DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20250703001
引用格式: 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 FM, CHEN Y, LI N, *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. (in Chinese with English abstract).

2024—2025 年西宁市生鲜果蔬农药残留快速检测分析

林芳明*, 陈　瑜, 李　楠, 丁　帅*
(青海一家亲农产品有限公司, 西宁　810000)

摘　要: 目的　调查研究 2024—2025 年西宁市生鲜果蔬农产品的农药残留情况。**方法**　本研究采用酶抑制法对西宁市某农产品交易市场和产地采购的样品, 185 个生鲜蔬菜和 125 个生鲜水果, 其中生鲜蔬菜 13464 批次, 生鲜水果 5712 批次, 共计 310 个品种 19176 批次样品, 进行有机磷和氨基甲酸酯类农药残留快速检测与分析。**结果**　共有 30 个蔬菜品种、7 个水果品种, 60 批次样品检测出农药残留超标。其中, 超标率前 5 的果蔬是黄瓜、青笋、香笋、旱瓜和线茄。农药残留超标样品的检测值在 51.30%~99.89%之间, 总体定性初筛阳性率为 0.33%, 合格率在 98.92%~99.94%之间, 整体样品合格率为 99.67%, 合格率较高。**结论**　2024—2025 年西宁地区生鲜果蔬农产品中农药残留情况处于相对安全的水平, 但仍存在农药残留超标的情况。建议持续加强检测与监测, 进一步保障市民的食品安全问题。

关键词: 生鲜果蔬; 酶抑制法; 农药残留; 快速检测

Rapid detection and analysis of pesticide residues in fresh fruits and vegetables in Xining City in 2024—2025

LIN Fang-Ming*, CHEN Yu, LI Nan, DING Shuai*
(*Qinghai Yijiaqin Agricultural Products Co*., *Ltd*., *Xining* 810000, *China*)

ABSTRACT: Objective　To investigate and study the pesticide residue situation of fresh fruits and vegetables in Xining City from 2024 to 2025. **Methods**　This study employed the enzyme inhibition method to conduct rapid detection and analysis of organophosphorus and carbamate pesticide residues in samples from a fresh agricultural product trading market and production sources in Xining City, involving 185 fresh vegetables and 125 fresh fruits. Specifically, 13464 batches of fresh vegetables and 5712 batches of fresh fruits, totaling 310 varieties and 19176 batches of samples were tested. **Results**　There were 30 vegetable varieties and 7 fruit varieties, and 60 batches of samples had been tested for pesticide residues exceeding the standard. Among them, the top 5 fruits and vegetables with the highest over-standard rates were cucumbers, stem lettuce, fragrant asparagus, drought-tolerant melon and eggplant. The inhibition rates of the samples with pesticide residues exceeding the standard ranged from 51.30% to

收稿日期: 2025-07-03
第一作者/*通信作者: 林芳明(1992—), 女, 硕士, 中级兽医师, 主要研究方向为食品安全快速检测。E-mail: 1159683692@qq.com
***通信作者:** 丁帅(1992—), 男, 主要研究方向为食品安全快速检测。E-mail: 63830694@qq.com

99.89%. The overall qualitative preliminary screening positive rate was 0.33%, and the pass rates were between 98.92%–99.94%. The overall sample pass rate was 99.67%, which was relatively high. **Conclusion** The pesticide residue situation of fresh fruits and vegetables in Xining City from 2024 to 2025 is at a relatively safe level, but there are still cases of pesticide residues exceeding the standard. It is recommended to strengthen detection continuously and monitoring to ensure food safety for citizens further.

KEY WORDS: fresh fruits and vegetables; enzyme inhibition rate method; pesticide residue; rapid detection

0 引 言

农产品是日常生活中不可或缺的食品，但其农药残留、兽药残留、食品添加剂、重金属污染等安全隐患频频曝光，引发公众质疑，尤其是生鲜果蔬农药残留问题。目前，有机磷和氨基甲酸酯类农药残留问题在我国农产品质量安全的因素中较为突出[1]。因此，发展快速、经济、有效的农药残留检测技术显得尤为迫切[2]。而快速检测技术为满足市场需求和高效精准地检测农产品质量提供了可能，对促进农业绿色发展有十分重要的意义。

农药在保障农作物产量[3]、防治病虫害方面发挥作用的同时，导致农药使用量和品种逐渐增加，许多农药被用于农作物种植过程中[4–5]，导致农药残留超标；使用防腐剂、色素等，也会在生产和运输环节造成农药残留[6]。农药会在农产品表面残留和内部吸收，特别是内吸性农药，由于渗透及内吸作用会滞留于农产品内部[7]，普通清洗难以去除，食用后，少量农药不会使人发生中毒，但会在人体内富集，对人体健康造成威胁[8]。有机磷和氨基甲酸酯类作为一类高效、广谱的杀虫剂、除草剂，易降解、成本低、药效高，常用于果蔬农产品病虫害防治。这类农药会抑制人体内乙酰胆碱酯酶的活性，且过程不可逆，造成乙酰胆碱在体内蓄积，导致神经处于过度兴奋状态而出现中毒症状[9]。

生鲜果蔬易腐且流通快，快速检测技术便成为一个重要检测手段[10–12]，目前果蔬较为常用的快速检测技术是酶抑制法和胶体金免疫层析法。酶抑制法(enzyme inhibition rate, ERI)通过农药水解产物与显色剂产生的颜色反应计算抑制率，来判断样品中是否存在有机磷或氨基甲酸酯类农药残留。该方法成本低廉、操作简单、设备便于携带，操作易推广；可随时随地检测，可有效避免农药残留超标的农产品流入市场[13]，也被广泛应用于基层农产品质量安全日常监管和生产经营主体的自控自检和日常食品安全保障活动中[14–17]，是生鲜果蔬生产基地、超市、果蔬店等流通领域自检的实用方法[18]，在农贸市场、超市有很高的占有率，能有效避免潜在食品安全隐患。然而，酶抑制法易受干扰出现假阳性和假阴性[19]、检出限高、灵敏度低、检测农药种类有限等局限性[20–21]，可能会出现农药残留漏检和误检的情况。

传统方法灵敏度高、准确度高，但其成本高、操作复杂、时间长，难以满足实时监控和市场时效性需求，无法在市场中普及应用，如 GB 2763—2016《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》对马拉硫磷、毒死蜱、乐果、敌敌畏等多种有机磷和氨基甲酸酯类农药有严格限量规定。气相色谱法、液相色谱法、气相色谱-质谱法等方法主要是利用不同农药在色谱柱上的保留时间和响应值差异进行定性和定量分析[22–25]。为满足时效性和市场需求，国家食品药品监督管理总局的公告(2017 年第 113 号)为快速检测的推荐方法，然而蔬菜和水果作为生鲜农产品，对于农药残留检测的时效性要求更高，迫切需要快速、便捷的检测方法。蔬菜和水果作为生鲜农产品，对于农药残留检测的时效性要求更高，迫切需要快速、便捷的检测方法。

因此，本研究将采用快速检测技术 ERI 对 2024 年 8 月—2025 年 7 月西宁市市场采购的生鲜果蔬农产品进行检测，旨在高效准确分析果蔬中有机磷农药残留情况，满足市场监督快筛需求，为基层农产品农药残留检测提供参考，最大限度地保障公众农产品质量安全。

1 材料与方法

1.1 样品来源

利用随机抽样的方式，采集西宁市市场上销售的新鲜果蔬。2024 年 8 月—2025 年 7 月共抽检样品 19176 批次。

1.2 抽样方法

同一产地、同一种类、同一采摘时间果蔬的样品为一个抽样批次；对农产品交易市场采购的新鲜果蔬，抽取的样品按随机抽样原则，抽样所得的样品应具有代表性，不应以个别样品和单个个体来代表整批。原产地抽样时，应避开病虫害等非正常植株。

采购至配送中心的生鲜果蔬，由抽样人员随机对同一产地、同一种类的果蔬进行抽样，样品袋上要加贴样品的标识，如样品名称、编号、抽样时间、抽样人员等。蔬菜和水果的抽样量均不少于 2 kg，整株的水果不应少于 5 颗，应做好样品的复测与留样。

1.3 试剂与仪器

1.3.1 试 剂

农药残留快速检测试剂盒(批号 MK100-2A，山东美

正生物科技有限公司)。

1.3.2　仪　器

5400 全自动食品安全农残快速检测仪(山东美正生物科技有限公司)。

1.4　检测依据

(1) GB/T 5009.199—2003《蔬菜中有机磷和氨基甲酸酯类农药残留量的快速检测》ERI(分光光度法)(参比)。

(2)快速检测推荐方法国家食品药品监督管理总局公告(2017 年第 113 号)。

1.5　检测方法

按照农药残留快速检测试剂盒说明书进行。

当检测值大于等于 50%时，表示蔬菜中有机磷和氨基甲酸酯类农药残留高于检出限，判定为阳性。应采用其他分析方法进行确证，进一步确定农药品种和含量。

1.6　数据处理

采用软件 Excel 2010 进行数据处理和分析。

2　结果与分析

2.1　样品分类

本次采集蔬菜样品 185 种，水果样品 125 种，共计 19176 批次，按照标准 SB/T 10029—2012《新鲜蔬菜分类与代码》进行分类统计。采集样品涵盖绿叶菜类蔬菜、白菜类蔬菜等 14 类按照标准 SB/T 11024—2013《新鲜水果分类与代码》进行分类统计，采集样品涵盖香蕉类、柑果类等 12 类。总计涵盖 26 类，基本上覆盖了市面上所有的农产品，表明此次检测涵盖范围广，所抽样品具有代表性，检测结果较为可靠、准确。经检测发现，在所检测的 19176 批次样品中，农药残留超标样品的检测值在 51.30%~99.89%之间。

随着检测与监测手段的不断加强，农药残留超标产品随之减少，其阳性率也在降低，表明快速检测手段在一定程度上发挥了风向标作用，助力零售企业在农产品品质上筛选和淘汰不合格农户和种植基地。农药残留在一定程度上表现出明显的季节性，如 202412，随着顾客需求增加和农户种植较夏季困难，而农户为提质增效，违规使用农药，导致农药残留超标情况居多；此外，种植方式也在影响检测结果，如温室内和温室外种植，温室种植则需要使用较多的农药来达到农户预期效果，而室外种植则减少了农药残留超标的风险，光合作用和梅雨季节会加速农药残留挥发和冲洗的速度，进而降低农药残留超标风险，室外种植的甘蓝农药残留超标较为频繁。在呈阳性的 51 批次中，叶菜类蔬菜的阳性产品有 16 批次，占比较高，这是因为叶菜类蔬菜其叶部结构易残留农药，且不易进行光合作用，雨水不能完全冲走农药，导致其出现容易超标现象。详见 2024—2025 年农药残留检测情况汇总(图 1)。

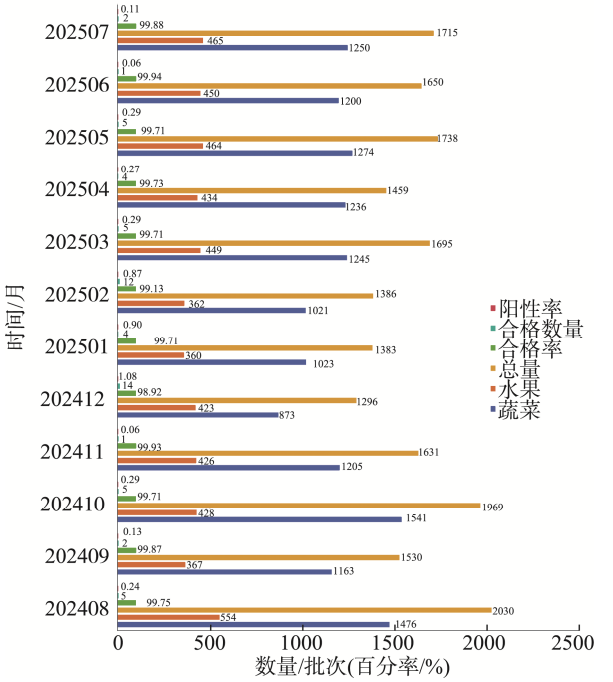

图 1　2024—2025 年农药残留检测情况汇总

Fig.1　Summary of pesticide residue detection for 2024—2025

202408 期间检测样本较多，相对其本月度农药残留超标数量也较多，后期趋于稳定，整体阳性份数呈先增后减趋势，阳性居多的月份集中在 202412 和 202502 这两个月，分别为 14 批次和 12 批次，表明冬季温室种植方式农药残留超标风险较高，建议在消费需求提升的同时，品质也要有所保障，希望相关部门加大监管力度，企业提升对食品安全的重视度，协同引导农户规范、科学化种植，保障消费者食品安全。生鲜果蔬农药残留月度检测情况见图 2。

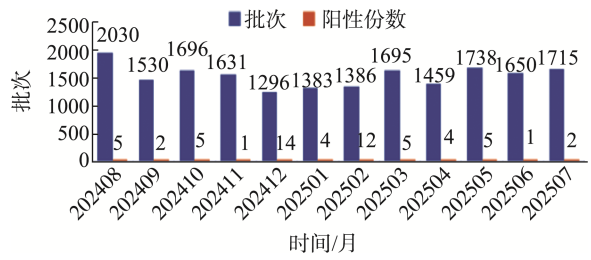

图 2　2024—2025 年月度果蔬农药残留检测样品统计情况

Fig.2　Statistical situation of pesticide residue testing samples for fruits and vegetables in the monthly period in 2024—2025

由图 3 看出，202412 期间阳性率最高，为 1.08%，主要原因市场对于果蔬的需求量较大，造成供不应求，所以种植时，喷洒较多农药，使之在果蔬表面残留，导致农药残留超标。其次是 202502 期间阳性率也较高，达到 0.87%。整体样品阳性率为 0.33%。表明农药残留超标的情况具有

一定的季节性。

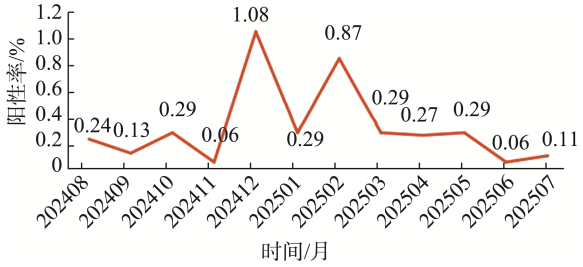

图 3 2024—2025 年月度果蔬农药残留检测阳性率统计情况

Fig.3 Statistical situation of positive rates of pesticide residue testing in fruits and vegetables from 2024 to 2025

由图 4 看出，阳性率最高的 202412，其相对应的合格率最低，为 98.92%。其合格率区间在 98.92%~99.94%，整体样品的阳性率为 99.67%，表明市场整体产品质量较好，其合格率也较高。

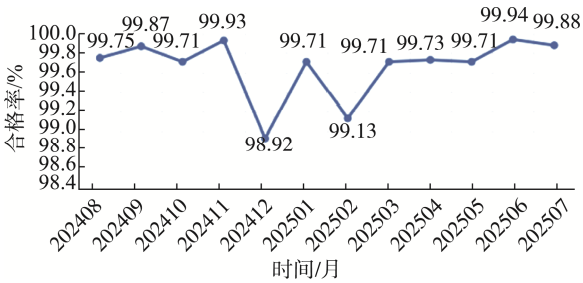

图 4 2024—2025 年月度果蔬农药残留检测合格率统计情况

Fig.4 Statistical situation of qualified rate of pesticide residue testing in fruits and vegetables from 2024 to 2025

2.2 样品农药残留分布情况

经分类与统计，在 202408—202507 期间所检测的农产品中，农药残留超标的产品包括蔬菜和水果，其中蔬菜阳性产品 51 批次，30 个品种；水果阳性产品 9 批次，7 个品种；果蔬阳性产品总共 60 批次、37 个品种。其分布情况见表 1、2。

在所有蔬菜产品里面，共计 30 个品种、51 批次呈阳性，蔬菜阳性率为 0.38%；黄瓜超标频次最高，达 5 次，其次为青笋、香笋、旱瓜、线茄，均为 3 次，苦瓜、长豇豆、红旦旦萝卜、西芹、冬笋、韭菜、生菜、长红椒、小葱，均为 2 次，其余均检测到 1 次超标。黄瓜作为一个畅销单品，为增加产品美感，提升消费欲望，在黄瓜单品中使用农药较多，导致其阳性频次最高。而一些叶菜类蔬菜由于其结构导致超标，加之其具有刺激性气味，如韭菜和小葱等，因为检测方法的局限性，导致其易超标；还有一些带有色素的单品，如长红椒、西红柿等会影响其吸光度，导致出现假阳性情况。

在所有水果产品里面，共计 7 个品种、9 批次呈阳性，水果阳性率为 0.16%；金桔超标频次最高，达 3 次，其余均检测出 1 次阳性。因为金桔其本身气味较为刺激，使其测定值偏高，导致假阳性。

表 1 蔬菜样品阳性情况分布

Table 1 Distribution of positive results for vegetable samples

序号	产品名称	阳性批次
1	苦瓜	2
2	黄瓜	5
3	香笋	3
4	茄王	1
5	甘蓝	1
6	长豇豆	2
7	青笋	3
8	秦川 4 号红薯	1
9	麻椒	1
10	陇椒	1
11	地瓜	1
12	线茄	3
13	乳瓜	1
14	旱瓜	3
15	芥蓝	1
16	皱皮椒	1
17	黄心菜	1
18	红旦旦萝卜	2
19	西芹	2
20	红线椒	1
21	冬笋	2
22	面山药	1
23	小白菜	1
24	菠菜	1
25	韭菜	2
26	生菜	2
27	苦菊	1
28	长红椒	2
29	小葱	2
30	长茄	1

表 2 水果样品阳性情况分布

Table 2 Distribution of positive results for fruit samples

序号	产品名称	阳性批次
1	金桔	3
2	山楂	1
3	脆蜜金桔(袋装)	1
4	丑橘	1
5	柳叶橘	1
6	春天橘	1
7	精选沃柑	1

3　讨　论

3.1　蔬菜农药残留分析

采用 ERI 时, 蔬菜中某些成分会对酶反应产生干扰, 影响结果的准确性, 如带有刺激性气味的蔬菜, 葱、蒜类检出符合率相对较低, 韭菜、小葱、洋葱、生姜等切段后, 蔬菜汁液中的次生物质致使测定值偏高, 这类蔬菜在植物细胞被破坏后会产生大蒜素等含硫化合物, 其性质与有些农药相近, 在 ERI 中会抑制乙酰胆碱酯酶活性, 易引起假阳性[26–28]; 检测一些带浓色素和汁液黏稠的水果蔬菜时, 其色素含量较高时会影响吸光度, 如西红柿、红辣椒和木瓜等, 易出现假阳性; 白菜类中的硫代葡萄糖苷在内源芥子酶的作用下易水解, 其中间代谢产物为带有巯基的化合物, 该代谢产物可能会与酶抑制反应中的显色剂产生竞争性显色反应[29–30], 使阳性率较高, 所以可采取整株提取法, 减少次生物质或色素, 避免出现假阳性。

研究表明, 辣椒中的辣椒碱[31]、蒜薹和洋葱等中的含硫化合物[32]、番茄、茄子等茄科植物中的番茄碱、龙葵碱等生物碱糖苷物质[33]、莴苣类蔬菜中倍半萜类成分[34]对乙酰胆碱酯酶有一定的抑制作用, 容易引起酶抑制结果假阳性。这与此次研究结果一致。

叶菜类蔬菜假阳性是由于其食用部位多为叶或嫩茎, 细胞表皮气孔数量较多且蜡质层较薄, 易吸收和富集农药, 而叶子面积较大, 施药过程中易出现喷洒不均匀现象, 加上取样随机性也会产生假阳性[35–37]。而传统的有机磷类农药和氨基甲酸酯类农药超标情况主要集中在叶类蔬菜[38–40]。为提高检测准确度, 尽量取多个部位或样品呈 U 型弯曲放入采样杯中进行检测。经检测发现, 剪短后比整体浸提疑似阳性的概率大, 即样品剪得越短, 结果疑似阳性概率越大。检测疑似呈阳性的样品, 均需进行 2 次以上测定或通过第三方专业检测机构进一步确认具体农药品种和含量。因此, 该方法可用于农药残留初步筛查和预防预警, 对于结果呈阳性的应进行定量检测。

3.2　水果农药残留分析

水果农药残留检测是监测水果品质、保障水果食品安全重要手段。影响水果农药残留的主要因素有抽样方法、取样部位、取样方法、操作过程是否规范等, 如所抽样品是否具有代表性, 又如番茄, 其取样切口处的汁液、里面的色素等会影响其折光率, 所以在实验过程中, 会用吸附纸擦拭切口处的汁液或者采取整株提取的方法。施用有机磷和氨基甲酸酯类农药时, 采用的喷雾法会导致农药多集中于叶片和水果表面, 集中于果皮的农药可借助其内吸活性输送到果实内部, 但果皮的特殊结构(如蜡质层和附属物)阻止了大部分农药向果实内转移, 所以果皮中农药残留量高于果肉。

3.3　农药残留误差分析

为避免实验操作导致的问题, 实验员应经过专业的培训与学习, 进而避免实验出现假阳性的可能, 保证实验结果准确可靠。其次, 实验环境应严格按照实验室进行规范, 温度对酶的活性、比色皿清洗是否干净、人员操作速度、溶液反应时间长短等, 都会对其折光率产生影响; 最后, 实验添加试剂是否精准会导致误差产生, 如过多缓冲液会稀释农药残留量, 过多酶液会提高分解底物速度, 过多显色剂会增加显色程度, 多底物液会提高酶利用效率。

3.4　生鲜果蔬存在的食品安全风险分析

在 310 个生鲜果蔬产品和 19176 批次样品中, 其农药残留的合格率区间在 98.92%~99.94%, 整体样品的阳性率为 99.67%, 这表明西宁市生鲜果蔬农产品的农药残留水平处于较为安全的水平。此外, 多次清洗和浸泡均能减少农药残留量, 进一步证实西宁市生鲜果蔬存在的食品安全风险较小, 其存在的农产品安全风险因素有两个方面: (1)化学性风险。包括农药残留超标、重金属超标、黄曲霉毒素、天然毒性物质等。而农药残留超标是生鲜果蔬类产品最为严重的风险因素。在生鲜产品的流通过程中, 蔬果流通链条最长, 追溯最难, 货值相对小, 利益相关者众多。(2)管理风险。大部分生鲜采购于批发市场, 很难有效地将食品安全风险进行前置; 食品安全责任很难溯源到生鲜生产主体。二者可能单独或共同作用, 影响生鲜果蔬的质量安全。因此, 在生产和流通过程中, 需要采取相应的控制措施, 规避风险, 比如在上游客户方面, 加大基地产品的开发和基地质量体系建设, 做到产品的有效追溯; 对于批发市场采购产品, 加大对供应商的审核和追溯体系建设, 做到农产品安全责任主体可追可查; 在下游客户方面, 加强客户农产品安全培训、监督提升; 采购第三方农产品安全技术服务, 提高客户农产品安全风险控制能力, 提高客户对企业的认可度。

企业自身方面: (1)委托第三方质量服务, 建立快速检测和定量抽检相结合的检测模式, 并做好日常评估; (2)建立追溯体系、内部标准作业流程和突发舆情应对指引; (3)建立农产品安全管理体系并有效运行, 通过 HACCP/ISO2 2000 体系认证; (4)专业人才培养, 并加强农产品安全风险交流工作。

4　结　论

本研究通过 ERI 快速测定西宁市果蔬中有机磷和氨基甲酸酯类农药, 结果发现在 310 个品种里面, 有 37 个品种出现超标; 19176 批次样品中, 有 60 批次样品超标, 呈阳性, 总体阳性率为 0.33%, 合格率为 99.67%。表明西宁市果蔬总体农药残留情况较好, 检出超标的数量较少, 但是涉及种类较多, 表明农户在果蔬种植中仍使用有机磷和氨基甲酸酯类农药, 今后应增加检测频次, 扩大检测范围,

确保各类果蔬农产品的食用安全。建议市民在采购生鲜农产品时，可采用多次浸泡方法，农药主要集中残留在表皮，而清洗显著降低了其残留量。同时，随着检测与监督的进行，出现农药超标的品类与频率逐步在减少，表明此次检测研究取得了相应的成效，也阻止了农户超范围使用农药残留的手段，对于加强食用农产品安全监管和保障公众健康具有重要的实际应用价值。

参考文献

[1] 刘小叶, 车建中. 关于果蔬农药残留快速检测技术探究[J]. 南方农业, 2018, 12(6): 110–111.
LIU XY, CHE JZ. Research on rapid detection technology for pesticide residues in fruits and vegetables [J]. Southern Agriculture, 2018, 12(6): 110–111.

[2] SIDHU GK, SINGH S, KMAR V, *et al*. Toxicity, monitoring and biodegradation of organophosphate pesticides: A review [J]. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 2019, 49(13): 1135–1187.

[3] 王海燕. 农药化肥减量增效技术在农业病虫害防治中的应用[J]. 新农业, 2023(4): 7–8.
WANG HY. Application of pesticide and fertilizer reduction and efficiency enhancement technology in agricultural pest and disease control [J]. New Agriculture, 2023(4): 7–8.

[4] PHILIPPE V, NEVEEN A, MARVA A, *et al*. Occunence of pesticide residues in fruits and vegetables for the eastem mediterranean region and potential impact on public health [J]. Food Control, 2021, 119(6): 107457.

[5] KAUR R, MAVI GK, RAGHAV S, *et al*. Pesticides classification and its impact on environment [J]. International Journal of Contemporary Microbiology and Applied Sciences, 2019, 8(3): 1889–1897.

[6] 孟华岳, 朱富伟, 廖林瀚, 等. 柑橘防腐保鲜剂使用与残留监管研究[J]. 农产品质量与安全, 2022(1): 73–78.
MENG HY, ZHU FW, LIAO LH, *et al*. Research on the use and residue supervision of citrus preservative agents [J]. Quality and Safety of Agricultural Products, 2022(1): 73–78.

[7] 刘婷婷, 刘尚可, 李北兴, 等. 农药在植物中的内吸和传导行为与施药技术研究进展[J]. 农药学学报, 2021, 23(4): 607–616.
LIU TT, LIU SK, LI BX, *et al*. The internal absorption and translocation behavior of pesticides in plants and the research progress of application techniques [J]. Journal of Pesticide Science, 2021, 23(4): 607–616.

[8] 黎凤平. 农产品农药残留超标的危害及其检测方法[J]. 现代食品, 2016(4): 61–63.
LI FP. The hazards of pesticide residues exceeding standards in agricultural products and the detection methods [J]. Journal Modern Food, 2016(4): 61–63.

[9] 林春绵, 胡晓燕, 张安平. 酶抑制法快速检测有机磷农药残留的研究进展[J]. 浙江工业大学学报, 2009(4): 386–391.
LIN CM, HU XY, ZHANG ANP. Research progress on rapid detection of organophosphorus pesticide residues by enzyme inhibition method [J]. Journal of Zhejiang University of Technology, 2009(4): 386–391.

[10] 宋鉴达, 崔海峰, 杜金凤, 等. 食用农产品质量安全快速检测推广应用问题研究[J]. 食品安全导刊, 2019(12): 12.
SONG JD, CUI HF, DU JF, *et al*. Research on the promotion and application of rapid detection of edible agricultural product quality and safety [J]. China Food Safety Magazine, 2019(12): 12.

[11] 罕丽华, 俸丽, 李海英, 等. 新鲜果蔬农残快速检测中常见问题及处理以 CL-BIII型八通道速测仪为例[J]. 云南农业科技, 2020(3): 43–44.
HAN LH, FENG L, LI HY, *et al*. Common problems and solutions in the rapid detection of pesticide residues in fresh fruits and vegetables-take CL-BIII type eight-channel rapid tester as an example [J]. Yunnan Agricultural Science and Technology, 2020, (3): 43–44.

[12] 余朝旭, 黄玉, 陈月丹, 等. 基层蔬菜农残速测体系建设现状和发展建议-以浙江省象山县为例[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(7): 123–124.
YU CX, HUANG Y, CHEN YD, *et al*. Construction status and development suggestions of grassroots vegetable pesticide residue rapid testing system-taking Xiangshan, Zhejiang Province as an example [J]. Anhui Agricultural Sciences Bulletin, 2018, 24(7): 123–124.

[13] 杜茂. 快速检测技术在果蔬农产品检测中的应用[J]. 河北农业, 2023(8): 82–84.
DU M. Application of rapid detection technology in the inspection of fruits and vegetables agricultural products [J]. Hebei Agriculture, 2023(8): 82–84.

[14] 姚晓寰. 酶抑制法快速检测蔬菜中农药残留灵敏度与准确性的研究[J]. 食品安全导刊, 2023(20): 113–116.
YAO XH. Sensitivity and accuracy of enzyme inhibition method for rapid detection of pesticide residues in vegetables [J]. China Food Safety Magazine, 2023(20): 113–116.

[15] 刘顺宇, 郭淑贞, 林双娣, 等. 酶抑制法在农药残留快速检测过程中的应用分析[J]. 湖南农业科学, 2017(7): 85–87, 91.
LIU SZ, GUO SZ, LIN SD, *et al*. Application analysis of enzyme inhibition method in the rapid detection of pesticide residues [J]. Hunan Agricultural Science, 2017(7): 85–87, 91.

[16] 宋贞绪, 王建民, 李强. 快速检测技术在食品安全监管中的应用分析[J]. 食品安全导刊, 2023(15): 6–8.
SONG ZX, WANG JM, LI Q. Application and analysis of rapid detection technology in food safety supervision [J]. China Food Safety Magazine, 2023(15): 6–8.

[17] 马霖, 杨坤. 食品安全监督管理中食品安全快速检测技术的应用研究[J]. 食品安全导刊, 2022(25): 28–30.
MA L, YANG K. Research on the application of food safety rapid detection technology in food safety supervision and management [J]. China Food Safety Magazine, 2022(25): 28–30.

[18] 张立新. 酶抑制法快速定性检测水果中有机磷和氨基甲酸酯类农药残毒方法[J]. 山西果树, 2016(1): 41–42.
ZHANG LX. A rapid qualitative enzyme inhibition method for detecting organophosphorus and carbamate pesticide residues in fruits [J]. Shanxi Fruit, 2016(1): 41–42.

[19] 张瑜, 周钦方, 王丽芳, 等. 蔬菜农药残留快速检测假阳性关键因子及控制对策[J]. 农业工程, 2023, 13(5): 80–86.
ZHANG Y, ZHOU QF, WANG LF, *et al*. Key factors and control measures for false positives in rapid detection of pesticide residues in vegetables [J]. Agricultural Engineering, 2023, 13(5): 80–86.

[20] 朱玲玲, 高恒. 蔬菜中农药残留的检测方法概述[J]. 食品安全导刊, 2024(19): 146–148.
ZHU LL, GAO H, Overview of methods for the detection of pesticide residues in vegetables [J]. China Food Safety Magazine, 2024(19): 146–148.

[21] 王斌, 曹丽芬, 周钦方, 等. 酶抑制率农药残留快检方法存在的问题及

研究进展[J]. 农业工程, 2022, 12(8): 72–77.
WANG B, CAO LF, ZHOU QF, *et al*. Problems and research progress of enzyme inhibition rapid detection of pesticide residues [J]. Agricultural Engineering, 2022, 12(8): 72–77.

[22] 左立娟. 气相色谱法测定蔬菜和水果中 8 种有机磷农药残留[J]. 食品工程, 2024(4): 85–88.
ZUO LJ. Determination of 8 kinds of organophosphorus pesticide residues in vegetables and fruits by gas chromatography [J]. Food Engineering, 2024(4): 85–88.

[23] 黄绘珍, 冯小峰. 气相色谱法测定蔬菜水果中农药残留基质效应[J]. 中国食品工业, 2023(20): 56–58.
HUANG HZ, FENG XF. Determination of matrix effects of pesticide residues in vegetables and fruits by gas chromatography [J]. Chinese Food Industry, 2023(20): 56–58.

[24] 韩吉祥, 张荣庭, 耿春辉, 等. 浅谈液相色谱-质谱联用技术在食品检测领域的应用[J]. 中国食品工业, 2024(18): 95–97.
HAN JX, ZHANG RT, GENG CH, *et al*. A brief discussion on the application of liquid chromatography-mass spectrometry technology in the field of food detection [J]. Chinese Food Industry, 2024(18): 95–97.

[25] 谷裕如. 高效液相色谱法在食品农药残留检测中的应用研究[J]. 现代食品, 2024(20): 113–116.
GU YR. Research on the application of high performance liquid chromatography in the detection of pesticide residues in food [J]. Modern Food, 2024(20): 113–116.

[26] 巫立健. 微波辅助净化-气相色谱法测定含硫蔬菜中有机磷农药残留[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(2): 607–613.
WU LJ. Determination of organophosphorus pesticide residues in sulfur-containing vegetables by gas chromatography with microwave assisted clean-up treatment [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2020, 11(2): 607–613.

[27] 杨东鹏, 张春荣, 董民, 等. 用于检测蔬菜有机磷和氨基甲酸酯类农药残留的酶抑制分光光度法研究进展[J]. 中国农学通报, 2004, 20(2): 37–39, 51.
YANG DP, ZHANG CR, DONG M, *et al*. Progresses in enzyme inhibition spectrophotometry for determination of organophosphate and carbamate pesticide residues in vegetables [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2004, 20(2): 37–39, 51.

[28] 王文, 刘瑾, 盛伟楠, 等. 采用酶抑制法检测大蒜中农药残留的改进方法[J]. 食品科学, 2013, 34(12): 135–139.
WANG W, LIU J, SHENG WN, *et al*. An improved enzyme inhibition method for detection of peptide residues in garlic [J]. Food Science, 2013, 34(12): 135–139.

[29] 周锦兰, 胡健华. 硫代葡萄糖苷的结构及降解特性[J]. 武汉工业学院学报, 2003, 22(1): 58–61.
ZHOU JL, HU JH. Chemical structure and degradation on property of glucosinolates [J]. Journal of Wuhan Polytechnic University, 2003, 22(1): 58–61.

[30] 刘倩, 李敏, 田玉玲, 等. 硫代葡萄糖苷研究现状[J]. 农产品加工, 2020(3): 86–88.
LIU Q, LI M, TIAN YL, *et al*. Research status of glucosinolates [J]. Farm Prod Process, 2020(3): 86–88.

[31] 王文, 刘瑾, 盛伟楠, 等. 采用酶抑制法检测大蒜中农药残留的改进方法[J]. 食品科学, 2013, 34(12): 135–139.
WANG W, LIU J, SHENG WN, *et al*. An improved enzyme inhibition method for detection of peptide residues in garlic [J]. Food Science, 2013, 34(12): 135–139.

[32] 王雯, 王丽芳, 张瑜, 等. 酶抑制法检测含硫蔬菜中农残假阳性消除[J]. 中国农学通报, 2023, 39(17): 106–112.
WANG W, WANG LF, ZHANG Y, *et al*. Elimination of false positive of agricultural residues in sulfur-containing vegetables by enzyme inhibition method [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2023, 39(17): 106–112.

[33] 姜晓霞, 朱艳雯, 周丽丽, 等. 番茄碱的制备及其对乙酰胆碱酯酶的抑制作用[J]. 食品科学, 2022, 43(1): 14–21.
JIANG XX, ZHU YW, ZHOU LL, *et al*. Preparation of tomatidine and its inhibitory effect on acetylcholinesterase [J]. Food Science, 2022, 43(1): 14–21.

[34] 杨开, 李精精, 董旭军, 等. 莴苣功能成分及生理活性研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2022, 48(8): 329–335.
YANG K, LI JJ, DONG XJ, *et al*. Recent advances on functional components and physiological activities of *Lactuca sativa* [J]. Food and Fermentation Industry, 2022, 48(8): 329–335.

[35] 左蓓, 秦国富, 李永波. 2014—2017 年西安市蔬菜有机磷农药残留状况调查[J]. 现代预防医学, 2018, 45(22): 4074–4077.
ZUO B, QIN GF, LI YB. Investigation on the residue of organophosphorus pesticides in vegetables in Xi'an City from 2014 to 2017 [J]. Modern Preventive Medicine, 2018, 45(22): 4074–4077.

[36] 张瑜, 魏维杰, 李岗, 等. 蔬菜农药残留酶抑制法快检假阴性风险的研究[J]. 中国卫生检验杂志, 2018, 28(14): 1760–1763.
ZHANG Y, WEI WJ, LI G, *et al*. Research on the risk of false negative results in rapid detection of vegetable pesticide residues using enzyme inhibition method [J]. Chinese Journal of Health Inspection, 2018, 28(14): 1760–1763.

[37] 秦国富, 何丰瑞, 张伟, 等. 2018 年陕西省 130 份市售蔬菜中 11 种农药残留调查[J]. 现代预防医学, 2020, 47(4): 604–607.
QIN GF, HE FR, ZHANG W, *et al*. Investigation on 11 types of pesticide residues in 130 commercially available vegetables in Shaanxi Province in 2018 [J]. Modern Preventive Medicine, 2020, 47(4): 604–607.

[38] 张婷, 万玉萍, 段毅宏, 等. 云南省新鲜蔬菜中 11 种有机磷农药残留情况分析及慢性累积暴露评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2019, 31(5): 475–480.
ZHANG T, WAN YT, DUAN YH, *et al*. Contamination and cumulative risk assessment of 11 organophosphorus pesticides in fresh vegetables from Yunnan Province [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2019, 31(5): 475–480.

[39] 李进义, 闵国平, 严建国, 等. 襄阳市市售蔬菜中农药残留状况调查及慢性膳食暴露评估[J]. 中国卫生检验杂志, 2017, 27(13): 1942–1944.
LI JY, MIN GP, YAN JG, *et al*. Investigation on pesticide residues in market vegetables in Xiangyang and its assessment of chronic dietary exposure [J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2017, 27(13): 1942–1944.

[40] 黄松, 刘佳, 胡凌, 等. 2022—2023 年度广州市市售蔬菜水果农药残留调查分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2024, 15(19): 74–83.
HUANG S, LIU J, HU L, *et al*. Investigation and analysis of pesticides residues in vegetables and fruits in Guangzhou from 2022 to 2023 [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2024, 15(19): 74–83.

(责任编辑: 于梦娇　韩晓红)