บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

การปนเปื้อนของสารหนูในแหล่งน้ำและในดินถือเป็นปัญหาที่สำคัญในหลายประเทศรวมถึงประเทศไทยด้วย โดยการปนเปื้อนสารหนูดังกล่าวมักมีมาจากการทำเหมืองแร่-ถลุงแร่ และอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมแก้วและอัลลอยด์ ตลอดจนการเกษตร เช่น สารกำจัดศัตรูพืช กำจัดรา (Singh, Singh, Parihar, & Singh, 2015; Agrafioti, Kalderis, & Diamadopoulos, 2014a) เป็นต้น โดยสารหนูสามารถพบได้ 2 รูปแบบ คือ สารหนูอินทรีย์และสารหนูอนินทรีย์ โดยรูปของสารหนูที่อยู่ในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารอนินทรีย์ที่มีวาเลนซี +5 เรียกว่าอาร์เซเนต (As^{+5}) พบได้หลายรูป เช่น AsO_4^{-3}, $HAsO_4^{-2}$ และ $HAsO_4^{-2}$ และวาเลนซี +3 (As^{+3}) เรียกว่าอาร์เซไนต์ พบได้หลายรูปเช่นเดียวกัน ได้แก่ $As(OH_3)$, $AsOH_4^{-}$, $AsO_2(OH)^{-2}$ และ AsO_3^{-3} (Singh, Singh, Parihar, & Singh, 2015; Ren et al., 2014) เมื่อมนุษย์ได้รับสารหนูปริมาณมากเกินไปจะมีผลกระทบรุนแรงต่อระบบประสาท ระบบทางเดินอาหาร และระบบผิวหนัง และถ้าได้รับสารหนูอย่างต่อเนื่องจะทำให้เกิดอาการแบบเรื้อรังซึ่งเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินอาหาร ระบบย่อย ระบบไหลเวียนโลหิตและขับถ่าย รวมทั้งมีผลต่อการเกิดมะเร็ง (Singh, Singh, Parihar, & Singh, 2015; Li, Liu, Jia, Guo, & Na, 2012)

ปัญหาการปนเปื้อนสารหนูในสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยพบมาก ขึ้นเรื่อยๆ ในหลายๆพื้นที่ โดยพบการปนเปื้อนสารหนูครั้งแรกที่อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นในบริเวณพื้นที่การทำเหมืองแร่ดีบุก ซึ่งสารหนูถือเป็นผลพลอยได้จากการถลุงแร่ ส่วนใหญ่จะเป็นแร่อาร์เซโน-ไพไรต์ (arsenopyrite, FeAsS) ที่มากับสารแร่ดีบุก การแพร่กระจายของสารหนูเกิดจากสารหนูในแร่ arsenopyrite ที่ปนเปื้อนกับสายแร่ถูกขุดออกมาก เมื่อเข้าสู่กระบวนการแยกแร่ arsenopyrite จะถูกแยกออกมากับหางแร่และทิ้งไว้ทำให้เกิดการแพร่กระจายสู่แหล่งน้ำและสู่ดิน และพบว่า สารหนูปนเปื้อนในดินตั้งแต่ 21-16,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (เพชรดา เจริญมิตร, 2554) ปัญหาของสารหนูในพื้นที่ดังกล่าวทำให้ประชาชนเดือดร้อนกับการที่เป็นโรคไข้ดำระบาดในพื้นที่ อำเภอ ร่อนพิบูลย์ จังหวัด นครศรีธรรมราช แต่อย่างไรก็ตามปัญหาการแพร่กระจายของสารหนูในแหล่งน้ำและดิน ที่อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นปัญหาที่สะสมมากกว่า 30 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 ถึงปัจจุบัน เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเคยเป็นเหมืองแร่ดีบุกมาก่อนและพื้นที่ผ่านการทำเหมืองแล้วจะถูกให้ปล่อยให้รกร้างทั่วไป ประชาชนก็เข้าไปอยู่อาศัย บางแห่งก็ปล่อยให้เป็นบ่อแอ่งรับน้ำ เพื่อใช้สอยของชาวบ้านต่อไป สารหนูก็จะปนอยู่ในน้ำทำให้ประชาชนมีโอกาสรับสารหนูได้โดยตรงจากการบริโภคและทางอ้อม คือการบริโภคพืชผัก ผลไม้ ที่ปลูกกินเองในพื้นที่ดังกล่าวที่มีปริมาณการสะสมของสารหนูในปริมาณที่สูงซึ่งทำให้สารหนูที่ปนเปื้อนอยู่ในดินถูกพืชผักดูดดึง (uptake) สารหนูเข้าไปส่วนต่างๆของพืช เมื่อมนุษย์กินพืชผักเหล่านี้เข้าไปจะทำให้สารหนูเข้าไปสะสมในร่างกายเพิ่มขึ้น (Gregory, Anderson, Arbestain, & McManus, 2014)

ไบโอชาร์ (biochar) เกิดจากการเผาไหม้ของชีวมวลอย่างไม่สมบูรณ์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนจำกัด (Agrafioti, Kalderis, & Diamadopoulos, 2014a; Wang, Gao, Zimmerman, Li, Ma, & Harris, 2015) ลักษณะคล้ายกับถ่านที่ผลิตโดยการเผาโดยวิธีธรรมชาติ เป็นวัสดุที่มีรูพรุนและมีพื้นที่ผิวสูง และค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation exchange capacity, CEC) สูง ไบโอชาร์เมื่อใส่เข้าไปในดินจะเป็นการปรับปรุงคุณภาพของดินให้ดีขึ้นและเป็นปุ๋ย ในการเพิ่มผลผลิตพืช (Huang, Yang, Qin, Jiang, & Zou, 2013) นอกจากนี้ไบโอชาร์มีศักยภาพในการดูดซับโลหะหนักในดินและในน้ำ และเมื่อใส่ในดินจะลดการเคลื่อนที่ของโลหะหนักในดิน (mobility) ได้ดี (Huang, Yang, Qin, Jiang, & Zou, 2013; Hossain, Strezov, Chan, & Nelson, 2011; Fellet, arrchio, Delle, & Peressotti, 2011) ทั้งนี้เนื่องจากผิวของไบโอชาร์ (surfaces of biochas) ส่วนใหญ่มีสภาพเป็นประจุลบ (negative charges) จึงสามารถจับกับโลหะหนักที่เป็นประจุบวกได้ดี นอกจากนี้แล้วผิวของไบโอชาร์ยังมีหมู่ฟังก์ชันหลายอย่าง เช่น คาร์บอกซิลิก (carboxylic groups) แลคโตน (lactone groups) และหมู่ฟังชั่นที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสามารถดูดซับโลหะหนักได้เพิ่มขึ้น (Agrafioti, Kalderis, & Diamadopoulos, 2014a)

Agrafioti, Kalderis, & Diamadopoulos (2014a) ได้ใช้ไบโอชาร์จาก แกลบ กากตะกอนของน้ำเสีย (sewage sludge) และของแข็งอินทรีย์ (organic solid waste) ในการบำบัดสารหนู (V) พบว่า ไบโอชาร์จากกากตะกอนของน้ำเสียมีศักยภาพในการบำบัดสารหนู ได้ปริมาณร้อยละ 53% ซึ่งสูงกว่าไบโอชาร์จากแกลบ และของแข็งอินทรีย์ อาจเนื่องจากในเถ้าของกากตะกอนน้ำเสียมีปริมาณของเหล็ก (Fe_2O_3) เป็นองค์ประกอบอยู่สูงจึงสามารถดูดซับสารหนู (V) ได้เพิ่มขึ้น และต่อมามีนักวิจัยหลายท่านทำการปรับสภาพไบโอชาร์โดยการเพิ่มเหล็ก (Fe) ให้ยึดเกาะที่ผิวของไบโอชาร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับสารหนู (Wang, Gao, Zimmerman, Li, Ma, & Harris, 2015; Xu, Ding, Zimmerman, Wang, & Gao, 2015; Baig, Muhammad, & Sheng, 2014) และ Zhang, & Gao (2013) ยังพบว่า ไบไอชาร์ที่ปรับสภาพด้วย AlOOH ในการดูดซับสารหนูในน้ำที่ปนเปื้อนสารหนูจะทำให้ประสิทธิภาพการดูดซับสูงขึ้นเนื่องจากเพราะอลูมิเนียมที่ยึดเกาะผิวไบโอชาร์สามารถดูดจับกับสารหนูได้ดีขึ้น

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมดังนั้นในประเทศจึงมีวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมากที่นำมาใช้เป็นวัสดุเชื้อเพลิง เช่น ชานอ้อย แกลบ ขี้เลื่อย เป็นต้น หลังจากนั้นวัสดุเหล่านี้จะกลายเป็นเถ้า คือ เป็นเถ้าหนักชานอ้อย เถ้าแกลบ เถ้าขี้เลื่อย ตามลำดับ เถ้าเหล่านี้คือ ไบโอชาร์นั่นเอง และกลายเป็นวัสดุเหลือทิ้งจำนวนมากมายที่จำเป็นจะต้องหาทางกำจัด หรือนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ทางด้านอื่น การศึกษาผลของไบโอชาร์ต่อการปริมาณความเข้มข้นของสารหนูที่ถูกดูดดึง (uptake) เข้าไปในพืชผักสวนครัวงานวิจัยที่มีน้อยมาก

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาการใช้ไบโอชาร์ ได้แก่ เถ้าหนักชานอ้อย เถ้าแกลบ เถ้าขี้เลื่อย ผสมกับดินขาว (Kaolin) ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน มาใส่ในดินที่ปนเปื้อนสารหนูเพื่อปลูกพืชผัก สวนครัว เนื่องจากดินขาวมีองค์ประกอบที่มี Al_2O_3 และ Fe_2O_3 (Aung, Tertre,Suksabye, Worasith, & Thiravetyan, 2015)

เป็นองค์ประกอบด้วย โดยการวิจัยจะศึกษาผลของโอชาร์ที่ผสมด้วยดินขาวต่อการลดการดูดดึง (uptake) สารหนูเข้าไปพืชผักสวนครัว ซึ่งเป็นแนวทางในการการลดการปนเปื้อนสารหนูในพืชผักสวนครัวทำให้ประชาชนสามารถบริโภคได้ไม่เป็นอันตรายถึงแม้จะปลูกผักสวนครัวในพื้นที่ที่มีสารหนูปนเปื้อนอยู่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไบโอชาร์ร่วมกับดินขาวเพื่อลดปริมาณสารหนูที่สะสมในผักสวนครัวเมื่อปลูกในดินที่ปนเปื้อนสารหนู
2. ศึกษาปริมาณการสะสมสารหนูในส่วนต่างๆ ของผักสวนครัวเมื่อใช้ไบโอชาร์ร่วมกับดินขาวเติมในดินที่ปนเปื้อนสารหนูในการปลูกผักสวนครัว
3. ศึกษาปริมาณของสารหนูที่เหลืออยู่ในดินเมื่อใช้ไบโอชาร์ร่วมกับดินขาวเติมในดินที่ปนเปื้อนสารหนูในการปลูกผักสวนครัว
4. ศึกษาการเจริญเติบโตของผักสวนครัวในรูปน้ำหนักแห้งเมื่อใช้ไบโอชาร์ร่วมกับดินขาวใส่ในดินที่ปนเปื้อนสารหนูในการปลูกผักสวนครัว

ขอบเขตการวิจัย

1. ไบโอชาร์ที่ใช้ได้แก่ เถ้าลอยชานอ้อย เถ้าขี้เลื่อย และ เถ้าแกลบ
2. ดินขาวที่ใช้นำมาจากจังหวัดระนอง
3. ผักสวนครัวที่ปลูกได้แก่ พริกขี้หนู และ มะเขือเปราะ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การใช้ไบโอชาร์ร่วมกับดินขาวเป็นวัสดุปรับปรุงดินเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาการลดการปนเปื้อนของสารหนูในผลของพืชผักสวนครัว เช่น พริกขี้หนู และมะเขือเปราะ จุดประสงค์เพื่อให้ปริมาณสารหนูอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อที่ประชาชนสามารถพืชสวนครัวดังกล่าวไปบริโภคได้ถึงแม้จะปลูกในพื้นที่การปนเปื้อนสารหนู
2. ได้องค์ความรู้พื้นฐานเพื่อไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่เพาะปลูกพืชผักชนิดอื่นๆ ที่มีปัญหาการปนเปื้อนสารหนู