

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปี พ.ศ. 2541 พบการปนเปื้อนโลหะตะกั่วในลำห้วยคลิตี้ อำเภอลำปาง จังหวัดกาญจนบุรี (กรมควบคุมมลพิษ, 2556) การปนเปื้อนเกิดจากการรั่วไหลของหางแร่จากบ่อเก็บกากตะกอนของโรงแต่งแร่คลิตี้ บริษัทตะกั่วคอนเซนเตรทส์ (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งรับแร่มาจากเหมืองบ่องาม การปนเปื้อนตะกั่วในแหล่งน้ำส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนอย่างรุนแรงในหมู่บ้านคลิตี้ล่าง เนื่องจากการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค การบริโภคอาหารที่ได้จากธรรมชาติซึ่งมีการปนเปื้อนโลหะตะกั่ว เช่น ปลาจากลำห้วยที่มีการปนเปื้อน หรือการบริโภคพืช ผัก หรือผลิตผลทางการเกษตรซึ่งปลูกบนดินที่มีการปนเปื้อนโลหะตะกั่ว เมื่อบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนจะได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย และตะกั่วจะถูกสะสมไว้ในร่างกายซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างรุนแรงต่อชาวบ้านที่อาศัยในบริเวณที่มีการปนเปื้อน การได้รับตะกั่วปริมาณมากอาจทำให้เกิดอาการปวดท้อง น้ำหนักลด เบื่ออาหารคลื่นไส้ อาเจียน ท้องผูก อาการทางประสาทและสมอง ทำให้ทรงตัวไม่อยู่ เกิดอาการประสาทหลอน ซึมเศร้า สับสน ชัก มือและเท้าตก เป็นอัมพาต สลบและอาจตายได้ (ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา, 2532) นอกจากนั้นยังส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศอีกด้วย ดังนั้นการบริหารจัดการพื้นที่ปนเปื้อนเพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจึงมีความสำคัญ

การบำบัดดินปนเปื้อนโลหะหนักด้วยวิธีทางกายภาพและเคมี นอกจากจะมีค่าใช้จ่ายสูงมากแล้วยังส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินอาจทำให้ดินไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้ การใช้พืชบำบัดพื้นที่ปนเปื้อนโลหะหนัก (Phytoremediation) เป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนโลหะหนัก (Ali et al., 2013) การใช้พืชบำบัดพื้นที่ปนเปื้อนโลหะหนักนอกจากมีค่าใช้จ่ายต่ำแล้วยังช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินอีกด้วย การใช้พืชบำบัดพื้นที่ปนเปื้อนโลหะหนักอาจทำได้โดยการใช้พืชดูดซับโลหะหนักออกจากดินเพื่อลดปริมาณโลหะหนักในดิน (Phytoextraction) ซึ่งสามารถนำไปใช้ในพื้นที่ย่อยปนเปื้อนโลหะหนักที่ไม่ถูกใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร โดยใช้พืชที่สามารถทนทานต่อโลหะหนักได้และสามารถดูดซับโลหะหนักได้ดีและเก็บสะสมในส่วนลำต้นเหนือดินไปปลูกบนพื้นที่ปนเปื้อนและเก็บเกี่ยวพืชที่มีโลหะหนักปนเปื้อนไปกำจัดด้วยวิธีการที่เหมาะสม การใช้พืชดูดซับโลหะหนักในดินนอกจากจะทำให้ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินมีปริมาณลดลงแล้วยังช่วยลดการชะล้างโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินไปปนเปื้อนในบริเวณอื่นๆ (Ali et al., 2013; Bhargava et al., 2012; Rascio & Navari-Izzo, 2011) อย่างไรก็ตามการนำพืชดูดซับโลหะหนักปริมาณสูงไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดพื้นที่เกษตรกรรมที่ปนเปื้อนโลหะหนักอาจมีข้อจำกัด เนื่องจากพืชที่นำไปใช้ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือก่อให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจ ในทางกลับกันหากนำพืชดูดซับโลหะหนักปริมาณสูงที่สามารถใช้ประโยชน์ได้มาปลูกบนพื้นที่เกษตรกรรมที่ปนเปื้อนโลหะหนักอาจมีคนหรือสัตว์ได้รับโลหะหนักจากการบริโภคหรือใช้ประโยชน์พืชซึ่งมีโลหะหนักสะสมอยู่ (Mench et al., 2006)

การสร้างเสถียรภาพของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินเพื่อลดการดูดซับโลหะหนักของพืช (Phytostabilization) เป็นวิธีการหนึ่งของการใช้พืชจัดการพื้นที่ปนเปื้อนโลหะหนักที่น่าสนใจ เพราะนอกจากพืชจะช่วยลดการชะล้างของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินเพื่อป้องกันโลหะหนักกระจายตัวไปปนเปื้อนในบริเวณกว้างแล้วยังสามารถใช้ประโยชน์จากพืชที่ปลูกบนพื้นที่ปนเปื้อนซึ่งไม่มีโลหะหนักสะสมอยู่หรือมีโลหะหนักในปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (Standard value) ซึ่งไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยต่อคนและสัตว์ที่ใช้ประโยชน์จากพืชนั้น การสร้างเสถียรภาพของโลหะหนักในดินเป็นวิธีที่น่าจะมีประโยชน์มากในการจัดการพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการปนเปื้อนโลหะหนัก (Mench et al., 2006; Witters et al., 2012)

สารปรับปรุงบำรุงดิน (Soil amendments) หมายถึง สารใดๆก็ตามที่เมื่อเติมลงดินแล้วสามารถช่วยปรับปรุงดินให้มีสภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชให้ดีขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงทางด้านกายภาพ เคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดินหรือสภาพทางชีวภาพในดินและยกเว้นปุ๋ยเคมี ตัวอย่างของสารปรับปรุงบำรุงดิน ได้แก่ ปูนขาว หินปูน ยิปซัม ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆเช่นปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ฯลฯ การใช้สารปรับปรุงบำรุงดินมักมีวัตถุประสงค์หลักมิใช่เพื่อต้องการให้ธาตุอาหารแก่พืชโดยตรง แต่มีเป้าหมายสำคัญเพื่อปรับปรุงสมบัติทางด้านกายภาพ เคมี และทางชีวภาพมากกว่า การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชในดิน สารปรับปรุงบำรุงดินที่มีการจัดหาหรือผลิตใช้กันมีหลายชนิด เช่น สารอินทรีย์ที่ได้จากธรรมชาติ เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ เศษพืชและผลพลอยได้จากผลิตผลทางการเกษตร กรดฮิวมิก สารอินทรีย์สังเคราะห์ชนิดต่างๆ เช่น สารพอลิเมอร์ทั้งชนิดที่ไม่ละลายน้ำและละลายน้ำ สารอนินทรีย์ที่ได้จากธรรมชาติในรูปหินหรือแร่ เช่น หินปูน ยิปซัม แร่ดินเหนียวชนิดต่างๆเช่น มอนต์มอริลโลไนต์ (Montmorillonite) ในกลุ่มสเมกไทต์ (Smectite) เวอร์มิคูไลท์ (Vermiculite) ซีโอไลท์ (Zeolite) เป็นต้น แร่หรือสารที่มีการแปรรูปโดยการเผ่า เช่น แคลไซด์เคลย์ (Calcined clay) ไอโซไลท์ (Isolite) ฯลฯ และสารอนินทรีย์สังเคราะห์ชนิดต่างๆ เช่น สารเคมีในรูปสารประกอบแอมโมเนียมไทโอซัลเฟต แคลเซียมพอลิซัลไฟด์ เป็นต้น (ปิยะ, 2556)

ปัจจุบันมีรายงานการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าสารปรับปรุงบำรุงดินบางชนิดสามารถช่วยสร้างเสถียรภาพของโลหะหนักในดิน และช่วยลดการดูดซับโลหะหนักของพืชที่ถูกปลูกบนดินปนเปื้อน (Carbonell et al., 2011; Clemente et al., 2010; Farrell et al., 2010; Houben et al., 2012) Rotkittikhun และคณะ (2007) ศึกษาการเจริญเติบโต ความทนทานและการดูดซับสารตะกั่วของหญ้า 2 ชนิดคือ *Thysanolaena maxima* (ตองกง) และ *Vetiveria zizanioides* (หญ้าแฝก) 4 กลุ่มพันธุ์ และผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อดินที่ปนเปื้อนด้วยสารตะกั่วพบว่าการตองกงและหญ้าแฝกกลุ่มพันธุ์สุราษฎร์ธานีและสงขลามีความทนทานและสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีสารตะกั่ว ความเข้มข้นสูง การผสมขี้หมูจะลดค่า EC และค่าความเข้มข้นของตะกั่วที่สกัดโดย DTPA ของดิน รวมทั้งลดการดูดซับสารตะกั่วของพืชทั้งสองชนิด ขี้หมูช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกแต่ไม่ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของตองกง การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและการดูดซับสารตะกั่วของตองกงแต่ไม่ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและการดูดซับสารตะกั่วของหญ้าแฝก Tang และคณะ (2015) ศึกษาการดูดซับตะกั่วจากดินที่มีภาวะความเป็นกรดด้วยกะหล่ำปลีจีน (*Brassica chinensis*) โดยใช้สารปรับปรุงบำรุงดินชนิดอินทรีย์และอนินทรีย์ร่วมกันในการปลูก พบว่าการใช้สารปรับปรุงบำรุงดินพวกอินทรีย์ช่วยเพิ่มค่า pH ของดิน นอกจากนั้นพบว่าการใช้สารปรับปรุงบำรุงดินทั้งชนิด

อินทรีย์และอนินทรีย์สามารถลดการดูดซับตะกั่วของกะหล่ำปลีจีน แต่พวกสารอินทรีย์จะให้ผลที่ดีกว่าพวกสารอนินทรีย์ โดยการสะสมตะกั่วส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ส่วนรากมากกว่าส่วนลำต้น ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สารปรับปรุงบำรุงดินอาจจะช่วยเพิ่มศักยภาพในการใช้พืชบำบัดพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนตะกั่ว

พืชที่มีมวลชีวภาพสูง (Biomass producing crops) เช่น ข้าวโพด ทานตะวันซึ่งสามารถทนทานต่อโลหะหนักได้ดีสามารถนำไปใช้ปลูกบนพื้นที่ปนเปื้อนโลหะหนักได้ (Fässler et al., 2010; Hao et al., 2012; Meers et al., 2010; Slycken et al., 2013) นอกจากนี้พืชดังกล่าวยังเป็นพืชพลังงานที่มีความสำคัญ (กุลชา, 2550; Meers et al., 2010; Slycken et al., 2013; Kötschau et al., 2014) หากมีการพัฒนาวิธีการสร้างเสถียรภาพของตะกั่วในดินเพื่อลดการดูดซับโลหะหนักของพืชที่มีมวลชีวภาพสูงดังกล่าว อาจจะนำพืชดังกล่าวไปปลูกในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีตะกั่วปนเปื้อนซึ่งนอกจากจะเป็นการจัดการพื้นที่เกษตรกรรมที่ปนเปื้อนให้สามารถใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกได้แล้ว พืชดังกล่าวยังนำไปใช้บริโภคและมีมูลค่าทางเศรษฐกิจที่ก่อให้เกิดรายได้กับเกษตรกรอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การจัดการพื้นที่ปนเปื้อนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการใช้สารปรับปรุงบำรุงดินเพื่อลดการดูดซับตะกั่วของพืชที่มีมวลชีวภาพสูง (ข้าวโพด และ ทานตะวัน) โดยปลูกพืชบนดินจากพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการปนเปื้อนตะกั่วและเติมสารปรับปรุงบำรุงดินชนิดต่างๆทั้งชนิดอินทรีย์ (ปุ๋ยคอก และ ปุ๋ยหมักชีวภาพ) และชนิดอนินทรีย์ (ซีโอไลท์ และ เวอร์มิคูไลต์) ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน และการใช้สารปรับปรุงบำรุงดินผสมทั้งชนิดอินทรีย์และชนิดอนินทรีย์ในอัตราส่วนต่างๆ ในโรงเรือนปลูกพืชภายใต้สภาวะควบคุมเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและการดูดซับตะกั่วของพืช ผลการศึกษาจะทำให้ทราบประสิทธิภาพของสารปรับปรุงบำรุงดินชนิดต่างๆ (สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และสารปรับปรุงบำรุงดินผสมระหว่างสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์) ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและการช่วยลดการดูดซับตะกั่วของพืช (ข้าวโพด และ ทานตะวัน) ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้มีความสำคัญต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการปนเปื้อนตะกั่วให้มีศักยภาพทางการเกษตรและสร้างผลผลิตทางการเกษตรที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อศึกษาผลสารปรับปรุงบำรุงดินชนิดอินทรีย์ (ปุ๋ยมูลวัว และ ปุ๋ยหมักชีวภาพ) ต่อการเพิ่มมวลชีวภาพและลดการดูดซับตะกั่วของข้าวโพดและทานตะวัน (*Zea mays* L. and *Helianthus annuus* L.) ที่ปลูกด้วยดินปนเปื้อนตะกั่วที่นำมาจากพื้นที่เกษตรกรรมที่ปนเปื้อนในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในโรงเรือนปลูกพืชภายใต้สภาวะควบคุม

2) เพื่อศึกษาผลของสารปรับปรุงบำรุงดินชนิดอนินทรีย์ (ซีโอไลท์ และ เวอร์มิคูไลต์) ต่อการเพิ่มมวลชีวภาพและลดการดูดซับตะกั่วของข้าวโพดและทานตะวัน (*Z. mays* L. and *H. annuus* L.) ที่ปลูกด้วยดินปนเปื้อนตะกั่วที่นำมาจากพื้นที่เกษตรกรรมที่ปนเปื้อนใน อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในโรงเรือนปลูกพืชภายใต้สภาวะควบคุม

3) เพื่อศึกษาผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารปรับปรุงบำรุงดินชนิดอินทรีย์ (ปุ๋ยมูลวัว และ ปุ๋ยหมักชีวภาพ) และ ชนิดอนินทรีย์ (ซีโอไลท์ และ เวอร์มิคูไลต์) ต่อการเพิ่มมวลชีวภาพและลดการ

ดูดซับตะกั่วของข้าวโพดและทานตะวัน (*Zea mays* L. and *Helianthus annuus* L.) ที่ปลูกด้วยดินปนเปื้อนตะกั่วที่นำมาจากพื้นที่เกษตรกรรมที่ปนเปื้อนใน อำเภอดงหลวง จังหวัดกาญจนบุรี ในโรงเรือนปลูกพืชภายใต้สภาวะควบคุม

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาข้าวโพดและทานตะวันที่ปลูกด้วยดินปนเปื้อนโลหะตะกั่วที่นำมาจากพื้นที่เกษตรกรรมที่ปนเปื้อนในอำเภอดงหลวง จังหวัดกาญจนบุรี ในโรงเรือนปลูกพืช ภายใต้สภาวะควบคุมโดยการใช้สารปรับปรุงบำรุงดินชนิดอินทรีย์ (ปุ๋ยมูลวัว และ ปุ๋ยหมักชีวภาพ) และ ชนิดอนินทรีย์ (ซีโอไลท์และ เวอร์มิคูไลท์) ร่วมด้วยเพื่อช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและในขณะเดียวกันช่วยลดการดูดซับตะกั่วจากดินเพื่อให้พืชมีตะกั่วสะสมในปริมาณที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (Standard value)

1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ไฟโตสเทบิไลเซชัน (Phytostabilization) เป็นการปลูกพืชเพื่อช่วยลดการชะล้างของโลหะหนักในดินเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของโลหะหนักไปปนเปื้อนในบริเวณอื่น โดยพืชจะต้องสามารถเจริญเติบโตบนดินปนเปื้อนโลหะหนักและมีความทนทานต่อโลหะหนักได้ดี แต่ดูดซับโลหะหนักในปริมาณน้อยเนื่องจากพืชมีกลไกจำกัดการลำเลียงโลหะหนักไปยังเซลล์ต่างๆ หรือจำกัดการเคลื่อนที่ของโลหะหนักไปยังส่วนยอดโดยสะสมโลหะหนักปริมาณสูงไว้ในส่วนราก การปลูกพืชสามารถช่วยเพิ่มเสถียรภาพของโลหะหนักในดินผ่านกระบวนการดูดซับ (Sorption) การตกตะกอน (Precipitation) การเกิดสารเชิงซ้อน (Complexation) และการรีดิวซ์ (Metal reduction) การใช้สารปรับปรุงบำรุงดินเติมลงในดินปนเปื้อนโลหะหนักจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และทางชีวภาพของดิน และส่งผลให้ปริมาณโลหะหนักที่ละลายได้ในดินเปลี่ยนแปลงไป โดยสารปรับปรุงบำรุงดินอาจช่วยเพิ่มเสถียรภาพหรือลดการละลายของโลหะหนักในดินซึ่งจะทำให้การดูดซับโลหะหนักของพืชลดลงด้วย หากสามารถพัฒนาวิธีการเพิ่มเสถียรภาพของโลหะหนักในดินและช่วยลดการดูดซับโลหะหนักของพืช อาจทำให้พืชไม่มีโลหะหนักปนเปื้อนหรือการปนเปื้อนต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งจะทำให้สามารถนำพืชไปใช้ประโยชน์ได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยด้านวิชาการ คือ งานวิจัยนี้จะทำให้มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการใช้สารปรับปรุงบำรุงดินชนิดอินทรีย์และชนิดอนินทรีย์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตหรือการเพิ่มผลผลิตของพืชและการสร้างเสถียรภาพของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินเพื่อลดการดูดซับโลหะตะกั่วของพืชเศรษฐกิจ (ข้าวโพดและทานตะวัน) โดยความรู้ด้านวิชาการที่ได้จากการวิจัยนี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีโลหะตะกั่วปนเปื้อน ซึ่งเป็นการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนให้มีศักยภาพทางการเกษตร โดยสามารถปลูกพืชเศรษฐกิจ (ข้าวโพดและทานตะวัน) และให้ผลผลิตที่มีความปลอดภัยสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการบริโภค และมีมูลค่าทางเศรษฐกิจได้