

รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. โครงการวิจัย : การศึกษาการจัดการธาตุอาหาร ดิน ปุ๋ย และโลหะหนัก ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับลักษณะดิน
- กิจกรรม : ศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในดิน น้ำ พืช และวิธีการปรับปรุงแก้ไขพื้นที่ที่ปนเปื้อน
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ติดตามตรวจสอบการแพร่กระจายและสะสมของสารแคดเมียมและตะกั่วในพื้นที่การเกษตรที่มีปัญหา

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ): Monitoring the Spread and Accumulation of Cadmium and Lead in Agricultural's Problem Area

4. คณะผู้ดำเนินงาน

- หัวหน้าการทดลอง : ณัฐพงศ์ ศรีสมบัติ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
- ผู้ร่วมงาน : สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ศราริน กลิ่นโพธิ์กลับ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
วนิดา โนบรรเทา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
อนันต์ ทองภู กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

5. บทคัดย่อ

การปนเปื้อนของโลหะหนักในดิน และผลิตผลทางการเกษตร เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ที่บริโภคผลิตผล เนื่องจากธาตุเหล่านี้สามารถเคลื่อนย้ายจากดินไปสะสมที่ผลิตผลได้ จึงสำรวจการปนเปื้อนของโลหะหนักในพื้นที่ อำเภอมะสออด จังหวัดตาก และ อำเภอดงพญาณี จังหวัดกาญจนบุรี เพื่อประเมินการปนเปื้อนของสารแคดเมียมและตะกั่วในพื้นที่การเกษตร พบว่า ดินในบริเวณลำห้วยแม่ตาว อำเภอมะสออด จังหวัดตาก มีค่าความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินตลอดลำห้วยสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน โดยจะพบมากในดินตะกอนลำห้วย และดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ส่วนค่าความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินตลอดลำห้วยมีค่าต่ำกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน ดินในบริเวณลำห้วยคลิตี้ อำเภอดงพญาณี จังหวัดกาญจนบุรี ในส่วนช่วงกลางลำห้วยมีค่าความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน โดยจะพบมากในดินตะกอนลำห้วย และค่าความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินตลอดลำห้วย มีค่าสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน โดยจะพบมากสุดในดินตะกอนลำห้วย และดินตลอดความลึก 0-70 เซนติเมตร นอกจากนี้ ในช่วงฤดูร้อนมีแนวโน้มการสะสมของธาตุโลหะหนักทั้งแคดเมียม และตะกั่วอยู่ในระดับสูงกว่าช่วงฤดูฝน

Abstract

Contamination of heavy metals in soil and agricultural products is harmful to humans and animals consuming the produce. Because these elements can be moved from the ground to accumulated at produce. The survey of heavy metal contamination in Mae Sot, Tak and Thong Pha Phum, Kanchanaburi to assess contamination of cadmium and lead in farmland. The results showed that Mae Tao creek soils in Mae Sot, Tak has concentration of cadmium in the soil throughout of creek is above standards. It is more common in creek sediments and soil to depth of 0-30 cm. The concentration of lead in the soil throughout of creek is lower than the standards. Klity creek soils in Thong Pha Phum, Kanchanaburi has concentration of cadmium in the soil in the middle of creek has concentration of cadmium in the soil is above standards. The concentration of lead in the soil throughout of creek is above standards. It is more common in creek sediments and soil to depth of 0-70 cm. In addition, in summer tend of accumulation of heavy metals cadmium and lead is higher level than rainy.

6. คำนำ

การปนเปื้อนของโลหะหนักในดิน และผลิตผลทางการเกษตรนอกจากจะมีผลทำให้คุณภาพของดินและน้ำลดลงแล้ว ยังมีผลต่อคุณภาพของผลผลิตพืชที่เป็นอาหาร เนื่องจากธาตุเหล่านี้สามารถเคลื่อนย้ายจากดินไปสะสมที่ผลิตผลได้ ทำให้คุณภาพของผลผลิตพืชที่ปลูกในบริเวณนั้นๆ ไม่ได้มาตรฐานเพื่อการบริโภคและการส่งออก นอกจากนี้ยังเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ที่บริโภคผลิตผลหรือน้ำที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนัก จำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาวิจัยความสัมพันธ์ระหว่างธาตุโลหะหนักกับคุณภาพดิน และพืชมีพื้นฐานจากความต้องการที่จะรักษาสุขภาพของมนุษย์ ธาตุโลหะหนักหลายธาตุเช่น สังกะสี ทองแดง และเหล็กเป็นธาตุที่จำเป็นต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของสิ่งมีชีวิต ในขณะที่โลหะหนักบางชนิด เช่น แคดเมียมและตะกั่ว กลับเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ถ้ามีโลหะหนักชนิดหนึ่งเข้าแทนที่โลหะหนักอีกชนิดหนึ่ง อาจมีผลทำให้การทำงานของเอ็นไซม์ในร่างกายผิดปกติได้ ในการสำรวจเบื้องต้นเกี่ยวกับการปนเปื้อนของธาตุโลหะหนักและธาตุกึ่งโลหะในประเทศไทย พบว่า ธาตุแคดเมียม ทองแดง และสังกะสี เป็นโลหะหนักที่สะสมอยู่ในดินและผลิตผลของพืชค่อนข้างสูงอาจมีผลกระทบต่อคุณภาพของดิน (พิชิต และสุรสิทธิ์, 2542) และคุณภาพของผลผลิตพืชที่เป็นอาหาร (Pongsakul et al., 1999) แคดเมียมเป็นโลหะหนักที่จะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายจากดินไปสะสมที่ผลิตผลพืชที่เป็นอาหารได้มากกว่าโลหะหนักอื่นๆ จากผลการวิจัยพบว่า ถั่วลิสง ที่ปลูกในแหล่งต่างๆทั่วโลกมักจะสะสมแคดเมียมในผลิตผลมากกว่าระดับความเข้มข้นมาตรฐานที่ยอมรับได้ จึงเป็นพืชที่อาจมีปัญหาเรื่องการส่งออกเนื่องจากสาเหตุที่มีปริมาณแคดเมียมในผลิตผลมากเกินไป (Zarcinas et al., 1999) การปนเปื้อนของแคดเมียม

ในผลิตผลของพืช มีผลจากการปนเปื้อนของแคดเมียมในบรรยากาศ จากปุ๋ยประเภทต่างๆ จากการทำเหมืองแร่ และจากกากตะกอนน้ำเสียและวัสดุเหลือใช้ต่างๆ

จากการศึกษาการกระจายของแคดเมียมในดินบริเวณอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก จำนวน 154 ตัวอย่าง พบว่า ตัวอย่างดินบริเวณบ้านพะเต๊ะมีปริมาณแคดเมียมอยู่ในช่วง 3.4-284 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเท่ากับ 1.13-94 เท่าของระดับที่ยอมรับได้ของ European Economic Community (EEC) ที่กำหนดไว้ 3.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับตัวอย่างดิน 334 ตัวอย่างที่เก็บจากบ้านแม่ตาวใหม่มีปริมาณแคดเมียมอยู่ในช่วง 0.46-218 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณแคดเมียมที่สูงเช่นนี้มีผลต่อเนื่องถึงพืชเศรษฐกิจที่ปลูกในบริเวณนี้ (พิชิต และคณะ, 2546) การวิเคราะห์เมล็ดข้าวกล้องจำนวน 90 ตัวอย่างที่เก็บจากพื้นที่บ้านพะเต๊ะพบว่า เมล็ดข้าวกล้องมีความเข้มข้นของแคดเมียมระหว่าง 0.1-4.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่ง 95% ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ทั้งหมดมีความเข้มข้นของแคดเมียมมากกว่าระดับที่ยอมรับได้ของ Codex Committee on Food Additive and Contaminant (CCFAC) ซึ่งกำหนดไว้เท่ากับ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การวิเคราะห์เมล็ดข้าวกล้องจำนวน 434 ตัวอย่าง ที่เก็บจากพื้นที่บ้านแม่ตาวใหม่ พบว่า เมล็ดข้าวกล้องมีความเข้มข้นของแคดเมียมเท่ากับ $0.01-7.7$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งส่วนใหญ่สูงกว่าระดับของแคดเมียมที่ยอมรับได้ของ CCFAC เช่นเดียวกัน (พิชิต และคณะ, 2546)

การปนเปื้อนของแคดเมียมในดินทำการเกษตรเป็นปัญหาที่ต้องให้ความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นผลให้เกิดการสะสมของโลหะหนักดังกล่าวในผลิตผลของพืชที่เป็นอาหาร (Hochi et al., 1995; Nogawa and Kido, 1993) การบริโภคข้าวที่มีแคดเมียมปนเปื้อนอยู่ อาจทำให้เป็นโรคเรื้อรังหรือเฉียบพลัน เช่นโรคอิตะ-อิตะ ซึ่งเป็นโรคกระดูกพรุนรูปแบบหนึ่ง และ/หรือการทำหน้าที่ของไตผิดปกติ การทำงานที่ผิดปกติของไตเนื่องจากความเป็นพิษของแคดเมียมจะรุนแรงขึ้นเมื่อสมรรถภาพการทำงานของไตต่ำลงตามอายุที่มากขึ้น

เกณฑ์ที่จะใช้ในการประเมินคุณภาพดิน จะเกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนของโลหะหนักและความผันแปรของสมบัติดินทางเคมี ชีวภาพและกายภาพ (Jordan et al., 1995; Milton et al., 2002) ซึ่งหลายประเทศได้ดำเนินการค้นคว้าและพัฒนาหาแนวทางที่จะประเมินคุณภาพดิน ที่มีผลกระทบต่อความยั่งยืนของการเกษตรกรรม ดังนั้น เพื่อการผลิตพืชที่เป็นอาหารในรูปแบบต่างๆ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการวิจัยและพัฒนาหาข้อมูลในด้านการประเมินและการจัดการดินที่มีการปนเปื้อนของสารเคมีและโลหะหนักในประเทศไทย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้กำหนดมาตรการเฝ้าระวัง ป้องกันและแก้ไขที่เหมาะสมต่อไป

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

- 1) ถุงกระดาษ ถุงพลาสติก
- 2) ถุงตาข่ายขนาด 50x75 เซนติเมตร ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างพืช
- 3) อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน เช่น จอบ พลั่วมือ กระบอกลบดิน

- 4) สารเคมีและวัสดุวิทยาศาสตร์ เช่น กรดไนตริก กรดซัลฟิวริก กรดไฮโดรคลอริก แอมโมเนียมอะซีเตต เพอร์ริสแอมโมเนียมซัลเฟต โพลีเอทิลีนไดออกไซด์ สารละลายมาตรฐานแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง สังกะสีและเหล็ก เป็นต้น
- 5) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น หลอดแก้วสำหรับย่อยตัวอย่างดินและพืช ปีกเกอร์แก้วและพลาสติก หลอดพลาสติกสำหรับเครื่องเหวี่ยง (centrifuge tube) เครื่องเหวี่ยง (centrifuge) เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก (ICP-OES)
- 6) แก๊สอาร์กอนและไนโตรเจน ที่ใช้กับเครื่องวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก (ICP-OES)
- 7) เครื่องย่อยตัวอย่างดินและพืช
- 8) เครื่องจับพิกัด (GPS)

- วิธีการ

สำรวจการปนเปื้อนของโลหะหนักในพื้นที่ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก และ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี เพื่อประเมินการปนเปื้อนของสารแคดเมียมและตะกั่วในพื้นที่การเกษตร ดังนี้

1) สำรวจและเก็บตัวอย่างดิน น้ำ พืชและตะกอนดินบริเวณพื้นที่ศึกษา เพื่อดูการกระจายตัวของโลหะหนักทั้งในแนวตั้งและแนวนอน โดยเก็บตัวอย่างแบบ grid sampling ในพื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่ชานแนวลำห้วยทั้งสองฝั่ง ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร 15-30 เซนติเมตร 30-50 เซนติเมตร และ 50-70 เซนติเมตร พร้อมเก็บตัวอย่างพืชในพื้นที่เดียวกันกับที่เก็บตัวอย่างดิน บันทึกพิกัดทุกตำแหน่งที่เก็บตัวอย่าง โดยใช้ Global Positioning System (GPS) และ เก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือ ในฤดูฝนและฤดูแล้ง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมกับฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงของปี

2) วิเคราะห์ปริมาณของโลหะหนักในดินและพืชทั้ง (Toxic heavy metal) ตะกั่ว (Pb) และ แคดเมียม (Cd)

3) รวบรวมและวิเคราะห์ ประเมินระดับการปนเปื้อนของโลหะหนักในดิน พืช น้ำและตะกอนดิน

4) สรุปและเขียนรายงาน

5) จัดทำแผนที่แสดงปริมาณของโลหะหนักในพื้นที่เพื่อการเฝ้าระวัง

6) นำข้อมูลผลวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนที่ได้ มาทำแบบจำลองเพื่อช่วยในการคาดการณ์ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักในอนาคต และหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการฟื้นฟูและมาตรการฟื้นฟูการปนเปื้อนต่อไป

- การบันทึกข้อมูล

1) ข้อมูลภาคสนาม: บันทึกพิกัดทุกตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างโดยใช้ Global Positioning System (GPS)

2) ข้อมูลห้องปฏิบัติการ: ผลวิเคราะห์ดินทางเคมี เช่น ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดและปริมาณโลหะหนักในรูปที่พืชสามารถดูดซับได้ (extractable form) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความเป็นกรดเป็นด่างและ

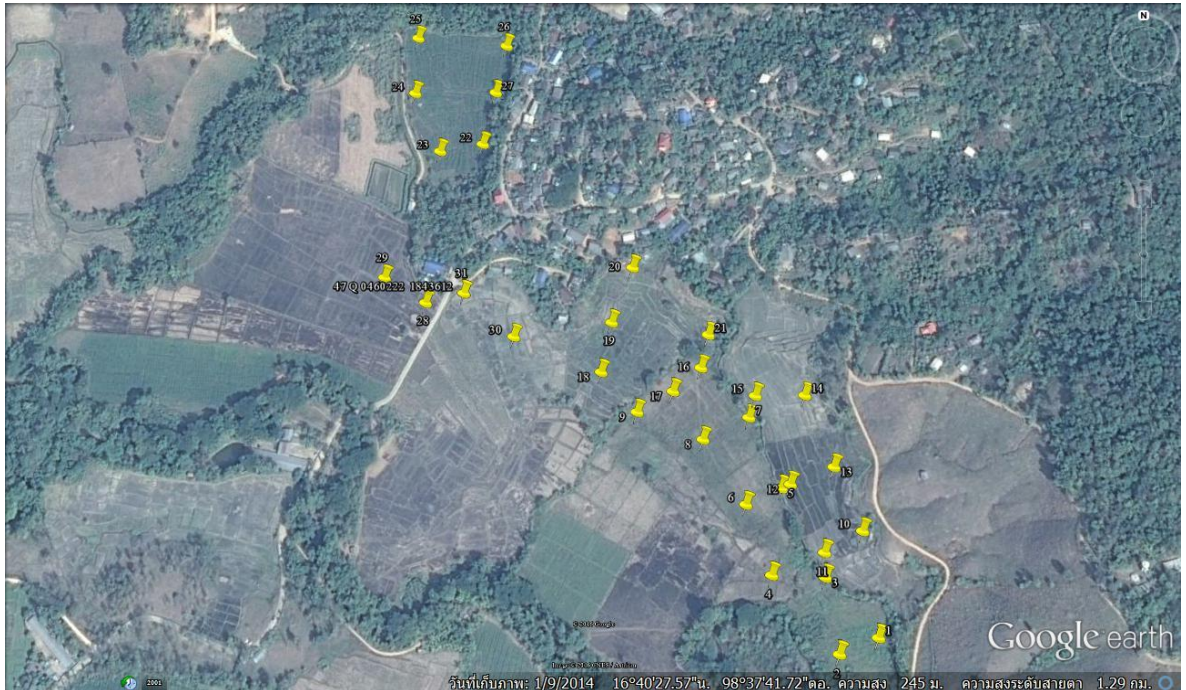
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ผลวิเคราะห์ทางกายภาพ เช่น เนื้อดินและความหนาแน่นรวมของดิน ผลวิเคราะห์พีช (ปริมาณของโลหะหนักที่สะสมในผลผลิต)

3) การวิเคราะห์ข้อมูล: นำเข้าข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ (regression และ correlation) ของปริมาณโลหะหนักในดินกับปริมาณในพีช วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของโลหะหนักทั้งหมดในดิน ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้กับเนื้อดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุ รวบรวมและวิเคราะห์ผลประเมินระดับการปนเปื้อนของโลหะหนักในดิน พีช น้ำ และ ตะกอนดิน จัดทำแผนที่แสดงปริมาณของโลหะหนักในพื้นที่ และนำข้อมูลผลวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนที่ได้ มาทำแบบจำลองเพื่อช่วยในการคาดการณ์ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักในอนาคต และหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการฟื้นฟูและมาตรการฟื้นฟูการปนเปื้อนต่อไป

- เวลาและสถานที่ : เริ่มต้น ปี 2554 สิ้นสุด ปี 2558

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

พื้นที่ : อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก



รูปที่ 1 ตำแหน่งการเก็บสำรวจดินในบริเวณลำห้วยแม่ตา อำเภอมะสอด จังหวัดตาก ปี 2554-2556

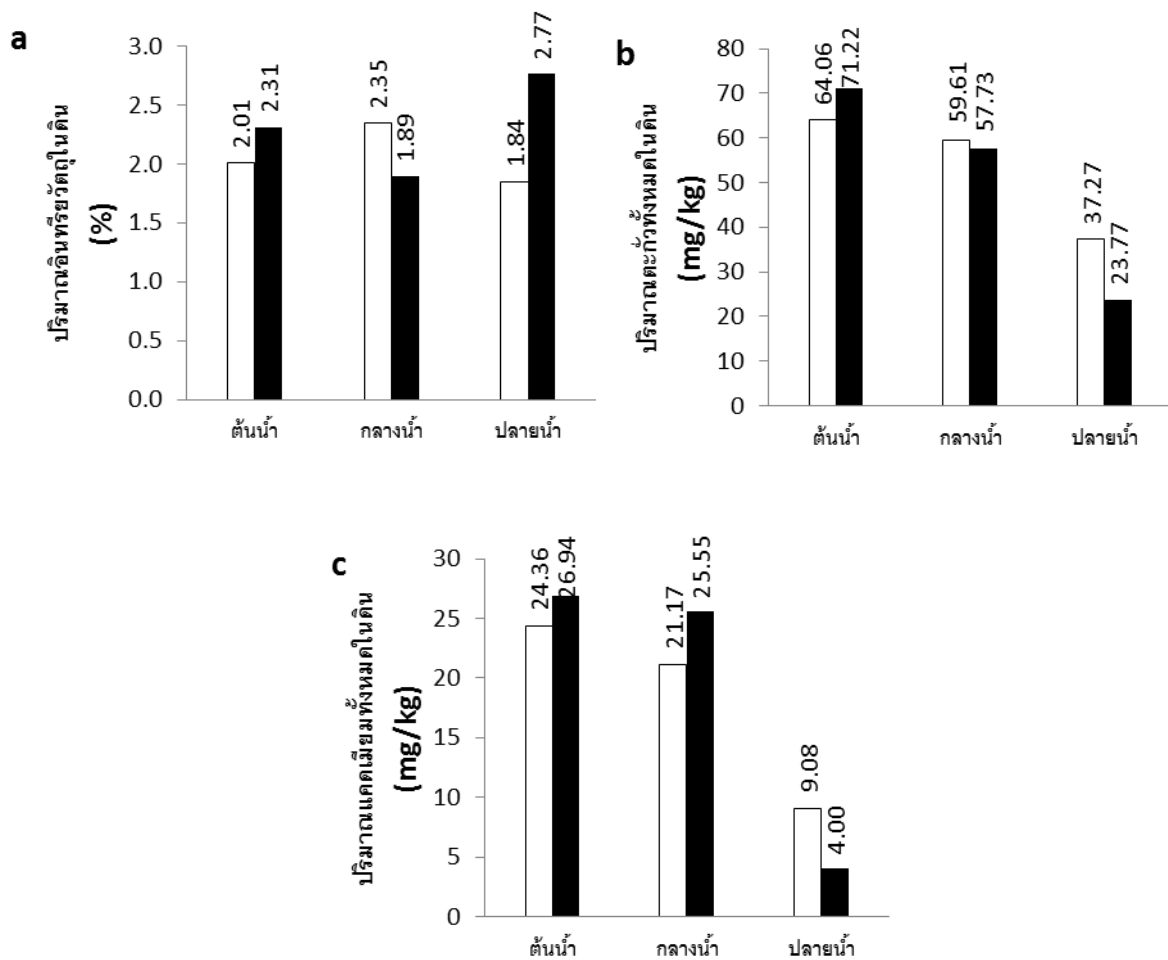
ปี 2554

ทำการเก็บตัวอย่างดินในบริเวณลำห้วยแม่ตา วันที่ 14 มิถุนายน 2554 จำนวน 26 จุด เพื่อเป็นตัวแทนของฤดูฝน และช่วงวันที่ 23-24 มีนาคม 2554 จำนวน 31 จุด เพื่อเป็นตัวแทนของฤดูร้อน (ตารางผนวกที่ 1 และรูปที่ 1) พบว่า ค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยทั้งในฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย (pH 7.31-7.81) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินทั้งในช่วงฤดูฝน และฤดูร้อนไม่ค่อยมีความแตกต่างกันตลอดลำห้วย โดยในช่วงฤดูฝนจะพบมากในบริเวณลำห้วยตอนกลาง มีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.35 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงฤดูร้อนจะมีการสะสมมากที่สุดบริเวณปลายลำห้วย มีค่าเท่ากับ 2.77 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 2a) พบอินทรีย์วัตถุสะสมมากในดินตะกอนลำห้วยในทั้ง 2 ฤดูและในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และมีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 3a)

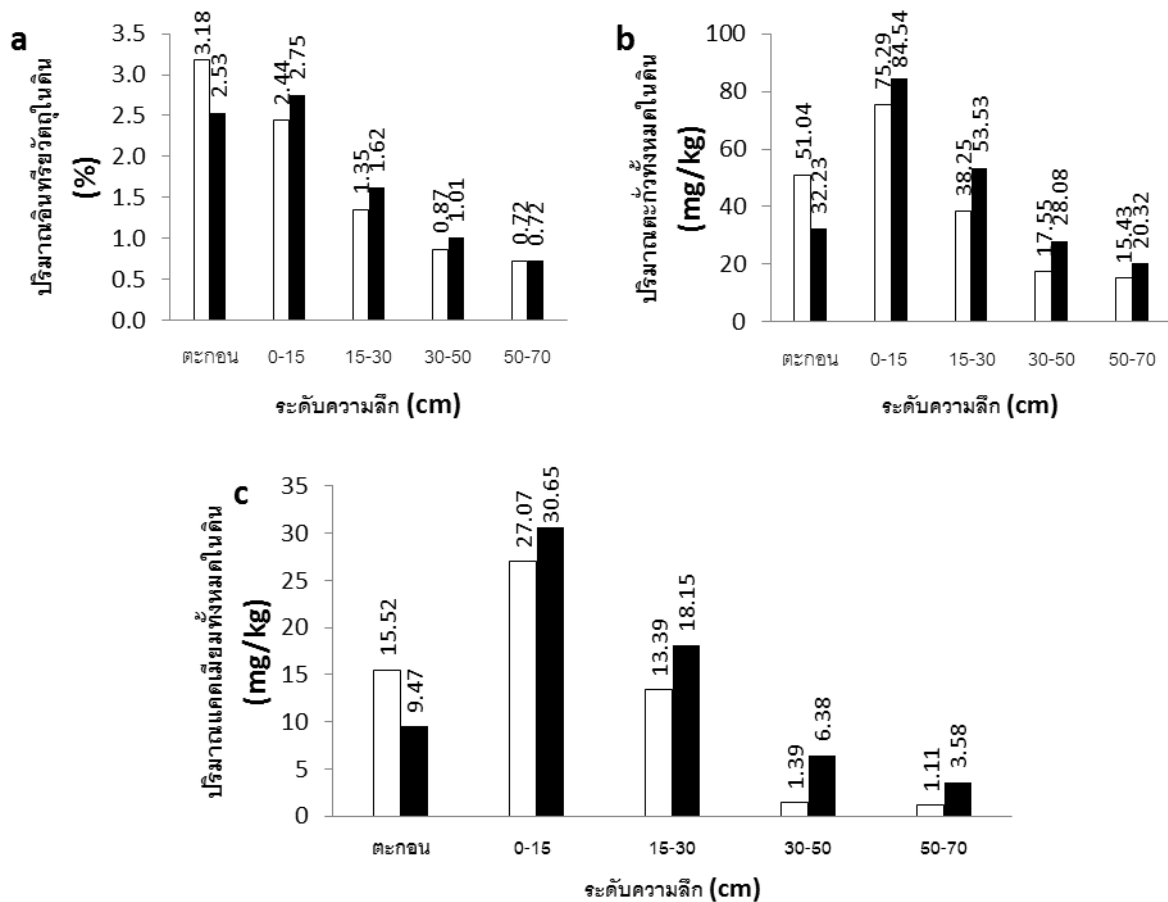
ความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนมีการสะสมใกล้เคียงกัน พบมากในบริเวณต้นน้ำ (64.06 และ 71.22 mg/kg ตามลำดับ) และต่ำสุดในบริเวณปลายน้ำ (37.27 และ 23.77 mg/kg ตามลำดับ) (รูปที่ 2b) ความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนมีการสะสมมากในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (75.29 และ 84.54 mg/kg ตามลำดับ) และมีการสะสมลดลงตามความลึกของ

ดินที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 3b) และพบว่าค่าความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 50.9-53.65 mg/kg ซึ่งมีค่าต่ำกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน คือ 100 mg/kg

ความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนมีการสะสมที่ไม่ค่อยแตกต่างกันทั้งในบริเวณต้นน้ำและในบริเวณลำห้วยตอนกลาง และพบต่ำสุดบริเวณปลายน้ำ (รูปที่ 2c) พบการสะสมสูงสุดในดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (27.07 และ 30.65 mg/kg ตามลำดับ) ทั้งนี้ในฤดูฝนมีการสะสมต่ำกว่าในช่วงฤดูร้อน (รูปที่ 3c) และมีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 3c) และพบว่าค่าความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 18.2-18.83 mg/kg ซึ่งมีค่าสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน คือ 3.0 mg/kg



รูปที่ 2 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ (a), ตะกั่ว (b) และแคดเมียม (c) ในดินบริเวณลำห้วยแม่ตา
อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ในฤดูฝน (□) และฤดูร้อน (■) ปี 2554

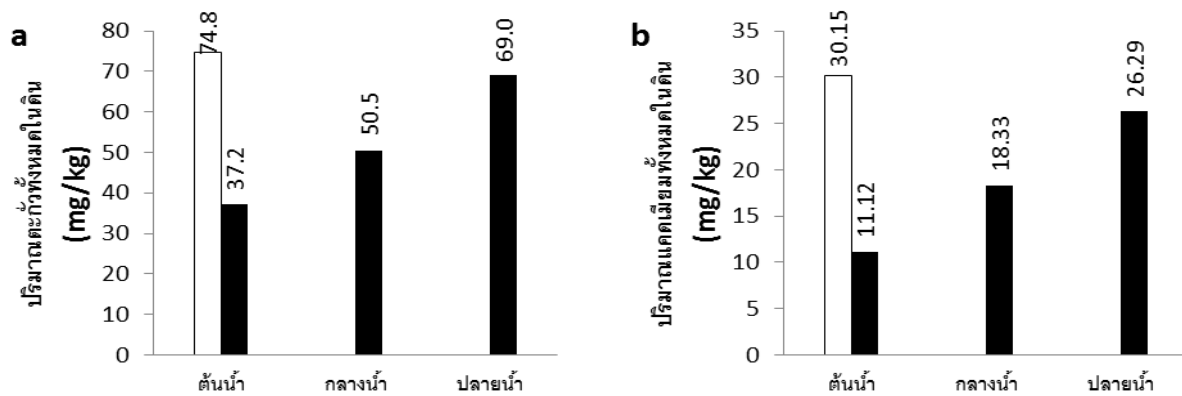


รูปที่ 3 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ (a), ตะกั่ว (b) และแคดเมียม (c) ในตะกอนดินและในดินที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณลำห้วยแม่ตาบ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ในฤดูแล้ง () และฤดูร้อน () ปี 2554

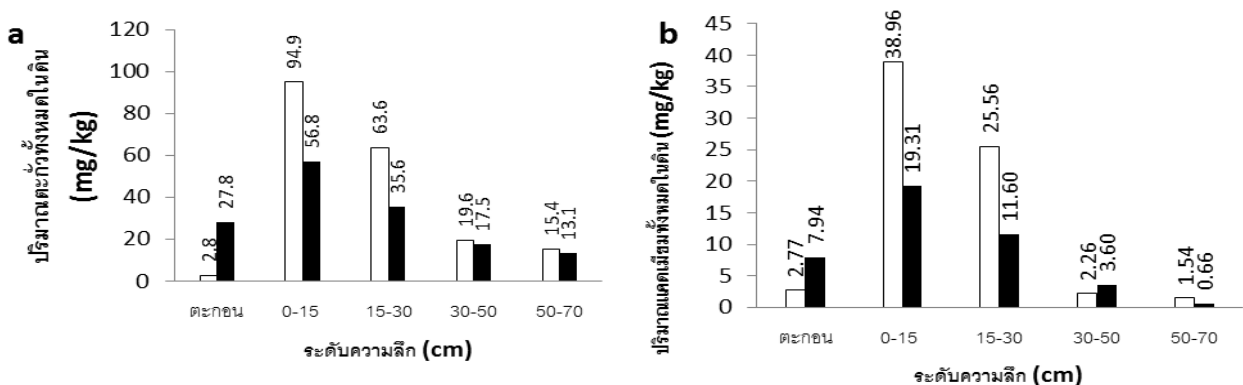
ปี 2555

ทำการเก็บตัวอย่างดินในบริเวณลำห้วยแม่ตาบ วันที่ 28 สิงหาคม 2555 เนื่องจากเกิดน้ำท่วมหลากพื้นที่ จึงเก็บตัวอย่างได้เพียงบริเวณต้นลำห้วย จำนวน 14 จุด เพื่อเป็นตัวแทนของฤดูฝน และวันที่ 14 ธันวาคม 2555 จำนวน 32 จุด เพื่อเป็นตัวแทนของฤดูร้อน (ตารางผนวกที่ 1 และรูปที่ 1) พบว่า ค่าปฏิกิริยาดินเฉื่อยทั้งในฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย (pH 7.24-7.9) ค่าความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินในช่วงฤดูร้อนจะมีการสะสมมากที่สุดในบริเวณปลายน้ำ (69.0 mg/kg) (รูปที่ 4a) พบค่าความเข้มข้นของตะกั่วในดินสูงสุดทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (94.9 และ 56.8 mg/kg ตามลำดับ) และมีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น โดยในฤดูฝนมีการสะสมสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน (รูปที่ 5a) และพบว่าค่าความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 52.3-74.8 mg/kg ซึ่งมีค่าต่ำกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน คือ 100 mg/kg

ความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินบริเวณต้นลำห้วยในช่วงฤดูฝนจะมีการสะสมมากกว่าฤดูร้อน (30.15 และ 11.12 mg/kg ตามลำดับ) และในช่วงฤดูร้อนจะมีการสะสมมากที่สุดบริเวณปลายน้ำ (26.29 mg/kg) (รูปที่ 4b) พบค่าความเข้มข้นแคดเมียมในดินสะสมสูงสุดทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (38.96 และ 19.31 mg/kg ตามลำดับ) และมีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น โดยในฤดูฝนมีการสะสมสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน (รูปที่ 5b) และพบว่าค่าความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 18.6-30.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน คือ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



รูปที่ 4 ปริมาณการสะสมของตะกั่ว (a) และแคดเมียม (b) ในดินบริเวณลำห้วยแม่ตา อำเภอมะสอ จังหวัดตาก ในฤดูฝน (□) และฤดูร้อน (■) ปี 2555



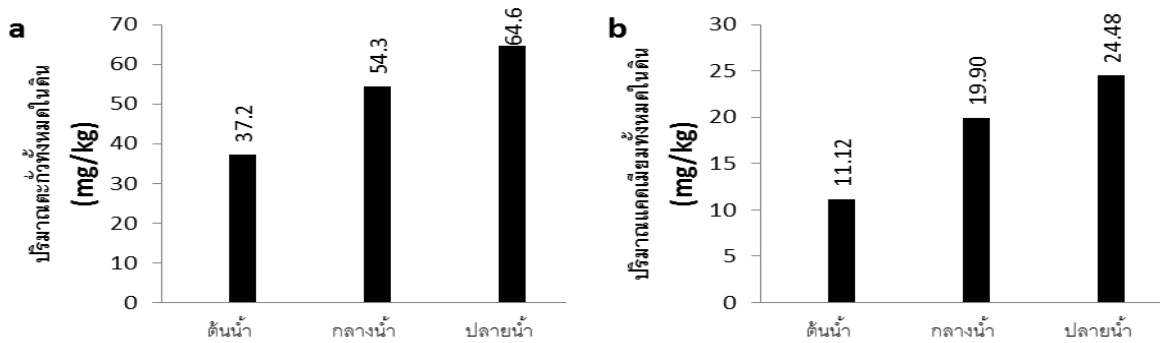
94.9 mg/kg) และดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร (35.6-63.6 mg/kg) (รูปที่ 5a)

รูปที่ 5 ปริมาณการสะสมของตะกั่ว (a) และแคดเมียม (b) ในตะกอนดินและในดินที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณลำห้วยแม่ตา อำเภอมะสอ จังหวัดตาก ในฤดูฝน (□) และฤดูร้อน (■) ปี 2555

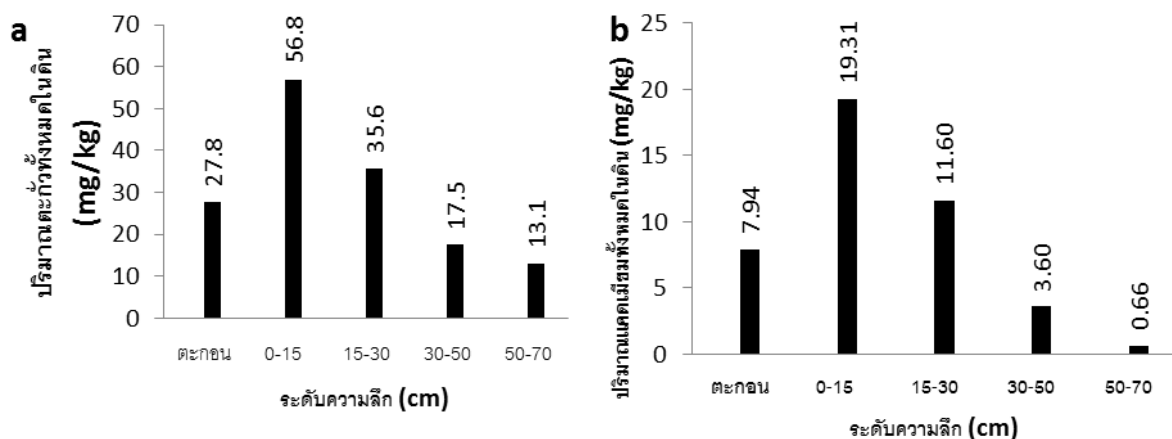
ปี 2556

ทำการเก็บตัวอย่างดินในบริเวณลำห้วยแม่ตา จำนวน 32 จุด (รูปที่ 1 และตารางผนวกที่ 1) ในช่วงวันที่ 18-19 มกราคม 2556 เพื่อเป็นตัวแทนของฤดูร้อน ส่วนตัวแทนในช่วงฤดูฝนไม่สามารถทำการเก็บตัวอย่างได้เนื่องจากมีฝนตกหนักและเกิดน้ำหลาก จากการวิเคราะห์ตัวอย่างพบว่าค่าปฏิกิริยาดินเฉื่อยในช่วงฤดูร้อนมีค่าเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย (pH 7.24-7.56) ความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินในช่วงฤดูร้อนมีการสะสมสูงในบริเวณปลายลำห้วย (64.6 mg/kg) และต่ำสุดในบริเวณต้นลำห้วย (37.2 mg/kg) (รูปที่ 6a) ความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินมีการสะสมสูงสุดที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (56.8 mg/kg) และมีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 7a) และพบว่าค่าความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.1 mg/kg ซึ่งมีค่าต่ำกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน คือ 100 mg/kg

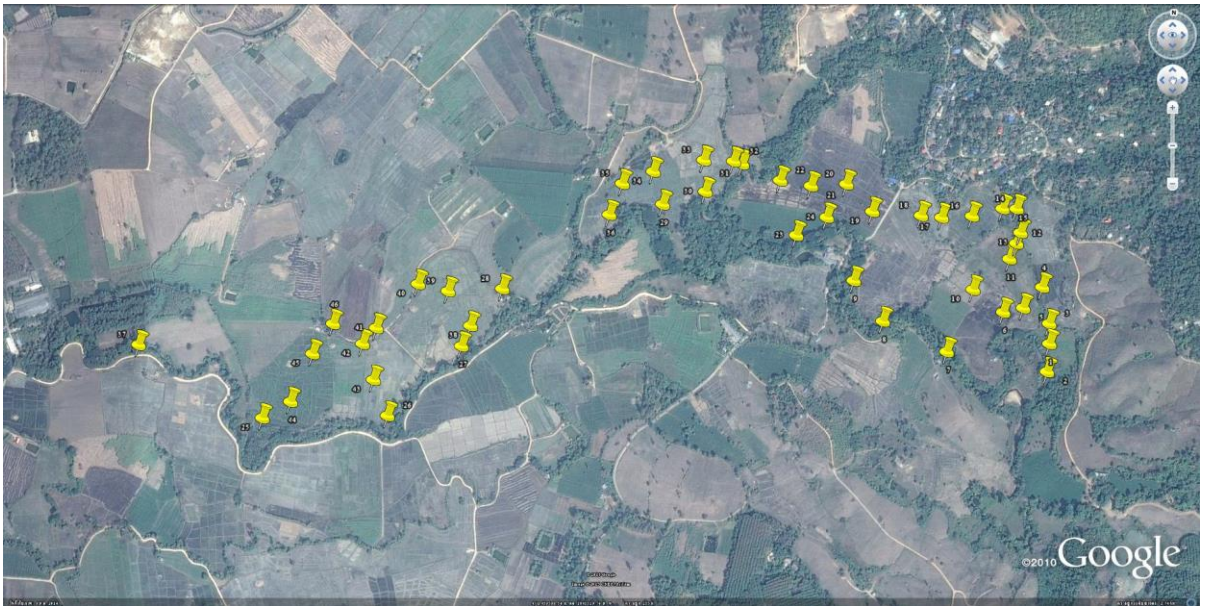
ความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินในช่วงฤดูร้อนมีการสะสมสูงสุดในบริเวณปลายลำห้วย (24.48 mg/kg) และต่ำสุดในบริเวณต้นลำห้วย (11.12 mg/kg) (รูปที่ 6b) และพบการสะสมแคดเมียมในดินสูงสุดที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (19.31 mg/kg) และมีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 7b) และพบว่าค่าความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.5 mg/kg ซึ่งมีค่าสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน คือ 3 mg/kg



รูปที่ 6 ปริมาณการสะสมของตะกั่ว (a) และแคดเมียม (b) ในดินบริเวณลำห้วยแม่ตา อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ปี 2556



รูปที่ 7 ปริมาณการสะสมของตะกั่ว (a) และแคดเมียม (b) ในตะกอนดินและในดินที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณลำห้วยแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตากปี 2556



รูปที่ 8 ตำแหน่งการเก็บสำรวจดินในบริเวณลำห้วยแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ปี 2557-2558

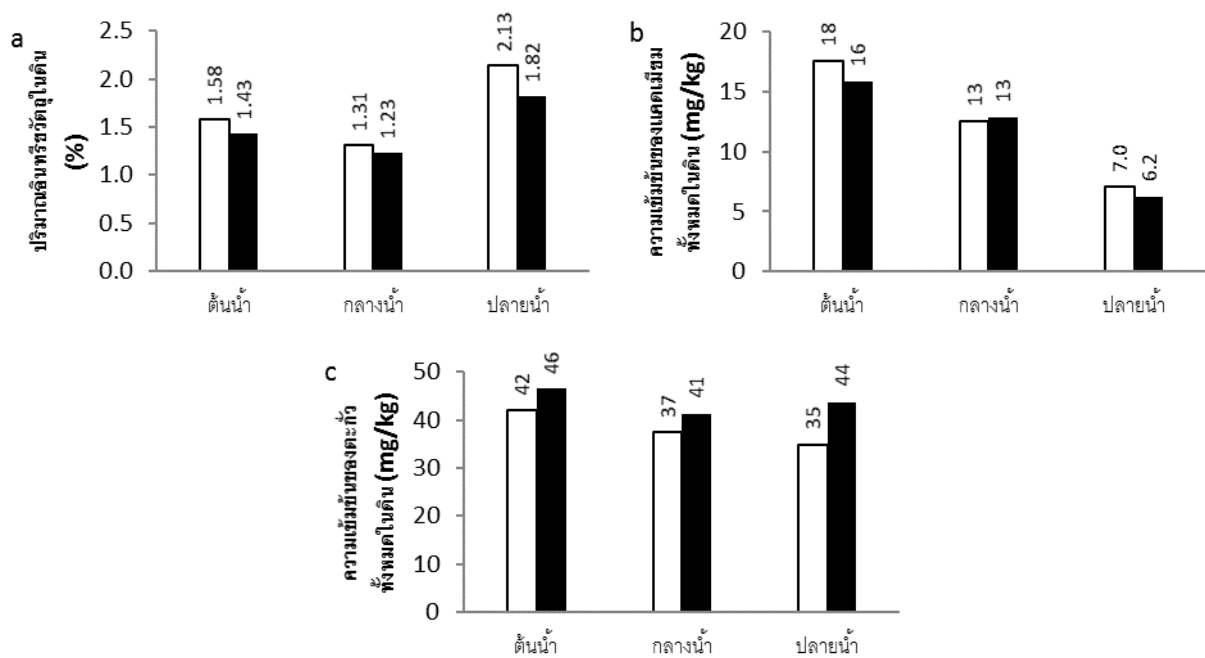
ปี 2557

ทำการเก็บตัวอย่างดินในบริเวณลำห้วยแม่ตาว จำนวน 42 จุด (รูปที่ 8 และตารางผนวกที่ 2) ในช่วงวันที่ 11-15 พฤศจิกายน 2556 เพื่อเป็นตัวแทนของฤดูฝน และช่วงวันที่ 29 เมษายน – 2 พฤษภาคม 2557 เพื่อเป็นตัวแทนของฤดูร้อน พบว่าค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยทั้งในฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเป็นกลางถึงต่างเล็กน้อย (pH 7.36-7.89) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินทั้งในช่วงฤดูฝน และฤดูร้อนมีการสะสมสูงสุดในบริเวณปลายน้ำ (2.13 และ 1.82 % ตามลำดับ) และต่ำสุดในบริเวณลำห้วยตอนกลาง (1.31 และ 1.23 % ตามลำดับ) โดยในฤดูฝนมีการสะสมสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน (รูปที่ 9a) พบการสะสมของอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน(2.04 และ 1.61 % ตามลำดับ) และมีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 10a)

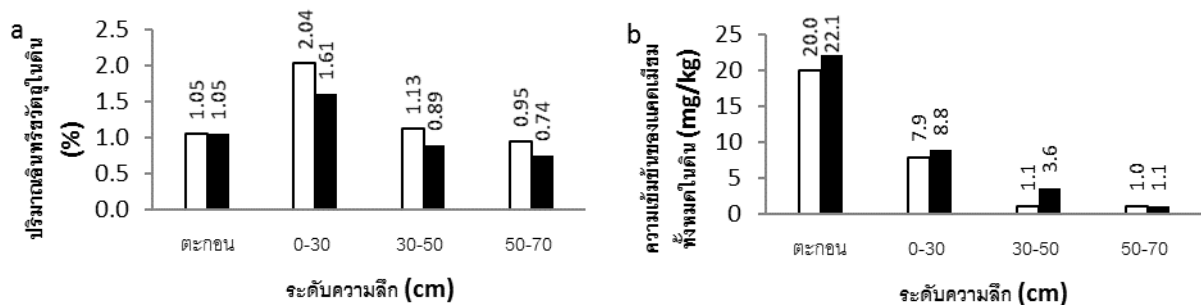
ความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน พบว่ามีการสะสมมากในบริเวณต้นน้ำ (18 และ 16 mg/kg ตามลำดับ) และต่ำสุดในบริเวณปลายน้ำ (7.0 และ 6.2 mg/kg ตามลำดับ) โดยในฤดูฝนมีการสะสมสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน (รูปที่ 9b) พบความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินตะกอนลำน้ำ

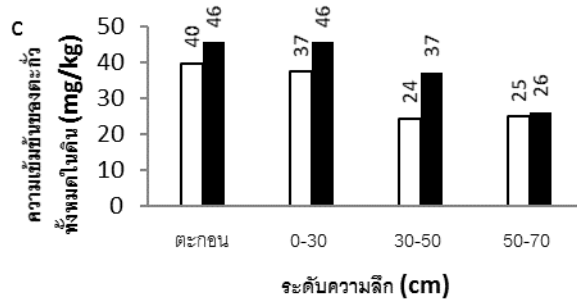
ในระดับสูง ทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน (20 และ 22.1 mg/kg ตามลำดับ) และมีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 10b) และพบว่าค่าความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.2-18 mg/kg ซึ่งมีค่าสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน คือ 3 mg/kg

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน พบว่ามีการสะสมที่ไม่ค่อยแตกต่างกันตลอดลำห้วย โดยในฤดูฝนพบการสะสมต่ำกว่าในช่วงฤดูร้อน (รูปที่ 9c) แต่พบการสะสมของตะกั่วทั้งหมดในดินตะกอนลำน้ำในระดับสูง ทั้งในฤดูฝนและฤดูร้อน (40 และ 46 mg/kg ตามลำดับ) และมีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 10c) และพบว่าค่าความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 35-46 mg/kg ซึ่งมีค่าต่ำกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน คือ 100 mg/kg



รูปที่ 9 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ (a) แคดเมียม (b) และตะกั่ว (c) ในดินบริเวณลำห้วยแม่ตาบ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ในฤดูฝน (□) และฤดูร้อน (■) ปี 2557





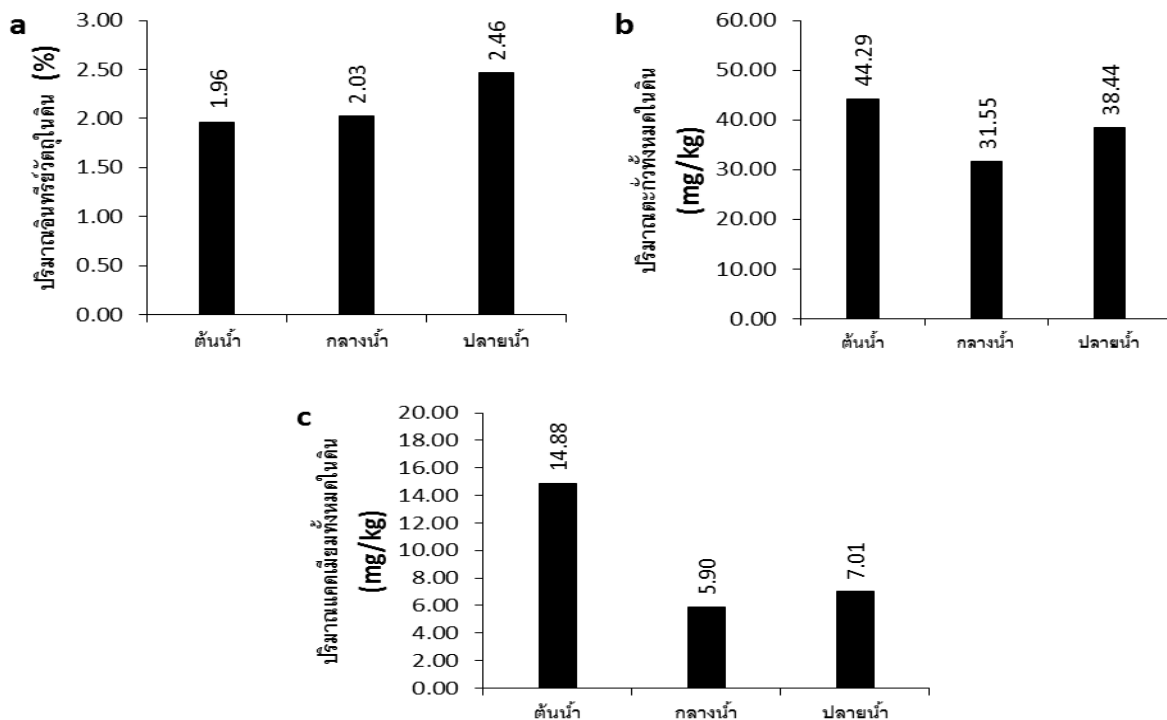
รูปที่ 10 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ (a) แคดเมียม (b) และตะกั่ว (c) ในตะกอนดินและในดินที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณลำห้วยแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ในฤดูฝน (□) และฤดูร้อน (■) ปี 2557

ปี 2558

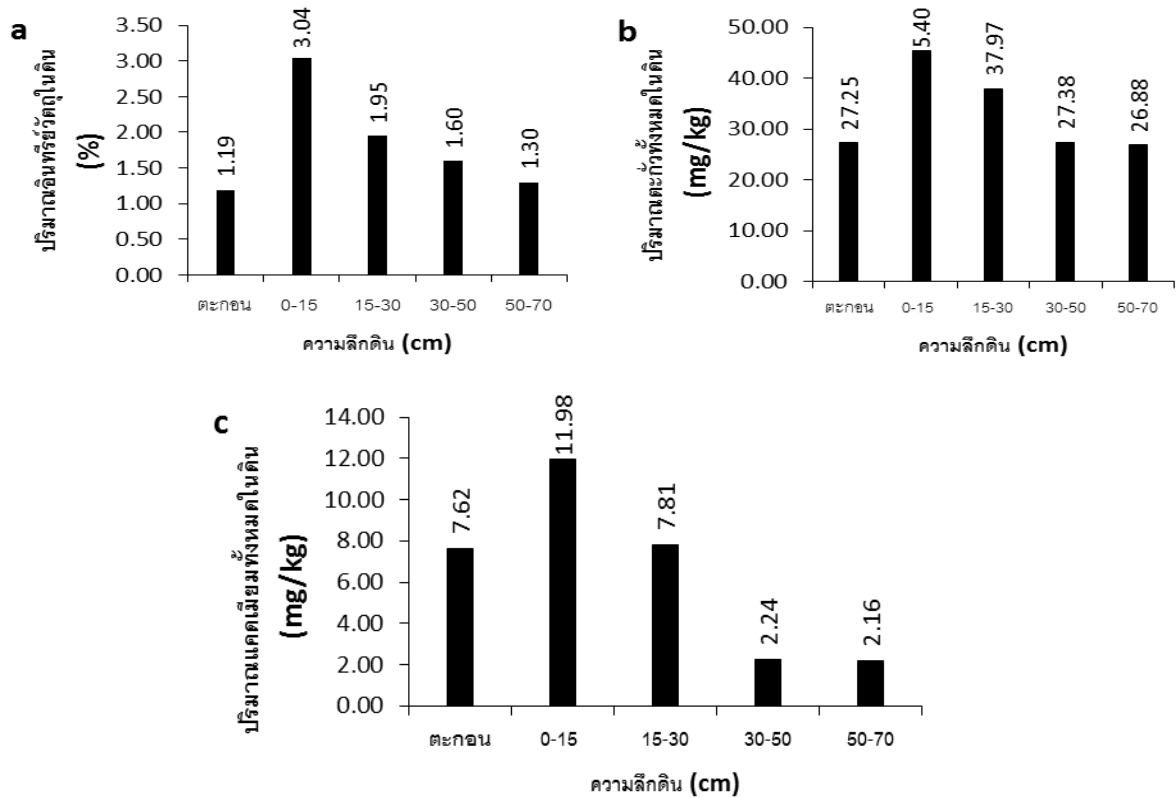
ทำการเก็บตัวอย่างดินในบริเวณลำห้วยแม่ตาบ จำนวน 42 จุดเช่นเดียวกับในปี 2557 (รูปที่ 8 และตารางผนวกที่ 2) ในวันที่ 2 ธันวาคม 2557 เพื่อเป็นตัวแทนของฤดูฝน พบว่าค่าปฏิกิริยาดินเฉื่อยมีค่าเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย (pH 7.3-7.97) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีการสะสมมากในบริเวณปลายน้ำ(2.46 %) และต่ำสุดในบริเวณลำห้วยตอนกลาง (1.96 %) (รูปที่ 11a) พบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีการสะสมสูงสุดในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (3.04 %) และมีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 12a)

ความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินมีการสะสมสูงสุดในบริเวณต้นน้ำ (44.29 mg/kg) และต่ำสุดในบริเวณกลางน้ำ (31.55 mg/kg) (รูปที่ 11c) พบความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินมีการสะสมสูงสุดที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (45.4 mg/kg) และมีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 12b) และพบว่าค่าความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.1 mg/kg ซึ่งมีค่าต่ำกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน คือ 100 mg/kg

ความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินมีการสะสมสูงสุดในบริเวณต้นน้ำ (14.88 mg/kg) และต่ำสุดในบริเวณลำห้วยตอนกลาง (5.9 mg/kg) (รูปที่ 11b) พบความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินมีการสะสมสูงสุดที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (11.98 mg/kg) และมีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 12c) และพบว่าค่าความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.26 mg/kg ซึ่งมีค่าสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน คือ 3 mg/kg



รูปที่ 11 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ (a) แคลเซียม (b) และตะกั่ว (c) ในดินบริเวณลำห้วยแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ปี 2558

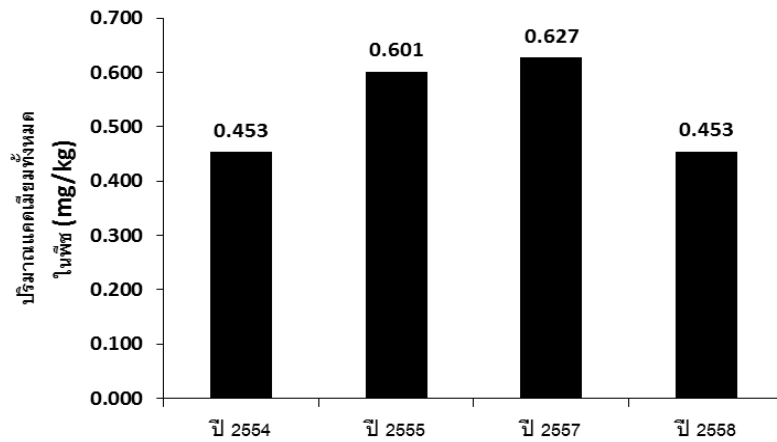


รูปที่ 12 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ (a) แคลเซียม (b) และตะกั่ว (c) ในตะกอนดินและในดินที่ระดับความลึกต่างๆ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ปี 2558

ปริมาณแคลเซียมในตัวอย่างพืช

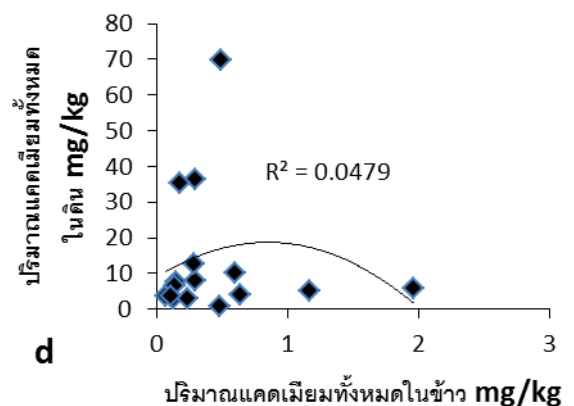
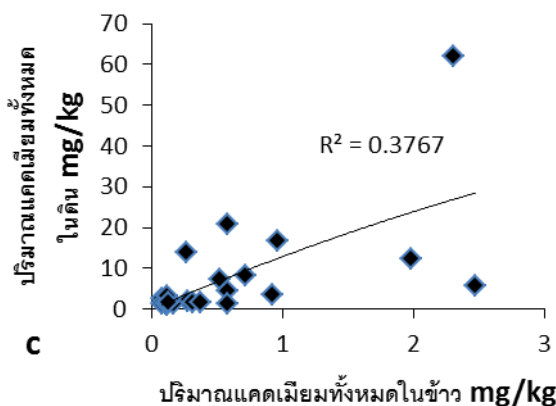
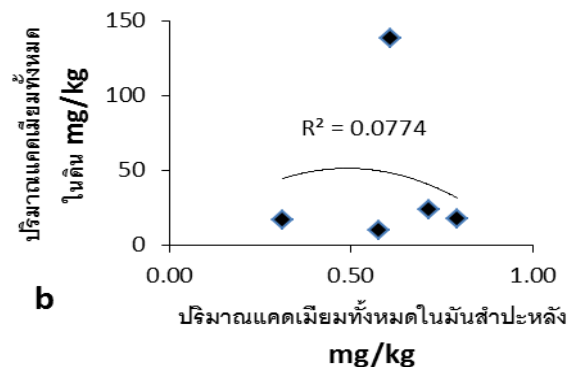
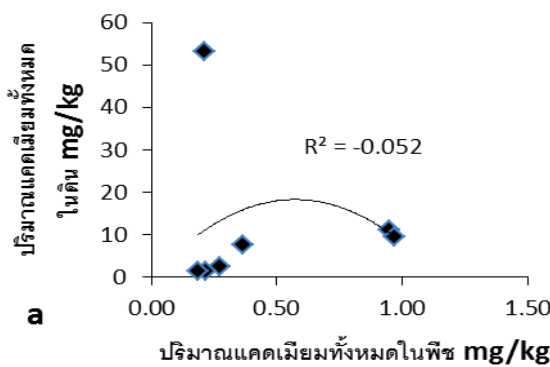
ทำการเก็บตัวอย่างพืชในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีปัญหาการปนเปื้อนโลหะหนักใน อ.แม่สอด จ.ตาก โดยในปี 2554 เก็บตัวอย่างถั่วเหลืองและมันสำปะหลัง รวม 7 ตัวอย่าง ในปี 2555 เก็บตัวอย่างมันสำปะหลัง 5 ตัวอย่าง ในปี 2557 เก็บตัวอย่างข้าว 22 ตัวอย่าง และในปี 2558 เก็บตัวอย่างข้าว 22 ตัวอย่าง พบว่า ในปี 2554 มีปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในผลผลิตพืชเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.453 mg/kg (สูงสุดเท่ากับ 0.97 mg/kg และค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.19 mg/kg) ในปี 2555 มีปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในผลผลิตพืชเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.601 mg/kg (สูงสุด เท่ากับ 0.79 mg/kg และค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.31 mg/kg) ในปี 2557 มีปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในเมล็ดข้าวเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.627 mg/kg (สูงสุด เท่ากับ 2.475 mg/kg และค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.118 mg/kg) และในปี 2558 มีปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในเมล็ดข้าวเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.453 mg/kg (สูงสุด เท่ากับ 1.963 mg/kg และค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.11 mg/kg) (รูปที่ 13) ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน CODEX ของปริมาณ

แคดเมียมในอาหาร พบว่าปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในผลผลิตพืชเฉลี่ยทั้ง 4 ปี มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน CODEX ที่ 0.2 mg/kg (Codex Alimentarius Commission, 2006)



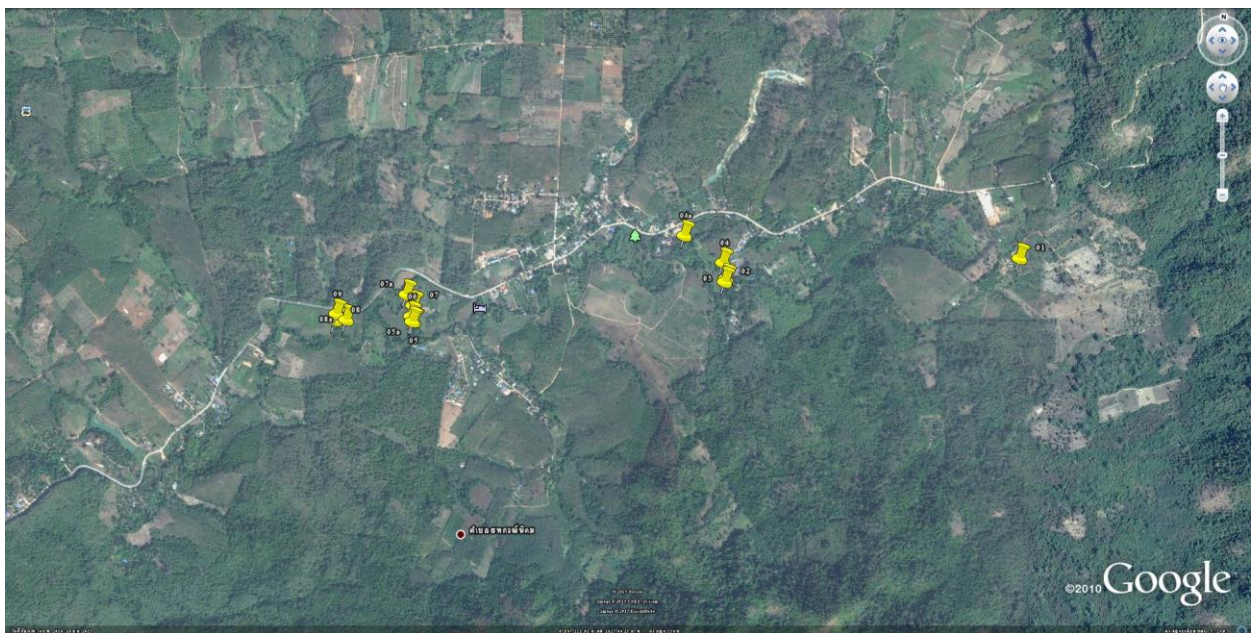
รูปที่ 13 ปริมาณการสะสมของแคดเมียมในผลผลิตพืช บริเวณลำห้วยแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินกับปริมาณแคดเมียมที่สะสมในผลผลิตพืช ทั้ง 4 ปี พบว่า ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินและปริมาณแคดเมียมที่สะสมในตัวอย่างพืช ไม่มีความสัมพันธ์กัน (รูปที่ 14 a, b, c และ d) แต่ทั้งนี้ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินที่เกินค่ามาตรฐาน (3.0 mg/kg) จะส่งผลให้มีการสะสมแคดเมียมในตัวอย่างเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้น โดย ธนภัทร์ และคณะ (2557) รายงานว่า ปริมาณแคดเมียมในดินที่สูงกว่า 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีผลทำให้ผลผลิตข้าวลดลง และมีการสะสมแคดเมียมในส่วนข้าวสารและแกลบสูง



รูปที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคดเมียมในดิน และปริมาณแคดเมียมในผลผลิตพืช บริเวณลำห้วยแม่
ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ปี 2554 (a), 2555 (b), 2557 (c) และ 2558 (d)

พื้นที่ : อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี



รูปที่ 15 ตำแหน่งการเก็บสำรวจดินในบริเวณลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

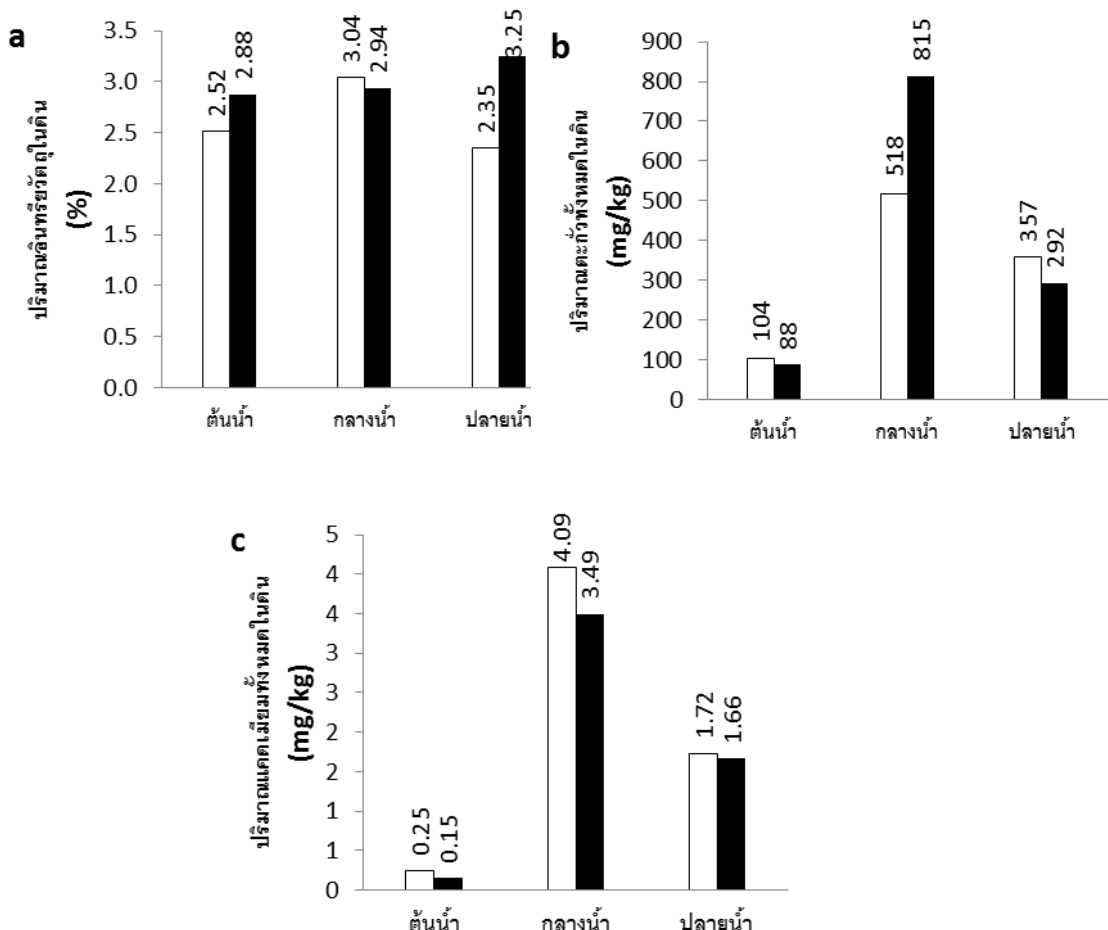
ปี 2554

ทำการเก็บตัวอย่างดินในบริเวณลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 11 จุด (รูปที่ 15 และ ตารางผนวกที่ 3) ในวันที่ 6 กันยายน 2554 เพื่อเป็นตัวแทนของฤดูฝน และวันที่ 17 มกราคม 2555 เพื่อเป็นตัวแทนของฤดูร้อน พบว่าค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยทั้งในฤดูฝนและฤดูร้อนมีค่าเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย (pH 6.27-7.63) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนไม่ค่อยมีความแตกต่างกันในช่วงต้นลำห้วย และลำห้วยตอนกลาง แต่ในบริเวณปลายลำห้วยช่วงฤดูร้อนจะมีการสะสมอินทรีย์วัตถุสูงกว่าฤดูฝน (3.25 และ 2.35 % ตามลำดับ) (รูปที่ 16a) พบการสะสมอินทรีย์วัตถุในตะกอนดินในระดับสูงปานกลางถึงสูงทั้งในช่วงฤดูฝน

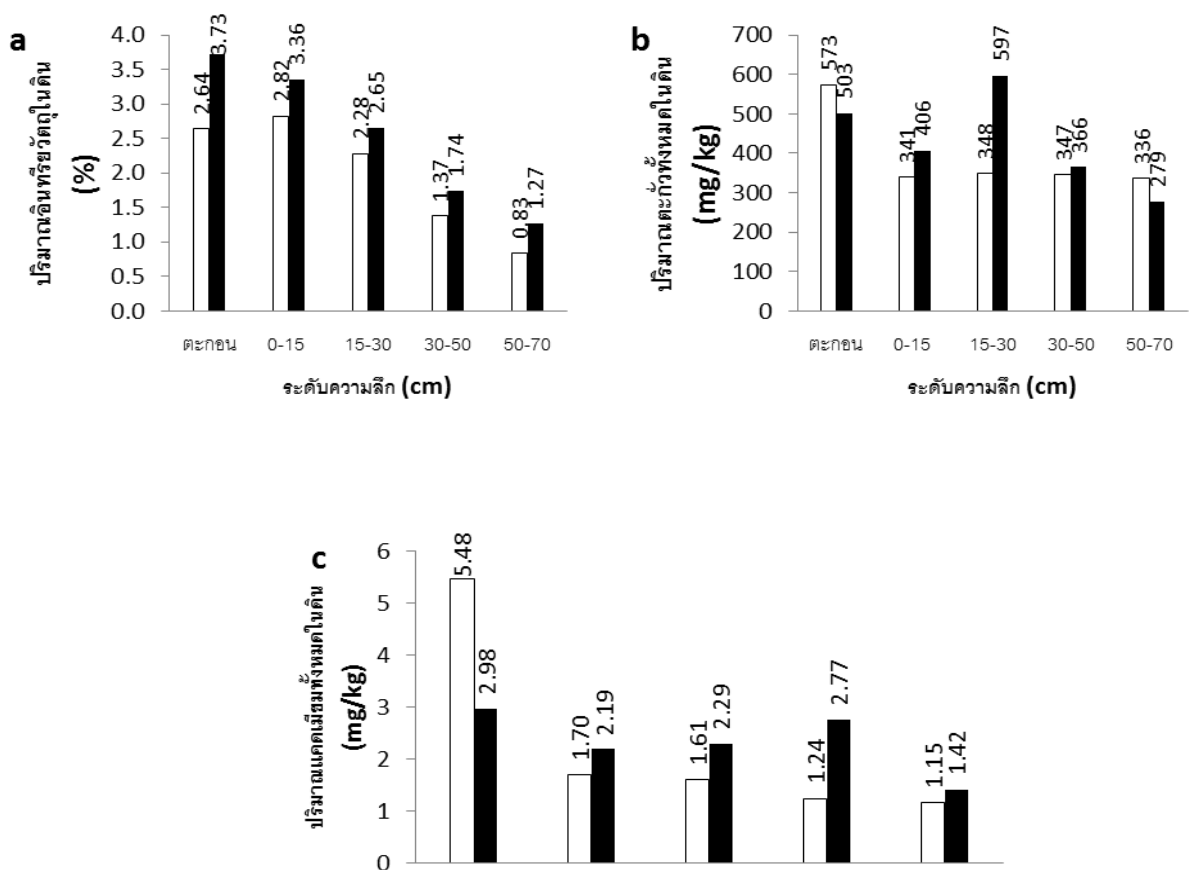
และฤดูร้อน และมีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น และในฤดูฝนมีการสะสมต่ำกว่าในช่วงฤดูร้อน (รูปที่ 17a)

ความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนมีการสะสมสูงสุดในบริเวณลำห้วยตอนกลาง (518 และ 815 mg/kg ตามลำดับ) และต่ำสุดในบริเวณต้นลำห้วย (104 และ 88 mg/kg ตามลำดับ) (รูปที่ 16b) พบการสะสมของตะกั่วทั้งหมดในตะกอนดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนในระดับสูง (573 และ 503 mg/kg ตามลำดับ) การสะสมของตะกั่วทั้งหมดในดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนที่ระดับความลึกต่างๆ ไม่ค่อยมีความแตกต่างกัน ยกเว้นที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร (รูปที่ 17b) และค่าความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 326-398 mg/kg ซึ่งมีค่าสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน คือ 100 mg/kg

ความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนมีการสะสมสูงสุดในบริเวณลำห้วยตอนกลาง (4.09 และ 3.49 mg/kg ตามลำดับ) และต่ำสุดในบริเวณต้นลำห้วย (0.25 และ 0.15 mg/kg ตามลำดับ) โดยไม่ค่อยพบความแตกต่างระหว่าง 2 ฤดู (รูปที่ 16c) การสะสมของแคดเมียมทั้งหมดในดินที่ระดับความลึกต่างๆ ไม่ค่อยมีความแตกต่างกัน โดยในฤดูฝนมีการสะสมต่ำกว่าในช่วงฤดูร้อน และพบการสะสมของแคดเมียมทั้งหมดในตะกอนดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนในระดับสูง (5.48 และ 2.98 mg/kg ตามลำดับ) ซึ่งสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน (3 mg/kg) (รูปที่ 17c) และพบว่าค่าความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.17-2.02 mg/kg ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐาน ยกเว้นบริเวณลำห้วยตอนกลางซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 3.49-4.09 mg/kg จะมีค่าสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน (รูปที่ 16c)



รูปที่ 16 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ (a) ตะกั่ว (b) และแคดเมียม (c) ในดินบริเวณลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในฤดูฝน (□) และฤดูร้อน (■) ปี 2554



รูปที่ 17 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ (a) ตะกั่ว (b) และแคดเมียม (c) ในตะกอนดินและดินที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในฤดูฝน (□) และฤดูร้อน (■) ปี 2554

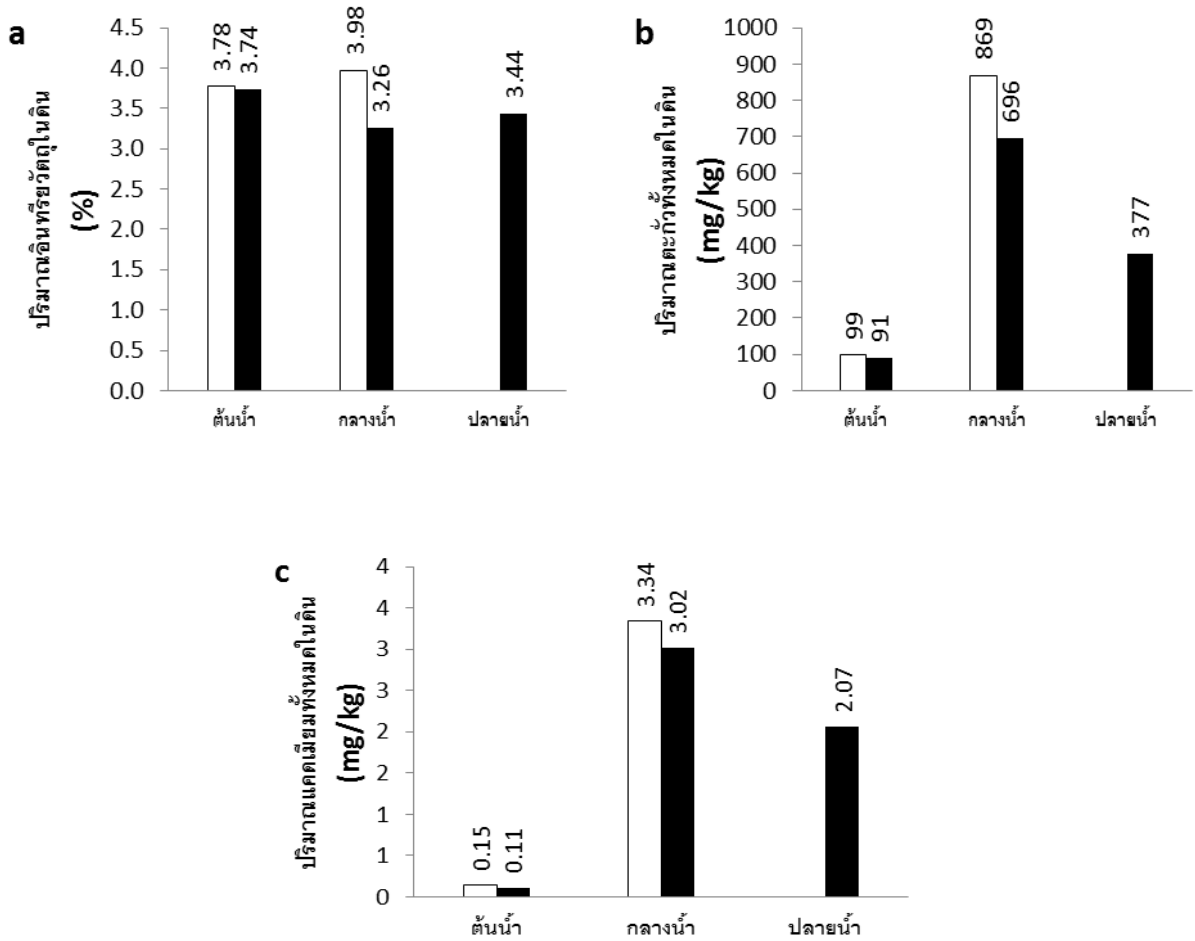
ปี 2555

ทำการเก็บตัวอย่างดินในบริเวณลำห้วยคลิตี้ ในวันที่ 30 กรกฎาคม 2555 เนื่องจากเกิดน้ำท่วมหลากพื้นที่ จึงเก็บตัวอย่างได้เพียงบริเวณต้นลำห้วยและลำห้วยตอนกลาง จำนวน 4 จุด เพื่อเป็นตัวแทนของฤดูฝน และวันที่ 23 มกราคม 2555 เพื่อเป็นตัวแทนของฤดูร้อน พบว่า ค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยทั้งในฤดูฝนและฤดูร้อนมีค่าเป็นกรดถึงด่างเล็กน้อย (pH 3.79-7.89) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนไม่ค่อยมีความแตกต่างกันตลอดแนวลำห้วย (3.26-3.98 %) (รูปที่ 18a) พบปริมาณอินทรีย์วัตถุในตะกอนดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนในระดับสูง (4.29 และ 4.08 % ตามลำดับ) และมีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น โดยในฤดูฝนมีแนวโน้มการสะสมสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน (รูปที่ 19a)

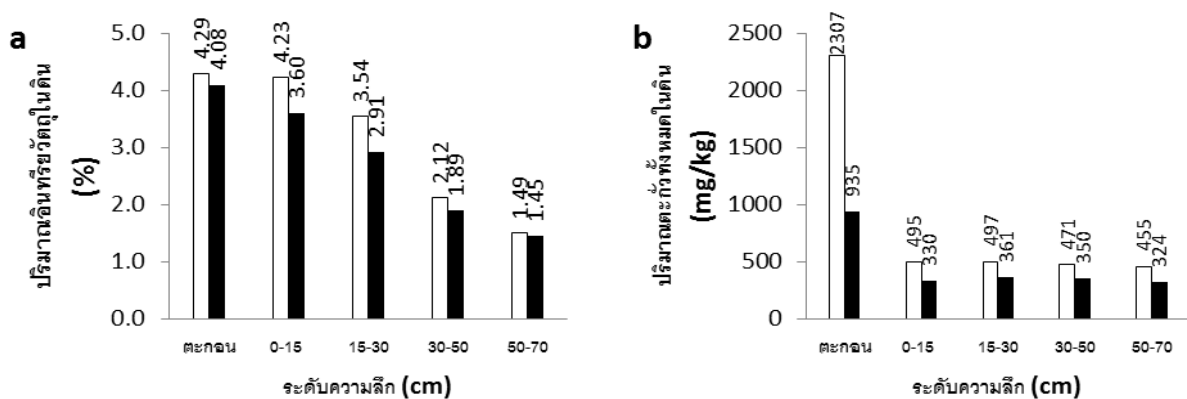
ความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินมีการสะสมสูงสุดในบริเวณลำห้วยตอนกลาง ทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน (869 และ 696 mg/kg ตามลำดับ) (รูปที่ 18b) พบความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในตะกอนดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน มีการสะสมในระดับสูงมาก (2,307 และ 935 mg/kg ตามลำดับ) และเกินเกณฑ์มาตรฐาน คือ 100 mg/kg การสะสมของตะกั่วทั้งหมดในดินในทั้ง 2 ฤดู ไม่ค่อยมีความแตกต่างกัน และดินที่ระดับความลึกต่างๆ มีค่าของตะกั่วทั้งหมดอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน (รูปที่ 19b) และพบว่าค่าความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 388-484 mg/kg ซึ่งมีค่าสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน

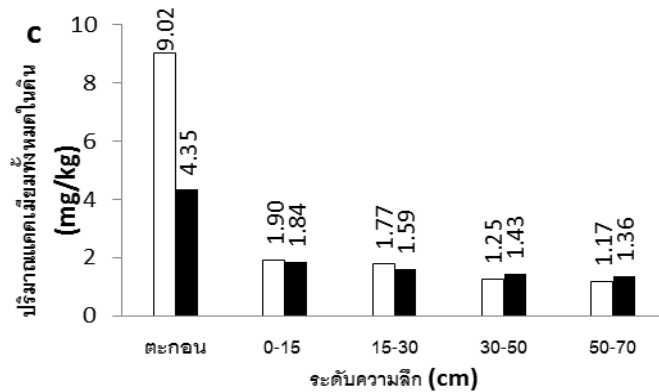
ความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินมีการสะสมสูงสุดในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนในบริเวณลำห้วยตอนกลาง (3.34 และ 3.02 mg/kg ตามลำดับ) (รูปที่ 18c) พบความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในตะกอนดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน มีการสะสมในระดับสูง (9.02 และ 4.35 mg/kg ตามลำดับ) และเกินเกณฑ์มาตรฐาน คือ 3 mg/kg ส่วนการสะสมของแคดเมียมในดินไม่แตกต่างกันในแต่ละระดับความลึกดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน (รูปที่ 19c) และพบว่าค่าความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.73-1.75

mg/kg ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐาน ยกเว้นในบริเวณลำห้วยตอนกลาง ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 3.02-3.34 mg/kg ที่มีค่าสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน (รูปที่ 19c)



รูปที่ 18 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ (a) ตะกั่ว (b) และแคดเมียม (c) ในดินบริเวณลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองฟ้าภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในฤดูฝน (□) และฤดูร้อน (■) ปี 2555





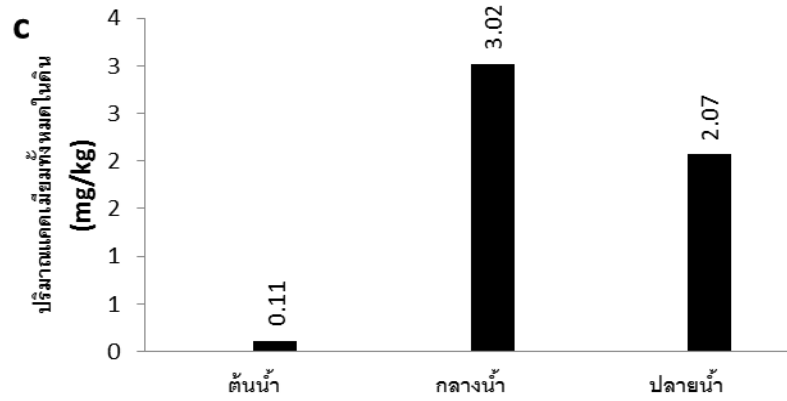
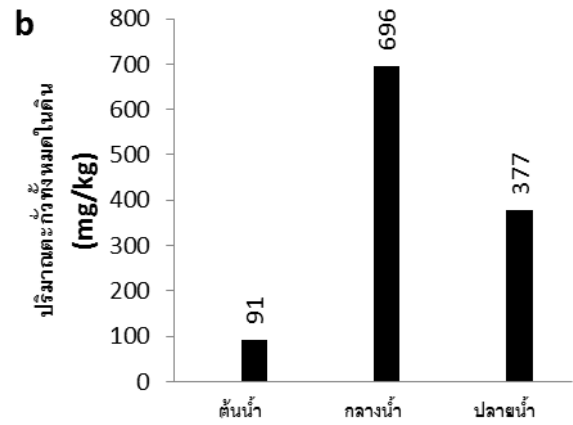
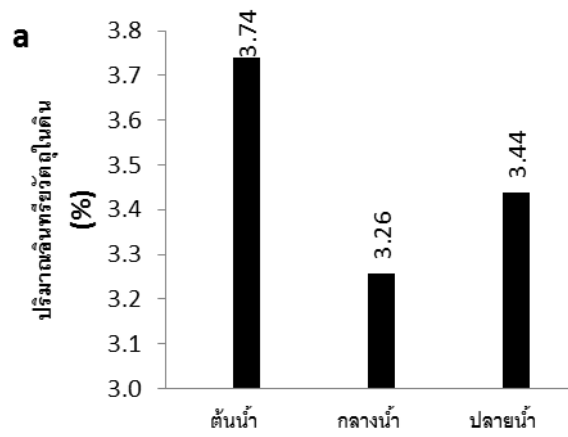
รูปที่ 19 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ (a) ตะกั่ว (b) และแคดเมียม (c) ในตะกอนดินและดินที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณลำห้วยคลิตี้ อำเภอลำปาง จังหวัดกาญจนบุรี ในฤดูฝน (□) และฤดูร้อน (■) ปี 2555

ปี 2556

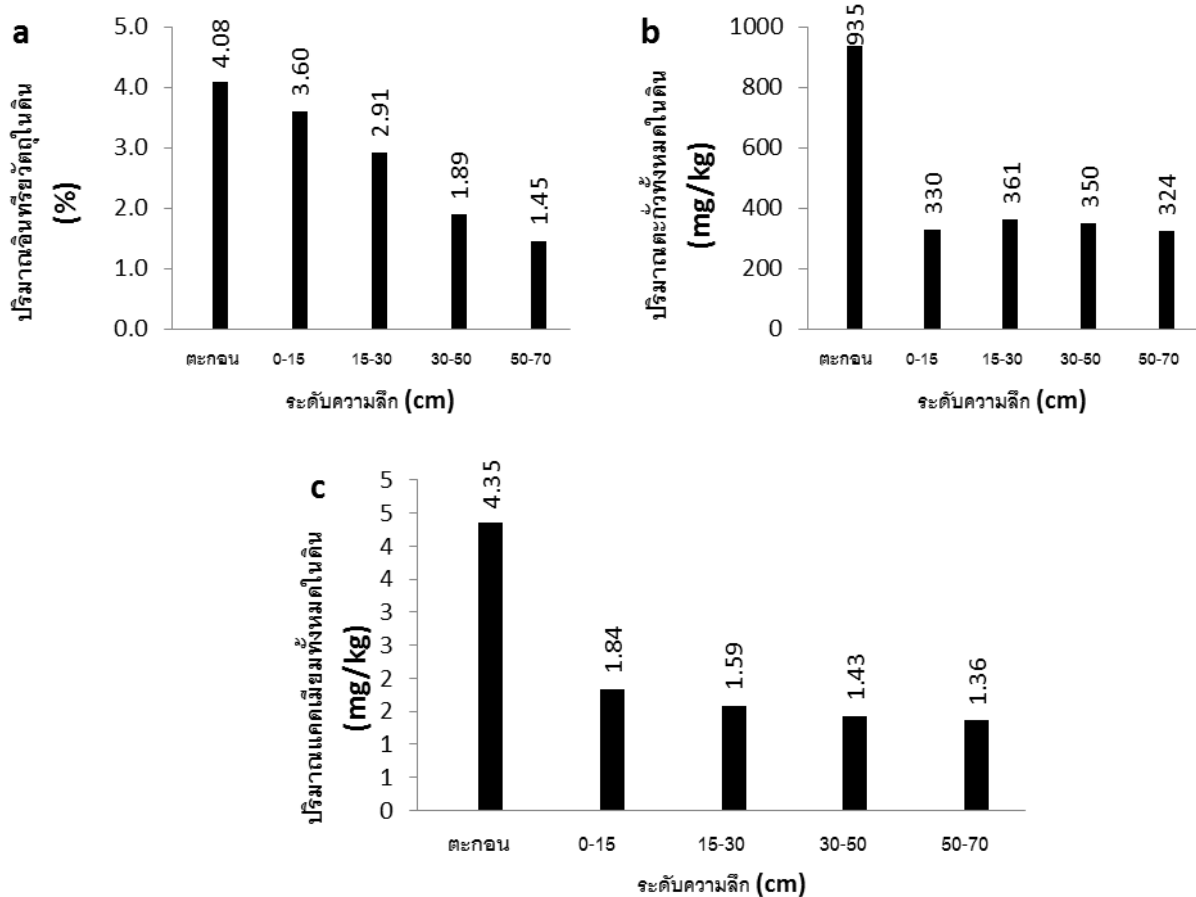
ทำการเก็บตัวอย่างดินในบริเวณลำห้วยคลิตี้ จำนวน 9 จุด เพื่อเป็นตัวแทนของช่วงฤดูร้อน ส่วนตัวแทนในช่วงฤดูฝนไม่สามารถทำการเก็บตัวอย่างได้เนื่องจากมีฝนตกหนักและเกิดน้ำหลากในพื้นที่ พบว่า ค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยมีค่าเป็นกลาง (pH 6.75) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีการสะสมมากในบริเวณต้นลำห้วย (3.74 %) และต่ำสุดในบริเวณกลางลำห้วย (3.26 %) (รูปที่ 20a) พบปริมาณอินทรีย์วัตถุในตะกอนดินมีการสะสมในระดับสูง (4.08 %) และมีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 21a)

ความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินมีการสะสมสูงสุดในบริเวณลำห้วยตอนกลาง (696 mg/kg) และต่ำสุดในบริเวณต้นลำห้วย (91 mg/kg) (รูปที่ 20b) ความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในตะกอนดินมีการสะสมในระดับสูง (935 mg/kg) และเกินค่ามาตรฐาน คือ 100 mg/kg และการสะสมของตะกั่วทั้งหมดในดินที่ระดับความลึกต่างๆ ไม่ค่อยมีความแตกต่างกัน (รูปที่ 21b) และค่าความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 388 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐาน

ความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินมีการสะสมสูงสุดในบริเวณลำห้วยตอนกลาง (3.02 mg/kg) และต่ำสุดในบริเวณต้นลำห้วย (0.11 mg/kg) (รูปที่ 20c) ความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในตะกอนดินมีการสะสมในระดับค่อนข้างสูง (4.35 mg/kg) และเกินค่ามาตรฐาน คือ 3 mg/kg แต่การสะสมไม่ค่อยแตกต่างกันในแต่ละระดับความลึกของดิน (รูปที่ 21c) และค่าความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.73 mg/kg ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐาน



รูปที่ 20 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ (a) ตะกั่ว (b) และแคดเมียม (c) ในดินบริเวณลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ปี 2556



รูปที่ 21 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ (a) ตะกั่ว (b) และแคดเมียม (c) ในตะกอนดินและดินที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ปี 2556

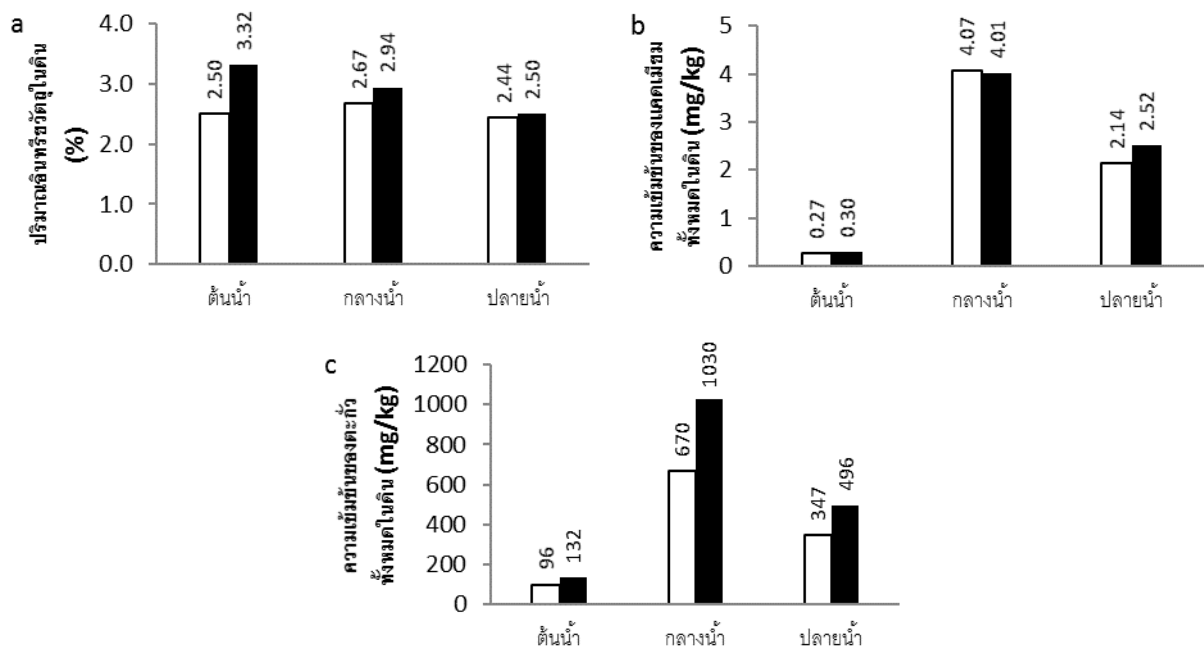
ปี 2557

ทำการเก็บตัวอย่างดินในบริเวณลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 14 จุด (รูปที่ 15 และ ตารางผนวกที่ 3) ในช่วงวันที่ 26-30 สิงหาคม 2556 เพื่อเป็นตัวแทนของฤดูฝน และช่วงวันที่ 17-20 เมษายน 2557 เพื่อเป็นตัวแทนของฤดูร้อน พบว่า ค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยทั้งในฤดูฝนและฤดูร้อนมีค่าเป็นกลางถึงต่างเล็กน้อย (pH 6.37-6.66) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักตลอดลำนํ้า โดยในฤดูฝนมีการสะสมต่ำกว่าในช่วงฤดูร้อน (รูปที่ 22a) พบปริมาณอินทรีย์วัตถุในตะกอนดินมีการสะสมในระดับสูงปานกลางทั้ง

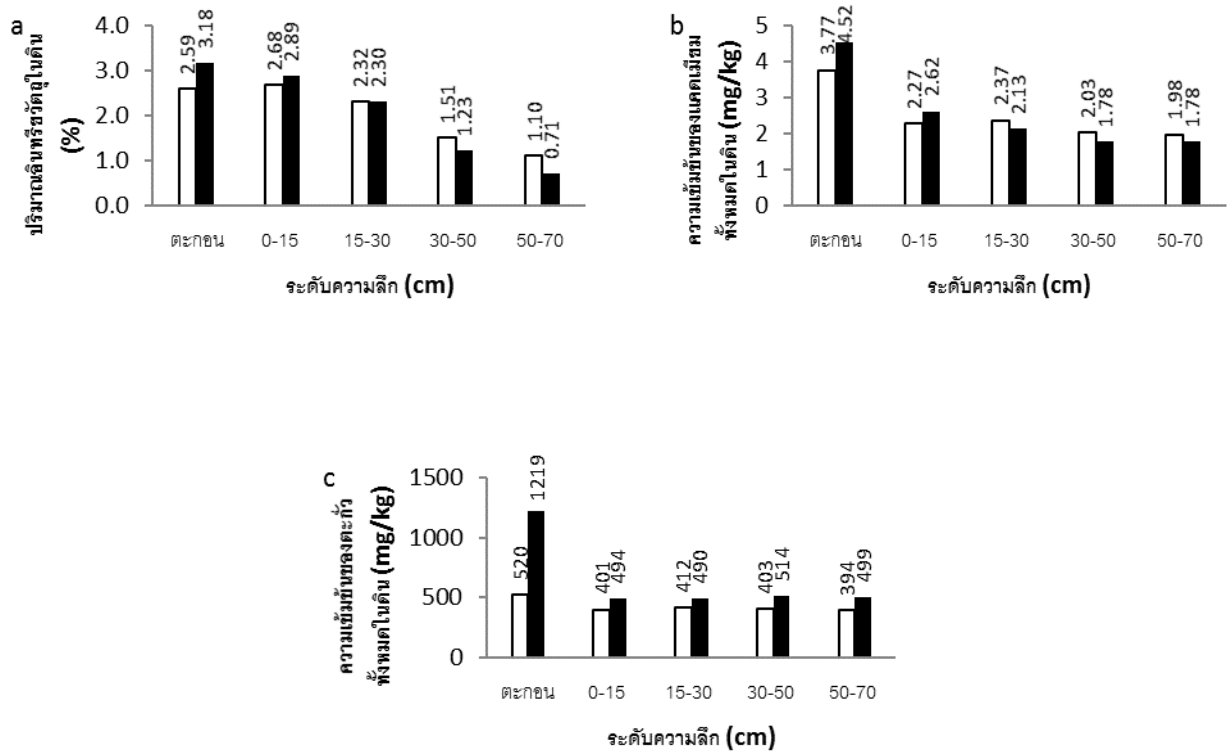
ในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน (2.59 และ 3.18 % ตามลำดับ) และมีการสะสมของอินทรีย์วัตถุลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 23a)

ความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนมีการสะสมสูงสุดในบริเวณลำน้ำตอนกลาง (4.07 และ 4.01 mg/kg ตามลำดับ) และต่ำสุดในบริเวณต้นน้ำ (0.27 และ 0.3 mg/kg ตามลำดับ) โดยไม่พบความแตกต่างในระหว่าง 2 ฤดู (รูปที่ 22b) พบความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในตะกอนดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนในระดับสูง (3.77 และ 4.52 mg/kg ตามลำดับ) และเกินค่ามาตรฐาน แต่มีการสะสมลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 23b) และพบว่าค่าความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.27-4.07 mg/kg โดยเฉพาะลำห้วยตอนกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 4.01-4.07 mg/kg ซึ่งสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน คือ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (รูปที่ 22b)

ความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนมีการสะสมสูงสุดในบริเวณลำน้ำตอนกลาง (670 และ 1,030 mg/kg ตามลำดับ) และต่ำสุดในบริเวณต้นน้ำ (96 และ 132 mg/kg ตามลำดับ) โดยในฤดูฝนมีการสะสมต่ำกว่าในช่วงฤดูร้อน (รูปที่ 22c) พบความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในตะกอนดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนในระดับสูง (520 และ 1,219 mg/kg ตามลำดับ) และการสะสมไม่ค่อยแตกต่างกันในแต่ละระดับความลึกของดิน (รูปที่ 23c) และพบว่าค่าความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินมีค่าอยู่ในช่วง 96-1,030 mg/kg (รูปที่ 22c) ซึ่งสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐาน คือ 100 mg/kg



รูปที่ 22 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ (a) แคลเซียม (b) และตะกั่ว (c) ในดินบริเวณลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในฤดูฝน (□) และฤดูร้อน (■) ปี 2557

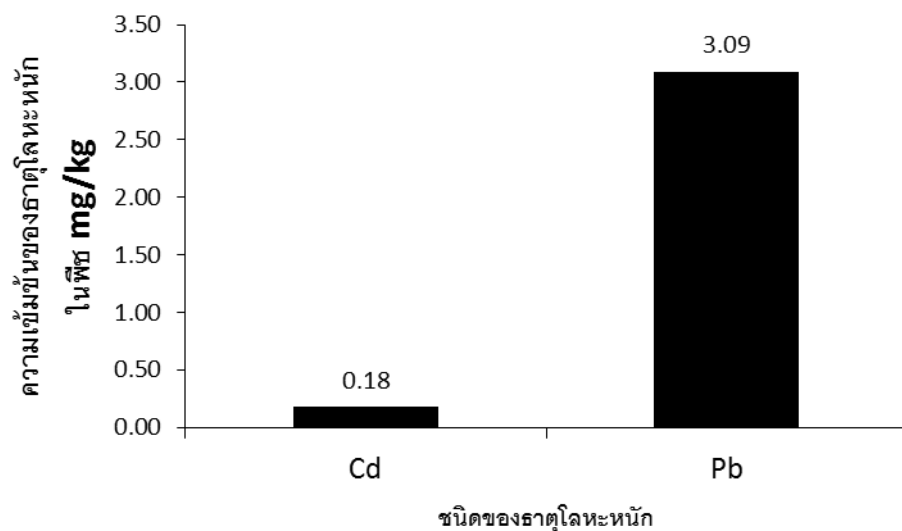


รูปที่ 23 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ (a) แคลเซียม (b) และตะกั่ว (c) ในตะกอนดินและดินที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในฤดูฝน (□) และฤดูร้อน (■) ปี 2557

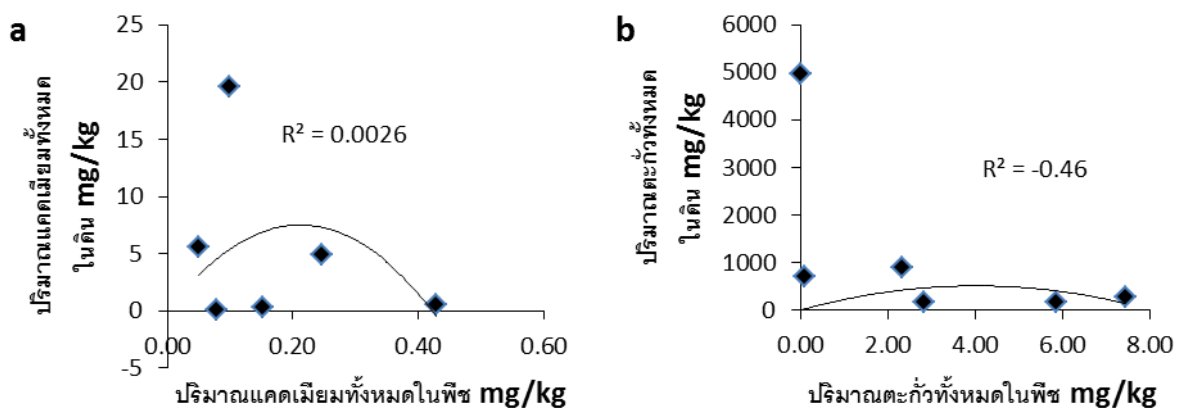
ปริมาณแคลเซียม และตะกั่วในตัวอย่างพืช

ทำการเก็บตัวอย่างพืชในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีปัญหาการปนเปื้อนโลหะหนัก โดยในปี 2554 เก็บตัวอย่างถั่วเขียว ข้าวโพด และมันสำปะหลัง รวม 6 ตัวอย่าง พบว่า มีปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในผลผลิตพืชเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.18 mg/kg พบว่า เกินค่ามาตรฐาน Codex (0.2 mg/kg) (Codex Alimentarius Commission, 2006) โดยมีการสะสมของแคดเมียมสูงสุด เท่ากับ 0.43 mg/kg และมีปริมาณตะกั่วทั้งหมดในผลผลิตพืชเฉลี่ยรวม เท่ากับ 3.09 mg/kg โดยมีการสะสมของตะกั่วสูงสุด เท่ากับ 7.45 mg/kg ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของตะกั่วในเมล็ดธัญพืชสำหรับใช้บริโภคเป็นอาหารมนุษย์ พบว่า เกินค่ามาตรฐาน เท่ากับ 0.2 mg/kg (Chen et al., 2011) (รูปที่ 24)

เมื่อนำค่าวิเคราะห์แคดเมียมและตะกั่วทั้งหมดในดินมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณแคดเมียมและตะกั่วที่สะสมในผลผลิตพืช พบว่า ปริมาณแคดเมียมและตะกั่วทั้งหมดในดินและปริมาณแคดเมียมและตะกั่วที่สะสมในตัวอย่างพืชไม่มีความสัมพันธ์กัน (รูปที่ 25a และ 25b)



รูปที่ 24 ปริมาณการสะสมของแคดเมียม และตะกั่วในผลผลิตพืช บริเวณลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี



รูปที่ 25 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักในดิน และปริมาณโลหะหนักในผลผลิตพืช แคดเมียม (a) และ ตะกั่ว (b) บริเวณลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. พื้นที่เกษตรกรรมบริเวณลำห้วยแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

1.1 ค่าความเข้มข้นของแคดเมียมทั้งหมดในดินตลอดสองฝั่งของลำห้วยสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐานที่ 3 mg/kg และพบการปนเปื้อนในระดับสูงบริเวณต้นลำห้วยมากกว่าลำห้วยตอนกลางและตอนปลาย ตามลำดับ ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับความแรงของกระแสน้ำในแต่ละปี

1.2 ในดินบนที่ระดับความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร มีค่าความเข้มข้นของแคดเมียมสูงกว่าดินล่างเสมอ จึงควรหลีกเลี่ยงการปลูกพืชที่มีระบบรากสั้นหรือพืชหัว เช่น มันสำปะหลัง เพื่อลดการดูดซึมของแคดเมียมเข้าสู่ต้นพืช

1.3 การปนเปื้อนของแคดเมียมในดินบริเวณนี้ มีแนวโน้มลดลงในแต่ละปี โดยในปีแรกๆ พบค่าการปนเปื้อนสูงสุดที่ 30.65 mg/kg และในปีสุดท้ายลดลงเหลือ 14.88 mg/kg เช่นเดียวกับค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในดินตะกอนลำห้วย อยู่ในระดับสูงและเกินค่ามาตรฐาน แต่ก็มีแนวโน้มลดลงในแต่ละปีเช่นกัน

1.4 ค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างพืชยังคงค่อนข้างสูง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน CODEX ของปริมาณแคดเมียมในอาหาร พบว่าปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในผลผลิตพืชเฉลี่ยทั้ง 4 ปี มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน CODEX ที่ 0.2 mg/kg นับว่าผลผลิตพืชจากพื้นที่นี้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยสำหรับการบริโภค

2. พื้นที่เกษตรกรรมบริเวณลำห้วย คลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

2.1 ค่าความเข้มข้นของตะกั่วทั้งหมดในดินตลอดสองฝั่งของลำห้วยอยู่ในระดับสูงมาก และเกินค่าระดับเกณฑ์มาตรฐานที่ 100 mg/kg และมักพบการปนเปื้อนในระดับสูงบริเวณลำห้วยตอนกลางมากที่สุด

2.2 ความเข้มข้นของตะกั่วในแต่ละระดับความลึกของชั้นดินมีค่าคงที่

2.3 ยังไม่พบแนวโน้มว่าการปนเปื้อนตะกั่วจะลดลง โดยเฉพาะในปีที่มีน้ำท่วมหลาก จะพบว่ามีการปนเปื้อนตะกั่วในดินที่ระดับสูงมากกว่าปกติ เช่นเดียวกับค่าความเข้มข้นของตะกั่วในตะกอนดินลำห้วยที่พบว่ามี การปนเปื้อนในระดับสูงมากในปี 2555 2556 และ 2557 ซึ่งเป็นปีที่มีน้ำหลาก

2.4 ค่าความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างพืชยังคงค่อนข้างสูง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของตะกั่วในเมล็ดธัญพืชสำหรับใช้บริโภคเป็นอาหารมนุษย์ พบว่า เกินค่ามาตรฐานที่ 0.2 mg/kg จึงควรหลีกเลี่ยงการปลูกพืชที่ใช้สำหรับการบริโภค

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

11. เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2548 ก. คู่มือเก็บตัวอย่างดินและน้ำเพื่อวิเคราะห์. กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี. สำนักวิจัยพัฒนา ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 30 หน้า.
- คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ พิมพ์ครั้งที่ 8. 547 น.
- ธนาพร ปลื้มพวง ธงชัย มาลา และ อรุณศิริ กำลัง. 2557. ปริมาณแคดเมียมในข้าวที่ปลูกในดินนาปนเปื้อนแคดเมียมในพื้นที่ ลุ่มน้ำแม่ตาบ จังหวัดตาก ประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2:26-38.
- พิชิต พงษ์สกุล และ สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์. 2542. การประเมินความปนเปื้อนของธาตุโลหะหนักในดิน. วารสาร ดินและปุ๋ย. 21:71-82.
- พิชิต พงษ์สกุล Robert Simmons วนิดา โนบรรเทา และ สุรทิน แก้วโรจน์ 2546. ความเข้มข้นของสังกะสี เหล็ก และแคดเมียมที่ปลูก ในดินที่มีสังกะสีและแคดเมียมสูง. วารสารดินและปุ๋ย. 25:86-102.
- Chen, Z.F., Zhao, Y., Zhu, Y.E., Yang, X., Qiao, J.J., Tian, Q. and Qing, Z. 2011. Health risks of heavy metals in sewage-irrigated soils and edible seeds in Langfang of Hebei province, China. *J. Sci. Food. Agric.* 90: 314–320.
- Codex Alimentarius Commission. 2006. Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission Report of the 29th Session. Available Source: <http://www.Codexalimentarius>. May, 2010.
- Jordan, D., R. J. Kremer, W. A. Bergfield, K. Y. Kim, and V. N. Cacnio. 1995. Evaluation of microbial methods as potential indicators of soil quality in historical agricultural fields. *Biology and Fertility of Soils.* 19:297-302.
- Hochi, Y., T. Kido, K. Nogawa, H. Kito, and Z. A. Shaikh. 1995. Dose-response relationship between total cadmium intake and prevalence of renal dysfunction using general linear models. *J. Appl. Toxicol.* 15:109-116.
- Milton, N, D. Y. Murphy, M. Braimbridge, G. Osler, D. Jasper, and L. Abbott. 2002. Using power analysis to identify soil quality indicators. *In* Symposium No. 32. XVII World Congress of Soil Science. Bangkok, Thailand. CD-Rom.

Nogawa, K., and T. Kido. 1993. Biological monitoring of cadmium exposure in itai-itai disease epidemiology. *Int. Arch. Environ. Health.* 63: 43-46.

Pongsakul, P., B.A. Zarcinas, G. Cozens, and M.J. McLaughlin. 1999. Assessment of heavy metals pollution of soils and crops in Thailand. 2nd International Conference on Contaminants in the Soil Environment in the Australasia-Pacific Region. New Delhi, India.

Zarcinas, B. A., G. Cozens, C. F. Ishak, P. Pongsakul, and M. J. McLaughlin. 1999. Assessment of pollution of agricultural land and crops by heavy metals and other contaminants. Termination Report of ACIAR Project No. 94.957. 235 p.

9. ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 จุดและพิกัดเก็บตัวอย่างดินในบริเวณลำห้วยแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ปี 2554-2556

จุดที่	พิกัด GPS
1	47 Q 0460638 1843267
2	47 Q 0460600 1843251
3	47 Q 0460589 1843324

4	47 Q 0460536	1843326
5	47 Q 0460548	1843411
6	47 Q 0460512	1843395
7	47 Q 0460517	1843482
8	47 Q 0460470	1843460
9	47 Q 0460403	1843488
10	47 Q 0460627	1843369
11	47 Q 0460589	1843348
12	47 Q 0460557	1843415
13	47 Q 0460601	1843432
14	47 Q 0460574	1843504
15	47 Q 0460524	1843504
16	47 Q 0460469	1843533
17	47 Q 0460440	1843509
18	47 Q 0460366	1843529
19	47 Q 0460377	1843580
20	47 Q 0460399	1843637
21	47 Q 0460477	1843567
22	47 Q 0460239	1843774
23	47 Q 0460193	1843767
24	47 Q 0460164	1843833
25	47 Q 0460166	1843895
26	47 Q 0460263	1843885
27	47 Q 0460252	1843832
28	47 Q 0460182	1843602
29	47 Q 0460138	1843629
30	47 Q 0460275	1843566
31	47 Q 0460222	1843612
32	47 Q 0460638	1843267

ตารางผนวกที่ 2 จุดและพิกัดเก็บตัวอย่างดินในบริเวณลำห้วยแม่ตาว อำเภอแม่สวด จังหวัดตาก
ปี 2557-2558

จุดที่	พิกัด GPS
1	47 Q 0460587 UTM 1843187
2	47 Q 0460583 UTM 1843259
3	47 Q 0460499 UTM 1843311
4	47 Q 0460465 UTM 1843326
5	47 Q 0460514 UTM 1843338
6	47 Q 0460539 UTM 1843357
7	47 Q 0460552 UTM 1843374
8	47 Q 0460485 UTM 1843569
9	47 Q 0460441 UTM 1843571
10	47 Q 0460386 UTM 1843545
11	47 Q 0460315 UTM 1843542
12	47 Q 0460250 UTM 1843532
13	47 Q 0460089 UTM 1843399
14	47 Q 0460185 UTM 1843292
15	47 Q 0460399 UTM 1843209
16	47 Q 0460135 UTM 1843534
17	47 Q 0460085 UTM 1843622
18	47 Q 0459988 UTM 1843590
19	47 Q 0459907 UTM 1843585
20	47 Q 0459941 UTM 1843473
21	47 Q 0460045 UTM 1843516
22	47 Q 0459828 UTM 1843624
23	47 Q 0459785 UTM 1843629
24	47 Q 0459732 UTM 1843637
25	47 Q 0459636 UTM 1843623
26	47 Q 0459554 UTM 1843583
27	47 Q 0459513 UTM 1843517
28	47 Q 0459637 UTM 1843524
29	47 Q 0459745 UTM 1843559
30	47 Q 0459292 UTM 1843291

31	47 Q 0459173 UTM 1843159
32	47 Q 0459174 UTM 1843224
33	47 Q 0459131 UTM 1843284
34	47 Q 0459081 UTM 1843293

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดที่	พิกัด GPS
35	47 Q 0459053 UTM 1843293
36	47 Q 0458947 UTM 1843184
37	47 Q 0458953 UTM 1843152
38	47 Q 0458961 UTM 1843074
39	47 Q 0459001 UTM 1842977
40	47 Q 0458781 UTM 1843020
41	47 Q 0458815 UTM 1843126
42	47 Q 0458867 UTM 1843199

ตารางผนวกที่ 3 จุดและพิกัดเก็บตัวอย่างดินในบริเวณลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

จุดที่	พิกัด GPS
1	47 P 0479118 UTM 1628124
2	47 P 0477665 UTM 1627926
3	47 P 0477669 UTM 1627941
4	47 P 0477657 UTM 1627984
5	47 P 0477651 UTM 1628020
6	47 P 0477452 UTM 1628144
7	47 P 0476127 UTM 1627639
8	47 P 0476120 UTM 1627641
9	47 P 0476113 UTM 1627667
10	47 P 0476120 UTM 1627721
11	47 P 0476083 UTM 1627774
12	47 P 0475789 UTM 1627632
13	47 P 0475733 UTM 1627625
14	47 P 0475738 UTM 1627658