# รายการอ้างอิง

**ภาษาไทย**


การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2541. การจำแนกเถ้าลอยลิกไนต์ที่เหมาะสมจากแม่เมาะมาใช้ในงานคอนกรีต. เอกสารประกอบการบรรยายเสนอผลงานวิจัย. (กุมภาพันธ์ 2544)

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2542. การแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ. ลำปาง: กองการพิมพ์ ฝ่ายประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2544. คุณสมบัติของเถ้าลอยลิกไนต์และการนำไปใช้ประโยชน์ในงานก่อสร้าง. กรุงเทพมหานคร: กองการพิมพ์ ฝ่ายประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

ไกรวุฒิ เกียรติโกมล, ชัย จาตุรพิทักษ์กุล และ และทิน เกตุรัตนบวร. 2540. การคัดเลือกเถ้าถ่านหินที่เหมาะสำหรับงานคอนกรีต. กฟผ. 6(3): 3-18.

คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา. 2541. ปทานุกรมปฐพีวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2535. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร, จารุณี นักระนาด และชอบ คณะฤกษ์. 2534. ดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินนา. เอกสารประกอบการบรรยายการฝึกอบรมหลักสูตรวิชาการเกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์ของดินนาและการใช้ปุ๋ย รุ่น 1. ม.ป.ท.

ชัย จาตุรพิทักษ์กุล, สุรเชษฐ์ จึงเกษมโชคชัย และวราภณ์ คุณาวนากิจ. 2542. คุณสมบัติพื้นฐานทางเคมีและทางกายภาพของเถ้าลอย. กฟผ. 8(ตุลาคม-ธันวาคม): 13-24.

ถนอม คลอดเพ็ง. 2526. ผลกระทบของสารปรับปรุงดินบางชนิดต่อความหนาแน่นรวมและปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดิน. วารสารพัฒนาที่ดิน 20.218(กรกฎาคม): 23-31.

ทิน เกตุรัตนบวร, ชัย จาตุรพิทักษ์กุล และเอกภพ อังศุวัฒนา. 2541. การใช้เถ้าถ่านหินแยกขนาดจากแม่เมาะในงานคอนกรีตกำลังสูง. วารสารกฟผ. (เมษายน-มิถุนายน): 36-45.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์. 2531. ดินที่ใช้ปลูกข้าว. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีรพร บุศยอังกูล. 2543. ปทุมธานี 1 พันธุ์ข้าวหอมนาชลประทาน. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

พัฒนาที่ดิน. กรม. 2541. รายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยทดสอบประสิทธิภาพของเถ้าลอยลิกไนต์เพื่อปรับปรุงดินเปรี้ยวจัด. กรุงเทพมหานคร: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.

พัฒนาที่ดิน. กรม. 2542. โครงการเร่งรัดพัฒนาดินเปรี้ยว. กรุงเทพมหานคร: กองการเจ้าหน้าที่ กรมพัฒนาที่ดิน.

พัฒนาที่ดิน. กรม. 2545. การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ. กรุงเทพมหานคร: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.

พัฒนาที่ดิน. กรม. 2546ก. เอกสารคำแนะนำการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้สารตัวเร่ง พด.1. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มวิจัยและพัฒนาอินทรียวัตถุเพื่อการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน.

พัฒนาที่ดิน. กรม. 2546ข. เอกสารคำแนะนำการเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ดินสำหรับการปลูกพืช. กรุงเทพมหานคร: กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

พัฒนาที่ดิน. กรม. 2548. โปรแกรมสารสนเทศด้านการเกษตรและการพัฒนาที่ดินระดับเขต/จังหวัด. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 กรมพัฒนาที่ดิน.

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม. 2528. เคมีของดิน. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภิญโญ คณาวุฒิ. 2525. การเพาะเห็ดฟาง. วารสารเห็ด 2(1): 40-41.

นิลประไพ จันทนภาพ, วิศิษฐ์ โชลิตกุล และสมโภชน์ สุวรรณวงศ์. 2528. เคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน. 2: 113.

ปิยนุช ปิยะตระกูล, อดิสร กระแสชัย และพีระพล โพธิ์ทอง. 2543. การใช้เถ้าลิกไนต์เป็นวัสดุปักชำ. วารสารเกษตร 16,1 (กุมภาพันธ์): 17-24.

ประเสริฐ สองเมือง. 2543. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าว. กรุงเทพมหานคร: กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลัดดาวัลย์ กรรณนุช. 2543. ดินนาและการใช้ปุ๋ยในนาข้าว. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรความรู้เรื่องข้าว. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. 34-50

วิศิษฐ์ โชลิตกุล และประพิศ แสงทอง. 2535. ไนโตรเจนในดินนาของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

วราภรณ์ คุณาวนากิจ. 2530. คุณสมบัติพื้นฐานของเถ้าลอยลิกไนต์แม่เมาะ. อ้างถึงใน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2536. เอกสารการสัมมนาทางวิชาการเรื่องศักยภาพการนำเถ้าลอยลิกไนต์มาใช้ประโยชน์ 27-28 เมษายน 2536. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานวิจัยและพัฒนาวิชาการ: 2-15.

วราภรณ์ คำบุญเรือง. 2538. ข้าวและการทำนาน้ำฝน. การทำนาน้ำฝนโครงการพัฒนาข้าวในเขตเกษตรล้าหลัง. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. 1-62.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, ไพบูลย์ ประพฤติธรรม, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2527. รายงานการวิจัยการศึกษานิเวศวิทยาของไนโตรเจนในดินนาเพื่อปรับใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวพันธ์ รัตนะรัต และครรชิต ภูรมะโรหิต. 2526. ปลูกพืชไร่บนดินที่เป็นกรดจะทำอย่างไร. วารสารดินและปุ๋ย 5:91-94.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2511. เคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดินนา. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนนท์ สุขสวัสดิ์. 2547. การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินนา. พิมพ์ครั้งที่1 กรุงเทพมหานคร: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น. 2527. เรื่องของข้าว. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ. 2546. ศักยภาพของเถ้าลอยลิกไนต์ในการแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยว. วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม 25(1): 39-45.

อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ และเจนจิรา พวงทับทิม. 2547. ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเติมเถ้าลอยลิกไนต์เพื่อการปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1. ใน เอกสารการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ และสิทธิพร เกตุวรสุนทร. 2547. ความเสี่ยงจากธาตุพิษเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ในการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. ใน เอกสารการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ และสิริพร สุกใส. 2547. ความน่ากินของหญ้าขนเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์. ใน เอกสารการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

## ภาษาอังกฤษ

Adachi, K. 1992. Effect of puddling on rice–soil physics: softness of puddle soil and percolation. In Murty, V.V.N. and Koga, K. (eds.). Soil and Water Engineering for Paddy Field Management. 220-231. Bangkok.

Adams, W.A. 1973. The effect of organic matter on the bulk and true densities of some cultivated Podzolic soil. J. Soil. Sci. 24: 10-17.

Adriano, D.C., Page, A.L., Elseewi, A.A., Chang, A.C., and Strughan, I. 1980. Utilization and disposal of fly ash and other coal residues in terrestrial ecosystem: A review. J. of Environ. Qual. 9: 333-334.

Adriano, D.C., and Weber, J.T. 2001. Influence of fly ash on soil physical properties and turfgrass estabilishment. J. Environ. Qual. 30: 596-601.

Aitken, R.L., and Bell, L.C. 1985. Plant uptake and phytotoxicity of boron in Australian fly ashes. Plant and Soil 84: 245-257.

Alexander, M. 1977. Introduction to Soil Microbiology. 2nd ed., New York: John Wiley and Sons, lnc. 467 p.

Albanis et al. 1998. Characteristics of fly ash particles from oil-shale found in lake sediments. Water. Air and Soil Pollut. 104: 149-160.

Arthur, M.F., Zwick, T.C., Tolle, D.A., and Voris V. P. 1984. Effects of fly ash on microbial $CO_2$ evolution from agricultural soil. Water. Air. Soil Pollut. 22: 209-216.

Blake, G.R. 1965. Bulk density. In Black C.A.(ed.). Methods of soil analysis Part I. 9: 374-390.

Bodman, G.B., and Rubin, J. 1948. Soil puddling. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 13: 27-36.

Campbell, G.S., Jungbauer, J.D., Bristow, K.L., and Hungerford. 1995. Soil temperature and water content beneath a surface fire. Soil Sci. 159(6): 363-373.

Capp, J.P. 1978. Power plant fly ash use in the eastern U.S. In Schaller F.W. and Sutton P.W (eds.), Reclamation of Drastically Disturbed Lands. 339-354.

Cervelli, S.G., Petruzzelli, Perna A., and Menicagli. 1986. Soil nitrogen and ash utilization: a laboratory investigation. Agrochimica 30: 27-35.

Chang, A.C., Lund, L.J., Page, A.L., and Warneke, J.E. 1977. Physical properties of fly ash-amended soils. J. of Environ. Qual. 6 (July-September): 267-270.

Cholitkul, W., and Tyner E.H. 1971. Inorganic phosphorus fractions and their relation to some chemical indices of phosphate availability for some lowland rice soils of Thailand. Int. Symp. on Soil Fert. Evaluation Proc. Indian Soc. Soil Sci. 1: 7-20.

Cosico, W.C. 1985. Organic Fertilizers: Their nature, properties and use. A Publication of the Farming Systems and Soil Resources Institute, University of the Philippines at Los Banos, Laguna Philippines.

De Datta, S.K. 1981. Mineral Nutrition and Fertilizer Management of Rice. In Principles and Practices of Rice Production. Philippines: Int. Rice Res. Inst., Los Banos. 348-419.

De Datta, S.K., and Barker, R. 1977. Economic evaluation of modern weed control techniques in rice. In Fryer, J.D., and Matsunaka (ed.). Integrated control of weeds. University Tokyo Press, Tokyo. 205-228.

De Datta, S.K., and Barker, R. 1978. Land preparation for rice soil. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines. Soils and rice. 623-648.

De Datta, S.K., and Kerim, M.S.A. 1974. Water and nitrogen economy of rainfed rice as affected by puddling. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 38(3): 515-518.

De Datta, S.K., Krupp, H.K., Alvarez, E.I., and Modgal S.C. 1973. Water management practices in flooded tropical rice. Water management in Philippine irrigation systems: research and operations. Philippines: Int. Rice Res. Inst., Los Banos. 1-8.

Demmead, O.T., Simpson, J.R., and Freney, J.R. 1977. A direct field measurement of ammonia emission after injection of anhydrous ammonia. Soil Sci. Am. 41: 1001-1004.

De, P.K., and Sakar, S.N. 1936. Transformation of nitrate in waterlogged soil. Soil Sci. 42: 143-155.

Dias, M.A., and Polo, A. 1988. Effect of two sewage sludges in the rye-grass yield and nutrient content. In Orio, A.A. (ed.), Environmental Contamination. Edinburgh: CEF Consultants.

Dobermann, A., and Fairhurst T. 2000. Rice:Nutrient disorders and nutrient management. Potash & Phoshpthe Institute (PPI), Phoshpthe Institute of Canada (PPIC) and IRRI.

FAO Project Staff and Land Classification Division. 1973. Soil Interpretation Handbook for Thailand. Bangkok: Land Classification Division, Department of Land Development.

Fisher, G.L., Chang, D.P.Y., and Brummer, M. 1976. Fly ash collected from electrostatic precipitators: microcrystalline structures and the mystery of the spheres. Sci. 192: 553-555.

Fujiwara, A. 1950. Chemical constitution and availability of iron aluminium phospholis I. Studies on the constitutations and manorial effects of scarsely soluble phosphotes. Tohoku, J. Agr. Res. 1: 129-142.

Furr, A.K., Parkinson, T.F., Gutenmann, W.H., Pakkala, I.S., and Lisk, D.J. 1978. Elemental content of vegetables grains and forages field-grown on fly ash amended soil. J. Agric. Food Chem. 26: 357-359.

Gangloff, W.J., Ghodrati, M., Sims, J.T., and Vasilas, B.L. 2000. Impact of fly ash amendment and incorporation method on hydraulic properties of a sandy soil. Water Air Soil Pollut. 119: 231-245.

Genevini, P.L., Zaccheo, P., Garbarino, A., and Mezzaanotte, V. 1984. Utilization and Agricultural Value of Dried Digested Sewage Sludge from A Domestic and Industrial Sewage Plant. In P.L'Hermite and Ott, H. (eds), Processing and Use of Sewage Sludge. 306-309.

Goh, R.H. 1980. Dynamics and stability of organic matter. In Theng B.K.G. (ed.). Soils with variable charge. New Zealand Society of Soil Science. 373-390.

Gotoh, S., and Araragi, M. 1984. Background level of nitrous oxide in the atmosphere in relation to flux from soil. Soil Sci. Plant Nutri. 30: 461-465

Gray, T.R.G., and William S.T. 1971. Soil Microorganism. Longman Group Ltd., London. 240pp.

Greenwood, D.J. 1961. The effect of oxygen concentration on the decomposition of organic material in soil. Plant and Soil 14: 360-76.

Hammod, K.E., Evans D.E., and Hodson M.J. 1995. Aluminium/silicon interactions in barley (*Hordeum vulgare* L.) seedling. Plant Soil 173:89-95.

Han, H.Q., and Jiang, T.D. 2001. Application Technique of Fly Ash: Chemical Industry Press: Beijiang.

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

Hartman, R., and De Boodt, M. 1974. The influence of the moisture content, texture and organic matter on the aggregation of sandy and loamy soils. Gooderma 11: 53-62.

Hungerford, R.D., Harrington, M.G., Frandsen, W.H., Ryan, K.C., and Niehoff, G.J. 1991. Influence of fire on factors that effect site productivity. In Proceeding of the management and productivity of plants crops.

Iler, R.K. 1979. The chemistry of silica. Solubility, polymerization, colloid and surface properties and biochemistry. New York: John Wiley and Sons, Inc. 866pp.

Imaizumi, K., and Yoshida S. 1958. Edapphological studies on silicon supplying power of paddy field. Bull. Natl. Inst. Agric. Sci. B. 8: 261-304.

lm, J.N. 1982. Organic materials and improvement of soil physical properties. FAO soils Bull. 45: 106-117.

International Rice Research Institute (IRRI). 1964. Annual report 1963. Los Banos, Philippines.

Ishizuka, Y., et al. 1961. Inorganic nutrition of rice plants. J. Sci. Soil manure 32(3): 97-100.

Jamison, V.C. 1953. Changes in air-water relationships due to structural improvement of soils. Soil Sci. 76: 143-151.

Kadrekar, S.B., and Kibe M.M. 1973. Release of soil potassium on wetting and drying. J. Indian Soc. Soil Sci. 21: 161-166.

Kawaguchi, K., and Kyuma, K. 1969. Lowland Rice Soil in Thailand. Kyoto: Dobosha.

Kawaguchi, K., and Kyuma K. 1977. Paddy soils in tropical Asia. The University Press of Hawai, Honolulu. 258 pp.

Kucey, R.M.N. 1983. Phosphate-solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils. Can J. Soil Sci. 63: 671-678.

Lin, Ch'wan-kwang. 1946. Effect of oxygen and sodium thiogly calate on growth of rice. Pl. Phys. 21: 304-318.

Lindsay, W.L., and Moreno E.C. 1960. Phosphate phase equilibria in soils. Soil Sci. Soc. Am., Proc. 24: 177-182.

Low, A.J. 1973. Soil structure and crop yield. J. Soil. Sci. 24: 249-259.

Lu S., and Zhu L. 2004. Effect of Fly Ash on Physical Properties of Utisols from Subtropical China. Communications in Soil Science and Plant Analysis 35(5&6): 703-717.

Ma, B.G., Qi, M., Peng, J., and Li, Z.J. 1999. The compositions, surface texture, absorption, and biding properties of fly ash in China. Environ. Int. 25: 423-432.

Ma, J., Nishimura K., and Takahashi E. 1989. Effect of silicon on growth of rice plant at different growth stages. Soil Sci. Plant Nutr. (Tokyo) 35: 347-356.

Matsi, T., and Keramidas, V.Z. 1999. Fly ash application on two acid soils and its effect on soil salinity, pH, B, P and on ryegrass growth and composition. Environ. Pollut. 104: 107-112.

McLean, E.O. 1978. Influence of clay content and clay composition on potassium availability. In Potash Research Institute of India. Potassium in Soils and Crops. 1-19.

Mikkelsen, D.S., De Datta, S.K., and Obcemea, W.N. 1978. Ammonia volatilization losses from flooded rice soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 725-730.

Motomura, S., Seirayoskol, A., and Cholitkul, W. 1984. Study on Soil Productivity of Paddy Fields in Thailand, Japan: Trop. Agr. Res. Center. Tech. Bull. 19.

Naveen K., Jain, M.C., Joshi, H.C., Choudhary, R., Harit, R.C., Vatsa, B.K., Sharma, S.K., and Vinod K. 1998. Fly ash as a soil conditioner and fertilizer. Bioresource Technology 64(3): 163-167.

Nishio, M., And S. Kusano. 1980. Fluctuation patterns of microbial numbers in soil applied with compost. Soil Sci. Plant Nutr. 26(4): 581-593.

Page, A.L., Elseewi, A.A., and Straughan, I.R. 1979. Physical and Chemical Properties of fly ash from coal-fired plants with reference to environmental impacts. Residue Rev. 7: 83.

Patrick, W.H., Jr., and Mahapatra, I.C. 1968. Transformation and availability to rice of nitrogen and phosphorus in waterlogged soils. Adv. Agron. 20: 323-359.

Patrick, W.H., Jr., and Reddy, C.N. 1978. Chemical changes in rice soils. In Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines. Soil and Rice. 361-379.

Phung, H.T., Lund, L.J., and Page, A.L. 1978. Potential use of fly ash as a liming material. In Adriano, D.C., and Brisbin, I.L. (eds.). Environmental Chemistry and Cycling Processes. 504-515. Virginia: Spring-field.

Ponnamperuma, F.N. 1955. The chemistry of submerged soils in relation to the growth and yield of rice. PhD dissertation, Cornell University, Ithaca, New York. 208 pp.

Ponnamperuma, F.N. 1965. Dynamic aspects of flooded soils and the nutrition of the rice plants. Page 295-328 in International Rice Research Institute. The mineral nutrition of the rice plants. Proceedings of a symposium at the International Rice Research Institute February, 1964. The Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland. .

Ponnamperuma, F.N. 1967. A theoretical study of aqueous carbonate equilibria. Soil Sci. 103: 90-100.

Ponnamperuma, F.N. 1972. The Chemistry of Submerged Soil. Adv. Agron. 24: 29-96.

Ponnamperuma, F.N. 1976. Specific soil chemical characteristics for rice production in Asia. Philippines: Int. Rice Res. Inst., Los Banos. Res. Pap. Ser. 2.

Ponnamperuma, F.N. 1977. Physicochemical properties of submerged soils in relation to fertility. Philippines: Int. Rice Res. Inst., Los Banos. Res. Pap. Ser. 5

Ponnamperuma, F.N. 1984. Straw as Sources of Plant Nutrients. In Organic Matter and Rice. Philippines: Int. Rice Res. Inst., Los Banos. 117-136.

Ponnamperuma, F.N., Castro, R.U., and Valencia, C.M. 1969. Experimental study of the influence of the partial pressure of carbon dioxide on the pH values of aqueous carbonate systems. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 33: 239-241.

Reddy, K.R., and Patrick, W.H. 1980. Uptake of fertilizer nitrogen and soil nitrogen by rice using. $^{15}N$ labeled nitrogen fertilizer. Plant and Soil 53: 375-381.

Salter, P.J., Webb, D.S., and Williams, J.B. 1971. Effect of Pulvarized Fuel Ash on the Moisture Characteristics of Coarse-Textured Soils and on Crop Yields. The Journal of Agricultural Science 77(8): 53-60.

Sanchez, P.A. 1973b. Puddling tropical soil. 2nd ed. Effects of water losses. Soil Sci. 115(4): 303-308.

Sankaracharya, N.B., and Mehta, B.V. 1969. Evaluation of loss of nitrogen by ammonia volatilization from soil fertilized with urea. J. Indian Soc. Soil Sci. 17: 423-430.

Sarbak, Z., and Kramer-Wachowiak, M. 2002. Porous structure of waste fly ashes and their chemical modifications. Powder Technol. 123: 53-58.

Savant, N.K., and De Datta, S.K. 1980. Chemical changes in submerged rice soils. In Principles and Practices of Rice Production. Philippines: Int. Rice Res. Inst., Los Banos. 89-145.

Scotti, A., Silva, S., and Botteschi, G. 1999. Effect of Fly Ash on the Availability of Zn Cu Ni and Cd to Chicory. Agriculture Ecosystems and Environment 72: 159-163.

Sharma, S., et al. 1989. Fly ash dynamics in soil-water systems. Critical Reviews in Environmental Control 19(3): 251-275.

Sharma, P.K., and De Datta, S.K. 1985. Effects of puddling on soil physical properties and processes. Soil physics and rice 217-234.

Shioiri, M., and Tanada, T. 1952. The chemistry of paddy soils. Int. Rice Comm. Working paper.

Sikka, R., and Kansal, B.D. 1995. Effect of fly ash application on yield and nutrient composition of rice, wheat and on pH and available nutrient status of soils. Bioresource Technology 51(2-3): 199-203.

Siriratpiriya, O., Vigerust., and Selmer-Olsen. 1985. Effects of Temperature and Heavy Metal Application on Metal Content in Lettuce. Scientific Reports of the Agricultural University of Norway 64: 29.

Sommer, A. L. 1926. Studies concerning the essential nature of aluminum and silicon for plant growth. Calif. Univ. Public. Agric. Sci. 5: 57.

Stefen, R. 1979. The value of composted organic matter in building soil fertility Compost Science and Land Utilization 20(5): 34-37.

Stevenson, F.J. 1982. Humus chemistry. New York: John Wiley and Sons, Inc.

Su, N.R. 1976. Potassium fertilization of rice. In The fertility of paddy soils and fertilizer application for rice. Food Fert. Technol. Center, ASPAC, Taipei, Taiwan. 117-148.

Tadano, T., and Yoshida, S. 1978. Chemical Changes in Submerged Soils and Their Effect on Rice Growth. Philippines: Int. Rice Res. Inst., Los Banos. Soils and Rice. 399-420.

Tanaka, A. 1978. Role of organic matter. Philippines: Int. Rice Res. Inst., Los Banos. Soil and rice. 605-620.

Tanaka, A., and Navasero, S.A. 1966a. Manganese Content of the Rice Plant Under Water Culture Condition. Soil Sci. 12: 67-72.

Tanaka, A., and Yoshida, S. 1970. Nutritional disorders of the rice plant in Asia. Philippines: Int. Rice Res. Inst., Los Banos. Tech. Bull. 10.

Tanaka, A., and Yoshida S. 1975. Nutritional disorders of the rice plant in Asia. Philippines: Int. Rice Res. Inst., Los Banos.

Takahashi, E. 1968. Silica as a Nutrient to the Rice Plant. JARQ 3(3): 1-4.

Takahashi, E., Ma, JF. and Miyake Y. 1990. The possibility of silicon as an essential element for higher plants. Comments Agric. Food Chem. 2: 99-122.

Tiarks, A.E., Mazurak, A.P., and Chesnin, L. 1974. Physical and chemical properties of soil associated with heavy applications of manure from cattle feedlots. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 28: 826-830.

Tisdale, S.L., Nelson, W.L., and Beaton, J.D. 1985. Soil Fertility and Fertilizers. 4th ed. Macmillan, New York. 754pp.

U.S. Environmental Protection Agency. 1988. Wastes from the Combustion of Coal by Electric Utility Power Plants. U.S.EPA Rep. 530-SW-88-002. U.S.EPA, Washington, D.C.

Veihmeyer, F.J., and Hendrickson, A.H. 1949. Methods of measuring field capacity and wilting percentage of soils. Soil Sci. 68: 75-94.

Vlek, P.L.G., and Craswell, E.T. 1979. Effect of nitrogen source and management on ammonia volatilization losses from flooded rice-soil systems. Soil Sci. Soc. Am. J. 43: 352-358.

Wahhab, A., Randhawa, M.S., and Alam, S.Q. 1957. Loss of ammonia from ammonium sulphate under different conditions when applied to soils. Soil Sci. 84: 249-255.

Watanabe, I. 1984. Anaerobic decomposition of organic matter in flooded rice soils. In Organic Matter and Rice. Philippines: Int. Rice Res. Inst., Los Banos. 237-258.

Watanabe, I., Pare B., Santiago-Ardales S., Cholitkul W., and Sangtong P. 1982. Nitrification rate in flooded soils in long term fertility trials and effect of neem cake. (Personal communication)

Weeldreyer, P.D., and Fine, L.O. 1981. Phosphate in waters: II. Plant availability of lignite fly ash extracted forms in greenhouse trials. Water Resource Bull. 17: 1083-1085.

Wong, M.H., and Wong, J.W.C. 1986. Effects of fly ash on soil microbial activity. Eviron. Pollut. 40: 127-144.

Yoshida, S. 1975. The physiology of silicon in rice. ASPAC Food and Fertilizer Technology Center, Taipei, Taiwan. Tech. Bull. 25.

Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. Philippines: Int. Rice Res. Inst., Los Banos.

Yoshida, S., Naveser, S.A., and Ramirez, E.A. 1969. Effects of silica and nitrogen supply on some leaf characters of rice plant. Plant and Soil 31: 48-56.

Zacharia, K.A., Kumar, V., and Velayutham, M. 1996. Fly Ash Utlization in Agriculture towards a holistic approach. National seminar on fly ash utilization, Neyveli lignite corporation limited, Neyveli.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

## เกณฑ์มาตรฐาน

**ตารางที่ ผ.1** ระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา, 2541)

| ระดับ | ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง |
|---|---|
| กรดรุนแรงมากที่สุด (Ultra acid) | < 3.5 |
| กรดรุนแรงมาก (Extremely acid) | 3.5-4.4 |
| กรดจัดมาก (Very strongly acid) | 4.5-5.0 |
| กรดจัด (Strongly acid) | 5.1-5.5 |
| กรดปานกลาง (Moderately acid) | 5.6-6.0 |
| กรดเล็กน้อย (Slightly acid) | 6.1-6.5 |
| เป็นกลาง (Neutral) | 6.6-7.3 |
| ด่างเล็กน้อย (Slightly alkaline) | 7.4-7.8 |
| ด่างปานกลาง (Moderately alkaline) | 7.9-8.4 |
| ด่างจัด (Strongly alkaline) | 8.5-9.0 |
| ด่างจัดมาก (Very strongly alkaline) | > 9.0 |

**ตารางที่ ผ.2** ระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างตามการวินิจฉัยความอุดมสมบูรณ์ของดินนา (จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร และคณะ, 2534; FAO Project Staff and Land Classification Division, 1973)

| ระดับ | ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง |
|---|---|
| กรดจัดมาก (Extremely acid) | < 4.5 |
| กรดจัด (Very strongly acid) | 4.5-5.0 |
| กรดแก่ (Strongly acid) | 5.1-5.5 |
| กรดปานกลาง (Moderately acid) | 5.6-6.0 |
| กรดเล็กน้อย (Slightly acid) | 6.1-6.5 |
| เป็นกลาง (Near neutral) | 6.6-7.3 |
| ด่างอ่อน (Slightly alkaline) | 7.4-7.8 |
| ด่างปานกลาง (Moderately alkaline) | 7.9-8.4 |
| ด่างแก่ (Strongly alkaline) | 8.5-9.0 |
| ด่างจัด (Extremely alkaline) | > 9.0 |

**ตารางที่ ผ.3** ระดับของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ตามการวินิจฉัยความอุดมสมบูรณ์ของดินนา (จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร และคณะ, 2534; FAO Project Staff and Land Classification Division, 1973)

| ระดับ | ปริมาณฟอสฟอรัส (ppm) |
|---|---|
| ต่ำมาก (Very low) | < 3 |
| ต่ำ (Low) | 3-6 |
| ค่อนข้างต่ำ (Moderately low) | 6-10 |
| ปานกลาง (Moderate) | 10-15 |
| ค่อนข้างสูง (Moderately high) | 15-25 |
| สูง (High) | 25-45 |
| สูงมาก (Very high) | > 45 |

**ตารางที่ ผ.4** ระดับของปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ตามการวินิจฉัยความอุดมสมบูรณ์ของดินนา (จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร และคณะ, 2534; FAO Project Staff and Land Classification Division, 1973)

| ระดับ | ปริมาณโพแทสเซียม (ppm) |
|---|---|
| ต่ำมาก (Very low) | < 30 |
| ต่ำ (Low) | 30-60 |
| ปานกลาง (Moderate) | 60-90 |
| สูง (High) | 90-120 |
| สูงมาก (Very high) | > 120 |

**ตารางที่ ผ. 5** มาตรฐานระดับอินทรียวัตถุในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

| ระดับ | อินทรียวัตถุ (%) |
|---|---|
| ต่ำมาก | < 0.5 |
| ต่ำ | 0.5-1.0 |
| ต่ำปานกลาง | > 1.0-1.5 |
| ปานกลาง | > 1.5-2.5 |
| สูงปานกลาง | > 2.5-3.5 |
| สูง | > 3.5-4.5 |
| สูงมาก | > 4.5 |

**ตารางที่ ผ.6** ระดับค่าวิกฤตของธาตุอาหารของต้นข้าวที่มีผลทำให้ขาดแคลน เหมาะสม และเป็นพิษ (Tanaka and Yoshida, 1975; Dobermann and Fairhurst, 2000)

| ธาตุอาหาร | ขาดแคลน | เหมาะสม | เป็นพิษ | ส่วนของพืชที่วิเคราะห์ | ระยะการเจริญเติบโต |
|---|---|---|---|---|---|
| N | < 2.5% | 2.9-4.2% | - | Y leaf | Till-PI |
| | < 2.0% | 2.2-3.0% | - | Flag leaf | Flowering |
| | | 0.6-0.8% | - | Straw | Maturity |
| P | < 0.10% | 0.20-0.40% | - | Y leaf | Till-PI |
| | < 0.18% | 0.20-0.30% | - | Flag leaf | Flowering |
| | < 0.06% | 0.10-0.15% | > 1% | Straw | Maturity |
| K | < 1.5% | 1.8-2.6% | - | Y leaf | Till-PI |
| | < 1.2% | 1.4-2.0% | - | Flag leaf | Flowering |
| | < 1.2% | 1.5-2.0% | - | Straw | Maturity |
| Si | < 5% | - | - | Y leaf | Till-PI |
| | < 5% | 8-10% | - | Straw | Maturity |

หมายเหตุ : Till = Tillering PI = Panicle Initiation Y leaf = Leaf Blade

**ตารางที่ ผ.7** การคำนวณปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์

สูตร

$$AW = FC - PWP$$

โดยที่

Available water (AW) = ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ (%)

Field Capacity (FC) = ความชื้นภาคสนาม (%) ที่ความดัน 0.3 bar

Permanent Wilting Point (PWP) = จุดเหี่ยวถาวร (%) ที่ความดัน 15 bar

# ภาคผนวก ข

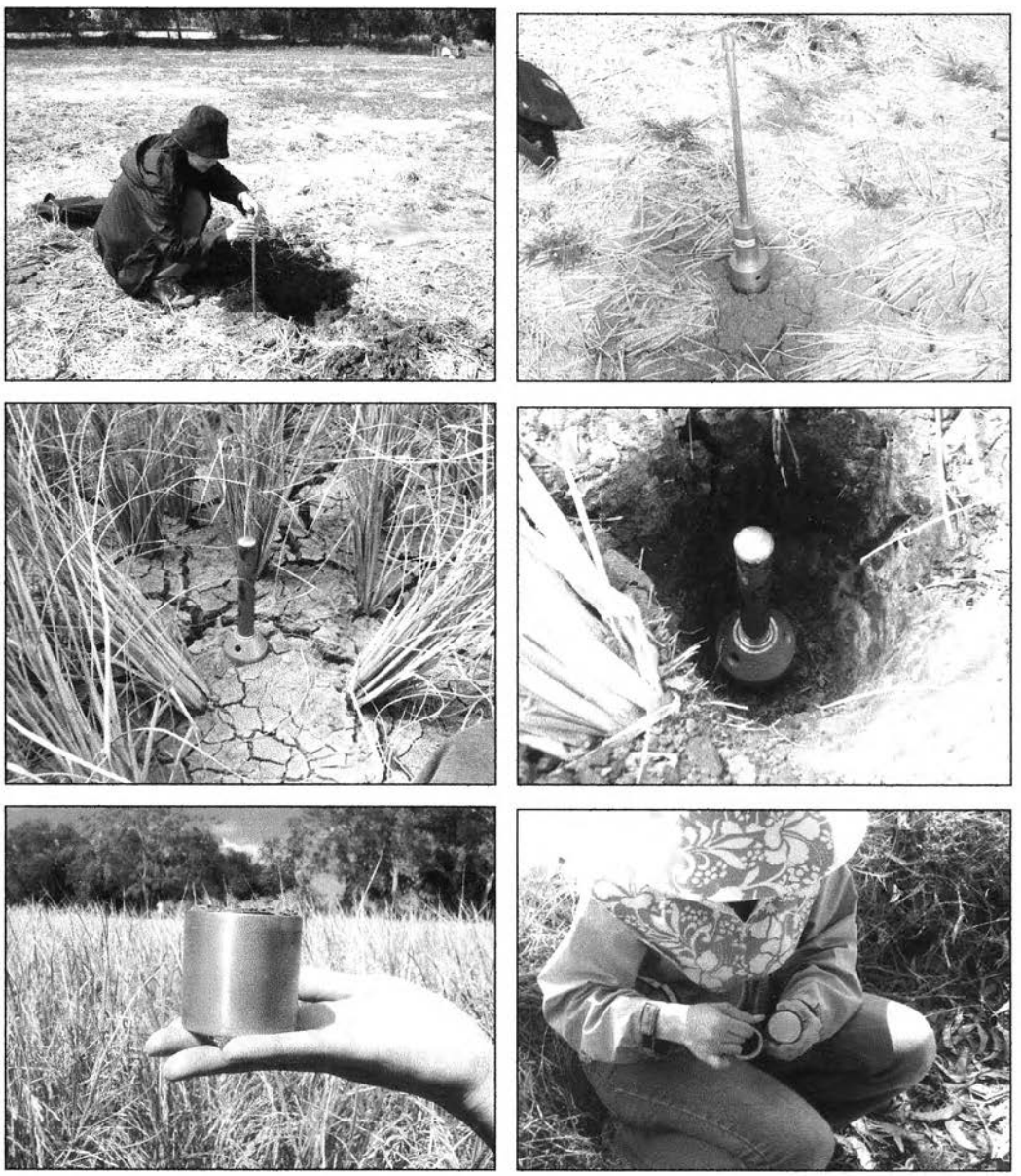
## รูปงานวิทยานิพนธ์บางส่วน

| | | |
|---|---|---|
| 1 2 | 1-2 | การเตรียมแปลงทดลองขนาด 4 x 6 เมตรในพื้นที่ศึกษาวิจัย |
| 3 4 | 3-4 | การเติมสิ่งทดลองในแปลงตามตำรับทดลอง |
| 5 6 | 5 | กล้าข้าวสำหรับปักดำ |
| | 6 | การปักดำกล้าข้าว |

**รูปที่ ผ.1** การดำเนินการศึกษาวิจัยในแปลงทดลองในภาคสนาม

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 1-2 เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวในพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 3 x 4 เมตร |
| 3 | 4 | 3 การสุ่มตัวอย่างต้นข้าวในพื้นที่เก็บเกี่ยว ขนาด 2 x 2 กอ จำนวน 3 จุด |
| 5 | 6 | 4-5 การขนย้ายผลผลิตข้าวออกจากพื้นที่เก็บเกี่ยว |
| | | 6 การแยกเมล็ดโดยการฟาด และฝัดข้าว |

**รูปที่ ผ.2** การเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว



1 2 3 4 5 6

1-2 เก็บตัวอย่างดินก่อนทำการทดลอง

3-4 เก็บตัวอย่างดินระยะเก็บเกี่ยวที่ระดับความลึก 0-15 ซม. และ 15-30 ซม.

5 ลักษณะ Core ที่บรรจุตัวอย่างดิน

6 ปิดผนึก Core ด้วยเทปพันสายไฟเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น

**รูปที่ ผ.3** การเก็บตัวอย่างดินเพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพโดยใช้ Core

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 1-2 | การเตรียมตัวอย่างฟางข้าว |
| 3 | 4 | 3 | การวัดกองปุ๋ยหมักขนาด 2 x 3 เมตร |
| 5 | 6 | 4 | กองปุ๋ยหมักที่ทำเสร็จสมบูรณ์ขนาดกว้าง 2 ม. ยาว 3 ม. สูง 1.5 ม. |
| | | 5 | การคลุมกองปุ๋ยหมักฟางข้าว |
| | | 6 | การกลับกองปุ๋ยหมักฟางข้าว |

**รูปที่ ผ.4** การทำปุ๋ยหมักฟางข้าว

1 ต้มดินด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เพื่อย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน

2 หลังต้มเสร็จตั้งทิ้งไว้ 1 คืน ให้อนุภาคดินตกตะกอน

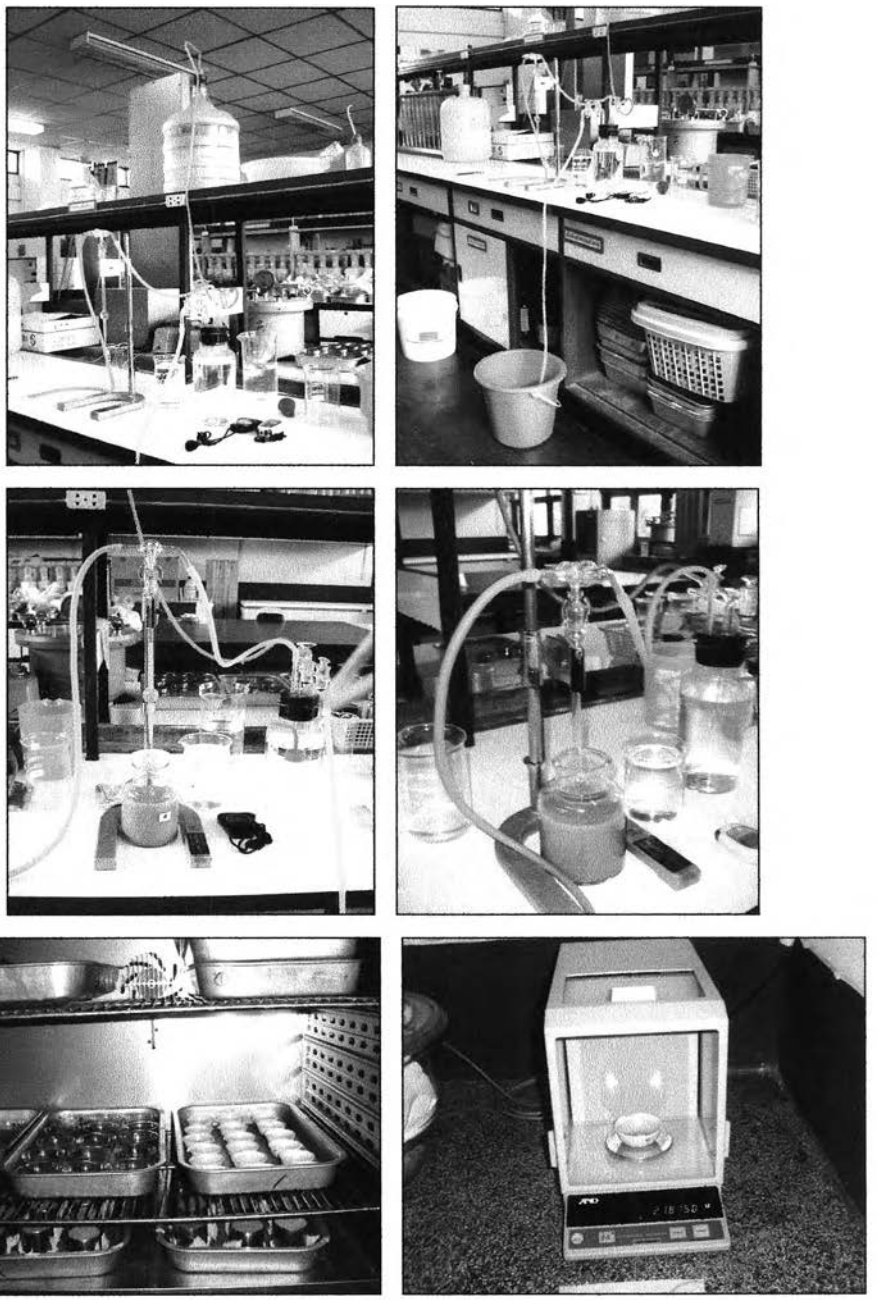
3 นำสารละลายดินเทใส่ขวดผ่านตะแกรงขนาด 0.2 มม. จะได้อนุภาคทรายหยาบค้างอยู่บนตะแกรงนี้

5 เขย่าสารละลายดินเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

4 เติมโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟตเพื่อให้อนุภาคดินกระจายตัว

6 สารละลายดินที่เขย่าเรียบร้อยแล้ว

**รูปที่ ผ.5** การเตรียมสารละลายดินเพื่อวิเคราะห์สัดส่วนอนุภาคดินด้วยวิธีปิเปต



| | |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |
| 5 | 6 |

1-2 เครื่องปิเปตหาอนุภาคทรายแป้งและดินเหนียว

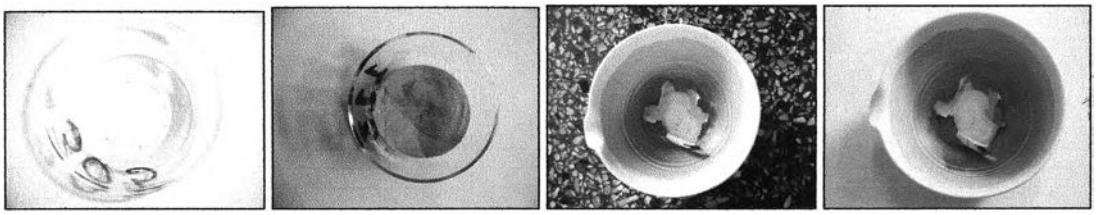
3 การปิเปตสารละลายดินที่มีอนุภาคทรายแป้ง

4 การปิเปตสารละลายดินที่มีอนุภาคดินเหนียว

5 นำสารละลายดินไปอบที่ 105 $^{0}$C เป็นเวลา 1 คืน

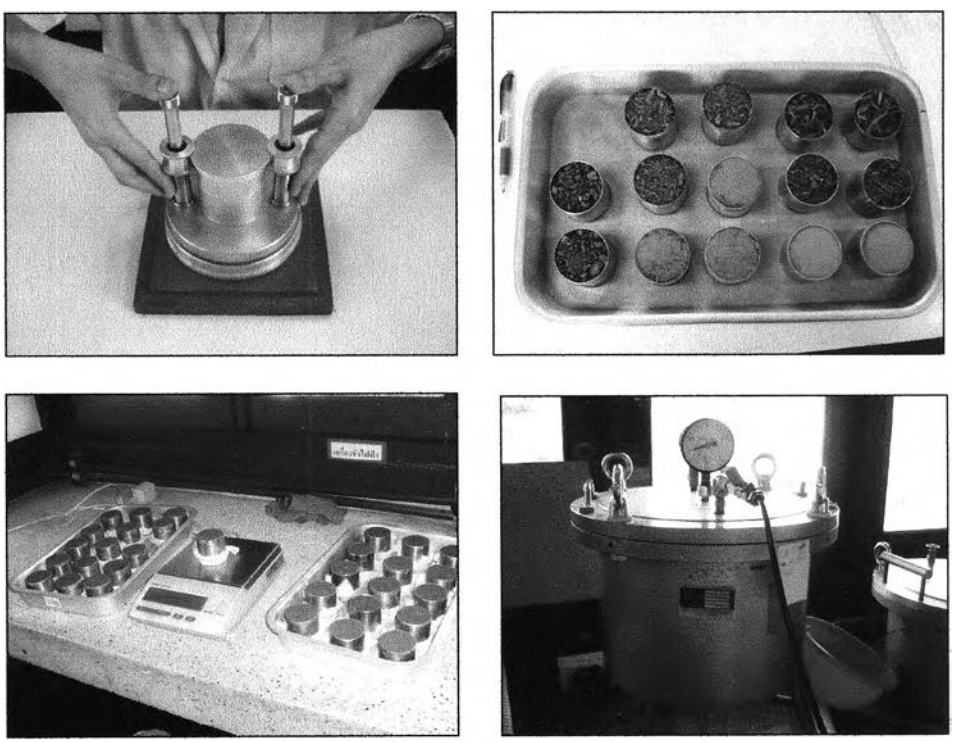
6 ชั่งน้ำหนักอนุภาคขนาดต่างๆ ที่ทำการปิเปตแยกออกมาจากสารละลายดินและอบแล้ว

**รูปที่ ผ.6** การปิเปตเพื่อหาอนุภาคทรายหยาบ ทรายละเอียด ทรายแป้ง และดินเหนียว



Coarse sand Fine sand Silt Clay

**รูปที่ ผ.7** อนุภาคทรายหยาบ ทรายละเอียด ทรายแป้ง และดินเหนียว



1 2
3 4

1-2 การเตรียมเถ้าลอยลิกไนต์ เพื่อหาปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์

3 การเตรียมตัวอย่างดินเพื่อหาปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์

4 เครื่อง Pressure Cooker Apparatus สำหรับหาความชื้นภาคสนาม จุดเหี่ยวถาวร และปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์

**รูปที่ ผ.8** การวิเคราะห์ความชื้นภาคสนาม จุดเหี่ยวถาวร และปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในเถ้าลอยลิกไนต์ และดินนา

# ภาคผนวก ค

## กลุ่มชุดดินที่ 10 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

### 1. ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินบนมีสีดำหรือสีเทาแก่ ดินล่างมีสีเทา มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง หรือแดง และพบจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองฟางข้าวของสารจาโรไซต์ ภายในระดับความลึก 100 ซม. จากผิวดิน พบบริเวณที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเล น้ำแช่ขังลึก 100 ซม. นาน 6-7 เดือน เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลว ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เป็นกรดจัดมาก pH 4.5 ได้แก่ ชุดดินองครักษ์ ชุดดินรังสิตประเภทที่เป็นกรดจัดมาก นูโน๊ะ เชียรใหญ่ ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ทำนาบางแห่งมีการยกร่องปลูกพืชผัก ส้มเขียวหวาน และสนประดิพัทธ์ หากไม่มีการใช้ปูนเพื่อแก้ไขความเป็นกรดของดินพืชที่ปลูกมักไม่ค่อยได้ผล

### 2. ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ดินเป็นกรดจัดมาก ฤดูฝนมีน้ำแช่ขังนาน 6-7 เดือน ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ

### 3. ความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช

เมื่อพิจารณาสภาพพื้นที่ ลักษณะเนื้อดิน และการระบายน้ำของดินกลุ่มชุดดินที่ 10 มีศักยภาพเหมาะสมที่จะใช้ทำนามากกว่าปลูกพืชอย่างอื่น เนื่องจากสภาพพื้นที่ราบเรียบถึงราบลุ่ม เนื้อดินเป็นดินเหนียวและดินมีการระบายน้ำเลวถึงเลวมาก ซึ่งในสภาพปัจจุบันใช้ทำนาอยู่แล้วเป็นส่วนใหญ่ แต่ให้ผลผลิตต่ำเพราะดินเปรี้ยวจัด หรือดินกรดกำมะถัน การที่จะนำกลุ่มชุดดินนี้มาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืชอย่างอื่น เช่น พืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้น และพืชผักต่าง ๆ จำเป็นต้องมีการปรับปรุงดินหรือการพัฒนาที่ดิน เช่น การทำคันดินล้อมรอบพื้นที่เพื่อป้องกันน้ำท่วม การยกร่องปลูกเพื่อช่วยการระบายน้ำของดิน และการใส่ปูนเพื่อแก้ความเป็นกรดจัดของดินจึงจะสามารถปลูกพืชดังกล่าวได้

### 4. การจัดการกลุ่มชุดดินที่ 10

4.1 ปลูกข้าวหรือทำนา ข้อจำกัดที่สำคัญคือ ความเป็นกรดจัดหรือดินเปรี้ยวจัด ทำให้การปลูกข้าวไม่ได้ผล หรือผลผลิตต่ำ ควรมีการจัดการดังต่อไปนี้ เพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวที่ปลูกดังนี้

4.1.1 การยับยั้งความเป็นกรดของดินเพิ่มขึ้น บริเวณที่มีน้ำชลประทานดินควรมีน้ำแช่ขังเพื่อไม่ให้หน้าดินแห้งจะทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น และควรปลูกข้าวอย่างน้อย 2 ครั้ง ในรอบปี

4.1.2 การล้างกรดออกจากดิน ทำได้ทั้งล้างด้วยน้ำฝนและน้ำชลประทาน ปล่อยให้น้ำแช่ขังในแปลงนาไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ จะช่วยลดความเป็นกรดของดิน เสร็จแล้วจึงเตรียมดินปลูกข้าว แล้วค่อย ๆ ระบายน้ำออก และควรทำหลาย ๆ ครั้ง

4.1.3 การแก้ไขความเป็นกรดที่ได้ผล คือ การใช้ปูนต่าง ๆ เช่น ปูนขาว ปูนมาร์ล ปูนเปลือกหอยเผา หินปูนบด หรือหินปูนฝุ่น เป็นต้น ใส่ลงไปในดินเพื่อไปทำปฏิกิริยาลดความเป็นกรดของดิน และลดปริมาณสารพิษต่างๆ ให้น้อยลง อัตราที่ใช้อยู่ระหว่าง 2-4 ตัน/ไร่ ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการเป็นกรดของดินและชนิดของปูน ใส่ครั้งหนึ่งจะมีผลอยู่ได้ประมาณ 5 ปี สำหรับวิธีการใส่นั้น ให้หว่านปูนให้ทั่วแปลงนา แล้วทำการไถแปร และปล่อยน้ำให้แช่ขังประมาณ 10 วัน หลังจากนั้นระบายน้ำออกเพื่อล้างสารพิษ แล้วค่อยขังน้ำใหม่เพื่อทำเทือกและรอปักดำ การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวจำเป็นต้องมีการใช้ปุ๋ยช่วย และการปลูกพืชบำรุงดินสลับกับการปลูกข้าวโดยปลูกในช่วงฤดูแล้ง

4.2 การใช้ปุ๋ยเคมี สำหรับพันธุ์ข้าวไม่ไวต่อแสงปลูกในฤดูฝนใช้ปุ๋ย 16-20-0 อัตรา 123-150 กก./ไร่ หรือปุ๋ย 16-20-0 อัตรา 30 กก./ไร่ ใส่รวมกับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 74-96 กก./ไร่ หรือร่วมกับปุ๋ยยูเรีย อัตรา 33-43 กก./ไร่ สำหรับพันธุ์ข้าวไม่ไวต่อแสงปลูกในฤดูแล้ง ใช้ปุ๋ย 16-20-0 อัตรา 87-103 กก./ไร่ หรือ 16-20-0 อัตรา 30 กก./ไร่ ใส่ร่วมกับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 46-58 กก./ไร่ หรือ ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย อัตรา 20-26 กก./ไร่ การเลือกปลูกพันธุ์ข้าวทนดินเปรี้ยวจัดจะเป็นทางหนึ่งที่ช่วยเพิ่มผลผลิตข้าว ซึ่งได้แก่ พันธุ์ข้าวที่มีความทนทานต่อสภาพดินเปรี้ยวจัด เช่น พันธุ์ข้าวลูกแดง ข้าวขาวตายก รวงยาว สีรวง อัลอัมดูลิละห์ ลูกเหลือง พันธุ์ข้าวที่มีความทนทานปานกลางต่อสภาพดินเปรี้ยวจัด เช่น ข้าว พันธุ์ข้าวแดง เหลืองประทิว 123 อะพอลโล ทุ่งทอง นวลแก้ว หมออรุณ ลูกนาค ขาวดอกมะลิ 105 ทุ่งทอง กข.21 กข.23 กข.7 กข.13 กข.19 กข.27 กข.25 สุพรรณบุรี 90 แก่นจันทร์ ดอกมะลิ สะกุย ตะเภาแก้ว 161 เล็บมือนาง ขาวตาแห้ง

4.3 ปลูกพืชไร่ กรณีปลูกพืชไร่ในช่วงฤดูแล้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าว หรือกรณีเปลี่ยนการทำนาไปเป็นปลูกพืชไร่ถาวรต้องมีการปรับปรุงสภาพพื้นที่เพื่อป้องกันน้ำท่วมในฤดูฝน และมีการยกร่องปลูกเพื่อช่วยการระบายน้ำ แก้ความเป็นกรดของดิน ควรใส่ปูน หินปูนฝุ่น หรือปูนมาร์ลให้ทั่วแปลง อัตราประมาณ 2 ตัน/ไร่ ใส่แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากับดินทิ้งไว้ประมาณ 15 วัน ก่อนปลูกพืช ทำให้ดินร่วนซุยควรมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมัก อัตราประมาณ 2-3 ตัน/ไร่ หรือมีการปลูกพืชปุ๋ยสดแล้วไถกลบลงไปในดินสลับกับการปลูกพืชไร่การใช้ปุ๋ยเคมี เช่น ข้าวโพดหวาน

ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 หรือสูตร 15-15-15 อัตรา 50-100 กก./ไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้ง ๆ ละเท่า ๆ กัน คือ ใส่รองก้นหลุมก่อนปลูกและใส่เมื่อข้าวโพดอายุ ประมาณ 25 วัน และใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 100 กก./ไร่ โดยใส่สองข้างแถวข้าวโพดแล้วพูนดินกลบโคลนเมื่ออายุข้าวโพด 25-30 วัน

4.3.1 ถั่วเขียว ถั่วลิสง ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 30 กก./ไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยรองพื้น 15 กก./ไร่ และครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยที่เหลือเมื่อต้นถั่วเขียวมีอายุ 20-25 วัน โดยโรยปุ๋ยข้างแถวแล้วพรวนดินกลบ ในกรณีปลูกถั่วเขียวโดยวิธีหว่านให้ใช้อัตราเดียวกัน และ ถั่วเขียว ถั่วลิสง ควรจะคลุกเมล็ดด้วยเชื้อไรโซเบียมก่อนปลูก

4.3.2 ถั่วเหลือง ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 20-30 กก./ไร่ หรือสูตร 10-20-10 อัตรา 25-35 กก./ไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง

4.3.3 ฝ้าย สูตรปุ๋ยเคมีที่ใส่คือ 0-3-0 (หินฟอสเฟต) อัตรา 100-200 กก./ไร่ ใส่ร่วมกับปุ๋ยสูตร 18-4-5 อัตรา 30-40 กก./ไร่ หรือ 25-7-7 อัตรา 20-30 กก./ไร่ โดยใส่ปุ๋ยสูตร 0-3-0 ด้วยการหว่านตอนปลูก (3-4 ปี/ครั้ง) และใส่ปุ๋ยร่วมหลังปลูก 20-25 วัน โดยโรยข้างแถวปลูกแล้วพรวนกลบและใส่ทุกปีปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้น การทำคันดินรอบพื้นที่เพาะปลูกเพื่อป้องกันน้ำท่วมในช่วงฤดูฝน ถ้าเป็นไปได้ควรติดตั้งเครื่องสูบน้ำเพื่อระบายน้ำออกเมื่อมีฝนตกหนัก การยกสันร่องสำหรับปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้นให้มีขนาดกว้าง 6-8 เมตร ส่วนท้องร่อง (ระบายและกักเก็บน้ำ) กว้าง 1-1.5 เมตร ความลึกประมาณ 1 เมตร หรือลึกเหนือชั้นดินเลนที่มีไพไรต์เป็นองค์ประกอบอยู่สูง ซึ่งร่องควรจะต่อเนื่องกับร่องรอบสวนที่อยู่ติดกับคันดินป้องกันน้ำท่วมเพื่อการระบายน้ำเข้าออก ควรระบายน้ำในร่องออก 3-4 เดือน/ครั้ง และควรควบคุมน้ำในร่องไม่ให้ต่ำกว่าชั้นดินเลนที่มีไพไรต์เป็นองค์ประกอบอยู่สูง เพื่อป้องกันไม่ให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น การแก้ความเป็นกรดจัดโดยการใช้ปูนฝุ่น หินปูนบด หรือปูนมาร์ลหว่านให้ทั่วทั้งร่องที่ปลูก อัตราประมาณ 2-3 ตัน/ไร่ สำหรับดินในหลุมปลูกให้ผสมกับปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก และผสมกับหินฝุ่นหรือหินปูนมาร์ล อัตรา 2.5 กก./หลุม ในกรณีที่ไม่ได้หว่านปูนมาร์ลบนร่องปลูกให้คลุกหินปูนบดหรือปูนมาร์ลกับดินในหลุมปลูก อัตรา 15 กก./หลุม

ในการแก้ความเป็นกรดจัดของดิน และการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ในการปลูกไม้ผลของกลุ่มชุดดินที่ 10 ที่จะให้ได้ผลดีนั้นจำเป็นต้องมีการใช้ปุ๋ยเคมีช่วยนอกเหนือจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมัก สูตรอัตราการใช้และวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ผลที่ปลูก เช่น ส้มเขียวหวาน และส้มโอที่ตกผลแล้ว ใส่ปุ๋ยหลังเก็บผลผลิตแล้ว 2 ครั้ง และหลังติดผลแล้ว 1 ครั้ง สูตร 12-3-6 อัตรา 600-700 กรัม/ต้น คูณอายุต้น และสูตร 14-4-9 อัตรา 500-600 กรัม/ต้น คูณอายุร่วมกับ 14-0-20 อัตรา 100-150 กรัม/ต้น คูณอายุต้น ใส่ ครั้งที่ 3 ใส่หลังติดผลแล้ว

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวรุจิเรข ราชบุรี เกิดเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2521 ที่ อ.เทิง จ.เชียงราย สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับ 2 สาขาพืชสวน จากคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2545