รายการอ้างอิง

ชวัญชัย สมบัติศิริ. 2528. สารฆ่าแมลงและวิธีใช้. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มิตรสยาม. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, สำนักงาน. 2530. ความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม. 5,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.

จัดการสารพิษ, ฝ่าย. 2535. สถิติการได้รับพิษจากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ พ.ศ. 2530. กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

จันทร์ทิพย์ ชำรงศรีสกุล. 2532. วัตถุมีพิษทางการเกษตร. ข่าวสารวัตถุมีพิษ 16(2): 86-89. กองวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ฉัตรชัย แต่งประกอบ และ ทวีสุข พิถยะพัฒน์. 2534. การสะสมของยาปราบศัตรูพืชและปุ๋ยในดินและหญ้า บริเวณแปลงทดลองปลูกหญ้าเบอร์มิวดา ณ สนามกอล์ฟแหลมฉบัง อินเตอร์เนชั่นแนล คันทรีคลับ. senior project. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชวลิต เข็มพรหมมา. 2529. พิษเฉียบพลันของคาร์บาริล, คาร์โบฟูราน และส่วนผสมของสารทั้งสองชนิดซึ่งมีต่อปลาตะเพียนขาวและกุ้งก้ามกราม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดิลกพล สุนทรเวช. 2534. การจัดการการใช้น้ำในสนามกอล์ฟ. ใน สมาคมสร้างสรรค์ไทย, กอล์ฟกับสิ่งแวดล้อม, หน้า 28-29. กรุงเทพมหานคร: เอเชียฟาวด์เดชั่น.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และสุรเดช จินตกานนท์. 2532. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการ การวิเคราะห์ดินและพืช. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นวรัตน์ ไกรพานนท์ และ อัษฎาพร ไกรพานนท์. 2535. ดินกับปัญหามลพิษ. ใน วีระ สกุลทับ, สิ่งแวดล้อม, หน้า 108-119. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา.

บุญเรียง ขจรศิลป์. 2533. การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS^x. 1,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: นิสิกส์เซนเตอร์การพิมพ์. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรีดี เอกะวิภาต (บรรณาธิการ). 2519. การจัดการสนามหญ้า. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พาลาภ สิงหเสนี. 2535. พิษของยาฆ่าแมลงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม. 1,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ภาควิชาเภสัชวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภูมิอากาศ, กอง. 2535. สถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2504-2533) กรมอุตุนิยมวิทยา.

มัณฑนา ชำเลืองสิงห์. 2529. สารพิษป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมต. ข่าวสารวัตถุมีพิษ 13(6): 185-191. กองวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

มัณฑนา อนุตตระกุล และคณะ. 2521. การศึกษาวิจัยความเป็นพิษของวัตถุมีพิษ เมื่อใช้ผสมกันต่อปลา. รายงานการค้นคว้า ทดลองและวิจัย ปี พ.ศ. 2521 กรมวิชาการเกษตร. กองวัตถุมีพิษ กรมวิชาการเกษตร. (อัดสำเนา)

_____. 2522. การศึกษาวิจัยความเป็นพิษของวัตถุมีพิษ เมื่อใช้ผสมกันต่อปลา. รายงานการค้นคว้า ทดลองและวิจัย ปี พ.ศ. 2522 กรมวิชาการเกษตร. กองวัตถุมีพิษ กรมวิชาการเกษตร. (อัดสำเนา)

มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กอง. 2530. คู่มือการเก็บและรักษาตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

ไมตรี สุทธจิตต์. 2531. สารพิษรอบตัวเรา : สาเหตุกลไกการเกิดพิษ และการป้องกัน. 1,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่: โรงพิมพ์ดาว คอมพิวกราฟิค. ภาควิชาเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิเชียร ณัฐวัฒนานนท์. 2526. พิษภัยอันตรายของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช. ข่าวสารวัตถุมีพิษ 10(2):30-46. กองวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สันทัด สมชีวิตา. 2534. ผลกระทบของสนามกอล์ฟต่อสิ่งแวดล้อม. ใน สมาคมสร้างสรรค์ไทย, กอล์ฟกับสิ่งแวดล้อม, หน้า 19-21. กรุงเทพมหานคร: เอเชียฟาวด์เดชั่น.

สารสนเทศสิ่งแวดล้อม, กอง. 2535. สถานการณ์สิ่งแวดล้อมปี พ.ศ. 2534-2535. เอกสารประกอบการสัมมนาสิ่งแวดล้อม'35, หน้า 1-41. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

สาวิตร วรรณพิณ. 2529. สารพิษป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต. ข่าวสารวัตถุมีพิษ 13(4): 118-128. กองวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2523. ยาฆ่าแมลง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุธรรม อารีกุล และ ณิศ กีร์ติบุตร. 2510. พิษของยาฆ่าแมลงที่มีต่อปลาในนาข้าว. รายงานประจำปี 2510, หน้า 97-105. แผนกทดลองและเพาะเลี้ยง กองบำรุงพันธุ์สัตว์น้ำ กรมประมง.

สุนี ศิริชูทรัพย์ และ อุสิช์มนัส มานะสาบุตร. 2534. ปริมาณตกค้างของสารประกอบไนโตรเจนบางชนิดและสารคาร์บาริลในบริเวณที่กำลังก่อสร้างสนามกอล์ฟ. senior project. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เสริม สีมา และประสิทธิศักดิ์ พันธุ์พานิช. 2533. วัตถุมีพิษทางการเกษตร. ข่าวสารวัตถุมีพิษ 17(2): 181-185. กองวัตถุมีพิษ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศิริชัย พงษ์วิชัย.2534. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์. 500 เล่ม.พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนุวรรตน์ วัฒนพงศ์ศิริ.2534. ภาพรวมของสนามกอล์ฟในปัจจุบัน. ใน สมาคมสร้างสรรค์ไทย, กอล์ฟกับสิ่งแวดล้อม, หน้า 13-14. กรุงเทพมหานคร: เอเชียฟาวด์เดชั่น.

อุดม พูลสวัสดิ์ และคณะ. 2534. รายงานการสำรวจดินและสภาพการใช้ที่ดิน บริเวณบ้านหนองกลางดง ตำบลบึง อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี.บริษัท สยามกราวด์วอเตอร์ จำกัด.

Aly, O.M., and El-Dib, M.A. 1971. Studies of the Persistence of some Carbamate Insecticides in the Aquatic Environment I.Hydrolysis of Sevin, Baygon, Pyrolan and Dimethilan in Water. Water Res. 5: 1191-1205.

Anderson, L.D., and Atkins, E.L. 1968. Toxicity of Pesticides to Honey Bee in Laboratory and Feild Tests in Southern California 1955-1956. J. Econ. Entomol. 51(1): 103-110.

Arunachalam, S., Jeyalakshmi, K., and Aboobucker, S. 1980. Toxic and Sublethal Effect of Carbaryl on Freshwater Catfish, Mystus vittatus (Bloch). Arch.Environ.Contam.Toxicol. 9(3): 307-316.

ASA-SSSA. 1982. Method of Soil Analysis. 2nd ed. Medison-Wisconsin: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America Publishing.

Bansal,S.K., Verma,S.R., Gupta,A.K., and Deleta, R.C. 1980. Predicting Long-Term Toxicology by Subacute Screening of Pesticides with Larvae and Early Juveniles of Four Species of Freshwater Major Crab. Ecotoxicol. Environ. Saf. 4(3): 224-231.

Barrette, G.W. 1968. The Effects of an Acute Insecticide Stress on a Semi-Enclosed Grassland Ecosystem. Ecology 49: 1019-1035.

Bollag, J.M., and Liu, S.Y. 1971. Degradation of Sevin by Soil Microorganisms. Soil. Biol. Biochem. 3: 337-345.

Bollag, J.M., and Liu, S.Y. 1972. Hydroxylations of Carbaryl by Soil Fungi. Nature Land. 236: 177-178.

Boush, G.M., and Matsumura, F. 1967. Insecticidal Degradation by Pseudomonas melopthora the Bacterial Symbiote of the Apple Maggot. J. Econ. Ent. 60: 918-920.

Brown, A.W.A. 1978. Ecology of Pesticides A. New York: John-Wiley &

Sons, Wiley-Interscience Publication.

Brust, R.A., et al. 1971. Effect of Dursban in the Drinking Water of Chicks. J. Econ. Entomol. 64: 1179-1183.

Carpenter, C.P., et al. 1961. Mammalian Toxicity of 1-Naphthol-N-Methycarbamate (Sevin Insecticide). J.Agr.Food Chem. 9: 30-39.

Chester, G., et al. 1971. Insecticide Adsorption by Lake Sediments as a Factor Controlling Insecticide Accumulation in Lake. Department of Soil Science. The University of Wisconsin-Madison.

Coburn, J.A., Ripley, B.D.,and Chau, A.S.Y.1976. Analysis of Pesticide Residues by Chemical Derivatization.II.N-Methylcarbamates in Natural Water and Soils. J. Assoc. Off. Anal. Chem. Vol.59. No.1: 188-196.

Cohen, S.Z. 1990. The Cape Cod Study. Golf Course Management pp.26-54.

Connor, P.F. 1960. A Study of Small Mammals, Birds and Other Wildlife in an Area Sprayed with Sevin. N.Y. Fish Game J. 7: 26-32.

Cooper, R.J. 1990. Evaluating the Runoff and Leaching Potential of Turfgrass Pesticide. Golf Course Management pp.8-16.

Daniel, W.H., and Freeborg, R.P.1987. Turf Manager's Handbook. 2nd ed. New York: the Business Publication.

Doull, J., et al. 1980. Casarette and Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons. 2nd ed. New York: Mcmillan Publishing Co.

Fermanich, K.J., Daniel, T.C., and Lower, B. 1991. Microlysimeter Soil Columns for Evaluating Pesticide Movement Through the Root Zone. J. Environ. Qual. 20: 189-195.

Fisher, S.W., and Lohner,T.W. 1986. Studies on the Environmental Fate of Carbaryl as a Function of pH. Arch.Environ.Contam.Toxicol.

15: 661-667.

Helling, C.S., Kearney, D.C., and Alezander,M. 1971. Behavior of Pesticides in Soil. Adv. Agron. 23: 147-240.

Hill, I.R., and Wright, S.J.L. 1978. The Behavior and Fate of Pesticides in Microbial Environment.In Pesticide Microbiology, pp.374-379. London: Academic Press.

Hirakoso, S. 1968. Inactivating Effects of Microorganisms on Insecticidal Activity of Dursban. World Health Organisation. WHo/VBC. 68-63: 1-4.

International Programme on Chemical Safety. 1991. Carbaryl Health and Safety Guide. First Draft. World Health Organization.

Izmerov, N.F, ed. 1982. Carbaryl. Moscow: USSR Academy of Medical Science.

Johnson, C.R., and Prine, J.E. 1976. The Effects of Sublethal Concentrations of Organophosphorus Insecticides on Temperature Tolerance in Juvenile Western Toads. Comp. Biochem. Physiol 53A: 147-149.

Juhnke, I., and Luedemann, D.1978. Results of the Investigation of the Ichthyotoxicity of 200 Chemical Compounds by the Goldorfen Test. (English Translation from German). Z. Wasser Abwasser Forsch. 11(5): 161-164.

Kahler, K.E. 1991. Kiwah Island's Ocean Course: Vision in the Sand. Golf Course Management pp.20-30.

Kasymov, A.G., Velikhanov, E.E., and Gasamov, V.M. 1981. Effects of Certain Pesticides on Aquatic Fauna. (English Translation from Russian). Izv. Akad. Nauk. Az. SSR Ser. Biol. Nauk. 4: 92-95.

Kazano, H., Kearney, P.C., and Kaufman, D.D. 1972. Metabolism of Methylcarbamate Insecticides in Soil. J. Agric. Food Chem. 20: 975-979.

Kladivko, E.J., et al. 1989. Pesticide and Nutrient Movement into Subsurface Tile Drains on a Silt Loam Soil in Indiana. J. Environ. Qual. 20: 264-270.

Kuhr, R.J., and Tashiro, H. 1978. Distribution and Persistence of Chlorpyrifos and Diazinon Applied to Turf. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20: 652 pp.

Larkin, M.J., and Day, M.J. 1985. The Effect of pH on the Selection of Carbaryl-Degrading Bacteria from Garden Soil.J.Appl.Bacteriol. 58: 175-185.

Matsumura, F.1975. Toxicology of Insecticides. New York: Plenum Press.

Matsumura, F., ann Boush, G.M. 1968. Degradation of Insecticides by a Soil Fungus, Trichoderma viride. J. Econ. Ent. 61: 610-612.

Morioka, T., and Cho, H.S. 1992. Rainfall Runoff Characteristics and Risk Assessment of Agro-Chemicals Used in Golf Links. Wat.Sci. Tech. 25(11): 77-84.

Murthy, N.B.K., and Raghu, K. 1988. Soil Bound Residues of Carbaryl and 1-naphthol : Release and Mineralization in Soil and Uptake by Plants. J. Environ. Sci. Health 23B: 575-585.

_____. 1991. Fate of ^{14}C-Carbaryl in Soil as a Function of pH. Bull.Environ.Contam.Toxicol. 46: 374-379. New York: Springer-Verlag.

O' Brien, R.D. 1967. Insecticides: Action and Metabolism. New York: Academic Press.

Rajagopal, B.S., Chendrayan, K., Reddy, B.R., and Sethunathan, N.1983.

Persistence of Carbaryl in Flood Soils and Its Degradaton by Its Enrichment Cultures. Plant Soil 73: 35-45.

Smith, G.N. 1968. Ultraviolet Light Decomposition Studies with Dursban and 3,5,6-trichloro-2-pyridinol. J. Econ. Entomol. 16: 146.

Thompson, A.R., and Sans, w.w. 1974. Effects of Soil Insecticides in Southwestern Ontario on Non-Target Invertebrates: Earthworms in Pasture. Environ. Entomol. 3(2): 305-308.

Tucker,R.K., and Crabtree,D.G.1970. Handbook of Toxicity of Pesticides to Wildlife. U.S. Fish Wildl. Serv., Bur. Sports Fish Wildl. No.84. New York: Resource Publication.

Tucker, R.K., and Haegele, M.A. 1971. Comparative Acute Oral Toxicity of Pesticides to Six Species of Birds. Toxicol.Appl.Pharmacol. 20: 57-95.

Vontor, T., Socha, J., and Vecera, M. 1972. Kinetics and Mechanism of Hydrolysis of 1-naphthyl, N-methyl Carbamates and N,N-dimethyl Carbamates. Collect. Czech. Chem. Commun. 37: 2183-2196.

Watschke, T.L., and Mumma, R.O. 1989. The Effect of Nutrients and Pesticides Applied to Turf on the Quality of Runoff and Percolating Water. Final Report. Environmental Resources Research Institute.

William, R.J.1978.Pesticides,Preparation and Mode of Action. New York.

Whitney, W.K. 1967. Laboratory Tests with Dursban and Other Insecticides in Soils. J. Sci. Food Agric. 20: 489 pp.

Worthing, R.C. 1983. The Pesticide Manual. 17th ed. Creat British: The Lavenham Press.

Zweig, G.,ed. 1963-1980. Analytical Methods for Pesticides and Plant Growth Regulators. Vol.1-10. New York: Academic Press.

ภาคผนวก ก

ประเภทของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ใช้ในสนามกอล์ฟ

(จันทร์ทิพย์ ธำรงศรีสกุล, 2532 ; เสริม สีมา และ ประสิทธิศักดิ์ พันธุ์พานิช, 2533)

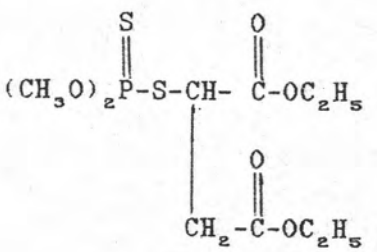
1. สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง

ตัวอย่างสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงที่นิยมใช้ในสนามกอล์ฟทั่วๆ ไป ได้แก่ มาลาไธออน เฟนนิโตรไธออน ไดรอะโซฟอส และไซฮาโลธริน เป็นต้น

1.1 มาลาไธออน

มาลาไธออนเป็นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงและไรศัตรูพืช ศัตรูสัตว์เลี้ยง ศัตรูผลิตผลในโรงเก็บ และเมื่อใช้ตามคำแนะนำแล้วจะไม่ทำอันตรายต่อพืชเลย

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ : มาลาไธออน

ชื่อทางเคมี : O,O-dimethyl S-(1,2-dicarbethoxyethyl)phosphorodithioate หรือ O,O-dimethyl phosphorodithioate of diethyl mercaptosuccinate

ชื่อทางการค้า : ไดโอมาลา คาลามา มาลาคอนโด มาลาไธออน 5 ทีเอฟ ฟิวเจอร์ มาลาไธออน 57 มาลาฟอส 1,000 อี และ มาลาเฟซ 83 เป็นต้น

สมบัติ : เป็นของเหลวไม่มีสี หรือมีสีน้ำตาลอ่อน ละลายในน้ำได้ 145 มิลลิกรัมต่อลิตร ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดต่างๆ ละลายในน้ำมันปิโตรเลียมได้ในจำนวนจำกัด มีความถ่วงจำเพาะ 1.23 ที่ 25 องศาเซลเซียส มีจุดหลอมเหลวที่ 2.85 องศาเซลเซียส

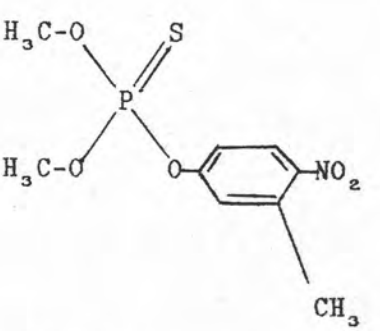
ความเป็นพิษ : มีค่า LD_{50} ทางปากต่อหนู = 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
มีค่า LD_{50} ทางผิวหนังต่อกระต่าย = 4,100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สูตรผสม : 50% WP, 57%, 83% และ 84% EC

1.2 เฟนนิโตรไธออน

เฟนนิโตรไธออนเป็นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงชนิดถูกตัวตาย ใช้กำจัดหนอนผีเสื้อ แมลงศัตรูพืชชนิดต่างๆ และไรบางชนิดในพืชต่างๆ รวมทั้งไม้ดอกและไม้ประดับทั่วไป

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ : เฟนนิโตรไธออน

ชื่อทางเคมี : O,O-dimethyl-O-(3-methyl-4-nitrophenyl)phosphorothioate

ชื่อทางการค้า : ซูมิไธออน 40 ซูมิไธออน 50 ซูมิไธออน 83 โบไนด์ ดานาไธออน 83 และ ฟอลลิไธออน เป็นต้น

สมบัติ : เป็นของเหลวมีความถ่วงจำเพาะ 1.32 ไม่ละลายน้ำ ละลายได้ในแอลกอฮอล์, เอสเทอร์, คีโตน และอะโรมาติคไฮโดรคาร์บอนชนิดต่างๆ

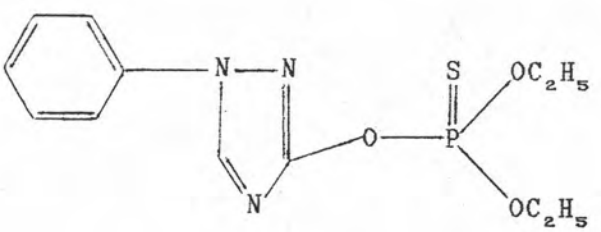
ความเป็นพิษ : มีค่า LD_{50} ทางปากและทางผิวหนังต่อหนู = 800 และ 1,300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

สูตรผสม : 50% EC, 83% ULV และ 40% WP

1.3 ไตรอะโซฟอส

ไตรอะโซฟอสเป็นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงและไรประเภทถูกตัวและกินตาย สามารถใช้กำจัดไส้เดือนฝอยได้ด้วย เป็นสารเคมีที่มีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเทอเรส

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ : ไตรอะโซฟอส

ชื่อทางเคมี : 1-phenyl-1,2,4-triazolyl-3- (O, O-diethyl thiono phosphate)

ชื่อทางการค้า : ฮอสตาไธออน

สมบัติ : เป็นของเหลว สลายตัวก่อนเดือด pH ไม่เปลี่ยนโดยแสง แต่เปลี่ยนโดยกรดและด่าง

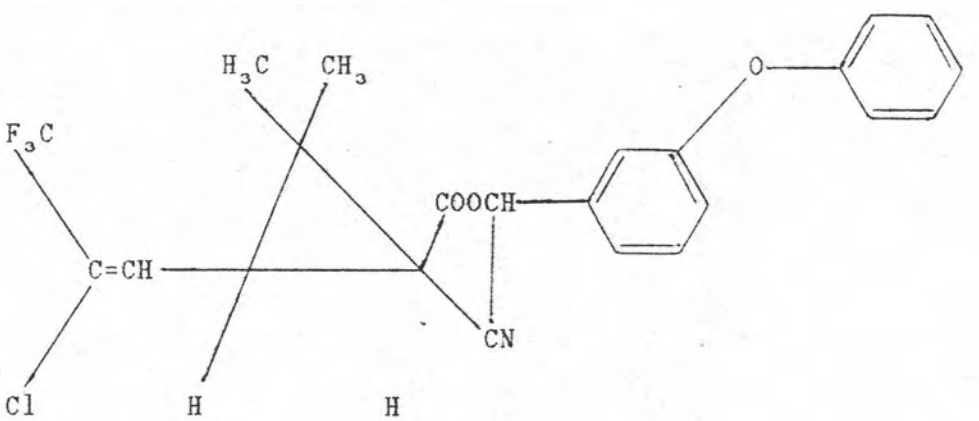
ความเป็นพิษ : มีค่า LD_{50} ทางปากต่อหนูตัวเมีย = 64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
มีค่า LD_{50} ทางผิวหนังต่อหนู = 1,100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สูตรผสม : 3%, 5% E, 20%, 40% EC, 15% และ 25% ULV

1.4 ไซฮาโลธริน

ไซฮาโลธรินเป็นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงทั้งชนิดปากดูด หนอนผีเสื้อต่างๆ รวมทั้งไรชนิดต่างๆ ที่ทำลายพืช ไม้ผลอื่นๆ และไม้ประดับทั่วไป

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ : ไซฮาโลธริน

ชื่อทางเคมี : α-cyano-3-phonoxybenzyl 3-(2-chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

ชื่อทางการค้า : คาราเต

สมบัติ : เป็นของแข็ง มีจุดหลอมเหลวที่ 49.2 องศาเซลเซียส

ความเป็นพิษ : ชนิดเทคนิคอลเกรด (technical grade) มีค่า LD_{50} ทางปากต่อหนูตัวผู้และหนูตัวเมีย = 70 และ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

มีค่า LD_{50} ทางผิวหนังต่อหนูตัวผู้และหนูตัวเมีย = 632 และ 696 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

สูตรผสม : 2.5% และ 5% EC

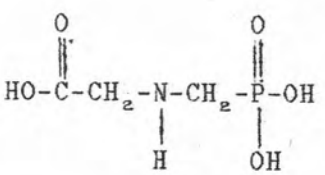
2. สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช

ตัวอย่างสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชที่ใช้ในสนามกอล์ฟที่ศึกษาและสนามกอล์ฟทั่วไปได้แก่ ไกลโฟเสท เมทโทลาคลอร์ ออกซาไดอะซอน และ เอ็มเอสเอ็มเอ เป็นต้น

2.1 ไกลโฟเสท

ไกลโฟเสทเป็นสารป้องกันกำจัดวัชพืชประเภทไม่เลือกทำลาย ใช้ในการป้องกันกำจัดวัชพืชที่กำลังเจริญเติบโตก่อนทำการปลูกหญ้า โดยใช้ในอัตรา 43-272 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และถ้าวัชพืชอายุหลายปีจะใช้ในอัตรา 90-540 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ฉีดทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน จึงทำการไถพรวน

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ : ไกลโฟเสท

ชื่อทางเคมี : N-(phosphonomethyl) glycine

ชื่อทางการค้า : ราวด์อัพ ไกลโฟเสท คาวบอย สปาร์ค โฟเสท คลีนอัพ และ เบรช เป็นต้น

สมบัติ : เป็นของแข็ง สีขาวไม่มีกลิ่น มีจุดหลอมตัวที่ 200 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ละลายในน้ำได้ร้อยละ 1.2

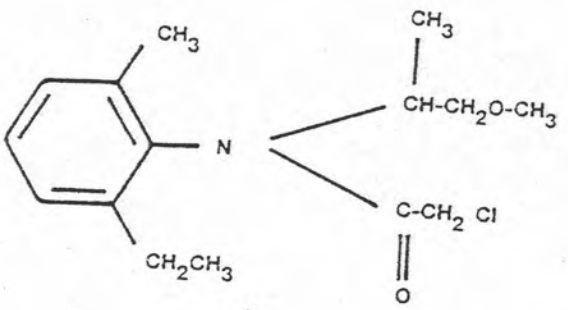
ความเป็นพิษ : มีค่า LD_{50} ทางปากต่อหนู = 5,400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สูตรผสม : 16% และ 415 L

2.2 เมทโทลาคลอร์

เมทโทลาคลอร์เป็นสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชประเภทใบแคบ ใช้ฉีดหลังปลูกหญ้าประมาณ 7วัน ในอัตรา 200 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ โดยฉีดเพียงครั้งเดียว

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ : เมทโทลาคลอร์

ชื่อทางเคมี : 2-chloro-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)-N-(2-methoxy-1-methylethyl) acetamide

ชื่อทางการค้า : ดูอัล

สมบัติ : เป็นของเหลวสีขาว ไม่มีกลิ่น มีจุดเดือดที่ 100 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ละลายน้ำได้ 530 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเป็นพิษ : มีค่า LD_{50} ทางปากต่อหนู = 2,534 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
มีค่า 96-LD_{50} ต่อปลา rainbow trout = 2 มิลลิกรัมต่อลิตร

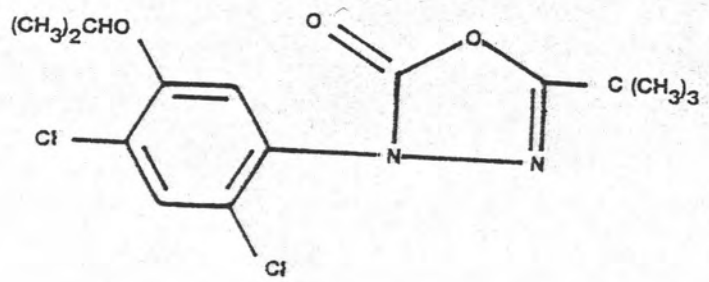
สูตรผสม : 40% EC

2.3 ออกซาไดอะซอน

ออกซาไดอะซอนเป็นสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชทั้งใบแคบและใบกว้าง ใช้หลังเมล็ดวัชพืชงอกและสนามหญ้าตั้งตัวได้แล้ว ประมาณ 3 สัปดาห์ ในอัตรา 360-720 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ โดยฉีดเพียง 2 ครั้งต่อปี

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ : ออกซาไดอะซอน

ชื่อทางเคมี : 2-tert-butyl-4-(2,4-dichloro-5-isopropoxyphenyl)-Δ^2-1-3-4-1,2,3-oxadiazolin-5-one

ชื่อทางการค้า : รอนสตาร์

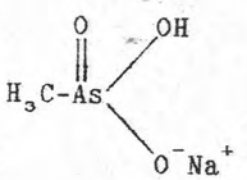
สมบัติ : เป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น มีจุดหลอมเหลวที่ 90 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ละลายได้ในตัวทำละลายชนิดต่างๆ

ความเป็นพิษ : มีค่า LD_{50} ทางปากต่อหนู = 8,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.4 เอ็มเอสเอ็มเอ

เอ็มเอสเอ็มเอ เป็นสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชประเภทเลือกทำลาย โดยจะทำลายวัชพืชจำพวกตระกูลหญ้าและวัชพืชใบกว้างหลายชนิด แต่ไม่ทำลายหญ้าเบอร์มิวดา ใช้ฉีดในอัตรา 350-700 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ จะใช้ฉีดเมื่อพบวัชพืชนั้นจำนวนมากเท่านั้น หลังจากฉีดครั้งแรกแล้วประมาณ 7-14 วัน อาจจะต้องฉีดซ้ำอีกครั้ง ถ้าวัชพืชไม่ตาย

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ : เอ็มเอสเอ็มเอ

ชื่อทางเคมี : monosodium methylarsonate

ชื่อทางการค้า : แอนชาร์ หรือดาโคเนท 6

ความเป็นพิษ : มีค่า LD_{50} = 1,359-2,630 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3. สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและเชื้อรา

ตัวอย่างสารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดโรคและเชื้อราของหญ้าในสนามกอล์ฟทั่วไป ได้แก่ คอปเปอร์ ออกซีคลอไรด์ และ แคปแตน เป็นต้น

3.1 คอปเปอร์ ออกซีคลอไรด์

คอปเปอร์ ออกซีคลอไรด์ เป็นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคประเภทไม่ดูดซึม โดยจะให้ผลทางด้านป้องกันมากกว่ากำจัดโรคพืช ใช้ป้องกันและกำจัดโรคพืชที่เกิดจากเชื้อราและแบคทีเรีย

สูตรโมเลกุล : $3\ Cu(OH)_2\ .\ CuCl_2$ หรือ $Cu_2(OH)_3Cl$

ชื่อสามัญ : คอปเปอร์ ออกซีคลอไรด์

ชื่อทางเคมี : dicopper chloride trihydroxide

ชื่อทางการค้า : คอปเปอร์ไซด์ คิวโปรไซด์ คิวมอกซ์ และ โอบี-21 เป็นต้น

สมบัติ : เป็นผงสีเขียว เขียวอมน้ำเงิน ร้อยละ 90 เป็นสารแขวนลอย มีความหนาแน่น 420-520 กรัมต่อลิตร

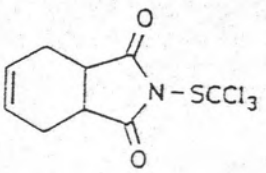
ความเป็นพิษ : มีค่า LD_{50} ทางปากต่อหนู = 700-800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ

สูตรผสม : 58.8%, 62.5%, 84% และ 85% WP

3.2 แคปแตน

แคปแตนเป็นสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา โดยปกติใช้ในอัตรา 120 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 100 ลิตร

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ : แคปแตน

ชื่อทางเคมี : N - (trichloromethylthio) cyclohex - 4 -ene-1,2-dicarboximide

ชื่อทางการค้า : แคปแตน ออร์โธไซด์ 406 ไฟโตเคป และออร์โธไซด์ เป็นต้น

สมบัติ : เป็นผลึกใสไม่มีสี มีจุดหลอมเหลวที่ 178 องศาเซลเซียส สามารถละลายในน้ำ, อะซีโตนและคลอโรฟอร์มได้ 3.3 มิลลิกรัมต่อลิตร, 21 กรัมต่อกิโลกรัม และ 70 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ความเป็นพิษ : มีค่า LD_{50} ทางปากต่อหนู = 9,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ภาคผนวก ข

พันธุ์หญ้าที่ใช้ปลูกในสนามกอล์ฟ

หญ้าทั้งหมดในโลกนี้มีประมาณ 7,500 ชนิด (species) มีเพียงหญ้าอยู่จำนวนหนึ่งเท่านั้นที่เหมาะแก่การนำมาใช้เป็นหญ้าสนามกอล์ฟ โดยมีลักษณะทนทานต่อการตัดชิดดิน การเหยียบย่ำ และการฉีกขาด ในประเทศแถบหนาวส่วนใหญ่จะปลูกหญ้าแถบหนาว ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำมาปลูกในเขตร้อน เช่น ประเทศไทย ดังนั้นหญ้าสนามกอล์ฟในประเทศไทย ควรเป็นหญ้าเขตร้อน ซึ่งเป็นหญ้าที่เติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 27-35 องศาเซลเซียส มีเพียง 14 ชนิดเท่านั้นที่ถูกนำมาใช้เป็นหญ้าสนามแบบต่างๆ

หญ้าสนามเขตร้อนมีถิ่นกำเนิดค่อนข้างกว้างคือที่ แอฟริกา อเมริกาใต้และเอเชีย ซึ่งต่างจากหญ้าเขตหนาวที่มีถิ่นกำเนิดแถบยุโรป หญ้าแพรก (Cynodon sp.) มีถิ่นกำเนิดอยู่บริเวณแอฟริกาตะวันออกจนถึงหมู่เกาะชวา หญ้าซอยเซียและเซนติปีด (Kremochloa ophiuroides) มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในขณะที่หญ้าเซนต์ออกัสติน (Stenotaphrum secundatum) และหญ้ามาเลเซีย (Axonopus sp.) เป็นหญ้าพื้นเมืองในแถบหมู่เกาะอินเดียตะวันตก

ข้อแตกต่างโดยทั่วไประหว่างหญ้าสนามเขตร้อนและหญ้าเมืองหนาวก็คือ หญ้าสนามเขตร้อนมีการเจริญเติบโตที่ช้า ทนต่อการตัดชิดดินเนื่องจากมีระบบรากลึก ทนทานต่อความร้อน ความแห้งแล้งและการฉีกขาด หญ้าเมืองหนาวมักจะปลูกด้วยเมล็ด ในขณะที่หญ้าเขตร้อนนิยมขยายพันธุ์โดยส่วนของลำต้น

ในประเทศไทยพันธุ์หญ้าสนามกอล์ฟที่นิยมปลูก ได้แก่ หญ้าแพรกและหญ้าซอยเซีย ส่วนหญ้าเขตร้อนอื่นๆ นั้น ไม่นิยมและไม่เหมาะสมในการทำสนามกอล์ฟ

1. หญ้าแพรก

มีชื่อเรียกทั่วไปว่า bermudagrasses หรือ couchgrasses เป็นหญ้าที่มีความสำคัญและปลูกแพร่หลายมาก มีการปรับตัวได้กว้างขวาง หญ้าแพรกส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดในแถบแอฟริกาตะวันออก และแพร่กระจายไปยังเขตร้อนและเขตอบอุ่นทั่วโลก

หญ้าแพรกที่ใช้ทำสนามจะมีความแข็งแรงทนทาน มีลำต้นเกาะกลุ่มกันแน่น ขนาดของใบมีขนาดตั้งแต่ปานกลางในพวกหญ้าแพรกธรรมดา (common bermudagrass) จนถึงเป็นฝอยละเอียดในพวกหญ้าแพรกแอฟริกา (african bermudagrass) มีสีเขียวอ่อนจนถึงสีเขียวเข้ม ลำต้นใต้ดินและลำต้นที่เลื้อยบนดินสานกันเป็นแผ่นแน่น มีระบบรากที่แผ่ขยาย กว้างและหยั่งลึก การขยายพันธุ์ส่วนใหญ่ใช้ส่วนของลำต้นโดยปลูกเป็นแผ่นใหญ่ (sod) ดำเป็นจุดๆ (plug) และลำต้น (sprigs) ยกเว้นการขยายพันธุ์ของหญ้าแพรกธรรมดาเท่านั้นที่สามารถใช้เมล็ดได้ หญ้าแพรกมีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็วที่สุดในกลุ่มของหญ้าสนามเขตร้อน สามารถเจริญเติบโตได้รวดเร็วหลังจากปลูก มีการฟื้นตัวหลังจากถูกทำลายด้วยโรค แมลง และการเหยียบย่ำได้อย่างดีเยี่ยม และสามารถทนต่อการฉีกขาด

หญ้าแพรกที่ใช้ทำสนามหญ้าโดยเฉพาะสนามกอล์ฟได้รับการพัฒนาขึ้นมาหลายๆ สายพันธุ์ โดยการผสมพันธุ์ระหว่างหญ้าแพรกต่างชนิดกัน ส่วนใหญ่แล้วจะขยายพันธุ์โดยส่วนของลำต้นเพื่อให้ได้ลักษณะตรงตามพันธุ์ แต่ละพันธุ์มีความแตกต่างในด้านความกว้างของใบ สี ความยาวของปล้อง ความยาวของกาบหุ้มใบ อัตราการเจริญเติบโตของต้นหญ้า ความแน่นของต้น ความต้านทานโรค ความทนทานต่อความเย็นและความแห้งแล้ง โดยลักษณะเหล่านี้ใช้เป็นพื้นฐานในการจำแนกหญ้าแพรกพันธุ์ต่างๆ พันธุ์หญ้าแพรกต่างๆ ที่ถูกนำมาใช้ในเขตร้อนมีดังต่อไปนี้

1.1 bayshore เป็นลูกผสมระหว่างหญ้าแพรกธรรมดา (Cynodon dactylon) และหญ้าแพรกแอฟริกา (Cynodon transvaalensis) มีใบเล็กเป็นฝอย สีเขียวอ่อน แตกหน่อได้ดี และเจริญเติบโตตามแนวตั้งได้รวดเร็ว ต้องการการดูแลเอาใจใส่มาก สีจะหมองถ้าอยู่ในที่มีอุณหภูมิต่ำ มีความต้านทานต่อโรคใบเป็นจุด นิยมปลูกบนกรีน เหมาะสำหรับพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเล และ พื้นที่ที่เป็นเกาะ

1.2 everglades เป็นลูกผสมระหว่างหญ้าแพรกธรรมดาและหญ้าแพรกแอฟริกา มีใบเล็กเป็นฝอย สีเขียวปานกลางถึงค่อนข้างเข้ม เจริญเติบโตไม่สูงจากพื้นดิน เจริญเติบโตตามแนวตั้งได้รวดเร็ว ลำต้นละเอียด เมล็ดยาวและแข็งแรง มีความต้านทานต่อโรคใบเป็นจุด

ทนแล้งได้ปานกลาง นิยมปลูกบนกรีน

1.3 ormond จัดอยู่ในกลุ่มหญ้าแพรกธรรมดา ใบขนาดปานกลาง สีฟ้าอมเขียว แตกหน่อปานกลาง เติบโตแบนราบไปตามพื้น ทนต่อการฉีกขาดได้พอสมควร เมล็ดเล็กไม่ต้านทานต่อโรคใบเป็นจุดแบบเหรียญ นิยมปลูกกันมากบนแฟร์เวย์ สนามหญ้า และสนามกีฬา

1.4 santa ana ใบมีขนาดปานกลาง สีน้ำเงินอมเขียวเข้ม แตกหน่อได้ปานกลาง มีการเติบโตทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ฟื้นตัวได้ดี รูปร่างของเมล็ดมีหลายรูปแบบ ในฤดูใบไม้ผลิสีจะซีด ทนทานต่อมลภาวะทางอากาศ (air pollution) ทนทานต่อความเค็มและการฉีกขาดได้ดีเยี่ยม นิยมปลูกบนที-ออฟและแฟร์เวย์บริเวณพื้นที่ที่เป็นชายฝั่งทะเลและอากาศในฤดูหนาวอบอุ่น นอกจากนี้ยังใช้ปลูกในสนามหญ้าและสนามกีฬาทั่วไป

1.5 sunturf จัดอยู่ในกลุ่ม magennis bermudagrass (Cynodon magennisii) มีใบละเอียดมาก สีเขียวเข้ม แตกหน่อได้ดีมาก เจริญเติบโตไม่สูงจากพื้นดิน อัตราการเจริญเติบโตสูง แผ่ขยายโดยลำต้นเหนือดิน (stolon) มีลักษณะดีเยี่ยมในด้านการต้านทานแล้ง ทนทานต่อความเค็มและการฉีกขาด ฟื้นตัวได้ดี แต่ไม่ทนทานต่อโรคราสนิม นิยมใช้ปลูกบนกรีน

1.6 texturfio จัดอยู่ในกลุ่มหญ้าแพรกธรรมดา มีใบเล็ก สีเขียวเข้ม แตกกอแน่น เจริญเติบโตไม่สูงจากพื้นดิน มีอัตราการเติบโตและตั้งตัวปานกลาง นิยมใช้บนแฟร์เวย์ในสนามกอล์ฟบางแห่ง

1.7 tifdwarf เป็นลูกผสมระหว่างหญ้าแพรกธรรมดาและหญ้าแพรกแอฟริกา มีใบเล็ก สีเขียวเข้ม เนื้อละเอียด แตกกอแน่น เจริญเติบโตไม่สูงจากพื้นดิน มีอัตราการเติบโตช้า ค่อนข้างทนต่อร่มเงา ทนทานต่อการตัดชิดดินได้ดีมาก ต้องการการดูแลรักษาค่อนข้างสูง ไม่ทนทานต่อมลพิษและหนอนใยสนามหญ้า (sod webworm) นิยมใช้บนกรีน

1.8 tifgreen เป็นลูกผสมระหว่างหญ้าแพรกธรรมดาและหญ้าแอฟริกา มีใบละเอียดมาก สีเขียวเข้ม แผ่นใบอ่อนนุ่มและกว้างคล้ายใบมีดโกน แตกหน่อได้ดี เจริญเติบโตไม่สูงจากพื้นดิน ทนทานต่อความแห้งแล้งและการฉีกขาดได้ดีมาก มีความสามารถในการฟื้นตัวได้ดี ต้องการการดูแลรักษาสูง เมล็ดมีอยู่ 2-3 แบบ นิยมปลูกมากบนกรีน

1.9 tifway เป็นหญ้าลูกผสมระหว่างหญ้าแพรกธรรมดาและหญ้าแพรกแอฟริกา ใบค่อนข้างละเอียด สีเขียวเข้ม แผ่นใบค่อนข้างกระด้าง แตกกอแน่น อัตราการเติบโตดี

มีความทนทานต่อแมลงต่างๆ ได้ดี นิยมใช้บนแฟร์เวย์และที-ออฟ

1.10 uganda จัดอยู่ในกลุ่มหญ้าแพรกแอฟริกา ใบละเอียดมาก สีเขียวอ่อน มีแผ่นใบที่อ่อนนุ่ม การแตกกอสูง แต่มีลักษณะพองเป็นปุย ต้องการการตัดชิดดินและการดูแลสูง นิยมปลูกบนกรีน

2. หญ้าซอยเซีย

เรียกทั่วไปว่า zoysiagrass หญ้าในกลุ่มนี้มี 5 ชนิด แต่มีเพียง 3 ชนิดเท่านั้นที่ใช้เป็นหญ้าสนาม ได้แก่ หญ้าญี่ปุ่น (Zoysia japonica) หญ้านวลน้อย (Zoysia matrella) และหญ้ากำมะหยี่ (Zoysia tenuifolia) ทั้ง 3 ชนิดมีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออก เป็นหญ้าที่ขึ้นหนาแน่น สม่ำเสมอ และเติบโตช้า ขนาดและสีของใบแตกต่างกันไปตามชนิดของหญ้า ต้นและใบค่อนข้างหยาบและแข็งทำให้ตัดยาก แผ่ขยายโดยส่วนของลำต้นบนดินและลำต้นใต้ดิน จึงทำให้ได้หญ้าที่เติบโตตามแนวราบที่หนาแน่น และแข็งแรงจนทำให้วัชพืชลุกลามได้ยาก ลำต้นที่เลื้อยไปตามผิวดินและลำต้นใต้ดินจะงอกส่วนของลำต้นและใบในแนวตั้ง รากของหญ้าญี่ปุ่นค่อนข้างจะแตกเป็นฝอย และลึกปานกลาง ในขณะที่รากของหญ้ากำมะหยี่ค่อนข้างจะตื้น

หญ้าซอยเซียพันธุ์ต่างๆ ขยายพันธุ์โดยส่วนของลำต้น โดยปลูกเป็นแผ่น ปักดำ หรือใช้ลำต้น หญ้าญี่ปุ่นสามารถให้เมล็ดได้บ้าง การตั้งตัวและการฟื้นตัวไม่ดีนัก เนื่องจากมีอัตราการเติบโตช้าโดยเฉพาะหน่อด้านข้าง ทนทานต่อโรคต่างๆ ได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับหญ้าสนามอื่นๆ และทนทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชที่ใช้ในสนามได้ดี

2.1 หญ้าญี่ปุ่น รู้จักกันในนามของ japanese lawngrass หรือ korean lawngrass มีใบขนาดปานกลางและปลายใบแหลมคม เติบโตช้า แผ่ขยายโดยลำต้นบนดินและใต้ดิน ปรับตัวได้ดีในดินประเภทต่างๆ แต่ชอบดินที่ระบายน้ำได้ดีและเป็นกรดอ่อนๆ ทนต่อความร้อนและแห้งแล้ง มีการแตกกอปานกลาง ทนทานต่อการฉีกขาดได้ดีเยี่ยม ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดและลำต้น ต้องการการดูแลรักษาปานกลาง พันธุ์ที่นิยมปลูกมีชื่อว่า meyer ซึ่งทนต่อการฉีกขาดและความแห้งแล้งได้ดีมาก พันธุ์ลูกผสมระหว่างหญ้าญี่ปุ่นและหญ้ากำมะหยี่ ซึ่งมีชื่อว่า emerald มีสีเขียวเข้มสวยงาม ใบเล็กเป็นฝอย แตกกอแน่น เติบโตช้าและไม่สูงจากผิวดิน ทนร่มเงาได้พอสมควร

2.2 หญ้านวลน้อย หรือที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า manilagrass มีใบละเอียดกว่าหญ้าญี่ปุ่น การแตกกอปานกลาง ทนต่อความร้อนและแห้งแล้ง เหมาะที่จะปลูกทำสวนหย่อมและสนามกีฬา พันธุ์ที่นิยมปลูกคือ FC 13521 ซึ่งมีสีเขียวเข้ม ใบละเอียด ทนทานต่อร่มเงาและแตกกอแน่น

2.3 หญ้ากำมะหยี่ หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า mascarenegrass หรือ korean velvetgrass มีใบที่ละเอียดและแตกกอแน่นที่สุด การเติบโตช้าและระบบรากตื้น ไม่นิยมใช้ทำเป็นหญ้าสนามกอล์ฟ ส่วนการใช้ทำเป็นสนามหญ้าอื่นๆ นั้นค่อนข้างจำกัด นอกจากในที่ที่ไม่ต้องตัดบ่อย มีความทนทานต่อการฉีกขาดได้ดี

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. การหาค่าเฉลี่ย (Mean)

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\Sigma x}{N}$$

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง

Σx = ผลรวมของตัวอย่าง

N = จำนวนตัวอย่าง

2. การหาความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

$$\text{สูตร } S.D. = \frac{\Sigma(x-\bar{X})^2}{N-1}$$

S.D. = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

3. การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation)

$$\text{สูตร } R.S.D. = \frac{S.D. \times 100\%}{\bar{X}}$$

R.S.D. = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของกลุ่มตัวอย่าง

4. การวิเคราะห์วาเรียนส์ (Analysis of Variance)

4.1 เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดิน <u>ระหว่างระดับความลึก</u> จากทุกเดือน ของทุกสถานีเก็บตัวอย่าง

สมมติฐาน $H_o : \overline{X}_1 = \overline{X}_2 = ... = \overline{X}_{48}$

$H_i : \overline{X}_1 \neq \overline{X}_2 \neq .... \neq \overline{X}_{48}$

$\overline{X}_1 - \overline{X}_{48}$ = ปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดินระหว่างระดับความลึก จากทุกเดือน ของทุกสถานีเก็บตัวอย่าง

ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าสถิติ F-value

$$F = \frac{\text{Mean square of samples means}}{\text{Mean square of individual}}$$

ถ้า F คำนวณน้อยกว่า F ตาราง (ยอมรับ H_o) หมายความว่า ปริมาณของคลอร์ไพริฟอสในดินระหว่างระดับความลึก จากทุกเดือน ของทุกสถานีเก็บตัวอย่าง ไม่แตกต่างกัน

ถ้า F คำนวณมากกว่า F ตาราง (ยอมรับ H_i) หมายความว่า ปริมาณของคลอร์ไพริฟอสในดินระหว่างระดับความลึก จากทุกเดือนของทุกสถานีเก็บตัวอย่าง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

4.2 เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดิน <u>ทั้ง 4 เดือน</u> ทุกระดับความลึก ของทุกสถานีเก็บตัวอย่าง

สมมติฐาน, การทดสอบ, การวิเคราะห์และการสรุปผลทำนองเดียวกับ 4.1

4.3 เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดิน <u>ทั้ง 4 สถานี</u> ทุกระดับความลึก ของทุกเดือนที่เก็บตัวอย่าง

สมมติฐาน, การทดสอบ, การวิเคราะห์และการสรุปผลทำนองเดียวกับ 4.1

4.4 เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดิน **ระหว่างฤดูฝนและฤดูหนาว** ทุกระดับความลึก ของทุกสถานีที่เก็บตัวอย่าง

สมมติฐาน, การทดสอบ, การวิเคราะห์และการสรุปผลทำนองเดียวกับ 4.1

4.5 เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดิน ในแต่ละระดับความลึก **ทั้ง 4 เดือน** ของทุกสถานีเก็บที่ตัวอย่าง

สมมติฐาน $H_o : \overline{X}_1 = \overline{X}_2 = ... = \overline{X}_{16}$

$H_i : \overline{X}_1 \neq \overline{X}_2 \neq .... \neq \overline{X}_{16}$

$\overline{X}_1$-$\overline{X}_{16}$ = ปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดิน ในแต่ละระดับความลึก ทั้ง 4 เดือน ของทุกสถานีที่เก็บตัวอย่าง

ทดสอบสมมติฐาน โดยใช้ค่าสถิติ F-value

$$F = \frac{\text{Mean square of samples means}}{\text{Mean square of individual}}$$

ถ้า F คำนวณน้อยกว่า F ตาราง (ยอมรับ H_o) หมายความว่า ปริมาณของคลอร์ไพริฟอสในดิน ในแต่ละระดับความลึกทั้ง 4 เดือน ของทุกสถานีที่เก็บตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

ถ้า F คำนวณมากกว่า F ตาราง (ยอมรับ H_i) หมายความว่า ปริมาณของคลอร์ไพริฟอสในดิน ในแต่ละระดับความลึก ทั้ง 4 เดือนของทุกสถานีที่เก็บตัวอย่าง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

4.6 เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดิน ในแต่ละระดับความลึก **ทั้ง 4 สถานี** ของทุกเดือนที่เก็บตัวอย่าง

สมมติฐาน, การทดสอบ, การวิเคราะห์และการสรุปผล ทำนองเดียวกับ 4.5

4.7 เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดิน ในแต่ละระดับความลึก **ระหว่างฤดูฝนและฤดูหนาว** ของทุกสถานีที่เก็บตัวอย่าง

สมมติฐาน, การทดสอบ, การวิเคราะห์และการสรุปผล ทำนองเดียวกับ 4.5

5. การวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression)

5.1 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดิน ที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร กับตัวแปรอิสระทุกตัว (CEC, pH และอินทรีย์วัตถุ) ทั้ง 4 เดือน โดยหาความสัมพันธ์ทีละคู่ และทำการวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์เป็น 5 รูปแบบคือ

ก. Linear regression เป็นการหาสมการความสัมพันธ์ในกรณีตัวแปรอิสระแปรผันในเชิงเส้น

สมการ $y = A + Bx$

โดยที่ $B = \dfrac{n.\Sigma xy - \Sigma x.\Sigma y}{n.\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$

$A = \dfrac{\Sigma y - B\Sigma x}{n}$

$R = \dfrac{n.\Sigma xy - \Sigma x.\Sigma y}{\sqrt{(n.\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2)(n.\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2)}}$

y = ปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดิน

x = ค่าของตัวแปรอิสระ

B = ค่าความลาดชัน (slope)

A = จุดตัดแกน y (y-intercept) หรือค่าคงที่

R = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ข. Logarithmic regression เป็นการหาสมการความสัมพันธ์ในกรณีตัวแปรอิสระแปรผันในเชิงของ logarithmic

สมการของ log ฐาน 10, $y = A + B \log x$

log ฐาน e, $y = A + B \ln x$

การคำนวณค่า B, A, R แทนค่าเช่นเดียวกับ Linear regression แต่เปลี่ยนค่าของตัวแปรอิสระ (x) เป็น log x หรือ ln x เสียก่อน

ค. Exponential regression เป็นการหาสมการความสัมพันธ์ ในกรณีที่ตัวแปรตาม แปรผันในเชิงของ Exponential

สมการ $y = A.e^{B.x}$

การคำนวณค่า B, A, R แทนค่าในสมการเช่นเดียวกับ Linear regression แต่เปลี่ยนค่าของปริมาณคลอร์ไพริฟอส (y) เป็น ln y เสียก่อน

ง. Power regression เป็นการหาสมการความสัมพันธ์ในกรณีตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามแปรผันในเชิงยกกำลัง

สมการ $y = A.x^{B}$

การคำนวณค่า B, A, R แทนค่าในสมการเช่นเดียวกับ Linear regression แต่เปลี่ยนค่าของตัวแปรอิสระ (x) เป็น ln x และเปลี่ยนค่าของปริมาณคลอร์ไพริฟอส (y) เป็น ln y ก่อน

ทดสอบระดับความเชื่อมั่นของสมการความสัมพันธ์ดังกล่าว โดยทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) และความลาดชัน (B) โดยมีการตั้งสมมติฐาน

สมมติฐานของ R $H_0 : R = 0$

$H_1 : R \neq 0$

R = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอร์ไพริฟอสกับตัวแปรอิสระ

ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าสถิติ F-value

$$F = \frac{\text{Mean square (จากการคำนวณค่าความถดถอย)}}{\text{Mean square (ค่าเบี่ยงเบนจากสมการถดถอย)}}$$

ถ้า F คำนวณน้อยกว่า F ตาราง (ยอมรับ H_0) หมายความว่าปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดินไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึกเดียวกัน

ถ้า F คำนวณมากกว่า F ตาราง (ยอมรับ H_1) หมายความว่าปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดินมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึกเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

สมมติฐานของความลาดชัน (B) $H_0 : B = 0$

$H_1 : B \neq 0$

B = ค่าความลาดชันของสมการความสัมพันธ์

ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-value

$$t = \frac{B}{S_B}$$

$$S_B = \sqrt{S^2yx/\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N}}$$

$$S^2yx = \frac{[\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2/N] - (B)(\Sigma xy - \Sigma x\Sigma y/N)}{N-2}$$

ถ้า t คำนวณน้อยกว่า t ตาราง (ยอมรับ H_0) หมายความว่าไม่มีความลาดชัน (เส้นขนานกับแกน x)

ถ้า t คำนวณมากกว่า t ตาราง (ยอมรับ H_1) หมายความว่าค่าความลาดชันเป็นจริงทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

ในการพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สามารถสร้างสมการเป็นจริงได้ ต้องพิจารณาค่า R และ B ประกอบกัน โดยที่การทดสอบด้วย F-value และ t-value ต้องยอมรับ H_1 ทั้ง 2 กรณี ตัวแปรจึงมีความสัมพันธ์กันและสามารถสร้างสมการถดถอยที่เป็นจริงได้ที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

5.2 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดิน ที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร กับตัวแปรอิสระทุกตัว (CEC, pH และอินทรีย์วัตถุ) ทั้ง 4 เดือน โดยหาความสัมพันธ์ทีละคู่ และทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทั้ง 5 รูปแบบ ทำนองเดียวกับ 5.1

สมมติฐานและการทดสอบต่างๆ การวิเคราะห์และการสรุปผลเป็นเช่นเดียวกับ 5.1

5.3 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดิน ที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร กับตัวแปรอิสระทุกตัว (CEC, pH และอินทรีย์วัตถุ) ทั้ง 4 เดือน โดยหาความสัมพันธ์ทีละคู่ และทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทั้ง 5 รูปแบบ ทำนองเดียวกับ 5.1

สมมติฐานและการทดลองต่างๆ การวิเคราะห์และการสรุปผลเป็นเช่นเดียวกับ 5.1

5.4 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอร์ไพริฟอสในดิน ในเดือนกันยายน 2535 กับตัวแปรอิสระทุกตัว (CEC, pH และอินทรีย์วัตถุ) ทุกระดับความลึก โดยหาความสัมพันธ์ทีละคู่ และทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทั้ง 5 รูปแบบ ซึ่งสมมติฐานและการทดลองต่างๆ การวิเคราะห์และการสรุปผลเป็นเช่นเดียวกับ 5.1

ภาคผนวก ง

ตารางที่ ง1 แสดงค่าปริมาณคลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 1 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	คลอร์ไพริฟอส (ng/kg)	คาร์บาริล (ng/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	0.050	nd	3.02	6.9	6.10	75	18	7	sandy loam
	2	0.057	nd	3.30	3.9	6.65	75	18	7	sandy loam
	3	0.052	nd	2.62	6.9	5.29	75	18	7	sandy loam
	4	0.051	nd	2.10	7.2	4.24	75	18	7	sandy loam
2	1	nd	nd	3.42	6.9	6.91	70	16	14	sandy loam
	2	nd	nd	3.52	6.3	7.10	70	16	14	sandy loam
	3	nd	nd	4.07	7.1	8.22	70	16	14	sandy loam
	4	nd	nd	3.58	7.0	7.23	70	16	14	sandy loam
3	1	nd	nd	3.14	6.7	6.33	73	13	14	sandy loam
	2	nd	nd	3.12	7.2	6.30	73	13	14	sandy loam
	3	nd	nd	3.12	6.8	6.29	73	13	14	sandy loam
	4	nd	nd	3.11	7.0	6.28	73	13	14	sandy loam
4	1	nd	nd	3.15	7.0	6.36	72	15	13	sandy loam
	2	nd	nd	3.34	7.0	6.73	72	15	13	sandy loam
	3	nd	nd	3.04	7.0	6.13	72	15	13	sandy loam
	4	nd	nd	2.69	6.8	5.43	72	15	13	sandy loam

nd = non-detectable

ตารางที่ ง2 แสดงค่าปริมาณคลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 1 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	คลอร์ไพริฟอส (mg/kg)	คาร์บาริล (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรีย์วัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	0.018	nd	2.89	7.1	5.83	75	18	7	sandy loam
	2	0.046	nd	2.00	7.3	4.03	75	18	7	sandy loam
	3	0.020	nd	2.03	7.1	4.11	75	18	7	sandy loam
	4	nd	nd	2.94	7.7	5.93	75	18	7	sandy loam
2	1	nd	nd	2.24	6.0	4.51	70	16	14	sandy loam
	2	nd	nd	2.86	7.2	5.77	70	16	14	sandy loam
	3	nd	nd	3.62	7.5	7.31	70	16	14	sandy loam
	4	nd	nd	3.15	7.6	6.35	70	16	14	sandy loam
3	1	nd	nd	3.11	6.3	6.28	73	13	14	sandy loam
	2	nd	nd	3.09	7.1	6.24	73	13	14	sandy loam
	3	nd	nd	3.13	7.0	6.33	73	13	14	sandy loam
	4	nd	nd	3.12	7.4	6.30	73	13	14	sandy loam
4	1	nd	nd	2.41	7.1	4.87	72	15	13	sandy loam
	2	nd	nd	2.62	7.6	5.30	72	15	13	sandy loam
	3	nd	nd	3.14	8.0	6.34	72	15	13	sandy loam
	4	nd	nd	2.75	7.4	5.54	72	15	13	sandy loam

nd = non-detectable

ตารางที่ ง3 แสดงค่าปริมาณคลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 1 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	คลอร์ไพริฟอส (mg/kg)	คาร์บาริล (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	0.019	nd	2.69	7.0	5.43	75	18	7	sandy loam
	2	0.019	nd	2.58	6.7	5.21	75	18	7	sandy loam
	3	0.016	nd	3.19	7.4	6.44	75	18	7	sandy loam
	4	nd	nd	2.66	7.3	5.37	75	18	7	sandy loam
2	1	nd	nd	3.47	5.7	7.00	70	16	14	sandy loam
	2	nd	nd	2.70	7.4	5.45	70	16	14	sandy loam
	3	nd	nd	4.24	7.6	8.56	70	16	14	sandy loam
	4	nd	nd	3.39	7.2	6.83	70	16	14	sandy loam
3	1	nd	nd	3.09	6.0	6.24	73	13	14	sandy loam
	2	nd	nd	3.10	7.6	6.25	73	13	14	sandy loam
	3	nd	nd	3.14	7.0	6.34	73	13	14	sandy loam
	4	nd	nd	3.13	7.3	6.32	73	13	14	sandy loam
4	1	nd	nd	2.97	6.8	5.99	72	15	13	sandy loam
	2	nd	nd	3.33	7.1	6.72	72	15	13	sandy loam
	3	nd	nd	3.19	8.3	6.23	72	15	13	sandy loam
	4	nd	nd	2.76	7.3	5.57	72	15	13	sandy loam

nd = non-detectable

ตารางที่ ง4 แสดงค่าปริมาณคลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 2 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	คลอร์ไพริฟอส (mg/kg)	คาร์บาริล (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	0.020	nd	2.87	5.0	5.78	60	22	18	sandy clay loam
	2	0.026	nd	0.99	4.3	2.00	90	7	3	sandy loam
	3	nd	nd	1.89	4.8	3.82	76	17	7	sandy loam
	4	0.048	nd	1.81	5.4	3.65	76	17	7	sandy loam
2	1	nd	nd	3.12	5.0	6.30	57	24	19	sandy clay loam
	2	nd	nd	1.75	4.9	3.53	75	16	9	sandy loam
	3	nd	nd	2.74	5.1	5.53	70	16	4	sandy loam
	4	nd	nd	2.63	5.6	5.30	70	16	4	sandy loam
3	1	nd	nd	2.65	6.7	5.34	64	25	11	sandy clay loam
	2	nd	nd	1.83	5.2	3.70	70	20	10	sandy loam
	3	nd	nd	2.13	4.6	4.30	72	14	4	sandy loam
	4	nd	nd	2.92	5.2	5.88	72	14	4	sandy loam
4	1	nd	nd	2.65	4.8	5.35	62	25	13	sandy clay loam
	2	nd	nd	1.75	4.6	3.53	75	16	9	sandy loam
	3	nd	nd	2.20	5.7	4.44	74	16	10	sandy loam
	4	nd	nd	2.17	5.9	4.39	74	16	10	sandy loam

nd = non-detectable

ตารางที่ ง5 แสดงค่าปริมาณคลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 2 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	คลอร์ไพริฟอส (mg/kg)	คาร์บาริล (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	0.018	nd	2.27	5.4	4.58	60	22	18	sandy clay loam
	2	0.048	nd	1.53	5.0	3.08	90	7	3	sandy loam
	3	nd	nd	1.81	5.4	3.66	76	17	7	sandy loam
	4	0.014	nd	1.96	5.7	3.95	76	17	7	sandy loam
2	1	nd	nd	3.41	5.1	6.87	57	24	19	sandy clay loam
	2	nd	nd	2.39	5.0	4.82	75	16	9	sandy loam
	3	nd	nd	2.92	5.5	5.89	70	16	4	sandy loam
	4	nd	nd	2.86	5.8	5.78	70	16	4	sandy loam
3	1	nd	nd	2.57	6.3	5.19	64	25	11	sandy clay loam
	2	nd	nd	1.73	5.6	3.50	70	20	10	sandy loam
	3	nd	nd	1.12	4.9	4.28	72	14	4	sandy loam
	4	nd	nd	2.06	5.6	4.17	72	14	4	sandy loam
4	1	nd	nd	2.66	5.2	5.37	62	25	13	sandy clay loam
	2	nd	nd	1.08	5.3	2.18	75	16	9	sandy loam
	3	nd	nd	2.08	5.8	4.19	74	16	10	sandy loam
	4	nd	nd	2.15	6.0	4.35	74	16	10	sandy loam

nd = non-detectable

ตารางที่ ง6 แสดงค่าปริมาณคลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 2 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	คลอร์ไพริฟอส (mg/kg)	คาร์บาริล (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	0.010	nd	2.42	6.4	4.89	60	22	18	sandy clay loam
	2	0.021	nd	1.31	5.8	2.64	90	7	3	sandy loam
	3	nd	nd	2.01	5.6	4.06	76	17	7	sandy loam
	4	0.017	nd	1.93	6.1	3.89	76	27	7	sandy loam
2	1	nd	nd	2.80	5.4	5.65	57	24	19	sandy clay loam
	2	nd	nd	2.96	5.4	5.96	75	16	9	sandy loam
	3	nd	nd	1.73	5.5	3.50	70	16	4	sandy loam
	4	nd	nd	2.75	5.6	5.56	70	16	4	sandy loam
3	1	nd	nd	2.58	6.5	5.20	64	25	11	sandy clay loam
	2	nd	nd	1.77	5.6	3.57	70	20	10	sandy loam
	3	nd	nd	2.12	5.1	4.29	72	14	4	sandy loam
	4	nd	nd	2.06	5.7	4.15	72	14	4	sandy loam
4	1	nd	nd	2.62	5.5	5.29	62	25	13	sandy clay loam
	2	nd	nd	1.84	5.5	3.71	75	16	9	sandy loam
	3	nd	nd	2.21	5.9	4.45	74	16	10	sandy loam
	4	nd	nd	1.96	6.0	3.96	74	16	10	sandy loam

nd = non-detectable

ตารางที่ ง7 แสดงค่าปริมาณคลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 3 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	คลอร์ไพริฟอส (mg/kg)	คาร์บาริล (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	nd	nd	1.66	5.3	3.34	85	10	5	sandy loam
	2	nd	nd	1.56	5.9	3.14	88	8	4	sandy loam
	3	nd	nd	1.91	6.6	3.85	88	8	4	sandy loam
	4	nd	nd	1.09	7.1	2.20	88	8	4	sandy loam
2	1	nd	nd	2.97	5.8	5.99	70	16	14	sandy loam
	2	nd	nd	2.36	5.2	4.76	69	17	14	sandy loam
	3	nd	nd	2.38	6.5	4.80	69	17	14	sandy loam
	4	nd	nd	2.96	7.0	5.97	69	17	14	sandy loam
3	1	nd	nd	2.92	4.9	5.88	72	16	12	sandy loam
	2	nd	nd	2.40	5.6	4.84	68	17	15	sandy loam
	3	nd	nd	2.40	6.6	4.84	68	17	15	sandy loam
	4	nd	nd	2.39	6.9	4.81	68	17	15	sandy loam
4	1	nd	nd	2.25	6.5	4.54	75	15	10	sandy loam
	2	nd	nd	1.90	6.0	3.84	78	12	10	sandy loam
	3	nd	nd	2.36	6.3	4.76	78	12	10	sandy loam
	4	nd	nd	2.53	6.6	5.10	78	12	10	sandy loam

nd = non-detectable

ตารางที่ ง8 แสดงค่าปริมาณคลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 3 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	คลอร์ไพริฟอส (mg/kg)	คาร์บาริล (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	nd	nd	2.51	5.1	5.07	85	10	5	sandy loam
	2	nd	nd	2.00	5.7	4.04	88	8	4	sandy loam
	3	nd	nd	2.16	6.7	4.35	88	8	4	sandy loam
	4	nd	nd	1.78	6.7	3.60	88	8	4	sandy loam
2	1	nd	nd	3.12	5.6	6.30	70	16	14	sandy loam
	2	nd	nd	2.82	5.6	5.69	69	17	14	sandy loam
	3	nd	nd	2.99	6.3	6.04	69	17	14	sandy loam
	4	nd	nd	2.76	6.5	5.58	69	17	14	sandy loam
3	1	nd	nd	2.93	5.3	5.92	72	16	12	sandy loam
	2	nd	nd	2.43	5.9	4.91	68	17	15	sandy loam
	3	nd	nd	2.44	5.9	4.93	68	17	15	sandy loam
	4	nd	nd	2.58	6.7	5.20	68	17	15	sandy loam
4	1	nd	nd	2.65	6.3	5.34	75	15	10	sandy loam
	2	nd	nd	1.82	5.8	3.67	78	12	10	sandy loam
	3	nd	nd	2.23	6.2	4.50	78	12	10	sandy loam
	4	nd	nd	2.41	6.5	4.87	78	12	10	sandy loam

nd = non-detectable

ตารางที่ ง9 แสดงค่าปริมาณคลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 3 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	คลอร์ไพริฟอส (mg/kg)	คาร์บาริล (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	nd	nd	2.22	5.7	4.48	85	10	5	sandy loam
	2	nd	nd	2.27	6.0	4.58	88	8	4	sandy loam
	3	nd	nd	2.30	6.6	4.65	88	8	4	sandy loam
	4	nd	nd	1.55	6.6	3.13	88	8	4	sandy loam
2	1	nd	nd	3.00	5.7	6.06	70	16	14	sandy loam
	2	nd	nd	2.34	5.6	4.72	69	17	14	sandy loam
	3	nd	nd	2.77	6.4	5.60	69	17	14	sandy loam
	4	nd	nd	2.87	6.3	5.80	69	17	14	sandy loam
3	1	nd	nd	3.30	5.6	6.12	72	16	12	sandy loam
	2	nd	nd	2.43	5.8	4.91	68	17	15	sandy loam
	3	nd	nd	2.32	6.2	4.64	68	17	15	sandy loam
	4	nd	nd	2.33	6.4	4.71	68	17	15	sandy loam
4	1	nd	nd	3.02	6.5	6.10	75	15	10	sandy loam
	2	nd	nd	2.38	5.8	4.81	78	12	10	sandy loam
	3	nd	nd	1.85	6.3	3.74	78	12	10	sandy loam
	4	nd	nd	2.55	6.5	5.14	78	12	10	sandy loam

nd = non-detectable

ตารางที่ ง10 แสดงค่าปริมาณคลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 4 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	คลอร์ไพริฟอส (mg/kg)	คาร์บาริล (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	0.008	nd	0.77	5.6	1.55	84	10	6	sandy loam
	2	0.018	nd	0.04	3.9	0.09	84	10	6	sandy loam
	3	0.002	nd	0.87	5.4	1.76	84	10	6	sandy loam
	4	0.010	nd	0.72	5.8	1.44	84	10	6	sandy loam
2	1	nd	nd	1.60	5.4	3.22	70	17	13	sandy loam
	2	nd	nd	2.01	5.0	4.06	70	17	13	sandy loam
	3	nd	nd	1.14	5.0	2.29	70	17	13	sandy loam
	4	nd	nd	1.62	5.6	3.27	70	17	13	sandy loam
3	1	nd	nd	1.23	6.0	2.48	79	11	10	sandy loam
	2	nd	nd	1.27	5.7	2.56	79	11	10	sandy loam
	3	nd	nd	1.08	5.4	2.17	79	11	10	sandy loam
	4	nd	nd	1.10	5.7	2.23	79	11	10	sandy loam
4	1	nd	nd	1.25	5.8	2.52	76	14	10	sandy loam
	2	nd	nd	0.66	5.8	1.34	76	14	10	sandy loam
	3	nd	nd	1.25	5.5	2.52	76	14	10	sandy loam
	4	nd	nd	0.76	5.8	1.53	76	14	10	sandy loam

nd = non-detectable

ตารางที่ ง11 แสดงค่าปริมาณคลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 4 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	คลอร์ไพริฟอส (mg/kg)	คาร์บาริล (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	0.009	nd	0.53	4.9	1.08	84	10	6	sandy loam
	2	nd	nd	0.12	5.2	0.25	84	10	6	sandy loam
	3	0.014	nd	0.64	4.9	1.29	84	10	6	sandy loam
	4	0.002	nd	0.90	5.1	3.22	84	10	6	sandy loam
2	1	nd	nd	1.39	5.2	2.80	70	17	13	sandy loam
	2	nd	nd	1.38	5.4	2.79	70	17	13	sandy loam
	3	nd	nd	2.20	4.9	4.44	70	17	13	sandy loam
	4	nd	nd	1.91	4.9	3.85	70	17	13	sandy loam
3	1	nd	nd	1.15	6.3	2.31	79	11	10	sandy loam
	2	nd	nd	1.08	5.5	2.18	79	11	10	sandy loam
	3	nd	nd	1.10	5.3	2.23	79	11	10	sandy loam
	4	nd	nd	1.16	5.6	2.35	79	11	10	sandy loam
4	1	nd	nd	0.66	6.5	1.34	76	14	10	sandy loam
	2	nd	nd	1.33	5.4	2.69	76	14	10	sandy loam
	3	nd	nd	1.22	5.5	2.45	76	14	10	sandy loam
	4	nd	nd	1.36	5.7	2.74	76	14	10	sandy loam

nd = non-detectable

ตารางที่ ง12 แสดงค่าปริมาณคลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลในดิน และค่าตัวแปรอิสระ ที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร ณ สถานีที่ 4 ทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่	จุดเก็บที่	คลอร์ไพริฟอส (mg/kg)	คาร์บาริล (mg/kg)	ค่า CEC (meq./100g.soil)	pH (1:2.5)	อินทรียวัตถุ (%)	%sand	%silt	%clay	เนื้อดิน
1	1	0.016	nd	0.67	5.1	1.34	84	10	6	sandy loam
	2	nd	nd	0.83	5.0	1.68	84	10	6	sandy loam
	3	nd	nd	0.72	5.0	1.46	84	10	6	sandy loam
	4	0.005	nd	0.33	4.8	0.66	84	10	6	sandy loam
2	1	nd	nd	2.14	5.0	4.33	70	17	13	sandy loam
	2	nd	nd	1.76	5.0	3.55	70	17	13	sandy loam
	3	nd	nd	1.64	4.8	3.31	70	17	13	sandy loam
	4	nd	nd	1.42	4.7	2.86	70	17	13	sandy loam
3	1	nd	nd	1.16	6.9	2.33	79	11	10	sandy loam
	2	nd	nd	1.20	5.4	2.43	79	11	10	sandy loam
	3	nd	nd	1.22	5.2	2.46	79	11	10	sandy loam
	4	nd	nd	1.24	5.4	2.51	79	11	10	sandy loam
4	1	nd	nd	0.90	6.9	1.81	76	14	10	sandy loam
	2	nd	nd	0.33	5.2	0.67	76	14	10	sandy loam
	3	nd	nd	0.70	5.4	1.40	76	14	10	sandy loam
	4	nd	nd	0.41	5.4	0.83	76	14	10	sandy loam

nd = non-detectable

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์คลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลในตัวอย่างดิน

การศึกษาการปนเปื้อนของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงที่ใช้ในสนามกอล์ฟ แหลมฉบัง อินเตอร์เนชันแนล คันทรีคลับ ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ คลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริล โดยทำการวิเคราะห์ตามวิธีซึ่งปรับปรุงมาจากวิธีวิเคราะห์ของ J. Assoc.Off.Anal.Chem. (AOAC), J. Agric. Food Chem. และ Analytical Method for Pesticides and Plant Growth Regulators

1. การวิเคราะห์คลอร์ไพริฟอส

1.1 สารเคมีและอุปกรณ์

1.1.1 นอร์มัล-เฮกเซน ชนิดเออาร์เกรด (n-hexane, AR grade) ใช้สำหรับสกัดตัวอย่างดิน

1.1.2 นอร์มัล-เฮกเซน ชนิดเพสติไซด์เกรด (n-hexane, pesticide grade) สำหรับปรับปริมาตรก่อนจะฉีดเข้าเครื่องแกสโครมาโตกราฟ

1.1.3 อะซีโตน ชนิดเออาร์เกรด (acetone, AR grade) ใช้สำหรับสกัดตัวอย่างดิน

1.1.4 โซเดียม ซัลเฟต แอนไฮดรัส ชนิดเออาร์เกรด (sodium sulphate anhydrous, AR grade) ชนิดผงสำหรับดูดน้ำออกจากสารละลายเฮกเซนและอะซีโตนที่ใช้สกัดก่อนใช้ควรอบแห้งที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง

1.1.5 ฟลอริซิล ชนิดพีอาร์เกรด (florisil, PR grade) ขนาด 60-100 เมช ควรอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้

1.1.6 เครื่องเขย่า

1.1.7 เครื่องระเหยแบบ rotary vacuum evaperator

1.1.8 เครื่องกรองแบบ Buchner funnel suction

1.1.9 ตะแกรงร่อนดินขนาด 20 เมช

1.1.10 คอลัมน์ (column) และ ใยแก้ว (glass wool)

1.1.11 ขวดก้นกลมขนาด 500 มิลลิลิตร และขนาด 250 มิลลิลิตร

1.1.12 กรวยแยกสาร (seperatory funnel) ขนาด 1 ลิตร

1.1.13 เข็มฉีดยา (micro syringe) ขนาด 10 ไมโครลิตร

1.1.14 ขวดบรรจุสารที่ลดปริมาตรแล้ว (vial) ขนาด 10 มิลลิลิตร

1.1.15 เครื่องแก้วชนิดต่างๆ

1.1.16 เครื่องแกสโครมาโตกราฟ (gas chromatograph) แบบ GC 94 ซึ่งมีสภาพการใช้งานดังนี้

เครื่องตรวจ (detector) : electron capture, ^{63}Ni (ECD)

คอลัมน์ (column) : คอลัมน์แบบคะปิลลารี (capillary column) ขนาด 30 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร ภายในเคลือบด้วย 5% phenyl และ 95% dimethyl siloxane (w/w)

อุณหภูมิ (temperature) : คอลัมน์ 220 องศาเซลเซียส
เครื่องตรวจ 310 องศาเซลเซียส
เครื่องฉีด (injector) 250 องศาเซลเซียส

แกสพา (carrier gas) : แกสไนโตรเจนบริสุทธิ์ ความดัน 9 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และอัตราเร็ว 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

แกสช่วย (make up gas) : แกสไนโตรเจนบริสุทธิ์ ความดัน 39 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และอัตราเร็ว 40 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

1.2 วิธีการสกัดคลอร์ไพริฟอสจากตัวอย่างดิน

1.2.1 ชั่งตัวอย่างดินที่ผ่านการร่อนเรียบร้อยมา 50 กรัม เพื่อใช้ในการสกัด

1.2.2 นำตัวอย่างดินใส่ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 500 มิลลิลิตร เทอะซีโตน 80 มิลลิลิตร ลงไปอย่างรวดเร็ว นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่านาน 15 นาที

1.2.3 นำมากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 ด้วยเครื่องกรองแบบ Buchner funnel suction โดยทำการ rinse ด้วยอะซีโตน 15 มิลลิลิตร 2 ครั้ง

1.2.4 ถ่ายสารละลายที่กรองได้ลงในกรวยแยกขนาด 1 ลิตร เติมสารละลาย 2% ของโซเดียม ซัลเฟต แอนไฮดรัส ปริมาตร 250 มิลลิลิตร และเฮกเซน 35 มิลลิลิตร ปิดจุกกรวยแยก เขย่าจนแน่ใจว่าแยก 2 ชั้น โดยมีการเปิดระบายอากาศออกเป็นครั้งคราว จากนั้นก็ถ่ายชั้นเฮกเซนผ่านผงโซเดียม ซัลเฟต แอนไฮดรัสลงในขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร

1.2.5 สกัดสารละลายในกรวยแยกอีกครั้งด้วยเฮกเซน 35 มิลลิลิตร จากนั้นก็ถ่ายชั้นเฮกเซนลงในขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตรใบเดิม

1.2.6 นำสารละลายเฮกเซนที่สกัดได้ ไปลดปริมาตร โดยใช้เครื่องระเหยแบบ rotary vacuum evaperator จนเกือบแห้ง

1.2.7 กำจัดสิ่งเจือปน (clean up) โดยใช้คอลัมน์ที่บรรจุด้วยฟลอริซิล 13 กรัม และโซเดียม ซัลเฟต แอนไฮดรัสที่อบแล้ว 2 เซนติเมตร ล้างคอลัมน์ด้วยเฮกเซน 40 มิลลิลิตร แล้วใช้ (96+4) ของเฮกเซนและอะซีโตน 250 มิลลิลิตร เป็นตัวชะ (eluting mixture)

1.2.8 ลดปริมาตร โดยใช้เครื่องระเหยแบบ rotary vacuum evaperator จนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรด้วยนอร์มัล-เฮกเซน ชนิดเพสติไซด์เกรด ให้ได้ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เพื่อฉีดเข้าเครื่องแกสโครมาโตกราฟ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณของคลอร์ไพริฟอสในดินต่อไป

1.3 การวิเคราะห์หาปริมาณคลอร์ไพริฟอสโดยใช้เครื่องแกสโครมาโตกราฟ

ก่อนฉีดตัวอย่างครั้งแรก จะต้องฉีดสารละลายมาตรฐานของคลอร์ไพริฟอส ซึ่งมีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เสียก่อน โดยฉีดในปริมาตรที่แน่นอน คือ 5 ไมโครลิตร จะได้พีค (peak) ของสารละลายมาตรฐานของคลอร์ไพริฟอส วัดค่าที่สารละลายมาตรฐานใช้เวลาในการเคลื่อนที่จากจุดที่ฉีดสารตัวทำละลาย (solvent) ถึงจุดสูงสุดของพีคที่ปรากฏออกมา หรือที่

เรียกว่า "ค่ารีเทนชันไทม์" (retention time) แล้วฉีดสารละลายที่สกัดมาแต่ละตัวอย่าง จากนั้นก็เปรียบเทียบพีคของสารละลายมาตรฐานของคลอร์ไพริฟอส กับพีคของสารละลายที่สกัดมาจากตัวอย่างดิน แล้วหาพื้นที่ใต้พีคของคลอร์ไพริฟอสจากสารละลายมาตรฐานกับตัวอย่างนั้น เพื่อจะนำไปใช้ในการคำนวณหาความเข้มข้นของคลอร์ไพริฟอสในดินแต่ละตัวอย่างต่อไป

1.4 การคำนวณหาความเข้มข้นของคลอร์ไพริฟอสในดิน

เมื่อทราบพื้นที่ใต้พีคของคลอร์ไพริฟอส จากสารละลายมาตรฐานและจากตัวอย่างดิน การหาความเข้มข้นของคลอร์ไพริฟอสทำได้โดยเทียบกับพื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน ดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{ความเข้มข้นของคลอร์ไพริฟอสในดิน (ppm)} = \frac{BCE \times 100}{ADF}$$

เมื่อ A = พื้นที่ใต้พีคของคลอร์ไพริฟอสในสารละลายมาตรฐาน (ตารางเซนติเมตร)

B = พื้นที่ใต้พีคของคลอร์ไพริฟอสที่สกัดจากตัวอย่างดิน (ตารางเซนติเมตร)

C = ปริมาณคลอร์ไพริฟอสในสารละลายมาตรฐาน (มิลลิกรัม)

D = ปริมาตรสารละลายของคลอร์ไพริฟอสที่สกัดจากตัวอย่างดิน แล้วฉีดเข้าไปในเครื่องแกสโครมาโตกราฟ (ไมโครลิตร)

E = ปริมาตรของสารละลายที่ปรับครั้งสุดท้ายเพื่อฉีดเข้าเครื่องแกสโครมาโตกราฟ (มิลลิลิตร)

F = น้ำหนักของตัวอย่างดินที่นำมาสกัด (กรัม)

ppm = part per million (หนึ่งส่วนต่อล้านส่วน)

1.5 การหาประสิทธิภาพของการสกัด (% recovery)

เนื่องจากขั้นตอนของการสกัดคลอร์ไพริฟอสออกจากตัวอย่างดินมีความซับซ้อน ทำให้คลอร์ไพริฟอสเกิดการสูญหายได้ จึงจำเป็นต้องหาปริมาณคลอร์ไพริฟอสที่แน่นอน โดยการนำตัวอย่างดินที่ไม่มีคลอร์ไพริฟอสปนเปื้อนอยู่ หรือตัวอย่างดินที่มีคลอร์ไพริฟอสปนเปื้อนอยู่น้อยและ

ทราบปริมาณแน่นอน 50 กรัม แล้วเติมคลอร์ไพริฟอสที่ทราบปริมาณความเข้มข้นแน่นอน สกัดตามวิธีในข้อ 1.2 และวิเคราะห์โดยใช้เครื่องแกสโครมาโตกราฟ เทียบกับตัวอย่างดินที่ไม่ได้เติมคลอร์ไพริฟอส พบว่า ประสิทธิภาพของการสกัดคลอร์ไพริฟอส มีค่าร้อยละ 80

2. การวิเคราะห์คาร์บาริล

2.1 สารเคมีและอุปกรณ์

2.1.1 เมทธิลีน คลอไรด์ หรือไดคลอโรมีเทน ชนิดเออาร์เกรด (methylene chloride หรือ dichloromethane, AR grade) ใช้สำหรับสกัดตัวอย่างดิน

2.1.2 เอทธิล อะซีเตต ชนิดเพสติไซด์เกรด (ethyl acetate, pesticide grade) สำหรับปรับปริมาตรก่อนจะฉีดเข้าเครื่องแกสโครมาโตกราฟ

2.1.3 โซเดียม ซัลเฟต แอนไฮดรัส ชนิดเออาร์เกรด ชนิดผงสำหรับดูดน้ำออกจากสารละลายเมทธิลีน คลอไรด์ที่ใช้สกัด ก่อนใช้ควรอบแห้งที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง

2.1.4 ฟลอริซิล ชนิดพีอาร์เกรด ขนาด 60-100 เมช ควรอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้

2.1.5 เครื่องสกัด (soxhlet extractor)

2.1.6 เครื่องระเหยแบบ rotary vacuum evaperator

2.1.7 ตะแกรงร่อนดินขนาด 20 เมช

2.1.8 ทิมเบิล (extraction thimble) ขนาด 33x100 มิลลิเมตร

2.1.9 คอลัมน์ และ ใยแก้ว

2.1.10 ขวดก้นกลมขนาด 500 มิลลิลิตร และขนาด 250 มิลลิลิตร

2.1.11 เข็มฉีดยา ขนาด 10 ไมโครลิตร

2.1.12 ขวดบรรจุสารที่ลดปริมาตรแล้ว ขนาด 10 มิลลิลิตร

2.1.13 เครื่องแก้วชนิดต่างๆ

2.1.14 เครื่องแกสโครมาโตกราฟ แบบ GC 94 ซึ่งมีสภาพการใช้งานดังนี้

เครื่องตรวจ (detector) : electron capture, ^{63}Ni (ECD)

คอลัมน์ (column) : คอลัมน์แบบคะปิลลารี (capillary column) ขนาด 30 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร ภายในเคลือบด้วย 5% phenyl และ 95% dimethyl siloxane (w/w)

อุณหภูมิ (temperature) : คอลัมน์ 220 องศาเซลเซียส
เครื่องตรวจ 310 องศาเซลเซียส
เครื่องฉีด 280 องศาเซลเซียส

แกสพา (carrier gas) : แกสไนโตรเจนบริสุทธิ์ ความดัน 9 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และอัตราเร็ว 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

แกสช่วย (make up gas) : แกสไนโตรเจนบริสุทธิ์ ความดัน 40 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และอัตราเร็ว 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

2.2 วิธีการสกัดคาร์บาริลจากตัวอย่างดิน

2.2.1 ชั่งตัวอย่างดินที่ผ่านการร่อนเรียบร้อยมา 50 กรัม ใส่ลงในทิมเบิลขนาด 33x100 มิลลิเมตร ปิดด้านบนด้วยสำลีสะอาด เพื่อใช้ในการสกัด

2.2.2 สกัดโดยใช้เครื่องสกัด โดยใช้เมทธิลีน คลอไรด์ 250 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง

2.2.3 ถ่ายสารละลายที่สกัดได้ลงในขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร

2.2.4 นำสารละลายดังกล่าวไปลดปริมาตร โดยใช้เครื่องระเหยแบบ rotary vacuum evaperator จนเกือบแห้ง

2.2.5 กำจัดสิ่งเจือปน โดยใช้คอลัมน์ที่บรรจุด้วยฟลอริซิล 13 กรัมและโซเดียมซัลเฟต แอนไฮดรัสที่อบแล้ว 2 เซนติเมตร ใช้เมทธิลีน คลอไรด์ 250 มิลลิลิตร เป็นตัวชะ

2.2.6 ลดปริมาตร โดยใช้เครื่องระเหยแบบ rotary vacuum evaperator จนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรด้วยเอทธิล อะซีเตตชนิดเพสติไซด์เกรด ให้ได้ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เพื่อฉีดเข้าเครื่องแกสโครมาโตกราฟ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณของคาร์บาริลในดินต่อไป

2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บาริลโดยใช้เครื่องแกสโครมาโตกราฟ

ก่อนฉีดตัวอย่างครั้งแรก จะต้องฉีดสารละลายมาตรฐานของคาร์บาริล ซึ่งมีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เสียก่อน โดยฉีดในปริมาตรที่แน่นอน คือ 5 ไมโครลิตร จะได้พีคของสารละลายมาตรฐานของคาร์บาริล วัดค่ารีเทนชันไทม์ แล้วฉีดสารละลายที่สกัดมาแต่ละตัวอย่าง จากนั้นก็เปรียบเทียบพีคของสารละลายมาตรฐานของคาร์บาริล กับพีคของสารละลายที่สกัดมาจากตัวอย่างดิน แล้วหาพื้นที่ใต้พีคของคาร์บาริลจากสารละลายมาตรฐานกับตัวอย่างนั้น เพื่อจะนำไปใช้ในการคำนวณหาความเข้มข้นของคาร์บาริลในดินแต่ละตัวอย่างต่อไป

2.4 การคำนวณหาความเข้มข้นของคาร์บาริลในดิน

เมื่อทราบพื้นที่ใต้พีคของคาร์บาริลจากสารละลายมาตรฐานและจากตัวอย่างดิน การหาความเข้มข้นของคาร์บาริล ทำได้โดยเทียบกับพื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน สูตรการคำนวณหาความเข้มข้นของคาร์บาริล คือสูตรเดียวกับที่ใช้ในการคำนวณหาความเข้มข้นของคลอร์ไพริฟอส

2.5 การหาประสิทธิภาพของการสกัด

เนื่องจากขั้นตอนของการสกัดคาร์บาริลออกจากตัวอย่างดินมีความสลับซับซ้อน ทำให้คาร์บาริลเกิดการสูญหายได้ จึงจำเป็นต้องหาปริมาณคาร์บาริลที่แน่นอน โดยการนำตัวอย่างดินที่ไม่มีคาร์บาริลปนเปื้อนอยู่ หรือตัวอย่างดินที่มีคาร์บาริลปนเปื้อนอยู่น้อยและทราบปริมาณแน่นอนมา 50 กรัม แล้วเติมคาร์บาริลที่ทราบปริมาณความเข้มข้นแน่นอน สกัดตามวิธีในข้อ 2.2 และวิเคราะห์โดยใช้เครื่องแกสโครมาโตกราฟ เทียบกับตัวอย่างดินที่ไม่ได้เติมคาร์บาริล พบว่าประสิทธิภาพของการสกัดคาร์บาริล มีค่าร้อยละ 80-85

การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติบางประการของดิน

ลักษณะสมบัติของดิน	วิธีวิเคราะห์
ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน	Walkly-Black method
CEC	displacement-distillation for ammonium
เนื้อดิน	hydrometer
pH	pH meter

ประวัติผู้เขียน

นางสาว ศิวพร คชารักษ์ เกิดเมื่อวันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ.2511 ที่จังหวัดชัยนาท สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ.2532 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2533