

## 不同N、P、K水平施肥对春石斛 营养生长和开花的影响

王再花<sup>1,2</sup>, 朱根发<sup>1</sup>, 操君喜<sup>1</sup>, 章金辉<sup>2</sup>, 叶庆生<sup>2</sup>

<sup>1</sup>广东省园林花卉种质创新综合利用重点实验室/广东省农业科学院花卉研究所, 广州 510640;

<sup>2</sup>华南师范大学生命科学学院, 广州 510631)

**摘要:**为探明杂交后代春石斛10213(*Dendrobium fragdaas* 'Little Bee')营养生长特性和施肥的最佳效果, 本文研究了N、P、K 3因子3水平(L<sub>9</sub>(3<sup>3</sup>))施肥对春石斛10213营养生长和开花的影响。结果表明, 春石斛10213的株高、假鳞茎茎粗及叶片数增长在不同月份呈现动态变化, 主茎的生长主要集中在4—8月, 其中7月为生长高峰期; 9—10月, 主茎生长减缓, 止叶开始形成, 假鳞茎逐渐成熟。与对照相比, 不同N、P、K水平处理明显加快主茎的生长和正常开花, 并且开花时间明显提前2周左右, 其中最利于植株营养生长的施肥组合为N3P1K3, 最利于开花的施肥组合为N1P3K3。N是影响主茎生长的主要因素, 其次为K、P; 同时, N是影响植物矿质元素吸收的主要因素, 它与植物叶片全氮、磷、钾含量呈正相关; 其次为K, 它与植物全K含量呈正相关。但过高N水平处理不利于假鳞茎的增粗和叶片全Ca和全Mg的吸收。

**关键词:**春石斛; 施肥; 营养生长; 开花

中图分类号: S-3

文献标志码: A

论文编号: 2010-3717

### Effects of Different N, P, K Levels on Growth and Flowering of Nobile-type *Dendrobium*

Wang Zaihua<sup>1,2</sup>, Zhu Genfa<sup>1</sup>, Cao Junxi<sup>1</sup>, Zhang Jinhui<sup>2</sup>, Ye Qingsheng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Guangdong Key Lab of Ornamental Plant Germplasm Innovation and Utilization/

Floricultural Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640;

<sup>2</sup>College of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631)

**Abstract:** In order to search the best effects of the fertilizing treatment of *Dendrobium fragdaas* 'Little Bee', the vegetative growth and flowering have been studied with different time and regime by the orthogonal experiment design L<sub>9</sub>(3<sup>3</sup>). The results indicated that the vigorous growth period of *Dendrobium fragdaas* 'Little Bee' was from April to August, and the mature period of that was from September to October. Compared with the control, the treatments were more effective for vegetative growth and normal flower induction of *Dendrobium fragdaas* 'Little Bee' ( $P < 0.05$ ). Among the treatments, N3P1K3 was the optimal condition to speeding up the growth of the plants, and N1P3K3 was the most effective for *in vivo* flowering, about two weeks advanced to the emergence for flowers. N at higher concentration was more effective for vegetative growth than that of lower dose. The effects of fertilization were in order of N>K>P in the growth period. Meanwhile, N at higher concentration promoted mineral elements of leaf N, P, K absorbing better than that of lower dose. However, the perimeter of the shoots and mineral elements of leaf Ca, Mg were lower under N at higher concentration than that of lower dose.

**Key words:** Nobile-type *Dendrobium*; fertilization; vegetative growth; flowering

基金项目: 广东省自然科学基金(10151064001000021); 广东省科技厅农业攻关项目(2009B020201009)。

第一作者简介: 王再花, 女, 1980年出生, 助理研究员, 主要研究方向: 观赏园艺。通信地址: 510640 广东省农业科学院花卉研究所, E-mail: wangzaihua@163.com。

通讯作者: 朱根发, 男, 1968年出生, 研究员, 主要研究方向: 观赏园艺。通信地址: 510640 广东省农业科学院花卉研究所, E-mail: zhugf@tom.com。

收稿日期: 2010-12-23, 修回日期: 2011-04-09。

## 0 引言

春石斛为兰科石斛属落叶植物,自然花期多在3—4月的春季,故名“春石斛”<sup>[1]</sup>。其花着生于茎节两侧,花朵多且密集,花期长达5~8周,散发出淡淡的清香,让人心旷神怡,是一类具有极高观赏价值的高档盆花。不经高山低温诱导,春石斛通常在春节之后开花,刚好错过了中国元旦、春节的兰花畅销旺季,但目前国内还没有突破春石斛栽培管理和花期调控的技术难关,因此,热销年宵花市场的春石斛主要靠从日本、韩国、台湾进口。为提高春石斛应春节开花水平,不少研究者从低温诱导<sup>[2-4]</sup>、植物生长调节剂处理<sup>[5-8]</sup>等着手来研究春石斛的花期调控技术。但在华南地区,夏季炎热,春石斛生长缓慢,加上山的海拔不够高,导致春石斛的催花得不到最佳的营养储备和低温刺激,开花质量不佳;同时,一些植物生长调节剂处理还会带来叶片黄化、开花数不整齐、花期短等现象<sup>[9]</sup>。因此,与进口春石斛盆花相比,国内春石斛的栽培管理还存在很大差距。

春石斛花芽形成除了与低温诱导有关外,还与植株的生长状况和假鳞茎的成熟度有关,长势旺盛、假鳞茎成熟度直接关系到其催花的效果及开花品质,而水肥管理的好坏将直接关系到催花株的成熟度<sup>[10]</sup>。陈文贞等<sup>[11]</sup>报道3—5月施用花多多通用肥(20-20-20),7月起施用花多多催花肥(10-30-20),8月起停止施肥,可促进止叶形成。刘晓青等<sup>[12]</sup>报道春石斛幼苗期和春夏旺盛生长期要充分供应以氮为主的肥料,进入开花期的植株应减少氮的供应,而增加磷、钾肥的施用,进入休眠期选择高磷肥料施用。此外,植株的开花数量的多少及花期的长短还与生长季节后期增施磷钾肥密切相关<sup>[1]</sup>。本试验试图采用不同N、P、K施肥水平处理,寻找春石斛10213营养生长阶段最佳的N、P、K施肥配比及其对开花的影响,以期揭示适合春石斛生长特性的营养配方,为春石斛的栽培管理和花期调控提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验时间、地点

研究田间试验于2006—2007年在广东省农业科学院白云基地进行,室内试验在华南农业大学进行。

### 1.2 试验材料

供试品种为春石斛10213(*Den. fragidaas* ‘Little Bee’)一年生组培苗,生长一致。

### 1.3 试验方法

1.3.1 试验设计 设N、P、K(3<sup>3</sup>)正交水平9个处理(表1)和对照,对照施用花多多1号(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=20:20:

表1 L<sub>9</sub>(3<sup>3</sup>)正交设计的因素与水平

水平	因素		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	100(N1)	50(P1)	50(K1)
2	200(N2)	100(P2)	100(K2)
3	300(N3)	150(P3)	200(K3)

20)。处理组微量元素参照霍格兰配方配制<sup>[13]</sup>。

基质为细树皮:沙石(6:4)。栽培用15 cm直径的塑料盆,置于60 cm高的铁丝网床上。夏秋季遮荫75%,其他季节不遮荫。试验前10天用清水浇透植株。4月18日首次施肥,采用根际施肥法浇灌试验材料,每周施肥一次,至9月15日停止施肥。花芽诱导期间对照和处理均施用花多多催花肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=10:30:20)。肥料浓度为1000 mg/L,每盆用量150 mL,平常干燥时及时补水。每个处理设置3个重复,每个重复10株。

试验前测定春石斛10213株高、假鳞茎茎粗、叶片数,试验60天后每隔30天测定春石斛株高、假鳞茎粗、叶片数、新叶数,并于10月份加测植物叶片全N、P、K、Ca、Mg含量和第二片功能叶叶面积,于次年3月份统计开花情况,包括提前开花时间、正常开花株率、正常开花节率和单株开花数。H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>消煮—自动定氮仪蒸馏法测定全N含量,H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>消煮—钼蓝比色法测定全P含量,H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>消煮—火焰光度法测定全K含量,干灰化—原子吸收分光光度法测定全Ca、Mg含量。

1.3.2 精密仪器和药品规格 本实验使用仪器为:FOSS公司生产的kjeltec-2300型自动定氮仪;岛津公司生产的UV-2550型分光光度计;上海欣益仪器仪表有限公司生产的6400A型火焰光度计;日本日立公司生产的Z5300型原子吸收分光光度计。所有的药品均为分析纯。

1.3.3 统计分析 数据统计分析采用DPS软件Duncans多重比较法进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对春石斛10213主茎生长和开花的影响

试验表明(表2),各处理植株长势和开花效果均优于对照。其中T7处理(N3P1K3)下,植株地上部分长势最佳,株高达到53.9 cm,茎粗为4.4 cm,叶片数为21.6片,叶面积为27.7 cm<sup>2</sup>。其次为T5处理(N2P2K3),植株和新芽长势均较好;而T9处理(N3P2K1)最利于新芽的生长和发育,与其他处理(除T5处理)相比,新芽个数、株高、叶片数均达到显著水

表2 不同处理对春石斛10213主茎生长和开花的影响

处理编号	株高 /cm	茎粗 /cm	叶片数 /片	叶面积 /cm <sup>2</sup>	新芽数 /个	新芽株高 /cm	新芽 叶片数/片	提前开花 时间/d	正常开花 株率/%	正常开 花节率/%	单株 开花数/朵
CK	47.8±0.6bc	4.3±0.2b	18.9±0.5c	30.3±2.3a	0.8±0.2ab	3.9±0.2ab	2.4±0.5bc	4.3±0.6e	46.7±5.8e	37.6±3.0de	6.8±0.4ef
T1(N1P1K1)	49.3±3.0abc	4.5±0.1ab	19.6±0.7c	24.9±3.1bc	0.4±0.1b	2.2±0.5b	1.4±0.2c	8.0±1.0cd	56.7±5.8cd	36.2±1.6e	7.7±0.3de
T2(N1P2K2)	48.3±2.3c	4.5±0.2ab	20.1±1.9bc	25.0±1.2bc	0.6±0.1ab	3.8±1.7ab	2.3±0.8bc	11.0±1.0b	60.0±0.0cd	47.1±1.5c	9.8±0.2c
T3(N1P3K3)	48.2±2.0c	4.6±0.1a	19.6±0.5c	25.9±1.2abc	0.6±0.1ab	3.6±0.7ab	2.0±0.5bc	25.7±1.5a	76.7±5.8a	59.5±2.2a	12.7±0.4a
T4(N2P1K2)	50.9±2.8ab	4.6±0.3a	20.2±0.6bc	30.3±3.3a	0.6±0.2ab	3.8±1.3ab	2.1±1.0bc	24.0±1.0a	50.0±10.0de	38.6±1.5de	7.5±0.4de
T5(N2P2K3)	52.1±0.3ab	4.4±0.0ab	22.1±1.6ab	27.6±0.7ab	0.9±0.3a	5.5±1.7a	3.2±1.1ab	25.7±0.6a	46.7±5.8e	41.4±1.5d	7.0±0.3 def
T6(N2P3K1)	50.4±1.8ab	4.4±0.3ab	21.2±1.2abc	26.4±1.7ab	0.8±0.4ab	4.7±1.8ab	2.9±0.9ab	26.0±1.0a	60.0±0.0cd	38.1±0.9de	6.3±0.1f
T7(N3P1K3)	53.9±1.1a	4.4±0.1ab	21.6±1.0ab	27.7±0.5ab	0.7±0.1ab	4.6±1.9ab	2.4±0.7bc	9.7±0.6c	66.7±5.8bc	54.8±1.6b	12.1±0.4b
T8(N3P2K1)	50.0±2.5abc	4.2±0.1b	20.0±0.9bc	26.7±2.2ab	0.5±0.1b	2.7±1.2b	1.7±0.5c	7.7±0.6cd	60.0±0.0cd	37.1±1.5e	7.9±0.2d
T9(N3P3K2)	51.1±2.6ab	4.3±0.2b	22.3±0.8a	26.5±0.4ab	1.0±0.1a	5.7±0.6a	3.9±0.6a	6.0±1.0e	73.3±5.8ab	48.6±1.5c	10.4±0.4c

注:提前开花时间与春节年初一相比提前开第1朵花的天数;正常开花株率=(开花株数/总株数)×100%;正常开花节率=(开花节数/7)×100%。下同。

平( $P<0.05$ )。在9个处理中,T1处理(N1P1K1)相对较差,植株营养生长指标均较低,与T7处理相比,株高低4.6 cm,叶片数少2片,同时,新芽长势最慢。而开花水平以T3处理(N1P3K3)最佳,提前开花较早,正常开花株率、正常开花节率和单株开花数均明显优于对照和其他处理,其次为T7处理。

### 2.2 不同N、P、K水平对春石斛10213主茎生长动态的影响

由图1—3分析可知,春石斛10213在不同月份生长存在一定差异,出现动态变化。

对照主茎伸长最快阶段为8月,株高平均增长7.3 cm;其次为7月,株高平均增长5.8 cm;进入9月主茎伸长减缓,9—10月株高平均增长分别为4.6 cm和1.8 cm,而4—6月主茎伸长也较为缓慢,月均增长为3.7 cm。处理组株高增长速度依次为7月>8月>9月>4—6月>10月,月均增量分别为6.8 cm、6.4 cm、

4.8 cm、4.6 cm和2 cm。

对照假磷茎长粗最快阶段为4—6月,月均增长0.5 cm;其次为7月,茎粗平均增长0.3 cm;8—9月,假磷茎增长减缓,仅为0.1 cm;进入10月,假磷茎出现萎缩现象,茎粗降低0.3 cm。处理组假磷茎增粗速度依次为4—7月>8—9月>10月,月均增量分别为0.4 cm、0.2 cm和-0.2 cm。

对照叶片数增长最快阶段为7月,平均增长3.1片;其次为8月和4—6月,月平均增长量分别为2.4片和1.5片;进入9月,叶片增长减缓,止叶开始形成,叶片平均增量为1.2片;至10月份叶片增量仅为0.3片。处理组叶片增长速度依次为7月>8月>4—6月>9月>10月,月均增量分别为2.7片、2.3片、2.2片、1.4片和0.6片。表明在整个生长季节,春石斛主茎的生长主要集中在4—8月,其中7月为生长高峰期;进入9月,主茎生长减缓,止叶开始形成,假磷茎逐渐成熟。

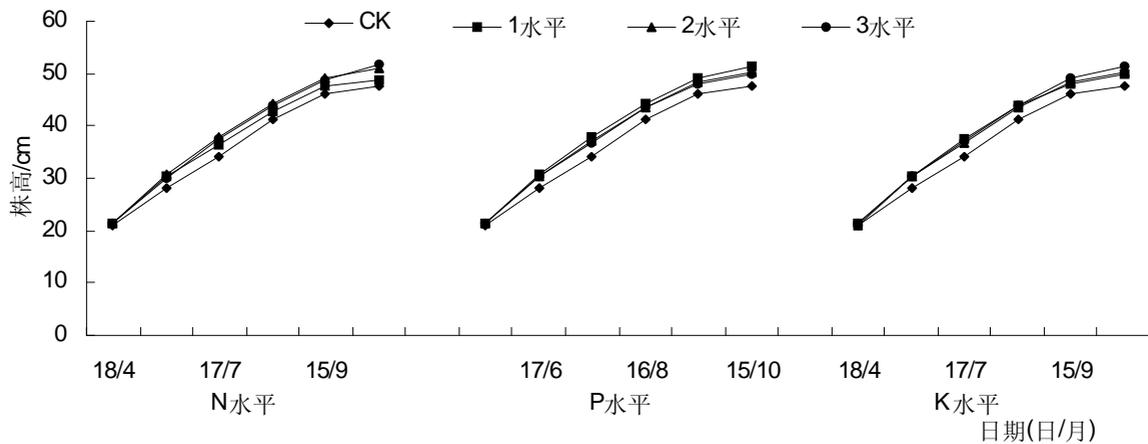


图1 不同N、P、K水平对春石斛10213株高动态变化的影响

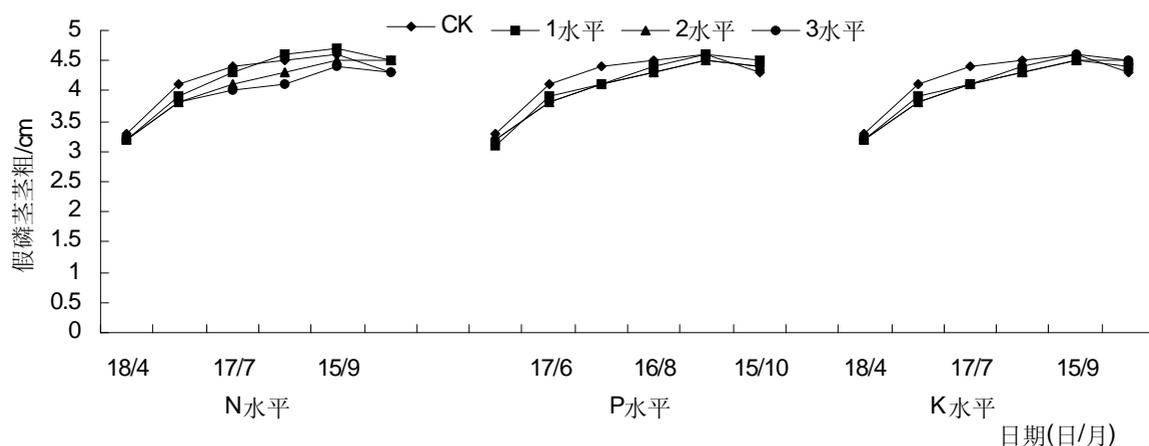


图2 不同N、P、K水平对春石斛10213假鳞茎茎粗动态变化的影响

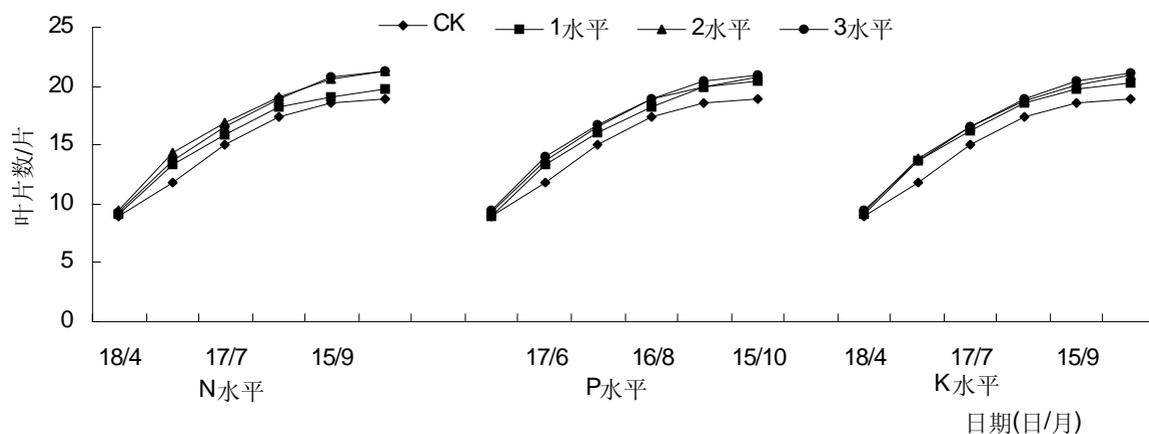


图3 不同N、P、K水平对春石斛10213叶片数动态变化的影响

由图1分析可知,处理组植株主茎伸长总体趋势优于对照。随着N处理浓度的提高,主茎伸长加快,其中以N3水平效果最佳,与对照相比,6—10月株高平均增长分别为20.5%、27.6%、-13.7%、10.9%和61.1%,在6—7月和9—10月出现2个生长高峰,可见,提高N肥施用量可加快主茎伸长,但植株由营养生长进入生殖生长出现滞后现象。不同P、K水平处理主茎株高增长差异均不显著,对株高增量的效果分别为 $P1 > P2 > P3$ 和 $K3 > K1 > K2$ 。

由图2分析可知,与对照相比,4—6月,不同N、P、K水平处理下,春石斛主茎横向生长要慢,而进入7月,主茎横向生长加快。进入8月,对照假鳞茎生长减缓,而处理组假鳞茎仍然继续膨大,其中N1水平更利于主茎的增粗。假鳞茎茎粗的生长与N水平呈负相关( $P < 0.05$ ),随着N处理浓度的提高,主茎茎粗增量降低,假鳞茎生长和成熟延迟。P水平和K水平处理对植株假鳞茎增粗差异均不显著,对茎粗增量的效果依次为 $P1 > P3 > P2$ 和 $K3 > K2 > K1$ 。

由图3分析可知,与对照相比,在整个生长期,不同N、P、K水平下主茎叶片生长均优于对照,变化趋势大体与株高相同。随着N处理浓度的提高,叶片增长加快,其中以N3水平效果最佳,与对照相比,6—10月叶片数平均增长分别为51.7%、-9.7%、0、50%和100%。可见,N3水平下,主茎叶片生长出现2个高峰期,即为4—6月和9—10月;而对照在7月叶片增长较快,进入8月开始形成止叶,说明高浓度N处理下植株生长时期延后,但同时也为植株提供更为充足的营养。不同P水平处理对主茎叶片增长差异不显著,叶片营养生长动态基本一致。同样,不同K水平处理对主茎叶片增长差异不显著,但随着K水平提高,叶片数增多。

### 2.3 不同N、P、K水平对春石斛10213主茎生长增量的影响

通过直观极差分析(表3)可以看出,氮肥对主茎株高、假鳞茎茎粗和叶片增量的影响均最大;钾肥次之,对主茎株高和叶片的增加影响较大;而磷肥的影响

表3 不同N、P、K水平对春石斛10213生长增量的影响

生长指标	营养元素	各水平的平均值			$\Delta_{max}$	$X_{max}$	F	主导因子
		1水平	2水平	3水平				
株高/cm	N	27.51 a	28.62 a	30.35 a	2.84	3	1.398	
	P	30.13 a	28.95 a	28.61 a	1.52	1	0.779	
	K	28.50 a	27.83 a	30.15 a	2.32	3	1.847	
假鳞茎茎粗/cm	N	1.37 a	1.25 ab	1.09 b	0.28	1	5.815*	N
	P	1.38 a	1.15 a	1.18 a	0.23	1	4.599	
	K	1.18 a	1.26 a	1.28 a	0.10	3	0.268	
叶片数/片	N	10.58 a	11.71 a	12.02 a	1.44	3	3.747	
	P	11.43 a	11.40 a	11.48 a	0.08	3	0.010	
	K	11.05 a	11.57 a	11.69 a	0.64	3	1.152	

最小。从数据的变动来看,使春石斛10213的株高、假鳞茎茎粗、叶片增量极差最大的均为N,最大幅度分别为2.84、0.28和1.44。方差分析表明,不同P、K水平对春石斛10213株高的伸长、假鳞茎的发育和叶片生长的影响均未达到显著差异;而不同N水平对春石斛10213假鳞茎茎粗的增长呈现负显著差异,随着N水平的提高,假鳞茎的粗度减小,说明施用过高N肥,春石斛会出现徒长现象。促进株高和叶片增长最快的为N3水平,其次为K3水平;促进假鳞茎茎粗和株高较快增长的为P1水平。可见,N肥是影响植株营养生长的主导因子,其次为K、P肥,因此试验以N3P1K3(T7处理)为最佳处理,这与表2试验所得的结果一致。

2.4 不同N、P、K水平对春石斛10213叶片矿物质含量的影响

从表4可知,植物全N、P、K含量与对应元素施肥量基本上呈正相关。随着N水平的提高,春石斛10213叶片内N、P、K 3种矿质元素含量增加,分别从1.896%增至2.117%、0.170%增至0.207%、2.537%增至2.796%;其中,与N1水平相比,N3水平明显促进叶片全N、P的积累,分别提高0.221%和0.037%( $P<0.05$ )。但N肥的增施不利于春石斛10213对Ca、Mg的吸收,随着N肥的增加,叶片全钙和全镁的含量逐渐下降,分别降低0.488%和0.069%。不同水平的P施用,对春石斛10213叶片内全N含量产生显著影响,极差最大幅

表4 不同N、P、K水平对春石斛10213叶片矿物质含量的影响

矿物质含量	营养元素	各水平的平均值/%			$\Delta_{max}/\%$	$X_{max}/\%$	F	主导因子
		1水平	2水平	3水平				
全氮	N	1.896 b	2.082 a	2.117 a	0.221	1	96.007*	N
	P	2.044 b	1.953 c	2.098 a	0.145	3	36.318*	
	K	2.034 a	2.040 a	2.022 a	0.018	2	0.029	
全磷	N	0.170 b	0.186 ab	0.207 a	0.037	3	7.903*	N
	P	0.190 a	0.175 a	0.199 a	0.024	3	3.353	
	K	0.185 a	0.196 a	0.183 a	0.013	2	0.508	
全钾	N	2.537 a	2.704 a	2.796 a	0.259	3	0.406	K
	P	2.580 a	2.638 a	2.819 a	0.239	3	0.365	
	K	2.409 a	2.778 a	2.849 a	0.440	3	2.480	
全钙	N	2.069 a	1.897 a	1.581 a	0.488	1	3.248	N
	P	1.927 a	1.814 a	1.806 a	0.121	1	0.242	
	K	2.054 a	1.736 b	1.757 b	0.318	1	5.922*	
全镁	N	0.362 a	0.319 a	0.293 a	0.069	1	3.904	N
	P	0.341 a	0.321 a	0.312 a	0.029	1	0.727	
	K	0.342 a	0.326 a	0.306 a	0.036	1	1.251	

度为0.145,但对其他养分含量的影响均不显著,变化趋势大体与氮肥的施用相同。不同水平的K肥施用,对春石斛10213叶片全N、P、K含量的影响差异均不显著,但过高浓度的钾肥施用抑制Ca的吸收,与K1水平相比,其他K水平显著抑制Ca的积累( $P<0.05$ ),极差最大幅度为0.318;同时,随着K水平的提高,叶片Mg的积累也受到一定程度的抑制,Mg含量降低0.036%。从数据的变动来看,影响春石斛叶片全N、P、K、Ca和Mg含量的主导因子分别为N、N、K、N、N,最大极差幅度分别为0.221、0.037、0.440、0.488和0.069。

### 2.5 不同N、P、K水平对春石斛10213开花的影响

由表5可知,不同N、P、K水平下,春石斛正常开花株率、正常开花节率、单株开花数均优于对照,开花时间均明显提前( $P<0.05$ )。不同N水平处理对植株正

常开花水平存在显著差异( $P<0.05$ ),其中N1和N3水平下正常开花效果均明显优于N2水平,达到显著差异,但开花相对滞后,其中过高N浓度(N3水平),诱导开花所需时间最长仅在春节前7.8天开花。因此,以N1水平诱导开花效果最佳。不同P水平处理对植株正常开花效果存在一定差异,其中P3水平下正常开花效果最佳,提前开花时间(19.2天)、正常开花株率(70.0%)、正常开花节率(48.7%)和单株开花数(9.8朵)均达到显著差异( $P<0.05$ )。不同水平K处理对正常开花株率影响不明显,但随着K水平提高,植株开花时间明显提前,正常开花节率和单株开花数均明显提高( $P<0.05$ ),以K3水平诱导开花效果最佳。可见N1P3K3组合诱导开花效果最佳,这与表2所统计结果一致。

表5 不同N、P、K水平对春石斛10213开花的影响

处理水平	提前开花时间/d	正常开花株率/%	正常开花节率/%	单株开花数/朵
CK	4.3±0.6 d	46.7±5.8 c	37.6±3.0 c	6.8±0.4 c
N1	14.9±0.9 b	64.5±3.9 a	48.0±1.1 a	10.0±0.3 a
N2	25.2±0.5 a	52.2±5.1 b	39.4±1.0 b	7.0±0.2 b
N3	7.8±0.7 c	66.7±3.4 a	46.8±1.0 a	10.2±0.2 a
P1	13.9±0.2 b	57.8±5.1 b	43.2±1.0 b	9.0±0.4 b
P2	14.8±0.5 b	55.6±2.0 bc	41.9±0.5 b	8.3±0.1 b
P3	19.2±1.0 a	70.0±3.3 a	48.7±1.5 a	9.8±0.2 a
K1	13.9±0.2 b	58.9±1.9 a	37.1±0.5 c	7.2±0.1 c
K2	13.7±0.4 b	61.1±5.1 a	44.8±1.3 b	9.2±0.3 b
K3	20.4±0.6 a	63.3±3.4 a	51.9±1.3 a	10.6±0.4 a

### 3 结论

通过不同N、P、K水平处理春石斛10213发现(表2),较高浓度的N肥施用有利于植株的伸长,其中T7处理(N3P1K3)下植株长势最佳,主茎比对照高6.1 cm,叶片数增多2.7片,但高浓度N肥施用也会造成植株徒长,与N1水平相比,N3水平下植株假鳞茎粗度明显变小,茎粗增量降低0.28 cm(表3)。直观极差分析(表3)进一步证实,影响春石斛主茎生长的施肥水平依次为氮肥、钾肥和磷肥;同时,影响春石斛叶片全N、P、Ca和Mg含量的主导因子均为N,影响植物全K含量的主导因子为K。

生长期施用较高浓度的磷肥和钾肥更利于植株的开花(表2),其中T3处理(N1P3K3)效果最佳,提前开花较早,和正常开花水平均明显优于对照和其他处理。然而,高浓度N水平(N3)下,尽管植株长势快,但植株由营养生长进入生殖生长相对滞后,导致开花时间推迟,这可能与假鳞茎推迟进入花熟状态有关。

从植株的生长动态结果可知,4—6月主茎生长较为缓慢,7—8月生长最快,进入9月主茎生长减缓,止叶开始形成,假鳞茎逐渐成熟。与对照相比,N3水平下,植株在4—7月和9—10月出现2个生长高峰,而8月出现负增长,说明高浓度氮肥施用导致植株止叶形成和假鳞茎成熟相对滞后。

### 4 讨论

生长期增施氮肥,加快营养生长,但过高浓度的氮肥会推迟植株成熟和开花,这在许多作物的生产上得到了广泛的认可,并且过量施用氮肥既会降低氮肥利用率,也会增加种植成本,还会造成农业污染等一系列问题<sup>[4]</sup>。本试验发现氮肥是影响春石斛主茎生长和植物全N、P、Ca、Mg 4种矿质元素积累的主要因素,提高N水平,春石斛10213主茎株高和叶片增长加快,植物全N、P、K 3种矿质元素含量增加,但主茎粗度减小,叶片全Ca、Mg含量降低。其次,影响主茎生长的为钾肥,高浓度钾肥,有利于提高主茎株高、茎粗、叶片

数以及全K含量的增加,而磷肥的影响最小。这与不同N、P、K施肥对比对大花蕙兰、人工毛白杨生长的研究结果大致相同<sup>[15-16]</sup>。同时,实验还发现,在营养生长阶段增施P、K肥,可明显提高春石斛提前开花时间和正常开花水平(表5),其中以N1P3K3组合诱导开花效果最佳。

在整个生长发育阶段,春石斛生长对施肥的响应是不同的,春石斛主茎的生长主要集中在4—8月,其中处理组主茎在7月生长最快,株高、茎粗和叶片数平均增长分别为6.8 cm、0.4 cm和2.7片;进入9月,主茎生长减缓,止叶开始形成,假鳞茎趋向成熟。4—6月,增施N肥,植株长势差异不大,但6月之后,施用过高浓度N肥明显抑制假鳞茎的横向生长(图2),止叶形成滞后(图3),假鳞茎成熟明显推迟,造成开花延迟(表5)。同时发现,对照施肥条件下,尽管植株假鳞茎提早成熟,但植株过矮、茎节减少,开花效果明显差于处理组。因此,生产上可考虑在营养生长4—6月适当增施N肥,至7、8月适当提高磷钾施肥水平,9、10月停止施肥,以利于花芽诱导和正常开花。

#### 参考文献

- [1] 乔佳伟.春石斛栽培要点[J].中国花卉园艺,2005(8):18-20.
- [2] Campos K O, Kerbauy G B. Thermoperiodic effect on flowering and endogenous hormonal status in *Dendrobium* (Orchidaceae) [J]. Journal of plant physiology,2004(161):1385-1387.
- [3] 李振坚,王雁.春石斛的花期调控[J].中国花卉园艺,2005(8):20-23.
- [4] 潘舒群,庄军平,叶庆生.春石斛春化过程中生理生化变化的变化[J].热带作物学报,2007,28(3):38-41.
- [5] 刘晓青,周建涛.外源GA<sub>3</sub>对春石斛园艺性状的影响[J].江苏农业科学,2004(5):77.
- [6] 王再花,朱根发,欧孟昌,等.植物生长调节剂促进春石斛提前开花效果研究[J].广东农业科学,2008(10):37-39.
- [7] 李振坚,王雁,彭镇华,等.生长调节物质对春石斛假鳞茎萌芽与封顶的调控效应[J].北京林业大学学报,2009,31(1):79-83.
- [8] 钱桦,刘燕,郑勇平,等.施用6-BA对春石斛花芽分化及内源激素的影响[J].北京林业大学学报,2009,31(6):27-31.
- [9] 邵莉楣,孟子雄.植物生长调节剂应用手册[M].北京:金盾出版社,1999:73.
- [10] 叶香娟,钱桦,张勇杰,等.华东地区春石斛花期调控与花期花后管理技术[J].现代园艺,2007(3):18-19.
- [11] 陈文贞,张孟锦.春石斛栽培技术规程[J].广东农业科学,2010,37(7):64-65.
- [12] 刘晓青,周建涛,王燕敏.高档盆栽兰花春石斛栽培管理技术[J].安徽农业科学,2004,32(5):1093-1094.
- [13] 王明启.花卉无土栽培技术[M].辽宁:辽宁科学技术出版社,2001:45.
- [14] 张岳芳,陈留根,周炜,等.施氮量对南梗44氮素吸收运转及氮肥利用效率的影响[J].江西农业学报,2009,21(7):22-24,28.
- [15] 许家英,叶庆生,朱根发.大花蕙兰营养特性与光合特性研究[D].广州:华南师范大学,2007.
- [16] 胡磊,李吉跃,尚富华,等.不同施肥处理对毛白杨人工林生长及营养状况的影响[J].中国农学通报,2010,26(9):115-121.