ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

ตารางคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ แต่ละระดับความลึกในแต่ละเขื่อน

ตาราง 4 ความลึก และความลึกของน้ำที่แสงส่องถึงของน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก ระหว่างเดือนมิถุนายน 2550 – เดือนพฤษภาคม 2551

เดือน	มิ.ย. 50	ส.ค. 50	ม.ค. 51	พ.ค. 51
ความลึก (m.)	32.00	34.00	35.00	35.00
ความลึกที่แสงส่องถึงของน้ำ (m.)	2.32	1.45	2.19	1.01

ตาราง 5 ความลึก และความลึกของน้ำที่แสงส่องถึงของน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำงึม นครเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ระหว่างเดือนมิถุนายน 2550 - เดือนพฤษภาคม 2551

เดือน	มิ.ย. 50	ส.ค. 50	ม.ค. 51	พ.ค. 51
ความลึก (m.)	33.53	34.00	44.20	37.50
ความลึกที่แสงส่องถึงของน้ำ (m.)	1.72	2.62	2.70	2.83

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 6 คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก ครั้งที่ 1 (มิถุนายน 2550)

ระดับความลึก (m.)	อุณหภูมิ (°C)	ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu S.cm^{-1}$)	pH	ค่าความเป็นด่าง ($mg.l^{-1}$ as $CaCO_3$)	DO ($mg.l^{-1}$)	BOD ($mg.l^{-1}$)	แอมโมเนีย ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	ไนเตรท ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	SRP ($mg.l^{-1}$)	ค่าความขุ่น FTU	Total coliform bacteria (MPN/100ml)	Chlorophyll *a* ($\mu g.l^{-1}$)
ระดับผิวน้ำ	28.0	211	8.76	128.0	6.2	0.8	0.11	0.9	0.05	5	23	2.96
5	27.0	200	8.78	113.0	6.6	1.6	0.05	1.4	0.05	5	9	1.08
10	26.0	206	8.67	120.5	6.0	0.8	0.02	1.9	0.06	2	0	6.19
15	26.0	194	7.54	122.0	1.8	0.2	0.08	1.5	0.03	3	4	4.57
20	26.0	195	7.43	125.0	0.8	0.0	0.06	1.8	0.04	4	23	2.96
25	26.0	193	7.87	120.5	0.4	0.0	0.01	1.7	0.01	2	9	4.57
30	25.0	239	7.22	118.1	2.2	0.9	0.05	2.0	0.04	1	4	2.96

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 7 คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก ครั้งที่ 2 (สิงหาคม 2550)

ระดับความลึก (m.)	อุณหภูมิ (°C)	ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu S.cm^{-1}$)	pH	ค่าความเป็นด่าง ($mg.l^{-1}$ as $CaCO_3$)	DO ($mg.l^{-1}$)	BOD ($mg.l^{-1}$)	แอมโมเนีย ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	ไนเตรท ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	SRP ($mg.l^{-1}$)	ค่าความขุ่น FTU	Total coliform bacteria (MPN/100ml)	Chlorophyll *a* ($\mu g.l^{-1}$)
ระดับผิวน้ำ	27.0	179	8.15	101.0	7.2	1.2	0.06	0.1	1.50	4	9	nd
5	26.0	177.9	7.80	97.3	7.0	1.2	0.06	0.1	2.20	3	23	nd
10	25.0	182.3	7.69	97.5	6.8	0.8	0.07	0.1	2.00	3	43	nd
15	25.0	180.7	7.17	90.9	6.0	1.3	0.07	0.1	1.30	4	23	nd
20	25.0	178.6	7.30	98.1	4.8	0.6	0.04	0.1	2.00	4	0	nd
25	25.0	179	7.34	98.5	3.0	0.0	0.06	0.0	2.60	4	43	nd
30	24.5	175.7	7.12	98.3	0.4	0.0	0.14	0.1	2.50	5	0	nd

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 8 คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก ครั้งที่ 3 (มกราคม 2551)

ระดับความลึก (m.)	อุณหภูมิ ($^{\circ}$C)	ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu S.cm^{-1}$)	pH	ค่าความเป็นด่าง ($mg.l^{-1}$as $CaCO_3$)	DO ($mg.l^{-1}$)	BOD ($mg.l^{-1}$)	แอมโมเนีย ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	ไนเตรท ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	SRP ($mg.l^{-1}$)	ค่าความขุ่น FTU	Total coliform bacteria (MPN/100ml)	Chlorophyll *a* ($\mu g.l^{-1}$)
ระดับผิวน้ำ	25.6	369	7.90	90.5	6.1	0.8	0.03	0.3	0.12	5	9	1.35
5	26.5	370	7.63	90.0	5.3	0.0	0.01	0.2	0.21	15	4	1.61
10	25.4	371	7.70	90.0	5.4	0.1	0.05	0.1	0.04	9	23	1.61
15	25.4	373	7.66	90.8	5.0	0.8	0.01	0.1	0.07	12	4	2.15
20	25.4	372	7.56	92.3	4.9	0.0	0.04	0.4	0.04	12	9	nd
25	25.4	390	7.24	89.5	4.7	0.2	0.05	0.6	0.07	9	9	1.61
30	25.2	392	7.73	92.0	4.6	0.0	0.04	0.3	0.03	9	4	0.81
35	25.4	369	7.65	86.0	4.1	0.0	0.05	0.7	0.01	30	4	4.31

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 9 คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก ครั้งที่ 4 (พฤษภาคม2551)

ระดับความลึก (m.)	อุณหภูมิ (°C)	ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu S.cm^{-1}$)	pH	ค่าความเป็นด่าง ($mg.l^{-1}$ as $CaCO_3$)	DO ($mg.l^{-1}$)	BOD ($mg.l^{-1}$)	แอมโมเนีย ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	ไนเตรท ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	SRP ($mg.l^{-1}$)	ค่าความขุ่น FTU	Total coliform bacteria (MPN/100ml)	Chlorophyll *a* ($\mu g.l^{-1}$)
ระดับผิวน้ำ	27.0	178.6	7.58	102.5	6.2	0.0	0.30	1.5	0.02	6	4	5.11
5	27.0	177.3	6.92	104.5	3.9	0.0	0.02	1.1	0.00	3	23	2.15
10	25.0	177.1	7.22	104.0	1.1	0.0	0.01	1.6	0.03	0	0	0.27
15	25.0	176.7	7.17	104.5	1.6	0.0	0.03	1.6	0.03	1	0	3.23
20	25.0	174.2	7.26	101.0	2.4	0.0	0.02	0.8	0.21	0	0	0.27
25	25.0	178.2	7.00	99.0	2.1	0.0	0.06	0.4	0.01	1	9	nd
30	25.0	180.3	7.18	101.0	1.9	0.3	0.09	0.7	0.16	1	4	nd
35	24.8	181.3	7.17	96.5	0.9	0.0	0.10	0.6	0.40	1	9	nd

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 10 คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำงึม นครเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ครั้งที่ 1 (มิถุนายน 2550)

ระดับความลึก (m.)	อุณหภูมิ (°C)	ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu S.cm^{-1}$)	pH	ค่าความเป็นด่าง ($mg.l^{-1}$ as $CaCO_3$)	DO ($mg.l^{-1}$)	BOD ($mg.l^{-1}$)	แอมโมเนีย ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	ไนเตรท ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	SRP ($mg.l^{-1}$)	ค่าความขุ่น FTU	Total coliform bacteria (MPN/100ml)	Chlorophyll *a* ($\mu g.l^{-1}$)
ระดับผิวน้ำ	30.9	95.7	8.11	79.0	6.8	3.0	0.32	0.8	0.16	2	0	4.31
5	30.7	95.0	7.38	84.0	6.0	3.6	0.24	1.5	0.13	16	0	5.92
10	30.3	95.4	8.18	83.0	6.0	3.6	0.31	1.1	0.22	13	150	8.07
15	30.5	95.7	8.23	81.0	4.8	3.6	0.25	1.9	0.08	12	4	8.07
20	29.3	97.1	8.20	81.0	2.0	2.5	0.24	1.3	0.08	12	11	2.15
25	25.8	103.1	7.00	85.0	0.4	0.0	0.76	1.5	0.06	5	20	1.35
30	24.0	95.0	8.23	83.0	5.6	3.8	0.43	1.0	0.09	5	9	2.42

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 11 คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำงึม นครเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ครั้งที่ 2 (สิงหาคม 2550)

ระดับความลึก (m.)	อุณหภูมิ (°C)	ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu S.cm^{-1}$)	pH	ค่าความเป็นด่าง ($mg.l^{-1}$ as $CaCO_3$)	DO ($mg.l^{-1}$)	BOD ($mg.l^{-1}$)	แอมโมเนีย ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	ไนเตรท ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	SRP ($mg.l^{-1}$)	ค่าความขุ่น FTU	Total coliform bacteria (MPN/100ml)	Chlorophyll *a* ($\mu g.l^{-1}$)
ระดับผิวน้ำ	29.7	99.4	7.11	55.0	6.8	0.6	0.08	2.2	2.35	8	2100	nd
5	29.9	97.9	7.05	57.0	6.6	0.3	0.15	2.1	1.97	6	280	0.27
10	29.2	101.4	7.11	59.0	4.8	0.5	0.01	1.9	0.50	2	4	nd
15	28.1	105.4	7.01	69.0	4.8	1.8	0.14	1.8	4.00	2	240	nd
20	27.2	103.5	7.10	74.0	1.8	1.0	0.19	1.9	1.25	14	150	nd
25	27.6	102.4	7.08	76.0	1.8	0.2	0.30	1.3	0.29	25	28	nd
30	26.6	113.9	6.95	85.0	0.4	0.4	0.34	1.8	0.57	15	75	nd
33	25.3	147.1	6.84	102.0	0.0	0.0	1.04	0.7	1.68	18	9	nd

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 12 คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำงึม นครเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ครั้งที่ 3 (มกราคม 2551)

ระดับความลึก (m.)	อุณหภูมิ ($^{\circ}$C)	ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu S.cm^{-1}$)	pH	ค่าความเป็นด่าง ($mg.l^{-1}$ as $CaCO_3$)	DO ($mg.l^{-1}$)	BOD ($mg.l^{-1}$)	แอมโมเนีย ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	ไนเตรท ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	SRP ($mg.l^{-1}$)	ค่าความขุ่น FTU	Total coliform bacteria (MPN/100ml)	Chlorophyll *a* ($\mu g.l^{-1}$)
ระดับผิวน้ำ	25.2	96.1	7.56	60.5	7.2	1.0	0.00	1.5	0.15	0	23	nd
5	26.5	98.2	7.61	58.8	7.8	2.0	0.01	1.6	0.18	2	93	0
10	26.5	98.1	7.56	59.5	7.9	1.9	0.01	1.7	0.07	0	23	nd
15	26.5	97.8	7.50	58.5	7.6	3.0	0.05	2.0	0.12	2	93	nd
20	26.5	96.2	7.34	60.5	6.4	2.0	0.01	1.0	0.13	0	21	nd
25	26.0	98.2	7.27	60.5	6.0	3.0	0.03	1.8	0.09	2	43	nd
30	25.0	119.4	7.13	70.0	3.7	1.3	0.00	1.4	0.10	4	9	nd
35	25.0	118.0	7.18	71.5	4.8	0.6	0.00	1.1	0.09	13	7	nd
40	24.0	113.2	7.18	69.0	5.4	1.8	0.15	1.7	0.12	16	15	nd

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 13 คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำงึม นครเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ครั้งที่ 4 (พฤษภาคม 2551)

ระดับความลึก (m.)	อุณหภูมิ ($^{\circ}$C)	ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu S.cm^{-1}$)	pH	ค่าความเป็นด่าง ($mg.l^{-1}$as $CaCO_3$)	DO ($mg.l^{-1}$)	BOD ($mg.l^{-1}$)	แอมโมเนีย ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	ไนเตรท ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	SRP ($mg.l^{-1}$)	ค่าความขุ่น FTU	Total coliform bacteria (MPN/100ml)	Chlorophyll *a* ($\mu g.l^{-1}$)
ระดับผิวน้ำ	30.7	97.4	8.06	60.8	7.6	2.5	0.12	0.6	0.21	0	0	nd
5	28.8	97.0	7.90	60.0	7.6	2.4	0.10	0.3	0.11	1	7	nd
10	27.6	95.6	7.25	60.3	6.3	1.6	0.04	0.1	0.05	1	240	nd
15	25.6	90.2	7.01	58.8	4.1	1.6	0.12	0.3	0.02	2	150	nd
20	25.6	94.2	6.90	58.3	2.6	1.0	0.12	0.6	0.05	2	43	nd
25	25.5	98.8	6.98	60.0	1.1	0.5	0.12	0.2	0.06	4	9	0
30	25.4	98.6	6.86	63.0	0.6	0.4	0.15	1.0	0.06	4	43	nd
35	25.0	108.2	7.01	67.0	1.2	0.0	0.26	0.6	0.04	6	0	nd

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 14 ความสัมพันธ์ระหว่าง *Cylindrospermopsis raciborskii* กับคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก ระหว่าง เดือน มิถุนายน 2550 จนถึงเดือน พฤษภาคม 2551

Correlations

		cylin	temp	cond	pH	alkalinity	DO	BOD	ammonia	nitrate	SRP	turbidity	coliform	chlorophyll
cylin	Pearson Correlation	1	.005	-.231	.027	-.097	.365*	.236	.157	-.203	.395*	-.122	.549**	-.175
	Sig. (2-tailed)		.979	.219	.888	.612	.047	.210	.409	.281	.031	.521	.002	.354
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
temp	Pearson Correlation	.005	1	-.049	.642**	.441*	.479**	.289	.208	.251	-.260	.081	.116	.407*
	Sig. (2-tailed)	.979		.799	.000	.015	.007	.122	.271	.181	.165	.671	.543	.026
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
cond	Pearson Correlation	-.231	-.049	1	.126	-.519**	.286	-.134	-.283	-.301	-.372*	.717**	-.148	.074
	Sig. (2-tailed)	.219	.799		.506	.003	.126	.479	.130	.106	.043	.000	.434	.696
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
pH	Pearson Correlation	.027	.642**	.126	1	.368*	.584**	.549**	-.024	.133	-.117	.136	.052	.342
	Sig. (2-tailed)	.888	.000	.506		.045	.001	.002	.901	.484	.539	.473	.786	.065
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
alkalinity	Pearson Correlation	-.097	.441*	-.519**	.368*	1	-.270	.124	.070	.760**	-.224	-.480**	-.002	.519**
	Sig. (2-tailed)	.612	.015	.003	.045		.149	.514	.713	.000	.233	.007	.993	.003
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
DO	Pearson Correlation	.365*	.479**	.286	.584**	-.270	1	.643**	.084	-.386*	.156	.275	.277	-.043
	Sig. (2-tailed)	.047	.007	.126	.001	.149		.000	.658	.035	.410	.141	.139	.820
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
BOD	Pearson Correlation	.236	.289	-.134	.549**	.124	.643**	1	-.073	-.110	.259	-.150	.168	-.125
	Sig. (2-tailed)	.210	.122	.479	.002	.514	.000		.701	.562	.167	.430	.374	.512
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ammonia	Pearson Correlation	.157	.208	-.283	-.024	.070	.084	-.073	1	.042	.139	-.055	.034	.148
	Sig. (2-tailed)	.409	.271	.130	.901	.713	.658	.701		.827	.464	.772	.857	.435
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
nitrate	Pearson Correlation	-.203	.251	-.301	.133	.760**	-.386*	-.110	.042	1	-.573**	-.285	-.319	.699**
	Sig. (2-tailed)	.281	.181	.106	.484	.000	.035	.562	.827		.001	.126	.086	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
SRP	Pearson Correlation	.395*	-.260	-.372*	-.117	-.224	.156	.259	.139	-.573**	1	-.153	.438*	-.518**
	Sig. (2-tailed)	.031	.165	.043	.539	.233	.410	.167	.464	.001		.418	.015	.003
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
turbidity	Pearson Correlation	-.122	.081	.717**	.136	-.480**	.275	-.150	-.055	-.285	-.153	1	-.087	.194
	Sig. (2-tailed)	.521	.671	.000	.473	.007	.141	.430	.772	.126	.418		.648	.304
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
coliform	Pearson Correlation	.549**	.116	-.148	.052	-.002	.277	.168	.034	-.319	.438*	-.087	1	-.248
	Sig. (2-tailed)	.002	.543	.434	.786	.993	.139	.374	.857	.086	.015	.648		.186
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
chlorophyll	Pearson Correlation	-.175	.407*	.074	.342	.519**	-.043	-.125	.148	.699**	-.518**	.194	-.248	1
	Sig. (2-tailed)	.354	.026	.696	.065	.003	.820	.512	.435	.000	.003	.304	.186	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ตาราง15 ความสัมพันธ์แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Cyanophyceae กับคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก ระหว่าง เดือน มิถุนายน 2550 จนถึงเดือน พฤษภาคม 2551

Correlations

		Cyanophyceae	temperature	conductivity	pH	alkalinity	DO	BOD	ammonia	nitrate	SRP	turbidity	coliform	chlorophyll
Cyanophyceae	Pearson Correlation	1	.011	-.235	.025	-.098	.369*	.238	.159	-.204	.396*	-.123	.549**	-.176
	Sig. (2-tailed)		.955	.212	.897	.607	.045	.206	.402	.280	.030	.516	.002	.352
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
temperature	Pearson Correlation	.011	1	-.049	.642**	.441*	.479**	.289	.208	.251	-.260	.081	.116	.407*
	Sig. (2-tailed)	.955		.799	.000	.015	.007	.122	.271	.181	.165	.671	.543	.026
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
conductivity	Pearson Correlation	-.235	-.049	1	.126	-.519**	.286	-.134	-.283	-.301	-.372*	.717**	-.148	.074
	Sig. (2-tailed)	.212	.799		.506	.003	.126	.479	.130	.106	.043	.000	.434	.696
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
pH	Pearson Correlation	.025	.642**	.126	1	.368*	.584**	.549**	-.024	.133	-.117	.136	.052	.342
	Sig. (2-tailed)	.897	.000	.506		.045	.001	.002	.901	.484	.539	.473	.786	.065
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
alkalinity	Pearson Correlation	-.098	.441*	-.519**	.368*	1	-.270	.124	.070	.760**	-.224	-.480**	-.002	.519**
	Sig. (2-tailed)	.607	.015	.003	.045		.149	.514	.713	.000	.233	.007	.993	.003
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
DO	Pearson Correlation	.369*	.479**	.286	.584**	-.270	1	.643**	.084	-.386*	.156	.275	.277	-.043
	Sig. (2-tailed)	.045	.007	.126	.001	.149		.000	.658	.035	.410	.141	.139	.820
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
BOD	Pearson Correlation	.238	.289	-.134	.549**	.124	.643**	1	-.073	-.110	.259	-.150	.168	-.125
	Sig. (2-tailed)	.206	.122	.479	.002	.514	.000		.701	.562	.167	.430	.374	.512
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ammonia	Pearson Correlation	.159	.208	-.283	-.024	.070	.084	-.073	1	.042	.139	-.055	.034	.148
	Sig. (2-tailed)	.402	.271	.130	.901	.713	.658	.701		.827	.464	.772	.857	.435
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
nitrate	Pearson Correlation	-.204	.251	-.301	.133	.760**	-.386*	-.110	.042	1	-.573**	-.285	-.319	.699**
	Sig. (2-tailed)	.280	.181	.106	.484	.000	.035	.562	.827		.001	.126	.086	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
SRP	Pearson Correlation	.396*	-.260	-.372*	-.117	-.224	.156	.259	.139	-.573**	1	-.153	.438*	-.518**
	Sig. (2-tailed)	.030	.165	.043	.539	.233	.410	.167	.464	.001		.418	.015	.003
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
turbidity	Pearson Correlation	-.123	.081	.717**	.136	-.480**	.275	-.150	-.055	-.285	-.153	1	-.087	.194
	Sig. (2-tailed)	.516	.671	.000	.473	.007	.141	.430	.772	.126	.418		.648	.304
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
coliform	Pearson Correlation	.549**	.116	-.148	.052	-.002	.277	.168	.034	-.319	.438*	-.087	1	-.248
	Sig. (2-tailed)	.002	.543	.434	.786	.993	.139	.374	.857	.086	.015	.648		.186
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
chlorophyll	Pearson Correlation	-.176	.407*	.074	.342	.519**	-.043	-.125	.148	.699**	-.518**	.194	-.248	1
	Sig. (2-tailed)	.352	.026	.696	.065	.003	.820	.512	.435	.000	.003	.304	.186	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ตาราง16 ความสัมพันธ์ระหว่าง *Staurastrum tetracerum* Ralfs กับคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำงึม นครเวียงจันทน์ ประเทศ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ระหว่าง เดือนมิถุนายน 2550 จนถึงเดือน พฤษภาคม 2551

Correlations

		St.tetracerum	temperature	conductivity	pH	alkalinity	DO	BOD	ammonia	nitrate	SRP	turbidity	coliform	chlorophyll
St.tetracerum	Pearson Correlation	1	.093	-.279	.627**	.310	.249	.521**	.171	.071	-.338	-.026	-.236	.390*
	Sig. (2-tailed)		.612	.122	.000	.084	.169	.002	.350	.698	.058	.889	.194	.027
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
temperature	Pearson Correlation	.093	1	-.367*	.468**	.048	.358*	.374*	-.058	.176	.224	.064	.242	.547**
	Sig. (2-tailed)	.612		.039	.007	.793	.044	.035	.753	.336	.217	.727	.182	.001
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
conductivity	Pearson Correlation	-.279	-.367*	1	-.412*	.510**	-.458**	-.460**	.520**	.032	.265	.456**	-.080	-.259
	Sig. (2-tailed)	.122	.039		.019	.003	.008	.008	.002	.862	.142	.009	.662	.152
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
pH	Pearson Correlation	.627**	.468**	-.412*	1	.167	.520**	.801**	-.056	-.046	-.306	-.112	-.148	.616**
	Sig. (2-tailed)	.000	.007	.019		.360	.002	.000	.762	.801	.089	.542	.420	.000
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
alkalinity	Pearson Correlation	.310	.048	.510**	.167	1	-.485**	.104	.824**	.011	.031	.667**	-.264	.504**
	Sig. (2-tailed)	.084	.793	.003	.360		.005	.572	.000	.952	.868	.000	.144	.003
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
DO	Pearson Correlation	.249	.358*	-.458**	.520**	-.485**	1	.589**	-.556**	.167	-.019	-.462**	.185	.126
	Sig. (2-tailed)	.169	.044	.008	.002	.005		.000	.001	.361	.918	.008	.312	.492
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
BOD	Pearson Correlation	.521**	.374*	-.460**	.801**	.104	.589**	1	-.166	.028	-.238	-.142	-.162	.635**
	Sig. (2-tailed)	.002	.035	.008	.000	.572	.000		.363	.878	.190	.439	.375	.000
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
ammonia	Pearson Correlation	.171	-.058	.520**	-.056	.824**	-.556**	-.166	1	-.121	.136	.468**	-.120	.237
	Sig. (2-tailed)	.350	.753	.002	.762	.000	.001	.363		.508	.457	.007	.512	.192
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
nitrate	Pearson Correlation	.071	.176	.032	-.046	.011	.167	.028	-.121	1	.386*	.211	.306	.078
	Sig. (2-tailed)	.698	.336	.862	.801	.952	.361	.878	.508		.029	.246	.088	.673
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
SRP	Pearson Correlation	-.338	.224	.265	-.306	.031	-.019	-.238	.136	.386*	1	.087	.496**	-.168
	Sig. (2-tailed)	.058	.217	.142	.089	.868	.918	.190	.457	.029		.636	.004	.357
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
turbidity	Pearson Correlation	-.026	.064	.456**	-.112	.667**	-.462**	-.142	.468**	.211	.087	1	.012	.285
	Sig. (2-tailed)	.889	.727	.009	.542	.000	.008	.439	.007	.246	.636		.947	.114
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
coliform	Pearson Correlation	-.236	.242	-.080	-.148	-.264	.185	-.162	-.120	.306	.496**	.012	1	-.098
	Sig. (2-tailed)	.194	.182	.662	.420	.144	.312	.375	.512	.088	.004	.947		.593
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
chlorophyll	Pearson Correlation	.390*	.547**	-.259	.616**	.504**	.126	.635**	.237	.078	-.168	.285	-.098	1
	Sig. (2-tailed)	.027	.001	.152	.000	.003	.492	.000	.192	.673	.357	.114	.593	
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ตาราง 17 ความสัมพันธ์แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Zygnenaphyceae กับคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำงึม นครเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ระหว่าง เดือนมิถุนายน 2550 จนถึงเดือน พฤษภาคม 2551

Correlations

		Zygnema phyceae	temperature	conductivity	pH	alkalinity	DO	BOD	ammonia	nitrate	SRP	turbidity	coliform	chlorophyll
Zygnemaphyceae	Pearson Correlation	1	-.073	-.015	.112	-.109	.362*	.087	-.146	.361*	.168	-.057	-.049	-.057
	Sig. (2-tailed)		.693	.935	.543	.552	.041	.637	.424	.042	.357	.756	.792	.755
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
temperature	Pearson Correlation	-.073	1	-.367*	.468**	.048	.358*	.374*	-.058	.176	.224	.064	.242	.547**
	Sig. (2-tailed)	.693		.039	.007	.793	.044	.035	.753	.336	.217	.727	.182	.001
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
conductivity	Pearson Correlation	-.015	-.367*	1	-.412*	.510**	-.458**	-.460**	.520**	.032	.265	.456**	-.080	-.259
	Sig. (2-tailed)	.935	.039		.019	.003	.008	.008	.002	.862	.142	.009	.662	.152
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
pH	Pearson Correlation	.112	.468**	-.412*	1	.167	.520**	.801**	-.056	-.046	-.306	-.112	-.148	.616**
	Sig. (2-tailed)	.543	.007	.019		.360	.002	.000	.762	.801	.089	.542	.420	.000
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
alkalinity	Pearson Correlation	-.109	.048	.510**	.167	1	-.485**	.104	.824**	.011	.031	.667**	-.264	.504**
	Sig. (2-tailed)	.552	.793	.003	.360		.005	.572	.000	.952	.868	.000	.144	.003
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
DO	Pearson Correlation	.362*	.358*	-.458**	.520**	-.485**	1	.589**	-.556**	.167	-.019	-.462**	.185	.126
	Sig. (2-tailed)	.041	.044	.008	.002	.005		.000	.001	.361	.918	.008	.312	.492
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
BOD	Pearson Correlation	.087	.374*	-.460**	.801**	.104	.589**	1	-.166	.028	-.238	-.142	-.162	.635**
	Sig. (2-tailed)	.637	.035	.008	.000	.572	.000		.363	.878	.190	.439	.375	.000
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
ammonia	Pearson Correlation	-.146	-.058	.520**	-.056	.824**	-.556**	-.166	1	-.121	.136	.468**	-.120	.237
	Sig. (2-tailed)	.424	.753	.002	.762	.000	.001	.363		.508	.457	.007	.512	.192
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
nitrate	Pearson Correlation	.361*	.176	.032	-.046	.011	.167	.028	-.121	1	.386*	.211	.306	.078
	Sig. (2-tailed)	.042	.336	.862	.801	.952	.361	.878	.508		.029	.246	.088	.673
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
SRP	Pearson Correlation	.168	.224	.265	-.306	.031	-.019	-.238	.136	.386*	1	.087	.496**	-.168
	Sig. (2-tailed)	.357	.217	.142	.089	.868	.918	.190	.457	.029		.636	.004	.357
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
turbidity	Pearson Correlation	-.057	.064	.456**	-.112	.667**	-.462**	-.142	.468**	.211	.087	1	.012	.285
	Sig. (2-tailed)	.756	.727	.009	.542	.000	.008	.439	.007	.246	.636		.947	.114
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
coliform	Pearson Correlation	-.049	.242	-.080	-.148	-.264	.185	-.162	-.120	.306	.496**	.012	1	-.098
	Sig. (2-tailed)	.792	.182	.662	.420	.144	.312	.375	.512	.088	.004	.947		.593
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
chlorophyll	Pearson Correlation	-.057	.547**	-.259	.616**	.504**	.126	.635**	.237	.078	-.168	.285	-.098	1
	Sig. (2-tailed)	.755	.001	.152	.000	.003	.492	.000	.192	.673	.357	.114	.593	
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 18 ชนิด ปริมาตร รูปร่างเรขาคณิต และการจัดเรียงตัวของเซลล์ ของแพลงก์ตอนพืชที่พบใน อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก (อ้างถึง ภาคผนวก ฉ)

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช	ปริมาตร (μm^3)	รูปร่างเชิงเรขาคณิต	การเรียงตัว
Cyanophyceae (Division Cyanophyta)			
Aphanizomenon aphanizomenoides Forti	1,323.00	cylinder	filament
Aphanizomenon gracile Lemmermann	1,027.00	cylinder	filament
Chroococcus sp.	285.42	sphere	colony
Cylindrospermopsis philippinensis (Taylor) Ka	752.76	cylinder	filament
Cylindrospermopsis raciborskii (Woloszyńska) Seenayya & Subba Raju	683.14	cylinder	filament
Merrismopedia glauca (Ehrenberg) Nägeli	220.78	sphere	colony
Merrismopedia punctata Meyen	1,766.25	sphere	colony
Merrismopedia tennuisima Lemmermann	4,088.54	sphere	colony
Microcystis aeruginosa Kützing	3,581.56	sphere	colony
Oscillatoria sp.	490.63	cylinder	filament
Planktolyngbya limnetica Lemmermann	490.63	cylinder	filament
Pseudanabaena limnetica Komárek	199.32	cylinder	filament
Pseudanabaena musicola Naumann&Huber-Pestalozzi	24.52	cylinder	filament
Dinophyceae (Division Pyrrhophyta)			
Ceratium brachyceros Daday	29,437.00	3 cones	cell
Ceratium furcoides (Levander) Langhans	20,410.00	3 cones	cell
Ceratium hirundinella (O.F.Müller) Dujardin	28,751.00	3 cones	cell
Gymdodinium lantzchii Utermöhl	1,046.67	ellipsoid	cell
Gymdodinium sp.1	2,943.75	ellipsoid	cell
Gymdodinium sp.2	1,635.42	ellipsoid	cell
Peridinium sp.1	1,046.67	ellipsoid	cell
Peridinium sp.2	1,766.25	ellipsoid	cell
Peridinium sp.3	8,177.08	ellipsoid	cell
Diatomophyceae (Division Chrysophyta)			
Achnantridium minutissima Kützing	62.50	pararellelepiped	cell
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen	7,132.58	cylinder	filament
Brachysira sp.	1,875.00	pararellelepiped	cell

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 18 (ต่อ)

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช	ปริมาตร (μm^3)	รูปร่างเชิงเรขาคณิต	การเรียงตัว
Cocconeis sp.	3,854.00	pararellelepiped	cell
Cyclotella meneghiniana Kützing	2,823.97	cylinder	filament
Cymbella turgidula Grunow	5,894.28	cylinder	cell
Diatomella sp.	305.89	pararellelepiped	cell
Fragilaria crotonensis Kitton	1,275.63	pararellelepiped	cell
Fragilaria sp.	1,854.78	pararellelepiped	cell
Gomphonema sp.	1,587.85	pararellelepiped	cell
Meloseira varian Agardh	1,095.32	cylinder	cell
Navicula rostellata Kützing	1,875.00	pararellelepiped	cell
Navicula sp.1	1,283.57	pararellelepiped	cell
Navicula sp.2	958.53	pararellelepiped	cell
Nitzschia palae (Kützing) W.Smith	1,875.00	pararellelepiped	cell
Chrysophyceae (Division Chrysophyta)			
Centritractus sp.	5,887.50	cylinder	cell
Synura sp.	22,437.92		cell
Chlorophyceae (Division Chrolophyta)			
Actinastrum sp.	156.72	cylinder	colony
Ankistrodesmus falcatus var.*radiatus* (Chodat) Lemmermann	40,174.01	cylinder	colony
Chlorococcum sp.	220.78	sphere	colony
Coelastrum sp.	1,766.25	sphere	colony
Eudorina sp.	14,137.17	sphere	colony
Elakathothrix sp.	392.50	cylinder	colony
Golenkinia sp.	523.60	sphere	colony
Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová	6.13	2 cones	cell
Monoraphidium tortile (West et G.S. West) Komárková- Legnerová	245.31	2 cones	cell
Monoraphidium sp.	158.36	2 cones	cell
Oocystis sp.	65,416.67	sphere	colony

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 18 (ต่อ)

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช	ปริมาตร (μm^3)	รูปร่างเชิงเรขาคณิต	การเรียงตัว
Sphaerocystis sp.	3,449.71	sphere	colony
Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg	237.53	triangular-pararellelepiped	cell
Zygnemaphyceae (Division Chrolophyta)			
Closterium sp.	540.87	2paraboloid	cell
Cosmarium moniliforme var. *panduriforme* (Heimerl)Schmidle	1,046.67	2 elliptic-ellipsoid	cell
Cosmarium portianum W.Archer var. *portianum*	2,943.75	2 elliptic-ellipsoid	cell
Cosmarium sp.	885.68	2 elliptic-ellipsoid	cell
Staurastrum crenulatum (Nägeli) Delponte	685.97	pararellelepiped+4 truncated	cell
Staurastrum tatracerum Ralfs	298.78	pararellelepiped+4 truncated	cell
Staurastrum sp.	139.01	pararellelepiped+4 truncated	cell
Euglenophyceae (Division Euglenophyta)			
Phacus pleuronectus (Mueller) Dujardin	24,531.25	1/2ellipsoid+1/2cone	cell
Trachelomonas volvocina Ehrenberg	4,186.67	sphere	cell
Trachelomonas sp.1	1,766.25	sphere	cell
Cryptophyceae			
Cryptomonas sp.	887.25	elliptic ellipsoid	cell

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 19 ชนิด ปริมาตร รูปร่างเรขาคณิต และการจัดเรียงตัวของเซลล์ ของแพลงก์ตอนพืชที่พบใน อ่างเก็บน้ำเขื่อน น้ำงึม นครเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชน

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช	ปริมาตร (μm^3)	รูปร่างเชิงเรขาคณิต	การเรียงตัว
Cyanophyceae (Division Cyanophyta)			
Aphanizomenon aphanizomenoides Forti	1,261.00	cylinder	filament
Cylindrospermopsis philippinensis (Taylor) Ka	298.00	cylinder	filament
Cylindrospermopsis raciborskii (Woloszyńska) Seenayya&Subba Raju	350.00	cylinder	filament
Merrismopedia glauca (Ehrenberg) Nägeli	128.60	sphere	colony
Merrismopedia punctata Meyen	869.58	sphere	colony
Merrismopedia tennuisima Lemmermann	2,875.8	sphere	colony
Microcystis aeruginosa Kützing	2,875.2	sphere	colony
Oscillatoria kawamurae Negoro	18,457.3	cylinder	filament
Oscillatoria sp.	6,976.00	cylinder	filament
Planktolyngbya limnetica Lemmermann	40.00	cylinder	filament
Pseudanabaena limnetica Komárek	80.00	cylinder	filament
Pseudanabaena musicola Naumann&Huber-Pestalozzi	20.00	cylinder	filament
Dinophyceae (Division Pyrrhophyta)			
Gymdodinium sp.	1,413.00	ellipsoid	cell
Peridiniopsis sp.	845.00	ellipsoid	cell
Peridinium sp.1	5,343.00	ellipsoid	cell
Peridinium sp.2	2,168.00	ellipsoid	cell
Diatomophyceae (Division Chrysophyta)			
Achnanthes crenulata Grunow	875.00	pararellelepiped	cell
Achnantridium minutissima Kützing	532.00	pararellelepiped	cell
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen	2,683.11	cylinder	filament
Brachysira sp.	187.00	pararellelepiped	cell
Cocconeis sp.	5}298.75	pararellelepiped	cell
Cyclotella meneghiniana Kützing	5,298.75	cylinder	filament
Cymbella turgidula Grunow	2,343.75	elliptic-ellipsoid	cell

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 19 (ต่อ)

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช	ปริมาตร (μm^3)	รูปร่างเชิงเรขาคณิต	การเรียงตัว
Fragilaria crotonensis Kitton	1,857.00	pararellelepiped	cell
Fragilaria sp.	1,180.00	pararellelepiped	cell
Gomphonema sp.	562.50	pararellelepiped	cell
Meloseira varian Agardh	3,285.00	cylinder	cell
Navicula rostellata Kützing	1,875.00	pararellelepiped	cell
Navicula sp.1	180.00	pararellelepiped	cell
Navicula sp.2	117.00	pararellelepiped	cell
Nitzschia palae (Kützing) W.Smith	1,496.00	pararellelepiped	cell
Chrysophyceae (Division Chrysophyta)			
Dinobryon behningii Swirenko	3,895.52	cone	cell
D. divergen Imhof	6,950.52	cone	cell
D. sertularia Ehrenberg	4,778.00	cone	cell
Xanthophyceae (Division Chrysophyta)			
Centritractus belanophorus Lemmermann	2,226.00	cylinder pararellelepiped+4	cell
Isthmochloron gracile Chodat	675.00	truncated	cell
Chlorophyceae (Division Chlorophyta)			
Crucigeniella neglecta (Fott & Ettl) Komárek	224.00	4 ellipsoid	colony
Crucigenia tetrapedia (Kirchner) W.&G.S.West var.tetrapedia	220.00	4 triangular-parallelepiped	colony
Dictyosphaerium sphagnale Hind Konien	895.00	sphere	colony
Golenkinia radiata Chodat var. *radiata*	113.00	sphere	cell
Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová	73.00	2 cones	cell
Monoraphidium tortile (West et G.S. West) Komárková- Legnerová	20.00	2 cones	cell
Nephrocytium limneticum (Smith) Smith	733.00		
Pediastrum simplex var. *simplex* Meyen	3,490.00	trapezoid+triangular	colony
Scenedesmus sp.	1,114.00	ellipsoid	colony
Sphaerocystis sp.	8,177.08	sphere	colony

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 19 (ต่อ)

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช	ปริมาตร (μm^3)	รูปร่างเชิงเรขาคณิต	การเรียงตัว
Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg	500.00	triangular-pararellelepiped	cell
Zenemaphyceae (Division Chlorophyta)			
Cosmarium contractum Kirchner var. *ellipsoideum* West&West	5,497.00	2 elliptic-ellipsoid	cell
C. cf. capitulum Roy & Bisset	524.00	2 elliptic-ellipsoid	cell
Cosmarium moniliforme var. *panduriforme*(Heimerl) Schmidle	147.00	2 elliptic-ellipsoid	cell
Cosmarium sp.1	728.00	2 elliptic-ellipsoid	cell
Cosmarium sp.2	556.00	2 elliptic-ellipsoid	cell
Cosmarium sp.3	646.00	2 elliptic-ellipsoid	cell
Staurastrum crenulatum (Nägeli) Delponte	452.00	pararellelepiped+4 truncated	cell
S. excavatum West &West var. *excavatum*	194.00	pararellelepiped+4 truncated	cell
S. freemanii W.et G.S.West var. *nudiceps* Scott et Prescott	680.00	pararellelepiped+4 truncated	cell
S. limneticum Schmidle *var. burmemse* West & West	3,134.00	pararellelepiped+4 truncated	cell
S. octodontum var. *tetrodontum* Scott et Grönblad	2,800.00	pararellelepiped+4 truncated	cell
S. octoverrucosum var. *octoverrucosum* Scott &Grönblad	3,126.00	pararellelepiped+4 truncated	cell
S. pingue Teiling var. *pingue*	1,636.00	pararellelepiped+4 truncated	cell
S. sexangulare (Bulnheim) Lundell var. *sexangulare*	1,540.00	pararellelepiped+4 truncated	cell
S. smithii Teiling	2,540.00	pararellelepiped+4 truncated	cell
S. tetracerum Ralfs	2,088.00	pararellelepiped+4 truncated	cell

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 19 (ต่อ)

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช	ปริมาตร (μm^3)	รูปร่างเชิงเรขาคณิต	การเรียงตัว
S. tohopekaligense Wolle var. *tohopekaligense*	4,320.00	pararellelepiped+4 truncated	cell
Staurodesmus cf. *cuspidatus* var. *curvatus* (W.West) Teil	1,636.00	pararellelepiped+4 truncated	cell
S. pterosporus (P.Lundell) Bourrelly	398.00	pararellelepiped+4 truncated	cell
Euglenophyceae (Division Euglenophyta)			
Phacus pleuronectes (Ehrenberg) Dujardin	2,815.00	1/2ellipsoid+1/2cone	cell
Trachelomonas armata Stein	2,804.00	ellipsoid	cell
T. hispida (Perty) Stein	1,267.00	ellipsoid	cell
T. hispida var. *coronata* Lemmermann	1,357.00	ellipsoid	cell
T. plantonica Svirenko	3,606.00	ellipsoid	cell
T. volvocina Ehrenberg	904.00	sphere	cell
Trachelomonas superba Swirenko	5,089.00	ellipsoid	cell
Trachelomonas sp.	408.00	ellipsoid	cell

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี (Greenberg *et al*., 1992)

1. วิธีวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำโดยวิธี azide modification

1.1 ล้างขวด BOD ด้วยน้ำตัวอย่าง 2-3 ครั้ง

1.2 เก็บน้ำตัวอย่างด้วยขวด BOD ที่ระดับความลึกประมาณ 30 ซม. โดยระวังไม่ให้มีฟองอากาศและปิดฝาขวดให้สนิทขณะอยู่ในน้ำ

1.3 เติมสารละลาย $MnSO_4$ 1 ml. และสารละลาย alkali-iodide azide reagent 1 ml. ปิดฝาและเขย่าขวดจนเริ่มตกตะกอน

1.4 เติม conc. H_2SO_4 1 ml. ปิดฝา เขย่าให้เข้ากัน

1.5 รินสารละลายที่ได้ ปริมาตร 100 ml. ใส่ใน flask ไตเตรทด้วย $Na_2S_2O_3$ 0.02 M จนได้สีเหลืองจางๆ แล้วเติมน้ำแป้ง 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน แล้วไตเตรทต่อไปจนสีน้ำเงินจางหายไป จดปริมาตร $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ แล้วนำไปคำนวณตามสูตร

$$DO\ (mg.l^{-1}) = \text{ปริมาตร } Na_2S_2O_3 \text{ ที่ใช้ (ml.)} \times 2$$

2. วิธีวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการในการย่อยสลายสารอินทรีย์

2.1 ล้างขวด BOD ชนิดขวดดำด้วยน้ำตัวอย่าง 2-3 ครั้ง

2.2 เก็บน้ำตัวอย่างด้วยขวด BOD ดำ เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

2.3 นำขวด BOD ที่เก็บน้ำตัวอย่างเรียบร้อย ใส่ในตู้ 20 ^{0}C เป็นเวลา 5 วัน

2.4 เติมสารละลายและทำการไตเตรทเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

2.5 คำนวณตามสูตร

$$BOD\ (mg.l^{-1}) = \text{ค่า DO ในวันแรก} - (\text{ปริมาตร } Na_2S_2O_3 \text{ ที่ใช้} \times 2)$$

3. วิธีวิเคราะห์ความเป็นด่างของน้ำโดยวิธี phenolphtalein methyl orange indicator

3.1 ตวงน้ำตัวอย่าง 100 ml. ใส่ใน flask ขนาด 250 ml.

3.2 เติม phenolphtalein indicator 3 หยด ลงใน flask เขย่าให้เข้ากัน

3.3 เติม methyl orange indicator 3 หยด ลงใน flask เขย่าให้เข้ากัน

3.4 ไตเตรทด้วย 0.02 N H_2SO_4 จนได้จุดยุติเป็นสีส้มแดง จดปริมาตร H_2SO_4 ที่ใช้

3.5 คำนวณตามสูตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

total alkalinity ($mg.l^{-1}$ as $CaCO_3$) = ปริมาตร H_2SO_4 ที่ใช้ x 10

การวิเคราะห์ปริมาณสารอาหาร (Hach company, 1991)

1. วิธีวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน

1.1 กรองน้ำตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง GF/C แล้วตวงน้ำตัวอย่างปริมาตร 25 ml. ใส่ flask ขนาด 150 ml. และตวงน้ำ deionized ปริมาตร 25 ml. ใส่ใน flask 150 ml. อีก flask

1.2 เปิดเครื่อง spectrophotometer DR/2010 หลังจากเครื่องมือผ่านขั้นตอน SELF – TEST แล้วเครื่องจะแสดง Method ให้กด 380 READ/ENTER เครื่องมือจะแสดงความยาวคลื่น 425 nm จากนั้นกด READ/ENTER เครื่องมือจะแสดง ml/l NH_3NeSS

1.3 หยด mineral stabilizer 3 หยด ลงไปในน้ำตัวอย่าง และ blank เขย่าเบาๆ จากนำเติม polyvinyl alcohol dispersing agent 3 หยด เขย่าเบาๆ ให้สารเคมีผสมกัน

1.4 เติม Nessler reagent 1 ml. เขย่าให้สารเคมีเข้ากัน

1.5 กด SHIFT TIMER เพื่อตั้งเวลารอให้สารเคมีเกิดปฏิกิริยา เมื่อครบ 1 นาที เครื่องมือจะส่งเสียงเตือน

1.6 รินน้ำใน flask ที่เป็นน้ำ deionized ลงใน cuvette ใส่ลงไปในช่องวัดแสงปิดฝา แล้วกด ZERO เครื่องมือจะแสดงข้อความ Wait และ 0.00 $mg.l^{-1}$ NH_3 NeSS

1.7 เปลี่ยน cuvette เป็นน้ำตัวอย่าง กด ENTER เครื่องมือแสดงข้อความ Wait จากนั้นจะแสดงปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน ซึ่งเครื่องมือนี้สามารถวัดปริมาณแอมโมเนียมได้ช่วง 0-2.5 $mg.l^{-1}$ NH_3 NeSS

2. วิธีวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน

2.1 กรองน้ำตัวอย่างด้วย GF/C ตวงน้ำตัวอย่างปริมาตร 25 ml. ใส่ใน flask 150 ml.

2.2 เปิดเครื่อง spectrophotometer DR/2010 หลังจากเครื่องมือผ่านขั้นตอน SELF-TEST แล้วเครื่องจะแสดงข้อความ Selected Program ให้กดหมายเลข 355 แล้วกด ENTER เครื่องมือจะแสดงข้อความความยาวคลื่น 500 nm ปรับความยาวคลื่นไปที่ 500 nm จากนั้นกด ENTER เครื่องมือจะแสดง $mg.l^{-1}$ N NO_3N

2.3 ใส่ Nitra Ver 5 Nitrate Reagent Powder Pillow กด SHIFT-TIMER แล้วเขย่า flask เมื่อครบ 1 นาที เครื่องมือจะส่งเสียงเตือนให้หยุดเขย่า กด SHIFT-TIMER อีกครั้งและตั้งflask ทิ้งไว้ เมื่อครบ 5 นาที เครื่องมือจะส่งเสียงเตือนอีกครั้ง และแสดง $mg.l^{-1}$ N NO_3N

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 เปิดฝาเครื่องมือใส่น้ำตัวอย่างที่ไม่ได้เติมสารใดๆ ลงในช่องวัดแสง ปิดฝาเครื่องมือให้สนิท กด ZERO เครื่องมือแสดง Wait และ 0.00 $mg.l^{-1}$ N NO_3N ให้เปลี่ยน cuvette ที่ใส่ Nitra Ver 5 Nitrate Reagent Powder Pillow เข้าไป กด READ/ENTER เครื่องมือแสดง Wait และบอกปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ได้ในช่วง 0.00-30.0 $mg.l^{-1}$ N NO_3N

3. วิเคราะห์ปริมาณ soluble reactive phosphorus

3.1 ก่อนทำการวิเคราะห์ SRP ทุกครั้ง ควรล้างเครื่องแก้วที่จะใช้ด้วย HCl 10% กรองน้ำตัวอย่างด้วย GF/C แล้วตวงน้ำตัวอย่างปริมาตร 25 ml. ใส่ใน flask แล้วใส่ Phos Ver 3 Phoshate Reagent Powder Pillow อีก flask หนึ่งเอาไว้เปรียบเทียบไม่ต้องเติมสารใดๆ

3.2 เปิดเครื่อง spectrophotometer DR/2010 หลังจากเครื่องมือผ่านขั้นตอน SELF-TEST แล้วเครื่องจะแสดง Method ให้กดหมายเลข 890 แล้วกด READ/ENTER เครื่องมือจะแสดงความยาวคลื่น 890 nm ปรับความยาวคลื่นไปที่ 890 nm จากนั้นกด READ/ ENTER เครื่องมือจะแสดง mg/l P PO^{3-}_4 PV หรือ $mg.l^{-1}$ P PV

3.3 เขย่า flask แรกที่เติม Phos Ver 3 Phoshate Reagent Powder Pillow ลงไป กด SHIFT-TIMER แล้วเขย่า flask เมื่อครบ 1 นาที เครื่องมือจะส่งเสียงเตือน

3.4 เปิดฝาเครื่องมือใส่น้ำตัวอย่างที่ไม่ได้เติมสารใดๆ ลงในช่องวัดแสง ปิดฝาเครื่องมือให้สนิท กด ZERO เครื่องมือแสดง Wait และ 0.00 $mg.l^{-1}$ N PO^{3-}_4 PV หรือ $mg.l^{-1}$ P PV ให้เปลี่ยน cuvette ที่ใส่ Phos Ver 3 Phoshate Reagent Powder Pillow เข้าไป กด READ/ENTER เครื่องมือแสดง Wait และบอกปริมาณออร์โธฟอสเฟต ซึ่งเครื่องมือนี้สามารถวัดปริมาณออร์โธฟอสเฟตได้ในช่วง 0.00-0.25 $mg.l^{-1}$ PO^{3-}_4

การวิเคราะห์คลอโรฟิลล์ เอ (ISO 10260, 1992)

วิธีการวิเคราะห์

1. ตักน้ำจากแหล่งน้ำที่ต้องการหาปริมาตรคลอโรฟิลล์มา 1 ลิตร แล้วนำไปกรองก้วยกระดาษกรอง GF/C (Grass fiber filter) เมื่อกรองเสร็จเรียบร้อยจะเห็นแพลงก์ตอนพืชสีเขียวหรือสีเขียวปนน้ำเงินติดอยู่บนกระดาษกรอง ซึ่งเป็นส่วนที่จะนำไป หาปริมาณคลอโรฟิลล์
2. เตรียมเอทานอล 90% แล้วอุ่นร้อนในอุณหภูมิ 78 °C
3. นำกระดาษกรองจากข้อ 1 มาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วใส่ในครกบด
4. หยดเอทานอลจากข้อ 2 ประมาณ 100 ml. ลงไปในครกบดทีละน้อย เอทานอลจะค่อยๆ สกัดคลอโรฟิลล์ออกจากเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช ในขณะเดียวกันก็ใช้สากบด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กระดาษกรอง เพื่อให้เอทานอลแทรกซึมลงไปในคลอโรฟิลล์ได้ทั่วถึง เมื่อเสร็จ เรียบร้อยเทใส่ขวดสีน้ำตาลปิดฝาแล้วนำไปแช่ในตู้เย็นเป็นเวลา 6-24 ชั่วโมง

5. เมื่อครบกำหนดนำมากรองด้วยกระดาษกรองอีกครั้งหนึ่ง โดยกรองลงในหลอดแก้วจะเห็นเป็นของเหลวใสสีเขียว ซึ่งคือคลอโรฟิลล์และรงควัตถุอื่นๆ ที่ละลายอยู่ในเอทานอล เติมเอทานอล 90% ลงไปจนมีปริมาตรเป็น 20 ml.
6. เตรียมเครื่องมือวัดการดูดกลืนแสง โดยตั้งค่าความยาวคลื่นไว้ที่ 665 นาโนเมตร
7. นำของเหลวใสสีเขียวจากข้อ 5. มาเทในหลอดใส่สารสำหรับวัดค่าการดูดกลืนแสง (cuvette) แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง บันทึกค่าไว้เป็นค่าการดูดกลืนแสงก่อน เติมกรดเกลือ ค่านี้จะเป็นค่าการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์รวมกับรงควัตถุอื่นๆ
8. เทของเหลวใสที่วัดค่าการดูดกลืนแสงแล้วกลับลงในหลอดแก้วเดินอีกครั้ง แล้วเติมกรดเกลือ 2 N ลงไป 0.06 ml. เขย่าแล้วทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง จากนั้นเทของเหลวใส่ลงในหลอดใส่สารสำหรับวัดค่าการดูดกลืนแสง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องมือเดิมและช่วงความยาวคลื่นเท่าเดิม ค่าที่ได้เป็นค่าการดูดกลืนแสงหลังเติมกรดเกลือ ซึ่งค่านี้จะเป็นค่าการดูดกลืนแสงของรงควัตถุอื่นๆ ที่ไม่ใช่คลอโรฟิลล์

จากนั้นนำมาคำนวณค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ได้จากสูตร

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์หน่วยเป็น } \mu g.l^{-1} = 29.6 \times (A-B) \times \frac{v}{V \times l}$$

A = ค่าการดูดกลืนแสงก่อนเติมกรดเกลือ

B = ค่าการดูดกลืนแสงหลังเติมกรดเกลือ

v = ปริมาตรของเอทานอลที่ใช้ทั้งหมด มีหน่วยเป็น ml.

V = ปริมาตรน้ำที่นำมาหาปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด มีหน่วยเป็น l.

L = ความยาวของหลอดใส่สารสำหรับวัดค่าการดูดกลืนแสง มีหน่วยเป็น cm.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด

การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดโดยวิธี multiple tube method (วันชัย, 2525)

การตรวจวิเคราะห์ตามวิธีนี้มีอยู่ 3 ขั้นตอนคือ

1. การตรวจวิเคราะห์ขั้นแรก (presumptive test)
2. การตรวจวิเคราะห์ขั้นยืนยัน (confirmed test)
3. การตรวจวิเคราะห์ขั้นสมบูรณ์ (completed test)

ในการวิเคราะห์หาค่า total coliform bacteria (MPN/100 ml) จะทำเพียงการตรวจวิเคราะห์ในขั้นแรกเท่านั้น

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดแก้วพร้อมจุกสำลี
2. หลอด durham tube
3. ปิเปตขนาด 1 และ 10 ml
4. ตะเกียงก๊าซ
5. อาหาร Lauryl tryptose broth
6. ขวดบรรจุน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ

วิธีการตรวจวิเคราะห์

1. นำหลอดแก้วมาบรรจุอาหารเหลว Lauryl tryptose broth โดย 3 หลอดแรกใส่อาหารเหลวความเข้มข้น 2 เท่า หลอดละ 10 ml ส่วนอีก 9 หลอด ใส่อาหารความเข้มข้นปกติหลอดละ 5 ml
2. เขย่าน้ำตัวอย่างประมาณ 25 ครั้ง
3. ใช้ปิเปตขนาด 10 ml ปิเปตน้ำตัวอย่างใส่ลงในหลอดที่มีอาหารความเข้มข้น 2 เท่า หลอดละ 10 ml ทั้งสามหลอด
4. ใช้ปิเปตขนาด 1 ml ปิเปตน้ำตัวอย่างใส่ลงในหลอดที่มีอาหารความเข้มข้นปกติ หลอดละ 1 ml จำนวน 3 หลอด
5. ใช้ปิเปตขนาด 1 ml ปิเปตน้ำตัวอย่างใส่ลงในหลอดที่มีอาหารความเข้มข้นปกติ หลอดละ 0.1 ml จำนวน 3 หลอด
6. ปิเปตน้ำตัวอย่าง 1 ml ใส่ในขวดที่บรรจุน้ำกลั่น 99 ml ฆ่าเชื้อ เขย่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

7. ปิเปตน้ำกลั่นที่ผสมกับน้ำตัวอย่าง 1 ml ใส่ในอาหารความเข้มข้นปกติทั้ง 3 หลอด
8. นำหลอดทั้งหมดไปเพาะเชื้อในตู้อบเพาะเชื้อที่ $35 \pm 0.5\ ^{0}C$ เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง
9. เมื่อครบ กำหนดแล้วนำหลอดหมักทั้งหมดมาตรวจดูการเกิดก๊าซ หลอดที่เกิดก๊าซให้ผลบวก ส่วนหลอดที่ไม่เกิดก๊าซให้ผลเป็นลบ
10. นำผลที่ได้ไปเทียบกับตาราง

หลอดที่เกิดก๊าซจะบอกได้เพียงว่าอาจจะมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำตัวอย่างนั้น เนื่องจากยังมีแบคทีเรียชนิดอื่นและยีสต์ สามารถย่อยสลายแลคโตสให้เกิดก๊าซได้ จึงต้องนำไปตรวจวิเคราะห์ในขั้นยืนยันต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 20 ดัชนีเอ็มพีเอ็นในการวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

จำนวนหลอดที่มีก๊าซเกิดขึ้น			
3 ใน 10 ml	3 ใน 10 ml	3 ใน 10 ml	MPN/100 ml
0	0	0	<3
0	0	1	3
0	1	0	3
0	2	0	-
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
2	3	0	-
3	0	0	23
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	≥2400

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง
มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

มาตรา 32 (1) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ .ศ. 2535 ให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ มีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดมาตราฐานคุณภาพน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง หนองบึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำและแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆ ที่อยู่ในพื้นแผ่นดิน

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ได้แบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดินเป็น 5 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติ โดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน

(2) การขยายพันธ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน

(3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ น้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและอุปโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(3) การประมง

(4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อนและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 21 ตารางแสดงค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ ประเภท				
				1	2	3	4	5
1.	สี กลิ่นและรส	-	-	ธ	ธ	ธ	ธ	-
2.	อุณหภูมิ		°ซ	ธ	ธ′	ธ′	ธ′	-
3.	ความเป็นกรดด่าง (pH)		-	ธ	5-9.	5-9	5-9	-
4.	ออกซิเจนละลาย (DO)	P20	มก./ล.	ธ	<6.0	<4.0	<2.0	-
5.	บีโอดี (BOD)	P80	”	ธ	>1.5	>2.0	>4.0	-
6.	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (total coloform)	P80	MPN/100ml	ธ	<5000	>20000	-	-
7.	แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (fecal coliform bacteria)	P80	”	ธ	>1000	>4000	-	-
8.	ไนเตรต (NO_3)ในหน่วยไนโตรเจน		มก./ล.	ธ	มีค่าไม่เกินกว่า 5.0			-
9.	แอมโมเนีย (NH_3)ในหน่วยไนโตเจน		”	ธ	” 0.5			-
10.	ฟีนอล (Phenols)		”	ธ	” 0.005			-
11.	ทองแดง (Cu)		”	ธ	” 0.1			-
12.	นิคเกิล (Ni)		”	ธ	” 0.1			-
13.	แมงกานีส (Mn)		”	ธ	” 1.0			-
14.	สังกะสี (Zn)		”	ธ	” 1.0			-
15.	แคลเมียม (Cd)			ธ	” 0.005*			-
16.	โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล็นท์ (Cr Hexavalent)		”	ธ	” 0.05**			-
17.	ตะกั่ว (Pb)		”	ธ	” 0.05			-
18.	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		”	ธ	” 0.05			-
19.	สารหนู (As)			ธ	” 0.01			-
20.	ไซยาไนด์ (Cyanide)			ธ	” 0.005			-
21.	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)							-
	- ค่ารังสีแอลฟา (Alpha)		เบคเคอรอล/ล.	ธ	” 0.1			-
	- ค่ารังสีเบตา (Beta)		”	ธ	” 1.0			-
22.	สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)		มก./ล.	ธ	” 0.05			-
23.	ดีดีที (DDT)			ธ	” 1.0			-
24.	บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha BHC)		ไมโครกรัม/ล.	ธ	” 0.02			-
25.	ดิลดริน (Aldrin)			ธ	” 0.1			-
26.	อัลดริน (Alcdrin)			ธ	” 0.1			-
27.	เอบตาคลอร์และเฮปตาคลออีปอกไซด์ (Heptachor & Heptachlo epoxide)			ธ	” 0.2			-
28.	เอนดริน (Endrin)			ธ	ไม่สามารถตรวจพบได้ ตามวิธีที่ตรวจสอบที่กำหนด			-

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ 2535 เรื่อง กำหนดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 111 ตอนที่ 16ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หมายเหตุ

1/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติและแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ′ อุณหภูมิของน้ำต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติ เกิน 3 °C

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 mg/l

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า 100 mg/l

< ไม่น้อยกว่า

> ไม่มากกว่า

\- ไม่ได้กำหนด

°ซ องศาเซลเซียส

P20 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P80 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร มล. = มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 22 การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของฟอสฟอรัสรวม ไนโตรเจน คลอโรฟิลล์ เอ และความลึกที่แสงส่องถึง

(Lorraine and Vollenweider, 1981)

Variable (Annual Mean Values)		Oligotrophic	Mesotrophic	Eutrophic	Hypereutrophic
Total phosphorus	$\bar{X}$	8.0	26.7	84.4	
$mg.m^{-3}$	X ± 1 s.d.	4.85-13.3	14.5-49	38-189	
	X ± 2 s.d.	2.9-22.1	7.9-90.8	16.8-424	
	Range	3.0-17.7	10.9-95.6	16.2-386	750-1200
	N	21	19(21)	71(72)	2
Total nitrogen	$\bar{X}$	661	753	1875	
$mg.m^{-3}$	X ± 1 s.d.	371-1180	485-1170	861-4081	
	X ± 2 s.d.	208-2103	313-1816	385-8913	
	Range	307-1630	361-1387	393-6100	100-150
	N	11	8	37(38)	2
Chlorophyll a	$\bar{X}$	4.2	16.1	42.6	
$mg.m^{-3}$	X ± 1 s.d.	2.6-7.6	8.9-29	16.9-107	
	X ± 2 s.d.	1.5-13	4.9-52.5	6.7-270	
	Range	1.3-10.6	4.9-19.5	9.5-275	
	N	16	12	46	
Secchi Depth	$\bar{X}$	9.9	4.2	2.45	
m.	X ± 1 s.d.	5.9-16.5	2.7-7.4	1.5-4.0	
	X ± 2 s.d.	3.6-27.5	14-13	0.9-6.7	
	Range	5.4-28.3	1.5-8.1	0.8-7.0	0.4-0.5
	N	13	20	70(72)	2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 23 การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของฟอสฟอรัสรวม ไนโตรเจน คลอโรฟิลล์ เอ และความลึกที่แสงส่องถึง

(Lorraine and Vollenweider, 1981)

General Lake Trophy	Water Characteristics	Dominant Algae	Other Commonly Occuring Algae
Oligotrophic	Slightly acidic; very salinity	Demids *Staurodesmus, Staurastrum*	*Sphaerocystis,Gloeocystis, Rhizosolenia, Tabellaria*
Oligotrophic	Neutral to slightly alkaline; Nutrient-poor lakes	Diatoms, especially, *Cymbella* and *Tabellaria*	Some *Asterionella* spp., some *Melosira* spp., *Dinobryon*
Oligotrophic	Neutral to slightly alkaline; Nutrient-poor lakes or more Productive lakes at seasons of Nutrient reduction	Chrysophycean algae, especially *Dinobryon*, some *Mallomonas*	Other Chrysophycean, e.g. *Synura, Uroglena* : diatom *Tabellaria*
Oligotrophic	Neutral to slight alkaline; Nutrient-poor lakes	Chlorococcal *Oocystis* or Chrysophycean *Botryococcus*	Oligotrophic diatoms
Oligotrophic	Neutral to slight alkaline; Generally nutrient-poor; common in shallow Arctic lakes	Dinoflagellates,especially some *Peridinium* and *Ceratium* spp.	Small chrysophytes cryptophytes and diatoms
Mesotrophic or Eutrophic	Neutral to slightly alkaline; annual dominants or in eutrophic lakes at certain seasons	Dinoflagellates, some *Peridinium* and *Ceratium* spp.	*Glenodinium* and many other algae
Eutrophic	Usually alkaline lakes with nutrient enrichment	Diatoms much of year, especially *Asterionella* spp., *Fragillaria crotonensis, Synedra, Stephanodiscus* and *Melosira granulata*	Many other algae, especially green and blue-green during warmer periods of year; desmids of dissolved orgaic matter is fairly high
Eutrophic	Usually alkaline; nutrient enriched; common I warmer periods of temperature lakes or perennially in enriched trophic lakes	Blue-green algae, especially *Anacystis*(=*Microcystis*), *Aphanizomenon*, *Anabaena*	Other blue-green; euglenophytes if organically enriched or polluted enriched

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ AARL-PC Score และ AARL-PP Score

การประเมินคุณภาพน้ำในระบบนิเวศน้ำนิ่งโดยใช้ลำดับคะแนนอย่างง่าย AARL-PC score

การประเมินคุณภาพน้ำดังกล่าวนี้ ได้ใช้พารามิเตอร์ที่เป็นปัจจัยทางด้านกายภาพ เคมี และ ชีวภาพบางประการ โดยประยุกต์มาจากมาตรฐานคุณภาพน้ำของ Lorraine and Vollenweider (1981) Wetzel (2001) และมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 มาประเมินร่วมกัน โดยพารามิเตอร์ที่เป็นพื้นฐานทั่วไปของการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ซึ่งได้แก่

1. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO)
2. ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นสารอนินทรีย์ (BOD)
3. ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity)
4. ปริมาณสารอาหาร ได้แก่

4.1 ไนเตรท ไนโตรเจน

4.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน

4.3 ออร์โธฟอสเฟต หรือ soluble reactive phosphorus

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ว่ามีมากน้อยเพียงใด แต่อย่างไรก็ตามในแหล่งน้ำแหล่งหนึ่งๆ ตลอดการวิจัยควรจะใช้ค่ามาตรฐานจากการคำนวณนี้ให้เหมือนกันทุกครั้ง วิธีการมีดังนี้ จากค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำของ Lorraine and Vollenweider (1981) Wetzel (2001) และมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 จะทำให้ทราบว่าในแหล่งน้ำที่ทำการศึกษา แต่ละพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ควรมีค่าสูงสุด และต่ำสุดเท่าใด ในที่นี้อาจใช้ตาราที่เขียนเกี่ยวกับคุณภาพของแหล่งน้ำในประเทศไทยประเภทต่างๆ จะมีความเหมาะสมมาก

เมื่อได้ค่าสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละพารามิเตอร์แล้วนำมาจัดเป็นลำดับตัวเลขซึ่งจะใช้เป็นคะแนนมาตรฐาน โดยค่าที่แสดงคุณภาพน้ำด้านที่ดีสูงสุด จะมีคะแนนเป็น 0.1 และค่าที่แสดงคุณภาพน้ำด้านที่เสียต่ำสุดเป็น 1 หรืออาจจะใช้คะแนนมากกว่าคะแนนด้านที่ดีสูงสุดเป็น 0.1 และคะแนนน้อยกว่าคะแนนด้านที่เสียต่ำสุดเป็น 1 ก็ได้ ในกรณีที่มีตัวเลขในแต่ละพารามิเตอร์มาก แต่คะแนนมาตรฐานมีเพียง 10 ชั้น คือ 0.1-1.0 ให้จัดกลุ่มตัวเลขในพารามิเตอร์นั้นๆ ให้เป็นอันตรภาคชั้นแต่ละชั้น ให้มีความเหมาะสมแล้วจึงจัดคะแนนมาตรฐานของแต่ละอันตรภาคชั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 24 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำ และคะแนนมาตรฐาน

ตาราง 24.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ($mg.l^{-1}$)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ($mg.l^{-1}$)	**คะแนนมาตรฐาน**
มากกว่า 8	0.1
7-8	0.2
6-7	0.3
5-6	0.4
4-5	0.5
3-4	0.6
2-3	0.7
1-2	0.8
0.5-1	0.9
น้อย 0.5	1.0

ตาราง 24.2 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ($mg.l^{-1}$)

ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ($mg.l^{-1}$)	**คะแนนมาตรฐาน**
น้อยกว่า 0.1	0.1
0.1-0.2	0.2
0.2-0.5	0.3
0.5-1.5	0.4
1.5-3.0	0.5
3.0-6.0	0.6
6.0-10.0	0.7
10.0-20.0	0.8
20.0-40.0	0.9
มากกว่า 40	1.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 24.3 ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu S.cm^{-1}$)

ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu S.cm^{-1}$)	**คะแนนมาตรฐาน**
น้อยกว่า 5	0.1
5-10	0.2
10-30	0.3
30-60	0.4
60-100	0.5
100-150	0.6
150-200	0.7
200-300	0.8
300-450	0.9
มากกว่า 450	1.0

ตาราง 24.4 ปริมาณไนเตรท ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)

ปริมาณไนเตรท ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	**คะแนนมาตรฐาน**
น้อยกว่า 0.01	0.1
0.01-0.05	0.2
0.05-0.1	0.3
0.1-0.2	0.4
0.2-0.4	0.5
0.4-0.8	0.6
0.8-1.5	0.7
1.5-3.0	0.8
3.0-5.0	0.9
มากกว่า 5.0	1.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 24.5 ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)

ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	คะแนนมาตรฐาน
น้อยกว่า 0.01	0.1
0.01-0.05	0.2
0.05-0.1	0.3
0.1-0.15	0.4
0.15-0.3	0.5
0.3-0.5	0.6
0.5-0.8	0.7
0.8-1.5	0.8
1.5-5.0	0.9
มากกว่า 5.0	1.0

ตาราง 24.6 ปริมาณ Soluble Reactive Phosphorus ($mg.l^{-1}$)

ปริมาณ Soluble Reactive Phosphorus ($mg.l^{-1}$)	คะแนนมาตรฐาน
น้อยกว่า 0.01	0.1
0.01-0.03	0.2
0.03-0.06	0.3
0.06-0.1	0.4
0.1-0.25	0.5
0.25-0.4	0.6
0.4-0.8	0.7
0.8-1.5	0.8
1.5-5.0	0.9
มากกว่า 5.0	1.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 24.7 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ($\mu g.l^{-1}$)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ($\mu g.l^{-1}$)	คะแนนมาตรฐาน
น้อยกว่า 0.05	0.1
0.05-0.1	0.2
0.1-0.5	0.3
0.5-1.5	0.4
1.5-3.0	0.5
3.0-5.0	0.6
5.0-10.0	0.7
10.0-15.0	0.8
15.0-20.0	0.9
มากกว่า 20.0	1.0

จากนั้นจะทำการแบ่งชั้นคุณภาพน้ำ โดยใช้ตัวเลขต่ำสุดที่ควรจะเป็นได้ คือ 0.1 และสูงสุดที่ควรจะเป็น ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนพารามิเตอร์ที่ใช้วัด เช่น ถ้าใช้ 6 พารามิเตอร์ ตัวเลขสูงสุดจะเป็น 6.0 ถ้าใช้ 5 พารามิเตอร์ ตัวเลขสูงสุดจะเป็น 5.0 เป็นต้น แล้วนำมาจัดอันตรภาคชั้นออกเป็น 7 ลำดับ โดยมีความถี่เท่ากัน แล้วจัดคุณภาพน้ำแต่ละลำดับ ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 คะแนนคุณภาพน้ำตามระดับสารอาหารและคุณภาพน้ำทั่วไป

คะแนน	คุณภาพน้ำตามระดับสารอาหาร	คุณภาพน้ำทั่วไป
0-0.9	hyper oligotrophic status	คุณภาพน้ำดีมาก
1.0-1.8	oligotrophic status	คุณภาพน้ำดี
1.9-2.7	oligotrophic-mesotrophic status	คุณภาพน้ำดีปานกลาง
2.8-3.6	mesotrophic status	คุณภาพน้ำปานกลาง
3.7-4.5	mesotrophic-eutrophic status	คุณภาพน้ำปานกลางค่อนข้างเสีย
4.6-5.4	eutrophic status	คุณภาพน้ำเสีย
มากกว่า 5.4	hyper eutrophic status	คุณภาพน้ำเสียมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการใช้ AARL – PC Score

ตัวอย่าง ในการศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในเดือนพฤษภาคม 2550 ได้ผลดังนี้

ค่า DO 6.8 $mg.l^{-1}$

ค่า BOD 0.4 $mg.l^{-1}$

ค่าการนำไฟฟ้า 91 $\mu S.cm^{-1}$

ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน 0.25 $mg.l^{-1}$

ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน 0.48 $mg.l^{-1}$

ปริมาณออร์โธฟอสเฟต หรือ Soluble reactive phosphorus 0.19 $mg.l^{-1}$

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 7.8 $mg.l^{-1}$

เมื่อนำค่าจากพารามิเตอร์ต่างๆ มาเปรียบเทียบกับคะแนนมาตรฐานที่จัดทำขึ้น จะได้ดังนี้

คะแนนค่า DO = 0.4

คะแนนค่า BOD = 0.2

คะแนนค่าการนำไฟฟ้า = 0.6

คะแนนปริมาณไนเตรทไนโตรเจน = 0.3

คะแนนปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน = 0.7

คะแนนปริมาณออร์โธฟอสเฟต หรือ Soluble reactive phosphorus = 0.5

คะแนนปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ = 0.5

เอาคะแนนมาตรฐานทั้งหมดมารวมกัน จะได้ = 3.2

ดังนั้นคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จะอยู่ในช่วง 3.0-3.8 นั่นคือคุณภาพน้ำปานกลาง เทียบเท่า mesotrophic status

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การประเมินคุณภาพน้ำในระบบนิเวศน้ำนิ่งโดยใช้ลำดับคะแนนอย่างง่าย AARL-PP score

(AARL = Applied Algal Research Laboratory, PP = Phytoplanktons)

AARL – PP Score ประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ

ส่วนที่ 1 เป็นคะแนนคุณภาพน้ำตามสถานะสารอาหาร (trophic status) และคุณภาพน้ำทั่วไป ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ระดับ คือ ดี: สารอาหารต่ำ ดีถึงปานกลาง: สารอาหารต่ำถึงปานกลาง ปานกลาง : สารอาหารปานกลาง ปานกลางถึงไม่ดี: สารอาหารปานกลางถึงสูง ไม่ดี: สารอาหารสูง และไม่ดีมาก: สารอาหารสูงมาก โดยใช้คะแนน 1 – 10 แบ่งออกเป็นระดับย่อยๆ 6 ระดับแสดงในตาราง ที่ 26 คะแนนย่อยทั้ง 6 ระดับนี้ได้มาจากผลงานวิจัยซึ่งศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนพืชกับปริมาณสารอาหาร 3 ชนิด คือ ไนเตรท ไนโตรเจน แอมโมเนียม ไนโตรเจนและออร์โธฟอสเฟต

ตารางที่ 26 คะแนนคุณภาพน้ำตามสถานะสารอาหาร (trophic status) และคุณภาพน้ำทั่วไป

คะแนน	คุณภาพน้ำตามสถานะสารอาหาร	คุณภาพน้ำทั่วไป
1.0-2.0	สารอาหารต่ำ (Oligotrophic status)	ดี (Clean)
2.1-3.5	สารอาหารต่ำถึงปานกลาง (Oligo-mesotrophic status)	ดีถึงปานกลาง (Clean- moderate)
3.6-5.5	สารอาหารปานกลาง (Mesotrophic status)	ปานกลาง (Moderate)
5.6-7.5	สารอาหารปานกลางถึงสูง (Meso-eutrophic status)	ปานกลางถึงไม่ดี (Moderate- polluted)
7.6-9.0	สารอาหารสูง (Eutrophic status)	ไม่ดี (Polluted)
9.1-10.0	สารอาหารสูงมาก (Hypereutrophic status)	ไม่ดีมาก (Very polluted)

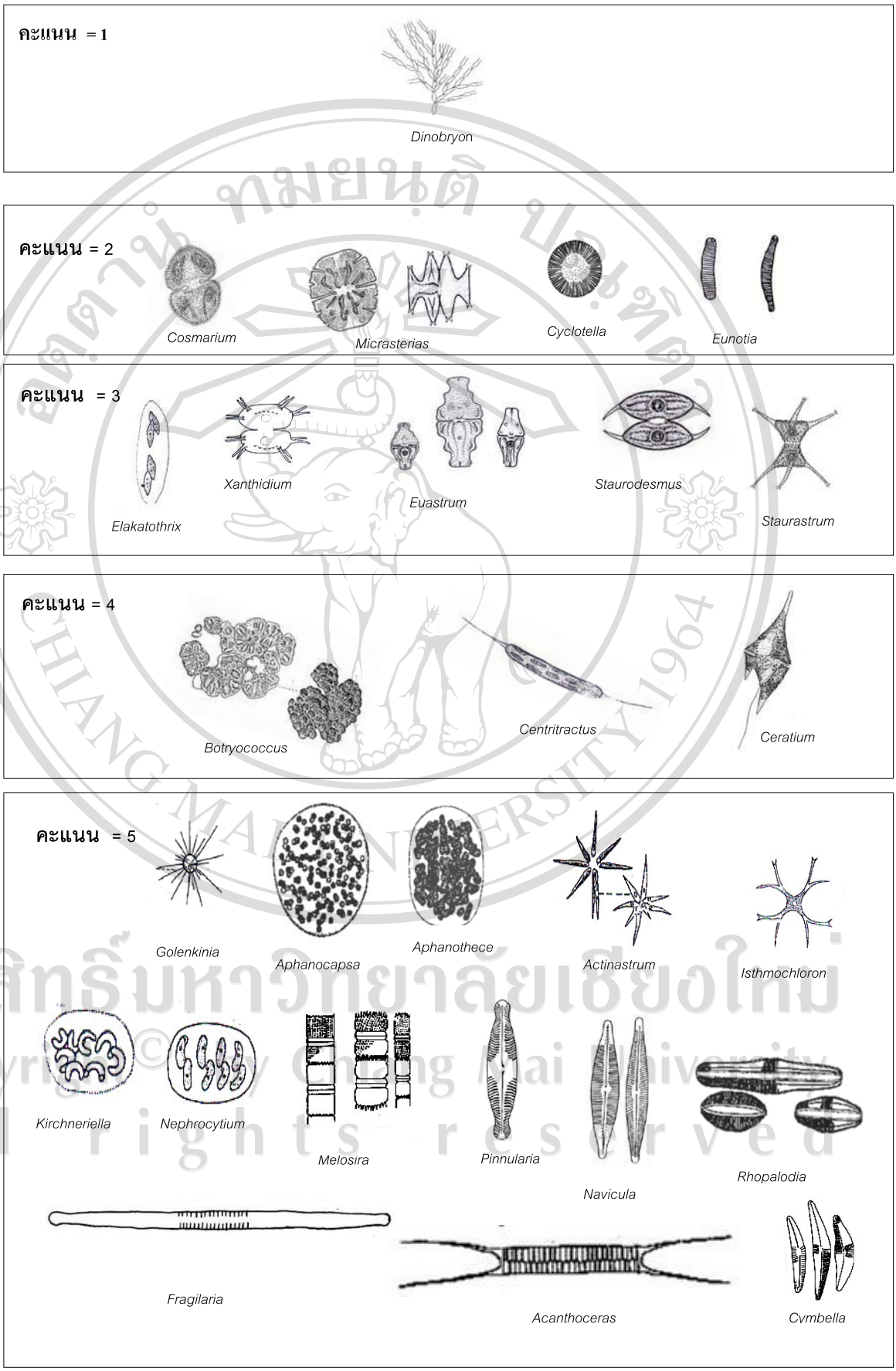
ส่วนที่ 2 คือคะแนนของแพลงก์ตอนพืชที่จะนำมาใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพบ่งชี้คุณภาพน้ำซึ่งจะเป็นแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่เจริญอย่างมากในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพต่างๆ กัน กำหนดคะแนนในช่วง 1-10 โดยคะแนนน้อยแสดงถึงสกุลที่บ่งชี้คุณภาพน้ำดี คะแนนปานกลางบ่งชี้คุณภาพน้ำปานกลาง และคะแนนมากบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี การตัดสินว่าแพลงก์ตอนพืชสกุลใดได้คะแนนเท่าไรและบ่งชี้น้ำคุณภาพอย่างไรนำมาจากงานวิจัยในอดีตของห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ดังกล่าว โดยดูความสัมพันธ์ของการเจริญอย่างมากของแพลงก์ตอนพืชสกุลนั้นๆ กับคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี คะแนนของแพลงก์ตอนพืชแต่ละสกุลที่บ่งชี้คุณภาพน้ำต่างๆ แสดงในตารางที่ 27 และภาพที่ 37

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 27 คะแนนของแพลงก์ตอนพืชแต่ละสกุลที่บ่งชี้คุณภาพน้ำต่างๆ (1-10 คะแนน)
(คะแนนน้อยบ่งชี้คุณภาพน้ำดี คะแนนมากบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี)

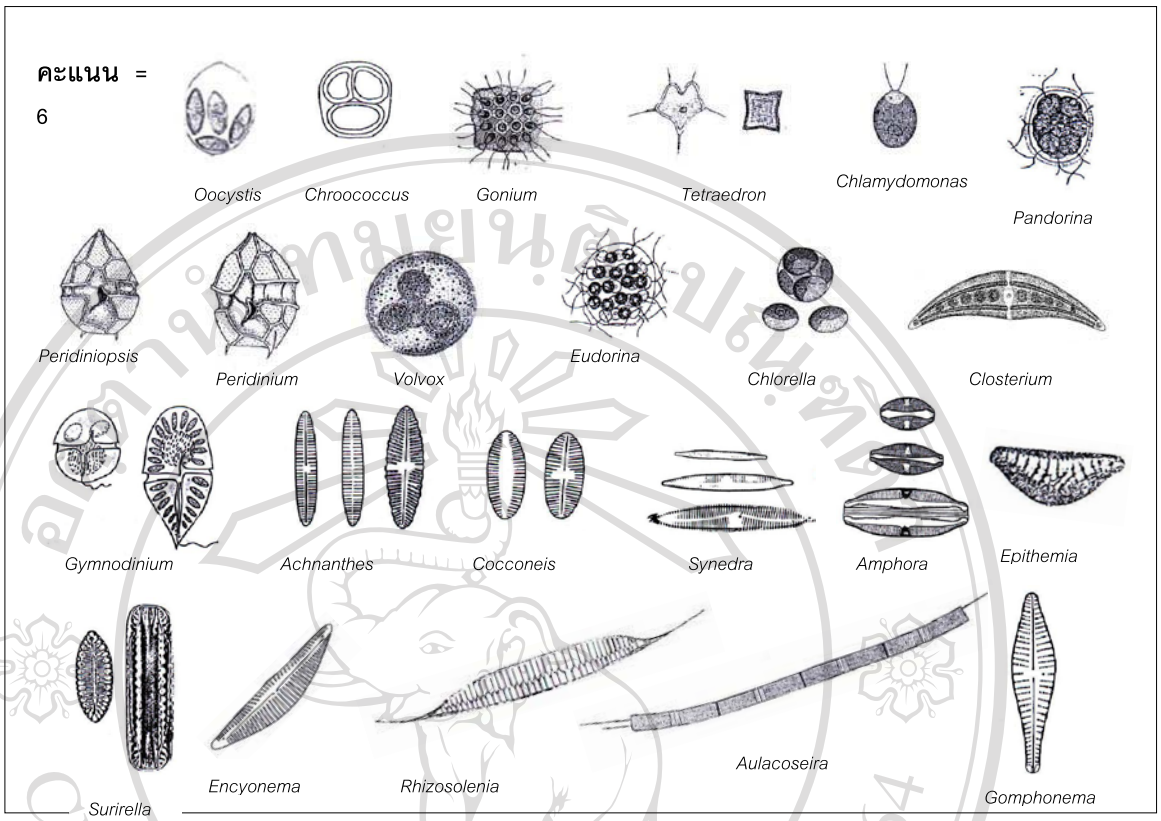
สกุล	คะแนน	สกุล	คะแนน
Achnanthes	6	*Gymnodinium*	6
Actinastrum	5	*Gyrosigma*	7
Acanthoceras	5	*Hantzchia*	8
Amphora	6	*Isthmochloron*	5
Anabaena	8	*Kirchneriella*	5
Ankistrodesmus	7	*Melosiera*	5
Aphanocapsa	5	*Merismopedia*	9
Aphanothece	5	*Micractinium*	7
Aulacoseira	6	*Micrasterias*	2
Bacillaria	7	*Microcystis*	8
Botryococcus	4	*Monoraphidium*	7
Centritractus	4	*Navicula*	5
Ceratium	4	*Nephrocytium*	5
Chlamydomonas	6	*Nitzschia*	9
Chlorella	6	*Oocystis*	6
Chroococcus	6	*Oscillatoria*	9
Closterium	6	*Pandorina*	6
Cocconeis	6	*Pediastrum*	7
Coelastrum	7	*Peridiniopsis*	6
Cosmarium	2	*Peridinium*	6
Crucigenia	7	*Phacus*	8
Crucigeniella	7	*Phormidium*	9
Cryptomonas	8	*Pinnularia*	5
Cyclotella	2	*Planktolyngbya*	7
Cylindrospermopsis	7	*Pseudanabaena*	7
Cymbella	5	*Rhizosolenia*	6
Dictyosphaerium	7	*Rhodomonas*	8
Dimorphococcus	7	*Rhopalodia*	5
Dinobryon	1	*Scenedesmus*	8
Elakatothrix	3	*Spirulina*	9
Encyonema	6	*Staurastrum*	3
Epithemia	6	*Staurodesmus*	3
Euastrum	3	*Stauroneis*	5
Eudorina	6	*Strombomonas*	8
Euglena	10	*Surirella*	6
Eunotia	2	*Synedra*	6
Fragilaria	5	*Synura*	8
Golenkinia	5	*Tetraedron*	6
Gomphonema	6	*Trachelomonas*	8
Gonium	6	*Volvox*	6

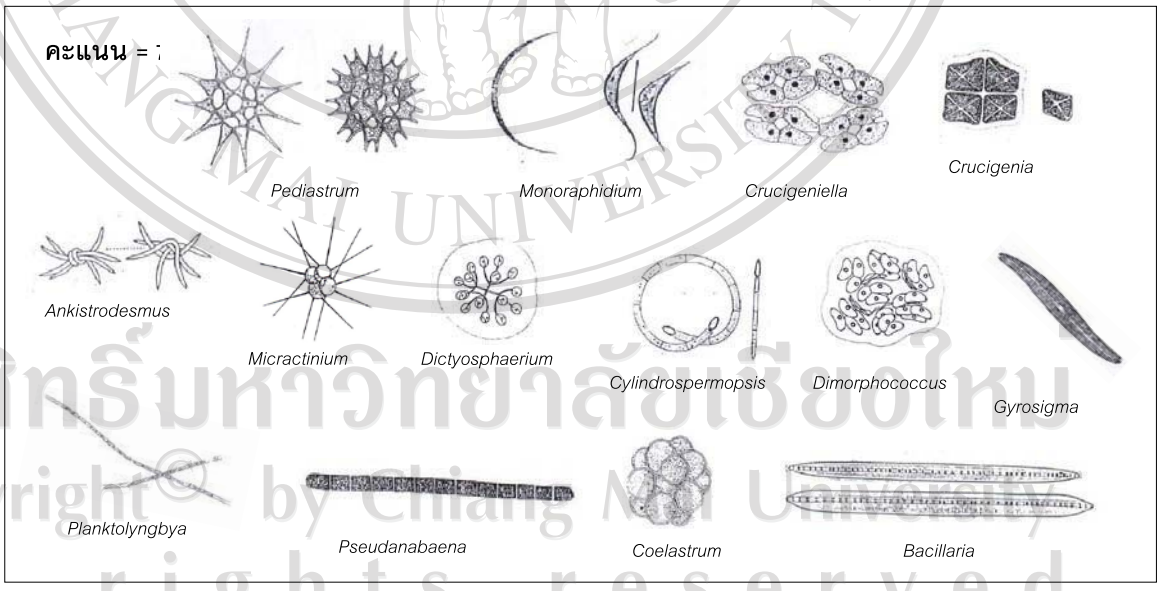
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 37 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นบ่งชี้คุณภาพน้ำตามระดับคะแนน (คะแนนน้อยบ่งชี้คุณภาพน้ำดี คะแนนมากบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี)

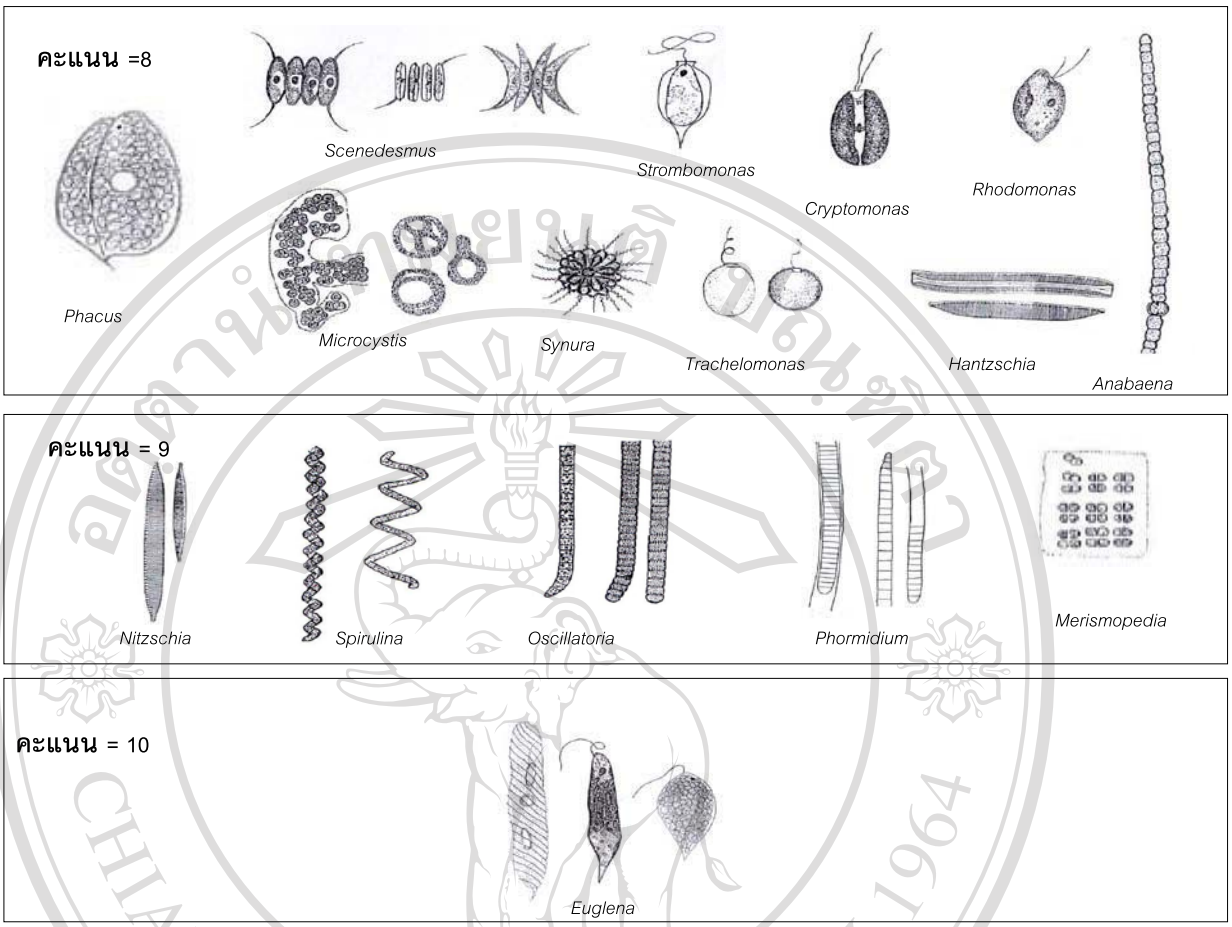
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved





ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 37 (ต่อ) แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นบ่งชี้คุณภาพน้ำตามระดับคะแนน (คะแนนน้อยบ่งชี้คุณภาพน้ำดี คะแนนมากบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี)



ภาพที่ 37 (ต่อ) แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นบ่งชี้คุณภาพน้ำตามระดับคะแนน (คะแนนน้อยบ่งชี้คุณภาพน้ำดี คะแนนมากบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการใช้ AARL – PP Score

เมื่อเลือกแหล่งน้ำที่จะศึกษาได้แล้ว ดำเนินการวิจัยตามลำดับต่อไปนี้

1. เก็บแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำที่ศึกษา ถ้ามีปริมาณมากอาจใช้วิธีเก็บจากแหล่งน้ำโดยใช้ภาชนะตักขึ้นมาจากน้ำโดยตรง ถ้ามีปริมาณไม่มากควรใช้ถุงเก็บแพลงก์ตอน ที่มีขนาดตา 10 – 20 ไมโครเมตร
2. นำแพลงก์ตอนพืชในน้ำนั้นมาศึกษา โดยการวินิจฉัยหรือพิสูจน์เอกลักษณ์ (identify) ถึงระดับสกุล ด้วยเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. นับจำนวนแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสกุล เลือกสกุลเด่นที่สุดและรองลงมา 2 สกุล โดยแต่ละสกุลต้องมีปริมาณมากกว่า 30 % ของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด ใน กรณีนี้บางแหล่งน้ำอาจจะเหลือเพียง 1-2 สกุลก็เป็นได้
4. นำสกุลที่เลือกแล้วในข้อ 3 ไปหาคะแนนของแพลงก์ตอนพืชที่บ่งชี้คุณภาพน้ำจากตารางที่ 2 รวมคะแนนที่ได้ทั้ง 3 สกุลหรือน้อยกว่า 3 สกุลแล้วหาคะแนนเฉลี่ย
5. นำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากข้อ 4 ไปหาคุณภาพน้ำจากตารางที่ 1 จะได้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่ศึกษา

ตัวอย่าง ในคูเมืองเชียงใหม่ช่วงเดือนตุลาคม 2550 พบ
แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่น 3 สกุล คือ *Euglena* sp., *Trachelomonas* sp. และ *Nitzschia* sp.
จะหาคุณภาพน้ำจาก AARL – PP Score ได้ดังนี้
คะแนนของแพลงก์ตอนพืชที่บ่งชี้คุณภาพน้ำจากตารางที่ 2 ได้ผลดังนี้

Euglena sp. = 10 คะแนน
Trachelomonas sp. = 8 คะแนน
Nitzschia sp. = 9 คะแนน

รวมคะแนนจาก 3 สกุลได้ 27 คะแนน หาค่าเฉลี่ยได้ 9 คะแนน นำคะแนนที่เฉลี่ยได้ไปหาคุณภาพน้ำจากตารางที่ 1 พบว่า อยู่ในสถานะสารอาหารสูง (Eutrophic status) คุณภาพน้ำไม่ดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฉ

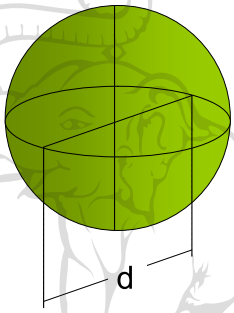
การหาปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช

การหาปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช

การหาปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช (Rott, 1981) โดยวัดความกว้าง ยาว หนา แบ่งตามรูปร่างเชิงคณิตศาสตร์ของแพลงก์ตอนพืช

1. รูปร่างทรงกลม (sphere)

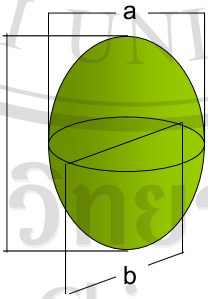
ปริมาตรชีวภาพ = $\P d^3/6$



d = เส้นผ่านศูนย์กลาง

2. รูปไข่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นวงกลม (ellipsoid)

ปริมาตรชีวภาพ = $\P c.a^3/6$

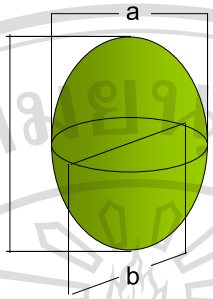


เมื่อ a เท่ากับ b

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. รูปไข่แบน (elliptic ellipsoid)

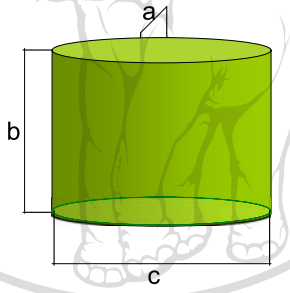
ปริมาตรชีวภาพ = ¶a.b.c/6



เมื่อ a ไม่เท่ากับ b

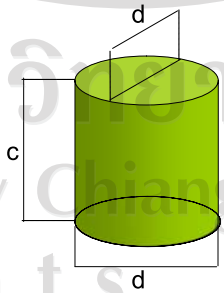
4. รูปหมอนสี่เหลี่ยม (pararellelepiped)

ปริมาตรชีวภาพ = a.b.c



5. รูปทรงกระบอก (cylinder)

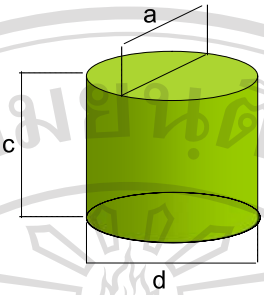
ปริมาตรชีวภาพ = ¶c.d^2/4



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

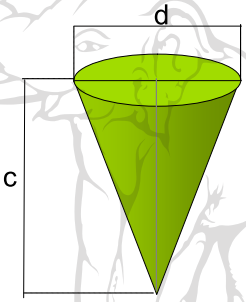
6. รูปทรงกระบอกแบน (elliptic cylinder)

ปริมาตรชีวภาพ = ¶c.a.d/4



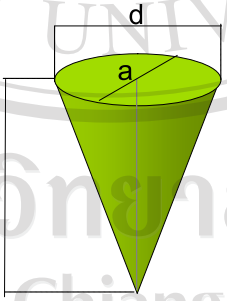
7. รูปทรงกรวย (cone)

ปริมาตรชีวภาพ = ¶c.d^2/12



8. รูปทรงกรวยแบน (cone elliptic)

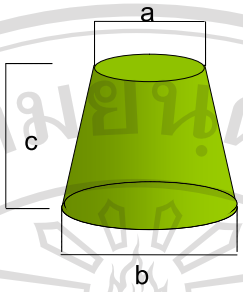
ปริมาตรชีวภาพ = ¶c.a.d/12



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

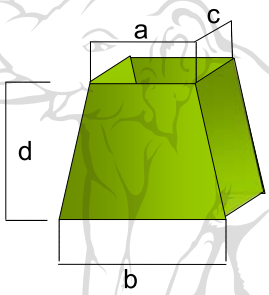
9. รูปทรงกรวยตัดปลาย (truncated cone)

ปริมาตรชีวภาพ = ¶(a^2+ab+b^2)/12



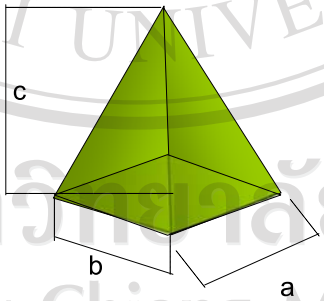
10. รูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมู (trapezoid)

ปริมาตรชีวภาพ = 1 (a+b).c.d/12



11. รูปทรงปิรามิด (pyramid)

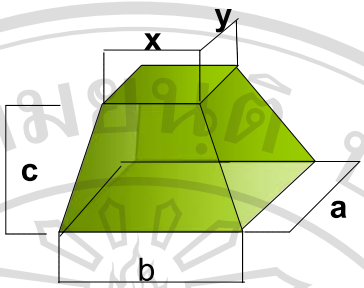
ปริมาตรชีวภาพ = 1a.b.c/3



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

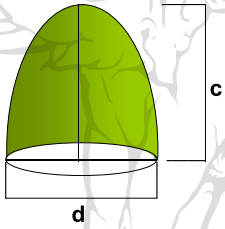
12. รูปทรงปิรามิดตัด (truncated pyramid)

ปริมาตรชีวภาพ = c(a.b+a.b.x.y+x.y)/3



13. รูปทรงพาราโบรอยด์ (paraboloid)

ปริมาตรชีวภาพ = ¶c.d^2/8



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวธนิษฐา มาลัยวรรณ

วัน เดือน ปีเกิด 1 มกราคม 2528

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา จากโรงเรียนดาราวิทยาลัย จ.เชียงใหม่ ปี 2546

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปีการศึกษา 2549

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปีการศึกษา 2552

ประวัติการทำงาน การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved