

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Chiang Mai University

**ภาคผนวก ก**

ตาราง 4 ผลผลิตเบื้องต้น คุณภาพน้ำทางด้านการกายภาพและคุณภาพทางโภชนาการบางประการของสาหร่าย *S. platensis* เมื่อเพาะเลี้ยง *S. platensis* ความเข้มข้น 10 % เป็นเวลา 1 เดือน

Parameter	Control 10%							Waste 10%																				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18	วันที่ 0			วันที่ 3			วันที่ 6			วันที่ 9			วันที่ 12			วันที่ 15			วันที่ 18		
	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	
1201	10.15	8.37	10.37	8.56	9.03	10.22	11.41	9.50	9.23	10.34	9.17	9.13	9.71	11.25	11.31	11.44	8.54	8.48	8.46	8.37	8.26	8.29	10.50	10.55	11.00	10.25	10.34	10.30
Air Tem. (°C)	26.87	26.9	26.83	26.81	26.83	27.18	26.77	26.87	26.87	26.87	26.9	26.9	26.9	26.83	26.83	26.83	26.81	26.81	26.81	26.83	26.83	26.83	27.18	27.18	27.18	26.77	26.77	26.77
Water Tem. (°C)	27	26	26.5	26.4	25.9	25.9	26.9	27	26.9	27.3	25.5	25.5	25.5	26.5	26.5	26.5	26.1	26.5	26.2	25.8	26	26	25.9	25.8	26	26.6	26.9	27
pH (unit)	10.3	9.66	9.1	9.37	9.38	9.15	9.21	9.82	10.14	10.18	10.1	10	10.12	10.13	9.99	10.28	10	9.7	10.15	9.88	9.36	10.06	9.77	9.45	9.84	9.36	9.48	9.53
DO (mg/l)	3.15	4.43	4.25	5.02	2.1	4.8	3.03	2.5	2.7	2.8	4.4	4.2	4.4	4.5	5.2	4.3	5.2	3.8	5.2	2.3	2.3	2.3	4.6	4.5	4.4	5.4	5.2	5.3
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	0.35	4.05	6.25	1.1	5.96	3.7	3.9	0.7	0.6	0.74	9.7	9.6	9.6	10.8	9.8	10	7.7	6.93	8.29	11.3	4.9	10.75	7.3	8.4	9.4	4.3	1.5	4.3
COD (mg/l)	1133.2	1134	1249	363.5	460	314.3	465	1296	864	734.4	212.2	236.5	236.8	1136	1022	1249	576	103.6	1113	662.4	794.4	552	142.2	327	312	122.4	108.8	98.6
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	6.27	6.67	35.67	7	5	7.34	5.33	10	6.7	6.7	5.87	6	5.88	21.2	2.2	2.3	6.2	9.2	4.5	4.34	7.54	5.23	3.35	6.33	2.36	3.12	6.31	2.36
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	23.9	7.27	5.66	5.4	9.35	8.95	0.15	30.8	24.2	26	0.06	0.04	0.06	9.4	9.5	10	1.25	1.95	1.95	0.14	0.13	7.15	6.2	7.75	0.05	0.04	0.06	
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0.18	0.26	0.22	0.11	0.02	0.004	0.01	0.14	0.15	0.16	0.74	0.75	0.74	0.65	0.64	0.63	0.44	0.43	0.42	0.4	0.3	0.5	0.5	0.4	0.6	0.01	0.01	0.01
Chlorophyll-a (µg/l)	44.40	41.1	42.2	39.9	39	39.6	44.8	48.91	40.2	47.83	63.41	58.51	60.85	52.8	75.1	48.66	45.2	46.4	48.5	42.44	39.06	40.56	43.34	40.55	44.35	39.14	38.6	36.06
Biomass (g/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.012	0.015	0.018	0.02	0.013	0.014	0.01	0.02	0.05	0.063	0.051	0.069	0.069	0.051	0.069	0.176	0.154	0.241
Moisture (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.83	4.86	4.49	5.98	4.58	4.78	5.78	4.39	5.26	5.74	4.58	4.56	5.82	4.65	4.45	5.81	4.63	4.41
Ash (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.57	32.45	29.56	33.89	35.26	30.25	36.54	37.89	32.56	37.56	37.25	34.56	37.25	38.25	33.56	38.48	39.34	34.21
Fiber (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.089	0.165	0.13	1	0.198	0.23	0.09	0.129	0.115	0.098	0.125	0.13	0.085	0.134	0.1	0.088	0.154	0.114
Protein (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.64	30.13	22.36	34.26	29.89	22.36	34.26	29.89	21.33	32.25	38.25	23.36	33.25	27.25	21.02	32.47	27.24	20.27
Carbohydrate (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.16	31.14	42.37	21.83	28.93	41.56	22.44	26.46	29.56	23.57	28.57	27.34	23.71	28.59	39.82	22.45	27.47	39.93
Fat (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.698	1.23	1.03	0.987	1.09	0.697	0.89	1.02	1.23	0.889	1.12	0.968	0.78	1.28	1.023	0.645	1.249	1.047

ตาราง 5 ผลผลิตเบื้องต้น คุณภาพน้ำทางด้านการกายภาพและคุณภาพทางโภชนาการบางประการของสาหร่าย *S. platensis* เมื่อเพาะเลี้ยง *S. platensis* ความเข้มข้น 30 % เป็นเวลา 1 เดือน

Parameter	Control 30%							Waste 30%																				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18	วันที่ 0			วันที่ 3			วันที่ 6			วันที่ 9			วันที่ 12			วันที่ 15			วันที่ 18		
	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	
1201	9.55	9.00	10.55	8.51	8.55	10.30	10.6	10.01	8.59	9.04	9.25	9.23	9.20	11.50	12.00	12.19	8.46	8.44	8.55	8.51	8.48	8.43	11.04	11.07	11.12	10.12	10.00	10.20
Air Tem. (°C)	26.87	26.9	26.83	26.81	26.83	27.18	26.77	26.87	26.87	26.87	26.9	26.9	26.9	26.83	26.83	26.83	26.81	26.81	26.81	26.83	26.83	26.83	27.18	27.18	27.18	26.77	26.77	26.77
Water Tem. (°C)	26.2	25.7	26.4	26.3	26	25.9	27	27	26.9	26.9	25.8	25.9	25.5	26.8	26.8	26.9	26.2	26.1	26.7	25.8	26	26	26	26	26.1	26.9	27.8	27
pH (unit)	9.967	9.37	9.37	9.57	9.3	9.26	9.39	9.82	9.2	9.89	10.06	10.11	9.99	10.12	10.32	10.03	10.00	10.11	10.03	9.82	10.01	9.78	9.74	9.95	9.8	9.44	9.66	9.41
DO (mg/l)	2.65	4.07	3.85	4.75	2.17	4.67	2.87	2.6	2.8	3	4.4	4.2	4.3	4.8	5.3	6.3	6	3.7	6	2.5	2.5	2.5	4.3	4.6	4.6	5.7	6.7	5.5
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	14	10.03	10.6	2.3	6.63	3.3	2.83	1.77	1.37	1.75	10.2	10.1	9.77	10.3	10.3	10.2	8.39	7.98	8.29	10.78	10.39	10.35	9.8	9.95	9.75	3.1	8.3	4.9
COD (mg/l)	1787	272	1211	755	615	219.1	335	1051	1040	1002	189.4	260.5	331.5	908	908	833	921	691	844	736	736	625.6	251	302.9	302.9	120.1	212.3	70.5
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	26	18.8	26.33	27.63	23	24.4	26.87	36.67	24	29.33	22	20.15	25	18.15	18.65	16	11.5	15.4	9	10.51	8.69	12.31	11.71	15.36	13.56	11.81	11.82	9.67
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	60.6	13.7	87.2	4	7.91	6.78	0.16	7.2	68	73.4	3.47	3.47	7.07	3.45	3.65	3.25	1.8	4.35	1.85	6.15	5.1	6.35	2.15	2.16	2.17	0.07	0.06	0.08
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0.15	0.37	0.2	0.1	0.06	0.02	0.1	0.16	0.09	0.18	0.72	0.73	0.74	0.18	0.19	0.18	0.09	0.08	0.07	0.2	0.1	0.2	0.01	0.02	0.01	0.09	0.06	0.07
Chlorophyll-a (µg/l)	43.8	42.4	46.3	42.4	40.6	39.6	41	46.73	45.82	45.12	37.21	61.29	58.72	74.91	53.89	51.79	31	62.3	34.3	44.62	64.83	56.87	46.31	43.03	49.89	38.17	40.75	38.95
Biomass (g/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.022	0.038	0.031	0.031	0.024	0.022	0.03	0.04	0.04	0.046	0.031	0.041	0.093	0.093	0.083	0.226	0.238	0.21
Moisture (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.81	4.43	5.1	5.02	4.49	5.14	5.02	4.48	5.13	4.9	4.44	5.17	5.09	4.46	5.18	5.05	4.45	5.16
Ash (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.23	41.35	32.56	30.23	42.56	28.56	31.56	43.25	30.23	33.25	44.56	32.25	34.56	43.26	31.25	35.5	46.24	33.06
Fiber (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.073	0.065	0.065	0.068	0.078	0.075	0.051	0.087	0.065	0.053	0.064	0.064	0.056	0.067	0.078	0.058	0.078	0.065
Protein (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.26	33.56	32.56	34.26	32.69	32.56	32.56	33.56	34.56	30.25	31.25	37.36	39.26	31.23	32.74	30.23	30.94	
Carbohydrate (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.04	19.31	28.5	29.15	19.2	32.82	26.64	18.57	29.72	25.23	30.19	26.73	19.75	13.04	25.58	17.96	29.84	
Fat (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.17	1.19	1.23	1.156	1.15	0.962	1.36	1.16	1.36	1.12	1.25	0.98	1.123	1.123	1.2	1.108	1.112	0.922

ตาราง 6 ผลผลิตเบื้องต้น คุณภาพน้ำทางด้านการกายภาพและคุณภาพทางโภชนาการบางประการของสาหร่าย *S. platensis* เมื่อเพาะเลี้ยง *S. platensis* ความเข้มข้น 50 % เป็นเวลา 1 เดือน

Parameter	Control 50%							Waste 50%																				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18	วันที่ 0			วันที่ 3			วันที่ 6			วันที่ 9			วันที่ 12			วันที่ 15			วันที่ 18		
	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	
1201	10.30	9.06	11.12	8.47	9.00	10.45	10.4	9.28	9.34	9.19	9.26	9.27	9.29	12.29	12.29	12.32	8.52	8.54	8.40	8.56	8.53	8.45	11.16	11.20	11.25	10.33	10.15	10.84
Air Tem. (°C)	26.87	26.9	26.83	26.81	26.83	27.18	26.77																					

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Chiang Mai University

**ภาคผนวก ข**

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ผลผลิตเบื้องต้น คุณภาพน้ำทางด้านการกายภาพ เคมี ชีวภาพ และคุณภาพทางโมฆนาการบางประการของ *S. plaxensis* เมื่อเพาะเลี้ยงในน้ำเสีย 10, 30, 50% เป็นเวลา 1 เดือน

Parameter	ความเข้มข้น	ความเข้มข้น 10 %												ความเข้มข้น 30 %												ความเข้มข้น 50 %					
		ก่อนการทดลอง			ระหว่างการทดลอง			หลังการทดลอง			ก่อนการทดลอง			ระหว่างการทดลอง			หลังการทดลอง			ก่อนการทดลอง		ระหว่างการทดลอง		หลังการทดลอง							
		วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18		
Water temperature (°C)	Control	27.00	26.00	26.50	26.40	25.90	25.90	26.90	26.20	25.70	26.60	26.30	26.00	25.90	27.00	25.60	26.50	26.20	25.60	25.60	26.90	27.10	25.60	26.50	26.20	25.60	25.60	26.90	27.00		
Water temperature (°C)	Waste	27.10	25.50	26.50	26.30	25.90	25.90	26.80	26.90	25.70	26.80	26.30	25.90	26.00	28.20	26.10	27.10	26.50	25.90	25.90	26.90	26.90	26.10	26.50	26.50	25.90	26.90	27.00			
pH (mean)	Control	10.30	9.66	9.10	9.37	9.38	9.15	9.21	9.96	9.37	9.37	9.57	9.30	9.26	9.39	9.46	9.27	9.56	9.50	9.52	9.31	9.92	9.46	9.27	9.56	9.50	9.52	9.31			
pH (mean)	Waste	10.00	10.10	10.10	9.95	9.77	9.70	9.47	9.84	10.00	10.20	10.10	9.87	9.83	9.50	10.00	10.10	10.10	10.10	10.00	9.73	9.93	10.00	10.10	10.10	10.00	10.10	9.73			
DO (mg/l)	Control	3.15	4.43	4.25	5.03	2.10	4.80	3.03	2.60	4.07	3.85	4.75	2.17	4.67	2.87	4.30	3.85	5.15	2.20	4.25	2.95	2.15	4.30	3.85	5.15	2.20	4.25				
DO (mg/l)	Waste	2.75	4.33	4.67	5.20	2.30	4.50	5.30	2.80	4.30	5.05	5.90	2.50	4.57	5.60	4.30	7.25	6.60	2.70	4.93	5.65	2.97	4.30	7.25	6.60	2.70	4.93				
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	Control	0.35	4.05	6.25	1.10	5.96	3.70	3.90	1.40	10.05	10.60	2.30	6.63	3.30	2.85	10.30	6.18	2.25	5.30	7.80	3.20	0.20	10.30	6.18	2.25	5.30	7.80				
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	Waste	0.68	9.66	10.20	7.65	11.03	8.37	4.30	1.76	10.00	10.30	8.22	10.50	9.83	4.00	10.10	10.20	8.20	10.60	10.30	8.95	2.40	10.10	10.20	8.20	10.60	10.30				
COD (mg/l)	Control	1123.20	1334.00	1249.00	863.50	460.00	314.30	465.00	1787.00	272.00	1211.00	755.00	625.00	219.10	335.00	403.00	851.60	1056.00	533.70	416.50	357.00	626.40	403.00	851.60	1056.00	533.70	416.50				
COD (mg/l)	Waste	799.20	224.00	136.00	1074.00	607.00	219.00	110.00	1048.00	260.00	833.00	819.00	699.00	302.90	95.30	432.00	1495.00	825.00	652.00	227.20	137.00	1943.00	432.00	1495.00	825.00	652.00	227.20				
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	Control	6.27	6.67	35.67	7.00	5.00	7.34	5.33	26.00	18.80	26.33	27.65	23.00	24.40	26.67	59.67	58.34	39.00	53.34	50.67	30.67	66.34	59.67	58.34	39.00	53.34					
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	Waste	6.67	5.91	22.10	7.70	4.79	2.86	2.74	26.67	22.40	17.60	13.35	10.50	13.50	11.10	41.10	40.90	51.10	35.40	28.40	30.67	54.40	41.10	40.90	51.10	35.40					
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	Control	23.90	7.27	5.66	5.40	9.35	8.95	0.15	60.60	13.70	67.20	4.00	7.95	6.78	0.16	20.20	45.31	3.98	4.42	0.24	30.67	42.80	20.20	45.31	3.98	4.42					
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	Waste	27.00	0.05	9.63	1.72	0.14	7.03	0.05	71.10	6.27	3.45	1.85	6.35	2.16	0.07	7.50	15.80	2.03	2.57	0.09	30.67	71.70	7.50	15.80	2.03	2.57					
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	Control	0.18	0.26	0.22	0.11	0.02	0.00	0.01	0.15	0.37	0.20	0.10	0.06	0.02	0.10	0.29	0.15	0.10	0.11	0.13	0.13	0.10	0.29	0.15	0.10	0.11					
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	Waste	0.15	0.74	0.64	0.43	0.40	0.50	0.01	0.17	0.73	0.18	0.08	0.17	0.01	0.08	0.69	0.57	1.51	0.07	0.63	0.63	0.21	0.69	0.57	1.51						
Chlorophyll-a (µg/l)	Waste	45.70	60.90	58.90	46.70	40.70	42.70	38.60	46.00	59.10	60.20	56.00	55.40	46.40	39.30	68.50	64.00	50.90	54.20	47.10	47.10	48.30	68.50	64.00	50.90						
Biomass (g/l)	Waste	-	0.02	0.02	0.03	0.06	0.06	0.19	-	0.02	0.03	0.04	0.05	0.09	0.22	0.05	0.10	0.10	0.08	0.32	0.32	-	0.05	0.10	0.10						
Moisture (%)	Waste	-	5.07	5.11	5.31	4.96	4.97	4.95	-	4.88	4.88	4.98	4.84	4.91	4.89	6.08	5.78	6.15	5.99	6.20	6.20	-	6.08	5.78	6.15						
Ash (%)	Waste	-	32.90	33.80	35.70	36.50	36.40	37.30	-	34.40	33.70	35.00	36.70	37.00	38.30	29.20	30.30	31.70	32.90	34.80	34.80	-	29.20	30.30	31.70						
Fiber (%)	Waste	-	0.12	0.48	0.11	0.12	0.11	0.12	-	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	-	0.05	0.05	0.05						
Protein (%)	Waste	-	28.70	28.80	28.40	27.60	27.20	26.70	-	33.70	33.10	33.70	32.00	31.00	31.30	51.00	49.50	49.90	48.70	47.80	47.80	-	51.00	49.50	49.90						
Carbohydrate (%)	Waste	-	32.20	30.80	29.50	29.80	30.30	30.00	-	25.60	27.10	25.00	25.30	25.80	24.50	12.20	13.00	10.50	11.00	9.73	9.73	-	12.20	13.00	10.50						
Fat (%)	Waste	-	0.98	0.92	1.05	0.93	1.01	0.98	-	1.20	1.08	1.29	1.12	1.15	1.05	1.37	1.27	1.62	1.37	1.35	1.35	-	1.37	1.27	1.62						

Air Temperature วันที่ 0 = 26.87 °C วันที่ 6 = 26.83 °C วันที่ 9 = 26.81 °C วันที่ 12 = 26.83 °C วันที่ 15 = 27.18 °C วันที่ 18 = 26.77 °C

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติใช้ Analysis of variance (ANOVA) : ผลผลิตเบื้องต้น คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพเคมีและชีวภาพและคุณค่าทางโภชนาการของ *S. platensis* เมื่อเพาะเลี้ยงในน้ำเสีย 10, 30, 50 % เป็นเวลา 1 เดือน

Parameter	Factor A (Treatment)			Factor B (day)				
	sum of squares	mean squar	F	sig.	sum of squares	mean squar	F	sig.
Water Temperature (°C)	24.237	4.847	1.421 <sup>ns</sup>	3.34	28.71	4.785	1.403 <sup>ns</sup>	2.25
pH (Unit)	6.856	1.371	29.422	3.34	3.255	0.543	11.641	3.12
DO (mg/l)	11.78	2.356	0.587 <sup>ns</sup>	2.36	75.059	12.51	3.115 <sup>ns</sup>	3.12
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	575.702	115.14	18.718	3.34	802.72	133.787	21.75	3.12
COD (mg/l)	689271.676	137854.335	1.026 <sup>ns</sup>	2.36	14033409.858	2338901.643	17.414	3.12
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	3733.536	746.707	7.458	3.34	23878.976	3979.829	79.792	3.12
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	3.355	0.671	124.024	3.34	2.294	0.382	0.99 <sup>ns</sup>	3.12
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	22536.978	4507.396	18.877	3.34	1418.334	236.389	2.372	2.25
Chlorophyll - a (µg/l)	3941.868	788.374	23.125	3.34	1817.852	302.975	8.887	3.12
Biomass (g/l)	0.018	0.009	26.098	5.18	0.3	0.06	169.631	3.51
Moisture (%)	13.252	6.626	8.68	5.18	0.269	0.054	0.070 <sup>ns</sup>	2.45
Ash (%)	98.71	49.355	1.156 <sup>ns</sup>	3.23	158.136	31.627	0.741 <sup>ns</sup>	2.45
Fiber (%)	0.166	0.083	7.045	5.18	0.114	0.023	1.937 <sup>ns</sup>	2.45
Protein (%)	4399.736	2199.868	165.48	5.18	63.639	12.728	0.957 <sup>ns</sup>	2.45
Fat (%)	1.423	0.711	11.024	5.18	0.29	0.058	0.899 <sup>ns</sup>	2.45
Carbohydrate (%)	3486.611	1743.305	43.844	5.18	37.936	7.587	0.191 <sup>ns</sup>	2.45

ns = non - significant

P = 0.10

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยและผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลผลิตเบื้องต้น คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี ชีวภาพ และคุณค่าทางโภชนาการบางประการของ *S. platensis* เมื่อเพาะเลี้ยงในน้ำเสีย 10, 30 และ 50 % เป็นเวลา 1 เดือน

Parameter	Waste 10%		Waste 30%		Waste 50%	
	Control	Treatment	Control	Treatment	Control	Treatment
Water temperature (°C)	26.371	26.286	26.243	26.543	26.257	26.629
pH (unit)	9.453 <sup>b</sup>	9.87 <sup>a</sup>	9.46 <sup>b</sup>	9.9 <sup>a</sup>	9.506 <sup>b</sup>	9.994 <sup>a</sup>
DO (mg/l)	3.827 <sup>a</sup>	4.15 <sup>a</sup>	3.569 <sup>a</sup>	4.389 <sup>a</sup>	3.55 <sup>a</sup>	4.91 <sup>a</sup>
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	3.616 <sup>b</sup>	7.413 <sup>a</sup>	5.304 <sup>b</sup>	7.80 <sup>a</sup>	5.033 <sup>b</sup>	8.679 <sup>a</sup>
COD (mg/l)	829.857 <sup>a</sup>	595.6 <sup>a</sup>	743.443 <sup>a</sup>	579.6 <sup>a</sup>	606.314 <sup>a</sup>	815.886 <sup>a</sup>
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	9.759 <sup>b</sup>	7.539 <sup>b</sup>	24.693 <sup>b</sup>	16.446 <sup>b</sup>	54.099 <sup>a</sup>	40.943 <sup>a</sup>
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	8.669 <sup>b</sup>	10.919 <sup>b</sup>	22.913 <sup>a</sup>	13.036 <sup>b</sup>	18.771 <sup>b</sup>	14.4 <sup>b</sup>
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0.115 <sup>b</sup>	0.41 <sup>a</sup>	0.143 <sup>b</sup>	0.199 <sup>b</sup>	0.139 <sup>b</sup>	0.534 <sup>a</sup>
Chlorophyll - a (ug/l)	-	47.743 <sup>bc</sup>	-	51.757 <sup>b</sup>	-	57.457 <sup>a</sup>
Biomass (g/l)	-	0.063 <sup>b</sup>	-	0.075 <sup>b</sup>	-	0.107 <sup>a</sup>
Moisture (%)	-	5.062 <sup>b</sup>	-	4.897 <sup>b</sup>	-	6.013 <sup>a</sup>
Ash (%)	-	35.433 <sup>a</sup>	-	35.85 <sup>a</sup>	-	32.133 <sup>a</sup>
Fiber (%)	-	0.177 <sup>a</sup>	-	0.068 <sup>b</sup>	-	0.05 <sup>b</sup>
Protein (%)	-	27.9 <sup>c</sup>	-	32.467 <sup>b</sup>	-	48.9 <sup>a</sup>
Fat (%)	-	0.978 <sup>b</sup>	-	1.148 <sup>ab</sup>	-	1.375 <sup>a</sup>
Carbohydrate (%)	-	30.433 <sup>a</sup>	-	25.55 <sup>a</sup>	-	11.472 <sup>b</sup>

ตาราง 10 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน (Partial correlation) ของผลผลิตเบื้องต้น คุณภาพน้ำกับการบำบัดน้ำเสีย และ คุณค่าทางโภชนาการบางประการของ *S. Platensis* กับสารอาหารในน้ำเสีย 10 %

	Tem.	pH	DO	BOD <sub>5</sub>	COD	PO <sub>4</sub> -P	NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Chlorophyll - a	Biomass	Moisture	Ash	Fiber	Protein	Carbohydrate	Fat
Tem.	1.00	-0.08 P = 0.987	-0.01 P = 0.987	0.13 P = 0.77	-0.24 P = 0.59	0.18 P = 0.69	0.64 P = 0.11	-0.75 P = 0.04	-0.32 P = 0.47	0.16 P = 0.72	-0.63 P = 0.123	-0.59 P = 0.15	-0.03 P = 0.94	-0.65 P = 0.10	-0.67 P = 0.09	-0.63 P = 0.12
pH		1.00	-0.17 P = 0.72	0.19 P = 0.67	0.25 P = 0.59	0.62 P = 0.13	0.33 P = 0.45	0.67 P = 0.09	0.85 P = 0.01	-0.92 P = 0.00	-0.20 P = 0.65	-0.34 P = 0.447	0.32 P = 0.48	-0.17 P = 0.71	-0.20 P = 0.66	-0.25 P = 0.57
DO			1.00	0.06 P = 0.89	-0.30 P = 0.51	0.14 P = 0.76	-0.41 P = 0.35	0.08 P = 0.85	0.17 P = 0.71	0.35 P = 0.43	0.54 P = 0.20	-0.10 P = 0.23	0.32 P = 0.48	0.52 P = 0.23	0.52 P = 0.22	0.57 P = 0.17
BOD <sub>5</sub>				1.00	-0.26 P = 0.57	0.29 P = 0.52	-0.67 P = 0.09	0.77 P = 0.04	0.37 P = 0.41	-0.18 P = 0.69	0.80 P = 0.02	0.76 P = 0.04	0.53 P = 0.21	0.82 P = 0.02	0.81 P = 0.02	0.76 P = 0.04
COD					1.00	-0.14 P = 0.76	0.25 P = 0.57	-0.19 P = 0.68	-0.23 P = 0.61	-0.37 P = 0.40	-0.36 P = 0.42	0.38 P = 0.39	-0.46 P = 0.29	-0.38 P = 0.39	-0.44 P = 0.32	-0.34 P = 0.44
PO <sub>4</sub> -P						1.00	0.21 P = 0.64	0.44 P = 0.32	0.65 P = 0.11	-0.52 P = 0.22	0.08 P = 0.86	-0.09 P = 0.98	0.88 P = 0.00	0.10 P = 0.81	0.07 P = 0.87	-0.01 P = 0.99
NH <sub>3</sub> -N							1.00	-0.27 P = 0.55	0.02 P = 0.95	-0.47 P = 0.27	-0.91 P = 0.00	-0.92 P = 0.00	-0.14 P = 0.75	-0.91 P = 0.00	-0.91 P = 0.00	-0.92 P = 0.00
NO <sub>3</sub> -N								1.00	0.78 P = 0.03	-0.62 P = 0.13	0.46 P = 0.29	0.35 P = 0.43	0.48 P = 0.27	0.49 P = 0.25	0.48 P = 0.26	0.42 P = 0.34
Chlorophyll - a									1.00	-0.64 P = 0.11	0.12 P = 0.78	-0.01 P = 0.97	0.54 P = 0.20	0.16 P = 0.71	0.16 P = 0.72	0.07 P = 0.87
Biomass										1.00	0.31 P = 0.49	0.42 P = 0.34	-0.20 P = 0.66	0.28 P = 0.54	0.31 P = 0.48	0.35 P = 0.43
Moisture											1.00	0.98 P = 0.00	0.44 P = 0.31	0.99 P = 0.00	0.99 P = 0.00	0.99 P = 0.00
Ash												1.00	0.38 P = 0.38	0.98 P = 0.00	0.98 P = 0.00	0.98 P = 0.00
Fiber													1.00	0.47 P = 0.30	0.45 P = 0.41	0.37 P = 0.41
Protein														1.00	0.99 P = 0.00	0.98 P = 0.00
Carbohydrate															1.00	0.98 P = 0.00
Fat																1.00 P = 0.00

P < 0.10 (ตาราง x)

ตาราง 11 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน (Partial correlation) ของผลิตภัณฑ์เบื้องต้น คุณภาพน้ำกับการบำบัดน้ำเสีย และ คุณค่าทางโภชนาการบางประการของ *S. platensis* กับสารอาหารในน้ำเสีย 30 %

	Tem.	pH	DO	BOD <sub>5</sub>	COD	PO <sub>4</sub> -P	NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Chlorophyll - a	Biomass	Moisture	Ash	Fiber	Protein	Carbohydrate	Fat
Tem.	1.00	-0.16 P = 0.73	0.00 P = 0.99	-0.80 P = 0.02	0.20 P = 0.66	0.18 P = 0.69	0.64 P = 0.11	-0.75 P = 0.04	-0.32 P = 0.47	0.16 P = 0.72	-0.63 P = 0.12	-0.59 P = 0.15	-0.03 P = 0.94	-0.65 P = 0.10	-0.67 P = 0.09	-0.63 P = 0.12
pH		1.00	-0.16 P = 0.72	0.19 P = 0.67	0.24 P = 0.59	0.62 P = 0.13	0.33 P = 0.45	0.67 P = 0.09	0.85 P = 0.01	-0.92 P = 0.00	-0.20 P = 0.65	-0.34 P = 0.44	0.32 P = 0.48	-0.17 P = 0.71	-0.20 P = 0.66	-0.25 P = 0.57
DO			1.00	0.06 P = 0.89	-0.30 P = 0.51	0.14 P = 0.76	-0.41 P = 0.35	0.08 P = 0.85	0.17 P = 0.71	0.35 P = 0.43	0.54 P = 0.20	0.51 P = 0.23	0.32 P = 0.48	0.52 P = 0.22	0.52 P = 0.22	0.57 P = 0.17
BOD <sub>5</sub>				1.00	-0.26 P = 0.57	0.29 P = 0.52	-0.67 P = 0.99	-0.77 P = 0.04	0.37 P = 0.41	-0.18 P = 0.69	0.80 P = 0.02	0.76 P = 0.04	0.53 P = 0.21	0.82 P = 0.02	0.81 P = 0.02	0.76 P = 0.04
COD					1.00	-0.14 P = 0.76	0.25 P = 0.57	-0.19 P = 0.68	-0.23 P = 0.61	-0.37 P = 0.40	-0.36 P = 0.42	-0.38 P = 0.39	-0.46 P = 0.29	-0.38 P = 0.39	-0.44 P = 0.32	-0.34 P = 0.44
PO <sub>4</sub> -P						1.00	0.21 P = 0.64	0.44 P = 0.32	0.65 P = 0.11	-0.52 P = 0.22	0.08 P = 0.86	-0.00 P = 0.98	0.88 P = 0.00	0.10 P = 0.81	0.07 P = 0.87	-0.00 P = 0.99
NH <sub>3</sub> -N							1.00	-0.27 P = 0.55	0.02 P = 0.95	-0.47 P = 0.27	-0.91 P = 0.00	-0.92 P = 0.00	-0.14 P = 0.75	-0.91 P = 0.00	-0.91 P = 0.00	-0.92 P = 0.00
NO <sub>3</sub> -N								1.00	-0.78 P = 0.043	-0.62 P = 0.13	0.46 P = 0.29	0.35 P = 0.43	0.48 P = 0.27	0.49 P = 0.25	0.48 P = 0.26	0.42 P = 0.34
Chlorophyll - a									1.00	-0.64 P = 0.11	0.12 P = 0.78	-0.01 P = 0.97	0.54 P = 0.20	0.16 P = 0.71	0.16 P = 0.72	0.07 P = 0.87
Biomass										1.00	0.31 P = 0.49	0.42 P = 0.34	-0.20 P = 0.66	0.28 P = 0.54	0.31 P = 0.48	0.35 P = 0.43
Moisture											1.00	0.98 P = 0.00	0.44 P = 0.31	0.99 P = 0.00	0.99 P = 0.00	0.99 P = 0.00
Ash												1.00	0.38 P = 0.38	0.98 P = 0.00	0.98 P = 0.00	0.98 P = 0.00
Fiber													1.00	0.45 P = 0.30	0.37 P = 0.41	0.37 P = 0.41
Protein														1.00	0.99 P = 0.00	0.98 P = 0.00
Carbohydrate															1.00	0.98 P = 0.00
Fat																1.00 P = 0.00

ตาราง 12 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน (Partial correlation) ของผลผลิตบึงตอนต้น คุณภาพน้ำกับการบำบัดน้ำเสีย และ คุณค่าทางโภชนาการบางประการของ *S. platensis* กับสารอาหารในน้ำเสีย 50 %

	Temp.	pH	DO	BOD <sub>5</sub>	COD	PO <sub>4</sub> -P	NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Chlorophyll - a	Biomass	Moisture	Ash	Fiber	Protein	Carbohydrate	Fat
Temp.	1.00	-0.16 P = 0.73	0.00 P = 0.99	-0.80 P = 0.02	0.20 P = 0.666	0.18 P = 0.69	0.64 P = 0.11	-0.75 P = 0.04	-0.32 P = 0.47	0.16 P = 0.72	-0.63 P = 0.12	-0.59 P = 0.15	-0.03 P = 0.94	-0.65 P = 0.10	-0.67 P = 0.09	-0.63 P = 0.12
pH		1.00	-0.16 P = 0.72	0.19 P = 0.67	0.24 P = 0.59	0.62 P = 0.13	0.33 P = 0.45	0.67 P = 0.09	0.85 P = 0.01	-0.92 P = 0.00	-0.20 P = 0.65	-0.34 P = 0.44	0.32 P = 0.48	-0.17 P = 0.71	-0.20 P = 0.66	-0.25 P = 0.57
DO			1.00	0.06 P = 0.89	-0.50 P = 0.51	0.14 P = 0.76	-0.41 P = 0.35	0.08 P = 0.85	0.17 P = 0.71	0.35 P = 0.43	0.54 P = 0.20	0.51 P = 0.23	0.32 P = 0.48	0.52 P = 0.22	0.52 P = 0.22	0.57 P = 0.17
BOD <sub>5</sub>				1.00	-0.26 P = 0.57	0.29 P = 0.52	-0.67 P = 0.09	0.77 P = 0.04	0.37 P = 0.41	-0.18 P = 0.69	0.80 P = 0.02	0.76 P = 0.04	0.53 P = 0.21	0.82 P = 0.02	0.81 P = 0.02	0.76 P = 0.04
COD					1.00	-0.14 P = 0.76	0.25 P = 0.57	-0.19 P = 0.68	-0.23 P = 0.61	-0.37 P = 0.40	-0.36 P = 0.42	-0.38 P = 0.39	-0.46 P = 0.29	-0.38 P = 0.39	-0.44 P = 0.32	-0.34 P = 0.44
PO <sub>4</sub> -P						1.00	0.21 P = 0.64	0.44 P = 0.32	0.65 P = 0.11	-0.52 P = 0.22	0.08 P = 0.86	-0.00 P = 0.98	-0.88 P = 0.00	0.10 P = 0.81	0.07 P = 0.87	-0.00 P = 0.99
NH <sub>3</sub> -N							1.00	-0.27 P = 0.55	0.02 P = 0.95	-0.47 P = 0.27	-0.91 P = 0.00	-0.92 P = 0.00	-0.14 P = 0.75	-0.91 P = 0.00	-0.91 P = 0.00	-0.92 P = 0.00
NO <sub>3</sub> -N								1.00	0.78 P = 0.00	-0.62 P = 0.13	0.46 P = 0.29	0.35 P = 0.43	0.48 P = 0.27	0.49 P = 0.25	0.48 P = 0.26	0.42 P = 0.34
Chlorophyll - a									1.00	-0.64 P = 0.11	0.12 P = 0.78	-0.01 P = 0.97	0.54 P = 0.20	0.16 P = 0.71	0.16 P = 0.72	0.07 P = 0.87
Biomass										1.00	0.31 P = 0.49	0.42 P = 0.34	-0.20 P = 0.66	0.28 P = 0.54	0.31 P = 0.48	0.35 P = 0.43
Moisture											1.00	0.98 P = 0.00	0.44 P = 0.31	0.99 P = 0.00	0.99 P = 0.00	0.99 P = 0.00
Ash												1.00	0.38 P = 0.38	0.98 P = 0.00	0.98 P = 0.00	0.98 P = 0.00
Fiber													1.00	0.45 P = 0.30	0.45 P = 0.30	0.37 P = 0.41
Protein														1.00	0.99 P = 0.00	0.98 P = 0.00
Carbohydrate															1.00	0.98 P = 0.00
Fat																1.00 P = 0.00



ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลผลิตเบื้องต้น คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมีชีวภาพ และคุณค่าทางโภชนาการบางประการของ *S. platensis* โดยการเปรียบเทียบแต่ละวันของการเพาะเลี้ยงในน้ำเสีย 10, 30 และ 50 % เป็นเวลา 1 เดือน

Parameter \ day	0	3	6	9	12	15	18
Water temperature (°C)	26.867 <sup>a</sup>	25.767 <sup>a</sup>	26.667 <sup>a</sup>	26.333 <sup>a</sup>	25.867 <sup>a</sup>	26.083 <sup>a</sup>	27.133 <sup>a</sup>
pH (unit)	9.992 <sup>a</sup>	9.765 <sup>b</sup>	9.69 <sup>b</sup>	9.775 <sup>b</sup>	9.637 <sup>b</sup>	9.593 <sup>bc</sup>	9.435 <sup>c</sup>
DO (mg/l)	2.737 <sup>b</sup>	4.288 <sup>a</sup>	4.82 <sup>ab</sup>	5.438 <sup>a</sup>	2.328 <sup>b</sup>	4.62 <sup>a</sup>	4.233 <sup>ab</sup>
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	1.132 <sup>d</sup>	9.027 <sup>a</sup>	8.955 <sup>a</sup>	4.953 <sup>bc</sup>	8.337 <sup>a</sup>	7.167 <sup>ab</sup>	4.533 <sup>c</sup>
COD (mg/l)	1221.133 <sup>a</sup>	487.5 <sup>c</sup>	1129.267 <sup>a</sup>	898.75 <sup>ab</sup>	596.117 <sup>bc</sup>	283.167 <sup>c</sup>	249.88 <sup>c</sup>
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	31.058 <sup>a</sup>	25.758 <sup>a</sup>	33.49 <sup>a</sup>	24.3 <sup>a</sup>	27.905 <sup>a</sup>	22.455 <sup>a</sup>	20.818 <sup>a</sup>
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	49.517 <sup>a</sup>	9.165 <sup>c</sup>	24.508 <sup>b</sup>	3.163 <sup>c</sup>	5.13 <sup>c</sup>	6.746 <sup>c</sup>	0.127 <sup>c</sup>
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0.16 <sup>c</sup>	0.513 <sup>a</sup>	0.327 <sup>b</sup>	0.388 <sup>b</sup>	0.138 <sup>c</sup>	0.114 <sup>c</sup>	0.16 <sup>c</sup>
Chlorophyll - a (ug/l)	46.65 <sup>bc</sup>	52.95 <sup>a</sup>	52.467 <sup>a</sup>	49.383 <sup>ab</sup>	44.6 <sup>bc</sup>	44.3 <sup>bc</sup>	42.633 <sup>c</sup>
Biomass (g/l)	-	0.03 <sup>c</sup>	0.037 <sup>c</sup>	0.05 <sup>bc</sup>	0.063 <sup>b</sup>	0.067 <sup>b</sup>	0.243 <sup>a</sup>
Moisture (%)	-	5.343 <sup>a</sup>	5.257 <sup>a</sup>	5.48 <sup>a</sup>	5.263 <sup>a</sup>	5.253 <sup>a</sup>	5.347 <sup>a</sup>
Ash (%)	-	32.167 <sup>a</sup>	32.6 <sup>a</sup>	34.133 <sup>a</sup>	35.367 <sup>a</sup>	35.767 <sup>a</sup>	36.8 <sup>a</sup>
Fiber (%)	-	0.08 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>	0.077 <sup>a</sup>	0.077 <sup>a</sup>	0.077 <sup>a</sup>	0.08 <sup>a</sup>
Protein (%)	-	37.8 <sup>a</sup>	37.133 <sup>a</sup>	37.333 <sup>a</sup>	36.1 <sup>a</sup>	34.9 <sup>a</sup>	35.267 <sup>a</sup>
Fat (%)	-	1.183 <sup>a</sup>	1.09 <sup>a</sup>	1.32 <sup>a</sup>	1.14 <sup>a</sup>	1.143 <sup>a</sup>	1.127 <sup>a</sup>
Carbohydrate (%)	-	23.333 <sup>a</sup>	23.633 <sup>a</sup>	21.667 <sup>a</sup>	22.033 <sup>a</sup>	22.833 <sup>a</sup>	21.41 <sup>a</sup>

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Chiang Mai University

**ภาคผนวก ค**

การสร้าง Standard Curve  
(ศิริเพ็ญ ตรีไชยาพร, 2543)

ใช้ Least square method ในการคำนวณและสร้างกราฟเส้นตรง เพื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารที่วัดได้กับค่าจาก standard solution

จากสมการเส้นตรง  $x = my + b$

เมื่อ  $m$  เป็นค่าของ slope ของเส้น

$b$  เป็น slope intercept (แกน)

และ  $m$  และ  $b$  คำนวณได้จากสูตร

$$m = \frac{n(\sum xy) - (\sum x \sum y)}{n \sum y^2 - (\sum y)^2}$$

$$b = \frac{\sum y^2 \sum x - \sum y \sum xy}{n \sum y^2 - (\sum y)^2}$$

เมื่อ  $n$  = จำนวนตัวอย่าง (standard) ที่วัดค่า

หาผลรวมของ  $x, y, y^2$  และ  $xy$  ได้เป็น  $\sum x, \sum y, \sum y^2, \sum xy$

$y$  = % absorbance หรือ transmittance ของ standard solution ที่ทราบความเข้มข้น

$x$  = ปริมาณความเข้มข้น standard (solute concentration mg/l)

**ตัวอย่าง** ให้ข้อมูลต่อไปนี้ เป็นผลที่วัดได้จากการใช้ standard solution ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 7 ความเข้มข้น (ถ้า  $n = 7$ )

Absorbance (y)	solute concentration (x) (mg/l)
0.10	29.8
0.20	32.6
0.30	38.1
0.40	39.2
0.50	41.3
0.60	44.1
0.70	48.7

คำนวณค่าตามตารางต่อไปนี้

x	Y	$y^2$	xy
29.8	0.10	0.01	2.98
32.6	0.20	0.04	6.52
38.1	0.30	0.09	11.43
39.2	0.40	0.16	15.68
41.3	0.50	0.25	20.65
44.1	0.60	0.36	26.46
48.7	0.70	0.49	34.09
$\sum x = 273.8$	$\sum y = 2.80$	$\sum y^2 = 1.40$	$\sum xy = 117.81$

นำไปคำนวณจากสูตร

$$m = \frac{7(117.81) - 2.80(273.8)}{7(1.40) - (2.80)^2} = 29.6$$

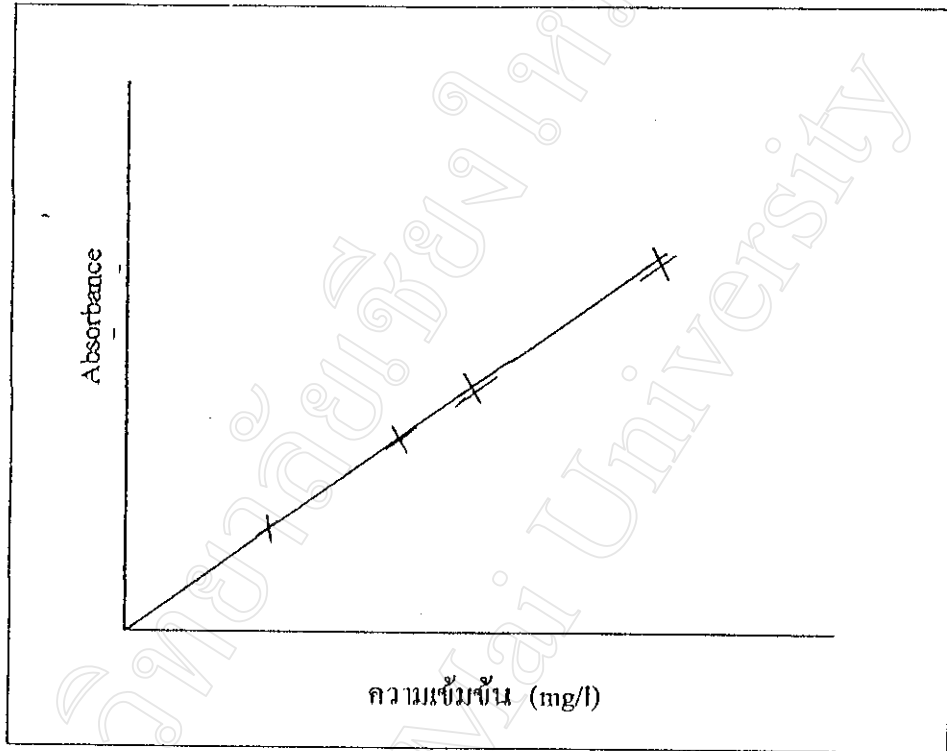
$$b = \frac{1.4(273.8) - 2.80(117.81)}{7(1.40) - (2.80)^2} = 27.27$$

เลือกค่าที่จะมาใช้ในการ plot กราฟเส้นตรงอย่างน้อย 3 ค่า เช่น

$$\begin{aligned} \text{เลือกค่า } y &= 0 \\ &= 0.20, 0.60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_0 &= my + b \\ x_1 &= 29.6(0) + 27.27 = 27.27 \\ x_2 &= 29.6(0.2) + 27.27 = 33.19 \\ x_3 &= 29.6(0.6) + 27.27 = 45.04 \end{aligned}$$

ค่า  $x_0, x_1, x_2$  ที่ได้จะต้องลากเส้นตรงผ่านได้ 3 จุด (ถ้าไม่อยู่ในเส้นตรงเดียวกันแสดงว่าค่าที่คำนวณได้นั้น  
คำนวณผิดพลาด)



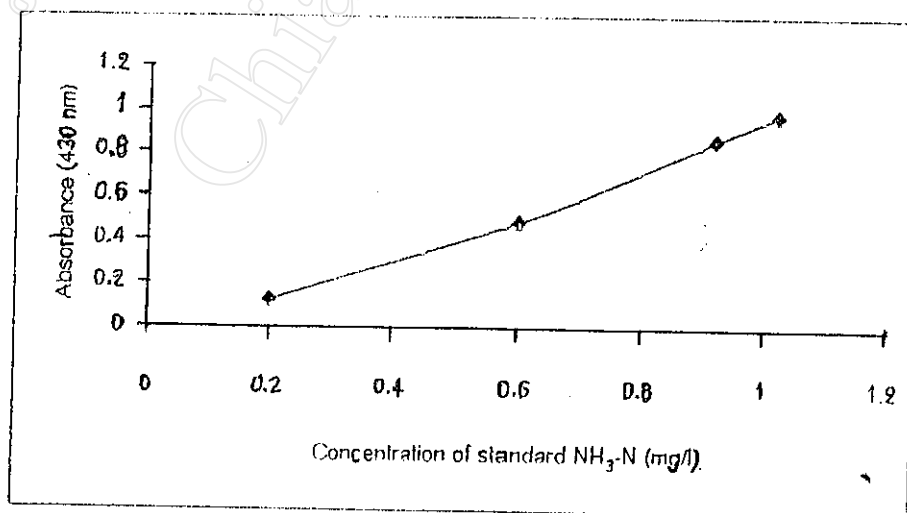
เมื่อได้กราฟดังข้างบนและ จึงนำเอาค่าที่วัดได้ของตัวอย่าง (absorbance) มาเปรียบเทียบกับจากกราฟ เพื่อหา  
ความเข้มข้นของ nutrients ตัวที่วัดได้

ตาราง 15 Standard curve  $\text{NH}_3^+ - \text{N}$  $\text{NH}_3^+ - \text{N} = 1.22 \text{ mg/ml. ; } 430 \text{ nm}$ 

ml. St. $\text{KH}_2\text{PO}_4$ (ปรับ 100 ml.)	X (xb) $\text{NH}_3^+ - \text{N}$ (mg/l)	Y Absorbance	$Y^2$	XY
0.01	0.122	0.20	0.040	0.0244
0.02	0.244	0.36	0.1296	0.0878
0.03	0.366	0.53	0.2809	0.1940
0.04	0.488	0.60	0.360	0.2928
0.05	0.610	0.833	0.6939	0.5081
0.06	0.732	0.871	0.7586	0.6376
0.07	0.854	0.928	0.8612	0.7925
0.08	0.976	1.020	1.0404	0.9955
0.09	1.098	1.057	1.1172	1.1606
0.10	1.220	1.073	1.1513	1.3091
0.15	1.830	1.257	1.5800	2.3003
0.20	2.440	1.404	1.9712	3.4258
0.25	3.050	1.519	2.3074	4.6330
0.30	3.660	1.678	2.8157	6.1415
0.50	6.100	2	4	12.20
n = 16	$\sum X = 23.79$	$\sum Y = 15.33$	$\sum Y^2 = 19.1074$	$\sum XY = 34.703$

$$m = \frac{15(34.703) - (23.79)(15.33)}{15(19.1074) - (15.33)^2} = 3.0701$$

$$b = \frac{(19.1074)(23.79) - (15.33)(34.703)}{15(19.1074) - (15.33)^2} = -1.5001$$

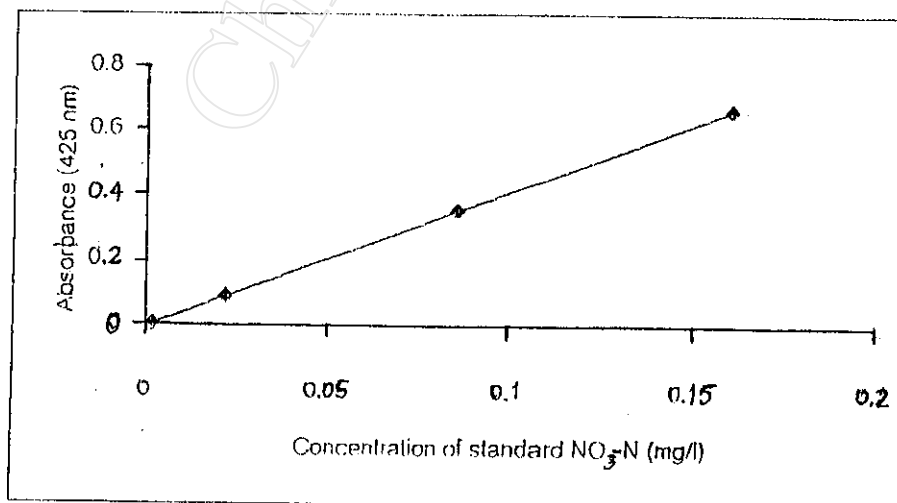
ภาพ 23 กราฟมาตรฐานของปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจน ( $\text{NH}_3 - \text{N}$ )

ตาราง 16 Standard curve NO<sub>3</sub>-NNO<sub>3</sub>-N = 0.04426 mg/ml ; 425 nm

ml. St.KI <sub>2</sub> I(O <sub>4</sub> ) (ปริมาตร 100 ml.)	X (xb) NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	Y Absorbance	Y <sup>2</sup>	XY
0.01	0.0044	0.002	0.000004	0.000009
0.05	0.0221	0.009	0.000081	0.00045
0.10	0.0443	0.012	0.000144	0.00053
0.20	0.0885	0.022	0.000484	0.00195
0.40	0.1770	0.047	0.002209	0.00831
0.60	0.2666	0.084	0.007056	0.02240
0.80	0.3541	0.086	0.007396	0.03045
1	0.4426	0.121	0.014641	0.05355
1.5	0.6639	0.161	0.025921	0.10778
2	0.8852	0.221	0.048841	0.19563
4	1.7704	0.456	0.207936	0.80731
6	2.6556	0.686	0.470596	1.82172
8	3.5408	0.934	0.872416	3.30711
10	4.426	1.085	1.177225	4.8022
15	6.639	1.702	2.896804	11.2996
20	8.852	2.078	4.318164	18.3945
n = 16	$\sum X = 30.8325$	$\sum Y = 7.707$	$\sum Y^2 = 10.0496$	$\sum XY = 40.8530$

$$m = \frac{16(40.8530) - (30.8325)(7.707)}{16(10.0496) - (7.707)^2} = 4.1030$$

$$b = \frac{(10.0496)(30.8325) - (7.707)(40.8530)}{16(10.0496) - (7.707)^2} = -0.0493$$

ภาพ 24 กราฟมาตรฐานของปริมาณไนเตรท - ไนโตรเจน (NO<sub>3</sub>-N)

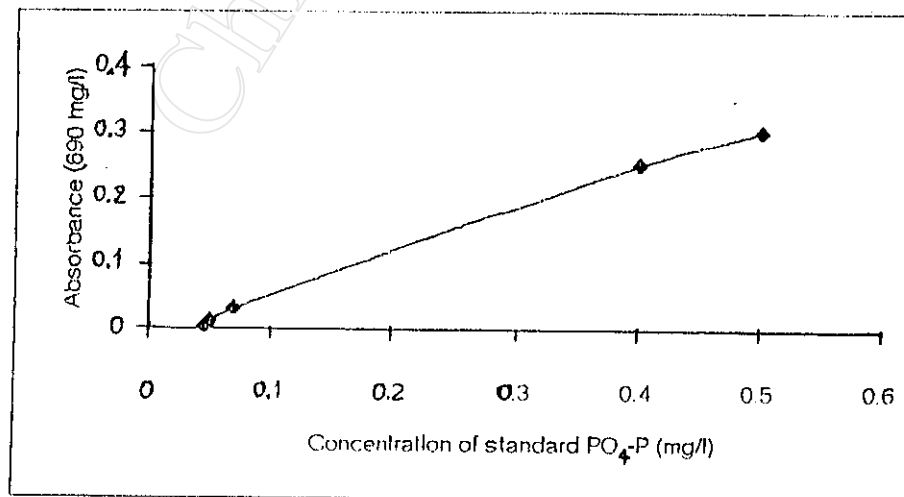
๓๑๑๓ 17 Standard curve PO<sub>4</sub>-P

1 ml. = 0.05 mg/l ; 690 nm

ml. St.KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (ปรับ 100 ml.)	X (xb) PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	Y Absorbance	Y <sup>2</sup>	XY
0.005	0.0025	0.046	0.0021	0.0001
0.01	0.005	0.048	0.0023	0.0002
0.02	0.01	0.051	0.0026	0.0005
0.04	0.02	0.065	0.0042	0.0013
0.06	0.03	0.079	0.0062	0.0024
0.08	0.04	0.104	0.0108	0.0042
0.10	0.05	0.113	0.0128	0.0057
0.20	0.10	0.218	0.0475	0.0218
0.30	0.15	0.298	0.0888	0.0447
0.40	0.20	0.361	0.1303	0.0722
0.50	0.25	0.485	0.2352	0.1213
0.60	0.30	0.535	0.2862	0.1605
0.80	0.40	0.683	0.4665	0.2732
1	0.50	0.848	0.7191	0.424
2	1	1.468	2.1550	1.468
3	1.50	2.914	8.4914	4.371
n = 16	$\sum X = 4.5575$	$\sum Y = 8.316$	$\sum Y^2 = 12.661$	$\sum XY = 6.9711$

$$m = \frac{16(6.9711) - (4.5575)(8.316)}{16(12.661) - (8.316)^2} = 0.5519$$

$$b = \frac{(12.661)(4.5575) - (8.316)(6.9711)}{16(12.661) - (8.316)^2} = -0.002$$



ภาพ ๒๕ กราฟมาตรฐานของปริมาณออร์โทฟอสเฟต (PO<sub>4</sub>-P)

ตาราง 18 สูตรอาหารเพาะเลี้ยง Stock Culture ของ *S. platensis* ความเข้มข้นของน้ำเลี้ยงจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพ  
 มูลสุกรความเข้มข้น 20 %

Nutrient	Quantity
น้ำทิ้งจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพมูลสุกร	20 %
NaHCO <sub>3</sub>	8.5 g/l
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.5 g/l
NaNO <sub>3</sub>	1.5 g/l
ปุ๋ย NPK (16 : 16 : 16)	0.6 g/l
ปรับ pH 10 ± 1 โดยใช้ NaOH (ปรับปรุงจากสุพิศตรา, 2533)	6 N

ตาราง 19 สูตรอาหารเพาะเลี้ยง *S. platensis* ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการคือ Zarrouk's medium (Faucher et al.,  
 1974)

Nutrient	Quantity
NaHCO <sub>3</sub>	16.80 g/l
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.50 g/l
NaNO <sub>3</sub>	2.50 g/l
NaCl	1.0 g/l
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.20 g/l
FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.01 g/l
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.0 g/l
CaCl <sub>2</sub>	0.04 g/l
EDTA	0.08 g/l
A <sub>5</sub> Solution	1 ml/l
B <sub>6</sub> Solution	1 ml/l

A<sub>5</sub> Solution ประกอบด้วย

H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	2.86	g/l
MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	1.81	g/l
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.22	g/l
MoO <sub>3</sub>	0.02	g/l
CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	0.08	g/l

B<sub>6</sub> Solution ประกอบด้วย

NH <sub>4</sub> VO <sub>4</sub>	22.96	g/l
KCr(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	192.00	g/l
NiSO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O	44.80	g/l
Na <sub>2</sub> WO <sub>7</sub> ·2H <sub>2</sub> O	17.94	g/l
TiOSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·8H <sub>2</sub> O	16.10	g/l
CO(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	43.98	g/l

### สารใช้ตรวจวัดแอมโมเนีย - ไนโตรเจน ( $\text{NH}_3\text{-N}$ )

1. Zinc Sulfate Solution  
ละลาย  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  100 g. ในน้ำกลั่นซึ่งปราศจากแอมโมเนีย และทำให้เป็น 1 %
2. Sodium Hydroxide 6 N  
ละลาย  $\text{NaOH}$  240 g. ในน้ำกลั่น 500 ml. และทำให้เป็นปริมาตร 1 l.
3. Stabilizer Reagent (EDTA reagent)  
ละลาย  $\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  50 g. ในน้ำ 60 ml. ซึ่งได้ละลาย  $\text{NaOH}$  10 g. ไว้แล้วทำให้เจือจางเป็น 200 ml. ด้วยน้ำกลั่น
4. Nessler Reagent  
ละลาย  $\text{HgI}_2$  100 g. และ  $\text{KI}$  70 g. ในน้ำกลั่นปริมาณน้อย ขณะเดียวกันละลาย  $\text{NaOH}$  160 g. ในน้ำกลั่น 500 ml. ในบีกเกอร์อีกใบต่างหาก และค่อย ๆ รินสารละลายของ  $\text{HgI}_2$  และ  $\text{KI}$  ลงไป ในสารละลาย  $\text{NaOH}$  แล้ว
5. Ammonium Chloride Stock Solution  
ละลาย  $\text{NH}_4\text{Cl}$  3.81 g. ในน้ำกลั่น 1 l. (1 ml. = 1.22 mg.  $\text{NH}_3\text{-N}$  = 1.00 mgN)

### สารเคมีใช้ตรวจวัดไนเตรท - ไนโตรเจน ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )

1. Phenoldisulfonic Acid Solution  
ละลาย 25 g. pure phenol ใน 150 ml. กรดซัลฟูริกเข้มข้นและเติม 75 ml. ของ fuming  $\text{H}_2\text{SO}_4$  คั้นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยใช้ Water bath
2. Standard Nitrate Solution
  - 2.1 ละลาย 0.7216 g.  $\text{KNO}_3$  (AR grade) ในน้ำ 1,000 ml.
  - 2.1 ไปเปิดสารละลายมาตรฐานของไนเตรทมา 50 ml. ระบายให้แห้งบน Water bath และเติม 2 ml. Phenoldisulfonic acid จนตะกอนเกือบทั่วถึง และทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นเป็น 500 ml.

### สารเคมีตรวจวัดออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส ( $\text{PO}_4\text{-P}$ )

1. Phenolphthalein indicator  
ละลาย 5 g. Phenolphthalein disodium salt ในน้ำกลั่น 1 l. หรือละลาย 5 g. Phenolphthalein ใน 500 ml. 95 % ethyl (หรือ isopropyl) alcohol และ เติมน้ำ 500 ml.

## 2. Ammonium Molybdate Reagent

ละลาย 25 g.  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$  ในน้ำกลั่น 175 ml. ค่อย ๆ ริน 280 ml. Conc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ลงในน้ำกลั่น 400 ml. และทิ้งไว้ให้เย็น เขาสารละลาย molybdate เดิมลงไป และทำให้เป็น 1 l. ด้วยน้ำกลั่น

## 3. Stannous Chloride Reagent

ละลาย 2.5 g.  $\text{SnCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ใน 100 ml. glycerol อุณหภูมิ water bath และคนด้วยแท่งแก้วจนละลายหมด

## สารเคมีตรวจวัดค่าความต้องกรออกซิเจนทางเคมี (COD)

1. Sulfuric Acid Reagent เตรียมได้โดยชั่ง  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  22 g. เดิมลงใน Conc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ปกติบรรจุอยู่ในขวดขนาด 9 lb หรือ 2.65 l.) ปล่อยให้ละลายจนหมด ซึ่งอาจใช้เวลา 1-2 วัน (เดิมในอัตราส่วน 5.5 g.  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  ต่อ 1 kg. Conc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
2. Ferrous Ammonium Sulfate  
ความเข้มข้นประมาณ 0.10 M ละลาย  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  39.2 g. ในน้ำกลั่นเล็กน้อย เติม  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Conc.) 20 ml. ทำให้เย็น เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 1 l.
3. Digestion Solution  
เตรียมโดยชั่ง  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (อบแห้งที่อุณหภูมิ  $103^\circ\text{C}$  2 ชั่วโมง) 4.913 g. ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 500 ml. ค่อย ๆ เติมกรด Sulfuric (Conc.) ลงไป 167 ml. เติม  $\text{HgSO}_4$  ลงไป 33.33 g. คนให้ละลาย ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้น dilute โดยปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 ml.

สารเคมีใช้วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของประชากรของ *S. platensis*

1. Screened Methylred Indicator  
ละลาย Methylred จำนวน 0.2 g. และ Methylene blue จำนวน 0.1 g. ใน Ethanol (96 %) 100 ml.
2. Sulfuric Acid (1.25 %)  
ใช้กรด  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1.25 g. ละลายในน้ำกลั่นให้ครบ 100 ml.
3. Sodium Hydroxide (1.25 %)  
ใช้ด่าง NaOH 1.25 g. ละลายในน้ำกลั่นให้ครบ 100 ml.
4. Sodium Hydroxide (0.1 N)  
ละลาย NaOH 4 g. ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 ml.
5. Sulfuric Acid (0.1 N)  
ละลาย  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2.719 ml. ละลายในน้ำกลั่น 1,000 ml.

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นามสกุล	นางจงกล พรมตะ
วัน เดือน ปีเกิด	30 เมษายน พ.ศ. 2510
ประวัติการศึกษา	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.3) จากโรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคาร จังหวัดน่าน เมื่อปีการศึกษา 2526</li> <li>- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6) จากโรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคาร จังหวัดน่าน เมื่อปีการศึกษา 2529</li> <li>- สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ภาวส. (ประมง) จากสสท.น เทศโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตน่าน เมื่อปีการศึกษา 2533</li> <li>- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ทย.บ (ประมงน้ำจืด) จากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เมื่อปีการศึกษา 2535</li> </ul>
ผลงานทางวิชาการ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เกรียงศักดิ์ มั่งค้ำพันธ์, จงกล พรมตะ. 2535. ศึกษาอัตราการผลิตปลา นิลเพศผู้ (Male Tilapia, <i>Oreochromis niloticus</i> ในนาข้าว Study on stocking Density of Male Tilapia in Rice Field. วารสาร การประมง. 50. 418 – 423.</li> <li>2. จงกล พรมตะ, สุวราภรณ์ กันทรวิชัย. 2542. การเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกราม ในบ่อดิน โดยเลี้ยงร่วมกับพืชพรรณไม้ น้ำ เพื่อเพิ่มพื้นที่ปลอดภัยขณะกึ่ง ลอกครกฯ สำนักวิจัยและการศึกษาต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยแม่โจ้</li> <li>3. จงกล พรมตะ, ศิริเพ็ญ ตรีโยชยาพร. 2542. การปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้ง จากบ่อหมักก๊าซชีวภาพมูลสุกรโดย <i>Spirulina platensis</i>. การประชุมการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25. โรงแรมอัมรินทร์ ลากูน จังหวัดพินนังโลก. โปสเตอร์ D23.</li> <li>4. จงกล พรมตะ, ศิริเพ็ญ ตรีโยชยาพร. 2543. Improvement of pig manure biogas digester effluent by <i>Spirulina platensis</i> การประชุมวิชาการ Asia Pacific conference on algal Biotechnology ครั้งที่ 4. ณ ประเทศจีน. โปสเตอร์ S32.</li> </ol>