Thesis Title Effects of Lead on Seed Germination and Seedling Growth of Some Plant Species

Author Ms. Nyo Nyo Aung

Degree Master of Science (Environmental Science)

Thesis Advisory Committee

Dr. Sutthathorn Suwannaratana	Chairperson
Dr. Somporn Chantara	Member
Mr. James F. Maxwell	Member

ABSTRACT

The ability of individual plant species to tolerate or accumulate heavy metal pollutants has been investigated widely in temperate countries. In contrast, tropical Asian countries have had very few investigations on plants as indicators. The purpose of this study is to investigate the effects of lead on seed germination and seedling growth of seven introduced and native plant species in this area: *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (Gramineae), *Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae), *Pisum sativum* L. (Leguminosae, Papilionoideae), *Helianthus annuus* L. (Compositae), *Brassica rapa* L. cv. Chinese cabbage (Cruciferae), *Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers. var. *speciosa* (Lythraceae), and *Shorea roxburghii* G. Don (Dipterocarpaceae).

For seed germination tests, seeds were placed on the surface of filter paper in plastic dishes with 10 ml lead solution of different concentrations (0, 100, 250, 500, and 1000 µg/ml) added. Germination rates as well as root and shoot lengths were measured. For seedling growth tests, seeds were germinated and then the seedlings were transplanted individually to sand filled pots. When the seedlings were about 4-16 cm high (1.5-3.5 months old), 5 ml of lead solution in different lead concentrations (0, 100, 250, and 500 µg/g) were added to the pots. Then different growth parameters: biomass, shoot length, leaf number, leaf length; and a morphological feature, fluctuating asymmetry (FA) were measured. For lead uptake and translocation tests, the lead content

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

in dried samples was extracted by a microwave digesting system and the amounts determined by atomic absorption spectroscopy (AAS).

The germination rates as well as root and shoot elongation rates with lead treatments were significantly less than those of the controls. The results from seedling growth tests indicated that lead inhibited all growth parameters. The FA of the control plants was significantly decreased compared to that of lead treatments. The reduction of the percent of biomass dry weight was found in control plants. According to the weekly seedling growth measurements, the growth rate of plants grown in lead-free conditions were higher than the plants exposed to lead treatments. The results from lead analysis indicated that lead concentrations in plant tissues significantly increased with increases in lead concentrations in the growth medium.

Among the parameters and indices examined, root elongation and biomass weight were the most sensitive parameters and percent root phytotoxicity and absolute FA were the most sensitive indices for biomonitoring of lead pollution. Relative yield index is the most basic and common index to determine a plant's ability to tolerate heavy metals and percent biomass dry weight is a reliable indicator for biomonitoring. The transfer coefficient (K) and translocation factor (TF) are good indices for assessment of heavy metal uptake and translocation in plants.

Based on their sensitivity, three groups of plants were made: 1. sensitive group, *viz. Euphorbia heterophylla* and *Lagerstroemia speciosa;* 2. intermediate group: *Brassica rapa*, *Helianthus annuus*, and *Pisum sativum;* 3. tolerant group: *Shorea roxburghii* and *Eleusine indica*.

Although lead accumulation in plant tissues was not related with lead tolerance abilities, different lead uptake patterns were found. *Euphorbia heterophylla* and *Brassica rapa* are lead indicator species while *Shorea roxburghii* is a lead excluder species.

Due to it's sensitivity, *Euphorbia heterophylla* can be used as indicator for biomonitoring and because of its high lead concentration in its tissues, especially in shoots (0.32%), is a potential species for phytoremediation.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ผลของตะกั่วต่อการงอกของเมล็ดและการเติบโตของต้นกล้าพืชบางชนิด

ผู้เขียน นางสาวเนียว เนียว อ่อง

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร.สุทธาธร สุวรรณรัตน์	ประธานกรรมการ
ดร.สมพร จันทระ	กรรมการ
นายเจมส์ เอฟ แมกซ์เวลล์	กรรมการ

บทคัดย่อ

การใช้ความสามารถของพืชในการสะสมหรือความทนต่อความเป็นพิษของโลหะหนักได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวางในประเทศเขตอบอุ่น แต่ในเขตเอเชียเขตร้อนการศึกษาเรื่องการใช้พืชเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพนี้ยังไม่ได้รับความสนใจมากนัก การศึกษานี้จึงจัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของตะกั่วต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญของต้นกล้าพืช 7 ชนิด ซึ่งเป็นพืชที่สามารถพบได้ทั่วไปในประเทศไทยหรือเป็นพืชท้องถิ่นของไทย ซึ่งได้แก่ *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (Gramineae, หญ้าตีนกา) *Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae, หญ้ายาง) *Pisum sativum* L. (Leguminosae, Papilionoideae, ถั่วลันเตา) *Helianthus annuus* L. (Compositae, ทานตะวัน) *Brassica rapa* L. cv. Chinese cabbage (Cruciferae, ผักกาดใบ) *Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers. var. *speciosa* (Lythraceae, อินทนิล) และ *Shorea roxburghii* G.Don (Dipterocarpaceae, พะยอม)

ในการทดสอบผลของตะกั่วต่อการงอกของเมล็ดนั้นทำโดยนำเมล็ดมาเพาะบนกระดาษกรองที่ใส่ไว้ในจานเลี้ยงเชื้อจากนั้นจึงเติมสารละลายตะกั่วความเข้มข้น 0, 100, 250, 500 และ 1000 μg/ml ลงไปจานละ 10 ml ติดตามการงอกของเมล็ดโดยนับจำนวนเมล็ดที่งอก และวัดความยาวของส่วนยอดและรากของต้นกล้า ส่วนการศึกษาการเจริญของต้นกล้าจะนำเมล็ดที่งอกแล้วปลูกลงในกระถางบรรจุทราย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระถางละหนึ่งต้น รดน้ำและให้ปุ๋ยยูเรีย เมื่อกล้าไม้มีความสูง 4-16 ซม (อายุประมาณ 1.5 -3.5 เดือน) จึงเติมสารละลายตะกั่วความเข้มข้น 0, 100, 250 และ 500 μg/g ลงไปกระถางละ 5 ml จากนั้นติดตามการเจริญของต้นกล้าตามพารามิเตอร์ และดัชนีต่าง ๆ ได้แก่ มวลชีวภาพ ความสูงของต้น จำนวนใบ ความยาวของใบ และลักษณะภายนอกที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น ร้อยละความไม่สมมาตรของใบ (Fluctuating asymmetry, FA) ส่วนการดูดซับและการเคลื่อนที่ของตะกั่วในพืชศึกษาโดยการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในส่วนต่างๆ ของตัวอย่างพืชแห้ง โดยใช้การสกัดด้วยไมโครเวฟ และวิเคราะห์โดยอะตอมมิคแอบซอร์พชัน สเปกโตรโฟโตเมทรี

จากการทดลองพบว่าตะกั่วมีผลทำให้อัตราการงอก และการเจริญเติบโตของยอดและรากของเมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ต้นกล้าของพืชที่ได้รับสารตะกั่วจะมีการเปลี่ยนแปลงในการเจริญเติบโตอย่างเห็นได้ชัดในทุกพารามิเตอร์ พืชที่ได้รับสารตะกั่วจะมีร้อยละของการเกิดความไม่สมมาตรของใบเพิ่มขึ้นจากชุดควบคุมและมีน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพลดลง จากการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในพืชพบว่าปริมาณของตะกั่วในเนื้อเยื่อพืชจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อความเข้มข้นของสารตะกั่วในดินเพิ่มขึ้น

จากพารามิเตอร์และดัชนีทั้งหมดที่ทำการศึกษาพบว่า การเจริญของราก และมวลชีวภาพเป็นพารามิเตอร์ที่มีความไวต่อความเป็นพิษของตะกั่วสูงที่สุด ในขณะที่ดัชนีที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโลหะหนักและเหมาะสำหรับการใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพมากที่สุดได้แก่ร้อยละของความเป็นพิษของตะกั่วต่อราก (% root phytotoxicity) และร้อยละของการเกิดความไม่สมมาตรของใบ ค่าผลผลิตสัมพัทธ์เป็นดัชนีที่สามารถตรวจวัดได้ง่ายและนิยมใช้ในการประเมินความสามารถของ ต้นไม้ในการทนทานต่อสารพิษ และค่าการ ดัชนีที่เหมาะสำหรับการประเมินปริมาณการดูดซับโลหะหนักและการเคลื่อนที่ของโลหะหนักนั้นได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายทอด (Transfer coefficient, K) และ แฟคเตอร์ของการเคลื่อนที่ (Translocation factor, TF)

พืชที่ทำการทดลองทั้งหมดสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มตามความไวของการตอบสนองของพืชต่อสารตะกั่ว ได้แก่ 1) พืชที่มีความไวต่อสารตะกั่วสูง *Euphorbia heterophylla* และ *Lagerstroemia speciosa* 2) พืชที่มีความไวต่อสารตะกั่วปานกลาง *Brassica rapa Helianthus annuus* และ *Pisum sativum* 3) พืชที่ทนต่อสารตะกั่ว *Shorea roxburghii* และ *Eleusine indica*

ถึงแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารตะกั่วที่สะสมในเนื้อเยื่อพืชจะไปสัมพันธ์กับความทนของพืชต่อตะกั่ว รูปแบบการดูดซับและสะสมตะกั่วของพืชสามารถแบ่งออกได้เป็นกลุ่มของตัว บ่งชี้ทางชีวภาพ ได้แก่ *Brassica rapa* และชนิดที่ไม่สะสมสารตะกั่วได้แก่ *Shorea roxburghii*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากความไวของ ในการตอบสนองต่อตะกั่วนั้นชี้ให้เห็นว่าพืชดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกั่วในสิ่งแวดล้อมได้ นอกจากนี้เนื่องจากพืชดังกล่าวมีอัตราการสะสมสารตะกั่วไว้ในลำต้นค่อนข้างสูง (0.32%) ดังนั้นจึงน่าจะมีศักยภาพในการนำมาใช้ในการลดปริมาณสารตะกั่วในพื้นที่ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved