

文章编号: 1000-5692(2007)05-0550-05

浙江省杨梅产地环境条件评价及 无公害生产关键措施

王白坡, 程晓建, 符庆功, 喻卫武, 王 慧

(浙江林学院 林业与生物技术学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 从无公害杨梅 *Myrica rubra* 生产层面分析了产地土壤条件, 果实安全质量以及生产组织的实施和关键措施, 探讨浙江省无公害杨梅生产现状。结果表明, 检测的产地土壤未检出农药残留, 除部分产地未检出汞外, 6种重金属均能检出, 各元素平均质量分数从大到小排列顺序为铅、铬、砷、铜、镉、汞, 但其污染指数大小排列却是镉、铬、铅、砷、汞、铜。除个别样点汞超标外, 97.14%的样点符合无公害土壤质量规定的要求。果实中镉、砷和铜均能检出, 有1/3样品未检出汞, 1个未检出铅。2批样品中分别有94.12%和90.70%样品符合水果元素国家标准。超标的样品中均为镉占首位, 其次为铅。这些样点多在乡镇工业发达产区和公路干线附近。果实重金属污染指数大小排名为铅、镉、砷、铬、汞、铜, 与土壤污染指数排列顺序相似。果实中重金属元素污染指数与土壤对应污染指数的大小有一定相关。无公害生产关键: 园地应远离污染源, 避免被动污染; 严格规范施肥、用药和无公害生产规定。表3参8

关键词: 经济林学; 杨梅; 无公害生产; 土壤环境质量; 重金属; 关键措施

中图分类号: S667.6; X24 **文献标志码:** A

农产品质量安全关系到人类安全和健康, 受到社会极大关注。农产品受污染途径, 一是农林业生产环境受到工业“三废”(废水、废渣、废气)及城乡有毒生活废物的影响, 二是化肥、农药和其他化学物质的滥用和使用不当^[1]。杨梅 *Myrica rubra* 是浙江省第二大水果, 深受人们喜爱。2002年制定了《浙江省地方标准: 无公害杨梅》^[2] 指导生产。为此, 开展产地环境质量和果实质量安全检测^[3,4] 以及实施无公害杨梅生产以来进展情况的调查研究, 对深入推进无公害杨梅生产, 发挥资源优势, 树立安全消费意识, 提高市场竞争力, 实现杨梅产业可持续经营都有着重要意义。

1 材料和方法

1.1 样品采集

根据浙江省杨梅产地分布和无公害生产项目的要求, 2004年6~7月以200hm²为1个采样点的布点法, 在慈溪、黄岩、温州、仙居、余姚、临海、文成和上虞等8个县(市、区)杨梅园采集有代表性土壤样品35份。每样点按0~20cm和20~40cm土层各取土1kg。土样经风干、研碎和过筛备用。个别产地按灌溉水质量检测要求, 提供分析结果。此外, 在上述8个产地对应点以及萧山、兰溪、乐

收稿日期: 2006-12-14; 修回日期: 2007-04-10

基金项目: 浙江省科学技术重大项目(021102537)

作者简介: 王白坡, 教授, 从事果树园艺等研究。E-mail: pzxoo@126.com

清和宁海产地, 按要求采集果实样品分析^[3]。每样点分别调查园地周边环境情况以及肥料和农药使用情况。

1.2 检测方法

所有样品委托有检验资质的机构根据无公害食品产地环境质量要求, 分别按 GB/T 1714, GB/T 1736, GB/T 1734, GB/T 17140, GB/T 17137, GB/T 17138 和 GB/T 14550 中的规定, 对土壤中重金属和农药残留进行分析。铜(Cu), 铬(Cr), 镉(Cd)和铅(Pb)采用 PE-5000 型原子吸收分光光度计分析, 汞(Hg)和砷(As)用 AFS-1201 原子荧光光度计检测。每样品测定 2 个平行样, 取其算术平均值作为测定结果。采用单项污染指数对污染程度进行评价。单项污染物评价公式为: 单项污染指数= 污染物检测值 / 污染物限值。本文的污染物限值是按公布的无公害食品产地环境标准计算。污染物指数小于 1 表明该项目未受污染, 大于 1 表示受到该污染物的污染。

2 结果与分析

2.1 产地环境质量

2.1.1 灌溉水质量 上虞杨梅产地灌溉水检测结果(表 1)显示, 所检的 8 项指标污染指数 < 1, 符合规定要求。

2.1.2 产地土壤环境质量 土壤中重金属元素和农药残留量等有害物质对果实质量安全影响最大。在检测的 35 个土样中, 除黄岩、临海和文成 3 个产地未检出汞外, 其他产地 6 种元素都能检出(表 2), 其中个别样点汞超标, 污染指数大于 1。除此之外, 所有样点 6 种重金属元素和农药残留量都低于无公害果园土壤标准。6 种元素平均质量分数以铅为最高, 其他分别为铬、砷、铜、镉和汞。以平均

表 1 浙江省上虞杨梅产地灌溉水水质检测和评定

Table 1 Test and evaluation of irrigation water in Shangyu

检测项目	检测结果	污染限值	单项污染指数
pH 值	5.54	5.50~8.50	
总汞/(mg·L ⁻¹)	0.000 22	≤0.001	0.220
总镉/(mg·L ⁻¹)	0.0014	≤0.005	0.280
总砷/(mg·L ⁻¹)	0.025	≤0.100	0.250
总铅/(mg·L ⁻¹)	0.081	≤0.100	0.810
总铬(六价)/(mg·L ⁻¹)	0.004	≤0.100	0.040
氯化物/(mg·L ⁻¹)	3.360	≤250.00	0.013
氰化物/(mg·L ⁻¹)	0.009 6	≤0.500	0.019
氟化物/(mg·L ⁻¹)	0.170	≤3.000	0.056

污染指数排列大体是镉>铬>铅>砷>汞>铜。镉指数以临海为最大, 其次为温州和上虞, 分别为 0.57, 0.40 和 0.35, 铬以慈溪为最高, 其次是余姚等地, 砷指数以上虞和温州为最大, 分别为 0.28 和 0.26, 铅则以临海和温州为最大, 上述各项污染指数均超过其平均值。由此可见, 各产地污染程度不同, 乡镇工业发达地方相对较重, 而文成、仙居等山区各项污染指数多小于平均值, 污染较轻。总体而言, 除个别样点汞超标外, 各元素污染指数均小于 1, 土壤质量合格率为 97.14%。浙江省杨梅园与陕西省苹果 *Malus pumila* 园相比^[4], 铅大约高出 4 倍, 其他 5 种除个别略高外, 大都低于陕西省。铅质量分数高是土壤背景值高还是环境污染引起有待探讨。

2.2 土壤环境质量对果实质量安全的影响

13 个产地采集的 53 个果实样品分析表明(表 3), 各产地果实样品中平均镉、汞、铅、砷和铜质量分数分别为 0.004 119, 0.000 880, 0.059 780, 0.047 960 和 0.459 000 mg·kg⁻¹。果实中镉、砷、铜和铅元素均能检出, 但却有 37.25% 样品未检出汞, 这与黄岩和临海等地, 土壤汞质量分数极低未能检出相一致, 表明汞污染范围相对较小。根据无公害水果元素限量标准^[5], 在总样品中分别有 3.80% 和 1.96% 的样品镉和汞超标, 94.12% 的样品符合果品质量安全标准。此外, 浙江省林产品质量检测站, 2004 年从全省杨梅产地、批发和农贸市场采集到的 75 个果实样品检测结果显示, 总样品中分别有 5.33% 和 2.66% 的样品镉和铅超标, 1.33% 样品农药残留超标, 产品合格率为 90.70%。二批样品检测结果均表明, 镉污染较为普通, 而镉超标多在乡镇工业较发达产地。以果实平均污染指数大小排列顺序为铅>镉>砷>铬>汞>铜。对照土壤中 6 种元素含量可以看出, 土壤中重金属元素质量分数与果实中对应元素无直接联系, 这与姜培坤等^[6]对雷竹 *Phyllostachys praecox* 笋重金属含量研究

结果^[9]相似。但从果实和土壤重金属污染指数观察,果实重金属元素污染指数与土壤对应指数大小有一定相关。果实重金属元素中铅污染指数最高,特别是靠近交通繁忙路侧的杨梅园,其果实铅含量比远离公路的果实高1倍左右。从表2~3显示,文成和仙居杨梅园土壤污染程度都较小,其果实对应污染指数多数小于或接近平均值。可见园地环境质量对果实质量安全有显著影响。

表2 浙江省杨梅产地土壤环境质量分析

Table 2 Soil environmental quality in *Myrica rubra* home of Zhejiang

检测项目	不同产地检测结果								均值	最大值	最小值	土壤标准
	慈溪	余姚	上虞	黄岩	临海	温州	仙居	文成				
pH 值	5.80	5.30	5.10	5.30	5.40	6.01	5.17	5.08				
砷(As)/ (mg·kg ⁻¹)	4.380 1 (0.11)	8.564 7 (0.21)	11.316 1 (0.28)	8.780 4 (0.21)	8.129 6 (0.20)	10.791 2 (0.26)	7.063 6 (0.17)	4.997 0 (0.13)	8.002 9 (0.20)	15.709 1	3.392 7	≤40.0
镉(Cd)/ (mg·kg ⁻¹)	0.042 0 (0.14)	0.092 3 (0.31)	0.104 0 (0.35)	0.086 3 (0.29)	0.172 6 (0.57)	0.122 1 (0.41)	0.067 7 (0.23)	0.079 3 (0.26)	0.095 7 (0.32)	0.210 2	0.054 4	≤0.3
铬(Cr)/ (mg·kg ⁻¹)	99.601 1 (0.66)	57.683 9 (0.38)	39.473 2 (0.26)	9.504 0 (0.06)	22.648 4 (0.15)	17.475 4 (0.12)	8.034 5 (0.05)	13.363 5 (0.09)	33.473 0 (0.22)	120.000 0	3.977 7	≤150.0
铅(Pb)/ (mg·kg ⁻¹)	22.720 1 (0.09)	35.637 8 (0.14)	43.896 3 (0.18)	61.168 3 (0.24)	87.374 1 (0.35)	77.911 9 (0.31)	38.078 9 (0.15)	56.246 6 (0.22)	52.879 3 (0.21)	120.108 4	32.937 5	≤250.0
铜(Cu)/ (mg·kg ⁻¹)	2.223 1 (0.01)	5.822 1 (0.04)	8.700 2 (0.06)	1.894 0 (0.01)	7.827 4 (0.05)	1.310 4 (0.01)	0.051 2 (0.0003)	0.462 2 (0.003)	3.536 3 (0.02)	16.012 0	未检出	≤150.0
汞(Hg)/ (mg·kg ⁻¹)	0.027 1 (0.09)	0.034 0 (0.11)	0.032 0 (0.12)	未检出	未检出	0.071 9 (0.24)	0.020 0 (0.07)	未检出	0.023 1 (0.08)	0.854 7	未检出	≤0.3
六六六/ (mg·kg ⁻¹)	0.003 3		0.008 6									≤0.5
DDT/ (mg·kg ⁻¹)	0.003 4		0.001 7									≤0.5

说明:括号内数值为污染指数。

表3 果实品质安全分析

Table 3 Analysis of *Myrica rubra* fruit safe-quality

产地	检测元素/(mg·kg ⁻¹)				
	镉(Cd)	汞(Hg)	铅(Pb)	砷(As)	铜(Cu)
慈溪	0.007 406 (0.25)	0.001 211 (0.12)	0.063 600 (0.32)	0.017 500 (0.04)	0.375 400 (0.04)
余姚	0.007 200 (0.24)	0.000 756 (0.08)	0.070 500 (0.35)	0.018 370 (0.04)	0.415 000 (0.04)
上虞	0.005 600 (0.19)	0.001 000 (0.10)	0.041 500 (0.21)	0.012 000 (0.02)	0.460 000 (0.05)
临海	0.006 020 (0.20)	0.002 290 (0.23)	0.043 600 (0.22)	0.065 330 (0.13)	0.593 330 (0.06)
黄岩	0.001 438 (0.05)	0.000 791 (0.08)	0.048 833 (0.24)	0.076 500 (0.15)	0.541 660 (0.05)
温州	0.003 868 (0.13)	0.001 205 (0.12)	0.070 200 (0.35)	0.059 400 (0.12)	0.686 000 (0.07)
仙居	0.001 952 (0.06)	0.001 041 (0.10)	0.051 300 (0.26)	0.075 500 (0.15)	0.316 500 (0.03)
兰溪	0.004 550 (0.15)	0.001 239 (0.12)	0.105 300 (0.53)	0.072 250 (0.14)	0.452 500 (0.05)
萧山	0.005 800 (0.19)	0.001 000 (0.10)	0.076 000 (0.38)	0.063 000 (0.13)	0.490 000 (0.05)
文成	0.002 320 (0.08)	未检出	0.054 500 (0.27)	0.034 500 (0.07)	0.300 000 (0.03)
宁海	0.000 730 (0.02)	未检出	0.041 000 (0.21)	0.058 000 (0.12)	0.360 000 (0.03)
乐清	0.002 500 (0.08)	0.001 120 (0.11)	0.051 000 (0.26)	0.020 000 (0.04)	0.520 000 (0.05)
均值	0.004 119	0.000 880	0.059 780	0.047 690	0.459 144
最大	0.070 000	0.012 600	0.150 000	0.096 000	1.320 000
最小	0.000 380	未检出	0.005 300	0.008 000	0.160 000
限量标准	≤0.03	≤0.01	≤0.20	≤0.50	≤10.00
平均污染指数	0.14	0.09	0.30	0.10	0.05

说明:果实中 DDT 等多种农药残留均未检出。

2.3 无公害杨梅系列标准的制定和组织实施

为了规范、指导全省无公害杨梅生产,2002年,浙江省林业厅提出制定浙江林业省级无公害杨

梅标准决定, 浙江林学院等单位着手起草, 制定了《浙江省地方标准: 无公害杨梅》^[2], 由浙江省质量技术监督局发布实施。在此基础上, 黄岩、临海、上虞、慈溪和仙居等主产地, 根据当地实际相继制定了地方标准或无公害生产管理辦法等方案和文本, 完善了无公害杨梅生产标准化体系。同时建立起无公害高效栽培示范基地和示范点, 组织杨梅种植大户考察、学习和培训, 大力宣传, 发动果农参与, 要求在生产中按标准规定进行施肥、用药和管理。有的产区项目实施组织与农户签订责任书、承诺书, 监督执行, 无公害生产纳入规范化管理。在项目实施过程, 重视无公害标准化生产基地建设和环境条件认证, 慈溪、上虞、临海等产地有条件基地经国家和省级有资质机构检测和评判被确立为无公害产地。经农业部和浙江省农业厅有关机构检测, 一批果品被确定为无公害农产品。在硬件建设上, 有的产地投入资金完善生产基地和杨梅园道路系统, 建设果品冷库、厂房和加工设备, 改善果品储藏加工环境。

2.4 杨梅无公害生产关键技术

2.4.1 品种选择 选择抗性强, 适应当地生态环境, 有良好经济性状和地方特色品种^[7]。以一个品种为主体, 形成品种规模优势, 适当增加早熟、晚熟和大果型品种。可发展品种除荸荠种、东魁、晚稻杨梅和丁香梅等 4 大良种及其优良株系外, 还可种植临海早大梅、桐子梅、深红种、迟色和大炭煤等良种。

2.4.2 园地远离污染源 新建杨梅基地应远离车辆繁忙的公路干线和有污染源工业区, 避免大气中铅、砷、镉和锌等的污染。

2.4.3 增强树势, 提高抗性 树势衰弱, 树体微气候阴湿, 易诱发病虫害, 增加农药使用机会, 造成污染。为此, 栽植密度以 285 ~ 495 株·hm⁻² 为好, 长势强品种宜稀, 不宜用先密后疏的栽植模式。采用自然开心圆头形, 树势旺直立性强品种用疏散分层形, 实行大枝修剪法^[8], 以利树冠内膛有足够光照, 抑制病虫危害, 减少用药。

2.4.4 科学合理用药, 避免污染 使用高效、低毒、低残留农药如百菌清、代森锰锌等; 禁用高毒、高残留农药如久效磷、氧化乐果等; 中毒农药如甲氰菊酯等每年限用 1 次, 按照农药间隔期使用农药。采前 40 d 禁用任何药剂。做好冬季清园, 减少越冬病虫源。利用黑光灯诱杀鳞翅目 Lepidoptera 成虫, 尽量减少农药的使用, 减少对环境和果品直接污染。

2.4.5 合理使用肥料和其他化学药剂 使用合格化肥, 不用含大量重金属元素的劣质化肥。勿过量施用氮肥, 避免硝酸盐过量积累。慎用可能含大量重金属元素的城乡垃圾和污泥。大果型品种提倡人工疏果, 一般品种采用疏花枝疏果, 不用化学成分不明的药剂进行疏花疏果或保果。园地土壤管理采用自然生草法, 严禁使用化学除草剂。

3 讨论

土壤中重金属含量和农药等残留是衡量土壤污染的标志。检测表明, 土壤中均未检出农药残留, 这可能与杨梅通常不施药或少用农药有关。土壤中 6 种重金属元素都能检出, 但有 51.40% 样点未检出汞, 看来汞污染并不普遍, 个别样点汞超标, 据查可能是大量施用有毒生活垃圾造成汞污染。6 种重金属中镉平均污染指数最高为 0.32, 污染指数均小于 1。除个别样点汞超标外, 检测产地 94.29% 样点符合杨梅无公害产地土壤规定的要求。

在受检的 2 批样品中, 分别有 94.12% 和 90.70% 的样品符合水果元素国家标准, 这些样品涵盖了浙江省 13 个县(市、区)产地和当地主栽品种, 基本上能反映出果品安全质量现状。2 批中后者合格率比前者大约减少 3 个百分点, 可能与采集面广, 随机性更大有关。两者都是镉超标比例最大, 分别为 3.80% 和 5.33%, 其次为铅。可见在 6 种重金属中, 镉污染最为普遍。分别以果实和土壤重金属污染指数分析, 果实中元素污染指数与土壤对应元素污染指数大小有一定相关。镉超标样点多在产地乡镇工业发达地方, 铅则多在公路干线附近, 而相对于仙居和文成等地山区则污染较小。可见, 产地环境质量对生产无公害杨梅有重要影响。因此, 新建无公害杨梅园应远离污染源, 大片杨梅园基地附近应禁止建设有污染源的工业。对杨梅而言, 受大气污染是被动, 而土壤和果实直接污染往往是生产

者造成。生产者应严格按无公害生产规定进行施肥、用药和生产管理,确保产品质量安全,以利杨梅产业可持续发展。

参考文献:

- [1] 刘君璞, 章力建, 曹尚银, 等. 我国果树生产中的立体污染[J]. 果树学报, 2006, 23(1): 85-90.
- [2] 浙江省质量技术监督局. 浙江省地方标准: 无公害杨梅[S]. 浙江省林业局. 浙江省森林食品安全质量标准汇编. 杭州: 杭州出版社, 2002.
- [3] 程晓建, 王白坡, 符庆功, 等. 浙江省杨梅果实重金属含量水平及其评价[J]. 江西农业大学学报, 2006, 28(1): 50-54.
- [4] 张林森, 梁俊, 武春林, 等. 陕西苹果园土壤重金属含量水平及其评价[J]. 果树学报, 2004, 21(2): 103-105.
- [5] 聂继云, 董雅凤. 果园重金属污染的危害与防治[J]. 中国果树, 2002(1): 44-47.
- [6] 姜培坤, 徐秋芳, 罗煦钦, 等. 雷竹笋重金属含量及其与施肥关系[J]. 浙江林学院学报, 2004, 21(4): 424-427.
- [7] 王白坡, 郑勇平, 黎章矩, 等. 浙江省杨梅资源的利用及其生态效益[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(2): 155-160.
- [8] 王白坡, 戴文圣, 程晓建, 等. 低丘红壤上良种杨梅表现及早实高产栽培技术[J]. 浙江林学院学报, 1998, 15(3): 244-249.

Evaluation of pollution-free *Myrica rubra* production in Zhejiang Province

WANG Bai-po, CHENG Xiao-jian, FU Qing-gong, YU Wei-wu, WANG Hui

(School of Forestry and Biotechnology, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: Soil condition (pesticide residue and heavy metals concentration) and heavy metals concentration in *Myrica rubra* (China bayberry) fruits were analyzed by atomic absorption spectrophotometer PE-5000 and atomic fluorescence spectrophotometer AFS-1201 to understand the actual production of pollution-free *Myrica rubra* fruits. 35 soil samples collected in Cixi, Huangyan, Wenzhou, Yuyao, Linhai, Xianju, Wencheng and Shangyu of Zhejiang Province, and the fruit samples were collected Ninghai, Yueqing, Xiaoshan, Lanxi of Zhejiang Province except of the above plots, including two batches. Most sample spots were at the side of a town industry region and highways. The pollution index equals to determined value divided by limited value. Results showed that in the soil, pesticide residue was undetected with six heavy-metals (Cd, Pb, As, Cr, Hg, and Cu) being discovered in most production regions. Average content of the heavy-metal in the soil was ranked in the order of Pb > Cr > As > Cu > Cd > Hg, while the pollution index was Cd > Cr > Pb > As > Hg > Cu. The percentage of 97.14% of the samples in the production regions met the pollution-free soil quality standard. However, in all of the fruit samples, Cd, As, and Cu were detected; in most Pb was found; and in two-thirds Hg was present. In the research, 94.12% and 90.70% of the two batch samples accorded with the national fruit standard. The maximum heavy-metal in the soil samples that was above the standards was Cd followed by Pb. Planting site avoided pollution, normative fertilization and pesticide applications were necessary in the production of pollution-free *M. rubra* fruits. [Ch, 3 tab. 8 ref.]

Key words: cash forest; *Myrica rubra*; pollution-free production; soil environmental quality; heavy metals; key measures