

DOI:10.11937/bfyy.201611042

氮素用量对叶用枸杞氮磷钾养分积累及产量的影响

王 蓉¹, 王 伟¹, 王 娅 丽¹, 王 金 涛¹, 司 光 义²

(1. 国家林业局枸杞工程技术研究中心, 宁夏 银川 750004; 2. 贺兰林业局, 宁夏 银川 750200)

摘 要:以枸杞“叶用 1 号”为试材, 采用田间试验与测试分析方法, 在宁夏银川金凤区森森现代林业科技园进行了叶用枸杞肥料试验, 研究了春季氮素用量对叶用枸杞植株氮磷钾养分积累和产量的影响。结果表明: 适量的增施氮肥能够促进叶用枸杞对氮磷钾素的积累; 100 kg 叶芽所需氮(N) 0.35~0.58 kg、所需磷(P_2O_5) 0.08~0.13 kg、所需钾(K_2O) 0.15~0.24 kg, 其三要素(N : P_2O_5 : K_2O) 平均比例为 1 : 0.24 : 0.44; 当每 667 m² 施氮量为 2.18 kg 时, 叶用枸杞每 667 m² 生物产量最高值为 313.89 kg; 当每 667 m² 施氮量为 2.45 kg 时, 每 667 m² 叶芽产量最高值为 88.41 kg; 当最佳经济效益每 667 m² 施氮量为 2.40 kg 时, 每 667 m² 最佳经济产量为 88.40 kg。

关键词: 叶用枸杞; 氮磷钾; 产量

中图分类号: S 143.1; S 565.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2016)11-0160-04

枸杞的嫩叶或嫩芽在《本草纲目》中称作天精草, 其营养丰富, 性味苦甘凉, 能清火明目, 药用保健功能可与枸杞果实媲美, 具有预防心脏疾病及心血管疾病发生、延缓衰老和促进机体免疫等作用^[1-4]。

目前枸杞以传统的果用枸杞种植为主, 叶用枸杞仅有零星栽培, 且大多不是叶用枸杞专用品种^[5-6]。枸杞“叶用 1 号”是国家林业局枸杞工程技术研究中心采用倍性育种方法选育出的三倍体枸杞新品系。该品种具有生长量大、生长势强、栽培性能好、适应性强、叶芽鲜嫩、风味良好、营养丰富的特点。而目前鲜见关于叶用

枸杞施肥方面的研究^[7-11], 随着叶用枸杞新品种的问世, 急需解决其栽培技术、施肥等一系列的相关技术问题。该试验通过氮肥用量对叶用枸杞氮磷钾养分及产量影响的研究, 以探明在砂土壤条件下叶用枸杞氮肥用量的最佳配比, 以期为叶用枸杞精准施肥提供理论支撑。这对于大面积推广叶用枸杞施肥技术、提高肥料利用率、降低生产成本具有十分重要的参考价值。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在宁夏银川金凤区森森现代林业科技园进行。该地区四季分明, 春迟夏短, 秋早冬长, 昼夜温差大, 雨雪稀少, 蒸发强烈, 气候干燥, 风大沙多等。年平均气温 8.5℃左右, 年平均日照时数 2 800~3 000 h, 是中国太阳辐射和日照时数最多的地区之一。土壤肥力水平低下, 是典型的砂质土壤, 其主要土壤理化性质见表 1。

第一作者简介: 王蓉(1988-), 女, 宁夏固原人, 硕士, 研究实习员, 现主要从事植物营养与作物施肥等研究工作。E-mail: 951821322@qq.com。

基金项目: 国家林业局枸杞工程技术研究中心实验室研究专项资助项目(2015-GQZX-3)。

收稿日期: 2015-12-16

Abstract: Taking seed of *Prunella vulgaris* as test material, using 120 mmol · L⁻¹ NaCl to imitate salt stress, the effects of sodium nitroprusside (SNP) at different concentrations (0.01—0.50 mmol · L⁻¹) on seed germination and seedling growth under NaCl stress were investigated. The results showed that seed germination of *Prunella vulgaris* was significantly inhibited by NaCl stress, SNP treatments could relieve the inhibition of seed germination under NaCl stress in different degree. 0.10 mmol · L⁻¹ SNP increased the seed germination rate and germination energy by 68.06% and 130.56%, germination index and vigor index by 78.71% and 325.93%, radicle length and plumule length by 165.63% and 43.43%, radicle-plumule ratio by 74.49%, and fresh weight by 57.66%. The comprehensive evaluation indicated that the concentration of SNP at 0.10 mmol · L⁻¹ was the best relieving effect in all the treatments.

Keywords: *Prunella vulgaris*; NO; sodium nitroprusside; NaCl stress; seed germination

表 1

供试土壤 0~40 cm 土层主要理化性质

Table 1

Basic properties of the tested soil in 0—40 cm

土层深度 Soil depth/cm	有机质 Organic matter/(g·kg ⁻¹)	碱解氮 Avail. N/(mg·kg ⁻¹)	速效磷 Avail. P/(mg·kg ⁻¹)	速效钾 Avail. K/(mg·kg ⁻¹)	全盐 Total salt/(g·kg ⁻¹)	pH
0~20	12.65	44.7	141	124.0	1.05	9.26
20~40	8.75	48.2	140	128.9	0.39	9.61

1.2 试验材料

供试材料为枸杞“叶用 1 号”。供试肥料为尿素(N 46%)、过磷酸钙(P₂O₅ 50%)、硫酸钾(K₂O 50%)。施肥方法:有机肥(羊粪)和全部磷肥结合整地施,氮肥、钾肥分别在 5 月中旬水溶追施。

1.3 试验方法

每 667 m² 统一施用有机肥(羊粪)2 000 kg、硫酸钾肥 1.5 kg、重过磷酸钙 2.2 kg 的基础上,设置 4 个水平氮肥试验,即每 667 m² 分别施氮 0、2、3、4 kg(处理分别设置为 N₀、N₂、N₃、N₄)。采用单因素(氮素)随机区组试验设计,重复 3 次。树龄 3 年,株行距 70 cm×20 cm,每小区种 10 行,小区长 12 m,宽 6.95 m,小区面积 83.38 m²,每 667 m² 种植 4 765 株,管理同大田。

1.4 项目测定

叶用枸杞植株取样分别隔 30 d 在各处理的第 3 个小区随机采集,分别测定不同时期、不同器官 NPK 养分。

植株 NPK 含量的测定方法:将样品冲洗干净后,放入烘箱,在 105 ℃ 条件下烘 30 min,然后在 65 ℃ 条件下烘 12 h 左右。烘干样粉碎后过 0.25 mm 筛,叶芽用研钵捣碎过 1 mm 筛,各器官样品分别用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮,植株的全氮、全磷、全钾含量分别采用半微量凯氏定氮法、钒钼黄比色法、火焰光度计法测定。

各器官 N 养分积累量(g/株)=各器官干物质重(g/株)×各器官养分含量(%)÷100;各器官 P₂O₅ 养分积累量(g/株)=各器官干物质重(g/株)×各器官养分含量(%)×2.291 4÷100;各器官 K₂O 养分积累量(g/株)=各器官干物质重(g/株)×各器官养分含量(%)×1.204 6÷100;每株叶用枸杞总养分积累量=根养分积累量(g/株)+茎干物质重(g/株)+叶干物质重(g/株)。

1.5 数据分析

数据采用 Excel 2007、DPS 统计分析软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 氮素用量对叶用枸杞各器官 NPK 养分积累量的影响

由图 1 可以看出,叶用枸杞对氮素、磷素的吸收规律相同,主要以根为中心,二者在各器官的含量均依次为根>茎>叶;对钾素的吸收主要以茎为主,其次为叶。不同氮素用量对叶用枸杞各器官氮素、磷素、钾素积累有不同影响。不同器官氮素积累中,根和茎的含氮量均

是 N₄ 处理最高,分别比含氮最低处理 N₀ 高出 42.36%、69.85%;叶含氮量最高处理为 N₃,比含氮最低处理 N₀ 高出 75.85%。可见,随施氮量的增加,叶、根、茎的含氮量均增加。

各器官磷素积累过程中,根和茎的含磷量均是 N₄ 处理最高,分别比含磷最低处理 N₀ 高出 27.43%、67.65%;叶含磷量最高处理为 N₃,比最低处理 N₀ 高出 52.61%。

各器官钾素积累过程中,根、茎、叶的含钾量均是 N₀ 处理最高。其中,叶、茎含钾量最低处理均为 N₂,最高处理比最低处理依次高出 1.48、1.20 倍;根含钾量最低处理为 N₃,比最高处理低 52.60%。可见,土壤的含钾量足以满足叶用枸杞的生长,过多的施入钾素反而降低钾素利用率。

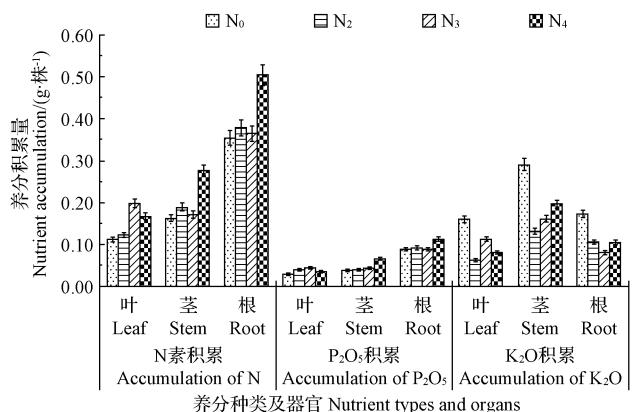


图 1 不同氮素用量对叶用枸杞各器官氮磷钾养分吸收的影响

Fig. 1 Effect of nitrogen fertilizer application on the absorption of NPK for leafy wolfberry

2.2 不同氮素水平下生产 100 kg 叶芽所需氮磷钾养分量

由表 2 可知,100 kg 叶芽所需氮素(N)在 0.35~0.58 kg,各处理高低顺序为 N₄>N₃>N₂=N₀;100 kg 叶芽所需磷素(P₂O₅)在 0.08~0.13 kg,各处理高低顺序为 N₄>N₃=N₀>N₂;100 kg 叶芽所需钾素(K₂O)在 0.15~0.24 kg,各处理高低顺序均表现为 N₄>N₃>N₀>N₂。三要素(N:P₂O₅:K₂O)平均比例为 1:0.24:0.44。

表2 不同氮肥施用量下生产 100 kg
叶芽所需氮磷钾养分量

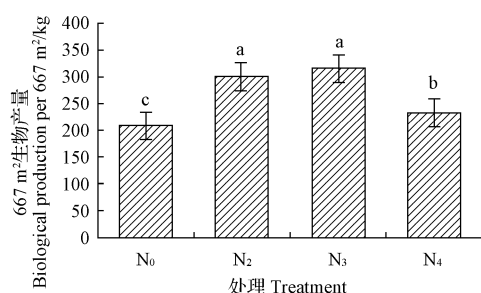
Table 2 100 kg of sprout under different ratio of nitrogen fertilizer
required for nitrogen, phosphorus and potassium

处理 Treatment	N 质量 /kg	P ₂ O ₅ 质量 /kg	K ₂ O 质量 /kg	三要素比例 (N : P ₂ O ₅ : K ₂ O)
N ₀	0.35	0.09	0.16	1 : 0.26 : 0.46
N ₂	0.35	0.08	0.15	1 : 0.23 : 0.43
N ₃	0.38	0.09	0.18	1 : 0.24 : 0.47
N ₄	0.58	0.13	0.24	1 : 0.23 : 0.41

2.3 不同氮肥施用量对叶用枸杞产量的影响

2.3.1 不同氮肥施用量对叶用枸杞生物产量的影响

对不同氮肥施用量与叶用枸杞生物产量进行回归



统计分析可知,叶用枸杞各处理间差异显著性如图2所示。各处理 N₂、N₃、N₄ 分别比 N₀ 处理的每 667 m² 生物产量高出 92.17、107.17、24.16 kg,即分别高出 44.24%、51.44%、11.6%。建立施氮量与叶用枸杞生物产量回归方程: $y = -22.655x^2 + 98.77x + 206.23$, $R^2 = 0.9395$ 。在统一施磷、钾肥前提下,当每 667 m² 施氮量达 2.18 kg 时,每 667 m² 生物产量达最大值 313.89 kg;当施氮量进一步增加,生物产量呈缓慢下降趋势,说明施氮肥能明显提高叶用枸杞的生物产量,但氮肥的施用量必须控制在一定的水平。

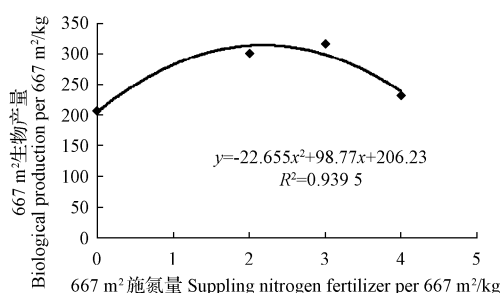


图2 氮素水平对叶用枸杞生物产量的影响

Fig. 2 Effect of different ratio of nitrogen fertilizer application on biological production

2.3.2 不同氮肥施用量对叶用枸杞叶芽产量及肥料效益的影响 由表3可知,适量施用氮肥对叶用枸杞叶芽有增产效果,各处理间叶芽产量差异不显著。N₂、N₃、N₄ 处理的叶芽产量分别比 N₀ 处理高出 21.47%、20.21%、13.21%。每 667 m² 产值分别增加 311.66、293.51、191.85 元。从肥料效益来看,N₂ 处理肥料经济效益和产投比最高,N₄ 处理反而呈现负数效益。建立施氮量与叶用枸杞叶芽产量回归方程(图3),

$y = -2.6411x^2 + 12.917x + 72.614$, $R^2 = 0.999$, 当每 667 m² 施氮量达 2.45 kg 时,每 667 m² 叶芽产量达最大值 88.41 kg;施氮量再增加,叶芽产量则出现下降趋势;根据施肥利润函数 $Z = py - qx$,即 $Z = 20 \times (-2.6411x^2 + 12.917x + 72.614) - 4.28x$,得出每 667 m² 最大效应施氮量为 2.40 kg,每 667 m² 相应最佳经济产量为 88.40 kg (纯 N 为 4.28 元 · kg⁻¹,叶用枸杞叶芽为 20 元 · kg⁻¹)。

表3 不同氮肥处理对叶用枸杞叶芽 667 m² 产量的影响

Table 3 Effect of different ratio of nitrogen fertilizer on sprout production per 667 m²

处理 Treatment	产量 Yield /kg	增产率 Growth rate /%	产值 Income /元	氮肥投入 Nitrogen input /元	磷肥投入 Phosphate input /元	钾肥投入 Potash input /元	肥料经济效益 Economics /元	产投比 VCR
N ₀	72.57±22.35a	—	1451.35	—	—	—	—	—
N ₂	88.15±8.72a	21.47	1763.01	37.50	156.6	27	90.56	8.94
N ₃	87.24±10.13a	20.21	1744.86	56.25	156.6	27	53.65	8.11
N ₄	82.16±2.25a	13.21	1643.20	75.00	156.6	27	-66.75	5.33

3 讨论与结论

研究结果显示,叶用枸杞对氮素、磷素的吸收规律相同,主要以根为中心,二者在各器官的含量均为根>茎>叶;对钾素的吸收主要以茎为主,其次为叶。随施氮量的增加,叶、根、茎的含氮、含磷量均增加,钾素反之。

100 kg 叶芽所需氮、磷(P₂O₅)、钾(K₂O)分别在 0.35~0.58、0.08~0.13、0.15~0.24 kg,N₂ 处理为最优

处理,三要素(N : P₂O₅ : K₂O)平均比例为 1 : 0.24 : 0.44。与以往研究相差甚远,孙虹等^[12]指出芽菜整个生育期施肥 4 次,每 667 m² 施 N、P₂O₅、K₂O 分别为 10、5、10 kg,陈清平等^[13]指出,在 5 月下旬至 6 月初每 667 m² 可追肥玉泉生物复合肥 25 kg+磷酸二铵 10 kg+尿素 10 kg+硫酸钾 10 kg,后期追肥 4~5 次,氮、磷、钾配比为 4 : 1.75 : 1,每生产 1 000 kg 鲜菜需纯氮 80 kg,纯磷

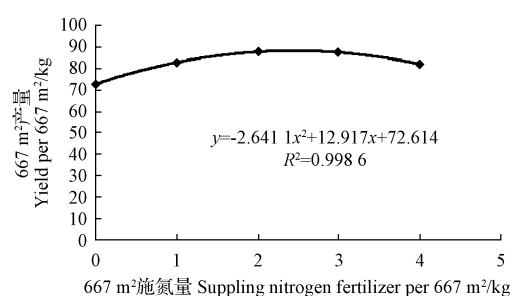


图3 不同氮素水平对叶用枸杞叶芽产量的影响

Fig. 3 Effect of different ratio of nitrogen fertilizer application on sprout production

35 kg, 纯钾 20 kg。这可能与叶用枸杞品种、土壤肥力等因素有关,也可能与生育期有关,该研究针对于叶用枸杞春季施肥用量、叶芽产量及养分积累。

参考文献

- [1] 李时珍.本草纲目(下)[M].北京:人民卫生出版社,1981:897-899.
[2] 张德纯,王德槟,马宾生,等.北京地区菜用枸杞的保护地栽培[J].中国蔬菜,1998(4):45-46.

- [3] 彭晓东,沈泳,李锋,等.枸杞多糖对电刺激离体蟾蜍腓肠肌疲劳的影响[J].中草药,2000,31(5):356-358.
[4] 赵康,孟亚东,蒲公英、枸杞菜营养成分分析[J].扬州大学烹饪学报,2005(3):27-28.
[5] 王凤宝,付金锋,董立峰,等.菜用枸杞品种筛选及营养品质分析[J].中国蔬菜,2011(6):80-83.
[6] 李润淮,石志刚,安巍,等.菜用枸杞新品种宁杞菜1号[J].中国蔬菜,2002(5):48.
[7] 朱立新,景蒙,李和平.菜用枸杞的引种试验与日光温室栽培技术研究[J].中国农学通报,2006,22(12):236-240.
[8] 贺小秀.野生菜用枸杞栽培技术[J].中国林副特产,2009,103(6):55-56.
[9] 李跃森,吴水金,赖正锋,等.菜用枸杞周年生产技术[J].福建农业科技,2013(10):22-23.
[10] 康振中,刘国庆.叶用枸杞的生产试验初报[J].安徽农学通报,2012,18(19):82-83.
[11] 高艳明,李建设,刘菊莲.基于银川地区水质的叶用枸杞营养液配方优选[J].北方园艺,2010(15):105-109.
[12] 孙虹,方俊华,彭国良.2个菜用枸杞品种特性及栽培技术[J].浙江农业科学,2005(4):259-260.
[13] 陈清平,谢施神.无公害叶用枸杞规范化栽培技术[J].宁夏农林科技,2005(2):56-57.

Effect of Nitrogen Fertilizer Application on the Accumulation of NPK and Yield for Leaf Wolfberry

WANG Rong¹, WANG Wei¹, WANG Yali¹, WANG Jintao¹, SI Guangyi²

(1. Wolfberry Engineering and Technological Research Center of State Forestry Administration, Yinchuan, Ningxia 750004; 2. Helan Forestry Bureau, Yinchuan, Ningxia 750200)

Abstract: Taking 'Leaf No. 1' wolfberry as test material, the effect of nitrogen fertilizer application on the accumulation of NPK and yield was studied, and the field experiment was conducted at Senmiao Modern Forestry Science and Technology Park of Jinfeng District in Yinchuan of Ningxia. The results showed that increasing the amount of nitrogen fertilizer had a role in promoting absorption of NPK. Under all experimental condition, producing every 100 kg leaf wolfberry sprout need N 0.35—0.58 kg, P_2O_5 0.08—0.13 kg and K_2O 0.15—0.24 kg, and the proportion of N, P_2O_5 , K_2O was 1 : 0.24 : 0.44. When nitrogen application rate reached 2.18 kg per 667 m², the maximum biological production per 667 m² could be 313.89 kg, and nitrogen per 667 m² reached 2.45 kg, the maximum production per 667 m² could be 88.41 kg. The best economic yield per 667 m² was 88.40 kg when nitrogen fertilization per 667 m² was 2.40 kg.

Keywords: leaf wolfberry; NPK; yield