วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 33 : 2 (93 - 101)

การดูดซับตะกั่วด้วยดินป่าบุ่งป่าทาม จังหวัดมหาสารคาม

Lead Adsorption by Soils in Seasonally Flooded Forests, Maha Sarakham Province

ปิยภรณ์ วุฒิเสลา[1], ภูวดล โกมณเฑียร[2], ปิยนุช คะเณมา[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการดูดซับตะกั่วด้วยดินจากป่าบุ่งป่าทาม 4 พื้นที่ ในจังหวัดมหาสารคาม คือ ป่าบุ่งป่าทามม่วงใหญ่ วนอุทยานโกสัมพี ป่าบุ่งป่าทามหนองตีนบ้าน และป่าบุ่งป่าทามเกาะเกิ้ง โดยใช้วิธีการทดลองแบบกะเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการดูดซับ ได้แก่ น้ำหนักดิน 0.1, 0.5, 1 และ 5 กรัม เวลาสัมผัส 30 และ 60 นาที และความเข้มข้นสารละลายตะกั่ว 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการทดลองพบว่า ความสามารถของดินในการดูดซับตะกั่วแปรผันตามน้ำหนักดินโดยเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับคือ 30 นาที และความเข้มข้นสารละลายตะกั่วเริ่มต้นที่เหมาะสมคือ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร สมการแลงเมียร์สามารถใช้อธิบายพฤติกรรมการดูดซับตะกั่วได้ดีกว่าสมการฟรุนด์ลิช ซึ่งบ่งบอกว่าเป็นการดูดซับตะกั่วแบบชั้นเดียว โดยประสิทธิภาพการดูดซับตะกั่วของดินทั้ง 4 พื้นที่ พบว่า ป่าบุ่งป่าทามม่วงใหญ่ดูดซับตะกั่วได้มากที่สุด รองลงมาคือ ป่าบุ่งป่าทามเกาะเกิ้ง ป่าบุ่งป่าทามวนอุทยานโกสัมพี ป่าบุ่งป่าทามหนองตีนบ้าน (5.91, 5.90, 5.28 และ 5.21 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ)

คำสำคัญ : การดูดซับตะกั่ว ป่าบุ่งป่าทาม การทดลองแบบกะ

Abstract

This research aimed to investigate lead absorption by soils from four seasonally flooded forests in Maha Sarakham province: Muang Yai Forest (MY); Kosumpi National Park (KS); Nong Teen Ban Forest (NB); and Kho Kleng Forest (KK). Batch experiment was used to determine factors that affected on the adsorption; there were adsorbent doses 0.1, 0.5, 1, and 5 g, contact times 30 and 60 minute, and adsorbant concentrations 2, 4, 6, 8, and 10 mg/L. From this study, the findings showed that the potential of lead adsorption depended on adsorbent doses with the optimal time of 30 min and the adsorbant concentration of 2 mg/L. Langmuir model explained the adsorption behavior better than Freundlich model indicated to the greater monolayer adsorption. The maximally lead adsorption per adsorbent could be ranked as Muang Yai Forest > Kho Kleng Forest > Kosumpi National Park > Nong Teen Ban Forest which were (5.91, 5.90, 5.28 and 5.21 mg/g, respectively).

Keywords : lead adsorption, seasonal flooded forest, batch experiment

[1]นิสิตปริญญาโท [2]อาจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จ.มหาสารคาม 44150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

"ป่าบุ่งป่าทาม" เป็นสัญลักษณ์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีน้ำท่วมในฤดูน้ำหลากและน้ำลดในฤดูแล้ง ซึ่งถือเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อความหลายทางชีวภาพและมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยป่าบุ่งป่าทามในจังหวัดมหาสารคามถือเป็นแหล่งความอุดมสมบูรณ์ของพืชพันธุ์นานาชนิด โดยชนิดพรรณไม้ที่พบจำนวนต้นมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ มะเกลือกา (*Diospyros gracilis* Fletcher) ข่อย (*Streblus asper* Lour.) และ คาง (*Albizia lebbekioides* (DC.) Benth.) ความหนาแน่นของไม้ต้นของป่าบุ่งป่าทามทั้งหมดเท่ากับ 2,000 ต้น/เฮกแตร์ และพันธุ์ไม้ที่มีอันดับความสำคัญ 5 อันดับแรก คือ ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. Ex G.Don) ข่อย เขาวัว (*Oxycerospauciflora* (Ridl.) Tirveng.) จิกน้ำ (*Barringtonia acutangula (L.)* Gaertn.) และ สะแก (*Combretum quadrangulare* Kurz) ตามลำดับ (ภูวดล, 2555) ซึ่งดินมีศักยภาพในการดูดซับโลหะหนักเนื่องจากดินมีการสะสมอินทรียวัตถุมาก และค่าปฏิกิริยาดิน ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน และลักษณะเนื้อดินยังมีผลต่อความสามารถในการดูดซับโลหะหนักของดินอีกด้วย (Adhikari and Singh, 2003)

"ตะกั่ว" ถูกจัดเป็นโลหะที่อันตรายมากที่สุดเป็นอันดับสองตามสำนักทะเบียนการติดเชื้อและสลายที่เป็นพิษ (ATSDR, 2005) ถูกนำมาใช้เป็นองค์ประกอบของสารปราบศัตรูพืชอย่างแพร่หลาย จึงมักพบปัญหาการปนเปื้อนในดินและแหล่งน้ำ ประกอบกับจังหวัดมหาสารคามเป็นจังหวัดที่มีโอกาสพบการปนเปื้อนของตะกั่วสูง เนื่องจากร้อยละ 94.26 ของพื้นที่ทั้งหมดใช้เพื่อการทำเกษตรกรรม มุ่งเน้นการเพิ่มผลผลิตเชิงการค้าเป็นหลัก จึงมีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารกำจัดศัตรูพืชจำนวนมากและเป็นระยะเวลานาน (สถานีพัฒนาที่ดินมหาสารคาม, 2554)

การบำบัดมลสารโดยธรรมชาติมักพบในดินเนื้อละเอียด โดยเฉพาะดินที่มีสัดส่วนของอนุภาคดินเหนียวสูงจะมีการดูดซับและดึงดูดโลหะ อาทิ ตะกั่ว ได้ดีกว่าในดินร่วนและดินทราย (ศุภมาศ, 2545) โดยงานวิจัยของณรงค์เดช (2553) ศึกษาการวัดปริมาณสารอันตรายปนเปื้อนในดินที่พบในจังหวัดขอนแก่น โดยทดสอบคุณสมบัติการดูดซับและการคายสารละลายโลหะด้วยวิธีการทดสอบแบบกะและแบบสดมภ์ ผลจากการทดสอบแบบกะชี้ให้เห็นว่าดินลมหอบสามารถดูดซับสารละลายโลหะเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้คือ ทองแดง นิกเกิล และสังกะสี ตามลำดับ และเมื่อผสมดินเหนียวเข้าไปกับดินลมหอบ พบว่า การดูดซับสารละลายโลหะจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น และปริมาณสัดส่วนของดินเหนียวโดยน้ำหนักตั้งแต่ร้อยละ 60 จะทำให้ค่าการดูดซับสารละลายโลหะมีมากที่สุด และเกษรา และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาการดูดซับตะกั่ว สังกะสี ทองแดงและแคดเมียมด้วยดินเหนียวที่ประกอบด้วยแร่สเมกไทต์ พบว่าปริมาณการดูดซับตะกั่วถูกดูดซับสูงสุดเท่ากับร้อยละ 49.56

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการดูดซับตะกั่วด้วยดินป่าบุ่งป่าทามในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งข้อมูลดังกล่าวคาดว่าน่าจะนำไปใช้เป็นแนวทางในการประเมินศักยภาพของพื้นที่ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

เลือกพื้นที่ศึกษาตามทิศทางการไหลของแม่น้ำชีผ่านจังหวัดมหาสารคาม ได้แก่ ป่าบุ่งป่าทามม่วงใหญ่ (MY) ป่าบุ่งป่าทามวนอุทยานโกสัมพี (KS) ป่าบุ่งป่าทามหนองตีนบ้าน (NB) และป่าบุ่งป่าทามเกาะเกิ้ง (KK)

2. วิธีการเก็บตัวอย่างและเตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างดินในช่วงเดือนสิงหาคม – กันยายน พ.ศ. 2555 โดยแต่ละพื้นที่มี 8 จุดแต่ละจุดห่างกัน 50 เมตร ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 หลุม ที่ระดับความลึก 0 - 5 เซนติเมตร ผสมตัวอย่างดินแบบ Composite sample ผึ่งในที่ร่ม ร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2 มิลลิเมตร และเก็บในภาชนะที่แห้งและปิดสนิทเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีการวิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพและเคมี

เนื้อดินวิเคราะห์โดยไฮโดรมิเตอร์ (National Soil Survey Center, 1996) ค่าปฏิกิริยาดินอัตราส่วน 1: 5 (ดิน: น้ำ) (National Soil Survey Center, 1996) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินโดยวิธี Walkley and Black (Walkley and Black, 1947) ปริมาณไนโตรเจนรวมของดินโดยวิธี Kjeldahl (Bremner and Mulvaney, 1982) ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินโดยวิธี NH_4OAc Exchange site (Chapman, 1965) การหาปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ แคลเซียมและแมกนีเซียมโดยวิธี NH_4OAc extraction & atomic absorption spectroscopy

4. ทดสอบความสามารถในการดูดซับ

การเตรียมตัวอย่างน้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ที่ความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้เวลาสัมผัส 30 และ 60 นาที และกำหนดน้ำหนักดินเท่ากับ 0.1, 0.5, 1 และ 5 กรัม และคำนวณค่าร้อยละการกำจัดตะกั่วและไอโซเทอร์มดังสมการ

1. ร้อยละการกำจัด

$$\text{ร้อยละการกำจัด} = \left[\frac{(\text{ปริมาณตะกั่วก่อนดูดซับ} - \text{ปริมาณตะกั่วหลังดูดซับ})}{\text{ปริมาณตะกั่วก่อนดูดซับ}}\right] x\ 100$$

2. ไอโซเทอร์มการดูดซับ (นิพนธ์ และคณิตา, 2550)

2.1 ค่าไอโซเทอร์มแลงเมียร์

$$q_e = \frac{q_m + bC_e}{(1 + bC_e)}$$

เมื่อ q_m = ปริมาณของสารปนเปื้อนที่ถูกดูดซับต่อน้ำหนักตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)
b = ค่าคงที่
C_e = ความเข้มข้นของตัวถูกละลายที่จุดสมดุล (มิลลิกรัมต่อลิตร)

2.2 ค่าไอโซเทอร์มฟรุนด์ลิช

$$q_e = K_f C_e^{\frac{1}{n}}$$

เมื่อ q_e = ปริมาณของสารปนเปื้อนที่ถูกดูดซับต่อน้ำหนักตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)
C_e = ความเข้มข้นของตัวถูกละลายที่จุดสมดุล (มิลลิกรัมต่อลิตร)
K_f, n = ค่าคงที่

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สมบัติดินทางกายภาพและเคมีบางประการ

จากตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์เนื้อดินของป่าบุ่งป่าทาม พบว่า ดินจากป่าบุ่งป่าทามม่วงใหญ่และป่าบุ่งป่าทามวนอุทยานโกสัมพีมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วน ส่วนดินจากป่าบุ่งป่าทามหนองตีนบ้านและป่าบุ่งป่าทามเกาะเกิ้งมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย โดยทุกพื้นที่มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง ระดับความเค็มเล็กน้อยถึงปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินสูงถึงสูงมาก ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับต่ำ ปริมาณไนโตรเจนรวมอยู่ในระดับต่ำมาก และไม่พบการปนเปื้อนตะกั่วในดิน

2. ผลการทดสอบสภาวะที่เหมาะสมของการดูดซับ

2.1 ผลการศึกษาน้ำหนักตัวดูดซับที่เหมาะสม

การศึกษาอิทธิพลของน้ำหนักตัวดูดซับ (ดิน) ต่อประสิทธิภาพการดูดซับตะกั่ว โดยกำหนดน้ำหนักดินเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.1, 0.5, 1 และ 5 กรัม เวลาสัมผัส 30 นาทีและความเข้มข้นสารละลายตะกั่วเริ่มต้นเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ทุกพื้นที่ร้อยละการกำจัดแปรผันตามน้ำหนักตัวดูดซับ และที่น้ำหนักตัวดูดซับสูงที่สุด 5 กรัม พบว่าดินจากป่าบุ่งป่าทามม่วงใหญ่ (ร้อยละ 0.2402) มีประสิทธิภาพในการกำจัดตะกั่วได้ดีกว่าดินจากป่าบุ่งป่าทามวนอุทยานโกสัมพี ป่าบุ่งป่าทามหนองตีนบ้าน และป่าบุ่งป่าทามเกาะเกิ้ง ซึ่งมีร้อยละการกำจัดเท่ากันทั้งสามพื้นที่ (ร้อยละ 0.2401) (ภาพที่ 1) พื้นที่ผิวบนตัวดูดซับมีบทบาทสำคัญมากต่อประสิทธิภาพการดูดซับ ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของตัวดูดซับ (Benguella and Benaissa., 2002) เนื่องจากดินจากป่าบุ่งป่าทามม่วงใหญ่มีร้อยละของดินเหนียวและค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินสูงกว่าทุกพื้นที่ จึงทำให้มีร้อยละการกำจัดดีกว่าพื้นที่อื่นๆ ซึ่งปริมาณของดินเหนียวจะมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ผิวจำเพาะ (specific surface area, SSA) ยิ่งมีปริมาณดินเหนียวมากจะมีพื้นที่ผิวจำเพาะมาก (ศุภมาศ, 2545)

Table 1 Physical and chemical properties of the soils.

Soil properties	Area			
	MY	KS	NB	KK
%Sand	57.68±11.59^{A}	43.3±14.08^{C}	53.50±11.65^{B}	50.20±11.95^{B}
%Silt	25.35±12.02^{C}	42.65±15.89^{A}	32.70±8.86^{B}	37.30±11.65^{B}
%Clay	16.98±6.98^{A}	13.4±5.25^{A}	13.80±7.56^{A}	12.50±4.63^{A}
Textural class	loam	loam	sandy loam	sandy loam
Soil reaction (pH)	6.29-7.24	6.33-6.86	6.37-6.63	6.39-7.16
Electrical Conductivity (µs/cm)	745.63±70.80^{A}	700.88±103.91^{B}	663.08±65.38^{C}	716.63±40.76^{B}
Organic Matter (%)	2.20±1.15^{B}	2.88±1.74^{A}	3.06±0.40^{A}	2.95±0.35^{A}
Cation Exchange Capacity (cmol/kg)	53.42±13.11^{A}	45.33±13.96^{B}	37.33±12.70^{C}	49.92±11.40^{A}
Available Calcium (mg/kg)	0.24±0.04^{B}	0.21±0.04^{B}	0.27±0.02^{A}	0.29±0.02^{A}
Available Magnesium (mg/kg)	1.30±0.24^{A}	1.22±0.27^{A}	1.31±0.16^{A}	1.36±0.19^{A}
Nitrogen (%)	0.45^{A}	0.42^{A}	0.42^{A}	0.40^{A}
Total Pb (mg/kg)	ND	ND	ND	ND

ND= Not detect

The different superscript letters in each row are significantly different (±SD., n=3, $p<0.05$).

2.2 ผลการศึกษาเวลาสัมผัสที่เหมาะสม

การศึกษาอิทธิพลของเวลาสัมผัสต่อประสิทธิภาพการดูดซับตะกั่ว โดยกำหนดเวลาสัมผัสเท่ากับ 30 และ 60 นาที ความเข้มข้นสารละลายตะกั่วเริ่มต้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำหนักดินที่เหมาะสมคือ 5 กรัม พบว่า ในทุกพื้นที่ประสิทธิภาพการกำจัดจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะเวลาสัมผัสมากขึ้น จนกระทั่งเข้าสู่สมดุล จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งในการทดลองนี้ระยะเวลาสัมผัส 30 นาที เป็นระยะเข้าสู่สภาวะสมดุลของการดูดซับ เมื่อเพิ่มระยะเวลาสัมผัสเป็น 60 นาที จึงทำให้มีร้อยละการกำจัดลดลง การให้เวลาสัมผัสที่เหมาะสมมีอิทธิพลต่อการผลักดันตัวถูกดูดซับให้ผ่านชั้นฟิล์มบางของน้ำที่เคลือบผิวตัวดูดซับไว้ และเข้ายึดเกาะที่ตำแหน่งยึดเกาะบนตัวดูดซับได้ และ ณ เวลาสัมผัส 30 นาที พบว่าดินจากป่าบุ่งป่าทามม่วงใหญ่สามารถดูดซับสารละลายตะกั่วได้มากที่สุด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 0.2402 เมื่อเปรียบเทียบกับดินจากป่าบุ่งป่าทามวนอุทยานโกสัมพี ป่าบุ่งป่าทามหนองตีนบ้าน และป่าบุ่งป่าทามเกาะเกิ้ง ที่มีร้อยละการกำจัดเท่ากันคือร้อยละ 0.2401 แม้จะมีความแตกต่างกันแต่แตกต่างกันน้อยมาก (ภาพที่ 2) เมื่อเวลาสัมผัสเพิ่มขึ้นร้อยละการกำจัดจะลดลง เนื่องจากในช่วงเริ่มต้นการทดลองพื้นผิวของตัวดูดซับมีพื้นที่เพียงพอทำให้อัตราการดูดซับมีมาก จนกระทั่งถึงระยะเวลาหนึ่ง (จุดสมดุล) พื้นผิวตัวดูดซับจะถูกปกคลุมไปด้วยตัวถูกดูดซับทำให้อัตราการดูดซับต่อจากนั้นมีอัตราที่ลดลง (Uddin *et al*., 2007) สอดคล้องกับพัฒน์ชวัลพร (2549) ได้ศึกษาการดูดซับตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้ผลตะแบก พบว่าเมื่อกำหนดความเข้มข้นสารละลายตะกั่วเริ่มต้นเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณสารดูดซับเท่ากับ 1 กรัม ค่าพีเอชเท่ากับ 2 จะทำให้การดูดซับเข้าสู่จุดสมดุลที่เวลา 30 นาที และมีประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 93.9

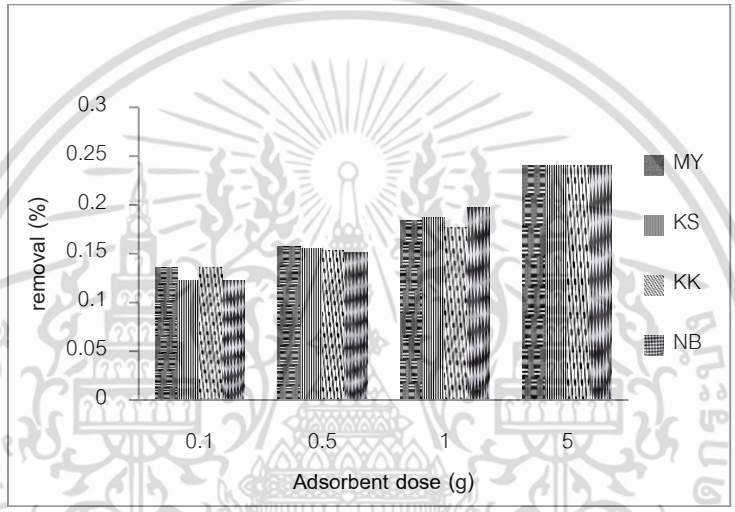

Figure 1 Percentage removal of lead at adsorbent doses (0.1, 0.5, 1, and 5 g).

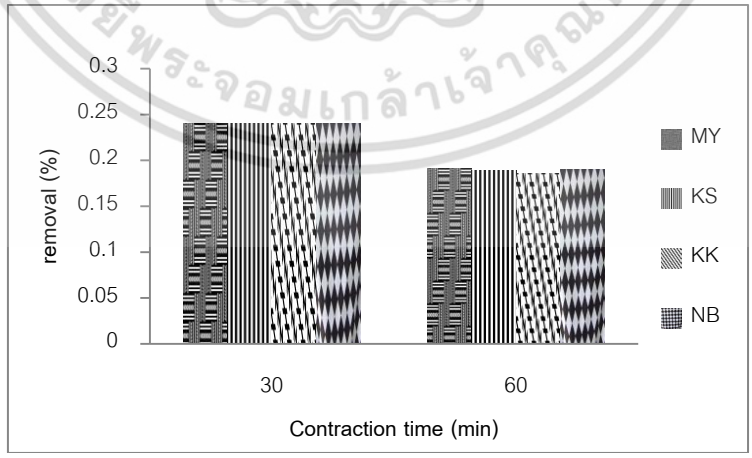

Figure 2 Percentage removal of lead at contact times 30 and 60 minutes.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ผลการศึกษาความเข้มข้นสารละลายตะกั่วเริ่มต้นที่เหมาะสม

การศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายตะกั่วเริ่มต้นต่อประสิทธิภาพการดูดซับ โดยกำหนดความเข้มข้นสารละลายตะกั่วเริ่มต้นเท่ากับ 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำหนักดิน 5 กรัมและให้เวลาสัมผัส 30 นาที พบว่าในทุกการทดลองร้อยละการกำจัดแปรผกผันกับความเข้มข้นของสารละลายตะกั่วเริ่มต้น และ ณ ความเข้มข้นสารละลายตะกั่วเริ่มต้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (เป็นความเข้มข้นที่มีร้อยละการกำจัดสูงที่สุด) พบว่าดินจากป่าบุ่งป่าทามม่วงใหญ่สามารถดูดซับสารละลายตะกั่วได้มากที่สุดคือร้อยละ 1.264 รองลงมาคือดินจากป่าบุ่งป่าทามวนอุทยานโกสัมพี ป่าบุ่งป่าทามเกาะเกิ้ง และป่าบุ่งป่าทามหนองตีนบ้าน (ร้อยละ 1.255, 1.225 และ 1.189 ตามลำดับ) (ภาพที่ 3) โดยทั่วไป ประสิทธิภาพการดูดซับจะลดลงหรือคงที่เมื่อเข้าสู่จุดสมดุลการดูดซับแล้ว ความเข้มข้นของตัวถูกดูดซับเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่กำหนดการเข้าสู่จุดสมดุล (นิพนธ์ และคณิตา, 2550) ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาการดูดซับและการปลดปล่อยแคดเมียมในดินนาข้าว พบว่า แคดเมียมที่ถูกดูดซับในดินจะปลดปล่อยออกมามากขึ้น เมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของแคดเมียมมากขึ้น (ปภามญชุ์ และคณะ, 2553)

3. ผลการศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับ

ผลการศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับแลงเมียร์และฟรุนด์ลิชเพื่ออธิบายพฤติกรรมการดูดซับตะกั่วด้วยดินจากป่าบุ่งป่าทามทั้ง 4 พื้นที่ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และค่า K พบว่า ในทุกพื้นที่ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของไอโซเทอร์มแลงเมียร์มากกว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของไอโซเทอร์มฟรุนด์ลิช ($R_L^2 > R_F^2$) รวมถึงค่า K เช่นกัน ($K_L > K_F$) (ตารางที่ 2) บ่งบอกถึงพฤติกรรมการดูดซับตะกั่วด้วยดินจากป่าบุ่งป่าทามทั้ง 4 พื้นที่เกิดแบบชั้นเดียว (monolayer adsorption) ได้ดีกว่าแบบหลายชั้น (multilayer adsorption) การดูดซับแบบชั้นเดียวนั้นตัวถูกดูดซับจะยึดเกาะบนพื้นผิวตัวดูดซับเพียงชั้นเดียว ไม่เกิดการซ้อนทับกัน ไม่มีการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนตำแหน่งกัน ทำให้พื้นผิวตัวดูดซับมีจำกัดและมีผลต่อศักยภาพการดูดซับ (นิพนธ์ และคณิตา, 2550) สอดคล้องกับงานวิจัยของสัญญา และอุษา (2552) ที่นำซีโอไลต์ธรรมชาติ 2 ชนิดคือ โมเดนไนต์และคลีน็อบทิโลไลต์มาทดสอบการดูดซับทองแดง สังกะสี และตะกั่วในน้ำทิ้งจากโรงงาน พบว่าการดูดซับเกิดแบบชั้นเดียวเช่นกัน ซึ่งอธิบายได้ด้วยไอโซเทอร์มแลงเมียร์ และการศึกษาความสามารถในการดูดซับสารพิษฟอร์โบลเอสเทอร์จากน้ำมันสบู่ดำด้วยตัวดูดซับเบนโทไนต์ทางการค้า พบว่ากลไกการดูดซับเกิดแบบชั้นเดียวเช่นกัน (กิติศักดิ์ และคณะ, 2552) และเมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับตะกั่วต่อน้ำหนักดิน 1 กรัม พบว่า ดินจากพื้นที่ป่าบุ่งป่าทามม่วงใหญ่มีประสิทธิภาพในการดูดซับตะกั่วสูงที่สุด (5.91มิลลิกรัมต่อกรัม) รองลงมาคือ ดินจากป่าบุ่งป่าทามเกาะเกิ้ง ป่าบุ่งป่าทามวนอุทยานโกสัมพี และป่าบุ่งป่าทามหนองตีนบ้าน (5.90, 5.28 และ 5.21 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

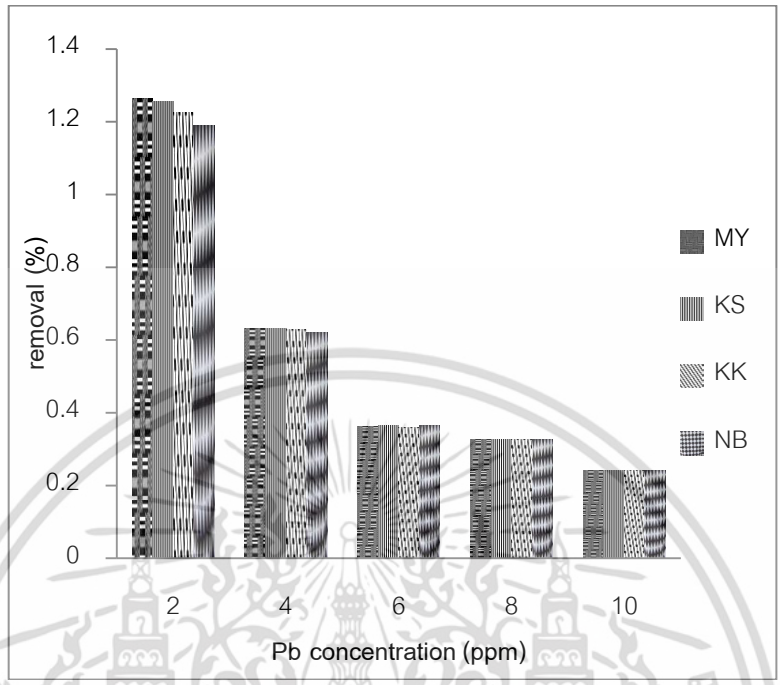

Figure 3 Percentage removal of lead at adsorbant concentrations 2, 4, 6, 8, and 10 ppm.

Table 2 Parameters of Langmuir and Freundlich models.

Area	Langmuir models			Freundlich models		
	R_L^2	K_L	q_m (mg/g)	R_F^2	K_F	n(mg/g)
MY	0.98	-28.78	5.91	0.86	16.57	-2.43
KS	0.98	-23.19	5.28	0.82	16.20	-2.18
KK	0.98	-28.88	5.90	0.77	15.25	-2.70
NB	0.97	-21.76	5.21	0.75	15.57	-2.28

สรุปผลการทดลอง

ดินจากป่าบุ่งป่าทามม่วงใหญ่มีความสามารถในการดูดซับตะกั่วสูงที่สุด รองลงมา คือ ดินจากป่าบุ่งป่าทามเกาะเกิ้ง ป่าบุ่งป่าทามวนอุทยานโกสัมพี และป่าบุ่งป่าทามหนองตีนบ้าน (5.91, 5.90, 5.28 และ 5.21 มิลลิกรัมต่อกรัมตามลำดับ) เมื่อกำหนดเวลาสัมผัส 30 นาทีและความเข้มข้นสารละลายตะกั่วเริ่มต้นเท่ากับ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อพิจารณาค่าการดูดซับตะกั่วของป่าบุ่งป่าทาม พบว่า มีค่าในการดูดซับตะกั่วใกล้เคียงกันมาก แต่ป่าบุ่งป่าทามหนองตีนบ้านมีค่าการดูดซับตะกั่วน้อยกว่าทุกพื้นที่ จึงควรเฝ้าระวังและติดตามการปนเปื้อนสารละลายตะกั่วรวมถึงสารมลพิษชนิดอื่นๆ เนื่องจากป่าบุ่งป่าทามหนองตีนบ้านตั้งอยู่ในพื้นที่ใกล้กับมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งมีแนวโน้มของประชากรแฝง (นิสิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม) ที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ต้องเพิ่มสาธารณูประโภคต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเฉพาะหอพักที่มีระบบจัดการน้ำทิ้งยังไม่มีการบำบัดก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำ โดยแหล่งรองรับน้ำเสียเหล่านี้ คือ “ป่าบุ่งป่าทาม” และชุมชนโดยรอบป่าส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกร ซึ่งสารเคมีจากการเกษตรเหล่านี้อาจปนเปื้อนลงสู่ดินได้ การเฝ้าระวังและติดตามคุณภาพของดินในป่าบุ่งป่าทาม จึงเป็นเรื่องที่ควรกระทำ เพราะส่งผลกระทบต่อคุณภาพดินและน้ำ พื้นที่การเกษตร รวมถึงสุขภาพอนามัยของประชากรในพื้นที่

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักบริหารโครงการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ (ปี 2555) และทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับนิสิตบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ปีงบประมาณ 2556) และขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่ทำวิจัย และขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.พรชัย อุทรักษ์ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจทานในส่วนของสถิติ

เอกสารอ้างอิง

กิติศักดิ์ เสพศิริสุข วิทยา ปั้นสุวรรณ และนิพนธ์ ตังคณานุรักษ์. 2552. การเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสารพิษฟอร์โบลเอสเทอร์ ในน้ำมันสบู่ดำโดยใช้เบนโทไนต์ชนิดต่างๆ. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47. หน้า 327-334.

เกษรา จิตนิยม อัญชลี สุทธิประการ และเอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2555. การดูดซับ ตะกั่ว สังกะสี ทองแดง และแคดเมียมของสเมกไทต์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50. หน้า 136-143.

ณรงค์เดช มหาศิริกุล. (2553). การศึกษาในห้องปฏิบัติการเพื่อวัดปริมาณสารอันตรายปนเปื้อนในดินที่พบในจังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์ และคณิตา ตังคณานุรักษ์. 2550. หลักการการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปภามญชุ์ ซีประเสริฐ พัฒนา อนุรักษ์พงศธร และสิรินาฏ เลาหะโรจนพันธ์. 2554. การดูดซับและการปลดปล่อยแคดเมียมในดินนาข้าว. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาประจำปี ครั้งที่ 12, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 285-291.

พัฒน์ชวัลพร สินรัมย์. 2549. การดูดซับตะกั่วออกจากน้ำเสียสังเคราะห์โดยการใช้ผลตะแบก. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ภูวดล โกมณเฑียร. 2555. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์การกักเก็บคาร์บอนในดินและลักษณะของป่าบุ่งป่าทามในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงของแม่น้ำชี จังหวัดมหาสารคาม. คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2545. ปุ๋ยอินทรีย์กับดินและพืช. วารสารดินและปุ๋ย 6. หน้า 155 - 166.สถานีพัฒนาที่ดินมหาสารคาม. 2554. รายงานประจำปี 2554. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5. กรมพัฒนาที่ดิน.

สัญญา จันทร์สุวรรณ และ อุษา อ้นทอง. 2552. การกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียจากการย้อมสีโดยซีโอไลต์ธรรมชาติ. การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 19 ประจำปี 2552.

ATSDR. 2005. Toxicological profile for lead, agency for toxic substance and disease registry, ATSDR, U.S. Department of Health and Humans Services, Public Health Service, Center for Diseases Control, Atlanta, GA.

Adhikari, T. and M. V. Singh. 2003. Sorption characteristics of lead and cadmium in some soil of India. Journal of Geoderma. 114, 81-92.

Benguella, B. and H. Benaissa. 2002. Cadmium removal from aqueous solutions by chitin: Kinetic and equilibrium studies. Journal of Hazardous Materials, 36, 2463-2474.

Bremner, J.M., and C.S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-Total. In A.L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. A.S.A and SSSA, Madison, WI: 595-624.

Chapman, H.D. 1965. Cation exchang capacity. In: C.A. Black (ed.), Method of soil Analysis. Party II. Monograph No.9. American Society of Agronomy Inc., Madison Wisconsin: 891-901.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Soil Survey Center. 1996. Soil Survey Laboratory Method Manual. United state Department of Agriculture, National Soil Survey Center; Soil Survey laboratory, Soil Survey Investigation NO. 42, Version 3.

Uddin, M. T., M. S. Islam and M. Z. Abedin. 2007. Adsorption of phenol from aqueous solution by water hyacinth ash. Journal of Engineering and Applied Sciences, 2(2007), 11-17.

Walkley, A. and I.A. Black, 1947. Chromic acid titration method for determination of soil organic matter. Soil. Sci. Amer. Proc. 63:257.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้