ภาคผนวก

ภาคผนวก

ภาคผนวก ค่าเอ็มพีเอ็นสำหรับนับจำนวนแบคทีเรียด้วยเทคนิคด้วยเอ็มพีเอ็นแบบไมโครเทคนิค

ตารางที่ 10 ค่าเอ็มพีเอ็น (Rowe et al. 1977: 675-680)

p_1	p_2	p_3	MPN	Standard error	p_1	p_2	p_3	MPN	Standard error
1	0	0	0.037	1.000	6	1	4	0.570	0.311
2	0	0	0.077	0.708	6	1	5	0.635	0.299
2	0	1	0.117	0.578	6	2	0	0.397	0.361
2	1	0	0.118	0.578	6	2	1	0.455	0.342
2	1	1	0.160	0.501	6	2	2	0.515	0.326
3	0	0	0.121	0.579	6	2	3	0.579	0.312
3	0	1	0.163	0.502	6	2	4	0.645	0.300
3	0	2	0.206	0.449	6	2	5	0.715	0.289
3	1	0	0.165	0.502	6	3	0	0.462	0.342
3	1	1	0.208	0.499	6	3	1	0.524	0.326
3	1	2	0.253	0.411	6	3	2	0.589	0.312
3	2	0	0.210	0.450	6	3	3	0.657	0.301
3	2	1	0.256	0.411	6	3	4	0.728	0.290
3	2	2	0.302	0.381	6	3	5	0.803	0.281
4	0	0	0.168	0.502	6	4	0	0.533	0.327
4	0	1	0.213	0.450	6	4	1	0.599	0.313
4	0	2	0.259	0.411	6	4	2	0.668	0.301
4	0	3	0.306	0.382	6	4	3	0.742	0.291
4	1	0	0.216	0.450	6	4	4	0.818	0.282
4	1	1	0.262	0.412	6	4	5	0.901	0.275
4	1	2	0.310	0.382	6	5	0	0.608	0.314
4	1	3	0.360	0.358	6	5	1	0.680	0.302
4	2	0	0.265	0.412	6	5	2	0.755	0.292
4	2	1	0.314	0.382	6	5	3	0.835	0.283
4	2	2	0.365	0.358	6	5	4	0.919	0.276
4	2	3	0.416	0.338	6	5	5	0.101	0.269
4	3	0	0.318	0.382	7	0	0	0.347	0.386
4	3	1	0.369	0.358	7	0	1	0.404	0.362
4	3	2	0.422	0.339	7	0	2	0.463	0.343
4	3	3	0.477	0.322	7	0	3	0.525	0.327
5	0	0	0.221	0.451	7	1	0	0.410	0.363
5	0	1	0.269	0.412	7	1	1	0.470	0.343
5	0	2	0.319	0.383	7	1	2	0.534	0.327
5	0	3	0.370	0.359	7	1	3	0.601	0.314
5	0	4	0.423	0.339	7	1	4	0.671	0.302
5	1	0	0.272	0.413	7	1	5	0.746	0.292
5	1	1	0.323	0.383	7	2	0	0.478	0.343
5	1	2	0.375	0.359	7	2	1	0.543	0.328
5	1	3	0.429	0.340	7	2	2	0.612	0.315
5	1	4	0.484	0.323	7	2	3	0.684	0.303
5	2	0	0.327	0.383	7	2	4	0.760	0.293
5	2	1	0.380	0.360	7	2	5	0.841	0.284
5	2	2	0.435	0.340	7	2	6	0.926	0.277
5	2	3	0.492	0.323	7	3	0	0.552	0.329
5	2	4	0.550	0.309	7	3	1	0.623	0.315
5	3	0	0.385	0.360	7	3	2	0.696	0.304
5	3	1	0.441	0.340	7	3	3	0.775	0.294
5	3	2	0.499	0.324	7	3	4	0.858	0.286
5	3	3	0.559	0.310	7	3	5	0.947	0.278
5	3	4	0.622	0.298	7	3	6	1.042	0.272
5	4	0	0.447	0.341	7	4	0	0.634	0.316
5	4	1	0.507	0.324	7	4	1	0.710	0.305
5	4	2	0.568	0.310	7	4	2	0.790	0.295
5	4	3	0.632	0.298	7	4	3	0.877	0.287
5	4	4	0.699	0.288	7	4	4	0.969	0.280
6	0	0	0.280	0.414	7	4	5	1.068	0.273
6	0	1	0.332	0.384	7	4	6	1.176	0.268
6	0	2	0.386	0.360	7	5	0	0.724	0.306
6	0	3	0.442	0.341	7	5	1	0.808	0.296
6	0	4	0.500	0.324	7	5	2	0.896	0.288
6	1	0	0.336	0.384	7	5	3	0.992	0.281
6	1	1	0.391	0.361	7	5	4	1.096	0.275
6	1	2	0.449	0.341	7	5	5	1.209	0.270
6	1	3	0.508	0.325	7	5	6	1.332	0.266

ตารางที่ 10 (ต่อ)

7	6	0	0.825	0.298	8	4	3	1.054	0.287
7	6	1	0.917	0.290	8	4	4	1.171	0.282
7	6	2	1.018	0.283	8	4	5	1.301	0.278
7	6	3	1.126	0.278	8	4	6	1.444	0.274
7	6	4	1.244	0.273	8	4	7	1.607	0.272
7	6	5	1.376	0.269	8	5	0	0.870	0.302
7	6	6	1.523	0.266	8	5	1	0.972	0.295
8	1	0	0.495	0.346	8	5	2	1.085	0.289
8	1	1	0.564	0.330	8	5	3	1.208	0.284
8	1	2	0.637	0.317	8	5	4	1.346	0.281
8	1	3	0.714	0.306	8	5	5	1.500	0.278
8	1	4	0.796	0.296	8	5	6	1.679	0.277
8	2	0	0.574	0.331	8	5	7	1.886	0.277
8	2	1	0.648	0.318	8	6	0	0.999	0.297
8	2	2	0.728	0.307	8	6	1	1.117	0.292
8	2	3	0.812	0.297	8	6	2	1.248	0.288
8	2	4	0.903	0.289	8	6	3	1.396	0.285
8	2	5	1.001	0.283	8	6	4	1.565	0.283
8	2	6	1.106	0.277	8	6	5	1.760	0.283
8	3	0	0.662	0.319	8	6	6	1.993	0.285
8	3	1	0.744	0.308	8	6	7	2.279	0.288
8	3	2	0.831	0.299	8	7	0	1.153	0.295
8	3	3	0.925	0.291	8	7	1	1.293	0.291
8	3	4	1.027	0.285	8	7	2	1.452	0.289
8	3	5	1.138	0.279	8	7	3	1.636	0.289
8	3	6	1.259	0.275	8	7	4	1.855	0.291
8	3	7	1.395	0.271	8	7	5	2.124	0.294
8	4	0	0.759	0.310	8	7	6	2.465	0.301
8	4	1	0.850	0.301	8	7	7	2.921	0.312
8	4	2	0.947	0.293					

ภาคผนวก

ภาคผนวก ข การเตรียมสารละลายสำหรับเทคนิค FISH

1. Phosphate-buffered saline (PBS), ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.2

1.1 PBS 30 เท่า : ละลาย Na_2HPO_4. $12H_2O$ 38.7 กรัม, $NaH_2PO_4.2H_2O$ 6.6 กรัม และ NaCl 113.1 กรัม ในน้ำ MilliQ 500 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อแล้วเก็บเป็น Stock ที่ 4 องศาเซลเซียส

1.2 PBS 3 เท่า (ใช้เตรียม PFA) : เจือจาง PBS 30 เท่าในอัตราส่วน 1 : 10 แล้วนำไปฆ่าเชื้อ

1.3 PBS 1 เท่า : เจือจาง PBS 30 เท่าในอัตราส่วน 1:30 แล้ว นำไปฆ่าเชื้อ

ตารางที่ 11 ส่วนประกอบของ PBS

	M (x100)	g (x100) for 1000 ml	M (x30)	g (x30) for 1000 ml	g (X30) for 500 ml
$Na_2HPO_4.12H_2O$ (MW = 358.14)	0.72 M	257.9	0.216 M	77.37	38.7
$NaH_2PO_4.2H_2O$ (MW = 156.01)	0.28 M	43.7	0.084 M	13.1	6.6
NaCl (MW = 58)	13 M	754	3.9 M	226.2	113.1

2. Paraformaldehyde (PFA) ร้อยละ 4

2.1 อุ่นน้ำ MilliQ 65 มิลลิลิตร ให้ได้อุณหภูมิ 60 เซลเซียส

2.2 ชั่งผง PFA 4 กรัม

2.3 เติมผง PFA ลงไปในน้ำ โดย PFA จะยังไม่ละลาย

2.4 เติม 2 M NaOH ลงไป 2 หยด PFA จะละลายภายใน 1-2 นาที

2.5 ตั้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องและเติม 3 เท่าของ PBS ลงไป 33 มิลลิลิตร

2.6 ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็น 7.2 ด้วย 1 M HCl

2.7 กรองด้วย membrane filter ขนาด 0.2 ไมโครเมตร เพื่อกำจัดผลึกที่ไม่ละลาย

2.8 แบ่งใส่หลอดขนาด 1.5 มิลลิลิตร และเก็บในช่องแช่เย็น

3. 5 M NaCl

3.1 ละลาย NaCl 58 กรัมในน้ำ MilliQ ปรับปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตร

3.2 เนื่องจากเป็นสารละลายเกลือที่เข้มมาก ต้องใช้เวลาจึงจะละลายแล้วนำไปฆ่าเชื้อ

4. 1 M TRIS-HCl

4.1 ละลาย TRIS-HCl 31.5 กรัม ในน้ำ MilliQ แล้วปรับปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตร

4.2 ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็น 7.2 ด้วย 2 M NaOH.

5. 10% SDS

5.1 ละลาย SDS 10 กรัมในน้ำ MilliQ ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

5.2 ใช้เวลาประมาณ 20 นาทีหรืออาจนานกว่านั้นจึงจะละลาย

3) เก็บในขวด Stock ไม่ต้องนำไปฆ่าเชื้อ

6. 0.5 M EDTA

6.1 ละลาย EDTA disodium hydrate 18.6 กรัมในน้ำ MilliQ ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

6.2 ปรับ pH เป็น 7.2 ด้วย NaOH นำไปฆ่าเชื้อ

7. Formamide

แบ่งใส่หลอดเก็บตัวอย่างขนาด 5-10 มิลลิลิตร แล้วเก็บแช่แข็งที่ -20 องศาเซลเซียส

8. Mounting fluid (Anti-fading solution)

8.1 ละลาย p-phenylenediamine (toxic) 100 มิลลิกรัมใน 0.5 M $NaCO_3$ (pH 9.0) 10 มิลลิลิตร

8.2 ค่อยๆ เติม 100% glycerol ลงไป 90 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน

8.3 แบ่งใส่หลอดขนาด 1.5 มิลลิลิตร เก็บในที่มืดอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

8.4 เมื่อ Mounting fluid ถูกกระตุ้นจากแสงและความร้อนจะเปลี่ยนจากสีส้มเป็นสีน้ำตาลให้ทิ้งและเตรียมใหม่

8.5 สามารถซื้อ Mounting fluid สำเร็จรูปที่มีจำหน่าย เช่น Citifluor หรือ Vectorshield

ตารางที่ 12 ส่วนประกอบของ Formamide และน้ำสำหรับเตรียม Hybridization buffer

ปริมาณ Formamide (ไมโครลิตร)	ร้อยละ Formamide	ปริมาณน้ำ (ไมโครลิตร)
100	5	1498
200	10	1398
300	15	1298
400	20	1198
500	25	1098
600	30	998
700	35	898
800	40	798
900	45	698
1000	50	598

ตารางที่ 13 ส่วนประกอบของ NaCl สำหรับเตรียม Wash buffer

ร้อยละ Formamide	NaCl (M)	5M NaCl (ไมโครลิตร)	0.5 M EDTA (ไมโครลิตร)
5	0.636	6360	-
10	0.450	4500	-
15	0.318	3180	-
20	0.225	2250	500
25	0.159	1590	500
30	0.112	1120	500
35	0.080	800	500
40	0.056	560	500
45	0.040	400	500
50	0.028	280	500

ภาคผนวก

ภาคผนวก ค สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. น้ำทะเลสังเคราะห์ (Artficial sea water)

NaCl	0.3	กรัม
$MgCl_2.7H_2O$	5	กรัม
$CaCl_2$	1	กรัม
KCl	1	กรัม

2. อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียดีไนตริไฟอิง (DB และ NRB)

KH_2PO_4	1.5	กรัม
KNO_3	1.442	กรัม
$NaHCO_3$	1	กรัม
เกลือทะเล	25	กรัม
Methanal	2	มิลลิลิตร
สารละลาย Trace elements	1	มิลลิลิตร

ภาคผนวก

ภาคผนวก ง การเตรียมสารเคมีสำหรับทดสอบ

1. Diphenylamine (Morgan's reagent)

ผสม Diphenylamine 0.2 กรัม ลงใน H_2SO_4 (conc.) 100 มิลลิลิตร

2. Griss-Ilosray reagent

สาร a

ละลาย Sulfanilic acid 0.6 กรัม ในน้ำกลั่นร้อน (70 องศาเซลเซียส 70 มิลลิลิตร) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นเติม HCl (conc.) 20 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรสารละลายเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บใส่ขวดทึบแสง และเก็บในตู้เย็น

สาร b

ละลาย α-napthylamine 0.6 กรัม ใน HCl (conc.) 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรสารละลายให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บใส่ขวดทึบแสง และเก็บในตู้เย็น

สาร c

ละลาย $CH_3COONa \cdot 3H_2O$ 16.4 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เก็บใส่ขวดทึบแสง และเก็บในตู้เย็น

เมื่อจะนำ Griss-Ilosray reagent มาใช้ให้ผสมละลายสาร a b และ c ในอัตราส่วนที่เท่ากัน

3. Ammonia test reagent (Nessler's reagent)

ละลาย KI 50 กรัม ในน้ำที่ปราศจากแอมโมเนีย 35 มิลลิลิตร เติมสารละลายอิ่มตัวของ HgCl ลงไปจนกระทั่งมีตะกอนเกิดขึ้นเล็กน้อย เติมสารละลาย KOH ความเข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 400 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้สารละลายตกตะกอนแล้วจึงนำเอาส่วนที่ใสไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก จ วิธีการศึกษาสภาพการยึดเกาะของจุลินทรีย์ในเมือกชีวภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ CLSM

สารเคมี

การเตรียมน้ำยาดอง

1 น้ำยาบูแอง (Bunin's Fluid)

Saturated Aqueous Picric Acid	100 มิลลิลิตร
ฟอร์มาลิน (100%)	900 มิลลิลิตร
กรดอะซิติก	5 มิลลิลิตร

การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวกลางขนาด 1×1 เซ็นติเมตร ที่มีเมือกชีวภาพเกาะน้ำมาดองในน้ำยาบูแอง เก็บรักษาตัวอย่างในน้ำยาบูแองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงเปลี่ยนจากน้ำยาบูแองเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ขั้นตอนการดึงน้ำออก (Dehydration) และการฝังเนื้อเยื่อ (Embedding)

1 นำตัวอย่างไปผ่านขั้นตอนการดึงน้ำออกจากตัวอย่าง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอน	สารละลาย	เวลา ชั่วโมง
1	แอลกอฮอล์ 50 เปอร์เซ็นต์	1
2	แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์	1
3	แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์	1
4	แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์	1
5	แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์	1
6	แอบโซลูท แอลกอฮอล์ (Absolute Alcohol)	1
7	ไอโซโพพิล แอลกอฮอล์ (Isoprophyl Alcohol)	1
8	ไอโซโพพิล แอลกอฮอล์ (Isoprophyl Alcohol)	1
9	ไซลีน (Xylene) I	1
10	ไซลีน (Xylene) II	1
11	พาราพลาสท์ (Paraplast) I	1
12	พาราพลาสท์ (Paraplast) II	1

2 นำตัวอย่างที่ผ่านขั้นตอนในข้อที่ 1 ไปฝังด้วยพาราพลาสท์ III จากนั้นก้นำบล็อก (Block) ไปแช่ตู้เย็น เพื่อง่ายต่อการนำไปตัดต่อไป

3 ตัดแต่งตัวอย่างที่อยู่ในบล็อกให้มีขนาดพอดีกับขนาดสไลด์และแผ่นปิดสไลด์ จากนั้นก็นำไปตัดด้วยเครื่องตัดเนื้อเยื่อ ให้มีความหนาประมาณ 5-7 ไมครอน นำไปลอยในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 45-45 องศาเซลาเซียส

4 ใช่สไลด์ช้อนตัวอย่าง แล้วนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 45 องซาเซลาเซียส นานข้ามคืนเพื่อให้ตัวอย่างยึดติดแผ่นสไลด์

5 นำสไลด์ไปผ่านขั้นตอนการศึกษาโครงสร้างชุมชนแบคทีเรียด้วยเทคนิค FISH

ภาคผนวก ฉ

การศึกษาความหลากหลายของแบคทีเรียดีไนตริไฟอิง 16S rDNA ด้วยเทคนิค DGGE

ตารางที่ 14 การศึกษาความหลากหลายของแบคทีเรียดีไนตริไฟอิงของยีน 16S rDNA ด้วยเทคนิค DGGE จากตัวอย่างเมือกชีวภาพในระบบการทดลองแบบกะ(ระดับความเค็ม 15 ppt) และ กล้าเชื้อแบคทีเรียดีไนตริไฟอิงแบคทีเรีย (ระดับความเค็ม 15 ppt)

GenBank accession no.	Organism	Similarity (%)	Phylogenetic group
1.AB 681779	*Methylophaga sulfidovorans*	86	*Gammaproteobacteria*
2.HE575388	Uncultured *Xanthobacter* sp.	92	*Alphaproteobacteria*
3.JX097350	Uncultured *Dethiosulfatibacter* sp	96	*Deltaproteobacteria*
4..Go181552	Uncultured *Luteolibacter*		*Verrucomicrobiae*
5.JN483056	Uncultured *Haloferula* sp.	71	*Verrucomicrobiae*
6.JE71540	*Sphingobacterium sp.*	*83*	*Sphingobacteria*
7.AB205674	Uncultured *Barnesiella* sp	56	*Bacteriodia*
8.JA741989	Uncultured *Acetivibrio* sp.	90	*Clostridia*

ตารางที่ 15 การศึกษาความหลากหลายของแบคทีเรียดีไนตริไฟอิงของยีน 16S rDNA ด้วยเทคนิค DGGE จากจากตัวอย่างเมือกชีวภาพ (ระดับความเค็ม 15 ppt)

GenBank accession no.	Organism	Similarity (%)	Phylogenetic group
1.AB681779	*Methylophaga sulfiolovorans*	93	*Gammaproteobacteria*
2.JX114047	*Bacillus* sp.	64	*Bacilli*
3.JQ800764	Uncultured *Phycisphaera* sp.	85	*Phycisphaerales*
4.AF513965	Uncultured *Haloferula* sp.	71	*Verrucomicrobiae*
5.GU432428	*Paracoccus* sp.	79	*Alphaproteobacteria*
6. GU42567	*Paracoccus* sp.	91	*Alphaproteobacteria*
7.AB607872	*Rhobacter* sp.	93	*Rhobacteria*
8.HQ641237	*Bradyrhizobium* sp.	75	*Alphaproteobacteria*
9.HQ497099	Uncultured *Phascolarctobacterium* sp.	57	*Alphaproteobacteria*
10.GU583650	*Bacillus* sp.	82	*Bacilli*
11.HQ114021	Uncultured *Ruegeria* sp.	94	*Alphaproteobacteria*
12.DQ11034	Uncultured *Phycisphaera* sp.	89	*Phycisphaerales*
13.DQ811805	*Desulfsarana* sp.	91	*Delthaproteobacteria*
14.JF236022	Uncultured *Luteolibacter* sp.	83	*Verrucomicrobiae*
15.NR023313	*Methylophaga sulfiolovorans*	93	*Gammaproteobacteria*
16.GQ181552	Uncultured *Aminiphilus* sp.	92	*Synergistia*

ภาคผนวก

ภาคผนวก 9 คำย่อ

คำย่อ

ADB	Autotrophic Denitrifying Bacteria
AF	Anaerobic Filter Process
AFB	Anaerobic Fluidized Bed Process
AL	Aerated Lagoon
ANR	Assimilatory Nitrate Reduction
AOB	Ammonium Oxidizing Bacteria
CLSM	Confocal Laser Scanning Microscopy
DGGE	Denaturing Gradient Gel Electrophoresis
DNR	Dissimilatory Nnitrate Reduction
EPS	Extracellular Polymer Substance
FISH	Fluorescence *In Situ* Hybridization
HDB	Heterotrophic Denitrifying Bacteria
HDPE	Polyethylene high-density
HRT	Hydraulic Retention Time
MPN	Most Probable Number
NOB	Nitrite Oxidizing Bacteria
RAS	Recirculating Aquaculture System
RBC	Rotating Biological Contactor
PF	Phenol – Formaldehyde
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket Process

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวอาภาวรรณ พ่อค้า
วัน เดือน ปีเกิด	9 พฤศจิกายน 2529
ภูมิลำเนา	นครศรีธรรมราช
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	63 หมู่ 7 ตำบลหินตก อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80350

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2551	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดสงขลา
พ.ศ. 2555	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดสงขลา

ผลงานทางวิชาการ

อาภาวรรณ พ่อค้า นุกูล อินทระสังขา และ สงพงศ์ โอทอง. (2552). “การตรวจสอบแบคทีเรียดีไนตริไฟอิงในหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมสำหรับการบำบัดไนเตรทด้วยเทคนิค Fluorescent *In Situ* Hybridization (FISH),” ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 19 “ การวิจัยและพัฒนาเพื่อความเป็นไทสำหรับสังคมไทย ”. วันที่ 24-25 กันยายน 2552. ณ โรงแรมเจบี หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา . สงขลา : สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ

อาภาวรรณ พ่อค้า นุกูล อินทระสังขา สงพงศ์ โอทอง และ สุภฎา คีรีรัฐนิคม. (2555). “การคัดเลือกตัวกลางที่เหมาะสมต่อการยึดเกาะของเมือกชีวภาพเพื่อบำบัดไนเตรทจากน้ำทิ้ง,” ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ “มหาวิทยาลัยทักษิณ 2555 ”. วันที่ 23-26 พฤษภาคม 2555 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติ ฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ.