บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาแบบแผนการบริโภคอาหารของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนสารแคดเมียมในสิ่งแวดล้อม ตำบลแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ได้อาศัยแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาใช้เป็นแนวทางในการศึกษา โดยแบ่งเป็นหัวข้อที่สำคัญได้ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไป และพิษวิทยาของสารแคดเมียม
   - 1.1 ลักษณะและคุณสมบัติ
   - 1.2 การปนเปื้อนแคดเมียมในสิ่งแวดล้อม
   - 1.3 ทางเข้าสู่ร่างกายของแคดเมียม
   - 1.4 ความเป็นพิษต่อร่างกาย
   - 1.5 ข้อเสนอแนะและกลไกทางกฎหมาย
2. ข้อมูลทั่วไป สภาพของปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก
   - 2.1 ปัญหาและผลกระทบจากกรณีการปนเปื้อนสารแคดเมียมในพื้นที่ตำบลแม่ตาว
3. แบบแผนการบริโภคอาหาร
   - 3.1 แบบแผนทางโภชนาการ
   - 3.2 รูปแบบของการบริโภค
   - 3.3 บริโภคนิสัย
   - 3.4 พฤติกรรมการบริโภคอาหาร
   - 3.5 แหล่งอาหารที่บริโภค
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - 4.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหาร
   - 4.2 การประเมินความเสี่ยงและผลกระทบทางสุขภาพ

ข้อมูลทั่วไปและพิษวิทยาของสารแคดเมียม

1. ลักษณะและคุณสมบัติ

แคดเมียมเป็นธาตุที่อยู่ในกลุ่ม II b ของตารางพีริออดิค (Periodic Table of Element) อะตอมมิคนัมเบอร์ (Atomic Number) เท่ากับ 48 มีน้ำหนักอะตอม (Atom Mass) เท่ากับ 112.4

มีความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) 8.7 จุดหลอมเหลว (Melting Point) 321 องศาเซลเซียส จุดเดือด (Boiling Point) 767 องศาเซลเซียส (กรมควบคุมมลพิษ, 2541) แคดเมียมเป็นแร่ธาตุที่มีอยู่ในธรรมชาติโดยจะพบได้บริเวณเปลือกผิวโลก แคดเมียมบริสุทธิ์เป็นโลหะหนัก มีสีขาว ฟ้าวาว มีลักษณะเนื้ออ่อน โดยปกติสารแคดเมียมจะไม่พบอยู่ในรูปสารบริสุทธิ์ในสิ่งแวดล้อม แต่จะพบอยู่ในรูปของสารประกอบร่วมกับสารอื่น เช่น ออกซิเจน (แคดเมียมออกไซด์) คลอรีน(แคดเมียมคลอไรด์) หรือซัลเฟอร์ (แคดเมียมซัลเฟต,แคดเมียมซัลไฟด์) โดยที่สารแคดเมียมส่วนใหญ่ที่พบในสิ่งแวดล้อมจะอยู่ในรูปของสารประกอบออกไซด์ ซัลไฟล์และคาร์บอเนต ในธาตุสังกะสี ตะกั่ว และทองแดง ในรูปของสารประกอบออกไซด์ ซัลไฟล์และคาร์บอเนต ในธาตุสังกะสี ตะกั่ว และทองแดง ในรูปของคลอไรด์ และซัลเฟต พบได้น้อยมาก (U.S. Department of Health and Human Service, 1999 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551) ฉะนั้นในการทำเหมืองสังกะสีจะได้แคดเมียมซึ่งเป็นผลพลอยได้ (by-product)

ในอุตสาหกรรม ได้มีการโลหะแคดเมียมมาใช้ในวัสดุแผ่นไฟฟ้าเป็นส่วนผสมของอัลลอยด์ ใช้ในการทำนิเกิลแคดเมียม แบตเตอรี่ เป็นสารคงตัวในโพลีไวนิลคลอไรด์ ใช้ทำสีในพลาสติกและแก้ว เป็นส่วนผสมของอมาลกัม (amalgam) ที่ใช้ในร้านทันตกรรม ผลิตภัณฑ์ที่มีแคดเมียมเป็นส่วนประกอบถ้าให้ความร้อนเกินจุดหลอมเหลว จะเกิดควันของแคดเมียม (Cadmuim fumes) (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

2. **ประโยชน์ของแคดเมียม**

เชมชิต ธนากิจชาญเจริญ, นงนาถ เมฆรังสิมันต์ และ สุรชัย ศิลามณีโชติ (2551) แคดเมียมถูกนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ และสินค้าอุปโภคดังนี้

2.1 ใช้ผสมกับโลหะอื่นเป็นโลหะผสมอัลลอยด์ (alloy) เพื่อเพิ่มความเหนียวและความทนทานต่อการกัดกร่อน เช่น

2.1.1 อัลลอยด์ของทองแดงที่มีแคดเมียม 1% (cadmium bronze) ใช้ในการผลิตเส้นลวดโทรเลขและโทรศัพท์

2.1.2 อัลลอยด์ของทองแดงและตะกั่ว ซึ่งมีแคดเมียมผสมอยู่ 20% ใช้ในการผลิตแบบพิมพ์(printing plates)

2.1.3 อัลลอยด์ของทองแดง แคดเมียม และเซอร์โคเนียม ใช้ในอุปกรณ์การสื่อสารต่าง ๆ ที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง ๆ ทั้งนี้เพราะโลหะผสมประเภทนี้จะมีความแข็งและมีแรงดึงได้สูงกว่าโลหะผสมของทองแดงกับแคดเมียม

2.1.4 แคดเมียมใช้ผสมกับโลหะอื่นในอุตสาหกรรมเพชรพลอย และเครื่องประดับอัญมณีต่าง ๆ โดยอาจผสมกับโลหะอื่นชนิดเดียว(ผสมทอง) ผสมกับโลหะอื่น 2 ชนิด (ทอง 75% เงิน 16.6%) ผสมกับโลหะอื่น 3 ชนิด(ทองแดง เงิน และทอง)

2.1.5 ใช้แคดเมียมที่มีความบริสุทธิ์สูง ๆ ในการผสมกับโลหะอื่น เพื่อให้มีคุณสมบัติกึ่งตัวนำ (semiconductor) เช่น cadmium arsenide, cadmium antimonide และ cadmium telluride

2.2 ใช้ในการชุบโลหะ โดยใช้แคดเมียมเคลือบบนแผ่นเหล็ก ทองแดง อะลูมิเนียม โดยการชุบด้วยไฟฟ้า โลหะที่ได้จากการชุบนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องบิน รถยนต์ อุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ วิทยุ เป็นต้น

2.3 ใช้เป็นเม็ดสีในอุตสาหกรรม สารประกอบแคดเมียมซัลไฟด์ และ แคดเมียมซัลโฟซีลไนด์ใช้ในการให้สีในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น สีอินาเมล เซรามิก ยาง แก้ว ผ้า เส้นใย หนัง หมึกพิมพ์และพลาสติก

2.4 ใช้ผลิตแบตเตอรี่ โดยใช้ร่วมกับโลหะนิกเกิลเป็น Cd – Ni battery ซึ่งนำมาใช้เป็นแบตเตอรี่ในเครื่องคิดเลข แฟลชถ่ายรูป เครื่องโกนหนวด นาฬิกาและวิทยุเล็ก ๆ เป็นต้น

2.5 ใช้ในกิจการอื่น ๆ เช่น

2.5.1 ใช้ผสมในสารฆ่าเชื้อรา ที่ใช้ในกิจการเกษตร

2.5.2 ใช้ในเตาปฏิกรณ์ปรมาณู เป็นตัวควบคุมอัตราการแตกตัวของนิวเคลียร์

2.5.3 ใช้ในการผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์

2.5.4 ใช้ในการถ่ายรูป เช่น Cd – Br, Cd – I

2.5.5 สารประกอบแคดเมียมบางชนิด ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวของพลาสติก เช่น cadmium stearate

2.5.6 ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องทนความร้อน เช่น ทำหม้อน้ำรถยนต์ อุปกรณ์ทำความเย็นต่าง ๆ ที่ต้องระบายความร้อนมาก ๆ

3. **การปนเปื้อนแคดเมียมในสิ่งแวดล้อม**

ได้มีการคาดการณ์ไว้ว่าแคดเมียมมีการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมประมาณ 25,000 ถึง 30,000 ตันต่อปี ครึ่งหนึ่งเกิดจากการสลายตัวตามธรรมชาติของหินในแม่น้ำและมหาสมุทร การเกิดไฟป่า หรือภูเขาไฟระเบิดจะมีการปลดปล่อยแคดเมียมในสิ่งแวดล้อมประมาณ 4,000 ถึง 13,000 ตันต่อปี กิจกรรมหลักในการปลดปล่อยแคดเมียมสู่สิ่งแวดล้อมคือการทำเหมืองแร่และเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นพลังงาน (U.S. Department of Health and Human

Service, 1999 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551) กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย กรมควบคุมมลพิษ ได้สรุปแหล่งที่แพร่กระจายสารแคดเมียมสู่สิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

3.1 จากอุตสาหกรรมตะกั่วและสังกะสี ได้แก่การทำเหมือง การหลอม และการถลุงอุตสาหกรรมแคดเมียม ซึ่งอุตสาหกรรมเหล่านี้จะปล่อยฝุ่น (Dust) ไอ (Fume) น้ำเสีย (Waste Water) กากตะกอน (Sludge) ที่มีแคดเมียมปนอยู่ออกมา

3.2 จากโรงงานชุบโลหะแคดเมียม ซึ่งของเสียจากโรงงานประเภทนี้จะมีแคดเมียมประมาณ 100-500 ppm และมีโลหะหนักอื่น ๆ รวมทั้งไซยาไนด์สารเคมีอื่น ๆ ผสมอยู่ด้วย

3.3 จาก Primary Iron and Steel Industry และ Secondary non-ferrous Metal Industry อุตสาหกรรมประเภทนี้จะปล่อยฝุ่น ไอ น้ำเสีย กากตะกอน ที่มีแคดเมียมปนอยู่ออกมา

3.4 จากการเผาของเสีย (Incineration) การเผาของเสียที่มีแคดเมียมประกอบอยู่ เช่น พลาสติก เม็ดสี โลหะเคลือบ เศษเหล็ก เป็นต้น จะปล่อยแคดเมียมออกมาในรูป Cadmium Aerosols เช่น Cadmium Oxide (CdO)

3.5 จากยางรถยนต์ที่สึกหรอ ยางรถยนต์จะมีแคดเมียมประกอบอยู่ประมาณ 20-90 ppm โดยเป็นสิ่งเจือปนใน Zinc Oxide ซึ่งเป็นสารรักษาความเร่ง

3.6 จากปุ๋ยฟอสเฟต ปุ๋ยฟอสเฟตมีแคดเมียมปนอยู่ เนื่องจากหินฟอสเฟตที่เป็นวัตถุดิบมีแคดเมียมประมาณ 2-170 ppm มีรายงานการศึกษาพบว่าการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตจะไม่เพิ่มปริมาณแคดเมียมในดิน เพราะ Cadmium Phosphate ละลายน้ำได้น้อย และส่วนที่ไม่ละลายพืชไม่สามารถดูดซึมได้ ดังนั้นแคดเมียมส่วนนี้จะสะสมอยู่ในดิน แต่ถ้ามีการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียร่วมด้วย แคดเมียมจะละลายได้มากขึ้นเนื่องจากแคดเมียมจะไปรวมตัวกับแอมโมเนียเป็นอิออนที่ละลายน้ำได้ คือ $Cd(NH_3)_2^{+2}$ และ $Cd(NH_3)_4^{+2}$

3.7 จากการใช้ถ่านหิน และ Heating Oil แคดเมียมเป็นธาตุปริมาณน้อยใน Fossil Fuels ดังนั้น เมื่อมีการใช้เชื้อเพลิงเหล่านี้ แคดเมียมจะถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมในรูปของไอและเถ้าปริมาณแคดเมียมในถ่านหินอยู่ในช่วง 0.25 – 5 ppm ถึงแม้จะไม่ทราบเปอร์เซ็นต์ที่แน่นอนของแคดเมียมที่ถูกปล่อยออกจากปล่อง หรือส่วนที่ถูกขจัดโดย Scrubber หรือส่วนที่ถูกทำให้ตกตะกอนก็ตาม แต่พบว่าในเถ้าจากถ่านหิน (Coal Ash) มีปริมาณแคดเมียมสูงถึง 150 ppm ส่วนความเข้มข้นของแคดเมียมโดยเฉลี่ยใน Heating Oil ประมาณ 0.3 ppm

3.8 จากการตะกอนของน้ำทิ้ง (Sewage sludge) กากตะกอนจากโรงงานกำจัดน้ำเสียมีปริมาณแคดเมียมค่อนข้างสูง ปริมาณแคดเมียมในกากตะกอนจากโรงงานกำจัดน้ำ

เสียจำนวน 56 แห่ง ในประเทศสวีเดน มีค่าเฉลี่ย 15.6 ppm และการใช้กากตะกอนเหล่านี้เพื่อเป็นปุ๋ยจะเป็นการเพิ่มปริมาณแคดเมียมในดิน ได้มีการคำนวณว่าจากการใช้ Sewage Sludge (ที่มีแคดเมียมประมาณ 20 ppm หรือมากกว่า) จำนวน 2-3 ตัน/ปี ใส่ลงในพื้นที่เพาะปลูกที่ยังไม่มีปัญหามลพิษ จะไปเพิ่มปริมาณแคดเมียมในดินเพาะปลูกนี้เป็น 1.2 – 6 ppm และพบว่าพืชบางชนิด เช่น ข้าว ข้าวสาลี สามารถดูดซึมแคดเมียมจากดินได้ดี

