ด้วยอนันตนาถการ จาก

.....

วันที่.....

รายงานการวิจัย

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม ในผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้า

Analysical of Lead Copper and Cadmium in Fresh Vegetable and Organic Vegetable from Department store

สุพรรณี กาญจนสิชล

อัครีมา แอหลุย

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2552

ใบรับรองการวิจัยสิ่งแวดล้อม

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียมในผักสดและผักปลอดสารพิษจาก ห้างสรรพสินค้า

Analysical of Lead Copper and Cadmium in Fresh Vegetable and Organic Vegetable From Department store

ผู้วิจัย นางสาวสุพรรณี กาญจนสิชล รหัส 494273038

นางสาวอัครีมา แอหลุย รหัส 494273041

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....วันที่ 28 มิ.ย. 53

(นางสาวปิยวรรณ นาคินชาติ)

อาจารย์ประจำวิชา.....วันที่ 28 มิ.ย. 53

(นางสาวสายสิริ ไชยชนะ)

อาจารย์ประจำวิชา.....วันที่ 28 มิ.ย. 53

(นางสาวปิยวรรณ นาคินชาติ)

อาจารย์ประจำวิชา.....วันที่ 28 มิ.ย. 53

(นางสาวนัดดา โปดำ)

ประธานบริหารโปรแกรมวิชา.....วันที่ 28 มิ.ย. 53

(นางขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รับรองแล้ว

.....

(ดร.พิพัฒน์ ลิมปนะพิทยาธร)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่ 30 มิ.ย. 53

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ลงได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณการให้คำปรึกษาแนะแนวทางและแก้ไขข้อบกพร่องจากอาจารย์ ปิยวรรณ นาคินชาติ และอาจารย์ วรลักษณ์ จันทร์ศรีบุตร อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยรวมถึงอาจารย์ ขวัญกมล ขุนพิทักษ์ ประธานกรรมการบริหารโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม อาจารย์ สายสิริ ไชยชนะ และอาจารย์ นัดดา โปดำ ตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้และข้อคิดเห็นต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการทำวิจัย จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำศูนย์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาทุกท่านที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่16 ที่เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการเพื่อทำการย่อยตัวอย่าง และขอขอบคุณ นางอาสา ชุมรักษา ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ตะกั่วโดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) ขอขอบคุณนายอุดม สุขปุณพันธ์ และนายอังคาร คงศรี ที่คอยให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการย่อยตัวอย่าง

ขอขอบคุณสำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 1 สงขลาที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrometer (AAS) และขอขอบคุณนายศักดิ์ ชนาเกียรต์ ที่คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือในเรื่องของการใช้เครื่องAtomic Absorption Spectrophotometry (AAS)

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ที่อุปถัมภ์กำลังทรัพย์และคอยเป็นกำลังใจตลอดมา รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาโปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและนักศึกษาโปรแกรมพัฒนาชุมชนที่ช่วยเหลือในด้านต่างๆ จนกระทั่งงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้

สุพรรณี กาญจนสิชล

อัครีมา แอหลุย

Bib # 107509

363.738
ส 461 ก

ชื่อการวิจัย การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียมในผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้า

ผู้วิจัย 1.นางสาวสุพรรณี กาญจนสิชล
2.นางสาวอัครีมา แอหลุย

วิทยาศาสตร์บัณฑิต วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปิยวรรณ นาคินชาติ

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียมที่ตกค้างในผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้าในเขตอำเภอหาดใหญ่ จำนวน 3 แห่ง คือ บิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส ในผัก 3 ชนิด คือ ผักกาดขาว ผักคะน้า และผักกะหล่ำปลี จากการวิเคราะห์พบว่าตรวจไม่พบตะกั่วและแคดเมียมในผักสดและผักปลอดสารพิษ ปริมาณทองแดงในผักสดและผักปลอดสารพิษ พบมากที่สุดในผักกาดขาว (ผักสด) จากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 3 จากห้างโลตัสมีปริมาณ 0.228 mg/kg และพบน้อยที่สุดในผักคะน้า (ผักปลอดสารพิษ) จากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 3 จากห้างบิ๊กซี มีปริมาณ 0.003 mg/kg เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์กำหนดตะกั่วในอาหารตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทยและมาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนักในผักของประเทศอังกฤษ พบว่าตัวอย่างผักทั้งหมดมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดทั้ง 2 มาตรฐาน

Research Title Analysical of Lead Copper and Cadmium in Fresh Vegetable and Organic Vegetable from Department store

Researchers 1. Ms. Supannee Kanchanasichon

2. Ms. Akreema Airlues

Bachelor of Science Environmental Science (Technology Environment)

Adviser Ms. Piyawan Nakinchart

Abstract

The analysis of contamination of lead, copper and cadmium residues in fresh vegetables and organic vegetables from three department stores in Hatyai District,- Big-C, Carrefour and Tesco Lotus in 3 kinds of vegetables, Chinese Cabbage, Chainese Kale and cabbage. The analysis found that, non detected lead and cadmium in fresh vegetables and organic vegetables. Copper in fresh vegetables and organic vegetables most found in Chinese Cabbage (fresh vegetable) of third sampling from Lotus department store, were 0.228 mg/kg and found the least in Chainese Kale organic vegetable of third sampling from Big-C department store were 0.003 mg/kg. When compare with Food Standard Criteria-identified by the Ministry of Public Health of Thailand and the standard heavy metal contamination of vegetables in the UK found that all vegetable samples were lower than the standards.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 สมมติฐาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความรู้ทั่วไปเรื่องผัก	4
2.2 โลหะหนัก	7
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 การเก็บและรักษาตัวอย่าง	19
3.2 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี	19
3.3 วิธีการทดลอง	20
บทที่ 4 ผลและการอภิปลายผลการวิจัย	
4.1 ตะกั่ว	21
4.2 ทองแดง	22
4.3 แคดเมียม	28
4.4 การเผยแพร่ข้อมูล	30

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	
5.1 สรุปผลการวิจัย	31
5.2 ข้อเสนอแนะ	31
บรรณานุกรม	32
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก มาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนัก	34
ภาคผนวก ข ภาพประกอบการวิจัย	35
ภาคผนวก ค ภาพการย่อยตัวอย่าง	36
ภาคผนวก ง ภาพเครื่องมือการวิจัย	37
ภาคผนวก จ การเผยแพร่ข้อมูล	38

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2	ระดับตะกั่วในเลือดและอันตรายที่มีต่อสุขภาร่างกาย	14
4.1.1	ปริมาณตะกั่วในผักคะน้า	21
4.1.2	ปริมาณตะกั่วในผักกาดขาว	22
4.1.3	ปริมาณตะกั่วในผักกะหล่ำปลี	22
4.2.1	ปริมารทองแดงในผักคะน้า	23
4.2.2	ปริมาณทองแดงผักกาดขาว	25
4.2.3	ปริมาณทองแดงผักกะหล่ำปลี	27
4.3.1	ปริมาณแคดเมียมผักคะน้า	29
4.3.2	ปริมาณแคดเมียมผักกาดขาว	29
4.3.3	ปริมาณแคดเมียมผักกะหล่ำปลี	29
ก-1	เกณฑ์กำหนดตะกั่วในอาหารตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุขของประเทศประไทย	34
ก-2	มาตรบานการปนเปื้อนโลหะหนักในผักของประเทศอังกฤษ	34

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.2.1	ปริมาณทองแดงในผักคะน้า (a) ผักปลอดสารพิษ (b) ผักสด	23
4.2.2	ปริมาณทองแดงในผักกาดขาว (a) ผักปลอดสารพิษ (b) ผักสด	25
4.2.3	ปริมาณทองแดงในผักกะหล่ำปลี (a) ผักปลอดสารพิษ (b) ผักสด	27
ข-1	การเก็บตัวอย่างผักสด	35
ข-2	ตัวอย่างผัก	35
ข-3	การเตรียมผักสำหรับนำไปย่อย	35
ข-4	ตัวอย่างผักอบที่อุณหภูมิ95องศาเซลเซียส	35
ข-5	ตัวอย่างผักอบที่อุณหภูมิ750องศาเซลเซียส (เถ้าสีขาว)	35
ข-6	ตัวอย่างผักเผาที่อุณหภูมิ1000องศาเซลเซียส (เถ้าสีฟ้า)	35
ค-1	การให้ความร้อนบน watern bath	36
ค-2	การให้ความร้อนบน watern bath จนสารละลายใสไม่มีสี	36
ค-3	การเตรียมอุปกรณ์สำหรับการกรองตัวอย่าง	36
ค-4	ขั้นตอนการกรองตัวอย่าง	36
ง-1	ตู้อบ (hot air oven)	37
ง-2	เตาเผาไฟฟ้า (electic funace)	37
ง-3	เครื่องอังไอน้ำ (watern bath)	37
ง-4	เครื่อง Atomic Absorption Spectophotometry (AAS)	37

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมคนไทยทำอาชีพเกษตรกรรมมาช้านานแล้ว รัฐบาลไทยมีการส่งเสริมนำสินค้าทางการเกษตรเป็นสินค้าส่งออกของประเทศ จึงทำให้ประชาชนหันมาทำการเกษตรมากขึ้น และอาชีพทางการเกษตรที่ประชาชนสนใจและนิยม คือ การปลูกผักสดเพื่อส่งออกไปยังประเทศเพื่อนบ้านอย่างเช่น ลาว กัมพูชา พม่า เวียดนาม สิงค์โปร์ มาเลเซีย เป็นต้น และปัจจุบันผู้คนส่วนใหญ่ในประเทศหันมาบริโภคผักกันมากขึ้น ทั้งในกลุ่มคนที่รักสุขภาพและในกลุ่มผู้หญิงที่กำลังดูแลตัวเองในเรื่องของการลดน้ำหนัก เพื่อเป็นการสนองความต้องการแก่ผู้บริโภคที่นิยมรับประทานผักที่มีจำนวนเพิ่มขึ้น จึงทำให้เกษตรกรมีการเร่งปลูกผักกันมากขึ้น มีการใช้สารเคมีช่วยเร่งผลผลิตและใช้ยากำจัดศัตรูพืชเพื่อให้ผักดูสดน่ารับประทานเป็นที่ต้องการของท้องตลาด ทำให้ผักที่ส่งขายตามท้องตลาดมีสารพิษตกค้างจากการปนเปื้อนของสารเคมี ซึ่งไม่ปลอดภัยและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการรับประทานผักที่มีสารพิษตกค้างอยู่

เมื่อผักตามท้องตลาดไม่ปลอดภัยจากสารเคมี จึงมีการปลูกผักปลอดสารพิษขึ้นเพื่อให้ผู้บริโภคหันมาเลือกรับประทานผักปลอดสารพิษที่มีประโยชน์ต่อร่างกายโดยไม่ต้องกังวลถึงสารพิษที่จะตกค้างจากผักที่รับประทานเพราะเป็นผักปลอดสารพิษ ประชาชนเริ่มให้ความสนใจและหันมารับประทานผักปลอดสารพิษกันมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามก็มีคำถามเกิดขึ้นว่าผักปลอดสารพิษปลอดภัยจริงหรือ เพราะโครงการเฝ้าระวังความปลอดภัยของผักสดปลอดสารเคมีของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ที่ได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 โดยกองวิชาการและกองสารวัตร ร่วมกับกองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ทำการเก็บตัวอย่างผักสดปลอดสารเคมีในซูเปอร์มาร์เก็ตของห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพฯ เพราะเป็นแหล่งที่มีการจำหน่ายผักสดปลอดสารพิษแหล่งใหญ่ ชนิดของผักที่ได้สุ่มตรวจในเบื้องต้น คือ ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักกวางตุ้ง และกะหล่ำปลี พบสารเคมีตกค้างในผักสดปลอดสารพิษ ปี 2537 จำนวน 15 ตัวอย่าง จากจำนวนผักที่ตรวจสอบทั้งหมดจำนวน 38 ตัวอย่างหรือคิดเป็นร้อยละ 39.5 และในปี 2538 ก็ยังมีอยู่ถึงร้อยละ 34.5 โดยพบสารเคมีตกค้างที่เกินมาตรฐานกำหนดหรือในปริมาณสูงทั้งหมด 5 ตัวอย่างจาก 67 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 7.5 แต่แนวโน้มพบสารตกค้างน้อยลงในปี 2538 ที่ผ่านมาแต่ไม่ได้ลดลงมากมายนัก ในปี 2538 จากการวิเคราะห์พบว่า จำนวน

ตัวอย่างผักทั่วไปที่ไม่ได้อ้างชื่อว่าเป็นผักปลอดสารพิษมีสารเคมีตกค้างในอัตราที่น่าตกใจ คือ ร้อยละ 48.1 ในขณะที่มีการพบสารตกค้างในตัวอย่างของผักที่อ้างว่าปลอดสารเคมี ในอัตราที่ยังน่าเป็นห่วงอยู่คือ ร้อยละ 34.5 และจากการเก็บตัวอย่างผักปลอดสารเคมีที่แปลงเพาะปลูกพบว่ามีสารเคมีตกค้าง แต่ทางสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยายังยืนยันว่าอยู่ในระดับที่ปลอดภัย (http://www.bangsaiagro.com/webboard/show.asp?topicid=103&itotalview=9&itotalreply=0)

ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญถึงความปลอดภัยทั้งผักสดและผักปลอดสารพิษจึงได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม ในผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้า 3 แห่ง คือ คาร์ฟู โลตัส บิ๊กซี เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการให้ความรู้และสร้างความมั่นใจแก่ผู้บริโภคในการเลือกซื้อผักรับประทาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ ตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียม ที่ตกค้างในผักสดและ ผักปลอดสารพิษ จากห้างสรรพสินค้า 3 แห่ง คือ คาร์ฟู โลตัส และบิ๊กซี ในผัก 3 ชนิด คือ ผักกาดขาวและผักคะน้า ผักกะหล่ำปลี
2. เพื่อให้ความรู้และสร้างความมั่นใจแก่ผู้บริโภคในการเลือกซื้อผักรับประทาน

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น : ปริมาณโลหะหนักในผักสดและผักปลอดสารพิษ

ตัวแปรตาม : ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม

ตัวแปรควบคุม : ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

ผักปลอดสารพิษ หมายถึง ผักที่ปราศจากสารพิษตกค้าง (pesticide residue free) โดยหลักการนี้ต้องเพาะปลูกในพื้นดินที่ปราศจากสารเคมี โดยจะใช้วิธีธรรมชาติในการเพาะปลูก และต้องได้รับการดูแลจากเกษตรกรเป็นอย่างดี

แต่อีกความหมายหนึ่ง ผักปลอดภัยสารพิษนั้น รวมถึงผักที่ยังคงมีสารพิษตกค้างปนอยู่บ้างแต่ไม่เกินค่า MRL (maximum residue limit) ซึ่งเป็นเครื่องมือตรวจระวังระดับของสารพิษตกค้างที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก (http://www.waiwai.th.com/health/health43.htm)

ผักสด หมายถึง ผักสดเป็นอาหารที่มีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์เรา คือ เป็นอาหารที่ให้วิตามินและเกลือแร่ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต และการรักษาสมดุลของร่างกาย ซึ่งจะทำให้ร่างกายมีสุขภาพแข็งแรง เจริญเติบโต มีระบบย่อยอาหารและระบบขับถ่ายที่ดี อย่างไรก็

ตาม ผักสดก็อาจจะก่อให้เกิดอันตรายได้ ถ้าหากผักสดนั้น มีการปนเปื้อนของเชื้อโรค พยาธิ และสารเคมีที่เป็นอันตราย (http://www.thaiparents.com/vegtwash1.html)

1.5 สมมติฐาน

ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม ที่ตกค้างอยู่ในผักสดและผักปลอดสารพิษมีความแตกต่างกันแต่ไม่เกินมาตรฐานโลหะหนักในผักของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2532 และไม่เกินมาตรฐานโลหะหนักในผักของประเทศอังกฤษ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม ที่ตกค้างในผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้า
2. ผู้บริโภคเกิดความมั่นใจในการเลือกซื้อผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้ามารับประทาน

1.7 ระยะเวลาในการวิจัย

ตั้งแต่เดือนมกราคม – เมษายน พ.ศ.2553

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเรื่องผัก

2.1.1 กะหล่ำปลี

ชื่อสามัญ : กะหล่ำปลี (Cabbage)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Brassica oleracea L. var. capitata*

กะหล่ำปลี ไม่ใช่ผักที่คนไทยรู้จักรู้จักมาตั้งแต่โบราณ แต่ก็ได้รับความนิยมในการบริโภคภายในประเทศเป็นอย่างมาก และเป็นผักที่ส่งออกขายต่างประเทศโดยเฉพาะ ประเทศมาเลเซียมากที่สุดในกลุ่มของผักสดที่ส่งออก ซึ่งมีกะหล่ำปลีและผักกาดขาวปลีที่ส่งออกมาก เมล็ดพันธุ์กะหล่ำปลีเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ซื้อจากต่างประเทศทั้งสิ้น ประเทศญี่ปุ่นเป็นแหล่งใหญ่ของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ภายในประเทศ

กะหล่ำปลีเป็นพืชที่มนุษย์นำมาปลูกเพื่อบริโภคเป็นเวลานานกว่า 4,500 ปีมาแล้ว และได้ปรับปรุงคัดเลือกสายพันธุ์ให้เหมาะสมต่อการบริโภคในลักษณะต่างๆ กะหล่ำปลีในปัจจุบันจึงมีลักษณะแตกต่างไปจากกะหล่ำป่า (wild cabbage)ซึ่งมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปยุโรปตอนใต้และแถบเมดิเตอเรเนียน สำหรับประเทศไทยนั้น มีผู้นำเข้ามาทดลองปลูกพบว่าปลูกได้ดีเฉพาะภาคเหนือและอีสานซึ่งมีอากาศเย็น ต่อมามีการปรับปรุงพันธุ์ให้ทนร้อน จึงสามารถปลูกได้ทั่วประเทศและทุกฤดูกาล กะหล่ำปลีเป็นผักอีกชนิดหนึ่งที่ให้คุณค่า หากินง่ายในบ้านเรา กะหล่ำปลีมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปยุโรป โดยชาวกรีกเป็นชนชาติแรกที่เริ่มปลูกกะหล่ำปลี ผักชนิดนี้มีประโยชน์ตรงที่เป็นพืชที่ให้วิตามินซีสูง แถมยังอุดมไปด้วยแคลเซียมและฟอสฟอรัสสำหรับสร้างกระดูก คนในสมัยโบราณใช้กะหล่ำปลีเป็นยา ว่ากันว่ากะหล่ำปลีช่วยสลายหนองจากแผลและมะเร็ง ดังนั้นกะหล่ำปลีจึงถูกใช้เป็นยาครอบจักรวาลในประวัติศาสตร์โรมัน

สรรพคุณและประโยชน์

ในเชิงโภชนาการกะหล่ำปลีสด มีวิตามินซีมากถึง 23 มิลลิกรัม/การบริโภค 100 กรัม นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยแคลเซียมและฟอสฟอรัสสำหรับสร้างกระดูก กะหล่ำปลียังได้ชื่อว่าเป็นผักต้านมะเร็งอีกด้วย

ปัจจุบันมีคนให้ความสนใจกะหล่ำปลีกันมากเนื่องจากมีการทดลองหลายอย่างที่แสดงให้เห็นว่ากะหล่ำปลีมีฤทธิ์ต้านมะเร็งได้ เช่น มีการทดลองให้หนูกินพืชตระกูลกะหล่ำหลายชนิด แล้วจึงฉีดสารก่อมะเร็งเข้าในตัวหนู พบว่า หนูส่วนใหญ่ไม่เป็นมะเร็ง และจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่าน้ำคั้นจากกะหล่ำปลี สามารถหยุดยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งในลำไส้ จากผลวิจัยเหล่านี้ทำให้เชื่อกันว่า การบริโภคกะหล่ำปลีมากกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ จะช่วยลดโอกาสการเป็นมะเร็งลำไส้ในผู้ชายลงถึง 66% การกินกะหล่ำปลีปรุงสุกวันละ 2 ช้อนโต๊ะป้องกันมะเร็งในช่องท้อง และการกินกะหล่ำปลีสดก็จะดีกว่ากะหล่ำปลีสุกอีกด้วยเพราะจะไม่สูญเสียวิตามินไปกับความร้อนมากนัก

ชนิดและพันธุ์ของกะหล่ำปลี

แบ่งออกด้วยกัน 3 ชนิด

1. กะหล่ำปลีธรรมดา (cabbage, white cabbage) มีลักษณะหัวหลายแบบ มีทั้งหัวกลม หัวเหลี่ยม หัวแบนราบ มีสีเขียวจนถึงเขียวอ่อน เป็นพันธุ์ที่ทนอากาศร้อน อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 50-60 วัน นิยมปลูกมากที่สุด

2. กะหล่ำปลีแดง (red cabbage) มีลักษณะหัวค่อนข้างกลม ใบมีสีแดงทับทิม ส่วนใหญ่มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 90 วัน

3. กะหล่ำปลีใบย่น (savoy cabbage) เป็นกะหล่ำปลีที่มีผิวใบหยิกและเป็นคลื่น ต้องการอากาศที่หนาวเย็นในการปลูก

(http://www.horhook.com/section/sec4social/veget/00507.html)

2.1.2 ผักคะน้า

ชื่อสามัญ : คะน้า (Chinese Kale)

ชื่อวิทยาศาสตร์ :*Brassica alboglabra Bailey*

ผักคะน้าเป็นผักที่นิยมบริโภคกันเป็นอย่างแพร่หลาย ผักคะน้าเป็นผักที่ปลูกเพื่อบริโภคส่วนของใบและลำต้น ปลูกกันมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ฮ่องกง ไต้หวัน จีน และไทย เป็นต้น ผักคะน้าเป็นผักที่หาง่าย ราคาไม่แพง เป็นผักที่มีวิตามินหลายชนิด คะน้า เป็นผักที่สามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงมีความเป็น กรดเป็นด่าง (pH) ของดินอยู่ระหว่าง 5.5-6.8 และมีความชื้นในดินสูงสม่ำเสมอ ต้องการแสงแดดเต็มที่ คะน้าเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิเฉลี่ย 20 องศาเซลเซียส แต่ก็สามารถทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงได้ดี

ลักษณะโดยทั่วไป

ผักคะน้าสามารถปลูกได้ตลอดปี ช่วงเวลาที่ปลูกได้ผลดีที่สุดอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม - เมษายน ปลูกได้ดีในดินแทบทุกชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง คะน้าในบ้านเรามีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 45-55 วัน คะน้าจะโตเต็มที่ และยังได้คะน้าอ่อนหรือที่เรียกว่ายอดคะน้า ซึ่งได้จากการถอนแยกขณะที่มีอายุประมาณ 30 วัน

พันธุ์คะน้าที่นิยมปลูกกัน แบ่งออกเป็น 3 พันธุ์คือ

1. พันธุ์ใบกลม ลักษณะใบกว้างปล้องสั้น ปลายใบมน ผิวใบเป็นคลื่นเล็กน้อย
2. พันธุ์ใบแหลม ลักษณะใบแคบกว่า ปลายใบแหลมข้อห่าง ใบผิวเรียบ
3. พันธุ์ก้าน ลักษณะเหมือนคะน้าใบแหลม แต่ใบมีน้อยกว่าปล้องยาว

ประโยชน์และสารอาหารในคะน้า

คะน้ามีสารอาหารมากมายที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น วิตามินซี โฟเลต เบต้าแคโรทีน วิตามินบี 3 เหล็ก ฟอสฟอรัส แคลเซียม โพแทสเซียม คะน้ามีวิตามินซีสูงมาก ช่วยบำรุงผิวพรรณและเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันโรคของร่างกาย การกินคะน้าสดช่วยให้ร่างกายได้รับวิตามินซีมากกว่านำไปผัด คะน้ามีเบต้าแคโรทีนสูงซึ่งเป็นสารส่วนหนึ่งของวิตามินเอ ช่วยบำรุงสายตาให้การมองเห็นเป็นปกติ นอกจากนี้ยังช่วยลดความเสี่ยงต่อ การเกิดมะเร็งที่กระเพาะอาหาร ลำไส้ ลำคอ ปอด และกระเพาะปัสสาวะได้ คะน้ามีแคลเซียมสูงและสามารถดูดซึมได้ดีกว่าแคลเซียมจากผักอื่นๆ พบมากบริเวณก้านและใบของคะน้า ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรง ป้องกันโรคกระดูกพรุน และช่วยให้กล้ามเนื้อทำงานเป็นปกติ (http://www.geocities.com/psplant/kale.htm)

2.1.3 ผักกาดขาว

ชื่อสามัญ :ผักกาดขาว (Crucifera)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Brassica pekinensis Lour*

ผักกาดขาว มีชื่อเรียกกันหลายชื่อ เช่น ผักกาดขาวปลี แปะฉ่าย แปะฉ่ายลุ้ย เป็นต้น เป็นพืชอายุปีเดียว มีระบบรากตื้น ใบมีลักษณะห่อปลียาวหรืออาจห่อหลวมๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ใบมีสีขาวถึงสีเขียวอ่อน เป็นพืชวันยาว ดอกมีสีเหลืองยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ผักกาดขาวส่วนใหญ่มีการผสมข้ามโดยแมลงและผึ้ง ผักกาดขาวมีถิ่นกำเนิดในตอนเหนือของประเทศจีนแผ่นดินใหญ่ จากนั้นก็แพร่ออกไปสู่ประเทศในแถบเอเชีย โดยมีเส้นทางสำคัญ 2 สาย คือ ทาง

ตะวันออก ซึ่งมีเส้นทางแพร่ไปสู่ประเทศเกาหลี แล้วแพร่เข้าสู่ประเทศญี่ปุ่น ส่วนอีกทางหนึ่งเป็นเส้นทางแพร่กระจายผ่านภาคกลางแล้วลงสู่ภาคใต้ของประเทศจีน จากนั้นก็เข้าสู่ประเทศไต้หวัน และเผยแพร่ไปสู่ประเทศต่างๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตลอดจนแหลมอินโดจีน ได้แก่ ประเทศไทย มาเลเซีย สิงคโปร์ เมื่อตอนก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 เล็กน้อย ปัจจุบันผักกาดขาวได้ถูกพัฒนาพันธุ์ขึ้นให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละประเทศ แต่ละท้องถิ่น โดยรักษาให้มีคุณภาพดีและให้ผลผลิตสูง

ผักกาดขาว นับเป็นผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากมีผู้นิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย ส่วนที่ใช้บริโภคคือ ส่วนของใบ ซึ่งมีลักษณะเป็นผืนเดียวกันตลอด มีก้านใบกว้างและแบน ผักกาดขาวนอกจากจะใช้บริโภคสด และประกอบอาหารได้หลายอย่างแล้วยังเป็นผักที่นำมาใช้แปรรูปเป็นผักตากแห้งและกิมจิ ตลอดจนเป็นผักที่ใช้ในอุตสาหกรรมรูปอื่นๆ อีก

ผักกาดขาวปลีเป็นผักกาดที่มีอายุปีเดียว (Annual) ในประเทศไทยสามารถปลูกได้ตลอดปี แต่ปลูกได้ผลดีที่สุด ในช่วงเดือน ตุลาคม-กุมภาพันธ์ ขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิด แต่ชอบดินร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีความเป็นกรดด่างของดินอยู่ในช่วง 6-6.8 นอกจากนี้ ความชื้นในดินต้องสูงตลอดฤดูปลูก และควรได้รับแสงตลอดวัน อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 15-22 องศาเซลเซียส

การใช้ประโยชน์และคุณค่าอาหาร

ผักกาดขาวปลี ประกอบไปด้วยคุณค่าทางอาหาร หลายชนิด เช่น ฟอสฟอรัส วิตามินเอ และวิตามินซี ค่อนข้างสูง มีกรดโฟลิค (folic acid) ที่มีบทบาทควบคุมความเป็นปกติของทารกในครรภ์มารดาระยะ 3 เดือนแรก และช่วยกระบวนการ สังเคราะห์สารพันธุกรรม DNA ทำให้เม็ดเลือดแดงแข็งแรง ถ้ามีกรดโฟลิคไม่เพียงพอ อาจทำให้ทารกพิการได้ โดยกระดูกสันหลังปิดไม่สนิท นอกจากนี้ ผักกาดขาวปลียังช่วยย่อยอาหาร ขับปัสสาวะ แก้ไอ ขับเสมหะ และแก้พิษสุรา สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด เช่น ใส่ซุป ผัด ทำแกงจืด จิ้มน้ำพริก และยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผักตากแห้ง ทำกิมจิ (ผักดองเกาหลี) ผักกาดดอง หรือนำมาตกแต่งจานอาหาร (http://www.doae.go.th/library/html/detail/whitecab/white2.htm)

2.2 โลหะหนัก

โลหะหนักหมายถึง ธาตุที่มีความถ่วงจำเพาะสูงตั้งแต่ 5 ขึ้นไป และมีเลขอะตอมระหว่าง 23–92 อยู่ในคาบที่ 4–7 ซึ่งมีอยู่ 68 ธาตุจากจำนวนธาตุทั้งหมด 105 ธาตุคุณสมบัติของโลหะหนัก

คือ นำไฟฟ้าและความร้อนดี มีความมันวาว เหนียว สามารถนำมาตีแผ่นเป็นแผ่นบางๆ ได้ และสะท้อนแสงได้ดี ส่วนคุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญของโลหะหนักคือ มีค่าออกซิเดชันได้หลายค่า ดังนั้นโลหะหนักจึงสามารถที่จะรวมกับสารอื่นๆเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ได้หลายรูปโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อรวมตัวกับสารประกอบอินทรีย์ แต่เดิมโลหะหนักที่พบในสิ่งแวดล้อมมีไม่มาก แต่ด้วยในปัจจุบันมีการนำโลหะหนักมาใช้ผลิตวัสดุอุปกรณ์เพื่อใช้ในการอุปโภคกันอย่างกว้างขวาง ทำให้โลหะหนักมีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมมากขึ้น และด้วยคุณสมบัติของ โลหะหนักที่สามารถรวมตัวกับสารประกอบอินทรีย์ได้สารประกอบใหม่ที่เสถียรกว่าเดิมจึงทำให้มีการสะสมในสิ่งมีชีวิต และถ่ายทอดตามห่วงโซ่อาหารมีผลทำให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ ถ้าได้รับในปริมาณที่มากเกินควรปัจจัยสำคัญต่อระดับความเป็นพิษของโลหะหนักต่อสิ่งมีชีวิตคือ คุณสมบัติความเป็นพิษของโลหะหนักนั้นๆ ขนาดหรือปริมาณที่ได้รับ อายุความแตกต่างของความต้านทานในแต่ละบุคคล (สุรภี โรจน์อารยานนท์,2530)

2.2.1 แหล่งกำเนิดของโลหะหนัก

แหล่งกำเนิดของโลหะหนักโดยทั่วไปแล้ว สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แหล่ง คือ

1. แหล่งตามธรรมชาติ เนื่องจากในธรรมชาติมีโลหะหนักต่างๆ ปะปนอยู่กับหินแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น ในหินอัคนีและหินแปรมีตะกั่ว 10-20 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณโลหะหนักที่จะมีในบรรยากาศจะขึ้นอยู่กับ

ก. ความมากน้อยของการเซาะกร่อนโดยลม

ข. องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้น

ค. ความมากน้อยของการตกลงมาสู่พื้นดินหรือแหล่งน้ำของฝุ่นละอองนั้น

2. แหล่งที่มนุษย์สร้างขึ้น

1) แหล่งอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ ดังนั้นโอกาสที่โลหะหนักซึ่งปนเปื้อนกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทจะถูกถ่ายเทลงในแหล่งน้ำจึงเป็นไปได้สูง ซึ่งบางส่วนอาจสะสมอยู่ในตะกอนดินและบางส่วนอาจถูกพัดเคลื่อนย้ายลงสู่ทะเล โรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้ ได้แก่ โรงงานผลิตสารเคมี โรงงานทำสีย้อมผ้า โรงงานผลิต แบตเตอรี่รถยนต์ โรงงานถลุงแร่ ฯล

2) แหล่งเกษตรกรรม ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม อาชีพและรายได้หลักของประชากรจึงเกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกไม่ว่าจะเป็นการทำนาทำไร่หรือทำสวน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงผลผลิตต่อเนื้อที่ ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศที่อยู่ในแถบร้อนชื้น แมลงและเชื้อโรคต่างๆ ที่เป็นศัตรูพืชจึงเจริญได้ดีจึงจำเป็นที่เกษตรกรจะต้องมีการนำยากำจัดศัตรูพืชมาใช้

ทำให้มียากำจัดศัตรูพืชสะสมอยู่ในพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ยากำจัดศัตรูพืชหลายชนิดมีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบอยู่ เช่น ยากำจัดเชื้อรา มีทองแดงเป็นองค์ประกอบอยู่ เป็นต้น ซึ่งยากำจัดศัตรูพืชส่วนใหญ่สลายตัวได้ยาก และจะตกค้างอยู่ในดินจากนั้นจะถูกชะพาลงสู่แหล่งน้ำเมื่อเกิดการกัดเซาะหน้าดินโดยน้ำฝน

3) แหล่งชุมชน ชุมชนเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำได้มากโดยส่วนใหญ่เป็นโลหะหนักที่ปนอยู่กับสิ่งปฏิกูล เช่น ขยะมูลฝอยต่างๆ ซึ่งมีชิ้นส่วนวัสดุที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบอยู่ เช่น กระดาษ สีทาบ้าน ถ่านไฟฉาย กากหม้อแบตเตอรี่รถยนต์ และเศษภาชนะที่เคลือบด้วยโลหะ เป็นต้น (โสภาพรรณ จิรนิรัตศัย, 2545)

2.2.2 การสะสมของโลหะหนัก

สารพิษโลหะหนักชนิดต่างๆ เมื่ออยู่ในแหล่งน้ำสามารถสะสมตัวอยู่กับตัวกลาง เช่น ดินตะกอน พืชน้ำ สัตว์น้ำ หรือแขวนลอยอยู่ในน้ำอย่างอิสระได้ในปริมาณต่างๆ กัน ซึ่งปริมาณโลหะหนักที่ปะปนหรือสะสมอยู่ในตัวกลางเหล่านี้ สามารถที่จะเปลี่ยนรูปหรือเคลื่อนย้ายไปตามห่วงโซ่อาหารได้ ลักษณะการสะสมและการเคลื่อนย้ายในตัวกลางแต่ละชนิดในแหล่งน้ำ สามารถแยกกล่าวรายละเอียดได้ ดังนี้

1) การสะสมของโลหะหนักในน้ำ โลหะหนักที่สะสมในแหล่งน้ำมีทั้งในรูปที่ละลายน้ำ (dissolved) และอยู่ในรูปสารแขวนลอย (suspended solid) ซึ่งปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา เนื่องจากความสามารถในการผสมผสานของสารแขวนลอยและพวกที่ละลายน้ำแตกต่างกัน โดยพวกที่อยู่ในรูปสารแขวนลอยจะมี residence time ยาวนานกว่าพวกที่ละลายน้ำ และจากการที่น้ำมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา มีผลทำให้ตะกอนใต้น้ำลอยตัวขึ้น (resuspension) จึงมีทั้งขบวนการดูดซับ (adsorption) และการคาย (desorption) ของโลหะหนักระหว่างน้ำและตะกอน

2) การสะสมของโลหะหนักในดินตะกอน การสะสมโลหะหนักในดินตะกอนนั้นส่วนหนึ่งเป็นโลหะหนักที่เกิดขึ้นจากการสะสมตัวตามธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ การชะล้างพวกเกลือแร่ที่อยู่บนพื้นดินลงสู่แหล่งน้ำ หรือเป็นโลหะหนักที่เป็นส่วนประกอบของแร่ที่มีอยู่ในธรรมชาติบริเวณนั้น ตามสภาพทางธรณีวิทยาแล้วละลายออกมาปะปนอยู่ในน้ำได้ และอีกส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการใช้และการปล่อยโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำอันเป็นผลมาจากการทำกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ โดยทั่วไปโลหะหนักสามารถเกิดการสะสมอยู่ในดินตะกอน โดยมีปริมาณความเข้มข้นสูงกว่าที่มีอยู่ในน้ำมาก เนื่องจากมีขบวนการเข้ามาเกี่ยวข้องทั้งทางเคมี ฟิสิกส์ และ

ชีวภาพ องค์ประกอบในดินตะกอนที่มีผลต่อการสะสมของโลหะหนักได้แก่ พวกคาร์บอเนตและออกไซด์ของแมงกานีสและเหล็ก ตลอดจนองค์ประกอบของสารอินทรีย์ต่างๆ

3) การสะสมของโลหะหนักในพืชน้ำ การสะสมของโลหะหนักในพืชน้ำจะสะสมด้วยการดูดซับจากน้ำโดยตรง ซึ่งพืชน้ำจะไม่สามารถควบคุมปริมาณโลหะหนักในตัวเองได้ ปริมาณการสะสมจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโลหะหนักที่ละลายหรือแขวนลอยอยู่ในน้ำเป็นสำคัญ รวมถึงอายุของพืชน้ำเหล่านี้ด้วย ทั้งนี้พืชน้ำต่างชนิดกันก็จะมีการสะสมปริมาณโลหะหนักได้ไม่เท่ากัน

4) การสะสมของโลหะหนักในสัตว์น้ำ สัตว์น้ำส่วนใหญ่ได้รับสารพิษโลหะหนักเข้าไปด้วยการกินอาหารในลักษณะต่างๆ ตามชนิดของสัตว์น้ำนั้นๆ การสะสมโลหะหนักโดยการดูดซึมจากน้ำเข้าไปโดยตรงเป็นไปได้น้อยมาก ส่วนใหญ่การสะสมโลหะหนักในสัตว์น้ำจะเพิ่มขึ้นตามลำดับการบริโภค (จิระ จาตุรานนท์, 2526)

2.3.3 พิษของโลหะหนัก

ลักษณะการเป็นพิษของโลหะหนักมักสะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหารและในขบวนการทางชีวภาพเมื่อมนุษย์บริโภคเข้าไปโดยตรงหรือโดยทางอ้อม เช่น บริโภคผัก ผลไม้และเนื้อสัตว์ที่มีโลหะหนักสะสมอยู่ ก็อาจทำให้เกิดอันตรายได้ อย่างไรก็ดีในระหว่างห่วงโซ่อาหารนั้นพิษของโลหะหนักจะสะสมเพิ่มขึ้นกล่าวคือ ถ้าน้ำมีโลหะหนักเข้าสู่ดิน สู่พืช สู่สัตว์ และคนที่รับบริโภคเป็นคนสุดท้ายก็จะได้รับมากขึ้นกว่าพืชหรือสัตว์เพราะมีการสะสมเพิ่มขึ้นๆ นั่นเอง โลหะหนักจะเป็นสารพิษก็ต่อเมื่อมีระดับความเข้มข้นสูงกว่าที่กำหนดและเกิดจากการที่ร่างกายได้รับทางระบบต่างๆ ของร่างกายไปรบกวนการทำงานของระบบเอ็นไซม์ของเซลล์ และจับยึดกับเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้การควบคุมการลำเลียงของสารต่างๆ ของเยื่อหุ้มเซลล์ผิดปกติไป โลหะหนักบางชนิดมีผลต่อสมบัติทางด้านโครงสร้าง หรือเคมีไฟฟ้าของเซลล์ ความเป็นพิษของโลหะหนักขึ้นอยู่กับรูปแบบทางเคมีของสารประกอบของโลหะหนักแต่ละชนิด และเส้นทางที่ร่างกายได้รับเข้าไป เช่น ทางระบบหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ผิวหนัง

สิ่งมีชีวิตตอบสนองต่อพิษของโลหะหนักได้หลายแบบ โดยเฉพาะมีผลที่สำคัญต่อพฤติกรรมในระดับเซลล์ โดยแบ่งออกเป็นแบบต่างๆ ได้ 5 แบบ คือ

(1) ทำให้เซลล์ตาย

(2) เปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของเซลล์

(3) เป็นตัวการชักนำให้เกิดมะเร็ง

(4) เป็นตัวทำให้เกิดความผิดปกติแต่กำเนิด

(5) ทำความเสียหายต่อโครโมโซม (Chromosome)

ในชีวิตประจำวัน คนเรามีความเสี่ยงต่อการนำโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายผ่านทางการบริโภคอาหาร หรือดื่มน้ำที่มีสารเหล่านี้ปนเปื้อนอยู่ โดยเฉพาะชุมชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณโรงงานที่ขาดจิตสำนึก ซึ่งมักจะลักลอบเทของเสียลงดินหรือลงแม่น้ำ กำจัดกากของเสียอย่างผิดวิธี ทั้งนี้เนื่องจากต้องการลดรายจ่าย โลหะหนักบางชนิดสามารถให้ทั้งคุณและโทษต่อสิ่งมีชีวิต ขึ้นกับชนิดของสิ่งมีชีวิตและปริมาณที่ได้รับเข้าไป ตัวอย่างเช่น แบคทีเรียต้องการ โคบอลท์ (Cobalt-Co) ทองแดง (Copper-Cu) แมงกานีส (Manganese-Mn) โมลิบดีนัม (Molybdenum-Mo) แวแนเดียม (Vanadium-V) และสังกะสี (Zinc-Zn) ในปริมาณที่พอเหมาะต่อการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตามปริมาณโลหะที่มากเกินไปจะสร้างสิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์เหล่านี้ ส่งผลให้ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ สำหรับโลหะหนักบางชนิด เช่น ปรอท (Mercury-Hg) และแคดเมียม (Cadmium-Cd) จัดเป็นสารพิษต่อร่างกาย และถูกจัดให้ขึ้นบัญชีดำ (black list) เนื่องจากมีพิษร้ายแรงมากต่อมนุษย์ จึงขอกล่าวถึงรายละเอียดโลหะหนักบางชนิดที่เป็นที่รู้จักกันดีที่เกี่ยวข้องกับการทำการเกษตร

ตะกั่ว

ตะกั่วเป็นธาตุโลหะชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติทั่วไปคือ มีลักษณะอ่อน สามารถโค้งงอได้ง่าย มีสีน้ำเงินปนเทา เป็นตัวนำไฟฟ้าและนำความร้อนที่เหลวและกลายเป็นไอได้ที่อุณหภูมิสูง ในธรรมชาติจะไม่พบตะกั่วในรูปโลหะอิสระ แต่จะพบในรูปสารประกอบ โดยอาจอยู่ในลักษณะของสินแร่ซัลไฟด์หรือแร่กาลีนาหรือรวมอยู่กับโลหะอื่นๆ เช่น ทองแดง สังกะสี เงิน และแคดเมียม ตะกั่วในธรรมชาติมีแหล่งกำเนิดจากหินประเภทต่างๆ ทั้งหินชั้น หินแปร และหินอัคนี ฯลฯ ทั้งนี้จะพบมากในหินดินดาน สีดำ มีค่าประมาณ 30 ไมโครกรัมต่อกรัม และนอกจากนี้ยังพบทั่วไปในดิน หิน อากาศ พืชและน้ำ ซึ่งปริมาณความเข้มข้นต่ำกล่าวคือ ในดินและหินมีค่าเฉลี่ย 5-25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในอากาศ 0.0001-0.001 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในพืช 0.1-2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง และในน้ำที่ไม่ถูกการปนเปื้อนในประเทศสหรัฐอเมริกาพบ 0.2-2.5 ไมโครกรัมต่อลิตร และจากการสำรวจปริมาณตะกั่วในดินตะกอนจากอ่าวจาร์กาตา ประเทศอินโดนีเซีย พบว่ามีความเข้มข้นระหว่าง 9.0 - 438 ไมโครกรัมต่อกรัม ตะกั่วได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ทั้งอุตสาหกรรมสีกระจกเลนส์ ตัวพิมพ์โลหะ บัดกรี แบตเตอรี่ รางรถไฟ ยาฆ่าแมลง ฯลฯ นอกจากนี้ยังใช้ในการสังเคราะห์ tetraethyl lead

การนำตะกั่วมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายนั้น ทำให้เกิดการปนเปื้อนของตะกั่วในสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยปนเปื้อนมาจากน้ำฝนหรือขยะหรือกับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม บ้านเรือน ชุมชน การเกษตรกรรม

ทางการเกษตรกรรมตะกั่วจะมีปนเปื้อนอยู่ในปุ๋ย สารเคมีที่ใช้ในการเพิ่มผลผลิตและปราบศัตรูพืชที่สำคัญได้แก่ ปุ๋ยฟอสเฟตและเลดอะซีเนต ซึ่งจะมีปริมาณตะกั่วปะปนอยู่ในปริมาณที่สูงเมื่อถูกนำมาใช้จะทำให้ตะกั่วตกค้างอยู่ในพื้นที่เกษตรกรรมเป็นจำนวนมาก ตะกั่วเมื่อเข้าสู่ร่างกายทั้งทางอาหาร ผิวหนัง และการหายใจ จะทำให้เกิดโรคได้ โดยสามารถสะสมในกระแสโลหิต กระดูก เอ็น ฟัน ผม กล้ามเนื้อ น้ำเหลือง ทั้งนี้ตะกั่วจะสามารถถ่ายทอดผ่านรกจากมารดาไปสู่ทารกในครรภ์ได้ และถ้าร่างกายได้รับตะกั่วในปริมาณที่สูง อย่างเฉียบพลัน คือ 0.8 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้เกิดอาการปอดท้องอย่างรุนแรง ท้องร่วง กล้ามเนื้อ ตับ ไต และสมองล้มเลวถึงตายในที่สุด ปริมาณตะกั่วในเลือดของมนุษย์โดยเฉลี่ย ประมาณ 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดโรคพิษของตะกั่ว แต่สำหรับเด็กปริมาณจะน้อยกว่านี้ ทั้งนี้เนื่องจากความต้านทานต่ำกว่าและกล่าวว่าการสะสมของตะกั่วในมนุษย์จะเพิ่มขึ้นตามอายุ ระยะเวลาที่ได้รับและเพศชายมีแนวโน้มว่าจะมีปริมาณตะกั่วในเลือดสูงกว่าเพศหญิง สำหรับพิษเรื้อรังของตะกั่วจะทำให้เกิดโรคโลหิตจาง เนื่องจากตะกั่วไปขัดขวางการสร้างฮีโมโกลบิน ขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ที่มีหมู่ –SH (Sulhydrin) อยู่ด้วย เช่น โคเอนไซม์ A (CoA.SH) ทั้งก่อให้เกิดเนื้องอกและมะเร็ง การกำจัดตะกั่วของร่างกายมีได้หลายทาง กล่าวคือ ขับออกทางปัสสาวะ 76 เปอร์เซ็นต์ ทางอุจจาระ 16 เปอร์เซ็นต์ และทางผิวหนัง เส้นผมหรือเส้นขนอีก 6 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามในวันหนึ่งๆ ร่างกายจะขับตะกั่วออกได้รวมกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัมเท่านั้น

การได้รับสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย

ตะกั่วเป็นวัตถุมีพิษที่มีการใช้กันอย่างมากมายในวงการอุตสาหกรรมประมาณการว่าปีหนึ่งๆ ทั่วโลกจะใช้ตะกั่วราว 3 ล้านตันโดย 2 ใน 3 ส่วนจะใช้ในรูปของโลหะ ที่เหลือจะใช้ในรูปของสารประกอบ จึงมีการปลดปล่อยตะกั่วในรูปของสารมลพิษออกสู่สภาวะแวดล้อม ทำให้มีการปนเปื้อนของตะกั่วทั้งในดิน น้ำ และอากาศ ตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ ทางอาหาร ทางการหายใจ และทางผิวหนัง เมื่อสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย ส่วนใหญ่จะจับยึดอยู่กับเม็ดเลือดแดง หมุนเวียนไปกับกระแสเลือดกระจายไปทั่วร่างกายสู่เนื้อเยื่อส่วนต่างๆ โดยสะสมมากที่สุดที่ไต โดยตะกั่วรวมตัวกับโปรตีนของเซลล์ภายในไตทำให้หลอดไตทำงานผิดปกติ นอกจากนี้ตะกั่วยังมีผลต่อตับ หัวใจและเส้นเลือด ภาวะเจริญพันธุ์ โครโมโซม และเป็นสารชักนำให้เกิดโรคมะเร็ง และความพิการแต่กำเนิดอีกด้วย

ตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ

1. ทางการหายใจ ถ้าหายใจเอาฝุ่นละออง ไอระเหยหรือควันตะกั่ว ซึ่งเป็นทางเข้าสู่ร่างกายอันดับแรกในผู้ป่วย ประกอบอาชีพสัมผัสตะกั่ว เช่น คนงานที่ทำงานในโรงงานหลอมตะกั่ว โรงงานแบตเตอรี่ โรงงานผลิตสี เป็นต้น

2. ทางปาก โดยพฤติกรรมนิสัยการกินไม่ถูกต้องและตะกั่วที่ปนเปื้อนในอาหารน้ำดื่มหรือเจือปนในภาชนะ

3. ทางผิวหนัง โดยสารตะกั่วที่ปนเปื้อนหรือผสมอยู่ในสีทาบ้าน สีทาของเล่นเด็ก ตะกั่วที่เข้าทางผิวหนังได้ง่าย คือ ตะกั่วอินทรีย์ เพราะสามารถละลายไขมันได้ เมื่อซึมผ่านผิวหนังแล้วก็จะเข้าสู่ระบบหมุนเวียนของโลหิตในร่างกาย

(http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK22/chapter6/t22-6-11.htm#sect2)

ปริมาณตะกั่วที่มีผลต่อร่างกาย

การตรวจวิเคราะห์เพื่อวินิจฉัยพิษจากตะกั่ว จะใช้ข้อมูลระดับตะกั่วในเลือดเป็นตัวชี้ระดับพิษเรื้อรังได้ นับตั้งแต่ปี 2535 ศูนย์ควบคุมโรคแห่งสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดเกณฑ์การวินิจฉัยโรคพิษตะกั่วที่ไม่ปรากฏอาการชัดเจนในเด็กเล็กไว้ว่า ตะกั่วในเลือดไม่ควรเกิน 10 ไมโครกรัม ส่วนกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2532) ได้กำหนดมาตรฐานระดับตะกั่วในเลือดของคนไทย ในคนงานและประชาชนทั่วไปเท่ากัน คือ ผู้ใหญ่ไม่เกิน 40 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในสตรีมีครรภ์และเด็กไม่เกิน 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หากสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดจะต้องพบแพทย์และเฝ้าระวัง ระดับตะกั่วในเลือดที่ต่ำกว่านี้แม้ไม่ทำให้เกิดอาการเป็นพิษ แต่มีอันตรายต่อสุขภาพร่างกายได้หลายระบบ

ตารางที่ 2 ระดับตะกั่วในเลือดและอันตรายที่มีต่อสุขภาพร่างกาย

ระดับตะกั่วในเลือด($\mu g/dm^3$)	อันตรายที่มีต่อสุขภาพ
10-20	เริ่มยับยั้งการสร้างฮีมครั้งแรก
15-20	ในหญิงมีครรภ์ทำให้เกิด neurogical damage ต่อทารกได้
25	ยับยั้ง metabolic activation ของวิตามินดีที่ cell lining proximal tuble ของไต เป็นจุดเริ่มต้นให้ไตพิการมี progressive destruction ของ tubular cell
25-30	ยับยั้งการสร้างฮีมขั้นที่สองต่อไปจะมีอาการซีด
30-40	ทำให้ moter nerve conduction velocity ช้าลง เป็นผลต่อระบบประสาทส่วนปลาย

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2532

ทองแดง

สภาพธรรมชาติแร่ปฐมภูมิของทองแดงเกิดอยู่ในรูปซัลไฟด์เป็นจำนวนมาก แร่เหล่านี้สลายตัวได้ง่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพกรดทำให้ทองแดงถูกปลดปล่อยออกมาในรูปไอออน ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับธาตุโลหะหนักทั่วไป ทองแดงจึงจัดได้ว่าเป็นพวกเคลื่อนที่ได้ดี แต่เมื่อหินหรือแร่นั้นกลายสภาพมาเป็นดิน ทองแดงซึ่งเป็นธาตุที่ทำปฏิกิริยากับแร่และอินทรีย์สารในดินได้ง่ายจึงสามารถตกตะกอนได้กับแอนไอออนหลายชนิดเช่น ซัลไฟด์ คาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์ ทองแดงจึงจัดเป็นพวกที่ค่อนข้างไม่เคลื่อนที่ในดิน ดังนั้นเมื่อดินได้รับทองแดงจากการปนเปื้อนจึงมีการสะสมทองแดงในดินชั้นบน

ทองแดงในรูปไอออนถูกยึดไว้ได้ทั้งโดยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ในดิน กระบวนการตรึงทองแดงในดินจึงประกอบด้วยปฏิกิริยาชนิดต่างๆ ดังนี้

1) การดูดซับ (adsorption)

2) การดูดตรึง (occlusion) และตกตะกอนร่วม (coprecipitation)

3) การเกิดคีเลต (chelation) กับสารอินทรีย์

4) การตรึงโดยจุลินทรีย์ (microbial fixation)

แร่ในดินส่วนใหญ่สามารถดูดซับไอออนของทองแดงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของตัวดูดซับนั้น ซึ่งประจุบนผิวหน้าของตัวดูดซับขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของพีชในดินเป็นอย่างมาก ดังนั้นการดูดซับทองแดงจึงขึ้นอยู่กับสภาพกรด-ด่างของดิน

ปริมาณทองแดงในดินและพืช

ทองแดงมีค่าเฉลี่ยในดินตั้งแต่ 9 ถึง 29 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของดินส่วนใหญ่อยู่ในค่าระหว่าง 13 ถึง 24 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับปริมาณที่พบในดินปนเปื้อนด้วยทองแดงและถือว่าดินมีการปนเปื้อนนั้นใช้ค่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยอาจพบทองแดงได้มากถึง 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับปริมาณทองแดงในพืชพบได้ตั้งแต่ 1 ถึง 9 มิลลิกรัมต่อลิตร ในดินที่มีการปนเปื้อนอาจพบทองแดงในพืชในปริมาณที่สูง ปริมาณทองแดงในพืชทั้งต้นที่ถือว่ามีการปนเปื้อนคือ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยที่ทองแดงมีการสะสมที่รากอยู่มากที่สุด และมีในเมล็ดในปริมาณที่ต่ำ

การปนเปื้อน

แหล่งการปนเปื้อนของทองแดงในดินที่สำคัญมี 4 แหล่งใหญ่ๆ ด้วยกันคือฝุ่นผงจากโรงงานน้ำโสโครกและน้ำทิ้งจากการบำบัดน้ำเสียในเมือง น้ำจากเหมืองแร่และจากสารฆ่าราที่เข้าทองแดง

ในพื้นที่ที่ใช้สารฆ่าราหลายแห่งจะพบปริมาณทองแดงในดินบนในปริมาณที่สูงมาก เช่น ในดินเนื้อหยาบบริเวณสวนส้มในรัฐฟลอริดา สารฆ่าราทำให้เกิดอาการเป็นพิษของทองแดงในพืช ในบริเวณสวนองุ่นในประเทศฝรั่งเศสและอิตาลี ประเทศฝรั่งเศสมีปริมาณทองแดงในดินบนสูงถึง 845 มิลลิกรัม/ลิตร (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2539)

ผลของทองแดงต่อสภาพแวดล้อม

โดยปกติพืชจะดูดกินทองแดงได้ในปริมาณไม่มากแต่ในบริเวณที่มีการปนเปื้อนของแดงได้สูงเช่นบริเวณท้ายเหมือง หรือในฟาร์มที่ใช้มูลสุกรเหลวที่มีการผสมทองแดงและสังกะสีในอาหารสุกรก็จะมีธาตุทองแดงในพืชที่ปลูกได้มาก

พืชตระกูลถั่วได้รับผลกระทบจากพิษของทองแดงได้ง่ายกว่าธัญพืช ปริมาณทองแดงที่สกัดได้ด้วย EDTA ตั้งแต่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไปจะเริ่มเป็นพิษต่อถั่วเหลือง และจะเป็นพิษต่อถั่วโคลเวอร์ (clover) เมื่อมีปริมาณในดินถึง 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ขณะที่ธัญพืชเช่นข้าวโอ๊ตจะยังไม่แสดงอาการเป็นพิษจนถึง 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณทองแดงในถั่วจะสูงกว่าในหญ้าเช่นกัน การปลูกถั่วผสมหญ้าจึงเป็นประโยชน์ต่อสัตว์ที่ต้องการทองแดงมาก

อย่างไรก็ดีโอกาสที่จะพบทองแดงในดินเป็นอันตรายต่อมนุษย์นั้นแทบจะไม่มีเลย เพราะทองแดงเป็นพิษต่อพืชได้ง่าย พืชโดยส่วนใหญ่จะมีอาการเป็นพิษเมื่อมีทองแดงในสารละลายดินแม้ในปริมาณไม่มาก พืชที่มีอาการเป็นพิษจากทองแดงจะพบว่ามีปริมาณทองแดง 25-40 มิลลิกรัมต่อลิตรโดยน้ำหนักแห้ง ในญี่ปุ่นค่าสูงสุดของทองแดงที่ยอมให้มีได้ในดินนา คือ ไม่เกิน 125 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยวิธีการสกัดด้วย 0.1 N HCL สำหรับในน้ำดื่มจะมีทองแดงได้ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในอาหารสัตว์และหญ้าเลี้ยงสัตว์มีได้ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นพิษของทองแดงในอาหารสัตว์อาจทำให้ลดลงได้โดยให้อาหารที่มีธาตุสังกะสี เหล็กหรือโมลิบดีนัมอยู่สูง นอกจากนั้นหากมีการปนเปื้อนของทองแดงในน้ำแล้วจะเป็นอันตรายต่อปลาได้ง่ายเพราะปลาเป็นสัตว์ที่ไวต่อพิษของทองแดงมาก

ทองแดงเข้าสู่ร่างกายจะถูกดูดซับเท่าที่จำเป็นซึ่งผู้ใหญ่ต้องการทองแดงวันละ 2 มิลลิกรัมต่อวัน และร่างกายของคนเรามีทองแดงอยู่ 100 - 150 มิลลิกรัม ทองแดงส่วนที่เกินพอจะถูกขับออกมา หลังจากดูดซึมแล้วทองแดงจะเข้าสู่กระแสโลหิตรวมตัวกับอัลบูมิน

และที่ตับก็จะเกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงทองแดง ถ้าร่างกายมีปริมาณทองแดงมากเกินไปจะทำให้เกิดโรคได้ เช่น โรควิลสัน เป็นโรคทางประสาทชนิดหนึ่ง

แคดเมียม

เป็นโลหะอ่อน มีสีเงิน มีจุดหลอมตัว 320.9 องศาเซลเซียส จุดเดือด 769 องศาเซลเซียส และมีความหนาแน่น 8.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซลติเมตร ละลายได้ดีในกรดอินทรีย์ เนื่องจากแคดเมียมมีโครงสร้างอะตอมและคุณสมบัติทางเคมีคล้ายสังกะสี จึงมักพบแคดเมียมในแหล่งแร่สังกะสีและแร่โลหะอื่นๆ แคดเมียมเป็นโลหะหนักที่มีปริมาณน้อยในธรรมชาติ ซึ่งมักจะพบแคดเมียมอยู่ในรูปซัลไฟล์ (CdS) โดยปกติพบบนผิวโลกประมาณ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในน้ำจืดมีอยู่ปริมาณ 0.001-0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำทะเลมีประมาณ 0.0001 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้แคดเมียมยังถูกดูดซับด้วยอนุภาคดินเหนียวทำให้ตกตะกอนได้ ทั้งนี้ปริมาณแคดเมียมในดินจะเปลี่ยนไปตามลักษณะและกำเนิดของดินด้วยเช่นกัน โดยดินที่เกิดจากหินชั้นจะมีปริมาณแคดเมียมสูงกว่าดินที่เกิดจากหินอัคนีหรือหินแปร

การนำแคดเมียมมาใช้ประโยชน์ได้เพิ่มปริมาณสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจากข้อมูลการใช้ทั่วโลกในปี 1985 มีปริมาณ 11,000 ตัน เพิ่มเป็น 19.000 ตัน ในปี 1990 โดยมีการนำมาใช้ในหลายๆ ด้าน คือ ใช้ร่วมกับนิกเกิลเพื่อทำแบตเตอรี่ ใช้ทำโลหะผสม ใช้ผสมสีบางอย่าง ใช้ในอุตสาหกรรมยางและพลาสติก ใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบผิวหรือชุบโลหะ และใช้ผสมในสารฆ่าเชื้อราและปุ๋ย โดยเฉพาะ ปุ๋ยฟอสเฟสจะมีแคดเมียมเจือปนมากกว่าปุ๋ยชนิดอื่น

เนื่องจากแคดเมียมในธรรมชาติเองมีน้อย ดังนั้นแคดเมียมที่เจือปนอยู่ในสิ่งแวดล้อมจึงมักเป็นผลมาจากกิจกรรมมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ สำหรับในอาหารทั่วไปความเข้มข้นที่พบน้อยที่สุดอยู่ในน้ำนม เนื้อ ปลา และผลไม้จะพบอยู่ในช่วง 1-50 มิลลิกรัมต่อลิตร ในข้าว มันฝรั่ง ข้าวสาลี ความเข้มข้นจะอยู่ในช่วง 10-150 มิลลิกรัมต่อลิตร อาหารที่มีแคดเมียมสูงสุด คือ หอยนางรม หอยแมลงภู่ และหอยแครง ซึ่งอยู่ในช่วง 100-1000 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนั้นในการวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมในพืชที่ใช้บริโภค พบว่ามีความเข้มข้นระหว่าง 0.038 - 0.088 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณแคดเมียมอยู่ในดินและพืชจะสัมพันธ์กับการจราจร คือ ดินที่อยู่ติดถนนจะมีแคดเมียมอยู่สูงกว่าดินที่อยู่ห่างจากถนน สภาพการใช้ที่ดินที่แตกต่างกันบนที่สูงของจังหวัดเชียงใหม่ ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนของพื้นที่ที่ทำเกษตรกรรมมีปริมาณที่สูงสุดคือ 2.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ พื้นที่ที่มีการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ พื้นที่ป่าปลูก และพื้นที่ป่าดิบเขา ซึ่งมีปริมาณ 1.83, 0.56 และ 0.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ

แคดเมียมเป็นโลหะที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายและยังก่อให้ให้เกิดพิษต่อร่างกาย แคดเมียมเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางอาหารและการหายใจ การดูดซึม การสะสม และการกำจัดแคดเมียมออกจากร่างกายจะขึ้นอยู่กับทางที่ได้รับแคดเมียมเข้าไป คุณสมบัติทางเคมีหรือกายภาพของแคดเมียม ทั้งนี้พบว่าการดูดซึมที่บริเวณทางเดินอาหารจะต่ำมากประมาณร้อยละ 2-8 ซึ่งขึ้นกับองค์ประกอบของอาหารอันได้แก่ โปรตีน วิตามิน แคลเซียม ส่วนการได้รับแคดเมียมทางลมหายใจจะขึ้นอยู่กับขนาด และการละลายของแคดเมียม โดยร่างกายจะดูดซึมร้อยละ 10.5 ของปริมาณที่หายใจเข้าไป สำหรับคนที่สูบบุหรี่นั้นจะได้รับแคดเมียมประมาณ 30-35 ไมโครกรัมต่อวัน ความเป็นพิษของแคดเมียมนั้น จากรายงาน กล่าวว่า ถ้าร่างกายได้รับแคดเมียมจากอาหารในปริมาณสูงหรือได้รับ 10-15 มิลลิกรัม จากเครื่องดื่มจะทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ ปวดหัว เป็นตะคริว ปวดท้อง ท้องร่วงอย่างรุนแรงและอาจช็อคตายได้ ส่วนการหายใจเอาอากาศที่มีแคดเมียมออกไซด์เข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็นเวลา 8 ชั่วโมง หรือมีความเข้มข้นสูงกว่าในระยะเวลาสั้นจะเกิดอาการคอแห้ง แน่นหน้าอก หายใจไม่ออก ปวดหัว เป็นตะคริว ในที่สุดจะเป็นโรคปอดบวม ปอดอักเสบ และตายได้ใน 4-7 วัน นอกจากนั้นยังทำให้เกิดไตอักเสบและการทำงานของตับเสื่อมลง ในกรณีที่ร่างกายได้รับแคดเมียมเป็นเวลานานจะทำให้กระดูกผุกร่อนเสียรูปแบบทำให้เจ็บปวดมากที่เรียกว่าอิไต-อิไต แคดเมียมที่เข้าสู่ร่างกายแล้วประมาณร้อยละ 10 เท่านั้นที่ถูกขับออกจากร่างกาย ส่วนที่เหลือจะสะสมอยู่ตามอวัยวะต่างๆ โดยสะสมอยู่ที่ตับและไตมากที่สุด คือ ประมาณร้อยละ 50-70

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระวีวรรณ เส้งนุ้ย และ อะภิระดี ถิระผะลิกะ (2548) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม ในผักบริเวณตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา พบว่าเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียมในผัก 3 ชนิด ได้แก่ ผักคะน้า ผักกวางตุ้ง และมะเขือยาว ปรากฏว่าผักคะน้าและกวางตุ้งมีปริมาณการตกค้างของตะกั่วเกินมาตรฐานที่กำหนดในผักตามเกณฑ์กำหนดตะกั่วในอาหารตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย

อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ (2540) ได้ทำการศึกษาการสะสมโลหะหนัก 5 ชนิด คือ โครเมียม แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และนิกเกิลในผักกาดหอมที่ปลูกโดย วิธีไฮโดรโปนิคชนิดสารละลายไม่หมุนเวียน ใช้น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตน้ำตาลทรายราชบุรี 5 ระดับคือร้อยละ 0 (น้ำประปา) 25, 50, 75 และ 100 พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งร้อยละ 100 มีการสะสมโลหะหนัก 3 ชนิด คือ โครเมียม แคดเมียม และตะกั่ว มากกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งผสมน้ำประปา ส่วนโลหะหนักอีก 2 ชนิด คือทองแดงและนิกเกิล มีปริมาณการสะสมในผักกาดหอมที่ปลูกใน

น้ำประปามากที่สุด นอกจากนี้ผักกาดหอมที่ปลูกในไฮโดรโปนิคมีโครเมียม (Cr) และแคดเมียม (Cd) น้อยกว่าในผักกาดหอมที่ปลูกในดิน ดังนั้นถ้าจะนำน้ำทิ้งมาใช้ในการปลูกพืชที่รับประทานใบ ควรกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งออกก่อน รวมทั้งกำจัดทองแดงและนิเกิลที่ปนเปื้อนในน้ำประปาด้วย และหรืออาจนำน้ำทิ้งมาใช้ในการปลูกพืชที่ไม่ได้นำมาบริโภค เช่น ไม้ดอก

ชาญวิชย์ อร่ามวิทย์ (2541) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณธาตุในผักคะน้าโดยเทคนิค Proton Induced X-ray Emission (PIXE) พบว่า ผักคะน้าที่ได้มาจากผักคะน้าปลอดสารพิษและผักคะน้าจากแผงในตลาดต้นพะยอมมีธาตุหลักๆเหมือนกันและมีปริมาณใกล้เคียงกัน ได้แก่ ธาตุ ซิลิคอน (Si) ฟอสฟอรัส (P) กำมะถัน (S) คลอรีน (C1) แคลเซียม (Ca) และเหล็ก (Fe) ซึ่งพบธาตุโลหะหนักที่เป็นอันตรายในการบริโภคในปริมาณที่น้อยมากกระจายอยู่ตามส่วนต่างๆ ของผักคะน้าได้แก่ นิกเกิล (Ni) ปรอท (Hg) สารหนู (As) และตะกั่ว (Pb) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าผักคะน้าที่ได้มาจากทั้งสองแหล่งดังกล่าวมีความปลอดภัยต่อการนำไปบริโภค

อภิรดี ณะโมรา และ อุไร หลีโส๊ะ (2548) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดินและผักบริเวณสวนผักตำบลกำแพงเพชร อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา พบว่าในดินมีปริมาณเฉลี่ยของ เหล็ก ทองแดง ตะกั่ว และ นิเกิล เป็น 0.37, 0.25, 0.72, 0.11 มิลลิกรัมต่อกรัม ปริมาณโลหะหนักในผัก พบว่ามีปริมาณเฉลี่ยของ เหล็ก ทองแดง ตะกั่ว และ นิเกิล เป็น 0.50, 0.07, 0.06, 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัม การเปรียบเทียบโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดในตัวอย่างดินและผักพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

จากการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม ในผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้า คือ คาร์ฟูร์ โลตัส บิ๊กซี โดยทำการศึกษาในผัก 3 ชนิดคือ ผักกาดขาว ผักคะน้า และผักกะหล่ำปลี แบ่งการเก็บตัวอย่างออกเป็น 3 ครั้ง โดยเริ่มเก็บจากเดือนมกราคม - เดือนเมษายน 2553 เพื่อนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนักในผักของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2532 โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การเก็บและรักษาตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างผักกาดขาว ผักคะน้า และผักกะหล่ำปลี ทั้งผักสดและผักปลอดสารพิษชนิดละ 1 กิโลกรัม จากห้างสรรพสินค้า 3 แห่ง คือ คาร์ฟูร์ โลตัส บิ๊กซี โดยทำการเก็บ 3 ครั้งเป็นเวลา 3 เดือน โดยเริ่มเก็บตั้งแต่เดือนมกราคม - มีนาคม 2553 รวมทั้งสิ้น 54 ตัวอย่าง (รายละเอียดตัวอย่างแสดงในภาคผนวก)

3.2 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

3.2.2 วัสดุอุปกรณ์

1. กระดาษกรองขนาด125mm ยี่ห้อ whatman
2. ตู้อบแห้ง (hot air oven)
3. เครื่องอังไอน้ำ (water bath)
4. เตาเผาไฟฟ้า (electric furnace)
5. ขวดปรับปริมาตรขนาด100 มิลลิลิตร(volumetric flask)
6. เครื่องชั่งละเอียด (analytical balance) ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
7. ตู้ดูดควัน (hood)
8. บีกเกอร์ (beaker)
9. แท่งแก้วคน
10. หลอดทดลอง (tect tebe)
11. เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)

3.3.3 สารเคมี

1. Standard Lead เข้มข้น 1000 ppm
2. Standard Copper เข้มข้น 1000 ppm
3. Standard Cadmium เข้มข้น 1000 ppm
4. กรดไนตริกเข้มข้น (Conc.HNO_3)
5. น้ำกลั่น

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมตัวอย่าง

1. นำตัวอย่างผักทั้ง 3 ชนิด หั่นแยกใส่บีกเกอร์ เขียนหมายเลขกำกับชื่อผักแต่ละตัวอย่าง

2. นำผักตัวอย่างทั้งหมดอบที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส จนกระทั้งตัวอย่างแห้ง

3. ผักที่อบแห้งแล้วนำไปเผาด้วยเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที หลังจากเผาเสร็จจะได้เถ้าสีขาว

4. นำขี้เถ้าสีขาวที่ได้จากการเผาขั้นแรกมาชั่งตัวอย่างละ 2 กรัม จากนั้นนำไปเผาด้วยเตาเผาไฟฟ้าอีกครั้งที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จะได้ตัวอย่างผักที่เป็นเถ้าสีฟ้า ซึ่งพร้อมสำหรับนำไปย่อยในขั้นตอนต่อไป

3.3.2 การย่อยและวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. นำขี้เถ้าสีฟ้าที่เผาเสร็จแล้วใส่ในบีกเกอร์ที่เตรียมไว้แล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้นตัวอย่างละ 10 มิลลิลิตร

2. นำสารที่ได้ไปให้ความร้อนบน water bath จนสารละลายใสไม่มีสี (ในขั้นตอนนี้ทำใน hood เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดจากการระเหยของไอกรดระหว่างการย่อยตัวอย่าง)

3. กรองสารละลายที่ได้ผ่านกระดาษกรองแล้วปรับปริมาตร เป็น100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

4. นำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)

บทที่ 4

ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียม ในผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้าในเขตอำเภอหาดใหญ่ จำนวน 3 แห่ง คือ บิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส ในผัก 3 ชนิด คือ ผักกาดขาว ผักคะน้า และผักกะหล่ำปลี โดยทำการเก็บตัวอย่างช่วงเดือน มกราคม 2553 ถึงเดือน พฤษภาคม 2553 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 18 ตัวอย่าง รวม 54 ตัวอย่าง ซึ่งมีผลดังนี้

4.1 ตะกั่ว

4.1.1 ปริมาณตะกั่วในผักคะน้า

จากการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในผักคะน้าของผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้า จำนวน 3 แห่ง คือ บิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส ในการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 ครั้งพบว่า ไม่สามารถตรวจพบปริมาณตะกั่วได้ (ND : Non detected) ดังตารางที่ 4.1.1

ตารางที่ 4.1.1 ปริมาณตะกั่วในผักคะน้า

ห้าง	ผักสด (mg/kg)			ผักปลอดสารพิษ (mg/kg)		
	1	2	3	1	2	3
บิ๊กซี	ND	ND	ND	ND	ND	ND
คาร์ฟู	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โลตัส	ND	ND	ND	ND	ND	ND

4.1.2 ปริมาณตะกั่วในผักกาดขาว

จากการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในผักกาดขาวของผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้า จำนวน 3 แห่ง คือ บิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส ในการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 ครั้งพบว่า ไม่สามารถตรวจพบปริมาณตะกั่วได้ (ND : Non detected) ดังตารางที่ 4.1.2

ตารางที่ 4.1.2 ปริมาณตะกั่วในผักกาดขาว

ห้าง	ผักสด (mg/kg)			ผักปลอดสารพิษ (mg/kg)		
	1	2	3	1	2	3
บิ๊กซี	ND	ND	ND	ND	ND	ND
คาร์ฟู	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โลตัส	ND	ND	ND	ND	ND	ND

4.1.3 ปริมาณตะกั่วในผักกะหล่ำปลี

จากการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในผักกะหล่ำปลีของผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้า จำนวน 3 แห่ง คือ บิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส ในการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 ครั้งพบว่า ไม่สามารถตรวจพบปริมาณตะกั่วได้ (ND : Non detected) ดังตารางที่ 4.1.3

ตารางที่ 4.1.3 ปริมาณตะกั่วในผักกะหล่ำปลี

ห้าง	ผักสด (mg/kg)			ผักปลอดสารพิษ (mg/kg)		
	1	2	3	1	2	3
บิ๊กซี	ND	ND	ND	ND	ND	ND
คาร์ฟู	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โลตัส	ND	ND	ND	ND	ND	ND

4.2 ทองแดง

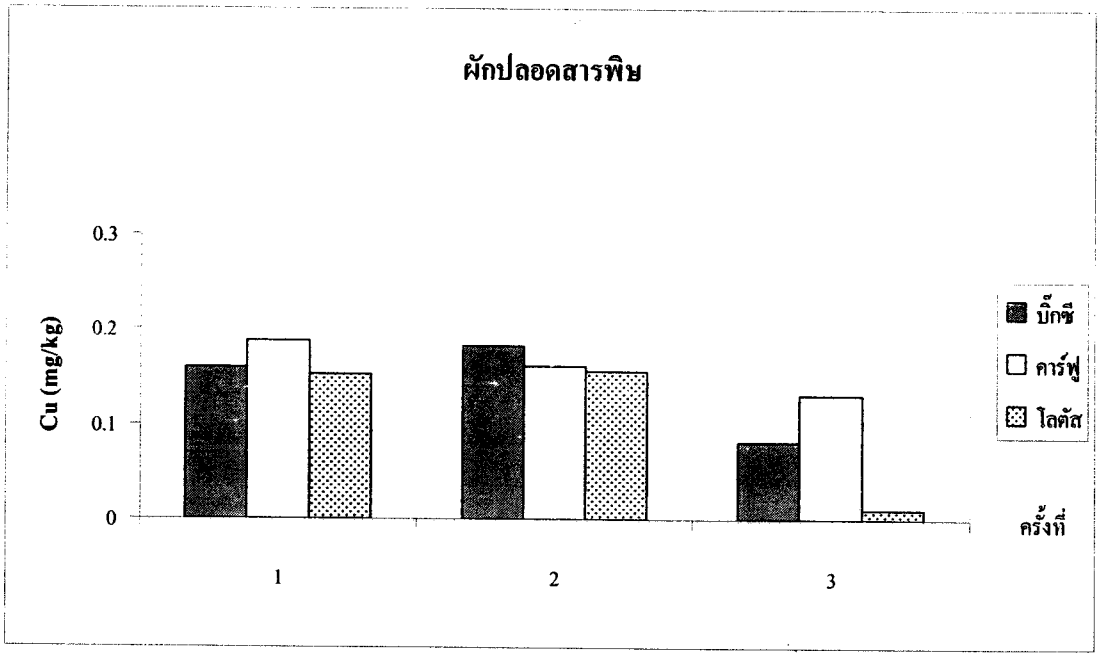
4.2.1 ปริมาณทองแดงในผักคะน้า

จากการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในผักคะน้าปลอดสารพิษของห้างบิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส มีค่าเฉลี่ย 0.115, 0.171 และ 0.106 mg/kg ตามลำดับ โดยพบมากที่สุดจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 1 ของห้างคาร์ฟูมีปริมาณ 0.189 mg/kg และพบน้อยที่สุดจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 3 ของห้างบิ๊กซีมีปริมาณ 0.003 mg/kg ดังตารางที่ 4.2.1 และภาพที่ 4.2.1 (a)

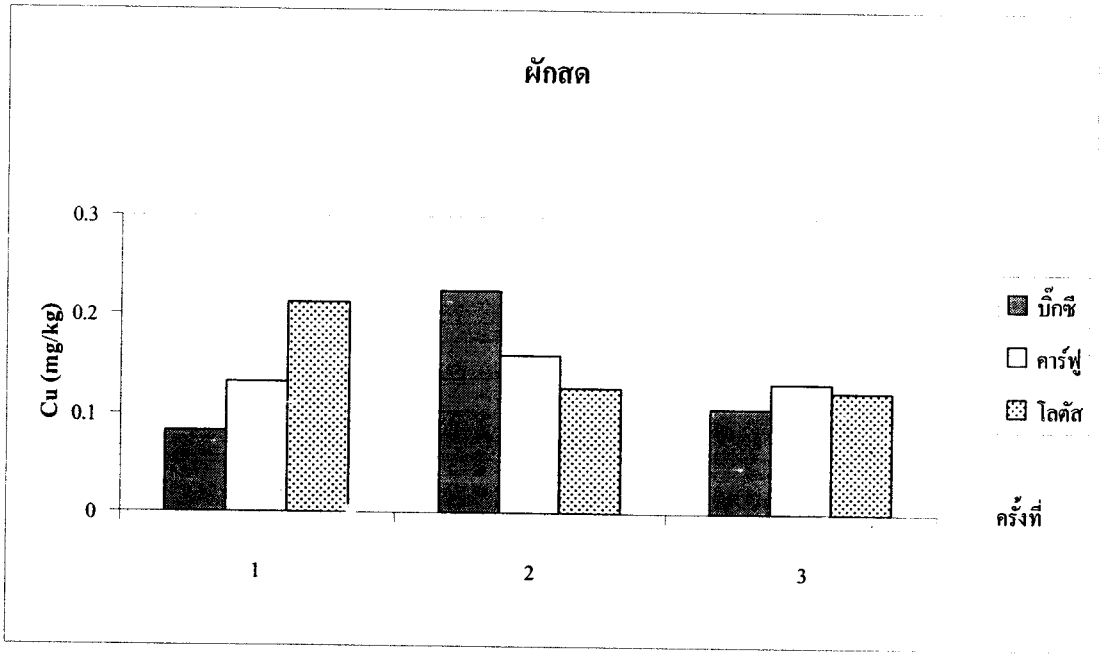
จากการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในผักคะน้าจากผักสดของห้างบิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส มีค่าเฉลี่ย 0.137, 0.141 และ 0.154 mg/kg ตามลำดับ โดยพบมากที่สุดจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 2 ของห้างบิ๊กซีมีปริมาณ 0.225 mg/kg และพบน้อยที่สุดจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 1 มีปริมาณ 0.082 mg/kg ดังตารางที่ 4.2.1 และภาพที่ 4.2.1 (b)

ตารางที่ 4.2.1 ปริมาณทองแดงในผักคะน้า

ห้าง	ผักสด (mg/kg)			ค่าเฉลี่ย	ผักปลอดสารพิษ (mg/kg)			ค่าเฉลี่ย
	1	2	3		1	2	3	
บิ๊กซี	0.082	0.225	0.106	0.137	0.160	0.182	0.003	0.115
คาร์ฟู	0.132	0.159	0.132	0.141	0.189	0.161	0.132	0.171
โลตัส	0.213	0.127	0.123	0.154	0.153	0.156	0.010	0.106



(a)



(b)

ภาพที่ 4.2.1 ปริมาณทองแดงในผักคะน้า (a) ผักปลอดสารพิษ (b) ผักสด

ผลการวิเคราะห์ที่ได้พบว่า ปริมาณทองแดงในผักคะน้าปลอดสารพิษและผักสดมีความแตกต่างกันไม่มากนักโดยค่าสูงสุดจะพบในผักสดของห้างบิ๊กซีจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 2 มีปริมาณ 0.225 mg/kg และพบค่าต่ำสุดในผักปลอดสารพิษของห้างบิ๊กซีจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 3 มีปริมาณ 0.003 mg/kg

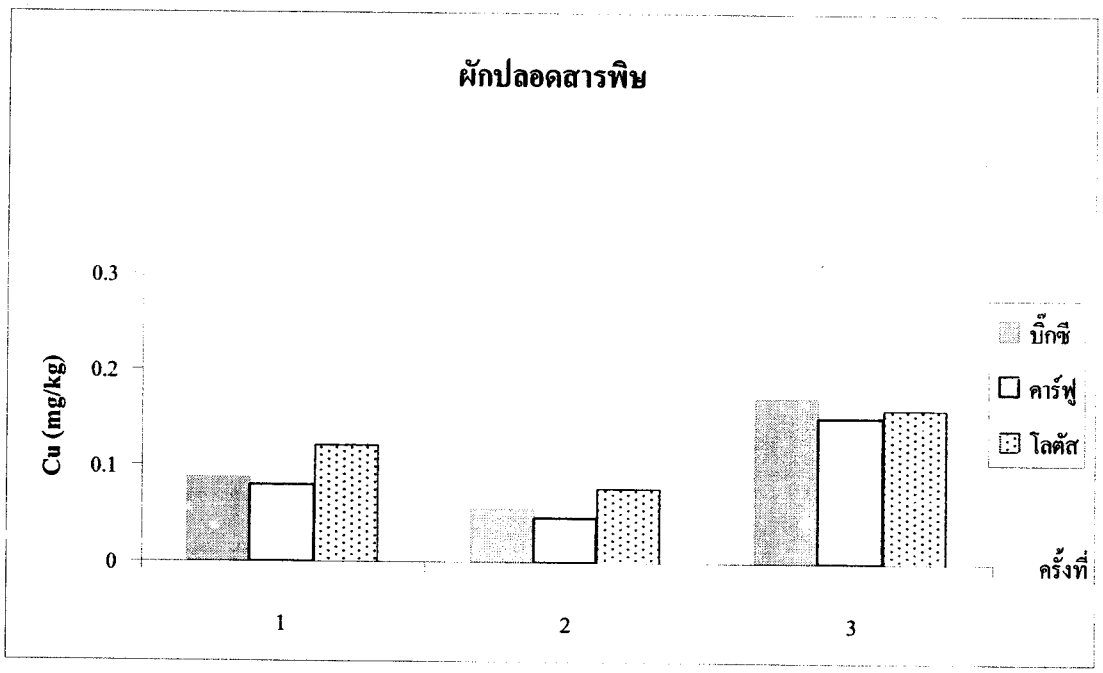
4.2.2 ปริมาณทองแดงในผักกาดขาว

จากการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในผักกาดขาวปลอดสารพิษของห้างบิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส มีค่าเฉลี่ย 0.105, 0.092 และ 0.120 mg/kg ตามลำดับ โดยพบมากที่สุดจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 3 ของห้างบิ๊กซีมีปริมาณ 0.173 mg/kg และพบน้อยที่สุดจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 2 ของห้างคาร์ฟูมีปริมาณ 0.046 mg/kg ดังตารางที่ 4.4.2 และภาพที่ 4.2.2 (a)

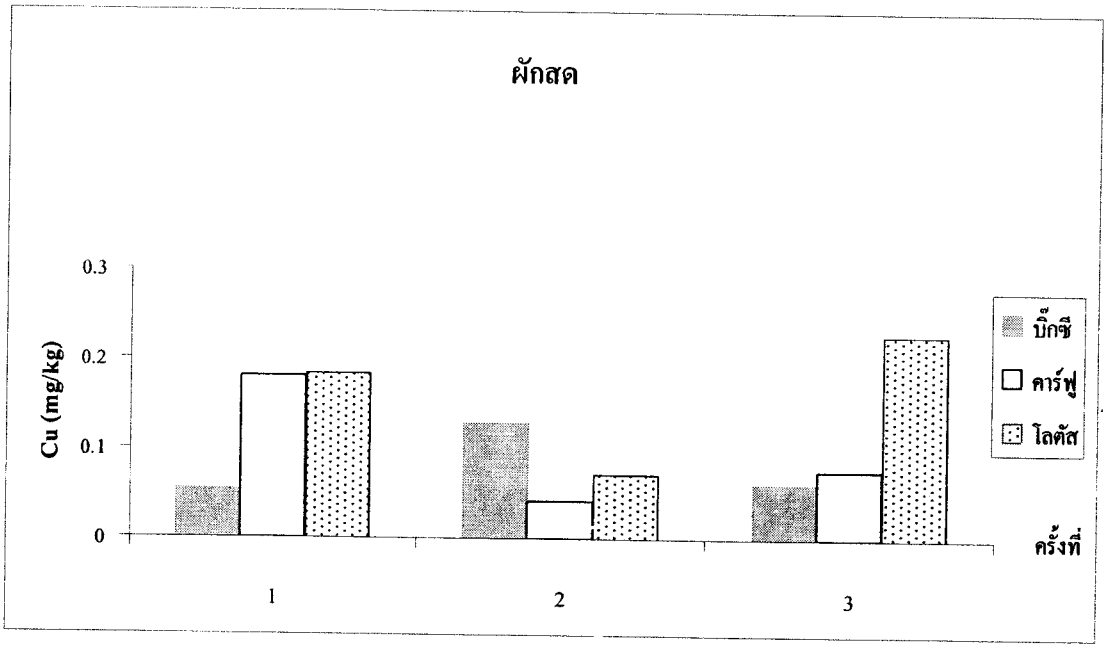
จากการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในผักกาดขาวจากผักสดของห้างบิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส มีค่าเฉลี่ย 0.081, 0.1 และ 0.162 mg/kg ตามลำดับ โดยพบมากที่สุดจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 3 ของห้างโลตัสมีปริมาณ 0.228 mg/kg และพบน้อยที่สุดจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 2 ของห้างคาร์ฟูมีปริมาณ 0.043 mg/kg ดังตารางที่ 4.2.2 และภาพที่ 4.2.2 (b)

ตารางที่ 4.2.2 ปริมาณทองแดงในผักกาดขาว

ห้าง	ผักสด (mg/kg)			ค่าเฉลี่ย	ผักปลอดสารพิษ (mg/kg)			ค่าเฉลี่ย
	1	2	3		1	2	3	
บิ๊กซี	0.053	0.128	0.062	0.081	0.087	0.056	0.173	0.105
คาร์ฟู	0.180	0.043	0.077	0.100	0.080	0.046	0.151	0.092
โลตัส	0.185	0.073	0.228	0.162	0.122	0.078	0.162	0.120



(a)



(b)

ภาพที่ 4.2.2 ปริมาณทองแดงในผักกาดขาว (a) ผักปลอดสารพิษ (b) ผักสด

ผลการวิเคราะห์ที่ได้พบว่า ปริมาณทองแดงในผักกาดขาวปลอดสารพิษและผักสดมีความแตกต่างกันไม่มากนัก แต่จะพบค่าสูงสุดในผักสดของห้างโลตัสจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 3 มีปริมาณ 0.228 mg/kg และพบค่าต่ำสุดในผักสดของห้างคาร์ฟูจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 2 มีปริมาณ 0.043 mg/kg

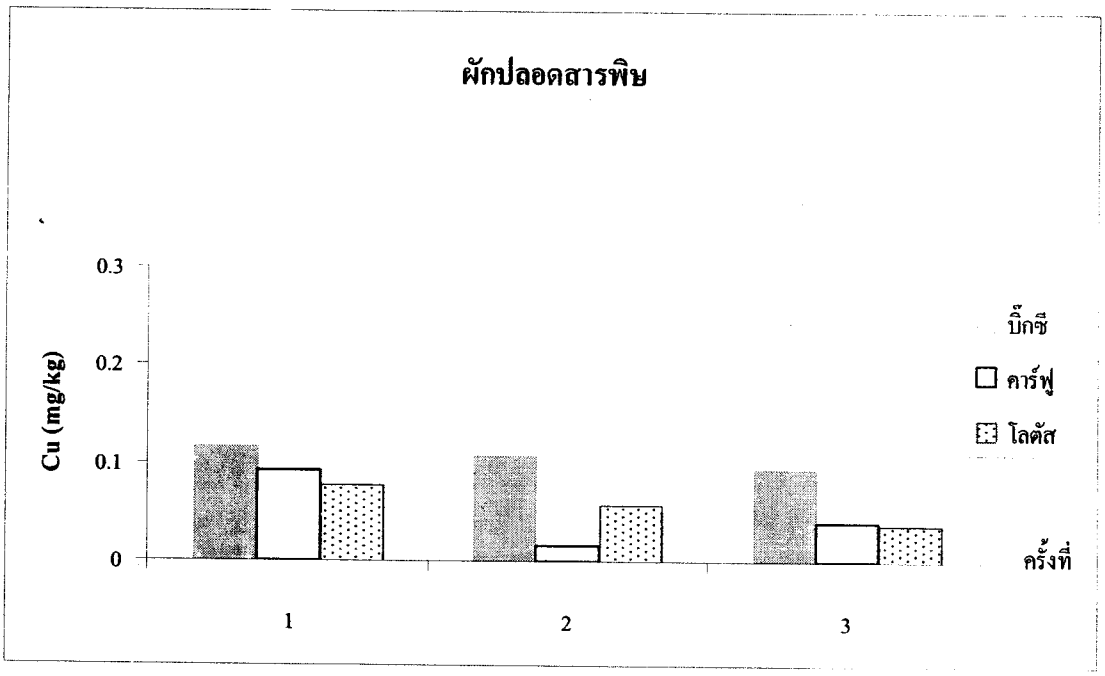
4.2.3 ปริมาณทองแดงในผักกะหล่ำปลี

จากการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในผักกะหล่ำปลีปลอดสารพิษของห้างบิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส มีค่าเฉลี่ย 0.005, 0.049 และ 0.057 mg/kg ตามลำดับ โดยพบมากที่สุดจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 1 ของห้างบิ๊กซีมีปริมาณ 0.116 mg/kg และพบน้อยที่สุดจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 2 ของห้างคาร์ฟูมีปริมาณ 0.017 mg/kg ดังตารางที่ 4.2.3 และภาพที่ 4.2.3 (a)

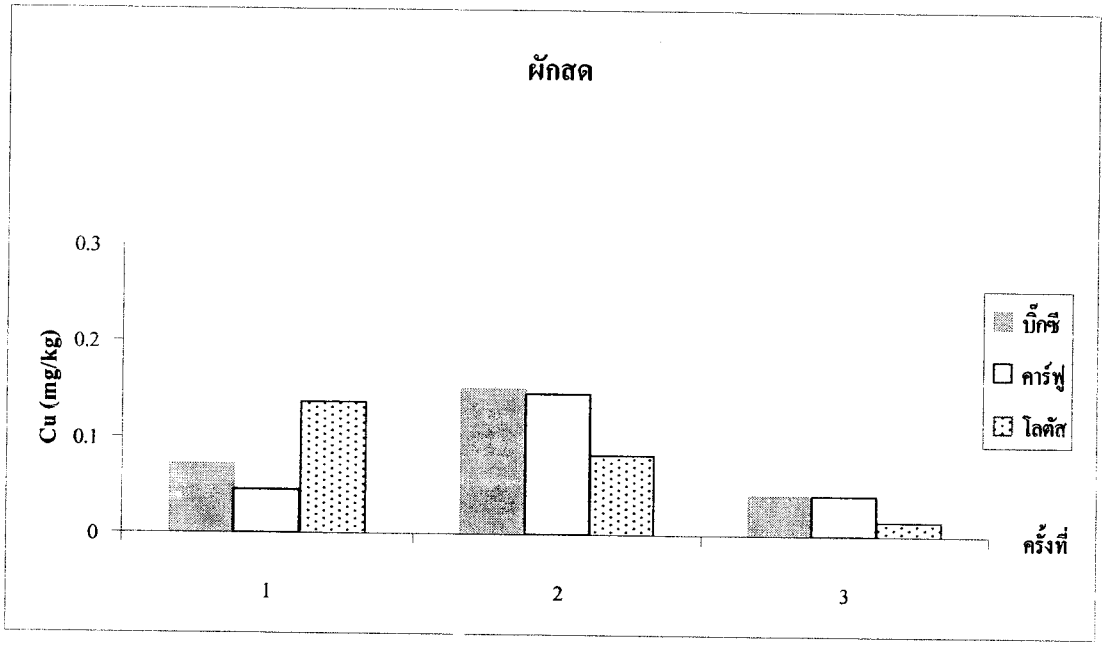
จากการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในผักกะหล่ำปลีจากผักสดของห้างบิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส มีค่าเฉลี่ย 0.088, 0.077 และ 0.078 mg/kg ตามลำดับ โดยพบมากที่สุดจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 2 ของห้างบิ๊กซีมีปริมาณ 0.152 mg/kg และพบน้อยที่สุดจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 3 ของห้างโลตัสมีปริมาณ 0.015 mg/kg ดังตารางที่ 4.2.3 และภาพที่ 4.2.3 (b)

ตารางที่ 4.2.3 ปริมาณทองแดงในผักกะหล่ำปลี

ห้าง	ผักสด (mg/kg)			ค่าเฉลี่ย	ผักปลอดสารพิษ (mg/kg)			ค่าเฉลี่ย
	1	2	3		1	2	3	
บิ๊กซี	0.071	0.152	0.042	0.088	0.116	0.106	0.094	0.105
คาร์ฟู	0.045	0.146	0.041	0.077	0.093	0.017	0.039	0.049
โลตัส	0.138	0.083	0.015	0.078	0.077	0.058	0.038	0.057



(a)



(b)

ภาพที่ 4.2.3 ปริมาณทองแดงในผักกะหล่ำปลี (a) ผักปลอดสารพิษ (b) ผักสด

ผลการวิเคราะห์ที่ได้พบว่า ปริมาณทองแดงในผักกะหล่ำปลีปลอดสารพิษและผักสดมีความแตกต่างกันไม่มากนัก แต่จะพบค่าสูงสุดในผักสดของห้างบิ๊กซีจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 2 มีปริมาณ 0.152 mg/kg และพบน้อยที่สุดในผักสดของห้างโลตัสจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 3 มีปริมาณ 0.015 mg/kg

4.3 แคดเมียม

4.3.1 ปริมาณแคดเมียมในผักคะน้า

จากการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในผักคะน้าของผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้า จำนวน 3 แห่ง คือ บิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส ในการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 ครั้งพบว่า ไม่สามารถตรวจพบปริมาณแคดเมียมได้ (ND : Non detected) ดังตารางที่ 4.3.1

ตารางที่ 4.3.1 ปริมาณแคดเมียมในผักคะน้า

ห้าง	ผักสด (mg/kg)			ผักปลอดสารพิษ (mg/kg)		
	1	2	3	1	2	3
บิ๊กซี	ND	ND	ND	ND	ND	ND
คาร์ฟู	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โลตัส	ND	ND	ND	ND	ND	ND

4.3.2 ปริมาณแคดเมียมในผักกาดขาว

จากการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในผักกาดขาวของผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้า จำนวน 3 แห่ง คือ บิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส ในการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 ครั้งพบว่า ไม่สามารถตรวจพบปริมาณแคดเมียมได้ (ND : Non detected) ดังตารางที่ 4.3.2

ตารางที่ 4.3.2 ปริมาณแคดเมียมในผักกาดขาว

ห้าง	ผักสด (mg/kg)			ผักปลอดสารพิษ (mg/kg)		
	1	2	3	1	2	3
บิ๊กซี	ND	ND	ND	ND	ND	ND
คาร์ฟู	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โลตัส	ND	ND	ND	ND	ND	ND

4.3.3 ปริมาณแคดเมียมในผักกะหล่ำปลี

จากการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในผักกะหล่ำปลีของผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้า จำนวน 3 แห่ง คือ บิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส ในการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 ครั้งพบว่า ไม่สามารถตรวจพบปริมาณแคดเมียมได้ (ND : Non detected) ดังตารางที่ 4.3.3

ตารางที่ 4.3.3 ปริมาณแคดเมียมในผักกะหล่ำปลี

ห้าง	ผักสด (mg/kg)			ผักปลอดสารพิษ (mg/kg)		
	1	2	3	1	2	3
บิ๊กซี	ND	ND	ND	ND	ND	ND
คาร์ฟู	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โลตัส	ND	ND	ND	ND	ND	ND

4.4 การนำเสนอข้อมูล

จากการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียม ในผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้าในเขตอำเภอหาดใหญ่ จำนวน 3 แห่ง คือ บิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส ในผัก 3 ชนิด คือผักกาดขาว ผักคะน้า และผักกะหล่ำปลี โดยทำการเก็บตัวอย่างช่วงเดือน มกราคม 2553 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 18 ตัวอย่าง รวม 54 ตัวอย่างมาวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลรวมถึงองค์ความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าของการทำวิจัยมาเผยแพร่ผ่านทางแผ่นพับให้แก่ประชาชนทั่วไป เพื่อไว้เป็นแนวทางที่จะช่วยให้ประชาชนรู้จักเลือกซื้อผักและเป็นการสร้างความมั่นใจว่าปลอดภัยในการเลือกซื้อผักมาบริโภคด้วย รายละเอียดของวิธีการนำเสนอข้อมูลแสดงในภาคผนวก จ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียม ในผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้าในเขตอำเภอหาดใหญ่ จำนวน 3 แห่ง คือ บิ๊กซี คาร์ฟู โลตัส ในผัก 3 ชนิด คือ ผักกาดขาว ผักคะน้า และผักกะหล่ำปลี โดยทำการเก็บตัวอย่างช่วงเดือน มกราคม 2553 ถึงเดือน พฤษภาคม 2553 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 18 ตัวอย่าง รวม 54 ตัวอย่าง ในการวิเคราะห์ตะกั่วในผักสดและผักปลอดสารพิษ ไม่พบปริมาณตะกั่ว และในการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในผักสดและผักปลอดสารพิษ พบมากที่สุดในผักกาดขาวของผักสดจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 3 ของห้างโลตัสมีปริมาณ 0.228 mg/kg และพบน้อยที่สุดในผักคะน้าของผักปลอดสารพิษจากการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 3 ของห้างบิ๊กซีมีปริมาณ 0.003 mg/kg เมื่อนำปริมาณทองแดงที่ได้มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนักในผักของประเทศอังกฤษ (0.84 mg/kg) พบว่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในผักสดและผักปลอดสารพิษ ไม่พบปริมาณแคดเมียม

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้เมื่อนำปริมาณตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียม ในผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้ามาเปรียบเทียบกับเกณฑ์กำหนดตะกั่วในผักตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย และเปรียบเทียบกับมาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนักในผักของประเทศอังกฤษ พบว่าตัวอย่างผักทั้งหมดมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นจึงพบว่าตัวอย่างผักที่นำมาวิเคราะห์มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค สามารถเลือกซื้อผักสดและผักปลอดสารพิษมารับประทานได้อย่างปลอดภัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการเก็บตัวอย่างผัก 2 ฤดู คือ ฤดูแล้งและฤดูฝน เพื่อศึกษาความแตกต่างปริมาณการตกค้างของโลหะหนักในผักแต่ละฤดู

2. ควรมีการศึกษาปริมาณโลหะหนักในผักที่ผู้คนส่วนใหญ่นิยมบริโภคในชนิดอื่น ๆ อีก เช่น ผักบุ้ง ถั่วงอก และผักกวางตุ้ง เพราะผักเหล่านี้นิยมซื้อมาบริโภคมากเช่นเดียวกัน

3. ควรมีการศึกษาปริมาณโลหะหนักในผักประเภทอื่นที่บริโภคใบ ผล หรือต้น เพื่อศึกษาถึงความแตกต่างของโลหะหนักในส่วนต่างๆ ของผักแต่ละประเภท

4. กระทรวงสาธารณสุขควรมีการกำหนดมาตรฐานโลหะหนักในผักตัวอื่น ๆ เพิ่มขึ้น เพื่อควบคุมติดตามตรวจสอบ และเฝ้าระวังการตกค้างของโลหะหนักในผักให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

บรรณานุกรม

จารี นุ้ยดำ และ อภิชาติ ไหมช่วย. 2548. **การวิเคราะห์ปริมาณ ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม ในทะเลสาบสงขลา บริเวณอู่ต่อเรือ** : กรณีศึกษาอู่ต่อเรือ หมู่ที่ 2 ต.หัวเขา อ.สิงหนคร จังหวัดสงขลา. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

มณีฉัตร นิกรพันธุ์. **กะหล่ำ**.2545. กรุงเทพฯ:โอเดียนสโตร์

ยงยุทธ โอสถสภา. 2546. **ธาตุอาหารพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ระวีวรรณ เฮ้งนุ้ย และอะภิระดี ถิระผะลิกะ. 2548. **การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียมในผักบริเวณตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา** (กรณีศึกษา : หมู่ที่ 5). รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. หน้า 16-27.

วันรุสลัน แวโด. 2550. **การวิเคราะห์ปริมาณ ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม ในทะเลสาบสงขลา บริเวณอู่ต่อเรือ** หมู่ที่ 1 ต.หัวเขา อ.สิงหนคร จังหวัดสงขลา. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

โสภาพรรณ จิรนิรัตศัย. 2534. **ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม สังกะสี ในน้ำและดินตะกอนจากชั้นคุณภาพลุ่มแม่น้ำกลอง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิรดี ณะโมรา และ อุไร หลีโส๊ะ. 2548. **การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว ทองแดง เหล็ก และนิเกิลในดินและผักในจังหวัดสงขลา.** รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

อรรณพ หอมจันทร์. 2535. **ความเป็นพิษของโลหะหนักบางชนิดจากกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อผักคะน้า.** จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารอ้างอิงอิเล็กทรอนิกส์

ออนไลน์เข้าถึงได้จาก http://www.geocities.com [31 มีนาคม 2552]

ออนไลน์เข้าถึงได้จาก http://www.kalathai.com [20 มกราคม 2552]

ออนไลน์เข้าถึงได้จาก http://www.lenntech.com [13 มีนาคม 2552]

ออนไลด์เข้าถึงได้จาก http:www.mweb.co.th [14 มีนาคม 2552]

ออนไลด์เข้าถึงได้จาก http://www.trf.or.th [13 มีนาคม 2552]

ออนไลด์เข้าถึงได้จาก http://www.watsrisukschool.th. [31 มีนาคม 2552]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

มาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนัก

ตารางที่ ก-1 เกณฑ์กำหนดตะกั่วในอาหารตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย

ประเภทอาหาร	เกณฑ์กำหนด (ppm)
ผลไม้	0.1
ผัก	0.1
ธัญพืช	0.2
เนื้อสัตว์ (หมู วัว ไก่)	0.1
เครื่องใน (หมู วัว ไก่)	0.5
ปลา	0.2
กุ้ง	0.5
หอย	1.0
น้ำผลไม้	0.05
ไวน์	0.2
อาหารเด็ก	0.02

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ตารางที่ ก-2 มาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนักในผักของประเทศอังกฤษ

กลุ่มอาหาร	ปริมาณโลหะหนัก (mg/kg)							
	As $*10^{-3}$	Cd $*10^{-3}$	Cr	Cu	Pb $*10^{-3}$	Hg $*10^{-3}$	Ni $*10^{-3}$	Zn
ผักสีเขียว	3	23	0.2	0.84	61	0.4	88	3.9
มันฝรั่ง	2	26	0.1	1.30	3	1.0	62	3.3
ผักอื่นๆ	5	11	0.1	0.91	15	0.6	78	2.4
ผักกระป๋อง	1	6	0.1	1.50	12	0.9	31	4.2
ผลไม้สด	2	2	<0.1	0.94	3	0.6	38	0.9
ผลิตภัณฑ์ผลไม้	2	1	<0.1	0.73	18	0.8	48	0.7

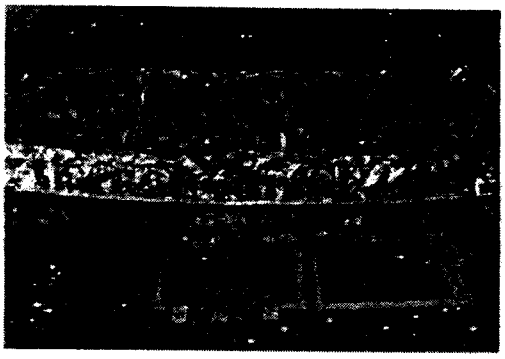
ที่มา :http://ec.europa.eu/food/plant/protection/pesticides/index_en.htm

ภาคผนวก ข

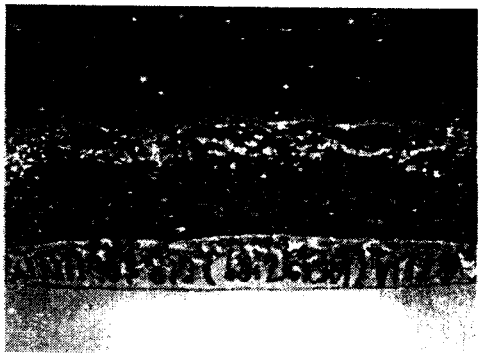
ภาพประกอบการทำวิจัย

ภาพที่ ข-1 การเก็บตัวอย่างผักสด

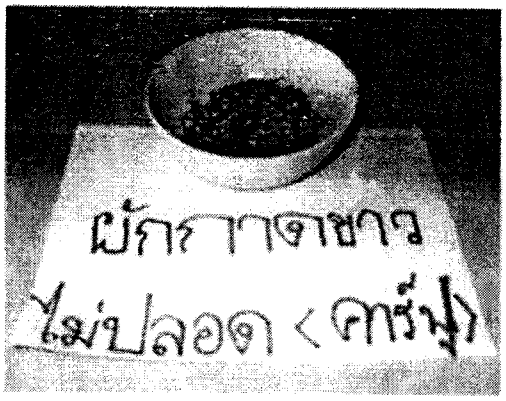
ภาพที่ ข-2 ตัวอย่างผัก



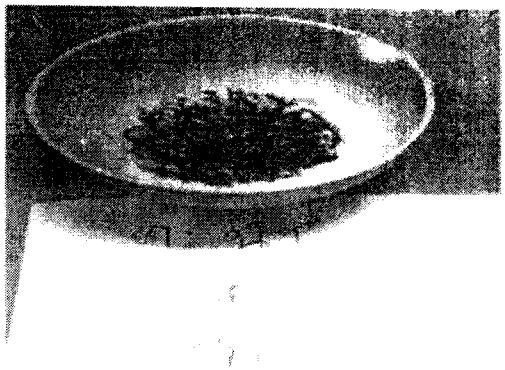
ภาพที่ ข-3 การเตรียมผักสำหรับนำไปย่อย



ภาพที่ ข-4 ตัวอย่างผัก อบที่อุณหภูมิ 95 °C



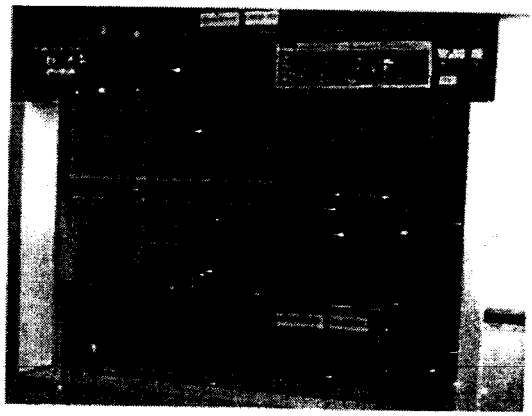
ภาพที่ ข-5 ตัวอย่างผัก เผาที่อุณหภูมิ 750 °C (เถ้าสีขาว)



ภาพที่ ข-6 ตัวอย่างผัก เผาที่อุณหภูมิ 1000°C (เถ้าสีฟ้า)

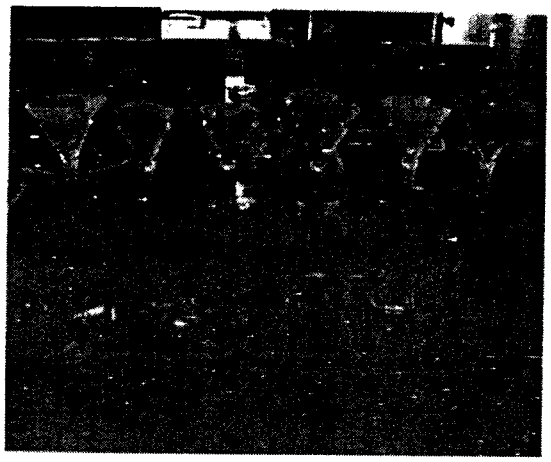
ภาคผนวก ค

ภาพการย่อยตัวอย่าง

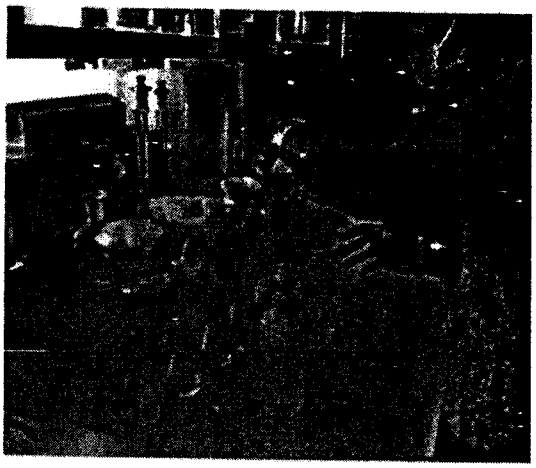


ภาพที่ ค-1 การให้ความร้อนบน water bath

ภาพที่ ค-2 การให้ความร้อนบน water bath จนสารละลายใส ไม่มีสี



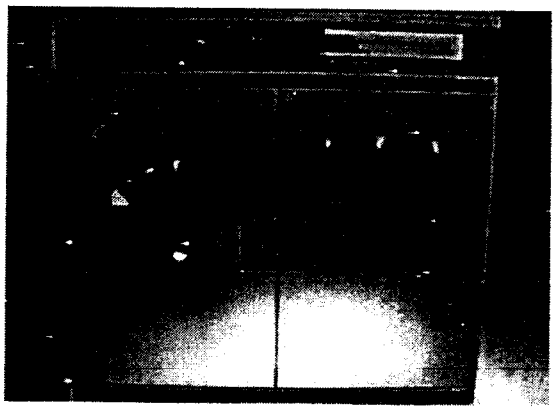
ภาพที่ ค-3 การเตรียมอุปกรณ์สำหรับกรองตัวอย่าง



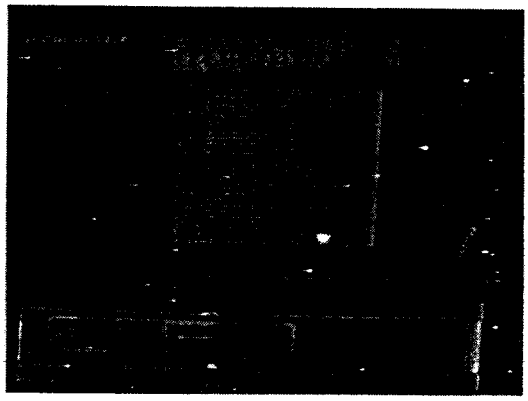
ภาพที่ ค-4 ขั้นตอนการกรองตัวอย่าง

ภาคผนวก ง

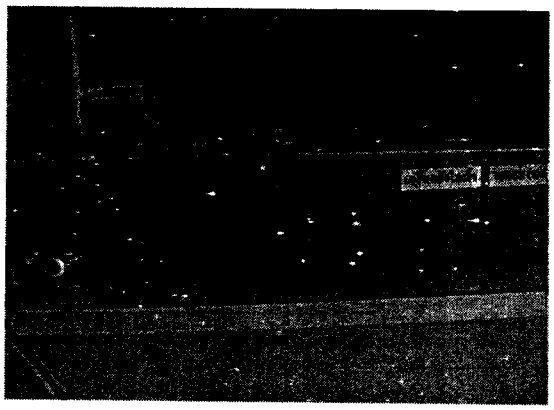
ภาพเครื่องมือการทำวิจัย



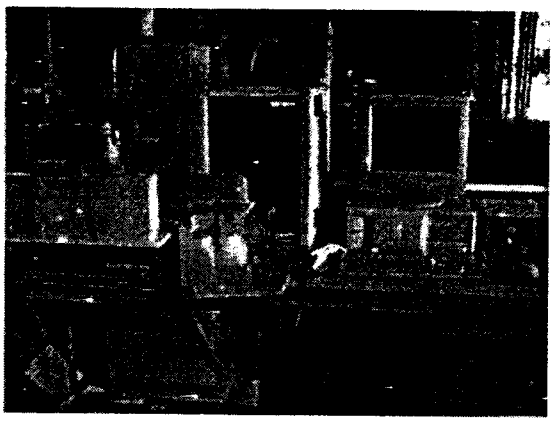
ภาพที่ ง-1 ตู้อบ (hot air oven)



ภาพที่ ง-2 เตาเผาไฟฟ้า (electric furnace)



ภาพที่ ง-3 เครื่องอังไอน้ำ (water bath)



ภาพที่ ง-4 เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)

" วิธีการเลือกซื้อผักที่ปลอดภัย "

การเลือกซื้อผักนั้น นอกจากต้องเลือกซื้อจากแหล่งจำหน่ายที่ไว้ใจได้, และมีตรารับรองคุณภาพและความปลอดภัยแล้ว ความสดของผักก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่คุณไม่ควรมองข้ามเพราะการรับประทานผักที่มีความสดใหม่อยู่จะได้คุณค่ามากกว่าผักที่เริ่มเหี่ยวแห้งแล้วอย่างแน่นอน ซึ่งวิธีการเลือกซื้อผักที่ยังสดใหม่และมีคุณภาพดี คือ

สังเกตบริเวณก้านใบ ก้านดอก หรือโคนต้น ต้องไม่มีสีขาวหรือสีเทา เพราะเป็นสีของเชื้อรา สำหรับผักที่ทานใบ ใบต้องสด ไม่แห้ง ช้ำ เหลือง หรือมีราขึ้น ผักควรมีใบติดแน่นกับโคนต้น ผักที่ทานผล เช่น มะเขือ แตงกวา ให้เลือกที่ขั้วติดแน่น สีสดใหม่ ผิวตึง ไม่แห้ง ไม่แก่หรืออ่อนเกินไป ควรซื้อผักตามฤดูกาลจะได้ผักคุณภาพดี ราคาถูก

แค่นี้ก็เป็นวิธีง่ายๆที่สามารถปฏิบัติกันได้และสามารถได้ผักที่ปลอดภัยจากสารพิษด้วยค่ะ

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียมในผักสดและผักปลอดสารพิษจาห้างสรรพสินค้า

Analysical of Lead Copper and Cadmium in Fresh Vegetable and Organic Vegetable from Department store

จัดทำโดย

นางสาวสุพรรณี กาญจนสิชล

นางสาวอัครีมา แอหลุย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ปัจจุบันผู้คนส่วนใหญ่ในประเทศหันมาบริโภคผักกันมากขึ้น ทั้งในกลุ่มคนที่รักสุขภาพและในกลุ่มผู้หญิงที่กำลังดูแลตัวเองในเรื่องของการลดน้ำหนัก จึงได้เล็งเห็นความสำคัญถึงความปลอดภัยทั้งผักสดและผักปลอดสารพิษที่นำมาบริโค

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ ตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียม ในผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้า

2.เพื่อให้ความรู้และสร้างความมั่นใจแก่ผู้บริโภคในการเลือกซื้อผักรับประทาน

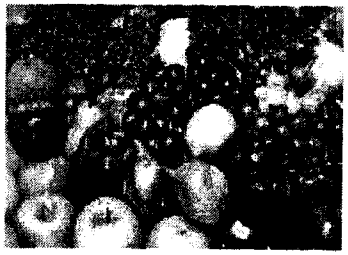
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ทราบปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม ที่ตกค้างในผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้า

2. ผู้บริโภคเกิดความมั่นใจในการเลือกซื้อผักสดและผักปลอดสารพิษจาก ห้างสรรพสินค้ามารับประทาน

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียม ในผักสดและผักปลอดสารพิษจากห้างสรรพสินค้า เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์กำหนดตะกั่วในอาหารตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทยและมาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนักในผักของประเทศอังกฤษ พบว่าตัวอย่างผักทั้งหมดมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดทั้ง 2 มาตรฐาน



เกร็ดสาระ ดี ๆ เอามาฝาก ?

เป็นที่รู้กันดีว่า “ผัก” มีประโยชน์ต่อร่างกายมากมายแค่ไหนนอกจากช่วยในเรื่องของการขับถ่ายแล้ว วิตามิน แร่ธาตุ และสารอาหารอื่นๆ อีกมากมาย ในผักล้วนช่วยเสริมสร้างร่างกายให้มีสุขภาพดีทั้งสิ้น

ระยะหลังนี้ คนเราหันมาเอาใจใส่ดูแลสุขภาพกันมากขึ้น ความต้องการในการบริโภคผักให้ได้ประโยชน์มากที่สุดนั้นจะต้องระมัดระวังเรื่องของสารพิษตกค้างในผักด้วย โดยเฉพาะเด็กเล็กๆ และคุณแม่ตั้งครรภ์ที่ควรรับประทานอาหารที่สะอาดและปลอดภัย