

湛江四种市售蔬菜农药残留的监测分析及洗涤方法对农残的影响

刘淑敏, 唐兰兰, 陈智玲, 江敏

(岭南师范学院化学化工学院, 广东湛江 524048)

摘要: 本文以湛江市售蔬菜为原料, 采用随机与定点抽样的办法, 采集上海青、生菜、菜心、油麦菜 4 个品种共 80 份样品, 通过乙酰胆碱酯酶抑制法, 按照 GB/T 5009.199-2003 方法进行蔬菜中有机磷和氨基甲酸酯类农药残留的检测, 考察不同蔬菜中有机磷和氨基甲酸酯类农药的残留情况, 并对数据进行整理分析。然后以菜心和油麦菜为原材料, 考察清水、盐水、淘米水和食用小苏打洗涤四种洗涤方法对酶抑制率和农药残留去除率的影响。实验结果表明: 样品有机磷和氨基甲酸酯类农残检出率为 100%, 其中有 3 个样品超标, 超标率为 0.094%, 且超标样品均为上海青。四种洗涤方法对农残均有不同程度的去除作用, 农残去除率为 9.91% 至 96.26%。其中盐水洗涤对农残的去除效果最佳, 油麦菜和菜心中农残的最佳去除方法均为 10% 盐水浸泡 20 min。

关键词: 农药残留; 洗涤方法; 酶抑制率; 农残去除率

文章篇号: 1673-9078(2020)01-275-280

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.1.038

Monitoring Analysis in Four Varieties of Vegetables from Zhanjiang and Their Effects of Washing Methods on the Content of Pesticide Residues

LIU Shu-min, TANG Lan-lan, CHEN Zhi-ling, JIANG Min

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Lingnan Normal University, Zhanjiang 524048, China)

Abstract: In this work, organophosphorus and carbamates pesticide residues of 80 samples obtained from four breeds of vegetables including Chinese cabbage (*Brassica campestris* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *ramosa* Hort.), flowering Chinese cabbage (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *utilis* Tsen et Lee) and Romaine lettuce (*Lactuca sativa* var. *longifolia* L.) from local markets in Zhanjiang were detected by enzyme inhibition method according to national standard GB/T 5009.199-2003. Effects of different washing methods (washing with water, salt, rice washing water and edible baking soda respectively) on the pesticide residues in flowering Chinese cabbage and Romaine lettuce were studied. The results showed that the pesticide was found in all samples and the detection rate was 100%. Three samples, which were all Chinese cabbage, were proved to exceed the national standard, and the over standard pesticide residues rate was 0.094%. Four kinds of washing methods all affected the pesticide residues removal from vegetables, and the removal rates were from 9.91% to 96.26%. Compared to the other three methods, the salt water washing had the best effect on wiping out pesticide from the vegetables. The optimal washing effect for flowering Chinese cabbage and Romaine lettuce was soaked in 10% of salt water for 20 min.

Key words: pesticide residue; washing method; enzyme inhibition method; removal rate of pesticide residue

农药残留, 即在农作物生产过程中施用的农药, 经过一段时间还未能被分解, 部分残留在农产品、水和泥土中的现象^[1]。目前, 农药产品如杀虫剂、杀菌剂、除草剂、除虫剂、落叶剂等被广泛应用甚至滥用, 农残现象不可避免^[2]。作为一个蔬菜生产大国, 我国每年需要喷洒大量的农药用于防治蔬菜病虫害, 农

收稿日期: 2019-08-16

基金项目: 广东省普通高校青年创新人才项目 (2017KQNCX126); 岭南师范学院人才专项项目 (ZL1803)

作者简介: 刘淑敏 (1987-), 女, 博士, 讲师, 研究方向: 绿色食品化学

通讯作者: 江敏 (1977-), 女, 高级实验员, 研究方向: 食品营养与卫生

年使用量居世界榜首。虽然农药在蔬菜的增产保质方面效果显著, 但其超量使用、误用及残留所带来的危害却不可忽视^[3]。农药尤其是有机农药的大量施用, 不仅会带来严重的环境污染, 还会残留在食物中, 通过食物摄取而在人体内蓄积, 不利于消费者的健康, 甚至会引发疾病和死亡^[4], 还会经过妊娠和哺乳传给下一代, 影响后代的健康^[5]。当前世界各国对农残问题都保持高度重视的态度, 制定了一系列严格的限量标准, 而我国的农残问题一直没有得到彻底解决, 这对我国蔬菜的生产出口造成了不同程度的影响, 我国的蔬菜出口贸易面临严峻挑战^[6]。

20世纪80年代至21世纪初期,有机磷和氨基甲酸酯类农药在我国蔬菜农药使用中占比高达70%,其具有易水解、杀虫谱广、价格低廉等优点^[7,8]。虽然目前国家大力推广生物农药等更为低毒高效的农药品种,但是有机磷和氨基甲酸酯类仍是我国蔬菜生产过程中大量使用的农药,其超标情况仍远高于其他农药^[8]。鉴于农残对人体、环境和蔬菜贸易的影响,加强对蔬菜中农残情况进行快速检测和监测,寻求便捷有效的农药残留去除方法,具有重要的现实意义。目前常见的农残快速检测方法有乙酰胆碱酯酶抑制法、生物传感器法、酶联免疫法和分子印迹法等,其中应用最为广泛的是酶抑制法^[9]。日常生活中,清洗是使用最广泛的去除果蔬中农药残留的方法,果蔬通过清洗后可去除较多的水溶性农残^[10]。

本实验采用酶抑制法(GB/T 5009.199-2003),对湛江市4种常见市售蔬菜(上海青、生菜、菜心、油麦菜)中有机磷和氨基甲酸酯类农残情况进行了监测和分析,并计算和比较了不同洗涤方法(清水、盐水、淘米水和食用小苏打水洗涤)对蔬菜中农残的去除率效果。实验结果旨在为相关检测人员制定预防和控制措施提供一定理论依据,为农产品的安全生产及消费者购买决策和日常蔬菜洗涤提供一定指导和参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

上海青、生菜、菜心、油麦菜,湛江市区沃尔玛超市、南华市场、寸金市场和岭南师范学院燕岭超市;农药残留快速检测试剂盒,杭州天迈生物科技有限公司(内含胆碱酯酶、显色剂、底物和缓冲液试剂)。

BSA124S-CW 电子分析天平,赛多利斯科学仪器(北京)有限公司;TU-1810 紫外可见分光光度计,北京普析通用仪器有限责任公司;HZQ-F100 恒温振荡培养箱,金坛市精达仪器制造有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 不同销售场所4种蔬菜农药残留情况监测

取新鲜购自不同销售场所的4种蔬菜样品,用定性滤纸除去各蔬菜样品上的水分及擦去表面泥土,测定酶抑制率。每种蔬菜样品连续测定5d。

1.2.2 洗涤方法对蔬菜农药残留的影响

1.2.2.1 蔬菜的预处理

取新鲜蔬菜,用定性滤纸除去表面的水分和泥土

后备用。

1.2.2.2 清水洗涤对蔬菜农药残留的影响

菜心和油麦菜分别用清水浸泡0、10、20、30 min,清水冲洗2次后,定性滤纸除去样品表面水分,测定酶抑制率。

1.2.2.3 盐水洗涤对蔬菜农药残留的影响

菜心和油麦菜分别用质量分数为10‰的食盐浸泡0、10、20、30 min,清水冲洗2次后,定性滤纸除去样品表面水分,测定酶抑制率。

1.2.2.4 淘米水洗涤对蔬菜农药残留的影响

菜心和油麦菜分别用淘米水(米水比2:5清洗大米2次,收集淘米水)浸泡0、10、20、30 min,清水冲洗2次后,定性滤纸除去样品表面水分,测定酶抑制率。

1.2.2.5 小苏打水洗涤对蔬菜农药残留的影响

菜心和油麦菜分别用质量分数为10‰的小苏打水浸泡0、10、20、30 min,清水冲洗2次后,定性滤纸除去样品表面水分,测定酶抑制率。

1.2.3 蔬菜中农药残留的测定

参照GB/T 5009.199-2003酶抑制法^[11,12],并进行适当修改。

1.2.3.1 样品的预处理

取各植株叶片的叶尖边缘部位,并剪成1 cm左右见方的碎片。称取3.00 g样品碎片于烧杯中,加入15 mL磷酸缓冲液浸没菜叶,室温震荡10 min后,再静置3~5 min,上清液待用。

1.2.3.2 样品的测定

依次吸取2.5 mL上清液于3支洁净的试管中,分别加入100 μL酶液和100 μL显色剂,摇匀后于37 °C培养30 min,再分别加入100 μL底物,迅速摇匀并立即放入紫外可见分光光度计比色池中,在410 nm波长处检测,记录反应3 min吸光度的变化值。对照管用缓冲溶液代替上清液,其他操作不变,记录反应3 min吸光度的变化值。

1.2.3.3 酶抑制率结果计算与判定

按公式(1)计算蔬菜样品的酶抑制率。

$$\text{酶抑制率}(\%) = \frac{\Delta A_c - \Delta A_s}{\Delta A_c} \times 100\% \quad (1)$$

式中:ΔAc:对照溶液反应3 min吸光度的变化值。ΔAs:样品溶液反应3 min吸光度的变化值。

根据国家标准GB-2763-2016^[13]对检验结果进行判定:抑制率<50%时,表示合格;50%≤抑制率≤70%时,表示农药超标;70%≤抑制率≤100%时,表示农药严重超标。

$$\text{农药残留去除率 (\%)} = \frac{\text{清洗前酶抑制率} - \text{清洗后酶抑制率}}{\text{清洗前酶抑制率}} \times 100\% \quad (2)$$

1.2.3.4 农药残留去除率结果计算

按公式 (2) 计算不同洗涤方法农残去除率。

1.3 数据处理

所有样品平行测定 3 次, 实验结果表示为平均值 ± 标准偏差。采用 Origin 8.6 软件作图, SPSS 19.0 软件进行方差分析, LSD 检验进行显著性分析 ($p < 0.05$ 时差异显著, $p < 0.01$ 时差异极显著)。

2 结果与讨论

2.1 不同销售场所 4 种蔬菜农药残留情况监测

结果

表 1 为上海青、生菜、菜心、油麦菜 4 个品种共 80 份样品的农药残留检测数据, 从中可以看出, 湛江市 4 种蔬菜的农药残留超标情况较少, 采集样品基本上为合格产品, 但是所有样品均检出有机磷和氨基甲酸酯类农残, 农残检出率为 100%。造成农药残留的可能原因有: 一是, 在蔬菜的种植过程中, 农户超限

量施用高浓度的农药, 许多蔬菜经高剂量喷洒后, 仍未渡过安全食用的间隔期, 即被采摘上市, 造成了微量残留; 二是, 蔬菜农残量的大小, 也受季节性的影响, 一些当季蔬菜, 产量高时间短, 农药的使用也会随之大大降低, 现在正值春夏交替, 高温多雨, 蔬菜易腐烂不易保存, 因此, 农药的使用量也会增加^[14]; 三是, 在蔬菜的种植地区, 存在由于水源的原因与其他农作物的农药使用产生交叉污染现象。80 个样品中, 有 3 个样品农残超标, 超标率为 0.094%, 超标样品均为上海青。徐来潮^[15]采用相同的方法, 对 2009~2015 年绍兴市农贸市场和超市采集的蔬菜中有机磷农残进行了检测, 结果显示, 有机磷残留的检出率和超标率分别为 16.5% 和 6.7%。王艳莉等^[16]对 2011~2015 年南京市市售蔬菜农残情况进行检测, 结果表明蔬菜有机磷农残检出率和超标率分别为 18.6% 和 4.9%, 氨基甲酸酯类农残检出率和超标率分别为 5.8% 和 3.6%。与之相比, 湛江市市售蔬菜农残检出率相对过高, 但是超标率低, 提示湛江市有机磷和氨基甲酸酯类农药使用情况普遍, 但是农残对蔬菜安全影响的风险在可接受范围内。

表 1 不同销售场所 4 种蔬菜农药残留情况

Table 1 The pesticide residues in 4 breeds of vegetables obtained from different markets

样品名称	样品来源	乙酰胆碱酯酶抑制率/%				
		第 1 d	第 2 d	第 3 d	第 4 d	第 5 d
上海青	沃尔玛	99.68±0.00	18.02±0.04	24.05±0.08	17.52±0.03	19.04±0.02
	南华	24.39±0.01	50.64±0.01	18.13±0.03	10.98±0.04	1.18±0.03
	寸金	5.83±0.06	17.67±0.01	6.02±0.02	5.27±0.01	1.82±0.02
	燕岭	32.31±0.01	14.60±0.03	28.16±0.01	14.75±0.02	100.00±0.00
生菜	沃尔玛	30.73±0.03	8.78±0.02	35.50±0.06	21.20±0.03	8.41±0.02
	南华	17.25±0.05	14.94±0.07	16.41±0.05	40.80±0.03	21.61±0.01
	寸金	10.84±0.06	12.75±0.05	24.39±0.01	9.26±0.05	9.11±0.03
	燕岭	6.80±0.04	14.69±0.05	32.77±0.02	6.80±0.06	10.80±0.03
菜心	沃尔玛	28.39±0.02	12.45±0.09	14.67±0.04	12.48±0.05	14.26±0.02
	南华	13.87±0.04	7.34±0.05	40.22±0.02	13.10±0.02	6.62±0.02
	寸金	5.95±0.01	23.13±0.05	9.56±0.05	9.60±0.01	2.51±0.00
	燕岭	15.21±0.01	2.30±0.01	20.28±0.02	14.75±0.02	10.42±0.03
油麦菜	沃尔玛	14.31±0.02	14.90±0.04	16.36±0.04	14.83±0.01	0.69±0.02
	南华	34.42±0.02	14.02±0.09	17.13±0.03	20.97±0.02	6.24±0.06
	寸金	5.85±0.05	0.82±0.00	23.97±0.01	4.96±0.02	4.67±0.01
	燕岭	0.07±0.00	0.82±0.01	34.15±0.02	2.99±0.03	17.94±0.03

对所有数据进行统计分析可知, 不同销售场所的 4 种蔬菜的农残检出率各不相同, 南华市场和寸金市场的 4 种蔬菜的农残量均较稳定。4 种蔬菜乙酰胆碱

酯酶的平均抑制率均小于 50%, 上海青农残情况最为严重, 其次分别为生菜、菜心和油麦菜, 这说明农药残留量与蔬菜的品种有关。猜测可能原因为: 一是,

不同蔬菜受虫害侵扰的情况不同,若自身抗虫能力强,则喷洒农药的机率也就大大降低;二是,上海青属于北方菜种,若需运输到南方销售,为了保证一定的蔬菜品质,农药的使用不可避免。不同销售场所上海青样品结果显示,沃尔玛超市(35.66%)和燕岭超市(37.96%)所售样品乙酰胆碱酯酶平均抑制率显著高于南华市场(21.06%)和寸金市场(7.32%),但是各组数据的偏差都较大,这是由于上海青的农残情况很不稳定,波动非常大而引起的。湛江市售上海青绝大部分为外地菜,南华和寸金市场销售较少,且经常出现过水现象。而超市为了延长上海青的货架期,一般未过水,这可能是超市上海青农残含量较高的原因之一。此外,超市在蔬菜的采购检测入库等方面可能存在监管不到位的现象,导致库内贮存的蔬菜质量参差不齐,部分种类蔬菜农药超标情况比较严重。

2.2 不同洗涤方法对蔬菜有机磷和氨基甲酸酯类农药残留的影响

酯类农药残留的影响

鉴于消费者对于农残去除的关注度日益上升,选取农残情况较为稳定的菜心和油麦菜为材料,采用日常生活中常用的清水、盐水、淘米水和食用小苏打水对两种蔬菜进行洗涤,通过计算和比较不同洗涤方法对蔬菜中农残的去除率,从而选出最佳的清洗方法。

2.2.1 清水洗涤对蔬菜农药残留的影响

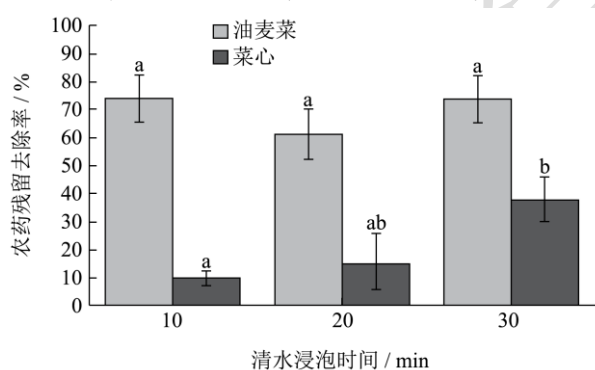


图1 清水洗涤对油麦菜和菜心中农药残留的影响

Fig.1 Effect of water washing on the pesticide residues in romaine lettuce and flowering Chinese cabbage

注:不同字母代表样品间的显著差异($p < 0.05$)。下同。

如图1所示,清水洗涤对油麦菜中的农残具有较好的去除作用,清水浸泡10 min即可去除74.00%±8.51%的农残,浸泡油麦菜30 min的农残去除效果(73.66%)与浸泡10 min差异不大($p > 0.05$),而用清水浸泡20 min油麦菜中农残的去除效果(61.02%)较差。这可能是因为有机磷农药是有机化合物农药,接触时间较短时,清水浸泡有利于其溶解析出,但是

由于油麦菜表面具有蜡质层,浸泡时间过长,农药会附着到表层,反而使得农残去除率降低^[17]。清水洗涤对菜心中农残的去除效果较差,浸泡30 min仅能去除37.63%的农残。这可能是由于菜心与油麦菜中农残成分的不同,以及两种蔬菜菜叶表面结构的不同导致的。

2.2.2 盐水洗涤对蔬菜农药残留的影响

盐水具有高渗透压,用盐水浸泡时,不但能够去除吸附在蔬菜菜叶表面的农药,还可加快溶出蔬菜内部的农药残留,从而起到去除农残的效果^[18]。如图2所示,盐水洗涤对油麦菜和菜心中的农残均具有较好的去除效果,采用浓度为10%的盐水浸泡20 min时农残去除率最大,油麦菜为96.26%,菜心为65.88%。但是,当浸泡时间延长到30 min,农残去除率反而降低(油麦菜为59.84%,菜心为36.13%)。这是因为盐水浓度比蔬菜组织细胞中的细胞液浓度大,使细胞液中的可溶性农药随之渗透到盐水中,从而使其在蔬菜中的残留量减少。但增加浸洗时间,渗透压的变化使盐水中农药倒吸回蔬菜中,使蔬菜再次受到污染,导致残留量又有所回升^[19],所以用盐水浸泡蔬菜时间不宜过长。

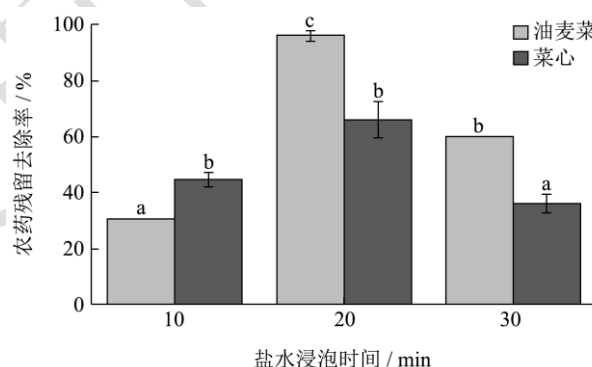


图2 盐水洗涤对油麦菜和菜心中农药残留的影响

Fig.2 Effect of salt water washing on the pesticide residues in romaine lettuce and flowering Chinese cabbage

2.2.3 淘米水洗涤对蔬菜农药残留的影响

淘米水是碱性的,有机磷农药在碱性条件下容易发生水解,主要是由于其磷酸酯结构中磷原子的亲电性增强,容易受羟基攻击而发生水解^[20]。由图3可知,淘米水洗涤对油麦菜中农残的去除效果较好,但是对菜心中农残的去除效果差。用淘米水浸泡油麦菜10 min可使农残去除率达到88.97%,而采用淘米水浸泡菜心20 min农残去除率仅达到32.46%。实验结果显示,用淘米水浸泡蔬菜的时间不是越长越好,这是因为有机磷农药属于脂溶性物质,而蔬菜菜叶表面具有蜡质层,两者接触时,蔬菜表面容易发生农药的吸附和富集^[21]。此外,淘米水呈碱性,长时间的浸泡或是清洗过程的物理作用会破坏蔬菜的表层组织,使蔬菜

受到洗脱出来的农药的污染^[22]。

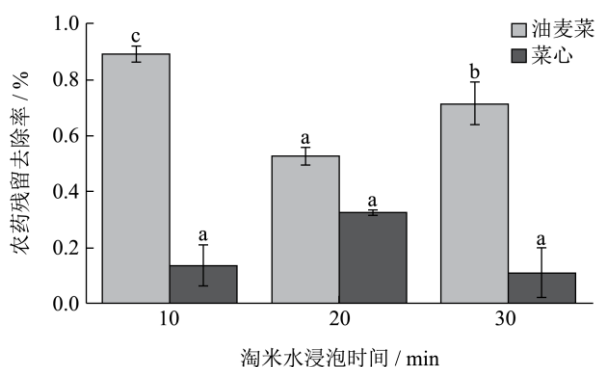


图3 淘米水洗涤对油麦菜和菜心中农药残留的影响

Fig.3 Effect of rice washing water washing on the pesticide residues in romaine lettuce and flowering Chinese cabbage

2.2.4 小苏打水洗涤对蔬菜农药残留的影响

小苏打水呈碱性，可去除蔬菜中的有机磷农药。如图4所示，食用小苏打水对油麦菜中的农残有较高的去除率，浸泡10 min即可使去除88.35%的农残，随着浸泡时间的增加，油麦菜中农残的去除率在减小，这是因为小苏打呈碱性，长时间的浸泡会使油麦菜受到洗脱出来的农药残留的污染^[23]。因此，采用小苏打浸泡油麦菜时，不是浸泡时间越长越好，应该控制在10 min左右。而采用小苏打浸泡菜心，浸泡时间为30 min才可达最大的农药残留去除率（54.17%）。

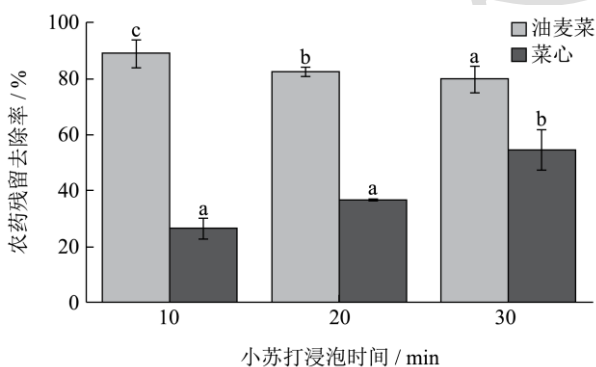


图4 小苏打水洗涤对油麦菜和菜心中农药残留的影响

Fig.4 Effect of edible baking soda water washing on the pesticide residues in romaine lettuce and flowering Chinese cabbage

综上所述，同一清洗方法对不同蔬菜农残去除效果差异较大，同一蔬菜对不同清洗方法的去除效果也有较大差异，这与张艳丽等^[24]和刘伟森等^[21]的研究结果一致。这可能是由于不同的蔬菜所含农残的种类、含量和其降解情况都有所差异，以及不同蔬菜菜叶表面结构的不同导致的。在对应的最佳的浸泡时间下，比较四种洗涤方法对油麦菜和菜心中农残的去除效果可知，清水洗涤对油麦菜和菜心中农残的去除效果最差，盐水洗涤去除效果最好。张艳丽等^[24]研究也证实

清洗方法对青菜中有机磷农药的去除效果从高到低依次为2%盐水、10%碱水、淘米水和清水，与本文最佳浸泡时间下的数据趋势基本一致。因此，在日常清洗蔬菜时，可采用盐水浸泡的方法，以除去较多的农残。淘米水洗涤蔬菜也可以达到较好的农残去除效果，作为日常生活中清洗大米剩余的废水，用淘米水清洗蔬菜可避免水资源的浪费，环保卫生。

3 结论

本次实验选取的湛江市4个不同销售场所销售的四种蔬菜80个样品的农残检出率为100%，不合格率为0.094%。农药的残留量与蔬菜品种有关，所采蔬菜样品中，上海青农残情况最为严重，其次分别为生菜、菜心和油麦菜。清水、盐水、淘米水和小苏打水洗涤四种洗涤方法均对蔬菜中的农残有一定的去除效果，但都未完全除去农残。浸泡方法和浸泡时间均对蔬菜中农残去除率有影响，采用质量分数为10‰的盐水浸泡20 min均可使油麦菜和菜心达到最大的农残去除率。

参考文献

- [1] LI Zhi-xia, NIE Ji-yun, YAN Zhen, et al. Risk assessment and ranking of pesticide residues in Chinese pears [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2015, 14(11): 2328-2339
- [2] CHEN Zeng-long, DONG Feng-shou, XU Jun, et al. Management of pesticide residues in China [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2015, 14(11): 2319-2327
- [3] 张俊,王定勇.蔬菜的农药污染现状及农药残留危害[J].农村经济与科技,2004,15(3):16-17
ZHANG Jun, WANG Ding-yong. Current situation of pesticide pollution and hazard of pesticide residues in vegetables [J]. Rural Economy and Science, 2004, 15(3): 16-17
- [4] ZHANG Ming-hua, Michael R Zeiss, SHU Geng. Agricultural pesticide use and food safety: California's model [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2015, 14(11): 2340-2357
- [5] 范宝光,王红梅,袁云,等.农药残留对食品安全的影响及其控制措施[J].中国农业信息,2015,13(6):28-30
FAN Bao-guang, WANG Hong-mei, YUAN Yun, et al. Effect of pesticide residues on food safety and its control measures [J]. China Agricultural Information, 2015, 13(6): 28-30
- [6] LIU Yong-sheng, WEI Xuan. Food Supply chain risk management situation evaluation model based on factor

- analysis [J]. *International Business and Management*, 2016, 12(2): 40-46
- [7] WANG Pu-qing, HUANG Ji-ang-quan. Research on vegetable supply chain management for quality safety [C]// 2010 International Conference on E-Product E-Service and E-Entertainment. Washington, DC, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2010: 7-9
- [8] 谢俊平,李慧琴,梁科,等.速测卡法快速检测蔬菜中有机磷和氨基甲酸酯类农药残留[J].食品安全质量检测学报, 2018,9(6):1269-1274
- XIE Jun-ping, LI Hui-qin, LIANG Ke, et al. Rapid Detection of organophosphorus and carbamate pesticide residues in vegetables by test paper [J]. *Journal of Food Safety and Quality*, 2018, 9(6): 1269-1274
- [9] 赵家允.酶抑制法检测蔬菜中有机磷农药残留[J].农村经济与科技,2018,29(4):152-153
- ZHAO Jia-yun. Detection of organophosphorus pesticide residue in vegetables by enzyme inhibition method [J]. *Rural Economy and Science*, 2018, 29(4): 152-153
- [10] 王丹丹.不同洗涤方法对果蔬中农药残留去除率的探究[J].食品安全导刊,2017,27: 86
- WANG Dan-dan. Comparative research on removing pesticide residues from vegetable and fruit with different detergents [J]. *China Food Safety Magazine*, 2017, 27: 86
- [11] 金晓辉.浅析GB/T 5009.199-2003农残速测酶抑制率法[J].现代农业,2014,27(5):36-38
- JIN Xiao-hui. Analysis on the pesticide residues rapid detection by enzyme inhibition method according to national standard GB/T 5009.199-2003 [J]. *Modern Agriculture*, 2014, 27(5): 36-38
- [12] JIN Sheng-ye, XU Zhao-chao, CHEN Ji-ping, et al. Determination of organophosphate and carbamate pesticides based on enzyme inhibition using a pH-sensitive fluorescence probe [J]. *Analytica Chimica Acta*, 2004, 523(1): 117-123
- [13] GB 2763-2016,食品安全国家标准食品中农药最大残留限量[S].北京:中国标准出版社,2017
- GB 2763-2016, National Food Safety Standard 'Maximum Residue Limits for Pesticides in Food [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017
- [14] 王艳树,马涛,王琴,等.酶抑制法检测蔬菜中农药残留存在的不足及提高检测准确性的途径[J].现代农业科技,2017, 17(1):104-105
- WANG Yan-shu, MA Tao, WANG Qin, et al. Shortage and ways to improve the accuracy of enzyme inhibition method to detect pesticide residues in vegetables [J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2017, 17(1): 104-105
- [15] 徐来潮,吴红苗.2009-2014年绍兴市蔬菜中有机磷农药残留[J].卫生研究,2016,45(2):328-330
- XU Lai-chao, WU Hong-miao. Residue situation of organophosphorus pesticides in vegetables in shaoxing between 2009 and 2014 [J]. *Journal of Hygiene Research*, 2016, 45(2): 328-330
- [16] 王艳莉,谢国祥,郭宝福,等.2011-2015年南京市售蔬菜中农药残留污染状况和膳食暴露分析[J].现代预防医学,2017, 44(9):1583-1588
- WANG Yan-li, XIE Guo-xiang, GUO Bao-fu, et al. Current situation and dietary exposure assessment of pesticide residues in vegetables in Nanjing, 2011-2015 [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2017, 44(9): 1583-1588
- [17] 沈群超,蒋开杰,吴华新.不同清洗方式对百菌清等3种杀菌剂残留的去除效果[J].现代农药,2010,9(3):31-33
- SHEN Qun-chao, JIANG Kai-jie, WU Hua-xin. Study on removal rate of three fungicides by different washing methods [J]. *Modern Agrochemicals*, 2010, 9(3): 31-33
- [18] 黄炳海,杨则恒.果蔬洗涤盐的研制[J].盐业与化工,2015, 44(12):43-45
- HUANG Bing-hai, YANG Ze-heng. Manufacture of fruit and vegetable washing salt [J]. *Journal of Salt and Chemical Industry*, 2015, 44(12): 43-45
- [19] 王海凤,王俊斌,何新益,等.浸洗方式对几种蔬菜中甲拌磷残留的去除效果研究[J].食品与机械,2013,29(4):76-78
- WANG Hai-feng, WANG Jun-bin, HE Xin-yi, et al. Removal of phorate residue in several vegetable by different washing methods [J]. *Food and Machinery*, 2013, 29(4): 76-78
- [20] 孙祥祥,张丰香,曹梦迪,等.蔬菜农药残留情况及不同清洗和存储方式对农残的影响[J].现代农业科技,2017,19(22): 91-93
- SUN Xiang-xiang, ZHANG Feng-xiang, CAO Meng-di, et al. Pesticide residues in vegetables and effects of different cleaning and storage ways on pesticide residues [J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2017, 19(22): 91-93

(下转第 15 页)