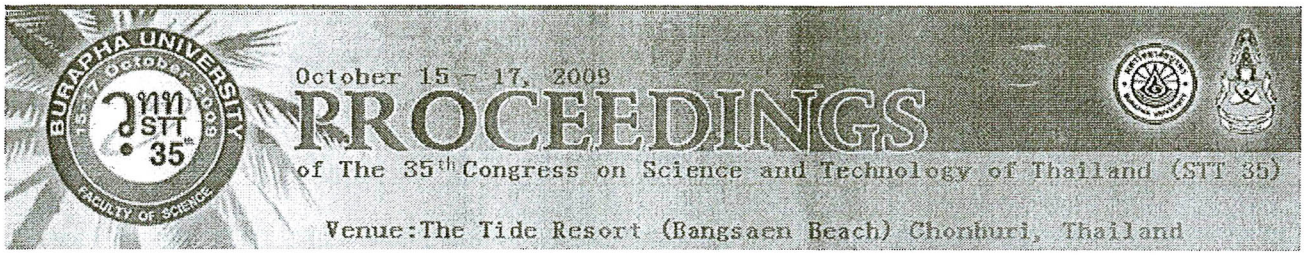
ภาคผนวก
ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ที่ได้จากโครงการวิจัย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่ออนาคตที่ดีขึ้น
การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 35 (วทท 35)
BURAPHA UNIVERSITY
วทท STT 35
SCIENCE 35th
SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR A BETTER FUTURE
The 35th Congress on Science and Technology of Thailand (STT 35)
October 15 - 17, 2009
The Tide Resort (Bangsaen Beach) Chonburi, Thailand

Enter



SECTION B: BIOLOGICAL SCIENCE

HOME
ABOUT STT 35
INVITED SPEAKERS
CONTRIBUTED PAPERS
Sec.A MATH, IT AND STATISTICS
Sec.B BIOLOGICAL SCIENCE
Sec.C CHEMISTRY
Sec.D PHYSICS
Sec.E MATERIALS SCIENCE
Sec.F NANOTECHNOLOGY
Sec.G AGRICULTURAL SCIENCE
Sec.H FOOD SCIENCE
Sec.I BIOMEDICAL SCIENCE
Sec.J ENVIRONMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY
Sec.K ENGINEERING AND TECHNOLOGY
Sec.L SCIENCE AND MATH EDUCATION
Sec.M BEAUTY, SPORT AND HEALTH SCIENCES
Sec.N EARTH SCIENCE
Sec.O MARINE SCIENCE
Sec.P SPECIAL SESSION
- Synchrotron Light and Applications
- Science and Technology of Thai Herbs
AUTHOR INDEX

[Page 1] [Page 2] [Page 3] [Page 4] [Page 5]

No.	Title of Paper (Total = 203 Items)
B1_B0004	Leaf Trichomes of Plant at Thung Yai Swamp, Hat Yai District, Songkhla Province for Use as Evidence in Forensic Science
B1_B0006	CHARACTERIZATION OF CADMIUM REISISTANT LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM FERMENTED FOODS
B1_B0007	GEOMETRIC DISTINCTION OF TWO CRIPTIC SPECIES OF THE BACTROCERA DORSALIS COMPLEX (DIPTERA: TEPHRITIDAE) IN THAILAND
B1_B0013	A preliminary study of proteomic analysis of the straw mushroom during post-harvest development
B1_B0016	Effects of crude extract from Cissus quadrangularis Linn. on human wharton?s jelly-derived mesenchymal stem cell differentiation into osteocytes and chondrocytes
B1_B0019	Respond of Corn Seedling to Lindane and Endosulfan Contaminants in Soil
B1_B0021	CALCIUM OXALATE CRYSTALS IN SOME VEGETABLES FROM NONG KHAI PROVINCE
B1_B0025	Estimating Indo ? Pacific humpback dolphin population size at Khanom, Nakhon Si Thammarat
B1_B0032	BIODIVERSITY OF THE LICHEN FAMILY GRAPHIDACEAE AT PHU LUANG WILDLIFE SANCTUARY
B1_B0033	Foliose and Placoid Lichens of the Family Physciaceae at Phu Luang Wildlife Sanctuary, Loei Province.
B1_B0035	DISCOLICHENS AT PHU LUANG WILDLIFE SANCTUARY, LOEI PROVINCE
B1_B0040	CLOUD FOREST CHARACTERISTICS AT MT. NOM, THAILAND
B1_B0043	Tor tambroides Morphometric Analysis at Khao Nan and Khao Luang National Parks Using Biometric MethodTor tambroides Morphometric Analysis at Khao Nan and Khao Luang National Parks Using Biometric Method
B1_B0045	Effect of exogenous spermidine on adaptation in physiology and protein pattern of rice cv. Pokkali under salt stress.
B1_B0053	Comparison of Phenology of the Parah tree (Elateriospermum tapos) between two study sites at Khao Nan, Nakhon Si Thammarat
B1_B0056	Sol gem II, an allergen in venom of Thai red fire ant, Solenopsis geminata
B1_B0058	IMMUNOLOCALIZATIONOF 52 KDA ANTIGEN OF ADULT EURYTREMA PANCREATICUM
B1_B0059	CRYOPRESERVATION OF Dendrobium virgineum Rchb.f. USING AN ENCAPSULATION-DEHYDRATION METHOD
B1_B0060	MONITORING THE STATUS OF MACRO-MOTHS BY LIGHT TRAP AT KHAO NAN NATIONAL PARK
B1_B0062	Natural Successions of Protozoa Population in Rice Straw Culture
B1_B0067	THE RISK INFECTION RATE OF FLUKE, HAPLORCHIS TAICHUI FROM PICKLED FISH
B1_B0070	STUDY ON HISTOLOGY OF THE INTEGUMENT AND RESPIRATORY SYSTEM OF NIEUHOFII? S CATFISH (Clarias nieuhofii)
B1_B0085	CRYOPRESERVATION OF Hedychium coronarium J.K?nig
B1_B0088	PATHOLOGICAL CHANGES OF MOUSE LIVER AFTER DIMETHYL SELENIDE INSTILLATION
B1_B0092	Bird species diversity in Phu Khao Tong area Khang Khoi District, Saraburi Province after reservoir construction
B1_B0099	BIODIVERSITY, DISTRIBUTION AND KEYS CHARACTERIZATION OF FRUTICOSE LICHENS AT PHU LUANG WILDELIFE SANCTUARY IN LOEI PROVINCE.
B1_B0105	Survey of Some Paphiopedilum gratrixianum (Mast.) Guillaumin. at Phuluang Wildlife Sanctuary, Loei Province.
B1_B0121	DETECTION OF INFLUENZA A VIRUS RECEPTOR IN TRACHEA AND LUNG OF DOMESTIC DOGS AND CATS USING LECTIN HISTOCHEMICAL METHOD
B1_B0124	Interactions of The Abundance of a Springtail, Proisotoma sp. (Collembola: Isotomidae), The Natural Infestations of Corn Pests, and The Growth of Corn
B1_B0127	DAILY ACTIVITIES OF DUSKY LANGUR (Trachypithecus obscurus) AT KHAO LOMMUAK, PRACHUAP KHIRI KHAN, THAILAND.

การตอบสนองของต้นกล้าข้าวโพดต่อลินเดนและเอนโดซัลแฟนที่ปนเปื้อนในดิน

RESPOND OF CORN SEEDLING TO LINDANE AND ENDOSULFAN CONTAMINANTS IN SOIL

วราภรณ์ ฉุยฉาย[1*] เจริญพงษ์ ชมภูนุช[1] สุชาติ สระทองหน[1] และ ปัทมาพร รูปปัทม์[1]

Waraporn Chouychai[1*], Jareanpong Chompunut[1], Suchat Sathonghon[1], Pattamaporn Ruppat[1]
[1]Biology Program, Department of Science, Faculty of Science and Technology, Nakhonsawan Rajabhat University, Nakhonsawan, 60000, Thailand, * e-mail: chouychai@yahoo.com

บทคัดย่อ : ความเป็นพิษต่อพืชของสารกำจัดศัตรู พืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนมีความแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของพืชและวิธีที่ใช้ในการทดสอบ ในการศึกษานี้ได้ทดสอบความเป็นพิษของลินเดนและเอนโดซัลแฟนต่อการเจริญของต้นกล้าข้าวโพด โดยการเพาะเมล็ดข้าวโพดลงในดิน ที่ปนเปื้อนลินเดนและเอนโดซัลแฟน พบว่า ลินเดนแสดงความเป็นพิษต่อค วามยาวของยอดและรากข้าวโพดอย่างชัดเจน โดยความยาวรากของข้าวโพดในดินชุดควบคุมและในดินที่มีลินเดน 20 mg/kg เป็น 8.85 cm และ 2.76 cm ตามลำดับ ในขณะที่เอนโดซัลแฟนไม่มีผลต่อความยาวของยอดและราก ทั้งลินเดนและเอนโดซัลแฟนมีแนวโน้มที่จะ ลดดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าและเพิ่มอัตราส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสด ซึ่งเป็นไปได้ว่าสารทั้งสองชนิดรบกวนการสะสมน้ำของพืช ลินเดนมีความเป็นพิษต่อต้นกล้าข้าวโพดมากกว่าเอนโดซัลแฟนที่ความเข้มข้นเดียวกัน การปนเปื้อนของลินเดนในดินที่ใช้ทางการเกษตรจึงเป็นปัญหาที่ควรรีบบำบัด

Abstract: Phytotoxicity of organochlorine was different depending on plant species and test method. In this study, Lindane and endosulfan toxicity on corn seedlings growing in lindane or endosulfan contaminated soil were tested. The result showed that lindane decreased corn shoot and root length significantly when endosulfan did not affect. For example, root length of corn seedlings growing in soil containing 0 and 20 mg/kg lindane was 8.85 and 2. 76 cm, respectively. Both of lindane and endosulfan trended to decrease vigor index and increase dried weight/ fresh weight ratio. It was possible that both contaminants disturbed water accumulation in corn. Lindane showed higher toxicity than endosulfan at same concentration. Lindane contamination in agricultural soil causes concern and should be remediate immediately.

Introduction:

Organochlorines are a group of insecticides that had been used in agricultural site for a long time. Many countries have banned and restricted the use of organochlorines since 1970s because of their high toxicity to mammals, aquatic organisms, and persistence in environment [1]. However, the residue of organochlorines still found in soil and their contamination is a

serious environmental problem [1, 2]. The toxicity of organochlorine contaminants to crop plants was uncertain. There were reports of toxic [3, 4] and non-toxic to plant [5] depend on plant species and test method.

Corns are one of economic crops in Nakhonsawan Province and have a risk to contact with organochlorine contaminant in agricultural soil. In this study, the toxicity of lindane and alpha isomer of endosulfan to corn seedlings growing in contaminated soil were tested.

Methodology:

Non-contaminated soil was collected from Khaorad Agricultural Station of Faculty of Agricutural Technology and Industrial Technology, Nakhonsawan Rajabhat University. A sample of the soil was sent to Central laboratory (Thailand) Co., Ltd, Bangkok, Thailand for chemical and physical characterization and background of organochlorine contamination. The soil was air-dried at room temperature (28-31^{0}C) for at least 24 h to constant weight before use.

The general phytotoxicity assay described by Chouychai et al. [6] was followed. For each experiment, 50 g of dried soil were added to a glass Petri dish in triplicate. Lindane and alpha-endosulfan were weighed individually and dissolved in acetone. Each organochlorine solution was transferred to a glass sprayer and spiked to soil to final concentrations of 0, 0.2, 2, and 20 mg/kg dried soil. Soil in each dish was thoroughly mixed with a digger. The spiked soil was air-dried at room temperature (28-30^{0}C) for more than 24 h or until the smell of acetone had disappeared.

