

不同施肥处理对桔梗生长及有效成份的影响

李霞¹, 高克利^{1*}, 吴红¹, 汤庚国²

(1. 江苏农牧科技职业学院园林园艺学院, 江苏 泰州 225300; 2. 南京林业大学生物与环境学院, 江苏 南京 210037)

摘要: 采用田间试验正交设计, 研究氮、磷、钾配施对桔梗生长特性及药材产量、有效成份的影响。结果表明: 施肥能显著提高桔梗形态指标、生物量的增长, 同时对桔梗产量的增加及有效成份的积累有促进作用。其中施用 N 220 kg · hm⁻²、P 160 kg · hm⁻²、K 80 kg · hm⁻² 肥料组合的桔梗产量及有效成份最高, 且成本较低, 适于江苏泰州地区的推广应用。

关键词: 桔梗; 施肥处理; 生长; 有效成份

中图分类号: S682.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-755X(2019)02-0085-04

Effects of Different Fertilization Treatments on Growth and Active Components of *Platycodon grandiflorum*

LI Xia¹, GAO Ke-li^{1*}, WU Hong¹, TANG Geng-guo²

(1. Jiangsu Agri-Animal Husbandry Vocational College, Taizhou 225300, China;

2. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: Orthogonal design of field experiment was used to study the effects of nitrogen, phosphorus and potassium on growth characteristics, yield and active ingredients of *Platycodon grandiflorum*. The results showed that fertilization could significantly improve the growth of morphological index and biomass of *Platycodon grandiflorum*, and promote the increase of yield and the accumulation of effective components of *Platycodon grandiflorum*. Among them, the fertilizer combination of N 220 kg · hm⁻², P 160 kg · hm⁻² and K 80 kg · hm⁻² had the highest yield and effective components, and the cost was lower, which was suitable for popularization and application in Taizhou area of Jiangsu Province.

Key words: *Platycodon grandiflorum*; fertilization; growth; active ingredients

桔梗(*Platycodon grandiflorum* (Jacq.) A. DC.)是桔梗科(Campanulaceae)桔梗属(*Platycodon*)多年生草本植物,为传统中药。桔梗以根入药,主要有效成份是桔梗皂苷,具有化痰止咳、利咽开音、宣畅肺气、排脓消痈等功效。除了具有药用价值外,桔梗还是一种食用和观赏性兼备的植物。近年来,市场对桔梗需求量急剧增加,仅仅依靠采挖野生资源无法满足需求,所以人们就开始对桔梗进行人工栽培。合理的施肥可以为桔梗生长提供良好的土壤肥力条件,实现桔梗的高产、优质^[1]。为此,本研究采用三因素三水平正交设计研究氮、磷、钾配施对泰州地区桔梗生长及有效成份的影响,在综合考虑桔梗产量和品质的基

收稿日期: 2019-04-23

基金项目: 江苏省高等学校自然科学研究面上项目(18KJD210004);江苏农牧科技职业学院院级课题(NSF201611);江苏省高等学校大学生创新创业训练计划项目(201712806021X)

作者简介: 李霞(1983—),女,江苏泰州人,讲师,硕士,主要从事药用植物栽培和生理特性方面的研究。

通信作者: 高克利(1972—),男,江苏睢宁人,副教授,硕士,主要从事中草药植物栽培与初加工、园林植物繁育方面的研究。

础上,确定氮、磷、钾最佳施肥用量,以期桔梗优质高产栽培技术提供合理施肥依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在江苏农牧科技职业学院园林园艺学院基地内,地处季风气候区,夏季高温多雨,冬季温和少雨,无霜期长。历年平均气温在 13.9~15.7℃;年均降雨量 1 049.1 mm,降雨日为 113 d。供试试验地土壤基质养分含量为:有机质 13.74 mg·kg⁻¹、碱解氮 92.15 mg·kg⁻¹,有效磷 40.25 mg·kg⁻¹、速效钾 131.26 mg·kg⁻¹。

1.2 试验材料与试验设计

试验材料为安徽亳州桔梗种子,于 2017 年 4 月 5 日直播于试验地,试验采用 L9(3⁴)正交试验设计(表 1),设尿素(N=46%)、过磷酸钙(P₂O₅≥12%)、硫酸钾(K₂O≥51%)3 个肥料因素,3 个施肥水平,清水为对照(CK),共 9 个施肥处理,分别为 F₁(N₁P₁K₁)、F₂(N₁P₂K₂)、F₃(N₁P₃K₃)、F₄(N₂P₁K₂)、F₅(N₂P₂K₃)、F₆(N₂P₃K₁)、F₇(N₃P₁K₃)、F₈(N₃P₂K₁)、F₉(N₃P₃K₂)。每个处理重复 3 次。采用常规田间管理措施栽培管理,于 4 月 20 日出苗,6 月 10 日定苗,11 月 9 日收获。

表 1 不同试验水平下各种肥料的用量

项目	kg·hm ⁻²		
	尿素处理(N 含量)	过磷酸钙处理(P ₂ O ₅ 含量)	硫酸钾处理(K ₂ O 含量)
水平 1	N ₁ (110)	P ₁ (68)	K ₁ (80)
水平 2	N ₂ (220)	P ₂ (114)	K ₂ (140)
水平 3	N ₃ (330)	P ₃ (160)	K ₃ (200)

1.3 测定项目及方法

2018 年 10 月 15 日收获,将植株连根挖出,所取样品分成根、茎叶两部分,用直尺测量植株高度和根长度,游标卡尺测量根粗、茎粗。采挖后,将根部分离,洗净,除去须根,趁鲜剥去外皮,烘干测干重。

采用超声提取-香草醛硫酸比色法^[2]测定桔梗总皂苷含量;运用蒽酮-硫酸比色法^[3]测定桔梗多糖含量;采用范树国等的方法^[4]测定桔梗总黄酮的含量。

1.4 数据分析

数据采用 Excel 2010 和 DPS 15.10 统计软件进行图形处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对桔梗形态指标的影响

氮、磷、钾配施对桔梗株高、地径、根长、根粗的影响情况如表 2 所示,除处理 F₇、F₈、F₉ 外,其余施肥处理与 CK 相比,株高显著增加($p<0.05$)。其中处理 F₄(N=220 kg·hm⁻²、P₂O₅=68 kg·hm⁻²、K₂O=140 kg·hm⁻²)的株高达到最大值,为 48.22 cm,而 CK 为 36.77 cm,比 CK 高 31.14%。说明 N、P、K 的合理配施对株高的生长有促进作用。

各施肥处理的桔梗地径值均比 CK 大,F₆ 处理的地径值最大,为 4.46 cm,CK 地径为 1.80 cm,比 CK 高 59.64%,说明该施肥处理极大地促进了桔梗地径的增粗生长。高径比是指苗木的高度与根茎直径之比,反映苗木高度与苗粗之间的关系,由表 2 可知,F₁—F₉ 处理的高径比值均比 CK 小,而以 F₆ 处理的高径比值最小,说明该施肥处理的桔梗抗性最强,质量较高。

各施肥处理的主根长与 CK 差异不显著,而 F₇ 显著低于 CK,说明施肥并未促进桔梗根长生长,但在根粗方面,F₁—F₇ 施肥处理显著高于 CK($p<0.05$),以 F₆ 处理效果最好,根粗达到 14.13 cm,比 CK 高

71.48%。说明 N、P、K 在一定范围内的合理配施对桔梗根粗生长有显著促进作用。

表 2 不同施肥处理对桔梗形态指标的影响

处理	株高/cm	地径/cm	高径比	主根长/cm	主根粗/mm
F ₁	43.93±2.77abc	3.49±0.15bc	12.62±1.29de	11.97±0.57abc	12.82±0.10ab
F ₂	45.50±4.27ab	4.01±0.61ab	11.42±0.96de	12.83±0.95a	12.80±0.56ab
F ₃	42.70±2.71abc	2.43±0.19de	17.69±2.13ab	13.50±0.61a	11.27±1.56c
F ₄	48.22±5.62a	3.41±0.17bc	14.21±2.24cd	12.81±0.85a	11.56±0.21c
F ₅	44.43±2.38abc	2.52±0.37de	17.78±1.91ab	12.47±0.67a	10.53±0.83c
F ₆	46.40±1.05ab	4.46±0.22a	10.41±0.28e	13.00±1.32a	14.13±1.49a
F ₇	38.85±1.88cde	2.83±0.26cd	13.82±1.65cd	10.37±0.61c	10.77±0.44c
F ₈	34.11±2.83de	2.18±0.20de	15.71±1.39bc	10.60±0.95bc	8.83±0.82d
F ₉	41.63±4.22bcd	3.59±1.13bc	12.19±2.80de	13.23±1.08a	8.56±0.46d
CK	36.77±1.17de	1.80±0.04e	19.50±1.59a	12.33±2.08ab	8.24±0.64d

注:同列中不同小写字母表示差异显著($p<0.05$),下同。

2.2 不同施肥处理对桔梗生物量的影响

不同施肥配方对桔梗鲜质量的影响如图 1 所示。与 CK 相比,施肥后各处理的地上部鲜重均有所增加,其中 F₁—F₆、F₉ 施肥处理的地上部鲜重显著高于 CK($p<0.05$),而 F₇、F₈ 与 CK 差异不显著,F₆ 处理的地上部鲜重最大,为 37.02 g,而 CK 仅为 7.3 g。F₁—F₇ 施肥处理的根鲜重显著高于 CK($p<0.05$),其中 F₆ 处理的根鲜重达 44.06 g,CK 仅为 14.23 g,F₈、F₉ 处理与 CK 无显著差异。

不同施肥配方对桔梗干质量的影响如图 2 所示,F₁—F₆、F₉ 施肥处理的地上部干重显著高于 CK($p<0.05$),F₂ 处理的地上部干重值最大,达 1.76 g,F₇、F₈ 与 CK 相比无显著差异。F₁—F₆ 处理的根干重显著高于 CK($p<0.05$),F₆ 处理的根系干重为 3.85 g,比 CK 高出 3.24 g。

综上所述,施肥促进了桔梗药材产量的有效增加,但当施用氮肥量达到 330 kg·hm⁻²时,桔梗的地上部,根系的生物量呈下降趋势,说明过多的施用氮肥反而降低桔梗产量,故而在桔梗的生殖生长时期应控制氮肥的施用量,增施磷、钾肥。

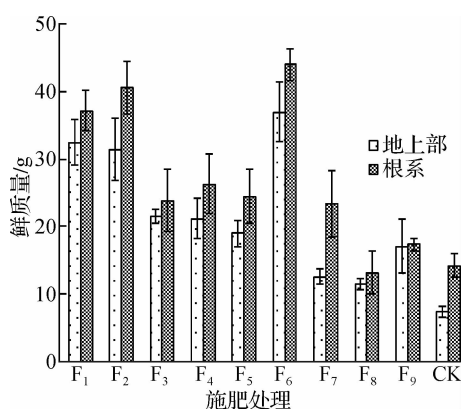


图 1 各施肥处理对根鲜质量的影响

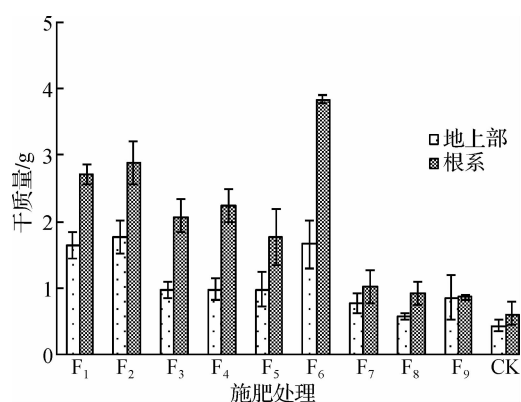


图 2 各施肥处理对根干质量的影响

2.3 不同施肥处理对桔梗有效成份的影响

桔梗作为药食同源的植物,主要药用成份是桔梗皂苷,其它成份有多糖、总黄酮和蛋白质等,由表 3 可知,不同施肥处理的桔梗总皂苷含量、多糖、蛋白质含量均显著高于 CK($p<0.05$),其中 F₆ 施肥处理的桔梗总皂苷含量值最大为 6.45 g·(100 g)⁻¹,比 CK 高出 76.71%,F₇ 处理的总皂苷含量值最小为 4.72 g·(100 g)⁻¹,比 CK 高出 29.31%。与 CK 相比,F₉ 处理的多糖含量值最大,25.65 g·(100 g)⁻¹,比 CK 高出 90.14%,其次为

F₃、F₆。F₆ 处理的蛋白质含量最大,比 CK 高出 69.19%。F₉ 处理对桔梗总黄酮的积累出现负效应,其余处理均不同程度的促进了总黄酮含量的增长。F₄ 增加桔梗总黄酮含量值最大,为 0.023 2 g · (100 g)⁻¹。

表 3 不同施肥处理对桔梗有效成份的影响

处理	g · (100 g) ⁻¹			
	总皂苷含量	多糖含量	蛋白质含量	总黄酮含量
F ₁	4.797±0.09de	20.13±0.22d	2.92±0.05c	0.187±0.03b
F ₂	5.26±0.06c	22.65±0.07c	3.08±0.13c	0.164±0.02c
F ₃	5.74±0.07b	25.24±0.30a	3.61±0.22b	0.124±0.02e
F ₄	4.93±0.09d	20.95±1.83d	2.83±0.23c	0.232±0.01a
F ₅	5.30±0.03c	22.94±0.46c	3.93±0.31ab	0.195±0.08b
F ₆	6.45±0.09a	22.48±1.04ab	4.01±0.35a	0.165±0.09c
F ₇	4.72±0.15e	23.14±0.31c	3.76±0.09ab	0.172±0.02c
F ₈	5.41±0.13c	23.44±0.26bc	3.70±0.22ab	0.141±0.03d
F ₉	5.75±0.15b	25.65±0.47a	3.66±0.24ab	0.105±0.013f
CK	3.65±0.01f	13.49±0.08e	2.37±0.08d	0.115±0.03ef

3 结论与讨论

施肥是提高桔梗产量和品质的有效途径,合理的 N、P、K 配施既能促进桔梗的生长发育亦能提高药材的产量和药效。本研究表明,氮、磷、钾合理配施明显促进了桔梗植株生长及药材产量的提高。其中,氮肥有效促进桔梗的营养生长,但过量施用氮肥不仅会造成地上部徒长而且会影响地下部根系的产量。这与廖兴国等^[5]、祝丽香等^[6]的研究结果一致。磷、钾肥是提高桔梗抗性并提升根部产量和品质的有效肥料,所以,磷钾肥的合理配施能够保证根部营养物质的持续有效积累。

本研究表明不同施肥配方都有效的促进了桔梗皂苷、多糖和蛋白质的有效增加,这与王静等^[7]关于氮磷钾对桔梗生长及次生代谢产物的影响的研究结果相一致。而随着氮肥施入量的增加桔梗总黄酮积累反而变少。这与王俊宏等^[8]研究施肥对羽叶决明的黄酮类代谢物的影响的结果相似。故要提高桔梗有效成份含量的增加,其合理施肥配方是关键。

本试验结果表明 N 220 kg · hm⁻²、P 160 kg · hm⁻²、K 16 kg · hm⁻² 组合,在桔梗的形态指标、生物量及药性方面是最佳配施组合。该组合不仅明显地促进了桔梗的生长,更是提高了桔梗的药材产量和总皂苷的含量。本试验仅对 N、P、K 3 种元素 3 种施肥水平对桔梗生长的影响进行了研究,且没有探讨各因素交互作用对桔梗生长的影响。

参考文献:

[1] 张艳玲,杨本凤,孙万慧,等. 氮钾配施对桔梗品质的影响[J]. 安徽农业科学,2011,39(6):3253 - 3254

[2] 李妍,张崇禧,魏建和,等. 桔梗总皂苷含量测定方法研究[J]. 时珍国医国药,2009,20(7):1580 - 1581

[3] 王慧玲,张晓霞,韩美艳,等. 桔梗多糖的含量测定[J]. 郑州铁路职业技术学院学报,2011,23(3):44 - 46

[4] 范树国,何润兰,邱璐,等. 桔梗总黄酮含量的测定[J]. 江苏农业科学,2011,39(5):415 - 417

[5] 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

[6] 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

[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] 王俊宏,李艳春,陈志彤,等. 氮素对羽叶决明缩合单宁及相关酶活性的影响[J]. 草业科学,2010,27(2):99 - 103

(责任编辑:谭彩霞)