

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, 45(5): 140–144.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.05.040

# 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

石志刚<sup>1</sup>, 韦 峰<sup>2</sup>

(1. 宁夏农林科学院, 宁夏银川 750021; 2. 宁夏农垦农林牧技术推广服务中心, 宁夏银川 750021)

**摘要:** 试验根据“3414”肥料试验方案, 采用 3 因素 4 水平二次回归通用旋转组合设计, 通过不同氮磷钾配比施肥处理, 研究不同施肥配比对 0901 枸杞叶片中氮磷钾含量及抗性相关指标的影响。结果表明: 不同施肥配比对枸杞春梢生长量影响明显, 并可根据春梢停止生长时的长度进行建模; 不同配比处理对枸杞叶片中细胞酶活性影响明显, SOD 活性最高为 329.2 U/g, 最低为 149.1 U/g, POD 活性最高为 2 183.3  $\mu\text{mol}/(\text{min} \cdot \text{g})$ , 最低为 753.3  $\mu\text{mol}/(\text{min} \cdot \text{g})$ , CAT 活性最高为 59.3  $\mu\text{mol}/(\text{min} \cdot \text{g})$ , 最低为 11.4  $\mu\text{mol}/(\text{min} \cdot \text{g})$ 。此外, 研究还表明, 不同施肥配比对枸杞叶片中氮磷钾含量的影响明显: 全氮含量总体呈先降后升再降的趋势, 春梢期、盛花期为需氮关键期, 分别以 85.0 g/株氮 + 32.2 g/株磷 + 50.00 g/株钾、85.0 g/株氮 + 65.0 g/株磷 + 50.00 g/株钾处理的施氮量最合理; 全磷含量总体趋势为先降后升再降, 春梢期、初果期对磷需求高, 分别以 56.5 g/株氮 + 84.5 g/株磷 + 35.00 g/株钾、110.5 g/株氮 + 84.5 g/株磷 + 35.00 g/株钾处理的磷供应量最合适; 部分处理的全钾含量在初果期达到最大值, 随后下降, 初果期以 85.0 g/株氮 + 65.0 g/株磷 + 50.00 g/株钾处理较合理; 此外, 通过三元二次回归通用旋转组合分析枸杞 0901 产量并得出模型。

**关键词:** 枸杞; 配比施肥; 叶片氮磷钾含量; 抗性; 高品质栽培管理

**中图分类号:** S567.1<sup>+</sup>90.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)05-0140-05

枸杞系茄科 (Solanaceae) 枸杞属 (*Lycium* L.) 落叶灌木, 是《中华人民共和国药典》明确的正品药用栽培种, 它具有抗旱、耐盐碱、耐瘠薄的特点<sup>[1]</sup>。研究表明, 枸杞生长发育过程中吸收的大量元素约有 20% 来自肥料, 80% 来自土壤<sup>[2-5]</sup>。

收稿日期: 2016-06-03

基金项目: 宁夏回族自治区育种专项 (编号: 2013NYYZ0103)。

作者简介: 石志刚 (1976—), 男, 宁夏贺兰人, 硕士, 副研究员, 主要从事枸杞遗传育种与配套栽培。E-mail: shizhigang76@163.com。

酸、可溶性蛋白是植物体内 3 种重要的渗透调节物质, 在低温胁迫下, 淀粉水解速度加快, 可溶性糖含量增高, 细胞液的浓度也随之升高, 冰点下降, 从而提高了植物的抗寒性。曹建东等认为, 抗寒性强的品种可溶性糖含量增加幅度大, 抗寒性弱的品种可溶性糖含量增加幅度小<sup>[12]</sup>。本研究结果表明, 葡萄枝条在受到低温胁迫时, 能够产生较多的糖来保护机体, 起到调节机体渗透势的作用, 其中威代尔可溶性糖含量相对较高, 抗寒性较强, 而白玉霓可溶性糖含量最低, 抗寒性最弱。

经主成分分析判断, 宁夏贺兰山东麓主栽的 8 个酿酒葡萄品种抗寒性强弱顺序为威代尔 > 赤霞珠 > 霞多丽 > 马瑟兰 > 蛇龙珠 > 西拉 > 梅鹿辄 > 白玉霓。

## 参考文献:

- [1] 张新宁, 杨学习, 石桃红, 等. 酿酒葡萄品种威代尔在宁夏的引种栽培报告[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2012(3): 36–37.
- [2] 鲁金星, 姜寒玉, 李 唯. 低温胁迫对砧木及酿酒葡萄枝条抗寒性的影响[J]. 果树学报, 2012(6): 1040–1046.
- [3] 高 振, 翟 衡, 张克坤, 等. LT-I 分析 7 个酿酒葡萄品种枝条

在矿质元素的吸收和利用上, 前人研究得出, 枸杞吸收、积累钾 (K)、钠 (Na) 的能力较强, 而吸收、积累镁 (Mg)、钙 (Ca)、铁 (Fe)、锰 (Mn)、锌 (Zn)、铜 (Cu) 等元素的能力较弱。当土壤中营养元素含量高时, 枸杞未必能相应地吸收较多的营养元素; 当土壤中营养元素含量低时, 枸杞的吸收量未必就少<sup>[6-8]</sup>。还有研究表明, K 与 Ca 之间具有拮抗作用, 当土壤中 Ca、Mg 含量高时, 可促进锂 (Li)、硼 (B) 的吸收, 而不利于 K、Mn、硫 (S)、Zn 的吸收; B 对 K 的吸收具有促进作用。宁夏

- 的抗寒性[J]. 中国农业科学, 2013, 46(5): 1014–1024.
- [4] 张 倩, 刘崇怀, 郭大龙, 等. 5 个葡萄种群的低温半致死温度与其抗寒适应性的关系[J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 2013, 41(5): 149–154.
- [5] 高登涛, 白 茹, 鲁晓燕, 等. 引入石河子地区的 5 个葡萄砧木抗寒性比较[J]. 果树学报, 2015(2): 232–237.
- [6] 王 依, 靳 娟, 罗强勇, 等. 4 个酿酒葡萄品种抗寒性的比较[J]. 果树学报, 2015(4): 612–619.
- [7] 张志良, 瞿伟菁, 李小方. 植物生理学实验指导[M]. 4 版. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [8] 邹 琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [9] 谢丽芬. 葡萄砧木抗寒性鉴定及抗寒机理的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2007.
- [10] 杨凤翔, 金 芳, 颜 霞. 不同草莓品种抗寒性综合评价[J]. 果树学报, 2010(3): 368–372.
- [11] 马小河, 唐晓萍, 董志刚, 等. 6 个酿酒葡萄品种抗寒性比较[J]. 山西农业大学学报 (自然科学版), 2013, 33(1): 1–5.
- [12] 曹建东, 陈佰鸿, 王利军, 等. 葡萄抗寒性生理指标筛选及其评价[J]. 西北植物学报, 2010, 30(11): 2232–2239.

地区土壤 Ca、Mg 含量总体较高,由于 Ca、K 之间存在拮抗作用,会抑制枸杞对 K 的吸收,因此宁夏地区生产的枸杞独具特色<sup>[9-10]</sup>。但是枸杞品种随着经济和地区气候条件的变化不断更新,现有枸杞栽培技术在枸杞新品种的种植过程中已不再科学合理。因此,对枸杞新品种的生长发育及需肥规律的研究已迫在眉睫。本试验以枸杞新品种 0901 为研究对象,通过不同氮磷钾配比施肥,研究枸杞叶片在不同时期的氮磷钾含量动态变化、个别时期细胞保护酶活性的变化,以期为该枸杞品种的栽培管理提供一定的理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种为 2 年枸杞 0901,苗木由宁夏农林科学院提供。2013 年 4 月定植,株行距 1.5 m×3.0 m。苗木规格:苗粗 0.5 cm,苗高 60~70 cm,侧根 4~5 条。栽后 50 cm 处定干,用 70cm 长竹竿绑扶支撑树干。

试验地概况:海拔 2 955~1 100 m,年平均气温 9.5℃,年均降水量 202.1 mm,6—8 月的降水量占全年降水量的 61%;年蒸发量 1 947.1 mm,为年平均降水量的 9.6 倍,属于典型的中温带大陆性干旱气候。土壤为灌淤土、淡灰钙土、沙质壤土,土质均匀,土壤肥沃,富含矿物质、微量元素。

供试肥料:氮磷钾肥料分别用尿素(N 含量≥46%)、过磷酸钙(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量≥16%)、硫酸钾(K<sub>2</sub>O 含量≥20%)。有机肥为充分腐熟的羊粪,经检测氮(N)、磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、钾(K<sub>2</sub>O)含量分别为 0.65%、0.47%、0.21%。

灌溉水:利用渠道引用黄河水灌溉,水质矿化度<1 g/L。

1.2 试验设计与方法

试验根据“3414”肥料试验方案,采用 3 因素 4 水平二次回归通用旋转组合设计,以枸杞鲜果产量为目标函数,以施氮量、施磷量、施钾量为因变量,构建数学模型。

按“斤果斤肥”的标准,预计单株产干果 500g 需要的肥料总量为 500 g,纯氮磷钾总计 200 g,设 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 用量分别为 83.3、66.7、50.0 g/株。所用化肥种类及养分含量:氮肥为尿素,含 46% N;磷肥为磷酸二氢铵,含 12% N、61% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;钾肥为硫酸钾,含 52% K<sub>2</sub>O。氮肥按照 60% 基肥、20% 追肥、20% 追肥施用;磷肥按照 40% 基肥、30% 追肥、30% 追肥施用;钾肥按照 40% 基肥、30% 追肥、30% 追肥施用,具体施肥方案见表 1、表 2、表 3。

1.2.1 物候期观测 统计植株的物候期、树高、地径、冠幅、萌芽率、发枝力、新梢生长量、落花落果率、鲜果千粒质量、产量等指标。为确定试验区枸杞年生长周期内各生育期出现的时间,于 2015 年 3 月—2015 年 6 月连续观测枸杞的生育期,包括萌芽期、春梢生长期、开花初期、头茬果成熟期、夏果成熟期、落叶期。鉴别标准:50% 植株达到某一生育阶段为到达某生育期,10% 到达为初期,80% 到达为盛期<sup>[9]</sup>。

1.2.2 植株生长测定 于 2015 年 3 月下旬选各处理观测样株及观测枝。每个处理选择树势相近的样株 15 株,并在树冠中部按东、南、西、北、中 5 个方位各选留 1 个多年生观测枝,用红漆标记。观测植株在整个生长期内不作任何修剪。

枝梢生长量测定:4 月 20 日—7 月上旬每隔 3 d,7 月中旬至落叶前每隔 10 d,用钢卷尺测量各观测枝上春梢的生长量。

表 1 3 因子二次通用旋转组合设计

试验编号	氮肥施用量编码值	磷肥施用量编码值	钾肥施用量编码值
H <sub>1</sub>	1	1	1
H <sub>2</sub>	1	1	-1
H <sub>3</sub>	1	-1	1
H <sub>4</sub>	1	-1	-1
H <sub>5</sub>	-1	1	1
H <sub>6</sub>	-1	1	-1
H <sub>7</sub>	-1	-1	1
H <sub>8</sub>	-1	-1	-1
H <sub>9</sub>	-1.681 8	0	0
H <sub>10</sub>	1.681 8	0	0
H <sub>11</sub>	0	-1.681 8	0
H <sub>12</sub>	0	1.681 8	0
H <sub>13</sub>	0	0	-1.681 8
H <sub>14</sub>	0	0	1.681 8
H <sub>15</sub>	0	0	0
H <sub>16</sub>	0	0	0
H <sub>17</sub>	0	0	0
H <sub>18</sub>	0	0	0
H <sub>19</sub>	0	0	0
H <sub>20</sub>	0	0	0

表 2 3 因子二次回归通用旋转组合设计因素编码水平对应的全生育期氮磷钾施用量

编码值	X <sub>1</sub> :氮施用量(g/株)	X <sub>2</sub> :磷施用量(g/株)	X <sub>3</sub> :钾施用量(g/株)
1.682	127.9	97.8	75.23
1	110.5	84.5	65.00
0	85.0	65.0	50.00
-1	56.5	45.5	35.00
-1.682	42.1	32.2	24.80

注:基质供肥量忽略。施氮量 85.0 g/株,变化区间 25.5 g/株;施磷量 65.0 g/株,变化区间 19.5 g/株;施钾量 50.0 g/株,变化区间 15.0 g/株。

1.2.3 生理观测 在春梢期、初花期、盛花期、初果期、盛果期,分别采样检测叶片中氮、磷、钾、可溶性糖含量,以及超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)活性等指标。SOD 活性采用氨基四唑比色法测定,POD 活性采用愈创木酚法测定,CAT 活性采用紫外吸收法测定,各重复 3 次<sup>[11-12]</sup>。

试验时间为 2015 年 3—10 月。数据采用 SPASS 17.0 统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥量对枸杞春梢生长量的影响

由图 1 可见,不同施肥配比之间 0901 枸杞春梢生长量差异明显,6 月 20 日春梢长度最大的为 H<sub>12</sub> 处理(66.4 cm),最小的为 H<sub>3</sub> 处理(51.4 cm);相对于 5 月 10 日,春梢增加量最大的为 H<sub>10</sub> 处理(38.3 cm),最小的为 H<sub>1</sub> 处理(26.0 cm)。

2.2 不同施肥量下枸杞春梢生长量的回归模型

根据回归最优设计的模型建立方法,采用三元二次回归

表 3 单株枸杞树全年施肥总量

编号	纯氮用量 (g)	磷酸二氢铵中氮用 量(含氮量 12%,g)	尿素中氮用量 (含氮量 46%,g)	尿素用量 (g)	纯磷用量 (g)	磷酸二氢铵施用量 (含磷量 61%,g)	纯钾用量 (g)	硫酸钾施用量 (含钾量 52%,g)
H <sub>1</sub>	110.5	16.6	93.9	204.1	84.5	138.5	65.00	125.0
H <sub>2</sub>	110.5	16.6	93.9	204.1	84.5	138.5	35.00	67.3
H <sub>3</sub>	110.5	9.0	101.5	220.6	45.5	74.6	65.00	125.0
H <sub>4</sub>	110.5	9.0	101.5	220.6	45.5	74.6	35.00	67.3
H <sub>5</sub>	56.5	16.6	40.0	86.7	84.5	138.5	65.00	125.0
H <sub>6</sub>	56.5	16.6	40.0	86.7	84.5	138.5	35.00	67.3
H <sub>7</sub>	56.5	9.0	47.5	103.3	45.5	74.6	65.00	125.0
H <sub>8</sub>	56.5	9.0	47.5	103.3	45.5	74.6	35.00	67.3
H <sub>9</sub>	42.1	12.8	29.3	63.7	65.0	106.6	50.00	96.2
H <sub>10</sub>	127.9	12.8	115.1	250.2	65.0	106.6	50.00	96.2
H <sub>11</sub>	85.0	6.3	78.7	171.1	32.2	52.8	50.00	96.2
H <sub>12</sub>	85.0	19.2	65.8	143.0	97.8	160.3	50.00	96.2
H <sub>13</sub>	85.0	12.8	72.2	157.0	65.0	106.6	24.80	48.0
H <sub>14</sub>	85.0	12.8	72.2	157.0	65.0	106.6	75.23	145.0
H <sub>15</sub>	85.0	12.8	72.2	157.0	65.0	106.6	50.00	96.2
H <sub>16</sub>	85.0	12.8	72.2	157.0	65.0	106.6	50.00	96.2

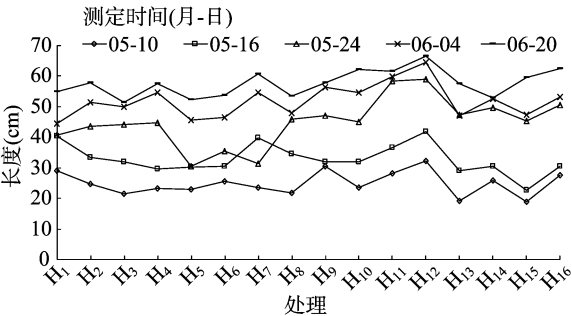


图1 不同施肥配比下0901枸杞春梢生长量的变化

通用旋转组合进行分析,得出下列结果: $Y = 32.67066 + 0.56946X_1 - 0.42902X_2 - 2.45562X_3 - 0.06430X_{12} + 0.25390X_{22} - 0.11733X_{32} - 0.46250X_1X_2 - 0.96250X_1X_3 - 2.26250X_2X_3$ 。

式中: $Y$ 为0901春梢生长量; $X_1$ 为氮肥施用量; $X_2$ 为磷肥施

用量; $X_3$ 为钾肥施用量。对模型中一次项系数作用大小排序为  $X_1 > X_2 > X_3$ 。结果表明,各肥料对0901枸杞春梢生长量的作用以氮肥施用量最大,磷肥施用量次之,钾肥施用量最小。说明在试验的土壤及生态条件下,在0901枸杞的高产栽培技术中,前期营养生长须要重视氮肥、磷肥的供应。

2.3 不同施肥量对枸杞叶片中细胞保护酶活性的影响

在初花期对各处理的叶片进行采样,测定枸杞叶片中SOD、POD、CAT的活性,在相同栽培条件及管理水平下,由于不同施肥量的氮磷钾配比不同,导致各处理植株叶片中SOD、POD、CAT的活性存在明显差异。SOD活性以H<sub>11</sub>处理最高,为329.3 U/g,H<sub>6</sub>处理最低,为149.1 U/g;POD活性以H<sub>10</sub>处理最高,为2183.3 μmol/(min·g),H<sub>12</sub>处理最低,为753.3 μmol/(min·g);CAT活性以H<sub>15</sub>处理最高,为59.3 μmol/(min·g),H<sub>4</sub>处理最低,为11.4 μmol/(min·g)(图2)。由此可见,通过合理施肥可以提高植株的耐受性。

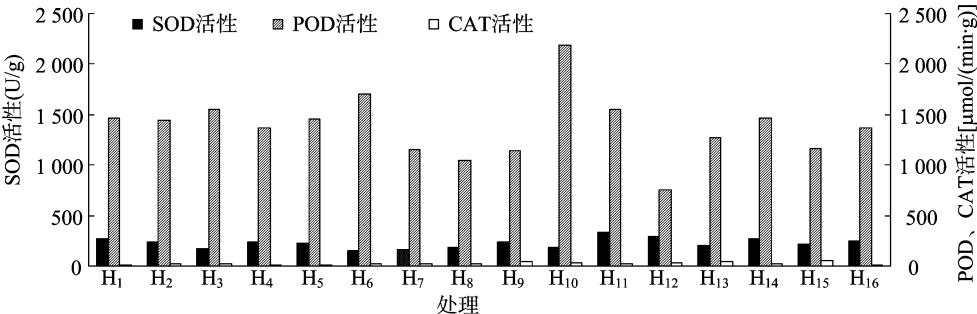


图2 不同施肥配比下 0901 枸杞初花期叶片 SOD、POD、CAT 的活性

2.4 不同施肥量对枸杞叶片中可溶性糖含量的影响

由图3可见,各个时期不同施肥对比对0901枸杞叶片中的可溶性糖含量影响较大,总体趋势为先下降后升高再下降,盛花期较高,盛果期较低;盛花期各处理植株叶片中的可溶性糖含量差异明显,H<sub>11</sub>处理最高(1.48%),H<sub>7</sub>处理最低(0.85%)。

2.5 不同施肥量对不同时期枸杞叶片全氮含量的影响

由表4可见,不同物候期各处理间全氮含量存在显著性差异,总体表现为先降后升再降,春梢生长期H<sub>11</sub>处理最高(7.73 g/kg),H<sub>5</sub>处理最低(6.27 g/kg);初花期H<sub>16</sub>处理最高(2.65 g/kg),H<sub>12</sub>处理最低(0.78 g/kg);盛花期H<sub>16</sub>处理最高(6.16 g/kg),H<sub>8</sub>处理最低(4.02 g/kg);初果期H<sub>12</sub>处理最高(3.51 g/kg),H<sub>14</sub>处理最低(2.29 g/kg);盛果期H<sub>6</sub>处理最高(3.09 g/kg),H<sub>4</sub>处理最低(2.22 g/kg)。综上所述,0901枸

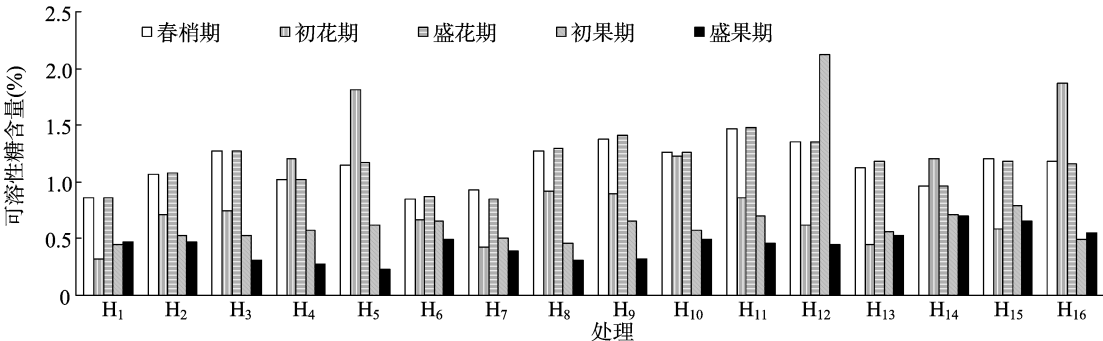


图3 不同施肥配比下 0901 枸杞叶片中可溶性糖含量的变化

表 4 各处理枸杞叶片中全氮含量的统计结果

处理	叶片全氮含量(g/kg)				
	春梢生长期	初花期	盛花期	初果期	盛果期
H <sub>1</sub>	7.70ab	2.13cdef	4.54e	2.89de	2.31h
H <sub>2</sub>	6.87cd	1.78h	4.86c	2.40hi	2.44g
H <sub>3</sub>	6.63de	2.07defg	4.79c	2.85de	2.55f
H <sub>4</sub>	7.27abc	2.27bcd	4.23h	2.54fg	2.22i
H <sub>5</sub>	6.27e	2.34bc	4.24gh	2.79e	2.86c
H <sub>6</sub>	7.21bc	2.02defgh	3.57j	2.48gh	3.09a
H <sub>7</sub>	7.50ab	1.78g	4.86c	3.11b	2.58ef
H <sub>8</sub>	6.49de	2.06defg	4.02i	2.96cd	3.00b
H <sub>9</sub>	7.57ab	2.51ab	4.25gh	3.07bc	2.83c
H <sub>10</sub>	6.36e	1.95efgh	5.21b	2.64f	3.07ab
H <sub>11</sub>	7.73a	1.81gh	4.69d	2.85de	2.44g
H <sub>12</sub>	7.29abc	0.78i	4.39f	3.51a	2.45g
H <sub>13</sub>	7.62ab	1.92fgh	4.09i	2.57fg	2.79c
H <sub>14</sub>	7.38ab	2.37bc	4.11i	2.29i	2.66de
H <sub>15</sub>	7.72a	2.20cde	4.33fg	2.59fg	2.68d
H <sub>16</sub>	7.63ab	2.65a	6.16a	2.49gh	2.38gh

表 5 各处理枸杞叶片中全磷含量的统计结果

处理	叶片全磷含量(g/kg)				
	春梢生长期	初花期	盛花期	初果期	盛果期
H <sub>1</sub>	6.20b	2.53de	3.75a	4.74b	2.70j
H <sub>2</sub>	5.35de	1.64h	3.45bc	5.54a	3.91hi
H <sub>3</sub>	5.28ef	2.26fg	3.05def	3.45f	3.69i
H <sub>4</sub>	5.64cde	1.23i	2.76gh	4.12cd	3.93hi
H <sub>5</sub>	5.91bc	3.55b	2.52h	3.71e	4.55bcd
H <sub>6</sub>	6.81a	1.09i	3.00efg	4.25c	4.23efg
H <sub>7</sub>	0.13h	2.30efg	3.03defg	3.53ef	4.07fgh
H <sub>8</sub>	6.06b	2.38def	3.19cde	4.22c	4.60bc
H <sub>9</sub>	6.12b	1.67h	3.31bcd	4.19cd	4.28defg
H <sub>10</sub>	4.99fg	2.47def	2.22i	4.15cd	5.03a
H <sub>11</sub>	6.11b	1.75h	2.83fg	4.23c	4.73b
H <sub>12</sub>	5.50de	2.56d	3.05def	3.99d	4.29defg
H <sub>13</sub>	5.66cd	4.40a	3.20cde	3.57ef	4.7b5
H <sub>14</sub>	5.32def	3.62b	2.85fg	3.51ef	4.39cde
H <sub>15</sub>	4.71g	2.83c	2.99efg	5.40a	4.31def
H <sub>16</sub>	4.85g	2.13g	3.53ab	4.61b	4.00gh

杞春梢生长期、盛花期均为需氮的关键期，春梢期以 H<sub>11</sub> 处理的施氮量较合理，盛花期以 H<sub>16</sub> 处理的施氮量较合理。

2.6 不同施肥量对不同时期枸杞叶片全磷含量的影响

由表 5 可知，不同物候期各处理间叶片全磷含量存在显著差异，总体表现为先降后升再降，春梢生长期 H<sub>6</sub> 处理最高(6.81 g/kg)，H<sub>7</sub> 处理最低(0.13 g/kg)；初花期 H<sub>13</sub> 处理最高(4.40 g/kg)，H<sub>6</sub> 处理最低(1.09 g/kg)；盛花期 H<sub>1</sub> 处理最高(3.75 g/kg)，H<sub>10</sub> 处理最低(2.22 g/kg)；初果期 H<sub>2</sub> 处理最高(5.54 g/kg)，H<sub>3</sub> 处理最低(3.45 g/kg)；盛果期 H<sub>10</sub> 处理最高(5.03 g/kg)，H<sub>1</sub> 处理最低(2.70 g/kg)。综上所述，0901 枸

杞在春梢期和初果期对磷的需求量高，春梢生长期以 H<sub>6</sub> 处理磷供应量较合适，初果期以 H<sub>2</sub> 处理供应量较合适。

2.7 不同施肥量对不同时期枸杞叶片全钾含量的影响

由图 4 可知，部分处理在生长早期叶片钾含量较低，随着春梢生长，全钾含量有逐渐升高趋势，进入初花期含量快速增加，在初果期达到最大值，随后大量开花结实导致钾含量急剧降低。说明枸杞在坐果期需要大量吸收和积累钾素，这结果与前人研究相同。由图 4 还可以看出，果实中钾含量的变化与磷含量变化不大一致，即从初果期开始，部分处理果实中的钾含量表现为降低，初果期 H<sub>16</sub> 处理叶片中钾含量最高

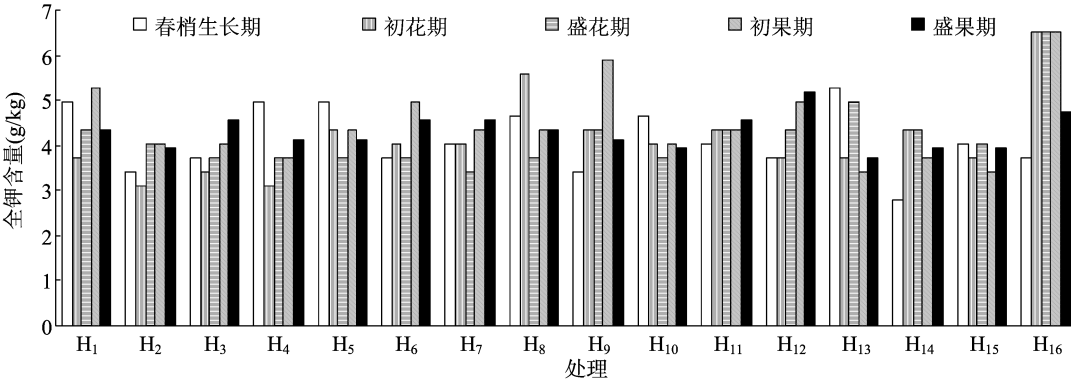


图4 不同施肥配比下 0901 枸杞叶片中全钾含量的变化

(6.52 g/kg),说明该处理钾素供给合理。

### 2.8 不同施肥量下枸杞产量的回归模型

根据回归最优设计的模型建立方法,本试验采用三元二次回归通用旋转组合进行分析,用 SPSS 软件对试验数据进行统计分析,得到 0901 枸杞产量与各肥料因子间的数学模型:

$$Y = 1.067\ 17 + 0.009\ 22X_1 - 0.017\ 24X_2 - 0.059\ 78X_3 - 0.010\ 07X_1^2 + 0.034\ 12X_2^2 + 0.133\ 12X_3^2 + 0.023\ 75X_1X_2 + 0.006\ 25X_1X_3 + 0.063\ 75X_2X_3。$$

式中: $Y$ 为 0901 头茬果产量,kg/株; $X_1$ 为氮肥用量,g/株; $X_2$ 为磷肥用量,g/株; $X_3$ 为钾肥用量,g/株。对模型中一次项系数作用大小排序为  $X_2 > X_3 > X_1$ 。结果表明,各肥料对 0901 枸杞头茬果产量的作用以磷肥最大,钾肥次之,氮肥最小。说明在试验的土壤及生态条件下,在 0901 枸杞的高产栽培技术中,前期营养生长要重视氮、磷肥的供应,后期要注重磷、钾肥的供应。

### 3 结论与讨论

不同配比施肥对 0901 枸杞春梢生长量影响明显,6 月 20 日春梢长度最大的为  $H_{10}$  处理(62.3 cm),最小的为  $H_1$  处理(51.4 cm);相对于 5 月 10 日,春梢增加量最大的为  $H_{10}$  处理(38.3 cm),最小的为  $H_1$  处理(26.0 cm)。春梢停止生长时,根据回归最优设计的方法建立模型如下: $Y = 32.670\ 66 + 0.569\ 46X_1 - 0.429\ 02X_2 - 2.455\ 62X_3 - 0.064\ 30X_1^2 + 0.253\ 90X_2^2 - 0.117\ 33X_3^2 - 0.462\ 50X_1X_2 - 0.962\ 50X_1X_3 - 2.262\ 50X_2X_3。$

在不同施肥配比对枸杞耐受性的影响方面,在相同的栽培条件及管理水平下,不同氮磷钾配比处理对枸杞叶片中细胞酶活性影响明显,初花期 SOD 活性以  $H_{11}$  处理最高(329.2 U/g), $H_6$  处理最低(149.1 U/g),POD 活性以  $H_{10}$  处理最高[2 183.3  $\mu\text{mol}/(\text{min} \cdot \text{g})$ ], $H_{12}$  处理最低[753.3  $\mu\text{mol}/(\text{min} \cdot \text{g})$ ],CAT 活性以  $H_{15}$  处理最高[59.3  $\mu\text{mol}/(\text{min} \cdot \text{g})$ ], $H_4$  处理最低[11.4  $\mu\text{mol}/(\text{min} \cdot \text{g})$ ];不同施肥配比处理下 0901 枸杞叶片中的可溶性糖含量在各物候期差异明显,总体趋势为先降后升再降,盛花期最高,盛果期最低;盛花期各处理植株叶片中的可溶性糖含量差异明显, $H_{11}$  处理最高(1.48%), $H_7$  最低(0.85%)。

在不同施肥配比对枸杞叶片中氮磷钾含量的影响方面,0901 枸杞叶片中全氮含量在各个物候期总体表现为先降后升再降,春梢生长期和盛花期均为需氮的关键期,春梢期以  $H_{11}$  处理的施氮量较合理,盛花期以  $H_{16}$  处理的施氮量较合理。这与前人研究的叶片氮含量变化规律表现为 1 年中总体处于逐渐降低趋势,在生长初期(4 月中下旬,萌动期)含氮量最高的结果相似。但是与 5 月中下旬开花初期、7 月中旬夏果盛期是枸杞年生育期内叶片、枝梢氮素含量的 2 个低谷期,从而

与这 2 个时期是枸杞植株养分消耗最大、最需肥的关键时期的结论不一致。不同施肥配比下 0901 枸杞叶片中全磷含量在各个物候期总体表现为先降后升再降的趋势,初果期以  $H_2$  处理供应量合适。不同施肥配比下 0901 枸杞叶片中全钾含量在各个物候期随着春梢生长有逐渐升高趋势,进入初花期含量快速增加,在初果期达到最大值,随后大量开花结实而急剧降低。

通过三元二次回归通用旋转组合进行分析 0901 产量,得出下列模型:

$$Y = 1.067\ 17 + 0.009\ 22X_1 - 0.017\ 24X_2 - 0.059\ 78X_3 - 0.010\ 07X_1^2 + 0.034\ 12X_2^2 + 0.133\ 12X_3^2 + 0.023\ 75X_1X_2 + 0.006\ 25X_1X_3 + 0.063\ 75X_2X_3。$$

通过式中一次项系数排列,可以得出,磷、钾对于产量影响较大。但一些学者研究发现,枸杞的果实产量是枝数、枝长、冠幅等诸多农艺性状共同作用的结果。各农艺性状之间又相互作用,相互影响,它们对产量的贡献作用大小不一。本试验只是从施肥措施方面进行探讨,具体如何综合提高 0901 枸杞果实产量,还须进一步研究。

### 参考文献:

- [1] 周元满. 枸杞的利用价值、栽培技术及产业化开发[J]. 防护林科技,2005,64(1):74-76.
- [2] 钟胜元. 枸杞高产栽培技术[M]. 北京:金盾出版社,1998:68-69.
- [3] 张满效,陈拓,肖雯,等. 不同盐碱环境中宁夏枸杞叶生理特征和 RAPD 分析[J]. 中国沙漠,2005,25(3):391-396.
- [4] 李友宏,王芳,邓国凯. 宁夏枸杞施钾增产显著[J]. 中国农资,2003(5):15-17.
- [5] 徐成虎,温玉峰,王向东,等. 宁杞 1 号枸杞栽培技术[J]. 现代农业科技,2011(9):132,141.
- [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,2011,36(2):6-10.
- [7] 张广忠,王有科,樊辉,等. 同覆盖材料的保水效果及其对枸杞生长发育的影响[J]. 干旱地区农业研究,2010,28(2):49-52.
- [8] 张广忠,蔡国军,张宝琳,等. 配方施肥对 1 年生枸杞生长及结实的影响[J]. 林业实用技术,2011(12):15-17.
- [9] 贺春燕;王有科;齐广平. 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.
- [10] 许兴,郑国琦,周涛,等. 宁夏枸杞耐盐性与生理生化特征研究[J]. 中国生态农业学报,2002,10(3):70-73.
- [11] Su W A, Mi R Q, Wang W Y, et al. The influence of cold hardening of plant stress sensitivity[J]. Acta Phytophysiological Sinica, 1990, 16(3):284-292.
- [12] 邹志荣,陆幅一. 低温对辣椒幼苗膜脂过氧化和保护酶系统变化的影响[J]. 西北农业学报,1994,3(3):51-56.