

不同产地宁夏枸杞土壤和果实中重金属含量比较研究

齐国亮¹, 郑国琦¹, 张磊¹, 王俊¹, 王彩艳², 张艳²

(1. 宁夏大学 生命科学学院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏农林科学院 农产品质监中心, 宁夏 银川 750002)

摘要:为了研究土壤中重金属含量对枸杞果实重金属含量的影响,采用电感耦合等离子光谱-质谱(ICP-MS)检测法,对全国6个宁夏枸杞主产区的土壤和果实中10种重金属元素(Pb、Cd、Cr、As、Ni、Sr、Li、Y、La、Co)进行测定和比较。结果表明:6个主产区土壤重金属含量存在一定的差异;其中,新疆产区的Cd、Cr、As、Li、Ni、Co、Sr和Y,宁夏产区的Pb和La,河北产区的Pb和La含量相对较高。6个主产区枸杞果实中Pb、As、Ni含量差异不显著,其它重金属元素含量差异显著;其中,宁夏产区果实的Cd和Sr,内蒙古和青海产区果实的Cr,甘肃产区果实的Li,河北和青海产区果实的La、Co和Y含量相对较高。果实中Cd和Sr含量分别与土壤中Pb、La、Li和Li、La呈显著正相关;果实中Y和La的积累分别与果实Co之间的积累具有一定协同作用。总体来看,不同产区土壤均适宜种植宁夏枸杞,枸杞中金属元素含量均未超出国家药材标准。

关键词:宁夏枸杞;土壤;果实;重金属;积累

中图分类号:R 33 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)15-0161-04

宁夏枸杞(*Lycium barbarum* L.)属茄科枸杞属多年生落叶灌木^[1],它既是名贵的中药材,又是中国西北地区重要的经济作物,在促进免疫、抗衰老、抗肿瘤、抗疲劳、保肝、生殖功能保护和改善等方面表现出巨大的潜力^[2]。枸杞果实中微量元素的含量与枸杞的药用价值密切相关,枸杞中既含有多种对人体营养健康有益的微量元素,同时也含有一些有毒害的重金属元素^[3]。2010年版《中国药典》与国外食品药材相关领域总共对中药材中的Pb、Hg、As、Cd、Cu、Cr、Sn、Sb、Ni 9种重金属含量做了严格的限定^[4-5],很多微量元素有害或无害是相对的,有益必需的微量元素,若改变其存在状态或浓度,它就会产生毒害作用^[6]。

目前,关于枸杞土壤和果实中重金属元素含量的报道很多,研究内容主要集中在枸杞果实重金属元素含量测定方法^[7-10]、个别省份之间或对某省(区)内不同产地之间果实重金属含量的比较研究^[11-13]等方面,而关于宁夏枸杞全国主要产区果实重金属元素含量的系统比较,以及与之相关的土壤中重金属元素含量及其对果实重金属元素含量积累的影响等方面的研究尚鲜见报道。

近年来,随着宁夏枸杞在中国西北地区的大量引种栽培,枸杞产品质量和安全已受到人们的广泛关注。因此,该研究针对影响枸杞产品质量安全的重金属因子,利用电感耦合等离子光谱-质谱(ICP-MS)检测法对宁夏枸杞主产区宁夏、内蒙古、河北、新疆、甘肃、青海6个省(区),不同样点的土壤和枸杞果实中Pb、Cd、Cr、As、Ni、Sr、Li、Y、La、Co 10种有毒害重金属元素含量进行测定和比较,为枸杞农业生产和产业发展提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试宁夏枸杞和土壤均取自枸杞主产区宁夏、内蒙古、河北、新疆、甘肃、青海6个省(区)。

1.2 试验方法

根据当前宁夏枸杞在全国主要产地的分布状况,该试验在中国北方宁夏枸杞主要栽培地区的宁夏(中宁、同心、银川、惠农)、内蒙古(杭锦后旗、五原、乌拉特前旗)、新疆(乌苏、高泉、精河)、河北(巨鹿、辛集)、青海(德令哈、格尔木、都兰)、甘肃(靖远、景泰)等地共设置48个采样点。每个采样点均采集北方地区普遍种植的“宁杞1号”品种果实,采集时为了兼顾取样代表性和涵盖面,主要考虑各地区宁夏枸杞的种植面积和栽培年限的一致性。分别于2011年6月下旬到8月中旬采集各地区第一批成熟的枸杞果实进行相关指标的测定,同时采用五点采样法采集每个样点0~40 cm深土壤作为样品,将每个样点的混合土样带回实验室阴干备用^[14]。

1.3 项目测定

1.3.1 土壤和果实重金属元素含量 采用电感耦合等

第一作者简介:齐国亮(1986-),男,硕士研究生,现主要从事药用植物资源学等研究工作。E-mail:qglgsnd@126.com.

责任作者:王俊(1957-),男,教授,博士生导师,现主要从事植物学及植物资源开发利用等研究工作。E-mail:W-jun@nxu.edu.cn.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2009BAI72B02; 2013BAC02B03-02)。

收稿日期:2014-04-21

离子光谱-质谱(ICP-MS)法对土壤和果实中 Pb、Cd、Cr、As、Ni、Sr、Li、Y、La、Co 10 种有毒害重金属元素含量进行测定,样品前处理采用微波消解法,具体测定方法参照王彩艳等^[3]研究。

1.3.2 果实重金属元素富集系数 参照周长征等^[15]方法计算,富集系数=药材中某元素的含量/土壤中某元素的含量。

1.4 数据分析

采用 SPSS 19.0 软件进行数据方差分析和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同产地宁夏枸杞土壤中重金属元素含量

从表 1 可以看出,新疆产区重金属元素种类多且含量高,其中 Cd、Cr、As、Li、Ni、Co、Sr、Y 显著高于其他 5 个省(区),且 Cd 的含量极显著高于其他省区;宁夏产区土壤中 Pb、La 含量显著高于其他 5 个省(区);河北产区土壤中的 Pb、La 含量显著高于甘肃和青海产区。总体来看,甘肃、青海、内蒙古枸杞产区土壤中重金属元素含量较接近。

表 1 不同产地宁夏枸杞土壤中重金属元素含量

Table 1 Contents of heavy metal elements in the soil of

<i>Lycium barbarum</i> L. from different regions mg/kg						
土壤元素 Soil elements	宁夏 Ningxia	内蒙古 Inner Mongolia	河北 Hebei	新疆 Xinjiang	甘肃 Gansu	青海 Qinghai
Pb	16.99 ^{aA}	14.25 ^{bAB}	14.67 ^{bAB}	12.83 ^{bB}	8.80 ^{cC}	6.78 ^{cC}
Cd	0.10 ^{cB}	0.06 ^{cdC}	0.06 ^{cdC}	0.13 ^{aA}	0.07 ^{cdC}	0.05 ^{dC}
Cr	38.11 ^{bA}	23.19 ^{bcB}	22.13 ^{bcB}	41.51 ^{aA}	32.08 ^{abAB}	20.79 ^{cdB}
As	8.68 ^{bA}	5.48 ^{cdB}	5.46 ^{cdB}	10.67 ^{aA}	8.88 ^{bA}	8.95 ^{bA}
Ni	19.49 ^{bAB}	13.11 ^{bB}	12.92 ^{bB}	31.37 ^{aA}	18.67 ^{bAB}	15.10 ^{bB}
Co	6.96 ^{bAB}	4.71 ^{cdB}	4.62 ^{cdB}	8.99 ^{aA}	6.25 ^{bcB}	4.80 ^{dB}
Li	21.60 ^{aAB}	15.88 ^{bBC}	13.04 ^{bcC}	23.09 ^{aA}	13.04 ^{bcC}	9.52 ^{cC}
Sr	199.68 ^{bAB}	108.94 ^{cdC}	83.41 ^{cC}	284.16 ^{aA}	125.70 ^{cdC}	127.62 ^{cdC}
Y	15.09 ^{bB}	8.96 ^{cdC}	8.34 ^{cdC}	23.91 ^{aA}	10.84 ^{cdC}	8.25 ^{cdC}
La	24.02 ^{aA}	17.20 ^{bB}	17.15 ^{bB}	9.72 ^{cC}	7.25 ^{cdC}	5.30 ^{dD}

注:同行平均值后的不同小写和大写字母分别表示不同省份之间在 0.05 和 0.01 水平存在显著差异,下同。

Note: Different lowercase and capital letters following the mean values within the same line indicated significant difference between different provinces at 0.05 and 0.01 levels, respectively, same as below.

表 3

宁夏枸杞果实中重金属元素之间的相关性分析

Table 3

Correlation analysis of heavy metal elements of *Lycium barbarum* L. fruits from different regions

	Pb	Cd	Cr	As	Ni	Co	Li	Sr	Y	La
Pb	1.000									
Cd	-0.040	1.000								
As	-0.063	-0.167	Cr	0.026	-0.090	1.000				
Ni	-0.194	-0.012	-0.073	1.000						
Co	0.011	-0.187	-0.069	-0.287	0.260	1.000				
Li	-0.005	-0.120	0.007	0.024	0.022	-0.075	1.000			
Sr	-0.092	0.146	0.020	-0.075	0.132	-0.243	-0.053	1.000		
Y	0.047	-0.233	0.270	0.176	-0.021	0.344 *	-0.080	-0.115	1.000	
La	-0.104	-0.093	-0.064	0.198	0.216	0.515 **	-0.098	-0.282	0.256	1.000

注: ** 在 0.01 水平上显著相关; * 在 0.05 水平上显著相关,下同。

Note: ** means significant difference at 0.01 level; * means significant difference at 0.05 level, same as below.

2.2 不同产地宁夏枸杞果实中重金属元素含量

从表 2 可以看出,6 个省(区)枸杞果实中 Pb、As、Ni 含量差异不显著。宁夏产区枸杞果实中 Cd、Sr 含量均高于其他 5 个省(区)(Cd 含量与内蒙古产区含量接近),内蒙古和青海产区果实中 Cr 含量显著高于其他 4 个省(区);甘肃产区果实中的 Li 含量显著高于其他 5 个省(区);河北产区果实中 La、Co、Y 含量相对较高,其中 La 含量与青海产区果实含量差异显著,Co 和 Y 含量与青海产区果实含量差异不显著,其果实中的 La、Co 和 Y 含量显著高于宁夏、内蒙古、新疆和甘肃 4 个省(区)。

表 2 不同产地宁夏枸杞果实中重金属元素含量

Table 2 Contents of heavy metal elements in the fruit of

<i>Lycium barbarum</i> L. from different regions mg/kg						
果实元素 Fruit elements	宁夏 Ningxia	内蒙古 Inner Mongolia	河北 Hebei	新疆 Xinjiang	甘肃 Gansu	青海 Qinghai
Pb	0.23 ^{aA}	0.31 ^{aA}	0.37 ^{aA}	0.39 ^{aA}	0.41 ^{aA}	0.31 ^{aA}
Cd	0.05 ^{aA}	0.05 ^{aA}	0.04 ^{bAB}	0.04 ^{abAB}	0.04 ^{abAB}	0.03 ^{bB}
Cr	0.57 ^{abA}	0.63 ^{aA}	0.60 ^{abA}	0.57 ^{abA}	0.50 ^{bA}	0.63 ^{aA}
As	0.13 ^{aA}	0.14 ^{aA}	0.15 ^{aA}	0.13 ^{aA}	0.13 ^{aA}	0.13 ^{aA}
Ni	1.02 ^{aA}	1.00 ^{aA}	0.91 ^{aA}	1.06 ^{aA}	1.03 ^{aA}	1.15 ^{aA}
Co	0.07 ^{bB}	0.07 ^{bAB}	0.10 ^{aA}	0.08 ^{bAB}	0.08 ^{bAB}	0.10 ^{aA}
Li	1.15 ^{bcAB}	1.46 ^{abAB}	0.88 ^{cd}	1.25 ^{abcAB}	1.68 ^{aA}	1.26 ^{abcAB}
Sr	12.85 ^{aA}	10.50 ^{abA}	4.70 ^{cd}	8.05 ^{bAB}	8.32 ^{bAB}	10.10 ^{abA}
Y	0.04 ^{bA}	0.04 ^{bA}	0.05 ^{aA}	0.04 ^{bA}	0.04 ^{bA}	0.06 ^{aA}
La	0.08 ^{bB}	0.09 ^{bAB}	0.14 ^{aA}	0.07 ^{bB}	0.08 ^{bB}	0.09 ^{bAB}

2.3 宁夏枸杞果实与土壤中重金属元素相关性分析

从表 3、4 可以看出,枸杞果实中 Y 与 Co 显著正相关($P < 0.05$),La 与 Co 极显著正相关($P < 0.01$)。表明枸杞果实中 Y、La 与 Co 之间有较好的协同作用,而其它重金属元素之间相关性不显著。由表 4 可以看出,土壤中 Pb、La 与果实中 Cd 极显著正相关($P < 0.01$),土壤中 Li 与果实中 Cd 显著正相关($P < 0.05$)。土壤中 Li 与果实中 Sr 呈显著正相关($P < 0.05$),土壤中 La 与果实中 Sr 极显著正相关($P < 0.01$),其余各元素间相关性不显著。以上结果表明,果实中的 Cd 会随着土壤中 Pb、La 和 Li 含量的增加而增加。同时,果实中的 Sr 含量会随土壤中 Li 和 La 含量的增加而增加。

表 4 宁夏枸杞果实与土壤重金属元素之间的相关性分析

Table 4 Correlation analysis of heavy metal elements between soil and fruits of *Lycium bararum* L. from different regions

土壤重金属元素 Soil heavy metal elements	果实重金属元素 Fruit heavy metal elements									
	Pb	Cd	Cr	As	Ni	Co	Li	Sr	Y	La
Pb	—0.005	0.495 **	0.044	—0.146	—0.252	—0.399	—0.206	0.235	—0.278	—0.073
Cd	0.187	0.089	—0.284	—0.097	—0.021	—0.298	—0.125	0.193	—0.228	—0.274
Cr	0.068	0.192	—0.374	—0.034	0.090	—0.119	—0.039	0.232	—0.432	—0.204
As	0.214	—0.219	—0.249	0.017	0.128	—0.154	0.073	—0.039	—0.039	—0.381
Ni	0.006	0.016	—0.311	—0.024	0.117	0.084	—0.060	—0.027	—0.270	—0.084
Co	0.179	0.103	—0.356	—0.049	0.089	—0.085	—0.054	0.187	—0.324	—0.255
Li	0.176	0.316 *	—0.171	—0.125	—0.013	—0.339	—0.101	0.293 *	—0.359	—0.305
Sr	0.099	0.054	—0.178	—0.089	0.168	—0.192	0.052	0.145	—0.204	—0.377
Y	0.144	0.070	—0.170	—0.102	0.097	—0.197	—0.084	0.155	—0.294	—0.351
La	—0.173	0.507 **	0.026	—0.127	—0.085	—0.311	—0.211	0.448 **	—0.312	—0.050

2.4 宁夏枸杞果实中重金属元素的富集系数分析

从表 5 可以看出,各产区枸杞果实对 Cd 的富集系数较大,平均为 0.613,对其余元素的富集系数都很小且各有不同。宁夏和新疆产区枸杞果实各种重金属元素

的富集系数较低,其中宁夏产区各元素的富集系数均低于 6 个省(区)同一元素的平均值。不同产区同一元素间富集系数也存在差异。

表 5 不同产地宁夏枸杞果实中重金属元素的富集系数

Table 5 Enrichment coefficients of the heavy metal elements of *Lycium bararum* L. fruits from different regions

产地 Region	Pb	Cd	Cr	As	Ni	Co	Li	Sr	Y	La
宁夏 Ningxia	0.014 ^{bB}	0.549 ^{bBC}	0.016 ^{bB}	0.015 ^{aBA}	0.053 ^{aBA}	0.010 ^{dB}	0.055 ^{dB}	0.067 ^{bcAB}	0.003 ^{dC}	0.003 ^{dC}
内蒙古 Inner Mongolia	0.022 ^{bB}	0.903 ^{aA}	0.027 ^{aA}	0.026 ^{aA}	0.077 ^{aA}	0.016 ^{bcAB}	0.095 ^{bcAB}	0.096 ^{aA}	0.005 ^{bcABC}	0.005 ^{cdBC}
河北 Hebei	0.025 ^{bB}	0.603 ^{bBC}	0.028 ^{aA}	0.027 ^{aA}	0.073 ^{aA}	0.022 ^{aA}	0.069 ^{cdB}	0.056 ^{cdC}	0.006 ^{abAB}	0.008 ^{bcBC}
新疆 Xinjiang	0.028 ^{bAB}	0.318 ^{cC}	0.018 ^{bB}	0.012 ^{bA}	0.045 ^{bA}	0.009 ^{dB}	0.059 ^{cdB}	0.032 ^{dC}	0.002 ^{dD}	0.008 ^{bcBC}
甘肃 Gansu	0.030 ^{aA}	0.655 ^{bBC}	0.026 ^{bB}	0.021 ^{aA}	0.081 ^{abA}	0.013 ^{cdB}	0.189 ^{bcAB}	0.103 ^{bcAB}	0.003 ^{cdBCD}	0.007 ^{bB}
青海 Qinghai	0.045 ^{aA}	0.650 ^{aA}	0.030 ^{aA}	0.015 ^{abA}	0.077 ^{aA}	0.020 ^{abA}	0.122 ^{abA}	0.083 ^{abAB}	0.008 ^{aA}	0.018 ^{aA}
平均数 Mean	0.028	0.613	0.024	0.019	0.068	0.015	0.098	0.073	0.004	0.008

3 结论与讨论

中草药在医药市场中的比重逐渐上升,使得其质量和安全性成为人们关注的焦点,有害元素自然成为中草药国际化道路中的一道门槛^[16]。中药材中的有害元素主要来自其生长的土壤中,因此有必要将土壤中的有害元素控制在一定的范围内,从源头上给中草药生产提供一个洁净安全的环境。土壤中的元素大致可分为低有害性元素如:Fe、Ca、Mg、Mn 等;中有害性元素如:Al、Zn 等;高有害性元素如:Co、Cu、Ni、V、非六价 Cr 等;极高有害性元素如:As、Pb、Cr⁶⁺、Cd、Hg 等。在土壤环境质量评价时,一般把极高有害性指标作为严控指标,而低、中、高有害性指标进行一般性评价。根据中国土壤环境质量标准值(GB 15618-1995)一级标准(为保障农业生产、维护人体健康的土壤限制值)要求,Cd≤0.20 mg/kg,As≤15 mg/kg,Pb≤35 mg/kg,Cr≤90 mg/kg,Ni≤40 mg/kg^[17],宁夏枸杞 6 个产区土壤中高毒害和极高毒害元素含量都在一级标准限定之内,说明 6 个产区枸杞种植地土壤可放心种植宁夏枸杞。

重金属含量超标是限制国际市场上食品标准和药材标准的主要因素之一^[18],对宁夏枸杞果实中重金属元素含量测定结果可以看出,不同产区宁夏枸杞果实中的 Pb、Cd、As 的含量均低于中国对中药材中重金属限量要求(Pb≤5 mg/kg,As≤2 mg/kg,Cd≤0.2 mg/kg)^[5],但

不同产区宁夏枸杞果实中的重金属含量不尽相同。6 个产区宁夏枸杞果实中 Pb、As 含量差异较小,内蒙古产区和宁夏产区枸杞果实中的 Cd 含量较高。中国药典规定中药材枸杞子中重金属的限量要求为:Pb≤5 mg/kg,Cd≤0.3 mg/kg,As≤2.0 mg/kg,Hg≤0.2 mg/kg,Cu≤20 mg/kg^[4],但对宁夏枸杞 Cr、Ni、Sr、Li、Y、La、Co 含量未做限定,绿色食品-枸杞中也仅对重金属 Pb、As、Cr、Cu 作了规定(Pb≤2.0 mg/kg,As≤1.0 mg/kg,Cd≤0.05 mg/kg,Cu≤10 mg/kg),对其它重金属元素尚鲜见相关规定。因此,该试验结果也可为枸杞的安全生产和重金属元素限量标准提供参考依据。

植物对元素的吸收和积累除了取决于其自身遗传学和生物学上的特征外还受到气候、土壤养分丰富度和植物种类等因子的影响^[19]。此外,测定过程中人为因素(如采样和实验操作)也会对测定结果造成一定的影响。从不同产区枸杞果实中元素的富集情况可以看出,各元素富集系数依次为:Y<La<Co<As<Cr<Pb<Ni<Sr<Li<Cd,且宁夏枸杞 6 个产区的同一元素富集系数不同,这个结果说明枸杞对土壤元素的吸收富集能力取决于土壤元素含量。植物生理学认为,植物活细胞在生理条件下能从周边环境中吸取对自身有用的物质,有些元素在土壤中含量较低,但植物对其需求量却较高,这些元素在植物体与土壤中的含量的相关性较高;反之,若

土壤中这些元素含量较高而植物体对它们需求量低时,相关性较低,甚至负相关^[20]。对宁夏枸杞果实重金属元素和土壤重金属元素之间的相关性分析结果表明,果实中 Cd 和 Sr 分别与土壤中的 Pb、La、Li 和 Li、La 显著正相关,枸杞对其它有害元素的吸收可能是选择性吸收。从枸杞果实中重金属元素相关性分析结果还可以看出,枸杞果实重金属元素之间存在一定协同作用,如枸杞果实中 Y、La 2 种元素与 Co 之间存在显著相关性。张君毅^[21]在研究不同地区半夏无机元素含量时发现,半夏药材与土壤中的元素不相关,药材中无机元素在吸收时具有一定的协调作用。张重义等^[22]在探讨金银花土壤微量元素与道地性之间的关系时发现,金银花土壤与药材中元素不相关,金银花对多种微量元素的吸收和积累具有协同作用,说明植物对微量元素的吸收除了受遗传、土壤因素、环境条件等因素影响外,元素间的相互作用也是影响其吸收和积累的一个重要原因。

参考文献

- [1] 马德兹. 宁夏植物志[M]. 银川:宁夏人民出版社,1986.
- [2] 董静洲,杨俊军,王瑛. 我国枸杞属物种资源及国内外研究进展[J]. 中国中药杂志,2008,33(18):2020-2027.
- [3] 王彩艳,张艳. ICP-MS 测定枸杞中 12 种重金属元素[J]. 食品研究与开发,2012,33(11):148-150.
- [4] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典 2010 版(一部)[S]. 北京:中国医药科技出版社.
- [5] 金波. 中药材中五种有毒有害重金属分析体系的建立及污染状况研究[D]. 北京:北京协和医学院药物研究所,2011.
- [6] 汪学楷. 中药中微量元素水平及形态的研究[D]. 成都:四川大学,2004.
- [7] 庞靖,刘峰,仲娜. 微波消解-电感耦合等离子体质谱法同时测定枸杞中 19 种元素[J]. 中国卫生检验杂志,2008,18(5):837-838.
- [8] 高向阳,王银娟,卢彬. 微波消解-连续光源原子吸收法快速顺序测定枸杞果中的 6 种金属元素[J]. 食品科学,2011(16):229-232.
- [9] 郑永军,孔波,赵斌. 微波消解/等离子体发射光谱法测定宁夏枸杞中的多元素[J]. 广东微量元素科学,2005,12(2):42-44.
- [10] 杨义钧. 不同前处理方法对 ICP-AES 测定枸杞元素含量的影响[J]. 光谱实验室,2009,26(3):471-475.
- [11] 刘萍,王凤英. 不同产地枸杞子微量元素的对应分析[J]. 安徽农业科学,2008,36(19):8135-8136.
- [12] 周红英,张颖,李同德,等. 不同产地枸杞子微量元素测定[J]. 微量元素与健康研究,2003,20(3):19-20.
- [13] 殷仁亭,陈洁. 不同产地枸杞重金属含量差异比较[J]. 基层中药杂志,2001,15(6):18-19.
- [14] 张磊,郑国琦,滕迎凤,等. 不同产地宁夏枸杞果实品质比较研究[J]. 西北药学杂志,2012,27(3):195-197.
- [15] 周长征,李银,杨春澍. 细辛道地药材与微量元素[J]. 中草药,2000,31(4):292-295.
- [16] 史贵涛. 痕量有毒金属元素在农田土壤-作物系统中的生物地球化学循环[D]. 上海:华东师范大学,2009.
- [17] 周国华,秦绪文,董岩翔. 土壤环境质量的制定原则与方法[J]. 地质通报,2005,24(8):721-727.
- [18] 刘毅,郑国灿,朱美文,等. 不同产地枸杞中的微量元素含量分析[J]. 检验检疫科学,2012,22(3):32-35.
- [19] 殷彩霞,彭莉. 云南 17 种菊科植物微量元素含量特征研究[J]. 云南大学学报(自然科学版),1997,19(4):354-358.
- [20] 牛艳,王明国,郑国琦,等. 宁夏不同地域枸杞子微量元素比较研究[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(2):100-103.
- [21] 张君毅. 不同地区半夏无机元素含量分析[J]. 江西农业学报,2010,22(9):129-131.
- [22] 张重义,李萍,陈君,等. 金银花道地与非道地产区土壤微量元素分析[J]. 中国中药杂志,2003,28(3):207-213.

Comparative Study on Heavy Metal Elements in Soil and Fruit of *Lycium barbarum* L. in Different Regions

QI Guo-liang¹, ZHENG Guo-qi¹, ZHANG Lei¹, WANG Jun¹, WANG Cai-yan², ZHANG Yan²

(1. College of Life Science, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Center of Agro-Products Quality Supervise and Testing, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002)

Abstract: To explore the effect of the content of soil heavy metal elements on the fruit of *L. Barbarum*, 10 kinds of heavy metal elements in soil and fruits of *Lycium barbarum* L. from six main producing areas in China were measured and compared by the method of ICP-MS. The results showed that the contents of heavy metal elements in soil showed significant difference among six areas; The contents of Cd, Cr, As, Li, Ni, Co, Sr and Y were higher in Xinjiang, the contents of Pb and La were higher in Ningxia, and the contents of Pb and La were higher in Hebei. The contents of Pb, As, Ni in fruit of *L. Barbarum* in six areas were not significant difference, and significant difference among other heavy metal elements. The contents of Cd and Sr in fruit were higher in Ningxia, the contents of Cr in fruit were higher in Inner Mongolia and Qinghai, the contents of Li in fruit were higher in Gansu, and the contents of La, Co and Y in fruit were higher in Hebei and Qinghai. The concentration of Cd in fruit was significantly positive correlated with Pb, La, and Li in soil; Sr in fruit was significantly positive correlated with Li and La in soil; the content of Co in fruit was positive correlated with Y and La in fruit. The soils of all producing areas were suitable for the cultivation of *L. Barbarum* and the contents of heavy metal elements in fruits did not exceed the national standards of Chinese traditional medicine.

Key words: *Lycium barbarum* L.; soil; fruit; heavy metal elements; accumulation