

# 玉门市枸杞氮磷钾肥配施效果研究

杨迎萍, 牛海艳

(玉门市农业技术推广中心, 甘肃 玉门 735211)

**摘要:** 通过“3414”肥效田间试验, 研究了玉门市枸杞氮磷钾肥配施效果。结果表明, 土壤有效氮、磷、钾养分丰缺指标均属中等水平, 对枸杞红果产量贡献由大到小顺序依次为氮、磷、钾。枸杞最佳经济产量施肥量为 N 558.75 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 412.35 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 309.90 kg/hm<sup>2</sup>, 枸杞红果产量为 4 590.45 kg/hm<sup>2</sup>; 枸杞最大施肥量为 N 633.15 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 372.00 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 285.75 kg/hm<sup>2</sup>, 枸杞红果产量最高, 为 4 592.85 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词:** 枸杞; “3414”; 氮磷钾; 施肥模式; 玉门市

**中图分类号:** S567.1; S147.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)10-0018-06

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2019.10.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2019.10.005)

枸杞作为一种重要的经济林木, 既是名贵的中药材, 又是良好的滋补品, 具有抗旱、耐盐碱、耐瘠薄的特点。玉门市光照时间长, 昼夜温差大, 降水少, 灌溉条件便

利, 非常适宜枸杞栽培, 生产的枸杞果大、色正、品质优良, 至 2017 年全市已发展枸杞 1.46 万 hm<sup>2</sup>, 占全市农作物播种总面积的 39.5%, 已经成为玉门市农民增收的主导产

**收稿日期:** 2019-04-22; **修订日期:** 2019-08-14

**作者简介:** 杨迎萍(1967—), 女, 甘肃甘谷人, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)18709376062。

- 林科技大学, 2018.
- [3] 刘志奇. 作物生长可控环境优化控制方法的研究[D]. 天津: 天津职业技术师范大学, 2016.
- [4] 李新乐, 吴波, 张建平, 等. 白刺沙包浅层土壤水分动态及其对不同降雨量的响应[J]. 生态学报, 2019, 39(15): 1-8.
- [5] 袁孟. 喀斯特地区土壤温度和水分特征研究[D]. 昆明: 云南师范大学, 2015.
- [6] 蔡绍堂, 麻硕琪, 乐英高, 等. 一种农田环境远程监测系统设计与实现方法[J]. 四川理工学院学报(自然科学版), 2018, 31(2): 69-74.
- [7] 张绪利. 土壤墒情信息采集与远程监控系统设计[D]. 西安: 西安科技大学, 2015.
- [8] 马力, 王辉, 杨林章, 等. 基于物联网技术的土壤温度水分远程实时监测系统的构建和运行[J]. 土壤, 2014, 46(3): 526-533.
- [9] 张源沛, 郑国保, 孔德杰, 等. 不同灌水量对枸杞土壤水分动态及蒸散耗水规律的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(31): 64-67.
- [10] 黄仲冬. 农田土壤水分动态与滴灌需水量随机模拟[D]. 北京: 中国农业科学院, 2016.
- [11] 赵静, 师尚礼, 齐广平, 等. 滴灌量对土壤水分和苜蓿生长的影响[J]. 山西农业科学, 2010, 38(7): 48-52.
- [12] 刘高军. 施氮对小麦、多花黑麦草生长特性及土壤硝态氮的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2010.
- [13] 王秉龙, 罗世武, 炎宽将, 等. 氮磷钾配施水平对饲用甜高粱产量的影响[J]. 甘肃农业科技, 2010(12): 12-14.
- [14] 申培增, 关参政, 张乾元. 萘乙酸对温床枸杞插穗促根效果的影响[J]. 甘肃农业科技, 2018(9): 1-3.

(本文责编: 杨杰)

业之一。有关研究表明,枸杞生长发育的不同时期吸收的营养元素不同,不同施肥配比对枸杞春梢生长量、叶片中细胞酶活性、叶片中氮磷钾含量的影响均明显;枸杞吸收积累钾、钠的能力较强,而吸收积累钙、镁、铁、锌等的能力较弱<sup>[1-6]</sup>。我们针对玉门市枸杞种植多处于戈壁与绿洲边缘的移民区,种植户片面追求枸杞红果单产、盲目施肥的现状,进行了不同氮磷钾配比在枸杞上的效果试验,旨在确定适宜玉门市枸杞生产的氮、磷、钾最佳施肥量。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

指示枸杞品种为当地大面积栽培品种柠杞7号,树龄为4年生,株行距1.3 m×2.3 m,密度3 345株/hm<sup>2</sup>。

### 1.2 试验地概况

试验地位于玉门市下西号镇川北镇村二组。当地海拔1 412 m,年平均气温6.9℃。试验地土壤为灌淤土类,肥力中等偏高。

0~20 cm 土层土壤含有机质16.7 g/kg、全氮0.87 g/kg、速效磷12.9 mg/kg、速效钾116.2 mg/kg、全盐0.84 g/kg, pH 8.38。

### 1.3 试验方法

试验按“3414”完全肥料试验设计方案,即3个因素(氮、磷、钾)、4个水平、14个处理。其中0水平为不施肥水平,2水平为当地最佳施肥水平的预测值,1水平为2水平×0.5,3水平为2水平×1.5。试验采用随机区组排列,不设重复,小区面积为41.86 m<sup>2</sup>(9.1 m×4.6 m)。试验因子水平及试验方案见表1。

试验不施有机肥,按试验设计用量(见表1)准确称取肥料分3次施入,即于4月28日、6月17日、7月22日分别施入,3次施氮量分别占总施氮量的40%、30%、30%,施磷量分别占总施磷量的50%、25%、25%,施钾量分别占总施钾量的50%、25%、25%(0水平除外)。施肥均采用穴施法用铁锹在距树干20~30 cm处对角开挖深

表1 试验因子水平及方案

处理 编号	处理	因子编码			施肥量/(kg/hm <sup>2</sup> )			小区施肥量/(kg/41.86 m <sup>2</sup> )		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0	2	2	0	450	300	0	1.88	1.26
3	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1	2	2	300	450	300	1.26	1.88	1.26
4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2	0	2	600	0	300	2.51	0	1.26
5	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2	1	2	600	225	300	2.51	1.94	1.26
6	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2	2	2	600	450	300	2.51	1.88	1.26
7	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	2	3	2	600	675	300	2.51	2.82	1.26
8	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2	2	0	600	450	0	2.51	1.88	0
9	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2	2	1	600	450	150	2.51	1.88	0.63
10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	2	2	3	600	450	450	2.51	1.88	1.88
11	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	3	2	2	900	450	300	3.77	1.88	1.26
12	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1	1	2	300	225	300	1.26	0.94	1.26
13	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1	2	1	300	450	150	1.26	1.88	0.63
14	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2	1	1	600	225	150	2.51	0.94	0.63

15 ~ 25 cm 的穴 2 个。用手持定量施肥容器将配好的株施肥量等量地施入穴内，随即用铁锹将肥料埋入土中，施肥后适量灌水。3 次施肥时的开穴位置交错。

试验鲜果采摘于 7 月 7 日开始、8 月 24 日结束，共 6 次（7 月 7 日、7 月 14 日、7 月 23 日、8 月 4 日、8 月 14 日、8 月 24 日），累加计产。采摘的鲜果称量后用食用碱水冲洗，摊晾在枸杞专用钢架塑料拱棚中，晾干后（水分含量  $\leq 130$  g/kg）再次分别称量、计产，计算干鲜比。每小区选取树体大小相对一致枸杞 3 株，每次采摘鲜果时在每株随机抽取 100 粒，测量枸杞鲜果百粒重、纵径、横径等，分别计数 3 株所有成熟果实总粒数。试验红果产量采用《“3414”试验设计与数据分析管理系统 2.0 版》统计分析。

用缺素区（处理 2、处理 4、处理 8）产量占全肥区产量的百分数，即相对产量的高低来表达土壤养分的丰缺状况。

相对产量 = (缺素区产量/全肥区产量)  $\times$  100%

相对产量  $\leq 50\%$  时，养分丰缺指标为极低水平；相对产量 50% ~ 75% 时，养分丰缺指标为低水平；相对产量 75% ~ 95% 时，养分丰缺指标为中等水平；相对产量  $\geq 95\%$  时，养分丰缺指标为高水平<sup>[7-11]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对枸杞红果主要农艺性状和产量构成因素的影响

从表 2 可以看出，氮磷钾配比不同，枸杞红果干鲜比、纵径、横径、单株粒数、百粒重、单株产量均有一定差异。干鲜比率以处理 11(N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>) 最高，为 22.4%；处理 3(N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>) 和处理 6(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>) 次之，均为 22.1%；处理 1(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>) 居第 3 位，为 22.0%。纵径以处理 2(N<sub>0</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>) 最大，为 1.89 cm；处理 7(N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>2</sub>) 和处理 10(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>) 次之，均为 1.88 cm；处理 6(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>) 和处理 11(N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>) 居第 3 位，均为

表 2 不同处理枸杞的主要农艺性状及产量构成因子

处理编号	处理	干鲜比率/%	纵径/cm	横径/cm	单株粒数/粒	百粒重/g	单株产量/kg
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	22.0	1.84	0.98	4 455.2	20.59	0.92
2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	21.9	1.89	0.99	5 566.6	20.66	1.15
3	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	22.1	1.85	1.01	6 051.2	20.60	1.22
4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	19.7	1.84	1.00	6 519.2	20.54	1.31
5	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	20.0	1.85	1.01	6 623.5	20.60	1.31
6	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	22.1	1.86	1.02	6 717.6	20.64	1.37
7	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	21.3	1.88	1.04	6 598.4	20.61	1.34
8	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	19.9	1.84	1.00	6 506.8	20.58	1.30
9	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	20.0	1.85	1.01	6 625.3	20.68	1.35
10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	21.2	1.88	1.05	6 685.6	20.45	1.34
11	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	22.4	1.86	0.98	5 993.4	20.13	1.25
12	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	20.0	1.84	0.97	5 934.2	20.00	1.22
13	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	19.2	1.83	0.98	5 982.3	20.57	1.23
14	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	20.0	1.84	0.99	6 512.5	20.58	1.30

1.86 cm。横径以处理 10(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>)最大, 为 1.05 cm; 处理 7(N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>2</sub>)次之, 为 1.04 cm; 处理 6(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)居第 3 位, 为 1.02 cm。单株粒数以处理 6(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)最高, 为 6 717.6 粒; 处理 10(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>)次之, 为 6 685.6 粒; 处理 9(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>)居第 3 位, 为 6 625.3 粒; 处理 1(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)最低, 为 4 455.2 粒。百粒重以处理 9(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>)最高, 为 20.68 g; 处理 2(N<sub>0</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)次之, 为 20.66 g; 处理 6(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)居第 3 位, 为 20.64 g。单株产量以处理 6(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)最高, 为 1.37 kg; 处理 9(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>)次之, 为 1.35 kg; 处理 7(N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>2</sub>)和处理 10(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>)居第 3 位, 均为 1.34 kg; 处理 1(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)最低, 为 0.92 kg。综上所述, 处理 6(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)、处理 9(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>)、处理 10(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>)红果综合性状表现较好。

## 2.2 不同处理对枸杞红果产量的影响

从表 3 可知, 各施肥处理的平均折合产量均高于不施肥处理(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)。枸杞红果平均折合产量以处理 6(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)最高, 为

4 809.0 kg/hm<sup>2</sup>, 较不施肥处理(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)增产 2 095.5 kg/hm<sup>2</sup>, 增产率为 77.2%; 其次是处理 9(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>), 为 4 668.0 kg/hm<sup>2</sup>, 较不施肥处理(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)增产 1 954.5 kg/hm<sup>2</sup>, 增产率为 72.0%; 处理 10(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>)居第 3 位, 为 4 618.5 kg/hm<sup>2</sup>, 较不施肥处理(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)增产 1 905.0 kg/hm<sup>2</sup>, 增产率为 70.2%; 处理 5(N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>)居第 4 位, 为 4 594.5 kg/hm<sup>2</sup>, 较不施肥处理(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)增产 1 881.0 kg/hm<sup>2</sup>, 增产率为 69.3%。

## 2.3 肥料互作效应及试验地养分丰缺状况

从表 4 可知, NPK 互作效应最高, 比处理 1(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)增产 77.2%; 其次是 NP 互作效应, 比处理 1(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)增产 62.2%; 再次是 NK 互作效应, 比处理 1(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)增产 61.6%; PK 互作效应最差, 比处理 1(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)增产 45.8%。处理 1(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)产量为最佳施肥区产量的 56.4%(50.0% < 56.4% < 75.0%), 说明试验地土壤养分丰缺指标为低水平; 缺氮处理区的枸杞红果产量占最佳施肥区产量的

表 3 不同处理枸杞产量结果

处理编号	处理	小区平均产量/(kg/41.86 m <sup>2</sup> )	平均折合产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	较对照增产/(kg/hm <sup>2</sup> )	增产率/%	产量位次
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	11.4	2 713.5			14
2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	16.6	3 957.0	1 243.5	45.8	13
3	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	17.9	4 276.5	1 563.0	57.6	9
4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	18.4	4 384.5	1 671.0	61.6	8
5	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	19.2	4 594.5	1 881.0	69.3	4
6	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	20.1	4 809.0	2 095.5	77.2	1
7	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	18.8	4 503.0	1 789.5	65.9	6
8	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	18.4	4 401.0	1 687.5	62.2	7
9	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	19.5	4 668.0	1 954.5	72.0	2
10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	19.3	4 618.5	1 905.0	70.2	3
11	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	17.8	4 255.5	1 542.0	56.8	10
12	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	17.1	4 090.5	1 377.0	50.7	12
13	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	17.7	4 216.5	1 503.0	55.4	11
14	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	18.9	4 519.5	1 806.0	66.6	5

表 4 肥料互作效应及试验地养分丰缺状况比较

施肥类型	施肥水平/(kg/hm <sup>2</sup> )			平均折合产量 /(kg/hm <sup>2</sup> )	较不施肥处理增产 /%	占最佳施肥区产量的百分比 /%
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			
不施肥处理	0	0	0	2 713.5		56.4
PK	0	450	300	3 957.0	45.8	82.3
NK	600	0	300	4 384.5	61.6	91.2
NP	600	450	0	4 401.0	62.2	91.5
NPK	600	450	300	4 809.0	77.2	

82.3%(75.0%<82.3%<95.0%)，缺磷处理区的枸杞红果产量占最佳施肥区产量的 91.2%(75.0%<91.2%<95.0%)，缺钾处理区的枸杞红果产量占最佳施肥区产量的 91.5%(75.0%<91.5%<95.0%)，说明试验地土壤有效氮、磷、钾养分丰缺指标均属中等水平。同时可从试验中看出，氮是枸杞红果产量的主要限制因子，对枸杞红果产量贡献由大到小的顺序依次为氮、磷、钾。

#### 2.4 回归方程的建立与解析

2.4.1 氮磷钾效应模型 以枸杞红果产量为目标函数，各施肥因子为自变量，运用“3414”试验统计分析方法进行回归分析，得出氮肥(N)、磷肥(P)、钾肥(K)与枸杞红果产量(Y)之间的三元二次肥料效应回归方程  $Y=179.7748+4.5902N-0.0335N^2+1.999P-0.0174P^2+0.4985K-0.015K^2-0.0496NP-0.0278NK+0.0503PK$ 。对回归方程进行显著性检验， $F=11.52>F_{0.05}=6.00$ ，说明枸杞红果产量(Y)与N、P、K肥施用量之间存在显著的回归关系，相关系数  $R=0.9813>R_{0.01}=0.735$ ，达极显著水平，说明回归方程与生产实际拟合的程度较高，可用该方程进行产量预报，并确定N、P、K的最大施用量和最佳施用量。依据该回归方程计算得出，枸杞最佳施肥量为N 558.75 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 412.35 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 309.90 kg/hm<sup>2</sup>，该水平下枸杞红果产量为 4 590.45 kg/hm<sup>2</sup>，枸杞最大施肥量

为 N 633.15 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 372.00 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 285.75 kg/hm<sup>2</sup>；该水平下枸杞红果产量最高，为 4 592.85 kg/hm<sup>2</sup>。

2.4.2 各因子独立效应模型 在任意 2 种肥料施用量固定不变的情况下，对另一种肥料用量进行单因子寻优，得出各肥料与枸杞红果产量(Y)之间的数学模型如下。

①氮肥效应模型  $Y_1=259.4175+2.6621N-0.0364N^2(R=0.8811)$ 。用该回归方程计算得出，N 的最大施肥量为 548.10 kg/hm<sup>2</sup>，最佳施肥量为 516.75 kg/hm<sup>2</sup>。从各施肥水平与产量关系看出，不同氮肥用量与枸杞红果产量密切相关。随着氮肥用量的不断增加，枸杞红果产量也在逐渐增加；当施氮量达到 516.75 kg/hm<sup>2</sup> 时，枸杞红果产量达最佳经济施肥量产量；氮施用量达到 548.10 kg/hm<sup>2</sup> 时，枸杞红果产量达最高点；随着氮施用量继续增加枸杞红果产量呈下降态势。基本规律是随着氮肥用量的增加，产量表现先增后减呈抛物线状。

②磷肥效应模型  $Y_2=290.5070+1.9748P-0.0382P^2(R=0.9258)$ 。用该回归方程计算得出，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的最大施肥量为 387.45 kg/hm<sup>2</sup>，最佳施肥量为 342.30 kg/hm<sup>2</sup>。从各施肥水平与产量关系看出，不同磷肥用量与枸杞红果产量有相关关系。随着磷肥用量的不断增加，枸杞红果产量也在逐渐增加；当施磷量增加到 342.30 kg/hm<sup>2</sup> 时，枸杞红果产量达最佳经

济施肥量产量；磷施用量达到 387.45 kg/hm<sup>2</sup> 时，枸杞红果产量达最高点，随着磷施用量继续增加，枸杞红果产量亦呈下降态势。基本规律是随着磷肥用量的增加，产量表现先增后减呈抛物线状。

③钾肥效应模型  $Y_3=292.6850+2.8225K-0.0765K^2$  ( $R=0.9877$ )。用该回归方程计算得出，K<sub>2</sub>O 的最大施肥量为 276.90 kg/hm<sup>2</sup>，最佳施肥量为 245.85 kg/hm<sup>2</sup>。由各施肥水平与产量关系看出，不同钾肥用量与枸杞红果产量有相关关系。随着钾肥用量的不断增加，枸杞红果产量也在逐渐增加；当施钾量增加到 245.85 kg/hm<sup>2</sup> 时，枸杞红果达最佳经济施肥量产量；钾施用量达到 276.90 kg/hm<sup>2</sup> 时，枸杞红果产量达最高点；施用量超过 276.90 kg/hm<sup>2</sup> 时，枸杞红果产量开始下降。基本规律是随着钾肥用量的增加，产量表现先增后减呈抛物线状。

### 3 小结

试验结果表明，在玉门市枸杞产区，土壤有效氮、磷、钾养分丰缺指标均属中等水平，其中氮是限制枸杞红果产量的主要因子，其次是磷和钾。氮、磷、钾合理配施对枸杞增产效果显著，以施 N 600.0 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 450.0 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 300.0 kg/hm<sup>2</sup> 处理的枸杞红果产量最高，为 4 809.0 kg/hm<sup>2</sup>，较不施肥处理增产 2 095.5 kg/hm<sup>2</sup>，增产率 77.2%；其次是施 N 600 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 450 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 150 kg/hm<sup>2</sup> 处理，为 4 668.0 kg/hm<sup>2</sup>，较不施肥处理增产 1 951.5 kg/hm<sup>2</sup>，增产率 72.0%；以 NPK 的互作效应最高，NP、NK 互作效应比较明显，PK 互作效应最差，N、P、K 对枸杞红果产量贡献由大到小的顺序依次为 N、P、K。建立了枸杞红果产量(Y)与氮、磷、钾之间的回归方程： $Y=179.7748+4.5902N-0.0335N^2+1.999P-0.0174P^2+0.4985K-0.015K^2-0.0496NP-0.0278NK+0.0503PK$

( $R=0.9813$ )；最佳经济产量施肥量为 N 558.75 kg/hm<sup>2</sup>、P 412.35 kg/hm<sup>2</sup>、K 309.90 kg/hm<sup>2</sup>，N、P、K 质量比例为 1 : 0.74 : 0.55，该水平下枸杞红果产量为 4 590.45 kg/hm<sup>2</sup>。枸杞最大施肥量为 N 633.15 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 372.00 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 285.75 kg/hm<sup>2</sup>，该水平下枸杞红果产量最高，为 4 592.85 kg/hm<sup>2</sup>。

### 参考文献：

- [1] 钟胜元. 枸杞高产栽培技术[M]. 北京：金盾出版社，1998：68-69.
- [2] 李 钰. 宁夏枸杞氮磷钾营养与合理施肥技术研究[D]. 银川：宁夏大学，2008.
- [3] 李惠霞，何文寿，曹丽华，等. 次生盐渍化土壤不同氮磷钾肥用量及配比对枸杞产量和品质的影响[J]. 农业科学研究，2010，31(2)：27-31.
- [4] 贺春燕，王有科，齐广平，等. 氮磷钾配施对景电灌区枸杞生长及产量的影响[J]. 甘肃农业大学学报，2010，45(2)：100-104.
- [5] 石志刚，韦 峰. 不同施肥量对枸杞叶片氮磷钾含量及抗性相关指标的影响[J]. 江苏农业科学，2017(5)：140-144.
- [6] 贺春燕，张广忠，李岁成. 甘肃中部引黄灌区枸杞施肥管理与土壤养分状况调查分析[J]. 甘肃林业科技，2011(2)：6-10.
- [7] 安 祎. 华亭县冬小麦“3414”肥效试验初报[J]. 甘肃农业科技，2016(1)：44-46.
- [8] 袁 伟，薛福元. 泾川县旱塬区全膜穴播冬小麦“3414”肥效试验研究[J]. 甘肃农业科技，2012(6)：27-29.
- [9] 鲁天文，张忠福，马金占，等. 山丹县马铃薯“3414”肥效试验初报[J]. 甘肃农业科技，2012(6)：40-42.
- [10] 魏接旺，王转军. 成县冬小麦“3414”优化施肥试验初报[J]. 甘肃农业科技，2013(5)：43-44.
- [11] 王积彪. 高台县玉米配方施肥效应研究[J]. 甘肃农业科技，2013(5)：43-44.

(本文责编：郑立龙)