# บทที่ 3

# ผลการทดลอง

## ก. ช่วงชีวิต เวลาที่ให้ลูก และจำนวนลูกของไรแดงที่ได้จากการสืบพันธุ์แบบ Parthenogenesis 5 รุ่น ต่อเนื่องกัน ($F_o$ - $F_4$)

### 1. คุณภาพน้ำเสียก่อนเลี้ยงและอุณหภูมิในช่วงการทดลอง

ค่า $BOD_5$ ของน้ำเสียก่อนเลี้ยงอยู่ในช่วง 215.0-248.0 mg/l และอุณหภูมิในหน่วยเพาะเลี้ยงตลอดการทดลองอยู่ในช่วง 27.0 - 31.0 องศาเซลเซียส สำหรับคุณภาพทางเคมีและกายภาพอื่น ๆ ได้แสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ 6 เฉพาะหัวข้อการทดลอง ก

### 2. เวลาที่ใช้ในการให้ลูกแต่ละครั้งของ $F_o$ ถึง $F_4$

ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 14 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 7 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า $F_o$ ถึง $F_4$ ใช้เวลาในการให้ลูกครั้งแรก (เกิดจนถึงให้ลูกครั้งแรก) สูงกว่าการให้ลูกครั้งต่อ ๆ ไป (การให้ลูกครั้งที่ 2 - ครั้งสุดท้าย) ประมาณสองเท่า โดยเวลาการให้ลูกครั้งแรกของ $F_o$ ถึง $F_4$ เท่ากับ 50.1, 40.2, 38.9, 40.7 และ 36.6 ชั่วโมงตามลำดับ เฉลี่ย 41.2 ชั่วโมง ส่วนการให้ลูกครั้งต่อ ๆ ไป (ครั้งที่ 2 - สุดท้าย) ทั้ง $F_o$ ถึง $F_4$ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าเฉลี่ยการให้ลูกครั้งต่อ ๆ ไปครั้งละ 21.4, 21.6, 21.1, 20.8 และ 20.2 ชั่วโมง ตามลำดับ เฉลี่ย 20.8 ชั่วโมง

### 3. จำนวนลูกที่ได้จากการให้ลูกแต่ละครั้งของ $F_o$ ถึง $F_4$

ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 15 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 7 ซึ่งพบว่า $F_o$ ถึง $F_4$ มีแนวโน้มของผลการทดลองคล้ายกันกล่าวคือ จำนวนลูกที่ได้ครั้งแรก

ใกล้เคียงกันและค่อนข้างต่ำประมาณ 8 ตัว จำนวนลูกในครั้งต่อ ๆ ไปจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนมีจำนวนสูงสุด 20.8 ตัว ในการให้ลูกครั้งที่ 8 ของ $F_o$, 20.9 ตัว ในครั้งที่ 6 ของ $F_1$ และ 17 ตัว ในครั้งที่ 7 ของ $F_2$ จากนั้นค่อย ๆ ลดลงและลดลงอย่างมากจนเหลือเพียง 4 ตัว ในครั้งที่ 13 ของ $F_o$, 10.5 ตัว ในครั้งที่ 13 ของ $F_1$ และ 3 ตัว ในครั้งสุดท้าย (ครั้งที่ 12) ของ $F_2$ ส่วน $F_3$ ให้ลูกครั้งแรกประมาณ 9 ตัว แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนเริ่มคงที่ประมาณ 17 ตัว ตั้งแต่ครั้งที่ 6 ถึงครั้งสุดท้าย (ครั้งที่ 12) และ $F_4$ ให้ลูกครั้งแรกประมาณ 9 ตัว แล้วเพิ่มเป็น 14 ตัว ในครั้งที่ 2 และ 3 จากนั้นจำนวนลูกเริ่มแปรปรวนระหว่าง 13-15 ตัว และเพิ่มสูงสุดเป็น 18 ตัว ในการให้ลูกครั้งสุดท้าย (ครั้งที่ 9) โดยเฉลี่ยแล้ว $F_o - F_4$ ให้ลูกครั้งแรกเท่ากับ 7.6, 8.8, 8.1, 9.3 และ 9.3 ตัว ตามลำดับ เฉลี่ย 8.1 ตัว และให้ลูกครั้งต่อ ๆ ไป (ครั้งที่ 2 - สุดท้าย) เฉลี่ยครั้งละ 14.5, 15.5, 13.7, 16.0 และ 14.9 ตัว ตามลำดับ เฉลี่ย 14.9 ตัว

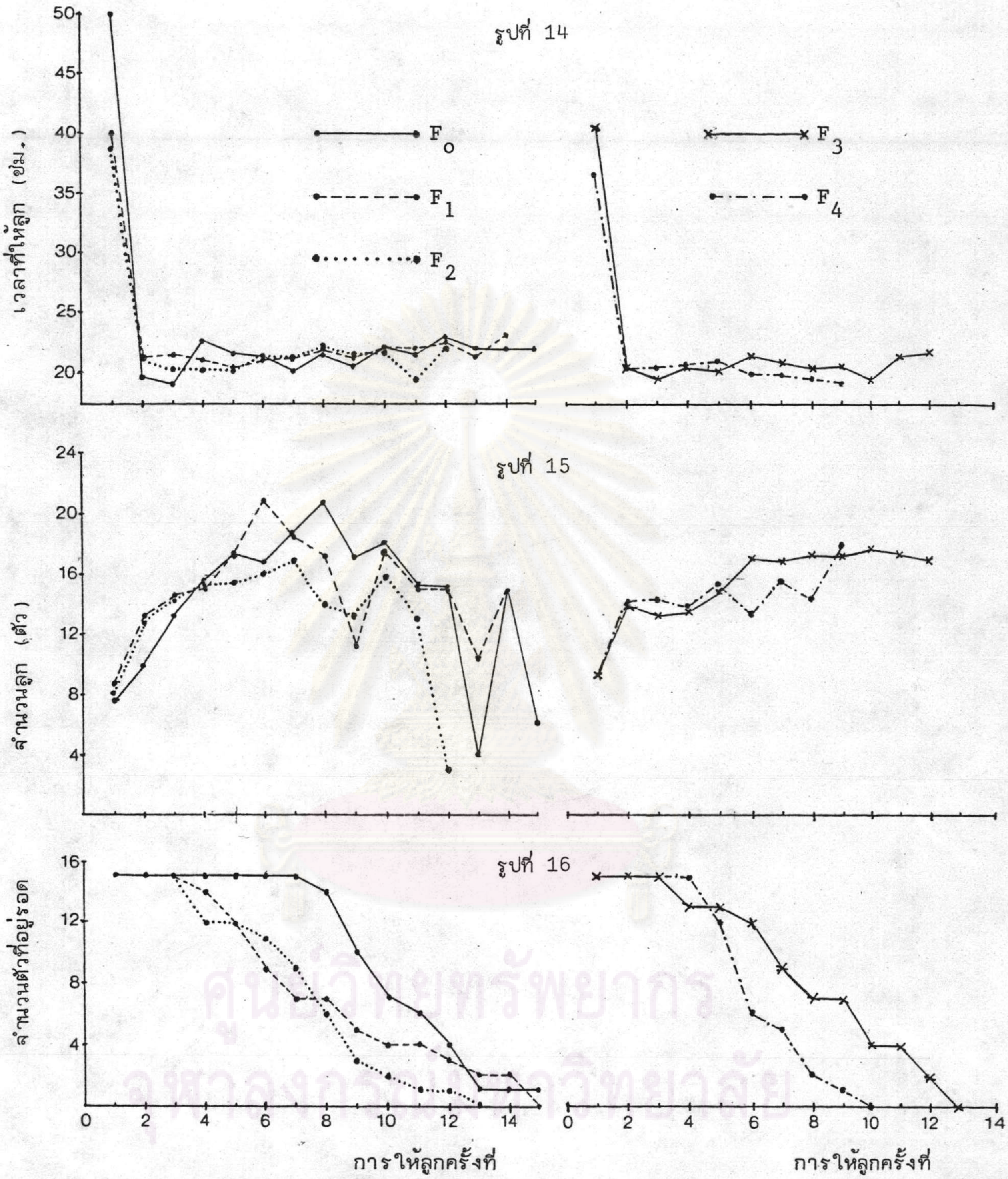
4. จำนวนตัวของไรแดงที่อยู่รอดถึงการให้ลูกแต่ละครั้งของ $F_o$ ถึง $F_4$

ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 16 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 7 ซึ่งเป็นการเสริมผลการทดลองข้อ 2 และ 3 (รูปที่ 14 และ 15) กล่าวคือค่าที่ได้ในรูป 14 และ 15 เป็นค่าเฉลี่ยจาก Replicate ของไรแดงที่เหลืออยู่ในการให้ลูกแต่ละครั้ง ตัวอย่างเช่นการให้ลูกครั้งที่ 13 และ 14 ของ $F_1$ เป็นค่าเฉลี่ยจากไรแดงเพียง 2 Replicate (ตัว) ที่ยังคงอยู่รอดถึงการให้ลูกครั้งนี้ (จากเริ่มต้น 15 Replicate รูปที่ 16)

จากผลการทดลองพบว่า $F_o$ ส่วนใหญ่แข็งแรง มีจำนวนตัวที่เหลือรอดถึงการให้ลูกแต่ละครั้งมาก และตัวที่มีชีวิตยาวที่สุดสามารถให้ลูกได้ถึง 15 ครั้ง รองลงมาคือ $F_1$, $F_3$, $F_2$ และ $F_4$ โดยตัวที่มีช่วงชีวิตยาวที่สุดให้ลูกได้ 14, 12, 12 และ 9 ครั้ง ตามลำดับ

5. ช่วงชีวิตและจำนวนครั้งการให้ลูกตั้งแต่เกิดจนตายของ $F_o$ ถึง $F_4$

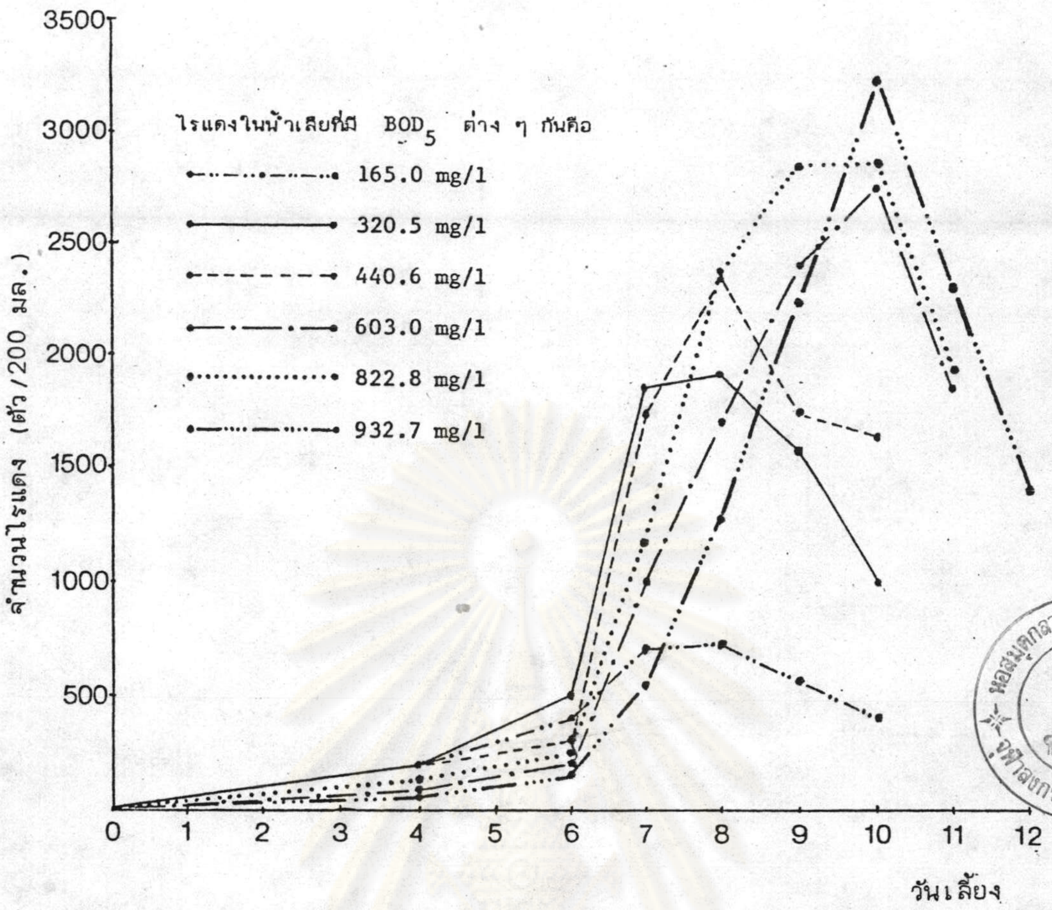
ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 17 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 8 จากผลการทดลองช่วงชีวิต (อายุ) ของ $F_o$ ถึง $F_4$ มีแนวโน้มลดลง โดยมีค่าเท่ากับ 10.61, 8.18,




รูปที่ 14 กราฟแสดงเวลา (ชม) ที่ใช้ในการให้ลูกแต่ละครั้งของไรแดงรุ่น $F_o$ ถึง $F_4$

รูปที่ 15 กราฟแสดงจำนวนลูก (ตัว) ที่ได้จากการให้ลูกแต่ละครั้งของไรแดงรุ่น $F_o$ ถึง $F_4$

รูปที่ 16 กราฟแสดงจำนวนตัวของไรแดงที่อยู่รอดจนถึงการให้ลูกแต่ละครั้ง

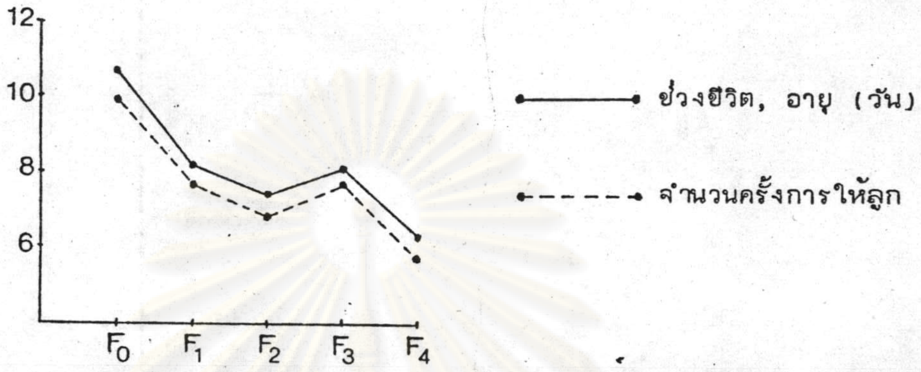



รูปที่ 18 กราฟแสดงจำนวนไรแดง (ตัว/200 มล.) ในแต่ละวัน เมื่อเลี้ยงในน้ำเสียที่มี $BOD_5$ เริ่มต้นต่าง ๆ กันคือ 165.0, 320.5, 440.6, 603.0, 822.8 และ 932.7 mg/l โดยไม่มีการเปลี่ยนน้ำเสียให้ตลอดการทดลอง

1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียก่อนและหลังการเพาะเลี้ยง เมื่อเริ่มต้นเลี้ยงไรแดงในน้ำเสียที่มี BOD ต่าง ๆ กัน

ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 19 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 10 ซึ่งพบว่าค่า Total Bacteria, <u>E. coli</u> และ $BOD_5$ ของน้ำเสียที่ถ่ายออก (ในทุกการทดลองที่เริ่มต้นเลี้ยงด้วยน้ำเสียที่มี BOD ต่าง ๆ กัน) มีค่าลดลงจากน้ำเสียก่อนเลี้ยง โดยมีค่าเฉลี่ย Total Bacteria ของน้ำเสียก่อนเลี้ยง, หลังเลี้ยง และหน่วยควบคุม (Control) เท่ากับ $271.4 \times 10^5$, $8.6 \times 10^5$ และ $19.2 \times 10^5$ col./ml ตามลำดับ, ค่าเฉลี่ย <u>E. coli</u> ของน้ำเสียทั้งสามเท่ากับ $3,427.7 \times 10^3$, $9.6 \times 10^3$ และ $4.8 \times 10^3$ col./ml ตามลำดับ และค่าเฉลี่ย $BOD_5$ ของน้ำเสียทั้งสาม

7.42, 8.13 และ 6.31 วันตามลำดับ เฉลี่ย 8.13 วัน ทำให้จำนวนครั้งการให้ลูกตลอดชีวิตมีแนวโน้มลดลงด้วยคือ เท่ากับ 9.9, 7.6, 6.8, 7.7 และ 5.7 ครั้งตามลำดับ เฉลี่ย 7.6 ครั้ง




รูปที่ 17 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยช่วงชีวิตหรืออายุ (วัน) และค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งการให้ลูกของไรแดง รุ่น $F_o - F_4$

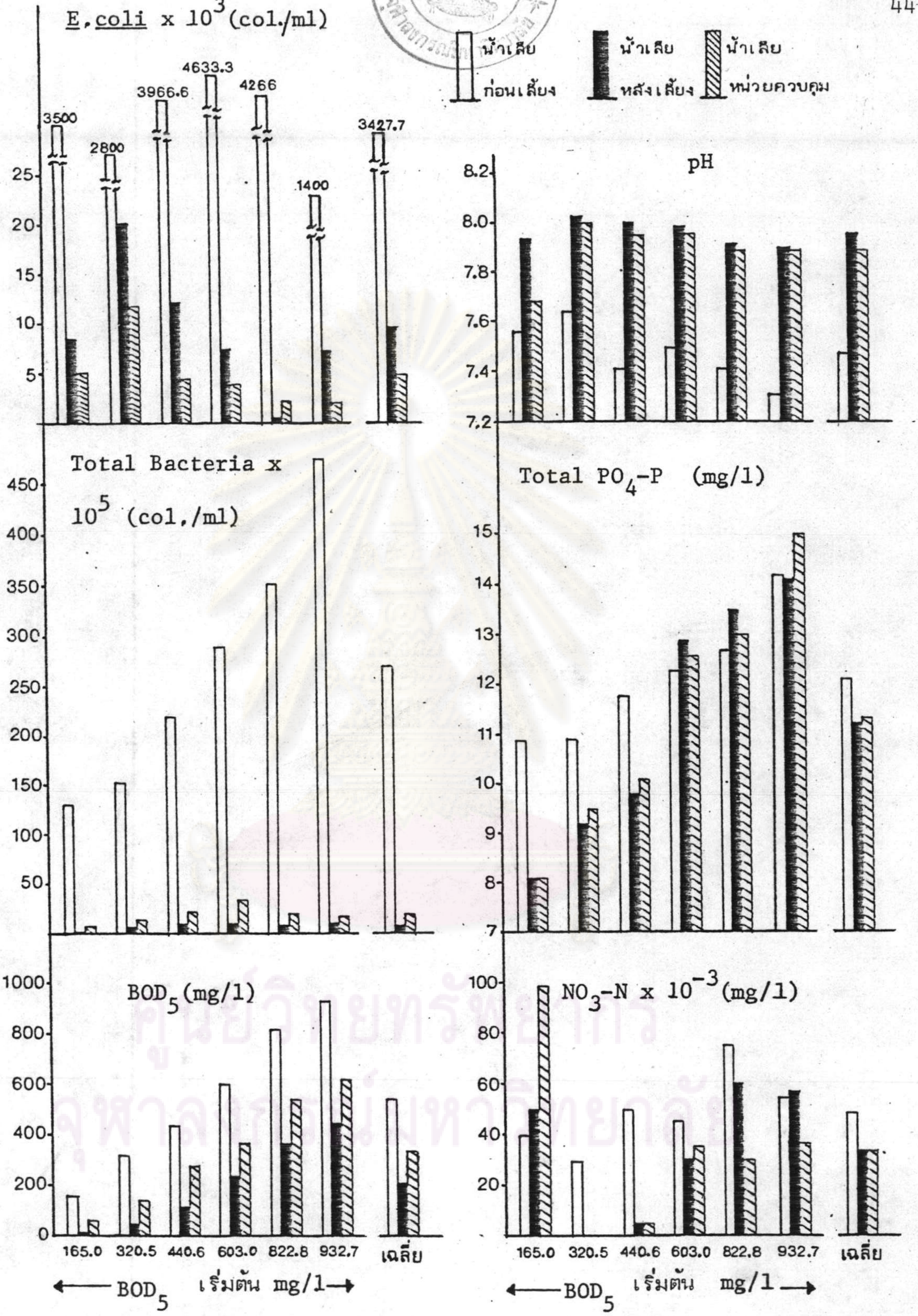
ข. <u>ปริมาณ BOD ของน้ำเสียชุมชนที่เริ่มมีผลต่อการเจริญเติบโตของไรแดง</u>

1. การเลี้ยงไรแดงในน้ำเสียที่มี BOD ต่าง ๆ กัน โดยไม่มีการเปลี่ยนน้ำเสียให้ตลอดการทดลอง

1.1 ผลการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ของไรแดงในน้ำเสียที่มี BOD ต่าง ๆ กัน

ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 18 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 9 ซึ่งพบว่าการเพิ่มจำนวนของไรแดงและเวลาที่ใช้จนถึงวันที่มีจำนวนสูงสุด (Peak) มากขึ้นตามค่า $BOD_5$ เริ่มต้นที่สูงขึ้น โดยน้ำเสียที่มี$BOD_5$ เริ่มต้นเท่ากับ 165.0, 320.5 และ 440.6 mg/l จะใช้เวลาตั้งแต่เริ่มเลี้ยงจนถึง Peak 8 วัน และจำนวนไรแดงที่ Peak เท่ากับ 722.8, 1,921.8 และ 2,339.8 ตัว/200 มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนน้ำเสียที่มี$BOD_5$ เริ่มต้นเท่ากับ 603.0, 822.8 และ 932.7 mg/l จะใช้เวลาถึง Peak 10 วัน และจำนวนที่ Peak เท่ากับ 2,767.5, 2,857.5 และ 3,242.0 ตัว/200 มิลลิลิตร ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 19 กราฟแสดงคุณภาพน้ำเสียก่อนเลี้ยง หลังเลี้ยง และหน่วยควบคุม เมื่อเลี้ยงไรแดงในน้ำเสียเริ่มต้นที่มี $BOD_5$ ต่าง ๆ กันคือ 165.0, 320.5, 440.6, 603.0, 822.8 และ 932.7 mg/l โดยไม่มีการเปลี่ยนน้ำเสียให้ตลอดการทดลอง

เท่ากับ 547.4, 211.6 และ 339.0 mg/l ตามลำดับ ส่วนค่า pH ของน้ำเสียที่ถ่ายออก (ในทุกการทดลอง) มีค่าเพิ่มขึ้นจากน้ำเสียก่อนเลี้ยงเล็กน้อย โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำเสียก่อนเลี้ยง, หลังเลี้ยง และหน่วยควบคุม เท่ากับ 7.47, 7.96 และ 7.89 ตามลำดับ สำหรับค่า $NO_3$-N และ Total $PO_4$-P ของน้ำเสียที่ถ่ายออกนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอนในแต่ละการทดลองที่เริ่มต้นเลี้ยงด้วย BOD ต่าง ๆ กัน แต่มีค่าเฉลี่ย (จากทุกการทดลอง) ลดลง โดยมีค่าเฉลี่ย $NO_3$-N ของน้ำเสียก่อนเลี้ยง หลังเลี้ยง และหน่วยควบคุมเท่ากับ $0.49 \times 10^{-1}$, $0.34 \times 10^{-1}$ และ $0.34 \times 10^{-1}$ mg/l ตามลำดับ และค่าเฉลี่ย Total $PO_4$-P ของน้ำเสียทั้งสามเท่ากับ 12.13, 11.27 และ 11.38 mg/l ตามลำดับ

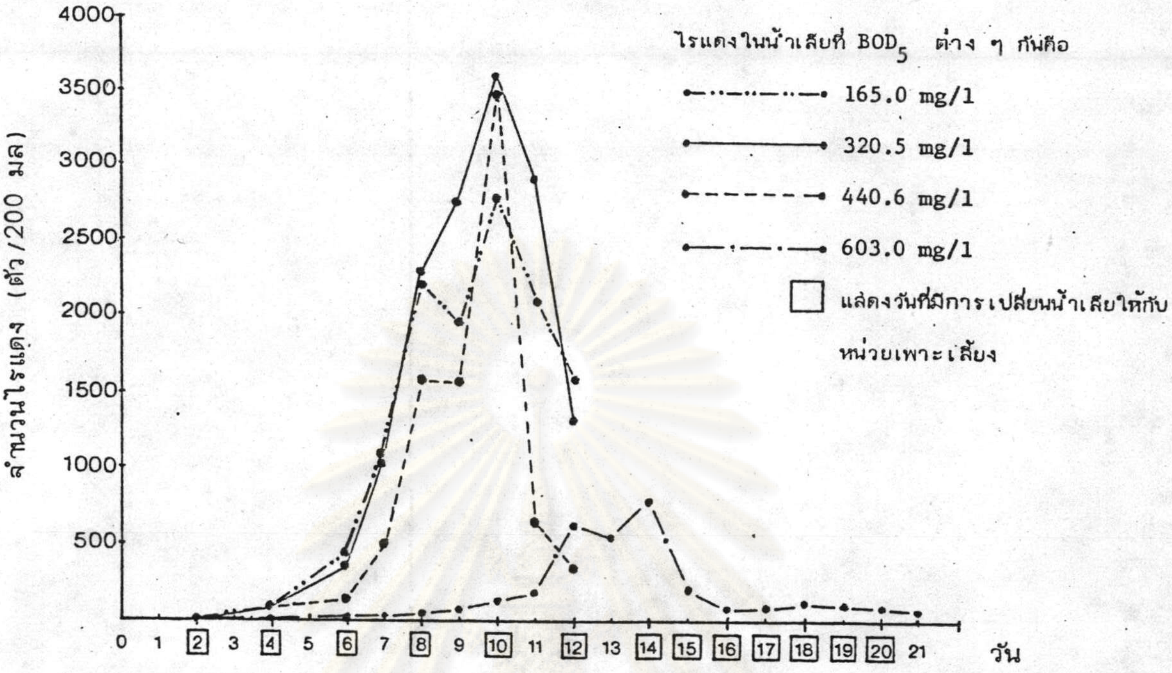
2. การเลี้ยงไรแดงในน้ำเสียที่มี BOD ต่าง ๆ กัน โดยมีการเปลี่ยนน้ำเสียที่มี BOD เท่าเดิมให้ทุกวันเว้นวัน (หรือทุกวันถ้าผลไม่เด่นชัด)

2.1 คุณภาพน้ำเสียก่อนการเพาะเลี้ยง

น้ำเสียก่อนเลี้ยงที่มี BOD ต่าง ๆ กัน ที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นน้ำเสียชุดเดียวกันกับการทดลองในข้อ 1 ดังนั้นจึงมีคุณภาพเหมือนกันทุกประการ ดังแสดงในรูปที่ 19 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 10 (จากข้อมูลเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำเสียก่อนเลี้ยง)

2.2 ผลการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ของไรแดงในน้ำเสียที่มี BOD ต่าง ๆ กัน

ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 20 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 11 ซึ่งพบว่าการเพิ่มจำนวนของไรแดงในน้ำเสียที่มี $BOD_5$ เท่ากับ 165.0, 320.5 และ 440.6 mg/l มีการเพิ่มจำนวนอย่างมากจนถึงวันที่ 10 แล้วลดจำนวนลงโดยมีจำนวนสูงสุด (Peak) ในวันที่ 10 เท่ากับ 2,823.0, 3,595.8 และ 3,496.3 ตัว/200 มิลลิลิตร ตามลำดับ และผลรวมจำนวนไรแดง จนถึงวันที่ 12 เท่ากับ 12,439.5, 14,503.0 และ 8,596.8 ตัว ตามลำดับ เมื่อทดสอบผลรวมนี้ทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และ Duncan's Test (Duncan)พบว่าการเลี้ยงในน้ำเสียที่มี $BOD_5$ เท่ากับ 165.0 และ 320.5




รูปที่ 20 กราฟแสดงจำนวนไรแดง (ตัว/200 มล.) ในแต่ละวัน เมื่อเลี้ยงในน้ำเสียที่มี $BOD_5$ ต่าง ๆ กัน คือ 165.0, 320.5, 440.6 และ 603.0 mg/l โดยมีการเปลี่ยนน้ำเสียที่มี BOD เท่าเดิมให้ทุกวันเว้นวัน (หรือทุกวัน)

mg/l ให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่ทั้งสองวิธีนี้ให้ผลต่างกับการเลี้ยงในน้ำเสียที่มี $BOD_5$ เท่ากับ 440.6 mg/l อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาคผนวก ข การทดลอง ข.2.2) สำหรับการเลี้ยงในน้ำเสียที่มี $BOD_5$ เท่ากับ 603.0 mg/l พบว่าการเพิ่มจำนวนของไรแดงเป็นไปอย่างช้ามาก และมี Peak ในวันที่ 14 เท่ากับ 808.5 ตัว/200 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนน้ำเสียให้ทุกวันจำนวนไรแดงลดลงและไม่เพิ่มจำนวนขึ้นอีก ส่วนการเลี้ยงในน้ำเสียที่มี $BOD_5$ เท่ากับ 822.8 และ 932.7 mg/l พบว่าไรแดงตายหมดหลังการเลี้ยงในวันที่ 7 และ 4 ตามลำดับ

ค. <u>การทดลองเพื่อศึกษาอัตราการขยายพันธุ์ของไรแดงเมื่อเลี้ยงในน้ำเสียชุมชน</u>

1. การทดลองเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง โดยไม่มีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียหลังการเพาะเลี้ยง

1.1 ผลการหาจำนวนไรแดงเริ่มต้นที่เหมาะสมต่อน้ำเสีย 1.8 ลิตร

น้ำเสียก่อนเลี้ยงที่ใช้มีค่า $BOD_5$ ประมาณ 220.6 mg/l และอุณหภูมิในหน่วยเพาะเลี้ยงตลอดการทดลองอยู่ในช่วง 27.0 - 30.0 องศาเซลเซียส สำหรับคุณภาพทางเคมีและกายภาพอื่น ๆ ได้แสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ 6 เฉพาะหัวข้อการทดลอง ค.1.1

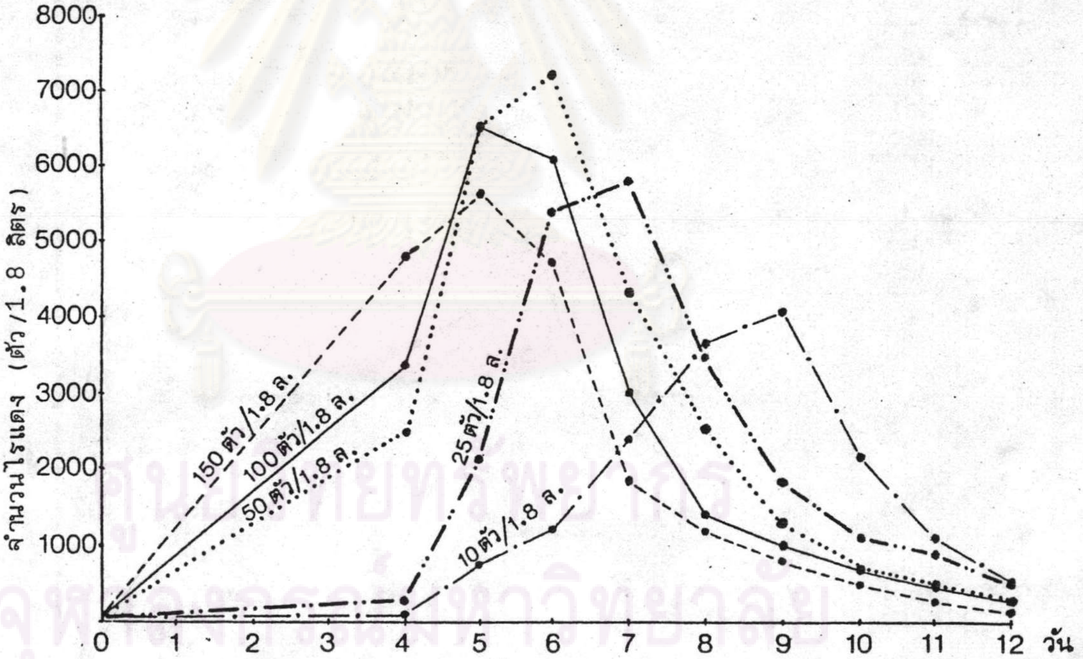
ผลการเพิ่มจำนวนของไรแดงเมื่อเริ่มต้นเลี้ยงด้วยจำนวน 10, 25, 50, 100 และ 150 ตัว/1.8 ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 21 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 12 พบว่าการเริ่มด้วยจำนวนตัวต่างกันมีผลให้การเพิ่มจำนวนของไรแดงต่างกัน โดยใช้เวลาถึงวันที่ไรแดงมีจำนวนสูงสุด (Peak) เท่ากับ 9, 7, 6, 5 และ 5 วันตามลำดับ และมีจำนวนที่ Peak เท่ากับ 4,094.3, 5,810.4, 7,264.8, 6,552.0 และ 5,648.4 ตัว/1.8 ลิตร ตามลำดับ สำหรับผลรวมจำนวนไรแดงจนถึงวันที่ 12 เท่ากับ 16,118.7, 21,409.2, 26,269.2, 23,219.8 และ 20,268.0 ตัว ตามลำดับ เมื่อทดสอบผลรวมนี้ทางสถิติด้วย ANOVA และ Duncan Test พบว่าวิธีที่เริ่มต้นด้วย 50 ตัว ให้ผลแตกต่างกับวิธีที่เริ่มด้วย 10, 25 และ 150 ตัว แต่ไม่แตกต่างกับ 100 ตัว อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาคผนวก ข การทดลอง ค.1.1) จากผลการทดลองจะเลือกวิธีที่เริ่มต้นด้วย 50 ตัว/1.8 ลิตร ไปใช้ในการทดลองต่อ ๆ ไป เพราะให้ผลดีที่สุดโดยพิจารณาจากจำนวนวันที่ถึง Peak, จำนวนตัวที่ Peak และผลรวมจำนวนไรแดงจนถึงวันที่ 12 ประกอบกัน

1.2 ผลการหาปริมาณไรแดงที่เหมาะสมที่จะถูกตักออก (เป็นผลผลิต) แต่ละครั้ง

น้ำเสียก่อนเลี้ยงที่ใช้มีค่า $BOD_5$ ประมาณ 284.0 mg/l และอุณหภูมิในหน่วยเพาะเลี้ยงตลอดการทดลองอยู่ในช่วง 25.0-28.2 องศาเซลเซียส สำหรับคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพอื่น ๆ ได้แสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ 6 เฉพาะหัวข้อการทดลอง ค.1.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการทดลองการตักผลผลิตไรแดงออกในปริมาณที่ต่าง ๆ กัน 4 วิธีคือ การตักผลผลิตออก ½, ⅓, ¼ และ ⅕ ของปริมาณไรแดงทั้งหมดที่มีอยู่ในบีกเกอร์ ดังแสดงในรูปที่ 22 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 13 ซึ่งได้ผลผลิตรวมเท่ากับ 3,332.3, 3,366.0, 2,685.4 และ 2,388.3 ตัว ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติด้วย ANOVA และ Duncan Test พบว่าวิธีที่ตักผลผลิตออกครั้งละ ⅓ ให้ผลแตกต่างกับวิธี ¼ และ ⅕ แต่ไม่แตกต่างกับวิธี ½ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาคผนวก ข การทดลอง ค.1.2) จากผลการทดลองจึงเลือกวิธีที่ตักผลผลิตไรแดงออกครั้งละ ⅓ และ ½ ที่ให้ผลดีที่สุดไปใช้ในการทดลองต่อ ๆ ไป

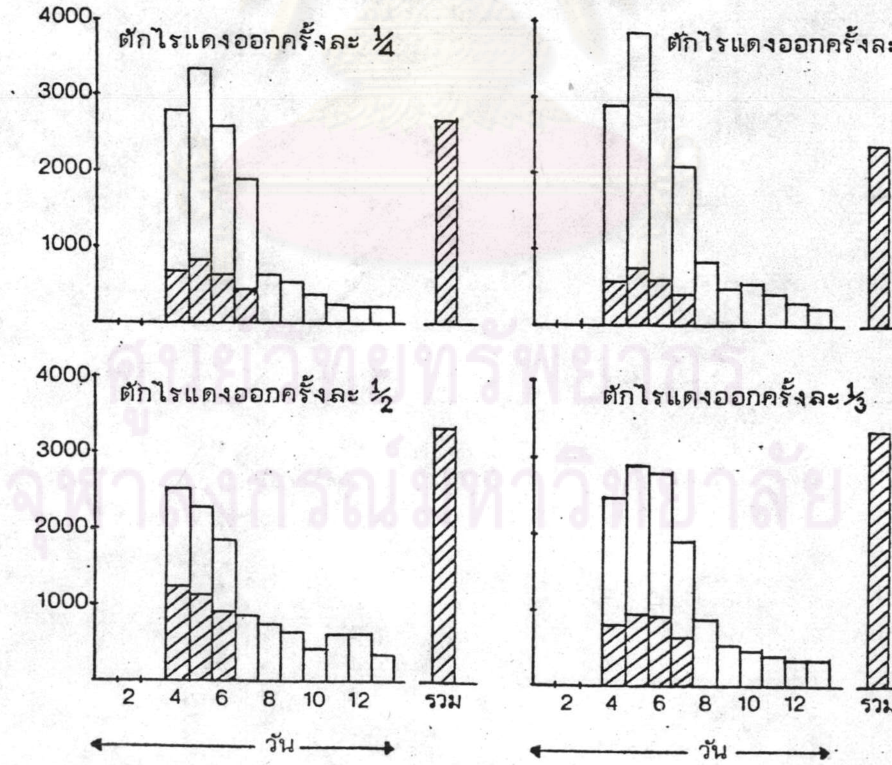



รูปที่ 21 กราฟแสดงจำนวนไรแดง (ตัว/1.8 ลิตร) ในแต่ละวันเมื่อเริ่มต้นเลี้ยงด้วยจำนวนตัวต่าง ๆ กันคือ 10, 25, 50, 100 และ 150 ตัว/1.8 ลิตร

1.3 ผลการหาปริมาตรน้ำเสียที่เหมาะสมที่จะถ่ายเทให้กับหน่วยเพาะเลี้ยงทุก 4 วัน

น้ำเสียก่อนเลี้ยงที่ใช้มีค่า $BOD_5$ อยู่ในช่วง 220.9-392.3 mg/l และอุณหภูมิในหน่วยเพาะเลี้ยงตลอดการทดลองอยู่ในช่วง 25.0-28.2 องศาเซลเซียส สำหรับคุณภาพทางเคมีและกายภาพอื่น ๆ ได้แสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ 6 เฉพาะหัวข้อการทดลอง ค.1.3

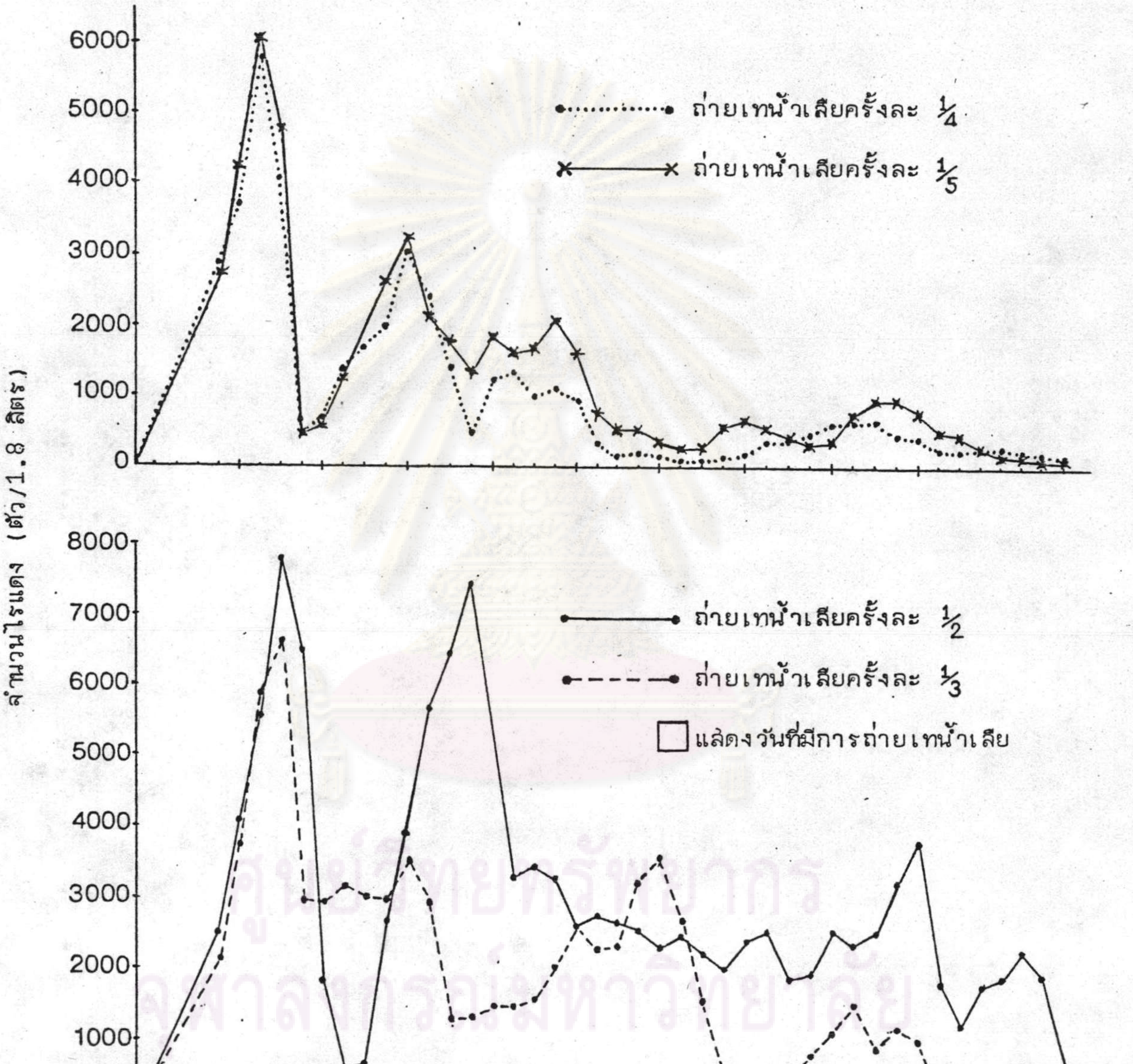
ผลการเพิ่มจำนวนของไรแดงเมื่อเลี้ยงโดยมีการถ่ายเทน้ำเสียในปริมาตรที่ต่างกัน 4 วิธีคือ ถ่ายเทน้ำเสียทุก 4 วันด้วยปริมาตร ½, ⅓, ¼ และ ⅕ ของปริมาตรน้ำเสียทั้งหมด (1.8 ลิตร) ดังแสดงในรูปที่ 23 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 14 ซึ่งพบว่าทั้ง 4 วิธีทำให้ไรแดงมีการเพิ่มและลดจำนวนสลับกันไป โดยมีผลรวมจำนวนไรแดง




ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 22 จำนวนไรแดง (ตัว/1.8 ลิตร) และผลผลิต(ตัว) ที่ได้ในแต่ละวัน และผลผลิตรวมเมื่อมีการตักไรแดงออกในปริมาณที่ต่างกัน 4 วิธีคือ ½, ⅓, ¼ และ ⅕ ของปริมาณไรแดงทั้งหมด

จนถึงวันที่ 44 เท่ากับ 124,255.8, 76,804.4, 42,329.2 และ 52,534.2 ตัว ตามลำดับ เมื่อทดสอบด้วย ANOVA และ Duncan Test พบว่าวิธีถ่ายเทน้ำเสียครั้งละ ½ ให้ผลต่างกับวิธีอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาคผนวก ข การทดลอง ค.1.3) จากผลการทดลองจึงเลือกวิธีถ่ายน้ำเสียครั้งละ ½ ของ 1.8 ลิตร ซึ่งให้ผลดีที่สุดไปใช้ในการทดลองต่อ ๆ ไป

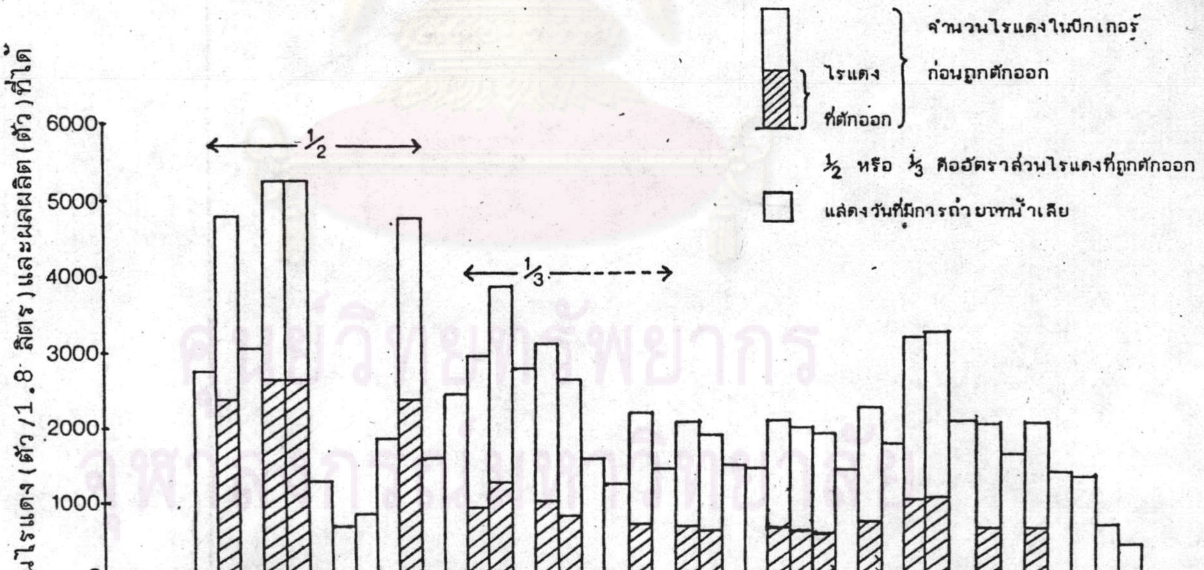



รูปที่ 23 กราฟแสดงจำนวนไรแดง (ตัว/1.8 ลิตร) ในแต่ละวัน เมื่อเลี้ยงโดยมีการถ่ายเทน้ำเสียด้วยปริมาตรที่ต่างกัน 4 วิธีคือ ½, ⅓, ¼ และ ⅕ ของน้ำเสีย 1.8 ลิตร ทุก 4 วัน

1.4 ผลการทดลองเพาะเลี้ยงไรแดงโดยมีการตักผลผลิตไรแดงออกเป็นระยะ และถ่ายเทน้ำเสียให้ครั้งละ ½ ของ 1.8 ลิตร ทุก 4 วัน

น้ำเสียก่อนเลี้ยงที่ใช้มีค่า $BOD_5$ อยู่ในช่วง 217.3-390.0 mg/l และอุณหภูมิในหน่วยเพาะเลี้ยงตลอดการทดลองอยู่ในช่วง 22.0-29.0 องศาเซลเซียส สำหรับคุณภาพทางเคมีและกายภาพอื่น ๆ ได้แสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ 6 เฉพาะหัวข้อการทดลอง ค.1.4

ผลการเพิ่มจำนวนของไรแดงและผลผลิตที่ได้ดังแสดงในรูปที่ 24 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 15พบว่าในช่วงวันที่ 5-8 ไรแดงมีการขยายพันธุ์สูง สามารถตักออกได้ครั้งละ ½ เกือบทุกวัน (เมื่อมีความหนาแน่น 3,600 ตัว/1.8 ลิตร ขึ้นไป) จากนั้นลดจำนวนลงต้องหยุดตักออกในวันที่ 9-12 และตักออกได้อีก ½ ในวันที่ 13 และไรแดงก็ลดจำนวนอย่างมากอีกต้องหยุดตักออกในวันที่ 14-15 เมื่อถึงวันที่ 16 ซึ่งไรแดงเพิ่มจำนวนขึ้น (มีความหนาแน่น 1,800 ตัว/1.8 ลิตรขึ้นไป) จึงเปลี่ยนเป็นตักออกครั้งละ ⅓ ทำให้สามารถตักผลผลิตออกได้เกือบทุกวันไปจนจบการทดลอง



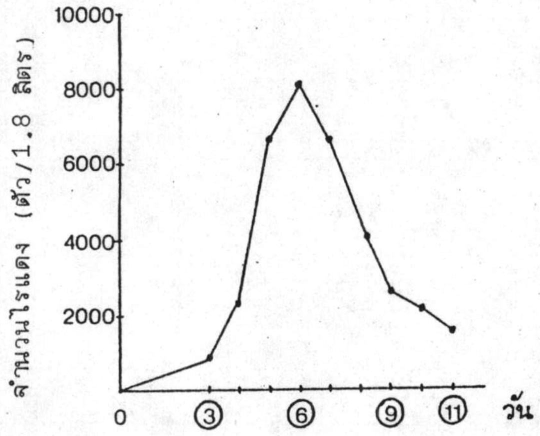

รูปที่ 24 กราฟแสดงจำนวนไรแดง (ตัว/1.8 ลิตร) และผลผลิต (ตัว) ที่ได้ในแต่ละวัน เมื่อเลี้ยงโดยมีการตักไรแดงออกเป็นระยะ และถ่ายเทน้ำเสียครั้งละ ½ ของ 1.8 ลิตร ทุก 4 วัน

2. การทดลองเพาะเลี้ยงไรแดงโดยมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียทั้งก่อนและหลังการเพาะเลี้ยง

2.1 ผลการเลี้ยงไรแดง เมื่อเริ่มต้นด้วยจำนวน 50 ตัว ต่อน้ำเสีย 1.8 ลิตร

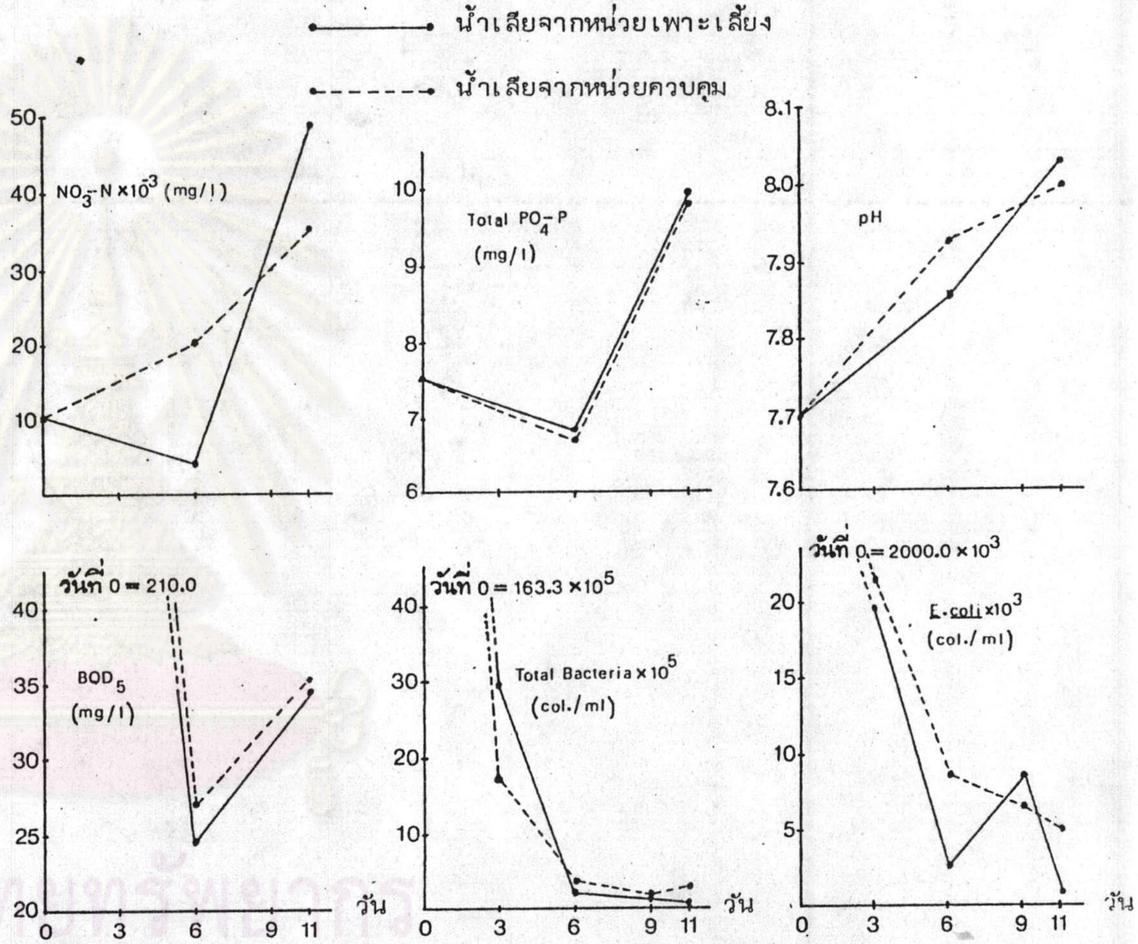
ผลการเพิ่มจำนวนของไรแดง ดังแสดงในรูปที่ 25 และในภาคผนวก ก **ตาราง**ที่ 16 พบว่าไรแดงมีการเพิ่มจำนวนสูงสุดได้เพียงครั้งเดียวแล้วลดจำนวนลง โดยมีจำนวนสูงสุด (PEAK) ในวันที่ 6 เท่ากับ 8,136.0 ตัว/1.8 ลิตร

ผลคุณภาพน้ำเสียทางกายภาพแสดงในตารางที่ 1 และผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียทางเคมีและชีวภาพแสดงในรูปที่ 26 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 17 พบว่าคุณภาพน้ำเสียหลังเลี้ยงและหน่วยควบคุมมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคล้ายกันคือ Total Bacteria, E. coli และ $BOD_5$ ลดลงจากน้ำเสียก่อนเลี้ยง ส่วน $NO_3$-N, Total $PO_4$-P และ pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากน้ำเสียก่อนเลี้ยง




รูปที่ 25 กราฟแสดงจำนวนไรแดง (ตัว/1.8 ลิตร) ในแต่ละวันเมื่อเลี้ยงไรแดง 50 ตัว ต่อน้ำเสีย 1.8 ลิตร

○ แสดงวันที่มีการถ่ายน้ำเสียออกวิเคราะห์




รูปที่ 26 กราฟแสดงคุณภาพทางเคมีและชีวภาพของน้ำเสียก่อนเลี้ยง (วันที่ 0) หลังเลี้ยงและหน่วยควบคุม (วันที่ 3, 6,9 และ 11) เมื่อเลี้ยงไรแดง 50 ตัวต่อน้ำเสีย 1.8 ลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำทางกายภาพของน้ำเสียก่อนเลี้ยง (วันที่ 0) น้ำเสียหลังเลี้ยงและหน่วยควบคุม (วันที่ 3-11) เมื่อเลี้ยงไรแดง 50 ตัวต่อน้ำเสีย 1.8 ลิตร

| | สีน้ำเสีย | กลิ่นน้ำเสีย | การเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ที่สังเกตได้ | อุณหภูมิ[1] |
|---|---|---|---|---|
| น้ำเสียก่อนเลี้ยง (วันที่ 0) | เหลืองอ่อนและขุ่น | เหม็นและฉุน | มีคราบสกปรกเป็นฝ้าลอยอยู่ที่ผิวเล็กน้อย | 25.0-29.5 องศาเซลเซียส |
| น้ำเสียหลังเลี้ยง และ น้ำเสียจากหน่วยควบคุม | | | | |
| วันที่ 3 | เหลืองเข้มและใสขึ้น | เหม็นน้อยลงและไม่ฉุน | ตะกอนดำตกที่ก้นบีกเกอร์ และมีฝ้าลอยเป็นคราบที่ผิวน้ำ ซึ่งสลายไปเมื่อมีการกวนน้ำในบีกเกอร์ และน้ำเสียหลังเลี้ยงขุ่นกว่าน้ำเสียจากหน่วยควบคุมเล็กน้อย | |
| วันที่ 6-11 | ชาอ่อนและใส | เหม็นน้อยลงมากและไม่ฉุน | | |

[1] อุณหภูมิของน้ำเสียในหน่วยเพาะเลี้ยงวัดในช่วง 7.00-11.00 นาฬิกา ของแต่ละวันตลอดการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 ผลการเลี้ยงไรแดงเมื่อมีการตักผลผลิตออกครั้งละ ⅓ ของประมาณทั้งหมด และการเลี้ยงไรแดงเมื่อไม่มีการตักผลผลิตออกเลย

ผลการเพิ่มจำนวนของไรแดงและผลผลิตที่ได้เมื่อเลี้ยงโดยมีการตักไรแดงออกครั้งละ ⅓ ของปริมาณทั้งหมด (วิธีที่ 1) และการเพิ่มจำนวนเมื่อไม่มีการตักไรแดงออกเลย (วิธีที่ 2 ซึ่งทำเพื่อเป็นหน่วยควบคุมที่มีการเลี้ยงไรแดง เป็นการเปรียบเทียบกับวิธีที่ 1) แสดงในรูปที่ 27 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 18 พบว่าการเลี้ยงด้วยวิธีที่ 1 สามารถตักผลผลิตได้ 4 วัน (วันที่ 5-8 เมื่อไรแดงมีความหนาแน่น 1,800 ตัว/1.8 ลิตรขึ้นไป) และผลผลิตรวมเท่ากับ 4,010.4 ตัว ส่วนวิธีที่ 2 ให้ผลคล้ายข้อ 2.1 กล่าวคือ เพิ่มจำนวนสูงสุด (Peak) ได้เพียงครั้งเดียว และมี Peak ในวันที่ 7 เท่ากับ 7,243.2 ตัว/1.8 ลิตร

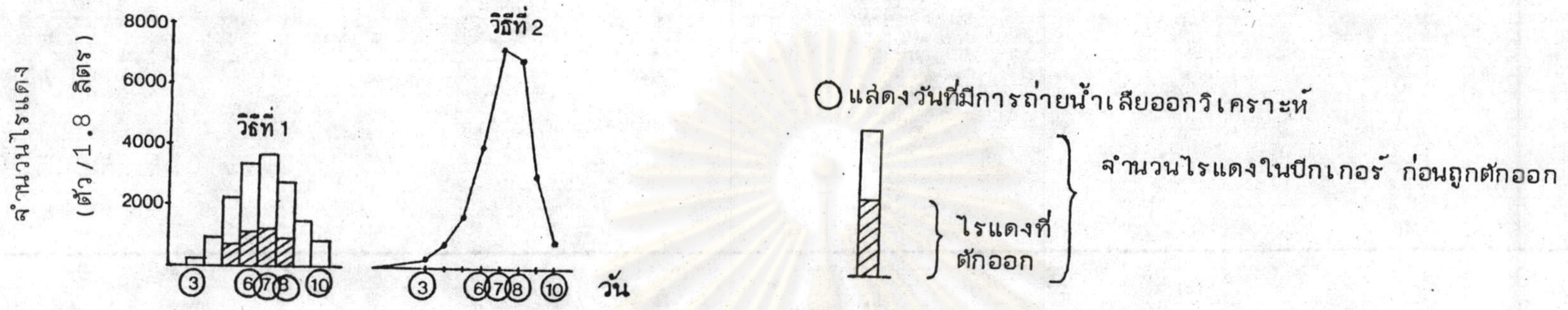
ผลคุณภาพน้ำเสียทางกายภาพ คล้ายกับการทดลองในข้อ 2.1 (ตารางที่ 1 ) แต่อุณหภูมิตลอดการทดลองในหน่วยเพาะเลี้ยง (วัดช่วง 7.00-12.00 นาฬิกา ของทุกวัน) อยู่ในช่วง 23.5-25.8 องศาเซลเซียส ผลคุณภาพน้ำเสียทางเคมีและชีวภาพแสดงในรูปที่ 28 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 19 พบว่าน้ำเสียหลังเลี้ยงและหน่วยควบคุมในการทดลองทั้งสองวิธีมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทำนองเดียวกันคือ Total Bacteria, E. coli, $BOD_5$ และ $NO_3$-N มีแนวโน้มลดลงจากน้ำเสียก่อนเลี้ยง ส่วน Total $PO_4$-P และ pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

2.3 ผลการเลี้ยงไรแดงเมื่อมีการถ่ายเทน้ำเสียให้กับหน่วยเพาะเลี้ยงครั้งละ ½ ของ 1.8 ลิตร ทุก 4 วัน

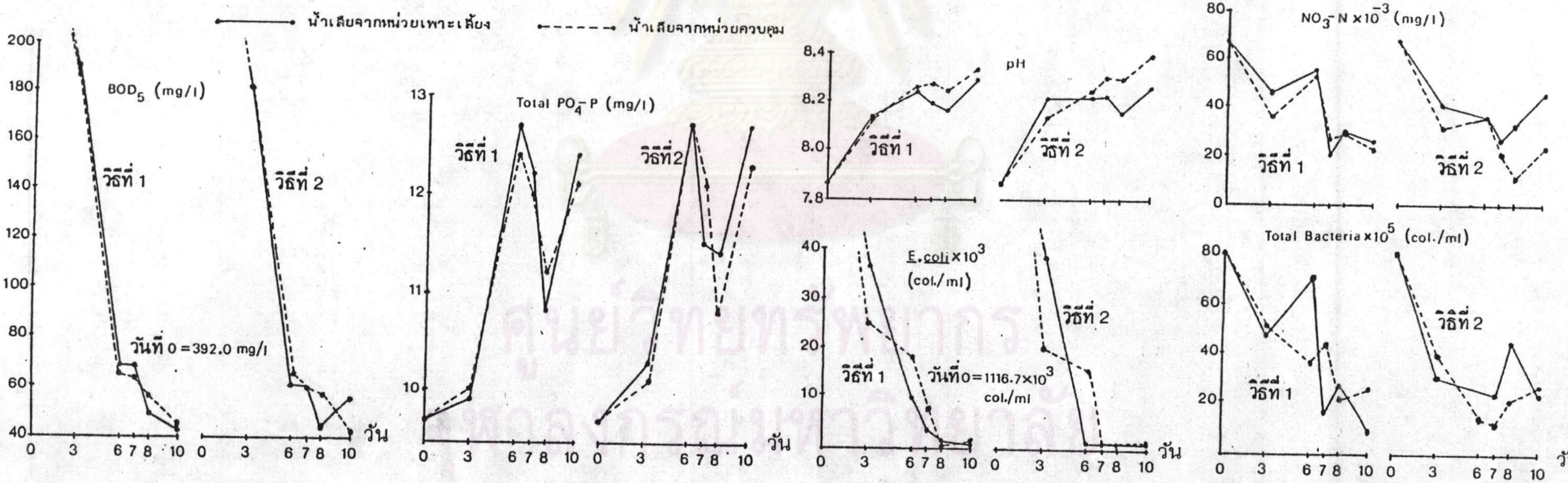
ผลการเพิ่มจำนวนของไรแดงแสดงใน รูปที่ 29 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 20 พบว่าไรแดงมีการเพิ่มและลดจำนวนสลับกันไป เกิดจำนวนสูงสุด (Peak) 6 ครั้ง โดยมี Peak แรกสูงสุดประมาณ 11,058.8 ตัว/1.8 ลิตร และมีแนวโน้มต่ำลงใน Peak หลัง โดยเฉลี่ยแล้วจะมีไรแดงอยู่ในหน่วยเพาะเลี้ยงประมาณ 2,114.0 ตัว/1.8 ลิตร/วัน ตลอดการทดลอง

ผลคุณภาพน้ำเสียทางกายภาพแสดงในตารางที่ 2 และคุณภาพทางเคมีและชีวภาพแสดงในรูปที่ 30 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 21 พบว่าน้ำเสียที่ถ่ายออกทั้ง 14 ครั้ง มี Total Bacteria, E. coli และ $BOD_5$ ลดลงจากน้ำเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

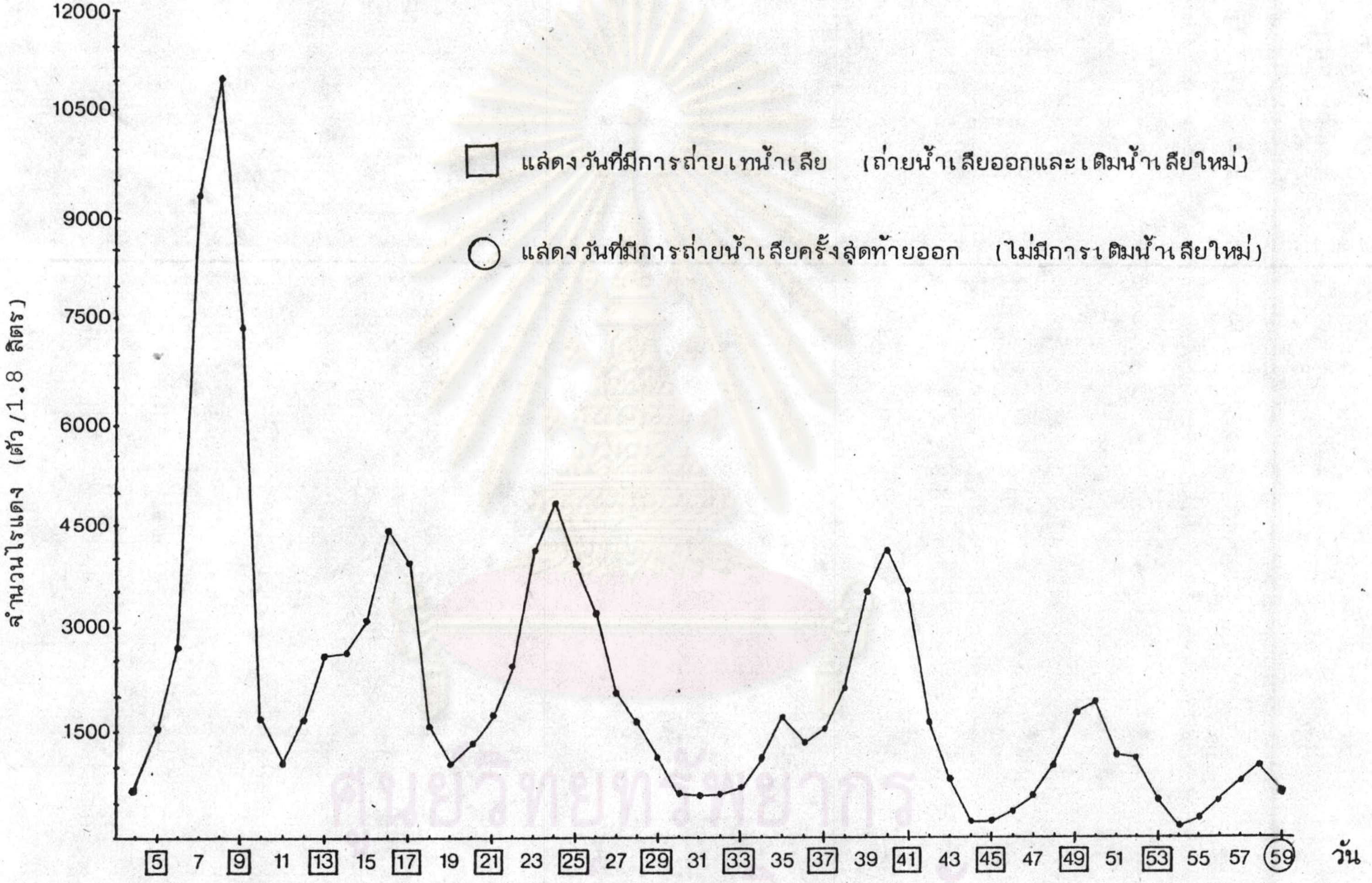



รูปที่ 27 กราฟแสดงจำนวนไรแดง (ตัว/1.8 ลิตร) และผลผลิต (ตัว) ที่ได้เมื่อมีการตักไรแดงออกครั้งละ ⅓ ของปริมาณทั้งหมด (วิธีที่ 1) และจำนวนไรแดงเมื่อไม่มีการตักผลผลิตออกเลย (วิธีที่ 2)






รูปที่ 28 กราฟแสดงคุณภาพทางเคมีและชีวภาพของน้ำเสียก่อนเลี้ยง (วันที่ 0) หลังเลี้ยงและหน่วยควบคุม (วันที่ 3, 6, 7, 8 และ 10) เมื่อเลี้ยงโดยมีการตักไรแดงออกครั้งละ ⅓ ของปริมาณทั้งหมด (วิธีที่ 1) และไม่มีการตักไรแดงออกเลย (วิธีที่ 2)




รูปที่ 29 กราฟแสดงจำนวนไรแดง (ตัว/1.8 ลิตร) ในแต่ละวัน เมื่อเลี้ยงไรแดงโดยมีการถ่ายเทน้ำเสียให้ครั้งละ ½ ของ 1.8 ลิตร ทุก 4 วัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก่อนเลี้ยง โดยมีค่าเฉลี่ย Total Bacteria ของน้ำเสียก่อนเลี้ยง, หลังเลี้ยง และหน่วยควบคุมเท่ากับ $134.1 \times 10^5$, $17.2 \times 10^5$ และ $18.3 \times 10^5$ col./ml ตามลำดับ, ค่าเฉลี่ย E. coli ของน้ำเสียทั้งสามเท่ากับ $1,712.1 \times 10^3$, $24.6 \times 10^3$ และ $29.4 \times 10^3$ col./ml ตามลำดับ และค่าเฉลี่ย $BOD_5$ ของน้ำเสียทั้งสามเท่ากับ 295.8, 55.1 และ 53.5 mg/l ตามลำดับ ส่วนค่า Total $PO_4$-P และ pH ของน้ำเสียที่ถ่ายออกมีค่าเพิ่มขึ้นจากน้ำเสียก่อนเลี้ยง โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำเสียก่อนเลี้ยง หลังเลี้ยง และหน่วยควบคุมดังนี้คือ Total $PO_4$-P เท่ากับ 9.35, 10.59 และ 10.51 mg/l ตามลำดับ และค่าเฉลี่ย pH ของน้ำเสียทั้งสามเท่ากับ 7.96, 8.14 และ 8.19 ตามลำดับ สำหรับ $NO_3$-N พบว่ามีค่าลดลงในการถ่ายน้ำ 6 ครั้งแรก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยน้ำเสียหลังเลี้ยงจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแปรปรวนอยู่ระหว่างน้ำเสียก่อนเลี้ยงและเพิ่มสูงมากในครั้งสุดท้าย ส่วนน้ำเสียหน่วยควบคุมมีแนวโน้มสูงขึ้นมากตั้งแต่การถ่ายน้ำครั้งที่ 10 โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำเสียก่อนเลี้ยง หลังเลี้ยง และควบคุมเท่ากับ $0.54 \times 10^{-1}$, $0.48 \times 10^{-1}$ และ $1.07 \times 10^{-1}$ mg/l ตามลำดับ

2.4. ผลการเลี้ยงไรแดงเมื่อมีการตักผลผลิตออกเป็นระยะ และมีการถ่ายเทน้ำเสียครั้งละ ½ ของ 1.8 ลิตร ทุก 4 วัน

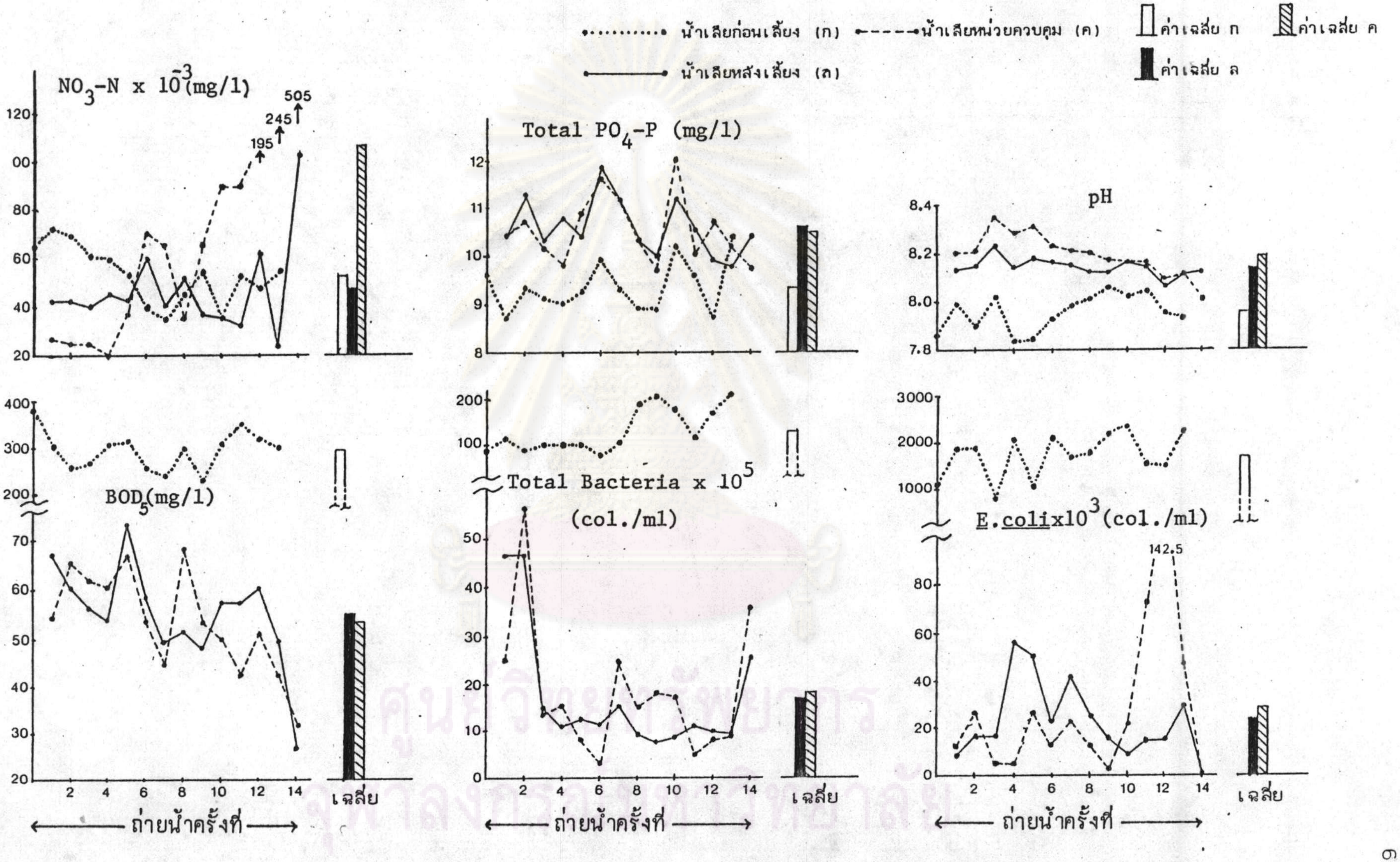
ผลการเพิ่มจำนวนของไรแดงและผลผลิตที่ได้ แสดงในรูปที่ 31 และในภาคผนวก ก. ตารางที่ 22 พบว่าในช่วง 6 ถึง 9 วันแรก มีการเพิ่มจำนวนสูงมาก สามารถตักไรแดงออกครั้งละ ½ ของปริมาณทั้งหมดได้ติดต่อกันทุกวัน (เมื่อมีความหนาแน่น 3,600 ตัว/1.8 ลิตรขึ้นไป) จากนั้นเริ่มลดจำนวนลงอย่างมาก และเริ่มเพิ่มจำนวนขึ้นอีกในวันที่ 12 จึงเริ่มเปลี่ยนเป็นตักไรแดงออกครั้งละ ⅓ (เมื่อมีความหนาแน่น 1,800 ตัว/1.8 ลิตรขึ้นไป) เป็นระยะจนจบการทดลอง ซึ่งพบว่าสามารถตักผลผลิตไรแดงออกได้เกือบทุกวัน และได้ผลผลิตเฉลี่ย 529.5 ตัว/วัน ในช่วงวันที่ 6 ถึง 54 ที่ตักไรแดงออกได้

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำเสียทางกายภาพของน้ำเสียก่อนเลี้ยง หลังเลี้ยง และหน่วยควบคุม เมื่อเลี้ยงไรแดง โดยมีการถ่ายเทน้ำเสียให้ครั้งละ ½ ของ 1.8 ลิตร ทุก 4 วัน

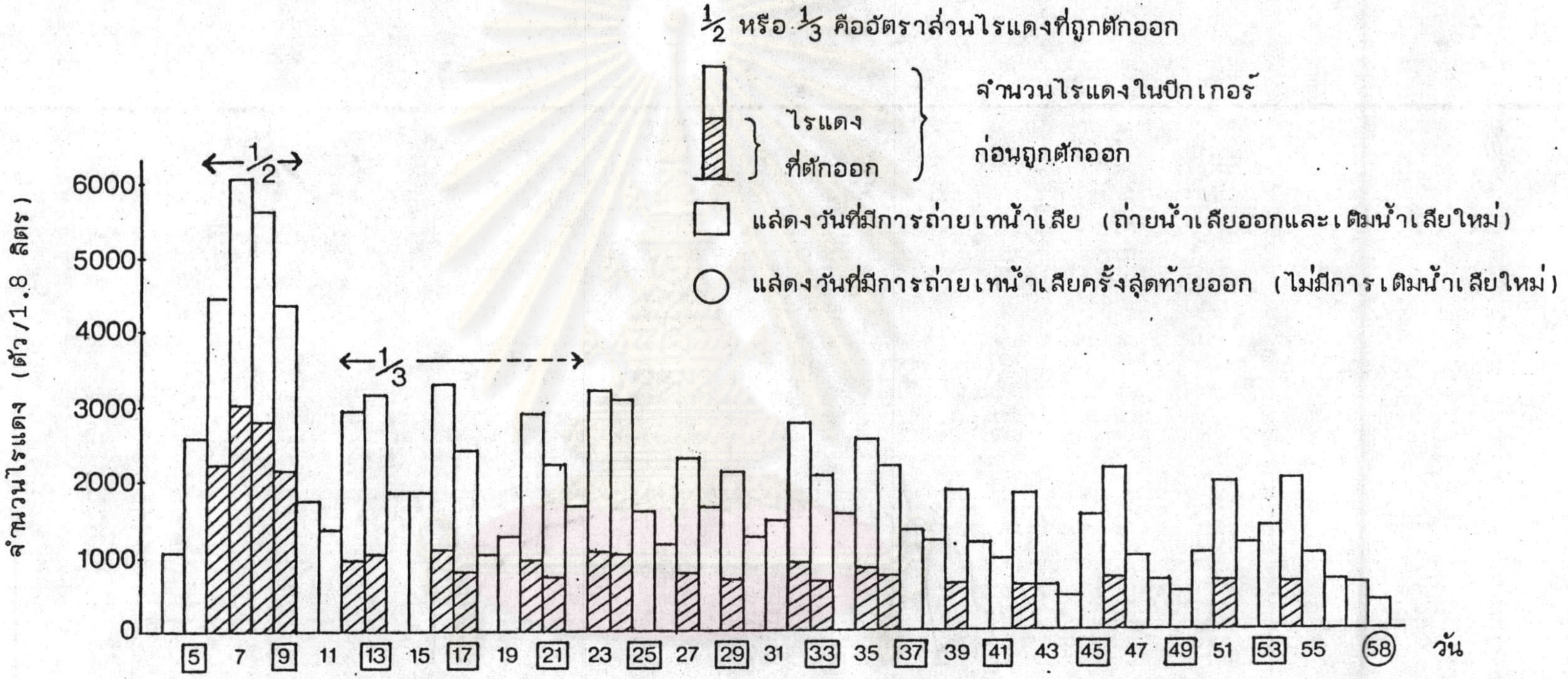
| | สีน้ำเสีย | กลิ่นน้ำเสีย | การเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ที่สังเกตได้ | อุณหภูมิ[1] |
|---|---|---|---|---|
| น้ำเสียก่อนเลี้ยง (ถ่ายน้ำครั้งที่ 0[2]-13) | เหลืองอ่อน และขุ่น | เหม็น และฉุน | มีคราบสกปรกเป็นฝ้าลอยอยู่ที่ผิวเล็กน้อย | 25.0-29.5 องศาเซลเซียส |
| น้ำเสียหลังเลี้ยง และ น้ำเสียจากหน่วยควบคุม. ถ่ายน้ำครั้งที่ 1-8 | เหลืองเข้มและ ใสขึ้น | เหม็นน้อยลง และไม่ฉุน | ตะกอนดำตกที่ก้นบีกเกอร์ และมีฝ้าลอยเป็นคราบที่ผิวน้ำ ซึ่งสลายไปเมื่อมีการกวนน้ำในบีกเกอร์ และน้ำเสียหลังเลี้ยง ขุ่นกว่าน้ำเสียจากหน่วยควบคุมเล็กน้อย | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 9-10 | ชาอ่อนและคล้ำ เล็กน้อย | เหม็นน้อยลงและ ไม่ฉุน | เริ่มมีคราบสีเขียวของอัลจีจับที่ขอบบีกเกอร์บริเวณผิวน้ำ | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 11 | ชาอ่อนและคล้ำ เล็กน้อย | เหม็นน้อยลงและ ไม่ฉุน | คราบเขียวของอัลจีมากขึ้นเล็กน้อย และมีการสะสมของตะกอนมากขึ้น | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 12-13 | ชาอ่อนและเขียว คล้ำเล็กน้อย | เหม็นน้อยลงและ ไม่ฉุน | ตะกอนเริ่มเป็นสีดำปนเขียวเล็กน้อย ตะกอนของน้ำเสียจากหน่วยควบคุมเขียวกว่าน้ำเสียหลังเลี้ยงเล็กน้อย | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 14 (ถ่ายน้ำเสียหลังเลี้ยง และน้ำเสียจากหน่วยควบคุมออกแล้วปิดการทดลอง) | ชาอ่อนปนคล้ำ และใสขึ้น | เหม็นน้อยลงและ ไม่ฉุน | เกิดคราบสีขาวอมเทาที่ตะกอนของน้ำเสียจากหน่วยควบคุม (อาจเป็นรา) การสะสมของตะกอนมีมากขึ้นเนื่องจากตะกอนส่วนใหญ่ที่ติดบนกระชอนถูกคืนลงในภาชนะเดิม | |

[1]อุณหภูมิของน้ำเสียในหน่วยเพาะเลี้ยงวัดในช่วง 7.00-12.00 นาฬิกาของแต่ละวันตลอดการทดลอง

[2]ถ่ายน้ำครั้งที่ 0 คือน้ำเสียที่ใช้เริ่มต้นการเพาะเลี้ยง




รูปที่ 30 กราฟแสดงคุณภาพทางเคมีและชีวภาพของน้ำเสียก่อนเลี้ยง หลังเลี้ยง และหน่วยควบคุม จากการถ่ายเทน้ำเสียแต่ละครั้ง เมื่อเลี้ยงไรแดงโดยมีการถ่ายเทน้ำเสียให้ครั้งละ ½ ของ 1.8 ลิตร ทุก 4 วัน




รูปที่ 31 กราฟแสดงจำนวนไรแดง (ตัว/1.8 ลิตร) และผลผลิต (ตัว) ที่ได้ในแต่ละวัน เมื่อเลี้ยงโดยมีการตักไรแดงออกเป็นระยะ และถ่ายเทน้ำเสียให้ครั้งละ ½ ของ 1.8 ลิตร ทุก 4 วัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลคุณภาพน้ำเสียทางกายภาพแสดงในตารางที่ 3 และคุณภาพทางเคมีและชีวภาพแสดงในรูปที่ 32 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 23 พบว่าน้ำเสียที่ถ่ายออกทั้ง 14 ครั้ง มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคล้ายการทดลองข้อ 2.3 คือ Total Bacteria, E. coli และ $BOD_5$ ลดลงจากน้ำเสียก่อนเลี้ยง ส่วน Total $PO_4$-P และ pH เพิ่มขึ้น และ $NO_3$-N ลดลงในช่วงแรกและเพิ่มขึ้นในช่วงหลัง โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำเสียก่อนเลี้ยง หลังเลี้ยง และหน่วยควบคุมของคุณภาพต่าง ๆ ดังนี้ Total Bacteria เท่ากับ $134.1 \times 10^5$, $15.8 \times 10^5$ และ $18.4 \times 10^5$ col./ml, E. coli เท่ากับ $1,712.4 \times 10^3$, $23.4 \times 10^3$ และ $24.3 \times 10^3$ col./ml, $BOD_5$ เท่ากับ 295.8, 51.6 และ 52.2 mg/l, $NO_3$-N เท่ากับ $0.54 \times 10^{-1}$, $0.42 \times 10^{-1}$ และ $0.49 \times 10^{-1}$ mg/l, Total $PO_4$-P เท่ากับ 9.35, 10.60 และ 10.34 mg/l และ pH เท่ากับ 7.96, 8.13 และ 8.18 ตามลำดับ

ง. การทดลองเพาะเลี้ยงไรแดงให้ได้จำนวนมากและต่อเนื่องในน้ำเสียชุมชน

1. ผลการหาจำนวนไรแดงเริ่มต้นที่เหมาะสมต่อน้ำเสีย 30 ลิตร

ผลการเพิ่มจำนวนของไรแดงเมื่อเริ่มต้นเลี้ยงด้วยจำนวน 400 ตัว และ 800 ตัว/30 ลิตร แสดงในรูปที่ 33 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 24 พบว่าทั้งสองวิธีให้ผลใกล้เคียงกันมากโดยใช้เวลาถึงวันที่มีจำนวนสูงสุด (Peak) เท่ากันคือ 9 วัน และมีจำนวนที่ Peak เท่ากับ $181.5 \times 10^3$ และ $178.5 \times 10^3$ ตัว/30 ลิตร และผลรวมไรแดงถึงวันที่ 10 เท่ากับ $549.3 \times 10^3$ และ $582.7 \times 10^3$ ตัว สำหรับคุณภาพน้ำเสียก่อนเลี้ยงมี $BOD_5$ เท่ากับ 243.4 mg/l จากผลการทดลองจึงเลือกวิธีที่เริ่มด้วยไรแดง 400 ตัว/30 ลิตร เพราะให้ผลใกล้เคียงกันมากในขณะที่เริ่มด้วยจำนวนเพียงครึ่งเดียว

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

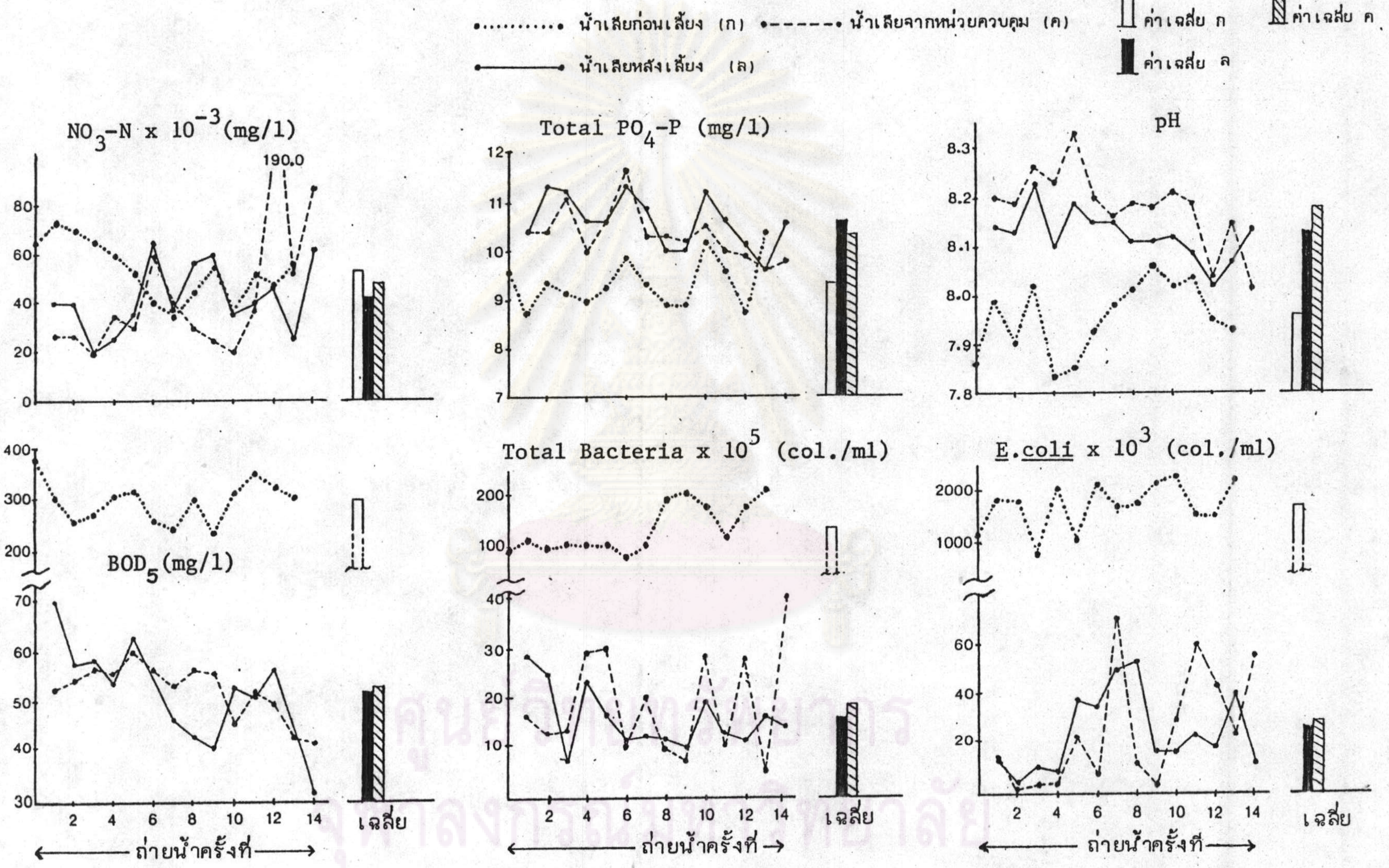
ตารางที่ 3 คุณภาพน้ำเสียทางกายภาพของน้ำเสียก่อนเลี้ยง หลังเลี้ยง และหน่วยควบคุม เมื่อเลี้ยงโดยมีการตักไรแดงออกเป็นระยะ และถ่ายเทน้ำเสียให้ครั้งละ ½ ของ 1.8 ลิตร ทุก 4 วัน

| | สีน้ำเสีย | กลิ่นน้ำเสีย | การเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ที่สังเกตได้ | อุณหภูมิ[1] |
|---|---|---|---|---|
| น้ำเสียก่อนเลี้ยง (ถ่ายน้ำครั้งที่[2] 0-13) | เหลืองอ่อน และขุ่น | เหม็น และฉุน | มีคราบสกปรกเป็นฝ้าลอยอยู่ที่ผิวเล็กน้อย | 23.0-28.0 องศาเซลเซียส |
| น้ำเสียหลังเลี้ยง และ น้ำเสียจากหน่วยควบคุม ถ่ายน้ำครั้งที่ 1-8 | เหลืองเข้มและใสขึ้น | เหม็นน้อยลงและไม่ฉุน | ตะกอนดำตกที่ก้นบีกเกอร์และมีฝ้าลอยเป็นคราบที่ผิวน้ำ ซึ่งสลายไปเมื่อมีการกวนน้ำในบีกเกอร์และน้ำเสียหลังเลี้ยงขุ่นกว่าน้ำเสียจากหน่วยควบคุมเล็กน้อย | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 9-11 | ชาอ่อนและคล้ำปนเขียวเล็กน้อย | เหม็นน้อยลงและไม่ฉุน | เริ่มมีคราบสีเขียวของอัลจีจับที่ขอบบีกเกอร์บริเวณผิวน้ำ | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 12-13 | ชาอ่อนและคล้ำปนเขียวเล็กน้อย | เหม็นน้อยลงและไม่ฉุน | คราบเขียวของอัลจีมากขึ้นเล็กน้อย น้ำเสียจากหน่วยควบคุมเขียวกว่าน้ำเสียหลังเลี้ยงเล็กน้อย | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 14 | ชาอ่อนปนคล้ำและใสขึ้น | เหม็นน้อยลงและไม่ฉุน | ตะกอนดำปนเขียวเล็กน้อย การสะสมของตะกอนมีน้อย เพราะถูกถ่ายออกพร้อมกับการตักไรแดงออก | |

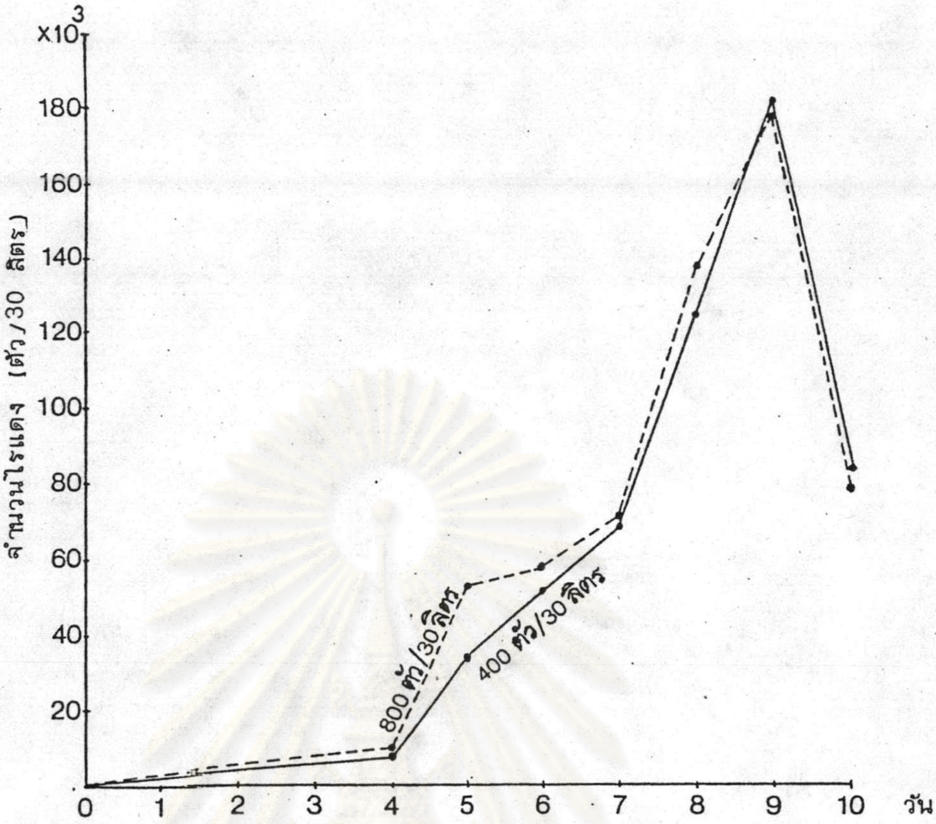
[1] อุณหภูมิของน้ำเสียในหน่วยเพาะเลี้ยงวัดในช่วง 7.00-12.00 นาฬิกา ของแต่ละวันตลอดการทดลอง

[2] ถ่ายน้ำครั้งที่ 0 คือน้ำเสียที่ใช้เริ่มต้นการเพาะเลี้ยง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 32 กราฟแสดงคุณภาพทางเคมีและชีวภาพของน้ำเสียก่อนเลี้ยง หลังเลี้ยงและหน่วยควบคุม จากการถ่ายเทน้ำเสียแต่ละครั้ง เมื่อเลี้ยงโดยมีการตักไรแดงออกเป็นระยะ และถ่ายเทน้ำเสียให้ครั้งละ ½ ของ 1.8 ลิตร ทุก 4 วัน



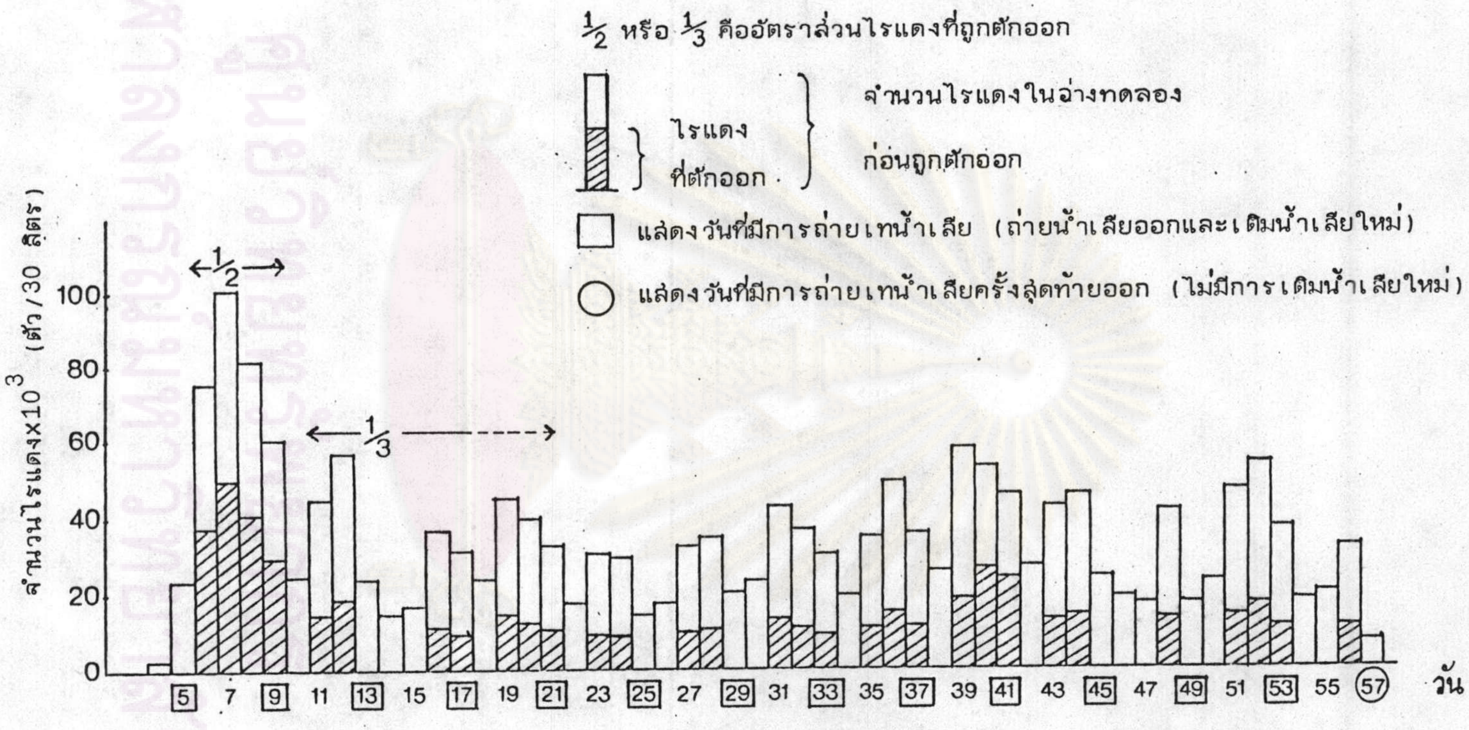

รูปที่ 33 กราฟแสดงจำนวนไรแดง (ตัว/30 ลิตร) ในแต่ละวัน เมื่อเลี้ยงไรแดงในน้ำเสีย โดยเริ่มด้วยจำนวน 400 และ 800 ตัว/30 ลิตร

2. ผลการเลี้ยงไรแดงให้ได้จำนวนมากและต่อเนื่องในน้ำเสียชุมชน

ผลการเพิ่มจำนวนของไรแดงและผลผลิตที่ได้แสดงในรูปที่ 34 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 25 พบว่าในช่วง 6 ถึง 9 วันแรก มีการเพิ่มจำนวนสูงมาก สามารถตักไรแดงออกครั้งละ ½ ของปริมาณทั้งหมดได้ติดต่อกันทุกวัน (เมื่อมีความหนาแน่น $60 \times 10^3$ ตัว/30 ลิตรขึ้นไป) จากนั้นลดจำนวนลงและเพิ่มอีกในวันที่ 11 จึงเริ่มเปลี่ยนเป็นตักไรแดงออกครั้งละ ⅓ (เมื่อมีความหนาแน่น $30 \times 10^3$ ตัว/ 30 ลิตร ขึ้นไป) เป็นระยะจนจบการทดลอง ซึ่งพบว่าสามารถตักผลผลิตไรแดงออกได้เกือบทุกวัน และได้ผลผลิตเฉลี่ย $10.5 \times 10^3$ ตัว/วัน ในช่วงวันที่ 6 ถึง 56 ที่ตักไรแดงออกได้

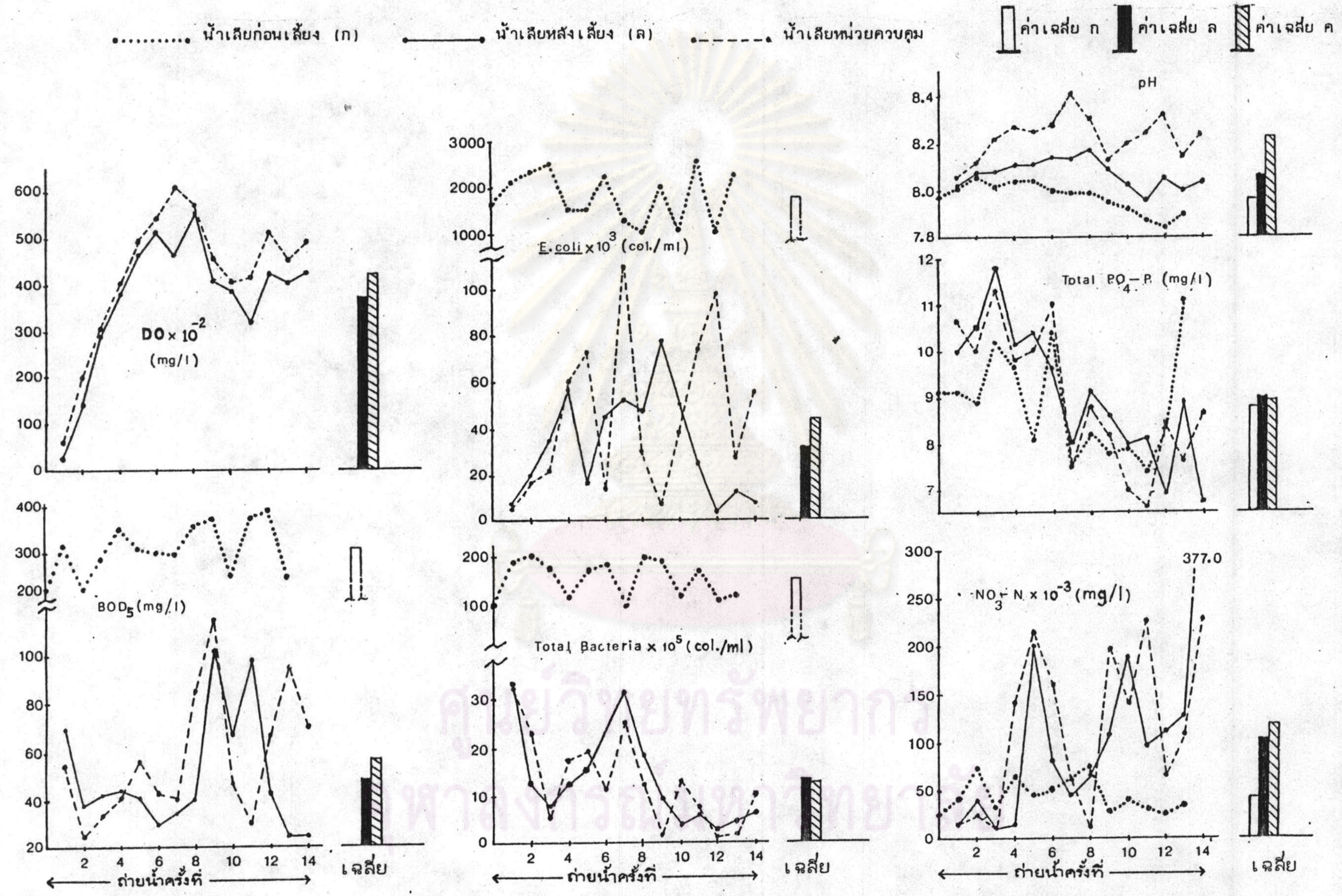
ผลคุณภาพน้ำเสียทางกายภาพแสดงในตารางที่ 4 พบว่าเกิดน้ำเขียวจากการเจริญเติบโตของอัลจีทั้งในหน่วยเพาะเลี้ยงและหน่วยควบคุม เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 1 เดือน สำหรับคุณภาพทางเคมีและชีวภาพแสดงในรูปที่ 35 และในภาคผนวก ก ตารางที่ 26 พบว่าน้ำเสียที่ถ่ายออกทั้ง 14 ครั้งมี Total Bacteria, E. coli และ $BOD_5$ ลดลงจากน้ำเสียก่อนเลี้ยง แต่ pH และ DO เพิ่มขึ้น ส่วน $NO_3$-N ลดลงในช่วงแรก (ถ่ายน้ำครั้งที่ 1-3) หลังจากนั้นเพิ่มสูงขึ้นมากและลดลงสลับกันไป แต่ส่วนใหญ่สูงขึ้นจากน้ำเสียก่อนเลี้ยง สำหรับ Total $PO_4$-P เพิ่มขึ้นในช่วงแรก (ถ่ายน้ำครั้งที่ 1-5, 6) หลังจากนั้นลดลง มีค่าแปรปรวนระหว่างน้ำเสียก่อนเลี้ยง โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำเสียก่อนเลี้ยง หลังเลี้ยง และหน่วยควบคุม ของคุณภาพต่าง ๆ ดังนี้ Total Bacteria เท่ากับ $153.3 \times 10^5$, $13.6 \times 10^5$ และ $13.0 \times 10^5$ col./ml., E. coli เท่ากับ $1,779.5 \times 10^3$, $32.7 \times 10^3$ และ $44.8 \times 10^3$ col./ml, $BOD_5$ เท่ากับ 306.0, 49.8 และ 57.4 mg/l DO เท่ากับ 0, 3.72 และ 4.23 mg/l, $NO_3$-N เท่ากับ $0.44 \times 10^{-1}$ $1.05 \times 10^{-1}$ และ $1.21 \times 10^{-1}$ mg/l, Total $PO_4$-P เท่ากับ 8.33, 9.06 และ 8.97 mg/l และ pH เท่ากับ 7.97, 8.07 และ 8.23 ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 34 กราฟแสดงจำนวนไรแดง (ตัว/30 ลิตร) และผลผลิต (ตัว) ที่ได้ในแต่ละวัน เมื่อเลี้ยงไรแดงให้ได้จำนวนมากและต่อเนื่องในน้ำเสียชุมชน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 35 กราฟแสดงคุณภาพทางเคมีและชีวภาพของน้ำเสียก่อนเลี้ยง หลังเลี้ยงและหน่วยควบคุม จากการถ่ายเทน้ำเสียแต่ละครั้งเมื่อเลี้ยงไรแดงให้ได้จำนวนมากและต่อเนื่องในน้ำเสียชุมชน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 คุณภาพน้ำเสียทางกายภาพของน้ำเสียก่อนเลี้ยง หลังเลี้ยง และหน่วยควบคุม เมื่อเลี้ยงไรแดงให้ได้จำนวนมาก และต่อเนื่องในน้ำเสียชุมชน

| | สีน้ำเสีย | กลิ่นน้ำเสีย | การเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ที่สังเกตได้ | อุณหภูมิ[1] |
|---|---|---|---|---|
| น้ำเสียก่อนเลี้ยง (ถ่ายน้ำครั้งที่ 0[2]-13) | เหลืองอ่อนและขุ่น | เหม็นและฉุน | มีคราบสกปรกเป็นฝ้าลอยอยู่ที่ผิวเล็กน้อย | 24.5-28.2 |
| น้ำเสียหลังเลี้ยงและน้ำเสียจากหน่วยควบคุม | | | | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 1-3 | เหลืองเข้มและใสขึ้น | เหม็นน้อยลงและไม่ฉุน | ตะกอนดำตกที่ก้นอ่าง และมีฝ้าลอยเป็นคราบที่ผิวน้ำ ซึ่งสลายไปเมื่อมีการกวนน้ำในอ่าง | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 4 | ชาอ่อนปนคล้ำ | | เริ่มมีคราบเขียวของอัลจีจับตามขอบอ่างใกล้ผิวน้ำ | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 5-6 | เขียวคล้ำเล็กน้อย | เหม็นน้อยลงและไม่ฉุน | คราบของอัลจีจับตามขอบอ่างเล็กน้อย | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 7 | เริ่มเขียวขึ้น | เหม็นน้อยลงและไม่ฉุน | น้ำเริ่มเขียวเล็กน้อย แต่ตะกอนดำ | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 8-9 | เขียวขุ่นและน้ำเสียจากหน่วยควบคุมเขียวกว่าน้ำเสียหลังเลี้ยงเล็กน้อย | เหม็นน้อยลงและไม่ฉุน | น้ำเขียวขุ่นด้วยอัลจี และตะกอนเริ่มเป็นสีดำปนเขียวเล็กน้อย และน้ำเสียจากหน่วยควบคุมเขียวกว่าน้ำเสียหลังเลี้ยงเล็กน้อย | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 10 | น้ำเสียหลังเลี้ยงเขียวขุ่น น้ำเสียจากหน่วยควบคุมเขียวแต่ใสขึ้นเล็กน้อย | เหม็นน้อยลงและไม่ฉุน | น้ำเสียหลังเลี้ยงและน้ำเสียจากหน่วยควบคุมเขียวขุ่นน้อยลง น้ำใสขึ้นเล็กน้อยและ น้ำเสียจากหน่วยควบคุมใสกว่าน้ำเสียหลังเลี้ยงเล็กเล็กน้อย | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 11 | เขียวและใสขึ้น น้ำเสียจากหน่วยควบคุมใสกว่าน้ำเสียหลังเลี้ยงเล็กน้อย | เหม็นน้อยลงและไม่ฉุน | ตะกอนเขียวปนดำ ตะกอนน้ำเสียจากหน่วยควบคุมเขียวกว่าน้ำเสียหลังเลี้ยงเล็กน้อย และน้ำของน้ำเสียหลังเลี้ยงคล้ำและขุ่นด้วยตะกอนดำมากกว่าน้ำเสียจากหน่วยควบคุมเล็กน้อย | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 12 | เขียวและใสขึ้นมาก | เหม็นน้อยลงและไม่ฉุน | น้ำใสจนเห็นก้นอ่าง ตะกอนน้ำเสียหลังเลี้ยงค่อนข้างละเอียดสีดำปนเขียวเล็กน้อย ส่วนตะกอนน้ำเสียจากหน่วยควบคุมหยาบและเป็นเมือกเขียวมากกว่า | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 13 | เขียวน้อยลงและใส | เหม็นน้อยลงและไม่ฉุน | น้ำเสียจากหน่วยควบคุมเขียวกว่าและเริ่มขุ่นกว่าน้ำเสียหลังเลี้ยงแต่ยังใสเห็นก้นอ่าง | |
| ถ่ายน้ำครั้งที่ 14 | เขียวขึ้นเล็กน้อย | เหม็นน้อยลงและไม่ฉุน | น้ำเสียจากหน่วยควบคุมเขียวขุ่นกว่าน้ำเสียหลังเลี้ยงเล็กน้อย แต่ยังใสเห็นก้นอ่าง | |

[1] อุณหภูมิของน้ำเสียในหน่วยเพาะเลี้ยง วัดในช่วง 7.00-11.00 นาฬิกา ของแต่ละวันตลอดการทดลอง

[2] ถ่ายน้ำครั้งที่ 0 คือน้ำเสียที่ใช้เริ่มต้นการเพาะเลี้ยง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย