

รายการอ้างอิง

- กรมชลประทาน. 2530 . การหาปริมาณการใช้น้ำของข้าวพันธุ์ กข 23 . กรุงเทพมหานคร: งานวางแผนและวิจัยการใช้น้ำชลประทานของพืช ฝ่ายเกษตรชลประทาน กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมชลประทาน. ปริมาณการใช้น้ำของข้าว . 2537 . กรุงเทพมหานคร: งานวางแผนและวิจัยการใช้น้ำชลประทานของพืช ฝ่ายเกษตรชลประทาน กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมวิชาการเกษตร . 2529 . การทำน่าน้ำฝน, พิมพ์ครั้งที่ 7 . สถาบันวิจัยข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน . 2535 . การศึกษาพฤติกรรมและรูปแบบการใช้พลังงานในการเพาะปลูกข้าว . กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- กัมปนาท มุขดี . 2540 . การพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตข้าว. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา . 2541 . ปฐพีวิทยา, พิมพ์ครั้งที่ 8 . กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จรรยา บุญญวัฒน์ . Kyoto Conference "เรื่องการผลิตปริมาณก๊าซเรือนกระจก" : ผลต่อประเทศไทย . วารสารสิ่งแวดล้อม 8 : 34-42.
- จำรัส ไปร่งศิริวัฒนา. 2534. ความรู้เรื่องข้าว. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.
- เจดีย์ว แฉ่งไพโร . 2530 . ทรัพยากรดินในประเทศไทย . เอกสารวิชาการฉบับที่ 82 กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ดิเรก ทองอร่าม . 2524 . การประเมินหาเกณฑ์การใช้น้ำของข้าวในประเทศไทย . กรุงเทพมหานคร: โครงการค้นคว้าวิจัยการใช้น้ำชลประทานของพืช งานเกษตรชลประทาน กองจัดการน้ำและบำรุงรักษา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2529. การเกษตรชลประทานของประเทศไทย. กองแผนงานและโครงการพิเศษ กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- ตติย สีหะราย . 2538 . สมบัติทางชีวเคมีของข้าวไทย *Oryza Sativa* ในสภาพการปลูกที่แตกต่าง
กันและความสัมพันธ์กับคุณภาพการสีและการหุง . วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทวี คุปต์กาญจนากุล . 1 กันยายน 2536 . สัมภาษณ์.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ . 2531 . ดินที่ใช้ปลูกข้าว . กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะ
เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม,สำนักงาน. 2540 . นโยบายและแผนส่งเสริมคุณภาพและรักษาคุณ
ภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2540 - 2559 . กรุงเทพมหานคร: สำนักงานนโยบายและ
แผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม.
- บริบูรณ์ สมฤทธิ์ . 2537 . ข้าวไทย : ปัญหาและการปรับปรุงพันธุ์ . กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัย
ข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ประพาส วีระแพทย์. 2531. ความรู้เรื่องข้าว. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทย
วัฒนาพานิช จำกัด
- ประสูติ สิทธิสรวง . 2524 . ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับข้าว (สรีรวิทยาของข้าวจากภาพ) . กองการ
ข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- เพียงใจ วงศ์เชษฐา . 2529 . อิทธิพลของการจัดการน้ำที่ต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของ
ข้าวพันธุ์ กข 23 . วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไพฑูริย์ กิตติพงษ์, และวิเศษ ชัญญานวัตร. 2527. การจัดการวัชพืชด้วยมือในนา. เอกสารวิชา
การที่ 1/2527 กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร.
- ไพฑูริย์ ประพฤติธรรม. 2528. เคมีของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 460-496.
- รวิวรรณ กาญจนสุนทร. 2537 . ผลของการทำนาสวนและนาไร่ต่อการปล่อยก๊าซมีเทนในจังหวัด
เชียงใหม่ . วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ระรื่น บุญดวง และ สมพล อุชชิน . 2533 . เอกสารแนะนำข้าวและธัญพืชเมืองหนาว พันธุ์ดี 59
พันธุ์. ฝ่ายฝึกอบรม สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.
- ละม้ายมาศ ชาวไชยมหา . 2525 . การเปรียบเทียบองค์ประกอบและคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ
บางประการของข้าว กข บางพันธุ์ที่ปลูกในแหล่งต่างกัน . วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- วาสนา วรมิสร์ และ ทศนีย์ สงวนสัจ. 2537. "พันธุ์ข้าวเจ้าชัยนาท 1" พันธุ์ข้าวไว้รับรองพันธุ์ใหม่. วารสารวิชาการเกษตร 12 (2) : 81-93.
- วันชัย จันทรฉาย, วันเพ็ญ ทองจุฑา, ศิริพงษ์ อินทรมงคล และ สมบูรณ์ เมฆไพบูลย์วัฒนา . 2536 . แผนการใช้ที่ดินจังหวัดชัยนาท . กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์.
- วิเชียร เพชรพิสิฐ . 2540 . รายงานการประชุมวิชาการและนิทรรศการ เนื่องในงานมหกรรมข้าวไทยเกิดพระเกียรติ 2540 . กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการแห่งชาติ.
- วิไล เตียวยืนยง. 2537 . การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวชนิดนาสวนและนาข้าวขึ้นน้ำจังหวัดพระนครศรีอยุธยา . วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์สถิติการเกษตร. 2542 . สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2540/41 . กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.
- สมศักดิ์ วั่งไฉ. 2524. จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2511. เคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดินนา. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- สวัสดิ์ วีระเดชะ. 2514. ข้าวเมืองไทย. หน้า 210 – 219.
- สุรีย์ สอนสมบูรณ์ . 2526 . เกษตรชลประทานประยุกต์ . กรุงเทพมหานคร: รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์ อรรถวุฒิ ทศน์สองชั้น . 2527 . เรื่องของข้าว, พิมพ์ครั้งที่ 2 , กรุงเทพมหานคร: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรทัย อัจฉา . 2538 . ข้าว น้ำ ดิน ภาวะสิ้นสูญ :บทวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในชุมชนหมู่บ้านภาคกลาง . วารสารนิเวศวิทยา. 22 (2) : 5-24.
- อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ. 2535. โลกร้อน. วารสารสสวท 20 : 40-45.
- อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ. 2541. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมโลกจากก๊าซปฏิกิริยาเรือนกระจกต่อการทำนาข้าว. กรุงเทพ : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมมาร สยามวาลา และ วิโรจน์ ณ ระนอง . 2533 . ประมวลความรู้เรื่องข้าว . กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.
- Armstrong w. 1979 . Aeration in higher Plants. Adv. Bot. Res. 7 : 225-232.

- Badr, O., Probert S. D. and Callaghan, P.W.O. 1991 .Origins of atmospheric methane .
Applied energy. 40: 189 – 231.
- Bird, M.I. And Pousai, P. 1997 . Variations of $\delta^{13}\text{C}$ in the surface soil organic carbon pool
. Global Biogeochem. Cycles. 11: 313-322.
- Banjer, B.C., Kludze, D.P., Alford, R.D., Delaune, C.W. and Lindau, C.W. 1995 . Methane
sources and sinks in paddy rice soils : relationship to emissions. Agric. Ecosys.
Environ. 53 : 243-251.
- Blake, D.R. and Rowland, F.S. 1989 . Continuing worldwid increase in tropospheric
methane, 1978 to 1987. Science. 239: 1129 – 1131.
- Blake, D.R. 1992 . Changing global concentration of methane, paper presentation at 1st
Annual meeting of the National Institute for Global Environmental Change
(NIGEC) Atmospheric methane conference. California., Jan. 5-10, 1992.
- Boone, D.R. 1993 . Biological formation and consumption of methane . In : Khalil M.A.K.
(eds.), Atmospheric methane : sources, sinks, and roles in global change,
Springer - Verlag, Berlin
- Boonprakob, K. 1996. Thailand's Role in a Global Context, Annual Conference . Thailand
Environment Institute.
- Boonprakob, K. 1997. Climate change scenarios in Thailand simulated by general
circulation models. In Thailand's country study on climate change 1990. Draft
final report submitted to U.S. Country Studies Programme and Office of
Environmental Policy and Planning. Thailand Environment Institute (TEI).
Bangkok, Thailand.
- Borrel, A., Garside, A. and Fukai, S. 1997. Improving efficiency of water use for irrigated
rice in a semi-arid tropical environment . Field Crops Research 52: 231-248.
- Bouwman, A.F. 1990 . Global distribution of the major soil and land cover types. In
Bouwman. A. F. Soils and the greenhouse effect . 47–59. John Wiley and Sons :
Chichester.
- Bouwman, A.F., Olivier, JGJ. and Van der Hoek, K.W. 1995. Uncertainties in the global
source distribution of nitrous oxide. J. Geophys Res. 100 : 2785-2800.

- Chareonsilp, N., Kunnoot, L., Buddhaboon, B. and Charoendham, P. 1996 . Interrigional research program on methane emissions from ricefields Prachinburi Rice Research Center, RRI, DOA, Thailand.
- Chanton, J.P., Whiting, G.J., Blair, N.E., Lindau, C.W. and Bollich, P.K. 1996 . Methane emission from rice: Stable isotopes, durnal variations, and CO₂ exchange . Global Biogeochem. Cycles . 11(1): 15-27.
- Cirerone, R.J ., Shetter, J.D. and Delwiche, C.C. 1983 . Seasonal variation of methane flux from a California rice paddy. J. Geophys Res. 88: 11022 - 11024.
- Cirerone, R.J . and Oremland, R.S. 1988 . Biogeochemical aspects of atmospheric methane. Global Biogeochem. Cycles . 2: 299 – 327.
- Cirerone, R.J., Delwiche, C.C., Tylor, S.C. and Zimmerman, P.R. 1992 . Methane emission from California rice paddies with varied treatments . Global Biogeochem. Cycle. 6: 233 – 248.
- Cole, V., Ceffi, C., Minami, K., Mosier, A., Rosenberg, N., and Sauerbeck ,D. 1996 . Agricultural options for mitigation of greenhouse gas emission, Climate change 1995, eds., R.T. Watson, M.C. Zinyowera, R.H. Moss and D.J. Dokkeu, Cambridge University Press.
- De Datta, S.K. 1981 . Principles and practices of rice production . New York : John Wiley & Sons.
- De Datta, S.K., Buresh, R.J., Samson, M.I. and Wang, K. 1988. Nitrogen use efficiency and nitrogen-15 balances in broadcast-seed flooded and transplant rice. Soil Sci. Soc. Am. J. 52: 849-855.
- Denier van der gon, H.A.C. and Van Breemen, N. 1993 .Diffusion controlled transport of methane from soil to atmosphere as mediated by rice plant . Biogeochem. 21: 177-190.
- Denier van der gon, H.A.C., Van Breemen, N., Neue, H.U., Lantin, R.S., Aduna,J.B. and Alberto, M.C.R. 1996. Release of entrapped methane from wetland rice fields upon soil drying . Global Biogeochem. Cycle. 10(1): 1-7.
- Duxbury, J.M. 1994. The significance of agriculture sources of greenhouse gases. Fertilizer Research. 38 : 151-163.

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1997. FAO quarterly bulletin of statistics. 10 (1/2) : 18-19.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the International Atomic Energy Agency (IAEA). 1992 . Manual on measurement of methane and nitrous oxide emissions from agriculture . Vienna : The International Atomic Energy Agency.
- Hidema, J., Makino, A., Mea, T. and K. Ojima. 1991 . Photosynthetic characteristics of rice leaves aged under different irradiations from full expansion through senescence. Plant Physiol. 97: 1287-1293.
- Holzappel-Pschorn, A., Conrad, R., and Seiler, W. 1986 , Effects of vegetation on the emission of methane from submerged paddy soil. Plant Soil . 92: 223 – 233.
- Houghton, J.T., L.G. Meira-Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenburg and K. Maskell. 1996. IPCC Climate Change Assessment, 1995. The Science Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Hukkeri, S.B. and Shama, A.K. 1989 . Water use efficiency of transplanted and direct sown rice under different water management practices . Indian J. Agric.Sci. 50: 240 – 243.
- Inubushi, K., Umebayashi, M. and Wada, H. 1990 . Methane emission from paddy fields. Trans 14th Int. Congr. Soil Sci. 2: 249 – 254.
- Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC) . 1994 . Radiative forcing of Climate Change. The 1994 Report to the Scientific Strategies. Subgroup AFOS, WHO/UNEP. Geneva.
- IPCC/OECD. 1994. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, 3 volumes: Vol.1 reporting instruction; Vol.2 work book; Vol.3 draft reference manual. Intergovernment Panel on Climate Change (IPCC), Organization for Economic Co-Operation and Development, Paris, France.
- Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC) . 1995 . The Science of climate change . IPCC Second Assessment Report . Houghton,J.T., L.G. Meira Filho, B.A, Callendar, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell (eds.), Cambridge University Press.

- Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC) . 1996 . Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Houghton,J.T., L.G. Meira Filho, K. Treanton, I. Mamaty, Y. Bonduki, and B.A. Callendar (eds.), Subgroup IPCC/OECD/IEA. Bracknell.
- International Rice Research Institute (IRRI) . 1986 . Weather and rice . Proceeding of the International Workshop on the Impact Weather Parameters on Growth and Yield of rice. IRRI, P.O. Box 933, Manila, Philippines. ISBN 971-104-178-2.323 pp.
- International Rice Research Institute (IRRI). 1991. IRRI studies role of rice field methane in global climate change. The IRRI Reporter (December) : 1-2.
- International Rice Research Institute (IRRI). 1994 . Climate change and rice. IRRI report (September) : 33-36.
- IRRI. 1984. Terminology for rice growing environments. Los Banos : International Rice Research Institute.
- International Rice Research Institute. 1997 . IRRI Program report for 1996: 22-26.
- Jongkeawwattana, S. and Geng, S. 1991 . Effect of nitrogen and water management on panicle development and milling quality of California rice (*Oryza sativa* L.) . J. Agron. & Crop Sci. 167: 43 – 52.
- Jullano, B.O. and Villareal.C.P . 1993 . Grain quality evaluation of world rices . Manila : International Rice Research Institute.
- Katoh, K., Chairaj, W., Cholitkul, Tsuruta, H., Yagi, K. and Minamu, K. 1994 . Methane formation from Thai paddy fields . Proc. Seminar on Thai - JIRCAS, Bangkok, Thailand.
- Khilil, M.A.K., Rasmussen, R.A. Wang, M.X. and Ren, L.X. 1991 . Methane emission from rice fields in China. Environ. Sci. Technol. 25: 979-981.
- Kimura, M., Asai, K., Watanabe, A., Murase, J., and Kuwatsuka, S. 1992 . Suppression of methane fluxes from flooded paddy soil with rice plants by foliar spray of nitrogen fertilizer Soil Sci. Plant Nutr. 38: 735 – 740.
- Kimura, M. and Minami, K. 1995. Dynamics of methane in rice fields : Emission to the atmosphere in Japan and Thailand. In Peng, S.; K.T. Ingram, H.U. Neue and L.H. Zisha (eds.) Climate Change and Rice, Springer-Verlag, Berlin. p 30-45

- Kludze H.K., Delaune, R.D. and Patrick, W.H. 1993 . Aerenchyma formation and methane and oxygen exchange in rice . Soil Sci. Soc. Am. J. 57: 386-391.
- Kludze, H.K. and Delaune, R.D. 1995 . Straw application effects on methane and oxygen exchange and growth in rice. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 824-830.
- Lindau, C.W. 1994. Methane emission from Louisiana rice fields amended with nitrogen fertilizer. Soil Biol Biochem. 26: 355 - 359.
- Lindau, C.W., Alford, D.P., Bollich, P.K. and Linscombe, S.D. 1994. Inhibition of methane evolution by calcium sulfate addition to flooded rice. Plant and Soil . 158 : 299-301.
- Lindau, C.W., Bollock, P.K. and Delarne, R.D. 1995. Effect of rice variety on methane emission from Louisiana rice. Agri. Ecol. Syst. & Env. 54: 109-114.
- Lindau, C.W., De Laune, R.D., Patrick Jr, W.H. and Bollich, P.K. 1990. Fertilizer effects on denitrogen, nitrous oxide, and methane emissions from lowland rice. J. Soil Sci. Soc. Amer. 54 : 1789-1794.
- Lockard R.G. 1958. The effect of depth and movement of water on the growth and yield of rice plants. Malayan Agric. J. 41(4):266-281.
- Matsubayashi, M., Ryuji, I., Tsunemichi, T., Toshio, N. and Noboru, Y. 1963 . Theory and practice of growing rice. Overseas Technical Cooperation Agency. Fuji Publishing Co Ltd. Japan.
- Minami, K., Goudriaan, J., Lantinga, E.A. and Kimura, T. 1993 . The significance of grasslands in emission and absorption of greenhouse gases . Proc. 17th Int. Grassland Cong.: 1231-1237.
- Minami, K . 1994 . Methane from rice production. Fert. Res. 37: 167 – 179.
- Minami, K . 1995 . The effect of nitrogen fertilizer use on methane emission from flooded rice, Fert. Res. 40: 71-84.
- Mishra, H.S., Rathore, T.R. and Pant, R.C. 1997. Root growth, water potential, and yield of irrigated rice . Irrig. Sci . 17: 69-75.
- Moormann, F. and Breeman, N. 1978 . Rice: soil, water, land . Los Banos: International Rice Research Institute.

- Moya, T.B., Ziska, L.H., Namuco, O.F. and Olszyk, D. 1998. Growth dynamics and genotypic variation in tropical field-grown paddy rice (*Oryza sativa* L.) in response to increasing carbon dioxide and temperature. Global Change Biology. 4 : 645-656.
- Murase, J., Kimura, M. and Kawatsuka, S . 1993. Methane production and its fate in paddy fields : Effect of percolation on methane flux distribution to the atmosphere and the subsoil. Soil Sci. Plant Nutr. 39 : 63-70.
- Mutsuo, T *et al.* 1995 . Science of the rice plant, Volumn 2: Physiology. Food and Agricultural Ploicy Reseach Center . Tokyo.
- Neue, H.U., Wassman, R. and Lantin, R.S. 1992 . Agronomic practices affecting methane flus from rice cultivation In Ogima, D.S. and Svenson, B.H., Trace gas exchange in a global perspective . Copenhagen 42: 174-182.
- Neue, H.U. 1993. Methane emission from rice field. J. Bioscience. 43 : 466-473.
- Neue, H.U., Wassman, R. and Lantin, R.S. 1994 . Methane emission from rice soil of the Philippines In Minami, K., Moiser, A. and Sass, R., CH₄ and NO₂ emissions and controls from rice fields and other agricultural and industrial sources, Yokendo, Tokyo: 55-63.
- Neue, H.U., Wassman, R. and Lantin, R.S. 1995 . Mitigation option for methane emission from rice fields in : Peng, S., K.T. Ingram, H.U. Neue and L.H. Zisha (eds.), Climate Change and Rice, Springer - Verlag, Berlin: 136-144.
- Nouchi, I., Mariko, S., and Aoki, K. 1990 . Mechanism of methane transport from the rhizosphere to the atmosphere through rice plants . Plant Physiology .94:59-66.
- Nouchi, I., Hosono, T., Aoki, K. and Minami, K. 1994 . Seasonal variation in methane flux from rice paddies associated with methane concentration in soil water, rice biomass and temperature, and its modeling. Plant and Soil . 161: 195-208.
- Nugraho, S.G., Lambanraja, J., Suprpto, H., Sanyoto ,W.S., Haraguchi, H., and Kimura, M. 1994 . Methane emission from Indonesian paddy field with several fertilizer treatments. Soil Sci. Plant Nutr. 41: 184 – 191.
- Parashar, S.G., Prabhat, J.R., Gupta, K. and Singh, N. 1991 . Parameters affecting methane emission from paddy fields. Indian J. Radio Space Physics. 20: 12-17.

- Ponnamperuma, F.N. 1976. Specific soil chemical characteristics for rice production in Asia. IRRI Res. Pap. Ser. 5.
- Ramasamy, S., Berge, H.F.M., and Purushothaman, S. 1997 . Yield formation in rice in response to drainage and nitrogen application . Field Crops Research . 51: 65 – 82.
- Raskin, I and Kende, H . 1985 . Mechanism of aeration in rice . Science. 228: 327-329.
- Sass, R., Fisher, F. M., Harcombe, P. A. and Turner, F.T. 1991 .Methane production and emission in a Texas rice field. Global Biogeochem. Cycle. 4: 47-68.
- Sass, R., Fisher, F. M., Wand, Y.B., Turner, F.T., and Jand, M.F. 1992 .Methane emission from rice fields : the effect of flooded water Management . Global Biogeochem. Cycle. 6: 249 – 262.
- Sass, R., and Fisher, F.M. 1994 . Methane emission from rice fields in the United States gulf coast area. In Minami, K., Moiser, A. and Sass, R., CH₄ and NO₂ emissions and controls from rice fields and other agricultural and industrial sources, Yokendo, Tokyo: 65 - 77.
- Sass, R.L., and Fisher, F.M. 1995 . Methane emission from Texas rice fields : a five - year study , In Peng, S., K.T. Ingram, H.U. Neue and L.H. Zisha (eds.),Climate Change and Rice, Springer - Verlag, Berlin: 46 – 59.
- Schutz, H., Conrad, R. and Seiler, W. 1989 . Process involved in formation and emission of methane in rice paddies. Biogeochemistry. 7: 33 – 53.
- Schutz, H., Seiler, W., and Rennenberg, H. 1990 . Soil and land use related sources and sinks of methane in the context of the global methane budget, In : Bouwman, A.F.(eds) J wiley and Sons, New York.
- Seiler, W., Holzapfel - Pschorn, A., Conrad, R. And Scharffe, D. 1984 . Methane emission from rice paddies. J. Atmos. Chem. 1: 241 – 268.
- Shama, B.M., Gangwar, M.S. and Ghildyal, B.P. 1975. Influence of soil moisture regimes on the root CEC, growth and chemical composition of rice plant. Riso 25(1):31-35.
- Sharkey, T.D., Holland, E.A. and Mooney H.A. 1991 . Trace gas emissions by plants . San Diago: Academic Press.

- Sigren, L.K., Byrd, F.M., Fisher, F.M. and Sass, R.L. 1997 . Comparison of soil acetate concentration and methane production, transport, and emission in two rice cultivars . Global Biogeochem. Cycle. 11(1): 1-14.
- Siriratpiriya, O., Kupkanchanakul, T. and Hanwiriyapan, P. 1995 . Methane emission from rice field: The effect of rice varieties, growth stage of rice, and cultural practices in Thailand . The 4th Annual IRRI-EPA-UNDP Planning Meeting of Methane Emission from Rice Fields . Chonburi , Thailand, 19-25 November 1995.
- Stanley, T.C., Gordon, W.B., Yagi, K. Minami, K. and Cicerone, R.J. 1994 . Seasonal variation in methane flux and $\delta^{13}\text{C}_4$ values for rice paddies in Japan and their implications. Global Biogeochemical Cycles 8(1):1-12.
- Takahashi, S. and Yamamuro, S. 1995 . Quantification of effect of temperature and air - drying treatment in paddy soils on mineralization of soil organic nitrogen . JARQ 29: 103 – 109.
- Thailand Environment Institute (TEI). 1997. Thailand's country study on climate change 1990. Draft Final Report submitted to U.S. Country Studies Programme and Office of Environmental Policy and Planning. Bangkok, Thailand.
- The International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP). 1995 . The IGBP terrestrial transects: Science plan . report No.36 . Stockholm.
- Thurlow, M., Ken-ichi, K., Tsuruta, H. and Minami, K. 1995 .Methane uptake by unflooded paddy soils; The influence of soil temperature and atmospheric methane concentration . Soil Sci. Plant Nutr. 41: 371-374.
- Tyler, C.T., Brailsford, G.W.,Yagi, K., Minami, K. and Cicerone, R.J. 1994 . Seasonal variations in methane flux and $\delta^{13}\text{C}_4$ values for rice paddies in Japan and their implications . Global Biogeochem. Cycles. 11: 313-322.
- Tyler, S.C., Bilek, R.S., Sass, F.M. and Fisher, F.M. 1997 . Methane oxidation and pathway of production in a Texas paddy field deduced from measurements of flux, $\delta^{13}\text{C}$, and δD of CH_4 . Global Biogeochem. Cycle 11(3): 323-348.
- Wang, Z.P., Dai, A.G., Shen, R.X., Schutz, H., Renennberg, H. Seiler, W. and Wu, H.U. 1990 . Methane emission from a Chinese rice paddy field. Acta Meteorol Sin. 4: 265-275.

- Wang, Z.P., Kludze, C.R., Crozier, C.R., and Patrick, W.H. 1995 . Soil characteristics affecting methane production and emission in flooded rice . In : Peng, S., K.T. Ingram, H.U. Neue and L.H. Zisha (eds.), Climate Change and Rice, Springer - Verlag, Berlin: 80-90.
- Wannasai, S., Nabheerong, N., Suwanthada, S. and Chairin, Sa-ang . 1991. Effect of water depth on growth, yield and grain quality of KDML 105. Thai Agricultural Research Journal 11: 2-6.
- Wassmann, R., Papen, H. and Rennenberg, H. 1993 . Methane emission from rice paddies and possible mitigation strategies. Chemosphere. 26: 201 – 217.
- Watanabe, A., Katoh, K., and Kimura, M. 1994. Effect of rice straw application on methane emission from rice field. III Effect of incorporation site of rice straw on methane rate and their variation among shoots of a rice plant. Soil Sci Plant Nutr.40: 497-504.
- Watanabe, A., Kajiwara, M., Tashiro, T. and Kimura, M. 1995. Influence of rice cultivar on methane emission from paddy fields . Plant and Soil . 176: 51-56.
- Yagi, K. and Minami, K. 1990 . Effect of organic matter application on methane emission from some Japanese rice fields in central plain of Thailand . Soil Sci. Plant Nutr. 36: 599-610.
- Yagi, K., Chairoj, P., Trusuta, H., Cholitkul, W., and Minami, K. 1994 . Methane emission from rice paddy fields in central plain of Thailand . Soil Sci. Plant Nutr. 40: 29-37.
- Yagi, K., Kumugai, K., Tsuruta, H., and Minami, K. 1995 . Emission, production and oxidation of methane in a Japanese rice paddy fields. Adv Soil Sci. In: Lal, R., Kimble, J., Levine, E. and Stewart, B. A. (eds.) Soil and Global change, Lewis Publishers: 231 – 243.
- Yagi, K., Tsuruta, H., Kanda, K. and Minami, K. 1996 . The effect of water management on methane emission from a Japanese rice paddy field ; Automated methane monitoring, Global Biogeochem. Cycle 10: 255-267.
- Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. The International Rice Research Institute, Philippines.

ภาคผนวก ก

คำย่อที่ใช้ในวิทยานิพนธ์

| | | |
|---------------|---------|-------------------------------|
| °C | หมายถึง | องศาเซลเซียส |
| มม. | | มิลลิเมตร |
| มล. | | มิลลิลิตร |
| ซึซึ | | ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| ก/ตร.ม. | | กรัมต่อตารางเมตร |
| มก./ตร.ม.-ชม. | | มิลลิกรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง |
| % | | ส่วนในร้อยส่วน(เปอร์เซ็นต์) |
| mV | | มิลลิโวลท์ |

ภาคผนวก ข

ผังแสดงตำแหน่งหน่วยทดลองและดํารับทดลอง ของการศึกษาวิจัย

- เรือนเพาะชำที่กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช บางเขน กรุงเทพฯ (หน่วยทดลองซ้ำที่ 1)

| | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 10 WD ₁ | 7 WV ₂ | 31 WD ₂ | 1 W |
| 52 WV ₂ D ₃ | 49 WV ₂ D ₂ | 43 WV ₁ D ₃ | 4 WV ₁ |
| 40 WV ₁ D ₂ | 34 WD ₃ | 37 WV ₁ D ₁ | 46 WV ₂ D ₁ |

- เรือนเพาะชำที่กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช บางเขน กรุงเทพฯ (หน่วยทดลองซ้ำที่ 2)

| | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 8 WV ₂ | 2 W | 23 WV ₁ D ₂ | 14 WD ₂ |
| 20 WV ₁ D ₁ | 35 WV ₂ D ₃ | 17 WD ₃ | 29 WV ₂ D ₁ |
| 32 WV ₂ D ₂ | 26 WV ₁ D ₃ | 5 WV ₁ | 11 WD ₁ |

- เรือนเพาะชำที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท จ.ชัยนาท (หน่วยทดลองซ้ำที่ 3)

| | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| 21 WV ₁ D ₁ | 36 WV ₂ D ₃ | 3 W | 33 WV ₂ D ₂ |
| 6 WV ₁ | 30 WV ₂ D ₁ | 12 WD ₁ | 24 WV ₁ D ₂ |
| 27 WV ₁ D ₃ | 9 WV ₂ | 18 WD ₃ | 15 WD ₂ |

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรหัสทดลอง มีความหมายดังนี้คือ

- W = การรักษาระดับน้ำที่ 20 เซนติเมตร D₁ = การระบายน้ำออกในช่วงหลังจากปักดำ 30 วัน
 V₁ = พันธุ์ชัยนาท 1 D₂ = การระบายน้ำออกในช่วงหลังจากปักดำ 60 วัน
 V₂ = พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 D₃ = การระบายน้ำออกในช่วงหลังจากปักดำ 30 และ 60 วัน

ภาคผนวก ค

การคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าว

$$\begin{aligned} \text{อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน} &= \frac{\rho h C}{A t} ; \text{มก./ตร.ม.-ชม.} \\ &= \frac{\rho h C}{t} \end{aligned}$$

- V = ปริมาตรของพื้นที่เก็บก๊าซ (ลูกบาศก์เมตร)
(ปริมาตรตู้ครอบ + ปริมาตรกระถางส่วนที่อยู่เหนือดิน)
- A = พื้นที่หน้าตัดตู้ครอบ, พื้นที่หน้าตัดกระถาง (ตารางเมตร)
- h = ความสูงของตู้ครอบ + ความสูงจากพื้นดินถึงขอบกระถาง (เมตร)
- C = ค่าการปล่อยก๊าซมีเทนในช่วงเวลา t (ppm)
- ρ = ความหนาแน่นของก๊าซมีเทน
ที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศมาตรฐาน (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
- t = ระยะเวลาตรวจวัดก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยจากการปลูกข้าว (ชั่วโมง)

ตัวอย่างการคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซมีเทน

ระยะเวลาตรวจวัดก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยจากการปลูกข้าว (t) = 1 ชั่วโมง

ความสูงของตู้ครอบ = 1.0 เมตร

ความสูงจากพื้นดินถึงขอบกระถาง = 0.1 เมตร

อุณหภูมิอากาศ = 34.95°C

ความหนาแน่นของก๊าซมีเทนที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศมาตรฐาน(ρ)

= 0.64 กก./ตร.ม.

ความเข้มข้นของ Blank = 6.83 ppm

การวิเคราะห์ก๊าซตัวอย่างที่ถูกปล่อยจากตัวรับทดลองชัณษาท1 ในระยะตั้งท้อง

Peak area ของก๊าซมีเทนในก๊าซตัวอย่าง = 792

Peak area ของก๊าซมาตรฐานมีเทนความเข้มข้น 101 ppm = 7380

ก๊าซตัวอย่างมีก๊าซมีเทนที่ความเข้มข้น = $\frac{792}{7390} \times 101 = 10.84$ ppm

ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในก๊าซตัวอย่าง = $10.84 - 6.83 = 4.01$ ppm

ดังนั้น อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน = $\frac{\rho \cdot h \cdot C}{t}$

= $0.64 \times 1.1 \times 4.01$

= 2.82 กก./ตร.ม.-ชม.

ภาคผนวก ง

วิธีสกัดก๊าซมีเทนจากดินและน้ำที่ท่วมขังหน่วยทดลอง
นำตัวอย่างน้ำและดินมาสกัดมีเทนโดยใช้วิธีของ ทวี คุปต์กาญจนกุล(2536)

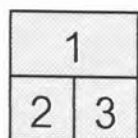
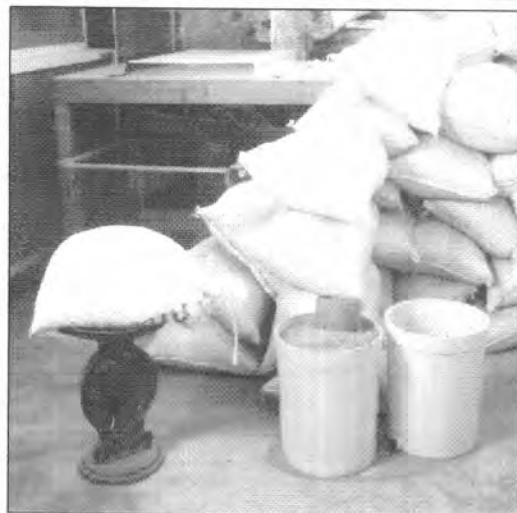
วิธีสกัดก๊าซมีเทนจากดิน

ชั่งตัวอย่างดินประมาณ 9 กรัม ใส่ขวดแก้วขนาด 20 ซีซี. เติมน้ำกลั่น 7 ซีซี. ปิดปากขวดด้วยจุกยางพิเศษ(Septum หรือ Suba seal) พันด้านข้างปากขวดด้วยพาราฟิล์ม ดูดอากาศเหนือสารละลายดินเพื่อทำให้ปลอดปราศจากอากาศด้วยเข็มฉีดยา เขย่าขวดที่บรรจุสารละลายดินนี้อย่างแรงเป็นเวลา 3 นาที เก็บก๊าซเหนือสารละลายดินด้วยหลอดฉีดยา แล้วนำก๊าซที่ได้มาบรรจุไว้ในหลอดแก้วสูญญากาศขนาด 13 ซีซี. (Evacuated Vacutainer) ปิดรอยเข็มด้วยกาวซิลิโคน พันทับด้วยพาราฟิล์มอีกชั้นหนึ่ง นำก๊าซที่บรรจุอยู่ในหลอดเก็บก๊าซนี้ ปริมาตร 1 ซีซี. ไปวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซมีเทนด้วยวิธี Gas Chromatograph เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยออกจากหน่วยทดลอง

วิธีสกัดก๊าซมีเทนจากน้ำที่ท่วมขังพื้นที่ทดลอง

นำตัวอย่างน้ำปริมาตร 10 ซีซี. ใส่ในขวดแก้วขนาด 20 ซีซี. ปิดปากขวดด้วยจุกยางพิเศษ(Septum หรือ Suba seal) แล้วดูดอากาศเหนือน้ำออกเพื่อทำให้ปลอดปราศจากอากาศด้วยเข็มฉีดยา เขย่าขวดแก้วที่บรรจุน้ำนี้อย่างรุนแรงเป็นเวลา 3 นาที เก็บก๊าซเหนือน้ำด้วยหลอดฉีดยา แล้วนำก๊าซที่ได้มาบรรจุในหลอดแก้วสูญญากาศขนาด 13 ซีซี. (Evacuated Vacutainer) ปิดรอยเข็มด้วยกาวซิลิโคน พันทับด้วยพาราฟิล์มอีกชั้นหนึ่ง นำก๊าซที่บรรจุอยู่ในหลอดเก็บก๊าซนี้ ปริมาตร 1 ซีซี. ไปวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซมีเทนด้วยวิธี Gas Chromatograph เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยออกจากหน่วยทดลอง

ภาคผนวก จ
ภาพงานวิทยานิพนธ์บางส่วน



1. การหล่อกระถางขนาด 60x60x60 เซนติเมตร
2. การขังดินสำหรับใส่ในแต่ละกระถาง
3. การปักดำต้นกล้าในกระถาง

การเตรียมกระถางทดลอง



| | |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |

- 1 ตู้ครอบสำหรับเก็บก๊าซ
- 2 กระจก และ จุกสำหรับควบคุมระดับน้ำ/การระบายน้ำ
- 3-4 การเตรียมอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และอากาศ

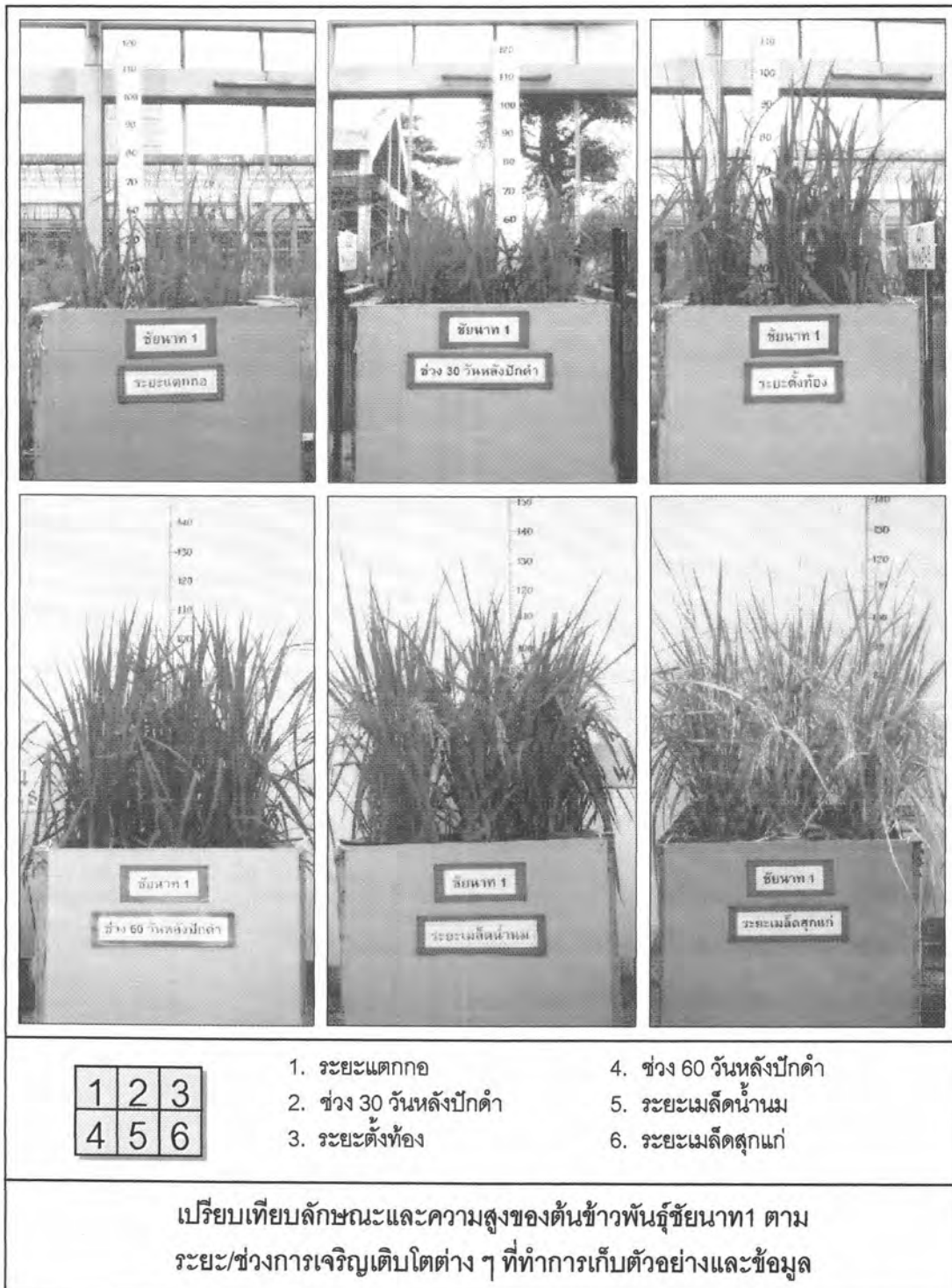
การเตรียมอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง/ข้อมูล ในแต่ละช่วง/ระยะ
การเจริญเติบโตของข้าว



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

1. การวางตู้ครอบ
2. การเก็บตัวอย่างอากาศ
3. การวัดอุณหภูมิดินน้ำ
4. การเก็บตัวอย่างดิน
5. การเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างและข้อมูลในแต่ละช่วง/ระยะการเจริญเติบโตของข้าว





ลักษณะการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ในระยะตั้งท้อง
ระยะออกรวง ระยะดอกข้าวบาน ระยะเมล็ดนํ้านม และระยะเมล็ดสุกแก่



ลักษณะการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ชาวดอกมะลิ105 ในระยะตั้งท้อง
ระยะออกรวง ระยะดอกข้าวบาน ระยะเมล็ดนํ้านม และระยะเมล็ดสุกแก่

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศุภสุข ประดับสุข เกิดเมื่อวันที่ 5 มีนาคม พ.ศ.2519 ที่จังหวัดราชบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ปีการศึกษา 2535 แล้วจึงเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2536