Seeds of sweet corn (*Zea may*) (commercial seeds of Kamlaithong Ltd., Bangkok, Thailand) were used in this study. Seeds were immersed in water for 3 h and then inoculated into organochlorine-spiked soil at 6-7 seeds per Petri dish. The dishes were kept at 29^{0}C in a room which received natural sunlight. Each plate received 10 to 20 ml of water at daily intervals. After 10 days, the numbers of seeds germinated for each treatment were counted. Eight plants were randomly removed for measurement of their shoot length, root length, fresh weight, and dried weight.

One -way ANOVA was used to test for significant differences between treatments followed by Tukey's test.

Results, Discussion and Conclusion:

Soil used in this study was alkaline (pH 8.9) and contain very low amount of phosphate. There were not any organochlorines in soil before spiked with lindane or endosulfan.

Lindane showed high toxicity to decrease seed germination, corn shoot and root length significantly. Increased of lindane concentration had no effect on corn dried weight and fresh weight. This confirmed the result of Bidlan et al [3] that hexachlorocyclohexane was toxic to plant growth, including gamma isomer or lindane. The report of Benimeli et al. [5] that lindane was not toxic to corn may be caused by low concentration test (0.1 – 0.4 mg/kg).

Alpha-endosulfan showed lower toxicity to corn seedling than lindane. Endosulfan did not affect to corn shoot and root length, root fresh weigth, and root dried weight. Endosulfan only significantly decreased shoot dried weight and fresh weight at lowest concentration (0.2

mg/kg). This result contras with toxicity of endosulfan to *Sorghum bicolor* reported by Vidyasagar et al. [4] which soaked seeds in endosulfan solution (2 -6 mg/l) directly for 6 h before incubated in petri dish with the same endosulfan concentration. Contact of seed to contaminant in soil is different from contact in solution because some contaminant will be adsorbed with soil particle and decreased their bioavailability. This effect had been found in toxicity test of 3-chloro- and 4-chlorobenzoate to tomato seed [7].

Vigor index of corn seedling were calculated by (mean root length + mean shoot length) x (percent germination/10) [7]. The result showed that the presence of lindane decrease vigor of seedling more than endosulfan as same concentration (Fig. 1).

Both of lindane and endosulfan trended to increase dried weight/ fresh weight ratio in both corn shoot and root. Effect of lindane on shoot dried weight/ fresh weight ratio was higher than endosulfan. It is possible that both contaminants disturb water transport or water accumulation in plant. Further study should be done to confirm.

In conclusion, lindane contaminant in soil was toxic to corn seedling growth but endosulfan was not toxic in the same concentration. Lindane contamination in agricultural soil should be concern and need to remediate.

Table 1. Organochlorine toxicity on shoot and root fresh weight and dried weight of corn seedlings.

Concentration (mg/kg)	Germination (%)	Fresh weight (mg)		Dried weight(mg)	
		Shoot	Root	Shoot	Root
Lindane					
0	100%	906 ± 139.6a	475 ± 53.4a	71.5 ± 13.70a	67.2 ± 9.7a
0.2	85%	596 ± 271.1a	301 ± 79.7b	55.0 ± 14.74a	41.1 ± 16.9b
2	80%	793 ±277.7a	496 ± 146.2a	70.6 ± 21.91a	71 ± 16.7a
20	75%	884± 285.6a	380 ± 93.4a	80.6 ± 23.34a	57.6 ± 26.6a
Endosulfan					
0	100%	906 ± 139.6a	475 ± 53.4a	71.5 ± 13.7a	67.2 ± 9.7a
0.2	85%	607 ± 134.8b	355 ± 107.6b	48.2 ± 9.5b	45.1 ± 21.0a
2	85%	776 ± 119.2a	442 ± 117.8a	64.8 ± 13.2a	65.9 ± 17.8a
20	90%	805 ± 151.2a	483 ± 83.1a	66.4 ± 7.0a	66.4 ± 26.4a

Values followed by different letters are statistically different ($P < 0.05$)

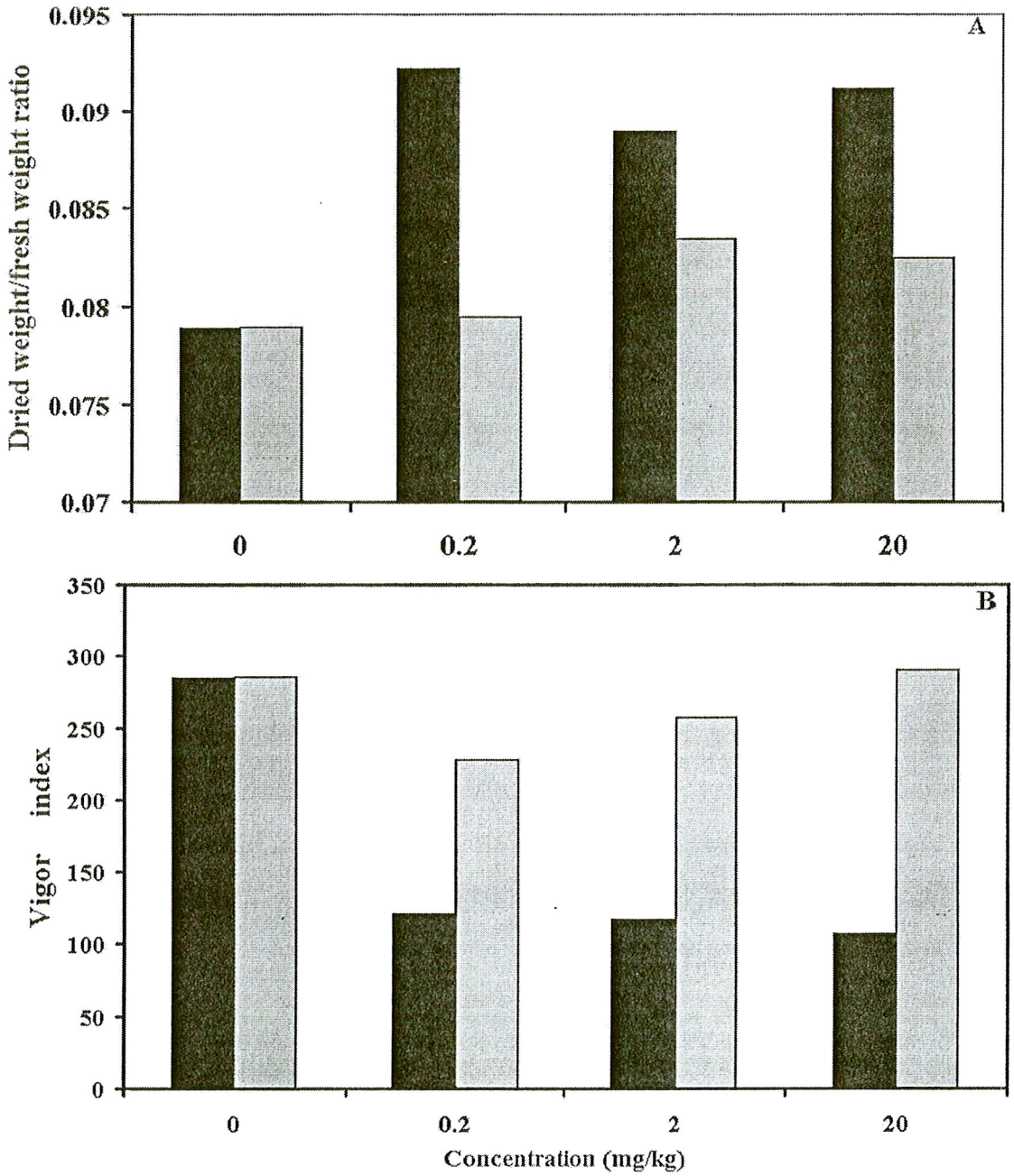


Figure 1. Shoot dried weight/fresh weight ratio (A) and Vigor index (B) of corn seedling growing in lindane and alpha-endosulfan contaminated soil. Symbal: ▪ Lindane, □ Alpha-Endosulfan

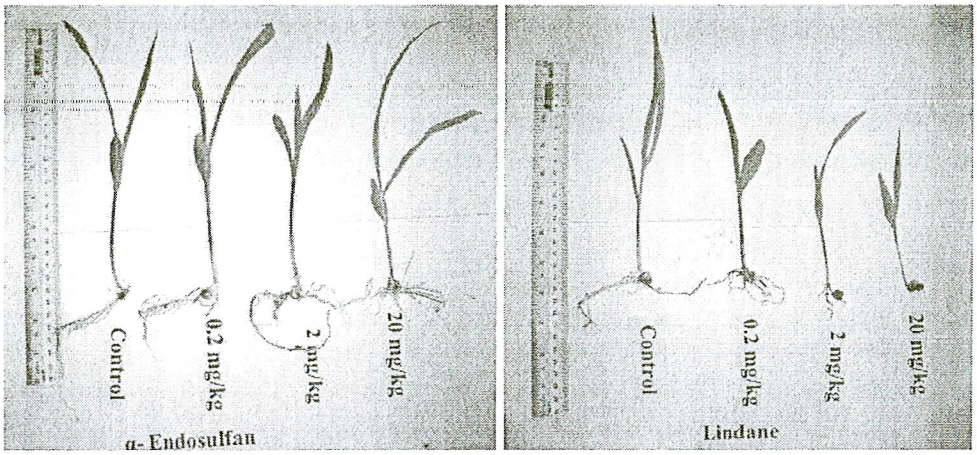


Figure 2. Comparison of shoot and root length of corn seedling growing in alpha-endosulfan- (left) and lindane- contaminated alkaline soil for 10 days.

References:

1. Poolpak, T., P. Pokethitiyook, M. Kruatrachue, U. Arjarasirikoon, and N. Thanwaniwat. *J Hazard Mat*, 2008, **156**, 230 – 239

2. Srivilas, P., and K. Jaidee. *Burapha Sci J*, 2007, **11**, 26 – 39

3. Bidlan, R., M. Afsar, H.K. Manonmani. *Chemosphere*, 200; .**56**, 803 – 811

4. Vidyasagar, G.M., D. Kotresh, W. Sreenivasa, and R. Karnam. *J Environ Biol*, 2009, **30**, 217 – 220

5. Benimeli, C.S., M.S. Fuentes, C.M. Abate, M.J. Amoroso. *Int Biodeter and Biodeg*, 2008, **61**, 233 – 239

6. Chouychai, W., A. Tongkukiatkul, S. Upatham, H. Lee, P. Pokethitiyook, and M. Kruatrachue. *Environ Toxicol* 2007, **22,** 597-6042.

7. Ajithkumar, P.V., K.P. Gangadhara, P. Manilal, and A.A. M. Kunhi. *Soil Biol Biochem* 1998, **30**, 1053 – 1059

Keywords: Corn, Endosulfan, Lindane, Organochlorine, Phytotoxicity

Acknowledgement:

We gratefully acknowledge financial support from the Lower North Research Network, The Commission on Higher Education, Ministry of Education (Grant No. LN 52-39).

ประชุมวิชาการเกษตร 11

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วช. NRCT
ธนาคารกรุงศรีอยุธยา BANK OF AYUDHYA
MITR PHOL
AG-BIO PERDO

ความเป็นพิษของลินเดนและเอนโดซัลแฟนที่ตกค้างในดินด่างต่อการเจริญระยะต้นกล้าของถั่วฝักยาวและผักกวางตุ้ง

Phytotoxicity of lindane and endosulfan contaminants in alkaline soil on growth of *Vigna unguiculata* and *Brassica chinensis* seedlings

วราภรณ์ ฉุยฉาย*, เจริญพงษ์ ชมพูนุช, สุชาติ สระทองหนและปัทมาพร รูปปัทม์

Waraporn Chouychai*, Jareanpong Chompunut, Suchat Sathonghonand Pattamaporn Ruppat

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ อ. เมือง จ.นครสวรรค์ 60000

Biology Programe, Faculty of Science and Technology, Nakhonsawan Rajabhat University, Nakhonsawan, 60000

*corresponding author, e-mail: chouychai@yahoo.com

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของลินเดนและเอนโดซัลแฟนที่ตกค้างในดินด่าง ต่อการงอกและการเจริญระยะต้นกล้าของถั่วฝักยาวและผักกวางตุ้ง เพื่อคัดเลือกพืชและจุดยุติที่ไวต่อสารทั้งสองชนิด ความยาวรากของถั่วฝักยาวมีความไวต่อปริมาณลินเดนที่ตกค้างในดินมากกว่าผักกวางตุ้ง โดยความยาวรากของถั่วฝักยาวลดลง 60% ในดินที่มีลินเดน 0.2 mg/kg ในขณะที่ความยาวรากของผักกวางตุ้งลดลง 50 % ในดินที่มีลินเดน 20 mg/kg เอนโดซัลแฟนไม่มีผลต่อความยาวรากของถั่วฝักยาวแต่ลดความยาวรากของผักกวางตุ้งลง 70% ในดินที่มีเอนโดซัลแฟน 20 mg/kg ส่วนน้ำหนักสดของผักกวางตุ้งลดลง 40% ในดินที่มีลินเดน 0.2 mg/kg และ 60% ในดินที่มีเอนโดซัลแฟน 0.2 mg/kg ส่วนน้ำหนักสดของถั่วฝักยาวค่อนข้างคงที่ ดังนั้น น้ำหนักสดของต้นกล้าผักกวางตุ้งจึงใช้เป็นดัชนีสำหรับการประเมินการปนเปื้อนของลินเดนและเอนโดซัลแฟนในดินได้

คำสำคัญ: ลินเดน เอนโดซัลแฟน ความเป็นพิษต่อพืช

Abstract

The phytotoxicity of lindane and endosulfan contaminants in alkaline soil on seed germination and seedling growth of *Vigna unguiculata* and *Brassica chinensis* were studied to assess the sensitive plant and end point. The result showed that root length of *V. unguiculata* was sensitive to concentration of lindane and endosulfan more than root length of *B. chinensis*. Root length of *V. unguiculata* decreased 60% in 0.2 mg/kg lindane contaminated soil. On the other hand, Root length of *B. chinensis* decreased 50% in 20 mg/kg lindane contaminated soil. Endosulfan did not affect to root length of *V. unguiculata* but decreased root length of *B. chinensis* 70% in 20 mg/kg endosulfan contaminated soil. Fresh weight of *B. chinensis* decreased 40% in 0.2 mg/kg lindane contaminated soil and 60% in 0.2 mg/kg endosulfan contaminated soil, respectively. Fresh weigh of *V. unguiculata* trended to similar between contaminated and non-contaminated soil. Based on these results, fresh weight of *B. chinensis* could be use for assessment the amount of lindane and endosulfan contaminants in soil.

Keywords: Lindane, Endosulfan, Phytotoxicity

บทนำ

การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนเช่น DDT ลินเดน เฮปตาคลอร์ เอนโดซัลแฟนในการเกษตรกรรมอย่างแพร่หลายในทศวรรษที่ผ่านมากลายเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของประเทศไทยในปัจจุบัน (Poolpak et al., 2008) เพราะสารเคมีกลุ่มออร์กาโนคลอรีนนี้สามารถคงทนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้เป็นเวลานาน การสัมผัสต่อสารเคมีกลุ่มนี้เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตหลายชนิด รวมทั้งพืชเศรษฐกิจ เช่น ข้าวโพด (Chouychai et al., 2009) และส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศโดยรวม นอกจากนั้น ดินที่ปนเปื้อนสารเคมีกำจัดศัตรูพืชยังไม่เหมาะต่อการทำเกษตรกรรมแบบเกษตรอินทรีย์อีกด้วยการประเมินปริมาณของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ปนเปื้อนในดินจัดว่ามีความสำคัญในการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมภาคเกษตรกรรม การวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนทางเคมีที่นิยมใช้ในปัจจุบันเช่น แก๊สโครมาโตกราฟฟีแบบ ECD (Pereira et al., 2008) นั้นมีต้นทุนสูง

และต้องการเทคนิคเฉพาะทั้งในการสกัดสารตัวอย่างออกจากดิน และการวิเคราะห์ผล ไม่เหมาะสมต่อการนำเทคโนโลยีดังกล่าวเข้ามาเผยแพร่ให้เกษตรกรใช้ประมาณการปนเปื้อนสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนภายในชุมชนด้วยตนเอง

การใช้ชีววิธีเพื่อประเมินปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนด้วยพืชทดสอบระยะต้นกล้าเป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีต้นทุนต่ำและไม่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านมากเท่าการวิเคราะห์ทางเคมี อีกทั้งค่าที่ได้ยังบอกถึงความเป็นพิษที่ตกค้างในดินของสารมลพิษจริงๆ ความแม่นยำของการประเมินของวิธีดังกล่าวนอกจากจะขึ้นกับชนิดพืชแล้ว ยังขึ้นกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่างๆที่มีผลต่อการเจริญของพืชและขึ้นกับจุดยุติที่เลือกใช้ด้วย การเจริญของพืชที่ใช้เป็นจุดยุติจะต้องเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนแม้จะสัมผัสกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ความเข้มข้นต่ำ

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการทดสอบความไวของพืชและจุดยุติที่เหมาะสมสำหรับประเมินความเข้มข้นของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในดินที่เป็นด่าง ดินชนิดนี้เป็นดินที่พบในชุดดินของจังหวัดนครสวรรค์และพื้นที่ใกล้เคียงที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม เช่น ชุดดินตาคลี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552) พืชที่ใช้ทดสอบมีสองชนิดคือ ถั่วฝักยาวและผักกวางตุ้ง โดยพืชตระกูลถั่วและพืชในวงศ์ผักกาดนี้เคยมีรายงานมาก่อนว่ามีความไวต่อสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Bidlan et al., 2004) จุดยุติที่เลือกใช้คือ ความยาวราก และน้ำหนักสดของพืช ซึ่งเป็นจุดยุติที่เกษตรกรนำไปใช้วิเคราะห์ได้โดยไม่ยุ่งยาก สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่เลือกใช้คือลินเดนและเอนโดซัลแฟนซึ่งยังมีรายงานว่ามีการปนเปื้อนในดินในประเทศไทย (Poolpak et al., 2008)

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บตัวอย่างดินที่คาดว่าไม่มีประวัติปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนจากศูนย์การศึกษาเกษตรเขาแรด ภาควิชาเทคโนโลยีเกษตร คณะเทคโนโลยีเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ส่งตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่อาจมีในดินและลักษณะทางเคมีและกายภาพของดินที่ บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง กรุงเทพฯ

การทดสอบความเป็นพิษต่อพืชใช้ตามวิธีของ Chouychai et al. (2007) โดยชั่งลินเดน (Sigma-Aldrich, purity 99.8%) และอัลฟา-เอนโดซัลแฟน (CHEM SERVICE, purity 99.5%) แล้วละลายด้วยอะซีโตน จากนั้นจึงเติมลงในดินให้ได้ความเข้มข้นเป็น 0, 0.2, 2, และ 20 mg/kg แช่เมล็ดของถั่วฝักยาว *(Vigna unguiculata)* (เมล็ดพันธุ์ของ East – West Seeds Co. Ltd., นนทบุรี) และผักกวางตุ้ง (*Brassica chinensis*) (เมล็ดพันธุ์ของ Jiatai Ltd, กรุงเทพฯ) ในน้ำ 3 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำเมล็ดไปเพาะบนจานแก้วที่มีดินที่ผสมสารออร์กาโนคลอรีนไว้ จานละ 6-7 เมล็ด เมื่อครบ 10 วัน บันทึกร้อยละการงอก สุ่มต้นกล้าที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน 8 ต้นมาวัดความยาวของราก น้ำหนักสดของต้นกล้าทั้งต้น ทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วย One -way ANOVA และ Tukey's test

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความยาวรากของต้นกล้าถั่วฝักยาวลดลงถึง 60% ในดินที่มีลินเดน 0.2 mg/kg ซึ่งเป็นความเข้มข้นต่ำสุดที่ทดสอบ และค่อนข้างคงที่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของลินเดนเป็น 2 และ 20 mg/kg ส่วนความยาวรากของผักกวางตุ้งนั้น พบว่าที่ความเข้มข้น 0.2 mg/kg ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับดินที่ไม่มีลินเดน และความยาวรากจะลดลงเรื่อยๆ จนลดลง 50 % ในดินที่มีลินเดน 20 mg/kg (Fig 1A) น้ำหนักสดของถั่วฝักยาวในดินที่ปนเปื้อนลินเดนความเข้มข้นต่างๆ ไม่แตกต่างจากดินที่ไม่มีลินเดน ในขณะที่น้ำหนักสดของผักกวางตุ้งลดลง 40% ในดินที่มีลินเดน 0.2 mg/kg และลดลงอีกเล็กน้อยเมื่อความเข้มข้นของลินเดนเพิ่มขึ้นถึง 20 mg/kg

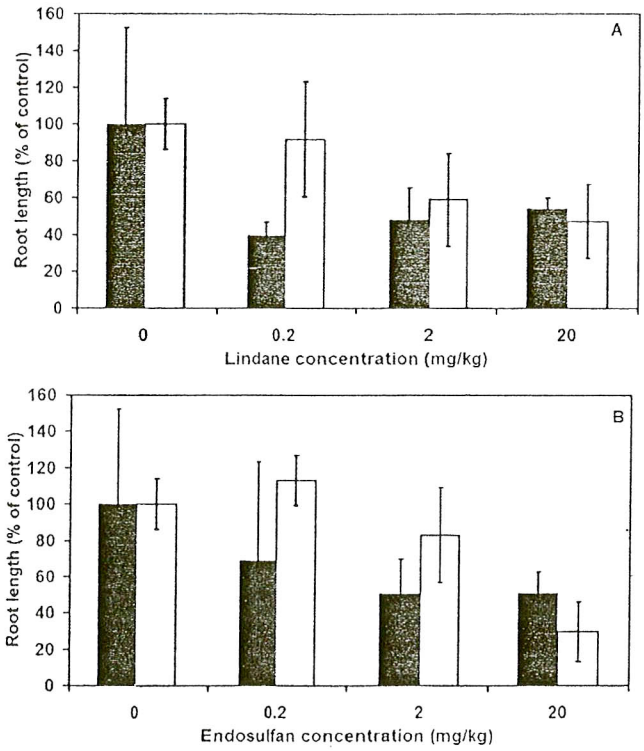


Figure 1 Root length of *V. unguiculata* (■) and B. chinensis (□) grown in varying concentration of Lindane (A) and endosulfan (B) contaminated alkaline soil for 10 days. Use One -way ANOVA and Tukey's test for statistical analysis

ในดินที่ปนเปื้อนเอนโดซัลแฟน พบว่า เอนโดซัลแฟนไม่มีผลต่อความยาวรากของถั่วฝักยาว เอนโดซัลแฟนความเข้มข้นต่ำ (0.2 mg/kg) ไม่มีผลต่อความยาวรากของผักกวางตุ้งเช่นกัน แต่เมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น ความยาวรากของผักกวางตุ้งลดลงจนถึง 70% ที่ความเข้มข้น 20 mg/kg (Fig 1B) น้ำหนักสดของถั่วฝักยาวในดินที่ปนเปื้อนเอนโดซัลแฟนความเข้มข้นต่างๆ ไม่แตกต่างจากดินที่ไม่มีเอนโดซัลแฟน ในขณะที่น้ำหนักสดของผักกวางตุ้งลดลง 50% ในดินที่มีเอนโดซัลแฟน 0.2 mg/kg และลดลงมากขึ้นอีกเล็กน้อยเมื่อความเข้มข้นของเอนโดซัลแฟนสูงขึ้นจนเป็น 60% ในดินที่มีเอนโดซัลแฟน 20 mg/kg

ทั้งลินเดนและเอนโดซัลแฟนมีผลต่อการเจริญของรากพืช ทั้งสองชนิด โดยความไวของการตอบสนองขึ้นกับชนิดของสาร ความยาวรากของถั่วฝักยาวและผักกวางตุ้งไวต่อลินเดนมากกว่าเอนโดซัลแฟน ซึ่งพบการตอบสนองแบบเดียวกันนี้ในข้าวโพด (Chouychai et al., 2009) ในขณะที่ลินเดนและเอนโดซัลแฟนไม่มีผลต่อน้ำหนักสดของถั่วฝักยาว แต่ส่งผลต่อน้ำหนักสดของผักกวางตุ้ง และน้ำหนักสดของผักกวางตุ้งไวต่อเอนโดซัลแฟนมากกว่าลินเดน

ในการนำไปใช้ประเมินการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในดินนั้นจะเห็นว่า ผักกวางตุ้งเป็นพืชทดสอบที่เหมาะสมกว่าถั่วฝักยาว และน้ำหนักสดของผักกวางตุ้งเหมาะสมที่จะใช้เป็นจุดยุติมากกว่าความยาวราก เพราะน้ำหนักสดของผักกวางตุ้งลดลงทันทีเมื่อมีลินเดนหรือเอนโดซัลแฟน 0.2 mg/kg ในขณะที่ความยาวรากของผักกวางตุ้งลดลงเมื่อสัมผัสกับเอนโดซัลแฟน 2 mg/kg ทำให้ไม่สามารถตรวจพบการปนเปื้อนในระดับต่ำกว่านี้ได้ นอกจากนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักสดของผักกวางตุ้งกับความเข้มข้นของเอนโดซัลแฟนระหว่าง 0.2 – 20 mg/kg มีค่า R^2 เข้าใกล้ 1 (Fig 2) ทำให้สามารถประมาณความเข้มข้นของเอนโดซัลแฟนในดินที่อยู่ระหว่างความเข้มข้นดังกล่าวอย่างคร่าวๆได้

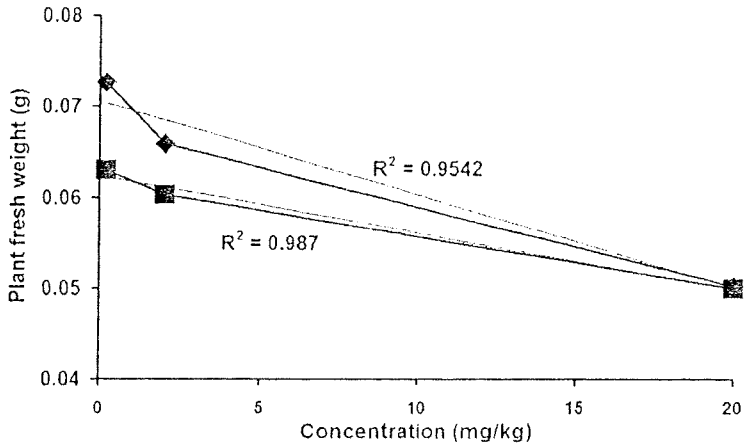


Figure 2 R^2 of B. chinensis seedling fresh weight grown in varying concentration of Lindane (♦) and endosulfan (■) contaminated alkaline soil for 10 days.

สรุปและข้อเสนอแนะ

ลินเดนและเอนโดซัลแฟนที่ตกค้างในดินด่างแสดงความเป็นพิษต่อความยาวรากของพืชทดสอบทั้งสองชนิด แต่เป็นพิษกับน้ำหนักสดของผักกวางตุ้งเท่านั้น น้ำหนักสดของผักกวางตุ้งเหมาะสมกับการประเมินการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนมากกว่าเพราะตอบสนองต่อความเข้มข้นต่ำและแสดงความเป็นพิษมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น ควรทดสอบการตอบสนองของผักกวางตุ้งต่อลินเดนและเอนโดซัลแฟนที่ตกค้างในดินชนิดอื่น เช่น ดินกรด ดินเค็ม เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเป็นวิธีมาตรฐานสำหรับเกษตรกรต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากเครือข่ายการวิจัยภาคเหนือตอนล่าง สัญญาเลขที่ LN 52-39

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2552. ลักษณะและสมบัติของชุดดินภาคเหนือ. สืบค้นข้อมูลจาก http://osl101.ldd.go.th/thaisoils_museum/pf_desc/north/Tk.htm 16 สิงหาคม 2552

Bidlan, R., M. Afsar, HK. Manonmani. 2004. Bioremediation of HCH-contaminated soil: elimination of inhibitory effects of the insecticide on radish and green gram seed germination. Chemosphere. 56: 803 - 811

Chouychai, W., A. Thongkukiatkul, S. Upatham, H. Lee, P. Pokethitiyook, and M. Kruatrachue, 2007. Phytotoxicity assay of crop plants to phenanthrene and pyrene contaminants in acidic soil. Environ. Toxicol. 22: 597-604

Chouychai, W., J. Chompunut, S. Sathonghon, and P. Ruppat. 2009. Respond of Corn Seedling to Lindane and Endosulfan Contaminants in Soil. 35th Congress on Science and Technology of Thailand. October 15 – 17, 2009. Burapha University. 5 pages.

Pereira, R.C., C. Monterroso, F. Macias, and M. Camps-Arbestain, 2008. Distribution pathways of hexachlorocyclohexane isomers in a soil-plant-air system. A case study with *Cynara scolymus* L. and *Erica* sp. plants grown in a contaminated site. Environ. Pollut. 155, 350 - 358

Poolpak, T., P. Pokethitiyook, M. Kruatrachue, U. Arjarasirikoon, and N. Thanwaniwat, 2008. Residue analysis of organochlorine pesticides in the Mae Klong river of Central Thailand. J Hazard. Materials. 156: 230 – 239

ที่ ศธ 0527.01/ว 7594

มหาวิทยาลัยนเรศวร
ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมืองพิษณุโลก
จังหวัดพิษณุโลก 65000

25 มิถุนายน 2553

เรื่อง ตอบรับการนำเสนอผลงานทางวิชาการ การประชุมทางวิชาการ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 6

เรียน ดร.วราภรณ์ อุยฉาย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบฟอร์มยืนยัน รายละเอียดการประชุมทางวิชาการ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 6

ตามที่ท่านสมัครเข้าร่วมนำเสนอผลงาน ในการประชุมทางวิชาการ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 6 : วิถีชีวิตยั่งยืนบนพื้นฐานเศรษฐกิจพอเพียง ในระหว่างวันที่ 29 - 31 กรกฎาคม 2553 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก นั้น

ในการนี้ คณะกรรมการฝ่ายจัดการนำเสนอผลงาน Oral Presentation / Poster Presentation ได้พิจารณาผลงานของท่านเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และขอแจ้งให้ทราบว่าผลงานวิจัยของท่านได้รับการคัดเลือกให้นำเสนอผลงาน ในการประชุมทางวิชาการ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 6 สำหรับขั้นตอนการพิจารณาผลงานเพื่อตีพิมพ์ลงใน Proceedings / Abstracts นั้น ขณะนี้กำลังดำเนินการให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาผลงาน หากได้รับผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วจะดำเนินการแจ้งให้ทราบต่อไป

ทั้งนี้ ได้ส่งแบบฟอร์มยืนยัน รายละเอียดการประชุมทางวิชาการ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 6 ท่านสามารถตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าร่วมประชุมทางวิชาการ / การเข้าร่วมงาน welcome night และการเข้าร่วมงานนเรศวรสังคีต **หากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขรายละเอียดให้แจ้งกลับภายในวันที่ 9 กรกฎาคม 2553** โดยสามารถส่งแบบยืนยันมาได้ที่ กองบริหารการวิจัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หรือทาง E-mail : dra@nu.ac.th หรือทางโทรสาร 0-5596-1578 สำหรับกำหนดการนำเสนอและรายละเอียดการเตรียมข้อมูลการนำเสนอ ท่านสามารถตรวจสอบได้ทางเว็บไซต์ http://www.research.nu.ac.th/NURC6 ตั้งแต่วันที่ 30 มิถุนายน 2553 เป็นต้นไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุขกิจ ยะโสธรศรีกุล)
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยนเรศวร

สำนักงานอธิการบดี กองบริหารการวิจัย
โทร.0-5596-1650
โทรสาร. 0-5596-1578

ความเป็นพิษร่วมกันของลินเดนและอัลฟา-เอนโดซัลแฟนที่ปนเปื้อนในดินด่างต่อการเจริญของข้าวระยะต้นกล้า

เจริญพงษ์ ชมภูนุช[1], สุชาติ สระทองหน[1], และวราภรณ์ ฉุยฉาย[2*]

Co-toxicity of Lindane and Alpha-endosulfan Contaminants in Alkaline Soil to Rice Seedling Growth

Jareanpong Chompunut[1], Suchat Sathonghon[1] and Waraporn Chouychai[2*]

[1]นิสิตสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

[2]อาจารย์สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

[1] Undergraduated student of Biology program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University

[2]Lecturer of Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhonsawan, Thailand

*Corresponding author. E-mail: chouychai@yahoo.com (W. Chouychai)

บทคัดย่อ

สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนแต่ละชนิดแสดงความเป็นพิษต่อพืชแต่ความเป็นพิษของสารสองชนิดที่ปนเปื้อนร่วมกันยังไม่ทราบแน่ชัด การศึกษาความเป็นพิษร่วมกันของลินเดนและอัลฟา-เอนโดซัลแฟนต่อข้าวระยะต้นกล้าพบว่าสารกำจัดศัตรูพืชทั้งสองชนิดเป็นพิษต่อรากมากกว่ายอด และเป็นพิษต่อความยาวและน้ำหนักสดมากกว่าน้ำหนักแห้ง การปรากฏร่วมกันของลินเดนและเอนโดซัลแฟนไม่เพิ่มความเปนพิษต่อความยาวราก เช่น ต้นกล้าข้าวที่ได้รับเอนโดซัลแฟน 2 mg/kg ความยาวรากเป็น 10.0 เซนติเมตร ส่วนเอนโดซัลแฟน 2 mg/kg + ลินเดน 0.2 mg/kg ความยาวรากเป็น 10.5 เซนติเมตร ในขณะที่การปรากฏร่วมกันของลินเดนและเอนโดซัลแฟนทำให้น้ำหนักสดของรากข้าวลดลงอย่างชัดเจนและเพิ่มอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดด้วย แสดงว่าการปรากฏร่วมกันของสารกำจัดศัตรูพืชสองชนิดนี้จะรบกวนการสะสมน้ำของพืชเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ด้วยเหตุนี้ ความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชที่ปรากฏร่วมกันจึงเป็นสิ่งที่ควรพิจารณาในการวางแผนเพื่อฟื้นฟูสภาพดินที่ปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนด้วยพืช

คำสำคัญ: ความเป็นพิษต่อพืช, ดินด่าง, ลินเดน, ออร์กาโนคลอรีน, เอนโดซัลแฟน

Abstract

Each organochlorine pesticide is toxic to plant but co-toxicity of two organochlorine pesticides to plant is not known. The ability of rice seedling to germinate and grow in an alkaline Thai soil contaminated with a mixture of 0.2 – 20 mg/kg lindane and alpha-endosulfan, two organochlorine pesticides commonly found in Thai agricultural soil were studied. Both of lindane and endosulfan were toxic to root more than root and were toxic to elongation and fresh weight more than dried weight. Co-contamination of both pesticides did not increase toxicity to root length. For example, root length of rice seedling growing in 2 mg/kg endosulfan-contaminated soil was 10.0 cm when the root length of rice seedling growing in 2 mg/kg endosulfan + 0.2 mg/kg lindane was 10.5 cm. On the other hand, Co-contaminatiion of both pesticides more decrease root fresh weight and increase dried weight/fresh weight ratio than each pesticide presence alone. Water accumulation of rice seedlings were disrupted by co-contaminant of these organochlorines. With these results, Co-toxicity of two organochlorine pesticides will be concerned for phytoremediation of these compounds.

Key words: alkaline soil, endosulfan, lindane, organochlorine, phytotoxicity,

Introduction

Organochlorine pesticides have been used widely in agriculture for many years. In recent years, the use of many organochlorine pesticides, in particular lindane and alpha-endosulfan, has been banned in many countries, including Thailand in 2001 for lindane (IPM Thailand, 2008). Despite the ban, some reports showed that there remains widespread contamination of lindane and alpha-endosulfan in some agricultural soils in Thailand. For example, Poolpak et al. (2008) reported the presence of 0.34–24.17 mg/kg dry soil of lindane and 0.05–16.1 mg/kg dry soil of all the isomers of endosulfan in the agricultural fields adjacent to the Mae Klong River of central Thailand. The highest amounts of lindane and alpha-endosulfan in sediments along the eastern part of the Gulf of Thailand were reported to be 232- 508 and 10 - 104 µg/kg dry soil, respectively, during the dry season (Srivilas & Jaidee, 2006).

Lindane and alpha-endosulfan are resistant to microbial degradation under aerobic conditions (Phillips et al., 2005) and this can limit the utility of a bioremediation process based on the use of microorganisms alone. Phytoremediation, which involves the use of plants in conjunction with competent microorganisms, may be an option. Plants intended for use in phytoremediation of soil contaminated with organochlorine pesticides should be tolerant of these pesticides. Phytotoxicity of lindane and alpha-endosulfan reported in several researchs were variable. For example, 0.1- 0.4 mg/kg lindane has been reported to be non-toxic to the growth of germinated corn seeds (Benimeli et al., 2008). In contrast, Vidyasagar et al. (2009) have reported toxicity of 2000 – 4000 mg/l endosulfan to decrease root length and root fresh weight of *Sorghum bicolor* seeds planted on filter paper. Also, Bidlan et al. (2004) reported the toxicity of 15 – 50 mg/kg lindane to decrease % germination and vigor index of radish and green gram seedling grown on filter paper. However, the co-toxicity of two organochlorine pesticides is not known even though these pesticides often found together both in soil and water (Poolpak et al., 2008; Samoh & Ibrahim, 2009; Singh & Mishra, 2009; Srivilas & Jaidee, 2006).

Phytotoxicity assays of seed germination and seedling growth can be a useful and effective screening tool to assess plant tolerance to contaminants found in soil and reduce the number of plants for pot or greenhouse study (Chouychai et al., 2007; Kirk et al., 2002). The soils in Nakhonsawan province, such as Takhli soil, are rich in limestone and pH of agricultural soil in this area will be in range of 7.0 – 8.0 or higher (Department of Land development, 2009). The high pH may pose a unique problem for phytoremediation of soils contaminated with organochlorine pesticides. High soil pH will limit the availability of phosphorus to plants and it may affect to plant response to contaminants. High alkalinity in soil (pH 10.0) has been reported to inhibit PAH biodegradation by soil microorganisms (Betancur-Galvis et al., 2006). The effect of High soil pH on organochlorine phytotoxicity or biodegradation is not known but it shoud be concerned.

The objective of this study was to identify the co-toxicity of these organochlorine pesticides to rice and assess the possibility for use in phytoremediation in organochlorine –contaminated alkaline soil. The co-toxicity of lindane and alpha-endosulfan, selected organochlorine pesticides, on rice seedling was investigated. Rices were selected to use as model plant in this study because they have been the important crop in Nakhonsawan province and there is possibility to contact with pesticide contaminant in soil. Lindane was reported to toxic to rice by decreased auxin level in plants (Sharada et al., 1999). There was reported that rice was a potential plant for hexachlorobenzene phytoremediation with their capacity to support biodegradation in their rhizosphere (Yang et al., 2008).

Materials and methods

Agricultural soil

Alkaline soil with no previous history of organochlorine contamination was collected from Khaorad Agricultural Station, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology, Nakhonsawan Rajabhat University, Nakhonsawan, Thailand. The soil was kept at room temperature (28-31°C) in black plastic bags. Before use, the soil was air-dried at 28-31^{0}C for at least 24 h to constant weight. A sample of the soil was sent to the Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd., Bangkok, Thailand for chemical and physical characterization and measurement of background organochlorine contamination.

Phytotoxicity testing

The procedure for the phytotoxicity assay followed that described by Chouychai et al. (2007). For each experiment, 50 g of dried soil were added to a glass Petri dish in triplicate. Lindane (Sigma-Aldrich, lot number: 7038X, purity 99.8%) and alpha-endosulfan (CHEM SERVICE, Lot number: 409-77A, purity 99.5%) were weighed individually and dissolved in acetone. Each pesticide solution was transferred to a glass sprayer and sprayed onto soil to final concentrations of 0.2, 2, and 20 mg/kg dried soil. As a control, acetone without any pesticides was sprayed onto soil. Soil in each dish was thoroughly mixed with a metal digger. The spiked soil was air-dried at 28-30^{0}C for more than 24 h or until the smell of acetone had disappeared. The toxic effect of lindane and alpha-endosulfan mixture was tested by spiking to final concentrations of 0.2, 2, and 20 mg/kg dried soil each of lindane plus alpha-endosulfan in different combinations.

Seeds of rice (*Oriza sativa*) (commercial seeds from a farm in Nakhonsawan province, Thailand), were immersed in tap water for 3 h and then inoculated into pesticide-spiked soil at 6-7 seeds per Petri dish. The dishes were kept at 29 °C in a room which received natural sunlight. Each dish received 10 ml of water at daily intervals. After 10 days, the number of seeds germinated for each treatment was counted. Eight plants were randomly removed for measurement of their shoot length, root length, fresh weight, and dried weight. Vigor index was calculated by the equation [(mean root length (cm) + mean shoot length (cm)) x (percent germination/10)] (Ajithkumar et al., 1998). Dried weight/fresh weight ratio was calculated to estimate water accumulation.

Statistical analysis

ANOVA was used to test for statistically significant differences between treatments. Two way ANOVA was used to examine the toxicity of a lindane and alpha-endosulfan mixture to rice followed by Tukey's test.

Results

Characteristics of the alkaline soil

The soil used in this experiment was alkaline (pH 8.9), with low total phosphorus (P_2O_5) content (lower than 0.29 g/100 g soil). The soil contained (per 100 g dry soil): 0.21 g total nitrogen (N), 0.13 g total potassium (K), and 1.78 g organic matter. The soil was tested for a number of organochlorine compounds (benzene hexachloride, heptachlor & heptachlor epoxide, aldrin & dieldrin, dicofol, DDT, chlordane, endosulfan, endrin, DDE, and DDD). None was detected.

Lindane plus endosulfan phytotoxicity to seed germination and vigor index

The presence of endosulfan trended to decrease total seed germination from 80% in non-contaminated soil to be 70% in 20mg/kg endosulfan contaminated soil. On the other hand, Lindane did not affect to rice seed germination and seemed to slightly stimulated seed germination. There was less toxicity to rice seed germination at high concentration of lindane when two pesticide presence together. However, there were no significant difference ($P < 0.05$) between treatment (Table 1)

Vigor index of rice seedling trended to decrease with increasing endosulfan concentration. Low concentration of lindane (0.2 – 2 mg/kg) slightly increase vigor index and then decreased as highest concentration. When two pesticides presenced together, vigor index of rice seedling in all treatments were lower than non-contaminated soil. However, the co -toxicity pronounced with vigor index was not as sharp as that shown with root length or root fresh weight (Table 2)

Lindane plus endosulfan phytotoxicity to shoot

When presence alone in soil, Lindane or endosulfan as low concentration trended to increase shoot fresh weight of rice and then decreased when their concentration increased. When lindane and endosulfan presence together, there were no effect on shoot fresh weight of rice except 0.2 mg/kg lindane + 20 mg/kg endosulfan contaminated soil decreased shoot fresh weight of rice significantly ($P < 0.05$) (Table 1).

Both of lindane and endosulfan did not affect to shoot dried weight of rice but the combination of 2 pesticides trended to slightly increase dried weight/fresh weight ratio, especially when there was 20 mg/kg lindane or endosulfan (Table 1). For example, dried weight/fresh ratio of rice seedling growing on 20 mg/kg endosulfan was 0.15 but dried weight/fresh ratio of rice seedling growing on 20 mg/kg endosulfan + 0.2 mg/kg lindane was 0.28 (Table 1). It is possible that the combination of two pesticides disrupt water transport or water accumulation in shoot of rice seedlings.

All concentration of Endosulfan and 0.2 – 2 mg/kg lindane increased shoot length of rice seedlings. However, the combination of two pesticides did not affect to shoot length of rice seedlings when compared with those growing in non-contaminated soil. Only 0.2 mg/kg lindane + 20 mg/kg endosulfan contaminated soil decreased shoot length of rice significantly ($P < 0.05$) (Table 1 & Fig 1-2).

Lindane plus endosulfan phytotoxicity to root

The presence of lindane or endosulfan alone decreased root fresh weight of rice seedlings significantly ($P < 0.05$). When lindane and endosulfan were co-contaminants in soil, the toxicity to root fresh weight trended to be more pronounced when compared with toxicity of lindane or endosulfan alone. For example, root fresh weight of rice seedling growing on 2 mg/kg lindane was 32.7 mg when root fresh weight of rice seedling growing on 2 mg/kg lindane + 0.2 mg/kg endosulfan was 13.3 mg (Table 2).

Lindane, endosulfan, or the co-contamination of lindane plus endosulfan did not decreased root dried weight of rice seedling significantly. When lindane and endosulfan were presence together, the dried weight/fresh ratio was increased more than the presence of each alone. For example, dried weight/fresh ratio of root of rice seedling growing on 20 mg/kg endosulfan was 0.09 but dried weight/fresh ratio of root of rice seedling growing on 20 mg/kg endosulfan + 0.2 mg/kg lindane was 0.51 (Table 2). These results shown that the combination of two pesticides may disrupt water transport or water accumulation in root of rice seedlings.

Table 1 Percent of seed germination, shoot length and shoot weight of rice seedling growing on varying concentration of lindane and alpha-endosulfan contaminants in alkaline soil.

Lindane: alpha-endosulfan (mg/kg)	Percent of seed germination	Shoot length (cm)	Shoot weight		
			Fresh weight (mg)	Dried weight (mg)	Dried weight/ fresh weight ratio
0:0	80%	16.5± 1.9	43.4 ± 11.6	7.5 ± 1.2	0.17
0:0.2	80%	20.4 ± 2.6*	61.7 ± 13.1*	9.6 ± 1.6	0.16
0:2	85%	21.1 ± 2.8*	61.1 ± 12.4*	8.7 ± 1.4	0.14
0:20	70%	19.5 ± 2.8	55.9 ± 11.0	8.4 ± 1.7	0.15
0.2:0	95%	19.9 ± 2.6*	62.4 ± 10.5*	8.6 ± 1.8	0.14
0.2:0.2	85%	16.3 ± 3.4	44.3 ± 9.2	8.0 ± 2.3	0.18
0.2:2	75%	16.6 ± 1.2	35.4 ± 6.3	5.5 ± 1.4	0.15
0.2:20	95%	12.8 ± 2.0*	25.6 ± 2.8*	7.2 ± 1.2	0.28
2:0	90%	19.8 ± 3.1	59.2 ± 13.1	8.4 ± 2.9	0.14
2:0.2	90%	13.5 ± 4.5	37.9 ± 10.0	6.6 ± 1.8	0.17
2:2	95%	13.7 ± 1.5	36.4 ± 4.4	7.4 ± 1.4	0.20
2:20	90%	14.2 ± 3.3	37.1 ± 9.4	8.0 ± 1.7	0.21
20:0	75%	15.9 ± 1.7	42.1 ± 6.8	6.8 ± 0.8	0.16
20:0.2	90%	16.6 ± 1.9	36.1 ± 6.4	8.2 ± 1.5	0.23
20:2	90%	16.3 ± 4.5	34.9 ± 12.1	6.5 ± 3.1	0.19
20:20	95%	16.0 ± 1.5	38.8 ± 3.1	7.4 ± 1.1	0.19

The data followed by *are significantly different ($P < 0.05$) from rice seedling growing in non-contaminated soil

Table 2. Vigor index, root length and root weight of rice seedling growing on varying concentration of lindane and alpha-endosulfan contaminants in alkaline soil

Lindane: alpha-endosulfan (mg/kg)	Vigor index	Root length (cm)	Root weight		
			Fresh weight (mg)	Dried weight (mg)	Dried weight/ fresh weight ratio
0:0	263.8 ± 30.0	16.5 ± 1.8	43.9 ± 11.6	4.6 ± 0.7	0.10
0:0.2	249.4 ± 38.9	10.8 ± 2.2*	38.1 ± 8.2*	3.1 ± 1.3	0.08
0:2	264.0 ± 44.8	10.0 ± 2.4*	36.8 ± 12.7*	3.0 ± 1.3	0.08
0:20	210.4 ± 35.3	10.6 ± 2.1*	36.7 ± 5.7*	3.4 ± 1.3	0.09
0.2:0	299.8 ± 41.8	11.7 ± 1.8*	38.6 ± 9.4*	3.3 ± 0.9	0.08
0.2:0.2	249.4 ± 43.6	13.0 ± 1.7*	16.9 ± 14.0*	5.0 ± 1.1	0.29
0.2:2	203.2 ± 17.8	10.5 ± 1.2*	22.0 ± 15.4*	7.4 ± 4.2	0.34
0.2:20	206.7 ± 27.4	9.0 ± 0.8*	15.6 ± 5.1*	8.0 ± 3.4	0.51
2:0	287.7 ± 38.4	12.2 ± 1.2*	32.7 ± 8.1*	3.8 ± 0.8	0.12
2:0.2	216.9 ± 58.3	10.6 ± 2.0*	13.3 ± 9.8*	5.1 ± 1.0	0.38
2:2	221.5 ± 28.5	9.6 ± 1.4*	16.8 ± 4.4*	6.6 ± 0.9	0.39
2:20	233.8 ± 46.6	11.7 ± 1.8*	15.5 ± 5.6*	7.7 ± 5.9	0.50
20:0	184.7 ± 22.6	8.8 ± 1.3*	27.0 ± 4.8*	4.1 ± 1.0	0.15
20:0.2	257.6 ± 33.5	12.1 ± 1.9*	11.4 ± 4.2*	5.0 ± 3.4	0.44
20:2	252.7 ± 57.3	11.8 ± 1.7*	10.4 ± 12.0*	4.2 ± 1.2	0.40
20:20	271.9 ± 32.4	12.6 ± 1.9*	14.8 ± 8.7*	5.3 ± 2.2	0.36

The data followed by *are significantly different ($P < 0.05$) from rice seedling growing in non-contaminated soil

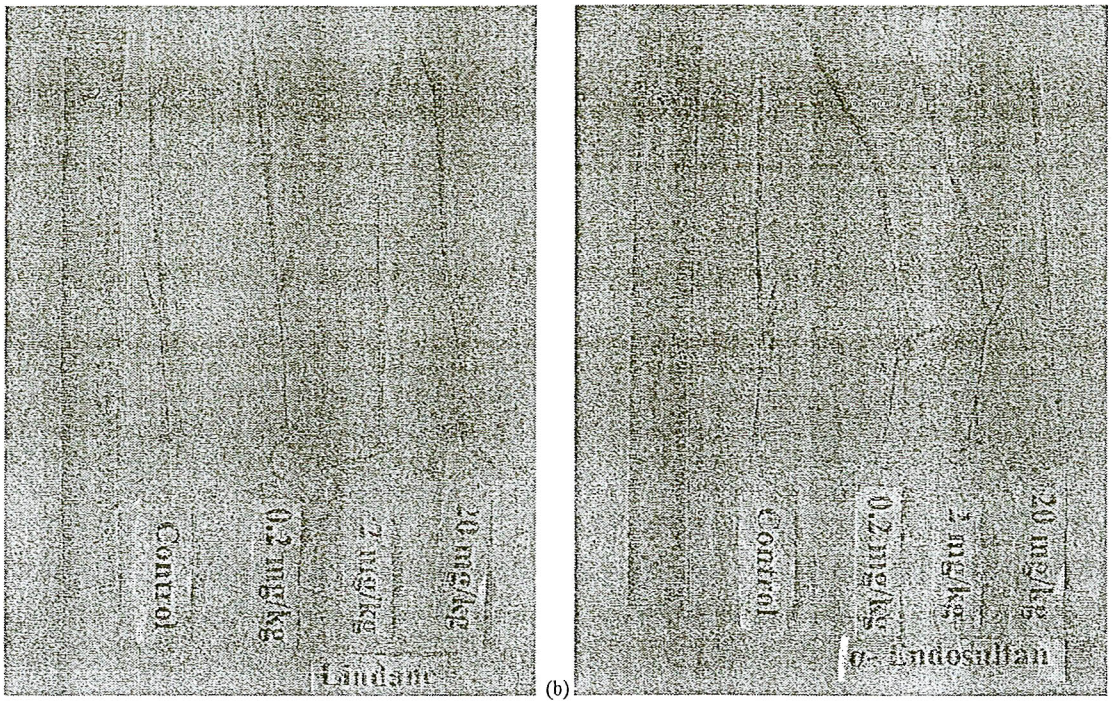


Figure 1 Ten day old rice seedling growing in alkaline soil contaminated with (a) varying concentration of lindane alone; and (b) varying concentration of endosulfan alone

The presence of lindane and endosulfan alone decreased root length of rice seedling significantly ($P < 0.05$) (Table 2). However, the co-contamination of two pesticides did not increase toxicity to root length. For example, root length of rice seedling growing on 20 mg/kg endosulfan was 10.6 cm when root length of rice seedling growing on 20 mg/kg endosulfan + 0.2 mg/kg lindane was 9.0 cm (Table 2 & Fig 1-2).

Discussion

There are some reports shown that organochlorine pesticide showed toxicity to various plant species. Vidyasagar et al. (2009) reported that 2000 – 4000 mg/l Endosulfan affected to growth of *Sorghum bicolor* by decrease root length and root fresh weight of seedlings. The toxicity of endosulfan to plant cell has been reported in many species. For example, endosulfan could affect to cell division of root meristem of *Bidens laevis*, wetland macrophyte in Asteraceae family, which growing in 0.01 – 5 µg/l endosulfan solution hydroponically (Pérez et al., 2008). Endosulfan also induce enzyme involve in oxidative stress, such as catalase, glutathione reductase, and H_2O_2 production, of aquatic microphyte *Myriophyllum quitense* (Menone et al., 2008). Technical hexachlorocyclohexane (containing 5% lindane) ranged from 300 – 12,500 mg/kg decrease seedling growth of some grasses and legumes but did not affect to biomass procuction (Pereira et al., 2010). The toxicity of lindane to plant cell involved to interrupt leaf cell membrane of *Elodea densa* and caused to reduce selectivity of sodium/potassium ion (Schefczik and Simonis, 1980) and decreased auxin and Ca^{2+} level in rice (Sharada et al., 1999).

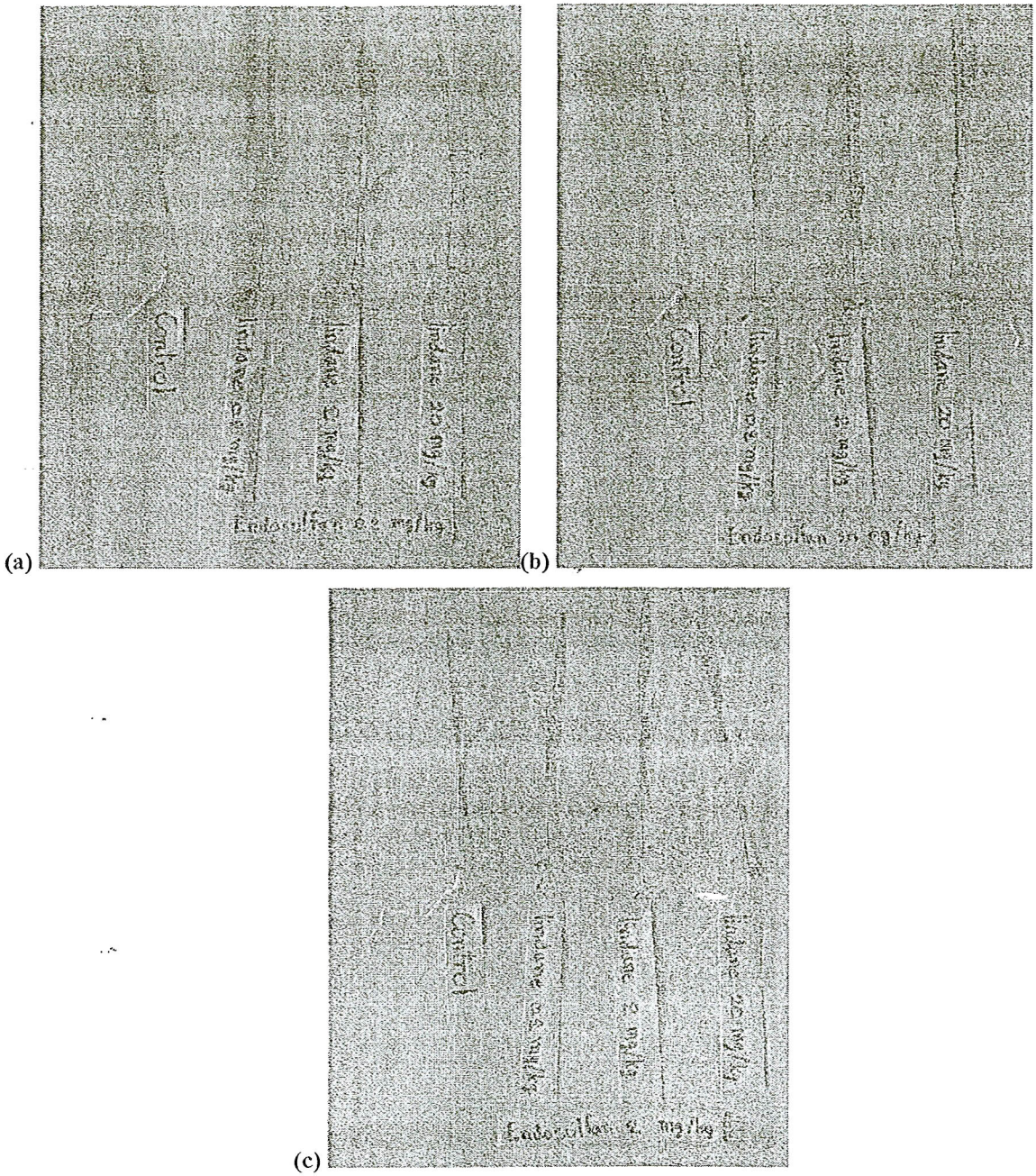


Figure2 Ten day old rice seedling growing in alkaline soil contaminated with (a) varying concentration of lindane + 0.2 mg/kg endosulfan; (b) varying concentration of lindane + 2.0 mg/kg endosulfan; and (c) varying concentration of lindane + 20 mg/kg endosulfan

Pereira et al., (2010) reported that total germination of 9 tested plants growing in acidic soil (pH 4.8) was not sensitive with HCH contaminant but germination rate was delayed with increasing HCH concentration. Grass species seem to be sensitive to HCH more than dicotyledon. In this study, the total germination of rice growing in alkaline soil (pH 8.9) was not significantly different but germination rate was not measured.

When two pollutants are found together, their toxicity can be additive toxicity and potentiation of toxicity. The additive toxicity means that toxicity of a mixture depends on total concentration and each pollutant express toxicity as it would when tested alone. However, toxicity of some pollutant mixtures is

greater than additive. It means that when two pollutant presences together, the toxicity is higher than toxicity of each pollutant alone as same concentration. The potentiation of toxicity may occur from one pollutant inhibits detoxication process or increases activation process of another one (Walker et al., 2001). It should be concerned if two pollutant have a potentiation of toxicity when presence together in environment.

The effect of a combination of varying pollutant concentration contaminated in environment has been less report than each pollutant alone. Chouychai et al. (2007) reported that phenanthrene and pyrene was additive toxic to root length of corn seedling growing in contaminated acidic soil but the combination of two compound were potentially toxic to root length of groundnut seedling growing in same condition. This differentiation may form the different metabolism of PAHs in different species. In this study, the combination of lindane and endosulfan was additive toxic to root length of rice seedling but it was potentially toxic to shoot and root fresh weight of rice seedling. It is possible that two pesticides were toxic to water transport, water accumulation or disrupt level of plant hormone controlling the water balance in plant cell. Some plant hormone involving in water balance, such as IAA (Mansfield & McAlinsh, 1995), had been reported that its level was decreased by hexachlorocyclohexane (Sharada et al., 1999). This phenomenon should be investigated in the next study.

Conclusion

Co-toxicity of lindane and alpha-endosulfan to rice seedling growing in contaminated alkaline soil depended on end point of toxicity. The combination of two pesticides were additive toxic to root length but were potentially toxic to shoot and root fresh weight. Root growth of rice seedling was more affected by these pesticides than shoot growth. The co-toxicity of pesticide should be concern for selection of tolerant plant species because it will affect to efficiency of phytoremediation process. The toxicity of organochlorine pesticide to rice, the important crop of Thailand, indicated that remediation of these compound in agricultural site shoud be done rapidly.

Acknowledments

We gratefully acknowledge financial support from the Lower North Research Network, The Commission on Higher Education, Ministry of Education of Thailand (Grant No. LN 52-39).

References

Ajithkumar, P.V., Gangadhara, K.P., Manilal, P., & Kunhi, A.A. M. (1998). Soil inoculation with *Pseudomonas aeruginosa* 3MT eliminates the inhibitory effect of 3-chloro- and 4-chlorobenzoate on tomato seed germination. *Soil Biology and Biochemistry. 30*, 8/9, 1053 - 1059

Benimeli, C.S., Fuentes, M.S., Abate, C.M., & Amoroso, M.J. (2008). Bioremediation of lindane-contaminated soil by *Streptomyces* sp. M7 and its effects on *Zea may* growth. *International Biodeterioration and Biodegradation. 61*, 223 – 239

Betancur-Galvis, L.A., Alvarez-Bernal, D., Ramos-Valdivia, A.C., & Dendooven, L. (2006). Bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbon-contaminated saline–alkaline soils of the former Lake Texcoco. *Chemosphere. 62*, 1749 - 1760

Bidlan, R., Afsar, M., & Manonmani, H.K. (2004). Bioremediation of HCH-contaminated soil: elimination of inhibitory effects of the insecticide on radish and green gram seed germination. *Chemosphere. 56*, 803 - 811

Chouychai, W., Thongkukiatkul A., Upatham, S., Lee, H., Pokethitiyook, P., & Kruatrachue, M. (2007). Phytotoxicity assay of crop plants to phenanthrene and pyrene contaminants in acidic soil. *Environmental Toxicology, 22*, 597-604

Department of land development. (2009). *Characterization and quality of Northern Thai soil.* Retrieved August 16, 2009, from http://osl101.ldd.go.th/thaisoils_museum/pf_desc/north/Tk.htm available 16-08-2009 (Thai language)

IPM Thailand. (2008). Retrieved August 19, 2008, from http://210.246.186.28/fieldcrops/ipm/th/Pesticides/pesticides_banned_abc.htm available 19-08-2008 (Thai language)

Kirk, J.L., Klironomos, J.W., Lee, H., & Trevors, J.T. (2002). Phytotoxicity assay to assess plant species for phytoremediation of petroleum-contaminated soil. *Bioremediation Journal, 61*, 57-63.

Mansfield, T.A., & McAinsh, M.R. (1995). Hormone as regulators of water balance. In P.J. Davies (Ed.), *Plant hprmone: Physiology, biochemistry and molecular biology* (pp. 598 – 613). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Menone, M.L., Pesce, S.F., Díaz, M.P., Moreno, V.J., & Wunderlin, D.A. (2008). Endosulfan induces oxidative stress and changes on detoxication enzymes in the aquaphyte *Myriophyllum quitense. Phytochemistry. 69*, 1150 – 1157

Pereira, R.C., Monterroso, C., & Macias, F. (2010). Phytotoxicity of hexachlorocyclohexane: Effect on germination and early growth of different plant species. *Chemosphere, 79*, 326 – 333.

Pérez, D.J., Menone, M.L., Camadro, E.L.,& Moreno, V.J. (2008). Genotoxicity evaluation of the insecticide endosulfan in the wetland macrophyte *Bidens laevis* L. *Environmental Pollution. 153*, 695 - 698

Phillips, T.M., Seech, A.G., Lee, H., & Trevors, J.T. (2005). Biodegradation of hexachlorocyclohexane (HCH) by microorganisms. *Biodegradation, 16*, 363 - 392

Poolpak, T., Pokethitiyook, P., Kruatrachue, M., Arjarasirikoon, U., and Thanwaniwat, N. (2008). Residue analysis of organochlorine pesticides in the Mae Klong river of Central Thailand. *Journal of Hazardous Materials. 156*, 230 – 239

Samoh, A.N.H., & Ibrahim, M.S. (2009). Organochlorine pesticide residues in the major rivers of southern Thailand. *EnvironmentAsia, 1*, 30 -34

Schefczik, K., & Simonis, W. (1980). Side effects of chlorinated hydrocarbon insecticides on membranes of plant cells : I. The influence of lindane on the membrane potential of *Elodea densa* leaf cells. *Pesticide Biochemistry and Physiology. 13*, 13 – 19

Sharada, K., Salimath, B.P., Shetty, S., Gopalakrishna, N., & Karanth, K. (1999). Indol-3-ylacetic acid and calmodulin-regulated Ca^{2+}-ATPase: A target for the phytotoxic action of hexachlorocyclohexane, *Pesticide Science, 35*, 315 – 319

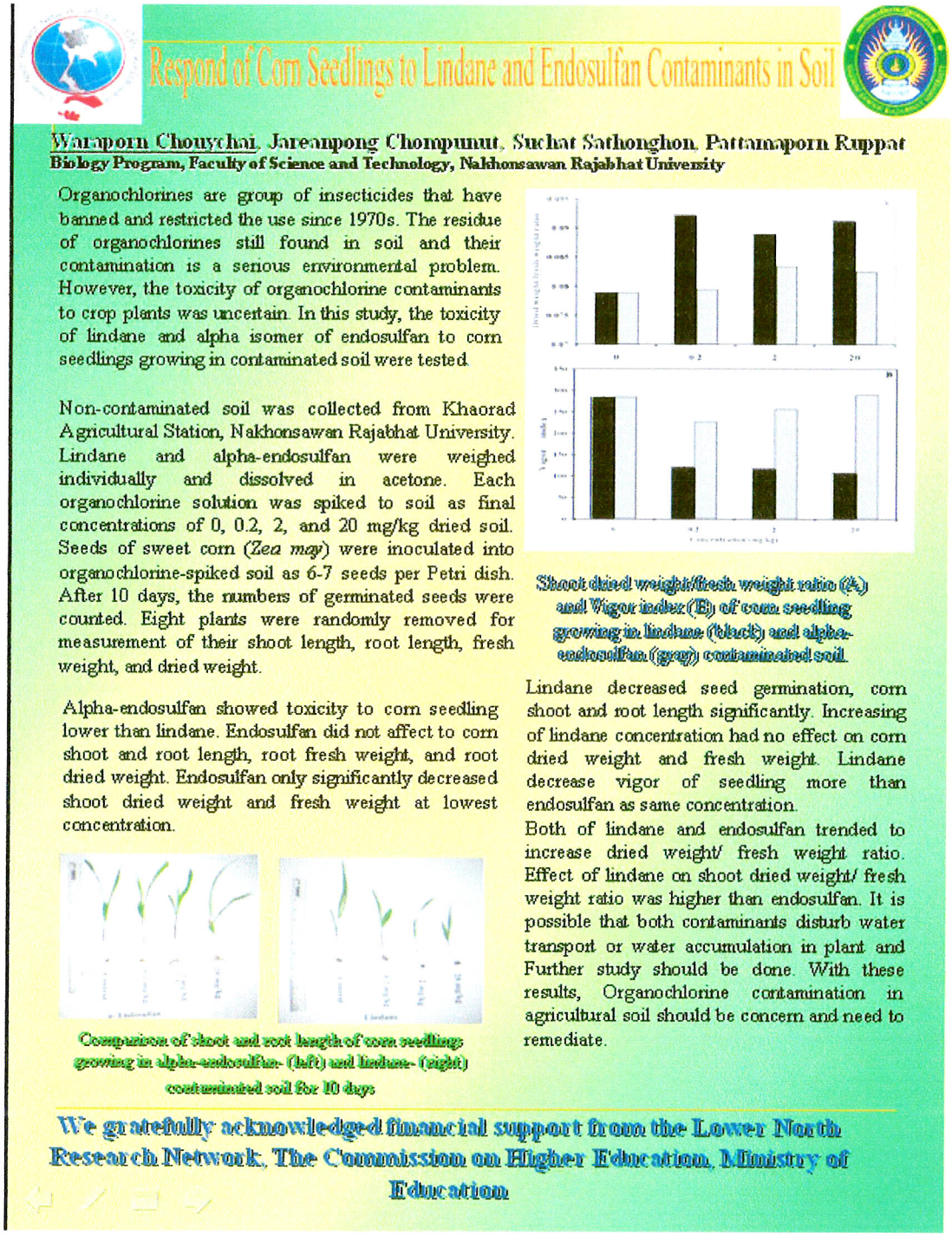
Singh, S., & Mishra, R.N. (2009). Occurance of organochlorine pesticides residue in Kuano river of eastern Uttar Pradesh. *Journal of Environmental Biology, 30 (3)*, 467 - 468

Srivilas, P., & Jaidee, K. (2006). Organochlorine pesticide in sediment from the east coast of Thailand. *Burapha Science Journal*, *11*, 26 – 39 (In Thai with English abstract)

Walker, C.H., Hopkin, S.P., Sibly, R.M., & Peakall, D.B. (2001). *Principle of ecotoxicology* (2nd ed.). London: Taylor & Francis.

Vidyasagar, G.M., Kotresh, D., Sreenivasa, W., & Karnam, R. (2009). Role of endosulfan in mediating stress response in *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Journal of Environmental Biology. 30*, 217 – 220

Yang, H., Zheng, M., & Zhu, Y. (2008). Tracing the behaviour of hexachlorobenzene in a paddy soil-rice system over a growth season. *Journal of Environmental Science*, *20*, 56 - 61



Respond of Corn Seedlings to Lindane and Endosulfan Contaminants in Soil

Waraporn Chouychai, Jareanpong Chompunut, Suchat Sathonghon, Pattamaporn Ruppat
Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonsawan Rajabhat University

Organochlorines are group of insecticides that have banned and restricted the use since 1970s. The residue of organochlorines still found in soil and their contamination is a serious environmental problem. However, the toxicity of organochlorine contaminants to crop plants was uncertain. In this study, the toxicity of lindane and alpha isomer of endosulfan to corn seedlings growing in contaminated soil were tested.

Non-contaminated soil was collected from Khaorad Agricultural Station, Nakhonsawan Rajabhat University. Lindane and alpha-endosulfan were weighed individually and dissolved in acetone. Each organochlorine solution was spiked to soil as final concentrations of 0, 0.2, 2, and 20 mg/kg dried soil. Seeds of sweet corn (*Zea may*) were inoculated into organochlorine-spiked soil as 6-7 seeds per Petri dish. After 10 days, the numbers of germinated seeds were counted. Eight plants were randomly removed for measurement of their shoot length, root length, fresh weight, and dried weight.

Alpha-endosulfan showed toxicity to corn seedling lower than lindane. Endosulfan did not affect to corn shoot and root length, root fresh weight, and root dried weight. Endosulfan only significantly decreased shoot dried weight and fresh weight at lowest concentration.

Comparison of shoot and root length of corn seedlings growing in alpha-endosulfan- (left) and lindane- (right) contaminated soil for 10 days

Shoot dried weight/fresh weight ratio (A) and Vigor index (B) of corn seedling growing in lindane (black) and alpha-endosulfan (gray) contaminated soil

Lindane decreased seed germination, corn shoot and root length significantly. Increasing of lindane concentration had no effect on corn dried weight and fresh weight. Lindane decrease vigor of seedling more than endosulfan as same concentration.

Both of lindane and endosulfan trended to increase dried weight/ fresh weight ratio. Effect of lindane on shoot dried weight/ fresh weight ratio was higher than endosulfan. It is possible that both contaminants disturb water transport or water accumulation in plant and Further study should be done. With these results, Organochlorine contamination in agricultural soil should be concern and need to remediate.

We gratefully acknowledged financial support from the Lower North Research Network, The Commission on Higher Education, Ministry of Education

ภาพที่ 13 โปสเตอร์ที่นำไปจัดแสดงใน การประชุมทางวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 35, 15 - 17 ตุลาคม พ.ศ. 2552 ที่ เดอะไทด์ รีสอร์ท จ.ชลบุรี

ความเป็นพิษของลินเดนและเอนโดซัลแฟนที่ตกค้างในดิน ต่างต่อการเจริญระยะต้นกล้าของถั่วฝักยาวและผักกวางตุ้ง

วราภรณ์ จุยฉาย เจริญพงษ์ ชมภูพุช สุชาติ สระทองหมและปิยมาพร รูปิพม์
สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ อ. เมือง จ.นครสวรรค์ 60000

การวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนทางเคมีที่นิยมใช้ในปัจจุบันเช่น แก๊สโครมาโตกราฟีแบบ ECD มีต้นทุนสูง และต้องการเทคนิคเฉพาะไม่เหมาะสมต่อการประมาณการปนเปื้อนสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในดินในระดับเกษตรกร การประเมินด้วยชีววิธีจึงเหมาะสมกับเกษตรกรมากกว่า

จุดประสงค์

เพื่อทดสอบความไวของพืชและจุดยุติที่เหมาะสมสำหรับประเมินความเข้มข้นของลินเดนและเอนโดซัลแฟนในดินต่างของจังหวัดนครสวรรค์และพื้นที่ใกล้เคียงที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม

พืชที่ใช้ทดสอบคือ ถั่วฝักยาวและผักกวางตุ้ง พืชตระกูลถั่วและพืชวงศ์ผักกาดนี้เคยมีรายงานว่าไวต่อลินเดน

วิธีการ

เก็บตัวอย่างดินต่างจากศูนย์การศึกษาเกษตรเขาแรด คณะเทคโนโลยีเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

การทดสอบความเป็นพิษใช้วิธีของ Chouychai et al. (2007) โดยผสมลินเดน และอัลฟา-เอนโดซัลแฟน ลงในดินให้ได้ความเข้มข้น 0, 0.2, 2, และ 20 mg/kg เพาะเมล็ดของถั่วฝักยาวและผักกวางตุ้งบนจานแก้วที่มีดินที่ผสมสารออร์กาโนคลอรีนไว้ เมื่อครบ 10 วัน บันทึกร้อยละการงอก วัดความยาวของรากน้ำหนักสดของต้นกล้าทั้งต้น วิเคราะห์ทางสถิติด้วย One -way ANOVA

ผลการทดลอง

ความยาวรากของถั่วฝักยาวลดลง 60% ในดินที่มีลินเดน 0.2 mg/kg ในขณะที่ความยาวรากของผักกวางตุ้งลดลง 50 % ในดินที่มีลินเดน 20 mg/kg เอนโดซัลแฟนไม่มีผลต่อความยาวรากของถั่วฝักยาวแต่ลดความยาวรากของผักกวางตุ้งลง 70% ที่ความเข้มข้น 20 mg/kg

น้ำหนักสดของผักกวางตุ้งลดลง 40% ในดินที่มีลินเดน 0.2 mg/kg และ 60% ในดินที่มีเอนโดซัลแฟน 0.2 mg/kg น้ำหนักสดของถั่วฝักยาวค่อนข้างคงที่

รูปที่ 1 ความเป็นพิษของลินเดนและเอนโดซัลแฟนต่อความยาวราก (บน)และน้ำหนักสด (ล่าง) ต่อต้นกล้าถั่วฝักยาว (เขียว)และผักกวางตุ้ง (เหลือง)

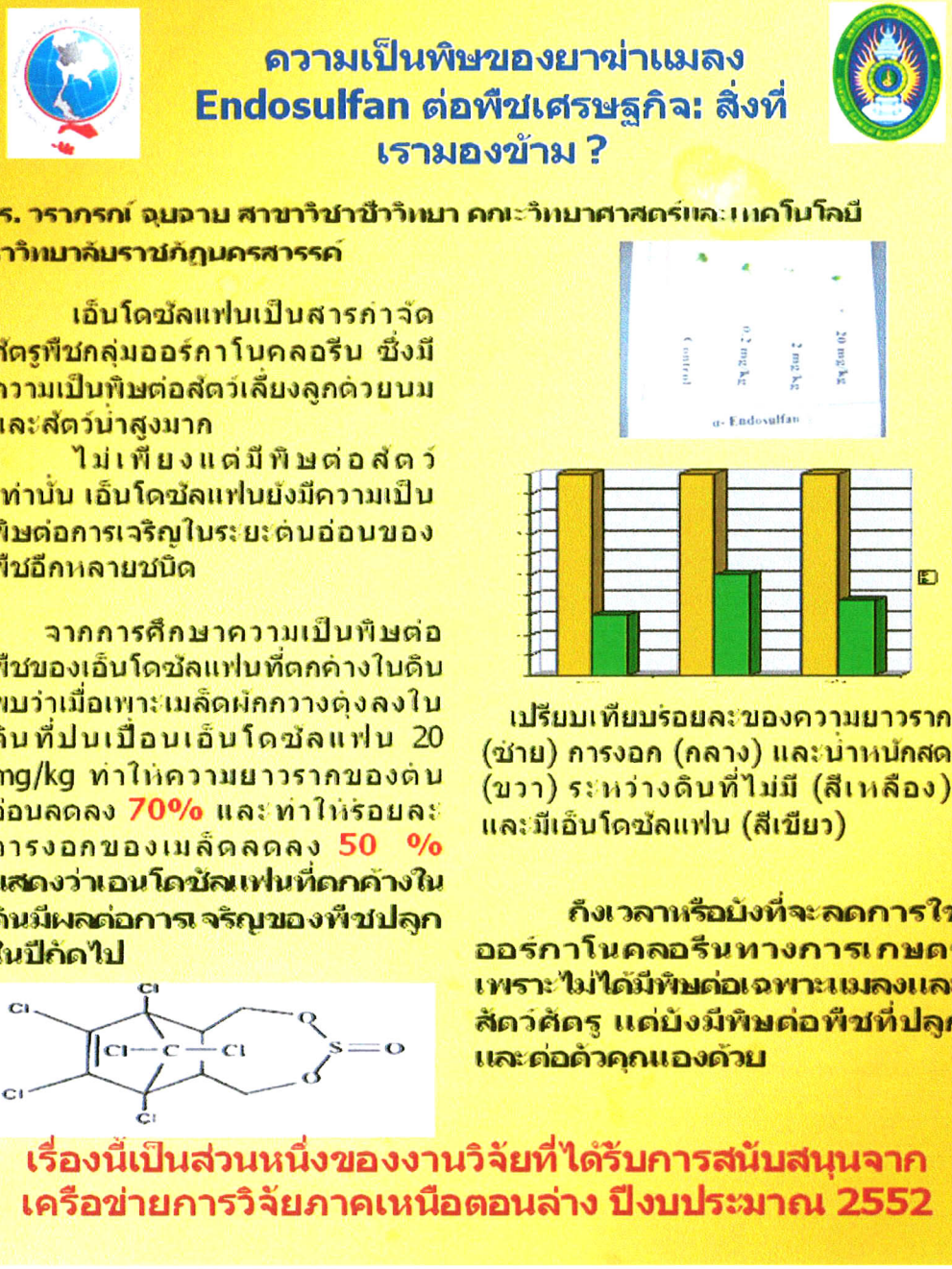
รูปที่ 2 ต้นกล้าอายุ 10 วันของถั่วฝักยาว (ซ้าย) และผักกวางตุ้ง (ขวา) ที่ปลูกในดินปนเปื้อนลินเดนและเอนโดซัลแฟนตามลำดับ

สรุป

ผักกวางตุ้งเป็นพืชทดสอบที่เหมาะสมกว่าถั่วฝักยาว และน้ำหนักสดของผักกวางตุ้งเหมาะสมที่จะใช้เป็นจุดยุติมากกว่าความยาวราก เพราะน้ำหนักสดของผักกวางตุ้งลดลงทันทีเมื่อมีลินเดนหรือเอนโดซัลแฟน 0.2 mg/kg ในขณะที่ความยาวรากของผักกวางตุ้งลดลงเมื่อสัมผัสกับเอนโดซัลแฟน 2 mg/kg ทำให้ไม่สามารถตรวจพบการปนเปื้อนในระดับต่ำกว่านี้ได้

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากเครือข่ายการวิจัยภาคเหนือตอนล่าง ปีงบประมาณ 2552

ภาพที่ 14 โปสเตอร์ที่นำไปจัดแสดงใน การประชุมทางวิชาการเกษตรครั้งที่ 11, 25 – 26 มกราคม พ.ศ. 2553 ที่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น



ภาพที่ 12 โปสเตอร์ที่นำไปจัดแสดงใน งานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ 18 – 20 สิงหาคม พ.ศ. 2552 ที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์