



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ "การขยายผลการใช้จุลินทรีย์ *Bacillus subtilis*
(ABS/TRF) ในการควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง"

โดย

ผศ.ดร. วิจิตรา ดีละสุขกุล และคณะ

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

สัญญาเลขที่ PPG4220004

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ "การขยายผลการใช้จุลินทรีย์ *Bacillus subtilis*
(ABS/TRF) ในการควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง"

โดย

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. ผศ.ดร. วิจิตรา ลีละสุภกุล | ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ |
| 2. รศ.ดร.สมหมาย เขียววารีสังจะ | ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 3. นายพูนสิน พานิชสุข | สถาบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จ.สงขลา |
| 4. นายยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร | สถาบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จ.สงขลา |

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* (BS) ในการรักษาคุณภาพน้ำของการเพาะเลี้ยงกุ้ง มีเป้าหมายศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง (1) การเพาะเลี้ยงที่มีการจัดการดี และ (2) ที่มีการจัดการน้อยที่สุด และ (3) การจัดการน้อยที่สุดแต่ใช้แบคทีเรีย BS เพื่อลดต้นทุนการผลิต โดยติดตามค่าบ่งชี้คุณภาพน้ำ คือ ปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรท์ ไนเตรท และคลอโรฟิลล์ เอ รวมทั้งอุณหภูมิ ความเค็ม pH และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำทำในบ่อซีเมนต์ ขนาด $20 \times 15 \times 2$ ม³ จำนวน 3 บ่อ โดยที่บ่อที่ 1 และบ่อที่ 2 เป็นชุดควบคุมและชุดที่ใส่ BS ตามลำดับ ซึ่งมีการจัดการที่เหมือนกันในเรื่องการให้อาหาร การเติมอากาศ และมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำน้อยที่สุด ส่วนบ่อที่ 3 เป็นบ่อที่มีการจัดการดีในเรื่องการเปลี่ยนถ่ายน้ำ และมีการใช้สารต่างๆในการปรับคุณภาพน้ำ ลูกกุ้งระยะ P15 จำนวน 100 ตัว/ม.² ถูกปล่อยลงในทั้ง 3 บ่อ ซึ่งมีความเค็มไม่เกิน 32 ppt ในบ่อที่ 2 เติม BS สายพันธุ์ D-01, D-07 และ D-18 ลงในความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 10^3 cfu/ml สัปดาห์ละหนึ่งครั้ง ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวัดคุณภาพของน้ำ และเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 3 จุดของระดับน้ำคือ ระดับผิวน้ำ ระดับกลางบ่อ และระดับก้นบ่อ มาหาปริมาณ BS และแบคทีเรียชนิดอื่น เมื่อเพาะเลี้ยงกุ้งได้นาน 116 วันก็หยุดการทดลองเพราะกุ้งในบ่อที่ 1 และบ่อที่ 2 มีการตายมาก ให้ผลผลิตกุ้งเพียง 20 และ 40 กก. ตามลำดับ ในขณะที่บ่อที่ 3 ให้ผลผลิตกุ้งดีที่สุด (223 กก.) อัตรารอด 93.03 % และอัตราแลกเนื้อ (FCR) เท่ากับ 1.63 ด้านคุณภาพน้ำ แอมโมเนียในทั้ง 3 บ่อ ที่วัดได้มีระดับไม่แตกต่างกันมากนักในระยะ 2 เดือนแรก จนกระทั่งวันที่ 61 และ 68 มีปริมาณสูงขึ้นในบ่อที่ 2 และบ่อที่ 1, 3 ตามลำดับ ปริมาณไนโตรท์/ไนเตรท สูงขึ้นมากทั้ง 3 บ่อ ในช่วงหลังจากการเลี้ยงนาน 82 วัน บ่อที่ 1 มีปริมาณไนโตรท์/ไนเตรทสูงสุด ระดับความโปร่งใส อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ไม่แตกต่างกันมากนักในระหว่างการเลี้ยงทั้ง 3 บ่อ

ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั่วไปในน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 3 ตรวจพบได้ในปริมาณ 10^2 cfu/ml ในช่วงต้น จนกระทั่ง 1.5 เดือนขึ้นไปปริมาณแบคทีเรียเพิ่มขึ้นเป็น 10^3 cfu/ml และ 10^4 cfu/ml ในเดือนสุดท้าย ขณะที่เชื้อ BS ตรวจพบได้ในบ่อที่ 2 ในปริมาณ 10^3 cfu/ml สม่าเสมอโดยตลอด

ค่าใช้จ่ายของการเลี้ยงกุ้งแต่ละบ่อไม่สามารถคำนวณได้ เพราะไม่มีข้อมูลที่ชัดเจน ข้อด้อยของการทดลองมีหลายประการ เช่น ในด้านการคำนวณปริมาณและเวลาที่เหมาะสมของการให้อาหาร ไม่มีการตรวจโรคไวรัสโดยวิธี PCR ของลูกกุ้งที่นำมาเลี้ยง รวมทั้งวิธีการประเมินการรอดตายและวิธีปฏิบัติในเรื่องระยะเวลาที่สิ้นสุดการเลี้ยงของแต่ละบ่อไม่ตรงกับที่ตั้งใจเอาไว้และในการทดสอบการทำงานของเชื้อ *B. subtilis* ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารที่เป็นดัชนีชี้วัด

คุณภาพน้ำก็ไม่ชัดเจน ไม่สามารถสรุปแน่นอนได้ เนื่องจากการดำเนินการทดลองไม่เป็นไปตามแผนการทดลองและมีปัจจัยอื่นๆหลายประการมาเกี่ยวข้องด้วย

การทดลองครั้งนี้จึงเป็นเพียงตัวอย่างการทดสอบที่ยังไม่อยู่ในสภาพการเพาะเลี้ยงกุ้งที่แท้จริง จึงได้ข้อมูลในระดับหนึ่ง ซึ่งจะต้องมีการปรับปรุงเพื่อให้ได้ข้อมูลในแนวทางที่ถูกต้องและอาจพัฒนาจนเป็นการเพาะเลี้ยงกุ้งแบบยั่งยืนต่อไปได้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
สารบัญ	iii
รายการตาราง	iv
รายการรูป	v
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	3
ขอบเขตการศึกษา	3
แผนการทดลอง	4
วิธีการทดลอง	5
ผลการทดลองและวิจารณ์	8
สรุปผลการทดลอง	18
เอกสารอ้างอิง	19
ภาคผนวก	
1. การให้อาหารกุ้ง	21
2. การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	27
3. การหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียในบ่อทดลอง 3 ระดับน้ำ	30
4. รูปภาพการจัดการเพาะเลี้ยงกุ้งและติดตามผล	47

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ผลผลิต อัตรารอด และอัตราแลกเนื้อ (FCR) ของกุ้งกุลาดำเมื่อเลี้ยงได้ 116 วัน	8
2 ปริมาณเชื้อ <i>B. subtilis</i> และแบคทีเรียอื่นๆตามธรรมชาติในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ	16

รายการรูป

รูปที่		หน้า
1a	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนียรวมในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ	10
1b	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนไตรท์ในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ	10
1c	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนเตรทในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ	11
1d	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความโปร่งใสของน้ำในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ	11
1e	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ	12
1f	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ	12
1g	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ	13
1h	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ	13
1i	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์เอในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ	14
2	กราฟแสดงปริมาณเชื้อแบคทีเรียอื่นๆตามธรรมชาติในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ	17
3	กราฟแสดงปริมาณเชื้อแบคทีเรีย <i>B.subtilis</i> ในบ่อที่ 2 ณ เวลาต่างๆ	17

บทนำ

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำนำรายได้เงินตราต่างประเทศเข้ามาในประเทศไทยปีละหลายหมื่นล้านบาท ติดต่อกันมาเป็นเวลาหลายปีแล้ว เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำในระบบพัฒนาเผชิญกับปัญหาคุณภาพน้ำอยู่เสมอ เนื่องจากทำการเลี้ยงกุ้งด้วยอัตราปล่อยที่หนาแน่น ต้องให้อาหารปริมาณมาก ส่งผลให้มีการสะสมสิ่งขับถ่ายของเสียจากกุ้งและเศษอาหารที่เหลือ ปัญหาคุณภาพน้ำที่เสื่อมลงเป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของกุ้ง นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดปัญหาการแพร่ระบาดของโรคตามมาอีกด้วย เกษตรกรจึงพยายามหาวิธีการควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมแก่การเลี้ยงกุ้ง การเปลี่ยนถ่ายน้ำเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยาก แต่ต้องมีแหล่งน้ำคุณภาพดีและสิ้นเปลืองทั้งเวลาและพลังงาน ส่วนการใช้สารเคมีก็เป็นอันตรายต่อตัวกุ้งและผู้ใช้เอง รวมทั้งค่าใช้จ่ายราคาแพงและผลตกค้างในตัวกุ้ง ซึ่งทำให้ไม่สามารถขายกุ้งให้แก่ประเทศที่กำหนดมาตรฐานของการใช้สารเคมีและสารตกค้างในผลิตภัณฑ์ได้

ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์หลายชนิดจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อให้เกษตรกรซื้อไปจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง *Bacillus subtilis* เป็นแบคทีเรียชนิดหนึ่งซึ่งมีการจำหน่ายและโฆษณาว่าสามารถใช้ควบคุมคุณภาพน้ำหรือบำบัดน้ำได้ นอกจากนี้เป็นที่ยอมรับกันแพร่หลายว่า *B. subtilis* (BS) เป็นแบคทีเรียที่ปลอดภัยต่อมนุษย์และสัตว์ ดังนั้นการนำแบคทีเรียชนิดนี้มาประยุกต์ใช้เพื่อการเลี้ยงกุ้งก็จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและอาจช่วยเพิ่มคุณค่าของแบคทีเรียนี้ให้มีประโยชน์กว้างขวางขึ้น นอกจากความสามารถในการควบคุมโรคข้าว คณะผู้วิจัยได้ร่วมมือทำการทดสอบศักยภาพของ BS (ABS-D18) ซึ่งเป็นเชื้อที่ค้นพบและใช้ในโครงการ “การพัฒนา Antagonist *Bacillus subtilis* สำหรับการควบคุมโรคข้าว ” ซึ่งสนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ตั้งแต่ 2538-2542 มาทำการทดลองในระดับขวดโหล 12 ลิตร เปรียบเทียบกับจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆที่มีขายตามท้องตลาด ก็พบว่า BS (ABS-D18) สามารถรักษาระดับแอมโมเนียได้ในปริมาณต่ำอย่างคงที่อย่างชัดเจนกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ และไม่ทำให้กุ้งตายเมื่อขยายขนาดการทดลองโดยทดสอบกับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในบ่อซีเมนต์ ขนาด 300 ตัน เปรียบเทียบกับบ่อที่ใช้ ozone สำหรับกำจัดเชื้อ และบ่อควบคุมที่ไม่ใช้สารเคมีกำจัดโรคในระหว่าง 18 มี.ค.-15 กค. 2541 แล้ว ก็ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ในเรื่องอัตราการเจริญ ปริมาณผลผลิตของกุ้งดังในรายงานที่แนบมาด้วยนี้ และในครั้งสุดท้ายได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของ BS ชนิดนี้อีกครั้งหนึ่งในการเลี้ยงกุ้งแซบวัย ที่บ่อทดลองเดียวกันนี้ ระหว่าง 17 กย.-16 พย. 2541 ก็พบว่าการควบคุมระดับแอมโมเนียได้ผลที่ชัดเจนคือระดับต่ำเมื่อเทียบกับบ่อที่ไม่ได้เติม BS แต่ทั้งนี้เพราะมีการจัดการน้ำที่ดีมากจึงทำให้กุ้งสามารถเจริญและอยู่รอดได้ แต่ในบ่อที่เติม BS เมื่อหยุดการใช้ BS ก็พบว่าระดับแอมโมเนียสูงขึ้นมากทันที และประจวบกับมีปัญหาบางประการทำให้กุ้งตาย ซึ่งทำให้

เกิดความแปรปรวนในการแปรผลที่ได้ คณะวิจัยจึงได้ลงความเห็นว่าจะมีการสรุปและหาทางแก้ไขเพื่อให้ได้การทดลองที่จะเป็นวิธีพิสูจน์ที่ถูกต้องและชัดเจน จึงได้เสนอโครงการอีกครั้งหนึ่งเพื่อจะหาข้อสรุปยืนยันผลให้แน่ชัดโดยมีข้อตกลงที่ชัดเจน และวิธีปฏิบัติให้เป็นไปตามแบบที่เกษตรกรชาวนากุ้งสามารถปฏิบัติได้จริง

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนในเรื่อง

1. ศักยภาพของ *B. subtilis* ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้านการควบคุมคุณภาพน้ำ
2. ผลกระทบต่อการเจริญและผลผลิตของกุ้งที่เลี้ยงในบ่อที่เติม BS
3. ติดตามปริมาณของ BS และแบคทีเรียอื่นๆ ในบ่อเลี้ยงกุ้ง

ขอบเขตของการศึกษา

1. ตรวจสอบสภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา โดยทำการตรวจวัดค่าที่จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม pH ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen, DO) แอมโมเนีย (Total Ammonia Nitrogen, TAN) ไนโตรท์ ไนเตรทและคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งเป็นดัชนีทางชีวภาพที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพของน้ำในบ่อต่างๆ
2. ติดตามการเจริญเติบโต อัตรารอด อัตราแลกเนื้อ (Food Conversion Ratio, FCR) และผลผลิตของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงนาน 4 เดือน
3. หาปริมาณของแบคทีเรีย BS ที่เติมและแบคทีเรียชนิดอื่นๆ ในน้ำเลี้ยงกุ้ง
4. ทำการวิเคราะห์ผลในทุกหนึ่งเดือน

แผนการทดลอง

ทำการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำในบ่อปูนขนาดพื้นที่ผิวน้ำบ่อละ 300 ตารางเมตร จำนวน 3 บ่อ หลังจากเตรียมน้ำทะเลให้มีแพลงก์ตอนอุดมสมบูรณ์นาน 1 เดือน ก็ปล่อยลูกกุ้งกุลาดำระยะ P15 ลงไปในบ่อปูนแต่ละบ่อด้วยอัตราปล่อย 100 ตัว/ม.² โดยกำหนดให้

- บ่อที่ 1 เป็นชุดควบคุม (Control) เลี้ยงกุ้งโดยไม่ใส่ BS
- บ่อที่ 2 เป็นบ่อที่เลี้ยงกุ้งโดยใส่ BS 10^9 cfu/ml 1 ลิตร/บ่อ/สัปดาห์ ให้มีความเข้มข้นสุดท้ายที่ 10^3 cfu/ml สัปดาห์ละครั้ง

บ่อที่ 1 และ 2 จะจัดการเรื่องการให้อาหาร การเติมอากาศ ตลอดจนการเปลี่ยนถ่ายน้ำเหมือนกันทุกประการ โดยจะไม่มีมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำในระหว่างการทดลอง มีเพียงการเติมน้ำเข้าไปเพื่อรักษาระดับความเค็มและความลึกของบ่อให้คงที่ โดยไม่คำนึงถึงผลผลิตที่จะได้ แต่ต้องการผลการทดลองที่เกิดขึ้นจริง

- บ่อที่ 3 เป็นบ่อที่เลี้ยงกุ้งโดยไม่ใส่ BS แต่ใช้วิธีการอื่นๆ เช่นการเปลี่ยนถ่ายน้ำ การใช้ซีโอไลท์เพื่อจัดการคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง โดยมีเป้าหมายว่าจะทำการเลี้ยงกุ้งให้ครบกำหนด และได้ผลผลิตตามที่คาดหมายไว้

หมายเหตุ ทุกบ่อมีการจัดการน้ำโดยดูดตะกอนออกแล้วเติมน้ำให้ควบคุมระดับความเค็มไม่เกิน 32 ppt.

- 1) เดือนที่ 1 ทุกบ่อจะไม่มีมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ การให้อาหารวันละมื้อๆ ละ 1 กิโลกรัม ตรวจคุณภาพน้ำและติดตามปริมาณเชื้อ BS และเชื้ออื่นๆ และตรวจปริมาณ chlorophyll *a* ทุกสัปดาห์ละ 1 ครั้ง
- 2) เดือนที่ 2-4 ทำการถ่ายน้ำทุกบ่อสัปดาห์ละหนึ่งครั้ง ยกเว้นบ่อที่ 3 จะมีการถ่ายน้ำและการจัดการน้ำที่พิเศษหรือตามความจำเป็น เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำและติดตามปริมาณเชื้อ BS สัปดาห์ละ 2 ครั้ง คือ ก่อนถ่ายน้ำและหลังถ่ายน้ำ เมื่อเติมน้ำใหม่และเติม BS ลงไปนาน 2 ชั่วโมง การให้อาหารวันละ 3 มื้อ ทำการยกยออย่างน้อยบ่อละ 1 ยก เพื่อตรวจดูปริมาณอาหารที่กุ้งกิน ไม่ใช่ Air jet สำหรับการเติมอากาศลงในน้ำ แต่จะใช้ Air-stone ให้อากาศที่สม่ำเสมอเท่ากันทุกบ่อ
- 3) ทำการประชุมเพื่อติดตามผลทุก 2 สัปดาห์ และเมื่อมีกรณีฉุกเฉิน
- 4) บันทึกรายงานการปฏิบัติงานทุกวันและวิเคราะห์ผลรวมทั้งบันทึกค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริง

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมผลิตภัณฑ์เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* (BS)

เตรียมเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สามสายพันธุ์ (ABS-D18, ABS-D07 และ ABS-D01) รวมกันในรูปของผลิตภัณฑ์เชื้อสูตรน้ำ มีองค์ประกอบของสูตรคือ น้ำกลั่น, CMC, glycerol, PSB และ corn starch โดยให้ความเข้มข้นของเชื้อ *B. subtilis* รวมประมาณ 8.0×10^9 cfu/ml วันที่เตรียม 20/5/42

แกลลอน 1 ปริมาตร 2.5 ลิตร ความเข้มข้นของเชื้อ ABS-D18 = 4.1×10^9 ,

ABS-D07 = 1.90×10^9 , ABS-D01 = 1.20×10^9 cfu/ml

แกลลอน 2 ปริมาตร 2.5 ลิตร ความเข้มข้นของเชื้อ ABS-D18 = 3.75×10^9 ,

ABS-D07 = 2.90×10^9 , ABS-D01 = 3.00×10^9 cfu/ml

วันที่เตรียม 3/8/42

แกลลอน 1 ปริมาตร 2.5 ลิตร ความเข้มข้นของเชื้อ ABS-D18 = 3.05×10^9 ,

ABS-D07 = 2.10×10^9 , ABS-D01 = 2.20×10^9 cfu/ml

แกลลอน 2 ปริมาตร 2.5 ลิตร ความเข้มข้นของเชื้อ ABS-D18 = 3.90×10^9 ,

ABS-D07 = 2.60×10^9 , ABS-D01 = 2.40×10^9 cfu/ml

วันที่เตรียม 31/8/42

แกลลอน 1 ปริมาตร 2.5 ลิตร ความเข้มข้นของเชื้อ ABS-D18 = 4.95×10^9 ,

ABS-D07 = 8.50×10^8 , ABS-D01 = 3.15×10^9 cfu/ml

แกลลอน 2 ปริมาตร 2.5 ลิตร ความเข้มข้นของเชื้อ ABS-D18 = 2.85×10^9 ,

ABS-D07 = 1.05×10^9 , ABS-D01 = 3.55×10^9 cfu/ml

2. การเตรียมบ่อเลี้ยงกุ้งเพื่อทำการทดสอบ

ทำการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำในบ่อปูนซีเมนต์ขนาดพื้นที่ผิวน้ำบ่อละ 300 ตารางเมตร จำนวน 3 บ่อ โดยวัดระดับความลึกของน้ำในบ่อได้ 1.5 เมตร ระดับความเค็มของน้ำ 29-30 ppt หลังจากเตรียมน้ำทะเลให้มีแพลงก์ตอนอุดมสมบูรณ์นาน 1 เดือน ก็ปล่อยลูกกุ้งกุลาดำระยะ P15 ลงไปในบ่อปูนแต่ละบ่อด้วยอัตราปล่อย 100 ตัว/ม.² หลังจากปล่อยลูกกุ้งแล้วเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจคุณภาพน้ำและปริมาณเชื้อทุกบ่อ. ใช้เครื่อง blower เพื่อเป่าอากาศให้ทั่วถึง ในช่วง 1-2 เดือนแรกไม่มีการดูดตะกอนในบ่อ มีการรักษาระดับความเค็มไม่เกิน 32 ppt โดยมีการเติมน้ำประปาเพื่อรักษาระดับความเค็มและมีการใส่วิตามิน C 1 เม็ด/อาหาร 1 กิโลกรัม วันละ 2 มื้อ (เช้า

และเย็น) ทุกบ่อตั้งแต่เริ่มเลี้ยงกุ้ง มีการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจคุณภาพน้ำและเชื้อแบคทีเรียทุกวันอังคาร โดยกำหนดบ่อการทดลองคือ

บ่อที่ 1 บ่อ Control มีการจัดการน้ำปกติ ในระดับที่ชาวบ้านสามารถปฏิบัติได้ มีการควบคุมระดับแอมโมเนียไม่เกิน 3 ppm จัดการเรื่องการให้อาหาร การเติมอากาศ ตลอดจนการเปลี่ยนถ่ายน้ำเหมือนกันทุกประการ โดยจะไม่มี การเปลี่ยนถ่ายน้ำในระหว่างการทดลอง มีเพียงการเติมน้ำเข้าไปเพื่อรักษาระดับความเค็มและความลึกของบ่อให้คงที่

บ่อที่ 2 บ่อใส่ BS มีการจัดการน้ำปกติเหมือนบ่อที่ 1 และเติมผลิตภัณฑ์เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* (BS) ความเข้มข้นเชื้อประมาณ 10^9 cfu/ml โดยการเติมเชื้อ BS จะเติมปริมาณ 1 ลิตร/บ่อ/สัปดาห์ ให้มีความเข้มข้นของเชื้อสุดท้ายที่ 10^3 cfu/ml สัปดาห์ละครั้งหลังจากให้อาหารกุ้งไปแล้ว 2 ชั่วโมง

บ่อที่ 3 บ่อไม่ใส่ BS มีการจัดการน้ำที่ติมาก เพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง เช่นมีการควบคุมระดับแอมโมเนียไม่เกิน 1 ppm มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ การใช้ซีโอไลท์เพื่อจัดการคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง

3. การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัด ณ จุดเก็บตัวอย่างได้แก่ วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และอุณหภูมิของน้ำด้วยเครื่องวัดออกซิเจนยี่ห้อ YSI model 57 และเก็บตัวอย่างน้ำปริมาตร 1 ลิตร ใส่ขวดพลาสติกไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการเคมี สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จ. สงขลา ดังนี้

3.1 นำตัวอย่างน้ำมาทำการวัดความเค็มด้วย Refracto salinometer และวัดความเป็นกรด-ด่าง ด้วย pH meter (KNICK 752)

3.2 นำตัวอย่างน้ำมากรองผ่านกระดาษกรอง Whatman GF/C ขนาดตา 0.45 ไมครอน เพื่อกรองตะกอนออก แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรท-ไนโตรเจน (NO_2^- -N), ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3^- -N), แอมโมเนียรวม-ไนโตรเจน (NH_3 -N) ตามวิธีการใน Strickland and Parsons (1972)

4. การติดตามปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* (BS) และเชื้อแบคทีเรียอื่นๆตามธรรมชาติในบ่อเลี้ยงกุ้ง

4.1 เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อหลังจากเติมผลิตภัณฑ์เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* โดยใช้ขวดพลาสติกขนาด 250 ml เก็บตัวอย่างน้ำเต็มขวดทั้ง 3 บ่อ เก็บบ่อละ 3 จุด ณ บริเวณต่างๆกัน โดยสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จ. สงขลา เป็นฝ่ายจัดการเก็บและส่งตัวอย่างน้ำมายังห้องปฏิบัติการ มอ. เพื่อทำการตรวจปริมาณเชื้อแบคทีเรีย BS และแบคทีเรียตามธรรมชาติในบ่อเลี้ยงกุ้ง ซึ่งการเก็บตัวอย่างน้ำจะทำการเก็บในช่วงเวลาก่อนที่จะให้อาหารกุ้งประมาณ 30 นาที และบ่อที่ 2 ที่มีการเติมผลิตภัณฑ์เชื้อแบคทีเรีย BS จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำหลังจากเติมเชื้อในบ่อไปแล้วประมาณ 2 ชั่วโมง นำตัวอย่างน้ำที่เก็บทุกขวดมาตรวจหาปริมาณเชื้อ BS และเชื้อแบคทีเรียอื่นๆที่อยู่ในบ่อตามธรรมชาติ โดยวิธีการทำ colony plate count บนอาหารฐาน Tryptic Soy Agar (TSA) + 1.5% NaCl ทำ 2 ซ้ำ

4.2 ตรวจนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย BS แต่ละสายพันธุ์ และเชื้อแบคทีเรียอื่นๆตามธรรมชาติทั้งหมด คำนวณค่า cfu/ml ของเชื้อแต่ละจุดในแต่ละบ่อ นำค่า cfu/ml ที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเขียนกราฟแสดงปริมาณเชื้อ BS และเชื้อแบคทีเรียอื่นๆในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง

4.3 การเก็บตัวอย่างน้ำใน 2 สัปดาห์หลัง ตั้งแต่วันที่ 30 สิงหาคม 2542 ถึงวันที่ 8 กันยายน 2542 เปลี่ยนเป็นเก็บวันจันทร์และวันพฤหัสบดีแทนวันอังคาร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเจริญเติบโตและผลผลิตของกุ้งกุลาดำ

เมื่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้นาน 116 วัน กุ้งในบ่อที่ 1 และ 2 มีการตายมากจึงยุติการทดลองพบว่ากุ้งในบ่อที่ 3 ซึ่งมีการจัดการดูแลดีที่สุดโดยไม่ใช้ BS ได้ผลดีที่สุด ทั้งด้านผลผลิต (223 กก.) อัตรารอด (93.03%) และ FCR (1.63) ถัดมาเป็นกุ้งในบ่อที่ 2 ซึ่งใส่ BS และกุ้งในชุดควบคุมได้ผลน้อยที่สุด ทั้งนี้ผลผลิตกุ้ง อัตรารอด และ FCR ของกุ้งในบ่อที่ 2 ดีกว่าบ่อควบคุม (บ่อที่ 1) เกือบเท่าตัว (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลผลิต อัตรารอด และอัตราแลกเนื้อ (FCR) ของกุ้งกุลาดำเมื่อเลี้ยงได้ 116 วัน

รายการ	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3
(1) จำนวนกุ้งเริ่มต้น (ตัว)	30,000	30,000	30,000
(2) ผลผลิตกุ้ง (กก.)	20	40	223
(3) รวมน้ำหนักอาหาร(กก.)	318.08	354.58	362.58
(4) น้ำหนักเฉลี่ยกุ้งที่จับได้(ก./ตัว)	6.09	6.77	7.99
(5) จำนวนกุ้งที่จับได้ (= (2)/(4) ตัว)	3,284	5,908	27,910
(6) อัตรารอดของกุ้ง (= (5) × 100/(1)%)	10.95	19.69	93.03
(7) FCR (= (3)/(2))	15.90	8.86	1.63

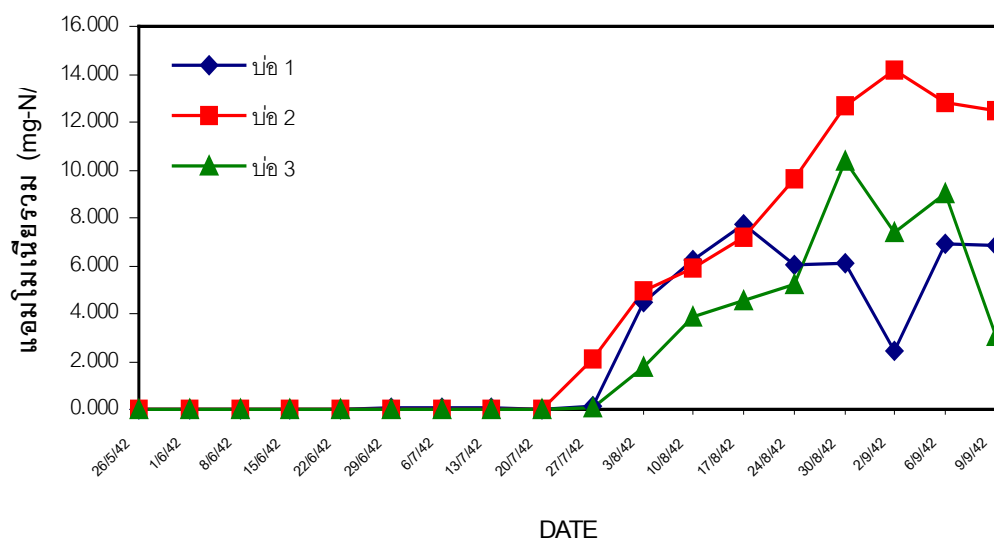
2. คุณภาพน้ำ

ในช่วง 2 เดือนแรก ปริมาณแอมโมเนียในบ่อทั้ง 3 ไม่ต่างกันมาก ตั้งแต่วันที่ 27 ก.ค. 42 ปริมาณแอมโมเนียในบ่อที่ 2 เพิ่มขึ้นมากและสูงกว่าอีก 2 บ่อจนสิ้นสุดการทดลองและอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสมต่อกุ้งกุลาดำ ส่วนปริมาณแอมโมเนียในบ่อที่ 1 และ 3 เพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 3 ส.ค. 42 และปริมาณแอมโมเนียในบ่อที่ 3 มีแนวโน้มต่ำที่สุดจนสิ้นสุดการทดลอง (รูปที่ 1a)

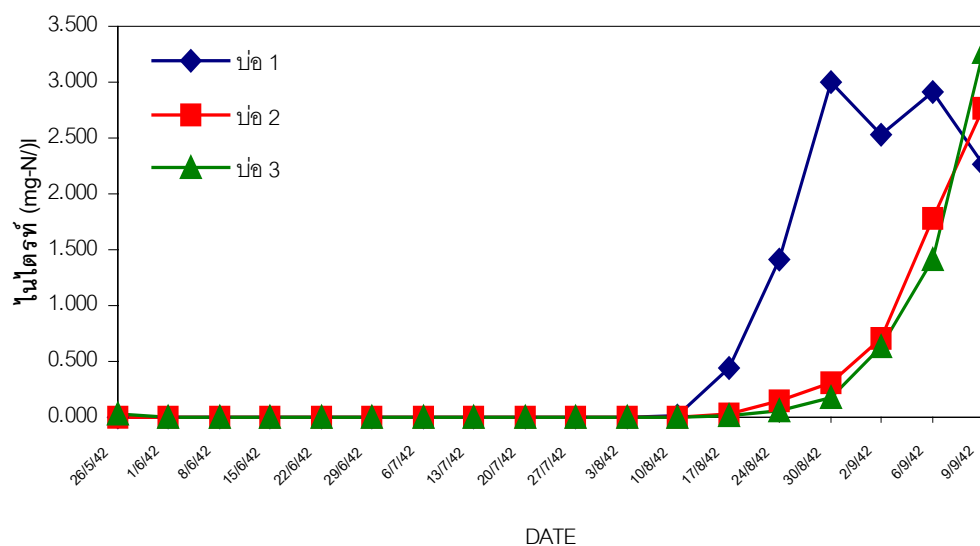
รูปแบบการเปลี่ยนแปลงปริมาณของไนโตรท์ (1b) และไนเตรท (1c) คล้ายคลึงกันโดยในช่วง 3 เดือนแรกปริมาณไนโตรท์/ไนเตรทในบ่อทั้งสามไม่แตกต่างกันมากและอยู่ในระดับต่ำ ตั้งแต่วันที่ 17 ส.ค. 42 ปริมาณไนโตรท์/ไนเตรทในบ่อทั้งสามเพิ่มสูงขึ้นมาก ในบ่อที่ 1 มีปริมาณไนโตรท์และไนเตรทสูงกว่าบ่ออื่นๆ

ในระหว่างการเลี้ยงกุ้ง 116 วัน ระดับความโปร่งใส อุณหภูมิ ความเค็ม และความเป็นกรด-ด่าง ในบ่อทดลองทั้งสามไม่แตกต่างกันมากและมีทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกัน (รูปที่ 1d, 1g, 1e, และ 1f ตามลำดับ) โดยความโปร่งใสของน้ำอยู่ในช่วง 25-140 ซม. อุณหภูมิอยู่

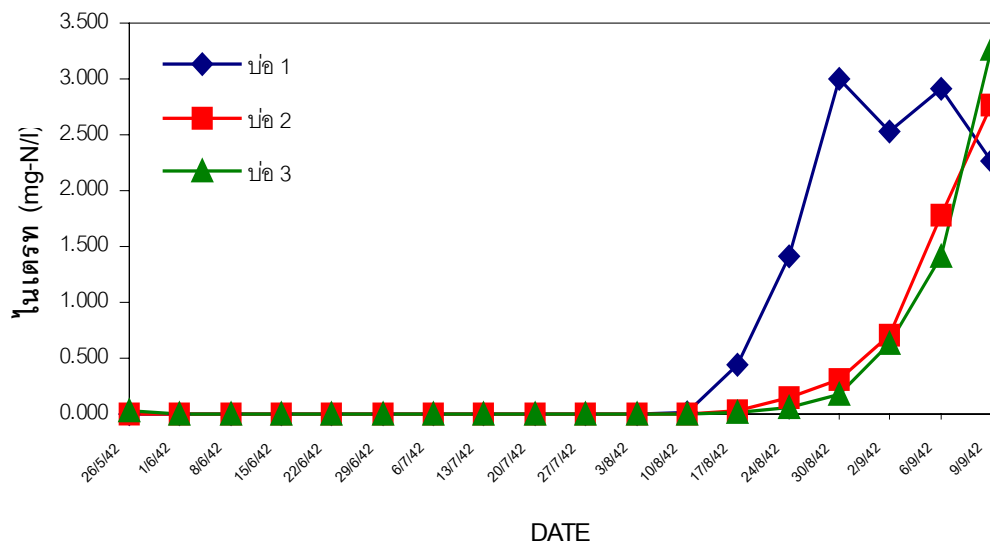
ในช่วง 29.0-32.4 °C ความเค็มอยู่ในช่วง 30.8-33.6 ppt และ pH อยู่ในช่วง 6.59-8.95 ในช่วงวันที่ 20-27 ก.ค. 42 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ในบ่อทั้งสามเพิ่มขึ้นมาก (รูปที่ 1i) แต่ระดับความโปร่งใสลดลงนั้นอาจหมายถึงแพลงก์ตอนพืชตายลง ส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มสูงขึ้น และออกซิเจน (DO) ลดต่ำลง (รูปที่ 1h) โดยเฉพาะในบ่อที่ 2 ซึ่งใส่ BS มีปริมาณ DO ต่ำที่สุด (1.54 ppm) ในวันที่ 30 ก.ค., 10 ส.ค., 2 ก.ย. และ 9 ก.ย. 42 ซึ่งถือว่าต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ



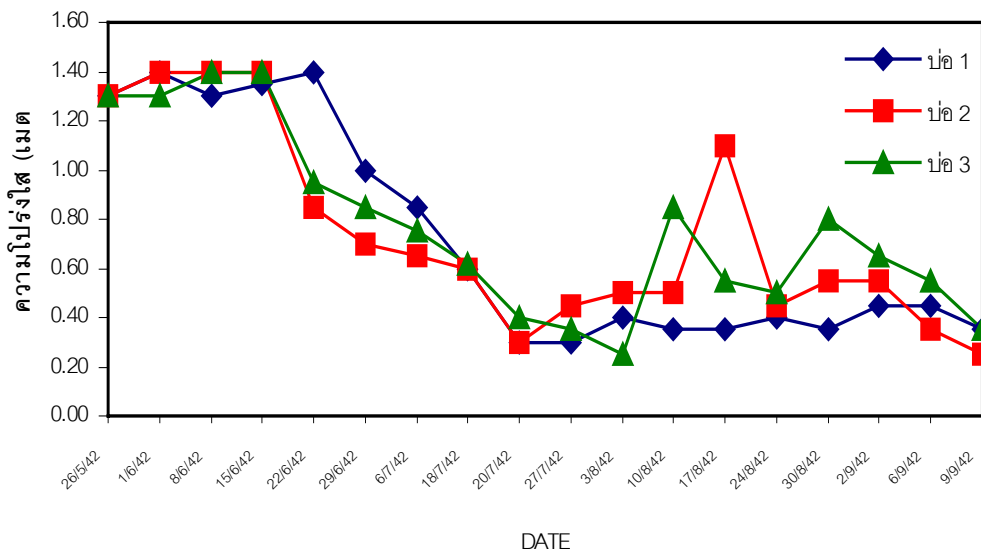
รูปที่ 1a กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนียรวมในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ



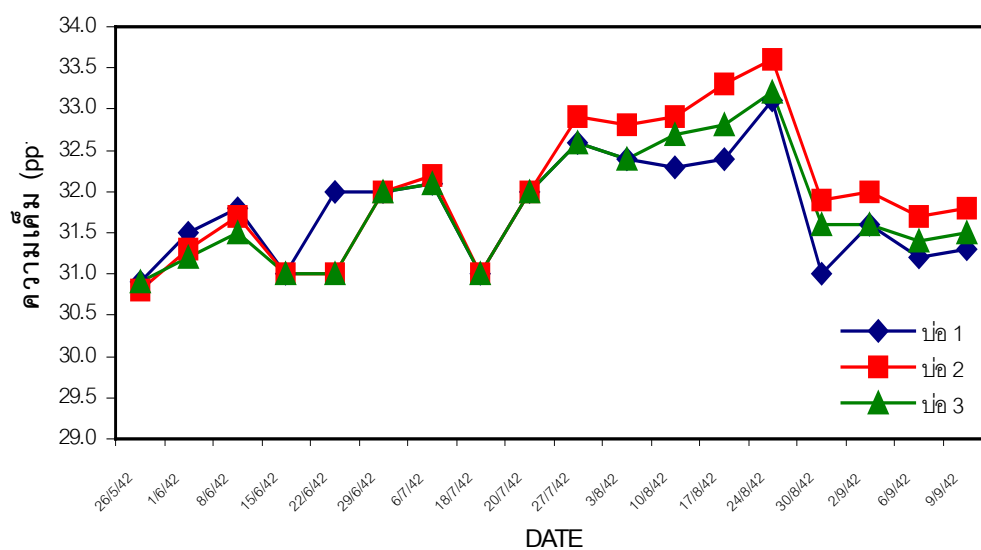
รูปที่ 1b กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนไตรท์ในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ



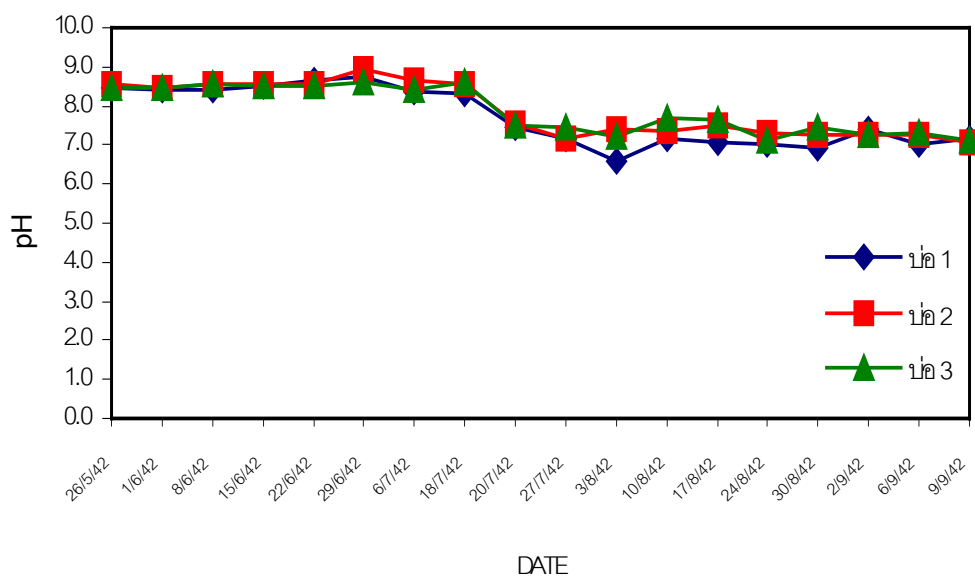
รูปที่ 1c กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนเตรทในบ่อดทดลอง ณ เวลาต่างๆ



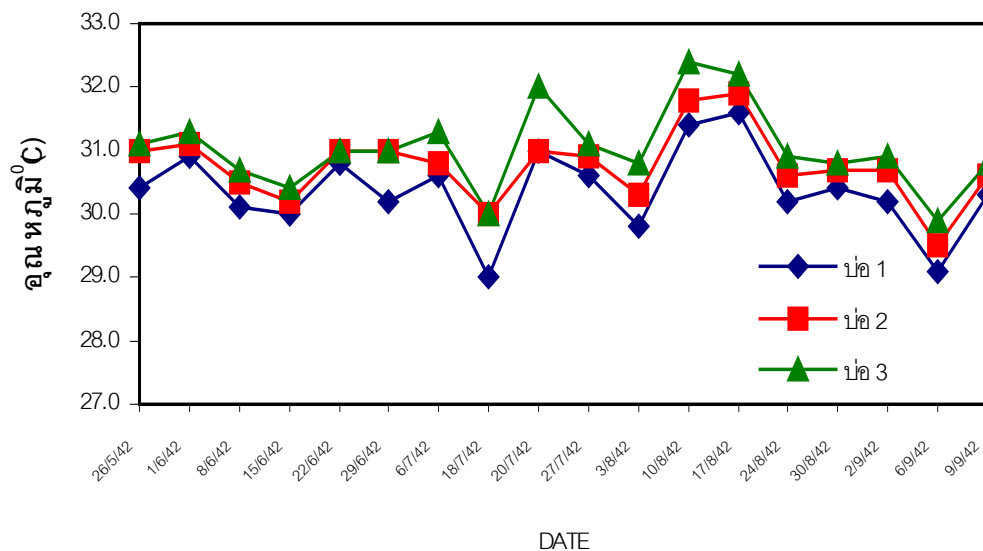
รูปที่ 1d กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความโปร่งใสของน้ำในบ่อดทดลอง ณ เวลาต่างๆ



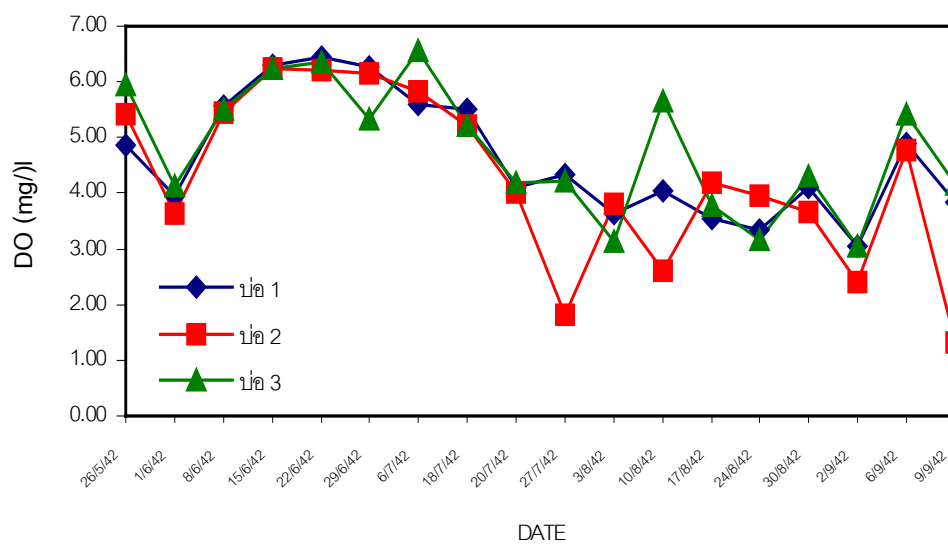
รูปที่ 1e กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ



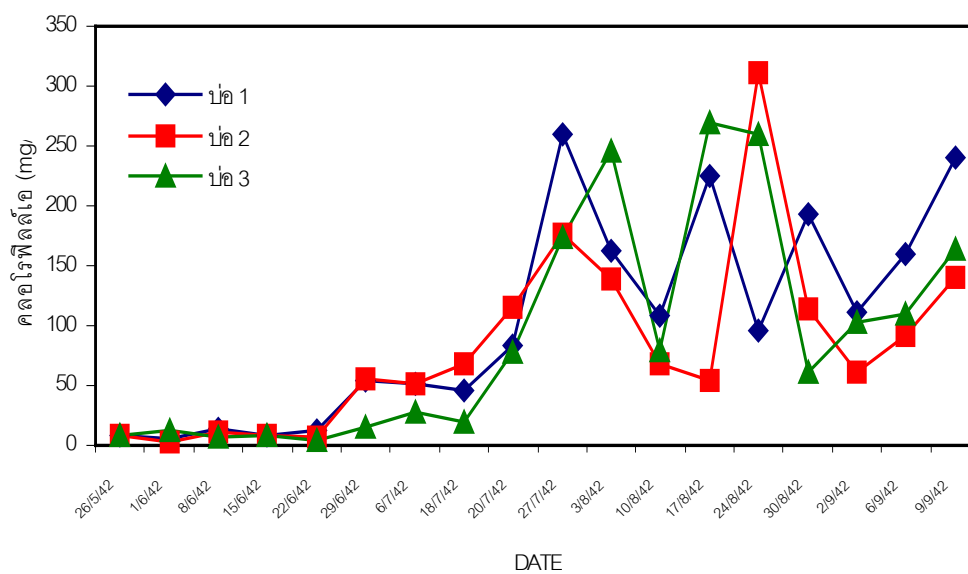
รูปที่ 1f กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ



รูปที่ 1g กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ



รูปที่ 1h กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ



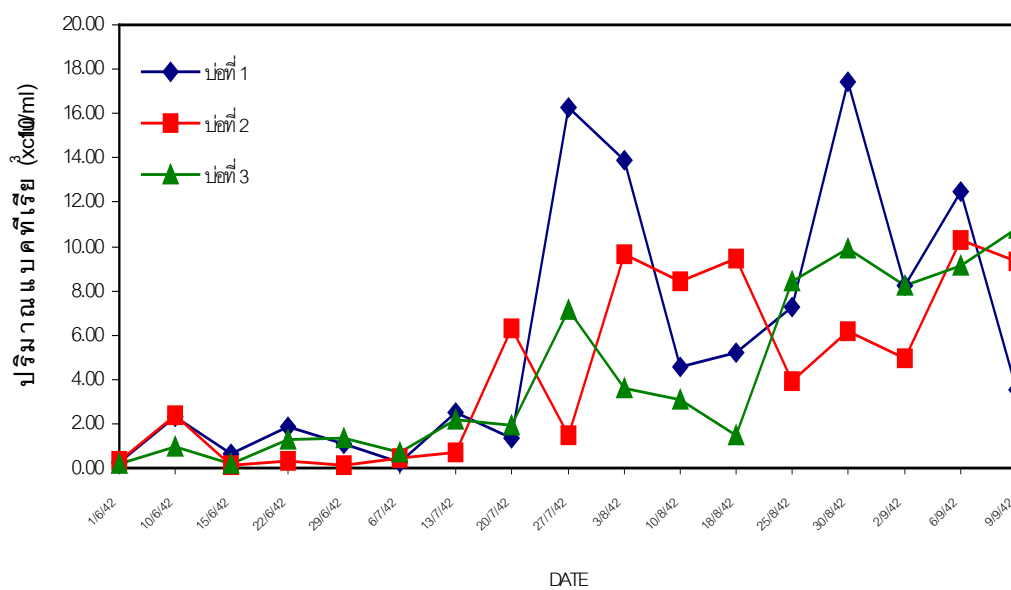
รูปที่ 1i กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ไเอในบ่อทดลอง
ณ เวลาต่างๆ

3. การติดตามปริมาณผลิตภัณฑ์เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* (BS) และเชื้อแบคทีเรียอื่นๆ ตามธรรมชาติในบ่อเลี้ยงกุ้ง

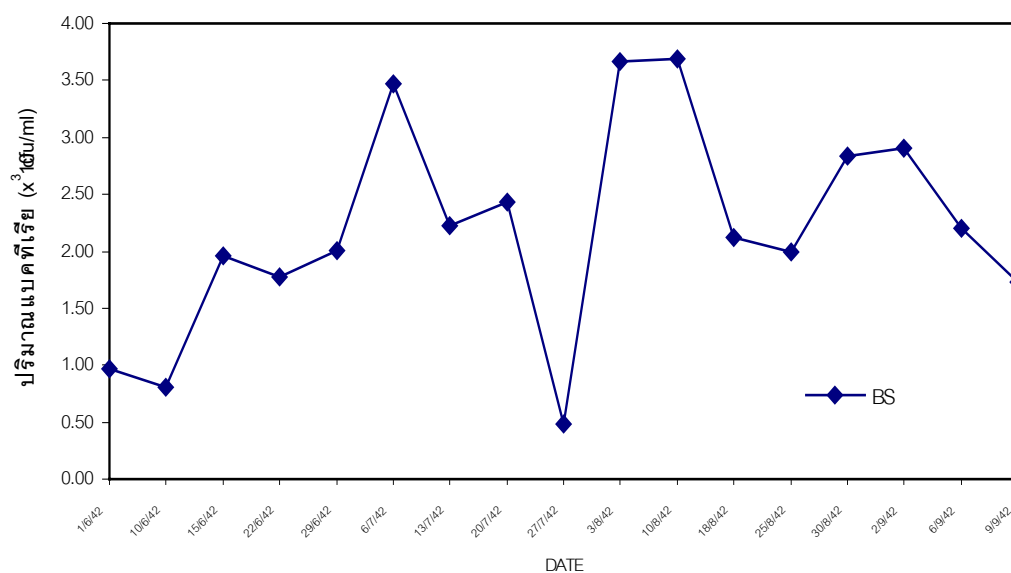
การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งชนิด BS และชนิดอื่นๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติ เก็บในระดับน้ำก้นบ่อ กึ่งกลางของความสูงระดับน้ำในบ่อเลี้ยง และบริเวณผิวน้ำบ่อ เพื่อการวิเคราะห์ให้ได้ข้อมูลเฉลี่ยของทั้งบ่อ ดังตารางที่ 2 พบว่าในช่วงเริ่มต้นของการเลี้ยง มีการให้อาหารจำนวนน้อย ปริมาณแบคทีเรียทั่วไปในบ่อก็อยู่ในระดับต่ำ คือ 10^2 cfu/ml และตรวจปริมาณ BS ที่ใส่ลงไปบ่อที่ 2 ได้ในปริมาณ 10^3 cfu/ml ตามที่คำนวณไว้ก่อนเดิม แต่เมื่อมีการให้อาหารกุ้งจำนวนมาก ในช่วงหลังจาก 15 เดือน (20/7/42) ขึ้นไป ปริมาณแบคทีเรียในน้ำทั้งสามบ่อก็เริ่มสูงขึ้นเป็นลำดับ จนกระทั่งสิ้นสุดการเลี้ยง ในบ่อที่ 1 ซึ่งเป็นบ่อควบคุม มีการจัดการคุณภาพน้ำน้อยที่สุดเหมือนเช่นในบ่อที่ 2 จะพบว่าแบคทีเรียในธรรมชาติสูงมากขึ้นสูงสุดในทุกบ่อ 10^4 cfu/ml การแกว่งของปริมาณแบคทีเรียเกิดขึ้นมากที่สุด อย่างไรก็ตามในช่วงสุดท้ายของการเพาะเลี้ยง (3 เดือน) ทั้งสามบ่อจะมีปริมาณแบคทีเรีย 10^4 cfu/ml สำหรับปริมาณ BS ในบ่อที่ 2 ตลอดระยะ 3 เดือน ก็อยู่ในช่วง 10^3 cfu/ml แต่ก็แตกต่างกันในบางช่วง ซึ่งพบว่าถ้ามีการถ่ายน้ำก่อนกำหนด จะพบปริมาณ BS ลดลง แต่โดยเฉลี่ยก็ยังอยู่ในระดับ 2×10^3 cfu/ml ทำให้ทราบว่า BS ไม่ได้เพิ่มจำนวนมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่รักษาระดับไว้ได้

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณเชื้อ *B. subtilis* และแบคทีเรียอื่นๆตามธรรมชาติในบ่อทดลอง
ณ เวลาต่างๆ

วันที่	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2		บ่อที่ 3
	เชื้ออื่นๆ (cfu/ml)	เชื้อ <i>B. subtilis</i> (cfu/ml)	เชื้ออื่นๆ (cfu/ml)	เชื้ออื่นๆ (cfu/ml)
1/6/42	2.41×10^2	9.66×10^2	3.16×10^2	2.01×10^2
10/6/42	2.32×10^3	8.11×10^2	2.36×10^3	9.53×10^2
15.6/42	6.15×10^2	1.96×10^3	1.15×10^2	2.20×10^2
22/6/42	1.84×10^3	1.77×10^3	3.30×10^2	1.28×10^3
29/6/42	1.11×10^3	2.01×10^3	1.26×10^2	1.37×10^3
6/7/42	2.32×10^2	3.47×10^3	4.33×10^2	7.03×10^2
13/7/42	2.52×10^3	2.22×10^3	6.83×10^2	2.17×10^3
20/7/42	1.38×10^3	2.42×10^3	6.28×10^2	2.17×10^3
27/7/42	1.63×10^4	4.88×10^2	1.48×10^3	7.16×10^3
3/8/42	1.39×10^4	3.67×10^3	9.65×10^3	3.63×10^3
10/8/42	4.56×10^3	3.69×10^3	8.45×10^2	3.11×10^2
18/8/42	5.21×10^3	2.12×10^3	9.48×10^3	1.45×10^3
25/8/42	7.26×10^3	2.00×10^3	3.90×10^3	8.42×10^3
30/8/42	1.74×10^4	2.84×10^3	6.18×10^3	9.90×10^3
2/9/42	8.20×10^3	2.20×10^3	1.04×10^4	1.08×10^4
6/9/42	1.25×10^4	2.20×10^3	1.03×10^4	9.10×10^3
9/9/42	3.55×10^3	1.73×10^3	9.33×10^2	1.08×10^4



รูปที่ 2 กราฟแสดงปริมาณเชื้อแบคทีเรียอื่นๆตามธรรมชาติในบ่อทดลอง ณ เวลาต่างๆ



รูปที่ 3 กราฟแสดงปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *B.subtilis* ในบ่อที่ 2 ณ เวลาต่างๆ

สรุปผลการทดลอง

เมื่อพิจารณาผลการทดลองของบ่อที่ 3 จะได้ผลดีที่สุด ตามมาด้วยบ่อที่ 2 เมื่อดูตามกราฟคุณภาพน้ำตั้งแต่ 3 เดือนเป็นต้นไป จะมีการเพิ่มของแอมโมเนียมาก เกินระดับที่ยอมรับได้ และระดับออกซิเจนต่ำลง เป็นสภาวะไม่มีออกซิเจน กุ้งจึงตาย บ่อที่ 3 กุ้งไม่ตายเนื่องจากมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ดังนั้นหลัง 3 เดือนแล้ว กุ้งในบ่อที่ 2 ถึงแม้มีการใช้ BS ก็ไม่มีผลในการช่วยลดระดับแอมโมเนีย ยังมีจุดอ่อนในการวางแผนการทดลอง ทำให้ได้ผลการทดลองที่ไม่น่าเชื่อถือและสรุปไม่ได้ โดยเมื่อวิเคราะห์จากการให้อาหารซึ่งมีการให้อาหาร 2 ครั้งต่อวันนั้น ในทางปฏิบัติจริงต้องมีการให้อาหารประมาณ 4-5 ครั้งต่อวัน โดยคำนวณปริมาณอาหารจากเปอร์เซ็นต์น้ำหนักกุ้ง ซึ่งจะมีการเหวี่ยงเหเพื่อสูบน้ำหนักกุ้งและอัตราอดของกุ้ง ดังนั้นวิธีการให้อาหารในการทดลองแต่ละครั้งอาจมากเกินไป ซึ่งโดยปกติอาหารเมื่อลงน้ำนานเกิน 2 ชั่วโมงแล้วกุ้งก็จะไม่กิน การให้อาหารเพียง 2 ครั้งต่อวัน จะเกิดอาหารเหลือซึ่งมีผลต่อคุณภาพน้ำอย่างแน่นอน ดังนั้นจุดอ่อนของโครงการคือการคำนวณปริมาณอาหารยังไม่เหมาะสมเพราะมีการให้อาหารในปริมาณเท่ากันทุกบ่อ และเมื่อกุ้งตายในบ่อ จะทำให้เกิด substrate ของเชื้อแบคทีเรียและอื่นๆ รวมทั้งเป็นของเสียส่วนหนึ่ง ซึ่งทำให้ปริมาณของเสียและแอมโมเนียในบ่อสูงมากในช่วงท้าย นอกจากนี้ การกินอาหารของกุ้งในช่วงเช้าถึงบ่ายจะน้อยมาก แต่จะกินอาหารตั้งแต่ 5 โมงเย็นไปจนถึงกลางคืน ดังนั้นวิธีการให้อาหารและช่วงเวลาจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องปรับ และไม่มีการวิเคราะห์เชื้อตัวแดงจุดขาวตั้งแต่แรก จึงเป็นปัญหาในภายหลัง โดยสรุปคือยังไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้เพราะมีจุดอ่อน 3 ปัจจัย คือ

1. ไม่มีการตรวจสอบ PCR เกี่ยวกับเรื่องโรคตัวแดงจุดขาวก่อนนำลูกกุ้งมาเลี้ยง
2. วิธีการให้อาหารและช่วงเวลา รวมทั้งจำนวนครั้งในการให้อาหารต่อวันยังไม่เหมาะสม
3. วิธีประเมินการรอดตายของกุ้งยังไม่เหมาะสม ทำให้การวางแผนเรื่องการให้อาหารผิดพลาด

นอกจากนี้ตัวอย่างน้ำที่ใช้วัดปริมาณแบคทีเรียเก็บจากกลางน้ำแทนที่จะเก็บจากก้นบ่อ (sediment) ซึ่งแบคทีเรียทำงานที่ก้นบ่อ และเชื้อ BS ต้องการออกซิเจนมาก ดังนั้นก้นบ่ออาจมีออกซิเจนน้อยเกินไปและ BS อาจอยู่ในรูปของสปอร์ จึงไม่เกิด activity ในการควบคุมโรคหรือลดระดับแอมโมเนียในน้ำ

สรุปได้ว่าผลของ BS ไม่ชัดเจนในการป้องกันกำจัดโรคกุ้งกุลาดำ และการทดลองเพียงครั้งเดียวนั้น ยังไม่น่าจะสรุปผลได้ ควรต้องมีการทดลองเพิ่มเติมและฤดูกาลก็มีผล นอกจากนี้ควรมีการศึกษาในบ่อดินด้วย และน่าจะนำไปทำในฟาร์มของเอกชน และควรทำซ้ำให้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- นิรนาม (2540) การใช้จุลินทรีย์ในบ่อเลี้ยงกุ้ง (2) ชาวกุ้ง 8 (104) : 2,4.
- สินธิ แดงสกุล และ ลีลา เรืองแป้น (2541) ประสิทธิภาพของโปรไบโอติก ที่ผลิตจาก *Bacillus* เพื่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ วารสารการประมง 51 (5) ,446-456.
- APHA (American Public Health Association), American Water Works Association and Water Pollution Control Federation. (1989) Standard methods for the examination of water and wastewater, 17th edition, American Public Health Association, Washington D.C.
- Asian Shrimp News Collected (volume 1989-1995) (1996) published by The Asian Shrimp Culture Council ISSN 0859-4120.
- Chen, J.C. and Chin, T.S. (1988) Joint action of ammonia and nitrite on tiger prawn *Penaeus monodon* postlarvae. J. World Aquacul. Soc. 19:143-148.
- Chiayvareesajja, S. and Boyd, C. E. (1993) Effects of zeolite, formalin, bacterial augmentation and aeration on total ammonia nitrogen concentrations. Aquaculture 116 :33-45.
- Chin, T.S. and Chen, J.C. (1987) Acute toxicity of ammonia to larvae of the tiger prawn, *Penaeus monodon*, Aquaculture 66:247-253.
- Gatesoupe, F. J. (1999) The use of probiotics in aquaculture. Aquaculture 180:147-165.
- Heales, D.S. 1986. Water quality changes during the conditioning of small, closed seawater systems. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Marine Laboratories, Report no. 176. Melbourne.
- Jutidamrongphan, W. (1996) .Biological Control of Plant Diseases by Antagonistic Microorganisms. Proceeding in the Second Thai-French Symposium on "Plant Molecular Biology", Bordeaux, France, p.349-360 (Oct 6-10).
- Lavilla-Pitogo, C. R., Albright, L. J. and Paner, M. G. (1998) Will microbial manipulation sustain the ecological balance in shrimp (*Penaeus monodon*) hatcheries? In Flegel, T. W. (ed.) Advances in shrimp biotechnology. Natural Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok.

Rodgers, P. B. (1989) Potential of biological control of organisms as a source of antifungal compounds for agrochemical and pharmaceutical product development. *Pestic. Sci.* 27:155-164.

Rukachaisirikul, V., Phongpaichit, S. and Jutidamrongphan, W. (1996) Potential of *Bacillus* species against rice diseases. *In* the International conference: "Technology Transfer in Biological Control : from Research to Practice" arranged by IOBC, Montpellier, France, p.260 (Sep 9-11)

Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons. (1972) A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada Bulletin 167.

ภาคผนวก

1. การให้อาหารกึ่ง

ตารางที่ 1 การให้อาหารกึ่ง

ตารางการให้อาหารกึ่งกุลาดำระยะฟัก 15 เริ่มลงกุ้ง 26 พค. 2542 บ่อละ 30,000 ตัว								
ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	เบอร์อาหาร	นน.กรัม/มือ/บ่อ	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	BS
1	27 พค. 42	14-16 น.	1	170	170	170	170	
2	28	09-10 น.	1	170	170	170	170	
3	28	14-16 น.	1	170	170	170	170	
4	29	09-10 น.	1	170	170	170	170	
5	29	14-16 น.	1	170	170	170	170	
6	30	09-10 น.	1	170	170	170	170	
7	31	14-16 น.	1	170	170	170	170	
8	31	09-10 น.	1	170	170	170	170	
9	31	14-16 น.	1	170	170	170	170	
10	1 มีย. 42	09-10 น.	1	170	170	170	170	
11	1	14-16 น.	1	170	170	170	170	1 st.
12	2	09-10 น.	1	170	200	200	200	
13	2	14-16 น.	1	170	200	200	200	
14	3	09-10 น.	1	170	200	200	200	
15	3	14-16 น.	1	170	200	200	200	
16	4	09-10 น.	1	170	200	200	200	
17	4	14-16 น.	1	170	200	200	200	
18	5	09-10 น.	1	170	200	200	200	
19	5	14-16 น.	1	170	200	200	200	
20	6	09-10 น.	1	170	200	200	200	
21	6	14-16 น.	1	170	200	200	200	
22	7	09-10 น.	1	170	200	200	200	
23	7	14-16 น.	1	170	200	200	200	
24	8	09-10 น.	1	170	200	200	200	
25	8	14-16 น.	1	170	200	200	200	
26	9	09-10 น.	1	170	200	200	200	
27	9	14-16 น.	1	200	200	200	200	
28	10	09-10 น.	1	200	200	200	200	2 nd.
29	10	14-16 น.	1	200	200	200	200	
30	11	09-10 น.	1	200	200	200	200	
31	11	14-16 น.	1	200	200	200	200	
32	12	09-10 น.	1	200	200	200	200	
33	12	14-16 น.	1	200	200	200	200	

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	เบอร์อาหาร	นน.กรัม/มื้อ/ป่อ	ป่อ 1	ป่อ 2	ป่อ 3	BS
34	13	09-10 น.	1	200	200	200	200	
35	13	14-16 น.	1	200	200	200	200	
36	14	09-10 น.	1	200	200	200	200	
37	14	14-16 น.	1	200	200	200	200	
38	15	09-10 น.	1	200	200	200	200	3 rd.
39	15	14-16 น.	1	200	200	200	200	
40	16	09-10 น.	1	250	250	250	250	
41	16	14-16 น.	1	250	250	250	250	
42	17	09-10 น.	1	250	250	250	250	
43	17	14-16 น.	1	250	250	250	250	
44	18	09-10 น.	1	250	250	250	250	
45	18	14-16 น.	1	250	250	250	250	
46	19	09-10 น.	1	250	250	250	250	
47	19	14-16 น.	1	250	250	250	250	
48	20	09-10 น.	1	250	250	250	250	
49	20	14-16 น.	1	250	250	250	250	
50	21	09-10 น.	1	250	250	250	250	
51	21	14-16 น.	1	400	400	400	400	
52	22	09-10 น.	1	350	350	350	350	
53	22	14-16 น.	1	400	400	400	400	4 th.
54	23	09-10 น.	2	400	400	400	400	
55	23	14-16 น.	2	400	400	400	400	
56	24	09-10 น.	2	500	500	500	500	
57	24	14-16 น.	2	500	500	500	500	
58	25	09-10 น.	2	500	500	500	500	
59	25	14-16 น.	2	500	500	500	500	
60	26	09-10 น.	2	500	500	500	500	
61	26	14-16 น.	2	500	500	500	500	
62	27	09-10 น.	2	500	500	500	500	
63	27	14-16 น.	2	500	500	500	500	
64	28	09-10 น.	2	500	500	500	500	
65	28	14-16 น.	2	500	500	500	500	
66	29	09-10 น.	2	600	600	600	600	5 th.
67	29	14-16 น.	2	600	600	600	600	
68	30	09-10 น.	2	600	600	600	600	
69	30	14-16 น.	2	600	600	600	600	
70	1 กค. 42	09-10 น.	2	600	600	600	600	
71	1	14-16 น.	2	600	600	600	600	
72	2	09-10 น.	2	600	600	600	600	

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	เบอร์อาหาร	นน.กรัม/มือ/ป่อ	ป่อ 1	ป่อ 2	ป่อ 3	BS
73	2	14-16 น.	2	600	600	600	600	
74	3	09-10 น.	2	600	600	600	600	
75	3	14-16 น.	2	600	600	600	600	
76	4	09-10 น.	2	600	600	600	600	
77	4	14-16 น.	2	600	600	600	600	
78	5	09-10 น.	2	600	600	600	600	
79	5	14-16 น.	2	600	600	600	600	
80	6	09-10 น.	2	720	720	720	720	6 th.
81	6	14-16 น.	2	720	720	720	720	
82	7	09-10 น.	2	720	720	720	720	
83	7	14-16 น.	2	720	720	720	720	
84	8	09-10 น.	2	720	720	720	720	
85	8	14-16 น.	2	720	720	720	720	
86	9	09-10 น.	2	720	720	720	720	
87	9	14-16 น.	2	840	840	840	840	
88	10	09-10 น.	2	960	960	960	960	
89	10	14-16 น.	2	960	960	960	960	
90	11	09-10 น.	2	960	960	960	960	
91	11	14-16 น.	2	960	960	960	960	
92	12	09-10 น.	2	1,080	1,080	1,080	1,080	
93	12	14-16 น.	2	1,080	1,080	1,080	1,080	
94	13	09-10 น.	2	1,080	1,080	1,080	1,080	7 th.
95	13	14-16 น.	2	1,200	1,200	1,200	1,200	
96	14	09-10 น.	2	1,200	1,200	1,200	1,200	
97	14	14-16 น.	2	1,200	1,200	1,200	1,200	
98	15	09-10 น.	2	1,200	1,200	1,200	1,200	
99	15	14-16 น.	2	1,200	1,200	1,200	1,200	
100	16	09-10 น.	2	1,200	1,200	1,200	1,200	
101	16	14-16 น.	2	1,200	1,200	1,200	1,200	
102	17	09-10 น.	2	1,200	1,200	1,200	1,200	
103	17	14-16 น.	2	1,200	1,200	1,200	1,200	
104	18	09-10 น.	2	1,200	1,200	1,200	1,200	
105	18	14-16 น.	2	1,200	1,200	1,200	1,200	
106	19	09-10 น.	2	1,440	1,440	1,440	1,440	
107	19	14-16 น.	2	1,440	1,440	1,440	1,440	
108	20	09-10 น.	2	1,440	1,440	1,440	1,440	
109	20	14-16 น.	2	1,440	1,440	1,440	1,440	8 th.
110	21	09-10 น.	2	1,440	1,440	1,440	1,440	
111	21	14-16 น.	3	1,440	1,440	1,440	1,440	

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	เบอร์อาหาร	นน.กรัม/มือ/ป่อ	ป่อ 1	ป่อ 2	ป่อ 3	BS
112	22	09-10 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
113	22	14-16 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
114	23	09-10 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
115	23	14-16 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
116	24	09-10 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
117	24	14-16 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
118	25	09-10 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
119	25	14-16 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
120	26	09-10 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
121	26	14-16 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
122	27	09-10 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	9 th.
123	27	14-16 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
124	28	09-10 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
125	28	14-16 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
126	29	09-10 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
127	29	14-16 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
128	30	09-10 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
129	30	14-16 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
130	31	09-10 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
131	31	14-16 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
132	1 สค. 42	09-10 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
133	1	14-16 น.	3	1,680	1,680	1,680	1,680	
134	2	09-10 น.	3		2,000	2,000	2,000	
135	2	14-16 น.	3		2,000	2,000	2,000	
136	3	09-10 น.	3		2,000	2,000	2,000	10 th.
137	3	14-16 น.	3		2,000	2,000	2,000	
138	4	09-10 น.	3		2,000	2,000	2,000	
139	4	14-16 น.	3		2,000	2,000	2,000	
140	5	09-10 น.	3		2,000	2,000	2,000	
141	5	14-16 น.	3		2,000	2,000	2,000	
142	6	09-10 น.	3		2,000	2,000	2,000	
143	6	14-16 น.	3		2,000	2,000	2,000	
144	7	09-10 น.	3		2,250	2,250	2,250	
145	7	14-16 น.	3		2,250	2,250	2,250	
146	8	09-10 น.	3		2,250	2,250	2,250	
147	8	14-16 น.	3		2,250	2,250	2,250	
148	9	09-10 น.	3		2,250	2,250	2,250	
149	9	14-16 น.	3		2,500	1,500	2,000	
150	10	09-10 น.	3		2,000	1,500	2,000	11 th.

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	เบอร์อาหาร	นน.กรัม/มือ/ป่อ	ป่อ 1	ป่อ 2	ป่อ 3	BS
151	10	14-16 น.	3		2,500	1,500	2,000	
152	11	09-10 น.	3		2,500	2,000	2,000	
153	11	14-16 น.	3		3,000	1,500	1,500	
154	12	09-10 น.	3		1,680	1,680	1,680	
155	12	14-16 น.	3		2,000	2,000	2,000	
156	13	09-10 น.	3		2,000	2,000	2,000	
157	13	14-16 น.	3		2,500	2,000	2,000	
158	14	09-10 น.	3		2,500	2,500	2,500	
159	14	14-16 น.	3		2,500	2,000	2,500	
160	15	09-10 น.	3		2,500	2,500	2,500	
161	15	14-16 น.	3		2,500	2,500	2,500	
162	16	09-10 น.	3		2,500	2,500	2,500	
163	16	14-16 น.	3		2,500	2,500	2,500	
164	17	09-10 น.	3		2,500	2,500	2,500	12 th.
165	17	14-16 น.	3		3,000	2,000	3,000	
166	18	08-09 น.	3		3,000	2,500	3,000	
167	18	10-11 น.	3		3,000	2,500	3,000	
168	18	12-13 น.	3		2,500	2,500	2,500	
169	19	08-09 น.	3		3,000	3,000	3,000	
170	19	10-11 น.	3		2,500	2,500	2,500	
171	19	12-13 น.	3		3,000	2,500	3,000	
172	20	08-09 น.	3		3,000	3,000	3,000	
173	20	10-11 น.	3		3,000	2,500	2,500	
174	20	12-13 น.	3		2,500	2,500	2,500	
175	21	08-09 น.	3		3,000	3,000	3,000	
176	21	10-11 น.	3		2,500	2,500	2,500	
177	21	12-13 น.	3		2,500	2,500	2,500	
178	22	08-09 น.	3		3,000	3,000	3,000	
179	22	10-11 น.	3		2,500	2,500	2,500	
180	22	12-13 น.	3		2,500	2,500	2,500	
181	23	08-09 น.	3		3,000	3,000	3,000	
182	23	10-11 น.	3		2,500	2,500	2,500	
183	23	12-13 น.	3		2,500	2,500	2,500	
184	24	08-09 น.	3		3,000	3,000	3,000	13 th.
185	24	10-11 น.	3		2,500	2,500	2,500	
186	24	12-13 น.	3		2,500	2,500	2,500	
187	25	08-09 น.	4		3,000	3,000	3,000	
188	25	10-11 น.	4		2,500	2,500	2,500	
189	25	12-13 น.	4		2,500	2,500	2,500	

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	เบอร์อาหาร	นน.กรัม/มือ/ป่อ	ป่อ 1	ป่อ 2	ป่อ 3	BS
190	26	08-09 น.	4		3,000	3,000	3,000	
191	26	10-11 น.	4		2,500	2,500	2,500	
192	26	12-13 น.	4		2,500	2,500	2,500	
193	27	08-09 น.	4		3,000	3,000	3,000	
194	27	10-11 น.	4		2,500	2,500	2,500	
195	27	12-13 น.	4		2,500	2,500	2,500	
196	28	08-09 น.	4		3,000	3,000	3,000	
197	28	10-11 น.	4		2,500	2,500	2,500	
198	28	12-13 น.	4		2,500	2,500	2,500	
199	29	08-09 น.	4		3,000	3,000	3,000	
200	29	10-11 น.	4		2,500	2,500	2,500	
201	29	12-13 น.	4		2,500	2,500	2,500	
202	30	08-09 น.	4		3,000	3,000	3,000	14 th.
203	30	10-11 น.	4		2,500	2,500	2,500	
204	30	12-13 น.	4		2,500	2,500	2,500	
205	31	08-09 น.	4		3,000	3,000	3,000	
206	31	10-11 น.	4		0	2,500	2,500	
207	31	12-13 น.	4		2,500	2,500	2,500	
208	1 กย. 42	08-09 น.	4		0	3,000	3,000	
209	1	10-11 น.	4		0	2,500	2,500	
210	1	12-13 น.	4		2,000	2,500	2,500	
211	2	08-09 น.	4		1,500	3,000	3,000	15 th.
212	2	10-11 น.	4		0	2,500	2,500	
213	2	12-13 น.	4		1,500	2,500	2,500	
214	3	08-09 น.	4		2,000	3,000	3,000	
215	3	10-11 น.	4		1,500	2,500	2,500	
216	3	12-13 น.	4		1,500	2,500	3,000	
217	4	08-09 น.	4		2,000	3,000	3,000	
218	4	10-11 น.	4		1,500	2,500	2,500	
219	4	12-13 น.	4		1,500	2,500	2,500	
220	5	08-09 น.	4		2,000	3,000	3,000	
221	5	10-11 น.	4		1,500	2,500	3,000	
222	5	12-13 น.	4		1,500	2,500	2,500	
223	6	08-09 น.	4		2,000	3,000	3,000	16 th.
224	6	10-11 น.	4		1,500	2,250	2,250	
225	6	12-13 น.	4		1,500	2,500	3,000	
226	7	08-09 น.	4		2,000	3,000	3,000	
227	7	10-11 น.	4		1,500	2,500	3,000	
228	7	12-13 น.	4		1,500	2,500	3,000	

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	เบอร์อาหาร	นน.กรัม/เมื่อ/บ่อ	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	BS
229	8	08-09 น.	4		2,000	3,000	3,000	
230	8	10-11 น.	4		1,500	2,500	3,500	
231	8	12-13 น.	4		1,500	2,500	3,500	
232	9	08-09 น.	4		2,000	3,000	3,500	17 th.
233	9	10-11 น.	4		0	2,000	3,500	
234	9	12-13 น.	4		0	2,000	3,500	

2. การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ตารางที่ 2 แสดงคุณภาพน้ำในบ่อที่ 1

วันที่	เวลา (น.)	โปร่ง ใส (m)	Temp °C	ความ เค็ม (ppt)	DO (mg/l)	pH	NO ₂ (mg-N/l)	NO ₃ (mg-N/l)	NH ₃ + NH ₄ (mg-N/l)	CHLO a (mg/l)
26/5/42	09.10	1.30	30.4	30.9	4.87	8.45	0.002	0.007	0.020	8.70
1/6/42	09.25	1.40	30.9	31.5	3.94	8.42	0.000	0.005	0.001	5.01
8/6/42	08.35	1.30	30.1	31.8	5.75	8.40	0.000	0.026	0.010	13.91
15/6/42	08.40	1.35	30.0	31.0	6.30	8.52	0.000	0.007	0.012	8.70
22/6/42	09.15	1.40	30.8	32.0	6.14	8.63	0.001	0.008	0.000	13.14
29/6/42	09.05	1.00	30.2	32.0	6.28	8.75	0.000	0.014	0.034	53.92
6/7/42	09.01	0.85	30.6	32.1	5.58	8.37	0.001	0.018	0.039	51.81
13/7/42	08.50	0.60	29.0	31.0	5.50	8.30	0.000	0.013	0.085	46.20
20/7/42	08.55	0.30	31.0	32.0	4.10	7.47	0.000	0.017	0.000	83.13
27/7/42	09.05	0.30	30.6	32.6	4.33	7.15	0.002	0.026	0.133	259.38
3/8/42	09.10	0.40	29.8	32.4	3.64	6.59	0.002	0.018	4.490	162.82
10/8/42	08.55	0.35	31.4	32.3	4.03	7.17	0.012	0.045	6.249	108.49
17/8/42	08.45	0.35	31.6	32.4	3.55	7.09	0.445	0.593	7.740	224.34
24/8/42	09.10	0.40	30.2	33.1	3.34	7.01	1.405	2.270	6.050	96.48
30/8/42	09.15	0.35	30.4	31.0	4.01	6.94	3.000	4.015	6.094	193.58
2/9/42	08.55	0.45	30.2	31.6	3.06	7.41	2.525	3.222	2.410	110.99
6/9/42	09.10	0.45	29.1	31.2	4.90	7.04	2.910	3.478	6.900	159.70
9/9/42	09.05	0.35	30.3	31.3	3.83	7.14	2.270	3.840	6.817	240.38

ตารางที่ 3 แสดงคุณภาพน้ำในบ่อที่ 2

วันที่	เวลา (น.)	โปร่ง ใส (m)	Temp °C	ความ เค็ม (ppt)	DO (mg/l)	pH	NO ₂ (mg-N/l)	NO ₃ (mg-N/l)	NH ₃ + NH ₄ (mg-N/l)	CHLO. a (mg/l)
26/5/42	09.20	1.30	31.0	30.8	5.43	8.55	0.000	0.002	0.004	8.50
1/6/42	09.37	1.40	31.1	31.3	3.64	8.45	0.000	0.008	0.004	3.10
8/6/42	08.55	1.40	30.5	31.7	5.45	8.57	0.000	0.034	0.005	10.62
15/6/42	08.55	1.40	30.2	31.0	6.24	8.57	0.000	0.007	0.001	8.50
22/6/42	09.25	0.85	31.0	31.0	6.21	8.57	0.000	0.003	0.000	7.53
29/6/42	09.24	0.70	31.0	32.0	6.14	8.95	0.000	0.007	0.032	54.89
6/7/42	09.20	0.65	30.8	32.2	5.84	8.65	0.001	0.006	0.010	51.80
13/7/42	09.10	0.60	30.0	31.0	5.20	8.57	0.000	0.013	0.002	68.20
20/7/42	09.20	0.30	31.0	32.0	4.00	7.54	0.000	0.009	0.000	115.22
27/7/42	09.20	0.45	30.9	32.9	1.82	7.16	0.001	0.022	2.092	175.99
3/8/42	09.10	0.50	30.3	32.8	3.82	7.40	0.003	0.022	4.941	138.24
10/8/42	09.07	0.50	31.8	32.9	2.62	7.37	0.002	0.035	5.889	68.43
17/8/42	08.53	1.10	31.9	33.3	4.20	7.52	0.026	0.046	7.190	54.45
24/8/42	09.20	0.45	30.6	33.6	3.94	7.30	0.151	0.222	9.602	310.56
30/8/42	09.25	0.55	30.7	31.9	3.65	7.26	0.305	0.469	12.674	113.62
2/9/42	09.10	0.55	30.7	32.0	2.40	7.25	0.700	0.921	14.152	61.43
6/9/42	09.20	0.35	29.5	31.7	4.77	7.24	1.775	2.065	12.815	90.99
9/9/42	09.15	0.25	30.6	31.8	1.32	7.06	2.770	4.235	12.446	140.33

ตารางที่ 4 แสดงคุณภาพน้ำในบ่อที่ 3

วันที่	เวลา (น.)	โปร่ง ใส (m)	Temp °C	ความ เค็ม (ppt)	DO (mg/l)	pH	NO ₂ (mg-N/l)	NO ₃ (mg-N/l)	NH ₃ + NH ₄ (mg-N/l)	CHLO. a (mg/l)
26/5/42	09.32	1.30	31.1	30.9	5.95	8.45	0.029	0.047	0.011	8.69
1/6/42	09.45	1.30	31.3	31.2	4.13	8.44	0.001	0.008	0.004	11.99
8/6/42	09.14	1.40	30.7	31.5	5.52	8.54	0.000	0.060	0.006	7.12
15/6/42	09.14	1.40	30.4	31.0	6.24	8.50	0.000	0.025	0.001	8.69
22/6/42	09.38	0.95	31.0	31.0	6.35	8.52	0.001	0.006	0.002	4.25
29/6/42	09.05	0.85	31.0	32.0	5.33	8.62	0.000	0.006	0.027	15.27
6/7/42	09.30	0.75	31.3	32.1	6.57	8.42	0.001	0.010	0.011	28.20
13/7/42	09.20	0.62	30.0	31.0	5.20	8.62	0.000	0.010	0.000	19.71
20/7/42	09.21	0.40	32.0	32.0	4.20	7.50	0.000	0.023	0.027	77.31
27/7/42	09.31	0.35	31.1	32.6	4.23	7.45	0.003	0.020	0.062	173.75.
3/8/42	09.30	0.25	30.8	32.4	3.14	7.22	0.002	0.027	1.784	246.02
10/8/42	09.19	0.85	32.4	32.7	5.65	7.69	0.004	0.040	3.895	78.60
17/8/42	09.05	0.55	32.2	32.8	3.78	7.65	0.021	0.032	4.520	269.26
24/8/42	09.25	0.50	30.9	33.2	3.16	7.13	0.054	0.089	5.202	259.14
30/8/42	09.37	0.80	30.8	31.6	4.31	7.43	0.177	0.274	10.368	61.64
2/9/42	09.20	0.65	30.9	31.6	3.06	7.27	0.386	0.638	7.382	102.41
6/9/42	09.35	0.55	29.9	31.4	5.42	7.29	1.415	2.188	9.025	110.15
9/9/42	09.25	0.35	30.8	31.5	4.17	7.12	3.270	4.960	3.030	163.51

3. การหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียในบ่อทดลอง 3 ระดับน้ำ

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณเชื้อแบคทีเรียในบ่อทดลอง 3 ระดับน้ำ

วันที่	Sample No.	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
1/6/42	บ่อ1 จุด1	undilute(1)	0		0		0		24	
		(2)	0	0	0	0	0	0	22	2.30×10^2
	บ่อ1 จุด2	undilute(1)	0		0		0		21	
		(2)	0	0	0	0	0	0	35	2.80×10^2
	บ่อ1 จุด3	undilute(1)	0		0		0		17	
		(2)	0	0	0	0	0	0	26	2.15×10^2
	บ่อ2 จุด1	10^{-1} (1)	11		15		6		6	
		(2)	8	9.50×10^2	10	1.25×10^3	4	5.00×10^2	2	4.00×10^2
	บ่อ2 จุด2	10^{-1} (1)	17		8		7		3	
		(2)	15	1.60×10^3	13	1.05×10^3	7	7.00×10^2	3	3.00×10^2
	บ่อ2 จุด3	10^{-1} (1)	14		8		3		1	
		(2)	13	1.35×10^3	10	9.00×10^2	5	4.00×10^2	4	2.50×10^2
	บ่อ3 จุด1	undilute(1)	0		0		0		22	
		(2)	0	0	0	0	0	0	15	1.85×10^2
	บ่อ3 จุด2	undilute(1)	0		0		0		22	
		(2)	0	0	0	0	0	0	10	1.60×10^2
	บ่อ3 จุด3	undilute(1)	0		0		0		24	
		(2)	0	0	0	0	0	0	28	2.60×10^2

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
10/6/42	บ่อ1 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		37	
		(2)	0	0	0	0	0	0	47	4.20 x 10 ³
	บ่อ1 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		23	
		(2)	0	0	0	0	0	0	22	2.25 x 10 ³
	บ่อ1 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		4	
		(2)	0	0	0	0	0	0	6	5.00 x 10 ²
	บ่อ2 จุด1	10 ¹ (1)	20		3		4		20	
		(2)	17	1.85 x 10 ³	1	2.00 x 10 ²	2	3.00 x 10 ²	32	2.60 x 10 ³
	บ่อ2 จุด2	10 ¹ (1)	30		0		3		11	
		(2)	16	2.30 x 10 ³	2	1.00 x 10 ²	3	3.00 x 10 ²	30	2.05 x 10 ³
	บ่อ2 จุด3	10 ¹ (1)	20		0		0		28	
		(2)	21	2.05 x 10 ³	2	1.00 x 10 ²	2	1.00 x 10 ²	21	2.45 x 10 ³
	บ่อ3 จุด1	undilute(1)	0		0		0		137	
		(2)	0	0	0	0	0	0	173	1.55 x 10 ³
	บ่อ3 จุด2	undilute(1)	0		0		0		98	
		(2)	0	0	0	0	0	0	61	7.95 x 10 ²
	บ่อ3 จุด3	undilute(1)	0		0		0		50	
		(2)	0	0	0	0	0	0	53	5.15 x 10 ²

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
15/6/42	บ่อ1 จุด1	undilute(1)	0		0		0		66	
		(2)	0	0	0	0	0	0	35	4.20×10^2
	บ่อ1 จุด2	undilute(1)	0		0		0		170	
		(2)	0	0	0	0	0	0	92	1.31×10^3
	บ่อ1 จุด3	undilute(1)	0		0		0		10	
		(2)	0	0	0	0	0	0	13	1.15×10^2
	บ่อ2 จุด1	10^{-1} (1)	28		29		8		3	
		(2)	29	2.85×10^3	11	2.00×10^3	7	7.50×10^2	2	2.50×10^2
	บ่อ2 จุด2	10^{-1} (1)	32		15		9		5	
		(2)	32	3.20×10^3	21	1.80×10^3	13	1.10×10^3	10	7.50×10^2
	บ่อ2 จุด3	10^{-1} (1)	36		22		5		28	
		(2)	33	3.45×10^3	13	1.75×10^3	5	5.00×10^2	21	2.45×10^3
	บ่อ3 จุด1	undilute(1)	0		0		0		22	
		(2)	0	0	0	0	0	0	19	2.05×10^2
	บ่อ3 จุด2	undilute(1)	0		0		0		37	
		(2)	0	0	0	0	0	0	13	2.50×10^2
	บ่อ3 จุด3	undilute(1)	0		0		0		23	
		(2)	0	0	0	0	0	0	18	2.05×10^2

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
22/6/42	บ่อ1 จุด1	undilute(1)	0		0		0		203	
		(2)	0	0	0	0	0	0	207	2.05×10^3
	บ่อ1 จุด2	undilute(1)	0		0		0		194	
		(2)	0	0	0	0	0	0	192	1.93×10^3
	บ่อ1 จุด3	undilute(1)	0		0		0		136	
		(2)	0	0	0	0	0	0	172	1.54×10^3
	บ่อ2 จุด1	10^{-1} (1)	27		19		3		2	
		(2)	30	2.85×10^3	22	2.05×10^3	1	2.00×10^2	5	3.50×10^2
	บ่อ2 จุด2	10^{-1} (1)	30		16		6		3	
		(2)	31	3.05×10^3	18	1.70×10^3	8	7.00×10^2	2	2.50×10^2
	บ่อ2 จุด3	10^{-1} (1)	28		18		3		6	
		(2)	31	2.95×10^3	23	2.05×10^3	5	4.00×10^2	2	4.00×10^2
	บ่อ3 จุด1	undilute(1)	0		0		0		37	
		(2)	0	0	0	0	0	0	65	5.10×10^2
	บ่อ3 จุด2	undilute(1)	0		0		0		169	
		(2)	0	0	0	0	0	0	97	1.33×10^3
	บ่อ3 จุด3	undilute(1)	0		0		0		194	
		(2)	0	0	0	0	0	0	206	2.00×10^3

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
29/6/42	บ่อ1 จุด1	undilute(1)	0		0		0		112	
		(2)	0	0	0	0	0	0	195	1.53×10^3
	บ่อ1 จุด2	undilute(1)	0		0		0		92	
		(2)	0	0	0	0	0	0	109	1.00×10^3
	บ่อ1 จุด3	undilute(1)	0		0		0		60	
		(2)	0	0	0	0	0	0	102	8.10×10^2
	บ่อ2 จุด1	10^{-1} (1)	46		33		4		16	
		(2)	35	4.05×10^3	25	2.90×10^3	11	7.50×10^2	39	2.75×10^3
	บ่อ2 จุด2	10^{-1} (1)	18		21		11		4	
		(2)	26	2.20×10^3	13	1.70×10^3	9	1.00×10^3	2	3.00×10^2
	บ่อ2 จุด3	10^{-1} (1)	20		19		10		8	
		(2)	29	2.45×10^3	20	1.95×10^3	12	1.10×10^3	7	7.50×10^2
	บ่อ3 จุด1	undilute(1)	0		0		0		47	
		(2)	0	0	0	0	0	0	32	3.95×10^2
	บ่อ3 จุด2	undilute(1)	0		0		0		266	
		(2)	0	0	0	0	0	0	208	2.37×10^3
	บ่อ3 จุด3	undilute(1)	0		0		0		146	
		(2)	0	0	0	0	0	0	129	1.37×10^3

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
6/7/42	บ่อ1 จุด1	undilute(1)	0		0		0		30	
		(2)	0	0	0	0	0	0	35	3.25×10^2
	บ่อ1 จุด2	undilute(1)	0		0		0		16	
		(2)	0	0	0	0	0	0	24	2.00×10^2
	บ่อ1 จุด3	undilute(1)	0		0		0		152	
		(2)	0	0	0	0	0	0	194	1.73×10^2
	บ่อ2 จุด1	10^{-1} (1)	42		34		38		4	
		(2)	39	4.05×10^3	31	3.25×10^3	30	3.40×10^3	5	4.50×10^2
	บ่อ2 จุด2	10^{-1} (1)	27		21		39		6	
		(2)	46	3.65×10^3	37	2.90×10^3	33	3.60×10^3	5	5.50×10^2
	บ่อ2 จุด3	10^{-1} (1)	33		37		38		4	
		(2)	31	3.20×10^3	30	3.35×10^3	39	3.85×10^3	2	3.00×10^2
	บ่อ3 จุด1	undilute(1)	0		0		0		64	
		(2)	0	0	0	0	0	0	25	4.45×10^2
	บ่อ3 จุด2	undilute(1)	0		0		0		148	
		(2)	0	0	0	0	0	0	141	1.44×10^3
	บ่อ3 จุด3	undilute(1)	0		0		0		15	
		(2)	0	0	0	0	0	0	29	2.20×10^2

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
13/7/42	บ่อ1 จุด1	undilute(1)	0		0		0		274	
		(2)	0	0	0	0	0	0	252	2.63×10^3
	บ่อ1 จุด2	undilute(1)	0		0		0		195	
		(2)	0	0	0	0	0	0	260	2.27×10^3
	บ่อ1 จุด3	undilute(1)	0		0		0		241	
		(2)	0	0	0	0	0	0	292	2.66×10^3
	บ่อ2 จุด1	10^{-1} (1)	11		15		35		5	
		(2)	8	9.50×10^2	11	1.30×10^3	37	3.60×10^3	4	4.50×10^2
	บ่อ2 จุด2	10^{-1} (1)	17		14		37		3	
		(2)	15	1.60×10^3	14	1.40×10^3	37	3.70×10^3	2	2.50×10^2
	บ่อ2 จุด3	10^{-1} (1)	16		18		35		10	
		(2)	15	1.55×10^3	32	2.50×10^3	33	3.40×10^3	17	1.35×10^3
	บ่อ3 จุด1	undilute(1)	0		0		0		201	
		(2)	0	0	0	0	0	0	112	1.56×10^3
	บ่อ3 จุด2	undilute(1)	0		0		0		189	
		(2)	0	0	0	0	0	0	224	2.06×10^3
	บ่อ3 จุด3	undilute(1)	0		0		0		295	
		(2)	0	0	0	0	0	0	287	2.91×10^3

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
20/7/42	บ่อ1 จุด1	undilute(1)	0		0		0		92	
		(2)	0	0	0	0	0	0	85	8.85×10^2
	บ่อ1 จุด2	undilute(1)	0		0		0		203	
		(2)	0	0	0	0	0	0	241	2.22×10^3
	บ่อ1 จุด3	undilute(1)	0		0		0		118	
		(2)	0	0	0	0	0	0	92	1.05×10^3
	บ่อ2 จุด1	10^{-1} (1)	2		10		68		50	
		(2)	11	6.50×10^2	11	1.05×10^3	47	5.75×10^3	21	3.55×10^3
	บ่อ2 จุด2	10^{-1} (1)	7		15		62		75	
		(2)	1	4.00×10^2	8	1.15×10^3	52	5.70×10^3	130	1.02×10^4
	บ่อ2 จุด3	10^{-1} (1)	4		9		64		22	
		(2)	5	4.50×10^2	15	1.20×10^3	45	5.45×10^3	80	5.10×10^3
	บ่อ3 จุด1	undilute(1)	0		0		0		245	
		(2)	0	0	0	0	0	0	171	2.08×10^3
	บ่อ3 จุด2	undilute(1)	0		0		0		106	
		(2)	0	0	0	0	0	0	88	9.70×10^2
	บ่อ3 จุด3	undilute(1)	0		0		0		298	
		(2)	0	0	0	0	0	0	240	2.69×10^3

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
27/7/42	บ่อ1 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		89	
		(2)	0	0	0	0	0	0	168	1.28 x 10 ⁴
	บ่อ1 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		115	
		(2)	0	0	0	0	0	0	121	1.18 x 10 ⁴
	บ่อ1 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		288	
		(2)	0	0	0	0	0	0	203	2.45 x 10 ⁴
	บ่อ2 จุด1	10 ¹ (1)	5		1		3		14	
		(2)	2	3.50 x 10 ²	3	2.00 x 10 ²	10	7.00 x 10 ²	16	1.50 x 10 ³
	บ่อ2 จุด2	10 ¹ (1)	1		8		4		17	
		(2)	2	1.50 x 10 ²	4	6.00 x 10 ²	17	1.05 x 10 ³	20	1.85 x 10 ³
	บ่อ2 จุด3	10 ¹ (1)	0		3		4		10	
		(2)	3	1.50 x 10 ²	7	5.00 x 10 ²	10	7.00 x 10 ²	12	1.10 x 10 ³
	บ่อ3 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		107	
		(2)	0	0	0	0	0	0	98	1.02 x 10 ⁴
	บ่อ3 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		48	
		(2)	0	0	0	0	0	0	65	5.65 x 10 ³
	บ่อ3 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		51	
		(2)	0	0	0	0	0	0	62	5.65 x 10 ³

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
3/8/42	บ่อ1 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		182	
		(2)	0	0	0	0	0	0	190	1.86 x 10 ⁴
	บ่อ1 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		174	
		(2)	0	0	0	0	0	0	96	1.35 x 10 ⁴
	บ่อ1 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		77	
		(2)	0	0	0	0	0	0	118	9.75 x 10 ³
	บ่อ2 จุด1	10 ¹ (1)	50		36		26		77	
		(2)	61	5.55 x 10 ³	41	3.85 x 10 ³	41	3.35 x 10 ³	116	9.65 x 10 ³
	บ่อ2 จุด2	10 ¹ (1)	54		37		26		40	
		(2)	33	4.35 x 10 ³	45	4.10 x 10 ³	48	3.70 x 10 ³	124	8.20 x 10 ³
	บ่อ2 จุด3	10 ¹ (1)	25		22		17		133	
		(2)	35	3.00 x 10 ³	30	2.60 x 10 ³	36	2.65 x 10 ³	89	1.11 x 10 ⁴
	บ่อ3 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		66	
		(2)	0	0	0	0	0	0	42	5.40 x 10 ³
	บ่อ3 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		24	
		(2)	0	0	0	0	0	0	27	2.55 x 10 ³
	บ่อ3 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		28	
		(2)	0	0	0	0	0	0	31	2.95 x 10 ³

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
10/8/42	บ่อ1 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		127	
		(2)	0	0	0	0	0	0	41	8.40 x 10 ³
	บ่อ1 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		13	
		(2)	0	0	0	0	0	0	21	1.70 x 10 ³
	บ่อ1 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		51	
		(2)	0	0	0	0	0	0	21	3.60 x 10 ³
	บ่อ2 จุด1	10 ¹ (1)	38		19		32		11	
		(2)	30	3.40 x 10 ³	18	1.85 x 10 ³	35	3.35 x 10 ³	18	1.45 x 10 ³
	บ่อ2 จุด2	10 ¹ (1)	28		25		36		103	
		(2)	29	2.85 x 10 ³	23	2.40 x 10 ³	41	3.85 x 10 ³	119	1.11 x 10 ⁴
	บ่อ2 จุด3	10 ¹ (1)	21		19		21		154	
		(2)	27	2.40 x 10 ³	12	1.55 x 10 ³	31	2.60 x 10 ³	102	1.28 x 10 ⁴
	บ่อ3 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		15	
		(2)	0	0	0	0	0	0	37	2.60 x 10 ³
	บ่อ3 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		43	
		(2)	0	0	0	0	0	0	31	3.70 x 10 ³
	บ่อ3 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		35	
		(2)	0	0	0	0	0	0	26	3.05 x 10 ³

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
18/8/42	บ่อ1 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		60	
		(2)	0	0	0	0	0	0	17	3.85 x 10 ³
	บ่อ1 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		62	
		(2)	0	0	0	0	0	0	34	4.80 x 10 ³
	บ่อ1 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		101	
		(2)	0	0	0	0	0	0	39	7.00 x 10 ³
	บ่อ2 จุด1	10 ¹ (1)	36		15		29		48	
		(2)	33	3.45 x 10 ³	7	1.10 x 10 ³	24	2.65 x 10 ³	17	3.85 x 10 ³
	บ่อ2 จุด2	10 ¹ (1)	30		18		20		172	
		(2)	31	3.05 x 10 ³	11	1.45 x 10 ³	27	2.35 x 10 ³	158	1.65 x 10 ⁴
	บ่อ2 จุด3	10 ¹ (1)	16		7		20		72	
		(2)	20	1.80 x 10 ³	11	9.00 x 10 ²	28	2.40 x 10 ³	90	8.10 x 10 ³
	บ่อ3 จุด1	undilute (1)	0		0		0		80	
		(2)	0	0	0	0	0	0	111	9.55 x 10 ²
	บ่อ3 จุด2	undilute (1)	0		0		0		180	
		(2)	0	0	0	0	0	0	208	1.94 x 10 ³
	บ่อ3 จุด3	undilute (1)	0		0		0		102	
		(2)	0	0	0	0	0	0	190	1.46 x 10 ³

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
25/8/42	บ่อ1 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		75	
		(2)	0	0	0	0	0	0	90	82.5 x 10 ³
	บ่อ1 จุด2	undilute (1)	0		0		0		83	
		(2)	0	0	0	0	0	0	144	1.13 x 10 ³
	บ่อ1 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		151	
		(2)	0	0	0	0	0	0	98	1.24 x 10 ⁴
	บ่อ2 จุด1	10 ¹ (1)	22		18		23		12	
		(2)	26	2.40 x 10 ³	20	1.90 x 10 ³	22	2.25 x 10 ³	5	8.50 x 10 ²
	บ่อ2 จุด2	10 ¹ (1)	18		20		20		15	
		(2)	19	1.85 x 10 ³	15	1.75 x 10 ³	17	1.85 x 10 ³	71	4.30 x 10 ³
	บ่อ2 จุด3	10 ¹ (1)	17		18		30		47	
		(2)	14	1.55 x 10 ³	22	2.00 x 10 ³	20	2.50 x 10 ³	84	2.50 x 10 ³
	บ่อ3 จุด1	undilute (1)	0		0		0		163	
		(2)	0	0	0	0	0	0	134	1.48 x 10 ³
	บ่อ3 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		108	
		(2)	0	0	0	0	0	0	115	1.11 x 10 ³
	บ่อ3 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		152	
		(2)	0	0	0	0	0	0	102	1.27 x 10 ³

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
31/8/42	บ่อ1 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		54	
		(2)	0	0	0	0	0	0	72	6.30 x 10 ³
	บ่อ1 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		219	
		(2)	0	0	0	0	0	0	268	2.43 x 10 ⁴
	บ่อ1 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		149	
		(2)	0	0	0	0	0	0	287	2.18 x 10 ⁴
	บ่อ2 จุด1	10 ¹ (1)	13		26		40		82	
		(2)	11	1.20 x 10 ³	24	2.50 x 10 ³	43	4.15 x 10 ³	77	7.95 x 10 ²
	บ่อ2 จุด2	10 ¹ (1)	24		19		59		55	
		(2)	29	2.65 x 10 ³	21	2.00 x 10 ³	43	5.10 x 10 ³	31	4.30 x 10 ³
	บ่อ2 จุด3	10 ¹ (1)	31		19		39		59	
		(2)	24	2.75 x 10 ³	20	1.95 x 10 ³	27	3.30 x 10 ³	67	6.30 x 10 ³
	บ่อ3 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		208	
		(2)	0	0	0	0	0	0	242	2.25 x 10 ³
	บ่อ3 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		41	
		(2)	0	0	0	0	0	0	39	4.00 x 10 ³
	บ่อ3 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		37	
		(2)	0	0	0	0	0	0	27	3.20 x 10 ³

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
2/9/42	บ่อ1 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		194	
		(2)	0	0	0	0	0	0	113	1.53 x 10 ⁴
	บ่อ1 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		30	
		(2)	0	0	0	0	0	0	22	2.60 x 10 ³
	บ่อ1 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		97	
		(2)	0	0	0	0	0	0	37	6.70 x 10 ³
	บ่อ2 จุด1	10 ¹ (1)	25		16		27		66	
		(2)	19	2.20 x 10 ³	20	1.80 x 10 ³	38	3.25 x 10 ³	50	5.80 x 10 ³
	บ่อ2 จุด2	10 ¹ (1)	35		18		40		36	
		(2)	25	3.00 x 10 ³	22	2.00 x 10 ³	53	4.65 x 10 ³	89	6.25 x 10 ³
	บ่อ2 จุด3	10 ¹ (1)	45		14		40		21	
		(2)	31	3.80 x 10 ³	16	1.50 x 10 ³	39	3.95 x 10 ³	36	2.85 x 10 ³
	บ่อ3 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		80	
		(2)	0	0	0	0	0	0	30	5.50 x 10 ³
	บ่อ3 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		50	
		(2)	0	0	0	0	0	0	53	5.15 x 10 ³
	บ่อ3 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		126	
		(2)	0	0	0	0	0	0	157	1.41 x 10 ⁴

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
6/9/42	บ่อ1 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		50	
		(2)	0	0	0	0	0	0	163	1.06 x 10 ⁴
	บ่อ1 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		268	
		(2)	0	0	0	0	0	0	155	2.11 x 10 ⁴
	บ่อ1 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		54	
		(2)	0	0	0	0	0	0	64	5.90 x 10 ³
	บ่อ2 จุด1	10 ¹ (1)	27		17		30		163	
		(2)	16	2.15 x 10 ³	21	1.90 x 10 ³	20	2.50 x 10 ³	119	1.41 x 10 ⁴
	บ่อ2 จุด2	10 ¹ (1)	25		20		26		63	
		(2)	21	2.30 x 10 ³	25	2.25 x 10 ³	25	2.55 x 10 ³	84	7.35 x 10 ³
	บ่อ2 จุด3	10 ¹ (1)	9		15		31		120	
		(2)	13	1.10 x 10 ³	29	2.20 x 10 ³	26	2.85 x 10 ³	72	9.60 x 10 ³
	บ่อ3 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		84	
		(2)	0	0	0	0	0	0	69	7.65 x 10 ³
	บ่อ3 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		162	
		(2)	0	0	0	0	0	0	124	1.43 x 10 ⁴
	บ่อ3 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		66	
		(2)	0	0	0	0	0	0	41	5.35 x 10 ³

วันที่	sample	dilution	ABS-D18		ABS-D07		ABS-D01		อื่นๆ	
			colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml	colony	cfu/ml
9/9/42	บ่อ1 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		16	
		(2)	0	0	0	0	0	0	19	1.75 x 10 ³
	บ่อ1 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		45	
		(2)	0	0	0	0	0	0	25	3.50 x 10 ³
	บ่อ1 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		56	
		(2)	0	0	0	0	0	0	52	5.40 x 10 ³
	บ่อ2 จุด1	10 ¹ (1)	14		9		49		20	
		(2)	8	1.10 x 10 ³	11	1.00 x 10 ³	37	4.30 x 10 ³	17	1.85 x 10 ³
	บ่อ2 จุด2	10 ¹ (1)	11		6		36		6	
		(2)	16	1.35 x 10 ³	7	6.50 x 10 ³	33	3.45 x 10 ³	1	3.50 x 10 ²
	บ่อ2 จุด3	10 ¹ (1)	8		4		36		2	
		(2)	9	8.50 x 10 ²	7	5.50 x 10 ³	37	3.65 x 10 ³	10	6.00 x 10 ²
	บ่อ3 จุด1	10 ¹ (1)	0		0		0		63	
		(2)	0	0	0	0	0	0	46	5.45 x 10 ³
	บ่อ3 จุด2	10 ¹ (1)	0		0		0		71	
		(2)	0	0	0	0	0	0	173	1.22 x 10 ⁴
	บ่อ3 จุด3	10 ¹ (1)	0		0		0		157	
		(2)	0	0	0	0	0	0	141	1.49 x 10 ³