอบไปด้วยธาตุอาหารธรรมชาติที่มีคุณค่าอย่างยิ่ง จึงได้มีการนำหนอนแดงไปใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย เช่น

- การเลี้ยงปลาสวยงาม ปลาตู้ หรือปลาสวยงาม ถ้าให้อาหารจำพวกหนอนแดง ปลาจะมีสีสดใสสวยงาม

- การอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน จะทำให้อัตรารอดและอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำสูง

นอกจากนี้มีการนำหนอนแดงไปใช้ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งที่ค่อนข้างจะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพราะกุ้งกุลาดำเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญของไทยสามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศชาติมหาศาลการนำประโยชน์จากหนอนแดงไปใช้ก็คือเป็นตัวเร่งในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ 1 เดือนแรก โดยปกติ ชาวกุ้งไทยยอมรับว่า ห่วงโซ่อาหารธรรมชาติมีความสำคัญต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งการเลี้ยงกุ้งสมัยแรก ๆ การเลี้ยงกุ้งได้พึ่งพิงห่วงโซ่อาหารธรรมชาติมาแล้วทั้งสิ้น จนเมื่อถึงช่วงเกิดโรคไวรัสระบาดซึ่งมีการใช้เคมีภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อกำจัดพาหะฯ และศัตรูกุ้งปริมาณและสายพันธุ์ธรรมชาติจึงได้ลดน้อยลงหรือหายไปทำให้วิธีการเลี้ยงกุ้งช่วงเดือนแรกแปรเปลี่ยนยุ่งยากและเกิดปัญหาต่อเนื่องแต่ในภาวะที่ธุรกิจเริ่มเข้าสู่ภาวะแข่งขันและชาวกุ้งไทยเราต้องปรับตัวครั้งใหญ่ทั้งการผลิตผลผลิตกุ้งคุณภาพปลอดภัยต่อผู้บริโภคถูกสุขอนามัยด้วยแนวทางการผลิตที่ไม่ก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและที่สำคัญก็ต้องลดต้นทุนการเลี้ยงให้ต่ำเพื่อพร้อมที่จะคงอยู่อย่างยั่งยืนในอนาคตจึงได้มีการทดลองใช้ประโยชน์จากหนอนแดงเพื่อสร้างห่วงโซ่อาหารตามธรรมชาติต่อการเลี้ยงกุ้งระยะ 1 เดือนแรกโดยกุ้งจะได้ประโยชน์ดังนี้

- 1.หนอนแดงมีคุณค่าทางอาหารสูงเหมาะสมแก่การเป็นแหล่งอาหารแก่การเลี้ยงกุ้งระยะ 1 เดือนแรกโดยเฉพาะการเป็นตัวเร่งให้แกกุ้งระยะ 3-14 วันแรก ทำให้กุ้งโตเร็วไซซ์เสมออัตรารอดสูง สามารถเลี้ยงต่อเนื่องได้ง่ายพลาดยากและหากปรับการให้อาหารระยะก่อนเช็ดขอยได้ดีพื้นบ่อจะอยู่ในสภาพดีการเลี้ยงต่อเนื่องจะได้ผลดีมาก

- 2.การเตรียมอาหารธรรมชาติโดยเน้นหนอนแดงเป็นหลักนี้เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งทั่วไปสามารถทำได้ไม่ยากและต้นทุนต่ำ

- 3.ใช้เป็นอาหารเสริมแก่พ่อแม่พันธุ์กุ้งโดยการอัดเม็ดร่วมกับเนื้อปลา

- 4.ใช้เป็นอาหารเสริมแก่ลูกกุ้ง ระยะ 4 วันขึ้นไป โดยการปล่อยลูกกุ้งแบบก้นคอก

หมายเหตุ ข้อ 3 ,4 เป็นการใช้ประโยชน์จากหนอนแดง กรณีแช่แข็ง (เจลิเยว, 2537)

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำอาหารหมักของหนอนแดง

ปลาป่นเป็นวัตถุดิบที่นิยมใช้ในการผลิตอาหารปลา หรืออาหารสัตว์น้ำทุกชนิด เนื่องจากปลาป่นมีโปรตีนที่มีคุณภาพสูงมากประมาณ 55-60 เปอร์เซ็นต์ มีกรดอะมิโนครบถ้วนทุกชนิด มีแคลเซียมและฟอสฟอรัสปริมาณมาก และยังมีกลิ่นที่ดีชวนกระตุ้นให้ปลาและสัตว์น้ำกินอาหารได้มากขึ้น ปลาป่นที่จะนำมาใช้ผลิตอาหารปลาควรมีกลิ่นหอม ไม่มีกลิ่นเหม็นไหม้ และปราศจากการปลอมปนจากทรายละเอียด เปลือกหอย ยูเรียขุ่น ไข่ปนหรือสารปลอมปนอื่น ๆ เนื่องจากทำให้คุณค่าทางโภชนาการของปลาป่นลดลง ดังนั้นการเลือกซื้อปลาป่นจึงควรซื้อปลาป่นที่มีคุณภาพสูง ปราศจากการปลอมปน หรืออาจเลือกใช้กากถั่วเหลืองเป็นส่วนผสมหลักให้มากขึ้น เนื่องจากกากถั่วเหลืองมีคุณภาพใกล้เคียงกับปลาป่นแต่กากถั่วเหลืองมีคุณภาพสม่ำเสมอดีกว่า สาเหตุที่มีการปลอมปนอย่างมากในปลาป่น เนื่องจากปลาป่นมีราคาแพง ทำให้มีการนำเอาวัสดุที่มีราคาถูกหรือคุณค่าทางโภชนาการต่ำใส่ปนเข้าไป เพื่อขายปลาป่นให้ได้ปริมาณมากขึ้น การปลอมปนด้วยสิ่งเหล่านี้ จะสังเกตด้วยตาเปล่าได้ยากมาก (บุญชัย, 2541)

รำข้าวจัดเป็นผลพลอยได้ของการสีข้าวเช่นเดียวกับปลายข้าว แต่รำข้าวจะมีไขมันมากกว่าปลายข้าว ดังนั้นจึงควรเก็บรำข้าวไว้ในที่มีด อุดหนุมิดำหรือในที่ที่ไม่มีอากาศถ่ายเทสะดวกเพราะไขมันในรำข้าวเหม็นหืนได้ง่าย รำข้าวมี 3 ลักษณะ ได้แก่ รำหยาบ รำละเอียด และรำสกัดน้ำมัน โดยไม่ควรใช้รำหยาบผลิตอาหารปลา เนื่องจากมีแคลเซียมอยู่บางส่วนทำให้มีเยื่อใยสูง ควรใช้รำละเอียดหรือรำสกัดน้ำมัน รำสกัดน้ำมันมีโปรตีนสูงกว่ารำละเอียด แต่จะมีไขมันต่ำกว่ามาก รวมทั้งอาจมีกรดอะมิโน กรดไขมันและวิตามินบางชนิดต่ำกว่ารำละเอียด เนื่องจากการผลิตรำสกัดน้ำมันต้องใช้ตัวทำละลายไขมันแยกไขมันออกมา จึงทำให้ไขมันเหลืออยู่น้อยและธาตุอาหารชนิดอื่น ๆ ก็อาจถูกสกัดออกมาด้วย ดังนั้นการนำรำสกัดน้ำมันมาใช้ผลิตอาหารปลา จึงควรพิจารณาถึงพลังงานที่มีในอาหารว่าเพียงพอต่อความต้องการของปลาหรือไม่ (บุญชัย, 2541)

กากน้ำตาลเป็นวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารสัตว์น้ำได้ กากน้ำตาลที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายเป็นของเหลว สีน้ำตาลคล้ำมีโปรตีน 4% และระดับพลังงานที่มีอยู่ต่ำกว่าที่มีในปลายข้าว การใช้กากน้ำตาลในสูตรอาหารจึงไม่เป็นการเพิ่มระดับพลังงาน คุณสมบัติที่สำคัญของกากน้ำตาลคือช่วยลดความเป็นฝุ่นและอัดเม็ดอาหารได้ง่ายขึ้น การใช้ก็มีลักษณะเดียวกับการใช้ไขมันน้ำมันคือใช้กับสูตรอาหารที่ผสมด้วยวัสดุอาหารที่มีเชื้อไขสูง เพื่อลดความฟุ้งของอาหาร อาหารที่ใช้กากน้ำตาลจะไม่สามารถเก็บได้นานมักจะเหม็นเปรี้ยวและราขึ้นได้ง่ายในภาวะอากาศชื้น ไม่ควรใช้เกิน 10% ในอาหารสัตว์น้ำ เพราะจะทำให้เกิดการระคายเคืองในทางเดินอาหารของกุ้งและปลา (บุญชัย, 2541)

ยีสต์ เป็นจุลินทรีย์ที่พบในธรรมชาติมีขนาดเล็ก ซึ่งนิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมาแต่ดั้งเดิม มีทั้งที่เป็นประโยชน์และโทษ เป็นสัตว์มีรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กมากประมาณ 5-10 ไมครอน หรือประมาณ 1/800 เท่า ของเมล็ดข้าวเท่านั้น ซึ่งอุดมไปด้วยโปรตีนประมาณ 47 - 50 % ของน้ำหนักแห้ง และกรดอะมิโน, Nucleic Acid และอื่นๆ อันเป็นสิ่งจำเป็นต่อมนุษย์และสัตว์ สามารถแยกสกัด สารอาหารดังกล่าวอันอุดมด้วย Umami ได้ มันกินน้ำตาลและปลดปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแอลกอฮอล์ ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนมปังและเหล้า ตามลำดับ

โครงสร้างการเจริญเติบโตของยีสต์ สารอาหารต่างๆ (Nutrititions) ที่ยีสต์กินเข้าไปจะไปสันดาปกับออกซิเจนจากระบบการหายใจ (Respiration) นำไปสู่ระบบการสร้างพลังงาน (Kreb' s Cycle) ทำให้มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง และนำไปสู่ระบบการขยายพันธุ์ โดยการแบ่งเซลล์ (ไทยฟู๊ดส์ อินเตอร์เนชั่นแนลจำกัด, 2551)

การกินอาหารของสัตว์ทะเลหน้าดิน

สัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มใหญ่อีกกลุ่มหนึ่งที่กินอินทรีย์สารเป็นอาหารก็มักจะมียุทธศาสตร์ในการกินอาหารได้หลากหลาย พวกแมลงสาบทะเลจะคลืบคลานไปตามพื้นเพื่อกินซากพืชซากสัตว์เท่านั้น พวกหนอนตัวที่พบฝังตัวอยู่ในดิน หรือฝังตัวอยู่ในปะการังมีขนาดตั้งแต่ ๐.๒-๓.๒ เซนติเมตรจะมีลำตัวแบ่งออกเป็นสองส่วนคือส่วนหัวจะมีรยางค์ส่วนหนวดยาวอยู่ล้อมรอบปาก และส่วนลำตัวจะเป็นทรงกระบอกที่พองออกด้านท้ายลำตัวหนอนตัวจะยื่นส่วนหัวออกมาเพื่อจับอาหาร เช่นเดียวกับพวกไส้เดือนทะเลพวก แฟน วอร์มส์ (fanworms) พวกนี้จะฝังตัวอยู่ในดินหรือในปะการังยื่นแต่รยางค์ส่วนหนวดที่ยาวมากออกมากวาดอินทรีย์สารที่อยู่บนพื้นดิน กวาดรวบรวมในลักษณะเป็นก้อนอินทรีย์สารเล็กๆ และส่งเข้าปากอีกครั้งหนึ่ง หอยสองฝาบางชนิดจะมีท่อน้ำเข้าและท่อน้ำออกแยกจากกัน ท่อน้ำเข้าที่ยื่นยาวออกจะทำหน้าที่เสมือนเป็นท่อดูดของเครื่องดูดฝุ่นดูดเอาอินทรีย์สารเข้าภายในตัว ปลิงทะเลกินอินทรีย์สารที่อยู่ตามพื้นดินโดยใช้รยางค์ส่วนหนวดกวาดเข้าไปสู่ปาก ถ้าไส้ของปลิงทะเลจะมีความยาวมากขดไปมา การแยกอินทรีย์สารออกจากดินตะกอนทั่วไปจะเกิดขึ้นบริเวณลำไส้ ส่วนดินทรายที่เหลือจะถูกขับออกมาในรูปมูลดินเป็นอุจจาระ(ฉิฐจารัตน์, ม.ป.ป)

คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งทะเล

การเลี้ยงกุ้งทะเลในระบบหนาแน่น (Intensive system) จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีและการจัดการที่ทันสมัย รวมถึงการดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี นอกจากนี้แล้วยังต้องใช้เงินทุนสูงอีกด้วย คุณภาพน้ำก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากสำหรับการเลี้ยงกุ้งทะเล ซึ่งมีผลต่ออัตราการรอด การเจริญเติบโต ความต้านทานต่อโรค และผลผลิต คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งประกอบด้วย ค่าดัชนี (Parameter) ดังต่อไปนี้

ความเค็ม (Salinity)

เป็นดัชนีวัดปริมาณความเข้มข้นของไอออน (ion) ที่ละลายในน้ำ แสดงหน่วยเป็น ส่วนในพันส่วน (ppt) ค่าความเค็มของน้ำทะเลจะขึ้นอยู่กับปริมาณไอออนที่สำคัญ 7 ชนิด ได้แก่ โซเดียม (Sodium) โพแทสเซียม (Potassium) แคลเซียม (Calcium) แมกนีเซียม (Magnesium) คลอไรด์ (Chloride) ซัลเฟต (Sulfate) และไบคาร์บอเนต (Bicarbonate) ในน้ำทะเลทั่วไปจะมีความเค็มประมาณ 34 ppt ส่วนในบริเวณปากแม่น้ำหรือน้ำกร่อยมีค่าอยู่ระหว่าง 2-30 ppt ขึ้นอยู่กับระยะทางจากปากแม่น้ำ และปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงมาในบริเวณนี้ ในการเลี้ยงกุ้งทะเลความเค็มอยู่ระหว่าง 25-35 ppt สำหรับกุ้งกุลาดำความเค็มที่เหมาะสมอยู่ในช่วงระหว่าง 15-30 ppt ส่วนกุ้งขาวสามารถทำการเลี้ยงในช่วงความเค็ม 2-35 ppt แต่ระดับที่เหมาะสมคือ 20-25 ppt (ชัชวาล, 2551)

อุณหภูมิ (Temperature)

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในน้ำ มีผลทางตรงและอ้อมต่อสัตว์น้ำ ในทางตรงอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียสทำให้ขบวนการเมตาบอลิซึมภายในร่างกายสัตว์เพิ่มขึ้น 10 เท่า ทำให้สัตว์มีความต้องการอาหาร ออกซิเจนเพิ่มขึ้น ส่วนทางอ้อมมีผลต่อกิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์สารของจุลินทรีย์ ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง และการละลายออกซิเจนในน้ำลดลงเช่นกัน สำหรับอุณหภูมิในน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งทะเลในเขตร้อน คือ 28-33 องศาเซลเซียส ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอย่างรวดเร็วก็จะเกิดอาการช็อคเกร็งได้ มีลักษณะคล้ายเป็นตะกิว (ชัชวาล, 2551)

ความโปร่งแสงของน้ำ (Transparency)

เป็นค่าแสดงความสามารถให้แสงส่งผ่านลงสู่ผิวน้ำ บางครั้งเรียกว่าความขุ่น (Turbidity) แสงมีความสำคัญมากต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ของแพลงก์ตอนพืชในน้ำ เพื่อผลิตสารอินทรีย์ และในกระบวนการสังเคราะห์แสง จะให้ออกซิเจนออกมาเป็นผลพลอยได้ ซึ่งออกซิเจนละลายในน้ำที่เกิดขึ้นจะมีผลต่อการดำรงชีวิตของกุ้ง โดยคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ชนิด บี จะพบในแพลงก์ตอนพืชสีเขียว และคลอโรฟิลล์ชนิดซี จะพบในแพลงก์ตอนพืชสีน้ำตาล โดยคลอโรฟิลล์เอจะมีบทบาทมากที่สุดในกระบวนการสังเคราะห์แสง



แหล่งน้ำที่มีค่าความโปร่งแสงอยู่ระหว่าง 30-60 เซนติเมตร มีความเหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (ชัชวาล, 2551)

ปริมาณของสารแขวนลอย (Suspended solid)

แหล่งเลี้ยงทะเลส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณปากแม่น้ำ หรือบริเวณน้ำกร่อย น้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้งจะมีปริมาณของสารแขวนลอยสูง โดยเฉพาะอนุภาคดิน และสารอินทรีย์ที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดินจากแผ่นดิน เมื่อสูบน้ำเข้าสู่บ่อเลี้ยง และอยู่สภาพนิ่ง สารแขวนลอยจะตกตะกอนลงสู่ก้นบ่อ แต่จะกลับสู่สภาพแขวนลอยอีกครั้งเมื่อมีการเปิดเครื่องตีน้ำในขณะเลี้ยง ปริมาณของสารแขวนลอยในน้ำจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคส่วนกลับกับค่าความโปร่งแสงของน้ำ ถ้ามีปริมาณของแข็งแขวนลอยมากน้ำจะมีความโปร่งแสงน้อยลง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช เกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำปริมาณของสารแขวนลอยไม่ควรสูงเกิน 25 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชัชวาล, 2551)

ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ (Organic matter)

ในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีปริมาณสารอินทรีย์ที่เกิดจากการย่อยสลายของซากพืช และซากสัตว์ในเขตนํ้ากร่อยจะมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ จากน้ำทิ้งชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม สารอินทรีย์ในน้ำจะถูกย่อยสลายให้กลายเป็นสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์สภาพมีออกซิเจน (Aerobic) และสภาพขาดออกซิเจน (Anaerobic) โดยปกติจะวัดปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) และทีโอซี (Total Organic Carbon, TOC) สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนิยมวัดปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดี น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งมีการปนเปื้อนของอินทรีย์สารสูง ส่วนใหญ่มาจากอาหารส่วนที่เหลือ สิ่งขับถ่าย และซากแพลงก์ตอน ซึ่งจะทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำลดลง เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิด Aerobic bacteria จะต้องใช้ออกซิเจนเพื่อการย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านี้

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen, DO)

ออกซิเจนเป็นปัจจัยที่นับว่ามีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต เนื่องจากสัตว์น้ำทุกชนิดจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในขบวนการต่าง ๆ ภายในร่างกาย เพื่อการเจริญเติบโต กุ้งทะเลมีความต้องการออกซิเจนที่ละลายในน้ำตั้งแต่ 5 มิลลิกรัมออกซิเจนต่อลิตร ขึ้นไป ถือว่าเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในรอบวัน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายมีแนวโน้มสูงขึ้นตั้งแต่ 8:00 นาฬิกา ไปจนถึง 15:00 นาฬิกา ซึ่งเป็นค่าสูงสุด และมีแนวโน้มลดลงตั้งแต่เวลา 18:00 นาฬิกา ไปเรื่อย ๆ จนถึง 6:00 นาฬิกา ซึ่งจะเป็นค่าต่ำสุด ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิของน้ำ 25 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณออกซิเจนอิ่มตัวประมาณ 8.24 มิลลิกรัมออกซิเจนต่อลิตร แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 30 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณออกซิเจนอิ่มตัวในน้ำ 7.54 มิลลิกรัมออกซิเจนต่อลิตร ส่วนในน้ำทะเลที่มีความเค็ม 30 ppt และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณออกซิเจนละลายอิ่มตัวในน้ำประมาณ 6.39 มิลลิกรัมออกซิเจนต่อลิตร ถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นหรือค่าความเค็มเพิ่มขึ้น ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะมีค่าลดลง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีผลต่อการดำรงชีวิตของกุ้งมาก ถ้าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมออกซิเจนต่อลิตร กุ้งจะมีการเจริญเติบโตช้า กุ้งทะเลจะมีการเจริญเติบโตดีถ้ามีปริมาณออกซิเจนละลายสูงกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ได้แก่ แสงแดด การไหลเวียนของน้ำ แพลงก์ตอนพืชและสัตว์ ฟิชน้ำ ความโปร่งแสง ความลึกของบ่อ ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ สิ่งขับถ่ายของกุ้ง รวมทั้งปริมาณอาหารที่เหลือจากการกินของกุ้ง (ชัชวาล, 2551)

ความเป็นกรดต่าง (pH)

ความเป็นกรดเป็นด่าง หรือ ที่เรียกกันทั่วไปว่า “pH” เป็นหน่วยวัดที่แสดงให้ทราบว่าน้ำหรือสารละลายนั้นมีคุณสมบัติเป็นกรด หรือด่าง ค่าที่แสดงไว้คือปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในน้ำ หรือสารละลาย ระดับความเป็นกรดเป็นด่างที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0-14 ซึ่งค่ากึ่งกลาง “7” แสดงถึงความเป็นกลางของสารละลายนั้น หากค่า pH < 7 ก็แสดงว่าสารละลายนั้นมีสภาพเป็นด่างแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไป มีค่า pH ระหว่าง 5 – 9 ซึ่งความแตกต่างนี้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของภูมิประเทศ และสภาพแวดล้อมหลายประการ เช่น ลักษณะพื้นดิน และหิน ปริมาณน้ำฝน ตลอดจนการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปกติพบอยู่เสมอว่าระดับ pH ของน้ำผันแปรไปตาม

คุณสมบัติของดิน ดังนั้นในบริเวณที่ดินมีสภาพเป็นกรดก็จะทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดตามไปด้วย นอกจากนี้ สิ่งมีชีวิตทั้งในดินและน้ำ เช่น จุลินทรีย์และแพลงก์ตอนพืช สามารถทำให้ค่า pH ของน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ช่วงที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไว้ดังนี้ ระดับ pH ผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่ำกว่า 4.0 เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ มีผลให้ปลาและกุ้งทะเลตายได้ 4.0 – 6.5 ปลาบางชนิดทนอยู่ได้ แต่ให้ผลผลิตต่ำ มีการเจริญเติบโตช้า การสืบพันธุ์หยุดชะงัก 6.5 – 9.0 เป็นช่วงที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 9.0 – 11.0 ไม่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิต หากปรากฏว่าสัตว์น้ำต้องอาศัยอยู่เป็นเวลานาน จะให้ผลผลิตต่ำสูงกว่า 11.0 เป็นพิษต่อปลาและกุ้ง

ในแหล่งน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในช่วงกลางวัน และกลางคืน เนื่องจากแพลงก์ตอนพืช และพืชน้ำ ใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในขบวนการสังเคราะห์แสงตอนกลางวัน ทำให้ค่า pH สูงขึ้น และค่อย ๆ ลดลงตอนกลางคืน เพราะคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยออกมาจากระบบการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ น้ำที่มีค่าความเป็นด่างต่ำ และมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมาก จะมีค่า pH สูงถึง 9 ถึง 10 ในตอนบ่าย แต่ถ้าน้ำมีค่าความเป็นด่างสูง การเปลี่ยนแปลง pH มีไม่มากนัก อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงค่า pH แม้จะอยู่ในช่วงที่ดีและสูงมาก หากเกิดขึ้นในระยะเวลาสั้น ๆ นับว่ายังไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ แหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงของ pH เกินกว่า 2 หน่วยในรอบวัน (คุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2552)

ความเป็นด่าง (Alkalinity)

ความเป็นด่างของน้ำ หมายถึง ความสามารถ หรือคุณสมบัติของน้ำที่ทำให้กรดเป็นกลาง ความเป็นด่างของน้ำประกอบด้วยคาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์ เป็นส่วนใหญ่ แต่อาจมีพวกคาร์บอเนต ซิลิเกต ฟอสเฟต และสารอินทรีย์ต่าง ๆ อยู่บ้างแต่เป็นจำนวนน้อย ค่าความเป็นด่างโดยตัวของมันเองไม่ถือว่าเป็นสารมลพิษ แต่มีผลเกี่ยวเนื่องกับคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น pH ความเป็นกรด และความกระด้าง เป็นต้น คุณสมบัติที่สำคัญของความเป็นด่างต่อแหล่งน้ำ คือ เป็นตัวกันกลางที่ช่วยควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงของระดับ pH เร็วเกินไป ค่าความเป็นด่างของน้ำจึงเป็นเครื่องชี้ความสามารถของน้ำที่จะควบคุมระดับ pH มิให้เปลี่ยนแปลง แหล่งน้ำใดพบว่ามีค่าความเป็นด่างต่ำ ระดับ pH ของแหล่งน้ำนั้นจะเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ แหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปมีค่าความเป็นด่าง ตั้งแต่ 25 – 500 มิลลิกรัมต่อลิตร แหล่งน้ำ

ใดที่ได้รับน้ำทั้งจากชุมชน หรือโรงงานอุตสาหกรรม จะมีค่าความเป็นด่างค่อนข้างสูง เช่น น้ำทั้งจากโรงงานผลิตเบียร์ น้ำอัดลม อาหารสำเร็จรูป และโรงงานกระดาษ เป็นต้น ดังนั้นน้ำฝนจึงมีค่าความเป็นด่างค่อนข้างต่ำ ความเป็นด่างกับความกระด้าง มีความสัมพันธ์กัน น้ำที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำควรมีค่าความเป็นด่างและความกระด้างอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน และค่าความเป็นด่างของน้ำในแหล่งน้ำนั้น ไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และไม่ลดจากค่าปกติเกินร้อยละ 25 น้ำที่มีค่าความเป็นด่างต่ำจะเป็นน้ำอ่อน และมีค่า pH ต่ำ ซึ่งมีผลให้ผลผลิตต่ำด้วย น้ำที่มีค่า pH ต่ำกว่า 4.5 จะไม่พบค่าความเป็นด่างปรากฏอยู่เลยในสภาพปกติค่าความเป็นด่างของแหล่งน้ำธรรมชาติ ปรากฏในรูปของไบคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ แต่ในสภาพที่ระดับ pH ของน้ำสูง ค่าความเป็นด่างจะประกอบด้วยคาร์บอเนตและไฮดรอกไซด์ น้ำที่มีแพลกต์ตอนพีชหนาแน่น คาร์บอนไดออกไซด์อิสระจะถูกใช้ในขบวนการสังเคราะห์แสงจนหมด จากนั้นจึงดึงเอาคาร์บอนไดออกไซด์จากขบวนการมาใช้ จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบความเป็นด่าง จากไบคาร์บอเนตเป็นคาร์บอเนตและไฮดรอกไซด์ตามลำดับ ซึ่งอาจทำให้ค่า pH สูงขึ้นถึง 10 – 11 ก็ได้ และ pH ระดับนี้มีผลกระทบต่อทรัพยากรสัตว์น้ำเช่นกัน (คุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2552)

ความกระด้าง (Hardness)

ค่าที่ขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของสารแคตไอออนที่มีประจุ 2^+ (Divalent cation) ที่ละลายในน้ำ ที่สำคัญประกอบด้วย แคลเซียมไอออน และแมกนีเซียมไอออน ค่านี้มีความสำคัญกับสัตว์น้ำจืดเป็นส่วนใหญ่ สำหรับกุ้งทะเลไม่ค่อยพบปัญหา เนื่องจากในน้ำทะเลจะมีปริมาณของแคลเซียมไอออน และแมกนีเซียมไอออนในปริมาณที่มากพอกับความต้องการของสัตว์ แต่สำหรับการเลี้ยงกุ้งแบบหนาแน่นปริมาณของความกระด้างอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการในการนำมาใช้ในการสร้างเปลือก จำเป็นต้องเติมเพิ่ม ส่วนใหญ่เติมในรูปของดีเกลือ (Na_2CO_3) (ชัชวาล, 2551)

แอมโมเนีย (Ammonia)

ส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และกระบวนการย่อยสลาย (Decomposition) สารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในน้ำ แอมโมเนียที่พบในน้ำมี 2 รูป คือ อัลอีนแอมโมเนีย (Un-ionized ammonia, NH_3) และแอมโมเนียไอออน (Ammonium ion, NH_4^+) ความเป็นพิษของแอมโมเนียที่มีต่อสัตว์น้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากสัตว์น้ำไม่สามารถขับแอมโมเนียที่สะสมภายใน

ร่างกายออกสู่ภายนอกได้ นอกจากนี้แอมโมเนียยังสามารถทำลายเหงือกสัตว์น้ำได้อีกด้วย ส่งผลให้ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนออกซิเจนเข้าสู่ภายในร่างกายลดลง โดยปกติแล้วแอมโมเนียไอออน (NH_4^+) ไม่เป็นพิษต่อกุ้ง เพราะไม่สามารถซึมผ่านผนังเซลล์ได้ การเกิดแอมโมเนียทั้ง 2 รูปแบบขึ้นอยู่กับความสมดุลของอุณหภูมิกับ pH โดย pH จะเป็นปัจจัยสำคัญกว่าอุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำสูงขึ้น อัลลอยอนแอมโมเนียจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำปริมาณแอมโมเนียรวม (Total ammonia) ไม่ควรเกิน 1 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร (ชัชวาล, 2551)

ไนไตรท์ (Nitrite)

เป็นสารตัวกลางที่ได้จากขบวนการ Nitrification ของแอมโมเนีย โดยมีแบคทีเรียชนิด *Nitrosomonas* sp. และ *Nitrobacter* sp. เป็นสารที่มีพิษต่อสัตว์น้ำความเป็นพิษของไนไตรท์ในกุ้ง *Penaeus monodon* ระยะ zoea ที่ 24 ชม. Lethal Concentration (LC-50) เท่ากับ 13.20 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ในบ่อเลี้ยงกุ้งทะเลไนไตรท์มีไม่ควรเกิน 0.1 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร (ชัชวาล, 2551)

ไนเตรท (Nitrate)

เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในวัฏจักรไนโตรเจน ในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำอาจเพิ่มเป็น 2.26-4.52 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ในบ่อเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา และอาจเพิ่มสูงถึง 500 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ในบ่อเลี้ยงแบบปิดหมุนเวียน เป็นที่ยอมรับว่าระดับของไนเตรทสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่ควรเกิน 20 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ความเป็นพิษของไนเตรทในกุ้งกุลด้าระยะวัยรุ่นที่ความเค็มต่าง ๆ กัน พบว่า ระดับปลอดภัยที่ 15, 25, และ 35 ส่วนในล้าน เท่ากับ 145, 158, 232 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ตามลำดับ (ชัชวาล, 2551)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. กล้องโฟมขนาดความกว้าง 35 เซนติเมตร ยาว 48 เซนติเมตร ลึก 33 เซนติเมตร จำนวน 20 ใบ
2. เครื่องให้อากาศ
3. หัวทราย
4. สายยาง
5. น้ำทะเลที่ความเค็ม 0,5,15,20,25,30,35 psu
6. เครื่องปั้มน้ำหนัก ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ AND รุ่น HL- 300 WF

อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. เครื่องวัด DO และอุณหภูมิ ยี่ห้อ YSI รุ่น 550 A
2. เครื่องวัด pH ยี่ห้อ ORION รุ่น 210 A
3. เครื่องวัดความเค็ม ATAGO HAND HELD REFRACTOMETER
4. เครื่อง Spectro photometer ยี่ห้อ Thermo Spectronic รุ่น EDUCATOR OPERTER'S TM

วิธีการทดลอง

1.วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completel Randomized Design: CRD แบ่งการทดลองออกเป็น 7 ชุด ชุดละ 5 ซ้ำ โดยใช้ระดับความเค็มแต่ละชุดแตกต่างกัน ดังนี้

ชุดที่ 1 (T1) เลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 0 psu

ชุดที่ 2 (T2) เลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 5 psu

ชุดที่ 3 (T3) เลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 15 psu

ชุดที่ 4 (T4) เลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 20 psu

ชุดที่ 5 (T5) เลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 25 psu

ชุดที่ 6 (T6) เลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 30 psu

ชุดที่ 7 (T7) เลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 35 psu

2. วิธีการทดลอง

2.1 ล้างทำความสะอาดกล่องโฟมแล้วคว่ำให้แห้ง

2.2 เมื่อกล่องโฟมแห้งแล้วเติมน้ำทะเลที่ผ่านการฆ่าเชื้อประมาณ 20 ลิตร ทั้ง 7 ชุดการทดลองโดยปรับระดับความเค็มตามชุดการทดลอง

2.3 ติดตั้งระบบให้อากาศ เปิดให้อากาศ 24 ชั่วโมง

2.4 เตรียมอาหารหนอนแดง (ตามสูตรอาหารหนอนแดงของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด) เพื่อล่อให้รึ้นน้ำมาวางไข่

ปลาป่น 0.63 กรัม

รำข้าว 0.63 กรัม

กากน้ำตาล 0.52 กรัม

Yeast 0.26 กรัม

น้ำ 3.6 ลิตร

2.5 หมักอาหารในถังทิ้งไว้ 3 วันปิดฝาให้สนิท

2.6 ให้อาหาร 3 วัน/ครั้งเป็นเวลา 16 วัน

2.7 ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกชุดการทดลอง

3. การเก็บข้อมูล

1) ศึกษาการผลิตหนอนแดงในระดับความเค็มต่างกันโดยเก็บข้อมูลจากการนับจำนวนตัวอ่อนของหนอนแดงในแต่ละชุดการทดลองเพื่อหาค่าเฉลี่ยปริมาณหนอนแดงที่ผลิตได้

2) ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 3 วัน/ครั้ง คือ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO), ค่าpH, ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน, อุณหภูมิ, ค่าไนไตรท์-ไนโตรเจน, ไนเตรท-ไนโตรเจน, และค่าความเป็นด่างทุกชุดการทดลอง (พงศ์เชษฐ, ม.ป.ป.)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณหนอนแดงและคุณภาพน้ำในการเลี้ยงด้วยวิธีวิเคราะห์ด้วยวาเรียนซ์ (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1) การศึกษาผลของความเค็มต่อการเพิ่มปริมาณหนอนแดงที่ความเค็มแตกต่างกันพบว่า

ในการศึกษาผลของความเค็มต่อการผลิตหนอนแดง ที่ระดับความเค็ม 0,10,15,20,25,30, และ 35 psu พบว่า ปริมาณของหนอนแดงเฉลี่ย 128 ± 125.3 , 186 ± 137.4 , 372 ± 334.1 , 268 ± 127.6 , 219 ± 244.4 , 249 ± 96.2 และ 148 ± 76.0 ตัว ตามลำดับ โดยปริมาณของหนอนแดงทั้ง 7 ชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ในชุดการทดลองที่ 3 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของปริมาณหนอนแดงมากกว่าชุดการทดลองอื่น(ตารางที่ 1 และภาพที่ 1) โดยชุดการทดลองที่ 3 มีปริมาณหนอนแดงเฉลี่ย 372 ± 334.1 ตัว จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ระดับความเค็มของน้ำตามชุดการทดลองจะมีการเพิ่มของปริมาณหนอนแดงตั้งแต่ชุดการทดลองที่ 1 คือระดับความเค็มที่ 0 psu จนถึงชุดการทดลองที่ 3 คือระดับความเค็มที่ 15 psu จะมีปริมาณหนอนแดงเฉลี่ยมากที่สุด และเมื่อเพิ่มระดับความเค็มสูงจาก 15 psu พบว่า ปริมาณหนอนแดงลดลง ($P > 0.05$)

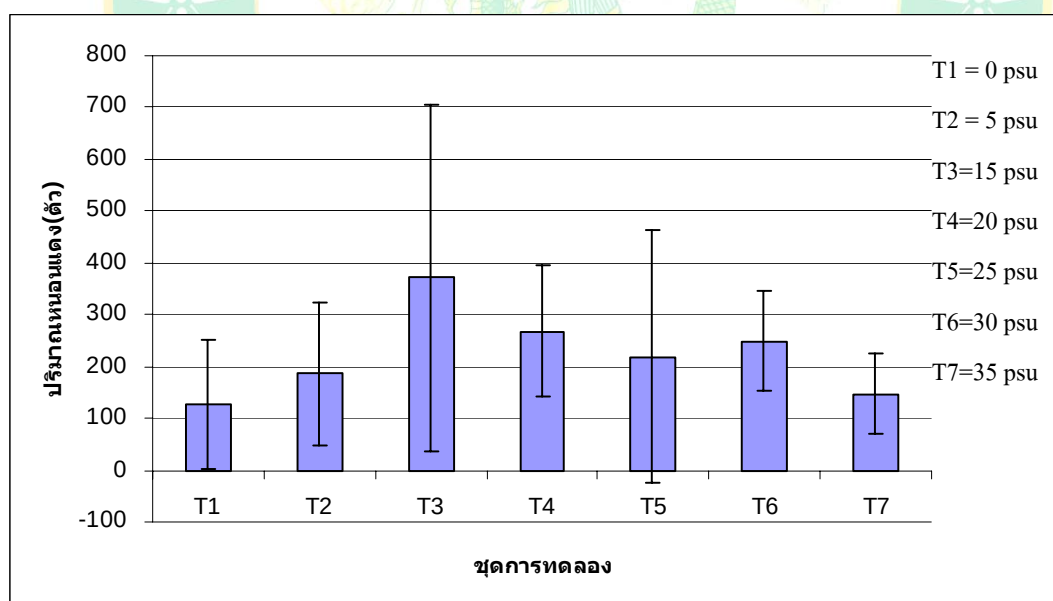
งานวิจัยของนิทัศน์ และศุภมมงคล, (2548) ได้ศึกษาในเรื่อง ผลของความเค็มต่ออัตราการฟักของตัวอ่อนหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15 และ 20 ส่วนในพัน ปรากฏว่าตัวอ่อนหนอนแดงมีอัตราการฟักเฉลี่ย 91.82 ± 3.21 , 90.05 ± 2.51 , 34.78 ± 6.38 , 3.74 ± 0.35 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยตัวอ่อนหนอนแดงที่ฟักด้วยความเค็ม 0 และ 5 ส่วนในพัน มีอัตราการฟักเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ที่ระดับความเค็ม 10, 15 และ 20 ส่วนในพัน มีอัตราการฟักเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติในทุกระดับความเค็ม และแตกต่างจากความเค็ม 0 และ 5 ส่วนในพัน ($p < 0.05$) เมื่อความเค็มสูงขึ้นทำให้พัฒนาการของตัวอ่อนหนอนแดงช้าลง และหยุดพัฒนาการที่ระดับความเค็ม 20 ส่วนในพัน จากการศึกษาครั้งนี้สรุปว่าความเค็มที่เหมาะสมในการฟักของตัวอ่อนหนอนแดงอยู่ในช่วง 0-5 ส่วนในพัน

จากการศึกษาผลของความเค็มต่อการผลิตหนอนแดงในระดับความเค็มแตกต่างกัน สรุปได้ว่า ที่ระดับความเค็ม 15 psu มีปริมาณหนอนแดงมากที่สุด แต่ในงานวิจัยของนิทัศน์และศุภมมงคล มีผลที่แตกต่างกัน คือ ความเค็มที่เหมาะสมในการฟักของตัวอ่อนหนอนแดงอยู่ในช่วง 0-5 psu แสดงว่า ในการเลี้ยงหนอนแดงต้องขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ที่รีนน้ำอาศัยอยู่และรีนน้ำอาจมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพพื้นที่ เพื่อที่จะวางไข่และให้ตัวอ่อนของหนอนแดงอาศัยอยู่ได้ (ทนา, 2523)

ตารางที่ 1 ปริมาณของหนอนแดงเฉลี่ยที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน

ชุดการทดลองที่	ปริมาณหนอนแดงเฉลี่ย(ตัว)ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน
1	127.6±125.3 ^a
2	185.8±137.4 ^a
3	371.6±334.09 ^a
4	267.8±127.62 ^a
5	219±244.36 ^a
6	249±96.18 ^a
7	147.6±76.01 ^a
P- Value	0.441

หมายเหตุ อักษร a ที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)



ภาพที่ 1 ปริมาณหนอนแดงเฉลี่ย (ตัว) ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน

2) การศึกษาคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกันพบว่า

อุณหภูมิของน้ำ

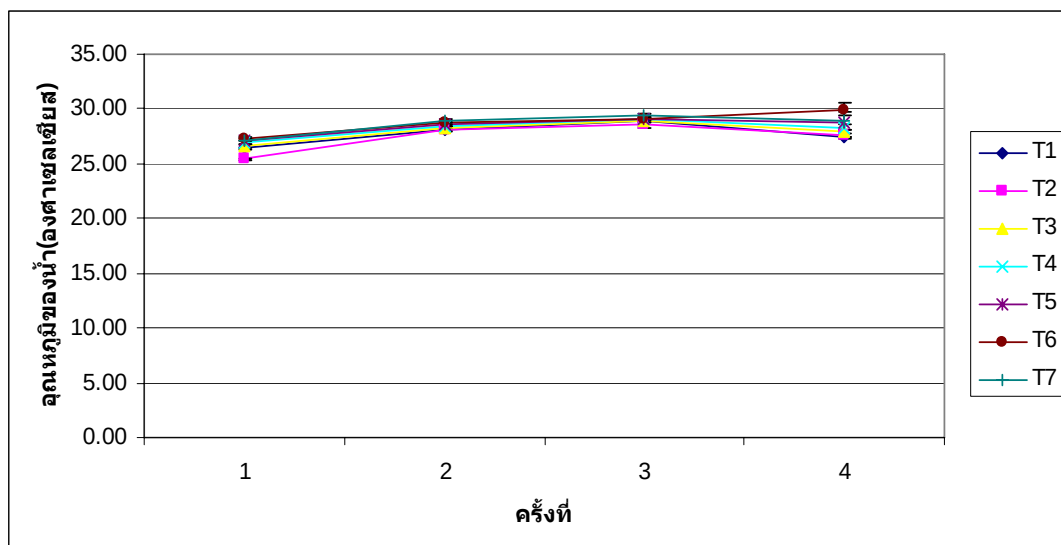
อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยในการทดลองมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 28.74 ± 0.290 องศาเซลเซียส และมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 27.68 ± 0.203 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยทั้ง 7 ชุดการทดลอง พบว่า อุณหภูมิของน้ำตลอดการเลี้ยงมีค่าเท่ากับ 27.73 ± 0.073 , 27.68 ± 0.203 , 27.89 ± 0.061 , 28.20 ± 0.144 , 28.39 ± 0.302 , 28.74 ± 0.290 และ 28.62 ± 0.368 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 2) โดยทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าอุณหภูมิ อยู่ในช่วง 27-28 องศาเซลเซียส ทั้ง 7 ชุดการทดลองถือว่าอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งขาว ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ที่ 28-33 องศาเซลเซียส (ชัชวาล, 2551)

ตารางที่ 2 อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิน้ำเฉลี่ย(องศาเซลเซียส)ในการเลี้ยงหนอนแดง ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน				
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	ค่าเฉลี่ยรวม
T1	26.40 ± 0.10^a	28.14 ± 0.054^a	29.00 ± 0.070^b	27.40 ± 0.070^a	27.73 ± 0.073
T2	26.42 ± 0.010^a	28.12 ± 0.148^a	28.62 ± 0.376^a	27.56 ± 0.181^a	27.68 ± 0.203
T3	26.54 ± 0.054^a	28.22 ± 0.083^a	28.94 ± 0.054^b	27.86 ± 0.054^{ab}	27.89 ± 0.061
T4	26.92 ± 0.148^b	28.46 ± 0.044^b	29.12 ± 0.192^b	28.32 ± 0.192^{bc}	28.20 ± 0.144
T5	27.10 ± 0.223^{bc}	28.56 ± 0.194^{bc}	29.12 ± 0.194^b	28.80 ± 0.628^{cd}	28.39 ± 0.302
T6	27.24 ± 0.114^c	28.63 ± 0.164^c	29.12 ± 0.349^b	29.98 ± 0.535^d	28.74 ± 0.290
T7	27.14 ± 0.336^{bc}	27.14 ± 0.336^{bc}	29.46 ± 0.181^c	28.94 ± 0.823^c	28.62 ± 0.368

หมายเหตุ อักษร a, b, c, d, e ที่ไม่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 2 อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน



ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

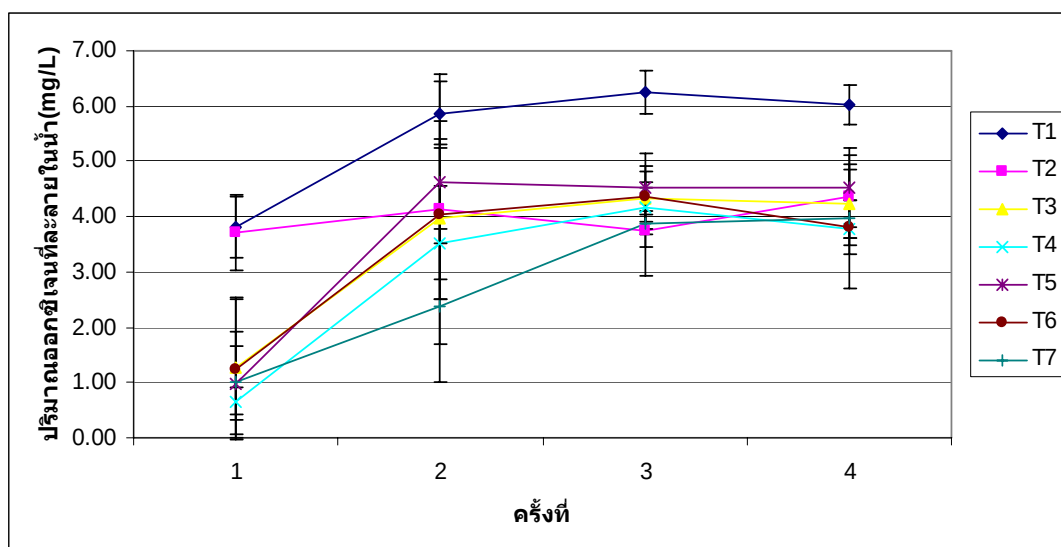
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในการทดลองโดยมีค่าเฉลี่ยทั้ง 7 ชุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 5.48 ± 0.463 , 3.98 ± 1.289 , 3.44 ± 0.914 , 3.02 ± 0.707 , 3.66 ± 0.776 , 3.35 ± 0.876 และ 2.81 ± 0.893 (mg/L) ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 3) ทั้ง 7 ชุดการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณของออกซิเจนละลายในน้ำในชุดการทดลองที่ 1 จะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าชุดการทดลองอื่น เพราะมีระดับของความเค็มที่น้อยกว่าชุดการทดลองทั้ง 6 ชุดการทดลอง เนื่องจากในชุดการทดลองอื่นๆ มีความเค็มที่สูง และน้ำมีความหนืดสูง ทำให้การแพร่ของอากาศเข้า และออกจากรูน้ำเป็นไปได้ยาก (วิรัช, 2544) จึงทำให้ในชุดการทดลองที่ 1 มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าชุดอื่นๆ และ DO อยู่ในเกณฑ์ 2-5 mg/L ซึ่งสัตว์น้ำสามารถอาศัยอยู่ได้ (ชัชวาล, 2551)

ตารางที่ 3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(mg/L)ในการเลี้ยงหนอนแดง				
	ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน				ค่าเฉลี่ยรวม
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	
T1	3.82 ± 0.552^b	5.87 ± 0.562^c	6.23 ± 0.387^b	6.01 ± 0.351^b	5.48 ± 0.463
T2	3.71 ± 1.679^b	4.12 ± 2.436^{abc}	3.75 ± 0.282^a	4.36 ± 0.761^a	3.98 ± 1.289
T3	1.27 ± 1.266^a	3.96 ± 1.439^{ab}	4.32 ± 0.216^a	4.22 ± 0.735^a	3.44 ± 0.914
T4	0.66 ± 0.242^a	3.52 ± 1.025^{ab}	4.15 ± 0.462^a	3.78 ± 1.073^a	3.02 ± 0.707
T5	0.98 ± 0.666^a	4.61 ± 1.104^{bc}	4.52 ± 0.621^a	4.54 ± 0.713^a	3.66 ± 0.776
T6	1.23 ± 1.271^a	4.04 ± 1.190^{abc}	4.34 ± 0.562^a	3.81 ± 0.481^a	3.35 ± 0.876
T7	1.00 ± 0.919^a	2.39 ± 1.374^a	3.88 ± 0.942^a	3.97 ± 0.341^a	2.81 ± 0.893

หมายเหตุ อักษร a, b, c, d, e ที่ไม่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(mg/L)ในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน



ความเป็นกรด-ด่าง

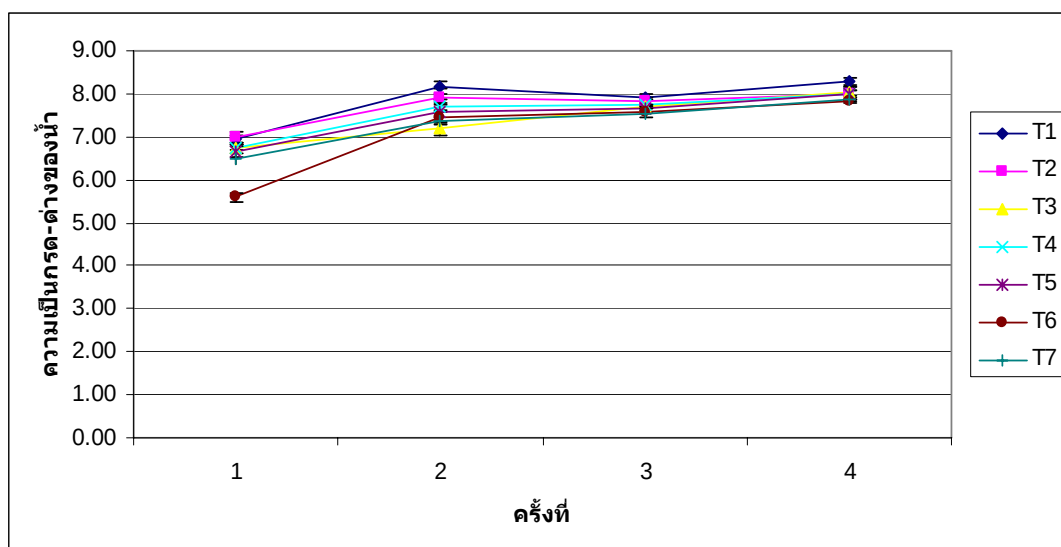
ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำในการทดลอง มีค่าเฉลี่ยทั้ง 7 ชุดการทดลอง เท่ากับ 7.82 ± 0.089 , 7.67 ± 0.125 , 7.57 ± 0.089 , 7.53 ± 0.127 , 7.46 ± 0.140 , 7.35 ± 0.097 และ 7.30 ± 0.083 ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 4) ทั้ง 7 ชุดการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากการทดลองพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.3-7.82 ถือว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ในการทดลอง ค่าความเป็นกรด-ด่างทั้ง 7 ชุดการทดลอง มีค่าต่างกันไม่เกิน 2 หน่วย และมีแนวโน้มตลอดการทดลองไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งคุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงหนอนแดงมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 6.5 - 8.5 (ทนา, 2523) ดังนั้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำที่ทำการทดลองครั้งนี้มีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงหนอนแดง

ตารางที่ 4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ความเป็นกรด- ด่างของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดง ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน				
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	ค่าเฉลี่ยรวม
T1	6.94 ± 0.077^a	8.14 ± 0.135^d	7.93 ± 0.07^c	8.29 ± 0.077^d	7.82 ± 0.089
T2	6.97 ± 0.131^a	7.91 ± 0.185^c	7.80 ± 0.091^d	8.00 ± 0.096^{bc}	7.67 ± 0.125
T3	6.75 ± 0.055^c	7.79 ± 0.156^c	7.71 ± 0.046^{cd}	8.05 ± 0.099^c	7.57 ± 0.089
T4	6.72 ± 0.100^{bc}	7.71 ± 0.140^{bc}	7.73 ± 0.118^{cd}	7.99 ± 0.165^{bc}	7.53 ± 0.127
T5	6.66 ± 0.141^{bc}	7.56 ± 0.221^{ab}	7.67 ± 0.087^{bc}	7.98 ± 0.114^{bc}	7.46 ± 0.140
T6	6.59 ± 0.085^a	7.44 ± 0.159^a	7.56 ± 0.107^{ab}	7.82 ± 0.037^a	7.35 ± 0.097
T7	6.48 ± 0.104^a	7.35 ± 0.067^a	7.52 ± 0.078^a	7.86 ± 0.085^a	7.30 ± 0.083

หมายเหตุ อักษร a, b, c, d, e ที่ไม่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน



ความเป็นต่างของน้ำ

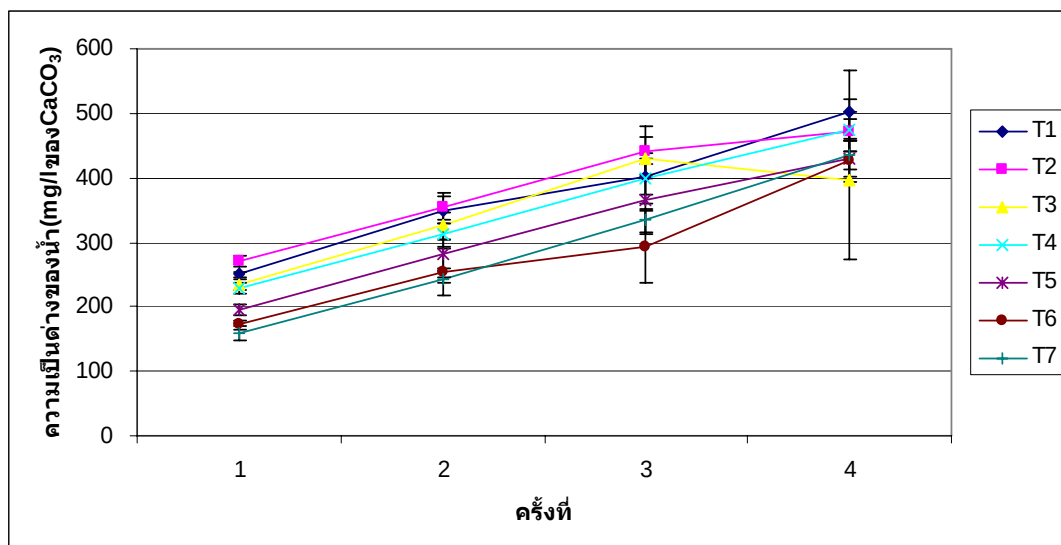
ค่าความเป็นต่างของน้ำในการทดลองมีค่าเฉลี่ยทั้ง 7 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 376.4 ± 28.953 , 384.9 ± 24.557 , 346.9 ± 46.343 , 353.3 ± 20.399 , 318.2 ± 28.424 , 286.2 ± 32.384 และ 292.7 ± 14.332 mg/L ของ CaCO_3 ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 5) ชุดการทดลองทั้งหมดจะมีค่าความเป็นต่างสูงโดยค่าความเป็นต่างที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงหนอนแดงอยู่ที่ 50-300 mg/L (ทนา, 2523)

ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ถึงจะมีค่าความเป็นต่างที่สูงหนอนแดงก็สามารถอาศัยอยู่ได้ ดังนั้นในการเลี้ยงหนอนแดงเพื่อเป็นอาหารให้กับลูกกุ้งขาวในเรื่องของค่าความเป็นต่างก็ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณหนอนแดง แต่ค่าความเป็นต่างจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำในด้านการสร้างเปลือกและการลอกคราบ (การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม, 2551)

ตารางที่ 5 ค่าความเป็นต่างของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าความเป็นต่างของน้ำ (mg/L ของ CaCO_3) ในการเลี้ยงหนอนแดง ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน				ค่าเฉลี่ยรวม
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	
T1	250.0 ± 3.464^c	349.6 ± 21.419^c	402.8 ± 28.057^{cd}	503.2 ± 62.874^b	376.4 ± 28.953
T2	271.2 ± 7.820^f	355.6 ± 21.605^c	441.2 ± 37.804^d	471.6 ± 30.996^{ab}	384.9 ± 24.557
T3	233.6 ± 7.924^d	326 ± 20.976^{de}	430.4 ± 31.508^d	397.6 ± 124.967^a	346.9 ± 46.343
T4	228.8 ± 8.074^d	311.6 ± 18.541^{cd}	398.4 ± 38.894^{cd}	474.4 ± 16.087^{ab}	353.3 ± 20.399
T5	195.2 ± 9.011^c	282.4 ± 22.600^{bc}	366 ± 54.790^{bc}	429.2 ± 27.298^{ab}	318.2 ± 28.424
T6	172.0 ± 6.164^b	254 ± 36.359^{ab}	292.8 ± 55.328^a	426 ± 31.686^{ab}	286.2 ± 32.384
T7	158.8 ± 10.545^a	241.6 ± 5.176^a	334.4 ± 18.242^{ab}	436 ± 23.366^{ab}	292.7 ± 14.332

หมายเหตุ อักษร a, b, c, d, e, f ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 5 ค่าความแตกต่างของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน



ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

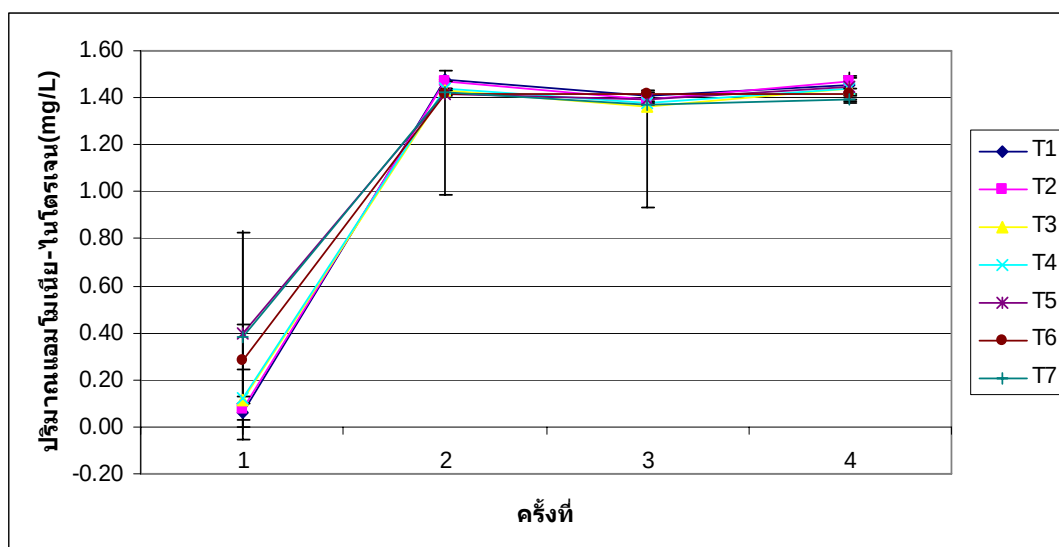
ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำในการทดลองโดยมีค่าเฉลี่ยทั้ง 7 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 1.10 ± 0.029 , 1.10 ± 0.021 , 1.08 ± 0.037 , 1.09 ± 0.052 , 1.17 ± 0.127 , 1.13 ± 0.050 และ 1.14 ± 0.118 mg/L ตามลำดับ(ตารางที่ 6 และภาพที่ 6) ซึ่งจากข้อมูลที่ทำการศึกษาพบว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง โดยครั้งที่ 2 จะมีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นสูงกว่าครั้งอื่นๆ เพราะว่าอาหารที่หมักเริ่มย่อยสลาย จึงทำให้ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูงขึ้น

ในการทดลองครั้งนี้ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำมีปริมาณที่สูงเนื่องจากการทดลองไม่ได้มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำจึงทำให้มี ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำเพิ่มสูงขึ้น แต่การทดลองเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกันหนอนแดงสามารถเจริญอาศัยอยู่ได้ ซึ่งปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่สัตว์น้ำสามารถทนได้อยู่ที่ปริมาณ 1 mg/L (ชัชวาล, 2551) ดังนั้นจากผลการทดลองมีค่าเฉลี่ยรวมของปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.08 ± 0.037 ถึง 1.17 ± 0.127 mg/L หนอนแดงสามารถอาศัยอยู่ได้

ตารางที่ 6 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำ(mg/L)ในการเลี้ยงหนอนแดง				
	ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน				ค่าเฉลี่ยรวม
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	
T1	0.06 ± 0.033^a	1.47 ± 0.038^c	1.41 ± 0.014^c	1.45 ± 0.033^b	1.10 ± 0.029
T2	0.07 ± 0.018^a	1.46 ± 0.020^{bc}	1.39 ± 0.011^{bc}	1.46 ± 0.038^b	1.10 ± 0.021
T3	0.11 ± 0.084^a	1.42 ± 0.016^a	1.36 ± 0.019^a	1.44 ± 0.031^b	1.08 ± 0.037
T4	0.12 ± 0.121^a	1.44 ± 0.028^{ab}	1.37 ± 0.006^a	1.44 ± 0.053^b	1.09 ± 0.052
T5	0.4 ± 0.431^a	1.42 ± 0.026^a	1.39 ± 0.016^{bc}	1.45 ± 0.035^b	1.17 ± 0.127
T6	0.28 ± 0.152^a	1.42 ± 0.010^a	1.41 ± 0.017^c	1.41 ± 0.024^{ab}	1.13 ± 0.050
T7	0.38 ± 0.440^a	1.43 ± 0.010^a	1.37 ± 0.008^a	1.39 ± 0.015^a	1.14 ± 0.118

หมายเหตุ อักษร a, b, c ที่ไม่เหมือนกันในแนวนั้น หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < 0.05$)



ภาพที่ 6 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน



ปริมาณไนโตรเจนในน้ำ

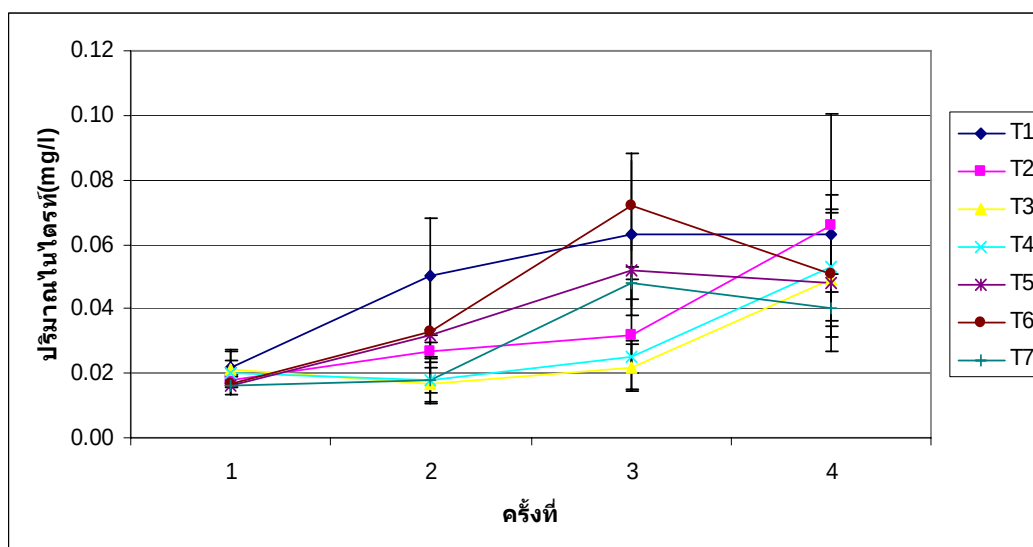
ปริมาณไนโตรเจนในน้ำในการทดลองโดยมีค่าเฉลี่ยทั้ง 7 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 0.05 ± 0.015 , 0.04 ± 0.014 , 0.03 ± 0.010 , 0.03 ± 0.007 , 0.04 ± 0.012 , 0.04 ± 0.010 และ 0.03 ± 0.005 mg/L ตามลำดับ (ตารางที่ 7 และภาพที่ 7)

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีปริมาณของไนโตรเจนอยู่ในระดับต่ำซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของหนอนแดง แต่ถ้าปริมาณของไนโตรเจนในน้ำมีค่ามากกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร จะส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำ (วิรัช, 2544) และอาจส่งผลทำให้ปริมาณหนอนแดงลดลง

ตารางที่ 7 ปริมาณไนโตรเจนในน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ปริมาณไนโตรเจนในน้ำ(mg/l)ในการเลี้ยงหนอนแดง ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน				
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	ค่าเฉลี่ยรวม
T1	0.02 ± 0.005^b	0.05 ± 0.018^b	0.06 ± 0.025^{cd}	0.06 ± 0.012^a	0.05 ± 0.015
T2	0.02 ± 0.002^{ab}	0.03 ± 0.002^a	0.03 ± 0.017^{ab}	0.07 ± 0.035^a	0.04 ± 0.014
T3	0.02 ± 0.006^b	0.02 ± 0.005^a	0.02 ± 0.007^a	0.05 ± 0.022^a	0.03 ± 0.010
T4	0.02 ± 0.004^{ab}	0.02 ± 0.004^a	0.03 ± 0.005^a	0.05 ± 0.017^a	0.03 ± 0.007
T5	0.01 ± 0.003^a	0.03 ± 0.018^a	0.05 ± 0.011^c	0.05 ± 0.017^a	0.04 ± 0.012
T6	0.01 ± 0.002^{ab}	0.03 ± 0.007^a	0.07 ± 0.014^d	0.05 ± 0.016^a	0.04 ± 0.010
T7	0.02 ± 0.003^a	0.02 ± 0.006^a	0.05 ± 0.005^{bc}	0.04 ± 0.005^a	0.03 ± 0.005

หมายเหตุ อักษร a, b, c, d ที่ไม่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 7 ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจนของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน



ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ

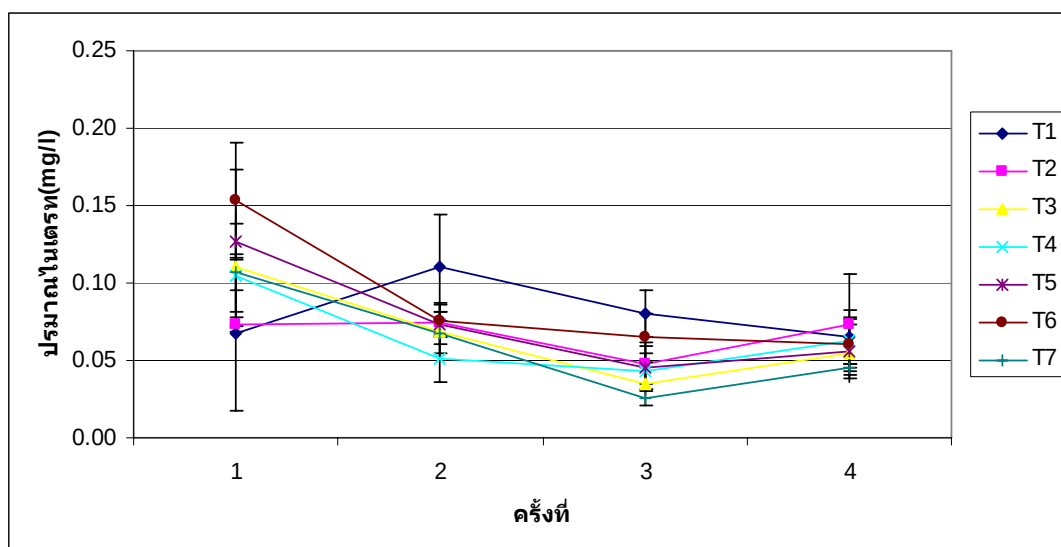
ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำในการทดลอง มีค่าเฉลี่ยทั้ง 7 ชุดการทดลอง เท่ากับ 0.08 ± 0.029 , 0.06 ± 0.015 , 0.07 ± 0.020 , 0.07 ± 0.019 , 0.08 ± 0.023 , 0.09 ± 0.020 และ 0.06 ± 0.008 mg/L ตามลำดับ(ตารางที่ 8 และภาพที่ 8)

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าสูงในช่วงเริ่มต้นการทดลอง แต่ในครั้งที่ 2 จนถึงสิ้นสุดการทดลอง มีปริมาณ ไนเตรท-ไนโตรเจน ลดลง เนื่องจากในภาวะที่ออกซิเจนต่ำ ไนเตรท-ไนโตรเจนจะเปลี่ยนรูปกลับเป็นไนไตรท์-ไนโตรเจน โดยปฏิกิริยานิทริฟิเคชัน ซึ่งมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ(วิรัช, 2544) แต่ในการทดลองมีปริมาณของไนไตรท์-ไนโตรเจนที่น้อยกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งไม่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ และอาจไม่มีผลต่อการดำรงชีวิตของหนอนแดงเนื่องจากปริมาณออกซิเจนละลายน้ำตลอดการทดลองอยู่ที่ 2-5 mg/L

ตารางที่ 8 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ปริมาณ ไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำ(mg/l)ในการเลี้ยงหนอนแดง ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน				
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	ค่าเฉลี่ยรวม
T1	0.07 ± 0.050^a	0.11 ± 0.034^b	0.08 ± 0.015^c	0.07 ± 0.018^{ab}	0.08 ± 0.029
T2	0.07 ± 0.005^a	0.07 ± 0.008^a	0.05 ± 0.014^b	0.04 ± 0.033^b	0.06 ± 0.015
T3	0.11 ± 0.035^{ab}	0.07 ± 0.018^a	0.04 ± 0.008^{ab}	0.06 ± 0.019^{ab}	0.07 ± 0.020
T4	0.11 ± 0.033^{ab}	0.05 ± 0.014^a	0.04 ± 0.012^{ab}	0.06 ± 0.015^{ab}	0.07 ± 0.019
T5	0.13 ± 0.046^b	0.07 ± 0.013^a	0.05 ± 0.014^b	0.06 ± 0.018^{ab}	0.08 ± 0.023
T6	0.15 ± 0.038^b	0.08 ± 0.011^a	0.07 ± 0.016^c	0.06 ± 0.015^{ab}	0.09 ± 0.020
T7	0.11 ± 0.011^{ab}	0.08 ± 0.011^a	0.03 ± 0.005^a	0.05 ± 0.002^a	0.06 ± 0.008

หมายเหตุ อักษร a, b, c ที่ไม่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < 0.05$)



ภาพที่ 8 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำในการเลี้ยงหอยนางรมที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน



เอกสารอ้างอิง

- ทนา ดวงสวัสดิ์. 2523. หนอนแดง. วารสารการประมง 33 (2) : 215 - 218 วารสารสัตว์น้ำ ปีที่ 13 ฉบับที่ 155 ประจำเดือนกรกฎาคม 2545.
- ลำรวย เสรีจกิจ. 2532. การผลิตหนอนแดงในบ่อซีเมนต์. คู่มือเกษตรกรฉบับที่ 8 งานผลิตอาหารธรรมชาติกลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง 12 หน้า.
- เจลีชว กุวังคะดิลก. 2537. วงจรชีวิตและวิธีเพาะเลี้ยงหนอนแดง (*Chironomus plumosus*) ในห้องทดลอง. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 28: 535-544.
- พงศ์เชษฐ พิชิตกุล. ม.ป.ป. เอกสารประกอบการสอนการวิเคราะห์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 82 หน้า.
- เทคนิคการเพาะเลี้ยงและการใช้หนอนแดง. ม.ป.ป. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 29 พฤษภาคม จาก : <http://home.kku.ac.th/pracha/Food.htm#4>
- นิทัศน์ ทิพย์กองกลาง. 2548. ผลของความถี่ต่ออัตราการฟักของตัวอ่อนหนอนแดง. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุพรรณบุรี. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 29 พฤษภาคม จาก http://www.nicaonline.com/articles10/site/view_article.asp?idarticle=1411-12k
- วิรัช จิวแหยม. 2544. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 166 หน้า
- ณัฐวรรณ์ ปภาวสิทธิ์. 2550. การกินอาหารของสัตว์ทะเลหน้าดิน. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 22. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 29 พฤษภาคม จาก <http://www.guru.sanook.com/.../การกินอาหารของสัตว์ทะเลหน้าดิน/>
- คุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. 2552. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 30 พฤษภาคม จาก : <http://www.thaishrimp-km.blogspot.com/2009/03/1.html>
- ชัชวาล อินทมนตรี. 2551. คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งทะเล. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 30 พฤษภาคม จาก: http://www.aquathai.org/images/.../sciencearticle_article41_file50.doc

การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม. 2551. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 30 พฤษภาคม

จาก <http://www.kungthai.com%204.htm>

บุญชัย กิจสัมฤทธิ์โรจ. 2541. หลักการใช้และให้อาหารปลากุ้ง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ
กรมประมง 127 หน้า.

บริษัท ไทยฟู้ดส์ อินเตอร์เนชั่นแนลจำกัด.2551.ยีสต์สกัด.[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 29 พฤษภาคม

จาก [http:// www.thaifoods.co.th/thai/ye.php](http://www.thaifoods.co.th/thai/ye.php)





ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะการทำการทดลอง



ภาพผนวกที่ 2 เครื่องให้อากาศ(AIRPUMP)



ภาพผนวกที่ 3 ถังพักน้ำเค็ม



ภาพผนวกที่ 4 ลักษณะการปรับความเข้มข้นของน้ำเค็ม



ภาพผนวกที่ 5 สายให้อากาศ



ภาพผนวกที่ 6 เครื่องวัดความเค็ม(Refracto Salinometer)



ภาพผนวกที่ 7 อุปกรณ์วัดค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และอุณหภูมิ (Do meter)



ภาพผนวกที่ 8 อุปกรณ์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)



ภาพผนวกที่ 9 เครื่อง spectro photometer



ภาพผนวกที่ 10 การเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำ



ภาพผนวกที่ 11 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง



(A)

(B)



(C)



(D)

ภาพผนวกที่ 12 ปลาป่น(A),รำข้าว(B),กากน้ำตาล(C) และยีสต์(D)



ภาพผนวกที่ 13 วิธีการชั่งอาหารเพื่อทำการหมักอาหาร



ภาพผนวกที่ 14 อาหารที่หมักไว้พร้อมที่จะเป็นอาหารของหนอนแดง



ภาพผนวกที่ 15 ลักษณะของรึ้นน้ำที่มาจากไข่



ภาพผนวกที่ 16 รังของหนอนแดงเมื่ออายุ 12 วัน



ภาพผนวกที่ 17 รังของหนอนแดงและหนอนแดงที่ออกมาจากรังเมื่ออายุ 16 วัน



ภาพผนวกที่ 18 การเก็บเกี่ยวหนอนแดงโดยการกรองด้วยผ้ากรอง



ภาพผนวกที่ 19 วิธีการนับหนอนแดง



ภาพผนวกที่ 20 ลักษณะของหนอนแดงที่ได้จากการทดลอง

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณหนอนแดงในการเลี้ยงที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน

ปริมาณหนอนแดง		ปริมาณหนอนแดง		ปริมาณหนอนแดง		ปริมาณหนอนแดง	
ชุดการทดลอง	(ตัว)	ชุดการทดลอง	(ตัว)	ชุดการทดลอง	(ตัว)	ชุดการทดลอง	(ตัว)
T1R1	6	T3R1	54	T5R1	611	T7R1	173
T1R2	327	T3R2	343	T5R2	125	T7R2	225
T1R3	50	T3R3	761	T5R3	39	T7R3	200
T1R4	161	T3R4	660	T5R4	24	T7R4	41
T1R5	94	T3R5	40	T5R5	296	T7R5	99
ค่าเฉลี่ย	127.6	ค่าเฉลี่ย	371.6	ค่าเฉลี่ย	219	ค่าเฉลี่ย	147.6
standeviation	125.31	standeviation	334.09	standeviation	244.36	standeviation	76.01
T2R1	214	T4R1	135	T6R1	225		
T2R2	25	T4R2	143	T6R2	253		
T2R3	239	T4R3	422	T6R3	347		
T2R4	79	T4R4	282	T6R4	101		
T2R5	372	T4R5	357	T6R5	319		
ค่าเฉลี่ย	185.8	ค่าเฉลี่ย	267.8	ค่าเฉลี่ย	249		
standeviation	137.44	standeviation	127.62	standeviation	96.18		

หมายเหตุ T คือ ชุดการทดลอง R คือจำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 0 psu

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Do (mg/L)	pH	ความเป็นด่าง (mg/L)	แอมโมเนีย (mg/L)	ไนไตรท์ (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)
1	T1R1	26.5	4.02	6.83	252	0.05	0.03	0.02
	T1R2	26.4	4.38	7.02	252	0.12	0.02	0.14
	T1R3	26.3	3.41	6.9	252	0.04	0.02	0.09
	T1R4	26.3	4.12	6.98	244	0.05	0.02	0.06
	T1R5	26.5	3.08	6.99	250	0.06	0.03	0.03
	ค่าเฉลี่ย	26.4	3.82	6.94	250	0.06	0.02	0.07
	standeviation	0.1	0.552	0.077	3.464	0.033	0.005	0.050
2	T1R1	28.2	5.19	8.23	336	1.45	0.08	0.16
	T1R2	28.1	6.58	8.21	324	1.48	0.03	0.14
	T1R3	28.1	6.06	8.31	358	1.49	0.05	0.10
	T1R4	28.1	6.12	8.12	380	1.46	0.04	0.08
	T1R5	28.2	5.42	7.95	350	1.53	0.06	0.08
	ค่าเฉลี่ย	28.14	5.87	8.14	349.6	1.48	0.05	0.11
	standeviation	0.054	0.562	0.135	21.419	0.039	0.018	0.034

หมายเหตุ T คือ ชุดการทดลอง R คือจำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Do (mg/L)	pH	ความเป็นด่าง (mg/L)	แอมโมเนีย (mg/L)	ไนไตรท์ (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)
3	T1R1	29.1	6.36	7.94	416	1.44	0.06	0.08
	T1R2	28.9	6.22	7.86	394	1.40	0.05	0.08
	T1R3	29	6.8	8.04	400	1.42	0.05	0.07
	T1R4	29	6.06	7.93	440	1.40	0.05	0.07
	T1R5	29	5.75	7.88	364	1.41	0.10	0.11
	ค่าเฉลี่ย	29	6.23	7.93	402.8	1.41	0.06	0.08
	standeviation	0.070	0.387	0.07	28.057	0.014	0.025	0.015
4	T1R1	27.4	6.25	8.37	510	1.46	0.08	0.07
	T1R2	27.3	6.49	8.38	420	1.50	0.07	0.09
	T1R3	27.4	5.88	8.23	502	1.42	0.06	0.06
	T1R4	27.4	5.84	8.3	488	1.43	0.05	0.05
	T1R5	27.5	5.61	8.21	596	1.46	0.06	0.06
	ค่าเฉลี่ย	27.4	6.01	8.29	503	1.45	0.06	0.07
	standeviation	0.070	0.351	0.078	62.874	0.034	0.012	0.018

หมายเหตุ T คือ ชุดการทดลอง R คือจำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 3 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหนอนแดงที่ระดับความเค็ม 5 psu

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Do (mg/L)	pH	ความเป็นด่าง (mg/L)	แอมโมเนีย (mg/L)	ไนไตรท์ (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)
1	T2R1	26.4	1.13	6.8	264	0.05	0.02	0.07
	T2R2	26.3	3.32	6.97	276	0.09	0.02	0.08
	T2R3	26.4	4.21	6.98	280	0.08	0.02	0.07
	T2R4	26.6	5.7	7.17	262	0.08	0.02	0.07
	T2R5	26.4	4.22	6.97	274	0.07	0.02	0.07
	ค่าเฉลี่ย	26.4	3.72	6.99	271.2	0.08	0.02	0.07
	standeviation	0.110	1.679	0.131	7.823	0.019	0.002	0.005
2	T2R1	27.9	0.64	7.65	370	1.50	0.03	0.08
	T2R2	28.1	2.79	7.8	380	1.46	0.02	0.06
	T2R3	28.2	4.96	7.99	362	1.44	0.03	0.07
	T2R4	28.3	6.88	8.06	334	1.47	0.03	0.08
	T2R5	28.1	5.36	8.08	332	1.46	0.03	0.08
	ค่าเฉลี่ย	28.1	4.13	7.92	355.6	1.47	0.03	0.07
	standeviation	0.148	2.436	0.185	21.605	0.020	0.002	0.008

หมายเหตุ T คือ ชุดการทดลอง R คือจำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Do (mg/L)	pH	ความเป็นด่าง (mg/L)	แอมโมเนีย (mg/L)	ไนไตรท์ (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)
3	T2R1	29	4.94	7.76	466	1.40	0.05	0.07
	T2R2	28.8	3.03	7.7	490	1.39	0.05	0.05
	T2R3	28	2.73	7.87	430	1.39	0.01	0.03
	T2R4	28.6	4.7	7.93	392	1.40	0.02	0.05
	T2R5	28.7	3.35	7.78	428	1.42	0.02	0.05
	ค่าเฉลี่ย	28.6	3.75	7.81	441.2	1.40	0.03	0.05
	standeviation	0.377	0.283	0.092	37.804	0.011	0.017	0.014
4	T2R1	27.4	4.62	8.06	464	1.47	0.05	0.05
	T2R2	27.4	3.36	7.9	520	1.43	0.06	0.06
	T2R3	27.5	3.79	7.96	480	1.53	0.06	0.06
	T2R4	27.8	5.2	7.95	456	1.44	0.13	0.13
	T2R5	27.7	4.83	8.14	438	1.48	0.04	0.06
	ค่าเฉลี่ย	27.6	4.36	8.00	471.6	1.47	0.07	0.07
	standeviation	0.182	0.761	0.097	30.996	0.039	0.035	0.033

หมายเหตุ T คือ ชุดการทดลอง R คือจำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 4 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยนางรมที่ระดับความเค็ม 15 psu

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Do (mg/L)	pH	ความเป็นด่าง (mg/L)	แอมโมเนีย (mg/L)	ไนไตรท์ (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)
1	T3R1	26.6	0.78	6.81	234	0.05	0.02	0.14
	T3R2	26.5	0.72	6.72	244	0.18	0.03	0.11
	T3R3	26.5	0.69	6.71	236	0.6	0.01	0.14
	T3R4	26.6	3.54	6.82	232	0.23	0.02	0.06
	T3R5	26.5	0.65	6.71	222	0.07	0.02	0.11
	ค่าเฉลี่ย	26.5	1.28	6.75	233.6	0.12	0.02	0.11
	standeviation	0.055	1.266	0.056	7.925	0.084	0.006	0.035
2	T3R1	28.1	5.46	7.95	320	1.44	0.02	0.07
	T3R2	28.2	3.44	7.73	348	1.43	0.01	0.05
	T3R3	28.3	1.73	7.55	322	1.42	0.03	0.09
	T3R4	28.3	4.58	7.89	344	1.44	0.02	0.08
	T3R5	28.2	4.6	7.83	396	1.41	0.01	0.06
	ค่าเฉลี่ย	28.2	3.96	7.79	326	1.43	0.02	0.07
	standeviation	0.083	1.439	0.157	20.976	0.017	0.006	0.018

หมายเหตุ T คือ ชุดการทดลอง R คือจำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Do (mg/L)	pH	ความเป็นด่าง (mg/L)	แอมโมเนีย (mg/L)	ไนไตรท์ (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)
3	T3R1	28.9	4.58	7.73	418	1.39	0.03	0.05
	T3R2	28.9	4.24	7.68	422	1.35	0.02	0.03
	T3R3	28.9	4.11	7.78	472	1.34	0.02	0.03
	T3R4	29	4.52	7.7	450	1.37	0.03	0.03
	T3R5	29	4.15	7.66	390	1.38	0.01	0.02
	ค่าเฉลี่ย	28.9	4.32	7.71	430.4	1.37	0.02	0.03
	standeviation	0.055	0.126	0.047	31.509	0.019	0.007	0.008
4	T3R1	27.9	4.64	7.95	438	1.48	0.05	0.06
	T3R2	27.9	3.34	7.99	466	1.43	0.04	0.05
	T3R3	27.8	3.51	8.06	180	1.44	0.05	0.05
	T3R4	27.8	4.84	8.21	490	1.45	0.08	0.08
	T3R5	27.9	4.79	8.04	414	1.40	0.02	0.03
	ค่าเฉลี่ย	27.9	4.22	8.05	397.6	1.44	0.05	0.06
	standeviation	0.055	0.735	0.099	124.967	0.031	0.022	0.019

หมายเหตุ T คือ ชุดการทดลอง R คือจำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 5 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยนางรมที่ระดับความเค็ม 20 psu

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Do (mg/L)	pH	ความเป็นด่าง (mg/L)	แอมโมเนีย (mg/L)	ไนไตรท์ (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)
1	T4R1	26.7	1.1	6.81	232	0.06	0.02	0.06
	T4R2	27	0.57	6.63	234	0.06	0.02	0.11
	T4R3	27.1	0.56	6.83	236	0.06	0.02	0.15
	T4R4	26.9	0.55	6.61	216	0.11	0.01	0.11
	T4R5	26.9	0.55	6.73	226	0.34	0.02	0.11
	ค่าเฉลี่ย	26.9	0.67	6.72	228.8	0.12	0.02	0.11
	standeviation	0.148	0.243	0.101	8.075	0.121	0.004	0.033
2	T4R1	28.5	4.76	7.89	298	1.43	0.01	0.04
	T4R2	28.5	3.89	7.58	320	1.48	0.02	0.05
	T4R3	28.4	3.49	7.83	338	1.43	0.02	0.06
	T4R4	28.5	3.54	7.61	296	1.46	0.02	0.07
	T4R5	28.5	1.93	7.64	324	1.42	0.02	0.04
	ค่าเฉลี่ย	28.5	3.52	7.71	311.6	1.44	0.02	0.05
	standeviation	0.045	1.025	0.140	18.515	0.028	0.004	0.014

หมายเหตุ T คือ ชุดการทดลอง R คือจำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Do (mg/L)	pH	ความเป็นด่าง (mg/L)	แอมโมเนีย (mg/L)	ไนไตรท์ (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)
3	T4R1	29.1	3.87	7.9	458	1.37	0.02	0.03
	T4R2	29.4	3.55	7.68	400	1.38	0.04	0.06
	T4R3	29.2	4.68	7.81	350	1.38	0.03	0.05
	T4R4	28.9	4.52	7.64	386	1.39	0.03	0.05
	T4R5	29	4.15	7.63	398	1.38	0.03	0.03
	ค่าเฉลี่ย	298.1	4.15	7.73	398.4	1.38	0.03	0.04
	standeviation	0.192	0.463	0.118	38.895	0.007	0.005	0.012
4	T4R1	28	4.75	8.21	490	1.37	0.04	0.05
	T4R2	28.4	2.62	7.78	458	1.48	0.07	0.08
	T4R3	28.5	4.84	8.1	492	1.46	0.05	0.06
	T3R4	28.4	4.01	7.96	460	1.49	0.08	0.08
	T4R5	28.3	2.71	7.93	472	1.40	0.04	0.05
	ค่าเฉลี่ย	28.3	3.79	7.99	474.4	1.44	0.05	0.06
	standeviation	0.192	1.073	0.165	16.087	0.054	0.017	0.015

หมายเหตุ T คือ ชุดการทดลอง R คือจำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 6 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยนางรมที่ระดับความเค็ม 25 psu

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Do (mg/L)	pH	ความเป็นด่าง (mg/L)	แอมโมเนีย (mg/L)	ไนไตรท์ (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)
1	T5R1	27	0.53	6.73	200	0.06	0.01	0.16
	T5R2	27	0.5	6.54	202	0.14	0.02	0.19
	T5R3	27	0.88	6.49	180	0.04	0.01	0.08
	T5R4	27	2.13	6.71	194	0.89	0.01	0.11
	T5R5	27.5	0.87	6.83	200	0.84	0.01	0.08
	ค่าเฉลี่ย	27.1	0.98	6.66	195.2	0.40	0.01	0.12
	standeviation	0.224	0.667	0.141	9.011	0.431	0.002	0.046
2	T5R1	28.4	4.91	7.25	314	1.39	0.06	0.09
	T5R2	28.5	3.08	7.65	296	1.39	0.03	0.07
	T5R3	28.5	5.28	7.48	278	1.40	0.01	0.06
	T5R4	28.5	5.86	7.85	264	1.45	0.03	0.07
	T5R5	25.9	3.95	7.59	260	1.44	0.02	0.05
	ค่าเฉลี่ย	28.6	4.62	7.56	282.4	1.42	0.03	0.07
	standeviation	0.195	1.104	0.221	22.600	0.026	0.018	0.012

หมายเหตุ T คือ ชุดการทดลอง R คือจำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Do (mg/L)	pH	ความเป็นด่าง (mg/L)	แอมโมเนีย (mg/L)	ไนไตรท์ (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)
3	T5R1	28.9	4.92	7.59	458	1.38	0.04	0.04
	T5R2	29.2	4.94	7.72	350	1.38	0.05	0.04
	T5R3	29.2	3.45	7.52	370	1.38	0.04	0.02
	T5R4	29	4.52	7.75	320	1.42	0.06	0.06
	T5R5	29.3	4.77	7.8	332	1.39	0.06	0.05
	ค่าเฉลี่ย	29.1	4.52	7.67	366	1.39	0.05	0.04
	standeviation	0.164	0.621	0.087	54.790	0.016	0.011	0.013
4	T5R1	28.7	4.83	8.13	442	1.41	0.03	0.04
	T5R2	28.4	4.71	7.97	428	1.45	0.05	0.05
	T5R3	28.4	3.48	7.95	430	1.41	0.03	0.03
	T5R4	28.6	4.29	7.82	386	1.50	0.07	0.08
	T5R5	29.9	5.4	8.04	460	1.46	0.04	0.05
	ค่าเฉลี่ย	28.8	4.54	7.98	429	1.45	0.04	0.05
	standeviation	0.629	0.714	0.114	27.298	0.035	0.017	0.017

หมายเหตุ T คือ ชุดการทดลอง R คือจำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 7 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยนางรมที่ระดับความเค็ม 30 psu

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Do (mg/L)	pH	ความเป็นด่าง (mg/L)	แอมโมเนีย (mg/L)	ไนไตรท์ (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)
1	T6R1	27.4	1.3	6.56	168	0.14	0.01	0.21
	T6R2	27.3	0.54	6.71	174	0.32	0.01	0.11
	T6R3	27.2	0.47	6.55	168	0.21	0.01	0.16
	T6R4	27.1	0.45	6.49	168	0.21	0.02	0.12
	T6R5	27.2	3.42	6.64	182	0.53	0.01	0.15
	ค่าเฉลี่ย	27.2	1.23	6.59	172	0.28	0.01	0.15
	standeviation	0.114	1.271	0.085	6.164	0.152	0.001	0.037
2	T6R1	28.8	4.03	7.55	220	1.40	0.02	0.05
	T6R2	28.8	4.63	7.27	226	1.42	0.02	0.08
	T6R3	28.5	2.87	7.47	298	1.41	0.03	0.08
	T6R4	28.5	5.71	7.64	238	1.43	0.04	0.08
	T6R5	28.8	2.96	7.3	288	1.41	0.03	0.07
	ค่าเฉลี่ย	28.6	4.04	7.44	254	1.42	0.03	0.07
	standeviation	0.164	1.190	0.159	36.359	0.010	0.007	0.010

หมายเหตุ T คือ ชุดการทดลอง R คือจำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Do (mg/L)	pH	ความเป็นด่าง (mg/L)	แอมโมเนีย (mg/L)	ไนไตรท์ (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)
3	T6R1	29.5	4.77	7.47	332	1.42	0.06	0.04
	T6R2	29.5	3.94	7.57	332	1.41	0.08	0.07
	T6R3	28.8	4.84	7.73	306	1.38	0.07	0.07
	T6R4	28.9	4.62	7.59	296	1.43	0.05	0.05
	T6R5	28.9	3.57	7.47	198	1.41	0.09	0.08
	ค่าเฉลี่ย	29.1	4.34	7.56	292.8	1.41	0.07	0.06
	standeviation	0.349	0.562	0.107	55.328	0.017	0.013	0.015
4	T6R1	30.4	4.23	7.86	428	1.40	0.03	0.04
	T6R2	30.5	3.62	7.83	394	1.45	0.03	0.04
	T6R3	30.1	4.11	7.83	404	1.42	0.06	0.07
	T6R4	29.2	4.06	7.84	428	1.41	0.06	0.06
	T6R5	29.7	3.06	7.76	476	1.38	0.06	0.07
	ค่าเฉลี่ย	29.9	3.81	7.82	426	1.41	0.05	0.06
	standeviation	0.535	0.481	0.037	31.686	0.024	0.016	0.015

หมายเหตุ T คือ ชุดการทดลอง R คือจำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 8 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยนางรมที่ระดับความเค็ม 35 psu

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Do (mg/L)	pH	ความเป็นด่าง (mg/L)	แอมโมเนีย (mg/L)	ไนไตรท์ (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)
1	T7R1	27.5	0.6	6.46	160	0.06	0.02	0.09
	T7R2	27.4	0.9	6.56	176	1.01	0.01	0.10
	T7R3	27.2	0.43	6.45	148	0.68	0.01	0.10
	T7R4	26.9	2.61	6.62	156	0.05	0.01	0.12
	T7R5	26.7	0.46	6.35	154	0.10	0.01	0.10
	ค่าเฉลี่ย	27.1	1	6.48	158.8	0.38	0.01	0.10
	standeviation	0.336	0.919	0.104	10.545	0.440	0.002	0.011
2	T7R1	28.9	3	7.38	236	1.42	0.01	0.05
	T7R2	29.1	4.32	7.38	238	1.42	0.02	0.07
	T7R3	29.1	1.83	7.29	240	1.42	0.02	0.08
	T7R4	28.8	2.18	7.44	246	1.41	0.01	0.05
	T7R5	28.9	0.63	7.28	248	1.44	0.02	0.05
	ค่าเฉลี่ย	28.9	2.39	7.35	241.6	1.42	0.01	0.06
	standeviation	0.134	1.374	0.067	5.176	0.010	0.006	0.013

หมายเหตุ T คือ ชุดการทดลอง R คือจำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Do (mg/L)	pH	ความเป็นด่าง (mg/L)	แอมโมเนีย (mg/L)	ไนไตรท์ (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)
3	T7R1	29.5	3.79	7.53	358	1.37	0.05	0.03
	T7R2	29.5	3.35	7.43	308	1.36	0.05	0.03
	T7R3	29.7	4.86	7.64	334	1.37	0.05	0.03
	T7R4	29.2	2.65	7.54	330	1.37	0.04	0.02
	T7R5	29.4	4.77	7.48	342	1.36	0.04	0.02
	ค่าเฉลี่ย	29.4	3.88	7.52	334.4	1.37	0.04	0.02
	standeviation	0.181	0.942	0.078	18.242	0.008	0.005	0.004
4	T7R1	29.8	3.78	7.89	426	1.37	0.03	0.04
	T7R2	29.5	3.71	7.75	412	1.38	0.04	0.04
	T7R3	29.2	4.29	7.9	420	1.37	0.04	0.04
	T7R4	28.4	4.39	7.97	460	1.38	0.03	0.04
	T7R5	27.8	3.68	7.81	462	1.41	0.04	0.04
	ค่าเฉลี่ย	28.9	3.97	7.86	436	1.39	0.04	0.04
	standeviation	0.823	0.341	0.085	23.366	0.015	0.005	0.002

หมายเหตุ T คือ ชุดการทดลอง R คือจำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 9 ตาราง ANOVA แสดงปริมาณเฉลี่ยของหนอนแดงในระดับความเค็มแตกต่างกัน

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	204716.686	6	34119.448	1.007	.441
Within Groups	948933.200	28	33890.471		
Total	1153649.886	34			

ตารางผนวกที่ 10 ตาราง Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณหนอนแดงเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน

TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1
1.00	5	127.6000
7.00	5	147.6000
2.00	5	185.8000
5.00	5	219.0000
6.00	5	249.0000
4.00	5	267.8000
3.00	5	371.6000
Sig.		.077

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 11 ตาราง ANOVA อุนหภูมิน้ำเฉลี่ยของการเลี้ยงหนอนแดงในระดับความเค็มแตกต่างกัน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
T ¹	Between Groups	3.910	6	.652	20.454	.000
	Within Groups	.892	28	.032		
	Total	4.802	34			
T ²	Between Groups	2.919	6	.487	29.111	.000
	Within Groups	.468	28	.017		
	Total	3.387	34			
T ³	Between Groups	1.911	6	.318	6.042	.000
	Within Groups	1.476	28	.053		
	Total	3.387	34			
T ⁴	Between Groups	24.755	6	4.126	20.084	.000
	Within Groups	5.752	28	.205		
	Total	30.507	34			

ตารางผนวกที่ 12 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 1

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1.00	5	26.4000		
2.00	5	26.4200		
3.00	5	26.5400		
4.00	5		26.9200	
5.00	5		27.1000	27.1000
7.00	5		27.1400	27.1400
6.00	5			27.2400
Sig.		.252	.075	.252

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 13 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยในระดับความ
เค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 2

TREAT	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
2.00	5	28.1200			
1.00	5	28.1400			
3.00	5	28.2200			
4.00	5		28.4800		
5.00	5		28.5600	28.5600	
6.00	5			28.6800	
7.00	5				28.9600
Sig.		.258	.336	.153	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 14 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยในระดับความ
เค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 3

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
2.00	5	28.6200		
3.00	5		28.9400	
1.00	5		29.0000	
4.00	5		29.1200	
5.00	5		29.1200	
6.00	5		29.1200	
7.00	5			29.4600
Sig.		1.000	.278	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 15 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยในระดับความ
เค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 4

TREAT	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
1.00	5	27.4000				
2.00	5	27.5600				
3.00	5	27.8600	27.8600			
4.00	5		28.3200	28.3200		
5.00	5			28.8000	28.8000	
7.00	5				28.9400	
6.00	5					29.9800
Sig.		.140	.120	.105	.629	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 16 ตาราง ANOVA ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยของการเลี้ยงหนอนแดงใน
ระดับความเค็มแตกต่างกัน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DO ¹	Between Groups	54.689	6	9.115	8.294	.000
	Within Groups	30.771	28	1.099		
	Total	85.460	34			
DO ²	Between Groups	33.420	6	5.570	2.805	.029
	Within Groups	55.601	28	1.986		
	Total	89.021	34			
DO ³	Between Groups	20.633	6	3.439	7.994	.000
	Within Groups	12.045	28	.430		
	Total	32.678	34			
DO ⁴	Between Groups	17.798	6	2.966	6.381	.000
	Within Groups	13.017	28	.465		
	Total	30.815	34			

ตารางผนวกที่ 17 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ย
ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
4.00	5	.6660	
5.00	5	.9820	
7.00	5	1.0000	
6.00	5	1.2360	
3.00	5	1.2760	
2.00	5		3.7160
1.00	5		3.8200
Sig.		.420	.876

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 18 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ย
ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 2

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
7.00	5	2.3920		
4.00	5	3.5220	3.5220	
3.00	5	3.9620	3.9620	3.9620
6.00	5	4.0400	4.0400	4.0400
2.00	5	4.1260	4.1260	4.1260
5.00	5		4.6160	4.6160
1.00	5			5.8740
Sig.		.091	.283	.063

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 19 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ย
ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 3

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
2.00	5	3.7500	
7.00	5	3.8840	
4.00	5	4.1540	
3.00	5	4.3200	
6.00	5	4.3480	
5.00	5	4.5200	
1.00	5		6.2380
Sig.		.112	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 20 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ย
ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 4

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
4.00	5	3.7860	
6.00	5	3.8160	
7.00	5	3.9700	
3.00	5	4.2240	
2.00	5	4.3600	
5.00	5	4.5420	
1.00	5		6.0140
Sig.		.133	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 21 ตาราง ANOVA แสดงความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยของการเลี้ยงหนอนแดงในระดับความเค็มแตกต่างกัน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PH ¹	Between Groups	.955	6	.159	14.914	.000
	Within Groups	.299	28	.011		
	Total	1.253	34			
PH ²	Between Groups	2.282	6	.380	15.144	.000
	Within Groups	.703	28	.025		
	Total	2.985	34			
PH ³	Between Groups	.574	6	.096	11.045	.000
	Within Groups	.243	28	.009		
	Total	.817	34			
PH ⁴	Between Groups	.705	6	.118	11.069	.000
	Within Groups	.297	28	.011		
	Total	1.003	34			

ตารางผนวกที่ 22 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 1

TREAT	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
7.00	5	6.4880			
6.00	5	6.5900	6.5900		
5.00	5		6.6600	6.6600	
4.00	5		6.7220	6.7220	
3.00	5			6.7540	
1.00	5				6.9440
2.00	5				6.9780
Sig.		.130	.065	.185	.607

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 23 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 2

TREAT	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
7.00	5	7.3540			
6.00	5	7.4460			
5.00	5	7.5640	7.5640		
4.00	5		7.7100	7.7100	
3.00	5			7.7900	
2.00	5			7.9160	
1.00	5				8.1460
Sig.		.056	.156	.061	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 24 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 3

TREAT	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
7.00	5	7.5240				
6.00	5	7.5660	7.5660			
5.00	5		7.6760	7.6760		
3.00	5			7.7100	7.7100	
4.00	5			7.7320	7.7320	
2.00	5				7.8080	
1.00	5					7.9300
Sig.		.482	.072	.378	.126	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 25 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 4

TRAT	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
6.00	5	7.8240			
7.00	5	7.8640	7.8640		
5.00	5		7.9820	7.9820	
4.00	5		7.9960	7.9960	
2.00	5		8.0020	8.0020	
3.00	5			8.0500	
1.00	5				8.2980
Sig.		.544	.061	.350	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 26 ตาราง ANOVA แสดงความเป็นค่าเฉลี่ยของการเลี้ยงหนอนแดงในระดับความเค็มแตกต่างกัน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ALK ¹	Between Groups	51581.486	6	8596.914	139.431	.000
	Within Groups	1726.400	28	61.657		
	Total	53307.886	34			
ALK ²	Between Groups	60682.971	6	10113.829	19.842	.000
	Within Groups	14272.000	28	509.714		
	Total	74954.971	34			
ALK ³	Between Groups	85090.286	6	14181.714	8.929	.000
	Within Groups	44472.000	28	1588.286		
	Total	129562.286	34			
ALK ⁴	Between Groups	39109.943	6	6518.324	1.977	.103
	Within Groups	92339.200	28	3297.829		
	Total	131449.143	34			

ตารางผนวกที่ 27 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบความต่างเฉลี่ยในระดับความเต็ม
แตกต่างกัน ครั้งที่ 1

TREAT	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
7.00	5	158.8000					
6.00	5		172.0000				
5.00	5			195.2000			
4.00	5				228.8000		
3.00	5				233.6000		
1.00	5					250.0000	
2.00	5						271.2000
Sig.		1.000	1.000	1.000	.342	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 28 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบความเป็นต่างเฉลี่ยในระดับความ
เต็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 2

TREAT	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
7.00	5	241.6000				
6.00	5	254.0000	254.0000			
5.00	5		282.4000	282.4000		
4.00	5			311.6000	311.6000	
3.00	5				326.0000	326.0000
1.00	5					349.6000
2.00	5					355.6000
Sig.		.393	.057	.050	.322	.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 29 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบความเป็นต่างเฉลี่ยในระดับความ
เชื่อมั่นแตกต่างกัน ครั้งที่ 3

TREAT	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
6.00	5	292.8000			
7.00	5	334.4000	334.4000		
5.00	5		366.0000	366.0000	
4.00	5			398.4000	398.4000
1.00	5			402.8000	402.8000
3.00	5				430.4000
2.00	5				441.2000
Sig.		.110	.220	.178	.131

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 30 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบความเป็นต่างเฉลี่ยในระดับความ
เชื่อมั่นแตกต่างกัน ครั้งที่ 4

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
3.00	5	397.6000	
6.00	5	426.0000	426.0000
5.00	5	429.2000	429.2000
7.00	5	436.0000	436.0000
2.00	5	471.6000	471.6000
4.00	5	474.4000	474.4000
1.00	5		503.2000
Sig.		.071	.070

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 31 ตาราง ANOVA ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยของการเลี้ยงหนอนแดงใน ระดับความเค็มแตกต่างกัน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
NH ₃ ¹	Between Groups	.642	6	.107	1.756	.145
	Within Groups	1.705	28	.061		
	Total	2.347	34			
NH ₃ ²	Between Groups	.016	6	.003	4.687	.002
	Within Groups	.016	28	.001		
	Total	.032	34			
NH ₃ ³	Between Groups	.011	6	.002	9.528	.000
	Within Groups	.006	28	.000		
	Total	.017	34			
NH ₃ ⁴	Between Groups	.020	6	.003	2.706	.034
	Within Groups	.034	28	.001		
	Total	.054	34			

ตารางผนวกที่ 32 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 1

TREAT	N	Subset for alpha = .05
1.00	5	.0634
2.00	5	.0746
3.00	5	.1156
4.00	5	.1230
6.00	5	.2850
7.00	5	.3836
5.00	5	.4006
Sig.		.069

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 33 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน
เฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 2

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	5	1.4196		
6.00	5	1.4198		
7.00	5	1.4270		
3.00	5	1.4292		
4.00	5	1.4420	1.4420	
2.00	5		1.4684	1.4684
1.00	5			1.4756
Sig.		.194	.090	.636

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 34 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน
เฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 3

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
3.00	5	1.3658		
7.00	5	1.3732		
4.00	5	1.3788	1.3788	
5.00	5		1.3972	1.3972
2.00	5		1.3972	1.3972
1.00	5			1.4124
6.00	5			1.4160
Sig.		.178	.059	.061

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 35 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 4

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
7.00	5	1.3900	
6.00	5	1.4178	1.4178
3.00	5		1.4400
4.00	5		1.4402
5.00	5		1.4496
1.00	5		1.4534
2.00	5		1.4682
Sig.		.221	.053

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 36 ตาราง ANOVA ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจนเฉลี่ยของการเลี้ยงหนอนแดงในระดับความเค็มแตกต่างกัน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
NO2 ¹	Between Groups	.000	6	.000	2.292	.063
	Within Groups	.000	28	.000		
	Total	.001	34			
NO2 ²	Between Groups	.004	6	.001	6.084	.000
	Within Groups	.003	28	.000		
	Total	.008	34			
NO2 ³	Between Groups	.010	6	.002	8.974	.000
	Within Groups	.005	28	.000		
	Total	.016	34			
NO2 ⁴	Between Groups	.003	6	.000	1.102	.386
	Within Groups	.011	28	.000		
	Total	.013	34			

ตารางผนวกที่ 37 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในไตรท์-ไนโตรเจนเฉลี่ย
ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 1

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	5	.0160	
7.00	5	.0160	
6.00	5	.0176	.0176
4.00	5	.0180	.0180
2.00	5	.0182	.0182
3.00	5		.0214
1.00	5		.0222
Sig.		.398	.080

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 38 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในไตรท์-ไนโตรเจนเฉลี่ย
ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 2

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
3.00	5	.0174	
7.00	5	.0178	
4.00	5	.0180	
2.00	5	.0268	
5.00	5	.0320	
6.00	5	.0328	
1.00	5		.0502
Sig.		.055	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 39 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในไตรท์-ไนโตรเจนเฉลี่ย
ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 3

TREAT	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
3.00	5	.0218			
4.00	5	.0288			
2.00	5	.0318	.0318		
7.00	5		.0480	.0480	
5.00	5			.0520	
1.00	5			.0628	.0628
6.00	5				.0720
Sig.		.292	.076	.122	.304

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 40 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในไตรท์-ไนโตรเจนเฉลี่ย
ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 4

TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1
7.00	5	.0400
5.00	5	.0480
3.00	5	.0492
6.00	5	.0506
4.00	5	.0566
1.00	5	.0634
2.00	5	.0662
Sig.		.075

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 41 ตาราง ANOVA ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ยของการเลี้ยงหนอนแดง
ในระดับความเค็มแตกต่างกัน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
NO3 ¹	Between Groups	.027	6	.004	3.688	.008
	Within Groups	.034	28	.001		
	Total	.060	34			
NO3 ²	Between Groups	.009	6	.002	4.898	.002
	Within Groups	.009	28	.000		
	Total	.018	34			
NO3 ³	Between Groups	.010	6	.002	11.027	.000
	Within Groups	.004	28	.000		
	Total	.014	34			
NO3 ⁴	Between Groups	.002	6	.000	1.162	.354
	Within Groups	.010	28	.000		
	Total	.012	34			

ตารางผนวกที่ 42 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ย
ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 1

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1.00	5	.0676	
2.00	5	.0726	
4.00	5	.1056	.1056
7.00	5	.1068	.1068
3.00	5	.1114	.1114
5.00	5		.1274
6.00	5		.1534
Sig.		.083	.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 43 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ย
ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 2

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
4.00	5	.0516	
7.00	5	.0658	
3.00	5	.0692	
5.00	5	.0734	
2.00	5	.0742	
6.00	5	.0758	
1.00	5		.1096
Sig.		.067	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 44 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ย
ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 3

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
7.00	5	.0264		
3.00	5	.0346	.0346	
4.00	5	.0430	.0430	
5.00	5		.0446	
2.00	5		.0480	
6.00	5			.0650
1.00	5			.0800
Sig.		.051	.125	.063

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 45 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ย
ในระดับความเค็มแตกต่างกัน ครั้งที่ 4

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
7.00	5	.0444	
3.00	5	.0548	.0548
5.00	5	.0564	.0564
6.00	5	.0606	.0606
4.00	5	.0632	.0632
1.00	5	.0648	.0648
2.00	5		.0734
Sig.		.143	.180

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

