สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและสภาพปัญหา

ผลิตภัณฑ์สารดูดซับจากคาร์บอนรู้จักกันดีในฐานะเป็นสารดูดติดผิวหรือสารดูดซับ (adsorbent) ที่มีประโยชน์มากมายมานานแล้วประมาณ 1,500 กว่าปีก่อนคริสตกาล ชาวฮินดัสโบราณในประเทศอินเดียใช้ถ่านในการกรองน้ำในศตวรรษที่ 13 คาร์บอนถูกใช้ในการฟอกสีน้ำตาล ต่อมาในศตวรรษที่ 18 ใช้คาร์บอนในการดูดซับแก๊สและ การกำจัดสีในสารละลาย การดูดติดผิวของคาร์บอนได้ถูกค้นพบและมีการศึกษาวิจัยพัฒนาอย่างต่อเนื่องในด้านเทคนิคการเตรียมและการเตรียมจากวัสดุหลายประเภททั้งจากธรรมชาติและสังเคราะห์ขึ้นรวมทั้งการค้นพบการใช้ประโยชน์จากคาร์บอนและถ่านกัมมันต์ (http://www.chemvironcarbon.com/carbon/ definition/ history.htm)

ช่วงต้นศตวรรษที่ 19 มีการค้นพบถ่านกระดูกชนิดเม็ด (bone char granule)ที่มีประสิทธิภาพสูงในประเทศอังกฤษซึ่งใช้ในการฟอกสีน้ำตาลในอุตสาหกรรม โดยให้ของเหลวไหลผ่านคอลัมน์ที่มีถ่านกระดูกบรรจุอยู่ ปีคศ.1900-1901 Ostreijko V. ได้ผลิตถ่านกัมมันต์ในอุตสาหกรรมเพื่อการค้าและกระตุ้นถ่านด้วยไอน้ำ ต่อมาปี 1915 Bayer ได้ผลิตถ่านกัมมันต์ชนิดผง (http://www.chemvironcarbon.com/carbon/ definition/ history.htm)

การพัฒนาถ่านกัมมันต์ดำเนินไปอย่างรวดเร็วระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 1 เนื่องจากต้องการป้องกันก๊าซคลอรีนที่ใช้ในการสงคราม จึงมีการทำหน้ากากป้องกันก๊าซพิษในสหรัฐอเมริกาโดยใช้ไอน้ำกระตุ้นถ่านกะลามะพร้าว ถ่านกัมมันต์จึงถูกพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ในการนี้ และต่อมาภายหลังสงครามโลกจึงมีการศึกษาค้นคว้าพัฒนาอุปกรณ์เครื่องมือในการผลิต รวมทั้งการใช้วัสดุที่หลากหลายในการผลิตถ่านกัมมันต์

การเตรียมถ่านกัมมันต์ไม่ยุ่งยากเพียงแต่ต้องรู้ปัจจัยพื้นฐานในการเตรียมบางประการ อาทิ องค์ประกอบและโครงสร้างของวัสดุที่นำมาเตรียมถ่านกัมมันต์ อุณหภูมิในการเผา เวลาที่เหมาะสม ความดัน อากาศ รวมทั้งการกระตุ้น และหากจะพัฒนาต่อไปให้สามารถใช้ประโยชน์ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ก็จะมีวิธีการและเทคนิคอีกหลายประการเข้ามาเกี่ยวข้อง อาทิ การกระตุ้นด้วยสารเคมี กรด ด่าง เกลือ หรือการกระตุ้นด้วยความร้อนและไอน้ำ เป็นต้น ซึ่งแต่ละเทคนิคจะเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ในแต่ละด้าน

ของเสียหลายชนิดจากอุตสาหกรรม จากชุมชน และจากการเกษตรกรรม สามารถเป็นวัตถุดิบที่เป็นสารตั้งต้นนำมาแปรสภาพเป็นถ่านกัมมันต์ที่มีประสิทธิภาพในงานด้านสิ่งแวดล้อม เช่น กากน้ำยางจากอุตสาหกรรมผลิตยางพาราแผ่นและผลิตภัณฑ์ยางพารา กากตะกอนโลหะ ตะกอน

สินแร่ กากถ่านหิน เศษใบไม้ กิ่งไม้ กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม เปลือกผลไม้ ฟางข้าว ซางข้าวโพด ชานอ้อย และเปลือกมันสำปะหลัง เป็นต้น เมื่อมีการใช้ประโยชน์จากถ่านกัมมันต์หรือถ่านคาร์บอนมากๆ ก็จะเป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยลดปริมาณของเสียให้น้อยลงได้อย่างมาก นอกจากการลดปริมาณของเสียที่จะทิ้งเข้าไปอยู่ในวงจรสิ่งแวดล้อมแล้วยังได้ประโยชน์จากการทำให้ของเสียเหล่านี้มีคุณค่าและมีประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจ หากได้มีการวิจัยพัฒนาศึกษาต่อไปอีกก็จะได้เทคนิคขั้นสูงในการเตรียมถ่านกัมมันต์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและนำไปกำจัดน้ำเสีย ของเสีย ขยะอันตรายและสารที่มีพิษสูงได้หลากหลายชนิดขึ้น

ของเสียประเภทโลหะหนักซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในสินค้าประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นในอัตราเร่ง(ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงพาณิชย์, http://www.pos2.moc. go.th/trade exp.html [21 กันยายน 2547])ตามความต้องการของผู้บริโภคและการพัฒนาเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์ ที่น่าเป็นห่วงคืออุปกรณ์และเครื่องใช้เหล่านี้ที่ชำรุดเสียหายและเสื่อมคุณภาพรวมทั้งหมดอายุการใช้งานจำนวนมาก จะควบคุมและกำจัดอย่างไรให้ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือแม้จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบ้างก็ขอให้น้อยที่ สุดและอยู่ในขอบเขตที่สามารถควบคุมได้ ปัญหาเหล่านี้สะสมมาเป็นเวลานานและทวีความรุนแรงยิ่งขึ้นและส่งผลกระทบในวงกว้างไปทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่มีโลหะหนักหลายชนิดที่เป็นสารพิษอันตรายเป็นองค์ประกอบ เช่น แคดเมียม นิกเกิล โคบอลต์ แมงกานีส และลิเทียม เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, http://www.pcd.go.th/solidwasto/battery/Haz_battery.htm. [22 กันยายน 2547]) มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีความยุ่งยากสลับซับซ้อนและเสียค่าใช้จ่ายสูงมากในการกำจัด

โลหะหนัก เหล่านี้ไม่เพียงแต่มาจากแหล่งอุตสาหกรรมเท่านั้น การทำเหมืองแร่ การแต่งแร่ รวมทั้งบ่อเก็บกักตะกอนจากการทำเหมืองแร่ เป็นที่มาของการปนเปื้อนโลหะหนักสู่สิ่งแวดล้อมและสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ กรณีตัวอย่างที่สำคัญในประเทศไทยในช่วง 10-20 ปีที่ผ่านมาได้แก่ การปนเปื้อนของตะกั่วที่ลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และการปนเปื้อนของแคดเมียมในลำน้ำตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ที่เป็นปัญหาวิกฤติในอดีตต่อเนื่องถึงปัจจุบันนี้ส่งผลกระทบในวงกว้างเป็นลูกโซ่เข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร กระทบต่อมนุษย์ทั้งพิษเฉียบพลันและเรื้อรัง ข่าวการปนเปื้อนของโลหะทั้งสองผ่านสื่อต่างๆเพื่อกระตุ้นให้ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาแก้ไขอย่างจริงจัง ในที่สุดเรื่องนี้ได้มีการพิจารณาในรัฐสภาแล้ว(http://www.karencenter.com/kitty-deadly-river) แต่การแก้ไขอย่างเป็นรูปธรรมก็ยังไม่ได้รับการปฏิบัติอย่างจริงจัง

การปนเปื้อนของตะกั่วในลำห้วยคลิตี้ ตำบลชะแล อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี เกิดขึ้นกว่า 20 ปีมาแล้ว ทำให้มีคนป่วยและเสียชีวิต แต่พึ่งปรากฏข่าวการร้องเรียนกรมควบคุมมลพิษของชาวบ้านปี 2541((มติชน.18 สิงหาคม 2548) http://www.matichon.co.th.) และจากการลงตรวจพื้นที่ของเจ้าหน้าที่กรมควบคุมมลพิษพบว่ามีปริมาณตะกั่วในแหล่งน้ำบริเวณใต้เหมืองแร่คลิตี้เกินมาตรฐานหลายร้อยเท่า(มาตรฐานปริมาณตะกั่วในน้ำทิ้งอุตสาหกรรมไม่เกิน 0.05 กรัมต่อลิตร)

การตรวจปริมาณตะกั่วในเลือดของชาวบ้านกลุ่มตัวอย่างร้อยกว่าคนปี 2542-ปี 2544 พบว่าส่วนใหญ่เด็กมีปริมาณสารตะกั่วในเลือดเกินมาตรฐานของกระทรวงสาธารณะสุข(มาตรฐานปริมาณสารตะกั่วในผู้ใหญ่ 40 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร เด็กไม่เกิน 10 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร) เรื่องนี้ได้นำเข้าพิจารณาในรัฐสภาแล้วในปี 2543 ให้ระงับการให้สัมปทานและไม่ต่ออายุการอนุญาตให้ดำเนินกิจการโรงแต่งแร่รวมทั้งได้หยุดปิดกิจการเวลาต่อมา แต่ผลกระทบยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่องไม่ได้หยุดลง เนื่องจากยังมีกองแร่ในพื้นที่ จึงยังคงมีการชะล้างตะกั่วจากกองแร่สู่ลำห้วย(http://www.karencenter. com/kitty-deadly-river) โดยเฉพาะเมื่อเกิดอุทกภัยและวาตภัย อนึ่งการปนเปื้อนสารตะกั่วในสิ่งแวดล้อมไม่ได้จำกัดอยู่แต่ในพื้นที่ปนเปื้อนเท่านั้น คนกรุงเทพฯอาจจะได้รับสารตะกั่วปนเปื้อนในน้ำประปาเนื่องจากบ่อกักเก็บตะกอนของเหมืองเค็มโก้พังทลายเมื่อเดือนกันยายน 2548 น้ำปนสารตะกั่ว 2 หมื่นลูกบาศก์เมตรไหลลงสู่เขื่อนศรีนครินทร์ความเข้มข้น 2-3หมื่นพีพีเอ็ม (http://www.mthai.com/webboard/5/158284.html)

ปัญหาการปนเปื้อนของแคดเมียมในสิ่งแวดล้อม ผลกระทบที่เด่นชัดคือรายงานการเจ็บป่วยด้วยโรคอิไต-อิไตของคนญี่ปุ่นที่บริโภคข้าวที่ปนเปื้อนแคดเมียมเป็นเวลากว่า 50 ปีมาแล้ว จึงเป็นที่มาของความร่วมมือกับกรมวิชาการเกษตรของไทยเข้าศึกษาการปนเปื้อนของแคดเมียมในห้วยแม่ตาว ตำบลพระธาตุผาแดง และตำบลแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ตรวจพบแคดเมียมในตะกอนดิน ข้าว ถั่วเหลืองและสัตว์น้ำมีการปนเปื้อนแคดเมียมเกินมาตรฐาน(มาตรฐานของประชาคมเศรษฐกิจยุโรปในตะกอนดินไม่เกิน 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน) การตรวจสอบพบปริมาณแคดเมียมในตะกอนดินสูงถึง 3,600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน ประชาชนประมาณ 6,000 คนได้รับผลกระทบสาเหตุเกิดจากโครงการเหมืองแร่สังกะสีของบริษัทผาแดงอินดัสตรีจำกัด(มหาชน)และเหมืองแร่อื่นบริเวณนั้นไม่ปฏิบัติตามมาตรการ อีไอเอ(http://www.matichon.co.th/isara/show) ถึงแม้เหมืองแร่สังกะสีจะปิดดำเนินกิจการแล้ว แต่กองแร่ บ่อ ดักตะกอนยังคงไม่มีการดำเนินการ เมื่อมีภัยธรรมชาติและการพังทลาย ผุกร่อนของแหล่งแร่จึงพาตะกอนดินไปสู่แหล่งน้ำเกิดการปนเปื้อนของแคดเมียม เนื่องจากองค์ประกอบตามธรรมชาติของสังกะสีจะพบมีแคดเมียมอยู่ด้วย ปัญหาการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมสู่สิ่งแวดล้อม หน่วยงานภาครัฐและเอกชนได้ร่วมมือกันแก้ไข โดยเฉพาะสถาบันการศึกษาได้เร่งวิจัยเกี่ยวกับการปนเปื้อนตะกั่วและแคดเมียมทั้งในน้ำและในดินด้วยสารกำจัดที่เตรียมจากวัสดุต่างๆทั้งมาจากธรรมชาติ กากของเสียและที่สังเคราะห์ขึ้น พบว่าวิธีการดูดติดผิวหรือการดูดซับด้วยถ่านและถ่าน กัมมันต์เป็นวิธีที่ได้ผลระดับนาโนเทคโนโลยี แต่การพัฒนายังคงดำเนินอยู่เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสารดูดซับสูงสุดเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดและยืดอายุการใช้งานให้นานขึ้นเพื่อลดปริมาณของเสียสู่สิ่งแวดล้อม ดังนั้นผลงานวิจัยการกำจัดตะกั่ว แคดเมียมและสังกะสีในประเทศไทยจึงมีปริมาณมากในช่วง10 ปีที่ผ่านมา (ตารางที่1.1) อย่างไรก็ตามปริมาณการกำจัดแคดเมียมด้วยสารดูดซับที่เตรียมจากวัสดุต่างๆยังทำได้ไม่สูงนัก(ตารางที่ 1.2)

การคิดค้นวิธีการใหม่ๆที่มีประสิทธิภาพและหลากหลายในการนำของเสียเหล่านั้นมาแปรรูปใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์และการทำให้ของเสียมีพิษน้อยลงรวมทั้งการกำจัดของเสียนานาชนิดเพื่อการอนุรักษ์และปกป้องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืนสำหรับชนรุ่นปัจจุบันและอนาคต

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบปริมาณการกำจัดตะกั่วด้วยสารดูดซับชนิดต่างๆ

Adsorbents	Lead Removal (mg/gm)	References
กะลาปาล์ม	2.58	สุจนีย์ คุ่ยเสงียม, 2544
กะลามะพร้าว	8.37	สุจนีย์ คุ่ยเสงียม, 2544
ซิลิกาเจลเคลือบเหล็กออกไซด์	11.82	เบญจวรรณ วงศ์ศิริ, 2547
กากขี้แป้งผสมดินเหนียว	42.10	เกสินี ตันติสุวรรณกุล, 2547
Hardwood bark	72.47	Am Youngwoo และ Pual, 2005
ถ่านกัมมันต์กากขี้แป้งจากน้ำยางข้น	116.18	ปนัดดา คำรัตน์, 2545
ซีโอไลต์	175.0	Babel และ Kuniawan, 2003
เปลือกข้าวโพด(husk cob)	495.0	Igwe, J.C. และคณะ, 2005
waste slurry	1030	Babel และ Kuniawan, 2003
ถ่านกระดูกเผาที่ 400 องศา	617.5	ศุภกิจ พัฒนะเตชะ, 2545
ถ่านกระดูกกระตุ้นด้วยซิงค์คลอไรด์	1002	จักรพงษ์ แสนชัย, 2548
lignin	1865	Babel และ Kuniawan, 2003

ตารางที่ 1.2 เปรียบเทียบปริมาณการกำจัดแคดเมียมด้วยสารดูดซับชนิดต่างๆ

Adsorbents	Cadmium Removal (mg/gm)	References
ดินเหนียวอินทรีย์ออยซอร์บ (oilsorb organoclay)	0.8	www.biomininc.com(11 ธันวาคม 2547)
ถ่านไม้แดง	4.9	หทัยกาญจน์ เบญจวิทยาธรรม, 2547
ผงไม้ซีดาร์กระตุ้นด้วยโซเดียมคลอไรด์	8.3	Yamaguchi และ Tatsumoto, 1974
ผงไม้	9.18	Tatsuyama และ คณะ, 1975
ดินเหนียวและกากขี้แป้งจากน้ำยางข้น	47.2	เกสินี ตันติสุวรรณกุล, 2547
ซีโอไลท์	47.9	www.biomininc.com (11 ธันวาคม 2547
ผงเปลือกไม้	71.6	Tatsuyama และ คณะ, 1975
ถ่านกระดูก	68.0	ศุภกิจ พัฒนะเตชะ, 2545

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.2 (ต่อ) เปรียบเทียบปริมาณการกำจัดแคดเมียมด้วยสารดูดซับชนิดต่างๆ

Adsorbents	Cadmium Removal (mg/gm)	References
ถ่านกระดูก	64.0	www.biomininc.com(11 ธันวาคม 2547)
เปลือกข้าวโพด(husk cob)	455.0	Igwe, J.C. และคณะ, 2005

การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษา ค้นคว้า ข้อมูลด้านต่างๆเกี่ยวกับสารดูดติดผิว โดยเฉพาะสารดูดติดผิวที่เตรียมจากกระดูกสัตว์และถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากกระดูกสัตว์ทั้งทฤษฎี แนวความคิด และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการนำกระดูกสัตว์และถ่านกัมมันต์จากกระดูกสัตว์มาใช้กำจัดโลหะหนักเพื่อเป็นพื้นฐานนำไปสู่การวิจัยหาวิธีการ(Methodology)และปัจจัยที่เหมาะสมในการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสีย ประการสำคัญคือการใช้ประโยชน์จากกระดูกสัตว์และถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากกระดูกสัตว์ด้านสิ่งแวดล้อมขณะนี้ยังมีไม่มากและองค์ความรู้อีกหลายประการยังไม่เป็นที่เปิดเผยและท้าทายให้มีการค้นคว้าศึกษาวิจัยกันมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อเตรียมสารดูดติดผิวจากกระดูกหมู ผงกระดูก ถ่านกระดูก และถ่านกัมมันต์จากกระดูกที่กระตุ้นด้วยโซเดียมคลอไรด์ รวมทั้งศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของสารดูดติดผิวที่เตรียมได้

1.2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและปัจจัยในการกำจัดตะกั่วและแคดเมียม ด้วยสารดูดติดผิวที่เตรียมได้

1. 2.3 เพื่อศึกษากลไกและไอโซเทอมของสารดูดติดผิวที่เตรียมได้ในการกำจัดตะกั่วและแคดเมียม

1.3. สมมติฐานของการวิจัย (Hypothesis)

สารดูดซับที่เตรียมจากกระดูกหมูมีประสิทธิภาพในการกำจัดตะกั่วและแคดเมียมในน้ำเสียสังเคราะห์ได้สูง โดยสารดูดซับจากกระดูกหมู คือ ผงกระดูก ถ่านกระดูก และถ่านกัมมันต์กระดูกสามารถกำจัดตะกั่วและแคดเมียมได้

1.4. ขอบเขต ระยะเวลา และสถานที่ทำการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1.1 ใช้กระดูกหมูที่เป็นของเสียจากการทำน้ำซุปของร้านขายข้าวต้มทรงเครื่องในการเตรียมสารดูดซับ

1.4.1.2 การเตรียมผงกระดูกหมูจากกระดูกหมูสดที่ซื้อมาและเตรียมในสภาวะเดียวกับผงกระดูกและเกล็ดกระดูกที่เตรียมได้จากข้อ 1.4.1.1 เป็นตัวควบคุมเปรียบเทียบกับโดยนำกระดูกหมูในส่วนเดียวกับกระดูกหมูในข้อ 1.4.1.1 คือ กระดูกขาหน้าและกระดูกขาหลังของหมูส่วนที่ต่อกับลำตัว เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการจัดตะกั่วและแคดเมียม รวมทั้งการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

1.4.1.3 เตรียมสารดูดซับ 3 ชนิดจากวัตถุดิบในข้อ 1.4.1.1 คือผงกระดูกอบ ถ่านกระดูกและถ่านกัมมันต์กระดูกที่กระตุ้นด้วยเกลือแกง (โซเดียมคลอไรด์ : NaCl)อิ่มตัว แล้วเลือกสภาวะการเตรียมถ่านกัมมันต์ที่มีคุณสมบัติเหมาะสม

1.4.1.4 ตรวจสอบคุณสมบัติของสารดูดซับที่เตรียมได้ เช่น พื้นที่ผิวจำเพาะ ขนาดและปริมาตรของโพรง (มอก. 900-2532)

1.4.1.5 ประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วและแคดเมียมในน้ำเสียสังเคราะห์ที่เตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการ(ASTM., 1996, D 3860-89 a)

1.4.1.6 การหาไอโซเทอมของการดูดติดผิวของผงกระดูกหมู ถ่านกระดูกหมู และถ่านกระดูกที่ถูกกระตุ้นด้วยโซเดียมคลอไรด์ (ASTM., 1996, D 3860-89 a)

1.4.1.7 การฟื้นสภาพเกล็ดกระดูกที่ใช้กำจัดตะกั่วและแคดเมียมแล้ว

1.4.2 ระยะเวลาและสถานที่ทำการวิจัย

ช่วงเวลาการวิจัย 1 พฤศจิกายน 2547 ถึง 31 เมษายน 2551 โดยแบ่งการวิจัยเป็น 5 ช่วง ช่วงละ 10 เดือน โดยช่วงที่1 เป็นการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมสารดูดซับทั้ง 3 ชนิดจากกระดูกสัตว์ รวมทั้งทดสอบค่าตัวชี้วัดต่าง ๆ และคุณสมบัติทางกายภาพ ช่วงที่2-3 การนำกระดูกสัตว์ที่เตรียมได้มาทดลองกำจัดสารละลายตะกั่วและแคดเมียมที่เตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการโดยการทดลองแบบแบตช์ ช่วงที่ 4 การหาไอโซเทอมการดูดติดผิวของสารดูดซับที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดตะกั่วและแคดเมียม รวมทั้งการตรวจสอบโครงสร้างและองค์ประกอบของสารดูดซับภายหลังการดูดซับโลหะทั้งสองชนิดแล้ว เช่น ภาพถ่ายทางอิเล็กตรอนไมโครสโคป (SEM) และ

กราฟของเอกซเรย์รีเฟลกซ์โตมิเตอร์(XRD) ช่วงที่5 การฟื้นสภาพเกล็ดกระดูกที่ใช้งานแล้ว การประมวลและวิเคราะห์ข้อมูลการทดลอง รวมทั้งการสรุปผลการวิจัย

สถานที่ทำการวิจัย คือห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิเคราะห์สินค้า กรมศุลกากรและห้องวิจัยการจัดการของเสียอุตสาหกรรม ห้องปฏิบัติการกำจัดขยะ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 นิยามศัพท์

เพื่อให้การศึกษาวิจัยนี้มีความเข้าใจตรงกัน จึงได้ให้ความหมายของคำศัพท์เฉพาะบางคำที่ปรากฏในเอกสารการวิจัย ดังนี้

(1) กระดูกสัตว์ (Animal Bone/ Bone)

หมายถึงกระดูกหมูที่เป็นกระดูกขาหน้า(picnic shoulder) และกระดูกขาหลังส่วนที่ต่อกับลำตัวหรือส่วนสะโพก(ham)(http://www.thaifeed.net/animal/swine/swine-14.html)

(2) ประสิทธิภาพ (Efficiency)

เป็นความสามารถที่ทำให้เกิดผลในการงาน (พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน, 2542) การวิจัยนี้ประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนัก คือความสามารถกำจัดตะกั่วหรือแคดเมียมต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักของสารดูดซับ

(3) ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่เตรียมขึ้นจากวัสดุที่มาจากธรรมชาติหรือแร่หรือผลิตภัณฑ์จากพืชหรือสัตว์ รวมทั้งของเสียจากอุตสาหกรรม โดยการเผาในที่อับอากาศ เพื่อให้มีคุณสมบัติในการดูดติดผิว มลสารประเภท สารเคมี อากาศ ก๊าซ สารมลพิษ และสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ต้องการ (http://www.chemvironcarbon.com/carbon/definition)

(4) โลหะหนักหรือโลหะเป็นพิษ (Heavy or Toxic Metals)

หมายถึงโลหะที่มีน้ำหนักอะตอมมากกว่าโซเดียม (ซึ่งมีน้ำหนักอะตอม 22.9) ซึ่งใช้ทำปฏิกิริยากับกรดไขมันเกิดเป็นสบู่ ตัวอย่างโลหะหนัก เช่น อลูมิเนียม ตะกั่ว แคดเมียม ปรอท โครเมียมและสารหนู เป็นต้น (The Condensed Chemical Dictionary, 1981 : 519)

(5) การดูดติดผิว (Adsorption)

เป็นปรากฏการณ์ที่อะตอม ไอออนหรือโมเลกุลของก๊าซหรือของเหลวเคลื่อนที่จากเฟสที่เป็นก๊าซหรือเฟสที่เป็นของเหลวไปติดบนผิวของสารดูดติดซึ่งเป็นของแข็ง (Columbia encyclopedia, http://columbia.thefreedictionary.com / adsorption)

(6) สารดูดติดผิว (Adsorbent)

สารที่มีความสามารถที่จะยึดโมเลกุลหรือสารอื่นไว้บนผิวของมัน สารดูดติดผิวอาจทำมาจากวัสดุต่าง ๆ กัน ทั้งจากแร่ จากพืชหรือสัตว์ และจากของเสียในอุตสาหกรรม (Farlex, The free dictionary, http://encyclopedia.thefreedictionary. com/adsorbent, 26 May 2006)

(7) สารถูกดูดติดผิว (Adsorbate)

สารที่เป็นอะตอม ไอออนหรือโมเลกุลของสารที่มีสภาพเป็นก๊าซหรือเป็นของเหลวที่ถูกดูดติดบนผิวของสารดูดติดผิว(Farlex, The free dictionary, http://encyclopedia.thefreedictionary.com/adsorbates, 26 May 2006)

(8) การดูดติดผิวทางเคมี (chemisorption หรือ chemical adsorption)

การยึดมลสารไว้ที่ผิวของสารดูดติดผิวด้วยพลังงานของแรงยึดทางเคมี(chemical bond)(ASTM., 2006, D 2652-05a. : 838)

(9) การดูดติดผิวทางกายภาพ(physi-sorption หรือ physical adsorption หรือ vander Waals adsorption)

การยึดติดมลสารไว้ที่ผิวของสารดูดติดผิวด้วยแรงที่มีระดับพลังงานในปริมาณของcondensation (ASTM., 2006, D 2652-05a. : 840)

(10) ไอโซเทอมของการดูดติดผิว (Adsorption Isotherm)

รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารถูกละลายหรือปริมาณสารที่ต้องการกำจัดกับความเข้มข้นของสารที่ถูกละลายหรือสารที่ต้องการกำจัดที่จุดสมดุลภายใต้สภาวะของอุณหภูมิที่คงที่(ASTM., 2006; D 2652-05a. : 839)

(11) เวลาสัมผัส (Contact Time)

เวลาที่ใช้เพื่อให้สารถูกละลายในสารละลายที่เคลื่อนที่จากเฟสหนึ่งไปสู่ผิวของสารดูดซับที่อยู่ในอีกเฟสหนึ่งแล้วเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนหรือการดูดติดผิวขึ้น

(12) พีเอช (pH)

เป็นค่าที่แสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจน (H^+) ในน้ำ ในทางปฏิบัติ ค่าพีเอช แสดงถึงความเป็นกรดหรือด่างของสารละลาย (สมาคมวิศวกร สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย , 2540 : 31)

(13) จุดสิ้นสุดสภาพ (Breakthrough)

เป็นจุดที่สารดูดซับหมดคุณสมบัติในการดูดติดผิว เนื่องจากการใช้งาน ที่สภาวะนี้ความเข้มข้นของสารที่ต้องการกำจัดในสารละลายที่เข้าสู่ระบบ (Influent) จะเท่ากับความเข้มข้นของสารที่เหลืออยู่ในสารละลายที่ออกจากระบบ (Effluent)ภายใต้สภาวะที่กำหนด(ASTM., 2006, D 2652-05a. : 838)

(14) การฟื้นสภาพสารดูดติดผิวที่ใช้แล้ว (Regeneration)

หมายถึงกระบวนการทำให้สารดูดติดผิวที่หมดอำนาจหรือคุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนไอออนหรือดูดติดผิวกลับคืนสภาพมามีคุณสมบัติในการกรองหรือดูดติดผิวสารไม่พึงประสงค์ กระบวนการปรับสภาพอาจทำได้โดยการใช้สารเคมี ไอน้ำ ก๊าซ หรือหลายวิธีร่วมกัน (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ , 2538 : หน้า 104-105)

(15) ไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine Number)

เป็นค่าตัวเลขดัชนีชี้วัดความสามารถในการดูดติดผิวสารไม่พึงประสงค์ที่มีขนาดโมเลกุลต่ำ เมื่อค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูง แสดงว่าถ่านกัมมันต์นั้นสามารถดูดติดผิวขนาดโมเลกุลต่ำได้ดี ไอโอดีนนัมเบอร์มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมของไอโอดีนที่ถูกดูดซับไว้ด้วยถ่านกัมมันต์ 1 กรัม เมื่อความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนหลังจากถูกดูดซับและผ่านการกรองแล้วเป็น 0.02 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (มอก.9000-2532)

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้

1.6.1 ค้นพบสารดูดซับกลุ่มใหม่ที่เตรียมจากกระดูกหมูที่มีประสิทธิภาพสูงซึ่งต่างจากผลงานวิจัยที่ได้มีการศึกษาจากกระดูกวัวและกระดูกควายในการกำจัดตะกั่วและแคดเมียม\

1.6.2 นำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในการกำจัดโลหะหนักชนิดอื่นๆในเชิงพาณิชย์

1.6.3 เป็นข้อมูลสำหรับผู้วิจัยในอนาคตที่จะศึกษาการกำจัดโลหะหนักอื่นที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมด้วยสารดูดซับจากกระดูกหมูรวมทั้งการกำจัดโลหะชนิดอื่นที่หลากหลายด้วยสารดูดซับจากกระดูกสัตว์ชนิดอื่น

1.6.4 เป็นข้อมูลสำหรับงานวิจัยในอนาคตเพื่อประยุกต์ใช้สารดูดซับจากกระดูกหมูมาแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนสารตะกั่วในลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และการปนเปื้อนแคดเมียมในห้วยแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก