บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 รายงานการศึกษาการบริโภคดิน

การศึกษาการบริโภคดินในต่างประเทศมีทั้งที่ศึกษาในเด็กและผู้ใหญ่ พบว่าเด็กมีความเสี่ยงจากการได้รับสารเคมีที่อยู่ในดินสูงกว่าผู้ใหญ่ เนื่องจากพฤติกรรมของเด็กที่เล่นบริเวณพื้นดิน และบางครั้งก็มีการหยิบของเล่นที่เปื้อนดินหรือขนมที่ตกดินเข้าปาก ทำให้เด็กมีปริมาณการบริโภคดินมากกว่าปริมาณการบริโภคดินในผู้ใหญ่ (Barltop, 1966)

การศึกษาการบริโภคดินในเด็กมีความสำคัญอย่างมากเพราะเด็กมีโอกาสสัมผัสและบริโภคดินมากกว่าผู้ใหญ่ U.S. EPA จึงแบ่งการประเมินการได้รับสารเคมีเป็นสองช่วงคือ ช่วงเวลาเด็ก (อายุ 1-6 ปี) และช่วงเวลาผู้ใหญ่ (อายุมากกว่า 6 ปี) แล้วจึงนำปริมาณสารเคมีที่ได้รับจากทั้งสองช่วงมารวมกันเป็นปริมาณการได้รับสารทั้งหมดเพื่อใช้สำหรับการประเมินความเสี่ยง (U.S. EPA, 1997)

การศึกษาการบริโภคดินในช่วงแรกๆ เป็นการวัดปริมาณดินที่ติดอยู่ตามซอกเล็บ และนิ้วมือ ซึ่งผลการศึกษาไม่ถูกต้อง เนื่องจากปริมาณดินที่ติดตามเล็บและนิ้วมืออาจไม่เกี่ยวกับปริมาณดินที่ได้รับจริง (U.S. EPA, 1997) ต่อมามีการพัฒนาการศึกษาให้ถูกต้องแม่นยำขึ้นโดยใช้วิธีวิเคราะห์หาปริมาณ trace elements โดยใช้หลักการหาความสมดุลของปริมาณสารที่ได้รับและปริมาณสารที่ขับออกจากร่างกาย (Mass Balance Methodology) โดยที่ trace elements เหล่านี้เป็นส่วนประกอบในดิน ซึ่ง trace elements เหล่านี้ได้แก่ Aluminium (Al), Barium (Ba), Manganese (Mn), Silicon (Si), Titanium (Ti), Vanadium (V), Yttrium (Y) และ Zirconium (Zr) โดยที่ trace elements เหล่านี้ระบบทางเดินอาหารของคนสามารถดูดซึมได้น้อย ทำให้ในร่างกายปริมาณ trace elements เหล่านี้น้อยตามไปด้วย

Calabrese และคณะ (1989) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของ trace elements ได้แก่ Aluminium (Al), Barium (Ba), Manganese (Mn), Silicon (Si), Titanium (Ti), Vanadium (V), Yttrium (Y) และ Zirconium (Zr) เพื่อต้องการทราบว่า trace elements ใด จะบ่งชี้ถึงปริมาณการบริโภคดินได้อย่างถูกต้อง พบว่า Aluminum (Al), Silicon (Si) และ Yttrium (Y) มีผลการวิเคราะห์ที่

เชื่อถือได้และเหมาะสำหรับใช้เป็น trace elements ในการวัดหาปริมาณการบริโภคดินมากที่สุด เพราะมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำมากที่สุด และมีปริมาณที่ถูกขับออกในอุจจาระใกล้เคียงกับปริมาณที่บริโภค (ตารางที่ 1)

การศึกษาการบริโภคดินโดยใช้ trace elements นี้อาศัยหลักการของ Mass Balance Methodology ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ (Calabrese และคณะ, 1997)

$$M_{intake} = M_{excreted}$$

โดย M_{intake} เป็น ปริมาณ trace elements ที่บริโภคทั้งหมดในแต่ละวัน ซึ่งได้จากการบริโภคอาหาร น้ำดื่ม และดิน

$M_{excreted}$ เป็น ปริมาณ trace elements ที่ถูกขับออกมาในอุจจาระและปัสสาวะในแต่ละวัน

Binder และคณะ (1986) ศึกษาการบริโภคดินโดยใช้ trace element ในเด็กอายุ 1-3 ปี จำนวน 59 คน ซึ่งอาศัยอยู่ใกล้กับโรงงานหลอมตะกั่วในเมือง East Halena รัฐ Montana ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเก็บตัวอย่างอุจจาระจากผ้าอ้อมของเด็กและเก็บตัวอย่างดินในแหล่งที่เด็กอยู่อาศัยเป็นเวลา 3 วันติดต่อกัน แล้วนำตัวอย่างดินและอุจจาระมาวิเคราะห์หาปริมาณ Aluminium, Silicon และ Titanium ด้วยวิธี Inductively Coupled Plasma – Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของปริมาณการบริโภคดินซึ่งคำนวณจาก Aluminium, Silicon และ Titanium เท่ากับ 181, 184 และ 1,834 มิลลิกรัม/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

Clausing และคณะ (1987) ศึกษาการบริโภคดินในเด็ก อายุ 2-4 ปี ในประเทศเนเธอร์แลนด์ จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นเด็กที่กำลังศึกษาในโรงเรียนอนุบาล จำนวน 18 คน โดยเก็บตัวอย่างอุจจาระและดินที่สนามเด็กเล่นในโรงเรียน เป็นเวลา 5 วัน และกลุ่มที่สองเป็นเด็กที่นอนป่วยในโรงพยาบาล จำนวน 6 คน เก็บตัวอย่างเป็นเวลา 8 วัน วิเคราะห์หาปริมาณ Aluminium, Titanium และ Acid – insoluble residue (AIR) โดยใช้น้ำหนักอุจจาระแห้งจำนวน 10 กรัม เป็นน้ำหนักอ้างอิงที่ใช้ในการคำนวณ พบว่าปริมาณการบริโภคดินเฉลี่ยของเด็กที่ศึกษาในโรงเรียนอนุบาลเท่ากับ 232, 1,431 และ 129 ตามลำดับ และเด็กที่อยู่ในโรงพยาบาล เท่ากับ 56, 2,293 มิลลิกรัม/วัน ผู้วิจัยไม่ได้รายงานปริมาณที่ใช้คำนวณค่าโดยใช้ AIR (ตารางที่ 1)

Van Wijnen และคณะ (1990) ศึกษาการบริโภคดินในเด็ก อายุ 1-5 ปี ของประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยศึกษาในเด็ก 3 กลุ่ม คือ เด็กที่อยู่ในสถานดูแล จำนวน 292 คน เด็กที่อยู่ในค่ายพักแรม จำนวน 78 คน และเด็กป่วยที่อยู่ในโรงพยาบาลจำนวน 15 คน โดยวิเคราะห์หาปริมาณ Aluminium Titanium และ Acid – insoluble residue (AIR) ด้วยวิธี Inductively Coupled Plasma – Atomic Emission Spectrometry (ICP – AES) ได้อัตราค่าเฉลี่ยการบริโภคดินคำนวณจาก Al, Ti, และ AIR ของเด็กในสถานดูแลเท่ากับ 162 มิลลิกรัม/วัน ในค่ายพักแรมเท่ากับ 213 มิลลิกรัม/วัน และในโรงพยาบาลเท่ากับ 93 มิลลิกรัม/วัน (ตารางที่ 1)

Davis และคณะ (1990) ศึกษาการบริโภคดินของเด็กอายุ 2 - 7 ปี จำนวน 104 คน ในพื้นที่ภาคภาคตะวันออกเฉียงใต้ของรัฐ Washington เก็บตัวอย่างอาหาร ตัวอย่างอุจจาระ ปัสสาวะ และตัวอย่างดิน เป็นเวลา 4 วันติดต่อกัน เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ Aluminium, Silicon และ Titanium เป็น Trace elements ด้วยวิธี X - ray Fluorescence Spectrometry พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคดินของเด็ก 38.9, 82.4,และ 245.5 มิลลิกรัม/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

The United States Environmental Protection Agency; U.S. EPA ได้รวบรวม ข้อมูลการศึกษาการบริโภคดิน ซึ่งมีผู้ทำการศึกษาไว้ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ และสรุปข้อมูลการบริโภคเพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงในสหรัฐอเมริกา U.S.EPA (1997) กำหนดใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของข้อมูลการบริโภคดินสำหรับการประเมินความเสี่ยง โดยกำหนดใช้ค่าในเด็กและผู้ใหญ่เท่ากับ 200 และ 100 มิลลิกรัม/วัน ตามลำดับ

การศึกษาการบริโภคดินโดยทั่วไปจะตรวจวิเคราะห์ trace element อย่างน้อย 2 ธาตุเพื่อยืนยันผลการศึกษาว่าถูกต้อง การศึกษาในครั้งนี้เลือก Aluminium (Al) และ Silicon (Si) เป็น trace elements เนื่องจากการข้อมูลการศึกษาในต่างประเทศแสดงให้เห็นว่าธาตุทั้งสองดูดซึมจากระบบทางเดินอาหารน้อยมาก และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อย ทำให้สามารถใช้สมการ Mass Balance Methodology ได้อย่างถูกต้อง (Calabrese และคณะ, 1989; 1990; 1997)

ตารางที่ 1 การศึกษาการบริโภคดินในเด็กในประเทศต่างๆ

รายละเอียด	อายุ (ปี)	จำนวนเด็ก (คน)	Trace element ที่วิเคราะห์	ปริมาณดินที่บริโภค (มิลลิกรัม/วัน)	เอกสารอ้างอิง
ประเทศสหรัฐอเมริกา					
เด็กอาศัยใกล้โรงงานหลอมตะกั่ว	1-3	59	Al	181	Binder และคณะ(1986)
			Si	184	
			Ti	1,834	
เด็กอาศัยในรัฐ Massachusetts	1-4	64	Al	153	Calabrese และคณะ (1989)
			Si	154	
			Y	85	
เด็กอาศัยในรัฐ Washington	2-7	104	Al	38.9	Davis และคณะ (1990)
			Si	82.4	
			Ti	245.5	
ประเทศเนเธอร์แลนด์					
เด็กอนุบาล	2-4	18	Al	232	Clausing (1987)
			Ti	1,431	
			AIR	129	
เด็กป่วยในโรงพยาบาล	2-4	6	Al	56	
			Ti	2,293	
			AIR	-	
เด็กในสถานดูแล	1-5	292	Al	162	Van Wijnenและคณะ (1990)
เด็กในค่ายพักแรม	1-5	78	Ti	213	
เด็กในโรงพยาบาล	1-5	15	AIR	93	

หมายเหตุ : AIR หมายถึง Acid - Insoluble Residue