

配方施肥对九头狮子草生长和叶片元素含量的影响

令狐昱慰, 黎 斌, 胡 浩, 张 莹, 李汝娟, 李思锋

(陕西省西安植物园, 陕西省植物研究所, 陕西 西安 710061)

摘 要:以九头狮子草为研究对象, 采用 N、P、K 3 因子 3 水平 ($L_9(3^3)$) 正交实验, 研究了不同施肥水平对九头狮子草营养生长和开花的影响。结果表明: 与对照相比, 不同 N、P、K 水平处理明显加快植株的生长和正常开花, 并且开花时间提前约 1 周, 其中最利于植株营养生长和开花的施肥组合为 $N_1P_2K_2$ 。N 是影响植株生长的主要因素, 其次为 P、K; K 是影响植株矿质元素吸收的关键因素, 它们与植物叶片全氮、磷、钾、镁含量呈正相关; 其次为 P, 它与植物 P 和 K 含量呈正相关。

关键词:九头狮子草; 施肥; 营养生长; 开花

中图分类号:S 567.23⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)16-0147-04

九头狮子草(*Peristrophe japonica* (Thunb.) Bremek.) 属爵床科(Acanthaceae) 观音草属(*Peristrophe* Nees) 多年生草本植物, 别名接骨草、土细辛等。全草入药, 性味辛、凉, 具有清肺泻火、消肿解毒、行气止血的功能^[1]。九头狮子草株高 20~50 cm, 株型自然呈圆球状, 株形美观, 自然花期多在 8—9 月, 花粉紫色, 颇具观赏性。在城市绿化中或作绿篱或成片栽植于林下, 也可在阳光充足的环境中生长。九头狮子草既是药用植物, 又是园林绿化植物, 极具开发潜力。在我国华南地区九头狮子草已作为林下植被用于观赏配置^[2], 但长江以北地区尚鲜见引进使用, 因此, 九头狮子草在北方地区的适应性及水肥管理技术成为影响其推广应用的主要因素。目前关于配方施肥对九头狮子草生长的影响研究尚鲜见报道。为此, 该试验采用不同 N、P、K 施肥水平处理, 以寻找促进九头狮子草生长的最佳 N、P、K 施肥配比及其对叶片营养元素含量的影响, 以期揭示适合九头狮子草生长特性的营养配方, 为九头狮子草的栽培管理和科学壮苗提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料九头狮子草幼苗栽植于西安植物园试验地, 分别取冠幅与丛高基本一致的 2 年生健康植株盆

栽; 栽培盆内径 18 cm、高 20 cm, 盆土为试验地田园土; 每盆栽植 1 个自然丛。

1.2 试验方法

试验材料于 2012 年 2 月底移栽上盆, 置于四面通风但顶部搭有遮雨塑料布的大棚内于自然光照条件下生长; 各盆间保持一定距离, 避免冠层接触形成的干扰, 栽培盆位置每周交换 1 次。全生育期除施肥不一致外, 其它管理措施均保持一致, 按常规方法进行管理。试验采用随机区组设计, 各处理 3 次重复。

1.2.1 肥料种类及施用方式 N 肥用尿素、P 肥用过磷酸钙、K 肥用氯化钾, 均为上海国药集团化学试剂有限公司生产, 作追肥分批施入。4 月首次施肥, 采用根际施肥法浇灌试验材料, 每月追肥 1 次, 至 9 月停止施肥。

1.2.2 NPK 施肥方案 试验前 10 d 用清水浇透植株。试验材料 N、P、K 肥用量如表 1, 设不施肥为对照, 每处理设 3 次重复, 每重复 3 株。

表 1 九头狮子草 NPK 施肥方案

Table 1 The NPK fertilization scheme of *Peristrophe japonica* (Thunb.) Bremek.

处理	肥料用量/(mg·L ⁻¹)		
	N	P	K
0	0	0	0
1	100	50	50
2	200	100	100
3	300	150	200

1.3 项目测定

1.3.1 生长量指标测定 试验前测定九头狮子草株高、冠幅、茎粗、侧枝数、叶片数, 试验开始后每隔 30 d 测定植株株高、冠幅、茎粗、侧枝数和新叶数, 追肥结束后加测第 2 片功能叶叶面积, 并于当年 8—9 月份统计

第一作者简介:令狐昱慰(1980-), 女, 硕士, 助理研究员, 现主要从事植物生理学和药用植物学等研究工作。E-mail: amandalh1980@sina.com.cn.

基金项目:陕西省科学院重点资助项目(2011-k03)。

收稿日期:2015-03-19

开花情况,包括开花时间、正常开花株率和单株开花数。

1.3.2 叶片 NPK 含量检测 追肥结束后采集各处理叶片进行 N、P、K 含量测定。

1.4 数据分析

利用 Microsoft Excel、SPSS 软件进行试验数据处理分析。

2 结果与分析

2.1 不同 N、P、K 水平对九头狮子草营养生长的影响

由表 2 可知,不同水平 NPK 肥对九头狮子草营养生长均有影响。其中 T₂ 处理(N₁P₂K₂)下,植株地上部

分长势最佳,株高达到 47.33 cm,冠幅为 55.67 cm,茎粗为 0.32 cm,侧枝数为 33.3 条,叶片数为 9.7 片,叶面积为 7.58 cm²。其次为 T₃ 处理(N₁P₃K₃),植株叶片数较 T₂ 处理略低,但冠幅和侧枝数较 T₂ 高,分别为 57.33 cm 和 41.7 条。在 9 个处理中,T₇ 处理(N₃P₁K₃)相对较差,植株营养生长指标均较低,与 T₂ 处理相比,株高低 10.33 cm,冠幅小 11.67 cm,侧枝数少 9 条,叶片数少 1.7 片,叶面积小 3.12 cm²,同时,正常开花效果也较差。而开花水平与营养生长需求基本一致,亦以 T₂ 处理(N₁P₂K₂)最佳,提前开花较早,正常开花株率和单株开花数均明显优于对照和其它处理。

表 2 NPK 配施对九头狮子草营养生长的影响

Table 2 Effect of combined application of NPK on *Peristrophe japonica* (Thunb.) Bremek.

处理	株高 /cm	冠幅 /cm	茎粗 /cm	侧枝数 /条	叶片数 /片	叶面积 /cm ²	提前开花时间 /d	正常开花株率 /%	单株开花数 /朵
CK	34.00c	46.33de	0.32a	31.0ab	8.0ab	6.44a	0d	77.8d	32.5d
T ₁ (N ₁ P ₁ K ₁)	37.67c	54.67abc	0.28a	33.0ab	9.0ab	5.43a	10.4a	78.2c	38.0c
T ₂ (N ₁ P ₂ K ₂)	47.33a	55.67ab	0.32a	33.3ab	9.7a	7.58a	15.2a	80.9ab	52.5a
T ₃ (N ₁ P ₃ K ₃)	46.00a	57.33a	0.30a	41.7a	9.3ab	7.66a	9.2a	79.4bc	43.6bc
T ₄ (N ₂ P ₁ K ₂)	35.00c	48.67de	0.30a	33.7ab	9.0ab	5.13a	3.9c	81.2a	46.9b
T ₅ (N ₂ P ₂ K ₃)	37.33c	46.67de	0.29a	24.4ab	9.0ab	5.14a	4.8bc	81.4a	50.3ab
T ₆ (N ₂ P ₃ K ₁)	37.33c	50.33cd	0.32a	37.3ab	8.7ab	4.96a	7.8b	81.7a	55.8a
T ₇ (N ₃ P ₁ K ₃)	37.00c	44.00e	0.31a	24.3b	8.0ab	4.46a	3.9c	78.3bc	41.4bc
T ₈ (N ₃ P ₂ K ₁)	41.33b	47.33de	0.32a	32.0ab	7.7b	4.06a	3.7c	80.3b	44.7bc
T ₉ (N ₃ P ₃ K ₂)	35.67c	51.33bcd	0.32a	35.0ab	9.3ab	4.66a	4.9bc	80.1b	49.1ab

注:提前开花时间指与对照相比提前开第 1 朵花的天数;正常开花株率(%)=(开花株数/总株数)×100。同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著,下同。

2.2 不同 N、P、K 水平对九头狮子草地上部分生长状况的影响

2.2.1 不同 N 水平对九头狮子草地上部分生长状况的影响 从表 3 直观分析的结果可知,不同水平的 N 肥处理下,植株除茎粗($R=0.02$, $F=0.00$)和叶片数($R=1.00$, $F=4.74$)差异不显著,株高($R=7.11$, $F=31.51$)、冠幅($R=5.67$, $F=5.48$)、侧枝数($R=5.67$, $F=7.09$)和叶面积($R=2.50$, $F=15.56$)差异均达到显著水平,且极差几乎全为最大,表明不同水平的 N 肥对九头狮子草的地上部分生长影响较显著。由表 4 可知,用 N₁ 处理,植株的冠幅、侧枝数、叶片数和叶面积与其它 2 个 N 水平相比差异显著。株高与 N₂ 处理的植株差异显著,与 N₃ 处理的植株差异不显著,但较之为高。茎粗与 N₂ 处理的植株齐平,均与 N₃ 处理差异显著。N₂ 处理的植株除株高、冠幅与 N₃ 处理的植株无显著性差异,但数值较之为高,其它生长量指标均与 N₃ 处理的植株差异显著。因此,N 肥对九头狮子草地上部分生长状况的影响主次顺序为 N₁>N₂>N₃。

2.2.2 不同 P 水平对九头狮子草地上部分生长状况的影响 由表 3 可知,不同水平的 P 肥处理下,九头狮子草的侧枝数($R=7.33$, $F=13.33$)差异达到显著水平,其

它生长量指标差异则均不显著,表明不同水平的 P 肥对九头狮子草地上部分的生长有一定的影响。由表 4 可知,在 P₂ 处理下,植株的茎粗、侧枝数均与其它 2 个水平差异显著,指标值最高,叶片数与 P₁ 处理的植株差异显著,与 P₃ 处理的植株差异不显著,但指标高于后者;株高与 P₃ 处理的植株差异不显著,但指标高于后者;冠幅与叶面积指标较 P₃ 处理的植株低,但叶面积未与后者形成显著差异,仅冠幅差异显著($P<0.05$)。说明 P 肥对九头狮子草生长的影响较为复杂,低水平的 P 肥对九头狮子草的生长促进作用不足,而高水平的 P 肥对其生长又出现抑制作用,生长量降低。因此,P 肥对九头狮子草地上部分生长状况的影响主次顺序为 P₂>P₃>P₁。

2.2.3 不同 K 水平对九头狮子草地上部分生长状况的影响 从表 3 直观分析结果可知,在不同水平 K 肥的处理下,九头狮子草的各项生长量指标均未能达到显著水平,表明 K 肥对九头狮子草地上部分的生长影响较小。由表 4 可知,对不同水平的 K 肥处理后的植株生长量进行多重比较,3 个水平处理的植株株高和茎粗无明显差异。K₃ 处理植株的冠幅、侧枝数指标数值最低,与其它 2 个水平差异显著。K₁ 处理植株的叶面积最小,与其它 2 个水平差异显著。K₂ 处理的叶片数最多,指标高于其

它 2 个水平的植株,且与 K_1 处理植株的叶片数差异显著($P<0.05$),说明 K 肥对九头狮子草的影响效应与 P 肥类似,过高浓度的 K 肥反而不利于植株的营养生长。

表 3 不同 N、P、K 水平之间九头狮子草生长状况的直观分析

Table 3 Intuitive analysis on growth of *Peristrophe japonica* (Thunb.) Bremek. among different NPK levels

肥料	株高/cm					冠幅/cm					茎粗/cm				
	t_1	t_2	t_3	R	F	t_1	t_2	t_3	R	F	t_1	t_2	t_3	R	F
N 肥	43.67	38.00	36.55	7.11	31.51*	55.89	50.78	50.23	5.67	5.48*	0.35	0.35	0.33	0.02	0.00
P 肥	36.56	42.00	39.67	5.44	16.61	50.67	51.89	54.33	3.67	1.96	0.33	0.36	0.34	0.02	0.00
K 肥	38.78	39.33	40.11	1.33	1.00	52.78	53.78	50.33	3.45	1.77	0.34	0.35	0.35	0.01	0.00
肥料	侧枝数/条					叶片数/片					叶面积/cm ²				
	t_1	t_2	t_3	R	F	t_1	t_2	t_3	R	F	t_1	t_2	t_3	R	F
N 肥	36.22	33.89	30.56	5.67	7.09*	9.33	8.89	8.33	1.00	4.74	6.89	5.08	4.39	2.50	15.56*
P 肥	30.67	38.00	32.00	7.33	13.33*	8.67	9.11	8.78	0.44	1.00	5.01	5.59	5.76	0.75	1.46
K 肥	34.33	34.00	32.34	2.00	1.00	8.45	9.33	8.77	0.89	3.79	4.82	5.79	5.75	0.97	2.84

表 4 各肥料不同水平之间九头狮子草生长状况的多重比较

Table 4 Multiple comparisons on growth of *Peristrophe japonica* (Thunb.) Bremek. among each treatment factor with different fertilization levels

各处理因素的水平	株高/cm	冠幅/cm	茎粗/cm	侧枝数/条	叶片数/片	叶面积/cm ²
N 肥	100 mg/L	43.67a	55.89a	0.35a	36.22a	9.33a
	200 mg/L	38.00b	50.78b	0.35a	8.89b	5.08b
	300 mg/L	36.55ab	50.23b	0.33b	30.56c	8.33c
	50 mg/L	36.56b	50.67b	0.33b	30.67b	5.01b
P 肥	100 mg/L	42.00a	51.89b	0.36a	38.00a	9.11a
	150 mg/L	39.67a	54.33a	0.34b	32.00b	8.78ab
	50 mg/L	38.78a	52.78a	0.34a	34.33a	8.45b
	100 mg/L	39.33a	53.78a	0.35a	34.00a	9.33a
K 肥	100 mg/L	39.33a	53.78a	0.35a	34.00a	9.33a
	200 mg/L	40.11a	50.33b	0.35a	32.34b	8.77ab

2.3 不同 N、P、K 水平对九头狮子草叶片矿物质含量的影响

由表 5 可知,植物全 N、P、K 含量与对应元素施肥量并未呈正相关。随着 N 水平的提高,九头狮子草叶片内 N、P、K、Ca、Mg 5 种矿质元素含量增加不显著。不同水平的 P 施用,对九头狮子草叶片内 N 和 K 含量产生显著影响($P<0.05$),随着 P 肥的增加,叶片 N 含量先升高后降低,与对照相比, P_2 水平将叶片内 N 含量提高了 21.6%。叶片内 K 含量随 P 肥水平升高而增加,其中 P_3 水平使叶片内 K 含量提高 21.2%。但 P 肥的增施不利于九头狮子草对 Ca、Mg 的吸收,随着 P 肥的增加,叶片 Ca 和 Mg 的含量逐渐下降,分别降低 8.9% 和 1.6%。P 肥的增施可使叶片内 P 元素含量升高,但与对照和其它处理组并未达到显著差异。不同水平的 K 肥施用,均可使九头狮子草叶片全 N、P、K 及 Mg 含量显著提高,分别从 0.38% 增至 0.47%、98.8 mg/100g 增至 114.6 mg/100g、0.653 mg/kg 增至 0.711 mg/kg、0.317% 增至 0.432%。施用 K 肥后,叶片内 Ca 含量较对照高,且有显著性差异,但过高浓度的钾肥施用会逐渐抑制 Ca 的吸收,与 K_1 水平相比,其它 K 水平显著抑制 Ca 的积累($P<0.05$)。

因此,K 肥对九头狮子草地上部分生长状况的影响次序为 $K_2>K_3>K_1$ 。

表 5 不同 N、P、K 水平对九头狮子草叶片矿物质含量的影响

Table 5 Effect on leaf mineral content of *Peristrophe japonica* (Thunb.) Bremek. Among different NPK levels

肥料	施用量/(mg·L ⁻¹)	N/%	P/(mg·(100g) ⁻¹)	K/(mg·kg ⁻¹)	Ca/%	Mg/%
CK	0	0.37e	101.6a	0.575f	0.856bcd	0.333bc
	100	0.39de	112.7a	0.566f	0.760e	0.321bc
	200	0.40cde	118.2a	0.593ef	0.849bcd	0.336bc
	300	0.40cde	96.2a	0.555f	0.807cde	0.331bc
N	50	0.41cde	83.1a	0.623de	0.864bc	0.372b
	100	0.45ab	89.6a	0.644cd	0.785de	0.337bc
	150	0.43bcd	96.5a	0.697ab	0.780e	0.286c
	50	0.38e	98.8a	0.653bcd	0.985a	0.317c
K	100	0.43bc	114.6a	0.675abc	0.903b	0.332bc
	200	0.47a	109.1a	0.711a	0.839bcd	0.432a

2.4 不同 N、P、K 水平对九头狮子草开花的影响

由表 6 可知,不同 N、P、K 水平处理对植株正常开花水平均存在显著差异($P<0.05$)。 N_2 水平下正常开花效果均优于 N_1 和 N_3 水平,达到显著差异,但开花相对滞后,而 N_1 水平下植株正常开花率和单株开花数略低于 N_2 水平,但诱导提前开花时间却远高于 N_2 水平。

表 6 各肥料不同水平之间九头狮子草开花的多重比较

Table 6 Multiple comparisons on blossom of *Peristrophe japonica* (Thunb.) Bremek. among each treatment factor with different fertilization levels

各处理因素的水平	处理水平	提前开花时间/d	正常开花株率/%	单株开花数/朵
N 肥	100 mg/L	N_1	11.6a	79.5b
	200 mg/L	N_2	5.5b	81.4a
	300 mg/L	N_3	4.2b	79.6b
	50 mg/L	P_1	6.1c	79.2b
P 肥	100 mg/L	P_2	7.9a	80.9a
	150 mg/L	P_3	7.3b	80.4a
	50 mg/L	K_1	7.3ab	80.1ab
	100 mg/L	K_2	8.0a	80.7a
K 肥	200 mg/L	K_3	6.0b	79.7b

因此,以 N_1 水平诱导开花效果最佳。不同水平 P 处理下, P_2 和 P_3 水平处理的植株正常开花株率和单株开花数均明显优于 P_1 水平,但 P_3 水平下植株的花期较 P_2 水平晚,因此,以 P_2 水平诱导开花效果最佳。不同水平 K 处理下, K_2 水平处理的植株正常开花效果最佳,提前开花时间(8.0 d)、正常开花株率(80.7%)、单株开花数(49.5 朵)均与其它 2 个水平达到显著差异($P<0.05$)。可见 $N_1P_2K_2$ 组合诱导开花效果最佳,这与表 2 所统计结果一致。

3 结论与讨论

氮、磷、钾是植物生长的基本要素,但不同的植物对其需要量及其比例是不同的,不同肥力水平的土壤施用肥料的最佳用量差别很大。氮、磷、钾如何配合施用有利于植物生长是栽培研究中应当解决的问题,这对于提高引种驯化植物的适应性具有重要的指导意义。

该研究表明,在盆栽控制试验条件下,不同的氮磷钾配比组合对九头狮子草生长的影响具有较大的差异。在当地试验地土壤背景下,有利于九头狮子草生长的最优组合是 $N_1P_2K_2$,即尿素:过磷酸钙:氯化钾=1:1:1,浓度水平均为 100 mg/L。氮、磷、钾营养元素对九头狮子草生长的效应不同,以 N 的施用水平效应最强,其次为 P 的施用水平,K 的施用量对九头狮子草生长的影响效应最小。

生长时期增施 N 肥,可加快九头狮子草的营养生长,但过高浓度的 N 肥会使植株长势滞后,这在其它植物的栽培管理上得到了广泛的认可^[3-5],并且过量施用 N 肥并不能相应提高九头狮子草对 N 肥的利用率,反而会增加种植成本,造成生态环境污染、土壤盐碱化等一系列问题。增施 P 肥,能使九头狮子草侧枝数增多,开花

数量增加,有效提高叶片中 N 元素的含量,这可能是由于氮磷之间存在协同作用,P 的含量会影响氮的代谢过程^[6-8]。在九头狮子草营养生长过程中,K 肥并不直接影响其生长量的变化,但 K 肥可促进植株体内 N、P、K 及微量元素 Ca 和 Mg 的吸收和积累,这与于振文等^[9]、齐华等^[10]对冬小麦的研究结果一致。

综合田间观察与生长量指标的测定结果可知,结合土壤中元素检测,判断土壤中元素缺乏量和必需元素的需求量,通过科学栽培与管护,施入九头狮子草专一的配方肥料后,九头狮子草即可成为西安地区较好的园林绿化新品种。

参考文献

- [1] 刘香,杨洁,郭琳,等.九头狮子草化学成分的研究[J].药物分析杂志,2007,27(7):1011-1013.
- [2] 任全进,陈晓萱,于金平.耐阴地被植物及其在园林中的应用[J].中国野生植物资源,2012,31(6):62-68.
- [3] 王再花,朱根发,操君喜,等.不同 N、P、K 水平施肥对春石斛营养生长和开花的影响[J].中国农学通报,2011,27(16):248-254.
- [4] 韩建萍,梁宗锁,孙群,等.施肥对丹参植株生长及有效成分的影响[J].西北农业学报,2002,11(4):67-71.
- [5] 张岳芳,陈留根,周炜,等.施氮量对南梗 44 氮素吸收转运及氮肥利用效率的影响[J].江西农业学报,2009,21(7):22-24,28.
- [6] 张宏志,唐前瑞,龙岳林,等.施肥对扭鞘香茅生物产量和分蘖特性的影响[J].湖南林业科技,2004,31(3):6-7.
- [7] 廖志文.几种蔬菜作物的平衡施肥[J].蔬菜,2003(5):14.
- [8] 张燕,李国雷,王文全,等.施肥对益母草生长、土壤酶活性及水苏碱含量的影响[J].南京农业大学学报,2007,30(2):78-82.
- [9] 于振文,张炜,余松烈.钾营养对冬小麦养分吸收分配、产量形成和品质的影响[J].作物学报,1996,22(4):442-447.
- [10] 齐华,于贵瑞,程一松,等.钾肥对灌浆期冬小麦群体内叶片光合特性的影响[J].应用生态学报,2003(14):690-694.

Effect of Formulated Fertilization on Growth and Leaf Element Content of *Peristrophe japonica* (Thunb.) Bremek.

LINGHU Yuwei, LI Bin, HU Hao, ZHANG Ying, LI Rujuan, LI Sifeng

(Institute of Botany of Shaanxi Province, Xi'an Botanical Garden of Shaanxi Province, Xi'an, Shaanxi 710061)

Abstract: Taking *Peristrophe japonica* (Thunb.) Bremek. as the research object, by using level of the orthogonal experiment design $L_9(3^3)$, to explore the influence of the fertilizing treatment on its vegetative growth and flowering. The results showed that the treatments, compared with the control, were more effective for vegetative growth and normal flower induction of *Peristrophe japonica* (Thunb.) Bremek. ($P<0.05$). Among the treatments, $N_1P_2K_2$ was the optimal condition to speed up the growth of the plants and it was also the most effective for flowering, about one week advanced to the emergence. The effect of fertilization was in the order of $N>K>P$ in the growth period. K was the key factor to affect the absorption of mineral elements in the plant. The total level of N, P, K, Mg was positive correlated with it. P was the secondary factor and the contents of P and K increased with the increasing of its dosage.

Keywords: *Peristrophe japonica* (Thunb.) Bremek.; fertilization; vegetative growth; flowering