รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2525. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.** คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

จเร สดากร, ทิพย์พรรณ สดากร และ สอาด บุญเกิด. 2525. **ชื่อพรรณไม้ในเมืองไทย.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 534.

ณพพร ดำรงศิริ. 2530. **พฤกษอนุกรมวิธาน** สาขาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. หน้า 108-119.

มานพ ศิริวรกุล .2527. **การกำจัดดีปลีน้ำPotamogeton malaianus Miquel. ด้วยสารเคมี** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพฤกษศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 5.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2530. **พรรณไม้น้ำ.** ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 67-75

สุรภี โรจน์อารยานนท์. ----. **สภาวะแวดล้อมของเรา** ตอนมลพิษสภาวะแวดล้อม (Our Environment : Environmental Pollution). สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม.

อร่ามศรี พัฒนโสภณ. 2530. **การอ่านรายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินด้านวิทยาศาสตร์.** กองวิจัยและทดลอง กรมชลประทาน.

ภาษาอังกฤษ

Athie D. and Cerri C.C. (eds.). 1987. **The use of macrophytes in water pollution control .** Pergamon Press. 177 p.

Abstracys of The Aquatic plant management society, inc. Thirty-second annual meeting and International symposium on the biology and management of aquatic plants. July 12-16, 1992. Marriott Hotel, Daytona Beach, Florida, U.S.A.

Brix, H. and Schierup, H.-H .1989. **Soil oxygenation in constructed reed beds** : the role of macrophyte and soil-atmosphere interface oxygen transport. In Constructed wetlands in water pollution. In Constructed wetlands in water pollution control. Denmark. p. 53.

Brindley, G.W. and Brown, G. 1984. **Crystal Structure of clay Minerals and their X-ray Identification Mineralogy Society.** London. pp. 495.

Cook, W. , Junk, B.V. 1974. **Water plants of the world by C.D.K.** , Publishers. The Hague. 1974. p. 259.

Cooper, P.F. and Findlater, B.C. 1990. **Constructed wetlands in water pollution control.** Pergamon Press. 605 p.

Coombes, C. 1987. **Reed bed treatment systems in Anglian Water.** In Constructed wetlands in water pollution control. p. 223. UK.

Davies, T.H. and Hart, B.T. 1989. **Reed bed treatment of wastewater in a pilot-scale facility.** In Constructed wetlands in water pollution control.Australia. p. 517.

Davies, T.H. and Hart, B.T. 1990. **Use of aeration to promote nitrification in reed beds treating wastewater.** In Constructed wetlands in water pollution control. Australia. p. 77.

Debusk, T.A. , Langston, M.A. , Burgoon, P.S. and Reddy, K.R. 1988. **A performance comparison of vegetated submerged beds and floating macrophytes for domestic wastewater treatment.** In Constructed wetlands in water pollution control. U.S.A. p. 301.

Findlater, B.C. , Hobson, J.A. and Cooper, P.F. 1990. **Reed bed treatment systems** : performance evalution. In Constructed wetlands in water pollution control. U.K. p. 193.

George, J.B. 1962. **Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analyses of** soil. Agronomy journal, Vol. 54.

Jenkins, R. and De Vries J.L. 1967. **Practical X-ray Spectrometry.** Phylips Technical Library, N.V. Philips Gloeilampenfabriken. Eindhoven. Netherlands. p.100.

Mann, R.A. 1990. **Phosphorus removal by constructed wetlands** : substratum absorption. In Constructed wetlands in water pollution control.Australia. p. 97.

McNebb, C.D. 1976. **The potential of submerged vascular plants for reclamation of wastewater.** In Biological Control of Water Pollution. Tourbier, J. and Pearson, R.W. (eds.) . The University Press, Philadelphia, Pensylvania. p. 120-132.

Mitchell, D.S. , Breen, P.F. and Chick, A.J. 1990. **Artificial wetlands for treating wastewaters from single households and small communities.** In Constructed wetlands in water pollution control. Australia. p. 383.

Pei, Y.C. 1974. **Table of Key Lines in X-ray Powder Diffraction Patterns of Minerals in clays and Associated Rocks.** p. 1-39.

Reddy, K.R. and Smith, W.H. 1987. **Aquatic plants for water treatment and resource**

recovery. Magnolia Publishing Inc., Orlando, Florida. 1032 p.

Steiner, G.R. , Watson, J.T. , Hammer, D.A. , Harker, D.F. 1986. **Municipal wastewater treatment with artificial wetlands** In Aquatic plant for water treatment and resource recovery. Orlando : Florida. p. 156.

Swindell, C.E. and Jackson, J.A. 1990. **Constructed wetlands designs and operation to maximize nutrient removal capabilities**. In Constructed wetlands in water pollution control. U.S.A. p. 107.

Standard Method for the examination of water and wastewater. 14th Edition, p. 175.

Thiesen, A.A. and Martin, C.D. 1987. **Municipal wastewater purification in a vegetative filter bed** : A demonstration. In K.H. Reddy and W.H. Smith (eds.). Aquatic Plant for Water Treatment and Resource Recovery .Orlando : Magnolia. pp. 295- 298.

Wittgren, H.B. and Sundblad, K. 1990. **Removal of wastewater nitrogen in an infiltration wetland with Glyceria maxima.** In Constructed wetlands in water pollution control. Sweden. p. 85.

Wolstenholme, R. and Bayes, C.D. 1990. **An evalution of nutrient removal by the reed bed.** treatment system at Valleyfield, Fife, Scotland. In Constructed wetlands in water pollution control. U.K. p. 139.

Wood, A. 1989. **Constructed wetlands for wastewater treatment-engineering and design considerations**. In Constructed wetlands in water pollution control. South Africa. p. 481.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

พืชใต้น้ำที่ใช้ในการทดลอง

1. สาหร่ายหางกระรอก Hydrilla verticillata (L.f.) Royle

Hydrilla L.C. Rich., Mem. Cl. Sci. Math. Phys. Ist. France 12(2) : 9 , 61 , 76 (1814)

L.C. Rich เป็นผู้ตั้งชื่อมีชื่อสามัญว่า florida elodea ชื่อพื้นเมืองคือสาหร่ายหางกระรอก จัดอยู่ในวงศ์Hydrocharitaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในยุโรปตอนเหนือและมีการชักนำเข้ามาในอเมริกาเหนือมีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางในเขตอบอุ่นของโลก พบทั่วทุกภาคในประเทศไทย

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นพืชที่มีอายุข้ามปี ประเภทใต้น้ำ มีทั้งชนิดที่แยกต้น แยกเพศ (divecious) และชนิดที่ต้นเดียวกันมี 2 เพศอยู่ด้วยกัน (monoecious) ลำต้นเป็นสายเรียวยาวตามระดับน้ำอาจยาวถึง 3 เมตร แตกกิ่งก้านสาขามากมายกิ่งหนาประมาณ 1 มิลลเมตร ลำต้นมีข้อปล้อง ความยาวระหว่างข้อประมาณ 3 - 50 มิลลิเมตร มีรากยึดดินใต้น้ำไว้ ใบไม่มีก้านใบ (sessile) แตกรอบข้อเป็นวงแบบ whorled จำนวน 3 - 8 ใบ รูปร่างของใบแบบรูปหอกเกือบเป็นเส้นตรง (linear lancecelate) หรือเป็นรูปไข่ตรงกลางแบนคล้ายเลนซ์ (elliptic) ใบยาวประมาณ 7-40 มิลลิเมตร ขอบใบไม่เรียบ ดอกแยกเพศเป็นดอกเดี่ยวขนาดเล็กเกิดที่ซอกใบ มีใบประดับ (spathe) ยาว 5 มิลลิเมตรหุ้มตรงโคนก้านชูดอกเป็นแผ่นบางซึ่งส่งดอกมาเจริญที่ผิวน้ำ ดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 3 กลีบบิดเป็นเกลียวยาว 3 มิลลิเมตร และกว้าง 0.5 มิลลิเมตร กลีบดอก 3 กลีบสีขาวบิดเป็นเกลียวยาว 3 มิลลิเมตร กว้าง 1.0 มิลลิเมตร เกสรตัวเมียมีรังไข่ที่มีช่อง (carpel) เป็นท่อยาวแคบเหมือน capillary ที่หักมี 1 ช่อง ยอดเกสร (stigma) มี 3 อันติดบนกลีบดอก (epipetalous) (Cook (1974))

มีผลขนาดเล็กรูปทรงกระบอกมีขนบาง ๆยาว 7 มิลลิเมตร และกว้าง 1.5 มิลลิเมตร ภายในมีเมล็ด 2-6 เมล็ด มีรูปร่างกลมยาว ดอกตัวผู้มีกลีบประดับ (spathe) ยาว 1.5 มิลลิเมตร เป็นดอกขนาดเล็กมีก้านดอกยาว 1-2 มิลลิเมตร เมื่อดอกแก่จะหลุดออกจากกลีบประดับลอยขึ้นไปบานที่ผิวน้ำ ส่วนของดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 3 กลีบ กลีบดอก 3 กลีบ เกสรตัวผู้ 3 อัน เมื่อเวลาดอกบานที่ผิวน้ำกลีบเลี้ยงและกลีบดอกจะกางกระดกกลับลงล่างปล่อยให้เกสรตัวผู้ชูเหนือน้ำ เกสรตัวผู้ประกอบด้วยอับเรณู (anther) จำนวน 4 ช่อง การผสมเกสรเป็นแบบการ

ผสมใช้อากาศช่วยในการผสมเกสร (aie pollinated) (สุชาดา (2530)) โดยทั่วไปจะพบในน้ำที่ระดับความลึกไม่เกิน 5 เมตร ขึ้นอยู่กับความขุ่นใสของน้ำที่แสงแดดจะส่องผ่าน ต้องการแสงแดดน้อยมากเพียง 1% ของความเข้มแสงแดด การขยายพันธุ์นอกจากเมล็ดแล้วส่วนใหญ่จะขยายพันธุ์โดยการหลุดขาดของส่วนยอดของลำต้นเพื่องอกเป็นต้นใหม่ และการหลุดขาดของลำต้นซึ่งสามารถงอกเป็นต้นใหม่ได้ นอกจากนี้ก็สามารถสร้างหัวใต้ดินทำให้การแพร่กระจายและขยายพันธุ์เป็นไปได้ง่าย (ประมุข (2536))

2. ดีปลีน้ำ Potamogeton malaianus Miquel.

พืชชนิดนี้ Miquel เป็นผู้ตั้งชื่อ มีชื่อสามัญว่า pond weed ชื่อพื้นเมืองคือ ดีปลีน้ำ แหนปากเป็ด จัดอยู่ในวงศ์ Potamogetenaceae มีถิ่นกำเนิดและเป็นพืชพื้นเมืองของประเทศเขตร้อนยุโรป เอเชีย แอฟริกาและออสเตรเลีย แพร่กระจายไปเกือบทั่วโลก พบได้ทุกภาคในประเทศไทย ในอ่างเก็บน้ำ ทะเลสาป คลองส่งน้ำ ในนาข้าวและบริเวณที่ชื้นแฉะ (มานพ (2527))

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นพืชข้ามปีประเภทใต้น้ำที่มีลำต้นยาวตามความลึกของน้ำ มีทั้งส่วนที่มีลำต้นใต้ดินลำต้นส่วนทอดไปตามผิวดินส่วนลำต้นตั้งตรงและส่วนลำต้นที่เป็นสายขึ้นไปตามระดับน้ำมีกิ่งก้านยาว 20-200 เซนติเมตร ลำต้นทุกแบบเห็นข้อและปล้องชัดค่อนข้างเหนียว รากเกิดจากข้อของลำต้นใต้ดิน บนดิน ใบเป็นใบเดี่ยวแตกจากลำต้นแบบสลับ ใบมี 2 ลักษณะ (dimorphic form) คือใบลอยน้ำ ลักษณะใบหนาเรียบเป็นมันสีเขียวสดรูปร่างเป็นแบบรูปหอกตรงกลางโป่ง (Elliptic - lanceolate) ขนาดยาว 3-15 เซนติเมตร กว้าง 1-3 เซนติเมตร และใบใต้น้ำลักษณะแผ่นใบเรียวบางใส ขนาดยาว 3-12 เซนติเมตร กว้าง 1-3 เซนติเมตร สีออกเขียวปนน้ำตาลทั้งใบลอยน้ำและใบใต้น้ำมีก้านใบเห็นชัดและมีหูใบ (stipule) บางใสหุ้มลำต้น ดอกออกเป็นช่อแบบ spike คือมีดอกย่อยเรียงติดอยู่กับก้านช่อดอก (peduncle) โดยไม่มีก้านดอกย่อย (pedicel) ส่วนของดอกจะชูอยู่เหนือผิวน้ำ ช่อดอกยาว 3 - 8 เซนติเมตร ช่อหนึ่งๆมีดอกย่อย 40 ดอก เมื่อยังอ่อนอยู่มีก้านหุ้มช่อดอกไว้ ดอกย่อยเป็นดอกสมบูรณ์เพศประกอบด้วยกลีบรวม (perianth) 4 กลีบ เกสรตัวผู้มี 4 อัน มีอับเรณู (anther) ติดอยู่ที่โคนกลีบรวม เกสรตัวเมียประกอบด้วยรังไข่แบบอยู่เหนือฐานรองดอก(superior ovary) ชนิดที่มี carpel แยกกันอยู่ จำนวน carpel มีทั้งหมด 4 ช่อง แต่ละช่องมีไข่อ่อน (ovule) เพียง 1 ใบ ผลเป็นผลเดี่ยวชนิดเปลือกชั้นนอกดอ่อน ส่วนเปลือกชั้นในสุดเหนียวและแข็ง (drupe) มีรูปร่างโค้งงอปลายด้านหนึ่งเป็นจงอย ภายในเมล็ดไม่มี endosperm ดอกหนึ่งสามารถผลิตเมล็ดได้ 1-4 เมล็ด (Hudchinson (1964)) สามารถขยายพันธุ์ได้หลายวิธีคือโดยกิ่งหรือต้นที่หักขาดออกไปโดยลำต้นใต้ดิน โดยไหลและโดยเมล็ดจึงแพร่กระจายได้ทั่วไปมักขึ้นบริเวณริมฝั่งไปจนถึงระดับความลึกของน้ำ

ประมาณ 3 เมตร (Lapinot (1971)) ในฤดูแล้งดีปลีน้ำสามารถเจริญอยู่ตามดินชื้นแฉะได้อีกแม้ระดับน้ำจะลดลงก็ตาม โดยรูปร่างลักษณะของลำต้นและใบเปลี่ยนแปลงไป ลำต้นจะสั้นและข้อปล้องถี่ ใบจะหนาขึ้นกว่าปกติต่อมาเมื่อถึงฤดูฝนระดับน้ำสูงขึ้นดีปลีน้ำที่ขึ้นอยู่บนดินจะกลายเป็นอยู่ในน้ำเจริญสร้างใบใต้น้ำและใบลอยน้ำได้ต่อไป (Arber (1972))

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข.1 แสดงค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำเข้าและบ่อควบคุม

วัน/เดือน/ปี	น้ำเข้า			บ่อควบคุม		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
6 ธ.ค. 38	8.2	8.2	8.2	-	-	-
11 ธ.ค. 38	8.1	8.0	8.1	8.0	8.0	8.0
16 ธ.ค. 38	8.7	8.7	8.7	8.9	8.9	8.9
21 ธ.ค. 38	7.8	7.8	7.8	9.2	9.2	9.1
26 ธ.ค. 38	6.8	6.7	6.6	8.3	8.3	8.3
31 ธ.ค. 38	7.0	7.0	7.0	8.5	8.5	8.5
5 ม.ค. 39	7.5	7.5	7.4	7.2	7.2	7.2
10 ม.ค. 39	6.9	6.8	6.9	8.2	8.2	8.1
15 ม.ค. 39	7.0	7.0	7.0	8.6	8.5	8.6
20 ม.ค. 39	7.4	7.4	7.4	8.3	8.3	8.3
25 ม.ค. 39	7.3	7.3	7.2	7.3	7.3	7.3
30 ม.ค. 39	7.5	7.4	7.4	7.8	7.8	7.8
4 ก.พ. 39	7.6	7.6	7.7	8.6	8.6	8.6
9 ก.พ. 39	6.1	6.1	6.0	7.7	7.7	7.7
14 ก.พ. 39	6.3	6.3	6.3	8.0	8.1	8.0
19 ก.พ. 39	6.6	6.6	6.6	8.2	8.2	8.2
24 ก.พ. 39	6.6	6.6	6.6	7.5	7.5	7.5
29 ก.พ. 39	6.7	6.7	6.7	8.4	8.4	8.4
5 มี.ค. 39	6.7	6.7	6.6	8.3	8.3	8.3

ตารางที่ ข.2 แสดงค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของบ่อสาหร่ายหางกระรอกและบ่อดีปลีน้ำ

วัน/เดือน/ปี	บ่อสาหร่ายหางกระรอก			บ่อดีปลีน้ำ		
	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3
11 ธ.ค. 38	8.2	9.2	8.9	8.3	8.4	8.9
16 ธ.ค. 38	8.5	9.1	9.2	9.3	9.7	9.3
21 ธ.ค. 38	8.6	8.3	8.9	9.1	9.1	8.6
26 ธ.ค. 38	7.7	8.4	8.4	8.1	7.9	7.5
31 ธ.ค. 38	8.6	8.4	8.5	7.9	8.0	7.9
5 ม.ค. 39	9.0	8.5	7.2	8.0	7.8	7.8
10 ม.ค. 39	8.8	8.9	7.8	8.5	8.2	8.4
15 ม.ค. 39	7.0	8.8	7.7	8.7	8.3	8.5
20 ม.ค. 39	8.7	8.8	8.2	8.2	8.6	8.9
25 ม.ค. 39	8.0	8.0	7.7	7.6	7.9	8.0
30 ม.ค. 39	8.7	8.7	8.4	8.2	8.1	7.5
4 ก.พ. 39	9.3	8.3	8.6	8.4	7.6	6.9
9 ก.พ. 39	7.9	7.8	8.1	7.4	7.3	7.0
14 ก.พ. 39	8.3	8.4	7.9	7.9	7.9	7.7
19 ก.พ. 39	8.5	8.1	8.0	7.9	8.1	8.1
24 ก.พ. 39	8.3	7.7	7.6	7.0	6.8	7.2
29 ก.พ. 39	8.3	8.0	7.9	8.1	8.2	8.3
5 มี.ค. 39	8.4	7.9	7.9	8.1	8.2	8.

ตารางที่ ข.3 แสดงค่าอุณหภูมิ (Temperature) ของน้ำเข้าและบ่อควบคุม

วัน/เดือน/ปี	น้ำเข้า (องศาเซลเซียส)			บ่อควบคุม (องศาเซลเซียส)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
6 ธ.ค. 38	27.2	27.2	27.2	-	-	-
11 ธ.ค. 38	27.0	27.0	27.0	27.1	27.1	27.1
16 ธ.ค. 38	27.3	27.3	27.2	27.0	27.0	27.0
21 ธ.ค. 38	30.4	30.4	30.4	30.6	30.6	30.6
26 ธ.ค. 38	25.3	25.3	25.3	25.2	25.2	25.2
31 ธ.ค. 38	23.5	23.5	23.4	22.2	22.2	22.2
5 ม.ค. 39	24.6	24.5	24.6	27.8	27.8	27.8
10 ม.ค. 39	25.0	25.0	25.0	25.1	25.1	25.1
15 ม.ค. 39	28.0	28.1	28.1	27.1	27.1	27.0
20 ม.ค. 39	27.6	27.6	27.6	27.2	27.2	27.3
25 ม.ค. 39	26.4	26.4	26.4	25.8	25.7	25.8
30 ม.ค. 39	26.2	26.2	26.2	25.9	25.9	25.9
4 ก.พ. 39	27.6	27.7	27.7	25.8	25.8	25.8
9 ก.พ. 39	26.0	26.0	26.0	25.3	25.3	25.3
14 ก.พ. 39	26.8	26.8	26.8	26.7	26.7	26.7
19 ก.พ. 39	26.3	26.3	26.3	25.5	25.5	25.5
24 ก.พ. 39	28.0	28.0	28.0	28.3	28.3	28.3
29 ก.พ. 39	27.7	27.7	27.7	27.4	27.4	27.4
5 มี.ค. 39	27.5	27.5	27.5	27.3	27.3	27.3

ตารางที่ ข.4 แสดงค่าอุณหภูมิ (Temperature) ของบ่อสาหร่ายหางกระรอกและบ่อดีปลีน้ำ

วัน/เดือน/ปี	บ่อสาหร่ายหางกระรอก			บ่อดีปลีน้ำ		
	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3
11 ธ.ค. 38	27.1	27.0	27.2	27.2	27.1	27.3
16 ธ.ค. 38	27.1	27.0	27.0	27.4	27.0	26.8
21 ธ.ค. 38	30.5	29.5	29.5	31.4	29.6	29.0
26 ธ.ค. 38	25.9	26.2	26.2	25.9	26.3	25.6
31 ธ.ค. 38	23.6	23.8	23.4	23.0	23.0	22.0
5 ม.ค. 39	25.4	25.3	26.0	24.7	24.2	23.6
10 ม.ค. 39	25.0	25.6	25.0	25.4	25.5	25.0
15 ม.ค. 39	26.4	26.3	26.4	27.0	27.0	27.0
20 ม.ค. 39	28.1	28.2	27.4	27.3	26.8	26.2
25 ม.ค. 39	26.4	26.3	26.4	25.9	25.5	25.4
30 ม.ค. 39	25.9	25.8	25.7	25.9	26.0	25.8
4 ก.พ. 39	28.9	26.6	25.8	27.1	25.6	24.2
9 ก.พ. 39	25.9	25.6	25.8	25.4	24.9	24.7
14 ก.พ. 39	26.8	27.0	26.7	26.7	26.5	26.2
19 ก.พ. 39	26.4	26.1	25.8	25.4	25.1	24.8
24 ก.พ. 39	28.1	28.1	28.2	27.6	27.3	26.9
29 ก.พ. 39	27.3	27.0	27.0	27.2	27.0	26.7
5 มี.ค. 39	27.2	27.2	27.1	27.2	27.4	27.4

ตารางที่ ข.5 แสดงค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity) ของน้ำเข้าและบ่อควบคุม

วัน/เดือน/ปี	น้ำเข้า			บ่อควบคุม		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
6 ธ.ค. 38	657	662	658	-	-	-
11 ธ.ค. 38	866	871	865	1,062	1,055	1,038
16 ธ.ค. 38	784	784	791	948	950	948
21 ธ.ค. 38	789	788	789	914	908	912
26 ธ.ค. 38	742	742	740	801	798	802
31 ธ.ค. 38	750	752	751	826	822	825
5 ม.ค. 39	797	795	802	863	858	860
10 ม.ค. 39	830	831	830	826	820	826
15 ม.ค. 39	842	840	837	771	768	772
20 ม.ค. 39	829	830	834	777	768	776
25 ม.ค. 39	809	805	809	823	823	822
30 ม.ค. 39	787	790	787	763	760	764
4 ก.พ. 39	748	748	750	648	645	647
9 ก.พ. 39	792	795	793	706	704	706
14 ก.พ. 39	880	882	880	682	682	683
19 ก.พ. 39	839	841	838	759	755	758
24 ก.พ. 39	729	730	729	772	770	770
29 ก.พ. 39	691	693	693	799	797	799
5 มี.ค. 39	721	722	721	782	780	782

ตารางที่ ข.6 แสดงค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity) ของบ่อสาหร่ายหางกระรอกและบ่อดีปลีน้ำ

วัน/เดือน/ปี	บ่อสาหร่ายหางกระรอก			บ่อดีปลีน้ำ		
	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3
11 ธ.ค. 38	1,060	884	1,004	1,128	1,036	1,289
16 ธ.ค. 38	908	831	880	937	914	1,040
21 ธ.ค. 38	917	924	902	991	960	1,015
26 ธ.ค. 38	717	781	781	841	837	876
31 ธ.ค. 38	667	796	747	850	844	835
5 ม.ค. 39	674	772	852	826	811	790
10 ม.ค. 39	670	758	845	762	766	781
15 ม.ค. 39	704	767	786	722	723	767
20 ม.ค. 39	712	754	720	722	677	730
25 ม.ค. 39	726	770	687	745	688	719
30 ม.ค. 39	723	679	653	731	670	724
4 ก.พ. 39	742	669	648	727	714	722
9 ก.พ. 39	686	657	642	758	699	729
14 ก.พ. 39	681	652	682	785	715	757
19 ก.พ. 39	694	830	713	810	731	724
24 ก.พ. 39	704	806	685	794	731	678
29 ก.พ. 39	692	839	685	812	754	770
5 มี.ค. 39	709	810	689	799	721	721

ตารางที่ ข.7 แสดงค่าออกซิเจนละลาย (DO) ของน้ำเข้าและบ่อควบคุม

วัน/เดือน/ปี	น้ำเข้า			บ่อควบคุม		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
6 ธ.ค. 38	0	0	0	-	-	-
11 ธ.ค. 38	1.8	1.7	1.8	3.0	3.0	3.0
16 ธ.ค. 38	0	0	0	4.3	4.3	4.3
21 ธ.ค. 38	0	0	0	4.5	4.5	4.5
26 ธ.ค. 38	0	0	0	14.8	14.8	14.8
31 ธ.ค. 38	0	0	0	10.6	10.6	10.6
5 ม.ค. 39	0	0	0	2.7	2.7	2.7
10 ม.ค. 39	0	0	0	6.1	6.1	6.1
15 ม.ค. 39	1.3	1.2	1.2	15.8	15.8	15.8
20 ม.ค. 39	0	0	0	3.7	3.7	3.7
25 ม.ค. 39	0	0	0	0.4	0.4	0.4
30 ม.ค. 39	0	0	0	5.9	5.9	5.9
4 ก.พ. 39	0.5	0.7	0.6	8.5	8.5	8.5
9 ก.พ. 39	0	0	0	0.2	0.2	0.2
14 ก.พ. 39	0	0	0	3.7	3.7	3.7
19 ก.พ. 39	0	0	0	10.1	10.1	10.1
24 ก.พ. 39	0	0	0	3.9	3.9	3.9
29 ก.พ. 39	0	0	0	0.2	0.2	0.2
5 มี.ค. 39	0	0	0	3.7	3.7	3.7

ตารางที่ ข.8 แสดงค่าออกซิเจนละลาย(DO) ของบ่อสาหร่ายหางกระรอกและบ่อดีปลีน้ำ

วัน/เดือน/ปี	บ่อสาหร่ายหางกระรอก			บ่อดีปลีน้ำ		
	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3
11 ธ.ค. 38	5.9	11.6	9.1	7.4	8.5	11.7
16 ธ.ค. 38	2.3	4.7	5.4	8.0	9.7	5.6
21 ธ.ค. 38	6.6	3.9	9.2	9.8	11.3	6.2
26 ธ.ค. 38	12.1	15.4	16.1	16.5	13.9	6.4
31 ธ.ค. 38	11.6	10.9	11.1	7.8	7.7	9.1
5 ม.ค. 39	7.5	6.9	2.9	6.1	5.9	5.6
10 ม.ค. 39	7.1	4.4	2.0	5.0	5.4	4.8
15 ม.ค. 39	13.5	11.7	8.3	13.3	13.3	12.0
20 ม.ค. 39	8.7	10.4	8.8	6.9	9.7	10.8
25 ม.ค. 39	3.2	1.3	5.6	2.2	4.2	1.6
30 ม.ค. 39	8.0	10.9	10.1	6.7	8.6	4.7
4 ก.พ. 39	8.7	7.9	13.2	8.5	6.6	4.6
9 ก.พ. 39	7.4	6.5	8.3	5.1	3.7	3.9
14 ก.พ. 39	8.0	8.3	4.8	2.5	4.6	3.5
19 ก.พ. 39	13.4	9.7	6.3	5.0	7.2	7.5
24 ก.พ. 39	11.1	10.4	7.7	5.5	7.1	7.6
29 ก.พ. 39	6.5	1.2	1.4	7.9	8.2	7.8
5 มี.ค. 39	8.7	6.5	7.9	5.1	4.6	6.6

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค. 1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าบีโอดีและค่าสถิติของน้ำเข้าบ่อทดลอง

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	79.00	79.00	78.00	78.67	0.33
16 ธ.ค. 38(10)	68.00	69.00	70.00	69.00	1.00
21 ธ.ค. 38(15)	50.00	51.00	51.00	50.67	0.33
26 ธ.ค. 38(20)	45.00	46.00	46.00	45.67	0.33
31 ธ.ค. 38(25)	48.00	49.00	47.00	48.00	1.00
5 ม.ค. 39(30)	81.00	80.00	80.00	80.33	0.33
10 ม.ค.39(35)	48.00	47.00	48.00	47.67	0.33
15 ม.ค.39(40)	44.00	45.00	44.00	44.33	0.33
20 ม.ค.39(45)	52.00	52.00	52.00	52.00	0.00
25 ม.ค.39(50)	41.00	41.00	42.00	41.33	0.33
30 ม.ค.39(55)	42.00	43.00	42.00	42.33	0.33
4 ก.พ. 39(60)	39.00	40.00	40.00	39.67	0.33
9 ก.พ. 39(65)	39.00	39.00	39.00	39.00	0.00
14 ก.พ.39(70)	40.00	41.00	42.00	41.00	1.00
19 ก.พ.39(75)	46.00	45.00	46.00	45.67	0.33
24 ก.พ.39(80)	59.00	60.00	60.00	59.67	0.33
29 ก.พ.39(85)	63.00	63.00	63.00	63.00	0.00
5 มี.ค. 39(90)	59.00	59.00	60.00	59.33	0.33

Mean รวม = 52.63

SD เฉลี่ย = 0.39

ตารางที่ ค. 2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าบีโอดีและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อสาหร่ายหางกระรอก บ่อที่ 1

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	15.00	15.00	15.00	15.00	0.00
16 ธ.ค. 38(10)	10.00	11.00	11.00	10.67	0.33
21 ธ.ค. 38(15)	23.00	22.00	23.00	22.67	0.33
26 ธ.ค. 38(20)	17.00	18.00	16.00	17.00	1.00
31 ธ.ค. 38(25)	14.00	14.00	13.00	13.67	0.33
5 ม.ค. 39(30)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
10 ม.ค.39(35)	6.00	7.00	5.00	6.00	1.00
15 ม.ค.39(40)	8.00	8.00	7.00	7.67	0.33
20 ม.ค.39(45)	2.00	1.00	2.00	1.67	0.33
25 ม.ค.39(50)	15.00	15.00	14.00	14.67	0.33
30 ม.ค.39(55)	8.00	8.00	8.00	8.00	0.00
4 ก.พ. 39(60)	15.00	15.00	14.00	14.67	0.33
9 ก.พ. 39(65)	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00
14 ก.พ.39(70)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
19 ก.พ.39(75)	4.00	5.00	4.00	4.33	0.33
24 ก.พ.39(80)	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
29 ก.พ.39(85)	3.00	2.00	3.00	2.67	0.33
5 มี.ค. 39(90)	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00

Mean รวม = 8.26

SD เฉลี่ย = 0.28

ตารางที่ ค. 3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าบีโอดีและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อสาหร่ายหางกระรอก บ่อที่ 2

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	17.00	17.00	17.00	17.00	0.00
16 ธ.ค. 38(10)	11.00	12.00	11.00	11.33	0.33
21 ธ.ค. 38(15)	18.00	19.00	18.00	18.33	0.33
26 ธ.ค. 38(20)	15.00	14.00	15.00	14.67	0.33
31 ธ.ค. 38(25)	11.00	11.00	11.00	11.00	0.00
5 ม.ค. 39(30)	6.00	5.00	7.00	6.00	1.00
10 ม.ค.39(35)	7.00	7.00	7.00	7.00	0.00
15 ม.ค.39(40)	10.00	9.00	10.00	9.67	0.33
20 ม.ค.39(45)	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
25 ม.ค.39(50)	12.00	11.00	13.00	12.00	1.00
30 ม.ค.39(55)	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00
4 ก.พ. 39(60)	13.00	13.00	12.00	12.67	0.33
9 ก.พ. 39(65)	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00
14 ก.พ.39(70)	2.00	1.00	2.00	1.67	0.33
19 ก.พ.39(75)	4.00	3.00	4.00	3.67	0.33
24 ก.พ.39(80)	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
29 ก.พ.39(85)	3.00	2.00	3.00	2.67	0.33
5 มี.ค. 39(90)	4.00	3.00	3.00	3.33	0.33

Mean รวม = 8.11

SD เฉลี่ย = 0.28

ตารางที่ ค. 4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าบีโอดีและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อสาหร่ายหางกระรอก บ่อที่ 3

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	16.00	16.00	15.00	15.67	0.33
16 ธ.ค. 38(10)	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00
21 ธ.ค. 38(15)	19.00	20.00	19.00	19.33	0.33
26 ธ.ค. 38(20)	20.00	20.00	20.00	20.00	0.00
31 ธ.ค. 38(25)	15.00	14.00	15.00	14.67	0.33
5 ม.ค. 39(30)	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
10 ม.ค.39(35)	7.00	8.00	6.00	7.00	1.00
15 ม.ค.39(40)	11.00	10.00	11.00	10.67	0.33
20 ม.ค.39(45)	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
25 ม.ค.39(50)	17.00	18.00	17.00	17.33	0.33
30 ม.ค.39(55)	9.00	8.00	9.00	8.67	0.33
4 ก.พ. 39(60)	12.00	12.00	12.00	12.00	0.00
9 ก.พ. 39(65)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
14 ก.พ.39(70)	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00
19 ก.พ.39(75)	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
24 ก.พ.39(80)	5.00	4.00	5.00	4.67	0.33
29 ก.พ.39(85)	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00
5 มี.ค. 39(90)	4.00	3.00	4.00	3.67	0.33

Mean รวม = 9.09

SD เฉลี่ย = 0.20

ตารางที่ ค. 5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าบีโอดีและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อดีปลีน้ำบ่อที่ 1

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	30.00	29.00	30.00	29.67	0.33
16 ธ.ค. 38(10)	12.00	12.00	12.00	12.00	0.00
21 ธ.ค. 38(15)	24.00	25.00	23.00	24.00	1.00
26 ธ.ค. 38(20)	11.00	11.00	10.00	10.67	0.33
31 ธ.ค. 38(25)	13.00	12.00	13.00	12.67	0.33
5 ม.ค. 39(30)	6.00	5.00	6.00	5.67	0.33
10 ม.ค.39(35)	9.00	9.00	9.00	9.00	0.00
15 ม.ค.39(40)	13.00	12.00	13.00	12.67	0.33
20 ม.ค.39(45)	9.00	8.00	10.00	9.00	1.00
25 ม.ค.39(50)	12.00	12.00	11.00	11.67	0.33
30 ม.ค.39(55)	12.00	12.00	12.00	12.00	0.00
4 ก.พ. 39(60)	8.00	7.00	9.00	8.00	1.00
9 ก.พ. 39(65)	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00
14 ก.พ.39(70)	10.00	9.00	10.00	9.67	0.33
19 ก.พ.39(75)	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00
24 ก.พ.39(80)	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00
29 ก.พ.39(85)	7.00	6.00	7.00	6.67	0.33
5 มี.ค. 39(90)	5.00	6.00	6.00	5.67	0.33

Mean รวม = 10.39

SD เฉลี่ย = 0.33

ตารางที่ ค. 6 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าบีโอดีและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อดีปลีน้ำบ่อที่ 2

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	31.00	30.00	32.00	31.00	1.00
16 ธ.ค. 38(10)	16.00	15.00	16.00	15.67	0.33
21 ธ.ค. 38(15)	28.00	27.00	28.00	27.67	0.33
26 ธ.ค. 38(20)	13.00	12.00	13.00	12.67	0.33
31 ธ.ค. 38(25)	9.00	10.00	10.00	9.67	0.33
5 ม.ค. 39(30)	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
10 ม.ค.39(35)	8.00	8.00	9.00	8.33	0.33
15 ม.ค.39(40)	14.00	14.00	13.00	13.67	0.33
20 ม.ค.39(45)	15.00	15.00	15.00	15.00	0.00
25 ม.ค.39(50)	16.00	17.00	18.00	17.00	1.00
30 ม.ค.39(55)	15.00	16.00	16.00	15.67	0.33
4 ก.พ. 39(60)	6.00	6.00	6.00	6.00	0.00
9 ก.พ. 39(65)	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00
14 ก.พ.39(70)	12.00	12.00	12.00	12.00	0.00
19 ก.พ.39(75)	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00
24 ก.พ.39(80)	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
29 ก.พ.39(85)	9.00	10.00	8.00	9.00	1.00
5 มี.ค. 39(90)	7.00	6.00	7.00	6.67	0.33

Mean รวม = 12.00

SD เฉลี่ย = 0.31

ตารางที่ ค. 7 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าบีโอดีและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อดีปลีน้ำบ่อที่ 3

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	31.00	30.00	30.00	30.33	0.33
16 ธ.ค. 38(10)	17.00	18.00	18.00	17.67	0.33
21 ธ.ค. 38(15)	18.00	17.00	18.00	17.67	0.33
26 ธ.ค. 38(20)	9.00	9.00	9.00	9.00	0.00
31 ธ.ค. 38(25)	10.00	9.00	10.00	9.67	0.33
5 ม.ค. 39(30)	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
10 ม.ค.39(35)	7.00	8.00	7.00	7.33	0.33
15 ม.ค.39(40)	15.00	14.00	15.00	14.67	0.33
20 ม.ค.39(45)	5.00	4.00	5.00	4.67	0.33
25 ม.ค.39(50)	16.00	15.00	14.00	15.00	1.00
30 ม.ค.39(55)	18.00	17.00	17.00	17.33	0.33
4 ก.พ. 39(60)	15.00	16.00	16.00	15.67	0.33
9 ก.พ. 39(65)	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00
14 ก.พ.39(70)	8.00	9.00	8.00	8.33	0.33
19 ก.พ.39(75)	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00
24 ก.พ.39(80)	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00
29 ก.พ.39(85)	6.00	5.00	6.00	5.67	0.33
5 มี.ค. 39(90)	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00

Mean รวม = 10.56

SD เฉลี่ย = 0.26

ตารางที่ ค. 8 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าบีโอดีและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อควบคุม

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	20.00	20.00	19.00	19.67	0.33
16 ธ.ค. 38(10)	22.00	21.00	22.00	21.67	0.33
21 ธ.ค. 38(15)	26.00	26.00	27.00	26.33	0.33
26 ธ.ค. 38(20)	23.00	23.00	24.00	23.33	0.33
31 ธ.ค. 38(25)	18.00	19.00	20.00	19.00	1.00
5 ม.ค. 39(30)	14.00	14.00	14.00	14.00	0.00
10 ม.ค.39(35)	19.00	20.00	20.00	19.67	0.33
15 ม.ค.39(40)	24.00	26.00	25.00	25.00	1.00
20 ม.ค.39(45)	24.00	23.00	24.00	23.67	0.33
25 ม.ค.39(50)	15.00	16.00	15.00	15.33	0.33
30 ม.ค.39(55)	26.00	25.00	26.00	25.67	0.33
4 ก.พ. 39(60)	15.00	14.00	16.00	15.00	1.00
9 ก.พ. 39(65)	14.00	14.00	13.00	13.67	0.33
14 ก.พ.39(70)	12.00	12.00	12.00	12.00	0.00
19 ก.พ.39(75)	33.00	32.00	33.00	32.67	0.33
24 ก.พ.39(80)	16.00	17.00	16.00	16.33	0.33
29 ก.พ.39(85)	19.00	20.00	20.00	19.67	0.33
5 มี.ค. 39(90)	19.00	18.00	19.00	18.67	0.33

Mean รวม = 20.07

SD เฉลี่ย = 0.41

ตารางที่ ค. 9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสารแขวนลอยและค่าสถิติของน้ำเข้าบ่อทดลอง

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	48.00	48.00	49.00	48.33	0.33
16 ธ.ค. 38(10)	39.00	40.00	40.00	39.67	0.33
21 ธ.ค. 38(15)	39.00	38.00	38.00	38.33	0.33
26 ธ.ค. 38(20)	227.00	226.00	226.00	226.67	0.33
31 ธ.ค. 38(25)	30.00	30.00	30.00	30.00	0.00
5 ม.ค. 39(30)	35.00	36.00	37.00	36.00	1.00
10 ม.ค.39(35)	82.00	82.00	83.00	82.33	0.33
15 ม.ค.39(40)	44.00	44.00	45.00	44.33	0.33
20 ม.ค.39(45)	79.00	80.00	80.00	79.67	0.33
25 ม.ค.39(50)	20.00	20.00	20.00	20.00	0.00
30 ม.ค.39(55)	42.00	41.00	42.00	41.67	0.33
4 ก.พ. 39(60)	72.00	71.00	72.00	71.67	0.33
9 ก.พ. 39(65)	89.00	89.00	91.00	89.67	1.33
14 ก.พ.39(70)	44.00	43.00	45.00	44.00	1.00
19 ก.พ.39(75)	46.00	45.00	46.00	45.67	0.33
24 ก.พ.39(80)	72.00	71.00	72.00	71.67	0.33
29 ก.พ.39(85)	97.00	97.00	96.00	96.67	0.33
5 มี.ค. 39(90)	180.00	179.00	180.00	179.67	0.33

Mean รวม = 71.44

SD เฉลี่ย = 0.43

ตารางที่ ค. 10 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสารแขวนลอยและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อสาหร่าย หางกระรอกที่ 1

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	35.00	34.00	35.00	34.67	0.33
16 ธ.ค. 38(10)	12.00	12.00	12.00	12.00	0.00
21 ธ.ค. 38(15)	12.00	12.00	12.00	12.00	0.00
26 ธ.ค. 38(20)	24.00	23.00	23.00	23.33	0.33
31 ธ.ค. 38(25)	13.00	12.00	11.00	12.00	1.00
5 ม.ค. 39(30)	17.00	18.00	19.00	18.00	1.00
10 ม.ค.39(35)	18.00	17.00	17.00	17.33	0.33
15 ม.ค.39(40)	20.00	19.00	20.00	19.67	0.33
20 ม.ค.39(45)	19.00	20.00	18.00	19.00	1.00
25 ม.ค.39(50)	18.00	17.00	18.00	17.67	0.33
30 ม.ค.39(55)	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00
4 ก.พ. 39(60)	31.00	31.00	31.00	31.00	0.00
9 ก.พ. 39(65)	21.00	20.00	20.00	20.33	0.33
14 ก.พ.39(70)	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00
19 ก.พ.39(75)	6.00	7.00	7.00	6.67	0.33
24 ก.พ.39(80)	9.00	10.00	10.00	9.67	0.33
29 ก.พ.39(85)	15.00	14.00	15.00	14.00	1.00
5 มี.ค. 39(90)	14.00	15.00	16.00	15.00	1.00

Mean รวม = 16.52

SD เฉลี่ย = 0.43

ตารางที่ ค. 11 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสารแขวนลอยและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อสาหร่าย หางกระรอกที่ 2

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	39.00	38.00	38.00	38.33	0.33
16 ธ.ค. 38(10)	14.00	14.00	15.00	14.33	0.33
21 ธ.ค. 38(15)	17.00	18.00	19.00	18.00	1.00
26 ธ.ค. 38(20)	30.00	29.00	30.00	29.67	0.33
31 ธ.ค. 38(25)	19.00	18.00	18.00	18.33	0.33
5 ม.ค. 39(30)	21.00	22.00	20.00	21.00	1.00
10 ม.ค.39(35)	18.00	17.00	17.00	17.33	0.33
15 ม.ค.39(40)	19.00	19.00	19.00	19.00	0.00
20 ม.ค.39(45)	18.00	18.00	18.00	18.00	0.00
25 ม.ค.39(50)	18.00	17.00	18.00	17.67	0.33
30 ม.ค.39(55)	14.00	15.00	15.00	14.67	0.33
4 ก.พ. 39(60)	32.00	33.00	34.00	33.00	1.00
9 ก.พ. 39(65)	18.00	19.00	18.00	18.33	0.33
14 ก.พ.39(70)	6.00	6.00	6.00	6.00	0.00
19 ก.พ.39(75)	10.00	9.00	8.00	9.00	1.00
24 ก.พ.39(80)	14.00	13.00	13.00	13.33	0.33
29 ก.พ.39(85)	24.00	25.00	25.00	24.67	0.33
5 มี.ค. 39(90)	17.00	17.00	17.00	17.00	0.00

Mean รวม = 19.31

SD เฉลี่ย = 0.41

ตารางที่ ค. 12 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสารแขวนลอยและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อสาหร่ายหางกระรอกที่ 3

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	39.00	39.00	38.00	38.67	0.33
16 ธ.ค. 38(10)	17.00	16.00	15.00	16.00	1.00
21 ธ.ค. 38(15)	16.00	16.00	16.00	16.00	0.00
26 ธ.ค. 38(20)	21.00	20.00	20.00	20.33	0.33
31 ธ.ค. 38(25)	17.00	16.00	15.00	16.00	1.00
5 ม.ค. 39(30)	14.00	14.00	14.00	14.00	0.00
10 ม.ค.39(35)	21.00	20.00	20.00	20.33	0.33
15 ม.ค.39(40)	17.00	18.00	17.00	17.33	0.33
20 ม.ค.39(45)	11.00	11.00	11.00	11.00	0.00
25 ม.ค.39(50)	16.00	17.00	15.00	16.00	1.00
30 ม.ค.39(55)	13.00	14.00	13.00	13.33	0.33
4 ก.พ. 39(60)	31.00	29.00	30.00	30.00	1.00
9 ก.พ. 39(65)	15.00	14.00	14.00	14.33	0.33
14 ก.พ.39(70)	6.00	6.00	6.00	6.00	0.00
19 ก.พ.39(75)	8.00	9.00	8.00	8.33	0.33
24 ก.พ.39(80)	11.00	11.00	11.00	11.00	0.00
29 ก.พ.39(85)	18.00	17.00	17.00	17.33	0.33
5 มี.ค. 39(90)	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00

Mean รวม = 16.44

SD เฉลี่ย = 0.37

ตารางที่ ค. 13 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสารแขวนลอยและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อดีปลีน้ำบ่อที่ 1

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	28.00	29.00	30.00	29.00	1.00
16 ธ.ค. 38(10)	26.00	25.00	26.00	25.67	0.33
21 ธ.ค. 38(15)	13.00	13.00	13.00	13.00	0.00
26 ธ.ค. 38(20)	24.00	23.00	24.00	23.67	0.33
31 ธ.ค. 38(25)	20.00	19.00	19.00	19.33	0.33
5 ม.ค. 39(30)	29.00	29.00	29.00	29.00	0.00
10 ม.ค.39(35)	21.00	20.00	20.00	20.33	0.33
15 ม.ค.39(40)	34.00	33.00	33.00	33.33	0.33
20 ม.ค.39(45)	23.00	22.00	21.00	22.00	1.00
25 ม.ค.39(50)	14.00	14.00	13.00	13.67	0.33
30 ม.ค.39(55)	15.00	15.00	14.00	14.67	0.33
4 ก.พ. 39(60)	17.00	17.00	17.00	17.00	0.00
9 ก.พ. 39(65)	32.00	32.00	31.00	31.67	0.33
14 ก.พ.39(70)	26.00	25.00	26.00	25.67	0.33
19 ก.พ.39(75)	31.00	30.00	29.00	30.00	1.00
24 ก.พ.39(80)	35.00	36.00	34.00	35.00	1.00
29 ก.พ.39(85)	54.00	53.00	53.00	53.33	0.33
5 มี.ค. 39(90)	33.00	32.00	31.00	32.00	1.00

Mean รวม = 26.02

SD เฉลี่ย = 0.46

ตารางที่ ค. 14 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสารแขวนลอยและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อดีปลีน้ำบ่อที่ 2

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	30.00	29.00	30.00	29.67	0.33
16 ธ.ค. 38(10)	22.00	21.00	22.00	21.67	0.33
21 ธ.ค. 38(15)	16.00	16.00	16.00	16.00	0.00
26 ธ.ค. 38(20)	46.00	44.00	45.00	45.00	1.00
31 ธ.ค. 38(25)	14.00	14.00	14.00	14.00	0.00
5 ม.ค. 39(30)	29.00	29.00	29.00	29.00	0.00
10 ม.ค.39(35)	13.00	14.00	13.00	13.33	0.33
15 ม.ค.39(40)	38.00	39.00	37.00	38.00	1.00
20 ม.ค.39(45)	28.00	28.00	28.00	28.00	0.00
25 ม.ค.39(50)	12.00	11.00	12.00	11.67	0.33
30 ม.ค.39(55)	21.00	19.00	20.00	20.00	1.00
4 ก.พ. 39(60)	13.00	13.00	13.00	13.00	0.00
9 ก.พ. 39(65)	29.00	28.00	28.00	28.33	0.33
14 ก.พ.39(70)	26.00	25.00	24.00	25.00	1.00
19 ก.พ.39(75)	32.00	31.00	32.00	31.67	0.33
24 ก.พ.39(80)	40.00	39.00	39.00	39.33	0.33
29 ก.พ.39(85)	54.00	54.00	53.00	53.67	0.33
5 มี.ค. 39(90)	43.00	42.00	44.00	43.00	1.00

Mean รวม = 27.80

SD เฉลี่ย = 0.43

ตารางที่ ค. 15 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสารแขวนลอยและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อดีปลีน้ำบ่อที่ 3

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	30.00	29.00	29.00	29.33	0.33
16 ธ.ค. 38(10)	21.00	21.00	22.00	21.33	0.33
21 ธ.ค. 38(15)	13.00	13.00	13.00	13.00	0.00
26 ธ.ค. 38(20)	39.00	38.00	37.00	38.00	1.00
31 ธ.ค. 38(25)	14.00	14.00	14.00	14.00	0.00
5 ม.ค. 39(30)	28.00	27.00	26.00	27.00	1.00
10 ม.ค.39(35)	15.00	15.00	15.00	15.00	0.00
15 ม.ค.39(40)	34.00	33.00	33.00	33.33	0.33
20 ม.ค.39(45)	24.00	24.00	24.00	24.00	0.00
25 ม.ค.39(50)	12.00	11.00	12.00	11.67	0.33
30 ม.ค.39(55)	15.00	16.00	15.00	15.33	0.33
4 ก.พ. 39(60)	16.00	16.00	16.00	16.00	0.00
9 ก.พ. 39(65)	21.00	22.00	23.00	22.00	1.00
14 ก.พ.39(70)	28.00	28.00	29.00	28.33	0.33
19 ก.พ.39(75)	35.00	34.00	33.00	34.00	1.00
24 ก.พ.39(80)	48.00	47.00	47.00	47.33	0.33
29 ก.พ.39(85)	54.00	54.00	53.00	53.67	0.33
5 มี.ค. 39(90)	28.00	29.00	27.00	28.00	1.00

Mean รวม = 26.19

SD เฉลี่ย = 0.43

ตารางที่ ค. 16 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสารแขวนลอยและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อควบคุม

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	15.00	15.00	14.00	14.67	0.33
16 ธ.ค. 38(10)	32.00	32.00	32.00	32.00	0.00
21 ธ.ค. 38(15)	30.00	30.00	30.00	30.00	0.00
26 ธ.ค. 38(20)	74.00	75.00	73.00	74.00	1.00
31 ธ.ค. 38(25)	29.00	28.00	28.00	28.33	0.33
5 ม.ค. 39(30)	32.00	31.00	33.00	32.00	1.00
10 ม.ค.39(35)	60.00	60.00	61.00	60.33	0.33
15 ม.ค.39(40)	40.00	41.00	41.00	40.67	0.33
20 ม.ค.39(45)	51.00	50.00	49.00	50.00	1.00
25 ม.ค.39(50)	15.00	15.00	15.00	15.00	0.00
30 ม.ค.39(55)	40.00	41.00	40.00	40.33	0.33
4 ก.พ. 39(60)	70.00	69.00	68.00	69.00	1.00
9 ก.พ. 39(65)	80.00	80.00	81.00	80.33	0.33
14 ก.พ.39(70)	40.00	39.00	40.00	39.67	0.33
19 ก.พ.39(75)	40.00	41.00	41.00	40.67	0.33
24 ก.พ.39(80)	40.00	39.00	40.00	39.67	0.33
29 ก.พ.39(85)	83.00	82.00	82.00	82.33	0.33
5 มี.ค. 39(90)	75.00	76.00	74.00	75.00	1.00

Mean รวม = 46.89

SD เฉลี่ย = 0.46

ตารางที่ ค. 17 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนรวมและค่าสถิติของน้ำเข้า

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	14.89	15.13	14.75	14.92	0.04
16 ธ.ค. 38(10)	6.88	6.87	6.56	6.77	0.03
21 ธ.ค. 38(15)	12.25	12.55	12.67	12.49	0.05
26 ธ.ค. 38(20)	22.06	21.96	21.44	21.82	0.11
31 ธ.ค. 38(25)	22.96	23.33	23.11	23.13	0.03
5 ม.ค. 39(30)	25.04	24.99	24.88	24.97	0.01
10 ม.ค.39(35)	27.09	27.77	27.36	27.41	0.12
15 ม.ค.39(40)	25.98	26.12	26.02	26.04	0.04
20 ม.ค.39(45)	29.71	30.12	29.88	29.90	0.02
25 ม.ค.39(50)	22.97	23.22	23.19	23.13	0.01
30 ม.ค.39(55)	23.68	23.84	23.63	23.72	0.06
4 ก.พ. 39(60)	24.24	24.59	24.12	24.32	0.01
9 ก.พ. 39(65)	23.45	23.33	23.49	23.42	0.00
14 ก.พ.39(70)	24.15	24.09	24.18	24.14	0.00
19 ก.พ.39(75)	16.95	17.05	17.00	17.00	0.00
24 ก.พ.39(80)	20.52	20.61	20.57	20.57	0.05
29 ก.พ.39(85)	25.22	25.43	24.97	25.21	0.01
5 มี.ค. 39(90)	14.47	14.58	14.67	14.57	0.00

Mean รวม = 21.31

SD เฉลี่ย = 0.03

ตารางที่ ค. 18 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนรวมและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อสาหร่ายหางกระรอกที่ 1

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	2.01	2.15	2.25	2.14	0.01
16 ธ.ค. 38(10)	3.02	2.84	2.87	2.91	0.01
21 ธ.ค. 38(15)	0.53	0.64	0.59	0.59	0.00
26 ธ.ค. 38(20)	0.62	0.58	0.57	0.59	0.00
31 ธ.ค. 38(25)	0.11	0.12	0.12	0.12	0.00
5 ม.ค. 39(30)	1.33	1.18	1.24	1.25	0.01
10 ม.ค.39(35)	0.48	0.41	0.38	0.42	0.00
15 ม.ค.39(40)	0.71	0.64	0.59	0.65	0.01
20 ม.ค.39(45)	1.39	1.30	1.24	1.31	0.01
25 ม.ค.39(50)	1.01	1.15	1.04	1.07	0.00
30 ม.ค.39(55)	0.43	0.47	0.36	0.42	0.00
4 ก.พ. 39(60)	0.72	0.59	0.65	0.65	0.00
9 ก.พ. 39(65)	0.38	0.44	0.45	0.42	0.00
14 ก.พ.39(70)	0.79	0.78	0.74	0.77	0.00
19 ก.พ.39(75)	1.12	1.08	1.18	1.13	0.00
24 ก.พ.39(80)	0.54	0.43	0.48	0.48	0.00
29 ก.พ.39(85)	0.69	0.67	0.78	0.71	0.00
5 มี.ค. 39(90)	0.94	0.89	0.84	0.89	0.00

Mean รวม = 0.92

SD เฉลี่ย = 0.00

ตารางที่ ค. 19 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนรวมและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อสาหร่ายหางกระรอกที่ 2

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	1.12	1.08	1.01	1.07	0.00
16 ธ.ค. 38(10)	2.33	2.12	2.15	2.20	0.01
21 ธ.ค. 38(15)	2.16	2.32	2.12	2.20	0.01
26 ธ.ค. 38(20)	0.95	0.88	0.83	0.89	0.00
31 ธ.ค. 38(25)	1.13	0.93	0.98	1.01	0.01
5 ม.ค. 39(30)	1.29	1.45	1.56	1.43	0.02
10 ม.ค.39(35)	1.20	1.35	1.02	1.19	0.03
15 ม.ค.39(40)	0.72	0.52	0.52	0.59	0.01
20 ม.ค.39(45)	1.65	1.48	1.70	1.61	0.01
25 ม.ค.39(50)	0.74	0.94	0.81	0.83	0.01
30 ม.ค.39(55)	0.78	0.88	0.64	0.77	0.01
4 ก.พ. 39(60)	0.85	0.85	0.98	0.89	0.00
9 ก.พ. 39(65)	0.38	0.44	0.45	0.42	0.01
14 ก.พ.39(70)	1.18	1.02	1.02	1.07	0.03
19 ก.พ.39(75)	0.94	0.80	1.12	0.95	0.01
24 ก.พ.39(80)	0.72	0.88	0.64	0.75	0.00
29 ก.พ.39(85)	0.96	0.82	0.90	0.89	0.00
5 มี.ค. 39(90)	0.88	0.98	0.98	0.95	0.00

Mean รวม = 1.10

SD เฉลี่ย = 0.01

ตารางที่ ค. 20 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนรวมและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อสาหร่ายหางกระรอกที่ 3

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	1.26	1.38	1.47	1.37	0.01
16 ธ.ค. 38(10)	1.01	1.10	1.10	1.07	0.00
21 ธ.ค. 38(15)	1.62	1.73	1.82	1.72	0.01
26 ธ.ค. 38(20)	1.67	1.78	1.88	1.78	0.01
31 ธ.ค. 38(25)	1.38	1.57	1.69	1.55	0.02
5 ม.ค. 39(30)	1.56	1.72	1.87	1.72	0.02
10 ม.ค.39(35)	2.04	2.17	2.22	2.14	0.01
15 ม.ค.39(40)	1.49	1.42	1.56	1.49	0.00
20 ม.ค.39(45)	1.01	1.01	1.01	1.01	0.00
25 ม.ค.39(50)	0.78	1.00	0.89	0.89	0.02
30 ม.ค.39(55)	0.94	0.82	1.08	0.95	0.00
4 ก.พ. 39(60)	0.88	0.98	0.98	0.95	0.01
9 ก.พ. 39(65)	1.37	1.48	1.61	1.49	0.00
14 ก.พ.39(70)	1.08	1.17	1.14	1.13	0.01
19 ก.พ.39(75)	1.28	1.37	1.46	1.37	0.02
24 ก.พ.39(80)	0.72	0.45	0.59	0.59	0.00
29 ก.พ.39(85)	0.64	0.72	0.78	0.71	0.00
5 มี.ค. 39(90)	0.88	0.98	0.98	0.95	0.00

Mean รวม = 1.27

SD เฉลี่ย = 0.01

ตารางที่ ค. 21แสดงผลการวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนรวมและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อดีปลีน้ำที่ 1

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	4.76	4.21	4.21	4.39	0.10
16 ธ.ค. 38(10)	1.74	1.64	1.64	1.67	0.00
21 ธ.ค. 38(15)	1.13	1.17	1.09	1.13	0.00
26 ธ.ค. 38(20)	0.79	0.52	0.65	0.65	0.02
31 ธ.ค. 38(25)	0.84	0.65	0.65	0.71	0.01
5 ม.ค. 39(30)	1.34	1.34	1.43	1.37	0.00
10 ม.ค.39(35)	0.73	0.48	0.42	0.54	0.03
15 ม.ค.39(40)	1.42	1.16	1.16	1.25	0.02
20 ม.ค.39(45)	1.67	1.67	1.67	1.67	0.00
25 ม.ค.39(50)	2.64	2.31	2.38	2.44	0.03
30 ม.ค.39(55)	0.78	0.88	0.64	0.77	0.01
4 ก.พ. 39(60)	0.84	0.87	0.95	0.89	0.00
9 ก.พ. 39(65)	1.01	0.86	1.17	1.01	0.02
14 ก.พ.39(70)	1.18	1.02	1.02	1.07	0.01
19 ก.พ.39(75)	0.52	0.52	0.74	0.59	0.02
24 ก.พ.39(80)	1.67	1.49	1.49	1.55	0.01
29 ก.พ.39(85)	1.24	0.89	0.89	1.01	0.04
5 มี.ค. 39(90)	1.85	1.78	1.72	1.78	0.00

Mean รวม = 1.36

SD เฉลี่ย = 0.02

ตารางที่ ค. 22 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนรวมและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อดีปลีน้ำบ่อที่ 2

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	4.92	4.75	4.98	4.88	0.01
16 ธ.ค. 38(10)	1.48	1.62	1.62	1.57	0.01
21 ธ.ค. 38(15)	1.47	1.47	1.35	1.43	0.00
26 ธ.ค. 38(20)	1.28	1.32	1.15	1.25	0.01
31 ธ.ค. 38(25)	1.18	0.84	1.01	1.01	0.03
5 ม.ค. 39(30)	1.90	1.98	1.82	1.90	0.01
10 ม.ค.39(35)	2.35	2.01	1.87	2.08	0.06
15 ม.ค.39(40)	2.67	2.45	2.21	2.44	0.05
20 ม.ค.39(45)	1.25	1.25	1.25	1.25	0.00
25 ม.ค.39(50)	2.48	2.42	2.42	2.44	0.00
30 ม.ค.39(55)	0.58	0.47	0.58	0.54	0.00
4 ก.พ. 39(60)	1.85	2.03	1.83	1.90	0.01
9 ก.พ. 39(65)	1.61	1.82	1.40	1.61	0.04
14 ก.พ.39(70)	1.18	1.24	1.15	1.19	0.00
19 ก.พ.39(75)	1.21	1.08	1.14	1.14	0.00
24 ก.พ.39(80)	1.97	1.74	2.18	1.96	0.05
29 ก.พ.39(85)	1.37	1.08	0.94	1.13	0.05
5 มี.ค. 39(90)	0.87	0.74	0.69	0.77	0.01

Mean รวม = 1.69

SD เฉลี่ย = 0.02

ตารางที่ ค. 23 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนรวมและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อดีปลีน้ำบ่อที่ 3

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	4.56	4.54	4.54	4.55	0.00
16 ธ.ค. 38(10)	1.89	1.65	1.62	1.72	0.02
21 ธ.ค. 38(15)	2.94	2.78	2.51	2.74	0.05
26 ธ.ค. 38(20)	0.39	0.51	0.72	0.54	0.03
31 ธ.ค. 38(25)	0.59	0.74	0.81	0.71	0.01
5 ม.ค. 39(30)	0.98	0.89	0.98	0.95	0.00
10 ม.ค.39(35)	0.58	0.92	0.64	0.71	0.03
15 ม.ค.39(40)	1.22	1.08	1.08	1.13	0.01
20 ม.ค.39(45)	1.75	1.62	1.80	1.72	0.01
25 ม.ค.39(50)	1.74	1.39	1.52	1.55	0.03
30 ม.ค.39(55)	1.38	1.24	1.12	1.25	0.02
4 ก.พ. 39(60)	1.56	1.28	1.45	1.43	0.02
9 ก.พ. 39(65)	0.39	0.52	0.71	0.54	0.03
14 ก.พ.39(70)	1.18	1.34	1.59	1.37	0.04
19 ก.พ.39(75)	1.04	0.90	0.90	0.95	0.01
24 ก.พ.39(80)	1.24	1.42	1.10	1.25	0.03
29 ก.พ.39(85)	1.47	1.69	1.84	1.67	0.03
5 มี.ค. 39(90)	1.41	1.62	1.79	1.61	0.04

Mean รวม = 1.47

SD เฉลี่ย = 0.02

ตารางที่ ค. 24 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนรวมและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อควบคุม

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	6.78	6.33	6.33	6.48	0.07
16 ธ.ค. 38(10)	3.12	2.91	2.69	2.91	0.05
21 ธ.ค. 38(15)	1.18	1.18	1.30	1.22	0.00
26 ธ.ค. 38(20)	2.21	1.89	2.14	2.08	0.03
31 ธ.ค. 38(25)	1.28	0.98	1.12	1.13	0.02
5 ม.ค. 39(30)	2.48	2.28	2.39	2.38	0.01
10 ม.ค.39(35)	1.87	1.92	2.28	2.02	0.05
15 ม.ค.39(40)	2.23	2.01	2.01	2.08	0.02
20 ม.ค.39(45)	1.75	1.91	2.05	1.90	0.02
25 ม.ค.39(50)	18.27	16.29	20.19	18.25	3.80
30 ม.ค.39(55)	8.97	7.84	7.10	7.97	0.89
4 ก.พ. 39(60)	1.62	1.78	1.94	1.78	0.03
9 ก.พ. 39(65)	2.29	1.96	2.18	2.14	0.03
14 ก.พ.39(70)	1.79	1.54	1.68	1.67	0.02
19 ก.พ.39(75)	1.72	2.08	2.08	1.96	0.04
24 ก.พ.39(80)	2.63	2.34	2.34	2.44	0.03
29 ก.พ.39(85)	7.69	7.87	7.98	7.85	0.02
5 มี.ค. 39(90)	7.82	7.82	7.91	7.85	0.00

Mean รวม = 4.12

SD เฉลี่ย = 0.28

ตารางที่ ค. 25 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าออร์โธฟอสเฟตและค่าสถิติของน้ำเข้า

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	0.91	0.85	0.72	0.83	0.01
16 ธ.ค. 38(10)	0.21	0.21	0.30	0.24	0.00
21 ธ.ค. 38(15)	0.78	0.92	1.12	0.94	0.03
26 ธ.ค. 38(20)	0.75	0.64	0.98	0.79	0.03
31 ธ.ค. 38(25)	1.31	1.14	1.48	1.31	0.03
5 ม.ค. 39(30)	1.28	1.28	1.56	1.37	0.03
10 ม.ค.39(35)	1.32	1.21	1.65	1.39	0.05
15 ม.ค.39(40)	1.52	1.76	1.76	1.68	0.02
20 ม.ค.39(45)	1.30	1.54	1.72	1.52	0.04
25 ม.ค.39(50)	1.42	1.42	1.61	1.48	0.01
30 ม.ค.39(55)	1.28	1.39	1.50	1.39	0.01
4 ก.พ. 39(60)	1.28	1.45	1.58	1.44	0.02
9 ก.พ. 39(65)	1.54	1.38	1.78	1.57	0.04
14 ก.พ.39(70)	1.68	1.54	1.88	1.70	0.03
19 ก.พ.39(75)	1.15	1.39	1.39	1.31	0.02
24 ก.พ.39(80)	1.29	1.08	1.45	1.27	0.03
29 ก.พ.39(85)	1.32	1.48	1.16	1.32	0.03
5 มี.ค. 39(90)	1.05	1.05	1.18	1.09	0.01

Mean รวม = 1.26

SD เฉลี่ย = 0.02

ตารางที่ ค. 26 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าออร์โธฟอสเฟตและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อสาหร่ายหางกระรอกที่ 1

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	0.48	0.35	0.29	0.37	0.01
16 ธ.ค. 38(10)	0.23	0.11	0.11	0.15	0.00
21 ธ.ค. 38(15)	0.38	0.22	0.45	0.35	0.01
26 ธ.ค. 38(20)	0.25	0.11	0.25	0.20	0.01
31 ธ.ค. 38(25)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00
5 ม.ค. 39(30)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.00
10 ม.ค.39(35)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.00
15 ม.ค.39(40)	0.27	0.14	0.34	0.25	0.01
20 ม.ค.39(45)	0.40	0.62	0.28	0.43	0.03
25 ม.ค.39(50)	0.68	0.82	0.94	0.81	0.02
30 ม.ค.39(55)	0.63	0.75	0.52	0.63	0.01
4 ก.พ. 39(60)	0.77	0.40	0.40	0.52	0.05
9 ก.พ. 39(65)	0.28	0.43	0.53	0.41	0.02
14 ก.พ.39(70)	0.75	0.56	0.84	0.72	0.02
19 ก.พ.39(75)	0.25	0.37	0.48	0.37	0.01
24 ก.พ.39(80)	0.53	0.69	0.78	0.67	0.02
29 ก.พ.39(85)	0.45	0.45	0.57	0.49	0.00
5 มี.ค. 39(90)	0.24	0.24	0.24	0.24	0.00

Mean รวม = 0.40

SD เฉลี่ย = 0.01

ตารางที่ ค. 27 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าออร์โธฟอสเฟตและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อสาหร่ายหางกระรอกที่ 2

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	0.24	0.15	0.34	0.24	0.01
16 ธ.ค. 38(10)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.00
21 ธ.ค. 38(15)	0.15	0.15	0.36	0.22	0.01
26 ธ.ค. 38(20)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.00
31 ธ.ค. 38(25)	0.15	0.15	0.25	0.18	0.00
5 ม.ค. 39(30)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
10 ม.ค.39(35)	0.11	0.28	0.11	0.17	0.01
15 ม.ค.39(40)	0.36	0.25	0.52	0.38	0.02
20 ม.ค.39(45)	0.36	0.49	0.63	0.49	0.02
25 ม.ค.39(50)	0.79	0.98	0.98	0.92	0.01
30 ม.ค.39(55)	0.42	0.56	0.68	0.55	0.02
4 ก.พ. 39(60)	0.35	0.54	0.68	0.52	0.03
9 ก.พ. 39(65)	0.42	0.58	0.68	0.56	0.02
14 ก.พ.39(70)	0.58	0.76	0.82	0.72	0.02
19 ก.พ.39(75)	0.31	0.44	0.58	0.44	0.02
24 ก.พ.39(80)	0.42	0.51	0.61	0.51	0.01
29 ก.พ.39(85)	0.59	0.69	0.69	0.66	0.00
5 มี.ค. 39(90)	0.31	0.45	0.45	0.40	0.01

Mean รวม = 0.41

SD เฉลี่ย = 0.01

ตารางที่ ค. 28 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าออร์โธฟอสเฟตและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อสาหร่ายหางกระรอกที่ 3

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	0.15	0.26	0.35	0.25	0.01
16 ธ.ค. 38(10)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.00
21 ธ.ค. 38(15)	0.28	0.42	0.63	0.44	0.03
26 ธ.ค. 38(20)	0.14	0.14	0.14	0.14	0.00
31 ธ.ค. 38(25)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.00
5 ม.ค. 39(30)	0.15	0.10	0.15	0.13	0.00
10 ม.ค.39(35)	0.17	0.15	0.15	0.16	0.00
15 ม.ค.39(40)	0.28	0.38	0.72	0.46	0.05
20 ม.ค.39(45)	0.25	0.38	0.48	0.37	0.01
25 ม.ค.39(50)	0.75	0.89	1.05	0.90	0.02
30 ม.ค.39(55)	0.45	0.58	0.72	0.58	0.02
4 ก.พ. 39(60)	0.58	0.42	0.76	0.59	0.03
9 ก.พ. 39(65)	0.42	0.56	0.71	0.56	0.02
14 ก.พ.39(70)	0.76	0.92	1.18	0.95	0.04
19 ก.พ.39(75)	0.52	0.65	0.72	0.63	0.01
24 ก.พ.39(80)	0.29	0.43	0.52	0.41	0.01
29 ก.พ.39(85)	0.48	0.63	0.72	0.61	0.01
5 มี.ค. 39(90)	0.17	0.32	0.48	0.32	0.02

Mean รวม = 0.43

SD เฉลี่ย = 0.02

ตารางที่ ค. 29 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าออร์โธฟอสเฟตและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อดีปลีน้ำ บ่อที่ 1

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	0.25	0.39	0.52	0.39	0.02
16 ธ.ค. 38(10)	0.13	0.13	0.28	0.18	0.01
21 ธ.ค. 38(15)	0.18	0.29	0.39	0.29	0.01
26 ธ.ค. 38(20)	0.18	0.34	0.46	0.33	0.02
31 ธ.ค. 38(25)	0.25	0.25	0.39	0.30	0.01
5 ม.ค. 39(30)	0.13	0.22	0.35	0.23	0.01
10 ม.ค.39(35)	0.17	0.27	0.41	0.28	0.01
15 ม.ค.39(40)	0.26	0.26	0.34	0.29	0.00
20 ม.ค.39(45)	0.17	0.28	0.34	0.26	0.01
25 ม.ค.39(50)	0.56	0.72	0.92	0.73	0.03
30 ม.ค.39(55)	0.65	0.65	0.74	0.68	0.00
4 ก.พ. 39(60)	0.76	0.66	0.97	0.80	0.03
9 ก.พ. 39(65)	0.35	0.52	0.61	0.49	0.02
14 ก.พ.39(70)	0.37	0.59	0.82	0.59	0.05
19 ก.พ.39(75)	0.81	0.89	0.75	0.82	0.00
24 ก.พ.39(80)	0.68	0.98	0.98	0.88	0.03
29 ก.พ.39(85)	0.42	0.55	0.42	0.46	0.01
5 มี.ค. 39(90)	0.51	0.72	0.84	0.69	0.03

Mean รวม = 0.48

SD เฉลี่ย = 0.02

ตารางที่ ค. 30 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าออร์โธฟอสเฟตและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อดีปลีน้ำ บ่อที่ 2

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	0.25	0.45	0.56	0.42	0.02
16 ธ.ค. 38(10)	0.15	0.15	0.24	0.18	0.00
21 ธ.ค. 38(15)	0.41	0.32	0.41	0.38	0.00
26 ธ.ค. 38(20)	0.22	0.35	0.47	0.35	0.02
31 ธ.ค. 38(25)	0.12	0.26	0.48	0.29	0.03
5 ม.ค. 39(30)	0.11	0.21	0.32	0.21	0.01
10 ม.ค.39(35)	0.57	0.48	0.57	0.54	0.00
15 ม.ค.39(40)	0.18	0.27	0.37	0.27	0.01
20 ม.ค.39(45)	0.21	0.28	0.34	0.28	0.00
25 ม.ค.39(50)	0.62	0.62	0.79	0.68	0.01
30 ม.ค.39(55)	0.49	0.63	0.82	0.65	0.03
4 ก.พ. 39(60)	0.75	0.75	0.98	0.83	0.02
9 ก.พ. 39(65)	0.43	0.52	0.61	0.52	0.01
14 ก.พ.39(70)	0.45	0.61	0.72	0.59	0.02
19 ก.พ.39(75)	0.74	0.98	0.74	0.82	0.02
24 ก.พ.39(80)	0.75	0.75	0.90	0.80	0.01
29 ก.พ.39(85)	0.54	0.69	0.54	0.59	0.01
5 มี.ค. 39(90)	0.48	0.58	0.72	0.59	0.01

Mean รวม = 0.50

SD เฉลี่ย = 0.01

ตารางที่ ค. 31 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าออร์โธฟอสเฟตและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อดีปลีน้ำ บ่อที่ 3

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	0.28	0.39	0.39	0.35	0.00
16 ธ.ค. 38(10)	0.18	0.27	0.11	0.19	0.01
21 ธ.ค. 38(15)	0.39	0.32	0.46	0.39	0.00
26 ธ.ค. 38(20)	0.45	0.28	0.38	0.37	0.01
31 ธ.ค. 38(25)	0.21	0.38	0.38	0.32	0.01
5 ม.ค. 39(30)	0.39	0.25	0.34	0.33	0.01
10 ม.ค.39(35)	0.18	0.43	0.31	0.31	0.02
15 ม.ค.39(40)	0.27	0.37	0.32	0.32	0.00
20 ม.ค.39(45)	0.48	0.36	0.48	0.44	0.00
25 ม.ค.39(50)	0.58	0.79	0.72	0.70	0.01
30 ม.ค.39(55)	0.54	0.84	0.65	0.68	0.02
4 ก.พ. 39(60)	0.62	0.71	0.81	0.71	0.01
9 ก.พ. 39(65)	0.41	0.18	0.41	0.33	0.02
14 ก.พ.39(70)	0.75	0.75	0.89	0.80	0.01
19 ก.พ.39(75)	0.68	0.94	0.75	0.79	0.02
24 ก.พ.39(80)	0.64	0.64	0.85	0.71	0.01
29 ก.พ.39(85)	0.65	0.78	0.62	0.68	0.01
5 มี.ค. 39(90)	0.54	0.72	0.87	0.71	0.03

Mean รวม = 0.51

SD เฉลี่ย = 0.01

ตารางที่ ค. 32 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าออร์โธฟอสเฟตและค่าสถิติของน้ำออกจากบ่อควบคุม

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	S.D.
11 ธ.ค. 38 (5)	0.59	0.38	0.65	0.54	0.02
16 ธ.ค. 38(10)	0.23	0.27	0.18	0.23	0.00
21 ธ.ค. 38(15)	0.58	0.67	0.67	0.64	0.00
26 ธ.ค. 38(20)	0.42	0.31	0.20	0.31	0.01
31 ธ.ค. 38(25)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00
5 ม.ค. 39(30)	0.39	0.28	0.50	0.39	0.01
10 ม.ค.39(35)	0.37	0.65	0.37	0.46	0.03
15 ม.ค.39(40)	0.32	0.37	0.45	0.38	0.00
20 ม.ค.39(45)	0.78	0.87	0.98	0.88	0.01
25 ม.ค.39(50)	1.37	1.37	1.62	1.45	0.02
30 ม.ค.39(55)	1.27	1.38	1.49	1.38	0.01
4 ก.พ. 39(60)	1.32	1.32	1.52	1.39	0.01
9 ก.พ. 39(65)	0.41	0.49	0.65	0.52	0.01
14 ก.พ.39(70)	1.10	1.22	1.22	1.18	0.00
19 ก.พ.39(75)	0.92	1.09	0.83	0.95	0.02
24 ก.พ.39(80)	1.07	1.38	1.18	1.21	0.02
29 ก.พ.39(85)	1.18	1.06	1.12	1.12	0.00
5 มี.ค. 39(90)	1.13	1.28	0.89	1.10	0.04

Mean รวม = 0.79

SD เฉลี่ย = 0.01

ภาคผนวก ง

ตารางที่ ง 1 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าบีโอดี 15 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	216.8888889	108.4444444	2.44 ns
ERROR	6	266.6666667	44.4444444	
TOTAL	8	483.5555556		

CV = 12.2%

ns = not significant

ตารางที่ ง 2 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าบีโอดี 30 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	290.6666667	145.3333333	39.94 **
ERROR	6	21.8333333	3.6388889	
TOTAL	8	312.5000000		

CV = 2.1%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 3 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าบีโอดี 45 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	2350.222222	1175.111111	35.61 **
ERROR	6	198.000000	33.000000	
TOTAL	8	2548.222222		

CV = 7.5%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 4 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าบีโอดี 60 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	234.8888889	117.4444444	1.81 ns
ERROR	6	388.6666667	64.7777778	
TOTAL	8	623.5555556		

CV = 11.8%

ns = not significant

ตารางที่ ง 5 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าบีโอดี 90 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	1238.000000	619.000000	225.09 **
ERROR	6	16.500000	2.750000	
TOTAL	8	1254.500000		

CV = 2.0%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 6 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าปริมาณสารแขวนลอย 15 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	3140.666667	1570.333333	56.99 **
ERROR	6	165.333333	27.555556	
TOTAL	8	3306.000000		

CV = 10.9%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 7 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าปริมาณสารแขวนลอย 30 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	2702.000000	1351.000000	38.24 **
ERROR	6	212.000000	35.333333	
TOTAL	8	2914.000000		

CV = 21.7%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 8 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าปริมาณสารแขวนลอย 45 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	2810.888889	1405.444444	94.40 **
ERROR	6	89.333333	14.888889	
TOTAL	8	2900.222222		

CV = 6.2%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 9 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าปริมาณสารแขวนลอย 60 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	9859.766689	4929.883344	1082.17 **
ERROR	6	27.333400	4.555567	
TOTAL	8	9887.100089		

CV = 4.7%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 10 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าปริมาณสารแขวนลอย 90 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	1828.666667	914.333333	137.72 **
ERROR	6	39.833333	6.638889	
TOTAL	8	1868.500000		

CV = 3.3%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 11 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าไนโตรเจนรวม 15 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	28.6666667	14.3333333	<1
ERROR	6	195.3333333	32.5555556	
TOTAL	8	224.0000000		

CV = 6.5%

ตารางที่ ง 12 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าไนโตรเจนรวม 30 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	29.55555556	14.77777778	7.82 *
ERROR	6	11.33333333	1.88888889	
TOTAL	8	40.88888889		

CV = 1.5%

* = significant at 5% level

ตารางที่ ง 13 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าไนโตรเจนรวม 45 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	8.22222222	4.11111111	2.64 ns
ERROR	6	9.33333333	1.55555556	
TOTAL	8	17.55555556		

CV = 1.3%

ns = not significant

ตารางที่ ง 14 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าไนโตรเจนรวม 60 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	20.66666667	10.33333333	6.64 *
ERROR	6	9.33333333	1.55555556	
TOTAL	8	30.00000000		

CV = 1.3%

* = significant at 5% level

ตารางที่ ง 15 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าไนโตรเจนรวม 90 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	4242.666667	2121.333333	406.21 **
ERROR	6	31.333333	5.222222	
TOTAL	8	4274.000000		

CV = 3.0%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 16 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าออร์โธฟอสเฟต 15 วัน หลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	2008.222222	1004.111111	17.15 **
ERROR	6	351.333333	58.555556	
TOTAL	8	2359.555556		

CV = 14.5%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 17 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าออร์โธฟอสเฟต 30 วัน หลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	522.8888889	261.4444444	27.05 **
ERROR	6	58.0000000	9.6666667	
TOTAL	8	580.8888889		

CV = 3.8%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 18 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าออร์โธฟอสเฟต 45 วัน หลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	2244.666667	1122.333333	50.50 **
ERROR	6	133.333333	22.222222	
TOTAL	8	2378.000000		

CV = 7.4%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 19 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าออร์โธฟอสเฟต 60 วัน หลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	5518.222222	2759.111111	295.62 **
ERROR	6	56.000000	9.333333	
TOTAL	8	5574.222222		

CV = 8.2%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 20 แสดง Analysis of varience ของเปอร์เซ็นต์การขจัดค่าออร์โธฟอสเฟต 90 วัน หลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	6962.888889	3481.444444	131.65 **
ERROR	6	158.666867	26.444478	
TOTAL	8	7121.555756		

CV = 13.1%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 21 แสดง Analysis of varience ของค่าบีโอดีน้ำออก 15 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	60.2222221	80.1111111	2.77 ns
ERROR	6	65.3333334	10.8888889	
TOTAL	8	125.5555556		

CV = 14.2%

ns = not significant

ตารางที่ ง 22 แสดง Analysis of varience ของค่าบีโอดีน้ำออก 30 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	194.8888889	97.4444444	33.73 **
ERROR	6	17.3333333	2.8888889	
TOTAL	8	212.2222222		

CV = 22.8%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 23 แสดง Analysis of varience ของค่าบีโอดีน้ำออก 45 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	649.5555557	324.7777778	36.09 **
ERROR	6	54.0000000	9.000000	
TOTAL	8	703.5555557		

CV = 24.5%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 24 แสดง Analysis of varience ของค่าบีโอดีน้ำออก 60 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	38.8888889	19.4444444	1.86 ns
ERROR	6	62.6666666	10.4444444	
TOTAL	8	101.5555555		

CV = 25.3%

ns = not significant

ตารางที่ ง 25 แสดง Analysis of varience ของค่าบีโอดีน้ำออก 90 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	414.8888889	207.4444446	266.71 **
ERROR	6	4.6666667	0.7777778	
TOTAL	8	419.5555556		

CV = 9.6%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 26 แสดง Analysis of varience ของค่าปริมาณสารแขวนลอยน้ำออก 15 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	472.8888889	236.4444446	53.20 **
ERROR	6	26.6666666	4.44444444	
TOTAL	8	499.5555555		

CV = 10.7%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 27 แสดง Analysis of varience ของค่าปริมาณสารแขวนลอยน้ำออก 30 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	332.6666667	166.3333334	34.02 **
ERROR	6	29.3333333	4.8888889	
TOTAL	8	362.000000		

CV = 8.5%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 28 แสดง Analysis of varience ของค่าปริมาณสารแขวนลอยน้ำออก 45 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	1872.8888889	936.4444444	95.77 **
ERROR	6	58.6666667	9.7777778	
TOTAL	8	1931.5555556		

CV = 10.3%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 29 แสดง Analysis of varience ของค่าปริมาณสารแขวนลอยน้ำออก 60 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	4554.8888889	2277.4444445	891.17 **
ERROR	6	15.3333333	2.5555556	
TOTAL	8	4570.2222222		

CV = 4.1%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 30 แสดง Analysis of varience ของค่าปริมาณสารแขวนลอยน้ำออก 90 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	5788.2222222	2894.1111111	116.80 **
ERROR	6	148.6666667	24.7777778	
TOTAL	8	5936.8888889		

CV = 12.1%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 31 แสดง Analysis of varience ของค่าไนโตรเจนรวมน้ำออก 15 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	0.448466667	0.224233333	<1
ERROR	6	2.842133333	0.473688889	
TOTAL	8	3.290600000		

CV = 46.0%

ตารางที่ ง 32 แสดง Analysis of varience ของค่าไนโตรเจนรวมน้ำออก 30 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	1.797755556	0.8988777778	9.21 *
ERROR	6	0.585800000	0.0976333333	
TOTAL	8	2.383555556		

CV = 17.8%

* = significant at 5% level

ตารางที่ ง 33 แสดง Analysis of varience ของค่าไนโตรเจนรวมน้ำออก 45 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	0.535266667	0.267633333	4.48 ns
ERROR	6	0.358333333	0.059722222	
TOTAL	8	0.893600000		

CV = 15.4%

ns = not significant

ตารางที่ ง 34 แสดง Analysis of varience ของค่าไนโตรเจนรวมน้ำออก 60 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	1.374422222	0.687211111	6.73 *
ERROR	6	0.612466667	0.102077778	
TOTAL	8	1.986888889		

CV = 23.9%

* = significant at 5% level

ตารางที่ ง 35 แสดง Analysis of varience ของค่าไนโตรเจนรวมน้ำออก 90 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	89.869622223	44.934811112	454.91 **
ERROR	6	0.592666666	0.098777778	
TOTAL	8	90.462288890		

CV = 9.3%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 36 แสดง Analysis of varience ของค่าออร์โธฟอสเฟตน้ำออก 15 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	0.172355556	0.086177778	13.58 **
ERROR	6	0.038066667	0.006344444	
TOTAL	8	0.210422222		

CV = 17.9%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 37 แสดง Analysis of varience ของค่าออร์โธฟอสเฟตน้ำออก 30 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	0.101422222	0.050711111	8.88 *
ERROR	6	0.034266667	0.005711111	
TOTAL	8	0.135688889		

CV = 29.2%

* = significant at 5% level

ตารางที่ ง 38 แสดง Analysis of varience ของค่าออร์โธฟอสเฟตน้ำออก 45 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	0.5126888889	0.2563444444	32.91 **
ERROR	6	0.0467333333	0.007788889	
TOTAL	8	0.5594222222		

CV = 16.2%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 39 แสดง Analysis of varience ของค่าออร์โธฟอสเฟตน้ำออก 60 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	1.1352666667	0.567633333	90.26 **
ERROR	6	0.0377333333	0.006288889	
TOTAL	8	1.1730000000		

CV = 8.8%

** = significant at 1% level

ตารางที่ ง 40 แสดง Analysis of varience ของค่าออร์โธฟอสเฟตน้ำออก 90 วันหลังทดลอง

Source of variation	df	SS	MS	F
TREATMENT	2	0.9169555556	0.4584777778	27.94 **
ERROR	6	0.0984666667	0.0164111111	
TOTAL	8	1.0154222222		

CV = 18.4%

** = significant at 1% level

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์น้ำเสียจากชุมชน

พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำมีดังนี้pH,temperature , conductivity dissolved oxygen , biochemical oxygen demand , total suspended solid , total Kjeldahl nitrogen , orthophosphate โดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามคู่มือ tandard method for the examination of water and wastewater. (1992) และคู่มือวิเคราะห์น้ำเสียโดยคณะกรรมการจัดทำคู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย

1. การตรวจวัดตัวอย่างน้ำ

1.1 ความเป็นกรดด่าง

ใช้เครื่องมือสำเร็จหรือที่เรียกว่า pH meter เป็นวิธีวัดค่า pH ด้วยอีเลกโทรด (eloctrometric method) ให้ค่าแน่นอนถึง ± 0.1 pH unit ข้อพึงระวังคือการรักษาอีเลกโทรด นอกจากนี้อุณหภูมิก็มีผลต่อการวัด เพราะการเปลี่ยนแปลงใน potential ต่อหน่วย pH จะแปรผันกับอุณหภูมิ แต่ pH meter ทุกเครื่องจะมีปุ่มเพื่อปรับชดเชยอุณหภูมิ (temperature compensation adjustment)

ในการวัด pH นั้นผู้วัดจะต้องใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่ทราบค่า pH แน่นอนเพื่อ standardize เครื่องให้พร้อมก่อนที่จะใช้วัด pH ของตัวอย่างน้ำ

1.2 อุณหภูมิ

ใช้เทอร์โมมิเตอร์หรือเครื่องมือที่ใช้อีเลกโทรดซึ่งมักจะมีควบคู่มากับ pH meter ชนิดอ่านค่าออกมาเป็นองศาเซลเซียส

อุณหภูมิหมายถึงระดับความร้อน อุณหภูมิของน้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำสาธารณะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยที่สิ่งมีชีวิตในน้ำอาจถึงตายได้ในกรณีที่อุณหภูมิของน้ำทิ้งสูงเกินไปและยังมีผลให้การละลายของออกซิเจนในน้ำลดลงอีกด้วยตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมยอมให้อุณหภูมิของน้ำที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำสาธารณะได้ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส

1.3 สภาพนำไฟฟ้า

เป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านคุณสมบัติข้อนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ชนิดของอิออนที่มีอยู่ในน้ำ และอุณหภูมิที่ทำการวัด ในสนามไฟฟ้าอิออนบวกจะเคลื่อนที่ไปที่อีเลกโทรดขั้วลบและอิออนลบจะเคลื่อนที่ไปที่อีเลกโทรดขั้วบวก ค่านี้ไม่ได้เป็นค่าเฉพาะ

อิออนตัวใดตัวหนึ่งแต่เป็นค่ารวมของอิออนทั้งหมดในน้ำ ค่านี้ไม่ได้บอกให้ทราบถึงชนิดของสารในน้ำบอกแต่เพียงว่ามีการเพิ่มหรือลดของอิออนที่ละลายในน้ำเท่านั้น

หน่วยมาตรฐานของ electrical resistance (R) เป็น ohms ในขณะที่หน่วยของ conductance (G) ซึ่งเป็นส่วนกลับของ resistance เป็น mhos ในระบบ C.G.S. หรือเป็น Siemens ในระบบ S.I.

resistance คือค่าความต้านทานซึ่งวัดระหว่างผิวหน้าตรงข้ามของ rectangular prism มีหน่วยเป็น โอห์ม x หน่วยความยาว (เซนติเมตร) ส่วนค่า conductivity เป็นส่วนกลับของ resistivity มีหน่วยเป็น mhos/cm. (หรือ siemens/m ในระบบ S.I.) วัดโดยใช้เครื่องวัดความนำไฟฟ้า

2. การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

2.1 ออกซิเจนละลายหรือดีโอ

การหาค่าออกซิเจนละลาย คือการหาปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำเพื่อดูว่าน้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งสัมพันธ์กับอุณหภูมิของน้ำ ความกดดันของอากาศและสิ่งเจือปนในน้ำ (impurities) ค่าดีโอสามารถทำการวิเคราะห์ได้หลายวิธี เช่น วัดโดยใช้เครื่องดีโอมิเตอร์ (DO meter) หรือออกซิเจนมิเตอร์ (oxygen meter) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถวัดปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในสารละลายเป็นมิลลิกรัมต่อลิตรได้โดยตรง หรือจะใช้วิธีทางเคมี เช่น วิธีเอไซด์โมดิฟิเคชันของไอโอโดเมตริก (azide modification of iodometric method) ซึ่งเหมาะสำหรับใช้วิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนในน้ำที่สกปรก เช่น น้ำทิ้ง น้ำในแม่น้ำลำคลอง เป็นต้น

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดบีโอดี ขนาด 300 ลบ.ซม.
2. ขวดวัดปริมาตร ขนาด 200 ลบ.ซม.
3. ขวดเออร์เลนเมเยอร์ ขนาด 500 ลบ.ซม.
4. บิวเรตต์

รีเอเจนต์

1. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต ละลายแมงกานีสซัลเฟตเตตราไฮเดรต ($MnSO_4 \cdot 4H_2O$) 480 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟตไดไฮเดรต ($MnSO_4 \cdot 2H_2O$) 400 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต ($MnSO_4 \cdot H_2O$) 364 กรัม ในน้ำกลั่นหรือกรองแล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 ลบ.ซม.

2. อัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ รีเอเจนต์ (alkali-iodide-azide reagent) ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 500 กรัม หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 700 กรัม และ

โซเดียมไอโอไดด์ (NaI) 135 กรัม หรือโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 150 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 ลบ.ซม. หลังจากนั้นเติมโซเดียมเอไซด์ (NaN_3) 10 กรัม ซึ่งละลายในน้ำกลั่น 40 ลบ.ซม. ลงในสารละลายที่เตรียมไว้ข้างต้น

3. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น ซึ่ง 1 ลบ.ซม. จะสมมูลกับ 3 ลบ.ซม. อัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ รีเอเจนต์

4. น้ำแป้ง ละลายแป้ง (soluble starch) 2 กรัม ในน้ำกลั่นที่ร้อน 100 ลบ.ซม. และเติมกรดซาลิไซลิก (salicylic acid) 0.2 กรัม เพื่อให้เก็บไว้ได้นาน

5. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.0021 โมล/ลิตร ละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) 6.205 กรัม ในน้ำกลั่นเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 6 โมล/ลิตร จำนวน 1.5 ลบ.ซม. หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัม แล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 ลบ.ซม. สารละลายนี้จะต้องนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอน (standardization) ด้วยสารไบไอโอเดต

6. สารละลายมาตรฐานไบไอโอเดต 0.0021 โมล/ลิตร ละลาย $KH(IO_3)_2$ 812.4 มิลลิกรัมในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 ลบ.ซม.

วิธีวิเคราะห์

การหาค่าออกซิเจนละลายจากตัวอย่างน้ำซึ่งเก็บไว้ในขวดบีโอดีขนาด 250-300 ลบ.ซม. ทำได้ดังต่อไปนี้

1. เติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 1 ลบ.ซม. และอัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ รีเอเจนต์ 1 ลบ.ซม. ลงในขวดบีโอดีที่ใส่ตัวอย่างน้ำโดยให้ปลายปิเปตอยู่ใต้ผิว ของตัวอย่างน้ำ ปิดจุกขวด ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ ผสมให้เข้ากันโดยคว่ำขวดขึ้นลงอย่างน้อย 15 ครั้ง

2. ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจนได้ปริมาณน้ำใส 1/2 ของขวด

3. เมื่อตั้งทิ้งไว้จนเกิดสารละลายข้างบนประมาณ 1/2 ของขวดแล้วเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 ลบ.ซม. โดยให้กรดค่อย ๆไหลลงไปข้างคอขวด ปิดจุก ผสมให้เข้ากันโดยคว่ำขวดขึ้นลงจนกระทั่งตะกอนละลายหมด

4. ถ้าใช้ขวดบีโอดีที่มีความจุ 300 ลบ.ซม. จะใช้ตัวอย่างน้ำจากขวดในข้อ 3 เท่ากับ 201 ลบ.ซม. เพื่อนำไปไตเตรด (ปริมาตรตัวอย่างนี้มีค่าเท่ากับปริมาณตัวอย่างน้ำเริ่มต้น 200 ลบ.ซม. เนื่องจากมีการสูญเสียตัวอย่างน้ำจากขวดบีโอดี โดยการแทนที่ของสารละลายเคมีที่เติมลงไปทั้งสิ้น 2 ลบ.ซม. ดังนั้นปริมาตรตัวอย่างซึ่งใช้ในการไตเตรตจึงควรเท่ากับ

$$\frac{200 \times 300}{(300-2)} = 201 \text{ ลบ.ซม.}$$

5. ไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.0021 โมล/ลิตร จนกระทั่งสารละลายมีสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแป้ง 2-3 หยด จะได้สีน้ำเงินหายไป อ่านปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้

การคำนวณ

ถ้าใช้ตัวอย่างน้ำในการไตเตรต 200 ลบ.ซม. สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.0021 โมล/ลิตร 1 ลบ.ซม. มีค่าสมบูรณ์พอดีกับ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ของออกซิเจนละลาย

2.2 ปริมาณสารแขวนลอย

สารแขวนลอยหรือเอสเอส หมายถึง ปริมาณของแข็งแขวนลอยที่สามารถกรองได้ด้วยกระดาษกรองใยแก้ว ("Whatman" GF/C) เอสเอสมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระดาษกรองใยแก้ว GF/C เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.7 ซม.
2. กรวยบุคเนอร์ ความจุ 100 ลบ.ซม.
3. เครื่องดูดอากาศ
4. เตาอบแห้ง
5. โถทำแห้ง
6. เครื่องชั่งอย่างละเอียด

วิธีวิเคราะห์

1. อบกระดาษกรองให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง สมสุติว่าเป็น A มิลลิกรัม

2.เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำซึ่งจะให้ค่าของแข็งชั่งได้โดยประมาณอย่างน้อยที่สุด2.5 มิลลิกรัม (หรือปริมาตรน้ำ 50-100 ลบ.ซม.)

3. วางกระดาษกรองลงในกรวยบุคเนอร์ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศ
4. ใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาษกรองให้เปียกและถูกดูดติดแน่นกับกรวยบุคเนอร์
5. กรองตัวอย่างน้ำตามปริมาตรที่ต้องการโดยอาศัยแรงดูดช่วย
6. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างของแข็งที่ติดอยู่ข้างกรวยจนหมดและรอจนกว่าจะแห้ง
7. ปิดเครื่องดูดอากาศ ใช้ปากคีบ คีบกระดาษกรองใส่ภาชนะทนไฟ เช่น จานเพาะเชื้อ (Petri dish) ถ้วยอลูมิเนียมหรือกระจกนาฬิกา นำไปอบในตู้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียสจนกว่าจะแห้งหนือใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง
8. ทิ้งให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้องในโถทำแห้ง แล้งชั่งหาน้ำหนักกระดาษกรองใหม่ สมมุติว่าเป็น B มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{เอสเอสหรือปริมาณสารแขวนลอย , มก./ลิตร} = \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (B-A)} \times 1{,}000}{\text{ลบ.ซม. ของตัวอย่างน้ำ}}$$

2.3 การวิเคราะห์หาค่าบีโอดี

เป็นการวิเคราะห์เพื่อที่จะทราบถึงปริมาณความสกปรกของน้ำ เช่น ในแม่น้ำลำคลอง น้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น เพื่อประโยชน์ในการออกแบบระบบบำบัด ควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของระบบนั้นๆ โดยคิดเปรียบเทียบในรูปของปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์

การวิเคราะห์หาค่าบีโอดีโดยทั่วไปเป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไปในเวลา 5 วัน ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส

เนื่องจากออกซิเจนในอากาศสามารถละลายน้ำได้ในจำนวนจำกัด คือประมาณ 9 มิลลิกรัมต่อลิตรในน้ำบริสุทธิ์ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ดังนั้นในน้ำเสียซึ่งมีความสกปรกมากจำเป็นจะต้องทำให้ปริมาณความสกปรกเจือจางลงอยู่ในระดับซึ่งสมมูลพอดีกับปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ การวิเคราะห์นี้เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ในน้ำ จึงจำเป็นต้องทำให้มีสภาพที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กล่าวคือไม่มีสารพิษแต่มีอาหารเสริมเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เป็นต้น นอกจากนี้การย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำกระทำโดยจุลินทรีย์หลายชนิดจึงจำเป็นต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆเหล่านี้อย่างเพียงพออยู่ในตัวอย่างน้ำซึ่งทำการวิเคราะห์ ถ้าไม่มีหรือมีปริมาณน้อยไปควรเติมจุลินทรีย์ซึ่งเรียกว่าหัวเชื้อ (Seed) ลงไป

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดอินคิวเบท (Incubation bottles) หรือขวดบีโอดีขนาด 250-300 ลบ.ซม. ซึ่งมีจุกปิดเป็นจุกแก้วปิดสนิท

ก่อนที่จะนำขวดบีโอดีมาใช้จะต้องนำขวดมาล้างให้สะอาดปราศจากอินทรียสารต่างๆ การล้างขวดควรล้างด้วยสารละลายของกรดโครมิก (Chromic acid solution) หลังจากนั้นนำขวดมาล้างด้วยน้ำให้สะอาด ครั้งสุดท้ายล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้งหนึ่งแล้วทำให้แห้ง

2. ตู้อินคิวเบท (Incubator) ซึ่งสามารถควบคุมและปรับอุณหภูมิได้เองโดยอัตโนมัติที่ 20 + 1 องศาเซลเซียส และต้องเป็นตู้ซึ่งสามารถป้องกันไม่ให้แสงผ่านเข้าไปได้

3. อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ เช่น บิวเรตขนาด 25 ลบ.ซม. ขวดเออร์เลนเมเยอร์ขนาด 500 ลบ.ซม. กระบอกตวงขนาด 1,000 ลบ.ซม.

รีเอเจนต์

1. น้ำกลั่น จะต้องมีคุณภาพดีกลั่นจากเครื่องแก้วที่ทำด้วยแก้ว และต้องเป็นน้ำกลั่นซึ่งมีปริมาณของทองแดงน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร และต้องปราศจากคลอรีนคลอรามีน ความเป็นด่างเนื่องจากไฮดรอกไซด์ อินทรียสารและกรด

2. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 8.5 กรัม ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4) 21.75 กรัม ไดโซเดียมไฮโดรเจน

ฟอสเฟตเฮปตาไฮเดรต ($Na_2HPO_4.7H_2O$) 33.4 กรัม และแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 ลบ.ซม. แล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 ลบ.ซม. สารละลายนี้จะมีค่าพีเอช เท่ากับ 7.2

3.สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต ละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรต($MgSO_4.7H_2O$) 22.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 ลบ.ซม.

4. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ละลายแอนไฮดรัสแคลเซียมคลอไรด์ (anhydrous $CaCl_2$) 27.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 ลบ.ซม.

5. สารละลายไอร์ออน(III) คลอไรด์ ละลาย (III) คลอไรด์เฮกซาไฮเดรต ($FeCl_3.6H_2O$) 0.25 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 ลบ.ซม.

6. สารละลายกรดและด่างเข้มข้น 1 โมล/ลิตร ใช้สำหรับปรับตัวอย่างน้ำที่เป็นกรดและด่างให้เป็นกลาง ก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์

7. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต ละลายแมงกานีสซัลเฟตเตตราไฮเดรต ($MnSO_4.4H_2O$) 480 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟตไดไฮเดรต ($MnSO_4.2H_2O$) 400 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต ($MnSO_4.H_2O$) 364 กรัมในน้ำกลั่นหรือกรอง แล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 ลบ.ซม. สารละลายนี้จะต้องไม่เกิดสีกับน้ำแป้งเมื่อเติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ในสภาพที่เป็นกรด

8. สารละลายอัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ (alkali-iodide-azide reagent) เตรียมได้ 2 วิธี

8.1 ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 500 กรัม และโซเดียมไอโอไดด์ (NaI) 135 กรัม หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 700 กรัม และโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 150 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 ลบ.ซม. หลังจากนั้นเติมโซเดียมเอไซด์ (NaH_3) 10 กรัม ซึ่งละลายในน้ำกลั่น 40 ลบ.ซม. ก่อนที่จะใช้เติมลงในสารละลายที่เตรียมไว้ข้างต้น สารละลายนี้ไม่ควรเกิดสีกับน้ำแป้งเมื่อทำให้เป็นกรดหรือทำให้เจือจาง

8.2 ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 กรัม ในน้ำกลั่นซึ่งต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์ และทำให้เย็นเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้ว 500 ลบ.ซม. เมื่อละลายจะเกิดความร้อนขึ้น ทิ้งไว้ให้เย็นเล็กน้อยเติมโซเดียมไอโอไดด์ 900 กรัม ละลายโซเดียมเอไซด์ 10 กรัมในน้ำกลั่น 40 ลบ.ซม. แล้วเทลงในสารละลายด่าง ถ้าปริมาตรของสารละลายที่เตรียมยังไม่ถึง 1 ลิตร ทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร แต่ในทางปฏิบัติสารละลายที่เตรียมขึ้นนี้จะมีปริมาตรเกิน 1 ลิตรเล็กน้อยอยู่แล้วโดยไม่ต้องทำให้เจือจางลงอีก เนื่องจากมีความเข้มข้นของเกลือที่ละลายอยู่สูง

9. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น

10. น้ำแป้ง

11. สารละลายมาตรฐานไธโอซัลเฟต 0.0021 โมล/ลิตร (ดูวิธีเตรียมในดีโอ)

12. สารละลายโซเดียมซัลไฟต์ 0.0125 โมล/ลิตร ละลายแอนไฮดรัสโซเดียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3) 1.575 กรัมในน้ำกลั่น 1,000 ลบ.ซม. (สารละลายนี้ไม่อยู่ตัวต้องเตรียมในวันที่จะใช้เท่านั้น)

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่างน้ำก่อนการวิเคราะห์ (Pretreatment)

1.1 ในกรณีตัวอย่างน้ำไม่เป็นกลางจะต้องทำให้มีค่าพีเอช 6.5-7.5 โดยใช้กรดซัลฟิวริก 0.5 โมล/ลิตร หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมล/ลิตร

1.2 ในกรณีที่ตัวอย่างน้ำมีคลอรีนตกค้างจะต้องกำจัดออกก่อน โดยปกติคลอรีนตกค้างจะลดลงเองเมื่อตั้งตัวอย่างทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมง แต่ในตัวอย่างซึ่งมีคลอรีนตกค้างปริมาณมาก ๆจะต้องกำจัดโดยการเติมสารละลายโซเดียมซัลไฟต์

2. การวิเคราะห์มี 2 วิธี

2.1 วิธีตรง (Direct Method) ใช้ในกรณีที่ตัวอย่างน้ำมีค่าบีโอดีน้อยกว่า 7 มก./ลิตร ทำได้ดังนี้

2.1.1 นำตัวอย่างน้ำที่ปรับปรุงแล้วตามข้อ 1 มาปรับอุณหภูมิให้ได้ประมาณ 20 องศาเซลเซียส

2.1.2 เติมอากาศให้มีออกซิเจนละลายอิ่มตัว (ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง)

2.1.3 รินตัวอย่างน้ำลงในขวดบีโอดีจนเต็ม 3 ขวด ปิดจุกให้สนิท ดูให้แน่ใจว่ามีน้ำหล่อที่ปากขวด นำขวดหนึ่งมาหาค่าออกซิเจนละลายก่อน อีกสองขวดนำไปอินคิวเบทที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

2.1.4 หลังจาก 5 วันแล้วนำตัวอย่างนั้นมาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่

2.1.5 การคำนวณ

ค่าบีโอดี (มก./ลิตร) = $D_1 - D_2$

เมื่อ D_1 = ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรตได้ในวันแรก

D_2 = ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรตได้ในวันที่ 5

2.2 วิธีทำให้เจือจาง ใช้ในกรณีที่ตัวอย่างน้ำมีความสกปรกสูง (มีค่าบีโอดีมากกว่า 7 มก./ลิตร) จำเป็นจะต้องทำให้ตัวอย่างน้ำที่สกปรกเจือจางลงโดยใช้น้ำผสมเจือจาง (dilution water) และควรทำหลาย ๆความเข้มข้น

2.2.1 การเตรียมน้ำผสมเจือจาง

- นำน้ำกลั่นที่ปราศจากสารมีพิษ (กลั่นจากเครื่องกลั่นแก้ว) มาปรับอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 20 + 1 องศาเซลเซียส

- ปรับคุณภาพให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์โดยเติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ และไอร์ออน(III)คลอไรด์ อย่างละ 1 ลบ.ซม. ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร

- เติมอากาศให้มีออกซิเจนละลายอิ่มตัว

2.2.2 การผสมเจือจาง เนื่องจากการวิเคราะห์ค่าบีโอดีอาศัยปฏิกิริยาทางชีวเคมีโดยมีจุลินทรีย์เป็นตัวกลางในการย่อยสลาย สภาวะแวดล้อมจะมีผลต่อการวิเคราะห์มากทำให้ค่าบีโอดีที่ได้มีความผันแปรสูง การวิเคราะห์ตัวอย่างหนึ่ง ๆจึงมักจะทำการผสมเจือจางหลาย ๆความเข้มข้นส่วนอัตราส่วนในการผสมเจือจางอาจประมาณจากชนิดของตัวอย่าง (ดูตารางที่ จ.1) หรือค่าความเข้มข้นโดยประมาณ (ดูตารางที่ จ.2) เมื่อได้อัตราส่วนที่เหมาะสมแล้วทำการผสมเจือจางดังนี้

- ค่อย ๆรินน้ำผสมเจือจางที่เตรียมไว้ลงในกระบอกตวง (ขนาด 1,000 ลบ.ซม.) ประมาณ 500 ลบ.ซม. โดยให้น้ำค่อย ๆไหลลงตามข้างกระบอกตวง

- เติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ลงในกระบอกตวง 2 ลบ.ซม. (ในกรณีที่จำเป็นต้องเติม)

- เติมตัวอย่างน้ำตามส่วนที่คำนวณได้ จากตารางที่ จ.1-2

- เติมน้ำผสมเจือจางลงจนครบ 1,000 ลบ.ซม.

-กวนให้เข้ากันโดยใช้แท่งแก้วเสียบจุกยางไว้ที่ปลายชักขึ้นลงเบา ๆระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ

ตารางที่ จ.1 แสดงอัตราส่วนผสมเจือจางจากชนิดของตัวอย่าง

อัตราส่วนผสม	ชนิดของตัวอย่าง
0 - 1%	strong industrial wastes
1 - 5%	raw & settled wastewater
5 - 25%	biologically treated effluent
25 - 100%	polluted river waters

ตารางที่ จ.2 แสดงค่าความเข้มข้นโดยประมาณ (BOD measurable)

Using percent % mixture	mixtures Range of BOD	By direct pipetting ml.	into 300 ml. bottles Range of BOD
0.01	20,000 - 70,000	0.02	30,000 - 105,000
0.02	10,000 - 35,000	0.05	12,000 - 42,000
0.05	4,000 - 14,000	0.10	6,000 - 21,000
0.1	2,000 - 7,000	0.20	3,000 - 10,500
0.2	1,000 - 3,500	0.50	1,200 - 4,200
0.5	400 - 1,400	1.0	600 - 2,100
1.0	200 - 700	2.0	300 - 1,050
2.0	100 - 350	5.0	100 - 420
5.0	40 - 140	10.0	60 - 210
10.0	20 - 70	20.0	30 - 105
20.0	10 - 35	50.0	12 - 42
50.0	4 - 14	100	6 - 21
100	0 - 7	300	0 - 7

ที่มา : จาก Chemistry for Environmental Engineering, 3 rd edition, 1985.

- ค่อย ๆรินตัวอย่างน้ำที่ผสมเข้ากันดีแล้วนี้ลงในขวดบีโอดีที่แห้งและสะอาด จนเต็มทุกขวดปิดจุกให้สนิท ขวดหนึ่งนำไปวิเคราะห์หาค่าออกซิเจนละลาย ขวดที่เหลือนำไปอินคิวเบทที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วันก่อนนำไปอินคิวเบทให้ตรวจดูว่ามีน้ำหล่อที่ปากขวด

2.2.3 การอินคิวเบท

หลังจากอินคิวเบทที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในที่มืดครบ 5 วันแล้ว นำมาหาค่าออกซิเจนละลาย ตัวอย่างที่ใช้ได้จะต้องมีค่าออกซิเจนละลายเหลืออยู่อย่างน้อย 1 มก./ลิตร และมีการใช้ออกซิเจนไปอย่างน้อย 2 มก./ลิตร

2.2.4 การตรวจสอบคุณภาพน้ำผสมเจือจาง (dilution water check) = Blank

นำน้ำกลั่นที่ยังไม่ได้ผสมเจือจาง 3 ขวด ขวดหนึ่งนำไปหาค่าออกซิเจนละลายก่อน อีก 2 ขวดปิดจุกนำไปอินคิวเบท หลังจากนั้นนำมาหาค่าการใช้ออกซิเจนไป หลังจากอินคิวเบท 5 วันที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และไม่ต้องนำไปใช้ในการคำนวณผลต่างของค่าออกซิเจนละลายก่อนและหลัง 5 วัน ที่ 20 องศาเซลเซียสไม่ควรเกิน 0.2 มก./ลิตร และยิ่งดีถ้าไม่เกิน 0.1 มก./ลิตร

2.2.5 การคำนวณ

ค่าบีโอดี (เมื่อไม่ใส่หัวเชื้อ) มิลลิกรัมต่อลิตร $= \frac{D_1 - D_2}{P}$

2.4 การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน

ไนโตรเจนที่พบในน้ำตามแม่น้ำ ลำคลอง น้ำโสโครก น้ำทิ้งที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มีอยู่หลายรูปแบบ คือ ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนหรือไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์ที่เรียกว่า ออร์กานิกไนโตรเจนก็ได้ TKN หมายถึง ผลบวกระหว่างออร์กานิกไนโตรเจนและแอมโมเนีย- ไนโตรเจนที่อยู่ในโปรตีนของพืชหรือสัตว์หรือที่เกิดจากกระบวนการของสิ่งมีชีวิต เช่น เกิดจากการขับถ่ายของเสีย ยกตัวอย่างเช่นปัสสาวะจะมียูเรียอยู่ ซึ่งในยูเรียจะมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย เป็นต้น

การวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน สามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. โดยการกลั่น (distillation)

2. โดยให้ทำปฏิกิริยากับสารละลายเนสเลอร์ (nesslerization)

เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องกลั่น แต่ละหน่วยประกอบด้วย เตา ขวดเจลดาห์ล (Kjeldahl flask) ขนาด 500-1,000 ลบ.ซม. ต่อกับกระเปาะแก้วคอนเนคติ้งบัลบ์ (connecting bulb) แล้วจึงต่อกับเครื่องควบแน่นชนิดตรง(vertical condensor) 1 อัน ซึ่งที่ปลายจะจุ่มอยู่ได้สารที่ใช้จับแอมโมเนีย เครื่องควบแน่นอาจเป็นแก้วหรือท่ออลูมิเนียม เครื่องกลั่นที่ใช้อาจจะประกอบด้วยหนึ่งหน่วยหรือมากกว่าหนึ่งก็ได้ ปกตินิยมเป็น 6 หรือ 12 หน่วย

รีเอเจนต์

1. น้ำที่ปราศจากแอมโมเนียละลายอยู่ (ammonia-free water) เพื่อนำไปใช้ในการเตรียมสารละลายต่างๆ ในการทดลองนี้เตรียมได้โดยใช้วิธีผ่านน้ำเข้าไปในคอลัมน์ซึ่งมีแคทไอออน-เอกซ์เชนจ์ เรซิน (cation-exchange resin)

2. มิกซ์อินดิเคเตอร์

ละลายเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ (methyl red indicator) 200 มิลลิกรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 95) 100 ลบ.ซม. (หรือไอโซโพรลินแอลกอฮอล์) ละลายเมทิลีนบลู 100 มิลลิกรัมในเอทิลแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 95) 50 ลบ.ซม. (หรือไอโซโพรลินแอลกอฮอล์) แล้วผสมสารละลายทั้ง 2 ชนิดนี้เข้าด้วยกัน สารละลายนี้ควรเตรียมทุกๆเดือน

ข้อสังเกต สารละลายอินดิเคติงบอริกแอซิดจะมีสีม่วงถ้าไม่มีแอมโมเนียละลายอยู่ ถ้ามีแอมโมเนียละลายอยู่จะได้สีเขียวแสดงว่าสารละลายนี้ใช้ไม่ได้ ให้เตรียมใหม่และควรเตรียมทุกๆเดือน

3. สารละลายบอริก 2% ที่ใช้ดูดกลืนแอมโมเนีย (absorbent solution) ชั่ง H_3BO_3 20 กรัม ละลายในน้ำที่ปราศจากแอมโมเนีย 1 ลบ.ซม.

4. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น

5. $CuSO_4.5H_2O$

6. 35% NaOH

7. 0.02 N H_2SO_4

วิธีวิเคราะห์

Digestion :

1. นำตัวอย่างน้ำ 250 มล. (ขึ้นอยู่กับปริมาณ N ในน้ำ) ใส่ใน Kjeldahl flask ขนาด 800 มล.

2. เติม 10 มล. ของ conc. H_2SO_4

3. เติม 1 กรัมของ $CuSO_4.5H_2O$ (ต้องบดให้ละเอียด) หรือ $CuSO_4.5H_2O$ 2% 50 มิลลิลิตร แล้วใส่ glass beeds หรือ Bimsstein ประมาณ 1 ช้อนชา

4. นำไป digest โดยเปิดไฟอ่อน ๆก่อนแล้วค่อยเร่งไฟ แล้วปรับเป็นไฟอ่อนจนกระทั่งสารละลายได้เป็นสีฟ้าอมเขียว (ประมาณ 2.5 ชั่วโมง) ปิดเตา นำ flask ออกตั้งทิ้งให้เย็น

Distillation :

1. เติมน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนียให้มีปริมาตรประมาณ 300 มิลลิลิตร

2. นำมาตั้งกลั่น แล้วเติม 35% NaOH 150 มล. รองรับด้วย 2% H_3BO_3 50 มล. (ปลายท่อจะต้องจุ่มอยู่ใน 2% H_3BO_3) กลั่นจนสารละลายใน flask ที่ใส่ 2% H_3BO_3 ได้ปริมาตร 300 มล. (ด้วยอัตรา 6-10 มล./นาที)

3. เจือจางสารที่กลั่นได้ด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 500 มล. เติม 3-5 หยดของมิกซ์อินดิเคเตอร์

4. ไตเตรตด้วย standard 0.02 N H_2SO_4 จนกระทั่งสารละลายในข้อ 3 เปลี่ยนจากสีเขียวใสเป็นสีชมพูอ่อนปนม่วง

5. ทำ blank โดยทำเหมือนตัวอย่างทุกขั้นตอนโดยใช้น้ำกลั่นปราศจากแอมโมเนีย

วิธีการคำนวณ

$$\text{มก./ลิตร ปริมาณไนโตรเจนรวม} = \frac{(A-B) \times f \times M \times 1,000}{S}$$

A = ลบ.ซม. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้สำหรับตัวอย่างน้ำ

B = ลบ.ซม. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้สำหรับ Blank

S = ลบ.ซม. ของตัวอย่างที่ใช้ไตเตรต = 250 ลบ.ซม.

f = factor of 0.02 N H_2SO_4 (0.02N , 1.0 มล.) = 0.28

M = โมล/ลิตร ของสารละลายกรดซัลฟิวริกมาตรฐานที่ใช้

วิธีเตรียม Std.H_2SO_4

เตรียม stock solution 0.1 N H_2SO_4 : dilute 3 ml. conc. H_2SO_4 (sp.gr. 1.84) ให้เป็น 1 ลิตร หรือนำ 200 มล. ของ 0.1 N H_2SO_4 มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นปราศจากแอมโมเนียให้เป็น 1 ลิตร

standardization ด้วย 0.02 N Na_2CO_3

1. เตรียม 0.02 N Na_2CO_3 แล้วอบที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส (ประมาณ 1 ชั่วโมง) ชั่งมา 1.06 กรัมแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากคาร์บอนไดออกไซด์

2. ใช้ 25 มล. ของ 0.02 N Na_2CO_3 เป็น i std. เติม 2-3 หยดของ Methyl-orange (ใช้ 0.01% inwater) ไตเตรตด้วยกรดซัลฟิวริกมาตรฐาน จุดยุติจะเปลี่ยนจากสีเหลืองส้มเป็นชมพู ปริมาณของกรดซัลฟิวริกที่ใช้ไตเตรด = x

$$f = 25/x = \text{ปริมาตรของ } Na_2CO_3 \text{ / ปริมาตรของ } H_2SO_4$$

2.5 การวิเคราะห์หาปริมาณออร์โธฟอสเฟต(โดยวิธีกรดแอสคอร์บิก)

1. หลักการคือแอมโมเนียมโมลิบเดต(ammonium molybdate) และโพแทสเซียมแอนติโมนิลตาเตรต (potassium antimonyl tartrate) จะทำปฏิกิริยากับสารละลายออร์โธฟอสเฟต (orthophosphate) เจือจางในสภาวะที่เป็นกรดได้สารใหม่ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดแอสคอร์บิก แล้วได้สารโมลิบดินัมสีฟ้า (molybdenum blue)

2. สิ่งแทรกสอด

- สารหนู(arsenic) จำนวน 0.01 มก./ลิตร จะเป็นสารแทรกสอดในกระบวนการหาฟอสเฟต เพราะสารหนูจะทำปฏิกิริยาสารโมลิบเดตทำให้เกิดสารสีฟ้าเช่นเดียวกับสีฟ้าที่ได้จากปฏิกิริยาของฟอสเฟต
- โครเมียมเฮกซาวาเลนท์(hexavalent chromium) และไนเตรตจำนวน 1.0 และ 10.0 มก./ลิตร ของสารทั้งสองนี้จะทำให้ผลที่ได้ต่ำลงร้อยละ 3 และร้อยละ 10-15 ตามลำดับ
- โซเดียมซัลไฟด์(sodium sulfide) จำนวน 1.0 มก./ลิตร และซิลิเคต(silicate) จำนวน 10 มก./ลิตร ไม่ให้ผลเสียต่อปฏิกิริยาของฟอสเฟต

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเทียบสี (colorimetric equipment)

เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ซึ่งมีอินฟราเรดโฟโตทิวบ์สำหรับใช้กับความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร และเซลล์ขนาด 0.5 ซม. หรือยาวกว่านั้นหรือเครื่องฟิลเตอร์โฟโตมิเตอร์กับแก้วกรองสีแดงและเซลล์ขนาด 0.5 ซม. หรือยาวกว่านั้น

2. เครื่องแก้วที่ล้างด้วยกรด (10% HCl) และน้ำกลั่นตามลำดับ

รีเอเจนต์

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (4% NaOH) : ชั่ง NaOH 4 กรัม ละลายน้ำกลั่น 100 มล.

2. กรดซัลฟิวริก 2.5 โมล/ลิตร หรือ 5 N H_2SO_4

3. สารละลายแอนติโมนิโพแทสเซียมตาเตรด ละลาย $K(SbO)C_4H_4O_6$. 1/2 H_2O จำนวน 4.388 กรัม ในน้ำกลั่น 200 ลบ.ซม. เก็บรักษาไว้ในขวดกันแสงที่ 4 องศาเซลเซียส

4. สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต ละลาย $(NH_4)_6MO_7O_{24}$. $4H_2O$ จำนวน 20 กรัม ในน้ำกลั่น 500 ลบ.ซม. เก็บรักษาไว้ในขวดพลาสติกที่ 4 องศาเซลเซียส

5. กรดแอสคอร์บิก 0.1 โมล/ลิตร ละลายกรดแอสคอร์บิก จำนวน 1.76 กรัม ในน้ำกลั่น 100 ลบ.ซม. สารละลายนี้จะคงตัวประมาณ 1 สัปดาห์ ถ้าเก็บไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส

6. สารเคมีรวม (combined reagent) นำสารเคมีที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ตั้งแต่ข้อ 2-5 มาผสมกัน โดยใช้ส่วนผสมแต่ละชนิดดังนี้

ข้อ 2 จำนวน 50 ลบ.ซม.

ข้อ 3 จำนวน 5 ลบ.ซม.

ข้อ 4 จำนวน 15 ลบ.ซม.

ข้อ 5 จำนวน 30 ลบ.ซม.

ก่อนผสมทิ้งสารละลายแต่ละชนิดไว้จนได้อุณหภูมิห้องจึงนำมาผสมกัน หลังจากที่เติมสารละลายข้อ 3 และข้อ 4 ลงไป ถ้าขุ่นให้เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที จนสารละลายใส สารละลายรวมนี้จะคงตัวอย่างน้อยที่สุด 1 สัปดาห์ ถ้าเก็บไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส

7. สารละลายสต๊อกฟอสเฟต (stock phosphate solution) ละลาย KH_2PO_4 (anhydrous potassium dihydrogen phosphate) จำนวน 219.5 มก. (หรือ 0.2195 กรัม) ในน้ำกลั่นจำนวนพอเหมาะแล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1,000 ลบ.ซม. สารละลายนี้ 1 ลบ.ซม. จะมีปริมาณออร์โธฟอสเฟต 2.50 ไมโครกรัม

8. โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต (Potassium persulfate)

9. กรดซัลฟิวริก (3 : 7) ใช้กรด 3 มิลลิลิตร : น้ำกลั่น 7 มิลลิลิตร

วิธีการวิเคราะห์

1. กรองน้ำตัวอย่างด้วยกระดาษกรองใยแก้ว (Whatman "GF/C)

2. ปิเปตน้ำตัวอย่างมา 50 มิลลิลิตร ใส่ flask 250 มิลลิลิตร

3. เติม Potassium persulfate ลงไปปลายช้อนเล็กเพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยา(ประมาณ 0.5 กรัม)

4. เติมกรดซัลฟิวริก (3 : 7) 1 มิลลิลิตร

5. หยดฟินอล์ฟธาลีนอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด (ถ้ามีสีชมพูให้เติมกรดซัลฟิวริกเพิ่มลงไปจนได้สารละลายใสไม่มีสี)

6. ตั้งบน Hot plate ใช้ไฟอ่อน ๆให้เดือดค่อย ๆ ประมาณ 90 นาที ให้มีปริมาตรลดเหลือประมาณ 25 มิลลิลิตร

7. แช่น้ำให้เย็นลง ใช้น้ำกลั่นฉีดรอบคอขวดไม่ต้องมาก

8. หยดฟีนอล์ฟธาลีน 2-3 หยด

9. เติมสาร 4% NaOH จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน เป็นการปรับ pH ให้ได้ประมาณ 8.0

10. ต้มใน water bath ให้ปริมาตรลดเหลือน้อยกว่า 50 มิลลิลิตร

11. ทิ้งไว้ให้เย็นหรือแช่น้ำ แล้วหยดกรดซัลฟิวริกลงไปอีก 1 หยด

12. ปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร แล้วนำมากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1

13. ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตมา 0.2,0.4,0.6,0.8,1.0 ppm แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร

14. เตรียมสารเคมีรวมที่เตรียมแล้วต้องได้สีเหลืองอ่อนใส ถ้าได้สีน้ำเงินแสดงว่ามีฟอสเฟตปนต้องเตรียมใหม่

15. เตรียมแบลงค์โดยใช้น้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร

16. ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตกับน้ำตัวอย่างที่ทำมาตัวอย่างละ 25 มิลลิลิตร ใส่ flask 50 มิลลิลิตร

17. ปิเปตสารเคมีรวมใส่ลงไป flask ละ 4 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสี

18. เปิดเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ประมาณ 30 นาที โดยใช้ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร

2. การวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของดิน

คุณสมบัติของดิน	วิธีวิเคราะห์
pH paste	pH meter
โครงสร้างเนื้อดิน	hydrometer
ชนิดของแร่ดินเหนียว	X-ray diffractometer

3. การหาน้ำหนักพืช

โดยการสุ่มตัวอย่างพืชในบ่อทดลองแต่ละชนิดด้วยตารางสุ่ม (quadrat) ขนาด 25 x 25 ซม. เพื่อนำมาชั่งหาน้ำหนักเปียกทุก 15 วัน หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียสประมาณ 5 วัน แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้งจนสิ้นสุดการทดลอง

ประวัติผู้เขียน

นาง ธัญลักษณ์ แต่บรรพกุล เกิดเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ.2510 ที่อำเภอเมือง จังหวัดระนอง สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2532 และเข้าเป็นพนักงานรัฐวิสาหกิจ เมื่อ พ.ศ.2533 ในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ระดับ 4 กองเคมีโรงไฟฟ้า ฝ่ายเคมีและวิเคราะห์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

เข้ารับราชการเมื่อ พ.ศ.2535 ในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 3 กองวิจัยและทดลอง กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้รับประกาศนียบัตรจากการฝึกอบรมเรื่องการป้องกันอันตรายจากรังสี ระดับ 2 รุ่นที่ 10 เมื่อ พ.ศ.2537 จัดโดยสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมและเข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สหสาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ.2537