

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในผัก โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตเมตรี ในเขตพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม

Analysis to investigated for heavy metals by Atomic Absorption Spectrophotometer in MahaSarakhm.

สมสุข ไตรสุภกิจิต¹ มนชวัน วังกุลางกูร² และวัชรนา เสนาจักร³
SomsukTrisupakitti¹ Monchawan Wangkulangkool² and Watchara Senajuk³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณโลหะหนักในผักสวนครัว โดยทดสอบผักจาก 13 อำเภอ ในจังหวัดมหาสารคาม ได้แก่ อ.เมือง อ.แกดำ อ.โกสุมพิสัย อ.กันทรวิชัย อ.เชียงยืน อ.บรบือ อ.นาเชือก อ.พยัคฆภูมิพิสัย อ.วาปีปทุม อ.นาหว้า อ.ยางสีสุราช อ.กุฉินารายณ์ และ อ.ชื่นชม ผักจำนวน 10 ชนิด คือ แตงกวา ผักกวางตุ้ง ขึ้นฉ่าย ต้นหอม ผักชีจีน ผักชีฝรั่ง ผักบุ้ง ผักคะน้า ผักชีลาว และผักกาด โลหะหนักที่ทำการศึกษาค้นคว้าได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว และทองแดง โดยการนำตัวอย่างที่เปื่อยมาอบให้แห้งแล้วย่อยด้วยกรดไนตริกเข้มข้น แล้วนำไปหาปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ผลการทดลองพบว่าผักแต่ละชนิดมีค่าโลหะหนักทั้งสามชนิดในปริมาณน้อยกว่าค่ามาตรฐานขององค์การอนามัยโลก

คำสำคัญ : โลหะหนัก, ผัก, อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

Abstract

The aim of this study was to investigating heavy metals in homegrown vegetable in 13 districts of MahaSarakhm Province including Muang, Kaedam, Kosumpisai, Kantharawichai, Chiang Yuen, Borabue, Nacheuk, Payakkhapumpisai, Nadun, Yangseesurat, Kudrang, and Chuenchom. The samples were 10 types of vegetable; that is, Lemon Basil, Chinese Cabage, Chinese Celery, Scallion, Chinese Parsley, Culantro, Water Morning Glory, Kale, Dill, and

¹ อาจารย์ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

² อาจารย์ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

³ อาจารย์ สาขาวิชาชีววิทยา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

Lettuce. The selected heavy metals were Cadmium (Cd), Lead (Pb), and Copper (Cu). The samples were dried out and digested by concentrated Nitric acid (HNO₃). The decomposed samples were investigated for heavy metals by Atomic Absorption Spectrophotometer. The findings showed that heavy metals in homegrown vegetables were found lower than the standard indices prescribed by WHO.

Keywords : heavy metal, homegrown vegetable, atomic absorption spectrophotometer

บทนำ

สืบเนื่องจากวิถีการใช้ชีวิตของคนส่วนใหญ่ในปัจจุบันต้องทำงานแข่งขันกับเวลาเผชิญกับความเครียดในชีวิตประจำวันในหลายรูปแบบ ทั้งงานครอบครัวและเศรษฐกิจรวมถึงมลภาวะเป็นพิษที่ส่งผลต่อสุขภาพ ทั้งอากาศอาหารซึ่งล้วนส่งผลร้ายต่อสุขภาพทุกวัน ปัจจุบันปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนัก อาทิ แคดเมียมในสิ่งแวดล้อมนั้นวันจะทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ทั้งการปนเปื้อนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ และการปนเปื้อนตามธรรมชาติในสิ่งแวดล้อม หลายคนคิดว่าเรื่องสารโลหะหนักจำพวกปรอท ตะกั่วและแคดเมียมเป็นเรื่องไกลตัวจึงมองข้ามถึงพิษภัยที่อาจจะเกิดขึ้นบรรดาสารเหล่านี้สามารถเข้าสู่ร่างกายโดยไม่รู้ตัวจากสิ่งแวดล้อม (ดิน น้ำ อากาศ) อาหารเครื่องสำอางหรือจากข้าวของเครื่องใช้ในครัวเรือนสาเหตุของการปนเปื้อนจากธรรมชาติกระบวนการผลิตวัตถุดิบและสารเคมีถูกปล่อยเป็นของเสียออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ

ในปัจจุบันการป้องกันและการรักษาโรคต่างๆ นิยมใช้พืชสมุนไพรและผลิตภัณฑ์เสริม

อาหาร (nutritional supplement) กันมากขึ้น โดยส่วนใหญ่แล้วพืชสมุนไพรที่ใกล้ตัวเราก็คือ พืชผักสวนครัวที่เรารับประทานกันทุกวันนั่นเอง และคงไม่มีใครที่จะปฏิเสธว่าแต่ละวันเราไม่ได้กิน พืชผักสวนครัวไม่ว่าจะเป็นกระเพรา โหระพา ต้นหอม กระเทียม ผักกาด เป็นต้น บริเวณที่ใช้ในการเพาะปลูกก็มีผลต่อการได้รับการปนเปื้อนของโลหะหนัก ได้มีรายงานการพบโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย เช่น สารหนู พาราไธม และปรอท เป็นต้น ในผลิตภัณฑ์สมุนไพรในไทย อินเดีย จีน เกาหลี และปากีสถาน นอกจากนี้ยังพบในประเทศเยอรมันและสหรัฐอเมริกาอีกด้วย ซึ่งในตำรายาแผนโบราณของไทย อินเดีย และจีน ได้มีการนำพืชผักสวนครัวหลายชนิดมาใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญ นอกจากนี้ในปัจจุบันพืชผักสวนครัวได้แพร่หลายไปทั่วโลกด้วยเหตุผลคือ ปลูกง่าย เจริญเติบโตเร็ว มีฤทธิ์เป็นยา ผลอาการข้างเคียงต่ำ หาซื้อได้ง่าย และราคาถูก อย่างไรก็ตามพืชผักสวนครัวเหล่านั้น อาจปนเปื้อนด้วยโลหะหนักที่เป็นพิษต่อร่างกายที่มาจากดิน น้ำ และอากาศ ซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกของพืช นอกจากนี้พืชแต่ละชนิดยังมีความสามารถในการ

สะสมโลหะหนักหรือธาตุชนิดต่างๆ ได้แตกต่างกัน รวมทั้งในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ใบ ยอด ลำต้น ราก เหง้า ยังมีการสะสมของโลหะหนักในปริมาณที่ต่างกันอีกด้วย โดยโลหะหนักทั้งทองแดงและเหล็กจัดเป็นโลหะหนักที่มีความสำคัญต่อร่างกาย แต่หากได้รับในปริมาณสูงหรือได้รับสะสมเป็นระยะเวลานาน อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพร่างกายได้ เช่น พิษจากแคดเมียม เป็นอันตรายต่อไต ทำให้กระดูกพรุน และเป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง ตะกั่วเป็นอันตรายต่อสมอง ระบบประสาทและไขสันหลัง โรคโลหิตจาง ทำให้ความจำเสื่อมเป็นอันตรายต่อไตทำให้ไตล้มเหลวและเสียชีวิตได้ และหากมีการปนเปื้อนของสารหนูเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินอาหารและหลอดเลือดหัวใจ ระบบประสาทส่วนกลาง ก่อการทำงานของไขกระดูก ทำให้เม็ดเลือดแดงแตกง่ายเกิดภาวะตับโต มีความเสี่ยงอัตราการตายสูงขึ้นของมะเร็งที่ปอด กระเพาะปัสสาวะและไต ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการตรวจหาการปนเปื้อนโลหะหนักในพืชผักสวนครัวก่อนที่จะนำมาผลิตเป็นอาหารและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

ดังนั้นในงานวิจัยนี้มีการตรวจสอบปริมาณโลหะหนักในพืชผักสวนครัว ในเขตพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม เพื่อได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับผู้บริโภคในการเลือกพืชผักสวนครัวต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมสารมาตรฐานของโลหะแต่ละชนิด

1.1 สารละลายมาตรฐานแคดเมียม (Cd)

เตรียมสารละลายมาตรฐานจาก stock solution ที่ความเข้มข้น 0.5 1.0 3.0 10.0 และ 15.0 พีพีเอ็มปิเปตจาก stock solution ความเข้มข้น 1000 พีพีเอ็ม มา 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย 0.01 โมลาร์ ของกรดไนตริกในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตรจะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นต่างๆตามลำดับนำสารละลายทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อทำการหามาตรฐาน

1.2 สารละลายมาตรฐานทองแดง (Cu) และสารละลายมาตรฐานตะกั่ว (Pb)

โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานทองแดงและตะกั่ว ในทำนองเดียวกันกับการเตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม

2. การเตรียมตัวอย่าง

นำพืชผักสวนครัวจำนวน 130 ตัวอย่าง คือ ผักบุ้ง ผักชี ผักกาด กระหล่ำปี ผักคะน้า โหระพา แมงลัก กระเพรา ผักกวางตุ้ง และต้นหอม อย่างละ 13 ตัวอย่าง จาก อ.เมือง อ.แกดำ อ.โกสุมพิสัย อ.กันทรวิชัย อ.เขียงยืน อ.บรบือ อ.นาเชือก อ.พยัคฆภูมิ อ.วาปีปทุม อ.นาคนูน อ.ยางสีสุราช อ.กุฉินารายณ์ และ อ.ชื่นชมเป็นจำนวน 10 ตัวอย่าง คือ แมงลัก ผักกวางตุ้ง ขึ้นฉ่าย ต้นหอม ผักชีจีน ผักชีฝรั่ง ผักบุ้ง ผักคะน้า ผักชีลาว และผักกาดนำมาล้างน้ำให้สะอาด ทั้งไว้ให้แห้ง นำมาหั่นเป็นฝอยแล้วนำไปชั่งให้ได้ประมาณ 1 กรัม จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำการย่อยในบีกเกอร์ด้วยการเติมกรดไนตริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตรลงไป ทิ้งไว้ในตู้ดูดควัน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายที่ได้หลังการย่อยไปกรองใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร

แล้วปรับปริมาตรด้วย 0.01 โมลาร์ของกรดไนตริก (HNO_3) จนครบ 50 มิลลิลิตรจากนั้นนำสารละลายที่ได้เทใส่ในขวดพลาสติกขนาด 60 มิลลิลิตร นำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่องมืออะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

3. เทคนิคการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในพืชผักสวนครัว สามารถทำการวิเคราะห์ได้โดยเครื่องมืออะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ซึ่งเทคนิคนี้สามารถแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ แบบที่ใช้เปลวไฟ (Flame Atomic Absorption Spectrophotometry) และแบบที่ไม่ใช้เปลวไฟ (Flameless Atomic Absorption Spectrophotometry) นอกจากนี้ยังสามารถวัดได้โดยวิธีทางเคมีไฟฟ้า เช่น วิธีทำให้เกิดสารประกอบที่มีแล้ววัดการดูดกลืนคลื่นแสง (Colourimetry Method) หรือวิธีโพลาริกราฟี (Polarography) เป็นต้น

ผลการศึกษา

การผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียม ทองแดง และตะกั่ว ในพื้นผักสวนครัวเขตพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม โดยใช้เครื่องมืออะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณโลหะแคดเมียมที่ตรวจพบ

อำเภอ	แมงลัก	ผักกาด	ขึ้นฉ่าย	ต้นหอม	ผักชีจีน	ผักชีฝรั่ง	ผักบุ้ง	ผักคะน้า	ผักชีลาว	ผักกาด
อ. เมือง	0.0053	0.0028	0.0033	0.0033	0.0025	0.0020	0.0018	0.0021	0.0023	0.0020
อ. แกดำ	0.0030	0.0028	0.0032	0.0030	0.0017	0.0019	0.0020	0.0023	0.0025	0.0024
อ. โกสุมพิสัย	0.0035	0.0031	0.0032	0.0031	0.0027	0.0018	0.0018	0.0019	0.0023	0.0020
อ. กันทรวิชัย	0.0031	0.0029	0.0033	0.0031	0.0018	0.0019	0.0018	0.0022	0.0024	0.0022
อ. เชียงยืน	0.0028	0.0030	0.0032	0.0031	0.0021	0.0018	0.0019	0.0023	0.0021	0.0021
อ. บรบือ	0.0032	0.0030	0.0034	0.0032	0.0024	0.0021	0.0019	0.0020	0.0026	0.0022
อ. นาเชือก	0.0031	0.0033	0.0030	0.0034	0.0021	0.0018	0.0021	0.0021	0.0024	0.0021
อ. พยัคฆภูมิ	0.0029	0.0031	0.0030	0.0032	0.0017	0.0021	0.0018	0.0020	0.0021	0.0025
อ. วาปีปทุม	0.0026	0.0032	0.0031	0.0034	0.0018	0.0018	0.0020	0.0020	0.0020	0.0024
อ. นาइन	0.0026	0.0032	0.0030	0.0033	0.0019	0.0019	0.0021	0.0039	0.0023	0.0022
อ. ยางสีสุราช	0.0028	0.0032	0.0032	0.0036	0.0019	0.0017	0.0019	0.0022	0.0022	0.0022

อำเภอ	แม่เหล็ก	ผักกวางตุ้ง	ขึ้นฉ่าย	ต้นหอม	ผักชีจีน	ผักชีฝรั่ง	ผักบุ้ง	ผักคะน้า	ผักชีลาว	ผักกาด
อ. กุดรัง	0.0026	0.0031	0.0034	0.0025	0.0020	0.0035	0.0020	0.0020	0.0018	0.0022
อ. ชื่นชม	0.0026	0.0032	0.0031	0.0020	0.0019	0.0019	0.0020	0.0019	0.0020	0.0024

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณโลหะทองแดงที่ตรวจพบ

อำเภอ	แม่เหล็ก	ผักกวางตุ้ง	ขึ้นฉ่าย	ต้นหอม	ผักชีจีน	ผักชีฝรั่ง	ผักบุ้ง	ผักคะน้า	ผักชีลาว	ผักกาด
อ. เมือง	0.0081	0.0022	0.0011	0.0017	0.0030	0.0023	0.0030	0.0017	0.0014	0.0018
อ. แกดำ	0.0065	0.0028	0.0012	0.0008	0.0033	0.0027	0.0025	0.0020	0.0016	0.0037
อ. โกสุมพิสัย	0.0069	0.0025	0.0020	0.0019	0.0035	0.0023	0.0015	0.0015	0.0025	0.0021
อ. กันทรวิชัย	0.0083	0.0011	0.0029	0.0051	0.0018	0.0026	0.0038	0.0007	0.0011	0.0008
อ. เขียงยืน	0.0058	0.0012	0.0025	0.0008	0.0031	0.0036	0.0026	0.0010	0.0014	0.0009
อ. บรบือ	0.0063	0.0006	0.0071	0.0009	0.0026	0.0039	0.0039	0.0009	0.0007	0.0008
อ. นาเชือก	0.0069	0.0011	0.0029	0.0009	0.0032	0.0034	0.0040	0.0007	0.0011	0.0008
อ. พยัคฆภูมิ	0.0055	0.0010	0.0020	0.0011	0.0070	0.0057	0.0038	0.0009	0.0010	0.0013

อำเภอ	แม่เหล็ก	ผักกวางตุ้ง	ขึ้นฉ่าย	ต้นหอม	ผักชีจีน	ผักชีฝรั่ง	ผักบุ้ง	ผักคะน้า	ผักชีลาว	ผักกาด
อ. วาปีปทุม	0.0043	0.0012	0.0026	0.0008	0.0017	0.0042	0.0038	0.0037	0.0014	0.0007
อ. นาตูน	0.0037	0.0012	0.0029	0.0013	0.0042	0.0030	0.0037	0.0019	0.0009	0.0017
อ. ยางสีสุราช	0.0049	0.0013	0.0029	0.0019	0.0012	0.0038	0.0029	0.0012	0.0012	0.0010
อ. กุดรัง	0.0042	0.0017	0.0031	0.0057	0.0030	0.0033	0.0004	0.0045	0.0008	0.0014
อ. ชื่นชม	0.0053	0.0018	0.0023	0.0010	0.0036	0.0034	0.0035	0.0004	0.0011	0.0012

หมายเหตุ

- ค่ามาตรฐานโลหะหนักที่มีได้ในผัก จากสถาบันอาหารของประเทศไทย ปี 2554 ไม่เกิน 3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สำหรับแคดเมียมและตะกั่ว

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณโลหะตะกั่วที่ตรวจพบ

อำเภอ	แม่เหล็ก	ผักกวางตุ้ง	ขึ้นฉ่าย	ต้นหอม	ผักชีจีน	ผักชีฝรั่ง	ผักบุ้ง	ผักคะน้า	ผักชีลาว	ผักกาด
อ. เมือง	0.0004	0.0016	0.0019	0.0025	0.0010	0.0007	0.0004	0.0002	0.0003	0.0001
อ. แกดำ	0.0005	0.0014	0.0019	0.0026	0.0010	0.0006	0.0005	0.0003	0.0005	0.0002

อำเภอ	แม่เหล็ก	ผักกวางตุ้ง	ขึ้นฉ่าย	ต้นหอม	ผักชีจีน	ผักชีฝรั่ง	ผักบุ้ง	ผักคะน้า	ผักชีลาว	ผักกาด
อ. โกสุมพิสัย	0.0005	0.0016	0.0020	0.0027	0.0010	0.0008	0.0003	0.0003	0.0005	0.0001
อ. กันทรวิชัย	0.0008	0.0015	0.0020	0.0025	0.0009	0.0006	0.0005	0.0001	0.0004	0.0003
อ. เชียงยืน	0.0009	0.0015	0.0018	0.0027	0.0008	0.0006	0.0004	0.0002	0.0006	0.0002
อ. บรบือ	0.0009	0.0016	0.0020	0.0027	0.0009	0.0006	0.0006	0.0003	0.0005	0.0001
อ. นาเชือก	0.0011	0.0018	0.0019	0.0028	0.0008	0.0006	0.0004	0.0002	0.0005	0.0001
อ. พยัคฆภูมิ	0.0010	0.0017	0.0022	0.0025	0.0008	0.0008	0.0003	0.0002	0.0005	0.0001
อ. วาปีปทุม	0.0014	0.0020	0.0024	0.0027	0.0008	0.0004	0.0001	0.0006	0.0004	0.0001
อ. นาคู	0.0014	0.0019	0.0023	0.0029	0.0007	0.0004	0.0005	0.0008	0.0001	0.0004
อ. ยางสีสุราช	0.0014	0.0020	0.0023	0.0028	0.0009	0.0005	0.0004	0.0008	0.0004	0.0001
อ. กุฉินารายณ์	0.0013	0.0021	0.0025	0.0017	0.0008	0.0005	0.0004	0.0008	0.0001	0.0001
อ. ชื่นชม	0.0016	0.0021	0.0028	0.0009	0.0007	0.0004	0.0003	0.0007	0.0003	0.0006

หมายเหตุ

- ค่ามาตรฐานโลหะหนักที่มีได้ในผัก จากสถาบันอาหารของประเทศไทย ปี 2554

ไม่เกิน 3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สำหรับแคดเมียมและตะกั่ว

สรุปผล

การหาปริมาณโลหะหนักทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb) และทองแดง (Cu) ในพืชผักสวนครัวจากพื้นที่ในจังหวัดมหาสารคาม ได้แก่ อ.เมือง อ.แกดำ อ.โกสุมพิสัย อ.กันทรวิชัย อ.เชียงยืน อ.บรบือ อ.นาเชือก อ.พยัคฆภูมิ อ.วาปีปทุม อ.นาคนูน อ.ยางสีสุราช อ.กุฉินารายณ์ และอ.ชื่นชมอำเภอละ 10 ตัวอย่างคือ แม่เหล็ก ผักกวางตุ้ง ขึ้นฉ่าย ต้นหอม ผักชีจีน ผักชีฝรั่ง ผักบุ้ง ผักคะน้า ผักชีลาว และผักกาด พบว่าปริมาณโลหะหนักที่วิเคราะห์ได้มีค่าไม่เกินมาตรฐานของประเทศไทยและองค์การอนามัยโลก จึงสรุปได้ว่าพืชผักสวนครัวที่คนบริโภคอยู่เป็นประจำในทุกอำเภอของจังหวัดมหาสารคามมีความปลอดภัยปราศจากการปนเปื้อนของโลหะหนัก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่เอื้ออำนวยความสะดวก อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมี ตลอดจนนักศึกษาสาขาวิชาเคมีและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี จึงทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ชนิษฐ พานชูวงศ์. (2550). **ปรอทตะกั่วสารหนูโลหะหนักภัยใกล้ตัว**. ค้นเมื่อ 11 มกราคม 2558, จาก <http://www.doctor.or.th>.
- ชุติมา ลิ้มมัทวาริทธิ์. (2552). **การวิเคราะห์โลหะหนักในเครื่องเทศเครื่องปรุงอาหารและผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อสุขภาพโดยใช้เทคนิคอินดักทีฟคัปเปิลพลาสมา-แมสสเปกโตรเมทรี (ไอซีพี-เอ็มเอส)**. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นิลวรรณ โยธะมาตย์. (2540). **การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในน้ำตาลทรายสองยี่ห้อ**. โครงการวิจัย คุรุศาสตรบัณฑิต แผนกวิชาเคมี สถาบันราชภัฏมหาสารคาม.
- บุญกล้า พรหมบุรุษ. (2529). **การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในข้าวสารโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พวงลดา วงศ์มลาไสยและศิริณี จันทรัตน์. (2540). **การวิเคราะห์หาโลหะหนักในปลาน้ำจืดบริเวณลำน้ำชี จังหวัดมหาสารคาม**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏมหาสารคาม.
- แมนน์ อมรสิทธิ์และอมร เพชรสม. (2539). **Principle Techniques of Instrumental Analysis**. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.
- รชานนท์ มะ และสภาพร ชื่นบาน และคณะ. (2551). **การศึกษาปริมาณโลหะหนักในดินพืชน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินบริเวณหลุมฝังกลบขยะของเทศบาลนครขอนแก่น**. ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รัชก ครอบจังหวัด และสุทิน ผ่าโผน. (2546). **การวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสีตะกั่วแคดเมียมนิเกิลทองแดงและโครเมียมในดินตะกอนแม่น้ำชีและห้วยคางจังหวัดมหาสารคาม**. ปัญหาพิเศษ วท.บ. เคมี. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิโรจน์ อิงคกุล. (2551). **การปนเปื้อนของธาตุโลหะหนักในดินของ อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร**. ส่วนวิจัยและวินิจฉัยคุณภาพดิน.
- ศศิธร หอมดางค์วงศ์และอุมา บริบูรณ์. (2549). **การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายออกมาจากภาชนะเซรามิคโดยวิธี Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry**. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 49(3), 179-189.
- โสภณพรณ จิรนิติศัย. (2534). **ปริมาณตะกั่วทองแดงแคดเมียมและสังกะสีในน้ำและดินตะกอนจากชั้นคุณภาพลุ่มน้ำต่างๆของลุ่มน้ำแม่ทอง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อมรา วงศ์พุทธพิทักษ์.(2537). **การปนเปื้อนของอาหารไทยระหว่าง พ.ศ. 2530 – 2534**. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 36(1), 19 – 30.