

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- เกษตรเคมี, กอง. 2528. คู่มือวิธีวิเคราะห์ดินทางเคมีและฟิสิกส์. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร.
- ควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, กอง. 2537. การขึ้นทะเบียนวัตถุมีพิษทางการเกษตรในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร.
- จัดการคุณภาพน้ำ, กอง. 2538. เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำ และมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ.
- จัดการสารอันตรายและกากของเสีย, กอง. 2536. คำมาตรฐานความปลอดภัยของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ.
- ธรรมบุญ วิจารณ์บูรานนท์ และคณะ. 2537. การปนเปื้อนของคลอรีนไฟฟอส คาร์บาริล ไนเตรต และฟอสเฟตในดิน น้ำและตะกอน บริเวณสนามกอล์ฟติดกับอ่างเก็บน้ำหนองกลางดง จังหวัดชลบุรี. รายงานฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพมหานคร: คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นวลศรี ทศพัชร. 2534. การใช้ปุ๋ยและสารพิษการเกษตร. ใน สมาคมสร้างสรรค์ไทย. กอล์ฟกับสิ่งแวดล้อม. หน้า 33-34. กรุงเทพมหานคร: เอเซียฟาร์คเคชั่น.
- บรรพต ฌ บ่อมเพชร. 2524. คู่มือหลักการควบคุมแมลงศัตรูพืช: ความรู้พื้นฐานและความปลอดภัยเกี่ยวกับยาปราบศัตรูพืช. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีววินทรีย์แห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุษราภรณ์ สutti และพัชรี แสนจันทร์. 2534. การสลายตัวของยาปราบศัตรูพืชและผลกระทบของยาต่อสิ่งแวดล้อม. แก่นเกษตร 19 (พฤษภาคม-มิถุนายน): 120-128.

- ประภัสสร พิมพ์พันธ์. 2532. สารพิษในแหล่งน้ำและแนวทางแก้ไข. ข่าวสารวัดภูมิพิช
16 (กรกฎาคม-กันยายน): 130-137.
- ประยูร ดีมา. 2517. วัดภูมิพิชที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ศัตรูมนุษย์และสัตว์กับ
สิ่งแวดล้อม. ข่าวสารวัดภูมิพิช 1 (พฤษภาคม): 23-39.
- พงศ์ศิริ เสงี่ยมกุล. 2527. นิเวศวิทยาทางดินและสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ. กรุงเทพมหานคร:
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535. 2535.
- ภูมิอากาศ, กอง. 2539. สถิติภูมิอากาศในคาบ 40 ปี (พ.ศ. 2494-2537) ณ สถานี
ตรวจอากาศชลบุรี. กรุงเทพมหานคร: กรมอุตุนิยมวิทยา. (อัดสำเนา)
- มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กอง. 2530. คู่มือการเก็บและรักษาตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์
สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการ
สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2529. โครงการจัดหาข้อมูลสารมีพิษตกค้าง
ในอาหาร. รายงานผลการศึกษาวิจัย. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการ
แห่งชาติว่าด้วยมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ.
- วิเชียร วัฒนวัฒนนท์. 2517. การดูดซึมและการเคลื่อนย้ายยาฆ่าแมลงจากดินชั้นสู่พืช.
ข่าวสารวัดภูมิพิช 1 (พฤษภาคม): 12-15.
- ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป. 2535. การวิเคราะห์คุณภาพดินและน้ำบริเวณสนามกอล์ฟ
แหลมฉบังอินเตอร์เนชั่นแนล คันทรีคลับ. รายงานเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร:
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิวาภรณ์ สกลเที่ยงตรง. 2527. การสลายตัวของคลอร์ไพริฟอสที่มีสารรังสีคาร์บอนในดิน
และในใบข้าวโพด ข่าวสารวัดภูมิพิช 11 (มีนาคม-เมษายน): 48-65.
- ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2534. ผลกระทบของสารเคมีต่อดินและสภาพแวดล้อม. วารสาร
พัฒนาที่ดิน 28 (มีนาคม): 39-55.

- สมปอง ทองดีแท้ และคณะ. 2528. วิจัยความเป็นพิษของวัตถุมีพิษที่ใช้กับพืชผักต่อปลา และสัตว์น้ำบางชนิด รายงานผลการค้นคว้าวิจัย. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร.
- สุเทพ เรืองวิเศษ. 2533. ศัพท์ทางพิษวิทยา. ข่าวสารพิษและสารอันตราย 1 (มกราคม-เมษายน): 44-47.
- สุธรรม สิทธิชัยเกษม. 2528. สารปราบศัตรูพืชในแหล่งน้ำ. กรุงเทพมหานคร: คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิมล เลิศวีระศิริกุล และบังเอิญ สีมา. 2534. วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในแหล่งน้ำจากบริเวณสนามกอล์ฟ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย. กรุงเทพมหานคร: กองวัตถุมีพิษการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร.

ภาษาอังกฤษ

- APHA, AWWA and WPCF. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th ed. Washington: American Public Health Association.
- Bennett, R.S. 1994. Do Behavioral Responses to Pesticide Exposure Affect Wildlife Population Parameters? In Wildlife Toxicology and Population Modeling. pp. 241-250. London: CRC Press.
- Brady, N.C. 1984. Soil and Chemical Pollution. In The Nature and Properties of Soils. 9 th ed. New York: Macmillan Publishing Company.
- Cohen., et al. 1990. A Ground Water Monitoring Study for Pesticides and Nitrates Associated with Golf Courses on Cape Cod. Ground Water Monitoring Review. 10(1): 160-173.

- Dow Chemical Company. n.d. Lorsban Insecticides. Technical Information Bulletin. Agricultural Products Department. Midland, Michigan. (Mimeographed)
- Edwards, C.A. 1973. Pesticide Residues in Soil and Water. In Environmental Pollution by Pesticides. pp. 410-451. London: Plenum Press.
- _____. 1976. Persistent Pesticides in the Environment. 2 nd ed. Ohio: CRC Press.
- _____. 1977. Nature and Origins of Pollution of Aquatic Systems by Pesticides. In Pesticides in Aquatic Environments. pp. 11-38. New York: Plenum Press.
- Francis, B.M. 1994. Toxic Substances in the Environment. New York: A Wiley-Interscience Publication.
- Gaines, T.B., 1960 cited by American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1986. Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. 5 th ed. pp. 50. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- Getzin, L.W. 1981. Degradation of Chlorpyrifos in Soil: Influence of Autoclaving, Soil Moisture, and Temperature. Journal of Economic Entomology. 74(2): 158-162.
- Gray, H.E., 1965 cited by American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1986. Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices.

- 5 th ed. pp. 138. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- Heliovaara, K., and Vaisanen, R. 1993. Insects and Pollution. London: CRC Press.
- Hill, I.R., and Wright, S.J.L. 1978. The Behaviour and Fate of Pesticides in Microbial Environments. In Pesticide Microbiology. pp. 79-98. London: Academic Press.
- International Programme on Chemical Safety (IPCS). 1986. Carbamate Pesticides: A General Introduction. In Environmental Health Criteria 64. World Health Organization.
- _____. 1986. Organophosphorus Insecticides: A General Introduction. In Environmental Health Criteria 63. World Health Organization.
- _____. 1994. Carbaryl. In Environmental Health Criteria 153. World Health Organization.
- Kenaga, E.E. 1975. Evaluation of the Hazard of Pesticide Residues in the Environment. In Pesticide Management and Insecticide Resistance. pp. 51-95. New York: Academic Press.
- Khan, S.U. 1980. Pesticides in the Soil Environment. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Kidd, H., and James, D.R., ed., 1991. The Agrochemical Handbook. 3 rd. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Matsumura, F., and Benezet, H.J. 1978. Microbial Degradation of Insecticides. In Pesticide Microbiology. pp 623-659. London: Academic Press.

- McEwen, F.L., and Stephenson, G.R. 1979. The Use and Significance of Pesticides in the Environment. New York: A Wiley-Interscience Publication.
- Menzer, R.E., and Nelson, J.O. 1980. Water and Soil Pollutants. In Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. 2 nd ed. New York: Macmillian Publishing.
- Murphy, S.D. 1980. Pesticides. In Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. 2 nd ed. New York: Macmillan Publishing.
- Silver Platter International N.V. 1985-1995. TOXLINE PLUS Database on Silver Platter PC-SPIRS version 3.30 [Compact disc CD-ROM]. North America.
- Smith, G.N. 1968. Ultraviolet light decomposition studies with Dursban and 3,5,6 - trichloro - 2 - pyridinol. Journal of Economic Entomology. 16: 146.
- Statham., et al., 1975 cited by Menzie, C.M., 1980. Metabolism of Pesticides Update III. Special Scientific Report- Wildlife no. 232. United States Department of the Interior. Washington, D.C.
- Worthing, C.R., and Walker, S.B., ed., 1987. The Pesticide Manual: A World Compendium. 8 th ed. Great Britain: The British Crop Protection Council.
- United Nations. 1991. Agro - Pesticides : Properties and Function in Integrated Crop Protection. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP). Bangkok.

_____. 1993. IRPTC Legal File 1992-1993. Regulations and Guidelines on Chemicals: An Extract of the IRPTC Data Bank vol.1 IRPTC. New York.

United Nations Environment Programme (UNEP). 1993. IRPTC PC Database (c) version: 2.0 (full) [Computer program]. Geneva: International Register of Potentially Toxic Chemical (IRPTC). (serial number 9309-2002).



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ผลกระทบจากการใช้สารคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

1. สิ่งมีชีวิตในน้ำ

1.1 การศึกษาถึงผลของคาร์บาริลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ปรากฏผลต่าง ๆ คือ คาร์บาริลเป็นพิษน้อยต่อหอยน้ำจืด และหอยทะเล พวก clams , mussels และ oysters ความเป็นพิษเฉียบพลันเกิดขึ้นในหอยตัวเต็มวัยที่ระดับความเข้มข้นของคาร์บาริลอยู่ในช่วง 1-100 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบว่า ตัวอ่อนและตัวไม่เต็มวัยไวต่อคาร์บาริลมากกว่าตัวไม่เต็มวัยที่แก่กว่า และตัวเต็มวัย (IPCS, 1994)

คาร์บาริลแตกตัวให้ 1-naphthyl glucuronide และ 5,6-dihydro-5,6-dihydroxycarbaryl ใน rainbow trout (Salmo gairdneri) (Statham., et al., 1975)

David and Butler, 1961, 1962 พบว่าคาร์บาริลแบบผงผสมน้ำ หรือ 80% W.P. (wetttable powder) ปริมาณความเข้มข้น 1.0-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้การพัฒนาของตัวอ่อนและการเจริญเติบโตของ oysters (Crassostrea virginica) และพวก clams (Venus mercenaria) ลดลง (quoted in IPCS, 1994)

การแตกตัวทำปฏิกิริยากับน้ำของคาร์บาริล ทำให้ได้ 1-naphthol ซึ่งมีพิษน้อยต่อกุ้ง และ daphnids นอกจากนี้ยังพบว่า แมลงที่อาศัยอยู่ในน้ำไวต่อการได้รับคาร์บาริล ส่วน Plecoptera (stoneflies) และ Ephemeroptera (mayflies) ไวต่อการได้รับคาร์บาริลมากที่สุด (IPCS, 1994)

ค่าความเป็นพิษของคาร์บาริลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ มีดังนี้

Edmiston., et al., 1985 พบค่า LC_{50}^* ของคาร์บาริลใน Paramecium multimicronucleatum เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 28 ไมโครกรัมต่อลิตร (quoted in IPCS, 1994)

ค่า LC_{50}^* ของคาร์บาริลใน crustacea พวก water fleas , mysid shrimps เท่ากับ 5-9 ไมโครกรัมต่อลิตร scud เท่ากับ 8-25 ไมโครกรัมต่อลิตร และ crayfish เท่ากับ 500-2,500 ไมโครกรัมต่อลิตร (IPCS, 1994)

การทดลองหาระดับความเป็นพิษของคาร์บาริลที่มีต่อปลาตะเพียนขาว (Puntius gonionotus) เพื่อหาค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน ปรากฏว่า ค่า LC_{50}^* เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 0-5 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร (สมปอง ทองดีแท้ และคณะ, 2528)

ค่า LC_{50}^* ของคาร์บาริลในปลา bluegill และปลา rainbow trout เป็นเวลา 96 ชั่วโมง เท่ากับ 6.76 และ 1.95 ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ (Francis, 1994)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* LC_{50} (Median lethal concentration) คือ ความเข้มข้นของสารที่ได้จากการคำนวณทางสถิติจากผลการทดลองซึ่งเมื่อให้กับสัตว์ทดลองชนิดหนึ่ง ๆ แล้วคาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองจำนวนหนึ่ง (ร้อยละ 50) ตายภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้ของการทดลองนั้น ๆ (สุเทพ เรืองวิเศษ, 2533)

1.2 การศึกษาถึงผลของคลอรีไพริฟอสต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ปรากฏผลต่าง ๆ คือ

คลอรีไพริฟอสเป็นพิษต่อปลาหลายชนิด รวมทั้งสิ่งมีชีวิตอื่นในน้ำ (Dow Chemical Company., n.d.) และเป็นพิษสูงต่อปลาโดยเฉพาะอย่างยิ่งปลา bluegills ไวต่อคลอรีไพริฟอสมาก นอกจากนี้ยังเป็นพิษต่อ cladocerans amphipods และ mayfly naiads ดังนั้นเมื่อใช้สารชนิดนี้จึงควรระมัดระวังเป็นอย่างมากต่อสัตว์น้ำ (UNEP, 1993)

คลอรีไพริฟอสใช้กำจัดยุงในพื้นที่ชุ่มน้ำ และยังมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอื่นในแหล่งน้ำ แม้ว่าจะมีความเข้มข้นในปริมาณต่ำ คลอรีไพริฟอสเกาะติดกับอินทรีย์วัตถุได้จึงทำให้ตกค้างเพิ่มมากขึ้น จากเหตุการณ์รั่วไหลของคลอรีไพริฟอสลงสู่แม่น้ำ Roding ที่เมือง Essex สหราชอาณาจักร ทำให้พวกอาร์โทรพอดตาย แต่พวก annelids (Oligochaeta, Hirudinea) และ molluse รอดชีวิต ปริมาณสารตกค้างคลอรีไพริฟอสลดลงต่ำกว่า 1 ไมโครกรัมต่อลิตร ใน 11 สัปดาห์ แต่ยังคงค้างในตะกอนบริเวณห่างจากสถานที่รั่วไหล 5 กิโลเมตร (Heliovaara, and Vaisanen, 1993)

Lowe., et al., 1970 ศึกษาหอย eastern oyster (Crassostera virginica) บริเวณปากอ่าวแถบฝั่งตะวันออกของสหรัฐอเมริกาซึ่งได้รับคลอรีไพริฟอส 0.27 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ในเวลา 96 ชั่วโมง การเจริญเติบโตของเปลือกหอยลดลงร้อยละ 50 (quoted in UNEP, 1993)

Holland, 1967 ทำการศึกษาปลา spot (Leiostomus xanthurus) บริเวณปากอ่าวแถบฝั่งตะวันออกของสหรัฐอเมริกาซึ่งได้รับคลอรีไพริฟอส 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ในเวลา 48 ชั่วโมง การทำงานของอะเซทิลโคลีนเอสเตอเรสในสมอง (brain acetylcholinesterase) ของปลา spot จะถูกยับยั้งถึงร้อยละ 62 (quoted in UNEP, 1993)

สาหร่าย Chlorella sp. ที่ได้รับคลอรีไพริฟอส 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และเป็นพิษต่อสาหร่าย (UNEP, 1993)

การศึกษาในแถบฝั่งตะวันตกของสหรัฐอเมริกาในช่วงเดือนพฤษภาคม โดยฉีดพ่นคลอรีไพริฟอสแบบน้ำมัน (emulsifiable concentrate : E.C.) 0.056

กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ในสระน้ำตื้นอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบปลา green sunfish ปลา bluegills และลูกปลา carp ได้รับผลกระทบถึงตาย ส่วนปลา carp ตัวเต็มวัย และปลา mosquito ไม่ปรากฏผลกระทบ (UNEP, 1993)

ค่าความเป็นพิษของคลอรีนไฟฟอสต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ดังนี้

ค่า LC_{50} * ของคลอรีนไฟฟอสในปลา Longnose killfish ที่ได้รับ คลอรีนไฟฟอส 3.2-6.8 ไมโครกรัมต่อลิตร อุณหภูมิ 11 องศาเซลเซียส ความเค็มร้อยละ 24 เป็นเวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 6.8 ไมโครกรัมต่อลิตร และเป็นเวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 3.2 ไมโครกรัมต่อลิตร (UNEP, 1993)

ในห้องปฏิบัติการ พบว่า หอยทาก (Biomphalaria alexandrina) ที่ได้รับคลอรีนไฟฟอส 3,000 ไมโครกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตายร้อยละ 50 และ cyclops ที่ได้รับคลอรีนไฟฟอส 50 ไมโครกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตายร้อยละ 100 (UNEP, 1993)

ค่า LC_{50} * ของคลอรีนไฟฟอสในปลาน้ำจืด และปลาน้ำเค็ม เป็นเวลา 24-96 ชั่วโมง เท่ากับ 4-550 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่า LC_{50} * ลดลงเมื่อเวลานานกว่า 24-96 ชั่วโมง และ ค่า LC_{50} * เพิ่มขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น (UNEP, 1993)

ค่า LC_{50} * ของคลอรีนไฟฟอสในปลา striped bass และปลา rainbow trout เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 0.58 และ 20 ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ (McEwen, and Stephenson, 1979)

* LC_{50} (Median lethal concentration) คือ ความเข้มข้นของสารที่ได้จากการคำนวณทางสถิติจากผลการทดลองซึ่งเมื่อให้กับสัตว์ทดลองชนิดหนึ่ง ๆ แล้วคาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองจำนวนครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50) ตายภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้ของการทดลองนั้นๆ (สุเทพ เรื่องพิเศษ, 2533)

2. สิ่งมีชีวิตบนบก

2.1 การศึกษาถึงผลของคาร์บาริลต่อสิ่งมีชีวิตบนบก ปรากฏผลต่าง ๆ คือ การใช้สารกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมตพวกคาร์บาริล คาร์โบฟูแรน เมทโทมิด และบูเฟนคาร์บ ในอัตรา 0.56-5.00 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์เป็นประจำทำให้จำนวนไส้เดือนดินลดลงอย่างมาก (Heliovaara, and Vaisanen, 1993) นอกจากนี้ Thompson, 1971 ยังระบุในรายงานอีกว่า การฉีดพ่นคาร์บาริลในปริมาณ 0.5 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ ทำให้จำนวนไส้เดือนดินลดลงร้อยละ 60 (quoted IPCS, 1994)

Weber., et al., 1982 ศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์พวก saltmarsh protozoan (dominated by Euplotes sp.) พบว่าทั้งคาร์บาริลและ 1-naphthol ทำให้เกิดการตายที่สัมพันธ์กับปริมาณคาร์บาริลที่ให้ กล่าวคือ ปริมาณคาร์บาริลที่ให้ 1 มิลลิกรัมต่อลิตรทำให้เกิดการตายเป็นร้อยละ 50 และปริมาณคาร์บาริลที่ให้ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้เกิดการตายเป็นร้อยละ 100 (quoted in IPCS, 1994)

De Giovanni and Donnelly, 1968 รายงานว่าคาร์บาริลยับยั้งการเจริญเติบโตของ Bacillus subtilis (quoted in IPCS, 1994)

พิษเฉียบพลันของคาร์บาริลในนกมีค่าต่ำ การฉีดพ่นคาร์บาริลในอัตรา 1.1 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ในแปลงทดลองบริเวณป่า ไม่มีผลกระทบต่อ นก (IPCS, 1994)

การศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมในการหาอาหารของ black duck (Anas rubripes) และลูก mallard ในสระน้ำที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล และไม่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล พบว่า ในสระน้ำที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล ทำให้ black duck (Anas rybripes) และลูก mallard ใช้เวลาในการหาอาหารและมีช่วงเวลาดึกผ่อนน้อย (Bennett, 1994)

ค่าความเป็นพิษของคาร์บาริลต่อสิ่งมีชีวิตบนบก มีดังนี้

Roberts and Dorough, 1984 พบว่า คาร์บาริลมีพิษสูงต่อไส้เดือนดิน ค่า LC_{50} * ของคาร์บาริลในไส้เดือนดินเท่ากับ 9.1 ไมโครกรัมต่อตารางเมตร (quoted in IPCS, 1994) และ Neuhauser., et al., 1985 พบค่า LC_{50} * ของคาร์บาริลในไส้เดือนดิน (*Eisenia fetida* - Savigny) เท่ากับ 14 ไมโครกรัมต่อตารางเมตร (quoted in IPCS, 1994)

Alvarez, et al., 1970 ระบุว่า คาร์บาริลมีพิษสูงต่อผึ้ง ค่า LC_{50} * ของคาร์บาริลทางปากในผึ้ง เท่ากับ 0.18 ไมโครกรัมต่อผึ้ง 1 ตัว (quoted in IPCS, 1994)

* LC_{50} (Median lethal concentration) คือ ความเข้มข้นของสารที่ได้จากการคำนวณทางสถิติจากผลการทดลองซึ่งเมื่อให้กับสัตว์ทดลองชนิดหนึ่ง ๆ แล้วคาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองจำนวนครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50) ตาย ภายใต้ง่อนไขที่ระบุไว้ของการทดลองนั้น ๆ (สุเทพ เรืองวิเศษ, 2533)

** LD_{50} (Median lethal dose) คือ ปริมาณของสารที่ได้จากการคำนวณทางสถิติจากผลการทดลองซึ่งเมื่อให้กับสัตว์ทดลองชนิดหนึ่ง ๆ แล้วคาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองจำนวนครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50) ตาย ภายใต้ง่อนไขที่ระบุไว้ของการทดลองนั้น ๆ (สุเทพ เรืองวิเศษ, 2533)

ค่า LD_{50}^{**} ของคาร์บาริลทางปากแบบเฉียบพลันในหนูตัวผู้ เท่ากับ 850 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในหนูตัวเมีย เท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนค่า LD_{50}^{**} ทางผิวหนังในหนูตัวผู้และหนูตัวเมีย มีค่ามากกว่า 4,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Gaines, 1960)

ค่า LD_{50}^{**} ของคาร์บาริลใน waterfowl และ game birds มีค่ามากกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นกที่ไวต่อการได้รับคาร์บาริล คือ red-winged blackbird และพบค่า LD_{50}^{**} เท่ากับ 56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (IPCS, 1994)



ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LD_{50}^{**} (Median lethal dose) คือปริมาณของสารที่ได้จากการคำนวณทางสถิติจากผลการทดลองซึ่งเมื่อให้กับสัตว์ทดลองชนิดหนึ่ง ๆ แล้วคาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองจำนวนครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50) ตาย ภายในระยะเวลาที่ระบุไว้ของการทดลองนั้น ๆ (สุเทพ เรืองวิเศษ, 2533)

2.2 การศึกษาถึงผลของคลอรีไพริฟอสต่อสิ่งมีชีวิตบนบก ปรากฏผลต่าง ๆ คือ คลอรีไพริฟอสเป็นสารกำจัดแมลงที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีพิษต่อแมลงศัตรูพืชหลายชนิดรวมทั้งพวกอาร์โทรพอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งผึ้งงานอาจตายอย่างเฉียบพลัน เมื่อใช้ในอัตราค่า 0.011 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ (UNEP, 1993)

คลอรีไพริฟอสอาจทำให้จำนวนและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินเปลี่ยนแปลงไปเมื่อได้รับคลอรีไพริฟอสในปริมาณความเข้มข้นสูง 10-100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักดินแห้ง แต่มีแนวโน้มว่า การเปลี่ยนแปลงทั้งจำนวนและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินอาจฟื้นคืนสู่สภาพเดิมได้อย่างสมบูรณ์ในช่วงเวลาต่อมา อย่างไรก็ตาม 3,5,6-trichloro-2-pyridinol อาจมีผลกระทบต่อการทำงานของไนโตรเจนของจุลินทรีย์ (UNEP, 1993)

การใช้คลอรีไพริฟอสแบบเม็ดในอัตรา 0.056 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ ไม่มีผลกระทบต่อนก สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำพวกกบ และค้างคอก แต่คลอรีไพริฟอสแบบผงผสมน้ำ และแบบน้ำมันที่นำมาใช้ในแปลงตามอัตราที่แนะนำมีพิษสูงต่อผึ้ง (UNEP, 1993)

การฉีดพ่นคลอรีไพริฟอสแบบน้ำมัน 2.24 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ในดิน ร่วนปนทรายบริเวณทุ่งหญ้าไม่มีผลต่อจำนวนประชากรหนอนในช่วง 3-52 สัปดาห์หลังจากการฉีดพ่น แต่ตรวจพบปริมาณสารตกค้างคลอรีไพริฟอส 9.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียกของหนอนในช่วง 3 สัปดาห์หลังจากการฉีดพ่น และตรวจพบมีค่าเป็น N.D. (non-detectable) ในช่วง 52 สัปดาห์หลังจากการฉีดพ่น (UNEP, 1993)

การศึกษาในแถบฝั่งตะวันตกของสหรัฐอเมริกาโดยฉีดพ่นคลอรีไพริฟอสแบบยูแอลวี (ULV) ในอัตรา 0.012-0.026 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ ในนาข้าว อุณหภูมิ 33-36 องศาเซลเซียส พบผึ้งงาน (*Apis mellifera*) ในบริเวณที่ทำการฉีดพ่นตายถึงร้อยละ 100 และบริเวณใต้ลมห่างไป 0.4-2.0 กิโลเมตร ตายไปร้อยละ 8-100 การตายของผึ้งงานดังกล่าวกลับคืนเข้าสู่สภาพปกติหลังจากฉีดพ่น 2 วัน (UNEP, 1993)

การฉีดพ่นคลอรีไพริฟอสแบบน้ำมัน 0.112 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบนก chicks (*Citrus orchard*) มีระดับพลาสมาโคเลสเตอรอล

เอสเตอเรสลดลงร้อยละ 76 แต่ไม่มีผลต่อการทำงานของโคลีนเอสเตอเรสในสมอง (UNEP, 1993)

การได้รับคลอรีไพริฟอสในรูปแบบเทคนิคอล เกรดทางปากในนก hens ในปริมาณ 0.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวันในช่วงเวลา 45 วัน ไม่มีผลต่อการให้อาหาร น้ำหนักตัวและการผลิตไข่ ปริมาณสารตกค้างคลอรีไพริฟอสที่พบในไข่มีค่าน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณสาร 3,5,6-trichloro-2-pyridinol ที่พบในไข่มีค่าน้อยกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (UNEP, 1993)

การให้อาหารแก่สัตว์พวก mallard ที่มีคลอรีไพริฟอสในปริมาณ 80 ppm. พบว่ามีผลต่อการผสมพันธุ์ของ mallard ทำให้ลูก mallard มีชีวิตรอดได้ไม่ถึง 7 วัน เนื่องจากแม่ mallard ไม่เอาใจใส่ลูกของมัน (Bennett, 1994)

คลอรีไพริฟอสทำให้เกิดกิจกรรมการออกหาอาหารของมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และมีผลต่อความหนาแน่นของประชากร fall armyworm (Scodoptera frugiperda) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูธรรมชาติในแถบปลูกข้าวโพดเขตร้อน (Heliovaara, and Vaisanen, 1993)

การฉีดพ่นคลอรีไพริฟอส 1.12-2.24 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ หลังจากเพาะปลูก 2 สัปดาห์ พบพืช lettuce แคระแกรน และเกิดอาการซีดขาวเล็กน้อย (slight chlorosis) บริเวณหัว การเจริญเติบโตลดลงเป็นเวลา 7 วัน แต่ไม่มีผลเมื่อมีการฉีดพ่นในช่วงฤดูการเพาะปลูก และไม่มีผลต่อพืชพวกแครอท และหัวหอม (UNEP, 1993)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความเป็นพิษของคลอรีนไฟฟอสต่อสิ่งมีชีวิตบนบก มีดังนี้

ค่า LD_{50}^{**} ของคลอรีนไฟฟอสใน mallard ตัวเต็มวัยที่ได้รับคลอรีนไฟฟอสทางปากแบบเจือปนมีค่าเท่ากับ 70-80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน และมีค่า LC_{50}^* เท่ากับ 700-800 ppm. ส่วนค่า LD_{50}^{**} ของคลอรีนไฟฟอสใน mallard อายุ 5-7 วัน ที่ได้รับคลอรีนไฟฟอสทางปากมีค่าเท่ากับ 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน และมีค่า LC_{50}^* เท่ากับ 180 ppm. (Kenaga, 1975)

ค่า LD_{50}^{**} ของคลอรีนไฟฟอสใน bobwhite อายุ 1-5 วันที่ได้รับคลอรีนไฟฟอสมีค่าเท่ากับ 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน และมีค่า LC_{50}^* เท่ากับ 449 ppm. (Dow Chemical Company, n.d.)

ค่า LD_{50}^{**} ของคลอรีนไฟฟอสทางปากแบบเจือปนในหนูตัวผู้ตัวเต็มวัย เท่ากับ 135 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในหนูตัวเมียตัวเต็มวัยเท่ากับ 163 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนค่า LD_{50}^{**} ทางผิวหนังแบบเจือปนในกระต่าย ประมาณ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Gray, 1965)

* LC_{50} (Median lethal concentration) คือ ความเข้มข้นของสารที่ได้จากการคำนวณทางสถิติจากผลการทดลองซึ่งเมื่อให้กับสัตว์ทดลองชนิดหนึ่ง ๆ แล้วคาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองจำนวนครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50) ตายภายในเงื่อนไขที่ระบุไว้ของการทดลองนั้น ๆ (สุเทพ เรื่องวิเศษ, 2533)

** LD_{50} (Median lethal dose) คือปริมาณของสารที่ได้จากการคำนวณทางสถิติจากผลการทดลองซึ่งเมื่อให้กับสัตว์ทดลองชนิดหนึ่ง ๆ แล้วคาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองจำนวนครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50) ตายภายในเงื่อนไขที่ระบุไว้ของการทดลองนั้น ๆ (สุเทพ เรื่องวิเศษ, 2533)

ภาคผนวก ๒

พันธุ์หญ้าที่ปลูกในสนามกอล์ฟที่ทำการศึกษา

หญ้าแพรง

มีชื่อเรียกทั่วไปว่า bermudagrasses หรือ couchgrasses เป็นหญ้าที่ปลูกแพร่หลายมาก มีการปรับตัวได้ดี หญ้าแพรงส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดในแถบแอฟริกาตะวันออก และแพร่กระจายไปยังเขตร้อนและเขตอบอุ่นทั่วโลก

หญ้าแพรงที่ใช้ทำสนามมีความแข็งแรงทนทาน มีลำต้นเกาะกลุ่มกันแน่น ขนาดของใบมีขนาดตั้งแต่ปานกลางในพวกหญ้าแพรงธรรมดา (common bermudagrass) จนถึงเป็นพอสละเอียดยในพวกหญ้าแพรงแอฟริกา (african bermudagrass) มีสีเขียวอ่อนจนถึงสีเขียวเข้ม ลำต้นใต้ดินและลำต้นที่เลื้อยบนดินสานกันเป็นแผ่นแน่น มีระบบรากที่แผ่ขยายกว้าง และยิ่งลักษณะขยายพันธุ์ส่วนใหญ่ใช้ส่วนของลำต้นโด้ยปลูกเป็นแผ่นใหญ่ (sod) ยกเว้นการขยายพันธุ์ของหญ้าแพรงธรรมดาเท่านั้นที่สามารถใช้เมล็ดได้ หญ้าแพรงมีอัตราการเจริญเติบโตรวดเร็วที่สุดในกลุ่มหญ้าสนามเขตร้อน สามารถเจริญเติบโตได้รวดเร็วหลังจากปลูก มีการฟื้นตัวหลังจากถูกทำลายด้วยโรค แมลง และการเหยียบย่ำได้ดี และสามารถทนต่อการฉีกขาด

หญ้าแพรงที่ใช้ทำสนามหญ้าโด้ยเฉพาะสนามกอล์ฟได้รับการพัฒนาขึ้นมาหลาย ๆ สายพันธุ์โด้ยการผสมพันธุ์ระหว่างหญ้าแพรงต่างชนิดกัน ส่วนใหญ่ขยายพันธุ์โด้ยส่วนของลำต้น เพื่อให้ได้ลักษณะตรงตามพันธุ์ แต่ละพันธุ์มีความแตกต่างในด้านความกว้างของใบ สี ความยาวของปล้อง ความยาวของกาบหุ้มใบ อัตราการเจริญเติบโตของต้นหญ้า ความแน่นของดิน ความต้านทานโรค ความทนทานต่อความชื้นและความแห้งแล้ง โด้ยลักษณะเหล่านี้ใช้เป็นพื้นฐานในการจำแนกหญ้าแพรงพันธุ์ต่าง ๆ พันธุ์หญ้าแพรงที่นำมาใช้ในสนามกอล์ฟที่ทำการศึกษา คือ

1. *tifdwarf* เป็นเหี่ยวลู่ผสมระหว่างเหี่ยวแพรกธรรมดาและเหี่ยวแพรกแอฟริกา มีใบเล็กสีเขียวเข้ม เนื้อละเอียด แตกกอแน่น เจริญเติบโตไม่สูงจากพื้นดิน มีอัตราการเติบโตช้า ค่อนข้างทนต่อร่มเงา ทนทานต่อการตัดชิดดินได้ดีมาก ต้องการการดูแลรักษา ค่อนข้างสูง ไม่ทนทานต่อแมลงและหนอนใยสนามหญ้า (sod webworm) นิยมใช้บนกรีน

2. *tifway* เป็นเหี่ยวลู่ผสมระหว่างเหี่ยวแพรกธรรมดาและเหี่ยวแพรกแอฟริกา ใบค่อนข้างละเอียด สีเขียวเข้ม แผ่นใบค่อนข้างกระด้าง แตกกอแน่น อัตราการเติบโตมีความทนทานต่อแมลงต่าง ๆ ได้ดี นิยมใช้บนแฟร์เวย์และที-ออฟ (ธรรมนุญ วิจารณ์บุรานนท์, 2537)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

สารกำจัดแมลงที่ใช้ในสนามกอล์ฟที่ทำการศึกษา

1. คาร์บาริล

1.1 การบ่งลักษณะ (identification)

ชื่อทางเคมี 1-naphthyl-N-methyl-carbamate

(CAS chemical name) : 1-naphthalenylmethyl
carbamate

(systematic name) : 1-naphthalenol,
methylcarbamate

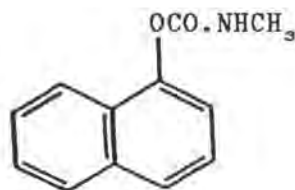
CAS registry number : 63-25-2

ชื่อสามัญ carbaryl

ชื่อการค้า Arilat, Bercema, Carbatox, Dicarbam,
Monsur, Murvin, Pomex, Sevin, Vioxan

ชื่ออื่น ๆ alpha-naphtalenyl methyl carbamate;
alpha-naphthyl N-methylcarbamate; carbamic
acid; methyl-,1-naphthyl ester; 1-naphthyl
methylcarbamate

สูตรโครงสร้าง



สูตรโมเลกุล $C_{12}H_{11}NO_2$

1.2 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี (physical and chemical properties)

สถานะทางกายภาพ เป็นของแข็ง เป็นผลึก ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น

น้ำหนักโมเลกุล 201.23

จุดหลอม 142 องศาเซลเซียส

จุดเดือด ย่อยสลายได้ (decomposing) โดยการกลั่น

จุดวาบไฟ 193 องศาเซลเซียส

ความหนาแน่น 1.232 ที่ 20 องศาเซลเซียส

ความดันไอ 1.17×10^{-6} ถึง 3.1×10^{-7} มิลลิเมตร

ปรอทที่ 24-25 องศาเซลเซียส

การละลาย - ละลายในสารละลายอินทรีย์

- ละลายในน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

เท่ากับ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร

- ละลายในน้ำมันข้าวโพด

ความเสถียร เสถียรในสภาพที่เป็นกรดและแตกตัวทำปฏิกิริยากับ

น้ำได้ง่ายในสภาพที่เป็นด่าง

1.3 กรรมวิธีในการเตรียม

เตรียมได้จากปฏิกิริยาของ 1-naphthol กับ methylisocyanate หรือเตรียมได้จากปฏิกิริยาของ phosgene กับ 1-naphthol หลังจากนั้นจึงทำปฏิกิริยากับ methylamine

1.4 การใช้

มีการนำคาร์บาริลมาใช้เป็นสารกำจัดแมลง (ประเภทสัมผัสผัดตาย และกินตาย) ใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชได้อย่างกว้างขวางและใช้เป็นสารกำจัดไร (acaricide) และสารกำจัดหอยทาก (molluscicide) เพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช เช่น ศัตรูข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ละหุ่ง ปาล์มน้ำมัน ทุเรียน ส้มเขียวหวาน มะม่วง แดง แดงโหม มันฝรั่งที่ใช้เป็นหัวพันธุ์ ใช้กำจัดแมลงวันทองในกระท้อน ชมพู่ พุทรา และใช้กำจัดต๊กแตน คาร์บาริลสังเคราะห์ได้ครั้งแรกเมื่อปีพ.ศ. 2496 และในปี พ.ศ. 2501 บริษัท ยูเนียน คาร์ไบด์ เริ่มผลิตเป็นการค้า คาร์บาริลอยู่ในรูปสูตรผสมทั้งแบบผงผสมน้ำ 50% W.P. และ 85% W.P. แบบน้ำเข้มข้นแขวนลอยหรือน้ำขุ่น (F) 4%, 5% และ 10% แบบผงฝุ่น 1.75-50% แบบเม็ดและแบบเหยื่อพิษ คาร์บาริลมีมากกว่า 290 สูตรผสม และมีมากกว่า 1,500 ผลิตภัณฑ์

อัตราที่แนะนำให้ใช้ คือ 0.25-2.7 กิโลกรัมของสารออกฤทธิ์ (active ingredient) ต่อพื้นที่ 1 เฮคตาร์ เพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชหลายชนิด

อัตราที่แนะนำให้ใช้กำจัดแมลงศัตรูพืชโดยทั่วไป คือ 40-60 กรัม ผสมน้ำ 20 ลิตร (ประมาณ 4-6 ชั่วโมงก่อนต่อน้ำ 1 ปีบ) พ่นเมื่อแมลงระบาด (กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2537)

(Worthing, and Walker, 1987; Kidd, and James, 1991; IPCS, 1994)

2. คลอรัไพริฟอส

2.1 การบ่งลักษณะ (identification)

ชื่อทางเคมี O,O-diethyl O-3,5,6-trichloro-2-pyridyl
phosphorothioate

O,O-diethyl O-(3,5,6-trichloro-2-pyridinyl)
phosphorothioate

(systematic name) : Phosphorothioic acid,
O,O,-diethyl O-(3,5,6-
trichloro-2-pyridinyl)
ester

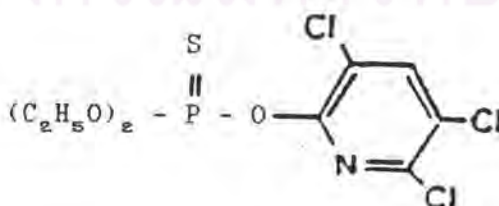
CAS registry number : 2921-88-2

ชื่อสามัญ chlorpyrifos

ชื่อการค้า Dursban, Lorsban, Piridane, Silrifos,
Talon, Zidil

ชื่ออื่น ๆ Dursbam; Phosphorothioic acid, O,
O-diethyl O-(3,5,6-trichloro-2-
pyridyl; chlorpyrifos; chlorpyriphos-
ethyl; chlorpyrifos-ethyl

สูตรโครงสร้าง



สูตรโมเลกุล

$C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$

1.2 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี (physical and chemical properties)

สถานะทางกายภาพ	เป็นของแข็ง เป็นผลึก ไม่มีสี กลิ่นอ่อนคล้ายเมอร์แคปเทน
น้ำหนักโมเลกุล	350.6
จุดหลอม	42.5-43 องศาเซลเซียส
ความดันไอ	1.87 x 10 ⁻⁵ มิลลิเมตรปรอทที่ 25 องศาเซลเซียส
	8.87 x 10 ⁻⁵ มิลลิเมตรปรอทที่ 35 องศาเซลเซียส
การละลาย	- ละลายในสารละลายอินทรีย์ - ละลายในออกเทน (790 กรัมต่อกิโลกรัม) - ละลายในเมทานอล (430 กรัมต่อกิโลกรัม) - ละลายในน้ำได้ต่ำมาก (0.0002 กรัมต่อน้ำ 100 กรัม หรือ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส
ความเสถียร	แตกตัวทำปฏิกิริยากับน้ำได้ดีเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น หรืออยู่ในสภาพที่เป็นต่าง

1.3 กรรมวิธีในการเตรียม

เตรียมได้จากปฏิกิริยาของ 3,5,6-trichloropyridin-2-ol กับ 0,0-diethyl phosphochloridothioate

1.4 การใช้

ใช้เป็นสารกำจัดแมลง (ประเภทสัมผัสตาย กินตาย ไอระเหยไม่ดูดซึม) เพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ ศัตรูฝ้าย ข้าวโพด ข้าว ส้ม ถั่วลิสง ถั่วเหลือง มันฝรั่ง อ้อย ยาสูบ และศัตรูในเคหะสถาน

อัตราที่แนะนำให้ใช้กำจัดแมลงศัตรูพืชโดยทั่วไป คือ 12.5-45 ซีซี
ผสมน้ำ 20 ลิตร (ประมาณ 1.5-4.5 ชั่วโมงต่อน้ำ 1 ปีบ่นให้ทั่วต้นพืชเมื่อพบแมลงระบาด
หรือในอัตรา 50-60 ซีซี ผสมน้ำ 20 ลิตรสำหรับกำจัดหนอนต่าง ๆ (กองควบคุมพืชและ
วัสดุการเกษตร, 2537)

(Worthing, and Walker, 1987; Kidd, and James, 1991;
UNEP, 1993)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คาร์บอนิลและคลอร์ไพริฟอสในดิน น้ำและตะกอนโดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี แมสสเปกโตรเมตรี (Gas Chromatography / Mass Spectrometry)

(US EPA Document SW 846 - 8270 Method)

1. อุปกรณ์และสารเคมี

- 1.1 เครื่องตรวจวิเคราะห์สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatographic) ชนิด mass selective detector (MSD) แบบเครื่องฉีดสารตัวอย่างอัตโนมัติ (auto - sampling device)
- 1.2 ตู้ดูดควัน (ventilated fumehood) ขณะเตรียมสารมาตรฐานและตัวอย่าง
- 1.3 เครื่องชั่งสารเคมี (วัดได้ในระดับ 0.1 มิลลิกรัม)
- 1.4 เครื่องเขย่า (tumbling apparatus) 30 ± 2 รอบต่อนาที
- 1.5 เครื่อง K-D เพื่อลดปริมาณสารละลายจากการสกัดให้น้อยลง
- 1.6 กรวยแยก (separating funnels) ขนาด 1-2 ลิตร
- 1.7 เมทิลีน คลอไรด์ ชนิดเออาร์เกรด (methylene chloride Anala R Grade)
- 1.8 อะซีโตน ชนิดเออาร์เกรด (acetone Anala R Grade)
- 1.9 ฟลอริซิล แอคทีฟเวท (florisil activated)
- 1.10 โซเดียมซัลเฟต แอนไฮไดรึส ชนิดเออาร์เกรด (anhydrous sodium sulfate analytical grade)

- 1.11 น้ำกลั่น
- 1.12 กระดาษกรอง whatman เบอร์ 4
- 1.13 เครื่องแก้วชนิดต่าง ๆ
- 1.14 สารละลายที่ใช้ในการสกัด (solvent mixture) เตรียมได้จาก 50% อะซีโตนผสมกับ 50% เมทิลีน คลอไรด์
- 1.15 สารคาร์บาริลมาตรฐาน 95%
- 1.16 สารคลอร์ไพริฟอสมาตรฐาน 99%

2. ขั้นตอนการสกัด

- 2.1 ตัวอย่างดินและตะกอน (คัดแปลงมาจาก US EPA 3550)
 - 2.1.1 ผสมตัวอย่างดินหรือตะกอนให้เข้ากันอย่างดี แล้วจึงชั่งตัวอย่างดินหรือตะกอน 50 กรัม ใส่ลงใน tumbling flask
 - 2.1.2 เติมสารละลายที่ใช้ในการสกัด (solvent mixture) 100 มิลลิลิตรลงใน tumbling flask ปิดฝาจากก่อนนำไปเขย่า
 - 2.1.3 หลังจากเขย่า 1 นาที เปิดฝาจากเพื่อไล่ความชื้นของอากาศ
 - 2.1.4 ปิดฝาจากอีกครั้ง และเขย่านาน 4 ชั่วโมง
 - 2.1.5 หลังจากเขย่านาน 4 ชั่วโมง จึงกรอง (filter) ด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 4 ทำการ rinse flask และกรองส่วนที่เหลือติดกระดาษกรองด้วยสารละลายที่ใช้ในการสกัด
 - 2.1.6 นำสารละลายที่กรองได้ไปลดปริมาตรโดยใช้เครื่อง K-D จนได้ปริมาตร 5 มิลลิลิตร
 - 2.1.7 เติมฟลูออรีซิล แอคทีฟเวท 1 กรัม เพื่อกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการ (clean-up) และเขย่าประมาณ 1 นาที ปลอ่สให้ฟลูออรีซิลตกตะกอนประมาณ 30 นาที
 - 2.1.8 นำตัวอย่างสกัดแล้ว (extract) 1 ไมโครลิตรมาฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

2.2 ตัวอย่างน้ำ (คัดแปลงมาจาก US EPA 3510)

- 2.2.1 สกัดตัวอย่างน้ำ 2.4 ลิตรในกรวยแยกโดยเติมเมทิลีนคลอไรด์ 50 มิลลิลิตร เขย่าแล้วแยกเอาส่วนที่ได้จากการสกัดเก็บไว้
- 2.2.2 ทำการสกัดตัวอย่างน้ำอีก 2 ครั้ง โดยเติมเมทิลีนคลอไรด์ครั้งละ 25 มิลลิลิตร สกัดเหมือนครั้งแรกแล้วแยกเอาส่วนที่สกัดได้มารวมกัน
- 2.2.3 หลังจากนำส่วนเมทิลีนคลอไรด์ที่สกัดได้มารวมกันแล้วจึงล้างด้วยน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตรอีกครั้ง
- 2.2.4 นำส่วนที่สกัดได้มารองผ่านโซเดียมซัลเฟต แอนไฮไดรส์เพื่อกำจัดน้ำที่อาจปนอยู่
- 2.2.5 นำสารละลายที่กรองได้ไปลดปริมาตรโดยใช้เครื่อง K-D จนได้ปริมาตร 5 มิลลิลิตร
- 2.2.6 ในกรณีที่สารละลายที่กรองได้ยังมีสารอินทรีย์อยู่มาก จนกระทั่งทำให้เมทิลีนคลอไรด์มีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลให้เติมฟลูออริซิล แอคทีฟเวท 1 กรัม เพื่อกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการ (clean-up) และเขย่าประมาณ 1 นาที ปล่องให้ฟลูออริซิลตกตะกอนประมาณ 30 นาที
- 2.2.7 นำตัวอย่างสกัดแล้ว (extract) 1 ไมโครลิตร มาฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

3. การเตรียมสารมาตรฐาน

3.1 เตรียมสารละลาย stock ของคาร์บาริล 1,000 ppm. และสารละลาย stock ของคลอร์ไพริฟอส 500 ppm. เก็บรักษาสารละลาย stock ไว้ในตู้เย็น

3.2 เตรียมสาร working standard

3.2.1 2-Fluorobiphenyl (i.s.) 20 ppm.

3.2.2 carbaryl ในช่วง 0.35-34 ppm.

3.2.3 chlorpyrifos ในช่วง 0.020-10 ppm.

4. สภาพการใช้งานของเครื่อง GC

เครื่องตรวจ (detector)	: Mass Selective Detector Mass Spectrometer
คอลัมน์ (column)	: คอลัมน์แบบคะปิลลารี (capillary column) ขนาด 30 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร ภายในเคลือบด้วย HP-5
อุณหภูมิ (oven temperature)	: 100 องศาเซลเซียส (เป็นเวลานาน 2 นาที) โดยให้ความร้อนในอัตรา 15 องศาเซลเซียส ต่อนาที 200 องศาเซลเซียส (เป็นเวลานาน 2 นาที) โดยให้ความร้อนในอัตรา 10 องศาเซลเซียส ต่อนาที 220 องศาเซลเซียส (เป็นเวลานาน 4 นาที)
อุณหภูมิเครื่องฉีด (injector temperature)	: 250 องศาเซลเซียส
แก๊สพา (carrier gas)	: แก๊สฮีเลียมบริสุทธิ์ 1.1 มิลลิลิตร ต่อนาที
mass range	: 35-350 m/e
energy	: 70 eV nominal
MS mode	: total ion scanning with electron impact ionization

Quantification	: selective ion monitoring using internal standard method
internal standard	: 2-Fluorobiphenyl
retention times	: 2-Fluorobiphenyl 7.0 นาที 170-174 m/e
	คาร์บาริล 8.4 นาที 144-145 m/e
	คลอร์ไพริฟอส 13.7 นาที 197-202 m/e

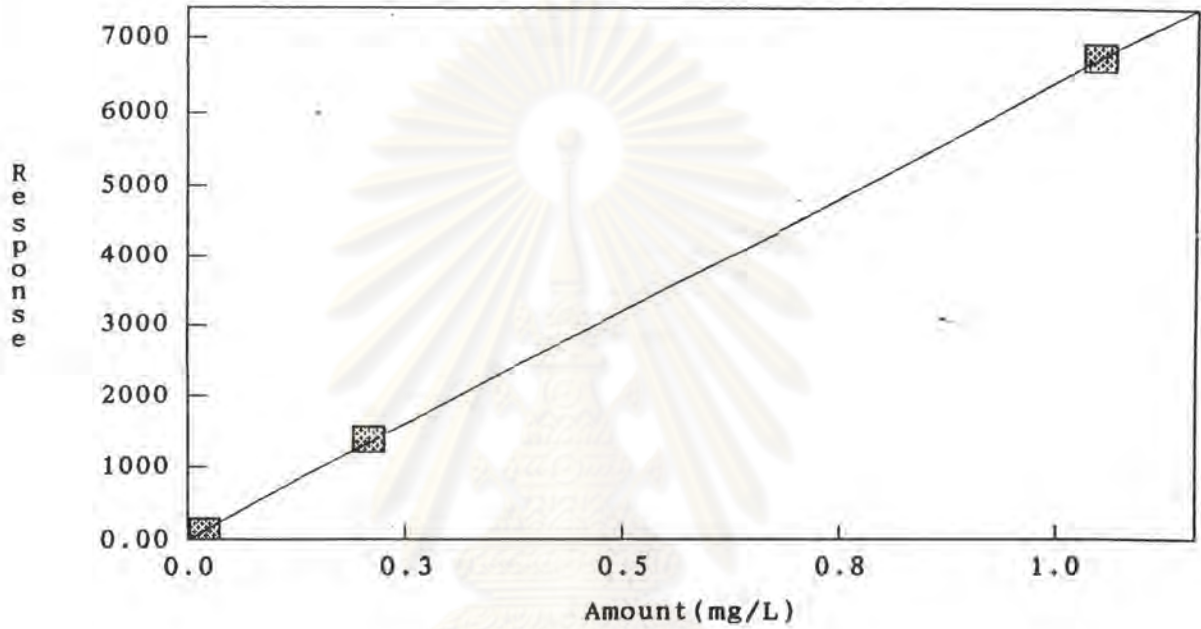
5. การเตรียม calibration curve จากสารมาตรฐาน

- 5.1 ฉีด aliquot 1.0 ไมโครลิตรของสาร working standard ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันเข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี
- 5.2 พล็อตกราฟระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสาร (ppm.) กับ response (พื้นที่ใต้ curve ที่ได้จากการวัดโดยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี แมสสเปกโตรเมทรี)
- 5.3 พล็อตกราฟโดยใช้สมการ linear regression
- 5.4 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) อย่างน้อยจะต้องเท่ากับ 0.99 (รูปที่ ง.1)

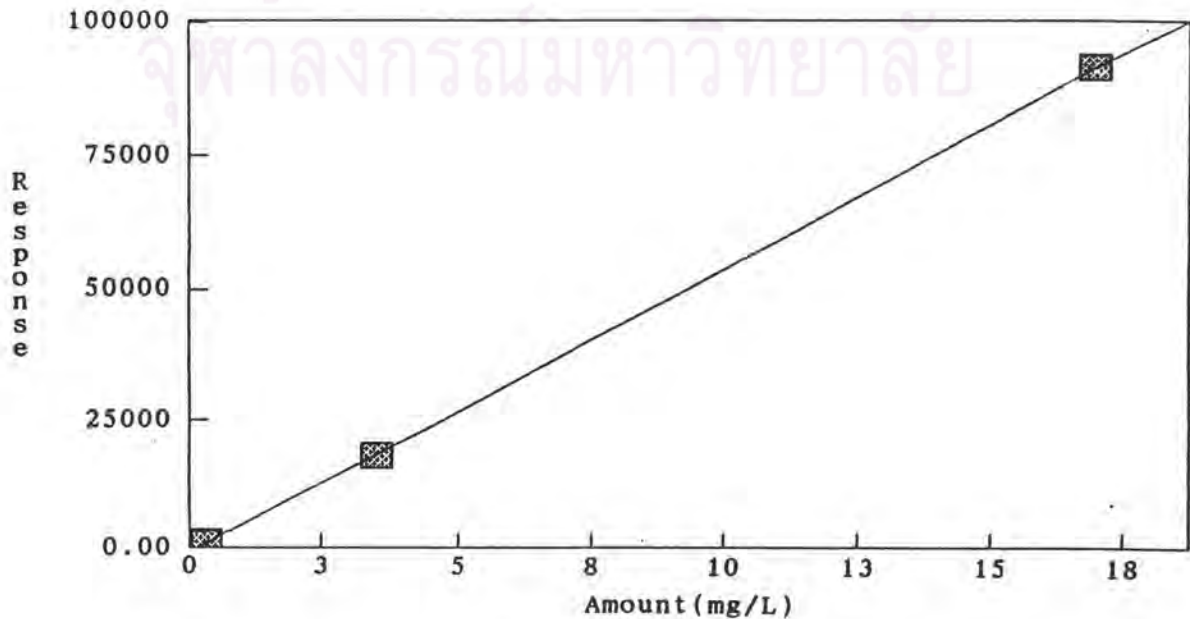
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ง.1 Calibration Curve ของสารมาตรฐานคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอส

Component: CHLORPYRIFOS
 Fit Type: Linear
 $r^2 = 0.999944$
 $Amt = Resp * 0.0001561 + -0.0007092$
 Standard: External
 Calibration: Area



Component: CARBARYL
 Fit Type: Linear
 $r^2 = 0.999966$
 $Amt = Resp * 0.000185 + 0.1382$
 Standard: External
 Calibration: Area



6. การคำนวณ

คำนวณปริมาณความเข้มข้นของสารตกค้างคาร์บาริลหรือคลอร์ไพริฟอสจาก

ตัวอย่างโดย

$$\text{ปริมาณความเข้มข้นของคาร์บาริลหรือคลอร์ไพริฟอส} = \frac{A \times B}{C}$$

ในดิน น้ำ และ ตะกอน (ppm.)

เมื่อ A = ปริมาณความเข้มข้นจากการวิเคราะห์โดยเครื่องแกสโครมาโทกราฟี (GC/MS) (ppm.)

B = ปริมาตรของสารละลายที่ได้จากการสกัดดิน น้ำ และ ตะกอน
เท่ากับ 5 มิลลิลิตร

C = น้ำหนักของตัวอย่างดินหรือตะกอนก่อนนำไปสกัด (กรัม) หรือ
ปริมาตรของตัวอย่างน้ำก่อนนำไปสกัด (มิลลิลิตร)

7. การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพ

เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าสารที่ต้องการตรวจไม่สูญหายเนื่องมาจากขั้นตอนวิธีการเก็บตัวอย่าง การสกัด และเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ โดยการหาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ซึ่งรวมถึงการสกัดและการวัดด้วยเครื่อง GC/MS ดังนี้

7.1 เติมคาร์บาริลในปริมาณ 0.035 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในน้ำ ปริมาตร 2.4 ลิตร นำมาสกัดและฉีดเข้าเครื่องแกสโครมาโทกราฟี แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ซึ่งรวมถึงการสกัดและการวัดด้วยเครื่อง GC/MS (ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างถึงห้องปฏิบัติการไม่เกิน 5 วัน)

7.2 เติมคลอร์ไพริฟอสในปริมาณ 0.035 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในน้ำ ปริมาตร 2.4 ลิตร นำมาสกัดและฉีดเข้าเครื่องแกสโครมาโทกราฟี แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ซึ่งรวมถึงการสกัดและการวัดด้วยเครื่อง GC/MS (ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างถึงห้องปฏิบัติการไม่เกิน 5 วัน)

7.3 เติมคาร์บาริลในปริมาณ 0.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมลงในดิน 50 กรัม นำมาสกัดและฉีดเข้าเครื่องแกสโครมาโทกราฟี แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ซึ่งรวมถึงการสกัดและการวัดด้วยเครื่อง GC/MS

7.4 เติมคลอร์ไพริฟอสในปริมาณ 0.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมลงในดิน 50 กรัม นำมาสกัดและฉีดเข้าเครื่องแกสโครมาโทกราฟี แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ ซึ่งรวมถึงการสกัดและการวัดด้วยเครื่อง GC/MS เช่นกัน

$$\text{การคำนวณ} = \frac{\text{ปริมาณความเข้มข้นที่ได้หลังจากการวิเคราะห์(วัดได้)}}{\text{ปริมาณความเข้มข้นที่ใส่ลงไป}} \times 100$$

หาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ (%)

สำหรับการศึกษานี้ พบว่าประสิทธิภาพในการสกัดและการวัดด้วยเครื่อง GC/MS ของคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในน้ำ มีค่าร้อยละ 69 และ 80 ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพในการสกัดและการวัดด้วยเครื่อง GC/MS ของคาร์บาริลในดินและตะกอนมีค่าร้อยละ 77 และของคลอร์ไพริฟอสในดินและตะกอนมีค่าร้อยละ 81 (ตารางภาคผนวกที่ ง.1-ง.2)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษา % recovery ของคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในน้ำ

1. คาร์บาริล

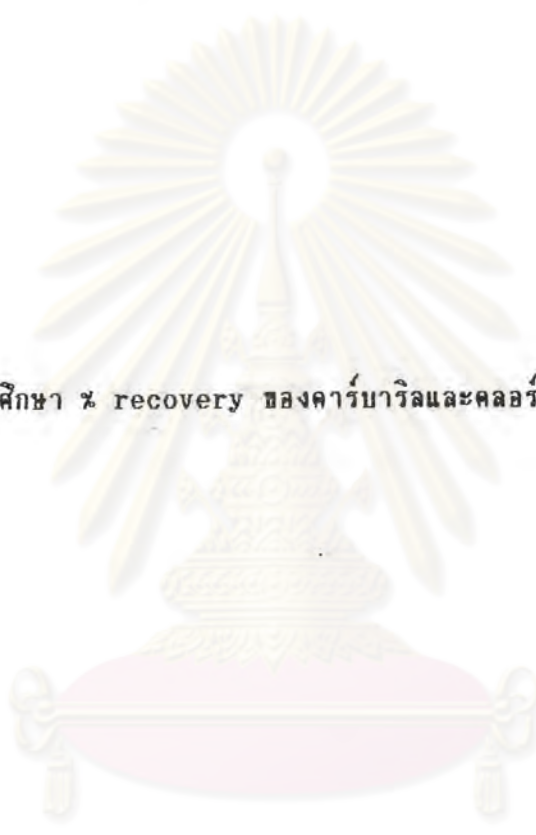
วิเคราะห์โดยการ spike คาร์บาริลในน้ำ 4 ตัวอย่างในช่วงความเข้มข้นตั้งแต่ 35-3,500 ไมโครกรัมต่อลิตร ผลการศึกษาแสดงในตารางภาคผนวกที่ ง.1

2. คลอร์ไพริฟอส

วิเคราะห์โดยการ spike คลอร์ไพริฟอสในน้ำ 4 ตัวอย่างในช่วงความเข้มข้นตั้งแต่ 35-3,500 ไมโครกรัมต่อลิตร ผลการศึกษาแสดงในตารางภาคผนวกที่ ง.1



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



การศึกษา % recovery ของคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.1 % recovery ของคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในน้ำ

Method Validation: Clean Matrix Spikes

Analyst(s): Pansy

Instrument id: GC/MSD 5890/5972

Date Run : 20.10.95

Matrix : Water

Concentration Units: Ug/l

Parameter	est.	Method	Spike 1		Spike 2		Spike 3		Spike 4	
	MDL	Blank	target:3,500		target:700		target:70		target:35	
		Result	Result	%	Result	%	Result	%	Result	%
carbaryl	15	-	3,260	93	632	90	54	77	24	69
chlor- pyrifos	2	-	3,000	86	686	98	60	86	28	80

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษา \times recovery ของคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในดิน

1. คาร์บาริล

วิเคราะห์โดยการ spike คาร์บาริลในดิน 4 ตัวอย่างในช่วงความเข้มข้นตั้งแต่ 0.52-10.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลการศึกษาแสดงในตารางภาคผนวกที่ ง.2

2. คลอร์ไพริฟอส

วิเคราะห์โดยการ spike คลอร์ไพริฟอสในดิน 4 ตัวอย่างในช่วงความเข้มข้นตั้งแต่ 0.52-10.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลการศึกษาแสดงในตารางภาคผนวกที่ ง.2



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษา ๕ recovery ของคาร์บาริลและคลอรัไฟริฟอสในดิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.2 % recovery ของคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในดิน

Method Validation: Clean Matrix Spikes

Analyst(s): Pansy Instrument id: GC/MSD 5890/5972

Date Run : 20.10.95

Matrix : Soil

Concentration Units: mg/kg

Parameter	est. Method	Spike 1	Spike 2	Spike 3	Spike 4
	MDL Blank	target:10.4	target:5.2	target:2.6	target:0.52
		Result	%	Result	%
carbaryl	0.2 -	9.46	91	4.07	78
				1.72	66
				0.40	77
chlor- pyrifos	0.1 -	9.90	95	4.61	89
				2.02	78
				0.42	81

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

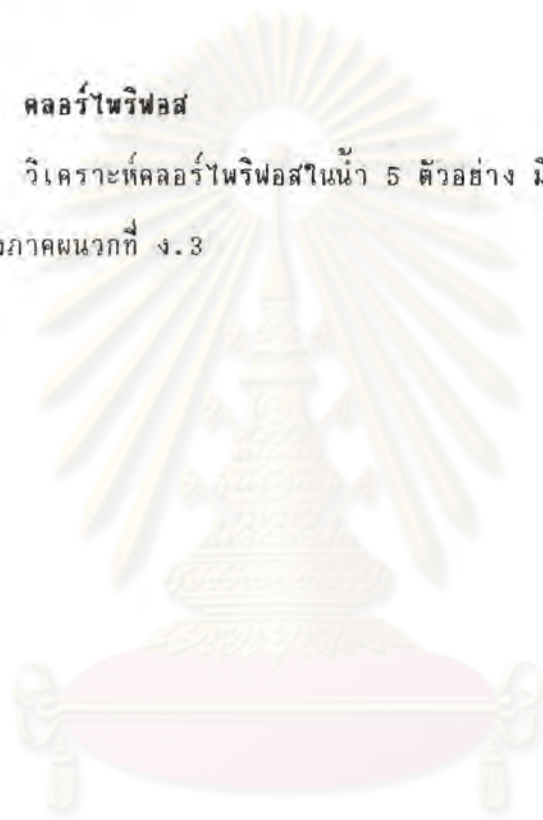
การศึกษา reproducibility ของการวิเคราะห์คาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในน้ำ

1. คาร์บาริล

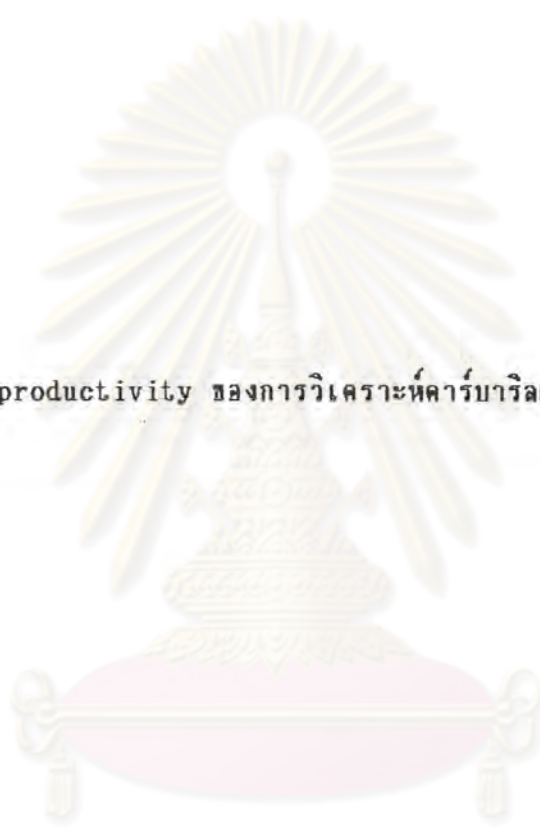
วิเคราะห์คาร์บาริลในน้ำ 5 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 92 ผลการศึกษา
แสดงในตารางภาคผนวกที่ ง.3

2. คลอร์ไพริฟอส

วิเคราะห์คลอร์ไพริฟอสในน้ำ 5 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 93 ผลการ
ศึกษาแสดงในตารางภาคผนวกที่ ง.3



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



การศึกษา reproductivity ของการวิเคราะห์คาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.3 reproducibility ของคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในน้ำ

Method Validation: Accuracy and Precision

Analyst(s): Pansy Instrument id: GC/MSD 5890/5972

Date Run : 19.10.95

Matrix : Water

Concentration Units: Ug/l

Parameter	Target	Simqc	Simqc	Simqc	Simqc	Simqc	Mean	Mean%	S.D.	% RSD ²
		id A	id B	id C	id D	id E				
carbaryl	52	43	46	52	49	48	47.6	92	2.48	5.2
chlor- pyrifos	57	58	54	50	52	56	54.0	93	2.40	4.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษา reproducibility ของการวิเคราะห์คาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในดิน

1. คาร์บาริล

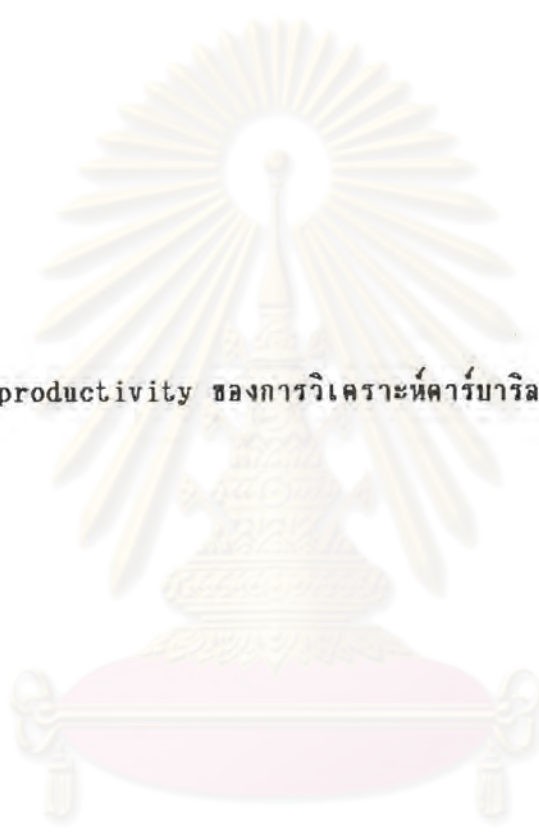
วิเคราะห์คาร์บาริลในดิน 5 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 89 ผลการศึกษา
แสดงในตารางภาคผนวกที่ ง.4

2. คลอร์ไพริฟอส

วิเคราะห์คลอร์ไพริฟอสในดิน 5 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 95 ผลการ
ศึกษาแสดงในตารางภาคผนวกที่ ง.4



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



การศึกษา reproductivity ของการวิเคราะห์คาร์บอนและคลอรีนไฟฟอสในดิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.4 reproducibility ของคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในดิน

Method Validation: Accuracy and Precision

Analyst(s): Pansy Instrument id: GC/MSD 5890/5972

Date Run : 19.10.95

Matrix : Soil

Concentration Units: mg/kg

Parameter	Target	Simqc id A	Simqc id B	Simqc id C	Simqc id D	Simqc id E	Mean	Mean%	S.D.	% RSD ²
carbaryl	0.92	0.80	0.76	0.88	0.82	0.84	0.82	89	0.032	3.9
chlor- pyrifos	1.01	0.96	0.97	1.04	0.92	0.92	0.96	95	0.028	2.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ค่า detection limit

1. Instrumental Detection Limits (IDL)

ความเข้มข้นในการวิเคราะห์ค่า สามารถตรวจพบได้ที่ 95 % confidence limit ซึ่งตรวจสอบได้จากการเตรียมสารละลายเจือจางที่ทราบความเข้มข้นของสารประกอบ 2 ชนิด คือ คาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอส ในกรณีที่มีความเข้มข้นต่ำที่อาจพบได้ของสารประกอบแต่ละชนิดที่นำมาวิเคราะห์ ซึ่งไม่สามารถจะแยกจากสัญญาณรบกวนของเครื่องมือได้ (instrument background noise) โดยการคูณกับ 3 ค่าที่ได้ คือ detection limit

จากการศึกษาครั้งนี้ Instrumental Detection Limit (IDL) ของคาร์บาริล คือ 0.352×3 เท่ากับ 1.056 ppm. (ที่ 95% confidence limit) (ตารางภาคผนวกที่ ง.5)

สำหรับ Instrument Detection Limit (IDL) ของคลอร์ไพริฟอส คือ 0.021×3 เท่ากับ 0.063 ppm. (ที่ 95% confidence limit) (ตารางภาคผนวกที่ ง.5)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.5 Instrumental Detection Limits (IDL) ของคาร์บาริลและ
คลอร์ไพริฟอส

Compound Information

1. carbaryl

Ret. Time 8.44 min., Extract & Integrate from 7.94 t 8.94 min.

Integration: *** METH DEFAULT ***

Lvl	ID	Conc (ppm.)	Response
1		0.352	1404
2		3.520	17980
3		17.600	91340
4		176.000	1507675

Qualifier Peak Analysis On

Curve Fit: Avg. RF

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.5 (ต่อ)

Compound Information

2. chlorpyrifos

Ret. Time 13.72 min., Extract & Integrate from 13.22
to 14.22 min

Integration: *** METH DEFAULT ***

Lvl	ID	Conc (ppm.)	Response
1		0.021	116
2		0.210	1378
3		1.050	6724
4		10.500	77523

Qualifier Peak Analysis On

Curve Fit: Avg. RF

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. Method Detection Limits (MDL)

ได้จากการนำเอาค่า Matrix ที่เตรียมได้ซึ่งทราบความเข้มข้นที่แน่นอน ทั้งหมดมารวมกัน แล้วนำมาหารด้วยจำนวนของ Matrix ทั้งหมด

Method Detection Limit (MDL) ของคาร์บาริลในน้ำ เท่ากับ 2.1 ไมโครกรัมต่อลิตรและในดินหรือตะกอนเท่ากับ 0.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

Method Detection Limit (MDL) ของคลอร์ไพริฟอสในน้ำ เท่ากับ 0.13 ไมโครกรัมต่อลิตรและในดินหรือตะกอนเท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

วิธีคำนวณ Method Detection Limit (MDL)

$$\text{คาร์บาริลในน้ำ} = \frac{0.352}{500^*} \times 1,000 \text{ ไมโครกรัมต่อลิตร} \times 3$$

$$= 2.1 \text{ ไมโครกรัมต่อลิตร}$$

$$\text{คาร์บาริลในดิน} = \frac{0.352}{10^{**}} \times 3 \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$$

$$= 0.11 \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$$

$$\text{คลอร์ไพริฟอสในน้ำ} = \frac{0.021}{500^*} \times 1,000 \text{ ไมโครกรัมต่อลิตร} \times 3$$


$$= 0.13 \text{ ไมโครกรัมต่อลิตร}$$

$$\text{คลอร์ไพริฟอสในดิน} = \frac{0.021}{10^{**}} \times 3 \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$$

$$= 0.01 \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$$

* คือ concentration factor สำหรับน้ำ เท่ากับ 500

** คือ concentration factor สำหรับดิน เท่ากับ 10



วิธีวิเคราะห์คาร์บอนและคลอรีนไฟฟอสในน้ำตาม US.EPA.3510 method

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

METHOD 3510A

SEPARATORY FUNNEL LIQUID-LIQUID EXTRACTION

1.0 SCOPE AND APPLICATION

1.1 This method describes a procedure for isolating organic compounds from aqueous samples. The method also describes concentration techniques suitable for preparing the extract for the appropriate determinative methods described in Section 4.3 of chapter Four.

1.2 This method is applicable to the isolation and concentration of water-insoluble and slightly water-soluble organics in preparation for a variety of chromatographic procedures.

2.0 SUMMARY OF METHOD

2.1 A measured volume of sample, usually 1 liter, at a specified pH (see Table 1), is serially extracted with methylene chloride using a separatory funnel. The extract is dried, concentrated (if necessary), and, as necessary, exchanged into a solvent compatible with the cleanup or determinative step to be used.

3.0 INTERFERENCES

3.1 Refer to Method 3500

4.0 APPARATUS AND MATERIALS

4.1 Separatory funnel -2-liter, with Teflon stopcock.

4.2 Drying column - 20-mm i.d. Pyrex chromatographic column with Pyrex glass Wool at bottom and a Teflon stopcock.

NOTE: Fritted glass discs are difficult to decontaminate after highly contaminated extracts have been passed through. Columns without frits may be purchased. Use a small pad of Pyrex glass wool to retain the adsorbent. Prewash the glass wool pad with 50 mL of acetone followed by 50 mL of elution solvent prior to packing the column with adsorbent.

4.3 Kuderna-Danish (K-D) apparatus

4.3.1 Concentrator tube-10-mL, graduated (Kontes K-570050-1025 or equivalent). A ground-glass stopper is used to prevent evaporation of extracts.

4.3.2 Evaporation flask - 500 - mL (Kontes K-570001-500 or equivalent). Attach to concentrator tube with springs.

4.3.3 Snyder column - Three-ball macro (Kontes K-503000-0121 or equivalent).

4.3.4 Snyder column - Two-ball micro (Kontes K-569001-0219 or equivalent).

4.4 Boiling chips-Solvent extracted, approximately 10/40 mesh (silicon carbide or equivalent).

4.5 Water bath - Heated, with concentric ring cover, capable of temperature control ($\pm 5^{\circ}\text{C}$). The bath should be used in a hood.

4.6 Vials-Glass, 2-mL capacity with Teflon lined screw-caps or crimp tops.

4.7 pH indicator paper - pH range including the desired extraction pH.

4.8 Erlenmeyer flask - 250 mL.

4.9 Syringe - 5-mL.

4.10 Graduated cylinder - 1-liter.

5.0 REAGENTS

5.1 Reagent grade chemicals shall be used in all tests. Unless otherwise indicated, it is intended that all reagents shall conform to the specifications of the Committee on Analytical Reagents of the American Chemical Society, where such specifications are available. Other grades may be used, provided it is first ascertained that the reagent is of sufficiently high purity to permit its use without lessening the accuracy of the determination. Reagents should be stored in glass to prevent the leaching of contaminants from plastic containers.

5.2 Organic-free reagent water-All references to water in this method refer to organic-free reagent water, as defined in Chapter one.

5.3 Sodium hydroxide solution (10N), NaOH. Dissolve 40 g NaOH in water and dilute to 100 mL.

5.4 Sodium sulfate (granular, anhydrous), Na_2SO_4 . Purify by heating at 400°C for 4 hours in a shallow tray, or by precleaning the sodium sulfate with methylene chloride. If the sodium sulfate is precleaned with methylene chloride, a method blank

must be analysed, demonstrating that there is no interference from the sodium sulfate.

5.5 Sulfuric acid solution (1:1), H_2SO_4 . Slowly add 50 mL of H_2SO_4 (sp. gr. 1.84) to 50 mL of water.

5.6 Extraction/exchange solvents (See Table 1 for choice of extraction/exchange solvents).

5.6.1 Methylene chloride, CH_2Cl_2 -Pesticide quality or equivalent.

5.6.2 Hexane, C_6H_{14} -Pesticide quality or equivalent.

5.6.3 2-Propanol, $CH_3CH(OH)CH_3$ -Pesticide quality or equivalent.

5.6.4 Cyclohexane, C_6H_{12} -Pesticide quality or equivalent.

5.6.5 Acetonitrile, CH_3CN -Pesticide quality or equivalent.

5.6.6 Methanol, CH_3OH -Pesticid quality or equivalent.

6.0 SAMPLE COLLECTION, PRESERVATION, AND HANDLING

6.1 See the introductory material to this chapter, Organic Analytes, Section 4.1

7.0 PROCEDURE

7.1 Using a 1-liter graduate cylinder, measure 1 liter (nominal) of sample and transfer it to the separatory funnel. If high concentrations are anticipated, a smaller volume may be used and then diluted with water to 1 liter. Add 1.0 mL of the surrogate standards

to all sample, spikes, and blanks (see Method 3500 and the determinative method to be used for details on the surrogate standard solution and the matrix spike solution). For the sample in each analytical batch selected for spiking, add 1.0 mL of the matrix spiking standard. For base/neutral-acid analysis, the amount added of the surrogated and matrix spiking compounds should result in a final concentration of 100 ng/ μ L of each base/neutral analyte and 200 ng/ μ L of each acid analyte in the extract to be analyzed (assuming a 1 μ L injection). If Method 3640, Gel-Permeation Cleanup, is to be used, add twice the volume of surrogates and matrix spiking compounds since half the extract is lost due to loading of the GPC column.

7.2 Check the pH of the sample with wide-range pH paper and, if necessary, adjust the pH to that indicated in Table 1 for the specific determinative method that will be used to analyze the extract.

7.3 Add 60 mL of methylene chloride to the separatory funnel.

7.4 Seal and shake the separatory Funnel vigorously for 1-2 minutes with periodic venting to release excess pressure.

NOTE Methylent chloride creates excessive pressure very rapidly; therefore, initial venting should be done immediately after the separatory funnel has been sealed and shaken once. The separatory funnel should be vented into a hood to prevent unnecessary exposure of the analyst to the organic vapor.

7.5 Allow the organic layer to separate from the water phase for a minimum of 10 minutes. If the emulsion interface between layers is more than one-third the size of the solvent layer, the analyst must employ mechanical techniques to complete the phase separation. The optimum technique depends upon the sample and may include stirring, filtration of the emulsion through glass wool, centrifugation, or other physical methods. Collect the solvent extract in an Erlenmeyer flask. If the emulsion cannot be broken (recovery of < 80% of the methylene chloride, corrected for the water solubility of methylene chloride), transfer the sample, solvent, and emulsion into the extraction chamber of a continuous extractor and proceed as described in Method 3520.

7.6 Repeat the extraction two more times using fresh portions of solvent (sections 7.3 through 7.5). Combine the three solvent extracts.

7.7 If further pH adjustment and extraction is required, adjust the pH of the aqueous phase to the desired pH indicated in Table 1. Serially extract three times with 60 mL of methylene chloride, as outlined in Section 7.3 through 7.5. Collect and combine the extracts and label the combined extract appropriately.

7.8 If performing GC/MS analysis (Method 8250 or 8270), the acid and base/neutral extracts may be combined prior to concentration. However, in some situations, separate concentration and analysis of the acid and base/neutral extracts may be preferable (e.g. if for regulatory purposes the presence or absence of specific

acid or base/neutral compounds at low concentrations must be determined, separate extract analyses may be warranted).

7.9 Assemble a Kuderna-Danish (K-D) concentrator (if necessary) by attaching a 10-mL concentrator tube to a 500-mL evaporation flask.

7.10 Dry the extract by passing it through a drying column containing about 10 cm of anhydrous sodium sulfate. Collect the dried extract in a K-D concentrator. Rinse the Erlenmeyer flask, which contained the solvent extract, with 20-30 mL of methylene chloride and add it to the column to complete the quantitative transfer.

7.11 Add one or two clean boiling chips to the flask and attach a three ball Snyder column. Prewet the Snyder column by adding about 1 mL of methylene chloride to the top of the column. Place the K-D apparatus on a hot water bath (80-90°C) so that the concentrator tube is partially immersed in the hot water and the entire lower rounded surface of the flask is bathed with hot vapor. Adjust the vertical position of the apparatus and the water temperature required to complete the concentration in 10-20 minutes. At the proper rate of distillation the balls of the column will actively chatter, but the chambers will not flood. When the apparent volume of liquid reaches 1 mL, remove the K-D apparatus from the water bath and allow it to drain and cool for at least 10 minutes.

7.12 If a solvent exchange is required (as indicated in Table 1), momentarily remove the Snyder column, add 50 mL of the exchange solvent, a new boiling chip, and reattach the Snyder column. Concentrate the extract, as described in Section 7.11, raising the temperature of the water bath, if necessary, to maintain proper distillation.

7.13 Remove the Snyder column and rinse the flask and its lower joints into the concentrator tube with 1-2 mL of methylene chloride or exchange solvent. If sulfur crystals are a problem, proceed to Method 3660 for cleanup. The extract may be further concentrated by using the technique outlined in Section 7.14 or adjusted to 10.0 mL with the solvent last used.

7.14 If further concentration is indicated in Table 1, add another clean boiling chip to the concentrator tube and attach a two ball micro-Snyder column. Prewet the column by adding 0.5 mL of methylene chloride or exchange solvent to the top of the column. Place the K-D apparatus in a hot water bath so that the concentrator tube is partially immersed in the hot water. Adjust the vertical position of the apparatus and the water temperature, as required, to complete the concentration in 5-10 minutes. At the proper rate of distillation the balls of the column will actively chatter, but the chambers will not flood. When the apparent volume of liquid reaches 0.5 mL, remove the K-D apparatus from the water bath and allow it to drain and cool for at least 10 minutes. Remove the Snyder column and rinse the flask and its lower joints into the concentrator tube with

0.2 ml of extraction solvent. Adjust the final volume to 1.0-2.0 ml, as indicated in Table 1, with solvent.

7.15 The extract obtained (from either Section 7.13 or 7.14) may now be analyzed for analyte content using a variety of organic techniques. If analysis of the extract will not be performed immediately, stopper the concentrator tube and store refrigerated. If the extract will be stored longer than 2 days, it should be transferred to a vial with a Teflon lined screw-cap, and labeled appropriately.

8.0 QUALITY CONTROL

8.1 Any reagent blanks or matrix spike samples should be subjected to exactly the same analytical procedures as those used on actual samples.

8.2 Refer to Chapter One for specific quality control procedures and Method 3500 for extraction and sample preparation procedures.

9.0 METHOD PERFORMANCE

9.1 Refer to the determinative methods for performance data

10.0 REFERENCES

1. U.S. EPA 40 CFR Part 136, "Guidelines Establishing Test Procedures for the Analysis of Pollutants Under the Clean Water Act; Final Rule and Interim Final Rule and Proposed Rule," October 26, 1984.
2. Rohrbough, W.G.; et al. Reagent Chemicals, American Chemical Society Specifications, 7th ed.; American Chemical Society: Washington, D.C., 1986.

Table 1 SPECIFIC EXTRACTION CONDITIONS FOR VARIOUS DETERMINATIVE METHODS 178

Determinative method	8040	8060	8070	8080	8090	8100
Initial extraction pH	≤ 2	as received	as received	5-9	5-9	as received
Secondary extraction pH	none	none	none	none	none	none
Exchange solvent required for analysis	2-propanol	hexane	methanol	hexane	hexane	none
Exchange solvent required for cleanup	hexane	hexane	methylene chloride ^a	hexane	hexane	cyclohexane
volume of extract. required for cleanup (mL)	1.0	2.0	2.0	10.0	2.0	2.0
Final Extract volume for analysis (mL)	1.0, 1.0 ^a	10.0	10.0	10.0	1.0	1.0

^a Phenols may be analyzed, by method 8040, using a 1.0 mL 2-Propanol extract by GC/FED. Method 8040 also contains an optional derivatization procedure for phenols which results in a 10mL hexane extract to be analyzed by GC/ECD.

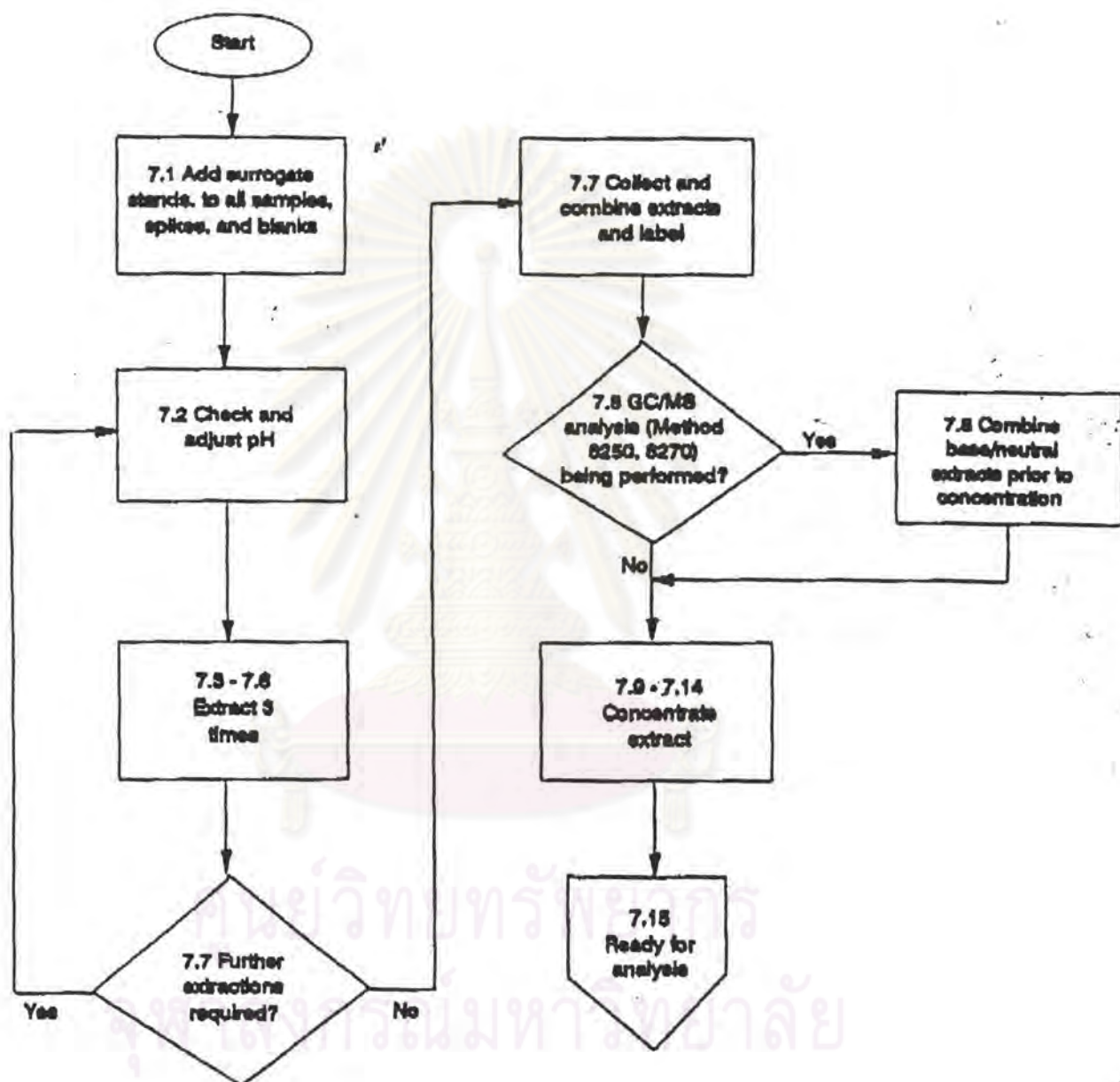
Table 1 SPECIFIC EXTRACTION CONDITIONS FOR VARIOUS DETERMINATIVE METHODS 179


Determinative method	8110	8120	8140	8141	8250 ^b	8270 ^b	8310
Initial extraction: pH	as received	as received	6-8	as received	>11	>11	as received
Secondary extraction: pH	none	none	none	none	<2	<2	none
Exchange solvent required for analysis	hexane	hexane	hexane	hexane	none	none	acetonitrile
Exchange solvent required for cleanup	hexane	hexane	hexane	hexane	-	-	-
Volume of extract required for cleanup (mL)	2.0	2.0	10.0	10.0	-	-	-
Final Extract volume for analysis (mL)	10.0	1.0	10.0	10.0	1.0	1.0	1.0

b The specificity of GC/MS may make cleanup of the extracts unnecessary. Refer to Method 3600 for guidance on the cleanup procedures available if required.

METHOD 3510A
SEPARATORY FUNNEL LIQUID-LIQUID EXTRACTION

180





วิธีวิเคราะห์คาร์บอนและคลอรีนในดินตาม US.EPA.3550 method

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TUMBLER EXTRACTION OF SOLIDS

1. SCOPE AND APPLICATION

- 1.1 This method is an in house method, modified from EPA 3550
- 1.2 The method describes the procedure for the isolation of non-volatile and semivolatile organic compounds from solids such as soils, sludges and solid wastes and the subsequent concentration of the sample extract. The tumbler process ensures intimate contact of the sample matrix with the extraction solvent.
- 1.3 The method details the post concentration preparation of sample extract for analysis.
- 1.4 The method outlines the procedure for the preparation of spike QC samples.

2. SUMMARY OF METHOD

- 2.1 Solid samples are extracted by transferring between 15 to 60 g (standard 20g) of sample to a tumbler bottle, 150 mL of extraction solvent and tumbling for 4 hours.
- 2.2 The resulting extract is filtered, dried and concentrated to the desired volume for analysis.
- 2.3 Interference free matrix is spiked with the target analytes (control spikes) and processed as per the samples, If QC schedule QCS3 (ref:QWI-ORG/21) is required an aliquot of sample is to be spiked with the

target analytes (matrix spike) and processed as per the samples.

- 2.4 The extracts are divided into aliquots for analysis and the appropriate internal standard added to the aliquots.

3. INTERFERENCES

- 3.1 Interferences may be caused by contamination in any of the reagents used or contaminated glassware. A reagent blank is processed with each lot of samples to establish the presence/absence of contaminants.
- 3.2 Plastics contain phthalates that may leach into the sample extract. The sample extracts must not come into contact with plastics at any stage of the preparation.

4. APPARATUS AND MATERIALS

- 4.1 250 mL glass bottle with a teflon lined cap.
- 4.2 Tumbler-With a 4 hour timer.
- 4.3 Filtration apparatus
- 4.3.1 Filter funnel-glass
- 4.3.2 Filter paper 12.5 cm glass microfibre filters
(Whatman GF/A or equivalent)
- 4.4 Pasteur glass pipettes 1mL, disposable, pre-cleaned by baking at 320°C for 4 hours.
- 4.5 Kuderna-Dahish (K-D) apparatus

- 4.5.1 Concentrator tube 10 mL, graduated. A ground glass stopper is used to prevent evaporation of extracts
- 4.5.2 Evaporation flask-500mL
- 4.5.3 Snyder column-Three ball macro
- 4.5.4 Snyder column-Two ball micro
- 4.5.5 Spring-1/2 inch or joint clamps
- 4.5.6 Krek joint clips-#24 and #19
- 4.5.7 Disposable PTFE sleeves-joint sizes 19/26 and 24/29
- 4.6 Boiling chips-silicon carbide, pre-cleaned by 3 serial solvent tumbler extractions.
- 4.7 Water bath-Heated,With concentric ring cover,capable of temperature control ($\pm 5^{\circ}\text{C}$). The bath should be used in a hood.
- 4.8 Balance-Top loading, capable of weighing accurately to the nearest 0.01 g, 1-1000g capacity.
- 4.9 Vials-2mL, for GC autosampler, with crimp top
- 4.10 Vial inserts-100 and 200 μL , to fit 2 mL autosampler vials
- 4.11 Spatula-Stainless Steel or teflon.
- 4.12 Drying column-20mm ID Pyrex chromatographic column with a silane treated glass wool plug at the base of the column.
- 4.13 Erlenmeyer flask-250mL
- 4.14 Glass collars to fit the water bath.
- 4.15 Auto syringe-glass capillary, 10-50 μL
- 4.16 Syringe-glass, 10 & 20 μL

5. REAGENTS

- 5.1 Reagent grade inorganic chemicals shall be used in all tests. Other grades may be used, provided it is first demonstrated that the reagent is of sufficiently high purity to permit its use without lessening the accuracy of the determination.
- 5.2 Sodium sulphate (granular, anhydrous), Na_2SO_4 . Purify by heating at 400°C overnight in a shallow tray.
- 5.3 Extraction solvent. Methylene chloride: Acetone, CH_2Cl_2 : CH_3COCH_3 (1:1, v:v). ChromAR HPLC, Ultimar, Nano-grade or equivalent.
- 5.4 Semivolatile internal standard spiking solution (ref: Table 2)
- 5.5 Semivolatile spiking solutions (ref: Table 3).
- 5.6 Surrogate spiking solutions (ref: Table 4).
- 5.7 Glass Wool, silane treated.
- 5.8 Interference free matrix for preparation of control spikes and reagent blanks.

6. ANALYSTS RESPONSIBILITIES

- 6.1 To ensure the procedures documented in the specific methods are adhered to.
- 6.2 To ensure that the QC samples as documented in the specific methods are analysed at the frequency listed in the specific method.

- 6.3 To analyse the results of the QC sample to ensure that the preparation method has been trouble free.
- 6.4 To ensure that all details relevant to the preparation of each batch of samples and QC Lot are recorded.
- 6.5 To use discretion in the analysis of QC data to determine if the preparation is working efficiently.

7. QUALITY CONTROL

- 7.1 All data relevant to the sample preparation are to be recorded on the sample batch sheet and the appropriate check box dated and initialled by the person who completed the task.
- 7.2 All data relevant to the QC preparation are to be recorded on the QC lot sheet and, where applicable sample batch sheets. The appropriate check box is to be dated and initialled by the person who completed the task.
- 7.3 All allocated QC samples (batch and QC lot sheets) are to be prepared and analysed in conjunction with the appropriate sample batches.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8. SAMPLE PREPARATION PROCEDURE

8.1 Sample Handling

Sediment/soil/solid waste samples. Decant and discard any water layer on a sediment sample. Mix sample thoroughly to ensure representative sampling, especially composited samples. Discard any foreign objects such as sticks, leaves and rocks.

8.2 Place a clean bottle on a 2 place balance and tare the balance. Add 20g of the well mixed sample to the bottle. Record the weight, to 1 decimal place, on the sample batch sheet. Sample masses of up to 60g may be used if lower detection limits are required.

8.3 Prepare the QC spike samples (detailed on the batch and lot sheets) and spike with the appropriate standard (ref:Table 3).

8.4 When QC schedule QCS2 or QCS3 is requested add the appropriate surrogate standard (ref: Table 4).

8.5 Add 150 mL of the extraction solvent to the bottle.

8.6 Cap the bottle, ensuring that the teflon side of the septum is directed toward the sample and the cap is tightly in place.

8.7 Place in the tumbler and tumble for 4 hours.

8.8 Decant and filter extracts through glass microfibre filter paper into a 250mL Erlenmeyer flask. Pour the entire sample into the funnel. Rinse the bottle with

- ~30mL of extraction solvent and transfer the rinsate to the funnel.
- 8.9 Table 1 details standard extract final volumes for the standard standard analyses i.e. Detection Limit Schedule "A" series. Final volumes for non-standard detection limit schedules are detailed in the appropriate Detection Limit Schedule (ref: ORG-QWI/08 to 13). Table 3 details the final extract volume for the control and spike samples.
- 8.10 Place a PFTE sleeve over the KD concentrator tube joint and connect to a 500mL concentrator flask. Clip together with a Keck joint clip. Dry the extract by passing it through a drying column containing about 10cm of anhydrous sodium sulphate and collect the dried extract in the concentrator glassware. Rinse the erlenmeyer flask which contained the solvent extract with 20-30mL of extraction solvent and add it to the column to complete the quantitative transfer.
- 8.11 Add one or two clean boiling chips and attach a three ball Snyder column pre-wet with 1mL of methylene chloride. Attach the column to the flask joint with a teflon sleeve over the flask joint. Clip the glassware together with the Krek joint clips. Place the K-D apparatus on a hot water bath (80°C) with a glass sleeve so that the concentrator tube is partially immersed in the hot water and the entire rounded surface of the flask

is bathed with hot vapour. Adjust the vertical position of the apparatus and the water temperature as required to complete the concentration in 10-20 minutes. At the proper rate of distillation the balls of the column will actively chatter but the chambers will not flood. When the apparent volume of liquid reaches 1mL, remove the K-D apparatus from the water bath and allow it to drain and cool for at least 10 minutes.

- 8.12 Remove the Snyder column and rinse the flask and its lower joints into the concentrator tube with 1-2 mL of methylene chloride. If the required extract volume is 5mL or more (see Tables 1 and 3) the extract volume can be adjusted accordingly. If the final extract volume is less than 5mL, further concentrate the extract using the micro snyder technique outlined in section 8.13
- 8.13 Micro-Snyder technique-add another clean boiling chip to the concentrator tube, attach a teflon sleeve and a two ball micro-Snyder column. Clip the glassware together with a Krek joint clip. Pre-wet the column by adding 0.5mL of methylene chloride to the top of the column. Place the K-D apparatus in a hot water bath so that the concentrator tube is partially immersed in the hot water. Adjust the vertical position of the apparatus and the water temperature as required to complete the concentration in 5-10 minutes. At the proper rate of

distillation the balls of the column will actively chatter but the chambers will not flood. When the apparent volume of liquid reaches 0.5mL, remove the K-D apparatus from the water bath and allow it to drain and cool for at least 10 minutes.

- 8.14 Remove the Snyder column and correct the extract volume to the required final volume (Tables 1 and 3). If the sample/s require multiple analyses divide the extract as per the batch concentration guide (ref: QRG-QWI/21). 200 μ L vial inserts are used for the semivolatiles scan and semivolatiles unknown scan aliquots. Remaining extract is transferred to an autosampler vial or 5 mL screw cap test tubes, labelled "stock" and stored in the extract fridge. Add internal standard to extract aliquots (ref: Table 1/batch concentration guide). Label the extract portions as per the determinative method and store in the extract fridge accordingly. Transfer completed batch sheets to the wall holder appropriate for the determinative method.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 1: Analytical Method, Standard Extract Final Volume and Internal Standard Addition

ANALYTICAL METHOD	INTERNAL STD CONC. (NG/ μ l)	SPIKING VOLUME (μ L)	FINAL EXTRACT VOLUME (mL)
EPO66 PCB	N/A	N/A	1
EPO67 Pesticide	200	10	1
EPO71 TPH	N/A	N/A	5
EPO73 SVOC Unknown	200	20/200 μ L of sample extract	5
EPO75 SVOC Scan	200	20/200 μ L of sample extract	5

Table 2: Semivolatile Internal Standard Components.

1,4-Dichlorobenzene
Naphthalene-d8
Acenaphthene-d10
Phenanthrene-d10
Perylene-d12
Chrysene-d12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 3: Spiking Standards, Concentrations and Spike Addition.

ANALYTICAL METHOD	COMPONENT LIST	CONCENTRATION (ng/ μ L)	SPIKING VOLUME (SCS, DCS, MS, MSD) (μ L)	QC FINAL EXTRACT VOLUME (ml)
EPO66 PCB	Ar1254	200	50	1
EPO67 Pesticide	All Target Compounds	80	50	1
EPO71 TPH	Selected Alkanes	9125/9625	200	5
EPO73 SVOC Unknown	N/A	N/A	N/A	N/A
EPO75 SVOC Scan	All Target Compounds	100	SCS/DCS. 50 MS/MSD-250	1 5

Table 4: Surrogate Standards and Spiking Volumes.

ANALYTICAL METHOD	COMPONENT LIST	CONC. (ng/ μ L)	SPIKING VOLUME SCS, DCS, MS, MSD (μ L)	QC FINAL EXTRACT VOLUME (mL)
EPO66, EPO67 PCB, Pesticide	Dibutylchloroendate Tetrachloro- <i>m</i> -xylene	100	50	1
EPO71 TPH	N/A	N/A	N/A	1
EPO73, EPO75 SVOC Unknown SVOC Scan	2-Fluorophenol Phenol-d5 1,2-Dichlorobenzene-d4 Nitrobenzene-d5 2-Fluorobiphenyl p-Terphenyl-d14 2-Chlorophenol-d4 2,4,6-Tribromophenol	500	SCS/DCS. 50 MS/MSD. 250	1 5



chromatogram

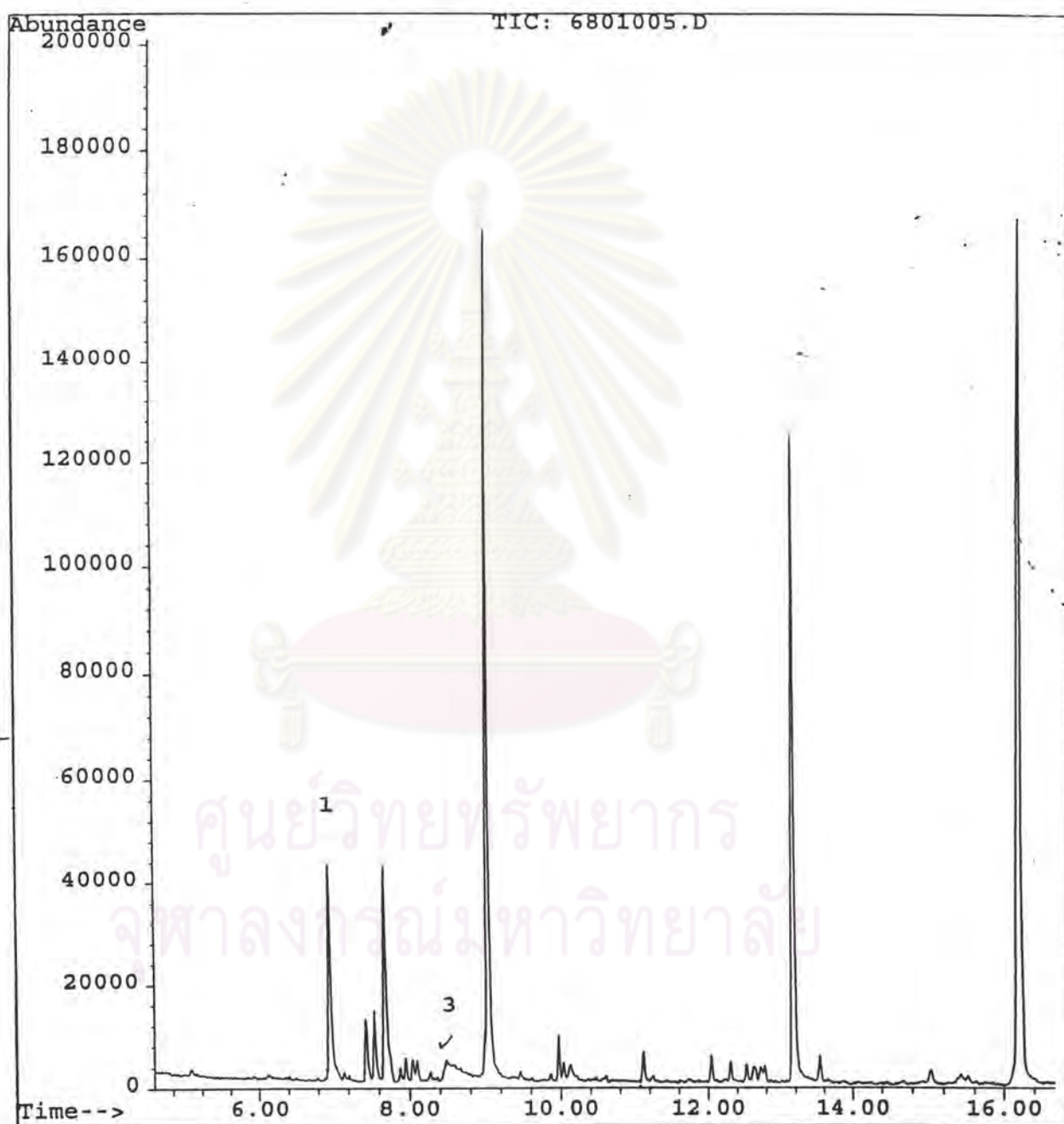
peak 1 คือ 2-fluorobiphenyl (internal standard: i.s.)

peak 2 คือ คลอร์ไพริฟอส

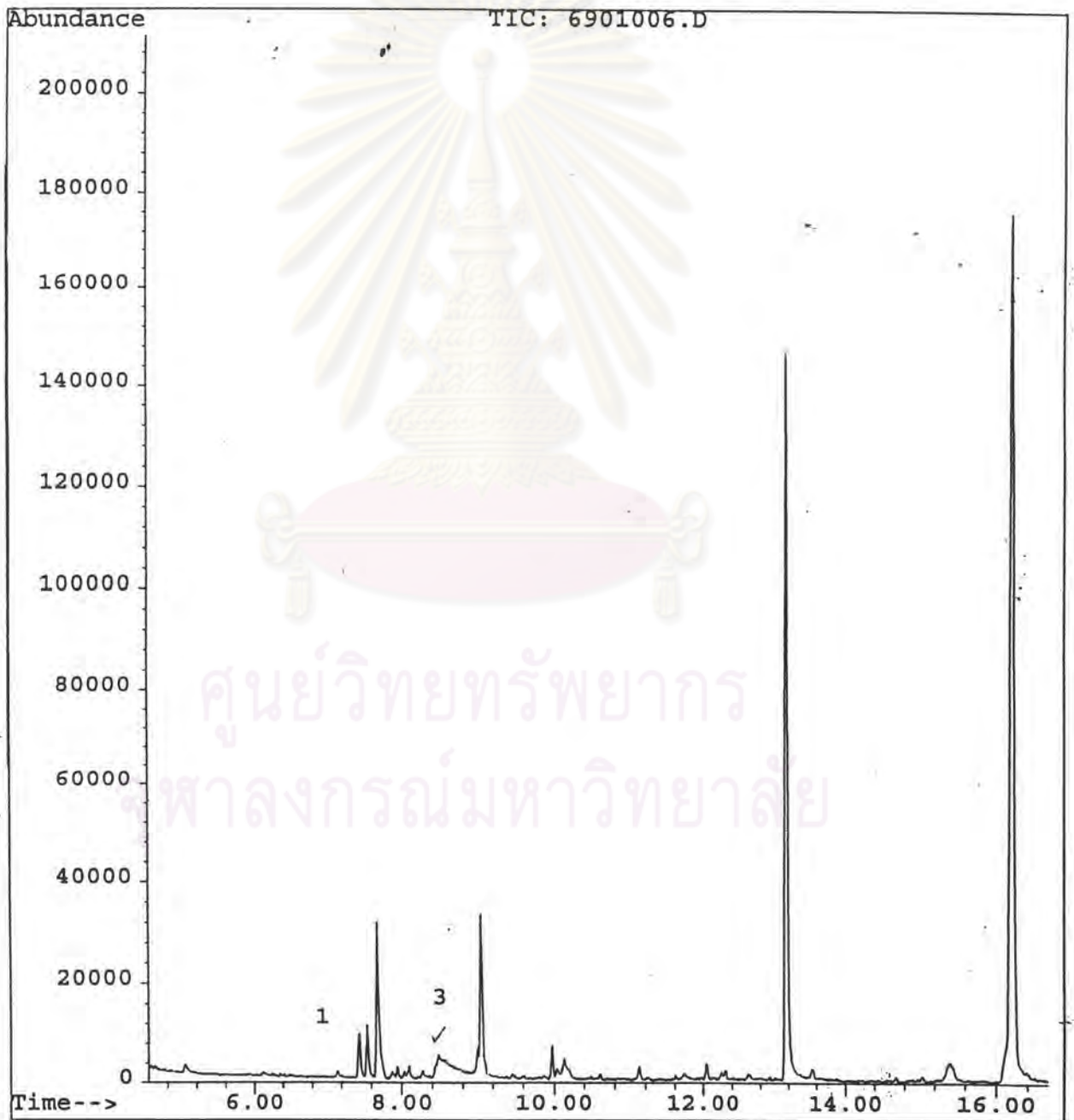
peak 3 คือ คาร์บาริล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

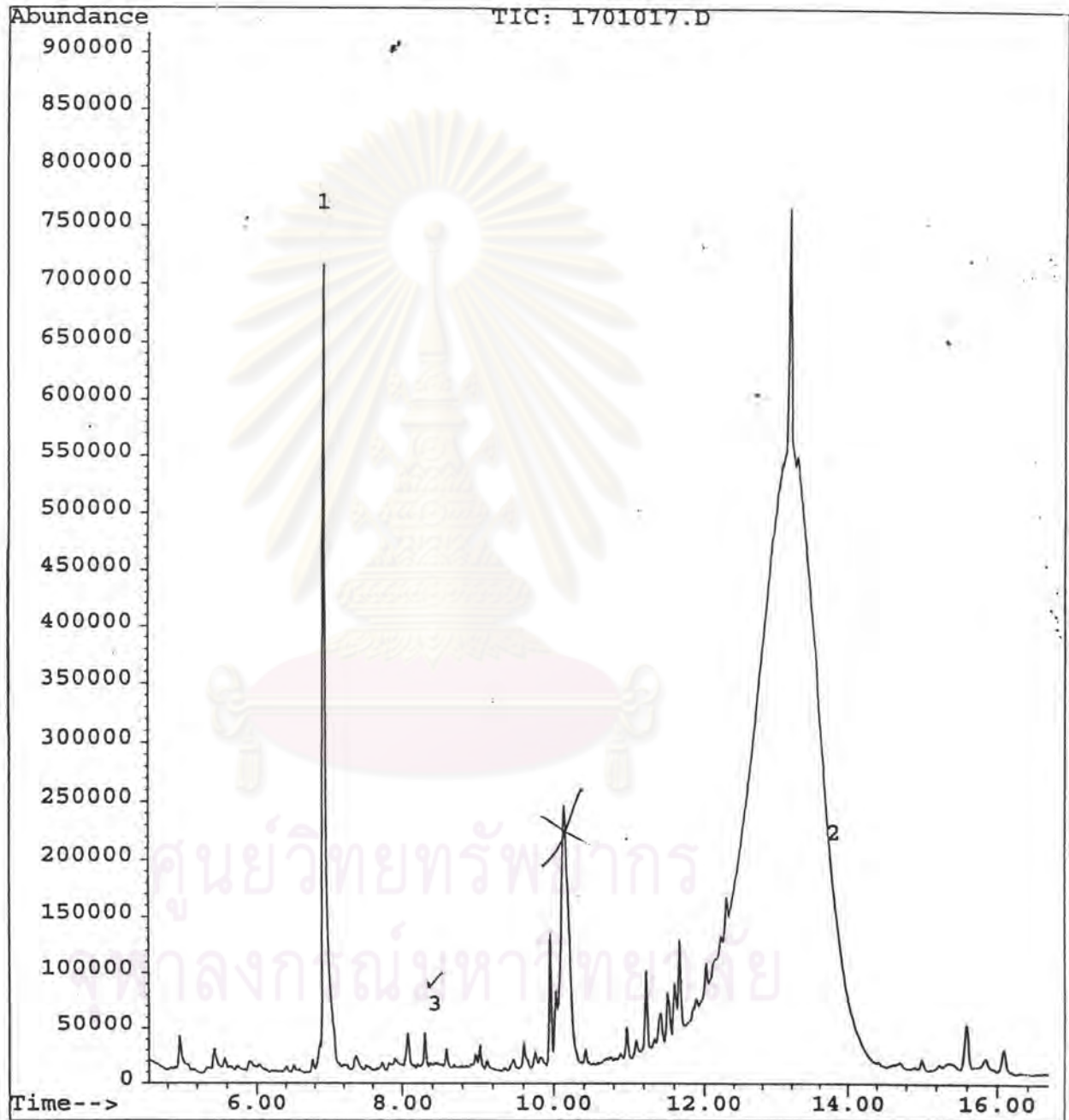
รูปที่ ง.2 คาร์บาริลในตัวอย่างน้ำจากสถานีที่ 1 บริเวณทะเลสาบไถ่-ออฟของกรีน 8B
ในช่วง 3 วันหลังจากการฉีดพ่นบนดิน



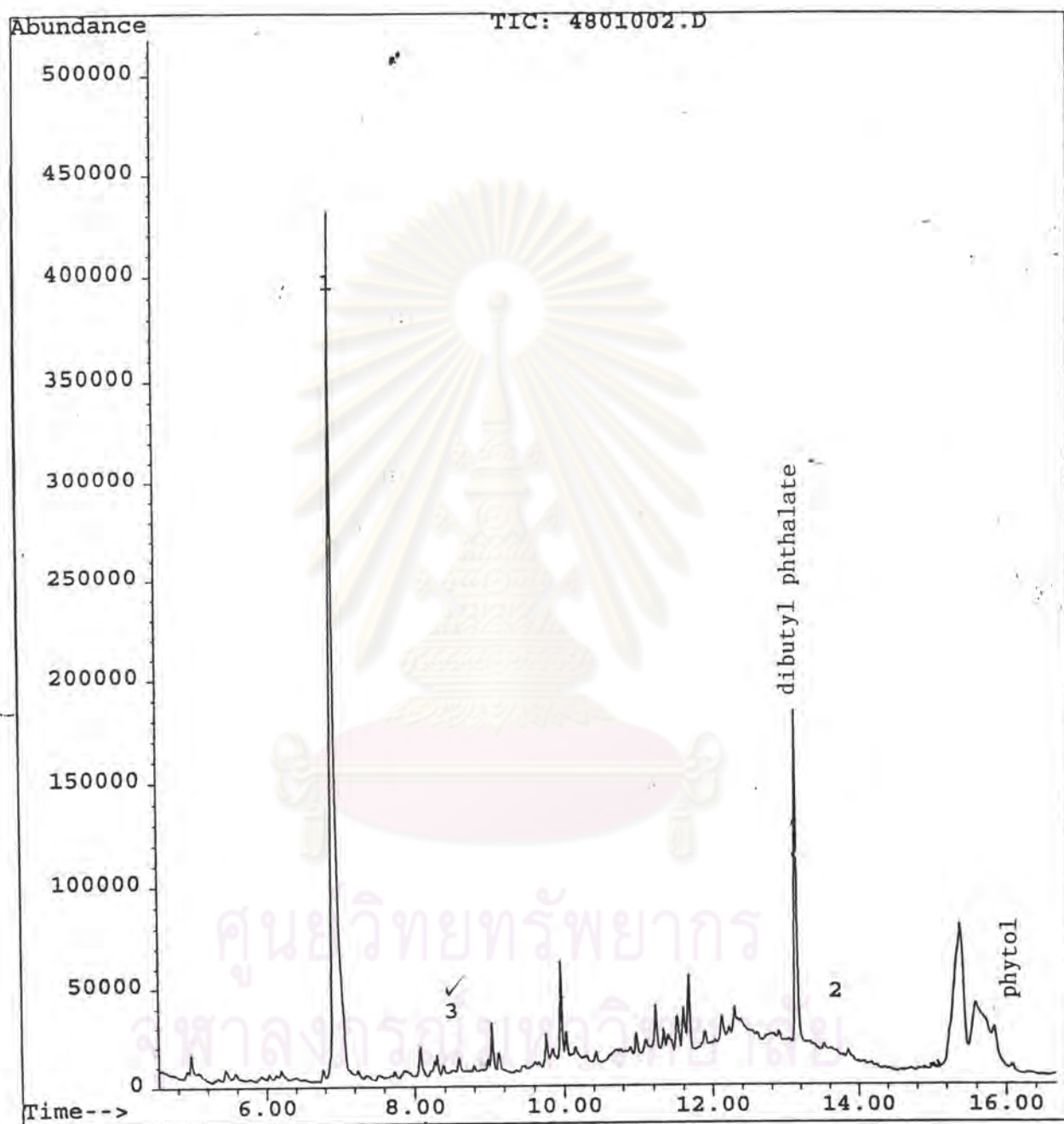
รูปที่ ๓.3 คาร์บาริลในตัวอย่างน้ำจากสถานีที่ 5 บริเวณอ่างเก็บน้ำนอกโครงการในช่วง 3 วันหลังจากการฉีดพ่นบนดิน



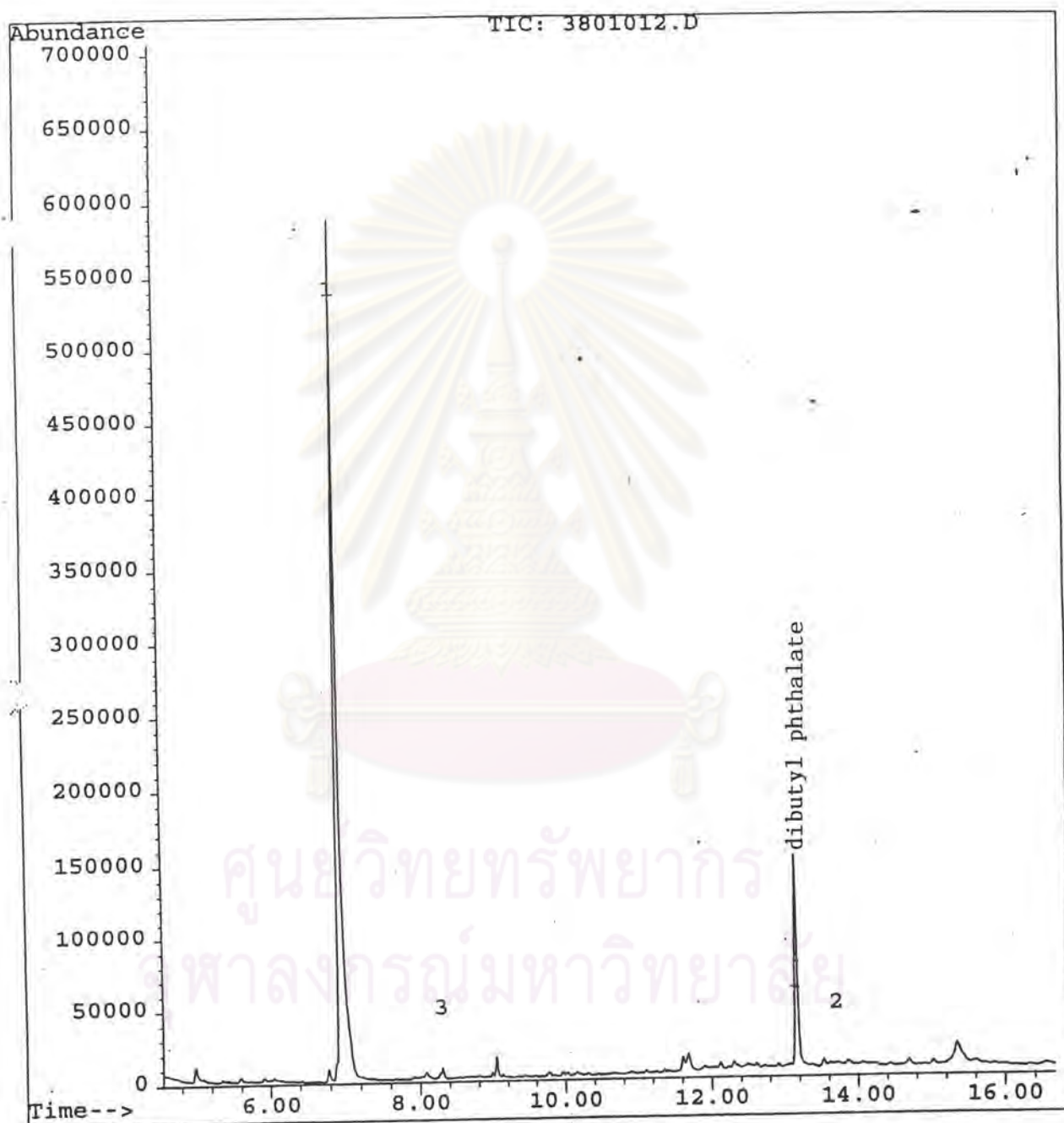
รูปที่ ง.4 คาร์บาริลในตัวอย่างตะกอนจากสถานีที่ 3 บริเวณทะเลสาบใกล้แฟร์เวย์ของ
กรีน 2B ในช่วง 7 วันหลังจากการฉีดพ่นบนดิน



รูปที่ ง.5 คาร์บาริลในตัวอย่างตะกอนจากสถานีที่ 3 บริเวณทะเลสาบโกลันเฟร์เวย์ของ
กรีน 2B ในช่วง 14 วันหลังจากการฉีดพ่นบนดิน



รูปที่ ง.6 ตัวอย่าง chromatogram ของตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรจาก
สถานที่ 1 บริเวณตัดกับที่-ออฟของกรีน 8B



ภาคผนวก จ

วิธีวิเคราะห์หาสมบัติของดิน

(กองเกษตรเคมี, 2528)

1. วิธีวิเคราะห์หาความเป็นกรดเป็นด่างในดินโดยวิธี Electrometric

ในการวัด pH โดยใช้เครื่อง pH meter นั้น อาศัยการวัดความต่างศักย์ (potential difference) ระหว่าง glass electrode กับ reference electrode โดยการจุ่ม electrode ทั้งสองลงไปในระบบที่ต้องการวัด แล้วค่าของ potential ที่วัดได้ จะถูกแปรเป็นค่า pH โดยเครื่อง potentiometer ซึ่งสามารถอ่านค่าได้ทันที การวัดนิยมใช้ glass electrode ซึ่งประกอบด้วย AgCl/Ag 0.1 N HCl/glass กับ reference electrode ชนิด saturated KCl calomel electrode $\text{Hg/Hg}_2\text{Cl}_2$, KCl sat. KCl saturated solution ใน calomel electrode นี้ทำหน้าที่เป็น salt bridge เชื่อมระหว่าง reference electrode กับสารละลายที่จะวัด pH

ภายใน glass electrode มี H^+ จาก 0.1 N HCl และในสารละลายที่ต้องการวัดจะมี H^+ อยู่จำนวนหนึ่งซึ่งไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงทำให้มีการถ่ายทอด electron ที่มีความต่างศักย์เกิดขึ้นคนละด้านของ glass membrane ปริมาณความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นจะมากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ H^+ ในสารละลายทั้งสองนี้แต่ระดับความเข้มข้นใน glass electrode คงที่ ดังนั้นความต่างศักย์ที่วัดได้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ H^+ อยู่ในสารละลายที่ electrode จุ่มอยู่เพียงอย่างเดียว

1. อุปกรณ์

- 1.2 แท่งแก้วสำหรับคน
- 1.3 น้ำกลั่นหรือน้ำกรอง
- 1.4 เครื่องมือสำหรับเติมน้ำกลั่นได้ครั้งละ 10 มิลลิลิตร

2. วิธีการ

ชั่งดิน 10 กรัม ใส่ใน beaker ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร คนด้วยแท่งแก้วให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ 30 นาที ระหว่างที่วางไว้คนเสมอ ๆ สัก 2-3 ครั้ง เมื่อครบกำหนดจึงนำไปวัด pH ด้วยเครื่อง pH meter ก่อนการวัดต้องเปิดเครื่องไว้ก่อนอย่างน้อย 15 นาที จากนั้นปรับเครื่องด้วย buffer solution ที่ pH 4.0 และ 7.0 ในอุณหภูมิห้อง วัด pH ของตัวอย่างดินที่เตรียมไว้ บันทึกผล

2. วิธีวิเคราะห์หาอินทรียวัตถุในดินโดยวิธี Walkley-Black

1. อุปกรณ์

- 1.1 Erlenmeyer flask 250 มิลลิลิตร
- 1.2 Analytical balance
- 1.3 Cylinder 100 มิลลิลิตร
- 1.4 Burette 250 มิลลิลิตร
- 1.5 Automatic burette 100 มิลลิลิตร
- 1.6 Beaker 100 มิลลิลิตร
- 1.7 Volumetric flask 2,000 มิลลิลิตร
- 1.8 Magnetic stirrer

2. สารเคมี

- 2.1 Potassium dichromate 1 N

ละลาย $K_2Cr_2O_7$ 49.04 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น

2.2 Ferrous ammonium sulphate 0.5 N

ละลาย Ferrous ammonium sulphate 196.1 กรัม หรือ FeSO_4 139.0 กรัม และ conc. H_2SO_4 20 มิลลิลิตร ทำให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

2.3 Indicator

ชั่ง Ferrous sulphate 0.5 กรัม และ O-phenanthroline 1 กรัม และ น้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร

3. วิธีการ

ชั่งดิน 1 กรัม เติม Potassium dichromate 1 N จำนวน 10 มิลลิลิตร เติม conc. H_2SO_4 (85-87%) 20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็น นำไปไตเตรทด้วย Ferrous ammonium sulphate หยด indicator ลงไปประมาณ 5-6 หยด ไตเตรทจนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีแดง บันทึกปริมาตรของ Ferrous ammonium sulphate ที่ใช้ นำไปคำนวณต่อไป ถ้าหากเกิน end point ให้เติม $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ลงไปจำนวนหนึ่งแล้วไตเตรทต่อ จุดปริมาตรที่ใช้ไว้เพื่อประโยชน์ในการคำนวณต่อไป การทำ Blank ใช้ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 10 มิลลิลิตร ดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่างดิน และทำพร้อม ๆ กันกับตัวอย่าง โดยทั่วไปปริมาตรของ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ทำปฏิกิริยาควรอยู่ระหว่าง 2-8 มิลลิลิตร ถ้าหากใช้นอกเหนือจากนี้ควรจะใช้ดินมากขึ้นหรือน้อยลงแล้วแต่กรณี

4. การคำนวณ

ดิน 1 กรัม ใช้ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 10 มิลลิลิตร ทั้งในตัวอย่างและใน Blank

Blank ใช้ Ferrous ammonium sulphate = B มิลลิลิตร

Sample ใช้ Ferrous ammonium sulphate = S มิลลิลิตร

Oxidizable matter = $\frac{(B-S) \times 0.5}{1000}$ gm E

1000

Oxidizable carbon = $\frac{(B-S) \times 0.5 \times 3}{1000}$ gm

1000

$$\text{เปอร์เซ็นต์ Organic carbon} = \frac{(B-S) \times 0.5 \times 3 \times 100 \text{ gm}}{1000 \text{ wt. of sample}}$$

$$= \frac{(B-S) \times 0.15}{\text{wt. of sample}}$$

$$\text{หาค่า organic matter} = \frac{(B-S) \times 0.15 \times 100}{\text{wt. of sample} \times 58} \%$$

โดยวิธีนี้จะได้อัตราประมาณ 77% ของค่า dry combustion

$$= \frac{(B-S) \times 0.15 \times 100 \times 100}{\text{wt. of sample} \times 58 \times 77}$$

$$77\% \text{ recovery of organic matter} = \frac{(B-S) \times 0.15 \times 1.724 \times 1.298}{\text{wt. of sample}}$$

$$= \frac{(B-S) \times 0.336}{\text{wt. of sample}}$$

$$77\% \text{ recovery of organic carbon} = \frac{(B-S) \times 0.15 \times 1.298}{\text{wt. of sample}}$$

$$= \frac{(B-S) \times 0.1947}{\text{wt. of sample}}$$

3. วิธีวิเคราะห์หาความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินโดยวิธี

displacement distillation for adsorbed ammonium

1. อุปกรณ์

- 1.1 Volumetric flask 100 มิลลิลิตร
- 1.2 Kjeldahl digestion
- 1.3 Pipette ขนาด 20, 10 และ 5 มิลลิลิตร
- 1.4 Erlenmeyer flask 125 มิลลิลิตร และ 50 มิลลิลิตร

- 1.5 กระจกทรง No.42
- 1.6 Funnel ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.5 เซนติเมตร
- 1.7 Cylinder ขนาด 25 มิลลิลิตร

2. สารเคมี

- 2.1 N Ammonium Acetate pH7
- 2.2 0.25N Ammonium Chloride pH7 26.746 กรัม 2 lit
- 2.3 40 % Ethyl alcohol
- 2.4 10 % NaCl 100 กรัม 1 lit
- 2.5 10 % NaOH
- 2.6 2 % Boric acid 20 กรัม 1 lit
- 2.7 Mixed Indicator
- 2.8 Standard H_2SO_4 0.01N

3. วิธีการ

ตวงดินขนาด 2 มิลลิเมตร ประมาณ 5 กรัม ใส่บนกระดาษกรอง ถ้าดินมี pH สูงกว่า 6.0 ชะดินด้วย 40% Ethyl alcohol ครั้งละ 25 มิลลิลิตร ประมาณ 4 ครั้ง เพื่อไล่พวก Free salt ชะดินด้วย Ammonium Acetate 1N ครั้งละ 25 มิลลิลิตร 4 ครั้ง (100 มิลลิลิตร) นำ leachate ที่ได้ไปหาค่า Calcium และ Magnesium ชะดินต่อไปด้วย NH_4Cl 0.25 N ครั้งละ 25 มิลลิลิตร 2 ครั้งแล้ว ชะดินด้วย 40% Ethyl alcohol ครั้งละ 25 มิลลิลิตร อีก 4 ครั้ง เพื่อไล่ Free Ammonium ชะดินด้วย NaCl 10% อีก 4 ครั้ง ๗ ละ 25 มิลลิลิตร โดยใช้ Volumetric flask 100 มิลลิลิตร รองรับปรับสารละลายที่ได้ด้วย NaCl 10% ให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร สารละลายที่ได้นำไปกลั่นด้วยเครื่อง Kjeldahl โดยดูดสารละลาย 20 มิลลิลิตร เติม NaOH 10% 5 มิลลิลิตร รองรับสารละลายที่กลั่นได้ด้วย Boric acid 2% ประมาณ 5 มิลลิลิตร โดยหยด Mixed indicator ประมาณ 3-4 หยด กลั่นประมาณ 15 นาที แล้วนำไปไตเตรทกับ Standard Sulfuric acid 0.01N จนถึง end point

ซึ่งจะเปลี่ยนสารละลายจากสีเขียวเป็นสีชมพู จดปริมาตรกรดที่ใช้แล้วเอาไปคำนวณหาค่า C.E.C.

4. วิธีคำนวณ

ใช้ดิน 5 กรัม ชะด้วย NaCl 100 มิลลิลิตร ตูมมากลั่น 20 มิลลิลิตร แล้วไตเตรทกับกรด H_2SO_4 0.01N สมมติว่าใช้ H_2SO_4 a มิลลิลิตร

$$\begin{aligned}
 \text{ดูดสารละลาย 20 มิลลิลิตร ค่าที่ได้} &= \frac{N \times a}{1,000} && \text{gmE} \\
 \text{" 100 มิลลิลิตร " } &= \frac{N \times a \times 100}{1,000 \times 20} && \text{gmE} \\
 \text{ดิน 5 กรัม มี C.E.C.} &= \frac{0.01a \times 100}{1,000 \times 20} && \text{gmE} \\
 \text{" 100 " " " } &= \frac{0.01a \times 100 \times 100}{1,000 \times 20 \times 5} && \text{gmE} \\
 &= \frac{0.01a}{10} && \text{gmE} \\
 \text{ค่า C.E.C.} &= \frac{0.01a \times 1,000}{10} && \text{meq} \\
 &= a && \text{meq.}
 \end{aligned}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. วิธีวิเคราะห์หาความชื้นในดิน

1. อุปกรณ์

- 1.1 Aluminium moisture cans
- 1.2 Oven
- 1.3 เครื่องชั่ง
- 1.4 Desiccator

2. วิธีการ

- 2.1 ชั่งดิน 10 กรัมลงใน moisture can ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว
(A) จดน้ำหนักไว้เป็นน้ำหนัก moisture can + น้ำหนักดินก่อนอบ (B)
- 2.2 จากข้อ 1 นำ moisture can ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 15 ชั่วโมง หรืออบค้างคืนไว้
- 2.3 นำ moisture can ที่อบแล้วนี้ไปทำให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งอีกครั้ง จดไว้เป็นน้ำหนัก moisture can + น้ำหนักดินหลังอบ (องศาเซลเซียส)

3. วิธีคำนวณ

$$\% \text{ Moisture} = \frac{\text{wt. of moisture}}{\text{wt. of Oven-dried Soil}} \times 100$$

$$\text{wt. of Moisture} = B - C$$

$$\text{wt. of Oven-dried Soil} = C - A$$

5. วิธีวิเคราะห์หาเนื้อดินโดยวิธีไฮโดรมิเตอร์

1. อุปกรณ์

- 1.1 Beaker ขนาด 600 มิลลิลิตร
- 1.2 Water bath
- 1.3 กรวยกรอง
- 1.4 กระดาษกรอง No.42
- 1.5 Dispersion cup
- 1.6 Mechanical stirrer
- 1.7 Rubber policeman
- 1.8 Stirring rod
- 1.9 Hydrometer ชนิดพิเศษสำหรับใช้ในการประเมินเนื้อดิน
- 1.10 Sedimentation cylinder

1.11 Plunger

1.12 Thermometer

2. สารเคมี

2.1 สารละลาย 30 % H_2O_2

2.2 สารละลาย 5 % Calgon:- ชั่ง Dry powdered sod. hexametaphosphate 35.7 กรัม และ Anhydrous sod. carbonate 7.54 กรัม ค่อย ๆ ใส่สารเคมีที่ชั่งแล้วนี้ ลงใน Beaker 600 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นอยู่แล้วคนไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งสารเคมีละลายหมด ถ่ายใส่ Volumetric flask 1 ลิตร แล้วปรับปริมาตร

2.3 Amyl alcohol

3. วิธีการ

3.1 การเตรียมตัวอย่างดิน

- 3.1.1 ชั่งตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตรแล้ว จำนวน 60 กรัมลงใน Beaker 600 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย 30 % H_2O_2 ช้า ๆ ครั้งละ 5-10 มิลลิลิตร จนกระทั่งตัวอย่างดินมีสีซีด และไม่แสดงปฏิกิริยา (ไม่เกิดฟองแก๊ส) กับ H_2O_2 อีกต่อไป (ก่อนเติม H_2O_2 แต่ละครั้งจะต้องรอให้ปฏิกิริยาที่เกิดจากการเติมครั้งก่อนสงบลงเสียก่อน อย่าให้ H_2O_2 สัมผัสกับผิวหนังเพราะจะเกิดแผลพุพอง) ถ้าปฏิกิริยาเกิดเข้าไปอาจเร่งให้เร็วโดยการอุ่นบน Water bath แต่ต้องรับยกขึ้นเมื่อปฏิกิริยารุนแรงเกินสมควร
- 3.1.2 เมื่อตัวอย่างดินไม่แสดงปฏิกิริยากับ H_2O_2 อีกต่อไปแล้ว ยก Beaker ขึ้นตั้งบน Water bath เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อขับไล่ H_2O_2 ที่เกินพอ แล้วยกลงตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

- 3.1.3 ติดตั้งกรวยกรอง (ใช้กระดาษกรอง Whatman No.42) ถ่ายตัวอย่างดินจาก Beaker ลงในกรวยกรองให้หมด (อาจต้องใช้น้ำกลั่นช่วย) แล้วชะดินในกรวยกรองด้วย น้ำกลั่นครั้งละ 50 มิลลิลิตร จนครบ 200 มิลลิลิตร
- 3.1.4 ย้ายดินจากกรวยกรอง (ยกไปทั้งกระดาษกรอง) ลงใน Beaker อันเดิม นำไปอบที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-24 ชั่วโมง แล้วนำไปทำให้เย็นใน desiccator
- 3.2 ชั่งตัวอย่างดินในข้อ 3.1.4 จำนวน 40 กรัม (ไม่จำเป็นต้องเป็น 40 กรัมพอดี แต่ต้องทราบมวลที่แน่นอนและบันทึกมวลนี้ไว้) ลงใน Beaker 600 มิลลิลิตร
- 3.3 เติมสารละลาย 5% calgon 100 มิลลิลิตร คนให้ทั่ว แล้วตั้งทิ้งไว้ค้างคืน
- 3.4 ถ่ายดินจากข้อ 3.3 ลงใน dispersion cup แล้วล้างด้วย น้ำกลั่น นำไปปั่นด้วยเครื่อง 5 นาที (อย่าให้นานกว่านี้ เพราะจะทำให้อนุภาคที่ใหญ่ ๆ ของ ดินแตกซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อน)
- 3.5 ถ่ายสิ่งที่อยู่ใน dispersion cup ทั้งหมดลงใน sedimentation cylinder (อย่าให้หกเป็นอันขาด) ถ้ามีเศษดินติดอยู่ตามผนังของ dispersion cup ให้ใช้ rubber policeman ถูพร้อมกับใช้น้ำกลั่นจาก wash bottle ล้างไล่ดินลงใน sedimentation cylinder ให้หมด
- 3.6 เติมน้ำกลั่นลงไปใน sedimentation cylinder ประมาณ 100-200 มิลลิลิตร ค่อย ๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไปใน sedimentation cylinder ในขณะที่ไฮโดรมิเตอร์จุ่มอยู่ในสารแขวนลอยของดินใน sedimentation cylinder นี้ เติมน้ำกลั่นลงไปอีกจนถึงขีดล่างของ sedimentation cylinder
- 3.7 ยกไฮโดรมิเตอร์ออก ใช้ plunger คน 20 ครั้ง เพื่อให้อนุภาคของดินในสารแขวนลอยใน sedimentation cylinder กระจายอย่างสม่ำเสมอทั้งทุก

ส่วนของสารแขวนลอย วาง graduated cylinder ให้เรียบร้อยบนโต๊ะปฏิบัติการพร้อมกับ
เริ่มจับเวลา

3.8 ค่อย ๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไปในสารแขวนลอยของดินใน
sedimentation cylinder (อย่าให้สารแขวนลอยได้รับความกระทบกระเทือนมากกว่า
ที่จำเป็น) ปลดไฮโดรมิเตอร์ไว้ในสารแขวนลอยและอ่านค่าบนก้านของไฮโดรมิเตอร์ตรง
ระดับผิวของสารแขวนลอย เมื่อครบ 40 วินาทีพอดี นับตั้งแต่เริ่มตั้ง sedimentation
cylinder ลงบนโต๊ะปฏิบัติการ วัดอุณหภูมิของสารแขวนลอยของดินตรงระดับกระเปาะของ
ไฮโดรมิเตอร์ บันทึกค่าที่อ่านได้จากก้านของไฮโดรมิเตอร์และอุณหภูมิค่าที่ได้จาก 40 วินาที
นำไปคำนวณหาปริมาณ silt + clay

3.9 ปฏิบัติข้อ 3.8 ซ้ำอีก และเมื่อได้เวลาอีก 1 นาทีจะครบ
2 ชั่วโมงค่อย ๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไปในสารแขวนลอยใน sedimentation cylinder
อีก อ่านค่าบนก้านของไฮโดรมิเตอร์ เมื่อได้เวลา 2 ชั่วโมงพอดีนับตั้งแต่เริ่มตั้ง
sedimentation cylinder ลงบนโต๊ะปฏิบัติการและวัดอุณหภูมิของสารแขวนลอยไว้อีก
ค่าที่ได้ก็นำไปคำนวณปริมาณ Clay

3.10 เติมสารละลาย 5 % Calgon 100 มิลลิลิตร ลงใน
sedimentation cylinder อีกใบหนึ่ง แล้วปฏิบัติการเช่นเดียวกับในข้อ 3.6 และข้อ
3.7 และใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดความเข้มข้นของสารละลาย calgon ใน sedimentation
cylinder และวัดอุณหภูมิตามวิธีการข้อ 3.8 บันทึกผลไว้ ค่าที่อ่านได้นำไปคำนวณหาค่า
Blank

4. วิธีคำนวณ

A1 (40 วินาที)

Temperature corrections = $(T \text{ ขณะนั้น} - 67^\circ \text{ F}) \times 0.2 = A_1$

A2 (2 ชั่วโมง)

hydrometer corrections

ค่าที่อ่านได้จากข้อ 3.10 = a จุดอุณหภูมิขณะนั้นด้วย

$(T \text{ ขณะนั้น} - 67^{\circ} F) \times 0.2 = b$ (Temperature correction ของ Blank

$a+b = B$ (Blank)

Silt + Clay (40 วินาที) = x (จาก Hydrometer reading)

Silt + Clay (corrected) = $(x + A_1) - B = C$

Clay (2 ชั่วโมง) = Y (จาก Hydrometer reading)

Clay (corrected) = $(Y + A_2) - B = D$

% Silt + Clay = $\frac{C}{\text{น.น. ดิน}} \times 100$

น.น. ดิน

% Clay = $\frac{D}{\text{น.น. ดิน}} \times 100$

น.น. ดิน

% Silt = (% Silt + Clay) - % Clay

% Sand = $100 - (\% \text{ Silt} + \text{ Clay})$

เมื่อทราบค่า % Sand, % Silt + % Clay แล้วนำตัวเลขนี้ไปเทียบกับ Triangle เพื่อจะได้ทราบว่า เป็นเนื้อดินชนิดใด

วิธีวิเคราะห์หาสมบัติของน้ำ

(APHA, AWWA, and WPCF, 1992; กองจัดการคุณภาพน้ำ, 2538)

1. วิธีวิเคราะห์หาสารแขวนลอยโดยวิธี filtration/evaporation

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1 กระดาษกรองมาตรฐาน (hatman GF/C) เส้นผ่าศูนย์กลาง

7 เซนติเมตร

1.2 กรวยกรอง

1.3 บีกุคสุญญากาศ

1.4 ตู้อบความร้อน

1.5 เครื่องชั่งละเอียด

1.6 โถดูดความชื้น

2. วิธีการ

2.1 ออบกระดาษกรองให้แห้งที่อุณหภูมิ 104 องศาเซลเซียสนาน

1 ชั่วโมง ทั้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนัก (B)

2.2 วางกระดาษลงในกรวยกรองซึ่งต่อเข้ากับบีมคูดสุญญากาศ

2.3 ใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาษกรองให้เปียก เปิดบีมคูดอากาศ

2.4 ตวงปริมาตรน้ำตัวอย่างด้วยกระบอกตวง ถ้าเป็นน้ำเสียใช้น้ำ
ปริมาตร 50-100 มิลลิลิตร ถ้าเป็นน้ำสะอาดใช้ปริมาตร 200 มิลลิลิตรขึ้นไป เทด้วยตัวอย่าง
น้ำผ่านกระดาษกรองและเปิดบีมคูดสุญญากาศจนน้ำแห้ง

2.5 ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างสารแขวนลอยที่ติดอยู่ข้างกรวย

2.6 ปิดบีม นำกระดาษกรองไปอบแห้งในตู้อบ 104 องศาเซลเซียส

เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2.7 ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก (A)

3. วิธีคำนวณ

สารแขวนลอย, มิลลิกรัมต่อลิตร = $\frac{(A-B) \times 1,000}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง}}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อ A = น้ำหนักกระดาษกรองหลังทดลอง, มิลลิกรัม
B = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนทดลอง, มิลลิกรัม

ภาคผนวก ฉ

ตารางที่ ฉ.1 สมบัติของน้ำในบริเวณทะเลสาบใกล้ที่-ออฟของกรีน 8B

สมบัติของน้ำ	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
	3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
ความเป็นกรด เป็นด่างในน้ำ	5.75	7.78	7.52	7.22
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	29.6	29.5	30.7	26.1
สารแขวนลอย (มีลิกวีตต่อลิตร)	15.5	4.0	5.0	2.0
การนำไฟฟ้าของน้ำ (ไมโครโมลต่อเซนติเมตร)	170	150	150	170

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาไรบดิน

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอรีนไฟรฟอสบนดิน

ตารางที่ ฉ.2 สมบัติของน้ำในบริเวณทะเลสาบใกล้กรีน 6B

สมบัติของน้ำ	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการจัดพ่นสารเคมี (วัน)			
	3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
ความเป็นกรด เป็นด่างในน้ำ	5.81	6.39	6.41	6.30
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	29.2	30.6	30.4	26.5
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6.5	4.0	1.0	6.0
การนำไฟฟ้าของน้ำ (ไมโครโมลต่อเซนติเมตร)	168	170	160	172

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการจัดพ่นคาร์บาริลบนดิน

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการจัดพ่นคลอร์ไพริฟอสบนดิน

ตารางที่ จ.3 สมบัติของน้ำในบริเวณทะเลสาบใกล้แฟร์เวย์ของกรีน 2B

สมบัติของน้ำ	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
	3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
ความเป็นกรด เป็นด่างในน้ำ	6.37	6.74	6.72	7.25
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	29.5	30.1	30.5	27.4
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	9.0	6.0	5.5	2.0
การนำไฟฟ้าของน้ำ (ไมโครโมลต่อเซนติเมตร)	132	170	175	185

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริลบนดิน

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสบนดิน

ตารางที่ จ.4 สมบัติของน้ำในบริเวณทางน้ำออกของโครงการ

สมบัติของน้ำ	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการจัดผันसारเคมี (วัน)			
	3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
ความเป็นกรด เป็นด่างในน้ำ	6.84	6.91	6.59	7.32
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	29.7	28.2	28.8	29.5
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.0	3.5	3.0	1.0
การนำไฟฟ้าของน้ำ (ไมโครโมลต่อเซนติเมตร)	200	180	195	230

ศูนย์วิทยทรัพยากร
ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการจัดผันคาร์บาไรบดิน

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการจัดผันคลอรีไฟรฟอสบดิน

ตารางที่ จ.5 สมบัติของน้ำในบริเวณอ่างเก็บน้ำนอกโครงการ

สมบัติของน้ำ	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการจัดผันสารเคมี (วัน)			
	3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
ความเป็นกรด เป็นด่างในน้ำ	5.74	7.11	7.07	7.13
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	30.1	29.9	29.8	28.4
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	16.0	4.5	4.0	1.0
การนำไฟฟ้าของน้ำ (ไมโครโมลต่อเซนติเมตร)	130	135	125	150

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการจัดผันคาร์บาริลบนดิน

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการจัดผันคลอร์ไพริฟอสบนดิน

ตารางที่ ๘.6 สมบัติของตะกอนในบริเวณทะเลสาบไถ่ที่-ออฟของกรีน 8B

สมบัติของ	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
	ตะกอน	3(7)	7(10)	10(14)
เนื้อดิน	ร่วนปนดินเหนียว	ร่วนปนดินเหนียว	ร่วนปนดินเหนียว	ร่วนปนดินเหนียว
อินทรียวัตถุ (ร้อยละ)	1.48	1.24	1.31	0.91
ความจุในการแลกเปลี่ยน ไอออนบวก (C.E.C.) (meq/100g)	5.20	6.70	2.1	13.60
ความเป็นกรด เป็นด่างของ ตะกอน (1:1)	6.5	6.6	6.3	6.2
ความชื้นในตะกอน (ร้อยละ)	0.9	2.0	1.9	1.3

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาไรลบนดิน

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสบนดิน

ตารางที่ ๑.7 สมบัติของตะกอนในบริเวณทะเลสาบใกล้กรีน 6B

สมบัติของ	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
	3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
ตะกอน	3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
เนื้อดิน	ดินเหนียว	ร่วนปนดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว
อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	2.75	1.14	1.24	1.64
ความจุในการแลกเปลี่ยน ไอออนอออนบวก (C.E.C.) (meq/100g)	7.90	6.10	5.9	8.40
ความเป็นกรด เป็นด่างของ ตะกอน (1:1)	6.0	6.1	6.2	6.2
ความชื้นในตะกอน (ร้อยละ)	1.9	1.6	1.8	1.9

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริลบนดิน

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสบนดิน

ตารางที่ ๘.8 สมบัติของตะกอนในบริเวณทะเลสาบใกล้แฟร์เวย์ของกรีน 2B

สมบัติของ	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
	3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
ตะกอน	3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
เนื้อดิน	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ร่วนเหนียวปนทราย	ดินเหนียว
อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	0.97	2.95	1.11	2.89
ความจุในการแลกเปลี่ยน ไอออนบวก (C.E.C.) (meq/100g)	13.50	13.60	7.40	14.05
ความเป็นกรด เป็นด่างของ ตะกอน (1:1)	5.6	5.5	5.5	5.5
ความชื้นในตะกอน (ร้อยละ)	0.7	3.3	1.3	3.4

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริลบนดิน

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสบนดิน

ตารางที่ ๑.๑ สมบัติของตะกอนในบริเวณทางน้ำออกของโครงการ

สมบัติของ	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
	ตะกอน	3(7)	7(10)	10(14)
เนื้อดิน	ร่วนปนดินเหนียว ร่วนเหนียวปนทราย ร่วนปนดินเหนียว ร่วนเหนียวปนทราย			
อินทรียวัตถุ (ร้อยละ)	0.77	0.50	1.14	1.11
ความจุในการแลกเปลี่ยน ไอออนบวก (C.E.C.) (meq/100g)	6.20	4.40	3.30	4.80
ความเป็นกรด เป็นด่างของ ตะกอน (1:1)	6.0	5.9	6.1	6.3
ความชื้นในตะกอน (ร้อยละ)	1.5	1.0	1.6	0.8

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริลบนดิน

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสบนดิน

ตารางที่ ๑.10 สมบัติของตะกอนในบริเวณอ่างเก็บน้ำนอกโครงการ

สมบัติของ	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการจัดฟันสารเคมี (วัน)			
	ตะกอน	3(7)	7(10)	10(14)
เนื้อดิน	ร่วนปนดินเหนียว	ร่วนปนดินเหนียว	ร่วนเหนียวปนทรายแป้ง	ร่วนปนดินเหนียว
อินทรีฮิวต์ (ร้อยละ)	1.11	1.78	1.88	1.11
ความจุในการแลกเปลี่ยน ไอออนอออนบวก (C.E.C.) (meq/100g)	5.50	6.30	3.30	6.00
ความเป็นกรด เป็นด่างของ ตะกอน (1:1)	5.5	5.9	5.7	6.0
ความชื้นในตะกอน (ร้อยละ)	1.4	1.4	2.0	1.4

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการจัดฟันคาร์บาไรลบนดิน

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการจัดฟันคลอรีนไฟรฟอสบนดิน

ตารางที่ ๑๑.11 สมบัติของดินในบริเวณติดกับที่-ออฟของกรีน 8B

สมบัติ ของดิน	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
		3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
เนื้อดิน	0 - 5	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน
	5 - 10	ทรายปนดินร่วน	ร่วนปนทราย	ทรายปนดินร่วน	ร่วนปนทราย
	10 - 20	ทรายปนดินร่วน	ร่วนปนทราย	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน
อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	0 - 5	1.38	1.58	1.44	1.71
	5 - 10	0.77	0.84	0.37	0.97
	10 - 20	0.84	0.67	0.30	0.27
ความจุในการ แลกเปลี่ยนอิออน บวก (C.E.C.) (meq/100g)	0 - 5	1.70	1.20	2.00	2.40
	5 - 10	1.50	1.80	1.30	2.60
	10 - 20	1.50	1.70	1.20	1.90

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

ตารางที่ ฉ.11 (ต่อ)

สมบัติ ของดิน	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
		3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
ความเป็นกรด	0 - 5	5.7	5.5	5.8	6.0
เป็นด่างในดิน	5 - 10	6.1	5.9	6.2	7.2
(1:1)	10 - 20	6.1	6.1	6.3	6.4
ความชื้นในดิน	0 - 5	0.4	0.3	0.7	0.6
(ร้อยละ)	5 - 10	0.4	0.4	0.7	0.6
	10 - 20	0.6	0.3	0.3	0.3

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.12 สมบัติของดินในบริเวณติดกับกรีน 6B

สมบัติ ของดิน	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
		3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
เนื้อดิน	0 - 5	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน
	5 - 10	ทรายปนดินร่วน	ร่วนปนทราย	ร่วนปนทราย	ร่วนปนทราย
	10 - 20	ร่วนปนทราย	ร่วนปนทราย	ร่วนปนทราย	ร่วนปนทราย
อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	0 - 5	1.31	0.94	0.97	1.48
	5 - 10	0.30	0.30	0.34	0.37
	10 - 20	0.17	0.27	0.30	0.30
ความจุในการ แลกเปลี่ยนอิออน บวก (C.E.C.) (meq/100g)	0 - 5	1.20	1.60	1.60	1.30
	5 - 10	1.10	1.10	1.30	1.60
	10 - 20	1.00	1.10	1.60	1.70

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

ตารางที่ จ.12 (ต่อ)

สมบัติ ของดิน	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
		3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
ความเป็นกรด	0 - 5	6.1	6.0	6.1	6.0
เป็นด่างในดิน	5 - 10	6.7	6.8	7.0	7.2
(1:1)	10 - 20	6.6	6.2	6.6	7.2
ความชื้นในดิน	0 - 5	0.6	0.5	0.5	0.4
(ร้อยละ)	5 - 10	0.5	0.2	0.4	0.4
	10 - 20	0.4	0.3	0.6	0.2

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑.13 สมบัติของดินในบริเวณแฟร์เวย์ของกรีน 2B

สมบัติ ของดิน	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
		3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
เนื้อดิน	0 - 5	ร่วนปนทราย	ร่วนปนทราย	ทรายปนดินร่วน	ร่วนปนทราย
	5 - 10	ร่วนปนทราย	ร่วนปนทราย	ร่วนปนทราย	ร่วนปนทราย
	10 - 20	ร่วนปนทราย	ร่วนปนทราย	ร่วนปนทราย	ร่วนปนทราย
อินทรีชั้วตุ๊ก (ร้อยละ)	0 - 5	0.64	0.20	0.34	0.54
	5 - 10	0.40	0.10	0.27	0.30
	10 - 20	0.34	0.20	0.20	0.20
ความจุในการ แลกเปลี่ยนไอออน บวก (C.E.C.) (meq/100g)	0 - 5	1.30	1.30	1.30	1.45
	5 - 10	1.15	0.90	1.30	2.50
	10 - 20	0.95	1.00	1.10	1.05

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

ตารางที่ ฉ.13 (ต่อ)

สมบัติ	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
		3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
ความเป็นกรด	0 - 5	5.9	5.8	5.6	5.8
เป็นด่างในดิน	5 - 10	5.7	5.5	5.6	5.7
(1:1)	10 - 20	5.7	5.5	5.8	5.7
ความชื้นในดิน	0 - 5	0.5	0.3	0.3	0.4
(ร้อยละ)	5 - 10	0.4	0.2	0.2	0.4
	10 - 20	0.5	0.2	0.2	0.3

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.14 สมบัติของดินในบริเวณบึงเกอร์ติดกับกรีน 3B

สมบัติ ของดิน	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
		3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
เนื้อดิน	0 - 5	ทราย	ทราย	ทราย	ทราย
	5 - 10	ทราย	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน
	10 - 20	ทรายปนดินร่วน	ทราย	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน
อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	0 - 5	0.54	0.60	0.17	0.20
	5 - 10	0.30	0.40	0.20	0.17
	10 - 20	0.64	0.27	0.17	0.27
ความจุในการ แลกเปลี่ยนอิออน บวก (C.E.C.) (meq/100g)	0 - 5	1.00	0.30	1.00	1.15
	5 - 10	1.20	1.10	1.40	0.60
	10 - 20	1.90	1.30	1.20	1.10

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

ตารางที่ ๑.14 (ต่อ)

สมบัติ ของดิน	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
		3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
ความเป็นกรด	0 - 5	6.5	6.9	6.4	6.7
เป็นด่างในดิน (1:1)	5 - 10	6.1	6.2	5.8	6.3
	10 - 20	5.9	5.5	5.7	5.7
ความชื้นในดิน (ร้อยละ)	0 - 5	0.3	0.1	0.1	0.2
	5 - 10	0.5	0.2	0.2	0.2
	10 - 20	0.5	0.4	0.5	0.4

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.15 สมบัติของดินในบริเวณนอกโครงการใกล้ทางน้ำออกของโครงการ

สมบัติ ของดิน	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
		3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
เนื้อดิน	0 - 5	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน	ร่วนปนทราย
	5 - 10	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน
	10 - 20	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน	ทรายปนดินร่วน
อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	0 - 5	0.47	1.28	1.01	0.97
	5 - 10	0.40	1.01	0.64	0.57
	10 - 20	0.17	0.57	0.40	0.40
ความจุในการ แลกเปลี่ยนอิออน บวก (C.E.C.) (meq/100g)	0 - 5	1.60	1.60	1.50	2.20
	5 - 10	1.30	1.60	1.45	2.00
	10 - 20	1.30	1.50	0.75	1.70

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

ตารางที่ ๑.15 (ต่อ)

สมบัติ ของดิน	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมี (วัน)			
		3(7)	7(10)	10(14)	14(21)
ความเป็นกรด	0 - 5	5.5	5.5	5.5	5.5
เป็นด่างในดิน (1:1)	5 - 10	5.4	5.3	5.2	5.4
	10 - 20	4.9	5.0	5.3	5.1
ความชื้นในดิน (ร้อยละ)	0 - 5	0.5	0.4	0.5	0.2
	5 - 10	0.4	0.3	0.3	0.3
	10 - 20	0.3	0.6	0.3	0.3

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช

ตารางที่ ช.1 ปริมาณสารตกค้างคาร์บาไรลในน้ำที่มีสมบัติของน้ำและช่วงเวลา
หลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมีต่างกัน

สถานี*	ช่วงเวลา	สมบัติของน้ำ			ปริมาณสารตกค้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)
		ความเป็นกรด เป็นด่าง	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อ ลิตร)	
1	3	5.75	29.6	15.5	0.011
	7	7.78	29.5	4.0	N.D.
	10	7.52	30.7	5.0	N.D.
	14	7.22	26.1	2.0	N.D.
2	3	5.81	29.2	6.5	N.D.
	7	6.39	30.6	4.0	N.D.
	10	6.41	30.4	1.0	N.D.
	14	6.30	26.5	6.0	N.D.

ตารางที่ ๕.1 (ต่อ)

สถานี	ช่วงเวลา	สมบัติของน้ำ			ปริมาณสารตกค้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)
		ความเป็นกรด ที่ทำการ วัดพบ(วัน)	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อ ลิตร)	
3	3	6.37	29.5	9.0	N.D.
	7	6.74	30.1	6.0	N.D.
	10	6.72	30.5	5.5	N.D.
	14	7.25	27.4	2.0	N.D.
4	3	6.84	29.7	3.0	N.D.
	7	6.91	28.2	3.5	N.D.
	10	6.59	28.8	3.0	N.D.
	14	7.32	29.5	1.0	N.D.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕.1 (ต่อ)

สถานี*	ช่วงเวลา	สมบัติของน้ำ			ปริมาณสารตกค้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)
		ความเป็นกรด เป็นด่าง	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อ ลิตร)	
5	3	5.74	30.1	16.0	0.012
	7	7.11	29.9	4.5	N.D.
	10	7.07	29.8	4.0	N.D.
	14	7.13	28.4	1.0	N.D.

* สถานีที่ 1 บริเวณทะเลสาบใกล้ที่-ออฟฟองกรีน 8B

สถานีที่ 2 บริเวณทะเลสาบใกล้กรีน 6B

สถานีที่ 3 บริเวณทะเลสาบใกล้แฟร์เวย์ของกรีน 2B

สถานีที่ 4 บริเวณทางน้ำออกของโครงการ

สถานีที่ 5 บริเวณอ่างเก็บน้ำนอกโครงการ

N.D. หรือ non - detectable

ตารางที่ ๕.2 ปริมาณสารตกค้างคลอรีนไฟฟอสในน้ำที่มีสมบัติของน้ำและช่วงเวลา
หลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมีต่างกัน

สถานี	ช่วงเวลา	สมบัติของน้ำ			ปริมาณสารตกค้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)
		ความเป็นกรด เป็นด่าง	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อ ลิตร)	
1	7	5.75	29.6	15.5	N.D.
	10	7.78	29.5	4.0	N.D.
	14	7.52	30.7	5.0	N.D.
	21	7.22	26.1	2.0	N.D.
2	7	5.81	29.2	6.5	N.D.
	10	6.39	30.6	4.0	N.D.
	14	6.41	30.4	1.0	N.D.
	21	6.30	26.5	6.0	N.D.
3	7	6.37	29.5	9.0	N.D.
	10	6.74	30.1	6.0	N.D.
	14	6.72	30.5	5.5	N.D.
	21	7.25	27.4	2.0	N.D.

ตารางที่ ๕.2 (ต่อ)

สถานี	ช่วงเวลา	สมบัติของน้ำ			ปริมาณสารตกค้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)
		ความเป็นกรด เป็นด่าง	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อ ลิตร)	
4	7	6.84	29.7	3.0	N.D.
	10	6.91	28.2	3.5	N.D.
	14	6.59	28.8	3.0	N.D.
	21	7.32	29.5	1.0	N.D.
5	7	5.74	30.1	16.0	N.D.
	10	7.11	29.9	4.5	N.D.
	14	7.07	29.8	4.0	N.D.
	21	7.13	28.4	1.0	N.D.

* สถานีที่ 1 บริเวณทะเลสาบไถ่-ออฟของกรีน 8B

สถานีที่ 2 บริเวณทะเลสาบไถ่กรีน 6B

สถานีที่ 3 บริเวณทะเลสาบไถ่แฟร์เวย์ของกรีน 2B

สถานีที่ 4 บริเวณทางน้ำออกของโครงการ

สถานีที่ 5 บริเวณอ่างเก็บน้ำนอกโครงการ

N.D. หรือ non - detectable

ตารางที่ ๕.3 ปริมาณสารตกค้างคาร์บาริลในตะกอนที่มีสมบัติของดินและช่วงเวลา
หลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมีต่างกัน

สถานี	ช่วงเวลา หลังจาก ที่มีการ ฉีดพ่น (วัน)	สมบัติของตะกอน		ปริมาณ สารตกค้าง (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม)	
		เนื้อดิน	อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)		ความจุในการแลกเปลี่ยน ไอออนบวก (meq./100g)
1	3	ร่วนปนดินเหนียว	1.48	5.20	N.D.
	7	ร่วนปนดินเหนียว	1.24	6.70	N.D.
	10	ร่วนปนดินเหนียว	1.31	2.10	N.D.
	14	ร่วนปนดินเหนียว	0.91	13.60	N.D.
2	3	ดินเหนียว	2.75	7.90	N.D.
	7	ร่วนปนดินเหนียว	1.14	6.10	N.D.
	10	ดินเหนียว	1.24	5.90	N.D.
	14	ดินเหนียว	1.64	8.40	N.D.
3	3	ดินเหนียว	0.97	13.50	N.D.
	7	ดินเหนียว	2.95	13.60	0.13
	10	ร่วนเหนียวปนทราย	1.11	7.40	N.D.
	14	ดินเหนียว	2.89	14.05	0.08

ตารางที่ ๕.3 (ต่อ)

สถานี*	ช่วงเวลา	สมบัติของตะกอน		ปริมาณ	
		เนื้อดิน	อินทรีย์วัตถุ		ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก
	หลังจาก		(ร้อยละ)	(มิลลิกรัมต่อ	
	ที่มีการ			กิโลกรัม)	
	ฉีดพ่น(วัน)		(meq./100g)		
4	3	ร่วนปนดินเหนียว	0.77	6.20	N.D.
	7	ร่วนเหนียวปนทราย	0.05	4.40	N.D.
	10	ร่วนปนดินเหนียว	1.14	3.30	N.D.
	14	ร่วนเหนียวปนทราย	1.11	4.80	N.D.
5	3	ร่วนปนดินเหนียว	1.11	5.50	N.D.
	7	ร่วนปนดินเหนียว	1.78	6.30	N.D.
	10	ร่วนเหนียวปนทรายแข็ง	1.88	3.30	N.D.
	14	ร่วนปนดินเหนียว	1.11	6.00	N.D.

* สถานี 1 บริเวณทะเลสาบใกล้-ออฟของกรีน 8B

สถานี 2 บริเวณทะเลสาบใกล้กรีน 6B

สถานี 3 บริเวณทะเลสาบใกล้แฟร์เวย์ของกรีน 2B

สถานี 4 บริเวณทางน้ำออกของโครงการ

สถานี 5 บริเวณอ่างเก็บน้ำนอกโครงการ

N.D. หรือ non - detectable

ตารางที่ ๕.4 ปริมาณสารตกค้างคลอไรไฟรฟอสในตะกอนที่มีสมบัติของดินและช่วงเวลา
หลังจากที่มีการฉีดพ่นสารเคมีต่างกัน

สถานี	ช่วงเวลา	สมบัติของตะกอน			ปริมาณ สารตกค้าง (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม)
		เนื้อดิน	อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	ความจุในการแลกเปลี่ยน ไอออนบวก (meq./100g)	
1	7	ร่วนปนดินเหนียว	1.48	5.20	N.D.
	10	ร่วนปนดินเหนียว	1.24	6.70	N.D.
	14	ร่วนปนดินเหนียว	1.31	2.10	N.D.
	21	ร่วนปนดินเหนียว	0.91	13.60	N.D.
2	7	ดินเหนียว	2.75	7.90	N.D.
	10	ร่วนปนดินเหนียว	1.14	6.10	N.D.
	14	ดินเหนียว	1.24	5.90	N.D.
	21	ดินเหนียว	1.64	8.40	N.D.
3	7	ดินเหนียว	0.97	13.50	N.D.
	10	ดินเหนียว	2.95	13.60	N.D.
	14	ร่วนเหนียวปนทราย	1.11	7.40	N.D.
	21	ดินเหนียว	2.89	14.05	N.D.

ตารางที่ ๔.4 (ต่อ)

สถานี*	ช่วงเวลา หลังจาก ที่มีการ ฉีดฝน(วัน)	สมบัติของตะกอน			ปริมาณ สารตกค้าง (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม)
		เนื้อดิน	อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	ความจุในการแลกเปลี่ยน ไอออนบวก (meq./100g)	
4	7	ร่วนปนดินเหนียว	0.77	6.20	N.D.
	10	ร่วนเหนียวปนทราย	0.50	4.40	N.D.
	14	ร่วนปนดินเหนียว	1.14	3.30	N.D.
	21	ร่วนเหนียวปนทราย	1.11	4.80	N.D.
5	7	ร่วนปนดินเหนียว	1.11	5.50	N.D.
	10	ร่วนปนดินเหนียว	1.78	6.30	N.D.
	14	ร่วนเหนียวปนทรายแข็ง	1.88	3.30	N.D.
	21	ร่วนปนดินเหนียว	1.11	6.00	N.D.

* สถานีที่ 1 บริเวณทะเลสาบใกล้ที่-ออฟของกรีน 8B

สถานีที่ 2 บริเวณทะเลสาบใกล้กรีน 6B

สถานีที่ 3 บริเวณทะเลสาบใกล้แฟร์เวย์ของกรีน 2B

สถานีที่ 4 บริเวณทางน้ำออกของโครงการ

สถานีที่ 5 บริเวณอ่างเก็บน้ำนอกโครงการ

N.D. หรือ non - detectable

ตารางที่ ๕.5 ปริมาณสารตกค้างคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในดิน สมบัติของดิน ระดับความลึกของดินและช่วงเวลาหลังจากการฉีดพ่นต่างกันบริเวณสถานที่ 1

เวลา หลังการ ฉีด(วัน)	ระดับ ความลึก (ซม.)	สมบัติของดิน				สารตกค้าง(มก/กก)	
		เนื้อดิน	%O.M.	C.E.C. (meq/100g)	pH	CBR	CLP
3(7)	0-5	ทรายปนดินร่วน	1.38	1.70	5.7	N.D.	N.D.
	5-10	ทรายปนดินร่วน	0.77	1.50	6.1	N.D.	N.D.
	10-20	ทรายปนดินร่วน	0.84	1.50	6.1	N.D.	N.D.
7(10)	0-5	ทรายปนดินร่วน	1.58	1.20	5.5	N.D.	N.D.
	5-10	ร่วนปนทราย	0.84	1.80	5.9	N.D.	N.D.
	10-20	ร่วนปนทราย	0.67	1.70	6.1	N.D.	N.D.
10(14)	0-5	ทรายปนดินร่วน	1.44	2.00	5.8	N.D.	N.D.
	5-10	ทรายปนดินร่วน	0.37	1.30	6.2	N.D.	N.D.
	10-20	ทรายปนดินร่วน	0.30	1.20	6.3	N.D.	N.D.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕.5 (ต่อ)

เวลา หลังการ ฉีด (วัน)	ระดับ ความลึก (ซม.)	เนื้อดิน	สมบัติของดิน			สารตกค้าง (มก/กก)	
			%O.M.	C.E.C. (meq/100g)	pH	CBR	CLP
14(21)	0-5	ทรายปนดินร่วน	1.71	2.40	6.0	N.D.	N.D.
	5-10	ร่วนปนทราย	0.97	2.60	7.2	N.D.	N.D.
	10-20	ทรายปนดินร่วน	0.27	1.90	6.4	N.D.	N.D.

สถานีที่ 1 บริเวณติดกับที่-ออฟของกรีน 8B

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

CBR: คาร์บาริล CLP: คลอร์ไพริฟอส

N.D. หรือ non - detectable

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช.6 ปริมาณสารตกค้างคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในดิน สมบัติของดิน ระดับความลึกของดินและช่วงเวลาหลังจากการฉีดพ่นต่างกันบริเวณสถานที่ 2

เวลา หลังการ ฉีด(วัน)	ระดับ ความลึก (ซม.)	สมบัติของดิน				สารตกค้าง(มก/กก)	
		เนื้อดิน	%O.M.	C.E.C. (meq/100g)	pH	CBR	CLP
3(7)	0-5	ทรายปนดินร่วน	1.31	1.20	6.1	N.D.	N.D.
	5-10	ทรายปนดินร่วน	0.30	1.10	6.7	N.D.	N.D.
	10-20	ร่วนปนทราย	0.17	1.00	6.6	N.D.	N.D.
7(10)	0-5	ทรายปนดินร่วน	0.94	1.60	6.0	N.D.	N.D.
	5-10	ร่วนปนทราย	0.30	1.10	6.8	N.D.	N.D.
	10-20	ร่วนปนทราย	0.27	1.10	6.2	N.D.	N.D.
10(14)	0-5	ทรายปนดินร่วน	0.97	1.60	6.1	N.D.	N.D.
	5-10	ร่วนปนทราย	0.34	1.30	7.0	N.D.	N.D.
	10-20	ร่วนปนทราย	0.30	1.60	6.6	N.D.	N.D.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕.6 (ต่อ)

เวลา หลังการ ฉีด(วัน)	ระดับ ความลึก (ซม.)	สมบัติของดิน				สารตกค้าง(มก/กก)	
		เนื้อดิน	%O.M.	C.E.C. (meq/100g)	pH	CBR	CLP
14(21)	0-5	ทรายปนดินร่วน	1.48	1.30	6.0	N.D.	N.D.
	5-10	ร่วนปนทราย	0.37	1.60	7.2	N.D.	N.D.
	10-20	ร่วนปนทราย	0.30	1.70	7.2	N.D.	N.D.

สถานีที่ 2 บริเวณติดกับกรีน 6B

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

CBR: คาร์บาริล CLP: คลอร์ไพริฟอส

N.D. หรือ non - detectable

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕.7 ปริมาณสารตกค้างคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในดิน สมบัติของดิน ระดับความลึกของดินและช่วงเวลาหลังจากการฉีดพ่นต่างกันบริเวณสถานที่ 3

เวลา หลังการ ฉีด(วัน)	ระดับ ความลึก (ซม.)	สมบัติของดิน				สารตกค้าง(มก/กก)	
		เนื้อดิน	%O.M.	C.E.C. (meq/100g)	pH	CBR	CLP
3(7)	0-5	ร่วนปนทราย	0.64	1.30	5.9	N.D.	N.D.
	5-10	ร่วนปนทราย	0.40	1.15	5.7	N.D.	N.D.
	10-20	ร่วนปนทราย	0.34	0.95	5.7	N.D.	N.D.
7(10)	0-5	ร่วนปนทราย	0.20	1.30	5.8	N.D.	N.D.
	5-10	ร่วนปนทราย	0.10	0.90	5.5	N.D.	N.D.
	10-20	ร่วนปนทราย	0.20	1.00	5.5	N.D.	N.D.
10(14)	0-5	ทรายปนดินร่วน	0.34	1.30	5.6	N.D.	N.D.
	5-10	ร่วนปนทราย	0.27	1.30	5.6	N.D.	N.D.
	10-20	ร่วนปนทราย	0.20	1.10	5.8	N.D.	N.D.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๗.7 (ต่อ)

เวลา หลังการ ฉีด(วัน)	ระดับ ความลึก (ซม.)	สมบัติของดิน				สารตกค้าง(มก/กก)	
		เนื้อดิน	%O.M. (meq/100g)	C.E.C. (meq/100g)	pH	CBR	CLP
14(21)	0-5	ร่วนปนทราย	0.54	1.45	5.8	N.D.	N.D.
	5-10	ร่วนปนทราย	0.30	2.50	5.7	N.D.	N.D.
	10-20	ร่วนปนทราย	0.20	1.05	5.7	N.D.	N.D.

สถานที่ 3 บริเวณแฟร์เวย์ของกรีน 2B

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

CBR: คาร์บาริล CLP: คลอร์ไพริฟอส

N.D. หรือ non - detectable

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕.8 ปริมาณสารตกค้างคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในดิน สมบัติของดิน ระดับความลึกของดินและช่วงเวลาหลังจากการฉีดพ่นต่างกันบริเวณสถานีที่ 4

เวลา หลังการ ฉีด (วัน)	ระดับ ความลึก (ซม.)	สมบัติของดิน				สารตกค้าง (มก/กก)	
		เนื้อดิน	%O.M.	C.E.C. (meq/100g)	pH	CBR	CLP
3(7)	0-5	ทราย	0.54	1.00	6.5	N.D.	N.D.
	5-10	ทราย	0.30	1.20	6.1	N.D.	N.D.
	10-20	ทรายปนดินร่วน	0.64	1.90	5.9	N.D.	N.D.
7(10)	0-5	ทราย	0.60	0.30	6.9	N.D.	N.D.
	5-10	ทรายปนดินร่วน	0.40	1.10	6.2	N.D.	N.D.
	10-20	ทราย	0.27	1.30	5.5	N.D.	N.D.
10(14)	0-5	ทราย	0.17	1.00	6.4	N.D.	N.D.
	5-10	ทรายปนดินร่วน	0.20	1.40	5.8	N.D.	N.D.
	10-20	ทรายปนดินร่วน	0.17	1.20	5.7	N.D.	N.D.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๗.8 (ต่อ)

เวลา หลังการ ฉีด(วัน)	ระดับ ความลึก (ซม.)	เนื้อดิน	สมบัติของดิน			สารตกค้าง(มก/กก)	
			%O.M.	C.E.C.	pH	CBR	CLP
			(meq/100g)				
14(21)	0-5	ทราย	0.20	1.15	6.7	N.D.	N.D.
	5-10	ทรายปนดินร่วน	0.17	0.60	6.3	N.D.	N.D.
	10-20	ทรายปนดินร่วน	0.27	1.10	5.7	N.D.	N.D.

สถานที่ 4 บริเวณบังเกอร์ติดกับกรีน 3B

ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

CBR: คาร์บาริล CLP: คลอร์ไพริฟอส

N.D. หรือ non - detectable

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕.9 ปริมาณสารตกค้างคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในดิน สมบัติของดิน ระดับความลึกของดินและช่วงเวลาหลังจากการฉีดพ่นต่างกันบริเวณสถานีที่ 5

เวลา หลังการ ฉีด (วัน)	ระดับ ความลึก (ซม.)	สมบัติของดิน				สารตกค้าง (มก/กก)	
		เนื้อดิน	%O.M.	C.E.C. (meq/100g)	pH	CBR	CLP
3(7)	0-5	ทรายปนดินร่วน	0.47	1.60	5.5	N.D.	N.D.
	5-10	ทรายปนดินร่วน	0.40	1.30	5.4	N.D.	N.D.
	10-20	ทรายปนดินร่วน	0.17	1.30	4.9	N.D.	N.D.
7(10)	0-5	ทรายปนดินร่วน	1.28	1.60	5.5	N.D.	N.D.
	5-10	ทรายปนดินร่วน	1.01	1.60	5.3	N.D.	N.D.
	10-20	ทรายปนดินร่วน	0.57	1.50	5.0	N.D.	N.D.
10(14)	0-5	ทรายปนดินร่วน	1.01	1.50	5.5	N.D.	N.D.
	5-10	ทรายปนดินร่วน	0.64	1.45	5.2	N.D.	N.D.
	10-20	ทรายปนดินร่วน	0.40	0.75	5.3	N.D.	N.D.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕.9 (ต่อ)

เวลา หลังการ ฉีด(วัน)	ระดับ ความลึก (ซม.)	สมบัติของดิน				สารตกค้าง(มก/กก)	
		เนื้อดิน	%O.M.	C.E.C.	pH	CBR	CLP
14(21)	0-5	ร่วนปนทราย	0.97	2.20	5.5	N.D.	N.D.
	5-10	ทรายปนดินร่วน	0.57	2.00	5.4	N.D.	N.D.
	10-20	ทรายปนดินร่วน	0.40	1.70	5.1	N.D.	N.D.

สถานที่ 5 บริเวณนอกโครงการใกล้ทางน้ำออกของโครงการ
 ตัวเลขนอกวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคาร์บาริล
 ตัวเลขในวงเล็บ แสดงช่วงเวลาหลังจากที่มีการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส
 CBR: คาร์บาริล CLP: คลอร์ไพริฟอส

N.D. หรือ non - detectable

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ข้อกำหนดหรือกฎหมายของบางประเทศ หรือองค์การระหว่างประเทศที่ใช้ในการควบคุม

กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย, 2536; (United Nations (U.N.), 1993)

ตารางที่ ข.1 ข้อกำหนดหรือกฎหมายของบางประเทศที่ใช้ในการควบคุม

1. คาร์บาริล

ประเทศ	ในส่วนของ	ข้อกำหนด*	วันที่มีผลใช้บังคับ
อาร์เจนตินา	อากาศ	TWA 8 ชม. = 5 mg/m ³	29 พ.ค.2534
	อาหาร	MXL = 0.3-12 mg/kg	27 มี.ค.2512
	อาหารสัตว์	MXL = 100 mg/kg	27 มี.ค.2512
บราซิล	ผลิตผลจากพืชบางชนิด	AL = 0.01-10.0 mg/kg	ส.ค.2528
	ผลิตภัณฑ์จากสัตว์บางชนิด	AL = 0.5-5.0 mg/kg	
แคนาดา	น้ำดื่ม	MAC = 0.09 mg/l	พ.ย.2534
	อากาศ	TLV-TWA = 5 mg/m ³	พ.ค.2534
	ผลิตผลจากพืชบางชนิด	MRL = 0.2-10 ppm	พ.ค.2534
เชโกสโลวาเกีย	อาหาร	MRL = 0.2-10.0 mg/kg	พ.ค.2534
เยอรมันนี	อากาศ	TWA 8 ชม. = 5 mg/m ³	ม.ค.2535
	ผลิตผลจากพืชบางชนิด	MRL = 0.5-10.0 mg/kg	มี.ค.2533

ประเทศ	ในส่วนของ	ข้อกำหนด*	วันที่มีผลใช้บังคับ
เยอรมันนี	ผลิตผลจากพืชอื่น ๆ	MRL = 0.1 mg/kg	
ประชาคมยุโรป	ผลิตผลจากพืชทั่วไป	MRL = 1 mg/kg	ค.ศ.2525
	ผลิตผลจากพืชบางชนิด	MRL = 3 mg/kg	30 มี.ค.2531
	ธัญพืชทั่วไป	MRL = 0.5 mg/kg	
สหราชอาณาจักร	ผลิตผลจากพืชบางชนิด	MRL = 0.2-10.0 mg/kg	ค.ศ.2531
อิตาลี	อากาศ	TWA 8 ชม = 5 mg/m ³	1 ม.ค.2535
		STEL-TWA = 10 mg/m ³ 10 นาที	
ญี่ปุ่น	อากาศ	TWA = 5 mg/m ³	-
	ผลิตผลจากพืชบางชนิด	MRL = 0.1-1.0 mg/kg	-
แคนาดา	ผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด	MRL = 0.2-10.0 mg/kg	-
สหภาพโซเวียต	ADI	= 0.01 mg/kg	มี.ค.2526
เวียดนาม	อากาศในสภาพแวดล้อม	MAC = 0.02 mg/m ³	-
		MAC เฉลี่ยต่อวัน = 0.01 mg/m ³	
	น้ำ	MAC = 0.1 mg/l	1 ม.ค.2532
	อากาศในบริเวณที่ทำงาน	CLV = 1.0 mg/m ³ (aerosol)	1 ม.ค.2532
	ผลิตภัณฑ์อาหารนำเข้าจากองค์กร CMEA (Council for Mutual Economic Assistance)	MRL = 0.2-1.0 mg/kg	ค.ศ.2527
อาหารสัตว์	MRL = 1.0 mg/kg	เม.ย.2524	

ประเทศ	ในส่วนของ	ข้อกำหนด*	วันที่มีผลใช้บังคับ
สวีเดน	ผลไม้และผัก	MTC = 0.1-10.0 mg/kg	ม.ค.2533
	ผลิตภัณฑ์จากสัตว์	MTC = 0.1-0.2 mg/kg	มี.ค.2526
อเมริกา	น้ำทิ้ง	ห้ามมิให้ปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำที่เชื่อม	
	น้ำใต้ดิน	กับชายฝั่งทะเล	
	น้ำทะเล		
	การใช้เพื่อความ	MXL = 600 mg/m ³	มี.ธ.2533
	ปลอดภัยในบริเวณ		
	ที่ทำงาน		
	อากาศในบริเวณ	TLV-TWA = 5 mg/m ³	2532
	ที่ทำงาน		
ประชาคมยุโรป	ผลิตผลจากพืชทั่วไป	MRL = 1 mg/kg	1 มี.ธ.2527
	ผลิตผลจากพืชบางชนิด	MRL = 3 mg/kg	1 มี.ธ.2527
	ธัญพืชทั่วไป	MRL = 0.5 mg/kg	30 มี.ธ.2531
	ข้าว	MRL = 1.0 mg/kg	
JMPR (Joint Meeting on Pesticide Residues)		ADI = 0.01 mg/kg B.W.	2529
ไทย**		ปัจจุบันประเทศไทยได้ยกเลิก	6 เม.ธ.2535
		พ.ร.บ. วัตถุมีพิษ พ.ศ.2510	
		และฉบับแก้ไข พ.ศ.2516 ไปแล้ว	
		และได้กำหนดให้มี พ.ร.บ. วัตถุ	
		อันตราย พ.ศ.2535 ขึ้นมา ซึ่งมื่อผล	

ประเทศ	ในส่วนของ	ข้อกำหนด*	วันที่มีผลใช้บังคับ
ไทย**			บังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 6 เมษายน 2535
(ต่อ)		พ.ร.บ. ดังกล่าวได้กำหนดวัตถุอันตรายออกเป็น 4 ประเภท คือ	
		1) วัตถุอันตรายชนิดที่ 1 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือ การมีไว้ในครอบครองต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนด	
		2) วัตถุอันตรายชนิดที่ 2 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ในครอบครองต้องแจ้งให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบก่อน และต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดด้วย	
		3) วัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ในครอบครองต้องได้รับใบอนุญาต	
		4) วัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่ห้ามมิให้มีการผลิต	

ประเทศ	ในส่วนของ	ข้อกำหนด*	วันที่มีผลใช้บังคับ
ไทย** (ต่อ)		การนำเข้า การส่งออก หรือ การมีไว้ในครอบครอง สำหรับคาร์บาริล จัดอยู่ในประเภทที่ 3 ในการอนุญาตประกอบกิจการการผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือ การมีไว้ในครอบครองจะต้อง ขออนุญาตต่อกรมวิชาการเกษตร	
ไทย***	แหล่งน้ำ	MAC = 0.1 mg/l	

* ADI (acceptable daily intake) ปริมาณของสารเคมีที่ร่างกายมนุษย์สามารถยอมรับได้ใน 1 วัน

AL (acceptable or tolerable limit) ค่าที่ยอมรับได้

CLV (ceiling value) ระดับเพดานของสารเคมี หากมีค่าเกินระดับเพดานจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

MAC (maximum allowable concentration) ระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมรับได้ในแหล่งน้ำโดยไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ

MPC (maximum permissible concentration) ปริมาณความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมรับ

MRL (maximum residue limit) ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้

MTC (maximum tolerable or acceptable concentration) ปริมาณความเข้มข้นสูงสุดที่ปลอดภัยในผลผลิตทางการเกษตร

MXL (maximum limit) ระดับสูงสุดที่ปลอดภัย

PSL (preliminary safety level) ระดับที่ปลอดภัยเบื้องต้น

STEL - TWA (short - term exposure limit time - weight average) ปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีสูงสุดในช่วงเวลาจำกัด

TLV - TWA (threshold limit value time - weight average) ปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศของการทำงานโดยเฉลี่ย (สัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 8 ชั่วโมง รวมเป็น 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

** พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535, 2535.

*** สถาบันประมงน้ำจืดแห่งประเทศไทย, 2530 อ่างทองใน กองจัดการ
คุณภาพน้ำ, 2538.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. คลอโรไพริฟอส

ประเทศ	ในส่วนของ	ข้อกำหนด*	วันที่มีผลใช้บังคับ
อาร์เจนตินา	อากาศ	TWA 8 ชม. = 0.2 mg/m ³ STEL 15 นาที = 0.6 mg/m ³	29 พ.ค.2534
บราซิล	ผลิตผลจากพืช	0.01 mg/kg, ช่วงปลอดภัย 21 วัน	
	ผลิตภัณฑ์จากสัตว์	0.01-2.0 mg/kg	
แคนาดา	อากาศ	TWA = 0.2 mg/m ³ STEL = 0.6 mg/m ³	13 มี.ค.2529
	ผลิตภัณฑ์จากสัตว์	MRL = 1.0 ppm	9 ส.ค.2531
	น้ำดื่ม	MAC = 0.09 mg/l	2532
เยอรมัน	ผลิตผลจากพืชบางชนิด	MRL = 0.05-2.0 mg/kg	มี.ค.2533
	ผลิตผลจากพืชอื่น ๆ	MRL = 0.01 mg/kg	
อังกฤษ	ผลิตผลจากพืชบางชนิด	MRL = 0.01-10.0 mg/kg	2531
	และผลิตภัณฑ์จากสัตว์		
อังกฤษ	อากาศ	TWA 8 ชม. = 0.2 mg/m ³ STEL 10 นาที = 0.6 mg/m ³	1 ม.ค. 2535
ญี่ปุ่น	ผลิตผลจากพืชบางชนิด	MRL = 0.5 mg/kg	
เม็กซิโก	อากาศ	TWA 8 ชม. = 0.2 mg/m ³ STEL 15 นาที = 0.6 mg/m ³	28 พ.ค.2527
	แหล่งน้ำกร่อย	MPC = 0.03 mg/l	27 มี.ธ.2516

ประเทศ	ในส่วนของ	ข้อกำหนด*	วันที่มีผลใช้บังคับ
เม็กซิโก	แหล่งน้ำชายฝั่งทะเล	MPC = 3.0 U μ g/l	27 มี.ค.2516
สหภาพ	อากาศ	PSL = 0.3 mg/m ³ (vapour+aerosol)	
โซเวียต	อากาศ	TLV-TWA = 0.2 mg/m ³	2524
		STEL-TWA = 0.6 mg/m ³	2524
	ผลิตภัณฑ์อาหารนำเข้า จากองค์กร CMEA (Council for Mutual Economic Assistance)	MRL = 0.05-0.2 mg/kg	ค.ศ.2527
	ผลิตภัณฑ์จากอาหาร บางชนิด	MRL = 0.05-0.3 mg/kg	ค.ศ.2531
		ADI = 0.001 mg/kg B.W.	
	ผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์	MRL = 0.2 mg/kg	2524
	แหล่งน้ำเพื่อการประมง	MAC = 0.005 mg/l	มี.ค.2524
สวีเดน	ผลไม้และผัก	MTC = 0.05-0.5 mg/kg	ค.ศ.2533
	ผลิตภัณฑ์จากสัตว์	MTC = 0.003-0.1 mg/kg	2526
อเมริกา	น้ำทิ้ง น้ำใต้ดิน น้ำทะเล	ห้ามมิให้ปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำที่เชื่อมกับ ชายฝั่งทะเล	
	อากาศ	TWA = 0.2 mg/m ³	2532
		STEL = 0.6 mg/m ³	

ประเทศ	ในส่วนของ	ข้อกำหนด*	วันที่มีผลใช้บังคับ
JMPR (Joint Meeting on Pesticide Residues) ไทย**		ADI = 0.01 mg/kg B.W.	2529
		ปัจจุบันประเทศไทยได้ออกเลิก พ.ร.บ. วัตถุพิษ พ.ศ.2510 และฉบับแก้ไข พ.ศ.2516 ไปแล้ว และได้กำหนดให้มี พ.ร.บ. วัตถุอันตราย พ.ศ.2535 ขึ้นมา ซึ่งมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 6 เมษายน 2535 พ.ร.บ. ดังกล่าวได้กำหนดวัตถุอันตรายออกเป็น 4 ประเภท คือ 1) วัตถุอันตรายชนิดที่ 1 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือ การมีไว้ในครอบครองต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนด 2) วัตถุอันตรายชนิดที่ 2 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ครอบครอง ต้องแจ้งให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบก่อน และต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดด้วย	6 เม.ย.2535

ประเทศ	ในส่วนของ	ข้อกำหนด*	วันที่มีผลใช้บังคับ
ไทย**		3) วัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ในครอบครอง ต้องได้รับใบอนุญาต	
(ต่อ)		4) วัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่ห้ามมิให้มีการผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือ การมีไว้ในครอบครอง สำหรับคลอรีนไฟฟอสฟอรัสจัดอยู่ในประเภทที่ 3 ในการนี้ผู้ประกอบการในการผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือ การมีไว้ในครอบครองจะต้อง ขออนุญาตต่อกรมวิชาการเกษตร (พ.ร.บ. วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535, 2535)	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* ADI (acceptable daily intake) ปริมาณของสารเคมีที่ร่างกายมนุษย์
สามารถยอมรับได้ใน 1 วัน

AL (acceptable or tolerable limit) ค่าที่ยอมรับได้

CLV (ceiling value) ระดับเพดานของสารเคมี หากมีค่าเกินระดับเพดาน
จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

MAC (maximum allowable concentration) ระดับความเข้มข้นสูงสุดที่
ยอมให้มีได้ในแหล่งน้ำโดยไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ

MPC (maximum permissible concentration) ปริมาณความเข้มข้นสูงสุด
ที่ยอมรับ

MRL (maximum residue limit) ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้

MTC (maximum tolerable or acceptable concentration) ปริมาณ
ความเข้มข้นสูงสุดที่ปลอดภัยในผลผลิตทางการเกษตร

MXL (maximum limit) ระดับสูงสุดที่ปลอดภัย

PSL (preliminary safety level) ระดับที่ปลอดภัยเบื้องต้น

STEL - TWA (short - term exposure limit time - weight
average) ปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีสูงสุดในช่วงเวลาจำกัด

TLV - TWA (threshold limit value time - weight average)
ปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศของการทำงานโดยเฉลี่ย (สัปดาห์ละ 5 วัน
วันละ 8 ชั่วโมง รวมเป็น 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

** พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535, 2535.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวพรพิมล เจริญสง่ เกิดวันที่ 15 มกราคม พ.ศ.2506 ที่จังหวัดนราธิวาส
สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพัฒนาการเกษตร
คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ปีการศึกษา 2528
และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2537 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่ง
นักวิชาการสิ่งแวดล้อม กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย