

◆ 综述与进展 ◆

# 典型家庭加工处理对蔬菜中农药残留的影响研究进展

崔家榕<sup>1,2</sup>,董丰收<sup>2\*</sup>,徐军<sup>2</sup>,吴小虎<sup>2</sup>,潘兴鲁<sup>2</sup>,郑永权<sup>2</sup>

(1. 天津农学院园艺园林学院,天津 300384;2. 植物病虫害综合治理全国重点实验室,中国农业科学院植物保护研究所,北京 100193)

**摘要:**蔬菜从田间到餐桌通常经过多种加工过程,不同的加工过程往往会影响蔬菜中农药残留的变化。大部分加工过程可降低蔬菜中农药残留,如清洗、去皮、烹饪等,但也有少数加工过程会增加残留浓度,如加热干燥、腌制等,甚至转化成毒性更高的代谢物。本文综述了清洗、去皮、烹饪、干燥等典型家庭加工处理对蔬菜中农药残留的影响,提出了降低蔬菜农药残留的科学合理的家庭加工处理方法和建议,以期为降低蔬菜中农药残留风险提供参考。

**关键词:**蔬菜;加工过程;农药残留;家庭加工

中图分类号:S-1 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2023.03.010

## Research Progress of the Influence on Pesticide Residues in Vegetables by Typical Household Processing Treatment

CUI Jiarong<sup>1,2</sup>, DONG Fengshou<sup>2\*</sup>, XU Jun<sup>2</sup>, WU Xiaohu<sup>2</sup>, PAN Xinglu<sup>2</sup>, ZHENG Yongquan<sup>2</sup>

(1. College of Horticulture and Landscape, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China; 2. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

**Abstract:** Vegetables usually undergo a variety of processing from field to table, and different processing often affects the residues of pesticides. Most processing treatments can reduce pesticide residues in vegetables, such as washing, peeling and cooking. However, a few processing processes can also increase the concentration of pesticides and even convert to higher toxic metabolites, such as heat treatment, drying, and pickling. This paper reviewed the effects of typical home processing treatments such as washing, peeling, cooking, drying on pesticide residues, and proposed scientific and rational methods for reducing residues in home processed vegetables and suggestions on future research in order to provide a reference for reducing the risk of pesticide residues in vegetables.

**Key words:** vegetable; processing treatment; pesticide residue; household processing

我国是蔬菜生产大国,为了减少病虫害对蔬菜的危害,化学农药常被应用到蔬菜生产过程中。因此,在未按标准化管理的情况下,蔬菜中农药残留问题或多或少存在。目前,市场中农药残留的监测主要集中在初级农产品。由于我国膳食消费习惯,初级农产品往往经过一系列的加工过程,如清洗、

去皮、烹饪、腌制等,蔬菜中的农药残留量会发生变化。通常情况下,清洗、去皮和热加工等方式会降低农药残留量,但一些浓缩、腌制等加工方式可能会使农药浓缩或转化为毒性更大的代谢物,增加食用风险。国内外用加工因子(PF)来确定加工对产品中农药残留水平的影响程度,即加工后农产品中农药

收稿日期:2022-10-22

基金项目:国家自然科学基金(31872004)

作者简介:崔家榕(1997—),女,河南焦作人,硕士研究生,研究方向为农药残留检测。E-mail:cuijiarongjd@163.com

通信作者:董丰收(1974—),男,河南沁阳人,博士,研究员,主要从事农药残留分析技术研究。E-mail:dongfengshou@caas.cn

残留浓度与加工前农产品中农药残留浓度之比。当PF大于1时,农药残留量增加;当PF小于1时,农药含量降低<sup>[1]</sup>。本文从我国蔬菜典型家庭加工处理过程对农药残留的影响,以及对国内外的相关文献进行综述,以期为蔬菜中农药残留的去除及公众家庭的健康消费提供科学参考和建议。

## 1 蔬菜典型家庭加工方式

### 1.1 清洗

清洗是蔬菜加工过程中必不可少的重要环节,常见的家庭清洗方式有自来水直接清洗,食盐、食用醋、食用碱混水清洗,洗涤剂清洗以及使用超声或臭氧功能进行辅助清洗等。研究表明,清洗过程可显著降低蔬菜表面的农药残留量,农药的去除效果通常与清洗方式和清洗剂类型有关<sup>[2]</sup>。相对于清水清洗方式,有时其他混合清洗方式对农药残留的去除效果更好。徐志英等<sup>[3]</sup>分别使用清水、食用醋溶液、食用盐溶液、食用碱溶液和果蔬清洗剂清洗豇豆,监测豇豆中氟苯虫酰胺的残留量变化。结果表明,采用清水冲洗方式,农药去除率为21.32%,而用食用碱浸泡后冲洗,农药最高去除率达81.78%。张献领等<sup>[4]</sup>研究了生菜和小青菜中有机磷农药清洗去除效果,发现碱水浸泡清洗>洗涤液清洗>盐水浸泡清洗>清水清洗。另外,清洗效果还与清洗时间、温度和浸泡次数等因素的有关。随着清洗时长、温度和次数的增加,蔬菜中农药残留量逐渐下降。刘英等<sup>[5]</sup>研究去除芹菜中唑螨酯残留发现,清洗效果的影响程度按从大到小依次为果蔬清洗剂浓度、清洗时间、清洗温度。

近年来,超声、臭氧等技术已被应用于清洗去除果蔬中的农药残留。臭氧( $O_3$ )作为强氧化剂可以破坏农药中的等化学键,有效降解去除蔬菜中的残留农药<sup>[6]</sup>。超声波清洗技术利用液体中气泡破裂产生的冲击对物体表面物质进行剥离,通过物理方式有效去除蔬菜中的农药残留<sup>[7]</sup>。孙花等<sup>[8]</sup>研究表明超声波处理对茄子和番茄中有机氯类农药残留去除率分别可达96.2%和98.1%。刘娜等<sup>[9]</sup>证明使用超声波清洗黄瓜15 min后戊唑醇去除率达到76.51%,较单独清水清洗的去除效率提高25%。清洗效果与超声波功率和清洗时间相关。高红刚等<sup>[10]</sup>发现当清洗超声功率为2.4 kW,时间设为4 min时,去除小青菜中有机磷和氨基甲酸酯类农药残留效果最好,去除率可达80%。臭氧清洗机对蔬菜中农药残留的去除效率不仅与臭氧浓度、温度和处理时间相关,也与

农药的性质和农产品的种类有关<sup>[11]</sup>。研究表明,臭氧对农药残留的去除效率高于传统常规家用方式<sup>[12]</sup>。对比臭氧清洗与常规家用洗涤方法对青椒中百菌清的去除效率,发现3 mg/L的气态臭氧对百菌清的去除效率为87%,高于洗涤剂、乙酸、次氯酸钠和碳酸氢钠溶液对百菌清的残留去除率<sup>[13]</sup>。在对用其他化学品如微米钙溶液、碱性电解水、活性氧和碳酸氢钠混合水清洗黄瓜和菠菜中10种典型农药残留的去除效果研究中发现,用碱性电解水、微米钙和活性氧清洗可有效去除黄瓜中的农药,去除农药残留的效果是自来水的2~4倍<sup>[14]</sup>。需要关注的是,在水中加入臭氧、高锰酸盐、过氯酸盐和过氧化物等氧化剂与农药发生反应,可提高农药的去除效率,但也会导致农药氧化代谢物的产生。农药氧化后的代谢物对人的毒性往往更大,需要进一步进行相关研究。

### 1.2 去皮

大部分喷洒在蔬菜上的农药主要附着在表面,去皮过程可以有效降低农药的残留量。Aguilera等<sup>[15]</sup>发现去皮可减少西葫芦中100%的醚菌酯和90%的噁菌酯。Liu等<sup>[16]</sup>发现去皮是清除番茄中农药残留最有效的步骤,可减少84.2%的甲基硫菌灵和87.3%的多菌灵。陆文玉等<sup>[17]</sup>研究发现茄果类蔬菜去皮后,乐果、氯氰菊酯等6种农药的平均去除率由27.6%增加至87%。曹鹏英等<sup>[18]</sup>研究认为有机磷和有机氯类农药脂溶性强,容易吸附在蔬菜表皮蜡质层中,可通过去皮过程被大量去除。Chung<sup>[19]</sup>研究证明内吸性农药在施药后能够被作物吸收,通过在作物体内传导发挥作用,因而不宜通过清洗或去皮来去除。

### 1.3 烹饪

#### 1.3.1 蒸煮

蒸是我国典型烹饪方式之一,利用水沸腾产生的蒸汽将温度控制在100℃以上,把食品原料熟制的过程。煮是将食物原料放置在锅中,加入适量的汤汁或清水等,在80~100℃高温熟制食品的过程。通常蒸煮的加工方式对农药的去除效果明显大于水洗过程,即温度的升高可促进农药挥发,提高其水溶解性,加快农药降解速率,降低农药残留。温度升高有利于加快农药降解速率,减少蔬菜中的农药残留量。与清洗过程相比,焯水后菠菜中霜霉威残留量减少59%<sup>[20]</sup>。但值得关注的是,蒸煮的高温过程容易导致农药代谢物的产生。例如,毒死蜱经过蒸煮过程虽母体含量减少,但其有毒代谢物3,5,6-三氯-2-吡啶酚(TCP)的浓度显著增加<sup>[21]</sup>。此外,长时间的

蒸煮可能导致蔬菜中的水分减少,农药残留浓度增加。例如,番茄在熬煮成番茄酱的过程中含水量减少40%,噁霉灵的残留量较去皮番茄增加37%,甲基硫菌灵的残留量增加10%<sup>[22]</sup>。

### 1.3.2 煎炒

蔬菜煎炒加工是食用油参与的高温处理过程,相比较蒸煮温度更高,最高可达300℃。研究表明,煎炒加工可降低蔬菜中的农药残留量,一方面蔬菜样品随着炒制脱水会造成农药残留量浓缩;另一方面高温也会加速农药的降解,残留量总体呈下降趋势,如多菌灵、吡虫啉等10种农药在黄瓜炒制7 min后其加工因子均小于1<sup>[23]</sup>。段丽芳<sup>[24]</sup>在油炸马铃薯条过程中发现大部分农药残留水平会随着油炸次数的增加而降低,嘧菌酯、溴氰菊酯等7种农药在食用油中的加工因子均显著小于1。需要注意的是,在煎炒和油炸过程中,蔬菜中的残留农药可能会转移到油中,尤其是高log  $K_{ow}$ 值的农药更易转移进入油中<sup>[25]</sup>,故不建议将食用油多次重复使用,以免增加膳食风险。

### 1.4 干燥

蔬菜在干燥过程中水分降低,农药及其代谢物残留量浓度往往不变或增加。在干燥和浓缩过程中,蔬菜中残留的农药易被富集<sup>[26]</sup>。Yuan等<sup>[27]</sup>研究发现菠菜中的拟除虫菊酯类农药在烘干过程中的平均损失率仅为0.43%~8.0%。热干燥过程中热稳定性好的农药残留水平升高,但在冷冻干燥的过程中,残留物稳定或缓慢降解,所以残留量不会有显著变化,如原永兰等<sup>[28]</sup>研究发现菠菜在速冻冷藏过程中毒死蜱的残留量没有变化。此外,脂溶性农药能够穿透表皮而保留在蔬菜内部,不易随水分流失,这会导致其残留量浓度增加<sup>[29,30]</sup>。

### 1.5 腌制

蔬菜腌制是一种利用高浓度盐液、乳酸菌发酵来保藏蔬菜,并增加蔬菜风味的加工蔬菜方法。该过程环境下适于微生物生长繁殖活动,农药易被微生物降解,如乳酸菌等会增加残留农药的微生物降解,并产生相关代谢物。李凯龙等<sup>[31]</sup>研究表明,利用乳酸菌自然发酵和食盐保存作用进行剁辣椒腌制加工,目标农药吡虫啉、啶虫脒、精甲霜灵、嘧菌酯和苯醚甲环唑的残留量随着腌制时间的增加而逐渐降低。龚瑾<sup>[32]</sup>研究发现芥蓝腌制发酵过程中的酸性环境会加速吡蚜酮降解,通过腌制过程可去除绝大部分农药。然而,腌制过程产生的农药代谢物同样需要关注<sup>[33]</sup>。

## 2 农药性质和蔬菜类别的因素

### 2.1 农药性质

#### 2.1.1 辛醇/水分配系数

辛醇/水分配系数( $K_{ow}$ )表示化合物在辛醇中的溶解度与在水中的溶解度之比。农药的 $K_{ow}$ 值越大,其亲水性越弱,在水中越不易被去除。Mourad等<sup>[34]</sup>发现高 $K_{ow}$ 值的农药可以被番茄表皮上的蜡质快速吸收和强烈保留,农药一旦被表皮蜡质保留,就不易被清洗去除。Nguyen等<sup>[35]</sup>发现拟除虫菊酯类农药的 $K_{ow}$ 值较大,不宜通过水洗或水煮等方式去除。例如,丙溴磷和氯氟菊酯的 $K_{ow}$ 值均大于4,在水煮5 min后农药残留量无显著变化<sup>[23]</sup>,而甲基硫菌灵的 $K_{ow}$ 值较小,焯水时更容易从豇豆表面溶解到水中而被去除<sup>[36]</sup>。此外,王璐等<sup>[37]</sup>对4种叶菜类蔬菜中的农药残留情况进行研究,发现 $K_{ow}$ 值较大的高效氯氟菊酯和甲霜灵不易通过清洗去除。

#### 2.1.2 蒸气压

农药去除效率与农药的蒸气压值呈正相关关系。Chai等<sup>[38]</sup>研究证明农药蒸气压越高,用醋酸水清洗方式对农药的去除效果越好。Yuan<sup>[27]</sup>等发现烘干过程中的有机磷农药拟除虫菊酯类农药的去除率高,这与有机磷农药的蒸气压较高、稳定性差相关。蒸气压较高的农药更容易挥发,干燥过程可显著降低其含量。

### 2.2 蔬菜类别

蔬菜类别及外形对农药残留的去除存在差异。研究表明,清洗对叶菜类中百菌清、腐霉利和氯氟菊酯残留的去除率优于果菜类,这可能与蔬菜表面结构有关。叶菜类的叶表面组织微结构相对果菜类不够紧密,清水更容易渗透至内部<sup>[39]</sup>。Randhawa等<sup>[21]</sup>同样发现在蒸煮条件下,菠菜中毒死蜱的去除率高于茄子。在超声清洗过程中,叶类蔬菜大面积的叶片形成相对较大的波长吸收面积,有效降低农药残留,而茄果类和块根类蔬菜的表面积接触小,因此农药残留去除效果较差<sup>[40]</sup>。

## 3 蔬菜典型家庭加工处理建议

综上所述,典型蔬菜家庭加工过程会有效减少农药残留,尤其在去除蔬菜表面农药残留上表现更为明显。为了指导蔬菜合理加工和健康食用,建议关注以下3个方面:(1)重视蔬菜清洗过程,不直接食用未清洗蔬菜;(2)倡议去皮加工,满足食品安全的要求;(3)烹饪通常可有效降低农药残留,鼓励食

用熟食蔬菜,但在该过程中蔬菜中的部分农药残留会转移至加工所用的水和油中,建议不反复使用。

关于蔬菜中农药残留加工去除研究方面,仍存在部分领域研究不足的问题,如对新型加工方式(空气炸锅、烟烧罐和真空低温烹饪等)过程中蔬菜上的农药残留情况研究较少,缺乏相应的数据支持。另外,农药去除产品的研制不够,目前主要集中在清洗和去皮,但对在储存或运输过程中利用固化微生物、固定化酶、光化学或其他氧化剂<sup>[4]</sup>进行去除农药的装置研究及应用仍较少。最后需要注意的是,目前对加工过程中农药增毒代谢物的筛查和鉴定还存在不足,有可能会低估风险,因此需加强对在加工过程中生产的有毒代谢物的风险评估和控制研究。

### 参考文献

- [1] YIGIT N, VELIOGLU Y S. Effects of processing and storage on pesticide residues in foods[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2020, 60(21): 3622-3641.
- [2] AJEEP L, ALNASER Z, TAHLA M K. Effect of household processing on removal of multi-classes of pesticides from tomatoes [J]. Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences, 2021, 10(5): 1-8.
- [3] 徐志英,任莉,陆春良,等.豇豆中残留氟苯虫酰胺的清洗效率评价[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2017,38(2): 110-116.
- [4] 张献领,王丽.加工贮藏方式对蔬菜中有机磷农药残留量的影响[J].安徽科技学院学报,2016,30(6): 58-63.
- [5] 刘英,张昌朋,李韵之,等.清洗对芹菜中唑螨酯残留的去除效果[J].浙江农业科学,2020,61(11): 2345-2348.
- [6] 吴双桃,吴云影,山内四郎.臭氧去除蔬菜表面残留农药及对蔬菜品质的影响[J].食品科学,2014,35(21): 124-128.
- [7] AZAM S M R, MA H, XU B, et al. Efficacy of ultrasound treatment in the removal of pesticide residues from fresh vegetables: a review [J]. Trends in Food Science Technology, 2020, 97: 417-432.
- [8] 孙花,马雪琴,潘存庆,等.茄果类蔬菜中有机氯类农药残留的超声波清洗条件优化[J].甘肃农业科技,2019(7): 10-15.
- [9] 刘娜,潘兴鲁,程功,等.不同清洗和储藏方式下戊唑醇在黄瓜中的残留变化[J].植物保护,2018,44(2): 204-208.
- [10] 高红刚,娄金培.超声波农药降解机降解效果研究[J].食品与机械,2017,33(11): 86-88;99.
- [11] 李雨秋.厨用清洗机对果蔬农药残留和污垢清除效果探索[D].南京:南京农业大学,2019.
- [12] PANDISELVAM R, KAAVYA R, JAYANATH Y, et al. Ozone as a novel emerging technology for the dissipation of pesticide residues in foods-a review[J]. Trends in Food Science and Technology, 2020, 97: 38-54.
- [13] RODRIGUES A A Z, DE QUEIROZ M E L R, FARONI L R D, et al. The efficacy of washing strategies in the elimination of fungicide residues and the alterations on the quality of bell peppers [J]. Food Research International, 2021, 147: 110579.
- [14] WU Y L, AN Q S, LI D, et al. Comparison of different home/commercial washing strategies for ten typical pesticide residue removal effects in kumquat, spinach and cucumber [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019, 16(3): 472.
- [15] AGUILERA A, VALVERDE A, CAMACHO F, et al. Effect of household processing and unit to unit variability of azoxystrobin, acrinathrin and kresoxim methyl residues in zucchini[J]. Food Control, 2012, 25(2): 594-600.
- [16] LIU N, DONG F, LIU X, et al. Effect of household canning on the distribution and reduction of thiophanate-methyl and its metabolite carbendazim residues in tomato[J]. Food Control, 2014, 43: 115-120.
- [17] 陆文玉,吴敬忠,张霆,等.蔬菜餐前处理与农药残留关系的研究[J].上海农业学报,2011,27(1): 124-128.
- [18] 曹鹏英,韩丽君,潘灿平,等.农产品加工过程对农药残留去除的影响[J].农药,2007 (2): 121-124.
- [19] CHUNG S W C. How effective are common household preparations on removing pesticide residues from fruit and vegetables? A review[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2018, 98(8): 2857-2870.
- [20] BONNECHERE A, HANOT V, JOLIE R, et al. Effect of household and industrial processing on levels of five pesticide residues and two degradation products in spinach[J]. Food Control, 2012, 25(1): 397-406.
- [21] RANDHAWA M A, ANJUM F M, AHMED A, et al. Field incurred chlorpyrifos and 3,5,6-trichloro-2-pyridinol residues in fresh and processed vegetables[J]. Food Chemistry, 2007, 103(3): 1016-1023.
- [22] KWON H, KIM T K, HONG S M, et al. Effect of household processing on pesticide residues in field-sprayed tomatoes[J]. Food Science and Biotechnology, 2015, 24(1): 1-6.
- [23] 向嘉,柴勇,褚能明,等.五种加工方式对黄瓜中10种农药残留的去除效果[J].农药学学报,2019,21(3): 345-351.
- [24] 段丽芳.7种典型农药在食用油加工过程残留变化规律及膳食风险评估[D].北京:中国农业科学院,2021.
- [25] HUAN Z B, XU Z, JIANG W, et al. Effect of Chinese traditional cooking on eight pesticides residue during cowpea processing[J]. Food Chemistry, 2015, 170: 118-122.
- [26] NOH H H, KIM D K, LEE E Y, et al. Effects of oven drying on pesticide residues in field-grown chili peppers[J]. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry, 2015, 58 (1): 97-104.
- [27] YUAN Y, WANG J, LIN H, et al. Effect of freeze-drying and hot air-drying on the pesticide residues in spinach[J]. Food and Fermentation Industries, 2008, 34(4): 99-103.

- [28] 原永兰, 窦坦德, 包海英. 速冻菠菜加工过程中毒死蜱残留动态研究[J]. 莱阳农学院学报, 2005, 22(3): 186-188.
- [29] ZHAO L W, LIU F M, GE J, et al. Changes in eleven pesticide residues in jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) during drying processing [J]. Drying Technology, 2018, 36(8): 965-972.
- [30] 李云成, 孟凡冰, 陈卫军, 等. 加工过程对食品中农药残留的影响 [J]. 食品科学, 2012, 33(5): 315-322.
- [31] 李凯龙, 陈武瑛, 陈同强, 等. 剁辣椒家常加工对5种农药残留的影响[J]. 食品工业科技, 2021, 42(16): 229-235.
- [32] 龚瑾. 吡蚜酮及其代谢产物在芥蓝上的残留分析研究及其在芥蓝加工过程中安全性评价[D]. 贵阳: 贵州大学, 2019.
- [33] 李文明, 韩永涛, 董丰收, 等. 毒死蜱及其代谢物3,5,6-三氯-2-吡啶酚在黄瓜腌制过程中的残留水平变化[J]. 农药学报, 2013, 15(2): 223-227.
- [34] MOURAD B, AGUILERA A, CAMACHO F, et al. Effect of household processing and unit-to-unit variability of pyrifenoxy, pyridaben, and tralomethrin residues in tomatoes[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(10): 4054-4058.
- [35] NGUYEN T T, ROSELLO C, BELANGER R, et al. Fate of residual pesticides in fruit and vegetable waste (FVW) processing[J]. Foods, 2020, 9(10): 1468.
- [36] 瞿翠兰, 李建国, 吴月燕. 烹饪方式对豇豆中甲基硫菌灵及代谢物多菌灵的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(3): 148-151.
- [37] 王璐, 李静, 李鹏辉, 等. 清洗方式对蔬菜中农药残留去除效果的影响[J]. 实验室科学, 2019, 22(1): 1-3; 6.
- [38] CHAI M K, TAN G H. Headspace solid-phase microextraction for the evaluation of pesticide residue contents in cucumber and strawberry after washing treatment[J]. Food Chemistry, 2010, 123 (3): 760-764.
- [39] 宋佳, 宋立华, 陈悦, 等. 清洗方法对果蔬农药残留去除效果的影响[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(20): 160-164.
- [40] 程璨, 赵迪, 何天宇, 等. 超声波清洗对不同蔬菜中农药残留的去除效果探究[J]. 中国农学通报, 2017, 33(2): 132-137.
- [41] 王梅, 段劲生, 孙明娜, 等. 农产品中农药残留去除技术研究进展 [J]. 农药, 2007, 46(7): 442-446.

(责任编辑:徐娟)

## 《现代农药》投稿简则

《现代农药》(双月刊)是由国家新闻出版总署批准在国内外公开发行的中国农药行业技术类期刊,并入选“中国科技核心期刊”。本刊主要报道未曾发表过的、具有新颖性的农药研究成果,分综述、研究论文和试验简报三个类型。投稿方式分为邮箱([agrochem@263.net](mailto:agrochem@263.net))或投稿系统(<http://xdnyqk.com/>)。现将有关稿件要求稟告如下:

**题名** 文章应主题鲜明,内容新颖,条理清晰,文字简洁,数据可靠。题名应简明、具体、确切,概括文章的要旨。中文题名一般不超过20个汉字,英文题名一般不超过10个实词。

**摘要与关键词** 正文前有300~400字的摘要及5~6个关键词,中英文摘要均采用第三人称书写,应包括目的、方法、结果和结论,突出创新性。简报可省略英文摘要和关键词。

**作者与单位** 按排名先后顺序,用中英文写出全部作者及工作单位全称、所在城市和邮政编码,以\*标明通信作者。第一作者简介包括:姓名、出生年份、性别、籍贯(某省某市/县人)、职称或学位、从事专业或研究方向、联系方式。

**字体及格式** 正文用5号宋体;每段首行缩进2字;标题一律左顶格排;层次划分不超过4级。正确使用简化汉字和标点符号。采用国家规定的统一计量单位与符号。

**图表** 文中图表力求精简,内容不应重复。图、表题、注释和图、表中文字均用中文;图题和表题用小5号黑体、居中;图、表中文字用6号宋体。表格采用国际通用的3线表。插图要绘制清晰;色谱图要附原图。表、图内数据须标明计量单位。

**农药名称** 应使用农药通用名称,制剂需注明含量和剂型,可在正文中首次出现时用括号标注英文通用名、商品名(注册商标)及生产厂家。

**参考文献** 参考文献只列作者阅读过、与文章内容密切相关、正式发表的主要文献资料,一般在20篇以内为宜。按正文中引用先后顺序编号,采用6号宋体;并在正文中引用处用方括号作上标加以标注,即……[1],……[2-4],……[3, 5]。参考文献作者仅列前3名,3名后加“等”。作者姓名一律姓在前,名在后;外国人名可缩写为首字母(大写),但不加缩写点(.)。

电话:025-86581148

传真:025-86581147

邮编:210046

地址:南京经济技术开发区恒竟路31-1号