

# 农药残留检测废液管理方法研究

陈梦静\*, 李艳, 吕晓峰, 徐春奎

(盐城市农产品质量监督检验测试中心, 盐城 224002)

**摘要:** 农药残留检测是保障农产品质量安全的一种重要手段, 检测产生的有机废液需要得到妥善管理。农残检测会产生大量的有机废液, 具有一定的安全隐患, 且因检测方法相对统一, 检测废液成分也比较一致, 具备处理的可能性。本文对农残检测废液的产生过程和特点进行了分析, 结合农残检测废液管理近年来的研究进展, 主要是从农残检测废液的收集和储存、处理、处置各环节进行研究, 给出实际工作中较为实用的对策和建议, 以期为农检机构及其他类似检测机构的废液日常管理提供参考。

**关键词:** 农药残留检测; 有机废液; 管理方法

## 0 引言

农产品作为群众日常生活中必不可少的食物来源, 其安全性是社会广泛且持续关注的焦点问题。近十几年来, 为了有效保障农产品质量安全, 全国农产品质量安全检验检测体系得以建立和发展, 成为农产品质量安全监管部门的主要技术支撑<sup>[1]</sup>。农产品检测机构发挥重要作用的同时, 面临着很多问题, 本文讨论的农产品检测实验室废液管理就是其中之一。为有效掌握农产品质量安全情况, 各级部门根据城市常住人口对农产品检测批次有一定的要求, 通常要求至少达到辖区内常住人口每千人1.5批次, 包括定性检测和定量检测批次, 故农产品样品数量比较多, 检测后产生大量废液。由于农残检测适用的标准和方法比较一致, 产生的废液成分相对稳定, 相对于综合实验室, 具备实验室处理废液的可能性。废液的处理理想效果应达到: 可操作性强, 降低处理成本, 做到减量化、无害化、资源化。本文旨在分析农药残留检测废液的特点, 探索出实际工作中较为实用的经验方法和建议, 以期能为农检机构及其他类似检测机构的废液日常管理提供参考。

## 1 农残检测废液特点分析

### 1.1 前处理方法

#### 1.1.1 定性检测方法

定性检测主要采用农残快速检测方法。速测操作较为简单, 出结果迅速, 且检测仪器便于携带, 可带到采样现场进行检测, 故速测在基层检测机构得以广泛使用<sup>[2]</sup>。快速检测产生的废液具有污染源多, 但每个污染源产生废水量较小的特点,

主要成分为磷酸盐缓冲水溶液, 对环境危害较小, 可以不用特意处理, 稀释后直接排放。

#### 1.1.2 定量检测方法

农产品检测行业标准《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》(NY/T 761—2008)(下文简称761方法)<sup>[3]</sup>是农残定量检测的经典方法, 具有广泛适用性和权威性, 经常作为新检测方法的对照基准<sup>[4]</sup>。761方法中采用乙腈作为提取溶剂, 提取过程中单个样品约产生40 mL的乙腈废液。

QuEChERS方法是当前农残检测行业中应用较多的一种快速前处理方法, 其步骤大致包括以下几步: 第一, 样品粉碎; 第二, 提取, 一般用乙腈; 第三, 净化, 主要目的是除水、除色素及其他杂质, 主要采用无机盐如硫酸镁、吸附剂PSA等; 第四, 根据目标化合物性质, 样品液进行气相色谱(GC)或液相色谱(LC)分析并进行最终测定。QuEChERS方法相较761方法, 前处理步骤极大简化, 化学品使用量减少, 提高了工作效率, 因而近年来得以广泛使用<sup>[5]</sup>。QuEChERS方法前处理过程中产生的废液主要成分为乙腈, 单个样品约产生5~20 mL的乙腈废液。

### 1.2 检测废液的来源和成分

检测废液主要来源于前处理和仪器检测过程。通过前文对方法的分析可知, 前处理过程中产生的废液主要是乙腈, 产量较大。乙腈作为有机溶剂, 具有较强的挥发性, 易挥发到大气中, 对空气质量造成影响; 乙腈在水体中的排放会导致水体污染, 影响水生生物的生存和繁衍; 乙腈在土壤中的残留会影响土壤的肥力和生态系统的平衡。目前, 农残检测仪器以液相色

\* 通信作者: 陈梦静, 硕士, 农艺师, 研究方向为农产品质量安全检测。E-mail: 2830546873@qq.com

质谱联用仪和气相色谱质谱联用仪为主, 流动相分别为液体和气体, 其中应用于农残检测的液质联用仪流动相主要以水、甲醇、乙腈为主。因为质谱仪器可同时检测多种药物残留, 所以流动相废液产量并不高。总结以上分析可知, 农残检测产生的废液来源主要有两个: 第一, 大部分来自于前处理的提取过程, 废液主要成分为乙腈; 第二, 少部分来自于液相色谱的流动相废液, 废液成分为乙腈、甲醇、水的混合物。

## 2 农残检测废液管理研究进展

### 2.1 检测废液的收集和储存

检测废液产生后应由各个实验室妥善收集并转移至废弃物库房, 储存在库房中的废液需要经过处理后再进行最终的处置。各实验室临时收集的容器大多选择棕色的大容量试剂瓶, 保持密闭<sup>[6]</sup>。废弃物库房应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料, 并配有应急处理预案。从安全层面考虑, 废弃物库房应远离火种、热源, 可采用通风设施保持通风条件良好, 保持阴凉环境, 库温不宜超过 30℃。废弃物库房应配制安全设施, 如通风系统、自动监控系统、火灾报警系统等。同时库房内禁止使用易产生火花的机械设备和工具, 并采用防爆型照明设施, 防止爆炸的发生。近年来, 有些实验室引进了自动化技术, 如某实验室采用了全自动废液收集存储处理装置, 既提升了废液处理效率, 又减少了有机废液对人员和环境的危害<sup>[7]</sup>。

### 2.2 检测废液的处理

在有条件的情况下, 实验室检测废液在移交给专门处置机构之前应尽量对其进行处理, 处理的目的在于减量化, 这样能够减少检测废液的处置成本。因为对有些药剂而言, 处置实验化学废液的费用远超过购买费用<sup>[8]</sup>。处理检测废液的方法根据原理不同可分为物理法和化学法。

#### 2.2.1 物理法

采用特殊吸附剂, 利用物理吸附原理, 将甲醇、乙腈等有机物吸附除去, 并将液体废弃物转化为固体废弃物。活性炭原料来源广泛, 常见的有木质、果壳、煤质、石油类和矿物质等, 由于使用成本低, 可作为良好的吸附剂<sup>[9]</sup>。如烃类化学物质及其含氧衍生物, 可以用活性炭吸附, 具体操作如下。第一, 调节溶液 pH 值至 5 左右, 加入活性炭粉末, 搅拌后 2~3 h 后过滤即可<sup>[10]</sup>。第二, 利用蒸发对混合溶液进行浓缩。乙腈的沸点为 81℃ 左右, 可用控温蒸馏装置, 将乙腈废水进行蒸发浓缩, 馏出液即为高浓度的乙腈, 从而达到减量化的目的, 然后进行后续处理。第三, 利用膜分离技术将有机废液和水分分离, 减少需要处理的废液量, 但成本较高, 不适合大量处理<sup>[11-12]</sup>。

#### 2.2.2 化学法

乙腈作为一种具有较好极性和溶解性的有机溶剂, 对于一些金属离子具有良好的络合能力。乙腈的这一化学性质, 可以

将其转化为危害较小的铁氰络合物进行储存。王冬群<sup>[13]</sup>等采用化学沉淀法将乙腈废液转化为铁氰络合物, 进行无害化处理, 具体步骤如下: 用氢氧化钙调节乙腈废液 pH 为 8~10, 搅拌均匀, 逐渐加入质量分数 10% 的硫酸亚铁溶液至沉淀完全, 过滤后沉淀储存, 滤液用弱酸调节 pH 为 6.5~7.5 后再排放。

### 2.3 检测废液的处置

根据 2021 年版的《国家危险废物名录》, 实验室检测废液属于危险废物。对检测废液进行处置的人员不仅要具备专业的技术知识, 而且必须具有极强的法律意识<sup>[14]</sup>。根据国家相关规定, 检测废液作为危险废物需要移交给具有资质的专业机构进行最终处置, 处置的目的在于实现无害化。常用的有机物处置手段包括以下方面。第一, 焚烧处理。将有机物与空气混合后经过高温燃烧, 再将有机组分转化为小分子, 小分子氧化后形成气体和少量性质稳定的固体残渣, 气体经空气净化后排放至大气, 废渣可用作生产水泥的原材料<sup>[8]</sup>。焚烧常用的装置为焚烧炉。别如山等<sup>[15]</sup>比较了常用的几种焚烧炉, 认为流化床焚烧炉在处理废液方面具有明显的优越性, 可广泛应用于处理各种废弃物。第二, 生物处理。生物降解方法可以处理废水中的有机物, 将其转化为无害的二氧化碳和水。生物处理法具有设备智能易控、操作方便高效、投入低、可行性高的优点, 但关键在于菌群的培养<sup>[16]</sup>。如乙醇、甲醇、醋酸等小分子化学物质, 易被微生物吸收利用, 可以用活性污泥法处理。活性污泥法通过筛选培养的大量微生物, 在适宜的条件下不断接触氧化, 将有机物代谢转化为二氧化碳、水和生物质<sup>[17]</sup>。传统活性污泥处理后不能满足排放要求的, 可以后续用芬顿试剂<sup>[18]</sup>、臭氧氧化<sup>[19]</sup>、活性炭过滤<sup>[20]</sup>等方式叠加处理。有条件的实验室可以引进自动化废液处理装置, 通过电炉、冷却塔、尾气处理装置等来实现有机废液的原地处理<sup>[21]</sup>。

## 3 农残检测废液管理对策和建议

### 3.1 重视检测废液的管理

农药残留废液属于高浓度有机废液, 根据实验室规模每年约产生 50~200 kg, 产量较大, 需要进行妥善管理。农产品检测的目的在于保障农产品质量安全, 实验室废弃物处理不当反而会污染环境, 引发新的问题。实验室管理层要高度重视检测废液的管理工作, 保障安全生产。根据相关法律法规严格要求, 细化分工, 落实责任, 确保农残废液及其他废弃物得到科学合理的处理和处置。例如, 在实验室装修或后续改造中要专门设置废弃物库房, 危险废物要粘贴显著标识并安全保管, 废弃物管理相关工作要明确专门技术人员负责。

### 3.2 强化检测废液的管理制度

实验室废液管理需要落实到实验室管理制度中去, 严格执行, 还需要根据实践中发现的问题不断改进完善。实验室应将包括检测废液在内的废弃物管理纳入管理体系文件, 即根据本实验

室的实际情况和经验制订适合自身的废弃物管理程序,并制订作业指导书。在妥善管理废弃物的前提下,注重对操作人员的职业防护,减少对环境的污染。农残废液成分较为单一,性质稳定,应单独设置废液储存罐。各实验室产生的废液要用密闭容器进行临时收集,收集罐存放在阴凉、通风处,避免阳光直射。废液收集、处理和处置的每个环节,都要做好记录,保存档案资料。

### 3.3 着重检测废液减量化处理

对于农产品检测实验室,虽然目前部分实验室配备了实验室污水处理系统,但一般只能处理洗涤污水或有机物含量较低的检测废水,对农残检测废液这种高浓度的有机废液,基本没有处理能力。结合工作实际,废液管理最为有效的处理手段是废液的减量化,重点可放在两个方面:一是在满足检测要求的前提下,实验室采用或者开发新的检测方法,从减少有机废液的产生;二是将检测废液和检测残渣分别收集,废液用蒸馏的方式去除其中的水分,从而达到减量化的目的。

### 3.4 发展检测废液资源化利用途径

废弃物最理想的处理状态就是资源化,能够变废为宝,实现资源循环再利用。从实验室自身来说,如果废液经过过滤、蒸馏处理能够通过空白检测,就证明其纯度能够满足其他检测方法对试剂的要求,那么就完全能够实现检测废液的资源化利用。但大多数情况下,检测废液对实验室来说依然是作为废弃物处理。针对这种情况,相关政府部门或者相关行业协会需要起到一个积极作用。例如,在合规合法的前提下,行业平台信息共享使有需要的单位能够接收这些处理后的有机废液,并将其作为生产资料,最大化地实现社会资源的利用;或是各单位,充分发挥各自的优势,研究并开发有机废液管理和循环再利用的创新技术,达到既能满足生产需要,又能减少资源无端浪费的目标。

## 4 结束语

为切实保障农产品质量安全,各级农产品检测机构每年要完成大量的农药残留定量检测。检测过程中会产生成分相对稳定且以乙腈为主要成分的检测废液。检测机构作为第一责任人,必须妥善管理有机废液,不仅为了降低实验室运行成本,还为了降低检测工作潜在的安全风险,为实验室的稳定可持续发展提供有效的支持。本文通过分析农残检测废液的产生及其特点,结合农残废液管理近年来的研究进展,给出实际工作中较为实用的对策和建议,为农检机构及其他类似检测机构的废液日常管理提供参考。一是实验室管理层要重视农残检测有机废液的管理,从实验室硬件条件和管理体系上都要有所保障;二是为了减少检测废液的处理成本,要着重做到废液的减量化,努力实现废液的资源化利用;三是政府监管部门可利用互联网平台,整合各单位资源,如高校科研机构、分析实验室、化工企业、自动化研发和生产企业等,发挥各自优势,更好地管理检测废液。

## 参考文献

- [1] 金发忠,钱永忠.我国农产品质量安全检验检测体系的现状与对策[J].农产品质量与安全,2003,(02):26-29,31.
- [2] 曲云鹤.农药残留的快速检测方法和仪器的研究[D].上海:华东师范大学,2010.
- [3] 中华人民共和国农业部.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[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [4] 陈云虹,刘慧,符锦锋.NY/T 761—2008 农残检测样品前处理方法的优化[J].农村科学实验,2022,(03):171-173.
- [5] 鹿剑,任水英.QuEChERS方法在食品中多组分农残检测中的研究进展[J].中国酿造,2016,35(09):28-32.
- [6] 王卫华,夏亚钊,陈清阳.化学实验室有毒有机物废液的收集及处理分析[J].山西化工,2023,43(11):231-233.
- [7] 高峰.生态环境监测实验室废液处理存在的问题及对策分析[J].科技资讯,2022,(16):126-129.
- [8] 张峰.北京市高校化学实验室废液管理研究[D].北京:北京化工大学,2016.
- [9] 李亚婷,牛艳芬.实验室废液处理方法比较[J].科技资讯,2023,21(04):101-104.
- [10] 杨柳.化学实验室有机废液的管理与处理[J].实验室科学,2012,15(05):191-193,197.
- [11] 贺立强,范茂军,王富民,等.煤化工废水膜浓缩液有机物去除试验研究[J].科学大众,2019,(09):81-82.
- [12] 路平,李忠铭,王敏娟,等.膜分离技术在造纸废液中应用研究进展[J].湖北化工,2001,(05):8-10.
- [13] 王冬群,吴华新.农产品实验室检测后废液的无害化处理方法:CN201210293764.5[P].2012-12-26.
- [14] 魏桃员,尤朝阳,霍开富.美国高校实验室职业安全与健康管理的启示[J].实验技术与管理,2012,29(05):201-205.
- [15] 别如山,杨励丹,李季,等.国内外有机废液的焚烧处理技术[J].化工环保,1999,19(03):148-154.
- [16] 李培昌.浅谈高浓度有机废水处理技术的研究进展[J].科技与企业,2013,(24):356.
- [17] 赵秀云,赵彩霞.高校化学实验室废水废液的处理探讨[J].化纤与纺织技术,2024,53(03):116-118.
- [18] 孙艳慧,张卿,季常青.Fenton试剂在有机废水处理中的应用[J].净水技术,2014,(01):25-29.
- [19] 黎松强,吴葭萍.有机废水臭氧生物炭深度处理研究[J].环境科学与技术,2005,28(05):80-81,84.
- [20] 黄文雯,盖红辉,褚明娜,等.活性炭对有机废水吸附性能的研究[J].科技创新与应用,2016,(25):60.
- [21] 杨晓玲,李波,张园园,等.“双碳”背景下高校实验室废液处理的低碳化路径探讨[J].广西经济,2022,40(03):84-87.