

兰州百合产地土壤环境质量与肥力状况评价

李瑞琴^{1,2,3}, 白滨^{1,2,3}, 于安芬^{1,2,3}, 徐瑞^{1,2,3}, 郭斌^{1,2,3}

[1. 甘肃省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 农业部农产品质量安全风险评估实验室(兰州), 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所, 甘肃 兰州 730070]

摘要: 针对兰州百合农户分散种植, 以及产地区域跨度大、产地环境复杂多样的现状, 依据国家相关标准, 对兰州百合产地土壤环境质量和肥力状况进行评价分析, 结果显示: 兰州百合产地土壤环境质量等级为“1级”, 为“清洁”水平; 兰州百合产地土壤肥力总体为富钾、富磷, 有机质和氮不足。兰州百合产地环境质量符合绿色食品产地环境质量要求。

关键词: 兰州百合; 产地土壤环境质量; 土壤肥力; 分析评价

中图分类号: S644.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)011-0007-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.11.003

兰州百合(*Lilium davidii* var. *unicolor*)为川百合变种, 已有130多年的种植历史^[1], 其地下鳞茎含糖量高, 粗纤维少, 味醇香甜, 营养丰富, 具有很高的食疗和药用保健作用, 是我国卫生健康委员会审批通过的药食兼用植物^[2]。2017年甘肃省百合种植面积1.31万hm², 产量7.64万t, 产值13.19亿元, 加工企业230多家, 80%的百合销往省外和国际市场, 具有较高的市场知名度。百合产业覆盖兰州市、定西市和临夏州的6个县(区)33个乡(镇)、217个村、3.2万户、

12.04万人, 其中贫困户8850个, 贫困人口3.36万人, 种植百合为主产区农户人均年增加收入2672.2元, 经济效益十分可观, 是甘肃省兰州百合适宜种植山区农民的支柱产业^[3]。百合富含蛋白质、维生素、氨基酸、矿物质、磷脂类等多种营养元素, 百合具有养阴润肺、滋阴清热、清心安神的功效, 主治阴虚久咳、痰中带血、虚烦惊悸、失眠多梦、精神恍惚、痈肿、湿疮等症^[4-8]。

然而, 兰州百合产业经过100多年的自然培育, 特别是经历了最近20多年的大规

收稿日期: 2019-07-12

基金项目: 国家特色农产品质量安全风险评估项目(GJFP2019); 甘肃省科技重大专项(1102NKDJ031); 甘肃省科技支撑项目(1204FKCA129); 甘肃省农业科学院创新专项(2016GAAS59)。

作者简介: 李瑞琴(1969—), 女, 甘肃庆阳人, 副研究员, 主要研究方向为农产品质量安全风险评估、农业标准制修订及农产品营养品质评价等。Email: liruiqin@gsagr.ac.cn。

通信作者: 白滨(1965—), 男, 甘肃镇原人, 副研究员, 主要研究方向为农产品质量安全及农产品营养品质评价等。

- 交种临葵1号的选育及栽培技术[J]. 山西农业科学, 2016, 44(7): 925-926.
- [4] 毕经纬. 食葵芽苗期抗旱性研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2010.
- [5] 刘生瑞. 环县旱地食葵生产现状及发展对策[J]. 甘肃农业科技, 1999(11): 24-25.
- [6] 张智全. 庆阳市生态安全评价与建设途径

[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.

- [7] 高钰, 张金霞, 苏龙. 7个油葵杂交种在宁县引种试验结果[J]. 甘肃农业科技, 2015(4): 38-40.

- [8] 胡莹莹. 黑龙江省食葵生产发展对策研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2014.

(本文责编: 郑立龙)

模栽培, 品种混杂退化及连作障碍问题突出, 特别是产地土壤环境及肥力状况不明、底子不清^[9-10]。针对兰州百合产地区域跨度大、产地环境复杂多样的现状, 依据相关标准, 通过实地调研取样、实验室测试分析, 对百合产地环境质量和肥力状况进行评价分析, 对于促进兰州百合特色产业健康有序发展显得十分迫切和必要。

1 材料和方法

1.1 兰州百合产地布局及概况

兰州市七里河区、西固区、榆中县及其相邻的定西市临洮县、临夏州永靖县的二阴山区是兰州百合的主要种植基地。该区域山大沟深, 沟壑纵横, 植被良好, 海拔 1 700 ~ 2 700 m。降水偏少, 日照充足, 蒸发量大, 气候干燥。春季干旱多风; 夏无酷暑, 降水集中; 秋季凉爽; 冬季寒冷少雪。年平均气温为 8.5 ~ 8.9 ℃, 年平均降水量在 300 ~ 400 mm, 全年日照时数平均 2 446 h, 无霜期在 180 d 以上。农业生产自然灾害主要有旱灾、冻灾、雹灾、风灾、扬沙扬尘及病虫害等。

1.2 采样与分析

于 2016—2018 年春季, 分别在兰州市七里河区、西固区、榆中县及其定西市临洮县、临夏州永靖县, 共 5 个县区的 20 多个乡镇 30 多个村不同海拔高度的百合种植基地采集土壤样品 75 个, 采样原则依据《绿色食品产地环境调查、监测与评价规范》(NY/T 1054-2013) 有关规定。每个样品在采集过程中, 均采用全球定位系统(GPS)定位, 同时对产地海拔高度、土壤类型、前茬作物、肥力状况等进行记录。采样区海拔 2 000 ~ 2 690 m, 供试土壤为砂质壤土和粉砂质壤

土。土壤采样采用对角线布点法, 采集 0 ~ 40 cm 的土壤, 混合均匀, 采用四分法取 1 kg 装入样品袋, 对 pH、砷(As)、汞(Hg)、铅(Pb)、铬(Cr)、镉(Cd)、六六六、DDT 共 8 个项目进行测试分析。

1.3 分析测试方法及仪器

均采用国家标准检测方法, 按照农业行业标准《绿色食品 产地环境质量》(NY/T 391-2013) 中规定的有关分析方法进行。土壤样品采用盐酸-硝酸-氢氟酸-高氯酸四酸消解法, 铅、铬采用火焰原子吸收法测定, 镉用石墨炉原子吸收法测定, 砷和汞采用原子荧光法测定。测试仪器为 RGF-8740 原子荧光光度计、ICE-3500 原子吸收光谱仪。测试过程中的质量控制主要采用国家土壤标准样和平行样控制方法, 以确保测试结果准确可靠。

1.4 土壤重金属污染评价

1.4.1 评价标准 根据兰州百合土壤环境实际现状, 选择《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(GB 15618-2018)、《食用农产品产地环境质量评价标准》(HJ/T332-2006) 和《绿色食品 产地环境质量》(NY/T 391-2013) 作为评价标准。由于研究区百合产地均为旱地, 且土壤 pH 均在 7.5 以上, 因此统一采用标准中的旱田、蔬菜类作物、pH 大于 7.5 的标准值作为评价指标, 各项指标详见表 1。

1.4.2 评价方法 依据《食用农产品产地环境质量评价标准》(HJ/T332-2006) (表 2), 主要采用土壤单项污染指数法, 同时为了突出污染指数最大的重金属对环境的影响和作用, 采用内梅罗污染指数法, 即综合污染指数对最大的单项污染指数进行分析。

表 1 土壤环境质量基本控制项目及指标限量

参评标准	pH	镉 /(mg/kg)	铬 /(mg/kg)	铅 /(mg/kg)	砷 /(mg/kg)	汞 /(mg/kg)
GB 15618-2018(蔬菜)	>7.5	0.35	250	50	20	0.4
NY/T391-2013(绿色食品)	>7.5	0.4	120	50	20	0.35
甘肃省背景值(1993年)		0.087	73.01	22.26	12.58	0.017

土壤单项污染指数(P_i)=土壤污染物实测值/污染物质量标准

$$\text{土壤综合污染指数}(P_{\text{综}})=\sqrt{[(\text{平均单项污染指数}^2+\text{最大单项污染指数}^2)\div 2]}$$

表2 食用农产品产地环境质量分级

环境质量等级	土壤各单项或综合质量指数	等级名称
1	≤0.7	清洁
2	0.7~1	尚清洁
3	>1	超标

1.5 土壤肥力评价

以《绿色食品 产地环境质量》(NY/T 391-

表3 绿色食品产地环境土壤肥力标准

肥力等级	有机质 /(g/kg)	全氮(N) /(g/kg)	有效磷(P) /(mg/kg)	速效钾(K) /(mg/kg)	阳离子代换量 /(cmol/kg)
1	>15	>1.0	>10	>120	>20
2	10~15	0.8~1.0	5~10	80~120	15~20
3	<10	<0.8	<5	<80	<15

表4 兰州百合产地土壤重金属质量分数

种植区域	项目	镉 /(mg/kg)	铬 /(mg/kg)	铅 /(mg/kg)	砷 /(mg/kg)	汞 /(mg/kg)
七里河区	平均	0.26	63.74	31.31	12.66	0.050
	中值	0.26	58.47	30.97	12.44	0.040
	标准偏差	0.03	11.79	3.07	0.79	0.040
西固区	平均	0.25	54.52	28.75	12.39	0.020
	中值	0.24	50.71	27.41	12.25	0.020
	标准偏差	0.06	12.26	3.53	1.01	0.004
永靖县	平均	0.29	58.63	31.84	13.10	0.030
	中值	0.27	56.02	32.52	13.20	0.030
	标准偏差	0.06	9.02	1.85	0.46	0.010
临洮县	平均	0.26	61.80	35.78	12.28	0.020
	中值	0.26	62.10	35.17	11.38	0.020
	标准偏差	0.03	7.79	1.62	2.64	0.003
榆中县	平均	0.21	46.81	23.28	9.30	0.050
	中值	0.21	50.59	24.26	10.27	0.060
	标准偏差	0.04	17.55	2.74	3.18	0.020
七里河区	变异系数	0.12	0.18	0.10	0.06	0.800
西固区	变异系数	0.24	0.22	0.12	0.08	0.200
永靖县	变异系数	0.21	0.15	0.06	0.04	0.330
临洮县	变异系数	0.12	0.13	0.05	0.21	0.150
榆中县	变异系数	0.19	0.37	0.12	0.34	0.400

表5 兰州百合产地土壤重金属质量分数与绿色食品标准限量

类型	pH	镉 /(mg/kg)	铬 /(mg/kg)	铅 /(mg/kg)	砷 /(mg/kg)	汞 /(mg/kg)
实测平均值	>7.5	0.254	57.10	30.19	11.95	0.034
NY/T391-2013 (绿色食品)	>7.5	0.400	120.00	50.00	20.00	0.350

2013)中的旱地标准为评价指标, 各项指标详见表3。

1.6 数据处理与统计方法

数据采用 Excel2007 和 SPSS21.0 进行统计分析和 LSD 多重比较, 分析处理之间差异的显著性。

2 结果与分析

2.1 土壤重金属含量

从表4、表5可知, 重金属汞在百合5个主要产地中的平均质量分数虽然最小, 为0.034 mg/kg, 但是变异系数是5种重金属中最大的, 其中最大的是七里河区, 变异系数

为0.80。重金属镉、铬、铅、砷在5个产地中的平均质量分数分别为0.254、57.10、30.19、11.95 mg/kg, 镉在西固区变异最大, 变异系数为0.24; 铬和砷在榆中县变异最大, 变异系数分别为0.37、0.34; 铅在西固区和榆中县变异最大, 变异系数均为0.12。

2.2 土壤重金属含量变化趋势

从土壤重金属质量分数在兰州百合5个主产区变化(图1~5)可以看出, 除汞外, 其余4种元素在榆中县产地土壤中质量分数均最低; 铅、镉、砷在永靖县百合产地土壤中质量分数均最高。土壤中铬、汞质量分数最大的产地均为七里河区, 极差分别为9.22、0.05 mg/kg; 土壤中铅质量分数最大的区域为临洮县, 极差为7.03 mg/kg, 说明不同产地之间土壤铬和铅有一定的变化幅度; 产地土壤中, 砷、镉质量分数最大的产地均为永靖县, 二者的极差分别为0.71、0.04 mg/kg, 说明产地区域内土壤环境质量砷、镉的变化幅度不大。

2.3 土壤环境质量评价

以《绿色食品产地环境质量标准》作为评价标准时, 兰州百合5个产地土壤环境的重金属检测数据平均值均低于NY/T391-2013(绿色食品)标准中的限量指标值, 说明兰州百合产地环境质量符合国家绿色食品产地环境质量的要求。

以《食用农产品产地环境质量评价标准》(HJ/T332-2006)作为评价标准时, 永靖县镉和临洮县铅的单项污染指数大于0.7, 但综合污染指数均为0.63, 小于0.7(表6), 其他产地的所有重金属的单项污染指数均小于0.7。也就是说, 兰州百合产地土壤环境质量等级为1级, 为“清洁”水平。

表6 兰州百合产地土壤重金属污染指数

产地	单项污染指数					综合污染指数
	镉	铬	铅	砷	汞	
七里河区	0.64	0.53	0.63	0.63	0.16	
西固区	0.62	0.45	0.57	0.62	0.07	
永靖县	0.73	0.49	0.64	0.66	0.08	0.63
临洮县	0.66	0.51	0.72	0.61	0.07	0.63
榆中县	0.53	0.39	0.47	0.46	0.15	

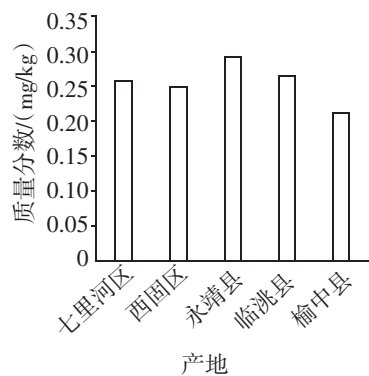


图1 主产区重金属镉分布趋势

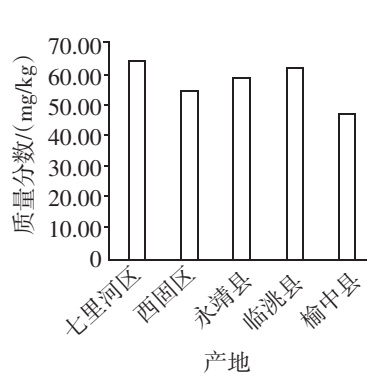


图2 主产区重金属铬分布趋势

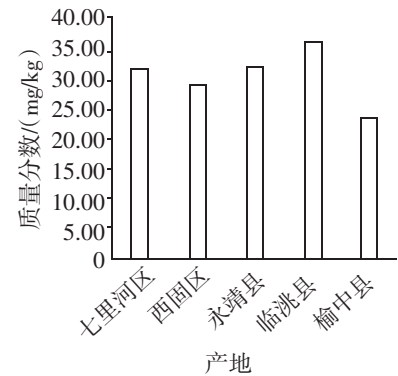


图3 主产区重金属铅分布趋势

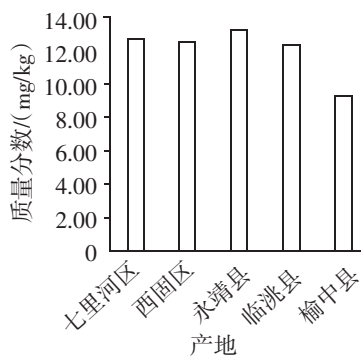


图4 主产区重金属砷分布趋势

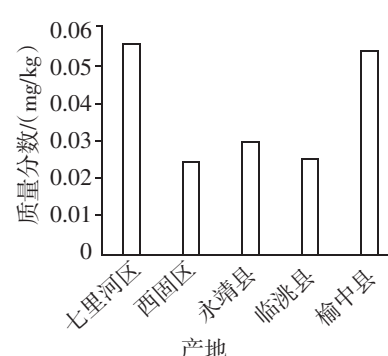


图5 主产区重金属汞分布趋势

表 7 兰州百合产地土壤肥力状况

项目	pH	全盐量 /(g/kg)	有机质 /(g/kg)	全氮 /(g/kg)	有效磷 /(mg/kg)	速效钾 /(mg/kg)
平均	8.42	0.7	12.79	0.56	11.01	242.47
最小值	8.21	0.6	6.04	0.34	3.11	83.00
最大值	8.64	0.8	18.40	0.97	26.10	656.00
标准偏差	0.10	0.1	3.93	0.19	6.83	126.02
变异系数	0.01	0.9	0.31	0.34	0.62	0.52

2.5 土壤肥力状况评价

按照《绿色食品 产地环境质量》(NY/T 391-2013) 标准, 检测兰州百合产地土壤中的 pH、有机质、全氮、有效磷、速效钾、全盐量等 6 项土壤肥力指标结果见表 7。选择旱地土壤肥力标准作为评价依据, 经综合评价, 兰州百合产地土壤有效磷和速效钾处于 1 级状态, 有机质处于 2 级状态, 全氮处于 3 级状态。总体上看, 兰州百合产地土壤富钾、富磷, 有机质和氮不足。百合是地下鳞茎类作物, 施氮肥过多不利于百合长达 90~150 d 的低温贮藏。

3 小结

分析评价表明, 兰州百合产区土壤中, 重金属汞、镉、铬、铅、砷的平均质量分数分别为 0.034、0.254、57.10、30.19、11.95 mg/kg。汞在 5 个产地中的平均质量分数虽然最小, 但是变异系数是 5 种重金属中最大的, 变异系数由大到小依次为: 汞、铬、砷、镉、铅。榆中县产地土壤中铬、砷、镉、铅 4 种元素的质量分数均最低, 铅、镉、砷在永靖县百合产地土壤中质量分数均最高。分析原因可能是榆中近年才开辟的百合新产地。

依据《绿色食品 产地环境质量》标准 (NY/T 391-2013) 评价, 兰州百合产地土壤环境重金属检测平均值均低于标准中的限量指标值, 符合国家绿色食品产地环境质量的要求。依据《食用农产品产地环境质量评价标准》(HJ/T 332-2006) 评价, 兰州百合产地环境质量等级为 1 级, 为“清洁”水平。

兰州百合产地土壤肥力总体为富钾、富磷, 有机质和氮不足。建议兰州百合产地土壤要增施有机肥, 适当补充氮肥, 因地制宜施用磷肥。

参考文献:

- [1] 赵祥云, 王树栋, 陈新露, 等. 百合[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[M]. 北京: 中国医学科学出版社, 2010: 11.
- [3] 周清泉. 兰州百合产业发展现状及对策[J]. 甘肃农业科技, 2016(1): 64-66.
- [4] 吴晓斌, 任凤莲, 邱昌桂, 等. 百合皂苷的提取、纯化及其对自由基的清除作用[J]. 天然产物研究与开发, 2005, 17(6): 777-780.
- [5] 周中流, 石任兵, 刘斌, 等. 卷丹甾体皂苷和酚类成分及其抗氧化活性研究[J]. 中草药, 2011, 42(1): 21-24.
- [6] 李章念. 两种百合中黄酮类物质研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2007.
- [7] 付艳华, 刘湘林, 魏先运. 食用百合引种鉴定和新品系选育研究[J]. 浙江农业科学, 2010(3): 468.
- [8] 李玉帆, 明军, 王良桂, 等. 百合基本营养成分和活性物质研究进展[J]. 中国蔬菜, 2012(24): 7.
- [9] 李瑞琴, 于安芬, 白滨, 等. 食用百合-土壤体系中镉、铅和汞的潜在生态和健康风险[J]. 食品科学, 2016, 37(5): 186-191.
- [10] 石有大, 林玉汇, 崔文娟. 兰州百合高效配方施肥技术[J]. 甘肃农业科技, 2013(7): 61-62.

(本文责编: 陈珩)