การปนเปื้อนโลหะหนัก จุลินทรีย์ และอะฟลาทอกซินในสมุนไพรจีน ที่ใช้บ่อยในประเทศไทย

Contamination of heavy metal, microorganisms and aflatoxin in Chinese herbs mainly used in Thailand

วัชรินทร์ รังษีภาณุรัตน์
พัชรี กัมมารเจษฎากุล
อิสยา จันทร์วิทยานุชิต
พรทิพย์ พึ่งม่วง
สมหญิง งามอุรุเลิศ
เมธี ศรีประพันธ์
สุชาดา ยางเอน
วีรชัย สุทธิธารธวัช

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ปีการศึกษา 2556

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิชาจุลชีววิทยาคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ และคณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ที่สนับสนุนทั้งทางด้านแรงกายและแรงใจจนทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY
華僑崇聖大學

ชื่อเรื่อง การปนเปื้อนโลหะหนัก จุลินทรีย์ และอะฟลาทอกซินในสมุนไพรจีนที่ใช้บ่อยในประเทศไทย

ผู้วิจัย วัชรินทร์ รังษีภาณุรัตน์ พัชรี กัมมารเจษฎากุล อิสยา จันทร์วิทยานุชิต พรทิพย์ พึ่งม่วง สมหญิง งามอุรุเลิศ เมธี ศรีประพันธ์ สุชาดา ยางเอน วีรชัย สุทธิธารธวัช

สถาบัน มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ปีที่พิมพ์ 2558

สถานที่พิมพ์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

แหล่งเก็บรายงานฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

จำนวนหน้างานวิจัย 55 หน้า

คำสำคัญ โลหะหนัก จุลินทรีย์ อะฟลาทอกซิน สมุนไพรจีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

บทคัดย่อ

สมุนไพรจีนเป็นการแพทย์แผนทางเลือกที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบันแต่ยังขาดข้อมูลความปลอดภัยในการบริโภค งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนัก จุลินทรีย์ และอะฟลาทอกซินในสมุนไพรจีนที่ใช้บ่อยในประเทศไทย 5 ชนิด รวม 25 ตัวอย่าง ได้แก่ หวงฉี ตังกุย โก่วฉีจื่อ ซานเย่า ต้าจ่าว โดยตรวจหาโลหะหนัก ได้แก่ สารหนู แคดเมียม และตะกั่วโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ จุลินทรีย์ทั้งหมด ได้แก่ จำนวนแบคทีเรียแอโรบส์ จำนวนเชื้อยีสต์และรา แบคทีเรียก่อโรค ได้แก่ *Staphylococcus aureus, Salmonella* spp. และ *Clostridium* spp. โดยวิธีทางจุลชีววิทยา รวมถึงอะฟลาทอกซินโดยวิธี ELISA ผลพบว่าสมุนไพรจีน 16 ตัวอย่างจาก 25 ตัวอย่างมีค่าการปนเปื้อนของโลหะหนัก จำนวนแบคทีเรียแอโรบส์ จำนวนเชื้อยีสต์และราต่ำกว่าเกณฑ์ของแต่ละมาตรฐาน และไม่พบเชื้อ *S. aureus* และ *Salmonella* spp. คิดเป็นร้อยละ 64.0 และค่าการปนเปื้อนสูงกว่าเกณฑ์ทางจุลชีววิทยา โดยพบเชื้อ *Clostridium* spp. ปนเปื้อน 9 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 36.0 ดังนั้นผู้บริโภคและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรให้ความสำคัญกับปัญหานี้และดำเนินการแก้ไขอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องเพื่อความปลอดภัยต่อไป

Research title Contamination of heavy metal, microorganisms and aflatoxin in Chinese herbs mainly used in Thailand

Researchers Watcharin Rangsipanuratn, Patcharee Kammarnjassadakul, Isaya Janwithayanuchit, Porntip Paungmoung, Somying Ngamurulert, Methee Sriprapan, Suchada Yangen, Veerachai Soottitantawat

Institution Hauchiew Chalermprakiet University

Year of Publication 2015

Publisher Hauchiew Chalermprakiet University

Source Hauchiew Chalermprakiet University

No. of Pages 55 pages

Keywords heavy metal, microorganisms, aflatoxin, Chinese herbs

Copyright Hauchiew Chalermprakiet University

ABSTRACT

The increasing popularity use of Chinese herbs as an alternative medicine has sparked an interest in understanding their safety. This study aimed to detect heavy metal, microorganisms and aflatoxin contamination in Chinese herbs mainly used in Thailand. Five commonly consumed Chinese herbs, Milkvetch root (*Astragalus membranaceus* (Fisch) Bge. var. mongholicus (Bge.) Hsiao), Chinese Angelica (*Angelica sinensis* (Oliv.) Diels), Goji Berry (*Lycium barbarum* L.), Chinese yam (*Dioscorea opposita* Thunb.) and Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) were evaluated in this study. Detections of heavy metal (arsenic, lead, cadmium), microorganisms (total viable count ; total aerobic microbial count, total yeast and mold count) pathogenic bacteria (*Staphylococcus aureus, Salmonella* spp., *Clostridium* spp.) and aflatoxin contamination were conducted with atomic absorption spectrophotometer, microbiological procedure and ELISA, respectively. Sixteen samples from 25 samples (64.0%) passed the acceptable limits of each standard criteria. Nine samples (36.0%) failed compared to the microbiological criteria because of *Clostridium* spp. contamination. The amounts of total aerobic microbial count, total yeast and mold count, aflatoxin and heavy metals were detected

under acceptable limit whereas *Salmonella* and *S. aureus* were not found in any samples. Therefore, consumer and related organizations should pay more attention and solve this problem systematically and continually for safety improvement.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
สมมติฐานของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	28
บทที่ 4 ผลการวิจัย	34
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	42
บรรณานุกรม	47
ภาคผนวก	51
ประวัติย่อผู้วิจัย	53

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY 華僑崇聖大學

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 เกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนัก เชื้อจุลินทรีย์ และอะฟลาทอกซินในยาเตรียมสมุนไพร 30

4.1 สรุปผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด 35

4.2 ผลการตรวจวิเคราะห์โลหะหนักที่ปนเปื้อนในสมุนไพรจีน 5 ชนิด จำแนกตามร้านจำหน่าย 36

4.3 ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารหนู จำแนกตามตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด 37

4.4 ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียม จำแนกตามตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด 37

4.5 ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว จำแนกตามตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด 37

4.6 ผลการตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในสมุนไพรจีน 5 ชนิด 38

4.7 ผลการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียแอโรบส์ จำแนกตามตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด 39

4.8 ผลการตรวจวิเคราะห์เชื้อยีสต์และรา จำแนกตามตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด 39

4.9 ผลการตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Clostridium* spp. จำแนกตามตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด 39

4.10 ผลการตรวจวิเคราะห์อะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในสมุนไพรจีน 5 ชนิด 40

4.11 ผลการตรวจวิเคราะห์อะฟลาทอกซินจำแนกตามตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด 41

HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย

ปัจจุบันประชาชนได้หันมาสนใจในการรักษาโรคด้วยสมุนไพรกันมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมุนไพรจีน ทำให้มีผลิตภัณฑ์สมุนไพรจีนออกมาจำหน่ายในท้องตลาดกันอย่างแพร่หลาย ในรูปแบบของยาต้ม ยาดองเหล้า ยาน้ำเชื่อม ยาลูกกลอน ยาเม็ด ยาอม ซึ่งผู้ผลิตส่วนใหญ่ยังไม่ได้ให้ความสำคัญกับการควบคุมคุณภาพมากนัก การควบคุมคุณภาพของสมุนไพรจีนนั้นประกอบด้วย การตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์ (identification) การตรวจสอบหาปริมาณ (quantitative determination) การทดสอบหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ (microbial contamination) สารพิษจากเชื้อรา (mycotoxin) และการทดสอบหาสารปนเปื้อนจำพวกโลหะหนัก (heavy metal) ซึ่งอาจปนเปื้อนมาจากกระบวนการปลูก การเก็บเกี่ยว การขนส่งและกระบวนการผลิต ซึ่งสารเหล่านี้อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้แม้จะมีอยู่ในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ตาม ถ้าผู้บริโภคได้รับเป็นเวลานาน ตัวอย่างเช่น กลุ่มโลหะหนัก ประเภทสารหนูเป็นสาเหตุของอาการตับแข็ง ตับอักเสบ มะเร็งที่ผิวหนังและอวัยวะภายใน ตะกั่วทำให้กล้ามเนื้ออ่อนแรง ทำลายเนื้อเยื่อสมอง ไตพิการ ปวดท้องรุนแรง และแคดเมียมก่อให้เกิดอาการปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ ทำลายตับและไต เชื้อจุลินทรีย์กลุ่ม *Staphylococcus aureus* ก่อโรคอาหารเป็นพิษ *Salmonella* และ *Clostridium* spp. ก่อโรคติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร และสารพิษจากรา เช่น อะฟลาทอกซินก่อโรคมะเร็งตับ เป็นต้น

รายงานการปนเปื้อนสารจำพวกโลหะหนักในสมุนไพรจีนนั้นมีบทความออนไลน์โดยสัญญา หกพุดชา เรื่อง Toxic contaminants in Chinese Patent medicines (สัญญา หกพุดชา. 2556 : ออนไลน์) ที่ได้นำบทสรุปงานวิจัยของ Jake Paul Fratkin, Richard Ko, Pharm. D. และ Alice Au. สถาบัน California Department of Health Services สาขาอาหารและยา เรื่องการตรวจสอบหาสารจำพวกโลหะหนักที่ปนเปื้อนและยาแผนปัจจุบันที่ผสมลงในผลิตภัณฑ์สมุนไพรจีน โดยใช้วิธี Atomic absorption analysis และ Gas chromatography mass spectroscopy (GC-MS) จำนวน 261 ตัวอย่าง พบว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีการปนเปื้อนร้อยละ 15-25 และพัชราภรณ์ ภู่ไพบูลย์ และคณะ (2553 : ออนไลน์) รายงานผลการศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในยาสมุนไพรไทย จำนวน 86 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนตะกั่ว และ/หรือแคดเมียมร้อยละ 48.8

ในประเทศไทยมีรายงานการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในสมุนไพรจีนน้อยมาก แต่มีรายงานปนเปื้อนจุลินทรีย์ในสมุนไพรไทย ได้แก่ รายงานของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 4 สมุทรสงครามที่รายงาน

ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างสมุนไพรในโครงการคุณภาพสมุนไพรไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 – 2551 ทั้งที่เป็นวัตถุดิบสมุนไพร ผงสมุนไพร ยาแคปซูลสมุนไพร และชาชงสมุนไพร จำนวน 1,904 ตัวอย่าง ตรวจพบสมุนไพรที่มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด 996 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 52.3 นอกจากนี้ ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพสมุนไพรของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 1-14 ในช่วงปี พ.ศ.2550-2552 พบว่า ตัวอย่างสมุนไพรไทย 436 ตัวอย่าง ตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด จำนวน 124 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 28.44 ตัวอย่างสมุนไพรที่ตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนดนั้น บางส่วนยังตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *Clostridium* spp. และ *Clostridium perfringens* (ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 4 : ออนไลน์)

จากข้อมูลรายงานผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพยาจากสมุนไพรในปีพ.ศ. 2544 - 2546 ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 1 เชียงใหม่ จำนวน 437 ตัวอย่าง ตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ 213 ตัวอย่าง (ร้อยละ 58.0) โลหะหนัก 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 5.1) (กันยารัตน์ ชลสิทธิ์. 2547 : อ้างถึงใน นันทนา กลิ่นสุนทร. 2557 : 1) และจากการสำรวจปริมาณเชื้อ *Clostridium perfringens* ในยาแผนโบราณ ของสำนักยาและวัตถุเสพติด ในช่วงเดือนมกราคม 2549 - มิถุนายน 2550 จำนวน 660 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนเชื้อ *Clostridium perfringens* 146 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 22.1 (ลัดดา พูลสวัสดิ์. 2550 : อ้างถึงใน นันทนา กลิ่นสุนทร. 2557 : 1) จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่ามีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและโลหะหนักเกินเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน

อะฟลาทอกซิน (aflatoxin) เป็นสารพิษที่สร้างโดยเชื้อราที่สำคัญคือ *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* (อนงค์ บิณฑวิหค. 2546 : 35) พบมากในเมล็ดธัญพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าว ข้าวสาลี ถั่วลิสง พริก เครื่องเทศ สมุนไพร และในผลิตภัณฑ์แปรรูปแทบทุกชนิดที่ใช้วัตถุดิบจากผลิตผลเกษตรที่มีเชื้อราชนิดนี้ปนเปื้อนอยู่ก่อน อะฟลาทอกซินที่พบตามธรรมชาติมีอยู่ 4 ชนิดคือ B1, B2, G1 และ G2 โดย B1 จะมีความเป็นพิษสูงสุด รองลงมาได้แก่ B2, G1 และ G2 ตามลำดับ อะฟลาทอกซินพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1960 มีความสำคัญเกี่ยวกับสุขภาพของมนุษย์โดยตรง และปัญหาทางการค้าและการเกษตร เนื่องจากเป็นสารที่มีความเป็นพิษรุนแรงเพราะเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen) สารก่อวิรูปหรือก่อให้เกิดความผิดปกติของการพัฒนาการร่างกายทารกในครรภ์ (teratogen) และเป็นสารก่อกลายพันธุ์ (mutagen) ในปัจจุบันสถาบันวิจัยมะเร็งนานาชาติ (International Agency for Research on Cancer; IARC) ได้จัดอะฟลาทอกซินเป็นสารก่อมะเร็งกลุ่มที่ 1 (ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์) ส่วนองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO)

ร่วมกับองค์การอนามัยโลก (WHO) ออกประกาศในปี พ.ศ. 2540 ระบุให้อะฟลาทอกซินเป็นสารก่อมะเร็งในตับชนิดร้ายแรง(โสภณ วงศ์แก้วและสนั่น จอกลอย. 2554 : 4)

ในประเทศไทยมีการตรวจพบอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทยเช่นกัน ดังรายงานการวิจัยของสุบุญญา หุดังคบดี (2544 : 35-41) ทำการตรวจหาอะฟลาทอกซินจากผลิตภัณฑ์อาหารและยาสมุนไพร 27 ชนิด รวม 743 ตัวอย่าง ที่แปรรูปเป็นแบบผงเครื่องดื่ม เม็ด ถุงชง และแคปซูล มีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินร้อยละ 40, 60, 91.69 และ 85.29 ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์แบบผงเครื่องดื่มมีการปนเปื้อนปริมาณต่ำสุดคือ 0-30 พีพีบี (ppb) ขณะที่ผลิตภัณฑ์ชนิดถุงชง และแคปซูลมีการปนเปื้อนสูง 4-431 พีพีบี และตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เก็บจากชุมชนขององค์การอาหารและยาทั่วประเทศ 279 ตัวอย่าง พบว่าผลิตภัณฑ์จากภาคกลางมีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินสูงสุดคือร้อยละ 98.18 ผลการตรวจหาเชื้อราปนเปื้อนจากผลิตภัณฑ์สมุนไพร 408 ตัวอย่าง พบ *Aspergillus flavus* ปนเปื้อนร้อยละ 34.28

ปัจจุบันประชาชนมีความสนใจดูแลสุขภาพโดยการใช้การแพทย์ทางเลือก (alternative medicine) มากขึ้น แนวทางหนึ่งที่นิยมคือ การรักษาโดยศาสตร์การแพทย์แผนจีนได้แก่ การใช้ยาสมุนไพรจีนซึ่งมีการใช้ในรูปแบบของยาต้ม ยาเม็ด ยาแคปซูลหรือยาลูกกลอน โดยยาเม็ด ยาแคปซูลหรือยาลูกกลอนจะเป็นรูปแบบที่ไม่ผ่านความร้อน ดังนั้นหากมีการบริโภคยาสมุนไพรจีนที่มีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียก่อโรค สารอะฟลาทอกซิน รวมทั้งโลหะหนัก เช่น สารหนู แคดเมียม หรือตะกั่ว เข้าไปจะก่อให้เกิดอันตรายแก่ร่างกายได้ ประกอบกับข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพของสมุนไพรจีนในประเทศไทยมีน้อยมาก คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาคุณภาพของสมุนไพรจีนที่ใช้บ่อยในประเทศไทย 5 ชนิด ได้แก่ หวงฉี ตังกุย โก่วฉีจื่อ ซานเย่า และต้าจ่าวโดยการตรวจหาการปนเปื้อนโลหะหนัก จุลินทรีย์ และอะฟลาทอกซิน เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญในการบ่งชี้คุณภาพของสมุนไพรจีนอันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพของสมุนไพรจีนให้ได้มาตรฐานต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อตรวจหาโลหะหนัก จุลินทรีย์ (แบคทีเรียและเชื้อรา) และอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในสมุนไพรจีนที่ใช้บริโภคบ่อยในประเทศไทย 5 ชนิด

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษานี้จะเป็นการตรวจหาโลหะหนัก จุลินทรีย์ และอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในสมุนไพรจีนที่ใช้บริโภคบ่อยในประเทศไทย 5 ชนิด ได้แก่ หวงฉี ตังกุย โก่วฉีจื่อ ซานเย่า และต้าจ่าว โดยใช้เกณฑ์ข้อบังคับสำหรับการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และโลหะหนักในยาเตรียมสมุนไพร (ตำรา

ยาของประเทศไทยและตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย อ้างถึงใน นันทนา สิทธิชัย. 2547 : 31) และประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน

สมมติฐานของการวิจัย

สมุนไพรจีนทั้ง 5 ชนิดอาจไม่มีหรือมีการปนเปื้อนโลหะหนัก จุลินทรีย์ และอะฟลาทอกซินต่ำกว่าหรือสูงกว่า เมื่อเทียบกับเกณฑ์การปนเปื้อนของโลหะหนัก จุลินทรีย์และอะฟลาทอกซินในยาเตรียมสมุนไพร (ตำรายาของประเทศไทย และตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย อ้างถึงใน นันทนา สิทธิชัย. 2547 : 31) และประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพของสมุนไพรจีนทางด้านการปนเปื้อนโลหะหนัก จุลินทรีย์ และอะฟลาทอกซิน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพของสมุนไพรจีนต่อไป

HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY 華僑崇聖大學

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมุนไพร ตามพระราชบัญญัติยาหมายถึง หมายถึง ยาที่ได้จากพืช สัตว์ และแร่ ซึ่งยังมิได้มีการผสมปรุง หรือแปรสภาพ (ยกเว้นการทำให้แห้ง) เช่นพืช ก็ยังคงเป็นต้น ใบ ดอก ผล ฯลฯ ยังมิได้ผ่านขั้นตอนการแปรรูปใดๆ เช่น การหั่น การบด การกลั่น การสกัดแยก รวมทั้งการผสมกับสารอื่นๆ แต่ในทางการค้า สมุนไพรมักจะถูกดัดแปลงในรูปแบบต่างๆ เช่นถูกหั่นเป็นชิ้นเล็กลง บดให้เป็นผง อัดให้เป็นแท่ง หรือปอกเปลือกออก เป็นต้น เมื่อพูดถึง สมุนไพร คนทั่วๆ ไป มักจะนึกถึงเฉพาะพืชที่นำมาใช้ประโยชน์ในทางยา ทั้งนี้ เพราะสัตว์และแร่มีการใช้น้อย จะใช้เฉพาะในโรคบางชนิดเท่านั้น(วันดี กฤษณพันธ์. 2537 : 1)

ปัจจุบันการแพทย์แผนจีนเป็นที่ยอมรับมากขึ้นทั้งในวงการแพทย์แผนปัจจุบันและการแพทย์ทางเลือก ยาสมุนไพรจีนจึงมีบทบาทโดดเด่นในการปรับสมดุลยินยาง ยาสมุนไพรจีนมีลักษณะเด่นคือจะประกอบด้วยสมุนไพรจีนหลายชนิด ส่วนใหญ่มาจากพืช โดยที่ใช้บริโภคบ่อยในประเทศไทยมี 5 ชนิด ได้แก่ หวงฉี ตังกุย โก่วฉีจื่อ ซานเย่า และต้าจ่าว

1. หวงฉี (มิ่งมิตร นวรัตน์. 2542 : 69, เกียรติ์พสุธาร. 2543 : ออนไลน์, ภาสกิจ วัณนาวิบูล. 2555 : 113)

ชื่ออื่น อี้งคี้ ปักคี้

ชื่ออังกฤษ Milkvetch Root

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Astragalus membranaceus* (Fisch) Bge. var. monglolicus (Bge.) Hsiao *Astragalus membranaceus* (Fisch) Bge.

วงศ์ วงศ์ถั่ว (Fabaceae หรือ Leguminosae)

ส่วนที่ใช้ทำยา ราก

ฤทธิ์และรส รสหวาน ฤทธิ์อุ่นเล็กน้อย

สารที่พบ น้ำตาลซูโครส กลูโคส กรดอะมิโนหลายชนิด มิวซิน โคลีน บีเทน กรดฟอลิก

สรรพคุณตามตำราการแพทย์แผนจีน

บำรุงหัวใจ บำรุงเลือดลม เสริมภูมิต้านทานโรค เสริมสร้างกล้ามเนื้อ แก้อาการหน้าซีด หอบอ่อนล้าไม่มีเรี่ยวแรง ระงับเหงื่อ ขับปัสสาวะ ดากหลุด มดลูกหลุด ท้องร่วง บวมน้ำ ไตอักเสบเรื้อรัง เบาหวานและแผลได้ผลดี เพราะช่วยขับหนอง โดยเฉพาะแผลเรื้อรังในช่องปาก และเหมาะ

อย่างยิ่งสำหรับใช้บำรุงร่างกายในคนชราและผู้ที่มีร่างกายอ่อนแอ เพราะช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของน้ำในร่างกาย และลดความดันโลหิตได้ โดยใช้หวงฉีเล็กน้อยชงน้ำดื่ม หวงฉีเป็นยาจีนบำรุงตัวหนึ่งที่นิยมกันมาก เพราะตำราเภสัชศาสตร์ของจีนได้จัดหวงฉีไว้ใน ทำเนียบยาดีไม่แพ้โสม โดยระบุไว้ว่า “หวงฉีเป็นยาบำรุงภายนอก ส่วนโสมเป็นยาบำรุงภายใน” ดังนั้นหากใช้ร่วมกับโสมจะช่วยบำรุงร่างกายได้อย่างสมบูรณ์ และได้สรรพคุณดีมากด้วย เนื่องจากวิธีปรุงที่ไม่เหมือนกัน เช่น อบ ตากแห้ง รมควัน จึงทำให้หวงฉีออกฤทธิ์ต่างกัน เช่น หวงฉีสดจะสร้างเนื้อเยื่อบำบัดอาการที่เห็นภายนอก ส่วนหวงฉีรมควันจะใช้บำรุงอวัยวะภายใน เป็นต้น

ขนาดและวิธีที่ใช้

ส่วนใหญ่ใช้เป็นรูปแบบยาต้ม ใช้น้ำหนักครั้งละ 10-30 กรัม หรืออาจใช้ปริมาณสูง 30-60 กรัม นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในรูปแบบยาเม็ด ยาลูกกลอน ยาผง ยาผงบรรจุแคปซูล ยาชงน้ำร้อนดื่มแบบชา และยาดองเหล้า

2. ตังกุย (มิ่งมิตร นวรัตน์. 2542 : 12-14, สุดารัตน์ หอมหวล. 2543 : ออนไลน์, ภาสกิจ วัณนาวิบูล. 2555 : 115)

ชื่ออื่น โกฐูเชียง

ชื่ออังกฤษ Chinese Angelica

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels

วงศ์ วงศ์ผักชี (Umbelliferae)

ส่วนที่ใช้ทำยา ราก

รสและฤทธิ์ รสหวาน เผ็ด ฤทธิ์อุ่น

สรรพคุณตามตำราการแพทย์แผนจีน

เป็นยาบำรุงเลือด ปรับการไหลเวียนของเลือดให้ปกติ ปรับประจำเดือนให้ปกติ แก้อาการปวดประจำเดือน ประจำเดือนมามาก ประจำเดือนมาน้อย มีเลือดตกค้าง เลือดจาง สีหน้าเหลืองซีด วิงเวียนศีรษะ ตาลาย ใจสั่น ปวดเมื่อยเอว ป้องกันอาการท้องผูก ชะลอความชรา เป็นยาที่เหมาะกับสตรีทั้งก่อนและหลังคลอด

ขนาดและวิธีที่ใช้

ส่วนใหญ่ใช้เป็นรูปแบบยาต้ม ใช้น้ำหนักครั้งละ 6-12 กรัม นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในรูปแบบยาเม็ด ยาลูกกลอน ยาผง ยาผงบรรจุแคปซูล ยาดองเหล้า หรืออาจใช้ตังกุยต้มกับไข่ไก่เป็นอาหารเสริมเพื่อบำรุงเลือด

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY 華僑崇聖大學

ข้อห้ามใช้ ข้อควรระวัง และอาการข้างเคียง

สตรีมีครรภ์หรือให้นมบุตร หรือผู้ที่ระบบขับถ่ายไม่ดี ท้องเสียบ่อย ร้อนใน อาเจียนเป็นเลือด ไม่ควรรับประทาน

3. โก่วฉีจื่อ (มิ่งมิตร นวรัตน์. 2542 : 34-36, PrincessFangy 2556 : ออนไลน์, ภาสกิจ วัณนาวิบูล. 2555 : 73)

ชื่ออื่น ฮ่วยกี้ เก๋ากี้ เก๋าคี้

ชื่ออังกฤษ Wolfberry , Goji , Goji Berry

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lycium barbarum* L., *Lycium chinense* Mill.

วงศ์ วงศ์มะเขือ (Solanaceae)

ส่วนที่ใช้ทำยา ผลสุก

รสและฤทธิ์ รสหวาน ฤทธิ์กลาง

สรรพคุณตามตำราการแพทย์แผนจีน(PrincessFangy 2556 : ออนไลน์)

โก่วฉีจื่อได้รับการขึ้นทะเบียนในหนังสือแพทย์แผนจีนร่วมสมัย The Pharmacopoeia of the People's Republic of China ที่ออกโดยกระทรวงสาธารณสุขจีนและเป็นยอมรับว่าเป็นสมุนไพรที่ใช้เป็นยาบำรุงร่างกายในวงกว้าง มีสรรพคุณ ได้แก่

1.ทำให้ระบบการทำงานของร่างกายสมบูรณ์ขึ้น เพราะมีสารต่างๆ ซึ่งทำหน้าที่เหมือนโมเลกุลหลักในร่างกาย เมื่อเกิดการทำงานร่วมกันแล้วจะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม และนำพาคำสั่งต่างๆ ที่เซลล์ของร่างกายใช้ในการติดต่อสื่อสารถึงกันได้ครอบคลุมทุกระบบ ทำให้ระบบต่างๆในร่างกายทำงานสัมพันธ์กันได้ดี ซึ่งจะช่วยบำรุงร่างกายให้แข็งแรง แก้อาการอ่อนเพลีย เพิ่มภูมิคุ้มกันโรค ช่วยให้หัวใจแข็งแรง ช่วยสร้างเม็ดเลือดที่แข็งแรงเพิ่มขึ้น เพิ่มสมรรถภาพทางเพศ ช่วยระบบเจริญพันธุ์ ลดอาการอักเสบของโรคไขข้ออักเสบ เพิ่มความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อ และกระดูก ช่วยให้เหงือกแข็งแรง ปรับปรุงระบบการย่อย ลดความเครียด อาการปวดศีรษะ แก้อาการวิงเวียนศีรษะ ช่วยในการนอนหลับ ช่วยในเรื่องความจำ ทำให้รู้สึกสดชื่น บรรเทาอาการนอนไม่หลับ ปรับปรุงคุณภาพของการนอน ช่วยให้การออกกำลังกายได้นานขึ้น ช่วยขจัดความเมื่อยล้าและความเฉื่อยชา

2. ใช้รักษาอาการทางด้านสายตา จากงานวิจัยพบว่าเมล็ดโก่วฉีจื่อมีสารซีซานทีน (zeaxanthin) และลิวทีน (lutein) สูงมาก สารดังกล่าวเป็นสารจำพวกแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ที่ช่วยป้องกัน ช่วยปรับสภาพแสง และกรองแสงสีน้ำเงินที่เข้าสู่ตาที่มีอันตรายต่อตา ป้องกันการ

เสื่อมของเลนลูกนัยน์ตาและจอภาพเรตินาจากอนุมูลอิสระได้ ช่วยรักษาโรคตาบอดกลางคืน ช่วยบำรุงสายตาทำให้การมองเห็นเป็นปกติ นอกจากนี้ผลโก่วฉีจื่อยังมีเบต้าแคโรทีนสูง ซึ่งเบต้าแคโรทีนเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ และจะถูกเปลี่ยนไปเป็นวิตามินเอจากเอนไซม์ที่ตับ ซึ่งวิตามินเอมีประโยชน์ในการช่วยบำรุงสายตา และแก้โรคตามัวตอนกลางคืน (night blindness) หากร่างกายขาดวิตามินเอจะทำให้มองเห็นได้ยากในเวลากลางคืนหรือในที่แสงสว่างน้อย เยื่อบุตาแห้ง กระจกตาเป็นแผล ในกรณีที่ร่างกายขาดวิตามินเออย่างรุนแรงอาจทำให้ตาบอดได้

3. เพิ่มระบบภูมิคุ้มกันให้แข็งแรง ในผลโก่วฉีจื่อมีสารพอลิแซคคาไรด์ (polysaccharides) ที่ช่วยกระตุ้นให้เซลล์เม็ดเลือดขาว (T & B lymphocyte) ทำงานได้ดีขึ้น สร้างความแข็งแรงของเม็ดเลือด ป้องกันการเกิดโรคภูมิแพ้ มีสารพวกฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ที่ช่วยป้องกันเม็ดเลือดแดงไม่ให้อนุมูลอิสระมาทำลาย และช่วยกระตุ้นไขกระดูกสร้างเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือดได้

4. มีวิตามิน B1, B2, C และสารฟลาโวนอยด์ในปริมาณที่สูง ช่วยต้านอนุมูลอิสระโดยไปกระตุ้นการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในร่างกายให้ทำงานต้านอนุมูลอิสระได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งการกำจัดอนุมูลอิสระจะช่วยปกป้องผนังเซลล์ในร่างกาย ช่วยดูแลเรื่องผิวพรรณชะลอความชรา กระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต โดยต่อมใต้สมอง (human growth hormone)

5. ช่วยต่อต้านมะเร็งและสามารถหยุดการเติบโตของเซลล์มะเร็ง ลดความเสี่ยงต่อภาวะมะเร็ง อนุมูลอิสระในผลช่วยทำลายป้องกันการเกิดเซลล์มะเร็ง ทั้งยังพบว่าเบต้าแคโรทีนสามารถช่วยกระตุ้นเซลล์ภูมิต้านทานในร่างกายให้ทำงานต้านสิ่งแปลกปลอมได้ดีขึ้น ซึ่งให้ผลดีกับผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง

6. ลดระดับน้ำตาลในเลือดผู้เป็นเบาหวาน ลดคอเลสเตอรอล ลดความดันโลหิต ยับยั้งการเกิดไขมันอุดตันในเส้นเลือด ช่วยให้หัวใจแข็งแรง เพิ่มสมรรถภาพทางเพศ ทำให้หัวใจแข็งแรงขึ้น เพราะมีสารพวกไซเพอโรน (cyperone) ซึ่งมีผลดีต่อหัวใจและความดันเลือด สารแอนโทไซยานินส์ (anthocyanins) ช่วยให้หลอดเลือดแข็งแรง สารเบต้า-ไซโตสเตอรอล (beta-sitosterol) ซึ่งสามารถช่วยรักษาระดับคอเลสเตอรอลที่ดีต่อร่างกาย ให้อยู่ในปริมาณสูง มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงช่วยป้องกันไม่ให้คอเลสเตอรอลถูกเติมออกซิเจนและเกิดเป็นคราบอุดตันในเส้นเลือด นอกจากนี้ยังมีสารฟลาโวนอยด์ที่ช่วยทำให้หลอดเลือดขยายตัว ช่วยยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ที่ทำให้เกิดโรคหัวใจเนื่องจากเส้นเลือดตีบ

7. เพิ่มความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อและกระดูก ช่วยให้เหงือกแข็งแรง

8. ช่วยบรรเทาโรคเกี่ยวกับไทรอยด์

9. ส่งเสริมให้การทำงานของตับเพราะมีซีรีโบรไซด์ (cerebroside) ที่ช่วยส่งเสริมการทำงานของตับให้เป็นปกติ

10. ส่งเสริมให้การทำงานของไตให้เป็นปรกติ

11. ช่วยกระตุ้นให้เซลล์ในกระเพาะอาหารทำงานได้เป็นปกติ ทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยและการดูดซึมสารอาหารดีขึ้น

12. มีบีเทนที่ช่วยให้เกิดการสร้างสารคอลีน (choline) ซึ่งเป็นสารประกอบที่ช่วยเสริมความจำให้ดีขึ้น ช่วยให้ร่างกายปรับตัวเพื่อควบคุมความกังวลและความเครียดให้ลดลงอยู่ในสภาวะปกติ ด้วยเหตุนี้โก่วฉีจื่อจึงมีชื่อเรียกอีกอย่างว่า แฮปปี้เบอร์รี่ (happy berry) หมายถึงทำให้มีอารมณ์ที่สดชื่นแจ่มใส

13. ช่วยระบบเจริญพันธุ์ ช่วยเพิ่มฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (testosterone) ในเลือดทำให้มีความต้องการทางเพศมากขึ้นทั้งในผู้ชายและผู้หญิง

ขนาดและวิธีที่ใช้

รูปแบบยาต้มใช้น้ำหนักครั้งละ 6-12 กรัม นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในรูปแบบยาเม็ด ยาลูกกลอน ยาผง ยาผงบรรจุแคปซูล ยาดองเหล้า นิยมใช้เป็นรูปแบบยาชงน้ำร้อนดื่มแบบชา เนื่องจากสะดวกและมีรสชาติดี หรือใช้ประกอบอาหาร

4. ซานเย่า (มิ่งมิตร นวรัตน์. 2542 : 84-86, ภาสกิจ วัฒนาวิบูล. 2555 : 67)

ชื่ออื่น ซัวเอียะ หั่วซัว

ชื่อภาษาอังกฤษ Chinese yam, Korean yam

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Dioscorea opposita* Thunb.

วงศ์ วงศ์กลอย (Dioscoreaceae)

ส่วนที่ใช้ทำยา เหง้า

รสและฤทธิ์ รสหวาน ฤทธิ์กลาง

สรรพคุณตามตำราการแพทย์แผนจีน

บำรุงลมปราณ บำรุงยิน ปอด ม้าม ไต กระเพาะอาหาร บำรุงกระดูกและเส้นเอ็นให้แข็งแรง ช่วยให้เจริญอาหารเนื่องจากม้ามพร่อง ไอเนื่องจากร่างกายอ่อนแอ ท้องเสียเรื้อรัง ไตพร่องทำให้มีอาการฝันเปียก ขี้ลืม หงุดหงิด และยังสามารถรักษาโรคเบาหวาน ตกขาว ปัสสาวะตอนกลางคืน ปัสสาวะบ่อย

ขนาดและวิธีที่ใช้

ส่วนใหญ่ใช้เป็นรูปแบบยาต้ม ใช้น้ำหนักครั้งละ 10-30 กรัม หรืออาจใช้ปริมาณสูง 60-250 กรัม นอกจากนี้ยังสามารถบดเป็นผง ใช้ในรูปแบบยาเม็ด ยาลูกกลอน ยาผง ยาผงบรรจุแคปซูล ยาดองเหล้า ซานเย่าจัดเป็นพืชที่นำมาทำเป็นอาหารได้ โดยใช้เหง้าสด สามารถนำไปผัด ต้ม หรือนึ่งรับประทานได้ หรือซานเย่าตากแห้งแบบยาสมุนไพรนั้นก็สามารถนำไปทำเป็นอาหารโดยการต้มหรือตุ๋น อาทิ ใช้ซานเย่าร่วมกับโก่วฉีจื่อตุ๋นไก่ดำ

5. ต้าจ่าว (ภาสกิจ วัณนาวิบูล. 2555 : 89)

ชื่ออื่น พุทราจีน

ชื่ออังกฤษ Jujube

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ziziphus jujuba* Mill. var. inernis (Bge.) Rehd.

วงศ์ วงศ์พุทรา (Rhamnaceae)

ส่วนที่ใช้ทำยา ผลสุก

รสและฤทธิ์ รสหวาน ฤทธิ์อุ่น

สรรพคุณตามตำราการแพทย์แผนจีน

มีฤทธิ์เสริมชี่หรือพลังลมปราณ บำรุงม้ามและกระเพาะอาหาร แก้อาการม้ามพร่อง เบื่ออาหาร ถ่ายเหลว อ่อนเพลีย บำรุงเลือด แก้อาการเลือดพร่อง (ซีดเซียว กระวนกระวาย) ลดฤทธิ์ของยาสมุนไพรในตำรับยาที่มีฤทธิ์รุนแรงหรือผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ และมีฤทธิ์สงบประสาท ช่วยให้นอนหลับ แก้อาการหัวใจสั่น หงุดหงิด ภาวะวัยทอง ประจำเดือนมาไม่ปกติ ภาวะหอบหืด ตับอักเสบชนิดเฉียบพลันหรือชนิดเรื้อรัง โรคภูมิแพ้ SLE

ขนาดและวิธีที่ใช้

ส่วนใหญ่ใช้เป็นรูปแบบยาต้ม เอาน้ำดื่ม ใช้น้ำหนักครั้งละ 10-30 กรัม นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในรูปแบบยาเม็ด ยาลูกกลอน ยาผง ยาผงบรรจุแคปซูล ยาชงน้ำร้อนดื่มแบบชา ยาดองเหล้า หรือใช้ประกอบอาหาร ต้าจ่าวที่มีขนาดใหญ่เนื้อมากรสชาติหวานอร่อยสามารถใช้รับประทานได้โดยตรง จึงควรเลือกใช้ต้าจ่าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้วและอยู่ในบรรจุภัณฑ์อย่างดี หรือนำผลต้าจ่าวไปล้างทำความสะอาดและนำไปนึ่งก่อนรับประทาน

ข้อควรระวัง และอาการข้างเคียง

ต้าจ่าวแห้งมีน้ำตาลสูง ผู้ที่เป็นโรคเบาหวานควรรับประทานแต่น้อย และน้ำตาลอาจทำให้ฟันผุได้ ผู้ที่มีอาการของโรคลำไส้ ท้องผูกและฟันผุควรหลีกเลี่ยง

มาตรฐานการปนเปื้อนของโลหะหนัก จุลินทรีย์ และอะฟลาทอกซินในสมุนไพร

การปนเปื้อนโลหะหนักส่วนใหญ่เกิดจากการเพาะปลูกสมุนไพรในสภาวะแวดล้อมที่มีมลภาวะทางอากาศและน้ำ หรือมีการปนเปื้อนในดินตามธรรมชาติ รวมถึงการใช้สารเคมีทางเกษตรเป็นหลัก ส่วนการปนเปื้อนจุลินทรีย์ทั้งแบคทีเรีย เชื้อรา รวมถึงสารพิษจากรา เกิดตั้งแต่กระบวนการปลูกที่ไม่ถูกสุขลักษณะ เช่น ใช้ปุ๋ยคอกที่ผลิตจากมูลสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่เก็บเกี่ยวจากใต้ดิน เช่น ลำต้น ราก เหง้า เป็นต้น กระบวนการเก็บเกี่ยวที่ไม่สะอาด ความชื้นในสมุนไพรสูง การตากสมุนไพรให้แห้งและการเก็บรักษาที่ไม่เหมะสม ทำให้มีเชื้อราเจริญเติบโตและสร้างสารพิษ แม้ว่าตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทยจะไม่ได้กำหนดให้มีการทดสอบการปนเปื้อนในวัตถุดิบสมุนไพรแต่มีเกณฑ์หรือข้อบังคับสำหรับยาเตรียมที่ปรุงจากสมุนไพรตามที่ระบุในภาคผนวกของตำรายาของประเทศไทย หรือ Limits for microbial contaminations (ตำรายาของประเทศไทย. 2546 : อ้างถึงใน นันทนา สิทธิชัย. 2547 : 31) และปริมาณสูงสุดของโลหะหนักที่ยอมรับได้ (ตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย : อ้างถึงใน นันทนา สิทธิชัย. 2547 : 31) และเกณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ดังนี้

การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์และสารพิษ	เกณฑ์มาตรฐาน
Aerobic bacteria	ไม่เกิน 5×10^7 CFU/g
Fungi	ไม่เกิน 5×10^4 CFU/g
Enterobacteria	ไม่เกิน 5×10^4 CFU/g
Escherichia coli	ไม่พบต่อยา 1 กรัมหรือ 1 มิลลิลิตร
Staphylococcus aureus	ไม่พบต่อยา 1 กรัมหรือ 1 มิลลิลิตร
Salmonella spp.	ไม่พบต่อยา 10 กรัมหรือ 10 มิลลิลิตร
Clostridium spp.	ไม่พบต่อยา 10 กรัมหรือ 10 มิลลิลิตร
อะฟลาทอกซิน	ไม่เกิน 20 พีพีบี (ppb)

การปนเปื้อนโลหะหนัก	เกณฑ์มาตรฐาน
สารหนู (arsenic)	ไม่เกิน 4 ส่วนในล้านส่วน หรือพีพีเอ็ม (ppm)
แคดเมียม (cadmium)	ไม่เกิน 0.3 ส่วนในล้านส่วน หรือพีพีเอ็ม (ppm)
ตะกั่ว (lead)	ไม่เกิน 10 ส่วนในล้านส่วน หรือพีพีเอ็ม (ppm)

เนื่องจากในประเทศไทยยังไม่มีเกณฑ์เกี่ยวกับมาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนัก เชื้อจุลินทรีย์และอะฟลาทอกซินในสมุนไพรจีน งานวิจัยครั้งนี้จึงขอใช้เกณฑ์การพิจารณายาเตรียมสมุนไพรตามตำรายาของประเทศไทย มาตรฐานยาสมุนไพรไทยและมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนเป็นแนวทางในการพิจารณาว่าสมุนไพรจีนมีการปนเปื้อนต่ำกว่าหรือสูงกว่าเกณฑ์

โลหะหนัก (heavy metal) (มธุรส รุจิรวัฒน์ และจุฑามาศ สัตยวิวัฒน์. 2549 : 257-261, อนามัย (ธีรวิโรจน์) เทศกะทึก. 2550 : 125-140)

โลหะหนักเป็นกลุ่มของสารพิษที่มีลักษณะพิเศษเฉพาะกลุ่ม เกิดตามธรรมชาติและคงอยู่ตลอดเวลา เพราะเมื่ออยู่ในลักษณะเป็นธาตุโลหะหนักจะไม่สลายตัวต่อไป แต่ลักษณะทางเคมีจะเปลี่ยนไป เช่น ปรอท อาจจะอยู่ในรูปธาตุ (Hg) เกลืออนินทรีย์ ($HgCl_2$) หรือสารอนินทรีย์ ($Hg(CH_3)_2$) ความเป็นพิษของโลหะหนักจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของโลหะหนัก ส่วนใหญ่โลหะหนักจะมีประโยชน์ต่อมนุษยชาติเพราะถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรม เกษตรกรรมและยารักษาโรค บางชนิดเป็นโลหะหนักที่ร่างกายต้องการ (essential element) แต่หากมีมากเกินไปก็เกิดความเป็นพิษได้

โดยปกติโลหะหนักจะพบอยู่ตามธรรมชาติในหิน สายแร่ ดิน น้ำ และอากาศ ในปริมาณที่แตกต่างกันออกไป โดยทั่วไป ปริมาณในน้ำ ดิน และอากาศจะค่อนข้างต่ำ แต่จากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำเหมืองแร่ ปรอท ทองแดง แร่ดีบุก เป็นต้น ทำให้ปริมาณของโลหะหนักเหล่านี้ในบริเวณที่มีการทำเหมืองแร่มีการแพร่กระจายออกมาสู่สิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นมีการใช้โลหะหนัก เช่น ปรอทในอุตสาหกรรมผลิตคลอรีนและโซเดียมไฮดรอกไซด์ (chlor-alkali industry) ตะกั่วใช้ในการทำแบตเตอรี่และสายเคเบิล สารประกอบตะกั่วยังใช้เป็นยากำจัดแมลง ผสมน้ำมันและทำสี เป็นต้น แต่ปัจจุบันการใช้ในลักษณะนี้ได้ลดน้อยลงไปแล้ว เนื่องจากมีผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

โลหะหนักเข้าสู่ร่างกายโดยการกินหรือหายใจเข้าไป โลหะหนักส่วนใหญ่จะถูกขับออกทางปัสสาวะ โลหะหนักบางชนิดในรูปสารประกอบอินทรีย์ เช่น methyl mercury จะถูกดูดซึมกลับได้อีกโดยผ่านตับเข้าสู่น้ำดีไปยังลำไส้ (enterohepatic circulation)ดังนั้นจึงทำให้สามารถอยู่ในร่างกายได้นานขึ้น นอกจากนั้นโลหะหนักอาจยังถูกขับออกทางน้ำนม ผม เล็บ และการหลุดลอกของผิวหนัง

ปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นพิษ (มธุรส รุจิรวัฒน์ และจุฑามาศ สัตยวิวัฒน์, 2549 : 257-261)

1. ปริมาณและระยะเวลาที่ได้รับ โลหะหนักก็เช่นเดียวกับสารพิษอื่นๆ หากได้รับในปริมาณสูงเป็นระยะเวลานานความเป็นพิษก็จะเด่นชัดมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม อาจมีลักษณะความเป็นพิษ

ต่างกันได้ เช่น การได้กินแคดเมียมครั้งเดียวในปริมาณมาก จะมีผลต่อระบบทางเดินอาหาร แต่หากได้แคดเมียมในปริมาณน้อยต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลานาน ก็จะมีผลเสียต่อไต เป็นต้น

2. รูปแบบทางเคมี ตัวอย่างที่เด่นชัด คือ ปรอท หากอยู่ในลักษณะสารประกอบอนินทรีย์ เช่น $HgCl_2$ จะเป็นพิษต่อไต แต่หากอยู่ในลักษณะเป็นสารประกอบอินทรีย์ เช่น methyl mercury หรือ ethyl mercury จะเป็นพิษต่อระบบประสาท การอยู่ในลักษณะเป็นสารอินทรีย์จะทำให้ละลายได้ดีในไขมันจึงสามารถผ่านเข้าสมองได้ง่ายเช่นเดียวกับ tetraethyl lead จะเข้าไปในปลอกหุ้มปลายประสาท (myelin sheath) ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อปลายประสาทได้ง่าย โลหะหนักอินทรีย์จะถูกขับออกทางน้ำดี โลหะหนักอนินทรีย์จะถูกขับออกจากร่างกายทางไต

3. สารประกอบเชิงซ้อนโลหะหนักและโปรตีน การที่โลหะหนักถูกจับให้อยู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อนกับโปรตีน จะเป็นกลไกของร่างกายเพื่อป้องกันความเป็นพิษของโลหะหนักได้ ตัวอย่างเช่น ตะกั่ว ปรอทและเซเลเนียม จะจับกับโปรตีนอยู่ภายในเซลล์เป็นรูปร่างสามารถมองเห็นได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ (inclusion body) แคดเมียม สังกะสี และโลหะหนักอื่นๆ สามารถจับกับโปรตีนซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลไม่มาก metallothionein เมื่อแคดเมียมจับรวมกับโปรตีนชนิดนี้ จะมีความเป็นพิษน้อยลง

4. ปัจจัยเกี่ยวกับผู้ได้รับโลหะหนัก โดยทั่วไป สัตว์ที่มีอายุน้อยจะมีความไวต่อความเป็นพิษของโลหะหนักมากกว่าสัตว์ที่มีอายุมาก ในเด็กเล็กจะพบว่ามีความไวต่อตะกั่ว เนื่องจากเมื่อคิดน้ำหนักตัวแล้ว เด็กจะรับประทานอาหารมากกว่าและอาหารเป็นแหล่งปนเปื้อนตะกั่วที่สำคัญ

ความเป็นพิษของโลหะหนักที่พบบ่อย

1. การเกิดมะเร็ง โลหะหนักหลายชนิดถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มสารที่ทำให้เกิดมะเร็งในคน เช่น สารหนู และอนุพันธ์ของสารหนู แคดเมียม สารประกอบโครเมียมบางชนิดและนิกเกิล เป็นต้น

2. ผลต่อระบบภูมิคุ้มกัน การได้รับโลหะหนักบางชนิดอาจจะมีผลกดการทำงานของภูมิคุ้มกัน เช่น ปรอทและตะกั่ว เป็นต้น โลหะหนักบางชนิดจะทำให้เกิดความไวของปฏิกิริยาตอบสนองของภูมิคุ้มกัน (hypersensitivity reaction)

3. ผลต่อระบบประสาท ระบบประสาทมักจะเป็นอวัยวะเป้าหมายของโลหะหนัก โลหะหนักชนิดเดียวกันแต่อาจมีคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ซึ่งแตกต่างกันออกไป ขึ้นกับว่าโลหะหนักนั้นจะอยู่ในรูปแบบใด จะพบว่า ความเป็นพิษก็ต่างกันออกไป ตัวอย่างเช่น สารประกอบปรอทอนินทรีย์จะเข้าระบบประสาทได้ยากในปริมาณเพียงพอที่จะเกิดพิษ ดังนั้นอวัยวะเป้าหมายจึงไม่ใช่ระบบประสาท สารประกอบตะกั่วอนินทรีย์ จะมีผลต่อการสังเคราะห์ฮีมเป็นอันดับแรก แต่หากได้รับใน

ปริมาณมาก ๆ ก็จะเข้าสมองได้โดยเฉพาะในเด็กแรกเกิด มีผลทำให้ระดับสติปัญญาต่ำกว่าเด็กที่ไม่ได้รับสารเหล่านี้

4. ผลต่อไต ไตเป็นอวัยวะสำคัญที่ใช้ในการขับของเสียออกจากร่างกาย ดังนั้นไตจึงเป็นอวัยวะเป้าหมายอย่างหนึ่งของโลหะหนัก แคดเมียมจะทำลายเซลล์บุไตส่วนต้น ทำให้การทำงานของไตผิดปกติ โดยจะทำให้กรดอะมิโน โปรตีน โมเลกุลขนาดเล็กและน้ำตาลออกมาพร้อมกับปัสสาวะ สารประกอบปรอทอนินทรีย์ ตะกั่ว โครเมียมและพลาตินัม ก็สามารถทำอันตรายเกิดความเสียหายแก่เซลล์บุท่อไตส่วนต้นได้เช่นกัน

5. ผลต่อระบบหายใจ ส่วนใหญ่จะเกิดจากการได้รับโลหะหนักเมื่อสัมผัสหรือได้รับขณะประกอบอาชีพ โลหะหนักอาจทำให้เกิดการระคายเคืองและการอักเสบของทางเดินหายใจ ในแต่ละส่วนต่างกัน เช่น การได้รับโครเมียมโดยการหายใจอย่างเฉียบพลัน จะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อบุจมูก ในขณะที่สารหนูจะมีผลต่อหลอดลม (bronchi) การได้รับโลหะหนัก เช่น เหล็กและอลูมิเนียม เป็นระยะเวลานาน อาจทำให้เกิดปอดไม่ยืดหยุ่นเนื่องจากพังผืด (fibrosis) โลหะหนักบางชนิดทำให้เกิดมะเร็ง ได้แก่ สารหนู โครเมียมและนิกเกิล เป็นต้น

การปนเปื้อนโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม (มธุรส รุจิรวัฒน์ และจุฑามาศ สัตยวิวัฒน์. 2549 : 270-271)

การปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำ ดิน อาหาร ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำเหมืองแร่ การขุดน้ำใต้ดินมาใช้ และกากของเสียอันตรายจากอุตสาหกรรม ซึ่งเกิดจากการนำโลหะหนักไปใช้ประโยชน์ การใช้สารประกอบของโลหะหนักในเกษตรกรรม เช่น ปุ๋ยเคมี ยากำจัดเชื้อรา เป็นต้น โลหะหนักอันตรายอาจจะปนเปื้อนในพืช สัตว์ น้ำ ยารักษาโรคที่คนรับประทานเป็นประจำ ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยได้ในที่สุด โดยจะยกกรณีศึกษาเกี่ยวกับการปนเปื้อนของโลหะหนักทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ซึ่งเกี่ยวข้องกับโลหะหนักต่างๆ ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม ปรอทและสารหนู เป็นต้น

1. การปนเปื้อนในยารักษาโรค

ปัจจุบันสมุนไพรมีการใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก ในการทำยา เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ เป็นต้น มีรายงานว่า สมุนไพรบางชนิดที่ใช้ในประเทศอินเดียและจีน มีการปนเปื้อนของโลหะหนัก การปนเปื้อนของโลหะหนักอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมที่ปลูกสมุนไพร กระบวนการเก็บเกี่ยว วิธีการตากแห้ง การเก็บ การขนส่งและกระบวนการผลิต เนื่องจากสมุนไพรมักจะใช้ในรูปของผงแห้งบรรจุแคปซูล เครื่องบดที่ทำด้วยโลหะหนักอาจจะมีการปนเปื้อนในตัวยาที่บดได้ สำหรับประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข (2547)ได้กำหนดให้มาตรฐานยาแผนโบราณจะต้องมีปริมาณของโลหะหนักในผลิตภัณฑ์ไม่เกินค่าที่กำหนด ได้แก่ สารหนูไม่เกิน 4 พีพีเอ็ม แคดเมียมไม่เกิน 0.3 พีพีเอ็ม และตะกั่วไม่เกิน 10 พีพีเอ็ม

2. การปนเปื้อนในอาหารและเครื่องดื่ม

แคดเมียมและปรอทเป็นโลหะหนักที่มีรายงานการปนเปื้อนในอาหาร เช่น ธัญพืช เนื้อสัตว์ และพืช เป็นต้น อุบัติการณ์ปนเปื้อนมีรายงานทั้งในและต่างประเทศ จากการศึกษาพบว่าแคดเมียมในอาหารอาจเกิดจากการละลายของแคดเมียมที่ใช้ทำภาชนะบรรจุอาหาร นอกจากนี้อาหารพวกพืชผัก ผลไม้อาจมีแคดเมียมติดมาจากดินและปุ๋ยด้วย (จักรพันธุ์ ปัญจะสุวรรณ. 2542 : 174)

โลหะหนักที่พบบ่อยในสมุนไพร

1. ตะกั่ว (lead, Pb)

ตะกั่วเป็นสารโลหะสีเงินอมเทา มีน้ำหนักอะตอม 207.21 มีจุดหลอมเหลว 327.4 องศาเซลเซียส โดยธรรมชาติมักพบอยู่ในรูปของแร่กาลีนา คีรูไซต์ และแอนกลีไซต์ พบได้ทั่วไปทั้งในดิน หิน น้ำ พืช และอากาศ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2539 : 100) โดยทั่วไปสามารถตรวจพบได้ในพืชขนาดใหญ่ พบประมาณ 1.0 พีพีเอ็ม (ของเนื้อไม้แห้ง) ในพืชผัก พบประมาณ 0.1 - 1.0 พีพีเอ็ม (ของพืชแห้ง) (ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา กระทรวงสาธารณสุข. 2532 : 1-8)

ปริมาณของตะกั่วในสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น เนื่องจากการทำเหมืองตะกั่ว การหลอมตะกั่วและการใช้ในอุตสาหกรรม โดยปกติปริมาณตะกั่วในดินอยู่ระหว่าง 5-25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในน้ำใต้ดินมีปริมาณ 1-6 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งจะต่ำกว่าปริมาณในน้ำผิวดิน ส่วนในอากาศจะมีน้อยกว่า 1 ไมโครกรัมต่อตารางเมตร แต่ปริมาณอาจจะมากกว่านี้หากอยู่ในสถานประกอบการที่มีการใช้ตะกั่วหรือในบริเวณที่มีการจราจรคับคั่ง ปัจจุบันตะกั่วที่ใช้ในสารเติมน้ำมันรถยนต์เพื่อให้การเผาไหม้เกิดได้สมบูรณ์ และใช้เป็นส่วนประกอบของสีมีการใช้ลดน้อยลง แต่ก็ยังคงมีใช้อยู่ในการทำแบตเตอรี่และสายเคเบิล ในน้ำดื่มปริมาณของตะกั่วอาจมีปนเปื้อนในกรณีใช้ท่อที่เป็นตะกั่วและพีวีซี ในคนทั่วไปการปนเปื้อนส่วนใหญ่มาจากอาหารที่รับประทานซึ่งจะมีปริมาณ 100-300 ไมโครกรัมต่อวัน นอกจากปนเปื้อนมาในอาหารแล้ว ตะกั่วอาจจะพบปนเปื้อนในยาสมุนไพรหลายชนิด โดยเฉพาะที่เก็บเกี่ยวจากบริเวณที่ใกล้ชุมชนหรือถนนที่มีการจราจรคับคั่ง หรือเขตอุตสาหกรรมที่ใช้ตะกั่ว (มธุรส รุจิรวัฒน์ และจุฑามาศ สัตยวิวัฒน์. 2549 : 262-264)

ระบบประสาทเป็นอวัยวะเป้าหมายของตะกั่ว ในกรณีได้รับตะกั่วในปริมาณสูงจนทำให้มีปริมาณในเลือดสูงกว่า 80 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร อาจจะทำให้เกิดโรคสมอง (encephalopathy) นอกจากนั้น ตะกั่วยังทำอันตรายต่อหลอดเลือดแดงเล็กและฝอยเป็นผลทำให้เกิดสมองส่วนซีรีบรัมบวม (cerebral edema) มีการเพิ่มปริมาณความดันในน้ำไขสันหลังและทำให้เซลล์ประสาทเสื่อมและการเพิ่มปริมาณของ glial cells อาการแสดงออกทางระบบประสาทที่เห็นในทางคลินิก คือ เดินเซ (ataxia) มึนงง (stupor) โคม่า (coma) และเกิดการชัก (convulsion) อาการดังกล่าวนี้อาจพบ

ในเด็กที่มีปริมาณตะกั่วในเลือด 70 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ในปริมาณตะกั่วที่ต่ำลงมา 40-50 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร เด็กอาจจะแสดงอาการไม่หยุดนิ่งหรือซุกซนกว่าปกติ (hyperactivity) สมาธิลดลง และมีระดับสติปัญญา (ไอคิว) ลดลงเล็กน้อย

อาการทางระบบประสาทส่วนปลายจะพบว่า เด็กจะมีข้อมือห้อยตก (wrist-drop) และข้อเท้าตก (foot-drop) ตะกั่วจะทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของ Schwann cells ทำให้ myelin sheath เสื่อม และเซลล์ประสาทส่วน axon เสื่อม และการได้รับตะกั่วเป็นระยะเวลานานๆอาจทำให้เกิดภาวะไตวายได้ โดยส่วนที่ได้รับความเสียหายจะเกิดขึ้นบริเวณท่อไตส่วนต้น (proximal tubule)

การเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง ได้แก่ ทางเดินอาหาร โดยการกินเข้าไปในรูปของอาหาร น้ำ และยาสมุนไพรจีน เป็นต้น ทางการหายใจ พบได้บ่อยในผู้ที่ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการผสมผงตะกั่ว การขัด การเจียร์ และการบด ทางผิวหนัง เช่น ตะกั่วชนิดอินทรีย์สามารถดูดซึมได้ดีทางผิวหนังแต่ตะกั่วชนิดอนินทรีย์จะดูดซึมได้ทางผิวหนังเมื่อผิวหนังถลอกหรือมีบาดแผลเท่านั้น (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2539 : 100-101)

อาการจากการแพ้พิษตะกั่วชนิดอนินทรีย์

- ชนิดเฉียบพลัน

1) ระบบทางเดินอาหาร ได้แก่ กระหายน้ำ ลิ้นรู้สึกรสของโลหะ คลื่นไส้ ปวดท้อง และอาเจียน

2) ระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่ มีอาการชา ปวดกล้ามเนื้อ และกล้ามเนื้ออ่อนแรง

3) ระบบเลือด อาจเกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตกเฉียบพลัน ทำให้เกิดอาการเลือดจาง และปัสสาวะมีสีคล้ำ

4) ระบบไตเกิดภาวะไตวายเฉียบพลัน ทำให้ปัสสาวะน้อยหรือไม่มีปัสสาวะ

- ชนิดเรื้อรัง

1) ระบบทางเดินอาหาร ได้แก่ มีอาการเบื่ออาหาร ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและปวดศีรษะ อาการท้องผูกในช่วงแรก หรืออาการท้องเสียในบางราย เมื่อภาวะเป็นพิษเพิ่มมากขึ้น จะมีอาการเบื่ออาหารและท้องผูกเพิ่มมากขึ้น เกิดอาการปวดท้องมาก ลำไส้บิดตัว เรียกว่า เลดโคลิก (lead colic) กล้ามเนื้อหน้าท้องเกร็งและกดเจ็บ

2) ระบบประสาทส่วนปลายและกล้ามเนื้อ จะมีอาการปวดเมื่อยและกล้ามเนื้ออ่อนแรง หรือ อัมพาตได้

3) ระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดความผิดปกติของสมองพบในเด็กมากกว่าผู้ใหญ่ เช่น อาการมึนงง เวียนศีรษะ เดินเซ หกล้มง่าย นอนไม่หลับ บุคลิกภาพเปลี่ยนแปลง หากรุนแรงอาจซึม หมดสติ และชัก

4) ระบบเลือด ทำให้เกิดโลหิตจาง ซีด และเพลีย

5) ระบบไต อาจเกิดอาการไตวายเรื้อรัง (อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร คันตามตัว ซีด) หรือเกิดกรดยูริกคั่งในร่างกายจนเกิดอาการโรคเก๊าต์ได้

6) อาจพบเส้นสีดำที่เหงือก เรียกว่า เลดไลน์ (lead line)

อาการจากการแพ้ตะกั่วอินทรีย์ อาการส่วนใหญ่จะเริ่มจากการง่วงซึม กระสับกระส่ายเป็นบางครั้ง เบื่ออาหาร น้ำหนักตัวลด คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ ตาพร่า บ้านหมุน มองเห็นภาพต่าง ๆ เป็นสองภาพ บางรายมีอาการท้องเดิน เหนื่อยง่าย กล้ามเนื้อกระตุก ซึ่งอาจหายไปภายใน 6-10 สัปดาห์

2. แคดเมียม (cadmium, Cd)

แคดเมียมเป็นโลหะสีเงินปนขาว มีน้ำหนักอะตอม 112.41 และจุดหลอมเหลว 320.9 องศาเซลเซียส (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2539 : 111) ในธรรมชาติจะเกิดร่วมกับสายแร่ตะกั่วและสังกะสี ดังนั้นปริมาณของแคดเมียมจะพบสูงในเหมืองที่ถลุงสังกะสี แคดเมียมใช้เป็นสารให้สีของเซรามิคใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบโลหะ โลหะผสมและแบตเตอรี่ ปริมาณของแคดเมียมในอากาศจะมีค่อนข้างต่ำในระดับนาโนกรัมต่อตารางเมตร ปริมาณในน้ำค่อนข้างต่ำมากประมาณ 1 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ยกเว้นในบริเวณที่มีการปนเปื้อนของแคดเมียมจะมีปริมาณสูงกว่านี้ โดยปกติปริมาณของแคดเมียมในอาหารจะต่ำ เมล็ดธัญพืชและผลิตภัณฑ์จะเป็นแหล่งสะสมแคดเมียมที่สำคัญ นอกจากนี้ยังพบปนเปื้อนในสมุนไพรบางชนิดและมีปริมาณสูงในใบยาสูบ นอกจากนี้ในเนื้อหมู ปลาและไก่ จะมีปริมาณแคดเมียมค่อนข้างต่ำ ในขณะที่ตับ ไตของสัตว์เหล่านี้และหอย จะมีปริมาณแคดเมียมสูงกว่า ปริมาณของแคดเมียมยังพบปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมจากการนำกากของเสียจากอุตสาหกรรม (sludge) มาใช้ทำเป็นปุ๋ย นอกจากนั้นพบว่าปุ๋ยฟอสเฟตจะมีแคดเมียมปนอยู่ด้วย

ความเป็นพิษต่อร่างกาย (มธุรส รุจิรวัฒน์ และจุฑามาศ สัตยวิวัฒน์. 2549 : 264-265)

ความเป็นพิษเฉียบพลันจะเกิดจากการระคายเคืองเฉพาะที่ หลังจากได้รับแคดเมียม อาการพิษที่เกิดขึ้น ได้แก่ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง เป็นต้น ในกรณีได้รับเข้าทางลมหายใจ จะทำให้เกิดภาวะปอดบวมและปอดอักเสบ อย่างไรก็ตามแคดเมียมจะถูกขับออกจากร่างกายอย่างช้า ๆ โดยจะมีค่าครึ่งชีวิต 15-30 ปี การได้รับแคดเมียมเป็นระยะเวลานานจะมีอาการพิษที่เด่นที่สุด คือ อันตรายต่อไต โดยเฉพาะท่อไตส่วนต้น (proximal tubule) ซึ่งพบว่าจะเกิดขึ้นเมื่อปริมาณแคดเมียมเพิ่มขึ้นถึง 200 ไมโครกรัมต่อกรัม ผลที่ตามมาคือ เซลล์ท่อไตไม่สามารถดูดซึมกลับโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ๆ ตัวอย่างเช่น microglobulin และในระยะสุดท้ายอาจจะเกิด hypercalcinuria โดยจะเกิด

ควบคู่กับความผิดปกติของกระดูกซึ่งเกิดโรคกระดูกน่วม (osteomalacia) นอกจากนี้อาจเกิดความดันเลือดสูงเนื่องจากการคั่งของโซเดียม หลอดเลือดหดตัว และมีปริมาณเรนินมากเกินไป

3. สารหนู (arsenic, AS) (อนามัย (ธีรวิโรจน์) เทศกะทึก. 2550 : 137-138)

สารหนูมีหลายชนิด เช่น สารหนูไตรออกไซด์ สารหนูไตรคลอไรด์ และโซเดียมอาร์เซไนต์ เป็นต้น สารหนูเป็นสารดั้งเดิมที่เคยนิยมนำมาใช้ผลิตยา ปัจจุบันมีการใช้สารหนูในการรักษาโรค Trypanosomiasis หรือ โรคเหงาหลับ สารหนูที่ปล่อยออกจากสิ่งแวดล้อมอาจมาจากแหล่งต่างๆ เช่น หิน จากการหลอมทองแดง เงิน สังกะสี การเผาไหม้เชื้อเพลิง ยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น สารหนูที่มีการใช้ เช่น ฉีดจะทำให้เกิดการกระจายสู่บรรยากาศ เมื่อหายใจจะเข้าสู่ปอดและแทรกซึมเข้าสู่ถุงลมชั้นที่ลึกได้ สารหนูอาจสะสมในพืชที่ปลูกในพื้นดินที่ปนเปื้อนของสารหนู และอาจไหลสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้จากการชะล้างของฝน

ความเป็นพิษต่อร่างกาย

สารหนูรูปที่เป็นอันตรายมากที่สุด คือ สารหนูไตรออกไซด์ และโซเดียมอาร์เซไนต์ สารหนูจะสะสมได้ดีในตับ ไต หัวใจ ปอด และกระดูก ฟัน ผม เล็บ ค่าเฉลี่ยในการรับเข้าสู่ร่างกายต่อวันประมาณ 300 ไมโครกรัมต่อวัน พิษเฉียบพลันของสารหนูจะทำให้เกิดอาการปวดท้อง พิษเรื้อรังจะทำให้เกิดอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรง ปวด สีที่ผิวหนังเข้มขึ้น ปากบวม ระบบทางเดินอาหารถูกรบกวน ตับ ไต ถูกทำลาย ระบบประสาทส่วนปลายอักเสบและอัมพาต เล็บอาจพัฒนากลายเป็นเส้นสีขาว เรียกว่า Mee's line ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสารหนูมีความเป็นพิษต่อพืช สัตว์ สัตว์น้ำ และสิ่งมีชีวิตหลายชนิดเป็นอย่างมาก โดยสิ่งมีชีวิตที่มีความไวต่อสารหนูมาก ได้แก่ สาหร่าย ข้าว โปรโตซัว เป็นต้น พิษของสารหนูเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญ เช่นในกรณีการปนเปื้อนของสารหนูในบ่อน้ำที่อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช หรือที่อำเภอบันนังสตาร์ จังหวัดยะลา เป็นต้น

โรคอาหารเป็นพิษจากแบคทีเรีย (นิอร โฉมศรี. 2555 : 160-161)

โรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning) จากแบคทีเรียเกิดจากการบริโภคอาหารหรือน้ำที่ปนเปื้อนแบคทีเรีย หรือสารพิษของแบคทีเรียเข้าไป อาการของโรคที่พบโดยทั่วไป ได้แก่ คลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ ปวดท้อง ท้องเสีย และอาจมีอาการไข้ด้วย โรคอาหารเป็นพิษเกิดได้ 2 แบบ คือ

1. โรคอาหารเป็นพิษจากการบริโภคสารพิษ (food intoxication) เกิดจากการบริโภคอาหารที่มีสารพิษซึ่งมาจากแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมากับอาหาร เมื่อแบคทีเรียเติบโตในอาหารและสร้างสารพิษมากพอ ทำให้ผู้บริโภคเกิดอาการของโรคได้ ตัวอย่างเชื้อ ได้แก่ *Clostridium botulinun, Clostridium perfringens, Staphylococcus aureus, Bacillus cereus* เป็นต้น

2. โรคอาหารเป็นพิษแบบติดเชื้อ (food infection) หมายถึง โรคที่เกิดจากการบริโภคอาหารที่มีเชื้อแบคทีเรียก่อโรคปนเปื้อนในอาหารโดยตรง เมื่อแบคทีเรียเข้าสู่ร่างกายจะสามารถเพิ่มจำนวนจนก่อให้เกิดอาการผิดปกติได้จากกระบวนการ metabolism ของร่างกาย หรือ metabolite และสารพิษของแบคทีเรีย อาการจะมากหรือน้อยขึ้นกับปริมาณเชื้อ ตัวอย่างเชื้อ ได้แก่ *Salmonella, Shigella, Escherichia coli, Vibrio* spp., *Clostridium perfringens* เป็นต้น

แบคทีเรียก่อโรคที่เกี่ยวข้องกับสมุนไพร

Staphylococcus aureus (อัธยา กังสุวรรณ : ออนไลน์, วัชรินทร์ รังษีภาณุรัตน์ และคณะ. 2556 : 177)

Staphylococcus aureus เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลม เรียงตัวกันเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น จัดอยู่ในวงศ์ Staphylococcaceae เจริญได้ดีในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน เป็นแบคทีเรียที่พบโดยทั่วไปในอากาศ ฝุ่นละออง น้ำโสโครก น้ำทั่วไป นม และอาหาร หรือบนอุปกรณ์ผลิตอาหาร พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม มนุษย์และสัตว์ (ในจมูก ลำคอ และผิวหนัง เป็นต้น) ถ้าปนเปื้อนบนอาหารที่ปรุงสุกแล้ว และวางนอกตู้เย็นเป็นเวลานาน จะมีโอกาสเจริญและสร้างสารพิษได้อย่างรวดเร็ว อุณหภูมิที่เจริญและสร้างสารพิษกว้างมากตั้งแต่ 4 - 46 องศาเซลเซียส พีเอชต่ำสุดที่อยู่ได้คือ 4.8 ในสภาวะมีออกซิเจน และ 5.5 ในสภาวะไร้ออกซิเจน พีเอชที่เจริญได้ดีคือ 6.0โดยเฉพาะในอาหารที่มี a_w ต่ำ เช่น 0.86 และเกลือสูงถึงร้อยละ 10-20 ซึ่ง *S. aureus* สามารถเจริญได้ และสร้างสารพิษซึ่งเป็นเอนเทอโรทอกซินได้ถึง 8 ชนิด ได้แก่ A, B, C, C2, D, E และ G-I ภายในเวลา 4-6 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 15-46 องศาเซลเซียส โดย type A เป็นชนิดที่พบบ่อยที่สุด และ type B เป็นชนิดที่ทนความร้อนมากที่สุด โดยทั่วไปความร้อนที่ใช้ในการพาสเจอไรซ์ (72 องศาเซลเซียส 15 วินาที) และ UHT (143 องศาเซลเซียส 9 วินาที) ไม่สามารถทำลายสารพิษได้ จำนวนเชื้อที่มีผลต่อการสร้างสารพิษ คือมากกว่า 10^6 เซลล์ต่อกรัมอาหาร และสารพิษปริมาณที่น้อยกว่า 1.0 ไมโครกรัมก็สามารถก่อโรคได้

อาการของโรค

อาการของโรคอาจแตกต่างกัน ขึ้นกับความต้านทานในแต่ละบุคคล ระยะฟักตัวของโรคใช้เวลา 1-7 ชั่วโมง อาการทั่วไปคือ มีน้ำลายมาก วิงเวียนศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง และท้องร่วง อาจมีมูกเลือดปนมาด้วย ในกรณีอาการรุนแรง มักมีอาการปวดศีรษะ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ เหงื่อออก หนาวสั่น อ่อนเพลียและช็อกได้ ส่วนใหญ่มักมีไข้ต่ำมากกว่าไข้สูง อาการจะคงอยู่ประมาณ 1-2 วัน และหายได้เองภายหลังขับถ่ายเอาอาหารที่มีเชื้อออกไปหมดแล้ว อัตราตายต่ำมาก หากเป็นเด็กอาจมีอาการรุนแรงและถึงตายได้

***Salmonella* spp.** (อัธยา กังสุวรรณ : ออนไลน์, วัชรินทร์ รังษีภาณุรัตน์ และคณะ. 2556 : 177)

Salmonella spp. เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปแท่ง เคลื่อนที่ได้ ไม่สร้างสปอร์ เจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน (facultative bacteria) จัดอยู่ในวงศ์ Enterobacteriaceae พบได้ทั่วไปในดิน ในน้ำจืด และแหล่งน้ำหรือสิ่งแวดล้อมที่อยู่ใกล้ชายฝั่งที่มีโอกาสปนเปื้อนสิ่งปฏิกูลสูง ในสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์ปีกและสุกร มูลสัตว์ต่างๆ อุณหภูมิที่เจริญได้ดีคือ 37-45 องศาเซลเซียส ปกติความร้อนในการทำลายเชื้ออยู่ที่อุณหภูมิ 66 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 12 นาที

โรคที่เกิดจาก *Salmonella* spp. มี 3 กลุ่ม ได้แก่

1. ไข้ทัยฟอยด์ (typhoid fever หรือ enteric fever) มีความรุนแรงที่สุด สาเหตุคือ *Salmonella* Typhi แหล่งของเชื้อนี้มาจากคนเท่านั้น โดยการติดต่อเกิดจากการปนเปื้อนอุจจาระของผู้ป่วยลงสู่แหล่งน้ำและอาหาร อาการคือ มีไข้สูง ปวดศีรษะ ท้องร่วง อาเจียน มีการติดเชื้อในกระแสเลือด และพบจุดสีแดงบริเวณหน้าอกและลำคอ

2. ไข้พาราทัยฟอยด์ เกิดจาก *Salmonella* Paratyphi A, B, C อาการคล้ายกับไข้ทัยฟอยด์ แต่รุนแรงน้อยกว่า

3. กระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ (gastroenteritis) สาเหตุเกิดจากเชื้อ *Salmonella* หลายซีโรไทป์นอกเหนือจากสองชนิดแรก อาการคือท้องร่วง ปวดท้องน้อย ตัวเย็น มีไข้ อาเจียน ปวดศีรษะ พบอัตราการตายสูงในผู้ป่วยเด็กและคนชรา ร้อยละ 0.1-0.2 ในขณะที่อัตราการตายจากไข้ทัยฟอยด์สูงถึงร้อยละ 10 โดยทั่วไปแสดงอาการภายใน 6-48 ชั่วโมง ขึ้นกับอายุและสุขภาพของผู้รับและชนิดของเชื้อ สาเหตุของโรคเกิดจากสารพิษประเภทเอนโดทอกซิน (endotoxin) ที่อยู่บริเวณผนังเซลล์ โดยสารพิษนี้จะไปกระตุ้นทำให้อักเสบบริเวณผนังลำไส้เล็ก

***Clostridium* spp.** (อัธยา กังสุวรรณ : ออนไลน์, นันทนา อรุณฤกษ์. 2549 : 63)

Clostridium spp. เป็นแบคทีเรีย แกรมบวก รูปแท่ง สร้างสปอร์ เจริญได้ดีในที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobe) สปอร์ทนความร้อนได้ และอยู่รอดในอาหารที่ให้ความร้อนไม่สูงพอ และไม่นานพอ เชื้อในสกุลนี้ที่เกี่ยวข้องกับโรคอาหารเป็นพิษมี 2 สปีชีส์ ได้แก่ *Clostridium botulinum* และ *C. perfringens*

C. botulinum พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม ในดิน (ทั้งดินเพาะปลูกและดินในป่า ดินตะกอนตามก้นทะเลสาบ แม่น้ำ และแหล่งน้ำชายฝั่ง) ในลำไส้ของปลา ปู หอย และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ก่อโรค foodborne botulism ขณะเจริญเติบโตในอาหารจะสร้างสารพิษที่มีผลต่อระบบประสาทอย่างรุนแรง (neurotoxin) หรือ botulinum toxin สารพิษนี้จำแนกเป็น 7 ชนิด ได้แก่ A, B, C, D, E, F, G โดย type A, B, E, F ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์และ type A ก่อโรครุนแรงที่สุด มักจะพบเชื้อใน

อาหารกระป๋องซึ่งผ่านความร้อนในการทำลายเชื้อไม่เพียงพอ โดยทั่วไปความร้อน 100 องศาเซลเซียส นาน 360 นาที จะทำลายสปอร์ได้ทั้งหมด ส่วนสารพิษไม่ทนความร้อน โดยสารพิษ type A ถูกทำลายที่ 80 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 6 นาที สารพิษ type B ถูกทำลายที่ 90 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 15 นาที แต่สารพิษจะคงอยู่ในอาหารเป็นเวลานานถ้าเก็บที่อุณหภูมิต่ำ เชื้อนี้สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส แต่เจริญได้ดีที่ 37-48 องศาเซลเซียส จากการที่แบคทีเรียชนิดนี้ไม่ย่อยสลายโปรตีน จึงทำให้ผู้บริโภคมีโอกาสเสี่ยงต่อการรับประทานอาหารปนเปื้อนสูง เนื่องจากสภาพของอาหารไม่เน่าเสียแม้ว่ามีแบคทีเรียชนิดนี้เจริญอยู่

อาการของโรค

Botulinum toxin ทำให้เกิดอาการทางประสาท อาการเริ่มแรก เช่น อ่อนเพลีย วิงเวียน ปวดศีรษะ และมีอาการทางประสาท เช่น ตาพร่ามัว เห็นภาพซ้อน พูดและกลืนลำบาก คอและลิ้นแข็ง หายใจลำบาก อัมพาต และถึงกับเสียชีวิต อาการจะแสดงเมื่อบริโภคอาหารปนเปื้อนสารพิษ ภายในเวลา 18 – 36 ชั่วโมง หรือบางรายอาจเสียชีวิตภายใน 4-8 วันก็ได้

Clostridium perfringens พบสปอร์ได้ทั่วไปในดิน และบริเวณที่ปนเปื้อนอุจจาระของคนและสัตว์แล้ว นอกจากนี้ยังพบบ่อยในทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลี้ยงด้วย ขณะนี้ที่พบและได้ทำการศึกษาแล้วมี 5 ชนิด ได้แก่ *C. perfringens* type A, B, C, D, E ตามชนิดของสารพิษ โดย type A เท่านั้น ที่ตรวจพบการก่อโรคในคน สปอร์ทนความร้อนสูงถึง 80 องศาเซลเซียส ได้นานกว่า 1 ชั่วโมง ดังนั้น อุณหภูมิ และเวลาในการปรุงอาหารจึงมีความสำคัญต่อการทำลายสปอร์ที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหาร

อาการของโรค

อาการจะเกิดขึ้นเมื่อรับประทาน *C. perfringens* มากกว่า 10^8 เซลล์ต่อกรัมอาหาร ระยะฟักตัว คือ 8-24 ชั่วโมง เชื้อจะสร้างสารพิษในลำไส้ระหว่างที่เซลล์กำลังสร้างสปอร์ เป็นผลทำให้มีการสะสมน้ำในลำไส้ ทำให้เกิดอาการปวดเกร็งที่ท้องอย่างรุนแรง ท้องร่วง มีก๊าซ อุจจาระที่ถ่ายออกมามีลักษณะเป็นน้ำที่มีฟอง (foamy) อาจพบอาการคลื่นไส้หรืออาเจียนในบางราย และหายได้ภายในเวลา 24-48 ชั่วโมง ในผู้สูงอายุหรือเด็กเล็กอาจรุนแรงถึงเสียชีวิตได้

อะฟลาทอกซิน (aflatoxin)

อะฟลาทอกซินเป็นสารพิษที่ส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* และ *Penicillium puberulum* (นงนุช วณิตย์ธนาคม. 2540 : 203, อนงค์ บิณฑวิหค. 2546 : 35) เชื้อราดังกล่าวสามารถเจริญเติบโตได้ในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร อาหารเลี้ยงสัตว์ ระหว่างการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา ระยะเวลาการเก็บภายใต้อุณหภูมิที่อุ่นและมีความชื้นสูง ส่วนใหญ่พบในถั่วลิสงและผลิตภัณฑ์ถั่วลิสง ข้าวโพดและผลิตภัณฑ์ข้าวโพด ฝ้าย ธัญพืช ถั่ว นม ชีส สมุนไพร

และเครื่องเทศ เป็นต้น อะฟลาทอกซินยังคงสะสมไปเรื่อย ๆ เนื่องจากสารพิษเหล่านี้มีความเสถียรมากและไม่ถูกทำลายจากการปรุงอาหารหรือแช่แข็ง อะฟลาทอกซินที่พบตามธรรมชาติส่วนใหญ่มีอยู่ 4 ชนิด คือ อะฟลาทอกซิน B1 และ B2 สามารถเรืองแสงสีน้ำเงิน อะฟลาทอกซิน G1 และ G2 เรืองแสงสีเขียวภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต โดยอะฟลาทอกซิน B1 มีความเป็นพิษสูงสุด อะฟลาทอกซิน B1, B2, G1, G2 สามารถถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 286-289, 244-246, 237-240, 299 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

อะฟลาทอกซินตรวจพบเป็นครั้งแรกในประเทศอังกฤษ เมื่อปี พ.ศ. 2503 จากการเกิดโรคระบาดร้ายแรงขึ้นกับไก่งวงในประเทศอังกฤษ (อนงค์ บิณฑวิหค. 2546 : 11) ทำให้ไก่งวงที่เลี้ยงไว้จำนวนประมาณหนึ่งแสนตัว ล้มตายลงภายในระยะเวลาเพียง 1 สัปดาห์ ภายหลังจากการศึกษาหาสาเหตุ พบว่าเกิดจากความเป็นพิษของอาหารผสมที่มีถั่วลิสงปน เมื่อได้ตรวจพบแน่ชัดแล้วว่าถั่วลิสงมีการปนเปื้อนของเชื้อราที่ทำให้เกิดพิษนี้ขึ้น และพบว่ามีอาหารหลายชนิดที่เชื้อราสามารถเจริญและผลิตสารพิษได้ เช่น ขนมปัง ธัญพืช เครื่องเทศ และน้ำผลไม้ เป็นต้น โดยปกติการเจริญของเชื้อราและสร้างสารพิษขึ้นได้นั้นมักเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว หรือหลังจากขั้นตอนที่นำวัตถุดิบมาประกอบเป็นอาหารแล้ว แต่พบว่าในวัตถุดิบประเภทถั่วลิสง เม็ดฝ้าย ข้าวโพด แตกต่างจากวัตถุดิบชนิดอื่นที่เชื้อรานี้สามารถเจริญและผลิตสารพิษได้ก่อนการเก็บเกี่ยว การปนเปื้อนโดยเชื้อรารวมถึงโอกาสที่จะผลิตอะฟลาทอกซินในพืชเหล่านี้สัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทางการเกษตร ความชื้น สภาวะอากาศ และส่วนเสียที่ถูกกัดกินโดยแมลงว่ามีมากเพียงใด ตัวอย่างเช่น ในถั่วลิสงต้องทำให้แห้งทันทีหลังจากเก็บเกี่ยว ในปี ค.ศ. 1963 คณะกรรมการอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ออกข้อกำหนดเรื่องการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินในอาหารคน และอาหารสัตว์ว่า ในอาหารคนไม่ควรมีปริมาณสูงกว่า 20 พีพีบี ค่ามาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก กำหนดให้มีอะฟลาทอกซินรวมและ B1 ในอาหารไม่เกิน 20 และ 10 พีพีบีตามลำดับ (นงนุช วณิตย์ธนาคม. 2540 : 204) การป้องกันการได้รับเชื้อราที่สามารถสร้างอะฟลาทอกซินเข้าสู่ร่างกายโดยตรงนั้นเป็นไปได้ยาก เนื่องจากเชื้อรามีความแตกต่างจากจุลชีพชนิดอื่น การกระจายของเชื้อสามารถกระจายโดยทางอากาศ และการสัมผัส เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกายจะไม่มีการสร้างอะฟลาทอกซินในอวัยวะของผู้ป่วย แต่จะเกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมเท่านั้น ข้อปฏิบัติในการลดโอกาสที่จะรับเชื้อราที่สร้างอะฟลาทอกซินเข้าสู่ร่างกาย โดยการเลือกบริโภคธัญพืชที่มีบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองจากองค์กรที่มีมาตรฐาน

การเปลี่ยนแปลงของอะฟลาทอกซินภายในร่างกาย

อะฟลาทอกซินสามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางตรง โดยการบริโภคผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน เช่น ถั่วลิสง โดยตรง และทางอ้อมโดยการบริโภคผลิตภัณฑ์

จากสัตว์ที่มีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน โดยสัตว์เหล่านั้นได้รับสารพิษจากอาหารสัตว์ที่มีส่วนผสมของผลิตผลทางการเกษตรที่ปนเปื้อนอะฟลาทอกซินทางการกิน สารพิษจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางลำไส้เล็ก ประมาณร้อยละ 10-20 และถูกกำจัดออกจากร่างกาย ประมาณร้อยละ 80-90 โดยกำจัดออกทางอุจจาระมากที่สุดประมาณร้อยละ 50-60 และในปัสสาวะประมาณร้อยละ 20-30 สำหรับอะฟลาทอกซินที่อยู่ในอวัยวะต่างๆ พบว่ามีการสะสมมากที่สุดในตับ และไต เนื่องจากตับเป็นอวัยวะเป้าหมายของอะฟลาทอกซินโดยตรง อะฟลาทอกซินถูกกำจัดออกนอกร่างกาย ได้เกือบหมดภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยไม่มีการสะสมภายในร่างกาย ทำให้การรักษาผู้ป่วยที่ได้รับอะฟลาทอกซิน ต้องเป็นการรักษาตามอาการ แต่อาจมีการสะสมได้เช่นกันหากได้รับอะฟลาทอกซินเข้าสู่ร่างกายอย่างต่อเนื่อง ภายหลังการถูกดูดซึม อะฟลาทอกซินจะรวมตัวกับอัลบูมิน (albumin) ในซีรัม บางส่วนถูกขับออกจากร่างกาย ทางปัสสาวะ น้ำดี และอุจจาระ บางส่วนถูกเก็บไว้ในเซลล์ตับ อะฟลาทอกซิน B1 ถูกเปลี่ยนแปลงในไซโตซอล (cytosol) โดยปฏิกิริยารีดักชันเป็นอะฟลาทอกซิคอล (aflatoxicol) โดยปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นอะฟลาทอกซิน M1, P1, Q1 และปฏิกิริยาอีปอกซิเดชัน เป็นอะฟลาทอกซินบี 1- 8, 9-อีปอกไซด์ (aflatoxin B1-8, 9-epoxide) ซึ่งไม่คงตัว สามารถรวมตัวกับสารชีวโมเลกุลต่าง ๆ เช่น ดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ และโปรตีนอย่างรวดเร็วทำให้เกิดเป็นเซลล์มะเร็งได้ (อนงค์ บิณฑวิหค. 2546 : 96)

ความเป็นพิษของอะฟลาทอกซิน

องค์การอนามัยโลกจัดให้อะฟลาทอกซินเป็นสารก่อมะเร็งที่ร้ายแรงมากที่สุดชนิดหนึ่ง (potent carcinogen) เนื่องจากปริมาณของอะฟลาทอกซิน 1 ไมโครกรัมสามารถทำให้เกิดการกลายพันธุ์ในแบคทีเรีย และทำให้เกิดมะเร็งในสัตว์ทดลองได้ หากได้รับอย่างต่อเนื่อง โรคที่ตรวจพบในคนอันเนื่องมาจากสารอะฟลาทอกซิน ได้แก่ โรคมะเร็งตับ โรคตับอักเสบ โรคตับแข็ง โรคสมองอักเสบ นอกจากนี้ยังพบความผิดปกติที่อวัยวะอื่นร่วมด้วย เช่น เซลล์ปอดและเซลล์หลอดลมผิดปกติ อาการพิษเกิดจากการสะสมสารพิษเป็นระยะเวลานานจึงเกิดพยาธิสภาพขึ้น ความเป็นพิษแสดงออกมากหรือน้อยขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ภาวะของการบริโภคอาหาร อายุ เพศ ฮอร์โมน การทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ ในตับ และจำนวนสารพิษที่เข้าสู่ร่างกาย พิษของอะฟลาทอกซินมี 2 แบบ ได้แก่ แบบเฉียบพลัน (acute aflatoxicosis) และแบบเรื้อรัง (chronic aflatoxicosis) แบบเฉียบพลันมักเกิดในเด็กมากกว่าผู้ใหญ่ อาการที่เกิดจากอะฟลาทอกซินในเด็ก คล้ายคลึงกับอาการของเด็กที่เป็น Reye's syndrome (นงนุช วณิตย์ธนาคม. 2540 : 207) คือ มีอาการชักและหมดสติได้ เนื่องจากมีความผิดปกติของตับและสมอง น้ำตาลในเลือดลดลง สมองบวม มีการคั่งของไขมันในอวัยวะภายใน เช่น ตับ ไต หัวใจและปอด บางครั้งอาจตรวจพบอะฟลาทอกซินในตับของผู้ป่วยด้วย ในผู้ใหญ่หากได้รับอะฟลาทอกซินเป็นปริมาณมาก จะเกิดพยาธิสภาพที่ตับ และอวัยวะภายในอย่าง

เฉียบพลัน เกิดตับวายเฉียบพลัน มีการตกเลือดภายใน เนื้อตายที่ตับ มีอาการบวมน้ำ หายใจลำบาก เข้าสู่สภาวะหมดสติ หากไม่ได้รับการรักษาอย่างทันท่วงทีจะเสียชีวิตในที่สุด

การป้องกันและการทำลายสารพิษ

การปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินในอาหารเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงและคาดการณ์ได้ยากมาก เพราะเชื้อราที่สร้างสารพิษชนิดนี้ส่วนใหญ่จะพบอยู่ทั่วไปในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย และเจริญได้ดีบนผลิตผลเกษตรเกือบทุกชนิด สมุนไพร รวมทั้งผลิตภัณฑ์แปรรูปด้วย เชื้อราเหล่านี้เกิดขึ้นได้ทุกสถานการณ์ ตั้งแต่กระบวนการผลิต กระบวนการเก็บเกี่ยว และกระบวนการเก็บรักษา กระบวนการขนส่ง สารพิษเหล่านี้อาจปนเปื้อนอยู่ในผลิตผลเกษตรได้ ถึงแม้จะไม่มีเชื้อราปรากฏให้เห็นบนผลิตผลเกษตรนั้น เพราะตัวเชื้อราเองอาจถูกขจัดออกไปโดยวิธีต่าง ๆ หลังจากที่สร้างสารพิษเอาไว้บนผลิตผลเกษตรแล้ว การป้องกันเบื้องต้น คือการลดความชื้นของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวอย่างรวดเร็วด้วยการทำแห้ง (dehydration) เพื่อลด water activity ของอาหารให้ต่ำกว่าที่เชื้อราจะเจริญและสร้างสารพิษ เนื่องจากสารพิษทนความร้อนได้สูงถึง 299 องศาเซลเซียส (นงนุช วณิตย์ธนาคม. 2540 : 204) ความร้อนจากการหุงต้มอาหารทั่วไปไม่สามารถทำลายได้ วิธีการทำลายสารอะฟลาทอกซินโดยทั่วไป จะเป็นวิธีทางเคมี เช่น การใช้กรดแก่ หรือด่างแก่ และวิธีทางกายภาพ เช่น การใช้วิธีการคัดแยก (sorting) เมล็ดธัญพืช หรือการใช้รังสี เป็นต้น แต่ไม่มีวิธีการใดเลยที่สามารถทำลายสารพิษได้หมด ประชาชนที่บริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของสารพิษเข้าไปจึงอาจได้รับอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากงานวิจัยเกี่ยวกับการปนเปื้อนสมุนไพรจีนในประเทศไทยมีน้อย แต่มีรายงานการปนเปื้อนโลหะหนักและจุลินทรีย์ในสมุนไพรไทยและยาแผนโบราณ ดังนี้

อรุณศรี ปรีเปรม และคณะ (2549 : 43-52) ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนัก 4 ชนิด คือ ตะกั่ว สารหนู แคดเมียม และเหล็กในสารสกัดสมุนไพรไทยในรูปผง 12 ชนิด น้ำมัน 2 ชนิดและยาแผนโบราณ 5 ตำรับ พบว่า ไม่พบตะกั่วในสารสกัดสมุนไพร 4 ชนิดและตำรับยาแผนโบราณ 4 ชนิด แต่พบสารหนูและแคดเมียมในสารสกัดสมุนไพรและตำรับยาแผนโบราณทุกตัวอย่าง โดยสารสกัดสมุนไพร 12 ชนิดและตำรับยาแผนโบราณ 3 ตำรับพบสารหนูระดับต่ำ คือไม่เกิน 0.2 พีพีเอ็ม และสารสกัดสมุนไพร 9 ชนิด และตำรับยาแผนโบราณ 3 ตำรับ พบแคดเมียมในระดับปานกลาง (>0.010 ถึง 0.030 พีพีเอ็ม) พบเหล็กในสารสกัดสมุนไพร 11 ชนิด และตำรับยาแผนโบราณทุกตำรับ สารสกัดสมุนไพร 10 ชนิดกับตำรับยาแผนโบราณ 4 ตำรับ พบเหล็กไม่เกิน 25 พีพีเอ็ม ตัวอย่างที่มีปริมาณตะกั่วปนเปื้อนสูงสุด คือ ผลยอแห้งสกัดด้วยน้ำ ผลที่ได้จากการคั้นใบยอสด

หญ้าปักกิ่ง พบปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และเหล็กในระดับสูง ส่วนตำรับยาแผนโบราณพบสารหนู และแคดเมียมทุกตำรับ แต่ไม่เกินปริมาณสูงสุดที่ยอมให้ปนเปื้อนได้ในอาหารหรือผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภคขององค์การอนามัยโลก โดยปริมาณตะกั่วสูงสุดที่พบในตำรับยาหอม 1 ตำรับ คือ 4.29± 0.05 พีพีเอ็ม

สุบุญญา หุดังคบดี (2544 : 35-41) รายงานการตรวจหาอะฟลาทอกซินจากผลิตภัณฑ์อาหารและยาสมุนไพร 27 ชนิด รวม 743 ตัวอย่าง ที่แปรรูปเป็นแบบผงเครื่องดื่ม เม็ด ถุงชง และแคปซูล พบมีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินร้อยละ 40, 60, 91.69 และ 85.29 ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์แบบผงเครื่องดื่มมีการปนเปื้อนปริมาณต่ำสุดคือ 0-30 พีพีบี ขณะที่ผลิตภัณฑ์ชนิดถุงชง และแคปซูลมีการปนเปื้อนสูง 4-431 พีพีบี และตัวอย่างที่เก็บจากชุมชนขององค์การอาหารและยา (อย.) ทั่วประเทศ 279 ตัวอย่าง พบว่าผลิตภัณฑ์จากภาคกลางมีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินสูงสุดคือร้อยละ 98.18 ผลการตรวจหาเชื้อราปนเปื้อนจากผลิตภัณฑ์สมุนไพร 408 ตัวอย่าง พบ *Aspergillus flavus* ปนเปื้อนร้อยละ 34.28 และพบแบคทีเรียปนเปื้อนร้อยละ 94.90

นัฐพล ทรัพย์สมวงศ์ และนฤมิตร อินทุยศ. (2545 : ออนไลน์) ศึกษาการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินบี ในยาสมุนไพรไทยที่จดทะเบียนตำรับ โดยเก็บตัวอย่างจากกรุงเทพมหานครและต่างจังหวัด จำนวน 80 ตำรับ นำมาสกัดและแยกด้วยวิธี column chromatography, thin layer chromatography และวิเคราะห์หาปริมาณโดยเครื่อง densitometry ที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร ผลการวิเคราะห์ พบว่าไม่พบอะฟลาทอกซินบี 66 ตำรับ มีอะฟลาทอกซินบีในช่วงปริมาณ 0.03–0.30, 0.31–0.60, 0.61–0.90 พีพีบี เป็นจำนวน 6, 2 และ 1 ตำรับตามลำดับ

พิมพา สระศรีโสม (2546) ศึกษาหาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม และแมงกานีสในยาแผนโบราณ โดยใช้เทคนิคอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตรเมตรี ในตัวอย่างยาแผนโบราณ 15 ตัวอย่าง ด้วยการย่อยด้วยกรดไนตริกเข้มข้นและให้ความร้อนเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง พบปริมาณตะกั่วและแคดเมียมอยู่ในช่วง 0.0118-0.2507 พีพีเอ็ม และ 0.0044-0.0469 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่ามาตรฐาน Thai Table Different 2000 สำหรับโครเมียมและแมงกานีสอยู่ในช่วง 0.2500-2.9067 พีพีเอ็ม และ 0.2855-159.0767 พีพีเอ็มตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานที่ประกาศโดยกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 273 (2546)

กันยารัตน์ ชลสิทธิ์ (2547 : อ้างถึงใน นันทนา กลิ่นสุนทร. 2557 : 1) รายงานการตรวจวิเคราะห์คุณภาพยาจากสมุนไพรไทยในปีพ.ศ. 2544 - 2546 ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 1 เชียงใหม่ จำนวน 437 ตัวอย่าง ตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ 213 ตัวอย่าง (ร้อยละ 58.0) โลหะหนัก 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 5.1) และจากการสำรวจปริมาณเชื้อ *Clostridium perfringens* ในยาแผนโบราณ ของสำนักยาและวัตถุเสพติด ในช่วงเดือนมกราคม 2549 - มิถุนายน 2550 จำนวน 660

ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนเชื้อ *Clostridium perfringens* 146 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 22.1 จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่าพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและโลหะหนักเกินเกณฑ์มาตรฐานค่อนข้างสูง (ลัดดา พูลสวัสดิ์. 2550 : อ้างถึงใน นันทนา กลิ่นสุนทร. 2557 : 1)

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 5 สมุทรสงครามร่วมกับภาคีเครือข่าย ได้แก่ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด ในพื้นที่เขต 4 และ 5 สำรวจคุณภาพยาจากสมุนไพรโดยเก็บตัวอย่างจากแหล่งผลิตและจำหน่าย ระหว่างเดือนตุลาคม 2550 ถึง กันยายน 2551 จำนวน 205 ตัวอย่าง ดำเนินการตรวจวิเคราะห์การปลอมปนยาแผนปัจจุบัน การปนเปื้อนโลหะหนัก และการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ผลการตรวจวิเคราะห์พบว่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 37 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 18.05 โดยพบการปลอมปนยาแผนปัจจุบันจำนวน 27 ตัวอย่าง การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เกินเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 8 ตัวอย่าง โดยพบ Total viable aerobic count; Yeast and moulds count และ Enterobacteria count แต่ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Clostridium* spp., *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* และโลหะหนักเกินเกณฑ์มาตรฐานจำนวน 1 ตัวอย่าง และพบทั้งการปนเปื้อนโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์เกินเกณฑ์มาตรฐานจำนวน 1 ตัวอย่าง โดยโลหะหนักเกินเกณฑ์มาตรฐาน คือพบตะกั่ว 22.7 พีพีเอ็ม จำนวน 1 ตัวอย่าง พบสารหนู 8.7 พีพีเอ็ม โดยไม่พบการปนเปื้อนแคดเมียมเกินเกณฑ์มาตรฐาน จากข้อมูลบ่งชี้ว่าคุณภาพของยาสมุนไพรยังไม่ได้มาตรฐาน โดยปัญหาที่พบมากที่สุด คือการปลอมปนยาแผนปัจจุบัน โดยส่วนใหญ่ยาดังกล่าวเป็นตัวอย่างที่ไม่มีเลขทะเบียนยาและไม่ทราบแหล่งผลิต (นันทนา กลิ่นสุนทร. 2557 : 40-51)

พัชราภรณ์ ภู่ไพบูลย์ และคณะ (2553 : ออนไลน์) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในยาสมุนไพรไทยและผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทยที่วางจำหน่ายในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่า 42 ตัวอย่าง จาก 86 ตัวอย่าง มีการปนเปื้อนตะกั่วสูงเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (คิดเป็นร้อยละ 48.8) โดย ตัวอย่างยาขมมีการปนเปื้อนมากที่สุด (คิดเป็นร้อยละ 83.3) รองลงมาคือ ยาหอม และขมิ้นใช้รับประทาน (คิดเป็นร้อยละ 56 และ 50) ตามลำดับ ค่าปริมาณตะกั่วสูงสุดที่ตรวจพบ เท่ากับ 50 พีพีเอ็ม คิดเป็น 5 เท่าของค่ามาตรฐาน จำนวน 54 ตัวอย่าง (ร้อยละ 62.8) นอกจากนี้ พบการปนเปื้อนของตะกั่วหรือแคดเมียมอย่างน้อย 1 ธาตุ จำนวน 8 ตัวอย่าง (ร้อยละ 9.3) การปนเปื้อนทั้งตะกั่วและแคดเมียมสูงเกินมาตรฐาน และตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าคอปเปอร์ไม่เกินค่ามาตรฐาน ทั้งนี้ การปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม และคอปเปอร์ ในยาดองเหล้า อยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้

พรรณธิภา ลอดคูบอน และคณะ (2555) ทำการศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในยาสมุนไพรไทยในพื้นที่ตำบลบางโฉลง อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ โดยนำผลการศึกษาที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนัก ตามประกาศของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2547) พบว่า มีการปนเปื้อนของตะกั่วเกินค่ามาตรฐานจำนวน 13 ตัวอย่าง จาก 32

ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 40.6) โดยตัวอย่างยาหอมมีการปนเปื้อนมากที่สุด คือ 5 จาก 6 ตัวอย่าง (ร้อยละ 83.3) รองลงมาคือ ชาสมุนไพร ขมิ้นชัน และฟ้าทะลายโจร ตรวจพบร้อยละ 50, 37.5 และ 33.3 ตามลำดับ พบการปนเปื้อนของแคดเมียมเกินค่ามาตรฐานจำนวน 24 ตัวอย่างจาก 32 ตัวอย่าง (ร้อยละ 75) โดยตัวอย่างฟ้าทะลายโจร ยาหอม ยาขม และยาดองเหล้า พบการปนเปื้อนเกินมาตรฐานทุกตัวอย่าง รองมาคือ ชาสมุนไพรและขมิ้นชัน ตรวจพบร้อยละ 50 และ 33.3 ตามลำดับ ในตัวอย่างยาสมุนไพรไทยที่มีเครื่องหมายการค้า พบการปนเปื้อนของตะกั่วเกินค่ามาตรฐาน จำนวน 7 จาก 23 ตัวอย่าง(ร้อยละ 30.4) และแคดเมียมปนเปื้อนเกินค่ามาตรฐาน จำนวน 20 จาก 23 ตัวอย่าง (ร้อยละ 86.9)

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

1. วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมี

1.1 วัสดุ อุปกรณ์

- ถุงมือ
- กรรไกร
- หลอดทดลอง ขนาด 13X100, 16x150 mm
- กระดาษกรองเบอร์ 4 (Whatman number 4)
- Flask ขนาด 250, 500, 1,000 ml
- Forceps
- Multichannel pipette
- Spreader
- Petri dish

1.2 เครื่องมือ

- กล้องจุลทรรศน์ (Nikon)
- เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล (Sartorius)
- Atomic absorption spectrophotometer (ThermoScientific รุ่น ICE 3500)
- Autoclave (Tomy)
- Biosafety cabinet
- ELISA Reader (Tecan)
- Hot air oven (Memmert)
- Incubator (Shel Lab)
- Microwave (Sumsung)
- Vortex mixer (Gemmy)

1.3 สารเคมี

- 70% Alcohol
- Clorox

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY 華僑崇聖大學

- Paraffin oil

1.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ

- Cooked meat medium (Himedia)
- Gram-negative broth (GN) (Difco)
- Mannitol salt agar (MSA) (BBL)
- Modified semi-solid Rappaport Vassiliadis (MSRV) medium (Oxoid)
- Phosphate buffer saline (BBL)
- Sabouraud dextrose agar + chloramphenicol (Biorad)
- Sabouraud dextrose broth (Difco)
- Salmonella-Shigella (SS) agar (BBL)
- Soybean casein digest agar (TSA) (Difco)
- Soybean casein digest broth (TSB) (Difco)
- Trypticase soy broth (Difco) + 10% NaCl
- ชุดทดสอบเชื้อ *Staphylococcus aureus*
- ชุดทดสอบเชื้อ *Salmonella* spp.

1.5 ชุดตรวจสอบสารพิษอะฟลาทอกซิน

- ชุดตรวจสอบสารพิษอะฟลาทอกวิน ScreenEZ® Aflatoxin ELISA Test Kit (สยามอินเตอร์ควอลิตี้ ประเทศไทย)

2. ตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

เก็บตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด ได้แก่ หวงฉี ตังกุย โก่วฉีจื่อ ซานเย่า ต้าจ่าว จากร้านขายยาจีน 5 ร้าน เป็นประเภทขายส่ง จำนวน 3 ร้าน ประเภทขายปลีก จำนวน 2 ร้าน รวม 25 ตัวอย่าง

3. การตรวจวิเคราะห์สมุนไพรจีน

ทำการตรวจวิเคราะห์สมุนไพรจีนตามเกณฑ์สำหรับยาเตรียมที่ปรุงจากสมุนไพรตามที่ระบุในภาคผนวกของตำรายาของประเทศไทย หรือ Limits for microbial contaminations (ตำรายาของประเทศไทย. 2546 : อ้างถึงใน นันทนา สิทธิชัย. 2547 : 31) และปริมาณสูงสุดของโลหะหนักที่ยอมรับได้ (ตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย : อ้างถึงใน นันทนา สิทธิชัย. 2547 : 31) และเกณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ดังนี้

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนัก เชื้อจุลินทรีย์ และอะฟลาทอกซิน ในยาเตรียมสมุนไพร

การปนเปื้อนโลหะหนัก เชื้อจุลินทรีย์และสารพิษ	เกณฑ์มาตรฐาน
โลหะหนัก	
ตะกั่ว (lead)	ไม่เกิน 10 พีพีเอ็ม
แคดเมียม (cadmium)	ไม่เกิน 0.3 พีพีเอ็ม
สารหนู (arsenic)	ไม่เกิน 4 พีพีเอ็ม
จุลินทรีย์ทั้งหมดและจุลินทรีย์ก่อโรค	
Total aerobic microbial count (TAMC)	ไม่เกิน $5x10^{7}$ CFU/g
Total combined yeasts/ moulds count (TYMC)	ไม่เกิน $5x10^{4}$ CFU/g หรือ ml
Staphylococcus aureus	ไม่พบในยา 1 กรัมหรือ 1 มิลลิลิตร
Salmonella spp.	ไม่พบในยา 10 กรัมหรือ 10 มิลลิลิตร
Clostridium spp.	ไม่พบในยา 10 กรัมหรือ 10 มิลลิลิตร
สารพิษ	
อะฟลาทอกซิน (aflatoxin)	ไม่เกิน 20 พีพีบี

1. การตรวจหาปริมาณโลหะหนักในสมุนไพรจีน

ชั่งตัวอย่างสมุนไพรจีนที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน แล้วนำมาบดให้เป็นผงละเอียดจำนวน 1.5 กรัม ปิเปตสารละลายกรดไนตริกเข้มข้นปริมาตร 20 ml ต้มย่อยด้วยความร้อนบนเตาไฟฟ้า อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส จนปริมาตรเหลือน้อยกว่า 5 มิลลิลิตร ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำขจัดไอออนแล้วนำสารละลายไปวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และสารหนู โดยตะกั่วและแคดเมียมตรวจด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (ThermoScientific รุ่น ICE 3500) ที่ห้องปฏิบัติการ คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ส่วนสารหนูส่งตัวอย่างไปตรวจที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด ด้วยเครื่อง Agilent ICP-MS 7500c โดยวิธี In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2012),986.15

2. การตรวจจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total viable count)

การเตรียมตัวอย่างสมุนไพรจีน ตัดตัวอย่างสมุนไพรให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ด้วยกรรไกรปราศจากเชื้อ นำมาตรวจหาจุลินทรีย์โดยวิธีที่กำหนดในการตรวจสมุนไพรขององค์การอนามัยโลก (WHO. 2011 : 75-84)

2.1 การตรวจหาจำนวนแบคทีเรียแอโรบส์ (Total aerobic microbial count ; TAMC)

- นำตัวอย่าง 10 กรัม มาเจือจางใน Soybean casein digest broth อัตราส่วน 1:10
- เจือจางต่อครั้งละ 10 เท่าใน Soybean casein digest broth จนถึง 10^{-6}
-นำตัวอย่างแต่ละความเข้มข้น ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตรไปเพาะเลี้ยงด้วยวิธี spread plate method บน Soybean casein digest agar โดยเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน (ทำ 2 ซ้ำ) เลือกนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น 30-300 โคโลนีแล้วคูณด้วย dilution factor

2.2 การตรวจหาจำนวนเชื้อยีสต์และรา (Total yeast and mold count ;TYMC)

- ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม มาเจือจางใน Sabouraud dextrose broth อัตราส่วน 1:10
- เจือจางต่อครั้งละ 10 เท่าใน Sabouraud dextrose broth จนถึง 10^{-6}
-นำตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นปริมาณ 0.1 มิลลิลิตรไปเพาะเลี้ยงด้วยวิธี spread plate method บน Sabouraud dextrose agar + chloramphenicol โดยเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-7 วัน (ทำ 2 ซ้ำ) เลือกนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น 30-300 โคโลนีแล้วคูณด้วย dilution factor

3. การตรวจหา *Staphylococcus aureus*

3.1 ชั่งตัวอย่างจำนวน 10 กรัม ใส่ใน phosphate buffer saline (PBS) 100 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1:10) เขย่าให้เข้ากัน 5-10 นาทีโดยใช้ Vortex mixer

3.2 ปิเปตสารละลายตัวอย่าง จำนวน 10 มิลลิลิตร ลงในอาหารเลี้ยง Trypticase soy broth (TSB) จำนวน 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 18-24 ชั่วโมง

3.3 Subculture เชื้อจากอาหารเลี้ยงเชื้อ 3.3 ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Mannitol salt agar (MSA) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 18-24 ชั่วโมง

3.4 เลือกโคโลนีสีเหลือง มาทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมี ได้แก่ coagulase, PR-glucose, PR-mannitol บ่มที่อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ผลการทดสอบ *S. aureus* เป็น +, +, + ตามลำดับ

4. การตรวจหา *Salmonella* spp.

4.1 ชั่งตัวอย่าง จำนวน 10 กรัม ใส่ลงในอาหารเลี้ยง Trypticase soy broth (TSB) จำนวน 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35± 2 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 18-24 ชั่วโมง

4.2 เขย่าและปิเปตตัวอย่างจากอาหารเลี้ยงเชื้อ ในข้อ 4.1 จำนวน 1 มิลลิลิตร ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Gram-negative broth (GN) 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 18-24 ชั่วโมง

4.3 Subculture เชื้อจากอาหารเลี้ยงเชื้อ GN broth ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Salmonella-Shigella (SS) agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส และ MSRV medium นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 18-24 ชั่วโมง

4.4 เลือกโคโลนีจาก SS agar ลักษณะใสจุดดำ หรือลักษณะ opaque halo of growth บน MSRV medium มาทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมี ได้แก่ TSI และ MIL ถ้าเป็นเชื้อ *Salmonella* spp. จะให้ผลการทดสอบเป็น K/A with H_2S, MIL +/-/-/+ ตามลำดับนำมาทดสอบยืนยันทางน้ำเหลืองวิทยาด้วยวิธี slide agglutination กับ Salmonella antiserum poly A-I

5. **การตรวจหา *Clostridium* spp.**

5.1 ชั่งตัวอย่างจำนวน 10 กรัม ใส่ลงในอาหารเลี้ยง Cooked meat medium จำนวน 100 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด (แช่ในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ทำให้เย็นทันทีก่อนใช้) นำขวดหนึ่งไปบ่มที่ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ปิดทับด้วย paraffin oil ทั้ง 2 ขวด นำทั้ง 2 ขวดไปบ่มที่อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง

5.2 นำอาหารเลี้ยงเชื้อมาย้อมแกรม (gram stain) ทุกขวด ขวดที่พบเชื้อ gram-positive bacilli จะส่งต่อไปห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ เพื่อเพาะเชื้อแอนแอโรบส์ (anaerobes) และวินิจฉัยเชื้อ *Clostridium* spp. ต่อไป

6. การตรวจหาสารอะฟลาทอกซิน (aflatoxin)

การตรวจหาสารอะฟลาทอกซินทำตามวิธีที่กำหนดในชุดตรวจสอบสารอะฟลาทอกซินสำเร็จรูป ScreenEZ®-Aflatoxin ELISA Test Kit (สยามอินเตอร์ควอลิตี้ ประเทศไทย) โดยใช้หลักการวิเคราะห์ทาง Immunoassay ในรูปแบบการแข่งขันแบบตรง (Direct competitive Enzyme - Linked Immunosorbent Assay) โดยชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด 20 กรัม ผสมกับ 70% methanol เขย่าบน Vortex นาน 3 นาที ตั้งไว้ 5-10 นาที เพื่อแยกส่วนใส กรองเฉพาะส่วนใสผ่านกระดาษกรอง Whatmann เบอร์ 4 นำส่วนกรองมาเจือจางด้วย washing buffer ในอัตราส่วน 1:3 นำไปตรวจตามวิธี

ที่กำหนดใน ScreenEZ®-Aflatoxin ELISA Test Kit และอ่านผลโดยการอ่านความเข้มของสีในหลุมทดสอบเทียบกับหลุมสารพิษมาตรฐาน ด้วยเครื่อง Micro ELISA Reader (Tecan) ที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร ทำ 2 ซ้ำ นำค่า OD มาคำนวณและรายงานปริมาณค่าเฉลี่ยในหน่วยพีพีบี

การรายงานผล

รายงานผลเป็นร้อยละของสมุนไพรจีนที่มีการปนเปื้อนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY 華僑崇聖大學

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพสมุนไพรจีนจากร้านขายยาจีน จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ หวงฉี ตังกุย โก่วฉีจื่อ ซานเย่า ต้าจ่าว จากร้านค้า 5 ร้าน รวม 25 ตัวอย่าง พบว่าสมุนไพรจีน 16 ตัวอย่าง มีปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ สารหนู แคดเมียม และตะกั่ว เชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนแบคทีเรียแอโรบส์ (TAMC) จำนวนยีสต์และรา (TYMC) เชื้อแบคทีเรียก่อโรค ได้แก่ *Staphylococcus aureus, Salmonella* spp. และ *Clostridium* spp. รวมถึงสารพิษชนิดอะฟลาทอกซิน ต่ำกว่าเกณฑ์การปนเปื้อนของจุลินทรีย์และโลหะหนักในยาเตรียมสมุนไพร (ตำรายาของประเทศไทย และตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย อ้างถึงใน นันทนา สิทธิชัย. 2547 : 31) และประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน คิดเป็นร้อยละ 64.0 โดยมีสมุนไพรจีนที่มีการปนเปื้อนสูงกว่าเกณฑ์ 9 ตัวอย่าง เนื่องจากพบเชื้อ *Clostridium* จำแนกเป็น *C. perfringens* 8 ตัวอย่าง และ *Clostridium* spp. 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 36.0 (ตารางที่ 4.1) โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ผลการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในสมุนไพรจีน 25 ตัวอย่าง พบว่าต่ำกว่าเกณฑ์ทุกตัวอย่าง (ตารางที่ 4.2) โดยพบการปนเปื้อนของสารหนูอยู่ในช่วง ND–0.314 พีพีเอ็ม ชนิดของสมุนไพรจีนที่พบการปนเปื้อนของสารหนูมากที่สุด คือ ซานเย่า ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.314 พีพีเอ็ม รองลงมา คือ หวงฉี และ ตังกุย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.218 และ 0.209 พีพีเอ็ม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

ผลการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนจำแนกตามชนิดสมุนไพรจีน พบว่ามีการปนเปื้อนของแคดเมียมอยู่ในช่วง ND-0.1517 พีพีเอ็ม ชนิดของสมุนไพรจีนที่พบการปนเปื้อนของแคดเมียมมากที่สุด คือ ซานเย่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.065 พีพีเอ็ม รองลงมา คือ ต้าจ่าวและโก่วฉีจื่อ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0622 และ 0.0507 พีพีเอ็ม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

ผลการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณของตะกั่วที่ปนเปื้อนจำแนกตามชนิดสมุนไพรจีน พบว่ามีการปนเปื้อนของตะกั่วอยู่ในช่วง 0.019-3.196 พีพีเอ็ม ชนิดของสมุนไพรจีนที่พบการปนเปื้อนของตะกั่วมากที่สุด คือ หวงฉี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.2365 พีพีเอ็ม รองลงมา คือ ตังกุย และซานเย่า ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.1524 และ 2.1469 พีพีเอ็ม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5)

ผลการตรวจวิเคราะห์หาจำนวนแบคทีเรียแอโรบส์ (TAMC) ที่ปนเปื้อนในสมุนไพรจีน 25 ตัวอย่าง พบว่ามีจำนวน TAMC ในสมุนไพรจีนทุกชนิดแต่ต่ำกว่าเกณฑ์ โดยสมุนไพรจีนที่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียทุกตัวอย่าง (ร้อยละ 100) คือ หวงฉี กับโก่วฉีจื่อ รองลงมา ได้แก่ ต้าจ่าว (ร้อยละ 80) ตังกุย (ร้อยละ 40) และไม่พบเชื้อแบคทีเรียปนเปื้อนในซานเย่าทุกตัวอย่าง (ร้อยละ 0) (ตารางที่ 4.6 และ 4.7)

ผลการตรวจวิเคราะห์หาจำนวนเชื้อยีสต์และรา (TYMC) ที่ปนเปื้อนในสมุนไพรจีน พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อราในสมุนไพรจีน 3 ชนิด แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ สมุนไพรจีนที่พบการปนเปื้อนของเชื้อยีสต์และรามากที่สุด คือ หวงฉีกับต้าจ่าว (ร้อยละ 40) รองลงมา ได้แก่ โก่วฉีจื่อ (ร้อยละ 20) และไม่พบปนเปื้อนในตังกุยและซานเย่าทุกตัวอย่าง (ร้อยละ 0) (ตารางที่ 4.6 และ 4.8)

ผลการตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรียก่อโรค (pathogenic bacteria) ที่ปนเปื้อนในสมุนไพรจีน ได้แก่ เชื้อ *Salmonella* spp. *S. aureus, Clostridium* spp. พบว่าไม่มีการปนเปื้อนของ เชื้อ *Salmonella* spp. และ *S. aureus* ในสมุนไพรจีนทุกชนิด แต่พบ *Clostridium* spp. และ *C. perfringens* ในสมุนไพรจีนทุกชนิด ชนิดที่พบการปนเปื้อนของเชื้อมากที่สุด คือ หวงฉี (ร้อยละ 60) รองลงมา ได้แก่ ตังกุยและต้าจ่าว (ร้อยละ 40) โก่วฉีจื่อ และซานเย่า (ร้อยละ 20) (ตารางที่ 4.6 และ 4.9)

ผลการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในสมุนไพรจีน พบว่ามีการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินอยู่ในช่วง 1.62-19.65 พีพีบี ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ ชนิดของสมุนไพรจีนที่พบการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินมากที่สุด คือ ตังกุย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.87 พีพีบี โดยมีตังกุย 1 ตัวอย่างที่มีค่าสูงมากคือ 19.65 พีพีบี รองลงมา คือ หวงฉีและต้าจ่าว ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 และ 4.21 พีพีบี ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10 และ 4.11)

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด

สมุนไพรจีน	จำนวนสมุนไพรทั้งหมด	จำนวนสมุนไพรต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน	จำนวนสมุนไพรสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน
1. หวงฉี	5	2	3
2. โก่วฉีจื่อ	5	4	1
3. ตังกุย	5	3	2
4. ซานเย่า	5	4	1
5. ต้าจ่าว	5	3	2
รวม (ร้อยละ)	25	16 (64.0)	9 (36.0)

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจวิเคราะห์โลหะหนักที่ปนเปื้อนในสมุนไพรจีน 5 ชนิด จำแนกตามร้านจำหน่าย

ร้าน	สมุนไพรจีน	**สารหนู (< 4 พีพีเอ็ม)**	**แคดเมียม (< 0.3 พีพีเอ็ม)**	**ตะกั่ว (<10 พีพีเอ็ม)**	**ต่ำกว่าหรือสูงกว่าเกณฑ์**
1	1.1 หวงฉี	ND	ND	2.97	ต่ำกว่า
	1.2 โก่วฉีจื่อ	ND	0.15	2.28	ต่ำกว่า
	1.3 ตังกุย	ND	ND	3.09	ต่ำกว่า
	1.4 ซานเย่า	< 0.185	0.05	3.20	ต่ำกว่า
	1.5 ต้าจ่าว	ND	0.07	2.80	ต่ำกว่า
2	2.1 หวงฉี	ND	ND	3.77	ต่ำกว่า
	2.2 โก่วฉีจื่อ	ND	ND	3.90	ต่ำกว่า
	2.3 ตังกุย	ND	ND	2.93	ต่ำกว่า
	2.4 ซานเย่า	ND	ND	4.21	ต่ำกว่า
	2.5 ต้าจ่าว	ND	0.12	3.34	ต่ำกว่า
3	3.1 หวงฉี	ND	ND	4.28	ต่ำกว่า
	3.2 โก่วฉีจื่อ	ND	ND	3.99	ต่ำกว่า
	3.3 ตังกุย	0.314	ND	4.71	ต่ำกว่า
	3.4 ซานเย่า	< 0.185	0.14	3.13	ต่ำกว่า
	3.5 ต้าจ่าว	0.218	ND	3.02	ต่ำกว่า
4	4.1 หวงฉี	ND	ND	0.14	ต่ำกว่า
	4.2 โก่วฉีจื่อ	ND	ND	0.02	ต่ำกว่า
	4.3 ตังกุย	0.217	ND	0.02	ต่ำกว่า
	4.4 ซานเย่า	ND	ND	0.18	ต่ำกว่า
	4.5 ต้าจ่าว	ND	ND	0.02	ต่ำกว่า
5	5.1 หวงฉี	ND	ND	0.02	ต่ำกว่า
	5.2 โก่วฉีจื่อ	ND	ND	0.02	ต่ำกว่า
	5.3 ตังกุย	0.225	0.01	0.02	ต่ำกว่า
	5.4 ซานเย่า	ND	ND	0.02	ต่ำกว่า
	5.5 ต้าจ่าว	< 0.185	ND	0.02	ต่ำกว่า

หมายเหตุ ND = not detected

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY 華僑崇聖大學

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารหนู จำแนกตามตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด

สมุนไพรจีน	ปริมาณสารหนู (พีพีเอ็ม)					ค่าเฉลี่ย (พีพีเอ็ม)
	ร้านที่ 1	ร้านที่ 2	ร้านที่ 3	ร้านที่ 4	ร้านที่ 5	
1. หวงฉี	ND	ND	0.218	ND	ND	0.218
2. โก่วฉีจื่อ	<0.185	ND	ND	ND	ND	<0.185
3. ตังกุย	ND	ND	<0.185	0.217	0.225	0.209
4. ซานเย่า	ND	ND	0.314	ND	ND	0.314
5. ต้าจ่าว	ND	ND	ND	ND	<0.185	<0.185

หมายเหตุ ND = not detected

ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียม จำแนกตามตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด

สมุนไพรจีน	ปริมาณแคดเมียม (พีพีเอ็ม)					ค่าเฉลี่ย (พีพีเอ็ม)
	ร้านที่ 1	ร้านที่ 2	ร้านที่ 3	ร้านที่ 4	ร้านที่ 5	
1. หวงฉี	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2. โก่วฉีจื่อ	0.1517	ND	ND	0.0001	0.0004	0.0507
3. ตังกุย	ND	ND	ND	ND	0.0052	0.0052
4. ซานเย่า	0.0496	ND	0.1439	ND	0.0014	0.0650
5. ต้าจ่าว	0.0655	0.1202	ND	ND	0.0008	0.0622

หมายเหตุ ND = not detected

ตารางที่ 4.5 ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว จำแนกตามตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด

สมุนไพรจีน	ปริมาณตะกั่ว (พีพีเอ็ม)					ค่าเฉลี่ย (พีพีเอ็ม)
	ร้านที่ 1	ร้านที่ 2	ร้านที่ 3	ร้านที่ 4	ร้านที่ 5	
1. หวงฉี	2.9711	3.7649	4.2843	0.143	0.019	2.2365
2. โก่วฉีจื่อ	2.2809	3.9033	3.9911	0.019	0.018	2.0425
3. ตังกุย	3.0915	2.9245	4.7071	0.021	0.018	2.1524
4. ซานเย่า	3.1958	4.2090	3.1325	0.179	0.018	2.1469
5. ต้าจ่าว	2.8044	3.3433	3.0170	0.020	0.018	1.8405

ตารางที่ 4.6 ผลการตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในสมุนไพรจีน 5 ชนิด

ร้าน	สมุนไพรจีน	TAMC ($\leq 5x10^7$ CFU/g)	TYMC ($\leq 5x10^4$ CFU/g)	*S. aureus* (ไม่พบ)	*Salmonella* spp. (ไม่พบ)	*Clostridium* spp. (ไม่พบ)
1	1.1 หวงฉี	1.9×10^3	0	ไม่พบ	ไม่พบ	*C. perfringens*
	1.2โก่วฉีจื่อ	4.0×10^2	0	ไม่พบ	ไม่พบ	*C. perfringens*
	1.3 ตังกุย	0	0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	1.4 ซานเย่า	0	0	ไม่พบ	ไม่พบ	*C. perfringens*
	1.5 ต้าจ่าว	4.7×10^3	0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
2	2.1 หวงฉี	9.0×10^3	10^2	ไม่พบ	ไม่พบ	*C. perfringens*
	2.2โก่วฉีจื่อ	3.5×10^2	0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	2.3 ตังกุย	0	0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	2.4 ซานเย่า	0	0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	2.5 ต้าจ่าว	2.0×10^3	8.7×10^3	ไม่พบ	ไม่พบ	*Clostridium* spp.
3	3.1 หวงฉี	4.5×10^2	10^2	ไม่พบ	ไม่พบ	*C. perfringens*
	3.2โก่วฉีจื่อ	7.6×10^3	5×10^2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	3.3 ตังกุย	0	0	ไม่พบ	ไม่พบ	*C. perfringens*
	3.4 ซานเย่า	0	0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	3.5 ต้าจ่าว	0	0	ไม่พบ	ไม่พบ	*C. perfringens*
4	4.1 หวงฉี	2.0×10^2	0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	4.2โก่วฉีจื่อ	5.5×10^2	0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	4.3 ตังกุย	3.8×10^2	0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	4.4 ซานเย่า	0	0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	4.5 ต้าจ่าว	3.6×10^4	0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
5	5.1 หวงฉี	2.5×10^2	0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	5.2โก่วฉีจื่อ	6.5×10^2	0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	5.3 ตังกุย	4.5×10^2	0	ไม่พบ	ไม่พบ	*C. perfringens*
	5.4 ซานเย่า	0	0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	5.5 ต้าจ่าว	3.5×10^2	4.0×10^3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY 華僑崇聖大學

ตารางที่ 4.7 ผลการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียแอโรบส์ จำแนกตามตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด

สมุนไพรจีน	TAMC ($\leq 5x10^7$ CFU/g)					% การปนเปื้อน
	ร้านที่ 1	ร้านที่ 2	ร้านที่ 3	ร้านที่ 4	ร้านที่ 5	
1. หวงฉี	1.9×10^3	9.0×10^3	4.5×10^2	2.0×10^2	2.5×10^2	100 (5/5)
2. โก่วฉีจื่อ	4.0×10^2	3.5×10^2	7.6×10^3	5.5×10^2	6.5×10^2	100 (5/5)
3. ตังกุย	0	0	0	3.8×10^2	4.5×10^2	40 (2/5)
4. ซานเย่า	0	0	0	0	0	0 (0/5)
5. ต้าจ่าว	4.7×10^3	2.0×10^3	0	3.6×10^4	3.5×10^2	80 (4/5)

ตารางที่ 4.8 ผลการตรวจวิเคราะห์เชื้อยีสต์และรา จำแนกตามตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด

สมุนไพรจีน	TYMC ($\leq 5x10^4$ CFU/g)					% การปนเปื้อน
	ร้านที่ 1	ร้านที่ 2	ร้านที่ 3	ร้านที่ 4	ร้านที่ 5	
1. หวงฉี	0	10^2	10^2	0	0	40 (2/5)
2. โก่วฉีจื่อ	0	0	5×10^2	0	0	20 (1/5)
3. ตังกุย	0	0	0	0	0	0 (0/5)
4. ซานเย่า	0	0	0	0	0	0 (0/5)
5. ต้าจ่าว	0	8.7×10^3	0	0	4.0×10^3	40 (2/5)

ตารางที่ 4.9 ผลการตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Clostridium* spp. จำแนกตามตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด

สมุนไพรจีน	ผลการวิเคราะห์เชื้อ *Clostridium* spp.					% ผลบวก
	ร้านที่ 1	ร้านที่ 2	ร้านที่ 3	ร้านที่ 4	ร้านที่ 5	
1. หวงฉี	+	+	+	-	-	60.0 (3/5)
2. โก่วฉีจื่อ	+	-	-	-	-	20.0 (1/5)
3. ตังกุย	-	-	+	-	+	40.0 (2/5)
4. ซานเย่า	+	-	-	-	-	20.0 (1/5)
5. ต้าจ่าว	-	+	+	-	-	40.0 (2/5)
% ผลบวก	60.0 (3/5)	40.0 (2/5)	60.0 (3/5)	0 (0/5)	20.0 (1/5)	

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY 華僑崇聖大學

ตารางที่ 4.10 ผลการตรวจวิเคราะห์อะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในสมุนไพรจีน 5 ชนิด

ร้าน	สมุนไพรจีน	อะฟลาทอกซิน	เกณฑ์มาตรฐาน (≤ 20 พีพีบี)
1	1.1 หวงฉี	2.42	ต่ำกว่าเกณฑ์
	1.2 โก่วฉีจื่อ	1.62	ต่ำกว่าเกณฑ์
	1.3 ตังกุย	5.68	ต่ำกว่าเกณฑ์
	1.4 ซานเย่า	1.64	ต่ำกว่าเกณฑ์
	1.5 ต้าจ่าว	2.63	ต่ำกว่าเกณฑ์
2	2.1 หวงฉี	3.35	ต่ำกว่าเกณฑ์
	2.2 โก่วฉีจื่อ	1.76	ต่ำกว่าเกณฑ์
	2.3 ตังกุย	4.72	ต่ำกว่าเกณฑ์
	2.4 ซานเย่า	2.11	ต่ำกว่าเกณฑ์
	2.5 ต้าจ่าว	3.19	ต่ำกว่าเกณฑ์
3	3.1 หวงฉี	3.74	ต่ำกว่าเกณฑ์
	3.2 โก่วฉีจื่อ	1.96	ต่ำกว่าเกณฑ์
	3.3 ตังกุย	6.11	ต่ำกว่าเกณฑ์
	3.4 ซานเย่า	2.44	ต่ำกว่าเกณฑ์
	3.5 ต้าจ่าว	2.49	ต่ำกว่าเกณฑ์
4	4.1 หวงฉี	5.57	ต่ำกว่าเกณฑ์
	4.2โก่วฉีจื่อ	4.56	ต่ำกว่าเกณฑ์
	4.3 ตังกุย	19.65	ต่ำกว่าเกณฑ์
	4.4 ซานเย่า	4.79	ต่ำกว่าเกณฑ์
	4.5 ต้าจ่าว	6.62	ต่ำกว่าเกณฑ์
5	5.1 หวงฉี	6.06	ต่ำกว่าเกณฑ์
	5.2 โก่วฉีจื่อ	5.78	ต่ำกว่าเกณฑ์
	5.3 ตังกุย	13.18	ต่ำกว่าเกณฑ์
	5.4 ซานเย่า	4.83	ต่ำกว่าเกณฑ์
	5.5 ต้าจ่าว	6.10	ต่ำกว่าเกณฑ์

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY 華僑崇聖大學

ตารางที่ 4.11 ผลการตรวจวิเคราะห์อะฟลาทอกซินจำแนกตามตัวอย่างสมุนไพรจีน 5 ชนิด

สมุนไพรจีน	ผลการตรวจวิเคราะห์ อะฟลาทอกซิน (พีพีบี)					ค่าเฉลี่ย (พีพีบี)
	ร้านที่ 1	ร้านที่ 2	ร้านที่ 3	ร้านที่ 4	ร้านที่ 5	
1. หวงฉี	2.42	3.35	3.74	5.57	6.06	4.23
2. โก่วฉีจื่อ	1.62	1.76	1.96	4.56	5.78	3.14
3. ตังกุย	5.68	4.72	6.11	19.65	13.18	9.87
4. ซานเย่า	1.64	2.11	2.44	4.79	4.83	3.16
5. ต้าจ่าว	2.63	3.19	2.49	6.62	6.10	4.21

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY 華僑崇聖大學

บทที่ 5
สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ในปัจจุบันยาจีนที่ประกอบด้วยสมุนไพรจีนมีบทบาทสำคัญในการใช้รักษาโรครวมถึงเป็นยาบำรุงร่างกาย สังเกตได้จากมีผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากสมุนไพรจีนหรือมีสมุนไพรจีนเป็นองค์ประกอบถูกผลิตออกมาจำหน่ายในท้องตลาดมากมาย อย่างไรก็ตามผู้ผลิตส่วนใหญ่ยังไม่ให้ความสำคัญกับกระบวนการควบคุมคุณภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุมคุณภาพทางด้านการปนเปื้อนสารต่าง ๆ เช่นโลหะหนัก การปนเปื้อนจุลินทรีย์ รวมถึงสารพิษจากเชื้อรา งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหาการปนเปื้อนของโลหะหนัก จำนวนแบคทีเรียแอโรบส์และรา การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus, Salmonella* spp. และ *Clostridium* spp. และสารอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในสมุนไพรจีนที่ใช้บริโภคบ่อยในประเทศไทยจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ หวงฉี ตังกุย โก่วฉีจื่อ ซานเย่า และต้าจ่าว จากร้านขายสมุนไพรจีนจำนวน 5 ร้าน รวม 25 ตัวอย่าง

1. ผลการตรวจหาโลหะหนัก

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก 3 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และสารหนู ที่ปนเปื้อนในสมุนไพรจีน 5 ชนิด ได้แก่ หวงฉี ตังกุย โก่วฉีจื่อ ซานเย่า ต้าจ่าว โดยตัวอย่างที่สนใจศึกษาเป็นสมุนไพรจีนชนิดแห้งที่ยังไม่ผ่านการแปรรูปแล้วนำมาเตรียมตัวอย่างด้วยการอบที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน ย่อยตัวอย่างด้วยกรดไนตริกเข้มข้น และวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (AAS) เทคนิค Graphite furnace พบว่าตัวอย่างมีการปนเปื้อนโลหะหนักแต่ละชนิดในปริมาณที่แตกต่างกัน กล่าวคือ สมุนไพรจีน 25 ตัวอย่างที่สุ่มวิเคราะห์มีการปนเปื้อนตะกั่วอยู่ในช่วง 0.019 - 3.1958 พีพีเอ็ม การปนเปื้อนของแคดเมียมอยู่ในช่วง ND - 0.1517 พีพีเอ็ม การปนเปื้อนของสารหนูอยู่ในช่วง ND - 0.314 พีพีเอ็ม ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทยที่กำหนดให้มีปริมาณตะกั่ว แคดเมียม สารหนูไม่เกิน 10, 0.3, 4 พีพีเอ็มตามลำดับทุกตัวอย่าง

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในสมุนไพรจีนพบว่า ตะกั่วมีปริมาณการปนเปื้อนในตัวอย่างมากที่สุด รองลงมา คือ สารหนู และแคดเมียม ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ทุกตัวอย่าง แต่เนื่องจากเกณฑ์กำหนดระดับปริมาณของแคดเมียมให้ปนเปื้อนได้ในระดับต่ำ จึงควรเฝ้าระวังการปนเปื้อนของแคดเมียมเนื่องจากมีการตรวจพบในปริมาณหนึ่ง หากมีการบริโภคต่อเนื่องเป็นเวลานาน จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ การปนเปื้อนสารโลหะหนักเหล่านี้ส่วนใหญ่มาจาก

กระบวนการผลิต ได้แก่ จากยาฆ่าแมลง ในดิน สิ่งแวดล้อม รวมทั้งจากกระบวนการเก็บเกี่ยว ดังนั้น ควรจะต้องมีการควบคุมคุณภาพกระบวนการเพาะปลูกที่ดี (good agricultural practice; GAP) เพื่อที่จะได้สมุนไพรที่มีสารสำคัญในปริมาณสูง และปราศจากสารปนเปื้อน

รายงานการปนเปื้อนโลหะหนักในสมุนไพรจีนนั้นมีหลายงานวิจัย ได้แก่ บทความออนไลน์ โดยสัญญา หกพุดชา เรื่อง Toxic contaminants in Chinese Patent medicines (สัญญา หกพุดชา. 2556 : ออนไลน์) ที่ได้นำบทสรุปงานวิจัยของ Jake Paul Fratkin, Richard Ko, Pharm. D. และAlice Au. สถาบัน California Department of Health Services สาขาอาหารและยา เรื่องการตรวจสอบหาสารจำพวกโลหะหนักที่ปนเปื้อนและยาแผนปัจจุบันที่ผสมลงในผลิตภัณฑ์สมุนไพรจีน โดยใช้วิธี Atomic absorption analysis และ Gas chromatography mass spectroscopy (GC-MS) จำนวน 261 ตัวอย่าง พบว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีการปนเปื้อนร้อยละ 15-25 บทความวิชาการโดย Chan K. (2003 : 1361-1371) ที่สรุปรายงานการพบโลหะหนัก 9 ชนิด (แคดเมียม โคบอลต์ ทองแดง เหล็ก มังกานีส นิเกิล ตะกั่ว สังกะสี ปรอท) ในสมุนไพรจีน 42 ชนิด และรายงานจากประเทศมาเลเซียพบว่าสมุนไพรจีน 4 ชนิด ได้แก่ Eight treasure herbal tea, Herbal tea, Xiyangshen (*Radix Panacis Quinquefolii*) และ Dangshen (*Radix Codonopsis*) ตรวจพบโลหะหนัก ได้แก่ แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) แคดเมียม (Cd) เหล็ก (Fe) และสังกะสี (Zn) ปนเปื้อนทุกตัวอย่างในปริมาณต่ำ (< 1 พีพีเอ็ม) ยกเว้น แมงกานีสที่พบปริมาณสูงถึง 18.545 พีพีเอ็ม เมื่อนำสมุนไพรจีนไปปรุงโดยการต้มหรือเคี่ยว พบว่าสามารถลดปริมาณของทองแดงได้อย่างมีนัยสำคัญ (Ting, et al. 2013 : 119-124)

การตรวจหาการปนเปื้อนโลหะหนักของสมุนไพรจีนนั้นควรจัดเป็นเกณฑ์มาตรฐานในการตรวจวัดและควบคุมคุณภาพของสมุนไพรอย่างหนึ่งเช่นเดียวกับตำรับยาไทย ซึ่งจะส่งผลให้ผู้นำเข้าสมุนไพรจีนจากต่างประเทศจำเป็นต้องจัดหาสมุนไพรจีนจากแหล่งที่ได้มาตรฐานและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคสูง

2. ผลการตรวจหาจุลินทรีย์ปนเปื้อน

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนในสมุนไพรจีน โดยใช้เกณฑ์ยาเตรียมสมุนไพรในตำรายาของประเทศไทย ได้แก่ TAMC ต้องไม่เกิน $5x10^7$ CFU /g และ TYMC ต้องไม่เกิน $5x10^4$ CFU /g และไม่พบแบคทีเรียก่อโรค ผลการศึกษาพบว่า สมุนไพรจีนทุกตัวอย่างมีปริมาณ TAMC และ TYMC อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ไม่พบเชื้อแบคทีเรียก่อโรค 2 ชนิด ได้แก่ *S. aureus* และ *Salmonella* spp. ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสกุลรัตน์ รัตนาเกียรติ์ (2556) ที่ศึกษาจุลินทรีย์ปนเปื้อนของยาจากสมุนไพรไทยในรูปแบบของแข็ง จากตัวอย่างทั้งหมด 26 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างจำนวน 1 ตัวอย่าง คือ ตำรับยาระบายสมุนไพรไทย

อย่างไรก้อตามในงานวิจัยนี้มีสมุนไพรจีนจำนวน 9 ตัวอย่าง ครบทั้ง 5 ชนิด ที่ไม่ผ่านเกณฑ์เนื่องจากพบเชื้อ *Clostridium* spp. คิดเป็นร้อยละ 36.0 โดยส่วนใหญ่เป็นเชื้อ *Clostridium perfringens* ซึ่งเชื้อ *Clostridium* spp. นี้เป็นเชื้อที่พบได้ทั่วไปตามพื้นดิน มีสปอร์ ทำให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมและความร้อนสูงกว่าเชื้อแบคทีเรียชนิดอื่นและสร้างสารพิษได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Clostridium perfringens* type A สามารถสร้าง enterotoxin ก่อให้เกิดโรคของระบบทางเดินอาหาร ได้แก่ ท้องร่วง โดยการรับเชื้อจากอาหารที่รับประทานเข้าไปอันรวมไปถึงยาสมุนไพรไทยและจีนด้วย ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบของยาที่แพทย์จ่ายให้ผู้ป่วยรับประทานนั่นเอง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการตรวจหาจุลินทรีย์ปนเปื้อนในสมุนไพรจีนจากประเทศมาเลเซียพบว่าสมุนไพรจีน 4 ชนิด ได้แก่ Eight treasure herbal tea, Herbal tea, Xiyangshen (*Radix Panacis Quinquefolii*) และ Dangshen (*Radix Codonopsis*) มีจุลินทรีย์ปนเปื้อน 10^6 CFU/mL และไม่พบเชื้อ *Salmonella, Clostridium, Bacillus* spp. เมื่อนำสมุนไพรจีนไปปรุงโดยการต้มหรือเคี่ยว พบว่าสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้อย่างมีนัยสำคัญ (Ting, et al. 2013 : 119-124)

รูปแบบของยาสมุนไพรจีนที่ใช้ในประเทศไทยเป็นหลักประกอบไปด้วยยาต้ม ยาเม็ด ยาลูกกลอน ยาผง ยาผงบรรจุแคปซูล ยาชงน้ำร้อนดื่มแบบชา และยาดองเหล้า ดังนั้นวิธีการทำลายเชื้อจึงมีหลายวิธี ขึ้นกับรูปแบบของยา ได้แก่

รูปแบบยาต้ม ควรนำสมุนไพรจีนไปล้างเศษดิน ฝุ่นผงและสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ โดยใช้น้ำไหลผ่านชะล้าง หลังผ่านการแช่ยาในน้ำตามเวลาที่กำหนดคือ 30 นาที โดยประมาณเพื่อให้สารสำคัญละลายน้ำออกมา จึงทำการต้มยาให้เดือด ซึ่งเวลาในการต้มยาภายหลังจากน้ำเดือดแล้วนั้นใช้เวลาตั้งแต่ 10 นาทีขึ้นไป ถือว่าเพียงพอต่อการทำลายเชื้อแบคทีเรียที่ไม่มีสปอร์ เนื่องจากการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 10 นาทีสามารถทำลายเซลล์ของแบคทีเรียทั่วไปได้ (นิอร โฉมศรี. 2555 : 89) และการใช้ความร้อน 120 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (นันทนา อรุณฤกษ์. 2549 : 70) หรือการใช้ความร้อน 100 องศาเซลเซียส นาน 360 นาที (อัธยา กังสุวรรณ : ออนไลน์) ทำลายสปอร์ของเชื้อ *Clostridium botulinum* ได้ แต่สารพิษ botulinum toxin จากเชื้อ *C. botulinum* ไม่ทนความร้อน ถูกทำลายได้ด้วยการต้มนาน 10 นาที (นันทนา อรุณฤกษ์. 2549 : 70) ส่วน vegetative cell และสปอร์ของ *C . perfringens* ชนิด A1 หรือ heat-sensitive strain ถูกทำลายได้ด้วยการต้มในน้ำเดือดนาน 2-3 นาที แต่ความร้อนนี้ไม่สามารถทำลายสปอร์ของชนิด A2 และ C หรือ heat-resistant strain ได้ (นันทนา อรุณฤกษ์. 2549 : 76) ได้ เนื่องจากสปอร์ชนิดหลังจะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ในเวลา 30-60 นาที และไม่สามารถทำลายสารพิษ enterotoxin จาก *S. aureus* (จุรีภรณ์ บุณยวงศ์วิโรจน์. 2537 : 30-33)

รูปแบบยาเม็ด ยาลูกกลอน ยาผง ยาผงบรรจุแคปซูล ควรทำการเตรียมด้วยการทำความสะอาดเบื้องต้น โดยการนำสมุนไพรจีนไปล้างเศษดิน ฝุ่นผงและสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ โดยใช้น้ำไหลผ่านชะล้างอย่างน้อย 10 นาที จากนั้นนำสมุนไพรจีนไปตากแดดหรืออบด้วยความร้อนให้แห้งที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียสแล้วนำไปปั่นหรือบดให้เป็นผง หลังจากนี้ต้องนำผงสมุนไพรจีนที่ได้ไปผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นวิธีอบด้วยความร้อนแห้ง การอบด้วยความร้อนชื้น การอบด้วยก๊าซเอทิลีนออกไซด์ การอบด้วยก๊าซโอโซน การฆ่าเชื้อโดยใช้ไมโครเวฟ รังสีอุลตร้าไวโอเลต หรือรังสีแกมม่า โดยแต่ละวิธีนั้นมีข้อดีข้อเสียและส่งผลต่อการสูญเสียสารสำคัญในตัวยาไปบางส่วนมากน้อยแตกต่างกัน (เชาวลิต มณฑล. 2556 : 41-54)

ส่วนรูปแบบยาชงน้ำร้อนดื่มแบบชงชานั้น เป็นวิธีการใช้น้ำเดือดเทลงไปบนยาแล้วตั้งทิ้งไว้เหมือนการชงชานั้นไม่เพียงพอต่อการทำลายสปอร์ของเชื้อ *Clostridium* spp. ผู้ผลิตควรนำสมุนไพรจีนไปล้างเศษดิน ฝุ่นผงและสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ โดยใช้น้ำไหลผ่านชะล้าง แล้วนำไปต้มให้เดือดเป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที ยกเว้นยาสมุนไพรนั้นได้ผ่านกระบวนการทำความสะอาด ทำให้ปราศจากเชื้อและจัดเก็บในบรรจุภัณฑ์อย่างดี จึงจะสามารถนำมาใช้ในรูปแบบชงด้วยน้ำร้อนดื่มแบบชาได้ สมุนไพรที่นิยมใช้ในรูปแบบนี้ เช่น โก่วฉีจื่อ ต้าจ่าว ดอกเก๊กฮวย ใบหม่อน เป็นต้น

3. ผลการตรวจสารอะฟลาทอกซิน

สมุนไพรจีนส่วนที่นำไปใช้งานหรือใช้เตรียมเป็นยาในการศึกษาครั้งนี้ คือ ส่วนราก เหง้า และผลสุก ซึ่งผลการตรวจหาอะฟลาทอกซินพบว่า ตรวจพบได้ในตัวอย่างทุกตัวอย่าง และต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (≤ 20 พีพีบี) ทุกตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่พบการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินในสมุนไพรไทย (Tassaneeyakul et al. 2004 : 239-244) และสมุนไพรจีนโดยพบมากที่สุดในบริเวณราก เหง้า และผลสุก (Han, et al. 2010 : 167-171) แต่ค่าที่ได้ไม่เกินค่าที่กำหนด (Ren and Ma. 1997 : 280-284 และ Tang. 1999 : 287-291) แต่มี 2 ตัวอย่างที่ตรวจพบปริมาณสารอะฟลาทอกซินปนเปื้อนค่อนข้างสูง ได้แก่ ตัวอย่างตังกุยที่ 4.3 ตรวจพบปริมาณ 19.65 พีพีบี และตัวอย่างตังกุยที่ 5.3 ตรวจพบปริมาณ 13.18 พีพีบี การที่ตรวจพบสารอะฟลาทอกซินได้ในสมุนไพรจีนทุกตัวอย่างชี้ให้เห็นถึงความน่าจะเป็นที่เชื้อราเจริญในสมุนไพรจีนได้โดยเฉพาะบริเวณราก เหง้า และผล เพราะเป็นบริเวณที่มีการสะสมของแป้งและไขมันอยู่มากและมีโอกาสปนเปื้อนเชื้อราจากดินได้ง่าย

อะฟลาทอกซินเป็นสารพิษจากเชื้อรา *Aspergillus flavus* และ *A. parasiticus* ที่พบได้ทั่วไปตามสิ่งแวดล้อม มีคุณสมบัติที่สามารถทนความร้อนได้สูงถึง 299 องศาเซลเซียส (นงนุช วณิตย์ธนาคม. 2540 : 204) จึงไม่สลายตัวไปจากการต้มยาสมุนไพรจีนแม้จะต้มเป็นเวลานานก็ตาม ดังนั้นวิธีที่ดีที่สุดคือการป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อราเพื่อลดปริมาณอะฟลาทอกซินที่จะเข้าสู่ร่างกายให้

น้อยที่สุด จึงจำเป็นต้องมีการจัดทำมาตรฐานของสมุนไพรจีน อาทิ การควบคุมความชื้นในสมุนไพรจีนก่อนจัดเก็บเข้าคลังสินค้าหรือคลังยา ลักษณะของสถานที่จัดเก็บสมุนไพรที่ต้องสะอาด อากาศถ่ายเทสะดวก มีการควบคุมทั้งอุณหภูมิและความชื้น รวมไปถึงระยะเวลาการจัดเก็บ และหากพบว่าสมุนไพรจีนที่จัดเก็บขึ้นราต้องทำการทำลายทิ้งเท่านั้น การนำสมุนไพรจีนไปล้าง ขัดแปรงถู หรือตากแดดล้วนไม่สามารถทำลายสารอะฟลาทอกซินที่แพร่กระจายไปทั่วสมุนไพรได้

4. ร้านจำหน่ายยาสมุนไพรจีน

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าสมุนไพรจีนที่จำหน่ายจากร้านขายส่ง (ร้านที่ 1-3) มีการปนเปื้อนกลุ่มเชื้อ *Clostridium* spp. มากกว่าจากร้านขายปลีก (ร้านที่ 4-5) อาจเกิดจากระยะเวลาในการเก็บรักษาสมุนไพรจีนสั้นกว่า หรือวิธีการเก็บรักษาต่างกัน หรือสมุนไพรจากคนละแหล่ง ทำให้เชื้อที่ปนเปื้อนจากกระบวนการเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยวยังคงมีชีวิตอยู่มากกว่า อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นการศึกษาเบื้องต้น จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยเพิ่มจำนวนตัวอย่างตรวจมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการตรวจสมุนไพรเพียง 25 ตัวอย่าง จากร้านจำหน่ายเพียง 5 ร้านและทำในช่วงเวลาเดียวกัน ทำให้ผลการศึกษาไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ จึงควรเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมจากร้านจำหน่ายที่หลากหลาย และเก็บเป็นช่วงเวลาตลอดทั้งปี

มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กระทรวงสาธารณสุข. (2529) **มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน.** ราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่มที่ 103 ตอนที่ 23 ลงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2529.

กันยารัตน์ ชลสิทธิ์ และคณะ. (2547) "คุณภาพยาจากสมุนไพรในปี 2544-2546" ใน **การประชุมวิชาการร่วมระหว่างหน่วยงานภายใต้กลุ่มภารกิจด้านสนับสนุนสุขภาพ ครั้งที่ 2 เรื่อง สาธารณสุขไทยในยุคเปิดเสรีทางการค้า.** นนทบุรี : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. อ้างถึงใน นันทนา กลิ่นสุนทร และคณะ. (2557) "การสำรวจคุณภาพยาสมุนไพรในเขตสาธารณสุขที่ 4 และ 5" **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.** 56 (1) หน้า 40-51.

เกียรติ์พสุธาร. (2543) "สรรพคุณของอึ้งคี้หรือปักคี้" [ออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.kingopop1.com/Data_Milkvetch_Root.html (1 ธันวาคม 2557)

คณะกรรมการจัดทำตำรายาของประเทศไทย. (2546) เอกสาร Limits for Microbial Contaminations. อ้างถึงใน นันทนา สิทธิชัย. (2547) "มาตรฐานของสมุนไพรในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย" **วารสารสมุนไพรไทย.** 11(1) หน้า 31.

จักรพันธุ์ ปัญจะสุวรรณ. (2542) **พิษภัยในอาหาร.** กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.

จุรีภรณ์ บุณยวงศ์วิโรจน์. (2537) **ความรู้สิ่งเป็นพิษ** นนทบุรี : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

เชาวลิต มณฑล. (2556) "การฉายรังสีแกมมา : กระบวนการทำไร้เชื้อสำหรับผลิตภัณฑ์สมุนไพร" **ไทยไภษัชยนิพนธ์.** 8(1) หน้า 41-54.

นงนุช วณิตย์ธนาคม. (2540) **วิทยาเชื้อราทางการแพทย์.** กรุงเทพมหานคร : พีบี ฟอเรนบุคเซ็นเตอร์.

นันทนา กลิ่นสุนทร, ชมพูนุท นุตสถาปนา และปริชญา มาประดิษฐ. (2557) "การสำรวจคุณภาพยาสมุนไพรในเขตสาธารณสุขที่ 4 และ 5" **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.** 56 (1) หน้า 40-51.

นันทนา อรุณฤกษ์. (2549) **การจำแนกแบคทีเรียกลุ่มแอนแอโรบ.** กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.

นัฐพล ทรัพย์สมวงศ์ และนฤมิตร อินทุยศ. (2545) **การปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินบีในยาสมุนไพร.** [ออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/service-research.php?view... (1 ธันวาคม 2557)

นิอร โฉมศรี. (2555) **จุลชีววิทยาอาหาร.** เชียงใหม่ : เชียงใหม่ปรินท์ติ้ง.

พัชราภรณ์ ภู่ไพบูลย์, ศิริวัลย์ สร้อยกล่อม และพินิจ ไพรสนธิ์. (2553) “การปนเปื้อนโลหะหนักในยาสมุนไพรไทย” [ออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.kucon.lib.ku.ac.th/dbstat/ download_ count.php?rec_no...mfn...db... (1 ตุลาคม 2557)

พรรณธิภา ลอดคูบอน และคณะ. (2555) **การศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในยาสมุนไพรไทยในพื้นที่ตำบลบางโฉลง อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ.** ปริญญานิพนธ์ วท.บ. สมุทรปราการ : มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.

พิมพา สระศรีโสม. (2546) **การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม และแมงกานีสในยาแผนโบราณโดยใช้อะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตรมิเตอร์.** ปริญญานิพนธ์ วท.บ. นครปฐม : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

ภาสกิจ วัณนาวิบูล. (2555) **รู้เลือกรู้ใช้ 100 สมุนไพรจีน.** กรุงเทพมหานคร : นานมี-ทองเกษม.

มธุรส รุจิรวัฒน์ และจุฑามาศ สัตยวิวัฒน์. (2549) **พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพมหานคร : ทรินิตี้พับลิชชิ่ง.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2539) เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาพิษวิทยาและเวชศาสตร์อุตสาหกรรม : สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ หน่วยที่ 8-15. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

มิ่งมิตร นวรัตน์. (2542) **ยาจีนและอาหารบำรุงสุขภาพ.** กรุงเทพมหานคร : นานมีบุ๊คส์.

วันดี กฤษณพันธ์. (2537) **สมุนไพรน่ารู้.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัชรินทร์ รังษีภาณุรัตน์ และคณะ. (2556) **การวินิจฉัยโรคติดเชื้อแบคทีเรียทางการแพทย์.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลัดดา พูลสวัสดิ์, สันติพงศ์ วงศ์เพ็ญทักษ์ และสมมาตร์ กลมกลิ้ง. (2550) “การสำรวจปริมาณเชื้อ *Clostridium perfringens* ในยาแผนโบราณ” ใน **การประชุมวิชาการกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ครั้งที่ 15 เรื่อง วิทยาศาสตร์การแพทย์เพื่อความมั่นคงสุขภาพ.** นนทบุรี : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. อ้างถึงใน นันทนา กลิ่นสุนทร ชมพูนุท นุตสถาปนา และปริชญา มาประดิษฐ. (2557) “การสำรวจคุณภาพยาสมุนไพรในเขตสาธารณสุขที่ 4 และ 5” **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.** 56 (1) หน้า 40-51.

ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา กระทรวงสาธารณสุข. (2532) “พิษจากโลหะตะกั่ว” [ออนไลน์] แหล่งที่มา : http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_txR_search.asp?info_id=41 (10 กันยายน 2556)

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 4 สมุทรสงคราม. (2553) “การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในยาจากสมุนไพร” [ออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.dmsc.moph.go.th/webroot/.../ (2 กันยายน 2556)

สกุลรัตน์ รัตนาเกียรติ์. (2556) “การศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของยาจากสมุนไพรรูปแบบของแข็ง” **วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน.** 8 (1) หน้า 128-132.

สัญญา หกพุดชา. (2556) “Toxic contaminants in Chinese patent medicine” [ออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.gpo.or.th/rdi/html/toxic.html (2 กันยายน 2556)

สุดารัตน์ หอมหวล. (2543) “โกฐเชียง” [ออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.thaicrudedrug.com/main.php?action=viewpage&pid=30 (2 ตุลาคม 2556)

สุบุญญา หุดังคบดี. (2544) “โครงการศึกษาปัญหาและสารพิษอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์อาหารและยาจากสมุนไพร” **วารสารอาหารและยา.** 8 (3) หน้า 35-41.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2547) **หลักเกณฑ์การพิจารณาขึ้นทะเบียนตำรับยาแผนโบราณเกี่ยวกับมาตรฐานการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์และโลหะหนัก.** ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 121 ตอนพิเศษ 43 ง ลงวันที่ 21 เมษายน พ.ศ.2547.

โสภณ วงศ์แก้ว และสนั่น จอกลอย. (2554) “อะฟลาทอกซินในถั่วลิสง : ข้อเสนอวิธีแก้ไข” **วารสารแก่นเกษตร.** 3 หน้า 1-11.

อนามัย (ธีรวิโรจน์) เทศกะทึก. (2550) **ความเป็นพิษในระบบนิเวศและสุขภาพมนุษย์.** กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

อนงค์ บิณฑวิหค. (2546) **สารพิษจากเชื้อรา : อะฟลาทอกซิน.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรุณศรี ปรีเปรม และคณะ. (2549) “โลหะหนักในสารสกัดสมุนไพรและยาแผนโบราณ” **วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน.** 2 (1) หน้า 43-52.

อัธยา กังสุวรรณ. **คู่มือด้านจุลินทรีย์.** [ออนไลน์] แหล่งที่มา :http://www.foodsafety-lcfa.com/files/foodsafety_corner/micro_manual.pdf. (2 มีนาคม 2557)

Chan, K. (2003) “ Review some aspects of toxic contaminants in herbal medicines” **Chemosphere.** 52 page 1361-1371.

Han, et al. (2010) “ An ultra-high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for simultaneous determinations of aflatoxins B1, B2, G1, G2, M1 and M2 in Traditional Chinese Medicines” **Analytica Chimica Acta.** 664 page 165-171.

PrincessFangy. (29 พฤศจิกายน 2556) “เก๋ากี้ เม็ดเล็กๆๆแต่มากประโยชน์” **Dalinews.** [ออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.dailynews.co.th/article/198382 (2 มกราคม 2557)

Ren, F. and Ma, H. (1997) “Determination of aflatoxin B1 in traditional Chinese medicine by special agent kit” **Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis.** 17 page 280-284.

Tang, Y. (1999) “Experimental survey research of aflatoxin B1 in traditional Chinese material medica” **Chinese Pharmaceutical Journal.** 24 page 287-291.

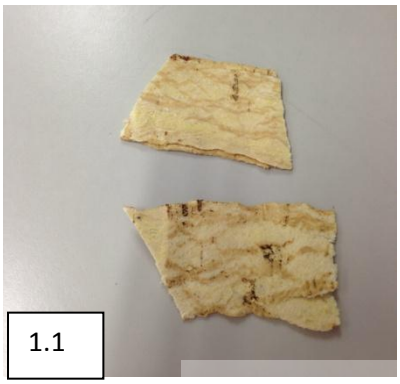
Tassaneeyakul, W. et al. (2004) “Contamination of aflatoxins in herbal medicinal products in Thailand” **Mycopathologia**. 158(2) page 239- 244.

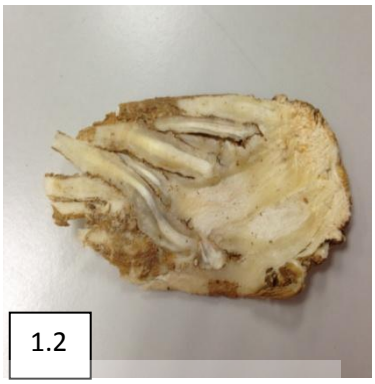
Ting A, Chow Y and Tan W. (2013) “Microbial and heavy metal contamination in commonly consumed traditional Chinese herbal medicines” **Journal of Traditional Chinese Medicine.** 33 (1) page119-124.

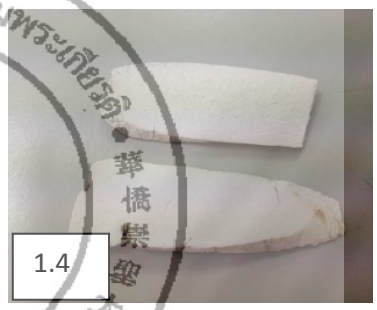
World Health Organization. (2011). **Quality control methods for herbal material.** [ออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www:apps.who.int/medicinedocs/documents/h1791e/h1791e.pdf (2 มิถุนายน 2557)

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY 華僑崇聖大學

ภาคผนวก







มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY
華僑崇聖大學

ภาพที่ 1 สมุนไพรจีน 1.1 หวงฉี 1.2 ตังกุย 1.3 โก่วฉีจื่อ 1.4 ซานเย่า 1.5 ต้าจ่าว

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
ฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529)
เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(3) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 80 (พ.ศ.2527) เรื่อง กำหนดมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ลงวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2527

ข้อ 2 ให้อาหารที่มีสารปนเปื้อนที่ผลิตเพื่อจำหน่าย นำเข้าเพื่อจำหน่าย หรือที่จำหน่ายเป็นอาหารที่กำหนดมาตรฐาน

ข้อ 3 สารปนเปื้อน หมายความว่า สารที่ปนเปื้อนกับอาหารซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิต กรรมวิธีการผลิต โรงงานหรือสถานที่ผลิต การดูแลรักษา การบรรจุ การขนส่งหรือการเก็บรักษา หรือเกิดเนื่องจากการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม

ข้อ 4 อาหารที่มีสารปนเปื้อนต้องมีมาตรฐาน โดยตรวจพบสารปนเปื้อนได้ไม่เกินข้อกำหนดดังต่อไปนี้

(1) โลหะ

(ก) ตีบุก	250 มิลลิกรัม	ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
(ข) สังกะสี	100 มิลลิกรัม	ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
(ค) ทองแดง	20 มิลลิกรัม	ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
(ง) ตะกั่ว	1 มิลลิกรัม	ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
(จ) สารหนู	2 มิลลิกรัม	ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
(ฉ) ปรอท	0.5 มิลลิกรัม	ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

(2) อะฟลาทอกซิน 20 ไมโครกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

(3) สารปนเปื้อนอื่น ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 5 ประกาศฉบับนี้ มิให้ใช้บังคับแก่อาหารที่ผลิตเพื่อจำหน่าย นำเข้าเพื่อจำหน่าย หรือที่จำหน่าย ที่ได้มีประกาศกระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้เป็นอาหารควบคุมเฉพาะ หรืออาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน และในประกาศกระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดปริมาณของสารปนเปื้อนไว้โดยเฉพาะหรือกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นแล้ว

ประกาศฉบับนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 21 มกราคม พ.ศ.2529

มารุต บุนนาค

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(ราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่มที่ 103 ตอนที่ 23 ลงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2529)

ประวัติย่อผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ-นามสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัชรินทร์ รังษีภาณุรัตน์

ประวัติการศึกษา วท.บ. (เทคนิคการแพทย์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วท.ม. (จุลชีววิทยา) มหาวิทยาลัยมหิดล

สถานที่ทำงาน กลุ่มจุลชีววิทยาคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

โทรศัพท์ 02 3126300 ต่อ 1221

ผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล อาจารย์ ดร. พัชรี กัมมารเจษฎากุล

คุณวุฒิ วท.บ. (เทคนิคการแพทย์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วท.ม. (จุลชีววิทยาทางการแพทย์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วท.ด. (จุลชีววิทยาทางการแพทย์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่ทำงาน กลุ่มจุลชีววิทยาคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

โทรศัพท์ 02 3126300 ต่อ 1221

ชื่อ-นามสกุล รองศาสตราจารย์อิสยา จันทร์วิทยานุชิต

ประวัติการศึกษา วท.บ. (เทคนิคการแพทย์) มหาวิทยาลัยมหิดล

วท.ม. (จุลชีววิทยา) มหาวิทยาลัยมหิดล

สถานที่ทำงาน กลุ่มจุลชีววิทยาคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

โทรศัพท์ 02 3126300 ต่อ 1221

ชื่อ-นามสกุล อาจารย์ดร.พรทิพย์ พึ่งม่วง
ประวัติการศึกษา วท.บ. (เทคนิคการแพทย์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
วท.ม. (เทคโนโลยีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ปร.ด. (เทคโนโลยีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
สถานที่ทำงาน กลุ่มจุลชีววิทยาคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์
มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
โทรศัพท์ 02 3126300 ต่อ 1221

ชื่อ-นามสกุล อาจารย์ ดร.สมหญิง งามอุรุเลิศ
ประวัติการศึกษา วท.บ. (เทคนิคการแพทย์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
วท.ม. (จุลชีววิทยา) มหาวิทยาลัยมหิดล
ปร.ด. (จุลชีววิทยา) มหาวิทยาลัยมหิดล
สถานที่ทำงาน กลุ่มจุลชีววิทยาคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์
มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
โทรศัพท์ 02 3126300 ต่อ 1221

ชื่อ-นามสกุล อาจารย์ ดร. เมธี ศรีประพันธ์
ประวัติการศึกษา วท.บ. (เทคนิคการแพทย์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
วท.ด. (จุลชีววิทยาทางการแพทย์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สถานที่ทำงาน กลุ่มจุลชีววิทยาคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์
มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
โทรศัพท์ 02 3126300 ต่อ 1221

ชื่อ-นามสกุล อาจารย์สุชาดา ยางเอน
ประวัติการศึกษา วท.บ. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
วศ.ม. (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สถานที่ทำงาน สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
โทรศัพท์ 02 3126300 ต่อ 1227

ชื่อ-นามสกุล อาจารย์แพทย์จีนวีรชัย สุทธิธารธวัช

ประวัติการศึกษา ท.บ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วท.บ. (การแพทย์แผนจีน) มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

พ.ม. (การแพทย์แผนจีน) มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์และเภสัชศาสตร์แผนจีนแห่งนครเซี่ยงไฮ้

สถานที่ทำงาน คณะการแพทย์แผนจีน มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

โทรศัพท์ 02 3126300 ต่อ 1451

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
華僑崇聖大學
HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY