บทที่ 5

อภิปรายผล สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผล

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ Aluminium และ Silicon เป็น Trace elements ในการคำนวณอัตราการบริโภคดิน เนื่องจาก Trace elements ทั้ง 2 ธาตุ มีข้อมูลการศึกษาในต่างประเทศแสดงให้เห็นว่าธาตุทั้งสองดูดซึมจากระบบทางเดินอาหารน้อยมาก และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อย ทำให้สามารถใช้สมการ Mass Balance Methodology ได้อย่างถูกต้อง จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้วัดอัตราการบริโภคดิน (Calabrese และคณะ, 1989) Yttrium (Y) เป็น trace element ที่ดีเช่นกัน แต่ที่ไม่เลือกใช้ Y ในการทดลองครั้งนี้เนื่องจาก ปริมาณ Y ที่อยู่ในตัวอย่างอาหาร น้ำ และดินที่มีปริมาณต่ำ ซึ่งวิธีที่ใช้วิเคราะห์คือ AAS ไม่สามารถวิเคราะห์ trace element ที่มีปริมาณต่ำในตัวอย่างได้ แต่ถ้าเปลี่ยนวิธีวิเคราะห์เป็น ICP-AES สามารถใช้ Y ในการศึกษาได้ เนื่องจาก วิธี ICP-AES สามารถวิเคราะห์ trace element ที่มีอยู่ในตัวอย่างในระดับต่ำได้ การศึกษาครั้งนี้ไม่ใช้ ICP-AES เนื่องจากเครื่อง ICP-AESที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อยู่ระหว่างการซ่อมแซมแก้ไข จึงเปลี่ยนมาใช้ วิธี AAS ซึ่งหลังการทดลองด้วยวิธี AAS เสร็จ เครื่อง ICP-AES สามารถใช้งานได้จึงนำสุ่มตัวอย่างอาหาร น้ำ และดิน จำนวน 12 หลอดทดลองมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ ผลวิธีการวิเคราะห์พบว่า ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากวิธี ICP-AES และ AAS มีความใกล้เคียงกันมาก ดังตารางที่ 23-24 ดังนั้นการศึกษาโดยใช้วิธี AAS เป็นวิธีวิเคราะห์จึงน่าเชื่อถือได้

การศึกษาในตารางที่ 23 เป็นการศึกษาเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ปริมาณ Al และ Si ระหว่างวิธี ICP-AES และ วิธี AAS โดยใช้สถิติแบบ pair t-test พบว่าวิธี AAS และ วิธี ICP-AES ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธี AAS วิเคราะห์ปริมาณ Al และ Si ได้อย่างถูกต้องแม่นยำเมื่อเทียบกับวิธี ICP-AES ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมสูง อย่างไรก็ดี จากการศึกษาของ Lasztity และคณะ (1996) กล่าวว่าวิธี ICP – AES ที่ใช้วิเคราะห์หาปริมาณ trace element ในตัวอย่างอาหาร ตัวอย่างอุจจาระ และตัวอย่างดิน เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ เนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ICP – AES มีความแม่นยำสูง สามารถวิเคราะห์ trace element ได้หลายธาตุในเวลาเดียวกัน ทำให้การทดลองรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 23 การเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ปริมาณ Al ระหว่างวิธี ICP-AES และ วิธี AAS

การเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ปริมาณ Al ระหว่างวิธี ICP-AES และ วิธี AAS				
วิธี	ความเข้มข้น (ppm)	ความเข้มข้น (ppm)	ความเข้มข้น (ppm)	ความเข้มข้น (ppm)
ICP-AES อาหาร	3.44	2.57	3.73	0.98
AAS อาหาร	3.49	2.47	3.87	0.87
ICP-AES อุจจาระ	45.61	52.22	34.77	68.59
AAS อุจจาระ	46.6	54.3	34.2	68.1
ICP-AES ดิน	174.9	297.0	100.1	154.0
AAS ดิน	170.5	290.5	99.1	158.6

ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ปริมาณ Si ระหว่างวิธี ICP-AES และวิธี AAS

การเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ปริมาณ Si ระหว่างวิธี ICP-AES และวิธี AAS				
วิธี	ความเข้มข้น (ppm)	ความเข้มข้น (ppm)	ความเข้มข้น (ppm)	ความเข้มข้น (ppm)
ICP-AES อาหาร	3.26	2.38	3.12	1.18
AAS อาหาร	3.4	2.4	3.1	1.2
ICP-AES อุจจาระ	35.47	51.94	23.77	48.45
AAS อุจจาระ	34.5	52.3	24.7	48.2
ICP-AES ดิน	37.68	139.2	37.91	32.82
AAS ดิน	38.8	145.4	38.0	31.36

U.S.EPA (1997) กำหนดใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของข้อมูลการบริโภคดินสำหรับการประเมินความเสี่ยง โดยกำหนดใช้ค่าในเด็กและผู้ใหญ่เท่ากับ 200 และ 100 มิลลิกรัม/วัน ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับค่าในเด็กที่ได้จากผลการศึกษาครั้งนี้และค่าในผู้ใหญ่ที่ได้จากการศึกษาการบริโภคดินของดวงกมล (2546) พบว่า ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 95 ที่คำนวณจาก Al และ Si มีค่าเท่ากับ 131.51 มิลลิกรัม/วัน 119.7 มิลลิกรัม/วัน ซึ่งค่าตัวเลขต่ำกว่า U.S. EPA อ้างอิงไว้ว่าเด็ก ใช้อัตราการบริโภคดินเป็น 200 มิลลิกรัม/วัน (U.S.EPA, 1997) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากจำนวนประชากรที่เข้าร่วมการศึกษาน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาแบบเดียวกันในต่างประเทศ และอาจเนื่องมาจากความเป็นอยู่อาศัยที่แตกต่างกัน ตลอดจนการเลี้ยงดูที่แตกต่างกันด้วย (ตารางที่ 25)

ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบค่าระหว่าง ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของข้อมูลการบริโภคดิน กำหนดโดย U.S.EPA และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของข้อมูลการบริโภคดินจากผลการศึกษาครั้งนี้

ประชากร	ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (U.S. EPA)	ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 คำนวณโดยใช้ Al	ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 คำนวณโดยใช้ Si
เด็ก	200 มิลลิกรัม/วัน	131.5 มิลลิกรัม/วัน[a]	119.7 มิลลิกรัม/วัน[a]
ผู้ใหญ่	100 มิลลิกรัม/วัน	181.7 มิลลิกรัม/วัน[b]	

[a] ข้อมูลจากผลการศึกษาครั้งนี้

[b] ข้อมูลจากผลการศึกษาของดวงกมล (2546)

ค่าเฉลี่ยของอัตราการบริโภคที่ได้จากการวิเคราะห์ Aluminium และ Silicon ในการศึกษาทดลองครั้งนี้มีค่าเท่ากับ 67.81 และ 65.97 มิลลิกรัม/วัน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 38.43 และ 35.81 ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยสอดคล้องกับที่ U.S. EPA อ้างอิงไว้ว่าเด็ก ใช้อัตราการบริโภคดินเป็น 100 มิลลิกรัม/วัน อย่างไรก็ดีค่าเฉลี่ยของอัตราการบริโภคดินครั้งนี้มีค่าที่ระดับต่ำกว่า U.S. EPA อ้างอิงไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากจำนวนประชากรที่เข้าร่วมการศึกษาน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาแบบเดียวกันในต่างประเทศ และอาจเนื่องมาจากการศึกษาครั้งนี้ศึกษาในพื้นที่เดียวทำให้ค่าการศึกษามีเพียงเชิงเดียว ต่างจากการศึกษาในต่างประเทศ ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในและนอกพื้นที่รวมถึงบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการบริโภคเช่นดิน เช่น การศึกษาของ Binder และคณะ (1986) เป็นการศึกษาการบริโภคดิน ในเด็กอายุ 1-3 ปี จำนวน 59 คน ซึ่งอาศัยอยู่ใกล้กับโรงงานหลอมตะกั่วในเมือง East Halena รัฐ Montana ประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ Clausing และคณะ (1987) พบว่าเด็กที่นอนป่วยในโรงพยาบาลมีอัตราการบริโภคดินค่าเฉลี่ย 56 มิลลิกรัม/วัน ดังนั้นแหล่งสถานที่ที่ใช้ทำการศึกษามีผลต่ออัตราการบริโภคดิน

ผลการศึกษา % recovery ของ Aluminium ในวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วย AAS พบว่า % recovery ของ Aluminium มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 91.75 % และการศึกษา % recovery ของ Silicon ด้วย

วิธีเดียวกันพบว่า % recovery ของ Silicon มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 91.79% จากการศึกษา % recovery ของ Aluminium และ Silicon แสดงให้เห็นว่าวิธีการวิเคราะห์ด้วย AAS มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์หาปริมาณ Aluminium และ Silicon ในตัวอย่างได้ถึง 91 % ดังนั้น AAS จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะใช้เป็นวิธีวิเคราะห์หาปริมาณ Aluminium และ Silicon

5.2 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ปริมาณการบริโภคดินในเด็กอายุ ระหว่าง 2-6 ปี จำนวน 10 คน ที่อาศัยอยู่ในจังหวัดปทุมธานี การวิเคราะห์ปริมาณการบริโภคดิน โดยใช้ Aluminium และ Silicon เป็น Trace elements ทำการเก็บตัวอย่างอาหาร ตัวอย่างอุจจาระ และตัวอย่างดิน เป็นเวลา 7 วันต่อเนื่องกัน วิเคราะห์หาปริมาณ Aluminium และ Silicon โดยใช้วิธี Atomic absortion Spectrometry (AAS) พบว่าค่าเฉลี่ย ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95 และ 99 ของการบริโภคดินที่ได้จากการวิเคราะห์ Aluminium มีค่า 67.81, 12.53, 20.37, 35.25, 69.07, 101.01, 117.09, 131.51, และ 153.34 มิลลิกรัม/วัน ตามลำดับ และที่ได้จากการวิเคราะห์ Silicon มีค่า 65.97, 6.44, 15.92, 39.43, 64.72, 94.72, 117.83, 119.7, และ141.05 มิลลิกรัม/วัน ตามลำดับ

Trace elements ในการศึกษาครั้งนี้ คือ Aluminium และ Silicon ซึ่งผลการศึกษาที่ได้ Trace elements ทั้ง 2 ตัว คำนวณได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นหากมีการศึกษาในประชาชนกลุ่มอื่น ๆ ควรใช้ Aluminium และ Silicon เป็น trace elements คู่กัน เพื่อเป็นการตรวจสอบผลการศึกษาได้

การศึกษาในเด็กอายุระหว่าง 2-6 ปี มีอาสาสมัครเด็กเพศชาย 7 คน เพศหญิง 3 คน เมื่อเปรียบเทียบโดยใช้สถิติแบบ ANOVA ระหว่างผลการศึกษาของเพศชายและเพศหญิง พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>.05$) จึงแสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ปริมาณการบริโภคดินในเด็กอายุระหว่าง 2-6 ปี เพศไม่มีผลกระทบทำให้ผลการศึกษาเปลี่ยนแปลง อาจเนื่องมาจากเด็กมีพฤติกรรมการเล่นที่คล้ายกัน

จากผลการศึกษาพบว่า ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 95 ที่คำนวณจาก Al และ Si มีค่าเท่ากับ 131.51 มิลลิกรัม/วัน 119.7 มิลลิกรัม/วัน มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Calabreseและคณะ (1989) ซึ่งมีค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 95 ที่คำนวณจาก Al และ Si มีค่าเท่ากับ 153 มิลลิกรัม/วัน และ 154 มิลลิกรัม/วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Van Wijnen (1990) ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 95

ที่คำนวณจาก Al มีค่าเท่ากับ 162 มิลลิกรัม/วัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการศึกษาการบริโภคดินในเด็กอายุระหว่าง 2-6 ปีครั้งนี้เป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาการบริโภคดินในเด็กของประเทศอื่น ๆ (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดลองกับการศึกษาการบริโภคดินจากต่างประเทศ

สถิติ	อัตราการบริโภคดินที่คำนวณจาก Al (mg/day)	อัตราการบริโภคดินที่คำนวณจาก Si (mg/day)
P 95[a]	131.5	119.7
P 95[b]	153	154
P 95[c]	162	

หมายเหตุ [a] = ผลการทดลอง [b] = Calabrese และคณะ (1989) [c] = Van Wijnen (1990)

ในอนาคตควรมีการศึกษาการบริโภคในประชากรที่อยู่อาศัยในจังหวัดอื่น โดยแบ่งตามภาคต่างๆ ของประเทศไทย และศึกษาในอาสาสมัครที่มีจำนวนมากขึ้น เพื่อให้เป็นตัวแทนของประชากรไทย และสามารถใช้ในกระบวนการประเมินความเสี่ยงได้ โดยใช้คำนวณปริมาณการได้รับสารเคมีที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม โดยต้องคำนวณร่วมกับการได้รับสารเคมีจากวิถีอื่น คือ การได้รับจากอาหาร น้ำดื่มและจากการหายใจ