

doi: 10.11838/sfsc.1673-6257.20033

基于“3414”施肥方案的二年生桔梗主要性状的综合评价

金冬雪¹, 孙迪², 樊恒均¹, 宋子叶¹, 严一字^{1*}

(1. 延边大学农学院, 吉林 延吉 133002;

2. 海升集团彬县组培脱毒种苗繁育中心, 陕西 彬州 713500)

摘要: 针对目前桔梗生产中存在的“上等品紧缺, 次等品严重积压”的制约桔梗生产的问题, 采用“3414”施肥方案, 通过氮磷钾肥料的不同配比组合, 探讨在北方寒冷地区氮磷钾肥用量对二年生桔梗的有关产量和外观品质方面性状的影响, 同时筛选出适于北方寒冷地区沙土条件下的最佳氮磷钾施用配比。试验结果表明, 桔梗的株高、茎粗、茎叶鲜重、根长、根径、侧根数、单根鲜重、经济系数等主要农艺性状与不施肥处理($N_0P_0K_0$)相比存在着较大差异, 且施肥处理的综合表现均好于 $N_0P_0K_0$; 通过隶属函数法对14种不同氮磷钾肥配比处理后的二年生桔梗的主要性状进行综合评价。平均隶属函数值由高到低的顺序为 $N_2P_2K_3 > N_2P_2K_2 > N_2P_3K_2 > N_0P_2K_2 > N_2P_1K_2 > N_1P_2K_2 > N_3P_2K_2 > N_1P_1K_2 > N_2P_2K_1 > N_1P_2K_1 > N_2P_2K_0 > N_0P_0K_0 > N_2P_0K_2 > N_2P_1K_1$, 在14种不同氮磷钾肥料配比处理中, 处理 $N_2P_2K_3$ (N 8.8 g/m²、 P_2O_5 17.4 g/m²、 K_2O 45 g/m²) 和处理 $N_2P_2K_2$ (N 8.8 g/m²、 P_2O_5 17.4 g/m²、 K_2O 30 g/m²) 的综合表现最好, 根长长、根径粗、侧根数少、单根鲜重大、经济系数较高。在本研究范围内, 多施肥有助于提高桔梗的产量和外观品质, 特别要多施磷钾肥效果更佳。

关键词: 桔梗; “3414”施肥方案; 综合评价

桔梗 [*Platycodon grandiflorum* (Jacq.) A. DC.] 为桔梗科桔梗属多年生草本植物, 是我国传统道地药材之一。桔梗具有宣肺、祛痰、镇咳、消肿等功效^[1]。桔梗既是一种药食同源植物^[2], 也是一种观赏植物, 另外, 在保健品、化妆品等方面的应用也越来越广泛。

然而, 随着对桔梗用途的深入研究, 对桔梗的需求量也日益增加, 野生桔梗资源早已无法满足当前市场的需求, 从而进行了大量的人工栽培。在桔梗人工栽培过程中, 由于各地桔梗生产技术标准参差不齐, 导致人工栽培条件下桔梗的外观品质和产量差异较大^[3], 造成上等品奇缺, 次等品积压, 使桔梗生产者的经济效益大大降低。因此, 如何提高桔梗的产量和品质, 是目前桔梗生产中亟待解决的问题。

栽培桔梗的产量和品质, 不仅受气候、土壤等自然因素的影响, 还受肥料因素的影响。而氮、磷、钾作为植物生长的三要素, 既可以满足桔梗对

基本营养元素的需求, 促进植物正常生长发育, 又可以提高植物的产量和品质, 实现经济效益最佳化。但是, 就目前桔梗施肥方面的研究而言, 与粮食作物相比, 研究者甚少, 研究不够深入。廖兴国等^[4]用盆栽方式进行正交试验, 得出合理施用氮、磷、钾肥, 既可以促进桔梗的生长发育, 也可以提高桔梗产量和品质的结论。王静等^[5]采用三因素二次 D-饱和最优设计方案, 结果表明施用氮、磷、钾能提高桔梗的产量和总皂苷含量等有效成分的累积。李霞等^[6]通过正交设计研究表明: 氮、磷、钾合理配施明显促进了一年生桔梗生长和产量的提高。王静等^[7]通过在大田采用三因素二次 D-饱和最优设计的研究方法, 得出合理的氮、磷、钾配施能显著提高桔梗产量的结论。王小仲等^[8]在贵州省关岭县, 采用“3414”试验方案, 得出不同肥料种类对桔梗一年生小苗生长和产量有明显促进作用的结论。张红燕等^[9]研究结果表明有机肥、氮、磷、钾配施对桔梗有增产作用。王静等^[5]通过氮、磷、钾三因素二次 D-饱和最优设计(310)的研究方法, 结果表明施肥是提高栽培药用植物产量和品质的重要措施。张晓虎等^[10]试验表明合理施肥能够提高桔梗产量。祝丽香等^[11]研究表明氮、磷、钾的积累对桔梗干物质生产、产量有重要作用。耿

收稿日期: 2020-01-16; 录用日期: 2020-03-28

基金项目: 吉林省科技厅重点科技攻关项目(2016204003YY)。

作者简介: 金冬雪(1996-), 女, 吉林人, 硕士研究生, 研究方向为中药材栽培。E-mail: jdongxue1219@163.com。

通讯作者: 严一字, E-mail: yiziyuan@ybu.edu.cn。

慧云^[12]研究指出钾肥对桔梗产量和品质的影响较大。郭鑫年等^[13]认为通过施用钾肥能够显著提高水稻产量。

然而前人的研究主要是探讨一年生桔梗施肥的方式和施肥的种类对桔梗产量的影响,而氮磷钾肥对二年生桔梗主要农艺性状和外观品质方面的研究却很少,特别是在北方寒冷地区的研究更少。而在桔梗的外观品质性状中,根长和侧根数的多少是衡量桔梗外观品质的重要指标,这主要是因为桔梗加工过程中,需要进行扒皮处理,而根短、侧根数多则扒皮费工、损耗大,影响桔梗的价格,导致经济效益降低。

因此,本研究拟采用“3414”施肥方案,旨在通过氮磷钾肥料的不同配比组合,来探讨不同氮磷钾配比对北方寒冷地区桔梗主要农艺性状的影响,同时进一步研究氮磷钾配比在桔梗外观品质和产量上的效应,以确定本试验范围内最佳氮磷钾配比,为今后北方寒冷地区高产优质桔梗栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

本试验在吉林省延吉市延边大学农学院实验基地进行,经度 129.50,纬度 42.88,所在地属季风性气候,春季干燥多风,夏季温热多雨,秋季凉爽少雨,冬季漫长寒冷。年平均气温 5.5℃,全年无霜期 160 d,年平均降水量为 479.0 mm,平均日照为 2447.2 h,结冰日 164 d。供试土壤类型为黑土,土质为砂土,土壤基础性状:有机质为 23.64 g/kg, pH 值为 8.24,全氮为 0.58 g/kg,碱解氮为 26.6 mg/kg,全磷为 12.71 g/kg,有效磷为 292.33 mg/kg,全钾为 15.59 g/kg,速效钾为 106.6 mg/kg。

1.2 材料与方法

试验设计:采用“3414”施肥方案,设氮、磷、钾 3 个因素,各因素 4 个水平,14 个处理。3 次重复,随机区组排列。小区面积 4.5 m × 16 m = 72 m²。试验方案及氮磷钾施肥量见表 1。

肥料种类及含量:氮肥为尿素(N 46%),磷肥为磷酸二铵(P₂O₅ 46%, N 18%),钾肥为硫酸钾(K₂O 50%)。每个小区肥料按配比混合后,采用条施的方法作为基肥一次性施入。

供试种子为品系延梗 0303 的种子。于 2017 年 5 月初播种,畦宽 1 m,长 16 m,过道宽 0.3 m。播

种前先开沟施肥,覆土后再开沟条播,每处理种 10 行,行距 20 cm。待苗高 3 ~ 4 cm 时进行定苗,株距为 5 cm,生长期间进行除草和浇水,于 2019 年 9 月末收获进行取样调查。

表 1 桔梗氮磷钾肥“3414”试验设计 (g/m²)

处理号	肥料组合	尿素用量	磷酸二铵用量	硫酸钾用量
1	N ₀ P ₀ K ₀	0.0	0.0	0.0
2	N ₀ P ₂ K ₂	0.0	17.4	30.0
3	N ₁ P ₂ K ₂	4.4	17.4	30.0
4	N ₂ P ₀ K ₂	8.8	0.0	30.0
5	N ₂ P ₁ K ₂	8.8	8.7	30.0
6	N ₂ P ₂ K ₂	8.8	17.4	30.0
7	N ₂ P ₃ K ₂	8.8	26.1	30.0
8	N ₂ P ₂ K ₀	8.8	17.4	0.0
9	N ₂ P ₂ K ₁	8.8	17.4	15.0
10	N ₂ P ₂ K ₃	8.8	17.4	45.0
11	N ₃ P ₂ K ₂	13.2	17.4	30.0
12	N ₂ P ₁ K ₁	8.8	8.7	15.0
13	N ₁ P ₂ K ₁	4.4	17.4	15.0
14	N ₁ P ₁ K ₂	4.4	0.0	30.0

注:表中处理 1 为 N₀P₀K₀,即不施肥,设为对照(CK)。

1.3 调查的性状及方法

每个小区在中间两行连续取 10 株,并对其主要性状进行调查。如株高、茎粗、茎叶鲜重、根长、根径、侧根数、单根鲜重、小区产量,测定方法参考金银兰^[14]的方法。

经济系数计算方法:

经济系数 = 经济产量 / 生物学产量 = 单根鲜重 / (地上部鲜重 + 单根鲜重)

1.4 数据处理

运用 Excel 2007 软件对试验数据进行整理,应用 SPSS 17.0 统计软件进行方差分析、多重比较及隶属函数法分析。

2 结果与分析

2.1 不同氮磷钾配比处理对二年生桔梗地上部主要性状的影响

表 2 为二年生桔梗地上部主要性状的方差分析结果,从表中可知除了茎粗的 *F* 值达到显著水平外,株高和茎叶鲜重的 *F* 值均达到极显著水平。

在株高方面, 处理 4 的株高最大, CK 的株高最小; 在 0.05 水平上, 处理 4、6、13、14 的株高均显著大于 CK, 其它处理与 CK 间均不存在显著差异。在茎粗方面, 处理 3 的茎粗最大, 处理 7 的茎粗最小; 在 0.05 水平上, 处理 3、9、14 的茎粗均显著大于 CK, 其它各处理与 CK 间均不存在显著差异。在茎叶鲜重方面, 处理 10 的茎叶鲜重最大, CK 的茎叶鲜重最小; 在 0.05 水平上, 仅有处理 2 与 CK 的茎叶鲜重间不存在显著差异, 其他处理均显著大于 CK。

表 2 不同氮磷钾配比处理后的桔梗
地上部性状的 F 值及多重比较

处理号	肥料组合	株高 (cm)	茎粗 (mm)	茎叶鲜重 (g)
1	$N_0P_0K_0$	63.93 eC	3.59 cd	9.18 iG
2	$N_0P_2K_2$	66.20 cdeBC	4.36 adc	11.27 hiFG
3	$N_1P_2K_2$	69.77 bcdeABC	4.93 a	13.35 fghEFG
4	$N_2P_0K_2$	76.88 aA	3.92 abcd	15.37 fgCDEF
5	$N_2P_1K_2$	65.90 deBC	4.34 abc	12.64 ghEFG
6	$N_2P_2K_2$	71.72 abcdABC	3.97 abcd	21.77 bcAB
7	$N_2P_3K_2$	67.60 cdeBC	3.25 d	16.50 efCDE
8	$N_2P_2K_0$	67.17 cdeBC	4.50 abc	15.84 efgCDE
9	$N_2P_2K_1$	67.57 cdeBC	4.78 ab	24.33 abA
10	$N_2P_2K_3$	67.52 cdeBC	4.19 abcd	25.10 aA
11	$N_3P_2K_2$	69.60 bcdeABC	3.84 bcd	18.60 deBCD
12	$N_2P_1K_1$	65.60 deBC	3.89 bcd	14.40 fghDEF
13	$N_1P_2K_1$	73.90 abAB	4.00 abcd	14.19 fghDEF
14	$N_1P_1K_2$	70.10 abcABC	4.63 ab	19.75 cdBC
处理间		3.845**	2.400*	21.428**
F 值				

注: * 表示在 0.05 水平上达到显著水平, ** 表示在 0.01 水平上达到显著水平, 同列数据后不同大、小写字母表示处理间差异在 0.01、0.05 水平显著。下同。

2.2 不同氮磷钾配比对二年生桔梗根部主要性状和经济系数的影响

不同氮磷钾配比处理后桔梗根部主要性状及经济系数的方差分析及多重比较结果见表 3。从表 3 可知, 除了根径的 F 值达到了显著水平外; 根长、侧根数、单根鲜重、经济系数的 F 值均达到了极显著水平。

在根长方面, 处理 10 的根长最大, CK 的根长

最小; 在 0.05 水平上, 所有处理的根长均显著大于 CK。在根径方面, 处理 10 的根径最大, CK 的根径最小; 在 0.05 水平上, 处理 3、6、7、10 的根径显著大于 CK, 其它处理与 CK 的根径间均不存在显著差异。在侧根数方面, 处理 7 的侧根数最少, 处理 12 的侧根数最多; 在 0.05 水平上, 处理 11、12 的侧根数显著大于 CK, 处理 6、7、10 显著小于 CK, 其它处理与 CK 间均不存在显著差异。在单根鲜重方面, 处理 10 的单根鲜重最大, 处理 6 次之, CK 最小; 在 0.05 水平上, 处理 3、4、8、9、12 与 CK 的单根鲜重间均不存在显著差异, 其它各处理的单根鲜重均大于 CK, 特别是处理 6 和处理 10 表现突出。

在经济系数方面, 处理 2 的经济系数最高, 处理 9 的经济系数最低; 在 0.05 水平上, 只有处理 4、8、9、10 和 14 的经济系数显著小于 CK, 其它处理与 CK 无显著差异。

2.3 不同氮磷钾配比处理后二年生桔梗主要性状的隶属函数值分析

根据以上试验结果, 采用隶属函数法对数据进行分析 (表 4), 以期综合评价“3414”施肥方案处理后的二年生桔梗主要性状。将对桔梗的产量和外观品质影响较大的株高、根长、根径、单根鲜重、经济系数等性状的平均数值换算成隶属函数值, 然后计算各性状的平均隶属函数值作为综合评定标准。其中根长、根径、单根鲜重、经济系数采用隶属函数值, 株高和侧根数采用反隶属函数值。从表 4 可知, 平均隶属函数值由高到低的顺序为: $N_2P_2K_3 > N_2P_2K_2 > N_2P_3K_2 > N_0P_2K_2 > N_2P_1K_2 > N_1P_2K_2 > N_3P_2K_2 > N_1P_1K_2 > N_2P_2K_1 > N_1P_2K_1 > N_2P_2K_0 > N_0P_0K_0 > N_2P_0K_2 > N_2P_1K_1$ 。

除了处理 4 之外, 钾肥用量高 (2 水平和 3 水平) 的处理, 如处理 10、6、7、2、5、3、11、14 的平均隶属函数值均较高, 排在前 8 位, 而钾肥用量低 (1 水平) 的处理排位靠后; 除了处理 5 之外, 磷肥和钾肥用量高 (2 水平和 3 水平) 的处理, 如处理 10、6、7、2、3、11 的平均隶属函数值均较高, 排在前 7 位, 而排在第 7 位的处理氮肥的用量是最高 (3 水平) 的; 而排在前 3 位的氮肥用量也较高。说明在氮磷钾肥用量均高时, 有关桔梗产量和外观品质的性状表现优异, 特别是多施用磷钾肥可提高桔梗的产量和外观品质。

表 3 不同氮磷钾配比处理后的桔梗根部性状及经济系数的 F 值与多重比较

处理号	肥料组合	根长 (cm)	根径 (cm)	侧根数 (个)	单根鲜重 (g)	经济系数
1	N ₀ P ₀ K ₀	18.60 fD	1.634 d	1.3 bBC	12.97 fF	0.59 abAB
2	N ₀ P ₂ K ₂	22.03 cdeBC	1.869 abcd	1.4 bB	20.48 bcBCD	0.64 aA
3	N ₁ P ₂ K ₂	23.00 abcdAB	1.923 abc	1.2 bBCD	16.02 defDEF	0.55 bcdBC
4	N ₂ P ₀ K ₂	21.70 deBC	1.774 bcd	0.8 bedeBCD	16.15 defDEF	0.51 cdBC
5	N ₂ P ₁ K ₂	22.22 bcdABC	1.813 bcd	1.4 bB	18.02 bedeCDEF	0.59 abAB
6	N ₂ P ₂ K ₂	23.65 abAB	2.009 ab	0.5 deD	25.18 aAB	0.54 bcdBC
7	N ₂ P ₃ K ₂	23.10 abcdAB	1.951 abc	0.4 eD	21.01 bcABCD	0.56 bcABC
8	N ₂ P ₂ K ₀	21.82 cdeBC	1.707 cd	1.1 bcBCD	14.83 efEF	0.48 dCD
9	N ₂ P ₂ K ₁	23.32 abcAB	1.796 bcd	1.0 bcdBCD	16.63 defCDEF	0.41 eD
10	N ₂ P ₂ K ₃	24.08 aA	2.140 a	0.5 cdeCD	25.46 aA	0.50 cdBC
11	N ₃ P ₂ K ₂	22.58 bcdABC	1.869 bcd	2.6 aA	21.44 bABC	0.54 bcdBC
12	N ₂ P ₁ K ₁	20.63 eC	1.783 bcd	3.0 aA	16.17 defDEF	0.53 bcdBC
13	N ₁ P ₂ K ₁	22.02 cdeBC	1.787 bcd	1.2 bBCD	17.57 cdeCDEF	0.55 bcdBC
14	N ₁ P ₁ K ₂	22.33 bcdABC	1.807 bcd	1.1 bcBCD	19.27 bcdCDE	0.49 cdBC
处理间的 F 值		9.233**	2.622*	15.984**	10.159**	7.190**

表 4 不同氮磷钾肥配比处理后桔梗主要性状的隶属函数值

处理号	肥料组合	株高	根长	根径	侧根数	单根鲜重	经济系数	隶属函数均值	排序
1	N ₀ P ₀ K ₀	1.000	0.000	0.000	0.654	0.000	0.783	0.406	12
2	N ₀ P ₂ K ₂	0.825	0.626	0.506	0.615	0.601	1.000	0.696	4
3	N ₁ P ₂ K ₂	0.550	0.803	0.571	0.692	0.244	0.609	0.578	6
4	N ₂ P ₀ K ₂	0.000	0.566	0.277	0.846	0.255	0.435	0.396	13
5	N ₂ P ₁ K ₂	0.848	0.661	0.354	0.615	0.404	0.783	0.611	5
6	N ₂ P ₂ K ₂	0.399	0.922	0.741	0.962	0.978	0.565	0.761	2
7	N ₂ P ₃ K ₂	0.717	0.821	0.626	1.000	0.644	0.652	0.743	3
8	N ₂ P ₂ K ₀	0.750	0.588	0.144	0.731	0.149	0.304	0.444	11
9	N ₂ P ₂ K ₁	0.719	0.861	0.320	0.769	0.293	0.000	0.494	9
10	N ₂ P ₂ K ₃	0.723	1.000	1.000	0.962	1.000	0.391	0.846	1
11	N ₃ P ₂ K ₂	0.562	0.726	0.464	0.154	0.678	0.565	0.525	7
12	N ₂ P ₁ K ₁	0.871	0.370	0.294	0.000	0.256	0.522	0.385	14
13	N ₁ P ₂ K ₁	0.230	0.624	0.302	0.692	0.368	0.609	0.471	10
14	N ₁ P ₁ K ₂	0.369	0.681	0.342	0.731	0.504	0.348	0.496	8

3 讨论

施肥是植物生产的重要措施,合理施肥既能够促进其生长发育,又能提高产量。通过氮磷钾三因素的肥料配比试验,14种氮磷钾配比组合处理后二年生桔梗的株高、茎粗、茎叶鲜重与CK均存在较大差异,而根部与产量和外观品质有关的性状也明显好于CK,其表现为根部的根长较长、根径较大、侧根数较少、单根鲜重较大。这与孙迪^[15]的研究结果相似,但其与本研究采用的种子和土壤条件不同。本研究的土壤为沙土,且比较瘠薄。因此认为,在不同土壤条件下,桔梗的大田种植,离不开一定量的氮磷钾三大营养元素,应该重视氮磷钾肥的合理配施,特别是增加磷钾肥的用量,不仅能提高桔梗产量,而且能改善其外观品质。

4 结论

(1) 14种不同氮磷钾肥配比处理后,桔梗的株高、茎粗、茎叶鲜重、根长、根径、侧根数、单根鲜重、经济系数与 $N_0P_0K_0$ 相比存在较大差异,且施肥处理的综合表现好于 $N_0P_0K_0$ 。

(2) 通过隶属函数法对14种不同氮磷钾肥配比处理进行综合评价可得出结果:由高到低的顺序为 $N_2P_2K_3 > N_2P_2K_2 > N_2P_3K_2 > N_0P_2K_2 > N_2P_1K_2 > N_1P_2K_2 > N_3P_2K_2 > N_1P_1K_2 > N_2P_2K_1 > N_1P_2K_1 > N_2P_2K_0 > N_0P_0K_0 > N_2P_0K_2 > N_2P_1K_1$ 。

(3) 在14种不同氮磷钾肥料配比处理中,处理 $N_2P_2K_3$ (N 8.8 g/m²、 P_2O_5 17.4 g/m²、 K_2O 45 g/m²) 和处理 $N_2P_2K_2$ (N 8.8 g/m²、 P_2O_5 17.4 g/m²、 K_2O 30 g/m²) 的综合表现最好。

(4) 在本研究范围内,多施肥有助于提高桔梗的产量和外观品质,特别要多施磷钾肥效果更佳。

参考文献:

- [1] Munns R. Genes and salt tolerance: Bringing them together[J]. New Phytologist, 2005, 167(3): 645-663.
- [2] 郭丽,张村,李丽,等. 中药桔梗的研究进展[J]. 中国中药杂志, 2007, 32(3): 181-185.
- [3] 张晓虎. 商洛桔梗氮磷钾不同配比施肥效应研究[J]. 中国农学通报, 2014, 30(25): 257-261.
- [4] 廖兴国,郭圣茂,陈兰兰,等. 不同施肥处理对桔梗生长特性和药材产量的影响[J]. 经济林研究, 2014, 32(2): 110-113.
- [5] 王静,王渭玲,徐福利,等. 桔梗氮、磷、钾施肥效应与施肥模式研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(1): 196-202.
- [6] 李霞,高克利,吴红,等. 不同施肥处理对桔梗生长及有效成份的影响[J]. 金陵科技学院学报, 2019, 35(2): 85-88.
- [7] 王静,王渭玲,徐福利,等. 氮磷钾对桔梗生长及次生代谢产物的影响[J]. 草业科学, 2012, 29(4): 586-591.
- [8] 王小仲,马艳. 氮磷钾配施对桔梗产量的影响[J]. 贵州农业科学, 2017, 45(3): 94-96.
- [9] 张红燕,张晓虎,陈凤娥,等. 桔梗施肥试验初探[J]. 陕西农业科学, 2008, 54(5): 39-41.
- [10] 张晓虎,王莉莉. 陕西商州香菊药源基地不同氮磷钾配比对桔梗生长及产量影响的试验研究[J]. 陕西农业科学, 2013, 59(4): 73-78.
- [11] 祝丽香,王建华,耿慧云,等. 桔梗的干物质累积及氮、磷、钾养分吸收特点[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(1): 197-202.
- [12] 耿慧云. 钾肥和密度对桔梗产量和品质及氮磷钾吸收利用的影响[D]. 泰安: 山东农业大学, 2008.
- [13] 郭鑫年,蒙静,田旭东,等. 钾肥用量对水稻钾素分配累积、钾肥利用效率及平衡的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2019(6): 154-160.
- [14] 金银兰. 桔梗直播田除草剂的筛选[D]. 延吉: 延边大学, 2016.
- [15] 孙迪. 不同肥料种类及配比对桔梗根部性状的影响[D]. 延吉: 延边大学, 2019.

Comprehensive evaluation of the main characters of the biennial *Platycodon grandiflorum* based on “3414” fertilization scheme

JIN Dong-xue¹, SUN Di², FAN Huan-jun¹, SONG Zi-ye¹, YAN Yi-zi^{1*} (1. Agricultural College of Yanbian University, Yanji Jilin 133002; 2. Haisheng Group Binxian Tissue Culture Virus-Free Seedling Breeding Center, Binzhou Shaanxi 713500)

Abstract: This research is aimed at the problem of “shortage of first-class products and severe backlog of inferior products” in the current production of *Platycodon grandiflorum*. The “3414” fertilization scheme was adopted to explore the effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer amount on the yield and appearance quality of *Platycodon grandiflorum* in cold northern regions, and select suitable nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer ratio for the sandy soil in northern cold region. The results showed that the plant height, stem diameter, fresh weight of stem and leaf, root length, root diameter, lateral root number, fresh weight of single root, economic

coefficient and other major agronomic traits of *Platycodon grandiflorum* were significantly different from no fertilization treatment ($N_0P_0K_0$), and the comprehensive performance of fertilization treatment was better than $N_0P_0K_0$. The main characters of biennial *Platycodon grandiflorum* treated with 14 different ratios of NPK were comprehensively evaluated by membership function method. The order of average membership function value from high to low was $N_2P_2K_3 > N_2P_2K_2 > N_2P_3K_2 > N_0P_2K_2 > N_2P_1K_2 > N_1P_2K_2 > N_3P_2K_2 > N_1P_1K_2 > N_2P_2K_1 > N_1P_2K_1 > N_2P_2K_0 > N_0P_0K_0 > N_2P_0K_2 > N_2P_1K_1$. In the 14 different nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer ratio treatments, the comprehensive performance of treatment $N_2P_2K_3$ ($N\ 8.8\ g/m^2$, $P_2O_5\ 17.4\ g/m^2$, $K_2O\ 45\ g/m^2$) and treatment $N_2P_2K_2$ ($N\ 8.8\ g/m^2$, $P_2O_5\ 17.4\ g/m^2$, $K_2O\ 30\ g/m^2$) is the best, which has the longer root length, thicker root diameter, less number of lateral roots, larger single root fresh weight and higher economic coefficient. In the scope of this study, fertilization is helpful to improve the yield and appearance quality of *Platycodon grandiflorum*. In particular, the effect of applying more phosphorus and potassium fertilizer is better.

Key words: *Platycodon grandiflorum*; “3414” fertilization plan; comprehensive evaluation