

Abstract

Three adsorbents were tested for Bisphenol A (BPA) removal. Sawdust bottom ash, bagasse fly ash and groundnut shell had BPA removal efficiency at 99%, 99% and 76%, respectively. Study on the effect of dosages of adsorbent found that dosages of sawdust bottom ash, bagasse fly ash and groundnut shell at 3, 3 and 5% w/v had the BPA removal efficiency at 99%, 99% and 86%, respectively. When BPA concentrations at 20, 40 and 60 μM were tested with the adsorbents at the established dosages it was found that the highest BPA removal efficiency was with BPA concentration at 20 μM and at 99%, 99% and 84% by sawdust bottom ash, bagasse fly ash and groundnut shell respectively. When the initial pH's of the treatments were at 4 and 8, sawdust bottom ash, bagasse fly ash and groundnut shell had BPA removal efficiency at 99% and 99%, 100% and 100% and 90% and 87%, respectively. The BPA adsorption reached equilibrium in 300 minutes. When the treatments were done at 30, 40 and 50 $^{\circ}\text{C}$, sawdust bottom ash, bagasse fly ash and groundnut shell had the highest BPA adsorption capacity at 50 $^{\circ}\text{C}$ and were found to be 23.17, 26.81 and 20.68 $\mu\text{mole/g}$ dry wt., respectively. These results were consistent with Langmuir adsorption isotherm. Experiments with desorption indicated that the adsorption was chemisorption. BPA removal study with hazardous waste landfill leachate using the adsorbents at the established dosages was found to be 91%, 97% and 94% efficiency for sawdust bottom ash, bagasse fly ash and groundnut shell, respectively.

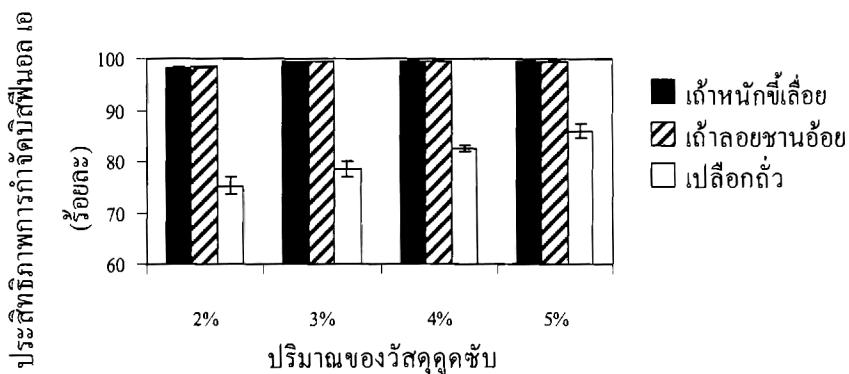
Keywords : bisphenol A; adsorption; sawdust bottom ash; bagasse fly ash; groundnut shell

บทนำ

บิสฟีนอล เอ เป็นสารในกลุ่มสารรบกวนฮอร์โมนต่อมไร้ท่อ (Endocrine disrupting chemicals) ที่กำลังได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากมีผลต่อการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อของมนุษย์และสัตว์ ส่งผลต่อการเกิดมะเร็งเต้านมชนิด MCF-7 เพิ่มขึ้น [1] และนอกจากนี้ยังทำให้เกิดความเป็นพิษเฉียบพลันอย่างอ่อนกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ [2] โดยส่วนใหญ่จะใช้เป็นสารตัวกลางในการผลิตพลาสติกพวงโพลีкар์บอเนตและอีพอกซีเรซิน [3] บิสฟีนอล เอ พนบปนเปื้อนได้หลายแหล่งในสิ่งแวดล้อม แต่แหล่งที่พบเป็นจำนวนมากคือ น้ำประปาโดยในประเทศไทย ในปี 2001 มีรายงานการพบระดับความเข้มข้นของบิสฟีนอล เอ ในน้ำประปาอยู่ที่ 0.01-75.34 ไมโครโมลาร์ [4] ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการกระหายสูงสุดในสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ได้ดังนี้

ต้องมีกระบวนการบำบัดสารที่เหมาะสม ซึ่งการบำบัดด้วยวิธีการทางกายภาพ-เคมีโดยการใช้วัสดุดูดซับเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย มีประสิทธิภาพสูง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยใช้วัสดุดูดซับก็เด็กหักปีเลื่อย เด็กลองขานอ้อย ซึ่งเป็นเด็กเหลือทิ้งจากการเผาไฟหม้อน้ำเพลิง และเปลือกถั่ว มาใช้ในการศึกษาการดูดซับบิสฟีนอล เอ โดยศึกษาผลของบริมาณวัสดุดูดซับ ความเข้มข้นของบิสฟีนอล เอ ระยะเวลาการสัมผัส พีเอช การศึกษาลักษณะทางกายภาพของวัสดุดูดซับ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscope : SEM) และวิเคราะห์ BET surface area ศึกษาถูกต้องของการดูดซับบิสฟีนอล เอ โดยศึกษาโดยใช้เทอร์มการดูดซับ การระบุอักษรของบิสฟีนอล เอ และศึกษาการดูดซับบิสฟีนอล เอ ในน้ำซึ่งจาก高原ฝั่งคงขยะอันตราย



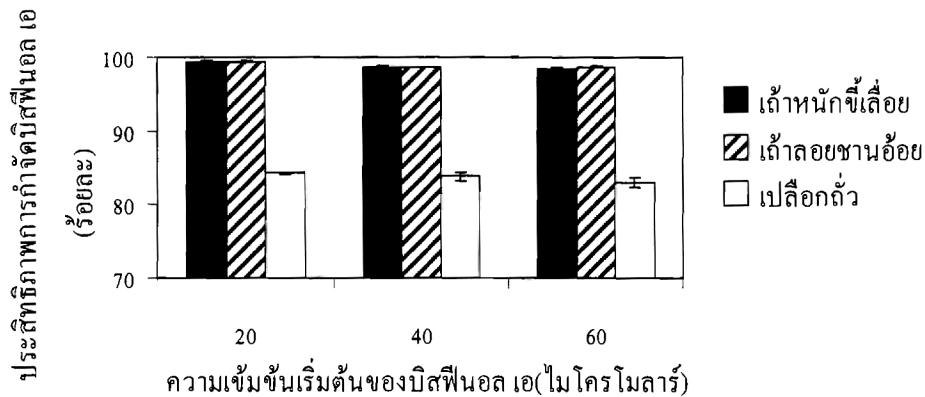
รูปที่ 1 แสดงการคำนวณบิสฟีโนล เอ ที่ความเข้มข้นบิสฟีโนล เอ 20 ไมโครโมลาร์ ในแต่ละปริมาณของเด็กนักเรียนเลือย เด็กอยาหานอ้อย และเปลี่ยอกถัว ร้อยละ 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ เท่าที่ความเร็ว 110 รอบต่อนาที ที่เวลา 720 นาที

ของบิสฟีโนล เอ ในสารละลายเริ่มต้นขังคงเท่าเดิม ซึ่ง สอดคล้องกับการทดลองของ Radhika และ Palanivelu [6] ที่พบว่าปริมาณของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากกระ吝ะพาร์วะ และถ่านกัมมันต์ทางการค้าเพิ่มขึ้น จะทำให้การคุณชั้บ คลอร์ฟีโนลสูงขึ้น

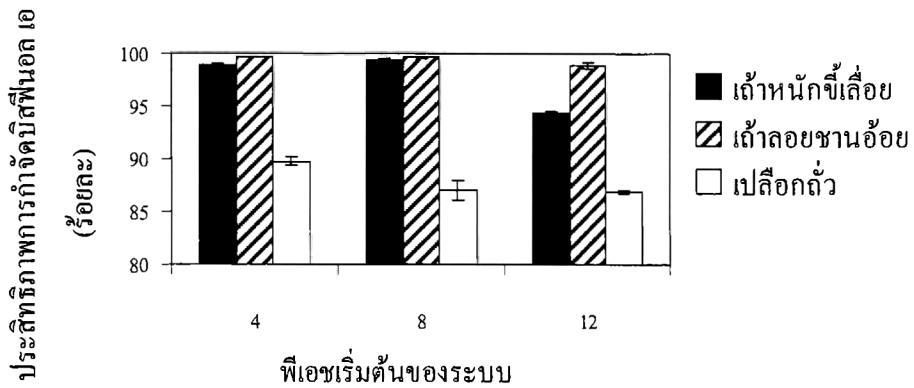
ผลของการเข้มข้นของบิสฟีโนล เอ

จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายบิสฟีโนล เอ ที่ 20 ไมโครโมลาร์ มีประสิทธิภาพในการคำนวณบิสฟีโนล เอ ได้สูงสุดที่ร้อยละ 99 99 และ

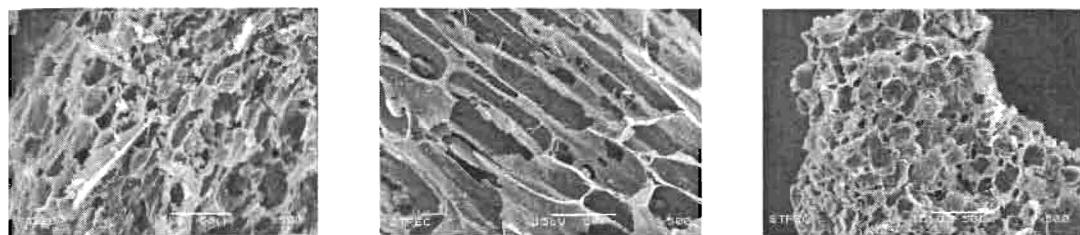
84 ในการคำนวณเด็กนักเรียนเลือย เด็กอยาหานอ้อย และเปลี่ยอกถัว ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งประสิทธิภาพในการคำนวณบิสฟีโนล เอ ลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายบิสฟีโนล เอ เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสารละลายมีปริมาณบิสฟีโนล เอ เพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณพื้นที่ผิวสัมผัสของการคุณชั้บขังคงเท่าเดิม ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Banat และคณะ [7] ที่พบว่าร้อยละ ของการคุณชั้บฟีโนลของเบนโทไนท์ลดลงเมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของฟีโนลเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2 แสดงการคำนวณบิสฟีโนล เอ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของบิสฟีโนล เอ เป็น 20 40 และ 60 ไมโครโมลาร์ โดยใช้ปริมาณเด็กนักเรียนเลือย เด็กอยาหานอ้อย และเปลี่ยอกถัว ร้อยละ 3 3 5 หน้างักต่อปริมาตร ตามลำดับ ในเครื่องเบเย่า 110 รอบต่อนาที ที่เวลา 720 นาที



รูปที่ 4 แสดงการกำจัดบิสฟีโนล เอ ที่ความเข้มข้นบิสฟีโนล เอ 20 ไมโครโมลาร์ ที่พิอชเริ่มต้นที่ 4 8 และ 12 โดยใช้ปริมาณเถ้าหันกปี้เลื่อย เถ้าโลยชานอ้อย และเปลือกถัวร้อยละ 3 5 น้ำหนักต่อปริมาตร ตามลำดับ



รูปที่ 5 แสดงลักษณะพื้นผิวของเถ้าหันกปี้เลื่อย (ก) เถ้าโลยชานอ้อย (ข) และเปลือกถัว (ค) ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอน (SEM: JEOL รุ่น JSM-5410LV) กำลังขยาย 500 เท่า

จากรูปจะเห็นว่าลักษณะพื้นผิวของวัสดุดูดซับนิดต่างๆ จะมีลักษณะต่างกัน คือจะมีรูพรุนหลายๆ ขนาดบนพื้นผิว โดยเฉพาะเปลือกถัวจะมีลักษณะเป็นรูพรุนเล็กๆ จำนวนมากเมื่อเปรียบเทียบกับเถ้าหันกปี้เลื่อย และเถ้าโลยชานอ้อย และนอกจากนี้เถ้าหันกปี้เลื่อยและเถ้าโลยชานอ้อย จะมีผลึกเล็กๆ เกาะอยู่บริเวณพื้นผิวและบริเวณภายในรูพรุนจำนวนมาก ซึ่งผลึกเล็กๆ นี้อาจจะเป็นสิ่งสกปรกต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการเผาไหม้ และจากการวิเคราะห์พื้นที่ผิวของวัสดุดูดซับพบว่าเถ้าโลยชานอ้อยจะมีพื้นที่ผิวสูงที่สุดเป็น 262.25 ตารางเมตรต่อกรัมวัสดุดูดซับ รองลงมาเป็นเถ้าหันกปี้เลื่อย โดยมีพื้นที่ผิวเป็น 227.62 ตารางเมตรต่อกรัมวัสดุดูดซับ และเปลือกถัวมีพื้นที่ผิวน้อยที่สุดเท่ากับ 5.52 ตารางเมตรต่อกรัมวัสดุดูดซับ ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้จึง

ส่งผลให้เถ้าโลยชานอ้อยและเถ้าหันกปี้เลื่อยเป็นวัสดุดูดซับที่มีประสิทธิภาพการดูดซับบิสฟีโนล เอ ได้สูงกว่าเปลือกถัว

ผลการศึกษาไอโซเทอร์มของการดูดซับที่อุณหภูมิต่างๆ จากการศึกษาการดูดซับที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 50 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส วัสดุดูดซับทุกชนิดจะมีความสามารถในการดูดซับสูงที่สุด โดยเถ้าหันกปี้เลื่อยมีค่าการดูดซับสูงสุด (q_{max}) เป็น 23.17 ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง เถ้าโลยชานอ้อยเป็น 26.81 ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และเปลือกถัว เป็น 20.68 ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่ง ลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับไอโซเทอร์มการดูดซับแบบคงเดิม โดยไอโซเทอร์มการดูดซับแบบคงเดิมของวัสดุดูดซับ

- [5] John J., Bozzola, Lonnie D. Russell. Electron Microscopy Principles and Techniques for Biologists. Jones and Bartlett Publishers, Boston. 1992.
- [6] Radhika M. and Palanivelu K. 2006. Adsorptive removal of chlorophenols from aqueous solution by low cost adsorbent-Kinetics and isotherm analysis. *J. Hazard. Mater.* 138: 116-124.
- [7] Banat F.A., Bashir B.Al., Asheh S.Al. and Hayajneh O. 2000. Adsorption of phenol by bentonite. *Environ. Pollut.* 107: 391-398.
- [8] Gupta V.K., Ali I. and Sani V.K. 2004. Removal of chlorophenols from wastewater using red mud, an aluminum industry waste. *Environ. Sci. Technol.* 38: 4012-4018.
- [9] Rengaraj S., Moon S.H., Sivabalan R., Arabindoo B. and Murugesan V. 2002. Agricultural solid waste for the removal of organics, adsorption of phenol from water and wastewater by palm seed coat activated carbon. *Waste Manage.* 22: 543-548.
- [10] Tsai W.T., Lai C.W. and Su T.Y. 2006. Adsorption of bisphenol A from aqueous solution onto minerals and carbon adsorbents. *J. Hazard. Mater.* 134: 169-175.
- [11] Kosky P.E. and Guggenheim E.A. 1991. The aqueous phase in the interfacial synthesis of polycarbonates. Ionic equilibrium and experimental solubilities in the BPA-NaOH-H₂O system. *Inorg. Eng. Chem. Res.* 30(3): 462-467.
- [12] Tsai W.T. and Chang C.Y. 1995. Surface characterization and thermodynamics of adsorption of methylene chloride on activated carbon. *J. Environ. Sci. Heal. A* 30(3): 525-535.
- [13] อุตสาหกรรม, กระทรวง. 2539. ประกาศกระทรวง อุตสาหกรรม. ฉบับประกาศที่ว่าไป เล่ม 113 ตอน 529. กำหนดคุณลักษณะของน้ำทึบที่ระบายน้ำอุดม โรงงาน.