

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับชา	4
2.2 การผลิตชาในประเทศไทย	9
2.3 สารสำคัญในชา	10
2.4 เกณฑ์มาตรฐานของชา	13
2.5 การตรวจวิเคราะห์โลหะหนักในดิน	14
2.6 ความเป็นพิษของโลหะหนักที่พบในใบชา	14
2.7 การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง ICP-MS	18
2.8 การตรวจวิเคราะห์โลหะหนักในชา และการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์	20
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 ตัวอย่าง อุปกรณ์ และสารเคมี	23
3.2 วิธีการทดลอง	25

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.1 การสำรวจแหล่งผลิตชา	25
3.2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณ โลหะหนักในตัวอย่างชาเขียว	25
3.2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณ โลหะหนักในตัวอย่างดินจากแหล่งปลูกตัวอย่างชาเขียวที่พบการปนเปื้อน	26
3.2.4 การศึกษาความเที่ยงตรง (Precision) ของวิธีการและเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างวิธี Flame AAS และ วิธี ICP-MS ในตัวอย่างชาที่พบการปนเปื้อน	28
3.2.5 ศึกษาความความแม่นยำ(Accuracy)ของวิธี ICP-MS ในตัวอย่างชาเขียวและตัวอย่างดิน	29
3.2.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	29
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การสำรวจแหล่งผลิตชาเขียว	30
4.2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ โลหะหนักในตัวอย่างชาเขียว	31
4.3 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ โลหะหนักในตัวอย่างดินจากแหล่งปลูกตัวอย่างชาเขียวที่พบการปนเปื้อน	34
4.4 ผลการศึกษาความเที่ยงตรง (Precision) ของวิธีการและเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างวิธี ICP-MS และวิธี Flame AAS ในตัวอย่างชาที่พบการปนเปื้อน	37
4.5 ผลการศึกษาความความแม่นยำ (Accuracy) ของวิธีการด้วยวิธี ICP-MS ในตัวอย่างชาเขียวและตัวอย่างดิน	40
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	43
5.2 ข้อเสนอแนะ	44

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก ก	49
ภาคผนวก ข	54
ภาคผนวก ค	59
ภาคผนวก ง	64
ประวัติผู้เขียน	66

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	ข้อมูลการปลูกและการผลิตชาในปี พ.ศ. 2550	10
2.2	สารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบหลักในใบชา	15
2.3	ปริมาณโลหะหนักตกค้างในดินเขตจังหวัดเชียงใหม่	17
2.4	ปริมาณโลหะหนักตกค้างในดินเขตจังหวัดเชียงราย	18
3.1	สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธี ICP-MS	26
3.2	สภาวะการวิเคราะห์ด้วยวิธี Flame AAS	28
4.1	ชาเขียวที่ผลิตชาในจังหวัดเชียงใหม่	30
4.2	ชาเขียวที่ผลิตชาในจังหวัดเชียงราย	31
4.3	ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างชาเขียวของจังหวัดเชียงราย	32
4.4	ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างชาเขียวของจังหวัดเชียงใหม่	33
4.5	ชนิดและปริมาณโลหะหนักที่มีได้ในน้ำชาและชาแห้งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข	34
4.6	ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างดินจากแหล่งปลูกชาเขียว	35
4.7	การหาค่าการยอมรับความเที่ยงตรงของการวัดด้วยวิธี Flame AAS	38
4.8	การหาค่าการยอมรับความเที่ยงตรงของการวัดด้วยวิธี ICP-MS	39
4.9	ค่าเฉลี่ยความเที่ยงตรงของวิธีการและเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างวิธี Flame AAS และวิธี ICP-MS โดยหาค่า HORRAT	40
4.10	การหาร้อยละการกลับคืนของเหล็กในตัวอย่างชาเขียวด้วยวิธี ICP-MS	41
4.11	การหาร้อยละการกลับคืนของคิบุกในตัวอย่างดินด้วยวิธี ICP-MS	42
ข-1	เกณฑ์การยอมรับความเที่ยงตามค่า HORRAT ของ AOAC และ Codex กับ EU	55
ข-2	ค่า expected % RDS ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	56
ข-3	Analyte recovery ที่ความเข้มข้นต่างๆ	58
ง-1	สมการถดถอยแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณ โลหะหนักในชาเขียวแห้งและดินที่ปลูก	65

สารบัญภาพ

รูป		หน้า
2.1	ใบชา	4
2.2	การเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์เมื่อผ่านกระบวนการ Atomization	19
2.3	การเปลี่ยนแปลงพลังงานของอะตอม	20
3.1	จุดเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ปลูกชา	27
ก-1	เครื่อง ICP-MS ยี่ห้อ Agilent Technology รุ่น 7500	50
ก-2	เครื่อง Flame AAS ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น AA-6300	50
ก-3	ตัวอย่างเมสสเปกตรัมของเหล็ก ทองแดง และสังกะสีด้วยวิธี ICP-MS	51
ก-4	ตัวอย่างเมสสเปกตรัมของตะกั่วด้วยวิธี ICP-MS	51
ก-5	ตัวอย่างเมสสเปกตรัมของสารหนูด้วยวิธี ICP-MS	52
ก-6	ตัวอย่างสเปกตรัมของตะกั่วด้วยวิธี Flame AAS	52
ก-7	ตัวอย่างสเปกตรัมของทองแดงด้วยวิธี Flame AAS	53
ก-8	ตัวอย่างสเปกตรัมของสังกะสีด้วยวิธี Flame AAS	53