รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัลยา สุนทรวงศ์สกุล. 2537. อิทธิพลของโลหะหนักต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ดินและความเสี่ยงต่อเชื้อซาลโมเนลลา เนื่องจากการนำกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชนไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กิตติ เอกอำพน. 2522. การดูดซึมและการกระจายของตะกั่วและสังกะสีในพืชผักบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กุลวดี คันธวิวรณ์. 2533. ประสิทธิภาพของอินทรียวัสดุเหลือใช้บางชนิดในแง่ปุ๋ยพืชไร่ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, สำนักงาน. 2532. แนวโน้มการใช้ประโยชน์ของเสีย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

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

ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์, พิทยากร ลิ่มทอง, เสียงแจ้ว พิริยพฤนต์ และวรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์. 2535. ระดับธาตุอาหารในปุ๋ยหมัก. ใน กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. หน้า 51-57.

ถวิล ครุฑกุล. 2531. ดิน ปุ๋ยเพื่อการเพาะปลูก. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตการพิมพ์. 107 หน้า.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และสุรเดช จินตกานนท์. 2532. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิภา พนาพิทักษ์กุล. 2524. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมต่อคุณสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประภัสสร์ จินดาพล. 2520. การใช้ปุ๋ยเคมีและมูลสัตว์. พัฒนาที่ดิน 13: 32-38.

ปรัชญา ธัญญาดี, พิทยากร ลิ่มทอง และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์. 2535. การผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรม. ใน กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. หน้า 25-33.

ปรัชญา ธัญญาดี. 2529. การผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรม. ฐานเกษตรกรรม 4: 61-69.

ปรีดี รักษา. 2535. ประโยชน์ปุ๋ยหมักและการใช้ปุ๋ยหมัก. ใน กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ, หน้า 61-69.

พิทยากร ลิ่มทอง, วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, เสียงแจ้ว พิริยพฤนต์ และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์. 2535. ปัจจัยที่ควบคุมอัตราการย่อยสลายในปุ๋ยหมัก. ใน กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ, หน้า 37-40.

เพชร กตัญญูกุล. 2526. การใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งที่เป็นอินทรียวัตถุ. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ 16: 325-339.

เมธี มณีวรรณ. 2535. ความรู้เรื่องอินทรียวัตถุในดิน. ใน กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ, หน้า 3-9.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2528. หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช. 274 หน้า.

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, พิทยากร ลิ่มทอง, เสียงแจ้ว พิริยพฤนต์ และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์. 2535. การผลิตปุ๋ยหมักแบบไร่นา. ใน กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ, หน้า 13-21.

วิไลภรณ์ บุญญกิจจินดา. 2523. อิทธิพลของธาตุโลหะบางอย่างที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชผักบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิราณี ศิริสุโขดม. 2535. ผลของกากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อการเติบโตและการสะสมโลหะหนักในพืชผักบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมจังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภมาศ พณิชศักดิ์พัฒนา. 2527ก. ปุ๋ยคอก. ดินและปุ๋ย 6: 308-323.

_____. 2527ข. ปุ๋ยอินทรีย์กับดินและพืช. ดินและปุ๋ย 6: 155-166.

สมศักดิ์ วังใน. 2528. จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช. 195 หน้า.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน และคณะ. 2526. การใช้ผลิตผลพลอยได้และเศษเหลือของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในประเทศไทยให้เกิดประโยชน์ในการใช้เป็นปุ๋ยและวัสดุบำรุงดิน. เอกสารรายงานการวิจัยดินและปุ๋ย. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 15 หน้า.

สุจินต์ พนาปวุฒิกุล. 2527. การใช้น้ำกากส่าจากโรงงานสุราในการผลิตไบโอแก๊สและทำปุ๋ยอินทรีย์ชนบท. จุลสารสภาวะแวดล้อม 3: 1-14.

สุริยา สาสนรักกิจ. 2531. การประเมินประสิทธิภาพของอินทรียวัสดุเหลือใช้บางอย่างในการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรรณพ หอมจันทร์. 2535. ความเป็นพิษของโลหะหนักบางชนิดจากกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อผักคะน้า (BRASSICA OLERACEA L. VAR. ALBOGLABRA BAILEY) และผักกาดหอม (LACTUCA SATIVA L.) ในสภาพเรือนทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ. 2522. อิทธิพลของตะกั่ว แคดเมียมต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2525. ผลกระทบของปริมาณโลหะหนัก (ตะกั่ว) จากการคมนาคมต่อพืชอาหารสัตว์ในเขตกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. 2529. การใช้ประโยชน์กากตะกอนของเสียในรูปของปุ๋ย สำหรับพื้นที่เกษตรกรรมจังหวัดฉะเชิงเทรา. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Allaway, W. H. 1968. Agronomic controls over the environmental cycling of trace elements. Adv. Agron. 20: 235-274.

Allison, F. E. 1968. Soil aggregation: some facts and fallacies. Soil Sci. 106: 136-143.

Ambler, J. E., Brown, J. L., and Gaugh, H. G. 1970. Effect of zinc on translocation of iron in soybean plants. Plant Physiol. 46: 320-323.

Anderson, A. 1977. Some aspects on the significance of heavy metals in sewage sludge and related products used as fertilizers. Swedish J. Agric. 7: 1-5.

Armitage, E. R. 1974. The runoff of fertilizers from agricultural land effect on the natural environment. In Pollution and the use of chemicals in agriculture. Aylesburg: Hazell Watson and Viney. pp. 115-122.

Chaney, R. L. 1974. Recommendations for management of potentially toxic elements in agricultural and municipal wastes. In Factors involved in land application of agricultural and municipal wastes. Agric. Res. Serv. US Dept Agr., Betsville, MD, P. 97.

Barbera, A. 1986, 1987. Extraction and dosage of heavy metals from compost-amended soil. In M. De Bertoldi, M. P.Ferranti, P, L'Hermite and F, Zucconi (eds.), Compost: production, quality and use, pp. 598-614. Elsevier Applied Science.

Bardos, R. P., Hadley, P., and Kendle, A. 1992. Composting guidance in the United Kingdom. Biocycle. 33: 60-62.

Bell, R. G. 1973. The role of compost and composting in modern agriculture. Compost Sci. 14: 27-29.

Bengtson, G. W., and Cornette, J. J. 1973. Disposal of composted municipal waste in a plantation of young slash pine: effects on soil and trees. J. Environ. Qual. 2: 441-444.

Biwas, T. D., and Khosla, B. K. 1971. Building up of organic matter status of the soil and its relation to the physical properties of soil. J. Soc. Soil Sci. 19: 31-37.

Bowen, H. J. M. 1966. Trace elements in biochemistry. London: Academic Press.

Chaney, R. L. 1982. Fate of toxic substances in sludge applied to crop land. Processings International Symposium Land Application of Sewage Sludge., quoted in Kuntz, H., Pluquet, E., Strark, J.H., and Coopoia, S. Current, Techniques for the Evaluation of Metal Problems Due to Sludge. In P.L'Hermite, and H. Ott (eds.), Processing and use of sewage sludge, pp. 394-403. Holland: D. Reidal Publishing Company.

Chang, S. C., and Jackson, M. L. 1975. Fraction of soil phosphorus. Soil Sci. 84: 133-144.

Chanyasak, V., and Kubota, H. 1983. Source separation of garbage for composting. Biocycle. 24: 56-58.

Chanysak, V., Hirai, M., and Kubota, H. 1982. Changes of chemical components and nitrogen transformation in water extracts during composting of garbage. J. Ferment. Technol. 60: 439-436.

Chen, Y., and Avnimelech, Y. 1986. The role of organic matter in modern agriculture. Netherland: Matinus Nijhoff Publishers. 360 pp.

Chopra, P., and Magu, S. P. 1985. Effect of selected herbicides and city compost on the rhizospheric microflora of wheat and maize. Indian J. Agron. 30: 5-9.

Chu, L. M., and Wong, M. H. 1984. Application of refuse compost; Yield and metal uptake of three different food crops. Conservation and Recycling 2: 295-300.

Ciavatta, C., Govi, M., Simoni, A., and Sequi, P. 1993. Evaluation of heavy metals during stabilization of organic matter in compost produced with municipal solid wastes. Bioresource Technology. 43: 47-153.

Clarkson, D. T., and Hanson, J. B. 1980. The mineral nutrition of higher plants. Ann. Res. Physiol. 54: 239-298.

Cottenies, A., Kiekan, L., and Van Landschoot, G. 1984. Problem of the mobility and predictability of heavy metal uptake by plants. In P.L'Hermite, and H, Ott (eds.),. In P.L'Hermite, and H. Ott (eds.), Processing and use of sewage sludge, pp. 124-131. Holland: D. Reidal Publishing Company.

Cutler, J. M., and Rain, D. W. 1974. Characterization of cadmium uptake by plant tissues. Plant Physiol. 54: 67-71.

Daji, J. A., and Rajagopala, I. T. 1971. Organic manures (others) farmyard manure. In Hand-book of manures and fertilizer. Indian Coun. Agri.Res., New Delhi. pp. 150-366.

Dalton, J. D., Russell, G. C., and Sieling, D. H. 1952. Effect of organic matter on phosphate availability. Soil Sci. 73: 173-181.

Davies, Brian E. 1980. Applied soil trace elements. Great Britain: John Wiley and Sons.

Davis, R. D. 1984. Crop uptake of metals (cadmium, lead, mercury, copper, nikle, zinc and chromium) from sludge-treated soil and its implication for soil fertility and for the human diet. In P.L'Hermite, and H. Ott (eds), Processing and use of sewage sludge, pp. 349-357.

De Bertoldi, M., Civilini, M., and Comi, G. 1990. MSW compost standards in the European Community. Biocycle. 31: 60-62.

De Bertoldi, M., Vallini, G., Pera, A., and Zucconi, F. 1985. Technological aspects of composting including modelling and microbiology. In J. K. R. Gasser (ed.), Composting of agricultural and other wastes, pp. 27-40. London: Elsevier Applied Science Publishers.

Diaz, M. A., and Polo, A. 1988. Effect of two sewage sludge in the rye-grass yield and nutrient content. In A. A. Orio (ed.), Environmental contamination. pp. 428-430. Edinburgh: CEP Consultants Ltd.

Duggan, J. C. 1973. Utilization of municipal refuse compost. I. Field-scale compost demonstrations. Compost Sci. 14: 1.

Duggan, J. C. and Wiles, C. C. 1976. Effect of municipal and nitrogen fertilizer on selected soils and plants. Compost Sci. 17: 24-31.

Duggan, J. C., and Scanlon, D. H. 1974. Evaluation of municipal refuse compost for ash pond stabilization. Compost Sci. 15: 24-31.

El-Baruni, B., and Olsen, S. R. 1979. Effect of manure on solubility of phosphorus in calcareous soils. Soil Sci. 128: 219-225.

Elsokkary, I. H., and Elkeiy, O.M. 1988. Effect of sewage sludge application on the growth and heavy metals content of five plant crops grown on calcareous soils. In A. A. Orio (ed.), Environmental contamination, pp. 170-173. Edinburgh: CEP Consultants Ltd.

Epstein, E., Taylor, J. M. and Chaney, R. L. 1976. Effects of sewage sludge compost applied to soil on some physical and chemical properties. J. Environ. Qual. 5: 422-426.

Facek, Z. 1974. Changes in soil fabric due to organic and mineral fertilization. Rostlinna Vyroba. 20: 809-812.

Farley, R. F., and Draycott, A. P. 1973. Manganese deficiency of sugar beet in organic soil. Plant and Soil 38: 235-244.

Flintoff, F. 1976. Management of solid wastes in developing countries. World Health Organization. Southeast Asia Series No 1. New Delhi.

Gallardo-Lara, F., and Nogales, R. 1987. Effect of the application of town refuse compost on the soil-plant system: A review. Biological waste 19:35-62.

Gebhardt, H., Gruen, R., and Pusch, F. 1990. The accumulation of heavy metals in soils and crops by practical sewage sludge application. Bodenkunde (1988): 307-310. Current Abstracts. 89: 101.

Genevini, P. L., Mezzanotte, V., and Garbarino, A. 1987. Analytical characterization of composts of different origins: agronomic properties and risk factors of the environment. Waste Management and Research. 5: 501-511.

Genevini, P. L., Zaccheo. P., Garbarino, A., and Mezzanotte, V. 1984. Utilization and agricultural value of dried digested sewage sludge from a domestic and industrial sewage plant. In P.L'Hermite, and H. Ott (eds), Processing and use of sewage sludge, pp. 306-309.

Gillies, J. A., Kushwaha, R. L., Hwang, C. P., and Ford, R. J. 1989. Heavy metal residues in soil and crops from applications of anaerobically digested sludge. J. WPCF. 61: 1673-1677.

Giordano, P. M., and Mays, D. A. 1981. Plant nutrients from municipal sewage sludge. Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev. 20: 212-216.

Goldschmidt, V. M. 1985. Geochemistry. London: Oxford University Press.

Golueke, L.G. 1981. Principles of biological resource recovery. Biocycle 22: 36-40.

Gonzalez-Vila, F. J., and Martin, F. 1985. Chemical structural characteristics of humic acids extracted from composted municipal refuse. Agricultural, Ecosystem and Environment 14: 267-278.

Gotass, H.B. 1956. Composting: Sanitary disposal and reclamation of organic wastes. World Health Organization. Monograph Series No. 31. Geneve. 205 pp.

Gray, K. R., and Biddlestone, A. J. 1980. Agricultural use of composted town refuse. In Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (ed.), Inorganic pollution and agriculture. Proceedings of a Conference organized by the Agricultural Development and Advisory Service, pp. 279-305.

Gray, K. R., Biddlestone, A.J., and Clark, R. 1973. Review of composting. Part III. Process and Products. Process Biochemistry 8: 11-15.

Grin, A. M. 1972. Infiltration capacity as a function of physical and chemical soil properties. Soviet Soil Sci. 4: 453-460.

Guidi, G., Plagliai, M., and Giachetti, M. 1982. Modification of some physical and chemical soil properties following sludge and compost application. In G. Catroux, P. L'Hermite, and E. Suess (eds), The influence of sewage sludge application on physical and biological properties of soils, pp. 122-130.

Gurkewitz, S. 1989. Yard debris compost testing. Biocycle. 30: 58-60.

Gynac, L. D., and Beckett, P.J. 1986. The effect of smelting operations on peatlands near sudbury, Ontario, Canada. Can. J. Bot. 64: 1138-1147.

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

Hasit, Y. ed. 1986. Sludge treatment, utilization and disposal. J. WCPF 58: 510-515.

Hewitt, E. T. 1953. Metal interrelationships in plant nutrient I effect of some metals toxicities on sugar beet, tomato, oat, potato, and marrowstem kale grown in sand culture. J. Exper. Bot. 4: 59-64.

Hornick, S. B. 1982. Organic waste for revegetating marginal lands. Biocycle 24: 42-43.

Hortenstine, C. C., and Rothwell, D. F. 1968. Garbage compost as a source of plant nutrients for oats and radishes. Compost Sci. 9: 23-50.

_____. 1969. Evaluation of composted municipal refuse as a plant nutrient sources and soil amendment on Leon fine sand. Soil Crop. Sci. Soc. 29: 312-319.

_____. 1972. The use of municipal compost in reclamation of phosphate-mining sand tailings. J. Environ. Qual. 1: 415-418.

_____. 1973. Pelletized municipal refuse compost as a soil amendment and nutrients source for sorghum. J. Environ. Qual. 2: 343-345.

Hutchinson, T. C., Freedman, B., and Whitby, L. 1981. Nikle in Canadian soils and vegetation. In Effect of nikle in the Canadian environment, Ottawa, National Research Council of Canada, pp. 119-157. (publication No NRCC18568) J. Ferment. Technol. 60: 439-46.

Jarvis, S. C., Jones, L. H. P., and Hopper, M. J. 1976. Cadmium uptake from solution by plants and its transport from roots to shoots. Plant and Soil. 44: 179-191.

Jica. 1982. The Bangkok solid waste management study in Thailand. Final Report. Bangkok, Thailand. 145 pp.

Jones, L. H. P., and Jarvis, S. C. 1981. The fate of heavy metals. In D. J. Greenland and M. H. B. Hayes (eds.). The chemistry of soil process, pp. 593-620. Chichester: John Wiley and Sons.

Jyung, W. H., Ehmann, A., Schlender, K. K., and Scala, J. 1975. Zinc nutrition and strach metabolism in Phaseolus vulgaris L. Plant Physiol. 55: 410-420.

Keller, L., and Brunner, P. H. 1983. Waste-related cadmium cycle in Switzerland. Ecotoxicology and Environmental Safety. 7: 141-150.

King, L. D., Leyshon, A. J., and Webber, L. R. 1977. Application of municipal refuse and liquid sewage sludge to agricultural land. II. Lysimeter study. J. Environ. Qual. 6: 67-71.

King, L. D., Rudgers, L., and Webber, L. R. 1974. Application of municipal refuse and liquid sewage sludge to agricultural land. I. Field study. J. Environ. Qual. 3: 361-366.

Knott, J. E. 1950. Vegetable growing. Philadelphia; Leaf and Febiger. 314 pp.

Krause, G. M., and Kaiser, H. 1977. Plant response to heavy metals and sulfur dioxide. Environ. Pollut. 12: 63-69.

Krauss, P., Blessing, R., and Korherr, U. 1986, 1987. Heavy metals in compost from municipal refuse strategies to reduce their content to acceptable levels. In M. De Bertoldi, M. P.Ferranti, P, L'Hermite and F, Zucconi (eds.), Compost: production, quality and use, pp. 254-265. Elsevier Applied Science.

Kurihara, K. 1978. The use of municipal and industrial wastes as organic fertilizer, FAO Soil Bulletin No. 36. Food and Agricultural Organization of the United Nation: Rome.

Lakanen, E., and Ervio, R. 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soil. Acta. Agr. Fenn. 123: 223-232.

Lee, K. C., et al. 1976. Effect of cadmium on respiration rate and activities of several enzymes in soybean seedling. Plant Physiol. 36: 4-6.

Liebhardt, W. C., and Koske, T. J. 1974. The Lead content of various plant species as affected by Cycle-lite humus. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 5: 85-92.

Lindford, M. B., Yap, F., and Oliveira, J. M. 1938. Reduction of soil population of the root nematode during decomposition of organic matter. Soil Sci. 45: 127-141.

Lindsay, W. L., and Norwell, W. L. 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of American Journal. 42: 421-428.

Lutz, W. 1984. Austria 's quality requirements for solid waste compost. Biocycle. 25: 42-44.

May, D. A., Terman, G. L., and Duggan, J. C. 1973. Municipal compost: effects on crop yields and soil properties. J. Environ. Qual. 2: 89-92.

Maynard, D. N. 1979. Nutritional disorders of vegetable crop: A review. Journal of Plant Nutrition. 1: 1-23.

McGauhey, P. H. 1971. American composting concepts. US Environmental Protection Agency: Solid Waste Management Office.

Mellor, D. P. and Maley, L. 1948. Order of stability of metal complexes. Nature (London). 159: 370.

Mengel, K., and Kirkby, E. A. 1982. Principles of plant nutrition. Switzerland: International Potash Institute.

Miyashita, K., Kato, T., and Tsuru, S. 1982. Actinomycetes occurring in soil applied with compost. Soil Sci. 28: 33-313.

Mohr, H. D. 1979. Effect of garbage sewage-sludge compost on the heavy metal content of vineyard soils, grapevines organs and must. Weinberg Keller. 26: 333-344.

Mortvedt, J. J., and Giordano, P. M. 1975. Response of corn to zinc and chromium in municipal wastes applied to soil. J. Environ. Qual. 4: 170-174.

Muller, A. 1973. The effect of composted refuse and farmyard manure on permanent grassland in comparison with mineral fertilizers. Wirts. Futter. 19: 195-203.

Oosthoek, J., and Vam, N. V. 1986,1987. Extraction and dosage of heavy metals from compost-amended soil. In M. De Bertoldi, M. P.Ferranti, P, L'Hermite and F, Zucconi (eds.), Compost: production, quality and use, pp. 598-614. Elsevier Applied Science.

Orawan Siriratpiriya, Vigerust, E., and Selmer-Olsen, A. R. 1985. Effect of temperature and heavy metal application on metal content in lettuce. Scientific reports of the Agricultural University of Norway. 64: 29.

P L'Hermite, and E. Suess (eds.), The influence of sewage sludge application on physical and biological properties of soils, pp. 122-130. The Netherlands: Dordrasht.

Page, A. L., Miller, R. H., and Keeney, D. R. 1984. Method of soil analysis. 2nd ed. Soil Science Society of American, Inc

Pagliai, M., Guidi, G., LaMarca, M., Giachetti, M., and Lucamante, G. 1981. Effect of sewage sludges and composts on soil property and aggregation. J. Environ. Qual. 10: 556-561

Paris, P., Robotti, A., and Gavazzi, C. 1986,1987. Fertilizing value and heavy metal load of some composts from urban refuse. In M. De Bertoldi, M. P.Ferranti, P, L'Hermite and F, Zucconi (eds.), Compost: production, quality and use, pp. 643-657. Elsevier Applied Science.

Patrick, Z. A., Sayre, R. M., and Thorpe, H. J. 1965. Nematicidal substances selective for plant-parasitic nematodes in extracts of decomposing rye. Phytopathology. 55: 702-704.

Petruzzelli, G., and Lubrano, L. 1986,1987. Evaluation of heavy metals bioavailability in compost treated soils. In M. De Bertoldi, M. P. Ferranti, P, L'Hermite and F, Zucconi (eds.), Compost: production, quality and use, pp. 658-665. Elsevier Applied Science.

Petruzzelli, G., Lubrano, L., and Guidi, G. 1985. Heavy metal extractability. Biocycle. 26: 46-48.

Petruzzelli, G., Szymura. I., Lubrano, L., and Pezzarossa, B. 1989. Chemical speciation of heavy metals in different size fractions of compost from soil urban wastes. Environmental Technology Letters. 10: 521-526.

Pilegaard, K. 1978. Heavy metal uptake from the soil in four seed plants. Bot. Tiddskrift. 73: 167-175.

Poincelot, R. P. 1974. A scientific examination of the principles and practice of composting. Compost Sci. 15: 24-31.

Polacco, J. C. 1977. Nitrogen metabolism in soybean tissue culture II urea utilization and urea synthesis Require Ni. Plant Physiol. 59: 827-830.

Praparat Panarom. 1981. Prospect of Bangkok refuse as fertilizing materials. Master's Thesis Asian Institute of Technology.

Purves, D. 1977. Trace element contamination of the environment. Amsterdam: Elsevier Publishing Company. 216 pp.

Purves, D., and Mckenzie, E. J. 1973. Effects of applications of municipal compost on uptake of copper, zinc and boron by garden vegetables. Plant Soil. 39: 361-371.

_____. 1974. Phytotoxicity due to boron in municipal compost. Plant Soil. 40: 231-235.

Robert, L. S. 1994. Source separated composts analyzed for quality. Biocycle 35: 30-33.

Robery L. Spencer. 1994. Source separated composts analyzed for quality. Biocycle. 35: 30-33.

Rowaan, P. A. 1949. City garbage compost as fertilizer. Haandbl. Landblouwvoolichtingsdienst. 6: 190-194

Sanchez, P. A. 1976. Properties and management of soil in the tropics. New York: John Willy and Sons. 488 pp.

Scanlon, D. H., Duggan, C., and Bean, S. D. 1973. Evaluation of municipal compost for strip mine reclamation. Compost Sci. 14: 4-8.

Schrader, T. 1967. Composted town refuse and sewage in viticulture. Weiberg Keller 12: 531-537.

Silveria, A. 1986. Heavy metals in compost. In J.N. Lester, R. Perry and R.M. Sterritt (eds.), Proceedings of the International Conference on Chemical in the Environment, Lisbon, 1st-3rd July. 1986, pp. 593-598.

Stoker, H. S., and Seagers, S. L. 1976. Environment chemistry: air and water pollution. 2nd ed. U.S.A.: Scott, Foresman and company.

Struthers, P. H., and Sieling, D. H. 1950. Effect of organic anions on phosphate precipitation by iron and aluminum as influenced by pH. Soil Sci. 69: 205-213.

Thompson, L. M., and Troeh, F. R. 1978. Soil and soil fertility. New York: McGraw-Hill. 516 pp.

Toth, S. J. 1973. Composting agricultural and industrial organic waste. In Symposium: Processing Agricultural and Municipal Wastes. Connecticut: The AVJ Publishing company.

Van Assche, C., and Uyttebroeck, P. 1982. Demand supply and application possibilities of domestic waste compost in agriculture and horticulture. Agricultural Wastes. 4: 203-212.

Vigerust, E., Selmer-Olsen, A. R., and Orawan Siriratpiriya. 1987. Utilization of sewage sludge especially in regard to its effects on heavy metals in plants. In J. Lag (ed.), The Norwagian Academy of Science and Letters on Commercial Fertilizers and Geomedical Problems. pp. 121-139. Oslo: Statens Kornforrentning.

Vlamis, J., and Williams, D. E. 1971. Utilization of municipal wastes as agricultural fertilizers. California Agric. 25: 7-9.

Watanabe, M., and Kurihara, K. 1982. Physicochemical characteristics of municipal refuse compost for agricultural use. The Bulletin of the National Institute for Agricultural Sciences, Series B, No.33. pp. 95-164.

Webber, L. R. 1978. Incorporation of nonsegregated, noncomposted solid waste and soil physical properties. J. Environ. Qual. 7: 397-400.

Webber, M. D., Kloke, A., and Jjell, J. Chr. 1984. A review of current sludge use guideline for the control of heavy metal contamination in soils. In P.L'Hermite, and H. Ott (eds), Processing and use of sewage sludge, pp. 371-385. Holland: D. Reidal Publishing Company.

Wong, M. H., Mok, C. M., and Chu, L. M. 1983. Comparison of refuse compost and activated sludge for growing vegetables. Agricultural Wastes. 6: 65-76.

Yong, R. N., Mohamed, A. M. O., and Warkentin, B. P. 1992. Principles of contaminant transport in soils. Netherland: Elsevier. 327 pp.

Zobac, J., and Vana, J. 1974. The agronomical effectiveness of industrially produced compost in dependence of the technology of production. Rostlinna Vyroba. 20: 931-939.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

การผลิตปุ๋ยหมักแบบไร่นา

การผลิตปุ๋ยหมักแบบไร่นา (Farm compost หรือ Rural compost) เป็นการผลิตปุ๋ยหมักที่เกษตรกรสามารถผลิตขึ้นได้เอง โดยใช้วัสดุเหลือทิ้งในไร่นาและในครัวเรือน เช่น ฟางข้าว ซังข้าวโพด เปลือกถั่ว ต้นถั่ว เศษหญ้าชนิดต่างๆ รวมถึงใบไม้ทุกชนิด โดยอาจใส่ตัวเร่ง เช่น มูลสัตว์ เพื่อให้สลายตัวเร็วขึ้น โดยนำวัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งต่างๆ มาทำการกองบนพื้นที่ราบ อาจเป็นพื้นดินหรือพื้นซีเมนต์ หรือทำการกองในหลุม โดยมีวิธีการกองในลักษณะต่างๆ ดังนี้

ลักษณะการกองปุ๋ยหมัก

1. การกองบนพื้น

โดยการนำวัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งต่างๆ มากองบนพื้นที่ราบ อาจเป็นพื้นดินธรรมดาหรือพื้นซีเมนต์ แต่จะต้องมีพื้นที่เพียงพอในการกองปุ๋ยหมักและการปฏิบัติต่างๆ นอกจากนี้อาจทำการกองปุ๋ยหมักในคอกไม้ ลักษณะของคอกไม้ควรใช้ไม้ตีเป็นกรอบให้มีระยะห่างพอสมควรเพื่อช่วยในการถ่ายเทอากาศ และเพื่อความสะดวกในการพลิกกลับกองปุ๋ยหมัก การกองวัสดุควรกองเพียงครึ่งหนึ่งของคอกไม้ สำหรับการกองในคอกไม้มีข้อดีคือ ป้องกันสัตว์เลี้ยงรบกวนและมีความเป็นสัดส่วน ข้อเสียคือ สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการสร้างคอก ส่วนการกองปุ๋ยหมักบนบนพื้นธรรมดาอาจจะทำกลางแจ้งหรือในโรงเรือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเลือกทำของเกษตรกร ลักษณะการกองปุ๋ยหมักบนพื้นแบบต่างๆ แสดงดังรูปที่ ก.1

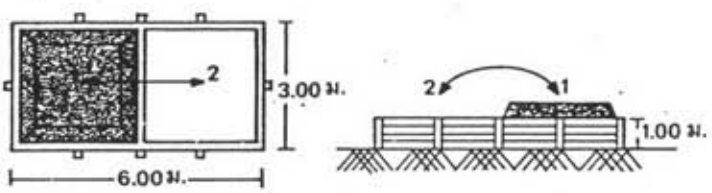
2. การกองในหลุม

การกองปุ๋ยหมักในหลุม มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการช่วยรักษาความชื้น และสะดวกต่อการปฏิบัติงาน ลักษณะของหลุมควรเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 2X4X0.5 หรือ 3X6X1 เมตร อาจทำเป็นหลุมดินธรรมดาหรือหลุมซีเมนต์อย่างถาวรขึ้นอยู่กับฐานะของเกษตรกร การกองวัสดุควรกองไว้ด้านใดด้านหนึ่งของหลุมประมาณครึ่งหนึ่งของความยาว เพื่อสะดวกในการกลับกองปุ๋ยหมัก จำนวนของหลุมในการทำปุ๋ยหมักขึ้นอยู่กับความต้องการและปริมาณของเศษวัสดุที่มีอยู่โดยอาจทำเป็น 2 หลุมติดกัน โดยเว้นระยะห่างระหว่างหลุมประมาณ 0.5 เมตร กองวัสดุจนเต็มหลุมเพียงหลุมใดหลุมหนึ่ง เมื่อถึงเวลากลับกอง ก็ทำการย้ายกองปุ๋ยหมักจากหลุมหนึ่งไปยังอีกหลุมหนึ่ง ทำเช่นนี้สลับกันจนกระทั่งเป็นปุ๋ยหมัก หรืออาจทำเป็น 4 หลุมเรียงติดกัน วัตถุประสงค์ของการทำหลุมแบบนี้ เพื่อทยอยทำปุ๋ยหมักอย่างต่อเนื่อง กรณีเช่นนี้เหมาะสำหรับเกษตรกรที่มีวัสดุเศษพืชเป็นจำนวนมาก โดยในครั้งแรก กองในหลุมที่ 1 แล้วกลับกองจากหลุมที่ 1 ไปยังหลุมที่ 2 หลุมที่ 3 และหลุมที่ 4 ตามลำดับ การกองปุ๋ยหมักในหลุมอาจจะกองกลางแจ้งหรือกองใน

โรงเรือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเลือกทำของเกษตรกร ลักษณะการกองปุ๋ยหมักในหลุมแบบต่างๆ แสดงดังรูปที่ ก.2 และลักษณะการกองปุ๋ยหมักในโรงเรือนแสดงดังรูปที่ ก.3

กองบนพื้นดินกลางแจ้ง

กองบนพื้นซีเมนต์กลางแจ้ง



กองในคอกไม้

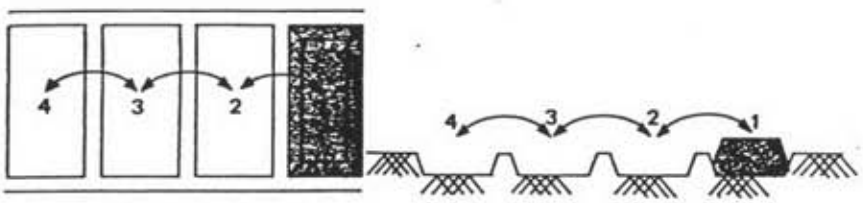
รูปที่ ก.1 ลักษณะการกองปุ๋ยหมักบนพื้นแบบต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบหลุมดินธรรมดา หลุมเดียว

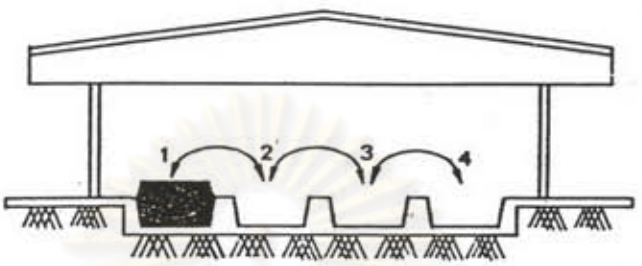
แบบหลุมดินธรรมดา สองหลุมติดกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

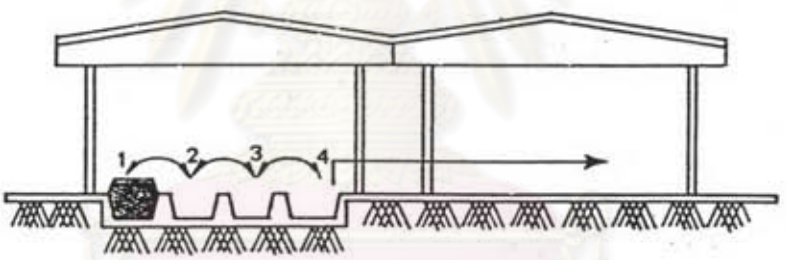


แบบหลุมดินธรรมดา สี่หลุมติดกัน

รูปที่ ก.2 ลักษณะการกองปุ๋ยหมักในหลุมแบบต่างๆ

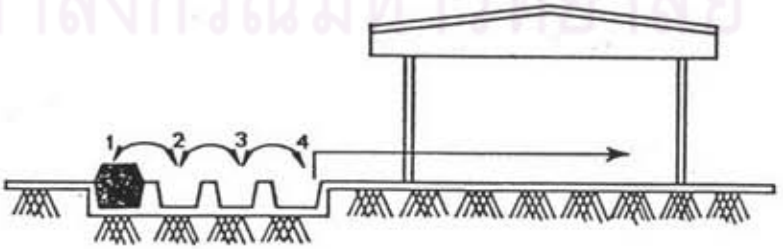


หลุมดินหรือหลุมซีเมนต์แบบต่างๆ ที่มีหลังคาคลุม



หลุมดินหรือหลุมซีเมนต์แบบต่างๆ พร้อมทั้งโรงเก็บที่มีหลังคาคลุม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หลุมดินหรือหลุมซีเมนต์แบบต่างๆ กลางแจ้ง พร้อมทั้งโรงเก็บที่มีหลังคาคลุม

รูปที่ ก.3 ลักษณะการกองปุ๋ยหมักในโรงเรือน

การกองปุ๋ยหมักในลักษณะดังกล่าวข้างต้น จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยด้านอื่นๆ ประกอบด้วย เช่น สภาพพื้นที่ แหล่งน้ำ แหล่งของวัสดุเศษพืชที่จะนำมาทำปุ๋ยหมัก และแรงงาน เป็นต้น ทั้งนี้สภาพพื้นที่ในการกองปุ๋ยหมักควรมีความราบเรียบสม่ำเสมอ เพื่อสะดวกต่อการปฏิบัติงานและการขนย้าย ควรหลีกเลี่ยงที่ลุ่มซึ่งมีน้ำขังเพราะจะทำให้กองปุ๋ยหมักมีความชื้นสูงเกินไป การกองปุ๋ยหมักควรจะทำใกล้กับแหล่งของวัสดุ เพื่อสะดวกในการขนย้าย และควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำ เนื่องจากการผลิตปุ๋ยหมักจากเศษพืชแห้ง ต้องมีการรดน้ำตั้งแต่เริ่มกองวัสดุ และรดน้ำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้กองปุ๋ยหมักมีความชื้นอยู่ในระดับที่พอเหมาะ นอกจากนี้การผลิตปุ๋ยหมักในปริมาณมาก จำเป็นต้องใช้แรงงานในการขนย้ายวัสดุ รวมทั้งเมื่อทำการกองปุ๋ยหมักเสร็จเรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องมีการปฏิบัติและดูแลรักษา เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น ความชื้น อุณหภูมิ การระบายอากาศ โดยการรดน้ำหรือกลับกอง เพื่อให้มีความเหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลาย ดังนั้นปริมาณแรงงานก็เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเช่นกัน

<u>วิธีการผลิตปุ๋ยหมัก</u>

เมื่อเลือกสถานที่และลักษณะของการกองปุ๋ยหมักได้เหมาะสมตามสภาพพื้นที่แล้ว ต่อไปคือ ทำการผลิตปุ๋ยหมัก โดยทั่วไปวิธีการผลิตปุ๋ยหมักไม่มีข้อกำหนดแน่นอน แต่จะขึ้นอยู่กับปัจจัยของวัสดุที่มีอยู่ เช่น วัสดุเศษพืช มูลสัตว์ ปุ๋ยไนโตรเจน และสารตัวเร่ง เป็นต้น ทั้งนี้อาจจำแนกวิธีการผลิตปุ๋ยหมักได้ดังนี้

1. การผลิตแบบใช้เศษพืชอย่างเดียว

นำเศษพืชที่รวบรวมได้มากองบนพื้นดินธรรมดา พื้นซีเมนต์ ในหลุมดินหรือหลุมซีเมนต์ ให้มีขนาดกว้างประมาณ 2-3 เมตร สูงประมาณ 1-1.5 เมตร ความยาวของกองไม่จำกัด ขึ้นอยู่กับเศษวัสดุที่มีอยู่ ขนาดพื้นที่ หรือขนาดหลุม ย่ำกองวัสดุให้แน่น ขณะเดียวกันรดน้ำให้ชุ่มโดยให้น้ำซึมไปทั่วทุกส่วนของเศษพืช เมื่อเศษพืชแน่นและชุ่มน้ำดีแล้ว นำดินทับไว้ที่ผิวด้านบนของกองปุ๋ยหมักหนาประมาณ 1-2 นิ้ว การผลิตปุ๋ยหมักโดยวิธีนี้จะใช้เวลานานกว่าจะเป็นปุ๋ยหมัก เนื่องจากไม่มีการเติมปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมกิจกรรมการย่อยสลายของเชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายเศษพืช

2. การผลิตแบบใช้เศษพืชผสมมูลสัตว์ชนิดต่างๆ

ในกรณีที่เกษตรกรมีมูลสัตว์อยู่ด้วย สามารถที่จะนำมูลสัตว์มาผสมในอัตราส่วนวัสดุเศษพืชต่อมูลสัตว์ ในอัตรา 100:10 (โดยน้ำหนัก) ดังได้กล่าวแล้วว่า การผลิตปุ๋ยหมักไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอน ดังนั้นในกรณีที่มีมูลสัตว์จำนวนมาก จึงสามารถนำมาใช้ในปริมาณที่มากขึ้นได้ซึ่งจะเป็นผลดีในด้านกระบวนการย่อยสลายคือ ทำให้ย่อยสลายได้เร็วขึ้น และคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ได้ก็จะมีธาตุอาหารมากขึ้นด้วย สำหรับวิธีการผลิตแบบนี้ควรนำเศษวัสดุมากองเป็นชั้นให้กว้างประมาณ 2-3 เมตร สูงประมาณ 0.3-0.4 เมตร ย่ำให้แน่นและรดน้ำให้ชุ่ม นำมูลสัตว์โรยที่ผิวหน้าให้ทั่ว หลังจากนั้นนำวัสดุเศษพืชกองทับอีกชั้นหนึ่ง โดยปฏิบัติเหมือนการกองชั้นแรก ทำการกองปุ๋ยหมักประมาณ 3-4 ชั้น และที่ผิวหน้าบนสุดของกองปุ๋ยหมักควรนำมูลสัตว์โรยให้ทั่ว โดยมีความหนาประมาณ 1-2 นิ้ว

3. การผลิตแบบใช้เศษพืชผสมมูลสัตว์และปุ๋ยไนโตรเจน

สำหรับเกษตรกรที่มีปุ๋ยไนโตรเจน อาจจะใช้ผสมลงในกองปุ๋ยหมักเพื่อเพิ่มแหล่งไนโตรเจนให้แก่จุลินทรีย์ในการย่อยสลายเศษพืชให้รวดเร็วขึ้น ในขณะเดียวกัน บางส่วนของแหล่งไนโตรเจนเหล่านี้ก็ยังคงอยู่ในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของสารประกอบอนินทรีย์ และอินทรีย์ ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักอีกด้วย อัตราส่วนของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้คือ 2 กิโลกรัมต่อเศษพืช 1 ตัน ดังนั้นอัตราส่วนของการผลิตปุ๋ยหมักวิธีนี้คือ เศษพืช : มูลสัตว์ : ปุ๋ยไนโตรเจน เท่ากับ 100 : 10 : 0.2 (โดยน้ำหนัก) ตามลำดับ วิธีการผลิตปุ๋ยหมักก็ปฏิบัติเหมือนกับการผลิตปุ๋ยหมักแบบใช้เศษพืชผสมมูลสัตว์ชนิดต่างๆ โดยทำการกองเศษพืชเป็นชั้นๆ เมื่อโรยมูลสัตว์ที่ผิวหน้าของเศษพืชเรียบร้อยแล้ว จึงโรยปุ๋ยไนโตรเจนให้ทั่วบนชั้นของมูลสัตว์ แล้วจึงนำเศษพืชมากองในชั้นต่อไป การผลิตปุ๋ยหมักโดยวิธีนี้จะช่วยลดระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักให้สั้นลง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สำหรับเศษพืชที่มีค่าอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูง

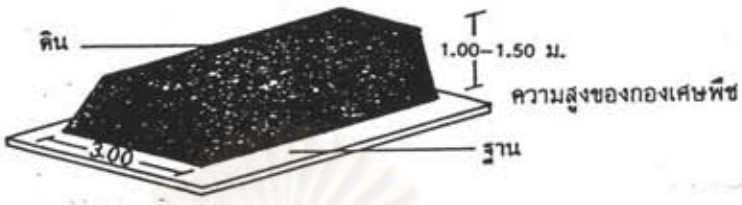
4. การผลิตแบบใช้เศษพืชผสมสารเร่งประเภทจุลินทรีย์

วิธีการกองปุ๋ยหมักแบบนี้ มีส่วนผสมเหมือนการผลิตปุ๋ยหมักแบบใช้เศษพืชผสมมูลสัตว์และปุ๋ยไนโตรเจน แต่มีการใส่สารเร่งประเภทจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก เพื่อลดระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักให้สั้นลง กล่าวคือ เมื่อโรยมูลสัตว์และปุ๋ยไนโตรเจนที่ผิวหน้าของเศษพืชแล้วจะราดสารละลายของสารเร่งให้ทั่วโดยทำการแบ่งเป็นชั้นๆ หลังจากนั้นจึงนำเศษพืชมากองทับในชั้นต่อไป ในกรณีที่เศษวัสดุในการกองปุ๋ยหมักเป็นชิ้นส่วนขนาดเล็ก เช่น ขี้เลื่อย แกลบ หรือขุยมะพร้าว อาจคลุกเคล้ามูลสัตว์ ปุ๋ยไนโตรเจน และสารเร่งให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ โดยไม่ต้องกองเป็นชั้นๆ ดังที่กล่าวข้างต้น การผลิตวิธีนี้จะได้ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์อย่างรวดเร็ว และทันฤดูกาลเพาะปลูก เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีปริมาณเศษพืชมาก มีระบบการชลประทานดีและมีการปลูกพืชหลายครั้ง

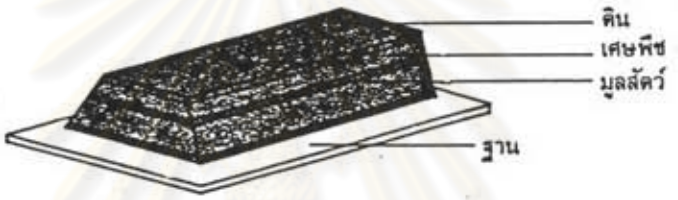
5. การผลิตโดยวิธีการต่อเชื้อ

การผลิตปุ๋ยหมักโดยวิธีนี้จะช่วยให้เกษตรกรประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากเกษตรกรสามารถทำปุ๋ยหมักได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่จำเป็นต้องซื้อสารตัวเร่งทุกครั้ง เพราะเกษตรกรสามารถนำปุ๋ยหมักที่ทำได้มาใช้เป็นสารตัวเร่งแทนสำหรับผลิตปุ๋ยหมักกองใหม่ต่อไป เนื่องจากจุลินทรีย์ในสารตัวเร่งยังคงมีชีวิตอยู่ในปุ๋ยหมักที่ผลิตได้ โดยใช้อัตราส่วนดังนี้คือ วัสดุเศษพืช 1 ตัน ผสมกับปุ๋ยหมักที่เป็นแล้ว 100-200 กิโลกรัม สำหรับวิธีการผลิตปุ๋ยหมักก็ปฏิบัติเหมือนกับการผลิตปุ๋ยหมักแบบใช้เศษพืชผสมสารเร่งประเภทจุลินทรีย์ โดยทำการกองเศษพืชเป็นชั้น ในกรณีที่เศษวัสดุเป็นชิ้นส่วนขนาดเล็ก จะคลุกเคล้าเศษวัสดุกับปุ๋ยหมักโดยตรง การผลิตปุ๋ยหมักโดยวิธีนี้จะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและลดต้นทุนในการผลิตปุ๋ยหมักได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยหมักที่จะนำไปต่อเชื้อนี้เกษตรกรจะต้องมีการดูแลและเก็บรักษาคือ ต้องไม่ทิ้งไว้กลางแจ้ง และควรควบคุมให้มีความชื้นอยู่ในระดับที่พอเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก

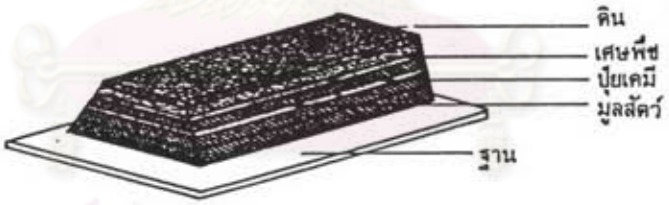
สำหรับวิธีการผลิตปุ๋ยหมักแบบต่างๆ แสดงดังรูปที่ ก.4



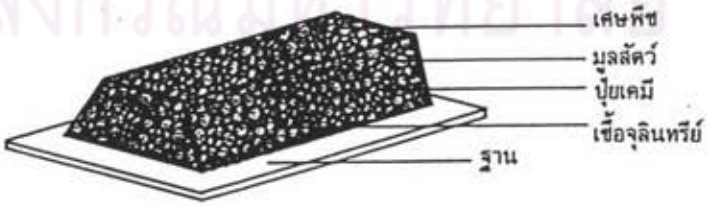
แบบใช้เศษพืชอย่างเดียว



แบบใช้เศษพืชผสมตัวเร่งมูลสัตว์ (อัตรา 100:10)



แบบใช้เศษพืชผสมตัวเร่งมูลสัตว์ ปุ๋ยเคมี (อัตรา 100:20:0.2)



แบบใช้เศษพืชประเภทชิ้นส่วนเล็กๆ ผสมตัวเร่งมูลสัตว์ ปุ๋ยเคมี เชื้อจุลินทรีย์

รูปที่ ก.4 วิธีการผลิตปุ๋ยหมักแบบต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การปฏิบัติและการดูแลรักษากองปุ๋ยหมัก

หลังจากทำการกองเศษพืชเพื่อทำเป็นปุ๋ยหมักแล้ว ควรต้องมีการปฏิบัติและดูแลรักษาจนกองเศษพืชนั้นกลายเป็นปุ๋ยหมัก และสามารถนำไปใส่ในดิน การดูแลและปฏิบัตินับว่าเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้เพราะเป็นการควบคุมสภาพภายในกองปุ๋ยหมักให้เหมาะสมต่อการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลายเศษพืช ซึ่งควรปฏิบัติดังนี้

1. การรดน้ำกองปุ๋ยหมัก

การรดน้ำกองปุ๋ยหมักควรกระทำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ความชื้นภายในกองปุ๋ยหมักอยู่ในระดับที่เหมาะสมคือ ประมาณ 50-60% (โดยน้ำหนัก) ในทางปฏิบัติอาจจะสังเกตดูว่ากองปุ๋ยหมักไม่แห้งหรือแฉะเกินไป การตรวจสอบอย่างง่ายคือ การสอดมือเข้าไปในกองปุ๋ยหมักให้ลึก และหยิบวัสดุภายในกองปุ๋ยโดยสังเกตจากการบีบวัสดุ ถ้าปรากฏว่ามีน้ำติดที่ฝ่ามือแสดงว่า มีความชื้นพอเหมาะ ไม่ต้องให้น้ำ ถ้าไม่มีน้ำติดฝ่ามือ แสดงว่ากองปุ๋ยหมักแห้งเกินไป ต้องให้น้ำกองปุ๋ย

ถ้าความชื้นในกองปุ๋ยหมักน้อยเกินไป จะทำให้กระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นได้ช้า แต่ถ้ากองปุ๋ยหมักมีความชื้นมากเกินไปจะมีผลต่อการระบายอากาศภายในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งอาจทำให้เกิดสภาพขาดออกซิเจน กระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นได้ช้าเช่นกัน ดังนั้นการรดน้ำกองปุ๋ยหมักจึงเป็นการปฏิบัติที่จะต้องทำอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งได้ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์

2. การกลับกองปุ๋ยหมัก

การกลับกองปุ๋ยหมักควรปฏิบัติอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอเช่นกัน เพื่อเป็นการระบายอากาศและช่วยให้วัสดุคลุกเคล้าเข้ากัน ตลอดจนช่วยลดปริมาณความร้อนภายในกองปุ๋ยหมักอีกด้วย การระบายอากาศในกองปุ๋ยหมักเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากจุลินทรีย์ประเภทที่ต้องการอากาศและเกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายจะใช้ออกซิเจนในระบบการสร้างพลังงาน สำหรับระยะเวลาในการกลับกองปุ๋ยหมักนั้นควรปฏิบัติประมาณ 7-10 วันต่อครั้ง เพื่อให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง

3. การรักษาความชื้นของกองปุ๋ยหมัก

ในกรณีที่ทำการกองปุ๋ยหมักกลางแจ้ง กองปุ๋ยจะได้รับความร้อนโดยตรงจากแสงแดด ทำให้น้ำระเหยออกจากกองปุ๋ยหมักเร็วกว่าการกองปุ๋ยหมักในโรงเรือน ดังนั้นจึงต้องมีการรดน้ำเพื่อรักษาความชื้นภายในกองปุ๋ยหมักให้เหมาะสม หรืออาจจะใช้วัสดุบางประเภทปิดคลุมบนกองปุ๋ยหมักเพื่อลดการระเหยของน้ำ เช่น แผ่นพลาสติก ใบทางมะพร้าวแห้ง เป็นต้น

4. การเก็บรักษากองปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์แล้ว

เมื่อปุ๋ยหมักเสร็จสมบูรณ์แล้ว ถ้ายังไม่ได้นำไปใช้ทันทีควรนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปเก็บไว้ในโรงเรือนหรือสถานที่ที่สามารถกำบังแดดและฝนได้ การปล่อยทิ้งให้ปุ๋ยหมักอยู่กลางแดดและฝนจะทำให้ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักสูญเสียไปจากกองปุ๋ยหมักได้

ภาคผนวก ข.

การผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรม

การผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรม เป็นการผลิตปุ๋ยหมักในปริมาณมาก ทั้งนี้สามารถจำแนกประเภทของอุตสาหกรรมการทำปุ๋ยหมักตามปริมาณปุ๋ยหมักที่ผลิตได้ในแต่ละปีเป็น 3 ประเภทคือ อุตสาหกรรมขนาดเล็ก อุตสาหกรรมขนาดกลาง และอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ โดยมีความสามารถในการผลิต 100-1,000 ตันต่อปี 1,000-10,000 ตันต่อปี และมากกว่า 10,000 ตันต่อปี ตามลำดับ สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตจะเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร เช่น กากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล แกลบจากโรงสีข้าว ขี้เลื่อยจากโรงเลื่อย ขุยมะพร้าวจากโรงงานทำเบาะ เปลือกถั่วลิสงจากโรงงานกะเทาะเปลือกถั่วลิสง เศษเปลือกผลปาล์มที่สกัดน้ำมันออกแล้วจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม เปลือกผลไม้จากโรงงานอาหารกระป๋อง กากละหุ่งจากโรงงานสกัดน้ำมันละหุ่ง ซังข้าวโพดจากโรงงานกะเทาะเมล็ดข้าวโพด เป็นต้น นอกจากนี้ในการกองเศษวัสดุเพื่อทำปุ๋ยหมักอาจเติมวัสดุประเภทอาหารเสริมและสารเร่ง รวมทั้งจุลินทรีย์ต่างๆ เพื่อช่วยให้เศษพืชย่อยสลายเร็วขึ้น วัสดุประเภทอาหารเสริมและสารเร่งดังกล่าว ได้แก่ มูลสัตว์ต่างๆ เช่น มูลโค มูลควาย มูลสุกร มูลเป็ด มูลไก่ เป็นต้น ตะกรันจากโรงงานน้ำตาล ส่าเหล้าจากโรงงานสุรา น้ำล้างเนื้อและเลือดจากโรงงานฆ่าสัตว์ และปุ๋ยเคมีบางชนิด ส่วนจุลินทรีย์ที่เติมลงไป ได้แก่ จุลินทรีย์ประเภทเชื้อรา หรือแบคทีเรีย หรือแอคติโนมัยซีท อย่างใดอย่างหนึ่งหรือเป็นเชื้อผสมที่สามารถย่อยเซลลูโลสหรือเฮมิเซลลูโลสได้ดี

นอกจากนี้ในการผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรมจำเป็นต้องใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ มากกว่าการผลิตปุ๋ยหมักแบบไร่นาที่เกษตรกรปฏิบัติกันอยู่ อุปกรณ์ที่จำเป็นเหล่านั้น ได้แก่ รถบรรทุกสำหรับบรรทุกวัสดุเศษพืช มูลสัตว์ หรือบรรทุกปุ๋ยหมักที่ผลิตได้แล้ว รถดูดส้วมสำหรับบรรทุกอุจจาระ ปัสสาวะ น้ำส่าเหล้า และเลือดสัตว์ รถตักสำหรับตักเศษพืช กลับกองปุ๋ยและตักปุ๋ยหมัก รถเกรด รถพรวนสำหรับกลับกองและคลุกเคล้าปุ๋ยหมัก เครื่องสูบน้ำสำหรับสูบน้ำรดกองปุ๋ย และสำหรับดูดสารละลายตัวเร่งใส่รอบกองปุ๋ย เครื่องวัดความชื้น ตะแกรงร่อนสำหรับร่อนวัสดุเจือปนที่ไม่ต้องการ อุปกรณ์ในการบรรจุภัณฑ์เพื่อการจำหน่าย เช่น ถุงบรรจุปุ๋ยหมักขนาดต่างๆ เครื่องจักรเย็บกระสอบไฟฟ้า เพื่อสะดวกในการขนส่งและจำหน่าย

สำหรับสถานที่ในการผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรม มีเกณฑ์ในการพิจารณาเช่นเดียวกับการผลิตปุ๋ยหมักแบบไร่นา ดังนั้นเมื่อเลือกสถานที่ที่จะทำการผลิตปุ๋ยหมัก พร้อมทั้งเตรียมอุปกรณ์และวัสดุเศษพืชได้เรียบร้อยแล้ว ก็ดำเนินการผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรมได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ นำวัสดุที่จะใช้ในการผลิตปุ๋ยหมัก เช่น เศษพืช และสารตัวเร่งชนิดต่างๆ มากองไว้ในบริเวณลานดินหรือลานซีเมนต์โดยให้มีขนาดความกว้างของกองประมาณ 2-3 เมตร ความสูงของกองประมาณ 1-2 เมตร ส่วนความยาวของกอง

ไม่จำกัด ทั้งนี้ให้เป็นไปตามความยาวของพื้นที่ นำเศษพืชมาผสมกับมูลสัตว์ (ถ้าไม่มีมูลสัตว์ อาจใช้ปุ๋ยหมักเก่า หรือน้ำส่าเหล้า หรือตะกรันจากโรงงานน้ำตาล หรือเลือดสัตว์แทนได้) ในอัตราส่วนของเศษพืชต่อสารตัวเร่งประมาณ 10 ต่อ 1 (โดยน้ำหนัก) การใช้สารตัวเร่งอาจใช้ในปริมาณที่มากกว่านี้ได้ เพราะจะทำให้ได้ปุ๋ยหมักรวดเร็วและมีคุณภาพดียิ่งขึ้น แต่มีข้อเสียคือทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง เมื่อได้เศษพืชและมูลสัตว์หรือวัสดุชนิดอื่นที่เป็นสารตัวเร่งตามอัตราส่วนดังกล่าวแล้ว ให้ทำการคลุกเคล้าวัสดุเหล่านั้นให้เข้ากัน ขณะเดียวกันก็ทำการโรยปุ๋ยยูเรียหรือปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตผสมลงไปในอัตราส่วนเศษพืชต่อปุ๋ยเคมีประมาณ 100 ต่อ 1 (โดยน้ำหนัก) ทำการคลุกเคล้าระหว่างเศษพืช มูลสัตว์หรือตัวเร่ง และปุ๋ยเคมีให้เข้ากัน พร้อมทั้งรดน้ำให้ชุ่มพอสมควร แล้วนำจุลินทรีย์ที่ละลายน้ำ (อาจละลายไปพร้อมกับอาหารเสริมแล้วคนทิ้งไว้ประมาณ 15-30 นาที) นำไปใส่ในรูที่เจาะไว้รอบๆ กองปุ๋ยหมัก โดยแต่ละรูควรเจาะให้ลึกประมาณ 50 เซ็นติเมตร และห่างกันประมาณ 50 เซ็นติเมตร ใช้บัวรดน้ำใส่น้ำที่ละลายจุลินทรีย์ใส่รูรอบกองปุ๋ยหมัก ในกรณีที่เป็นการผลิตปุ๋ยหมักจำนวนน้อย แต่ถ้าเป็นการผลิตปุ๋ยหมักแบบอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดใหญ่ ควรละลายเชื้อจุลินทรีย์ในถังซีเมนต์ หรือถังน้ำมัน 200 ลิตร แล้วใช้เครื่องดูดน้ำดูดเชื้อใส่ลงในรูรอบกองปุ๋ยหมัก จะเป็นการประหยัดเวลาและแรงงาน เมื่อหยอดเชื้อเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการปิดรูทุกรูรอบกองปุ๋ยหมัก นอกจากนี้อาจใช้จุลินทรีย์คลุกกับปุ๋ยเคมีหว่านให้ทั่วกองเศษพืชแล้วทำการคลุกเศษพืชและตัวเร่งให้เข้ากันเป็นอย่างดี หรือพ่นจุลินทรีย์ที่ละลายน้ำให้ทั่วกองเศษพืช เมื่อพ่นเสร็จให้คลุกเศษพืชให้เข้ากันเป็นอย่างดี

เมื่อทำการกองปุ๋ยหมักแล้ว ต้องหมั่นตรวจดูแลกองปุ๋ยหมักอยู่เสมอ อย่าให้สัตว์เข้าไปทำลายกองปุ๋ยหมัก ควรรดน้ำกองปุ๋ยหมักให้มีความชื้นที่เหมาะสมอยู่เสมอคือ ไม่ให้แห้งหรือแฉะเกินไป และต้องมีการกลับกองปุ๋ยหมักอยู่เป็นประจำ ทั้งนี้เพื่อลดความร้อนในกองปุ๋ย และให้อากาศถ่ายเทเข้ากองปุ๋ยได้สะดวกยิ่งขึ้น นอกจากนี้การกลับกองบ่อยครั้งก็จะทำให้ได้ปุ๋ยหมักเร็วขึ้น และปุ๋ยหมักที่สามารถนำไปใช้ได้แล้ว ควรย้ายไปเก็บไว้ในโรงเก็บปุ๋ยหมักต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

การผลิตปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานคร

ปัจจุบันกรุงเทพมหานครมีโรงงานหมักปุ๋ยเพียงแห่งเดียวเท่านั้น และอยู่ในความรับผิดชอบของโรงงานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช ซึ่งขึ้นตรงต่อกองโรงงานกำจัดมูลฝอย สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร โรงงานหมักปุ๋ยดังกล่าวใช้เครื่องจักรกลช่วยในกระบวนการหมัก โดยใช้ระยะเวลาในการหมัก 40 วัน และมีความสามารถในการนำมูลฝอยเข้าหมักได้ 1,000 ตันต่อวัน จากปริมาณมูลฝอยทั้งหมด 2,000 ตันต่อวัน ที่นำมากำจัด ณ โรงงานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช โดยมูลฝอยที่จะนำมาผ่านกระบวนการหมักจะเป็นมูลฝอยประเภทอินทรียสาร ซึ่งจะเก็บขนจากภัตตาคาร ร้านค้า และตลาดสด โดยสามารถนำมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักได้ไม่น้อยกว่า 15 ตันต่อชั่วโมงต่อวัน รายละเอียดของกระบวนการกำจัดมูลฝอยโดยนำมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักมีดังนี้

- รถเก็บขนมูลฝอยสดภายในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งอยู่ในรัศมีของโรงงานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช จะเข้าทำการชั่งน้ำหนักที่ด่านชั่ง (Weight bridge) แล้วขึ้นเทมูลฝอยบนลานเท โดยมีช่องให้รถเก็บขนมูลฝอยเข้าเทได้ถึง 8 ช่องทาง พร้อมมีสัญญาณไฟเขียว-แดง แต่ละช่อง เพื่อให้รถเก็บขนมูลฝอยเข้าเทมูลฝอยได้สะดวกขึ้น

- เมื่อเทมูลฝอยลงในบ่อรับมูลฝอยแล้ว (Reception pit) มูลฝอยเหล่านี้จะถูกจัดให้เป็นระเบียบและพร้อมที่จะถูกส่งเข้าระบบทำลายมูลฝอยทางสายพานลำเลียง โดยรถตักขยะ (Shovel loader)

- มูลฝอยจะถูกลำเลียงเข้าระบบสายพานเหล็ก (Steel-plate conveyer) 2 ชุด ซึ่งมีระบบปรับความเร็ว (Variable speed drive) ให้เหมาะกับปริมาณมูลฝอยในแต่ละวัน สายพานลำเลียงทางนอน (Horizontal) ดังกล่าวมีความยาว 24-30 เมตร จะทำหน้าที่แบ่งมูลฝอยเพื่อสะดวกในการเลือกเก็บชิ้นส่วนที่ไม่เหมาะสม ของมีค่า และชิ้นส่วนอื่นๆ ที่อาจเป็นอันตรายต่อระบบการหมักด้วยเครื่องจักรกล ซึ่งการคัดเลือกดังกล่าวจะใช้แรงงานคนเป็นผู้คัดเลือก (Hand sorting)

- นอกจากนี้ยังมีเครื่องแม่เหล็กดูดโลหะในแต่ละสายพาน ทำหน้าที่แยกโลหะออกก่อนที่มูลฝอยจะถูกส่งเข้าถังย่อยแยกมูลฝอย (Attrition drum)

- มูลฝอยที่ผ่านการคัดเลือกจากกระบวนการ Hand sorting และผ่านเครื่องแม่เหล็กดูดโลหะแล้ว จะถูกส่งเข้าเครื่องย่อยแยกมูลฝอยด้วยกระบวนการหมุนกระทบระหว่างวัสดุต่างๆ ในมูลฝอย (Attrition mixing homogenization drum) ซึ่งมีขนาด 3.8X30 เมตร จำนวน 3 ตัว จากการหมุนกระทบที่มีความเร็ว 2-2.4 รอบต่อนาที และกระทำต่อเนื่องกันอย่างน้อย 8-12 ชั่วโมง ทำให้มูลฝอยสดถูกบดนวดให้ยุ่ยและมีขนาดเล็กลง และคลุกเคล้ากันดีขึ้น ในขณะเดียวกันจะมีความร้อนเกิดขึ้นในชั่วโมงที่ 6 อุณหภูมิที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากปฏิกริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ (Microbial action) ซึ่งอุณหภูมิจะสูงขึ้นถึง 50

องศาเซลเซียส โดยประมาณ และเป็นอุณหภูมิที่สามารถทำลายเชื้อโรคได้ (Pathogenic bacteria micro-organisms) มูลฝอยจะถูกบดและย่อยประมาณ 8-12 ชั่วโมง จากนั้นจะถูกส่งเข้ากระบวนการแยกขนาด (Screening)

- มูลฝอยที่ปรับสภาพแล้วจะไหลเข้ามาในส่วนของถังคัดแยก (Screening drum) ขนาด 4X4.5 เมตร ซึ่งจะเชื่อมติดอยู่กับถังย่อยมูลฝอย (Attrition homogenization drum) ถังแยกมูลฝอยดังกล่าวจะมีรูตะแกรงโดยรอบ ทำหน้าที่ร่อนและแยกมูลฝอยที่ปรับสภาพแล้วออกเป็น 2 ส่วนคือ วัสดุหยาบ และวัสดุละเอียด วัสดุหยาบที่คลุกเคล้ากันดีและมีความหนาแน่นสูง จะนำไปกำจัดโดยการฝังกลบ (Sanitary landfill) ส่วนวัสดุละเอียดซึ่งมีขนาดต่ำกว่า 40 มิลลิเมตร จะนำไปเข้ากระบวนการทำปุ๋ยด้วยการบ่มในโรงบ่ม (Compost plant)

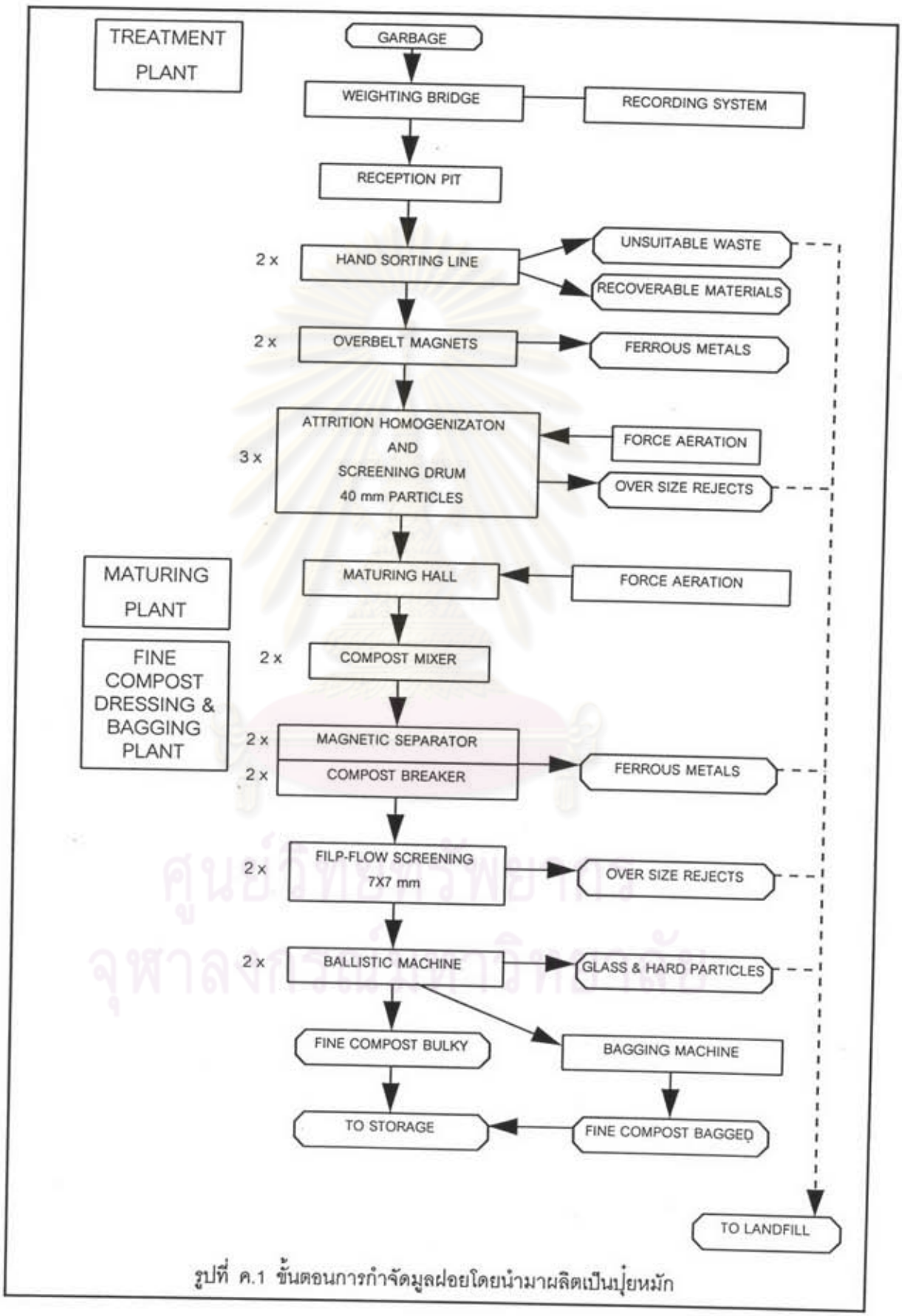
- มูลฝอยที่ปรับสภาพแล้วจะถูกแยกออกเป็น 2 กอง บนลานคอนกรีตคือ กองวัสดุหยาบ และกองวัสดุละเอียด โดยจะมีรถตัก (Shovel loader) ตักกองวัสดุละเอียดขึ้นรถดัมพ์ (Dumping truck) เข้าเทในโรงบ่มวันต่อวัน และรถตัก (Shovel loader) จะทำหน้าที่จัดมูลฝอยส่วนละเอียดที่ปรับสภาพแล้วให้เป็นระเบียบบนลานบ่ม ซึ่งจะแบ่งเป็นบล๊อคๆ

- ภายในโรงบ่ม วัสดุละเอียดที่ผ่านการปรับสภาพแล้ว จะถูกนำมากองเป็นลักษณะกองสี่เหลี่ยม (Table type) มีระบบเติมอากาศ (Forced aeration) ผ่านช่องลม โดยมีเครื่องดูดและเครื่องเป่าลมช่วยให้เกิดการระบายอากาศเพื่อหล่อเลี้ยงวงจรอินทรียสารให้เกิดปฏิกิริยาทางชีวภาพ และในระหว่างกระบวนการบ่มนี้ กองวัสดุจะมีอุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส (Thermophilic) โดยประมาณ และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน (C/N Ratio) จะลดลง เมื่อวัสดุละเอียดปรับสภาพในโซนเอ บ่มได้ประมาณ 20 วัน ก็จะทำการกลับกอง ในระหว่างที่วัสดุละเอียดปรับสภาพเริ่มสลายตัวและหดตัวลงพอสมควร จะทำการเติมน้ำให้กองวัสดุเพื่อให้ได้ระดับความชื้นที่เหมาะสม จากนั้นจะบ่มต่ออีกประมาณ 20 วัน แล้วจึงเริ่มตักวัสดุที่ทำการหมักซึ่งกลายสภาพเป็นปุ๋ยแล้วส่งไปโรงร่อนละเอียด

- ปุ๋ยหมักจากโรงบ่มจะถูกส่งเข้าเครื่องรับปุ๋ย (Compost mixer) เพื่อคลี่ (Loosening action) ปุ๋ยที่จับตัวเป็นก้อนให้แผ่กระจายออก จากนั้นจะลำเลียงปุ๋ยที่แผ่กระจายแล้วสู่สายพานลำเลียงผ่านแม่เหล็กซึ่งมีลักษณะเป็นลูกกลิ้ง ทำหน้าที่คัดแยกเศษเหล็กต่างๆ ที่หลงเหลืออยู่ออกไป

- จากนั้นปุ๋ยหมักจะถูกส่งเข้าเครื่องย่อยปุ๋ย (Compost breaker) เพื่อย่อยปุ๋ยหมักที่ยังเกาะตัวอยู่และมีขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง เพื่อที่จะผ่านเครื่องร่อนละเอียด (Filp-flow screening) ซึ่งมีขนาดช่องของตะแกรง 7X7 มิลลิเมตร

- หลังจากได้ปุ๋ยที่ร่อนจากเครื่องร่อนละเอียดแล้ว ปุ๋ยจะผ่านขั้นตอนการแยกเครื่องแก้ว เศษหิน และเศษโลหะ โดยใช้เครื่อง Ballistic machine จากนั้นจะผ่านปุ๋ยที่มีขนาดเล็กกว่า 7X7 มิลลิเมตร ไปยังสายพานลำเลียงเข้ากองไว้ในตึกข้าง (Bulky fine compost) เพื่อขายแก่ลูกค้าเป็นรถหรือบรรจุเป็นถุงด้วยเครื่องอัตโนมัติ (Bagging machine) มีขนาดบรรจุถึง 20 กิโลกรัม และมีกำลังบรรจุไม่น้อยกว่า 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ทั้งนี้สามารถสรุปขั้นตอนการกำจัดมูลฝอยโดยนำมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักได้ดังรูปที่ ค.1



รูปที่ ค.1 ขั้นตอนการกำจัดมูลฝอยโดยนำมาผลิตเป็นปุ๋ยหมัก

ภาคผนวก ง.

ค่าวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักทั้งหมด ปริมาณโลหะหนักที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ลักษณะสมบัติทางเคมีบางประการ และปริมาณธาตุอาหารหลัก จากการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง

ค่าวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดจากการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง แสดงดังตารางที่ ง.1-ง.4

ค่าวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้ง 4 วิธีสกัดในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง แสดงดังตารางที่ ง.5-ง.20

ค่าวิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางเคมีบางประการ และปริมาณธาตุอาหารหลักจากการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง แสดงดังตารางที่ ง.21-ง.24

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.1 ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	403.81	1059.91	749.93	476.20	63.85	315.95	3.50	2.00
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	1427.85	256.00	63.27	35.69	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	228.19	39.86	17.03	43.90	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	417.08	171.70	20.51	18.88	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	231.34	58.07	10.14	52.88	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	546.56	54.08	16.68	16.00	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	619.81	333.30	58.59	48.16	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	160.26	24.44	12.44	64.66	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	75.79	13.27	5.12	30.84	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ตารางที่ ง.2 ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	562.29	1037.56	548.12	321.47	47.31	304.40	2.19	1.50
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	1823.13	331.57	80.28	23.16	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	284.89	38.41	16.91	32.65	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	518.77	225.37	24.37	18.70	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	243.51	60.15	10.46	45.05	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	362.83	47.10	14.98	16.31	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	642.67	343.08	59.48	35.85	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	213.74	25.82	12.58	60.07	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	137.46	13.41	4.48	31.18	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ตารางที่ ง.3 ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	601.39	1155.29	574.92	445.95	77.76	237.92	2.27	1.85
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	2143.62	250.72	66.46	30.70	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	274.76	29.02	19.55	34.82	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	578.27	230.15	25.72	19.73	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	257.28	61.96	8.38	140.20	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	739.94	65.31	21.42	54.78	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	656.05	424.75	51.27	40.42	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	305.93	23.68	13.01	44.39	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	101.41	16.71	4.59	25.41	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ตารางที่ ง.4 ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	606.03	1074.82	613.91	551.87	55.79	244.71	2.27	2.90
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	1868.66	325.04	80.75	36.97	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	234.32	43.46	19.61	46.64	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	473.68	166.80	16.95	28.17	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	260.02	77.04	8.47	90.92	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	487.69	115.15	22.97	39.62	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	637.99	426.31	51.46	36.18	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	296.56	23.57	14.48	49.46	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	130.41	8.73	5.15	29.48	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.5 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย H_2O ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	แมงกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	19.92	34.51	27.75	7.76	3.50	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	2.80	3.00	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	10.19	3.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	2.40	3.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	Trace	1.00	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	6.79	3.60	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	2.80	3.80	3.95	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	15.17	1.40	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	7.39	3.39	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ตารางที่ ง.6 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย H_2O ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	แมงกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	4.19	46.49	63.58	6.28	11.07	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	2.99	4.59	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	13.39	2.40	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	2.10	2.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	Trace	1.40	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	3.19	1.80	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	2.60	3.80	4.39	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	3.39	0.80	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	6.79	2.00	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.7 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย H_2O ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	5.79	29.15	36.42	12.34	4.88	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	4.19	2.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	16.36	2.99	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	1.80	2.00	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	Trace	1.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	4.99	2.80	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	2.79	4.79	5.70	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	nd	0.60	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	3.20	2.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ตารางที่ ง.8 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย H_2O ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	6.78	39.51	58.77	18.62	9.75	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	3.99	2.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	11.39	3.40	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	2.10	1.60	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	Trace	1.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	2.00	1.80	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	2.60	6.19	5.70	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	Trace	1.42	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	3.79	1.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ตารางที่ ง.9 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย KNO_3 ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	29.74	39.12	35.09	8.30	3.99	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	6.78	0.80	2.63	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	8.78	1.40	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	4.00	1.40	2.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	2.20	1.00	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	7.39	2.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	2.80	3.39	6.58	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	16.36	1.40	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	48.30	1.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ตารางที่ ง.10 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย KNO_3 ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	4.79	38.55	68.05	5.16	8.87	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	6.79	2.00	2.63	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	7.98	1.60	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	4.39	1.00	2.19	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	2.29	0.80	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	3.59	1.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	2.80	2.80	6.58	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	17.37	1.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	73.86	0.80	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ตารางที่ ง.11 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย KNO_3 ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	8.19	30.17	46.54	14.37	5.32	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	2.80	2.60	1.76	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากอ้อย	9.19	1.80	nd	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	3.59	1.00	1.75	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	2.40	1.60	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	4.60	2.00	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	2.99	5.19	7.02	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	14.58	2.39	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	57.71	2.42	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ตารางที่ ง.12 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย KNO_3 ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	8.79	39.14	69.79	21.32	8.87	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	5.39	2.40	2.63	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	8.59	1.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	4.99	1.20	1.76	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	2.26	0.80	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	4.79	2.20	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	1.40	4.39	6.58	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	19.46	0.61	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	66.30	2.21	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ตารางที่ ง.13 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย 0.005M DTPA ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	162.52	418.88	138.22	10.32	7.98	97.61	2.19	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	397.44	91.47	20.19	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	150.16	8.59	5.27	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	108.48	37.29	4.82	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	72.34	15.99	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	265.27	18.15	2.63	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	132.25	101.93	13.15	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	96.24	6.79	5.27	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	59.72	4.19	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ตารางที่ ง.14 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย 0.005M DTPA ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	70.46	315.57	125.02	7.63	12.41	86.94	1.49	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	389.44	103.69	14.46	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	157.91	6.19	3.51	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	102.80	46.11	4.39	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	64.46	14.97	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	141.12	13.77	2.19	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	132.03	100.87	13.15	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	118.18	7.19	6.58	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	84.83	5.19	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.15 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย 0.005M DTPA ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	100.58	462.98	139.03	17.50	9.75	67.41	1.57	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	233.15	82.64	10.09	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	136.01	8.99	3.95	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	109.82	40.93	4.39	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	91.26	15.38	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	197.96	13.57	1.76	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	107.66	99.67	11.41	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	79.26	9.18	3.95	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	73.88	5.39	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ตารางที่ ง.16 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย 0.005M DTPA ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	122.97	437.40	166.29	26.70	14.18	55.01	1.66	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	315.49	95.84	8.78	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	134.41	8.59	3.51	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	91.87	29.36	4.39	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	66.29	17.37	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	178.14	26.93	2.63	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	104.23	97.64	11.41	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	135.43	7.70	4.91	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	81.84	4.19	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.17 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย 0.05M EDTA ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	285.78	802.80	398.00	103.70	30.59	279.58	3.50	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	1204.08	147.96	29.40	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	220.23	12.59	7.03	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	399.35	115.61	9.65	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	223.96	32.17	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	505.24	25.96	4.83	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	378.52	209.82	19.31	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	155.95	13.38	7.02	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	65.02	8.99	1.76	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ตารางที่ ง.18 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย 0.05M EDTA ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	220.32	607.21	258.47	36.16	21.73	227.26	2.19	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	1117.06	168.46	28.11	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	220.27	11.79	6.15	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	418.89	133.45	9.64	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	217.18	33.70	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	274.78	22.55	2.63	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	395.46	219.68	19.31	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	199.05	17.17	9.21	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	94.81	10.18	0.88	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.19 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย 0.05M EDTA ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	276.44	777.18	303.40	68.02	21.28	168.67	2.27	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	1233.56	154.70	24.13	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	246.47	10.38	6.58	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	421.96	132.24	8.78	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	231.98	32.69	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	514.86	26.57	3.95	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	374.56	233.87	17.10	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	290.06	22.97	7.90	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	77.91	6.59	1.71	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ตารางที่ ง.20 ปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย 0.05M EDTA ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4

ชนิดของตัวอย่าง	ชนิดของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	289.68	745.68	306.46	91.11	24.82	159.71	2.27	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	1084.37	160.36	22.38	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	225.75	13.77	7.90	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	414.86	105.51	7.03	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	223.43	36.94	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลโค	468.45	49.70	8.77	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
มูลไก่	366.58	228.94	17.56	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินสีดา	286.28	18.21	8.49	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
ดินลำดวน	89.70	5.20	1.76	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

หมายเหตุ : Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.21 ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1

ชนิดของตัวอย่าง	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (เปอร์เซ็นต์)		
	ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus)	โปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium)
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	1.89	0.22	0.27
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	1.68	0.55	0.14
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	0.77	0.02	1.01
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	0.61	0.55	0.20
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	0.57	0.20	0.08
มูลโค	1.34	0.22	0.77
มูลไก่	2.55	0.56	0.76
ดินสีดา	0.23	0.20	0.06
ดินลำดวน	0.20	0.23	0.10

ตารางที่ ง.22 ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2

ชนิดของตัวอย่าง	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (เปอร์เซ็นต์)		
	ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus)	โปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium)
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	1.88	0.22	0.23
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	2.04	0.56	0.14
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	1.08	0.02	1.18
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	0.77	0.55	0.25
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	0.62	0.20	0.06
มูลโค	0.86	0.22	0.51
มูลไก่	2.59	0.55	0.74
ดินสีดา	0.33	0.20	0.08
ดินลำดวน	0.13	0.23	0.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.23 ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3

ชนิดของตัวอย่าง	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (เปอร์เซ็นต์)		
	ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus)	โปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium)
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	1.64	0.22	0.24
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	1.91	0.54	0.16
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	0.97	0.02	1.55
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	0.70	0.54	0.26
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	0.67	0.20	0.08
มูลโค	1.23	0.18	0.67
มูลไก่	2.35	0.54	0.81
ดินสีดา	0.35	0.18	0.08
ดินลำดวน	0.09	0.23	0.09

ตารางที่ ง.24 ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4

ชนิดของตัวอย่าง	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (เปอร์เซ็นต์)		
	ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus)	โปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium)
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	1.89	0.22	0.27
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	2.23	0.57	0.18
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	1.01	0.02	1.52
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	0.76	0.56	0.25
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	0.61	0.21	0.05
มูลโค	1.53	0.21	0.62
มูลไก่	2.33	0.55	0.80
ดินสีดา	0.34	0.20	0.10
ดินลำดวน	0.13	0.23	0.09

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.25 องค์ประกอบทางเคมีบางประการในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1

ชนิดของตัวอย่าง	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	องค์ประกอบทางเคมี			
		พีเอช (ดิน:น้ำ 1:2.5)	อินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์)	อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	27.47	6.16	22.75	39.12	12.04
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	32.68	7.80	12.60	21.68	7.50
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	35.19	8.27	14.46	24.87	18.78
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	29.42	7.46	8.81	15.15	14.44
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	35.24	7.98	9.16	15.76	16.07
มูลโค	27.14	8.78	26.70	45.92	19.93
มูลไก่	3.52	7.30	13.92	23.94	5.46
ดินสีดา	25.48	6.26	5.97	10.26	25.96
ดินลำดวน	33.91	3.98	8.22	14.14	41.10

ตารางที่ ง.26 องค์ประกอบทางเคมีบางประการในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2

ชนิดของตัวอย่าง	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	องค์ประกอบทางเคมี			
		พีเอช (ดิน:น้ำ 1:2.5)	อินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์)	อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	24.98	7.88	25.39	43.67	13.51
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	34.42	7.72	15.59	26.81	7.64
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	33.94	8.43	15.54	26.72	14.39
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	26.84	7.10	11.93	20.52	15.49
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	34.56	7.62	8.83	15.18	14.24
มูลโค	31.64	8.67	22.41	38.55	26.06
มูลไก่	3.69	7.31	14.08	24.22	5.44
ดินสีดา	29.41	6.80	7.51	12.92	22.76
ดินลำดวน	32.57	4.49	5.72	9.84	44.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.27 องค์ประกอบทางเคมีบางประการในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3

ชนิดของตัวอย่าง	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	องค์ประกอบทางเคมี			
		พีเอช (ดิน:น้ำ 1:2.5)	อินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์)	อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	22.86	7.70	20.32	34.94	12.39
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	33.63	7.61	13.30	22.88	6.96
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	34.75	8.76	15.69	26.98	16.18
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	30.81	7.18	11.48	19.75	16.40
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	35.66	7.14	9.47	16.29	14.13
มูลโค	27.48	8.79	21.98	37.80	17.87
มูลไก่	9.70	7.65	15.09	25.96	6.42
ดินสีดา	23.99	6.79	8.00	13.76	22.86
ดินลำดวน	32.84	4.33	5.98	10.29	66.44

ตารางที่ ง.28 องค์ประกอบทางเคมีบางประการในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4

ชนิดของตัวอย่าง	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	องค์ประกอบทางเคมี			
		พีเอช (ดิน:น้ำ 1:2.5)	อินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์)	อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน
ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน	25.79	7.83	30.86	32.88	16.33
ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย	35.76	7.80	25.23	26.21	11.31
ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย	34.28	8.79	26.71	27.06	26.45
ปุ๋ยหมักจากแกลบ	27.68	6.95	17.67	18.05	23.25
ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง	35.38	7.11	8.15	14.01	13.36
มูลโค	26.73	8.31	22.48	38.67	14.69
มูลไก่	7.56	7.96	13.88	23.87	5.96
ดินสีดา	23.46	6.80	8.56	14.73	25.18
ดินลำดวน	31.34	4.47	6.47	11.12	49.77

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวดาวรุ่ง สังข์ทอง เกิดเมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ.2513 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2534 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม เมื่อปีการศึกษา 2535

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย