บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

โครงการวิจัยนี้ประกอบด้วยการวิจัยสองส่วน คือ การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียม และการศึกษาถึงความเป็นไปได้และประสิทธิภาพในการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร รวมถึงคุณภาพและความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของผลผลิต ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

จากการศึกษาผลการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียม/บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลเหนือดิน (Free water surface system, FWS) โดยใช้พืชทดลอง 2 ชนิด คือ กกกลมและธูปฤาษี พบว่า ระบบบึงประดิษฐ์สามารถลดความสกปรกของน้ำเสียได้ค่อนข้างดี โดยน้ำเสียก่อนเข้าระบบ มีค่า BOD, COD, TKN และ TP เฉลี่ยเท่ากับ 767.90, 1330.25, 128.98 และ 60.05 mg/L ตามลำดับ เมื่อน้ำเสียผ่านการบำบัดจากระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียม /บึงประดิษฐ์ที่ปลูกกกกลม พบว่า มีค่าความเข้มข้นของ BOD, COD, TKN และ TP ลดลง โดยมีค่าระหว่าง 37.50 – 650.13, 133.33 – 900.00, 1.82 – 22.96 และ 2.70 – 60.00 mg/L ตามลำดับ หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 169.02, 303.91, 7.21 และ 15.89 ตามลำดับ ส่วนน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียม/บึงประดิษฐ์ที่ปลูกธูปฤาษี มีค่าความเข้มข้นของ BOD, COD, TKN และ TP ลดลงเช่นกัน ซึ่งมีค่าระหว่าง 38.75 – 512.12, 66.66 – 900.00, 1.54 – 19.60 และ 3.97 – 58.64 mg/L ตามลำดับ หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 132.11, 229.02, 5.79 และ 16.34 ตามลำดับ แต่ทั้งนี้ค่า BOD และ COD ที่ผ่านการบำบัดยังคงมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร ส่วนค่า TKN มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งฟาร์มสุกร จะเห็นได้ว่าระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียม/บึงประดิษฐ์สามารถลดค่าความสกปรกในรูป BOD และ COD ได้ค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบกับการศึกษาของ สุเทียบ ศรีลาชัย และคณะ (2550) ในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรขนาดเล็ก โดยใช้ระบบบึงประดิษฐ์ร่วมกับถังกรองไร้อากาศ พบว่า ระบบดังกล่าวสามารถลดค่าความสกปรกในรูป BOD และ COD ได้ โดยค่า BOD และ COD ก่อนเข้าระบบมีค่าอยู่ในช่วง 2,000 – 3,000 และ 2,000 – 4000 mg/L ตามลำดับ เมื่อผ่านถังกรองไร้อากาศอย่างเดียวสามารถลดค่า BOD และ COD เหลือประมาณ 200 – 400 และ 200 – 500 mg/L ตามลำดับ และเมื่อนำน้ำเสียมาผ่านการบำบัดต่อด้วยบึงประดิษฐ์ที่ปลูกต้นคล้าน้ำ ที่มีระยะเวลาการเก็บกัก 5 วัน สามารถลดค่า BOD และ COD ให้เหลือต่ำกว่า 100 และ 200 mg/L ตามลำดับ ส่วน

ค่า TKN ก่อนเข้าระบบมีค่าระหว่าง 300 – 500 mg/L เมื่อผ่านระบบถังกรองไร้อากาศ คงเหลือประมาณ 150 – 300 mg/L และเมื่อผ่านระบบบึงประดิษฐ์ที่ปลูกคล้าน้ำ ทำให้มีค่า TKN คงเหลือน้อยกว่า 200 mg/L

จากการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียเช่นเดียวกับระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียม/ระบบบึงประดิษฐ์โดยทั่วไป โดยเฉพาะการบำบัดสารอินทรีย์ และธาตุอาหารไนโตรเจน ซึ่งจากการทดลองประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ประเภท BOD และ COD ด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมที่ใช้กกลมและธูปฤาษี ในหน่วยทดลอง พบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัดค่า BOD ของระบบบึงประดิษฐ์แปลงต้นกกกลม และแปลงธูปฤาษี มีค่าประสิทธิภาพในการบำบัด BOD ระหว่าง 53.23 – 93.37% และ 63.16 – 92.77% ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพในการบำบัดค่า COD ของระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียม/บึงประดิษฐ์แปลงต้นกกกลม และแปลงธูปฤาษี มีค่าระหว่าง 52.76 – 89.21% และ 69.51 – 94.6% ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์โดยเฉลี่ย พบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัดค่า BOD ของระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียม/บึงประดิษฐ์แปลงต้นกกกลมและแปลงธูปฤาษี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 78.8% และ 84.34% ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพในการบำบัดค่า COD ของระบบบึงประดิษฐ์แปลงต้นกกกลมและแปลงธูปฤาษี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75.94% และ 84.58% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียม/บึงประดิษฐ์ของแปลงธูปฤาษี มีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ได้สูงสุด

จากผลการศึกษาได้บ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของระบบในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียภายใต้การทำงานหลักของจุลินทรีย์ในภาวะที่มีออกซิเจนรวมถึงปัจจัยอื่นๆ ในระบบ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ เกษม จันทร์แก้ว และคณะ (2545) ซึ่งเป็นการบำบัดน้ำเสียชุมชนของกกกลม ในระบบบึงประดิษฐ์แบบ FSW ภายใต้ระยะเวลากักพัก 5 วัน และเป็นระบบที่ทำงานภายใต้สภาพอากาศของเขตร้อนชื้นเช่นเดียวกันนี้ พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD ระหว่าง 32.4 – 91.0 % โดยประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 51% จะพบว่า ระบบที่ทำการศึกษานี้มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระบบที่ทำการศึกษานี้รับน้ำเสียสดซึ่งยังคงมีสารอินทรีย์ประเภทย่อยสลายง่ายปนเปื้อนอยู่มาก จึงส่งผลให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง และจากการศึกษาของ ปิยะ สันศนยุทธ และคณะ (2549) พบว่าระบบบึงประดิษฐ์แบบ FWS มีประสิทธิภาพในการลดความสกปรกในน้ำเสียในรูป BOD, SS, TKN และ TP ได้เท่ากับ 89%, 82%, 70% และ 81% ตามลำดับ และพบว่าระบบบึงประดิษฐ์ที่ทำการศึกษานี้มีประสิทธิภาพในการบำบัดใกล้เคียงกับระบบบึงประดิษฐ์อื่นๆ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับการบำบัดน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์ แบบ FSW ในพื้นที่ Ontario ประเทศแคนาดา ซึ่งรับน้ำเสีย 17

m^3/day มีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD เท่ากับ 82% ระบบบึงประดิษฐ์ในสหรัฐอเมริกาในพื้นที่ Arcata, CA ซึ่งรับน้ำเสีย 11,350 m^3/day มีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD เท่ากับ 64% และในพื้นที่ Gustine CA ซึ่งรับน้ำเสีย 3,785 m^3/day มีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD เท่ากับ 84% (EPA, 2000 ; พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก, 2549)

สำหรับประสิทธิภาพในการบำบัดไนโตรเจนในรูปของ TKN ของระบบบึงประดิษฐ์แปลงต้นกก กลมและแปลงธูปฤาษี มีค่าระหว่าง 60.48 – 99.07% และ 66.27 – 99.14% ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 91.22% และ 92.86% ตามลำดับ ซึ่งพบว่าระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียม/บึงประดิษฐ์แปลงธูปฤาษีมีค่าประสิทธิภาพในการบำบัด TKN สูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของพันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก (2549) ในการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบึงประดิษฐ์แบบเดียวกันกับการศึกษาวิจัยนี้ ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพในการบำบัด TKN โดยเฉลี่ยต่ำกว่า 50% แสดงให้เห็นว่าระบบบึงประดิษฐ์ในการศึกษาวิจัยนี้มีค่าประสิทธิภาพในการบำบัด TKN ค่อนข้างสูง และพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของภิญญดา เนียมคำ (2544) ที่ศึกษาการกำจัดไนโตรเจนจากน้ำเสียฟาร์มสุกรด้วยบึงประดิษฐ์ที่มีการไหลใต้ผิวดินในแนวดิ่งซึ่งปลูกต้นกกรังกา ที่ภาระบรรทุกปริมาณน้ำ 7.5 cm/d พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน 93.0% ทั้งนี้ สารอินทรีย์ไนโตรเจนที่ลดลง อาจเกิดจากการตกตะกอน (Sedimentation) หรือการเกิดตะกอนอินทรีย์สาร (Particulate organic matter) ในสภาวะที่มีอุณหภูมิและพีเอชที่เหมาะสมในการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ ซึ่งจะทำให้เกิดการตกผลึกของสารประกอบบางชนิด เช่น NH_4CaPO_4 เป็นต้น (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2529) นอกจากนี้ อาจเกิดการดูดซับ (Adsorption) ไนโตรเจนโดยดิน ซึ่งไนโตรเจนในดินในรูป NH_4^+-N มีโอกาสถูกดินดูดซับไว้ เพราะดินมีความสามารถในการดูดซับไอออนบวกจากสารละลายได้ และจุลินทรีย์ในดินสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544) และยังพบว่าไนโตรเจนในรูป NO_3^--N สามารถซึมลงไปในดินและน้ำใต้ดินได้ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2542)

สำหรับประสิทธิภาพในการบำบัด TP ของระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียม/บึงประดิษฐ์แปลงต้นกกกลมและแปลงธูปฤาษี มีค่าระหว่าง 40.87 – 96.19% และ 39.89 – 92.86% ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพการบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 74.88% และ 73.98% ตามลำดับ ซึ่งพบว่าระบบบึงประดิษฐ์แปลงต้นกกกลมมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการบำบัด TP ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก (2549) ในการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบึงประดิษฐ์แบบเดียวกับการศึกษาวิจัยนี้ ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพในการบำบัด TP มีค่าถึง 54.9% แสดงให้เห็นว่าระบบบึงประดิษฐ์ในการศึกษานี้มีค่าประสิทธิภาพค่อนข้างสูง และพบว่าประสิทธิภาพการบำบัด TP ยังขึ้นอยู่กับปฏิกริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในระบบ เช่น การเปลี่ยนรูปของฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปของ particulate P ที่ไม่ละลายน้ำ (Precipitation process) และ

ตกตะกอนอยู่ในระบบ เป็นต้น และจากการศึกษาของ Richardson *et al.* (1995) ยังพบว่า ในดินที่เป็นกรด สารอินทรีย์ฟอสเฟตจะถูกดูดซับในรูปของไฮดรัสออกไซด์ของเหล็กและอลูมิเนียม และสารที่ไม่ละลายน้ำจะตกตะกอนในรูปของเหล็กฟอสเฟตและอลูมิเนียมฟอสเฟต แต่แคลเซียมฟอสเฟตจะตกตะกอนที่พีเอช มากกว่า 7 และการดูดซับฟอสฟอรัสจะเกิดขึ้นได้ดีในดินที่มีแร่ธาตุและสารอินทรีย์ (เกียรติศักดิ์ ปิงกุล, 2546)

สำหรับประสิทธิภาพในการบำบัดโลหะหนัก พบว่า น้ำเสียก่อนการบำบัด มีการปนเปื้อนโลหะหนัก ได้แก่ Pb, Cu, Zn และ Fe เฉลี่ยเท่ากับ 0.07, 0.25, 0.11 และ 0.59 mg/L ตามลำดับ ซึ่งหลังการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียม/บึงประดิษฐ์ พบว่า น้ำเสียที่ผ่านระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียม/บึงประดิษฐ์แปลงควบคุม มีค่า Pb, Cu, Zn และ Fe เฉลี่ยเท่ากับ 0.07, 0.05, 0.13 และ 0.72 mg/L ตามลำดับ น้ำเสียที่ผ่านระบบบึงประดิษฐ์แปลงต้นกกกลม มีค่า Pb, Cu, Zn และ Fe เฉลี่ยเท่ากับ 0.08, 0.58, 0.11 และ 0.63 mg/L และน้ำเสียที่ผ่านระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียม/บึงประดิษฐ์แปลงธูปฤาษี มีค่า Pb, Cu, Zn และ Fe เฉลี่ยเท่ากับ 0.09, 0.28, 0.12 และ 0.51 mg/L ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าระบบบึงประดิษฐ์แบบ FWS ที่ใช้พืชทดลอง 2 ชนิด ได้แก่ กกกลมและธูปฤาษี ไม่สามารถลดการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำเสียได้

การใช้น้ำทิ้งจากการบำบัดเพื่อประโยชน์ทางการเกษตร

การศึกษาถึงการนำน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียมมาใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร พบว่า สามารถนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาใช้รดพืช เพื่อสร้างผลผลิตได้ โดยพบว่า พืชทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ต้นหอม หญ้ารูซี่ และดาวเรือง ที่รดด้วยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม มีอัตราการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าพืชชนิดเดียวกันที่ได้รดด้วยน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ภายใต้ปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ที่เหมือนกัน ซึ่งผลการศึกษา พบว่า ต้นหอม หญ้ารูซี่ และดาวเรือง ที่ได้รับน้ำจากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม มีอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงระหว่าง 14.96 – 37.90, 17.30 – 75.24 และ 6.10 – 29.50 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนต้นหอม หญ้ารูซี่ และดาวเรืองที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ มีอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงระหว่าง 3.34 – 10.08, 10.38 – 41.76 และ 4.92 – 22.00 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนผลผลิตเฉลี่ยของต้นหอม และหญ้ารูซี่ ที่ได้รับน้ำจากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม มีผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 354.66 – 382.62 และ 411.3 – 863.488 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และดาวเรืองมีผลผลิตเฉลี่ย ระหว่าง 20 – 23 ดอกต่อต้น หรือ 320,000 – 368,000 ดอกต่อไร่ ส่วนต้นหอม และหญ้ารูซี่ ที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำ

ธรรมชาติ มีผลผลิตเฉลี่ย เท่ากับ 97.21 และ 131.68 กิโลกรัมต่อไร่ และดาวเรืองให้ผลผลิต จำนวน 5 ดอกต่อต้นหรือ 80,000 ดอกต่อไร่ อย่างไรก็ตามผลผลิตที่ได้จากหน่วยทดลองก็ยังคงมีปริมาณต่ำกว่าปริมาณที่ผลิตได้โดยวิธีการของเกษตรกรทั่วไป ที่ต้องใช้ปุ๋ย และสารกำจัดแมลง มีเพียงดาวเรืองเท่านั้นที่ให้ผลผลิตสูงกว่าการผลิตด้วยวิธีการของเกษตรกร โดยมีรายงานระบุว่า ดาวเรืองจะให้ผลผลิตประมาณ 37,258 ดอกต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, ออนไลน์; พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก, 2549) และจากการศึกษาของ พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก (2549) ในการใช้น้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดระบบบึงประดิษฐ์แบบ FWS มาใช้รดดาวเรือง พบว่าดาวเรืองให้ผลผลิต 81,067 – 183,467 ดอกต่อไร่

จากการวิเคราะห์สารตกค้างโลหะหนัก ได้แก่ Pb, Zn, Cu และ Fe ในผลผลิตทางการเกษตร พบว่า พืชแต่ละชนิดที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดพบการปนเปื้อนโลหะในปริมาณค่อนข้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณ Fe ซึ่งมีการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 153.41–22,653.49 mg/kg ส่วนปริมาณ Zn, Pb และ Cu มีการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 47.61–418.43, 16.41–852.50 และ 2.15–29.95 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ตรวจพบในพืชผลทางการเกษตรมีค่าค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแห่งชาติสาธารณรัฐประชาชนจีนที่กำหนดให้มีค่า Pb, Zn และ Cu ตกค้างในอาหารประเภทผักสด มีค่าไม่เกิน 0.1, 20.0 และ 10.0 mg/kg ตามลำดับ สำหรับประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน กำหนดให้อาหารมีสารปนเปื้อนได้ไม่เกินข้อกำหนดดังต่อไปนี้คือ สังกะสี 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ทองแดง 20 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ตะกั่ว 1 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งจะเห็นได้ว่าพืชแต่ละชนิดมีปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักเกินค่ามาตรฐาน

สรุปผลการศึกษา

1. ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรของระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียเช่นเดียวกับระบบบึงประดิษฐ์โดยทั่วไป โดยเฉพาะการบำบัดสารอินทรีย์ และธาตุอาหารไนโตรเจน ซึ่งจะเห็นว่าระบบบึงประดิษฐ์ของแปลงธูปฤาษี มีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ได้สูงสุด
2. ประสิทธิภาพในการบำบัดโลหะหนัก Pb, Cu, Zn และ Fe ในน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรด้วยระบบบึงประดิษฐ์ไม่สามารถลดการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำเสียได้
3. การนำน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุมน้ำเทียมมาใช้ประโยชน์ด้านการ

เกษตร พบว่า สามารถนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาใช้รดพืช เพื่อสร้างผลผลิตได้ โดยพบว่า พืชทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ต้นหอม หญ้ารูซี่ และดาวเรือง ที่รดด้วยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม มีอัตราการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าพืชชนิดเดียวกันที่ได้รดด้วยน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ

4. พืชแต่ละชนิดที่ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดพบการปนเปื้อนโลหะ Pb, Zn, Cu และ Fe ในปริมาณค่อนข้างสูง จึงไม่เหมาะสมในการปลูกพืชเพื่อใช้ในการบริโภค

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรกับดินชุดอื่นหรือดินที่ไม่มีการปนเปื้อนมาก่อนเพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะดินหรือคุณสมบัติของดินและปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก