

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบาญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการตารางภาคผนวก	(11)
รายการภาพประกอบ	(16)
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 บทนำตั้งเรื่อง	1
1.2 การตรวจเอกสาร	4
1.3 วัตถุประสงค์	11
2. วิธีการวิจัย	
2.1 สารเคมี	12
2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	12
2.3 วิธีดำเนินการ	
2.3.1 การเตรียม Standard solution และ Reagent solution	15
2.3.2 การตั้งค่าเครื่องมือ	15
2.3.3 ค่าขีดจำกัดต่ำสุดของการวิเคราะห์ (Limit of detection) และ ค่าขีดจำกัดต่ำสุดของการหาปริมาณ (Limit of quantification)	19
2.3.4 ศึกษาเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ	20
2.3.5 วิธีการสกัดตัวอย่าง	21
2.3.6 ศึกษาเขม่าป็นจากอาสาสมัคร	21
2.3.7 ศึกษาระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างเขม่าป็น	22
2.4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	22
3. ผลและบทวิจารณ์	
3.1 ศึกษาขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัด (LOD) และขีดจำกัดต่ำสุด ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (LOQ)	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 ศึกษาการสกัดเปรียบเทียบ	29
3.3 ศึกษาวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการเก็บตัวอย่างเขม่าป็นเปรียบเทียบ วิธีการสกัด	49
3.4 ศึกษาระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างเขม่าป็น	51
4. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	54
รายการเอกสารอ้างอิง	56
ภาคผนวก	59
ประวัติผู้เขียน	73

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของธาตุแอนติโมนี, แบริยมและตะกั่ว	1
2. แสดงรายละเอียดและสภาวะของแบริยมและตะกั่วในระบบ ICP-OES	16
3. แสดงรายละเอียดและสภาวะของแอนติโมนีในระบบ Hydride generation ICP-OES	18
4. แสดงความเข้มข้นของสารละลายที่ spike บนวัสดุเพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ (%Recovery)	20
5. แสดงค่าเฉลี่ย Intensity และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแอนติโมนีใน blank (10 ซ้ำ)	23
6. แสดงความสัมพันธ์ของ Intensity signal กับความเข้มข้นของแอนติโมนี (5 ซ้ำ)	23
7. แสดงค่าเฉลี่ย Intensity และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบริยมใน blank (10 ซ้ำ)	25
8. แสดงความสัมพันธ์ของ Intensity signal กับความเข้มข้นของแบริยม (5 ซ้ำ)	25
9. แสดงค่าเฉลี่ย Intensity และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตะกั่วใน blank (10 ซ้ำ)	27
10. แสดงความสัมพันธ์ของ Intensity signal กับความเข้มข้นของตะกั่ว (5 ซ้ำ)	27
11. แสดงความเข้มข้นของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นต่ำ (10 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ plastic shaft cotton bud	29
12. แสดงความเข้มข้นของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นต่ำ (10 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ wood shaft cotton bud	30
13. แสดงความเข้มข้นของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นต่ำ (10 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ sterile foam - tipped applicator	30
14. แสดงความเข้มข้นของธาตุแบริยมที่ความเข้มข้นต่ำ (15 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ plastic shaft cotton bud	32
15. แสดงความเข้มข้นของธาตุแบริยมที่ความเข้มข้นต่ำ (15 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ wood shaft cotton bud	32
16. แสดงความเข้มข้นของธาตุแบริยมที่ความเข้มข้นต่ำ (15 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ sterile foam - tipped applicator	33

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
17. แสดงความเข้มข้นของธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นต่ำ (100 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ plastic shaft cotton bud	35
18. แสดงความเข้มข้นของธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นต่ำ (100 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ wood shaft cotton bud	35
19. แสดงความเข้มข้นของธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นต่ำ (100 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ sterile foam - tipped applicator	36
20. แสดงความเข้มข้นของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นสูง (40 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ plastic shaft cotton bud	39
21. แสดงความเข้มข้นของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นสูง (40 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ wood shaft cotton bud	40
22. แสดงความเข้มข้นของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นสูง (40 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ sterile foam - tipped applicator	40
23. แสดงความเข้มข้นของธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นสูง (60 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ plastic shaft cotton bud	42
24. แสดงความเข้มข้นของธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นสูง (60 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ wood shaft cotton bud	43
25. แสดงความเข้มข้นของธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นสูง (60 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ sterile foam - tipped applicator	43

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
26. แสดงความเข้มข้นของธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นสูง (400 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ plastic shaft cotton bud	45
27. แสดงความเข้มข้นของธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นสูง (400 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ wood shaft cotton bud	45
28. แสดงความเข้มข้นของธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นสูง (400 ppb) โดยวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min ในวัสดุ sterile foam - tipped applicator	46
29. แสดงความเข้มข้นของธาตุแอนติโมนี, แบเรียมและตะกั่วเปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 2 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 20 min. ในวัสดุ plastic shaft cotton buds	49
30. แสดงค่าความเข้มข้นของแอนติโมนี, แบเรียมและตะกั่วที่ได้จากการใช้วัสดุ plastic shaft cotton buds ในการเก็บตัวอย่าง และใช้วิธีการสกัด sonicate ที่เวลา 20 นาที ณ เวลาที่เก็บตัวอย่าง 0 ชั่วโมง	52
31. แสดงค่าความเข้มข้นของแอนติโมนี, แบเรียมและตะกั่วที่ได้จากการใช้วัสดุ plastic shaft cotton buds ในการเก็บตัวอย่าง และใช้วิธีการสกัด sonicate ที่เวลา 20 นาที ณ เวลาที่เก็บตัวอย่าง 2 ชั่วโมง	52
32. แสดงค่าความเข้มข้นของแอนติโมนี, แบเรียมและตะกั่วที่ได้จากการใช้วัสดุ plastic shaft cotton buds ในการเก็บตัวอย่าง และใช้วิธีการสกัด sonicate ที่เวลา 20 นาที ณ เวลาที่เก็บตัวอย่าง 4 ชั่วโมง	53

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นต่ำ (10 ppb) ที่ใช้วัสดุ plastic shaft cotton buds เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	60
2. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นต่ำ (10 ppb) ที่ใช้วัสดุ wood shaft cotton buds เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	60
3. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นต่ำ (10 ppb) ที่ใช้วัสดุ sterile foam-tipped applicator เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	60
4. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นต่ำ (10 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด saturate 24 h เปรียบเทียบกับวัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขม่าป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	61
5. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นต่ำ (10 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด sonicate 10 นาที เปรียบเทียบกับวัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขม่าป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	61
6. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นต่ำ (10 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด sonicate 20 นาที เปรียบเทียบกับวัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขม่าป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	61
7. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นต่ำ (15 ppb) ที่ใช้วัสดุ plastic shaft cotton buds เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	62
8. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นต่ำ (15 ppb) ที่ใช้วัสดุ wood shaft cotton buds เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	62

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
9. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นต่ำ (15 ppb) ที่ใช้วัสดุ sterile foam-tipped applicator เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	62
10. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นต่ำ (15 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด saturate 24 h เปรียบเทียบ กับวัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขม่าป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	63
11. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นต่ำ (15 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด sonicate 10 นาที เปรียบเทียบ กับวัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขม่าป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	63
12. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นต่ำ (15 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด sonicate 20 นาที เปรียบเทียบ กับวัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขม่าป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	63
13. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นต่ำ (100 ppb) ที่ใช้วัสดุ plastic shaft cotton buds เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	64
14. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นต่ำ (100 ppb) ที่ใช้วัสดุ wood shaft cotton buds เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	64
15. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นต่ำ (100 ppb) ที่ใช้วัสดุ sterile foam-tipped applicator เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	64
16. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นต่ำ (100 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด saturate 24 h เปรียบเทียบ กับวัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขม่าป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	65

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
17. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นต่ำ (100 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด sonicate 10 นาที เปรียบเทียบกับวัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขม่าป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	65
18. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นต่ำ (100 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด sonicate 20 นาที เปรียบเทียบกับวัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขม่าป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	65
19. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นสูง (40 ppb) ที่ใช้วัสดุ plastic shaft cotton buds เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	66
20. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นสูง (40 ppb) ที่ใช้วัสดุ wood shaft cotton buds เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	66
21. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นสูง (40 ppb) ที่ใช้วัสดุ sterile foam-tipped applicator เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	66
22. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นสูง (40 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด saturate 24 h เปรียบเทียบกับวัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขม่าป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	67
23. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นสูง (40 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด sonicate 10 นาที เปรียบเทียบกับวัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขม่าป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	67
24. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นสูง (40 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด sonicate 20 นาที เปรียบเทียบกับวัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขม่าป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	67

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
25. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นสูง (60 ppb) ที่ใช้วัสดุ plastic shaft cotton buds เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	68
26. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นสูง (60 ppb) ที่ใช้วัสดุ wood shaft cotton buds เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	68
27. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นสูง (60 ppb) ที่ใช้วัสดุ sterile foam-tipped applicator เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	68
28. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นสูง (60 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด saturate 24 h เปรียบเทียบกับ วัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขม่าป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	69
29. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นสูง (60 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด sonicate 10 นาที เปรียบเทียบกับ วัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขม่าป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	69
30. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นสูง (60 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด sonicate 20 นาที เปรียบเทียบกับ วัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขม่าป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	69
31. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นสูง (400 ppb) ที่ใช้วัสดุ plastic shaft cotton buds เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	70
32. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของ ธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นสูง (400 ppb) ที่ใช้วัสดุ wood shaft cotton buds เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	70

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
33. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นสูง (400 ppb) ที่ใช้วัสดุ sterile foam-tipped applicator เปรียบเทียบกับวิธีการสกัด 3 วิธี คือ วิธี saturate 24 h, วิธี sonicate 10 และ 20 นาที	70
34. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นสูง (400 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด saturate 24 h เปรียบเทียบกับวัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขมาป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	71
35. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นสูง (400 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด sonicate 10 นาที เปรียบเทียบกับวัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขมาป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	71
36. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นที่ได้คืนกลับของธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นสูง (400 ppb) ที่ใช้วิธีการสกัด sonicate 20 นาที เปรียบเทียบกับวัสดุที่ใช้เก็บสะสมเขมาป็น 3 ชนิด คือ plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	71
37. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นของธาตุแอนติโมนีที่ได้จากมือผู้ยิงปืน โดยใช้วัสดุ plastic shaft cotton buds เปรียบเทียบวิธีการสกัด 2 วิธี คือ saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 20 min.	72
38. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นของธาตุแบเรียมที่ได้จากมือผู้ยิงปืน โดยใช้วัสดุ plastic shaft cotton buds เปรียบเทียบวิธีการสกัด 2 วิธี คือ saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 20 min.	72
39. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Oneway-ANOVA) ความเข้มข้นของธาตุตะกั่วที่ได้จากมือผู้ยิงปืน โดยใช้วัสดุ plastic shaft cotton buds เปรียบเทียบวิธีการสกัด 2 วิธี คือ saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 20 min.	72

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบที่	หน้า
1. แสดงส่วนประกอบและการทำงานของเครื่องมือ Inductively Coupled Plasma Spectrometer	8
2. แสดงส่วนประกอบและการทำงานของเทคนิคไฮโดรด์เจนเนอเรชัน	9
3. แสดงเครื่องทำความสะอาดด้วยคลื่นความถี่สูง (Ultrasonic cleaner) ยี่ห้อ Delta ที่ใช้ในการทดลอง	10
4. แสดงอาวุธปืนพกสั้นรีวอลเวอร์ ขนาด.38 ยี่ห้อ สมิทแอนด์เวสสัน และกระสุนปืน ยี่ห้อ ROYAL AMMUNITION ที่ใช้ในการทดลอง	14
5. แสดงวัสดุที่ใช้ในการเก็บสะสมตัวอย่าง: a. Plastic shaft cotton buds, b. Wood shaft cotton buds และ c. Sterile foam - tipped applicator	14
6. การจัดวางเครื่องมือ HG-ICP-OES ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย 1. ตัวอย่าง, 2. HCl, 3. NaBH ₄ , 4. Peristaltic pump, 5. แก๊สอาร์กอน, 6. Mixing coil, 7. Gas/liquid separator, 8. Hydride gas, 9. Hydride connector และ 10. ท่อน้ำทิ้ง	17
7. แสดงกราฟมาตรฐานของความเข้มข้นแอนติโมนีกับ intensity signal	24
8. แสดงกราฟมาตรฐานของความเข้มข้นแบเรียมกับ intensity signal	26
9. แสดงกราฟมาตรฐานของความเข้มข้นตะกั่วกับ intensity signal	28
10. กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การคืนกลับของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นต่ำ (10 ppb) เปรียบเทียบวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min. ในวัสดุ 3 ชนิด: plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	37
11. กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การคืนกลับของธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นต่ำ (15 ppb) เปรียบเทียบวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min. ในวัสดุ 3 ชนิด: plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	37
12. กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การคืนกลับของธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นต่ำ (100 ppb) เปรียบเทียบวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min. ในวัสดุ 3 ชนิด: plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	38

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
13. กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การคืนกลับของธาตุแอนติโมนีที่ความเข้มข้นสูง (40 ppb) เปรียบเทียบวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min. ในวัสดุ 3 ชนิด: plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	47
14. กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การคืนกลับของธาตุแบเรียมที่ความเข้มข้นสูง (60 ppb) เปรียบเทียบวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min. ในวัสดุ 3 ชนิด: plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	47
15. กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การคืนกลับของธาตุตะกั่วที่ความเข้มข้นสูง (400 ppb) เปรียบเทียบวิธีการสกัด 3 วิธี: saturate 24 h และ sonicate ที่เวลา 10 min กับ sonicate ที่เวลา 20 min. ในวัสดุ 3 ชนิด: plastic shaft cotton buds, wood shaft cotton buds และ sterile foam-tipped applicator	48
16. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างหลังจากการยิงปืน ที่เวลา 0, 2 และ 4 ชั่วโมง กับความเข้มข้นของตัวอย่างเขม่าปืนที่สามารถเก็บได้จากมือผู้ยิงปืน	53