เอกสารอ้างอิง

เกษม จันทร์แก้ว. 2525. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: อักษรสยามการพิมพ์, 234 น.

กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2525. เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ประยูรวงศ์, 387 น.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2523. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: แผนกวิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 426 น.

จักรพงษ์ เจิมศิริ และ วิศิษฏ์ โชลิตกุล. 2520. เคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน. เล่ม 3. กรุงเทพฯ: กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 110 น.

ชูชาติ พุดะเจริญ. 2527. การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนบริเวณลุ่มน้ำปิง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 43 น.

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2525. มลพิษสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 248 น.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และสุรเดช จินดกานนท์. 2532. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดารณี หันหาบุญ. 2526. การเปรียบเทียบความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำในป่าเฉพาะที่มีพืชที่ และความอุดมสมบูรณ์ต่างกันโดยใช้ปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนและออโธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส เป็นดัชนี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2527. การควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 618 น.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2525. แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 290 น.

เพิ่มพูน กีรติกสิกร. 2528. เคมีของดิน. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 249 น.

พิมล เรียนวัฒนา และชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. 2525. เคมีสภาวะแวดล้อม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์

โอเดียนสโตร์, 215 น.

มาลี บานชื่น. 2528. พลังงานและมลพิษ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 167 น.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 115 น.

ยงยุทธ โอสถสภา และ สุรเดช จินดกานนท์. 2521. คำบรรยายวิชาธาตุอาหารพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 299 น.

วีรเกียรติ สิกขากูล. 2528. การหาปริมาณธาตุอาหารในน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่ปิง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิจิตร บัวขวัญ. 2530. ปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรต และฟอสเฟต ในน้ำท่าบริเวณลุ่มน้ำชี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิรินา อารยะรุ่งโรจน์. 2529. ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำของลุ่มน้ำชี. โครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 6 น. (อัดสำเนา)

สัญญา ศรลัมพ์. 2528. การสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมจากสวนกาแฟในป่าดิบเขาที่ดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สันติภาพ ปัญจพรรค์. 2527. วิทยาการปุ๋ย. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 265 น.

สุภาภรณ์ ศิริโสภณา. 2524. การศึกษาธาตุอาหารในน้ำและในดินตะกอนที่ลงมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่างๆ บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุชี ควนสวรรณ์. 2531. ผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อธาตุอาหารในน้ำ บริเวณลุ่มน้ำบางปะกง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522. การอนุรักษ์ดินและน้ำเล่มที่ 1 : การพังทลายของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 209 น.

สมบูรณ์ เสกธีระ. 2517. ปุ๋ยของประเทศไทย. การสัมมนาทางวิชาการระหว่างวันที่ 18-20

พฤศจิกายน 2517, สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทย ร่วมกับกรมวิชาการเกษตร และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 285 น.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2518. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 90 น.

อำนาจ สุวรรณฤกษ์. 2525. ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืช. เล่มที่ 2. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 307 น.

Armitage, E.R. 1974. The run off of fertilizers from agricultural land effect on the natural environment, pp.115-122. In Pollution and the Use of Chemicals in Agriculture. Aylesburg: Hazell Watson and Viney.

Baker, J.L., K.L. Campbell, H.P. Johnson and J.J. Hanway. 1975. Nitrate, phosphorus and sulfate in subsurface drainage water. J. Environ. Qual. 4: 406-412.

Burwell, R.E., D.R. Timmons and R.F. Holt. 1975. Nutrient transport in surface runoff as influenced by soil cover and seasonal periods. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 39: 523-528.

Chang, S.C. and M.L. Jackson. 1975. Fractionation of soil phosphorus. Soil Sci. 84: 133-144.

Cook, G.W. and R.J.B. Williams. 1975. Significance of man-made sources of phosphate : Fertilizers and farming the phosphorus involved in agricultural system and possibilities of its movement into natural water, pp. 83-94. In Progress in Water Technology Vol.2. Phosphorus in Fresh Water and the Marine Environment. Great Britain: Pergaman Press.

Daniel, H.A., H.M. Elwell and H.J. Harper. 1938. Nitrate, Nitrogen content of run off water from plot under different cropping systen on soil classified. as vernon fine sandyloam. Soil Sci.

Soc. Proc. 3: 230-233.

Fair, G.M., J.C. Geyer and D.A. Okum. 1971. Elements of Water Supply and Waste Water Disposal. New York: John Wiley and Sons,752 p.

Feth, J.S. 1966. Nitrogen compounds in natural water. A review. J. Water Resource Research 2: 41-58.

Fogg, G.E. 1971. Algal cultures and phytoplankton ecology. U.S.A.: The University of Wisconsin Press, 126 p.

Gburek, W.J. and W.R. Heald. 1974. Soluble phosphate output of an agricrltural watershed. Water Resources Res. 10: 113-118.

Golterman, H.L. 1975. Natural phosphate sources in relation to phosphate budgets : A Contibution to the understanding of eutrophication, pp 4123-4134. In Progress in water technology Vol.2. Phosphorus in freshwater and the marine environment. Great Britain: Perganon Press.

Haseman, J.F., E.H. Brown and C.D. White. 1950. Some reaction of phosphate with clay's and hydrous oxides of iron and aluminum. Soil Sci. 70: 257-271.

Hesse, J.R. 1971. A textbook of soil chemical analysis. London: John Murry, 362 p.

Hutchinson, G.L. and F.G. Viets. 1969. Nitrogen environment of surface water by adsorption of ammonia volatilized from cattle. Feedlots Science 166: 514-515.

Hynes, H.B.N. 1971. In Eutrophication:causes, consequences corrective, The Environment of streams. Washington, D.C.: National Academy of Science, 202 p.

Jackson, W.A.L.E.A., E.W. Hauser and A.W. White. 1973. Nitrate in subsurface flow from a small agricultural watershed,J.Environ.

Qual. 2: 480-485.

Keeney, D.R. 1970. Nitrate in plant and waters. J. of Milk and Food Technol. 33: 425-432.

Klausner, S.D., P.J. Zwerman and D.F. Ellis. 1974. Surface runoff losses of soluble nitrogen and phosphorus under two systems of soil management, J. Environ. Qual. 3: 42-46.

Knott, J.E. 1949. Vegetable growing. 4th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 314 p.

Miller, M.H. 1979. Contribution of nitrogen and phosphorus to subsurface drainage water from intensively cropped mineral and soil in Ontrario. J. Environ. Qual. 8: 42-48.

Pavoni, J.L. 1977. Handbook of water quality management planning. New York: Van Nortrand Rienhold Company, 248 p.

Reid, G.K. 1961. Ecology of inland water and estuaries. New York: Reinhold Publishing Coorperation Chapman and Hall, 405 p.

Russell, E.W. 1973. Soil conduction and plant growth. 10th ed. London: Longman Company, 849 p.

Ryden, J.C., J.K. Syers and R.D. Harris. 1973. Phosphorus in runoff and streams. Advan. Agron. 25: 1-45.

Sanchez, P.A. 1976. Properties and mangement of soil in the tropics. New York: John Willy & Sons, 488 p.

Sawyer, C.N. 1966. Basic concept of eutrophication. J. WPCF. 38(4): 737-744.

Schuman, G.E., R.P. Piest and R.G. Spomer. 1976. Physical and chemical chracteristics of sediments originating from Missouri Valley Loess, pp. 324-338. In Proceeding of The Third Federal Inter - Agency Sedimentation Conference. Colorado: Denver.

Stocker, S.H. and L.L. Seager. 1976. Environmental chemistry Air and Water Pollution. Oakland: Scott and Foreman Company, 430 p.

Stumm, W. and J.J. Morgan. 1962. Stream pollution by algae nutrients. 12 th. Ann. Conf. Sanit. Eng. Univ. Kansas Proc. 256 p.

Supak, J.R. 1969. The effect of various long term fertility treatment on phosphorus status for the tree. Edited by Walsh L.M. and J. D. Beaton. Soil Testing and plant Analysis. Revised Ed. Madison-Wisconsin: Soil Sci Amer, pp. 115-132.

Taylor, A.W., W.M. Edwards and E.C. Simpson. 1971. Nutrients in streams draining wood land and farmland in Coshocton. Water Resources. Res. 7: 81-89, Ohio.

Tisdele, S.L. and W.L. Nelson. 1963. Element required in plant nutrition. In Soil fertility and fertilizer. New York: The Macmillan Company, 430 p.

Van Der Kevie, W. and B. Yenmanas. 1972. Detailed reconnaissance soil survay of southern central plain area. Bangkok: Min. of National Development, Dept. of Land Development and FAO. Rep. No.SSR-89, 198 p.

Veits, F.G., Jr. and R.H. Hageman. 1971. Factors affecting the accumulation of nitrate in soil, water and plants. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture, 305 p.

Wendt, R C. and R.B. Corey. 1980. Phosphorus variations in surface runoff from agricultural lands as a function of land use. J. Environ. Qual. 9(10): 130-136.

Wetzel, R.G. 1975. Limnology. Philadelphia: W.B. Saunders Company, West Washington Square, 743 p.

ภาคผนวก ก

ชนิดและคุณสมบัติของปุ๋ยไนโตรเจน

ปุ๋ยไนโตรเจนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดที่เป็นพวกอินทรีย์ และชนิดที่เป็นพวกอนินทรีย์ ดังนี้คือ

1. ปุ๋ยไนโตรเจนประเภทอินทรีย์

ปุ๋ยไนโตรเจนชนิดนี้เป็นปุ๋ยที่ได้จากอินทรีย์สาร คือ เป็นปุ๋ยที่ได้จากของเหลือจากสิ่งที่มีชีวิต เช่น ปุ๋ยคอกชนิดต่างๆ ปุ๋ยหมักได้จากพืชนานาชนิด ปุ๋ยพืชสดจากพืชบางชนิด ปุ๋ยเทศบาลและปุ๋ยที่ได้จากเศษเหลือของพืชและสัตว์อื่นๆ เช่น เลือดแห้ง กากปลา เศษเนื้อ กากเมล็ดพืชที่ให้น้ำมันบางชนิด เหล่านี้เป็นต้น ปุ๋ยประเภทนี้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ให้ปริมาณไนโตรเจนมากกว่าธาตุอาหารพืชอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามก็จัดว่าเป็นปุ๋ยที่ให้ปริมาณแร่ธาตุอาหารพืชน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยอนินทรีย์ หรือปุ๋ยเคมี ฉะนั้นในการใช้แต่ละครั้งต้องใช้ในปริมาณมาก แต่ก็มีความจำเป็นต้องใช้เพราะให้ประโยชน์ในการปรับปรุงดินทางกายภาพได้ดีมาก

2. ปุ๋ยไนโตรเจนประเภทอนินทรีย์หรือปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยไนโตรเจนประเภทนี้ ส่วนใหญ่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตปุ๋ย ปุ๋ยไนโตรเจนประเภทนี้กำลังนิยมใช้อย่างแพร่หลายในการใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร

3. ชนิดของปุ๋ยไนเตรต

3.1 ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรต (NH_4NO_3)

ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรต เกิดจากแอมโมเนียทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก สามารถใช้ทำวัตถุระเบิดได้ มีไนโตรเจนอยู่ร้อยละ 35 อยู่ในรูปแอมโมเนียมและไนเตรตอย่างละครึ่ง ละลายน้ำได้ทั้งหมด

ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรตมีสมบัติพิเศษ คือระเบิดได้ ถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม การเก็บจึงต้องใช้ความระมัดระวัง ข้อดีของปุ๋ยชนิดนี้คือละลายน้ำได้หมดและอยู่ในรูปของแอมโมเนียมและไนเตรต ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที การสูญเสียไนโตรเจนจากการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรตอาจเกิดขึ้นได้จากการใส่ปุ๋ยทางผิวดินด่าง ซึ่งจะสูญเสียไปในรูปของแอมโมเนียม ผลตกค้างในดินจะเป็นกรด

3.2 ปุ๋ยโซเดียมไนเตรต ($NaNO_3$)

ปุ๋ยชนิดนี้มี 2 ชนิด คือ ชนิดที่ได้จากธรรมชาติ และชนิดที่ได้จากโรงงาน ซึ่งเป็นปุ๋ยบริสุทธิ์ที่มีไนโตรเจนอยู่ร้อยละ 15 ละลายน้ำได้ทั้งหมดเนื่องจากไนโตรเจนอยู่ในรูปของไนเตรตและดินไม่ดูดซับไนเตรต ฉะนั้นปุ๋ยชนิดนี้จึงสูญเสียไนเตรตได้ง่าย โดยเฉพาะในดินทรายแล้วยิ่งสูญเสียได้มากขึ้น ปุ๋ยโซเดียมไนเตรตมีผลตกค้างในดินที่เป็นด่าง ฉะนั้นจึงเหมาะสมที่จะใช้กับดินที่เป็นกรด การใส่ควรใส่หลายครั้งจะดีกว่าการใส่ครั้งเดียวเพื่อลดการสูญเสียไนเตรต

3.3 ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรต ($Ca(NO_3)_2$)

ปุ๋ยชนิดนี้ได้จากการทำปฏิกิริยาของปูนขาวกับกรดไนตริก ถ้าใช้ dolomite limestone มักจะมีแคลเซียมไนเตรตผสมอยู่ด้วย ปุ๋ยชนิดนี้มีไนโตรเจนอยู่ร้อยละ 15 และแคลเซียมออกไซด์ร้อยละ 27 ละลายน้ำได้หมด มีฤทธิ์เป็นด่าง

ข้อควรระวังสำหรับการใช้ปุ๋ยชนิดนี้ คือ ถ้าหากว่านหลังที่พืชเจริญเติบโตแล้ว อย่าให้ถูกใบพืชที่เปียกน้ำ เพราะทำให้ไหม้ได้เนื่องจากไนเตรต และควรใช้ทันทีเมื่อเปิดถุงเพราะเปียกชื้นได้ง่าย ปุ๋ยชนิดนี้ใช้กับพืชทั่วๆ ไป และเป็นประโยชน์ต่อพืชทันทีหลังการใส่ปุ๋ย และยังให้ธาตุแคลเซียมอีกด้วย

3.4 ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรตซัลเฟต ($NH_4NO_3(NH_4)_2SO_4$)

เป็นปุ๋ยที่ได้จากการทำปฏิกิริยาของกรดไนตริก กรดกำมะถันและแอมโมเนีย ปุ๋ยชนิดนี้มีไนโตรเจนร้อยละ 26 และไนโตรเจนในดินมีทั้งรูปของแอมโมเนียม และไนเตรต มีตกค้างในดินที่เป็นกรด

4. <u>อันตรายของไนเตรต-ไนโตรเจนที่มีต่อมนุษย์และสัตว์</u>

โดยทั่วไปไนเตรตมิได้เป็นอันตรายโดยตรง แต่หากไนเตรตถูกเปลี่ยนรูปเป็นไนไตรต์เข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตในปริมาณที่มากพอ จะก่อให้เกิดโทษได้

5. <u>กลไกการเกิดพิษ</u>

ไนเตรตเมื่อเข้าสู่ร่างกาย จะถูกดูดซึมผ่านชั้นเยื่อผิวของกระเพาะอาหารได้ดี และบางส่วนของไนเตรตจะผ่านเข้าสู่ลำไส้เล็ก และถูกแบคทีเรียหลายชนิดในลำไส้เปลี่ยนแปลงเป็นไนไตรต์ แอมโมเนียและอนุพันธ์อื่นๆ

สาเหตุสำคัญที่ทำให้ไนเตรตเกิดเป็นพิษขึ้นในมนุษย์และสัตว์ เนื่องมาจากการเกิดสารเมทฮีโมโกลบิน (methemoglobin) ในร่างกาย โดยไนเตรตจะไปออกซิไดซ์ฮีโมโกลบิน (haemoglobin) ในเลือด Fe(II) ในธีนของฮีโมโกลบิน จะถูกเปลี่ยนเป็น Fe(III) ในเมทฮีโมโกลบิน จึงทำให้โมเลกุลของธีนไม่สามารถจับกับออกซิเจนได้ การนำออกซิเจนไปสู่เซลล์จึงลดลง ซึ่งถ้ามีร้อยละของเมทฮีโมโกลบินสูง ภาวะการขาดออกซิเจนในเซลล์ของสัตว์จะยิ่งรุนแรงมากขึ้น ถ้าปริมาณของเมทฮีโมโกลบินเพิ่มมากกว่าร้อยละ 20 ของฮีโมโกลบินทั้งหมด

ผู้ป่วยจะมีอาการไม่สบายเนื่องจากการขาดออกซิเจนอย่างเห็นได้ชัด เช่น อาการตัวเขียว (cyanosis) อ่อนเพลีย หายใจหอบถี่ ปวดศีรษะ หัวใจเต้นแรงและมีจังหวะเร็วกว่าปกติ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ร่างกายจะพยายามปรับระดับฮีโมโกลบินให้สูงขึ้น โดยเปลี่ยนมาจากเมทฮีโมโกลบินนั่นเอง ในเลือดของผู้ใหญ่จะมีเอนไซม์ชนิดหนึ่ง คือ NADH-methemoglobin reductase ซึ่งสามารถเปลี่ยนเมทฮีโมโกลบิน ให้กลับคืนเป็นฮีโมโกลบินอย่างเดิม ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{haemoglobin} + Fe(II) \xrightleftharpoons[\text{NADH-methemoglobin reductase}]{\text{nitrite}} \text{methemoglobin} + Fe(III)$$

ความเป็นพิษของไนเตรต และไนไตรต์ในร่างกาย ขึ้นอยู่กับปริมาณและการทำงานของ NADH-methemoglobin reductase ในเด็กที่อายุอ่อนกว่า 3 เดือน เม็ดเลือดยังไม่มี NADH-methemoglobin reductase อีกอย่างหนึ่งในเด็กคลอดใหม่ฮีโมโกลบินเอ มีสูงถึงร้อยละ 60-80 ซึ่งฮีโมโกลบินเอฟ จะถูกออกซิไดซ์ด้วยไนไตรต์ได้ดีกว่า และง่ายกว่าฮีโมโกลบินเอ ดังนั้นในเด็กจะเกิดเมทฮีโมโกลบินมาก และมีความเป็นพิษรุนแรงมากกว่าในผู้ใหญ่ที่ได้รับไนเตรต หรือไนไตรต์ในอัตราส่วนต่อน้ำหนักร่างกายเท่ากัน นอกจากนี้ การเพิ่มของปริมาณเมทฮีโมโกลบิน จะทำให้หัวใจต้องสูบฉีดเลือดมากขึ้น เป็นการชดเชยภาวะการขาดออกซิเจน

พิษเรื้อรังเนื่องจากการได้รับสารพิษนี้เข้าไปทีละน้อยนานๆ อาจมีผลทำให้เส้นเลือด coranary ที่ไปเลี้ยงหัวใจมีผนังบางลง แต่ขยายขนาดใหญ่ขึ้น มีกลุ่มเซลล์มาเกาะและเป็นพังผืดบนเนื้อเยื่อหัวใจ หลอดลมมักขยาย และมีถุงลมโป่งพอง บางสภาพของไนเตรตสามารถเปลี่ยนเป็นไนโตรซามีน (nitrosamine) ซึ่งเป็นสารที่ก่อมะเร็งในเนื้อเยื่อ และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกรรมพันธุ์ขึ้น โดยไนเตรต และไนไตรต์สามารถทำปฏิกิริยากับสารประเภท dialkylamine บางชนิด

6. ชนิดของปุ๋ยฟอสเฟตที่ใช้ในประเทศ

6.1 ปุ๋ยฟอสเฟต

แหล่งที่ให้ปุ๋ยฟอสเฟตที่สำคัญ คือ สินแร่หินฟอสเฟต (phosphate rock) นอกนั้นอาจจะมาจากกระดูกสัตว์ (bone meal) หรือจากผลพลอยได้ของอุตสาหกรรมผลิตเหล็กกล้า คือ basic slag ซึ่งมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับชนิดแรก

สำหรับปุ๋ยฟอสเฟตที่ใช้ในประเทศไทยในปัจจุบัน คือ

6.1.1 หินฟอสเฟตบด (phosphate rock)

ผลิตง่ายด้วยการนำเอาหินฟอสเฟตมาบดละเอียดให้มีขนาดเล็กประมาณผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช ก็พร้อมที่จะนำไปใช้ในการปลูกพืชได้

6.1.2 ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต (ordinary superphosphate)

เป็นปุ๋ยฟอสเฟตที่ใช้กันมากในประเทศไทย ซึ่งผลิตด้วยการนำเอาหินฟอสเฟตบดแปรสภาพโดยทำปฏิกิริยากับกรดแก่เข้มข้น เช่น กรดไนตริก กรดไฮโดรคลอริก กรดฟอสฟอริก และกรดซัลฟูริก ทำให้ไตรแคลเซียมฟอสเฟต ($Ca_3(PO_4)_2$) ซึ่งละลายน้ำได้ยาก เปลี่ยนเป็นไดแคลเซียมฟอสเฟต ($CaHPO_4$) และโมโนแคลเซียมฟอสเฟต ($Ca(H_2PO_4)_2$) ซึ่งเกลือทั้งสองนี้จะปลดปล่อยฟอสเฟตออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น

6.1.3 ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตเข้มข้น (concentrated superphosphate)

เป็นปุ๋ยฟอสเฟตที่มีฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์เกิน 25% P_2O_5 ขึ้นไป ทำได้จากการนำเอาหินฟอสเฟตบดละเอียดมาทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถัน (กรดซัลฟูริก) แล้วนำกรดฟอสฟอริกที่ได้

มาทำปฏิกิริยากับหินฟอสเฟตอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเป็น double acidulation process บางคนจึงเรียกปุ๋ยนี้ว่า double superphosphate มีฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ 32-47% P_2O_5 ถ้าใช้กรดซูเปอร์ฟอสฟอริกซึ่งมีฟอสเฟตอยู่สูง 79% P_2O_5 (จะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสเป็นร้อยละ 10 ของกรดฟอสฟอริกธรรมดา) ก็สามารถจะผลิตปุ๋ยที่มีฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ได้ถึงร้อยละ 54

6.1.4 ปุ๋ยฟอสเฟตอื่นๆ

ปุ๋ยฟอสเฟตที่ใช้มากในเมืองไทยอีกพวกหนึ่ง ได้แก่ ปุ๋ยพวกแอมโมเนียมฟอสเฟต (ammonium phosphate) ซึ่งเตรียมได้จากแอมโมเนียมทำปฏิกิริยากับกรดฟอสฟอริก หรือกรดผสมระหว่างกรดฟอสฟอริกกับกรดกำมะถัน ที่นิยมมี

ก. ปุ๋ยโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต (monoammonium phosphate) มีไนโตรเจน 11% N และมีฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ 48% P_2O_5

ข. ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (diammonium phosphate) มีไนโตรเจน 16-18% N มีฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ 46-48% P_2O_5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข1 ลักษณะทางกายภาพของดินแต่ละชุดดิน

ชื่อชุดดิน	ชื่อหน่วยดิน	ความลึกของดิน	การระบายน้ำ	เนื้อดิน ก.ดินบน ข.ดินล่าง	สีดิน ก.สีดินบน ข.สีดินล่าง
1.ดินชุดลาดหลน	1.ดินชุดลาดบนที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ความลาดชัน 5-8% การกัดกร่อนปานกลาง	ลึกมาก	ดี	ก.ดินร่วนปนทราย ข.ดินร่วนเหนียวปนทราย	ก.สีน้ำตาล ข.สีน้ำตาลถึงสีเหลืองปนเหลือง
	2.ดินชุดลาดบนที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ความลาดชัน 8-16% การกัดกร่อนปานกลาง	ลึกมาก	ดี	ก.ดินร่วนปนทราย ข.ดินร่วนเหนียวปนทราย	ก.สีน้ำตาล ข.สีน้ำตาลถึงสีเหลืองปนเหลือง
2.ดินลาดหลนที่เป็นชายดินร่วนทราย	3.ดินลาดบนที่เป็นชายดินร่วนทราย มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ความลาดชัน 0-2% การกัดกร่อนเล็กน้อย	ลึกมาก	ดี	ก.ดินร่วนปนทราย ข.ดินร่วนปนทราย	ก.สีน้ำตาลเข้ม ข.สีเหลืองปนเหลือง
	4.ดินลาดบนที่เป็นชายดินร่วนทรายและมีที่ราบเป็นสีน้ำตาล มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ความลาดชัน 2-5% การกัดกร่อนปานกลาง	ลึกมาก	ดี	ก.ดินร่วนปนทราย ข.ดินร่วนปนทราย	ก.สีน้ำตาล ข.สีน้ำตาล

ตารางที่ ข1 (ต่อ)

ชื่อชุดดิน	ชื่อหน่วยดิน	ความลึกของดิน	การระบายน้ำ	เนื้อดิน ก.ดินบน ข.ดินล่าง	สีดิน ก.สีดินบน ข.สีดินล่าง
	5.ดินตามบริเวณที่เป็นขอบดินร่วนทราย มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ความลาดชัน 5-8% เป็นดินลึกปานกลาง การชิดกร่อนปานกลาง	ลึกปานกลาง	ดี	ก.ดินร่วนปนทราย ข.ดินร่วนปนทราย	ก.สีน้ำตาลเข้ม ข.สีน้ำตาลแก่-สีเหลืองปนเหลือง
3.ดินตามบริเวณที่มีธาตุเป็นด่างมาก	6.ดินตามบริเวณที่มีธาตุเป็นด่างมาก มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ความลาดชัน 2-5% การชิดกร่อนปานกลาง	ลึกมาก	ดี	ก.ดินร่วนปนทราย ข.ดินร่วนเหนียวปนทราย	ก.สีน้ำตาลเข้ม ข.สีน้ำตาลแก่-สีเหลืองปนเหลือง
	7.ดินตามบริเวณที่มีธาตุเป็นด่างมาก มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ความลาดชัน 5-8% การชิดกร่อนปานกลาง	ลึกมาก	ดี	ก.ดินร่วนปนทราย ข.ดินร่วนเหนียวปนทราย	ก.สีน้ำตาลเข้ม ข.สีน้ำตาลแก่-สีเหลืองปนเหลือง
	8.ดินตามบริเวณที่มีธาตุเป็นด่างมากและมีสีขาวเป็นสีน้ำตาล มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ความลาดชัน 2-5% การชิดกร่อนปานกลาง	ลึกมาก	ดี	ก.ดินร่วนปนทราย ข.ดินร่วนเหนียวปนทราย	ก.สีน้ำตาล ข.สีน้ำตาล
4.ดินตามบริเวณที่มีธาตุเป็นด่างมาก	9.ดินตามบริเวณที่มีธาตุเป็นด่างมากและเป็นขอบดินร่วนทราย มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ความลาดชัน 5-8% การชิดกร่อนปานกลาง	ลึกมาก	ดี	ก.ดินร่วนปนทราย ข.ดินร่วนปนทราย	ก.สีน้ำตาล?:เข้ม ข.สีน้ำตาลแก่-สีเหลืองปนเหลือง

ตารางที่ ข1 (ต่อ)

ชื่อชุดดิน	ชื่อหน่วยดิน	ความลึกของดิน	การระบายน้ำ	เนื้อดิน ก.ดินบน ข.ดินล่าง	สีดิน ก.สีดินบน ข.สีดินล่าง
และเป็นพวกดินร่วนทราย	10.ดินลาบบลนที่มีธาตุเป็นด่างมากและเป็นพวกดินร่วนทราย มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ความลาดชัน 2-5% การกัดกร่อนปานกลาง	ลึกมาก	ดี	ก.ดินร่วนปนทราย ข.ดินร่วนปนทราย	ก.สีน้ำตาล ข.สีน้ำตาล
	11.ดินลาบบลนที่มีธาตุเป็นด่างมากและเป็นพวกดินร่วนทราย มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย เป็นดินลึกปานกลาง ความลาดชัน 2-5% มีการกัดกร่อนปานกลาง	ลึกปานกลาง	ดี	ก.ดินร่วนปนทราย ข.ดินร่วนปนทราย	ก.สีน้ำตาล ข.สีน้ำตาล
	12.ดินลาบบลนที่มีธาตุเป็นด่างมากและเป็นพวกดินร่วนทราย มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ความลาดชัน 5-8% การกัดกร่อนปานกลาง	ลึกมาก	ดี	ก.ดินร่วนปนทราย ข.ดินร่วนปนทราย	ก.สีน้ำตาล ข.สีน้ำตาล
	13.ดินลาบบลนที่มีธาตุเป็นด่างมากและเป็นพวกดินร่วนทราย มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย เป็นดินลึกปานกลาง ความลาดชัน 5-8% มีการกัดกร่อนปานกลาง	ลึกปานกลาง	ดี	ก.ดินร่วนปนทราย ข.ดินร่วนปนทราย	ก.สีน้ำตาล ข.สีน้ำตาล
4.ดินชุดสิรินทร์	14.ดินชุดสิรินทร์ที่มีเนื้อดินบนเป็นดินทรายปนร่วน ความลาดชัน 2-5% มีการกัดกร่อนปานกลาง	ลึกมาก	มากเกินไป	ก.ดินทรายปนร่วน ข.ดินทรายปนร่วน	ก.สีน้ำตาลเข้ม ข.สีน้ำตาล-สีน้ำตาลอ่อน

ที่มา: อุดม พูลสวัสดิ์, 2534

ตารางที่ ข2 ลักษณะทางเคมีของดินแต่ละหน่วยแผนที่ดิน

หน่วยแผนที่ดิน	อินทรียวัตถุ 0-30 ซม.	การสลับเปลี่ยนประจุบวกที่เป็นด่าง ก.0-30 ซม. ข.>30 ซม.	ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ก.0-30 ซม. ข.>30 ซม.	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ก.0-30 ซม. ข.>30 ซม.	โปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ ก.0-30 ซม. ข.>30 ซม.	ปฏิกิริยาดิน ก.0-30 ซม. ข.>30 ซม.	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ก.0-30 ซม. ข.>30 ซม.
1 และ 2	ต่ำ	ก.ปานกลาง ข.ต่ำ	ก.ต่ำ ข.ต่ำ	ก.ต่ำ ข.ต่ำ	ก.ต่ำ ข.ต่ำ	ก.6.5-7.0 ข.5.0-5.5	ก.ต่ำ ข.ต่ำ
3, 4 และ 5	ต่ำ	ก.ปานกลาง ข.ต่ำ	ก.ต่ำ ข.ต่ำ	ก.ต่ำ ข.ต่ำ	ก.ต่ำ ข.ต่ำ	ก.6.0-6.5 ข.5.0-5.5	ก.ต่ำ ข.ต่ำ
6, 7 และ 8	ต่ำ	ก.ปานกลาง ข.ปานกลาง	ก.ต่ำ ข.ต่ำ	ก.ต่ำ ข.ต่ำ	ก.ต่ำ ข.ต่ำ	ก.6.5-7.0 ข.6.5-7.0	ก.ต่ำ ข.ต่ำ
9, 10, 11, 12 และ 13	ต่ำ	ก.ปานกลาง ข.ปานกลาง	ก.ต่ำ ข.ต่ำ	ก.ต่ำ ข.ต่ำ	ก.ต่ำ ข.ต่ำ	ก.6.5-7.0 ข.6.5-7.0	ก.ต่ำ ข.ต่ำ
14	ต่ำ	ก.ปานกลาง ข.ปานกลาง	ก.ต่ำ ข.ต่ำ	ก.ต่ำ ข.ต่ำ	ก.ต่ำ ข.ต่ำ	ก.6.5-7.0 ข.6.5-7.0	ก.ต่ำ ข.ต่ำ

ที่มา: อุดม พูลสวัสดิ์, 2534

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค1 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 1 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟต (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	2.620	0.098	3.19	7.1	5.83	75	18	7	sandy loam
	2	2.910	2.211	3.24	7.3	5.43	75	18	7	sandy loam
	3	2.720	0.188	3.31	7.1	6.87	75	18	7	sandy loam
	4	2.420	0.088	2.94	7.7	5.93	75	18	7	sandy loam
2	1	0.420	0.041	3.56	6.0	7.24	70	16	14	sandy loam
	2	0.360	0.032	2.86	7.2	5.77	70	16	14	sandy loam
	3	0.330	0.022	4.62	7.5	8.75	70	16	14	sandy loam
	4	0.340	0.026	3.41	7.6	6.99	70	16	14	sandy loam
3	1	0.590	0.096	3.13	6.3	5.28	73	13	14	sandy loam
	2	0.610	0.048	3.33	7.8	6.57	73	13	14	sandy loam
	3	0.640	0.029	3.45	7.0	6.72	73	13	14	sandy loam
	4	0.670	0.032	3.58	7.4	6.99	73	13	14	sandy loam
4	1	2.670	0.215	3.01	7.1	6.11	72	15	13	sandy loam
	2	2.950	2.540	3.57	7.6	6.93	72	15	13	sandy loam
	3	2.810	0.266	3.25	8.5	6.34	72	15	13	sandy loam
	4	2.470	0.111	2.93	7.4	5.83	72	15	13	sandy loam

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค2 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 20-60 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 1 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟต (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรีย์วัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	2.930	0.086	3.19	7.1	5.83	75	18	7	sandy loam
	2	3.190	2.181	2.24	7.3	5.43	75	18	7	sandy loam
	3	2.990	0.176	3.31	7.1	6.87	75	18	7	sandy loam
	4	2.650	0.073	2.94	7.7	5.93	75	18	7	sandy loam
2	1	0.640	0.032	3.56	6.0	7.24	70	16	14	sandy loam
	2	0.450	0.028	2.86	7.2	5.77	70	16	14	sandy loam
	3	0.480	0.013	4.62	7.5	8.75	70	16	14	sandy loam
	4	0.510	0.013	3.41	7.6	6.99	70	16	14	sandy loam
3	1	0.620	0.081	3.13	6.3	6.28	73	13	14	sandy loam
	2	0.650	0.042	3.33	7.8	6.57	73	13	14	sandy loam
	3	0.700	0.018	3.45	7.0	6.72	73	13	14	sandy loam
	4	0.720	0.029	3.58	7.4	6.99	73	13	14	sandy loam
4	1	2.720	0.186	3.01	7.1	6.11	72	15	13	sandy loam
	2	3.010	2.321	3.57	7.6	6.93	72	15	13	sandy loam
	3	2.950	0.211	3.25	8.5	6.34	72	15	13	sandy loam
	4	2.600	0.106	2.93	7.4	5.83	72	15	13	sandy loam

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค3 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 2 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟต (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	0.320	0.035	2.27	5.4	4.56	60	22	18	sandy clay loam
	2	0.410	0.061	1.31	5.0	2.64	90	7	3	sandy loam
	3	0.510	0.063	1.81	5.4	3.66	76	17	7	sandy loam
	4	0.630	0.048	1.93	5.7	3.89	76	17	7	sandy loam
2	1	0.610	0.043	2.80	5.1	5.65	57	24	19	sandy clay loam
	2	0.480	0.108	2.39	5.0	4.82	75	16	9	sandy loam
	3	0.300	0.071	1.72	5.5	3.50	70	16	4	sandy loam
	4	0.280	0.082	2.75	5.8	5.56	70	16	4	sandy loam
3	1	0.250	0.002	2.57	6.3	5.19	64	25	11	sandy clay loam
	2	0.350	0.028	1.73	5.6	3.50	70	20	10	sandy loam
	3	0.280	0.025	1.12	4.9	4.28	72	14	4	sandy loam
	4	0.310	0.019	2.06	5.6	4.15	72	14	4	sandy loam
4	1	0.290	0.154	2.62	5.2	5.29	62	25	13	sandy clay loam
	2	0.330	0.022	1.71	5.3	2.18	75	16	13	sandy loam
	3	0.400	0.114	2.08	5.8	4.19	74	16	9	sandy loam
	4	0.360	0.139	1.96	6.0	3.96	74	16	10	sandy loam

ตารางที่ ค4 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 20-60 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 2 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟส (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	0.380	0.048	2.87	5.4	5.78	60	22	18	sandy clay loam
	2	0.500	0.056	1.53	5.0	3.06	90	7	3	sandy loam
	3	0.560	0.042	1.89	4.8	3.82	76	17	7	sandy loam
	4	0.700	0.039	1.96	5.7	3.95	76	17	7	sandy loam
2	1	0.630	0.036	3.41	5.1	6.87	57	24	19	sandy clay loam
	2	0.490	0.095	2.39	5.0	4.82	75	16	9	sandy loam
	3	0.340	0.063	2.92	5.5	5.89	70	16	4	sandy loam
	4	0.300	0.078	2.86	5.8	5.78	70	16	4	sandy loam
3	1	0.280	0.002	2.65	6.7	5.34	64	25	11	sandy clay loam
	2	0.390	0.023	1.83	5.6	3.70	70	20	10	sandy loam
	3	0.320	0.013	2.13	4.9	4.30	72	14	4	sandy loam
	4	0.420	0.013	2.92	5.6	5.88	72	14	4	sandy loam
4	1	0.310	0.148	2.66	5.2	5.37	62	25	13	sandy clay loam
	2	0.370	0.015	1.75	5.3	3.53	75	16	9	sandy loam
	3	0.430	0.105	2.20	5.8	4.44	74	16	10	sandy loam
	4	0.380	0.128	2.17	6.0	4.39	74	16	10	sandy loam

ตารางที่ ค5 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 3 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟต (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	2.480	0.820	2.51	5.1	4.48	85	10	5	sandy loam
	2	2.630	1.300	2.27	5.7	4.04	88	8	4	sandy loam
	3	2.650	0.170	2.30	6.7	4.35	88	8	4	sandy loam
	4	2.580	0.090	1.78	6.6	3.13	88	8	4	sandy loam
2	1	0.520	0.105	3.12	5.6	6.30	70	16	14	sandy loam
	2	0.480	0.500	2.82	5.6	5.69	69	17	14	sandy loam
	3	0.430	0.173	2.72	6.3	5.60	69	17	14	sandy loam
	4	0.780	0.176	2.87	6.5	5.58	69	17	14	sandy loam
3	1	0.750	0.008	2.44	5.3	5.92	72	16	12	sandy loam
	2	0.950	0.081	2.43	5.9	4.91	68	17	15	sandy loam
	3	0.630	0.075	2.16	5.9	4.93	68	17	15	sandy loam
	4	0.570	0.071	2.33	6.7	5.20	68	17	15	sandy loam
4	1	2.480	0.210	2.44	6.3	5.34	75	15	10	sandy loam
	2	2.460	0.030	1.67	5.8	3.87	78	12	10	sandy loam
	3	2.420	0.142	2.18	6.2	4.56	78	12	10	sandy loam
	4	2.450	0.151	2.30	6.5	4.78	78	12	10	sandy loam

ตารางที่ ค6 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 20-60 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 3 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟต (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	2.540	0.780	2.22	5.7	5.07	85	10	5	sandy loam
	2	2.790	1.120	2.00	6.0	4.28	88	8	4	sandy loam
	3	2.710	0.150	2.16	6.6	4.37	88	8	4	sandy loam
	4	2.580	0.084	1.55	6.6	3.60	88	8	4	sandy loam
2	1	0.650	0.100	3.00	5.7	6.36	70	16	14	sandy loam
	2	0.520	0.483	2.34	5.6	5.72	69	17	14	sandy loam
	3	0.500	0.164	2.99	6.4	5.80	69	17	14	sandy loam
	4	0.810	0.163	2.76	6.3	5.80	69	17	14	sandy loam
3	1	0.640	0.006	2.93	5.6	6.21	72	16	12	sandy loam
	2	0.890	0.073	2.43	5.8	4.92	68	17	15	sandy loam
	3	0.640	0.062	2.32	6.2	4.64	68	17	15	sandy loam
	4	0.580	0.066	2.58	6.4	5.30	68	17	15	sandy loam
4	1	2.480	0.180	2.65	6.3	6.18	75	15	10	sandy loam
	2	2.460	0.020	1.82	5.8	4.92	78	12	10	sandy loam
	3	2.430	0.128	2.23	6.3	4.52	78	12	10	sandy loam
	4	2.460	0.136	2.41	6.5	5.14	78	12	10	sandy loam

ตารางที่ ค7 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 4 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟต (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	2.810	0.096	0.53	4.9	1.08	84	10	6	sandy loam
	2	2.760	2.133	0.68	5.2	0.25	84	10	6	sandy loam
	3	2.450	0.200	0.64	4.9	1.29	84	10	6	sandy loam
	4	2.280	0.112	0.90	5.1	3.22	84	10	6	sandy loam
2	1	0.380	0.036	1.39	5.2	2.82	70	17	13	sandy loam
	2	0.360	0.028	1.38	5.4	2.76	70	17	13	sandy loam
	3	0.420	0.019	1.64	4.9	4.40	70	17	13	sandy loam
	4	0.310	0.014	1.42	4.9	3.86	70	17	13	sandy loam
3	1	0.290	0.088	1.11	6.3	2.36	79	11	10	sandy loam
	2	0.410	0.042	1.09	5.5	2.16	73	11	10	sandy loam
	3	0.460	0.031	1.22	5.3	2.28	79	11	10	sandy loam
	4	0.500	0.036	1.24	5.6	2.38	79	11	10	sandy loam
4	1	2.920	0.204	0.66	6.5	1.36	76	14	10	sandy loam
	2	2.850	0.029	1.20	5.4	2.72	76	14	10	sandy loam
	3	2.560	0.138	1.16	5.5	2.45	76	14	10	sandy loam
	4	2.310	0.141	1.32	5.7	2.72	76	14	10	sandy loam

ตารางที่ ค8 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 20-60 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 4 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟต (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	2.960	0.081	0.67	5.1	1.34	84	10	6	sandy loam
	2	2.880	2.121	0.83	5.0	1.58	84	10	6	sandy loam
	3	2.560	0.188	0.78	5.0	1.46	84	10	6	sandy loam
	4	2.330	0.106	0.90	4.8	0.71	84	10	6	sandy loam
2	1	0.420	0.028	2.11	5.0	4.31	70	17	13	sandy loam
	2	0.480	0.015	1.81	5.0	3.58	70	17	13	sandy loam
	3	0.510	0.008	1.64	4.8	3.28	70	17	13	sandy loam
	4	0.430	0.011	1.42	4.7	2.68	70	17	13	sandy loam
3	1	0.320	0.032	1.16	6.9	2.23	79	11	10	sandy loam
	2	0.480	0.056	1.21	5.4	2.46	79	11	10	sandy loam
	3	0.560	0.021	1.24	5.2	2.52	79	11	10	sandy loam
	4	0.600	0.023	1.28	5.4	2.56	79	11	10	sandy loam
4	1	3.010	0.115	0.90	6.9	1.81	76	14	10	sandy loam
	2	2.880	0.014	0.31	5.2	0.69	76	14	10	sandy loam
	3	2.620	0.126	0.69	5.4	1.40	76	14	10	sandy loam
	4	2.420	0.131	0.43	5.4	0.83	76	14	10	sandy loam

ตารางที่ ค9 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในน้ำ และค่าตัวแปรอิสระ ณ สถานี เก็บตัวอย่างน้ำ 10 สถานี ครั้งที่ 1 เดือนกันยายน 2535

จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟต (mg/kg)	pH	อุณหภูมิ (°c)	DO (mg/l)	conductivity (μ mho)
1	3.200	0.100	7.1	24.0	6.2	164
2	3.800	2.520	6.7	31.0	6.4	140
3	3.500	0.200	7.6	32.0	9.8	162
4	4.300	0.091	7.3	32.0	7.4	159
5	4.000	0.113	8.3	32.0	7.4	120
6	3.700	0.530	7.0	33.0	7.9	102
7	2.900	0.186	7.0	32.5	6.6	180
8	2.800	0.214	7.0	31.5	6.5	120
9	2.800	0.015	7.0	32.0	7.2	104
10	3.100	0.083	6.0	32.0	7.1	100

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค10 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในน้ำ และค่าตัวแปรอิสระ ณ สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ 10 สถานี ครั้งที่ 2 เดือนตุลาคม 2535

จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟต (mg/kg)	pH	อุณหภูมิ (°c)	DO (mg/l)	conductivity (μ mho)
1	0.420	0.052	7.3	32.0	6.0	182
2	0.550	0.630	6.9	29.0	7.6	130
3	0.490	0.061	6.9	32.0	6.9	155
4	0.760	0.040	7.0	32.0	6.6	160
5	0.680	0.036	8.5	32.0	11.2	140
6	0.510	0.187	7.9	32.0	4.4	180
7	0.360	0.060	7.6	30.0	5.6	200
8	0.350	0.080	7.8	33.0	10.3	170
9	0.330	0.002	8.1	32.0	8.2	165
10	0.400	0.026	8.4	32.0	8.0	170

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค11 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในน้ำ และค่าตัวแปรอิสระ ณ สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ 10 สถานี ครั้งที่ 3 เดือนธันวาคม 2535

จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟต (mg/kg)	pH	อุณหภูมิ (°c)	DO (mg/l)	conductivity (μ mho)
1	0.640	0.075	7.5	30.0	5.4	138
2	0.840	1.264	7.5	28.0	7.2	159
3	0.820	0.150	7.6	32.0	6.2	245
4	0.760	0.084	7.5	30.0	7.4	200
5	0.720	0.100	7.6	29.0	11.6	201
6	0.630	0.480	7.5	30.0	8.4	250
7	0.570	0.156	7.7	31.0	10.6	270
8	0.990	0.168	7.5	32.0	7.8	165
9	0.840	0.006	7.5	28.0	7.6	170
10	1.010	0.073	7.4	28.0	8.0	160

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค12 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในน้ำ และค่าตัวแปรอิสระ ณ สถานี เก็บตัวอย่างน้ำ 10 สถานี ครั้งที่ 4 เดือนมกราคม 2536

จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟต (mg/kg)	pH	อุณหภูมิ (°c)	DO (mg/l)	conductivity (μ mho)
1	3.420	0.110	7.0	27.0	5.2	170
2	3.570	2.750	7.0	28.0	8.7	152
3	2.670	0.258	8.0	28.0	7.0	241
4	3.380	0.130	7.6	28.0	9.0	236
5	3.420	0.157	7.3	30.0	8.8	227
6	3.920	0.650	7.5	29.0	7.8	235
7	3.540	0.260	7.8	29.7	14.2	320
8	2.030	0.286	7.6	27.0	7.4	170
9	2.150	0.050	7.3	29.0	8.7	180
10	3.210	0.120	7.2	28.0	8.8	175

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค13 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในตะกอน และค่าตัวแปรอิสระ ๔ สถานี เก็บตัวอย่างน้ำ 10 สถานี ครั้งที่ 1 เดือนกันยายน 2535

จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟต (mg/kg)	pH (1:2.5)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	อินทรีย์วัตถุ (%)
1	1.000	0.078	6.9	3.020	1.13
2	0.500	1.080	6.3	2.620	1.32
3	1.000	0.195	6.6	2.100	1.68
4	0.500	0.083	6.8	2.420	1.33
5	0.500	0.106	6.7	2.580	1.42
6	1.000	0.490	7.2	3.120	1.20
7	1.000	0.174	6.5	3.110	1.34
8	0.500	0.200	7.1	2.690	1.27
9	0.500	0.013	6.5	2.520	1.62
10	0.430	0.075	6.6	2.440	1.52

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ด14 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในตะกอน และค่าตัวแปรอิสระ ณ สถานี เก็บตัวอย่างน้ำ 10 สถานี ครั้งที่ 2 เดือนตุลาคม 2535

จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟต (mg/kg)	pH (1:2.5)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	อินทรีย์วัตถุ (%)
1	0.330	0.052	7.0	2.000	1.47
2	0.330	0.063	7.1	2.030	1.61
3	0.360	0.056	6.3	2.240	1.90
4	0.300	0.037	6.6	2.110	1.63
5	0.390	0.029	6.5	2.090	1.24
6	0.220	0.140	6.3	2.410	1.10
7	0.400	0.056	6.4	3.010	1.12
8	0.340	0.072	6.2	2.750	1.31
9	0.300	0.001	6.0	2.620	1.82
10	0.340	0.018	6.4	2.940	1.62

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค15 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในตะกอน และค่าตัวแปรอิสระ ณ สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ 10 สถานี ครั้งที่ 3 เดือนธันวาคม 2535

จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟต (mg/kg)	pH (1:2.5)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	อินทรีย์วัตถุ (%)
1	0.460	0.086	6.2	2.580	1.68
2	0.450	1.030	6.0	2.660	1.64
3	0.580	0.120	6.4	2.700	2.05
4	0.560	0.760	6.4	2.390	1.70
5	0.480	0.008	6.3	3.090	1.62
6	0.620	0.420	6.5	3.100	1.13
7	0.470	0.147	6.4	2.970	1.08
8	0.450	0.153	6.3	3.190	1.29
9	0.420	0.002	6.4	2.760	1.88
10	0.410	0.061	6.5	2.470	1.74

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค16 แสดงค่าปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตในตะกอน และค่าตัวแปรอิสระ ณ สถานี เก็บตัวอย่างน้ำ 10 สถานี ครั้งที่ 4 เดือนมกราคม 2536

จุดเก็บที่	ไนเตรต (mg/kg)	ฟอสเฟต (mg/kg)	pH (1:2.5)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	อินทรีย์วัตถุ (%)
1	0.910	0.150	6.2	1.890	2.25
2	0.760	2.180	6.1	1.750	2.18
3	0.830	0.100	6.3	1.830	1.20
4	0.950	0.200	6.5	1.740	1.35
5	1.000	0.200	6.1	1.920	2.05
6	0.670	0.140	6.3	0.930	1.42
7	0.620	0.180	6.5	1.630	1.25
8	0.590	0.100	6.2	1.880	1.41
9	0.580	0.150	6.1	1.780	1.98
10	0.560	0.200	6.2	1.820	1.80

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

1. การวิเคราะห์หาไนเตรตในดิน น้ำ และตะกอน โดยวิธี colorimetric

วิธีนี้ใช้ phenoldisulfonic acid ทำปฏิกิริยากับไนเตรต จะได้สารประกอบ 9 nitro-2, 4-phenoldisulfonic acid มีสีเหลือง ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้

$$C_6H_3OH(HSO_3)_2 + HNO_3 \longrightarrow C_6H_2OH(HSO_3)_2NO_2 + H_2O$$

สีเหลือง

สิ่งรบกวน (interference) ของวิธีนี้ก็คือ คลอไรด์ และอินทรีย์วัตถุ

ไนไตรต์จะทำปฏิกิริยากับ phenoldisulfonic acid และให้สีเหลืองเช่นเดียวกับไนเตรต ถ้าดินมีไนไตรต์มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะทำให้การวิเคราะห์ไนเตรตผิดพลาด ดังนั้นวิธีแก้อาจทำได้ 2 อย่างคือ

1. เปลี่ยนไนไตรต์ให้เป็นไนโตรเจน โดยใช้ urea, thiourea หรือ sulfamic acid

2. ออกซิไดซ์ไนไตรต์ให้เป็นไนเตรต โดยใช้ H_2O_2 หรือ $KMnO_4$ และหาปริมาณไนไตรต์แยกต่างหาก แล้วนำไปหักออกจากค่าของไนเตรตที่วิเคราะห์ได้ เมื่อออกซิไดซ์ไนไตรต์ให้เป็นไนเตรตแล้ว

คลอไรด์ก็จะทำให้ค่าของไนเตรตที่วิเคราะห์ได้โดยวิธีนี้ต่ำลง เพราะเมื่อใส่ phenoldisulfonic acid ลงไปแล้ว จะทำให้เกิด nitrosyl chloride (NOCl) หรือ ก๊าซไนโตรเจนอื่นๆ แต่ถ้าดินมีคลอไรด์น้อยกว่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความผิดพลาดของการวิเคราะห์ที่เนื่องมาจากคลอไรด์ก็ตัดทิ้งได้ ในกรณีที่มีคลอไรด์มากก็จะต้องใส่ Ag_2SO_4 ลงไปเพื่อตกตะกอนกับคลอไรด์ เป็น AgCl และจะต้องเอา excess Ag^+ ออกก่อนจะหาปริมาณไนเตรตโดยวิธีนี้ ส่วนการนำไประเหยให้แห้งบน hot plate จะแก้ปัญหาของอินทรีย์วัตถุได้

1.1 การเตรียมสารเคมีและน้ำยา

1.1.1 phenoldisulfonic acid : เตรียมโดยใช้ผลึกฟีนอล (phenol) บริสุทธิ์ 25 กรัม ละลายในกรดซัลฟุริก (H_2SO_4) ที่เข้มข้น 150 มิลลิลิตร เติม fuming H_2SO_4 75 มิลลิลิตร ลงผสมให้เข้ากัน ต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วเก็บไว้ในขวดสีน้ำตาล

1.1.2 ammonium hydroxide solution : เตรียมได้โดยผสม NH_4OH ที่เข้มข้น 1 ส่วน เข้ากับน้ำกลั่น 1 ส่วน

1.1.3 calcium hydroxide solution : เตรียมได้โดยละลาย $Ca(OH)_2$ ลงในน้ำกลั่นจนกระทั่งอิ่มตัว

1.1.4 standard nitrate solution : เตรียมโดยละลายผลึก KNO_3 ที่บริสุทธิ์ 0.7213 กรัม ในน้ำกลั่นให้มีปริมาตรทั้งหมด 1 ลิตร เมื่อเตรียมน้ำยานี้จะมีปริมาณไนเตรต 100 มิลลิกรัมต่อลิตรของไนโตรเจน ซึ่งเหมาะสำหรับเป็น stock solution โดยใช้ในการทำ standard solution ที่มีความเข้มข้นระหว่าง 0-1.5 มิลลิกรัมต่อลิตรของไนโตรเจน

1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

1.2.1 volumetric pipet ขนาด 1, 5, 20 และ 50 มิลลิลิตร

1.2.2 บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร

1.2.3 erlenmeyer flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

1.2.4 กระดาษกรอง

1.2.5 กระบอกตวงขนาด 20 มิลลิลิตร

1.2.6 spectrophotometer

1.2.7 เครื่องเขย่า

1.3 วิธีการวิเคราะห์

1.3.1 ชั่งดิน หรือตะกอนหนัก 10 กรัม ด้วยตาชั่งอย่างละเอียดลงใน erlenmeyer flask ขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำกลั่นลงไป 50 มิลลิลิตร วาง flask ลงในเครื่องเขย่า เขย่าเป็นเวลา 10 นาที (ถ้าเป็นน้ำให้ปิเปตมา 50 มิลลิลิตร แล้วทำตามข้อ 3.2)

1.3.2 เติมผง $Ca(OH)_2$ 0.2 กรัม ลงไปใน flask แล้วเขย่าต่ออีก 5 นาที ต่อจากนั้นก็นำมากรองรองรับเอา filtrate ไว้ ถ่ายสารละลายที่ได้จาก filtrate 25 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำยา $Ca(OH)_2$ อีก 1 มิลลิลิตร ลงไป แล้วนำไประเหยด้วย hot plate โดยใช้ความร้อนพอประมาณ

1.3.3 เมื่อแห้งแล้ว ปล่อยให้เย็น จากนั้นเติม phenoldisulfonic acid ลงไป 1 มิลลิลิตร เอียงบีกเกอร์ไปมารอบๆ เพื่อให้กรดคลุกเคล้าเข้ากับตะกอนที่แห้ง

1.3.4 เติมน้ำกลั่น 14 มิลลิลิตร ลงไปในบีกเกอร์ แล้วตามด้วย ammonium hydroxide 1:1 5 มิลลิลิตร เขย่าให้น้ำเข้ากันได้ดี

1.3.5 วัดความเข้มข้นของไนเตรต โดยใช้เครื่อง spctrophotometer ที่ 420 นาโนเมตร แล้วนำไปเปรียบเทียบกับ standard curve ซึ่งทำไว้ก่อนแล้วด้วยวิธีเดียวกันกับที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

2. <u>การหาออโธฟอสเฟตในดิน น้ำ และตะกอน โดยวิธี ascorbic acid method</u>

ฟอสเฟต (phosphate, PO_4^{3-}) เข้าปะปนในธรรมชาติได้จากปุ๋ย ซึ่งใช้ในการเกษตร (ในรูปของออโธฟอสเฟต) ซึ่งถูกชะล้างมาในน้ำฝน

2.1 การเตรียมสารเคมีและน้ำยา

2.1.1 phenolphthalein indicator

2.1.2 สารละลายกรดซัลฟุริก 5 นอร์มัล : เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น 70 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 500 มิลลิลิตร

2.1.3 antimony-potassium tartrate solution : ละลาย 1.3715 กรัม $K(SbO)C_4H_4O_6.1/2\ H_2O$ ในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดแก้ว

2.1.4 ammonium molybdate solution : ละลาย 20 กรัม $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดพลาสติกที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.1.5 ascorbic acid 0.1 โมลาร์ : ละลาย 1.76 กรัม ascorbic acid ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร สารละลายนี้จะอยู่ตัวประมาณ 7 วัน ถ้าเก็บไว้ในที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.1.6 น้ำยารวม (combined reagent) : ผสมน้ำยาเคมีอ้างบนในสัดส่วนสำหรับ 100 มิลลิลิตรน้ำยารวม ดังนี้ H_2SO_4 5 นอร์มัล 50 มิลลิลิตร สารละลาย antimony-potassium tartrate 5 มิลลิลิตร สารละลาย ammonium molybdate 15 มิลลิลิตร และ ascorbic acid 30 มิลลิลิตร ตั้งน้ำยาเคมีเหล่านี้ทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้อง จึงจะนำมาผสมกัน ถ้ามีความอุ่นเกิดขึ้นในน้ำยารวมหลังจากเติม antimony-potassium tartrate หรือ ammonium molybdate ให้เขย่าน้ำยาเคมีรวมนี้ แล้วตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที จนกระทั่งความอุ่นหายไป จึงจะเติมน้ำยาตัวอื่นต่อไป น้ำยารวมนี้อยู่ตัวได้นาน 4 ชั่วโมง

2.1.7 stock phosphate solution : ละลาย anhydrous KH_2PO_4 0.2195 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร

2.1.8 standrad phosphate solution :นำ stock phosphate solution มา 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร (1 มิลลิลิตรเท่ากับ 2.5 ไมโครกรัมฟอสฟอรัส)

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.2.1 volumetric pipet ขนาด 5, 10 และ 50 มิลลิลิตร

2.2.2 บีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร

2.2.3 erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.2.4 ถ้วยกระเบื้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.5 หลอดหยดสาร

2.2.6 spectrophotometer

2.3 วิธีการวิเคราะห์

2.3.1 นำ aliquot จากสิ่งที่สกัดได้ (นำน้ำตัวอย่างไปสกัดด้วยวิธี sulfuric acid-nitric acid digestion) 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวด erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม phenolphthalein indicator 1 หยด

2.3.2 ถ้าได้สีชมพูเกิดขึ้น ให้หยด 5 นอร์มัล sulfuric acid ทีละหยด จนกระทั่งสารละลายไม่มีสี จากนั้นก็เติมลงไปอีก 1 มิลลิลิตร

2.3.3 เติมน้ำยารวม (combined reagent) 8 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที เพื่อให้เกิดสี แล้วอ่านค่า absorbance โดยใช้ spectrophotometer ที่มีความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร (มิลลิไมครอน) และใช้น้ำยารวมเป็น blank

2.3.4 ในกรณีที่น้ำมีสี หรือขุ่นมาก ให้ทำ blank โดยเติมน้ำยาเคมีทุกอย่าง ยกเว้นสารละลาย ascorbic acid และสารละลาย antimony-potassium tartrate ลงในตัวอย่าง หักค่า absorbance ของ blank จากค่า absorbance ของตัวอย่างทุกอัน

2.3.5 การเตรียม calibration curve โดยการเตรียมอนุกรมของสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตในช่วงที่กำหนดไว้ในตาราง เช่น ถ้าใช้ light path 1 เซนติเมตร ก็ให้เตรียมความเข้มข้นของฟอสเฟตในช่วง 0.15-1.30 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตร โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต (2.5 ไมโครกรัมฟอสฟอรัสต่อมิลลิลิตร) 0, 2, 6, 10, 16 และ 24 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำจนถึงขีดที่กำหนดบนขวด เขย่าให้เข้ากัน จะได้สารละลายฟอสเฟตที่มีความเข้มข้น 0, 5, 15, 25, 40 และ 80 ไมโครกรัมฟอสฟอรัส หรือ 0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.8 และ 1.2 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตร ใช้อันที่มีความเข้มข้น 0 ไมโครกรัม เป็น blank plot ค่า absorbance กับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (เป็นไมโครกรัม) จะได้เป็นเส้นตรงผ่านจุดเริ่มต้น

2.4 การคำนวณ

$$\text{mg/l of P} = \frac{\text{mg of P} \times 1000}{\text{ml of sample}}$$

ถ้าต้องการผลในรูปฟอสเฟตให้ใช้สูตร

$$\text{mg/l of } PO_4^{3-} = \text{mg/l of P} \times 3.06$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางฉันทนา จิบโลกหวาย สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีการศึกษาบัณฑิต สาขาเอกชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เมื่อปี พ.ศ. 2520 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2533 ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 6 หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย