REMOVAL OF LEAD BY AQUATIC MACROPHYTES UNDER HYDROPONIC CONDITIONS

PRAYOOTH YAOWAKHAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (BIOLOGY)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2006

ISBN 974-04-7422-5
COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

การกำจัดตะกั่วโดยพืชน้ำในระบบไฮโดรโพนิก (REMOVAL OF LEAD BY AQUATIC MACROPHYTES UNDER HYDROPONIC CONDITIONS)

ประยุทธ เยาวขันธ์ 4336643 SCBI/D

ปร.ด. (ชีววิทยา)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: มาลียา เครือตราชู, Ph.D., ประหยัด โภคฐิติยุกต์, Ph.D., พหล โกสิยะจินดา, Ph.D.

บทคัดย่อ

ตะกั่วเป็นโลหะหนักที่ก่อปัญหาทางสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ จากการศึกษากระบวนการการกำจัดและดูดซับตะกั่วในก่อนหน้านี้พบว่ามีพืชน้ำหลายชนิดถูกใช้ในการกำจัดตะกั่วจากแหล่งน้ำปนเปื้อน พืชน้ำ 4 ชนิด ได้แก่ *Ceratophyllum demersum, Hygrophila difformis, Cabomba caroliniana* และ *Ludwigia hyssopifolia* ได้รับการคัดเลือกให้ใช้ในการศึกษาการบำบัดแหล่งน้ำที่ปนเปื้อนตะกั่วภายใต้ปัจจัยควบคุมที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ความเข้มข้นของตะกั่ว (0, 0.1, 1 และ 10 ppm), ระยะเวลาการดูดซับ (0, 3, 6, 9, 12, และ 15 วัน), ค่าความเป็นกรดด่าง (3, 5, 5.7 และ 7), การเติมสารคีเลเตอร์ (ทั้ง EDTA และ HEDTA ที่ ความเข้มข้น 0.5 และ 1 ไมโครโมลาร์) และการเติมสารไบคาร์บอเนต (ความเข้มข้น 0.5 และ 1 ไมโครโมลาร์) ผลการศึกษาได้นำเสนอเป็นค่าเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตของพืช การสะสมตะกั่วในเนื้อเยื่อพืช (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักแห้งพืช) ความเข้มข้นของตะกั่วที่เหลืออยู่ในสารละลาย ค่าเปอร์เซ็นต์การกำจัดตะกั่ว และค่าปัจจัยความเข้มข้นทางชีวภาพ (BCF)

จากผลการศึกษาพบว่า *H. difformis* และ *L. hyssopifolia* เป็นพืชน้ำที่มีค่าการเจริญเติบโตสูงสุดและต่ำสุดในทุกระดับความเข้มข้นตะกั่วตามลำดับ ค่าการดูดซับตะกั่วของพืชน้ำจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นตะกั่วแรกเริ่มและแตกต่างกันไปในพืชน้ำแต่ละชนิด พืชน้ำทั้งสี่ชนิดแสดงให้เห็นถึงค่า BCF และค่าเปอร์เซ็นต์การกำจัดตะกั่วที่ลดลงเมื่อความเข้มข้นตะกั่วแรกเริ่มเพิ่มขึ้น ความเป็นกรดด่างมีผลต่อการดูดซับและสะสมตะกั่วของพืชน้ำ ที่พีเอช 3 พืชมีการดูดซับและสะสมตะกั่วมากที่สุด การเติมคีเลเตอร์ส่งผลให้การดูดซับและการสะสมตะกั่วในพืชลดลงอย่างมาก ส่วนการเติมสารไบคาร์บอเนตทำให้เกิดการตรึงโลหะหนักซึ่งทำให้การดูดซับและการสะสมตะกั่วน้อยลงเช่นกัน การศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการกำจัดตะกั่วจากแหล่งน้ำปนเปื้อนได้

95 หน้า, ISBN: 974-04-7422-5

REMOVAL OF LEAD BY AQUATIC MACROPHYTES UNDER HYDROPONIC CONDITIONS

PRAYOOTH YAOWAKHAN 4336643 SCBI/D

Ph.D. (BIOLOGY)

THESIS ADVISORS : MALEEYA KRUATRACHUE, Ph.D.,
PRAYAD POKETHITIYOOK, Ph.D., PAHOL KOSIYACHINDA, Ph.D.

ABSTRACT

Lead is one of the heavy metals that causes many environmental problems especially in water resources. Based on earlier reports on lead removal and bioaccumulation, many aquatic plants are used widely to remove this metal from contaminated resources. Four species of aquatic plants, *Ceratophyllum demersum*, *Hygrophila difformis*, *Cabomba caroliniana*, and *Ludwigia hyssopifolia* were used to treat lead contaminated water with various factors: $Pb(NO_3)_2$ concentration (0 as control group, 0.1, 1, and 10 ppm), exposure time (0, 3, 6, 9, 12, and 15 days), pH (3, 5, 5.7 as control group, and 7), chelators (0.5, and 1 µM of both EDTA and HEDTA), and bicarbonate (HCO_3^{2-}) (0.5, and 1 µM). The results were shown as percentage relative growth, lead concentration in plants (mg/kg dry weight), lead remaining in residual solution (mg/L), percentage removal, and bioconcentration factor (BCF).

The results revealed that *H. difformis* and *L. hyssopifolia* showed the highest and lowest relative growth at each concentration, respectively. Lead accumulation increased according to the initial concentration and varied depending on plant species. At very low concentration (0.1 ppm), *H. difformis* showed the highest accumulation (348 mg/kg dry weight after 9 days of exposure). But at higher concentration, *C. demersum* showed substantial accumulation. All four plant species showed the reduction in BCF, and percentage lead removal when lead concentration was increased. Lead uptake and accumulation were highly pH dependent, decreasing with pH. Good performances were obtained at pH 3. The addition of chelators showed a significant decrease in lead uptake and accumulation in all plant species. The bicarbonate seemed to play a role in the chemical stabilization of lead and consequently in a decrease of lead uptake and accumulation.

This study could be applied for removal of lead in contaminated water resources.

KEY WORDS : LEAD/ AQUATIC PLANTS/ UPTAKE/ REMOVAL/ ACCUMULATION

95 P. ISBN: 974-04-7422-5