บรรณานุกรม

กิตติ เอกอำพน. 2551. การประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดิน ใน มหาวิทยาลัยขอนแก่น.คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จุฑารัตน์ หนูสุข และ อรทัย ชวาลภาฤทธิ์. 2546. การใช้บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินเพื่อการบำบัดขั้นที่สาม สำหรับน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544, การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทางชีววิทยา, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, หน้า 52.

ภิญญดา เนียมคำ. 2545. การกำจัดไนโตรเจนจากน้ำเสียมูลสุกร โดยบึงประดิษฐ์ที่มีการไหลใต้ผิวดินในแนว ดิ่งและถังกรองทรายที่มีการไหลในแนวนอน. ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วาริณี คำสวนจิก. การใช้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากบึงประดิษฐ์ในการเลี้ยงปลาสวยงาม. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล. 2537. การศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี.

สุรพล นิติกิจไพบูลย์. 2550. หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ วันที่ 21 กรกฎาคม 2550.

สุรชัย ใหญ่สว่าง. 2530. การกำจัดไนโตรเจนในน้ำเสียด้วยระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์และแอเรตเต็ดลากูน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Aesoy, A. and Odegaard, H.1995. Nitrogen removal efficiency and capacity in biofilm with Biologically hydrolysed sludge as a carbon source. Water science technology. 36 (6) : 63-71.

Bernstein, L. 1964. Effects of salinity on mineral composition and growth of plants. Plantanalysis and fertilizer problem IV.

Bilanovic, D., Battistoni, P., Cecchi, F., Pavan, P. and Mata-alvarez, J. 1999. Denitrification under high nitrate concentration and alternating anoxic condition. Water research. 33 (15) : 3311- 3320.

FAO. 1976. Prognosis of salinity and alkalinity. FAO Soil Bulletin 31. FAO, Rome.

Glen, E.P. 1987. Relationship between cation accumulation and water content of salt-tolerant grasses and sedge. Plant, Cell and Environment 10:205-212.

Gorska, S.J., Cichon, A. and Miksch, K. 1997. Nitrogen removal from wastewater with high ammonia nitrogen concentration via shorter nitrification and denitrification. Water science and technology. 36 (10) : 131.

Omil, F., Mendez, R. and Lema, J.M., 1995, Anaerobic Treatment of Saline Wastewaters Under High Sulphide and Ammonia Content, Bioresource Technology, Vol. 54, pp. 269-278.

US Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. USDA Handbook No.60, Washington DC.

Waisel, Y. 1972. Biology of Halophyte. Academic Press, New York. 395pp.

Wyn Jones, 1981 Wyn Jones, R.G., C.G. Brady and J. Speirs. 1981. Recent advances in the biochemistry of cereals. Academic Press, London, New York, San Francisco. P. 63-103.

http://www.bio.vu.nl/

http://www.fao.org

http://www.geocities.com/natpong2000

http://www.panyathai.or.th

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภาคผนวก

การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจน

เครื่องมือและสารเคมีสำหรับวิเคราะห์แอมโมเนีย

1. สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

2. ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$) 100 กรัม ละลายในน้ำที่ปราศจากแอมโมเนียให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 250 กรัม ในน้ำที่ปราศจากแอมโมเนียให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

4. สารละลายเกลือโรเชลล์ (Rochelle salt solution) ($KNaC_4H_4O_6.4H_2O$) 50 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วต้มไล่แอมโมเนียซึ่งอาจมีอยู่ในเกลือชนิดนี้จนปริมาตรลดลงเหลือ 30 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

5. สารละลายมาตรฐานแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) 3.818 กรัม ในน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนียให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

6. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 160 กรัม ในน้ำที่ปราศจากแอมโมเนีย 150 มิลลิลิตร

7. สารละลายเนสสเลอร์ (Nessler' s reagent) (HgI_2) 100 กรัม และ KI 70 กรัม ในน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนียจำนวนน้อยๆ และเติมส่วนผสมช้าๆ พร้อมกับคนไปด้วยลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งทิ้งไว้ให้เย็นแล้ว เก็บไว้ในขวดสีชาและตั้งทิ้งไว้ไม่ให้ถูกแสง

วิธีวิเคราะห์

1. ถ้ารักษาสภาพตัวอย่างโดยการเติมกรด ให้ปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จนได้พีเอช 7

2. นำตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร มาทำให้ใสโดยเติมสารละลาย ซิงค์ซัลเฟต 1 มิลลิลิตร และผสมให้เข้ากัน เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากันอีกครั้ง ตั้งทิ้งไว้ 2 – 3 นาที เพื่อให้เกิดการรวมตัวที่ดี จากนั้นทำการกรอง โดยให้ทิ้งน้ำที่กรอง 25 มิลลิลิตรแรก

3. นำตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร หรือน้อยกว่านั้นใส่น้ำยาเนสสเลอร์ และเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 50 มิลลิลิตร เลือกปริมาตรซึ่งจะให้ค่าได้ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในตัวอย่างที่เจือจางแล้ว

4. เติมสารละลายเกลือโรเชลล์ 1 หรือ 2 หยด

5. เติมสารละลายเนสสเลอร์ 1 มิลลิลิตร และผสมให้เข้ากันโดยใช้จุกปิดและคว่ำหลอดไปมา

6. ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที วัดค่าความเข้มของสีที่เกิดขึ้นด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร

การเตรียมกราฟมาตรฐาน

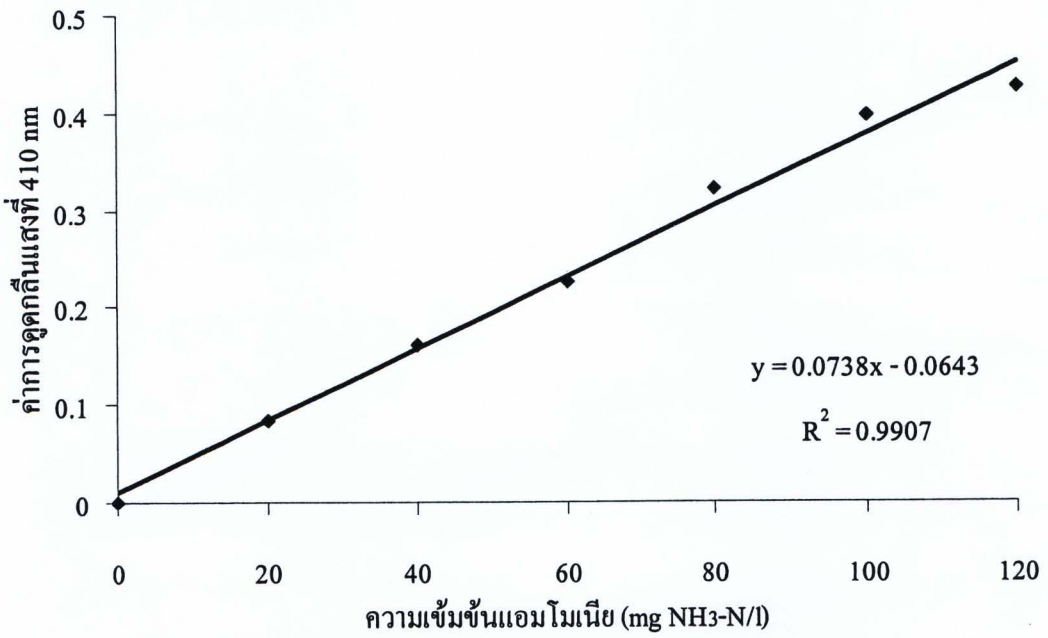
เตรียมสารละลายมาตรฐานไนโตรเจน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ปริมาตร 2, 4, 6, 8, และ 10 มิลลิลิตร โดยใช้น้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนียให้ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ซึ่งตัวอย่างที่เจือจางแล้วจะมีความเข้มข้นของไนโตรเจนเท่ากับ 20, 40, 60, 80 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ทำให้เกิดสีตาม

วิธีวิเคราะห์ข้อ 4, 5 และ 6 และสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร เตรียมกราฟมาตรฐานใหม่ทุกครั้งที่ทำการเตรียมสารละลายเนสสเลอร์

<u>การคำนวณปริมาณแอมโมเนีย</u>

$$NH_4^+\text{-N (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = \frac{\text{(ความเข้มข้นที่อ่านได้จากกราฟมาตรฐาน) x (50)}}{\text{มิลลิลิตรตัวอย่าง}}$$

หลอดที่	1	2	3	4	5	6	7
1.22 μl/ml NH_3 (ml)	0.00	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0
น้ำกลั่น (ml)	50.0	48.0	46.0	44.0	42.0	40.0	38.0
ความเข้มข้น NH_3 (mg/L)	0.00	20	40	60	80	100	120
วัดค่า OD_{543}	0.00	0.084	0.162	0.225	0.322	0.397	0.427



รูปที่ผนวก 1 กราฟมาตรฐานปริมาณแอมโมเนียที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ - ไนโตรเจน (NO_2^--N)

<u>เครื่องมือและสารเคมีสำหรับวิเคราะห์</u>

1. สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร
2. Nitrite-free water

3. Color reagent เตรียมโดยเติม 85% phosphoric acid 100 มิลลิลิตรและ sulfanilamide 10 กรัม ในน้ำ 800 มิลลิลิตร หลังจาก sulfanilamide ละลายหมด จึงเติม 1 กรัมของ N-(1-napthyl)-ethylenediamie dihydrochloride คนให้ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

4. Stock nitrite solution เตรียมโดยละลาย $NaNO_2$ 1.232 กรัม ในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร ใน volumetric flask เก็บรักษาด้วย 1 มิลลิลิตร $CHCl_3$ (1.00 มิลลิลิตร = 250 ไมโครกรัมไนโตรเจน)

5. Standard nitrite solution เตรียมโดย ปิเปต สต็อกไนไตรท์ 10 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 1000 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร (1.00 มิลลิลิตร = 2.5 ไมโครกรัมไนโตรเจน) สารนี้ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1. กรองน้ำตัวอย่างด้วย 0.45 um membrane filter

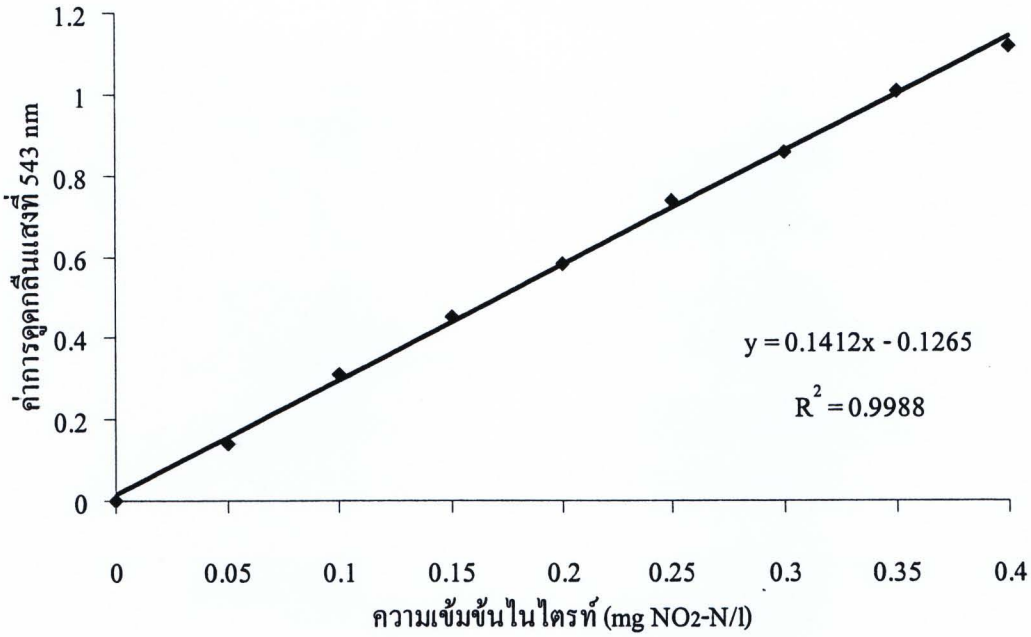
2. ปรับ pH ของน้ำตัวอย่างให้อยู่ระหว่าง 5 - 9 ด้วย 1 N HCl หรือ NH_4OH จากนั้นนำตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตร หรือน้อยกว่า แล้วเติมน้ำให้ครบ 50 มิลลิลิตร โดยใส่ใน volumetric flask 50 มิลลิลิตร เติม color reagent 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง

3. วัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร อ่านปริมาณไนไตรท์ - ไนโตรเจนจากกราฟมาตรฐาน

<u>การเตรียมกราฟมาตรฐาน</u>

ดูดสารละลายไนไตรท์มาตรฐาน 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0 มิลลิลิตร ใส่ volumematric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร ตามลำดับ เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร เติม color reagent 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 543 nm นำค่าที่ได้ไปจัดทำกราฟมาตรฐานสำหรับคำนวณความเข้มข้นของตัวอย่างน้ำ

หลอดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.5 mg/L NO_2^- (mL)	0.00	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
น้ำกลั่น (ml)	50.0	49.0	48.0	47.0	46.0	45.0	44.0	43.0	42.0
ความเข้มข้น NO_2^- (mg/L)	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
วัดค่า OD_{543}	0.00	0.143	0.310	0.450	0.583	0.737	0.861	1.007	1.122



รูปที่ผนวก 2 กราฟมาตรฐานปริมาณไนไตรท์ที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร

การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท - ไนโตรเจน (NO_3^--N)

<u>เครื่องมือและสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ไนเตรท</u>

1. หลอดรีดักชัน (Reduction column)

2 . Spectrophotometer ที่ใช้กับความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร

3. Nitrate - free water สำหรับเตรียมน้ำยาเคมีและเจือจางตัวอย่างน้ำ

4. Copper - Cadmium granule เตรียมจากเม็ดแคดเมียมขนาด 40 - 60 mesh โดยล้างเม็ดแคดเมียม 25 กรัม ใน 6 N HCl (แช่ในกรดจนท่วมและคนด้วยแท่งแก้ว จนสะอาด) เทกรดทิ้ง จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นจนสะอาด เทเม็ดแคดเมียมลงใน 2 % $CuSO_4$ ประมาณ 100 มิลลิลิตร คนให้ทั่วนาน 5 นาที หรือจนกระทั่งสีน้ำเงินบางส่วนเริ่มจางหายไป นำเม็ดแคดเมียมขึ้นทำให้สะเด็ดจากสารละลายและเติม 2 % $CuSO_4$ อีกครั้ง คนจนมีผลึกคอลลอยด์สีน้ำตาลเกิดขึ้น จากนั้นล้างเม็ดแคดเมียมด้วยน้ำกลั่น (อย่างน้อย 10 เท่าของปริมาตรของแคดเมียม) จนไม่เหลือผลึกสีน้ำตาลอยู่

5. Sulfanilamide reagent เตรียมโดย ละลาย HCl เข้มข้น 50 มิลลิลิตร กับน้ำ 300 มิลลิลิตร แล้วละลาย Sulfanilamide 5 กรัมในสารละลายที่เตรียมไว้ เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร

6. NED dihydrochloride ชนิดเข้มข้น เตรียมโดย ละลาย N - (1 - napthyl) – ethylenediamien dihydrochloride 500 มิลลิกรัม ในน้ำ 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชาและต้องเตรียมใหม่ทุกเดือนหรือเมื่อสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ต้องสร้างกราฟมาตรฐานใหม่ทุกครั้งที่เตรียมสารละลาย

7. NH_4Cl - EDTA solution เตรียมโดย ละลาย NH_4Cl 13 กรัม และ Disodium ethylenediamine tetraacetate 1.7 กรัม ในน้ำ 900 มิลลิลิตร เติม NH_4OH จนได้ pH 8.5 เติมน้ำจนปริมาตรเป็น 1 ลิตร

8. Dilute NH_4Cl - EDTA โดยนำสารละลายในข้อ 7 มา 600 มิลลิลิตร เติมน้ำให้เป็น 1 ลิตร

9. Stock nitrate solution เตรียมโดย ละลาย KNO_3 (อบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง) 0.7218 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร สารละลายนี้ 1 มิลลิลิตร = 100 ไมโครกรัมไนเตรทไนโตรเจน

10. Standard nitrate solution เตรียมโดย ปิเปตต์สต็อกไนเตรท 50 มิลลิลิตร ทำเป็น 500 มิลลิลิตร สารละลายนี้ 1 มิลลิลิตร = 10 ไมโครกรัมไนเตรทไนโตรเจน

11. 2 % copper sulfate solution เตรียมโดย ละลาย $CuSO_4.5H_2O$ 20 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร

<u>การเตรียมคอลัมน์แคดเมียม</u>

- เติมน้ำกลั่นลงในคอลัมน์เปล่าที่จัดเตรียมไว้
- บรรจุเม็ดแคดเมียมที่เตรียมไว้ลงในคอลัมน์ให้ได้ความสูงประมาณ 18.5 เซนติเมตร รักษาระดับน้ำให้ท่วมเม็ดแคดเมียมเสมอ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดโพรงอากาศ
- ล้างเม็ดแคดเมียมโดยเท Dilute NH_4Cl - EDTA จำนวน 200 มิลลิลิตร ผ่านคอลัมน์ช้าๆ
- เตรียมสารละลาย 100 มิลลิลิตร จากการผสมระหว่าง Standard nitrate solution 1.0 มิลลิลิตรต่อลิตร จำนวน 25 มิลลิลิตร กับสารละลาย NH_4Cl - EDTA 75 มิลลิลิตร ผ่านสารละลายที่เตรียมได้ให้ไหลออกจากคอลัมน์ในอัตราประมาณ 7 - 10 มิลลิลิตรต่อนาที

<u>การเตรียมน้ำตัวอย่าง</u>

- กรองตัวอย่างน้ำด้วยกระดาษกรอง 0.45 um membrane
- ถ้าตัวอย่างน้ำมีความมัน กำจัดโดยปรับ pH เป็น 2 ด้วย HCl เข้มข้น สกัดด้วยเฮกเซน 25 มิลลิลิตร 2 ครั้ง ทิ้งชั้นเฮกเซนไป
- ปรับ pH ของตัวอย่างน้ำให้อยู่ในช่วง 6 - 8

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1. เติมสารละลาย NH_4Cl - EDTA 75 มิลลิลิตร ลงในน้ำตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร (หรือตัวอย่างที่เจือจางแล้วและกวนให้ทั่ว)

2. เทตัวอย่างน้ำที่ผสมสารละลาย NH_4Cl - EDTA ลงในคอลัมน์ ปล่อยให้ไหลผ่านคอลัมน์ในอัตรา 7 - 10 มิลลิลิตรต่อนาที (ใช้เวลาประมาณ 10 - 15 นาที) ทิ้งน้ำ 25 มิลลิลิตร แรกที่รองได้ และเก็บปริมาตรที่เหลือ (อีก 75 มิลลิลิตร) ไว้ในภาชนะเดิม

3. นำตัวอย่างน้ำที่ผ่านคอลัมน์แล้ว 50 มิลลิลิตร เติมน้ำยา sulfanilamide 2 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 2 - 8 นาที เติม NED dihydrochloride 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันทันที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 543 นาโนเมตร อ่านค่าไนเตรทจากกราฟมาตรฐานกำหนดให้เป็นเป็นค่า A (มิลลิกรัมต่อลิตร)

4. นำตัวอย่างน้ำเดียวกัน (ที่ไม่ผ่านคอลัมน์) มาหาค่าไนไตรท์ - ไนโตรเจนตามวิธีการข้อ 3 อ่านค่าไนไตรท์ - ไนโตรเจนจากกราฟมาตรฐานกำหนดให้เป็นเป็นค่า B (มิลลิกรัมต่อลิตร)

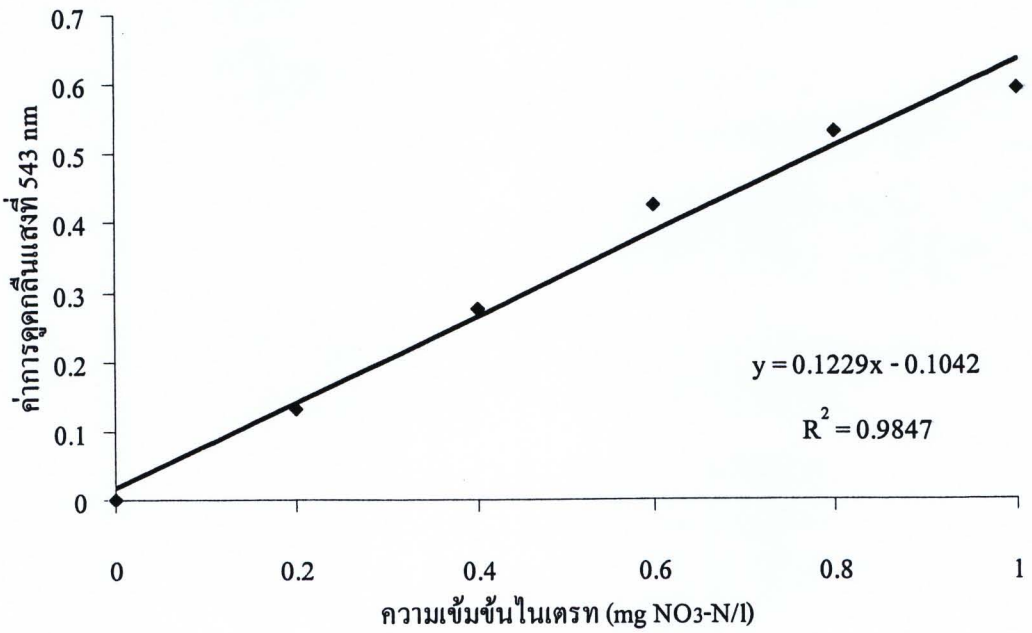
5. คำนวณหาค่าไนเตรท - ไนโตรเจนที่ได้จากวิธีแคดเมียมรีดักชันโดย

NO_3^--N (mg-N/L) = A - B

<u>การเตรียมกราฟมาตรฐาน</u>

เตรียมสารละลายมาตรฐานไนเตรทเข้มข้น 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตรต่อลิตร จำนวน 25 มิลลิลิตร เติมน้ำยา NH4Cl - EDTA 75 มิลลิลิตร และผสมให้ทั่ว กรองผ่านคอลัมน์แคดเมียมและนำน้ำกรองมาสร้างสีและวัดค่าการดูดกลืนแสงในลักษณะเดียวกับตัวอย่าง นำค่าที่ได้ไปจัดทำกราฟมาตรฐาน

หลอดที่	1	2	3	4	5	6
2.5 mg/L NO_3^- (mL)	0.000	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50
น้ำกลั่น (mL)	25.00	24.50	24.0	23.50	23.0	22.50
ความเข้มข้น NO_3^-(mg/L)	0.00	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
วัดค่า OD_{543}	0.00	1.33	0.275	0.426	0.530	0.592



รูปที่ผนวก 3 กราฟมาตรฐานปริมาณไนเตรทที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร

ตารางผนวกที่ 1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสาหร่ายในการลดความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท และไนเตรท

สาหร่าย	ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ที่เหลือ (mg HN_3-N/L)			ปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจน ที่เหลือ (mg NO_2-N/L)			ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ที่เหลือ (mg NO_3-N/L)		
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	% ที่ลดได้	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	% ที่ลดได้	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	% ที่ลดได้
Caulerpa prolifera	1.37	0.53	86.68	0.03	0.01	75	4.48	1.02	86.38
Caulerpa racemosa	2.12	1.80	54.77	0.04	0.02	50	6.01	3.77	49.67
Ulva rigida	3.06	2.59	34.92	0.03	0.03	25	6.46	5.11	31.78

หมายเหตุ ความเข้มข้นแอมโมเนีย ไนไตรท และไนเตรท เริ่มต้นเท่ากับ 3.98, 0.04 และ 7.49 mg/L ตามลำดับ

ตารางผนวกที่ 2 ประสิทธิภาพระบบบำบัดในการลดปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท ไนเตรทของน้ำเสีย

เวลา (ชั่วโมง)	mg NH_3-N/L	mg NO_2-N/L	mg NO_3-N/L
0	4.64 ± 0.00	0.04 ± 0.01	16.9 ± 0.02
24	2.15 ± 0.01	0.03 ± 0.01	9.24 ± 0.03
48	0.85 ± 0.01	0.05 ± 0.01	4.23 ± 0.01
72	0.25 ± 0.02	0.03 ± 0.02	4.78 ± 0.02

ตารางผนวกที่ 3 ความเข้มข้นแอมโมเนียภายในระบบการเลี้ยงลูกกุ้งกุลาดำวัยอ่อน

เวลา (วัน)	ปริมาณแอมโมเนีย –ไนโตรเจน (mg NH_3-N/L)
0	0.09 ± 0.02
1	0.12 ± 0.01
2	0.30 ± 0.01
3	0.28 ± 0.01
4	0.18 ± 0.01
5	0.18 ± 0.00

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (mg NH3-N/L)
6	0.20 ± 0.00
7	0.18 ± 0.00
8	0.24 ± 0.02
9	0.23 ± 0.01
10	0.24 ± 0.00
11	0.24 ± 0.00
12	0.28 ± 0.01
13	0.30 ± 0.01
14	0.29 ± 0.01

ตารางผนวกที่ 4 ความเข้มข้นไนไตรท์ภายในระบบการเลี้ยงลูกกุ้งกุลาดำวัยอ่อน

เวลา (วัน)	ปริมาณไนไตรท์ - ไนโตรเจน (mg NO_2-N/L)
0	0.01 ± 0.00
1	0.02 ± 0.00
2	0.02 ± 0.00
3	0.01 ± 0.00
4	0.02 ± 0.00
5	0.03 ± 0.00
6	0.01 ± 0.00
7	0.02 ± 0.01
8	0.02 ± 0.00
9	0.01 ± 0.00
10	0.02 ± 0.00
11	0.02 ± 0.00
12	0.02 ± 0.00
13	0.03 ± 0.00
14	0.03 ± 0.00

ตารางผนวกที่ 5 ความเข้มข้นไนเตรทภายในระบบการเลี้ยงลูกกุ้งกุลาดำวัยอ่อน

เวลา (วัน)	ปริมาณไนเตรท์ -ไนโตรเจน (mg NO_3-N/L)
0	0.09 ± 0.00
1	1.24 ± 0.01
2	1.29 ± 0.01
3	1.36 ± 0.01
4	1.49 ± 0.00
5	1.69 ± 0.01
6	1.72 ± 0.01
7	1.99 ± 0.02
8	1.97 ± 0.01
9	2.02 ± 0.01
10	2.40 ± 0.01
11	2.31 ± 0.01
12	2.36 ± 0.01
13	2.33 ± 0.02
14	2.49 ± 0.02