

# 配方施肥对党参产量性状的影响

崔同霞, 李怀德, 杨俊海, 惠和平, 范重秀, 蔡伟, 沈文彤

(甘肃农业职业技术学院, 甘肃 兰州 730020)

**摘要:** 为了确定党参合理施肥量, 在陇西县进行了“3414”施肥配方试验。结果表明, 当施 N 208.8 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 57.0 kg/hm<sup>2</sup> 时, 党参籽粒产量最高, 为 174.7 kg/hm<sup>2</sup>; 当施 N 104.4 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 108.0 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 57.0 kg/hm<sup>2</sup> 时, 党参根产量为 3 104.8 kg/hm<sup>2</sup>。施肥量为 N 104.4 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 108.0 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 57.0 kg/hm<sup>2</sup> 时, 党参单根干重和鲜重最高, 分别为 3.55、12.75 g; 施肥量为 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 108.0 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 57.0 kg/hm<sup>2</sup> 时, 干鲜比最高, 达 30.19%。不同氮、磷、钾配方对党参根长有显著差异, 对根粗的影响差异不显著, 在不施化肥的情况下党参的根长和根粗最大。在生产实践中应根据收获的不同经济产量选择合理的配方施肥。

**关键词:** 中药材; 党参; 氮、磷、钾肥, 施肥; 产量

**中图分类号:** S567.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2017)03-0025-04

[doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2017.03.008](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2017.03.008)

## Effects of Formula Fertilization on Yield Traits of *Codonopsis pilosula*

CUI Tongxia, LI Huaide, YANG Junhai, HUI Heping, FAN Chongxiu, CAI Wei, SHEN Wentong

(Gansu Agricultural Vocational and Technical College, Lanzhou Gansu 730020, China)

**Abstract:** In order to determine the reasonable fertilization amount of *Codonopsis pilosula*, the “3414” test of fertilization formula is carried out in Longxi County. The result shows that the highest grain yield of *Codonopsis pilosula* is 174.7 kg/hm<sup>2</sup>, when N 208.8 kg/hm<sup>2</sup> and K<sub>2</sub>O 57.0 kg/hm<sup>2</sup> are applied. The root yield of *Codonopsis pilosula* is 3 104.8 kg/hm<sup>2</sup>, When the concentration of N 104.4 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 108.0 kg/hm<sup>2</sup> and K<sub>2</sub>O 57.0 kg/hm<sup>2</sup>. While the amount of fertilizer is N 104.4 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 108.0 kg/hm<sup>2</sup> and K<sub>2</sub>O 57.0 kg/hm<sup>2</sup>, the dry weight and the fresh weight of average root are 12.75 g and 3.55 g respectively. When the amount of fertilizer is P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 108.0 kg/hm<sup>2</sup> and K<sub>2</sub>O 57.0 kg/hm<sup>2</sup>, the dry and fresh ratio is the highest, reaching 30.19%. Different nitrogen, phosphorus and potassium formulations had significant differences in the root length of *Codonopsis pilosula*, but the difference between the roots diameter is not significant, and the root length and root diameter of *Codonopsis pilosula* maximum in the case of no fertilizer. Therefore, the reasonable formula fertilization depending on what economic yield harvest of *Codonopsis pilosula* in the production practice.

**Key words:** Chinese herbal medicine; *Codonopsis*; Nitrogen、Phosphorus、Potash fertilizer; Fertilization; Yield

党参[*Codonopsis pilosula*(Franch.) Naf.]为桔梗科党参属多年蔓生草本植物<sup>[1-3]</sup>, 其根具有补中益气、调节血糖、增强免疫、健脾益肺的功效<sup>[4]</sup>。目前, 党参在中国主要分布于西北、东北和华北部分地区, 甘肃、湖北、四川等省都有较大面积的人工栽培<sup>[5]</sup>。党参作为我国大宗常用药材, 其药用和经济价值越来越受到人们的青睐, 种植面积也有逐渐增加的趋势。但近年来, 农民在党参生产中盲目施用化肥的现象比较普遍, 主要表现为片面夸大化肥的增产作用, 氮、磷肥料用量比

例不合理, 针对党参的籽粒和根产量等不同经济产量没有合理的施肥依据和标准。配方施肥技术是一项比较成熟的技术, 对降低成本、提高施肥效果、保证农产品产量、增加农民收入, 协调生态环境具有非常重要的现实意义<sup>[6-7]</sup>。研究表明, 氮肥和磷肥对党参的增产效果随着氮和磷的配比比例存在明显的差异<sup>[8]</sup>, 氮、磷、钾单施或二者互动均显著影响党参的产量和品质<sup>[9]</sup>, 但氮、磷、钾三者配比施肥对党参籽粒和根产量的影响目前尚不清晰。我们研究了不同氮、磷、钾配方对党

收稿日期: 2016-11-02

基金项目: 甘肃省教育厅高等学校科研项目(2014A-140); 甘肃农业职业技术学院服务“三农”重点扶持项目。

作者简介: 崔同霞(1988—), 女, 甘肃兰州人, 助教, 硕士, 主要从事马铃薯育种工作。E-mail: cxtxui@163.com。

参种子及根的生产特性及产量的影响, 以期为筛选出适宜党参种子生产和根生产的最佳配方, 为党参科学施肥提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

指示党参品种为渭党1号, 种苗健壮、均匀、头梢尾完整, 条长无分枝, 根茎直径2~5 mm, 根长15 cm以上, 由甘肃农业职业技术学院中药材课题组提供。尿素(含N $\geq$ 46.4%)为新疆宜化化工有限公司生产, 普通过磷酸钙(含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> $\geq$ 12%)为云南个旧市红胜化肥有限公司生产, 速溶硫酸钾(含K<sub>2</sub>O $\geq$ 53%、S $\geq$ 18%)为俄罗斯乌拉尔化学集团生产。

### 1.2 试验地概况

试验于2014年在甘肃省陇西县双泉乡胡家门村东家堡社(N 35.136 1°, E 104.417 3°)进行。试验区土壤为黄绵土, 海拔1 939 m, 年平均气温9 °C, 年均降水量374.6 mm。试验地0~20 cm耕层含速效氮29.0 mg/kg、速效磷14.7 mg/kg、速效钾111.2 mg/kg, pH为8.44。前茬作物玉米。

### 1.3 试验方法

试验采用“3414”试验方案设计, 设3因素4水平(表1), 共14个处理, 3次重复, 随机区组排列。0水平指不施肥, 2水平指当地推荐施肥量, 1水平=2水平 $\times$ 0.5, 3水平=2水平 $\times$ 1.5。小

区面积15 m<sup>2</sup> (5 m $\times$ 3 m)。党参于2014年3月31日斜作移栽, 行距20 cm, 株距5 cm。50%尿素、全部磷肥和钾肥在移栽前结合整地一次性施入, 其余50%尿素于7月5日追施, 其他田间管理措施同当地大田常规。党参籽粒于2014年10月22日收获, 根于11月8日采挖。收获和采挖时, 每小区均随机取样20株, 在室内测定单株籽粒产量和千粒重, 将根洗净泥土后测定根长、根粗、单根鲜重和单根干重。籽粒产量以小区干重计产, 根产量以小区鲜重计产。用Microsoft Excel 2010、“3414”试验分析器SG-2.3和SPSS Statistics 17.0软件进行数据统计分析及差异显著性分析, 多重比较用Duncan法。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮、磷、钾配方对党参产量的影响

从表2可以看出, 不同氮、磷、钾配方施肥对党参产量的影响显著, 但对籽粒产量和根产量的影响不一致。从处理N<sub>0</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>的结果得出, N<sub>2</sub>水平下根产量和籽粒产量均为最低。当磷、钾肥用量处于中等水平(P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)时, N<sub>1</sub>、N<sub>3</sub>水平下籽粒产量比无氮处理(N<sub>0</sub>)分别提高了59.8%和58.3%, 差异达显著水平; 根产量仅在N<sub>1</sub>水平下比无氮处理(N<sub>0</sub>)处理提高了15.5%, 在N<sub>2</sub>、N<sub>3</sub>水平下分别显著降低了28.7%、21.6%。

从处理N<sub>2</sub>P<sub>0</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>2</sub>的结

表1 试验方案

编号	处理	因子编码			施肥量/(kg/hm <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
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0	0	0	0	0	0
2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0	2	2	0	108.0	57.0
3	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1	2	2	104.4	108.0	57.0
4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2	0	2	208.8	0	57.0
5	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2	2	0	208.8	108.0	0
6	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	2	3	2	208.8	162.0	57.0
7	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2	2	2	208.8	108.0	57.0
8	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2	1	2	208.8	54.0	57.0
9	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2	2	1	208.8	108.0	28.5
10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	2	2	3	208.8	108.0	85.5
11	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	3	2	2	313.2	108.0	57.0
12	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1	1	2	104.4	54.0	57.0
13	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1	2	1	104.4	108.0	28.5
14	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2	1	1	208.8	54.0	28.5

表2 不同氮、磷、钾配比的党参产量

编号	处理	籽粒产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	根产量/(kg/hm <sup>2</sup> )
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	150.4 abc	3 047.0 ab
2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	83.5 f	2 687.5 abc
3	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	133.4 bcd	3 104.8 a
4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	174.7 a	2 785.2 abc
5	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	146.0 bc	2 974.3 ab
6	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	112.8 de	2 333.4 cde
7	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	58.8 g	1 916.7 e
8	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	99.8 ef	2 327.5 cde
9	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	138.5 bcd	2 336.9 cde
10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	146.1 bc	2 559.1 bcd
11	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	132.2 bcd	2 107.6 de
12	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	142.1 bc	2 717.9 abc
13	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	125.2 cde	2 922.7 ab
14	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	154.9 ab	2 902.7 ab

果得出, N<sub>2</sub>P<sub>0</sub>K<sub>2</sub> 处理下党参籽粒的产量最大, 达到 174.7 kg/hm<sup>2</sup>, 但较空白对照 (N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>) 增加不显著; N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 配方下根产量最高, 比空白对照增加 1.9%, 差异不显著。当氮、磷、钾均为中等水平 (N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>) 时, 籽粒产量和根产量均最低, 比空白对照分别减产 60.9% 和 37.1%, 可见, 配比为 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 时不利于党参籽粒和根产量的提高。

利用测土配方施肥“3414”试验分析器进行三元分析, 发现不同氮、磷、钾配方施肥对籽粒产量和根产量的影响存在很大差异, 并得出籽粒产量(Y)与氮(X<sub>1</sub>)、磷(X<sub>2</sub>)、钾(X<sub>3</sub>)肥的回归方程为  $Y = -0.1386 X_1^2 - 1.179 5 X_2^2 - 0.315 4 X_3^2 - 0.440 3 X_1 X_2 + 1.074 1 X_1 X_3 + 1.099 7 X_2 X_3 + 2.956 6 X_1 + 6.434 5 X_2 - 14.714 5 X_3 + 149.929$ , 解析该方程, 得出党参籽粒产量的最佳施肥量为 N 185.31 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 26.00 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 34.67 kg/hm<sup>2</sup>; 党参根产量(Y)与氮(X<sub>1</sub>)、磷(X<sub>2</sub>)、钾(X<sub>3</sub>)肥料的回归方程为  $Y = 2.730 9 X_1^2 + 7.319 7 X_2^2 - 137.836 X_3^2 + 23.709 6 X_1 X_2 + 57.082 X_1 X_3 - 231.867 X_2 X_3 - 450.821 X_1 + 298.027 X_2 + 1336.184 X_3 + 2936.945$ , 解析该方程得出党参根产量的最佳施肥量为 N 161.82 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 117.03 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 48.86 kg/hm<sup>2</sup>。

### 2.2 氮、磷、钾配方对党参单株根部性状和产量的影响

从表 3 可以看出, 不同氮、磷、钾配方下党参的单根干重和鲜重均以 N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 最高, 分别为 3.55、12.75 g, 较单根干重和鲜重最低的处理 N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 分别显著增加 42.0% 和 33.5%。在 N<sub>0</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理下, 干鲜比最高, 达 30.19%; 在 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理下, 干鲜比最低, 仅为 24.30%。N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> 处理时, 党参根的商品性最好, 根长 33.01 cm、根粗 8.91 cm。方差分析结果表明, 在 N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理下, 根长较 N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>、N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub> 显著降低, 与其余处理间差异不显著; 而不同氮、磷、钾配比对根粗的影响不明显, 差异不显著。

### 2.3 氮、磷、钾配方对党参单株籽粒产量和千粒重的影响

通过图 1 可以看出, 不同肥料配比下党参单株籽粒产量较高的处理为 N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>0</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>, 单株籽粒产量分别为 2.37、2.36、2.36 g, 3 个处理间差异不显著, 但均与其余处理差异显著。党参千粒重较高的组合为 N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>0</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>、N<sub>0</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>, 为 0.31 ~ 0.34 g, 6 个处

表 3 不同氮、磷、钾配比的党参根部形态特征

试验编号	处理	单根鲜重 /g	单根干重 /g	干鲜比 /%	根长 /cm	根粗 /cm
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	11.53 ab	3.33 ab	28.90	33.01 a	8.91
2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	10.60 ab	3.20 ab	30.19	31.20 ab	8.49
3	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	12.75 a	3.55 a	27.84	32.27 ab	8.69
4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	11.83 ab	3.33 ab	28.17	31.48 ab	8.69
5	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	10.40 ab	2.70 b	25.96	30.59 ab	7.99
6	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	10.15 ab	3.03 ab	29.89	30.64 ab	8.82
7	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	10.70 ab	2.60 b	24.30	31.67 ab	8.40
8	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	10.77 ab	3.00 ab	27.86	30.91 ab	8.68
9	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	12.03 ab	3.10 ab	25.76	32.87 a	8.59
10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	10.97 ab	2.87 ab	26.14	31.33 ab	8.63
11	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	9.55 b	2.50 b	28.62	29.50 b	8.59
12	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	10.80 ab	2.77 ab	25.62	31.84 ab	8.45
13	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	12.17 ab	3.10 ab	25.48	32.73 a	8.36
14	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	10.20 ab	2.80 ab	27.45	32.43 a	8.25

理间差异不显著, 均较其余处理显著提高; N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>0</sub> 处理下千粒重最低, 仅为 0.27 g。

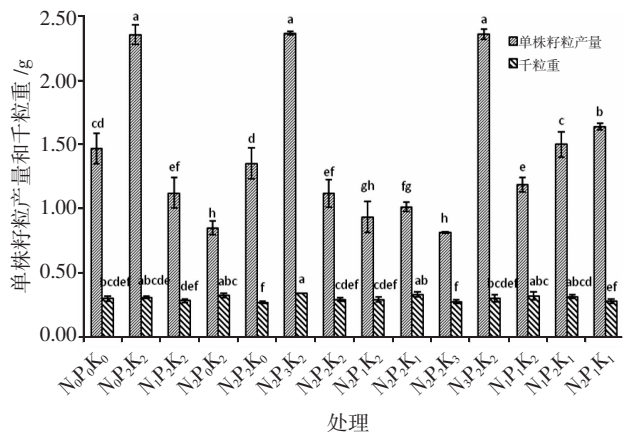


图 1 不同 N、P、K 配方下党参单株籽粒产量与千粒重

### 2.4 不同氮、磷、钾配比下党参产量性状的相关性分析

通过用 SPSS 软件分析党参地上部和地下部各性状的相关性(表 4)发现, 小区籽粒产量和小区根产量极显著正相关; 单株籽粒产量和单根鲜重显著性负相关; 小区根产量与单株干重极显著正相

表 4 不同氮、磷、钾配比下党参产量性状相关分析

性状	小区籽粒产量	单株籽粒产量	千粒重	小区根产量	单根鲜重	单根干重	根长	根粗
小区籽粒产量	1							
单株籽粒产量	-0.252	1						
千粒重	-0.44	0.232	1					
小区根产量	0.531**	-0.101	-0.160	1				
单根鲜重	0.196	-0.336*	-0.058	0.264	1			
单根干重	0.175	-0.098	0.019	0.450**	0.674**	1		
根长	0.025	-0.244	0.158	0.331*	0.311*	0.283	1	
根粗	0.083	0.039	-0.079	0.053	0.411**	0.566**	0.013	1

关，与根长显著正相关；单根鲜重与单根干重、根粗极显著正相关，与根长显著正相关；单根干重和根粗极显著正相关。根长和根粗之间不相关。

### 3 小结与讨论

试验结果表明，当施 N 208.8 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 57.0 kg/hm<sup>2</sup> 时，党参籽粒产量最高，为 174.7 kg/hm<sup>2</sup>；当施 N 104.4 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 108.0 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 57.0 kg/hm<sup>2</sup> 时党参根产量为 3 104.8 kg/hm<sup>2</sup>。党参籽粒和根产量最低的均为氮、磷、钾中等水平的处理，比不施肥处理分别减产 60.9%、37.1%，可见党参籽粒和根产量对肥料的需求不一致，具体原因有待进一步研究。

党参施肥量为 N 104.4 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 108.0 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 57.0 kg/hm<sup>2</sup> 时，单根干重和鲜重最高，分别为 3.55、12.75 g。通过相关性分析，党参的产量和单根干重存在极显著正相关，单根鲜重和干重存在极显著正相关。干鲜比在施肥量为 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 108.0 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 57.0 kg/hm<sup>2</sup> 时最高，达 30.19%，说明氮水平较低时干鲜比高，这与纪瑛等<sup>[10]</sup>在苦参上的研究结果相一致。

不同氮、磷、钾配方对党参根长有显著差异，对根粗的影响差异不显著，在不施化肥的情况下党参的根长和根粗最大，可见较高水平的氮肥不利于根长的增加<sup>[11]</sup>。可见党参籽粒和根产量对肥料的需要不同，在生产实践中要根据收获的不同经济产量选择合理的配方进行施肥，以达到最大经济效益。

### 参考文献：

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：一部[M]. 北京：化学工业出版社，2005：199.
- [2] 汪淑霞，宋振华. 党参新品种渭党 3 号选育报告[J]. 甘肃农业科技，2015(11)：11-13.
- [3] 晋小军，王刚，安小勇，等. 硫磺熏制对党参二氧化硫残留量的影响[J]. 甘肃农业科技，2013(11)：46-48.
- [4] 毕红艳，张丽萍，陈震，等. 药用党参种质资源研究与开发利用概况[J]. 中国中药杂志，2008，33(5)：590-594.
- [5] 封士兰，胡芳弟，刘欣，等. HPLC 研究甘肃产白条党参指纹图谱[J]. 中成药，2005，27(7)：745-748.
- [4] 刘艳，安景文，华利民. 浅议测土配方施肥现状与展望[J]. 杂粮作物，2007，27(6)：426-427.
- [7] 李保华，包艳存，刘宁，等. 潍坊市番茄栽培专家系统推广现状与对策研究[J]. 农业科技通讯，2008(6)：17-19.
- [8] 刘合刚. 药用植物优质高效栽培技术[M]. 北京：中国医药科学出版社，2001：39-41.
- [9] 邓明鲁，李建平. 中药现代化药材 GAP 的研究[J]. 长春中医学院学报，2003，19(3)：4-7.
- [10] 纪瑛，张庆霞，蔺海明，等. 氮肥对苦参生长和生物总碱的效应[J]. 草业学报，2009，3(18)：159-164.
- [11] 于立忠，丁国泉，史建伟，等. 施肥对日本落叶松人工林细根直径、根长和比根长的影响[J]. 应用生态学报，2007，18(5)：957-962.

(本文责编：陈伟)