

การสำรวจปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนัก ตะกั่ว แคดเมียม ปรอท ในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร สาหร่ายสไปรูลินา ที่จำหน่ายช่องทางออนไลน์ในประเทศไทย

ปวิวรรตน์ สุรสิริอนันต์, บธ.ม.^{*1}

ชรณวัฐ วัฒนาเศรษฐ์, พ.บ.^{*}

บทคัดย่อ

การศึกษาเชิงพรรณนาและวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสาหร่ายสไปรูลินาที่จำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์ในประเทศไทย เนื่องจากสาหร่ายชนิดนี้มีคุณสมบัติดูดซับและสะสมโลหะหนักจากสิ่งแวดล้อมได้ดี จึงอาจก่อความเสี่ยงต่อผู้บริโภคหากขาดการควบคุมคุณภาพตลอดห่วงโซ่การผลิต กลุ่มตัวอย่างคือผลิตภัณฑ์ 10 ยี่ห้อที่คัดเลือกแบบเจาะจงจากแพลตฟอร์มอีคอมเมิร์ซแบ่งเป็นผลิตในประเทศ 7 ตัวอย่างและนำเข้า 3 ตัวอย่าง ครอบคลุมรูปแบบเม็ด แคปซูล และผง วิเคราะห์ด้วยเทคนิค ICP-MS เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 414

ผลการศึกษา พบว่าผลิตภัณฑ์ร้อยละ 80 มีปริมาณตะกั่วเกินเกณฑ์มาตรฐาน โดยผลิตภัณฑ์ในประเทศตรวจพบตะกั่วเฉลี่ย 0.161 ± 0.150 มก./กก. และผลิตภัณฑ์นำเข้าเฉลี่ย 0.194 ± 0.111 มก./กก. กลุ่มแคปซูลมีค่าตะกั่วเฉลี่ยสูงสุดและไม่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด ขณะที่กลุ่มผงมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด แคดเมียมตรวจพบในบางตัวอย่างแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย และไม่พบปรอทเลยในทุกตัวอย่าง ที่น่าสังเกตคือผลิตภัณฑ์ที่มีตรารับรองมาตรฐานสากล เช่น USFDA และ Organic ก็ยังคงตรวจพบตะกั่วเกินเกณฑ์เช่นกัน

ผลการศึกษาสะท้อนว่าผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสาหร่ายสไปรูลินาที่จำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์ในประเทศไทยยังคงมีความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนตะกั่ว โดยเฉพาะรูปแบบแคปซูลและผลิตภัณฑ์นำเข้า และตรารับรองมาตรฐานสากลไม่ได้เป็นหลักประกันความปลอดภัยจากโลหะหนักเสมอไป จึงควรมีการเฝ้าระวังและสุ่มตรวจผลิตภัณฑ์กลุ่มเสี่ยงอย่างต่อเนื่อง เพื่อคุ้มครองความปลอดภัยของผู้บริโภคในระยะยาว

คำสำคัญ : สาหร่ายสไปรูลินา, โลหะหนัก, ตะกั่ว, แคดเมียม, ปรอท

^{*} นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ) วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

¹ ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: ปวิวรรตน์ สุรสิริอนันต์, E-mail: pariwat.group@gmail.com

Determination of Heavy Metal Contaminants (Pb, Cd, Hg) in Spirulina Dietary Supplements Available in the Thai Online Market

Pariwat Surasiranan, M.B.A.^{*1}

Thanawat Wattanaset, M.D.^{*}

ABSTRACT

This cross-sectional analytical descriptive study aimed to survey and analyze the contamination of heavy metals-lead (Pb), cadmium (Cd), and mercury (Hg) in spirulina dietary supplements sold through online platforms in Thailand. Because spirulina readily absorbs and bioaccumulates heavy metals from its culture environment, contaminated products may pose a health risk to consumers when quality control across the production chain is inadequate. A purposive sample of 10 branded products was selected from e-commerce platforms, comprising 7 domestic and 3 imported items, and covering three product forms (tablet, capsule, and powder). Heavy metal concentrations were determined using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) and compared with the maximum limits set by the Notification of the Ministry of Public Health (No. 414).

The results showed that 80% of the products exceeded the lead standard. Domestic products contained a mean lead concentration of 0.161 ± 0.150 mg/kg, while imported products contained 0.194 ± 0.111 mg/kg. Capsule-form products showed the highest mean lead level and failed the standard in all samples, whereas powder-form products showed the lowest mean level. Cadmium was detected in some samples but remained within the safety limit, and mercury was not detected in any sample. Notably, products bearing international certifications such as USFDA and Organic still exceeded the lead limit.

These findings indicate that spirulina dietary supplements sold online in Thailand continue to pose a considerable risk of lead contamination, particularly capsule-form and imported products, and that international certification marks do not necessarily guarantee safety from heavy metals. Continuous surveillance and targeted random inspection of these higher-risk product groups are therefore recommended to protect consumer safety in the long term.

Keywords : Spirulina, Heavy metals, Lead, Cadmium, Mercury

^{*} Master of Science Student (Anti-Aging and Regenerative Medicine), College of Integrative Medicine, Dhurakij Pundit University

¹Corresponding author: Pariwat Surasiranan, E-mail: pariwat.group@gmail.com

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สาหร่ายสไปรูลินา (Spirulina) เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Cyanobacteria) ที่ได้รับการยอมรับทั่วโลกว่าเป็นอาหารแห่งอนาคต (food for the future)⁽¹⁾ และซูเปอร์ฟู้ด⁽²⁾ เนื่องจากมีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 60-70 ของน้ำหนักแห้ง⁽³⁾ รวมทั้งกรดอะมิโน วิตามิน แร่ธาตุ และสารต้านอนุมูลอิสระ⁽⁴⁾ จึงถูกพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อเสริมภูมิคุ้มกันและในวงการเวชศาสตร์ชะลอวัย^(2,4) อย่างไรก็ตามคุณสมบัติที่ทำให้สไปรูลินามีคุณค่าโภชนาการสูงกลับเป็นความเสี่ยงสำคัญ เนื่องจากผนังเซลล์มีหมู่ฟังก์ชันประจุลบ (คาร์บอกซิล แอมิโน ฟอสเฟต) ทำหน้าที่คล้ายตัวแลกเปลี่ยนไอออนดูดซับและสะสมโลหะหนักจากแหล่งเพาะเลี้ยงที่ปนเปื้อนได้ดี⁽⁵⁻⁶⁾ ยิ่งเพาะเลี้ยงในน้ำไม่สะอาด ความเสี่ยงสะสมโลหะหนักก็ยิ่งสูง

ความเสี่ยงนี้สำคัญในมิติสาธารณสุข เพราะโลหะหนักเป็นสารพิษเรื้อรัง สะสมในร่างกายได้แม้รับปริมาณต่ำ ตะกั่วมีผลต่อระบบประสาท หัวใจ และไต แคดเมียมสัมพันธ์กับไตเสื่อมและกระดูกพรุน ส่วนปรอทโดยเฉพาะเมทิลปรอททำลายระบบประสาทส่วนกลางรุนแรงและกระตุ้นภาวะเครียดออกซิเดชันที่เร่งความชราภาพและโรคเสื่อม⁽⁷⁾ งานวิจัยนานาชาติพบปัญหานี้ต่อเนื่อง Al-Dhabi วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์สไปรูลินา 25 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนโลหะหนักหลายชนิดรวมถึงปรอท⁽⁸⁾ และการศึกษาในรอบ 5 ปี

ล่าสุดในยุโรปตะวันออก⁽⁹⁾ ยุโรป⁽¹⁰⁾ และจีน⁽¹¹⁾ ยังยืนยันปัญหาเดียวกัน

สำหรับไทย ตลาดผลิตภัณฑ์นี้เติบโตต่อเนื่องผ่านช่องทางออนไลน์⁽¹²⁾ แม้มีมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414 พ.ศ. 2563) กำหนดตะกั่วไม่เกิน 0.050 แคดเมียมไม่เกิน 0.300 และปรอทไม่เกิน 0.002 mg/kg⁽¹³⁾ แต่ข้อมูลตรวจสอบจริงในตลาดไทยยังจำกัดมาก ทั้งที่หลักฐานต่างประเทศชี้ความเสี่ยงชัดเจน⁽⁸⁻⁹⁾ นอกจากนี้ ประสิทธิภาพงานคุ้มครองผู้บริโภคยังขึ้นกับความรู้ของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) ดังการศึกษาในจังหวัดชัยภูมิที่พบว่าความรู้ด้านนี้สัมพันธ์กับการปฏิบัติงานคุ้มครองผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญ⁽¹⁴⁾ จึงจำเป็นต้องมีข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ทันสมัยสนับสนุนการทำงานดังกล่าว

ด้วยเหตุนี้ การศึกษารั้วนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสไปรูลินาที่จำหน่ายออนไลน์ในไทยเพื่อประเมินความปลอดภัย เติมเต็มช่องว่างทางวิชาการ และสนับสนุนการเฝ้าระวังคุ้มครองผู้บริโภคต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนัก (Pb, Cd, Hg) ในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสาหร่ายสไปรูลินาที่จำหน่ายในช่องทางออนไลน์ในประเทศไทย

2. เพื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบกับเกณฑ์มาตรฐานสูงสุดที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414 พ.ศ. 2563)

ระเบียบวิธีวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional Analytical Descriptive Study) โดยวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก 3 ชนิด (Pb, Cd, Hg) ในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสาหร่ายสไปรูลินาด้วยวิธีทางห้องปฏิบัติการ แล้วนำผลไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414 พ.ศ. 2563)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษานี้ คือ ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสาหร่ายสไปรูลินาที่จำหน่ายผ่านแพลตฟอร์มพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-

commerce) ในประเทศไทย เช่น Shopee, Lazada และเว็บไซต์ร้านจำหน่ายผลิตภัณฑ์สุขภาพต่าง ๆ โดยผลิตภัณฑ์ที่คัดเข้าศึกษาต้องระบุส่วนประกอบหลักเป็นสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis* หรือ Spirulina Supplement) ได้รับเลขสารบบอาหาร (เลข อย.) อย่างถูกต้อง อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่หมดอายุ บรรจุภัณฑ์ไม่ชำรุด และมีแหล่งจำหน่ายภายในประเทศไทย ทั้งนี้ไม่รวมสินค้านำเข้าที่ไม่มีฉลากภาษาไทย

เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการสำรวจเบื้องต้น (Exploratory Study) เพื่อประเมินสถานการณ์และคัดกรองความเสี่ยงเบื้องต้นในท้องตลาด ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เข้าเกณฑ์ดังกล่าวด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 10 ยี่ห้อ โดยคัดเลือกจากผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนรีวิวจากผู้ซื้อสูงสุดบนแพลตฟอร์มในช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง (พ.ศ.2568) เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่สะท้อนผลิตภัณฑ์ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่เข้าถึงและนิยมเลือกซื้อจริงในท้องตลาด ดังแสดงใน Table 1

Table 1: Classification of sample groups by product format

ประเภทผลิตภัณฑ์	จำนวนตัวอย่าง	สัญลักษณ์รหัสตัวอย่าง	ลักษณะผลิตภัณฑ์
ชนิดผง	3	P1-P3	ผงแห้งละเอียด
ชนิดแคปซูล	4	C1-C4	แคปซูล
ชนิดเม็ด	3	T1-T3	เม็ดกลม สีเขียวเข้ม

เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณโลหะหนักในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องมือหลักสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก คือ เครื่อง Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) ทำหน้าที่ตรวจวัดความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และ

ปรอทในสารละลายตัวอย่าง โดยมีคุณลักษณะสำคัญ คือ สามารถตรวจวัดโลหะหนักได้หลายชนิดพร้อมกันในระดับความเข้มข้นต่ำมาก (ppb–ppt) มีค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (LOD) ต่ำ (ตะกั่ว 0.040 มก./กก. แคดเมียม 0.020 มก./กก. และปรอท 0.010 มก./กก.) และมีความแม่นยำในช่วง $\pm 2\text{--}3\%$ RSD จึงมีความไวและความจำเพาะเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์โลหะหนักในระดับร่องรอย (trace element analysis)

2. เครื่องมือและวัสดุสนับสนุนการเตรียมตัวอย่าง ประกอบด้วยเครื่อง Microwave Digestion System เครื่องชั่งความละเอียดสูง (ความละเอียด 0.0001 กรัม) ภาชนะชนิด HDPE ปลอดโลหะหนัก และสารเคมีเกรดวิเคราะห์ (Analytical grade) ใช้สำหรับเตรียมตัวอย่างให้อยู่ในรูปสารละลายที่บริสุทธิ์และปราศจากการปนเปื้อนจากภายนอก ก่อนนำเข้าสู่การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ICP-MS

ทั้งนี้ การวิเคราะห์ทั้งหมดอ้างอิงตามวิธี In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2019) 999.10

ขั้นตอนการดำเนินงานและการตรวจวิเคราะห์

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ออกแบบให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการวิเคราะห์ทางเคมีและการควบคุมคุณภาพในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ผลการตรวจวิเคราะห์มีความถูกต้อง แม่นยำ และสามารถนำไปใช้ประเมินความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ได้อย่างน่าเชื่อถือ โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การทบทวนเอกสารและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง: ผู้วิจัยสำรวจผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

สาหร่ายสไปรูลินาบนแพลตฟอร์มออนไลน์ตามเกณฑ์ยอดขายและจำนวนรีวิว เพื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามที่ระบุไว้ในหัวข้อประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นที่ 2 การเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์: สั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้จำหน่ายโดยตรง พร้อมบันทึกข้อมูลฉลากและเลขสารบบอาหาร (เลข อย.) ของทุกตัวอย่าง

ขั้นที่ 3 การเตรียมตัวอย่าง: นำผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่างมาบดละเอียด ชั่งน้ำหนักประมาณ 0.5 กรัมต่อหน่วย

ขั้นที่ 4 การย่อยสลายตัวอย่าง: ย่อยตัวอย่างด้วยกรดไนตริก (HNO_3) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในระบบ Microwave Digestion แบบปิด จนได้สารละลายใส จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนให้ครบ 50 มิลลิลิตร และกรองผ่านแผ่นกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร ก่อนนำไปวิเคราะห์

ขั้นที่ 5 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก: นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd) และปรอท (Hg) ด้วยเทคนิค Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) โดยอ้างอิงวิธี In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2019) 999.10 ซึ่งมีค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (LOD) เท่ากับ 0.040, 0.020 และ 0.010 มก./กก. สำหรับตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ตามลำดับ

ขั้นที่ 6 การแปลผลเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน: นำผลการตรวจวิเคราะห์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานสูงสุดของโลหะหนักในอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ 414 พ.ศ. 2563) ซึ่งกำหนดค่าตะกั่วไม่เกิน 0.050 แคดเมียมไม่เกิน 0.300 และปรอทไม่เกิน 0.002 มก./กก. โดยใช้เกณฑ์นี้เป็นหลักในการตัดสินใจว่าผลิตภัณฑ์ "ผ่าน" หรือ "ไม่ผ่าน" มาตรฐาน เนื่องจากเป็นเกณฑ์ทางกฎหมายที่บังคับใช้กับผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายจริงในประเทศไทย ส่วนค่ามาตรฐานของ Codex Alimentarius สหภาพยุโรป (EU) และองค์การอนามัยโลก (WHO) นำมาใช้เพียงเพื่อประกอบการอภิปรายผลเชิงเปรียบเทียบในระดับนานาชาติเท่านั้น มิได้ใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินผลการวิเคราะห์ของงานวิจัยนี้

ขั้นที่ 7 การบันทึกและเตรียมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ทางสถิติ: บันทึกผลการตรวจวิเคราะห์ทั้งหมดลงในฐานข้อมูล และนำเข้าสู่การวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่ามัธยฐาน (Median)

และพิสัย (Range) ในการรายงานปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักทั้งในภาพรวมของกลุ่มตัวอย่าง และจำแนกตามรูปแบบผลิตภัณฑ์ (ผง เม็ด แคปซูล) และแหล่งผลิต (ในประเทศและนำเข้า) พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานสูงสุดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414 พ.ศ. 2563)

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

การศึกษานี้เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสาหร่ายสไปรูลินาที่จำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์ในประเทศไทย รวม 10 ตัวอย่าง จาก 10 แบรินด์ ผลิตภัณฑ์ทุกตัวอย่างได้รับเลขสารบบอาหาร (เลข อย.) ถูกต้องตามเกณฑ์การคัดเข้า และบางส่วนมีมาตรฐานรับรองเพิ่มเติม เช่น ฮาลาล GMP HACCP USFDA และ Organic รายละเอียดแสดงดัง Table 2

Table 2: General Information of the Studied Spirulina Dietary Supplement Products (n = 10)

ลักษณะ	จำนวน (n)	ร้อยละ (%)
รูปแบบผลิตภัณฑ์		
ชนิดเม็ด (Tablet)	3	30.0
ชนิดแคปซูล (Capsule)	4	40.0
ชนิดผง (Powder)	3	30.0
แหล่งผลิต		
ผลิตภายในประเทศ	7	70.0
นำเข้าจากต่างประเทศ (ออสเตรเลีย ซิลิ เปรู)*	3	30.0
ราคาจำหน่าย (บาท/หน่วย)	ช่วง 199-930	

Note: Each country has one imported product sample

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักจำแนกตามแหล่งผลิต

ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศ (n=7) ตรวจพบตะกั่วในช่วง 0.169-0.416 mg/kg เฉลี่ย 0.161 ± 0.150 mg/kg และตรวจพบแคดเมียม

ในช่วง 0.033–0.056 mg/kg เฉลี่ย 0.025 ± 0.024 mg/kg ส่วนผลิตภัณฑ์นำเข้า (n=3) ตรวจพบตะกั่วในช่วง 0.210-0.296 mg/kg เฉลี่ย 0.194 ± 0.111 mg/kg และไม่พบแคดเมียมในทุกตัวอย่าง ทั้งสองกลุ่มไม่พบการปนเปื้อนของปรอทเลย รายละเอียดแสดงดัง Table 3

Table 3: Mean Heavy Metal Content in Spirulina Dietary Supplement Products Classified by Country of Origin Compared to Standard Criteria (mg/kg)

แหล่งผลิต	n	Pb (Mean $\pm$ S.D.)	ช่วงค่า Pb	Cd (Mean $\pm$ S.D.)	ช่วงค่า Cd	Hg
ในประเทศ	7	0.161 ± 0.150	0.169-0.416	0.025 ± 0.024	0.033-0.056	ND
นำเข้า	3	0.194 ± 0.111	0.210-0.296	ND	-	ND
เกณฑ์มาตรฐาน (ประกาศฯ 414)	-	≤ 0.050	-	≤ 0.300	-	≤ 0.002

Note: ND = Not Detected; The range is calculated only from samples with detected amounts higher than the LOD.

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักจำแนกตามรูปแบบผลิตภัณฑ์

กลุ่มรูปแบบเม็ด (n=3) มีค่าตะกั่วเฉลี่ย 0.183 ± 0.160 mg/kg ผ่านเกณฑ์ 1 ตัวอย่าง (T1) และไม่ผ่านเกณฑ์ 2 ตัวอย่าง (T2, T3) กลุ่ม

รูปแบบแคปซูล (n=4) มีค่าตะกั่วเฉลี่ยสูงสุดที่ 0.219 ± 0.144 mg/kg และไม่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่าง ส่วนกลุ่มรูปแบบผง (n=3) มีค่าตะกั่วเฉลี่ยต่ำสุดที่ 0.095 ± 0.106 mg/kg ผ่านเกณฑ์ 1 ตัวอย่าง (P1) และไม่ผ่านเกณฑ์ 2 ตัวอย่าง (P2, P3) ดังแสดงใน Figure 1

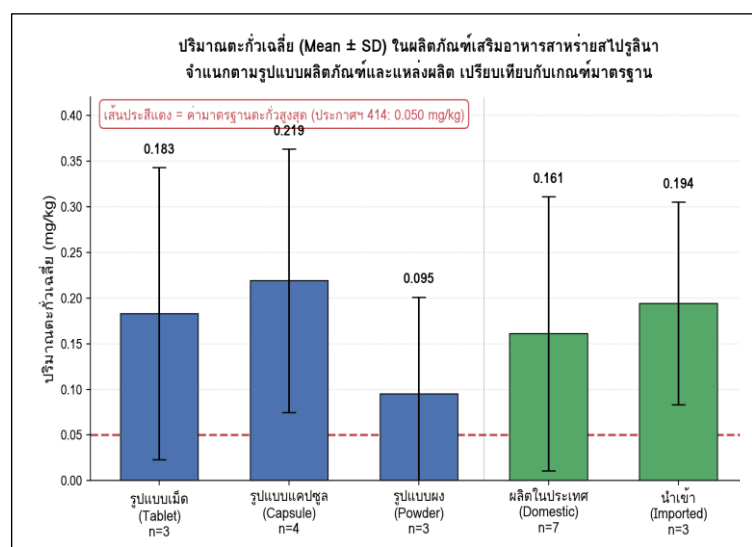


Figure 1: Lead Content (Mean $\pm$ S.D.) in Spirulina Dietary Supplement Products Classified by Product Form and Country of Origin Compared to the Standard

สรุปผลการประเมินตามเกณฑ์มาตรฐาน

เมื่อประเมินผลิตภัณฑ์รายตัวอย่างตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414 พ.ศ. 2563) พบว่าผลิตภัณฑ์ 8 จาก 10 ตัวอย่าง (ร้อยละ 80) มีค่าตะกั่วเกินเกณฑ์มาตรฐาน และผ่านเกณฑ์

เพียง 2 ตัวอย่าง (ร้อยละ 20) คือ T1 และ P1 ซึ่งไม่พบโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดเลย สำหรับแคปซูลตรวจพบใน 4 ตัวอย่างแต่ทุกค่ายังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัย และไม่พบการปนเปื้อนของปรอทในผลิตภัณฑ์ทุกตัวอย่างที่ทำการศึกษารายละเอียดแสดงดัง Table 4

Table 4: Summary of Evaluation Results According to Standard Criteria Classified by Product Form and Country of Origin

กลุ่ม	n	ผ่านเกณฑ์ n (%)	ไม่ผ่านเกณฑ์ n (%)	สาเหตุหลักที่ไม่ผ่าน
รูปแบบเม็ด (Tablet)	3	1 (33.3)	2 (66.7)	Pb
รูปแบบแคปซูล (Capsule)	4	0 (0.0)	4 (100.0)	Pb
รูปแบบผง (Powder)	3	1 (33.3)	2 (66.7)	Pb
ผลิตในประเทศ	7	2 (28.6)	5 (71.4)	Pb
นำเข้า	3	0 (0.0)	3 (100.0)	Pb
รวมทั้งหมด	10	2 (20.0)	8 (80.0)	Pb

อภิปรายและสรุปผล

จากผลการศึกษาที่พบว่าผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสาหร่ายสไปรูลินาที่จำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์ในประเทศไทยมีอัตราการปนเปื้อนตะกั่วเกินมาตรฐานสูงถึงร้อยละ 80 สามารถอภิปรายและนำเสนอเป็นประเด็นสำคัญได้ดังนี้

ผลการตรวจการปนเปื้อนในตลาดออนไลน์ไทย

การศึกษานี้เป็นหนึ่งในการศึกษาที่ตรวจวัดปริมาณโลหะหนักในผลิตภัณฑ์สไปรูลินาที่จำหน่ายผ่านแพลตฟอร์มอีคอมเมิร์ซของประเทศไทยโดยตรง ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยนานาชาติที่ผ่านมาซึ่งส่วนใหญ่เก็บตัวอย่างจากร้านค้าปลีกทั่วไป⁽⁹⁻¹¹⁾ การพบว่าผลิตภัณฑ์ถึงร้อยละ 80 ไม่ผ่านเกณฑ์ตะกั่วในช่องทางที่ผู้บริโภคไทยเข้าถึง

ง่ายและเติบโตเร็วที่สุด จึงเป็นข้อมูลเชิงนโยบายที่มีความทันเวลาและตรงประเด็นสำหรับหน่วยงานกำกับดูแลของไทยโดยเฉพาะ

รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการปนเปื้อน

ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มแคปซูลมีค่าตะกั่วเฉลี่ยสูงสุด (0.219 ± 0.144 mg/kg) และไม่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่าง (ร้อยละ 100) ขณะที่กลุ่มผงมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (0.095 ± 0.106 mg/kg) ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับการศึกษาล่าสุดในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสมุนไพรกลุ่มอะแดปโตเจนที่พบว่าผลิตภัณฑ์ชนิดเม็ดและแคปซูลมีค่าตะกั่วสูงกว่าวัตถุดิบดิบหรือรูปแบบผงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งชี้ว่ากระบวนการแปรรูป (เช่น การขึ้นรูป การบรรจุแคปซูล และวัสดุที่ใช้) เป็นแหล่งปนเปื้อนเพิ่มเติมนอกเหนือจากวัตถุดิบ

ตั้งต้น⁽¹⁵⁾ ข้อค้นพบนี้จึงเป็นประเด็นที่สามารถนำไปสู่ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติที่จับต้องได้ คือ การเพิ่มความเข้มงวดในการควบคุมคุณภาพเฉพาะขั้นตอนแปรรูปและบรรจุภัณฑ์ ไม่ใช่เพียงวัตถุดิบสาหร่ายเท่านั้น

การรับรองมาตรฐานสากลไม่ได้รับประกันความปลอดภัยจากโลหะหนัก

ที่น่าสนใจคือผลิตภัณฑ์นำเข้าจากเปรูซึ่งมีสัญลักษณ์รับรองทั้ง อย. USFDA และ Organic ยังคงตรวจพบตะกั่วเกินเกณฑ์มาตรฐานไทย เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ในประเทศที่มีตรารับรองฮาลาล GMP และ HACCP ครอบคลุม ก็ยังไม่ผ่านเกณฑ์เช่นกัน สะท้อนว่ามาตรฐานการรับรองเหล่านี้มุ่งเน้นด้านสุขอนามัยการผลิตและกระบวนการมากกว่าการควบคุมโลหะหนักโดยตรง ซึ่งเป็นข้อค้นพบที่ท้าทายความเข้าใจของผู้บริโภคทั่วไปที่มักเชื่อมโยงตรารับรองสากลกับความปลอดภัยโดยรวม และเป็นประเด็นเชิงนโยบายที่สามารถสื่อสารต่อสาธารณะได้อย่างชัดเจน

ผลิตภัณฑ์นำเข้าไม่ได้ปลอดภัยกว่าผลิตภัณฑ์ในประเทศ

ผลการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์นำเข้าไม่ผ่านเกณฑ์ถึงร้อยละ 100 (3 ใน 3 ตัวอย่าง) สูงกว่าผลิตภัณฑ์ในประเทศที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 71.4 (5 ใน 7 ตัวอย่าง) ข้อค้นพบนี้ท้าทายความเชื่อของผู้บริโภคที่มักเชื่อว่าผลิตภัณฑ์นำเข้าจากต่างประเทศมีความปลอดภัยสูงกว่าผลิตภัณฑ์ในประเทศ และสอดคล้องกับรายงานล่าสุดจากยุโรปตะวันออกและยุโรปที่พบการปนเปื้อน

โลหะหนักในผลิตภัณฑ์สไปรูulinaนำเข้าเช่นกัน⁽⁹⁻¹⁰⁾

จึงเป็นประเด็นที่สามารถใช้สื่อสารเพื่อสร้างความตระหนักรู้แก่ผู้บริโภคได้อย่างมีน้ำหนัก

การตรวจไม่พบโปรทในทุกตัวอย่าง

การไม่พบโปรทแม้แต่ตัวอย่างเดียวสามารถอธิบายได้จากธรรมชาติของสาหร่ายสไปรูulinaซึ่งเพาะเลี้ยงในระบบน้ำจืดบนบก ไม่เชื่อมโยงกับห่วงโซ่อาหารทางทะเลอันเป็นแหล่งสะสมหลักของเมทิลโปรท ต่างจากผลิตภัณฑ์สมุนไพรทั่วไปที่ยังคงพบโปรทปนเปื้อนได้จากดินในบางพื้นที่⁽¹⁶⁾ ข้อค้นพบนี้เป็นจุดแข็งเชิงบวกของงานวิจัยที่สามารถใช้สื่อสารด้านความปลอดภัยเฉพาะประเด็นโปรทได้ ควบคู่ไปกับการเน้นย้ำว่าไม่ได้หมายความว่าปลอดภัยจากโลหะหนักชนิดอื่นโดยรวม

แคดเมียมยังต่ำกว่ามาตรฐาน แต่ตรวจพบถึงร้อยละ 40 ของตัวอย่าง

แม้ค่าแคดเมียมทุกตัวอย่างยังอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย (≤ 0.300 mg/kg) แต่การตรวจพบใน 4 จาก 10 ตัวอย่าง สอดคล้องกับรายงานว่า ดินและน้ำที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยฟอสเฟตทางการเกษตรเป็นแหล่งกำเนิดแคดเมียมที่พบได้ทั่วไปในพืชและสาหร่ายที่เพาะเลี้ยง⁽¹⁶⁾ ประเด็นนี้เหมาะสมสำหรับนำเสนอเป็นข้อเสนอแนะเชิงเฝ้าระวังระยะยาว มากกว่าประเด็นความเลียงเฉียบพลัน ซึ่งเป็นมุมมองที่สมดุลและมีความน่าเชื่อถือเชิงวิชาการ

ข้อมูลพื้นฐานสำคัญสำหรับการเฝ้าระวังเชิงรุกในระดับพื้นที่

เนื่องจากการศึกษาเชิงสำรวจในบริบทตลาดออนไลน์ไทย ผลการศึกษานี้จึงสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสนับสนุนการเฝ้าระวังเชิงรุกของหน่วยงานสาธารณสุขและอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านในระดับพื้นที่ได้โดยตรง โดยเฉพาะในการกำหนดเป้าหมายการสุ่มตรวจไปที่ผลิตภัณฑ์รูปแบบแคปซูลและผลิตภัณฑ์นำเข้าเป็นลำดับแรก ซึ่งเป็นข้อเสนอเชิงปฏิบัติที่จับต้องได้และแตกต่างจากข้อเสนอแนะทั่วไปในงานวิจัยลักษณะเดียวกัน

ข้อจำกัดของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ (Exploratory Study) ที่ใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจำนวน 10 ตัวอย่าง จึงมีข้อจำกัดด้านขนาดตัวอย่างและอำนาจการอ้างอิงเชิงสถิติไปยังผลิตภัณฑ์สไปรูลินาทั้งหมดที่จำหน่ายในท้องตลาดไทย ผลการศึกษาจึงควรตีความในลักษณะการประเมินสถานการณ์เบื้องต้นมากกว่าการสรุปอ้างอิงเชิงประชากร นอกจากนี้ การศึกษานี้มุ่งเน้นเฉพาะการตรวจวัดปริมาณโลหะหนักในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่วางจำหน่ายจริงในท้องตลาด มิได้ดำเนินการตรวจสอบย้อนกลับไปยังแหล่งเพาะเลี้ยง คุณภาพน้ำ หรือกระบวนการผลิตของผู้ประกอบการแต่ละราย จึงไม่สามารถระบุจุดกำเนิดของการปนเปื้อนได้อย่างแน่ชัด ทั้งนี้ การสุ่มเก็บตัวอย่างดำเนินการในช่วงเวลาเดียว (พ.ศ. 2568) ผลการตรวจวิเคราะห์จึงสะท้อนสถานการณ์ ณ ช่วงเวลาที่ศึกษาเท่านั้น

อาจไม่สามารถสะท้อนความผันแปรของคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามรอบการผลิตหรือฤดูกาลได้

สรุปผล

การสำรวจปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสไปรูลินาที่จำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์ในประเทศไทยจำนวน 10 ตัวอย่าง พบว่าผลิตภัณฑ์ถึงร้อยละ 80 มีปริมาณตะกั่วเกินเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414 พ.ศ. 2563) โดยพบอัตราการไม่ผ่านเกณฑ์สูงสุดในผลิตภัณฑ์รูปแบบแคปซูลและผลิตภัณฑ์นำเข้า ขณะที่แคดเมียมตรวจพบในบางตัวอย่างแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย และไม่พบการปนเปื้อนของปรอทเลยในทุกตัวอย่าง ที่น่าสังเกตคือ ผลิตภัณฑ์ที่มีตรารับรองมาตรฐานสากล เช่น USDA และ Organic ก็ยังคงตรวจพบตะกั่วเกินเกณฑ์เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ทั่วไป สะท้อนว่าการรับรองมาตรฐานดังกล่าวไม่ได้ครอบคลุมการควบคุมโลหะหนักโดยตรง ผลการศึกษานี้จึงเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ชุดแรกที่ใช้ให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสไปรูลินาที่จำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์ในประเทศไทยยังคงมีความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนตะกั่ว ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่สามารถนำไปใช้สนับสนุนการเฝ้าระวังและการคุ้มครองผู้บริโภคของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะด้านสาธารณสุขและการคุ้มครองผู้บริโภค

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ควรกำหนดให้การตรวจสอบปริมาณโลหะหนักเป็นส่วนหนึ่งของการเฝ้าระวังผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่จำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์อย่างต่อเนื่อง โดยให้ความสำคัญเป็นลำดับแรกกับผลิตภัณฑ์รูปแบบแคปซูลและผลิตภัณฑ์นำเข้า ซึ่งพบอัตราการไม่ผ่านเกณฑ์สูงสุดในการศึกษานี้ และไม่ควรถูกใช้การมีตรารับรองมาตรฐานสากลเป็นเกณฑ์เดียวในการยกเว้นการสุ่มตรวจ เนื่องจากผลการศึกษาชี้ว่าตรารับรองดังกล่าวไม่ได้รับประกันความปลอดภัยจากโลหะหนักโดยตรง นอกจากนี้ ควรสื่อสารความรู้แก่ผู้บริโภคให้เข้าใจตรงกันว่าผลิตภัณฑ์นำเข้าไม่ได้มีความปลอดภัยสูงกว่าผลิตภัณฑ์ในประเทศเสมอไป

ข้อเสนอแนะด้านการวิจัยในอนาคต

ควรขยายขนาดตัวอย่างและครอบคลุมช่องทางจำหน่ายอื่นเพิ่มเติม เช่น ร้านขายยาและร้านผลิตภัณฑ์สุขภาพ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถอ้างอิงเชิงสถิติไปยังภาพรวมตลาดได้กว้างขึ้น ควรมีการศึกษาย้อนกลับไปยังแหล่งเพาะเลี้ยงและกระบวนการแปรรูปของผลิตภัณฑ์รูปแบบแคปซูลโดยเฉพาะ เพื่อบริหารจุดกำเนิดของการปนเปื้อนตะกั่วอย่างแม่นยำ และควรมีการติดตามตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่มีตรารับรองมาตรฐานสากลอย่างสม่ำเสมอ เพื่อประเมินความ

สอดคล้องระหว่างการรับรองมาตรฐานกับความปลอดภัยด้านโลหะหนักในระยะยาว

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัย

โครงการวิจัยได้รับการพิจารณาและรับรองด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบความเลี่ยน้อย (Exemption review) จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เลขที่ DPUHREC 0412/2568 ลงวันที่ 4 ธันวาคม 2568

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.นายแพทย์วรรณวัธนา เศรษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ สาขาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยธุรกิจ คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องแสดงความกตัญญู กตเวทิต่อคณาจารย์ ผู้มีพระคุณ และทุกท่านที่มีส่วนสนับสนุนในการศึกษารั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Habib MA, Parvin M, Huntington TC, Hasan MR. A review on culture, production and use of spirulina as food for humans and feeds for domestic animals and fish. [Internet]. 2008. [cited 2026 April 8]. Available from: <https://www.fao.org/4/i0424e/i0424e.pdf>

2. Finamore A, Palmery M, Bensehaila S, Peluso I. Antioxidant, immunomodulating, and microbial-modulating activities of the sustainable and ecofriendly spirulina. *Oxid Med Cell Longev* 2017;2017:3247528. DOI:[10.1155/2017/3247528](https://doi.org/10.1155/2017/3247528)
3. Khan Z, Bhadouria P, Bisen PS. Nutritional and therapeutic potential of Spirulina. *Curr Pharm Biotechnol* 2005;6(5):373-9. DOI:[10.2174/138920105774370607](https://doi.org/10.2174/138920105774370607)
4. Belay A. The potential application of Spirulina (Arthrospira) as a nutritional and therapeutic supplement in health management. *J Am Nutraceutical Assoc* 2002;5(2):26-48.
5. Chojnacka K, Chojnacki A, Górecka H. Biosorption of Cr³⁺, Cd²⁺ and Cu²⁺ ions by blue-green algae Spirulina sp.: kinetics, equilibrium and the mechanism of the process. *Chemosphere* 2005;59(1):75-84. DOI:[10.1016/j.chemosphere.2004.10.005](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2004.10.005)
6. Mehta SK, Gaur JP. Use of algae for removing heavy metal ions from wastewater: progress and prospects. *Crit Rev Biotechnol* 2005;25(3):113-52. DOI:[10.1080/07388550500248571](https://doi.org/10.1080/07388550500248571)
7. Bhattacharya S. The role of Spirulina (Arthrospira) in the mitigation of heavy-metal toxicity: an appraisal. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 2020;39(2):149-57. DOI:[10.1615/JEnvironPatholToxicolOncol.2020034375](https://doi.org/10.1615/JEnvironPatholToxicolOncol.2020034375)
8. Al-Dhabi NA. Heavy metal analysis in commercial Spirulina products for human consumption. *Saudi J Biol Sci* 2013;20(4):383-8. DOI:[10.1016/j.sjbs.2013.04.006](https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.04.006)
9. Sochacka M, Kózka B, Kurek E, Giebułtowski J. Spirulina and Chlorella dietary supplements—are they a source solely of valuable nutrients?. *Int J Mol Sci* 2025;26(21):10468. DOI:[10.3390/ijms262110468](https://doi.org/10.3390/ijms262110468)
10. Rubio C, Dominik-Jakubiec M, Paz S, Gutiérrez AJ, González-Weller D, Hardisson A. Dietary exposure to trace elements (B, Ba, Li, Ni, Sr, and V) and toxic metals (Al, Cd, and Pb) from the consumption of commercial preparations of Spirulina platensis. *Environ Sci Pollut Res Int* 2021;28(17):22146-55. DOI:[10.1007/s11356-020-12260-3](https://doi.org/10.1007/s11356-020-12260-3)
11. Allied Market Research. Spirulina market size, share, competitive landscape and trend analysis report. [Internet]. 2025. [cited 2026 May 12]. Available from: <https://www.alliedmarketresearch.com/spirulina-market>

12. กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563 เรื่องอาหารที่มีสารปนเปื้อน. [อินเทอร์เน็ต]. 2563. [สืบค้นเมื่อ 8 เมษายน 2569]. เข้าถึงได้จาก:
<https://food.fda.moph.go.th/food-law/announ-moph-414/>
13. วาที ดิเรกศรี. การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานด้านคุ้มครองผู้บริโภคโภชนาการของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ต.คอนสาร อ.คอนสาร จ.ชัยภูมิ. ชัยภูมิเวชสาร 2565;42(1):26-34.
<https://thaidj.org/index.php/CMJ/article/view/12078>
14. Jasińska-Balwierz A, Krypel P, Świsłowski P, Rajfur M, Balwierz R, Ochędzan-Siodłak W. Heavy metal contamination in adaptogenic herbal dietary supplements: experimental, assessment and regulatory safety perspectives. Biology (Basel) 2025;14(11):1479.
DOI:[10.3390/biology14111479](https://doi.org/10.3390/biology14111479)
15. Luo L, Wang B, Jiang J, Fitzgerald M, Huang Q, Yu Z, et al. Heavy metal contaminations in herbal medicines: determination, comprehensive risk assessments, and solutions. Front Pharmacol 2021;11:595335.
DOI:[10.3389/fphar.2020.595335](https://doi.org/10.3389/fphar.2020.595335)