

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

FINAL REPORT

**Some Ecological Factors Effect on
the Growth of Giant Tiger Prawn,
Penaeus monodon Fabricius
(Physical Factors)**

BY

VIPOOSIT MANTHACHITRA
VORAVIT CHEEVAPORN
SOMTHAWIN JARITKRUAN

สำนักหอสมุด

VIPOOSIT

เริ่มบริการ

19 ต.ค. 2548

สำนักหอสมุด

DEPARTMENT OF AQUATIC SCIENCE, FACULTY OF SCIENCE

BURAPHA UNIVERSITY

OCTOBER 1991

บทคัดย่อ

ใช้หาการศึกษาคุณสมบัติของน้ำ และผลการเลี้ยงกุ้งกุลาค่า จากบ่อกินขนาด 3.8 ไร่ ระยะเวลาระหว่างวันที่ 4 มกราคม 2534 ถึง 12 พฤษภาคม 2534 ปรากฏว่า ความเค็มมีค่าระหว่าง 29.75 ± 0.43 ถึง 39.01 ± 1.00 ส่วนในพัน , อุณหภูมิ 26.25 ± 0.25 ถึง 32.00 ± 0.00 ซ, ความเป็นกรด-ด่าง 7.10 ± 0.00 ถึง 8.58 ± 0.21 , ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ 2.94 ± 0.43 ถึง 6.35 ± 0.18 มก./มล. , ความโปร่งใสของน้ำ 25 ± 0 ถึง 80 ± 7 เซนติเมตร , ปริมาณไนเตรท 1.88 ± 0.41 ถึง 14.78 ± 0.75 ppm. , ไนโตรฟ 0.36 \pm 0.02 ถึง 0.75 \pm 0.05 ppb. , แอมโมเนีย 0.23 ± 0.40 ถึง 0.45 ± 0.00 ppb. และฟอสเฟต 0.18 ± 0.00 ถึง 0.89 ± 0.04 ppb.

การเลี้ยงกุ้ง ปล่อยหนาแน่น 50 ตัว/ตาราง เมตร เมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงได้กุ้งขนาด 25 กรัม ปริมาณ 1,368 กิโลกรัม/ไร่ กุ้งมีอัตราการรอดตาย 62.4% และมีอัตราการแลกเนื้อ 1.474 ผลการเลี้ยงอยู่ในระดับที่ดี

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ ชี้ให้เห็นว่า คุณสมบัติของน้ำหลายประการมีความสัมพันธ์ ทั้งในทิศทางเดียวกัน และตรงข้ามกัน กับอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาค่า ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการเลี้ยงควรจะทำให้ความสนใจเรื่องอัตราการปล่อยกุ้ง เป็นสำคัญ

ABSTRACT

Monitoring study on water quality and production of Giant tiger prawn, were carried out during 4 January to 12 May 1991. The pond was 3.8 rai (6,080 square meter) in area with intensive management. Results of water quality are as following : Salinity range between 29.75 ± 0.43 to 39.01 ± 1.00 ppt. , Temperature 26.25 ± 0.25 to 32.00 ± 0.00 c. , pH 7.10 ± 0.00 to 8.58 ± 0.21 , Dissolved Oxygen 2.94 ± 0.43 to 6.35 ± 0.18 ppm. , Transparency 25 ± 0 to 80 ± 7 centimeter , Nitrate 1.88 ± 0.41 to 14.78 ± 0.75 ppm., Nitrite 0.36 ± 0.02 to 0.75 ± 0.05 ppb., Amonia 0.23 ± 0.40 to 0.45 ± 0.00 ppb. and Phosphate 0.18 ± 0.00 to 0.89 ± 0.04 ppb.

Stocking density of the study was 50 prawns/square meter. After rearing periods, the final size of prawn was 25 grams with yield 1,368 Kg./Rai Survival rate and Food Conversion Ratio were 62.4% and 1.474 respectively. The result indicated that rearing is success.

From statistical analysis, the results indicated that several parameters of water quality show significant correlation, both positive and negattive, with growth parameters of prawn. To improve efficiency of rearing, stocking density should be considered.

กิจกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณฉันทะ ชุกสัน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บตัวอย่างจากบ่อเลี้ยงกุ้ง เป็น
อย่างดี จนการศึกษาสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ขอขอบคุณ คุณจาตุรงค์ พุทธิพิทย, คุณจุฬารัตน์
พานิชชัยวัฒนา และ คุณฉวีวิน แยมเกษร ที่ช่วยเหลือในการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างในภาคสนาม
เป็นอย่างดียิ่ง

การศึกษาในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนวิจัย ของงบประมาณประจำปี 2534 ของ
มหาวิทยาลัยบูรพา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญภาคผนวก	ช
บทที่	
1. บทนำ	1
2. การสำรวจเอกสาร	3
3. อุปกรณ์และวิธีการ	7
4. ผลการศึกษา	14
5. วิเคราะห์ผลการศึกษาและสรุป	32
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก	42

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ระยะเวลาการออกเก็บตัวอย่าง ในช่วง เวลาการเลี้ยงกุ้งกุลาค่า	9
2	คุณสมบัติค่าต่าง ๆ ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน	15
3	การเจริญเติบโตของกุ้งกุลาค่า ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน	24
4	อัตราการแลกเปลี่ยนโดยประมาณ ของกุ้งกุลาค่า ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน	29
5	อัตราการรอดตายโดยประมาณ ของกุ้งกุลาค่าตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน	30
6	ค่า Spearman's Correlation Coefficient แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง บัณฑิตคุณภาพน้ำ กับบักขี้ของผลการเลี้ยงกุ้งกุลาค่า	31

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	แผนที่แสดงที่ตั้งของฟาร์มกุ้งที่ทำการศึกษ	8
2	ผังของบ่อเลี้ยงกุ้งแสดงจุดเก็บตัวอย่าง	10
3	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความเค็ม (ส่วนในพัน) และอุณหภูมิ (°ซ.) ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน	16
4	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (มก./มล.) ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน	18
5	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความบริสุทธิ์ (เซ็นติเมตร) ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ตลอดระยะเวลา การเลี้ยง 128 วัน	19
6	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไนเตรท (ppb.) ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน	20
7	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความความเข้มข้นของ ไนโตรท์, แอมโมเนีย และฟอสเฟต (ppb.) ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน	22
8	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความขาวของกุ้งกุลาดำ (เซ็นติเมตร) ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน	25
9	กราฟแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงความขาวของกุ้งกุลาดำ (%) ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน	26
10	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของกุ้งกุลาดำ (กรัม) ตลอดระยะเวลา การเลี้ยง 128 วัน	27

รูปที่	หน้า
11 กราฟแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของกุ้งกุลาดำ (%) ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน	28

สารบัญภาคผนวก

ภาคผนวกที่		หน้า
1	ค่าความเค็มของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (ส่วนในพันส่วน)	43
2	ค่าอุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (°ซ)	44
3	ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	45
4	ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (ส่วนในล้านส่วน)	46
5	ค่าความโปร่งใสของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (เซ็นติเมตร)	47
6	ค่าความเข้มข้นของไนเตรทของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (ppb.)	48
7	ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (ppb.)	49
8	ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (ppb.)	50
9	ค่าความเข้มข้นของฟอสเฟตของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (ppb.)	51
10	อัตราการให้อาหาร และปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำ ตลอดระยะเวลา 128 วัน (กิโลกรัม)	52

บทที่ 1

บทนำ

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทย ได้มีการขยายตัวอย่างมากในระยะเวลาประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา และการผลิตก็ยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น uly ในปี 2531 มีการผลิตได้รวม 70,000 ตัน ในปี 2532 เพิ่มขึ้นเป็น 91,000 ตัน และในปี 2533 เป็น 118,000 ตัน ซึ่งปริมาณกุ้งส่วนใหญ่จะถูกส่งออกไปขายยังประเทศต่าง ๆ เช่น ญี่ปุ่น, สหรัฐอเมริกา, สิงคโปร์ เป็นต้น ทำให้ได้เงินตราจากต่างประเทศเข้ามาเป็นจำนวนมาก uly ในปี 2531 มูลค่าการส่งออกเป็น 10,263 ล้านบาท , ปี 2532 เป็น 15,850 ล้านบาท และปี 2533 เป็น 17,850 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2533) และในปี 2534 คาดว่า มูลค่าการส่งออกจะเพิ่มขึ้นเป็น 19,200 ล้านบาท

จากการขยายตัวของ การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ส่วนใหญ่จะเน้นในเรื่องปริมาณ มากกว่าทางด้านคุณภาพ กุ้งคือ ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการเพิ่มขึ้นที่การเลี้ยง มากกว่าการเพิ่มกำลังการผลิตของบ่อเลี้ยงที่มีอยู่ ซึ่งในเรื่องกุ้งกุลาดำได้ก่อให้เกิดปัญหาอื่นที่ตามมาอีกมากมาย เรื่องแรกคือการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลน เนื่องจากความเชื่อที่ผิดที่มองว่าเป็นพื้นที่ว่างในธรรมชาติมาอาศัยอยู่ จึงเหมาะสมที่จะสร้างเป็นบ่อเลี้ยง ทั้งที่การเลี้ยงแบบที่คนน่าจะจำเป็นต้องอาศัยความรู้จากธรรมชาติ ดังนั้นการใช้พื้นที่ชายฝั่งนั้นก็สามารถกระทำได้ดีเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกี่ยวกับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในปัจจุบันมีประมาณถึง 500,000 ไร่ ประการต่อมาคือการที่ผู้เลี้ยงยังขาดความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับเลี้ยง ทำให้มีการจัดการการเลี้ยงที่ไม่ถูกต้อง เรื่องที่สำคัญคือสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมภายในบ่อเลี้ยง เพราะเรื่องกุ้งกุลาดำเป็นเรื่องที่ไม่สามารถจะรู้ได้ จนกว่าจะเกิดปัญหาขึ้นภายในบ่อเลี้ยง จึงเป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียผลผลิตอย่างไม่จำเป็น อันเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพการเลี้ยงกุ้งของประเทศโดยรวมต่ำลงไปด้วย นอกจากนี้แล้วเมื่อเกิดปัญหาขึ้น ไม่ว่าจะ เป็นเรื่องน้ำเสีย หรือโรคที่เกิดตามมา ผู้เลี้ยงก็มีการแก้ไขที่ไม่ถูกต้อง อย่างเช่น การใช้สารเคมี หรือยาปฏิชีวนะ อย่างพร่ำเพรื่อ จนอาจทำให้เกิดการดื้อยาของเชื้อโรค และนำไปสู่การระบาดในที่สุด นอกจากนี้ปริมาณยาที่ตกค้างยังมีผลต่อผู้บริโภคด้วย จนทำให้ประเทศที่นำเข้ากุ้งที่จะนำเข้ากุ้งจากประเทศไทย ซึ่งก็ส่งผลกระทบต่อผู้เลี้ยงเองในที่สุด หรือการเลี้ยงกุ้งโดยการใช้ความหนาแน่นที่เหมาะสมทำให้เกิดสภาพน้ำเน่าเสียอย่างรวดเร็ว ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่จะมีผลถึงความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ ซึ่งในเรื่องนี้มาได้เป็นข้ออ้าง หรือตัวอย่างที่เกิดในต่างประเทศมาแล้ว แต่ปัญหาคุ้งกุลาดำได้เกิดขึ้นแล้วในประเทศไทย คือในบริเวณพื้นที่ จังหวัด สมุทรปราการ, สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม ซึ่งเดิมเป็นแหล่งการเลี้ยงที่ใหญ่ที่สุดของประเทศ แต่เพียงในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา ได้ประสบปัญหาอย่างมากจากสภาพความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ จนไม่สามารถดำเนินการเลี้ยงต่อไปได้ ปัจจุบันอาจกล่าวได้ว่า มากกว่า 95% ได้เลิกการเลี้ยงไปแล้ว

จะเห็นได้ว่าปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นล้วนมาจากความไม่เข้าใจในเรื่องสภาพแวดล้อมภายในปอเลี้ยง ที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่ทำการเลี้ยง รวมถึงปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องด้วย โดยสภาพแวดล้อมภายในปอเลี้ยงที่สำคัญประการหนึ่งก็คือ คุณสมบัติต่างๆของน้ำที่ใช้เลี้ยงนั่นเอง ไม่ว่าจะเป็นความเค็ม อุณหภูมิ, ความโปร่งใส, ความเป็นกรด-ด่าง, ปริมาณออกซิเจน และปริมาณสารทางชีวเคมีต่างๆล้วนแต่มีความสำคัญต่อการเลี้ยงทั้งสิ้น โดยถ้าปัจจัยเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก ก็จะมีผลทำให้กุ้งตายได้ หรือถ้ามีสภาพที่ไม่เหมาะสม นานเกินไป หรือน้อยไป ก็อาจส่งผลถึงผลผลิตของการเลี้ยง ทำให้ผลผลิตที่ควรได้กลับลดน้อยลงไป

ดังนั้นการศึกษาเพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางคุณภาพเหล่านี้ รวมถึงผลที่จะมีต่อการเลี้ยงและผลผลิต จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นขั้นตอนต่อการพัฒนาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำของประเทศไทยอย่างยิ่ง ซึ่งความรู้ความเข้าใจดังกล่าวยังเป็นอีกหนทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพของการเลี้ยง ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง อันเป็นผลทำให้มีความได้เปรียบในการแข่งขันด้านการส่งออกกับประเทศต่างๆ และความเข้าใจดังกล่าวยังเป็นหนทางในการช่วยลดปัญหาสภาพเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำบริเวณชายฝั่งอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ
2. เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบหัตถนา

การสำรวจเอกสาร

1. ชีววิทยาบางประการ

กุ้งกุลาลาคา (*Penaeus monodon* Fabricius) เป็นกุ้งทะเลในสกุล *Penaeus* ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ขนาดโตเต็มที่ที่มีความยาว 270 มิลลิเมตร และมีน้ำหนักถึง 260 กรัม กุ้งชนิดนี้มีการกระจายพันธุ์อยู่เป็นบริเวณกว้าง ตั้งแต่ ลองจิกูค 30 E - 105 E และ ละติจูด 35 N - 35 S (Motoh, 1981) สำหรับในประเทศไทยจะพบทุกชุมทั้งทางอ่าวไทย และฝั่งทะเลอันดามัน (ประจวบ, 2530)

วงจรชีวิตของกุ้งกุลาลาคา มีรายละเอียดเช่นเดียวกับกุ้งทะเลชนิดอื่นในครอบครัว Penaeidae โดยกุ้งที่โตเต็มวัยจะอาศัยอยู่ในทะเลที่มีความลึกในช่วง 20 - 70 เมตร และเมื่อถึงช่วงสืบพันธุ์ จะมีการสืบพันธุ์และปล่อยตัวอ่อนออกมา ตัวอ่อนจะมีการพัฒนาผ่านระยะต่างๆ คือ Nauplius ---> Protozoa ---> Mysis ---> Postlarva ---> Juvenile ตลอดการพัฒนานี้จะมีการอพยพของลูกกุ้งเข้าสู่บริเวณชายฝั่ง โดยเจาะบริเวณป่าชายเลน ลูกกุ้งจะอาศัยหากิน และหุดบัยในบริเวณนี้จนถึงวัยเจริญพันธุ์ (Subadult) จึงเริ่มอพยพกลับสู่ทะเลภายนอก (Primavera, 1983 และ Motoh, 1981)

ประจวบ (2531) กล่าวถึงการอพยพย้ายถิ่นของกุ้งทะเล ว่ามาจากสาเหตุ 3 ประการคือ 1. ด้านอาหาร ลูกกุ้งวัยอ่อนต้องการอาหารขนาดเล็กพวกแพลงก์ตอน ซึ่งมีมากมายอยู่ในบริเวณชายฝั่งทะเล ในขณะที่กุ้งโตถึงวัยรุ่นต้องการอาหารที่เป็นพวกสัตว์หน้าดินหรือเศษอินทรีย์วัตถุ ซึ่งมีอย่างอุดมสมบูรณ์บริเวณป่าชายเลน 2. ด้านความเค็ม กุ้งขนาดเล็กต้องการความเค็มต่ำเพื่อการเลี้ยงตัว ในขณะที่กุ้งขนาดใหญ่ ต้องการความเค็มสูงเพื่อการสืบพันธุ์ และ 3. ธรรมชาติของตัวสัตว์เอง การอพยพเป็นสิ่งจำเป็น และเป็นความต้องการของสัตว์น้ำที่มันไม่สามารถควบคุมหรือเร่งได้

ในการทานากุ้งแบบดั้งเดิม ที่อาศัยพันธุ์จากธรรมชาติเพียงแหล่งเดียว จึงหาพันธุ์เฉพาะในบริเวณพื้นที่ป่าชายเลน รอดชัย (2526) รายงานองค์ประกอบชนิดของสัตว์ที่พบในนากุ้งแบบดั้งเดิม บริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่ากุ้งกุลาลาคาเป็นกุ้งขนาดใหญ่เพียงชนิดเดียว ที่พบอย่างสม่ำเสมอในนากุ้ง แม้ว่าน่าจะมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในมากก็ตาม บรรจง (2529) กล่าวว่า กุ้งกุลาลาคาสามารถเลี้ยงในบ่อได้ตลอดเวลา เพราะมีความอดทนสูง กินอาหารได้ทุกเวลา ฝังดินคกใจง่าย จึงสามารถเลี้ยง

อย่างหนาแน่นไว้

2. คุณสมบัติของน้ำที่ผลต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาค่า

เนื่องจากการเลี้ยงกุ้งกุลาค่าในปัจจุบันเป็นการเลี้ยงแบบหนาแน่น ทำให้สภาพสิ่งแวดล้อมภายในบ่อเลี้ยงโดยเฉพาะในเรื่องคุณสมบัติของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพธรรมชาติเป็นอย่างมาก ซึ่งย่อมมีผลไม่มากก็น้อย ต่อการรอดตาย และการเจริญเติบโตของกุ้งที่เลี้ยง คุณสมบัติของน้ำที่สำคัญที่มีผลต่อกุ้งที่เลี้ยงสามารถพิจารณาได้ดังนี้

2.1 ความเค็ม กุ้งกุลาค่าจัดเป็นกุ้งที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำทะเล ที่มีช่วงความเค็มกว้าง (Euryhaline) คือมีความเค็มอยู่ในระหว่าง 0 - 70 ส่วนในพัน แต่จะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงความเค็มในช่วงประมาณ 15 - 30 ส่วนในพัน (Motoh, 1981 ; บรรจง, 2529 และ นิเวศน์, 2530)

Potts & Parry (1964) กล่าวว่าพวก Crustacean จะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในสภาพที่น้ำมีความเครียดทาง Osmotic คือโดยทั่วไปควรเจริญเติบโตได้ดีในสภาพ Isomotic เพราะในสภาพนี้จะไม่ผลต่อขบวนการลอกคราบ ซึ่งขบวนการลอกคราบเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของ Crustacean (Skinner , 1982)

Cheng & Liac (1986) ศึกษาขบวนการ Osmoregulation ในกุ้งกุลาค่า พบว่ากุ้งชนิดนี้มีระบบ Osmoregulation ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่กุ้งระยะต่าง ๆ จะมีช่วงความเค็มที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตต่างกันออกไป ขึ้นกับความสามารถของขบวนการ Osmoregulation ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามการพัฒนาร่างกาย โดยกุ้งขนาดเล็กจัดเป็นพวกที่ทนความเค็มในช่วงกว้าง และมี Osmoregulator ที่ดีที่สุด การปรับตัวทำได้ดีโดยเฉพาะในช่วงความเค็ม 3 - 50 ส่วนในพัน ในขณะที่กุ้งระยะโตเต็มวัย ปรับตัวได้ดีในช่วง 15 - 50 ส่วนในพัน ส่วนค่า Isomotic อยู่ที่ระดับความเค็ม 20 - 30 ส่วนในพัน

Parado *et al.* (1987) กล่าวถึงการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มของกุ้งในสกุล *Penaeus* ว่า กุ้งในสกุลนี้มี Hyperosmotic (Hyperionic regulation) ในขณะที่มีความเค็มภายนอกมีค่าต่ำกว่า Isomotic และจะมี Hypoosmotic (hypoionic regulation) ในขณะที่มีความเค็มภายนอกมีค่าสูงกว่า Isomotic

ธีรนุช (2530) ได้ศึกษาผลกระทบของความเค็ม ต่ออัตราการรอด การเจริญเติบโต และการลอกคราบของลูกกุ้งกุลาดำ (P15 - P17) เป็นระยะเวลา 20 วัน พบว่าความเค็มต่างวานช่วง 0 - 60 ส่วนในพัน มีผลกระทบต่ออัตราการรอด การเจริญเติบโต และการลอกคราบของลูกกุ้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเค็ม 30 - 35 ส่วนในพัน ลูกกุ้งมีอัตราการรอด 100 % ลูกกุ้งมีอัตราการเจริญสูงสุดที่ระดับความเค็ม 15 - 35 ส่วนในพัน โดยที่ระดับความเค็มสูงกว่า 35 ส่วนในพัน และต่ำกว่า 15 ส่วนในพัน อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดจะลดลง ส่วนการลอกคราบจะเร็วที่สุดที่ความเค็ม 20 ส่วนในพัน นอกจากนี้อัตราการเปลี่ยนแปลงความเค็มยังมีผลต่อการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปรับความเค็ม 5 ส่วนในพัน ต่อ วัน กุ้งจะเจริญเติบโตได้ดี และมีแนวโน้มอัตราการรอดที่ดีกว่า อย่างไรก็ตามอัตราการปรับความเค็มยังมีผลต่อระยะเวลาการลอกคราบ

ธีรนุช (2534) ศึกษาเปรียบเทียบการปรับความทนออสโมติกของกุ้งกุลาดำระยะเจริญพันธุ์ ที่ความเค็ม 20 - 45 ส่วนในพัน โดยที่ความเค็ม 20 - 28 ส่วนในพันกุ้งมีการปรับตัวแบบ Hyper-osmoregulation และเป็นแบบ Hypo-osmoregulation ที่ความเค็ม 30 - 45 ส่วนในพัน และคาดว่ากุ้งกุลาดำจะมีค่า Isotonic point ใกล้เคียงความเค็ม 28 ส่วนในพัน ซึ่งน่าจะเป็นจุดที่เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโต

หัตถ์นัย (2531) กล่าวว่าความเค็มนอกจากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งโดยตรงแล้ว ยังมีผลในการทำลายอาหารของกุ้งตามธรรมชาติอีกด้วย คือถ้าน้ำมีความเค็มสูงจะทำลายพวกแพลงตอน และในน้ำที่มีความเค็มต่ำ ทำให้น้ำ แบคทีเรีย โปรโตซัว เกิดขึ้นได้มาก ทำให้งุ้งเป็นโรคได้ ตัวอย่าง เช่น ถ้าน้ำมีความเค็มต่ำกว่า 10 ส่วนในพัน *Chorella* sp. จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่า 10 ซึ่งไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง

2.2 อุณหภูมิของน้ำ อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเจริญเติบโต วรวิทย์และคณะ (2532) ได้วัดอุณหภูมิผิวน้ำบริเวณ แหลงฉับ ถึงห้า พบว่าค่าเฉลี่ยทั้งปี เป็น $29.4 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ โดยอุณหภูมิจะสูงสุดในเดือนเมษายน มีค่า $32.5 \pm 0.7^{\circ}\text{C}$ และจะต่ำสุดในเดือนธันวาคม มีค่า $26.4 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ Chen (1985) กล่าวว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำในบ่อเลี้ยงคือ $25 - 33^{\circ}\text{C}$ Boyd (1982) พบว่าถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงเกินไปกุ้งจะมีการรอดตัว เนื่องจากภาระการเกร็งของกล้ามเนื้อ และถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 18°C กุ้งจะป่วยง่ายและหยุดการกินอาหาร และจะตายเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 14°C

2.3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ การบริโภคออกซิเจนของสัตว์น้ำเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะในกรณีของกุ้งกุลาดำซึ่งปัจจุบันการเลี้ยง เป็นแบบหนาแน่น

ซึ่งปริมาณออกซิเจนภายในบ่อเลี้ยงจะเป็นส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง และต่อผลผลิตของบ่อ

จาร์วีน และสมนึก (2529) ได้ศึกษาการบริโภคออกซิเจนของลูกกุ้งกุลาดำ ในระหว่างการเจริญต่างๆ พบว่ากุ้งน้ำหนักระหว่าง 2 - 130 กรัม มีอัตราการบริโภคออกซิเจนเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น แต่หากพิจารณาต่อหน่วยน้ำหนัก กุ้งขนาดใหญ่จะมีการบริโภคออกซิเจนน้อยกว่ากุ้งขนาดเล็ก ส่วนแบบแผน metabolism ของกุ้งกุลาดำ เป็นแบบไม่ขึ้นกับปริมาณออกซิเจน โดยระดับ metabolism จะมีค่าคงที่ จนกระทั่งถึงจุดวิกฤตจะมีค่าเพิ่มขึ้นระยะหนึ่ง และจะลดลงจนต่ำกว่าระดับ metabolism เดิม สำหรับระดับออกซิเจนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตมีค่า 3.8 มก./ลิตร ระดับที่จะทำให้เกิดการเจริญเติบโตหยุดชะงักมีค่า 2.2 มก./ลิตร และระดับที่เป็นพิษ อยู่ที่ 0.7 มก./ลิตร

จาร์วีน และสมนึก (2532) ได้ทำการประเมินอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมของกุ้งกุลาดำ ในบ่อดิน พบว่าความหนาแน่นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเลี้ยงของกุ้งกุลาดำขนาด 20, 25, 30, 40, 50, 70, 100 และ 130 กรัม คือ 36, 31, 27, 22, 19, 14, 10 และ 8 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ และให้เสนอหลักการทั่วไปสำหรับการให้อากาศในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบคึกคัก สำหรับทุวการนี้ เพื่อผลผลิตสูงสุด และต้นทุนค่าที่ต่ำ ไว้ 2 ประการ

- รักษาปริมาณออกซิเจนในบ่อให้สูงกว่า 4.0 มก./ลิตร แต่ไม่เกิน 7.0 มก./ลิตร
- รักษาความเร็วในการไหลเวียนของน้ำให้อยู่ประมาณ 0.1 - 0.13 เมตร/วินาที

ไปนทิศทางเดียวกันและรบกวนหน้าดินน้อยที่สุด

2.4 ความเป็นกรด-ด่าง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของอวัยวะในสัตว์น้ำ โดยปกติค่า pH ในแหล่งน้ำที่ร่อยทั่วไปจะมีค่าอยู่ระหว่าง 6.5 - 9.0 (EPA, 1973) Chen (1985) กล่าวว่า pH ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำควรมีค่าอยู่ในช่วง 8 - 8.5 จาร์วีน และสมนึก (2532) ได้วัดค่า pH ในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำตลอดการเลี้ยง พบว่า pH มีค่าเฉลี่ย 7.53 ± 0.21 การที่ค่า pH สูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลโดยตรงต่อตัวของสัตว์น้ำ

2.5 ธาตุอาหาร ส่วนใหญ่อาจไม่มีผลโดยตรงต่อตัวกุ้ง แต่จะมีผลอย่างมากต่อปัจจัยอื่นที่เกี่ยวเนื่องกับตัวกุ้ง ธาตุที่มีผลต่อตัวกุ้งโดยตรง เช่น ไนโตรเจน และแอมโมเนีย ลี (2527) รายงานว่า ปริมาณไนโตรเจน และแอมโมเนียที่เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกกุ้ง ไม่ควรเกิน 0.3599 มก. $\text{NO}_2\text{-N/L}$ และ 0.0396 มก. $\text{NH}_3\text{/L}$ ตามลำดับ

แอมโมเนียที่อยู่ในน้ำมี 2 รูป คือ แก๊สแอมโมเนีย (NH_3) ซึ่งเป็นพิษ โดยจะพบมากเมื่อ pH สูงกว่า 9 และแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ซึ่งไม่เป็นพิษ จะพบมากเมื่อ pH ต่ำกว่า 8.5 Boyd (1982) รายงานว่าในบ่อเลี้ยงกุ้งควรมีแอมโมเนีย ไม่เกิน 0.1 ส่วนในล้านส่วน

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 สถานที่ทำการการศึกษา

ฟาร์มกุ้งที่ทำการศึกษา เป็นฟาร์มเอกชน ของ นายธัญญะ ชุกสัน บ้านเลขที่ ๒.ปึก ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ฝักฟาร์มอยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลประมาณ 2 กิโลเมตร (รูปที่ 1) สภาพพื้นที่เดิมเป็นป่าชายเลน แต่ปัจจุบันมีบางส่วนถูกเปลี่ยนแปลงเป็นฟาร์มเลี้ยงกุ้ง อย่างไรก็ตาม สภาพป่าชายเลนยังมีให้เห็นอยู่ สำหรับน้ำที่ใช้ในการเลี้ยง เป็นน้ำจากคลองธรรมชาติ ที่จะไหลเชื่อมกับ คลองบางโปร้ง สำหรับบ่อกุ้งที่ศึกษามีพื้นที่บ่อ 3.8 ไร่ (90 x 67 ตารางเมตร)

3.2 ระยะเวลาการศึกษา

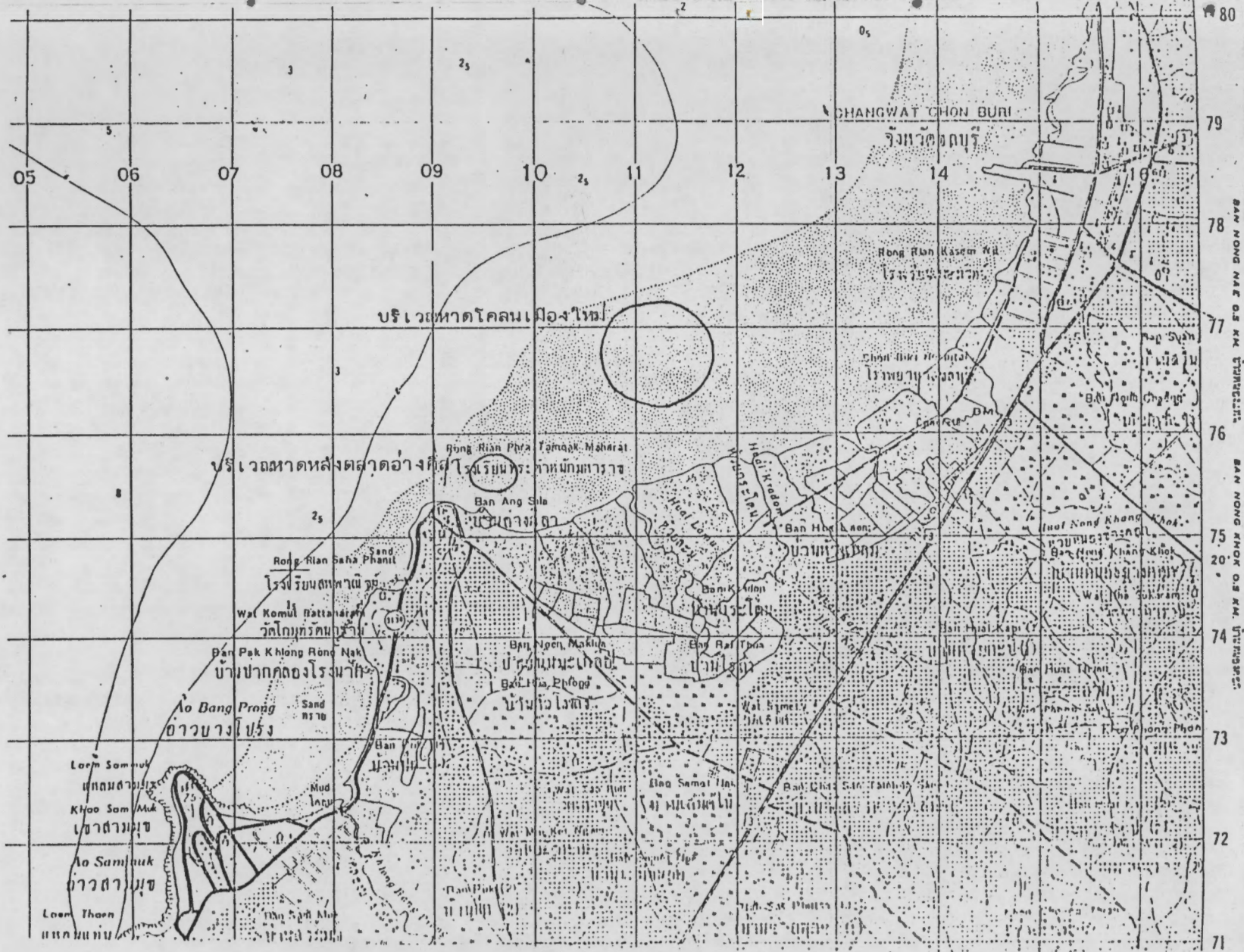
การเก็บข้อมูลในภาคสนาม ได้กระทำตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ตั้งแต่เริ่มเลี้ยง จนถึง วันเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยการเก็บข้อมูลในระยะแรก จะทำทุก 2 สัปดาห์ และในเดือนสุดท้ายก่อนการ จับกุ้งจะเก็บข้อมูลทุกสัปดาห์

การเลี้ยงกุ้ง เริ่มขึ้นเมื่อวันที่ 5 มกราคม 2534 และจับกุ้ง เมื่อวันที่ 12 พฤษภาคม 2534 รวมระยะเวลาการเลี้ยงทั้งสิ้น 128 วัน สำหรับรายละเอียดของ ระยะเวลาการเก็บข้อมูล แสดงได้ดังตาราง ที่ 1

3.3 วิธีการศึกษา

3.3.1 คุณสมบัติของน้ำ ได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างภายในบ่อจำนวน 4 จุด ได้แก่ ปากทาง น้ำเข้า และน้ำออก มุมบ่อตรงข้ามทางน้ำเข้า และจุดกึ่งกลางบ่อ (ดังแสดงในรูปที่ 2)

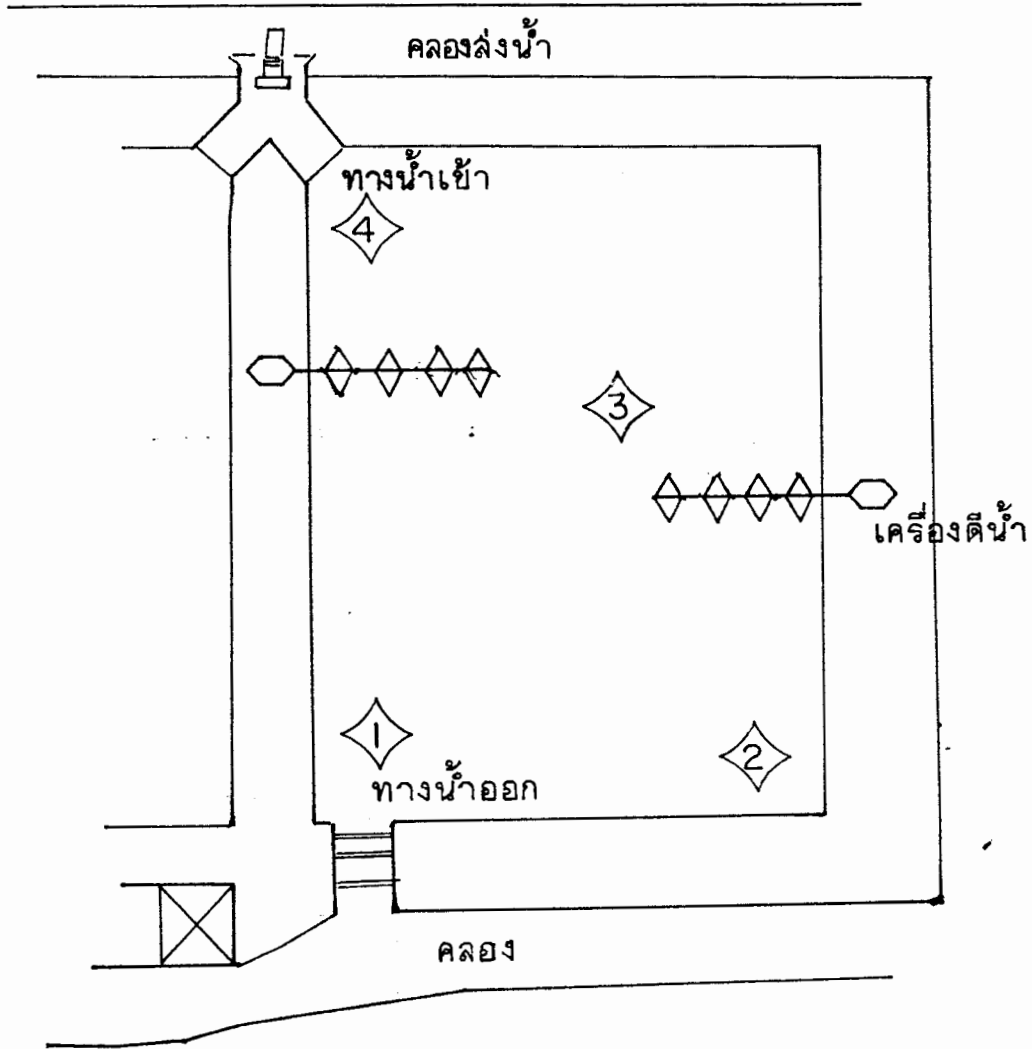
การเก็บข้อมูล และตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์ จะใช้เรือไฟเบอร์กลาส ขนาดยาว 8 ฟุต เป็นพาหนะ ข้อมูลคุณสมบัติของน้ำบางประการ จะทำการวัดโดยตรง ได้แก่ อุณหภูมิ, ความโปร่งใส, ความเค็ม, ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ สำหรับวิธีการเก็บและอุปกรณ์ ที่ใช้มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 1. แผนที่แสดงที่ตั้งของฟาร์มกุ้งที่หาการศึกษา

ตารางที่ 1. ระยะเวลาการออกเก็บตัวอย่าง ในช่วงเวลาการเลี้ยงกุ้งกุลาค่า

ครั้งที่	วันที่เลี้ยง	วันที่	หมายเหตุ
1	26	30/01/34	ปล่อยกุ้ง P ₁₇ จำนวน 200,000ตัว และในวันที่ 10
2	40	13/02/34	ของการเลี้ยง ปล่อยกุ้ง P ₂₅ เพิ่มอีก 100,000 ตัว
3	54	28/02/34	รวมปล่อยกุ้ง 300,000 ตัว (50 ตัว/ตารางเมตร)
4	67	12/03/34	ใช้เครื่องตีน้ำ 1 เครื่อง
5	82	27/03/34	
6	96	10/04/34	ใช้เครื่องตีน้ำ 2 เครื่อง
7	102	16/04/34	
8	110	24/04/34	
9	117	01/05/34	
10	128	12/05/34	จับกุ้งได้รวม 5.2 ตัน



รูปที่ 2. ผังของบ่อเลี้ยงกุ้งแสดงจุดเก็บตัวอย่าง

- อุณหภูมิ วัดที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร โดยใช้อุณหภูมิเตอร์แบบปรอท
- ความโปร่งใส วัดโดยใช้ Secchi disc
- ความเค็ม วัดจากน้ำที่เก็บจากระดับความลึก 50 เซนติเมตร โดยใช้เครื่อง

Refracto-Salinometer ของ ATAGO model ATC-1

- ความเป็นกรดขด่าง วัดจากตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร โดยใช้เครื่อง

Portable digital pH meter ของ Consort model P114

- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ วัดที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร โดยใช้เครื่อง

YSI DO Meter model 58

ส่วนปริมาณสารอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำ ได้แก่ NO_3 , NO_2 , NH_3 และ PO_4 จะต้องทำการเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างน้ำจะถูกเก็บโดยใช้กระบอกเก็บน้ำ แบบ Kitahara ขนาด 2 ลิตร น้ำจะถูกเก็บในขวดพลาสติก ขนาด 1 ลิตร และเก็บรักษาน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ จนกว่าจะถึงเวลาการวิเคราะห์

สำหรับวิธีการวิเคราะห์หารปริมาณสารทั้ง 4 ตัว ทำตามวิธีของ Strickland & Parson (1972)

3.3.2 ผลการเลี้ยงกุ้ง

ก. การเจริญเติบโต จะทำการสุ่มตัวอย่างกุ้งทุกสัปดาห์ ในทุกครั้งที่จะออกเก็บตัวอย่าง วิธีการเก็บตัวอย่างในระยะแรกจะทำการสุ่มจากขยอาหารขนาด 1 ตารางเมตร ที่วางอยู่รอบบ่อ จำนวนทั้งสิ้น 4 ขย ส่วนในเดือนสุดท้ายก่อนการจับการสุ่มจะใช้แหขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เมตร

ตัวอย่างกุ้งทั้งหมดที่สุ่มได้จะถูกนำมาวัดความยาวเหียด (Total Length) ด้วย Caliper และชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบสปริง

ข. อัตราการแลกเนื้อ จะทำการบันทึกปริมาณอาหารที่ใช้ในแต่ละวันไว้ตลอดระยะเวลาของการเลี้ยง จึงทำให้ทราบปริมาณอาหารที่ใช้ทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลา หรือตลอดระยะเวลาการเลี้ยง สำหรับค่าอัตราการแลกเนื้อ (Food Conversion Ratio - FCR) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\text{FCR} = \frac{\text{น้ำหนักของกุ้งในบ่อทั้งหมด}}{\text{น้ำหนักของอาหารที่ใช้ทั้งหมด}}$$

โดยน้ำหนักของกุ้งทั้งหมดในบ่อเลี้ยงจะทราบได้เมื่อทำการจับกุ้งขาย

ส่วนค่าอัตราการแลกเนื้อในแต่ละช่วงของการเลี้ยง จะเป็นค่าที่ได้จากการประมาณเท่านั้น ทั้งนี้เพราะไม่สามารถทราบปริมาณกุ้งที่มีอยู่จริงในแต่ละช่วงของการเลี้ยงได้ ดังนั้นจึงต้องประมาณน้ำหนักของกุ้งทั้งหมดในบ่อ ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากปริมาณอาหารที่ให้อาหารในแต่ละวัน เพราะน้ำหนักอาหารที่ให้อาหารจะเท่ากับ 5 % ของน้ำหนักกุ้ง ดังนั้นน้ำหนักกุ้งทั้งหมดในบ่อสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\text{น้ำหนักกุ้งในบ่อ} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่ให้อาหาร} \times 100}{5}$$

ค. อัตราการรอดตาย อัตราการรอดสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\text{อัตราการรอด} = \frac{\text{จำนวนตัวของกุ้งเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง} \times 100}{\text{จำนวนตัวของกุ้งที่ปล่อยลงเลี้ยง}}$$

จากสูตรเราจะคำนวณค่าโดยตรงได้เฉพาะอัตราการรอดเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงเท่านั้น ส่วนอัตราการรอดในระหว่างการเลี้ยงจะได้จากการประมาณ โดยต้องทำการประมาณจำนวนตัวกุ้งที่เหลือในช่วงเวลานั้นๆ โดยจำนวนตัวกุ้งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\text{จำนวนตัวกุ้ง} = \frac{\text{น้ำหนักกุ้งในบ่อทั้งหมด}}{\text{ขนาดเฉลี่ยของกุ้ง}}$$

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 ความแตกต่างของข้อมูล ข้อมูลแต่ละชุดจะถูกนำมาหาความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดูความแตกต่างในระหว่างจุดเก็บตัวอย่าง และระยะเวลาการเก็บตัวอย่างในระหว่างการเลี้ยง สถิติที่ใช้หาความแตกต่าง คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance - ANOVA) แบบแจกแจงสองทาง

หากข้อมูลในระหว่างจุดเก็บตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน ก็จะแสดงผลเฉพาะค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในแต่ละช่วงเวลาทำการเก็บตัวอย่าง และค่าที่ได้จะนำมาเขียนเป็นกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าต่างวาระหว่างการเลี้ยง

3.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย การบอกความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ จะใช้ค่า

Spearman's Correlation Coefficient (Walepole & Myers, 1985) การคำนวณจะทำการ
โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และโปรแกรม MVSP (Kovach, 1986)

3.5 การวิเคราะห์ผลการศึกษา

จะทำการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลต่าง ๆ เมื่อเวลาการเลี้ยงเปลี่ยนแปลงไป
และจะพิจารณาร่วมกับข้อมูลจากสภาพนิเวศน์ภายในบ่อเลี้ยงกุ้ง ซึ่งเป็นโครงการศึกษาร่วมของ วรวิทย์
และคณะ (2534) นอกจากนี้ยังพิจารณาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องอื่นด้วย

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 คุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยง

จากการเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อกุ้งขณะทำการเลี้ยง มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านต่าง ๆ โดยทำการเก็บตัวอย่างจากบ่อกุ้งขนาด 3.8 ไร่ จำนวน 4 จุด ในระหว่างวันที่ 4 มกราคม 2534 ถึง 12 พฤษภาคม 2534 รวม 10 เที่ยว คุณสมบัติน้ำในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความเค็ม, อุณหภูมิ, ความเป็นกรด-ด่าง, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ, ความโปร่งใส, ปริมาณไนเตรท, ไนโตรเจน และฟอสเฟต รวม 9 ปัจจัย พบว่าในระหว่างจุดเก็บตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเก็บตัวอย่างแต่ละเที่ยว (ภาคผนวกที่ 1 - 9)

คุณสมบัติของน้ำทั้ง 9 ปัจจัย ได้สรุปและแสดงไว้ดังตารางที่ 2 สำหรับการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติน้ำแต่ละปัจจัย ตลอดระยะเวลาที่ทำการเลี้ยง สามารถพิจารณาได้ดังนี้

4.1.1 ความเค็ม

ความเค็มของน้ำในบ่อตลอดการเลี้ยง มีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 29.75 ± 0.43 ถึง 39.01 ± 1.00 ส่วนในพัน และเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงตลอดการเลี้ยง ดังกราฟในรูปที่ 3 พบว่าความเค็มเมื่อเริ่มเลี้ยงมีค่าค่อนข้างสูงคือ 39 ส่วนในพัน แต่ความเค็มมีค่าค่อยๆ ลดลงเมื่อเวลาการเลี้ยงผ่านไป

4.1.2 อุณหภูมิ

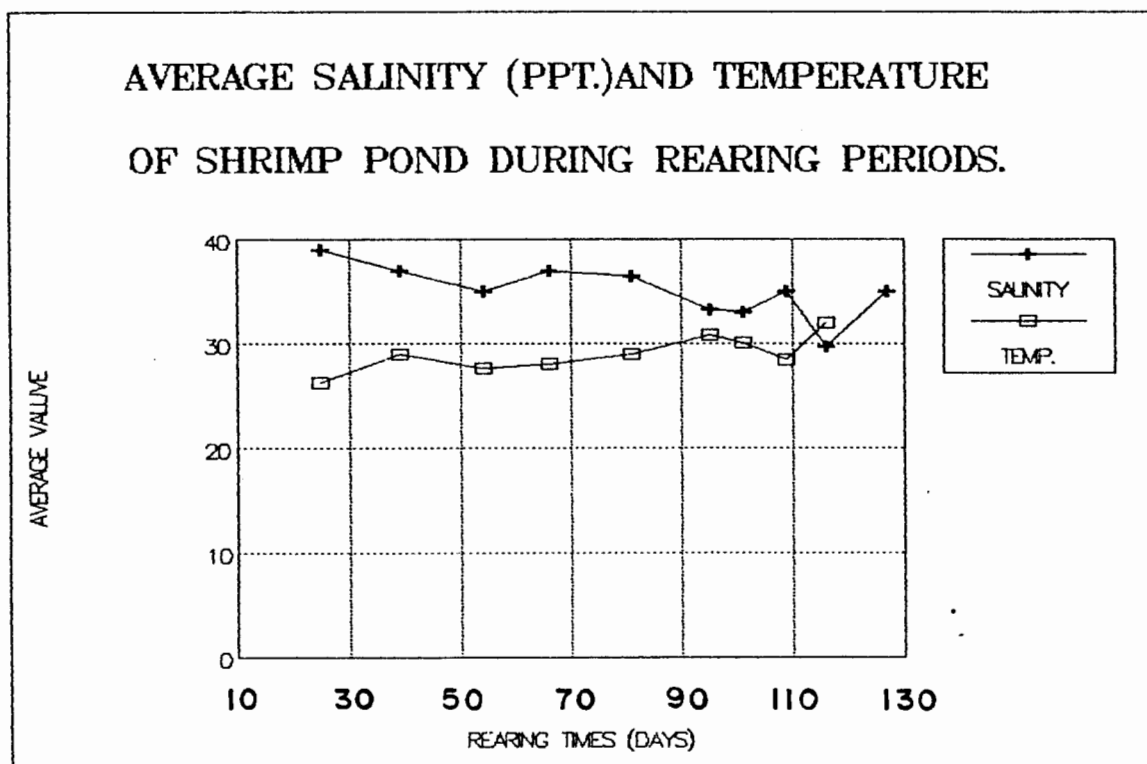
อุณหภูมิในบ่อเลี้ยง เป็นอุณหภูมิที่วัดในช่วงเช้าของวัน อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 26.25 ± 0.25 ถึง 32.00 ± 0.00 °ซ. และเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตลอดระยะเวลาของการเลี้ยง ดังกราฟรูปที่ 3 พบว่าอุณหภูมิในช่วงที่เริ่มเลี้ยงมีค่าค่อนข้างต่ำ คือ 26.25 ± 0.25 °ซ. และอุณหภูมิจจะมีค่าค่อยๆ สูงขึ้นจนถึงสิ้นสุดการเลี้ยงที่ 32.00 ± 0.00 °ซ.

4.1.3 ความเป็นกรด-ด่าง

ค่า pH ของน้ำในบ่อตลอดการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 7.10 ± 0.00 ถึง 8.58 ± 0.21 และเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ดังกราฟรูปที่ 4 พบว่าค่า pH จะค่อยๆ ลดลง

ตารางที่ 2. คุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน

DAYS	SALINITY		TEMPERATURE		pH		D.O.		TRANSPARENCY		NITRATE		NITRITE		AMMONIA		PHOSPHATE	
	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.
26	39.00	1.00	26.25	0.25	7.58	0.21	5.95	0.34	63.75	9.60	1.88	0.41	0.38	0.08	0.23	0.04	0.73	0.04
40	37.00	0.00	29.00	0.00	8.22	0.10	4.82	0.27	80.00	7.07	1.88	0.22	0.53	0.18	0.35	0.09	0.73	0.04
54	35.00	0.00	27.62	0.41	8.06	0.09	3.98	0.31	76.25	2.17	2.63	0.41	0.70	0.35	0.38	0.04	0.18	0.00
67	37.00	0.00	28.00	0.00	7.46	0.01	4.38	0.13	57.50	2.50	6.50	1.73	0.70	0.10	0.33	0.04	0.58	0.08
82	36.50	1.66	29.00	0.00	7.87	0.13	2.94	0.43	42.25	2.25	7.70	0.65	0.75	0.05	0.34	0.04	0.89	0.04
96	33.30	0.43	30.80	0.12	7.26	0.06	4.03	0.16	40.00	0.00	14.78	0.75	0.75	0.04	0.40	0.06	1.48	0.08
102	33.00	0.00	30.10	0.17	7.80	0.03	4.28	0.19	40.00	0.00	8.63	0.22	0.65	0.04	0.45	0.00	0.75	0.05
110	35.00	0.00	28.50	0.00	7.18	0.11	6.35	0.18	30.00	0.00	6.50	0.35	0.39	0.15	0.30	0.04	0.66	0.04
117	29.75	0.43	32.00	0.00	7.26	0.11	5.94	0.36	30.00	0.00	6.63	0.22	0.36	0.02	0.35	0.04	0.61	0.02
128	35.00	0.00	32.00	0.00	7.10	0.00	4.20	0.00	25.00	0.00	7.38	0.22	0.38	0.03	0.41	0.02	0.48	0.03



รูปที่ 3. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความเค็ม (ส่วนในพัน) และอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน

เมื่อเวลาการเลี้ยงผ่านไป ๖๖ วันแรก เมื่อเริ่มเลี้ยงมีค่า 7.58 และเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงมีค่า 7.10

4.1.4 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ

ค่า D.O. ของน้ำในบ่อทดลองระยะเวลาการเลี้ยงมีค่าอยู่ในช่วง 2.94 ± 0.43 ถึง 6.35 ± 0.18 มก./มล. สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า D.O. ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง สามารถพิจารณาได้จากกราฟในรูปที่ 4 ค่า D.O. ที่วัดตอนเริ่มเลี้ยงมีค่า 5.95 ± 0.34 มก./มล. ๖๖ วันแรก ค่าจะลดต่ำลงอย่างสม่ำเสมอ จนต่ำสุดที่ 2.94 ± 0.43 มก./มล. หลังจากนั้นค่าจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จนสูงสุดที่ 6.35 ± 0.18 มก./มล. ของการเลี้ยงวันที่ 110 หลังจากนั้นค่าจะลดต่ำลงมาอีกเล็กน้อย วันสุดท้ายของการเลี้ยง D.O. มีค่า 4.20 ± 0.00 มก./มล.

4.1.5 ความโปร่งใสของน้ำ

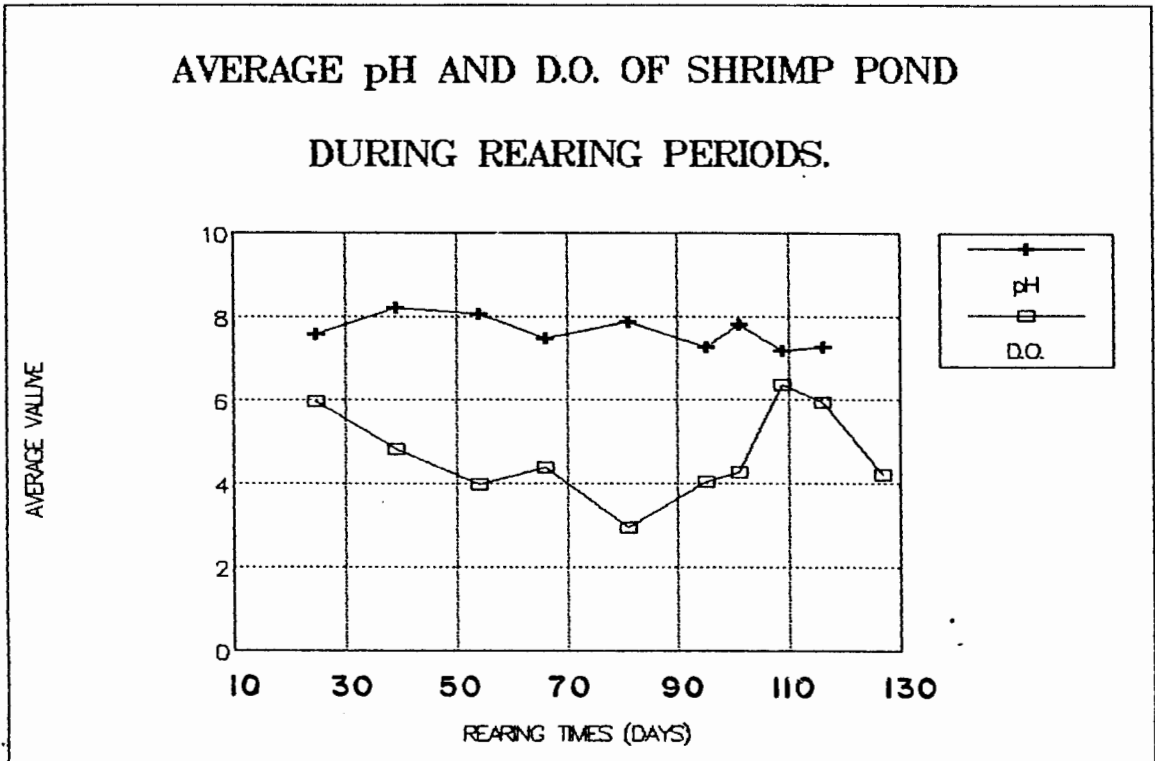
ค่าความโปร่งใสของน้ำในบ่อเลี้ยง พบว่าอยู่ในช่วง 25 ± 0 ถึง 80 ± 7 เซนติเมตร การเปลี่ยนแปลงของความโปร่งใสตลอดระยะเวลาการเลี้ยง สามารถพิจารณาได้จากกราฟรูปที่ 5 พบว่าเมื่อเริ่มเลี้ยงความโปร่งใสมีค่า 63.8 ± 9.6 เซนติเมตร ในช่วง 40 วันแรก น้ำมีความใสขึ้นเล็กน้อย แต่หลังจากนั้นค่าความโปร่งใสจะลดลงอย่างสม่ำเสมอ จนเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง น้ำมีค่าความโปร่งใส 25.0 ± 0 เซนติเมตร

4.1.6 ไนเตรท

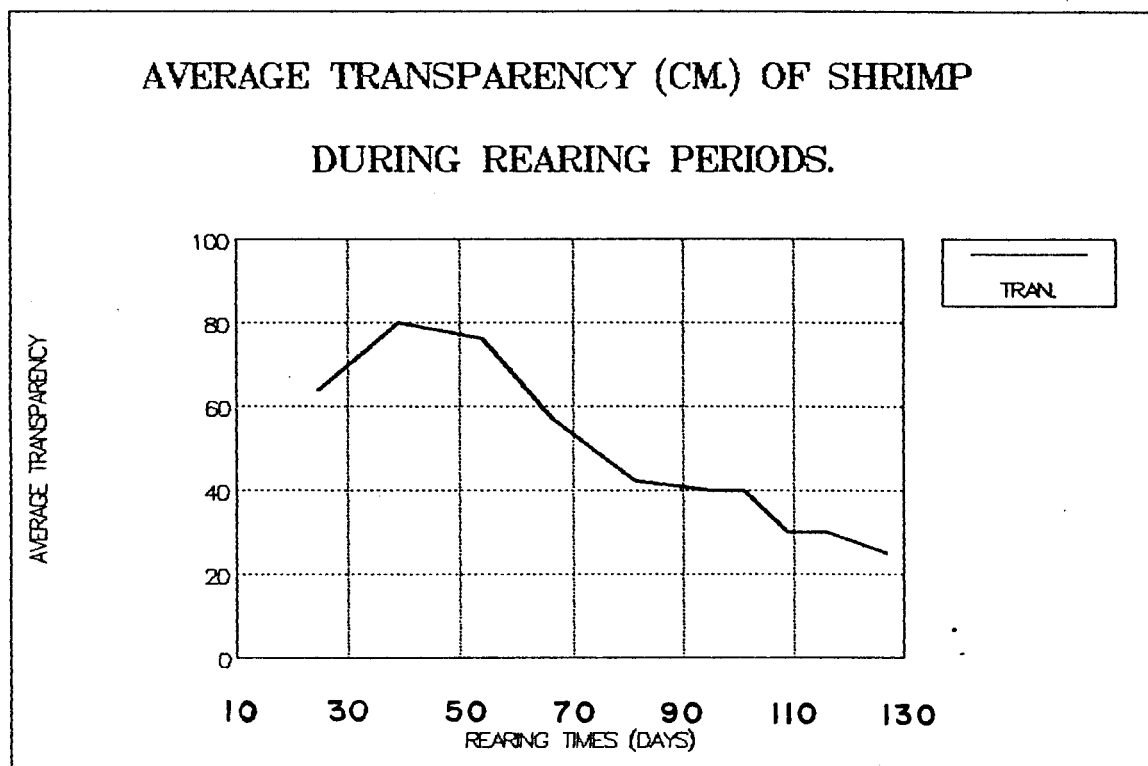
ความเข้มข้นของไนเตรทจากน้ำในบ่อเลี้ยง มีค่าอยู่ในช่วง 1.88 ± 0.41 ถึง 14.78 ± 0.75 ppm. เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ดังแสดงในกราฟรูปที่ 6 พบว่าในช่วง 50 วันแรก ไนเตรทมีค่าค่อนข้างคงที่ อยู่ในระดับ 1 - 2 ppm. แต่หลังจากนั้นค่าความเข้มข้นจะเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว จนวันที่ 90 มีค่า 14.78 ± 0.75 ppm. หลังจากนั้นค่าจะลดลง และมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก วันสุดท้ายของการเลี้ยงไนเตรทมีความเข้มข้น 7.38 ± 0.22 ppm.

4.1.7 ไนไตรท์

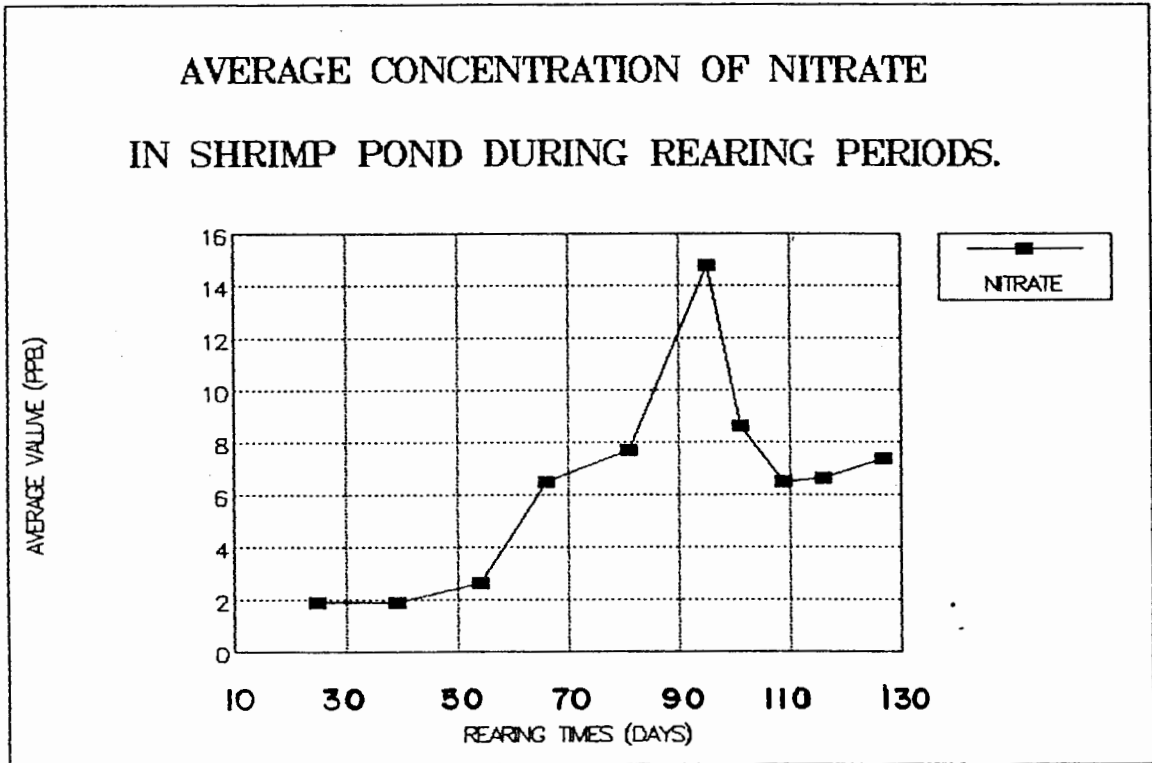
ความเข้มข้นของไนไตรท์จากน้ำในบ่อเลี้ยง มีค่าอยู่ในช่วง 0.36 ± 0.02 ถึง 0.75 ± 0.05 ppb. และเมื่อพิจารณาความเข้มข้นที่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเลี้ยง ดังแสดงในกราฟรูปที่ 7 พบว่า ในช่วง 90 วันแรก ไนไตรท์มีค่าค่อนข้างเพิ่มสูงขึ้น จากประมาณ 0.4 จนถึง 0.7 ppb. หลังจากนั้นค่าจะลดลงมาอย่างรวดเร็ว จนถึงวันที่ 110 จึงไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง ความเข้มข้นของไนไตรท์ในวันสิ้นสุดการเลี้ยงมีค่า 0.38 ± 0.03 ppb.



รูปที่ 4. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (มก./มล.) ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน



รูปที่ 5. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความโปร่งใส (เซ็นติเมตร)ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน



รูปที่ 6. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไนเตรท (ppb.) ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง
ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน

4.1.8 แอมโมเนีย

น้ำในบ่อเลี้ยงมีปริมาณแอมโมเนียละลายอยู่ในช่วง 0.23 ± 0.40 ถึง 0.45 ± 0.00 ppb. ส่วนการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น สามารถพิจารณาจากกราฟที่แสดงดังรูปที่ 7 พบว่าความเข้มข้นมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยในช่วง 50 วันแรกค่าจะเพิ่มขึ้นจาก 0.23 ± 0.04 เป็น 0.38 ± 0.4 ppb. หลังจากนั้นจนถึงสิ้นสุดการเลี้ยงค่าความเข้มข้นมีการเปลี่ยนแปลงน้อย

4.1.9 หอสเหต

น้ำในบ่อเลี้ยงมีหอสเหตอยู่ในช่วง 0.18 ± 0.00 ถึง 0.89 ± 0.04 ppb. การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นในระหว่างการเลี้ยง พิจารณาได้จากกราฟแสดงดังรูปที่ 7 พบว่าความเข้มข้นของหอสเหตมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยในช่วงต้นมีค่าความเข้มข้น 0.73 ± 0.04 ppb. และคงที่มาจนถึงวันที่ 40 ในวันที่ 50 ความเข้มข้นจะลดต่ำลงเหลือ 0.18 ± 0.00 หลังจากนั้นค่าจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนวันที่ 96 มีค่าสูงสุด 1.48 ± 0.08 ppb. หลังจากนั้นค่าจะค่อยๆลดลงตลอดความเข้มข้นสุดท้ายคือ 0.48 ± 0.03 ppb.

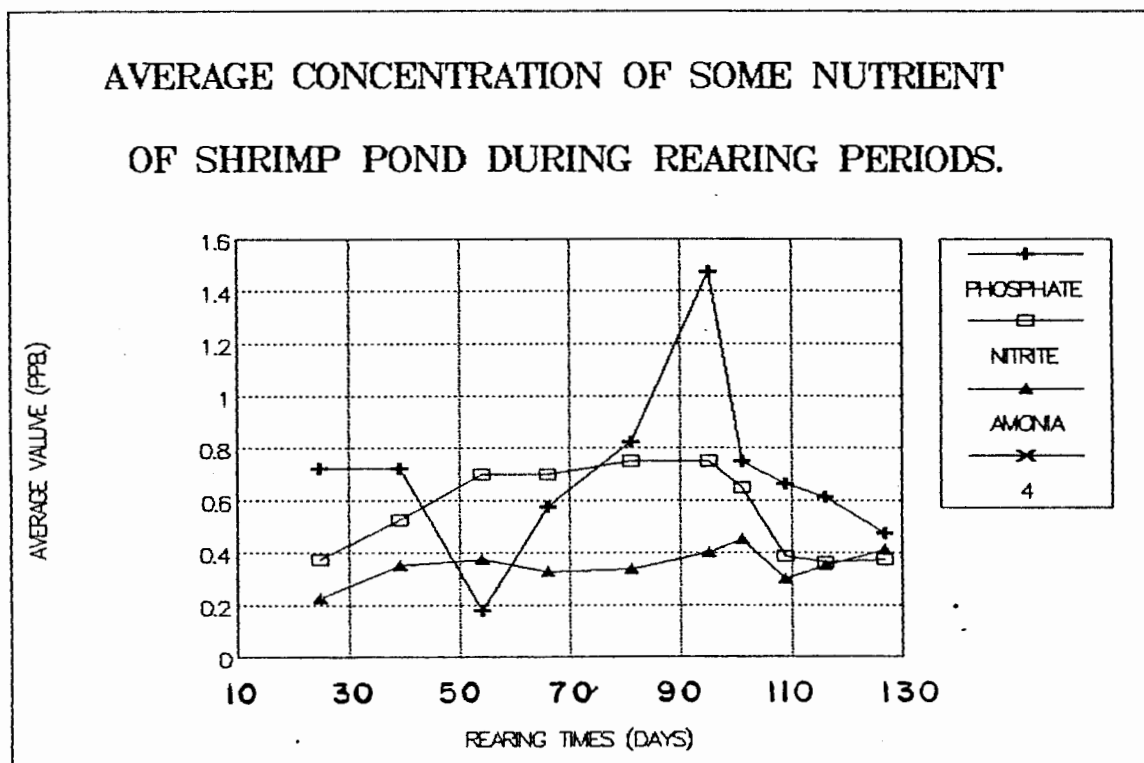
4.2 ผลการเลี้ยงกุ้ง

การเลี้ยงกุ้งเริ่มต้นในวันที่ 4 มกราคม 2534 โดยมีการปล่อยกุ้งระยะ P₁₇ จำนวน 200,000 ตัว หลังจากนั้นในวันที่ 14 มกราคม 2534 ปล่อยกุ้งระยะ P₂₅ ลงไปเพิ่มอีก 100,000 ตัว รวมปล่อยกุ้งทั้งสิ้น 300,000 ตัว เมื่อคิดเป็นความหนาแน่นได้เท่ากับ 50 ตัว/ตารางเมตร เมื่อทำการเลี้ยงได้ 128 วัน ได้ทำการจับกุ้งขายในวันที่ 12 พฤษภาคม 2534 ปรากฏว่าได้ผลผลิตรวมทั้งสิ้น 5,200 กิโลกรัม (ขนาดกุ้งที่ประเมินขาย 40 ตัว/กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 128 บาท แต่ขนาดที่สุ่มวัดเองหนัก 30.20 กรัม/ตัว) การเลี้ยงใช้อาหารรวมทั้งสิ้น 7,667 กิโลกรัม อัตราการแลกเนื้อจึงเท่ากับ 1.474 สำหรับอัตราการรอดตลอดการเลี้ยง มีค่า 62.4 %

สำหรับรายละเอียดของผลการเลี้ยงสามารถพิจารณาได้ดังนี้

4.2.1 การเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ

ก. ความยาว กุ้งขนาดเริ่มเลี้ยงมีความยาวเท่ากับ 1 เซนติเมตร และเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง 128 วัน ความยาวเพิ่มขึ้นเป็น 15.20 ± 1.42 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความยาวตลอดการเลี้ยง ดังตารางที่ 3 และแสดงในกราฟรูปที่ 8 พบว่ากุ้งมีความยาวเพิ่มเฉลี่ยตลอด อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาอัตราการเพิ่มขึ้นของความยาว (Percentage of Length Increment) ดังแสดงในกราฟรูปที่ 9 พบว่าความยาวมีการเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงต้น (415%) และจะลดลงจนค่อนข้าง



รูปที่ 7. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ ไนโตรทรี, แอมโมเนีย และฟอสเฟต (ppb.)
ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน

ข้างคงที่จนถึงวันที่ 100 (20 - 40 %) จากนั้นจะลดลงอีกจนช่วง 10 วันสุดท้ายก่อนการจับ เกือบจะ
ไม่มีการเพิ่มของความยาวเลย

ข. น้ำหนัก น้ำหนักของกุ้งกุลาดำที่เริ่มปล่อยลงเลี้ยง มีค่า 0.1 กรัม และเมื่อสิ้นสุด
การเลี้ยง 128 วัน พบว่ากุ้งมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 30.20 ± 7.50 กรัม น้ำหนักของกุ้งในช่วงต่างว
ระหว่างการเลี้ยงแสดงไว้ในตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาการเพิ่มของน้ำหนักกุ้งตลอดระยะเวลาการเลี้ยง
ถึงกราฟรูปที่ 10 จะเห็นว่ากุ้งมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ แต่เมื่อพิจารณาอัตราการเพิ่มของน้ำหนัก
(Percentage of Weight Increment) จากกราฟรูปที่ 11 พบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักใน
ช่วง 30 วันแรก มีค่าสูงมาก (770%) และจะลดลงมาอย่างมาก จนมีค่าเปลี่ยนแปลงมากน้อยในช่วง
วันที่ 60 - 110 (20-50 %) หลังจากนั้นจนถึงสิ้นสุดการเลี้ยงน้ำหนักมีอัตราการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

จากการวิเคราะห์ค่า Spearman's Correlation Coefficient ระหว่างอัตราการเพิ่ม
ความยาว กับอัตราการเพิ่มของน้ำหนัก ตลอดช่วงระยะเวลาการเลี้ยง ($r = 0.79$) พบว่ารูปแบบการ
เพิ่มขึ้นของความยาว มีลักษณะที่สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญ

4.2.2 อัตราการแลกเนื้อ

ผลผลิตของกุ้งที่ได้หลังจากการเลี้ยงนาน 128 วัน มีน้ำหนักรวม 5,200 กิโลกรัม ขณะที่
ปริมาณอาหารที่ใช้ทั้งหมดมีค่า 7,667 กิโลกรัม (รายละเอียดการให้อาหารแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 10)
จากการคำนวณ อัตราการแลกเนื้อมีค่าเท่ากับ 1.474

สำหรับการประมาณค่าอัตราการแลกเนื้อในระหว่างการเลี้ยง ผลแสดงได้ดังตารางที่ 4
จะเห็นว่าอัตราการแลกเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการเลี้ยง อย่างไรก็ตาม มีข้อน่า
สังเกตว่า ค่าที่ได้จากการประมาณมีค่าต่ำกว่าค่าที่สังเกต โดยดูได้จากค่าสุดท้าย จากการประมาณได้ค่า
1.35 ในขณะที่ค่าจากการสังเกตจริงเป็น 1.474 สาเหตุดังกล่าวน่าจะมีผลมาจากการประเมินค่าผล
ผลิตในแต่ละช่วง

4.2.3 อัตราการรอดตาย

จากการเลี้ยงที่ได้ผลผลิตรวม 5,200 กิโลกรัม โดยที่กุ้งมีขนาด 30.20 กรัม/ตัว นั่นคือ
มีกุ้งเหลืออยู่ 187,440 ตัว หรือคิดเป็น 62.4 % ของกุ้งที่ปล่อยลงเลี้ยงทั้งหมด

สำหรับการประมาณอัตราการรอดของกุ้งในระหว่างการเลี้ยง ผลแสดงได้ดังตารางที่ 5
จะเห็นว่าค่าจากการประมาณมีความแตกต่างจากค่าที่ได้จากการสังเกตจริงเล็กน้อย ดังดูได้จากค่าสุดท้าย

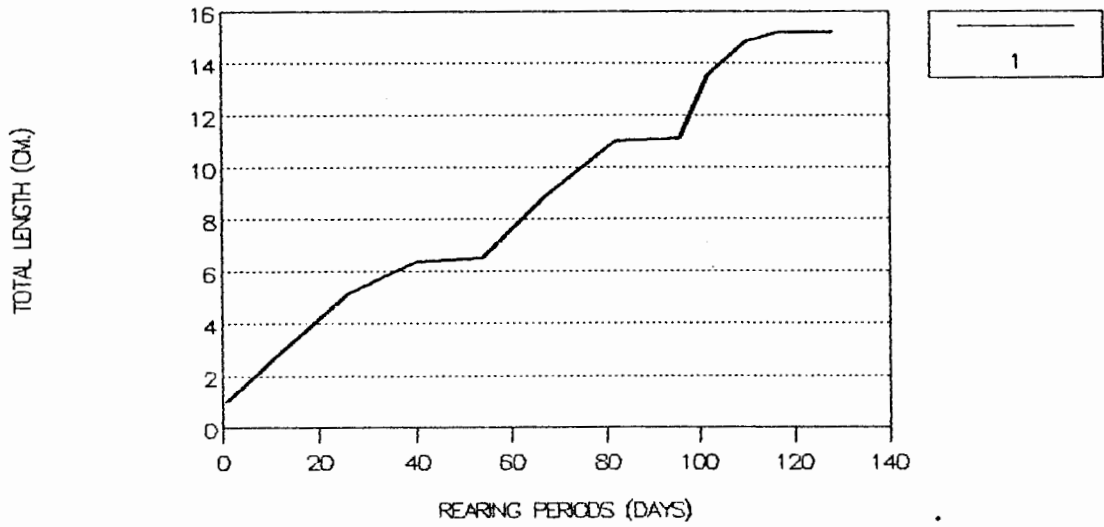
639.68
26612
9.1

129272

ตารางที่ 3. การเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน

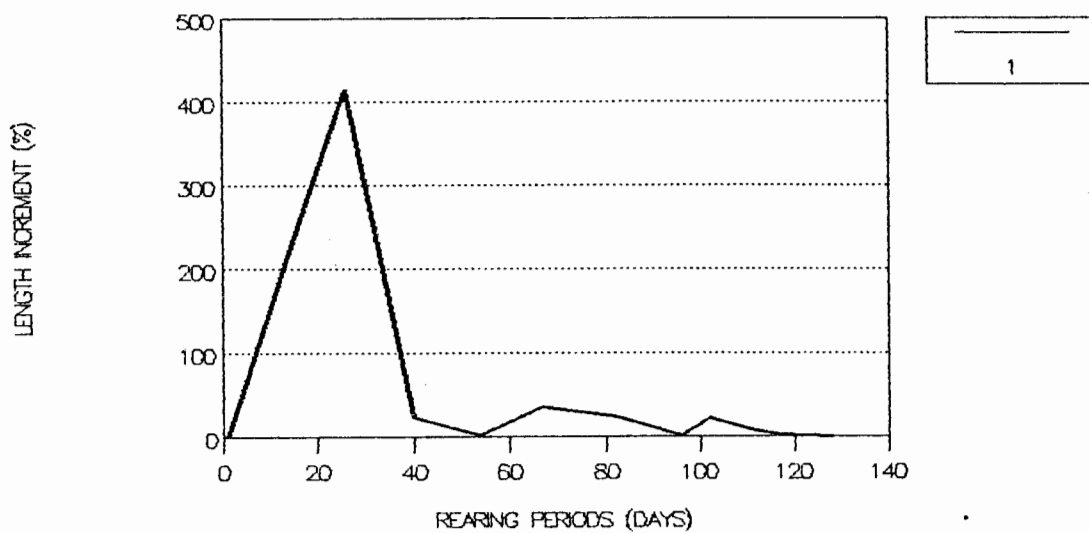
REARING TIME	DATE	TL (\bar{X} +S.D.)	INCREMENT	% INC.	W. (\bar{X} +S.D.)	INCREMENT	% INC.
1	04-1-34	1.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
26	30-1-34	5.15	0.62	4.15	0.87	0.00	0.77
40	13-2-34	6.35	0.98	1.20	1.80	0.00	0.93
54	27-2-34	6.50	1.56	0.15	3.70	0.00	1.90
67	12-3-34	8.86	1.97	2.36	5.60	0.00	1.90
82	27-3-34	11.00	1.87	2.14	13.50	3.43	7.90
96	10-4-34	11.10	2.42	0.10	16.60	5.33	3.10
102	16-4-34	13.55	2.15	2.45	19.25	7.82	2.65
110	24-4-34	14.85	1.46	1.30	28.85	9.45	9.70
117	01-5-34	15.18	1.17	0.33	30.20	7.13	1.35
128	12-5-34	15.20	0.00	0.02	30.20	0.00	0.00

LENGTH OF PENAEUS MONODON DURING
REARING PERIODS.



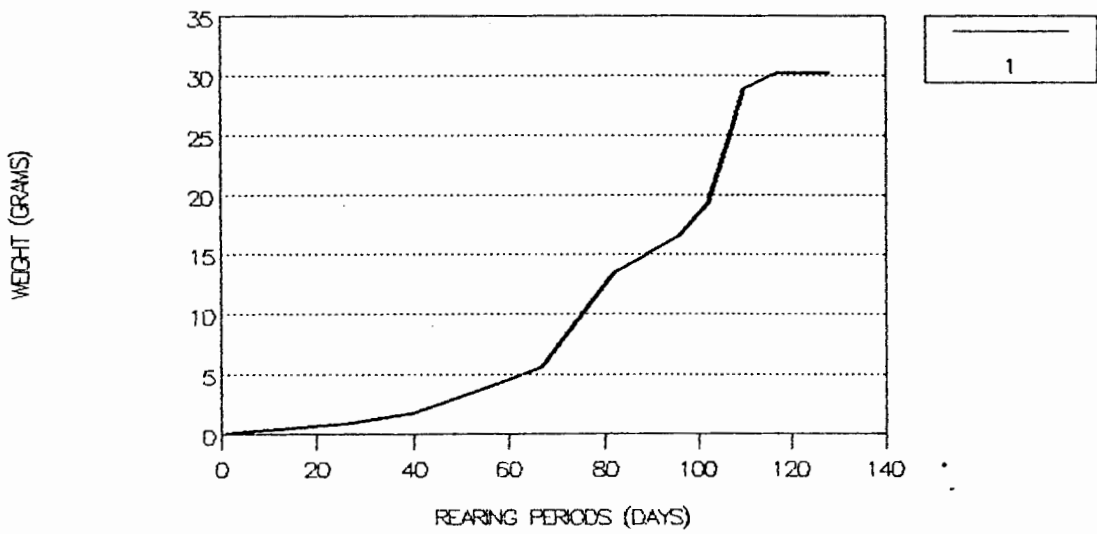
รูปที่ 8. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความยาวของกุ้งกุลาดำ (เซ็นติเมตร)
ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน

PERCENTAGE INCREMENT OF LENGTH OF
PENAEUS MONODON DURING REARING PERIODS.



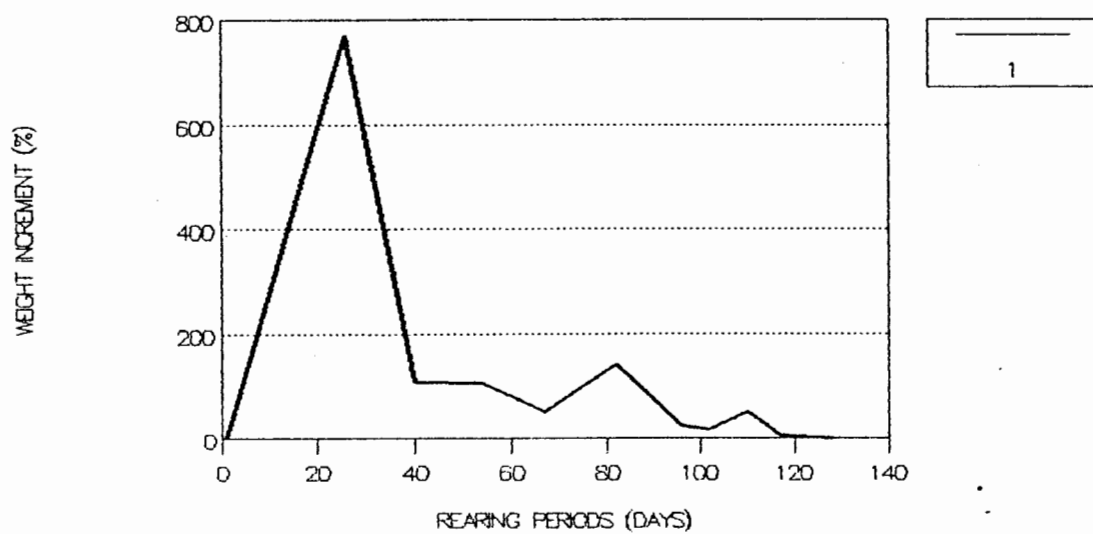
รูปที่ 9. กราฟแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวของกุ้งกุลาลำค่า (%) ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน

WEIGHT OF PENAEUS MONODON DURING
REARING PERIODS.



รูปที่ 10. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของกุ้งกุลาดำ (กรัม) ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน

PERCENTAGE INCREMENT OF WEIGHT OF
PENAEUS MONODON DURING REARING PERIODS.



รูปที่ 11. กราฟแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของกุ้งกุลาดำ (%) ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน

ตารางที่ 4. อัตราการแล่นเนื้อโดยประมาณ ของกุ้งกุลาลำดา ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน

วันที่เลี้ยง	ปริมาณอาหารที่ให้	ผลผลิตกุ้ง	อัตราการแล่นเนื้อ
26	97.2	285	0.34
40	233	680	0.34
54	589	1160	0.51
67	1115	1560	0.71
82	2260	3250	0.70
96	3518	4040	0.87
102	4372	4560	0.96
110	5953	5680	1.05
117	7373	5680	1.30
128	7667	5680	1.35

ตารางที่ 5. อัตราการรอดตายโดยประมาณ ของกุ้งกุลาลำดองตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 128 วัน

วันที่เลี้ยง	ปริมาณอาหาร (ก.ก.)	ผลผลิต (ก.ก.)	ขนาดกุ้ง (กรัม)	จำนวนกุ้ง/ก.ก.	จำนวนตัวรวม	อัตราการรอด (%)
26	7.2	285	0.87	1,150	327,750	100
40	17	680	1.80	555	323,810	98.9
54	29	1,160	3.70	270	313,200	96
67	38	1,560	5.60	179	279,240	85
82	88	3,520	13.50	74	260,000	79
96	101	4,040	16.60	60	245,000	75
102	114	4,560	19.25	52	237,120	72
110	142	5,680	28.85	35	198,800	60.6
117	142	5,600	30.20	33	187,440	57.2
128	142	5,680	30.20	33	187,440	57.2

ท้าย ที่ประมาณได้ 57.2 % ในขณะที่ค่าจากการสังเกตจริงเป็น 62.4 %

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและผลการเลี้ยงกุ้ง

การพิจารณาว่าปัจจัยของคุณภาพน้ำ มีความสัมพันธ์กับ ปัจจัยของผลการเลี้ยง จะพิจารณาจากค่า Spearman's Correlation Coefficient ว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ซึ่งผลจากการคำนวณ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 6 พบว่า

อัตราการเพิ่มความยาวของกุ้งตลอดการเลี้ยง แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ กับ ความโปร่งใสของน้ำ และความเข้มข้นของฟอสเฟต และมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับ ความเค็ม , อุณหภูมิ และ ความเข้มข้นของแอมโมเนีย

อัตราการเพิ่มน้ำหนักของกุ้งตลอดการเลี้ยง แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และความโปร่งใสของน้ำ และมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับ ความเค็ม, อุณหภูมิ, ในเตรท และไนโตรเจน

ตารางที่ 6. ค่า Spearman's Correlation Coefficient แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปัจจัยคุณภาพน้ำ กับ ปัจจัยของผลการเลี้ยงกุ้งกุลาคา

การเลี้ยง/คุณภาพน้ำ	NO ₃	NO ₂	NH ₃	PO ₄	D.O.	pH	TEMP.	SAL.	TRAN.
อัตราการเพิ่มความยาว	-0.48	0.14	-0.67*	0.63*	0.25	0.52	-0.72*	-0.74*	0.63*
อัตราการเพิ่มน้ำหนัก	-0.73*	0.20	-0.57*	0.34	0.10	0.75*	-0.85*	-0.78*	0.90*

* มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

วิเคราะห์ผลการศึกษาและสรุป

คุณสมบัติของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งจากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 4 จุด ปรากฏว่าคุณสมบัติของน้ำค่อนข้างต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าน้ำภายในบ่อเลี้ยงขนาด 3.8 ไร่ มีการหมุนเวียนผสมกันเป็นอย่างดี ที่เป็นเช่นนี้มีสาเหตุเนื่องมาจาก กระแสลมที่มีการพัดมาอยู่อย่างสม่ำเสมอ และการใช้เครื่องตีน้ำในช่วงการเลี้ยง เดือนที่ 3 และ 4 แต่เมื่อพิจารณาคุณสมบัติน้ำในช่วงเวลาต่างวถลออก การเลี้ยง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าเมื่อเวลาการเลี้ยงเปลี่ยนแปลงไป คุณสมบัติน้ำก็จะมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย สำหรับการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติน้ำที่สำคัญ และเหตุผลที่เกี่ยวข้อง สามารถอธิบายได้ดังนี้

ความเค็ม ความเค็มในการเลี้ยงครั้งนี้ พบว่าเมื่อเริ่มเลี้ยงความเค็มมีค่าค่อนข้างสูง แต่หลังจากนั้นความเค็มจะค่อยๆ ลดต่ำลงมา สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากเวลาเริ่มเลี้ยงอยู่ในช่วงปลายฤดูหนาว - ต้นฤดูร้อน มีฝนตก ประกอบกับการเลี้ยงระยะแรกมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำน้อยมาก เนื่องจากกุ้งมีขนาดเล็ก ปริมาณของเสียที่ถูกปล่อยออกมาจึงมีไม่มากนัก เมื่อมีการแยกกุ้งซึ่งเป็นระยะเวลานาน น้ำจะมีการระเหย ดังนั้นน้ำจึงมีความเค็มสูง และมีความเค็มสูงกว่าความเค็มของน้ำทะเลตามธรรมชาติ จนเมื่อเวลาการเลี้ยงผ่านไป กุ้งมีขนาดโตขึ้นจึงเริ่มมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ จึงเป็นสาเหตุให้น้ำมีความเค็มลดต่ำลง ประกอบกับช่วงหลังของการเลี้ยง ซึ่งเข้าสู่ช่วงปลายของฤดูร้อน มีฝนตกชุกก่อนฤดูกาล จึงเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิและความเค็มในช่วงหลังของการเลี้ยงมีค่าลดลง

ความเค็มตลอดการเลี้ยงมีค่าอยู่ในช่วง 29 - 39 ส่วนในพัน ซึ่งยังอยู่ในช่วงที่กุ้งกุลาดำขนาดใหญ่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้คือ 15 - 50 ส่วนในพัน (Cheng & Liac, 1986) อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มกับอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ (ตารางที่ 6) พบว่าความเค็มมีความสัมพันธ์แบบผกผัน กับทั้งอัตราการเพิ่มของความยาวและน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งน่าจะแสดงได้ว่าค่าความเค็มดังกล่าวมีค่าสูงกว่าระดับที่เหมาะสม โดยถ้าความเค็มในการเลี้ยงเพิ่มขึ้นอีกอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำจะลดลง ในขณะที่ถ้าอยู่ในระดับที่เหมาะสมการเปลี่ยนแปลงความเค็มน่าจะเน้นแสดงความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต อีรินุช (2534) ได้เสนอว่าค่า Isomotic ของกุ้งกุลาดำขนาดใหญ่น่าจะอยู่ประมาณ 28 ส่วนในพัน ซึ่งที่ระดับ Isomotic นี้จะเป็นระดับความเค็มที่กุ้งมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด การที่ความเค็มของสิ่งแวดล้อมสูงกว่าค่า Isomotic กุ้งจะมีการปรับตัวแบบ Hypo-osmoregulation ซึ่งต้องใช้พลังงาน ทำให้พลังงานที่ควรจะใช้ในการเจริญเติบโตลดลง

แม้ว่าในการเลี้ยงครั้งนี้ น้ำจะมีความเค็มสูง แต่ในกรณีที่มีความเค็มต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม ก็จะมีผลต่อการเจริญเติบโตเช่นกัน ชีรบุช (2530) พบว่าที่ระดับความเค็มต่ำกว่า 15 ส่วนในพัน กุ้งจะมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง เพราะกุ้งต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่มีความเค็มต่ำเช่นกัน

ในการเลี้ยงครั้งนี้ การเลี้ยงกุ้งในระดับความเค็มสูงที่กล่าวมา ไม่ได้ก่อให้เกิดปัญหาต่อการเลี้ยง แต่หากต้องการเลี้ยงกุ้งให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ก็ควรมีการรักษาระดับความเค็มภายในบ่อเลี้ยงไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงมากเกินไป และความเค็มกลางที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงน่าจะอยู่ประมาณ 28 ส่วนในพัน

อุณหภูมิ อุณหภูมิตลอดการเลี้ยงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 26 - 32 °C โดยอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เพิ่มขึ้นตลอดการเลี้ยง ทั้งนี้เนื่องจากการเลี้ยงอยู่ในช่วงปลายฤดูหนาวถึง ปลายฤดูร้อน ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจึงเป็นการเปลี่ยนแปลงปกติตามฤดูกาล

จากผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการเพิ่มขึ้นของความยาวและน้ำหนัก (ตารางที่ 6) ปรากฏว่ามีความสัมพันธ์แบบผกผัน ซึ่งน่าจะแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของการเลี้ยงครั้งนี้มีค่าสูงกว่าระดับที่เหมาะสม Chen(1985) รายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำจะอยู่ในช่วง 25 - 33 °C ซึ่งอุณหภูมิของการเลี้ยงครั้งนี้ก็อยู่ในช่วงดังกล่าว แต่การที่การเจริญเติบโตกลับแสดงความสัมพันธ์แบบผกผันกับอุณหภูมินั้น อาจเป็นเพราะช่วง เวลาส่วนใหญ่ของการเลี้ยงอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่สูง นอกจากนี้หากพิจารณาการดำรงชีวิตในธรรมชาติของกุ้งกุลาดำ ซึ่งอยู่ในป่าชายเลนที่มีแมงน้ำปกคลุม หรือเมื่ออพยพออกสู่ทะเลก็อาศัยอยู่ในมวลน้ำระดับล่างที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าผิวน้ำ ในขณะที่ภายในบ่อเลี้ยงนอกจากน้ำจะมีปริมาณน้อย บ่อยังคั้น และรับแสงแดดโดยตรง อุณหภูมิจึงสูงกว่าในธรรมชาติที่กุ้งกุลาดำอยู่ แม้ว่ากุ้งจะสามารถทนอยู่ได้ แต่ประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตจะลดลง อย่างไรก็ตามระดับอุณหภูมิของการเลี้ยงครั้งนี้ ไม่ได้ทำให้เกิดปัญหาต่อการเลี้ยงและผลผลิตจนเป็นที่สังเกตได้

นอกจากผลต่อตัวกุ้งโดยตรงแล้ว อุณหภูมิยังมีผลต่อบั๊กชีน้ำที่ เกี่ยวข้องต่อมาถึงกุ้งด้วย ตัวอย่าง เช่นปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ที่จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และการที่อุณหภูมิสูงมีผลโดยตรงต่อปฏิริยาทางชีวภาพของบ่อเลี้ยง ดังนั้นการดูแลเรื่องระดับของอุณหภูมิในบ่อเลี้ยงจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรให้ความสนใจ

ความเป็นกรด-ด่าง ค่า pH ของบ่อเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 7.1 - 8.6 ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงปกติของน้ำบริเวณป่าชายเลน (EPA, 1973) แต่มีข้อน่าสังเกตอย่างหนึ่งคือ ค่า pH มีการลดลงตลอด

ระยะเวลาการเลี้ยงที่ผ่านไป แสดงให้เห็นถึงความเข้มข้นของน้ำที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นผลอันเนื่องมาจากของเสียต่างๆที่ปล่อยออกมา รวมทั้งอาหารส่วนเกินที่ตกค้างอยู่ในบ่อ ซึ่งเมื่อถูกย่อยสลายโดยพวกแบคทีเรียจะทำให้เกิดสภาพที่เป็นกรดขึ้น

นอกจากนี้สาเหตุสภาพการเป็นกรดของน้ำในบ่อเลี้ยง โดยเฉพาะบ่อที่อยู่บริเวณป่าชายเลน ยังเกิดจากสภาพของดินได้ด้วย ซึ่งดินในบริเวณป่าชายเลนส่วนมากมักมีสภาพเป็นกรด เนื่องจากมีซากสิ่งมีชีวิต และสารอินทรีย์ถูกพัดพาเข้ามาสะสมอยู่ในบริเวณนี้ อย่างไรก็ตามจากผลการวัดค่า pH ของบ่อที่ทำการศึกษานี้ ปรากฏว่าค่า pH ที่ต่ำกว่า 7 แสดงว่าไม่เกิดสภาพที่เป็นกรดในบ่อเลี้ยง ซึ่งให้เห็นว่าดินในบ่อไม่น่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า pH มากนัก

ผลจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH และอัตราการเจริญเติบโต ปรากฏว่า pH แสดงความสัมพันธ์กับอัตราการเพิ่มของน้ำหนัก น่าจะแสดงให้เห็นว่าค่า pH ของการเลี้ยงดังกล่าว อยู่ในสภาพที่เหมาะสม แม้จะเคยมีรายงานว่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจะเป็น 8 - 8.5 (Chen, 1985)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (D.O.) จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่า ค่า D.O. ของน้ำในบ่อมีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาในการเลี้ยง สาเหตุการเปลี่ยนแปลงก็น่าจะมาจากการที่กุ้งโรคขึ้น ทำให้ความต้องการในการใช้ออกซิเจนมีมากขึ้น ก็จะเห็นได้จากช่วงคันของการเลี้ยงที่กุ้งยังมีขนาดเล็กอยู่ ความต้องการใช้ออกซิเจนยังมีไม่มาก ปริมาณออกซิเจนที่หมุนเวียนภายในบ่อจึงยังอยู่ในระดับที่เพียงพอ น่าจะเป็นต้องใช้เครื่องตีน้ำ และเมื่อเวลาผ่านไปกุ้งโรคขึ้น การใช้ออกซิเจนมีมากขึ้น จึงทำให้ระดับออกซิเจนที่หมุนเวียนอยู่ในบ่อมีค่าลดลงตามลำดับ จนเมื่อมีการเริ่มใช้เครื่องตีน้ำค่าจึงสูงขึ้น และก็ค่อยๆลดลง และค่าจะสูงขึ้นอีกครั้งหนึ่ง เมื่อเริ่มใช้เครื่องตีน้ำเครื่องที่สอง แต่หลังจากนั้นค่าก็จะลดลงอีก

จากรูว์น และสมนึก (2529) ได้ทำการศึกษาและสรุปว่า ค่า D.O. ระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำอยู่ที่ 3.8 มก./ลิตร และค่าที่ผิดพลาดให้การเจริญเติบโตหยุดชะงักคือ 2.2 มก./ลิตร ซึ่งในการเลี้ยงครั้งนี้ปรากฏว่าค่า D.O. ลดลงมากที่สุดที่ระดับ 2.94 มก./ลิตร ซึ่งเป็นช่วงก่อนการใช้อุปกรณ์ตีน้ำ จะเห็นว่าค่าดังกล่าวจะต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม แม้ว่าค่าดังกล่าวจะต่ำกว่าระดับที่หยุดชะงักการเจริญเติบโต แต่ที่ระดับดังกล่าวน่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำน้อยมากก็น้อย อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ กับอัตราการเจริญเติบโต พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งอาจแสดงว่าระดับออกซิเจนดังกล่าวไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต

นอกจากปริมาณออกซิเจนที่ต่ำเกินไปจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาค่าแล้ว ปริมาณที่สูงเกินไป โดยเฉพะานสภาวะอิ่มตัวยิ่งยวด (Super-saturated) ก็มีผลต่อกุ้งกุลาค่าด้วยเช่นกัน โดยผลจะหาว่ามีฟองอากาศสะสมอยู่ที่เหงือก และขัดขวางการแลกเปลี่ยนอากาศ หรือที่รู้จักกันในชื่อโรค Gas-Bubble Disease การเกิดสภาพดังกล่าวในบ่อเลี้ยงกุ้งนั้น มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้ เพราะว่ามีการใช้เครื่องตีน้ำมาช่วยในการตีที่ปริมาณออกซิเจนในบ่อมีค่าต่ำ ซึ่งปกติในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ค่า D.O. จะต่ำที่สุดช่วงเวลาเช้ามืด และจะมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ จนสูงสุดในตอนบ่าย หลังจากนั้นค่าจะลดต่ำลงเรื่อยๆ จนค่าที่ต่ำสุดตอนเช้ามืด เป็นวงจรเช่นนี้ทุกวัน จารูวัฒน์ และสมนึก (2532) พบว่าในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาค่าที่ใช้เครื่องตีน้ำตลอดเวลาจะมีภาวะออกซิเจนอิ่มตัว เป็นระยะเวลาตั้งแต่ 7 ถึง 16 ชั่วโมง โดยเฉพะานช่วงเวลา 11:00 - 17:00 น. ดังนั้นในช่วงเวลาดังกล่าวจึงควรหยุดการใช้เครื่องตีน้ำ ทั้งนี้นอกจากจะเป็นการลดอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรค Gas-bubble disease แล้ว ยังเป็นการประหยัดค่าพลังงานที่ต้องใช้ด้วย ซึ่งเท่ากับเป็นการลดต้นทุนการผลิตอีกวิธีหนึ่ง อย่างไรก็ตามการตัดสินใจว่าจะมีการใช้เครื่องตีน้ำหรือไม่ ก็น่าจะมีการวัดระดับของออกซิเจนที่ละลายอยู่ด้วย เพื่อให้การเลี้ยงดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ความโปร่งใสของน้ำ ความโปร่งใสของน้ำในบ่อมีค่าอยู่ในช่วง 40 - 80 เซ็นติเมตร โดยค่าที่กล่าวมามีการลดลง เมื่อเวลาการเลี้ยงเปลี่ยนแปลงไป โดยการใช้ที่มีความขุ่นมากขึ้นนั้น สาเหตุมาจากปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่มีมากขึ้นนั่นเอง โดยผลการศึกษาค้นคว้าวิจัยทางชีวภาพที่หาพร้อมกับการศึกษานครั้งนี้ พบว่าค่าความโปร่งใสของน้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนพืชอย่างมีนัยสำคัญ (วรวิทย์ และคณะ, 2534) ค่าความโปร่งใสดังกล่าวเป็นค่าที่อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ

จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ความโปร่งใสกับอัตราการเจริญเติบโต ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของค่าความโปร่งใสตลอดระยะเวลาการเลี้ยง อยู่ในสภาพที่เหมาะสมจริง อย่างไรก็ตามค่าความโปร่งใสดังกล่าวควรจะเป็นผลมาจากแพลงก์ตอนพืช ไม่ใช่จากตะกอนดิน และแพลงก์ตอนจะควรเป็นชนิดที่เหมาะสมด้วย ซึ่งในเรื่องชนิดของแพลงก์ตอนสามารถบอกได้คร่าวๆจากการสังเกตสีของน้ำ ซึ่งรายละเอียดในเรื่องนี้ได้กล่าวไว้ในรายงานการศึกษานี้ทางชีวภาพ (วรวิทย์ และคณะ, 2534)

ปริมาณสารอาหารในบ่อเลี้ยง จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นของสารอาหารต่างวอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อกุ้งกุลาค่า อย่างไรก็ตาม ผลจากการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารอาหารต่างวที่ศึกษา 4 ตัว คือ ไนเตรท , ไนโตรเจน , แอมโมเนีย และ ฟอสเฟต กับอัตราการเจริญเติบโต พบว่าเฉพาะแอมโมเนีย และไนเตรท มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาค่า

ในการใช้ของแอมมเนียม เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่ามีพิษโดยตรงต่อสัตว์น้ำ Boyd (1985) เสนอว่าค่าแอมมเนียมในบ่อเลี้ยงกุ้งควรมีค่าไม่เกิน 1 ส่วนในล้าน ในขณะที่ สิริ (2527) รายงานว่า ระดับที่ปลอดภัยไม่ควรเกิน 40 ส่วนในพันล้าน แต่ผลการศึกษาในครั้งนี้ปรากฏว่า ค่าความเข้มข้นของแอมมเนียมมีค่าอยู่เพียง 0.23 - 0.45 ส่วนในพันล้าน และเมื่อพิจารณาาร่วมกับผลการเลี้ยง ปรากฏว่าไม่มีปัญหาอย่างใดเกิดขึ้นกับการเลี้ยง ดังนั้นค่าความเข้มข้นที่ได้จากผลการวิเคราะห์ จึงอาจจะเป็นเพียงแนวทางที่แสดงทิศทางของความเข้มข้นดังกล่าว

สำหรับปริมาณของแอมมเนียม ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในบ่อเลี้ยง จะมาจากของเสียที่กุ้งขับถ่ายออกมา ซึ่งส่วนมากออกมาในรูปของ ยูเรีย ของเสียดังกล่าวจะมีมากขึ้นเมื่อกุ้งโตขึ้น สำหรับในการลดของเสียเหล่านี้ สามารถกระทำได้โดยการ เปลี่ยนถ่ายน้ำ

สำหรับปริมาณไนเตรท เป็นสารที่ไม่มีพิษโดยตรงต่อการดำรงชีวิตของกุ้งกุลาดำ อย่างไรก็ตามการที่มันแสดงความสัมพันธ์แบบผกผันกับอัตราการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของกุ้ง อาจเป็นผลที่เกิดขึ้นทางอ้อม เช่นการที่ปริมาณไนเตรทอาจมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของแพลงตอนพืชบางชนิดที่มีผลถึงการเจริญเติบโตของกุ้ง หรือการเพิ่มของปริมาณแพลงตอนทำให้ปริมาณออกซิเจนภายในบ่อมีการลดลง เป็นครั้งคราว แม้ไม่เป็นอันตรายต่อกุ้ง แต่ก็อาจมีผลถึงประสิทธิภาพของการเจริญเติบโต

ปริมาณของฟอสเฟต เป็นสารอาหารที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของแพลงตอนพืช ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติของบ่อ อันเป็นพื้นฐานที่สำคัญของผลผลิตที่ได้จากบ่อ จากการศึกษา พบว่าความเข้มข้นของฟอสเฟตแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวของกุ้ง แต่ไม่แสดงความสัมพันธ์กับอัตราการเพิ่มของน้ำหนัก อย่างไรก็ตามผลดังกล่าวน่าจะชี้ให้เห็นว่าปริมาณฟอสเฟตมีความสำคัญต่อการเลี้ยงกุ้ง

ที่มาของฟอสเฟตในบ่อเลี้ยงส่วนหนึ่งจะมาจากน้ำในธรรมชาติที่มีการสูบน้ำใช้เลี้ยง และอีกส่วนหนึ่งจะมาจากปุ๋ยที่มนุษย์เราเติมลงไป ดังนั้นในการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฟอสเฟตจะมีค่าค่อนข้างลดลง เพราะถูกใช้ไปโดยแพลงตอนพืช แต่การเปลี่ยนถ่ายน้ำ หรือการใส่ปุ๋ยลงไประหว่างการเลี้ยงจึงเป็นสาเหตุในการเพิ่มค่าฟอสเฟตภายในบ่อ จากผลที่กล่าวมา การจัดการกับปริมาณฟอสเฟตในบ่อเลี้ยงจึง เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรพิจารณา

การเจริญเติบโตและผลการเลี้ยง จากลักษณะการเพิ่มขึ้นของทั้งความยาว และน้ำหนัก (รูปที่ 8 และ 10) จะเห็นว่ามีความสัมพันธ์คล้ายคลึงกัน และผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองปัจจัย ก็ให้ผลสอดคล้องกับข้อสังเกตเบื้องต้น จากลักษณะของกราฟ จะเห็นว่าการเจริญเติบโตของกุ้งที่

เลี้ยงมีการหยุดชงัก เป็นช่วงๆ ซึ่งสิ่ง เกตุไค้อย่างชัดเจนว่ามี 3 ช่วง คือในวันที่ 60 , 90 และ 120 ซึ่งแต่ละช่วงเวลาที่มีความแตกต่างกันประมาณ 30 วัน ดังนั้นในวันที่ 30 ของการเลี้ยงจึงน่าจะเป็นอีก ช่วงหนึ่งที่มีการเจริญเติบโตมีการหยุดชงัก อย่างไรก็ตามกราฟแสดงการเจริญเติบโตแสดงไม่ชัด เหมือน ในวันที่ 60, 90 และ 120 สำหรับสาเหตุของการหยุดชงักก็น่าจะมาจากเวลาที่ช่วง เวลาตั้ง กล่าวตรงกับกรลอกคราบของกุ้งในบ่อ เพราะจากช่วง เวลาที่แบ่งออกเป็นช่วงที่ค่อนข้างคงที่ (คือ 30 วัน) เป็นหลักฐานอีกประการหนึ่งที่น่าสนใจสนับสนุนข้อสรุปนี้ นอกจากนี้ระยะเวลาดังกล่าวเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปของการเลี้ยงกุ้งกุลาค่า

การลอกคราบของกุ้งกุลาค่าจะเป็นกิจกรรมปกติที่เกิดขึ้นในขั้นตอนของการเจริญเติบโต โดย ในช่วงเวลาที่จะลอกคราบ มันจะหยุดการกินอาหาร และมีการดูดน้ำเข้าสู่ร่างกายทำให้มีน้ำหนักเพิ่ม มากขึ้น แต่หลังจากการลอกคราบ น้ำหนักของกุ้งจะลดลงต่ำกว่าก่อนการลอกคราบ และเมื่อเข้าสู่ภาวะ ปกติกุ้งจะเริ่มกินอาหารมากขึ้น หากให้การเจริญเติบโตเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว (Skinner, 1982) ในเรื่องการลอกคราบจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งผู้เลี้ยงจะต้องสังเกต เพราะในช่วงดังกล่าวกุ้งจะกินอาหาร ลดลง เราก็ควรลดปริมาณอาหารที่ให้อีก ซึ่งนอกจากจะเป็นการประหยัดแล้ว ยังเป็นการป้องกันไม่ให้เกิด การเน่าเสียของน้ำในบ่อเลี้ยงจากปริมาณอาหารส่วนเกินที่ให้อีก นอกจากนี้ในช่วงที่กุ้งลอกคราบใหม่ กุ้ง จะมีความอ่อนแอมาก ดังนั้นการจัดการภายในบ่อเลี้ยงในช่วงนี้จึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ เพราะ อาจมีผลทำให้กุ้งตาย หรือยับยั้งการเจริญเติบโตของกุ้งได้

สำหรับผลการเลี้ยงนั้น จัดว่าอยู่ในระดับที่น่าพอใจ เพราะจากการปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงด้วย ความหนาแน่น 50 ตัว/ตาราง เมตร ระยะเวลาการเลี้ยงรวม 128 วัน ได้ผลผลิตรวม 5,200 กิโล- กรัม หรือ 1,368 กิโลกรัม / ไร่ อัตราการแลกเนื้อของการเลี้ยงเป็น 1.474 อัตราการตายของกุ้ง ตลอดการเลี้ยงมีค่า 62.4 % ซึ่งผลการเลี้ยงในครั้งนี้นับว่าประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

แต่อย่างไรก็ตามยังมีข้อที่น่าจะมีการปรับปรุง เพื่อเพิ่มผลการเลี้ยงที่ชัดเจน เรื่องที่ควรปรับปรุง คือ อัตราการปล่อยกุ้งลงเลี้ยง (Stocking Density) เพราะการเลี้ยงครั้งนี้มีการปล่อยกุ้งหนาแน่น มาก โดยอัตราการปล่อยนี้ไม่ได้เกิดจากการวางแผนในการเลี้ยงมาก่อน แต่ขึ้นกับความเชื่อและความ พยายามของผู้เลี้ยง ซึ่งในหลักการที่ถูกต้อง อัตราการปล่อยจะกำหนดได้โดยพิจารณาจากกำลังการผลิต ของบ่อ และขนาดของกุ้งที่ต้องการจับขาย ซึ่งจากผลผลิตที่ทราบจากการศึกษาในครั้งนี้ ทำให้สรุปได้ว่า บ่อที่เลี้ยงกุ้ง เป็นบ่อที่ค่าผลผลิตที่สูง เพราะโดยทั่วไปกำลังการผลิตของบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาค่าจะอยู่ประมาณ 1,000 กิโลกรัม/ไร่ ดังนั้นหากเราประเมินว่าบ่อดังกล่าวมีกำลังการผลิตเท่ากับ 1,300 กิโลกรัม/ไร่ ถ้าต้องการขายกุ้งที่ขนาด 40 ตัว/กิโลกรัม ดังนั้นต้องปล่อยกุ้งรวม 52,000 ตัว/ไร่ หรือ 32.5 ตัว/ ตาราง เมตร หรือถ้าคิดเพื่ออัตราการตาย 10 % ก็ยังปล่อยกุ้งหนาแน่นเพียง 36 ตัว/ตาราง เมตร

และหากเราวางแผนที่จะขายกุ้งที่มีขนาดที่ใหญ่ขึ้น เนื่องจากมีราคาดีกว่า ความหนาแน่นในการเลี้ยงก็จะมีค่าลดลง จะเห็นได้ว่าการวางแผนดังกล่าว จะเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายที่รู้เท่าไม่ถึงการณ์ออก ทำให้มีผลกำไรจากการเลี้ยงเพิ่มมากขึ้น และยังเป็นการลดอัตราความเสี่ยงจากปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการเลี้ยงกุ้งหนาแน่นมากเกินไป

โดยทั่วไปอัตราความหนาแน่นที่ หน่วยงานราชการ และบริษัทเอกชนแนะนำผู้ประกอบการ 1 ไร่ปล่อยลงเลี้ยง จะมีค่าอยู่ในช่วง 15 - 30 ตัว/ตาราง เมตร จารูว์คิน และสมณี (2532) ได้ทำการการศึกษาและประเมินอัตราอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งกุลาค่าในบ่อเลี้ยง สรุปว่าความหนาแน่นที่เหมาะสมขึ้นค่าหรือบล็อคกัยประเมินได้ 27 ตัว/ตาราง เมตร สำหรับกุ้งขนาด 30 กรัม และ 22 ตัว/ตาราง เมตร สำหรับกุ้งขนาด 40 กรัม ซึ่งจะเห็นว่าผลที่ได้นี้มีความใกล้เคียงกับการคิดจากกำลังการผลิต และขนาดกุ้งที่ต้องการ ดังนั้นหากมีการแนะนำ และให้ความรู้ที่ถูกต้องแก่ผู้ประกอบการ น่าจะเป็นอีกหนทางหนึ่งที่จะช่วยให้การเลี้ยงกุ้งกุลาค่าในประเทศไทย เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อันจะส่งผลถึงการลดการทำลายพื้นที่ป่าชายเลน รวมทั้งการรักษาสุขภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำ ที่เกิดจากการเข้าใจผิดปล่อยกุ้งลง เลี้ยงหนาแน่นมากเกินไปจนน้ำเน่าเสีย

สรุปผลการศึกษา

1. คุณสมบัติของน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาค่า จะมีผลอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโต หรือผลผลิตของกุ้งที่เลี้ยง โดยมีปัจจัยที่ควรพิจารณามีดังนี้
 - ความเค็ม ควรมีการรักษาให้อยู่ในระดับ 28 ส่วนในพัน
 - อุณหภูมิ ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม อยู่ประมาณ 25 - 33° ซ.
 - ความเป็นกรด-ด่าง ควรอยู่ในช่วง 7 - 8.5
 - ความขุ่นในใสของน้ำ ต้องเป็นผลจากแหล่งคอนกรีต ค่าควรอยู่ในช่วง 40 - 80 เซ็นติเมตร
 - ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ควรอยู่ในช่วง 3 - 8 ส่วนในล้าน
 - ปริมาณสารอาหาร ตัวที่มีผลทางลบคือ แอมโมเนีย ขณะที่ฟอสเฟตให้ผลทางบวก
2. ในการเพิ่มผลผลิต หรือประสิทธิภาพของการเลี้ยง จะต้องพิจารณาในเรื่องอัตราความหนาแน่นของกุ้งที่ปล่อยลงเลี้ยง

เอกสารอ้างอิง

- จารุวัฒน์ นันทิกัญ และสมนึก กนิลรัมย์ , 2529 . การบริโภคออกซิเจนของลูกกุ้งกุลาดำในระยะการเจริญต่าง ๆ . รายงานวิชาการฉบับที่ 1/2529 . สถาบันประมงน้ำจืดของจังหวัดระยอง . กองประมงน้ำจืด . กรมประมง , 26 หน้า .
- , 2532 . การประเมินอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* Fabricius, ในบ่อคินจากคูลออกซิเจน . รายงานวิชาการฉบับที่ 7/2532 . สถาบันประมงน้ำจืดของจังหวัดระยอง . กองประมงน้ำจืด . กรมประมง , 30 หน้า .
- ธีรบุษย์ ทรัพย์สาร, 2530 . ผลกระทบของความเค็มระดับต่างๆ ต่ออัตราการรอด การเจริญเติบโต และการลอกคราบของกุ้งกุลาดำ . วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 35 หน้า
- ธีรบุษย์ ทรัพย์สาร, สมเกียรติ นิยะธีรวิฑูรกุล และเปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต , 2534 . อิทธิพลของความเค็ม การตัดก้านตา และระยะเวลาการปรับสภาพ ต่อระบบความดันออสโมติกของกุ้งกุลาดำ ระยะเจริญพันธุ์ . รายงานการประชุมวิชาการทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำครั้งที่ 3 . จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,
- นิเวศน์ เรืองพานิช , 2530 . ปัญหาการเพาะพันธุ์กุ้งกุลาดำและแนวทางการแก้ไข้ปัญหา . เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพและเทคโนโลยีชีวภาพ ครั้งที่ 1 . เมืองศึกษา 10 หน้า .
- บรรจง เขียนสงฆ์ศรี, 2529 . หลักการเลี้ยงกุ้งทะเล . คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 75 หน้า .
- ประจวบ หล้าอุบล, 2530 . ความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงกุ้ง . ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 237 หน้า .
- รณชัย หวังศิริเวช , 2526 . การศึกษาพันธุ์ลูกน้ำในนาุ้งที่คาบปลากนคร จ.นครศรีธรรมราช . วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ , 29 หน้า .
- วิภูษิต มีตะจิตร, วรวิทย์ ชีวาท และ สมถวิล จริตควร, 2534 . ผลของปัจจัยทางนิเวศวิทยาบางประการต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* Fabricius (เน้นปัจจัยทางชีวภาพ) . ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา , หน้า .
- วรวิทย์ ชีวาท, วิภูษิต มีตะจิตร, สมถวิล จริตควร และ อรุณี เทอดเทพพิทักษ์ ; 2532 . การศึกษาคิดคามคุณภาพน้ำบริเวณท่าเทียบเรือน้ำลึกแหลมมดบัง . รายงานเสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ . ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา , 63 หน้า .
- สิริ ทูชชีนาศ , 2527 . ผลของ Nitrate-Nitrogen และ Amonia-Nitrogen ต่ออัตราการ

- ค้ายของลูกกุ้งกุลาดำวัยอ่อน *Penaeus monodon* และลูกปลากะพงขาววัยอ่อน *Lates calcalifer* เอกสารวิชาการฉบับที่ 6/2527 . สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง . สงขลา, 32 หน้า.
- ทัศนัย กองแก้ว , 2531 . หลักการสร้างบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ . ใน การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ . ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , หน้า 78 - 91 .
- Boyd, C.E., 1982 . Water Quality Mangement for Pond Fish Culture . Elsvier Science . Amsterdam , 318 pp.
- Chen, H.C., 1985 . Water Quality Criteria for Farming the Giant Shrimp, *Penaeus monodon*: In Taki Y., Y.H. Primavera and J.A. Liobvera (eds.). Proceeding of the First International Conference on the Culture of Penaeid Prawn/Shrimp. Aquaculture Department. SEAFDEC. Philippines.
- Cheng, J.H. and I.C. Liac, 1986 . The Effect of Salinity on the Osmotic and Ionic Concentrations in the Haemolymph of *Penaeus monodon* and *p. penicillatus* . The First ASEAN Fisheries Forum. ASEAN Fisheries Society. Manila . Philippines , pp. 637-640 .
- EPA , 1973 . Water Quality Criteria 1972 . A report of the Committee on Quality Criteria , Environmental Studies Board . U.S. Government Printing Office, Washington D.C. , 125 pp.
- Kovach, W.L., 1986. Multi Variate Statistical Package for IBM PC and Compatibles Ver. 1.3 . Department of Biology . Indiana University.
- Motoh , H., 1981 . Studies on the Fisheries Biology of the Giant Tiger Prawn , *Penaeus monodo*. Aquaculture Department. SEAFDEC Tecnical Report No. 7 , 128 pp.
- Primavera, J.H., 1983. Broodstock of Sugpo (*Penaeus monodon* , Fabricius). Aquaculture Department . SEAFDEC Extension Manual No.7 , 27 pp.
- Potts , W.T.W. and G. Parry , 1964. Osmotic and Ionic Regulation in Animals. International Series of Monographs on Pure and Applied Biology., 19: pp.119-163.
- Skinner, D.M., 1982 . Molting and Regeneration. In: Bliss, D.E. (ed.), The Biology of Crustacean Vol. 9 . Academic Press, Inc., New York, pp.43-146.
- Strickland , J.D.H. and T.R. Parsons, 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis . Bulletin 167 . 2nd edition . Fisheries Research Board of Canada.

Walepole, R.E. and Myers R.H., 1978. Probability and Statistics for Engineers and Scientists. 3rd edition . Macmillan Publishing Company. New York, 639 + xiii pp.

הכנת

ภาคผนวกที่ 1. ค่าความเค็มของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (ส่วนในพันส่วน)

TREAT\REP	1	2	3	4	TT	TTS
T1	38	40	40	38	156	24336
T2	37	37	37	37	148	21904
T3	35	35	35	35	140	19600
T4	37	37	37	37	148	21904
T5	39	35	35	37	146	21316
T6	33	34	33	33	133	17689
T7	33	33	33	33	132	17424
T8	35	35	35	35	140	19600
T9	29	30	30	30	119	14161
T10	35	35	35	35	140	19600
TR	351	351	350	350	1402	197534
TRS	123201	123201	122500	122500		491402

1. CT	49140.1			
2. SS		df	MS	F
TTS	259.9	39		
SST	243.4	9	27.04444	44.52439
SSB	0.1	3	0.033333	0.054878
SSE	16.4	27	0.607407	
	F.05(3,27)		2.96	
	F.05(9,27)		2.25	

ภาคผนวกที่ 2. ค่าอุณหภูมิจนของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (°ซ)

TREAT\REP	1	2	3	4	TT	TTS
T1	26.5	26	26.5	26	105	11025
T2	29	29	29	29	116	13456
T3	27.5	27	28	28	110.5	12210.25
T4	28	28	28	28	112	12544
T5	29	29	29	29	116	13456
T6	31	30.8	30.7	30.7	123.2	15178.24
T7	30	30.4	30	30	120.4	14496.16
T8	28.5	28.5	28.5	28.5	114	12996
T9	32	32	32	32	128	16384
T10	32	32	32	32	128	16384
TR	293.5	292.7	293.7	293.2	1173.1	138129.6
TRS	86142.25	85673.29	86259.69	85966.24		344041.4

1. CT	34404.09			
2. SS		df	MS	F
TTS	129.4397	39		
SST	128.3222	9	14.25802	362.9193
SSB	0.05675	3	0.018916	0.481498
SSE	1.06075	27	0.039287	
	F.05(3,27)		2.96	
	F.05(9,27)		2.25	

ภาคผนวกที่ 3. ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

TREAT\REP	1	2	3	4	TT	TTS
T1	7.27	7.67	7.68	7.7	30.32	919.3024
T2	8.07	8.29	8.26	8.26	32.88	1081.094
T3	7.96	8.1	8.11	8.08	32.25	1040.062
T4	7.53	7.51	7.51	7.51	30.06	903.6036
T5	7.71	7.97	7.92	7.98	31.58	997.2964
T6	7.26	7.34	7.22	7.21	29.03	842.7409
T7	7.84	7.77	7.82	7.78	31.21	974.0641
T8	7.27	7.25	7.01	7.21	28.74	825.9876
T9	7.22	7.12	7.37	7.31	29.02	842.1604
T10	7.18	7.15	7.21	7.19	28.73	825.4129
TR	75.31	76.17	76.11	76.23	303.82	9251.725
TRS	5671.596	5801.868	5792.732	5811.012		23077.21

1. CT	2307.664				
2. SS			df	MS	F
TTS	5.58219	39			
SST	5.26649	9	0.585165	60.88193	
SSB	0.05619	3	0.01873	1.948711	
SSE	0.25951	27	0.009611		
F.05(3,27)			2.96		
F.05(9,27)			2.25		

ภาคผนวกที่ 4. ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (ส่วนในล้านส่วน)

TREAT\REP	1	2	3	4	TT	TTS
T1	5.5	6.4	6.1	5.8	23.8	566.44
T2	4.4	4.8	5.1	5	19.3	372.49
T3	4.3	4.2	3.9	3.5	15.9	252.81
T4	4.3	4.5	4.5	4.2	17.5	306.25
T5	2.72	2.85	3.27	3.36	12.2	148.84
T6	3.77	4.01	4.2	4.15	16.13	260.1769
T7	4	4.2	4.4	4.5	17.1	292.41
T8	6.6	6.4	6.1	6.3	25.4	645.16
T9	5.58	5.94	6.52	5.7	23.74	563.5876
T10	4.2	4.2	4.2	4.2	16.8	282.24
TR	45.37	47.5	48.29	46.71	187.87	3690.404
TRS	2058.436	2256.25	2331.924	2181.824		8828.435

1. CT	882.3784				
2. SS			df	MS	F
TTS	42.62087		39		
SST	40.22270		9	4.469189	62.42247
SSB	0.465087		3	0.155029	2.165337
SSE	1.933087		27	0.071595	
F.05(3,27)		2.96			
F.05(9,27)		2.25			

ภาคผนวกที่ 5. ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักเบือเลี้ยงกึ่งกุลาคา (เขินทีเมตร)

TREAT\REP	1	2	3	4	TT	TTS
T1	80	60	60	55	255	65025
T2	70	90	80	80	320	102400
T3	90	75	75	75	305	93025
T4	60	60	55	55	230	52900
T5	48	40	44	40	172	29584
T6	40	40	40	40	160	25600
T7	40	40	40	40	160	25600
T8	30	30	30	30	120	14400
T9	30	30	30	30	120	14400
T10	25	25	25	28	103	10609
TR	503	490	479	473	1945	433543
TRS	253009	240100	229441	223729		946279

1. CT	94575.62				
2. SS		df	MS	F	
TTS	14473.37	39			
SST	13810.12	9	1534.458	67.81026	
SSB	52.275	3	17.425	0.770039	
SSE	610.975	27	22.62870		
F.05(3,27)			2.96		
F.05(9,27)			2.25		

ภาคผนวกที่ 6. ค่าความเข้มข้นของไนเตรทของน้ำนบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (ppb.)

TREAT\REP	1	2	3	4	TT	TTS
T1	1.5	1.5	2	2.5	7.5	56.25
T2	1.5	2	2	2	7.5	56.25
T3	2	2.5	3	3	10.5	110.25
T4	6	5.5	8.5	6	26	676
T5	7.5	6.8	7.9	8.6	30.8	948.64
T6	15	13.5	15.2	15.4	59.1	3492.81
T7	8.5	9	8.5	8.5	34.5	1190.25
T8	7	6.5	6.5	6	26	676
T9	7	6.5	6.5	6.5	26.5	702.25
T10	7.5	7	7.5	7.5	29.5	870.25
TR	63.5	60.8	67.6	66	257.9	8778.95
TRS	4032.25	3696.64	4569.76	4356		16654.65

1. CT	1662.810			
2. SS		df	MS	F
TTS	543.9997	39		
SST	531.9272	9	59.10302	169.4440
SSB	2.65475	3	0.884916	2.536991
SSE	9.41775	27	0.348805	
F.05(3,27)		2.96		
F.05(9,27)		2.25		

ภาคผนวกที่ 7. ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในน้ำเนบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (ppb.)

TREAT\REP	1	2	3	4	TT	TTS
T1	0.4	0.3	0.5	0.3	1.5	2.25
T2	0.8	0.5	0.5	0.3	2.1	4.41
T3	0.9	0.1	0.9	0.9	2.8	7.84
T4	0.6	0.6	0.8	0.8	2.8	7.84
T5	0.7	0.8	0.7	0.8	3	9
T6	0.8	0.8	0.7	0.8	3.1	9.61
T7	0.65	0.6	0.65	0.7	2.6	6.76
T8	0.4	0.4	0.4	0.35	1.55	2.4025
T9	0.35	0.35	0.4	0.35	1.45	2.1025
T10	0.4	0.4	0.35	0.35	1.5	2.25
TR	6	4.85	5.9	5.65	22.4	54.465
TRS	36	23.5225	34.81	31.9225		126.255

1.CT		12.544			
.2.SS			df	MS	F
	TTS	1.776	39		
	SST	1.07225	9	0.119138	5.169546
	SSB	0.0815	3	0.027166	1.178786
	SSE	0.62225	27	0.023046	
	F.05(3,27)		2.96		
	F.05(9,27)		2.25		

ภาคผนวกที่ 8. ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (ppb.)

TREAT\REP	1	2	3	4	TT	TTS
T1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.9	0.81
T2	0.3	0.3	0.5	0.3	1.4	1.96
T3	0.4	0.4	0.3	0.4	1.5	2.25
T4	0.3	0.3	0.3	0.4	1.3	1.69
T5	0.3	0.4	0.35	0.3	1.35	1.8225
T6	0.4	0.3	0.45	0.45	1.6	2.56
T7	0.45	0.45	0.45	0.45	1.8	3.24
T8	0.3	0.25	0.3	0.35	1.2	1.44
T9	0.35	0.4	0.3	0.35	1.4	1.96
T10	0.4	0.4	0.4	0.45	1.65	2.7225
TR	3.4	3.5	3.55	3.65	14.1	20.455
TRS	11.56	12.25	12.6025	13.3225		49.735

1.CT	4.97025				
2.SS			df	MS	F
TTS	0.22975		39		
SST	0.1435		9	0.015944	5.186746
SSB	0.00325		3	0.001083	0.352409
SSE	0.083		27	0.003074	
F.05(3,27)					2.96
F.05(9,27)					2.25

ภาคผนวกที่ 9. ค่าความเข้มข้นของฟอสเฟตของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาค่า (ppb.)

TREAT\REP	1	2	3	4	TT	TTS
T1	0.8	0.7	0.7	0.7	2.9	8.41
T2	0.7	0.7	0.8	0.7	2.9	8.41
T3	0.18	0.18	0.18	0.18	0.72	0.5184
T4	0.5	0.5	0.6	0.7	2.3	5.29
T5	0.7	0.7	0.8	0.7	2.9	8.41
T6	1.5	1.4	1.4	1.6	5.9	34.81
T7	0.8	0.7	0.8	0.7	3	9
T8	0.7	0.65	0.7	0.6	2.65	7.0225
T9	0.6	0.65	0.7	0.7	2.65	7.0225
T10	0.5	0.5	0.45	0.45	1.9	3.61
TR	6.98	6.68	7.13	7.03	27.82	92.5034
TRS	48.7204	44.6224	50.8369	49.4209		193.6006

1. CT	19.34881					
2. SS			df	MS	F	
TTS	3.88079		39			
SST	3.77704		9	0.419671	122.4985	
SSB	0.01125		3	0.00375	1.094594	
SSE	0.0925		27	0.003425		
	F.05(3,27)		2.96			
	F.05(9,27)		2.25			

ภาคผนวกที่ 10. อัตรากาารให้อาหาร และปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำตลอดระยะเวลา 128 วัน
(กิโลกรัม)

DAY	DATE	FEEDING/DAY	DURATION (No. OF DAY)	TOTAL
1	4/1/34	2.7	20	54
21	15/1/34	7.2	16	115
37	10/2/34	16	4	64
41	14/2/34	17	1	17
42		18	1	18
43		20	4	80
47		24	1	24
48		27	1	27
49		33	4	132
53	26/2/34	29	2	58
55	28/2/34	35	1	35
56	1/3/34	39	5	195
61		45	3	135
64		47	1	47
65		38	3	114
68	13/3/34	47	1	47
69		61	1	61
70		67	1	67
71		68	2	136
73	18/3/34	74	1	74
74		82	7	574
81	26/3/34	88	3	264
84		96	8	768
92		101	6	606
98		106	4	424
102	16/4/34	114	2	228
104		124	2	248
106		133	1	133
107	21/4/34	142	20	2840
128	12/5/34	142	1	142
GRAND TOTAL				7667