3.9 จากการสึกกร่อนของสังกะสี (Corrosion of Zinc) แคดเมียมเป็นสิ่งเจือปนในสังกะสี เมื่อโลหะหรือภาชนะที่ชุบสังกะสีเกิดการสึกกร่อนแคดเมียมก็จะแพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้

3.10 ยาสูบ (Tobacco) จากการสูบบุหรี่พบว่ามีแคดเมียมออกสู่บรรยากาศ 1.4 ไมโครกรัม/บุหรี่ 1 มวน

4. ทางเข้าสู่ร่างกายของแคดเมียม

รูปแบบของแคดเมียมและเส้นทางของการสัมผัสมีผลต่อการดูดซึมและการกระจายตัวของแคดเมียมในอวัยวะหลาย ๆ ส่วน โดยในภาพรวมแล้วแคดเมียมที่มีปะจุบวกจะมีผลต่ออวัยวะเป้าหมาย สำหรับการหายใจเอาสารประกอบแคดเมียมเข้าไปในร่างกาย ขนาดของอนุภาคแคดเมียม (เช่น ฟูม หรือ ละออง) มีผลต่อการดูดซึมและการกระจายตัวของแคดเมียม แคดเมียมออกไซด์เป็นรูปแบบที่มีผลต่อสุขภาพอย่างมากเนื่องจากเป็นรูปแบบที่พบมากในอากาศ สำหรับการสัมผัสโดยการกินพบว่าแคดเมียมคลอไรด์นั้นเป็นรูปที่สำคัญ เนื่องจากมีความสามารถในการละลายน้ำได้สูง (U.S.Department of Health and Human Service, 1999 อ้างอิงในสมคิด จูหว้า, 2551)

อาหารและการสูบบุหรี่ เป็นแหล่งสำคัญที่ประชาชนโดยทั่วไปจะได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกาย ระดับของแคดเมียมในอาหารเฉลี่ย 2 ถึง 40 ppb โดยจะพบในใบผักและในมันฝรั่งอยู่ในระดับที่สูง และ ในระดับต่ำในผลไม้และเครื่องดื่ม ปริมาณแคดเมียมในอากาศพบมาก (>40 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในเขตเมืองที่มีระดับมลพิษสูงจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ในระบบน้ำประปาพบน้อยกว่า 1 ppb ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานน้ำดื่ม (50 ppb) ในพื้นดินโดยปกติมีระดับแคดเมียมปริมาณ 250 ppb ในพื้นที่ที่มีขยะอันตรายจะพบปริมาณแคดเมียมในดินมากถึง 4 ppm และในน้ำเท่ากับ 6 ppm ค่าเฉลี่ยการได้รับการแคดเมียมจากอาหารประมาณ 30 ไมโครกรัม ในแต่ละวันแต่จะมีเพียง 1-3 ไมโครกรัมของแคดเมียมที่ร่างกายสามารถดูดซับและสะสมอยู่ในร่างกายได้ การได้รับแคดเมียมทางการสูบบุหรี่จะมีความเป็นอันตรายต่อสุขภาพสูงกว่าการที่ได้รับแคดเมียมในอาหาร ในคนที่สูบบุหรี่จะได้รับแคดเมียมเป็นสองเท่าของคนที่ไม่สูบบุหรี่ ในบุหรี่แต่ละมวนจะพบแคดเมียมอยู่ประมาณ 1 ถึง 2 ไมโครกรัม และพบว่าจะ

ได้รับแคดเมียม 40-60% จากควันบุหรี่ (U.S.Department of Health and Human Service, 1999 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551)

คนงานในโรงงานอุตสาหกรรมสามารถสัมผัสแคดเมียมในอากาศได้จากหลอมและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ หรือสัมผัสอากาศจากโรงงานที่มีแคดเมียมเป็นผลผลิต หรือโรงงานที่ใช้แคดเมียมในกระบวนการผลิตได้แก่ โรงงานผลิตแบตเตอรี่ โรงงานทอผ้า หรือ โรงงานพลาสติก (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

สิ่งสำคัญ คือ แคดเมียมมีความสามารถในการแทรกซึมเข้าสู่เซลล์ของสิ่งมีชีวิตและมีความเป็นพิษสูง (high bioavailability and high toxicity) เนื่องจากแคดเมียมมีวามสามารถในการจับกับ sulfhydryl groups และ enzymes ในเซลล์สูง และมีความสามารถสูงในการแย่งจับและแทนที่สารจำเป็นในร่างกาย เช่น สังกะสี (zinc) และทองแดง (copper) (Baes and Mester, 1976) พิษและการสะสมของสารแคดเมียมจะยิ่งมากขึ้นหากร่างกายมีภาวการณ์ขาดแคลเซียมและธาตุเหล็ก (Friberg, et al,1986) แคดเมียมมีความสามารถในการสะสมและคงอยู่ในร่างกายเป็นเวลานาน ซึ่งจะมีพิษต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ได้แก่ เม็ดเลือดแดง ไต ปอด และทำให้เกิดการผุกร่อนและผิดรูปร่างของกระดูกที่เรียกว่า โรคอิไต-อิไต (Itai- Itai) ที่เคยเกิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่นในปี พ.ศ. 2463 โดยเกิดการระบาดของโรค ตามริมฝั่งของแม่น้ำจินต์ซู จากการทำเหมืองและถลุงโลหะของบริษัทมิตซุย ที่ผลิตโลหะทองแดง ตะกั่วและสังกะสี โดยได้นำกากโลหะจากโรงงานมาทิ้งลงแม่น้ำเป็นเวลานาน จนชาวบ้านที่อาศัยในแถบนั้นเกิดอาการปวดกระดูกตามน่อง ซี่โครงและสันหลัง ซึ่งส่วนมากเป็นเพศหญิง โดยเฉพาะหญิงที่มีบุตรหลายคนและวัยหมดประจำเดือน ทำให้มีคนเสียชีวิต 100 กว่าราย และมากกว่า 180 ราย มีอาการถึงปัจจุบัน โดยมีสาเหตุมาจากแคดเมียมเป็นพิษ ซึ่งต่อมามีการค้นพบว่าสาเหตุมาจากการบริโภคข้าวที่ปนเปื้อนสารแคดเมียมเป็นเวลานาน 30 ปีขึ้นไป

ภาพ 1 แสดงภาพผู้ป่วยโรคอิไต-อิไต

อาการและอาการแสดงของโรคอิไต-อิไต ได้แก่ ปวดสะโพก (Hip pain), ปวดแขน ขา (extremity pain), มีวงแหวนแคดเมียม (yellow ring), ปวดกระดูก (Bone pain), ปวดข้อ (joint pain), มีความผิดปกติที่กระดูก สันหลัง ทำให้มีลักษณะเตี้ย หลังค่อม อาการระยะสุดท้าย ได้แก่ เบื่ออาหาร น้ำหนักลด มีความผิดปกติของ เมตาบอลิซึม โดยส่วนใหญ่ เสียชีวิตจากภาวะไตวาย และ และการเสียสมดุลของเกลือแร่ (Electrolyte Imbalance) ซึ่งพบมากในอดีตในประเทศญี่ปุ่น (Fergusson, 1982) The International Agency for Research on Cancer (IARC) จัดให้สารแคดเมียมเป็นสารก่อมะเร็งประเภท A2 คือเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งที่ตับในมนุษย์ทั้งนี้สรุปจากการศึกษาในสัตว์ทดลอง (IARC, 1994 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551) ไตและระบบปัสสาวะอาจถูกทำลายหากกินอาหารที่มีการปนเปื้อนสารแคดเมียม 140-260 ไมโครกรัมต่อวัน เป็นเวลา 50 ปี (WHO, 1992 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551) เนื้อสัตว์ เนื้อปลา ตับ และไตของสัตว์มีแคดเมียมสะสมเฉลี่ยประมาณ 50 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม สัตว์น้ำประเภทหอยเป็นแหล่งสะสมหลักของสารแคดเมียมในอาหารซึ่งอาจมีการสะสมถึง 100 ถึง 1,000 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (Lee and Kittrick, 1984 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551)

ปริมาณการรับสารแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายโดยเฉลี่ยในคนปกติระดับสารแคดเมียมในเลือด โดยเฉลี่ยประมาณ 1 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร (Goyer,1996 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551) ค่ามาตรฐานสารแคดเมียมในน้ำผิวดินที่เชื่อว่าจะไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำที่สัมผัสเป็นระยะเวลาสั้น หรือเฉียบพลัน (Criterion maximum concentration) เท่ากับ 4.3 ไมโครกรัมต่อลิตร และค่ามาตรฐานแคดเมียมในน้ำผิวดินที่เชื่อว่าจะไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำที่สัมผัสเป็นระยะเวลายาวนานหรือเรื้อรัง (Criterion continuous concentration) เท่ากับ 2.2 ไมโครกรัมต่อลิตร (US.EPA, 1999 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551)

5. **ความเป็นพิษต่อร่างกาย**

5.1 ความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน (Acute Effects)

5.1.1 ความเป็นพิษต่อระบบทางเดินอาหาร (Effect on The Gastro-intestinal Tract) ระบบทางเดินอาหารจะเป็นระบบแรกในร่างกายที่จะได้รับเมื่อพิษเมื่อร่างกายได้รับแคดเมียมโดยการกิน ซึ่งส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการกินอาหารหรือเครื่องดื่มที่มี แคดเมียมปนเปื้อน เนื่องจากอาหารหรือเครื่องดื่มดังกล่าวบรรจุในภาชนะที่เคลือบด้วยแคดเมียม อาการที่ปรากฏเริ่มแรกคือ รู้สึกคลื่นเหียนอย่างรุนแรง ตามด้วยการอาเจียน ท้องร่วง เป็นตะคริว และน้ำลายฟูมปาก ในรายที่เป็นมากจะมีอาการอย่างอื่นตามมาใน 2 ลักษณะ คือ อาจจะเกิดอาการช็อกเนื่องจากร่างกายสูญเสียน้ำมาก และอาจทำให้ตายได้ภายใน 24 ชั่วโมง หรืออีกลักษณะหนึ่งคือ ระบบการทำงานของไตล้มเหลวและอาจถึงตายได้ภายใน 7 หรือ 14 วัน นอกจากนี้อาจจะมีผลไปทำลายตับด้วย (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

ตาราง 1 ความเป็นพิษแบบเฉียบพลันของแคดเมียมที่มีต่อมนุษย์โดยการกิน

ปริมาณแคดเมียม (mg)	อาการที่เกิดขึ้น
3 – 90	เกิดอาการอาเจียน แต่ไม่มีผลทำให้ถึงตาย
15	เกิดการอาเจียน
10 – 326	เกิดอาการความเป็นพิษอย่างรุนแรงแต่ไม่ถึงตาย
350 – 3,500	ปริมาณที่อาจจะทำให้ถึงตายได้
1,530 – 8,900	ปริมาณที่ทำให้ตายได้

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2541). แคดเมียม หน้า 47

หมายเหตุ โดยสรุปอย่างคร่าว ๆ ปริมาณที่ไม่มีผลต่อร่างกายแบบเฉียบพลันเมื่อกินไปครั้งเดียว คือ น้อยกว่า 3 มิลลิกรัม

5.1.2 ความเป็นพิษต่อระบบหายใจ (Effect on TheRespiratory System) ความเป็นพิษที่เกิดขึ้นในระบบหายใจ เนื่องจากการสูดหายใจไอของ แคดเมียม ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากกิจการอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการเชื่อมโลหะด้วยความร้อนสูง แต่โดยทั่วไปในขณะที่สูดหายใจจะไม่ปรากฏอาการหรือมีอาการเพียงเล็กน้อย และฟูมที่เกิดจากการใช้กระแสไฟฟ้าจะมีความเป็นพิษเป็นสองเท่าของฟูมที่เกิดจากความร้อน

อาการโดยรวมจะปรากฏหลังจากสูดหายใจเข้าไปแล้ว 2-3 ชั่วโมง คือ จะเกิดอาการระคายเคืองที่หลอดลมและปอด ไอ ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย หนาวสั่น มีไข้ เจ็บหน้าอก นอกจากนี้อาจมีอาการอย่างอื่นร่วมด้วย เช่น คลื่นเหียน อาเจียน และ ท้องร่วง (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

ตาราง 2 ความเข้มข้นของแคดเมียมที่ทำให้เกิดพิษเฉียบพลันต่อสัตว์ทดลองโดยการหายใจ

สารประกอบแคดเมียม	ชนิดของสัตว์ทดลอง	LC_{50} (mg/m^3)
Cadmium Oxide	rat	500-1,300 (1 minutes)
	mouse	700 (10 minutes)
	mouse	250 (10 minutes)
Cadmium Oxide	Dog	4,000 (10 minutes)
Cadmium Stearate	Rabbit	2,500 (10 minutes)
Cadmium Chloride	Guinea-pig	3,500 (10 minutes)
	Monkeys	1,500 (10 minutes)
	Rat	130 (2 hours)
	dog	LC_{90} = 8 (30 minutes)

ที่มา: CEC (1978 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551). Criteria (Dose/Effect Relationships) for Cadmium. P.71

ตาราง 3 ปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมที่ทำให้มนุษย์ถึงแก่ชีวิต

ปริมาณความเข้มข้น (mg/m^3)	ระยะเวลาสูดลมหายใจ	ผู้ศึกษาวิจัย
5	8 hours	Friberg et al. (1974)
140 – 290	10 min	American Industrial Hygiene Association (1944)
2,600	1 min	Barrett (1947)
2,500 – 2,900	1 min	Barrett (1947)

ที่มา: CEC (1978 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551). Criteria (Dose/Effect Relationships) for Cadmium. P.71 – 72

จากการศึกษาคนงานที่สัมผัสไอของแคดเมียม หรือ ฝุ่นในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานหลอมโลหะ โรงงานผลิตแบตเตอร์รี่ โรงงานบัดกรีโลหะ และโรงงานผลิตสี ผลเสียต่อสุขภาพจากการสัมผัสแคดเมียมโดยการหายใจได้มีหลักฐานบันทึกเป็นครั้งแรกในคนงานที่ปฏิบัติงานในโรงงานผลิตแบตเตอร์รี่ (Friberg, 1950 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551) คนงานสัมผัสสาร แคดเมียมจากการทำงาน โดยการหายใจเอาไอและฝุ่นของแคดเมียมเข้าไป รูปพื้นฐานของแคดเมียมในการสัมผัสในขณะทำงานจะอยู่ในรูปของแคดเมียมออกไซด์ ได้มีการศึกษาในห้องทดลองในสัตว์โดยให้ได้รับแคดเมียมออกไซด์ แคดเมียมคลอไรด์ แคดเมียมซัลไฟด์ และแคดเมียมซัลเฟต ซึ่งโดยปกติแล้วรูปแบบที่แตกต่างกันของแคดเมียมจะมีผลของความเป็นพิษเหมือน ๆ กันเมื่อได้รับทางการหายใจ (U.S. Department of Health and Human Service, 1999 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551)

มีการศึกษาจำนวนมากที่แสดงให้เห็นว่าการได้สัมผัสสารแคดเมียมโดยการหายใจในปริมาณสูง ๆ นั้น จะเป็นในลักษณะเฉียบพลัน ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้คนและสัตว์ตายได้ การสัมผัสแคดเมียมจากการหายใจส่วนใหญ่เป็นการสัมผัสในระหว่างการปฏิบัติหน้าที่หรือเกิดจากอุบัติเหตุจากการทำงาน ซึ่งจะพบอาการผิดปกติไม่รุนแรงนักในระหว่างการสัมผัส แต่หลังจากสัมผัสประมาณ 2 – 3 วัน จะพบอาการปวดบวมน้ำอย่างรุนแรง และจะพัฒนากลายเป็นปอดอักเสบจากสารเคมี ระบบการหายใจล้มเหลวและเป็นสาเหตุทำให้ผู้ที่สัมผัสแคดเมียมตายได้ (Seidal, et al., 1993) การหายใจเอาแคดเมียมออกไซด์เข้มข้นเป็นเหตุทำให้สัตว์ทดลอง ได้แก่

หนู กระต่าย สุนัข และ ลิง ตายได้ อัตราการตายแสดงให้เห็นเด่นชัดเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะเวลาในการได้รับและความเข้มข้นของแคดเมียมที่หายใจเข้าไป ในการหายใจเอาแคดเมียมที่มีความเข้มข้นน้อย ๆ แต่รับเข้าไปในระยะเวลานานเป็นสาเหตุให้หนูตายได้ โดยที่ฝุ่นของแคดเมียมออกไซด์มีผลทำให้หนูเพศเมียตายทั้งหมดจากการสัมผัสแคดเมียมในปริมาณ 1 มิลลิกรัมแคดเมียมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 20 สัปดาห์ (Barrett, et al., 1947 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551)

5.1.3 ความเป็นพิษต่อระบบอื่น ๆ (Effect on Other System)

จากการทดลองในสัตว์พบว่า แคดเมียมมีความเป็นพิษต่อระบบอื่น ๆ เช่น ไต ตับ อัณฑะ ตับอ่อน ระบบประสาท ระบบที่เกี่ยวกับการสร้างเม็ดโลหิต และ ระบบเส้นเลือด หัวใจ สำหรับความเป็นพิษต่อระบบอื่น ๆ ในคนยังไม่เด่นชัดเนื่องจากการศึกษาตรวจสอบได้ยาก (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

5.2 ความเป็นพิษแบบเรื้อรัง (Long Term Effects)

ความเป็นพิษแบบเรื้อรังที่มีต่อมนุษย์หลังจากที่ร่างกายได้รับแคดเมียมในปริมาณปานกลางเข้าไปนานติดต่อกัน ความเป็นพิษมักจะไปปรากฏที่ปอดและไต เป็นส่วนใหญ่ ส่วนในระบบอื่น ๆ ก็มีปรากฏอาการเช่นเดียวกัน เช่น ที่กระดูก เม็ดโลหิต ส่วนในสัตว์ทดลองจะพบอาการของความดันโลหิตสูง (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

5.2.1 ความเป็นพิษต่อปอด (Effect on The Lung)

ในคนงานที่ต้องหายใจเอาฝุ่นหรือไอของแคดเมียม (Cadmium Dust or Fume) จะทำให้เกิดการบวมหรือพองของเนื้อเยื่อปอด และเกิดอาการหายใจขัด

สำหรับปริมาณความเข้มข้นต่ำสุดของแคดเมียมที่จะก่อให้เกิดความเป็นพิษในระยะยาวยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่มีบางรายเสนอไว้ว่าการได้รับแคดเมียมในปริมาณความเข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นานติดต่อกัน (วันละ 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 70 ปี) เป็นระดับที่ไม่มีผลต่อปอด แม้ว่าปริมาณแคดเมียมที่ร่างกายได้รับทั้งจากการกินและการหายใจจะมีปริมาณต่ำจนไม่มีผลต่อปอด แคดเมียมปริมาณดังกล่าวอาจจะสะสมอยู่ในร่างกายจนไปมีผลต่อไตได้ (CEC, 1978, อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551)

5.2.2 ความเป็นพิษต่อไต (Effect on Kidney)

ในผู้ที่ได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายติดต่อกัน เช่น คนงาน หรือชาวญี่ปุ่น โดยเฉพาะในกลุ่มผู้หญิงสูงอายุซึ่งบริโภคข้าวที่ปลูกในพื้นที่ปนเปื้อนด้วยแคดเมียมจนก่อให้เกิดโรคพิษแคดเมียมที่เรียกว่า โรคอิไต-อิไต ซึ่งจะพบความเป็นพิษที่ไตก่อนที่ปอด กล่าวคือจะเกิด

แผลที่ไต รวมถึงการที่ไตขับปัสสาวะที่มีโปรตีนมากกว่าปกติ ซึ่งโปรตีนที่ขับออกมาส่วนใหญ่จะเป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ๆ เช่น $\beta_2$microglobulin, lysozyme, ribonuclease, retinol binding protein, and immunoglobin chains

สำหรับปริมาณที่คาดว่าเมื่อร่างกายได้รับเข้าไปโดยการกินแล้วจะไม่มีผลต่อไต คือวันละ 200 มิลลิกรัม ส่วนปริมาณแคดเมียมที่สะสมอยู่ในไตที่คาดว่าอาจจะก่อให้เกิดความเป็นพิษขึ้นได้ คือ 200 ไมโครกรัมต่อกรัมของเนื้อไต (CEC, 1978 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551)

5.2.3 ความเป็นพิษต่อระบบหลอดเลือดและหัวใจ (Effect on The Cardiovascular System)

ความเป็นพิษที่มีต่อระบบหลอดเลือดและหัวใจ คือ เกิดความดันโลหิตสูง ซึ่งผลการศึกษาเกี่ยวกับแคดเมียมต่อการเกิดความดันโลหิตสูง ยังมีข้อโต้แย้ง กล่าวคือ มีบางรายงานศึกษาพบว่าในการทดลองกับหนูโดยให้หนูได้รับแคดเมียมในปริมาณต่ำมาก ๆ (ในอาหาร 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในน้ำ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปรากฏว่าหนูจะมีอาการของความดันโลหิตสูงเกิดขึ้น และมีบางรายงานไม่พบอาการดังกล่าว (Beevers, et al. 1980 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551)

5.2.4 ความเป็นพิษที่กระดูก (Effect on The Bones)

ความเป็นพิษที่กระดูกปรากฏเด่นชัดในกรณีการเกิด โรคอิไต-อิไต ในประเทศญี่ปุ่น จากการบริโภคข้าวที่มีแคดเมียมปนเปื้อนในปริมาณสูง ผู้ป่วยโรคนี้ส่วนใหญ่เป็นหญิงสูงอายุ ประมาณ 50 ปีขึ้นไป โรคนี้เป็นโรคกระดูกผุ คือ กระดูกจะพรุน งดโค้งได้ ทำให้กระดูกเสียรูปทรงและหักได้ และมีอาการปวดที่เอว ปวดกล้ามเนื้อขาและเจ็บที่กระดูก ตลอดจนมีผลต่อการเคลื่อนไหวด้วย มีผู้ศึกษาบางรายเชื่อว่าอาการที่เกิดขึ้นที่กระดูกไม่ได้มีผลโดยตรงจากพิษของแคดเมียม แต่อาจเนื่องมาจากความเป็นพิษเกิดขึ้นที่ไตก่อนแล้วส่งผลไปขัดขวางปฏิกิริยาการทำงานของแคลเซียมและฟอสฟอรัส และมีผู้ศึกษาบางรายมีความเห็นว่าแคดเมียมมีความเป็นพิษโดยตรงต่อเนื้อเยื่อกระดูก ซึ่งพบได้ก่อนความเป็นพิษที่เกิดที่ไต (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

5.2.5 ความเป็นพิษต่อระบบการสร้างเม็ดโลหิต (Effect on The Hematopoietic System)

ในกลุ่มผู้ป่วยที่เป็นโรค อิไต-อิไต และ กลุ่มคนงานที่ต้องสัมผัสกับแคดเมียม จะพบอาการของโรคโลหิตจาง และจากการทดลองในสัตว์ก็พบอาการของโรคโลหิตจางเช่นเดียวกัน ปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมที่จะไม่มีผลต่อการสร้างเม็ดโลหิตในสัตว์ คือ ประมาณ 5 – 10 ppm ในน้ำดื่ม ทั้งนี้จากการทดลองในหนู (mice) พบว่าการได้รับแคดเมียม

ปริมาณเข้มข้น 10 ppm ในช่วงเวลาสั้น ๆ จะไปมีผลต่อการดูดซึมเหล็กของระบบทางเดินอาหาร (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

5.2.6 ความเป็นพิษต่อตับ (Effect on Liver)

ความเป็นพิษต่อตับในมนุษย์ มีรายงานค่อนข้างน้อยมาก แต่จากการทดลองในสัตว์พบว่า แคดเมียมในปริมาณน้อย (ในน้ำดื่ม 1 ppm) มีผลทำให้การทำงานของเอ็นไซม์ในตับเปลี่ยนไป (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

6. **ข้อเสนอแนะและกลไกทางกฎหมาย** (Recommendation & legal mechanism)

6.1 มาตรฐานการควบคุมภายในประเทศ

ประเทศไทยได้กำหนดให้มี พ.ร.บ. วัตถุอันตราย พ.ศ.2535 ขึ้นมาโดยที่ พ.ร.บ. ดังกล่าวกำหนดวัตถุอันตรายออกเป็น 4 ประเภท คือ

6.1.1 วัตถุอันตรายชนิดที่ 1 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ในครอบครองต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนด

6.1.2 วัตถุอันตรายชนิดที่ 2 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ในครอบครองต้องแจ้งให้พนังกานเจ้าหน้าที่ทราบก่อนและต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดด้วย

6.1.3 วัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ในครอบครองต้องแจ้งให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบก่อนและต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดด้วย

6.1.4 วัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่ห้ามมิให้มีการผลิต การส่งออก หรือการมีไว้ในครอบครองต้องได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม

แคดเมียมจัดอยู่ในประเภทที่ 3 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่การผลิต การส่งออก หรือการมีไว้ในครอบครองต้องได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

6.2 มาตรฐานน้ำดื่ม

มาตรฐานน้ำดื่ม ที่กำหนดโดยหน่วยงานต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 มาตรฐานน้ำดื่มของประเทศไทย

หน่วยงานที่กำหนด	ปริมาณที่ยอมให้มีได้ (mg/l)
กระทรวงสาธารณสุข	0.01
กรมทรัพยากรธรณี	0.01
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	0.01

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2541) แคดเมียม หน้า 67

6.3 มาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม

ปริมาณความเข้มข้นของสารแคดเมียมที่ยอมให้มีได้ในน้ำที่ระบายทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2541) มีรายละเอียดดังนี้

6.3.1 ปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมที่ยอมให้มีได้ในน้ำที่ระบายทิ้งออกจากโรงงานอุตสาหกรรม ต้องไม่เกิน 0.03 mg/l ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 12 (พ.ศ.2512) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2512

6.3.2 ปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมที่ยอมให้มีได้ในน้ำที่ระบายทิ้งออกจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทถลุงโลหะสังกะสี ต้องไม่เกิน 0.1mg/l ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2521) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2512

6.3.3 โรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้โลหะหนักในกระบวนการผลิต ซึ่งมีปริมาณน้ำทิ้งตั้งแต่ 50 ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป และมีปริมาณโลหะหนักแคดเมียมตั้งแต่ 1,500 มิลลิกรัมต่อวันขึ้นไป โรงงานดังกล่าวต้องมีผู้ควบคุมและผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่องเพื่อรับผิดชอบระบบป้องกันสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับกรณีที่เป็นบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา (Engineering Consultant Firm) ต้องประกอบ

6.4 มาตรฐานแหล่งน้ำ

ปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมที่ยอมให้มีได้ในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล ตามร่างประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน เรื่อง กำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล (กรมควบคุมมลพิษ, 2541) คือ

6.4.1 ในน้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 mg/l ปริมาณของแคดเมียมต้องไม่เกิน 0.005 mg/l

6.4.2 ในน้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า100 mg/l ปริมาณของแคดเมียมต้องไม่เกิน 0.05 mg/l

6.5 มาตรฐานดิน

ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ.2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน (ราชกิจจานุเบกษา, 2547) ได้ระบุไว้ว่า

6.5.1 มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม ต้องมีแคดเมียมและสารประกอบแคดเมียม (Cadmium and Cadmium Compounds) ไม่เกิน 37 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

6.5.2 มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์นอกเหนือจากเพื่อการอยู่อาศัย และเกษตรกรรมต้องมีแคดเมียมและสารประกอบแคดเมียม(Cadmium and Cadmium Compounds) ไม่เกิน 810 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

6.6 มาตรฐานในอาหาร

มาตรฐานของแคดเมียมในอาหารประเทศไทยยึดตาม CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (2006 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551) โดยได้กำหนดมาตรฐานของแคดเมียมในข้าวต้องไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในกลุ่มของสัตว์น้ำต้องมีค่าไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ข้อมูลทั่วไป สภาพของปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

อำเภอแม่สอด อยู่ห่างจากอำเภอเมืองตากประมาณ 86 กิโลเมตร ได้รับการจัดตั้งเป็นอำเภอมาตั้งแต่ พ.ศ.2441 เดิมชื่อพระหน่อเก่ ตัวอำเภออยู่ในที่ราบระหว่างภูเขา ส่วนหนึ่งเป็นเทือกเขาในฝั่งประเทศไทย อีกส่วนหนึ่งเป็นเทือกเขาฝั่งสหภาพพม่า อำเภอแม่สอดมีพื้นที่ประมาณ 2,600 ตารางกิโลเมตร ประชากรมีทั้งชาวเขา และคนที่อพยพจากอำเภอเมืองเข้าไปตั้งถิ่นฐานอยู่ รวมทั้งชาวพม่าที่มีภรรยาและบุตรเป็นคนไทยด้วย การปกครองแบ่งออกเป็น 10 ตำบล ประกอบด้วย ตำบลแม่สอด ตำบลท่าสายลวด ตำบลแม่กุ ตำบลแม่ปะ ตำบลพะวอ ตำบลมหาวัน ตำบลแม่ตาว ตำบลด่านแม่ละเมา ตำบลแม่กาษา และตำบลพระธาตุผาแดง (สำนักงานสาธารณสุขอำเภอแม่สอด, 2552)

1. ปัญหาและผลกระทบจากกรณีการปนเปื้อนสารแคดเมียมในพื้นที่ตำบลแม่ตาว

ข้อมูลพื้นฐานตำบลแม่ตาว

ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำแม่ตาวเป็นภูเขาสูงทางด้านทิศตะวันออกเป็นที่ราบทางด้านทิศตะวันตก ทางน้ำส่วนใหญ่จะไหลจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก ห้วยแม่ตาวเริ่มต้น

ห้องอ่านหนังสือคณะสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก

W4
ส934ก
2559
ฉ.1

จากบริเวณบ้านถ้ำเสือซึ่งอยู่บริเวณต้นน้ำไหลผ่านพื้นที่แหล่งแร่สังกะสี ไหลผ่านบ้านพะเด๊ะ บ้านแม่ตาวใหม่ บ้านแม่ตาวแพะ บ้านแม่ตาวกลาง และไหลลงแม่น้ำเมย ตรงบริเวณบ้านริมเมย อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก มีความยาวประมาณ 25 กิโลเมตร ทางทิศใต้ของห้วยแม่ตาวเป็นระยะทางประมาณ 2 กิโลเมตร จะมีห้วยแม่กุไหลไปทางทิศตะวันตก และไหลลงสู่แม่น้ำเมย ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ห้วยแม่ตาวเป็นแหล่งน้ำหลักที่ใช้เพื่อการเกษตรกรรม ครอบคลุมพื้นที่เกษตรกรรมกว่า 1,375,625 ไร่ ใน 2 ตำบล ได้แก่ ตำบลพระธาตุผาแดง ประกอบด้วย บ้านพะเด๊ะ และ บ้านแม่ตาวใหม่ ตำบลแม่ตาวประกอบด้วย บ้านแม่ตาวใต้ บ้านแม่ตาวกลาง บ้านแม่ตาวแพะ บ้านแม่ตาวสันแป๋ บ้านแม่ตาวสันโรงเรียน และ บ้านดอนไชย ประชากรสามารถทำการเกษตรกรรมได้ตลอดปี โดยผันน้ำจากห้วยแม่ตาวผ่านระบบคลองชลประทานหมู่บ้านแบบฝายน้ำล้น และทำคลองส่งน้ำขนาดเล็ก ภาษาถิ่นเรียกว่า "ลำเหมือง" ผ่านตามระดับความลาดชันของพื้นที่ เพื่อนำน้ำมาสู่แปลงเกษตรกรรมและจะทำการเพาะปลูกในลักษณะขั้นบันได

สภาพอุทกธรณีวิทยาเป็นพื้นที่เชิงเขาและลาดต่ำไปทางทิศตะวันตกทางบ้านแม่ตาวใหม่ ชั้นหินน้ำแบ่งออกเป็น 2 ชั้น ได้แก่ ชั้นหินน้ำตะกอนพัดพา ประกอบด้วย ทราย ทรายแป้ง และ ดินเหนียวที่สะสมอยู่ในที่ราบน้ำหลาก และชั้นน้ำตะกอนร่วนกึ่งแข็งเป็นตะกอนเนื้อละเอียด เกาะตัวแน่นน้ำซึมได้ยาก มีน้ำบาดาลถูกกักเก็บอยู่ในรอยแตก รอยแยก รอยเลื่อน และ รอยต่อระหว่างชั้นดินโดยทิศทางการไหลของน้ำบาดาลจากบริเวณบ้านพะเด๊ะ ซึ่งเป็นพื้นที่ลาดเชิงเขาไหลลงมาสู่ห้วยแม่ตาว บ้านแม่ตาวใหม่และไหลลงสู่ที่ลาดบริเวณบ้านแม่กุน้อย แม่กุเหนือ และแม่กุใต้ ตามลำดับคุณภาพน้ำบาดาลในพื้นที่สำรวจจากบ่อบาดาลเดิมที่มีอยู่พบว่ามีปริมาณเหล็กสูงตามความกระด้างและปริมาณสารละลายได้ทั้งหมดสูง

ตำบลแม่ตาวมีหมู่บ้านทั้งสิ้น 6 หมู่บ้าน จำนวน 1,662 ครัวเรือน จำนวนประชากร 6,621 คน (สถานีอนามัยตำบลแม่ตาว, 2552) และมีพื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 8,000 ไร่ ด้านการเพาะปลูกจะทำในช่วงฤดูฝน เดือน พฤษภาคม – ตุลาคม เกษตรกรจะปลูกข้าวหอมมะลิเป็นส่วนใหญ่ และ เป็นข้าวหอมมะลิที่มีชื่อเสียง บางส่วนปลูกข้าวเหนียว ช่วงฤดูหนาวเดือนพฤศจิกายน – เมษายน เกษตรกรจะปลูกพืชไร่ และ พืชผักสวนครัว เช่น ข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ผัก ด้านการประมง มีการจับสัตว์น้ำมาบริโภค ได้แก่ ปลาดุก ปลาช่อน ปลาหมอ ปลาสลิด ปลาไหล ปลาบู่ ปลาตะเพียน กุ้ง ปูนา หอยกาบ หอยขม หอยข้าวต้ม ด้านการปศุสัตว์มีการเลี้ยงโคขุน

ข้อมูลกรณีการเกิดการปนเปื้อนของสารแคดเมียม (องค์การบริหารส่วนตำบลพระธาตุผาแดง,2547 อ้างอิงใน อำไพพรรณ บุพศิริ, 2550) สืบเนื่องจากผลการศึกษาของสถาบันการจัดการทรัพยากรน้ำนานาชาติ (International Water Management Institute : IWMI) ร่วมกับ

1 5207895

กรมวิชาการเกษตร ภายใต้โครงการความร่วมมือศึกษาการปนเปื้อนสารแคดเมียมในดินและพืชผลการเกษตร ในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำตาว ระหว่างปี 2541-2545 ซึ่งทำการวิเคราะห์ดินและข้าวที่ปลูกในลุ่มน้ำแม่ตาวและพบว่ามีสารแคดเมียมปนเปื้อนในระดับต่าง ๆ กัน และต่อมาได้รับการพิจารณาเป็นปัญหาระดับชาติ นอกจากนี้การศึกษาในเวลาต่อมาพบสารแคดเมียมในตะกอนท้องน้ำลำห้วยแม่ตาวและห้วยแม่กุว่ามีปริมาณสูง และการศึกษาดังกล่าวได้ตั้งสมมติฐานว่าตะกอนดินมาจากกิจกรรมการทำเหมืองแร่สังกะสีที่อยู่บริเวณต้นน้ำของลุ่มน้ำแม่ตาว

ดอยผาแดงเป็นแหล่งแร่สังกะสีซึ่งได้มีการสำรวจพบโดยกรมทรัพยากรธรณีมากว่า 40 ปีและ ทางกรมทรัพยากรธรณีได้ให้สัมปทานการทำเหมืองแร่แก่ บริษัท ไทยซิงค์ เมื่อปี พ.ศ. 2515 ซึ่งได้ดำเนินการผลิตแร่สังกะสีเป็นจำนวนถึง 150,000 มิลลิตัน ก่อนที่บริษัทผาแดงอินดัสทรีจำกัด(มหาชน) จะได้รับสัมปทานช่วงต่อและเข้ามาดำเนินกิจกรรมเหมืองแร่สังกะสี ในปี พ.ศ. 2527 นอกจากนี้ในบริเวณใกล้เคียงยังพบว่ามีแหล่งแร่สังกะสีขนาดเล็กกระจายอยู่และในบางพื้นที่มีปริมาณลำลองเพียงพอต่อการทำเหมืองเพื่อกรอุตสาหกรรมได้ และ ในปัจจุบันยังมี บริษัทตากไมนิ่ง ซึ่งได้รับสัมปทานทำเหมืองแร่สังกะสีในบริเวณพื้นที่ด้านตะวันตกของเหมืองผาแดง

การปนเปื้อนและการตกค้างของสารแคดเมียมในพื้นที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ได้ส่งผลกระทบต่อประชาชนในหลายพื้นที่ ได้แก่ ตำบลพระธาตุผาแดง ตำบลแม่กุ และ ตำบลแม่ตาว จากการศึกษาของสถาบันจัดการคุณภาพน้ำนานาชาติ (International Water Management Institute-IWMI) และกรมวิชาการเกษตร ระหว่างปี พ.ศ.2541-2546 พบการปนเปื้อนของสารแคดเมียมในแหล่งน้ำ และตะกอนดินตลอดจนดินในพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกในพืชเศรษฐกิจในปริมาณสูง ส่งผลให้เกิดการตกค้างของสารแคดเมียมในผลิตผลทางการเกษตร (Ministry of Public Health, 2004 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551) ปริมาณสารแคดเมียมปนเปื้อนในดินในพื้นที่การเกษตรอยู่ในช่วง 0.1-284 มิลลิกรัมแคดเมียมต่อกิโลกรัม ร้อยละ 85 ของตัวอย่างมีค่าการปนเปื้อนของสารแคดเมียมสูงกว่าค่ามาตรฐานของยุโรป โดยที่ Health Protection Agency (HPA) กำหนดค่ามาตรฐานสารแคดเมียมในดินต้องไม่เกิน 2 มิลลิกรัมแคดเมียมต่อกิโลกรัม (dry weight soil) ในดินที่มี pH เท่ากับ 7 (HPA, 2007 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551) ส่วนในพืชผลการเกษตรพบปริมาณสารแคดเมียมปนเปื้อนในเมล็ดข้าวอยู่ในช่วง 0.01-7.75 มิลลิกรัมแคดเมียม/กิโลกรัม ร้อยละ 83 ของตัวอย่างมีค่าการปนเปื้อนของสารแคดเมียมสูงกว่าค่ามาตรฐานในประเทศไทย โดยที่ค่ามาตรฐานของแคดเมียมในข้าวกำหนดไว้ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมแคดเมียมต่อกิโลกรัม (Codex, 2006 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551)

ในการศึกษาวิจัยของศูนย์วิจัยแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตรายจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จากการเก็บตัวอย่างตะกอนดิน 14 ตัวอย่าง จากลำห้วยต่าง ๆ ในที่ราบลุ่มของแม่น้ำเมย (ลุ่มน้ำแม่ตาวเป็นลุ่มน้ำย่อยในลุ่มแม่น้ำเมย) และดินในพื้นที่เพาะปลูก 149 ตัวอย่าง จากพื้นที่ที่ศึกษาในบริเวณลุ่มน้ำแม่ตาว ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 5 กิโลเมตร เพื่อการวิเคราะห์หาค่าปริมาณโลหะ 12 ธาตุ นอกจากนี้ยังมีการเก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน ทั้งจากบ่อตะกอนในเหมืองผาแดง และน้ำขุดในพื้นที่โดยรอบของนาข้าวกว่า 10 จุดเก็บตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์พบว่า แคดเมียมละลายน้ำหรือแคดเมียมที่อยู่ในรูปสารละลายมีอยู่น้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในน้ำผิวดินของกรมควบคุมมลพิษและกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ ผลการศึกษาดังกล่าวจึงเป็นข้อยืนยันว่าแคดเมียมที่สะสมในดินส่วนใหญ่มาในรูปแบบตะกอนที่ถูกพัดพามาโดยน้ำฝน ผลการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในตะกอนลำห้วยที่ราบของลุ่มแม่น้ำเมยพบว่า ส่วนใหญ่มีปริมาณสูงกว่าค่าเฉลี่ยปกติในพื้นที่ที่ไม่มีการปนเปื้อนของแคดเมียม (ต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ค่าพื้นฐานของตะกอนลำห้วยพบว่ามีค่าระหว่าง 1.6-3.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลจากการวิเคราะห์ตะกอนลำห้วยในการศึกษาในครั้งนี้มีประเด็นที่น่าสังเกตและให้ความสนใจคือตะกอนจากจุดเก็บตัวอย่างบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่สอดมีค่าสูงถึง 16.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แม้ว่าในบริเวณดังกล่าวอยู่นอกลุ่มน้ำย่อยแม่ตาวและไม่มีกิจกรรมการทำเหมืองแร่ในบริเวณนั้น สำหรับตะกอนดินที่พบแคดเมียมในปริมาณสูงจะเป็นตะกอนจากลำห้วยในลุ่มน้ำย่อยแม่ตาวและลุ่มน้ำย่อยแม่กุ ซึ่งคาดว่าส่วนหนึ่งมาจากการพัดพาในรูปตะกอนจากกิจกรรมการเปิดหน้าดินในที่สูงของลุ่มแม่น้ำ และจากค่าพื้นฐานของปริมาณแคดเมียมที่พบว่าสูงกว่าพื้นที่ทั่วไปสำหรับกรณีพื้นที่ที่มีศักยภาพของแหล่งแร่สังกะสีในบริเวณนี้ ทั้งนี้สาเหตุที่มีต่อการเกิดตะกอนซึ่งถูกพัดพาลงสู่พื้นที่ต่ำด้านล่างของลุ่มน้ำครอบคลุมถึงการผุกร่อนและผุพังตามธรรมชาติและโดยกิจกรรมมนุษย์ ได้แก่ การตัดไม้ทำลายป่า การเพาะปลูกในที่ลาดชัน การเปิดหน้าดินเพื่อการทำฝายหรืออ่างเก็บน้ำและการทำเหมืองแร่ ปริมาณของตะกอนเหล่านี้จะขึ้นกับปัจจัยของปริมาณน้ำฝนซึ่งเป็นตัวพัดพาตะกอนและลักษณะของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดตะกอนจากปัจจัยเหล่านี้ทำให้เกิดสารแคดเมียมปนเปื้อนมากับตะกอนดินและไหลลงสู่ผืนนาที่ทำการเพาะปลูกข้าวและพืชในฤดูแล้ง เช่น ถั่วเหลือง ข้าวโพด ในวัฏจักรของการเจริญเติบโตของพืชเหล่านี้ ทำการดูดสารแคดเมียมเข้าไปปะปนในเมล็ดข้าวและพืชที่เป็นห่วงโซ่อาหาร

อาชีพหลักของประชาชนในอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทำการเกษตรกรรม โดยเฉพาะทำนาข้าว ทำไร่ถั่วเหลือง และทำไร่กระเทียม ซึ่งพื้นที่บริเวณนี้นับได้ว่าเป็นแหล่งปลูกข้าวหอมมะลิที่มีคุณภาพดีของประเทศไทย พันธุ์ข้าวได้รับการคัดเลือกเป็นส่วนหนึ่งในพิธีแลกนาขวัญ (Chantana Padungtod, et al., 2006 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า, 2551) แต่เมื่อพบการปนเปื้อนของแคดเมียมในสิ่งแวดล้อม ทั้งในดิน และในข้าว รัฐบาลได้ระงับการใช้พื้นที่ของเกษตรกรในการทำการเกษตรทั้งหมด เนื่องจากเกรงว่าแคดเมียมจะปนเปื้อนในห่วงโซ่อาหาร พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบประกอบด้วย 3 ตำบล 12 หมู่บ้าน พื้นที่เพาะปลูกรวม 13,438 ไร่ ประชากรที่ได้รับผลกระทบในพื้นที่ดังกล่าวรวม 4,553 ครัวเรือน 15,219 คน (สำนักงานจังหวัดตาก, 2549) รายละเอียดดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงผลกระทบการปนเปื้อนของแคดเมียมในพื้นที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

ตำบล	จำนวนหมู่บ้าน		พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)		จำนวนครัวเรือน		ประชากร	
	ทั้งหมด	ได้รับผลกระทบ	ทั้งหมด	ได้รับผลกระทบ	ทั้งหมด	ได้รับผลกระทบ	ทั้งหมด	ได้รับผลกระทบ
แม่ตาว	6	6	8,000	4,470	1,381	1,381	6,689	6,689
พระธาตุผาแดง	7	3	6,650	3,874	1,880	1,624	5,849	3,402
แม่กุ	10	3	8,700	5,094	2,607	1,548	9,330	5,128
รวม	23	12	23,350	13,438	5,868	4,553	21,868	15,219

ที่มา: สำนักงานจังหวัดตาก (2549)

อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีผู้สรุปหรือยืนยันสาเหตุของการปนเปื้อนว่าเกิดจากสิ่งใด เพียงแต่กล่าวว่าเกิดจากธรรมชาติ เพราะบริเวณที่พบการปนเปื้อน เป็นแหล่งแร่สังกะสี ซึ่งทุกแห่งทั่วโลกที่พบแร่สังกะสีจะมีแคดเมียมอยู่ควบคู่กันไป ในปี พ.ศ.2546 กรมควบคุมมลพิษ กรมทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำและกรมประมง ได้ร่วมกันสำรวจพื้นที่ในบริเวณลุ่มน้ำแม่ตาว ตลอดลำห้วย 40 ตารางกิโลเมตร โดยครอบคลุมพื้นที่ที่เป็นที่ตั้งของบริษัทผาแดงอินดัสทรี่ จำกัด และบริษัท ตากไมนิ่ง จำกัด บ้านพะเด๊ะ และบ้านแม่ตาว รวมทั้งบางส่วนของห้วยแม่กุด้านทิศใต้ (สำนักงานจังหวัดตาก, 2549) สรุปได้ดังนี้

1. การปนเปื้อนของสารแคดเมียมในบ่อน้ำบาดาล และ บ่อน้ำดิบมีระดับต่ำกว่ามาตรฐาน (น้อยกว่า 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)

2. การปนเปื้อนของสารแคดเมียมในน้ำผิวดินบริเวณลุ่มน้ำแม่ตาว พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร)

3. การตกค้างของสารแคดเมียมในสัตว์น้ำ บริเวณห้วยแม่ตาว ต่ำกว่ามาตรฐาน (ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

4. การตกค้างของสารแคดเมียมในตะกอนดินท้องน้ำลำห้วยแม่ตาว

4.1 บริเวณต้นน้ำพบการปนเปื้อนต่ำกว่า 3.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของตะกอนดิน ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ถือว่าปลอดภัย

4.2 บริเวณลำห้วยที่ผ่านการทำเหมือง พบการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 82 ถึง 326 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของตะกอนดิน ถือว่ามีการปนเปื้อนสูงกว่ามาตรฐาน

4.3 บริเวณท้ายน้ำ พบการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 44 ถึง 63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของตะกอนดิน ถือว่ามีการปนเปื้อนสูงกว่ามาตรฐาน

5. การตกค้างของสารแคดเมียมในดิน ในพื้นที่เกษตรกรรมที่ใช้น้ำจากลำห้วยแม่ตาว มีการปนเปื้อนสูงกว่ามาตรฐาน

6. การตรวจสอบการตกค้างของสารแคดเมียมในข้าว ที่สุ่มเก็บจากยุ้งฉางของชาวบ้านที่บ้านพะเด๊ะ และบ้านแม่ตาวใหม่ พบปริมาณสารแคดเมียมในปริมาณน้อยมากจนถึง 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (มาตรฐานไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

จากรายงานผลการดำเนินงานประเมินภาวะพิษของแคดเมียมในประชาชน อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ปี 2547 (โรงพยาบาลแม่สอด, 2547) โรงพยาบาลแม่สอด ร่วมกับสถานีอนามัย สังกัดสำนักงานสาธารณสุขอำเภอแม่สอด ได้ร่วมกันออกหน่วยให้สุขศึกษา ตรวจหาระดับแคดเมียมและประเมินภาวะพิษต่อไต ในประชาชนอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป ที่อยู่อาศัยในบริเวณที่พบแคดเมียมในสิ่งแวดล้อมสูง ในเขตตำบลพระธาตุผาแดง ตำบลแม่ตาว และตำบลแม่กุ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก จำนวน 6,802 ราย พบว่า ร้อยละ 9.2 ของประชาชนที่สำรวจ ระดับค่อนข้างสูง (5-10 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน) และร้อยละ 2.5 มีระดับสูง (>10 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน) ตามตาราง 6

ตาราง 6 แสดงระดับแคดเมียมของประชาชนที่อยู่อาศัยในพื้นที่ที่มีปริมาณแคดเมียมในสิ่งแวดล้อมสูง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

ระดับแคดเมียม (ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน)	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
< 5 (ปกติ)	6,007	88.3
5 – 10 (ค่อนข้างสูง)	623	9.2
> 10 (สูง)	172	2.5
รวมทั้งสิ้น	6,802	100

ที่มา: รายงานผลการดำเนินงานประเมินภาวะพิษของแคดเมียมในประชาชน อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดย โรงพยาบาลแม่สอด วันที่สรุปรายงาน 25 กันยายน 2547

จากการตรวจทั้ง 12 หมู่บ้าน ในเขตตำบลพระธาตุผาแดง ตำบลแม่ตาว และตำบลแม่กุ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เมื่อจำแนกผลตามรายหมู่บ้าน ดังตาราง 7 พบว่า มี 4 หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากสารแคดเมียมไม่รุนแรงมากนัก ซึ่งประชาชนมากกว่าร้อยละ 90 มีระดับแคดเมียมปกติ ได้แก่ บ้านค้างภิบาล บ้านถ้ำเสือ บ้านแม่ตาวกลาง และบ้านแม่กุน้อย ส่วนอีก 8 หมู่บ้าน พบผู้ที่มีระดับแคดเมียมปกติอยู่ระหว่าง ร้อยละ 75.7 – 88.8 และพบผู้ที่มีระดับสูงผิดปกติ ร้อยละ 11.2 – 24.3

ตาราง 7 แสดงระดับแคดเมียมของประชาชนที่สำรวจ จำแนกตามที่อยู่ ในเขตอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

หมู่บ้าน	รวมตรวจทั้งหมด	ค่าปกติ		ค่อนข้างสูง		ค่าสูง	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ตำบลพระธาตุผาแดง							
บ้านค้างภิบาล	869	820	94.4	42	4.8	7	0.8
บ้านแม่ตาวใหม่	329	249	75.7	51	15.5	29	8.8
บ้านพะเด๊ะ	327	272	83.2	38	11.6	17	5.2
บ้านถ้ำเสือ	135	132	97.8	3	2.2	0	0.0

ตาราง 7 (ต่อ)

หมู่บ้าน	รวมตรวจทั้งหมด	ค่าปกติ		ค่อนข้างสูง		ค่าสูง	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ตำบลแม่ตาว							
บ้านแม่ตาวใต้	463	411	88.8	43	9.3	9	1.9
บ้านแม่ตาวกลาง	785	727	92.6	45	5.7	13	1.7
บ้านแม่ตาวแพะ	719	564	78.4	110	15.3	45	6.3
บ้านแม่ตาวสันแป้	514	454	88.3	45	8.8	15	2.9
บ้านแม่ตาวสันโรงเรียน	343	284	82.8	46	13.4	13	3.8
บ้านดอนไชย	226	191	84.5	31	13.7	4	1.8
ตำบลแม่กุ							
บ้านแม่กุน้อย	1,029	982	95.4	44	4.3	3	0.3
บ้านแม่กุเหนือ	734	613	83.5	106	14.4	15	2.0
อื่นๆ*	319	299	93.7	18	5.6	2	0.6
รวม	6,802	6,007	88.3	623	9.2	172	2.5

ที่มา: รายงานผลการดำเนินงานประเมินภาวะพิษของแคดเมียมในประชาชน อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดย โรงพยาบาลแม่สอด วันที่สรุปรายงาน 25 กันยายน 2547

หมายเหตุ: * พนักงานเหมืองผาแดงและครอบครัว และ ประชาชนพื้นที่ใกล้เคียง

จากจำนวนผู้ที่มีระดับแคดเมียมสูง หรือค่อนข้างสูง รวม 795 ราย โรงพยาบาลแม่สอดได้ติดตามตรวจเลือดและปัสสาวะเพื่อประเมินการทำงานของไตได้ 759 ราย ดังตาราง 8 พบมีภาวะไตเริ่มเสื่อม 154 ราย (ร้อยละ 20.3) และ พบภาวะไตเสื่อม 31 ราย (ร้อยละ 4.1)

ตาราง 8 แสดงผลการตรวจการทำงานของไตในผู้ที่มีระดับแคดเมียมสูงหรือค่อนข้างสูง

การทำงานของไต	จำนวน	ร้อยละ
พบภาวะไตเสื่อม	31	4.1
พบภาวะไตเริ่มเสื่อม	154	20.3
พบภาวะไตปกติ	574	75.6
รวม	759	100

ที่มา: รายงานผลการดำเนินงานประเมินภาวะพิษของแคดเมียมในประชาชน อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดย โรงพยาบาลแม่สอด วันที่สรุปรายงาน 25 กันยายน 2547

จากการตรวจประเมินภาวะพิษของแคดเมียมในประชาชน ตำบลแม่ตาว ดังตาราง 9 พบผู้ที่มีระดับแคดเมียมปกติ ร้อยละ 86.26 ผู้ที่มีระดับแคดเมียมค่อนข้างสูง ร้อยละ 10.49 และผู้ที่มีระดับแคดเมียมสูง ร้อยละ 3.25

ตาราง 9 แสดงระดับแคดเมียมของประชาชน ตำบลแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

หมู่บ้าน	รวมตรวจทั้งหมด	ค่าปกติ		ค่อนข้างสูง		ค่าสูง	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
บ้านแม่ตาวใต้	463	411	88.8	43	9.3	9	1.9
บ้านแม่ตาวกลาง	785	727	92.6	45	5.7	13	1.7
บ้านแม่ตาวแพะ	719	564	78.4	110	15.3	45	6.3
บ้านแม่ตาวสันแป้	514	454	88.3	45	8.8	15	2.9
บ้านแม่ตาวสันโรงเรียน	343	284	82.8	46	13.4	13	3.8
บ้านดอนไชย	226	191	84.5	31	13.7	4	1.8
รวม	3,050	2,631	86.26	320	10.49	99	3.25

ที่มา: รายงานผลการดำเนินงานประเมินภาวะพิษของแคดเมียมในประชาชน อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดย โรงพยาบาลแม่สอด วันที่สรุปรายงาน 25 กันยายน 2547

ในปี 2552 โรงพยาบาลแม่สอดร่วมกับสถานีอนามัยร่วมกับสถานีอนามัยสังกัดสำนักงานสาธารณสุขอำเภอแม่สอด ได้สำรวจภาวะสุขภาพของประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีสารแคดเมียมปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก (โรงพยาบาลแม่สอด, 2552) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจข้อมูลการบริโภคข้าวที่อาจปนเปื้อนแคดเมียม 2) ตรวจระดับแคดเมียมในปัสสาวะของประชาชนอายุ 15 ปีขึ้นไป ในพื้นที่ลำห้วยแม่ตาว และพื้นที่ลำห้วยแม่กุ รวม 13 หมู่บ้าน 3) ในรายที่ตรวจพบว่ามีระดับแคดเมียมสูงกว่าปกติจะได้รับการตรวจเพื่อประเมินภาวะพิษต่อไตและกระดูก 4) ตรวจคัดกรองโรคอื่น ๆ ที่มีผลต่อการทำงานของไต และ 5) ติดตามสาเหตุของการเสียชีวิต ในกลุ่มที่มีระดับแคดเมียมสูงกว่าปกติ ที่ได้ตรวจพบและขึ้นทะเบียนตั้งแต่ปี 2547-2548 ผลการดำเนินงานเก็บปัสสาวะตรวจหาระดับแคดเมียมของประชาชนที่สำรวจ ปี 2552 จำนวน 6,748 ราย พบว่า มีแคดเมียมในปัสสาวะระดับปกติ ร้อยละ 87.6 (<5 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน) มีระดับแคดเมียมค่อนข้างสูง ร้อยละ 10.2 (5-10 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน) และมีระดับแคดเมียมสูง ร้อยละ 2.3 (>10 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน) ตามตาราง 10

ตาราง 10 แสดงระดับแคดเมียมในปัสสาวะของประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีสารแคดเมียมปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ปี 2552

ระดับแคดเมียม (ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน)	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
< 5 (ปกติ)	5,911	87.6
5 – 10 (ค่อนข้างสูง)	685	10.2
> 10 (สูง)	152	2.3
รวมทั้งสิ้น	6,748	100

ที่มา: เอกสารประกอบการบรรยาย ภาวะสุขภาพของประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีสารแคดเมียมปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ปี 2552 (โรงพยาบาลแม่สอด,2552)
บรรยายเมื่อวันที่ 7 สิงหาคม พ.ศ.2552 ณ ห้องประชุมที่ทำการเหมืองผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

จากจำนวนผู้ที่มีระดับแคดเมียมสูงกว่าปกติ รวม 789 ราย โรงพยาบาลแม่สอดได้ติดตามตรวจเลือดและปัสสาวะเพื่อประเมินการทำงานของไต ดังตาราง 11 พบมีภาวะไตเสื่อม 66 ราย (ร้อยละ 8.4) และ พบภาวะไตเริ่มเสื่อม 196 ราย (ร้อยละ 24.8)

ตาราง 11 แสดงผลการตรวจการทำงานของไต ของประชาชนที่มีระดับแคดเมียมสูงกว่าปกติที่สำรวจ ในปี 2552

การทำงานของไต	จำนวน	ร้อยละ
พบภาวะไตเสื่อม	66	8.4
พบภาวะไตเริ่มเสื่อม	196	24.8
พบภาวะไตปกติ	527	66.8
รวม	759	100

ที่มา: เอกสารประกอบการบรรยาย ภาวะสุขภาพของประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีสารแคดเมียมปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ปี 2552 (โรงพยาบาลแม่สอด,2552) บรรยาย เมื่อวันที่ 7 สิงหาคม พ.ศ.2552 ณ ห้องประชุมที่ทำการเหมืองผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

จากการตรวจประเมินระดับแคดเมียมในในปัสสาวะของประชาชน ตำบลแม่ตาว ดังตาราง 12 พบผู้ที่มีระดับแคดเมียมปกติ ร้อยละ 80.03 ผู้ที่มีระดับแคดเมียมสูงกว่าปกติ ร้อยละ 19.96

ตาราง 12 แสดงระดับแคดเมียมในปัสสาวะ (ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน) ของประชากร ตำบลแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ปี 2552

หมู่บ้าน	จำนวนที่ตรวจทั้งหมด	ปกติ (< 5)		สูงกว่าปกติ (≥ 5)	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
บ้านแม่ตาวใต้	495	425	85.9	70	14.1
บ้านแม่ตาวกลาง	699	565	80.8	134	19.2
บ้านแม่ตาวแพะ	649	455	70.1	194	29.9
บ้านแม่ตาวสันแป่	412	309	75.0	103	25.0

ตาราง 12 (ต่อ)

หมู่บ้าน	จำนวนที่ตรวจทั้งหมด	ปกติ (< 5)		สูงกว่าปกติ (≥ 5)	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
บ้านแม่ตาวสันโรงเรียน	346	289	83.5	57	16.5
บ้านดอนไชย	299	278	93.0	21	7.0
รวม	2,900	2,321	80.03	579	19.96

ที่มา: เอกสารประกอบการบรรยาย ภาวะสุขภาพของประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีสารแคดเมียมปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ปี 2552 (โรงพยาบาลแม่สอด, 2552) บรรยาย เมื่อวันที่ 7 สิงหาคม พ.ศ.2552 ณ ห้องประชุมที่ทำการเหมืองผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

แบบแผนการบริโภคอาหาร

1. **แบบแผนทางโภชนาการ** (Nutritional style)

หมายถึง ลักษณะนิสัยในการรับประทานอาหาร การได้รับอาหารหลักครบ 5 หมู่ รับประทานอาหารครบ 3 มื้อทุกวัน ดื่มน้ำอย่างน้อยวันละ 8 แก้ว เนื่องจากทุกคนมีความรับผิดชอบในการที่จะให้ร่างกายได้รับสารอาหารและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็นในปริมาณที่เพียงพอที่จะทำให้ร่างกายสามารถทำหน้าที่ได้อย่างสูงสุด ตามศักยภาพ ซึ่งหมายถึงการคงไว้ซึ่งภาวะสุขภาพ ความสามารถทางสติปัญญา ความรู้สึกพึงพอใจ การมีพลังงานและกำลังงาน การขาดสารอาหาร หรือการได้รับสารอาหารบางอย่างมากเกินไป สามารถนำไปสู่ปัญหาสุขภาพได้ (Edlin, Galanty, 1982 อ้างอิงใน วิภาวี ธรรมะ, 2547)

2. **รูปแบบของการบริโภค**

รูปแบบของการบริโภคอาหารของบุคคลมีทั้งความคล้ายคลึงกันและแตกต่างกันได้ตามแต่ปัจจัยที่เข้ามากระทบและทำให้เกิดการตัดสินใจในการบริโภคนั้น รูปแบบการบริโภคในที่นี้จะกล่าวถึง แบบแผนการบริโภคประจำวัน ความถี่และชนิดของอาหารที่บริโภค ดังนี้

2.1 แบบแผนการบริโภคประจำวัน

เป็นลักษณะการบริโภคที่ผู้บริโภคกระทำประจำวันคือ จำนวนมื้ออาหารที่บริโภคเป็นประจำต่อวัน ทั้งอาหารหลักในมื้อเช้า กลางวัน เย็น และมื้ออาหารว่าง การรับประทานอาหารครบทุกมื้อหรือไม่

2.2 ความถี่และชนิดของอาหารที่บริโภค

เป็นการศึกษาถึงชนิดของอาหารที่บริโภค และความถี่ในการบริโภคอาหารชนิดนั้น ๆ ซึ่งความถี่นั้นต้องมีความต่อเนื่องกัน เช่น จำนวนครั้ง/วัน จำนวนครั้ง/สัปดาห์ จำนวนครั้ง/เดือน น้อยกว่า 1 ครั้ง/เดือน หรือไม่เคยรับประทาน

3. แบบแผนของการรับประทานอาหาร

เป็นตัวกำหนดปริมาณสารอาหารที่ได้รับ ประกอบด้วยปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหารของบุคคล คือ การบริโภคอาหาร (Food consumption) ความชอบอาหาร (Food preference) ความเชื่อเกี่ยวกับอาหาร (Food ideology) (Sanjur, 1982 อ้างอิงใน วิริยาภรณ์ เจริญชีพ, 2545) การศึกษาถึงพฤติกรรมการบริโภคควรพิจารณาลักษณะทางสังคมวัฒนธรรม (Socio-cultural factors) ดังนี้

3.1 การบริโภคอาหาร (Food consumption) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความต้องการอาหาร ชนิดและปริมาณอาหารที่บุคคล ครอบครัว หรือชุมชนนั้นบริโภคในแต่ละวันการได้มา การเลือก การประกอบอาหาร แหล่งอาหาร การกระจาย การเก็บและการถนอมอาหาร นักเศรษฐศาสตร์ใช้คำว่าการบริโภคอาหาร ในความหมายของการแสดงถึงกำลังการซื้ออาหาร ส่วนทางด้านโภชนาการใช้ในความหมายของการย่อยอาหาร Sanjur ประเมินความถี่ของการรับประทานอาหารชนิดต่าง ๆ โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ รับประทานวันละครั้งหรือมากกว่า 1 ครั้ง รับประทานสัปดาห์ละหลายครั้ง รับประทานสัปดาห์ละ 1 ครั้ง รับประทานเดือนละครั้ง และไม่เคยรับประทาน หรือรับประทานเป็นบางโอกาส (Sanjur, 1982 อ้างอิงใน วิริยาภรณ์ เจริญชีพ, 2545)

3.2 ความชอบอาหาร (Food preference) หมายถึง ระดับของความรู้สึกที่บุคคลมีต่ออาหารชนิดต่าง ๆ แบ่งเป็น 2 อย่าง คือ ชอบและไม่ชอบ ความชอบอาหารเป็นปรากฏการณ์ที่มีผลทำให้มีการบริโภคอาหารต่อไป แต่ละบุคคลมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความชอบอาหารที่บุคคลไม่เคยชิมรสมาก่อนและแตกต่างกันไปตามเพศ อาหารชนิดที่คุ้นเคยจะได้รับการยอมรับมากกว่าอาหารที่ไม่คุ้นเคย เพศหญิงมีความคุ้นเคยอาหารและรสชาติมากกว่าเพศชาย การชอบอาหารมีความสัมพันธ์กับอารมณ์ของคน ความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบอาหารชนิดใด จะมีผลต่อการเลือกบริโภคอาหารชนิดนั้น (Sanjur, 1982 อ้างอิงใน วิริยาภรณ์ เจริญชีพ, 2545)

3.3 ความเชื่อเกี่ยวกับอาหาร (Food ideology) หมายถึง ทัศนคติ ความเชื่อขนบธรรมเนียมประเพณีและข้อห้ามต่าง ๆ ที่มีผลต่อการรับประทานอาหาร ซึ่งความเชื่อเกี่ยวกับอาหารตรวจสอบได้จากความคิดเห็นเฉพาะของบุคคล

3.4 ความสัมพันธ์ทางสังคมวัฒนธรรม (Socio-cultural correlates) เนื่องจากลักษณะทางสังคมวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการบริโภคของบุคคล โดยมีคำนิยามว่าสังคมหมายถึงประชาชนหรือบุคคลวัฒนธรรมหมายถึงพฤติกรรมของประชาชนหรือบุคคล สังคมวัฒนธรรมในที่นี้หมายความถึงสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคอาหาร ซึ่งแตกต่างกันไปตามแหล่งอาหารในชุมชน ขนบธรรมเนียมประเพณี ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การผลิตและการกระจายอาหาร สื่อโฆษณาและแหล่งข้อมูลที่กระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจ ขนาดและโครงสร้างของครอบครัว อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา ฐานะทางเศรษฐกิจ

4. พฤติกรรมการบริโภคอาหาร

พฤติกรรมเป็นกิจกรรมทุกประเภท ที่มนุษย์กระทำอาจเป็นสิ่งที่สังเกตได้หรือไม่ได้ (Bloom, et al., 1977 อ้างอิงใน วิภาวี ธรรมะ, 2547 ลักษณะของพฤติกรรมนี้ประกอบไปด้วยพฤติกรรมด้านความรู้ ความเข้าใจ (Cognitive Domain) ซึ่งเป็นความสามารถและทักษะของบุคคล พฤติกรรมด้านความรู้สึก (Affective domain) ซึ่งได้แก่ ทัศนคติ ค่านิยมของบุคคล และพฤติกรรมด้านการปฏิบัติ (Psycho motor domain) ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออก

พฤติกรรมบริโภคอาหารทางองค์การอนามัยโลก 1972 ให้ความหมายไว้ว่าการประพฤติปฏิบัติที่เคยชินในการรับประทานอาหาร ได้แก่ ชนิดของอาหารที่กิน การกินหรือกินอะไร กินอย่างไร จำนวนมื้อที่กิน และอุปกรณ์ที่ใช้รวมทั้งสุขนิสัยก่อนและหลังกิน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ กัลยา ศรีมหันต์ (2541) ว่าการปฏิบัติหรือการแสดงออกเกี่ยวกับการกินที่บุคคลกระทำเป็นประจำเป็นการแสดงทั้งทางด้านการกระทำ และความคิด ความรู้สึกต่าง ๆ ต่อการบริโภคอาหาร ถ้าบุคคลได้ปฏิบัติถูกต้องตามหลักโภชนาการแล้ว ก็จะส่งผลให้บุคคลมีภาวะโภชนาการที่ดี ในทางตรงข้าม ถ้าปฏิบัติไม่ถูกต้อง จะส่งผลให้เกิดปัญหาทางโภชนาการตามมา ซึ่งตรงกับคำกล่าวของ (วรางคณา บุตรศรี, 2538; จรัสศรี อุสาหะ, 2539 และ วสุนธรี เสรีสุชาติ, 2543) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่าการกระทำเกี่ยวกับการกินอาหาร การเลือกกิน หรือไม่กินอาหารบางอย่าง การล้างมือก่อนกินอาหาร และหลังกินอาหาร เป็นส่วนหนึ่งของพฤติกรรมการบริโภคอาหาร

พฤติกรรมการบริโภคอาหารตามแนวคิดของ Sanjur (1982 อ้างอิงใน วิภาวี ธรรมะ, 2547) หมายถึง แบบแผนของการรับประทานอาหาร ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยพื้นฐานเกี่ยวกับการบริโภคอาหาร ความชอบอาหาร ความเชื่อเกี่ยวกับอาหารและปัจจัยทางสังคมวัฒนธรรม

Suitor and Crowley (1984 อ้างอิงใน วิภาวี ธรรมะ, 2547) ให้ความหมายของพฤติกรรมการบริโภคว่าเป็นสิ่งที่บุคคลกระทำหรือปฏิบัติในการเลือกสรรอาหารมาบริโภคและสามารถนำสารอาหารที่ได้ไปใช้ประโยชน์ต่อร่างกาย รวมถึงการเลือกชนิดของอาหาร การเตรียมการปรุง และการบริโภคอาหาร

Booth and Weststate (1994 อ้างอิงใน วิภาวี ธรรมะ, 2547) ให้คำจำกัดความของพฤติกรรมการบริโภคว่าเป็นกระบวนการทางจิตวิทยาที่ทำให้เกิดการรับประทานอาหาร พฤติกรรมจะส่งผลต่อการได้รับปริมาณอาหาร และปริมาณสารอาหารที่ได้รับในแต่ละวัน รวมทั้งเวลาในการรับประทาน การเลือกปริมาณและคุณภาพของอาหาร ความถี่ในการรับประทานอาหาร

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย (2533) กล่าวว่าลักษณะวิธีการรับประทานอาหาร รับประทานอะไร อย่างไร มากน้อยหรือบ่อยเพียงใด ในรอบวันและรอบเดือน ระบบมารยาทในการรับประทานอาหารจำแนกตามลักษณะของบุคคล หรือโอกาสเป็นไปตามรูปแบบของสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งสอดคล้องกับ สุทธิลักษณ์ สุมิตตะสิริ (2533) และสุดาวรรณ ขันธมิตร (2538) ได้ศึกษาพบว่าพฤติกรรมการบริโภคอาหารของบุคคลมีทั้งที่สังเกตได้ และสังเกตไม่ได้เกี่ยวกับการรับประทานอาหาร ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งอื่น ๆ ได้แก่ ความเชื่อมั่นในการบริโภคอาหาร ประสบการณ์ที่ถ่านทอดกันมา ความนิยมในการเลือกบริโภคอาหาร การเอาอย่างกันเพื่อแสดง การมีส่วนร่วม การรักษาสถานะทางสังคม หรือเพื่อความจำเป็นทางเศรษฐกิจ

ชญานิษฐ์ ธรรมธิษฐาน (2543) และ Suitor and Crowley (1984 อ้างอิงในวิริยาภรณ์ เจริญชีพ, 2545) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมการบริโภคอาหารว่า ผู้บริโภคสามารถเลือกและรับประทานอาหาร โดยแสดงออกในด้านการปฏิบัติหลายขั้นตอน ตั้งแต่การเลือก การรับประทาน เป็นกระบวนการซึ่งนำไปสู่อาหารอร่อย สะอาด มีประโยชน์ต่อร่างกาย ปลอดจากสารเคมี ซึ่ง (ดุษณี สุทธปรียาศรี, 2527; อัญมณี ไวท์ยางกูร, 2544) ได้เพิ่มเติมว่า พฤติกรรมการบริโภคอาหารเป็นการแสดงออกของบุคคล คำพูด กิริยา ท่าทาง และการกระทำที่ผู้อื่นเห็นได้ เป็นพฤติกรรมที่ปฏิบัติเป็นความเคยชิน รวมถึงการเลือก และรู้ที่มาของอาหารนั้น

จันทร์ทิพย์ ลิ้มทองกุล (2543) ให้ความหมายของพฤติกรรมการบริโภคว่าเป็นการแสดงออกทั้งการกระทำ ความคิด ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร เช่น กินอะไร กินเท่าใด กินอย่างไร กินเพื่ออะไร กินเพื่อใคร

จากความหมายของพฤติกรรมการบริโภคดังกล่าว สรุปได้ว่าพฤติกรรมการบริโภคอาหาร หมายถึง การปฏิบัติเกี่ยวกับการบริโภคอาหาร ที่กระทำจนเป็นนิสัยในการรับประทานอาหารเช่น การเลือกรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย การเตรียมอาหาร นิสัยในการบริโภค รวมถึงความรู้ ความคิด ทัศนคติ การปฏิบัติต่อการบริโภคอาหารที่มีผลต่อความต้องการของร่างกาย การปฏิบัติตนตามสุขนิสัยและมารยาทในการรับประทานอาหารของสังคม และวัฒนธรรม

5. **แหล่งอาหารที่บริโภค**

แหล่งอาหารที่บริโภคเป็นส่วนหนึ่งในการเลือกบริโภคอาหารของบุคคล ชนิดของอาหารและแหล่งอาหารที่บุคคลในครัวเรือนใช้บริโภคนั้นอาจมีอยู่ในชุมชนเอง หรืออยู่นอกแหล่งชุมชน วิธีการได้มาซึ่งอาหารที่ใช้บริโภค เช่น การผลิตเองในครัวเรือน การซื้อมาจากร้านค้า การหาจากธรรมชาติ การจัดหามาให้โดยบุคคลอื่น เป็นต้น วิถีชีวิตของประชาชนในชนบทที่เปลี่ยนไปจากระบบเกษตรกรรมเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรม รวมทั้งสาธารณูปโภคต่าง ๆ การคมนาคมที่สะดวก ทำให้การหาอาหารมาบริโภคมีทางเลือกและมีแนวโน้มในการซื้อหามาบริโภคมากขึ้น ราคาอาหารและรายได้ของผู้บริโภคจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่แสดงถึงกำลังซื้อว่าสามารถซื้อหามาบริโภคได้เพียงพอกับความต้องการของบุคคลนั้น ๆ แหล่งอาหารที่วัยแรงงานในชนบทภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่ได้รับจากการผลิต เช่น การปลูกข้าว ผัก ผลไม้ การเก็บจากธรรมชาติเป็นไปตามฤดูกาล และอาหารที่ได้จากการซื้อ เช่น เนื้อสัตว์ ผลไม้ ไข่ (เบญจา มุกตพันธุ์ และคณะ, 2544 อ้างอิงใน วิภาวี ธรรมะ, 2547)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหาร**

สุทธิลักษณ์ สมิตะสิริ (2533) ได้ศึกษาพฤติกรรมการกินของคนไทย พบว่าปัจจัยเรื่องเวลาเป็นปัจจัยแวดล้อมที่สำคัญ โดยกว่าครึ่งให้ความเห็นว่าสภาพการจราจรติดขัดในกรุงเทพฯ ทำให้คนมีพฤติกรรมการกินที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และความสะดวกมีบทบาทในการกำหนดโดยตรงต่อการรับประทานอาหารสำเร็จรูป การรับประทานอาหารนอกบ้าน และการรับประทานอาหารบ่อยๆ

สุชาดา มะโนทัย (2539) ได้ศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น กรุงเทพมหานคร พบว่า อำนาจการซื้อ มีผลต่อการมีอาหาร แต่อยู่ภายใต้อิทธิพลของการโฆษณา

วิธี แจ่มกระทึก (2541) ได้ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการบริโภคอาหารด่วนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร พบว่ารายได้เป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่ง ซึ่งเป็นตัวกำหนดการตัดสินใจในการเลือกซื้อ หรือไม่ซื้ออาหารชนิดต่าง ๆ

วสุนธรี เสรีสุชาติ (2543) การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ของหญิงวัยเจริญพันธุ์ในโรงงานอุตสาหกรรมที่สัมพันธ์กับภาวะโลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็ก จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่าปัจจัยทางสังคมเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการบริโภคนั้น เป็นกฎเกณฑ์ที่ไม่

ปรากฏเป็นกฎหมายบังคับแต่รับรู้ได้ด้วยขนบธรรมเนียมประเพณีในสังคมย่อย ๆ แต่ละสังคม ซึ่งอาจจะมีอาหารประจำสังคมหรือประจำชาติของตน แต่มิได้หมายความว่าทุกคนในสังคมจะมีโอกาสหรือมีสิทธิ์ที่จะบริโภคอาหารที่มีอยู่ในสังคมของตนได้เสมอกันหมดเพราะว่าแต่ละสังคมมักกำหนดสถานภาพของแต่ละบุคคลไว้ต่างกันตามเพศ วัย ฐานะ ศักดิ์ศรี และความสำคัญของแต่ละบุคคล เมื่อสังคมกำหนดสภาพตามประเภทของบุคคลต่าง ๆ ไว้เช่นนี้ มักมีกฎเกณฑ์เกี่ยวกับการบริโภคอาหารที่สอดคล้องกันไว้ด้วย และ ผู้ที่มีการศึกษาดี ก็จะมีความรู้ในเรื่องอาหาร โดยรู้ว่าสิ่งใดมีประโยชน์หรือไม่มีประโยชน์ ควรละเว้นเสีย หรือถ้าเป็นผู้มีการศึกษาดี ความรู้ในเรื่องคุณค่าอาหารดังกล่าวอาจเป็นเหตุสำคัญในเรื่องอาหารบางประเภทได้ด้วยโดยเฉพาะการศึกษาของแม่บ้านจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการบริโภคของครอบครัวมาก เพราะแม่บ้านเป็นผู้ที่รับผิดชอบอาหารภายในบ้านทั้งหมด

วิริยาภรณ์ เจริญชีพ (2545) ได้ศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร พบว่านักเรียนหญิงมีเจตคติต่อการบริโภคอาหารไม่แตกต่างจากนักเรียนชาย รายได้เฉลี่ยของครอบครัวมีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อการบริโภคอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 นักเรียนหญิงมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารดีกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และรายได้เฉลี่ยของครอบครัวไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร

หทัยกาญจน์ โสตรดี และ อัมพร ฉิมพลี (2550) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม พบว่าความรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหารของนักศึกษา มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหารของนักศึกษา ในระดับต่ำ(r=.156) นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะทั่วไปในการรับประทานอาหารของครอบครัวนักศึกษามีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหารของนักศึกษา ในระดับค่อนข้างต่ำ (r=.398)

2. **การประเมินความเสี่ยงและผลกระทบทางสุขภาพ**

อัธยา กังสุวรรณ (2535) ได้ศึกษาการสะสมของโลหะแคดเมียมในหมึกกล้วย หมึกสาย และหมึกกระดองโดยเก็บตัวอย่างจากอ่าวไทยตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ถึงสุราษฎร์ธานี แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งจับและฤดูกาล การวิเคราะห์ได้แยกส่วนเนื้อ หนวดและไส้ ผลการศึกษาพบว่าหมึกกล้วยและหมึกกระดองมีค่าเฉลี่ยแคดเมียมอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย คือต่ำกว่า 0.5 มก./กก. และไม่พบความแตกต่างการสะสมระหว่างเนื้อ หนวดและไส้ แต่หมึกสายมีการปนเปื้อนสูงมีค่าเฉลี่ย 4.7 มก./กก. โดยมีการสะสมระหว่างเนื้อสูงกว่าในหนวด นอกจากนั้นยังพบว่าในฤดูร้อนมีการสะสมในแต่ละส่วนของหมึกกระดองที่ศึกษามากกว่าฤดูอื่น

วิไล พาละพล (2536) ได้ทำการศึกษาโลหะหนักในสระแก้วและในบ่อเลี้ยง ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน วิเคราะห์โดยใช้การสกัดเนื้อ ปลานิล แล้วนำเข้าเครื่อง Atomic Absorption Spectrophometer Model Spectr AA-300 ผลการวิจัยพบว่า 1) ปริมาณของโลหะหนักแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว แมงกานีส สังกะสี และปรอท ที่พบในเนื้อของปลานิลที่จับได้บริเวณสระแก้ว มีค่าเท่ากับ 0.04, 0.13, 0.5, 0.39, 2.58 และ 0.13 ppm ตามลำดับ 2) ปริมาณโลหะหนักในเนื้อปลานิลที่จับได้บริเวณสระแก้ว สูงกว่าปลานิลที่จับได้ตามบ่อเลี้ยง 3) ปริมาณของโลหะหนัก แมงกานีส สังกะสี และปรอท ในเนื้อปลานิลที่จับได้ในสระแก้วสูงกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม แต่โลหะที่เหลือต่ำกว่า เกณฑ์มาตรฐาน

อัธยา กังสุวรรณ และพรรณี คชราตรี (2536) ได้ศึกษาการสะสมของโลหะแคดเมียมในหมึกกล้วย หมึกสายและหมึกกระดองโดยเก็บตัวอย่างในเขตชุมพร ตราด สุราษฎร์ธานี และ ตรัง ผลการศึกษาพบว่าการปนเปื้อนของแคดเมียมในเนื้อหมึกสายมากกว่าในหนวด โดยค่าการปนเปื้อนในเนื้อหมึกสายอยู่ระหว่าง 0.01–0.625 mg/kg และการปนเปื้อนของสารแคดเมียมในหนวดหมึกสายอยู่ระหว่าง 0.01–3.60 mg/kg ส่วนหมึกกระดองพบการปนเปื้อนของแคดเมียมในหนวดมากกว่าเนื้อ โดยค่าการปนเปื้อนในหนวดหมึกกระดองอยู่ระหว่าง 0.01–8.43 mg/kg และการปนเปื้อนของสารแคดเมียมในเนื้อหมึกกระดองอยู่ระหว่าง 0.01–4.49 mg/kgสมิง เก่าเจริญ และคณะ (2541) การศึกษาระดับแคดเมียม และ โครเมียมในเลือดและปัสสาวะของกลุ่มคน สุขภาพแข็งแรงที่ไม่ได้ทำงานสัมผัสกับโลหะหนัก ประชากรที่ศึกษาประกอบด้วยพนักงานการไฟฟ้าฝ่ายผลิตที่เขื่อนภูมิพล จังหวัดตากและพนักงานการไฟฟ้าฝ่ายผลิตที่บางกรวย จังหวัดนนทบุรี ผลการศึกษาพบว่า ในกลุ่มศึกษาที่มีสุขภาพปกติและการทำงานของไตปกติ พบว่ามีระดับค่ามัชฌิมเลขคณิตของแคดเมียมในเลือด 1.04 (95% CI 1.02-1.07) ไมโครกรัม/ลิตร การสูบบุหรี่และสถานที่อยู่อาศัยมีผลต่อระดับแคดเมียมในเลือด กล่าวคือ การสูบบุหรี่ (ซึ่งรวมทั้งสูบเองหรือได้รับจากคนใกล้เคียง) ทำให้มีระดับแคดเมียมในเลือดสูงกว่าผู้ที่ไม่สูบ และผู้ที่อาศัยอยู่ในจังหวัดตากจะมีผลระดับแคดเมียมในเลือดสูงกว่าผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพฯ และปริมณฑล

สุขสมาน สังโยคะ (2542) ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักในปลาดุกอุย-เทศที่จำหน่ายอยู่ในตลาดเทศบาลนครพิษณุโลก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโลหะหนักในเนื้อ ตับ และ เหงือกของปลาดุกอุยเทศ ที่จำหน่ายอยู่ในตลาดเทศบาลนคร จังหวัดพิษณุโลก และเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักที่สะสมอยู่ในเนื้อ ตับ และเหงือกของปลาดุก-อุย กับค่ามาตรฐานของโลหะหนักในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยทำการเก็บตัวอย่างปลาดุกอุย-เทศที่มีขนาดความยาวของลำตัว 25–30 เซนติเมตร จำนวน 30 ตัว วิเคราะห์โดยใช้ AAS ผลการศึกษา

พบว่า ในเนื้อปลาและเหงือกของปลาดุกอุยเทศ พบแคดเมียมในปริมาณต่ำกว่าขีดจำกัดการตรวจวัด (Limit of Detection) แต่พบแคดเมียมในตับมีค่าเท่ากับ 0.007 ppm ในเนื้อ ตับและในเหงือก พบว่ามีปริมาณตะกั่วเท่ากับ 0.005, 0.055 และ 0.006 ppm ตามลำดับ สำหรับปริมาณแมงกานีสที่พบในเนื้อ ตับ และเหงือก มีค่าเท่ากับ 0.001, 0.005 และ 0.020 ppm ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานพบว่าปริมาณของโลหะหนักแคดเมียม ตะกั่ว และแมงกานีสใน ปลาดุกอุย-เทศ ที่ขายอยู่ในตลาดเทศบาลนครพิษณุโลกยังมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีเพียงปริมาณของแมงกานีสที่พบในเหงือกเท่านั้นที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

โรงพยาบาลแม่สอด (2547) ได้ดำเนินงานประเมินภาวะพิษของแคดเมียมในประชาชน อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ปี 2547 โดยได้ตรวจหาระดับแคดเมียม และประเมินภาวะพิษต่อไต โดยการเก็บตัวอย่างปัสสาวะในช่วงเช้าของประชาชนอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป ที่อยู่อาศัยในบริเวณที่พบแคดเมียมในสิ่งแวดล้อมสูง ในเขตตำบลพระธาตุผาแดง ตำบลแม่ตาว และตำบลแม่กุ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก จำนวน 6,802 ราย พบว่า ร้อยละ 9.2 ของประชาชนที่สำรวจมีระดับแคดเมียมค่อนข้างสูง (5-10 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน) และ ร้อยละ 2.5 มีระดับแคดเมียมสูง (>10 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน) จากจำนวนผู้ที่มีระดับแคดเมียมสูง หรือค่อนข้างสูง รวม 795 ราย โรงพยาบาลแม่สอดได้ติดตามตรวจเลือดและปัสสาวะเพื่อประเมินการทำงานของไตได้ 759 ราย พบมีภาวะไตเริ่มเสื่อม 154 ราย (ร้อยละ 20.3) และ พบภาวะไตเสื่อม 31 ราย (ร้อยละ 4.1)

สมคิด จูหว้า (2551) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและความเสี่ยงทางสุขภาพจากการบริโภคอาหารของประชาชนในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนสารแคดเมียม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ได้ทำการศึกษาประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพประชาชนจากการบริโภคอาหารโดยเฉพาะอาหารในท้องถิ่น แต่ละชนิดเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนที่บริโภคอาหารในพื้นที่ โดยเปรียบเทียบการปนเปื้อนของสารแคดเมียมในอาหาร ในพื้นที่ที่ปนเปื้อนสารแคดเมียม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก กับค่ามาตรฐานของประเทศไทยซึ่งต้องไม่เกิน 0.20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(Codex,2006 อ้างอิงใน สมคิด จูหว้า,2551) พบว่าอาหารที่มีสารแคดเมียมเกินค่ามาตรฐาน ในสัตว์น้ำจืด ได้แก่ ปลาไหล มีปริมาณการปนเปื้อนสารแคดเมียมเท่ากับ 0.27 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในพืชผัก ได้แก่ ผักชี ผักกูด หมาก กวางตุ้ง ฟักทอง มะเขือเปราะ ชะอม และกระถิน มีปริมาณการปนเปื้อนสารแคดเมียม เท่ากับ 1.70, 1.70, 1.16, 0.55, 0.46, 0.45, 0.25, และ 0.20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ

โรงพยาบาลแม่สอด (2552) ได้สำรวจภาวะสุขภาพของประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีสารแคดเมียมปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ผลการดำเนินงานเก็บปัสสาวะในช่วงเช้าของประชาชนอายุ 15 ปีขึ้นไปเพื่อนตรวจหาระดับแคดเมียมของประชาชน จำนวน 6,748 ราย พบว่า มีแคดเมียมในปัสสาวะระดับปกติ ร้อยละ 87.6 (< 5 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน) มีระดับแคดเมียมค่อนข้างสูง ร้อยละ 10.2 (5-10 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน)และมีระดับแคดเมียมสูง ร้อยละ 2.3 (>10 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน)

3. **บทสรุปข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

ปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมยังคงเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนผู้สัมผัส โดยในปี 2546 LDD-IWMI ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของสารแคดเมียมในดินและในข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พบว่าปริมาณสารแคดเมียมปนเปื้อนในดินในพื้นที่การเกษตร ร้อยละ 85 ของตัวอย่างมีค่าการปนเปื้อนของสารแคดเมียมสูงกว่าค่ามาตรฐานของยุโรป ส่วนในตัวอย่างข้าวในพื้นที่ที่ใช้ระบบน้ำชลประทานจากลุ่มน้ำแม่ตาว พบปริมาณสารแคดเมียมปนเปื้อนร้อยละ 83 ของตัวอย่างมีค่าการปนเปื้อนของสารแคดเมียมสูงกว่าค่ามาตรฐานในประเทศไทย

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและความเสี่ยงทางสุขภาพจากการบริโภคอาหารของประชาชนในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนสารแคดเมียม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดยมีข้อมูลสนับสนุนจากการศึกษาของ สมคิด จูหว้า (2551) ซึ่งได้ทำการศึกษาประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพประชาชนจากการบริโภคอาหารโดยเฉพาะอาหารในท้องถิ่น โดยทำการศึกษาปริมาณและความถี่ของการบริโภคอาหารแต่ละชนิดเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนที่บริโภคอาหารในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนสารแคดเมียม โดยเปรียบเทียบการปนเปื้อนของสารแคดเมียมในอาหารในพื้นที่ที่ปนเปื้อนสารแคดเมียม กับค่ามาตรฐานของประเทศไทยซึ่งต้องไม่เกิน 0.20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่าอาหารที่มีสารแคดเมียมเกินค่ามาตรฐาน ในสัตว์น้ำจืด ได้แก่ ปลาไหล ในพืชผักมีจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ผักชี ผักกูด หมาก มะเขือเปราะ ฟักทอง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพจากการบริโภคในระยะยาว

การประเมินความเสี่ยงและผลกระทบทางสุขภาพ พบว่าประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ปนเปื้อนโลหะหนักได้รับผลกระทบทางสุขภาพ ในปี พ.ศ.2552 โรงพยาบาลแม่สอด ได้สำรวจภาวะสุขภาพของประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ที่มีสารแคดเมียมปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ผลการดำเนินงานเก็บปัสสาวะในช่วงเช้าของประชาชนอายุ 15 ปีขึ้นไปเพื่อตรวจหาระดับแคดเมียมของประชาชน จำนวน 6,748 ราย พบว่า มีแคดเมียมในปัสสาวะระดับปกติ ร้อยละ 87.6 (< 5 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน) มีระดับแคดเมียมค่อนข้างสูง ร้อยละ

10.2 (5-10 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน) และ มีระดับแคดเมียมสูง ร้อยละ 2.3 (>10 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน)

การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในครั้งนี้ จะได้ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับแบบแผนการบริโภคอาหาร ที่เสี่ยงต่อการได้รับสารแคดเมียมเข้าสู่ร่างกาย ที่มาคุกคามสุขภาพของประชาชนในตำบลแม่ตาว และ ขบวนการ ที่ใช้แก้ปัญหาสุขภาพ และ ป้องกันโรคจากการบริโภคอาหารดังกล่าว

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา