กรมควบคุมโรค
Department of Disease Control

แนวปฏิบัติการเก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์ตัวอย่างทางชีวภาพ สำหรับเหมืองแร่

แนวปฏิบัติการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างทางชีวภาพ สำหรับเหมืองแร่
ได้ผ่านการตรวจประเมินและรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ เพื่อการเฝ้าระวัง ป้องกัน
ควบคุมโรคและภัยสุขภาพ กรมควบคุมโรค
ณ วันที่ 1 สิงหาคม 2565

DDC 65022

โดย
กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค
กระทรวงสาธารณสุข

กรมควบคุมโรค
Department of Disease Control

แนวปฏิบัติการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างทางชีวภาพ สำหรับเหมืองแร่

แนวปฏิบัติการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างทางชีวภาพ สำหรับเหมืองแร่
ได้ผ่านการตรวจประเมินและรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ เพื่อการเฝ้าระวัง ป้องกัน
ควบคุมโรคและภัยสุขภาพ กรมควบคุมโรค
ณ วันที่ 1 สิงหาคม 2565

DDC 65022

โดย
กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค
กระทรวงสาธารณสุข

แนวปฏิบัติการเก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์ตัวอย่างทางชีวภาพ สำหรับเหมืองแร่

คณะที่ปรึกษา

1. นางสาวหรรษา รักษาคม ผู้อำนวยการ กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
2. นางสาวฉันทนา ผดุงทศ ผู้อำนวยการ กองโรคติดต่อนำโดยแมลง
3. นางสาวสรันยา เฮงพระพรหม รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. นายธรรมสินธ์ อิงวิยะ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
5. นายภูวดล ธรรมราษฎร์ ผู้จัดการอาวุโส บริษัท เนชันแนล เฮลท์แคร์ ซิสเท็มส์ จำกัด ในเครือโรงพยาบาลกรุงเทพ

ตรวจทานเนื้อหา

1. นางสาวนลินี ศรีพวง ที่ปรึกษากองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม (ด้านงานวิชาการและงานต่างประเทศ) กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
2. นางสาวอรพันธ์ อันติมานนท์ รักษาการในตำแหน่งนักวิชาการสาธารณสุขเชี่ยวชาญ กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
3. นายหิรัญวุฒิ แพร่คุณธรรม นายแพทย์ชำนาญการพิเศษ กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
4. นางสาวพัชร์พิดา ศิริพงศ์โภคิน นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
5. นายณัฐพงศ์ แหละหมัน นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
6. นางสาวภัทรินทร์ คณะมี นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

รวบรวมและเรียบเรียงเนื้อหา

1. นางสาวศิริประภา กอแก้ว นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
2. นางสาวญาณิศา ศรีใส นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 11 จังหวัดนครศรีธรรมราช
3. นางสาวกวิสรา อนันตคุณูปกร นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
4. นางสาวภคินี ศรีละออง นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

ISBN Ebook: 978-616-11-5050-1

จัดทำและเผยแพร่ กลุ่มเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อมและแรงงานนอกระบบ
กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค
กระทรวงสาธารณสุข โทร : 0 2590 3865

ออกแบบ สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์

Citation

Division of Occupational and Environmental Diseases. Guidelines for collecting and analyzing biological samples for mining. Nonthaburi: Department of Disease Control (TH); 2022.

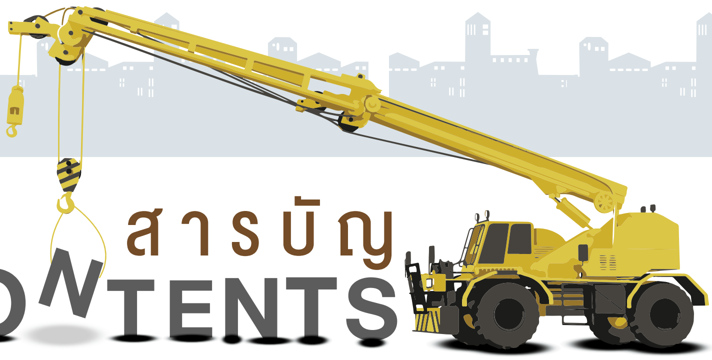
คำนำ

จากสถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมและสุขภาพจากการประกอบกิจการเหมืองแร่ มีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพและเกิดเรื่องร้องเรียนจำนวนมาก ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการควบคุมการทำเหมือง การแต่งแร่และการประกอบโลหกรรม พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2560 ได้กำหนดหลักเกณฑ์ในการจัดทำข้อมูลพื้นฐาน ด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน ทั้งนี้วิธีการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่างทางด้านชีวภาพ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด

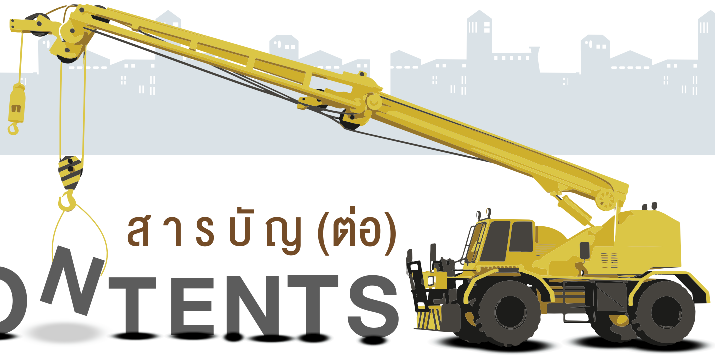
กระทรวงสาธารณสุข ได้ให้ความสำคัญในการเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมโรคและภัยสุขภาพประชาชนจากมลพิษสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างเสริมสุขภาพอนามัย การป้องกัน ควบคุม และรักษาโรคภัย การฟื้นฟูสมรรถภาพของประชาชน เพื่อให้การดำเนินงานไปในทิศทางเดียวกัน ถูกต้องตามหลักวิชาการ และได้มาตรฐานสากล ดังนั้นกรมควบคุมโรค โดยกองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ซึ่งหน่วยงานกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องในการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการด้านการแพทย์และสาธารณสุขของประเทศ ร่วมกับโรงพยาบาล สถาบันการศึกษา และหน่วยงานภาคเอกชน ได้จัดทำแนวปฏิบัติการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างทางชีวภาพ สำหรับเหมืองแร่ ขึ้น

แนวปฏิบัติการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างทางชีวภาพ สำหรับเหมืองแร่ ฉบับนี้เป็นแนวปฏิบัติให้ผู้ถือประทานบัตร หรือผู้ประกอบธุรกิจแร่ รวมทั้งหน่วยงานที่ปรึกษาผู้จัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมหรือหน่วยบริการอาชีวเวชกรรมหรือเวชกรรมสิ่งแวดล้อมสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางสำหรับการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพ การวิเคราะห์ตัวอย่างทางห้องปฏิบัติการ การเปรียบเทียบค่าอ้างอิงทางสุขภาพ (Reference Value) การเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐาน รวมถึงข้อมูลวิชาการที่เกี่ยวข้องกับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker) ซึ่งสอดคล้องและเป็นไปตามหลักวิชาการคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าแนวปฏิบัติฉบับนี้จะเป็นสิ่งสนับสนุนให้กับสถานประกอบกิจการ รวมถึงแหล่งกำเนิดมลพิษใช้ในการดำเนินงานดูแลสุขภาพประชาชนต่อไป

คณะผู้จัดทำ
พฤษภาคม 2565



สารบัญ
CONTENTS



สารบัญ (ต่อ)
CONTENTS

สารบัญตาราง

สารบัญแผนภาพ

คำย่อ/อักษรย่อ

As	Arsenic
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Cd	Cadmium
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CN	Cyanide
Cr	Chromium
Cu	Copper
Cr^{+3}	Trivalent Chromium
Cr^{+6}	Hexavalent Chromium
FAAS	Flame Atomic Absorption Spectroscopy
FI–CVAAS	Flow Injection-Cold Vapor Atomic Absorption Spectrophotometry
GFAAS	Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry
g/L	Gram per liter
Hg	Mercury
HNO_3	Nitric Acid
LC-ICP-MS	Liquid Chromatography-Inductively Couples Plasma-Mass Spectrometry
ICP-MS	Inductively Couples Plasma-Mass Spectrometry
IC-MS/MS	Ion Chromatography with Tandem Mass Spectrometry
IEC	International Electro Technical Commission
ISO	International Organization for Standardization
LC-MS	Liquid Chromatography Mass Spectrometry
mg/dl	Milligrams per deciliter
ml	Milliliter
Mn	Manganese
Ni	Nickel
ng/mL	Nanogram per milliliter
Pb	Lead
$PM_{2.5}$	Particulate Matter with diameter of less than 2.5 micron
PM_{10}	Particulate Matter with diameter of less than 10 micron

คำย่อ/อักษรย่อ

PT Provider	Proficiency Testing Provider
SCN	Thiocyanate
Se	Selenium
TSP	Total Suspeded Particulate
UV-VIS	Spectroscopy Ultraviolet/Visible Spectroscopy
μg/g Creatinine	Micrograms per gram of creatinine
μg/L	Micrograms per litter
μg/day	Milligrams per day
μg/mL	Micrograms per milliliter
Zn	Zinc

คำศัพท์/นิยามศัพท์

การแต่งแร่	การกระทำใด ๆ เพื่อทำให้แร่หรือวัสดุที่มีสิ่งเจือปนสะอาดหรือเพื่อให้แร่ หรือวัสดุที่ปนกันอยู่ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปแยกออกจากกัน และหมายความรวมตลอดถึงการบดแร่ คัดขนาด หรือการนำแร่ไปผ่านกระบวนการแล้วได้สสารชนิดใหม่[1]
การประกอบโลหกรรม	การทำแร่หรือวัตถุดิบที่มีโลหะเป็นองค์ประกอบให้เป็นโลหะ หรือสารประกอบโลหะด้วยวิธีการถลุงแร่หรือวิธีอื่นใด และหมายความรวมตลอดถึงการทำโลหะให้บริสุทธิ์ การผสมโลหะ การผลิตโลหะสำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูปชนิดต่าง ๆ โดยวิธีหลอม หล่อ รีด หรือวิธีอื่นใด[1]
ประทานบัตร	หนังสือสำคัญที่ออกให้เพื่อทำเหมืองภายในเขตที่กำหนด ในหนังสือสำคัญนั้น[1]

[1] พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2560

บทที่ 1 บทนำ

หลักเกณฑ์ในการพิจารณา
คัดเลือกห้องปฏิบัติการ

สถานการณ์การ
เฝ้าระวังสุขภาพ
จากการประกอบกิจการ
เหมืองแร่

บทที่ 1 บทนำ

นางสาวญาณิศา ศรีใส
สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 11 จังหวัดนครศรีธรรมราช

นางสาวศิริประภา กอแก้ว
กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทยมีสถานประกอบกิจการเกี่ยวกับการทำเหมืองแร่เป็นจำนวนมาก ประมาณ 1,600 กว่าแห่ง (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2562) โดยแร่ที่มีมูลค่าการผลิตสูงในประเทศไทย เมื่อจำแนกตามกลุ่มแร่ พบว่า แร่อโลหะ เช่น หินปูน หินบะซอลต์ หินแกรนิต มีอัตราการผลิตมากที่สุด ส่วนแร่โลหะมีการผลิตน้อยมาก เช่น แร่เหล็ก สังกะสี แมงกานีส (บุญญวัฒน์ ขุนอินทร์, 2562) เมื่อกล่าวถึงการดำเนินงานของอุตสาหกรรมเหมืองแร่ เป็นกระบวนการสกัดเอาแร่ที่มีค่าหรือวัสดุทางธรณีวิทยาอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้แปรรูปเป็นผลผลิตต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นหนึ่งในผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนได้ ดังนั้นเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพจากการประกอบกิจการประเภทต่าง ๆ ในปัจจุบันหน่วยงานทางด้านสิ่งแวดล้อมรวมทั้งหน่วยงานที่กำกับดูแลการประกอบกิจการจึงมีการออกกฎหมายและอนุบัญญัติที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมลพิษสิ่งแวดล้อมหลายฉบับ เช่น พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2560 เป็นต้น ซึ่งแนวปฏิบัตินี้จะกล่าวถึงพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2560 ที่มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 29 สิงหาคม 2560 ทั้งนี้กระทรวงอุตสาหกรรม ได้ออกประกาศ ระเบียบ คำสั่ง หลายฉบับ โดยมีประกาศฯ ที่เกี่ยวข้องกับด้านสุขภาพ ได้แก่ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง **กำหนดหลักเกณฑ์ในการจัดทำข้อมูลพื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนสำหรับการทำเหมือง พ.ศ. 2562** และประกาศกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ **เรื่อง การกำหนดหลักเกณฑ์ในการจัดทำข้อมูลพื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน สำหรับการทำเหมืองแร่ทองคำ** และการประกอบโลหกรรมแร่ทองคำ ตามกรอบนโยบายและแผนยุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการทรัพยากรแร่ทองคำ กำหนดให้ผู้ประทานบัตรจัดทำข้อมูลพื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน สำหรับการทำเหมืองแร่ทองคำ และสำหรับการประกอบโลหกรรมแร่ทองคำ รวมทั้งประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง **กำหนดหลักเกณฑ์ในการจัดทำข้อมูลพื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนสำหรับการประกอบโลหกรรม พ.ศ. 2563** กำหนดให้ผู้ประทานบัตรจัดทำข้อมูลพื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน โดยวิธีในการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างทางชีวภาพต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด

จากประกาศฯ 3 ฉบับ ภายใต้พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2560 ดังกล่าว นอกจากการจัดทำข้อมูลพื้นฐานด้านสุขภาพแล้ว ในส่วนของข้อมูลพื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ดิน ตะกอนดิน น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน คุณภาพอากาศ เสียง ซึ่งมีรายละเอียดตั้งแต่การจัดทำข้อมูลพื้นฐาน แนวทางการเก็บตัวอย่าง รวมทั้งการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างร่วมด้วย โดยมีรายละเอียดพารามิเตอร์สำหรับการตรวจวัดด้านสิ่งแวดล้อมตามตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 พารามิเตอร์สำหรับการตรวจวัดด้านสิ่งแวดล้อม โดยแยกตามประเภทตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อม

ลำดับ	พารามิเตอร์สิ่งแวดล้อม ตามประกาศฯ 3 ฉบับ ภายใต้ พ.ร.บ. แร่ พ.ศ. 2560				
	ดิน	ตะกอนดิน	น้ำผิวดิน	น้ำใต้ดิน	อากาศ
1.	สารหนู	สารหนู	สารหนู	สารหนู	-
2.	แคดเมียม และสารประกอบ แคดเมียม	แคดเมียม	แคดเมียม	แคดเมียม	-
3.	ตะกั่ว	ตะกั่ว	ตะกั่ว	ตะกั่ว	-
4.	โครเมียม ชนิดเฮกซะวาเลนต์	โครเมียม	โครเมียม ชนิดเฮกซะวาเลนต์	โครเมียม ชนิดเฮกซะวาเลนต์	-
5.	-	ทองแดง	ทองแดง	ทองแดง	-
6.	ปรอท และ สารประกอบปรอท	ปรอท	ปรอท ทั้งหมด	ปรอท	-
7.	นิกเกิล ในรูปของเกลือ ที่ละลายน้ำได้	นิกเกิล	นิกเกิล	นิกเกิล	-
8.	-	สังกะสี	สังกะสี	สังกะสี	-
9.	แมงกานีส และสารประกอบ แมงกานีส	-	แมงกานีส	แมงกานีส	-
10.	ซีลีเนียม	-	-	ซีลีเนียม	-
11.	*ไซยาไนด์	*ไซยาไนด์	*ไซยาไนด์	*ไซยาไนด์	-
12.	-	-	-	-	TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$ การวิเคราะห์ ขนาด รูปร่าง และองค์ประกอบ ทางเคมีของฝุ่นละออง

หมายเหตุ

เครื่องหมาย * หมายถึง พารามิเตอร์เพิ่มเติมจากประกาศฯ 3 ฉบับ เนื่องจากเป็นสารเคมีที่ใช้กระบวนการทำเหมืองแร่ทองคำ

1.2 สถานการณ์การเฝ้าระวังสุขภาพจากการประกอบกิจการเหมืองแร่

ปัจจุบันสถานการณ์มลพิษสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ประกอบด้วยปัญหาด้านมลพิษอากาศ ขยะมูลฝอยตกค้างและสะสม และแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่เน่าเสีย หากไม่มีมาตรการป้องกันที่เหมาะสมปัญหามลพิษเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่โดยรอบพื้นที่ดังกล่าวได้ ซึ่งปัญหาหลักของมลพิษยังคงเป็นปัญหาด้านมลพิษทางอากาศ เช่น ปัญหาฝุ่นละอองฟุ้งกระจายในพื้นที่ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี เนื่องจากมีโรงงานอุตสาหกรรมประเภทเหมืองหินอยู่หลายแห่ง สาเหตุมาจากการระเบิดหิน การบดหิน การขนส่ง ฯลฯ ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากกิจกรรมต่าง ๆ ดังกล่าวจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทเหมืองหิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2563)

กรมควบคุมโรค โดยกองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับหน่วยงานสาธารณสุขในพื้นที่ ได้ดำเนินการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนที่อาจเกิดจากการประกอบกิจการเหมืองแร่ ได้แก่ เหมืองแร่ตะกั่วในพื้นที่ข้างลำห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี จากรายงานกรมทรัพยากรธรณี เมื่อปี พ.ศ. 2538 พบปริมาณสารตะกั่วในน้ำและในตะกอนท้องน้ำ ซึ่งไหลผ่านหลังโรงแต่งแร่คลิตี้มีค่าสูงขึ้น โดยพบระดับสารตะกั่วอยู่ในช่วง 0.11 - 0.22 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบค่าระดับสารตะกั่วในตะกอนดินท้องน้ำอยู่ในช่วง 165,720 - 552,380 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งคาดว่ามีสาเหตุมาจากการไหลและพัดพาของน้ำและตะกอนจากโรงแต่งแร่มาสะสม ประกอบกับบริเวณพื้นที่ซึ่งมีแร่ตะกั่วในธรรมชาติสูงอยู่แล้ว (กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค, 2561) ทั้งนี้กรมควบคุมโรคร่วมกับหน่วยงานสาธารณสุขในพื้นที่ได้ดำเนินการเฝ้าระวังพัฒนาเด็กเล็ก อาการพิษตะกั่วด้วยการตรวจเลือดเพื่อเฝ้าระวังระดับตะกั่วในเลือดของประชาชนกลุ่มเสี่ยงทุกปี พร้อมมีการตรวจฝุ่นตะกั่วในที่อยู่อาศัยสำหรับกลุ่มที่ระดับตะกั่วในเลือดเกินค่าอ้างอิง เพื่อสอบสวนโรค และกรณีผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อสุขภาพประชาชนจากการดำเนินกิจการเหมืองแร่ทองคำ ในพื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำรอยต่อ 3 จังหวัด (พิจิตร เพชรบูรณ์ และพิษณุโลก) มีการประกอบกิจการเหมืองแร่ โดย บริษัท อัคราไมนิ่งรีซอร์สเซส จำกัด (มหาชน) ซึ่งมีการเปิดกิจการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ครอบคลุมพื้นที่รอยต่อ 3 จังหวัด (พิจิตร เพชรบูรณ์ และพิษณุโลก) จำนวน 3 อำเภอ 4 ตำบล 24 หมู่บ้าน และมีการปิดกิจการตามคำสั่ง คณะรักษาความสงบแห่งชาติ (คสช.) ที่ 72/2559 ลงวันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2559 โดยมีประชาชนที่อาจได้รับผลกระทบทางสุขภาพ ประมาณ 8,449 คน (คณะกรรมการไตรภาคีฯ, 2558) และนอกจากนี้

จากข้อมูล ที่ประชาชนในพื้นที่ได้ร้องขอให้สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ลงไปดำเนินการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพเพื่อตรวจหาปริมาณสารหนูและแมงกานีส ซึ่งได้ดำเนินการในระหว่างเดือน สิงหาคม - พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 เก็บตัวอย่างทางชีวภาพทั้งสิ้น 732 ราย (สถาบันนิติวิทยาศาสตร์, 2558) และกระทรวงสาธารณสุข โดยกรมควบคุมโรค (สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม)[2] ร่วมกับหน่วยงานสาธารณสุขในพื้นที่ทั้ง 3 จังหวัด ดำเนินงานเฝ้าระวังสุขภาพประชาชนในพื้นที่ ตั้งแต่ พ.ศ. 2558 เป็นต้นมา

[2] ชื่อหน่วยงานปัจจุบันคือ "กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม"

และต่อเนื่องมาถึงปัจจุบัน นอกจากนี้มีพื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำอีกแห่งที่มีกรณีปัญหาร้องเรียนถึงผลกระทบด้านสุขภาพจากการประกอบกิจการเหมืองแร่ คือ เหมืองทองภูทับฟ้า ตำบลเขาหลวง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย ซึ่งเปิดดำเนินการ พ.ศ. 2549 และปิดการดำเนินการ พ.ศ. 2556 โดยประชาชนที่อาศัยรอบพื้นที่เหมืองแร่ทองคำ จำนวน 6 หมู่บ้าน ประชาชนในพื้นที่จำนวน 3,351 คน (780 หลังคาเรือน) และมีการดำเนินการเฝ้าระวังสุขภาพประชาชนตั้งแต่ พ.ศ. 2553 โดยตรวจหาไซยาไนด์ (ในเลือด) แมงกานีส (ในเลือด) ปรอท (ในเลือด) และสารหนูรวม (ในปัสสาวะ) ในกลุ่มเสี่ยงและกลุ่มควบคุม

จากข้อมูลข้างต้นกระทรวงสาธารณสุขได้ดำเนินการเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมโรคและภัยสุขภาพประชาชนจากมลพิษสิ่งแวดล้อม รวมทั้งยังเป็นหน่วยงานกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องในการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการด้านการแพทย์และสาธารณสุขของประเทศ ดังนั้นเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และถูกต้องตามหลักวิชาการ รวมทั้งให้เป็นไปตามประกาศภายใต้พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2560 และพระราชบัญญัติควบคุมโรคจากการประกอบอาชีพและโรคสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2562 จึงได้จัดทำแนวปฏิบัติการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างทางชีวภาพ สำหรับเหมืองแร่ ซึ่งได้ผ่านการพิจารณาและตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีรายละเอียดดังนี้ (1) การเลือกตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker) สำหรับการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพ โดยเริ่มต้นด้วยการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ ทำให้ทราบสิ่งคุกคาม เพื่อนำไปวางแผนเลือกตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่เหมาะสม รวมทั้งวิธีการเก็บและตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างทางชีวภาพที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ (2) การแปลผลวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการสำหรับประชาชนที่ได้รับหรืออาจได้รับผลกระทบจากมลพิษสิ่งแวดล้อม ในประเทศไทย ทั้งนี้ยังขาดข้อมูลค่าอ้างอิงสำหรับการเฝ้าระวังสุขภาพของประชาชนในประเทศไทย จึงจำเป็นต้องใช้ค่าอ้างอิงของต่างประเทศ เช่น สำนักงานทะเบียนสารพิษและโรค (Agency for Toxic Substances and Disease Registry: ATSDR) ซึ่งเป็นหนึ่งในหน่วยงานของศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคของสหรัฐอเมริกา (Centers for Disease Control and Prevention: CDC) มีหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมและป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนจากสารอันตรายในสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้กำหนดค่ามาตรฐานของการได้รับสัมผัสสารเคมี/สารพิษสำหรับประชาชนทั่วไป และ (3) การพิจารณาเลือกใช้บริการห้องปฏิบัติการ เพื่อให้การดำเนินงานทางห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐานเดียวกัน ควรใช้บริการห้องปฏิบัติการของหน่วยงานที่เข้าร่วมแผนทดสอบความชำนาญ เช่น กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ หรือหน่วยงานอื่นที่ทดสอบความชำนาญของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ทั้งนี้ตัวอย่างห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมแผนทดสอบความชำนาญ การวิเคราะห์โลหะหนักในเลือด (ตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส) ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข แสดงรายละเอียดตามภาคผนวก 2

1.3 หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกห้องปฏิบัติการ

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกห้องปฏิบัติการ จำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1.3.1 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์กลุ่มโลหะ

- การได้รับการรับรองห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 หรือ ISO 15189 เฉพาะกรณีโลหะหนัก หรือ
- การได้รับการรับรองห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า หรือ
- มีหลักฐานแสดงการเข้าร่วมและประเมินผลความสามารถทางห้องปฏิบัติการ (PT Provider ได้รับ การรับรองผู้ดำเนินแผนทดสอบความชำนาญตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043) หรือ
- มีการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ อย่างน้อย 3 ห้องปฏิบัติการขึ้นไป (Inter-Lab Comparison) อย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

1.3.2 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์กลุ่มไซยาไนด์ ไธโอไซยาเนต และครีอะตินีน

- การได้รับการรับรองห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 หรือ ISO 15189 หรือมีระบบบริหารคุณภาพทางห้องปฏิบัติการ (Laboratory Accreditation) หรือ
- ได้รับการรับรองห้องปฏิบัติการตามมาตฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า หรือ
- มีหลักฐานแสดงการเข้าร่วมและประเมินผลความสามารถทางห้องปฏิบัติการ (PT Provider ได้รับ การรับรองผู้ดำเนินแผนทดสอบความชำนาญตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043) หรือ
- มีการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ อย่างน้อย 3 ห้องปฏิบัติการขึ้นไป (Inter-Lab Comparison) อย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

ขั้นตอนการเตรียมการ
ก่อนการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ขั้นตอนการตรวจสอบ
ตัวอย่างของห้องปฏิบัติการ

บทที่ 2

แนวทางการเก็บตัวอย่าง

บทที่ 2 แนวทางการเก็บตัวอย่าง

นางสาวภัทรินทร์ คณะมี
กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

นายวิกรม จันทะเนาว์
ศูนย์อนามัยที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก กรมอนามัย

การเก็บตัวอย่างส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ เป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งที่ผู้ดำเนินการเก็บตัวอย่างควรปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด เพื่อให้เกิดข้อผิดพลาดในการดำเนินการน้อยที่สุด โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมการก่อนการวิเคราะห์ตัวอย่าง ไปจนถึงขั้นตอนการตรวจสอบตัวอย่างของห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้ห้องปฏิบัติการที่ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างจำเป็นต้องเป็นห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐาน หรือได้รับการรับรองระบบมาตรฐานสากล และที่สำคัญห้องปฏิบัติการนั้น จะต้องสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างที่ต้องการได้ รายละเอียดตามแผนภาพที่ 2.1 และ 2.2

2.1 ขั้นตอนการเตรียมการก่อนการวิเคราะห์ตัวอย่าง

การเตรียมความพร้อมสำหรับการดำเนินการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพ เพื่อนำมาใช้การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพร่วมกับข้อมูลอื่น ๆ เช่น ข้อมูลทั่วไป พฤติกรรมสุขภาพ ปัจจัยเสี่ยง และข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม ที่จำเป็นต้องใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ สำหรับขั้นตอนการดำเนินงานมีรายละเอียด ดังนี้

2.1.1 ทบทวนผลการศึกษาการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เพื่อทราบชนิดของโลหะหนัก/สารมลพิษที่จะดำเนินการตรวจวิเคราะห์

เจ้าของสถานประกอบกิจการ หรือหน่วยบริการเวชกรรมสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องทราบชนิดของโลหะหนัก/สารมลพิษที่ต้องการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากเหมืองแร่ ว่าเป็นโลหะหนัก หรือสารมลพิษชนิดใด เพื่อให้ทราบชนิดของตัวอย่างทางชีวภาพ (ซีรัม เลือด ปัสสาวะ) ที่จะทำการตรวจวิเคราะห์ รายละเอียดตามบทที่ 3 วิธีการเก็บตัวอย่างตามพารามิเตอร์

2.1.2 จัดทำรายการตรวจสุขภาพ

เมื่อทราบชนิดของโลหะหนักหรือสารมลพิษจากขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เจ้าของสถานประกอบกิจการ หรือหน่วยบริการเวชกรรมสิ่งแวดล้อม จัดทำรายการตรวจสุขภาพให้สอดคล้องกับชนิดของโลหะหนักหรือสารมลพิษ

2.1.3 สืบค้นรายชื่อห้องปฏิบัติการ และวิธีมาตรฐานการเก็บตัวอย่าง

เมื่อทราบชนิดตัวอย่างทางชีวภาพ เจ้าของสถานประกอบกิจการ หรือหน่วยบริการเวชกรรมสิ่งแวดล้อมดำเนินการสืบค้นรายชื่อห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐาน ตามหลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกห้องปฏิบัติการ รวมถึงศึกษาวิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่าง โดยเริ่มตั้งแต่ข้อปฏิบัติก่อนการเก็บตัวอย่าง (สำหรับกลุ่มตัวอย่าง) วิธีปฏิบัติในการเก็บตัวอย่าง วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง รวมถึงข้อมูลวิชาการเพิ่มเติม รายละเอียดตามบทที่ 3 วิธีการเก็บตัวอย่างตามพารามิเตอร์ ซึ่งสามารถสืบค้นได้จากเว็บไซต์หน่วยงานสำนักมาตรฐานทางห้องปฏิบัติการ (สมป.) กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ หรือสอบถามทางห้องปฏิบัติการโดยตรง

2.1.4 ประสานงานห้องปฏิบัติการ

เมื่อทำการเลือกห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐานตามหลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือก ควรมี การประสานงาน ห้องปฏิบัติการ เพื่อสอบถามความพร้อมในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างทางชีวภาพ และวิธีการ/ขั้นตอนในการส่งตัวอย่าง เนื่องจากห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งมีศักยภาพรองรับการตรวจวิเคราะห์ และแนวทางการบริหารจัดการ รวมถึงขั้นตอน กระบวนการในการให้บริการที่แตกต่างกัน หน่วยงานที่จะรับบริการควรมี การติดต่อสอบถามรายละเอียดให้ชัดเจน และปฏิบัติตามแนวทางของแต่ละห้องปฏิบัติการ

2.1.5 จัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

ขั้นตอนสำหรับหน่วยงานที่จะดำเนินการเก็บตัวอย่าง ต้องมีการจัดเตรียมความพร้อมในการเก็บตัวอย่าง การคำนวนจำนวนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อจัดเตรียมอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง ซึ่งควรดำเนินการตามวิธีมาตรฐานการเก็บตัวอย่างอย่างเคร่งครัด เนื่องจากโลหะหนักบางชนิดมีข้อจำกัดเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บตัวอย่าง รวมทั้งการเตรียมแบบฟอร์มเก็บตัวอย่าง ควรจัดเตรียมให้เพียงพอต่อจำนวนตัวอย่างที่ได้วางแผนไว้ ทั้งนี้ตัวอย่างแบบสอบถามแสดงในภาคผนวกที่ 2

2.1.6 เตรียมความพร้อมกลุ่มตัวอย่างก่อนเก็บตัวอย่าง

หน่วยบริการเวชกรรมสิ่งแวดล้อมที่จะดำเนินการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพ ต้องมีการประสานงานในการกำหนดวันและนัดหมายกลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งชี้แจงรายละเอียดการดำเนินการ เงื่อนไข ข้อจำกัด รวมถึงข้อปฏิบัติตัวก่อนเข้ารับการเก็บตัวอย่างให้กลุ่มเป้าหมายทราบ และเข้าใจก่อนที่จะดำเนินการ เก็บตัวอย่างตามวิธีมาตรฐาน

2.1.7 เก็บตัวอย่างทางชีวภาพ

เมื่อดำเนินการเตรียมความพร้อมก่อนเก็บตัวอย่างแล้ว ให้ดำเนินการเก็บตัวอย่างตามวิธีการมาตรฐาน รวมทั้งติดรหัสตัวอย่างก่อนเก็บตัวอย่างทุกครั้ง เพื่อป้องกันการสลับตัวอย่างโดยไม่ตั้งใจ และเพื่อตรวจสอบตัวอย่างได้ พร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดตามแบบฟอร์มการเก็บ - ส่งตัวอย่างให้ครบถ้วน และตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล ทั้งนี้ รูปแบบของแบบฟอร์มการเก็บตัวอย่างและแบบฟอร์มการส่งตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับ แต่ละห้องปฏิบัติการที่กำหนดแตกต่างกัน

2.1.8 การตรวจสอบตัวอย่างทางชีวภาพ

เมื่อเก็บตัวอย่างเสร็จสิ้น หน่วยงานที่ดำเนินการเก็บตัวอย่าง ต้องตรวจสอบจำนวนตัวอย่าง และความสมบูรณ์ของตัวอย่าง เช่น หลอดเก็บตัวอย่างปิดสนิท ไม่หก รั่วซึม ปริมาณของตัวอย่างได้ตามวิธีมาตรฐานกำหนด ตรวจสอบรหัสตัวอย่าง และข้อมูลที่จำเป็นครบถ้วน ก่อนที่จะจัดเรียงตัวอย่างลงในอุปกรณ์สำหรับขนส่งตัวอย่าง หรือเก็บรักษาก่อนส่งตัวอย่าง เพื่อการตรวจวิเคราะห์ต่อไป

2.1.9 การขนส่งตัวอย่างทางชีวภาพไปยังห้องปฏิบัติการ

สำหรับการส่งตัวอย่างให้กับห้องปฏิบัติการ เพื่อการตรวจวิเคราะห์ จำเป็นต้องดำเนินงานตามขั้นตอนมาตรฐานในการส่งตัวอย่าง ซึ่งหน่วยงานที่เก็บตัวอย่างควรศึกษา และปฏิบัติตามหลักวิชาการตั้งแต่การบรรจุ อุปกรณ์ในการควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างที่เก็บให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์จนถึงห้องปฏิบัติการ

2.1.10 การเก็บรักษาตัวอย่าง

สำหรับกรณีที่ยังไม่สามารถส่งตัวอย่างได้ภายใน 24 ชั่วโมง จะต้องปฏิบัติตามแนวทางการเก็บรักษาตัวอย่างอย่างเคร่งครัด เพื่อรักษาคุณภาพ และความสมบูรณ์ของตัวอย่างจนกว่าจะถึงห้องปฏิบัติการ วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างรายละเอียดตามบทที่ 3 วิธีการเก็บตัวอย่างตามพารามิเตอร์ หรือสอบถามวิธีการจากห้องปฏิบัติการที่จะส่งตรวจวิเคราะห์

2.2 ขั้นตอนการตรวจสอบตัวอย่างของห้องปฏิบัติการ

เมื่อส่งตัวอย่างให้กับห้องปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว ห้องปฏิบัติการจะมีการตรวจสอบความสมบูรณ์ของตัวอย่าง ลงทะเบียนรับตัวอย่าง กรณีที่ตัวอย่างไม่สมบูรณ์ ห้องปฏิบัติการอาจจะให้เก็บและส่งตัวอย่างใหม่ หรือปฏิเสธการรับตัวอย่างนั้น ทั้งนี้ รายละเอียดกระบวนการขึ้นกับแนวทางของแต่ละห้องปฏิบัติการ

แผนภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการเตรียมการก่อนการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ผู้รับผิดชอบดำเนินการในแต่ละขั้นตอน

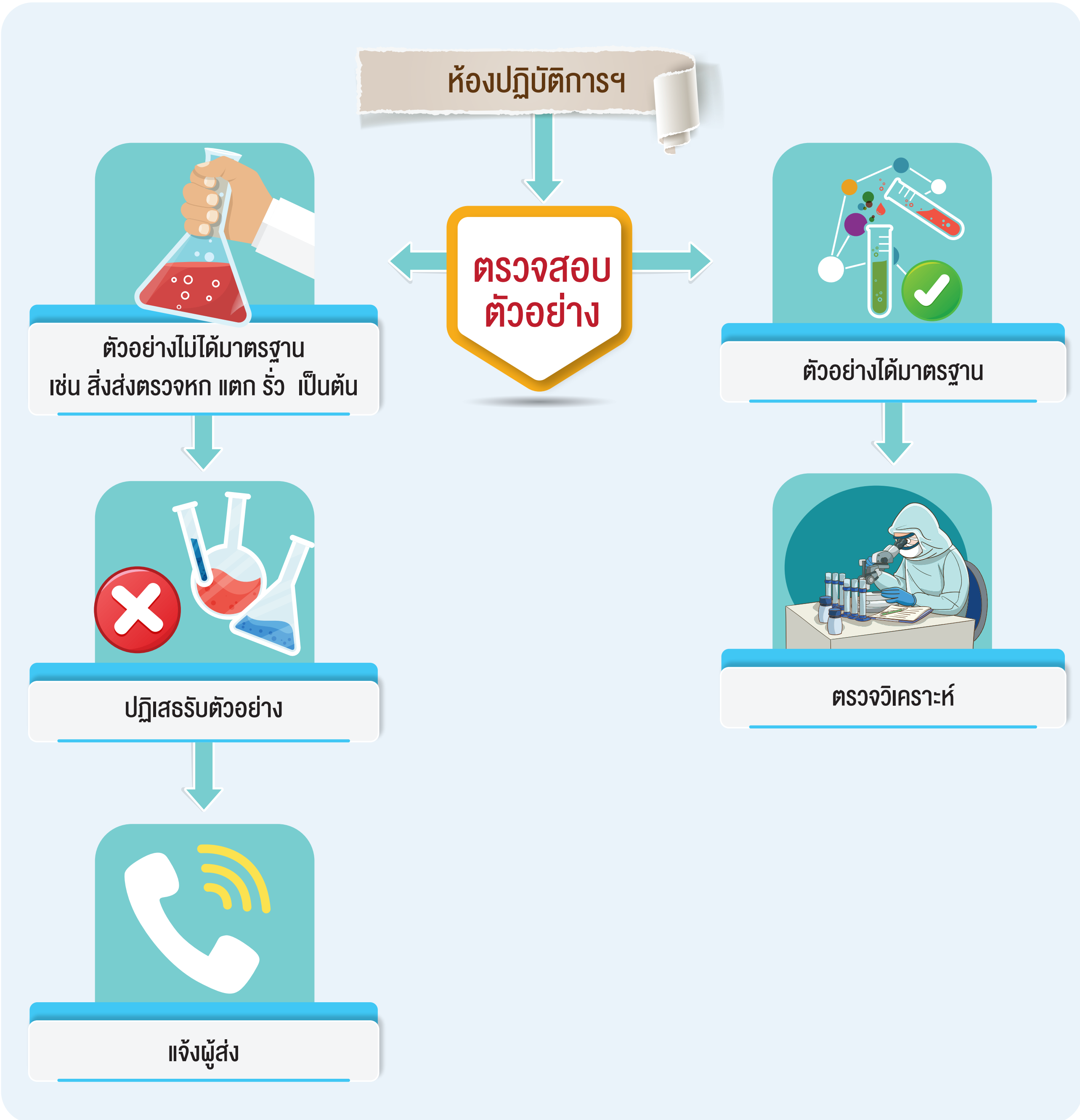
1. ทบทวนผลการศึกษาการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เพื่อทราบชนิดของโลหะหนัก/สารมลพิษที่สัมผัส
2. จัดทำรายการตรวจสุขภาพ
3. สืบค้นรายชื่อห้องปฏิบัติการ และวิธีมาตรฐานการเก็บตัวอย่าง
4. ประสานงานห้องปฏิบัติการ เพื่อเตรียมความพร้อม

→ ผู้ประกอบกิจการ หรือ หน่วยบริการเวชกรรมสิ่งแวดล้อม

5. จัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง
6. เตรียมความพร้อมกลุ่มตัวอย่างก่อนเก็บตัวอย่าง
7. เก็บตัวอย่างทางชีวภาพ
8. ตรวจสอบตัวอย่างทางชีวภาพ
9. การขนส่งตัวอย่างทางชีวภาพไปยังห้องปฏิบัติการ
10. การเก็บรักษาตัวอย่าง

→ หน่วยบริการเวชกรรมสิ่งแวดล้อม หรือห้องปฏิบัติการ

แผนภาพที่ 2.2 ขั้นตอนการตรวจสอบตัวอย่างของห้องปฏิบัติการ



บทที่ 3

วิธีการเก็บตัวอย่างตามพารามิเตอร์

บทที่ 3 วิธีการเก็บตัวอย่างตามพารามิเตอร์

นางสาวดุษฎี พลภัทรพิเศษกุล
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

นางสาวศิริประภา กอแก้ว
กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

นางสาวกวิสรา อนันตคุณูปกร
กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

จากบทที่ 1 บทนำ ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมและประกาศกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กำหนดให้มีการเก็บตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อมและการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับ การทำเหมืองแร่และการประกอบโลหกรรม ในบทนี้เป็นการอธิบายวิธีการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพ จำนวน 13 พารามิเตอร์ ได้แก่ สารหนู แคดเมียม ตะกั่ว โครเมียม ทองแดง ปรอท นิกเกิล สังกะสี แมงกานีส ซีลีเนียม ไซยาไนด์ ไทโอไซยาเนต และครีอะตินีน โดยการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพ สามารถเก็บได้จากตัวบ่งชี้ทางชีวภาพหลายชนิด เช่น เลือด ปัสสาวะ ซีรัม เป็นต้น ซึ่งต้องมีการเก็บตัวอย่างตามขั้นตอนที่ถูกต้องตามหลักวิชาการและมาตรฐานสากลตามแนวทางของศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคของสหรัฐอเมริกา (Centers for Disease Control and Prevention: CDC) โดยพารามิเตอร์แต่ละชนิดอธิบายรายละเอียดตามหัวข้อ ดังนี้

ทั้งนี้ภาพรวมการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำเหมืองแร่และการประกอบโลหกรรม ได้สรุปวิธีการตรวจวิเคราะห์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละพารามิเตอร์รายละเอียดตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลภาพรวม แยกตามชนิดตัวอย่าง

ชนิดตัวอย่าง	พารามิเตอร์	ช่วงเวลาการเก็บ	ปริมาณตัวอย่าง	หมายเหตุ
1. ปัสสาวะครั้งเดียว (spot urine) 	สารหนู แคดเมียม ปรอท นิกเกิล โครเมียม ทองแดง สังกะสี ไทโอไซยาเนต ครีอะตินีน	ทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว)	อย่างน้อย 25 ml	• งดอาหารทะเล ยาสมุนไพรทุกชนิด/ยาสมุนไพรที่เป็นใบและราก ยาหอม อย่างน้อย 2 วัน (เฉพาะสารหนู) • งดฉีดพ่นสารเคมี/สารกำจัดศัตรูพืช อย่างน้อย 7 วัน (ยกเว้นไธโอไซยาเนต)
2. ปัสสาวะ 24 ชั่วโมง 	ทองแดง สังกะสี	เก็บปัสสาวะ 24 ชั่วโมง	ตามจำนวน ที่ปัสสาวะจริง	-
3. เลือดครบส่วน (whole blood) 	ตะกั่ว ไซยาไนด์ แมงกานีส	ทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว)	อย่างน้อย 5 ml	-
4. ซีรัม 	ทองแดง สังกะสี	ทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว)	อย่างน้อย 3 ml	ห้ามทำให้เม็ดเลือดแดงแตก

สารหนู (Arsenic: As)

สารหนู เป็นโลหะสีเทาเงิน ส่วนใหญ่อยู่ในรูปผงหรือผลึกไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส สามารถพบได้ทั้งในธรรมชาติทั่วไป เช่น ในดิน แหล่งน้ำต่าง ๆ และกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำเหมืองแร่บริเวณที่มีสารหนูเป็นเพื่อนแร่ การถลุงโลหะ การใช้ปุ๋ยและสารเคมีกำจัดแมลงในการเกษตร โดยสารหนูที่เข้าสู่ร่างกายมี 2 รูปแบบ คือ 1) สารหนูอินทรีย์ (มีความเป็นพิษน้อย) ส่วนใหญ่ได้รับจากอาหารทะเล และ 2) สารหนูอนินทรีย์ (มีความเป็นพิษสูง) ส่วนใหญ่ได้รับจากการดื่มน้ำที่ปนเปื้อนสารหนู การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชบางชนิด การรับประทานข้าวหรือพืชผักผลไม้ที่ปลูกในพื้นที่ปนเปื้อนสารหนู ทั้งนี้สามารถดำเนินการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพที่แนะนำได้ดังนี้

หัวข้อ	รายละเอียด
ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่แนะนำ	สารหนูในปัสสาวะ (Arsenic in urine)
สิ่งส่งตรวจ	ปัสสาวะครั้งเดียว (spot urine)
ช่วงเวลาการเก็บข้อปฏิบัติก่อนเก็บตัวอย่าง (สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)	ทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว) • งดอาหารทะเล ยาสมุนไพรทุกชนิด/ยาสมุนไพรที่เป็นใบและรากยาหอม อย่างน้อย 2 วัน (สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีสารหนู (As) และสารตะกั่ว (Pb) ด้วย) • งดฉีดพ่นสารเคมี/สารกำจัดศัตรูพืช อย่างน้อย 7 วัน * ***หมายเหตุ*** กรณีเก็บปัสสาวะไม่ได้ตามปริมาณที่กำหนด ไม่ควรดื่มน้ำ ควรนั่งรอจนกว่าจะปวดปัสสาวะอีกครั้ง
วิธีปฏิบัติในการเก็บตัวอย่าง (ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2559)	1. เก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติก/กระปุกพลาสติกที่มีฝาปิดสนิท โดยควรล้างด้วยกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 15% แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 3 - 4 ครั้ง หรือเก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติกชนิด Metal free เก็บตัวอย่างปัสสาวะปริมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร แล้วพันด้วย Parafilm ระหว่างฝากับภาชนะบรรจุ กรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ตามปริมาณที่กำหนด ให้ปรึกษากับทางห้องปฏิบัติการก่อนเก็บตัวอย่าง (หากต้องการวิเคราะห์หลายพารามิเตอร์ ให้เก็บตัวอย่างปัสสาวะตามจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์) 2. ติดฉลากลงบนหลอดให้ชัดเจน ระบุหมายเลขตัวอย่าง ชื่อ - สกุล ผู้ถูกตรวจ และกรอกรายละเอียดตัวอย่าง ลงในใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ 3. อธิบายการเก็บตัวอย่างให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ (เช่น ให้ปัสสาวะช่วงแรกทิ้ง และเก็บช่วงกลาง ๆ ประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร ไม่เก็บปัสสาวะช่วงท้าย กรณีมีประจำเดือนงดการเก็บตัวอย่าง) 4. ตรวจสอบรายชื่อและความถูกต้องของตัวอย่าง ก่อนนำจัดเรียงตัวอย่างลง Rack/กล่อง/ถุง ตามลำดับหมายเลขตัวอย่างอย่าให้เอนหรือล้ม จัดให้เป็นระเบียบเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ 5. นำส่งตัวอย่างโดยบรรจุลงในถัง หรือกระติก หรือกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง หรือ Cool pack เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง

สารหนู (Arsenic: As) (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง	หากไม่สามารถส่งตัวอย่างได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 2 - 8 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาตัวอย่างได้ประมาณ 1 สัปดาห์ หากต้องการเก็บรักษาตัวอย่างนานกว่านั้น ให้แช่แข็ง (อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส) ซึ่งมีวิธีการขนส่งตัวอย่าง ดังนี้ 1. รองพื้นด้วยน้ำแข็งหรือ Cool pack ด้านล่างภายในลังน้ำแข็ง วางตัวอย่างที่ใส่ถุงปิดมิดชิดลงไป 2. ใส่น้ำแข็งหรือ Cool pack รอบ ๆ ทั้งสี่ด้าน และด้านบน ปิดฝาให้เรียบร้อย แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที
เทคนิคการตรวจวิเคราะห์	• Atomic Absorption Spectrometry (AAS) • Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES) หรือ Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) • Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry (ICP-MS)
ค่าอ้างอิง	**สำหรับประชาชนทั่วไป** **สารหนูรวม** • ปริมาณสารหนูรวม (Total Arsenic) ในปัสสาวะ <100 µg/L[3] • ปริมาณสารหนูรวม (Total Arsenic) ในปัสสาวะ < 29.9 µg/g Creatinine[4] **สารหนูอนินทรีย์และสารแปรรูป** • ปริมาณสารหนูอนินทรีย์และสารแปรรูป ในปัสสาวะ < 10 µg/g Creatinine[5] • ปริมาณสารหนูอนินทรีย์และสารแปรรูป ในปัสสาวะ ≤ 35 µg/L[6]
ข้อมูลเพิ่มตามวิชาการ	• ปัจจัยรบกวน (confounding factor) สำหรับการวิเคราะห์สารหนู ได้แก่ อาหารทะเล ยาสมุนไพรที่มีการผสมด้วยสารหนู • กรณีที่ผลตรวจสารหนูรวมเกินค่าอ้างอิงทางสุขภาพ แนะนำให้ตรวจสารหนูอนินทรีย์และสารแปรรูปเพิ่มเติม • กรณีใช้ค่าอ้างอิงที่มีหน่วยครีอะตินีน เช่น µg/g Creatinine ให้ทำการวิเคราะห์ครีอะตินีนในปัสสาวะเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการคำนวณ

[3] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2007). Toxicological Profile for Arsenic. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services.

[4] ARUP Laboratories 500 Chipeta Way Salt Lake City, UT 84108: Arsenic, Urine with Reflex to Fractionated. [cited 2021 Jan 1]; Available from : https://ltd.aruplab.com Tests/Pub/0025000

[5] Casarett, Doull, Klaassen, & Amdur, 2012

[6] Inorganic arsenic + Methylated Metabolites (Mayo clinic laboratories Test ID: SPAS Arsenic Speciation, Random, Urine [cited 2020 Dec 31]; Available from : https://www.mayocliniclabs.com/test-catalog/download-setup.php?format=pdf&unit_code= 607691)

แคดเมียม (Cadmium: Cd)

แคดเมียม เป็นธาตุโลหะหนักที่มีสีเงินแกมขาว มีคุณสมบัติเบา อ่อน ดัดโค้งได้ง่ายและทนต่อการกัดกร่อน แคดเมียมเกิดการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม บรรยากาศ และในอาหาร ทำให้ได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายได้หลายทางคนทั่วไปจะได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายจากอาหารที่บริโภคเข้าไปเป็นหลัก รวมทั้งหายใจเอาอากาศที่มีฝุ่นแคดเมียมฟุ้งกระจายอยู่ โดยเฉพาะในแหล่งอุตสาหกรรมที่มีการใช้แคดเมียมเป็นวัตถุดิบ เช่น โรงงานทำแบตเตอรีหรือบริเวณที่เป็นเหมืองทำแร่ สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง สำหรับผู้ที่สูบบุหรี่จะทำให้ได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายเพิ่มขึ้น แคดเมียมสามารถเก็บตัวอย่างได้จากทั้งเลือดและปัสสาวะ ซึ่งแคดเมียมในปัสสาวะสามารถเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของการรับสัมผัสระยะยาว ในขณะที่แคดเมียมในเลือดเป็นตัวบ่งชี้สำหรับการรับสัมผัสระยะสั้น เนื่องจากแคดเมียมมักไปสะสมที่ไตทั้งนี้สามารถดำเนินการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพที่แนะนำได้ ดังนี้

หัวข้อ	รายละเอียด
ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่แนะนำ	แคดเมียมในปัสสาวะ (Cadmium in urine)
สิ่งส่งตรวจ	ปัสสาวะครั้งเดียว (spot urine)
ช่วงเวลาการเก็บ	ทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว)
ข้อปฏิบัติก่อนเก็บตัวอย่าง (สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)	กรณีเก็บปัสสาวะไม่ได้ตามปริมาณที่กำหนด ไม่ควรดื่มน้ำ ควรนั่งรอจนกว่าจะปวดปัสสาวะอีกครั้ง
วิธีปฏิบัติในการเก็บตัวอย่าง (ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2559)	1. เก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติก/กระปุกพลาสติกที่มีฝาปิดสนิท โดยควรล้างด้วยกรดไนตริก (HNO^3) เข้มข้น 15% แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 3 - 4 ครั้ง หรือเก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติกชนิด Metal free เก็บตัวอย่างปัสสาวะปริมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร แล้วพันด้วย Parafilm ระหว่างฝากับภาชนะบรรจุ กรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ตามปริมาณที่กำหนดให้ปรึกษากับทางห้องปฏิบัติการก่อนเก็บตัวอย่าง (หากต้องการวิเคราะห์หลายพารามิเตอร์ ให้เก็บตัวอย่างปัสสาวะตามจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์) 2. ติดฉลากลงบนหลอดให้ชัดเจน ระบุหมายเลขตัวอย่าง ชื่อ - สกุล ผู้ถูกตรวจ และกรอกรายละเอียดตัวอย่าง ลงในใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ 3. อธิบายการเก็บตัวอย่างให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ (เช่น ให้ปัสสาวะช่วงแรกทิ้ง และเก็บช่วงกลาง ๆ ประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร ไม่เก็บปัสสาวะช่วงท้าย กรณีมีประจำเดือนงดการเก็บตัวอย่าง) 4. ตรวจสอบรายชื่อและความถูกต้องของตัวอย่าง ก่อนนำจัดเรียงตัวอย่างลง Rack/กล่อง/ถุง ตามลำดับหมายเลขตัวอย่างอย่าให้เอนหรือล้ม จัดให้เป็นระเบียบเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ 5. นำส่งตัวอย่างโดยบรรจุลงในถัง หรือกระติก หรือกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง หรือ Cool pack เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง

แคดเมียม (Cadmium: Cd) (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง	หากไม่สามารถส่งตัวอย่างได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 2 - 8 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาตัวอย่างได้ประมาณ 1 สัปดาห์ หากต้องการเก็บรักษาตัวอย่างนานกว่านั้น ให้แช่แข็ง (อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส) ซึ่งมีวิธีการขนส่งตัวอย่าง ดังนี้ 1. รองพื้นด้วยน้ำแข็งหรือ Cool pack ด้านล่างภายในลังน้ำแข็งวางตัวอย่างที่ใส่ถุงปิดมิดชิดลงไป 2. ใส่น้ำแข็งหรือ Cool pack รอบ ๆ ทั้งสี่ด้าน และด้านบนปิดฝาให้เรียบร้อยแล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที
เทคนิคการตรวจวิเคราะห์	• Atomic Absorption Spectrometry (AAS) • Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES) หรือ Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) • Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry (ICP-MS)
ค่าอ้างอิง	**สำหรับประชาชนทั่วไป** • ปริมาณแคดเมียมในปัสสาวะ (อายุ ≥ 6ปี) คือ 0.193 μg/g creatinine (0.185 μg /L)[7] • ปริมาณแคดเมียมในปัสสาวะทั้งในผู้สูบบุหรี่และไม่สูบบุหรี่ ≤ 1 μg/L[8] • ปริมาณแคดเมียมในปัสสาวะเด็กและผู้ใหญ่อายุน้อยกว่า 25 ปี ≤ 1 μg/g Creatinine[9] • ปริมาณแคดเมียมในปัสสาวะในผู้ใหญ่อายุมากกว่า 25 ปีขึ้นไป ≤ 2 μg/g Creatinine[9]
ข้อมูลเพิ่มตามวิชาการ	กรณีใช้ค่าอ้างอิงทางสุขภาพที่มีหน่วยครีอะตินีน เช่น μg/g Creatinine ให้ทำการวิเคราะห์ครีอะตินีนในปัสสาวะเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการคำนวณ

[7] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2012a). Toxicological Profile for cadmium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services

[8] Moffat AC, Osselton MD, Widdop B, editors. Clarke's Analysis of Drug and Poison. 4th ed. Pharmaceutical Press;2011:p293.

[9] Marek J and Malgorzata T O. Biological Monitoring of Exposure: Trends and Key Developments. J Occup Health. 2005 ; 47: 27 - 9.

ตะกั่ว (Lead: Pb)

ตะกั่ว เป็นโลหะที่มีคุณสมบัติอ่อนตัว และสามารถดัดแปลงเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ง่าย สารตะกั่วมีการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมหลายประเภท สารประกอบของตะกั่วส่วนมากไม่ละลายน้ำ หรือละลายน้ำได้น้อย แต่ละลายได้ดีในกรดไนตริก และกรดกำมะถันที่ร้อน ซึ่งสามารถเกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ หากมีการรับสัมผัสเข้าสู่ร่างกาย ช่องทางการรับสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือการดูดซึมจากทางเดินอาหาร จากการปนเปื้อนในน้ำ อาหาร สมุนไพร ยาแผนโบราณ หรือภาชนะที่มีตะกั่วปนเปื้อน การดูดซึมจากทางเดินหายใจ โดยการสูดควันหรือไอของตะกั่วที่หลอมเหลวเข้าสู่ร่างกาย และการดูดซึมทางผิวหนัง ส่วนมากจะเป็นตะกั่วอินทรีย์ ทั้งนี้สามารถดำเนินการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพที่แนะนำได้ ดังนี้

หัวข้อ	รายละเอียด
ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่แนะนำ	ตะกั่วในเลือด (Lead in blood)
สิ่งส่งตรวจ	เลือดครบส่วน (whole blood)
ช่วงเวลาการเก็บ	ทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว)
ข้อปฏิบัติก่อนเก็บตัวอย่าง (สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)	-
วิธีปฏิบัติในการเก็บตัวอย่าง (ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2559)	1. เก็บตัวอย่างเลือดด้วย Vacutainer tube ที่มีสารกันเลือดแข็ง EDTA หรือหลอดชนิด Metal free (Royal Blue-Top EDTA) ปริมาณ 3 - 5 มิลลิลิตร กรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ตามปริมาณที่กำหนดให้ปรึกษากับห้องปฏิบัติการก่อนเก็บตัวอย่าง 2. ติดฉลากลงบนหลอดให้ชัดเจน ระบุหมายเลขตัวอย่าง ชื่อ - สกุล ผู้ถูกตรวจ และกรอกรายละเอียดต่าง ๆ ลงในใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ 3. อธิบายการเก็บตัวอย่างให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ 4. จัดเรียงตัวอย่างลง Rack ให้เป็นระเบียบ ตามลำดับหมายเลขตัวอย่างที่ตรงกับใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ เพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ ใส่ถุงปิดให้มิดชิด 5. นำส่งตัวอย่างโดยบรรจุลงในถัง หรือกระติก หรือกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง หรือ Cool pack เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง
วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง	หากไม่สามารถส่งตัวอย่างได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 2 - 8 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาตัวอย่างได้ประมาณ 1 สัปดาห์ (ตัวอย่างเลือดไม่แช่แข็ง) ซึ่งมีการขนส่งตัวอย่าง ดังนี้ 1. รองพื้นด้วยน้ำแข็งหรือ Cool pack ด้านล่างภายในลังน้ำแข็งวางตัวอย่างที่ใส่ถุงปิดมิดชิดลงไป 2. ใส่น้ำแข็งหรือ Cool pack รอบ ๆ ทั้งสี่ด้าน และด้านบน ปิดฝาให้เรียบร้อย แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที

ตะกั่ว (Lead: Pb) (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
เทคนิคการตรวจวิเคราะห์	• Atomic Absorption Spectrometry (AAS) • Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES) หรือ Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) • Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry (ICP-MS)
ค่าอ้างอิง	สำหรับประชาชนทั่วไป • ปริมาณตะกั่วในเลือดสำหรับเด็ก 1 - 5 ปี 0.76 µg/dL[10] • ปริมาณตะกั่วในเลือดสำหรับเด็ก ≤ 3.5 µg/dL[11] • ปริมาณตะกั่วในเลือดเด็กอายุน้อยกว่า 5 ปี ≤ 5 µg/dL[12] • ปริมาณตะกั่วในเลือดสำหรับผู้ใหญ่ > 20 ปี 0.92 µg/dL[10] • ปริมาณตะกั่วในเลือดเด็กอายุมากกว่า 5 ปี และผู้ใหญ่ ≤ 10 µg/dL[11]
ข้อมูลวิชาการเพิ่มเติม	ไม่มีการตรวจตะกั่วในปัสสาวะ

[10] National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES, 2015 - 2016)

[11] US Department of Health and Human Services/Centers for Disease Control and Prevention, 2021

[12] The Scottish Trace Element and Micronutrient Diagnostic and Research Laboratory by The National Services, Division of NHS Scotland [cited 2020 Dec 31]; Available from: https://trace-elements.co.uk/lead.asp

โครเมียม (Chromium: Cr)

โครเมียม เป็นธาตุโลหะหนักที่พบได้ในน้ำ ดิน หรือหิน ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากในทางอุตสาหกรรม เช่นการชุบโลหะ การผลิตสีย้อม และสีอุตสาหกรรมอื่นๆ โครเมียมและสารประกอบของโครเมียมมีหลายกลุ่มโดยจำแนกตามวาเลนซี (Valence หรือ Valency) ได้แก่ 0, 1, 2, 3, 4 และ 6 ซึ่งกลุ่มโครเมียมไตรวาเลน (Cr^{+3}) และโครเมียมเฮกซะวาเลน (Cr^{+6}) เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต หากมีปริมาณมากเกินไปจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของคน สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในสิ่งแวดล้อม โครเมียมจะถูกดูดซึมผ่านอวัยวะจากการรับประทานอาหาร หายใจ หรือการสัมผัส โดยปกติโครเมียมจะไม่สะสมในเนื้อเยื่อ นอกจากโครเมียมในรูปที่ไม่ละลายน้ำ และโครเมียมที่เข้าสู่ร่างกายทางการหายใจจะสามารถสะสมอยู่ในปอดได้ ทั้งนี้สามารถดำเนินการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพที่แนะนำได้ ดังนี้

หัวข้อ	รายละเอียด
ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่แนะนำ	โครเมียมในปัสสาวะ (Chromium in urine)
สิ่งส่งตรวจ	ปัสสาวะครั้งเดียว (spot urine)
ช่วงเวลาการเก็บ	ทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว)
ข้อปฏิบัติก่อนเก็บตัวอย่าง (สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)	กรณีเก็บปัสสาวะไม่ได้ตามปริมาณที่กำหนด ไม่ควรดื่มน้ำ ควรนั่งรอจนกว่าจะปวดปัสสาวะอีกครั้ง
วิธีปฏิบัติในการเก็บตัวอย่าง (ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2559)	1. เก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติก/กระปุกพลาสติกที่มีฝาปิดสนิท โดยควรล้างด้วยกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 15% แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 3 - 4 ครั้ง หรือเก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติกชนิด Metal free เก็บตัวอย่างปัสสาวะปริมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร แล้วพันด้วย parafilm ระหว่างฝากับภาชนะบรรจุ กรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ตามปริมาณที่กำหนด ให้ปรึกษากับทางห้องปฏิบัติการก่อนเก็บตัวอย่าง (หากต้องการวิเคราะห์หลายพารามิเตอร์ ให้เก็บตัวอย่างปัสสาวะตามจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์) 2. ติดฉลากลงบนหลอดให้ชัดเจน ระบุหมายเลขตัวอย่าง ชื่อ - สกุล ผู้ถูกตรวจ และกรอกรายละเอียดตัวอย่าง ลงในใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ 3. อธิบายการเก็บตัวอย่างให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ (เช่น ให้ปัสสาวะช่วงแรกทิ้ง และเก็บช่วงกลาง ๆ ประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร ไม่เก็บปัสสาวะช่วงท้าย กรณีมีประจำเดือนงดการเก็บตัวอย่าง) 4. ตรวจสอบรายชื่อและความถูกต้องของตัวอย่าง ก่อนนำจัดเรียงตัวอย่างลง Rack/กล่อง/ถุง ตามลำดับหมายเลขตัวอย่าง อย่าให้เอนหรือล้ม จัดให้เป็นระเบียบเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ 5. นำส่งตัวอย่างโดยบรรจุลงในถัง หรือกระติก หรือกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง หรือ Cool pack เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง

โครเมียม (Chromium: Cr) (ต่อ)

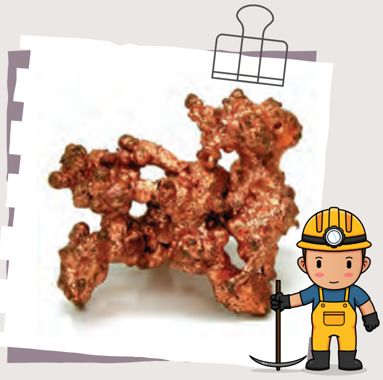
หัวข้อ	รายละเอียด
วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง	หากไม่สามารถส่งตัวอย่างได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 2 - 8 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาตัวอย่างได้ประมาณ 1 สัปดาห์ หากต้องการเก็บรักษาตัวอย่างนานกว่า 1 สัปดาห์ ให้แช่แข็ง (อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส) ซึ่งมีวิธีการขนส่งตัวอย่าง ดังนี้ 1. รองพื้นด้วยน้ำแข็งหรือ Cool pack ด้านล่างภายในลังน้ำแข็งวางตัวอย่างที่ใส่ถุงปิดมิดชิดลงไป 2. ใส่น้ำแข็งหรือ Cool pack รอบ ๆ ทั้งสี่ด้าน และด้านบน ปิดฝาให้เรียบร้อย แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที
เทคนิคการตรวจวิเคราะห์	• Atomic Absorption Spectrometry (AAS) • Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES) หรือ Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) • Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry (ICP-MS)
ค่าอ้างอิง	สำหรับประชาชนทั่วไป • ปริมาณโครเมียมโดยเฉลี่ยในปัสสาวะคือ 0.22 μg/L[13] • ปริมาณโครเมียมในปัสสาวะ ≤ 2.0 μg/L[14] • ปริมาณโครเมียมในปัสสาวะ ≤ 10 μg/g creatinine[13]
ข้อมูลเพิ่มตามวิชาการ	กรณีใช้ค่าอ้างอิงทางสุขภาพที่มีหน่วยครีอะตินีน เช่น μg/g Creatinine ให้ทำการวิเคราะห์ครีอะตินีนในปัสสาวะเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการคำนวณ

[13] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2012. Toxicological Profile for Chromium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services.

[14] ARUP Laboratories 500 Chipeta Way Salt Lake City, UT 84108 : Chromium, urine. [cited 2020 Dec 31]; Available from: URL : https://ltd.aruplab.com/Tests/Pub/0025068

ทองแดง (Copper: Cu)

ทองแดงและโลหะผสมทองแดง เป็นธาตุโลหะหนักที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติทั้งในดิน หิน น้ำและอากาศ อาจอยู่เป็นธาตุอิสระหรือสารประกอบ เป็นองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิต โลหะทองแดงสามารถขึ้นรูปหรือขึ้นรูปได้ง่าย และเป็นองค์ประกอบที่มักพบได้ในสายไฟฟ้าและท่อน้ำบางส่วน สามารถปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมจากการปลดปล่อย และจากโรงงานที่ทำหรือใช้โลหะทองแดงหรือสารประกอบทองแดง การเกิดพิษต่อร่างกายขึ้นอยู่กับปริมาณที่รับเข้าไป ช่องทางที่รับสัมผัสและสภาพร่างกายของแต่ละบุคคล รวมทั้งสามารถเข้าสู่ร่างกายได้จากการดื่มน้ำหรือกินอาหารหรือสารอื่นๆ ที่มีทองแดง และสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางการหายใจเอาอากาศหรือฝุ่นที่มีทองแดงเข้าไปในปอด ทั้งนี้สามารถดำเนินการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพที่แนะนำได้ ดังนี้



หัวข้อ	รายละเอียด
ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่แนะนำ	ทองแดงในซีรัม (Copper in serum) และทองแดงในปัสสาวะ (Copper in urine)
สิ่งส่งตรวจ	ซีรัมและปัสสาวะ (ต้องตรวจทั้ง 2 ชนิดตัวอย่าง)
ช่วงเวลา	ซีรัม เก็บทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว) ปัสสาวะ เก็บปัสสาวะ 24 ชั่วโมง หรือเก็บทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว)
ข้อปฏิบัติก่อนเก็บตัวอย่าง (สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)	-
วิธีปฏิบัติในการเก็บตัวอย่าง (ศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จังหวัดระยอง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2558)	**การเก็บตัวอย่างซีรัม** 1. เจาะเลือดจากเส้นเลือดดำประมาณ 3 - 5 มิลลิลิตร ใส่หลอดปราศจากเชื้อที่ไม่มีการเติมสารกันเลือดแข็งใด ๆ (Clotted blood) ปิดฝาให้สนิท ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง รอเลือดแข็งตัว ปั่นแยกซีรัม แบ่งซีรัมใส่หลอดปราศจากเชื้อ 2. ติดฉลากลงบนหลอดให้ชัดเจน ระบุหมายเลขตัวอย่าง ชื่อ - สกุล ผู้ถูกตรวจ และกรอกรายละเอียดต่างๆ ลงในใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ 3. อธิบายการเก็บตัวอย่างให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ 4. จัดเรียงตัวอย่างลง Rack/กล่อง/ถุง ตามลำดับหมายเลขตัวอย่าง อย่าให้เอนหรือล้ม จัดให้เป็นระเบียบเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ 5. นำส่งตัวอย่างโดยบรรจุลงในถัง หรือกระติก หรือกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง หรือ Cool pack เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง **การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ 24 ชั่วโมง** 1. เก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติก/กระปุกพลาสติกที่มีฝาปิดสนิท โดยควรล้างด้วยกรดไนตริก (HNO^{3}) เข้มข้น 15% แล้ว ล้างด้วยน้ำกลั่น 3 - 4 ครั้ง หรือเก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติกชนิด Metal free เก็บตัวอย่างปัสสาวะปริมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร แล้วพันด้วย parafilm ระหว่างฝากับภาชนะบรรจุ กรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ตามปริมาณ

ทองแดง (Copper: Cu) (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
	ที่กำหนด ให้ปรึกษากับทางห้องปฏิบัติการก่อนเก็บตัวอย่าง (หากต้องการวิเคราะห์หลายพารามิเตอร์ ให้เก็บตัวอย่างปัสสาวะตามจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์) 2. ติดฉลากลงบนหลอดให้ชัดเจน ระบุหมายเลขตัวอย่าง ชื่อ - สกุล ผู้ถูกตรวจ และกรอกรายละเอียดตัวอย่าง ลงในใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ 3. อธิบายการเก็บตัวอย่างให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ (เช่น ให้ปัสสาวะช่วงแรกทิ้ง และเก็บช่วงกลาง ๆ ประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร ไม่เก็บปัสสาวะช่วงท้าย กรณีมีประจำเดือนงดการเก็บตัวอย่าง) 4. ตรวจสอบรายชื่อและความถูกต้องของตัวอย่าง ก่อนนำจัดเรียงตัวอย่างลง Rack/กล่อง/ถุง ตามลำดับหมายเลขตัวอย่างอย่าให้เอนหรือล้ม จัดให้เป็นระเบียบเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ 5. นำส่งตัวอย่างโดยบรรจุลงในถัง หรือกระติก หรือกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง หรือ Cool pack เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง
วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง	หากไม่สามารถส่งตัวอย่างได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 2 - 8 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาตัวอย่างได้ประมาณ 1 สัปดาห์ หากต้องการเก็บรักษาตัวอย่างนานกว่านั้น ให้แช่แข็ง (อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส) ซึ่งมีวิธีการขนส่งตัวอย่าง ดังนี้ 1. รองพื้นด้วยน้ำแข็งหรือ Cool pack ด้านล่างภายในลังน้ำแข็งวางตัวอย่างที่ใส่ถุงปิดมิดชิดลงไป 2. ใส่น้ำแข็งหรือ Cool pack รอบ ๆ ทั้งสี่ด้าน และด้านบน ปิดฝาให้เรียบร้อย แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที
เทคนิคการตรวจวิเคราะห์	• Atomic Absorption Spectrometry (AAS) • Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES) หรือ Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) • Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry (ICP-MS)
ค่าอ้างอิง	**สำหรับประชาชนทั่วไป** ค่าระดับปกติของปริมาณสารทองแดง (Cu) ในซีรัม • เด็ก 60 เดือน 0.02 - 0.07 mg/dl[15] • เด็ก 6 ปี 0.09 - 0.19 mg/dl[15] • เด็ก 12 ปี 0.08 - 0.16 mg/dl[15] • เด็กอายุ 0 - 2 เดือน : 0.40 - 1.40 mcg/mL[16] • เด็กอายุ 3 - 6 เดือน : 0.40 - 1.60 mcg/mL[16] • เด็กอายุ 7 - 9 เดือน : 0.40 - 1.70 mcg/mL[16]

[15] คู่มือการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการภาควิชาทางคลินิก คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 2563

[16] Mayo clinic laboratories Test Definition: CUS Copper, S [cited 2020 Dec 31]; Available from: https://www.mayocliniclabs.com/test-catalog/download-setup.php? format=pdf&unit_code=8612

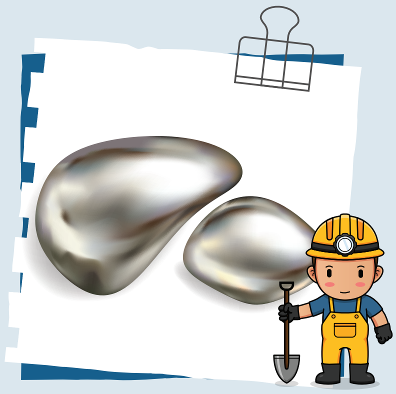
ทองแดง (Copper: Cu) (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
	• เด็กอายุ 10 - 12 เดือน : 0.80 - 1.70 mcg/mL[16] • เด็กอายุ 13 เดือน - 10 ปี : 0.80 - 1.80 mcg/mL[16] • ผู้ที่มีอายุ 11ปี ขึ้นไป: 0.75 - 1.45 mcg/mL[16] • ผู้ใหญ่ (ชาย) 0.07 - 0.14 mg/dl[15] • ผู้ใหญ่ (หญิง) 0.08 - 0.15 mg/dl[15] • ผู้ใหญ่ 0.8 - 1.6 mg/L [17] ปริมาณสารทองแดง (Cu) ในปัสสาวะ • ผู้ใหญ่ไม่ควรเกิน 50 µg/day[17]
ข้อมูลเพิ่มตามวิชาการ	-

[17] Moffat AC, Osselton MD, Widdop B, editors. Clarke's Analysis of Drug and Poison. 4^{th} ed. Pharmaceutical Press; 2011: p294.

ปรอท (Mercury: Hg)

ปรอท เป็นโลหะที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เป็นของเหลวสีขาวคล้ายเงิน เมื่อแข็งตัวจะมีคุณสมบัติคล้ายกับโลหะทั่วไป มีความมันวาว สะท้อนแสง และตัวนำไฟฟ้าที่ดีแหล่งกำเนิดของปรอท มีทั้งแหล่งธรรมชาติ เช่นจากการผุพังของสินแร่ที่มีปรอทเป็นองค์ประกอบ และมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง ธรรมชาติ การทำเหมืองโลหะ และอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งปรอทจะถูกปล่อยในรูปของมลพิษที่แพร่กระจายเข้าสู่สิ่งแวดล้อม ปรอทเข้าสู่ร่างกายได้ทุกทาง ไอระเหยของโลหะปรอทเข้าทางจมูกและปอดทางการหายใจ สารละลายเกลือปรอทเข้าทางปากและทางเดินอาหาร ยาที่มีปรอทจะถูกดูดซึมเข้าทางผิวหนังและลำไส้ผ่านเข้าไปในกระแสเลือด และกระจายตัวตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทั้งนี้สามารถดำเนินการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพที่แนะนำได้ ดังนี้



หัวข้อ	รายละเอียด
ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่แนะนำ	ปรอทในปัสสาวะ (Mercury in urine)
สิ่งส่งตรวจ	ปัสสาวะครั้งเดียว (spot urine)
ช่วงเวลาการเก็บ	ทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว)
ข้อปฏิบัติก่อนเก็บตัวอย่าง (สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)	-
วิธีปฏิบัติในการเก็บตัวอย่าง (ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2559)	1. เก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติก/กระปุกพลาสติกที่มีฝาปิดสนิท โดยควรล้างด้วยกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 15% แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 3 - 4 ครั้ง หรือเก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติกชนิด Metal free เก็บตัวอย่างปัสสาวะปริมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร แล้วพันด้วย parafilm ระหว่างฝากับภาชนะบรรจุ กรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ตามปริมาณที่กำหนด ให้ปรึกษากับทางห้องปฏิบัติการก่อนเก็บตัวอย่าง (หากต้องการวิเคราะห์หลายพารามิเตอร์ ให้เก็บตัวอย่างปัสสาวะตามจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์) 2. ติดฉลากลงบนหลอดให้ชัดเจน ระบุหมายเลขตัวอย่าง ชื่อ - สกุล ผู้ถูกตรวจ และกรอกรายละเอียดตัวอย่าง ลงในใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ 3. อธิบายการเก็บตัวอย่างให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ (เช่น ให้ปัสสาวะช่วงแรกทิ้ง และเก็บช่วงกลาง ๆ ประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร ไม่เก็บปัสสาวะช่วงท้าย กรณีมีประจำเดือนงดการเก็บตัวอย่าง) 4. ตรวจสอบรายชื่อและความถูกต้องของตัวอย่าง ก่อนนำจัดเรียงตัวอย่างลง Rack/กล่อง/ถุง ตามลำดับหมายเลขตัวอย่าง อย่าให้เอนหรือล้ม จัดให้เป็นระเบียบเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ 5. นำส่งตัวอย่างโดยบรรจุลงในถัง หรือกระติก หรือกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง หรือ Cool pack เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง

ปรอท (Mercury: Hg) (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง	หากไม่สามารถส่งตัวอย่างได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 2 - 8 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาตัวอย่างได้ประมาณ 1 สัปดาห์ หากต้องการเก็บรักษาตัวอย่างนานกว่านั้น ให้แช่แข็ง (อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส) ซึ่งมีวิธีการขนส่งตัวอย่าง ดังนี้ 1. รองพื้นด้วยน้ำแข็งหรือ Cool pack ด้านล่างภายในลังน้ำแข็งวางตัวอย่างที่ใส่ถุงปิดมิดชิดลงไป 2. ใส่น้ำแข็งหรือ Cool pack รอบ ๆ ทั้งสี่ด้าน และด้านบน ปิดฝาให้เรียบร้อยแล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที
เทคนิคการตรวจวิเคราะห์	• Atomic Absorption Spectrometry (AAS) • Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES) หรือ Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) • Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry (ICP-MS)
ค่าอ้างอิง	สำหรับประชาชนทั่วไป • ค่าระดับปกติในปัสสาวะ 0.1 - 0.9 µg/L[18] • ปริมาณปรอทในปัสสาวะ ไม่ควรเกิน 5 µg/L[19] • ปริมาณปรอทในปัสสาวะ ไม่ควรเกิน 5 µg/L[20] • ปริมาณปรอทในปัสสาวะ ไม่ควรเกิน 20 µg/g creatinine[20]
ข้อมูลเพิ่มตามวิชาการ	กรณีใช้ค่าอ้างอิงทางสุขภาพที่มีหน่วยครีอะตินีน เช่น µg/g Creatinine ให้ทำการวิเคราะห์ครีอะตินีนในปัสสาวะเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการคำนวณ

[18] คู่มือการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการภาควิชาทางคลินิก คณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 2563

[19] Moffat AC, Osselton MD, Widdop B, editors. Clarke's Analysis of Drug and Poison. 4th ed. Pharmaceutical Press; 2011: p297.

[20] ARUP Laboratories 500 Chipeta Way Salt Lake City, UT 84108: Mercury, Urine. [cited 2020 Dec 31]; Available from: URL: https://ltd.aruplab.com/ Tests/Pub/0025050

นิกเกิล (Nickel: Ni)

นิกเกิล เป็นโลหะมันวาว สีขาวเงิน ซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติในดินและฝุ่นภูเขาไฟ นิกเกิลรวมกับโลหะอื่น ๆ เพื่อสร้างโลหะผสมที่ใช้สำหรับทำเหรียญ เครื่องประดับและสแตนเลส และอุปกรณ์ทางการแพทย์ ซึ่งโดยทั่วไปนิกเกิลมักพบในปริมาณที่ต่ำในสิ่งแวดล้อม แต่นิกเกิลสามารถเข้าสู่ร่างกายได้หลายวิธี เช่น จากการบริโภคอาหารและน้ำดื่ม จากการหายใจเอาอากาศที่มีโลหะผสมอยู่ เป็นต้น ทั้งนี้สามารถดำเนินการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพที่แนะนำได้ ดังนี้

หัวข้อ	รายละเอียด
ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่แนะนำ	นิกเกิลในปัสสาวะ (Nickel in urine)
สิ่งส่งตรวจ	ปัสสาวะครั้งเดียว (spot urine)
ช่วงเวลาการเก็บ	ทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว)
ข้อปฏิบัติก่อนเก็บตัวอย่าง (สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)	กรณีเก็บปัสสาวะไม่ได้ตามปริมาณที่กำหนด ไม่ควรดื่มน้ำ ควรนั่งรอจนกว่าจะปวดปัสสาวะอีกครั้ง
วิธีปฏิบัติในการเก็บตัวอย่าง (ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2559)	1. เก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติก/กระปุกพลาสติกที่มีฝาปิดสนิท โดยควรล้างด้วยกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 15% แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 3 - 4 ครั้ง หรือเก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติกชนิด Metal free เก็บตัวอย่างปัสสาวะปริมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร แล้วพันด้วย parafilm ระหว่างฝากับภาชนะบรรจุ กรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ตามปริมาณที่กำหนด ให้ปรึกษากับทางห้องปฏิบัติการก่อนเก็บตัวอย่าง (หากต้องการวิเคราะห์หลายพารามิเตอร์ ให้เก็บตัวอย่างปัสสาวะตามจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์) 2. ติดฉลากลงบนหลอดให้ชัดเจน ระบุหมายเลขตัวอย่าง ชื่อ - สกุล ผู้ถูกตรวจ และกรอกรายละเอียดตัวอย่าง ลงในใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ 3. อธิบายการเก็บตัวอย่างให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ (เช่น ให้ปัสสาวะช่วงแรกทิ้ง และเก็บช่วงกลาง ๆ ประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร ไม่เก็บปัสสาวะช่วงท้าย กรณีมีประจำเดือนงดการเก็บตัวอย่าง) 4. ตรวจสอบรายชื่อและความถูกต้องของตัวอย่าง ก่อนนำจัดเรียงตัวอย่างลง Rack/กล่อง/ถุง ตามลำดับหมายเลขตัวอย่างอย่าให้เอนหรือล้ม จัดให้เป็นระเบียบเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ 5. นำส่งตัวอย่างโดยบรรจุลงในถัง หรือกระติก หรือกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง หรือ Cool pack เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง

นิกเกิล (Nickel: Ni) (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง	หากไม่สามารถส่งตัวอย่างได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 2 - 8 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาตัวอย่างได้ประมาณ 1 สัปดาห์ หากต้องการเก็บรักษาตัวอย่างนานกว่านั้น ให้แช่แข็ง (อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส) ซึ่งมีวิธีการขนส่งตัวอย่าง ดังนี้ 1. รองพื้นด้วยน้ำแข็งหรือ Cool pack ด้านล่างภายในลังน้ำแข็งวางตัวอย่างที่ใส่ถุงปิดมิดชิดลงไป 2. ใส่น้ำแข็งหรือ Cool pack รอบ ๆ ทั้งสี่ด้าน และด้านบน ปิดฝาให้เรียบร้อยแล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที
เทคนิคการตรวจวิเคราะห์	• Atomic Absorption Spectrometry (AAS) • Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES) หรือ Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) • Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry (ICP-MS)
ค่าอ้างอิง	สำหรับประชาชนทั่วไป • ค่าปกติสำหรับผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพดี คือ 0.2 g/L ในซีรัมและ 1 - 3 μg/L ในปัสสาวะ[21]
ข้อมูลเพิ่มตามวิชาการ	-

[21] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2005a). Toxicological Profile for Nickel. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

สังกะสี (Zinc: Zn)

สังกะสี เป็นโลหะธาตุที่มีลักษณะที่เป็นสีเงิน มันวาว เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม เพื่อเป็นโลหะโครงสร้างหรือโลหะผสมกับโลหะชนิดอื่น นอกจากนี้สังกะสียังเป็นแร่ธาตุชนิดหนึ่งที่สามารถพบได้ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ เนื่องจากจัดเป็นแร่ที่ร่างกายต้องการชนิดหนึ่ง ช่วยกระตุ้นการสร้างและซ่อมแซมหนังกำพร้า กระตุ้นการสังเคราะห์คอลลาเจน หากได้รับในปริมาณที่มากเกินไปไม่ว่าจะเป็นภาวะมลพิษที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมที่มักเกิดจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมที่บำบัดไม่หมด หรือการผลิตภัณฑ์ที่มีสังกะสีเป็นส่วนประกอบ มลพิษที่ปนเปื้อนสังกะสีมักอยู่ในรูปของฝุ่นหรือไอสารที่ลอยในอากาศ ซึ่งมีโอกาสสัมผัสและได้รับสารได้ง่าย โดยเฉพาะคนงานที่ทำงานเกี่ยวกับการผลิต หรือจากการปนเปื้อนจากอาหารหรือน้ำดื่ม ซึ่งสารประกอบซิงค์ออกไซด์มักปนเปื้อนในแหล่งน้ำหรืออาหารได้ง่าย โดยเฉพาะพื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งสังกะสี ทั้งนี้สามารถดำเนินการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพได้ ดังนี้

หัวข้อ	รายละเอียด
ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่แนะนำ	สังกะสีในซีรัม (Zinc in serum) และสังกะสีในปัสสาวะ (Zinc in urine)
สิ่งส่งตรวจ	ซีรัมและปัสสาวะ 24 ชั่วโมง (ต้องตรวจทั้ง 2 ชนิดตัวอย่าง)
ช่วงเวลาการเก็บ	ซีรัม เก็บทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว) ปัสสาวะ เก็บปัสสาวะ 24 ชั่วโมง
วิธีปฏิบัติในการเก็บตัวอย่าง (ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2559)	**การเก็บตัวอย่างซีรัม** 1. เจาะเลือดจากเส้นเลือดดำประมาณ 3 - 5 มิลลิลิตร ใส่หลอดปราศจากเชื้อที่ไม่มีการเติมสารกันเลือดแข็งใด ๆ (Clotted blood) ปิดฝาให้สนิท ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง รอเลือดแข็งตัว ปั่นแยกซีรัม แบ่งซีรัมใส่หลอดปราศจากเชื้อ 2. ติดฉลากลงบนหลอดให้ชัดเจน ระบุหมายเลขตัวอย่าง ชื่อ - สกุล ผู้ถูกตรวจ และกรอกรายละเอียดต่าง ๆ ลงในใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ 3. อธิบายการเก็บตัวอย่างให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ 4. จัดเรียงตัวอย่างลง Rack/กล่อง/ถุง ตามลำดับหมายเลขตัวอย่าง อย่าให้เอนหรือล้ม จัดให้เป็นระเบียบเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ 5. นำส่งตัวอย่างโดยบรรจุลงในถัง หรือกระติก หรือกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง หรือ Cool pack เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง **การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ 24 ชั่วโมง** 1. เก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติก/กระปุกพลาสติกที่มีฝาปิดสนิท โดยควรล้างด้วยกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 15% แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 3 - 4 ครั้ง หรือเก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติกชนิด Metal free เก็บตัวอย่างปัสสาวะปริมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร แล้วพันด้วย parafilm ระหว่างฝากับภาชนะบรรจุ กรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ตามปริมาณที่กำหนดให้ปรึกษากับทางห้องปฏิบัติการก่อนเก็บตัวอย่าง (หากต้องการวิเคราะห์หลายพารามิเตอร์ ให้เก็บตัวอย่างปัสสาวะตามจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์) 2. ติดฉลากลงบนหลอดให้ชัดเจน ระบุหมายเลขตัวอย่าง ชื่อ - สกุล ผู้ถูกตรวจ และกรอกรายละเอียดตัวอย่าง ลงในใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ

สังกะสี (Zinc: Zn) (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
	3. อธิบายการเก็บตัวอย่างให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ (เช่น ให้ปัสสาวะช่วงแรกทิ้ง และเก็บช่วงกลาง ๆ ประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร ไม่เก็บปัสสาวะช่วงท้าย กรณีมีประจำเดือนงดการเก็บตัวอย่าง) 4. ตรวจสอบรายชื่อและความถูกต้องของตัวอย่าง ก่อนนำจัดเรียงตัวอย่างลง Rack/กล่อง/ถุง ตามลำดับหมายเลขตัวอย่างอย่าให้เอนหรือล้ม จัดให้เป็นระเบียบเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ 5. นำส่งตัวอย่างโดยบรรจุลงในถัง หรือกระติก หรือกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง หรือ Cool pack เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง
วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง	หากไม่สามารถส่งตัวอย่างได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 2 - 8 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาตัวอย่างได้ประมาณ 1 สัปดาห์ หากต้องการเก็บรักษาตัวอย่างนานกว่านั้น ให้แช่แข็ง (อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส) ซึ่งมีวิธีการขนส่งตัวอย่าง ดังนี้ 1. รองพื้นด้วยน้ำแข็งหรือ Cool pack ด้านล่างภายในลังน้ำแข็งวางตัวอย่างที่ใส่ถุงปิดมิดชิดลงไป 2. ใส่น้ำแข็งหรือ Cool pack รอบ ๆ ทั้งสี่ด้าน และด้านบน ปิดฝาให้เรียบร้อย แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที
เทคนิคการตรวจวิเคราะห์	• Atomic Absorption Spectrometry (AAS) • Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES) หรือ Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) • Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry (ICP-MS)
ค่าอ้างอิง	สำหรับประชาชนทั่วไป ระดับสังกะสีในผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพแข็งแรง • ปริมาณในปัสสาวะ 0.5 mg/g Creatinine[22] • ค่าปริมาณปกติในซีรัม 0.05 - 0.17 mg/dl[23] • ค่าปริมาณวิกฤติในซีรัม มากกว่า 0.60 mg/dl[23] • ปริมาณสังกะสีในซีรัม[24] ❖ เด็กอายุไม่เกิน 10 ปี อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.20 µg/mL ❖ ผู้มีอายุมากกว่า 10 ปี ขึ้นไป อยู่ระหว่าง 0.66 - 1.10 µg/mL • ปริมาณสังกะสีในปัสสาวะ ❖ ผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 18 ปี อยู่ระหว่าง 109 - 1,476 µg/24 hours[25]
ข้อมูลเพิ่มตามวิชาการ	กรณีใช้ค่าอ้างอิงที่มีหน่วยครีอะตินีน เช่น mg/g Creatinine ให้ทำการวิเคราะห์ครีอะตินีนในปัสสาวะเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการคำนวณ

[22] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2005b). Toxicological Profile for Zinc. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

[23] คู่มือการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการภาควิชาทางคลินิก คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 2563

[24] Mayo clinic laboratories Test ID: ZN_S Zinc, Serum [cited 2020 Dec 31]; Available from: https://www.mayocliniclabs.com/test-catalog/download-setup. php? format=pdf&unit_code=8620

[25] Mayo clinic laboratories Test ID: ZNU Zinc, 24 Hour, Urine [cited 2020 Dec 31]; Available from: https://www.mayocliniclabs.com/test-catalog/download-setup. php? format=pdf&unit_code=8591

แมงกานีส (Manganese: Mn)

แมงกานีส เป็นโลหะที่แข็งมากแต่เปราะง่าย สีเทาขาวเหลือบแดง ความหนาแน่นจะมีอยู่ในธรรมชาติ โดยจะพบร่วมกับแร่เหล็ก มีอยู่ในน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ซึ่งเกิดจากการแปรรูปโลหะ จะไม่ค่อยละลายน้ำ ทำให้เฉพาะอณูขนาดเล็กของแมงกานีสเท่านั้นที่สามารถลงไปถึงถุงลมปอดและถูกดูดซึมเข้าไปในกระแสเลือด อณูขนาดใหญ่ของแมงกานีส จะถูกขับออกจากทางเดินหายใจและถูกกลืนลงไปในกระเพาะอาหาร นอกจากนี้แมงกานีสอาจถูกดูดซึมผ่านทางเดินอาหาร จากอาหารหรือน้ำที่ปนเปื้อนแมงกานีส ทั้งนี้สามารถดำเนินการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพที่แนะนำได้ ดังนี้

หัวข้อ	รายละเอียด
ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่แนะนำ	แมงกานีสในเลือด (Manganese in blood)
สิ่งส่งตรวจ	เลือดครบส่วน (whole blood)
ช่วงเวลาการเก็บ	ทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว)
ข้อปฏิบัติก่อนเก็บตัวอย่าง (สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)	-
วิธีปฏิบัติในการเก็บตัวอย่าง (ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2559)	1. เก็บตัวอย่างเลือดด้วย Vacutainer tube ที่มีสารกันเลือดแข็ง EDTA หรือหลอดชนิด Metal free (Royal blue-top EDTA) ปริมาณ 3 - 5 มิลลิลิตร กรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ตามปริมาณที่กำหนดให้ปรึกษากับห้องปฏิบัติการก่อนเก็บตัวอย่าง 2. ติดฉลากลงบนหลอดให้ชัดเจน ระบุหมายเลขตัวอย่าง ชื่อ - สกุล ผู้ถูกตรวจ และกรอกรายละเอียดต่าง ๆ ลงในใบส่งตัวอยางทางชีวภาพ 3. อธิบายการเก็บตัวอย่างให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ 4. จัดเรียงตัวอย่างลง Rack ให้เป็นระเบียบ ตามลำดับหมายเลขตัวอย่างที่ตรงกับใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ เพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ ใส่ถุงปิดให้มิดชิด 5. นำส่งตัวอย่างโดยบรรจุลงในถัง หรือกระติก หรือกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งหรือ Cool pack เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง
วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง	หากไม่สามารถส่งตัวอย่างได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 2 - 8 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาตัวอย่างได้ประมาณ 1 สัปดาห์ การเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 2 - 8 องศาเซลเซียส ต้องส่งตัวอย่างภายใน 24 ชั่วโมง (ตัวอย่างเลือดไม่แช่แข็ง) ซึ่งมีวิธีการขนส่งตัวอย่าง ดังนี้ 1. รองพื้นด้วยน้ำแข็งหรือ Cool pack ด้านล่างภายในลังน้ำแข็งวางตัวอย่างที่ใส่ถุงปิดมิดชิดลงไป 2. ใส่น้ำแข็งหรือ Cool pack รอบ ๆ ทั้งสี่ดาน และด้านบน ปิดฝาให้เรียบร้อยแล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที

แมงกานีส (Manganese: Mn) (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
เทคนิคการตรวจวิเคราะห์	• Atomic Absorption Spectrometry (AAS) • Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES) หรือ Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) • Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry (ICP-MS)
ค่าอ้างอิง	สำหรับประชาชนทั่วไป • ความเข้มข้นเฉลี่ยของแมงกานีสในปัสสาวะในผู้ที่มีอายุ 6 - 88 ปี เท่ากับ 1.19 μg/L[26] • ค่าระดับปกติในเลือด 0.03 - 1.00 μg/dL[27] • ปริมาณแมงกานีสในเลือดอยู่ระหว่าง 4 - 15 μg/L[28]
ข้อมูลเพิ่มตามวิชาการ	-

[26] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2012b). Toxicological Profile for Manganese. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services.

[27] คู่มือการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการภาควิชาทางคลินิก คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 2563

[28] Public Health Statement for manganese. [Online]. 2008 [cited 2020 Dec 31]; Available from: https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/ tp151-c2.pdf

ซีลิเนียม (Selenium: Se)

ซีลีเนียม เป็นธาตุอาหารรองที่จำเป็นสำหรับมนุษย์และสัตว์ที่พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมโดยถูกปล่อยออกมาจากแหล่งที่มาจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ การปลดปล่อยซีลีเนียมสู่สิ่งแวดล้อมที่สำคัญมาจากแหล่งที่มาของมนุษย์จากการเผาไหม้ของถ่านหิน แหล่งที่มาตามธรรมชาติของซีลีเนียม ได้แก่ การผุกร่อนของหินและดินที่มีซีลีเนียมและการปะทุของภูเขาไฟ ซีลีเนียมพบได้ในหินและดินส่วนใหญ่และเกิดขึ้นตามธรรมชาติที่ความเข้มข้นต่ำในน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน การได้รับซีลีเนียมของประชากรทั่วไปส่วนใหญ่เกิดจากการบริโภคในรูปแบบอินทรีย์และอนินทรีย์ ซึ่งทั้งสองอย่างพบได้ในอาหาร แต่ส่วนที่มากที่สุดของการบริโภคอาหารเป็นซีลีเนียมในรูปแบบอินทรีย์ สำหรับเส้นทางการสัมผัสอื่น ๆ ได้แก่ น้ำ และอากาศ ทั้งนี้สามารถดำเนินการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพที่แนะนำได้ ดังนี้

หัวข้อ	รายละเอียด
ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่แนะนำ	ซีลิเนียมในซีรัม (Selenium in serum)
สิ่งส่งตรวจ	ซีรัม
ช่วงเวลาการเก็บ	ทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว)
ข้อปฏิบัติก่อนเก็บตัวอย่าง (สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)	-
วิธีปฏิบัติในการเก็บตัวอย่าง	**การเก็บตัวอย่างซีรัม** 1. เจาะเลือดจากเส้นเลือดดำประมาณ 3 - 5 มิลลิลิตร ใส่หลอดปราศจากเชื้อที่ไม่มีการเติมสารกันเลือดแข็งใด ๆ (Clotted blood) ปิดฝาให้สนิท ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง รอเลือดแข็งตัว ปั่นแยกซีรัม แบ่งซีรัมใส่หลอดปราศจากเชื้อ 2. ติดฉลากลงบนหลอดให้ชัดเจน ระบุหมายเลขตัวอย่าง ชื่อ - สกุล ผู้ถูกตรวจ และกรอกรายละเอียดต่าง ๆ ลงในใบส่งตัวอยางทางชีวภาพ 3. จัดเรียงตัวอย่างลง Rack/กล่อง/ถุง ตามลำดับหมายเลขตัวอย่าง อย่าให้เอนหรือล้ม จัดให้เป็นระเบียบเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ 4. นำส่งตัวอย่างโดยบรรจุลงในถัง หรือกระติก หรือกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง หรือ Cool pack เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง
วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง	หากไม่สามารถส่งตัวอย่างได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 2 - 8 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาตัวอย่างได้ประมาณ 1 สัปดาห์ การเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 2 - 8 องศาเซลเซียส ต้องส่งตัวอย่างภายใน 24 ชั่วโมง หากต้องรอการวิเคราะห์มากกว่า 1 สัปดาห์ ควรเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส (ช่องแช่แข็ง) ซึ่งมีวิธีการขนส่งตัวอย่าง ดังนี้

ซีลิเนียม (Selenium: Se) (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
	1. รองพื้นด้วยน้ำแข็งหรือ Cool pack ด้านล่างภายในลังน้ำแข็งวางตัวอย่างที่ใส่ถุงปิดมิดชิดลงไป 2. ใส่น้ำแข็งหรือ Cool pack รอบ ๆ ทั้งสี่ดาน และด้านบน ปิดฝาให้เรียบร้อยแล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที
เทคนิคการตรวจวิเคราะห์	• Atomic Absorption Spectrometry (AAS) • Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES) หรือ Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) • Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry (ICP-MS)
ค่าอ้างอิง	สำหรับประชาชนทั่วไป • ปริมาณซีลิเนียมในซีรัม 0.125 mg/L[29] • ปริมาณซีลิเนียมในซีรัม ในเด็กอยู่ระหว่าง 35-115 μg/L[30] • ปริมาณซีลิเนียมในซีรัม ผู้ที่มีอายุมากกว่า 1 ปี ขึ้นไป อยู่ระหว่าง 70 - 150 ng/mL[31] • ปริมาณซีลิเนียมในซีรัม ในผู้ใหญ่อยู่ระหว่าง 70 - 130 μg/L[30]
ข้อมูลเพิ่มตามวิชาการ	-

[29] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2003). Toxicological Profile for Selenium (Update). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

[30] Moffat AC, Osselton MD, Widdop B, editors. Clarke's Analysis of Drug and Poison. 4^{th} ed. Pharmaceutical Press; 2011: p 298.

[31] Mayo clinic laboratories Test Definition: SES Selenium, S [cited 2020 Dec 31]; Available from: https://www.mayocliniclabs.com/ test-catalog/download- setup.php? format= pdf&unit_code=9765)

ไซยาไนด์ (Cyanide: CN)

ไซยาไนด์ เป็นสารประกอบที่หลากหลายที่มีไอออนไซยาไนด์ที่มีปฏิกิริยาสูง (CN-) ซึ่งเกิดขึ้นจาก ทั้งแหล่งที่มาจากมนุษย์และจากธรรมชาติ สารประกอบไซยาไนด์ที่พบมากที่สุดในสิ่งแวดล้อม ได้แก่ โซเดียมไซยาไนด์ โพแทสเซียมไซยาไนด์ และไฮโดรเจนไซยาไนด์ ที่เป็นก๊าซซึ่งเป็นรูปแบบหลักที่มีอยู่ในอากาศ ไซยาไนด์อาจถูกปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมในระหว่างการใช้งานในภาคอุตสาหกรรมหรือจากควันหรือไอเสียรถยนต์ที่มีผลิตภัณฑ์การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของโพลีเมอร์อินทรีย์ที่มีไนโตรเจนในประชากรทั่วไปสัมผัสกับไซยาไนด์ โดยการกินพืชผักที่มีไซยาไนด์เป็นหลักและสัมผัสทางการสูดดมในระดับที่น้อย ซึ่งไซยาไนด์เมื่ออยู่ในเลือดจะมีค่าซึ่งชีวิต (Half-life) 0.34 - 1 ชั่วโมง จึงจำเป็นต้องตรวจวิเคราะห์อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้สามารถดำเนินการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพที่แนะนำได้ ดังนี้

หัวข้อ	รายละเอียด
ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่แนะนำ	ไซยาไนด์ในเลือด (Cyanide in blood)
สิ่งส่งตรวจ	เลือดครบส่วน (whole blood)
ช่วงเวลาการเก็บ	ทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว)
ข้อปฏิบัติก่อนเก็บตัวอย่าง (สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)	-
วิธีปฏิบัติในการเก็บตัวอย่าง (ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2559)	1. เก็บตัวอย่างเลือดด้วย Vacutainer tube ที่มีสารกันเลือดแข็ง EDTA หรือ Sodium Fluoride หรือ Heparin หรือหลอดชนิด Metal free (Royal Blue-Top EDTA) ปริมาณ 3 - 5 มิลลิลิตร กรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ตามปริมาณที่กำหนด ให้ปรึกษากับห้องปฏิบัติการก่อนเก็บตัวอย่าง 2. ติดฉลากลงบนหลอดให้ชัดเจน ระบุหมายเลขตัวอย่าง ชื่อ - สกุล ผู้ถูกตรวจ และกรอกรายละเอียดต่าง ๆ ลงในใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ 3. อธิบายการเก็บตัวอย่างให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ 4. จัดเรียงตัวอย่างลง Rack ให้เป็นระเบียบ ตามลำดับหมายเลขตัวอย่างที่ตรงกับใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ เพื่อง่ายต่อการตรวจสอบใส่ถุงปิดให้มิดชิด 5. นำส่งตัวอย่างโดยบรรจุลงในถัง หรือกระติก หรือกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง หรือ Cool pack เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง
วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง	หากไม่สามารถส่งตัวอย่างได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 2 - 8 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาตัวอย่างได้ประมาณ 1 สัปดาห์ (ตัวอย่างเลือดไม่แช่แข็ง) ซึ่งมีวิธีการขนส่งตัวอย่าง ดังนี้

ไซยาไนด์ (Cyanide: CN) (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
	1. รองพื้นด้วยน้ำแข็งหรือ Cool pack ด้านล่างภายในลังน้ำแข็ง วางตัวอย่างที่ใส่ถุงปิดมิดชิดลงไป 2. ใส่น้ำแข็งหรือ Cool pack รอบๆ ทั้งสี่ดาน และด้านบน ปิดฝาให้เรียบร้อย แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที
เทคนิคการตรวจวิเคราะห์	• Gas Chromatography • Liquid Chromatography • Spectrophotometry • Gas Chromatography - Mass Spectrometry Technique
ค่าอ้างอิง	สำหรับประชาชนทั่วไป • ปริมาณไซยาไนด์ในพลาสมามีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 14 μg/dL[32] • ปริมาณไซยาไนด์ในเลือด ≤ 1 mg/L[33]
ข้อมูลเพิ่มตามวิชาการ	-

[32] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2006). Toxicological Profile for Cyanide (Update). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services.

[33] Moffat AC, Osselton MD, Widdop B, editors. Clarke's Analysis of Drug and Poison. 4th ed. Pharmaceutical Press; 2011: p 300 - 301.

ไธโอไซยาเนต (Thiocyanate: SCN)

ไธโอไซยาเนต เป็นสารแปรรูปของไซยาไนด์ในปัสสาวะ ไซยาไนด์อาจถูกปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมในระหว่างการใช้งานในภาคอุตสาหกรรมหรือจากควันหรือไอเสียรถยนต์ที่มีผลิตภัณฑ์การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของโพลีเมอร์อินทรีย์ที่มีไนโตรเจน พืชหลายชนิดมีไซยาโนเจนไกลโคไซด์ที่สามารถปลดปล่อยไฮโดรเจนไซยาไนด์เมื่อย่อยสลายทางชีวภาพหรือการกลืนกิน ส่วนที่กินได้ของพืชอาหารที่ใช้กันทั่วไปที่มีความเข้มข้นของไซยาไนด์สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เช่น หัวมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นอาหารหลักที่สำคัญในประเทศเขตร้อน ในประชากรทั่วไปสัมผัสกับไซยาไนด์โดยการกินพืชผักที่มีไซยาไนด์เป็นหลัก และสัมผัสทางการสูดดมในระดับที่น้อย ทั้งนี้สามารถดำเนินการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพที่แนะนำได้ ดังนี้

หัวข้อ	รายละเอียด
ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่แนะนำ	ไธโอไซยาเนตในปัสสาวะ (Thiocyanate in urine) ซึ่งเป็นสารแปรรูปของไซยาไนด์ในปัสสาวะ
สิ่งส่งตรวจ	ปัสสาวะครั้งเดียว (spot urine)
ช่วงเวลาการเก็บ	ทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว)
ข้อปฏิบัติก่อนเก็บตัวอย่าง (สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)	กรณีเก็บปัสสาวะไม่ได้ตามปริมาณที่กำหนด ไม่ควรดื่มน้ำ ควรนั่งรอจนกว่าจะปวดปัสสาวะอีกครั้ง
วิธีปฏิบัติในการเก็บตัวอย่าง (ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2559)	1. เก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติก/กระปุกพลาสติกที่มีฝาปิดสนิท โดยควรล้างด้วยกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 15% แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 3 - 4 ครั้ง เก็บตัวอย่างปัสสาวะปริมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร แล้วพันด้วย Parafilm ระหว่างฝากับภาชนะบรรจุ กรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ตามปริมาณที่กำหนด ให้ปรึกษากับทางห้องปฏิบัติการก่อนเก็บตัวอย่าง (หากต้องการวิเคราะห์หลายพารามิเตอร์ ให้เก็บตัวอย่างปัสสาวะตามจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์) 2. ติดฉลากลงบนหลอดให้ชัดเจน ระบุหมายเลขตัวอย่าง ชื่อ - สกุล ผู้ถูกตรวจ และกรอกรายละเอียดตัวอย่าง ลงในใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ 3. อธิบายการเก็บตัวอย่างให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ (เช่น ให้ปัสสาวะช่วงแรกทิ้ง และเก็บช่วงกลาง ๆ ประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร ไม่เก็บปัสสาวะช่วงท้าย กรณีมีประจำเดือนงดการเก็บตัวอย่าง) 4. ตรวจสอบรายชื่อและความถูกต้องของตัวอย่าง ก่อนนำจัดเรียงตัวอย่างลง Rack/กล่อง/ถุง ตามลำดับหมายเลขตัวอย่าง อย่าให้เอนหรือล้ม จัดให้เป็นระเบียบเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ 5. นำส่งตัวอย่างโดยบรรจุลงในถัง หรือกระติก หรือกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง หรือ Cool pack เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง

ไธโอไซยาเนต (Thiocyanate: SCN) (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง	หากไม่สามารถส่งตัวอย่างได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 2 - 8 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาตัวอย่างได้ประมาณ 1 สัปดาห์ หากต้องการเก็บรักษาตัวอย่างนานกว่านั้น ให้แช่แข็ง (อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส) ซึ่งมีวิธีการขนส่งตัวอย่าง ดังนี้ 1. รองพื้นด้วยน้ำแข็งหรือ Cool pack ด้านล่างภายในลังน้ำแข็ง วางตัวอย่างที่ใส่ถุงปิดมิดชิดลงไป 2. ใส่น้ำแข็งหรือ Cool pack รอบ ๆ ทั้งสี่ด้าน และด้านบน ปิดฝาให้เรียบร้อย แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที
เทคนิคการตรวจวิเคราะห์	• Spectrophotometry • Liquid Chromatography Mass Spectrometry (LC-MS) • Ion Chromatography with Tandem Mass Spectrometry (IC-MS/MS)
ค่าอ้างอิง	สำหรับประชาชนทั่วไป • ผู้ที่สูบบุหรี่นิวซีแลนด์ Non Exposed หรือ General Population 3 - 17 mg/l[34] • ผู้ที่ไม่สูบบุหรี่นิวซีแลนด์ Non Exposed หรือ General Population 1 - 4 mg/l[34] • ปริมาณไธโอไซยาเนตในปัสสาวะของผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป อยู่ระหว่าง 1366 - 1530 ng/ml[35]
ข้อมูลเพิ่มตามวิชาการ	-

[34] George, P. P. M., King, R., Grant, S. J., Walmsley, T. A., & Moore, G. A. (2012). *Handbook of Biological Monitoring for Health 3rd Editions (Issue October). Canterbury Health Laboratory. Christchurch, New Zealand.*

[35] National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES, 2001-2002)

ครีอะตินีน (Creatinine)

Creatinine (ครีอะตินีน) เป็นสารที่เกิดจากกล้ามเนื้อในร่างกาย ซึ่งจะมีปริมาณไม่เท่ากันในแต่ละคน โดยปริมาณครีอะตินีนที่เกิดขึ้นในร่างกายจะถูกขับออกผ่านทางไตออกมาในรูปของปัสสาวะ ดังนั้นระดับครีอะตินินในปัสสาวะจึงเป็นตัวชี้วัดอัตราการขับออกของครีอะตินีน และตรวจสอบสมรรถภาพการทำงานของไตได้ ค่าครีอะตินีน จะใช้สำหรับการปรับความเข้มข้นของโลหะที่ตรวจวิเคราะห์ เนื่องจากโลหะที่ตรวจวิเคราะห์อาจได้รับผลกระทบจากความเข้มข้นหรือความเจือจางของปัสสาวะ (ผู้ที่ดื่มน้ำน้อยจะมีปัสสาวะที่เข้มข้น ผู้ที่ดื่มน้ำมากจะมีปัสสาวะเจือจาง) จึงจำเป็นต้องนำค่าครีอะตินีนมาใช้ในการคำนวณร่วมด้วยในการรายงานผลวิเคราะห์ที่มีหน่วยต่อครีอะตินีน เช่น μg/g Creatinine เป็นต้น

ตัวอย่างปัสสาวะที่เหมาะสมสำหรับนำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมี/โลหะ ที่องค์การอนามัยโลกแนะนำควรมีค่าครีอะตินีนในปัสสาวะ > 0.3 g/L และ < 3.0 g/L

หัวข้อ	รายละเอียด
ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่แนะนำ	ปัสสาวะครั้งเดียว (spot urine)
ช่วงเวลาการเก็บ	ทุกช่วงเวลา (ครั้งเดียว)
ข้อปฏิบัติก่อนเก็บตัวอย่าง (สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)	กรณีเก็บปัสสาวะไม่ได้ตามปริมาณที่กำหนด ไม่ควรดื่มน้ำ ควรนั่งรอจนกว่าจะปวดปัสสาวะอีกครั้ง
วิธีปฏิบัติในการเก็บตัวอย่าง (ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2559)	**การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ** 1. เก็บตัวอย่างปัสสาวะด้วยหลอดพลาสติก/กระปุกพลาสติกที่มีฝาปิดสนิท เก็บตัวอย่างปัสสาวะปริมาณ 15 - 20 มิลลิลิตรแล้วพันด้วย Parafilm ระหว่างฝากับภาชนะบรรจุ กรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ตามปริมาณที่กำหนด ให้ปรึกษากับทางห้องปฏิบัติการก่อนเก็บตัวอย่าง (หากต้องการวิเคราะห์หลายพารามิเตอร์ ให้เก็บตัวอย่างปัสสาวะตามจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์) 2. ติดฉลากลงบนหลอดให้ชัดเจน ระบุหมายเลขตัวอย่าง ชื่อ - สกุล ผู้ถูกตรวจ และกรอกรายละเอียดตัวอย่าง ลงในใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ 3. อธิบายการเก็บตัวอย่างให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ (เช่น ให้ปัสสาวะช่วงแรกทิ้ง และเก็บช่วงกลาง ๆ ประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร ไม่เก็บปัสสาวะช่วงท้าย กรณีมีประจำเดือนงดการเก็บตัวอย่าง) 4. ตรวจสอบรายชื่อและความถูกต้องของตัวอย่าง ก่อนนำจัดเรียงตัวอย่างลง Rack/กล่อง/ถุง ตามลำดับหมายเลขตัวอย่างอย่าให้เอนหรือล้ม จัดให้เป็นระเบียบเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ 5. นำส่งตัวอย่างโดยบรรจุลงในถัง หรือกระติก หรือกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง หรือ Cool pack เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง

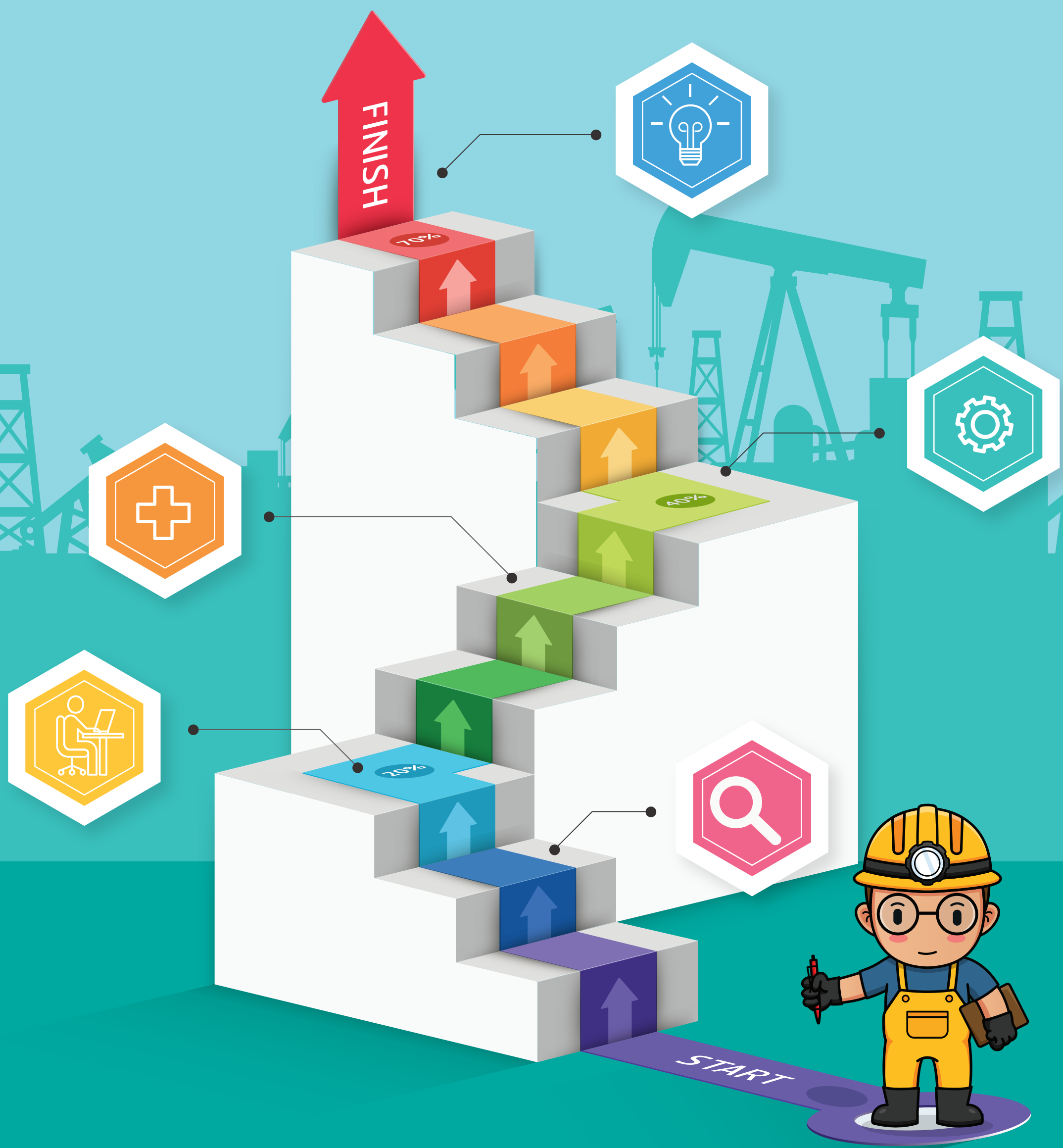
ครีอะตินีน (Creatinine) (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง	หากไม่สามารถส่งตัวอย่างได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 2 - 8 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาตัวอย่างได้ประมาณ 1 สัปดาห์ หากต้องการเก็บรักษาตัวอย่างนานกว่านั้นให้แช่แข็ง (อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส) ซึ่งมีวิธีการขนส่งตัวอย่าง ดังนี้ 1. รองพื้นด้วยน้ำแข็งหรือ Cool pack ด้านล่างภายในลังน้ำแข็งวางตัวอย่างที่ใส่ถุงปิดมิดชิดลงไป 2. ใส่น้ำแข็งหรือ Cool pack รอบๆ ทั้งสี่ด้าน และด้านบน ปิดฝาให้เรียบร้อย แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที
เทคนิคการตรวจวิเคราะห์	Enzymatic หรือ Alkaline picrate kinetic โดยเครื่อง Clinical Chemistry Analyzers
ค่าอ้างอิง	ตัวอย่างปัสสาวะที่เหมาะสมสำหรับนำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมี/โลหะ ที่องค์การอนามัยโลกแนะนำควรมีค่าครีอะตินีนในปัสสาวะ > 0.3 g/L และ < 3.0 g/L[36]
ข้อมูลเพิ่มตามวิชาการ	ปัจจัยรบกวนต่อการวิเคราะห์ (Confounding factor) คือ ยาที่มีผลต่อการขจัดครีอะตินีนทางท่อไต (Tubular Creatinine Excretion) ได้แก่ Cimetidine และ Trimethoprim ซึ่งมีผลทำให้ครีอะตินีนในปัสสาวะ (Urine Creatinine) น้อยลง

[36] มหาวิทยาลัยมหิดล. คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล. ศูนย์พิษวิทยาศิริราช. ห้องปฏิบัติการพิษวิทยาคลินิก. คู่มือห้องปฏิบัติการพิษวิทยาคลินิก: Creatinine clearance [อินเทอร์เน็ต]. 2564 [เข้าถึงเมื่อ 24 กันยายน 2564]. เข้าถึงได้จาก: https://www.si.mahidol.ac.th/th/manual/Document/a15/Creatinine%20clearance.htm

ภาคผนวก 1

ตารางสรุปค่าอ้างอิง
สำหรับการเฝ้าระวังสุขภาพแต่ละพารามิเตอร์



ภาคผนวก 1 ตารางสรุปค่าอ้างอิงสำหรับการเฝ้าระวังสุขภาพแต่ละพารามิเตอร์

พารามิเตอร์	ค่าอ้างอิง
1. สารหนู (Arsenic: As)	สำหรับประชาชนทั่วไป **สารหนูรวม** • ปริมาณสารหนูรวม (Total Arsenic) ในปัสสาวะ <100 μg/L • ปริมาณสารหนูรวม (Total Arsenic) ในปัสสาวะ < 29.9 μg/g Creatinine **สารหนูอนินทรีย์และสารแปรรูป** • ปริมาณสารหนูอนินทรีย์และสารแปรรูป ในปัสสาวะ < 10 μg/g Creatinine • ปริมาณสารหนูอนินทรีย์และสารแปรรูป ในปัสสาวะ ≤ 35 μg/L

พารามิเตอร์	ค่าอ้างอิง
2. แคดเมียม (Cadmium: Cd)	สำหรับประชาชนทั่วไป • ปริมาณแคดเมียมในปัสสาวะ (อายุ ≥ 6ปี) คือ 0.193 μg/g creatinine (0.185 μg /L) • ปริมาณแคดเมียมในปัสสาวะทั้งในผู้สูบบุหรี่และไม่สูบบุหรี่ ≤ 1 μg/L • ปริมาณแคดเมียมในปัสสาวะเด็กและผู้ใหญ่อายุน้อยกว่า 25 ปี ≤ 1 μg/g Creatinine • ปริมาณแคดเมียมในปัสสาวะในผู้ใหญ่อายุมากกว่า 25 ปีขึ้นไป ≤ 2 μg/g Creatinine

พารามิเตอร์	ค่าอ้างอิง
3. ตะกั่ว (Lead: Pb)	สำหรับประชาชนทั่วไป • ปริมาณตะกั่วในเลือดสำหรับเด็ก 1-5 ปี 0.76 μg/dL • ปริมาณตะกั่วในเลือดสำหรับเด็ก ≤ 3.5 μg/dL • ปริมาณตะกั่วในเลือดเด็กอายุน้อยกว่า 5 ปี ≤ 5 μg/dL • ปริมาณตะกั่วในเลือดสำหรับผู้ใหญ่ > 20 ปี 0.92 μg/dL • ปริมาณตะกั่วในเลือดเด็กอายุมากกว่า 5 ปี และผู้ใหญ่ ≤ 10 μg/dL

พารามิเตอร์	ค่าอ้างอิง
4. โครเมียม (Chromium: Cr)	สำหรับประชาชนทั่วไป • ปริมาณโครเมียมโดยเฉลี่ยในปัสสาวะคือ 0.22 µg/L • ปริมาณโครเมียมในปัสสาวะ ≤ 2.0 µg/L • ปริมาณโครเมียมในปัสสาวะ ≤ 10 µg/g creatinine

พารามิเตอร์	ค่าอ้างอิง
5. ทองแดง (Copper: Cu)	สำหรับประชาชนทั่วไป ค่าระดับปกติของปริมาณสารทองแดง (Cu) ในซีรัม • เด็ก 60 เดือน 0.02 - 0.07 mg/dl • เด็ก 6 ปี 0.09 - 0.19 mg/dl • เด็ก 12 ปี 0.08 - 0.16 mg/dl • เด็กอายุ 0 - 2 เดือน: 0.40 - 1.40 mcg/mL • เด็กอายุ 3 - 6 เดือน: 0.40 - 1.60 mcg/mL • เด็กอายุ 7 - 9 เดือน: 0.40 - 1.70 mcg/mL • เด็กอายุ 10 - 12 เดือน : 0.80 - 1.70 mcg/mL • เด็กอายุ 13 เดือน - 10 ปี: 0.80 - 1.80 mcg/mL • ผู้ที่มีอายุ 11ปี ขึ้นไป: 0.75 - 1.45 mcg/mL • ผู้ใหญ่ (ชาย) 0.07 - 0.14 mg/dl • ผู้ใหญ่ (หญิง) 0.08 - 0.15 mg/dl • ผู้ใหญ่ 0.8 - 1.6 mg/L ปริมาณสารทองแดง (Cu) ในปัสสาวะ • ผู้ใหญ่ไม่ควรเกิน 50 µg/day

พารามิเตอร์	ค่าอ้างอิง
6. ปรอท (Mercury: Hg)	สำหรับประชาชนทั่วไป • ค่าระดับปกติในปัสสาวะ 0.1 - 0.9 µg/L • ปริมาณปรอทในปัสสาวะ ไม่ควรเกิน 5 µg/L • ปริมาณปรอทในปัสสาวะ ไม่ควรเกิน 20 µg/g creatinine

พารามิเตอร์	ค่าอ้างอิง
7. นิกเกิล (Nickel: Ni)	สำหรับประชาชนทั่วไป • ค่าปกติสำหรับผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพดี คือ 0.2 g/L ในซีรัมและ 1 - 3 μg/L ในปัสสาวะ

พารามิเตอร์	ค่าอ้างอิง
8. สังกะสี (Zinc: Zn)	สำหรับประชาชนทั่วไป ระดับสังกะสีในผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพแข็งแรง • ปริมาณในปัสสาวะ 0.5 mg/g Creatinine • ค่าปริมาณปกติในซีรัม 0.05 - 0.17 mg/dl • ค่าปริมาณวิกฤติในซีรัม มากกว่า 0.60 mg/dl • ปริมาณสังกะสีในซีรัม ❖ เด็กอายุไม่เกิน 10 ปี อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.20 μg/mL ❖ ผู้มีอายุมากกว่า 10 ปี ขึ้นไป อยู่ระหว่าง 0.66 - 1.10 μg/mL ปริมาณสังกะสีในปัสสาวะ • ผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 18 ปี อยู่ระหว่าง 109 - 1,476 μg/24 hours

พารามิเตอร์	ค่าอ้างอิง
9. แมงกานีส (Manganese: Mn)	สำหรับประชาชนทั่วไป • ความเข้มข้นเฉลี่ยของแมงกานีสในปัสสาวะในผู้ที่มีอายุ 6 - 88 ปี เท่ากับ 1.19 μg/L • ค่าระดับปกติในเลือด 0.03 - 1.00 μg/dL • ปริมาณแมงกานีสในเลือดอยู่ระหว่าง 4 - 15 μg/L

พารามิเตอร์	ค่าอ้างอิง
10. ซีลีเนียม (Selenium: Se)	**สำหรับประชาชนทั่วไป** • ปริมาณซีลิเนียมในซีรัม 0.125 mg/L • ปริมาณซีลิเนียมในซีรัม ในเด็กอยู่ระหว่าง 35 - 115 µg/L • ปริมาณซีลิเนียมในซีรัม ผู้ที่มีอายุมากกว่า 1 ปี ขึ้นไป อยู่ระหว่าง 70 - 150 ng/mL • ปริมาณซีลิเนียมในซีรัม ในผู้ใหญ่อยู่ระหว่าง 70 - 130 µg/L

พารามิเตอร์	ค่าอ้างอิง
11. ไซยาไนด์ (Cyanide: CN)	**สำหรับประชาชนทั่วไป** • ปริมาณไซยาไนด์ในพลาสมามีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 14 µg/dL • ปริมาณไซยาไนด์ในเลือด ≤ 1 mg/L

พารามิเตอร์	ค่าอ้างอิง
12. ไธโอไซยาเนต (Thiocynate: SCN)	**สำหรับประชาชนทั่วไป** • ผู้ที่สูบบุหรี่นิวซีแลนด์ Non Exposed หรือ General Population 3 - 17 mg/l • ผู้ที่ไม่สูบบุหรี่นิวซีแลนด์ Non Exposed หรือ General Population 1 - 4 mg/l • ปริมาณไธโอไซยาเนตในปัสสาวะของผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป อยู่ระหว่าง 1366 - 1530 ng/ml

พารามิเตอร์	ค่าอ้างอิง
13. ครีอะตินีน (Creatinine)	ตัวอย่างปัสสาวะที่เหมาะสมสำหรับนำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมี/โลหะ ที่องค์การอนามัยโลกแนะนำควรมีค่าครีอะตินีนในปัสสาวะ > 0.3 g/L และ < 3.0 g/L

ภาคผนวก 2

ตัวอย่างห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วม แผนทดสอบความชำนาญการวิเคราะห์โลหะหนักในเลือด (ตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส) ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

ภาคผนวก 2

ตัวอย่างห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมแผนทดสอบความชำนาญการวิเคราะห์โลหะหนักในเลือด (ตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส) ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

ที่	หน่วยงาน	จังหวัด
1.	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 2 พิษณุโลก	พิษณุโลก
2.	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 3 นครสวรรค์	นครสวรรค์
3.	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 5 สมุทรสงคราม	สมุทรสงคราม
4.	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 6 ชลบุรี	ชลบุรี
5.	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 7 ขอนแก่น	ขอนแก่น
6.	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 9 นครราชสีมา	นครราชสีมา
7.	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 11 สุราษฎร์ธานี	สุราษฎร์ธานี
8.	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 12/1 ตรัง	ตรัง
9.	ศูนย์พิษวิทยา สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข	นนทบุรี
10.	ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค	นนทบุรี
11.	ศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จังหวัดระยอง กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค	ระยอง
12	ศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสมุทรปราการ	สมุทรปราการ
13	สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น	ขอนแก่น
14	สถาบันพยาธิวิทยา ศูนย์อำนวยการแพทย์ โรงพยาบาลพระมงกุฎ	กรุงเทพมหานคร
15	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ทหาร	กรุงเทพมหานคร
16	ห้องปฏิบัติการพิษวิทยา ภาควิชาพยาธิวิทยา โรงพยาบาลรามาธิบดี	กรุงเทพมหานคร
17	ห้องปฏิบัติการพิษวิทยาคลินิก ศูนย์พิษวิทยา โรงพยาบาลศิริราช	กรุงเทพมหานคร
18	กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลพหลพลพยุหเสนา	กาญจนบุรี
19	โรงพยาบาลพญาไท ศรีราชา	ชลบุรี
20	คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล	กรุงเทพมหานคร
21	คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ขอนแก่น

ที่	หน่วยงาน	จังหวัด
22	ห้องปฏิบัติการพิษวิทยา คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล	กรุงเทพมหานคร
23	โรงพยาบาลจุฬารัตน์ 9 แอร์พอร์ต	สมุทรปราการ
24	โรงพยาบาล บีเอ็มซี พลัส	ชลบุรี
25	โรงพยาบาลบางประกอก 9 อินเตอร์เนชั่นแนล	กรุงเทพมหานคร
26	บริษัท กรุงเทพอาร์ไอเอ แล็บ จำกัด	กรุงเทพมหานคร
27	บริษัท สเปเชียลแล็บเซ็นเตอร์ จำกัด	กรุงเทพมหานคร
28	บริษัท แอคคิวฟาส แล็บ เซ็นเตอร์	กรุงเทพมหานคร
29	ห้องปฏิบัติการ โปรแล็บสหคลินิก (บริษัท โปรเฟสชั่นแนล ลาโบราทอรี่ แมเนจเม้นท์ คอร์ป จำกัด)	กรุงเทพมหานคร
30	ห้องปฏิบัติการ เมดิกา ลาบอราทอรี่ส์ (คลินิกเทคนิคการแพทย์)	กรุงเทพมหานคร
31	บริษัท ศูนย์แพทย์อาชีวเวชศาสตร์กรุงเทพ จำกัด	กรุงเทพมหานคร
32	บริษัท ไบโอโมเลกุลลาร์ แลบบอราทอรีส์ (ประเทศไทย) จำกัด	กรุงเทพมหานคร
33	บริษัท เมดิคอล ไลน์ แล็บ	กรุงเทพมหานคร
34	บริษัท กรุงเทพ พยาธิ - แลป จำกัด	กรุงเทพมหานคร

หมายเหตุ

รายชื่อห้องปฏิบัติการในตารางนี้ เป็นเพียงฐานข้อมูลของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ทั้งนี้ สามารถค้นหารายชื่อห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่ผ่านมาตรฐานตามรายละเอียดในบทที่ 2 ได้จากเว็บไซต์หน่วยงานสำนักมาตรฐานทางห้องปฏิบัติการ (สมป.) กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ หรือสอบถามทางห้องปฏิบัติการโดยตรง

ภาคผนวก 3

ตัวอย่างแบบสอบถาม เพื่อการเฝ้าระวังสุขภาพประชาชนที่อาศัย ในพื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำ

ภาคผนวก 3 ตัวอย่างแบบสอบถามเพื่อการเฝ้าระวังสุขภาพประชาชนที่อาศัยในพื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำ

คำชี้แจง: จงเติมคำลงในช่องว่าง และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในคำตอบที่ถูกต้องและเป็นข้อเท็จจริงมากที่สุด เอกสารซักประวัติฉบับนี้มี 2 ส่วน ได้แก่ **<u>ส่วนที่ 1</u>** ข้อมูลทั่วไป และ **<u>ส่วนที่ 2</u>** ข้อมูลการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงทางสุขภาพ

วันที่ .... เดือน .... พ.ศ. ....

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เลขประจำตัวประชาชน ☐ - ☐☐☐☐ - ☐☐☐☐☐ - ☐☐ - ☐
2. ชื่อ - นามสกุล: ....
3. อายุปัจจุบัน: .... ปี
4. ที่อยู่ปัจจุบัน: บ้านเลขที่ .... หมู่ที่ .... ชื่อหมู่บ้าน ....
   ตำบล .... อำเภอ .... จังหวัด ....
5. สถานภาพสมรส
   ☐ 1. โสด ☐ 2. สมรส
   ☐ 3. หม้าย ☐ 4. หย่าร้าง แยกกันอยู่
6. ระดับการศึกษา
   ☐ 1. ไม่ได้เรียน ☐ 2. ระดับประถมศึกษา
   ☐ 3. ระดับมัธยมศึกษา ☐ 4. ปวช./ปวส./ประกาศนียบัตร
   ☐ 5. ปริญญาตรีขึ้นไป
7. ระยะห่างจากบ้านถึงขอบเหมือง
   ☐ น้อยกว่า 10 กิโลเมตร ☐ มากกว่าหรือเท่ากับ 10 กิโลเมตร
8. ระยะเวลาที่อาศัยในพื้นที่ ระบุ .... ปี .... เดือน
9. **<u>ปัจจุบัน</u>**ท่านประกอบอาชีพหลักอะไร?
   ☐ 1. เกษตรกรรม ☐ 2. รับจ้างเหมืองทองคำ นาน .... ปี
   ☐ 3. รับจ้างและงานบริการทั่วไป ☐ 4. รับจ้างในโรงงานอุตสาหกรรมอื่น ๆ ระบุ ....
   ☐ 5. รับราชการและรัฐวิสาหกิจ ☐ 6. ค้าขาย หรือประกอบธุรกิจส่วนตัว ระบุ ....
   ☐ 7. อื่น ๆ ....
10. ปัจจุบันท่านมีโรคประจำตัวที่ต้องรับการรักษาหรือกินยาเป็นประจำหรือไม่
   ☐ 1. ไม่มี ☐ 2. มี ระบุชื่อโรค ....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงทางสุขภาพ

11. ท่านเคยมีประวัติทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่ไม่ใช่งานเหมืองแร่หรือไม่ พร้อมระบุระยะเวลาที่เคยทำ

☐ 1. ไม่เคยทำ

☐ 2. เคยทำ ระบุประเภทโรงงานอุตสาหกรรม .... ทำนาน .... ปี

ระบุประเภทเหมืองแร่ .... ทำนาน .... ปี

ระบุประเภทเหมืองแร่ .... ทำนาน .... ปี

12. ท่านเคยทำงานเหมืองแร่ต่าง ๆ หรือไม่พร้อมระบุระยะเวลาที่เคยทำ

☐ 1. ไม่เคยทำ

☐ 2. เคยทำ ระบุประเภทเหมืองแร่ .... ทำนาน .... ปี

ระบุประเภทเหมืองแร่ .... ทำนาน .... ปี

ระบุประเภทเหมืองแร่ .... ทำนาน .... ปี

13. ท่านเคยใช้สารกำจัดแมลง (ยาฆ่าแมลง) เพื่อการเกษตร ภายใน 7 วันที่ผ่านมาหรือไม่

☐ 1. ไม่เคย ☐ 2. เคย

14. ท่านเคยใช้สารกำจัดวัชพืช (ยาฆ่าหญ้า) เพื่อการเกษตร ภายใน 7 วันที่ผ่านมาหรือไม่

☐ 1. ไม่เคย ☐ 2. เคย

15. บ้านพักของท่านมีการใช้สารกำจัดแมลงที่ใช้ในบ้านเรือน ภายใน 7 วันที่ผ่านมาหรือไม่

☐ 1. ไม่เคย ☐ 2. เคย

16. ภายใน 6 เดือนที่ผ่านมา ท่านกินหรือใช้ยาสมุนไพรหรือยาพื้นบ้านอื่น ๆ รักษาโรค หรือไม่

☐ 1. ไม่เคย ☐ 2. นาน ๆ ครั้ง ☐ 3. 1 - 2 วัน/เดือน

☐ 4. 2 - 3 วัน/สัปดาห์ ☐ 5. ทุกวัน

โปรดระบุ ยาสมุนไพรที่ใช้เป็นประจำ ดังนี้

ชื่อยาสมุนไพร	รักษาโรค	วิธีกิน	กินมานาน (ปี)
1)	....	....	....
2)	....	....	....
3)			

17. ท่านดื่มสุราหรือไม่

☐ 1. ไม่ดื่ม ☐ 2. ดื่ม 1 - 2 ครั้ง/เดือน ☐ 3. ดื่ม 1 - 2 ครั้ง/สัปดาห์ ☐ 4. เกือบทุกวัน

18. ท่านสูบบุหรี่ หรือมีคนในครอบครัวสูบบุหรี่หรือไม่

☐ 1. ไม่สูบ ☐ 2. สูบ

19. ภายใน 24 ชั่วโมงที่ผ่านมา ท่านสูบบุหรี่ หรือไม่

☐ 1. ไม่สูบ ☐ 2. สูบ

20. รับประทานอาหารเหล่านี้ภายในระยะเวลา 3 วัน ก่อน มาเข้ารับตรวจครั้งนี้หรือไม่

1) หน่อไม้ ☐ 1. รับประทาน ☐ 2. ไม่ได้รับประทาน

2) ยอดมันสำปะหลัง ☐ 1. รับประทาน ☐ 2. ไม่ได้รับประทาน

21. รับประทานอาหารทะเลหรือผลิตภัณฑ์จากทะเล ภายในระยะเวลา 3 วัน ก่อน มาเข้ารับตรวจครั้งนี้หรือไม่

☐ 1. รับประทาน ☐ 2. ไม่ได้รับประทาน

22. ท่านดื่มน้ำจากแหล่งใด

☐ 1. น้ำบรรจุขวด/ถัง ☐ 2. น้ำประปาหมู่บ้าน ☐ 3. น้ำฝน

☐ 4. น้ำบาดาล/น้ำบ่อ/แหล่งน้ำธรรมชาติ

☐ 5. อื่น ๆ (ระบุ) ....

23. ท่านใช้น้ำในการหุงข้าว ล้างผัก ล้างจาน อาบน้ำ จากแหล่งใด

☐ 1. น้ำบรรจุขวด/ถัง ☐ 2. น้ำประปาหมู่บ้าน ☐ 3. น้ำฝน

☐ 4. น้ำบาดาล/น้ำบ่อ/แหล่งน้ำธรรมชาติ

☐ 5. อื่น ๆ (ระบุ) ....

24. ท่านปลูกข้าว/พืชผักกินเอง หรือไม่ ☐ 1. ไม่ใช่ ☐ 2. ใช่

ข้าว/พืชที่ปลูก ได้แก่ ....

พื้นที่ที่ใช้ปลูกอยู่ที่ไหน ☐ บริเวณรอบบ้าน ☐ ที่อื่น (ระบุ) ....

ใช้น้ำจากแหล่งใดในการรดน้ำพืชผักสวนครัวของท่าน ได้แก่ ....

ลงชื่อ .... ผู้สัมภาษณ์

(เขียนชื่อตัวบรรจง)

สังกัดหน่วยงาน ....

ตำแหน่ง ☐ แพทย์ ☐ พยาบาล ☐ นวก./จพ.สาธารณสุข

☐ อสม. ☐ อื่น ๆ ระบุ ....

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2563). รายงานสถานการณ์มลพิษประเทศไทย ปี 2562. เข้าถึงจาก http://www.pcd.go.th/ file/Thailand_Pollution_%20Report_2019_Thai.pdf

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กันยายน 2563 เข้าถึงจากhttp://www.dpim.go.th/ laws? catid=298

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ ระบบฐานข้อมูลใบอนุญาตประทานบัตร สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2563 เข้าถึงจาก http://www.dpim.go.th/webservices/con_report.php

กระทรวงสาธารณสุข. (2562). คู่มือการดำเนินงานด้านการแพทย์และสาธารณสุข กรณี ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ปี 2563 พิมพ์ครั้งที่ 1. เข้าถึงจาก http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/ downloads/do_manual_$PM_{2.5}$.pdf

กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค. (2561). รายงานความร่วมมือ 20 ปี เพื่อดูแลชาวคลิตี้. เข้าถึงจาก http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/media/manual/Draft_final_ report-Klity20year.pdf

คู่มือการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการภาควิชาทางคลินิก คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 2563

ศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จังหวัดระยอง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2558). ประกาศกรมควบคุมโรค เรื่อง ข้อแนะนำการเฝ้าระวังสุขภาพจากพิษสารเคมีกรณีดัชนีชี้วัดการได้รับ/สัมผัสทางชีวภาพสำหรับผู้ประกอบอาชีพที่สัมผัสสารเคมี สำหรับประเทศไทย *(Thai Biological Exposure Indices: Thai BEIs)* ฉบับที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัทโอ-วิทย์ ประเทศไทย จำกัด.

ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2559). คู่มือให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้านโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม (พิมพ์ครั้งที่ 2 ed.). นนทบุรี: ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2003). *Toxicological Profile for Selenium (Update).* Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2005a). *Toxicological Profile for Nickel.* Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2005b). *Toxicological Profile for Zinc.* Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2006). Toxicological Profile for Cyanide (Update). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2007). *Toxicological Profile for Arsenic.* Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2012a). *Toxicological Profile for cadmium.* Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2012b). *Toxicological Profile for Manganese.* Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2020). *Toxicological Profile for Lead.* Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2012. *Toxicological Profile for Chromium.* Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services.

ARUP Laboratories 500 Chipeta Way Salt Lake City, UT 84108: Arsenic, Urine with Reflex to Fractionated. [cited 2021 Jan 1]; Available from : https://ltd.aruplab.com Tests/Pub/0025000 Casarett, Doull, Klaassen, & Amdur, 2012

ARUP Laboratories 500 Chipeta Way Salt Lake City, UT 84108 : Chromium, urine. [cited 2020 Dec 31]; Available from : URL : https://ltd.aruplab.com/Tests/Pub/0025068

ARUP Laboratories 500 Chipeta Way Salt Lake City, UT 84108: Mercury, Urine. [cited 2020 Dec 31]; Available from: URL: https://ltd.aruplab.com/ Tests/Pub/0025050

George, P. P. M., King, R., Grant, S. J., Walmsley, T. A., & Moore, G. A. (2012). Handbook of Biological Monitoring for Health 3^{rd} Editions (Issue October). Canterbury Health Laboratory. Christchurch, New Zealand.

Inorganic arsenic + Methylated Metabolites (Mayo clinic laboratories Test ID: SPAS Arsenic Speciation, Random, Urine [cited 2020 Dec 31]; Available from : https://www.mayocliniclabs.com /test-catalog/ download-setup.php?format=pdf&unit_ code= 607691)

Marek J and Malgorzata T O. Biological Monitoring of Exposure: Trends and Key Developments. J Occup Health. 2005 ; 47: 27-9.

Mayo clinic laboratories Test Definition: CUS Copper, S [cited 2020 Dec 31]; Available from: https:// www.mayocliniclabs.com/test-catalog/download-setup.php? format=pdf&unit_code=8612

Mayo clinic laboratories Test Definition: SES Selenium, S [cited 2020 Dec 31]; Available from: https:// www.mayocliniclabs.com/ test-catalog/download- setup.php? format= pdf&unit_code=9765)

Mayo clinic laboratories Test ID: ZN_S Zinc, Serum [cited 2020 Dec 31]; Available from: https://www. mayocliniclabs.com/test-catalog/download-setup. php? format=pdf&unit_ code=8620

Mayo clinic laboratories Test ID: ZNU Zinc, 24 Hour, Urine [cited 2020 Dec 31]; Available from: https:// www.mayocliniclabs.com/test-catalog/download-setup. php? format=pdf&unit_ code=8591

Moffat AC, Osselton MD, Widdop B, editors. Clarke's Analysis of Drug and Poison. 4^{th} ed. Pharmaceutical Press;2011:p293.

Moffat AC , Osselton MD, Widdop B, editors. Clarke's Analysis of Drug and Poison. 4^{th} ed. Pharmaceutical Press; 2011 : p294.

Moffat AC, Osselton MD, Widdop B, editors. Clarke's Analysis of Drug and Poison. 4^{th} ed. Pharmaceutical Press; 2011: p297.

Moffat AC, Osselton MD, Widdop B, editors. Clarke's Analysis of Drug and Poison. 4th ed. Pharmaceutical Press; 2011: p298.

Moffat AC, Osselton MD, Widdop B, editors. Clarke's Analysis of Drug and Poison. 4th ed. Pharmaceutical Press; 2011: p300 - 301.

National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES, 2015 - 2016)

National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES, 2001 - 2002)

Public Health Statement for manganese. [Online]. 2008 [cited 2020 Dec 31]; Available from: https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/ tp151-c2.pdf

The Scottish Trace Element and Micronutrient Diagnostic and Research Laboratory by The National Services, Division of NHS Scotland [cited 2020 Dec 31]; Available from: https://trace-elements.co.uk/lead.asp

US Department of Health and Human Services/Centers for Disease Control and Prevention, 2021

กรมควบคุมโรค
Department of Disease Control

แนวปฏิบัติการเก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์ตัวอย่างทางชีวภาพ สำหรับเหมืองแร่



โดย
กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค
กระทรวงสาธารณสุข

Ebook and Download