รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2535. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2539. **บทปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพ ฯ.

จิรากรณ์ คชเสนี. 2537. **หลักนิเวศวิทยา.** สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

ดิเรก ยุ่นตระกูล. 2531. **การประเมินปัญหาและศักยภาพของดินเค็มในบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และสุรเดช จินดากานนท์. 2532. **คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

นโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, สำนัก. 2539. **ความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย.** กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

บุญปลูก นาประกอบ. 2518. **การหมุนเวียนของธาตุอาหารในลุ่มน้ำขนาดเล็กของป่าดิบเขา ดอยปุย เชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ประหยัด ฐิตะธรรมกุล. 2528. **การเปลี่ยนแปลงของพรรณพืชตามระดับความสูงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ปรีชา ธรรมานนท์. 2538. ป่าผลัดใบ. ใน **ป่าไม้กับสิ่งแวดล้อม.** หน้า 135-144. องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ พิมพ์เนื่องในโอกาส 48 ปี แห่งการสถาปนาองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้)

ปัญญาฉัตร กล่อมชุ่ม. 2529. **การศึกษาลักษณะสำคัญของดินที่มีผลต่อการปลูกพืชในบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ และคณะ. 2522. การเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างของป่า 3 ชนิด บริเวณลุ่มแม่น้ำพรม จังหวัดชัยภูมิ. **รายงานวนศาสตร์วิจัย**. เล่มที่ 63. คณะวนศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ, บุญฤทธิ์ ภูริยากร, วิสุทธิ์ สุวรรณาภินันท์ และชุบ เข็มนาค. 2523. การเสื่อมสภาพของดินจากการทำลายป่าสะแกราช. **รายงานวนศาสตร์วิจัย** เล่มที่ 68. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ, ปรีชา ธรรมานนท์ และชุบ เข็มนาค. 2537. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืชในป่าเต็งรังโดยวิธี Discriminant Analysis. **วารสารวนศาสตร์**. 13: 98-113.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ. 2538. ความหลากชนิดของไม้ยืนต้นในป่าเต็งรังที่สะแกราช จ.นครราชสีมา. I. ความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงของความหลากชนิด. **วารสารวนศาสตร์**. 29: 416-427.

เฉลียว แจ้งไพร. 2534. **ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับปัจจัยที่ให้กำเนิดดิน.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 206. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ.

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม. 2528. **เคมีของดิน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2532. **ดินของประเทศไทย : ลักษณะการแจกกระจายและการใช้** . ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วนศาสตร์, คณะ. **รายงานฉบับสมบูรณ์ : แผนการจัดการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี และจังหวัดตาก (พ.ศ. 2533-2537).** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วีระ พุกเจริญ, พิณทิพย์ ธิติโรจนวัฒน์, เอกชัย ลิ่มถาวรศิริพงศ์, กิตติพงษ์ พงษ์บุญ, ทรงธรรม สุขสว่าง และสมาน รวยสูงเนิน. 2531. **ลักษณะโครงสร้างของป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง ที่บ้านอาดกะเฌอ อ. เมือง จ. สกลนคร.** ฝ่ายวิจัยกองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2532. ความหลากหลายทางชีววิทยา. ใน สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และศุภชัย หล่อโลหะการ (บรรณาธิการ), **ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยการสัมมนาชีววิทยาครั้งที่ 7.** หน้า 1-13. กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ สุขวงศ์, สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน และนริศ ภูมิภาคพันธ์. 2532. ระบบนิเวศทางบก. ความหลากหลายทางชีววิทยา. ใน สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และศุภชัย หล่อโลหะการ (บรรณาธิการ), **ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย การสัมมนาชีววิทยาครั้งที่ 7.** หน้า 15-30. กรุงเทพฯ.

สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน. 2537 ก. **รูปแบบสังคมพืชป่าดิบแล้ง ที่สะแกราช จ. นครราชสีมา**. ส่วนวนวัฒวิจัย สำนักงานวิชาการป่าไม้. กรุงเทพฯ.

สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน. 2537 ข. **การวิเคราะห์สังคมพืชป่าเบญจพรรณในประเทศไทย**. ส่วนวนวัฒวิจัย สำนักงานวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

สิริรัตน์ จันทร์มหาเสถียร. 2536. สภาพของดินในสวนป่าศรีสัชนาลัย. **วารสารสักทอง**. 8(2): 61-67.

อนุรักษ์สัตว์ป่า, กอง. 2529. **เอกสารวิจัยเขานางรำ**. เล่มที่ 1. ฝ่ายวิชาการ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

อรุณ เหลืองวนวัฒน์. 2525. **ความเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างป่าดิบเขาตามระดับความสูงต่างกัน บริเวณดอยปุย เชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. 2530. **ธรณีสัณฐานวิทยา**. ไทยวัฒนาพานิช: กรุงเทพฯ.

อุตสาหกรรมป่าไม้, องค์การ. 2539. ป่าไม้เมืองเหนือในฤดูแล้ง. ใน **ป่าไม้กับสิ่งแวดล้อม**, หน้า 75-84. กรุงเทพฯ. (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ พิมพ์เนื่องในโอกาส 48 ปี แห่งการสถาปนาองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้)

อุทิศ กุฏอินทร์. 2538. ความหลากหลายทางชีวภาพของป่าเมืองไทย. ใน **ป่าไม้กับสิ่งแวดล้อม,** หน้า 121-134. กรุงเทพฯ. (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ พิมพ์เนื่องในโอกาส 48 ปี แห่งการสถาปนาองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้)

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2525. **ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ภาษาอังกฤษ

Avery, T.E. and Burkhart, H.E. 1994. **Forest measurements.** 4th ed. Singapore: McGraw-Hill.

Balslev, H., Luteyn, J., Ollgaard, B. and Holm-Nielsen, B.L. 1987. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonian Equador. **Opera Botanica.** 92: 37-57.

Brady, N.C. 1990. **The nature and properties of soil.** 10th ed. Mcmillan Publishing Company, New york. 621 p.

Bray, R.H. and Kurtz, L.T. 1945. Determination of total organic and available from of phosphorus in soils. **Soil Science**. 59: 39-45.

Bunyavejchewin, S. 1983 a. Canopy structure of the dry dipterocarp forest of Thailand. **Thai For. Bull**. 14: 1-132.

Bunyavejchewin, S. 1983 b. Analysis of the tropical dry deciduous forest of Thailand, I. Characteristics of the dominance types. **Nat. Hist. Bull. Siam. Soc.** 31(2): 109-122.

Bunyavejchewin, S. 1985. Analysis of the tropical dry deciduous forest of Thailand, II. vegetation in relation to topographic and soil gradients. **Nat. Hist. Bull. Siam. Soc.** 33(1): 3-20.

Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capcity, pp. 891-901. In C.A. Black (ed.) Method of Soil Analysis. Part II Chemical and Microbiological Properties. **Agronomy No. 9**. Amer. Soc. of Agron. Inc., Wisconsin.

Connell, J.H. 1978. Divesity in tropical rainforests and coral reefs. **Science**. 199: 1302-1310

Dallmeier, F. 1992. Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas : method for establishment and inventory of permanent plots. **MAB DIGEST 11.** UNESCO, Paris.

Donahue, R.L., Shickluna, C.J. and Robertson, S.L. 1971. **Soil: An Introduction to Soil and plant growth**. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.

Douglas, S. 1996. Species richness, tropical forest dynamics and sampling: questioning cause and effect. **OIKOS.** 76(3): 587-590.

Gauch, H.G. 1982. **Multivariate Analysis in Community Ecology**. Cambridge University Press, New York.

Gerrard, J. 1992. **Soil Geomorphology : An introduction of pedology and geomorphology.** Chapman and Hall, London. 269 p.

Hurlburt, S.H. 1971. The non-concept of species diversity : A critique and alternative parameters. **Ecology.** 52: 577-586.

Innes, J.L. 1993. **Forest Health : It assessment and status.** Cambridge University Press, New York. 677 p.

Jackson, M.L. 1958. **Soil chemical analysis.** Prentice-Hall, Inc., New Jersey

Jeglum, J.K. and He F.L. 1995. Pattern and vegetation-environment relationships in a boreal forested wetland in Northeastern Ontario. **Canadian J. of Botany**. 73(4): 629-637.

Jordan, C.F. 1985. **Nutrient Cycling in Tropical Forest Ecosystem**. John Wiley & Sons, New York.

Khemnark, C., Wacharakiti S., Aksornkoae S. and Kauula-iad T. 1972. Forest production and soil fertility at Nikom Doi Chiengdau. Chiengmai Provience. **For. Res. Bull. 22.** Faculty of forestry, Kasetsart Univ., Bangkok. 44 p.

Kimmins, P.S. 1978. **Forest Ecology.** Macmillan Plublishing Company, New York. 531 p.

Krebs, C.J. 1989. **Ecological Methodology.** Harper & Row Publishing, New York.

Kutintara, U. 1975. **Structure of dry dipterocarp forest.** Ph.D. Dissertation. Colorado state University., Fort Collins, Colorado. 242 p.

Leak, B.W. 1992. Vegetative Change as an Index of Forest Environment Impact. **Jurnal of Forestry**. 90: 32-35.

MacKinnon, J. and MacKinnon, K. 1986. **Review of the Protected Areas System in the Indo-Malayan Realm.** IUCN. Gland Swizerland.

Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. **General Systematic.** 3: 36-71.

Miller, R.W. and Donahue, R.L. 1990. **Soil : An introduction to soil and plant growth.** Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 768 p.

Muller-Dombois, D. and Ellenberg, H. 1974. **Aim and methods of vegetation ecology.** John Wiley & Sons, Inc., New York. 547 p.

Odum, E.P. 1983. **Basic Ecology**. Saunder College Publishing, Philadelphia.

OEPP, 1992. **Thailand Country Study on Biodiversity.** Ministry of Science Technology and Environment, Bangkok.

Pattern, R.S. and Ellis J.E. 1995. Pattern of species and community distributions related to environmental gradients in an arid tropical ecosystem. **Vegetatio.** 117(1): 69-79.

Peech, M. 1945. Determinant of exchangeable cation and exchange capacity of soil rapid micro method utilizing centrifuge and spectrophotometer. **Soil Sci.** 59: 25-28.

Phillip, O.L., Hall, P., Gently, A., Sawyer, S.A. and Vasques, R. 1994. Dynamics and species richness of tropical rainforests. **Proc. Natl. Acad. Sci.** 91: 2805-2809.

Prance, G.T. 1993. Biodiversity : the richness of life. **Commemorative Lecture 1993 International Cosmos Prize.** 108-122.

Pratt, P.E. 1965. Potassium. pp. 1022-1030. In C.A. Black (ed). Method of soil Analysis. Part II Chemical and Microbiological Properties. **Agronomy No.9.** Amer. Soc. of Agron. Inc., Medison Wisconsin, USA.

Pregtizer, K.S., Barnes, B.V. and Lemme, G.D. 1983. Relationship of topography to soil and vegetation in and upper Michican ecosystem. **Soil Sci. Soc. Amer. J.** 47: 117-123.

Sanchez, P.A. 1977. **Properties and management of soil in the tropic.** John Wiley & sons Inc., New York. 617 p.

Sanchez, P.A., Villachica, J.H., and Bandy, D.E. 1983. Soil fertility dynamic after clean a tropical rainforest in Peru. **Soil Sci. Soc. Amer. J.** 47: 1171-1178.

Schwab, G.O., Fangmeser, D.D. and Elliot, W.J. 1996. **Soil and water management system, 4th edition.** John Willey & sons, New York. 371 p.

Shannon, C.E. and Weaver, W. 1949. **The Mathematical Theory of Communication.** University Illinois Press, Illinoid.

Shimwell, D.W. 1971. **Description and Classification of Vegetation.** Sidgwick & Jackson, London. 321 p.

Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. **Nature.** 163: 688.

Smittinand, T. 1977. **Vegetation and ground cover of Thailand.** Dept. of For. Biol., Fac. For., Kasetsart Univ., Bangkok.

Sneath, P.H.A. and Sokal R.R. 1973. **Numerical Taxonomy.** Freeman, San Francisco.

Soil Survey Staff. 1975. **Soil Taxonomy-A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey**. U.S. Dept. Agri., U.S. Govt. Printing Office, Washington D.C. 754 p.

Soil Survey Staff. 1982. Procedures for Collecting Soil Samples and Method of Analysis for Soil Survey. **Soil Survey Investigations Report No.1**. Soil conservation Service, U.S. Dept. Agri., U.S. Govt. Printing Office, Wasington D.C. 97 p.

Tan, K.H. 1993. **Principle of Soil Chemistry.** Marcel Dekker, Inc., New York. 362 p.

Tate III, L.R.. 1987. **Soil organic matter biological and ecological effects**. New York: John Wiley & Sons Inc., New York.

Tisdale, S.L. and Nelson, W.L. 1990. **Soil fertility and Fertilizer.** Mcmillan Publising Company, New York. 754 p.

Ukpong, I.E. 1995. An ordination study of mangrove swamp communities in West Africa. **Vegetatio.** 116(2): 147-159.

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chroma acid titration method. **Soil Sci**. 37: 29-35.

Whittaker, R.H. 1970. **Communities and Ecosystem**. Macmillan Publishing Co., Inc., New York.

Zinke, P.J., Sabhasri S. and Kunstadter, P. 1978. **Soil fertility aspects of the Lua' forest fallow system of shifting cultivation.** In Farmer in the forest.

Zonn, S.U. 1995. **Tropical and Subtropical Soil Science.** Mir Publishers, Moscow. 423 p.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

ลักษณะภูมิประเทศ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง มีพื้นที่ทั้งหมด 1,609,154 ไร่ หรือ 2,575 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ทั้งหมดอยู่ระหว่างเส้นรุ้ง 15°00′ - 15°50′เหนือ และเส้นแวง 99°00′ - 99°28.5′ตะวันออก ลักษณะทั่วไปเป็นภูเขาสูงชันสลับซับซ้อน มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 200-1,677 เมตร เป็นต้นน้ำลำธารของลำห้วยหลายสายที่สำคัญที่สุดคือ ห้วยขาแข้ง ไหลผ่านตอนกลางของพื้นที่และมีน้ำไหลตลอดปีลงสู่แควใหญ่ ทางซีกตะวันตกเป็นป่าทึบและภูเขาสูงติดกับป่าในเขตทุ่งใหญ่นเรศวรก่อให้เกิดลำห้วยสายสั้นๆหลายสายไหลลงสู่ห้วยขาแข้ง ทางซีกตะวันออกของพื้นที่บริเวณใกล้เคียงสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ มีลำห้วยสายใหญ่ได้แก่ ห้วยอ้ายเยาะ และห้วยช้างตาย ที่ไหลลงสู่ห้วยขาแข้ง และมีลำห้วยสองทางไหลลงสู่ห้วยทับเสลาและลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ยอดเขาสูงสุดคือ เขาปลายห้วยขาแข้งสูงจากระดับน้ำทะเล 1,677 เมตร และมียอดเขาใหญ่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,554 เมตร ซึ่งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับสถานีวิจัยฯเขานางรำ สภาพพื้นที่โดยรอบสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ เป็นพื้นที่ค่อนข้างราบระหว่างหุบเขาสูงเป็นต้นกำเนิดลำห้วยหลายสาย

ลักษณะภูมิอากาศ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 1,500 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณน้ำฝนสูงสุดจะอยู่ในช่วงเดือนกันยายนและตุลาคม น้อยที่สุดในเดือนธันวาคมและกุมภาพันธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 24.8 °เซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดตลอดปีประมาณ 19.11 °เซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดตลอดปีประมาณ 29.11°เซลเซียส เดือนมีนาคมเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.88°เซลเซียส เดือนธันวาคมมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 13.07 °เซลเซียส

จากลักษณะภูมิอากาศดังกล่าวสามารถแบ่งฤดูกาลออกเป็น 2 ฤดูใหญ่ๆคือ ฤดูแล้งและฤดูฝน ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือน พฤษภาคม-ตุลาคม เป็นเวลา 6 เดือน ฤดูแล้งเริ่มตั้งแต่เดือน พฤษภาคม-เมษายน เป็นเวลา 6 เดือน

ชนิดป่าและพรรณไม้

สภาพป่าที่ปรากฏในพื้นที่จะมีลักษณะและโครงสร้างต่างกันไปตามปัจจัยภูมิอากาศ ภูมิประเทศ ไฟป่า และลักษณะดิน สภาพป่าแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือป่าผลัดใบ (Deciduous forest) และป่าไม่ผลัดใบ (Evergreen forest)

1. ป่าผลัดใบ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 ป่าเต็งรัง (Drydeciduous dipterocarp forest) พบกระจายอยู่ตามพื้นที่เนินเขาและสันเขาที่ไม่สูงนัก เรือนยอดโปร่งโล่งไม่ประสานกัน มีพรรณไม้เด่น เช่น เต็ง รัง เหียง พลวง มะขามป้อม ตีนนก มะค่าแต้ ปรง และเปือย เป็นต้น

1.2 ป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forest) พบกระจายอยู่ตามบริเวณเนินเขาและริมห้วยที่ค่อนข้างชื้น พรรณไม้เด่น เช่น ตะแบก เสลา มะค่าโมง ประดู่ แดง ไทร สัก ปอและไผ่ชนิดต่างๆ เช่น ไผ่นวล ไผ่ป่า ไผ่รวก และไผ่ไร่ขึ้นสลับด้วย

ในฤดูแล้งทั้งป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ต้นไม้จะมีการทิ้งใบและไม้พื้นล่างจำพวกหญ้าไม้พุ่มจะแห้งทำให้เกิดไฟป่าขึ้นทุกปี

2. ป่าไม่ผลัดใบ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ป่าดงดิบแล้ง (Dry evergreen forest) พบกระจายอยู่ตามริมห้วยและไหล่เขา มีความหนาแน่นของไม้เรือนยอดประมาณ 65-85 เปอร์เซนต์ โครงสร้างในแนวดิ่งประกอบด้วยไม้ 4 ชั้น มีพรรณไม้เด่น เช่น ยางนา ยางแดง ตะเคียนทอง ยมหอม สมพง ไทร สมอภิเภก และกล้วยไม้ เป็นต้น

2.2 ป่าดงดิบเขา (Hill evergreen forest) พบกระจายอยู่ตามสันเขาที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,000 เมตรขึ้นไป มีพรรณไม้เด่น เช่น ก่อ อบเชย หว้า พญาไม้ ชุนไม้ พญามะขามป้อมดง และเหมือดชนิดต่างๆ เป็นต้น

ป่าทั้ง 4 ประเภทดังกล่าวมีขอบเขตการกระจายในระดับ 400-600 เมตร 400-950 เมตร 400-1,000 เมตร และ 1,000-1,554 เมตร จากระดับน้ำทะเล ตามลำดับ

ความสำคัญของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร-ห้วยขาแข้ง

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ตั้งอยู่ในเขตอำเภอบ้านไร่และอำเภอลานสัก ในจังหวัดอุทัยธานี และอำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก ครอบคลุมพื้นที่ต้นน้ำสายหลักคือลำห้วยขาแข้ง ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อนที่ก่อให้เกิดสภาพของพื้นที่ลุ่มต่ำริมห้วย ความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 250 เมตรขึ้นไป จนถึงยอดเขาสูงระดับ 1,689 เมตร ลักษณะของพื้นที่เป็นสันเขาต่อเนื่องสองข้างขนานกับลำห้วยขาแข้งที่วางพาดพื้นที่จากเหนือลงโดยมีเขาปลายห้วยขาแข้งเป็นจุดเริ่มต้นของลำห้วยสำคัญสายนี้ ตามสบห้วยของลำห้วยสายใหญ่ๆ หลายสายที่มาบรรจบกับลำห้วยขาแข้งก่อให้เกิดเป็นที่ลุ่มกว้างใหญ่ริมลำห้วย เช่น สบห้วยแม่ตี สบห้วยไอ้เยาะ และสบห้วยกระดิ่ง เป็นต้น

พื้นที่ป่าอนุรักษ์ผืนนี้เป็นศูนย์รวมของความหลากหลายทางธรรมชาติไม่ว่าจะเป็นแหล่งน้ำ ซึ่งมีลำห้วยขาแข้งเป็นสายน้ำหลัก มีความยาวผ่านตลอดจากเหนือลงใต้ภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเป็นระยะทาง 90 กิโลเมตร มีน้ำไหลตลอดปี ความกว้างในบางตอนกว้างถึง 60 เมตร สภาพของลำห้วยประกอบด้วยดอนทราย หาดกรวดหิน วังน้ำลึกเป็นช่วงๆ ป่าห้วยขาแข้งเป็นแหล่งรับน้ำที่สำคัญของเขื่อนศรีนครินทร์ นอกจากนี้ยังมีลำห้วยสายหลักที่รับน้ำแล้วปล่อยให้ไหลลงสู่ห้วยขาแข้ง อย่างเช่นห้วยแม่ตี ที่อยู่ทางตอนใต้ของพื้นที่รับน้ำจากยอดเขาใหญ่และยอดเขาน้ำเย็น ในเขตอำเภอบ้านไร่ ความยาวของลำห้วยแม่ตี 35 กิโลเมตร ลำห้วยไอ้เยาะอยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่รับน้ำจากเทือกเขาเขียว ความยาวของห้วยไอ้เยาะ 30 กิโลเมตร ทางตอนบนมีห้วยกระดิ่งรับน้ำจากเทือกเขาดอยหินแดง ส่วนด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือยังมีพื้นที่รับน้ำที่แยกลงไปยังห้วยทับเสลาที่ลำเลียงน้ำไปเลี้ยงอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลาที่อยู่นอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทางด้านทิศตะวันออก

ความเหมาะสมของสภาพภูมิประเทศ ปริมาณความชื้น และอากาศ ทำให้ป่าห้วยขาแข้งเป็นศูนย์รวมของสภาพป่าไม้หลากหลายชนิด นับตั้งแต่ป่าดงดิบเขาที่ระดับความสูงตั้งแต่ 1,000 เมตรขึ้นไป ป่าดงดิบชื้นที่ขึ้นอยู่ตามหุบเขาและสองฝั่งลำห้วยสายใหญ่ ป่าดงดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณที่มักพบมีไม้ไผ่ขึ้นปะปนอยู่ ป่าเต็งรัง ป่าไผ่ และทุ่งหญ้าที่กระจายอยู่เป็นหย่อมเล็กหย่อมน้อยตามบริเวณนี้ เป็นสังคมต้นไม้และพืชกระจัดกระจายอยู่ปะปนกันตลอดทั่วพื้นที่ตามสภาพที่เกิดตามธรรมชาติโดยปราศจากการรบกวนจากมนุษย์มาเป็นเวลานานหลายร้อยปีหลายพันปี จนกลายเป็นแหล่งที่อาศัยของสัตว์ป่าที่ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแต่ละประเภท และมีอยู่อย่างหลากหลายของชนิดพันธุ์ ดังนี้คือ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจำนวน 67 ชนิด นก 355 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 77 ชนิด สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ 29 ชนิด และสัตว์จำพวกปลาอีก 54 ชนิด ในจำนวนสัตว์ป่าที่สำรวจมาแล้วทั้งหมดมีสัตว์ป่าที่ได้รับการกำหนดสภาพโดย IUCN ว่าจะสูญพันธุ์ (Endanger species) จำนวน 21 ชนิด และสัตว์ป่าที่ถูกคุกคาม (Theathened species) จำนวน 65 ชนิด รวมอยู่ด้วย สัตว์ป่า

ชนิดที่จะสูญพันธุ์และพบอยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ได้แก่ เป็ดก่าหรือนกเป็ดป่า นกยูงไทย นกเงือกคอแดง ลิงไอ้เงี๊ยะ ชะนีมือขาว หมาใน แมวลายหินอ่อน เสือลายเมฆ เสือไฟ เสือโคร่ง ช้างป่า สมเสร็จ เก้งหม้อ เนื้อทราย วัวแดง กระทิง ควายป่า เลียงผา ปลากระตือ และปลา กระโห้

ผืนป่าอนุรักษ์ในรูปของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่ได้ชื่อว่า "ทุ่งใหญ่-ห้วยขาแข้ง" แห่งนี้ครอบคลุมพื้นที่ของ 5 อำเภอ 3 จังหวัด คือ อ.บ้านไร่ อ.ลานสัก จ.อุทัยธานี อ.สังขละบุรี อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี และ อ.อุ้มผาง จ.ตาก นอกจากนี้ยังถูกล้อมรอบไปด้วยผืนป่าอนุรักษ์แห่งอื่นๆ ในรูปของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าและอุทยานแห่งชาติที่ต่อเนื่องเป็นป่าผืนเดียวกันอีกจำนวน 7 แห่ง คือ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอุ้มผาง (2,516 ตารางกิโลเมตร) อุทยานแห่งชาติแม่วงก์ (894 ตารางกิโลเมตร) และอุทยานแห่งชาติคลองลาน (300 ตารางกิโลเมตร) เชื่อมต่อทางตอนเหนือ และต่อเนื่องกับอุทยานแห่งชาติเขาแหลม (1,488 ตารางกิโลเมตร) อุทยานแห่งชาติเอราวัณ (550 กิโลเมตร) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสักพระ (859 ตารางกิโลเมตร) และอุทยานแห่งชาติเฉลิมรัตนโกสินทร์ (59 ตารางกิโลเมตร) ทางตอนใต้

พื้นที่ป่าอนุรักษ์สามารถอำนวยประโยชน์แก่สังคมส่วนรวมทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยทางตรงก็คือ สภาพป่าธรรมชาติและสัตว์ป่าที่ให้ความสุนทรีย์แก่มวลมนุษย์ ในรูปของการทัศนศึกษาและการพักผ่อนหย่อนใจประกอบกับรัฐและประชาชนในท้องถิ่นมีรายได้ทางเศรษฐกิจจากการที่มีคนเข้าไปใช้บริการเพื่อความรื่นรมย์กับธรรมชาติที่รัฐกำหนดไว้เป็นอุทยานแห่งชาติและวนอุยาน สำหรับประโยชน์ทางตรงที่เห็นได้ชัดเจนจากพื้นที่ที่ได้รับการกำหนดให้เป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าก็คือ เป็นแหล่งศึกษาหาข้อมูลในด้านวิชาการป่าไม้ สัตว์ป่า และระบบความสมดุลทางนิเวศวิทยา อีกทั้งเป็นแหล่งรวมพันธุ์พืชและสัตว์ป่าที่สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์เลี้ยงที่มนุษย์นำมาประยุกต์ใช้เพื่อความมั่นคงทางเศรษฐกิจโดยส่วนรวมของประเทศ นอกจากผลประโยชน์โดยตรงดังกล่าวแล้วป่าอนุรักษ์ที่ยังคงสภาพเป็นป่าธรรมชาติที่ปราศจากการรบกวนของมนุษย์ยังอำนวยประโยชน์ทางอ้อมอย่างมหาศาลที่ยากจะประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจออกมาเป็นตัวเงินให้เห็นชัดเจนได้ แต่สามารถกล่าวได้ว่าความต่อเนื่องของป่าธรรมชาติเป็นผืนใหญ่นั้นเป็นหลักประกันต่อการคงเผ่าพันธุ์ของพืชและสัตว์ที่ได้อาศัยเวลานับร้อยนับพันปีในการวิวัฒนาการจนสามารถดำรงเผ่าพันธุ์ไว้ได้และได้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการควบคุมความสมดุลทางธรรมชาติ ควบคุมภัยพิบัติที่จะเกิดการทำลายธรรมชาติจนถึงขั้นวิกฤตหรือทำให้ภัยธรรมชาติลดความรุนแรงลง นอกจากนี้แหล่งกำเนิดของความอุดมสมบูรณ์ของดิน น้ำ และอากาศบริสุทธิ์มาจากป่าธรรมชาติทั้งสิ้น ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างการประเมินคุณค่าของแหล่งต้นน้ำแควน้อยและแควใหญ่ที่ไหลต่อเนื่องลงมาสู่ลุ่มแม่น้ำแม่กลองตอนล่าง ให้คุณค่าทางเศรษฐกิจต่อประชาชนที่อาศัยพื้นที่สองฝั่งแม่น้ำนั้นในแม่น้ำนั้นในการกสิกรรมและสวนผลไม้คิดเป็นคิดเป็นมูลค่าที่ประเมินได้ไม่น้อยกว่าปีละ 350 ล้านบาท จะเห็นได้ว่าป่าอนุรักษ์ที่ยังคงสภาพสมบูรณ์นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรักษาไว้เพื่อให้เป็นแหล่งผลิตชาตุอาหารที่จะเกิดการเน่าเปื่อยผุสลายของต้นไม้และพืชป่าที่จะถูกพัดพาให้

ไหลลงมาเป็นประโยชน์ต่อการกสิกรรมของพื้นที่ตอนล่าง อีกทั้งป่าธรรมชาติยังช่วยควบคุมมิให้เกิดการพังทลายของหน้าดินที่สะสมเอาความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้ไว้

ดังนั้นป่าอนุรักษ์ผืนนี้นับได้ว่าเป็นป่าธรรมชาติที่มีคุณค่าและมีความสำคัญยิ่งต่อการอนุรักษ์ไว้ใน รูปแบบของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เพื่อให้ยังคงสภาพความเป็นธรรมชาติที่ประกอบไปด้วยความหลากหลายของสภาพป่า ชนิดพันธุ์พืชพันธุ์สัตว์ ตลอดจนเป็นผืนป่าอนุรักษ์ที่จะสามารถคุ้มครองความอยู่รอดของสัตว์ป่ามิให้สูญพันธุ์ไปจากการถูกทำลายโดยรูปแบบต่างๆไม่ว่าจะเป็นการล่า การตัดไม้ทำลายป่าซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่เฉพาะของสัตว์ป่าแต่ละชนิดรวมกระทั่งถึงการพัฒนาที่ไม่ได้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการรักษาระบบนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

การวัดความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH)

การวัดความเป็นกรด-ด่างของดิน ด้วย pH meter (ใช้น้ำ) (ทำ duplicate)

ชั่งดินตัวอย่าง 20 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 20 มล. ใน beaker ขนาด 100 มล. ใช้แท่งแก้วคนให้ดินและน้ำเข้ากันก่อนวัด pH ประมาณ 30 นาที ในระหว่างที่วางทิ้งไว้ 30 นาทีนั้น ควรจะคนดินเป็นครั้งคราว ก่อนวัด pH จำเป็นต้อง standardize pH meter ด้วย buffer solution pH 7.0 และ 4.0 เสียก่อน

การวิเคราะห์ไนโตรเจนในดิน

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)

ใช้วิธี Kjeldahl method เป็นวิธี wet oxidation ทำให้ไนโตรเจนในดินเปลี่ยนมาอยู่ในรูปของ $(NH_4)_2SO_4$

<u>อุปกรณ์และเครื่องมือ</u>

1. ตาชั่ง (Analytical balance)
2. เตาสำหรับย่อย
3. เครื่องมือสำหรับการกลั่น
4. Kjeldahl flask
5. Volumetric flask
6. Erlemeyer flask
7. Cylinder
8. Volumetric pipette
9. Burette 10 ml.

<u>สารเคมี</u> (Reagents)

1. กรดกำมะถัน (H_2SO_4) 95-97% conc. sp. gr. 1.84
2. สารผสม catalyst : K_2SO_4 : $CuSO_4$: Se powder 100:10:1 (บดละเอียด)

3. Sodium hydroxide (NaOH) 10 N : ชั่ง NaOH 400 g. ละลายน้ำ 1 ลิตร เก็บในภาชนะที่มีฝาปิด เพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เข้าไป

4. Boric acid indicator solution 2 % (pH 5)

4.1 Mixed indicator : ชั่ง 0.066 g. Bromocresol green และ 0.033 g. Methy red ใส่ใน Vol. flask 100 ml. ละลายด้วย Ethanol ทำปริมาตรเป็น 100 ml.

4.2 ละลายกรด Boric 20 g. ในน้ำร้อน 700 ml.วางทิ้งไว้ให้เย็น

4.3 เติมเอธานอล 200 ml. และ 20 ml. mixed indicator และกรด Boric 700 ml. ลงใน Vol. flask ขนาด 1 l. เติม NaOH 0.05 N ประมาณ 3-4 ml. จนกระทั่ง 1ml. ของ Boric acid indicator เปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน เมื่อเติมน้ำกลั่น 1 ml.

5. Standard Sulfuric 0.02 N H_2SO_4 เติมกรด H_2SO_4 ความเข้มข้น 1 N 20 ml. ลงใน Vol. flask ขนาด 1 l. เติมน้ำกลั่นผสมเป็น 1 l.

วิธีการ

1. การย่อย

ชั่งตย.ดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 0.5 mm. 1.0000 กรัม ใส่ใน Kjeldahl ขนาด 100 ml. ในการบรรจุดินตย.ลงใน flask อย่าให้ดินหกและเกาะที่ขอบ เติมสารผสม Catalyst ประมาณ 1 กรัม และตวงกรด H_2SO_4 ที่เข้มข้น 5 ml. ลงไปเขย่าเบาๆ เพื่อให้ดินและกรดเข้ากันทิ้งไว้ประมาณครึ่ง ชม. นำไปวางบนเตาย่อย ต้มด้วยไฟอ่อน ในระยะแรก และเร่งไฟ ขณะย่อยควรหมุน flask ไปรอบๆ เป็นครั้งคราว เพื่อให้คลุกเคล้ากันดีขึ้น เมื่อสีของเหลวเริ่มใส ย่อยต่ออีกประมาณ ครึ่งชม. จึงยกออกจากเตาทิ้งไว้ให้เย็น รินน้ำกลั่นประมาณ 10-15 ml.ล้างคอ flask เข่าให้เข้ากันแล้วรอให้ของเหลวเย็นเท่าอุณหภูมิห้อง แล้วถ่ายใส่ Vol. flask ปรับปริมาตรด้วยน้ำกล่นเป็น 100 ml. เขย่าให้สารละลายเข้ากัน (ทำ Blank)

2. การกลั่น

1. เปิดเครื่องกั่นและล้างเครื่องกลั่น 1 ครั้งโดยการกลั่นน้ำผ่านเครื่องกลั่น

2. รินน้ำยา Boric acid indicator 2% ประมาณ 50 ml. นำไปวางไว้ที่รองรับของเครื่องกลั่น โดยให้ปลายก้านอยู่เหนือน้ำยาเล็กน้อย (1 ซม.)

3. ไปเปตตย.สารละลายที่ย่อยสลายด้วยกรด H_2SO_4 จำนวน 10-20 ml. ลงใน distillation flask เริ่มต้นด้วย Blank

4. เติมสารละลาย 10 N NaOH 5-10 ml. ใน ditillation flask ล้างด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อยเพื่อชะจัดด่างให้ไหลรวมกับตัวอย่างดิน

5. เริ่มกลั่นและจับ NH_3 ให้ได้ปริมาตรประมาณ 35 ml. จึงหยุดเครื่องกลั่น

6. เอา Erlemeyer flask ออก ล้างเครื่องกลั่นด้วยน้ำกลั่น ก่อนทำตัวอย่างต่อไป

3. การไตเตรต

นำสารละลายใน Erlemeyer flask ของแต่ละตัวอย่างที่กลั่นได้ ไตเตรตด้วย standard sulfuric acid 0.02 N จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง จดปริมาตรกรดที่ใช้ เพื่อคำนวณหาปริมาณไนโตรเจน

การคำนวณ

$$\%N = \frac{Nx(T-B) \times 140}{\text{มล.ตัวอย่าง x น้ำหนักดิน 1 กรัม}}$$

N = ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ titrate

T = จำนวน มล.ของกรดที่ใช้ titrate กับตัวอย่าง

B = จำนวน มล. ของกรดที่ใช้ titrate กับ blank

หมายเหตุ

ต้องทำ blank titration เนื่องจากเคมีบางอย่างอาจจะมีไนโตรเจนอยู่เป็น impurity จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์หาว่ามีอยู่เท่าใดเสียก่อน ค่าของ corrected ml(T-B) ได้มาโดยการลบค่า มล. ของ blank ออกจาก มล. ที่ได้จากดินตัวอย่าง

วิธีวิเคราะห์อนินทรียไนโตรเจนในดิน (Inorganic nitrogen)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตาชั่ง (Analytical balbace)
2. เครื่องเขย่าดิน
3. เครื่องมือสำหรับกลั่น (Distillation appparatus)
4. กรวยสำหรับกรอง (Funnel)
5. Erlanmeyer flask
6. Graduated pipette
7. Burette

สารเคมี (Reagents)

1. Magnesium oxide (MgO) เผา Heavy MgO ที่อุณหภูมิ 600-700°C นาน 2 ชั่วโมง ในเตาเผา (Muffle - furnace) ทำให้เย็นใน Desiccator แล้วเก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด

2. Devarda alloy

3. Standard sulfuric acid (H_2SO_4) 0.005N

4. Boric acid indicator solution 2% (รายละเอียดดูในวิธีวิเคราะห์ Total Nitrogen)

5. น้ำยาสกัด Potassium chloride (KCl) 2N ชั่ง KCl 149.12 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและทำปริมาตรเป็น 1 ลิตร

วิธีการ

ชั่งดิน 10 กรัม ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. เติมน้ำยาสกัด KCl 2N จำนวน 100 มล. (อัตราส่วนดิน : น้ำยาสกัด 1 : 10) เขย่าเป็นเวลา 30 นาที กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ใส่ใน Erlenmeyer flask หรือขวดพลาสติก เขียนหมายเลขกำกับข้างขวดที่ใส่สารละลายดินตัวอย่าง นำไปกลั่นหาแอมโมเนียมและไนเตรท ในกรณีที่ต้องเก็บสารละลายที่กรองได้ไว้ก่อน ให้เก็บในขวดแล้วปิดฝาให้แน่น เก็บไว้ในตู้เย็น เตรียม Blank ด้วยวิธีดังกล่าวข้างต้นด้วย

การกลั่น

1. วิธีกลั่นหาแอมโมเนียม

1.1 เปิดเครื่องกลั่นและล้างเครื่องกลั่น 1 ครั้ง โดยการกลั่นน้ำผ่านเครื่องกลั่น

1.2 รินน้ำยา Boric acid indicator 2% จำนวน 5 มล. ใน Erlenmeyer flask ขนาด 50 มล. นำไปวางไว้ที่รองรับของเครื่องกลั่น โดยให้ปลายก้านอยู่เหนือน้ำยา Boric acid เล็กน้อย (ไม่เกิน 1 ซม.)

1.3 Pipette สารละลายที่กรองได้ 10 มล. ใน Distillation flask เติมผง MgO ประมาณ 0.2 กรัม กลั่นให้ได้ปริมาตร 30-35 มล.

1.4 นำไป Titrate กับ Standard H_2SO_4 0.0005 N จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง

2. วิธีกลั่นหาไนเตรท

2.1 หลังตากที่กลั่นหาแอมโมเนียมแล้ว เติม Devada alloy 0.2 กรัมลงใน Distillation flask

2.2 รินน้ำยา จำนวน 5 มล. ใน Boric acid indicator ขนาด 50 มล. นำไปวางไว้ที่รองรับของเครื่องกลั่น

2.3 กลั่นให้ได้ปริมาตร 30-30 มล.

2.4 ไตเตรทกับกรด H_2SO_4 มาตรฐาน 0.0005 N จนสีสารละลายที่ได้เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง

การคำนวน

$$NH_4\text{-}N,NO\text{-}N(ppm) = \frac{Nx(T-B)x14x105}{\text{มล.ตัวอย่าง x น้ำหนักดิน(กรัม)}}$$

T = จำนวน มล.ของกรดที่ใช้ titrate กับตัวอย่าง

B = จำนวน มล. ของกรดที่ใช้ titrate กับ blank

N = ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ titrate

หรือ

$$(mg.N./\text{ดิน 100 กรัม}) = \frac{Nx(T-B)x14 \text{ x มล.น้ำยาสกัด x } 100}{\text{มล.ตัวอย่าง x น้ำหนักดิน(กรัม)}}$$

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดิน

วิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดิน

1. ฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (Total Phosphorus)

วิธีที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการคือการย่อย (Digestion) ดินด้วยกรด $HClO_4$ เข้มข้น ซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

วิธีการ

1. เครื่องมือ - Spectrophotometer
2. สารเคมี

2.1 $HClO_4$ 70-72%

2.2 Free acid molbdovanadate solution

2.2.1 ละลาย Ammonium molybdate $(NH_4)_6Mo_7O.4H_2O$ 20 กรัม ในน้ำร้อนประมาณ 600 มล.

2.2.1 ละลาย Ammonium metavanadate 1 กรัมในน้ำร้อนประมาณ 600 มล.

2.2.3 เทสารละลายของ Ammonium molybdate ตามข้อ 2.2.1 ลงไปในสารละลาย Ammonium molybdate ตามข้อ 2.2.2 แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 2 ลิตร เขย่าให้เข้ากัน

2.3 Standard phosphorus solution

2.3.1 Standard phosphorus solution 100 ppm เตรียมโดยการชั่ง KH_2PO_4 (อุ่นที่ 105 °C นาน 2 ชม.) 0.4393 กรัม ใส่ใน Vol flask 1000 มล. ปรับปริมาตรให้ได้ 1000 มล.

2.3.2 Standard phosphorus solution 0,5,10,15 และ 20 ppm โดยเตรียมจากสารละลายจากข้อ 2.3.1 และทำให้สารละลายมาตรฐานนี้เป็นกรด โดยใช้อัตราส่วน $HClO_4$:Std. P Sol^n = 1:10

<u>การเตรียมสารละลายจากตัวอย่างดิน</u>

ชั่งดิน 1 กรัม ใส่ Digestion tube ขนาด 50 มล. หรือ Kjeldanl flask ขนาด 100 มล. เติมกรด $HClO_4$ เข้มข้น 10 มล. Digest ที่อุณหภูมิประมาณ 200°C จนสารละลายใส จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น ประมาณ 1-1.30ชม. ถ่ายลงใน Vol.flask ขนาด 100 มล. แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล. เขย่าให้เข้ากันแล้วกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42

<u>วิธีเทียบสี</u>

ดูดสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 0,5,10,15 และ 20 ppm P และสารละลายดินจากข้อ 3 ตัวอย่างละ 5 มล. ใส่ลงใน Erienmeyer flask ขนาด 50 มล. เติมสารละลาย Vanadomoiybdate 5 มล. เขย่าให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที นำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ wavelenght 420 nm. อ่านค่า % Transmittance (%T) หรือ Absorbance (A) นำค่าที่วัดได้จากน้ำยามาตรฐานไปเขียนกราฟระหว่างความเข้มข้นกับ %T หรือ A โดยถ้าเป็น %T ให้ใช้กระดาษ Semi-logatium ถ้าเป็น A ใช้กระดาษกราฟธรรมดา จากนั้นเอาค่าที่อ่านได้ของสารละลายดินแต่ละค่ามาเทียบกับ Standard curve

<u>วิธีคำนวณ</u>

ppm P = ppm จาก curve x dilution factor

หรือ

ppm P = ppm จาก curve x 100

2. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยวิธี Bray II (0.1 N HCl + 0.3 N NH_4F)

น้ำยาสกัด Bray II มีส่วนผสมของกรด HCl และ NH_4F จึงสามารถสกัดฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่ละลายง่ายในกรดเช่น แคลเซียมฟอสเฟต (Ca-P) และบางส่วนของเหล็กฟอสเฟต (Fe-P) และเหล็กฟอสเฟต (Fe-P) ได้ดีเช่นกัน เนื่องจากในน้ำยาสกัดที่เป็นกรดนั้น F^-จะรวมกับ Al และ Fe เกิด Complexing ion ขึ้น ทำให้ฟอสฟอรัสที่ถูกดูดยึดไว้ถูกปลดปล่อยออกมา ดังนั้นน้ำยาสกัดนี้จึงสามารถสกัดอนินทรียฟอสฟอรัสรูปต่างๆ ออกมาได้ดี

วิธีการ

1. เครื่องมือ - Spectorphotometer

2. สารเคมี

2.1 Ammonium Fluoride (NH_4F) 1N โดยละลาย NH_4F กรัมในน้ำกลั่นทำเป็น 1 ลิตร เก็บไว้ในขวด polyehelene

2.2 Hydrochloric acid (HCl) 0.5 N dilute 20.7 มล. ของ HCl เข้มข้น 37% ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 500 มล.

2.3 Extracting solution ใช้ 1 N N NH_4F จากข้อ 2.1 จำนวน 30 มล. ผสมกับ 0.5 N HCl 200ml. (ตามข้อ2.2) แล้วทำให้เป็น 1 ลิตร ซึ่งสารละลายที่ได้จะเท่ากับ 0.06 N NH_4F - 0.1 N HCl

2.4 น้ำยา develop สี

2.4.1 ชั่ง Ammonium molybdate $(NH_4)_6.Mo_7O.4H_2O$ 12 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 250 มล.

2.4.2 ชั่ง Potessium antimony tartrate ($KSbO.C_4H_4O_6$) 0.2908 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มล.

2.4.3 เตรียม 5 N H_2SO_4 โดยใช้ H_2SO_4 เข้มข้น 96% 139 มล. ทำให้เป็นสารละลาย 1 ลิตร

2.4.4 เอาน้ำยา 2.4.1 และ 2.4.2 ผสมลงใน 5 N H_2SO_4 ตามข้อ 2.4.3 แล้วทำให้ได้ปริมาตร 2.5 ลิตร สารละลายที่ได้จะต้องใสไม่มีสีและต้องเก็บไว้ในขวดสีชา

2.5 Ascorbic acid ละลาย Ascorbic ในน้ำยา develop สี ตามข้อ 2.4.4 โดยใช้ Ascorbic acid 1.056 กรัมต่อน้ำยา develop สี 250 มล. ซึ่งการเตรียมสารละลายของ Ascorbic acid ต้องเตรียมเพื่อใช้วันต่อวัน คือเตรียมเฉพาะปริมาณที่จะใช้ในแต่ละครั้งเท่านั้น เพราะสารละลายดังกล่าวไม่สามารถเก็บไว้นานเกินกว่า 24 ชั่วโมง

2.6 Standard Phosphorus Solution

2.6.1 Standard Phosphorus Solution 50 ppm P โดยชั่ง KH_2PO_4 (อบที่ 105°C นาน 2 ชั่วโมง) 0.2196 กรัม ละลายน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร

2.6.2 Standard Phosphorus Solution 5 ppm P โดยเตรียมจาก Standard Phosphorus ตามข้อ 2.6.1

การสกัดดิน

ชั่งดิน 2 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. เติมน้ำยาสกัด Bray II 20 มล. (อัตราส่วนดิน:น้ำยาสกัด =1:10) เขย่าด้วยมือ 40 วินาที แล้วกรองทันทีด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42

วิธีเทียบสี

เตรียมน้ำยามาตรฐานจาก Std. P solution 5 ppm P โดยดูดน้ำยา 1,2,3,4 และ 5 มล. ใส่ในVol. flask ขนาด 25 มล. เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 15 มล. แล้วเติมน้ำยา Ascobic acid (ตามข้อ2.5) ลงไป 5 มล. แล้วปรับให้ได้ปริมาตร 25 มล. ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน ซึ่งจะได้ Std. P solution 0.2,0.4,0.6,0.8 และ 1.0 ppm P ตามลำดับ

สำหรับสารละลายดินนั้นดูดอย่างละประมาณ 5 มล. ใส่ลงใน Vol. flask ขนาด 25 มล. เติมน้ำกลั่นประมาณ 15 มล. แล้วเติมน้ำ Ascobic acid 5 มล. ทำให้ได้ปริมาตร 25 มล. ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้อย่างย้อย 10 นาที จะได้สารละลายสีน้ำเงินที่คงที่ (Stable) ถึง 24 ชม. นำสารละลายสีน้ำเงินดังกล่าวไปวัดความเข้มข้นของสี โดยเทียบกับสารละลายมาตรฐานด้วยเครื่อง Spectorphotometer ที่ 882 mm จากการอ่านค่าซึ่งจะเป็น %T หรือ A ทำให้ได้ Standard curve ซึ่งสามารถเทียบค่าของสารละลายดินได้

วิธีคำนวณ

$$\text{ppm P} = \text{ppm form curve} \times \text{dilution factor}$$

$$\text{ppm P} = \text{ppm form curve} \times \frac{\text{Total volume} \times \text{ml of extracted aliquot}}{\text{weight of sample}}$$

การวิเคราะห์โพแทสเซียมในดิน

การวิเคราะห์โพแทสเซี่ยมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available K or Exahangeable K)

วิธีสกัดด้วย 1N NH_4OAc pH7.0

การวิเคราะห์ available K โดยการสกัดดิน 1N NH_4OAc pH7.0 และ exahangeable K แต่เนื่องจากปริมาณของ exahangeable K ซึ่งเป็น K อิสระที่สามารถแลกเปลี่ยนกับประจุบวก (Cation) ของเกลือต่างๆ ที่ใส่ลงในดินนั้น ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสารละลายที่ใช้ในการไล่ที่ หรือขึ้นอยู่กับชนิดของ ion และความเข้มข้นของสารละลาย ดังนั้น exahangeable K จึงมีค่า เท่ากับปริมาณ K สกัด ได้ด้วย 1N NH_4OAc ลงด้วย K ที่ละลายน้ำ

Exahangeable K = 1N NH_4OAc extracted K - water soluble K

อีกทั้งโดยปกติในดิน Non - salineทั่วไปนั้น จะมี water soluble Kที่ต่ำมาก จึงอาจถือว่า K ที่สกัดได้จาก IN NH_4OAc คือ exahangeable K ฉะนั้น การวิเคราะห์ exahangeable K ด้วยวิธีนี้ สามารถนำมาประเมิน หรือ เป็นดัชนีที่บอกถึงความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียม (Available K) ของดินได้ ดังนั้นนับได้ว่าเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายสะดวก และรวดเร็ว

<u>อุปกรณ์และเครื่องมือ</u>

1. Erlemneyer flasks ขนาด 125 ml. และจุกยาง
2. Volumetric ขนาด 100 ml. และ 1000 ml.
3. Pipettes ขนาด 1,2,3,4 และ 5 ml.
4. Cylender ขนาด 50 ml.
5. Shaker
6. Fitering apparatus
7. Flame emission spectrophotometer
8. Analytical balance

<u>สารเคมี</u>

1. น้ำยาสกัด 1N Ammonium acetate (CH_3COONH_4 หรือ NH_4OAc) pH7.0 ละลาย NH_4OAc 77.08 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 900 มล. ใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ปรับ pH ด้วย Ammonium Solution (NH_4OH) ให้ได้ 7.0 แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

2. Stock standard K solution 1000 ppm: ชั่ง KCl (AR) 1.9086 กรัม ซึ่งผ่านการอบที่ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใส่ลงใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ละลายและปรับปริมาตรได้ให้ได้ 1 ลิตรด้วยน้ำยาสกัด IN NH_4OAc pH7.0 (หรือเตรียมจาก standard K solution ที่บรรจุใน ampoule)

3. Working standard K solution 10,20,30,40 และ 50 ppm: เตรียม Working standard K solution 1 ชุด ที่ความเข้มข้น 50 ppm K ใน Volumetric flask ขนาด 100 มล. โดย Pipette Stock standard K solution ,1000ppm ปริมาตร 1,2,3,4 และ 5 มล. ลงใน Volumetric flask ตามลำดับ แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มล. ด้วย IN NH_4OAc pH7.0

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างดินแห้ง (Air dried) ที่บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. แล้ว จำนวน 5 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 มล. เติมน้ำยาสกัด 1N NH4OAc pH 7.0 50 มล. ปิดจุกยางเขย่าด้วยเครื่องเขย่านาน 30 นาที

2. นำมากรองด้วยกระดาษกรอง WhatmanNo.5 เก็บ filuates ไว้วิเคราะห์ต่อไป

3. นำ Working standard K solution มาวัดค่า Intensity ด้วย Flame emission spectrophotometer ที่ Wavelength 768nm เพื่อ plot standard curve ของ K

4. จากนั้นจึงนำ filuates ของตัวอย่างมาวัดค่า Intensity ใน condition เดียวกันกับที่ใช้วัด Working standard K solution

5. วิเคราะห์ปริมาณ K ใน filtrates โดยเปรียบเทียบค่า Intensity กับ standard curve ของ K

การคำนวณปริมาณ exahangeable K ในดิน

$$\text{ppm exahangeable K} = \frac{\text{ppm reading x ml Extraction solution x dilution factor}}{\text{Soil weight (g)}}$$

หรือ

$$\text{ppm exahangeable K} = \frac{\text{ppm reading x 50 ml x dilution factor}}{5\ \text{g}}$$

หมายเหตุ : Filtrate ที่ได้จากการสกัดด้วย 1N NH_4OAc (pH7.0) สามารถนำมาวิเคราะห์หาค่า Exahangeable Ca, Mg และ Na ได้ด้วย

การวิเคราะห์โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Test tubes ขนาด 100 ml.
2. Volumetric flask ขนาด100 ml.
3. Pipette ขนาด 1,2,3,4,5 และ 10 ml.
4. Digest block
5. Filtering apparatus
6. Flame emission spectrophotometer
7. Analysis balance

สารเคมี

1. Perchloric acid ($HClO_4$) conc.

2. Stock standard K solution 1000 ppm ชั่ง KCl (AR) 1.9066 กรัม ซึ่งผ่านการอบ 105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใส่ลงใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ละลายและปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3. Working standard K solution 0,10,20,30,40 และ 50 ppm เตรียม Working standard K solution 1 ชุด ที่ความเข้มข้น 0.10,20,30,40 และ 50 ppm K ใน Volumetric flask ขนาด 100 มล. โดย Pipette Stock standard K solution 1000 ppm ปริมาตร 1,2,3,4 และ 5 มล. ลงในVolumetric flask ตามลำดับ ใส่น้ำกลั่นและเติม $HClO_4$ มล. ในแต่ละ flask แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น

วิธีการ

1. ชั่งดินแห้ง (Air dry) 1 กรัม ใส่ใน test tube ขนาด 100 มล. เติม conc.HCl 10 มล. แล้วนำไปย่อย (Digest) บน Digestion ซึ่งตั้งอยู่ใน Fume hood โดยค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิจาก 50,150 จนถึง 200 °C แล้วควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ไว้จนสารละลายใส จึงนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ก่อนที่จะเติมน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล. ใน Volumetric flask

2. นำมากรองด้วยกระดาษ Whatman เก็บ Filtrate ไว้วิเคราะห์ต่อไป

3. นำ Working standard K solution มาวัดค่า intensity ด้วย Flame emission spectrophotometer 768 nm เพื่อไว้ plot standard curve K

4. จากนั้นจึงนำ Filtrate ของตัวอย่าง มาวัดค่า intensity ใน Condition เดียวกันกับที่ใช้วัด Working standard K solutions

5. วิเคราะห์ปริมาณ K ใน Filtrate โดยเปรียบเทียบค่า emission กับ standard K ใน standard curve ของ K

การคำนวณปริมาณ Total K ในดิน

$$\text{ppm K Total} = \frac{\text{ppm reading x ml Digestice solution x dilution factor}}{\text{Soil weight (g)}}$$

หรือ

$$\text{ppm K Total} = \frac{\text{ppm reading x 100 ml x dilution factor}}{1\ (g)}$$

หมายเหตุ : ที่ได้จากการย่อยดินด้วย conc.$HClO_4$ สามารถนำมาวิเคราะห์ Total Ca, Mg, Na และ P ได้ด้วย

การวิเคราะห์อินทรียวัตถุ (Organic matter)

Wet Oxidation ใช้ $K_2Cr_2O_7$ oxidized คาร์บอนให้เป็น CO_2 วัดปริมาณ $K_2Cr_2O_7$ ที่เหลือโดยการ titrate วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Balance. analytical
2. 5 ml. volumetric pipet
3. 250 ml. erlenmeyer flask
4. 50 ml. buret
5. 10 ml. cylinder
6. 20 ml. cylinder
7. Titration base, with bright light source

สารเคมี

1. Potassium dichromate solution ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N : ละลาย $K_2Cr_2O_7$ (อบที่ 105 ^{0}C) 49.04 กรัม ในน้ำกลั่น ทำให้มีปริมาตรทั้งหมด 1 ลิตร
2. Concentrated sulfuric acid (H_2SO_4)
3. Ferrous sulfate ($FeSO_4$) 0.5 N : ใช้ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 6H_2O$ 196.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น เติม H_2SO_4 เข้มข้น 15 ml. ทำให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
4. O-phenanthroline ferrous sulfate indicator (0.025 M) : เตรียมโดยละลาย O-phenanthroline 1.48 กรัม และ Ferrous sulfate ($FeSO_4 H_2O$) 0.70 กรัม ในน้ำกลั่น จนมีปริมาตร 100 ml.

วิธีการ

ชั่งตัวอย่างดิน ซึ่งได้บดไว้แล้วอย่างละเอียด (ผ่านตะแกรง 0.5 มม.) 0.5-2 กรัม ทั้งนี้แล้วแต่ดินตัวอย่างจะมี อินทรียวัตถุมากหรือน้อย การชั่งดินตัวอย่างควรใช้ analytical balance บรรจุตัวอย่างที่ชั่งแล้วอย่างละเอียดนี้ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. เติมน้ำยา dichromate 1 N ลงไป 5 มล. โดย

ใช้ pipette ต่อจากนั้นให้รินกรดซัลฟูริคอย่างเข้มข้นลงไป 10 มล. โดยเร็ว แกว่ง flask ไปรอบๆ เบาๆ เพื่อให้น้ำยากับดินเข้ากันประมาณ 1-2 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยากันเป็นเวลา 30 นาที

เติมน้ำกลั่นลงไป 50 มล. และหยด indicator ลงไป 3 หยด ไตเตรท soil suspension ด้วยน้ำยา ferrous sulfate จนกระทั่งสีของ suspension เปลี่ยนจากเขียวเป็นน้ำตาลปนแดง ถ้าไตเตรทด้วย ferrous sulfate อีกครั้งหนึ่ง end point คือจุดที่ indicator เริ่มเปลี่ยนจากเขียวเป็นน้ำตาลปนแดง จดปริมาณของน้ำยา dichromate และ ferrous sulfate ที่ใช้

วิธีนี้ต้องทำ blank และจดปริมาณของ dichromate และ ferrous sulfate ไว้ คำนวณ normality ที่แท้จริงของ ferrous sulfate แล้วคำนวณหาปริมาณของ dichromate ที่ถูก reduced โดยดินตัวอย่าง ในกรณีที่พบว่าน้ำยา dichromate ที่ถูก reduced โดยดินตัวอย่างเป็นปริมาณมากกว่า 4 มล. ขึ้นไป ควรจะทำการวิเคราะห์ใหม่ โดยลดปริมาณดินตัวอย่างให้น้อยลง

การคำนวณ

% อินทรียวัตถุ = % organic carbon x 1.72

$$\% \text{ organic carbon} = \frac{(\text{me } K_2Cr_2O_7 - \text{me } FeSO_4) \times 0.003 \times 100 \times 1.33}{\text{weight of sample in grams}}$$

การวิเคราะห์หาค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation exchange capacity : CEC)

การวิเคราะห์ cation exchange capacity (1 N NH_4OAc pH 7.0) แบ่งออกได้เป็น 4 ขั้น ดังนี้คือ

1. Leaching step ชะดินด้วย neutral NH_4OAc เพื่อที่จะให้ NH_4^+ เข้าแทนที่ native cations ต่างๆ ที่ดูดซับอยู่ในดินให้หมด
2. Washing step ล้างดินด้วย NH_4Cl ที่มากเกินพอ แล้วล้างเพิ่มเติมด้วย isopropy alcohol
3. Replacing step แทนที่ adsorbed NH_4^+ ด้วย acidified NaCl solution
4. Analyzing step วิเคราะห์ NH_4^+ ที่ถูกแทนที่ออกมาโดยวิธีการที่เหมาะสม

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Buchner funnels, fitted with 5.5 cm. filter paper
2. Balance, torsion
3. 500 ml. erlenmeyer flask

4. 500 ml. volumetric flask
5. 20 ml. volumetric pipet
6. 20 ml. test tube
7. 250 ml. volumetric flasks
8. 400 ml. beaker
9. 250 Kieldahl flasks
10. Kjeldahl distillation apparatus
11. 50 ml. erlenmeyer flask

สารเคมีและน้ำยา

1. Ammonium acetate (NH_4OAc) : เตรียมโดยใช้ NH_4OH 680 มล. ทำให้เจือจางด้วยน้ำ 5 ลิตร เติม acetic acid 565 มล. ลงไป แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปให้มีปริมาตรครบ 10 ลิตร คนน้ำยาให้เข้ากัน ปรับ pH ของน้ำยาให้เป็นกลาง (pH 7.0) โดยใช้สารละลายที่เจือจางของง ammonium hydroxide หรือ acetic acid

2. Isopropyl alcohol 99%

3. Ammonium chloride (NH_4Cl), 1 N : เตรียมโดยละลาย NH_4Cl จำนวน 53.5 กรัม ในน้ำกลั่น 800 มล. แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นปรับ pH ให้เป็น 7.0 ด้วย NH_4OH หรือ HOAc ที่เจือจาง

4. Ammonium chloride (NH_4Cl), 0.25 N : เตรียมโดยละลาย NH_4Cl จำนวน 53.5 กรัม ในน้ำกลั่น 800 มล. แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นปรับ pH ให้เป็น 7.0 ด้วย NH_4OH หรือ HOA_c ที่เจือจาง

5. Ammonium oxalate, 10% ละลาย $(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$ จำนวน 10 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล.

สวม Funnel เข้าที่ filtering flask ตามเดิม ล้างด้วย 1 N NH_4Cl 4 ครั้ง และ 0.25 N NH_4Cl 1 ครั้ง หลังจากนั้นล้างดินด้วย 99% isopropyl alcohol จำนวนประมาณ 150 มล. การล้างก็ค่อยๆกระทำทีละน้อยจนไม่มี Cl^- เหลืออยู่ (ใช้ 0.1 N $AgNO_3$ ทดสอบ ถ้ามี Cl^- จะได้ตะกอนขาวขุ่นของ AgCl) ทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้ดินหมาดแต่ระวังอย่าให้แตกระแหง ส่วน alcohol ที่ชะล้างแล้วก็รินเก็บไว้ในขวดที่ผู้คุมห้องปฏิบัติการจัดไว้ให้

ขั้นต่อไปทำการไล่ที่ NH_4^+ ที่ดูดซับผิวอยู่ที่ผิว Clay ด้วย acidified NaCl การไล่ที่ก็ต้องทำช้าๆ เช่นเดียวกันกับการไล่ที่ในตอนแรก จนกระทั่งได้ leachate ประมาณ 225 มล. แล้วจึงหยุด ถ่าย Leachate นี้ลงไปใน volumetric flask ขนาด 250 มล. เติมน้ำลงไปใน Flask ให้ครบ 250 มล. ปิดฝาจุกให้แน่น ถ้าน้ำยานี้จะต้องเก็บเอาไว้ก่อนทำการวิเคราะห์เกิน 3 วัน ควรหยด toluene ลงไปใน flask 3 หยด และเขย่าให้เข้ากันให้ดี

การวิเคราะห์หา NH_4^+ ที่ไล่ออกมานี้ กระทำได้โดยแบ่ง aliquot 20 มล. ออกจาก flask เติมด้วย volumetric pipet ขนาด 20 มล. ลงไปใน Kjeldahl flask ขนาด 250 มล. ในขณะเดียวกันวาง erlenmeyer flask 50 มล. ซึ่งมี H_3BO_3-mixed indicator 5 มล. บรรจุอยู่ไว้ที่ปลายของก้าน condenser ของเครื่องกลั่นโดยให้ปลายของก้านของ condenser จุ่มอยู่ใต้ระดับของง H_3BO_3 เปิดน้ำให้เดินผ่าน condenser ริน 1 N NaOH ด้วยความระมัดระวังลงไปใน Kjeldahl flask ประมาณ 2 มล. แล้วต่อ flask นี้เข้ากับเครื่องกลั่นทันที ก่อนเปิดไฟต้ม flask ควรตรวจสอบรอยต่อต่างๆ ว่ายึดกันแน่นและไม่มีรอยรั่ว กลั่นจนกระทั่งได้ปริมาตรของสารละลายใน erlenmeyer flask ประมาณ 30 มล.

Titrate ด้วย 0.1 N H_2SO_4 จนกระทั่งสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดง ควรทำ blank ไปด้วยกัน คำนวณหา me ของ ammonium ต่อดิน 100 กรัม บันทึกค่า CEC ที่ได้ในตารางที่ให้ไว้

6. Diluted ammonium hydroxide (NH_4OH) : ใช้ NH_4OH เข้มข้นผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:1

7. Silver nitrate ($AgNO_3$), 0.10 N ละลาย $AgNO_3$ จำนวน 1.689 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. ใน volumetric flask

8. 10% Sodium chloride acidified : ละลาย NaCl จำนวน 100 กรัม ในน้ำกลั่น 1000 ml. หยด conc HCl 0.5 มล. เขย่าให้ทั่วถึง

9. Sodium hydroxide (NaOH) 1 N ชั่ง NaOH 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

10. Boric acid-indicator solution : เตรียมได้เช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์หา Total nitrogen

11. Standard sulfuric acid (H_2SO_4) : 0.1 N pipet conc H_2SO_4 2.8 มล. ลงใน volumetric flask ขนาด 1 ลิตร จากนั้นนำไปหาค่าความเข้มข้นที่แน่นอนตามวิธีการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของกรดและด่าง

วิธีการ (ทำ duplicate)

1. โดยใช้ Buchner funnels

ชั่งตัวอย่างดินที่ผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. ด้วย torsion balance (มีความละเอียด 0.01 กรัม) 10 กรัม ถ้าเป็นดินทรายก็ใช้ 25 กรัม เติม 1 N NH_4OAc 250 มล. เขย่าให้ดินและน้ำยาเข้ากัน ทิ้งไว้ค้างคืน กรองด้วย suction โดยใช้ Balance funnels ชะดินด้วย neutral N NH_4OAc ทีละน้อยๆ โดยอาศัย sucktion ในขณะที่ชะดินนี้ต้องระวังอย่าให้ดินแห้งและแตกระแหง เพื่อป้องกันดินแห้งขณะทำการชะ กระทำได้โดยเพิ่ม NH_4OAc ลงไปอีกใน funnel เมื่อระดับของน้ำยาลดต่ำลงจนเกือบจะถึงผิวดิน ทำการชะดินไปเรื่อยๆ ด้วย NH_4OAc จนกระทั่งไม่มี Ca ออกมาใน solution (สำหรับการทดสอบ Ca ใช้ 1 N NH_4Cl, 10% Ammonium oxalate และ dilute NH_4OH อย่างละ 2-3 หยดใส่ลงไปในสารละลายที่จะทดสอบ นำ

ไปทำให้ร้อนจนเกือบเดือด ถ้ามี Ca จะเห็นตะกอนขุ่นเกิดขึ้น) เก็บ leachate ไว้หา exchangeable bases ต่อไป ปรับปริมาตรเป็น 500 มล. โดยใช้ volumetric flask

2. ในกรณีที่มีเครื่อง centrifuge

2.1 Leaching step. ชั่งดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. มา 5 กรัมใส่ลงใน centrifuge tube เติม 1 N NH_4OAc ลงไป 30 มล. เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน จากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าแบบ reciprocal นาน 1 ชั่วโมง นำไป centrifuge นาน 5 นาที รินสารละลายใสเก็บใน volumetric flask ขนาด 10 มล. ตะกอนดินที่เหลือจะนำไปเติม 1 N NH_4OAc 30 มล. เขย่าและ centrifuge เช่นเดียวกับการทำครั้งแรก ทำเช่นนี้ซ้ำอีกครั้ง สารละลายใสที่ได้จากการ centrifuge ทั้ง 3 ครั้ง จะรวมเข้าด้วยกันซึ่งจะมีปริมาตรทั้งหมดประมาณ 90 มล. อนึ่งในการเขย่าและ centrifuge ครั้งสุดท้าย (ครั้งที่ 3) ควรจะทำการทดสอบการแทนที่ของ NH_4^+ ที่ผิวของ silicate clay ว่าการแทนที่นั้นสมบูรณ์แล้วหรือยัง ซึ่งกระทำโดยนำสารละลายใสที่ได้จากการสกัดครั้งที่ 3 มาประมาณ 5 มล. หยดสารละลาย 1 N NH_4Cl, 10%$(NH_4)_2C_2O_4$ และ 1 N NH_4OH ลงไปอย่างละ 2-3 หยด นำไปทำให้ร้อนจนเกือบเดือด หากมี Ca^{2+} ในสารละลาย จะเห็นตะกอนขุ่นของ CaC_2O_4 เกิดขึ้น และหากว่าเป็นเช่นนี้ก็จะต้องทำการสกัดต่อไปอีก สำหรับสารละลายที่ได้จากการสกัดทั้งหมดนั้นจะรวมกันแล้วปรับเป็นปริมาตรที่แน่นอน เก็บไว้สำหรับวัดหาปริมาณของ exchangeable cation ต่างๆ เช่น Ca^{2+}, Mg^{2+},K^+ และ Na^+

2.2 Washing step ตะกอนดินที่ยังเหลืออยู่ใน centrifuge tube นั้น ที่ผิวของ clay micelle จะอิ่มไปด้วย NH_4^+ ที่ไปดูดซับอยู่กับจะมี NH_4^+ บางส่วนเหลืออยู่ในระหว่างช่องว่างของดิน จำเป็นจะต้องล้างส่วนนี้ออกมาเสียก่อน โดยจะล้างด้วย 1 N NH_4Cl เป็นจำนวน 4 ครั้ง ตามด้วย 0.25 N NH_4Cl อีกหนึ่งครั้ง หลังจากนั้นจะล้างด้วย isopropyl alcohol อีก 3 ครั้ง แต่ละครั้งที่ล้างจะใช้ปริมาตรสารละลายที่ล้างครั้งละ 30 มล. เขย่า 5 นาที centrifuge เพื่อรินสารละลายใสทิ้งไป ในการทดสอบเพื่อดูว่า NH_4^+ ในช่องว่างของดินหมดหรือยัง กระทำโดยนำเอาสารละลายใสที่ได้จากการล้างครั้งสุดท้ายใส่ใน test tube ประมาณ 4-5 หยด เติม 0.1 N $AgNO_3$ ลงไป 3-5 หยด หากเกิดตะกอนสีขาวของ AgCl ให้ปรากฏ จะต้องทำการล้างต่อไปจนกว่าการทดสอบจะไม่มีตะกอนขาวของ AgCl ให้ปรากฏ

2.3 Replacing step ตะกอนดินใน centrifuge tube จะถูกนำไปเขย่ากับ 10% NaCl (Acidify) จำนวน 30 มล. เขย่า 5 นาที และ centrifuge เก็บสารละลายใสใน volumetric flask ขนาด 100 มล. ทำทั้งสิ้นจำนวน 3 ครั้ง สารละลายใสที่รินได้จะมีปริมาตรรวมกันได้ประมาณ 90 มล. ปรับปริมาตรด้วย acidify 10% NaCl ให้เป็น 100 ml. สารละลายนี้จะเก็บไว้เพื่อการกลั่นหาปริมาณ NH_4^+ แล้วคำนวณเป็นค่า CEC ของดินต่อไปสำหรับตะกอนดินที่เหลือใน centrifuge tube นั้นจะมี Na^+ เกาะอยู่ที่ผิวของ Clay micelle แทน NH_4^+ ซึ่งสามารถทิ้งไปได้

2.4 Analyzing step pipet สารละลายที่ได้ในข้อ ค. จำนวน 40 มล. ใส่ลงใน Kjeldahl flask ของชุดกลั่น ในส่วนปลายของก้าน condenser จะจุ่มอยู่ในสารละลาย 2% H_3BO_3-mixed indicator

จำนวน 5 มล. ซึ่งบรรจุไว้ใน erlenmeyer flask ขนาด 50 มล. ที่มีขีดบอกปริมาตร 30 มล. ไว้ชัดเจน เติม 1 N NaOH ลงไปใน Kjedahl flask จำนวน 5 มล. แล้วดำเนินการกลั่นต่อไป อนึ่งจะต้องทำการตรวจสอบว่าข้อต่อ ณ จุดต่างๆ ของชุดกลั่นไม่มีการรั่วซึมของก๊าสที่ได้จากการกลั่น และที่ condenser จะต้องมีน้ำเย็นไหลผ่านตลอดเวลา เวลาที่ใช้ในการกลั่นจะพิจารณาจากปริมาณของสารละลายใน erlenmeyer flask เป็นสำคัญ การกลั่นที่ถือว่าสมบูรณ์จะต้องมีปริมาตรของปริมาตรของสารละลายทั้งสิ้นใน erlenmeryer flask ที่รองรับที่ปลายก้าน condenser มีค่าเท่ากับ 60 มล. นำไป titrate ด้วย standard acid (0.1 N H_2SO_4 หรือกรดอื่นใดก็ได้ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน) จนกระทั่งสีเขียวของสารละลายเปลี่ยนไปเป็นสีม่วงแดง บันทึกปริมาตรของกรดที่ใช้ จากนั้นนำไปคำนวณหาค่า CEC ของดินต่อไป จะต้องทำ blank ด้วยทุก set ของการกลั่น

หมายเหตุ ในกรณีของดิน calcareous ควรจะชะดินด้วย 1 N sodium acetate pH 8.2 แทน รายละเอียดดูได้จาก Black C.A. 1965. Method of soil analysis part 2 chemical and microbiological properties.

การวิเคราะห์หา Total exchangeable bases

การหาค่า Total bases

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. 50 ml. buret
2. 350 ml. evaporation dishes
3. Steam plate
4. Hot plate
5. Muffle furnace
6. Desiccate

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารเคมี

1. Hydrochloric acid (HCl) 0.1 N. pipet conc. HCl จำนวน 8.3 มล. ลงใน volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ที่บรรจุน้ำกลั่น 950 มล. ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร แล้วนำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนต่อไปตามวิธีการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของกรดและด่าง

2. Sodium hydroxide (NaOH) 0.1 N. ชั่ง NaOH จำนวน 4 กรัม ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ที่บรรจุน้ำกลั่น 950 มล. ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร แล้วนำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนตามวิธีการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของกรดและด่าง

3. Bromocresol green indicator : ผสม bromocresol green 0.1 กรัม ลงใน 0.01 N NaOH 14.3 มล. (1.43 มล. ของ 0.1 N. NaOH) ทำให้เจือจางด้วยน้ำจนมีปริมาตร 250 มล.

วิธีการ

นำ leachate ที่ได้จากการ leaching ดินด้วย NH_4OAc เมื่อทำการวิเคราะห์ CEC นั้น มาระเหยให้แห้งใน evaporating flask โดยอังไว้บน steam plate ปล่อยให้ leachate งวดไปทีละน้อยๆ เมื่อของเหลวงวดลงจนกลายเป็นน้ำเชื่อมแล้ว นำไปวางบน electric hot plate โดยเปิด hot plate ให้ร้อนปานกลาง ปล่อยให้แห้งจนกลายเป็นสีเหลือง แล้วจึงยกลงจาก hot plate เพื่อกำจัดส่วนที่เป็น acetate ของ basic cation ต่างๆ ออกให้หมด โดยเปลี่ยนให้เป็น oxides หรือ carbonate นำสารที่แห้งกรังอยู่ใน evaporating dish เข้าเผาในเตาเผา (furnace) ค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิถึง 700 - 800°C เป็นเวลา 15 - 20 นาที นำออกมาทำให้เย็นใน desicator รีน standard 0.1 N HCl 50 มล. ลงไปใน evaporating dish ปล่อยทิ้งไว้สัก 15 นาที แล้วนำไปต้มโดยให้ร้อนช้าๆ จนเดือดทั้งนี้เพื่อให้กรดมีโอกาสทำปฏิกิริยากับ bases และ carbonate จนหมด ทำให้เดือดเพื่อไล่ CO_2 ต่อจากนั้นก็นำมาทำให้เย็น แล้ว titrate กรด HCl ที่มากเกินพอด้วย NaOH 0.1 N โดยหยด bromocresol green ลงไป 2-3 หยด สีของ indicator จะเปลี่ยนจากเหลืองเป็นเขียว จดบันทึกปริมาณของ NaOH ที่ใช้ไว้ในตาราง

จากค่าของกรดที่ใช้ไป หักค่า meq ของ carbonates, bicarbonates และ nitrate ออก ค่าที่ได้ก็จะเป็นค่าของ total exchangeable bases

การหา Total exchangeable bases โดยการหาค่าของ Ca, Mg, Na และ K

Total exchangeable bases ที่สามารถที่จะหาได้อย่างง่ายๆ โดยถือว่า exchangeable bases ในดินส่วนใหญ่จะเป็น Na, K, Ca, และ Mg ดังนั้นถ้านำ leachate ที่ได้จากการ leaching ดินด้วย NH_4OAc เมื่อทำการวิเคราะห์หา CEC มาวิเคราะห์ปริมาณ Na, K, Ca และ Mg เมื่อนำค่าที่ได้มารวมกันก็จะเป็นปริมาณ total exchangeable bases ได้

Na และ K หาปริมาณได้ โดยใช้ flame photometer

Ca และ Mg หาปริมาณได้ โดยใช้ atomic absorption spectrophotometer หรือ EDTA titration

การหาปริมาณ Ca และ Mg โดยวิธี EDTA-Titration

การหาปริมาณ Ca และ Mg นี้ อาศัยหลักการที่ว่า Chelating agent สามารถ form complex กับ metal ion ได้ EDTA เป็น chelating agent ที่ใช้ในปฏิกิริยานี้ การที่จะทราบถึง end point ก็จะต้องมี metal sensitive indicator คือเป็น chelating agent ซึ่งจะมีสีแตกต่างไปเมื่ออยู่อย่างอิสระหรืออยู่กับ metal

EDTA สามารถที่จะ form complex กับ ions อื่นๆ ได้ไม่เฉพาะกับ Ca หรือ Mg เท่านั้น ดังนั้นจึงต้องมีการใส่สารเคมีบางอย่างลงไปเพื่อกำจัด ions อื่นๆออกไปเช่น cyanide ซึ่งจะเกิดสารประกอบ complex กับ Cu, Zn, Ni และ Fe^{2+} Triethanolamine จะเกิด chelate กับ Al และ ferric ion Mn ก็จะเปลี่ยนไปเป็น manganese ferrocyanide

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>อุปกรณ์และเครื่องมือ</u>

1. 250 ml. beaker
2. 100 ml. cylinder
3. Filtering apparatus
4. 10 ml. graduated pipet
5. Buret
6. Dropper

สารเคมี

1. 4 N NaOH 160 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
2. 2% KCN in water ละลาย KCN 2 กรัม ในน้ำ 100 มล.
3. 4% $K_4Fe(CN)_6.3H_2O$ in water $K_4Fe(CN)_6.3H_2O$ จำนวน 4 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล.
4. Eriochrome Black T (EBT) indicator : ละลาย 0.5 กรัม eriochrome black T (F241) และ hydroxylamine hydrochloride 4.5 กรัม ใน 95% ethanol 100 ซีซี (ใช้ได้ 3 อาทิตย์เท่านั้น)
5. 2% Triethanolamine (TEA)
6. Ammonium purpurate indicator : ผสม 0.5 กรัม ของ ammonium purpurate (Murexide) และ 100 กรัม ของ potassium sulfate ให้เข้ากัน
7. Buffer pH 10: ละลาย 67.5 กรัม NH_4Cl ในน้ำกลั่น 200 มล. เติม NH_4OH เข้มข้นลงไป 570 มล. แล้วทำให้ปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
8. Standard 0.01 N Ca : ละลาย 0.5004 กรัม $CaCO_3$ pure ในกรดเกลือเข้มข้น 5 มล. จนละลายหมด แล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
9. Standard EDTA 0.01 N : ละลาย disodium ethylene diamine tetraacetate 1.8613 กรัม ทำให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บในขวด polyethelene (ถ้าเป็นในขวดแก้วจะไม่ stable) แล้ว Standardized ด้วย standard calcium โดยใช้ indicator แต่ละอย่าง (normality ของ EDTA เมื่อใช้ ammonium purpurate เป็น indicator จะสูงกว่าเมื่อใช้ eriochrome black T เป็น indicator ราว 3-5%)

วิธีการ

Ammonium acetate และอินทรียวัตถุในสารละลายที่สกัดได้ จำเป็นต้องกำจัดออกก่อนทำการ titrate กับ EDTA การกำจัดทำโดยนำสารละลายซึ่งสกัดได้จากดินมาระเหยให้แห้ง แล้วเติม aqua regia (HCl + HNO_3 = 3:1) และนำไประเหยให้แห้ง กรณีที่สารละลายที่สกัดได้มีสีเข้มมากอาจต้องเติม aqua regia หลายครั้งละลายส่วนที่เหลือจากการระเหยด้วยน้ำกลั่นจำนวนที่เท่ากับปริมาณของสารละลายเดิม

การหาปริมาณแคลเซียม

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

การหาปริมาตรแคลเซียมรวมกับแมกนีเซียม

ไปเปตสารละลาย 5-25 มล. (ประมาณ Ca + Mg ต้องไม่มากกว่า 0.1 me) ลงใน beaker ขนาด 125 มล. เติม 4% $K_4Fe(CN)_6$ 2% KCN และ 2% TEA อย่างละ 20 หยด (1 มล.) เติม buffer 10 หยด และ eriochrome black T 4 หยด แล้วไตเตรทด้วย EDTA จนสารละลายเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงินหรือสีน้ำเงินแกมเขียว

การคำนวณ

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

ปริมาณ Ca + Mg - ปริมาณ Ca = ปริมาณ Mg

การวิเคราะห์หา Micronutrients บางตัว (Fe,Mn)

ปริมาณ Fe ที่สกัดได้

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. 125 ml. erlenmeyer flask
2. Shaking machine
3. Filtering apparatus

สารเคมี

1. Ammonium acetate (NH_4OAc) 1 N, pH 4.8 : ผสม glacial acetic acid 102 มล. และ NH_4OH เข้มข้น 70 มล. เติมน้ำจนได้ปริมาตร 750 มล. ปรับ pH ของสารละลายให้เป็น 4.8 โดยการเติม HOAc เติมน้ำจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

วิธีการ

ชั่งดินแห้งมา 12.5 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มล. เติม NH_4OAc ลงไป 50 มล. เขย่าเป็นเวลา 30 นาที กรอง นำสิ่งที่กรองได้ไปวิเคราะห์ Fe ต่อไป

ปริมาณ Mn ที่สกัดได้

น้ำยาสกัดที่ใช้กันสำหรับสกัด exchangeable Mn ก็คือ NH_4OAc, $Ca(NO_3)_2$ หรือ $Mg(NO_3)_2$

การสกัดปริมาณ Fe, Mn, Cu และ Zn

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. 125 ml. erlenmeyer flask
2. 20 ml. volumetric pipet
3. Shaking machine
4. Filtering apparatus
5. Atomic absorption spectrophotometer

สารเคมี

1. DTPA 0.005 M (ประกอบด้วย 0.005 M DTPA, 0.005 M $CaCl_2$ และ 0.1 M TEA (Triethanolamine) buffered ที่ pH 7.3

2. Standard Zn solution, 100 ppm Zn : ละลายโลหะสังกะสีที่บริสุทธิ์ (30 mesh A.R) 0.001 กรัม เติมน้ำกลั่นที่ไม่มีสังกะสี 50 มล. และ H_2SO_4 เข้มข้น 1 มล. เมื่อสังกะสีละลายหมดแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

3. Standard Fe solution, 100 ppm Fe : ละลาย Fe $(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ 0.7022 กรัม หรือลวดเหล็กที่บริสุทธิ์ 0.10 กรัม ใน 3.6 N H_2SO_4 100 มล. ทำให้อุ่นถ้าละลายไม่ดีทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร

4. Standard copper solution : ละลายโลหะทองแดงที่บริสุทธิ์ 0.500 กรัม ใน 3 N HNO_3 15 มล. (ใช้ 125 ml. erlenmeyer flask ที่มีฝาปิด) เมื่อสารละลายเย็น เติม H_2SO_4 เข้มข้น 1 มล. ระเหยจนได้ควันของ SO_2 ทำให้เย็นอีกครั้งหนึ่งเติมน้ำ 10-15 มล. ระเหยอีกครั้งหนึ่ง หลักจากที่สารละลายเย็นแล้ว เติมน้ำและถ่ายลง volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร สารละลายนี้จะมี Cu 500 mg./ml. เจือจางสารละลายนี้อีก 50 เท่าเพื่อให้ได้ working standard solution ที่มี Cu 10 mg./ml.

วิธีการ

ชั่งดินมา 25 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มล. เติม 0.005 M DTPA 50 มล. เขย่า 2 ชั่วโมง กรองนำสิ่งที่กรองได้มาวัดปริมาณ Fe, Mn, Cu, Zn โดยใช้ atomic absorption spectrophotometer

การหาปริมาณ Fe โดยวิธี calorimetric

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Spectrophotometer
2. 100 ml. volumetric flask
3. Pipet

สารเคมี

1. Hydroxylamine hydrochloride, 10% : ชั่ง hydroxylamine hydrochloride 10 กรัม ละลายในน้ำ 100 มล.

2. Orthophenanthroline reagents, 0.3% : ละลาย orthophenanthroline monohydrate 0.30 กรัม ละลายในน้ำ ทำให้ร้อนถึง 80 ^{0}C หลังจากนั้นทำให้เย็น เติมน้ำให้เป็น 100 ซีซี

3. Sodium acetate (NaOAc) 1 N

วิธีการ

นำสิ่งที่กรองได้มา 10 มล. ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มล. เติม hydroxylamine hydrochloride 2 มล. เติม orthophenanthroline 2 มล. เติม 1 N NaOAc ทีละหยดจนกระทั่งได้สีแดงเข้ม และเติม 1 N NaOAc ลงไปอีก 3 มล. เติมน้ำจนได้ปริมาตร 100 มล. นำไปอ่านค่าจาก spectrophotometer ที่ wavelength 510 nm.

การทำ standard curve ทำเช่นเดียวกันกับกรณีของตัวอย่าง และใช้ standard solution ในช่วงของความเข้มข้น ตั้งแต่ 0-2 ppm Fe.

การหาปริมาณ Mn โดยวิธี colorimetric

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Spectrophotometer
2. 50 ml. volumetric flask
3. Pipette
4. Hot plate
5. 100 ml. beaker

สารเคมี

1. Nitric acid (HNO_3) : concentrated
2.. Orthophosphoric acid (H_3PO_4) : 85%
3. Potassium periodate (KIO_4) : solid
4. Hydrogen peroxide (H_2O_2) : 30%
5. Standard Mn solution : 1000 ppm. (stock solution): ละลาย $KMnO_4$ ที่แห้งและบริสุทธิ์ 2.88 กรัม ในน้ำกลั่น 250 มล. เติม 18 N H_2SO_4 20 มล. ทำให้เดือด เติม Na_2SO_4 จนกระทั่งสีของ permanganate หายไป (หลีกเลี่ยงการใช้ Na_2SO_3 ที่มากเกินไป) ต้มไล่ SO_2 ทำให้สารละลายเย็น ถ่ายไปที่ volumetric flask ขนาด 1 ลิตร เพื่อปรับปริมาตร
6. Standard Mn solution : 10 ppm (Working solution) : pipet 1000 ppm Mn solution มา 10 มล. ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 1 ลิตร สารละลายนี้จะมีความเข้มข้น 10 ppm Mn

วิธีการ

Pipette aliquot มาให้มี Mn อยู่ระหว่าง 0..01 ถึง 0.3 มิลลิกรัม ลงไปใน beaker ขนาด 100 มล. นำไประเหยให้แห้งในตู้ควัน เติม HNO_3 5 มล. นำไประเหยให้แห้งในตู้ควัน เติม H_2O_2 5 มล. และระเหยให้แห้งอีกจนกระทั่งแน่ใจว่าได้สารไม่มีสีที่ก้น beaker เติมน้ำลงไป 30 มล. และเติม H_3PO_4 ลงไป 5 มล. อุ่นให้ร้อน เติม KIO_4 0.3 กรัม ปิด beaker ด้วยกระจกนาฬิกา ค่อยๆทำให้เดือดบน hot plate แล้วต้มต่ออีก 5 นาที หลังจากมีสีเกิดขึ้นทำให้เย็น ถ่ายสารละลายไปที่ volumetric flask ขนาด 50 มล. เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 50 มล. เขย่าให้เข้ากัน และนำไปอ่านค่าด้วย spectrophotometer ที่ wavelength 540 nm.

วิธีการเตรียม Standard curve ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับการเตรียมตัวอย่างโดยให้ standard solution มีความเข้มข้นอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0-5 ppm Mn.

หมายเหตุ ปริมาณ Fe, Mn ใน extract ที่ได้จากการสกัด โดย DTPA เหมาะสำหรับนำไปหาปริมาณโดยใช้ Atomic absorption spectrophotometer แต่ไม่แนะนำไปหาปริมาณโดยวิธี colorimetric วิธีหา Fe, Mn โดยวิธี colorimetric อาจจะนำไปใช้กับ extract ที่ได้จากการสกัดโดย extracting agent ตัวอื่นๆ

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Discriminant analysis

การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างระบบนิเวศป่าเบญจพรรณกับระบบนิเวศป่าเต็งรัง โดยใช้สมบัติของดิน

```
- - - - - - - -  D I S C R I M I N A N T   A N A L Y S I S  - - - - - - - -

On groups defined by GROUP


Analysis number       1

Stepwise variable selection
     Selection rule:  maximize minimum Mahalanobis distance (D squared)
                      between groups
     Maximum number of steps.....................      26
     Minimum tolerance level.....................  .00100
     Minimum F to enter..........................  3.84000
     Maximum F to remove.........................  2.71000

Canonical Discriminant Functions

     Maximum number of functions.....           1
     Minimum cumulative percent of variance...  100.00
     Maximum significance of Wilks' Lambda....  1.0000

Prior probability for each group is  .50000

---------------- Variables not in the Analysis after Step 0 ----------------

                          Minimum
Variable   Tolerance      Tolerance   F to Enter      D Squared    Between Groups

AK         1.0000000      1.0000000     1.1335761      .9446467        1        2
AP         1.0000000      1.0000000     2.9171995     2.4309996        1        2
CA         1.0000000      1.0000000      .2076696      .1730580        1        2
CEC        1.0000000      1.0000000     2.4985258     2.0821048        1        2
EK         1.0000000      1.0000000      .8734861      .7279051        1        2
FE         1.0000000      1.0000000      .0034007      .0028339        1        2
MG         1.0000000      1.0000000     5.1598789     4.2998991        1        2
MN         1.0000000      1.0000000      .6937518      .5781265        1        2
N          1.0000000      1.0000000     7.7419355     6.4516129        1        2
NA         1.0000000      1.0000000     1.2688421     1.0573684        1        2
OM         1.0000000      1.0000000      .1944838      .1620698        1        2
PH         1.0000000      1.0000000      .0000839      .0000699        1        2
TP         1.0000000      1.0000000      .0030476      .0025397        1        2
```

* *

At step 1, N was included in the analysis.

		Degrees of Freedom		Signif.	Between Groups
Wilks' Lambda	.27928	1	1 3.0		
Equivalent F	7.74194		1 3.0	.0689	
Minimum D squared	6.451613				1 2
Equivalent F	7.741935	1	3.0	.0689	

---------- Variables in the Analysis after Step 1 ----------

Variable	Tolerance	F to Remove	D Squared	Between Groups
N	1.0000000	7.7419		

---------- Variables not in the Analysis after Step 1 ----------

Variable	Tolerance	Minimum Tolerance	F to Enter	D Squared	Between Groups
AK	.9034905	.9034905	.7668791	9.8840152	1 2
AP	.4112142	.4112142	.0825713	6.8211860	1 2
CA	.4686498	.4686498	2.4511911	17.4226699	1 2
CEC	.9918763	.9918763	.3319861	7.9375185	1 2
EK	.8605503	.8605503	.8427728	10.2237008	1 2
FE	.0816946	.0816946	15.5018360	75.8348303	1 2
MG	.9921495	.9921495	1.1898865	11.7773146	1 2
MN	.7072248	.7072248	1.4396223	12.8950837	1 2
NA	.9571359	.9571359	.0589215	6.7153340	1 2
OM	.1058271	.1058271	8.4386488	44.2213715	1 2
PH	.5803068	.5803068	1.0319197	11.0702857	1 2
TP	.9813464	.9813464	.0359379	6.6124640	1 2

F statistics and significances between pairs of groups after step 1
Each F statistic has 1 and 3 degrees of freedom.

Group	Group 1
2	7.7419 .0689

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* *

At step 2, FE was included in the analysis.

		Degrees of Freedom		Signif.	Between Groups
Wilks' Lambda	.03191	2	1 3.0		
Equivalent F	30.33393		2 2.0	.0319	

Minimum D squared	75.834830				1 2
Equivalent F	30.333932	2	2.0	.0319	

---------- Variables in the Analysis after Step 2 ----------

Variable	Tolerance	F to Remove	D Squared	Between Groups	
FE	.0816946	15.5018	6.4516129	1	2
N	.0816946	60.5969	.0028339	1	2

---------- Variables not in the Analysis after Step 2 ----------

Variable	Tolerance	Minimum Tolerance	F to Enter	D Squared	Between Groups	
AK	.6412803	.0536172	.7229412	132.4663029	1	2
AP	.3563509	.0707951	.0873154	82.6746640	1	2
CA	.4015135	.0537696	.6227648	124.6190020	1	2
CEC	.9421341	.0775977	.1278532	85.8501851	1	2
EK	.5015986	.0424563	1.1741121	167.8087053	1	2
MG	.9678333	.0791956	.1707115	89.2074837	1	2
MN	.0473849	.0054736	5.7789855	528.5306775	1	2
NA	.9190756	.0766429	.0175051	77.2060904	1	2
OM	.0163898	.0041011	15.7047390	1306.0628946	1	2
PH	.0371496	.0052299	6.9638991	621.3506813	1	2
TP	.7914011	.0646558	.2616617	96.3320554	1	2

F statistics and significances between pairs of groups after step 2
Each F statistic has 2 and 2 degrees of freedom.

	Group 1
Group	
2	30.3339 .0319

* *

At step 3, OM was included in the analysis.

		Degrees of Freedom			Signif.	Between Groups
Wilks' Lambda	.00191	3	1	3.0		
Equivalent F	174.14172		3	1.0	.0556	

Minimum D squared	1306.062895			1	2
Equivalent F	174.141719	3	1.0	.0556	

---------- Variables in the Analysis after Step 3 ----------

Variable	Tolerance	F to Remove	D Squared	Between Groups	
FE	.0126523	27.0078	44.2213715	1	2
N	.0041011	450.6416	.3973481	1	2
OM	.0163898	15.7047	75.8348303	1	2

---------- Variables not in the Analysis after Step 3 ----------

Variable	Tolerance	Minimum Tolerance	F to Enter	D Squared	Between Groups	
AK	.0000000	.0000000	.	.	.	.
AP	.0000000	.0000000	.	.	.	.
CA	.0000000	.0000000	.	.	.	.
CEC	.0000000	.0000000	.	.	.	.
EK	.0000000	.0000000	.	.	.	.
MG	.0000000	.0000000	.	.	.	.
MN	1.4991E-13	4.9645E-15	5.7789855	528.5306775	1	2
NA	.0000000	.0000000	.	.	.	.
PH	3.3121E-14	1.4612E-14	6.9638991	621.3506813	1	2
TP	.0000000	.0000000	.	.	.	.

F statistics and significances between pairs of groups after step 3
Each F statistic has 3 and 1 degrees of freedom.

	Group 1
Group 2	174.1417 .0556

F level or tolerance or VIN insufficient for further computation.

Case Number	Mis Val	Sel	Actual Group	Highest Group	Probability P(D/G)	Probability P(G/D)	2nd Highest Group	2nd Highest P(G/D)	Discrim Scores
1			1	1	.8435	1.0000	1	1.0000	21.8811
2			1	1	.8435	1.0000	1	1.0000	21.4863
3			2	2	.6139	1.0000	2	1.0000	-13.9513
4			2	2	.3817	1.0000	2	1.0000	-13.5810
5			2	2	.1678	1.0000	2	1.0000	-15.8350

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Structure matrix:

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and canonical discriminant functions
(Variables ordered by size of correlation within function)

	Func 1
NA	.98995
MG	.91263
CEC	.89696
TP	.75334
AK	.63735
AP	.57942
EK	.52303
CA	.50403
MN	.36046
N	.07028
PH	.06273
OM	.01114
FE	-.00147

Unstandardized canonical discriminant function coefficients

	Func 1
FE	2.4061445
N	594.8492524
OM	-18.1303171
(Constant)	-93.9320028

Canonical discriminant functions evaluated at group means (group centroids)

Group	Func 1
1	21.68370
2	-14.45580

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Summary Table

Step	Action Entered	Removed	Vars in	Wilks' Lambda	Sig.	Minimum D Squared	Sig.	Between Groups	
1	N		1	.27928	.0689	6.45161	.0689	1	2
2	FE		2	.03191	.0319	75.83483	.0319	1	2
3	OM		3	.00191	.0556	1306.06289	.0556	1	2

Classification function coefficients
(Fisher's linear discriminant functions)

GROUP =	1	2
FE	289.7244821	202.7676410
N	68524.5761707	47027.0262682
OM	-1984.1528424	-1328.9323894
(Constant)	-7042.5495060	-3517.2883369

Canonical Discriminant Functions

Fcn	Eigenvalue	Pct of Variance	Cum Pct	Canonical Corr	After Fcn	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig
1*	522.4252	100.00	100.00	.9990	0	.001910	9.391	3	.0245

* Marks the 1 canonical discriminant functions remaining in the analysis.

Standardized canonical discriminant function coefficients

	Func 1
FE	8.73848
N	15.61283
OM	-7.58096

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Classification results -

Actual Group		No. of Cases	Predicted Group Membership 1	2
Group	1	2	2 100.0%	0 .0%
Group	2	3	0 .0%	3 100.0%

Percent of "grouped" cases correctly classified: 100.00%

Classification processing summary

5 (Unweighted) cases were processed.
0 cases were excluded for missing or out-of-range group codes.
0 cases had at least one missing discriminating variable.
5 (Unweighted) cases were used for printed output.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ข้อมูลที่ได้จากภาคสนาม

TREE SPECIES IN PLOT 1

Specific name	Common name	DBH	BA
Afzelia xylocarpa Craib.	Makhaa mong	69.10	0.3750
Bouhinia variegata Linn.	Sieo dok khaao	15.40	0.0186
Canarium suburatum Grill.	Malueam	10.40	0.0085
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	15.40	0.0186
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	23.70	0.0441
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	18.10	0.0257
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	39.20	0.1207
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	49.90	0.1956
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	63.30	0.3147
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	9.80	0.0075
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	32.00	0.0804
Ixora cibdera Criab	Khem paa	10.00	0.0079
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	28.40	0.0633
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	28.70	0.0647
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	29.60	0.0688
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	20.20	0.0320
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	25.10	0.0496
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	28.20	0.0625
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	33.70	0.0892
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	18.40	0.0266
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	23.40	0.0430
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	16.80	0.0222
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	26.80	0.0564
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	32.40	0.0824
Lagerstroemia tomentosa Presl.	Salao	33.80	0.0897
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	18.00	0.0254
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	6.30	0.0031
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	9.00	0.0064
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.60	0.0058
Markhamia stipulata Seem.	Cae haang khaang	31.70	0.0789
Markhamia stipulata Seem.	Cae haang khaang	7.60	0.0045
Markhamia stipulata Seem.	Cae haang khaang	6.60	0.0034

TREE SPECIES IN PLOT 1

Specific name	Common name	DBH	BA
Makhamoi sp.	Mak kha moi	16.90	0.0224
Makhamoi sp.	Mak kha moi	22.00	0.0380
Makhamoi sp.	Mak kha moi	11.00	0.0095
Mitragyna javanica Koord. & Val.	Kratum nam	17.50	0.0241
Morinda coreia Ham.	Yo paa	13.20	0.0137
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	5.00	0.0020
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	16.10	0.0204
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	21.90	0.0377
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	4.90	0.0019
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.40	0.0032
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.20	0.0030
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	10.10	0.0080
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.20	0.0030
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	10.30	0.0083
Shorea siamensis Miq.	Rung	60.20	0.2846
Spondias pinnata Kurz.	Makok paa	18.80	0.0278
Spondias pinnata Kurz.	Makok paa	58.40	0.2679
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	8.50	0.0057
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	17.00	0.0227
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	44.90	0.1583
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	23.70	0.0441
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	20.60	0.0330
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	21.70	0.0370
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	19.10	0.0287
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	37.00	0.1075
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	27.50	0.0694
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	33.60	0.0887
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	30.50	0.0731
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	29.80	0.0697
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	16.90	0.0224
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	25.20	0.0499
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	16.90	0.0224

TREE SPECIES IN PLOT 1

Specific name	Common name	DBH	BA
Vitex pinnata Linn.	Swong teen nok	33.50	0.0881
Vitex pinnata Linn.	Swong teen nok	40.40	0.1282
Vitex pinnata Linn.	Swong teen nok	56.20	0.2481
Vitex pinnata Linn.	Swong teen nok	38.50	0.1164

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREE SPECIES IN PLOT 2

Specific name	Common name	DBH	BA
Bombax anceps Pierre.	Ngiu paa	17.50	0.0241
Cassia garrettiana Craib.	Samae saan	8.70	0.0059
Cassia garrettiana Craib.	Samae saan	8.70	0.0059
Congea tomentosa Roxb.	Kruea on	9.70	0.0074
Croton sp.	Plao	7.60	0.0045
Croton sp.	Plao	10.00	0.0079
Croton sp.	Plao	5.70	0.0026
Croton sp.	Plao	6.30	0.0031
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	18.10	0.0257
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	8.70	0.0059
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	8.60	0.0058
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	12.10	0.0115
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	15.30	0.0184
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	25.30	0.0503
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	21.00	0.0346
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	10.70	0.0090
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	25.30	0.0503
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	7.50	0.0044
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	23.30	0.0426
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	38.50	0.1164
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	54.10	0.2299
Hymenodictyon excelsum Wall.	Ulok	38.30	0.1152
Krapor sp.	Kra por	16.00	0.0201
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	29.00	0.0661
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	30.00	0.0707
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	28.90	0.0666
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	22.60	0.0401
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	31.00	0.0755
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	13.10	0.0135
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	38.80	0.1182
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	45.60	0.1633
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	30.90	0.0750
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	23.20	0.0423

TREE SPECIES IN PLOT 2

Specific name	Common name	DBH	BA
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	22.90	0.0412
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	23.20	0.0423
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	6.30	0.0031
Markhamia stipulata Seem.	Cae haang khaang	10.90	0.0093
Makhamoi sp.	Mak kha moi	30.30	0.0721
Makhamoi sp.	Mak kha moi	26.10	0.0535
Makhamoi sp.	Mak kha moi	20.50	0.0330
Makhamoi sp.	Mak kha moi	20.70	0.0337
Miliusa lineata Alston.	Ee raet	10.20	0.0082
Miliusa lineata Alston.	Ee raet	17.90	0.0252
Miliusa lineata Alston.	Ee raet	5.30	0.0022
Miliusa lineata Alston.	Ee raet	12.40	0.0121
Miliusa lineata Alston.	Ee raet	13.10	0.0135
Miliusa lineata Alston.	Ee raet	10.90	0.0093
Pterocarcarpus macrocarpus Kurz.	Pra duu	51.70	0.2099
Pterocarcarpus macrocarpus Kurz.	Pra duu	32.70	0.0840
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	7.20	0.0041
Sakaekruea sp.	Sa kae kruea	19.20	0.0290
Sakaekruea sp.	Sa kae kruea	6.90	0.0037
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	53.90	0.2282
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.20	0.0030
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	15.70	0.0194
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	12.00	0.0113
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	8.40	0.0065
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	9.70	0.0074
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	13.30	0.0139
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	13.90	0.0152
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	12.90	0.0131
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	13.10	0.0135
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	8.40	0.0066
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	5.30	0.0022
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	4.80	0.0018
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.00	0.0028

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREE SPECIES IN PLOT 2

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea siamensis Miq.	Rung	66.90	0.3515
Spondias pinnata Kurz.	Ma kok paa	9.90	0.0077
Spondias pinnata Kurz.	Ma kok paa	36.90	0.1069
Sterculia villosa Roxb.	Po tuup huu chaang	37.70	0.1116
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	18.20	0.0260
Sung ko sp.	Sung ko	7.90	0.0049
Sung ko sp.	Sung ko	18.30	0.0263
Terminalia bellerica Roxb.	Hane	13.90	0.0152
Terminalia bellerica Roxb.	Hane	21.70	0.0370
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	31.10	0.0760
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	26.90	0.0568
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	17.20	0.0232
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	47.50	0.1772
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	22.70	0.0405
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	30.40	0.0726
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	38.50	0.1164
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	16.20	0.0206
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	7.20	0.0041
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	7.20	0.0041
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	34.80	0.0951
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	40.10	0.1263
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	21.00	0.0346
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	36.60	0.1052
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	15.30	0.0184
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	35.40	0.0984
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	40.10	0.1263
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	43.10	0.1459
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	9.90	0.0077
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	10.90	0.0093
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	6.40	0.0032
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	6.70	0.0035

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREE SPECIES IN PLOT 3

Specific name	Common name	DBH	BA
Antidesma sp .	Mao yai	7.30	0.0042
Bombax anceps Pierre.	Ngiu paa	31.20	0.0765
Bombax anceps Pierre.	Ngiu paa	47.00	0.1735
Bombax anceps Pierre.	Ngiu paa	15.40	0.0186
Canarium subulatum Grill.	Ma lueam	10.70	0.0090
Croton sp.	Plao	5.00	0.0020
Dalbergia candenatensis Prain.	Sak khee	27.00	0.0573
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	8.50	0.0057
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	11.20	0.0099
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	15.80	0.0196
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	8.50	0.0057
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	16.70	0.0219
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	6.40	0.0032
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	6.40	0.0032
Ixora cibdera Craib	Khem paa	5.30	0.0022
Hymenodictyon excelsum Wall.	Ulok	21.00	0.0346
Krapor sp.	Kra por	10.00	0.0079
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	24.30	0.0464
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	5.30	0.0022
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	9.30	0.0068
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.40	0.0055
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	10.70	0.0090
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.40	0.0055
Makhamoi sp.	Mak kha moi	28.00	0.0616
Makhamoi sp.	Mak kha moi	23.00	0.0415
Melia pinnata Walp.	Mayom hin	10.30	0.0083
Melia pinnata Walp.	Mayom hin	15.60	0.0191
Melia pinnata Walp.	Mayom hin	8.40	0.0055
Morinda coreia Ham.	Yo paa	22.90	0.0412
Phoebe paniculata Nees.	Sa tit	22.60	0.0401
Randia dasycarpa Bakh. f.	Nam taeng	6.40	0.0032
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	6.20	0.0030

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREE SPECIES IN PLOT 3

Specific name	Common name	DBH	BA
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	8.00	0.0050
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	8.30	0.0054
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.20	0.0030
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	11.40	0.0102
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	13.70	0.0147
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	21.30	0.0356
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	26.30	0.0543
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	4.80	0.0018
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.30	0.0031
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	9.60	0.0072
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	8.10	0.0052
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	17.30	0.0235
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	22.00	0.0380
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	10.20	0.0082
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	9.30	0.0068
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	19.60	0.0302
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.30	0.0100
Shorea obtusa Wall.	Teng	37.70	0.1116
Shorea obtusa Wall.	Teng	38.50	0.1164
Shorea obtusa Wall.	Teng	39.00	0.1195
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.30	0.0100
Shorea obtusa Wall.	Teng	22.50	0.0398
Shorea obtusa Wall.	Teng	13.20	0.0137
Shorea obtusa Wall.	Teng	8.70	0.0059
Shorea obtusa Wall.	Teng	9.00	0.0064
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.40	0.0102
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.80	0.0026
Shorea obtusa Wall.	Teng	28.70	0.0647
Shorea obtusa Wall.	Teng	23.70	0.0441
Shorea obtusa Wall.	Teng	17.20	0.0232
Shorea obtusa Wall.	Teng	17.30	0.0235
Shorea obtusa Wall.	Teng	37.50	0.1104

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREE SPECIES IN PLOT 3

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea siamensis Miq.	Rung	11.70	0.0108
Shorea siamensis Miq.	Rung	13.30	0.0139
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.90	0.0093
Shorea siamensis Miq.	Rung	12.90	0.0131
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.80	0.0092
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.50	0.0071
Shorea siamensis Miq.	Rung	7.60	0.0045
Shorea siamensis Miq.	Rung	8.00	0.0050
Shorea siamensis Miq.	Rung	14.20	0.0158
Shorea siamensis Miq.	Rung	21.70	0.0370
Shorea siamensis Miq.	Rung	28.70	0.0647
Shorea siamensis Miq.	Rung	24.00	0.0452
Shorea siamensis Miq.	Rung	13.70	0.0147
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.90	0.0077
Shorea siamensis Miq.	Rung	14.40	0.0163
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.30	0.0083
Shorea siamensis Miq.	Rung	12.90	0.0131
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.60	0.0072
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.00	0.0064
Shorea siamensis Miq.	Rung	7.00	0.0038
Shorea siamensis Miq.	Rung	6.90	0.0037
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.10	0.0080
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.80	0.0092
Shorea siamensis Miq.	Rung	8.00	0.0050
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.40	0.0069
Shorea siamensis Miq.	Rung	12.80	0.0129
Shorea siamensis Miq.	Rung	39.10	0.1201
Shorea siamensis Miq.	Rung	12.50	0.0123
Shorea siamensis Miq.	Rung	5.00	0.0020
Shorea siamensis Miq.	Rung	41.70	0.1366
Shorea siamensis Miq.	Rung	16.70	0.0219
Shorea siamensis Miq.	Rung	21.90	0.0377

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREE SPECIES IN PLOT 3

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea siamensis Miq.	Rung	6.20	0.0030
Shorea siamensis Miq.	Rung	14.80	0.0172
Shorea siamensis Miq.	Rung	34.70	0.0946
Shorea siamensis Miq.	Rung	11.50	0.0104
Shorea siamensis Miq.	Rung	8.80	0.0061
Shorea siamensis Miq.	Rung	11.00	0.0095
Shorea siamensis Miq.	Rung	7.80	0.0048
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.30	0.0083
Shorea siamensis Miq.	Rung	5.20	0.0021
Shorea siamensis Miq.	Rung	6.70	0.0035
Shorea siamensis Miq.	Rung	8.40	0.0055
Sindora siamensis Teijsm ex Miq.	Makhaa-tae	23.00	0.0415
Spondias pinnata Kurz.	Ma kok paa	9.50	0.0071
Spondias pinnata Kurz.	Ma kok paa	38.00	0.1134
Spondias pinnata Kurz.	Ma kok paa	28.00	0.0616
Spondias pinnata Kurz.	Ma kok paa	6.30	0.0031
Sterculia sp.	Po khaw tak	8.00	0.0050
Sterculia sp.	Po khaw tak	10.30	0.0083
Sterculia sp.	Po khaw tak	26.00	0.0531
Sterculia sp.	Po khaw tak	19.10	0.0287
Sterculia sp.	Po khaw tak	31.00	0.0755
Sterculia sp.	Po khaw tak	9.40	0.0069
Sterculia villosa Roxb.	Po tuup huu chaang	5.30	0.0022
Sterculia villosa Roxb.	Po tuup huu chaang	6.80	0.0036
Sterculia villosa Roxb.	Po tuup huu chaang	8.20	0.0053
Sterculia villosa Roxb.	Po tuup huu chaang	7.70	0.0047
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	5.20	0.0021
Terminalia bellerica Roxb.	Hane	4.60	0.0017
Terminalia bellerica Roxb.	Hane	7.00	0.0038
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	9.70	0.0074
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	5.30	0.0022
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	9.70	0.0074

TREE SPECIES IN PLOT 3

Specific name	Common name	DBH	BA
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	6.50	0.0033
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	10.20	0.0082
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	17.50	0.0241
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	8.70	0.0059
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	17.10	0.0230
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	10.70	0.0090
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	20.20	0.0320
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	33.50	0.0881
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	5.30	0.0022
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	19.50	0.0299
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	33.70	0.0892
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	37.30	0.1093
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	12.00	0.0113
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	9.00	0.0064
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	21.00	0.0346
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	20.10	0.0317
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	11.70	0.0108
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	5.30	0.0022
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	12.00	0.0113
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	13.70	0.0147

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREE SPECIES IN PLOT 4

Specific name	Common name	DBH	BA
Bouhinia variegata Linn.	Sieo dok khaao	7.10	0.0040
Buchanamia latifolia Roxb.	Mamuang hua mang wan	7.20	0.0041
Buchanamia latifolia Roxb.	Mamuang hua mang wan	9.10	0.0065
Buchanamia latifolia Roxb.	Mamuang hua mang wan	8.40	0.0055
Buchanamia latifolia Roxb.	Mamuang hua mang wan	4.80	0.0018
Buchanamia latifolia Roxb.	Mamuang hua mang wan	4.90	0.0019
Buchanamia latifolia Roxb.	Mamuang hua mang wan	5.00	0.0020
Buchanamia latifolia Roxb.	Mamuang hua mang wan	33.10	0.0860
Cassia garrettiana Craib.	Samae saan	9.70	0.0074
Dillenia obovata Hoogl.	Saan	10.30	0.0083
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	13.70	0.0147
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	5.50	0.0024
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	11.10	0.0097
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	5.70	0.0026
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	6.60	0.0034
Markhamia stipulata Seem.	Cae haang khaang	6.80	0.0036
Makhamoi sp.	Mak kha moi	12.50	0.0123
Makhamoi sp.	Mak kha moi	17.80	0.0249
Makhamoi sp.	Mak kha moi	14.40	0.0163
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	9.30	0.0068
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	7.40	0.0043
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	11.10	0.0097
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	11.90	0.0111
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	8.90	0.0062
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	7.60	0.0045
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	7.50	0.0044
Mitragina hirsuta Hav.	Kratum khok	5.80	0.0026
Mitragina hirsuta Hav.	Kratum khok	5.90	0.0027
Morinda coreia Ham.	Yo pea	17.60	0.0243
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	8.70	0.0059
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	4.60	0.0017
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	9.70	0.0074

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREE SPECIES IN PLOT 4

Specific name	Common name	DBH	BA
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	9.90	0.0077
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	9.10	0.0065
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.40	0.0043
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.50	0.0044
Shorea obtusa Wall.	Teng	34.20	0.0919
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.00	0.0020
Shorea obtusa Wall.	Teng	17.10	0.0230
Shorea obtusa Wall.	Teng	8.30	0.0054
Shorea obtusa Wall.	Teng	19.20	0.0290
Shorea obtusa Wall.	Teng	12.70	0.0127
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.40	0.0102
Shorea obtusa Wall.	Teng	20.80	0.0340
Shorea obtusa Wall.	Teng	28.50	0.0638
Shorea obtusa Wall.	Teng	18.10	0.0257
Shorea obtusa Wall.	Teng	6.10	0.0029
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.60	0.0025
Shorea obtusa Wall.	Teng	8.30	0.0054
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.30	0.0022
Shorea obtusa Wall.	Teng	4.90	0.0019
Shorea obtusa Wall.	Teng	29.00	0.0661
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.10	0.0040
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.50	0.0024
Shorea obtusa Wall.	Teng	30.60	0.0736
Shorea obtusa Wall.	Teng	28.50	0.0638
Shorea obtusa Wall.	Teng	34.50	0.0936
Shorea obtusa Wall.	Teng	23.60	0.0437
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.80	0.0048
Shorea obtusa Wall.	Teng	27.50	0.0594
Shorea obtusa Wall.	Teng	28.00	0.0616
Shorea obtusa Wall.	Teng	19.90	0.0311
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.10	0.0040
Shorea obtusa Wall.	Teng	12.00	0.0113

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREE SPECIES IN PLOT 4

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea obtusa Wall.	Teng	18.80	0.0278
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.60	0.0025
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.00	0.0038
Shorea obtusa Wall.	Teng	27.60	0.0598
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.00	0.0177
Shorea obtusa Wall.	Teng	19.20	0.0290
Shorea obtusa Wall.	Teng	12.20	0.0117
Shorea obtusa Wall.	Teng	20.00	0.0314
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.70	0.0108
Shorea obtusa Wall.	Teng	21.10	0.0350
Shorea obtusa Wall.	Teng	27.30	0.0585
Shorea obtusa Wall.	Teng	18.60	0.0272
Shorea obtusa Wall.	Teng	31.90	0.0799
Shorea obtusa Wall.	Teng	21.60	0.0366
Shorea obtusa Wall.	Teng	9.70	0.0074
Shorea obtusa Wall.	Teng	20.90	0.0343
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.40	0.0186
Shorea obtusa Wall.	Teng	26.20	0.0539
Shorea obtusa Wall.	Teng	40.60	0.1295
Shorea obtusa Wall.	Teng	38.50	0.1164
Shorea obtusa Wall.	Teng	17.00	0.0227
Shorea obtusa Wall.	Teng	20.30	0.0324
Shorea obtusa Wall.	Teng	9.70	0.0074
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.70	0.0194
Shorea obtusa Wall.	Teng	18.20	0.0260
Shorea obtusa Wall.	Teng	16.80	0.0222
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.30	0.0184
Shorea obtusa Wall.	Teng	8.10	0.0052
Shorea obtusa Wall.	Teng	9.10	0.0065
Shorea obtusa Wall.	Teng	24.20	0.0460
Shorea obtusa Wall.	Teng	17.50	0.0241
Shorea obtusa Wall.	Teng	24.60	0.0475

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREE SPECIES IN PLOT 4

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.10	0.0020
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.30	0.0068
Shorea siamensis Miq.	Rung	4.80	0.0018
Shorea siamensis Miq.	Rung	4.70	0.0017
Shorea siamensis Miq.	Rung	13.00	0.0133
Shorea siamensis Miq.	Rung	7.10	0.0040
Shorea siamensis Miq.	Rung	17.00	0.0227
Shorea siamensis Miq.	Rung	4.90	0.0019
Shorea siamensis Miq.	Rung	20.30	0.0324
Shorea siamensis Miq.	Rung	33.10	0.0860
Shorea siamensis Miq.	Rung	4.60	0.0017
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.00	0.0064
Sindora siamensis Taijsm ex Miq.	Makhaa-tae	16.40	0.0211
Sindora siamensis Taijsm ex Miq.	Makhaa-tae	27.00	0.0573
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	25.30	0.0503
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	9.90	0.0077
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	5.60	0.0025
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	10.90	0.0093
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	8.90	0.0062
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	9.60	0.0072
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	7.30	0.0042
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	10.70	0.0090
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	9.90	0.0077
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	21.40	0.0360
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	9.30	0.0068
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	8.20	0.0053
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	12.80	0.0129
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	5.30	0.0022
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	5.10	0.0020
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	6.20	0.0030
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	4.60	0.0017
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	5.60	0.0025

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREE SPECIES IN PLOT 4

Specific name	Common name	DBH	BA
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	6.10	0.0029
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	20.70	0.0337
Terminalia chebula Retz.	Samo thai	14.60	0.0167
Terminalia chebula Retz.	Samo thai	6.10	0.0029
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	19.00	0.0284
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	49.70	0.1940
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	27.70	0.0603
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	27.30	0.0585
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	32.60	0.0830

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREE SPECIES IN PLOT 5

Specific name	Common name	DBH	BA
Canarium subulatum Grill.	Ma lueam	22.90	0.0412
Canarium subulatum Grill.	Ma lueam	6.50	0.0033
Canarium subulatum Grill.	Ma lueam	13.70	0.0147
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	7.50	0.0044
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	4.50	0.0016
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	20.50	0.0330
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	8.00	0.0050
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	9.80	0.0075
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	4.80	0.0018
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	20.20	0.0320
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	6.90	0.0037
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	14.60	0.0167
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	9.60	0.0072
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	8.30	0.0054
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	16.50	0.0214
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	6.10	0.0029
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	11.00	0.0095
Kang	Kang	9.30	0.0068
Kang	Kang	18.60	0.0272
Kang	Kang	6.60	0.0034
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	9.80	0.0075
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	12.00	0.0113
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	18.50	0.0269
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	7.00	0.0038
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	15.80	0.0196
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	25.60	0.0515
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	14.60	0.0167
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	13.20	0.0137
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	10.00	0.0079
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	7.90	0.0049
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	10.60	0.0088
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	16.50	0.0214

TREE SPECIES IN PLOT 5

Specific name	Common name	DBH	BA
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	10.70	0.0090
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	13.00	0.0133
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	15.00	0.0177
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	6.30	0.0031
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	13.10	0.0135
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	14.00	0.0154
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	11.00	0.0095
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	14.20	0.0158
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.60	0.0058
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.70	0.0059
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	11.40	0.0102
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	11.10	0.0097
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	7.60	0.0045
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	12.40	0.0121
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	10.20	0.0082
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	11.80	0.0109
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	9.90	0.0077
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.60	0.0058
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	4.80	0.0018
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.40	0.0055
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	6.20	0.0030
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	16.30	0.0209
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	11.90	0.0111
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	7.50	0.0044
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	14.30	0.0161
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	12.90	0.0131
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	9.00	0.0064
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.60	0.0058
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	11.50	0.0104
Markhamia stipulata Seem.	Cae haang khaang	6.80	0.0026
Markhamia stipulata Seem.	Cae haang khaang	11.60	0.0106
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	5.90	0.0027

TREE SPECIES IN PLOT 5

Specific name	Common name	DBH	BA
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	5.90	0.0027
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	6.30	0.0031
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	7.60	0.0045
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	9.00	0.0064
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.90	0.0037
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.80	0.0036
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	5.20	0.0021
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	4.80	0.0018
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	11.60	0.0106
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	23.30	0.0426
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	15.20	0.0181
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	9.70	0.0074
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	17.60	0.0243
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	4.70	0.0017
Shorea obtusa Wall.	Teng	10.00	0.0079
Shorea obtusa Wall.	Teng	12.30	0.0119
Shorea obtusa Wall.	Teng	13.30	0.0139
Shorea obtusa Wall.	Teng	21.50	0.0363
Shorea obtusa Wall.	Teng	9.70	0.0074
Shorea obtusa Wall.	Teng	16.60	0.0191
Shorea obtusa Wall.	Teng	6.70	0.0035
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.20	0.0099
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.70	0.0108
Shorea obtusa Wall.	Teng	20.90	0.0343
Shorea obtusa Wall.	Teng	16.90	0.0224
Shorea obtusa Wall.	Teng	30.90	0.0760
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.70	0.0170
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.10	0.0179
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.00	0.0038
Shorea obtusa Wall.	Teng	16.50	0.0189
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.70	0.0170
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.40	0.0163

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREE SPECIES IN PLOT 5

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.70	0.0026
Shorea obtusa Wall.	Teng	16.30	0.0209
Shorea obtusa Wall.	Teng	18.60	0.0272
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.60	0.0045
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.30	0.0161
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.60	0.0167
Shorea obtusa Wall.	Teng	10.90	0.0093
Shorea obtusa Wall.	Teng	28.20	0.0625
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.70	0.0170
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.10	0.0097
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.60	0.0167
Shorea obtusa Wall.	Teng	17.90	0.0252
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.60	0.0167
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.60	0.0048
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.60	0.0106
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.90	0.0196
Shorea obtusa Wall.	Teng	12.00	0.0113
Shorea obtusa Wall.	Teng	20.20	0.0320
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.10	0.0097
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.00	0.0154
Shorea obtusa Wall.	Teng	16.30	0.0209
Shorea obtusa Wall.	Teng	12.80	0.0129
Shorea obtusa Wall.	Teng	30.50	0.0731
Shorea obtusa Wall.	Teng	25.70	0.0519
Shorea obtusa Wall.	Teng	34.60	0.0940
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.60	0.0025
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.50	0.0044
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.00	0.0177
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.70	0.0026
Shorea obtusa Wall.	Teng	12.50	0.0123
Shorea obtusa Wall.	Teng	22.00	0.0380
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.10	0.0156

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREE SPECIES IN PLOT 5

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.80	0.0109
Shorea obtusa Wall.	Teng	19.60	0.0299
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.30	0.0161
Shorea obtusa Wall.	Teng	8.80	0.0061
Shorea obtusa Wall.	Teng	6.10	0.0029
Shorea obtusa Wall.	Teng	16.20	0.0181
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.80	0.0026
Shorea obtusa Wall.	Teng	8.70	0.0059
Shorea obtusa Wall.	Teng	25.10	0.0496
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.40	0.0163
Shorea obtusa Wall.	Teng	6.70	0.0035
Shorea obtusa Wall.	Teng	13.90	0.0152
Shorea obtusa Wall.	Teng	13.90	0.0152
Shorea obtusa Wall.	Teng	6.50	0.0033
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.90	0.0077
Shorea siamensis Miq.	Rung	22.10	0.0384
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.30	0.0068
Shorea siamensis Miq.	Rung	19.00	0.0284
Shorea siamensis Miq.	Rung	6.00	0.0028
Shorea siamensis Miq.	Rung	28.10	0.0620
Shorea siamensis Miq.	Rung	16.30	0.0209
Shorea siamensis Miq.	Rung	6.00	0.0028
Shorea siamensis Miq.	Rung	23.80	0.0446
Shorea siamensis Miq.	Rung	5.90	0.0027
Shorea siamensis Miq.	Rung	14.10	0.0156
Shorea siamensis Miq.	Rung	26.40	0.0547
Shorea siamensis Miq.	Rung	11.00	0.0095
Shorea siamensis Miq.	Rung	13.90	0.0152
Shorea siamensis Miq.	Rung	11.10	0.0097
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.00	0.0079
Shorea siamensis Miq.	Rung	20.90	0.0343
Shorea siamensis Miq.	Rung	13.90	0.0152

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TREE SPECIES IN PLOT 5

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.50	0.0071
Shorea siamensis Miq.	Rung	18.30	0.0263
Shorea siamensis Miq.	Rung	20.20	0.0320
Shorea siamensis Miq.	Rung	7.90	0.0049
Shorea siamensis Miq.	Rung	5.50	0.0024
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.70	0.0074
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.80	0.0092
Shorea siamensis Miq.	Rung	33.60	0.0887
Shorea siamensis Miq.	Rung	13.70	0.0147
Shorea siamensis Miq.	Rung	6.00	0.0028
Shorea siamensis Miq.	Rung	15.20	0.0181
Shorea siamensis Miq.	Rung	8.80	0.0061
Shorea siamensis Miq.	Rung	33.30	0.0871
Shorea siamensis Miq.	Rung	38.10	0.1140
Shorea siamensis Miq.	Rung	35.20	0.0973
Shorea siamensis Miq.	Rung	24.60	0.0475
Shorea siamensis Miq.	Rung	34.00	0.0908
Shorea siamensis Miq.	Rung	33.40	0.0876
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.70	0.0090
Shorea siamensis Miq.	Rung	36.40	0.1041
Shorea siamensis Miq.	Rung	19.60	0.0302
Shorea siamensis Miq.	Rung	26.60	0.0515
Shorea siamensis Miq.	Rung	41.20	0.1333
Shorea siamensis Miq.	Rung	34.10	0.0913
Shorea siamensis Miq.	Rung	7.20	0.0041
Sindora siamensis Teijsm ex Miq.	Makhae-tae	8.30	0.0054
Sterculia sp.	Po khaw tak	7.00	0.0038
Sterculia sp.	Po khaw tak	12.10	0.0115
Sterculia sp.	Po khaw tak	4.90	0.0019
Sterculia sp.	Po khaw tak	7.90	0.0049
Sung ko sp.	Sung ko	12.00	0.0113
Terminalia bellerica Roxb.	Hane	5.70	0.0026

TREE SPECIES IN PLOT 6

Specific name	Common name	DBH	BA
Terminalia bellerica Roxb.	Hane	9.40	0.0069
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	18.50	0.0269
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	12.60	0.0125
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	15.10	0.0179
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	13.70	0.0147
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	16.30	0.0209
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	9.20	0.0066
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	7.30	0.0042
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	6.80	0.0036
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	12.20	0.0117
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	7.30	0.0042
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	8.30	0.0054
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	13.10	0.0135
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	10.50	0.0087
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	6.80	0.0036
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	9.80	0.0075
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	4.60	0.0017
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	5.60	0.0025
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	11.80	0.0109
Walsura villosa Wall.	Khat lin	7.20	0.0041
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	18.10	0.0257
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	4.50	0.0016
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	11.30	0.0100
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	5.80	0.0026
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	12.60	0.0125
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	8.70	0.0059
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	12.80	0.0129

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้วิจัย

นายภูวดล โกมณเฑียร เกิดวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2512 ที่จังหวัดศรีสะเกษ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อ พ.ศ. 2535 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย