บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

แคดเมียมเป็นโลหะหนักอีกชนิดหนึ่งที่มีปัญหาตกค้างในสิ่งแวดล้อมและในพืชผลทางการเกษตร ทั้งนี้เนื่องจากแคดเมียมเป็นสารเคมีที่มีการสลายตัวช้าและเป็นสารเคมีที่อันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ถ้าสารเคมีเหล่านี้เข้าสู่ร่างกาย ส่วนใหญ่แล้วแคดเมียมเป็นแร่ที่มักพบปะปนกับแร่ชนิดอื่น เช่น มักพบอยู่กับแร่สังกะสี และพบอยู่กับแร่ตะกั่วและทองแดงแต่พบในปริมาณน้อยกว่า โดยพบมากบริเวณเหมืองถลุงแร่ (Mahar et al., 2015) ซึ่งเป็นส่วนที่เหลือของการถลุงสังกะสี ตะกั่ว หรือทองแดง นอกจากนี้แคดเมียมยังใช้ในอีกหลายอุตสาหกรรมเช่น ชุบเคลือบโลหะ ผลิตแบตเตอรี่ การผลิตเม็ดสี และอุตสาหกรรมสิ่งทอ (Mahar et al., 2015; Boparai et al., 2011; Gutierrez-Segura et al., 2012) จากการใช้แคดเมียมดังกล่าวมีโอกาสที่ แคดเมียมจะปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม เช่น ในดิน แหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดิน จึงทำให้แคดเมียมมีโอกาสเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้หลายทาง โดยเฉพาะจากทางดินเมื่อพืชสามารถดูดดึง (uptake) แคดเมียมเข้าสู่ส่วนต่างๆ ของพืช เมื่อมนุษย์บริโภคพืชผักเหล่านี้เป็นอาหารร่างกายจะได้รับสารแคดเมียมที่มีอยู่ในพืชผัก และเมื่อร่างกายได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมาก อาจก่อให้เกิดโรคอิไต-อิไต (Boparai et al., 2011) และทำให้มนุษย์เสียชีวิตได้

ประเทศไทยประสบปัญหาการปนเปื้อนของแคดเมียมในดินและในเมล็ดข้าวในบริเวณลุ่มน้ำแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่ใกล้กับเหมืองถลุงแร่ ซึ่งระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในดินที่ตรวจพบที่บริเวณลุ่มน้ำแม่ตาว ตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ประมาณ 0.5-284 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ขณะที่ตรวจพบแคดเมียมในเมล็ดข้าวประมาณ 0.05-7.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Simmons et al., 2005) ซึ่งปริมาณแคดเมียมที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานของ Codex Committee on Food Additives and Contaminant (CCFAC) ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ระดับความเข้มข้นที่สูงของแคดเมียมในเมล็ดข้าวจะก่ออันตรายต่อสุขภาพของประชาชนที่บริโภคข้าวเหล่านี้เข้าไป จะเห็นว่าข้าวมีความสำคัญต่อประเทศไทยมากจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยในปี 2556 มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 64,998,380 ไร่ และสามารถนำรายได้เข้าประเทศจากการส่งออกปีละ 6,611,616 ตัน โดยมีมูลค่าสูงถึง 133,839 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) และจากการศึกษาวิจัยสาเหตุของการปนเปื้อนแคดเมียมในดินพื้นที่อำเภอ แม่สอด จังหวัดตาก ที่ผ่านมาได้มีการนำเสนอมาตรการการป้องกันและแก้ไข ในการลดการปนเปื้อนของดินในนาข้าว โดยห้ามพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนแคดเมียมปลูกข้าว โดยให้เปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่นที่ไม่ใช้เป็นอาหาร (Cultivation of non-food crop) ได้แก่ ไม้ยืนต้นโตเร็ว หรือไม้ดอกไม้ประดับหรืออ้อย (ใช้สำหรับผลิตเอทานอลเท่านั้น) อันเป็นมาตรฐานในการแก้ปัญหาพื้นที่มีการปนเปื้อนได้ โดย วราภรณ์ (2550) พบว่าอ้อยมีความสามารถดูดดึงแคดเมียมเข้าสู่ต้นอ้อยได้ดี ทำให้ดินมีการปนเปื้อนแคดเมียมน้อยลง อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนจากการปลูกข้าวเป็นการปลูกพืชอย่างอื่นของประชาชนในพื้นที่ดังกล่าวอาจจะขัดกับวิถีการดำเนินชีวิต

และวิถีการทำเกษตรของประชาชนในพื้นที่เพราะประชาชนส่วนใหญ่มีอาชีพทำนามีประสบการณ์ในการปลูกข้าวมากกว่าปลูกพืชอย่างอื่น และจากงานวิจัยที่ผ่านมานักวิจัยส่วนใหญ่ทำการศึกษาเฉพาะปริมาณของแคดเมียมที่ปนเปื้อนในดิน การสะสมของ แคดเมียม ในส่วนต่าง ๆ ของข้าว เช่น ราก ลำต้น ใบ และ เมล็ด ข้าว ในอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก (Phaenark et al, 2009) หรือการศึกษาการลดการปนเปื้อนแคดเมียมของดินในนาข้าวโดยการปลูกพืชอย่างอื่นแทนข้าว (วราภรณ์, 2550) ในประเทศไทยมีการศึกษาการลดการดึงดูด (uptake) แคดเมียมเข้าไปในต้นข้าวและในเมล็ดข้าวเมื่อปลูกข้าวในพื้นที่ปนเปื้อนแคดเมียมค่อนข้างน้อยมาก การที่มีการดึงดูดแคดเมียมเข้าไปในต้นข้าวน้อยลงจะส่งผลให้เมล็ดข้าวมีปริมาณแคดเมียมต่ำลง ถ้าปริมาณแคดเมียมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานประชาชนก็สามารถบริโภคข้าวได้ โดยไม่ได้รับอันตรายถึงแม้จะปลูกข้าวในพื้นที่ปนเปื้อนแคดเมียมก็ตาม จากงานวิจัยที่ผ่านมาของนักวิจัยหลายคน พบว่า มีการใช้สารปรับปรุงดินหลายชนิดในการตรึงแคดเมียมที่ปนเปื้อนในดิน ได้แก่ ไบโอชาร์จากไม้เนื้อแข็ง (hard wood char) (Beesley et al., 2011) ไบโอชาร์จากซังอ้อย (Puga et al., 2015) ไบโอชาร์จากไม้ไผ่และไบโอชาร์จากซังข้าว (Lu et al., 2014) และ มูลวัว มูลสุกร และมูลสัตว์ปีก (Satao et al., 2011) และศึกษาการลดแคดเมียมในน้ำด้วย เปลือกของ cashew nut (Cohelho et al., 2014) กระดูกปลาที่ปรับสภาพ (Zayed et al., 2013) กระดูกเศษอาหาร ผงเหล็ก (Modin et al., 2011) และ แร่ดินเหนียว (Odes et al., 2011)

เศษกระดูกอาหารเป็นผลพลอยได้จากโรงงานฆ่าสัตว์ ซึ่งโดยทั่วไปกระดูกมีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ 30 % และ สารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบ 70% (Kizilkaya and Pradad, 2010) ซึ่งสาร อนินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบหลักคือ hydroxylapatite ($Ca_{10}(PO_4)6OH_2$ (HAP) (Modin et al., 2011; Kizilkaya and Pradad, 2010) ซึ่ง HAP มีประสิทธิภาพในการดูดซับโลหะหนักได้ดีด้วยการแลกเปลี่ยนอิออนของโลหะหนักกับ Ca^{2+} บนผิวของกระดูก (Kizilkaya and Pradad, 2010)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาการใช้เศษกระดูกอาหาร ได้แก่ เศษกระดูกหมู เศษกระดูกไก่ ตลอดจนไบโอชาร์จากเศษกระดูกหมู และเศษกระดูกไก่ ผสมในดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมในการปลูกข้าวเพื่อลดการดึงดูด (uptake) แคดเมียมเข้าสู่ต้นข้าวและเมล็ดข้าว (โดยเติมในปริมาณสัดส่วนที่น้อย เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศ และสามารถนำไปปฏิบัติจริงได้) โดยการตรึง (immobilization) แคดเมียมกับเศษกระดูกอาหาร เพื่อไม่ให้แคดเมียมลดการเคลื่อนที่ (mobility) จากดินสู่ต้นข้าว ซึ่งเป็นแนวทางในการการลดการปนเปื้อนแคดเมียมในเมล็ดข้าวทำให้ประชาชนสามารถบริโภคได้ไม่เป็นอันตรายถึงแม้จะปลูกข้าวในพื้นที่ที่มีแคดเมียมปนเปื้อนอยู่

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ศึกษาประสิทธิภาพการใช้เศษกระดูกอาหารและไบโอชาร์จากเศษกระดูกอาหารชนิดต่าง ๆ ผสมในดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมในการปลูกข้าวเพื่อลดปริมาณการสะสมของแคดเมียมในข้าว

2. ศึกษาปริมาณการสะสมแคดเมียมในส่วนต่าง ๆ ของข้าวเมื่อใช้เศษกระดูกอาหารและไบโอชาร์จากเศษกระดูกอาหารชนิดต่างๆผสมในดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมในการปลูกข้าว
3. ศึกษาปริมาณของแคดเมียมที่เหลืออยู่ในดินเมื่อใช้เศษกระดูกอาหารและไบโอชาร์จากเศษกระดูกอาหารชนิดต่าง ๆ ผสมในดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมในการปลูกข้าว

ขอบเขตของโครงการวิจัย

7.1 เศษกระดูกอาหาร ได้แก่ เศษกระดูกหมู เศษกระดูกไก่
7.2 พันธุ์ข้าวที่ใช้ เป็น พันธุ์ปทุมธานี 1

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การใช้เศษกระดูกอาหารเพื่อตรึงแคดเมียมในดิน เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการลดการปนเปื้อนของแคดเมียมในเมล็ดข้าวเมื่อปลูกในพื้นที่ปนเปื้อนแคดเมียม จุดประสงค์เพื่อให้ปริมาณแคดเมียมในเมล็ดข้าวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อที่ประชาชนสามารถนำข้าวดังกล่าวไปบริโภคได้ และจะไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพถึงแม้จะปลูกข้าวในพื้นที่ปนเปื้อนแคดเมียม
2. ได้องค์ความรู้พื้นฐานเพื่อไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่เพาะปลูก พืชผักชนิดอื่น ๆ ที่มีปัญหาการปนเปื้อนแคดเมียม
3. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวที่ปลอดภัยจากสารแคดเมียมเป็นการเพิ่มโอกาสการส่งออกข้าวของประเทศไทยด้วย