



การตกค้างของโลหะหนักในพืชผักบริเวณพื้นที่ตลาดสด
แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร

บุษยา ศรีสว่าง
ปณัสยา อยู่ศรี

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ปีการศึกษา 2563

การตกค้างของโลหะหนักในพืชผักบริเวณพื้นที่ตลาดสด

แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร

บุษยา ศรีสว่าง

ปณัสยา อยู่ศรี

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ปีการศึกษา 2563

หัวข้อโครงการ	การศึกษาการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักบริเวณพื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร
โดย	นางสาวบุษยา ศรีสว่าง นางสาวปณัสยา อยู่ศรี
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ปีการศึกษา	2563

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาอนุมัติให้โครงการศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ฑาติศา เนียมมณี)
หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

.....
(รองศาสตราจารย์ ศิวพันธุ์ ชูอินทร์)
.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณทิพย์ กาหยี)
.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิธินาถ เจริญโกคราช)

ประธานกรรมการ

กรรมการ

กรรมการ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง “การตกค้างของโลหะหนักในพืชผักบริเวณพื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร” สำเร็จได้เนื่องจากบุคคลหลาย ๆ ท่านได้ให้ความช่วยเหลือให้ข้อมูล คำปรึกษาแนะนำสนับสนุนความคิดเห็นและกำลังใจรวมทั้งได้รับความอนุเคราะห์ทางด้านสถานที่เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและสาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ แก่งานวิจัยเรื่องนี้ซึ่งทำให้การศึกษานี้สำเร็จลงได้ ทางผู้จัดทำต้องขอกราบขอบพระคุณหน่วยงานและบุคคลดังนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณทิพย์ กาหะยี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานอีกด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิธินาถ เจริญโครราช อาจารย์ที่ปรึกษาวิชาโครงการวิจัยที่ให้คำปรึกษาคำแนะนำและตรวจสอบรายงานวิจัยทุกขั้นตอน รองศาสตราจารย์ ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ให้คำปรึกษาข้อแนะนำและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านในขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์และจัดซื้ออุปกรณ์สารเคมีต่าง ๆ ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณรุ่นพี่และเพื่อน ENVI รุ่น 22 ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเอื้อเฟื้ออุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลตลอดจนคอยให้กำลังใจตลอดการศึกษานี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียนตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ผู้จัดทำ

กันยายน 2563

หัวข้อโครงการ	การศึกษาการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักบริเวณพื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร
โดย	นางสาวบุษยา ศรีสว่าง นางสาวปณัสยา อยู่ศรี
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ปีการศึกษา	2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักบริเวณพื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร โดยมีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักและเปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักกับค่ามาตรฐาน ปริมาณโลหะหนักที่ยอมรับให้มีได้ในพืชผัก และศึกษาระดับความปลอดภัยการตกค้างของโลหะหนักในพืชผัก

ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักตะกั่ว (Pb) และทองแดง (Cu) ไม่เกิน เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในพืชผักจากสถาบันอาหาร ปี 2554 ตามประกาศ กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในพืชผักจาก องค์การอนามัยโลก ส่วนปริมาณการตกค้างของแคดเมียม (Cd) ในพืชผักทั้ง 5 ชนิด มีระดับต่ำกว่าที่ เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ จากผลการทดสอบระดับความปลอดภัย พบว่า ชนิดพืชผักที่มีการตกค้างของโลหะหนักในระดับไม่ปลอดภัยมากที่สุด คือ ผักคะน้า ซึ่งพบสารตะกั่วร้อยละ 13.33 และพบสารทองแดง ร้อยละ 20 รองลงมา คือ ผักบุ้ง ซึ่งพบสารตะกั่ว ร้อยละ 6.67 และพบสารทองแดง ร้อยละ 13.33 ส่วน ผักกาดขาว ผักชีฝรั่ง และต้นหอม พบโลหะหนักตกค้างในระดับไม่ปลอดภัยร้อยละ 0

คำสำคัญ (Key words) : ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผัก , พื้นที่ตลาดสด

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	2
แผนการดำเนินงานวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
สาเหตุการเกิดสารพิษตกค้างในพืชผัก	4
พืชผัก	5
โลหะหนัก	10
ค่ามาตรฐานโลหะหนักที่ยอมรับให้มีได้ในพืชผัก	14
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
พื้นที่ทำการวิจัย	18
อุปกรณ์และสารเคมี	18
การเก็บรวบรวมข้อมูล	19
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	20
ขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่าง	21
การวิเคราะห์ข้อมูล	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
การวิเคราะห์ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผัก พื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร	23
การทดสอบระดับความปลอดภัยการตกค้างของโลหะหนักในพืชผัก	43
ร้อยละความปลอดภัยของการตกค้างของโลหะหนักทั้ง 3 ชนิด	59
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย	62
ข้อเสนอแนะ	64
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ค่าเกณฑ์มาตรฐานโลหะหนักและผลการวิเคราะห์โลหะหนักในพืชผัก	68
ภาคผนวก ข ขั้นตอนการวิเคราะห์	70
ภาคผนวก ค การคำนวณปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก	75

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงานวิจัย	3
2.1	ค่ามาตรฐานโลหะหนักที่ยอมรับได้ในพืชผัก	14
4.1	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักคะน้า ตลาดที่ 1	23
4.2	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักคะน้า ตลาดที่ 2	25
4.3	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักคะน้า ตลาดที่ 3	26
4.4	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักบุ้ง ตลาดที่ 1	27
4.5	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักบุ้ง ตลาดที่ 2	29
4.6	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักบุ้ง ตลาดที่ 3	30
4.7	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักกาดขาว ตลาดที่ 1	31
4.8	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักกาดขาว ตลาดที่ 2	33
4.9	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักกาดขาว ตลาดที่ 3	34
4.10	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักชีฝรั่ง ตลาดที่ 1	35
4.11	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักชีฝรั่ง ตลาดที่ 2	37
4.12	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักชีฝรั่ง ตลาดที่ 3	38
4.13	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในต้นหอม ตลาดที่ 1	39
4.14	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในต้นหอม ตลาดที่ 2	41
4.15	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในต้นหอม ตลาดที่ 3	42
4.16	ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารตะกั่วในผักคะน้า	44
4.17	ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารตะกั่วในผักบุ้ง	45
4.18	ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารตะกั่วในผักกาดขาว	46
4.19	ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารตะกั่วในผักชีฝรั่ง	47
4.20	ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารตะกั่วในต้นหอม	48
4.21	ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารแคดเมียมในผักคะน้า	49
4.22	ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารแคดเมียมในผักบุ้ง	50

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.23	ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารแคดเมียมในผักกาดขาว	51
4.24	ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารแคดเมียมในผักชีฝรั่ง	52
4.25	ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารแคดเมียมในต้นหอม	53
4.26	ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารทองแดงในผักคะน้า	54
4.27	ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารทองแดงในผักบุ้ง	55
4.28	ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารทองแดงในผักกาดขาว	56
4.29	ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารทองแดงในผักชีฝรั่ง	57
4.30	ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารทองแดงในต้นหอม	58
ก-1	ค่ามาตรฐานโลหะหนักในผัก	69
ค-1	ผลของปริมาณสารตะกั่วที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในผักคะน้าและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้	74
ค-2	ผลของปริมาณสารตะกั่วที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในผักบุ้งและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้	75
ค-3	ผลของปริมาณสารตะกั่วที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในผักกาดขาวและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้	76
ค-4	ผลของปริมาณสารตะกั่วที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในผักชีฝรั่งและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้	77
ค-5	ผลของปริมาณสารตะกั่วที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในต้นหอมและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้	78
ค-6	ผลของปริมาณสารแคดเมียมที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในผักคะน้าและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้	79
ค-7	ผลของปริมาณสารแคดเมียมที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในผักบุ้งและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้	80

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ค-8	ผลของปริมาณสารแคดเมียมที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในผักกาดขาวและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้	81
ค-9	ผลของปริมาณสารแคดเมียมที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในผักซีฝรั่งและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้	82
ค-10	ผลของปริมาณสารแคดเมียมที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในต้นหอมและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้	83
ค-11	ผลของปริมาณสารทองแดงที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในผักคะน้าและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้	84
ค-12	ผลของปริมาณสารทองแดงที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในผักบุ้งและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้	85
ค-13	ผลของปริมาณสารทองแดงที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในผักกาดขาวและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้	86
ค-14	ผลของปริมาณสารทองแดงที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในผักซีฝรั่งและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้	87
ค-15	ผลของปริมาณสารทองแดงที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในต้นหอมและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้	88

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	แผนภาพแสดงขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย	20
4.1	ระดับความปลอดภัยของสารตะกั่ว 3 ระดับในพืชผัก	59
4.2	ระดับความปลอดภัยของสารแคดเมียม 3 ระดับในพืชผัก	60
4.3	ระดับความปลอดภัยของสารทองแดง 3 ระดับในพืชผัก	61
ข-1	การเริ่มเก็บตัวอย่างพืชผักทั้ง 5 ชนิด จากตลาดสด	71
ข-2	พืชผักที่หั่นฝอยและอบให้แห้งแล้ว	71
ข-3	พืชผักที่อบแล้วและทำการเติมกรดไนตริกเข้มข้นจำนวน 1 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ในตู้ดูดควัน	72
ข-4	ตัวอย่างที่ทำการย่อยและทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	72
ข-5	การกรองพืชผักที่ได้จากการย่อยแล้วด้วยชุดกรองบุชเนอร์	73
ข-6	การปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริก 0.01 โมลาร์ ในตัวอย่างจนครบ 50 มิลลิลิตร	73
ข-7	การวิเคราะห์ผลด้วยเครื่องอะตอมมิคส์แอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์	74

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว ทำให้ความต้องการในการบริโภคอาหารเพิ่มมากขึ้น พืชผักเป็นวัตถุดิบหลักในการนำมาประกอบอาหาร เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรเพื่อให้มีปริมาณเพียงพอกับอัตราการเติบโตของประชากร นับเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมาก ภายใต้พื้นที่ทางการเกษตรที่มีจำนวนจำกัดและมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม และการขยายตัวของเมือง ดังนั้นการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วย ไม่ว่าจะเป็นสารอาหารสำหรับผัก สารกำจัดศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ปุ๋ยบำรุงเร่งการเจริญเติบโตเพื่อเพิ่มผลผลิต ซึ่งสารตั้งต้นที่เป็นส่วนผสมของสารกำจัดศัตรูพืชล้วนมาจากโลหะหนัก อาทิเช่น ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยฟอสเฟต เป็นต้น ปัจจุบันทั่วโลกให้ความสำคัญการปนเปื้อนของโลหะหนักที่มีการปนเปื้อนอยู่ในห่วงโซ่อาหาร การปนเปื้อนโลหะหนักในดินมักเกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์เป็นหลัก ซึ่งโดยธรรมชาติระบบนิเวศจะมีแมลงที่เป็นศัตรูพืช และแมลงที่เป็นประโยชน์ต่อพืช การหันมาพึ่งพาสารกำจัดศัตรูพืช ปุ๋ยเคมี ทำให้เมื่อจัดการกับศัตรูพืชได้ก็ย่อมทำลายแมลงที่เป็นประโยชน์ต่อพืชผักไปด้วยส่งผลต่อระบบนิเวศเกิดการไม่สมดุล โรคพืชหรือแมลงศัตรูพืชมีการสืบสายพันธุ์ที่ต่อต้านสารกำจัดศัตรูพืช ทำให้เกษตรกรมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่มีชนิดที่รุนแรงขึ้นต้องใช้ในปริมาณที่มากขึ้น ส่งผลให้มีโลหะหนักตกค้างในพืชผัก จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีการสรุปผลงานวิจัย แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะหนัก ได้แก่ Cd , Pb , Cu และ Sn ในพืชผักทั้งหมดมีค่า 0.55 , 1.098 , 4.095 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งเกินปริมาณที่ควรบริโภคต่อวันที่มีค่า 0.182 , 0.363 , 1.357 และ 0.698 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Jalil Jaafari, 2018)

จากผลการศึกษางานวิจัยข้างต้นผู้วิจัยมีความตระหนักถึงสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้นจึงมีความสนใจในการศึกษาปริมาณตกค้างของโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd) และทองแดง (Cu) ในพืชผัก ได้แก่ ผักบุ้ง ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักชีฝรั่ง ต้นหอม เพื่อใช้ผลและข้อมูลจากการวิจัยนี้เป็นแนวทางให้ผู้บริโภคใส่ใจในสุขภาพและอนามัยของตนเอง โดยมีพื้นที่ในการวิจัยคือ บริเวณพื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) เพื่อศึกษาปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักและเปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักกับค่ามาตรฐานปริมาณโลหะหนักที่ยอมรับให้มีได้ในพืชผัก
- (2) เพื่อศึกษาระดับความปลอดภัยการตกค้างของโลหะหนักในพืชผัก

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาปริมาณการตกค้างของโลหะหนักทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว , แคดเมียม , ทองแดง ที่ตกค้างในพืชผัก (ผักบุ้ง ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักชีฝรั่ง ต้นหอม) โดยทำการเก็บตัวอย่างพืชผักจาก 3 ตลาด ในแขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานครทั้ง 3 ตลาดมาวิเคราะห์ โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก

2. ขอบเขตด้านพื้นที่

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้กำหนดพื้นที่ในการศึกษาบริเวณพื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร วิเคราะห์หาปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในห้องปฏิบัติการสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

3. ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาการศึกษาและการเก็บตัวอย่างข้อมูลในการดำเนินการวิจัย 6 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2563

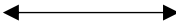
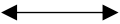
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- (1) ทราบถึงปริมาณของโลหะหนักในพืชผัก
- (2) สามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยเป็นแนวทางในการควบคุมและป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค

แผนการดำเนินงาน

ในการศึกษาปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักในพื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร มีแผนการดำเนินงานวิจัยและระยะเวลาในการดำเนินงานทั้งหมด 6 เดือน ดังแสดงตามตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินการวิจัย

การดำเนินงาน	พ.ศ. 2563					
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาหัวข้อการวิจัยและปรึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย						
2. ศึกษาข้อมูลและเอกสารต่าง ๆ						
3. กำหนดพื้นที่ในการเก็บตัวอย่าง						
4. ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล						
5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง						
6. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์						

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักบริเวณพื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร ครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องครอบคลุมประเด็นไว้ ดังนี้

- (1) สาเหตุการเกิดสารพิษตกค้างในพืชผัก
- (2) พืชผัก
- (3) โลหะหนัก
- (4) ค่ามาตรฐานโลหะหนักที่ยอมรับให้มีได้ในพืชผัก
- (5) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สาเหตุการเกิดสารพิษตกค้างในพืชผัก

พืชผักเป็นอาหารที่สำคัญต่อร่างกาย ประกอบด้วยเซลล์ลูโลสจำนวนมาก ซึ่งมีประโยชน์ช่วยในการขับถ่ายทำให้ไม่เป็นโรคท้องผูก และที่สำคัญในผักมี วิตามินเอ ช่วยบำรุงสายตา วิตามินซี ช่วยบำรุงเหงือกและฟัน และสร้างภูมิคุ้มกันโรคให้กับร่างกาย แต่ในปัจจุบันผู้บริโภคมักประสบปัญหาสารตกค้างในพืชผัก อันเนื่องมาจากการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ไม่ถูกต้องไม่เหมาะสม และไม่ระมัดระวังของเกษตรกรผู้ผลิต ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนผู้บริโภค ดังนั้นผู้บริโภคจึงควรพิจารณาเลือกซื้อผักที่ปลอดภัยจากสารพิษ เช่น ผักที่ได้รับรองจากหน่วยราชการหรือองค์กรต่าง ๆ เป็นต้น (แสงเดือน อินชนบท, 2554)

สาเหตุการเกิดสารพิษตกค้างในพืชผักเนื่องจากการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชเกิดจากหลายปัจจัยดังนี้

- (1) การที่เกษตรกรขาดความรู้ในการวินิจฉัยโรคและแมลงศัตรูพืช ทำให้ใช้สารแมลงไม่ตรงตามชนิดของแมลงศัตรูพืช และศัตรูพืชเกิดการต้านทานต่อสารฆ่าแมลง ทำให้ต้องใช้สารฆ่าแมลงในปริมาณที่เพิ่มขึ้น เข้มข้นสูงเกินอัตราการแนะนำ โดยมักคิดว่าได้ผลในการกำจัดแมลงแต่กลับส่งผลให้พบสารพิษตกค้างเกินค่าความปลอดภัยในระยะการเก็บเกี่ยว
- (2) การใช้วัตถุวัตถุประสงค์ เช่น ใช้วัสดุมีพิษชนิดโมโนโครโตฟอสในระยะ

เก็บเกี่ยวแล้วฝักยาวเพื่อให้ถั้วมีลักษณะฝักเขียวขึ้น หรือการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดเชื้อราคลุมพืชผัก เพื่อให้ฝักคะน้ามีสารพวกไข (wax) จับใบมาก หรือการใช้สารฆ่าแมลงในการฉีดพ่นเพื่อให้ยอดชะอมกรอบ สด น่ารับประทาน

(3) การใช้สารชนิดสลายตัวช้า เนื่องจากมีราคาสูงและความไม่รู้ของเกษตรกร ได้แก่ ออร์กาโนคลอรีน ออร์กาโนฟอสเฟต สารกำจัดเชื้อราที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ ซึ่งสารดังกล่าวมีความคงทนในสภาพสิ่งแวดล้อมได้นาน

(4) การใช้สารชนิดดูดซึม ซึ่งมีคุณสมบัติสะสมในพืชที่ยาวนานและปริมาณสูง เช่น คาโบฟูรานโมโนโครโทฟอส เป็นต้น

(5) การใช้ในรูปผสมโดยนำมาผสมกันมากกว่า 2 ชนิดขึ้นไป ซึ่งเกษตรกรคิดว่าจะได้ผลป้องกันและสารกำจัดศัตรูพืช แต่ผลที่ตามมาคือ ยากแก่การควบคุมระยะเวลาการสลายตัวของวัตถุพิษก่อนเก็บผลผลิตและยังสิ้นเปลืองด้วย

(6) รูปร่างของโครงสร้างของพืชผักที่มีลักษณะภายในท่อน้ำนม มักมีโอกาสรับสารฆ่าแมลงโดยการฉีดพ่นเฉพาะบริเวณกาบส่วนนอก กาบส่วนในมีโอกาสรับสารน้อยกว่า ส่วนผักที่มีลักษณะภายนอกเคลือบด้วยไขมีการป้องกันการดูดซับน้ำยาได้มากกว่าพืชที่ไม่มีไข

(7) การผสมสารจับใบและสารช่วยการกระจาย เกษตรกรนิยมใช้ผสมในการฉีดพ่น ส่งผลให้มีการตกค้างในระยะเก็บเกี่ยวมากกว่าปกติ

(8) การสะสมในสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ดินที่ใช้ปลูก น้ำที่รด หรือล้างทำความสะอาด ท้องร่องที่อาจนำอาเจียนกลับมาใช้ใหม่

(9) การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่ออยู่ในผักและสิ่งแวดล้อม เมื่อเปลี่ยนแปลงจะทำให้มีอันตรายมากขึ้น

(10) การล้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์สำหรับฉีดพ่นไม่สะอาด มีโอกาสสะสมและตกค้างในผักได้ (เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช, 2555)

พืชผัก

พืชผัก ตรงกับคำว่า Vegetable ในภาษาอังกฤษและ Olericulture ในภาษาละติน มีความหมายกว้างมาก ไม่สามารถใช้เกณฑ์อะไรมาตัดสินได้แน่นอนว่าพืชชนิดใดบ้างที่จัดเป็นพืชผัก แม้แต่พืชชนิดเดียวกันแต่ละประเทศยังจัดกลุ่มของพืชต่างกันออกไป เช่น มะเขือเทศ ในประเทศไทย ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย และสหรัฐอเมริกาจัดเป็นพืชผัก แต่กลุ่มประเทศทางยุโรปจัดเป็นผลไม้โดยปลูก

เพื่อใช้รับประทานเป็นผลไม้ชนิดหนึ่ง ส่วนสตรีoberi ในประเทศญี่ปุ่นจัดอยู่ในกลุ่มพืชผัก โดยนำมา รับประทานเป็นสลัดเนื่องจากมีรสเปรี้ยว แต่ประเทศไทยนิยมปลูกเพื่อรับประทานเป็นผลไม้ (ณัฐมนต์ หอมทอง, 2544)

พืชผัก หมายถึง พืชที่มนุษย์ใช้บริโภคเป็นอาหารประจำวันที่มีคุณค่าทางอาหารครบถ้วนให้ แป้ง (คาร์โบไฮเดรต) และไขมันซึ่งให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกายให้โปรตีนที่ช่วยเสริมสร้าง การเจริญเติบโตของร่างกายให้วิตามินและเกลือแร่ที่ช่วยทำให้ร่างกายแข็งแรงมีภูมิคุ้มกันต้านทานต่อโรคภัย ใช้เจ็บสามารถดำรงชีวิตได้ตามปกติ (ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ, 2544)

1. การจำแนกพืชผัก

การจำแนกพืชผักออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ นั้นมีประโยชน์ในการใช้เรียกหา เพื่อให้เป็น สากสกลที่ทุกประเทศยอมรับ เข้าใจกันในการติดต่อสื่อสาร เพื่อให้ทราบแหล่งที่มา ทราบถึงลักษณะทาง พฤกษศาสตร์ ทราบอุปนิสัยการเจริญเติบโต สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต และทราบถึง ส่วนของลำต้นที่นำไปใช้ประโยชน์ เป็นต้น การจำแนกพืชผักจึงแยกได้หลายลักษณะ ในที่นี้จะแยกเพียง 2 ลักษณะ จำแนกพืชผักตามอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต การแบ่งกลุ่มพืชผักตามอุณหภูมิ ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต จะทำให้เราสามารถเลือกฤดูกาลปลูก หรือสถานที่ปลูกที่เหมาะสมใน การปลูกผักแต่ละชนิดได้

1.1 ชนิดพืชผักที่ชอบอากาศเย็น เป็นกลุ่มผักที่เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิเฉลี่ย ของอากาศอยู่ที่ 16 - 18 องศาเซลเซียส พืชผักในกลุ่มนี้จึงเหมาะที่จะปลูกในฤดูหนาว หรือพื้นที่สูงที่มี อากาศเย็นกว่าพื้นที่ราบทุก ๆ ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 100 เมตร อุณหภูมิจะลดลง 1 องศาเซลเซียสพืชผักกลุ่มนี้ ได้แก่ บร็อคโคลี่ กะหล่ำดอก กะหล่ำดาว กะหล่ำปลี ผักกาดเขียวปลี ผักกาดหอม แครอท หน่อไม้ฝรั่ง คื่นช่าย กระเทียม คื่นฉ่าย ผักกาดหัว หอมหัวใหญ่ ถั่วลิสงเตา มันฝรั่ง ฯลฯ

1.2 ชนิดพืชผักที่ต้องการอากาศอบอุ่น เป็นกลุ่มพืชผัก ที่เจริญเติบโตได้ดีที่ อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 18 - 30 องศาเซลเซียส พืชผักในกลุ่มนี้ ได้แก่ แตงกวา แตงไทย มะเขือเทศ มะเขือยาว พริก พริกยักษ์ ฟักทอง มะระ บวบ น้ำเต้า ฟักเขียว ถั่วเขียว ข้าวโพด ผักกาดหอม ฯลฯ

2. การแบ่งกลุ่มพืชผักตามส่วนของการบริโภค

การจำแนกพืชผักออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ โดยถือเอาส่วนของพืชที่ใช้บริโภคเป็นเกณฑ์ ซึ่งเป็นการอ้างอิงความแตกต่างด้านพฤกษศาสตร์ (Botanical classification) โดยใช้ลักษณะของ ราก ลำต้น ใบ ดอก และ ผล ในการแบ่งพืชผักว่า อยู่ในตระกูล (Family) เดียวกันหรือไม่ การแบ่งกลุ่มพืชผักตามส่วนของการบริโภคสามารถแบ่งได้ ดังนี้

2.1 ราก ได้แก่ ผักกาดหัว แครอท หัวผักกาดแดง มันเทศ

2.2 ลำต้น ได้แก่ หน่อไม้ฝรั่ง หน่อไม้ฝรั่ง กะหล่ำปลี มันฝรั่ง ผือก ผักบุ้ง

2.3 ใบ ได้แก่ คื่นช่าย กะหล่ำปลี ผักกาดขาว ผักกวางตุ้ง ผักกาดเขียว

2.4 ดอก ได้แก่ บร็อคโคลี่ กะหล่ำดอก ดอกโสน ดอกแค

2.5 ผล ได้แก่ ถั่วลันเตา ถั่วฝักยาว ถั่วแขก ถั่วเหลือง ฝักสด ข้าวโพดหวาน

กระเจี๊ยบแดง กวางตุ้งเทศ มะระ ฟักเขียว ฟักทอง พริก พริกหวาน มะเขือเทศ มะเขือยาว ฯลฯ

3. ผักบุ้ง

3.1 ชื่อวิทยาศาสตร์ Ipomoea aquatica Forssk.

3.2 สามัญ Swamp cabbage, Swamp cabbage white stem

3.3 วงศ์ Convolvulaceae

3.4 ชื่ออื่น ๆ ผักทอดยอด กำจาย

3.5 ลักษณะโดยทั่วไป พืชล้มลุกอายุหลายปี ลำต้นกลวง รากออกตามข้อใบ รูปสามเหลี่ยม รูปหอกหรือรูปขอบขนานแคบ กว้าง 1-9 ซม. ยาว 3-15 ซม. ก้านใบยาว 3-15 ซม. ดอกสีขาว สีชมพูหรือม่วงอ่อน ออกเป็นช่อมี 2-3 ดอก ลักษณะแผ่เป็นปากแตร ขนาด 4-7 ซม. กลีบเลี้ยง 5 กลีบ ติดกันตรงโคน กลีบดอกเชื่อมติดกันปลายแยกเป็น 5 แฉก ยาว 3-5 ซม. เกสรเพศผู้ 5 อัน ติดเหนือโคนกลีบดอก ผล แห้งแล้วแตก รูปไข่หรือกลม ขนาด 1 ซม. เมล็ดมี 4 เมล็ด (ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง, 2554)

4. ผักกาดขาว

4.1 ชื่อวิทยาศาสตร์ Brassica rapa, Brassica pekinensis

4.2 สามัญ Nappa Cabbage , Napa

4.3 วงศ์ Cruciferae

4.4 ชื่ออื่น ๆ ผักกาดขาวปลี, เปะฉ่าย, เปะฉ่ายลู้

4.5 ลักษณะโดยทั่วไป เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก ลำต้นตั้งตรง ลักษณะกลม ๆ จะมีก้านใบหนาและยาวอวบน้ำหุ้มอยู่ ออกเรียงสลับโดยรอบ ๆ ปกคลุมที่ลำต้น จะห่อปลีหรือไม่ห่อปลี ตามสายพันธุ์ มีสีเขียวอ่อน ใบเป็นใบเลี้ยงเดี่ยว ใบแตกออกอยู่โคนต้น ออกเรียงสลับรอบ ๆ ใบอยู่ด้านบนนอกใหญ่กว่าใบข้างในเล็กกว่า มีลักษณะทรงกลมรี โคนใบกว้างใหญ่กว่า ผิวใบบางเป็นมัน เห็นเส้นใบชัดเจน ขอบใบหยัก ใบมีสีเขียวอ่อน เขียวปนเหลือง หรือสีเขียวแก่ มีก้านใบใหญ่ เป็นกาบหนาและยาวอวบน้ำหุ้ม มีสีขาวนวล รสชาติหวานกรอบ ดอกออกเป็นช่อ มีลักษณะเล็ก ๆ กลีบดอกมีสีเหลือง มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศจีน เป็นที่นิยมปลูกกันทั่วไปในหลายประเทศ ในประเทศไทยมีปลูก

หลายสายพันธุ์ เป็นพืชที่มีมาแต่โบราณ มีประโยชน์สรรพคุณ ทางยาหลายอย่าง ใช้รับประทานลำต้น และใบ สามารถรับประทานสดได้ นำมาประกอบอาหารเมนูต่าง ๆ ได้หลายเมนู (ศูนย์ปฏิบัติการวิจัย และเรือนปลูกพืชทดลอง, 2554)

5. ผักชีฝรั่ง

5.1 ชื่อวิทยาศาสตร์ Eryngium foetidum L.

5.2 สามัญ Culantro , Long coriander ,Sawtooth coriander

5.3 วงศ์ Apiaceae

5.4 ชื่ออื่น ๆ ผักชีตอย มะและเต้าะ หอมป้อมกุลา ผักหอมเปะ

5.5 ลักษณะโดยทั่วไป เป็นพืชผักสมุนไพร ที่เจริญเติบโตได้ง่ายและมีลำต้นกลม ๆ อยู่เหนือดินเล็กน้อย ต้นของผักชีมีสีเขียว ลำต้นจะถูกห่อหุ้มไปด้วยใบโดยรอบ ๆ ใบมีลักษณะยาวรี ใบจะมีรอยหยักคล้ายฟันเลื่อยรอบนอก มีสีเขียวสด ดอกออกเป็นช่อ ดอกมีลักษณะเป็นกระจุกกลมสีขาวอมเขียว

ลำต้น มีลักษณะกลม ๆ ลำต้นเตี้ยติดดิน จะถูกห่อหุ้มไปด้วยใบโดยรอบ ๆ โคนต้นไม่มีก้านใบ ต้นของผักชีฝรั่งจะมีสีเขียวและมีกลิ่นหอม

ราก ระบบรากแก้ว รากมีลักษณะกลมเล็ก ๆ จะมีรากแขนง มีรากฝอยรอบ ๆ จะมีสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมมีกลิ่นเฉพาะตัว

ใบ มีลักษณะใบรูปหอก ยาวรี มีใบออกรอบโคนต้น ไม่มีก้านใบ โคนใบสอบลง มีรอยหยักรอบนอกของขอบใบคล้ายฟันเลื่อย มีสีเขียวสด มีหนามอ่อนๆ ใบมีรสจืด มีกลิ่นหอมแรง ทำให้กลิ่นอาหารหอม ชวนให้น่ารับประทานมากยิ่งขึ้น

ดอก ออกเป็นช่อ ก้านช่อดอกยาว แตกกิ่งช่อดอกตรงปลาย ดอกมีลักษณะเป็นกระจุกกลมสีขาวอมเขียว ตรงโคนช่อดอกมีใบประดับรูปดาวมีรอยหยักรองรับช่อดอกไว้

ผล อยู่เป็นช่อ ผลมีลักษณะกลม ๆ ผลอ่อนจะมีสีเขียว เมื่อผลแก่จัดเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล เมื่อผลแห้งจะปริแตกออกเป็น 2 ซีก จะมีเมล็ดเล็ก ๆ อยู่ข้างในจำนวนมาก

เมล็ด อยู่ข้างในผล เมื่อผลแห้งจะปริแตกออกเป็น 2 ซีก มีลักษณะกลม ๆ เล็ก ๆ มีสีดำ (ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง, 2554)

6. ต้นหอม

6.1 ชื่อวิทยาศาสตร์ Alliumcepa var. aggregatum

6.2 สามัญ Spring Onion , Green Shallot

6.3 วงศ์ Alliaceae

6.4 ชื่ออื่น ๆ หอมแบ่ง

6.5 ลักษณะโดยทั่วไป เป็นพืชผักสมุนไพร ที่เจริญเติบโตได้ง่าย ๆ เป็นพืชล้มลุกมีหัวใต้ดิน มีลำต้นกลม ๆ ลำต้นจะถูกห่อหุ้มไปด้วยกาบใบโดยรอบ ๆ ใบเป็นท่อยาวปลายแหลม ภายในกลวง มีสีเขียว รสชาติเผ็ดร้อน ดอกออกเป็นช่อ มีลักษณะคล้ายร่ม มีกลิ่นฉุน รสชาติเผ็ดร้อน

ลำต้น มีลักษณะกลม ๆ จะถูกห่อหุ้ม ด้วยกาบใบโดยรอบ ๆ มีสีเขียว

ใบ มีลักษณะเป็นท่อยาว ปลายแหลม ภายในกลวง ใบของต้นหอม มีสีเขียว มีกลิ่นฉุนแรง รสชาติเผ็ดร้อน

ดอก ออกเป็นช่อ ก้านช่อดอกยาว ช่อดอกเมื่อบานมีลักษณะคล้ายร่ม มีดอกย่อย ๆ เป็นจำนวนมาก มีดอกสีขาว ก้านช่อดอกยาวกลมข้างในกลวง รองรับช่อดอกไว้

หัว มีหัวใต้ดิน หัวมีลักษณะทรงกลม หรือทรงกลมรี มีสีขาวหรือสีม่วง ตามสายพันธุ์ มีรสชาติเผ็ดร้อน มีกลิ่นฉุนแรง ใช้ประกอบปรุงอาหารต่าง ๆ

ราก ระบบรากฝอยเล็ก ๆ สีน้ำตาล ออกด้านล่างของหัว หัวมีลักษณะทรงกลม หรือทรงกลมรี หัวอ่อนมีสีขาวหรือสีม่วงตามสายพันธุ์ มีกลิ่นฉุนแรง รสชาติเผ็ดร้อน (ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง, 2554)

7. ผักคะน้า

7.1 ชื่อวิทยาศาสตร์ Brassica alboglabra

7.2 สามัญ Chinese Kale

7.3 วงศ์ Brassicaceae

7.4 ชื่ออื่น ๆ หอมแบ่ง

7.5 ลักษณะโดยทั่วไป ผักล้มลุก อายุ 2 ปี นิยมปลูกเป็นผักฤดูเดียว

ลำต้น พุ่มสูง 30-45 เซนติเมตร ลำต้นกลมสีเขียวอ่อน

ใบ ใบรีแกมรูปไข่ แผ่นใบหนา สีเขียวอมเทา ผิวใบมีนวลเกาะ คะน้าที่นิยมปลูกมี 3 ชนิด คือ คะน้าใบกลม ต้นอวบใหญ่ ก้านเล็ก ปลายใบมน ขอบปล้องสั้น ผิวใบเป็นคลื่น คะน้าใบแหลม ใบแคบกว่าคะน้าใบกลม ปลายแหลม ขอบห่าง ผิวใบเรียบ และคะน้ายอดหรือคะน้าก้าน มีลำต้นอวบใหญ่ ใบแหลม ขอบห่าง จำนวนใบต่อต้นน้อย (ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง, 2554)

โลหะหนัก

โลหะหนัก (heavy metal) หมายถึง ธาตุที่มีความหนาแน่นมากกว่า 5 กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร มีเลขเชิงอะตอม (atomic number) ในช่วง 23-92 โลหะหนักจัดเป็นธาตุพิษ (toxic element) แต่บางธาตุก็จัดเป็นธาตุอาหารพืชด้วย เช่น แมงกานีส เหล็ก สังกะสี และทองแดง แม้ว่าพืชต้องการธาตุเหล่านี้ในปริมาณน้อยแต่ก็ขาดไม่ได้ และถ้ามีปริมาณมากเกินไป ก็อาจก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชได้ และอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การปนเปื้อนโลหะหนักในพื้นที่ทำการเพาะปลูกและแหล่งน้ำ เนื่องจากโลหะหนักสามารถถ่ายทอดไปยังระบบห่วงโซ่อาหาร และเกิดการสะสมในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ได้ (ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

1. การเข้าสู่ร่างกาย

โลหะหนักสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ช่องทางด้วยกันคือ (สุทธิณี มีสุข, 2557)

1.1 การบริโภค เป็นช่องทางหนึ่งที่โลหะหนัก สามารถเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ได้มากที่สุด ซึ่งมักเกิดจากการรับประทานอาหาร หรือดื่มน้ำที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักเข้าไป แบ่งได้ดังนี้

1.1.1 การกิน เป็นช่องทางหนึ่งที่โลหะหนัก สามารถเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ได้มากที่สุดซึ่งมักเกิดจากการรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักเข้าไป แบ่งได้ดังนี้

(1) การปนเปื้อนโลหะหนักในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมอันเกิดจากการใช้ภาชนะ หรือวัตถุดิบที่มีการปนเปื้อน

(2) วัตถุดิบหรืออาหารมีโลหะหนัก อาทิ ข้าวที่ปลูกในแหล่งเหมืองแร่ที่มีโลหะหนัก เช่น ข้าวที่ปลูกใกล้กับเหมืองแร่แห่งหนึ่งในจังหวัดตาก

1.1.2 การดื่มน้ำ อันเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่

(1) การปนเปื้อนของภาชนะในกระบวนการผลิตน้ำดื่ม

(2) แหล่งน้ำดิบหรือน้ำดื่มมีการปนเปื้อนของโลหะหนัก เช่น แหล่งน้ำดื่มใกล้เหมืองแร่ หรือแหล่งน้ำดื่มที่มีแร่โลหะหนักเจือปนตามธรรมชาติ เป็นต้น

1.2 การสูดดม ระบบทางเดินหายใจเอาโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายถือเป็นช่องทางหนึ่งที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากเช่นกันโดยผู้ที่มีโอกาสเสี่ยง ได้แก่

1.2.1 ผู้ที่ทำงานในเหมืองแร่

1.2.2 ผู้ที่ทำงานในโรงงานหลอมแร่หรือโลหะ

1.2.3 ผู้ที่ทำงานในโรงงานเชื่อมหรือบัดกรี

1.2.4 อื่น ๆ

1.3 การซึมเข้าสู่ผิวหนังและเนื้อเยื่อ โลหะที่ซึมเข้าสู่ผิวหนัง มักเกิดขึ้นไม่บ่อยนักและมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับช่องทาง 2 อย่าง

1.3.1 การสัมผัสกับไอโลหะหนักในโรงงานอุตสาหกรรม

1.3.2 การแช่น้ำ หรืออยู่ในแหล่งน้ำที่มีโลหะหนักปนเปื้อนสูง

โลหะหนักเป็นสารที่คงตัว ไม่สามารถสลายตัวได้ในกระบวนการธรรมชาติ จึงมีบางส่วนตกตะกอนสะสมอยู่ในดิน ดินตะกอนที่อยู่ในน้ำรวมถึงการสะสมอยู่ในสัตว์น้ำ โลหะหนักเป็นวัตถุพิษที่ถูกนำมาใช้ในหลายภาคส่วน เช่น ในด้านอุตสาหกรรม มีการใช้โลหะหนักในการผลิตพลาสติก พีวีซี สี ถ่านไฟฉาย สำหรับทางด้านการเกษตร โลหะหนักเป็นส่วนผสมของยาฆ่าแมลงและปุ๋ย ขณะเดียวกันทางการแพทย์ใช้โลหะหนักเป็นส่วนผสมของยา อุปกรณ์ทางการแพทย์ และเครื่องสำอาง น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเหล่านี้ จึงเป็นปัจจัยสำคัญให้เกิดความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในการดำรงชีพในชีวิตประจำวัน คนเรามีความเสี่ยงต่อการนำโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายผ่านทาง การบริโภคอาหาร หรือดื่มน้ำที่มีสารเหล่านี้ปนเปื้อนอยู่ โดยเฉพาะชุมชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณโรงงานที่ขาดจิตสำนึก ซึ่งมักจะลักลอบเทของเสียลงดินหรือลงแม่น้ำ กำจัดกากของเสียอย่างผิดวิธี ทั้งนี้เนื่องจากการลดรายจ่าย โลหะหนักบางชนิดสามารถให้ทั้งคุณและโทษต่อสิ่งมีชีวิตขึ้นกับชนิดของสิ่งมีชีวิต และปริมาณที่ได้รับเข้าไป (พรพรรณ พนาปวุฒิกุล, 2549) โลหะหนักมีหลายธาตุ ในที่นี้จะกล่าวถึงธาตุ ตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd) ทองแดง (Cu)

สาเหตุที่ศึกษาโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดนี้ เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการสะสมของโลหะหนักที่ตกค้างในระบบนิเวศ ดิน น้ำ น้ำใต้ดิน และอากาศ ย่อมส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม สัตว์ที่อาศัยอยู่ในดินและเป็นอันตรายหากมีการตกค้างในปริมาณมาก ผักจะดูดซึมโลหะหนักที่มีในดิน เพื่อมาใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งผลงานวิจัยที่ทำการศึกษาค้นคว้าพบว่าการตกค้างของโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดนี้อยู่จำนวนมากในผักเมื่อเทียบกับโลหะหนักชนิดอื่น ๆ

2. ตะกั่ว (Lead : Pb)

ตะกั่วพบที่มีการปนเปื้อนมากในสิ่งแวดล้อม รวมทั้งในอาหารและเครื่องดื่มโดยอยู่ในรูปโลหะตะกั่ว สารตะกั่วอนินทรีย์ และสารตะกั่วอินทรีย์ ตะกั่วที่พบในพืชโดยมากจะมาจากอากาศ ไม่ได้มาจากดิน ซึ่งจะพบปริมาณตะกั่วมากที่ผิวนอกของพืช ปัจจุบันนี้ตะกั่วจะพบได้ในอาหารและเครื่องดื่มเนื่องจากการนำตะกั่วมาใช้ในกระบวนการผลิตโดยทำกันมานานแล้ว และนอกจากนี้มีการใช้สารประกอบตะกั่วอินทรีย์ คือ alkyl-lead compounds หรือ tetraethyl lead เป็นสารตัวเติมให้กับ

น้ำมันรถยนต์สำหรับตะกั่ว JECFA ได้กำหนดค่าระดับความปลอดภัยต่อมนุษย์ (PTM) เท่ากับ 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว เนื่องจากตะกั่วพบมากในอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ผลไม้ ผักที่บริโภค ส่วนใบ ธัญพืช ไตของสัตว์หอย และไวน์ อย่างไรก็ตามปัจจุบันระดับตะกั่วในอาหารและเรื่องดื่มมีแนวโน้มลดลงจากเดิมที่เคยพบ ซึ่งเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าปัญหาด้านสุขภาพของผู้บริโภคได้มีการให้ความสนใจ และหลายประเทศได้มีการผลักดันให้มีการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของตะกั่ว (Maximum Level for Lead) ที่ยอมให้พบในอาหารขึ้นใช้

ประโยชน์ของตะกั่ว มีดังต่อไปนี้

- (1) ใช้ในอุตสาหกรรมบัดกรี
- (2) ใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและเป็นส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิง
- (3) ใช้ผลิตแบตเตอรี่

พิษของตะกั่ว มีดังต่อไปนี้

- (1) พิษต่อระบบการไหลเวียนโลหิตมีผลให้หยุดการสร้างฮีโมโกลบิน และยับยั้งกระบวนการสร้างเม็ดเลือดแดง ทำให้เกิดโรคโลหิตจาง
- (2) ผลทางระบบประสาท จิตวิปลาส คลุ้มคลั่งและชัก
- (3) อาการทางไตมีผลทำให้ไตทำงานน้อยลง
- (4) อาการปวดท้องทั้งลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ท่อปัสสาวะ มดลูกและเส้นเลือด
- (5) อาการทางระบบหายใจมีผลให้กลัมน้ำหนักหัวใจอักเสบ
- (6) อาการทางระบบสืบพันธุ์มีผลให้แท้งลูกกรณีผู้ชายอสุจिन้อยลง
- (7) อาการเป็นมะเร็ง ได้แก่ พวกร Lead Arsenate , Lead Chromate
- (8) อาการ Lead Line ที่ในปากพบที่บริเวณฟันและเหงือก

3. แคดเมียม (Cadmium : Cd)

แคดเมียมพบทั่วไปบนเปลือกโลกมีในระดับต่ำ และปกติจะพบร่วมกับสังกะสี แคดเมียมใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบโลหะป้องกันสนิม ใช้ในการทำพลาสติก และแบตเตอรี่ แคดเมียมในดินไปสะสมที่ใบโดยอาศัยรากพืช พืชบางตระกูลจะพบปริมาณแคดเมียมสูง ได้แก่ ผักในตระกูล Solanaceae และพืชจำพวกเมล็ดน้ำมัน สำหรับแคดเมียม JECFA ได้กำหนดค่าระดับความปลอดภัยต่อมนุษย์ (PTM) เท่ากับ 7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว

แคดเมียมอนินทรีย์ พบว่าเป็นสารพิษประเภท Carcinogenic agent กับหนูทดลอง แคดเมียมพบมากในอาหารประเภทธัญพืช ผัก และเนื้อสัตว์ต่าง ๆ รวมทั้งตับและไตสัตว์ นอกจากนี้ การสูบบุหรี่มีผลทำให้ร่างกายได้รับแคดเมียม ปัจจุบันหลายประเทศมีการกำหนดค่า ML ขึ้น ซึ่งมี

ปัญหากับทางการค้าระหว่างประเทศปริมาณแคดเมียมในอาหารยังขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม การผลิตที่มีการใช้แคดเมียมมาเกี่ยวข้อง เช่น ภาชนะบรรจุอาหารที่เป็นพลาสติก

ประโยชน์ของแคดเมียม มีดังต่อไปนี้

- (1) ใช้เป็นสารหล่อลื่น
- (2) ใช้ในกระบวนการชุบเคลือบโลหะเพื่อการป้องกันสนิมและเพิ่มความมันวาว
- (3) ใช้ในกระบวนการผลิตแบตเตอรี่
- (4) ใช้เป็นส่วนประกอบของสี
- (5) ใช้ในกระบวนการผลิตพลาสติก
- (6) ใช้ในกระบวนการผลิตลวดเชื่อม

พิษของแคดเมียม มีดังต่อไปนี้

- (1) กรณีได้รับจากอาหาร 8% จะเข้าสู่กระแสเลือดอีก 84% จะไปสะสมที่ตับและไต ส่วนที่เหลือจะไปอยู่ที่กระดูกและเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทำให้มีอาการบวมที่ปอดไตและหัวใจ รวมทั้งเกิด Caippling Condition (เรียกว่าโรค Itai-Itai) มีอาการปวดหลังข้อกระดูกและไตล้มเหลว
- (2) การหายใจที่มีฝุ่นหรือไอของแคดเมียมมีผลทำให้ปอดระคายเคือง มีอาการไอหอบปวดหัวมือสั่นปวดกล้ามเนื้ออาเจียนท้องเสียและอาจไอเป็นเลือดจนถึงแก่ความตาย

4. ทองแดง (Copper : Cu)

ทองแดงเป็นที่ทราบกันดีว่าเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย แต่ถ้ามีการบริโภคในปริมาณที่มากเกินไปมีความเป็นพิษ สารประกอบทองแดงใช้มากในการทำยา นอกจากนี้ใช้เป็นสารตัวเติมหรือธาตุที่จะเป็นในอาหารสัตว์ใช้เป็นสารป้องกันเชื้อรา หรือใช้ในการผลิตปุ๋ยทองแดงโดยมากจะพบในอาหาร แต่มีโอกาสที่จะปนเปื้อนมาจากการสัมผัสของอาหารกับภาชนะ หรืออุปกรณ์ที่ทำจากทองแดง ในการเตรียมอาหารยังไม่มีกรายงานว่าระดับทองแดงที่พบในอาหารมีปัญหาทางการค้า สำหรับทองแดง JECFA ได้กำหนดค่าระดับความปลอดภัยต่อมนุษย์หรือ Acceptable Daily Intake (ADI) 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว และ Daily Dietary Requirement 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว อาหารจัดว่าเป็นแหล่งสำคัญที่ร่างกายจะได้รับทองแดงอาหารจำพวกธัญพืช ผัก เนื้อ สัตว์ และตับสัตว์ พบว่ามีปริมาณทองแดงมากอย่างไรก็ตามการดื่มน้ำประปาจากท่อประปาที่ทำด้วยทองแดงก็เป็นอีกทางหนึ่งที่ร่างกายได้รับ

พิษทองแดงอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ถ้ามีการบริโภคในปริมาณมากหรือมีผลต่อการทำงานของระบบ Metabolism ภายในร่างกายทำให้เกิดอาการคลื่นเหียนอาเจียน ปวดท้อง ท้องเสีย เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อในช่องท้อง และกล้ามเนื้อ เลือดออกในกระเพาะ เกิดโรค

โลหิตจาง หัวใจทำงานผิดปกติ ภูมิคุ้มกันร่างกายเสื่อม และเกิดความผิดปกติทางจิต ถ้าได้รับทองแดง ติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้เกิดพิษเรื้อรัง ตับ และไตทำงานผิดปกติ ไม่สามารถขับทองแดงออกได้ จนทำให้เกิดโรคที่เรียกว่า โรควิลสัน (Wilson' Diseases)

ประโยชน์ของทองแดง มีดังต่อไปนี้

- (1) อุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์
- (2) อุตสาหกรรมเครื่องประดับ
- (3) อุตสาหกรรมก่อสร้าง
- (4) อุตสาหกรรมยานยนต์
- (5) อุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ เครื่องเรือน
- (6) อุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น

ค่ามาตรฐานโลหะหนักที่ยอมรับให้มีได้ในพืชผัก

จากการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรที่จำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วย ไม่ว่าจะเป็นสารอาหารสำหรับพืชผัก สารกำจัดศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ปุ๋ยบำรุงเร่งการเจริญเติบโตเพื่อเพิ่มผลผลิต ซึ่งสารตั้งต้นที่เป็นส่วนผสมของสารกำจัดศัตรูพืชล้วนมาจากโลหะหนัก อาทิเช่น ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยฟอสเฟต เป็นต้น ส่งผลให้มีโลหะหนักตกค้างในพืชผัก ซึ่งค่ามาตรฐานโลหะหนักที่ยอมรับให้มีได้ในพืชผัก ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่ามาตรฐานโลหะหนักที่ยอมรับให้มีได้ในพืชผัก

โลหะหนัก	โลหะหนักที่ยอมรับได้ให้มีใน พืชผัก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		ที่มาค่ามาตรฐาน
	ประเทศไทย ^{1/}	WHO ^{2/}	
แคดเมียม (Cd)	3	2	^{1/} ค่าจากสถาบันอาหารปี 2554 มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
ตะกั่ว (Pb)	3	2	
ทองแดง (Cu)	20	20	^{2/} องค์การอนามัยโลก (WHO) ปี 2010

ที่มา : Codex Alimentarius Commission, 2010

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วันวิสาข์ อินทร์ตัน (2554) ทำการศึกษาสารตกค้างในผักปลอดสารพิษเพื่อวิเคราะห์หาสารตกค้างที่มีอยู่ในผักปลอดสารพิษ ซึ่งวางจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการเก็บผักปลอดสารพิษ 4 ชนิด ประกอบด้วย กะหล่ำปลี คื่นช่าย ปวยเล้ง และผักบุ้งจีน ของสามตราสินค้าที่ขายดีจำนวน 2 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์ รวมเป็นตัวอย่างทั้งสิ้น 18 ตัวอย่างนำมาวิเคราะห์หาสารตกค้างประเภทสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ และสารประกอบคาร์บาเมทโดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟฟีในห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาไม่พบสารตกค้างใด ๆ ทั้งในกะหล่ำปลี ปวยเล้ง และผักบุ้งจีน ยกเว้นผักคื่นช่าย จากผลการวิเคราะห์ครั้งที่ 1 พบว่ามีสารตกค้างทั้งกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ และสารประกอบคาร์บาเมท แต่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน

ชินวัฒน์ ศาสนนันท์ (2555) ได้ศึกษาหาปริมาณโลหะหนักในพืชผักสวนครัว โดยทดสอบในส่วนของใบ ลำต้น และรากของพืช จำนวน 10 ชนิด คือ กระเพรา ชিং ข่า ขมิ้น ตะไคร้ ผักบุ้ง โหระพา ผักชีฝรั่ง ต้นหอม และผักชี จากตลาดเทศบาล โดยโลหะหนักที่ทำการศึกษา ได้แก่ สารหนู (As) แคดเมียม โคบอลต์ (Co) เหล็ก (Fe) และตะกั่ว โดยทำการย่อยตัวอย่างแบบเปียกแล้วนำไปหาปริมาณโลหะหนัก ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอพซอพซันสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ผลการทดลองพบว่าในพืชแต่ละชนิดมีค่าโลหะหนักที่ตรวจพบมีปริมาณน้อยกว่าค่ามาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (WHO)

Boamponsem et.al. (2012) ศึกษาปริมาณของโลหะหนักและเปรียบเทียบระดับการสะสมโลหะหนักใน ลำต้น ใบ และราก ของผักกาดหอม กะหล่ำปลี และแครอท จากแหล่งน้ำชลประทานที่มีการปนเปื้อนจากการทำเหมืองแร่ Nagodi ทดลองปลูกผักทั้ง 3 ชนิดในกระถางโดยใช้ผิวดิน 0.20 เซนติเมตร ศึกษาโลหะหนักทั้ง 6 ตัว ได้แก่ ทองแดง ตะกั่ว เหล็ก แมงกานีส แคดเมียม และสังกะสี ที่สะสมอยู่ในราก ลำต้น และใบ ของผักด้วยวิธีการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Atomic absorption Spectroscopy ผลที่ได้พบแคดเมียมสะสมในส่วนต่าง ๆ ของแครอทในช่วง 0.070 - 0.090 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความเข้มข้นสูงสุด 17.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบแมงกานีสสะสมอยู่ในลำต้นของผักกาดหอม และรากของกะหล่ำปลีสูงถึง 139.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.221 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ พบทองแดงสะสมอยู่ในรากของแครอทสูงสุด 35.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบสังกะสีและแคดเมียมสะสมอยู่ในรากกะหล่ำปลี และผักกาดหอมต่ำกว่า 0.002 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของการตรวจสอบ และพบตะกั่ว สะสมอยู่ในผักทั้งสามชนิดต่ำกว่า 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลการทดลองพบว่าในผักทั้ง 3 ชนิดได้รับการพิจารณาจากองค์การอนามัยโลก (WHO) ว่าปลอดภัยสำหรับการบริโภค

Huang et.al. (2013) ทำการศึกษาความเสี่ยงสะสมของโลหะหนัก โดยสุ่มจาก 5 สวนผัก โดยรอบ Pearl River Delta ในประเทศจีน ที่ตั้งศึกษาโลหะหนัก 4 ชนิดในดินตัวอย่าง $Cd < Cu < Pb < Zn$ พบว่ามี Cd มีปริมาณสะสมของโลหะหนักที่เกินกำหนดในประเทศจีน คือ 1.0 - 1.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นมาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ของดินสำหรับการเกษตร) ปริมาณ Cd ที่แตกต่างกันทั้ง 5 สวนผักมีค่าน้อยกว่า 0.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะเดียวกัน 28 % ของตัวอย่างที่เก็บจากสวนผักมาตรฐานของ Cd ได้น้อยกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 71.4964 พบว่ามีการสะสมพิษนี้ไว้ในส่วนของลำต้น ใบผักโดยมีปัจจัยการสะสม Cd มาจากดินที่เพาะปลูกพบว่าลำต้น ใบผัก แตง ผลไม้ และถั่วที่มีการสะสมต่างกัน 0.021 - 0.005 และ 0.005 - 0.020 (ระดับพื้นฐานของ Cd ในดิน) และ 0.50 - 2.01 และ 0.13 - 0.53 (ระดับพื้นฐานของ Cd ที่สกัดในดิน) ตามลำดับจากการวิเคราะห์ค่าปริมาณที่สกัด Cd พบว่าติดลบแต่มิมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับดินดินเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสะสม Cd ในลำต้นและใบผัก โดยเฉพาะผักและผลไม้ที่แสดงให้เห็นว่า Cd เป็นธาตุโลหะหนักที่มีความเสี่ยงในการสวนผักของภูมิภาค

Huang et.al. (2014) ทำการศึกษาโลหะหนักที่พบในผักและความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชากร ในมณฑลเจ้อเจียง ประเทศจีน จากการวิเคราะห์ผักทั้ง 343 ตัวอย่างในเมืองมณฑลเจ้อเจียง ประเทศจีน สำหรับการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของความเสี่ยงแคดเมียม โปรอท และตะกั่วของประชาชนในท้องถิ่นโดยการคำนวณดัชนีอันตรายต่อสุขภาพ ระดับ ค่าเฉลี่ย ของแคดเมียม โปรอท และตะกั่วเป็น 0.009 , 0.015 และ 0.022 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ตัวอย่างที่มีแคดเมียม 4.37 % โปรอท 2.62 % และตะกั่ว 3.79 % มีความเข้มข้นเกินมาตรฐาน ตามที่กฎหมายของประเทศจีนกำหนดให้พบสูงสุดของค่าเฉลี่ย และร้อยละ 97.5 ของโลหะหนักถูกนำมาใช้ในการนำเสนอเพื่อการประเมินการสัมผัสโลหะหนัก ในระดับสูงการที่เราได้สัมผัสโปรอทและแคดเมียมน้อยกว่าเกณฑ์ที่ระดับ 1.01 และ 1.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แคดเมียม โปรอท และตะกั่วมีความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชากร ในระดับต่ำ ในการบริโภคพืชผักผลไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแคดเมียม ซึ่งมีความสนใจมากที่สะสมในผักผลไม้

สุภาพร ใจการุณ (2556) ทำการศึกษาการตกค้างของสารเคมีฆ่าแมลงในผักพื้นบ้านอีสาน และอาหารท้องถิ่น ในรูปแบบเชิงพรรณนา โดยศึกษาสารเคมีกลุ่ม Organophosphate และ Carbamate โดยสุ่มเก็บตัวอย่างพืชและสัตว์รอบแปลงปลูกพืชที่ใช้สารเคมีฆ่าแมลงในพื้นที่ 4 จังหวัดอีสานตอนล่าง นำตัวอย่างที่เก็บได้มาสกัดและตรวจสอบด้วยชุดตรวจสอบสารฆ่าแมลงตกค้าง (GT testkit) กลุ่ม Organophosphate และ Carbamate แล้วนำมาวิเคราะห์ผลพบว่าการตกค้างของสารฆ่าแมลงในกลุ่ม Organophosphate และ Carbamate ในพื้นที่ 4 จังหวัด มีค่อนข้างสูง

โดยเฉพาะในจังหวัดพบการปนเปื้อน หรือพบสารตกค้างมากที่สุดถึงร้อยละ 90 ของตัวอย่าง
รองลงมาคือ ตึกแตน จากการสอบถามความคิดเห็นของประชาชน พบว่ามีความกังวลเกี่ยวกับความ
ปลอดภัยของผักพื้นบ้านอีสานและอาหารท้องถิ่น ว่ามีโอกาสที่จะเข้าสู่ร่างกายจากการบริโภคและ
กังวลว่าจะเกิดการตกค้างในดินและน้ำโดยผ่านทางห่วงโซ่อาหาร

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษา “การตกค้างของโลหะหนักในพืชผักบริเวณพื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร” ซึ่งมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผัก โดยใช้เครื่องอะตอมมิกซ์แอสซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (AAS) ในการวิเคราะห์หาปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก ซึ่งมีรายละเอียดวิธีดำเนินงานวิจัยตามหัวข้อดังนี้

- (1) พื้นที่ทำการวิจัย
- (2) อุปกรณ์และสารเคมี
- (3) การเก็บรวบรวมข้อมูล
- (4) ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย
- (5) ขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่าง
- (6) การวิเคราะห์ข้อมูล

พื้นที่ทำการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้กำหนดพื้นที่ในการศึกษาบริเวณพื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร วิเคราะห์หาปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในห้องปฏิบัติการสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

อุปกรณ์และสารเคมี

1. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับเตรียมตัวอย่าง

- (1) ถุงพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่าง
- (2) เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง (Analytical balance)
- (3) กระจกน้ำปราศจากไอออน (Deionization Water)
- (4) ปีกเกอร์ (beaker)
- (5) ตู้อบ
- (6) ปิเปต (Pipette)
- (7) เครื่องอะตอมมิกซ์แอสซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

2. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับย่อยตัวอย่าง

- (1) หลอดแก้วฝาเกลียวขนาดใหญ่
- (2) เครื่องแก้วที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ปีกเกอร์ (beaker) ขวดวัดปริมาตร (volumetric flask)
- (3) กระจกบอกรน้ำปราศจากไอออน (Deionization Water)
- (4) กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1
- (5) ตู้อบ
- (6) เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
- (7) ตู้ดูดควัน

3. สารเคมี

- (1) กรดไนตริกเข้มข้น (Nitric acid , HNO_3)
- (2) น้ำปราศจากไอออน (Deionization Water)
- (3) สารละลายมาตรฐาน Cd 1000 ppm
- (4) สารละลายมาตรฐาน Pb 1000 ppm
- (5) สารละลายมาตรฐาน Cu 1000 ppm

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บข้อมูลปฐมภูมิ

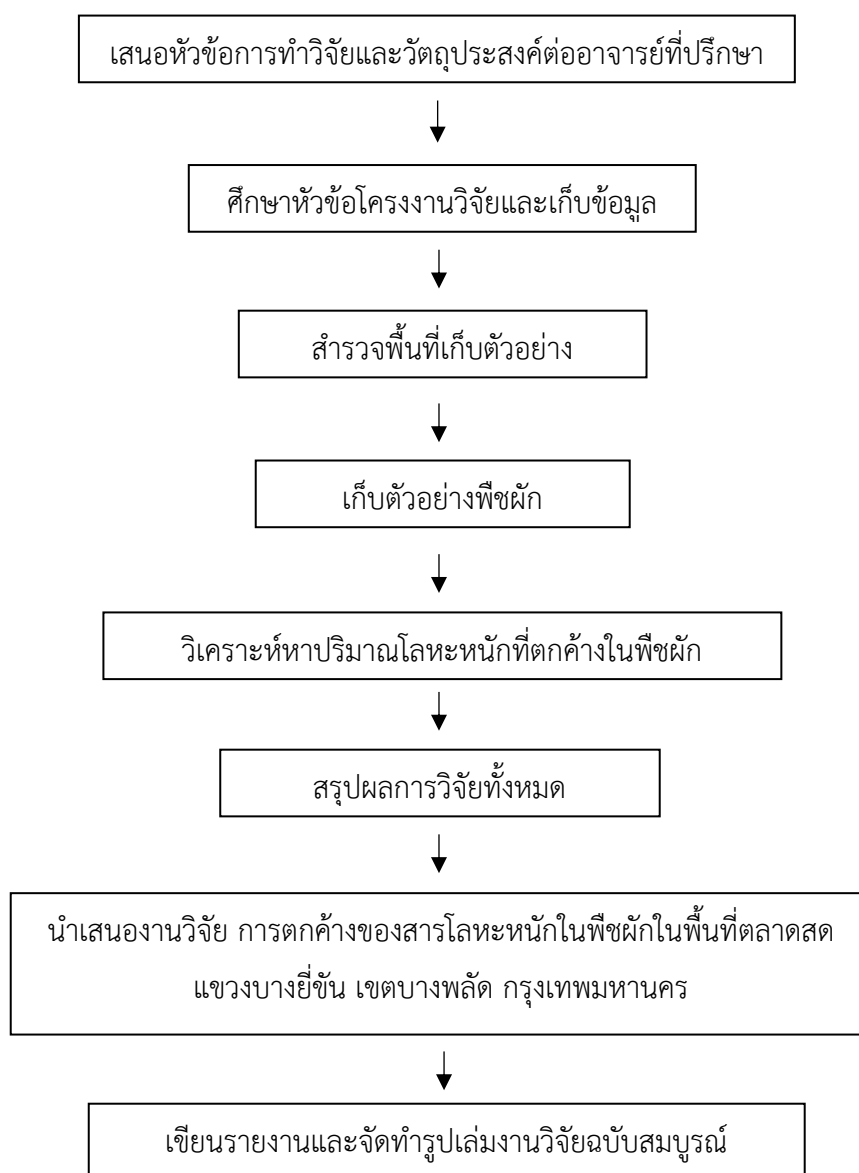
- (1) ทำการเก็บตัวอย่างพืชผักในพื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร โดยนำตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่างทั้งหมด 5 ตัวอย่าง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในพืชผัก
- (2) ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในพืชผักในห้องปฏิบัติการ

2. การเก็บข้อมูลทุติยภูมิ

ทำการศึกษาเอกสารทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตกค้างของโลหะหนักในพืชผัก ตลอดจนเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และขั้นตอนในการเก็บตัวอย่าง

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยเรื่อง “การตกค้างของโลหะหนักในพืชผักบริเวณพื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร” ซึ่งมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผัก โดยใช้เครื่องอะตอมมิคซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ในการวิเคราะห์หาปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก ในครั้งนี้ได้กำหนดขั้นตอนดำเนินงานออกเป็นข้อๆตามลำดับต่อไปนี้ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. การเตรียมตัวอย่าง

(1) ทำการเลือกนำพืชผักมาจากตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร จำนวน 5 ตัวอย่าง คือ ผักบุ้ง ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักชีฝรั่ง ต้นหอม นำมาล้างน้ำประปา 2 รอบ และรอบที่ 3 ล้างด้วยน้ำปราศจากไอออนให้สะอาดทั้งไว้ให้แห้ง

(2) นำพืชผักแต่ละชนิดมาหั่นเป็นฝอยแล้วนำไปชั่งให้ได้ 1 กรัม จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

(3) นำผักที่ได้จากการอบไปทำการย่อย (digest) ใส่ในบีกเกอร์แล้วเติมกรดไตรคลอโรอะซิติกจำนวน 1 มิลลิลิตร ลงไป ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงในตู้ดูดควัน

(4) จากนั้นนำสารละลายที่ได้หลังการย่อยใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริก 0.01 โมลาร์ จนครบ 50 มิลลิลิตร

(5) นำสารละลายมากรองด้วยชุดกรองบุชเนอร์ ฟันเนล ใช้กระดาษกรอง แล้วใส่ขวดแก้วใส ขนาด 50 มิลลิลิตร จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกซ์ แอ็บซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

2. ขั้นตอนการเตรียมสารมาตรฐานของโลหะแต่ละชนิด

(1) สารละลายมาตรฐานตะกั่ว (Pb)

เตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่ว ที่มีความเข้มข้น 1.0 2.0 3.0 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือพีพีเอ็ม เตรียมโดยปิเปตต์สารละลายมาตรฐานตะกั่ว ที่มีความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือพีพีเอ็ม มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือพีพีเอ็ม จากนั้นเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือพีพีเอ็ม โดยคำนวณปริมาตรที่ต้องการปิเปตต์จากสมการที่ (3.1)

$$C_1V_1 = C_2V_2 \quad \text{—————} \quad (3.1)$$

(2) สารละลายมาตรฐานแคดเมียม (Cd)

เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ที่มีความเข้มข้น 1.0 2.0 3.0 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือพีพีเอ็ม เตรียมโดยปิเปตต์สารละลายมาตรฐานตะกั่ว ที่มีความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือพีพีเอ็ม มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จะได้

สารละลายที่มีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือพีพีเอ็ม จากนั้นเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือพีพีเอ็ม โดยคำนวณปริมาตรที่ต้องการปิเปตต์จากสมการที่ (3.1)

(3) สารละลายมาตรฐานทองแดง (Cu)

เตรียมสารละลายมาตรฐานทองแดง ที่มีความเข้มข้น 1.0 2.0 3.0 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือพีพีเอ็ม เตรียมโดยปิเปตต์สารละลายมาตรฐานตะกั่ว ที่มีความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือพีพีเอ็ม มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือพีพีเอ็ม จากนั้นเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือพีพีเอ็ม โดยคำนวณปริมาตรที่ต้องการปิเปตต์จากสมการที่ (3.1)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลหาปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักในพื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร สามารถนำผลการวิเคราะห์หาคำนวนและวิเคราะห์ค่าทางสถิติ คือ ค่าต่ำสุด (Min) - ค่าสูงสุด (Max) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผัก ค่าร้อยละ (Percentage) เพื่อเปรียบเทียบการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักเทียบกับค่ามาตรฐานปริมาณโลหะหนักที่ยอมรับให้มีได้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักและทำการทดสอบระดับความปลอดภัยการตกค้างของโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว , แคดเมียม , ทองแดง พื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร ทำการเก็บตัวอย่างพืชผัก 3 ตลาด ใน 1 ตลาดทำการศึกษาพืชผัก 5 ชนิด เก็บตัวอย่างจำนวน 5 ครั้ง รวมทั้งหมด 75 ตัวอย่าง ได้ผลการวิจัยดังนี้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการตกค้างของสารโลหะหนักในพืชผัก

จากการศึกษาปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพื้นที่แขวงบางยี่ขัน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างพืชผัก 5 ชนิด ได้แก่ ผักบุ้ง ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักชีฝรั่ง ต้นหอม จากทั้ง 3 ตลาด นำมาวิเคราะห์หาปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก 3 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว , แคดเมียม , ทองแดง ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักคะน้า ตลาดที่ 1

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	Pb	Cd	Cu
1	1.01	< LOD	11.53
2	ND	< LOD	17.04
3	0.23	< LOD	22.13
4	0.83	< LOD	18.12
5	ND	< LOD	14.21
ค่าต่ำสุด	0.23	-	11.53
ค่าสูงสุด	1.01	-	22.13
ค่าเฉลี่ยรวม	0.69	-	16.59
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.33	-	3.58
เกณฑ์มาตรฐาน	$3^{1/} / 2^{2/}$	$3^{1/} / 2^{2/}$	$20^{1/} / 20^{2/}$

หมายเหตุ

- (1) ND คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า
- (2) < LOD คือ Limit of Detection ค่าปริมาณแคดเมียม (Cd) ต่ำสุดที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ (< 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (3) ^{1/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
- (4) ^{2/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

จากตารางที่ 4.1 พบว่าในผักคะน้ามีปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของตะกั่วมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ปริมาณการตกค้างของแคดเมียม มีระดับต่ำกว่าที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้ คือ < 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 11.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 22.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักคะน้า ตลาดที่ 2

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	Pb	Cd	Cu
1	0.76	< LOD	12.78
2	ND	< LOD	15.38
3	0.32	< LOD	18.61
4	0.74	< LOD	23.19
5	ND	< LOD	24.35
ค่าต่ำสุด	0.32	-	12.78
ค่าสูงสุด	0.76	-	24.35
ค่าเฉลี่ยรวม	0.61	-	18.86
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.31	-	4.43
เกณฑ์มาตรฐาน	$3^{1/} / 2^{2/}$	$3^{1/} / 2^{2/}$	$20^{1/} / 20^{2/}$

หมายเหตุ

- (1) ND คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า
- (2) < LOD คือ Limit of Detection ค่าปริมาณแคดเมียม (Cd) ต่ำสุดที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ (< 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (3) ^{1/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
- (4) ^{2/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

จากตารางที่ 4.2 พบว่าในผักคะน้ามีปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.61 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ปริมาณการตกค้างของแคดเมียม มีระดับต่ำกว่าที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้ คือ < 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 12.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 24.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักคะน้า ตลาดที่ 3

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	Pb	Cd	Cu
1	0.62	< LOD	12.38
2	ND	< LOD	18.66
3	0.61	< LOD	14.61
4	0.69	< LOD	17.88
5	ND	< LOD	15.50
ค่าต่ำสุด	0.61	-	12.38
ค่าสูงสุด	0.69	-	18.66
ค่าเฉลี่ยรวม	0.64	-	15.81
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.04	-	2.27
เกณฑ์มาตรฐาน	$3^{1/} / 2^{2/}$	$3^{1/} / 2^{2/}$	$20^{1/} / 20^{2/}$

หมายเหตุ

- (1) ND คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า
- (2) < LOD คือ Limit of Detection ค่าปริมาณแคดเมียม (Cd) ต่ำสุดที่เครื่องอะตอมมิคส์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ (< 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (3) ^{1/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
- (4) ^{2/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

จากตารางที่ 4.3 พบว่าในผักคะน้ามีปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.61 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ปริมาณการตกค้างของแคดเมียม มีระดับต่ำกว่าที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้ คือ < 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 12.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 18.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.81 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักบุ้ง ตลาดที่ 1

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	Pb	Cd	Cu
1	ND	< LOD	18.50
2	ND	< LOD	14.94
3	0.36	< LOD	15.27
4	0.55	< LOD	11.28
5	ND	< LOD	23.41
ค่าต่ำสุด	0.36	-	11.28
ค่าสูงสุด	0.55	-	23.41
ค่าเฉลี่ยรวม	0.46	-	16.68
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.10	-	4.07
เกณฑ์มาตรฐาน	$3^{1/} / 2^{2/}$	$3^{1/} / 2^{2/}$	$20^{1/} / 20^{2/}$

หมายเหตุ

- (1) ND คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า
- (2) < LOD คือ Limit of Detection ค่าปริมาณแคดเมียม (Cd) ต่ำสุดที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ (< 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (3) ^{1/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
- (4) ^{2/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

จากตารางที่ 4.4 พบว่าในผักบึงมีปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ปริมาณการตกค้างของแคดเมียม มีระดับต่ำกว่าที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้ คือ < 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 11.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 23.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักบุ้ง ตลาดที่ 2

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	Pb	Cd	Cu
1	ND	< LOD	14.22
2	ND	< LOD	21.66
3	0.49	< LOD	12.87
4	0.54	< LOD	16.35
5	ND	< LOD	15.93
ค่าต่ำสุด	0.49	-	12.87
ค่าสูงสุด	0.54	-	21.66
ค่าเฉลี่ยรวม	0.66	-	16.21
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.31	-	3.00
เกณฑ์มาตรฐาน	3 ^{1/} / 2 ^{2/}	3 ^{1/} / 2 ^{2/}	20 ^{1/} / 20 ^{2/}

หมายเหตุ

- (1) ND คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า
- (2) < LOD คือ Limit of Detection ค่าปริมาณแคดเมียม (Cd) ต่ำสุดที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ (< 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (3) ^{1/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
- (4) ^{2/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

จากตารางที่ 4.5 พบว่าในผักบุ้งมีปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.49 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากสถาบันอาหาร ปี 2554 ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ปริมาณการตกค้างของแคดเมียม มีระดับต่ำกว่าที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้ คือ < 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 12.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 21.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักบุ้ง ตลาดที่ 3

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	Pb	Cd	Cu
1	ND	< LOD	13.34
2	ND	< LOD	13.53
3	0.34	< LOD	14.48
4	0.45	< LOD	19.40
5	ND	< LOD	17.30
ค่าต่ำสุด	0.34	-	13.34
ค่าสูงสุด	0.45	-	19.40
ค่าเฉลี่ยรวม	0.40	-	15.61
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.06	-	2.37
เกณฑ์มาตรฐาน	$3^{1/} / 2^{2/}$	$3^{1/} / 2^{2/}$	$20^{1/} / 20^{2/}$

หมายเหตุ

- (1) ND คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า
- (2) < LOD คือ Limit of Detection ค่าปริมาณแคดเมียม (Cd) ต่ำสุดที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ (< 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (3) ^{1/} เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
- (4) ^{2/} เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

จากตารางที่ 4.6 พบว่าในผักคะน้ามีปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ปริมาณการตกค้างของแคดเมียม มีระดับต่ำกว่าที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้ คือ < 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 13.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 19.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.61 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักกาดขาว ตลาดที่ 1

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	Pb	Cd	Cu
1	ND	< LOD	14.56
2	ND	< LOD	10.43
3	0.53	< LOD	16.22
4	0.42	< LOD	15.67
5	ND	< LOD	11.97
ค่าต่ำสุด	0.42	-	10.43
ค่าสูงสุด	0.53	-	16.22
ค่าเฉลี่ยรวม	0.6	-	13.77
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.06	-	2.22
เกณฑ์มาตรฐาน	$3^{1/} / 2^{2/}$	$3^{1/} / 2^{2/}$	$20^{1/} / 20^{2/}$

หมายเหตุ

- (1) ND คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า
- (2) < LOD คือ Limit of Detection ค่าปริมาณแคดเมียม (Cd) ต่ำสุดที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ (< 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (3) ^{1/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
- (4) ^{2/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

จากตารางที่ 4.7 พบว่าในผักกาดขาวมีปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ปริมาณการตกค้างของแคดเมียม มีระดับต่ำกว่าที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้ คือ < 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 10.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 16.22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.77 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักกาดขาว ตลาดที่ 2

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	Pb	Cd	Cu
1	ND	< LOD	12.01
2	ND	< LOD	10.73
3	0.51	< LOD	12.53
4	0.41	< LOD	16.37
5	ND	< LOD	19.88
ค่าต่ำสุด	0.41	-	10.73
ค่าสูงสุด	0.51	-	19.88
ค่าเฉลี่ยรวม	0.46	-	14.30
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.05	-	3.36
เกณฑ์มาตรฐาน	$3^{1/} / 2^{2/}$	$3^{1/} / 2^{2/}$	$20^{1/} / 20^{2/}$

หมายเหตุ

- (1) ND คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า
- (2) < LOD คือ Limit of Detection ค่าปริมาณแคดเมียม (Cd) ต่ำสุดที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ (< 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (3) ^{1/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
- (4) ^{2/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

จากตารางที่ 4.8 พบว่าในผักกาดขาวมีปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของตะกั่วมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ปริมาณการตกค้างของแคดเมียม มีระดับต่ำกว่าที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้ คือ < 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 10.73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 19.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ตารางที่ 4.9 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักกาดขาว ตลาดที่ 3

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	Pb	Cd	Cu
1	ND	< LOD	14.19
2	ND	< LOD	15.09
3	0.62	< LOD	19.36
4	0.33	< LOD	10.82
5	ND	< LOD	13.20
ค่าต่ำสุด	0.33	-	10.82
ค่าสูงสุด	0.62	-	19.36
ค่าเฉลี่ยรวม	0.48	-	14.52
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.16	-	2.80
เกณฑ์มาตรฐาน	3 ^{1/} / 2 ^{2/}	3 ^{1/} / 2 ^{2/}	20 ^{1/} / 20 ^{2/}

หมายเหตุ

- (1) ND คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า
- (2) < LOD คือ Limit of Detection ค่าปริมาณแคดเมียม (Cd) ต่ำสุดที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ (< 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (3) ^{1/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
- (4) ^{2/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

จากตารางที่ 4.9 พบว่าในผักกาดขาวมีปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ปริมาณการตกค้างของแคดเมียม มีระดับต่ำกว่าที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้ คือ < 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 10.82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 19.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ตารางที่ 4.10 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักซีฝรั่ง ตลาดที่ 1

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	Pb	Cd	Cu
1	ND	< LOD	11.20
2	ND	< LOD	11.38
3	0.33	< LOD	16.69
4	0.49	< LOD	11.34
5	ND	< LOD	11.84
ค่าต่ำสุด	0.33	-	11.20
ค่าสูงสุด	0.49	-	16.69
ค่าเฉลี่ยรวม	0.41	-	12.49
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.88	-	2.11
เกณฑ์มาตรฐาน	$3^{1/} / 2^{2/}$	$3^{1/} / 2^{2/}$	$20^{1/} / 20^{2/}$

หมายเหตุ

- (1) ND คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า
- (2) < LOD คือ Limit of Detection ค่าปริมาณแคดเมียม (Cd) ต่ำสุดที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ (< 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (3) ^{1/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
- (4) ^{2/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

จากตารางที่ 4.10 พบว่าในผักชีฝรั่งมีปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.49 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ปริมาณการตกค้างของแคดเมียม มีระดับต่ำกว่าที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้ คือ < 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 11.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 16.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.49 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ตารางที่ 4.11 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักชีฝรั่ง ตลาดที่ 2

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	Pb	Cd	Cu
1	0.29	< LOD	17.86
2	ND	< LOD	18.53
3	0.16	< LOD	17.31
4	0.32	< LOD	16.31
5	0.50	< LOD	10.98
ค่าต่ำสุด	0.16	-	10.98
ค่าสูงสุด	0.50	-	18.53
ค่าเฉลี่ยรวม	0.32	-	16.20
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.12	-	2.71
เกณฑ์มาตรฐาน	3 ^{1/} / 2 ^{2/}	3 ^{1/} / 2 ^{2/}	20 ^{1/} / 20 ^{2/}

หมายเหตุ

- (1) ND คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า
- (2) < LOD คือ Limit of Detection ค่าปริมาณแคดเมียม (Cd) ต่ำสุดที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ (< 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (3) ^{1/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
- (4) ^{2/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

จากตารางที่ 4.11 พบว่าในผักชีฝรั่งมีปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ปริมาณการตกค้างของแคดเมียม มีระดับต่ำกว่าที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้ คือ < 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 10.98 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 18.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ตารางที่ 4.12 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักชีฝรั่ง ตลาดที่ 3

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	Pb	Cd	Cu
1	ND	< LOD	14.14
2	ND	< LOD	17.21
3	0.69	< LOD	19.77
4	0.45	< LOD	17.08
5	ND	< LOD	15.16
ค่าต่ำสุด	0.45	-	14.14
ค่าสูงสุด	0.69	-	19.77
ค่าเฉลี่ยรวม	0.57	-	16.67
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.12	-	1.94
เกณฑ์มาตรฐาน	3 ^{1/} / 2 ^{2/}	3 ^{1/} / 2 ^{2/}	20 ^{1/} / 20 ^{2/}

หมายเหตุ

- (1) ND คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า
- (2) < LOD คือ Limit of Detection ค่าปริมาณแคดเมียม (Cd) ต่ำสุดที่เครื่องอะตอมมิคซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ (< 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (3) ^{1/} เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
- (4) ^{2/} เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

จากตารางที่ 4.12 พบว่าในผักชีฝรั่งมีปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ปริมาณการตกค้างของแคดเมียม มีระดับต่ำกว่าที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้ คือ < 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 14.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 19.77 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.94 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ตารางที่ 4.13 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในต้นหอม ตลาดที่ 1

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	Pb	Cd	Cu
1	ND	< LOD	18.58
2	ND	< LOD	16.19
3	0.43	< LOD	15.40
4	0.82	< LOD	14.97
5	ND	< LOD	16.84
ค่าต่ำสุด	0.43	-	14.97
ค่าสูงสุด	0.82	-	18.58
ค่าเฉลี่ยรวม	0.63	-	16.40
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.20	-	1.27
เกณฑ์มาตรฐาน	$3^{1/} / 2^{2/}$	$3^{1/} / 2^{2/}$	$20^{1/} / 20^{2/}$

หมายเหตุ

- (1) ND คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า
- (2) < LOD คือ Limit of Detection ค่าปริมาณแคดเมียม (Cd) ต่ำสุดที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ (< 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (3) ^{1/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
- (4) ^{2/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

จากตารางที่ 4.13 พบว่าในต้นหอมมีปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ปริมาณการตกค้างของแคดเมียม มีระดับต่ำกว่าที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้ คือ < 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 14.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 18.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ตารางที่ 4.14 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในต้นหอม ตลาดที่ 2

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	Pb	Cd	Cu
1	ND	< LOD	16.73
2	ND	< LOD	16.14
3	0.71	< LOD	15.87
4	0.32	< LOD	18.24
5	ND	< LOD	13.36
ค่าต่ำสุด	0.32	-	13.36
ค่าสูงสุด	0.71	-	18.24
ค่าเฉลี่ยรวม	0.52	-	16.07
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.20	-	1.58
เกณฑ์มาตรฐาน	3 ^{1/} / 2 ^{2/}	3 ^{1/} / 2 ^{2/}	20 ^{1/} / 20 ^{2/}

หมายเหตุ

- (1) ND คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า
- (2) < LOD คือ Limit of Detection ค่าปริมาณแคดเมียม (Cd) ต่ำสุดที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ (< 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (3) ^{1/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
- (4) ^{2/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

จากตารางที่ 4.14 พบว่าในต้นหอมมีปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ปริมาณการตกค้างของแคดเมียม มีระดับต่ำกว่าที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้ คือ < 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 13.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 18.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ตารางที่ 4.15 ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในต้นหอม ตลาดที่ 3

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	Pb	Cd	Cu
1	ND	< LOD	19.90
2	ND	< LOD	18.82
3	0.48	< LOD	17.50
4	0.34	< LOD	16.43
5	ND	< LOD	16.05
ค่าต่ำสุด	0.34	-	16.05
ค่าสูงสุด	0.48	-	19.90
ค่าเฉลี่ยรวม	0.41	-	17.74
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.07	-	1.45
เกณฑ์มาตรฐาน	3 ^{1/} / 2 ^{2/}	3 ^{1/} / 2 ^{2/}	20 ^{1/} / 20 ^{2/}

หมายเหตุ

- (1) ND คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า
- (2) < LOD คือ Limit of Detection ค่าปริมาณแคดเมียม (Cd) ต่ำสุดที่เครื่องอะตอมมิคซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สามารถวัดได้ (< 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (3) ^{1/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
- (4) ^{2/}เกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

จากตารางที่ 4.15 พบว่าในต้นหอมมีปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของตะกั่ว มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

ปริมาณการตกค้างของแคดเมียม มีระดับต่ำกว่าที่เครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้ คือ < 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 16.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 19.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของทองแดง มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

การทดสอบระดับความปลอดภัยการตกค้างของโลหะหนักในพืชผัก

การทดสอบระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารโลหะหนักในพืชผักทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผักบุ้ง ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักชีฝรั่ง ต้นหอม ซึ่งแบ่งระดับความปลอดภัยของปริมาณการตกค้างของสารโลหะหนัก ทั้ง 3 ตัว ได้แก่ ตะกั่ว , แคดเมียม , ทองแดง เป็น 3 ระดับ คือ ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง , พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย , พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารตะกั่ว ในผักคะน้า

ตัวอย่างที่	ระดับความปลอดภัย		
	ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง	พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย	พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย
1		✓	
2	✓		
3		✓	
4		✓	
5	✓		
6		✓	
7	✓		
8		✓	
9		✓	
10	✓		
11		✓	
12	✓		
13		✓	
14		✓	
15	✓		
ร้อยละ	40	60	

หมายเหตุ

(1) เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าตัวอย่างพืชผักอยู่ในระดับความปลอดภัยใด

จากตารางที่ 4.16 พบว่าการตกค้างของสารตะกั่ว ในผักคะน้า อยู่ในระดับที่ไม่พบสารโลหะหนักตกค้างร้อยละ 40 พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 60

ตารางที่ 4.17 ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารตะกั่ว ในผักบุ้ง

ตัวอย่างที่	ระดับความปลอดภัย		
	ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง	พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย	พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย
1	✓		
2	✓		
3		✓	
4		✓	
5	✓		
6	✓		
7	✓		
8		✓	
9		✓	
10	✓		
11	✓		
12	✓		
13		✓	
14		✓	
15	✓		
ร้อยละ	60	40	

หมายเหตุ

(1) เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าตัวอย่างพืชผักอยู่ในระดับความปลอดภัยใด

จากตารางที่ 4.17 พบว่าการตกค้างของสารตะกั่ว ในผักบุ้ง อยู่ในระดับที่ไม่พบสารโลหะหนักตกค้างร้อยละ 60 พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 40

ตารางที่ 4.18 ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารตะกั่ว ในผักกาดขาว

ตัวอย่างที่	ระดับความปลอดภัย		
	ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง	พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย	พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย
1	✓		
2	✓		
3		✓	
4		✓	
5	✓		
6	✓		
7	✓		
8		✓	
9		✓	
10	✓		
11	✓		
12	✓		
13		✓	
14		✓	
15	✓		
ร้อยละ	60	40	

หมายเหตุ

(1) เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าตัวอย่างพืชผักอยู่ในระดับความปลอดภัยใด

จากตารางที่ 4.18 พบว่าการตกค้างของสารตะกั่ว ในผักกาดขาว อยู่ในระดับที่ไม่พบสารโลหะหนักตกค้างร้อยละ 60 พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 40

ตารางที่ 4.19 ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารตะกั่ว ในผักซีฝรั่ง

ตัวอย่างที่	ระดับความปลอดภัย		
	ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง	พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย	พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย
1	✓		
2	✓		
3		✓	
4		✓	
5	✓		
6		✓	
7	✓		
8		✓	
9		✓	
10		✓	
11	✓		
12	✓		
13		✓	
14		✓	
15	✓		
ร้อยละ	46.67	53.33	

หมายเหตุ

(1) เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าตัวอย่างพืชผักอยู่ในระดับความปลอดภัยใด

จากตารางที่ 4.19 พบว่าการตกค้างของสารตะกั่ว ในผักซีฝรั่ง อยู่ในระดับที่ไม่พบสารโลหะหนักตกค้างร้อยละ 46.67 พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 53.33

ตารางที่ 4.20 ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารตะกั่ว ในต้นหอม

ตัวอย่างที่	ระดับความปลอดภัย		
	ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง	พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย	พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย
1	✓		
2	✓		
3		✓	
4		✓	
5	✓		
6	✓		
7	✓		
8		✓	
9		✓	
10	✓		
11	✓		
12	✓		
13		✓	
14		✓	
15	✓		
ร้อยละ	60	40	

หมายเหตุ

(1) เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าตัวอย่างพืชผักอยู่ในระดับความปลอดภัยใด

จากตารางที่ 4.20 พบว่าการตกค้างของสารตะกั่ว ในต้นหอม อยู่ในระดับที่ไม่พบสารโลหะหนักตกค้างร้อยละ 60 พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 40

ตารางที่ 4.21 ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารแคดเมียม ในผักคะน้า

ตัวอย่างที่	ระดับความปลอดภัย		
	ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง	พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย	พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย
1	✓		
2	✓		
3	✓		
4	✓		
5	✓		
6	✓		
7	✓		
8	✓		
9	✓		
10	✓		
11	✓		
12	✓		
13	✓		
14	✓		
15	✓		
ร้อยละ	100		

หมายเหตุ

(1) เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าตัวอย่างพืชผักอยู่ในระดับความปลอดภัยใด

จากตารางที่ 4.21 พบว่าการตกค้างของสารแคดเมียม ในผักคะน้า อยู่ในระดับที่ไม่พบสารโลหะหนักตกค้างร้อยละ 100

ตารางที่ 4.22 ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารแคดเมียม ในผักบุ้ง

ตัวอย่างที่	ระดับความปลอดภัย		
	ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง	พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย	พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย
1	✓		
2	✓		
3	✓		
4	✓		
5	✓		
6	✓		
7	✓		
8	✓		
9	✓		
10	✓		
11	✓		
12	✓		
13	✓		
14	✓		
15	✓		
ร้อยละ	100		

หมายเหตุ

(1) เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าตัวอย่างพืชผักอยู่ในระดับความปลอดภัยใด

จากตารางที่ 4.22 พบว่าการตกค้างของสารแคดเมียม ในผักบุ้ง อยู่ในระดับที่ไม่พบสารโลหะหนักตกค้างร้อยละ 100

ตารางที่ 4.23 ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารแคดเมียม ในผักกาดขาว

ตัวอย่างที่	ระดับความปลอดภัย		
	ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง	พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย	พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย
1	✓		
2	✓		
3	✓		
4	✓		
5	✓		
6	✓		
7	✓		
8	✓		
9	✓		
10	✓		
11	✓		
12	✓		
13	✓		
14	✓		
15	✓		
ร้อยละ	100		

หมายเหตุ

(1) เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าตัวอย่างพืชผักอยู่ในระดับความปลอดภัยใด

จากตารางที่ 4.23 พบว่าการตกค้างของสารแคดเมียม ในผักกาดขาว อยู่ในระดับที่ไม่พบสารโลหะหนักตกค้างร้อยละ 100

ตารางที่ 4.24 ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารแคดเมียม ในผักชีฝรั่ง

ตัวอย่างที่	ระดับความปลอดภัย		
	ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง	พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย	พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย
1	✓		
2	✓		
3	✓		
4	✓		
5	✓		
6	✓		
7	✓		
8	✓		
9	✓		
10	✓		
11	✓		
12	✓		
13	✓		
14	✓		
15	✓		
ร้อยละ	100		

หมายเหตุ

(1) เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าตัวอย่างพืชผักอยู่ในระดับความปลอดภัยใด

จากตารางที่ 4.24 พบว่าการตกค้างของสารแคดเมียม ในผักชีฝรั่ง อยู่ในระดับที่ไม่พบสารโลหะหนักตกค้างร้อยละ 100

ตารางที่ 4.25 ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารแคดเมียม ในต้นหอม

ตัวอย่างที่	ระดับความปลอดภัย		
	ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง	พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย	พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย
1	✓		
2	✓		
3	✓		
4	✓		
5	✓		
6	✓		
7	✓		
8	✓		
9	✓		
10	✓		
11	✓		
12	✓		
13	✓		
14	✓		
15	✓		
ร้อยละ	100		

หมายเหตุ

(1) เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าตัวอย่างพืชผักอยู่ในระดับความปลอดภัยใด

จากตารางที่ 4.25 พบว่าการตกค้างของสารแคดเมียม ในต้นหอม อยู่ในระดับที่ไม่พบสารโลหะหนักตกค้างร้อยละ 100

ตารางที่ 4.26 ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารทองแดง ในผักคะน้า

ตัวอย่างที่	ระดับความปลอดภัย		
	ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง	พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย	พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย
1		✓	
2		✓	
3			✓
4		✓	
5		✓	
6		✓	
7		✓	
8		✓	
9			✓
10			✓
11		✓	
12		✓	
13		✓	
14		✓	
15		✓	
ร้อยละ		80	20

หมายเหตุ

(1) เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าตัวอย่างพืชผักอยู่ในระดับความปลอดภัยใด

จากตารางที่ 4.26 พบว่าการตกค้างของสารทองแดง ในผักคะน้า อยู่ในระดับที่พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 80 พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย 20

ตารางที่ 4.27 ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารทองแดง ในผักบุ้ง

ตัวอย่างที่	ระดับความปลอดภัย		
	ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง	พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย	พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย
1		✓	
2		✓	
3		✓	
4		✓	
5			✓
6		✓	
7			✓
8		✓	
9		✓	
10		✓	
11		✓	
12		✓	
13		✓	
14		✓	
15		✓	
ร้อยละ		86.67	13.33

หมายเหตุ

(1) เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าตัวอย่างพืชผักอยู่ในระดับความปลอดภัยใด

จากตารางที่ 4.27 พบว่าการตกค้างของสารทองแดง ในผักบุ้ง อยู่ในระดับที่พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 86.67 พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย 13.33

ตารางที่ 4.28 ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารทองแดง ในผักกาดขาว

ตัวอย่างที่	ระดับความปลอดภัย		
	ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง	พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย	พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย
1		✓	
2		✓	
3		✓	
4		✓	
5		✓	
6		✓	
7		✓	
8		✓	
9		✓	
10		✓	
11		✓	
12		✓	
13		✓	
14		✓	
15		✓	
ร้อยละ		100	

หมายเหตุ

(1) เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าตัวอย่างพืชผักอยู่ในระดับความปลอดภัยใด

จากตารางที่ 4.28 พบว่าการตกค้างของสารทองแดง ในผักกาดขาว อยู่ในระดับที่พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 100

ตารางที่ 4.29 ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารทองแดง ในผักชีฝรั่ง

ตัวอย่างที่	ระดับความปลอดภัย		
	ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง	พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย	พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย
1		✓	
2		✓	
3		✓	
4		✓	
5		✓	
6		✓	
7		✓	
8		✓	
9		✓	
10		✓	
11		✓	
12		✓	
13		✓	
14		✓	
15		✓	
ร้อยละ		100	

หมายเหตุ

(1) เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าตัวอย่างพืชผักอยู่ในระดับความปลอดภัยใด

จากตารางที่ 4.29 พบว่าการตกค้างของสารทองแดง ในผักชีฝรั่ง อยู่ในระดับที่พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 100

ตารางที่ 4.30 ระดับความปลอดภัยการตกค้างของสารทองแดง ในต้นหอม

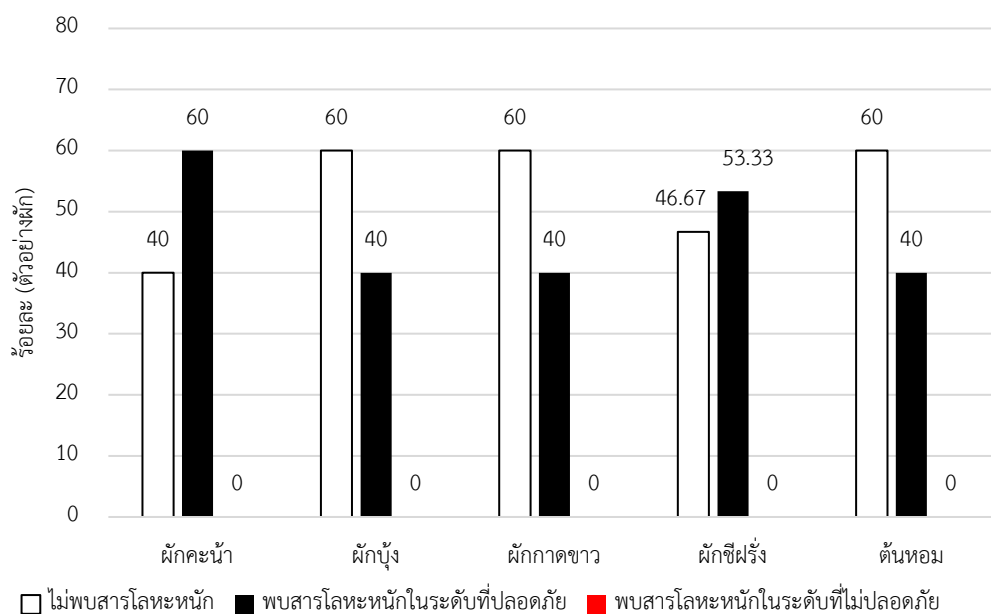
ตัวอย่างที่	ระดับความปลอดภัย		
	ไม่พบสารโลหะหนักตกค้าง	พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัย	พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย
1		✓	
2		✓	
3		✓	
4		✓	
5		✓	
6		✓	
7		✓	
8		✓	
9		✓	
10		✓	
11		✓	
12		✓	
13		✓	
14		✓	
15		✓	
ร้อยละ		100	

หมายเหตุ

(1) เครื่องหมาย ✓ แสดงว่าตัวอย่างพืชผักอยู่ในระดับความปลอดภัยใด

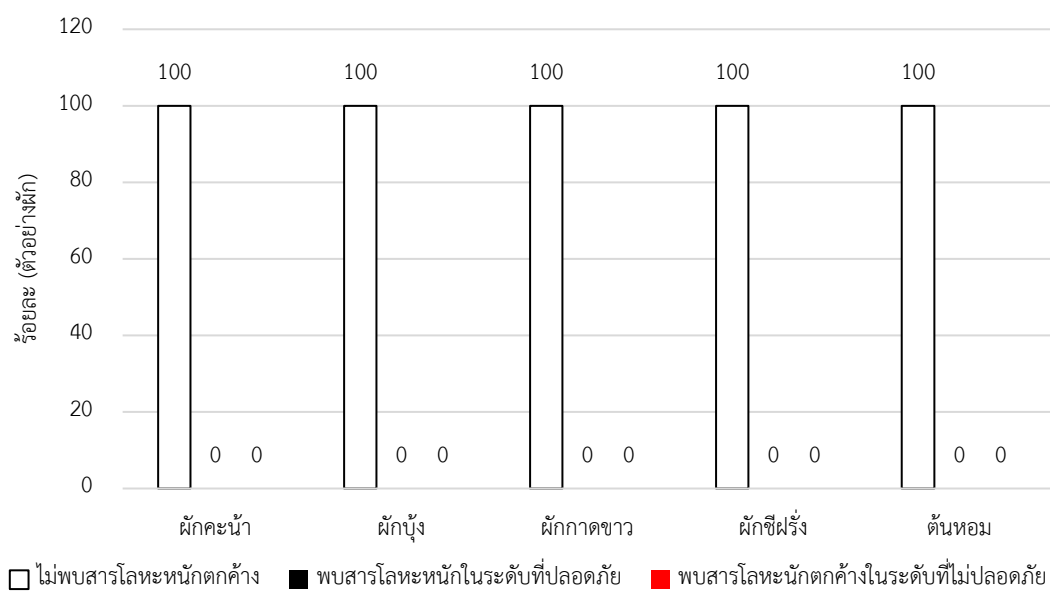
จากตารางที่ 4.30 พบว่าการตกค้างของสารทองแดง ในผักต้นหอม อยู่ในระดับที่พบสารโลหะหนักตกค้างในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 100

ร้อยละความปลอดภัยของการตกค้างของโลหะหนักทั้ง 3 ชนิด



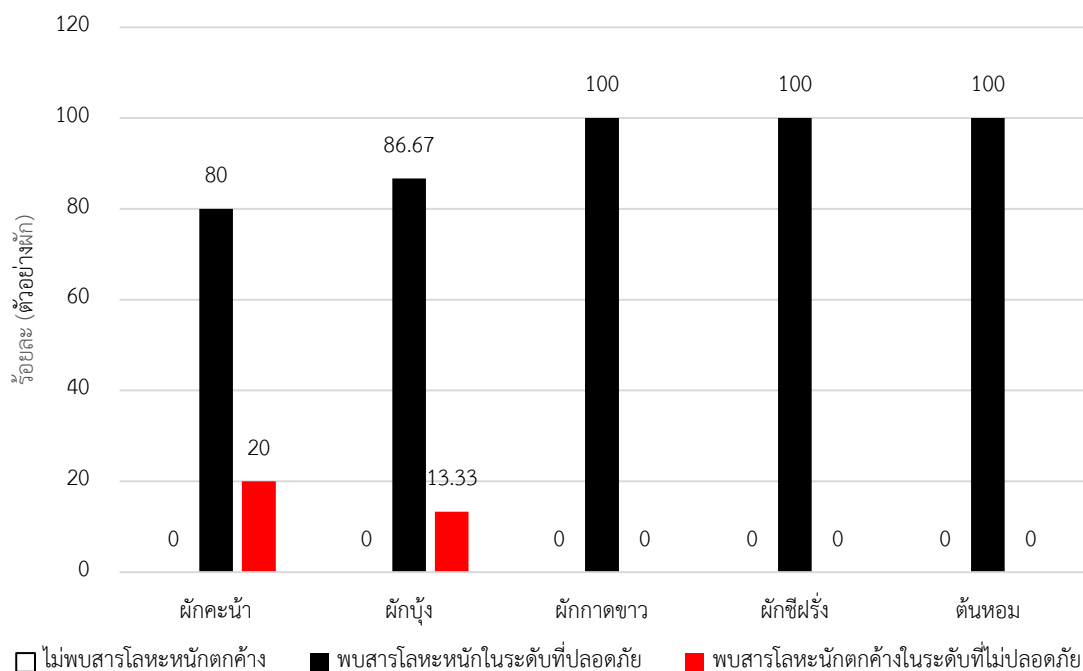
ภาพที่ 4.1 ร้อยละความปลอดภัยของการตกค้างของสารตะกั่ว 3 ระดับในพืชผักทั้ง 5 ชนิด

จากภาพที่ 4.1 พบว่าผักที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากที่สุดคือ ปลากะตัก ปลากะพง และ ปลานิล เนื่องจากไม่พบสารโลหะหนักตกค้างร้อยละ 60 ส่วนผักที่มีความเสี่ยงที่จะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค คือ ปลากุ้ง เนื่องจากพบการตกค้างของโลหะหนักถึงแม้จะอยู่ในระดับที่ปลอดภัยแต่พบการตกค้างสูงสุด คือ ร้อยละ 60



ภาพที่ 4.2 ร้อยละความปลอดภัยของการตกค้างของสารแคดเมียม 3 ระดับในพืชผักทั้ง 5 ชนิด

จากภาพที่ 4.2 พบว่าพืชผักทั้ง 5 ชนิด อยู่ในระดับที่มีปลอดภัยต่อผู้บริโภค เนื่องจากไม่พบสารโลหะหนักตกค้างร้อยละ 100



ภาพที่ 4.3 ร้อยละความปลอดภัยของการตกค้างของสารทองแดง 3 ระดับในพืชผักทั้ง 5 ชนิด

จากภาพที่ 4.3 พบว่าผักที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากที่สุดคือ ผักกาดขาว ผักชีฝรั่ง และต้นหอม เนื่องจากอยู่ในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 100 ส่วนผักที่มีความเสี่ยงที่จะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคคือ ผักคะน้า เนื่องจากพบการตกค้างของโลหะหนักในระดับที่ไม่ปลอดภัยสูงที่สุด คือ ร้อยละ 20

จากผลการทดสอบระดับความปลอดภัยพบว่า ชนิดพืชผักที่มีการตกค้างของโลหะหนักในระดับปลอดภัยมากที่สุด คือ ผักกาดขาว ผักชีฝรั่ง และต้นหอม ซึ่งพบตะกั่ว และทองแดงในระดับปลอดภัยร้อยละ 100 รองลงมา คือ ผักบุ้ง ซึ่งพบตะกั่วในระดับปลอดภัยร้อยละ 100 และพบทองแดงในระดับปลอดภัยร้อยละ 86.66 และ พืชผักที่ปลอดภัยน้อยที่สุด คือ ผักคะน้า ซึ่งพบตะกั่วในระดับปลอดภัยร้อยละ 100 และพบทองแดงในระดับที่ไม่ปลอดภัยร้อยละ 20

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักพื้นทีตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร และทดสอบระดับความปลอดภัยการตกค้างของโลหะหนักในพืชผัก 5 ชนิด ผักบุ้ง ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักชีฝรั่ง ต้นหอม โดยทำการศึกษาโลหะหนัก 3 ชนิด ตะกั่ว , แคดเมียม และ ทองแดง ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินวิจัยโดยสรุปรวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากการวิจัยดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

1. วัตถุประสงค์

- (1) ศึกษาปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผัก 3 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว , แคดเมียม และ ทองแดง
- (2) เพื่อตรวจวิเคราะห์โลหะหนักที่เป็นพิษต่อร่างกาย เช่น ตะกั่ว , แคดเมียม และ ทองแดง โดยวิเคราะห์ในส่วนของใบ ได้แก่ ผักบุ้ง ผักกาดขาว ผักชีฝรั่ง ต้นหอม ผักคะน้า โดยใช้เครื่องอะตอมมิคส์แอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ในการวิเคราะห์

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักและทดสอบระดับความปลอดภัยการตกค้างของโลหะหนักใช้วิธีการศึกษาเชิงวิทยาศาสตร์โดยเก็บรวบรวมตัวอย่างพืชผัก 3 ตลาด เก็บตัวอย่างพืชผัก 5 ชนิด ได้แก่ ผักบุ้ง ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักชีฝรั่ง ต้นหอม โดยทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 5 ครั้ง รวมจำนวนตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์โลหะหนักทั้งสิ้น 75 ตัวอย่าง โดยใช้เครื่องอะตอมมิคส์แอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ แล้วทดสอบระดับความปลอดภัยของการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักโดยแสดงผลเป็นร้อยละการตรวจพบการตกค้างของโลหะหนัก

3. ผลการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงค์และขั้นตอนการวิจัยดังกล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้

ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักพื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่
 ชั้น

เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ผักบุ้ง ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักชีฝรั่ง
 ต้นหอม โดยทำการศึกษาโลหะหนัก 3 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว , แคดเมียม , ทองแดง ผลการ
 วิเคราะห์ดังนี้

ปริมาณการตกค้างโลหะหนักในพืชผักทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ผักบุ้ง ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักชีฝรั่ง
 ต้นหอม พบการตกค้างของ ตะกั่ว แคดเมียม และทองแดง ในพืชผักทั้ง 5 ชนิด มีค่าไม่เกินเกณฑ์
 มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และเกณฑ์
 มาตรฐานของโลหะหนักที่ยอมรับให้มีในผักจากองค์การอนามัยโลก ปี 2010

การทดสอบระดับความปลอดภัยการตกค้างของโลหะหนักในพืชผัก มีรายละเอียดดังนี้ คือ
 การตกค้างของตะกั่ว ในผักคะน้า อยู่ในระดับไม่พบสารโลหะหนักร้อยละ 40 อยู่ระดับที่พบสารโลหะ
 หนักในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 46.67 อยู่ในระดับพบสารโลหะหนักในระดับที่ไม่ปลอดภัยร้อยละ
 13.33 การตกค้างของตะกั่ว ในผักบุ้ง อยู่ในระดับไม่พบสารโลหะหนักร้อยละ 60 อยู่ระดับที่พบสาร
 โลหะหนักในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 33.33 อยู่ในระดับพบสารโลหะหนักในระดับที่ไม่ปลอดภัยร้อยละ
 6.67 การตกค้างของตะกั่ว ในผักกาดขาว อยู่ในระดับไม่พบสารโลหะหนักร้อยละ 60 อยู่ระดับที่
 พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 40 การตกค้างของตะกั่ว ในผักชีฝรั่ง อยู่ในระดับไม่พบ
 สารโลหะหนักร้อยละ 46.67 พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 46.67 อยู่ในระดับพบสาร
 โลหะหนักในระดับที่ไม่ปลอดภัยร้อยละ 6.66 การตกค้างของตะกั่ว ในต้นหอม อยู่ในระดับไม่พบสาร
 โลหะหนักร้อยละ 60 อยู่ระดับที่พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 40

การตกค้างของแคดเมียม ในพืชผักทั้ง 5 ชนิด อยู่ในระดับไม่พบสารโลหะหนักร้อยละ
 100

การตกค้างของทองแดง ในผักคะน้า อยู่ระดับที่พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ
 80 อยู่ในระดับพบสารโลหะหนักในระดับที่ไม่ปลอดภัยร้อยละ 20 การตกค้างของทองแดง ในผักบุ้ง
 อยู่ระดับที่พบสารโลหะหนักในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 86.67 อยู่ในระดับพบสารโลหะหนักในระดับ
 ที่ไม่ปลอดภัยร้อยละ 13.33 การตกค้างของทองแดง ในผักกาดขาว อยู่ระดับที่พบสารโลหะหนักใน
 ระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 100 การตกค้างของทองแดง ในผักชีฝรั่ง อยู่ในระดับพบสารโลหะหนักใน

ระดับที่ไม่ปลอดภัย ร้อยละ 100 การตกค้างของทองแดง ในต้นหอม อยู่ระดับที่พบสารโลหะหนักในระดับที่ไม่ปลอดภัยร้อยละ 100

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในพืชผักพร้อมทั้งทดสอบระดับความปลอดภัยของพืชผักพื้นที่ตลาดสด แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร ครั้งนี้ผู้วิจัยขอเสนอแนะเพื่อให้งานวิจัยสมบูรณ์ยิ่งขึ้นดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งนี้

- 1.1 ควรศึกษาการทำงานของเครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

ขีดความสามารถในการตรวจวัดโลหะหนักชนิดต่าง ๆ ที่มีความเข้มข้นที่ต่ำกว่านี้

- 1.2 ควรเพิ่มปริมาณตัวอย่างโดยเพิ่มจำนวนชนิดผักในการวิเคราะห์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 ควรใช้เครื่องอินดักทีฟพลัสเพลสมาในการวิเคราะห์
- 2.2 ควรใช้สถิติอนุमानเพื่อศึกษาหาความแตกต่างของการตกค้างในพืชผักแต่ละชนิด

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2556). **สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 19 มีนาคม 2563, จาก <http://www.ped.go.th/public/publcationstemplate/petideyiscom56.pdf>
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2535). **พืชผักปลอดสารพิษ**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 27 มีนาคม 2557, จาก <http://bit.ly/1GJRskA>
- กรมวิชาการเกษตร. (2552). **ระบบการจัดการคุณภาพ:GAP ลำไย**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 2 เมษายน 2563, จาก www.lamphun.doae.go.th/level_soil.DoC
- กองป้องกันและกำจัดศัตรูพืช. (2549). **กลุ่มงานโรคพืชศัตรูพืช**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 15 มีนาคม 2563, จาก <http://bit.ly/192z1.t8>
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2541). **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโลหะหนัก**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 31 มีนาคม 2563, จาก file:///C:/Users/USEPyDownloads/5214400993%20(1).pdf
- เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. (2555). **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเพื่อเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 6 เมษายน 2020, จาก <http://bitly/1Be3.fnq>
- _____. (2555). **นานาสาระสารเคมีกำจัดศัตรูพืช**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 15 มีนาคม 2563, จาก <http://www.thaipan.org/node/324>
- จุไรรัตน์ เกิดดอนแฝก. (2537). **ภัยมืดจากสารพิษ**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 3 พฤษภาคม 2563, จาก <http://bit.ly/1BJDbjw>
- ชินวัฒน์ ศาสนนันท์. (2555). **การหาปริมาณโลหะหนักในพืชผักสวนครัวกรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา**.
- นัฐมนต์ หอมทอง. (2554). **ความรู้เกี่ยวกับพืชผัก**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 31 มีนาคม 2563, จาก <http://bit.ly/1Fr8UOe>
- ธนาธิป รักศิลป์. (2547). **การวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในผักและผลไม้ในเขตร้อนอำเภอเมืองเลย**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. (2544). **หลักการปลูกพืชผัก**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 31 มีนาคม 2563, จาก <http://bit.ly/1Mvrf00>
- พรพรรณ พนาปวุฒิกุล. (2549). **ตัวการปัญหาสิ่งแวดล้อม**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 7 ตุลาคม 2563, จาก <http://bit.ly/1N3tOmM>

- พิระพงษ์ เนียมสวก. (2544). การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักที่มีพิษต่อร่างกายจากผักสวนครัว โดยวิธี อะตอมมิกแอฟฟอร์พชั่นสเปกโตรสโคปี. นครสวรรค์ : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
- พลอยชนก ปทุมานนท์. (2549). การเปรียบเทียบการสะสมสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต ในดินและผักคะน้าที่ปลูกโดยใช้และไม่ใช้สารเคมีทางการเกษตรในอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม : สาขาวิชาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม.มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิฑูร อ้วนโถ. (2529). อันตรายจากยาปราบศัตรูพืช. นิตยสารหมอชาวบ้าน เล่มที่ 91 หน้า 11-12
สืบค้น เมื่อ วันที่ 31 มีนาคม 2563, จาก <http://www.doctor.or.th/article/detail/5592>
- วันวิสาข์ อินทรรัตน์. (2554). การวิเคราะห์สตรกค่างในผักปลอดสารพิษจังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- แสงเดือน อินชนบท. (2554). การบริโภคผักให้ปลอดภัยจากสารพิษ. สืบค้นเมื่อ วันที่ 31 มีนาคม 2563, จาก <http://bit.ly/1GJWWCR>
- สุภาพร ใจกรูณ. (2556). การตกค้างของสารเคมีฆ่าแมลงในผักพื้นบ้านอีสานและอาหารท้องถิ่น. วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ปีที่ 6 ฉบับที่ 3 หน้า 121-129.
- Alluri H.K, Ronda, S.R. ,Settalluri, VS, Singh,J. Sunyanarayana, B, and Venkateshwar , P.(2007) ชนิดของโลหะหนัก แหล่งที่มา และผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์. สืบค้นเมื่อ วันที่ 31 มีนาคม 2557, จาก <http://siweb.dss.go.th/repack/fulltext/R2.pdf>
- G.A. Boamponsem, M. Kumi, I. Debrah (2012). **International Journal Of Science & Technology Research**. 1(11) pp. 124-129.
- Junli Hu, Fuyong Wu, Shengchun Wu, Xiaolin Sun, Xiangui Lin, Ming Hung Wong(2013). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Volume 91 pp. 18-24.
- Mahfuza S. Sultana, Y.N. Jolly, S. Yeasmin, A. Islam, S. Satter, Saf M. Tareq (2015). **Soil Remediation and Plants**. pp.331-366.
- Sardar Khan, Shafiqur Rehman, Anwar Zeb Khan, M. Amjad Khan, M. Tahir Shah (2010). **Ecotoxicology and Environmental Safety**. 73(7) pp. 1820-1827.
- Zhu Huang, Xiao-Dong Pan, Ping-Gu Wu, Jian- Long Han, Qing Chen (2014). **Food Control**. 36(1) pp. 248-252.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ค่าเกณฑ์มาตรฐานโลหะหนักและผลการวิเคราะห์โลหะหนักในพืชผัก

ตารางที่ ก-1 ค่ามาตรฐานโลหะหนักในผัก

โลหะหนัก	โลหะหนักที่ยอมรับได้ให้มีในพืชผัก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		ที่มาค่ามาตรฐานประเทศไทย
	ประเทศไทย ^{1/}	WHO ^{2/}	
แคดเมียม (Cd)	3	2	^{1/} ค่าจากสถาบันอาหารปี 2554 มาตรฐานอาหารที่มีสาร
ตะกั่ว (Pb)	3	2	ปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98
ทองแดง (Cu)	20	20	^{2/} องค์การอนามัยโลก (WHO) ปี 2010

ภาคผนวก ข

ขั้นตอนการวิเคราะห์

ขั้นตอนการวิเคราะห์การตกค้างของโลหะหนักในพืชผัก อธิบายโดยภาพที่ ข-1 ถึง ข-7 ดังนี้



ภาพ ข-1 การเก็บตัวอย่างพืชผักทั้ง 5 ชนิด จากตลาดสด



ภาพ ข-2 พืชผักที่หั่นฝอยและอบให้แห้งแล้ว



ภาพ ข-3 พืชผักที่อบแล้วและทำการเติมกรดไนตริกเข้มข้น
จำนวน 1 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ในตู้ดูดควัน



ภาพ ข-4 ตัวอย่างที่ทำการย่อยและทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง



ภาพ ข-5 การกรองพืชผักที่ได้จากการย่อยแล้วด้วยชุดกรองบูชเนอร์



ภาพ ข-6 การปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริก 0.01 โมลาร์ ในตัวอย่างจนครบ 50 มิลลิลิตร



ภาพ ข-7 การวิเคราะห์ผลด้วยเครื่องอะตอมมิคซ์แอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

ภาคผนวก ค

การคำนวณปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก

การคำนวณปริมาณการตกค้างของโลหะหนัก

ตารางที่ ค-1 ผลของปริมาณสารตะกั่วที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ในผักคะน้าและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้

ตลาดที่	ครั้งที่	Conc. (ppm)	น้ำหนัก(แห้ง) ของผัก
1	1	0.007	0.3456
	2	ND	0.1532
	3	0.001	0.2130
	4	0.003	0.1802
	5	ND	0.2013
2	1	0.004	0.2620
	2	ND	0.2023
	3	0.002	0.2050
	4	0.004	0.2690
	5	ND	0.2139
3	1	0.005	0.4048
	2	ND	0.1285
	3	0.003	0.2440
	4	0.004	0.2886
	5	ND	0.2347

ตารางที่ ค-2 ผลของปริมาณสารตะกั่วที่ได้จากเครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ในผักบุ้งและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้

ตลาดที่	ครั้งที่	Conc. (ppm)	น้ำหนัก(แห้ง) ของผัก
1	1	ND	0.2170
	2	ND	0.1957
	3	0.002	0.2723
	4	0.004	0.3586
	5	ND	0.2133
2	1	ND	0.2791
	2	ND	0.2486
	3	0.001	0.2136
	4	0.003	0.2755
	5	ND	0.2531
3	1	ND	0.2643
	2	ND	0.2398
	3	0.002	0.2953
	4	0.003	0.3297
	5	ND	0.3112

ตารางที่ ค-3 ผลของปริมาณสารตะกั่วที่ได้จากเครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ในผักกาดขาวและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้

ตลาดที่	ครั้งที่	Conc. (ppm)	น้ำหนัก(แห้ง) ของผัก
1	1	ND	0.3217
	2	ND	0.2831
	3	0.003	0.2820
	4	0.002	0.2386
	5	ND	0.3379
2	1	ND	0.3532
	2	ND	0.3210
	3	0.003	0.2930
	4	0.003	0.3640
	5	ND	0.2604
3	1	ND	0.2739
	2	ND	0.2591
	3	0.004	0.3218
	4	0.002	0.3020
	5	ND	0.3227

ตารางที่ ค-4 ผลของปริมาณสารตะกั่วที่ได้จากเครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ในผักซีฝรั่งและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้

ตลาดที่	ครั้งที่	Conc. (ppm)	น้ำหนัก(แห้ง) ของผัก
1	1	ND	0.3218
	2	ND	0.2951
	3	0.002	0.3028
	4	0.003	0.3035
	5	ND	0.2603
2	1	0.002	0.3349
	2	ND	0.2981
	3	0.001	0.3020
	4	0.002	0.3124
	5	0.003	0.2961
3	1	ND	0.3124
	2	ND	0.2713
	3	0.007	0.5030
	4	0.001	0.1089
	5	ND	0.3012

ตารางที่ ค-5 ผลของปริมาณสารตะกั่วที่ได้จากเครื่องอะตอมมิคซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ในต้นหอมและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้

ตลาดที่	ครั้งที่	Conc. (ppm)	น้ำหนัก(แห้ง) ของผัก
1	1	ND	0.2621
	2	ND	0.2366
	3	0.001	0.1157
	4	0.003	0.1812
	5	ND	0.2113
2	1	ND	0.3381
	2	ND	0.3413
	3	0.004	0.2820
	4	0.002	0.3132
	5	ND	0.2634
3	1	ND	0.2379
	2	ND	0.3189
	3	0.003	0.3098
	4	0.003	0.4287
	5	ND	0.2810

ตารางที่ ค-6 ผลของปริมาณสารแคดเมียมที่ได้จากเครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ในผักคะน้าและน้ำหนักรากของผักที่ใช้

ตลาดที่	ครั้งที่	Conc. (ppm)	น้ำหนัก(แห้ง) ของผัก
1	1	-0.004	0.3116
	2	-0.011	0.2532
	3	-0.010	0.2144
	4	-0.006	0.3621
	5	-0.000	0.2431
2	1	-0.005	0.2425
	2	-0.001	0.2153
	3	-0.002	0.2950
	4	-0.001	0.2697
	5	-0.004	0.2190
3	1	-0.008	0.3148
	2	-0.003	0.1685
	3	-0.002	0.2940
	4	-0.012	0.2834
	5	-0.016	0.2396

ตารางที่ ค-7 ผลของปริมาณสารแคดเมียมที่ได้จากเครื่องอะตอมมิคซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ในผักบุ้งและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้

ตลาดที่	ครั้งที่	Conc. (ppm)	น้ำหนัก(แห้ง) ของผัก
1	1	-0.000	0.3070
	2	-0.002	0.2957
	3	-0.015	0.2787
	4	-0.019	0.3011
	5	-0.009	0.2581
2	1	-0.008	0.2960
	2	-0.004	0.2466
	3	-0.003	0.2232
	4	-0.005	0.2549
	5	-0.006	0.2530
3	1	-0.001	0.2653
	2	-0.009	0.2348
	3	-0.007	0.2950
	4	-0.000	0.2297
	5	-0.005	0.3110

ตารางที่ ค-8 ผลของปริมาณสารแคดเมียมที่ได้จากเครื่องอะตอมมิคซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ในผักกาดขาวและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้

ตลาดที่	ครั้งที่	Conc. (ppm)	น้ำหนัก(แห้ง) ของผัก
1	1	-0.010	0.3210
	2	-0.009	0.2811
	3	-0.007	0.2340
	4	-0.006	0.2382
	5	-0.004	0.3371
2	1	-0.006	0.3586
	2	-0.003	0.3105
	3	-0.002	0.2932
	4	-0.004	0.3643
	5	-0.001	0.2618
3	1	-0.008	0.2701
	2	-0.018	0.2561
	3	-0.012	0.3212
	4	-0.009	0.3117
	5	-0.004	0.3531

ตารางที่ ค-9 ผลของปริมาณสารแคดเมียมที่ได้จากเครื่องอะตอมมิक्सแอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ในผักซีฝรั่งและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้

ตลาดที่	ครั้งที่	Conc. (ppm)	น้ำหนัก(แห้ง) ของผัก
1	1	-0.006	0.3016
	2	-0.009	0.2170
	3	-0.005	0.2910
	4	-0.007	0.3211
	5	-0.004	0.2621
2	1	-0.006	0.1998
	2	-0.004	0.2944
	3	-0.008	0.3022
	4	-0.007	0.3121
	5	-0.006	0.2967
3	1	-0.006	0.3129
	2	-0.009	0.2513
	3	-0.018	0.5130
	4	-0.007	0.1994
	5	-0.006	0.3006

ตารางที่ ค-10 ผลของปริมาณสารแคดเมียมที่ได้จากเครื่องอะตอมมิคซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ในต้นหอมและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้

ตลาดที่	ครั้งที่	Conc. (ppm)	น้ำหนัก(แห้ง) ของผัก
1	1	-0.020	0.2628
	2	-0.011	0.2369
	3	-0.000	0.1159
	4	-0.005	0.1892
	5	-0.004	0.2117
2	1	-0.001	0.3380
	2	-0.003	0.3411
	3	-0.009	0.2823
	4	-0.018	0.3130
	5	-0.016	0.2633
3	1	-0.009	0.2379
	2	-0.005	0.3009
	3	-0.004	0.3098
	4	-0.006	0.4284
	5	-0.008	0.2817

ตารางที่ ค-11 ผลของปริมาณสารทองแดงที่ได้จากเครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ในผักคะน้าและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้

ตลาดที่	ครั้งที่	Conc. (ppm)	น้ำหนัก(แห้ง) ของผัก
1	1	0.120	0.5204
	2	0.112	0.3286
	3	0.198	0.4473
	4	0.129	0.3579
	5	0.143	0.5032
2	1	0.121	0.4734
	2	0.163	0.5300
	3	0.152	0.4083
	4	0.199	0.4290
	5	0.145	0.2978
3	1	0.134	0.5414
	2	0.128	0.3429
	3	0.136	0.4654
	4	0.142	0.3972
	5	0.138	0.4452

ตารางที่ ค-12 ผลของปริมาณสารทองแดงที่ได้จากเครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ในผักบุ้งและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้

ตลาดที่	ครั้งที่	Conc. (ppm)	น้ำหนัก(แห้ง) ของผัก
1	1	0.125	0.3379
	2	0.118	0.3950
	3	0.137	0.4486
	4	0.119	0.5273
	5	0.125	0.2670
2	1	0.129	0.4535
	2	0.117	0.2701
	3	0.132	0.5127
	4	0.138	0.4219
	5	0.115	0.3609
3	1	0.137	0.5136
	2	0.132	0.4878
	3	0.113	0.3901
	4	0.230	0.3349
	5	0.202	0.5837

ตารางที่ ค-13 ผลของปริมาณสารทองแดงที่ได้จากเครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ในผักกาดขาวและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้

ตลาดที่	ครั้งที่	Conc. (ppm)	น้ำหนัก(แห้ง) ของผัก
1	1	0.156	0.5354
	2	0.143	0.6853
	3	0.203	0.6254
	4	0.219	0.6985
	5	0.168	0.7013
2	1	0.192	0.7992
	2	0.145	0.6753
	3	0.178	0.7098
	4	0.201	0.6139
	5	0.198	0.4978
3	1	0.198	0.6972
	2	0.160	0.5301
	3	0.130	0.3356
	4	0.135	0.6235
	5	0.186	0.7041

ตารางที่ ค-14 ผลของปริมาณสารทองแดงที่ได้จากเครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ในผักชีฝรั่งและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้

ตลาดที่	ครั้งที่	Conc. (ppm)	น้ำหนัก(แห้ง) ของผัก
1	1	0.139	0.6203
	2	0.156	0.6854
	3	0.135	0.4042
	4	0.159	0.7010
	5	0.143	0.6036
2	1	0.144	0.4031
	2	0.113	0.3048
	3	0.121	0.3495
	4	0.200	0.6129
	5	0.154	0.7010
3	1	0.193	0.6821
	2	0.201	0.5839
	3	0.159	0.4019
	4	0.172	0.5035
	5	0.156	0.5142

ตารางที่ ค-15 ผลของปริมาณสารทองแดงที่ได้จากเครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ในต้นหอมและน้ำหนักแห้งของผักที่ใช้

ตลาดที่	ครั้งที่	Conc. (ppm)	น้ำหนัก(แห้ง) ของผัก
1	1	0.130	0.3498
	2	0.163	0.5032
	3	0.149	0.4836
	4	0.153	0.5109
	5	0.102	0.3028
2	1	0.168	0.5019
	2	0.198	0.6132
	3	0.154	0.4850
	4	0.219	0.6001
	5	0.150	0.5613
3	1	0.143	0.3592
	2	0.113	0.3002
	3	0.213	0.6083
	4	0.165	0.5019
	5	0.210	0.6883

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$A \text{ (mg/kg)} = \frac{B \times C}{D} \quad \text{————— (ค-1)}$$

เมื่อ A คือ ปริมาณโลหะหนัก (mg/kg)

B คือ ปริมาณโลหะหนักที่ได้จากการวิเคราะห์โดยเครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (mg/l)

C คือ ปริมาณของสารละลายที่ปรับก่อนเข้าเครื่อง (ml)

D คือ น้ำหนักของตัวอย่าง (g)

ตัวอย่าง

การคำนวณปริมาณการตกค้างของตะกั่วในผักคะน้า ตลาดที่ 1 ครั้งที่ 1 ปริมาณโลหะหนักที่ได้จากการวิเคราะห์โดยเครื่องอะตอมมิกซ์แอบซอร์ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ เท่ากับ 0.007 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำหนักแห้งของผักคะน้าเท่ากับ 0.3456 กรัม และปริมาตรของสารละลายที่ปรับก่อนเข้าเครื่องเท่ากับ 50 มิลลิลิตร

วิธีทำ

$$A \text{ (mg/kg)} = \frac{0.007 \times 50}{0.3456}$$

$$A \text{ (mg/kg)} = 1.0127$$

ตอบ ปริมาณการตกค้างของตะกั่วในผักคะน้า ตลาดที่ 1 ครั้งที่ 1 เท่ากับ 1.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม