เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมพัฒนาที่ดิน . 2534. แผนที่ความเหมาะสมของดินกับพืชเศรษฐกิจเบื้องต้น จ. พิษณุโลก. รายงาน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร. 2529. วิธีเก็บตัวอย่างดินและน้ำเพื่อการวิเคราะห์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

กองจัดการ กรมป่าไม้. 2532. ข้อมูลป่าไม้ของประเทศไทยที่ยังคงเหลืออยู่ในปี พ.ศ. 2531. ฝ่ายแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศและดาวเทียม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้. 2530. ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมบางประการ หลังการปลูกยูคาลิปตัส. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

____. 2533. ยูคาลิปตัส: พันธุ์ไม้เศรษฐกิจที่มีค่าทั้งในปัจจุบันและอนาคต. โรงพิมพ์การศาสนา. กรุงเทพฯ.

กานดา พูนลาภทวี. 2530. สถิติเพื่อการวิจัย. ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. พิสิกส์-เซนต์เตอร์การพิมพ์. กรุงเทพฯ.

คณะทำงานทางวิชาการเกี่ยวกับการปลูกไม้ยูคาลิปตัสและมันสำปะหลัง. 2533. ผลกระทบของการปลูกไม้ยูคาลิปตัสและมันสำปะหลังต่อดิน ระบบนิเวศน์ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ. รายงานทางวิชาการ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2530. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . กรุงเทพฯ.

จิรากรณ์ คชเสนี. 2519. นิเวศวิทยาของสัตว์ในดินด้านจำนวน น้ำหนัก และชนิด ในป่าดิบแล้ง สะแกราช นครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

ชนวน รัตนวราหะ. 2534. เกษตรกรรมกับธรรมชาติ. วารสารเทคโนโลยีที่เหมาะสม, 9 (4): 6-32.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และ สุรเดช จินตกานนท์. 2532. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ประมูล เพชรสว่าง . 2534. ป่าไม้กับที่ดินทำกิน : ข้อเท็จจริง ปัญหา และข้อเสนอแนะ. สมุดปกขาว. ฉบับที่ 4. สถาบันนโยบายศึกษาสมาคมสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ.

พิทยา เพชรมาก. 2530. ผลกระทบทางนิเวศน์วิทยาของการปลูกไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสในประเทศไทย. เอกสารส่งเสริมการปลูกป่าภาคเอกชน สำนักงานส่งเสริมการปลูกป่าภาคเอกชน กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

ไพรัช สายเชื้อ, กำธร ธีรคุปต์ และนันทนา คชเสนี. 2535. คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

มนตรี สนิทประชากร, สมศักดิ์ มนัสศรีสุขใจ และ สัมฤทธิ์ กิตติธรกุล. 2529. กรปลูกไม้ยูคาลิปตัสในประเทศไทย. เอกสารส่งเสริมการปลูกป่าภาคเอกชน สำนักงานส่งเสริมการปลูกป่าภาคเอกชน กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

วณี ยงอาพรทิพย์. 2525. บทบาทของสัตว์ในดินบางชนิดต่อการเพิ่มธาตุอาหารพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

สรายุทธ บุณยะเวชชีวิน และ บุญฤทธิ์ ภูริยากร. 2527. ผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิของพันธุ์ไม้ห้าชนิดและการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดิน ภายหลังการปลูก 30 เดือน. เอกสารเสนอต่อที่ประชุมการป่าไม้ ประจำปี 2527 กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สถิ ไชยเพ็ชร. 2531. ไม้ยูคาลิปตัส-เรื่องตัดสินใจลำบาก. องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ. กรุงเทพฯ.

สำนักงานส่งเสริมการปลูกป่าภาคเอกชน กรมป่าไม้. 2529. การปลูกไม้โตเร็วโดยระบบวนเกษตรเพื่อการพัฒนาชนบท. เอกสารส่งเสริมการปลูกป่าเอกชน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

อู่แก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเวอร์. 2531. นิเวศวิทยา. ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพฯ.

ภาษาอังกฤษ

Attiwill, P.M., Guthrie, H,B., and Leuning, R. 1978. Nutrient cycling in a Eucalyptus obliqua (L' Herit.) forest I. Litter production and nutrient return. Australian Journal of Botany. 26 :79-91.

Awe, J.O., Shepherd, K.R., and Florence, R.G. 1976. Root devolopement in provenances of Eucalyptus camaldulensis Dehn. Aust. For. 39 :201-209.

Baath, E. 1980. Effects of Experimental Acidification and Liming on Soil Organisms and Decomposition in a Scot Pine Forest. Pedobiologia. 20 :85-100.

Bemham Jr., S.J. 1975. A Funnel Apparatus for the Extraction of Microarthropods from Agricultural Soil. Annal of the Entomological Society of America.

Berlese, A. 1905. Apparecchio Per Raccogliere Preato Ed. in Gran Numero Piccoli Artropodi. Redia. 2 :9-85.

BernhardReversat, F. 1987. Litter incroporation to soil organic matter in natural and planted tree stands in Senegal. Pedobilogia. 30 (6) :401-417.

Brinson, M. 1977. Decomposition and Nutrient Exchange of litter in an Alluvial Swamp Forest. Ecology. 58 :601-609.

Burgea, A., and Raw, F. 1967. Soil Biology. Acadimic Press Inc. (London) Ltd.

Chernova, N.M. 1971. Relationship of Number, Biomass and Gaseous Exchange Rate Indices in Microarthrpods in Substrate with Various Organic Matter Content. Pedobiologia. 11 (4) :306-313.

Cloudsley - Thompson J.L., and Sankey, J. 1961. Land Invertebrates. Butler & Tanner Ltd., Frome & London, Great Britain.

Crossley, Jr. D.A., and Hoglund, M.P. 1962. A Litter-Bag Method for the Study of Microarthropods Inhabiting Leaf Litter. Ecology. 43: 571-573.

Curry, J.P. 1969. The Decomposition of Organic Matter in Soil Part I the Role of the Fauna in Decaying Grassland Herbage. Soil Biol. Biochem. 1 :253-258.

Dangerfield, J.M. 1990. Abundance, biomass and diversity of soilmacrofauna in savanna woodland and associated managed habitates. Pedobiologia. 34 (2) :141-150.

Day, P.R. 1950. Physical basis of particle-size analysis by hydrometer method. Soil Sci. 70: 363-374.

Drift, J.Van Der. 1951. Analysis of the Animal Community in Beech Forest Floor. Meded. Inst. Toegep. Biol. Onderz. Nat. 9 :1-168.

Edwards, C.A., and Heath, G.W. 1975. Studied in Leaf Litter Breakdown III the Influence of Leaf Age. Pedobiologia. 15 :348-354.

Feller, N.C. 1983. Effects of an exotic conifer (Pinus radiata) plantation on nutrient cycling in south eastern Australia. For. Eco. and Mgt. 7 :77-102.

Ferry, B. 1992. Distribution of the important litter decomposing termites (Isoptera) in the Western Ghata forests of Karnataka (India). Pedobiologia. 36 :193-211

Franz, H. 1962. Habitat Charcteristics with Particular Reference to the Soil. Progress in Soil Zoology. Butterworths. 313-314.

Gasdorf, E.C., and Goodnight, C.T. 1963. Studies on the Ecology of Soil Arachnids. Ecology. 44 :261-268.

Ghilarov, M.S., and Perel, T.S. 1971. Soil Fauna in Mixed Coniferous Deciduous Broadleaved Forests of Southern Primorie (Soviet Far East). Pedobiologia. 11 :240-261.

Ghosh, R.C. 1974. The protective role of forestry to the land. Tenth Commonwealth Forestry Conference, London.

_____, O.N. Kaul, and B.K. Subba Roa. 1978. Some aspects of water relations and nutrition in *Eucalyptus* plantations. Ind. For. 107: 517-524.

Gupta, S.R., and Singh, J.S. 1977. Decomposition of Litter in a Tropical Grassland. Pedobiologia. 17 :330-333.

Hutson, B.R. 1978. Efeects of Variations of the Plaster charcoal Culture Method on a Collembolan, Folsomis candida. Pedobiologia. 18:138-144.

_____, and Veitch, L.G. 1985. Relationships between litterfall rate, litter mass and decomposition rate in Eucalyptus forests in south-eastern Australia. Aust. J. Ecol. 10 (4) :443-450.

Jenny, H., Gessel, S.P., and Bingham, F.T. 1949. Comparative Study of Decomposition Rates of Organic Matter in Temperate and Tropical Regions. Soil Sci. 68 :419-432.

Jha, M.N., and Pande, P. 1984. Impact of growing Eucalyptus and sal monocultures on soil in natural sal area of Doon Valley. Ind. For. 110 :16-22.

Kaczmarek, K. 1973. Collembola in the Biotopes of the Kampinos National Park Distinguished According to the Natural Succession. Pedobiologia. 13: 257-272.

Laselbikan, B.A. 1976. Preliminary Communication on Microarthropods from a Tropical Rain Forest in Nigeria. Pedobiologia. 14 (6) :402-411.

Lavelle, P., and Kohlmann, B. 1984. Quantitative study of the soil macrofauna of a humid tropical forest in Mexico (Bonampak, Chiapas) Pedobiologia. 27 (6) :377-393.

Leakey, R.J.G., and Proctor, J. 1987. Invertebrates in the litter and soil at a range of altitudes on Gunung Silam, a small ultrabasic moutain in Sabah. J. TROP. ECOL. 3 (2) : 119-129.

Maheswaran, J., and Attiwill, P.M. 1987. Loss of organic matter, elements, and organic fractions in decomposing Eucalyptus microcarpa leaf litter. CAN. J. BOT. 65 (12) :2601-2606.

Margarita, A. 1993. Leaf litter decomposition and nutrient release in a maquis (evergreen sclerophyllous) ecosystem of North-eastern Greece. Pedobiologia. 37 :65-71.

McE. Kevan, D.K. 1968. Soil Animals. H.F. & G. Witherby Ltd., London.

Moore, T.R. 1981. Controls on the Decomposition of Organic Matter in Subarctic Spruce-Lichen Woodland Soil. Siol Sci. 131" 107-113.

Murphy, P.W. 1962. Extraction Methods for Soil Animal : II Mechanical Methods. Progress in Soil Zoology. Butterworth. 115-155.

Niijima, K. 1975. Seasonal Changes in Collembolan Populations in a Warm Temperate Forest of Japan. II Population Dynamic of the Dominant Species with 8 Figures. Pedobiologia. 15 (1) :40-52.

OConnell, A.M. 1987. Litter dynamics in karri (Eucalyptus diversicolor) forests of south-western Australia. J. ECOL. 75 (3) :781-796.

_____. 1988. Decomposition of leaf litter in karri (Eucalyptus diversicolor) forests of varying age. FOR. ECOL. MANGE. 24 (2) :113-125.

Ogino, K., Saichuae, P., and Imdate, G. 1965. Seasonal Changes of Soil Microarthropod Populations in Central Thailand. Natural and Life in Southeast Asia. 4 :303-315.

Olsen, J.S. 1963. Energy Storage and the Balance of Producers and Decomposers in Ecological System. Ecology. 44: 322-330.

Orsborne, J.L., and Macauley, B.J. 1988. Decomposition of Eucalyptus leaf litter : Influence of seasonal variation in temperature and moisture conditions. SOIL. BIOL. BIOCHEM. 20 (3) :396-375.

Page, A.L., Miller, R.H., and Keeny, D.R. 1982. Methods of soil analysis part 2 : chemical and microbiological properties. second edition Agronomy No.9 ASA, SSSA. Madison, Wisconsin, USA.

Platt, B.R., and Griffiths, J.F. 1972. Environmental Measurement and Interpretation. New York: Robert E. Krieger Publishing Company.

Price, D.W. 1967. Vertical Distribution of Small Arthropods in a California Pine Forest Soil. Annals of the Emtomological Society of America. 68 :174-180.

Reddy, M.V., and Venkataiah, B. 1990. Effect of tree plantation on qualitative and quantitative composition of soil arthropods of a semi-arid tropical savanna. ENVIRON. ECOL. 8 (10) :351-367.

Richard, W.H. 1967. Seasonal Soil Moisture Pattern in Adjacent Greasewood and Sagebrush Stand. Ecology. 48: 1034-1038.

Saichuae, P., Gerson, U., and Henis, Y. 1972. Observation on the Feeding and Life History of the Mite Northurs biciliatus (Koch). Soil Biol-Biochem. 4: 155-164.

Shorey, H.H., Burrage, R.H., and Gyrisco, G.G. 1960. The Relationship between Several Environmental Factors and the Density of European Chafer Larvae in Permanent Pasture Soil. Ecology. 41: 253-258.

Sing, R.P. 1984. Nutrient cycle in Eucalptus tereticornis Smith plantation. Ind. For. 110 :76-85.

Singhal, R.M., Banerjec, S.P., and Pat, P.C. 1975. Effect of Eucalyptus monoculture on the status of soil organic matter in natural sal (Shorea robusta) zone in Doon Valley. Ind. For. 101: 730-737.

Spain, A.V., and Feuvre, R.P.L. 1987. Breakdowm of foure litters of contrasting quality in tropical Australian rainforest. J. APPL. ECOL. 24 (1) :279-288.

Stegemin, C.L. 1960. A Preliminary Survey of Earthworms of the Tull Forest in Central New York. Ecology. 40 :779-782.

Takeda, H. 1979. Ecological Studies of Collembolan Population in a Pine Forest Soil III the Life Cycle and Population Dynamics of Some Surface Dwelling Species. PedobioloGia. 19 :34-37.

The Nuffield Foundation. 1966. Key to small organisma in soil, litter and water troughs. Hazell, Watson & Viney Ltd., Aylesbury, Bucks, Great Britain.

Wallwork, J.A. 1970. Ecology of Soil Animal. Mc. Graw-Hill, London.

_____, Kamill, B.W., and Whitford, W.G. 1985. Distribution and diversity patterns of soil mites and other microarthrpods in a Chihuahuan desert site. J. ARID. ENVIRON. 9(3) :215-231.

Watanabe, H., Saichuae, P., and Shidei, T. 1966. On the Biomass of Soil Animals Found in Various Types of Forest in Thailand. The Centre for Southeast Asian Studies of Kyoto University. 4 (1) :133-139.

_____. 1969. A Study of the Vertical Distribution of Soil Macro-animals in a Cryptomeria Plantation, a Natural Mixed Forest of Cryptomeria, Beech and Deciduous Oak, and a Grassland of Different Soil Types. Japanese Journal of Ecology. 19 (2) :56-62.

_____. 1973. Effect of Strand Change on Soil Macro-animals. Journal of the Japanese Forestry Society. 55 (10) :191-195.

Whiteford, W,G., et al. 1980. Surface Litter Breakdown in a Chihuahuan Desert Ecosystem. Pedobiologia. 4: 243-245.

Wood, T.G. 1974. Field Investigations on the Decomposition of Leaves of Eucalyptus delegatensis in Relation to Environmental Factor. Pedobiologia. 14 :343-371.

Zicsi, A. 1978. Feeding Requirements of Some Lubricid Species and Significance in the Ecosystem Investigations in Hungary. Pedobiologia. 18 :341-349.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การเก็บตัวอย่างดิน

1. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง

1. เครื่องมือสำหรับเก็บตัวอย่างมีหลายชนิด เช่น จอบ เสียม หรือพลั่ว (spade) หลอดเจาะดิน (soil tube) สว่านเจาะดิน (soil auger) สว่านรูปกระบอก (Core type of soil auger) เป็นต้น การจะใช้เครื่องมือชนิดใดนั้นพิจารณาจากความสดวกและความเหมาะสมเป็นเกณฑ์

2. ถังพลาสติก

3. แผ่นพลาสติก และถุงพลาสติก

อุปกรณ์ที่ใช้จะต้องสะอาด ปราศจากสิ่งปนเปื้อน เช่น สนิม ปูน ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง ฯลฯ

2. ขนาดของพื้นที่

ขนาดของบริเวณที่จะเก็บตัวอย่างดิน มีปัจจัยที่ต้องพิจารณาหลายประการ เช่น ชนิดของดิน ชนิดและระดับการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในขณะนั้น ความลาดเทของพื้นที่ การใส่ปูนและปุ๋ย ฯลฯ หรืออธิบายได้ว่าขนาดของพื้นที่ที่จะเก็บตัวอย่างดิน 1 ตัวอย่าง เพื่อเป็นตัวแทนนั้นควรมีการปลูกพืชชนิดเดียวกัน การเจริญอยู่ในระดับเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน การใส่ปูนและปุ๋ยในอัตราเดียวกัน และเวลาเดียวกัน และควรมีขนาดของพื้นที่ไม่เกิน 25 ไร่ การเก็บให้กระจายจุดที่จะเก็บทั่วพื้นที่ โดยกำหนดให้ไม่น้อยกว่า 15 จุด ดังแสดงในภาพที่ 1.ก

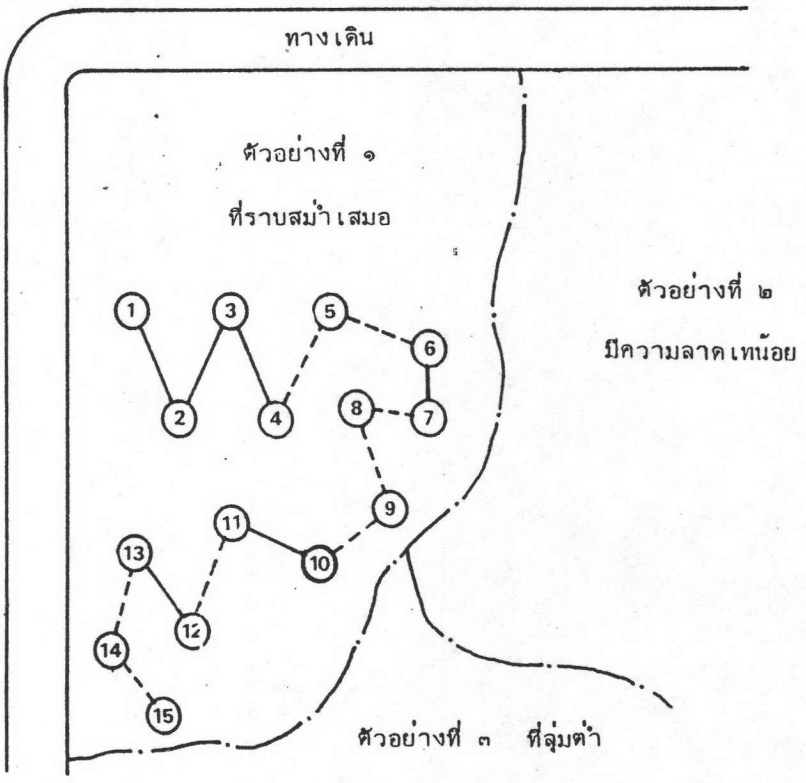
3. วิธีการเก็บ

1. แบ่งพื้นที่โดยพิจารณาตามหลักเกณฑ์ที่กล่าวมาแล้ว และกำหนดจุดที่จะทำการเก็บตัวอย่าง ควรทำแผนผังในสมุดบันทึกให้เรียบร้อย เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับพื้นที่ของตนเองต่อไป

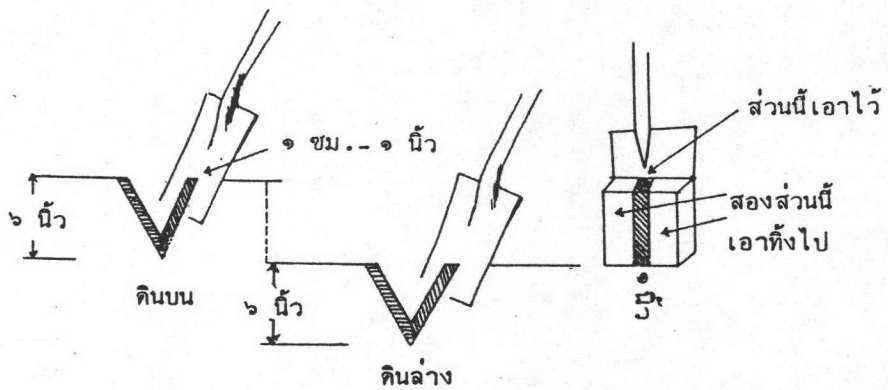
2. จุดที่กำหนดไม่ควรเป็นทางเดินเก่า ขอบรั้ว คอกสัตว์ หรือกองปุ๋ยเก่า ฯลฯ

3. ทำความสะอาดผิวดินบริเวณจุดที่กำหนดหากต้องใช้หลอดเจาะดิน สว่านเจาะดิน หรือสว่านรูปกระบอก ต้องตั้งเครื่องมือให้ตั้งฉากกับผิวดิน แล้วกดลงไปในระดับความลึก 6 นิ้วและ 12 นิ้วสำหรับดินล่าง สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ ใช้เสียมและพลั่วขุดดินเป็นรูปตัววี (V) ให้มีระดับความลึก 6 นิ้ว ใช้เสียมแซะด้านหนึ่งของตัววีให้มีความหนาประมาณ 1 นิ้ว กดเสียมให้ลึกจนถึง

ภาพที่ 1.ก แสดงจุดเก็บตัวอย่าง



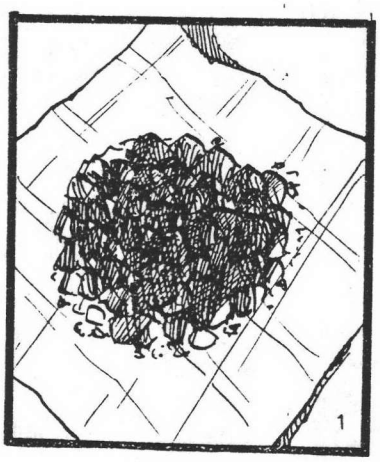
ภาพที่ 2.ก แสดงวิธีการเก็บตัวอย่างดิน



แซะดินหนา ๑ ซม. หรือครึ่งนิ้วฟุต

ก้นหลุม งัดดินขึ้น แบ่งดินด้านข้างทั้งสองของเสียมออก นำดินส่วนที่เหลือใส่ในถังพลาสติก (ภาพที่ 2.ก) กระทำเช่นนี้จนครบทุกจุดที่กำหนด มีข้อควรระวังคือ ดินจากทุกจุดที่เก็บเพื่อมารวมในถังพลาสติกนั้นจะต้องมีปริมาณเท่าๆ กัน คลุกดินในถังให้เข้ากันอย่างดี เทดินกองบนแผ่นพลาสติกคลุกเคล้ากันอีกครั้งหนึ่ง แล้วทำดินให้เป็นกองพูนตรงกลาง แบ่งดินออกเป็นสี่ส่วน โดยทำเครื่องหมาย+ บนยอดกองดิน แบ่งดินออกมา 1 ส่วน ประมาณ 1 กก. สามส่วนที่เหลือให้ทิ้งไว้ในแปลงตามเดิม ดินส่วนที่แบ่งมานี้ให้บรรจุในถุงพลาสติก (ภาพที่ 3.ก) เขียนสถานที่เก็บและความลึกกำกับให้เรียบร้อย

ภาพที่ 3.ก แสดงการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาวิเคราะห์



นำดินมาผสมคลุกเคล้ากันให้ดี บนแผ่นพลาสติคที่สะอาด

แบ่งดินเป็นสี่ ส่วนเท่าๆกัน

เก็บไว้ ๑ ส่วน เพื่อให้ได้ดินแห้ง ประมาณครึ่งกิโลกรัม หากต้องการส่งทาง ปณ.ผึ่งในที่ร่มในห้องที่สะอาด

ดินที่แบ่งไว้หรือที่ผึ่งให้แห้งแล้วแต่กรณี นำบรรจุถุงพลาสติคสะอาด เขียนรายละเอียดสังเขปกำกับ

ภาคผนวก ข.

วิธีวิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

1. การหาสัดส่วนอนุภาคดินโดยวิธีไฮโดรมิเตอร์

1.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- Sedimentation Cylinder (ใช้สำหรับวิเคราะห์ texture ของดินโดยเฉพาะ)
- Dispersing apparatus (Hamilton Beach)
- Hydrometer (ใช้สำหรับวัดสารละลายแขวนลอยของดินโดยเฉพาะ อ่านได้ถูกต้องที่ 20 ^{o}C)
- Thermometer
- Plunger
- Beaker 125 ml.
- Wash Bottle
- นาฬิกาจับเวลา

1.2 สารเคมี

- สารละลาย Calgon 5% เตรียมโดยใช้ Sodium hexameta phosphate 50 กรัม และ Sodium cabonate 8.3 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร
- Amly alcohol

1.3 วิธีการ

ชั่งดิน (2มม.) หนัก 50 กรัมใส่บีกเกอร์ขนาด 125 มล. แล้วเติมสารละลาย calgon 5% 100 มล. แช่ทิ้งค้างคืนไว้ แล้วถ่ายสารละลายดินลงใน dispersing cup ใช้ขวดฉีดน้ำล้างเอาดินที่ติดในบีกเกอร์ออกให้หมด แล้วปั่น 5 นาที ถ่ายสารละลายดินที่ปั่นแล้วลงใน sedimentation cylinder ล้างดินที่ติดอยู่ใน cup ให้หมดด้วยขวดฉีดน้ำ เติมน้ำกลั่นลงไปจนถึงขีดล่างของ cylinder (1130 ml.) โดยในขณะนั้นมี hydrometer อยู่ด้วย เอา hydrometer ออก แล้วใช้ plunger กวนให้ได้สารแขวนลอยดินที่สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง ใช้เวลากวนราวๆ 1 นาที (ในขณะนี้ถ้ามีฟองเกิดขึ้นมากให้กำจัดฟองโดยใช้ Amyl alcohol หยดลงไป 2-3 หยด จนหมดฟอง)

จากนั้นค่อยๆ หย่อน hydrometer ลงไปใหม่ แล้วอ่านค่าบนก้าน hydrometer เมื่อครบ 40 วินาที สมมติให้อ่านได้เท่ากับ Rt 40s หน่วยเป็น กรัม/ลิตร ในขณะนั้นให้วัดค่าอุณหภูมิของสารละลายดินนั้นด้วย สมมติให้อ่านได้ T 40s ^{o}C ทำ Blank คือส่วนของสารละลาย calgon 5% แต่ดำเนินวิธีการคล้ายข้างต้นทั้งหมด (แต่ไม่มีตัวอย่างดินอยู่) ดังนั้นจะได้ค่าที่อ่านได้จาก hydrometer อีกหนึ่งค่า สมมติอ่านได้เท่ากับ Cr 40s กรัม/ลิตร อ่านอุณหภูมิได้ r 40s ^{o}C ปล่อยทิ้งไว้ แล้ววัดค่าสารละลายดินอีกครั้งหนึ่งเมื่อจับเวลาครบ 2 ชั่วโมง ค่า hydrometer ที่วัดได้ในครั้งนี้ สมมติอ่านได้เท่ากับ Rt 2h กรัม/ลิตร วัดอุณหภูมิได้เท่ากับ T 2h ^{o}C ให้อ่านค่า hydrometer ใน Blank ที่ 2 ชั่วโมงด้วย สมมติให้อ่านได้ Cr 2h กรัม/ลิตร อุณหภูมิอ่านได้ r 2h ^{o}C นำค่าต่างๆที่วัดได้ไปคำนวณหากลุ่มอนุภาค

วิธีคำนวณ

สมมติให้ Rs 40s = กลุ่มอนุภาคซิลท์ + กลุ่มอนุภาคดินเหนียว กรัม/ลิตร จะได้

$$Rs\ 40s = [Rt\ 40s + 0.36(t\ 40s - 20)] - [Cr\ 40s + 0.5(r\ 40s - 20)] \quad ---(1)$$

สมมติให้ Rs 2h = กลุ่มอนุภาคดินเหนียว กรัม/ลิตร จะได้

$$Rs\ 2h = [Rt\ 2h + 0.36(t\ 2h - 20)] - [Cr\ 2h + 0.5(r\ 2h - 20)] \quad ---(2)$$

กลุ่มอนุภาคซิลท์ = (1) - (2) ---------- (3) (กรัม/ลิตร)

กลุ่มอนุภาคทราย = 50 - (1) ---------- (4) (กรัม/ลิตร)

เนื่องจากสารละลายดิน 1130 มล. ได้จากดิน 50 กรัม

ดังนั้น % ดินเหนียว (clay) = 2 * (2)

% ดินซิลท์ (silt) = 2 * (3)

% ดินทราย (sand) = 2 * (4)

อ่านชื่อ texture ของดินจากไดอะแกรมสามเหลี่ยม

2. การวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)

2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- pH Meter
- บีกเกอร์ขนาด 100 มล.
- แท่งแก้วคน

2.2 สารเคมี

- สารละลายบัฟเฟอร์ pH 7.0
- 0.01 M $CaCl_2$
- น้ำกลั่น

2.3 วิธีการ

แบบที่ 1 (ดิน:น้ำกลั่น = 1:1)

1. ชั่งดินตัวอย่างที่ผึ่งแห้งแล้ว (2 มม.) 20 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 มล.
2. เติมน้ำกลั่นลงไป 20 มล. คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วคน แล้วทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที
3. นำไปวัดความเป็นกรดเป็นด่างด้วย pH Meter

แบบที่ 2 (ดิน:0.01 M $CaCl_2$ = 1:2)

ทำเช่นเดียวกับแบบที่หนึ่ง แต่ใช้ดินตัวอย่าง 20 กรัม แล้วเติม 0.01 M $CaCl_2$ ลงไป 40 มล.

3. การหาความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกของดิน (Determination of Cation Exchange capacity = C.E.C. : Method of Displacement and Distillation for Adsorbed Ammonium)

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- บีกเกอร์
- Erlenmeyer flask ขนาด 500 มล.
- กระบอกตวง

- กรวยกรอง
- หลอดหยด
- Kjeldahl flask
- กระดาษกรอง Whatman No. 42
- Vacuum pump
- Buchner suction , Suction flask
- เครื่องกลั่น Kjeldahl

3.2 สารเคมี

- Ammonium acetate (NH_4OAc), 1 N
- Isopropyl alcohol, 99%
- Ammonium chloride (NH_4Cl), 1 N ปรับ pH 7.0 ด้วย NH_4OH
- Ammonium chloride (NH_4Cl), 0.15 N ปรับ pH 7.0 ด้วย NH_4OH
- Ammonium oxalate $(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$, 10%
- Dilute ammonium hydroxide (NH_4OH); 1:1
- Silver nitrate ($AgNO_3$), 0.10 N
- Sodium chloride , NaCl (acidified)
- Sodium hydroxide (NaOH), 1N
- Boric acud (H_3BO_3), 2%
- Standard sulfuric acid (H_2SO_4), 0.1 N
- Bromocresol green - methyl red mixed indicator

3.3 วิธีการ

1. ชั่งดินที่ผึ่งแห้ง (2 มม.) 25 กรัม ลงใน Erlenmeyer flask 500 มล.

2. เติม 1 N. NH_4OAc ที่เป็นกลาง 250 มล. เขย่าอย่างทั่วถึง แล้วทิ้งค้างคืนไว้

3. กรองผ่าน 55 มม. Buchner funnel ซึ่งมีกระดาษกรอง Whatman No. 42 บุอยู่และติดตั้งอยู่กับ Suction flask และ Vacuum pump

4. ล้างดินด้วยสารละลาย NH_4OAc ที่เป็นกลาง 150-200 มล. จนไม่มีแคลเซียม

(ทดสอบแคลเซียม โดยเติม 1 N. NH_4Cl, 10% Ammonium oxalate 2-3 หยด และ NH_4OH เจือจาง 2-3 หยด ลงในสารละลายที่ได้จากการกรอง 10 มล. ในหลอดทดลอง แล้วต้มสารละลายจนเกือบถึงจุดเดือด ถ้ายังมีแคลเซียมอยู่จะเป็นตะกอนสีขาวหรือสารละลายขุ่น)

5. ล้างดินที่อยู่ใน Buchner funnle ที่อิ่มด้วย NH_4OAc ด้วย 1N. NH_4Cl ที่เป็นกลาง 4 ครั้ง และด้วย 0.25 N. NH4Cl อีก 1 ครั้ง แล้วล้างด้วย 99% Isopropyl alcohol 150-200 มล. เพื่อล้าง excess NH_4OAc ที่ตกค้างอยู่ในช่องดินออกให้หมดและจนไม่มีคลอไรด์ (ทดสอบคลอไรด์ โดยใช้ 0.1 N. $AgNO_3$)

6. ใช้ vacuum pump ดูดของเหลวออกจากดิน โดยผ่านกระดาษกรอง จนกระทั่งไม่มีน้ำออกจาก Buchner funnel อีก แล้วจึงปิดสวิตช์ vacuum pump · (อย่าปล่อยให้ดินแห้ง)

7. หาปริมาณ adsorbed NH_4 โดยการล้างดินที่อิ่มตัวด้วย ammonium ด้วย 10% acidified NaCl จนได้ปริมาตรสารละลายที่ล้างดินถึง 225 มล. (โดยค่อยๆ เติม acidified NaCl ทีละน้อย ให้ผ่านดินจนหมด ทีละครั้งไป) รองรับสารละลายด้วย flask ขนาด 500 มล. ที่สะอาด

8. ใส่สารละลายจากข้อ 7 ลงใน Micro-jeldahl flask (ขนาด 800 มล.) เติม 1 N. NaOH 25 มล. ลงไป

9. กลั่นสารละลายจากข้อ 8 ลงใน 2% H_3BO_3 50 มล. จนได้สารละลาย 60 มล.

10. เติม Bromocresol green - methyl red mixed indicator ลงใน สารละลายข้อ 9

11. ไตเตรตสารละลายข้อ 10 ด้วย Std. 0.1 N H_2SO_4 จนเปลี่ยนจากสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นสีชมพู ซึ่งเป็นจุดยุติ

12. คำนวณหาค่า milliequivalent ของ Ammonium ในดิน 100 กรัม โดยใช้สูตร

$$\text{C.E.C. (me/100 g)} = \frac{\text{ปริมาณของ } H_2SO_4 \text{ ที่ใช้ * normality ของ } H_2SO_4 \text{ ที่ใช้ * 100}}{\text{น้ำหนักของดินตัวอย่างที่ใช้ (g)}}$$

4. <u>การหาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน</u> (Organic Matter Determination for Soil : Walkley - Black Method)

4.1 <u>อุปกรณ์และเครื่องมือ</u>

- Erlenmeyer flask ขนาด 500 มล.
- Pipette
- Burette
- Beaker ขนาด 250 มล.
- กระบอกตวง

4.2 สารเคมี

- Potassium dichromatr ($K_2Cr_2O_7$) 1 N
- Sulfuric acid เข้มข้น ไม่ต่ำกว่า 96%
- Sodium fluoride (NaF)
- Ortho - phosphoric acid (H_3PO_4) เข้มข้น
- Ferrous sulfate ($FeSO_4 . 7H_2O$) 1 N
- Diphenylamine (Reagentgrade) 0.5 g ในน้ำกลั่น 20 มล. และ H_2SO_4 15 มล.

4.3 วิธีการ

4.3.1 การเตรียมตัวอย่างดิน

1. นำดินตัวอย่างมาผึ่งลมให้แห้ง แล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 0.2 มม. (non ferrous sieve 80 mesh/inch)

2. ชั่งดิน 0.5 กรัม 2 ตัวอย่าง

4.3.2 ขั้น Pretreatment (Eliminate oxidiable MnO_2) ในกรณีที่ดินมี Mn มาก

1. ชั่งตัวอย่างดิน 0.5 กรัม (0.05 กรัม สำหรับดินที่มี peat , 2 กรัม สำหรับดินที่มี orgsnic matter < 1%) ใส่ลงใน flask ขนาด 500 มล.

2. เติม 85% H_3PO_4 2 มล., น้ำกลั่น 5 มล., Diphenylamine 1 มล. และ Ferruos solution 5 มล. เขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

3. นำมาไตเตรตด้วย Standard 1 N $K_2Cr_2O_7$ สังเกตสีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินดำเป็นสีเขียวใส เมื่อถึงจุดยุติ จดปริมาตร $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้ไป

4. คำนวณหาปริมาตรของ Ferrous solution ที่ใช้ไป

$6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14\ H^+ \text{----------} > 6Fe^{3+} + 7H_2O$ .....(1)

จากสมการ 1 กรัมสมมูลย์ของ Fe^{2+} = กรัมสมมูลย์ของ $Cr_2O_7^{2-}$

สมมติปริมาตรของ $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้ไป X มล. ปริมาตรของ Fe^{2+} (1.0 N) ที่เข้าทำปฏิกิริยากับ $Cr_2O_7^{2-}$ (1.0 N) จำนวน X มล. จะเท่ากับ X มล. ด้วย

ดังนั้นปริมาตรของ Ferrous solution ที่ต้องเติมเพื่อกำจัด MnO_2 = 5.0 - X มล.

4.3.3 ขั้น Oxidation of Oaganic Matter

1. ชั่งตัวอย่างดิน 0.5 กรัม ใส่ลงใน flask ขนาด 500 มล. เติม Ferrous solution ลงไปในปริมาตรา เท่ากับที่คำนวณได้ในขั้น Pretreatment เติม 85% H_3PO_4 2 มล. ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที

2. ค่อยๆ เติม 1 N Std. $K_2Cr_2O_7$ 10 มล. เขย่า flask เบาๆ ให้ดินกระจายไปทั่ว

3. เติม H_2SO_4 เข้มข้น 20 มล. ลงไปอย่างรวดเร็ว ค่อยๆ เขย่าขวดทันที จนสารละลายผสมกับดินโดยทั่วถึง แล้วจึงเขย่ารุนแรงขึ้นอีก 1 นาที วาง flask ทิ้งไว้ 30 นาที

4. เติมน้ำ 200 มล. แล้วกรองเอาแต่สารละลาย (ถ้าสารละลายขุ่น)

5. เติม 85% H_3PO_4 10 มล. เพื่อขจัดความขุ่น และเติม NaF 0.2 กรัม เพื่อกำจัด Cl^- ในน้ำกลั่น

6. เติม Diphenylamine ลงไป 30 หยด

7. ไตเตรตกับ 1 N Ferrous solution จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าดำเป็นสีเขียวสด บันทึกปริมาตร Ferrous solution ที่ใช้ไป

8. ทำ Blank test ด้วย

9. คำนวณค่าปริมาตร $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้ ถ้าใช้ $K_2Cr_2O_7$ มากกว่า 75% หรือมากกว่า 8-10 มล. ให้ทำการวิเคราะห์ใหม่ โดยใช้ปริมาณดินน้อยลง

วิธีคำนวณ

% อินทรียสาร (Organic Matter = O.M.) = 10 (1-T/S) * 1.34

เมื่อ S = ปริมาตรของ Ferrous solution ที่ใช้ไปในการไตเตรตกับ Blank

T = ปริมาตรของ Ferrous solution ที่ใช้ไปในการไตเตรตกับตัวอย่างดิน

1.34 = Conversion factor หาได้จากการคำนวณ $1.0\ N * \frac{12}{4000} * \frac{1.72}{0.77} * \frac{100}{0.5}$

เมื่อ $\frac{12}{4000}$ = meq. weight of C

1.72 = Factor for organic matter from C

0.5 = Sample weight

Walkley and Black ใช้ 77% recovery of organic matter

5. การหาปริมาณไนโตรเจนในดิน (Determination of Total – N in soil)

5.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- Kjeldahl flask
- กระบอกตวง
- ตะแกรงร่อนดินขนาด 32 mesh และ 90 mesh
- Electric heat
- Glass bead
- Erlenmeyer flask ขนาด 500 มล.
- เครื่องกลั่น Kjeldahl

5.2 สารเคมี

- Conc. H_2SO_4
- Potassium sulfate (K_2SO_4)
- Copper sulfate ($CuSO_4.5H_2O$)
- Selenium (Se)
- Sodium hydroxide (NaOH) 10 N
- H_3BO_3 4%
- H_2SO_4 0.05 N
- Bromocresol green – methyl red mixed indicator

5.3 วิธีการ

1. เตรียมตัวอย่างดิน

mineral soil ใช้ขนาดอนุภาค 0.5 มม. โดยร่อนผ่านตะแกรงขนาด 32 mesh และ most soil ใช้ขนาดอนุภาค 0.2 มม. โดยร่อนผ่านตะแกรงขนาด 90 mesh

2. นำดินตัวอย่างมา 5 กรัม ใส่ลงใน Kjeldahl flask เติมน้ำกลั่น 20 มล. เขย่า แล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที

3. เติม Conc. H_2SO_4 ลงไป 30 มล., K_2SO_4 10 กรัม, $CuSO_4.5H_2O$ 5 กรัม และ Se 0.1 กรัม แล้วนำไป digest ด้วยไฟอ่อนๆ จนสารละลายที่ได้ใส แล้ว digest ต่อไปอีก 5 ชั่วโมง โดยเร่งความร้อนให้เพิ่มขึ้น

4. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วค่อยๆ เติมน้ำกลั่น 100 มล.

5. ถ่ายสารละลายที่ได้ลงในขวดกลั่นขนาด 1000 มล. ใส่ glass bead ลงในขวดกลั่นในปริมาณพอสมควร เพื่อลดการ bumping แล้วใช้น้ำกลั่นล้าง Kjeldahl flask 4 ครั้ง แล้วเทน้ำกลั่นที่ได้ลงในขวดกลั่น

6. เตรียม flsak ขนาด 500 มล. ใส่ 4% H_3BO_3 ลงไป 50 มล. ใส่ mixed indicator แล้วต่อเข้ากับปลาย condenser อยู่ใต้ H_3BO_3

7. ตรวจความเรียบร้อยของเครื่องกลั่น เปิดน้ำผ่าน condenser แล้วเท 150 มล. ของ 10 N NaOH ลงในขวดกลั่น รีบปิดขวดกลั่นทันที แล้วกลั่นจนได้ Distillate 150 มล.หรือกลั่นจนกระทั่งไม่มี NH_3

8. นำ Distillate ที่ได้มาไตเตรตกับ Std. 0.05 N H_2SO_4 ที่จุดยุติ สารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตร H_2SO_4 ที่ใช้ไป

9. ทำ Blank test โดยวิธีการเดียวกับข้อ 1-8 โดยไม่ใช้ตัวอย่างดิน

10. คำนวณปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด จากสูตร

$$\% \text{ Total Nitrogen} = \frac{(S-B) * \text{normality of } H_2SO_4 * 14 * 100}{1000 * \text{น้ำหนักตัวอย่างดิน}}$$

เมื่อ S = ปริมาตร H_2SO_4 ที่ไตเตรตกับตัวอย่าง

B = ปริมาตร H_2SO_4 ที่ไตเตรตกับ Blank

6. <u>การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน</u> (Availability Index : Phosphorus Soluble in Dilute Hydrochloric acid and Sulfuric acid)

6.1 <u>อุปกรณ์และเครื่องมือ</u>

- Spectronic 21
- คิวเวต
- Erlenmeyer flask ขนาด 50 มล.
- เครื่องเขย่าขวด flask
- ปิเปต
- กรวยแก้ว
- ตะแกรงร่อนดิน ขนาด 2 มม.
- Volumetric falsk
- กระดาษกรอง Whatman No. 42

6.2 <u>สารเคมี</u>

- Conc. H_2SO_4
- Conc. HCl
- Ammonium para molybdate $[(NH_4)_3Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O]$
- Ammonium Vanadate (NH_4VO_3)
- Potassium dihydrogen phophate (KH_2PO_4)
- Charcoal (Darco G 60 quaility)

6.3 <u>วิธีเตรียม Reagent</u>

1. <u>Extracting solution</u> เติม Conc. H_2SO_4 12 มล. และ Conc. HCl 72 มล. ลงในน้ำกลั่น 18 ลิตร

Extracting solution นี้มี 0.05 N HCl 0.25 N H_2SO_4

2. <u>Molybdate - Vanadate solution</u> ละลาย Ammonium para molbdate 25 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มล. และละลาย Ammonium vanadate 1.25 กรัม ใน 1 N HNO_3 500 มล. ผสมสารละลายทั้งสองนี้เข้าด้วยกัน และเตรียมใหม่ทุกสัปดาห์

3. Standard Phosphate solution ละลาย Potassium dihydrogen phosphate 0.1098 กรัม ใน Extracting solution 500 มล. และเจือจางให้เป็น 1 ลิตร ด้วย Extracting solution สารละลายนี้มี 25 ppm.ของ P

6.4 วิธีการ

1. ชั่งดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. แล้ว จำนวน 5 กรัม และผงถ่าน 200มก. ใส่ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 50 มล.

2. เติม Extracting solution 20 มล เขย่าด้วย Mechanical shaker นาน 5 นาที แล้วกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 42

3. ปิเปตสารละลายจากข้อ 2 ปริมาตร 4 มล. ใส่ลงในคิวเวต แล้วเติมน้ำกลั่น 1 มล. เติม Reagent 2 ลงไป 1 มล. ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที จึงนำไปวัดค่า ABsorbance โดยใช้เครื่อง Spectronic 21 ที่ 420 nm.

4. เตรียม Standard Curve จาก Standard Phosphate solution ให้มีความเข้มข้นต่างๆ กันในช่วง 0-100 ppm. แล้วจึงนำมาวัดค่า Absorbance เช่นเดียวกับข้อ 3

5. นำค่า Absorbance ของ Standard Phosphate solution ที่วัดได้มา Plot Standard curve

6. หาค่าปริมาณฟอสฟอรัสในแต่ละตัวอย่าง โดยเทียบจาก Standard curve

7. การหาปริมาณโปแตสเซียมในดิน (Exchangeable Potassium : Method of Ammonium acetate Extraction)

7.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- Flane Photometer
- Erlenmeyer flask ขนาด 50 มล.
- กรวยแก้ว
- ปิเปต
- กระบอกตวง
- Volumetric flask
- ตะแกรงร่อนดินขนาด 2 มม.

- กระดาษกรอง Whatman No. 42

7.2 สารเคมี

- Extracting solution : Ammonium acetate (NH_4OAc) 1N ; pH 7.0

a. ละลาย Reagent Garde 77.1 กรัม ในน้ำกลั่น 90 มล. ปรับ pH 7.0 ด้วย 3 N Acetic acid หรือ 3 N Ammonium hydroxide เจือจางด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร

b. หรือเจือจาง Glacial acetic acid (99.5%) 57 มล. ด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 500 มล. เติม Conc. NH_4OH 69 มล. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 900 มล. หลังจากผสมแล้ว ปรับ pH 7.0 ด้วย 3 N NH_4OH หรือ 3 N Acetic acid เจือจางจนมีปริมาตร 1 ลิตร

- Standard stock potassium 100 ppm.

ละลาย KCl 1.9080 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ของ Extracting solution เตรียม 100 ppm. Solution โดยเจือจาง 100 มล. ของ 1000 ppm. Stock solution ให้เป็น 1 ลิตรด้วย Extracting solution

ปิเปต 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มล. ของ 100 ppm. solution ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มล. ละลายให้ถึงปริมาตรด้วย Extracting solution สารละลายเหล่านี้ประกอบด้วย 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 ppm. ของ K

นำสารละลายมาตรฐานนี้ไปวัดด้วยเครื่อง Flame Photometer เพื่อสร้าง Standard curve

7.3 วิธีการ

1. ชั่งดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. แล้วชั่งจำนวน 1 กรัม ใส่ใน flask ขนาด 50 มล. เติม Extracting solution 10 มล. เขย่า 5 นาที ด้วยเครื่องเขย่า 200-220 รอบ/นาที

2. กรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง Whatman No.42 ถ้าสารละลายที่ได้ไม่ใส ให้เปลี่ยนกระดาษกรอง

3. เตรียม Callibration curve ด้วย Flame photometer

4. วัดปริมาณ K ใน Filltrate ด้วย Flame photometer เป็น ppm.

8. <u>การหาปริมาณ Ca และ Mg</u> (EDTA - Tritration)

8.1 <u>อุปกรณ์และเครื่องมือ</u>

- Beaker 250 ml.
- Cylinder 100 ml.
- Fliterign apparatus
- pipette 10 ml.
- Burette
- Dropper
- กระดาษกรอง Whatman No.42

8.2 <u>สารเคมี</u>

- 1 N NH_4OAc
- 4 N NaOH
- 2% KCN
- 4% $K_4Fe(CN)_6 . 3H_2O$
- 2% Triethanolamine (TEA)
- Eriochrome Black T (EBT); ละลาย 0.5 กรัม EBT และ hydroxylamine hydrochloride 4.5 กรัม ใน 95% ethanol 100 cc. (ใช้ได้ 3 สัปดาห์เท่านั้น)
- Ammonium purpurate indicator ; ผสม 0.5 กรัม ของ Ammonium purpurate (murexide) และ 100 กรัม ของ potassium sulfate ให้เข้ากัน
- Buffer pH 10 ; ละลาย 67.5 กรัม NH_4Cl ในน้ำกลั่น 200 มล. เติม NH_4OH เข้มข้นลงไป 570 มล. แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น
- Standard 0.01 N Ca ; ละลาย 0.5004 กรัม $CaCO_3$ pure ในกรดเกลือเข้มข้น 5 มล. จนละลายหมด แล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
- Standard EDTA 0.01 N ; ละลาย disodium etylene diamine tetraacetate 1.8613 กรัม ทำให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในขวด polyethelene (ถ้าเก็บในขวดแก้วจะไม่ stable) แล้ว standardized ด้วย standard calcium โดยใช้ indicator แต่ละอย่าง (normality ของ EDTA เมื่อใช้ ammonium purpurate เป็น

indicator จะสูงกว่า เมื่อใช้ EBT เป็น indicator ราว 3-5%)

8.3 วิธีการ

1. ชั่งดิน 5 กรัม ใส่ลงใน flask ขนาด 250 มล. เติม 1N NH_4OAc 1000 มล. เขย่าเป็นเวลา 30 นาที

2. กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.42 เก็บสารละลายใสไว้

3. Ammonium acetate และอินทรียวัตถุในสารละลายที่สกัดได้ จะเป็นต้องกำจัดก่อนทำการไตเตรตกับ EDTA กระทำจัดทำโดยนำสารละลาย ซึ่งสกัดได้จากดินในข้อ 2 มาระเหยให้แห้ง แล้วเติม aqua regia ($HCl + HNO_3$ = 3:1) และนำไประเหยให้แห้ง กรณีที่สารละลายที่สกัดได้มีสีเข้มมากอาจต้องเติม aqua regia หลายครั้ง แล้วละลายส่วนที่เหลือจากการระเหยด้วยน้ำกลั่นจำนวนที่เท่ากับปริมาณของสารละลายเดิม

4. การหาปริมาณแคลเซียม

ปิเปตสารละลาย 5-25 มล. (ปริมาณ Ca ในสารละลายต้องไม่มากกว่า 0.1 me.) ลงในบีกเกอร์ขนาด 125 มล. เติม 4% $K_4Fe(CN)_6$, 2% KCN และ 2% TEA อย่างละ 20 หยด เติม 4 N NaOH 5 หยด และ purpurate indicator ราว 50 มก. แล้วไตเตรตด้วย EDTA จนสารละลายเปลี่ยนแปลงจากสีส้มแดงเป็นสีม่วง

5. การหาปริมาณแคลเซียมรวมกับแมกนีเซียม

ปิเปตสารละลาย 5-25 มล. (ปรมาณ Ca + Mg ต้องไม่มากกว่า 0.1 me.) ลงในบีกเกอร์ขนาด 125 มล. เติม 4% $K_4Fe(CN)_6$, 2% KCN และ 2% TEA อย่างละ 20 หยด เติม buffer 10 หยด และ EBT 4 หยด แล้วไตเตรตด้วย EDTA จนสารละลายเปลี่ยนแปลงจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงิน

วิธีคำนวณ

$$\text{Ca หรือ Ca + Mg (me/l.)} = \frac{\text{EDTA (ml)} * \text{normality of EDTA} * 1000}{\text{ml. of the aliquot}}$$

ปริมาณ Ca + Mg - ปริมาณ Ca = ปริมาณ Mg

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. <u>การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิธี Analysis of Variance (One-way ANOVA)</u>

โดยการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลลักษณะสมบัติทางเคมีของดิน มวลชีวภาพของสัตว์ในดินขนาดใหญ่และจำนวนสัตว์ในดินขนาดกลางในฤดูกาลต่างๆ โดยมีขั้นตอนดังนี้ คือ

1. ตั้งสมมติฐาน

$$H_o : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

โดยที่ μ_1 = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในฤดูฝน

μ_2 = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในฤดูหนาว

μ_3 = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในฤดูร้อน

2. สถิติที่ใช้ทดสอบ

$$F = MS_b / MS_w$$

3. กำหนดระดับความมีนัยสำคัญ (α) ที่ 0.05

4. พิจารณาของเขตวิกฤต โดยจะปฏิเสธ H_0 เมื่อ F ที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ $F_{\alpha (k-1.N-k)}$ โดยมีความหมายดังนี้ คือ ถ้าผลการพิจารณาขอบเขตวิกฤตพบว่า F ที่คำนวณได้น้อยกว่า F ที่เปิดจากตาราง แสดงว่าผลการเปรียบเทียบไม่มีนัยสำคัญ นั่นคือค่าเฉลี่ยของข้อมูลเหล่านั้นมีค่าพอๆ กัน แต่ถ้า F ที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ F ที่เปิดจากตาราง ผลการเปรียบเทียบจะมีนัยสำคัญ แสดงว่าค่าเฉลี่ยของข้อมูลเหล่านั้นแตกต่างกับโดยมีค่าเฉลี่ยอย่างน้อยหนึ่งค่าที่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยอื่นๆ

5. เขียนตารางสรุปเพื่อเสนอผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

Source of Variation	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่มข้อมูล	SS_b	k-1	MS_b	MS_b / MS_w
ภายในกลุ่มข้อมูล	SS_w	N-k	MS_w	
รวม	SS_t	N-1		

โดยมีความหมายของอักษรย่อต่างๆ ที่ใช้ดังนี้ คือ

SS_b = ผลรวมกำลังสองระหว่างกลุ่ม (Between Sum of Square)

$= \sum_{j=1}^{k}(T_j^2/n_j) - T^2/N$

SS_w = ผลรวมกำลังสองภายในกลุ่ม (Within Sum of Square)

$= \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} x^2_{ij} - \sum_{j=1}^{k}(T_j^2/n_j)$

SS_t = ผลรวมกำลังสองทั้งหมด (Total Sum of Square)

$= SS_b + SS_w$

MS_b = ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม (Between Mean Square)

$= SS_b/(k-1)$

MS_w = ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยภายในกลุ่ม (Within Mean Square)

$= SS_w/(N-k)$

k = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

T = ผลรวมทั้งหมด

j = กลุ่มตัวอย่างที่ j

n_j = จำนวนตัวอย่างในกลุ่มที่ j

x_{ij} = ค่าของตัวอย่างที่ i ในกลุ่มที่ j

T_j = ผลรวมในกลุ่มที่ j

$\bar{x}_j$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ j

<u>ตัวอย่างการวิเคราะห์</u> ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ pH ในแต่ละฤดู

1. H_0 : $\mu_{ฝ} = \mu_{น} = \mu_{ร}$

   H_1 : $\mu_{ฝ} \neq \mu_{น} \neq \mu_{ร}$

2. ตารางข้อมูล

ฤดู			
ฝน	หนาว	ร้อน	
3.15 2.95 3.35 3.25 3.50 3.20	2.80 3.30 3.30	2.95 3.30 3.30	
T_j	19.40	9.40	9.55	$T = 38.35$
n_j	6	3	3	$N = 12$
$\bar{x}_j$	3.23	3.13	3.18	$T^2/N = 122.56$
$\sum_{i=1}^{n_j} x^2_{ij}$	62.90	29.62	30.48	$\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} x^2_{ij} = 123.00$
T_j^2 / n_j	62.73	29.45	30.40	$\sum_{j=1}^{k}(T^2_j/n_j) = 122.58$

3. จากสูตร $SS_b = \sum_{j=1}^{k}(T_j^2/n_j) - T^2/N$

$= 122.58 - 122.56$

$= 0.02$

$SS_w = \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n}{}^{j} x^2_{ij} - \sum_{j=1}^{k}(T_j^2/n_j)$

$= 123.00 - 122.58$

$= 0.42$

$MS_b = SS_b/(k-1)$

$= 0.02/(3-1)$

$= 0.01$

$MS_w = SS_w/(N-k)$

$= 0.42/(12-3)$

$= 0.047$

$F = MS_b/MS_w$

$= 0.01/0.047$

$= 0.213$

4. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of Variation	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่มข้อมูล	0.02	2	0.010	0.213
ภายในกลุ่มข้อมูล	0.42	9	0.047	
รวม	0.44	11		

5. จากการเปิดตารางการแจกแจง F ที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 ได้

$F_{0.05(2,9)} = 4.26$

ดังนั้น F ที่คำนวณได้น้อยกว่า 4.26 จึงยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1

นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของ pH ในแต่ละฤดูไม่แตกต่างกัน

2. <u>การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์</u> (Correlation Coefficient)

โดยใช้การคำนวนณสัมประสิทธิ์แบบ เพียร์สัน ซึ่งมีข้อตกลง เบื้องต้นดังนี้ คือ

1. ตัวแปรทั้งสองต้อง เป็นข้อมูลต่อ เนื่อง (Continuous)

2. ข้อมูลแต่ละชุดต้อง เป็นอิสระต่อกัน (Independent Sample)

3. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง เป็นแบบ เส้นตรง (Linear Relationship)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$r_{XY} = \frac{n\Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{[n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][n\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}$$

เมื่อ

r_{XY} คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X และตัวแปร Y

$\Sigma X, \Sigma Y$ คือ ผลรวมที่วัดได้จาก X และ Y ตามลำดับ

ΣXY คือ ผลรวมของผลคูณระหว่าง X และ Y

$\Sigma X^2, \Sigma Y^2$ คือ ผลรวมกำลังสองของข้อมูลจาก X และ Y ตามลำดับ

n คือ จำนวนตัวอย่าง

สำหรับการทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ เพียร์สัน ทำโดยการใช้ตารางสำ เร็จรูปค่าวิกฤตของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ เพียร์สัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และที่ชั้นความ เป็นอิสระ เท่ากับ n - 2 ซึ่งผลการทดสอบจะมี 2 กรณี ดังนี้คือ

1. มีนัยสำคัญ ถ้า r ที่คำนวณได้มากกว่าค่าวิกฤต r ที่ เปิดจากตาราง แสดงว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันจริง

2. ไม่มีนัยสำคัญ ถ้า r ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่าวิกฤต r ที่ เปิดจากตาราง แสดงว่า ตัวแปรทั้งสองนั้นไม่มีความสัมพันธ์กันจริง

ประวัติผู้เขียน

นางสาวศิริพรรณ ชิดบุรี เกิดวันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2511 ที่อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับ 2 สาขาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในปีการศึกษา 2533 โดยทุนโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม โดยทุนการศึกษาเดียวกัน ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2534 และสำเร็จการศึกษาในปี 2536

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย