



# 宁夏中宁不同施肥方式下土壤肥力及枸杞子品质比较研究

刘赛<sup>1,2</sup>, 徐荣<sup>1</sup>, 陈君<sup>1\*</sup>, 徐常青<sup>1</sup>, 郭昆<sup>1</sup>, 郭巧生<sup>2</sup>, 张蓉<sup>3</sup>

(1. 中国医学科学院北京协和医学院药用植物研究所, 北京 100193;

2. 南京农业大学中药材研究所, 江苏南京 210095;

3. 宁夏农林科学院植物保护研究所, 宁夏银川 750002)

**[摘要]** 目的:明确宁夏中宁地区不同施肥背景下,土壤肥力及其枸杞子品质的差异。方法:通过走访调查,选择具有代表性的样地8份,采用农林或国家标准方法,测定了土壤氮(N)、磷(P)、钾(K)、pH、全盐、有机质和枸杞子多糖、甜菜碱、亚硝酸盐含量,并进行统计分析。结果:不同施肥方式下各肥力指标差异极显著,枸杞子多糖、甜菜碱、亚硝酸盐组间差异均不显著,甜菜碱与全量氮和速效磷有显著相关性,多糖与各肥力指标无显著相关性,亚硝酸盐均未检出。结论:不同施肥方式对土壤肥力指标影响显著,虽然对枸杞子多糖和甜菜碱影响不显著,但调查中发现已有不少单施化肥的枸杞地出现板结及植株的生长受阻。为了枸杞产业的可持续发展,建议建立枸杞绿色施肥标准,引导农民科学施肥,保护土壤环境和枸杞的健康生长。

**[关键词]** 宁夏枸杞;土壤肥力;枸杞多糖;枸杞甜菜碱;亚硝酸盐

枸杞子为茄科 Solanaceae 枸杞属 *Lycium* Linn. 植物宁夏枸杞 *L. barbarum* L. 的干燥成熟果实<sup>[1]</sup>。为我国传统名贵中药材和保健品,2002年被卫生部列为药食同源植物,主产于我国宁夏、新疆、内蒙古、甘肃、河北、青海等省区,栽培面积已近  $1.3 \times 10^5$  hm<sup>2</sup>。近年来产区调查发现,枸杞的施肥量为普通作物的5~8倍<sup>[2]</sup>,由于缺乏统一的规范,枸杞施肥状况还较为混乱,不同产区或同一产区不同种植户施肥量与施肥种类均各有不同。

施肥是枸杞生产中的重要增产措施,不合理的施肥不仅起不到增产作用,而且会降低肥料利用率,影响枸杞品质,甚至会破坏土壤结构,污染环境。近年来,由于土壤盐渍化或次生盐渍化的加重,致使枸杞在生长发育阶段对氮磷钾肥的吸收利用率下降,严重影响了枸杞的产量和品质<sup>[3]</sup>。因此,合理施肥是保证枸杞产量、质量及枸杞产区土壤健康的有效措施。

本文以宁夏枸杞的主栽品种宁杞1号为研究对

象于2010年6月,在宁夏枸杞道地产区中宁县,对枸杞种植的施肥情况进行实地调研和取样,并考察不同施肥条件下土壤氮、磷、钾、pH、全盐、有机质和枸杞子多糖、甜菜碱、亚硝酸盐等相关指标。

## 1 材料

供试枸杞品种“宁杞1号”。数据用SPSS 17.0软件进行相关性分析。Delta 320型酸度计、DDS-307型电导率仪、1030全自动定氮仪、722S可见分光光度计、410火焰光度计、U-3900紫外-可见分光光度计。

## 2 方法

### 2.1 走访调查

走访和实地调查宁夏中宁县枸杞种植户和枸杞种植基地50户,记录枸杞当年种植过程中施肥次数,施肥时间,施肥方法,施肥种类,并从中选择具有代表性的3种施肥方式户:纯施有机肥1户(样地1),有机肥与化肥混施3户(样地5~7),纯施化肥4户(样地2~4,8),枸杞地中选择树龄、长势及产量水平相对一致的成龄枸杞3株。分别挂牌标记,进行田间土壤取样、枸杞样品取样。

### 2.2 取样

**2.2.1 土壤取样** 以2株枸杞最短距离之间1/2处作与2茨连接垂直线,用取土器取土,取土深度为25 cm,以树干为中心等距离取土样4份,在枸杞树

[稿件编号] 20110607014

[基金项目] 国家“重大新药创制”科技重大专项(2009ZX09308-002);国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAI09B04)

[通信作者] \* 陈君, Tel: (010) 62899731, E-mail: junzichen@263.net



株距正中间取样1个,将5份土样混合均匀。

**2.2.2 果实取样** 用洁净的采摘筐采收成熟枸杞果实,为避免自然晾晒过程中引入其他污染,采用烘箱进行梯度烘干,烘干温度和时间分别为40℃ 36h,50℃ 20h,60℃ 8h。

### 2.3 检测

**2.3.1 土壤肥力指标** pH依据LY/T 1239-1999(森林土壤pH的测定)方法;全盐依据LY/T 1251-1999(森林土壤水溶性盐分分析)方法;有机质依据NY/T 1121.6-2006(土壤有机质的测定)方法;全量氮依据LY/T 1228-1999(森林土壤全氮的测定)方法;全量磷依据LY/T 1229-1999(森林土壤水解性氮的测定)方法;全量钾依据LY/T 1232-1999(森林土壤全磷的测定)方法;速效氮依据LY/T 1233-1999(森林土壤有效磷的测定)方法;速效磷依据LY/T 1234-1999(森林土壤全钾的测定)方法;速效钾依据LY/T 1236-1999(森林土壤速效钾的测定)方法。

**2.3.2 枸杞子多糖、甜菜碱、亚硝酸盐** 枸杞多糖依据GB/T18672-2002枸杞(枸杞子)方法;枸杞甜菜碱依据NY/T1746-2009(甜菜中甜菜碱的测定)

方法;亚硝酸盐依据GB 5009.33-2010(食品中亚硝酸盐和硝酸盐的测定)方法。

### 3 结果与分析

#### 3.1 宁夏中宁枸杞施肥调查结果(50份调查整理)

基肥品种及比例:有机肥22%,磷酸二铵22%,复合肥22%,尿素15%,枸杞专用肥11%,过磷酸钙4%,混合肥4%。追肥品种及比例:磷酸二铵31%,尿素30%,复合肥17%,枸杞专用肥9%,有机肥9%,混合肥4%。

枸杞基肥和追肥品种差异不大,但各肥料品种的比例有明显的变化,基肥以有机肥、磷酸二铵、复合肥为主,追肥以尿素、磷酸二铵为主。调查中发现虽然基肥品种中有机肥比例较高,但施用量明显不足,主要原因是有机肥来源有限,成本高而且操作麻烦。各肥料品种中以磷酸二铵使用频率最高。

中宁地区枸杞施肥时间基本一致,主要分为2个时期,4月中下旬施基肥;6月中旬施追肥,在生长季节不定期的叶面肥,个别枸杞种植户在冬季施基肥。各农户施肥品种和施肥量差异较大。有机肥施用量最大的为12.5kg/株,化肥施用量最大的为1kg/株,见表1。

表1 中宁枸杞施肥调查

No.	施肥次数	施肥时间/月-日	肥料种类	施肥比例(顺序如前)	单株施用量/kg	株龄/a	地点
1	1	04-15	猪粪-鸡粪-牛粪-羊粪-磷矿有机肥堆置1个月	1:1:1:少量:少量	4	3	早康公司 上渠基地
	2	06-10	油饼(葵花油,豆油)		0.5		
2	1	04-27	过磷酸钙-生态有机肥-尿素-复合肥	10:5:2:5	0.6	4	舟塔乡上桥村1队
	2	06-05	磷酸二胺-生态有机肥-尿素-复合肥	10:5:2:5	0.7		
3	1	04-27	磷酸二胺-复合肥-混合肥	5:4:4	0.45	5	舟塔乡铁渠村2队
	2	06-05	磷酸二胺-复合肥-混合肥	5:4:4	0.35		
4	1	04-29	磷酸二胺-复合肥-枸杞专用肥-三环复合肥	2:1:2:1	0.6	4	舟塔乡 铁渠村2队
	2	06-25	磷酸二胺-复合肥-枸杞专用肥-三环复合肥-尿素	2:1:2:1:1	0.6		
5	1	04-27	农家肥-猪粪	5:2:8	2	4	舟塔乡舟塔村5队
	2	04-27	磷酸二胺-尿素-有机肥		1		
	3	05-20	磷酸二胺-尿素-掺混肥		1		
6	1	03-20	农家肥(猪粪)	1:1:1	3	6	舟塔乡靳崖村8队
	2	04-25	磷酸二胺-复合肥-枸杞专用肥		0.4		
	3	05-20	磷酸二胺-复合肥-枸杞专用肥-尿素		0.5		
	4	06-20	磷酸二胺-复合肥-枸杞专用肥-尿素		0.5		
7	1	04-15	农家肥(猪粪)	1:1	12.5	4	舟塔乡上桥村1队
	2	04-15	磷酸二胺-尿素		0.1		
8	1	04-27	有机-无机复合肥	5:2	0.35	4	舟塔乡铁渠村2队
	2	06-05	磷酸二胺-尿素		0.6		

### 3.2 不同施肥方式下土壤肥力指标状况比较

不同施肥品种和施肥量下,土壤各肥力指标



均呈极显著差异,各肥力指标与施肥情况, 见表2。

表2 不同施肥方式下土壤肥力指标检测

No.	pH	全盐/g · kg <sup>-1</sup>	有机质/g · kg <sup>-1</sup>	全量氮/g · kg <sup>-1</sup>	全量磷/g · kg <sup>-1</sup>
1	8.48 ± 0.02cD	0.68 ± 0.20aA	5.84 ± 0.90aA	0.44 ± 0.02aA	0.45 ± 0.24aA
2	7.30 ± 0.05aA	3.32 ± 0.07cC	14.33 ± 0.44cB	1.40 ± 0.04bB	3.15 ± 0.13cCD
3	7.98 ± 0.15bC	1.19 ± 0.59abAB	15.90 ± 0.90bB	1.17 ± 0.09bB	2.02 ± 0.36bBC
4	7.44 ± 0.14aAB	3.31 ± 0.37cC	13.33 ± 0.99bcB	1.28 ± 0.07bB	1.75 ± 0.05bB
5	7.36 ± 0.25aAB	1.43 ± 0.39abAB	25.33 ± 1.59dC	1.80 ± 0.18dD	3.58 ± 0.66dE
6	7.81 ± 0.07bBC	1.01 ± 0.16abAB	19.60 ± 2.22cB	1.39 ± 0.11cC	2.51 ± 0.31bcBCD
7	7.45 ± 0.07aAB	1.74 ± 0.20bB	24.63 ± 0.42dC	1.82 ± 0.07dD	1.95 ± 0.64bB
8	7.81 ± 0.00bBC	1.05 ± 0.00abAB	15.67 ± 0.00bcB	1.21 ± 0.00bB	3.15 ± 0.00cCD

  

No.	全量钾/g · kg <sup>-1</sup>	速效氮/mg · kg <sup>-1</sup>	速效磷/mg · kg <sup>-1</sup>	速效钾/mg · kg <sup>-1</sup>
1	20.20 ± 0.20aA	43.00 ± 6.81aA	23.40 ± 6.16aA	101.33 ± 6.81aA
2	22.00 ± 0.29cB	193.67 ± 4.00cD	172.23 ± 10.98bB	320.33 ± 31.72bB
3	21.57 ± 0.38bcB	112.00 ± 26.15bB	138.60 ± 66.96bB	365.67 ± 55.15bB
4	20.33 ± 0.23aA	180.00 ± 20.55cCD	171.43 ± 25.74bB	322.67 ± 80.10bB
5	21.33 ± 0.20bB	174.67 ± 35.23cCD	342.33 ± 48.58cC	402.67 ± 86.75bcB
6	21.80 ± 0.06bcB	129.33 ± 13.32bBC	202.23 ± 57.98bB	320.00 ± 49.27bB
7	21.47 ± 0.15bB	195.33 ± 7.81cD	343.33 ± 75.40cC	484.00 ± 42.03cB
8	21.37 ± 0.00bB	117.00 ± 0.00bB	194.93 ± 0.00bB	339.67 ± 0.00bB

注:多重比较采用S-N-K法,小写字母表示0.05差异水平,大写字母表示0.01差异水平(表3同)。

pH:各样地pH范围在7.3~8.0,以新开发枸杞地pH最高。

全盐:土壤中盐离子含量与施用化学肥料密切相关,单施化肥显著增加土壤中的盐离子(样地2,4),分别为3.32,3.31 g · kg<sup>-1</sup>。有机肥能够改善土壤中游离盐离子含量(样地5,6)。

有机质:有机质含量与有机肥施用量密切相关,同时也与施肥时间和有机肥堆肥时间有关,样地5,7含量最高,其中样地7施肥量最多,有12.5 kg/棵,但其施肥时间比样地5早,所以有机质是样地5最高,为25.33 g · kg<sup>-1</sup>。

全量氮磷钾:增施化学肥料能够明显提高土壤含氮量,尤其是同时施用有机肥和化学肥料(样地5,7)。土壤全磷含量与增施磷酸二铵肥料密切相关(样地5,2,8),且土壤全磷含量与磷酸二铵施用量成正比(样地5),磷酸二铵施用量越大,土壤全磷含量越高,样地1未施含磷化学肥料,土壤中全磷含量明显偏低。与其他植物营养元素相比,各枸杞样地土壤全钾含量差异不大,可能与宁夏枸杞土壤中富含K元素有关,都保持较高的K含量,推测这也是促成宁夏枸杞品质优异的原因之一。

速效氮磷钾:增施化学肥料能够明显提高土壤中速效氮的含量,尤其是施用尿素等可溶性高的氮素肥

料,能够明显提高土壤中速效氮含量(样地2,7,4,5),增施有机肥提高土壤中速效氮的效果不如化学肥料显著。施用含磷化学肥料能够明显提高土壤中的速效磷含量。与单纯施用含磷化学肥料相比,同时增施有机肥与含磷化学肥料,能够明显提高土壤中速效磷的含量(样地7,5,6),增施有机肥有助于提高磷在土壤中的利用率。增施含钾复合肥对土壤中全钾含量的影响不明显,但能明显提高土壤中速效钾含量,尤其是同时施用复合肥与农家肥(样地7,5),农家肥中的微生物能够促进可溶性钾的含量。

### 3.3 不同施肥方式下枸杞子品质比较

通过相关性分析,枸杞的果糖与pH、全盐、有机质、全量氮、全量磷、全量钾、速效氮、速效磷、速效钾之间均无显著相关性,张晓煜<sup>[4]</sup>等研究认为土壤中磷素含量与枸杞多糖呈负相关,且相关显著,而本研究结果显示多糖含量与磷素含量虽呈负相关,但不显著,与牛艳<sup>[5]</sup>等研究结果一致。甜菜碱与全量氮和速效磷呈显著正相关,相关系数分别为0.711,0.732,其中甜菜碱与速效磷呈显著正相关,与牛艳<sup>[6]</sup>研究结果一致,说明土壤中的全量氮和速效磷对枸杞甜菜碱的积累有一定促进作用,见表3。

所采枸杞样品的多糖和甜菜碱均符合“2010年版”《中国药典》标准(枸杞多糖≥1.8%,甜菜



表3 不同施肥方式下枸杞子品质检测

No.	多糖 /g · kg <sup>-1</sup>	甜菜碱 /g · kg <sup>-1</sup>
1	0.443 ± 0.029abA	0.034 ± 0.007aA
2	0.457 ± 0.027abA	0.052 ± 0.017bABC
3	0.407 ± 0.014abA	0.047 ± 0.003abAB
4	0.486 ± 0.057bA	0.063 ± 0.008bcBC
5	0.384 ± 0.027aA	0.066 ± 0.003bcBC
6	0.409 ± 0.034abA	0.068 ± 0.004bcBC
7	0.400 ± 0.013abA	0.068 ± 0.006bcBC
8	0.401 ± 0.032abA	0.076 ± 0.009cC

注:亚硝酸盐未检出。

碱≥0.3%),说明中宁地区不同施肥方式下,枸杞多糖、甜菜碱均符合国家标准。样地1属于新开发枸杞地,肥力较差,其甜菜碱含量与其他地块相比含量偏低,而多糖含量与其他地块相当。

枸杞是需肥量很大的植物,施肥量为一般农作物的5~8倍<sup>[2]</sup>,然而施用大量的氮肥很容易导致亚硝酸盐的积累,为此,进一步对枸杞子亚硝酸盐含量进行检测,测定结果表明,各种施肥方式下枸杞子的亚硝酸盐含量均未超标。

#### 4 结论与讨论

##### 4.1 中宁枸杞施肥调查及土壤肥力状况分析

通过对中宁地区枸杞不同施肥方式的调查和分析,初步了解了中宁地区农民的施肥习惯和枸杞生产中肥料品种与使用量,各农民施肥量及肥料种类均不一致,没有统一标准,应建立枸杞绿色施肥标准,引导农民科学施肥,保证枸杞产量与品质。通过对不同施肥方式下土壤肥力指标进行比较和方差分析,各样地间差异极显著,不同的施肥量及肥料种类导致各样地间土壤肥力指标的差异性。

虽然施用有机肥和化肥在肥力指标方面表现不一,而且枸杞子中多糖和甜菜碱影响并非十分显著,但田间实际调查中发现,多施用有机肥的枸杞地,不管是土壤质地和枸杞植株的健康程度与产量等方面均优于单一使用化肥的枸杞地。对于常年使用化肥的枸杞地,土壤盐渍化现象非常严重,枸杞植株容易死亡,而且由于过量使用化肥,枸杞叶片经常提早发黄,干枯,采果期短。调查中还发现,枸杞有机肥施用量少最主要的原因是有机肥的来源不足,近年来由于中宁县大力发展枸杞产业,形成单一的种植模式,已很少有农户养殖牲畜、禽类。如果从外地购买有机肥,不仅劳动强度大,而且成本要比化学肥料高很多。

李进文<sup>[7]</sup>等通过实验证明施用有机肥添加AM菌可以很好扩大土壤微生物群落,活化土壤养分,促进根系吸收利用,提高了有机肥的利用率,应鼓励农民施用有机肥量,建议广大农民群策群力,广辟肥源,采取秸秆还田、种植绿肥、发展家畜家禽等综合措施提高枸杞园土壤有机质,结合AM菌原液发酵有机肥,提高有机肥的利用率,活化土壤矿质营养,改善枸杞园土壤环境,达到增产增收的目的。

##### 4.2 不同施肥方式下枸杞子品质比较和分析

对枸杞子的枸杞多糖和甜菜碱进行分析,结果表明枸杞多糖与土壤各肥力指标间并无显著相关性,与张晓煜<sup>[4]</sup>等研究结果并不一致。甜菜碱与全量氮和速效磷呈显著正相关,与牛艳<sup>[6]</sup>研究结果一致,说明枸杞品质的形成有诸多因素,不同的采收时期、树龄、修剪、灌水、土壤状况等对枸杞品质均有影响,应综合采样整体分析,采用单一元素来分析判断土壤肥力指标与枸杞多糖或甜菜碱之间相关性并不能合理代表其真实相关性,应作进一步研究。

在食品安全中亚硝酸盐越来越受到重视,尤其是在食叶蔬菜中,一般在茎叶部最高,根部次之,果最低,但施用化肥过量时,植物吸收的多余氮肥便以“硝酸盐”形式存在植物体中,在硝酸还原酶的作用下,硝酸盐被还原为亚硝酸盐。亚硝酸盐的检测结果显示,枸杞子未检测出亚硝酸盐的原因可能与枸杞植株生理状态、药用部位、加工方式等有关。

[致谢] 宁夏回族自治区中宁县枸杞管理中心陈清平,王少东在施肥调查及取样中提供的帮助。

##### [参考文献]

- [1] 路安民,王美林. 关于中药现代化中的物种鉴定问题——基于枸杞分类和生产问题的讨论[J]. 西北植物学报,2003,23(7):1077.
- [2] 张晓辉,陈清平,王少东,等. 中宁枸杞生产中存在的技术问题及解决办法[J]. 宁夏农林科技,2009(2):75.
- [3] 董锋,张伟. 宁夏引黄灌区耕地土壤盐渍化调查与抗盐植物选育[M]. 银川:宁夏人民出版社,2006.
- [4] 张晓,刘静,袁海燕,等. 枸杞多糖与土壤养分、气象条件的量化关系研究[J]. 干旱地区农业研究,2003,21(3):43.
- [5] 牛艳,许兴,郑国琦,等. 土壤养分和盐分对枸杞多糖和总糖含量的影响[J]. 中国农学通报,2006(12):59.
- [6] 牛艳,许兴,魏玉清,等. 土壤生态因子与宁夏枸杞中甜菜碱含量变化的关系[J]. 中国农学通报,2005(8):221.
- [7] 李进文,王贵荣,周向军,等. 不同施肥种类对枸杞产量品质的影响[J]. 宁夏农林科技,2005(5):28.

[责任编辑 吕冬梅]