ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

ตารางที่ ก-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ดัชนีคุณภาพน้ำ[1/]	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2/] ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1.สี กลิ่นและรส (Colour,Odour and Taste)	-	-	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
2.อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	-	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
3.ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	-	ธ	5-9	5-9	5-9	-
4.ออกซิเจนละลาย (DO)[2/]	มก./ล.	P20	ธ	6.0	4.0	2.0	-
5.บีโอดี (BOD)	มก./ล.	P80	ธ	1.5	2.0	4.0	-
6.แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	เอ็ม.พี. เอ็น/100 มล.	P80	ธ	5,000	20,000	-	-
7.แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bateria)	เอ็ม.พี. เอ็น/100 มล.	P80	ธ	1,000	4,000	-	-
8.ไนเตรต (NO3)ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	ธ	5.0			-
9.แอมโมเนีย (NH3)ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	ธ	0.5			-
10.ฟีนอล (Phenols)	มก./ล.	-	ธ	0.005			-
11.ทองแดง (Cu)	มก./ล.	-	ธ	0.1			-
12.นิคเกิล (Ni)	มก./ล.	-	ธ	0.1			-
13.แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	-	ธ	1.0			-
14.สังกะสี (Zn)	มก./ล.	-	ธ	1.0			-

ตารางที่ ก-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ[1/]	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2/] ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
15.แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	-	ธ	0.005* 0.05**			-
16.โครเมียมชนิดเฮกซาวา เล้นท์(Cr Hexavalent)	มก./ล.	-	ธ	0.05			-
17.ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	-	ธ	0.05			-
18.ปรอททั้งหมด (Total Hg)	มก./ล.	-	ธ	0.002			-
19.สารหนู (As)	มก./ล.	-	ธ	0.01			-
20.ไซยาไนด์ (Cyanide)	มก./ล.	-	ธ	0.005			-
21.กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) -ค่ารังสีแอลฟา (Alpha) -ค่ารังสีเบตา (Beta)	เบคเคอเรล/ล.	-	ธ	0.1 1.0			-
22.สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)	มก./ล.	-	ธ	0.05			-
23.ดีดีที (DDT)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ	1.0			-
24.บีเอชซีชนิดแอลฟ่า (Alpha-BHC)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ	0.02			-
25.ดิลดริน (Dieldrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ	0.1			-
26.อัลดริน (Aldrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ	0.1			-
27.เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีปอกไซด์ (Heptachor &Heptachlorepoxide)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ	0.2			-
28.เอนดริน (Endrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ	ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			-

หมายเหตุ:

1/กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

2/ ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ'อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO3 ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO3 เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

°ซ องศาเซลเซียส

P 20 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

วิธีการตรวจสอบเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย Standard Methods for Examination of Water and Wastewater ซึ่ง APHA : American Public Health Association ,AWWA : American Water Works Association และ WPCF : Water Pollution Control Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนด

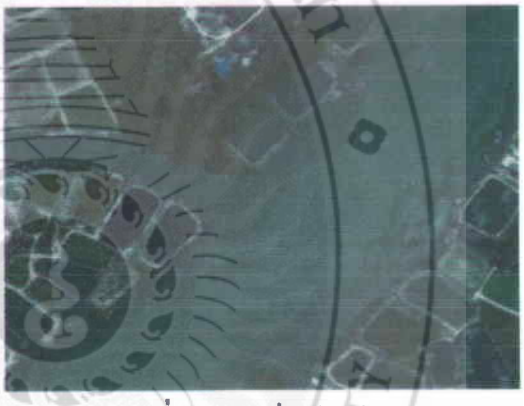
ภาคผนวก ข

จุดเก็บตัวอย่างบริเวณคลองนาทับ

ภาพที่ ข-1 จุดเก็บตัวอย่าง S2

ภาพที่ ข-2 จุดเก็บตัวอย่าง S2

ภาพที่ ข-3 จุดเก็บตัวอย่าง S3



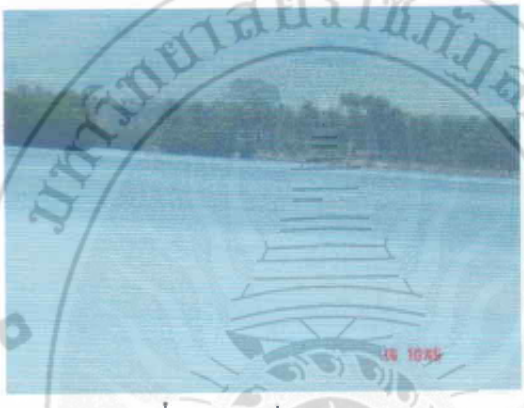
ภาพที่ ข-4 จุดเก็บตัวอย่าง S4

ภาพที่ ข-5 จุดเก็บตัวอย่าง S5

ภาพที่ ข-6 จุดเก็บตัวอย่าง S6

ภาพที่ ข-7 จุดเก็บตัวอย่าง S7

ภาพที่ ข-8 จุดเก็บตัวอย่าง S8



ภาพที่ ข-9 จุดเก็บตัวอย่าง S9

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์น้ำ

ภาพที่ ค-1 เครื่องวัดสภาพนำไฟฟ้า (conductivity)

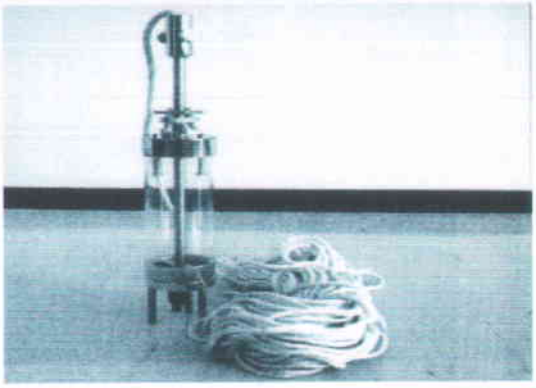
ภาพที่ ค-2 เครื่องวัดความขุ่น (naphelometric)

ภาพที่ ค-3 เครื่องวัดพีเอช (pH meter)

ภาพที่ ค-4 เครื่องโซนาร์ (sonar)

ภาพที่ ค-5 เครื่องวัดพิกัดภูมิศาสตร์ (GIS)

ภาพที่ ค-6 เครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ (refractometer)



ภาพที่ ค-7 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ (water sampler)

ภาพที่ ค-8 ตู้อินคิวเบท (incubator)

ภาพที่ ค-9 ตู้อบลมร้อน (hot air oven)

ภาพที่ ค-10 เครื่องอังน้ำ (water bath)

ภาพที่ ค-11 เครื่องชั่งละเอียด

ภาพที่ ค-12 ตู้ดูดควัน

ภาพที่ ค-13 โถทำแห้ง (desiccator)

ภาพที่ ค-14 เครื่องดูดอากาศ (suction air pump)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

วิธีการวิเคราะห์

วิธีการวิเคราะห์

1. อุณหภูมิ (temperature)โดยใช้เครื่อง termometer (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

2. สภาพนำไฟฟ้า (conductivity) โดยใช้วิธี electrometric method (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

3. ความขุ่นของน้ำ (turbidity) โดยใช้วิธี naphelometric method (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

4. ของแข็งทั้งหมด (total solids: TS)

วิธีการวิเคราะห์ Dried at 103-105 degree (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

1. นำถ้วยระเหย ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง

2. เมื่อจะใช้ นำถ้วยระเหยมาชั่งน้ำหนัก สมมุติน้ำหนัก A กรัม

3. เขย่าตัวอย่างน้ำให้เข้ากันอย่างดี เทตัวอย่างน้ำที่ทราบปริมาตรแน่นอนลงในถ้วยระเหยนี้ (การเลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำ ควรเลือกให้เหมาะสมโดยพิจารณาจากลักษณะน้ำและแหล่งที่มา) นำไประเหยบนเครื่องอังน้ำที่ปรับอุณหภูมิไว้ที่ 100 °C จนแห้ง ปริมาตรตัวอย่างที่พอเหมาะ ควรเหลือกากแห้งภายหลังการอบอยู่ในช่วง 10-200 มิลลิกรัม

4. นำเข้าอบในตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่103-105 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

5. นำออกจากตู้อบ ปล่อยทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนัก สมมุติน้ำหนัก B กรัม

6. ควรทำข้อ 4-5 ซ้ำ จนได้น้ำหนักคงที่ หรือจนกระทั่งมีการเปลี่ยนแลงน้ำหนักน้อยกว่า 4% ของน้ำหนักหนก่อนหรือประมาณ 0.5 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{Total solids: TS (mg/L)} = \frac{(B-A)\times 10^6}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ}}$$

5. ของแข็งละลายทั้งหมด (total dissolved solid: TDS)

วิธีการวิเคราะห์ Dried at 103-105 degree (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

1. การกรองตัวอย่าง ต่อสายยางระหว่างปลายท่อดูดของเครื่องดูดและของขวดกรอง วางกระดาษกรอง GF/C บนกรวยบุคเนอร์ เปิดเครื่องดูดสุญญากาศ ล้างกระดาษด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง ครั้งละ 20 มิลลิกรัม และปล่อยให้ดูดน้ำออกจากกระดาษกรองจนหมด ทิ้งน้ำล้างไป นำตัวอย่างน้ำมา

เขย่าให้เข้ากันดี (เนื่องจากนำตัวอย่างที่เหลือในขวดเก็บตัวอย่างจะได้นำไปวิเคราะห์อย่างอื่นได้) มากรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ที่เตรียมไว้ ให้กรองให้มากกว่าปริมาตรที่เหลือที่จะนำไประเหย (จะได้น้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองจากการหาค่าของแข็งแขวนลอยก็ได้)

2. ทำต่อเช่นเดียวกับการหาค่าของแข็งทั้งหมด

3. สามารถหาค่าของแข็งละลายทั้งหมดได้อีกทางหนึ่งคือ หาค่าของแข็งทั้งหมดและของแข็งแขวนลอยทั้งหมด นำมาลบกันผลต่างที่ได้ คือ ค่าของแข็งละลายทั้งหมด

การคำนวณ

$$\text{Total Dissolved Solid: TDS (mg/L)} = \frac{(B-A)\times 10^6}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ}}$$

6. ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (total suspended solid: TSS)

วิธีการวิเคราะห์ โดยใช้แผ่นกรองใยแก้ว Glass Fiber Filtters (GF/C) (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

1. นำกระดาษกรอง GF/C ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง

2. ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง GF/C สมมุติให้มีน้ำหนัก A กรัม

3. ต่อชุดเครื่องมือสำหรับกรอง ใช้ปากคีบหยิบกระดาษกรอง GF/C วางบนกรวยบุคเนอร์เปิดเครื่องดูดอากาศ ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่นเปิดเครื่องดูดอากาศต่อให้ดูดน้ำจนแห้งทิ้งน้ำล้าง

4. เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำที่ใช้ เขย่าตัวอย่างให้เข้ากันดีอย่างดี เทตัวอย่างที่ทราบปริมาตรที่แน่นอนลงกรอง โดยค่อยๆ เททีละน้อยอย่างต่อเนื่องจนหมดใช้น้ำกลั่นฉีดล้างภาชนะที่ใช้ตวงและฉีดน้ำกลั่นที่ด้านข้างของกรวยบุคเนอร์รวมทั้งบนกระดาษกรอง GF/C ปล่อยให้ดูดน้ำจนแห้ง แล้วปิดเครื่อง

5. ใช้ปากคีบหนีบกระดาษกรองวางลงบนถ้วยอลูมิเนียมฟอยล์นำไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ 103-105 °C อย่างน้อย 1 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองสมมติมีน้ำหนัก B กรัม

6. ควรทำซ้ำในข้อ 5 จนได้น้ำหนักกระดาษกรองคงที่หรือน้ำหนักเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าร้อยละ 4

การคำนวณ

$$\text{total suspended solid: TSS(mg/L)} = \frac{(B-A)\times 10^6}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ}}$$

7. ความเค็ม โดยใช้วิธี วัดโดย refefractro (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

8. ค่าความเป็นกรด – ด่าง

วิธีการวิเคราะห์ วิธีไฟฟ้า (eletrometric) โดย pH Meter (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

1. หลังจากเปิดเครื่องวัดพีเอช ควรปล่อยให้เครื่องร้อนอย่างน้อย 15 นาที ก่อนใช้งาน

2. ปรับเทียบมาตรฐาน (standardization) เครื่องให้พร้อมก่อนที่จะวัดตัวอย่าง โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่ทราบค่าพีเอชแน่นอน

3. ตัวอย่างน้ำที่จะนำมาวัดพีเอช ต้องปล่อยให้อุณหภูมิคงที่เสียก่อน เช่นกรณีที่ตัวอย่างน้ำแช่เย็นไว้ ต้องนำออกจากตู้เย็นทิ้งไว้จนหายเย็น จึงจะนำไปวัดพีเอช เพราะค่าพีเอชเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ

4.ก่อนวัด ก่อนวัดเขย่าตัวอย่างน้ำให้เข้ากันดี เทใส่บีกเกอร์ วางบีเกอร์บน Stirrer จุ่มอิเล็กโทรดแล้วเปิดเครื่อง Stirrer ให้หมุนเบาๆ (ถ้าไม่มีเครื่อง Stirrer ให้ขยับอิเล็กโทรดเบาๆ) จนกว่าเลขแสดงค่าพีเอชหยุดนิ่ง อ่านค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำ

5. เมื่อจะวัดตัวอย่างต่อไป ให้ฉีดล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นแล้วซับด้วยกระดาษหรือผ้านุ่นๆ แล้วจึงวัดตัวอย่างต่อไป แต่ถ้าจะเลิกวัดหลังจากที่ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นจนสะอาดและซับให้แห้งแล้วให้แช่อิเล็กโทรดไว้ในสารละลายที่ไอออนมากพอควร และมีฤทธิ์เป็นกรด เช่น สารละลายบัฟเฟอร์ 4 หรือที่ดีที่สุดในน้ำยาสำหรับเก็บอิเล็กโทรด

9. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO)

วิธีการวิเคราะห์ โดยวิธี Azide modification method (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

1. เติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 1 mL และอัลคาไลไอโอไดด์ – เอไซด์รีเจนต์ 1 mL ลงในขวดบีโอดี ที่ใส่น้ำตัวอย่าง โดยให้ปลายปิเปตอยู่ใต้ผิวน้ำของตัวอย่างในขวดบีโอดี ปิดจุกขวดระวังอย่าให้มีฟองอากาศ ผสมให้เข้ากันโดยคว่ำขวดขึ้นลงอย่างน้อย 15 ครั้ง

2. ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจนได้ประมาณน้ำใสครึ่งขวด

3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2 mL โดยให้กรดค่อยๆ ไหลลงไปข้างขวด ปิดจุก ผสมให้เข้ากันโดยคว่ำขวดขึ้นลงจนกระทั่งตะกอนละลายหมด ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที ก่อนนำไปไทเทรตสารละลายนี้จะเก็บได้นาน 2 ชั่วโมง

4. ถ้าใช้ขวดบีโอดีที่มีความจุขนาด 300 mL จะใช้ตัวอย่างน้ำจากขวดในข้อ 3 เท่ากับ 201 mL เพื่อนำไปไทเทรต ปริมาณตัวอย่างนี้มีค่าเท่ากับปริมาณน้ำตัวอย่างเริ่มต้น 200 mL เนื่องจากมีการสูญเสียตัวอย่างน้ำจากขวด โดยการแทนที่ของสารละลายเคมีที่เติมลงไปทั้งสิ้น 2 mL ดังนั้นตัวอย่างน้ำซึ่งใช้ในการไทเทรตจึงเท่ากับ

$$\frac{200\times300}{(300-2)} = 201 \text{ mL}$$

5. ไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.025 molc/l จนกระทั่งสารละลายมีสีเหลืองเริ่มจางลง (สีเหลืองฟางข้าว) เติมน้ำแป้ง 1 mL จะได้สีน้ำเงินเข้ม ไทเทรตต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินจางหายไป อ่านปริมาตรของสารละลายโซเดียม

การคำนวณ

ถ้าใช้ตัวอย่างน้ำในการไทเทรต 200 mL สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 molc/l ปริมาตร 1 mL จะมีค่าสมมูลพอดีกับ 1 mg/L ของดีโอ

10. บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD)

วิธีการวิเคราะห์ โดยวิธี โดยตรง (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

1. นำตัวอย่างน้ำมาปรับอุณหภูมิให้ได้ประมาณ 20 °C

2. เติมออกซิเจน โดยการเติมอากาศผ่านหัวฟู่ (หัวจ่ายลม) จนออกซิเจนละลายอิ่มตัว

3. เติมตัวอย่างน้ำใส่ลงในขวดบีโอดีจนเต็ม 2 ขวด ปิดจุกให้สนิทและมีน้ำหล่อที่ปากขวด

4. นำขวดหนึ่งมาหาค่าออกซิเจนละลาย ถือว่าเป็นค่าออกซิเจนละลายที่มีค่าเริ่มต้น สมมติเป็น DO_0

5. นำอีกขวดหนึ่งใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา 5 วัน เมื่อครบ 5 วันแล้ว นำตัวอย่างนั้นมาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่ สมมติเป็น DO_5

การคำนวณ

ค่า BOD (mg/l) = $DO_0 - DO_5$