สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์หาปริมาณของแมงกานีส สังกะสี ในดินตะกอนของเสียของโรงงานถ่านไฟฉาย ในเขตกรุงเทพมหานคร

ทส
วส 15
003857

การวิเคราะห์หาปริมาณของแมงกานีส สังกะสี
ในดินและกากของเสียของโรงงานถ่านไฟฉาย
ในเขตกรุงเทพมหานคร

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์หาปริมาณของแมงกานีส สังกะสีในดินและกากของเสียของโรงงานถ่านไฟฉาย ในเขตกรุงเทพมหานคร

โดย ผศ.ผุสดี ปริยานนท์ และ
อ. กิ่งแก้ว วัฒนเสริมกิจ

บทคัดย่อ

จากผลของการขยายตัวทางด้านโรงงานอุตสาหกรรมในเขตกรุงเทพมหานครมากขึ้น โดยเฉพาะโรงงานถ่านไฟฉาย โรงงานแบตเตอรี่ มีการทิ้งกากของเสียลงสู่สภาพแวดล้อม มีผลกระทบทำให้เกิดการสะสมปริมาณของโลหะหนักในสภาพแวดล้อมซึ่งได้แก่ แมงกานีส (Mn)และสังกะสี (Zn) เป็นต้น โลหะหนักเหล่านี้ถึงแม้จะมีปริมาณน้อยแต่ถ้ามีการสะสมในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอาจจะเป็นพิษรุนแรงต่อสิ่งมีชีวิตได้ ทั้งนี้เพราะโลหะหนักเหล่านี้มีอนุภาคขนาดเล็กมากซึ่งสามารถละลายได้ดีในขบวนการทางชีวเคมีของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต (Davision 1974, Leu 1973) และโลหะหนักเหล่านี้สามารถเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตได้หลายวิธีการเช่น การหายใจ รับประทานเข้าไป หรือซึมเข้าทางผิวหนัง เหล่านี้เป็นต้น

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณการสะสมของ Mn และ Zn ในดินและในกากของเสียในเขตโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งอาจจะสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้อย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมเป็นพิษและอาจจะทำให้เกิดอันตราย ต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในบริเวณนั้นได้ ผลของการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณของ Mn ที่สะสมอยู่ในดินมีปริมาณตั้งแต่ 1200 ppm ถึง 300,000 ppm ปริมาณของ Zn ที่สะสมในดินมีอยู่ตั้งแต่ 350 ppm ถึง 53,750 ppm เมื่อเทียบกับปริมาณของ Mn และ Zn ในดินทั่วไปซึ่งมีระหว่าง 76 ppm ถึง 260 ppm และ 1.49 ppm ถึง 11.90 ppm ตามลำดับ ส่วนในกากของเสียใน Mn และ Zn มีปริมาณตั้งแต่ 20,100 ppm ถึง 366,250 ppm และ 25,000 ppm ถึง 72,500 ppm ตามลำดับ ดังจะเห็นได้ว่าปริมาณของ Mn และ Zn ที่สะสมอยู่ในดินและในกากของเสียในเขตโรงงานอุตสาหกรรมมีปริมาณที่สูงมาก ถึงระดับที่อาจจะมีผลต่อการทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมเป็นพิษได้ และเนื่องจากการที่โรงงานมีการปลดปล่อยให้โลหะหนักลงสู่

สภาพแวดล้อมเป็นจำนวนมาก และเกือบตลอดเวลาโดยไม่ได้มีวิธีการที่กำจัดของเสียเหล่านี้ให้ดีพอ จึงทำให้ฤดูกาลแทบจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงหรือการลดปริมาณการสะสมของโลหะหนักในดินที่อยู่ในเขตโรงงานอุตสาหกรรมเลย เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมระหว่าง 3 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และ ฤดูหนาว.

เลขหมู่ ๓๙๕
๓๙๕๒
เลขทะเบียน 003857
วัน.เดือน.ปี ๒๗ มี.ค. ๓๐

Determination of Manganese and Zinc in Soil and Sewage Sludge from Battery Plant; Bangkok Metropolitan Area.

Putsatee Pariyananth

Kingkaew Wattanasirmkit

Abstract

Problems of heavy metal come from the factories have imperfect precaution to protect distribution to environment. Heavy metal concentrations in soil may be elevated considerably when metal sewage sludge from Battery Plant is spread on land. At present, Manganese are most important metal that found to be the problems when the workeres are exposed by pollution from Battery Plant. Soil and sewages samples taken from Battery plant in Bangkok metropolitan area. The heavy metals determined are manganese and Zinc. The amounts of Mn and Zn, in soil, found as high as are 1,200 ppm - 300,000 ppm and 350 ppm - 53,750 ppm, respectively. In sewages found as high as are 20,100 ppm - 336,250 ppm and 25,000 ppm - 72,000 ppm, respectively when comparison to control soil samples (Mn, 76 ppm - 260 ppm; Zn 1.49 ppm - 11.90 ppm). A comparison of the concentration changing amounts of three seasons (Summer, Rainy and Winter) is also given. The results show that the amount of Mn and Zn in soils and sewages did not change significantly at 5% level.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทนำ

โลหะหนักในสภาวะแวดล้อมมีแหล่งกำเนิดมาจากในธรรมชาติ และโดยการกระทำของมนุษย์ซึ่งแม้จะสร้างขึ้นในปริมาณเล็กน้อยแต่ก็มักเป็นชนิดที่มีพิษรุนแรงต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้แก่โลหะหนักพวกตะกั่ว ปรอท แคดเมี่ยม แมงกานีส สังกะสี และทองแดงเป็นต้น โลหะหนักเหล่านี้มีอนุภาคขนาดเล็กมาก ซึ่งสามารถละลายได้ดีในขบวนการชีวเคมีของเซลล์สิ่งมีชีวิต (Davision 1974, Leu 1973)

โลหะหนักที่เข้ามาอยู่ในสิ่งแวดล้อมอาจจะพบกระจายอยู่ทั่วไปในอากาศ ซึ่งมีรายงานต่าง ๆ พบว่าในเขตกรุงเทพมหานครมีปริมาณตะกั่วสูงมากเฉลี่ยประมาณ 600 $\mu g/m^3$ ของอากาศ, แคดเมี่ยม 135.4 $\mu g/m^3$, ทองแดง 88.1 $\mu g/m^3$ และสังกะสี 114.0 $\mu g/m^3$ (เพริศพรรณ 2520) โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณสังกะสีในบริเวณอากาศของแหล่งโรงงานอุตสาหกรรมชนิดโรงงานหล่อหลอม, โรงงานชุบโลหะ, โรงงานแบตเตอรี่ โรงงานแผ่นประสาน และโรงงานต่อเรือพลาสติก มีปริมาณ 76.0 $\mu g/m^3$, 127.7 $\mu g/m^3$ 88.9 $\mu g/m^3$ และ 139.1 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ (เพริศพรรณ, กัณหิพย์ และสิทธิชัย 2520) ซึ่งตัวเลขเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าสังกะสีมีปริมาณสูงมากในอากาศ

นอกจากในอากาศแล้วโลหะหนักยังพบแพร่กระจายในน้ำ ซึ่งก็มีรายงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับน้ำดีและน้ำเค็มจากแหล่งต่าง ๆ คือจากบริเวณน้ำในคลองแสนแสบพบปริมาณของโลหะหนักชนิดสังกะสี, แมงกานีส, ปรอท, แคดเมียมและทองแดง ฯลฯ (สุธน 2520) นอกจากนี้ในบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างพบปริมาณสังกะสีละลายในน้ำโดยเฉลี่ย 11.0 ppb (Piamsak, Pichan 1977) และปริมาณสังกะสีจะเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของผิวดินก้นแม่น้ำ ซึ่งจะส่งผลไปยังพวกสัตว์น้ำจำพวกกุ้ง หอย ปลา ตลอดจนนกกินปลาบางพวก ตามรายงานพบว่ามีปริมาณสังกะสีอยู่ในสัตว์น้ำบริเวณที่เก็บตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างมาวิเคราะห์ พบปริมาณสังกะสีในสัตว์น้ำ 0.450 ppm - 18.60 ppm โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกุ้งชนิด Macrobrachium rosen bergii ซึ่งเป็นสัตว์เศรษฐกิจและเป็นอาหารสำคัญ จะมีปริมาณสังกะสีสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อมากที่สุด ปริมาณเฉลี่ย 14.81 ppm. (Piamsak, Pichan 1977)

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว น้ำประปาในกรุงเทพมหานครซึ่งมาจากการประปานครหลวงนั้น เป็นน้ำที่เตรียมมาจากน้ำผิวดินและน้ำบ่อบาดาล เมื่อนำน้ำประปามาทำการตรวจหาโลหะหนักพวกเหล็ก, แมงกานีส ปรากฏว่าน้ำจากบ่อบาดาลมีปริมาณเหล็กและแมงกานีสค่อนข้างสูง พบว่ามีจำนวนบ่อบาดาล 8 บ่อ ที่มีปริมาณ Mn เข้มข้นสูงถึง 0.6 - 11.9 ppm. 24 บ่อมี Mn 0.3 - 0.59 ppm และอีก 52 บ่อมี Mn 0.1 - 0.29 ppm ในจำนวนบ่อที่ขุดทั้งหมด 127 บ่อ ซึ่งเมื่อพิจารณามาตราฐานของน้ำดื่มที่องค์การอนามัยโลก (WHO Internation 1971) กำหนดไว้ว่าในน้ำดื่มจะต้องมีปริมาณ Mn ไม่เกิน 0.1 ppm ดังนั้นน้ำประปาในเขตกทม. จึงค่อนข้างจะไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้อุปโภค, บริโภค เพราะอาจเป็นอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพ ตลอดจนทำให้เกิดตะกอนสีน้ำตาลของ Mn ตามเสื้อผ้า เส้นท่อน้ำและเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ (น้ำทิพย์, 2520) ส่วนปริมาณสังกะสีที่อาจปะปนลงมาในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ สู่แหล่งน้ำ ก็ควรจะมีค่าสูงไม่เกิน 1 ppm. ซึ่งเป็นข้อกำหนดของมาตราฐานน้ำทิ้งตามที่กระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดเอาไว้เกี่ยวกับโลหะหนักบางชนิดพวกโครเมียม, ตะกั่ว นิเกิล สังกะสี จะมีได้รวมกันทั้งหมดหรือแต่ละชนิดไม่เกิน 1 ppm (อุไรวรรณ และไชยยุทธ 2518)

นอกเหนือจากในอากาศและน้ำ โลหะหนักก็ยังเข้ามาสะสมอยู่ในดินซึ่งจะมีผลโดยตรงไปยังสัตว์เล็กที่อาศัยในดินและพืช ปริมาณโลหะหนักที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในดินและเป็นที่น่าสนใจมากในขณะนี้ก็คือ โลหะหนักพวกตะกั่ว ปรอท สังกะสี แคดเมี่ยม นิเกิล และแมงกานีส ซึ่งมาจากแหล่งต่าง ๆ ที่สำคัญก็มาจากท่อไอเสียรถยนต์, โรงงานถลุงแร่, โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีผู้ทำการศึกษากันมาก ได้มีรายงานพบว่าตะกั่ว สังกะสี ซึ่งสะสมในดินบริเวณใกล้ข้างทางหลวงระหว่างเมืองจะมีค่าสูงสุดตรงบริเวณไหล่ทาง และปริมาณจะลดลงเมื่อมีระยะห่างจากขอบถนนออกไปเป็นระยะ 10, 20, 40, 80, 100 ฟุต ตามลำดับ ซึ่งปริมาณของสังกะสีจะผันแปรลดลงในลักษณะเป็น parabolically กับระยะทาง (Gish and Christencn, 1973) มีรายงานว่าค่าเฉลี่ยของสังกะสีในดินที่ริมทางหลวง Baltimore-Washington Park way มีค่าสูงถึง 229.1 ppm (Chow 1970, Langerwerff and Specht 1970, Gish and Christenson 1973) และ

พบว่าในบริเวณที่ลาดลุ่มมีพื้นดินเป็นแอ่งลึกในเวลาฝนตกหนักจะเป็นแหล่งที่มีน้ำขังเนื่องจากมีการพัดพาลงมาจากไหล่ทางและสะสมในแอ่งนี้ จึงทำให้มีปริมาณโลหะหนักอยู่สูงมาก (Gish and Christenson 1973)

มีรายงานเพิ่มเติมอีกว่า โลหะตะกั่ว, สังกะสีที่สะสมในดินที่ใกล้กับถนนที่มีการจราจรคับคั่งจะมีปริมาณมากกว่าในดินที่อยู่ห่างจากถนน 2 - 10 เท่า ซึ่งอาจจะมีค่าตั้งแต่ 100 - 3,000 ppm (Ward, Reeves and Brooks 1975, Gish and Christenson 1973)

ปริมาณของโลหะหนักที่ถูกสะสมในดิน นอกจากจะมีความสัมพันธ์กันระหว่างสถานที่เก็บตัวอย่างกับปริมาณรถที่ผ่านถนนแล้ว ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ลักษณะของดิน, ความเป็นกรดด่างของดิน ความชื้นในดิน ปริมาณอินทรียสารที่มีในดิน พืชที่คลุมดิน ลักษณะภูมิประเทศ(Singer and Hanson 1969, Wolcott 1970, Gish and Christenson 1973, Beyer Charney and Mulhern 1982, Tiller and Vries 1977)

นอกจากไอเสียรถยนต์รับนถนนแล้วยังพบว่าโลหะหนักพวกแคดเมี่ยมและสังกะสีอาจได้รับมาจากน้ำมันเครื่องและยางรถยนต์โดยตรงเช่นกัน (Lagerwerff and Specht 1970)

นอกจากจะได้โลหะหนักมาจากถนนแล้ว แหล่งสำคัญอื่น ๆ ก็มีอีกมากได้แก่บริเวณที่ดินซึ่งอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการถลุงโลหะต่าง ๆ ดังที่มีรายงานพบว่าบนผิวดินในบริเวณเขตที่อาศัยและเขตส่วนที่อยู่ในรัศมีโดยรอบของโรงงานถลุงแร่ทองแดงในรัฐนิวเซ้าท์เวลล์ ออสเตรเลียมีโลหะหนักพวกทองแดง, สังกะสี, ตะกั่ว, แคดเมี่ยมอยู่ในปริมาณสูง (Beavington 1973, 1975) โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ผิวดินระดับ 0 - 15 ซม. ในบริเวณเขตโรงงานถลุงจะมีปริมาณมากกว่าดินเขตส่วนในเมืองที่ปราศจากโรงงานถลุงโลหะ (Purves 1976) และยังพบว่าระยะทางจากปล่องควันของโรงงานจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของทองแดง, สังกะสี, ตะกั่ว, แคดเมี่ยมในดินที่นำมาศึกษา (Beavington 1975) ซึ่งมีรายงานเพิ่มเติมว่าในระยะทางถึง 15 กิโลเมตร รัศมีโดยรอบที่บริเวณโรงถลุงแร่ ของ Avon mouth จะมีหมอกควันหนาปกคลุมทำให้ผิวดินบริเวณนี้ได้รับตะกั่ว,

สังกระสี, แคดเมี่ยมในจำนวนสูงมาก (Little and Martin 1972)

โลหะหนักต่าง ๆ ที่เจือปนอยู่ในดินจะมีอิทธิพลต่อพืชและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ๆ ที่อาศัยอยู่ในดิน ซึ่งสัตว์เหล่านี้จะสะสมโลหะหนักเหล่านี้ไว้ในร่างกายแล้วถ่ายทอดต่อไปในสายใยอาหารจนในที่สุดอาจเป็นอันตรายต่อ มนุษย์ได้

พืชผักสวนลูกต่าง ๆ ที่ปลูกในบริเวณใกล้เคียงกับเขตโรงงานอุตสาหกรรมหนักต่าง ๆ โรงงานถลุงแร่, โรงงานแบตเตอรี่ มีรายงานว่าพบโลหะเหล่านี้สะสมอยู่ (Tiller and Vries 1977, Tiller et al 1975, Lagerwerff and Specht 1970, Beavington 1975) มีรายงานว่ามีการสะสมของสังกระสี, ทองแดง, ตะกั่ว นิเกิ้ล, เหล็ก ในใบพืชผักพวก lettuce, กระหล่ำปลี, ใบกระเทียม, มันต้, พริก ซึ่งปลูกในบริเวณเขตส่วนที่อยู่ห่าง จากโรงงานถลุงทองแดงเป็นรัศมีโดยรอบ 0.5 กิโลเมตร (Beavington 1973, 1975) ซึ่งพบว่าใน lettuce มีปริมาณโลหะสะสมค่อนข้างสูงมากกว่าผักชนิดอื่น ๆ คือมีสังกระสี 316 ppm, ตะกั่ว 23 ppm, ทองแดง 64 ppm เหล็ก 593 ppm. (Warren et al 1971, Beavington 1975) มีรายงานว่าระยะทางจากปล่องควันของโรงงานถลุงแร่กับปริมาณโลหะในดินและในพืชผักจะมีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ซึ่งพบว่าพืชตอกที่ปลูกในดินซึ่งอยู่ห่างเขตปล่องควันใหญ่ของโรงงานถลุงทองแดงเป็นระยะทางห่าง 150 เมตร มีโลหะหนักสะสมในใบได้แก่ ตะกั่ว 71.4 ppm แคดเมี่ยม 10.2 ppm นิเกิ้ล 6.0 ppm และเมื่อปลูกในระยะห่างออกไปถึง 3 กิโลเมตร เป็นรัศมีโดยรอบก็ยังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสังกระสีกับทองแดงในดินและในต้นพืชสวนลูกอย่างมีนัยสำคัญ (Beavington 1973, 1975) นอกจากนี้ยังพบว่าโอกาสที่พืชและดินที่ปลูกซึ่งเจือปนด้วยโลหะบางอย่างในปริมาณสูงก็ทำให้มีโอกาสที่จะสะสมโลหะอื่น ๆ ในปริมาณที่สูงตามกันได้ ซึ่งมีรายงานความสัมพันธ์ของปริมาณสังกระสีกับตะกั่วและแคดเมี่ยมในดินที่ปลูกกับในต้นเอลัป, ใบ howthorn (Little and Martin 1972)

โลหะหนักต่าง ๆ ที่สะสมอยู่ในพืชผักที่เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ต่าง ๆถ้าจะใช้บริโภคไม่ควรมีปริมาณของโลหะสะสมมากเกินกว่าที่ WHO (1972) ได้กำหนดมาตราฐานไว้ว่าโลหะพวกตะกั่วไม่ควรบริโภคเกิน 3,000 µg/week, แคดเมี่ยม 400 - 500 µg/

week ถ้าปริมาณสูงเกินกว่านี้จะเป็นอันตรายได้

จากการเปรียบเทียบปริมาณของโลหะในพืชผักชนิดต่าง ๆ โดย Tiller (1977) และ UK (1972, 1973) พบว่าแหล่งสะสมสังกระสีอยู่ที่บริเวณรากพืช ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับค่าที่พบในดินที่ใช้ปลูก ส่วนตะกั่วกับแคดเมี่ยมจะสะสมอยู่ที่ใบและรากมากที่สุด มีรายงานว่าผู้คนที่อาศัยอยู่ในเขตส่วนใกล้เมือง Port Pirie ซึ่งเป็นแหล่งโรงงานถลุงสังกระสีกับตะกั่วจะได้รับโลหะหนักเหล่านี้สูง เนื่องจากบริโภคพืชผักเหล่านี้ (Tiller 1977) และเด็กเล็ก ๆ อาจเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากการกินเศษดินซึ่งมีโลหะเหล่านี้เจือปนเข้าไปด้วย (Tiller et al 1975)

โลหะหนักที่เจือปนจะถูกสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กนำเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อของมัน สัตว์เหล่านี้ได้แก่พวกไส้เดือนดิน หนอน สัวอ่อนแมลง ซึ่งอาศัยในบริเวณดินที่มีอินทรียสารอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์จะสะสมสารพิษเอาไว้ในตัวแล้วจะเป็นอันตรายต่อตัวที่มากินมันเข้าไป (Beyer and Gish 1980) เพราะว่าพวกไส้เดือนดิน หนอน เหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่อาหารหลาย ๆ ห่วงโซ่ (Reynold 1977) มีรายงานว่าในดินที่มีกากของเสียหรือเศษขยะพวกที่มีโลหะหนักปะปนอยู่ พวกไส้เดือนในดินขยะนี้จะสะสมโลหะชนิดต่าง ๆ เข้าไปในตัวได้มากกว่าจากในดินปกติดังนี้คือแคดเมี่ยม 12 เท่า, ทองแดง 2.4 เท่า, สังกระสี 2 เท่า ตะกั่ว 1.2 เท่าของดินปกติ (Beyer, Chaney and Mulhern 1982) และพบอีกว่าปริมาณของแคดเมี่ยม สังกระสี ทองแดง ตะกั่วในไส้เดือนดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณโลหะในดิน มันสามารถสะสมสังกระสีได้มากถึง 452 - 574 ppm. และยังพบว่าในดินที่มีหินปูนผสมอยู่ไส้เดือนดินจะไม่สะสมโลหะหนัก

มีรายงานว่าไส้เดือนที่อาศัยอยู่ในดินที่มีสังกระสีเจือปนอยู่ 1,100 ppm อาจทำให้เป็นอันตรายได้ (Van Rhu 1975) แต่ก็ไม่แน่เสมอไปเพราะมีการพบไส้เดือนดินอาศัยในดินที่มีสังกระสีสูงกว่า 1100 ppm ในสภาพปกติได้ (Beyer 1981) นอกจากนี้ก็ยังได้รายงานถึงไส้เดือนดินบริเวณสองข้างทางหลวงจะได้รับโลหะหนักในปริมาณสูงมาก มีการสะสมสังกระสีถึง 670 ppm , ตะกั่ว 331.4 ppm ซึ่งเป็นปริมาณที่ทำให้สัตว์ที่กินเข้าไปได้รับพิษจากโลหะจนถึงระดับ lethaldose ได้ (Gish and Christenson

1973) และยังได้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของเศษเหลือของโลหะในดินกับระยะห่างจากถนน รวมทั้งปริมาณรถที่ใช้ถนน พบว่าความเข้มข้นสูงสุดของโลหะหนักในไส้เดือนดินบริเวณสองข้างทางหลวง จะมีค่าสูงสุดบริเวณใกล้เคียงไหล่ทาง และจะลดลงไปตามระยะทางที่ห่างไกลออกไปจากขอบถนน และพบว่าในไส้เดือนดินมีสังกะสีอยู่ 495 ppm จากในบริเวณดินที่มีสังกะสีอยู่ 229 ppm

ไส้เดือนดินเป็นอาหารของสัตว์ต่าง ๆ เช่น นก สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์เลื้อยคลาน ตลอดจนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด ดังนั้นผลจากที่มีพวกโลหะหนักตกค้างไปยังสัตว์อื่น ๆ ก็เป็นอันตรายที่น่าจะศึกษาติดตาม มีรายงานว่าปริมาณของสังกะสีในอาหารสัตขนาด 50 - 500 ppm ทำให้ลูกหมูตายได้ (Clarke and Clarke 1967, Grimmett et al 1937) ดังนั้นตามแหล่งดินที่ทางหลวงต่าง ๆ ซึ่งมีสัตว์ที่กินพวกไส้เดือนดินเป็นอาหารในระยะเวลานาน ๆ ก็อาจได้รับปะกั่วและสังกะสีเข้ามาสะสมจนถึงระดับความเป็นพิษได้

จากการพัฒนาประเทศในด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งส่งผลให้มีการทิ้งกากของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมทั้งในอากาศ, น้ำ และดิน จึงมีโอกาสที่ทำให้สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ รวมถึงคน สัตว์ พืช ได้รับโลหะหนักเหล่านี้ทั้งทางตรงและทางอ้อมเข้าสู่ร่างกายได้ตลอดเวลา ต่างที่มีรายงานว่ามีปริมาณโลหะหนักซึ่งอาจปนในน้ำดื่มและอาหารสัตว์ ซึ่งจะไปสะสมอยู่ที่เนื้อเยื่อของสัตว์ เช่น พวกโค กระบือ และสุกร ในปริมาณค่อนข้างสูง ซึ่งได้แก่พวกสังกะสีมีค่าสูงเกิน 25 ppm ในตับสุกร แคดเมียมมีค่าสูงเกิน 1 ppm ในตับโคและตะกั่วค่อนข้างสูงเกิน 1.0 ppm ในตับโคและสุกร (ประวิทย์และคณะ 2520) ด้วยเหตุนี้ไม่ว่าจะเป็นเครื่องอุปโภค บริโภคซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยสี่ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน ดังนั้นมนุษย์จึงหลีกเลี่ยงจากความเป็นพิษของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมได้ยากและนับวันจะยิ่งเป็นปัญหาที่จะต้องรีบเร่งแก้ไขโดยด่วน ปัจจุบันนี้ในบ้านเราได้มีการขยายตัวทางด้านโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้นทุกที โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครได้มีโรงงานที่ตั้งขึ้นทั้งเก่าและใหม่เป็นจำนวนมาก เช่น โรงงานแบตเตอรี่ โรงงานถ่านไฟฉาย โรงงานทำแก้ว ฯลฯ บางแห่งเป็นโรงงานเก่าแก่ที่ก่อตั้งขึ้นมาเป็นระยะเวลานาน และอยู่ในเขตชุมชนที่ค่อนข้างจะแออัด ผลที่ตามมาก็คือโรงงานเหล่านี้อาจจะมีระบบการกำจัดของเสียจากภาย

ในโรงงานไม่ดีพอ สารประกอบพวกมังกานีส สังกะสี หรือตะกั่ว อาจจะถูกปลดปล่อยออกมาจากขบวนการผลิตปะปนไปกับสภาพแวดล้อม เช่น น้ำ ดิน หรืออากาศ ทำให้เกิดสภาวะมลพิษ ซึ่งมีปริมาณที่ค่อนข้างสูง ที่อาจจะเป็นอันตรายต่อคนหรือสัตว์หรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น หรือในบริเวณใกล้เคียงอาจจะโดยการหายใจเข้าไป รับประทานปะปนเข้าไป หรือซึมผ่านเข้าทางผิวหนังเป็นระยะเวลานาน ๆ ทำให้เกิดอันตรายอย่างยิ่งต่อสุขภาพของคนและสัตว์ โดยเฉพาะคนที่ทำงานอยู่ในโรงงานเหล่านั้นเป็นระยะเวลานาน จะมีผลทำให้เกิดผิดปกติในด้านระบบการหายใจ ระบบประสาท และอาจจะเป็นอัมพาตในที่สุดได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาปริมาณการสะสมของโลหะหนักบางชนิดที่ถูกนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมถ่านไฟฉายได้แก่ มังกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ที่สะสมอยู่ในดินและกากของเสียในเขตบริเวณโรงงานและสถานที่ใกล้เคียง

2. ศึกษาเปรียบเทียบฤดูกาลที่อาจจะมีผลต่อการสะสมของ Mn และ Zn

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณ Mn และ Zn ในเขตโรงงานอุตสาหกรรม และเขตที่ไม่ใช่โรงงานอุตสาหกรรม

4. เพื่อนำเอาข้อมูลที่ได้ไปศึกษาหาวิธีป้องกันกำจัด และควบคุมสิ่งแวดล้อมเป็นพิษเนื่องจากโลหะหนักในเขตกรุงเทพมหานคร

วิธีทำการทดลองและการวิเคราะห์

สถานที่ทำการทดลองโดยกำหนดสถานที่ ณ บริเวณโรงงานอุตสาหกรรมถ่านไฟฉายเขตบางแค กรุงเทพมหานคร โรงงานนี้ตั้งอยู่ในเขตชุมชนที่ค่อนข้างจะหนาแน่นมาก ห่างจากถนนเพชรเกษมไปประมาณ 50 เมตร ด้านหน้าโรงงานติดกับตลาดสด ด้านข้างและด้านหลังติดอยู่กับบ้านเรือนของชุมชน ในอาณาเขตโรงงานประกอบด้วยอาคารหลายชนิด ได้แก่ โรงบรรจุถ่านไฟ โรงอัดแท่งมังกานีส (Mn) โรงเข้ารูปกระบอก, โรงรีดสังกะสี

(Zn) โรงบดแร่ โรงอาหาร เป็นต้น นอกจากนี้ภายในโรงงานยังมีเนื้อที่ว่างเปล่าประมาณ 2 ไร่ อยู่ทางด้านหลังต่อนไปทางทิศตะวันออกของโรงงาน เป็นที่ราบลุ่มบางแห่งมีน้ำขังในตลอดช่วงฤดูฝน นอกจากนี้ยังมีน้ำเสียจากโรงงานถูกปล่อยลงสู่บริเวณนี้ด้วย นอกจากนี้อาณาเขตรอบข้างติดต่อกับที่อยู่อาศัยของชุมชนที่มีลักษณะเป็นที่ลุ่มต่ำกว่าบริเวณโรงงาน น้ำจากโรงงานอาจจะไหลสู่บริเวณที่ตั้งบ้านเรือนของชุมชน

ระบบการกำจัดของเสียของโรงงาน กากของเสียจะถูกนำมากองทิ้งเพื่อรอขนออกสู่นอกโรงงาน และมีเก็บน้ำเสียที่ผ่านขบวนการภายในโรงงานเป็นบ่อพักน้ำอยู่ทางด้านข้าง ๆ อาคาร (แผนที่โรงงาน หน้า 9)

การเก็บตัวอย่างดินภายในโรงงาน แบ่งออกเป็น 4 เขต

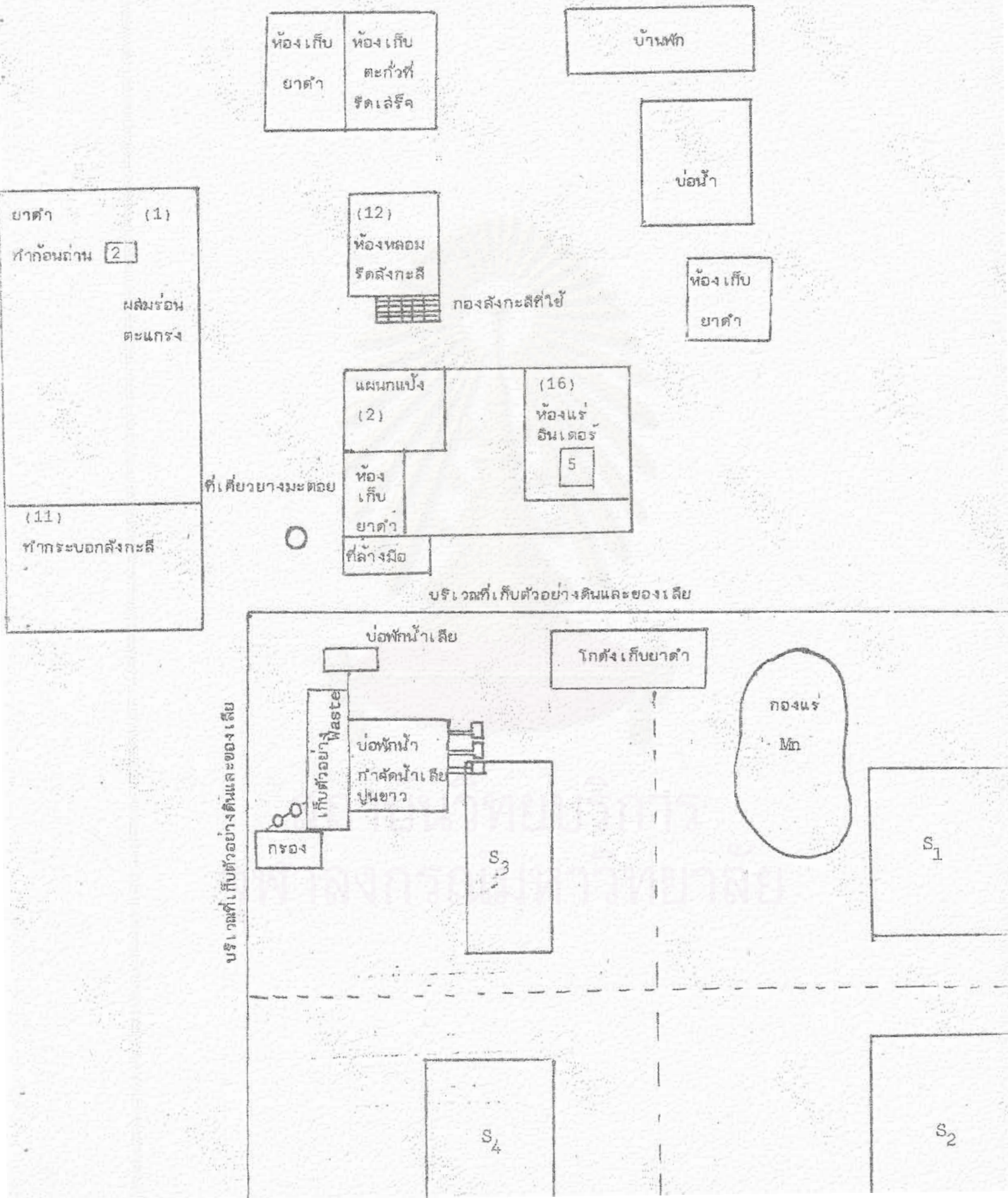
เขต S_1 เป็นบริเวณทางทิศตะวันออก ติดกับตัวโรงงานและโรงอาหารเก่า ดินบริเวณนี้เป็นดินร่วมปนทรายสีน้ำตาล มีต้นหญ้าขึ้นอยู่เต็มและนอกจากนี้บริเวณนี้ยังใช้เป็นสถานที่กองแร่ Mn ที่จะนำมาใช้

เขต S_2 เป็นบริเวณที่อยู่ทางทิศตะวันออก แต่ต่อนไปทางด้านหลังติดกับอาณาเขตของบ้านเรือนของชุมชน ดินเป็นดินร่วมปนทรายสีน้ำตาล มีต้นหญ้าและวัชพืชบางชนิดขึ้นอยู่เต็ม

เขต S_3 เป็นบริเวณที่อยู่ทางทิศตะวันตกติดกับตัวโรงงาน บริเวณนี้กากของเสียจากภายในโรงงานจะถูกนำมาทิ้งรอการกำจัดโดยนำออกสู่ภายนอกโรงงาน ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทรายมีสีดำ นอกจากนี้บริเวณนี้ยังเป็นที่ตั้งของบ่อพักน้ำเสียจากภายในโรงงานด้วย

เขต S_4 เป็นบริเวณด้านหลังที่ติดต่อกับเขต S_3 บริเวณนี้เคยเป็นสถานที่ทิ้งกากของเสียเช่น แท่ง Mn ที่ถัดเรียบร้อยแล้ว และกากของเสียประเภทอื่น ๆ บริเวณนี้เป็นที่ลุ่มมีน้ำขังเกือบตลอดเวลาในฤดูฝน มีหญ้าขึ้นอยู่บางแห่ง ดินเป็นดินร่วนปนทรายมีลักษณะสีค่อนข้างดำ อาณาเขตนี้ติดต่อกับบ้านเรือนของประชาชนทางด้านหลัง

แผนที่บริเวณโรงงานถ่านไฟฉายที่เก็บตัวอย่างดินและกากของเสีย



การเก็บตัวอย่างกากของเสีย แบ่งออกเป็น 4 แห่ง

W_1 เป็นกากของเสียที่เก็บจากพื้นภายในโรงงานรีด Zn

W_2 เป็นกากของเสียที่เก็บจากภายในโรงงานต่าง ๆ ที่นำมารวมไว้

W_3 กากของเสียจากบริเวณโรงกรองน้ำเป็นแป้งเสียที่เหลือจากขบวนการต่าง ๆ

W_4 กากของเสียที่ทิ้งอยู่ในถังขยะ

วิธีวิเคราะห์

วิเคราะห์โดยวิธี Atomic Absorbtion Method

วิธีการ เตรียมดินตัวอย่างที่แห้งแล้วนำบด ให้ละเอียดชั่งจำนวน 1 กรัม ใส่ลงในหลอดแก้วขนาด 100 ซีซี เติมกรด H_3ClO_4 10 c.c. นำไป digest ที่อุณหภูมิ 600 - 800 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 ชั่วโมง จนได้ของเหลวใส แล้วปล่อยให้เย็น จากนั้นนำเอาส่วนที่ได้มาปรับปริมาตรให้ได้ 100 ซีซี กรองเอาตะกอนออก ใส่ลงในขวดพลาสติกปิดฝาให้แน่น เพื่อรอการนำมาวัดค่าของ Mn และ Zn โดยใช้เครื่อง Atomic Absorbtion Spectrophotometer

การวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมของ Mn และ Zn ในแต่ละจุดที่เก็บตัวอย่าง หาค่า Mean ($\bar{X}$) และ Standard diviation (S.D.) นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบปริมาณการสะสมระหว่างฤดูกาล และระหว่างดินโรงงานกับดินทั่วไปที่ไม่ใช่โรงงาน

ค่า $\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$

ค่า $S.D. = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$

ค่า $t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - \mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\frac{(S.D._1)^2 + (S.D._2)^2}{n}}}$

ค่า t ที่ P = 0.05 เมื่อ df = 18

มีค่า = - 2.10 ถึง 2.10

ค่า t ที่ P = 0.05 เมื่อ df = 6

มีค่า = - 2.45 ถึง 2.45

ผลการวิเคราะห์

ตารางที่ 1 ปริมาณของ Mn และ Zn ในดินทั่วไปที่ไม่ใช้เขตโรงงานอุตสาหกรรม

	Mn/ppm		Zn/ppm	
1	ปทุมธานี	95	ลำพราน 1	3.04
2	นครนายก	76	" 2	11.90
3	ปราจีนบุรี	95	ราชบุรี 1	8.91
4	บางเขน 1	220	" 2	6.30
5	" 2	190	สมุทรสาคร 1	3.86
6	มีนบุรี 1	260	" 2	3.86
7	" 2	190	นครปฐม 1	1.49
8	" 3	240	" 2	3.45
9	รังสิต 1	154.1	กระทุ่มแบน 1	34.0
10	" 2	124.1	" 2	5.77
$\bar{X}$		164.42		8.258
S.D.		65.348		9.552

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณของ Mn และ Zn ในเขต S_1 ในแต่ละฤดูกาล และปริมาณเฉลี่ยตลอดปี

	Mn/ppm			Zn/ppm		
	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1	8,640	5,500	4,200	9,000	1,150	850
2	7,270	3,200	1,300	6,000	1,300	375
3	12,000	9,600	5,900	2,500	1,800	650
4	7,180	3,900	1,000	1,500	1,050	600
5	12,000	5,600	6,900	1,250	2,050	1,600
6	6,090	2,800	1,100	1,750	475	150
7	5,110	1,900	1,500	1,250	550	375
8	8,900	4,000	1,100	1,150	1,125	1,275
9	4,660	2,300	1,300	2,500	500	350
10	5,000	3,000	900	1,050	750	575
$\bar{X}$	7,685.0	4,180.0	2,520.0	2,795.0	1,075.0	740.0
S.D.	2,699.0	2,266.5	2,270.97	2,629.65	538.25	408.97
ค่าเฉลี่ย Mn ในเขต S_1 ตลอดปี = 4,795.0 S.D. = 2,412.157				ค่าเฉลี่ย Zn ในเขต S_1 =1,536.66 S.D. =1,192.29		

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณของ Mn และ Zn ในเขต S_2 ในแต่ละฤดูกาล และปริมาณเฉลี่ยตลอดปี

	Mn/ppm			Zn/ppm		
	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1	5,110	6,400	3,550	950	875	775
2	4,000	5,200	1,200	950	500	250
3	2,180	5,900	800	1,250	650	2,150
4	3,270	7,400	2,100	1,350	570	275
5	1,870	4,800	2,900	1,350	600	800
6	3,180	3,000	1,000	950	575	750
7	2,270	3,200	700	625	500	350
8	5,220	1,800	5,900	625	495	575
9	5,000	1,300	5,150	375	800	275
10	2,360	4,100	750	625	750	800
$\bar{X}$	3,446.0	4,310.0	2,405.0	905.0	631.5	700
S.D.	1,307.6	1,995.2	1,916.22	339.484	134.68	561.0
ค่าเฉลี่ย Mn ในเขต S_2 ตลอดปี = 3,387.0 S.D. = 1,739.8				ค่าเฉลี่ย Zn ในเขต S_2 = 745.5 S.D. = 345.054		

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณของ Mn และ Zn ในเขต S_3 ในแต่ละฤดูกาล และปริมาณเฉลี่ยตลอดปี

	Mn/ppm			Zn/ppm		
	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1	300,000	20,000	252,500	45,000	29,000	19,500
2	180,000	30,500	137,500	21,500	31,000	15,875
3	36,500	50,000	115,000	45,500	53,750	17,750
4	23,000	41,000	117,500	39,000	28,000	14,500
5	12,500	39,500	425,000	21,000	53,750	16,000
6	18,500	13,000	110,000	24,750	57,500	22,500
7	14,000	40,000	85,000	34,500	57,500	21,250
8	17,500	32,500	105,000	34,000	21,500	21,250
9	16,500	31,000	145,000	18,500	15,000	21,000
10	9,500	30,000	95,000	20,500	28,000	18,750
$\bar{X}$	62,800.0	32,750.0	158,750.0	30,425.0	37,500.0	18,837.5
S.D.	97858.23	10,708.0	104723.0	10,456.2	16,280.1	2,728.48
ค่าเฉลี่ย Mn ในเขต S_3 = 84766.66 S.D. = 71096.88				$\bar{X}$ (ตลอดปี) = 28,920.83 S.D. = 9,821.62		

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณของ Mn และ Zn ในเขต S_4 ในแต่ละฤดูกาลและปริมาณเฉลี่ยตลอดปี

	Mn/ppm			Zn/ppm		
	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1	13,000	94,500	77,500	11,750	23,500	20,000
2	61,000	68,000	370,000	7,000	5,500	30,000
3	32,000	19,000	170,000	40,000	3,000	11,500
4	64,000	22,000	390,000	53,500	12,505	11,500
5	50,000	42,000	275,000	24,000	7,500	11,250
6	66,000	22,000	400,000	49,500	2,250	3,500
7	15,000	17,500	925,000	35,000	3,000	8,000
8	12,500	17,500	72,500	10,500	1,500	4,750
9	10,500	8,000	42,500	750	650	550
10	26,000	11,000	215,000	625	600	600
$\bar{X}$ =	35000.0	32150.0	293750.0	23262.5	6000.0	10165.0
S.D.=	23054.28	28140.02	259390.0	20000.9	7157.7	9172.82

ค่าเฉลี่ยตลอดปี = 123,000.0

S.D. = 103,516.1

(ตลอดปี) X = 13,142.5

S.D. = 12,110.473

039243

ตารางที่ 6 ปริมาณของ Mn และ Zn ในกากของเสียตามแหล่งต่าง ๆ ที่เก็บภายในโรงงาน

	Mn/ppm			Zn/ppm		
	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
W_1	20,100	21,500	142,500	67,500	51,230	50,000
W_2	30,400	27,500	366,250	67,500	57,500	55,000
W_3	21,500	26,500	120,000	57,500	72,500	34,000
W_4	28,500	21,000	310,000	42,000	25,000	46,500
$\bar{X}$	25125.0	24125,0	234687,5	58625,0	51557,5	46375,0
S.D.	5086,17	3350.99	121973.25	12044.18	19826.83	8957.07
ตลอดปี	$\bar{X}$ = 94645.83			ตลอดปี $\bar{X}$ = 52185.83		
	S.D. = 121511.59			S.D. = 14005.45		

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณการสะสมของ Mn แต่ละฤดูกาลในเขต S_1 และระหว่างดินทั่วไปนอกเขตโรงงานอุตสาหกรรม กับเขตดิน S_1 (เฉลี่ยตลอดปี)

S_1	N	$\bar{X}$	S.D.	t	P ที่ 0.05 ค่า = 2.10 df = 18
ฤดูหนาว	10	7685.0	2699.0	6.1403	Significant
ฤดูร้อน	10	4180.0	2266.5		
ฤดูร้อน	10	4180.0	2266.5	2.213	"
ฤดูฝน	10	2520.0	2270.97		
ฤดูฝน	10	2520	2270.97	- 6.214	"
ฤดูหนาว	10	7685.0	2699.0		
ดินทั่วไป	10	164.42	65.348	- 8.199	"
ดินโรงงาน	10	4795.0	2412.157		

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบปริมาณการสะสมของ Zn แต่ละฤดูกาลในเขต S_1 และระหว่างดินทั่วไปกับดินโรงงานเขต S_1 (เฉลี่ยตลอดปี)

	N	$\bar{X}$	S.D.	t	p ที่ 0.05 ค่า=2.10 df = 18
ฤดูหนาว	10	2795	2629.65	2.718	Significant
ฤดูร้อน	10	1075	538.25		
ฤดูร้อน	10	1075.0	538.25	2.1025	"
ฤดูฝน	10	740.00	408.97		
ฤดูฝน	10	740.0	408.97	- 3.276	"
ฤดูหนาว	10	2795.0	2629.65		
ดินทั่วไป*	10	8.258	9.552	- 5.439	"
ดินโรงงาน**	10	1536.66	1192.29		

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบปริมาณการสะสมของ Mn แต่ละฤดูกาลในเขต S_2 และระหว่างดินทั่วไปกับเขต S_2 (เฉลี่ยตลอดปี)

	N	$\bar{X}$	S.D.	t ที่ p = 0.05 มีค่า = 2,10	
ฤดูหนาว	10	3446.0	1307.6	- 1.536	non-Significant
ฤดูร้อน	10	4310.0	1995.2		
ฤดูร้อน	10	4310.0	1995.2	2.9216	Siginificant
ฤดูฝน	10	2405.0	1916.22		
ฤดูฝน	10	2405.0	1916.22	- 1.1203	non-Significant
ฤดูหนาว	10	3446.22	1307.6		
ดินทั่วไป *	10	164.42	65.348	- 7.853	Significant
ดินโรงงาน*	10	3387.0	1739.80		

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบปริมาณการสะสมของ Zn ในแต่ละฤดูกาลในเขต S_2 และระหว่างดินทั่วไปกับดินในเขต S_2 ที่เฉลี่ยตลอดปี

	N	$\bar{X}$	S.D.	ค่า t ที่ p = 0.05 มีค่า = 2.10	
ฤดูหนาว	10	905.0	339.49	3.177	Significant
ฤดูร้อน	10	631.5	134.68		
ฤดูร้อน	10	631.5	134.68	- 0.5037	non-significant
ฤดูฝน	10	700.00	561.0		
ฤดูฝน	10	700	561.0	- 1.326	"
ฤดูหนาว	10	905.0	339.49		
ดินทั่วไป*	10	8.258	9.552	- 9.061	Significant
ดินโรงงาน**	10	745.5	345.054		

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลการสะสม Mn ในเขต S_3 และระหว่างดินทั่วไปกับเขต S_3 (เฉลี่ยตลอดปี)

	N	$\bar{X}$	S.D.	ค่า t, p = 0.05	
ฤดูหนาว	10	62800	97858.23	1.295	non-significant
ฤดูร้อน	10	32750	10708.90		
ฤดูร้อน	10	32750	10708.90	- 5.078	Significant
ฤดูฝน	10	158750	104728.51		
ฤดูฝน	10	158750	104728.5	5.62	"
ฤดูร้อน	10	19600	8211.78		
ดินทั่วไป *	10	164.42	65.348	- 5.048	"
ดินโรงงาน**	10	84766.66	71096.88		

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลการสะสม Zn ในเขต S_3 และระหว่างดินทั่วไปกับดินโรงงานเขต S_3 (เฉลี่ยตลอดปี)

	N	$\bar{X}$	S.D.	t, p - 0.05	
ฤดูหนาว	10	30425.0	10456.29	- 1.553	non-significant
ฤดูร้อน	10	37500.0	16280.10		
ฤดูร้อน	10	37500.0	16280.10	4.80	significant
ฤดูฝน	10	18837.5	2728.48		
ฤดูฝน	10	18837.5	2728.48	- 7.816	"
ฤดูหนาว	10	30425.0	10456.29		
ดินทั่วไป *	10	8.258	9.552	- 12.489	"
ดินโรงงาน**	10	28920.83	9821.62		

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลของปริมาณการสะสมของ Mn ในเขต S_4

	N	$\bar{X}$	S.D.	p = 0.05, ค่า = 2.09	
ฤดูหนาว	10	35000	23054.28	0.332	non-significant
ฤดูร้อน	10	32150	28104.22		
ฤดูร้อน	10	32150	28104.22	-4.2538	significant
ฤดูฝน	10	293750	259390.0		
ฤดูฝน	10	293750	259390.0	4.216	"
ฤดูหนาว	10	35000	23054.28		
ดินทั่วไป *	10	164.42	65.348	- 5.034	"
ดินโรงงาน**	10	123000	103516.1		

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลของปริมาณการสะสมของ Zn ในเซต S_4

	N	$\bar{X}$	S.D.	p = 0.05, ค่า = 2.09 df = 18	
ฤดูหนาว	10	23262.5	20000.9	3.448	Significant
ฤดูร้อน	10	6000.0	7150.7		
ฤดูร้อน	10	6000.0	7150.7	1.5195	non-significant
ฤดูฝน	10	10165.0	9172.82		
ฤดูฝน	10	10165.0	9172.82	3.7172	Significant
ฤดูหนาว	10	23262.5	20000.9		
ดินทั่วไป *	10	8.258	9.552	- 4.602	"
ดินโรงงาน**	10	13142.5	12110.47		

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบปริมาณการสะสมของ Mn แต่ละฤดูกาลในกากของเสีย (W_1, W_2, W_3, W_4)

	N	$\bar{X}$	S.D.	p = 0.05 มีค่า 2.36 df = 6	
ฤดูหนาว	4	25125.0	5086.174	0.402	non-significant
ฤดูร้อน	4	24125.0	3350.99		
ฤดูร้อน	4	24125.0	3350.99	- 5.4385	significant
ฤดูฝน	4	234687.5	121973.25		
ฤดูฝน	4	234687.5	121973.25	5.4283	"
ฤดูหนาว	4	25125.0	5086.174		

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบปริมาณการสะสมของ Zn แต่ละฤดูกาลในกาลของเสีย (W_1, W_2, W_3, W_4)

	N	$\bar{X}$	S.D.	p = 0.05 มีค่า = 2.36 df = 6	
ฤดูหนาว	4	58625.0	12044.18	0.9634	non-significant
ฤดูร้อน	4	51557.5	19826.83		
ฤดูร้อน	4	51557.5	19826.83	0.7532	significant
ฤดูฝน	4	46375.0	8957.073		
ฤดูฝน	4	46375.0	8957.073	- 1.999	"
ฤดูหนาว	4	58625.0	12044.18		

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณ Mn ในดินในเขตที่ติดกับตัวโรงงาน และเขตที่ห่างจากตัวโรงงาน

	N	$\bar{X}$	S.D.	p ที่ 0.05 df = 58 มีค่า ≃ 2.00	
เขต S_1	30	4795.0	2412.157	4.548	Significant
เขต S_2	30	3387.0	1739.80		
เขต S_3	30	84766.66	71096.88	- 2.3186	Significant
เขต S_4	30	123000.0	109516.2		

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณ Zn ในดินเขตที่ติดกับตัวโรงงาน และเขตที่ห่างจากตัวโรงงาน

	N	$\overline{X}$	S.D.	p ที่ 0.05 df = 58 มีค่า ≈ 2.00	
เขต S_1	30	1536.66	1192.29	4.8543	Significant
เขต S_2	30	745.5	345.054		
เขต S_3	30	28920.83	9821.62	7.706	Significant
เขต S_4	30	13142.5	12110.47		

ผลการวิเคราะห์

พบว่าปริมาณของโลหะหนัก Mn และ Zn ที่สะสมอยู่ในดินและจากกากของเสียที่มาจากโรงงานมีปริมาณสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของ Mn และ Zn ในดินโดยทั่ว ๆ ไป การสะสมของ Mnและ Zn ในดินที่ทำการวิเคราะห์จากดินใน 4 เขตด้วยกัน คือ S_1, S_2 S_3 และ S_4 นั้น ปรากฏว่าปริมาณการสะสมของ Mn และ Zn ในแต่ละฤดูกาลในดินเขต S_1 & S_2 ระหว่างฤดูหนาวและฤดูร้อนไม่มีความแตกต่างกัน แต่ระหว่างฤดูฝนกับฤดูอื่น ๆ จะมีปริมาณการสะสมแตกต่างกันทางสถิติที่ตรวจวัดได้ โดยที่ปริมาณของ Mn และ Zn ในฤดูฝนจะมีค่าต่ำกว่าในฤดูร้อนกับฤดูหนาว (ตารางที่ 2,3,7,8,9, 10) ในทำนองเดียวกันจากการวิเคราะห์ปริมาณการสะสมของ Mn และ Zn ในเขต S_3 และ S_4 จะมีปริมาณสูงมากในฤดูฝนเมื่อเทียบกับฤดูอื่น ๆ (ตารางที่ 4,5,11,12,18 และ 14) ส่วนกากของเสียจากผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณของ Mn และ Zn จะมีปริมาณสูงมาก และฤดูกาลแทบจะไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างต่อปริมาณการสะสมของ Mn และ Zn เลย (ตารางที่ 6, 15, 16) นอกจากนี้ในการศึกษาถึงปริมาณของ Mnและ Zn ที่สะสมอยู่ในดินในเขตติดกับตัวโรงงานและเขตที่ห่างจากตัวโรงงานพบว่าระยะทางมีผลต่อปริมาณการ

สะสมที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะบริเวณใกล้ตัวโรงงานจะมีปริมาณการสะสมของ Mn และ Zn ที่สูงกว่าบริเวณที่ไกลออกไปยกเว้น Mn ในเขต S_4 จะมีปริมาณสูงกว่าเขต S_3 (ตารางที่ 17 และ 18)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณของ Mn และ Zn นั้น จะพบว่า Mn ในเขต S_3 และ S_4 ในฤดูฝนจะมีปริมาณสูงกว่าในฤดูอื่น ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากผลของการชะของน้ำ เพราะบริเวณ S_3 และ S_4 จะเป็นแอ่งที่มีน้ำขังอยู่เกือบตลอดเวลาในฤดูฝน ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้มีการชะล้างเอาของเสียเหล่านี้มารวมกันเอาไว้ และอาจจะเนื่องมาจากบริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีการทิ้งกากของเสียจากภายในตัวโรงงานตลอดเวลา ดังนั้นจึงมีการทดแทนปริมาณของโลหะหนักอยู่สม่ำเสมอ ซึ่งแตกต่างไปจากเขต S_1 และ S_2 จะพบว่าทั้งปริมาณของ Mn และ Zn ในเขต S_2 จะมีปริมาณต่ำกว่าในเขต S_1 ทั้งนี้เขต S_2 เป็นเขตที่อยู่ห่างไปจากตัวโรงงาน และบริเวณทั้งสองแห่งนี้จะมีหญ้าและวัชพืชขึ้นอยู่เต็ม ซึ่งแตกต่างไปจากเขต S_3 และ S_4 ที่ไม่มีหญ้าและวัชพืชขึ้นหรืออาจจะมีเป็นจำนวนน้อยมาก เพราะฉนั้นหญ้าและพืชที่ขึ้นอยู่ในเขตนั้นอาจจะเป็นตัวการอย่างหนึ่งที่ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายโลหะหนักไปจากดินโดยใช้วิธีธรรมชาติด้วย

สรุปข้อคิดเห็นและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของการสะสมของโลหะหนัก Mn และ Zn ที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากผลการนำเอาโลหะหนักเหล่านี้มาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม โรงงานถ่านไฟฉายในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าปริมาณการสะสมของโลหะหนักในดินจะมีค่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับดินโดยทั่ว ๆ ไปที่ไม่ใช่เขตโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งอาจจะมีผลทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมเป็นพิษเนื่องมาจากการปลดปล่อยของเสียเหล่านี้ลงสู่สภาวะแวดล้อม และเนื่องจากการที่โรงงานมีการปลดปล่อยโลหะหนักลงสู่ภาพแวดล้อมเป็นจำนวนมาก และเกือบตลอดเวลา โดยที่ไม่ได้มีการกำจัดของเสียเหล่านี้ในวิธีที่ดีพอ จึงทำให้พบว่าฤดูกาลแทบจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงหรือลดปริมาณการสะสมของโลหะหนักในดินและในกากของเสียจากบริเวณโรงงานเลย นอกจากนี้การที่มีปริมาณการสะสมของโลหะหนักเป็นปริมาณสูงในดินแถบนั้นอาจจะมีผลต่อ

แหล่งดิน แหล่งน้ำใช้ของประชากรที่อาศัยอยู่โดยรอบได้ รวมทั้งในฤดูฝนอาจจะมีการชะล้างเอาของเสียจากบริเวณโรงงานไปสู่เขตอื่นหรือเขตชุมชน ดังจะเห็นได้ว่าตัวโรงงานที่ทำการศึกษานี้อยู่ติดกับเขตชุมชนมาก โดยที่ด้านหน้าติดกับตลาดสด และด้านหลังด้านข้างติดกับอาคารบ้านเรือนของประชากรที่หนาแน่น

การทิ้งกากของเสียก็ยังอยู่ในสภาพที่ไม่ดีพอ หรือไม่มิดชิด นอกจากนี้การกระจายของโลหะหนักพบว่าอาจจะกระจายแพร่ไปได้ทางอากาศ ถ้าอยู่ในปริมาณสูงอาจจะมีผลต่อสภาพแวดล้อม อาจตกลงสู่พื้นดิน อาหารและเครื่องใช้ล่อย นอกจากนี้คนงานในโรงงานไม่ค่อยจะมีความระมัดระวังในการป้องกันการสัมผัสกับโลหะหนัก ไม่ว่าจะเป็นโดยการหายใจเข้าไป หรือกินเข้าไปกับอาหารเมื่อเกิดการปะปนเข้าไป หรืออาจจะโดยการสัมผัสเข้าทางผิวหนัง ซึ่งถ้าคนงานมีการสัมผัสกับโลหะหนักเหล่านี้เข้าไปเป็นระยะเวลานาน และมีปริมาณมากพออาจจะมีผลทำให้เป็นอันตรายต่อระบบประสาท ระบบหายใจได้

อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานที่แสดงให้เห็นว่าโลหะหนักที่สะสมอยู่ในดินนั้นจะเป็นอันตรายอย่างรุนแรงโดยตรงต่อมนุษย์โดยเฉพาะ Mn และ Zn แต่ก็มีรายงานที่แสดงให้เห็นว่าโลหะหนักที่สะสมอยู่ในดินนั้นมีผลต่อสัตว์ที่อาศัยอยู่ในดินหรือพืชที่ขึ้นอยู่ในบริเวณนั้น โดยพบว่าจะมีปริมาณการสะสมของปริมาณโลหะหนักเหล่านี้สูง และสามารถที่จะถ่ายทอดต่อไปในสายใยอาหาร จนในที่สุดอาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์ที่เป็นผู้บริโภคได้

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาถึงปริมาณการสะสมของ Mn และ Zn ในดินบริเวณโรงงานถ่านไฟฉาย โดยพบว่าจะมีปริมาณสูงมาก ซึ่งผลอันนี้อาจจะนำไปใช้เป็น Parameter อย่างหนึ่งที่จะช่วยบ่งชี้ให้เห็นถึงสภาพแวดล้อมที่มีโลหะหนักแปดเปื้อน และอาจมีผลทำให้เกิดสภาพแวดล้อมเป็นพิษได้ ดังนั้นจึงน่าที่จะช่วยกันหาทางป้องกันและแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้นตามมาอีกมาก และเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้บริหารในระดับต่าง ๆ หันมาสนใจในปัญหานี้ยิ่งขึ้น

ห้องสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำขอบคุณ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอขอบคุณไว้ในโอกาสนี้ด้วย อนึ่งขอขอบคุณ คุณวิศิษฐ์ โชติกุล, คุณนิลประไพ จันทนภาพ และคุณสมพิศ แสงทอง จากกองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และห้องปฏิบัติการในการวิเคราะห์ดินและใช้เครื่องมือต่าง ๆ สุดท้ายขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ม.ร.ว.พุทธิพงศ์ ปราโมช ณ อยุธยา หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ได้ให้การสนับสนุนผลงานวิจัยสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

น้ำทิพย์ รัตนพันธุ์ 2520 เหล็กและแมงกานีสในน้ำประปา รายงานการสัมมนาทางวิชาการ ปัญหามลภาวะของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย หน้า 220 - 228.

ประวิทย์ ยุ่มเกษียร, ศิริ ศิวะรักษ์, ประกาย บริบูรณ์ และ อมร อิษวาส 2520 การศึกษาโลหะหนักเป็นพิษในเนื้อสัตว์ที่ใช้เป็นอาหาร รายงานการสัมมนาทางวิชาการ ปัญหามลภาวะของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า 189 - 194.

เพริศพรรณ คณาธารณา 2520. ปัญหาโลหะหนักในอากาศทั่วไป ในกรุงเทพมหานคร รายงานการสัมนาทางวิชาการปัญหามลภาวะของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เอกสารหมายเลข 2 หน้า 13-20.

เพริศพรรณ คณาธารณา, กัณฑิพย์ วิเศษหอม และ สิทธิชัย สิทธิพัฒน์ไพบูย์ 2520 ปัญหาโลหะหนักในอากาศในโรงงานทั่วไป รายงานการสัมนาทางวิชาการ ปัญหามลภาวะของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า 53 - 57.

สุธน เสถียรยานนท์ 2520 การวิเคราะห์ธาตุที่เป็นพิษในน้ำส่วนบนในคลองแสนแสบ โดยวิธีนิวตรอนแอคติเวชั่น รายงานการสัมนาทางวิชาการ ปัญหามลภาวะของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า 81 - 86.

อุไรวรรณ ปัญโญ และ ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์ 2518. การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม แหล่งชุมชน โรงพิมพ์สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย บางเขน กรุงเทพมหานคร หน้า 317.

Beavington, F., 1973. Contemination of soil with Zinc, Copper, Lead, and Cadmium in the Wollongong city area Aust.J.Soil Res. 11 : 27 - 31.

Beavington, F. 1975. Some as pects of contemination of herbage with copper, zinc, and iron. Environ. Pollut. 8 : 65 - 71.

_____, 1975. Heavy metal contemination of vegetables and soil in domestic gardens around a smelting complex. Environ. Pollut. 9 : 211 - 217.

Beyer, W.N. and Gish C.D., 1980. Persistence in earthworms and potential hazards to birds of soil applied DDT, dieldrin and heptachlor. J. Appl. Ecol. 17 : 295 - 307.

_____., 1981. Metals and terrestial earthworms (Annelida : Oligochaeta) In M. Appelhof. Proc. Work shop on the Role of Earthworms in the Stabilization of organic Residues, Kalamazoo. pp. 137 - 150.

Beyer, W.N., Chaney, R.L. and Mulhern, B.M., 1982 Heavy metal Cencentrations in Earthworms From Soil Amended with Sewage Sludge Environ.Qual. 11(3) : 381 - 385.

Clarke, E.G.C. and Clarke, M.L., 1967. Garner's Veterinary Toxicology 3rd ed. Williams & Wilkins. Baltimore. pp. 57 - 59 and 127-130.

Chow, T.J., 1970. Nature, 225 : 295 - 296.

Davison, R.L., 1974. Enviro.Sci.Technol. 8 : 1177.

Gish C.D. and Christensen R.E., 1973. Cadmium, Nickel, Lead and Zinc in Earthworms from Roadside soil. Enviro.Sci.Technol 7(11) : 1060 - 1062.

Grimmett, R.E.R., McIntosh, I.G., wall, E.M. and Hopkirk, C.S., 1937 Agr. 54 : 216 - 223.

Langerwerff, J.V. and Specht, A.W., 1970. Environ.Sci.Technol. 4: 583 - 586.

Lee, R.E. and Von Lehamden, D.J., 1973. J.Air Pollut. Control. Assoc. 23 : 853.

Little, P. and Matin M.H., 1972. A survey of Zinc, Lead and Cadmium in soil and natural vegetation around a smelting complex Environ..Pollut. 3 : 241 - 254.

Piamsak Menasveta and Pichan Sawongwong 1977. Distribution of Heavy metals in the ChaoPhraya River Estuary. Seminar an Pollution Problem of Heavy metal in the environment in T Thailand. The Institute of Environmental Research Chulalongkorn, University. pp. 109 - 143.

Purves, D., 1967. Contemination of urban garden soils with copper, boron and Lead. pl. Soil. 26 : 380 - 382.

Reynold, J.W., 1977. The earthworms (Lumbricidae and Sparganophilidae) of Ontario. Life Science Miscellaneous Publications, Royal Ontario Museum, Toronto.

Singer, M.J. and Hanson, L., 1969. Lead accumulation in soil near highways in the twin cities metropolitan area. Soil.Sci. Soc,Aner.Proc. 33 : 152 - 153.

Tiller, K.G., Merry, R.H., Cartwright, B. and Bartlett, N.R., 1975. Search 6 : 437 - 439.

Tiller, K.G. and Vries M.P.C., 1977. Contemination of Soils and Vegatables near the Lead-Zinc Smelter, Port Pirie, by Cadmium, Lead and Zinc. Search. 8(3) 78 - 79.

Chulalinet
3 0021 00083500 9

Ward, N.I., Reeves, R.D. and Brooks, R.R., 1975. Lead in soils and Vegetation along a New Zealand State Highway with low traffic volume. Environ. Pollut. 9 : 243 - 251.

U.K. 1972. Survey of Lead in food. Second Report. United Kingdom. Ministry of Agriculture, Fisheries, and food.

_____., 1973. Survey of Cadmium in Food. Fourth Report United Kingdom. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.

Van Rhee, J.A., 1975. Copper contamination effects an earth worms by dispodal of pig waste in pastures Vanek. Progress in Soil Zoology Proc. pp. 451 - 456.

Warren, H.V. and Dela vault, R.E., 1971. Variations in the Cu, Zn, Pb and Mo contents of some vegetables and their supporting soils.Mem.Geol.Soc. Am. 123 : 97 - 108.

WHO 1972. Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead, and cadmium. Tech.Rep.Ser.Wld.Hlth Org. p. 505.

Wolcott, A.R., 1970. Pesticides in the Soil : Ecology, Degradation and Movement, Proceedings of Symposium Michigan Uni. Feb. 25 - 27. pp. 128 - 138.