

四川区域内食用林产品质量安全因子风险分析研究

付卓锐 郑 窈 吴 斌 黄伊嘉 杨 凌 莫开林

(四川省林业科学研究院,四川成都 610066)

摘 要: 本研究根据调查区域内食用林产品资源分布特点,选取 A、B、C 等地,以特色食用林产品核桃、花椒和竹笋为研究对象,对其产品及各区域森林土壤进行抽样调查,分析该区域食用林产品质量安全因子的风险。结果表明,抽样核桃几乎无农药残留,抽样花椒虽有农药残留但无超标,抽样鲜竹笋存在局部区域性农药喷洒过量,有部分超标;不同地区 3 种食用林产品样品各重金属指标含量有一定差异,这与各自生长区森林土壤中重金属含量有关联性,属部分矿区地质性因素造成。

关键词: 食用林产品;质量安全因子;风险分析

中图分类号: S759.3 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2015)06-0062-07

Research on the Risk Analysis of Edible Forest Product Quality Safety Factors in Sichuan Areas

FU Zhuo-rui ZHENG Tiao WU Bin HUANG Yi-jia YANG Ling MO Kai-lin

(Sichuan Academy of Forestry, Chengdu, 610066, China)

Abstract: In this study, according to the characteristic distribution area of edible forest product resources. Three regions (A, B, and C) were selected, and the characteristic edible forest products including walnuts, zanthoxylums and bamboo shoots were taken as research targets to carry out a sampling investigation on the products and forest soil, so that analysis was made of the risk of edible forest product quality safety factors. The results showed that: there were almost no pesticide residues in the walnut samples; the pesticide residues existed in the zanthoxylum samples but were under the standard; and the bamboo shoot samples were excessively sprayed with pesticides regionally, which were partly beyond standard. The heavy metal index contents of the three edible forest product samples in different areas had certain differences, which were relative to the heavy metal contents of their forest soil as a result of geological factors of some mining areas.

Key words: Edible forest product, Quality safety factors, Risk analysis

研究大区域(四川)内分布有核桃、板栗、花椒、银杏、油橄榄、各种笋类等名优特新经济林,还有薇菜、葛根等各种森林山野蔬菜,这些都是生态、安全、优质、营养的食用林产品原料^[1]。目前该大区域有涉林企业近 2 万家以上,随着经济发展和工业化进程的加快,环境的恶化以及食用林产品加工过程中的人为因素产生的安全问题等都会给食用林产品质

量安全带来风险^[2-3]。

本研究选择核桃、花椒和竹笋 3 种特色食用林产品,结合其各自的生长以及加工特点,根据国家标准体系中对它们安全性指标的控制,有目的地选择其各自的质量安全因子指标进行测定,全面开展研究工作^[4]。

收稿日期: 2015-08-13

基金项目: 四川省公益性科研院所基本科研项目(JB201515)。

作者简介: 付卓锐(1983-),女,硕士研究生,从事森林食品检验及监测工作。E-mail: 85908408@qq.com。

通讯作者: 莫开林(1970-),男,高级工程师,从事林产品质量安全检验监测工作。E-mail: mokailin@126.com。

1 材料与方法

1.1 材料

2013年5月~2015年6月,根据四川区域森林资源的大致分布情况,将食用林产品资源分为东(D地、E地、F地等)、南(G地、H地、I地等)、西(A地、J地、B地、K地)、北(L地、M地等)4个区域,根据食用林产品资源特色分布的情况^[5],在这几个区域中选取特色产地,随机抽取样品。

核桃资源分布较广^[6],在4个区域选代表性地区——F、C、A、B、K、L地,各抽取20个,共计120个核桃样品;花椒主要分布在东、南、西区域^[7],在C、D、A、B、K地,各抽取20个样品,共计100个花椒样品;竹笋主要分布在东和南区域^[8],在N、C、H、G、W、I地,各抽取20个样品,共计120个竹笋样品;分别在4个区域以产品共有地区为原则选择D、C、A、B、K、L地,随机抽取森林土壤样品各40个,土壤样品共计240个。样品材料总共580个。

1.2 方法

1.2.1 安全因子指标的选择

查阅大量资料,根据国家标准、农业部标准、林业标准、环境标准和地方标准,综合以下原则进行指标选择。

首先,根据食用林产品生长的环境问题和生长管理中的需要选择指标,有效进行重金属类指标和农药类指标的筛选。第二,根据不同的食用林产品种类及各自加工特点选择指标,分析各特色食用林产品潜在的危毒成分指标和可能从外界带入的有毒有害物指标。第三,根据国家标准体系中对各食用林产品进行监测的内容选择指标,这其中包括物理性质检验、营养成分检验、化学性质检验和卫生性检验。

最后结合本项目的食用林产品安全内容和目标,指标筛选如下:

(1) 核桃检验指标:砷、汞、铅、镉、敌敌畏、乙酰甲胺磷、乐果、毒死蜱、倍硫磷、辛硫磷、敌百虫、杀螟硫磷。

(2) 花椒检验指标:砷、汞、铅、铜、氰戊菊酯、溴氰菊酯、六六六、滴滴涕。

(3) 竹笋检验指标:砷、汞、铅、镉、敌敌畏、乙酰甲胺磷、乐果、毒死蜱、倍硫磷、辛硫磷、敌百虫、杀螟硫磷、百菌清、三唑酮、氯氰菊酯、氰戊菊酯、溴氰菊酯、多菌灵、甲萘威、抗蚜威。

(4) 森林土壤检验指标:砷、汞、铅、镉、铬、铜。

1.2.2 指标检测方法与限量依据

将选定的区域主要特色食用林产品及其环境土壤等580个批次的样本,按照筛选出的安全因子指标,依据相关标准,分别进行分析测试工作,森林土壤指标检测方法与限量依据为《食用林产品产地环境通用要求 LY/T 1678-2006》,详细参数依据如表1所示。

表1 森林土壤指标检测方法与限量依据

序号	检测产品/类别 项目/参数	检测标准(方法)名称 及编号(含年号)
1	镉	GB/T 17141-1997
2	汞	GB/T 22105.1-2008
3	砷	GB/T 22105.2-2008
4	铅	GB/T 17141-1997
5	铜	GB/T 17138-1997

食用林产品指标检测方法与限量为《食用林产品质量安全通则 LY/T 1777-2008》,详细参数依据如表2所示。

表2 森林产品指标检测方法与限量依据

序号	检测产品/类别 项目/参数	检测标准(方法)名称 及编号(含年号)
1	砷	GB/T 5009.11-2003
2	汞	GB/T 5009.17-2003
3	铅	GB/T 5009.12-2010
4	镉	GB/T 5009.15-2003
5	铜	GB/T 5009.13-2003
6	敌敌畏	NY/T 761-2008
7	乐果	NY/T 761-2008
8	杀螟硫磷	NY/T 761-2008
9	倍硫磷	NY/T 761-2008
10	辛硫磷	NY/T 761-2008
11	敌百虫	NY/T 761-2008
12	乙酰甲胺磷	NY/T 761-2008
13	毒死蜱	NY/T 761-2008
14	甲萘威	NY/T 761-2008
15	溴氰菊酯	NY/T 761-2008
16	氰戊菊酯	NY/T 761-2008
17	氯氰菊酯	NY/T 761-2008
18	抗蚜威	GB/T 5009.104-2003
19	三唑酮	NY/T 761-2008
20	多菌灵	GB/T 23380-2009
21	百菌清	NY/T 761-2008

将筛选出的指标,分别依据表1和表2国家标准中的分析测试方法对全部样本进行各自的安全指标测定,对数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 各类产品在不同地区的质量安全状况分析

2.1.1 核桃在不同地区的质量安全状况

对测定出的数据进行整理,分析核桃在不同地

区的质量安全状况。

表3 不同地区抽样核桃各指标超标数量

地区 指标	F	C	A	B	K	L
镉 Cd	0	0	0	0	0	0
铅 Pb	1	7	8	8	7	8
砷 As	0	0	0	0	0	0
汞 Hg	0	0	0	0	0	0
敌敌畏	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ
乐果	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ
乙酰甲胺磷	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ
毒死蜱	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ
倍硫磷	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ
辛硫磷	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ
杀螟硫磷	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ
敌百虫	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ

表3表示核桃样品指标数据依据《LY/T1777-2008 食用林产品 质量安全通则》的限量值得出的超标数量,从表中可得到以下结论:(1)本研究核桃样本中农药残留,均为未检出,客观地反映了核桃几乎无农药残留的情况;(2)以上地区核桃铅超标情况依次为A、B、L>C、K>F。

表4表示不同地区核桃样品重金属各指标的含量均值,可得如下结论:(1)A地抽样核桃镉(Cd)含量均值显著高于B、K、L和C地,F地核桃样品镉

(Cd)含量均值显著低于其他几个地区,不同地区核桃样品镉(Cd)含量均值大小依次为A>B、L、K、C>F;(2)A、B、K、L和C地抽样核桃的铅(Pb)含量均值差异不显著,但都显著高于F地;(3)A、B、K、L地抽样核桃的砷(As)含量均值差异不显著,但都显著高于F和C地,C地核桃样品砷(As)含量显著高于F地;(4)以上6个地区抽样核桃的汞(Hg)含量均值差异不显著。

表4 不同地区核桃样品重金属含量均值(mg·kg⁻¹)

地区 指标	F	C	A	B	K	L
镉 Cd	0.016 cd	0.027 b	0.035 a	0.029 b	0.028 b	0.019 c
铅 Pb	0.144 c	0.198 b	0.207 a	0.200 ab	0.203 a	0.190 b
砷 As	0.0393 d	0.0417 c	0.0589 a	0.0492 b	0.0537 ab	0.0499 b
汞 Hg	0.0029 a	0.0021 ab	0.0025 ab	0.0025 ab	0.0029 a	0.0023 ab

注:表中同列数据后小写英文字母不同者表示经邓肯氏新复极差测验差异显著(P<0.05)

分析表3和表4核桃在不同地区的质量安全状况如下:(1)食用林产品核桃农药几乎无残留;(2)核桃样本重金属超标情况中,镉(Cd)、砷(As)、汞(Hg)指标无超标,铅(Pb)指标超标较多有标准限量的原因,在《NY 5307—2005 无公害食品落叶果树坚果》标准中要求铅≤0.4 mg·kg⁻¹,但《LY/T1777-2008 食用林产品 质量安全通则》中坚果要求铅≤0.2 mg·kg⁻¹;(3)不同地区核桃样品重金属各指标的含量均值表,直观的看出A、B、K、L、C地的抽样核桃镉(Cd)、铅(Pb)、砷(As)含量均值都显著高于F,经查阅资料,C地有煤矿、铁矿、铜矿和铅矿等分布,A地处于著名的裂谷成矿带,K地和B地矿产资源也比较丰富^[9];(4)总体来看,食用林产品核桃有害物污染残留的情况较少,质量安全状况较好。

2.1.2 花椒在不同区域的质量安全状况

对测定出的数据进行整理,分析花椒在不同地区的质量安全状况。

表5 不同地区抽样花椒各指标超标数量

地区 指标	C	D	A	B	K
铜 Cu	0	0	0	0	0
铅 Pb	2	0	3	2	2
砷 As	0	0	1	1	0
汞 Hg	0	0	1	0	0
六六六	未检出 ρ	有检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ
滴滴涕	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ
氰戊菊酯	有检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ
溴氰菊酯	未检出 ρ	有检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ	未检出 ρ

表5表示花椒样品指标数据依据《GB 2762-2012 食品安全国家标准 食品中污染物限量》和《DB51/T 708-2007 无公害林产品 青花椒》得出的

超标数量,可得到以下结论:(1)本研究花椒样本中农药残留较少,虽个别有检出,但均无超标情况;(2)以上地区花椒重金属铜(Cu)含量W地超标,铅(Pb)含量超标情况出现在A、B、和K地,A地和B地各有1例砷(As)超标,1例汞(Hg)超标出现在A地。

表6表示不同地区花椒样品重金属各指标的含量均值,可得到如下结论:(1)C、A、B、K地抽样花椒铜(Cu)含量均值显著高于D地花椒样品,C、A、B、K地抽样花椒铜(Cu)含量均值差异不显著;(2)A地抽样花椒的铅(Pb)含量均值显著高于其他4个地区,C、K、B地抽样花椒的铅(Pb)含量均值差异不显著,但都显著高于D地;(3)A、B、K地抽样花椒的砷(As)含量均值差异不显著,但都显著高于C地和D地,C地和D地抽样花椒的砷(As)含量均值差异不显著;(4)以上5个地区抽样花椒的汞(Hg)含量均值差异不显著。

表6 不同地区花椒样品重金属含量均值($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

地区 指标	C	D	A	B	K
铜 Cu	4.664 a	2.840 c	4.491 ab	4.358 b	4.541 ab
铅 Pb	0.872 b	0.704 d	0.965 a	0.778 c	0.829 bc
砷 As	0.0512 c	0.0475 cd	0.0643 ab	0.0612 a	0.0632 ab
汞 Hg	0.0054 b	0.0067 ab	0.0079 a	0.0073 a	0.0074 a

注:表中同列数据后小写英文字母不同者表示经邓肯氏新复极差测验差异显著($P < 0.05$)

分析表5和表6花椒在不同地区的质量安全状况如下:(1)该区域特色食用林产品花椒在生长过

程中,农药喷洒适量,抽样花椒农药无超标情况;(2)不同地区花椒样本重金属各指标均值表现中,C、A、B、K地铜Cu含量和铅Pb含量都比D地高,主要原因可能是区域西部和北部矿产区较多的地质性因素造成;(3)总体来看,该区域特色食用林产品花椒基本上保持了合格的品质,表中各地区花椒样本铜和铅指标均值基本反映了各地区位置的地质属性。

2.1.3 竹笋在不同区域的质量安全状况

对测定出的数据进行整理,分析竹笋在不同地区的质量安全状况。

表7表示鲜竹笋样品指标数据依据《LY/T1777-2008 食用林产品 质量安全通则》的限量值得出的超标数量,可得到以下结论:(1)本研究鲜竹笋样本中农药残留较少,大部分的样品和指标都未有残留和超标,在个别地区存在,个别指标农药滥用超标现象,如N地鲜竹笋样品的毒死蜱指标全部检出存在,且有4个超标;H地有1个鲜竹笋样品多菌灵超标;G地有2个鲜竹笋样品多菌灵超标。(2)以上5个地区鲜竹笋样品重金属超标情况为:镉(Cd)超标鲜竹笋样本中C地有3个,G地和I地各有2个,H地和W地各有1个;铅(Pb)超标鲜竹笋样本数量依次为G>C>H、I>W;I地有1个鲜竹笋样本砷(As)超标;鲜竹笋样本汞(Hg)超标为0;N地抽样鲜竹笋重金属全部合格。

表7 不同地区抽样竹笋各指标超标数量

指标	分区	N	C	H	G	W	I
镉 Cd		0	3	1	2	1	2
铅 Pb		0	4	3	5	2	3
砷 As		0	0	0	0	0	1
汞 Hg		0	0	0	0	0	0
敌敌畏		未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0
乐果		未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0
乙酰甲胺磷		未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0
毒死蜱		全检出 4	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0
倍硫磷		未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0
辛硫磷		有检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0
杀螟硫磷		未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0
敌百虫		未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0
氰戊菊酯		未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0
溴氰菊酯		未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0
氯氰菊酯		未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0
多菌灵		有检出 0	未检出 0	有检出 1	有检出 2	未检出 0	未检出 0
百菌清		未检出 0	有检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0
三唑酮		未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0
甲萘威		全检出 0	全检出 0	全检出 0	全检出 0	全检出 0	全检出 0
抗蚜威		有检出 0	未检出 0	有检出 0	未检出 0	未检出 0	未检出 0

表8 表示不同地区鲜竹笋样品重金属各指标的

含量均值,可得到如下结论:(1)C地和G地抽样鲜

竹笋镉(Cd)含量均值差异不显著,但显著高于表中其他几个地区,H、W和I地鲜竹笋样品镉(Cd)含量均值差异不显著,但显著高于N地;(2)G、C、H、I地抽样鲜竹笋的铅(Pb)含量均值差异不显著,但都显

著高于W和N地鲜竹笋样品;(3)表中6个地区抽样鲜竹笋的砷(As)含量均值差异不显著;(4)表中6个地区抽样鲜竹笋的汞(Hg)含量均值差异不显著。

表8 不同地区竹笋样品重金属含量均值($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

地区	N	C	H	G	W	I
镉 Cd	0.017 d	0.031 a	0.024 b	0.029 a	0.021 bc	0.025 b
铅 Pb	0.061 cd	0.099 ab	0.085 b	0.107 a	0.069 c	0.084 b
砷 As	0.0361 bc	0.0394 a	0.0385 ab	0.0389 ab	0.0382 b	0.0379 b
汞 Hg	0.0019 b	0.0022 ab	0.0025 a	0.0021 ab	0.0023 a	0.0020 ab

注:表中同列数据后小写英文字母不同者表示经邓肯氏新复极差测验差异显著($P < 0.05$)

分析表7和表8鲜竹笋在不同地区的质量安全状况如下:(1)该区域特色食用林产品鲜竹笋在生长过程中,存在区域性农药喷洒过量,抽样鲜竹笋农药有部分超标情况出现,反映了操作人员安全意识淡薄,为盈利从外界将有毒有害物带入食用林产品中的现象;(2)不同地区鲜竹笋样本重金属各指标均值表现中,C、G、H、I地区样本的镉含量和铅含量较高于其他2个地区样本,查阅资料发现上述4个地区矿产资源较多,有部分矿区分布,在一定程度上影响了鲜竹笋中重金属的含量;(3)总体来看,四川区域特色食用林产品鲜竹笋,大部分保持了合格的品质,但仍需要加强对相关人员的意识宣传,尤其是食用林产品的质量安全操作。

2.2 各地区森林土壤质量安全状况分析

对测定出的数据进行整理,分析6个地区森林土壤的质量安全状况。

表9表示森林土壤样品指标数据依据《LY/T 1678-2006 食用林产品产地环境通用要求》的限量值得出的超标数量,可得到以下结论:(1)森林土壤样品镉(Cd)超标数量依次为-A>K>C、B>D、L地;(2)森林土壤样品铅(Pb)超标数量依次为-C、A>K>L>B、D地;(3)森林土壤样品铜(Cu)超标数量依次为-C>A>K、B地,L和D地土壤样品Cu超标为0;(4)森林土壤样品铬(Cr)超标数量依次为-A>C>L>K地,B和D地土壤样品Cr超标

为0;(5)C、A、K、L地土壤样品各有1例汞(Hg)超标;(6)K地土壤样品有1例砷(As)超标。

表9 不同地区抽样森林土壤各指标超标数量

分区	D	C	A	B	K	L
镉 Cd	2	3	5	3	4	2
铅 Pb	2	5	5	2	4	3
铜 Cu	0	5	4	1	1	0
铬 Cr	0	4	5	0	2	3
汞 Hg	0	1	1	0	1	1
砷 As	0	0	0	0	1	0

表10表示各地区森林土壤重金属各指标的含量均值,可得到如下结论:(1)A地和C地土壤样品镉(Cd)含量均值差异不显著,但显著高于表中其他几个地区,其他几个地区的土壤样品镉(Cd)含量均值差异不显著;(2)A地土壤样品铅(Pb)含量显著高于表中其他几个地区土样品,其他几个地区土壤样品铅(Pb)含量均值差异不显著;(3)C地土壤样品铜(Cu)含量显著高于其他几个地区土样品,A、B、K、L地土壤样品铜(Cu)含量显著不显著,但显著高于D地土样品;(4)A、C和K地土壤样品中铬(Cr)含量均值差异不显著,显著高于B、L、D地土壤样品;(5)表中6个地区抽样森林土壤的汞(Hg)含量均值差异不显著;(6)A、C和K地土壤样品中砷(As)含量均值差异不显著,但显著高于B、L、D地土壤样品。

表10 各地区森林土壤重金属含量均值($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

分区	D	C	A	B	K	L
镉 Cd	0.209 cd	0.239 ab	0.246 a	0.229 b	0.231 b	0.214 c
铅 Pb	35.997 cd	39.887 b	43.169 a	38.275 bc	39.994 b	36.061 c
铜 Cu	34.901 e	58.299 a	56.574 b	53.883 c	52.927 cd	54.895 bc
铬 Cr	61.267 e	73.244 ab	74.881 a	69.992 c	72.893 b	65.517 d
汞 Hg	0.088 b	0.108 a	0.098 ab	0.081 bc	0.099 ab	0.087 b
砷 As	7.026 d	8.943 a	8.570 ab	7.827 c	8.549 ab	7.543 cd

注:表中同列数据后小写英文字母不同者表示经邓肯氏新复极差测验差异显著($P < 0.05$)。

分析表 9 和表 10 森林土壤在不同地区的质量安全状况如下: (1) 区域森林土壤指标超标数量表中,能大致看出,超标指标种类和数量较高的地区有 A 地和 C 地,重金属含量均值表中显示, A 地和 C 地镉(Cd)、铅(Pb)、铜(Cu)、铬(Cr)、砷(As)的含量均值也比表中其他区要高,查阅资料得知, A 地和 C 地的矿产种类资源丰富,为该区域的主要矿产区,表中数值一定程度上反映了这些地区的食用林产品基地土壤环境质量状况。(2) 各地区森林土壤汞(Hg)含量均值差异不显著,但存在个别样品超标,这可能和人类的工业活动不断增多以及环保意识薄弱有关。

2.3 区域食用林产品质量安全因子的风险分析

根据上述分析结果,发现食用林产品农药残留主要是人为造成,加大安全教育和控制监管力度,可以把农药残留各指标因子的风险减小到最低限度。但区域内食用林产品重金属各指标因子的风险大部分来源于各地区土壤环境质量,故选择 C 地和 A 地两个典型产矿区域,初步评价和筛选影响该区域特色食用林产品的重金属安全因子指标。

表 11 C 地森林土壤及 3 种食用林产品重金属含量均值($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)和超标数(个)

	镉 Cd		铅 Pb		铜 Cu		汞 Hg		砷 As	
	均值	超	均值	超	均值	超	均值	超	均值	超
土壤	0.239	3	39.887	5	58.299	5	0.108	1	8.943	0
核桃	0.027 b	0	0.198 b	7	—	—	0.0021 b	0	0.0417 b	0
花椒	—	—	0.872 a	0	4.664	0	0.0054 a	0	0.0512 a	0
竹笋	0.031 a	3	0.099 c	4	—	—	0.0022 b	0	0.0394 bc	0

注:表中同列数据后小写英文字母不同者表示经邓肯氏新复极差测验差异显著($P < 0.05$)

2.3.2 A 地两种特色食用林产品重金属因子指标风险分析

表 12 表示 A 地森林土壤及 2 种食用林产品重金属含量均值和超标数,可得到如下结论:(1) A 地食用林产品中,花椒样品除含铜量指标无对比,其含铅量、含汞量、含砷量均值都显著高于核桃样品,客

2.3.1 C 地 3 种特色食用林产品重金属因子指标风险分析

表 11 表示 C 地森林土壤及 3 种食用林产品重金属含量均值和超标数,可得到如下结论:(1) C 地食用林产品中,花椒样品除含铜量指标无对比,其含铅量、含汞量、含砷量均值都显著高于核桃和竹笋样品,客观反映了花椒对森林土壤中重金属的富集能力比核桃和竹笋强;(2) 核桃和竹笋样品中汞含量和砷含量差异均不显著,且超标数都为 0,侧面反映了这 2 种样品中汞和砷指标超标的风险较小;(3) 竹笋样品中的镉含量显著高于核桃样品,且 C 地竹笋样品中有 3 个镉超标,说明竹笋的镉含量超标有一定的风险;(4) 核桃样品中的铅含量显著高于竹笋样品,但 C 地核桃和竹笋样品中铅含量超标分别有 7 个和 4 个样品,说明核桃和竹笋的铅含量超标有一定的风险;(5) C 地核桃样品中除铅含量超标数有 7 个,其他 3 种重金属指标超标数均为 0,说明核桃重金属铅含量超标的风险比核桃中镉、汞、砷含量超标的风险大。

观反映了花椒对森林土壤中重金属的富集能力比核桃强;(2) A 地核桃样品中除铅含量超标数有 8 个,其他 3 种重金属指标超标数均为 0,说明核桃重金属铅含量超标的风险比核桃中镉、汞、砷含量超标的风险大。

表 12 A 地森林土壤及两种食用林产品重金属含量均值($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

	镉 Cd		铅 Pb		铜 Cu		汞 Hg		砷 As	
	均值	超	均值	超	均值	超	均值	超	均值	超
土壤	0.246	5	43.169	5	56.574	4	0.098	1	8.570	0
核桃	0.035 a	0	0.207 b	8	—	—	0.0025 b	0	0.0589 b	0
花椒	—	—	0.965 a	3	4.491	0	0.0079 a	1	0.0643 a	1

3 结论

(1) 四川区域特色食用林产品核桃几乎无农药

残留;花椒在生长过程中,农药喷洒适量,抽样花椒农药无超标情况;鲜竹笋在生长过程中,存在区域性农药喷洒过量,抽样鲜竹笋农药有部分超标情况出现。食用林产品农药残留主要是人为造成,建议加

大安全教育和控制监管力度,以把农药残留各指标因子的风险减小到最低限度。

(2) 不同地区3种食用林产品样品各重金属指标含量有一定的差异,主要原因可能与各自生长区森林土壤中重金属含量有关联性,属区域内部分矿区地质性因素造成,本研究一定程度上反映了这些地区的食用林产品基地土壤环境质量状况,也反映出该区域食用林产品重金属各指标因子的风险大部分来源于各地区土壤环境质量。

(3) 区域特色食用林产品花椒对森林土壤中重金属的富集能力比核桃和竹笋强,安全风险相对较高;核桃、花椒和竹笋3种食用林产品中汞和砷指标超标的风险相对较小;核桃重金属铅含量超标的风险比核桃中镉、汞、砷含量超标的风险相对较大;竹笋的铅含量和镉含量超标有一定的风险性。

参考文献:

- [1] 李春红. 四川林业建设的实践与思考[J]. 四川林业科技, 2009, 30(1).
- [2] 陈幸刚, 张海林. 食用林产品安全问题的研究[J]. 中国林副特产, 2008(4): 88~89.
- [3] 肖吟. 加强食用林产品安全的监测促进食用林产品产业可持续发展[J]. 中国农业信息, 2012: 394.
- [4] 朱杰丽, 柴振林, 尚素微, 等. 浙江省食用林产品认证现状及对策研究[J]. 食品科学, 现代农业科技, 2010(0): 346~48.
- [5] 苏哲民. 四川林业产业发展特色初显[J]. 中国绿色时报, 20131107, B01.
- [6] 韩华柏, 罗成荣, 慕长龙, 等. 秦巴山区森林绿色食品的产业化发展研究[J]. 经济林研究, 2003, 21(2): 28~0.
- [7] 吴银明, 李佩洪, 杨琳, 等. 四川花椒种质资源调查与资源圃的建立[J]. 2011, 36(6).
- [8] 杨冬生. 论加快四川竹产业的发展[J]. 2004(3).
- [9] 秦震. 四川的板块构造与矿产资源[J]. 四川地质学报, 1981, 2(1): 23~30.