

磷对枸杞果实商品品质和药用品质的影响

刘建文¹, 郑国琦², 刘根红¹, 杨吉德², 许兴¹

(1. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏大学 生命科学学院, 宁夏 银川 750021)

摘要:以1年生枸杞“宁杞1号”为试材,采用单因素随机区组试验设计,研究了不同施磷量对枸杞果实商品品质和药用品质的影响。结果表明:适宜的磷肥施用量能显著促进枸杞纵径的生长,对果实横径的影响不显著,枸杞果实百粒质量、可溶性糖含量与施磷量呈正相关;磷肥施用量对枸杞多糖、甜菜碱的含量影响不大,对枸杞黄酮含量有显著影响。综合考虑不同施磷量对枸杞品质指标的影响及磷肥价格等因素,667 m² 磷肥施用量以 20 kg 为最优处理。

关键词:磷肥;施肥量;宁夏枸杞;品质

中图分类号:S 567.1⁺9 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)14-0167-05

宁夏枸杞(*Lycium barbarum* L.)属茄科枸杞属多年生双子叶落叶灌木^[1],是我国名贵的中药材和食品,俗有“红宝”之美誉,居宁夏五宝之首。具有增强免疫力、抗衰老、抗肿瘤、抗氧化等多方面的药理作用^[2]。近年来,随着宁夏枸杞知名度的提升、市场需求量的增多、种植技术的完善以及交通的便利,宁夏枸杞已成为发展当地经济的传统优势特色经济作物。宁夏枸杞的综合质量包括百粒质量、果长、坏果率等外观品质和枸杞多糖、总糖、甜菜碱等在内的药用品质共同决定^[3]。施肥是宁夏枸杞获得优质高产的重要保障,枸杞是一种较常规作物需肥量大4~5倍的经济作物,其对磷肥的需求远大于钾而小于氮,过量的施入磷肥容易导致磷素的富集、水体营养化等问题^[4]。磷对作物产量和品质有着重要影响,适量施磷可提高作物产量,前人在施肥对枸杞品质影响方面做了大量研究。秦国峰等^[5]研究认为,适宜的氮、磷、钾用量及配比是枸杞养分管理的核心。马世震等^[6]的研究表明,施用枸杞专用肥后大大提高了枸杞产量和枸杞多糖、总糖、氨基酸的质量分数。刘赛等^[7]通过对宁夏中宁地区3种施肥方式对土壤肥力及其枸杞品质影响的比较,认为不同施肥方式对土壤肥力指标影响显著,对枸杞多糖和甜菜碱影响不显著,但单施化肥的枸杞土壤出现板结及植株生长受阻,多施有机肥的

枸杞土壤质地和枸杞产量等方面均优于使用单一化肥的枸杞土壤。

但是对于磷肥与枸杞果实品质和产量之间的关系研究尚鲜见深入报道,该试验设在平罗县前进农场碱化土壤试验地,通过设置不同量的磷素施肥水平,探讨碱化土壤磷肥不同施用量对宁夏枸杞品质的影响,为宁夏枸杞合理栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

供试土壤为中国乃至世界特有的龟裂碱土,俗称白僵土(土壤盐分组成以碳酸钠-重碳酸钠为主)。试验区地下水位深1.5 m左右,种植株行距为3 m×1 m,667 m²有效株数为222株,小区面积为72 m²,其长宽为12 m×6 m,保护行3 m宽,每个区组间隔2 m。试验地土壤背景值见表1。

1.2 试验材料

供试枸杞品种为1年生“宁杞7号”,4月15日采用挖坑机挖坑,进行枸杞定植,定植后于4月20日灌水。6月中旬进行第2次灌水,同时进行追肥。

供试肥料氮肥、磷肥和钾肥均为宁夏鲁西化工有限公司生产的尿素(N含量46.0%),重过磷酸钙(P₂O₅含量为46.0%)和硫酸钾(K₂O含量为50.0%)。

1.3 试验方法

于2014年4月在宁夏回族自治区石嘴山平罗县沙湖镇前进农场试验地进行。采用随机区组试验设计,以磷肥施入量为处理,设3个水平P1、P2、P3,每水平667 m²的施磷量分别为10、20、30 kg,以不施磷为对照

第一作者简介:刘建文(1991-),男,硕士研究生,研究方向为作物栽培。E-mail:1051946890@qq.com.

责任作者:许兴(1959-),男,博士,教授,现主要从事植物生理学和分子生物学等研究工作。E-mail:xuxingscience@163.com.

收稿日期:2016-03-07

表 1

试验地土壤背景值

Table 1

Experimental soil background value

土样深度 The depth of the soil sample	pH	全盐 Total salt	碱化度 Alkanization degree	有机质 Organic matter	水解氮 Hydrolysis nitrogen	速效钾 Available K	速效磷 Available P
/cm		/(g · kg ⁻¹)	/%	/(g · kg ⁻¹)	/(g · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)
0~20	8.59	1.68	10.9	11.6	41	314	15.1
20~40	9.25	3.85	17.8	10.0	25	284	7.9
40~60	9.82	2.44	31.3	7.74	20	256	6.7

(CK)。每株施磷量见表 2。除磷肥外,每小区的氮、钾肥全部做底肥,且氮、钾肥施用量都是正常施肥,氮肥(尿素)为 0.31 kg · 株⁻¹(4 月底基施尿素 0.21 kg · 株⁻¹,6 月中旬追施尿素 0.10 kg · 株⁻¹),钾肥(K₂SO₄)为 0.12 kg · 株⁻¹,再加施脱硫石膏 1.5 kg · 株⁻¹,有机肥 1 kg · 株⁻¹,黄沙 2.5 kg · 株⁻¹,施肥方式均为穴施,于枸杞挖坑定植前一次性施入。每处理 3 次重复。

表 2 试验处理及单株施肥量

Table 2 Experimental treatment and nitrogen fertilizer of each wolfberry

处理 Treatment	P ₂ O ₅ 含量 Content of P ₂ O ₅ /(kg · (667m ²) ⁻¹)	P ₂ O ₅ 含量 Content of P ₂ O ₅ /(kg · 株 ⁻¹)	重过磷酸钙含量 Content of TSP /(kg · 株 ⁻¹)
CK	0	0	0
P1	10	0.045	0.10
P2	20	0.090	0.20
P3	30	0.140	0.29

1.4 项目测定

1.4.1 枸杞外观品质测定 分别在宁夏枸杞秋果成熟期采集果实,用游标卡尺测定枸杞果实横径和纵径,用电子天平测枸杞果实的百粒质量,剩余样品烘干备用。

1.4.2 枸杞可溶性糖含量测定 葡萄糖、果糖、蔗糖含量测定参见赵智中等^[8]方法。

1.4.3 枸杞多糖、黄酮、甜菜碱含量测定 枸杞多糖含量参照国家标准(GB/T18672,2002)^[9]测定。黄酮含量采用分光光度法^[10]测定,甜菜碱含量参照 2010 版的《中国药典》一部^[11]方法测定。

2 结果与分析

2.1 不同施磷水平对枸杞果实大小的影响

2.1.1 不同施磷水平对枸杞横径的影响 枸杞横径是枸杞外观品质的重要指标,由图 1 可以看出,枸杞横径(9 月 5 日)随着施磷量的增加呈现先递增后递减的趋势,但方差分析结果表明各水平之间没有显著差异;而 9 月 20 日枸杞样品横径值随着施磷量的递增呈现先降低后增加的趋势,CK、P3 施肥水平下的枸杞横径值明显高出 P1、P2 施肥水平下的枸杞横径值,其分别比 P1 施肥水平高出 16% 和 11%,但各水平之间差异不显著。因此,增施磷有利于枸杞横径的生长,但低施磷水平下(P1),磷肥对枸杞横径的生长产生抑制作用。

2.1.2 不同施磷水平对枸杞纵径的影响 枸杞纵径是枸杞外观品质的重要指标,由图 2 可知,随着施磷量的

递增,枸杞纵径(9 月 5 日)呈现先递增后递减再递增的趋势,P1、P2、P3 与 CK 之间无显著差异性,P1 与 P2 在 0.05 水平上差异显著;9 月 20 日枸杞样品纵径值随着施磷量的递增呈现增加的趋势,方差分析结果表明,P3 与 CK、P1、P2 在 0.05 水平上差异显著,其余各水平差异不显著,说明磷肥对枸杞纵径的生长有一定的促进作用。

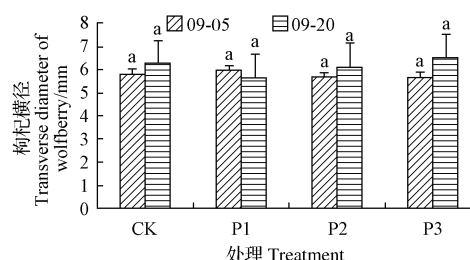


图 1 不同施磷水平对枸杞横径的影响

Fig. 1 Effect of different phosphorus levels on the transverse diameter of Chinese wolfberry

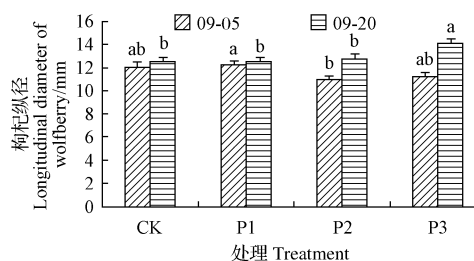


图 2 不同施磷水平对枸杞纵径的影响

Fig. 2 Effect of different phosphorus levels on the longitudinal diameter of Chinese wolfberry

2.1.3 不同施磷水平对枸杞百粒质量的影响 枸杞百粒质量是衡量枸杞果实大小的重要指标。由图 3 可以看出,枸杞百粒质量(9 月 5 日)随磷肥施量的递增呈现先增后减再增的趋势,P2、P3 与 CK 差异均不显著,P2 与 P1 在 0.05 水平上差异显著;9 月 20 日枸杞样品百粒质量在 P3 水平下的值最大,达到了 17.36 g,比 CK 高出 9%,且 P3 与 CK、P1 在 0.05 水平上差异显著。因此,增施磷有利于提高枸杞百粒质量的趋势,以 P3 水平施磷量对枸杞百粒质量效果最佳。

2.2 不同施磷水平对枸杞果实可溶性糖含量的影响

2.2.1 不同施磷水平对枸杞果实 3 种可溶性糖含量的影响 枸杞可溶性糖含量是枸杞果实甜度的重要影响因素,由图 4 可以看出,枸杞果实内葡萄糖、果糖、蔗糖含

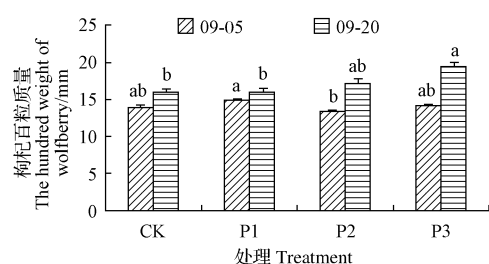


图3 不同施磷水平对枸杞百粒质量的影响

Fig. 3 Effect of different phosphorus levels on the hundred weight of Chinese wolfberry

量随着施磷量的增加而增加。P2 施磷水平下,枸杞果实内葡萄糖、果糖含量明显高于其它各水平,分别比 CK 施磷水平高 5% 和 11%,但各水平之间差异不显著。枸杞果实内蔗糖含量在 P3 施磷水平下取得最大值,比 CK 施磷水平高出 54%,达到差异显著水平($P < 0.05$),说明了适量施磷有增加枸杞果糖、葡萄糖和蔗糖含量的趋势,但施磷对促进果实蔗糖的合成作用更为明显。

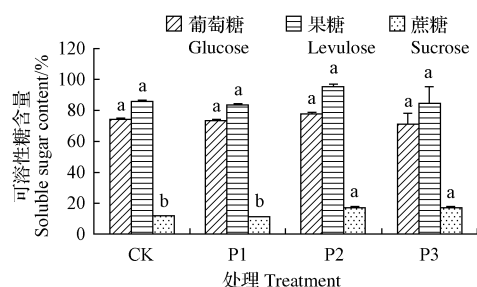


图4 不同施磷水平对枸杞可溶性糖含量的影响

Fig. 4 Effect of different phosphorus levels on the content of soluble sugar of Chinese wolfberry

2.2.2 不同施磷水平对枸杞果实可溶性糖总含量的影响 总糖是枸杞果实品质的重要指标,由图 5 可以看出,枸杞可溶性糖总量随着枸杞磷肥施量的递增而增加。在 4 个施磷水平中,以 P3 施磷水平其含量最大,比 CK 高 23%,二者在 0.05 水平上差异显著,P1 水平和 CK 差异不显著,其余各水平之间都有显著差异性。说明施磷对枸杞可溶性糖总含量有明显的促进合成作用。

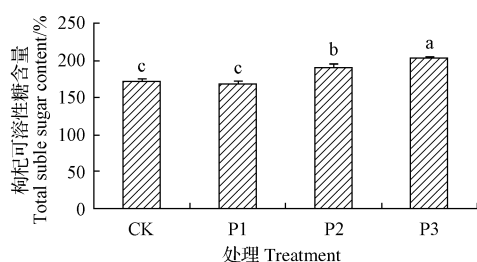


图5 不同施磷量对枸杞可溶性糖总含量的影响

Fig. 5 Effect of different phosphorus levels on the content of total soluble sugar of Chinese wolfberry

2.3 不同施磷水平对枸杞果实主要有效成分积累的影响

2.3.1 对枸杞果实多糖含量的影响 多糖是枸杞药用品质的重要指标,由图 6 可以看出,随着磷肥施量的递增,2 次枸杞样品多糖含量均呈现先增加后降低的趋势,9 月 20 日枸杞多糖含量 P2 水平与 CK、P1 水平在 0.05 水平上差异显著,其余各水平之间差异不显著,说明施磷对枸杞多糖含量的影响以 P2 水平效果最佳。

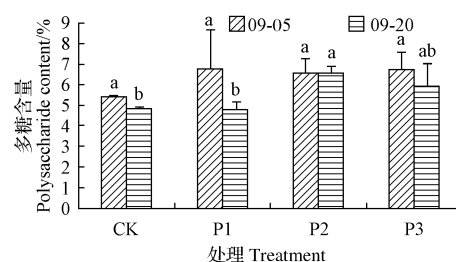


图6 不同施磷水平对枸杞多糖含量的影响

Fig. 6 Effect of different phosphorus levels on the content of polysaccharide of Chinese wolfberry

2.3.2 对枸杞果实黄酮含量的影响 黄酮是枸杞药用品质的重要指标,由图 7 可以看出,随着施磷量的增加,枸杞黄酮含量(9 月 5 日)呈现先增加后降低再增加的趋势,P1、P3 水平与 CK、P2 之间差异显著,同时 P1 与 P3 之间差异也显著,其余水平之间差异不显著,9 月 20 日枸杞样品黄酮含量呈现先降低后增加的趋势,P3 水平与 CK、P2、P1 之间差异显著,同时 P1、P2 水平与 CK 之间差异显著,其它各水平之间差异不显著,说明磷肥对枸杞黄酮含量影响效果显著。

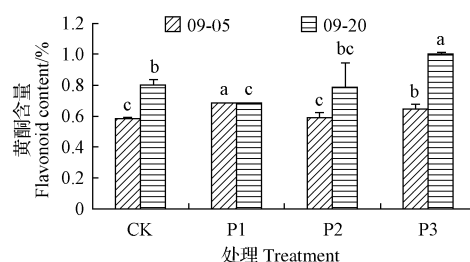


图7 不同施磷水平对枸杞黄酮含量的影响

Fig. 7 Effect of different phosphorus levels on the content of flavonoid of Chinese wolfberry

2.3.3 对枸杞果实甜菜碱含量的影响 枸杞甜菜碱是枸杞药用品质的重要指标,由图 8 可知,枸杞甜菜碱的含量(9 月 5 日)随着施磷量的增加呈现递减的趋势,P3 水平与 CK 在 0.05 水平上差异显著,其余各水平之间差异不显著,9 月 20 日枸杞样品甜菜碱的含量随着施磷量的增加呈现先递增再递减的趋势,P1 水平与 CK、P2、P3 之间差异显著,其余各水平之间差异不显著。说明磷肥对枸杞甜菜碱产生和积累起抑制作用。

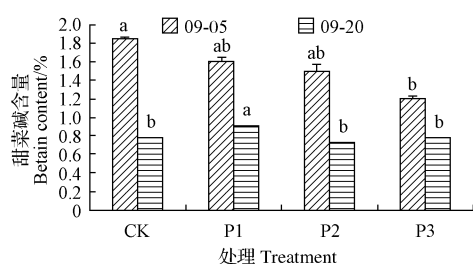


图8 不同施磷水平对枸杞甜菜碱含量的影响

Fig.8 Effect of different phosphorus levels on the content of betain of Chinese wolfberry

3 结论与讨论

随着科技的发达、种植技术的完善、生产力水平的提高、物联网的发展等,人们对果蔬的消费量与日俱增,同时对果蔬的消费理念、消费层次也在提高,从过去“有的吃”逐渐过度到“吃的饱”,最后过度到今天“吃的好”。国内外研究表明,施磷对作物产量和品质有着重大影响,刘景福等^[12]试验表明,大蒜维生素C的含量随施磷量的增加呈下降趋势。维生素C对促进人体新陈代谢,增强人体抵抗力,保护微血管,预防坏血病有重要作用。枸杞作为大众喜爱的一种保健品和食品,主要是因其品质佳、价格低等特点。通过在不同施磷水平下对宁夏枸杞果实品质的研究发现,在枸杞外观品质方面,随着枸杞施磷量的递增,枸杞横径(9月20日)呈现先降低后增加的趋势,CK、P3施肥水平下的枸杞横径值明显高出P1、P2施肥水平下的枸杞横径值,其分别比P1施肥水平高出16%和11%;而9月5日枸杞样品纵径值呈现先递增后递减再递增的趋势,施磷对宁夏枸杞横径的影响不大,各水平之间差异不显著,因此,磷肥主要通过影响枸杞果实纵径的大小来影响果实的大小。这与王三英等^[13]指出的不同施肥处理对枸杞果实大小有显著影响的结论一致,而蔡国军等^[14]研究认为,配方施肥对枸杞横径和纵径有显著影响,这很可能是除磷素以外的其它元素对枸杞横径产生了重要影响作用。枸杞百粒质量是衡量枸杞果实大小的决定因子,也是目前能准确评价枸杞大小和产品分级的量化指标,其大小可以间接的反映果实有效成分和营养物质含量的多少^[15]。研究结果表明,枸杞百粒质量(9月20日)和磷肥施量之间大致呈正相关的关系,在P3水平下枸杞百粒质量的最大值为17.36g,比CK高出9%,与其它水平在0.05水平上差异显著,且9月5日枸杞样品百粒质量P1水平与P2差异显著。说明增施磷能促进枸杞生长发育和物质积累,从而提高百粒质量。

枸杞总糖主要由葡萄糖、果糖、蔗糖等组成,是果实甜味的主要来源,该试验中枸杞可溶性糖总含量与施磷量之间呈正相关,除了CK和P1之间差异不显著,其余各水平之间都有显著差异性,说明施磷对可溶性糖总含

量有明显的促进作用,对葡萄糖、果糖、蔗糖3种可溶性糖的研究得出:适量施磷有增加枸橼果糖、葡萄糖和蔗糖含量的作用,施磷对促进蔗糖的合成作用更为明显。说明了磷肥主要是通过影响蔗糖的合成来影响可溶性糖的总量。

枸杞多糖、黄酮、甜菜碱是枸杞有效药用成分的重要构成物质,该试验中施磷量对枸杞多糖、甜菜碱的影响不大,各水平之间差异不显著,对枸杞黄酮的含量有着显著影响。许兴等^[16]研究认为,多糖积累与土壤肥力因子间无显著相关性,牛艳等^[17]研究发现,甜菜碱与果熟期土壤有机质、速效氮相关性不显著,与速效磷和速效钾呈显著正相关。因此该试验中多糖结果与许兴等^[16]研究结论一致,甜菜碱结果与牛艳等^[17]研究结论有出入,还需要进一步探索。结合各水平对枸杞品质及磷肥价格等因素,初步确定P2施磷水平为最佳施磷水平。

参考文献

- [1] CHIU K, CHAN H C, YEUNG S C, et al. Modulation of microglia by wolfberry on the survival of retinal ganglion cells in a rat ocular hypertension model[J]. Journal of Ocular Biology, Diseases, and Informatics, 2009, 2(3): 127-136.
- [2] 牛艳. 宁夏枸杞有效成分及其与生态因子关系的研究[D]. 银川: 宁夏大学, 2005.
- [3] 谢彩香, 索凤梅, 贾光林, 等. 人参皂苷与生态因子的相关性[J]. 生态学报, 2011, 31(24): 7551-7563.
- [4] 李珣, 付立东, 齐春华. 氮磷钾肥不同施入量对水稻产量的影响[J]. 北方水稻, 2010(4): 19-21.
- [5] 秦国峰, 路安民, 李文钊, 等. 枸杞研究[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1982: 1-241.
- [6] 马世震, 彭炳成, 董琪, 等. 生态专用肥在枸杞生产上的应用[J]. 西北农业学报, 2014, 23(8): 149-154.
- [7] 刘赛, 徐荣, 陈君, 等. 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[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(19): 135-139.
- [8] 赵智中, 张上隆, 徐昌杰, 等. 蔗糖代谢相关酶在温州蜜柑果实糖积累中的作用[J]. 园艺学报, 2001, 28(2): 112-118.
- [9] 国标[GBT]. 枸杞多糖测定[S]. 18672-2002.
- [10] 张自萍, 黄文波, 王玉炯. 枸杞黄酮提取方法的比较研究[J]. 宁夏大学学报(自然科学版), 2007, 28(1): 60-62.
- [11] 中国药典委员会. 中国药典2010年版: 一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010: 132-133.
- [12] 刘景福, 成瑞喜, 徐芳森. 磷肥对大蒜产量和品质的影响[J]. 湖北农业科学, 1995(6): 33-35.
- [13] 王三英, 蔡国军, 张宝琳, 等. 配方施肥对枸杞品质及产量的影响[J]. 经济林研究, 2012, 30(3): 145-148.
- [14] 蔡国军, 张广忠, 张宝琳, 等. 配方施肥对枸杞生长结实及叶片NPK含量的影响[J]. 造林与经营, 2012, 7(8): 64-67.
- [15] 周萍, 郭荣, 张自萍. 枸杞果实发育过程中营养成分的变化规律及其影响因素研究进展[J]. 农业科学研究, 2008, 28(3): 59-62.
- [16] 许兴, 郑国琦, 杨涓, 等. 宁夏不同地域枸杞多糖和总糖含量与土壤环境因子关系的研究[J]. 西北植物学报, 2005, 25(7): 1340-1344.
- [17] 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, 21(8): 221-223.

磷肥用量对盆栽甜瓜产量及光合特性的影响

杨修一, 耿计彪, 戚兴超, 王晓琪, 张民, 李成亮

(山东农业大学 资源与环境学院, 土壤资源高效利用国家工程实验室, 山东 泰安 271018)

摘要:以甜瓜为试验材料, 采用盆栽试验结合常规测试的方法, 研究了不同磷肥用量对盆栽甜瓜产量、叶片生理特性及土壤有效磷含量的影响。结果表明:在施氮量 $N(62 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{土})$ 和施钾量 $K_2O(67 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{土})$ 一致的基础上, 施磷量 $P_2O_5(32 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{土})$ 处理显著提高了甜瓜产量, 达到了 $3.28 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$, 较施磷量 $P_2O_5(0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{土})$ 处理增产 17.56%, 同时增加了坐果数和平均单果质量。此外, 施磷量 $P_2O_5(32 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{土})$ 处理显著增加了叶片 SPAD 值、叶绿素荧光指标和光合指标, 改善了叶片的光合性能, 增加了土壤有效磷含量。综上所述, 推荐施磷量 $P_2O_5(32 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{土})$ 处理, 既保证了甜瓜的高产又维持了合理的肥料投入。

关键词:磷肥; 甜瓜; 产量; 叶片光合性能; 土壤有效磷

中图分类号:S 652.606⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)14-0171-04

甜瓜(*Cucumis melo*)属葫芦科黄瓜属一年生蔓性草本植物, 又名“香瓜”, 其果实香甜营养, 是世界公认的十大水果之一^[1]。近年来, 甜瓜作为重要的经济作物, 人们对于甜瓜的需求越来越大, 其栽培面积迅速扩大。我国主张高效农业, 即提高单位投入和单位面积的产品数

量和质量^[2], 甜瓜栽培作为我国农业重要的一部分, 如何提高其产量意义非凡。

众所周知, 施肥是提高作物单位面积产量的重要措施, 只有在正确理论指导下的施肥才能显著地提高作物产量。磷是植物生长发育的必需营养元素之一, 它是植物体内许多重要有机化合物的组分, 并广泛参与植物体内的各种代谢活动, 对植物的光合作用及生物合成等都有影响^[3]。具体表现为: 缺磷时, 植物细胞分裂迟缓, 新细胞难以形成, 影响植物的营养生长; 磷过量时, 由于植

第一作者简介:杨修一(1992-), 男, 山东济宁人, 硕士研究生, 研究方向为土壤肥料学及环境效应。E-mail: woshiyangxiuyi@163.com.
收稿日期:2016-03-11

Different Application Amounts of Phosphorus on Commodity Quality and Main Effective Components of *Lycium barbarum* L.

LIU Jianwen¹, ZHENG Guoqi², LIU Genhong¹, YANG Jide², XU Xing¹

(1. College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. College of Life Science, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: Taking annual *Lycium barbarum* L. ‘Ningqi No. 1’ as the test material, and adopted single factor randomized block experimental design, the influence of different quantity of phosphorus application on the commercial quality and medicinal quality of wolfberry fruits were studied. The results showed that, appropriate quantity of phosphate fertilizer could significantly promote the growth of vertical diameter of wolfberry fruit, but had no significant effect on horizontal diameter of the fruit. The weight of 100 wolfberry fruits and the content of soluble sugar were positively related to the quantity of applied phosphate fertilizer; the application quantity of phosphate fertilizer had no remarkable influence on the content of *Lycium barbarum* polysaccharide and betaine, but had significant influence on the flavonoid content in wolfberry. According to comprehensive consideration on the influence of different quantity of applied phosphate fertilizer to the quality indices of wolfberry and the price of phosphate fertilizer, the optimal quantity of phosphate fertilizer to be applied to wolfberry was $20 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$.

Keywords: phosphorus fertilizer; application amounts; *Lycium barbarum* L.; quality