DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20260108002
引用格式: 刘敏, 林伟, 厉鹏. 2025 年华北某地区新鲜生姜农药残留现状分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2026, 17(15): 75–80.
Liu Min, Lin Wei, Li Peng. Analysis of the current status of pesticide residues in fresh *Zingiber officinale* Roscoe in a region of North China in 2025 [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2026, 17(15): 75–80. (in Chinese with English abstract).

2025 年华北某地区新鲜生姜农药残留现状分析

刘 敏*, 林 伟, 厉 鹏

(莒县检验检测中心, 日照 276500)

摘 要: 目的 系统评估 2025 年华北某地区新鲜生姜中农药残留水平。**方法** 在华北某地区集中采集 117 批次当季鲜姜; 样品经前处理后, 使用高效液相色谱-三重四极杆质谱仪和气相色谱仪同时检测 33 种常用杀虫剂、杀菌剂及植物生长调节剂残留。**结果** 33 种农药总体检出率 41.88%, 残留形态以低浓度为主, 所有样品农药残留量均未超出 GB 2763—2026《食品安全国家标准 食品中农药最大残留量》规定的限量标准; 其中, 毒死蜱仅检出 1 批次, 残留量 0.018 mg/kg, 噻虫胺检出 34 批次, 最高残留量 0.190 mg/kg, 二者接近限量值 0.2 mg/kg, 但均处于安全范围内; 同时, 多残留现象普遍, 23.08%的样品同时存在 2 种及以上农药, 最高达 5 种, 但所有检出值均符合国家限量标准。**结论** 该地区生姜农药残留整体处于安全可控水平, 117 批次样品均未超出国家安全限量标准, 为持续保障生姜质量安全, 建议针对关键农药及复合暴露建立进一步的风险评估, 以科学指导防控。

关键词: 生姜; 农药残留; 华北某地区
中图分类号: TS207.3 **文献识别码:** A **文章编号:** 2095–0381(2026)15–0075–06

Analysis of the current status of pesticide residues in fresh *Zingiber officinale* Roscoe in a region of North China in 2025

LIU Min*, LIN Wei, LI Peng

(*Juxian Inspection and Testing Center*, *Rizhao* 276500, *China*)

ABSTRACT: Objective To systematically evaluate the pesticide residue levels in fresh *Zingiber officinale* Roscoe in a region of North China in 2025. **Methods** A total of 117 batches of seasonal fresh *Zingiber officinale* Roscoe were collected from a region in North China. After sample pretreatment, high performance liquid chromatography-triple quadrupole mass spectrometry and gas chromatography were used to simultaneously detect residues of 33 kinds of commonly used insecticides, fungicides and plant growth regulators. **Results** The overall detection rate of the 33 kinds of pesticides was 41.88%, with residues mainly occurring at low concentrations. The pesticide residue levels in all samples did not exceed the limits specified in GB 2763—2026 *National food safety standard-Maximum residue limits of pesticides in food*. Chlorpyrifos was detected in only 1 batch with a residue level of 0.018 mg/kg, while clothianidin was detected in 34 batches with a maximum residue of 0.190 mg/kg; both were close to the limit value of 0.2 mg/kg but remained within safe limits. Meanwhile, multiple residue occurrence was common, with 23.08% of samples containing 2 or more kinds of pesticides, up to a maximum of 5, but all detected values complied with national limit standards. **Conclusion** The overall level of pesticide residues in *Zingiber officinale* Roscoe in this region is safe and controllable.

收稿日期: 2026-01-08
第一作者/*通信作者: 刘敏(1986—), 女, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品安全检测。E-mail: lanseminer@163.com

None of the 117 batches exceeds national safety limits. To continuously ensure the quality and safety of *Zingiber officinale* Roscoe, it is recommended to establish further risk assessments targeting key pesticides and combined exposure to scientifically guide prevention and control.

KEY WORDS: *Zingiber officinale* Roscoe; pesticide residue; a region of North China

0 引 言

华北地区是我国重要的生姜种植与加工基地[1–3], 其特有的地理环境与气候条件孕育了许多核心的优势产区, 形成了规模化、产业化的现代农业发展格局[4–6]。生姜作为华北某地区地理标志产品[7–10], 部分优质产品已成功进入欧盟、东南亚等国际市场[11–13], 成为带动地方经济增长和农民增收的重要引擎。然而, 2025 年 6 月, 欧盟食品和饲料快速预警系统(Rapid Alert System for Food and Feed, RASFF)通报了我国出口生姜因噻虫胺残留超标(检出值 0.38 mg/kg, 远超欧盟 0.01 mg/kg 的严格限量)而被拒绝入境的事件[14], 这一案例尖锐地暴露出生姜在国际供应链中所面临的农药残留合规性挑战。

农药残留问题是全球农产品与食品质量安全领域长期关注的焦点和核心风险因素[15]。研究表明, 农药在环境中的持久性及其在食物链中的生物富集作用[16–18], 可导致其在人体内累积[19]。如噻虫胺作为烟碱型乙酰胆碱受体激动剂, 具有潜在的神经发育毒性及内分泌干扰效应; 毒死蜱通过抑制乙酰胆碱酯酶活性, 即便在低剂量长期暴露下, 也可能对儿童认知功能造成不可逆损害[20–23]。

目前, 国内已有不少关于蔬菜、水果中农药残留的监测研究[24–26], 但针对特定地理标志产区生姜的系统性、持续性农药残留摸底调查与风险评估仍显不足。现有研究往往侧重于少数几种高关注农药或事后抽检, 缺乏对区域用药多农药残留共存的系统性筛查, 尤其对“多残留复合暴露”这一新兴风险关注不够[27–28]。

因此, 针对生姜产区面临的合规性挑战, 本研究旨在系统评估 2025 年度华北某地区新鲜生姜的农药残留水平。选取了 117 批次主产区鲜姜样本, 针对 33 种常用农药进行系统性筛查, 并探讨了多种农药残留的发生情况及组合特征, 分析复合残留潜在风险, 可为掌握该地区生姜农药残留现状、规范农户用药提供数据支撑, 为提升生姜质量安全水平、保障消费安全及促进产业良性发展提供参考。

1 材料与方法

1.1 仪器、试剂与材料

1.1.1 仪器与设备

TSQ Quantis plus 高效液相色谱三重四极杆质谱联用仪、Acclaim^{TM} 120 C_{18} 色谱柱(2.1 mm×150 mm, 2.2 μm)[赛默飞世尔科技(中国)有限公司]; 8890A 气相色谱仪、HP-5 色谱柱(0.25 mm×30 m, 0.25 μm)[安捷伦科技(中国)有限公司]; GL8221-1SCN 电子天平(精度 0.01 g, 德国赛多利斯集团); PRO2417R 冷冻离心机(北京恒尔生物仪器有限公司); OA-HEAT^{TM} 8125 氮吹仪(美国 Organomation 公司)。

1.1.2 材料与试剂

生姜购买于各种植基地。

甲酸(色谱纯, 上海安谱实验科技有限公司); 甲醇、乙腈、正己烷(色谱纯, 默克化工技术上海有限公司); 丙酮(色谱纯, 国药集团化学试剂有限公司)。

1.2 标准溶液的配制

混合标准溶液的配制: 用甲醇配制质量浓度为 5 mg/L 的 32 种农药的混合标准溶液。

基质工作溶液的配制: 用经样品前处理后得到的基质溶液将标准溶液稀释成 10、20、50、100 和 200 μg/L 不同质量浓度的基质工作溶液。

1.3 实验方法

称取两份样品, 一份按照 NY/T 761—2008《蔬菜和水果中有机磷、有机氯、拟除虫菊酯和氨基甲酸酯类农药多残留的测定》进行前处理, 并测定有机氯类农药(六六六、百菌清、氟氯氰菊酯、氯氰菊酯、氯氟氰菊酯), 另一份按照 GB 23200.121—2021《植物源性食品中 331 种农药及其代谢物残留量的测定 液相色谱-质谱联用法》进行前处理, 并测定其他类农药(毒死蜱、三唑磷、甲胺磷、辛硫磷、二嗪磷、马拉硫磷、倍硫磷、水胺硫磷、乐果、联苯菊酯、氰戊菊酯、吡虫啉、啶虫脒、噻虫嗪、噻虫胺、虫酰肼、三唑酮、腐霉利、嘧霉胺、腈菌唑、丙环唑、烯酰吗啉、甲霜灵、戊菌唑、抑霉唑、霜霉威、多效唑、噻嗪酮)。

1.4 目标农药筛选

基于华北地区用药习惯及近3年抽检高频检出农药情况, 筛选监测的农药参数为 33 种, 按防治对象分为 3 类, 分别为杀虫剂(六六六、毒死蜱、三唑磷、甲胺磷、辛硫磷、二嗪磷、马拉硫磷、倍硫磷、水胺硫磷、乐果、氰戊菊酯、联苯菊酯、氟氯氰菊酯、氯氰菊酯、高效氯氟氰菊酯、吡虫啉、啶虫脒、噻虫嗪、噻虫胺、虫酰肼)、杀菌剂(三唑酮、百菌清、腐霉利、嘧霉胺、腈菌唑、丙环唑、烯酰吗啉、甲霜灵、戊菌唑、抑霉唑、霜霉威)、植物生长调节剂(多效唑、噻嗪酮)。

1.5 数据处理

本研究采用赛默飞世尔科技(中国)有限公司 TSQ quantis plus 型超高效液相色谱-三重四极杆质谱联用仪自带软件 Tracefinder 5.2 和安捷伦科技(中国)有限公司气相色谱仪(8890A)自带软件 OpenLAB 进行数据采集及处理, 同时借助 WPS 2023 办公软件进行数据计算和分析。

2　结果与分析

2.1　农药残留检测情况分析

本研究依据华北地区生姜主要病虫害(姜瘟、茎腐、炭疽等病害, 及根结线虫、姜蛆、姜螟、甜菜夜蛾等虫害)的发生规律与农户用药习惯[29–30], 针对性筛选了涵盖新烟碱类、有机磷类、拟除虫菊酯类及主流杀菌剂等 33 种高频使用农药, 实现了对当地关键防控对象的全覆盖, 确保检测方案具备充分的代表性与科学性。

抽取生姜 117 批次, 根据上述实验步骤和条件, 测定 33 种农药残留参数。生姜中农药残留共检出 49 批次, 检出率为 41.88%, 超标率为 0。结果表明, 在 117 批次生姜样品中, 检出的农药残留量均低于 GB 2763—2026《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》设定的最大残留限量要求, 提示当前地区生姜种植中农药使用总体处于安全可控范围内, 合规性较高。19 种农药质谱图见图 1。

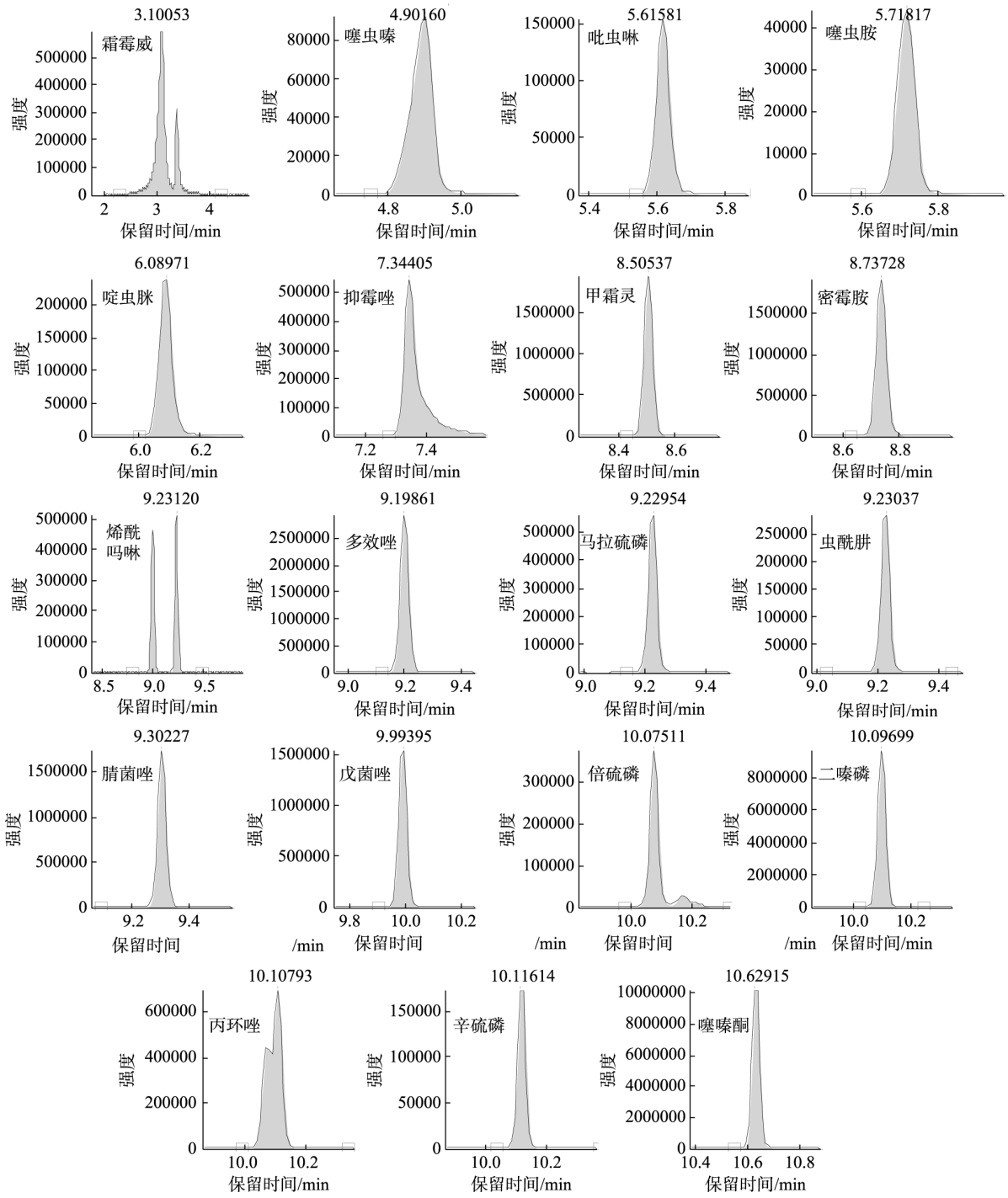


图 1　19 种农药质谱图

Fig.1　Mass spectra of 19 kinds of pesticide

2.2 农药残留含量情况分析

抽取生姜 117 批次, 根据上述实验步骤和条件, 测定 33 种农药残留含量。由表 1 可知, 在 117 批次生姜样品中, 共检出 9 种农药残留, 涵盖杀虫剂与杀菌剂两类。其中, 噻虫胺检出率最高, 共检出 34 批次, 占比为 29.06%, 残留量 0.005~0.190 mg/kg, 最高值接近 GB 2763—2026 限量(0.2 mg/kg), 其中20批次残留量超过0.01 mg/kg, 占该农药检出批次的 40.82%, 结果表明, 本地可能存在超量施药或安全间隔期执行不到位现象, 需强化用药指导与上市前速测把关; 毒死蜱检出 1 批次, 残留量 0.018 mg/kg, 接近国家标准限量(0.02 mg/kg), 结果表明, 该样品可能处于临界超标边缘, 提示可能存在违规使用或邻近作物漂移污染风险, 应追溯来源并开展地块重点监控; 噻虫嗪检出 16 批次, 占比为 13.68%, 残留量为 0.005~0.059 mg/kg, 甲霜灵检出 13 批次, 占比为 11.11%, 残留量为 0.003~0.031 mg/kg, 残留水平均远低于限量, 结果表明, 使用基本规范。霜霉威、烯酰吗啉、吡虫啉、丙环唑、百菌清检出率介于 2.56%~5.98%, 残留量上限分别为 0.055、0.015、0.016、0.026、0.011 mg/kg, 风险可控。

表 1 农药残留含量分析

Table 1 Analysis of pesticide residue content

序号	农药名称	农药残留含量/(mg/kg)	检出批次	检出率/%	超标批次/批	超标率/%
1	霜霉威	0.007~0.055	7	5.98	0	0.00
2	烯酰吗啉	0.008~0.015	7	5.98	0	0.00
3	噻虫嗪	0.005~0.059	16	13.68	0	0.00
4	吡虫啉	0.002~0.016	3	2.56	0	0.00
5	丙环唑	0.006~0.026	7	5.98	0	0.00
6	甲霜灵	0.003~0.031	13	11.11	0	0.00
7	噻虫胺	0.005~0.190	34	29.06	0	0.00
8	毒死蜱	0.018	1	0.85	0	0.00
9	百菌清	0.007~0.011	4	3.42	0	0.00

2.3 生姜样品农药残留的多重污染特征分析

2.3.1 单样品多农药共存情况统计

抽取生姜 117 批次, 根据上述实验步骤和条件, 测定 33 种农药残留参数。由表 2 可知, 同一样品检出 1 种农药残留参数的批次为 22 批, 占比为 18.80%; 同一样品检出 2 种农药残留参数的批次为 17 批, 占比为 14.53%; 同一样品检出 3 种农药残留参数的批次为 6 批, 占比为 5.13%; 同一样品检出 3 种以上农药残留参数的批次为4批, 占比为3.41%。结果表明, 该地区生姜种植存在“一姜多药”现象; 23.08%样品存在的 2 种及以上农药混合暴露, 最高达 5 种, 可能产生协同或加和毒性。

2.3.2 主要农药残留组合类型统计

为进一步揭示多农药残留的分布特征, 本研究对检出两种及以上农药的样本进行了组合类型统计(表 3)。结果显示, 噻虫胺+噻虫嗪的复配组合最为普遍, 共出现在 14 个样本中, 占所有检出样本的 28.60%, 反映出当地农户倾向于采用同类作用机制药剂进行叠加防控。其次, 噻虫胺+甲霜灵+霜霉威三元组合亦较常见, 出现在 7 个样本中, 占所有检出样本的 14.30%, 表明在病害与虫害并发情况下, 农民常采取“一喷多防”策略。

从组合类型看, 多残留样本可归纳为 3 类模式: (1)同类药剂叠加型, 如噻虫胺+噻虫嗪, 占 28.60%, 反映农户对虫害的重复防控习惯; (2)虫病害兼治型, 如噻虫胺+甲霜灵+霜霉威, 占 14.30%, 对应田间病虫害并发时的“一喷多防”策略; (3)同类病害复配型, 如霜霉威+烯酰吗啉, 占 10.20%, 体现病害防治中的轮换或复配用药。上述组合虽未超出限量标准, 但同类作用机制药剂的叠加使用可能增加非靶标生物暴露风险, 建议后续关注此类模式的生态影响。

表 2 同一样品检出农药残留参数种类情况

Table 2 Types situation of pesticide residue parameters detected in the same sample

检出农药残留参数/个	批次/批	占比/%
1	22	18.80
2	17	14.53
3	6	5.13
4	3	2.56
5	1	0.85

表 3 主要农药残留组合类型统计

Table 3 Statistics on major pesticide residue combinations

组合名称	检出批次	占比/%	涉及防治对象
噻虫胺+噻虫嗪	14	28.60	杀虫剂+杀虫剂
噻虫胺+甲霜灵+霜霉威	7	14.30	杀虫剂+杀菌剂+杀菌剂
噻虫胺+丙环唑	5	10.20	杀虫剂+杀菌剂
霜霉威+烯酰吗啉	5	10.20	杀菌剂+杀菌剂
毒死蜱+噻虫胺	2	4.15	杀虫剂+杀虫剂

3　结　论

通过对华北某地区 2025 年度新鲜生姜中 33 种农药残留的系统检测与分析, 系统评价了 33 种农药的残留水平及多残留特征, 主要得出以下结论: 农药残留整体可控, 尽管在 117 批次生姜样本中, 农药残留总体检出率为 41.88%, 但超标率为 0, 样品均符合 GB 2763—2026 标准限量要求, 表明该地区生姜农药残留整体情况是安全的。与罗扬等[29]指出的生姜生产中农药残留问题“屡见不鲜”的普遍状况相比, 本次监测结果显示该地区种植规范性较好, 未出现残留超标问题。需要关注的是, 个别批次中的毒死蜱和噻虫胺残留量接近国家标准限量, 可能存在施药不规范或安全间隔期执行不到位现象, 且农药多残留现象显现, 复合暴露风险凸显: 约 23.08%的样本同时检出 2 种及以上农药残留, 多种农药的共存可能通过协同或加和效应增强毒性[31–35], 这在当前风险评估体系中尚未得到充分重视。其中噻虫胺+噻虫嗪同类药剂叠加模式占多残留样本的 28.60%, 反映出与罗扬等[29]报道一致的农户“同类作用机制药剂叠加防控”习惯, 此类模式虽未超标, 但可能增加实际暴露风险。相关部门应在今后的监管中加强农田间用药指导, 开展种植户用药适宜技术培训, 指导种植者使用毒性低、安全性高、易降解的农药, 严格执行农药安全间隔期采摘措施; 可针对毒死蜱和噻虫胺等关键农药开展专项监测并建立农药多残留风险评估体系, 确保生姜产业的安全生产, 保障消费者舌尖上的安全。

参考文献

[1] 胡术明, 李洪杰, 蒋学杰. 鲁东南地区生姜种植技术[J]. 特种经济动植物, 2023, 26(7): 116–118.
Hu Shuming, Li Hongjie, Jiang Xuejie. Planting techniques of ginger in southeast Shandong Province [J]. Special Economic Animals and Plants, 2023, 26(7): 116–118.

[2] 鞠文迪. 消费者莱芜生姜购买行为及影响因素研究: 以济南市为例[D]. 泰安: 山东农业大学, 2025: 1–2.
Ju Wendi. Study on consumer’s purchase behavior of Laiwu ginger and its influencing factors-a case study of Ji’nan City [D]. Tai’an: Shandong Agricultural University, 2025: 1–2.

[3] 牛志伟, 蔡希智. 职称改革背景下农业技术人员能力提升的思考[J]. 河南农业, 2024(8): 79–80.
Niu Zhiwei, Cai Xizhi. Thoughts on improving the ability of agricultural technicians under the background of professional title reform [J]. Agriculture of Henan, 2024(8): 79–80.

[4] 付艳东, 李爱科, 姚红燕, 等. 山东莒县积极构建“四位一体”现代种业发展成效[J]. 中国种业, 2023(11): 26–28.
Fu Yandong, Li Aike, Yao Hongyan, et al. A new “four in one” pattern of Shandong Juxian build in modern seed industry development [J]. China Seed Industry, 2023(11): 26–28.

[5] 解友财. 扬帆正当时聚力谋新篇[N]. 日照日报, 2022-12-19 (A04).
Xie Youcai. Set sail at the right time and work together for a new chapter [N]. Rizhao Daily, 2022-12-19 (A04).

[6] 邴辉. 生姜根际促生菌的促生效应[D]. 泰安: 山东农业大学, 2020: 6.
Bing Hui. The promoting effect of rhizospheric beneficial bacteria of *Zingiber officinale* Roscoe [D]. Tai’an: Shandong Agricultural University, 2020: 6.

[7] 翟淑涛, 于澜. 发展“美丽经济”厚植民生福祉[N]. 中国水利报, 2025-09-11 (7).
Zhai Shutao, Yu Lan. Developing a “beautiful economy” to deepen people’s welfare [N]. China Water Conservancy Newspaper, 2025-09-11 (7).

[8] 费洪芹, 唐洁, 孙克芳. 为“品质日照”集众智聚群力[N]. 日照日报, 2023-04-28 (A08).
Fei Hongqin, Tang Jie, Sun Kefang. Pooling collective wisdom and strength for “quality Rizhao” [N]. Rizhao Daily, 2023-04-28 (A08).

[9] 王路平. 深化地标品牌建设助推经济高质量发展[N]. 日照日报, 2022-11-10 (B01).
Wang Luping. Deepening the construction of landmark brands to boost high-quality economic development [N]. Rizhao Daily, 2022-11-10 (B01).

[10] 邹冬倩, 严辉, 周桂生, 等. 姜资源的国内专利和产业化发展趋势分析[J]. 食品工业科技, 2022, 43(15): 418–427.
Zou Dongqian, Yan Hui, Zhou Guisheng, et al. Analysis of domestic patent and industrialization development trend of ginger medicine resources [J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(15): 418–427.

[11] 舒锐, 黄伟波, 孙亚玲, 等. 昌邑生姜产业现状调研及发展建议[J]. 农业科技通讯, 2025(12): 103–105.
Shu Rui, Huang Weibo, Sun Yaling, et al. Current situation research and development suggestions of changyi *Zingiber officinale* Roscoe [J]. Agricultural Science and Technology Communication, 2025(12): 103–105.

[12] 杨春花, 邸鹏, 郑海筝, 等. 生姜粉对高脂饮食诱导大鼠肥胖的预防作用研究[J]. 特产研究, 2025, 47(6): 27–38, 46.
Yang Chunhua, Di Peng, Zheng Haizheng, et al. Effect of ginger powder on prevention of high-fat diet-induced obesity in rats [J]. Special Wild Economic Animal and Plant Research, 2025, 47(6): 27–38, 46.

[13] 胡洪林. 山东农产品出口独占鳌头[N]. 粮油市场报, 2010-12-18 (A02).
Hu Honglin. Shandong agricultural products exports take the lead [N]. Grain and Oil Market News, 201-12-18 (A02).

[14] 山东省商务厅. 山东生姜产业运行分析(2025 年 7 月)[EB/OL]. (2025-07-11) [2025-12-08]. http: //commerce. shandong. gov. cn/art/2025/7/11/art_250176_10355317. html.
Shandong Provincial Department of Commerce. Analysis of the operation of the Shandong *Zingiber officinale* Roscoe industry (July 2025) [EB/OL]. (2025-07-11) [2025-12-08]. http: //commerce. shandong. gov. cn/art/2025/7/11/art_250176_10355317. html.

[15] 张珂盈, 张一帆, 余冠霏, 等. 肉桂精油主要成分肉桂醛对桔小实蝇成虫毒杀和产卵驱避活性[J/OL]. 昆虫学报, 2025-12-30. https: //link. cnki. net/urlid/11. 1832. Q. 20251229. 1549. 002.
Zhang Keying, Zhang Yifan, Yu Guanfei, et al. Toxic and oviposition-repelling activities major component cinnamaldehyde in cinnamon essential oil against Bactrocera dorsalis adults [J/OL]. Acta Entomologica Sinica, 2025-12-30. https: //link. cnki. net/urlid/11. 1832. Q. 20251229. 1549. 002.

[16] 姚朝英, 刘罗. 环境中内分泌干扰物检测分析方法研究进展[J]. 化学

通报(中英文), 2026, 89(1): 36–44, 115.
Yao Chaoying, Liu Luo. Research progress in detection methods for endocrine disrupting chemicals in the environment [J]. Chemistry, 2026, 89(1): 36–44, 115.

[17] 杨文雪, 吴文钰, 尚正记, 等. 2014—2022 年德宏州市售果蔬中农药残留监测结果分析[J]. 职业与健康, 2025, 41(17): 2337–2341.
Yang Wenxue, Wu Wenyu, Shang Zhengji, et al. Analysis of the monitoring results of pesticideues in fruits and vegetables sold in Dehong City from 2014 to 2022 [J]. Occupation and Health, 2025 41(17): 2337–2341.

[18] 陈华斌, 高进, 杨艳, 等. 农药残留超标的主要影响因素及精准控制策略探索[J]. 现代食品, 2025(16): 155–157.
Chen Huabin, Gao Jin, Yang Yan, et al. Exploration of the main influencing factors and precise control strategies for pesticide residue exceeding the standard [J]. Modern Food, 2025(16): 155–157.

[19] 惠为国. 园艺作物农药残留风险与监管对策[J]. 新农民, 2025(32): 117–119.
Hui Weiguo. Pesticide residues risk and regulatory measures of horticultural crops [J]. New Farmers, 2025(32): 117–119.

[20] 张静, 张蕾, 佘铁军, 等. SinChERS 净化-超高效液相色谱-串联质谱法检测蔬菜中 32 种农药残留[J]. 职业与健康, 2026, 42(4): 465–469.
Zhang Jing, Zhang Lei, She Tiejun, et al. Detection of 32 pesticide residues in vegetables by SinChERS purification ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Occupation and Health, 2026, 42(4): 465–469.

[21] 杨敏. 参保行为、种植规模对农户农药减量意愿的影响研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2025: 1–2.
Yang Min. Research on the influence of participation behavior and planting scale on farmers' willingness to reduce pesticides [D]. Nanchang: Jiangxi Agricultural University, 2025: 1–2.

[22] 郑心怡, 陈应飞, 林枫, 等. 热带水果中农药残留监测结果分析[J]. 现代食品, 2025(2): 188–190.
Zheng Xinyi, Chen Yingfei, Lin Feng, et al. Analysis of pesticide residue monitoring results in tropical fruits [J]. Modern Food, 2025(2): 188–190.

[23] 左婧. 食用农产品农药残留快速检测方法探究[J]. 中外食品工业, 2024(5): 75–77.
Zuo Jing. Study on rapid detection method of pesticide residues in edible agricultural products [J]. Global Food Industry, 2024(5): 75–77.

[24] 李晓, 武景福, 曹婷婷, 等. 2022—2024 年河南省三门峡市蔬菜水果中农药残留监测结果[J]. 现代疾病预防控制, 2025, 36(10): 789–793.
Li Xiao, Wu Jingfu, Cao Tingting, et al. Monitoring results in pesticide residue in the vegetables and fruits in Sanmenxia City, Henan Province, 2022—2024 [J]. Modern Disease Control and Prevention, 2025, 36(10): 789–793.

[25] 覃彦琳, 叶瑞国, 周文青, 等. 广西玉林市蔬菜水果农药残留监测结果分析[J]. 实验室检测, 2025, 3(12): 191–193.
Qin Yanlin, Ye Ruiguo, Zhou Wenqing, et al. Analysis of monitoring results of pesticide residues in vegetables and fruits in Yulin City, Guangxi Province [J]. Laboratory Testing, 2025, 3(12): 191–193.

[26] 常巧艳, 王娟, 李舒, 等. 2017—2020 年榆林市蔬菜水果中农药残留监测结果分析[J]. 医学动物防制, 2022, 38(7): 655–658.
Chang Qiaoyan, Wang Juan, Li Shu, et al. Analysis on monitoring results of pesticide residues in vegetables and fruits in Yulin from 2017 to 2020 [J]. Journal of Medical Pest Control, 2022, 38(7): 655–658.

[27] 杨桂玲. 农产品中农药多残留联合暴露风险评估方法研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2017: 7.
Yang Guiling. Research on the method of joint exposure risk assessment of multi-residue pesticides in agricultural products [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2017: 7.

[28] 魏勇超, 王彦华, 雷成琦, 等. 环境中多残留农药复合暴露对淡水绿藻和斑马鱼的联合毒性[J]. 环境工程, 2018, 36(11): 185–189.
Wei Yongchao, Wang Yanhua, Lei Chengqi, et al. Combined toxicity of co-exposure to multiple pesticide residues in environment to freshwater green algae and zebrafish [J]. Environmental Engineering, 2018, 36(11): 185–189.

[29] 罗扬, 吴景. 生姜生产中农药使用现状及残留检测方法研究进展[J]. 食品安全导刊, 2023(17): 26–30.
Luo Yang, Wu Jing. Research progress on the current situation of pesticide use and residue detection methods in ginger production [J]. China Food Safety Magazine, 2023(17): 26–30.

[30] 孙彩霞, 姚晗珺, 应珊婷, 等. 生姜病虫害防治与安全用药[J]. 浙江农业科学, 2013, 54(10): 1314–1318.
Sun Caixia, Yao Hanjun, Ying Shanting, et al. Prevention and control of ginger diseases and insect pests and safe medication [J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2013, 54(10): 1314–1318.

[31] 赖宣丞, 蔡月, 黎承, 等. 2020—2022 年海南省市售蔬菜农药残留调查及风险评估[J]. 湖北农业科学, 2024, 63(9): 185–190.
Lai Xuancheng, Cai Yue, Li Cheng, et al. Investigation and risk assessment of pesticide residues in commercially available vegetables in Hainan Province from 2020 to 2022 [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2024, 63(9): 185–190.

[32] 王青. 华北设施蔬菜常见农药残留风险评估及质量安全管控体系构建[J]. 农业开发与装备, 2026(1): 185–187.
Wang Qing. Risk assessment of common pesticide residues in protected vegetables in North China and construction of quality and safety control system [J]. Agricultural Development & Equipments, 2026(1): 185–187.

[33] 乔成奎, 田发军, 王彩霞, 等. 桃果实中毒死蜱与马拉硫磷、抗蚜威、联苯菊酯单独及混合施药的降解行为及安全性评价[J]. 农药, 2025, 64(12): 889–895.
Qiao Chengkui, Tian Fajun, Wang Caixia, et al. Degradation behavior and safety assessment of chlorpyrifos, malathion, pirimicarb and bifenthrin in peach fruits under individual and combined applications [J]. Agrochemicals, 2025, 64(12): 889–895.

[34] 方妍, 刘丰茂. 基于 WOS 文献计量的农药残留研究可视化分析[J]. 农药学学报, 2025, 27(6): 1036–1057.
Fang Yan, Liu Fengmao. Visual analysis of pesticide residue studies based on WOS bibliometrics [J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2025, 27(6): 1036–1057.

[35] 林芳明, 陈瑜, 李楠, 等. 2024—2025 年西宁市生鲜果蔬农药残留快速检测分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2026, 17(1): 99–105.
Lin Fangming, Chen Yu, Li Nan, et al. Rapid detection and analysis of pesticide residues in fresh fruits and vegetables in Xining City in 2024—2025 [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2026, 17(1): 99–105.

(责任编辑: 安香玉 曹岱琳)