บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

2.1 ปัญหาการปนเปื้อนแคดเมียมอำเภอแม่สอด

อำเภอแม่สอด เป็นอำเภอหนึ่งในจังหวัดตาก โดยในพื้นที่แห่งนี้พบว่า เมื่อปี พ.ศ. 2490 มีการสำรวจพื้นที่แล้วเจอแหล่งแร่สังกะสีในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก จึงทำให้มีการดำเนินการทำเหมืองแร่ภายในพื้นที่ที่มีแร่สังกะสี โดยมีผู้ประกอบการทำเหมืองแร่สังกะสี จำนวน 2 ราย คือ บริษัท ผาแดงอินดัสทรีย์ จำกัด (มหาชน) และอีกหนึ่งคือ บริษัท ตากไมนิ่ง จำกัด โดยได้มีการตั้งโรงถลุงแร่สังกะสีขึ้นในบริเวณนี้ แต่ในปัจจุบัน บริษัท ตากไมนิ่ง จำกัด ได้หยุดกิจกรรมการทำเหมืองไปแล้วเหลือแต่ บริษัท ผาแดงอินดัสทรีย์ จำกัด (มหาชน) ที่ยังมีการดำเนินการในการถลุงแร่สังกะสีในพื้นที่อยู่ (ข้อมูลอุตสาหกรรมพื้นฐานและข้อมูลเหมืองแร่, 2552) แต่ในปี 2559 มีรายงานว่าเหมืองบริษัทผาแดงอินดัสทรีย์ จะทำการยุติการดำเนินงาน (รายงานประจำปีและรายงานความยั่งยืน, 2558) เนื่องด้วยเมื่อปี 2547 มีการรายงานการสำรวจพบการปนเปื้อนของแคดเมียมในพืชผลทางการเกษตร เช่น ข้าว และดินในนาข้าว ในตำบลพระธาตุผาแดง และตำบลแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ซึ่งเป็นการรายงานผลจาก IWMI (International Water Management Institute) ที่เป็นองค์กรนานาชาติอิสระที่ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ และดิน โดยเมื่อปี 2541 – 2544 มีหน่วยงาน IWMI และ Voluntary Service Oversea (VSO, UK) ได้ร่วมกันศึกษาวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในดินนาข้าวและเมล็ดข้าวในพื้นที่บ้านพะเด๊ะ ตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พบว่าความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างดินที่เก็บมาจากบริเวณนาข้าว จำนวน 154 แปลง มีค่าความเข้มข้นของแคดเมียมอยู่ในช่วง 3.4 – 284 มิลลิกรัม/ กิโลกรัม ซึ่งคิดเป็น 1.13 – 94 เท่าของค่ามาตรฐานสูงสุดที่ยอมให้มีได้ของประชาคมเศรษฐกิจยุโรป (The European Economic Community : EEC) ซึ่งมีค่า Maximum Permissible (MP) ที่ 3.0 มิลลิกรัม/ กิโลกรัม โดยคิดเป็น 1,800 เท่าของค่าเฉลี่ยของแคดเมียมในดินของประเทศไทยมีค่าอยู่ที่ 0.15 มิลลิกรัม/ กิโลกรัม ส่วนเมล็ดข้าวที่เก็บตัวอย่างมาจากนาข้าว จำนวน 90 แปลง พบว่าค่าแคดเมียมที่ปนเปื้อนมีค่าอยู่ในช่วง 0.1 – 44 มิลลิกรัม/

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิโลกรัม ซึ่งสูงเกินกว่าค่าเฉลี่ยแคดเมียมในข้าวของประเทศไทยที่มีค่าอยู่ที่ 0.043 ± 0.019 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยค่าความเข้มข้นของแคดเมียมที่มีการปนเปื้อนดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 95 ซึ่งถือได้ว่ามีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานสูงสุดที่ยอมให้มีได้ของ CODEX Committee on Food Additives and Contaminants (CCFAC) โดยได้มีการกำหนดค่าไว้ที่ 0.2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งต่อมาในปี 2544 – 2546 IWMI และกรมวิชาการเกษตร ได้เลือกเก็บตัวอย่างจากดินในพื้นที่นาข้าวจำนวน 334 แปลง เป็นพื้นที่ที่ได้รับน้ำจากการใช้น้ำจากร่องน้ำขุดชลประทานที่ผันน้ำมาจากห้วยแม่ตาว ตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พบว่าดินนาข้าวในพื้นที่มีค่าแคดเมียมปนเปื้อน 0.46 – 218 มิลลิกรัม/ กิโลกรัม โดยคิดเป็น 72 เท่าของค่ามาตรฐานสูงสุดที่ยอมให้มีได้ (Maximum Permissible : MP) ของประชาคมเศรษฐกิจยุโรป (The European Economic Community : EEC) และมีค่ามากกว่า 1,450 เท่าของค่าเฉลี่ยแคดเมียมในดินของประเทศไทย ส่วนเมล็ดข้าวที่เลือกเก็บตัวอย่างมาจากพื้นที่นาข้าว จำนวน 434 แปลง พบว่าค่าแคดเมียมปนเปื้อนมีค่าอยู่ในช่วง 0.01 – 7.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยค่าแคดเมียมปนเปื้อนที่ได้คิดเป็นร้อยละ 84 ซึ่งมีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานสูงสุดที่ยอมให้มีได้ของ CODEX Committee on Food Additives and Contaminants (CCFAC) โดยได้คิดเป็น 38.5 เท่าของค่ามาตรฐานสูงสุดที่ยอมให้มีได้ของ CCFAC (กลุ่มวิชาการและมาตรฐานสำนักบริหารและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม, 2547) ทำให้มีการเคลื่อนไหวของคนในชุมชนและคนในท้องถิ่น รวมถึงหน่วยงานของรัฐและองค์กรอิสระที่ทำงานเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (ภาพที่ 2.1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 2.1 ปัญหาการปนเปื้อนแคดเมียมบริเวณลุ่มน้ำห้วยแม่ตาว

(ที่มา : http://www.thaiday.com/asp-bin/Image.aspx?ID=2792741)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 แคดเมียม

แคดเมียม เป็นโลหะทรานซิชันสีเงินขาว แวววาวเป็นสีน้ำเงินจางๆ ไม่มีกลิ่น มีสูตรทางเคมีคือ Cd มีน้ำหนักโมเลกุล 112.4 ความถ่วงจำเพาะ 8.65 จุดหลอมเหลว 610 องศาฟาเรนไฮต์ จุดเดือดที่ 1,409 องศาฟาเรนไฮต์ เป็นธาตุมีพิษ ในธรรมชาติพบอยู่ในแร่สังกะสี แคดเมียมจึงเป็นผลพลอยได้จากการผลิตสินแร่ที่มีสังกะสี ตะกั่วและทองแดงให้บริสุทธิ์ (สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2557) และในขณะเดียวกันการทำเหมืองและถลุงโลหะเหล่านี้สามารถทำให้เกิดการปนเปื้อนของแคดเมียมในสิ่งแวดล้อมได้

