

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์น้ำบตที่ 3

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของแอมโมเนียรวม (mg TAN/l) ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบตที่ 3 ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงอาหารกุ้ง (F) และชุดทดลองที่เลี้ยงกุ้งทดลอง (S) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้วัสดุตรึงจุลินทรีย์ (CI, FI และ SI) ระยะเวลาทดลอง 18 วัน

ชุดทดลอง	วันที่									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
C	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>
F	0.01±0.01 <sup>a</sup>	1.79±0.19 <sup>b</sup>	1.77±0.09 <sup>b</sup>	2.54±0.07 <sup>b</sup>	3.99±0.76 <sup>b</sup>	4.99±0.38 <sup>b</sup>	7.28±0.70 <sup>c</sup>	4.75±0.81 <sup>b</sup>	4.05±0.52 <sup>b</sup>	2.80±0.29 <sup>c</sup>
S	0.01±0.01 <sup>a</sup>	3.08±0.22 <sup>d</sup>	4.75±0.25 <sup>d</sup>	12.28±1.88 <sup>c</sup>	16.13±0.99 <sup>d</sup>	20.23±0.97 <sup>d</sup>	23.84±1.01 <sup>e</sup>	15.83±4.64 <sup>c</sup>	10.93±0.50 <sup>d</sup>	9.36±0.48 <sup>e</sup>
CI	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.11±0.06 <sup>a</sup>	0.08±0.02 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>
FI	0.02±0.01 <sup>a</sup>	1.82±0.15 <sup>b</sup>	1.98±0.06 <sup>b</sup>	3.15±0.34 <sup>b</sup>	4.35±0.16 <sup>b</sup>	5.54±0.24 <sup>b</sup>	4.81±0.48 <sup>b</sup>	3.91±0.39 <sup>b</sup>	4.67±0.67 <sup>b</sup>	3.47±0.11 <sup>d</sup>
SI	0.02±0.01 <sup>a</sup>	2.65±0.18 <sup>c</sup>	4.39±0.27 <sup>c</sup>	11.61±1.63 <sup>c</sup>	8.46±0.77 <sup>c</sup>	12.99±1.31 <sup>c</sup>	8.85±0.57 <sup>d</sup>	7.16±0.93 <sup>b</sup>	6.25±0.50 <sup>c</sup>	1.13±0.11 <sup>b</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของไนโตรเจน (mg NO<sub>2</sub>-N/l) ที่เปลี่ยนแปลงในในชุดทดลองบที่ 3 ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงอาหารกุ้ง (F) และชุดทดลองที่เลี้ยงกุ้งทดลอง (S) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้วัสดุตั้งจุลินทรีย์ (CI, FI และ SI) ระยะเวลาทดลอง 18 วัน

ชุดทดลอง	วันที่									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
C	0.00±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>
F	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.02 <sup>b</sup>	0.04±0.02 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.51±0.01 <sup>b</sup>	1.57±0.18 <sup>b</sup>	3.52±0.44 <sup>b</sup>	9.89±0.82 <sup>b</sup>	9.23±0.27 <sup>b</sup>	4.23±0.27 <sup>b</sup>
S	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>ab</sup>	0.06±0.04 <sup>a</sup>	0.21±0.02 <sup>b</sup>	1.26±0.19 <sup>c</sup>	4.61±0.19 <sup>c</sup>	5.42±0.43 <sup>b</sup>	14.90±3.85 <sup>c</sup>	15.93±0.52 <sup>d</sup>	10.20±0.37 <sup>d</sup>
CI	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>ab</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>
FI	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>c</sup>	0.11±0.04 <sup>a</sup>	0.17±0.02 <sup>b</sup>	0.38±0.08 <sup>b</sup>	1.72±0.77 <sup>b</sup>	7.63±0.12 <sup>c</sup>	8.55±0.64 <sup>b</sup>	7.62±0.40 <sup>b</sup>	4.08±0.27 <sup>b</sup>
SI	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.25±0.02 <sup>d</sup>	0.50±0.16 <sup>b</sup>	1.39±0.08 <sup>c</sup>	2.30±0.13 <sup>d</sup>	7.69±1.13 <sup>d</sup>	18.01±1.47 <sup>d</sup>	17.18±1.23 <sup>c</sup>	12.97±2.48 <sup>c</sup>	6.56±0.57 <sup>c</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของไนเตรท (mg NO<sub>3</sub>-N/l) ที่เปลี่ยนแปลงในในชุดทดลองบที่ 3 ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงอาหารกุ้ง (F) และชุดทดลองที่เลี้ยงกุ้งทดลอง (S) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้วัสดุตั้งจุลินทรีย์ (CI, FI และ SI) ระยะเวลาทดลอง 18 วัน

ชุดทดลอง	วันที่									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
C	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.09±0.01 <sup>b</sup>	0.09±0.01 <sup>ab</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.09±0.01 <sup>ab</sup>	0.09±0.01 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>
F	0.07±0.02 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.09±0.02 <sup>b</sup>	0.11±0.02 <sup>bc</sup>	0.19±0.03 <sup>a</sup>	0.16±0.06 <sup>bc</sup>	0.25±0.11 <sup>bc</sup>	0.78±0.11 <sup>c</sup>	1.81±0.13 <sup>c</sup>	4.63±0.35 <sup>c</sup>
S	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.15±0.02 <sup>b</sup>	0.13±0.02 <sup>c</sup>	0.17±0.02 <sup>d</sup>	0.33±0.09 <sup>b</sup>	0.27±0.06 <sup>d</sup>	0.30±0.06 <sup>c</sup>	1.57±0.40 <sup>d</sup>	3.55±0.25 <sup>e</sup>	8.58±0.73 <sup>d</sup>
CI	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.00 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>
FI	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.03 <sup>a</sup>	0.09±0.01 <sup>b</sup>	0.14±0.01 <sup>cd</sup>	0.33±0.08 <sup>b</sup>	0.20±0.03 <sup>cd</sup>	0.16±0.04 <sup>ab</sup>	0.44±0.07 <sup>b</sup>	1.14±0.41 <sup>b</sup>	2.46±0.38 <sup>b</sup>
SI	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.15±0.01 <sup>b</sup>	0.11±0.02 <sup>b</sup>	0.15±0.02 <sup>d</sup>	0.57±0.14 <sup>c</sup>	0.50±0.05 <sup>e</sup>	0.51±0.09 <sup>d</sup>	0.90±0.09 <sup>c</sup>	2.18±0.11 <sup>d</sup>	4.36±0.32 <sup>c</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) pH ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 3 ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงอาหารกุ้ง (F) และชุดทดลองที่เลี้ยงกุ้งทดลอง (S) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้วัสดุตั้งจุลินทรีย์ (CI, FI และ SI) ระยะเวลาทดลอง 18 วัน

ชุดทดลอง	วันที่									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
C	7.5±0.0 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.1 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.1 <sup>c</sup>	7.5±0.1 <sup>c</sup>	7.5±0.1 <sup>c</sup>	7.5±0.1 <sup>c</sup>	7.5±0.0 <sup>c</sup>	7.5±0.1 <sup>c</sup>
F	7.5±0.1 <sup>a</sup>	7.5±0.1 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.4±0.1 <sup>b</sup>	7.4±0.1 <sup>b</sup>	7.3±0.1 <sup>b</sup>	7.2±0.0 <sup>b</sup>	7.0±0.1 <sup>b</sup>	7.0±0.1 <sup>b</sup>	6.8±0.1 <sup>b</sup>
S	7.5±0.0 <sup>a</sup>	7.1±0.0 <sup>a</sup>	6.9±0.1 <sup>a</sup>	6.6±0.1 <sup>a</sup>	6.4±0.1 <sup>a</sup>	6.1±0.1 <sup>a</sup>	6.1±0.0 <sup>a</sup>	6.0±0.1 <sup>a</sup>	6.0±0.1 <sup>a</sup>	6.0±0.0 <sup>a</sup>
CI	7.7±0.0 <sup>b</sup>	7.7±0.1 <sup>c</sup>	7.7±0.0 <sup>c</sup>	7.7±0.0 <sup>c</sup>	7.7±0.0 <sup>d</sup>	7.7±0.1 <sup>d</sup>	7.7±0.0 <sup>d</sup>	7.7±0.0 <sup>d</sup>	7.7±0.0 <sup>d</sup>	7.7±0.0 <sup>d</sup>
FI	7.7±0.0 <sup>b</sup>	7.7±0.0 <sup>c</sup>	7.7±0.0 <sup>c</sup>	7.7±0.0 <sup>c</sup>	7.8±0.0 <sup>d</sup>	7.8±0.1 <sup>d</sup>	7.7±0.1 <sup>d</sup>	7.7±0.2 <sup>d</sup>	7.8±0.1 <sup>d</sup>	7.8±0.1 <sup>d</sup>
SI	7.7±0.1 <sup>b</sup>	7.7±0.1 <sup>c</sup>	7.8±0.0 <sup>d</sup>	7.8±0.1 <sup>d</sup>	7.9±0.1 <sup>e</sup>	8.0±0.1 <sup>e</sup>	8.0±0.0 <sup>e</sup>	8.0±0.0 <sup>e</sup>	8.0±0.0 <sup>e</sup>	8.1±0.1 <sup>e</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

#### ผลการวิเคราะห์น้ำบตที่ 4

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg TAN/l) ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบตที่ 4 (C/N ratio 19.86) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้วัสดุตั้งจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.02 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>
M	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.03 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.02 <sup>a</sup>
M:C/N	2.35±0.04 <sup>b</sup>	1.89±0.04 <sup>c</sup>	1.96±0.22 <sup>c</sup>	1.89±0.26 <sup>c</sup>	1.74±0.01 <sup>c</sup>	1.73±0.01 <sup>c</sup>	1.45±0.26 <sup>c</sup>	1.59±0.04 <sup>c</sup>
CI	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.02 <sup>a</sup>
MI	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.02 <sup>a</sup>	0.05±0.02 <sup>a</sup>	0.03±0.02 <sup>a</sup>	0.06±0.02 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.02 <sup>a</sup>
MI:C/N	2.36±0.04 <sup>b</sup>	0.29±0.02 <sup>b</sup>	0.68±0.09 <sup>b</sup>	1.48±0.29 <sup>b</sup>	1.34±0.08 <sup>b</sup>	1.37±0.15 <sup>b</sup>	1.20±0.13 <sup>b</sup>	1.81±0.10 <sup>b</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของไนโตรท์ (mg NO<sub>2</sub>-N/l) ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 4 (C/N ratio 19.86) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้วัสดุจริงจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
M	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>
M:C/N	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>b</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>b</sup>	0.05±0.01 <sup>b</sup>	0.07±0.01 <sup>b</sup>
CI	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>b</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>
MI	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>b</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>
MI:C/N	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.09±0.01 <sup>b</sup>	0.09±0.01 <sup>c</sup>	0.09±0.01 <sup>b</sup>	0.09±0.02 <sup>b</sup>	0.10±0.03 <sup>c</sup>	0.19±0.06 <sup>a</sup>	0.26±0.04 <sup>c</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของไนเตรท (mg NO<sub>3</sub>-N/l) ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 4 (C/N ratio 19.86) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้วัสดุจริงจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	0.15±0.01 <sup>a</sup>	0.13±0.01 <sup>b</sup>	0.13±0.01 <sup>c</sup>	0.12±0.00 <sup>b</sup>	0.13±0.01 <sup>bc</sup>	0.13±0.00 <sup>cd</sup>	0.13±0.01 <sup>c</sup>	0.13±0.01 <sup>cd</sup>
F	0.15±0.02 <sup>a</sup>	0.14±0.01 <sup>b</sup>	0.13±0.01 <sup>c</sup>	0.12±0.01 <sup>b</sup>	0.13±0.01 <sup>bc</sup>	0.12±0.00 <sup>c</sup>	0.12±0.00 <sup>c</sup>	0.12±0.00 <sup>c</sup>
S:C/N	0.13±0.01 <sup>a</sup>	0.13±0.01 <sup>b</sup>	0.09±0.01 <sup>b</sup>	0.12±0.00 <sup>b</sup>	0.12±0.01 <sup>b</sup>	0.11±0.02 <sup>b</sup>	0.08±0.01 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>b</sup>
CI	0.15±0.02 <sup>a</sup>	0.14±0.01 <sup>b</sup>	0.15±0.02 <sup>c</sup>	0.14±0.01 <sup>c</sup>	0.14±0.01 <sup>bc</sup>	0.14±0.01 <sup>d</sup>	0.14±0.01 <sup>c</sup>	0.14±0.01 <sup>d</sup>
FI	0.16±0.01 <sup>a</sup>	0.13±0.00 <sup>b</sup>	0.14±0.01 <sup>c</sup>	0.14±0.00 <sup>c</sup>	0.15±0.04 <sup>c</sup>	0.15±0.00 <sup>d</sup>	0.13±0.00 <sup>c</sup>	0.13±0.01 <sup>cd</sup>
SI:C/N	0.15±0.02 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) pH ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 4 (C/N ratio 19.86) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้วัสดุตั้งจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>c</sup>	7.4±0.0 <sup>b</sup>	7.4±0.0 <sup>b</sup>	7.4±0.0 <sup>a</sup>	7.4±0.0 <sup>a</sup>	7.4±0.0 <sup>a</sup>	7.4±0.0 <sup>a</sup>
M	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>c</sup>	7.4±0.0 <sup>b</sup>	7.4±0.0 <sup>b</sup>	7.4±0.0 <sup>a</sup>	7.4±0.0 <sup>a</sup>	7.4±0.0 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>
M:C/N	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.1±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.1 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>
CI	7.5±0.1 <sup>b</sup>	7.5±0.1 <sup>d</sup>	7.5±0.0 <sup>c</sup>	7.5±0.1 <sup>c</sup>	7.6±0.0 <sup>c</sup>	7.6±0.1 <sup>c</sup>	7.6±0.1 <sup>b</sup>	7.6±0.1 <sup>c</sup>
MI	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>d</sup>	7.5±0.0 <sup>c</sup>	7.5±0.0 <sup>c</sup>	7.6±0.0 <sup>c</sup>	7.6±0.1 <sup>c</sup>	7.6±0.0 <sup>b</sup>	7.6±0.1 <sup>c</sup>
MI:C/N	7.5±0.1 <sup>b</sup>	7.2±0.1 <sup>b</sup>	7.7±0.0 <sup>d</sup>	7.7±0.0 <sup>d</sup>	7.9±0.1 <sup>d</sup>	7.9±0.0 <sup>d</sup>	7.9±0.1 <sup>c</sup>	7.9±0.1 <sup>d</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg TAN/l) ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 4 (C/N ratio 39.73) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้วัสดุจริงจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	0.04±0.02 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.06±0.03 <sup>a</sup>	0.05±0.03 <sup>a</sup>	0.05±0.02 <sup>a</sup>	0.07±0.05 <sup>a</sup>	0.04±0.03 <sup>a</sup>
M	0.04±0.00 <sup>a</sup>	0.11±0.04 <sup>a</sup>	0.06±0.02 <sup>a</sup>	0.11±0.03 <sup>a</sup>	0.11±0.02 <sup>a</sup>	0.10±0.05 <sup>a</sup>	0.06±0.03 <sup>a</sup>	0.04±0.02 <sup>a</sup>
M:C/N	2.97±0.07 <sup>b</sup>	3.00±0.20 <sup>b</sup>	2.78±0.05 <sup>c</sup>	2.61±0.28 <sup>c</sup>	2.50±0.10 <sup>c</sup>	2.47±0.04 <sup>c</sup>	1.56±0.33 <sup>b</sup>	2.10±0.25 <sup>c</sup>
CI	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.08±0.02 <sup>a</sup>	0.10±0.03 <sup>a</sup>	0.07±0.03 <sup>a</sup>	0.08±0.03 <sup>a</sup>	0.08±0.03 <sup>a</sup>	0.12±0.08 <sup>a</sup>	0.09±0.01 <sup>a</sup>
MI	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.09±0.02 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.08±0.02 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.04 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.09±0.04 <sup>a</sup>
MI:C/N	2.91±0.04 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.55±0.00 <sup>b</sup>	1.26±0.47 <sup>b</sup>	1.30±0.25 <sup>b</sup>	1.16±0.77 <sup>b</sup>	0.99±0.74 <sup>b</sup>	2.36±0.04 <sup>b</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของไนโตรเจน (mg NO<sub>2</sub>-N/l) ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 4 (C/N ratio 39.73) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้วัสดุตรึงจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>ab</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>ab</sup>	0.01±0.01 <sup>ab</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>
M	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.00 <sup>bc</sup>	0.02±0.01 <sup>ab</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>
M:C/N	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>ab</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.02 <sup>ab</sup>	0.01±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>ab</sup>	0.02±0.01 <sup>ab</sup>
CI	0.02±0.00 <sup>b</sup>	0.02±0.00 <sup>d</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.03±0.01 <sup>b</sup>	0.03±0.02 <sup>c</sup>	0.03±0.00 <sup>d</sup>	0.02±0.00 <sup>b</sup>	0.03±0.01 <sup>b</sup>
MI	0.01±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.00 <sup>cd</sup>	0.02±0.00 <sup>b</sup>	0.03±0.00 <sup>b</sup>	0.03±0.01 <sup>c</sup>	0.02±0.01 <sup>cd</sup>	0.03±0.01 <sup>b</sup>	0.03±0.01 <sup>b</sup>
MI:C/N	0.02±0.00 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>bc</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของไนเตรท (mg NO<sub>3</sub>-N/l) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้ วัสดุจริงจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	0.17±0.01 <sup>ab</sup>	0.16±0.00 <sup>c</sup>	0.16±0.01 <sup>bc</sup>	0.16±0.01 <sup>b</sup>	0.17±0.01 <sup>bc</sup>	0.16±0.02 <sup>c</sup>	0.15±0.01 <sup>b</sup>	0.12±0.03 <sup>b</sup>
M	0.17±0.00 <sup>ab</sup>	0.16±0.01 <sup>c</sup>	0.15±0.01 <sup>bc</sup>	0.16±0.01 <sup>b</sup>	0.16±0.00 <sup>bc</sup>	0.21±0.10 <sup>c</sup>	0.14±0.01 <sup>b</sup>	0.12±0.02 <sup>b</sup>
M:C/N	0.17±0.01 <sup>b</sup>	0.16±0.01 <sup>c</sup>	0.16±0.01 <sup>c</sup>	0.17±0.01 <sup>b</sup>	0.18±0.02 <sup>c</sup>	0.16±0.05 <sup>c</sup>	0.14±0.04 <sup>b</sup>	0.11±0.01 <sup>b</sup>
CI	0.15±0.01 <sup>a</sup>	0.13±0.02 <sup>b</sup>	0.14±0.02 <sup>b</sup>	0.14±0.03 <sup>b</sup>	0.14±0.03 <sup>b</sup>	0.09±0.00 <sup>bc</sup>	0.15±0.01 <sup>b</sup>	0.08±0.05 <sup>b</sup>
MI	0.16±0.01 <sup>ab</sup>	0.15±0.01 <sup>c</sup>	0.14±0.01 <sup>bc</sup>	0.14±0.03 <sup>b</sup>	0.14±0.02 <sup>b</sup>	0.11±0.02 <sup>b</sup>	0.12±0.03 <sup>b</sup>	0.10±0.04 <sup>b</sup>
MI:C/N	0.16±0.02 <sup>ab</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) pH ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 4 (C/N ratio 39.73) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้ วัสดุตรึงจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	7.5±0.0 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>c</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>a</sup>	7.5±0.1 <sup>a</sup>	7.5±0.1 <sup>a</sup>	7.5±0.1 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>a</sup>
M	7.5±0.0 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>c</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>a</sup>
M:C/N	7.5±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.1 <sup>b</sup>	7.4±0.1 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>a</sup>	7.5±0.1 <sup>a</sup>	7.5±0.1 <sup>a</sup>
CI	7.6±0.1 <sup>b</sup>	7.6±0.0 <sup>d</sup>	7.6±0.1 <sup>c</sup>	7.6±0.1 <sup>b</sup>	7.6±0.0 <sup>b</sup>	7.6±0.1 <sup>b</sup>	7.6±0.1 <sup>b</sup>	7.6±0.1 <sup>b</sup>
MI	7.6±0.0 <sup>b</sup>	7.6±0.1 <sup>d</sup>	7.6±0.1 <sup>c</sup>	7.6±0.0 <sup>b</sup>	7.6±0.0 <sup>b</sup>	7.6±0.0 <sup>b</sup>	7.6±0.0 <sup>b</sup>	7.6±0.0 <sup>b</sup>
MI:C/N	7.6±0.1 <sup>b</sup>	7.1±0.0 <sup>a</sup>	7.4±0.0 <sup>a</sup>	7.7±0.1 <sup>c</sup>	7.7±0.0 <sup>c</sup>	7.8±0.1 <sup>c</sup>	7.8±0.1 <sup>c</sup>	7.9±0.1 <sup>c</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg TAN/l) ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 4 (C/N ratio 59.59) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้ วัสดุจริงจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.02 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.05±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.02 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.03 <sup>a</sup>
M	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.02 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.04±0.02 <sup>a</sup>	0.07±0.02 <sup>a</sup>	0.07±0.03 <sup>a</sup>
M:C/N	2.53±0.22 <sup>b</sup>	2.11±0.14 <sup>b</sup>	1.62±0.08 <sup>b</sup>	0.51±0.15 <sup>b</sup>	1.42±0.12 <sup>b</sup>	1.47±0.12 <sup>b</sup>	1.49±0.21 <sup>b</sup>	1.98±0.25 <sup>b</sup>
CI	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.04 <sup>a</sup>	0.08±0.04 <sup>a</sup>	0.08±0.02 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>
MI	0.06±0.02 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>
MI:C/N	2.60±0.43 <sup>b</sup>	0.04±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.03 <sup>a</sup>	0.03±0.02 <sup>a</sup>	0.12±0.07 <sup>a</sup>	0.28±0.14 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของไนโตรท์ (mg NO<sub>2</sub>-N/l) ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 4 (C/N ratio 59.59) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้ วัสดุตรึงจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>ab</sup>	0.01±0.0 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>ab</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.00 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.00 <sup>ab</sup>
M	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>ab</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>ab</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.00 <sup>b</sup>
M:C/N	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.00 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.00 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>ab</sup>
CI	0.06±0.01 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>c</sup>	0.06±0.01 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>c</sup>	0.06±0.01 <sup>c</sup>	0.07±0.01 <sup>c</sup>	0.07±0.01 <sup>d</sup>	0.04±0.00 <sup>c</sup>
MI	0.05±0.01 <sup>b</sup>	0.05±0.01 <sup>c</sup>	0.05±0.01 <sup>b</sup>	0.05±0.01 <sup>c</sup>	0.05±0.01 <sup>c</sup>	0.06±0.01 <sup>c</sup>	0.06±0.01 <sup>c</sup>	0.04±0.01 <sup>c</sup>
MI:C/N	0.05±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.01 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของไนเตรท (mg NO<sub>3</sub>-N/l) ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 4 (C/N ratio 59.59) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้ วัสดุจริงจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	0.11±0.02 <sup>a</sup>	0.10±0.02 <sup>b</sup>	0.11±0.02 <sup>bc</sup>	0.10±0.02 <sup>bc</sup>	0.12±0.04 <sup>bc</sup>	0.09±0.04 <sup>b</sup>	0.10±0.03 <sup>b</sup>	0.12±0.03 <sup>b</sup>
M	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.02 <sup>b</sup>	0.12±0.01 <sup>c</sup>	0.12±0.02 <sup>c</sup>	0.12±0.02 <sup>c</sup>	0.12±0.02 <sup>b</sup>	0.12±0.02 <sup>b</sup>	0.12±0.02 <sup>b</sup>
M:C/N	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.12±0.01 <sup>b</sup>	0.13±0.01 <sup>c</sup>	0.11±0.01 <sup>c</sup>	0.12±0.01 <sup>bc</sup>	0.13±0.00 <sup>b</sup>	0.11±0.01 <sup>b</sup>	0.11±0.01 <sup>b</sup>
CI	0.10±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>b</sup>	0.10±0.03 <sup>bc</sup>	0.08±0.02 <sup>bc</sup>	0.10±0.03 <sup>b</sup>	0.10±0.01 <sup>b</sup>	0.10±0.02 <sup>b</sup>	0.12±0.02 <sup>b</sup>
MI	0.10±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>b</sup>	0.09±0.01 <sup>b</sup>	0.08±0.02 <sup>b</sup>	0.09±0.03 <sup>b</sup>	0.09±0.02 <sup>b</sup>	0.09±0.03 <sup>b</sup>	0.11±0.05 <sup>b</sup>
MI:C/N	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) pH ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 4 (C/N ratio 59.59) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้ วัสดุจริงจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.4±0.0 <sup>a</sup>	7.4±0.1 <sup>a</sup>	7.5±0.1 <sup>a</sup>
M	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.4±0.1 <sup>ab</sup>	7.4±0.1 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>a</sup>
M: C/N	7.3±0.1 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.1 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>bc</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>a</sup>
CI	7.5±0.1 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.6±0.1 <sup>cd</sup>	7.6±0.0 <sup>c</sup>	7.6±0.0 <sup>b</sup>
MI	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.1 <sup>b</sup>	7.5±0.1 <sup>b</sup>	7.6±0.0 <sup>d</sup>	7.6±0.0 <sup>c</sup>	7.6±0.1 <sup>b</sup>
MI:C/N	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.3±0.1 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.7±0.0 <sup>c</sup>	7.8±0.1 <sup>e</sup>	7.9±0.0 <sup>d</sup>	7.9±0.0 <sup>c</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg TAN/l) ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 4 (C/N ratio 79.45) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้ วัสดุจริงจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	0.04±0.02 <sup>a</sup>	0.04±0.02 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.04±0.02 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>
M	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.02 <sup>a</sup>	0.05±0.02 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.02 <sup>a</sup>	0.05±0.02 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>
M:C/N	2.66±0.10 <sup>b</sup>	2.30±0.18 <sup>b</sup>	2.15±0.23 <sup>b</sup>	2.05±0.24 <sup>c</sup>	2.16±0.15 <sup>b</sup>	2.18±0.17 <sup>b</sup>	2.13±0.40 <sup>b</sup>	1.90±0.28 <sup>b</sup>
CI	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.02 <sup>a</sup>	0.11±0.02 <sup>ab</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>	0.11±0.03 <sup>a</sup>	0.10±0.02 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>
MI	0.05±0.02 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.09±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.04 <sup>ab</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>
MI:C/N	2.58±0.07 <sup>b</sup>	0.04±0.02 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.27±0.05 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.09±0.04 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของไนโตรท์ (mg NO<sub>2</sub>-N/l) ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 4 (C/N ratio 79.45) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้ วัสดุตรึงจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>ab</sup>	0.01±0.00 <sup>ab</sup>	0.01±0.00 <sup>b</sup>	0.01±0.00 <sup>ab</sup>
M	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>ab</sup>	0.00±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>
M:C/N	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>bc</sup>	0.00±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>ab</sup>	0.01±0.01 <sup>ab</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>
CI	0.01±0.01 <sup>b</sup>	0.01±0.00 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>c</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>
MI	0.01±0.01 <sup>b</sup>	0.01±0.00 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>c</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>ab</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.01±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>
MI:C/N	0.01±0.00 <sup>b</sup>	0.01±0.01 <sup>b</sup>	0.01±0.01 <sup>bc</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.01 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของไนเตรท (mg NO<sub>3</sub>-N/l) ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 4 (C/N ratio 79.45) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้ วัสดุตรึงจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	0.18±0.01 <sup>b</sup>	0.17±0.01 <sup>c</sup>	0.12±0.01 <sup>bc</sup>	0.16±0.03 <sup>b</sup>	0.17±0.06 <sup>bc</sup>	0.09±0.01 <sup>b</sup>	0.10±0.01 <sup>b</sup>	0.09±0.01 <sup>b</sup>
M	0.18±0.01 <sup>b</sup>	0.15±0.02 <sup>b</sup>	0.10±0.02 <sup>b</sup>	0.12±0.05 <sup>b</sup>	0.11±0.06 <sup>b</sup>	0.11±0.02 <sup>bc</sup>	0.12±0.02 <sup>b</sup>	0.14±0.00 <sup>bc</sup>
M:C/N	0.17±0.01 <sup>ab</sup>	0.16±0.01 <sup>bc</sup>	0.14±0.01 <sup>d</sup>	0.17±0.05 <sup>b</sup>	0.17±0.05 <sup>bc</sup>	0.18±0.01 <sup>d</sup>	0.13±0.03 <sup>b</sup>	0.13±0.01 <sup>bc</sup>
CI	0.16±0.01 <sup>a</sup>	0.17±0.01 <sup>c</sup>	0.13±0.01 <sup>cd</sup>	0.18±0.03 <sup>c</sup>	0.18±0.03 <sup>c</sup>	0.15±0.03 <sup>cd</sup>	0.18±0.01 <sup>c</sup>	0.16±0.03 <sup>c</sup>
MI	0.17±0.00 <sup>ab</sup>	0.16±0.01 <sup>bc</sup>	0.13±0.02 <sup>cd</sup>	0.16±0.02 <sup>bc</sup>	0.16±0.02 <sup>bc</sup>	0.14±0.05 <sup>cd</sup>	0.17±0.03 <sup>c</sup>	0.16±0.05 <sup>c</sup>
MI:C/N	0.18±0.01 <sup>b</sup>	0.00±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) pH ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 4 (C/N ratio 79.45) ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงเชื้อจุลินทรีย์ (M) และชุดทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมอัตราส่วน C/N (M:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้ วัสดุจริงจุลินทรีย์ (CI, MI และ MI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 14 วัน

ชุดทดลอง	วันที่							
	0	2	4	6	8	10	12	14
C	7.4±0.0 <sup>a</sup>	7.4±0.1 <sup>b</sup>	7.4±0.0 <sup>bc</sup>	7.4±0.0 <sup>b</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.4±0.0 <sup>b</sup>	7.4±0.1 <sup>b</sup>	7.4±0.1 <sup>b</sup>
M	7.4±0.1 <sup>a</sup>	7.4±0.1 <sup>b</sup>	7.4±0.1 <sup>b</sup>	7.4±0.0 <sup>b</sup>	7.3±0.1 <sup>a</sup>	7.4±0.1 <sup>b</sup>	7.4±0.0 <sup>b</sup>	7.4±0.1 <sup>b</sup>
M:C/N	7.4±0.1 <sup>a</sup>	7.2±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.1 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>
CI	7.5±0.1 <sup>b</sup>	7.5±0.1 <sup>c</sup>	7.4±0.1 <sup>cd</sup>	7.5±0.0 <sup>c</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.1 <sup>c</sup>	7.5±0.0 <sup>c</sup>	7.5±0.0 <sup>c</sup>
MI	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>c</sup>	7.5±0.1 <sup>cd</sup>	7.5±0.0 <sup>c</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.1 <sup>c</sup>	7.5±0.1 <sup>c</sup>	7.5±0.0 <sup>c</sup>
MI:C/N	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.2±0.1 <sup>a</sup>	7.5±0.0 <sup>d</sup>	7.5±0.0 <sup>c</sup>	7.8±0.1 <sup>c</sup>	7.8±0.1 <sup>d</sup>	7.8±0.1 <sup>d</sup>	7.9±0.1 <sup>d</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

## ผลการวิเคราะห์น้ำบตที่ 5

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg TAN/l) ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบตที่ 5 ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงอาหารกุ้ง และควบคุมอัตราส่วน C/N (F:C/N) และชุดทดลองที่เลี้ยงกุ้งและควบคุมอัตราส่วน C/N (S:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้วัสดุตรึงจุลินทรีย์ (CI, FI:C/N และ SI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 18 วัน

ชุดทดลอง	วันที่									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
C	0.00±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
F:C/N	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.96±0.09 <sup>b</sup>	0.25±0.05 <sup>a</sup>	0.81±0.07 <sup>d</sup>	1.53±0.13 <sup>bc</sup>	0.43±0.10 <sup>c</sup>	1.60±0.08 <sup>b</sup>	2.25±0.11 <sup>d</sup>	0.28±0.08 <sup>ab</sup>	5.13±0.51 <sup>d</sup>
S:C/N	0.00±0.01 <sup>a</sup>	2.00±0.12 <sup>c</sup>	0.87±0.05 <sup>b</sup>	0.39±0.02 <sup>b</sup>	2.44±0.97 <sup>cd</sup>	0.51±0.09 <sup>c</sup>	4.73±0.77 <sup>d</sup>	0.75±0.36 <sup>b</sup>	13.47±0.52 <sup>d</sup>	3.67±0.69 <sup>c</sup>
CI	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
FI:C/N	0.01±0.01 <sup>a</sup>	1.02±0.10 <sup>b</sup>	0.02±0.02 <sup>a</sup>	0.42±0.04 <sup>b</sup>	1.25±0.08 <sup>b</sup>	0.10±0.02 <sup>ab</sup>	0.68±0.28 <sup>a</sup>	2.10±0.44 <sup>cd</sup>	0.98±0.14 <sup>b</sup>	3.92±0.41 <sup>c</sup>
SI:C/N	0.01±0.01 <sup>a</sup>	2.09±0.08 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.54±0.04 <sup>c</sup>	3.25±0.95 <sup>d</sup>	0.14±0.04 <sup>b</sup>	3.87±0.43 <sup>c</sup>	1.66±0.28 <sup>c</sup>	10.69±0.82 <sup>c</sup>	1.28±0.28 <sup>b</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของไนโตรเจน (mg NO<sub>2</sub>-N/l) ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 5 ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงอาหารกุ้ง และควบคุมอัตราส่วน C/N (F:C/N) และชุดทดลองที่เลี้ยงกุ้งและควบคุมอัตราส่วน C/N (S:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้วัสดุตั้งจุลินทรีย์ (CI, FI:C/N และ SI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 18 วัน

ชุดทดลอง	วันที่									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
C	0.00±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
F:C/N	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>ab</sup>	0.01±0.01 <sup>ab</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.20±0.06 <sup>b</sup>	0.33±0.08 <sup>a</sup>	0.78±0.04 <sup>b</sup>	1.13±0.23 <sup>b</sup>	3.09±0.36 <sup>b</sup>
S:C/N	0.00±0.01 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>c</sup>	0.01±0.01 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>c</sup>	0.08±0.00 <sup>b</sup>	0.19±0.02 <sup>b</sup>	0.27±0.07 <sup>a</sup>	1.28±0.38 <sup>c</sup>	4.03±0.49 <sup>d</sup>	6.66±0.32 <sup>c</sup>
CI	0.00±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
FI:C/N	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>c</sup>	0.04±0.01 <sup>b</sup>	0.08±0.01 <sup>b</sup>	0.20±0.05 <sup>b</sup>	0.25±0.04 <sup>a</sup>	0.75±0.05 <sup>b</sup>	2.23±0.12 <sup>c</sup>	3.40±0.29 <sup>b</sup>
SI:C/N	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>c</sup>	0.10±0.01 <sup>d</sup>	0.05±0.01 <sup>c</sup>	0.19±0.05 <sup>c</sup>	0.62±0.11 <sup>c</sup>	2.33±0.46 <sup>b</sup>	4.23±0.56 <sup>d</sup>	5.02±0.58 <sup>e</sup>	8.93±1.54 <sup>d</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความเข้มข้นของไนเตรท (mg NO<sub>3</sub>-N/l) ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 5 ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงอาหารกุ้ง และควบคุมอัตราส่วน C/N (F:C/N) และชุดทดลองที่เลี้ยงกุ้งและควบคุมอัตราส่วน C/N (S:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้วัสดุตั้งจุลินทรีย์ (CI, FI:C/N และ SI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 18 วัน

ชุดทดลอง	วันที่									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
C	0.22±0.01 <sup>a</sup>	0.22±0.01 <sup>bc</sup>	0.23±0.02 <sup>a</sup>	0.24±0.02 <sup>a</sup>	0.23±0.02 <sup>a</sup>	0.23±0.02 <sup>a</sup>	0.23±0.02 <sup>a</sup>	0.23±0.02 <sup>a</sup>	0.23±0.02 <sup>ab</sup>	0.23±0.02 <sup>a</sup>
F:C/N	0.23±0.01 <sup>a</sup>	0.24±0.01 <sup>d</sup>	0.51±0.03 <sup>b</sup>	0.73±0.04 <sup>c</sup>	1.59±0.15 <sup>b</sup>	1.84±0.19 <sup>b</sup>	2.21±0.19 <sup>b</sup>	2.10±0.19 <sup>b</sup>	1.69±0.31 <sup>c</sup>	0.76±0.15 <sup>c</sup>
S:C/N	0.21±0.02 <sup>a</sup>	0.23±0.02 <sup>cd</sup>	1.21±0.12 <sup>c</sup>	1.92±0.11 <sup>c</sup>	3.31±0.30 <sup>c</sup>	5.25±0.24 <sup>c</sup>	8.37±0.33 <sup>c</sup>	5.38±0.23 <sup>c</sup>	4.45±0.25 <sup>d</sup>	1.24±0.21 <sup>d</sup>
CI	0.23±0.01 <sup>a</sup>	0.23±0.01 <sup>cd</sup>	0.23±0.01 <sup>a</sup>	0.23±0.01 <sup>a</sup>	0.23±0.01 <sup>a</sup>	0.23±0.01 <sup>a</sup>	0.24±0.01 <sup>a</sup>	0.24±0.01 <sup>a</sup>	0.24±0.01 <sup>ab</sup>	0.24±0.01 <sup>a</sup>
FI:C/N	0.22±0.02 <sup>a</sup>	0.21±0.01 <sup>ab</sup>	0.26±0.01 <sup>a</sup>	0.18±0.05 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.08±0.02 <sup>a</sup>	0.05±0.03 <sup>a</sup>	0.08±0.03 <sup>a</sup>	0.44±0.08 <sup>b</sup>	0.15±0.04 <sup>a</sup>
SI:C/N	0.23±0.01 <sup>a</sup>	0.20±0.01 <sup>a</sup>	0.25±0.06 <sup>a</sup>	0.15±0.05 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.04±0.03 <sup>a</sup>	0.09±0.05 <sup>a</sup>	0.21±0.06 <sup>a</sup>	0.09±0.03 <sup>a</sup>	0.43±0.06 <sup>b</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) pH ที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 5 ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงอาหารกุ้งและควบคุมอัตราส่วน C/N (F:C/N) และชุดทดลองที่เลี้ยงกุ้งและควบคุมอัตราส่วน C/N (S:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้วัสดุตั้งจุลินทรีย์ (CI, FI:C/N และ SI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 18 วัน

ชุดทดลอง	วันที่									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
C	7.6±0.1 <sup>a</sup>	7.6±0.0 <sup>b</sup>	7.6±0.0 <sup>c</sup>	7.5±0.1 <sup>c</sup>	7.6±0.0 <sup>d</sup>	7.6±0.0 <sup>c</sup>	7.5±0.1 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>b</sup>	7.6±0.0 <sup>c</sup>	7.6±0.0 <sup>e</sup>
F:C/N	7.6±0.1 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.1 <sup>b</sup>	7.0±0.2 <sup>b</sup>	7.3±0.1 <sup>b</sup>	6.9±0.1 <sup>b</sup>	6.9±0.1 <sup>a</sup>	6.8±0.1 <sup>a</sup>	6.8±0.1 <sup>a</sup>	6.9±0.1 <sup>b</sup>
S:C/N	7.6±0.0 <sup>a</sup>	7.3±0.1 <sup>a</sup>	7.2±0.1 <sup>a</sup>	6.8±0.1 <sup>a</sup>	7.1±0.1 <sup>a</sup>	6.8±0.1 <sup>a</sup>	6.8±0.1 <sup>a</sup>	6.7±0.1 <sup>a</sup>	6.6±0.0 <sup>a</sup>	6.5±0.0 <sup>a</sup>
CI	7.9±0.1 <sup>b</sup>	7.9±0.1 <sup>c</sup>	7.9±0.0 <sup>d</sup>	8.0±0.1 <sup>d</sup>	7.9±0.1 <sup>e</sup>	7.9±0.1 <sup>c</sup>	7.9±0.1 <sup>c</sup>	7.9±0.0 <sup>c</sup>	7.9±0.0 <sup>d</sup>	8.0±0.1 <sup>e</sup>
FI:C/N	7.8±0.1 <sup>b</sup>	7.6±0.1 <sup>b</sup>	7.5±0.1 <sup>c</sup>	7.5±0.1 <sup>c</sup>	7.5±0.1 <sup>c</sup>	7.6±0.1 <sup>b</sup>	7.5±0.1 <sup>b</sup>	7.6±0.1 <sup>b</sup>	7.6±0.1 <sup>c</sup>	7.4±0.1 <sup>d</sup>
SI:C/N	7.9±0.0 <sup>b</sup>	7.5±0.1 <sup>b</sup>	7.5±0.0 <sup>c</sup>	7.5±0.1 <sup>c</sup>	7.6±0.1 <sup>d</sup>	7.5±0.1 <sup>b</sup>	7.4±0.1 <sup>b</sup>	7.5±0.1 <sup>b</sup>	7.3±0.1 <sup>b</sup>	7.3±0.1 <sup>c</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ออกซิเจนละลายที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองบที่ 5 ได้แก่ ชุดควบคุม (C) ชุดทดลองที่เติมเพียงอาหารกุ้งและควบคุมอัตราส่วน C/N (F:C/N) และชุดทดลองที่เลี้ยงกุ้งและควบคุมอัตราส่วน C/N (S:C/N) เปรียบเทียบกับชุดทดลองระบบที่ใช้วัสดุตรึงจุลินทรีย์ (CI, FI:C/N และ SI:C/N) ระยะเวลาทดลอง 18 วัน

วันที่	ชุดทดลอง					
	C	F:C/N	S:C/N	CI	FI:C/N	SI:C/N
0	7.4±0.0 <sup>a</sup>	7.4±0.1 <sup>a</sup>	7.3±0.1 <sup>a</sup>	7.3±0.1 <sup>a</sup>	7.3±0.1 <sup>a</sup>	7.3±0.0 <sup>a</sup>
1	7.5±0.2 <sup>a</sup>	7.4±0.1 <sup>a</sup>	7.3±0.1 <sup>a</sup>	7.4±0.2 <sup>a</sup>	7.3±0.1 <sup>a</sup>	7.4±0.1 <sup>a</sup>
2	7.6±0.1 <sup>bc</sup>	7.3±0.2 <sup>a</sup>	7.4±0.1 <sup>ab</sup>	7.7±0.0 <sup>b</sup>	7.6±0.2 <sup>bc</sup>	7.5±0.1 <sup>ab</sup>
3	7.5±0.1 <sup>c</sup>	7.1±0.1 <sup>b</sup>	6.6±0.1 <sup>a</sup>	7.6±0.1 <sup>c</sup>	6.7±0.1 <sup>a</sup>	6.5±0.1 <sup>a</sup>
4	7.8±0.1 <sup>d</sup>	6.7±0.1 <sup>c</sup>	6.2±0.1 <sup>b</sup>	7.9±0.1 <sup>d</sup>	6.6±0.0 <sup>c</sup>	5.7±0.1 <sup>a</sup>
5	7.4±0.2 <sup>e</sup>	6.7±0.1 <sup>c</sup>	6.2±0.1 <sup>b</sup>	7.2±0.0 <sup>d</sup>	6.7±0.0 <sup>c</sup>	5.8±0.0 <sup>a</sup>
6	7.1±0.1 <sup>d</sup>	5.9±0.3 <sup>b</sup>	5.4±0.4 <sup>a</sup>	7.2±0.0 <sup>d</sup>	6.7±0.2 <sup>c</sup>	5.1±0.1 <sup>a</sup>
7	7.1±0.1 <sup>e</sup>	5.6±0.2 <sup>c</sup>	5.3±0.3 <sup>b</sup>	7.2±0.0 <sup>e</sup>	6.5±0.1 <sup>d</sup>	4.7±0.2 <sup>a</sup>
8	7.2±0.0 <sup>d</sup>	5.2±0.0 <sup>c</sup>	4.8±0.3 <sup>b</sup>	7.2±0.1 <sup>d</sup>	5.5±0.2 <sup>c</sup>	4.2±0.1 <sup>a</sup>
9	7.2±0.1 <sup>e</sup>	5.1±0.1 <sup>c</sup>	4.1±0.1 <sup>b</sup>	7.3±0.1 <sup>e</sup>	5.6±0.1 <sup>d</sup>	4.6±0.1 <sup>a</sup>
10	7.2±0.0 <sup>e</sup>	5.5±0.1 <sup>d</sup>	4.4±0.1 <sup>b</sup>	7.2±0.0 <sup>e</sup>	5.2±0.1 <sup>c</sup>	3.8±0.1 <sup>a</sup>
11	7.3±0.0 <sup>d</sup>	5.6±0.2 <sup>c</sup>	4.0±0.1 <sup>b</sup>	7.3±0.0 <sup>d</sup>	5.6±0.1 <sup>c</sup>	3.8±0.2 <sup>a</sup>
12	7.3±0.1 <sup>c</sup>	5.9±0.1 <sup>b</sup>	3.7±0.2 <sup>a</sup>	7.2±0.1 <sup>c</sup>	5.6±0.2 <sup>b</sup>	3.4±0.2 <sup>a</sup>
13	7.2±0.1 <sup>d</sup>	5.4±0.2 <sup>c</sup>	4.0±0.3 <sup>b</sup>	7.2±0.1 <sup>d</sup>	5.2±0.0 <sup>c</sup>	3.3±0.1 <sup>a</sup>
14	7.1±0.1 <sup>d</sup>	4.3±0.6 <sup>b</sup>	3.6±0.2 <sup>a</sup>	7.2±0.1 <sup>d</sup>	4.9±0.3 <sup>c</sup>	3.3±0.3 <sup>a</sup>
15	7.1±0.1 <sup>c</sup>	4.8±0.2 <sup>b</sup>	3.6±0.5 <sup>a</sup>	6.9±0.1 <sup>c</sup>	4.6±0.1 <sup>b</sup>	3.3±0.3 <sup>a</sup>
16	7.2±0.1 <sup>d</sup>	5.0±0.2 <sup>c</sup>	3.6±0.4 <sup>b</sup>	7.1±0.1 <sup>d</sup>	4.6±0.2 <sup>c</sup>	3.1±0.3 <sup>a</sup>
17	7.5±0.2 <sup>d</sup>	4.1±0.1 <sup>b</sup>	3.0±0.5 <sup>a</sup>	7.5±0.1 <sup>d</sup>	5.1±0.3 <sup>c</sup>	2.6±0.4 <sup>a</sup>
18	7.2±0.1 <sup>c</sup>	4.3±0.3 <sup>b</sup>	2.6±0.2 <sup>a</sup>	7.2±0.1 <sup>c</sup>	4.6±0.1 <sup>b</sup>	2.8±0.2 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

## ภาคผนวก ข

### การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

#### 1. ไนไตรท์ (Strickland and Parsons, 1972)

การเก็บน้ำตัวอย่างควรจะวิเคราะห์ทันที เพราะแบคทีเรียในน้ำอาจเปลี่ยนไนไตรท์ไปเป็นไนเตรทและแอมโมเนียได้ ถ้าจำเป็นต้องวิเคราะห์ภายใน 1-2 วัน ควรแช่แข็งน้ำตัวอย่างที่อุณหภูมิ  $-20^{\circ}\text{C}$  (APHA, 1980) ฉะนั้นถ้าต้องวิเคราะห์ภายใน 4-5 ชั่วโมง หลังเก็บน้ำตัวอย่างควรแช่เย็นทันทีและทิ้งให้น้ำตัวอย่างมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อนทำการวิเคราะห์

#### สารเคมี

##### 1. สารละลาย sulfanilamide

ละลาย sulfanilamide 5 กรัม ในกรด HCl 1.7 M (กรด HCl เข้มข้น 50 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร) เติมน้ำกลั่นลงไปให้ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร สารละลายนี้สามารถเก็บรักษาไว้ได้หลายเดือน

##### 2. สารละลาย N-(1-Naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride (NED)

ละลาย NED 0.50 กรัม ในน้ำกลั่น ปริมาตรจนวนครบ 500 มิลลิลิตร สารละลายนี้ควรเก็บในขวดสีน้ำตาลและแช่ตู้เย็น (สารละลายจะเสื่อมคุณภาพเมื่อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลต้องเตรียมใหม่)

##### 3. สารละลายมาตรฐานไนไตรท์

ละลาย  $\text{NaNO}_2$  (อบแห้งที่  $110^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) 0.2464 กรัม ในน้ำกลั่น ปริมาตรจนวนครบ 1,000 มิลลิลิตร ได้สารละลายมาตรฐานไนไตรท์เข้มข้น  $50\text{ mg NO}_2\text{-N/l}$  (สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยเติมคลอโรฟอร์ม 2-3 หยด) หลังจากนั้นดูดสารละลายนี้มา 10 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานไนไตรท์เข้มข้น  $5\text{ mg NO}_2\text{-N/l}$  จากนั้นนำสารละลายมาตรฐานนี้ไปเจือจางความเข้มข้นที่ระดับต่างๆเพื่อทำการกราฟมาตรฐานของไนไตรท์

#### การทำกราฟมาตรฐานของไนไตรท์

ดูดสารละลายมาตรฐานไนไตรท์เข้มข้น  $5\text{ mg NO}_2\text{-N/l}$  มา 1, 2, 4, 6 และ 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.05, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.5  $\text{mg NO}_2\text{-N/l}$

### วิธีวิเคราะห์

1. ดูดน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง GF/C ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 25 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายซัลฟานิลาไมด์ 0.1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ทิ้งให้เกิดปฏิกิริยา 2-8 นาที
3. เติมสารละลาย N-(1-Naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride 0.1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร ภายใน 2 ชั่วโมง
4. Blank (เตรียมโดยใช้น้ำกลั่น) และสารละลายมาตรฐาน ทำเช่นเดียวกับน้ำตัวอย่าง
5. หาความเข้มข้นของไนโตรท โดยเขียนกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนโตรทกับค่าการดูดกลืนแสง แล้วนำค่าการดูดกลืนที่อ่านได้จากน้ำตัวอย่างไปเปรียบเทียบกับเส้นกราฟมาตรฐาน ก็จะทราบความเข้มข้นของไนโตรทในน้ำตัวอย่างนั้น

### **2. ไนเตรท (Strickland and Parsons, 1972)**

น้ำตัวอย่างที่จะวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรท ควรแช่ที่ 4 °C และเก็บในที่มืดซึ่งสามารถเก็บรักษาได้ประมาณ 12 ชั่วโมง แต่ถ้าจำเป็นต้องเก็บรักษาน้ำตัวอย่างนานกว่า 12 ชั่วโมงก็จำเป็นต้องแช่แข็งที่ -20 °C ข้อควรระวังก่อนจะทำการวิเคราะห์ ต้องตั้งน้ำตัวอย่างให้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อน

#### สารเคมี

1. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เข้มข้น  
ละลายสารแอมโมเนียมคลอไรด์ 125 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร
2. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เจือจาง  
เจือจางสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เข้มข้น 50 มิลลิลิตร ปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 2,000 มิลลิลิตร
3. สารละลายซัลฟานิลาไมด์  
การเตรียมเหมือนกับการวิเคราะห์ไนโตรทในน้ำ
4. สารละลาย N-(1-Naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride (NED)  
การเตรียมเหมือนกับการวิเคราะห์ไนโตรทในน้ำ

5. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต เพนตะไฮเดรต ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )

ละลายสารคอปเปอร์ซัลเฟต เพนตะไฮเดรต 20 กรัม ในน้ำกลั่น ปริมาตรจนครบ 1,000 มิลลิลิตร

6. กรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.6 M

ค่อยๆ เติมกรดไฮโดรคลอริก 25 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร ปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ 500 มิลลิลิตร

7. แคดเมียม-คอปเปอร์ ฟิลลิ่ง (cadmium – copper fillings)

- ใช้โลหะแคดเมียมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร
- ชั่งโลหะแคดเมียม 50 กรัม ผสมกับกรดไฮโดรคลอริก 2 นอร์มัล 500 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง ใช้แท่งแก้วคนเป็นครั้งคราว
- รินส่วนที่เป็นของเหลวออก ล้างด้วยน้ำกลั่นหลายๆ ครั้งจนกระทั่งกรดไฮโดรคลอริกถูกล้างออกหมด
- เติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต เพนตะไฮเดรตลงไป 10 มิลลิลิตร แล้วกวนด้วยแท่งแก้วจนกระทั่งสีฟ้าของสารละลายหมดไปและเริ่มมีตะกอนของทองแดง ล้างตะกอนทองแดงออกให้หมดด้วยน้ำกลั่นประมาณ 10 ครั้งและระวังอย่าให้ผงแคดเมียมที่เคลือบผิวแล้วสัมผัสอากาศ
- ใช้คีมคีบใยแก้ว (glass wool) ใส่ลงในคอลัมน์ เคลียใยแก้วให้อยู่ที่ก้นของคอลัมน์เพื่อรองรับผงแคดเมียม แล้วเติมสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เจือจางให้เต็มคอลัมน์
- บรรจุผงแคดเมียมที่เคลือบแล้วลงในคอลัมน์ให้มีความสูง 18.5 เซนติเมตร (คอลัมน์มีความยาวประมาณ 35 เซนติเมตร) ระวังอย่าให้ผงแคดเมียมอัดแน่นเกินไปและสัมผัสกับอากาศให้น้อยที่สุด ปรับอัตราการไหลผ่านคอลัมน์ให้ได้ 100 มิลลิลิตร ต่อ 8-12 นาที ถ้าอัตราการไหลมากกว่า 100 มิลลิลิตรต่อ 8 นาที ต้องบังคับอัตราการไหลที่สายทางด้านปลายคอลัมน์ให้ช้าลง และถ้าอัตราการไหลช้ากว่า 100 มิลลิลิตรต่อ 12 นาที แสดงว่าบรรจุผงแคดเมียมที่เคลือบแล้วแน่นมากเกินไป ควรบรรจุใหม่
- ใส่ใยแก้วเหนือผงแคดเมียม แล้วล้างด้วยสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เจือจางอีกครั้งหากไม่ได้ใช้งานทันทีจะต้องเก็บรักษาคอลัมน์ด้วยการเติมสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เจือจางให้เต็มคอลัมน์
- เมื่อใช้งานคอลัมน์ได้ประมาณ 100 ตัวอย่าง หรือสงสัยว่าประสิทธิภาพของคอลัมน์ลดลง ให้ทำการเคลือบผงแคดเมียมใหม่โดยล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริกร้อยละ 5 (น้ำหนัก

ต่อปริมาตร) 300 มิลลิลิตรประมาณ 2-3 ครั้ง จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่น (200-300 มิลลิลิตร) จนกระทั่งน้ำที่ล้างใสและมีค่า pH มากกว่า 5 เทน้ำทิ้งให้แห้ง แล้วผึ่งแดดเมี่ยมได้ไปแช่สารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต เพนตะไฮเดรต เหมือนกับการเตรียมคอลัมน์ในครั้งแรก

#### 8. สารละลายมาตรฐานไนเตรท

ละลาย  $\text{KNO}_3$  (อบแห้งที่  $110^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) 0.3609 กรัม ในน้ำกลั่น ปริมาตรจนครบ 1,000 มิลลิลิตร ได้สารละลายมาตรฐานไนเตรทเข้มข้น  $50\text{ mg NO}_3\text{-N/l}$  หลังจากนั้นดูดสารละลายนี้มา 10 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานไนเตรทเข้มข้น  $5\text{ mg NO}_3\text{-N/l}$  จากนั้นนำสารละลายมาตรฐานนี้ไปเจือจางความเข้มข้นที่ระดับต่างๆ เพื่อทำการหาฟมาตรฐานของไนเตรท

#### การทำการหาฟมาตรฐานของไนเตรท

ดูดสารละลายมาตรฐานไนเตรทเข้มข้น  $5\text{ mg NO}_3\text{-N/l}$  มา 1, 2, 4, 6 และ 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.05, 0.1, 0.2, 0.3 และ  $0.5\text{ mg NO}_3\text{-N/l}$

#### วิธีวิเคราะห์

1. นำน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง GF/C ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เข้มข้น 1 มิลลิลิตร ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันเทลงในคอลัมน์
2. นำตัวอย่างที่ผ่านคอลัมน์ 40 มิลลิลิตรแรกให้เททิ้ง รองรับน้ำตัวอย่างที่เหลือ 10 มิลลิลิตร
3. นำน้ำตัวอย่างที่รองรับครั้งหลัง 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดแก้วที่มีฝาเกลียวปิด เติมสารละลายซัลฟานิลาไมด์  $0.2\text{ มิลลิลิตร}$  ผสมให้เข้ากัน ทิ้งให้เกิดปฏิกิริยา 2-8 นาที
4. เติมสารละลาย N-(1-Naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride  $0.2\text{ มิลลิลิตร}$  ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร ภายใน 2 ชั่วโมง
5. Blank (เตรียมโดยใช้น้ำกลั่น) และสารละลายมาตรฐาน ทำเช่นเดียวกับน้ำตัวอย่าง
6. หาความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำตัวอย่าง โดยเขียนกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนเตรทกับค่าการดูดกลืนแสง แล้วนำค่าการดูดกลืนที่อ่านได้จากน้ำตัวอย่างไปเปรียบเทียบกับเส้นกราฟมาตรฐาน จะได้เป็นค่าความเข้มข้นรวมของไนเตรทและไนไตรท์ นำค่าความเข้มข้นของไนไตรท์จากน้ำตัวอย่างเดียวกันที่วิเคราะห์ไว้แล้วหักออกไป ก็จะได้ค่าความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำตัวอย่าง

### 3. แอมโมเนียรวม (Strickland and Parsons, 1972)

ควรจะทำการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างภายใน 3 ชั่วโมงหลังจากเก็บ ถ้าจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์มากกว่า 3 ชั่วโมงน้ำตัวอย่างควรเก็บแช่เย็นที่  $-2^{\circ}\text{C}$  และก่อนนำมาทำการวิเคราะห์ควรทิ้งให้น้ำตัวอย่างมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อน

#### สารเคมี

##### 1. ฟีนอลรีเอเจนท์ (Phenol reagent)

ละลายฟีนอล 20 กรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95% (v/v) จนปริมาตรได้ครบ 200 มิลลิลิตร เตรียมใหม่ทุก 1 เดือน

##### 2. สารละลายโซเดียมไนโตรพรัสไซด์

ละลายโซเดียมไนโตรพรัสไซด์ 1 กรัม ในน้ำกลั่นปราศจากอิออน (deionized water) 200 มิลลิลิตร เก็บรักษาสารละลายนี้ในขวดแก้วสีน้ำตาล เตรียมใหม่ทุก 1 เดือน

##### 3. สารละลายอัลคาไลน์ซีเตรท

ละลายไตรโซเดียมซีเตรท 100 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัม ในน้ำกลั่นปราศจากอิออน ปริมาตรจนครบ 500 มิลลิลิตร

##### 4. สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์

ใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่มีอยู่ในท้องตลาด (ควรมีความเข้มข้นของ Chlorox มากกว่า 1.5 N) สารละลายนี้จะสลายตัวได้อย่างช้า ๆ ควรเปลี่ยนใหม่ทุก 1 เดือน

##### 5. ออกซีไดซิงรีเอเจนต์

ผสมสารละลายอัลคาไลน์ซีเตรท 100 มิลลิลิตรกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 25 มิลลิลิตร สารละลายนี้สลายตัวง่าย ฉะนั้นต้องเตรียมใหม่เมื่อต้องการวิเคราะห์แต่ละครั้งและเก็บในขวดทึบแสงปิดฝาให้สนิท

##### 6. สารละลายมาตรฐานแอมโมเนีย

ละลาย  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  0.2359 กรัม ในน้ำกลั่นปราศจากอิออน ปริมาตรจนครบ 1,000 มิลลิลิตร ได้สารละลายมาตรฐานแอมโมเนียเข้มข้น 50 mg TAN/l หลังจากนั้นดูดสารละลายนี้มา 10 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานแอมโมเนียเข้มข้น 5 mg TAN-N/l จากนั้นนำสารละลายมาตรฐานนี้ไปเจือจางความเข้มข้นที่ระดับต่างๆเพื่อทำการหาปริมาณของแอมโมเนีย

### การทำกราฟมาตรฐานของแอมโมเนีย

ดูดสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียเข้มข้น 5 mg TAN/l มา 4, 8, 12, 16 และ 20 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 mg TAN/l

### วิธีวิเคราะห์

1. ดูดน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง GF/C ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีฝาเกลียวปิด
2. เติมนีลโรเอเจนต์ 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วเติมสารละลายโซเดียมไนโตรพรัสไซด์ 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
3. เติมหอกซีไดซีซึ่งรีเอเจนต์ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทั้งไว้ในที่มีอย่างน้อย 1 ชั่วโมงแต่ไม่ควรเกิน 24 ชั่วโมง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 640 นาโนเมตร
4. Blank (เตรียมโดยใช้น้ำกลั่นปราศจากอิออน) และสารละลายมาตรฐาน ทำเช่นเดียวกับน้ำตัวอย่าง
5. หาความเข้มข้นของแอมโมเนีย โดยเขียนกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียกับค่าการดูดกลืนแสง แล้วนำค่าการดูดกลืนที่อ่านได้จากน้ำตัวอย่างไปเปรียบเทียบกับเส้นกราฟมาตรฐาน ก็จะทราบความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำตัวอย่างนั้น

### การคำนวณปริมาณน้ำตาลทรายขาวและแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ในบทที่ 4

น้ำตาลทรายขาว ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 342.2992

น้ำตาลทรายขาว 1 มิลลิกรัม มีคาร์บอน (C) เท่ากับ 0.4211 มิลลิกรัม

แอมโมเนียมซัลเฟต  $\{(NH_4)_2 SO_4\}$  น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 132.1402

แอมโมเนียมซัลเฟต 1 มิลลิกรัม มีไนโตรเจน (N) เท่ากับ 0.2120 มิลลิกรัม

### อัตราส่วนน้ำตาลทรายขาวต่อแอมโมเนียมซัลเฟต

#### 1. อัตราส่วนน้ำตาลทรายขาวต่อแอมโมเนียมซัลเฟต 10 (C:N ratio 19.86)

น้ำตาลทรายขาว 100 mg/l (คาร์บอน 42.11 mg/l)

แอมโมเนียมซัลเฟต 10 mg/l (ไนโตรเจน 2.12 mg/l)

ตู้เลี้ยงสัตว์ทะเล ปริมาณน้ำทะเลตู้ละ 70 ลิตร

ต้องใช้น้ำตาลทรายขาวตู้ละ 7000 มิลลิกรัม

ต้องใช้แอมโมเนียมซัลเฟตตู้ละ 700 มิลลิกรัม

#### 2. อัตราส่วนน้ำตาลทรายขาวต่อแอมโมเนียมซัลเฟต 20 (C:N ratio 39.73)

น้ำตาลทรายขาว 200 mg/l (คาร์บอน 84.22 mg/l)

แอมโมเนียมซัลเฟต 10 mg/l (ไนโตรเจน 2.12 mg/l)

ตู้เลี้ยงสัตว์ทะเล ปริมาณน้ำทะเลตู้ละ 70 ลิตร

ต้องใช้น้ำตาลทรายขาวตู้ละ 14,000 มิลลิกรัม

ต้องใช้แอมโมเนียมซัลเฟตตู้ละ 700 มิลลิกรัม

#### 3. อัตราส่วนน้ำตาลทรายขาวต่อแอมโมเนียมซัลเฟต 30 (C:N ratio 59.59)

ต้องการน้ำตาลทรายขาว 300 mg/l (คาร์บอน 126.33 mg/l)

ต้องการแอมโมเนียมซัลเฟต 10 mg/l (ไนโตรเจน 2.12 mg/l)

ตู้เลี้ยงสัตว์ทะเล ปริมาณน้ำทะเลตู้ละ 70 ลิตร

ต้องใช้น้ำตาลทรายขาวตู้ละ 21,000 มิลลิกรัม

ต้องใช้แอมโมเนียมซัลเฟตตู้ละ 700 มิลลิกรัม

#### 4. อัตราส่วนน้ำตาลทรายขาวต่อแอมโมเนียมซัลเฟต 40 (C:N ratio 79.45)

ต้องการน้ำตาลทรายขาว 400 mg/l (คาร์บอน 168.44 mg/l)

ต้องการแอมโมเนียมซัลเฟต 10 mg/l (ไนโตรเจน 2.12 mg/l)

ตู้เลี้ยงสัตว์ทะเล ปริมาณน้ำทะเลตู้ละ 70 ลิตร

ต้องใช้น้ำตาลทรายขาวตู้ละ 28,000 มิลลิกรัม

ต้องใช้แอมโมเนียมซัลเฟตตู้ละ 700 มิลลิกรัม



### การคำนวณปริมาณน้ำตาลทรายขาวที่ใช้ในบทที่ 5

#### น้ำตาลทรายขาว (sucrose)

สูตรทางเคมี  $C_{12}H_{22}O_{11}$  น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 342.2992

น้ำตาลทรายขาว 1 มิลลิกรัม มีคาร์บอนเท่ากับ 0.4211 มิลลิกรัม

น้ำตาลทรายขาว 2.3749 มิลลิกรัม มีคาร์บอน 1 มิลลิกรัม

#### แอมโมเนีย

สูตรทางเคมี  $NH_3$  น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 17.0307

แอมโมเนีย 1 มิลลิกรัม มีไนโตรเจนเท่ากับ 0.8224 มิลลิกรัม

แอมโมเนีย 1.2159 มิลลิกรัม มีไนโตรเจน 1 มิลลิกรัม

#### การปรับอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 59.59

ไนโตรเจน 1 มิลลิกรัม ต้องใช้คาร์บอน 59.59 มิลลิกรัม

แอมโมเนียรูปไม่แตกตัว 1.22 มิลลิกรัม ต้องใช้น้ำตาลทรายขาว 141.52 มิลลิกรัม

แอมโมเนีย 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ต้องใช้น้ำตาลทรายขาว 119.00 มิลลิกรัม

ตู้เลี้ยงสัตว์ทะเล ปริมาณน้ำทะเลตู้ละ 70 ลิตร

แอมโมเนีย 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ต้องใช้น้ำตาลทรายขาวตู้ละ 8,120 มิลลิกรัม