

**PHYTOREMEDIATION OF CADMIUM BY SELECTED
LEGUMINOUS PLANTS FROM HYDROPONIC CULTURE**

DAUNGRAT SUEKHUM

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
(ENVIRONMENTAL SANITATION)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY**

2005

ISBN 974-04-6496-3

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

การบำบัดแคดเมียมในพืชตระกูลฝักที่คัดเลือกภายใต้การเลี้ยงโดยใช้สารละลายอาหาร
(PHYTOREMEDIATION OF CADMIUM BY SELECTED LEGUMINOUS
PLANTS FROM HYDROPONIC CULTURE)

ดวรงค์ เสือขำ 4636085 PHES/M

วท.ม. (สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สุเทพ ศิลปานันทกุล, Ph.D., ประหยัด โภคจิตติยกุล, Ph.D.,
ไกรชาติ ตันตระการอาภา, วศ.ด.

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้ศึกษาการบำบัดแคดเมียมโดยใช้พืชตระกูลฝัก 3 ชนิด (กระถินเทพา ประดู่กิ่งอ่อน และราชพฤกษ์) โดยทำการทดลองหาการสะสมแคดเมียม อัตราการเติบโต ผลผลิตมวลชีวภาพ ค่าไบโอคอนเซนเทรชันแฟกเตอร์ (Bioconcentration factor) และอาการเกิดพิษในพืช ซึ่งพืชที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นกล้าไม้ที่ไม่ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์ เพราะชำกล้าไม้เศรษฐกิจที่ 4 จ.ราชบุรี กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทำการเลี้ยงโดยใช้สารละลายอาหาร 10% Hoagland (สูตรปรับปรุง) ที่เติมแคดเมียมความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้การทดลองในห้องปฏิบัติการ

ผลการศึกษาพบว่าในประดู่กิ่งอ่อน ที่ความเข้มข้นของแคดเมียม 8 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการสะสมสูงสุด (522.91 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) อัตราการเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของพืชทั้ง 3 ชนิด ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อความเข้มข้นของแคดเมียมเพิ่มขึ้น โดยพบว่าอัตราการเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของประดู่กิ่งอ่อนสูงสุด รองลงมาคือกระถินเทพา และต่ำสุดในราชพฤกษ์ ค่าไบโอคอนเซนเทรชันแฟกเตอร์ (Bioconcentration factor) พบสูงสุดในประดู่กิ่งอ่อนที่ความเข้มข้นของแคดเมียม 8 มิลลิกรัมต่อลิตรและพบว่าพืชมีการสะสมของแคดเมียมในรากมากกว่าส่วนลำต้น จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณการสะสมของแคดเมียมในส่วนต่าง ๆ ของพืชเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อระยะเวลาทดลองเพิ่มขึ้น โดยมีการสะสมสูงสุดในราก (470.00 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) รองลงมาคือลำต้น (121.47 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) และต่ำสุดในใบ (58.11 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) การสะสมแคดเมียมในใบพืชลดลงในวันที่ 45 ซึ่งพบว่าใบพืชค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีเหลือง น้ำตาล และร่วงในที่สุด ส่วนอัตราการเติบโตของพืชเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อระยะเวลาทดลองเพิ่มขึ้นในวันที่ 0-45 แต่เพิ่มขึ้นน้อยกว่ากลุ่มควบคุม และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในวันที่ 60 ส่วนผลผลิตมวลชีวภาพลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อระยะเวลาทดลองเพิ่มขึ้น โดยเทียบกับกลุ่มควบคุม และพบว่าค่าไบโอคอนเซนเทรชันแฟกเตอร์ (Bioconcentration factor) ส่วนของใบ ลำต้นและราก เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อระยะเวลาทดลองเพิ่มขึ้น และลดลงในใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในวันที่ 60 ส่วนผลของความเป็นพิษของแคดเมียมต่อพืชทั้ง 3 ชนิด พบว่าพืชทั้ง 3 ชนิดเริ่มปรากฏอาการเมื่อเพิ่มความเข้มข้นแคดเมียมเป็น 4 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีการเติบโตช้าลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ผลของความเป็นพิษของแคดเมียมต่อประดู่กิ่งอ่อนเริ่มพบในวันที่ 45 โดยพืชมีอาการเติบโตช้าลงและเกิดอาการคลอโรซิส

ผลการศึกษาเสนอแนะได้ว่า ประดู่กิ่งอ่อน มีความสามารถนำไปประยุกต์ใช้บำบัดแคดเมียมในพื้นที่ต่าง ๆ ที่ได้รับการปนเปื้อน อีกทั้งควรทำการศึกษาภาคสนามที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการดูดซับ สะสมโลหะหนัก และความทนต่อสภาพแวดล้อมของพืชเพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

PHYTOREMEDIATION OF CADMIUM BY SELECTED LEGUMINOUS PLANTS FROM HYDROPONIC CULTURE

DAUNGRAT SUEKHUM 4636085 PHES/M

M.Sc. (ENVIRONMENTAL SANITATION)

THESIS ADVISORS: SUTHEP SILAPANUNTAKUL, Ph.D.,
PRAYAD POKETHITIYOOK, Ph.D., KRAICHAT TANTRAKARNAPA, Ph.D.**ABSTRACT**

The study was conducted to determine the phyto remediation of cadmium by three leguminous plants (*Acacia mangium* Willd., *Pterocarpus indicus* Willd. and *Cassia fistula* Linn.). The cadmium accumulation, relative growth, biomass productivity, bioconcentration factor (BCF) and toxicity symptoms of plants were investigated. The seedlings of plants were obtained from Ratchaburi Nursery Center, Royal Forest Department, Ministry of Natural Resources and Environment. Under laboratory conditions, seedlings were hydroponically cultured in 10% modified Hoagland solution containing different cadmium concentrations.

Results indicated that *P. indicus* at 8 mg/L Cd had the highest cadmium accumulation (522.91 µg/g dry wt.). The relative growth and biomass productivity in plants were significantly decreased ($p < 0.05$) when the tested concentrations were increased. The highest relative growth and biomass productivity was observed in *P. indicus* followed by *A. mangium* and the lowest was found in *C. fistula*. The greatest BCF was found in *P. indicus* when exposed to 8 mg/L of cadmium concentration. It was observed that cadmium accumulation in plants was greater in root than shoot. Results indicated that the cadmium accumulation of *P. indicus* was significantly increased ($p < 0.05$) as exposure times increased. The highest cadmium accumulation was found in roots (470.00 µg/g dry wt.), followed by stems (121.47 µg/g dry wt.), and the lowest was found in leaves (58.11 µg/g dry wt.). However, the cadmium accumulations significantly decreased ($p < 0.05$) in leaves after 45 days of exposure. Color of plant leaves slightly changed to yellow, brown and subsequently fell off. The relative growth of tested plants was also significantly increased ($p < 0.05$) after exposure times of 15, 30 and 45 days but remained lower than the control, whereas it was significantly decreased ($p < 0.05$) on day 60. The biomass productivity of treated plants was significantly decreased ($p < 0.05$) overtime as compared to the control. The BCF of cadmium in leaf, stem and root of *P. indicus* also significantly increased ($p < 0.05$) as exposure time increased. However, the BCF significantly decreased ($p < 0.05$) in leaves after 60 days of exposure time. The first sign of toxicity symptoms in the three leguminous plants was observed when exposed to 4 to 8 mg/L cadmium: slowness and stunted growth of plants appeared, as compared with the control. The toxic effects of cadmium accumulation in *P. indicus* were stunted growth and chlorosis and were noted after 45 days.

The results suggest that *P. indicus* is capable for application as the phyto remediation in cadmium polluted sites. However, the biochemical processes involving heavy metal uptake, accumulation and resistance in plants still requires additional study for future use.

**KEY WORDS: PHYTOREMEDIATION / CADMIUM ACCUMULATION/
LEGUMINOUS PLANT / HYDROPONIC CULTURE**