การปนเปื้อนของแคดเมียมยังอาจมาจากโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น โรงงานแบตเตอรี่ โรงงานทำสี และโรงงานทำพลาสติก ซึ่งในทางอุตสาหกรรมเนื่องจากแคดเมียมมีความทนทานต่อการสึกกร่อนได้เป็นอย่างดี จึงถูกนำไปฉาบผิวโลหะต่างๆ เช่น เหล็ก เหล็กกล้า และทองแดง โดยทั่วไปถูกนำไปใช้ในการชุบโลหะ นอกจากนี้แล้วยังใช้ผสมกับทองแดง นิกเกิล ทองคำ บิสมัท และอะลูมิเนียม เพื่อให้ได้สารประกอบที่หลอมตัวง่าย โลหะผสมเหล่านี้อาจใช้เป็นสารฉาบผิวบนวัสดุอื่นหรือบนลวดเชื่อม บนโลหะบัดกรี เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นขั้วไฟฟ้าในแบตเตอรี่ชนิดที่เติมประจุใหม่ได้ ใช้เป็นตัวที่ทำให้พลาสติกชนิดพีวีซี (PVC) อยู่ตัว ใช้ทำวัสดุอุดฟัน ใช้ในการผลิตหลอดเรืองแสง สารกึ่งตัวนำ เครื่องเพชรพลอย ใช้ในกระบวนการแกะสลักแม่พิมพ์ และใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์และเครื่องบิน สารประกอบแคดเมียมใช้ทำสารกำจัดเชื้อรา สารกำจัดแมลง สารกำจัดหนอน และยังใช้ทำเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีของเม็ดสี สี และแก้ว นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมการถ่ายภาพ และการเคลือบมัน และยังเป็นตัวปนเปื้อนในปุ๋ยชนิดซูเปอร์ฟอสเฟตด้วย คนทั่วไปมีโอกาสได้รับแคดเมียมจากอาหาร เพราะแคดเมียมที่ใช้ในอุตสาหกรรมแล้วเกิดการกระจายอยู่ในบรรยากาศหรือรั่วไหลจากการทำเหมือง ซึ่งจะปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำจะถูกดูดซึมโดยพืชที่เป็นอาหารของทั้งคนและสัตว์ หรือจะเข้าสู่สัตว์ที่เป็นอาหารโดยตรง อาหารที่มีการปนเปื้อนของแคดเมียมอยู่มากได้แก่ หอย ปู ปลาหมึก เครื่องในสัตว์โดยเฉพาะตับ ไต ส่วนพืชที่มีการปนเปื้อนของแคดเมียมสูงได้แก่ ธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวสาลี โดยเฉพาะส่วนของรำข้าว ผักใบเขียว มันฝรั่ง และผักประเภทหัว เช่น แครอท แคดเมียมเมื่อมีการปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำจะสามารถสะสมอยู่ในตัวกลางอื่นๆ เช่น ดินตะกอน พืชน้ำ สัตว์น้ำ หรือแขวนลอยอยู่ในน้ำอย่างอิสระได้ในปริมาณต่างๆ กัน ซึ่งปริมาณที่ปะปนหรือสะสมอยู่ในตัวกลางเหล่านี้ สามารถที่จะเกิดการเปลี่ยนรูปหรือเคลื่อนย้ายไปตามห่วงโซ่อาหารได้ ลักษณะของการสะสมและการเคลื่อนย้ายในตัวกลางแต่ละชนิดในแหล่งน้ำ มีการสะสมดังนี้ 1. การสะสมของแคดเมียมในแหล่งน้ำ แคดเมียมที่สะสมในแหล่งน้ำมีทั้งที่สะสมในรูปที่ละลายน้ำ (dissolved) และสะสมอยู่ในรูปสารแขวนลอย (suspended solid) โดยปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมในแหล่งน้ำมีโอกาสที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา เนื่องจากความสามารถในการผสมผสานของสารแขวนลอยรวมถึงพวกที่ละลายน้ำแตกต่างกัน ซึ่งพวกที่สะสมอยู่ในรูปสารแขวนลอยจะมี residence time ที่มีค่ายาวนานกว่าพวกที่ละลายน้ำและจากการที่กระแสน้ำมีการไหลตลอดเวลา มีผลทำให้ดินตะกอนใต้น้ำลอยตัวขึ้น (resuspension) จึงมีทั้งกระบวนการดูดซับ (adsorption) และการคาย (desorption) ของแคดเมียมระหว่างน้ำและดินตะกอน (Duinker and Nolting, 1978) 2. การสะสมของแคดเมียมในดินตะกอน การสะสมของแคดเมียมในดินตะกอนนั้น ส่วนหนึ่งเป็นแคดเมียมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ แคดเมียมที่เป็นส่วนประกอบของแร่ที่มีอยู่ในธรรมชาติ คือ แร่สังกะสี โดยที่แคดเมียมในบริเวณนั้นถูกน้ำชะลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งตามสภาพทางธรณีวิทยาแล้วจะละลายออกมาปะปนอยู่ในน้ำได้ และอีกส่วนหนึ่งอาจเป็นผลมาจากการใช้และการ

ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำอันเป็นผลที่มาจากการทำกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น การทำเหมืองแร่ โดยทั่วไปแคดเมียมจะสามารถเกิดการสะสมอยู่ในดินตะกอนได้ โดยมีจะปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมที่สูงกว่าปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมที่มีอยู่ในแหล่งน้ำ เนื่องจากมีกระบวนการเข้ามาเกี่ยวข้องทั้งทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ โดยองค์ประกอบในดินตะกอนที่มีผลต่อความสามารถในการสะสมของแคดเมียม ได้แก่ องค์ประกอบของสารอินทรีย์ต่างๆ (จิระ, 2526)

2.3 ผลกระทบต่อสุขภาพจากการสะสมของแคดเมียม

การได้รับแคดเมียมปริมาณมากจะทำให้เกิดการสะสมในร่างกายที่จะค่อยๆ เพิ่มขึ้น อาจทำให้เกิดโรค อิไต-อิไต (“Itai-Itai” disease) โรคนี้พบครั้งแรกเกิดขึ้นที่ประเทศญี่ปุ่น (ภาพที่ 2.2)

ภาพที่ 2.2 ผู้ป่วยโรคอิไต-อิไต ที่เกิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่น

(ที่มา : http://suchada.wikispaces.com/file/view/itai_itai.jpg/350429914/170x323/itai_itai.jpg)

มีผลทำให้กระดูกเปราะ และเกิดอาการปวดอย่างรุนแรง หากได้รับสารในปริมาณที่น้อยแต่ได้รับเป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง ไตทำงานผิดปกติ กระวนกระวาย ขาดสมาธิ และความจำเสื่อม โดยบางครั้งจะซึมเศร้าหรือบางครั้งก็ร่าเริง (manic depressive behaviour) บางทีก็มีอาการอ่อนเพลียซึ่งอาจจะหมดสติและตายได้ (พรพรรณ, 2549) แคดเมียมจะสามารถเข้าสู่ร่างกายได้โดยการหายใจเอาฝุ่นหรือควันของแคดเมียมเข้าไป หรือโดยการบริโภคเข้าไป ปริมาณของแคดเมียมในร่างกายของมนุษย์จะตรวจพบแคดเมียมในเลือดในปริมาณที่ต่ำกว่า 0.5 ไมโครกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร โดยค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้มีค่าอยู่ที่ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าแคดเมียมในปัสสาวะของมนุษย์จะต่ำกว่าที่ 2 ไมโครกรัมต่อ 1 กรัมของครีอะทินีน และค่าสูงที่สุดที่ยอมให้มีได้จะมีค่าอยู่ที่ 10 ไมโครกรัมต่อ 1 กรัมของครีอะทินีน อันตรายของแคดเมียมต่อร่างกายจะเป็นผลที่เกิดเฉพาะที่ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ร่างกาย โดยจะมีอาการเช่น เกิดการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจหากได้สัมผัสกับสารประกอบแคดเมียมเป็นเวลานานๆ อาจทำให้ความรู้สึกในการรับกลิ่นเสียไป และอาจเกิดคราบหรือวงสีเหลืองที่ตรงบริเวณคอฟันทีละน้อย ส่วนลำไส้จะมีการดูดซึมสารประกอบแคดเมียมได้ไม่ดีนัก แต่จะมีการดูดซึมสารประกอบแคดเมียมได้ดีตรงทางการหายใจ หลังจากที่แคดเมียมได้ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์แล้วจะมีค่าครึ่งชีวิต (Half life) ที่ยาวนานและจะคงอยู่ในตับและไต

ผลกระทบของแคดเมียมที่มีต่อร่างกายที่เป็นพิษแบบเฉียบพลันส่วนใหญ่จะเกิดจากการหายใจเอาฝุ่นหรือฟูมของแคดเมียมเข้าไป ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อแคดเมียมถูกทำให้ร้อน โดยทั่วไปจะแสดงอาการหลังจากที่มีการสัมผัสแคดเมียมยาวนานเป็นเวลา 2 - 3 ชั่วโมง โดยที่อาการเริ่มแรกจะมีการระคายเคืองเล็กน้อยของทางเดินหายใจส่วนต้นและต่อมาอีก 2 - 3 ชั่วโมงจะเริ่มมีอาการไอ เจ็บปวดในทรวงอก มีเหงื่อออกมา และเกิดอาการหนาวสั่น ซึ่งจะเป็นอาการที่คล้ายกับการติดเชื้อทั่วไปของทางเดินหายใจส่วนต้น หลังจากนั้นอีก 8 - 24 ชั่วโมงหลังจากสัมผัสแคดเมียมอย่างฉับพลัน อาจแสดงอาการระคายเคืองอย่างแรงที่บริเวณปอด เกิดการเจ็บปวดในทรวงอก ทำให้หายใจลำบาก ไอ และอ่อนเพลีย ซึ่งอาการหายใจลำบากจะมีอาการที่รุนแรงขึ้น เมื่อเกิดน้ำท่วมปอดตามมา อันตรายจากกรณีเช่นนี้มีมากถึง 15% โดยผู้ป่วยที่รอดชีวิตอาจมีฟองอากาศเกิดขึ้นในเนื้อเยื่อ และเนื้อปอดจะมีลักษณะที่ปูดนูนออกมา ซึ่งต้องใช้เวลาในการรักษาเป็นเวลานานเพื่อที่ทำให้ผู้ป่วยหาย

การป้องกันพิษของแคดเมียม จะมีวิธีการป้องกันพิษของแคดเมียมได้โดยการเฝ้าระวังของแพทย์ คือ ควรมีการตรวจสุขภาพก่อนเข้าทำงาน โดยจะมีการเน้นที่ประวัติการเป็นโรคสำคัญๆ ได้แก่โรคไต ประวัติการสูบบุหรี่ และโรคทางเดินหายใจ โดยควรที่จะมีการทดสอบสมรรถภาพในการทำงานของปอด รวมถึงควรที่จะมีการเอกซเรย์ปอดด้วย เพื่อเก็บไว้เป็นข้อมูลสุขภาพเบื้องต้นของผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับสารประกอบแคดเมียม และเมื่อเริ่มทำงานไปแล้วก็ควรมีการตรวจสุขภาพร่างกายของผู้ทำงานเป็นระยะๆ (โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2559)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 มาตรฐานการปนเปื้อนแคดเมียม

แคดเมียมเป็นธาตุโลหะหนักชนิดหนึ่งที่มีความเป็นพิษสูง เมื่อแคดเมียมเกิดการปนเปื้อนในบริเวณพื้นที่ทางการเกษตรและแหล่งน้ำจะสามารถส่งผ่านไปทางห่วงโซ่อาหารและเกิดการสะสมภายในพืชและสัตว์ ซึ่งจะทำให้เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ที่ได้บริโภคสิ่งที่มีการปนเปื้อนของแคดเมียมเข้าไป จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดมาตรฐานการปนเปื้อนของแคดเมียมในแหล่งน้ำ ดิน และพืช เพื่อเป็นตัวชี้วัดว่ามีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ โดยสำหรับเกณฑ์มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับแคดเมียมที่ได้ ซึ่งมีการรวบรวมไว้มีดังนี้ (ร่างกฎกระทรวง, 2557)

- ดินตะกอน : การวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนกับระดับความเข้มข้นที่มีโอกาสเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ (Probable Effect Levels (PEL)) ของคณะมนตรีด้านสิ่งแวดล้อม (Canadian Council of Ministers of the Environment; CCME, 1999) กำหนดค่ามาตรฐานปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนของแหล่งน้ำผิวดิน ได้กำหนดให้ปริมาณแคดเมียมไม่ควรเกินที่ 3.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

- ดิน : เกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อนของแคดเมียมที่ยอมให้มีได้ในดินของประชาคมเศรษฐกิจยุโรป กำหนดค่าแคดเมียมไว้ไม่เกินที่ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (The European Economic Community : EEC) และมาตรฐานคุณภาพดินเพื่อการเกษตรของประชาคมเศรษฐกิจยุโรป ได้กำหนดให้มีปริมาณแคดเมียมที่สามารถปนเปื้อนในดินได้ไม่เกินที่ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง มาตรฐานดังกล่าวมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้เพื่อประเมินค่าแคดเมียมในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของแคดเมียม เนื่องจากได้มีการกำหนดค่าการปนเปื้อนที่ยอมให้มีได้ในดินโดยไม่ก่อให้เกิดการสะสมในพืชและถ่ายเทไปตามห่วงโซ่อาหารจนทำให้อยู่ในระดับที่ทำให้เกิดอันตราย

- น้ำผิวดิน : มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) กำหนดค่าการปนเปื้อนของแคดเมียมไว้ไม่เกินที่ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

- น้ำใต้ดิน : เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 20 (พ.ศ. 2543) ได้กำหนดค่าการปนเปื้อนของแคดเมียมไว้ไม่เกินที่ 0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร

- มาตรฐานการบริโภคของคณะกรรมาธิการพิจารณาร่างมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศสาขาวัตถุเจือปนอาหารและสารปนเปื้อน (Codex Committee on Food Additives and

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Contaminants; CCFAC, 1972) ได้กำหนดค่าการปนเปื้อนให้ไม่เกินที่ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในข้าว และกำหนดให้พืชทานใบ ผล และเมล็ด มีค่าการปนเปื้อนแคดเมียมไม่เกินที่ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

- มาตรฐานของประเทศญี่ปุ่นกำหนดให้ค่าของแคดเมียมในข้าวผ่านการขัดสีแล้ว มีค่าการปนเปื้อนของแคดเมียมไม่เกินที่ 0.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- สัตว์น้ำ : เกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก ได้กำหนดค่าการปนเปื้อนของแคดเมียมไว้ไม่เกินที่ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักเปียก

2.5 พืชที่ใช้ในการศึกษา

ผักหนาม

ชื่อไทย ผักหนาม

ชื่อสามัญ Lasia

ชื่ออื่นๆ บอนหนาม (ไทลื้อ, ขมุ) บ่ะหนาม (ลั้วะ) ผะตู่โปล่ เฮาะตู่คุ (กะเหรี่ยง-เชียงใหม่) บ่อนยิ้ม (เมี่ยน) กะลี (มลายู นราธิวาส) หลั่นฉื่อโก จุยหลักเท้า (จีนแต้จิ๋ว) ด่อแกงเล่อ (ปะหล่อง) เป็นต้น

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lasia spinosa* (L.) Thwaites.

ชื่อวงศ์ Araceae

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 2.3 ผักหนาม

(ที่มา : http://www.bansuanporpeang.com/files/images/user14994/DSCF5876.JPG)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ผักหนามมีลักษณะเป็นไม้ล้มลุก มีลำต้นทอดเลื้อยขนานกับพื้นดินและเป็นเหง้าแข็งอยู่ใต้ดิน ลำต้นจะตั้งตรงและโค้งลงเล็กน้อย ชูยอดขึ้น ชอบขึ้นในพื้นที่ที่ชื้นแฉะหรือมีน้ำขัง พบตามริมคูคลอง หนอง บึง และตามร่องน้ำในสวน ตามลำต้นมีหนามแหลมและมีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นประมาณ 4-5 เซนติเมตร มีความยาวของลำต้นได้ถึง 75 เซนติเมตร ใบของต้นผักหนามเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับ ลักษณะใบเป็นรูปหัวลูกศร บริเวณขอบใบเรียบหรือหยักเว้าลึกเป็นแฉกๆ รอยเว้าลึกเกือบจะถึงเส้นกลางใบ ใบมีความกว้างมากกว่า 25 เซนติเมตร และมีความยาว 30-40 เซนติเมตร บริเวณเส้นใบด้านล่างมีหนามแหลมตามเส้นใบ ส่วนใบอ่อนของมันจะม้วนเป็นแท่งกลมๆ และปลายแหลม ส่วนก้านใบจะมีรูปทรงกระบอกยาว แข็ง โดยมีความยาว 40-120 เซนติเมตร และตามก้านใบและเส้นกลางใบมีหนามแหลม ส่วนดอกของมันจะออกเป็นช่อเชิงลด เป็นทรงกระบอกแบบแท่งสแพดิก (spadix) มีลักษณะเป็นแท่งยาวเท่าๆ กับใบ มีความยาวประมาณ 4 เซนติเมตร ช่อดอกมีสีน้ำตาลมีดอกตัวผู้ที่จะอยู่ตอนบนและมีจำนวนที่มากกว่าดอกตัวเมียซึ่งจะอยู่ตอนล่าง จะแทงออกมาจากกาบใบ ส่วนก้านช่อดอกมีความยาวได้ถึง 75 เซนติเมตรและตามก้านช่อจะมีหนาม ซึ่งภายในช่อดอกจะมีดอกย่อยอัดกันแน่นเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีกาบสีน้ำตาลแกมเขียวถึงสีม่วงเป็นใบประดับ โดยกาบหุ้มจะม้วนบิดเป็นเกลียวไปตามความยาวของกาบซึ่งจะมีความยาวได้ถึง 55 เซนติเมตร ส่วนผลจะเรียงชิดกันหนาแน่นเป็นแท่งรูปทรงกระบอกและผลสดจะมีความหนาและเหนียว ผลอ่อนจะมีสีเขียวเนื้อจะนุ่ม แต่ผลแก่จะมีสีเหลืองแกมแดง ผักหนามจะออกดอกราวเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน และจะมีผลเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม (เต็ม, 2544) โดยส่วนที่ผู้คนนิยมนำมารับประทานคือ ส่วนของยอดอ่อน ใบอ่อน ก้านใบอ่อน และดอกอ่อนของผักหนามนำมาลวกกินกับน้ำพริก

ผักกูด

ชื่อไทย ผักกูด

ชื่อสามัญ Vegetable fern, Small Vegetable fern, Paco fern

ชื่ออื่นๆ กูดน้ำ (แม่ฮ่องสอน) กูดคึ (ภาคเหนือ) ร่านซู้ล (ขมุ) บ่ะฉ้อน (ลั้วะ) เหล้าชั้ว (ม้ง) แทรอแปลิ๊ะ (กะเหรี่ยงแดง) ไก้กวิลุ ปู่แปลเด๊าะ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) แลโพโด้ แหละโพะโด้ะ (กะเหรี่ยง-เชียงใหม่) กูดกิน ผักกูด (ภาคกลาง) หัสดำ (นครราชสีมา สุราษธานี) ผักกูดขาว (ชลบุรี) เป็นต้น

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.

ชื่อพ้อง *Athyrium esculentum* (Retz.) Copel.

ชื่อวงศ์ Athyriaceae

ภาพที่ 2.4 ผักกูด

(ที่มา : http://www.biogang.net/upload_img/biodiversity/biodiversity-128979-1.jpg)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
All rights reserved

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ผักกูดหรือกูดกินเป็นเฟิร์นชนิดหนึ่งจัดเป็นเฟิร์นขนาดใหญ่ โดยสามารถนำใบอ่อนมารับประทานเป็นผักได้ ผักกูดเป็นพืชที่มีลำต้นเป็นเหง้าแบบตั้งตรง ลำต้นมีความสูงมากกว่า 1 เมตรขึ้นไป เหง้าปกคลุมไปด้วยใบเกล็ด ลักษณะของเกล็ดมีขนาดความกว้างประมาณ 1 มิลลิเมตร และมีความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร และเกล็ดมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ ส่วนขอบใบเกล็ดมีลักษณะหยักเป็นซี่ เมื่อต้นมีอายุน้อยมักจะเป็นใบประกอบแบบขนนกชั้นเดียว และเมื่อต้นมีอายุมากขึ้นจะพบว่าเป็นใบประกอบแบบสองชั้น ส่วนใหญ่ใบผักกูดจะเป็นใบประกอบแบบขนนก 2 ชั้น มีความยาวของใบได้มากกว่า 1 เมตร และมีความกว้างของใบได้ถึง 50 เซนติเมตร ใบของมันจะมีสีเขียวอ่อนแต่เมื่อแก่จะมีสีเขียวเข้ม และมีใบย่อย 1-2 คู่ ใบย่อยช่วงล่างจะมีขนาดเล็กกว่าใบย่อยที่อยู่ช่วงกลาง ที่มีขนาดใหญ่ได้มากถึง 25 เซนติเมตร ใบย่อยช่วงล่างจะมีช่วงขนาดสอบเล็กลงทันทีเป็นปลายแหลม ส่วนใบย่อยชั้นกลางจะมีใบที่มีขนาดใหญ่กว่าใบย่อยช่วงล่างและมีก้านสั้นหรือกึ่งไม่มีก้าน ส่วนโคนใบจะมีลักษณะเว้าเป็นรูปหัวใจหรือเป็นรูปติ่งหู ส่วนปลายสอบแหลมมีขนาด 2.5 เซนติเมตร และมีขอบหยักลึกเข้าไปประมาณ 1 ใน 4 ของระยะถึงเส้นกลางใบ มีส่วนปลายเป็นรูปมน บริเวณขอบใบมีลักษณะเป็นฟันเลื่อย เนื้อใบมีลักษณะบางคล้ายกระดาษ และมีเส้นใบแตกแขนงแบบขนนก มีปลายเส้นถึง 10 คู่ โดยกลุ่มสปอร์จะอยู่ใกล้และยาวตลอดความยาวของเส้นใบส่วนปลาย ส่วนก้านใบมีความยาวประมาณ 70 เซนติเมตร ซึ่งส่วนที่สามารถนำมาปรุงเป็นอาหารเพื่อรับประทาน คือ ส่วนของฟรอนด์ (Frond) หรือก้านใบใหม่ที่เกิดโผล่ขึ้นมาจากลำต้น ตรงบริเวณส่วนปลายจะม้วนงอ และส่วนปลายนี้จะค่อยๆ พัฒนาไปเป็นใบอ่อนและเป็นใบแก่ตามลำดับ ส่วนใหญ่จะนิยมรับประทานฟรอนด์แบบอ่อนๆ มากกว่าฟรอนด์ที่แก่ นอกจากนี้ยังเป็นพืชที่มีสรรพคุณทางยาที่มีความแตกต่างกันออกไปอีกด้วย โดยเฟิร์นชนิดนี้มักจะชอบขึ้นหนาแน่นบริเวณตามแนวชายป่าที่มีแดดส่องถึงและในบริเวณพื้นที่ลุ่มชุ่มน้ำ จะขึ้นตามริมลำธารหรือบริเวณต้นน้ำ หนอง บึง ชายคลอง อยู่ในที่ที่มีน้ำขังแฉะและมีอากาศเย็น รวมถึงในพื้นที่เปิดโล่ง หรือในที่ที่มีร่มเงาบ้าง โดยจะเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่เป็นพื้นที่ชื้นแฉะหรือมีความชื้นสูง โดยจะเติบโตในช่วงฤดูฝนและขยายพันธุ์ด้วยการใช้เหง้า ใช้สปอร์ หรือไหล ส่วนใหญ่จะกระจายพันธุ์อยู่ในพื้นที่ทั่วไปของเอเชียที่เป็นพื้นที่เขตร้อน โดยจะไล่ตั้งแต่ภาคกลางของประเทศจีนไปยังภาคใต้ของญี่ปุ่น และไปจนถึงหมู่เกาะแปซิฟิก ซึ่งในส่วนของประเทศไทยจะพบผักกูดได้ทั่วไปแทบทุกภูมิภาคที่มีสภาพดินไม่แห้งแล้ง (เต็ม, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บอน

ชื่อไทย บอน

ชื่อสามัญ Taro, Elephant, Japanese taro, Cocoyam, Eddoe, Dasheen

ชื่ออื่นๆ เผือก บอน (ทั่วไป) บอนหอม (ภาคเหนือ) ตุน (เชียงใหม่) ขี่ที้พ้อ ขือท่อ ซู่ คีทีโบ คูชี้บ้อง คูไทย ทีพอ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) คึ (กะเหรี่ยง-เชียงใหม่) บอนหวาน บอนจืด (ภาคอีสาน) บอนท่า บอนน้ำ (ภาคใต้) กลาดีกุบุเฮง (มาเลย์-ยะลา) กลาดีไอย์ (มาเลย์-นราธิวาส) เป็นต้น

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Colocasia esculenta* (L.) Schott

ชื่อวงศ์ Araceae

ภาพที่ 2.5 บอน (ที่มา : http://www.nanagarden.com/Picture/Product/400/185265.jpg)

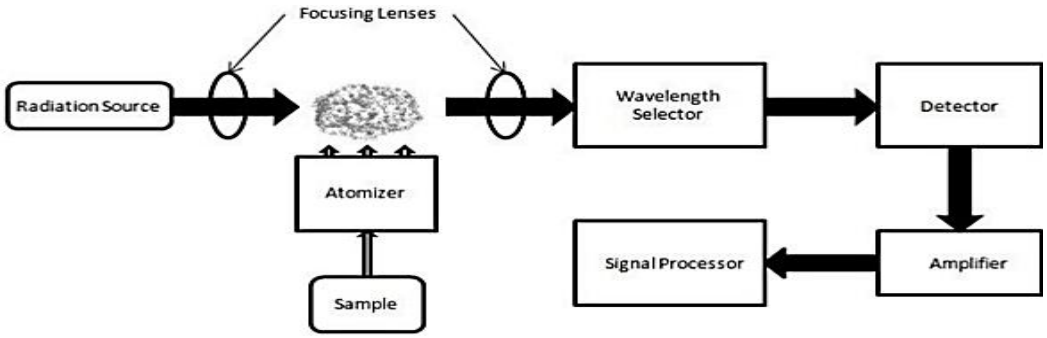
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้นบอนมีถิ่นกำเนิดในเขตที่ราบลุ่มของเอเชียอาคเนย์ รวมถึงพื้นที่ของประเทศไทยด้วย พบได้ทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย ซึ่งถูกจัดเป็นไม้ล้มลุก อวบน้ำ มีหัวอยู่ใต้ดิน มีเหง้าลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกอยู่ใต้ดิน ใบบอนเป็นใบเดี่ยวมีการเรียงสลับเวียนแผ่ออกรอบต้น มีลักษณะของใบเป็นรูปไข่แกมสามเหลี่ยมหรือเป็นรูปหัวใจ หรือรูปโล่ ปลายใบมีลักษณะเป็นใบแหลมหรือมน โคนใบเว้าลึกแหลมเป็นรูปสามเหลี่ยมแยกเป็นแฉกสองแฉก ใบมีขนาดความกว้างประมาณ 10-35 เซนติเมตร และมีความยาวประมาณ 20-50 เซนติเมตร ส่วนก้านใบจะมีสีเขียวหรือออกม่วงหรือมีสีเขียวแกมเหลืองจะออกที่ตรงกลางแผ่นใบ ส่วนก้านใบจะยาวออกจากต้นใต้ดินมีก้านใบยึดกับด้านล่างของใบ ก้านใบมีความยาวประมาณ 30-90 เซนติเมตร ส่วนด้านหน้าของใบจะเป็นสีเขียวมีลักษณะเรียบไม่เปียกน้ำ เนื่องจากผิวใบเคลือบไปด้วยไข (Wax) และส่วนด้านหลังของใบเป็นสีเขียวอ่อนหรือม่วงหรือเป็นสีขาวนวลจะมองเห็นเส้นใบได้ชัดเจน ซึ่งในแต่ละกอจะมีประมาณ 7-9 ใบ ส่วนดอกของบอนจะมีสีครีมหรือเหลืองนวล ออกดอกเป็นช่อเป็นแท่งเดี่ยวๆ จะออกมาจากลำต้นใต้ดิน มีกาบสีเหลืองอ่อนหรือสีเหลืองนวลหุ้มอยู่มีความยาวประมาณ 26 เซนติเมตร จะมีดอกย่อยโดยมีการแยกเพศอยู่ในช่อเดียวกัน โดยดอกตัวผู้จะอยู่ตอนบนและดอกตัวเมียจะอยู่ตอนล่าง และดอกเป็นกระเปาะมีสีเขียวเป็นแท่งอยู่ตรงกลาง มีกลิ่นหอมและต่อมาดอกจะกลายเป็นผลเล็กๆ จำนวนมากที่ประกอบไปด้วยหัวกลางและหัวย่อยอยู่รอบหัวใหญ่ และมีก้านช่อสั้นกว่าก้านใบ มีใบประดับสีเหลืองไว้รองรับผลสด บอนมักจะขึ้นเป็นกลุ่มๆ หลายต้นเรียงกันตามพื้นที่ลุ่มริมน้ำและมักชอบขึ้นบนบริเวณดินโคลนหรือบริเวณที่มีน้ำขัง ต้นของมันจะมีความสูงประมาณ 0.7-1.2 เมตร และลำต้นประกอบไปด้วยหัวกลางและหัวย่อยอยู่รอบๆ หัวใหญ่ จะขยายพันธุ์ด้วยการแยกหน่อหรือไหล และการปักชำหัว ซึ่งจะเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณดินที่มีความอุดมสมบูรณ์หรืออุ้มน้ำได้ดี จะเพาะปลูกได้ง่าย (เต็ม, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.6 Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)



ภาพที่ 2.6 ส่วนประกอบของเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer
(ที่มา : http://www.slideshare.net/abudardazilli/atomic-absorption-spectrometry-aas)

เทคนิคทาง Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) ถือเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุอย่างหนึ่งที่สามารถทำได้ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณวิเคราะห์ เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากวิธีหนึ่ง เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ให้ความเที่ยง ความแม่น มีสภาพไวสูง และเป็นเทคนิคที่มีความจำเพาะที่ดีและประกอบกับมีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ที่ไม่สูงนัก ซึ่งความสามารถของเทคนิคนี้มีสูงมากเพราะสามารถที่จะใช้วิเคราะห์ธาตุต่างๆ ได้ถึง 67 ธาตุ ซึ่งนับว่ามากพอสมควรสำหรับเครื่องมือเพียงอย่างเดียวจึงทำให้การใช้งานมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีหลักการเป็นกระบวนการที่เกิดจากอะตอมเสรีของธาตุดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นหนึ่งโดยเฉพาะ โดยจะขึ้นอยู่กับชนิดของธาตุ ซึ่งธาตุแต่ละชนิดมีระดับพลังงานแตกต่างกันออกไป เช่น อะตอมของโซเดียมดูดกลืนแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 589 นาโนเมตร เนื่องจากแสงที่ความยาวคลื่นนี้เป็นแสงที่มีพลังงานพอดีที่เป็นตัวทำให้อิเล็กตรอนของโซเดียมอะตอมเกิดการเปลี่ยนสถานะจากสถานะพื้นไปสู่สถานะกระตุ้น ซึ่งในการทำให้อะตอมของธาตุในสารประกอบเกิดเป็นอะตอมเสรีได้นั้นจะต้องมีการดูดกลืนพลังงานเข้าไปพอสมควร ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปต่างๆ กัน เช่น พลังงานความร้อนจากเปลวไฟ หรือความร้อนจากไฟฟ้า เป็นต้น โดยความร้อนจะทำให้เกิดกระบวนการแตกตัว (dissociation) หรือการเปลี่ยนให้เป็นไอ (vaporization) หรืออาจมีการแตกตัวเป็นอะตอม หรือทำให้อะตอมไปอยู่ในสถานะกระตุ้น หรือเปลี่ยนให้กลายเป็นไอออนก็ได้ โดยเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ Flame Atomization Technique ซึ่งเทคนิคนี้จะใช้กระบวนการที่ทำให้สารตัวอย่างเกิดการแตกตัวเป็นอะตอมด้วยเปลวไฟ (flame) ที่เหมาะสม ถือเป็นเทคนิคที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเมื่อทำการวิเคราะห์จะต้องมีการเตรียมสารตัวอย่างให้เป็นสารละลายหรือของเหลวที่ควรจะมีสารที่เป็นของแข็งละลายไม่เกิน 5% ของสารตัวอย่าง เนื่องจากอาจส่งผลต่อการทำให้เกิด atomization โดยสารตัวอย่างควรที่จะสลายตัวได้ดีด้วยความร้อน และควร

มีความเข้มข้นของสารอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ซึ่งสารละลายตัวอย่างจะต้องมีอย่างน้อย 1 มิลลิลิตร (พันธ์ทิพย์, 2555)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 ปัญหาการปนเปื้อนของแคดเมียมในอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

ศูนย์วิจัยแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย (2547) ศึกษาการปนเปื้อนแคดเมียมในอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดยเริ่มการเก็บข้อมูลตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม 2547 ในบริเวณลุ่มน้ำห้วยแม่ตาว เพื่อหาที่มาของการปนเปื้อนแคดเมียม และระดับการปนเปื้อนแคดเมียม จากการศึกษาพบว่าพื้นที่เขาสูงด้านตะวันออกของอำเภอแม่สอดเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพของแหล่งแร่สังกะสีซึ่งจะพบแคดเมียมเกิดคู่กันตามธรรมชาติ จึงทำให้มีปริมาณแคดเมียมสูงกว่าพื้นที่ทั่วไป และเป็นพื้นที่ที่มีสังกะสีและแคดเมียมกระจายตัวในพื้นที่ในรูปแบบของตะกอน ซึ่งถูกน้ำพัดพามาตามลำห้วยแล้วสะสมในพื้นที่การเกษตร ทั้งนี้ไม่พบว่ามีสารแคดเมียมละลายอยู่ในน้ำ สาเหตุการเกิดมาจากหลายปัจจัยและเกิดขึ้นเป็นเวลานานหลายปี ทั้งจากการผุกร่อนและผุพังตามธรรมชาติ รวมถึงการเปิดหน้าดินด้วยสาเหตุต่างๆ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การเพาะปลูกในที่ลาดชัน การเปิดหน้าดินเพื่อทำฝาย คลองชลประทานหรืออ่างเก็บน้ำและการทำเหมืองแร่

อนงค์นาฏ (2549) ศึกษาการกระจายตัวของแคดเมียมในดินที่มีการปนเปื้อน อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พบว่าการปนเปื้อนแคดเมียมในพื้นที่ลุ่ม บ้านพะเด๊ะ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ซึ่งพบปริมาณแคดเมียมในดินเฉลี่ย 23.00-27.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยเฉพาะที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และดินตะกอนลำห้วยมีปริมาณแคดเมียมที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร เท่ากับ 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากการศึกษานี้พบว่าในจุดที่อยู่ติดกับลุ่มน้ำแม่ตาวมีปริมาณแคดเมียมสูงกว่าจุดอื่นๆ ในพื้นที่

ชุตินธร และจำลอง (2551) ทำการศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินในลำน้ำห้วยแม่ตาว และศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในแหล่งน้ำ เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำและสภาวะการปนเปื้อนในลำน้ำที่อาจส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์และระบบนิเวศทางน้ำในพื้นที่ พบว่าคุณภาพน้ำผิวดินของห้วยแม่ตาว ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 คือ เพื่อการใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรกรรมและเกณฑ์คุณภาพน้ำ เพื่อคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด และพบมีการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำของลำน้ำห้วยแม่ตาว ปริมาณโลหะหนักในน้ำผิวดินของลำน้ำห้วยแม่ตาวช่วงฤดูร้อน พบมีปริมาณแคดเมียมอยู่ระหว่าง 0.005-0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงฤดูฝน พบมีปริมาณแคดเมียมอยู่ระหว่าง 0.026-0.032 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแคดเมียมบริเวณเหนือเหมืองสังกะสีมีค่า 0.005

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มิลลิกรัมต่อลิตร ขณะที่ห้วยแม่ตาวในช่วงที่ไหลผ่านเหมืองสังกะสีและตลอดลำน้ำมีค่า 0.005-0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในช่วงฤดูฝน ในน้ำผิวดินตลอดลำห้วยแม่ตาวทั้งบริเวณที่ช่วงลำห้วยก่อนไหลผ่านเหมืองและช่วงที่ไหลผ่านเหมือง พบว่ามีปริมาณแคดเมียมในน้ำสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน แต่ก็ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 3 เพื่อการเกษตรกรรม ที่กำหนดไว้ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ในกรณีน้ำมีความกระด้างเกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูป $CaCO_3$

ธนภัทรและคณะ (2557) ศึกษาปริมาณแคดเมียมในข้าวที่ปลูกในดินนาปนเปื้อนแคดเมียมในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ตาว จังหวัดตาก ประเทศไทย จากการศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในดินก่อนปลูกพบความแปรปรวนของแคดเมียมในดินแต่ละพื้นที่ปลูกข้าว โดยพื้นที่ปลูกข้าวในพื้นที่ต้นน้ำ, พื้นที่กลางน้ำ และพื้นที่ปลายน้ำ การปนเปื้อนแคดเมียมในดินนา บริเวณลุ่มน้ำแม่ตาว พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบการปนเปื้อนแคดเมียมสูงสุดคือ 46.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในแปลงที่เป็นพื้นที่ปลายน้ำ ซึ่งการสะสมพบว่าแคดเมียมโดยทั่วไปมีสาเหตุจากกระบวนการผุพังสลายตัวตามธรรมชาติของแร่ และการที่ฝนตกชะหน้าดินที่อุดมด้วยแร่สังกะสีและแคดเมียม ลงสู่ต้นน้ำของลำน้ำธรรมชาติ ทำให้เกิดการสะสมในตะกอนท้องน้ำ และทำให้เกิดการแพร่กระจายของแคดเมียมได้

นัสรียา และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำเพื่อประยุกต์ใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพสำหรับการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ ในลำห้วยแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก จำนวน 5 จุดเก็บตัวอย่าง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 พบว่า อุณหภูมิอากาศมีค่าระหว่าง 25.55-31.28 องศาเซลเซียส อุณหภูมิน้ำมีค่าระหว่าง 25.12-27.25 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกัน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าระหว่าง 3.93-5.12 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าระหว่าง 8.03-8.76 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำมีค่าระหว่าง 297.05-587.71 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำมีค่าระหว่าง 163.30-315.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณซัลเฟตในน้ำมีค่าระหว่าง 15.50-38.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำมีค่าระหว่าง 0.22-0.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำมีค่าระหว่าง 1.83-3.04 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำมีค่าระหว่าง 0.23-0.29 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยคุณภาพน้ำผิวดินของลำห้วยแม่ตาวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 คือแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเกษตร ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 ปี พ.ศ. 2537 และเกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อคุ้มครองทรัพยากรน้ำจืด

2.7.2 การใช้พืชเป็นตัวบ่งชี้การปนเปื้อนของแคดเมียมในแหล่งน้ำ

Singh *et al.* (2010) ศึกษาการสะสมของโลหะหนักในพื้นที่ที่ปนเปื้อนด้วยเถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนและการดูดซึมตามส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ปลูกตามธรรมชาติ โดยเลือกมา 11 ชนิด พบว่าในพื้นที่ที่ปนเปื้อนในระดับค่าเฉลี่ยของโลหะทั้งหมด (แคดเมียม, สังกะสี, โครเมียม, ตะกั่ว, ทองแดง นิกเกิล, แมงกานีส และเหล็ก) ในดินและชิ้นส่วนที่แตกต่างกัน (รากและยอด) ของพันธุ์พืชพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) สูงกว่าพื้นที่ที่ไม่มีการปนเปื้อนหรือการสะสมตัวของโลหะหนักในดินตะกอน (enrichment factor : EF) ของโลหะเหล่านี้ในดินที่ปนเปื้อนก็จะพบว่าในลำดับของ Cd (2.33) > Fe (1.88) > Ni (1.58) > Pb (1.42) > Zn (1.31) > Mn (1.27) > Cr (1.11) > Cu (1.10) ขณะที่ enrichment factor ของโลหะในส่วนรากและส่วนยอดที่พบว่า Cd (7.56) > Fe (4.75) > Zn (2.79) > Ni (2.22) > Cu (1.69) > Mn (1.53) > Pb (1.31) > Cr (1.02) และ Cd (6.06) ~ Fe (6.06) > Zn (2.65) > Ni (2.57) > Mn (2.19) > Cu (1.58) > Pb (1.37) > Cr (1.01) ตามลำดับ ในพื้นที่ที่ปนเปื้อนtranslocation factor (TF) ของโลหะจากรากไปยังยอดพบว่า Mn (1.38) > Fe (1.27) > Pb (1.03) > Ni (0.94) > Zn (0.85) > Cd (0.82) > Cr (0.73)

Subramanian *et al.* (2012) ได้วิเคราะห์แร่ธาตุและโลหะหนักบางชนิดในพืชสมุนไพรที่ใช้ทำอาหารในเครื่องแกงของอินเดียที่เก็บตัวอย่างจากตลาดในท้องถิ่น ได้แก่ โซเดียม เหล็ก แมกนีเซียม แมงกานีส ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม และทองแดง ผลการศึกษาพบว่าแร่ธาตุแต่ละชนิดในตัวอย่างมีระดับที่แตกต่างกัน โดยพืชสมุนไพรจะมีแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเติบโตอยู่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเหล็กและแมกนีเซียม

Yashim *et al.* (2014) วิเคราะห์การดูดซึมโลหะของพืช *Lycopersicon esculentum, Rumex acetosa* และ*Solanum melongena* ที่เก็บจากพื้นที่ที่อยู่ใกล้ที่ทิ้งเศษโลหะและพื้นที่ควบคุมในซีเรียในประเทศไนจีเรีย ความเข้มข้นของแคดเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสี ในส่วนที่แตกต่างกันของแต่ละสายพันธุ์พืชที่ปลูกบนดินทดลองและดินที่มีการควบคุม ทำการวิเคราะห์โดยใช้ atomic absorption spectrophotometry การทดลองระดับของโลหะมีค่าสูงกว่าพื้นที่ควบคุมและสูงกว่าข้อกำหนดของ Food and Agricultural Organisation/World Health Organisation (FAO/WHO) พบว่า *Solanum melongena* มีค่า bioaccumulation factor (BF) และ transfer factor (TF) มากกว่า 1 สำหรับแคดเมียม ตะกั่ว และแมงกานีส ส่วน *Rumex acetosa* มีค่า BF และ TF มากกว่า 1 สำหรับแมงกานีส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และสังกะสี และTF มากกว่า 1 สำหรับทองแดงและเหล็ก *Lycopersicon esculentum* มีเพียง TF สำหรับเหล็ก ตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสีมากกว่า 1 สรุปได้ว่า *Solanum melongena* และ*Rumex acetosa* สามารถนำมาใช้สำหรับการบำบัดแคดเมียม ตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสีจากพื้นที่ทิ้งขยะ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (r) มีมากกว่า 0.75 สำหรับโลหะทุกชนิดที่ศึกษาชี้ให้เห็นว่ามีระดับโลหะสูงในดินทดลองเป็นผลมาจากเศษโลหะ

Kananke *et al.* (2016) ศึกษาการตรวจหานิกเกิล แคดเมียม และทองแดงในผักใบเขียวที่เก็บรวบรวมจากพื้นที่เพาะปลูกที่แตกต่างกันทั้งในและรอบๆ กรุงโคลัมโบ ประเทศศรีลังกา โดยเลือกพืชมาห้าชนิด ได้แก่ ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica*), ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*), ผักโขม (*Amaranthus viridis*), ผักปลัง (*Basella alba*) และผักหนาม (*Lasia spinosa*) ถูกเก็บรวบรวมจากการสุ่มหกสถานที่ที่แตกต่างกัน และวิเคราะห์โลหะหนักสามชนิดคือ นิกเกิล (Ni), แคดเมียม (Cd) และทองแดง (Cu) วิเคราะห์ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrometry พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้ง) ของโลหะหนักในตัวอย่างผักใบเขียวทั้งหมดที่เก็บได้จากหกพื้นที่ที่แตกต่างกันเป็น 0.23 ± 0.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับแคดเมียม, 12.60 ± 9.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับทองแดง และ 7.62 ± 8.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับนิกเกิล โดยการปนเปื้อนสูงสุดของนิกเกิล แคดเมียม และทองแดงพบในบรรดาผักใบเขียวที่วิเคราะห์ ผักหนาม (*Lasia spinosa*) มีแนวโน้มที่จะสะสมนิกเกิล แคดเมียม และทองแดงจากสภาพแวดล้อมมากที่สุด

Jasim *et al.* (2014) ศึกษาการตรวจวัดโลหะหนักในดินและส่วนต่างๆของ *Diplazium esculentum* พืชตระกูลเฟิร์นที่เป็นสมุนไพร ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศมาเลเซียและภูมิภาคอื่นๆ ทั่วโลก โดยโลหะหนักในพืชควรจะถูกกำหนดค่ามาตรฐานไว้เพราะมนุษย์ที่บริโภคอาหารที่มีความเป็นพิษเป็นเวลานานแม้ในปริมาณที่ต่ำก็ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของอวัยวะและทำให้เกิดพิษเรื้อรัง ดังนั้นจึงเป็นผลจากการได้รับมาจากพืชที่ปลูกในดินที่มีความเข้มข้นของโลหะหนักที่มีความเข้มข้นสูง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางเคมีและทางกายภาพของดินและความเข้มข้นของโลหะหนัก (ตะกั่ว, โครเมียม, แมงกานีส, ทองแดง และสังกะสี) ในส่วนต่างๆของ *D. esculentum* และดินซึ่งเป็นที่เก็บรวบรวมจากสวนของ Universiti Kebangsaan Malaysia การศึกษาพบว่าโลหะหนักสะสมสูงในรากของ *D. esculentum*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved