รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2526. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2535. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

จรัญ จันทลักษณา. 2534. **สถิติวิเคราะห์และการวางแผนวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช. 468 หน้า

จิรากรณ์ คชเสนี. 2537. **หลักนิเวศวิทยา**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 301 หน้า

จิรากรณ์ คชเสนี, นันทนา คชเสนี, และ เมือง โคกทุ่ง. 2539. **ระบบสวนรอบบ้านแบบดั้งเดิมในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา:ความสมเหตุสมผลทางนิเวศวิทยา** สถาบันไทยศึกษา: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นิวัต เรืองพานิชย์. 2537. **การอนุรักษ์ทรัพยากรณ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์รั้วสีเขียว. 410 หน้า

มนตี โพธิ์ทัย. 2536. **การปลูกสร้างสวนป่า**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัดเม็ดทรายพริ้นติ้ง. 468 หน้า

บุญเลิศ ศรีสุขใส. 2533. **การเจริญเติบโตและผลผลิตของไม้สักในสวนป่าอายุ 18 ปี องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปัทมา วิตยากร. 2534. ความสัมพันธ์ระหว่างอินทรีย์วัตถุและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินทรายที่มีต่อการใช้ที่ดินและการจัดการดินต่างกัน. **วรสารดินและปัย.** 13 : 245 - 262

ป่าไม้, กรม. 2528. **สถิติป่าไม้ของประเทศไทย.** กรุงเทพมหานคร : กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ป่าไม้, กรม. 2532. **สถิติป่าไม้ของประเทศไทย.** กรุงเทพมหานคร : กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ป่าไม้ , กรม. 2534. **สถิติป่าไม้ของประเทศไทย.** กรุงเทพมหานคร : กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ป่าไม้ , กรม. 2537. **สถิติป่าไม้ของประเทศไทย.** กรุงเทพมหานคร : กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พูนสวัสด์ อาจละกะ, สมพร อิศรานุรักษ์ และ รัศมี คีรีทวีฟ. 2536. ระบบเกษตรกรที่นำไปสู่เกษตรที่ยั่งยืน **เอกสารวิชาการประจำปี 2536 เกษตรที่ยั่งยืน : อนาคตของเกษตรไทย,** กรุงเทพมหานคร : กรมวิชาการเกษตร.หน้า 39-63

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม. 2528. **เคมีของดิน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร .

วิลาวัลย์ แซ่เห้ง. 2537. **ผลของการย่อยสลายเศษซากใบไม้ต่อการเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสในดิน.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2532. ความหลากหลายทางชีววิทยา ในสิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และศุภชัย หล่อโลหะการ (บรรณาธิการ) . **ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยการสัมนาชีววิทยาครั้งที่ 7** หน้า 1-13. กรุงเทพมหานคร : บริษัทประชาชนจำกัด.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. 2536. **การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์.** คณะพานิชยศาสตร์และการบัญชี. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

สอาด บุญเกิด. 2524. **ประวัติการปลูกสร้างสวนป่าในประเทศไทย.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 35 หน้า.

สิ่งแวดล้อม, กอง. 2539 **ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย.** การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

อายุทธ์ อินรอเฮม, นิสสภา ยี่ค้า และสมยศ ทุ่งกว้าง. 2537. แนวทางการศึกษาและพัฒนาความหลากหลายทางชีวภาพในสวนยาง. **วรสารนิเวศวิทยา** 21: 24 - 32.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2525. **ความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับดิน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ

อำพล เสนาณรงค์. 2536. ผลกระทบของการพัฒนา. **เอกสารวิชาการประจำปี 2536 เกษตรที่ยั่งยืน : อนาคตของเกษตรไทย,** กรุงเทพมหานคร : กรมวิชาการเกษตร., 17-20 หน้า

อุทิศ กุฎอินทร์. 2538. **ความหลากหลายทางชีวภาพของป่าไม้เมืองไทย.** **ใน ป่าไม้กับสิ่งแวดล้อม,** กรุงเทพ (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ พิมพ์เนื่องในโอกาส 48 ปีแห่งการสถาปานาองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้)

ภาษาอังกฤษ

Aborisade, K.D. and Aweto, A.O. 1990. Effects of exotic tree plantation of teak (*Tectona grandis.*) and Gmelina (*Gmelina arbora.*) on a forest soil in south - western Nigeria. **Soil use and management.** 6(1) : 43 - 45.

Altieri, M.A. and Trujillo, J. 1987. The agroecolgy of corn production in Tlaxcala, Mexico. **Hum.Ecol**, 15(2) : 189-220.

Aron, D.I. and Johnson. 1942. Influence of hydrogen ion concentration on the growth of higher plant under controlled conditions. **Plant Physiol.** 17 : 525-539.

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

Bear, F.E. and Prince, A.L. 1945. Cation - equivalent constancy in alfalfa. **J.A.M. Soc.Agron.** 37 : 217 - 222.

Binkley, D. Dunkin, K.A. Debell,D and Ryan, M.G. 1992. Production and nutrient cycling in mixed plantation of Eucalyptus and in Hawaii. **Forest Science.** 38 : 393-408.

Borgaard, O.K. , Jorgensen, S.S., Moberg, J.P.,and Roben - Lange, B.. 1990. Influence of organic matter on phosphate adsorption by aluminium and iron oxides in sandy soil. **Journal of soil Science.** 41: 443 - 449

Brady, N.C. 1984. **The Natural and Propertices of Soil.** 9th edition. Macmillan Publishing Company. New York. 621p.

Brady, N.C. 1990. **The Natural and Propertices of Soil**_ 10th edition. Macmillan Publishing Company. New York.

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

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

Buckman, H.O., and Brady. 1969. **The nature and Properties of soils.** 7th ed. New York : The Macmillan Company. 653 p.

Champion, H.G. 1930. The problem of pure teak plantation. **Indian Forester Bulletin.** 78p., Quoted in Gajaseni, J. and Jordan, C.F. 1990. Diversified agroforestry system. special Publication No. 39 **BIOTROP,** Indonesia. 157 - 161.

Chinese Ecological Research Network. 1990 CERN Newletter ;2(2):19pp.

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

Dutt, R.L. 1964. Bull.Entomal. **Soc. Am.** 10,83.

Egunjobi, J.K., 1974. Litter Fall and mineralization in a teak (*Tectona grandis*) Stand. **Oikos.** 25 : 222-226.

FAO. 1982. Conservation and development of tropical forest resources. **FAO Forestry Paper.** FAO, Rome.

Fanz, H. 1962. Habitat Characteristics with Particular Reference to the Soil. **Progress in Soil Zoclogy.** Butterworths, 113-314 pp.

Gajaseni, J. 1988. **Ecological comparison traditional agriculture and the forest village system (agroforestry) in northern Thailand.** Ph.D. Dissertation, University of Georgia. U.S.A.

Gajaseni, J. and Jordan, C.F. 1990. Decline of teak yield in northern Thailand : Effects of selective logging on forest structure **Biotropica .** 22(2):114-118.

Gorman, C.F. 1971. The Haobinhian and after : Susistence pattern in Southeast Asia during the late Pleistocenre and early recent period. **World Archeology** 2(3) : 300-320.

Jackson, M.L. 1985. **Soil chenical analysis.** Newjerscy: Prentice Hall, Inc.New York.

Johnson, N.E. 1976. Biological opportunities and risks association with fast - growing plantation in the tropics. **Journal of forestry.** 74(4) : 206 - 211.

Jordan, C.F. and Gajaseni, J. 1990. **Soil phosphorus mobilization and increase crop productivity with agro-forestry in Thailand.** Final report submitted to the Office of Science Advisor, U.S. Agency for International Development.

Jordan, C.F. 1985. **Nutrient cyclings in tropical forest ecosystems.** John Wiley and Sons, Chichester.

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

Kaosa-ard. 1981. Teak (*Tectona grandis.* Linn.) Its Natural Distribution and Relateed Factors. **Nat. Hist. Bull. Siam Soc.** 29 : 55 - 74.

Kelty, M.J. 1992. Comparative productivity of monocultures and mixed - species stand. In : Kelty, M.J., Larson, B.C., and Oliver, C.D.(eds) **The ecology and silvicalture of mixed-species forests.** Kluwer Academic Publishers, Dordrecht., 125-141.

Kreb, C.J. 1989. **Ecological Methodology.** Harper and Row Publishing, New York.

Lyon, T.L., Buuckman, H.O., and Brady, N.C. 1952. **The nature and properties of soil.** The Macmillan co., New York. 5th edition. 340p.

Matthews, J.D. 1989. **Silvicultrural systems.** Clarendon Press, Oxford.

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

Monitagnini, F. , Gonzalez, E., Porras, C., and Rheningans, R.1995. Mixed and pure forest plantations in the humid neotropic : a comparison of early growth, peat damage and establishment costs. **Commonwealth Forestry Review.** 74(4) : 306-314.

Millar, C.E., Turk, L.M., and Foth, H.D. 1958. **Fundamentals of soil science.** 3rd ed. New York : John Wiley and Sons, Inc.. 526 p.

Myers, N. 1980. **Conservation of tropical moist forest.** National Academy of Science. Washington, D.C.

Naeem, S., Hakansson, K. Lawton, J.H., Crawley, M.J., and Thompson, L.J. 1996. Biodiversity snd plsnt productivity in model assemblaye of plant species. **Oikos** 76: 259-264.

Na Nagara, T. 1991. **Soil Constrains on sustainable plant productivity in Thailand.**in Proc. 24th international symposium on tropical Agriculture Research Series NO. 24: 40-59.

Niering, W.A. 1975. Vegetation of the Santa Calalina Mountain, Arizona V. Biomass, production and diversity along an elevational gradient. **Ecology.** 56: 771 - 790

Odum, E.P. 1963. **Fundamental of Ecology.** New York : Holt

Ogawa, H., Yoda , K., Ogino, K. and Kira, T. 1965. Comperative eclogical studies on three main types of forest vegetation in Thailand, II. Plantbiomass. **Nature and Life in Southeast Aisa.** 4 : 49-80.

Page, A.L. , Miller, R.H., and Keeney, D.R. (eds) 1987. **Method of soil analysis.** Part 2. Soil Science Society of America, Inc. Wiscosin, U.S.A.

Pairintra, C. 1981. **Soil under shifting cultivation.** In JSPSNRCT Proc., Khon Kaen University, Khon Kaen , Thailand. 65 - 76.

Parrota, J.A. 1992. The role of plantation forest in rehabitating degraded tropical ecosystems. **Agriculture Ecosystem and Enviroment.** 41: 115 - 133.

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

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

Richards, P.W. 1952. **The Tropical rain forest.** Cambridge University Press , Cambridge อ้างถึงใน จิรากรณ์ คชเสนี. 2537. หลักนิเวศวิทยา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 301 หน้า

Sanchez, P.A. 1977. **Properties and Management of soil in the tropic.** John Wialey and Son lnc., New York. 617 p.

Schles, W.H. 1991. **Biogeochemistry: analysis of global change.** Academic Press. San Diego, G.A.

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

Smith, D.M. 1986. **The practice of silviculture.** John Wiley and Sons, New York.

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

Stevenson, F.J. 1986. **Cycles of soil : Carbon , nitrogen, phosphorus, sulfer, macronutirents.** John Wiley and Sons. New York.

Swift, M.J., Fleal, J.W., and Anderson, J.M. 1979. **Decomposition in Terrestrial Ecosystems.** Oxfors : Black well, 372 p.

Tate III, L.R. 1987. **Soil organic matter biological and ecological effect.** New York : Wiley ana Sons.

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

Whitehead, D.C. 1963. Some aspects of the influence of organic matter on soil fertility. **Soil and Fertilizers.** 26 : 217 - 223.

Whittaker, R.H. 1970. **Communities and Ecosystem.** New york : Macmillan Publishing

Wilson, E.O. ed. 1988. **Biodiversity.** Washington D.C. : National Academy Press.

World resource institute / IIED, 1988. **World resource 1988 - 1989.** New York : Basic book.

Young, A. 1989. **Agroforestry for Soil Concervation.** CAB International. 276 pp.

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

การวัดความเป็นกรดเป็นด่าง(pH)โดยใช้น้ำกลั่นอัตราส่วน 1:1และ 0.01 $CaCl_2$

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องวัด pH
2. บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. $CaCl_2$ 0.01 N
2. น้ำกลั่น

วิธีการ

- วัดความเป็นกรดเป็นด่าง(pH)โดยใช้น้ำกลั่นอัตราส่วน 1:1

ชั่งดินตัวอย่าง 20 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้ดินและน้ำเข้ากันก่อนวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 3 นาที ในระหว่างที่วางไว้ 30 นาทีนั้นควรจะคนดินเป็นครั้งคราว

- วัดความเป็นกรดเป็นด่าง โดยใช้ 0.01 N $CaCl_2$ ในอัตราส่วน 1: 2

ชั่งตัวอย่างดิน 10 กรัม ผสมกับ $CaCl_2$ 20 กรัม ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้ดินและน้ำยาเข้ากันก่อนวัด pH ประมาณ 30 นาทีระหว่างที่ตั้งทิ้งไว้30 นาที ควรจะคนดินเป็นครั้งคราว

*เปรียบเทียบค่า pH ระหว่างการใช้น้ำกลั่นกับใช้ 0.1 N $CaCl_2$

การวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุ (Organic matter)โดยวิธีของ Walkley and Black (Jackson, 1958)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Volumetric flask ขนาด 500 มิลลิลิตร
2. Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. Buret ขนาด 50 มิลลิลิตร
4. Cylinder ขนาด 10 และ20 มิลลิลิตร
5. Digestion appartus :Buchi 425

สารเคมีและน้ำยา

1. Potassium dichromate solution (K_2Cr_2O7)1.0 N : ละลายK_2Cr_2O7 (อบที่105c เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง) 49.04 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับให้มีปริมาตร 1 ลิตร

2. Concentrated sulfuric acid (H_2HO_4)

3. Ferrous sulfate($FeSO_4$) 0.5 N: ใช้ $Fe(NH_4)_2(SO_4)2.6H2O$ 196.1 กรัมละลายในน้ำกลั่น เติม H_2SO_4 เข้มข้น 15 มิลลิลิตร ทำให้เย็นปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

4. O-phenanthroline ferrous sulfate indicator(0.025 N):เตรียมโดยละลาย O - phenanthroline 1.48 กรัม และ Ferrous sulfate ($FeSO_4.7H_2O$) 0.70 กรัม ในน้ำกลั่น จนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร

วิธีการ

ชั่งตัวอย่าง ซึ่งบดละเอียด (ผ่านตะแกรง 0.5 มิลลิลิตร) 1 กรัม บรรจุตัวอย่างดินที่ชั่งแล้วลงใน erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำยา dicromate 1 N. ลงไป 5 มิลลิลิตร โดยใช้ pipet ต่อจากนั้นให้รินกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงไป 10 มิลลิลิตรโดยเร็ว แกว่ง flask ไปรอบ ๆ เบา ๆ เพื่อให้น้ำยากับดินเข้ากันประมาณ 1-2 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้ทำปฏิกริยากันเป็นเวลา 30 นาที

เติมน้ำกลั่นลงไป 50 มิลลิลิตร และหยด indicator ลงไป 3 หยด ไตเตรท soil suspension ด้วยน้ำยา ferrous sulfate จนกระทั่งสีของ suspension เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลปนแดง จดปริมาณของน้ำยา dicromate และ ferrous sulfate ที่ใช้ไป

ทำ blank และจดปริมาณของน้ำยา dicromate และ ferrous sulfate ไว้ คำนวน normality ที่แท้จริงของferrous sulfate แล้วจึงคำนวนหาปริมาณของ dicromate ที่ถูก reduce โดยดินตัวอย่าง

การคำนวน

$$\%\ OC = \frac{(V\ blank - V sample) \times N \times f \times 0.003 \times 100}{M}$$

$$\%\ OM = \frac{100\ (\%OC)}{C}$$

V blank = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตร ของสารละลาย $FeSO_4$ ที่ใช้ในการไตเตรท blank

V sample = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตร ของสารละลาย $FeSO_4$ ที่ใช้ในการไตเตรท sample

N = ความเข้มข้นเป็น normal ของ $FeSO_4$

M = มวลของดินแห้งเป็นกรัม

f = Correction factor ที่ใช้กันทั่วไป 1.33

C = %โดยน้ำหนักของ carbon ในอินทรีย์วัตถุ (58%)

การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำยาสกัด โดยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Erlenmeyer flask ขนาด 150 มิลลิลิตร
2. Filter apparatus เบอร์ 4 และ เบอร์ 5
3. Graduated pipet ขนาด 10 มิลลิลิตร
4. Volumetric pipet ขนาด 2 และ 5 มิลลิลิตร

สารเคมีและน้ำยา

1. 0.1 N HCL +0.03 N NH_4F(Bray II) โดยใช้ NH_4F 1.0 N 30 มิลลิลิตร ผสมกับ 0.5 N HCL 200 มิลลิลิตร เติมน้ำจนเป็น 1000 มิลลิลิตร

2. น้ำยาที่ใช้ในการ develop color ประกอบด้วย

2.1 Reagent A : เตรียมโดยใช้ Ammonium molybdate 6กรัม ละลายน้ำ 125 มล. ละลาย Antimony potassium tartrate 0.1454 กรัมในน้ำ 50 มล. เอาสารละลายทั้งสองนี้ใส่ลงไปใน 5 N H_2SO_4 500 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดแก้วในสภาพมืดและเย็นจัด

2.2 Reagent B : ละลาย Ascorbic acid 1.056 กรัม (ต้องไม่ให้โดนแสง)ใน Reagent A 200 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน Reagent B ที่เตรียมแล้วจะต้องมีสีเหลืองอ่อนหรือสีส้มอ่อนจึงจะใช้ได้ และเก็บไว้ได้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

3. Standard phosphate solution : เตรียมโดยละลาย KH_2PO_4(A.R.) 0.2195 กรัม ในน้ำกลั่นจนมีปริมาตรครบ 1 ลิตร น้ำยา Standard phosphate จะมี phosphorus อยู่ 50 ppm. P.

วิธีการ

1. ชั่งดินตัวอย่าง 5 กรัม (Accurate) ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 150 มิลลิลิตร
2. เติม Bray II solution 50 มิลลิลิตร เขย่า 1 นาที

3. กรองโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 4 (รองรับด้วยบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร)

4. กรองของเหลวที่ได้จากข้อ 3 ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5

5. ไปเปท Aliquot จำนวน 20 มิลลิลิตร ลงในvolumetric flask เติมน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร

6. เติม Reagent B (develop สี) 4 มล. ทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นนำไปวัดด้วย Spectrophotometer ที่ 882 นาโมเมตร

7. เตรียม Standard curve

การคำนวน

$$\text{Available phosphorus (mg) / ดิน100 กรัม} = \frac{\text{CONC จากกราฟ(ppm) x 6.25}}{\text{น้ำหนักดินตัวอย่าง(กรัม)}}$$

การวิเคราะห์หา Cation Exchang Capacity (1 N. NH_4 OAc pH 7.0) (Page, et. al., 1982)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Buchner funnel, fitted with 5.5 cm filterpaper
2. Erlenmeyer flask ขนาด 500 มิลลิลิตร
3. Volumetric flask ขนาด 1000 มิลลิลิตร
4. Test tube ขนาด 20 มิลลิลิตร
5. Volumetric flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
6. Breaker ขนาด 400 มิลลิลิตร
7. Kjeldahl flasks ขนาด 250 มิลลิลิตร
8. Kjeldahl distillation apparatus

9 Erlenmeyer flask ขนาด 50 มิลลิลิตร

สารเคมีและน้ำยา

1. Ammonium acetate (NH_4Cl): เตรียมโดยละลาย NH_4OAc จำนวน 77.08 กรัมในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้เป็นกลาง (pH7.0) โดยใช้สารละลายเจือจางของ Ammonium hydroxide

2. Isopropyl alcohol 99%

3. Ammonium chloride (NH_4Cl) 1 N : เตรียมโดยละลาย NH_4Cl จำนวน 53.5 กรัมในน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร. แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น ปรับ pHให้เป็น 7.0 ด้วย NaOH หรือ HOAc ที่เจือจาง

4. Ammonium chloride(NH_4Cl) 0.25N: เตรียมโดยละลาย NH_4Cl จำนวน 13.375 กรัมในน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น ปรับ pH ให้เป็น 7.0 ด้วย NH_4OH หรือ HOAc ที่เจือจาง

5. Ammonium oxalate 10%: ละลาย$(NH_4)_2C_2O_4 .H_2O$ จำนวน 10 กรัมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร.

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

7. Silver nitrate($AgNO_3$) 0.10 N: ละลาย จำนวน 1.698 กรัมในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร.

8. 10% Sodium chloride acidifide: ละลาย NaCl จำนวน 100 กรัมในน้ำกลั่น 1000 มล. หยดconc HCL 0.5 มล. เขย่าให้ทั่วถึง

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

10. Boric acid - indicator solution: ชั่ง Boric acid (H_3BO_3) 80 กรัม เติมน้ำประมาณ 3800 มิลลิลิตร. ทำให้ร้อนจนกระทั่งBoric acid ละลายหมดทำให้เย็นเติม Mix indicator 80 มิลลิลิตร.(เตรียมโดยละลาย bromocresol green 0.099 กรัมและ methyl red 0.066 กรัมใน ethanal 100 มล.) เติม0.1 N NaOH ทีละน้อย จนกระทั่งได้สารละลายสีม่วงแดง(pH ~ 5.0)เติมน้ำจนมีปริมาตร 4 ลิตร เขย่าสารละลายให้เข้ากัน

11. Standard Sulfuric acid (H_2SO_4) 0.1N: Pipet conc H_2SO_4 2.8 มล.ลงใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตรที่มีน้ำกลั่นประมาณ 950 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

วิธีการ

1. ใช้ Buchner funnels

ชั่งตัวอย่างดินที่ผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิลิตร.จำนวน 10 กรัม เติม 1 N NH_4OAc 250 มิลลิลิตร เขย่าให้ดินและน้ำยาเข้ากัน ทิ้งไว้ค้างคืน กรองด้วย Suction โดยใช้ Buchner funnels

ชะดินด้วย neutral 1 N NH_4OAc ทีละน้อยโดยอาศัย Suction ในขณะที่ชะดินนี้ต้องระวังอย่าให้ดินแห้งและแตกระแหง เพื่อป้องกันดินแห้งขณะทำการชะกระทำโดยเพิ่ม NH_4OAc ลงไปอีกใน funnels เมื่อระดับน้ำยาลดต่ำลงไปจนเกือบถึงผิวดิน ทำการชะดินไปเรื่อย ๆ ด้วย NH4OAc จนกระทั่งไม่มี Ca ออกมาใน solution (ทดสอบ Ca โดยใช้ 1 N NH_4Cl, 10%Ammonium oxalate และ dilute NH_4OH อย่างละ 2 - 3 หยดใส่ลงไปในสารละลายที่จะทดสอบ นำไปทำให้ร้อนจนเกือบเดือด ถ้ามี Ca จะเห็นตะกอนขุ่นเกิดขึ้น) เก็บ leachate ไว้หา exchangeable base ต่อไป ปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร โดยใช้ volumetric flask

2. สวม funnel เข้าที่ filtering flask ตามเดิม ล้างด้วย 1N NH_4Cl $_4$ ครั้งและ 0.25 N NH_4Cl 1 ครั้ง จากนั้นล้างดินด้วย Isopropyl alcohol จำนวนประมาณ 150 มิลลิลิตร ค่อย ๆ ทำทีละน้อยจนกระทั่งไม่มี Cl เหลืออยู่ (ใช้ 0.1 N $AgNO_3$ ทดสอบ ถ้ามี Cl จะได้ตะกอนขุ่นขาวของ AgCl) ทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้ดินหมาด แต่ระวังอย่าให้ดินแตกระแหง ส่วน Isopropyl alcohol ที่ชะล้างแล้วควรรินเก็บไว้ในขวด

3. ขั้นตอนต่อไปทำการไล่ที่ NH_4 ที่ดูดซับอยู่ที่ผิว ด้วย acidified NaCl การไล่ที่ต้องทำซ้ำ ๆ เช่นเช่นเดียวกันกับการไล่ที่ในตอนแรก จนกระทั่งได้ leachate ประมาณ 225 มิลลิลิตรแล้วจึงหยุด ถ่าย leachate นี้ลงไปใน volumeric flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำลงไปให้ครบ 250 มิลลิลิตร ปิดจุกให้แน่น

4. การวิเคราะห์หา NH_4 ที่ไล่ออกมานี้ กระทำโดยการแบ่ง aliquot 40 มิลลิลิตร ลงไปใน volumeric flask ขนาด 250 มิลลิลิตรในขณะเดียวกันวาง Kjeldahl flask ขนาด 250 มิลลิลิตร ในขณะเดียวกันวาง erlenmeyer flask ขนาด 50 มิลลิลิตร ซึ่งมี H_3BO_3 - mixed indicator 10 มิลลิลิตรบรรจุไว้ที่ปลายของก้าน condenser ของเครื่องกลั่น โดยให้ปลายของก้าน จุ่มอยู่ใต้ระดับของ H_3BO_3ต่อ flask เข้ากับเครื่องกลั่น เปิดน้ำ จนกระทั่งได้ปริมาตรของสารละลายใน erlenmeyer flask ประมาณ 60 มิลลิลิตร

5. Tritration ด้วย 0.1 N H_2SO_4 จนกระทั่งสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดง ควรทำ blank ไปด้วยกัน คำนวนหา Ammonium ต่อดิน 100 กรัม

การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนรวม โดยวิธี Kjeldahl method (Page, et. al., 1982)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Digestion apparatus:Buchi 435
2. Distillation apparatus : Buchi 325
3. Graduated eylinder ขนาด 100 มิลลิลิตร
4. Kjeldahl flask ขนาด 500 มิลลิลิตร
5. Erlenmeyer flask ขนาด 500 มิลลิลิตร.
6. Buret ขนาด 50 มล.

สารเคมีและน้ำยา

1. Sulfuric acid เข้มข้น

2. Catalyst mixture : ผสม Na_2SO2, $CuSO_4$ และ Se metal ในอัตราส่วน 100:10:1 โดยน้ำหนัก

3. Boric acid-indicator solution : ชั่ง Boric acid (H_3BO_4) 80 กรัม เติมน้ำประมาณ 3,800 มิลลิลิตร ทำให้ร้อนจนกระทั่ง Boric acid ละลายหมด ทำให้เย็นเติม Mixed indicator 80 มิลลิลิตร (เตรียมโดยละลาย Bromocresol green 0.099 กรัม และ Methyl red 0.066 กรัม ใน Ethanol 100 มิลลิลิตร) เติม 0.1 N NaOH ทีละน้อยจนกระทั่งสารละลายสีม่วงแดง (pH ประมาณ 5.0) เติมน้ำจนมีปริมาตร 4 ลิตร เขย่าให้สารละลายเข้ากัน

4. Sodium hydroxide (NaOH) 10N : ชั่ง NaOH 400 กรัม ใน ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำ 400 มิลลิลิตร เขย่าจน NaOH ละลาย ทำให้เย็น ปิดจุก

5. Standard sulfuric acid (H_2SO_4): 0.1 N

วิธีการ

1.ชั่งดินตัวอย่างจำนวน 1 กรัม ลงใน Kjeldahl flask เติม catalyst mixture ลงไป 5 กรัม เติม Conc sulfuric acid 20 มิลลิลิตร นำไปวางไว้บน Digestion apparatus :Buchi 435 กลั่นจนได้สารละลายใส ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร และ 10 N NaOH 80 มิลลิลิตร นำไปกลั่น 3 นาที โดยเก็บ NH_3 ที่ได้ในสารละลาย Boric acid-indicator จำนวน 60 มิลลิลิตร Tritrate สารละลายที่กลั่นได้ด้วย 0.1 N H_2SO_4 ทำ blank ร่วมไปด้วย

การคำนวน

$$\% \text{ ไนโตรเจน} = \frac{(A - B)\ C \times 1.4 \times 5}{D}$$

A = มิลลิลิตรของกรดที่ใช้กับตัวอย่าง

B = มิลลิลิตรของกรดที่ใช้กับ blank

C = ความเข้มข้นของกรด (normal)

D = น้ำหนักตัวอย่างดิน (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณ Extractable Aluminum โดยวิธีการ Titration (Page, et. al., 1982)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Erlenmeyer flask ขนาด 250 มลิลิลิตร
2. Pipete
3. Buret ขนาด 50 มล.
4. Funnel
5. Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

สารเคมีและน้ำยา

1. Potassium chloride ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. กระดาษกรอง whatman no. 42
3. Sodium hydroxide (naoh) 0.1 n standard
4. Hydrochloric acid (HCL) 0.1 N Standard
5. Sodium fluoride (NaF) Solution : ละลาย NaF 40 กรัมในน้ำ 1 ลิตร
6. Phenolphthalein indicator: ละลาย Phenolphthalein 0.1 กรัม ใน Ethanol (95%) 100 cc.

วิธีการ

ชั่งดิน 10 กรัม ใส่ในกรวยกรองที่มีกระดาษกรอง วางไว้เรียบร้อยแล้ว นำเอา volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร มารองรับ ชะดินด้วย 1 N KCL 100 มิลลิลิตร ทีละน้อยและใช้เวลาทั้งหมดไม่เกิน 1 ชั่วโมง ถ้าใช้เวลามากกว่านั้น ควรผสมดินด้วย cellulose เพื่อให้น้ำซึมลง

ได้ดียิ่งขึ้น ปรับปริมาตรที่รองรับได้ให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วย 1 N KCL เก็บสิ่งที่กรองได้ไปวิเคราะห์ปริมาณ โดยไปเปตสารละลายที่สกัดได้มาจำนวนหนึ่ง ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม Phenolphthalein 5 หยด ไตเตรตสารละลายด้วย 0.1 N NaOH จนได้ end point ซึ่งจะมีสีชมพู ปริมาณด่างที่ใช้ไปทั้งหมดก็จะสมดุลย์กับ Total acidity ของสารละลาย เติม 0.1 N HCL ลงไป 1 หยด เพื่อให้สารละลายไม่มีสี เติม NaF 10 มิลลิลิตร ไตเตรตสารละลายด้วย 0.1 N HCL จนกระทั่งสีชมพูหายไป เติม indicator อีก 1-2 หยด ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้นให้เติมกรดอีก จนกระทั่งได้สารละลายไม่มีสี และเมื่อตั้งทิ้งไว้ 2 นาที สารละลายนี้ยังคงไม่มีสี คำนวน Milliequivalent ของกรดที่ใช้ไปซึ่งเท่ากับ Exchangeable Al นำค่าที่ได้ไปหักออกจากค่า Total acidity (ซึ่งได้จากการ titrate ครั้งแรก) ก็จะได้ค่า milliequivalent ของ H^+

การหาปริมาณฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus) โดยวิธีการย่อยด้วยกรดเปอร์คลอริก 60% (Page, et. al., 1982)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Volumetric flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. Hot plate
3. Fume hood
4. Pipete ขนาด 10 มิลลิลิตร
5. Volumetric flask 50 มิลลิลิตร
6. Spectrophotometer

สารเคมีและน้ำยา

1. กรดเปอร์คลอริก 60%
2. แอมโมเนียม พาราโมลิปเดท-แวแนเดท
   - ละลายแอมโมเนียมโมลิปเดท 25 กรัม ในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร
   - ละลายแอมโมเนียมแวนาเดท 1.25 กรัม ในน้ำกลั่นต้มเดือด 300 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เทแอมโมเนียมโมลิปเดทลงไป ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3. สารละลาย Standard phosphate :ละลายโปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตที่อบแห้งแล้ว 0.2393 กรัม ด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร น้ำยา Standard phosphate มีฟอสฟอรัสอยู่ 100 μg และ 1 μg /ml

วิธีการ

1. ชั่งดินตัวอย่าง 2 กรัม ใส่กรดเปอร์คลอริก 60% จำนวน 30 มิลลิลิตร ใน flask 250 มิลลิลิตร ต่ำกว่าจุดเดือดเล็กน้อย จนกระทั่งสีคล้ำของอินทรีย์สารหายไป ปรับอุณหภูมิที่จุดเดือดย่อยจนกระทั่งเกิดควันสีขาวมากที่สุด มีตะกอนเป็นทรายสีขาวที่ก้น flask หยุด วางทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรให้เป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ทิ้งให้ตกตะกอน

2. pipette สารละลายใสส่วนบน 10 มิลลิลิตร ใส่น้ำยาแอมโมเนียมพาราโมลิปเดทแวแนเดท (develop สี) 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น วางทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที นำไปวัดด้วย Spectrophotometer ที่มีความยาวคลื่น 400 นาโมเมตร

3. เตรียม Standard curve

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนแปลงไปในปี พ.ศ.2531 - 2538 ณ สถานีตรวจวัดน้ำฝนแม่เมาะ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จังหวัดลำปาง

ปี	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตร)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)
2531	26.2 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 33.3 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 11.0	1167.4 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 108	74 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 92 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 49
2532	26 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 41.3 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 9.2	1096.8 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 105	73 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 92 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 48
2533	26.2 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 40.5 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 10.0	1156.1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 116	74 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 92 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 49
2534	26.5 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 42.0 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 11.5	712.3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 100	71 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 90 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 47
2535	25.8 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 42.6 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 9.6	1272.5 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 99	70 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 90 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 46
2536	26.0 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 40.5 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 6.7	825.6 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 102	70 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 90 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 45
2537	26.2 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 40.0 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 10.3	1537.8 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 112	72 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 90 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 48
2538	26.5 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 42.1 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 8.9	967.2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 115	72 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 90 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 48

ที่มา : กองสิ่งแวดล้อม
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 2 แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆของแปลงสัก

	ผลผลิตมวลชีวภาพรวม	Al	Avai P	C	CEC	C:N	N	อินทรีย์วัตถุ	pH	ผลผลิตมวลชีวภาพของต้นสักต่อต้น	Total P	เวลา
ผลผลิตมวลชีวภาพรวม												
Al	.2880											
Avai P	-.2109	-.0464										
C	.5631*	.1143	-.0916									
CEC	-.2675	-.2912	.2804	-.1636								
C:N	.2081	.2300	-.1144	.0872	.1984							
N	-.0952	-.0772	.1834	.2892	-.1735	-.7624*						
อินทรีย์วัตถุ	.5695*	.1064	-.0976	.9996*	-.1588	.0893	.2841					
pH	-.1313	-.3972*	.2214	.0536	-.0006	-.5268*	-.5189*	.0575				
ผลผลิตมวลชีวภาพของต้นสักต่อต้น	.3344	-.1898	-.2763	-.0867	.1302	.0263	-.2794	-.0843	-.5654*			
Total P	-.0504	-.1898	.0050	.4421*	-.0277	0.0226	.0284	.4471*	.0273	.0952		
เวลา	.4513*	.5070*	-.4547*	.0389	-.6845*	-.0444	-.0290	.0466	-.3623	.7450*	-.2436	
อัตราการรอดตายของต้นสัก	-.2887	-.2180	.2279	-.1897	.3577	-.0863	.0542	-.1925	.1091	-.1390	.0952	-.6927*

* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < .05$)

ตารางที่ 3 แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆของแปลงสัก+ซ้อ

	ผลผลิตมวลชีวภาพรวม	Al	Avai P	C	CEC	C:N	N	อินทรีย์วัตถุ	pH	ผลผลิตมวลชีวภาพของต้นสักต่อต้น	Total P	เวลา
ผลผลิตมวลชีวภาพรวม												
Al	.1102											
Avai P	-.3532	-.6218*										
C	.6309*	-.3001	.3447									
CEC	-.0012	-.4694*	.7172*	.5507*								
C:N	-.1872	.5789*	-.2774	.0698	-.2596							
N	.3107	-.6352*	.3876	.5093*	.5736*	-.8038***						
อินทรีย์วัตถุ	.6253*	-.3284	.3595	.9982*	.5506*	.0259	.5385*					
pH	-.0881	-.0114	.3442	.0973	-.2690	.2599	-.2699	.1072				
ผลผลิตมวลชีวภาพของต้นสักต่อต้น	.6613*	-.3512	-.3394	-.0830	-.3182	-.2295	-.0229	-.0824	.0768			
Total P	.0401	-.1196	.0838	.2131	.0828	-.2332	.3634	.2075	-.2271	-.0107		
เวลา	.6195*	.4686*	-.8079*	-.0217	-.3118	-.1066	-.0820	-.0385	-.5784*	.6063*	.1250	
อัตราการรอดตายของต้นสัก	-.4371*	-.4177	.1757	-.1638	.0778	-.2302	-.1718	-.1331	-.0476	-.6362*	-.2192	-.4740*

* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < .05$)

ตารางที่ 4 แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆของแปลงสัก+มะขาม

	ผลผลิตมวลชีวภาพรวม	Al	Avai P	C	CEC	C:N	N	อินทรีย์วัตถุ	pH	ผลผลิตมวลชีวภาพของต้นสักต่อต้น	TotalP	เวลา
ผลผลิตมวลชีวภาพรวม												
Al	.4330*											
Avai P	-.2966	-.4042*										
C	-.0080	.1150	.1832									
CEC	-.2579	-.1990	.3271	.1533								
C:N	.3929*	.2062	.0628	-.1210	.0221							
N	-.3268	.0081	.0634	.3145	.0931	-.7869*						
อินทรีย์วัตถุ	-.0203	.1075	.1888	.9980*	.1475	-.1266	.3201					
pH	-.0700	-.6674*	.2432	-.0690	-.3246	-.2816	.1724	-.0699				
ผลผลิตมวลชีวภาพของต้นสักต่อต้น	.3122	.4357*	-.6179*	.3259	-..0754	.6293*	.3084	-.3515	-.5087*			
Total P	.2290	.0818	-.0665	-.0090	.0705	-.2935	.4044*	-.0151	.1655	-.1016		
เวลา	.4344*	.6188*	-.7451*	-.3201	-.2819	.4388*	-.2890	-.3250	-.5537*	.8858*	-.0449	
อัตราการรอดตายของต้นสัก	-.4768*	-.3814*	.3064	.3982*	.1675	-.3696*	.3036	.3887*	.1630	-.4757*	.0342	-.5866*

* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < .05$)

ตารางที่ 5 แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆของแปลงสัก+มะขาม+ขนุน

	ผลผลิตมวลชีวภาพรวม	Al	Avai P	C	CEC	C:N	N	อินทรีย์วัตถุ	pH	ผลผลิตมวลชีวภาพของต้นสักต่อต้น	Total P	เวลา
ผลผลิตมวลชีวภาพรวม												
Al	.5680*											
Avai P	-.4996*	-.5184*										
C	-.3320	-.1285	.3547									
CEC	-.4930*	.2297	.6377*	.4950*								
C:N	.0825	.3386	-.3954*	.1405	-.1692							
N	-.4623*	-.5514*	.6478*	.2973	.4183*	-.8396*						
อินทรีย์วัตถุ	-.3242	-.1306	.3557	.9999*	.4980*	.1379	.2997					
pH	-.2368	-.4996*	.5633*	.2090	.1860	-.4934*	.4904*	.2084				
ผลผลิตมวลชีวภาพของต้นสักต่อต้น	.2484	.6326*	-.3674	-.2436	-.0564	.2916	-.3927*	-.2457	-.7281*			
Total P	.0078	.1890	-.3798*	.1343	-.3037	.2483	-.2178	.1331	-.2912	.0428		
เวลา	.6319*	.7993*	-.7516*	-.2150	-.5241*	.4261*	-.7279*	-.2168	-.7157*	.4184*	.2708	
อัตราการรอดตายของต้นสัก	-.6016*	-.1385	.0212	-.0928	.0446	.0299	.0998	-.0916	-.3551	.2014	.2684	-.0874

* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < .05$)

ตารางที่ 6 แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆของแปลงสัก+มะขาม+ขนุน+มะม่วงหิมพานต์

	ผลผลิตมวลชีวภาพรวม	Al	Avai P	C	CEC	C:N	N	อินทรีย์วัตถุ	pH	ผลผลิตมวลชีวภาพของต้นสักต่อต้น	Total P	เวลา
ผลผลิตมวลชีวภาพรวม												
Al	.3981*											
Avai P	-.3475	-.3645										
C	.0888	.0858	.2572									
CEC	-.3809	-.2809	.4013*	.3407								
C:N	..2242	.1884	-.1881	.5894*	-.2747							
N	-.4635*	-.2183	.4760*	-.0613	.6324*	-.7649*						
อินทรีย์วัตถุ	-.2003	.0900	.1332	-.2591	.1716	-.5243*	.6809*					
pH	-.0646	-.4850*	.3585	-.0826	.2388	-.1507	.2952	.3262				
ผลผลิตมวลชีวภาพของต้นสักต่อต้น	.4139	-.0722	-.2754	-.0917	-.4176*	.5419*	-.4788*	-.3031	-.0552			
Total P	.0652	-.1852	-.0916	-.5186*	-.4260*	-.2079	-.1460	.0559	-.1034	-.1260		
เวลา	.9038*	.2638	-.4656*	-.1523	-.6097*	.3415	-.6801*	-.3558	-.5718*	.6021*	.1969	
อัตราการรอดตายของต้นสัก	.2136	-.2043	-.0518	-.2477	-.3435	.0318	-.0461	.1126	-.0784	.3233	.2935	.3796*

* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < .05$)

ประวัติผู้เขียน

นางสาวปานแก้ว รัตนศิลป์กัลชาญ เกิดเมื่อวันที่ 7 มิถุนายน พ.ศ.2513 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในปี พ.ศ. 2535 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ.2536