

## 综述

## 适配体在食品安全检测中的应用研究进展

李娜<sup>1</sup>, 王明<sup>2</sup>, 袁京磊<sup>2</sup>

(1. 平邑县疾病预防控制中心, 山东 平邑 273300; 2. 平邑县检验检测中心, 山东 平邑 273300)

**摘要:** 适配体是一种短的单链 DNA 或 RNA 分子, 能够与靶分子高亲和力和特异性结合, 并且具有结构稳定、易于合成和化学修饰等优势, 常被作为一种应用到分析检测、疾病的诊断和治疗等方面的工具。本文总结了适配体在食源性致病菌、重金属离子、生物毒素、药物残留、食品非法添加剂及其他食品安全风险因子检测中的各种应用实例, 并对适配体在食品安全检测中的应用前景进行了展望。

**关键词:** 适配体; 食品安全检测; 应用

中图分类号: R155

文献标识码: A

文章编号: 1004-8456(2022)03-0632-05

DOI: 10.13590/j.cjfh.2022.03.039

## Progress on application of aptamers on food safety detection

LI Na<sup>1</sup>, WANG Ming<sup>2</sup>, YUAN Jinglei<sup>2</sup>

(1. Pingyi County Center for Disease Control and Prevention, Shandong Pingyi 273300, China;

2. Pingyi County Center for Inspection and Testing, Shandong Pingyi 273300, China)

**Abstract:** Aptamers are DNA or RNA molecules that can bind to their target molecules with high affinity and specificity, and because aptamers are stable, simply synthesized and chemically modified, aptamers have become useful tools for analytical, diagnostic and therapeutic applications. This article reviews the application examples of aptamers on the detection of foodborne pathogens, biotoxins, heavy metal ions, drug residues, illegal additives and other harmful factors in food, and provides the application prospects of aptamers on food safety detection.

**Key words:** Aptamer; food safety detection; application

“民以食为天,食以安为先”,随着食品安全意识的不断增强,人们对食品安全的关注程度也在不断提高。食品安全检测是保障食品安全的重要环节。目前,在食品中常检出的有害物质主要包括致病性微生物、农药残留、兽药残留、重金属、食品非法添加剂和生物毒素等。虽然针对这些有害物质的检测技术已相当成熟,但在检测时间、成本和操作的简易性等方面仍存在不足。如何实现对食品中有害物质快速、准确、高效地检测,成为广大食品检验机构及人员关注的焦点。近年来,适配体在食品安全检测中的应用研究是比较热门的课题,这为保障人们“舌尖上的安全”提供了新思路。本文综述了适配体在食品安全检测中的应用,以期为实现食品快速、准确、高效的检测提供新的思路和方法。

## 1 适配体

## 1.1 适配体简介

适配体是一种短的单链 DNA 或 RNA 分子,具有结构稳定、易于合成和化学修饰等优势。适配体能与靶标分子特定区通过氢键作用、静电作用、碱基堆积作用、范德华力以及构象互补等方式,形成发夹、G 四聚体、颈环、假结等稳定的结构实现结合<sup>[1]</sup>,它在与其目标物质结合时的亲和力和特异性方面与抗体相当甚至优于抗体<sup>[2]</sup>。基于这些特性,适配体在食品安全检测中的应用,主要是通过目标物质特异性的识别和结合,实现对目标物质的捕获。

## 1.2 适配体的筛选

适配体通常通过指数级富集的配体进化(Systematic Evolution of Ligands by Exponential Enrichment, SELEX)<sup>[3]</sup>技术从一个含有  $10^{13}$ ~ $10^{15}$  随机序列的 DNA 或 RNA 库中筛选得到<sup>[4]</sup>。目前,已有大量目标物质的适配体通过 SELEX 技术筛选得到,例如大肠杆菌<sup>[5]</sup>、副溶血性弧菌<sup>[6]</sup>、沙门氏菌<sup>[7]</sup>、玉米赤霉烯酮<sup>[8]</sup>、金黄色葡萄球菌肠毒素<sup>[9]</sup>、伏马菌

收稿日期: 2021-11-24

作者简介: 李娜 女 主管检验师 研究方向为微生物检验

E-mail: 492774230@qq.com

通信作者: 袁京磊 男 高级工程师 研究方向为食品安全检测

E-mail: jczx4217001@163.com

毒素 B1<sup>[10]</sup>、盐酸克伦特罗<sup>[11]</sup>等,这为适配体在食品安全检测中的应用打下了基础。SELEX 技术主要包括 5 个步骤<sup>[12]</sup>:结合、分离、洗脱、扩增、调节。首先建立一个包含  $10^{13}$ ~ $10^{15}$  个库容量的随机核苷酸文库,将靶分子加入到该文库进行孵育,待靶分子与文库中的随机核苷酸充分结合后,再利用物理方法分离与靶分子结合的核苷酸序列。洗脱和收集结合的序列,通过聚合酶链式反应(Polymerase chain reaction, PCR)对洗脱收集的序列进行扩增,集成富集文库,再进行下一轮的筛选循环。每个靶分子要进行 6~20 个循环,最后,富集的文库要通过克隆和测序来获得最终特异性识别靶分子的适配体。目前主要的筛选技术有:毛细管电泳 SELEX、Non-SELEX、导向 SELEX、基因 SELEX、自动化 SELEX 等方法。

## 2 适配体在食品安全检测方面的应用

### 2.1 适配体在食源性致病菌检测方面的应用

目前,针对食源性致病菌比较成熟的检测方法主要是酶联免疫吸附测定、PCR、环介导等温扩增等方法,但这些方法在检测时间、成本和操作等方面还存在着不足。适配体在食源性致病菌快速检测方面具有较大的优势,已有相关的应用实例。YUAN 等<sup>[13]</sup>建立了一种基于适配体识别的金黄色葡萄球菌的可视化检测方法。利用适配体的特异性识别作用将金黄色葡萄球菌进行捕获并将其固定到酶标板的底部,利用酪胺信号放大技术对信号进行放大,再依次加入亲和素-过氧化氢酶、过氧化氢,最后加入新制的氯金酸溶液,实现快速检测。该方法检测范围为  $10$ ~ $10^6$  CFU/mL,检测限达 9 CFU/mL。CHEN 等<sup>[14]</sup>通过适配体的识别构建了用于鼠伤寒沙门氏菌检测的生物传感器,线性范围为  $1.16 \times 10^2$ ~ $1.16 \times 10^7$  CFU/mL,检测限为 36 CFU/mL,并成功地应用该方法对实际样品中的鼠伤寒沙门氏菌进行了检测。MA 等<sup>[15]</sup>基于适配体设计了金/银纳米二聚体表面增强拉曼散射(Surface-enhanced Raman scattering, SERS)探针,能同时检测鼠伤寒沙门氏菌和金黄色葡萄球菌。当出现目标菌时,适配体与其目标细菌结合,形成了夹心状复合结构“SERS 信号探针-靶标-磁性捕获探针”,再利用表面增强拉曼方法,实现对两种菌的同时检测。

### 2.2 适配体在重金属离子检测方面的应用

近年来,应用适配体对重金属离子检测的研究也比较多。WU 等<sup>[16]</sup>基于适配体识别设计了荧光测流试纸条,实现了对水中  $Hg^{2+}$  的快速检测,该方法可在 15 min 内完成,线性范围为  $0.13$ ~ $4$  ng/mL,检测

限为  $0.13$  ng/mL。ZHANG 等<sup>[17]</sup>应用平均直径 1 nm 的银纳米团簇 C-PS2. M-DNA 构建荧光生物传感器,由于  $Pb^{2+}$  适配体 PS2. M 与  $Pb^{2+}$  特异性的结合,使得 C-PS2. M-DNA-银纳米团簇的荧光强度显著增强,检测范围为  $5$ ~ $50$  nmol/L,检测限可达  $3.0$  nmol/L,并实现了对水样中  $Pb^{2+}$  的检测。栾云霞等<sup>[18]</sup>将特异性非标记核酸适配体作为识别探针,建立了一种重金属镉可视化检测方法。该方法通过适配体与镉的高亲和力结合,利用纳米金溶液在盐诱导下凝聚后发生的颜色变化反应,通过分光光度计检测溶液的吸光度来检测镉离子浓度。该方法的线性范围和检测限分别为  $0.14$ ~ $10$  和  $0.14$  ng/mL,通过对水样的加标回收实验,证明该方法具有很好的实用性。

### 2.3 适配体在生物毒素检测方面的应用

在生物毒素检测方面,适配体的应用比较广泛。CHEN 等<sup>[19]</sup>通过将荧光素标记的伏马菌素 B1(Fumonisin B1, FB1)适配体与其含有淬灭剂互补 DNA 链之间形成 DNA-DNA 双链结构,从而导致荧光淬灭。加入 FB1 后,产生适配体-FB1 复合物,从而使修饰淬灭剂的 DNA 链断开,荧光素恢复荧光,通过检测荧光值的增强实现对 FB1 的定量检测。该方法的检测范围为  $5$ ~ $100$  ng/mL,检测限为  $1.6$  ng/mL,在婴儿米粉中进行加标回收实验,加标回收率为  $93.0\%$ ~ $106.8\%$ 。ZHANG 等<sup>[20]</sup>构建了电化学适配体传感器,通过适配体特异性识别,实现对赭曲霉毒素 A 的超灵敏检测,检测范围为  $20$  fg/mL~ $2$  ng/mL,检测限达  $14$  fg/mL。QIAO 等<sup>[21]</sup>基于适配体的识别构建了荧光适配体生物传感器,实现对牛奶中黄曲霉毒素 M<sub>1</sub> 的快速检测。黄玉坤等<sup>[22]</sup>基于适配体对黄曲霉毒素 B<sub>1</sub>(Aflatoxin B1, AFB1)的特异性识别作用,建立了一种 AFB1 适配体杂交链式反应的荧光检测方法,检测范围为  $2$ ~ $60$  ng/mL,检测限为  $1.84$  ng/mL,在郟县豆瓣中的加标回收率为  $85.73\%$ ~ $94.25\%$ ,证明该方法可以应用到郟县豆瓣中 AFB1 的检测。

### 2.4 适配体在药物残留检测方面的应用

人们对食品中的药物残留情况越来越重视,传统的检测方法主要是依靠气相色谱-质谱仪、高效液相色谱仪等精密仪器,对检测时间、成本及仪器操作都有比较高的要求,难以实现快速检测。适配体在药物残留方面检测的研究为药物残留快速、准确和高效检测提供了新路径。MA 等<sup>[23]</sup>构建了基于适配体识别的生物传感器,实现了对样品中卡那霉素的检测,检测范围达  $1$  nmol/L~ $300$   $\mu$ mol/L,检测限为  $300$  pmol/L。刘媛媛等<sup>[24]</sup>建立了一种基于金纳米粒子-适配体的纳米生物传感器,利用适配体特异性的识别,实现了对中草药中甲拌磷、氧化乐果、丙

溴磷、水胺硫磷 4 种有机磷农药的可视化检测,该方法具有操作简单、特异性好、可视化的优势。陆婷婷等<sup>[25]</sup>构建了一种基于核酸适配体调控碳点荧光强度的农药乐果荧光传感器。在乐果存在的情况下,适配体可改变纳米银对柠檬酸-乙二胺碳点荧光的猝灭作用,该方法的检测范围为 6~200  $\mu\text{g/L}$ ,检测限为 2.24  $\mu\text{g/L}$ ,并对实际农产品进行检测,加标回收率为 85.1%~105.0%。

### 2.5 适配体在食品非法添加剂检测方面的应用

在我国,食品中禁止添加食品非法添加剂,但仍有不法商贩铤而走险,这些食品安全问题严重影响了人们的身体健康。目前,已有应用适配体实现对食品非法添加剂检测的研究。张娜等<sup>[26]</sup>建立了一种基于适配体识别-纳米金显色的盐酸克伦特罗可视化检测方法,利用纳米金的变色效应,实现了对盐酸克伦特罗简单、快速、高灵敏度的检测。当待测物中含有目标物时,适配体与目标物结合,纳米金呈现游离状态,在一定的盐浓度下,纳米颗粒发生聚集,纳米金颜色发生变化;当待测物中不含目标物时,适配体与适配体互补链互补杂交,形成稳定的网络结构,溶液颜色不发生变化。该方法检测范围为 1~1 000  $\text{ng/mL}$ ,检测限为 1  $\text{ng/mL}$ ,并对猪肝实际样品进行了加标回收实验,加标回收率为 83.5%~101.8%。李洁<sup>[27]</sup>建立了一种利用胶体金适配体试纸条检测吊白块的方法,并将该试纸条用于食品中吊白块的现场快速检测,该试纸条对吊白块的检测限为 1  $\mu\text{g/mL}$ 。靖乐<sup>[28]</sup>建立了一种基于适配体的胶体金可视化检测法,实现对食品中硼砂的快速检测,其肉眼可见的检测限为 0.20  $\mu\text{g/mL}$ 。

### 2.6 适配体在其他食品安全风险因子检测方面的应用

适配体在检测其他食品安全风险因子方面也有着比较广泛的应用。LEE 等<sup>[29]</sup>设计了适配体-纳米金传感器,当存在双酚 A 时,适配体与双酚 A 特异性的结合,使纳米金发生聚集,颜色由红色变为蓝色,从而实现对双酚 A 快速、可视化检测,检测限达到 1  $\text{pg/mL}$ 。通过对大米样品中双酚 A 的检测,证明该方法可用于食品及环境中双酚 A 的检测。JIANG 等<sup>[30]</sup>通过适配体的识别,结合电化学方法实现了对饼干面团样品中花生过敏原 Ara h1 的检测。IQBAL 等<sup>[31]</sup>建立了一种基于适配体识别的隐孢子虫卵囊电化学传感器,实现了对湖泊水和河水中隐孢子虫的卵囊的检测。王欣等<sup>[32]</sup>设计了一种基于适配体的雌二醇纳米金比色检测方法:适配体通过静电作用吸附在纳米金表面,可增强纳米金在氯化钠溶液中的稳定性;当存在雌二醇时,适配体与雌

二醇特异性结合,从而与纳米金分离,使纳米金在氯化钠作用下发生聚集,实现可视化检测,检测范围为 0.25~0.60  $\text{nmol/L}$ ,检测限为 0.233  $\text{nmol/L}$ ,并应用该方法实现了对牛奶和鸡蛋样品中雌二醇的检测。

### 3 展望

随着相关研究的深入,适配体将在食品安全检测领域发挥越来越重要的作用。此外,由于适配体具有稳定性强、易于合成、可反复使用、特异性强、易于保存和化学修饰等特点,其在降低成本、节省时间、提高灵敏度等方面有明显的优势,在食品快速检测领域将有较好的市场和发展前景。除在食品安全检测方面应用较多外,适配体还有可能作为一种应用到疾病的诊断及治疗等临床医学领域的工具。

### 参考文献

- [1] TOMBELLI S, MINUNNI M, MASCINI M. Analytical applications of aptamers [J]. *Biosensors and Bioelectronics*, 2005, 20 (12): 2424-2434.
- [2] TANG J J, YU T, GUO L, et al. *In vitro* selection of DNA aptamer against abrin toxin and aptamer-based abrin direct detection [J]. *Biosensors and Bioelectronics*, 2007, 22 (11): 2456-2463.
- [3] HAMULA C L A, ZHANG H Q, LI F, et al. Selection and analytical applications of aptamers binding microbial pathogens [J]. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 2011, 30 (10): 1587-1597.
- [4] OSBORNE S E, ELLINGTON A D. Nucleic acid selection and the challenge of combinatorial chemistry [J]. *Chemical Reviews*, 1997, 97 (2): 349-370.
- [5] BRUNO J G, CARRILLO M P, PHILLIPS T, et al. A novel screening method for competitive FRET-aptamers applied to *E. coli* assay development [J]. *Journal of Fluorescence*, 2010, 20 (6): 1211-1223.
- [6] DUAN N, WU S J, CHEN X J, et al. Selection and identification of a DNA aptamer targeted to *Vibrio parahaemolyticus* [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2012, 60 (16): 4034-4038.
- [7] JOSHI R, JANAGAMA H, DWIVEDI H P, et al. Selection, characterization, and application of DNA aptamers for the capture and detection of *Salmonella enterica* serovars [J]. *Molecular and Cellular Probes*, 2009, 23 (1): 20-28.
- [8] CHEN X J, HUANG Y K, DUAN N, et al. Selection and identification of ssDNA aptamers recognizing Zearalenone [J]. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2013, 405 (20): 6573-6581.
- [9] HUANG Y K, CHEN X J, DUAN N, et al. Selection and characterization of DNA aptamers against *Staphylococcus aureus* enterotoxin C1 [J]. *Food Chemistry*, 2015, 166: 623-629.
- [10] MCKEAGUE M, BRADLEY C R, DE GIROLAMO A, et al.

- Screening and initial binding assessment of fumonisin B<sub>1</sub> aptamers [J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2010, 11 (12): 4864-4881.
- [11] DUAN N, GONG W H, WU S J, et al. Selection and application of ssDNA aptamers against clenbuterol hydrochloride based on ssDNA library immobilized SELEX [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2017, 65 (8): 1771-1777.
- [12] 王周平, 张维潇. 适配体及其研究进展[J]. *食品与生物技术学报*, 2013, 32(9): 897-906.  
WANG Z P, ZHANG W X. Aptamer and related progress [J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2013, 32 (9) : 897-906.
- [13] YUAN J L, WU S J, DUAN N, et al. A sensitive gold nanoparticle-based colorimetric aptasensor for *Staphylococcus aureus* [J]. *Talanta*, 2014, 127: 163-168.
- [14] CHEN M, PAN L Q, TU K. A fluorescence biosensor for *Salmonella typhimurium* detection in food based on the nano-self-assembly of alendronic acid modified upconversion and gold nanoparticles [J]. *Analytical Methods*, 2021, 13 (21) : 2415-2423.
- [15] MA X Y, LIN X C, XU X M, et al. Fabrication of gold/silver nanodimer SERS probes for the simultaneous detection of *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus* [J]. *Microchimica Acta*, 2021, 188 (6): 202.
- [16] WU Z, SHEN H C, HU J H, et al. Aptamer-based fluorescence-quenching lateral flow strip for rapid detection of mercury (II) ion in water samples [J]. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2017, 409 (22): 5209-5216.
- [17] ZHANG B Z, WEI C Y. Highly sensitive and selective detection of Pb<sup>2+</sup> using a turn-on fluorescent aptamer DNA silver nanoclusters sensor [J]. *Talanta*, 2018, 182: 125-130.
- [18] 栾云霞, 张展宁, 陈佳祎, 等. 基于纳米金显色的非标记核酸适配体可视化检测重金属镉的方法研究[J]. *食品安全质量检测学报*, 2016, 7(2): 511-516.  
LUAN Y X, ZHANG Z N, CHEN J Y, et al. Visual detection of cadmium based on aggregation of aptamer-modified gold nanoparticles [J]. *Journal of Food Safety and Quality*, 2016, 7 (2): 511-516.
- [19] CHEN L, WEN F, LI M, et al. A simple aptamer-based fluorescent assay for the detection of Aflatoxin B<sub>1</sub> in infant rice cereal [J]. *Food Chemistry*, 2017, 215: 377-382.
- [20] ZHANG J, XU X J, QIANG Y. Ultrasensitive electrochemical aptasensor for ochratoxin A detection using AgPt bimetallic nanoparticles decorated iron-porphyrinic metal-organic framework for signal amplification [J]. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2020, 312: 127964.
- [21] QIAO Q Q, GUO X D, WEN F, et al. Aptamer-based fluorescence quenching approach for detection of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk [J]. *Frontiers in Chemistry*, 2021, 9: 653869.
- [22] 黄玉坤, 陶璇, 邵坤, 等. 基于适配体杂交链式反应检测郫县豆瓣中黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> [J]. *食品科学*, 2020, 41 (22) : 301-307.
- HUANG Y K, TAO X, SHAO K, et al. Detection of aflatoxin B<sub>1</sub> in Pixian broad-bean paste by using hybridization chain reaction on aptamer [J]. *Food Science*, 2020, 41(22): 301-307.
- [23] MA L, SUN N N, TU C H, et al. Design of an aptamer - based fluorescence displacement biosensor for selective and sensitive detection of kanamycin in aqueous samples [J]. *RSC Advances*, 2017, 7(61): 38512-38518.
- [24] 刘媛媛, 陈媛媛, 张红艳, 等. 纳米金-核酸适配体快速可视化检测药材中4种有机磷农药的方法研究[J]. *分析测试学报*, 2019, 38(12): 1511-1515.  
LIU Y Y, CHEN Y Y, ZHANG H Y, et al. Rapid and visual inspection of four organophosphorus pesticides in medicinal materials using nanogold based nucleic acid aptamers [J]. *Journal of Instrumental Analysis*, 2019, 38(12): 1511-1515.
- [25] 陆婷婷, 王金龙, 詹相强, 等. 基于碳点的适配体荧光传感器检测农药乐果 [J]. *分析化学*, 2020, 48(1): 74-82.  
LU T T, WANG J L, ZHAN X Q, et al. Carbon dots-based fluorescent aptasensor for detection of dimethoate pesticide [J]. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*, 2020, 48(1): 74-82.
- [26] 张娜, 韦丽婷, 李向丽, 等. 核酸适配体-纳米金可视化检测盐酸克伦特罗 [J]. *现代食品科技*, 2019, 35(7): 301-306.  
ZHANG N, WEI L T, LI X L, et al. A new method for the determination of clenbuterol based on aptamer and gold nanoparticles [J]. *Modern Food Science and Technology*, 2019, 35 (7) : 301-306.
- [27] 李洁. 基于核酸适配体技术对食品中吊白块的胶体金试纸条研究 [D]. 昆明: 昆明理工大学, 2018.  
LI J. Rapid detection of rongalite via a sandwich lateral flow strip assay using a pair of aptamers [D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2018.
- [28] 靖乐. 硼砂相应核酸适配体的筛选及其可视化检测法的研究 [D]. 昆明: 昆明理工大学, 2019.  
JING L. Screening nucleic acid aptamers of borax and its visual detection method [D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2019.
- [29] LEE E H, LEE S K, KIM M J, et al. Simple and rapid detection of bisphenol A using a gold nanoparticle-based colorimetric aptasensor [J]. *Food Chemistry*, 2019, 287: 205-213.
- [30] JIANG H, GUO Q, ZHANG C, et al. Microfluidic origami nano-aptasensor for peanut allergen Ara h1 detection [J]. *Food Chemistry*, 2021, 365: 130511.
- [31] IQBAL A, LIU J, DIXON B, et al. Development and application of DNA-aptamer-coupled magnetic beads and aptasensors for the detection of *Cryptosporidium parvum* oocysts in drinking and recreational water resources [J]. *Canadian Journal of Microbiology*, 2019, 65(11): 851-857.
- [32] 王欣, 孙涵颖. 基于核酸适配体的牛奶和鸡蛋中雌二醇纳米金比色检测 [J]. *农业机械学报*, 2020, 51(9): 319-328.  
WANG X, SUN H Y. Gold nanoparticles colorimetric detection based on aptamer for 17 $\beta$ -estradiol in milk and eggs [J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2020, 51(9): 319-328.

## 《中国食品卫生杂志》2021年征稿征订启事

《中国食品卫生杂志》创刊于1989年,由中华人民共和国国家卫生健康委员会主管,中华预防医学会、中国卫生信息与健康医疗大数据学会共同主办,刊号:ISSN 1004-8456、CN 11-3156/R,邮发代号:82-450,双月刊,国内公开发行人。本刊是2008、2011、2017版中文核心期刊,中国科学引文数据库核心刊(C刊),中国科技核心期刊,中国精品科技期刊。中国知网(CNKI)全文收录。2020年版影响因子1.553,在预防医学领域影响力指数排名第8(8/86)。曾连续多年获得中华预防医学会优秀期刊一等奖。

**刊登范围:**食品卫生领域的科研方法及成果,检验检测技术(包括化学分析技术、微生物检验技术、毒理学方法),有毒有害物质的监测、评估、标准的研究,监督管理措施及方法,应用营养等。

**主要栏目:**专家述评、论著、研究报告、实验技术与方法、监督管理、调查研究、食品安全标准、风险监测、风险评估、应用营养、食物中毒、综述及国际标准动态。

**刊发周期:**审稿通过后一般在2个月左右刊出。对具有创新性的优秀论文开通绿色通道,加急审稿、优先发表。

### 欢迎投稿、欢迎订阅。

投稿网址:<http://www.zgspws.com>

订 阅:2021年《中国食品卫生杂志》。每期定价40元,全年240元。

订阅方式可以通过以下:

- 1、杂志官方网站订阅(详情见官网 [www.zgspws.com](http://www.zgspws.com)、可咨询购买过刊)。
- 2、通过邮局订阅,邮发代号82-450。
- 3、通过杂志淘宝店,微信公众号线上购买(详情请扫描以下二维码关注)。

地 址:北京市海淀区紫竹院南路17号院3号楼102室

《中国食品卫生杂志》编辑部

电 话:010-68707221 邮政编码:100048 E-mail:[spws462@163.com](mailto:spws462@163.com)



杂志公众号



杂志淘宝店



杂志微店