เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

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

กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร. 2529. วิธีเก็บตัวอย่างดินและน้ำเพื่อการวิเคราะห์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

กฤษฎา จิ่งสกุลเจริญ. 2524. ผลกระทบจากการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ ต่อการหมุนเวียนธาตุไนโตรเจน บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2536. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

จิรากรณ์ คชเสนี. 2519. นิเวศวิทยาของสัตว์ในดินด้านจำนวน น้ำหนัก และชนิดในป่าดิบแล้งสะแกราช นครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มานพ กำจรเจิด. 2519. ผลกระทบการตัดสางขยายระยะและใส่ปุ๋ยต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินในสวนสัก. กรุงเทพฯ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. สาขาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วณี ยงอำพรทิพย์. 2525. บทบาทของสัตว์ในดินบางชนิดต่อการเพิ่มธาตุอาหารของพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วสันต์ เกตุปราณีต. 2517. ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางความสูงของไม้สักกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพรัช สายเชื้อ, กำธร ธีรคุปต์ และ นันทนา คชเสนี. 2535. คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรุงเทพฯ.

สนิท อักษรแก้ว, ชุบ เข็มนาค และทวี แก้วละเอียด. 2515. การศึกษาอินทรีย์วัตถุในสวนสัก. รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 23. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมศักดิ์ ใจมูล. 2533. แนวทางการพัฒนาการเกษตร ตำบลแก่งโสภา จังหวัดพิษณุโลก. สำนักงานการเกษตรอำเภอวังทอง กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมศักดิ์ สุขวงศ์, อิศรา วงศ์ข้าหลวง, พายัพ กำเนิดรัตน์ และโอภาส ขอบเขตต์. 2516. นิเวศวิทยาป่าไม้. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 142 หน้า.

สิริรัตน์ บุญเปลี่ยน. 2528. ผลกระทบของไฟป่าต่อดินและพืช ณ ท้องที่ดอยอ่างขาง: ผลปีแรก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 123 หน้า.

อำนวย คอวนิช. 2527. ไม้และของป่าบางชนิดในประเทศไทย. สมาคมป่าไม้แห่งประเทศไทย กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 409 หน้า.

ภาษาอังกฤษ

Abborisade, K.D., and Aweto, A.O. 1990. Effects of ecotoxic tree plantation of Teak (Tectona grandis) and Gmelina (Gmilina arborea) on a forest soil in South - Western Nigeria. Soil use and management. 6(1):43-45.

Ahlgren, I.F., and Ahlgren, C.E. 1960. Ecological Effects of Forest Fires. Bot. Rev. 26: 483-533

Ahlgren, I.F. 1974. The Effect of Fire on Soil Organisms. In Ahlgren, C.E., and Kozlowski, T.T.(eds.), Fire and Ecosystem, pp.47-71. New York: Academic Press.

Andren, O., Paustian, K.,and Rosswall, T.1988.Soil Biotic Interactions in the Functioning of Agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment 24: 57-67.

Atlavinyte, O. 1971. The Activity of Lumbricidae Acarina and Colembola in the Straw Humification Process. Pedobiologia 11: 104-115.

Attawill, P.M. 1968. The Loss of Element from Decomposing Litter. Ecology 49: 142-147.

Banijphatana, D. 1957. Teak Forest of Thailand. Tropical Silviculture 2: 193-205.

Beck, L. 1964. Tropische Bodenfauna in Wechsel Von Reqene-Und Trochenzrit. Nature and Museum 19: 63-71.

Brayer, J.F., et al. 1977. Decomposer Invertebrate Population in U.S.Forest Biomass. Pedobiologia 17: 89-96.

Brayer,J.F., Feris, J.M., Metz, L.J., Gist, C.S., Cornaby, B.W. and Jensen, H. 1979. Decomposer Invertebrate Population in U.S. Forest Biomass. Pedobiologia 17:(20) : 233-236.

Bremner, J.M. and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-Total. In A.L. Page., R.H. Miller, and D.R. Keeny., 1982. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition Agronomy NO.9. p 595-624. America Society of Agronomy.: Madison-Wisconsin, U.S.A.

Buffington, J.D. 1967. Soil Arthropods Populations of the New Jersey Pine Barrens as Affected by Fire.

Entomological Society America. 60: 530-535.

Burghouts, T., Ernsting, G., Korthals, G., and De Vries, T. 1992. Litter Fall, Leaf Litter Decomposition and Litter Invertebrate in Primary and Selectively Loged Dipterocarp Forest in Sabah, Malaysia. Phil. Trans. Soc. Land. B. 335: 407-416.

Chapman, K., Whittaker, J.B., and Heal, O.W. 1988. Metabolic and Fauna Activity in Litter of Tree Mixture Compared with Pure Stands. Agriculture Ecology and Environment 24: 33-40.

Christiansen, K. 1964. Bionomics of Colembola. Annual Review of Entomology 9: 149-179.

Coleman, D.C., et al. 1990. Seasonal and Fauna Effect on Decomposition in Semiarid Prairie, Meadow and Eodgepole Pine Forest. Pedobiologia 34: 207-219.

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

Dangerfield, J.M. 1990. Abundance, Biomass and Diversity of Soil Macro-Fauna in Savanna Woodland and Associated Managed Habitats. Pedobiologia 34: 141-150.

Day, P.R. 1950. Physical Basis of Particle-Size Analysis by the Hydrometer Method. Soil Science. 70: 363-374.

De Vleeschauwer. D., Lal, R., and Malafa, R. 1980. Changes in Properties of a Newly Cleared Tropical Soil as Affected by Mulching. Soil Science Society America Journal. 44: 327-333.

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

Edwards, C.A., and Fletcher, K.E. 1988. Interactions Between Earthworm and Micro-Organisms in Organic Matter Break down. Agriculture Ecosystem and Environment 24: 235-247.

Egunjobi, J.K. 1974. Litter Fall and Mineralization in a Teak (Tectana grandis) Stand. Oikos. 25: 222-226.

Elliott, E.T. and Coleman, D.C. 1988. Let the soil work for us. Fourth European Ecology Symposium :Ecological Implications of Contemporary Aqriculture. Wageningen. the Netherlands, 1986.

Ewel, J.J. 1976. Litter Fall and Leaf Decomposition in a Tropical Forest Succession in Eastern Guatemala.

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

Gajaseni, J.1981. Vertical Distribution of Soil Meso-Fauna in Relation to Nutrient Cycling in a Dry-Evergreen Forest and the Adjacent Grassland. Boitropical Spec. Publ. 13: 75-82.

Gajaseni, J. 1988. Ecological Comparison Traditional Agriculture and the Forest Village System (Agroforestry) in Northern Thailand. Ph.D. Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of the University of Georgia, U.S.A.

Ghuman, B.S. and Lal, R. 1987. Activity of soil fauna under the Okomu forest and its effects on soil properties In R. Lal and W. Shearer (eds.), Geophysiology of the Okomu Forest. A.A. Balkema, Rotterdam.

Harding, D.J.L., and Stuttand, R.A. 1974. Microarthropod, Biology of Plant Litter Decomposition. Vol.2. London and New York: Academic Press.

Health, G.W., Arnold, M.K. 1966. Studies in Leaf Litter Break down. Pedobiologia 6: 238-243.

Holland, E.A., and Coleman, D.C. 1987. Litter Placement Effects on Macrobial and Organic Matter Dynamics in an Agroecosystem. Ecology 68: 425-433.

Holldobler, B., and Wilson, E.O. 1990.The nts. Springer-Verlag Berlin. Heidelberg, 732 p.

Jacqueline, L., Orsborne and Barry, J.M. 1988. Decomposition of Eucalyptus Leaf Litter: influence of seasonal variation in Temperature and Moisture condition. Soil Environmental Biochemistry. 20(3):369-375.

Jensen, V.C.H., and Pugh, G.J.F. 1974. Biology of Plant Litter Decomposition. Vol.1.

John, C.M. 1988. The Influence of Microarthropod on Symbiotic and Non-Symbiotic Mutualism in Detrital - Based Below-Ground Food Webs Agriculture Ecosystems and Environment 24: 147-159.

John, D.M. 1973. Accumulation and a Decay of Litter and Net Production of Forest in Tropical West Africa. Okios 24: 430-435.

Juo, A.S.R., and Lal, R. 1974. Nutrient profile in tropical Alifisol under conventional and no-till system. Soil science. 127-173.

Kadambi, K. 1972. Siviculture and Management of teak Bull. 24.137 p.

Kaosa-ard, A. 1981. Teak (Tectana grandis Linn.f.) Its Natural Distribution and Related Factors. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 29: 55-74.

Knudsen, D., Peterson,G.A. and Pratt, P.F. 1982. Lithium, sodium and potussium. In Soil Testing and Plant Analysis. p.225-246. SOil Science Society of America of Agronomy Madison, Wisconsin U.S.A.

Kozlowski, T.T., and Ahlgren, C.E. 1974. Fire and Ecosystem.

Kyuma. K., Tulaphitak, T., and Paisinta, C. 1985. Changes in soil fertility and litter under shifting cultivation. Soil Science and Plant Nutrient. 31:227-261.

Lal, R. 1988. Effects of Macro-Fauna on Soil Properties in Tropical Ecosystems. Aqriculture Ecosystems and Environment 24: 101-116.

Lavelle, P. 1978. Les vers de terre de la savannas de lamto. Publ. Lab.Zool.ENS, 12:301 pp

Lavelle, P. 1983. The soil fauna of tropical Savannas II the earthworms. In F. Bourlierre (ed.), Tropical Savannas. Elsevier, Amsterdam, p 485-504.

Ljungstrom, P.O., De Orellana, J.A., and Priano, L.J.J. 1973. Influence of Some Edaphic Factor on Earthworm Distribution in Santa Fe Province. Pedobiologia,

Band. 13(3): 236-247.

Madge, D.S. 1965. Pedobiologia. 5: 273-288.

Mclean, E.O. 1982. Soil pH and Lime requirement. In A.L. Page., R.H. Miller, and D.R. Keeny., 1982. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition Agronomy NO.9. p 149-165. America Society of Agronomy : Madison-Wisconsin, U.S.A.

Metz, L.J., Lotti, T., and Klawitter. R. A. 1961. Some effects of prescribed burning on Coastal Plian forest soil. USDA, F.S. Southeastern. For. Exp. Sta. Asheville, North Carolina. 10 p.

Michael, H.B., Robert, W.P., Paul, F.H., and Weixin, C. 1992. Microbial and Faunal Interactions and Effects on Litter Nitrogen and Decomposition in Agroecosystems. Ecology Monographs 62(4).

Millar, C.E., Turk,L.M. and Forth, H.D. 1965. Fundamental of Soil Science. New York : John Willey and Sons.

Nelson, D.W., Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In A.L. Page ., R.H. Miller, and D.R. Keeny., 1982. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition Agronomy NO.9. p 539-579. America Society of Agronomy : Madison-Wisconsin, U.S.A.

Odum, E.P. 1983. Basic Ecology. Philadelphia: W&B Saunds Company.

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

Olsen, S.R. and Sommers.L.E. 1982. Phosphorus. In A.L. Page ., R.H. Miller, and D.R. Keeny., 1982. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition Agronomy NO.9. p 539-579. America Society of Agronomy : Madison-Wisconsin, U.S.A.

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. America Society of Agronomy Madison-Wisconsin, U.S.A.

Perel, T.S., Karpacevsky, L.O., and Yegolova, E.V. 1971. The Role of Tipulidae (Diptera) Larvae in Decomposition of Forest Litter-Fall. Pedobiologia, Band. 11(1): 66-70.

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

Price, D.W. 1973. Abundance and Vertical Distribution of Micro-arthropod in the Surface Layers of a Californian Pine Forest Soil. Hilgardia 42: 121-148.

Price, D.W. 1975. Vertical Distribution of Small Arthropods in a Californian Pine Forest Soil. Annals of the Entomological Society of America 68: 174-180.

Reddy, M.V., 1984. Seasonal fluctuation of different edaphic microarthropod population densities in relation to soil moiture and temperture in pine, *Pinus kesiya* Royle platation ecosystem. Internation Journal of Biometeorolgy. 8:55-59.

Reddy, M.V., and Venkataiah, B. 1990. Effects of Tree-Plantation on Seasonal Community Structure of Soil Microarthropods in a Tropical Semi -Arid Savana. Tropical Ecology 31(1): 96-105.

Rexford, F.D. 1974. Soil Organism. Plant and Environment. 3rd edition.New York: John Wieley & Sons.

Rhodes, J.D. 1982. Cation exchange capacity. In A.L. Page ., R.H. Miller, and D.R. Keeny., 1982. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition Agronomy NO.9. p 149-157. America Society o Agronomy Madison-Wisconsin, U.S.A.

Richard, W.H. 1967. Seasonal Soil Moisture Pattern in Adjcent Greasewood and Sagebrush Stands. Ecology. 48(6): 1034-1038.

Richard, W.H. 1970. Ground Develling Beetles in Burned and Unburned Vegetation. Journal Range Management 23: 293-294.

Sabhasri, S. 1968. Structure and Floristic Composition of Forest Vegetation at Sakaerat, Pak Thong Chai, Nakhon Ratchasrima: I Variation of Floristic Composition Along a Transects Through Dry-Evergreen and Dry-Dipterocarp Forest. Research Project NO.27/1, Report NO.2 Bangkok: ASRCT.

Sabhasri,S., Chunkao, K., Ngamponsai, C., and Ruangpanit, N., 1972. Study of Litter Fall and Its Nutrient Transfer. Research Project NO.27. Bangkok: ASRCT.

Saichuae, P., Gerson, U., and Henis, Y.1972.Observation on

the Feeding and Life History of the Mite, Northrus bioiliatus (Kock). Soil Biol-Biochem. 4: 155-164.

Sharma, S.C., and Pande, P.K. 1989. Patterns of Litter Nutrient Concentration in some Plantation Ecosystem. Ecology Management. 29(3): 151-163.

Sparling, J.H., and Smith, D.W. 1966. The Temperature of Surface Fires in the Jack Pine Barrens. I. The Variation in Temperature with Time. Can. J. Bot. 44: 1285-1292.

Sqardelis, S.P., and Margaris, N.S. 1993. Effects of Fire on Soil Microarthropods of a Phryganie Ecosystem. Pedobiologia 37: 83-94.

Stanton, N. 1979. Patterns of Diversity in Temperate and Tropical Litter Mites. Ecology 60: 295-304.

Steinberger, Y., and Whiltford, W.G. 1984. Spatial and Temporal Relationships of Soil Microarthropods on a Desert Watershed. Pedobiologia 26: 275-284.

Swift, M.J., Fleal, J.W., and Anderson, J.M. 1979. Decomposition in Terrestrial Ecosystems. OxFord: Black Well, 372 p.

Takeda, H. 1981.Effects of Shifting Cultivation on the Soil Meso-Fauna with Special Reference to Collembola Populations in Northeast Thailand. Bull. Kyoto Univ. For. 118: 45-60. Mensoirs of College of Agriculture. .

Viro, P.J. 1974. Effect of forest fire on soil. Fire and ecosystem. New York : Academic Press. pp. 134-194.in T.T. Kozlowski and C.I. Ahlgren (eds). Fire and

Ecosystem. Academic Press, New York.

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

Wallwork, J.A. 1976. The Distribution and Density of Soil Fauna. New York: Academic Press, 355 p .

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

Witkamp, M. 1966. Decomposition of leaf Litters in Relation to Environment Microflora and Microbial Respiration. Ecology. 47:194-201.

Yarwudhi, C., Thaiutsa. B., Sukwong. S., and Kamjornjnird. M. 1977. Investigation on the influence of forest fire in natural Teak forest.

ภาคผนวก ก.

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์

อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง

1. เครื่องมือสำหรับเก็บตัวอย่างมีหลายชนิด เช่น จอบ เสียม หรือพลั่ว (spade) หลอดเจาะดิน (soil tube) สว่านเจาะดิน (soil auger) สว่านรูปกระบอก(core type of soil auger) เป็นต้น การจะใช้เครื่องมือชนิดใดนั้นพิจารณาจากความสดวก และความเหมาะสมเป็นเกณฑ์

2. ถังพลาสติก

3. แผ่นพลาสติก และถุงพลาสติก

อุปกรณ์ที่ใช้จะต้องสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อน เช่น สนิม ปูน ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง และ ฯลฯ

ขนาดของพื้นที่

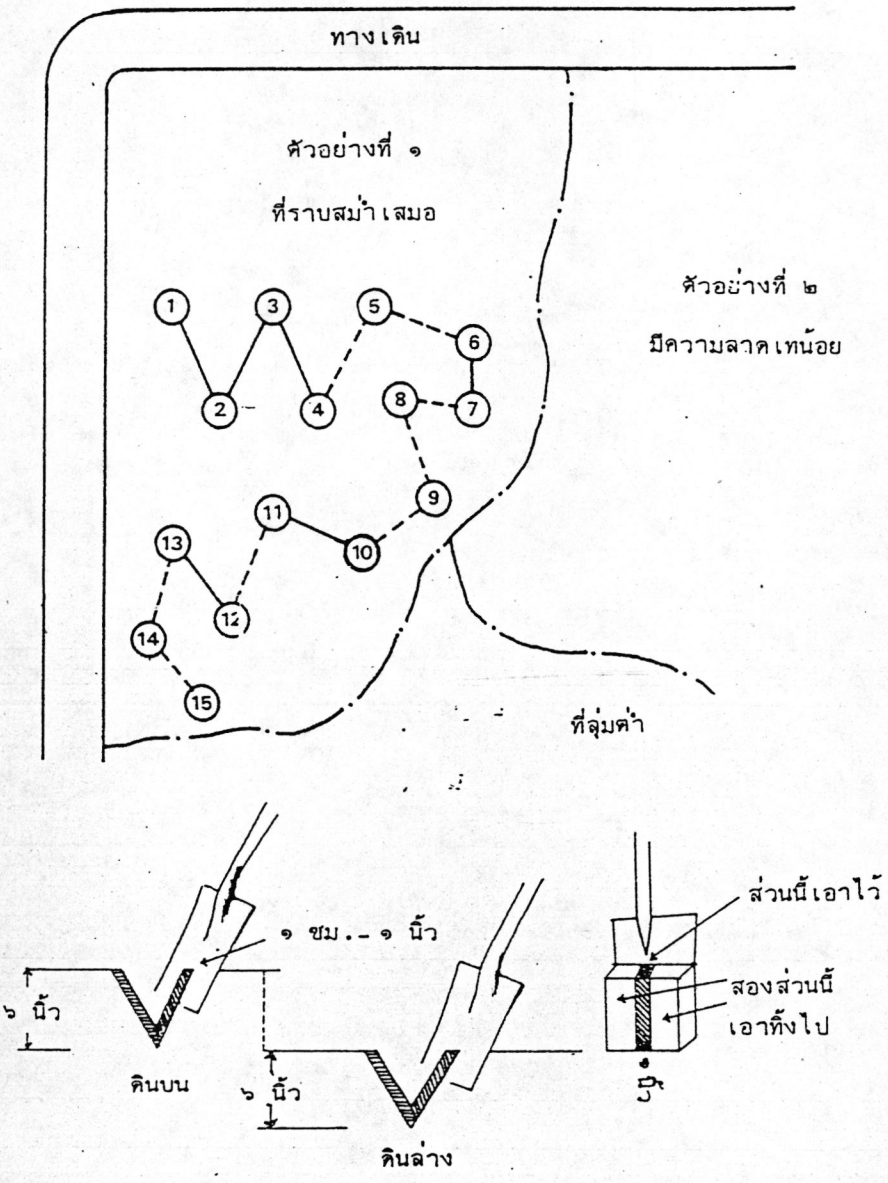
ขนาดของบริเวณที่จะเก็บตัวอย่างดิน มีปัจจัยที่ต้องพิจารณาหลายประการ เช่น ชนิดของดิน ชนิดและระดับการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในขณะนั้น ความลาดเท ของพื้นที่การใส่ปูนและปุ๋ย ฯลฯ หรืออธิบายได้ว่าขนาดของพื้นที่ที่จะเก็บตัวอย่างดิน 1 ตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนนั้น ควรมีการปลูกพืชชนิดเดียวกัน การเจริญเติบโตอยู่ในระดับเดียวกัน เนื้อดินเหมือนกัน มีความสูงต่ำ ของพืชที่อยู่ในระดับเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน การใส่ปูนและปุ๋ยในอัตราและเวลาเดียวกัน และควรมีขนาดของพื้นที่ไม่เกิน 25 ไร่ การเก็บให้กระจายจุดที่จะเก็บทั่วพื้นที่โดยกำหนดให้ไม่น้อยกว่า 15 จุด (รูปที่ ก)

วิธีการเก็บ

1. แบ่งพื้นที่โดยพิจารณาตามหลักเกณฑ์ที่กล่าวมาแล้ว และกำหนดจุดที่จะทำการเก็บตัวอย่าง ควรทำแผนผังในสมุดบันทึกให้เรียบร้อย เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับพื้นที่ของตนเองต่อไป

2. จุดที่กำหนดไม่ควรเป็นบริเวณที่จะถูกรบกวนโดยมนุษย์ หรือ สัตว์ต่างๆ

3. ทำความสะอาดผิวดินบริเวณที่กำหนด หากใช้หลอดเจาะดิน สว่านเจาะดิน หรือ สว่านรูปกระบอก ต้องตั้งเครื่องมือให้ตั้งฉากกับผิวดินแล้วกดลงไปในระดับความลึก 6 นิ้ว สำหรับดินบน และ 12 นิ้วสำหรับดินล่าง แล้วดึงขึ้นตรงๆ หากใช้เสียมหรือพลั่วให้ขุดดินเป็นรูปตัววี (v) ให้มีความลึก 6 นิ้ว ใช้เสียมแซะขอบด้านหนึ่งของตัว v ให้มีความหนาประมาณ 1 นิ้ว กดเสียมให้ลึกจนถึงก้นหลุม งัดดินขึ้นแบ่งดินด้านข้างทั้งสองของพลั่วออกทิ้ง นำดินส่วนที่เหลือใส่ในถังพลาสติก กระทำในลักษณะนี้จนครบทุกจุดที่กำหนด มีข้อควรระวังคือ ดินจากทุกจุดที่เก็บเพื่อมาร่วมในถังพลาสติกนั้นจะต้องมีปริมาณเท่ากัน คลุกเคล้าดินในถังให้เข้ากันอย่างดี เทดินลงกองบนแผ่นพลาสติก คลุกเคล้ากันอีกครั้งหนึ่ง แล้วทำเครื่องหมาย + บนยอดกองดิน แบ่งดินมา 1 ส่วน ประมาณ 1กิโลกรัม สามส่วนที่เหลือให้ทิ้งไว้ในแปลงตามเดิม ดินส่วนที่มานี้ให้บรรจุในถุงพลาสติก เขียนสถานที่เก็บและความลึกกำกับให้เรียบร้อย



แซ่ดินหนา ๑ ซม. หรือครึ่งนิ้วพอ

รูปที่ ก แสดงวิธีการเก็บตัวอย่างดิน

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์ลักษณะสมบัติเคมีของดิน

การวิเคราะห์ความเป็นกรดและเป็นด่างของดิน (ค่า pH)

การวัด pH โดยการใช้ 0.01 M $Cacl_2$ เป็นตัวทำละลาย

1. อุปกรณ์

    1.1 pH Meter

    1.2 บีกเกอร์ ขนาด 100 ลบ.ซม.

    1.3 แท่งแก้วคน

2. สารเคมี

    2.1 สารละลายบัฟเฟอร์ pH 7.0

    2.2 0.01M $CaCl_2$

3. วิธีวิเคราะห์

    3.1 ชั่งดินตัวอย่างที่ผึ่งให้แห้งแล้ว 20 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 ลบ.ซม.

    3.2 เติม0.01M $CaCl_2$ ลงไป 20 ลบ.ซม.คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วคน แล้วทิ้งไว้ ประมาณ 30 นาที

    3.3 นำไปวัดค่าความเป็นกรดและเป็นด่างด้วย pH Meter

การหา Texture ของดิน โดยใช้วิธี Hydrometer method

1. อุปกรณ์

1.1 Sedimentation Cylinder

1.2 Dispersing apparatus

1.3 Hydrometer (ใช้สำหรับวัดสารละลายแขวนลอยของดินโดยเฉพาะ อ่านได้ถูกต้องที่ 20 C°)

1.4 Thermometer

1.5 plunger

1.6 Beaker 125 มล.

1.7 Wash Bottle

1.8 นาฬิกาจับเวลา

2. สารเคมี

2.1 สารละลาย Calgon 5% เตรียมโดย Sodium hexameta phosphate 50 กรัม Sodium carbonate 8.3 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร

2.2 Amyl alcohol

3. วิธีวิเคราะห์

3.1 ชั่งดิน(ร่อนผ่านตะแกรง 2 มม.) ที่ผึ่งให้แห้ง 50 กรัมใส่ในบิกเกอร์ขนาด 125 มล.

3.2 เติมสารละลาย Calgon 5% 100 มล. แช่ทิ้งค้างคืน

3.3 ถ่ายสารละลายดินลงใน Dispersion cup ใช้ขวดฉีดน้ำล้างเอาดินที่ติดในบิกเกอร์ให้หมด แล้วปั่น 5 นาที

3.4 ถ่ายสารละลายดินที่ปั่นแล้วลงใน Sedimentation cyliinder ล้างดินที่ติดอยู่ใน cup ให้หมดด้วยขวดฉีดน้ำ

3.5 แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปจนถึงขีดล่างของ cylinder (1130 มล.) โดยในขณะนั้นมี hydrometer ลอยอยู่ด้วย

3.6 เอา hydrometer ออกแล้วใช้ plunger กวนให้ได้สารแขวน

ลอยดินที่สมบรูณ์อีกครั้งหนึ่ง ใช้เวลากวนราวๆ 1 นาที (ในขณะนั้นถ้ามีฟองเกิดขึ้นมากให้กำจัดฟอง โดยใช้ Amyl alcohol หยดลงไป 2-3 หยด จนหมดฟอง)

3.7 จากนั้นค่อยๆหย่อนๆ hydrometer ลงไปใหม่ แล้วอ่านค่าบนของhydrometer เมื่อครบ 40 นาที สมมุติให้อ่านได้เท่ากับ Rt 40s หน่วยเป็น g/l ในขณะนั้นให้วัดค่าอุณหภูมิของสารละลายดินนั้นด้วย สมมุติให้อ่านได้ T 40s C°

3.8 ทำ Blank คือส่วนของสารละลาย calcon 5% ดำเนินวิธีการคล้ายข้างต้นทั้ง(แต่ไม่มีตัวอย่างดินอยู่) ดังนั้นจะได้ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer อีก 1 ค่า สมมุติให้อ่านได้เท่ากับ Cr 40s g/l อ่านอุณหภูมิ r 40s ปล่อยทิ้งไว้

3.9 วัดค่าสารละลายดินอีกครั้งหนึ่งเมื่อจับเวลาครบ 2 ชั่วโมง ค่า Hydrometer ที่วัดได้ในครั้งนี้ สมมุติให้อ่านค่าได้เท่ากับ Rt 2h g/l วัดอุณหภูมิได้เท่ากับ T 2h ให้อ่านค่า hydrometer ใน Blank ที่ 2 ชั่วโมงด้วย สมมุติให้อ่านได้ Cr 2h g/l อุณหภูมิอ่านได้ r 2h C° นำค่าต่างๆที่ได้ไปคำนวณหากลุ่มอนุภาค

4. <u>การคำนวณ</u>

สมมุติให้ Rs 40s = กลุ่มอนุภาค silt + กลุ่มอนุภาคดิน clay g/l

(1) จะได้ Rs 40s =

(Rt 40s + 0.36 (t40s -20))+ (Cr 40s +0.5 Cr40s -20)

สมมุติให้ Rs 2h = กลุ่มอนุภาคดิน Clay g/l

(2) จะได้ Rs 2h =

(Rt 40s + 0.36 (t2h - 20))- (Cr 2h + 0.5(r2h -20))

กลุ่มอนุภาค silt = (1) - (2) _____ (3) g/l

กลุ่มอนุภาค sand = 50 - (1) _____ (4) g/l

เนื่องจากสารละลายดิน 1130 ลบ.ซม. ได้จากดิน 50 กรัม

ดังนั้น % clay = 2 x (2)

% silt = 2 x (3)

% sand = 2 x (4)

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

1. อุปกรณ์

1.1 Beaker

1.2 Erlenmeyer Flask ขนาด 500 ลบ.ซม.

1.3 กระบอกตวง

1.4 กรวยกรอง

1.5 หลอดหยด

1.6 Kjeldahl flask

1.7 กระดาษกรอง Whatman No.42

1.8 Vacuum pump

1.9 Buchner Suction , Suction Flask

1.10 เครื่องกลั่น Kjeldahl

2. สารเคมี

2.1 Ammonium Acetate (NH_4OAc), 1 N.

2.2 Isopropyl alcohol, 99%

2.3 Ammonium chloride (NH_4Cl), 1 N., ปรับ pH 7.0 ด้วย NH_4OH

2.4 Ammonium chloride (NH_4Cl), 0.15 N., ปรับ pH 7.0 ด้วย NH_4OH

2.5 Ammonium oxalate $(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$, 10%

2.6 Dilute Ammonium hydroxide (NH_4OH) ; 1:1

2.7 Silver nitrate ($AgNO_3$), 0.10 N.

2.8 Sodium chloride , NaCl (acidified)

2.9 Sodium hydroxide (NaOH), 1 N.

2.10 Boric acid (H_3BO_3), 2%

2.11 Standard sulfuric acid (H_2SO_4), 0.1 N

2.12 Bromocresol green-methyl red mixed indicator

3. วิธีการวิเคราะห์

3.1 ใส่ดินที่ผึ่งให้แห้ง 25 กรัม ลงใน Erlenmeyer Flask 500 ลบ.ซม.

3.2 เติม 1 N. NH_4OAc ที่เป็นกลาง 250 ลบ.ซม. เขย่าอย่างทั่วถึง แล้วทิ้งไว้ค้างคืน

3.3 กรองผ่าน 55 มม. Buchner funnel ซึ่งมีกระดาษกรอง Whatman No.42 บุอยู่และติดตั้งอยู่กับ Suction Flask และ Vacuum pump

3.4 ล้างดินด้วยสารละลายNH_4OAcที่เป็นกลาง 150-200 ลบ.ซม. จนไม่มีแคลเซี่ยม (ทดสอบแคลเซี่ยม โดยเติม 1 N. NH_4Cl, 10% Ammonium oxalate 2-3 หยด และ NH_4OH เจือจาง 2-3 หยด ลงในสารละลายที่ได้จากการกรอง 10 ลบ.ซม. ในหลอดทดลองแล้วต้มสารละลายจนเกือบถึงจุดเดือด ถ้ายังมีแคลเซี่ยมอยู่จะเป็นตะกอนสีขาวหรือสารละลายจะขุ่น)

3.5 ล้างดินที่อยู่ใน Buchner Funnel ที่อิ่มด้วย NH_4OAc ด้วย 1 N. NH_4Cl ที่เป็นกลาง 4 ครั้งและด้วย 0.25 N. NH_4Cl อีก 1 ครั้ง แล้วล้างด้วย 99% Isopropyl alcohol 150-200 ลบ.ซม. เพื่อล้าง excess NH_4OAc ที่ตกค้างอยู่ในช่องในดินออกให้หมด และจนไม่มีคลอไรด์ (ทดสอบแคลเซี่ยมโดยใช้ 0.1 N $AgNO_3$)

3.6 ใช้ vacuum pump ดูดของเหลวออกจากดิน โดยผ่านกระดาษกรองจนกระทั่งไม่มีน้ำออกจาก Buchner Funnel อีกแล้วจึงปิดสวิตช์ vacuum pump (อย่างปล่อยให้ดินแห้ง)

3.7 หาปริมาณ adsorbed NH_4 โดยการล้างดินที่อิ่มด้วย ammonium ด้วย 10% acidified NaCl จนได้ปริมาตรสารละลายที่ล้างดินถึง 225 ลบ.ซม. (โดยค่อย ๆ เติม acidified NaCl ทีละน้อย ให้ผ่านดินจนหมด ทีละครั้งไป) รองรับสารละลายด้วย Flask ขนาด 500 ลบ.ซม. ที่สะอาด

3.8 ใส่สารละลายจากข้อ 7 ลงใน Micro Kjeldahl Flask

(ขนาด 800 ลบ.ซม.) เติม 1 N. NaOH 25 cm^3 ลงไป

3.9 กลั่นสารละลายจากข้อ 8 ลงใน 2% H_3BO_3 50 ลบ.ซม. จนได้สารละลาย 60 ลบ.ซม.

3.10 เติม Bromocresol green-methyl red mixed indicator ลงในสารละลายข้อ 3.9

3.11 ติเตรทสารละลายข้อ 10 ด้วย Std. 0:1 N. H_2SO_4 จนสีเปลี่ยนจากเขียวแกมน้ำเงินเป็นสีชมพู ซึ่งเป็นจุดยุติ

3.12 คำนวณหาค่า milliequivalent ของ Ammonium ในดิน 100 gm. โดยใช้สูตร

CEC. (meq/100 g) =

$$\frac{\text{ปริมาตรของ } H_2SO_4 \text{ ที่ใช้ X normality ของ } H_2SO_4 \text{ ที่ใช้ X 100}}{\text{น้ำหนักของดินตัวอย่างที่ใช้ (g)}}$$

การหาปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic Matter Determination for Soil :Walkley - Black Method)

1. อุปกรณ์

1.1 Erlenmyer Flask ขนาด 500 ลบ.ซม.

1.2 Pipette

1.3 Burette

1.4 Beaker ขนาด 250 ลบ.ซม.

1.5 กระบอกตวง 1 อัน

2. สารเคมี

2.1 Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) 1 N.

2.2 Sulfuric acid เข้มข้น (ไม่ต่ำกว่า 96%)

2.3 Ortho-phosphoric acid (H_3PO_4) เข้มข้น

2.4 O-phenamthroline-ferrous complex (Ferroin)

0.025 M.

2.5 สารละลาย Ferrous ammonium sulfate, $(Fe(NH_4)_2(SO_4)_2)$ 0.5 N.

3. วิธีการวิเคราะห์

3.1 การเตรียมตัวอย่างดิน

1. นำดินตัวอย่างมาผึ่งลมให้แห้ง (air dry) แล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 0.5 mm.

2. ชั่งดิน 0.5 กรัม 2 ตัวอย่าง

3.2 ขั้น Prefreatment (Eliminate oxidiable MnO_2)ในกรณีที่ดินมี Mn มาก

1. ชั่งตัวอย่างดิน 0.5 กรัม (0.05 กรัม สำหรับดินที่ peat, 2 กรัม สำหรับดินที่มี oganic matter < 1%) ใส่ลงใน Flask ขนาด 500 cm^3

2. เติม 85% H_3PO_4 2 ลบ.ซม., น้ำกลั่น 5 ลบ.ซม., Ferroin 1 ลบ.ซม. และ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ ประมาณ 5 ลบ.ซม. เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งไว้ 10 นาที

3. นำมา titrate ด้วย Standard 1 N. $K_2Cr_2O_7$ สังเกตสีของสารละลาย จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมฟ้า และเมื่อถึง จุดยุติจะเป็นสีน้ำตาลแดงจดปริมาตร $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้ไป

4. คำนวณหาปริมาตรของ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ ที่ใช้ไป

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

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

สมมติปริมาตรของ $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้ X cm^3 ปริมาตรของ Fe^{2+} (0.5 N.) ที่เข้าทำปฏิกิริยากับ $Cr_2O_7^{2-}$ (1 N.) จำนวน X ลบ.ซม. จะ = $\frac{1X}{0.5}$ ลบ.ซม.

ปริมาตรของ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ ที่ต้องเติมเพื่อกำจัด MNO_2 = $5.0 - \frac{1X}{0.5}$ ลบ.ซม.

3.3 ขั้น Oxidation of Organic Matter

1. ชั่งดินตัวอย่าง 0.5 กรัม ใส่ลงใน Flask ขนาด 500 ลบ.ซม. เติม$Fe(NH_4)_2(SO_4).6H_2O$ ลงไปในปริมาตรที่เท่ากับที่คำนวณได้ในขั้น Pretreatment 85% H_3PO_4 2 ลบ.ซม. ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที

2. ค่อยๆ เติม 1 N. Std. $K_2Cr_2O_7$ 10 ลบ.ซม. เขย่า Flask เบาๆ ให้ดินกระจายไปทั่ว

3. เติม H_2SO_4 เข้มข้น 20 ลบ.ซม. ลงไปอย่ารวดเร็ว ค่อยๆ เขย่าขวดทันทีจนสารละลายผสมกับดินโดยทั่วถึง แล้วจึงเขย่ารุนแรงขึ้น อีก 1 นาที วาง Flask ทิ้งไว้ 30 นาที

4. เติมน้ำ 200 ลบ.ซม. แล้วกรองเอาแต่สารละลาย (ถ้าสารละลายขุ่น)

5. เติม 85% H_3PO_4 10 ลบ.ซม., เติม NaF 0.2 กรัม และ Ferroin 3-4 หยด

6. Titrate กับ 0.5 N. $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ จนสีเปลี่ยนเป็นน้ำตาลแดง บันทึก ปริมาตร Ferrous Ammonium Solution ที่ใช้ไป

7. ทำ Blank test ด้วย

8. คำนวณค่าปริมาตร $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้ ถ้าใช้ $K_2Cr_2O_7$ มากกว่า 75% หรือมากกว่า 8-10 ลบ.ซม. ให้ทำการวิเคราะห์ใหม่ โดยใช้ปริมาณดินน้อยลง

4. การคำนวณหาปริมาณอินทรีย์สาร

% อินทรีย์สาร (Organic Matter = O.M.) = $10\ (1-T/S) \times 1.34$

เมื่อ

S = ปริมาณของ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ ที่ใช้ไป (cm^3) ในการ Titrate Blank

T = ปริมาณของ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ ที่ใช้ไป (cm^3) ในการ Titrate Sampl

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

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

1.72 = Factor for organic matter from C.

0.5 = Sample weight

Walkley Black ใช้ 77% recovery of organic matter

การหาปริมาณไนโตรเจนในดิน (Determination of Total-N in soil)

1. อุปกรณ์

   1.1 Kjeldahl flask

   1.2 กระบอกตวง

   1.3 ตะแกรงร่อนดินขนาด 32 mesh และ 90 mesh

   1.4 Electric heat

   1.5 Glass bead

   1.6 Flask ขนาด 500 cm^3

   1.7 เครื่องกลั่นไนโตรเจน

2. สารเคมี

   2.1 Conc. H_2SO_4

   2.2 Potassium sulfate (K_2SO_4)

   2.3 Copper sulfate ($CuSO_4.5H_2O$)

   2.4 Selenium (Se)

   2.5 Sodium Hydroxide (NaOH) 10 N.

   2.6 H_3BO_3 4%

   2.7 H_2SO_4 0.05 N.

   2.8 Bromocresol green-methyl red mixed indicator

3. วิธีการวิเคราะห์

   3.1 เตรียมตัวอย่างดิน

mineral soil ใช้ขนาดอนุภาค 0.5 mm. โดยร่อนผ่านตะแกรงขนาด 32 mesh most soil ใช้ขนาดอนุภาค 0.2 mm. โดยร่อนผ่านตะแกรงขนาด 90 mesh

3.2 นำดินตัวอย่างมา 5 กรัม ใส่ลงใน Kjeldahl flask เติมน้ำกลั่น 20 ลบ.ซม. เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที

3.3 เติม Conc. H_2SO_4 ลงไป 30 ลบ.ซม. K_2SO_4 10 กรัม, $CuSO_4.5H_2O$ 5 กรัม และ Se 0.1 กรัม แล้วนำไป digest ด้วยไฟอ่อนๆจนสารละลายที่ได้ใสแล้ว digest ต่อไปอีก 5 ชั่วโมง โดยเร่งความร้อนให้เพิ่มขึ้น

3.4 ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วค่อย ๆ เติมน้ำกลั่น 100 ลบ.ซม.

3.5 ถ่ายสารละลายที่ได้ลงในขวดกลั่นขนาด 1000 ลบ.ซม. ใส่ glass bead ลงในขวดกลั่นในปริมาณพอสมควร เพื่อลดการ bumping แล้วใช้น้ำกลั่นล้าง Kjeldahl flask 4 ครั้ง แล้วเทน้ำกลั่นที่ได้ลงในขวดกลั่น

3.6 เตรียม flask ขนาด 500 ลบ.ซม. ใส่ 4% H_3BO_3 ลงไป 50 ลบ.ซม.ใส่ mixed indicator แล้วต่อเข้ากับปลาย condenser อยู่ใต้ $H_3BO_{3(aq)}$

3.7 ตรวจความเรียบร้อยของเครื่องกลั่น เปิดน้ำผ่าน condenser แล้วเท 150 ลบ.ซม. ของ 10 N. NaOH ลงในขวดกลั่น รีบปิดขวดกลั่นทันที แล้วกลั่นจนได้ Distillate 150 ลบ.ซม. หรือกลั่นจนกระทั่งไม่มี $NH_{3(g)}$

3.8 นำ Distillate ที่ได้มาไตเตรท กับ Std.0.05 N. H_2SO_4 ที่จุดยุติ สารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตร H_2SO_4 ที่ใช้ไป

3.9 ทำ Blank test โดยวิธีการเดียวกับข้อ 1 - 8 โดยไม่ใช้ตัวอย่างดิน

3.10 คำนวณปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดย

$$\%\text{total nitrogen} = \frac{(S-B) \times \text{normality ของ } H_2SO_4 \times 14 \times 100}{1000 \times \text{น.น. ตัวอย่าง}}$$

S = ปริมาตร H_2SO_4 ที่ไตเตรทกับตัวอย่าง

B = ปริมาตร H_2SO_4 ที่ไตเตรทกับ Blank

(หรือคำนวณจาก 1 ลบ.ซม. ของ 0.05 N H_2SO_4 = 0.7 mg ของ Ammonium nitrogen (NH_4^+) นำค่าที่ได้มาเทียบเป็นร้อยละ)

<u>การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน</u> (Availbility Index : Phosphorus Soluble in dilute Hydrochloric acid and Sulfuric acid.)

1. <u>อุปกรณ์</u>

   1.1 Spectrophoto meter (Spectronic 21)

   1.2 ดิวเวต

   1.3 Erlenmeyer Flask ขนาด 50 ลบ.ซม.

   1.4 เครื่องเขย่าขวด Flask

   1.5 ปิเปต

   1.6 กรวยแก้ว

   1.7 ตะแกรงร่อนดิน (2 mm.)

   1.8 Volumetric Flask

   1.9 กระดาษกรอง Whatman No. 42

   1.10 Mechanical Shaker

2. <u>สารเคมี</u>

   2.1 Conc H_2SO_4

   2.2 Conc HCl

   2.3 Ammonium para molybdate $[(NH_4)_3Mo_7O_{24}.4H_2O]$

   2.4 Ammonium Vanadate (NH_4VO_3)

   2.5 Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4)

   2.6 Charcoal (Darco G 60 quality)

3. <u>วิธีเตรียม Reagent</u>

   3.1 <u>Extracting Solution</u> เติม Conc. Sulfuric acid (H_2SO_4) 12 ลบ.ซม. และ Conc. Hydrochloric acid (HCl) 73 ลบ.ซม.

ลงในน้ำกลั่น 18 ลิตร

Extracting Solution นี้ 0.05 N. HCl และ 0.025 N. H_2SO_4

3.2 Molybdate-Vanadate Solution ละลาย Ammoniumm para molybdate $[(NH_4)_3Mo_7O_{24}.4H_2O]$ 25 กรัม ในน้ำกลั่น 500 ลบ.ซม. และละลาย Ammoniumm vanadate (NH_4VO_3) 1.25 กรัม ใน 1 N. HNO_3 500 ลบ.ซม.ผสมสารละลายทั้งสองนี้ด้วยกัน และเตรียมใหม่ทุกสัปดาห์

3.3 Standard Phosphate Solution ละลาย Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4) 0.1098 กรัม ใน Extracting Solution 500 ลบ.ซม. และเจือจางให้เป็น 1 ลิตร ด้วย สารละลายนี้มี 25 ppm. ของ P

4. วิธีการวิเคราะห์

4.1 ชั่งดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. แล้ว จำนวน 5 กรัม และผงถ่าน 200 มก. ใส่ลงใน Erlenmeyer Flask ขนาด 50 ลบ.ซม.

4.2 เติม Extracting Solution 20 ลบ.ซม. เขย่าด้วย Mechanical Shaker นาน 5 นาที แล้วกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No.42

4.3 ปิเปตสารละลายจากข้อ 2 ปริมาณ 4 ลบ.ซม. ใส่ลงในคิวเวต แล้วเติมน้ำกลั่น 1 ลบ.ซม. เติม Reagent 2 ลงไป 1 ลบ.ซม. ตั้งคิวเวตทิ้งไว้ 20 นาที จึงนำไปวัดค่า Absorbance โดยใช้เครื่อง Spectronic 21 ตั้งที่ 420 nm.

4.4 เตรียม Standard Curve จาก Standard Phosphate Solution ให้มีความเข้มข้นต่างๆ กันในช่วง 0-100 ppm. แล้วจึงนำมาวัดค่า Absorbance เช่นเดียวกับข้อ 4.3

4.5 นำค่า Absorbance ของ Standard Phosphate Solution ที่วัดได้มา Plot Standard Curve

4.6 หาค่าปริมาณฟอสฟอรัสในแต่ละตัวอย่าง โดยเทียบจาก Standard Curve

การหาปริมาณโปตัสเซียมในดิน (Exchangeable Potassium : Method of Ammonium acetate Extraction)

1. อุปกรณ์

1.1 Flame Photometer

1.2 ขวด Flask ขนาด 50 ลบ.ซม.

1.3 กรวยแก้ว

1.4 ปิเปต

1.5 กระบอกตวง

1.6 Volumetric Flank

1.7 ตะแกรงร่อนดิน

1.8 กระดาษกรอง Whatman No. 2

2. สารเคมี

2.1 Extracting Solution;Ammonium Acetate (NH_4OAc) 1 N.;pH = 7.0

a. ละลาย Reagent.Grade 77.1 กรัม ในน้ำกลั่น 90 ลบ.ซม. 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 ลบ.ซม. ด้วยน้ำกลั่น จนมีปริมาตร 500 ลบ.ซม. เติม Conc. NH_4OH 69 ลบ.ซม. เติมน้ำกลั่นจนปริมาตร 900 ลบ.ซม. หลังจากผสมแล้ว ปรับ pH 7 ด้วย 3 N. NH_4OH หรือ 3 N. Acetic acid เจือจางจนมีปริมาตร 1 ลิตร

2.2 Standard stock potassium 1000 ppm.

ละลาย KCl 1.9080 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ของ Extracting Solution เตรียม 100 ppm. Solution โดยให้เจือจาง 100 ลบ.ซม. ของ 1000 ppm. Stock Solution ให้เป็น 1 ลิตร ด้วย Extracting Solution

ปิเปต 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 ลบ.ซม.ของ 100 ppm.

Solution ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 100 ลบ.ซม. ละลายทำให้ถึงปริมาตรด้วย Extracting Solution สารละลายเหล่านี้ประกอบด้วย 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 ppm. ของ K

นำสารละลายมาตรฐานนี้เป็นวัดด้วยเครื่อง Flame Photometer เพื่อสร้าง Standard Curve

3. วิธีการวิเคราะห์

3.1 ชั่งดินที่ร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2 mm. แล้ว ชั่งจำนวน 1 กรัม ใส่ใน Flask ขนาด 50 ลบ.ซม. เติม Extraction Solution 10 ลบ.ซม. เขย่า 5 นาที ด้วยเครื่องเขย่า 200-220 รอบ/นาที

3.2 กรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 2 ถ้า Filtrate ที่ได้ ไม่ใส่ให้เปลี่ยนกระดาษกรอง

3.3 เตรียม Callibration Curve ด้วย Flame Photometer

3.3 วัดปริมาณ K ใน Filtrate ด้วย Flame Photometer เป็น ppm.

การหาปริมาณ Ca และ Mg โดยวิธี EDTA -tritration

1. อุปกรณ์

1.1 บิกเกอร์ 250 มล.

1.2 cylinder 100 มล.

1.3 Filtering apparatus

1.4 10 มล. graduated pipet

1.5 Buret

1.6 Dropper

2. สารเคมี

2.1 1 N NH_4OAc

2.2 4 N NaOH ชั่ง NaOH 160 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับ

ปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2.3 2% KCN in water ละลาย KCN 2 กรัม ในน้ำ 100 มล.

2.4 4% $K_4Fe(CN)_6.3H_2O$ จำนวน 4 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล.

2.5 Eriochrom Black T (EBT) indicator : ละลาย 0.5 กรัม Eriochrome black T(F_{241}) และ hydroxylamine hydrochloride 4.5 กรัม ใน 95% ethanol 100 ซีซี

2.6 2% Triethanolamine (TEA)

2.7 Ammonium purpurate indicator : ผสม 0.5 กรัมของ ammonium purpurate (murexide) และ 100 กรัม ของ potassium sulfate ให้เข้ากัน

2.8 Buffer pH 10 : ละลาย 67.5 กรัม NH_4Cl ในน้ำกลั่น 200 มล. เติม NH_4OH เข้มข้นลงไป 570 มล. แล้วทำให้ปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

2.9 standard 0.01 N Ca: ละลาย 0.5004 กรัม $CaCo_3$ pure ในกรดเกลือเข้มข้น 5 มล. จนละลายหมด แล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

2.10 standard EDTA 0.01 N : ละลาย disodium ethylene diamine tetraacetate 1.8613 กรัม ทำให้เป็น 1ลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บในขวด polyeethelene (ถ้าเก็บในขวดแก้วจะไม่ stable)แล้ว standardized ด้วย standard calcium โดยใช้ indicatorแต่ละอย่าง (normality ของ EDTA เมื่อใช้ ammonium purpurate เป็น indicator จะสูงกว่าเมื่อใช้ Eriochrome black T เป็น indicator ราว 3-5 %)

3.วิธีวิเคราะห์

3.1 ชั่งดิน 5 กรัม ใส่ในบิกเกอร์ 250 มล. แล้วเติม 1N NH_4OAC 100 มล.

3.2 Ammonium acetate และอินทรียวัตถุในสารละลายที่สกัดได้จำเป็นต้องกำจัดออกก่อนทำการ titrate กับ EDTA การกำจัดทำโดยนำสารละลายซึ่งสกัดได้จากดินมาระเหยให้แห้ง แล้วเติม aqua regia

(HCl + HNO_3 = 3 : 1) และนำไประเหยให้แห้ง กรณีที่สารละลายที่สกัดได้มีสีเข้มมากอาจต้องเติม aqua regia หลายครั้ง

ละลายส่วนที่เหลือจากการระเหยด้วยน้ำกลั่นจำนวนที่เท่ากับปริมาณของสารละลายเดิม

ก. <u>การหาปริมาณแคลเซียม</u>

ไปเปทสารละลาย 5-25 มล. (ปริมาณ ca ในสารละลายต้องไม่มากกว่า 0.1 me) ลงในบิกเกอร์ขนาด 125 มล. เติม 4 % $K_4Fe(CN)_6$ 2 % KCN และ 2 % TEA อย่างละ 20 หยด (1 ซีซี) เติม 4 N NaOH 5 หยด และ purpurate indicator ราว 50 มิลลิกรัม แล้วไตเตรทด้วย EDTA จนสารละลายเปลี่ยนจากสีส้มแดงเป็นสีม่วง

ข. <u>การหาปริมาณแคลเซียมรวมกับแมกนีเซียม</u>

ไปเปทสารละลาย 5-25 มล. (ประมาณ Ca + Mg ต้องไม่มากว่า 0.1 meq) ลงในบิกเกอร์ขนาด 125 มล. เติม 4 % $K_4Fe(CN)_6$ 2 % KCN และ 2 % TEA อย่างละ 20 หยด(1มล.)เติม buffer 10 หยดและ eriochrome black T 4 หยด แล้วไตเตรทด้วย EDTA จนสารละลายเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงินหรือสีน้ำเงินแกมเขียว

<u>4.การคำนวณ</u>

$$\text{Ca หรือ Ca + Mg(meq/l)} = \frac{\text{EDTA (ml) x Normality of EDTA x 1000}}{\text{ml. of the aliquot}}$$

ปริมาณ Ca + Mg - ปริมาณ Ca = ปริมาณ Mg

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Varience, ANOVA) และการวิเคราะห์เปรียบเทียบภายหลัง (Duncan's multiple range test)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ทดสอบเปรียบเทียบเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร ในกรณีที่มีกลุ่มประชากรตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไป โดยมีตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว เช่น ต้องการทราบว่าค่าเฉลี่ยของสัตว์ในดินขนาดใหญ่ในช่วงฤดูกาลต่างๆมีความแตกต่างกันหรือไม่ วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนมีข้อตกลงเบื้องต้น (assumption) โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ควรจะมีลักษณะตามข้อตกลงเบื้องต้นดังต่อไปนี้

1.1 กลุ่มตัวอย่าง เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ

1.2 ค่าความแปรปรวนของกลุ่มประชากรทุกกลุ่มควรมีค่าเท่ากัน

1.3 ค่าของตัวแปรตามแต่ละหน่วยเป็นอิสระต่อกัน ทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

สมมติฐาน

$H_o : u_1 = u_2 = u_3 = u_4 = u_n = u$

$H_1 : u_i$ อย่างน้อย 1 ตัว มีค่าแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ

ค่าสถิติ

$$F = \frac{\text{mean square ระหว่างกลุ่ม}}{\text{mean square ภายในกลุ่ม}} = \frac{MS_b}{MS_w} \sim F_{J-1,\,N-J}(1-\alpha)$$

เมื่อ $MS_b = \frac{SS_b}{J-1}$ และ $MS_w = \frac{SS_w}{N-J}$

J = จำนวนกลุ่ม

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

$$SS_b = \sum_{i=1}^{J} (n_i-1)\, S^2_i$$

$$SS_w = \sum_{i=1}^{J} n_i(x_i-x)^2$$

เมื่อปฏิเสธ H_o เพียงแต่บอกได้ว่า อย่างน้อยมีค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรอย่างน้อย 1 กลุ่ม แตกต่างไปจากกลุ่มอื่น แต่ไม่ทราบว่ากลุ่มใดบ้างที่แตกต่างออกไป จำเป็นต้องใช้วิธีการเปรียบเทียบภายหลังทดสอบอีกครั้ง ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการของ Duncan's multiple range test ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05

Duncan's multiple range test

เป็นวิธีการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรคู่ใดที่แตกต่างกัน โดยใช้สูตร

$$W_p = (\tilde{}p,\ n-k)\ MSE\ \frac{n_i+n_j}{2\ \ n_in_j}$$

เมื่อ n_i, n_j = ขนาดกลุ่มประชากรที่ทำการทดลอง

P = ขั้นทดสอบที่ 2, 3, 4,...,k

ค่าเฉลี่ยคู่ใดมีความแตกต่างมากกว่า W_p ถือว่าค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มนั้นแตกต่างกัน

การวิเคราะห์ สหสัมพันธ์ ของข้อมูล (Correlation)

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สนใจว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นไปในทิศทางใดเช่น การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของสัตว์ในดินขนาดใหญ่กับลักษณะทางเคมีของดิน เพื่อพิจารณาว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีมากน้อยเพียงใด โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) การทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้วิธี แบบเพียร์สัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ตรงชั้นความเป็นอิสระเท่ากับ 10 เท่ากับ 0.576 เช่น ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของสัตว์ในดินขนาดใหญ่ กับความชื้นในลิตเตอร์ พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 แสดงว่าเมื่อค่าความชื้นในลิตเตอร์เพิ่ม จำนวนสัตว์ในดินขนาดใหญ่จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

การวิเคราะห์ค่าทางสถิติดังกล่าวข้างต้น สามารถวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ คือ SPSS-X ได้ซึ่งสามารถกระทำได้ในระยะเวลาอันสั้น

ตารางที่ ค. แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยต่างๆในการศึกษาวิจัย เปรียบเทียบในช่วงฤดูกาลต่างๆ

ปัจจัยต่างๆ	ค่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
จำนวนของสัตว์ในดินขนาดใหญ่	5.5066
จำนวนของสัตว์ในดินขนาดกลาง	113.3628
มวลชีวภาพของสัตว์ในดินขนาดใหญ่	0.8269
ความชื้นในดิน	2.6667
ความชื้นในลิตเตอร์	20.1027
ความชื้นสัมพัทธ์เหนือผิวดิน	2.7343
ความชื้นสัมพัทธ์ผิวดิน	12.3764
อุณหภูมิในดิน	5.6547
อุณหภูมิผิวดิน	4.7120
อุณหภูมิเหนือผิวดิน	4.0480
น้ำหนักแห้งของลิตเตอร์	210.4119
C.E.C.	2.0141
Total N	0.0514
Organic matter	0.7176
Available P	1.2233
Exchangeable K	41.2483
Mg	0.3059
Ca	0.4020
pH	0.5905

ประวัติผู้เขียน

นางสาวจรียา ยิ้มรัตนบวร เกิดวันที่ 27 พฤศจิกายน พ.ศ. 2510 ที่จังหวัดบุรีรัมย์ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สุขาภิบาล จากมหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อปี พ.ศ.2532 และเข้าทำงานที่บริษัทสหฟาร์ม จำกัด ถ.สุขาภิบาล1 กรุงเทพมหานคร เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2534