

滴灌条件下不同氮磷耦合对叶用枸杞产量及其构成的影响

康超^{1,2}, 杨柳², 王昊², 南雄雄^{2*}, 王蓉³, 孙权¹

(1. 宁夏大学农学院, 银川 750021; 2. 国家林业局枸杞工程技术研究中心, 银川 750004;
3. 宁夏吴忠国家农业科技园区管理委员会, 宁夏吴忠 751100)

摘要:【目的】探讨滴灌条件下适宜叶用枸杞水肥一体化生产的氮磷质量浓度。【方法】以5 a生枸杞“宁杞9号”为试验材料,在钾素质量浓度统一为40 mg/L的基础上,采用二因素三水平随机区组试验设计,氮素质量浓度设40、60、80 mg/L共3个水平,分别记为N1、N2、N3,磷素质量浓度设10、20、30 mg/L共3个水平,分别记为P1、P2、P3,研究了不同氮磷耦合对叶用枸杞产量、产量构成要素、产投比的影响。【结果】不同氮素质量浓度对叶用枸杞芽数与鲜质量的影响不明显,不同磷素质量浓度对叶用枸杞芽数与鲜质量的影响明显,在P3水平下,叶用枸杞芽数与鲜质量均显著提高。不同氮磷组合对叶用枸杞产量、肥料经济效益影响明显,产投比最高的组合是N1P1,其产量为14 220 kg/hm²,产投比高达38.33,在N2P3组合下叶用枸杞产量最高(16 095 kg/hm²),产投比处于中间水平,但其净收益最高。【结论】钾素质量浓度为40 mg/L时,全生育期叶用枸杞灌溉肥液以N2P3为宜,能使叶用枸杞获得高产,并且节约肥料成本,增加经济收益。

关键词:氮磷耦合; 叶用枸杞; 产量; 构成

中图分类号: S567.1⁺9

文献标志码: A

doi:10.13522/j.cnki.ggps.2017.0674

康超,杨柳,王昊,等. 滴灌条件下不同氮磷耦合对叶用枸杞产量及其构成的影响[J]. 灌溉排水学报,2018,37(11):26-30.

0 引言

叶用枸杞是以采收嫩茎叶食用为主或采叶制枸杞茶为主的枸杞品种,是我国有待开发的“药食同源”绿色木本蔬菜。随着国民养生保健意识的增强,叶用枸杞市场需求量逐年增加,种植面积逐年增加,市场前景广阔,规模化、产业化趋势日益明显^[1-3]。与传统的果用枸杞相比,叶用枸杞不开花,不结果,只采收叶芽,其不仅在开发利用方式上与果用枸杞不同,其在生育期内养分需求规律、栽培技术上也与传统的果用枸杞大不相同^[4-6]。因此,研究滴灌条件下氮磷耦合对宁夏叶用枸杞产量及其构成的影响,对于制定叶用枸杞高产高效施肥制度,促进叶用枸杞水肥一体化生产,以及叶用枸杞产业化开发推广有重要的理论与实际意义。目前,关于水肥一体化技术下叶用枸杞氮、磷肥施肥方面的研究鲜见报道,可查阅的文献资料大部分是根据传统果用枸杞种植以及其他草本叶菜种植经验得出的施肥量,施肥量差异巨大,且采用传统大水大肥的种植方式,大量施用氮肥^[7],施肥时机^[8]、种类、数量不能与叶用枸杞对养分需求时机、种类、数量相匹配,造成了严重的资源浪费^[9],产量不高。且多数水肥一体化只是把传统生产季中进行3次或者4次单独追肥,通过滴灌管的形式冲施,没有实现针对性、精准化和标准化,缺乏产量、养分吸收利用的综合考虑,因此难于定量确定更有效的肥料施用量,进而达到节肥、高产优质的目标^[10]。叶用枸杞生长季(3月底至10月)一直持续不断地采摘,不同生长时期所需氮磷钾养分与果用枸杞差别很大,及时、充足、持续的养分供应有助于叶用枸杞产量提高^[11]。为此,在滴灌条件下,研究叶用枸杞全生育期灌溉不同氮磷配比营养液对叶用枸杞产量及其构成的影响,以探明叶用枸杞生育期对氮磷养分的需求规律,以期确定叶用枸杞水肥一体化高产氮磷肥用量配比提供一定科学依据。

收稿日期:2017-11-07

基金项目:宁夏自然科学基金项目(NZ16214);中央财政林业科技推广示范项目([2016]ZY05号)

作者简介:康超(1990-),男,宁夏中宁人。硕士研究生,主要从事植物营养与作物水肥一体化方面的研究。E-mail: 644305717@qq.com

通信作者:南雄雄(1984-),男,陕西西长人。助理研究员,主要从事养分资源管理方面的研究。E-mail: nanxiong0820@163.com

1 材料与方法

1.1 试验区概况

田间试验于2016年3—11月在宁夏林业研究所股份有限公司试验示范基地进行。该基地地处银川平原中部,海拔为1 115 m,年平均气温为8.5℃,极端最高温度为37.2℃,极端最低温度为-27.9℃,年降水量为180 mm左右,年蒸发量为1 882.5 mm,相对湿度为45%~60%。该地区属暖温带大陆性季风气候区,四季分明,雨雪稀少,蒸发强烈,气候干燥,风大沙多。无霜期为160~170 d,年平均日照时间为2 800~3 000 h,是中国太阳辐射和日照时间最多的地区之一。枸杞、酿酒葡萄等耐旱性经济林树种为该区域主要的特色优势农业产业。

1.2 供试材料

供试土壤属于风沙土,剖面土壤养分见表1。

表1 供试土壤养分

土层深度/cm	有机质量/(g·kg ⁻¹)	全氮量/(g·kg ⁻¹)	全磷量/(g·kg ⁻¹)	速效氮量/(mg·kg ⁻¹)	速效磷量/(mg·kg ⁻¹)	速效钾量/(mg·kg ⁻¹)
0~20	4.83	0.41	0.56	45	13.2	66
20~40	3.76	0.34	0.60	31	9.2	61
40~60	3.61	0.15	0.63	20	7.9	59

供试枸杞品种为枸杞“宁杞9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3倍体叶用枸杞新品种,该品种具有生长量大、生长势强、栽培性能好、适应性强等特性,其植株叶芽鲜嫩、风味良好、营养丰富,适于枸杞芽菜、芽茶的产业化开发与利用^[12]。供试肥料为尿素(含N量46%)、磷酸二氢钾(含K₂O量34%、含P₂O₅量52%)、硝酸钾(含K₂O量46%、含N量14%)。

1.3 试验方法

试验采用二因素三水平随机区组试验设计,在2015年研究基础之上,对氮磷质量浓度进行调整,将钾素质量浓度统一设置为40 mg/L,氮素中浓度设3个水平,40(N1)、60(N2)、80(N3)mg/L,磷素质量浓度设3个水平,10(P1)、20(P2)、30(P3)mg/L,共9个处理,每个处理重复3次。每小区种5行,小区长10 m,宽3.5 m,树龄5 a,株行距70 cm×20 cm,种植密度71 340株/hm²,试验期间每个小区灌水时间、灌水量一致,灌水时间从3月底土层解冻后开始,至11月土壤封冻前结束,依据2015年试验结果及试验区降雨特点,全年灌水123次,共计灌水7 833.915 m³/hm²。有机肥结合整地基施,氮肥、磷肥、钾肥按照试验设计质量浓度配置成肥液,全生育期通过比例施肥器随水施入。各处理锄草、修剪等田间管理均保持一致。

1.4 项目测定与分析方法

每批次叶用枸杞植株分别在各处理3个小区随机采集取样,分别测定不同时期、不同器官N、P、K养分。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,分别采用半微量凯氏定氮法、钒钼黄比色法、火焰光度计法测定植株的全氮、全磷、全钾量。

数据采用Excel、DPS7.05统计软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同氮磷质量浓度对叶用枸杞产量及其构成要素的影响

由表2可知,不同氮磷组合对叶用枸杞产量影响较大,其中N2P3组合下产量最高,为16 095 kg/hm²,处于高水平与N1P2、N3P1组合相比,产量差异不显著,与N1P1、N1P3、N2P1、N2P2、N3P2、N3P3组合相比,产量差异显著,N3P3组合叶用枸杞产量最低,为13 950 kg/hm²,N1P1组合产量虽不是最低,但是与N3P3组合无显著性差异,产量处于较低水平。P2水平下的叶用枸杞平均产量最高,其次是N2水平,但不同氮磷水平间的叶用枸杞平均产量差异不显著,氮和磷对总产量的影响尚不明显。3个氮素质量浓度下的叶用枸杞芽数与鲜质量处于同一水平,平均芽数随N素水平的升高而升高,N3水平,与N2水平无显著性差异。平均鲜质量随着N素质量浓度的增加而先增加后减小,N2水平平均鲜质量最高。磷素质量浓度对叶用枸杞芽数与鲜质量的影响差异显著。在同一氮素水平下,随着磷素质量浓度的增加,叶用枸杞单株平均芽数和平均鲜质量均增加,在P3水平下,叶用枸杞芽数与鲜质量均比P1、P2水平显著提高。该结果与“N2P3组合获得最

大总产量”的结论相一致,说明该组合为叶用枸杞氮磷配比最佳组合。

表2 不同氮磷质量浓度条件下叶用枸杞的产量及其构成要素

磷水平	产量/(kg·hm ⁻²)				芽数				鲜质量/g			
	N1	N2	N3	平均值	N1	N2	N3	平均值	N1	N2	N3	平均值
P1	14 220c	14 325bc	15 675ab	14 740.5a	17.96	20.23	18.96	19.05b	18.22	21.47	18.65	19.45b
P2	15 720ab	14 130c	14 715bc	14 854.5a	21.23	19.58	20.15	20.32b	22.02	20.45	23.07	21.84b
P3	14 355bc	16 095a	13 950c	14 800.5a	23.85	23.62	24.35	23.94a	27.32	25.91	24.02	25.75a
平均值	14 764.5a	14 850a	14 779.5a		21.01a	21.14a	21.15a		22.52a	22.61a	21.91a	

注 不同小写字母表示差异显著(P=0.05)。

2.2 不同氮磷质量浓度下叶用枸杞经济效益分析

由表3可知,随着氮磷质量浓度的增加,叶用枸杞的产投比呈现先下降后升高再下降的趋势,产量最低的N3P3组合,其产投比最低,净收入也最低。产投比最高的组合是N1P1组合,产投比高达38.33,但是其产量和产值处于较低水平。产量最高的N2P3组合,产投比为30.62,处于中间水平,但其产值最高,与经济效益最低的N3P3组合相比,产值增加15.3%。

表3 不同氮磷质量浓度下叶用枸杞的产投比

处理	产量/(kg·hm ⁻²)	产值/元	尿素施量/(kg·hm ⁻²)	磷酸二氢钾施量/(kg·hm ⁻²)	硝酸钾施量/(kg·hm ⁻²)	肥料投入成本/元	产投比
N1P1	14 220	227 520	499.76	343.82	574.77	5 936.27	38.33
N1P2	15 720	251 520	579.09	687.63	310.72	6 837.57	36.79
N1P3	14 355	229 680	658.42	1 031.45	46.67	7 738.87	29.68
N2P1	14 325	229 200	835.98	343.82	574.77	6 608.71	34.68
N2P2	14 130	226 080	915.31	687.63	310.72	7 510.01	30.10
N2P3	16 095	257 520	994.64	1031.45	46.67	8 411.31	30.62
N3P1	15 675	250 800	1 172.20	343.82	574.77	7 281.15	34.45
N3P2	14 715	235 440	1 251.53	687.63	310.72	8 182.45	28.77
N3P3	13 950	223 200	1 330.86	1031.45	46.67	9 083.75	24.57

注 叶用枸杞芽16元/kg,尿素2元/kg,磷酸二氢钾6元/kg,硝酸钾5元/kg。

2.3 叶用枸杞全年养分携出量与利用率分析

由表4可知,叶用枸杞全年干物质总量为18 871.05 kg/hm²,其中芽菜、夏平荳干质量、春平荳干物质量分别为2 032.65、3 000、1 383.8 kg/hm²,分别占全年干物质总量的10.77%、15.9%、73.33%。试验年度生产过程中,N、P₂O₅、K₂O用量分别为588.45、449.25、474.75 kg/hm²,20批次叶芽N、P₂O₅、K₂O养分总携出量分别为315.3、155.4、322.5 kg/hm²,N、P₂O₅、K₂O养分利用率分别为53.58%、34.60%、67.91%,叶用枸杞干物质中的氮磷质量比接近2:1。春平荳所携带的氮磷钾养分远高于芽菜和夏平茶养分携出量的总和,分别为全年氮磷钾养分携出量56.49%、60.31%、62.18%。

表4 叶用枸杞生产养分携出量及比例分析

生产物	干物质量/(kg·hm ⁻²)	占比/%	养分携出					
			N量/(kg·hm ⁻²)	占比/%	P ₂ O ₅ 量/(kg·hm ⁻²)	占比/%	K ₂ O量/(kg·hm ⁻²)	占比/%
芽菜	2 032.65	10.77	66	20.91	30.6	19.7	57.45	17.81
夏平荳	3 000	15.9	71.25	22.6	31.05	19.99	64.5	20.01
春平荳	13 838.4	73.33	178.05	56.49	93.75	60.31	200.55	62.18
合计	18 871.05	100	315.3	100	155.4	100	322.5	100
全年施肥总量/(kg·hm ⁻²)			588.45	-	449.25	-	474.75	-
利用率/%			53.58	-	34.60	-	67.91	-

注 叶用枸杞是多年生宿根叶菜,为了协调地上与地下的营养平衡,提高产量和品质,每年在3月中旬进行春平荳,7月底进行夏平荳。

3 讨论

3.1 氮、磷质量浓度对叶用枸杞产量的影响

叶用枸杞是一种需肥较多的多年生经济林木,有长达7个月的生长季,一直持续不断地采收嫩芽,因此在生产程中,为了获得高产鲜嫩的叶用枸杞芽,必须及时补充土壤中被吸收掉的养分,保证叶用枸杞的正常生长。氮通过叶绿素间接影响光合作用,通过许多酶间接影响植物体内的各种代谢过程。磷元素在植物的

生长过程中参与多种代谢过程,而且在生命活动最旺盛的分生组织中的量很高^[13]。本研究表明,氮和磷对叶用枸杞产量的影响尚不明显,与已有研究成果“适量施用氮肥对叶用枸杞叶芽有增产效果,且各处理间叶芽产量差异不显著”^[14]具有一致性。N2水平、P2水平下的叶用枸杞平均产量高于N3水平、N1水平、P3水平、P1水平,氮磷质量浓度最高的N3P3组合产量最低,氮磷质量浓度最低的N1P1组合产量与N3P3组合差异不显著,说明氮磷肥施用不足或者过量施用氮磷肥,都会造成叶用枸杞减产,符合报酬递减规律,而合适的氮磷水平有利于叶用枸杞的生长。对不同的氮磷组合下叶用枸杞产量进行分析,不同的氮磷组合对叶用枸杞产量影响明显,其中在N2P3组合下获得了最高产量(16 095 kg/hm²),氮、磷配比为2.32:1,每生产1 000 kg芽菜需要纯氮33.68 kg、纯磷14.54 kg,该组合氮质量浓度处于中间水平,磷质量浓度处于高水平,与叶用枸杞平均产量最高的N2水平、P2水平相比,叶用枸杞需要更多的磷,而不需要过多的氮,与研究报道的“氮对叶用枸杞增产效果大于磷的增产效果”结论^[15]有所不同。有学者提出了芽菜生产所需的氮、磷配比为4:1.75,每生产1 000 kg鲜菜需纯氮80 kg,纯磷35 kg^[16],这与本试验结果存在很大的差异,这可能是因为文献[16]采用的是传统施肥方式,而本试验采用的是来自以色列的水肥一体化技术。

3.2 氮、磷质量浓度对叶用枸杞产量构成的影响

芽叶质量和数量是构成茶叶产量的主要因素^[17],而叶用枸杞作为一种与茶树生长习性相同,可做茶叶开发利用的经济树种,芽数和鲜质量是构成叶用枸杞产量的2个因子,在产量构成中起支配作用。在3个不同的氮素质量浓度下,叶用枸杞平均芽数和平均鲜质量无显著性差异,但随着磷素质量浓度的增高,叶用枸杞芽数与鲜质量平均值显著提高。在P3水平下,叶用枸杞平均鲜质量和芽数都最大,氮素质量浓度对叶用枸杞产量构成要素影响不明显,磷素质量浓度对叶用枸杞产量构成要素影响显著,磷元素是影响叶用枸杞产量的主要元素,这与氮素是影响茶树产量构成要素的主要因素不同^[18],表明不同的物种对养分的需求差异很大^[19-22],磷能够促进叶用枸杞芽数和鲜质量的增加,合理施用磷肥对提高叶用枸杞的产量具有重要作用。

4 结 论

1)在滴灌条件下,不同质量浓度氮磷耦合对叶用枸杞的产量影响较大,N元素对叶用枸杞产量构成要素芽数和鲜质量的增加影响不显著,P元素对叶用枸杞产量构成要素芽数和鲜质量的增加影响显著。当P元素质量浓度为30 mg/L时,叶用枸杞产量构成要素芽数和鲜质量均显著高于其他处理,所以P是影响叶用枸杞产量构成的主要营养元素。

2)N、P质量浓度较低或者过高都不利于叶用枸杞的高产,当钾素质量浓度为40 mg/L时,全生育期给叶用枸杞灌溉N、P质量浓度分别为60、30 mg/L的配比恒定的肥液,能够满足叶用枸杞的氮、磷需求,使叶用枸杞获得高产,并且节约肥料成本,增加经济收益。

参考文献:

- [1] 张登福,任列花.保护地菜用枸杞芽苗的栽培技术[J].长江蔬菜,2004(12):17.
- [2] 李跃森,吴水金,林江波,等.4个菜用枸杞品种蛋白质及微量元素营养价值评价[J].福建农业学报,2014,29(12):1 207-1 210.
- [3] 王凤宝,付金锋,董立峰,等.菜用枸杞的品种筛选及营养品质分析[J].中国蔬菜,2011(6):80-83.
- [4] 赖正锋,张少平,吴水金,等.几个菜用枸杞品种的生长特性及营养品质分析[J].热带作物学报,2010,31(10):1 706-1 709.
- [5] 黄国军,汪国云,张大牛,等.菜用大叶枸杞引种栽培技术[J].江苏林业科技,2003(4):34-35.
- [6] 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):47-48.
- [7] 苗锋,刘英敏,李志欣.菜用大叶枸杞的繁殖及高产栽培技术[J].中国果菜,2011(1):9-10.
- [8] 吴玉恒,吴文勇,韩玉国,等.注肥时间对花椰菜产量、品质和水氮利用效率的影响[J].灌溉排水学报,2017,36(8):7-12.
- [9] 马革新,张泽,温鹏飞,等.施氮对不同质地滴灌棉田土壤硝态氮分布及棉花产量的影响[J].灌溉排水学报,2017,36(3):44-51.
- [10] 南雄雄,李惠军,王芳,等.以色列沙漠农业对我国西部旱区发展节水农业的启示[J].宁夏农林科技,2016,57(10):58-60.
- [11] 康振中,刘国庆.枸杞芽菜的生产试验初报[J].安徽农学通报,2012,18(19):82-140.
- [12] 南雄雄,王锦秀,刘思洋,等.叶用枸杞新品种‘宁杞9号’[J].园艺学报,2015,42(4):811-812.
- [13] 王琨.宁夏中部干旱带枸杞水肥一体化高效栽培技术研究[D].银川:宁夏大学,2016.
- [14] 王蓉,王伟,王娅丽,等.氮素用量对叶用枸杞氮磷钾养分积累及产量的影响[J].北方园艺,2016(11):160-163.
- [15] 高艳明,李建设,刘菊莲.基于银川地区水质的枸杞芽菜营养液配方优选[J].北方园艺,2010(15):105-109.
- [16] 陈清平,谢施伟.无公害枸杞芽菜规范化栽培技术[J].宁夏农林科技,2005(2):56-57.
- [17] 李传哲,许仙菊,马洪波,等.水肥一体化技术提高水肥利用效率研究进展[J].江苏农业学报,2017,33(2):469-475.

- [18] 大石贞男, 王融初. 茶叶产量的构成[J]. 茶叶通讯, 1979(1):58-61.
- [19] 程博一. 不同施肥模式对茶叶品质、产量构成以及土壤肥力的影响[D]. 合肥:安徽农业大学, 2014.
- [20] 张文元, 郭晓敏, 涂淑萍, 等. 水肥对高产无性系油茶果实产量的影响[J]. 土壤学报, 2015, 52(4):768-775.
- [21] 曹帮华, 巩其亮, 齐清. 三倍体毛白杨苗期不同配方施肥效应的研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2004(4):512-516.
- [22] 赵炳梓, 徐富安. 水肥条件对小麦、玉米N、P、K吸收的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2000(3):260-266.

Effects of the Ratio of Nitrogen and Phosphorus Concentrations in Drip Fertigation on Yield and Yield Components of Chinese Wolfberry

KANG Chao^{1,2}, YANG Liu², WANG Hao², NAN Xiongxiang^{2*}, WANG Rong³, SUN Quan¹

(1.College of Agronomy, Ningxia University, Yinchuan 750021, China;

2. Research Center of Chinese Wolfberry Engineering Technology, State Forestry Administration, Yinchuan 750004, China;

3. Ningxia Wuzhong National Agricultural Science and Technology Park Management Committee, Wuzhong 751100, China)

Abstract: 【Objective】 Rationally coupling different fertilizers in fertigation can improve nutrient use efficacy and food quality. This paper aimed to experimentally study the optimal ratio of nitrogen and phosphorus when they were used together with irrigation to fertilize Chinese wolfberry. 【Method】 The experiments were conducted in field with the Chinese wolfberry “Ningqi 9” as the model plant. A two-factor and three-level randomized block design was designed based on a uniform potassium concentration of 40 mg/L. We considered three nitrogen concentrations: 40 mg/L (N1), 60 mg/L (N2) and 80 mg/L (N3), and three phosphorus concentrations: 10 mg/L (P1), 20 mg/L (P2) and 30 mg/L (P3). In all treatments, we measured the yield, the yield components, as well as the return of the investment in fertilizers. 【Method】 The effects of nitrogen concentration on the number and fresh weight of the wolfberry were not noticeable, as opposed to the P concentration. All treatments with P3 significantly increased the number and fresh weight of the wolfberry. Different N:P ratios had significant effect on the yield of the wolfberry and economic return of the fertilizers. The best N:P ratio was N1-P1, with a yield of 14 220 kg/hm² and input : output ratio of 38.33. N2-P3 gave the highest yield, reaching 16 095 kg/hm², with a moderate input-output ratio but highest economic return. 【Conclusion】 When the potassium concentration was 40 mg/L, the suitable nutrient solution used in fertigation was N2-P3 for the wolfberry, reducing fertilizer costs and increasing investment return.

Key words: nitrogen and phosphorus coupling; leaf utilization wolfberry; yield; components

责任编辑:刘春成