

# 青海省两个主要产地黑果枸杞的质量安全研究

王雅琼<sup>1,2</sup>, 马晓东<sup>1</sup>, 李军乔<sup>1</sup>

(1. 青海民族大学化学化工学院, 青海西宁 810007) (2. 天津大学环境科学与工程学院, 天津 300072)

**摘要:** 黑果枸杞 (*Lycium ruthenicum* Murray) 是一种独特的药食两用植物, 在传统医药和现代药理学研究中都占有重要的地位, 目前已被作为保健品广泛使用, 所以其质量安全尤为重要。青海作为黑果枸杞的主产地, 其黑果枸杞品质优于其他产地, 受到大众欢迎。通过研究发现, 青海主产区诺木洪和金鱼湖两地黑果枸杞的花青素和总黄酮等活性物质含量均高于对照组新疆产地的黑果枸杞; 两地常用农药多菌灵、吡虫啉和阿维菌素均未检出; 沙门氏菌和金黄色葡萄球菌也未检出, 农药残留和微生物污染两项指标达到农业部绿色食品标准; 重金属含量的检测显示铬含量超过国家食品限量标准。因此, 在未来黑果枸杞的种植、生产和加工过程中, 重金属污染的防治是改善黑果枸杞品质的重要环节。

**关键词:** 黑果枸杞; 食品质量安全; 青海省

文章编号: 1673-9078(2017)8-289-295

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2017.8.042

## Quality and Safety of *Lycium ruthenicum* from Two Major Production Regions in Qinghai Province

WANG Ya-qiong<sup>1,2</sup>, MA Xiao-dong<sup>1</sup>, LI Jun-qiao<sup>1</sup>

(1. School of Chemistry and Chemical Engineering, Qinghai University for Nationalities, Xi'ning 810007, China)

(2. School of Environmental Science and Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

**Abstract:** *Lycium ruthenicum* Murray (Black Chinese wolfberry) is a unique plant with both medical and dietary applications and has been an important source of study in both traditional medicine and modern pharmacological research. Currently, *L. ruthenicum* has been widely used as a health supplement, drawing attention to its quality and safety. As a major production region, Qinghai Province produces better quality *L. ruthenicum* compared to other regions and the former is very popular among consumers. Our study demonstrated that *L. ruthenicum* from Nuomuhong and Jinyu Lake, two major production areas in Qinghai Province, contained higher levels of active ingredients, such as anthocyanin and total flavonoids, as compared with *L. ruthenicum* from the Xinjiang Uygur Autonomous Region. Moreover, no residual carbendazim, imidacloprid, or avermectin was detected in *L. ruthenicum* from the two production regions, and the bacterial examinations for *Salmonella* and *Staphylococcus aureus* showed negative results, meeting the green food standards of Ministry of Agriculture. However, heavy metal measurement indicated that chromium content exceeded the national food limit. Therefore, prevention of heavy metal pollution should be of immense importance for improving *L. ruthenicum* quality in the future plantation, production, and processing practices.

**Key words:** *Lycium ruthenicum*; food safety qualities; Qinghai province

茄科植物黑果枸杞 (*Lycium ruthenicum* Murray) 广泛分布于中国西北部的盐化沙漠地区, 集中产地为中国的青海省和新疆维吾尔自治区<sup>[1]</sup>。黑果枸杞的成熟果实在我国的传统民族医药中占有非常重要的地位, 根据藏医学经典《晶珠本草》中的记载: 黑果枸杞味甘, 性平, 清心热, 对心脏发热、心脏疾病、月经不调和更年期等疾病的治疗具有很显著的疗效<sup>[2]</sup>。

收稿日期: 2017-02-17

基金项目: 科技部农业科技成果转化基金项目 (2010GB2G00514); 国家自然科学基金项目 (31660425、30607026、30660019); 青海省自然科学基金项目 (2012-Z-907)

作者简介: 王雅琼 (1987-), 女, 博士, 实验师, 研究方向: 环境生物学

现代药理学研究也证明, 黑果枸杞具有抗氧化、抗动脉粥样硬化、增强免疫力、降血脂和抗衰老等作用<sup>[3-6]</sup>。

黑果枸杞是一种独特的药食两用植物, 可直接食用或作饮品原料。目前, 黑果枸杞作为保健类食品广泛的出现在市场上。由于黑果枸杞没有质量控制标准, 在市场巨大利益的驱动下, 黑果枸杞在种植、加工和销售环节中相继出现问题, 一些加工企业和个人为图短期经济利益只求数量不求质量, 导致市场上黑果枸杞品质参差不齐、良莠不分。另外, 一些不法商贩以次充好, 用新疆和甘肃等地的黑果枸杞冒充青海柴达木枸杞进行高价出售, 更有甚者使用染色剂对白刺果、蓝莓等果实染色处理后冒充黑果枸杞进行销售。这些

行为扰乱了黑果枸杞的销售市场,严重制约了该产业的健康发展。

本团队历时四个月对青海省枸杞产业进行深入研究,截止2015年作为青海省黑果枸杞主产区的海西州种植面积已达到了3.80万亩,其中都兰县境内(诺木洪和宗加等地)种植面积2.30万亩,格尔木市境内(大格勒和金鱼湖等地)种植面积0.80万亩,大柴旦地区种植面积0.30万亩,德令哈市周边种植面积0.40万亩,海西州2014年黑果枸杞干果产量0.10万t(不含野生产量),实现产值7个亿。预计至2017年,黑果枸杞种植面积将达到10万亩,种植黑果枸杞干果产量将达到约0.30万t,野生黑果枸杞干果产量0.40万t,合计年产量约0.70万t,年产值将达到80亿元。因此,对黑果枸杞的质量安全研究刻不容缓。根据调研、检验检测以及综合分析,我们认为影响黑果枸杞的食品安全因素主要有农药残留、重金属富集和微生物超标三类,因此对青海两个主要产地黑果枸杞的这三类影响因素和常规活性物质及特有活性物质进行了研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料

黑果枸杞样品取自青海省金鱼湖、诺木洪两地,以新疆的黑果枸杞作为对照。样品采集后用铝箔纸包装置于液氮速冻,运送回实验室后立即放置到超低温冰箱中保存。

### 1.2 测定方法

#### 1.2.1 常规活性物质测定指标及测定方法

(1)水分:食品中水分的测定方法(GB/T 5009.3-2016);

(2)灰分:食品中灰分的测定方法(GB/T 5009.4-2016);

(3)总糖:枸杞(GB/T 18672-2014)。

#### 1.2.2 特有活性物质测定指标及测定方法

(1)花青素:取0.100g样品至三角瓶中,加10mL盐酸乙醇溶液,在60℃水浴中加10mL提取液浸提30min,把溶液倒入25mL容量瓶中,再加5mL提取液浸提15min,把溶液倒入25mL容量瓶中,共浸提1h,最后定容至25mL。以0.10mol/L的盐酸乙醇溶液做参比液,在分光光度计测定提取液在530nm、620nm和650nm波长下的光密度值。

计算花青素的光密度值:

$$OD_A = (OD_{530} - OD_{620}) - 0.1(OD_{650} - OD_{620})$$

计算花青素含量:

$$\text{花青素含量}(\text{g}/100\text{g}) = \frac{OD_A}{\varepsilon} \times \frac{V}{m} \times 287.2437 \times 100$$

式中,  $OD_A$ : 花青素在530nm波长下的光密度;  $\varepsilon$ : 花青素摩尔消光系数  $4.62 \times 10^6$ ;  $V$ : 提取液总体积(mL);  $m$ : 取样质量(g)。

(2)总黄酮:蜂胶中总黄酮含量的测定方法(GB/T 20574-2006)。

### 1.2.3 农药残留指标的测定指标及测定方法

(1)多菌灵:水果和蔬菜中450种农药及相关化学品残留量的测定(GB/T 20769-2008);

(2)吡虫啉:桑枝、金银花和枸杞和荷叶中413种农药及相关化学品残留量的测定(GB/T 23201-2008);

(3)阿维菌素:进出口水果和蔬菜中阿维菌素残留量检测方法(SN/T 2114-2008)。

### 1.2.4 重金属的测定指标及测定方法

(1)铅(Pb):食品中铅的测定方法(GB/T 5009.12-2010);

(2)砷(As):食品中总砷及无机砷的测定(GB/T 5009.11-2014);

(3)汞(Hg):食品中总汞及有机汞的测定(GB/T 5009.17-2014);

(4)铬(Cr):食品中铬的测定方法(GB/T 5009.123-2014);

(5)镉(Cd):食品中镉的测定方法(GB/T 5009.15-2014)。

### 1.2.5 微生物的测定指标及测定方法

(1)沙门氏菌:食品微生物学检验沙门氏菌检验(GB/T 4789.4-2010);

(2)金黄色葡萄球菌:食品微生物学检验金黄色葡萄球菌检验(GB/T 4789.10-2010)。

## 1.3 主要仪器设备

原子吸收光谱仪(上海分析仪器厂)、各种元素的空心阴极灯、722型分光光度计、电子天平、微波消解系统、可调式电热炉、可调式电热板、压力消解器、马弗炉和恒温干燥箱等。

## 1.4 数据处理

每组试验重复5次,本研究中统计学差异性用单因素方差分析在  $p < 0.05$  水平上进行,统计学检验分析均采用SPSS软件(IBM Corporation, Portsmouth, UK)进行。

## 2 结果与讨论

## 2.1 常规活性物质

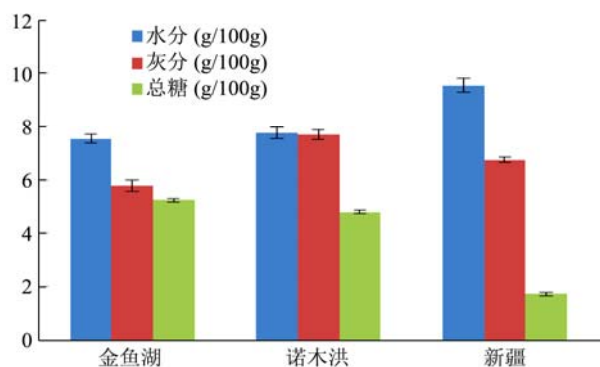


图1 不同产地黑果枸杞的水分、灰分和总糖含量

Fig.1 Water, ash, and total sugar contents of *Lycium ruthenicum* from different production regions

表1 不同产地黑果枸杞常规活性物质含量的多重比较 (LSD 方法)

Table 1 Multiple comparisons of the common active ingredients of *L. ruthenicum* from different production regions (LSD method)

因变数		平均差异(I-J)	标准错误	显著性
水分	金鱼湖 诺木洪	-0.22	0.14	0.13
	金鱼湖 新疆	-2.01*	0.14	0.00
	诺木洪 金鱼湖	0.22	0.14	0.13
	诺木洪 新疆	-1.78*	0.14	0.00
	新疆 金鱼湖	2.01*	0.14	0.00
	新疆 诺木洪	1.78*	0.14	0.00
灰分	金鱼湖 诺木洪	-1.91*	0.11	0.00
	金鱼湖 新疆	-0.96*	0.11	0.00
	诺木洪 金鱼湖	1.91*	0.11	0.00
	诺木洪 新疆	0.96*	0.11	0.00
	新疆 金鱼湖	0.96*	0.11	0.00
	新疆 诺木洪	-0.96*	0.11	0.00
总糖	金鱼湖 诺木洪	0.44*	0.04	0.00
	金鱼湖 新疆	3.53*	0.04	0.00
	诺木洪 金鱼湖	-0.44*	0.04	0.00
	诺木洪 新疆	3.09*	0.04	0.00
	新疆 金鱼湖	-3.53*	0.04	0.00
	新疆 诺木洪	-3.09*	0.04	0.00

注: \*表示平均值差异在 0.05 水平上显著。

由图1和表1可知,产于青海两地和新疆的黑果枸杞在水分、灰分和总糖含量上均存在显著差异( $p < 0.05$ )。其中产自青海两地的黑果枸杞的水分含量均显著低于新疆;而总糖含量均显著高于新疆,且金鱼湖产地总糖含量最高;诺木洪地区的黑果枸杞灰分最高,金鱼湖最低。根据国家标准《枸杞》<sup>[7]</sup>的质量

要求,三个产地的水分含量全部低于 13.0 g/100 g,均达到特优级别;灰分含量只有金鱼湖产地的低于 6.0 g/100 g,达到特优级别,其余两地均未达标;总糖含量均低于乙级标准 24.8 g/100 g。

水分作为食品的重要组成部分,其在食品中的含量、分布和存在状态的差异对食品的品质和保藏性有显著影响<sup>[8]</sup>,控制水分含量关系到黑果枸杞组织形态的保持,与其它组分的平衡关系的维持,以及黑果枸杞在一定时期内的品质稳定性等各个方面。

食品中的灰分是指食品经高温灼烧后遗留下来的无机物,主要是无机盐及其氧化物,所以也称灰分为无机物或矿物质,因此,灰分是标示食品中无机成分总量的一项指标。测定灰分具有十分重要的意义,它是直接用于营养评估分析的一部分。当某种食品,其所用原料、加工方法、测定条件确定后,其灰分含量常在一定范围内。如果灰分含量超出了正常范围,说明了食品生产中使用了不合乎卫生标准要求的原料或食品添加剂,或食品在加工、贮运过程中受到污染<sup>[9]</sup>。因此灰分的测定可以评价黑果枸杞的加工精度和品质、矿物质的含量,也可以判断枸杞受污染(如泥沙)的程度。

食物中含有丰富的碳水化合物,碳水化合物是一类有机化合物的总称,也称为总糖。食物中总糖的含量在很大程度上影响着人们的健康,糖类含量的高低是营养价值的主要标志之一。其中黑果枸杞多糖不仅可作为能源物质,在生物体内也具有多种生物活性,例如抗疲劳、降血糖、消炎和抗氧化等,是黑果枸杞的主要功能组分<sup>[2]</sup>。

由上可知,青海两产地黑果枸杞的水分和总糖品质均优于新疆,而诺木洪产地黑果枸杞的灰分最高,应在加工、贮运过程中加强操作规范,提高品质。

## 2.2 特有活性物质

由图2和表2可知,青海两地和新疆产地的黑果枸杞在花青素和总黄酮含量上均存在显著差异( $p < 0.05$ )。金鱼湖产地黑果枸杞的花青素和总黄酮含量最高,新疆产地的最低。

黑果枸杞色素具有延缓衰老、抗氧化、调节血脂、预防动脉粥样硬化等多种生物活性<sup>[4,6,10]</sup>,且安全、无毒<sup>[11]</sup>,可作为药食两用的天然色素使用。由于花色苷类色素是黑果枸杞色素的主要组成部分,花青素是花色苷的苷元。黑果枸杞总黄酮在一定浓度范围内具有抗氧化活性,并且黑果枸杞总黄酮有降血脂作用<sup>[12,13]</sup>。因此花青素和总黄酮含量越高,黑果枸杞品质越好,以上结果表明青海两地的黑果枸杞品质在花青素和总



黄酮两项特有活性物质指标中均优于新疆。

注: \*表示平均值差异在 0.05 水平上显著。

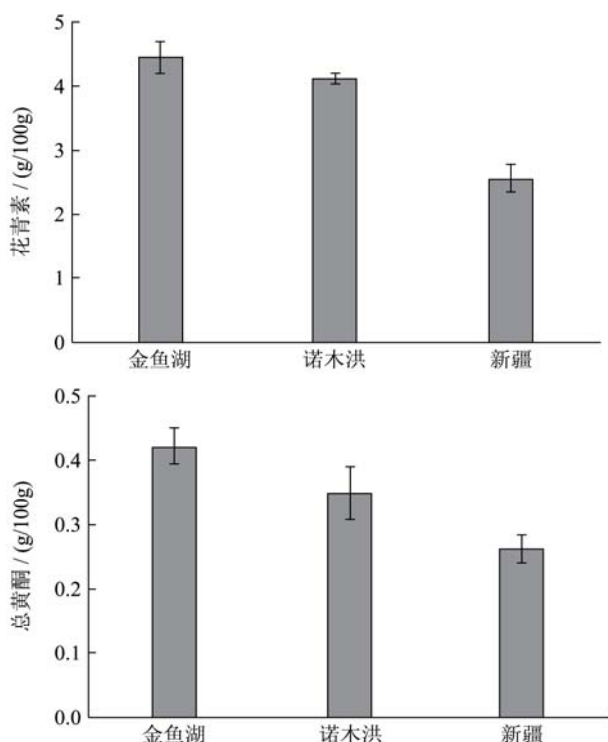


图 2 不同产地黑果枸杞的特有活性物质含量

Fig.2 Composition of specific active ingredients of *L. ruthenicum* from different production regions

表 2 不同产地黑果枸杞特有活性物质含量的多重比较 (LSD 方法)

Table 2 Multiple comparisons of specific active ingredients of *L. ruthenicum* from different production regions (LSD method)

因变数	平均差异(I-J)	标准错误	显著性
花青素	金鱼湖 诺木洪	0.31*	0.12 0.03
	金鱼湖 新疆	1.88*	0.12 0.00
	诺木洪 金鱼湖	-0.31*	0.12 0.03
	诺木洪 新疆	1.57*	0.12 0.00
	新疆 金鱼湖	-1.88*	0.12 0.00
	新疆 诺木洪	-1.57*	0.12 0.00
总黄酮	金鱼湖 诺木洪	0.07*	0.02 0.01
	金鱼湖 新疆	0.16*	0.02 0.00
	诺木洪 金鱼湖	-0.07*	0.02 0.01
	诺木洪 新疆	0.09*	0.02 0.00
	新疆 金鱼湖	-0.16*	0.02 0.00
	新疆 诺木洪	-0.09*	0.02 0.00
总糖	金鱼湖 诺木洪	0.44*	0.04 0.00
	金鱼湖 新疆	3.53*	0.04 0.00
	诺木洪 金鱼湖	-0.44*	0.04 0.00
	诺木洪 新疆	3.09*	0.04 0.00
	新疆 金鱼湖	-3.53*	0.04 0.00
	新疆 诺木洪	-3.09*	0.04 0.00

### 2.3 农药残留

农药残留是目前食品卫生安全中最为关注的指标之一,它的存在对人体健康危害极大。野生黑果枸杞由于适应环境能力强,基本没有病虫害现象。随着近几年大面积的人工种植,人们为提高产量,大量使用化肥及灌溉水等,导致黑果枸杞相继出现了病虫害现象。黑果枸杞病虫害的防治方法主要有化学防治、生物防治,目前以化学防治为主,为了有效抑制病虫害,农药的使用频率为每两月一次。根据大量资料以及实地调研结果显示,青海省黑果枸杞种植过程中存在蚜虫、瘿螨、木虱和负泥虫等病虫害现象,主要使用阿维菌素、吡虫啉和多菌灵等进行防治。在尚无黑果枸杞相关食品安全标准的情况下,受经济利益的驱使,农药使用不规范的问题普遍存在,存在着农药残留超标的巨大隐患。因此,在种植过程中必须控制农药的种类及使用量。

经过实验,在本次检测的三个产地的黑果枸杞中,多菌灵、吡虫啉和阿维菌素的检测结果均为未检出,达到农业部绿色食品标准<sup>[14]</sup>。

### 2.4 重金属

表 3 不同产地黑果枸杞重金属含量的多重比较 (LSD 方法)

Table 3 Multiple comparisons of heavy metal content of *L. ruthenicum* from different production regions (LSD method)

因变数	平均差异 (I-J)	标准错误	显著性
Pb	金鱼湖 诺木洪	-0.06*	0.03 0.04
	金鱼湖 新疆	0.14	0.03 0.00
	诺木洪 金鱼湖	0.06*	0.03 0.04
	诺木洪 新疆	0.20*	0.03 0.00
	新疆 金鱼湖	-0.14*	0.03 0.00
	新疆 诺木洪	-0.20*	0.03 0.00
As	金鱼湖 诺木洪	-0.00*	0.00 0.00
	金鱼湖 新疆	-0.00*	0.00 0.00
	诺木洪 金鱼湖	0.00*	0.00 0.00
	诺木洪 新疆	-0.00*	0.00 0.00
	新疆 金鱼湖	0.00*	0.00 0.00
	新疆 诺木洪	0.00*	0.00 0.00
Hg	金鱼湖 诺木洪	-0.01*	0.00 0.00
	金鱼湖 新疆	0.01*	0.00 0.02
	诺木洪 金鱼湖	0.01*	0.00 0.00
	诺木洪 新疆	0.02*	0.00 0.00
	新疆 金鱼湖	-0.01*	0.00 0.00
	新疆 诺木洪	0.01*	0.00 0.00

转下页

接上页

新疆	金鱼湖	-0.01*	0.00	0.02
	诺木洪	-0.02*	0.00	0.00
金鱼湖	诺木洪	-10.65*	0.14	0.00
	新疆	-0.76*	0.14	0.00
Cr	诺木洪	10.65*	0.14	0.00
	新疆	9.89*	0.14	0.00
新疆	金鱼湖	0.76*	0.14	0.00
	诺木洪	-9.89*	0.14	0.00
金鱼湖	诺木洪	-0.02*	0.01	0.01
	新疆	0.00	0.01	1.00
Cd	诺木洪	0.02*	0.01	0.01
	新疆	0.02*	0.01	0.01
新疆	金鱼湖	0.00	0.01	1.00
	诺木洪	-0.02*	0.01	0.01

注: \*表示平均值差异在 0.05 水平上显著。

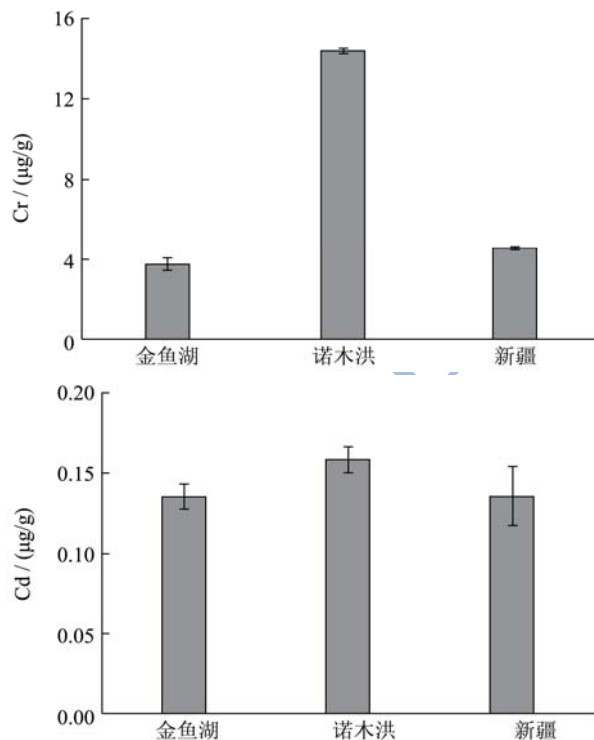
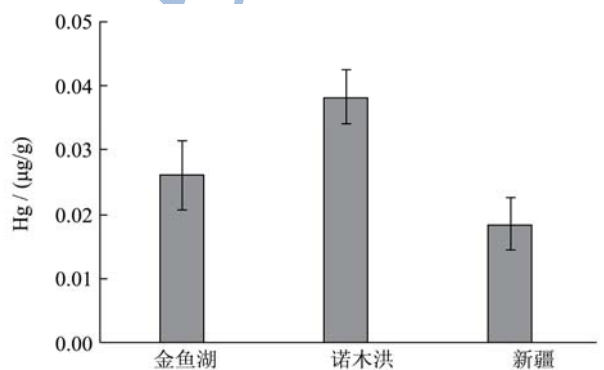
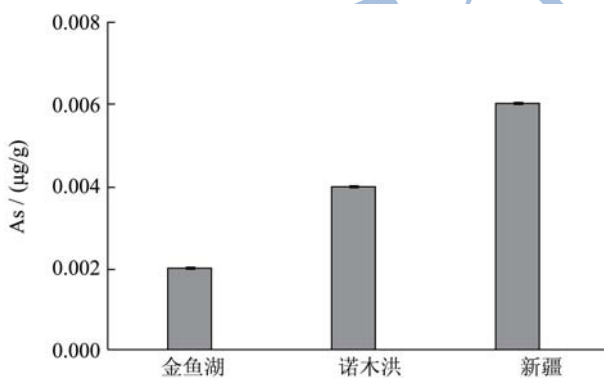
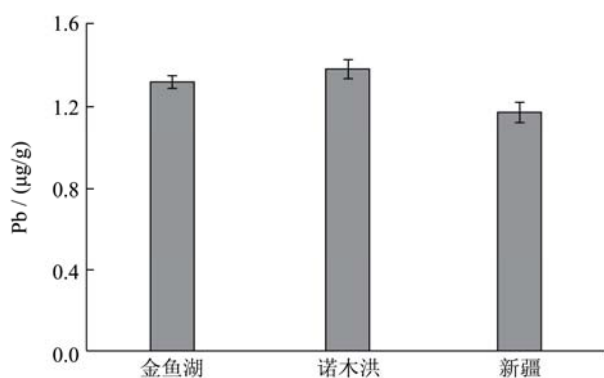


图3 不同产地黑果枸杞的重金属含量

Fig.3 Heavy metal content of *L. ruthenicum* from different production regions

由图3和表3可知,产于新疆的黑果枸杞砷含量最高,产于诺木洪的黑果枸杞铅、汞、铬和镉的含量最高;三个产地的黑果枸杞中铅、砷、汞和铬的含量均存在显著差异,而金鱼湖和新疆产地黑果枸杞中镉的含量未有明显差异( $p < 0.05$ )。由表4可知,三个产地的黑果枸杞的铅含量均达到了药用植物的标准,未达到绿色食品标准<sup>[14-16]</sup>;砷、汞和镉含量均达到了药用植物的标准和绿色植物标准<sup>[14-16]</sup>。由于黑果枸杞未有现有标准确定铬的限量值,参照铬的限量值为:粮食 $\leq 1.0 \text{ mg/kg}$ ,蔬菜水果 $\leq 0.5 \text{ mg/kg}$ ,因此,三个产地的黑果枸杞的铬的含量均超标。

表4 国内重金属检测标准 (µg/g)

Table 4 Domestic standards for heavy metal detection (µg/g)

项目	Pb	As	Hg	Cd
2010年药典标准 <sup>[15]</sup>	$\leq 5$	$\leq 2$	$\leq 0.2$	$\leq 0.3$
药用植物及制剂外经贸绿色行业标准 <sup>[16]</sup>	$\leq 5$	$\leq 2$	$\leq 0.2$	$\leq 0.3$
农业部绿色食品枸杞标准 <sup>[14]</sup> (枸杞干果)	$\leq 1$	$\leq 1$	-	$\leq 0.3$

重金属对人体的不良影响已得到充分证实,重金属进入人体后不再以离子的形式存在,而是与体内有机成分结合成金属络合物或金属螯合物,从而对人体产生危害。机体内蛋白质、核酸能与重金属反应,维生素和激素等微量活性物质和磷酸、糖也能与重金属反应。由于产生化学反应使上述物质丧失或改变了原来的生理化学功能而产生病变。重金属对健康的危害

包括慢性中毒、致癌作用、致畸作用、变态反应和对免疫功能的影响<sup>[17-21]</sup>。植物对重金属元素具有极强的富集作用,枸杞也不例外,在枸杞种植过程中,环境(如灌溉水和土壤)、使用肥料或喷打农药都有可能带入一定量的重金属,甚至在枸杞的采摘、晾晒或深加工过程中都可能存在重金属污染。因此,重金属元素的限量也是黑果枸杞质量安全的重要监控指标。针对青海产地黑果枸杞重金属铬的含量超标问题,在未来的种植、生产和加工环节应给予高度重视。

## 2.5 微生物

黑果枸杞在加工、贮藏和销售等环节中有可能存在着微生物超标的问题,如:采收后加工不及时会造成霉烂变质;自然晾晒风干过程中空气尘埃中的微生物、蝇虫污染;枸杞加工厂卫生条件差,拣选人员卫生意识差,消毒不规范等都有可能使枸杞出现微生物超标。人们在食用了被微生物污染的食品后,轻则感觉不适,严重时则会致命<sup>[22]</sup>。因此,控制食品中的致病细菌,保证食品安全是食品生产行业的重要任务。

经过实验,在本次检测的三个产地的黑果枸杞中,沙门氏菌和金黄色葡萄球菌的检测结果均为未检出,达到农业部绿色食品标准<sup>[14]</sup>。

## 3 结论

在本研究中,黑果枸杞的灰分和重金属铬超标,在今后的生产实践中应予以改善。目前尚未见对黑果枸杞的化学成分和种植生产等问题进行系统深入的研究,多是对单类组分的报道,其中某些组分的药理活性也尚未研究,且黑果枸杞的品质未达到绿色食品认证,这大大限制了黑果枸杞的开发和利用。故需对黑果枸杞进行系统研究,为进一步开发黑果枸杞提供依据,以指导黑果枸杞的合理利用。

## 参考文献

- [1] 张绘芳,李霞,王建刚,等.塔里木河下游植物群落结构特征分析[J].生态环境,2007,4(16):1219-1224  
ZHANG Hui-fang, LI Xia, WANG Jian-gang, et al. The structure characteristic of the plant community in the lower reaches of tarim river [J]. Ecology and Environment, 2007, 16(4): 1219-1224
- [2] 夏园园,莫仁楠,曲玮,等.黑果枸杞化学成分研究进展[J].药学进展,2015,5(39):351-356  
XIA Yuan-yuan, MO Ren-nan, QU Wei, et al. Research progress in chemical constituents of *Lycium ruthenicum* murr [J]. Progress in Pharmaceutical Sciences, 2015, 5(39): 351-356
- [3] 汪建红,陈晓琴,张蔚佼.黑果枸杞果实多糖抗疲劳生物功效及其机制研究[J].食品科技,2009,34(2):203-207  
WANG Jian-hong, CHEN Xiao-qin, ZHANG Wei-jiao. Study on biological effect and mechanism of anti-fatigue of polysaccharide from *Lycium ruthenicum* mill. fruit [J]. Food Science and Technology, 2009, 34(2): 203-207
- [4] 陶大勇,陈佳娟,陈瑛,等.黑果枸杞色素对小鼠抗衰老作用的研究[J].中兽医医药杂志,2008,27(1):11-13  
TAO Da-yong, CHEN Jia-juan, CHEN Ying, et al. Research in the anti-senile function of *Lycium ruthenicum* Murr. pigment in mice [J]. Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine, 2008, 27(1): 11-13
- [5] 贾琦珍,陶大勇,陈瑛,等.黑果枸杞色素对巨噬细胞的激活作用研究[J].中兽医医药杂志,2008,27(1):29-30  
JIA Qi-zhen, TAO Da-yong, CHEN Ying, et al. Research in the activation function of *Lycium ruthenicum* Murr. on macrophage [J]. Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine, 2008, 27(1): 29-30
- [6] 林丽,李进,吕海英,等.黑果枸杞花色苷对小鼠动脉粥样硬化的影响[J].中国中药杂志,2012,37(10):1460-1466  
LIN Li, LI Jin, LV Hai-ying, et al. Effect of *Lycium ruthenicum* anthocyanins on atherosclerosis in mice [J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2012, 37(10): 1460-1466
- [7] GB/T 18672-2014 枸杞[S]  
GB/T 18672-2014 Wolfberry [S]
- [8] 陈卫江,林向阳,阮榕生,等.核磁共振技术无损快速评价食品水分的研究[J].食品研究与开发,2006,27(4):125-127  
CHEN Wei-jiang, LIN Xiang-yang, RUAN Rong-sheng, et al. Study on quickly and non-destructive estimate the moisture content of food using NMR [J]. Food Research and Development, 2006, 27(4): 125-127
- [9] 段甜甜,张亮.食品中灰分测定的方法及意义[J].中国科技博览,2012,31:634  
DUAN Tian-tian, ZHANG Liang. Methods and Meaning of ash determination in food [J]. Chinese Science and Technology Review, 2012, 31:634
- [10] 李进,瞿伟菁,张素军,等.黑果枸杞色素的抗氧化活性研究[J].中国中药杂志,2006,31(14):1179-1183  
LI Jin, QU Wei-jing, ZHANG Su-jun, et al. Study on antioxidant activity of pigment of *Lycium Ruthenicum* [J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2006, 31(14): 1179-1183
- [11] 李进,原惠,曾献春,等.黑果枸杞色素的毒理学研究[J].食品

- 科学,2007,28(7):470-475
- LI Jin, YUAN Hui, ZENG Xian-chun, et al. Toxicological assessment of pigment of *Lycium ruthenicum* murr. [J]. Food Science, 2007, 28(7): 470-475
- [12] 李淑珍,李进.黑果枸杞总黄酮降血脂作用[J].时珍国医国药,2012,23(5):1072-1074
- LI Shu-zhen, LI Jin. Hypolipidemic activity of the total flavonoids from *Lycium ruthenicum* Murr. [J]. Lishizhen Medicine and Materiamedica Research, 2012, 23(5): 1072-1074
- [13] 李进,李淑珍,冯文娟,等.黑果枸杞叶总黄酮的体外抗氧化活性研究[J].食品科学,2010,31(13):259-262
- LI Jin, LI Shu-zhen, FENG Wen-juan, et al. *In vitro* antioxidant and free radical scavenging activities of total flavonoids from the leaves of *Lycium ruthenicum* Murr. [J]. Food Science, 2010, 31(13): 259-262
- [14] NY/T 1051-2014 绿色食品枸杞及枸杞制品[S]
- NY/T 1051-2014 Green Food – Wolfberry and its products [S]
- [15] 国家药典委员会.中华人民共和国药典(一部)[M].北京:化学工业出版社,2010
- Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of People's Republic of China (Part I) [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2010
- [16] WM/T2-2004 药用植物及制剂外经贸绿色行业标准[S]
- WM/T2-2004 Green standards of medical plants and preparations for foreign trade and economy [S]
- [17] 谢文强.六价铬对人体急性与慢性危害探究[J].资源节约与环保,2016,7:131
- XIE Wen-qiang. Hexavalent chromium in acute and chronic harm to human body [J]. Resources Economization & Environmental Protection, 2016, 7: 131
- [18] 黄颖.土壤重金属镉污染现状、危害及治理研究综述[J].中国科技纵横,2016,13
- HUANG Yin. Review on the study of status, risks and treatments of soil heavy metal pollution [J]. China Science & Technology Panorama Magazine, 2016, 13
- [19] 邵雷.汞污染对食品质量的危害及对人体的伤害[J].粮食流通技术, 2016,1(2):36-37
- SHAO Lei. Mercury pollution to the harm of food quality and the human body [J]. Grain Distribution Technology, 2016, 1(2): 36-37
- [20] 黄芸,袁洪,黄志军,等.环境重金属暴露对人群健康危害研究进展[J].中国公共卫生,2016,32(8):1113-1116
- HUANG Yun, YUAN Hong, HUANG Zhi-jun, et al. Progress in research on environmental exposure and health hazards of heavy metal in China [J]. China J. Public Health, 2016, 32(8): 1113-1116
- [21] 覃仕扬.枸杞子的安全性研究[D].北京:北京协和医学院,中国医学科学院,2011
- QIN Shi-yang. Medlar security research [D]. Beijing: Peking Union Medical College, Chinese Academy of Medical Sciences, 2011
- [22] 吴宝磊,谭彩霞.食品中微生物危害分析及控制措施探讨[J].商品与质量,2016,15
- WU Bao-lei, TAN Cai-xia. Analysis on microbial risks in food and disscission of control measures [J] Shangpin Yu Zhiliang, 2016, 15