สารบาญ

	หน้า
คำขอบคุณ	ค
บทคัดย่อ	ง
Abstract	ฉ
รายการตารางประกอบ	ฎ
รายการรูปประกอบ	ท
รายการอักษรย่อ	ผ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 คำนำ	1
1.2 พิษของทะกั่ว, ปรอท, แคดเมียม, สังกะสี, ทองแดง และแมงกานีส เมื่อเข้าสู่ร่างกาย	4
1.3 หลักการของ Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)	7
1.4 ตัวอย่างรายงานการวิเคราะห์โลหะหนักบางชนิดด้วย oxidant ชนิดต่าง ๆ	14
1.5 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	16
1.6 ขั้นตอนของการวิจัย	17
1.7 ความสำคัญของงานวิจัย	17
บทที่ 2 การทดลอง	18
2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	18
2.2 สารเคมีที่ใช้	18

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หน้า

2.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐานต่าง ๆ 20
2.4 การเก็บผักตัวอย่าง 21
2.5 การเตรียมสารละลายของผักตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์โดยวิธี standard addition เพื่อหา oxidant ที่เหมาะสม 21
2.6 การวิเคราะห์ปรอท 23
2.7 การวิเคราะห์ทะกั่ว, แคดเมียม, สังกะสี, ทองแดง และแมงกานีสในผักตัวอย่าง 24
2.8 การหาสารเคมีที่เป็น oxidant ที่เหมาะสมในการย่อยสลายผักตัวอย่าง 25
2.9 Condition ของเครื่อง AAS 25
2.10 การทำ calibration curve 26
2.11 การหาความแม่นยำ ความถูกต้อง และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์ 27
2.12 การคำนวณ 28
บทที่ 3 ผลการทดลอง 31
3.1 การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับย่อยสลายผักตัวอย่างก่อนวิเคราะห์ทะกั่ว, แคดเมียม, สังกะสี, ทองแดง และแมงกานีส 31
3.2 ผลการหา calibration curve ของสารละลายโลหะอิออนมาตรฐาน 68
3.3 การหาความแม่นยำของวิธีการวิเคราะห์ทะกั่ว, แคดเมียม, สังกะสี, ทองแดง และแมงกานีส 73

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หน้า

3.4 ผลการหาปริมาณตะกั่ว, แคดเมียม, สังกะสี, ทองแดง และแมงกานีสในผักตัวอย่าง 76
3.5 ผลการหาปริมาณปรอทในผักตัวอย่าง 81
3.6 ผลการเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์โดย conventional method และวิธี standard addition 92
3.7 ผลการวิเคราะห์โลหะชนิดอื่นในผักตัวอย่าง 97

บทที่ 4 วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง 100
4.1 การย่อยสลายสารตัวอย่างก่อนทำการวิเคราะห์ 100
4.2 การเลือกสารเคมีที่เป็น oxidant ที่เหมาะสมในการย่อยสลายผักตัวอย่าง 101
4.3 ผลของการย่อยสลายต่อการวิเคราะห์ตะกั่ว, แคดเมียม, สังกะสี, ทองแดง และแมงกานีส ในสารละลายมาตรฐาน 105
4.4 การหาความแม่นยำของวิธีการวิเคราะห์ตะกั่ว, แคดเมียม, สังกะสี, ทองแดง และแมงกานีส 106
4.5 การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว, แคดเมียม, สังกะสี, ทองแดง และแมงกานีส 108
4.6 การวิเคราะห์หาปริมาณปรอทในผักตัวอย่าง 116
4.7 การเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์โดย conventional method และวิธี standard addition 118
4.8 อิทธิพลของ interference บางตัวที่มีผลต่อการวิเคราะห์ 120

เอกสารอ้างอิง 124

ประวัติการศึกษา 128

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายการตารางประกอบ

ตาราง		หน้า
1	ปริมาณของโลหะหนักที่มีอยู่ในพืช	3
2	ปริมาณโลหะหนักในระดับที่ร่างกายทนได้โดยไม่เกิดอันตราย	4
3.	sensitivity และ optimum level ของธาตุโลหะหนักบางตัว	13
4	conditions ของเครื่อง AAS ที่ใช้ในการทดลอง	26
5	ค่า absorbance ของสารละลายตะกั่วมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อ-ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 1 โดยปริมาตร	32
6	ค่า percentage recovery และ percentage error ของตะกั่วที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 1 โดยปริมาตร	33
7	ค่า absorbance ของสารละลายตะกั่วมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 2 โดยปริมาตร	33
8	ค่า percentage recovery และ percentage error ของตะกั่วที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 2 โดยปริมาตร	34
9	ค่า absorbance ของสารละลายตะกั่วมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 3 โดยปริมาตร	35
10	ค่า percentage recovery และ percentage error ของตะกั่วที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 3 โดยปริมาตร	36

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง		หน้า
11	ค่า absorbance ของสารละลายตะกั่วมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดร-เจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 2 : 1 โดยปริมาตร	36
12	ค่า percentage recovery และ percentage error ของตะกั่วที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 2 : 1 โดยปริมาตร	37
13	ผลสภาวะต่าง ๆ ในการย่อยสลาย E เพื่อหาปริมาณตะกั่ว	38
14	ค่า absortance ของสารละลายแคดเมียมมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 1 โดยปริมาตร	39
15	ค่า percentage recovery และ percentage error ของแคดเมียมที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจน-เปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 1 โดยปริมาตร	40
16	ค่า absorbance ของสารละลายแคดเมียมมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจน-เปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 2 โดยปริมาตร	40
17	ค่า percentage recovery และ percentage error ของแคดเมียมที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 2 โดยปริมาตร	41
18	ค่า absorbance ของสารละลายแคดเมียมมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 3 โดยปริมาตร	42
19	ค่า percentage recovery และ percentage error ของแคดเมียมที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 3 โดยปริมาตร	43

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง		หน้า
20	ค่า absorbance ของสารละลายแคดเมียมมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 2 : 1 โดยปริมาตร	43
21	ค่า percentage recovery และ percentage error ของแคดเมียมที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 2 : 1 โดยปริมาตร	44
22	ผลสภาวะต่าง ๆ ในการย่อยสลายเพื่อหาปริมาณแคดเมียม	45
23	ค่า absorbance ของสารละลายมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 1 โดยปริมาตร	46
24	ค่า percentage recovery และ percentage error ของสังกะสีที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 1 โดยปริมาตร	47
25	ค่า absorbance ของสารละลายสังกะสีมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 2 โดยปริมาตร	47
26	ค่า percentage recovery และ percentage error ของสังกะสีที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 2 โดยปริมาตร	48
27	ค่า absorbance ของสารละลายสังกะสีมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 3 โดยปริมาตร	49
28	ค่า percentage recovery และ percentage error ของสังกะสีที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 3 โดยปริมาตร	50

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง		หน้า
29	ค่า absorbance ของสารละลายสังกะสีมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจน-เปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 2 : 1 โดยปริมาตร	50
30	ค่า percentage recovery และ percentage error ของสังกะสีที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจน-เปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 2 : 1 โดยปริมาตร	51
31	ผลสภาวะต่าง ๆ ในการย่อยสลาย E เพื่อหาปริมาณสังกะสี	52
32	ค่า absorbance ของสารละลายทองแดงมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 1 โดยปริมาตร	53
33	ค่า percentage recovery และ percentage error ของทองแดงที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโรเจนเปอร์-ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 1 โดยปริมาตร	54
34	ค่า absorbance ของสารละลายทองแดงมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจน-เปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 2 โดยปริมาตร	54
35	ค่า percentage recovery และ percentage error ของทองแดงที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 2 โดยปริมาตร	55
36	ค่า absorbance ของสารละลายทองแดงมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโรเจนเปอร์-ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 3 โดยปริมาตร	56
37	ค่า percentage recovery และ percentage error ของทองแดงที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 3 โดยปริมาตร	57

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง		หน้า
38	ค่า absorbance ของสารละลายทองแดงมาตรฐานที่ไม่ใส่ E (ก) และเที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจน-เปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 2 : 1 โดยปริมาตร	57
39	ค่า percentage recovery และ percentage error ของทองแดงที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์ เท่ากับ 2 : 1 โดยปริมาตร	58
40	ผลสภาวะต่าง ๆ ในการย่อยสลาย E เพื่อหาปริมาณทองแดง	59
41	ค่า absorbance ของสารละลายแมงกานีสที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 1 โดยปริมาตร	60
42	ค่า percentage recovery และ percentage error ของแมงกานีสที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจน-เปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 1 โดยปริมาตร	61
43	ค่า absorbance ของสารละลายแมงกานีสที่ไม่ใส่ E (ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 2 โดยปริมาณ	61
44	ค่า percentage recovery และ percentage error ของแมงกานีส ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 2 โดยปริมาตร	62
45	ค่า absorbance ของสารละลายแมงกานีสมาตรฐานที่ไม่ใส่ E(ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจน-เปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 3 โดยปริมาตร	63
46	ค่า percentage recovery และ percentage error ของแมงกานีสที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจน-เปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 3 โดยปริมาตร	64

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง		หน้า
47	ค่า absorbance ของสารละลายแมงกานีสมาตรฐานที่ไม่ใส่ E(ก) และที่ใส่ E (ข) ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจน-เปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 2 : 1 โดยปริมาตร	64
48	ค่า percentage recovery และ percentage error ของแมง-กานีสที่ย่อยสลาย E ด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 2 : 1 โดยปริมาตร	65
49	ผลสภาวะต่าง ๆ ในการย่อยสลาย E เพื่อหาปริมาณแมงกานีส	66
50	ผลการหาปริมาณตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ทองแดง และแมงกานีสใน E ด้วยสารผสมชนิดต่าง ๆ	67
51	ค่า absorbance ของสารละลายมาตรฐานของตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส	69
52	การหาความแม่นยำของการวิเคราะห์ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส	74
53	ผลการหาปริมาณและ percentage recovery ในผักตัวอย่างต่าง ๆ ซึ่งเก็บวันที่ 12 กันยายน 2529	76
54	ผลการหาปริมาณและ percentage recovery ในผักตัวอย่างต่าง ๆ ซึ่งเก็บวันที่ 19 กันยายน 2529	77
55	ผลการหาปริมาณและ percentage recovery ในตัวอย่างต่าง ๆ ซึ่งเก็บวันที่ 29 กันยายน 2529 และเป็นผักที่ไม่ล้าง	78
56	เฉลี่ยผลการหาปริมาณและ percentage recovery ในผักตัวอย่างต่าง ๆ เก็บตัวอย่าง 3 ครั้งและเป็นผักที่ไม่ล้าง	79
57	ผลการหาปริมาณและ percentage recovery ในผักตัวอย่างต่าง ๆ ซึ่งเก็บวันที่ 29 กันยายน 2529 และเป็นผักที่ล้าง	80
58	แสดงปริมาณน้ำในผักตัวอย่างแต่ละชนิดที่ได้จากการทดลอง	81
59	ค่า absorbance ของสารละลายปรอทมาตรฐาน	82

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง		หน้า
60	ค่า absorbance ของสารละลายปรอทมาตรฐานไม่ใส่ A (ก) และใส่ A (ข)	83
61	ค่า percentage recovery และ percentage error ของการวิเคราะห์ปรอทใน A	84
62	ค่า absorbance ของสารละลายปรอทมาตรฐานไม่ใส่ B (ก) และใส่ B (ข)	84
63	ค่า percentage recovery และ percentage error ของการวิเคราะห์ปรอทใน B	85
64	ค่า absorbance ของสารละลายปรอทมาตรฐานไม่ใส่ C (ก) และใส่ C (ข)	86
65	ค่า percentage recovery และ percentage error ของการวิเคราะห์ปรอทใน C	87
66	ค่า absorbance ของสารละลายปรอทมาตรฐานไม่ใส่ D (ก) และใส่ D (ข)	87
67	ค่า percentage recovery และ perventage error ของการวิเคราะห์ปรอทใน D	88
68	ค่า absorbance ของสารละลายปรอทมาตรฐานไม่ใส่ E (ก) และใส่ E(ข)	89
69	ค่า percentage recovery และ percentage error ของการวิเคราะห์ปรอทใน E	90
70	ปริมาณปรอทที่วิเคราะห์ได้ในผักตัวอย่าง	90
71	ผลการหาปริมาณปรอทในผักตัวอย่าง 5 ชนิด	91
72	ค่า absorbance ของสารละลายตะกั่วที่ไม่ใส่ S (ก) และที่ใส่ S (ข)	92
73	ค่า absorbance ของสารละลายแคดเมียมที่ไม่ใส่ S (ก) และที่ใส่ S (ข)	93

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง		หน้า
74	ค่า absorbance ของสารละลายสังกะสีที่ไม่ใส่ S (ก) และที่ใส่ S (ข)	94
75	ค่า absorbance ของสารละลายทองแดงที่ไม่ใส่ S (ก) และที่ใส่ S (ข)	95
76	ค่า absorbance ของสารละลายแมงกานีสที่ไม่ใส่ S (ก) และที่ใส่ S (ข)	96
77	เปรียบเทียบความเข้มข้นของโลหะโดยวิธี conventional method กับ standard addition	97
78	แสดงผลการวิเคราะห์แคลเซียมในผักตัวอย่าง	98
79	แสดงผลการวิเคราะห์แมกนีเซียมในผักตัวอย่าง	98
80	แสดงผลการวิเคราะห์โปตัสเซียมในผักตัวอย่าง	99
81	แสดงผลการวิเคราะห์โซเดียมในผักตัวอย่าง	99
82	สารเคมีที่เป็น oxidant ที่เหมาะสมในการย่อยสลายผักตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส	104
83	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, S.D) และเปอร์เซนต์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (percentage relative standard deviation, % R.S.D.) ของวิธีการวิเคราะห์ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ทองแดงและแมงกานีส	107
84	เฉลี่ยผลการหาปริมาณ percentage recovery ในผักตัวอย่างต่าง ๆ เก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง และเป็นผักที่ไม่ล้าง	110
85	ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ทองแดง และแมงกานีสในสลัดตลาดเมื่อใช้ oxidant ที่เหมาะสม	111
86	ปริมาณของธาตุโลหะบางตัวที่มีอยู่ในดิน พืช และน้ำธรรมชาติ	113
87	ปริมาณโลหะต่าง ๆ ในร่างกายเท่าที่จะทนได้ โดยไม่เกิดอันตราย	113
88	เปรียบเทียบความเข้มข้นของโลหะหนักในใบและลำต้นของผักคะน้า	115

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง		หน้า
89	ปริมาณปรอทในผักตัวอย่าง เก็บวันที่ 12, 19 และ 29 กันยายน 2529	117
90	ความเข้มข้นของสารละลายโลหะเปรียบเทียบกัน 2 วิธี	119
91	ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม โปตัสเซียมและโซเดียมในผักตัวอย่าง โดย coventional method	121
92	อัตราส่วน M^{2+} : Ca^{2+} และ M^{2+} : Mg^{2+} ในผักตัวอย่าง	123

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายการรูปประกอบ

รูป		หน้า
1	แผนภาพแสดงขั้นตอนที่เกิดในเปลวไฟ	7
2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง absorbance และ concentration ของวิธี standard addition	9
3	Block diagram ของเครื่องมืออะตอมมิคแอบซอพชันอย่างง่าย	10
4	Cold vapour atomic absorption spectrophotometer รุ่น AA-275 ของบริษัท Varian Techtron PTY Ltd.; Australia	12
5	Calibration curve ของสารละลายตะกั่วมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์ตะกั่วใน E (ข) จากตาราง 5	32
6	Calibration curve ของสารละลายตะกั่วมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์ตะกั่วใน E (ข) จากตาราง 7	34
7	Calibration curve ของสารละลายตะกั่วมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์ตะกั่วใน E (ข) จากตาราง 9	35
8	Calibration curve ของสารละลายตะกั่วมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์ตะกั่วใน E (ข) จากตาราง 11	37
9	Calibration curve ของสารละลายแคดเมียม (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์แคดเมียมใน E (ข) จากตาราง 14	39
10	Calibration curve ของสารละลายแคดเมียมมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์แคดเมียมใน E (ข) จากตาราง 16	41

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป		หน้า
11	Calibration curve ของสารละลายแคดเมียมมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์แคดเมียมใน E (ข) จากตาราง 18	42
12	Calibration curve ของสารละลายแคดเมียมมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์แคดเมียมใน E (ข) จากตาราง 20	44
13	Calibration curve ของสารละลายสังกะสีมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์สังกะสีใน E (ข) จากตาราง 23	46
14	Calibration curve ของสารละลายสังกะสีมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์สังกะสีใน E (ข) จากตาราง 25	48
15	Calibration curve ของสารละลายสังกะสีมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์สังกะสีใน E (ข) จากตาราง 27	49
16	Calibration curve ของสารละลายสังกะสีมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์สังกะสีใน E (ข) จากตาราง 29	51
17	Calibration curve ของสารละลายทองแดงมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์ทองแดงใน E (ข) จากตาราง 32	53
18	Calibration curve ของสารละลายทองแดงมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์ทองแดงใน E (ข) จากตาราง 34	55

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป		หน้า
19	Calibration curve ของสารละลายทองแดงมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์ทองแดงใน E (ข) จากตาราง 36	56
20	Calibration curve ของสารละลายทองแดงมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์ทองแดงใน E (ข) จากตาราง 38	58
21	Calibration curve ของสารละลายแมงกานีสมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์แมงกานีสใน E (ข) จากตาราง 41	60
22	Calibration curve ของสารละลายแมงกานีสมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์แมงกานีสใน E (ข) จากตาราง 43	62
23	Calibration curve ของสารละลายแมงกานีสมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์แมงกานีสใน E (ข) จากตาราง 45	63
24	Calibration curve ของสารละลายแมงกานีสมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์แมงกานีสใน E(ข) จากตาราง 47	65
25	Calibration curve ของสารละลายตะกั่วมาตรฐานความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 2 โดยปริมาตร	70
26	Calibration curve ของสารละลายแคดเมียมมาตรฐานและสารละลายสังกะสีมาตรฐานความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 1 : 2 โดยปริมาตร	71

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป		หน้า
27	Calibration curve ของสารละลายทองแดงมาตรฐานและสารละลายแมงกานีสมาตรฐานความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ย่อยสลายด้วยสารผสมของกรดไนตริกต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 1 : 3 และ 1 : 2 โดยปริมาตร ตามลำดับ	72
28	Calibration curve ของสารละลายปรอทมาตรฐาน	82
29	Calibration curve ของสารละลายปรอทมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์ปรอทใน A(ข) จากตาราง 60	83
30	Calibration curve ของสารละลายปรอทมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์ปรอทใน B(ข) จากตาราง 62	85
31	Calibration curve ของสารละลายปรอทมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์ปรอทใน C(ข) จากตาราง 64	86
32	Calibration curve ของสารละลายปรอทมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์ปรอทใน D(ข) จากตาราง 66	88
33	Calibration curve ของสารละลายปรอทมาตรฐาน (ก) และ standard addition curve ของการวิเคราะห์ปรอทใน E(ข) จากตาราง 68	89
34	Calibration curve และ standard addition curve ของสารละลายตะกั่วมาตรฐานจากตาราง 72	92
35	Calibration curve และ standard addition curve ของสารละลายแคดเมียมมาตรฐานจากตาราง 73	93
36	Calibration curve และ standard addition curve ของสารละลายสังกะสีมาตรฐานจากตาราง 74	94

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป		หน้า
37	Calibration curve และ standard addition curve ของสารละลายทองแดงมาตรฐานจากตาราง 75	95
38	Calibration curve และ standard addition curve ของสารละลายแมงกานีสมาตรฐานจากตาราง 76	96

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายการอักษรย่อ

อักษรย่อที่ใช้ในหนังสือเล่มนี้

µg	=	microgram
mg	=	milligram
g	=	gram
Kg	=	kilogram
A	=	Absorbance
AAS	=	Atomic Absorption Spectrophotometer
%	=	percentage
^{o}C	=	degree celcius
ppm	=	part per million
ml	=	millilitre
µg/g	=	microgram per gram
µg/ml	=	microgram per millilitre
nm	=	nanometer
cm	=	centimeter
W/V	=	weight by volume
V/V	=	volume by volume
mA	=	milliampere

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved