

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2017.06.006

不同施肥对白及林下栽培生长量的影响

陈善波¹, 刘娜², 武华卫¹, 金银春¹, 刘均利¹, 王莎¹, 刘海鹰¹, 李加兵³

(1. 四川省林业科学研究院, 四川成都 610081; 2. 成都市金堂县农村发展和林业局, 四川金堂 610400;

3. 四川龙山生态中药源有限责任公司, 四川大邑 611330)

摘要:以杜仲林地为例, 采用不完全试验设计施肥方案, 分析了不同施肥对白及林下栽培生长量的影响。结果表明: (1) 施肥能促进白及林下栽培的生长, 当氮磷钾(N:P₂O₅:K₂O)施肥量为30 kg·0.067 hm⁻²时, 其生长势最好, 苗高为13.67 cm, 地径为0.44 cm; 施肥对白及苗高、地径的生长呈极显著差异(P<0.01)。(2) 施肥对白及块茎生长均有影响, 随着施肥量的增加, 白及块茎长、块茎宽、分芽数及块茎重量的生长量逐渐增大; 当氮磷钾(N:P₂O₅:K₂O)施肥量为30 kg·0.067 hm⁻²时, 块茎生长各项指标表现最好, 块茎长高于对照(CK)的40.67%, 块茎宽高于对照(CK)的91.27%, 分芽数高于对照(CK)的79.85%, 块茎重量高于对照(CK)的298.90%, 白及产量最高; 施肥对白及块茎长、块茎宽、分芽数、块茎重量的生长呈极显著差异(P<0.01)。(3) 建议在白及林下栽培时, 应在种植前施足有机肥, 在快速生长期追施氮肥为主, 在开花期和块茎膨大期追施氮磷钾复合肥, 以促进白及块茎的生长发育。

关键词:白及; 林下栽培; 施肥; 生长量

中图分类号: S759.82

文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2017)06-0020-07

Effects of Different Fertilization on Growth of *Bletilla striata* under Forest Cultivation

CHEN Shan-bo¹, LIU Na², WU Hua-wei¹, JIN Yin-chun¹, LIU Jun-li¹

WANG Sha¹, LIU Hai-ying¹, LI Jia-bing³

(1. Sichuan Academy of Forestry Science, Chengdu 610081, Sichuan, China;

2. Rural development and Forestry Bureau of Jintang County, Jintang 610400, Sichuan, China;

3. Sichuan Longshan Ecological Traditional Chinese Medicine Source Co., Ltd., Dayi 611330, Sichuan, China)

Abstract: *Eucommia ulmoides* forest land was taken as an example, the effects of different fertilization treatments on the growth of *Bletilla striata* under forest cultivation were studied by using incomplete fertilization design. The results showed that (1) the fertilizer could promote the growth of *Bletilla striata* under forest cultivation. The seedlings grew the best with the height of 13.67 cm and the diameter of 0.44 cm when nitrogen phosphorus and potassium (N:P₂O₅:K₂O) fertilizer was 30 kg per 0.067 hectare and fertilization on plant height, ground diameter growth showed significant difference (P<0.01); (2) The effects of fertilization were studied on the growth of *Bletilla striata* tubers, with the increase of fertilization amount, the tuber length, tuber width, tuber number and tuber weight of *Bletilla striata* increased gradually; When the nitrogen phosphorus and potassium (N:P₂O₅:K₂O) fertilizer was 30 kg per 0.067 hec-

收稿日期: 2017-10-26

基金项目: 四川省省财政专项资金—林下主要伴生中草药配置模式研究(ZL2016-16)。

作者简介: 陈善波(1981-), 男, 四川泸州人, 硕士, 助理研究员, 从事经济林培育、林下中药材繁育及栽培技术研究。E-mail: sbochen@163.com。

tare, the tuber grew the best, with its length 40.67% higher than that of the control (CK), width 91.27% higher tuber number 79.85% higher, tuber weight 298.90% higher and the highest yield of *Bletilla striata*; Fertilization on tuber length, width, number and tuber weight growth showed significant difference ($P < 0.01$); (3) It was suggested that organic fertilizer should be applied before planting in *Bletilla striata* under forest cultivation, and nitrogen fertilizer should be applied in the fast growing stage. Nitrogen, phosphorus and potassium compound fertilizer should be applied in the flowering and tuber swelling stages to promote the growth and development of *Bletilla striata* tubers.

Key words: *Bletilla striata*, Under forest cultivation, Fertilization, Growth

白及 [*Bletilla striata* (Thunb. ex A. Murray) Rchb. f.] 为兰科白及属多年生草本植物,块茎呈不规则扁圆形,多有 2~3 个爪状分枝,表面灰白色或黄白色,有数圈同心环节和棕色点状须根痕,质坚硬,不易折断,断面类白色,角质样^[1]。白及味苦、甘、涩,性微寒;归肺、肝、胃经;具有收敛止血,消肿生肌的作用;主要用于咯血,吐血,外伤出血,疮疡肿毒,皮肤皲裂;以干燥块茎入药,是传统的名贵中药材,也是四川的道地中药材之一。同时,白及还被广泛运用于食品、化工领域等,综合利用潜力十分巨大^[2]。

林下栽培是现代林业产业发展中,集经济、生态和社会效益为一体的新型林下复合经营模式,它以林地资源为依托,充分利用林下自然条件,选择适合林下生长的植物,采取先进的技术手段,进行合理栽培,为林上与林下植物共同生长,从而最大限度地提高土地利用率。近年来,随着白及的综合利用与开发,市场需求量不断扩大,导致野生资源急剧减少。由于白及喜温暖、阴湿的环境,生长于常绿阔叶林、针叶林下、路边草丛或岩石缝中^[3],且耐阴性强,是非常适合林下栽培的植物。因此,如何提高白及的人工林下栽培、产量及品质,是白及产业化发展中值得深入研究的问题。

合理施肥有利于植物生长发育,促进植物正常生长,增加产量,提高品质。目前,白及在种质资源^[4~5]、组培繁育^[6~7]、药理^[8~9]等方面研究较多,而对白及林下栽培的相关报道较少。为进一步提高白及林下栽培的产量与品质,本研究以杜仲林地为例,采用不完全试验设计施肥方案,研究了不同施肥对白及林下栽培生长量的影响,初步掌握了白及在幼苗期的生长特点,为白及人工林下栽培提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于四川省成都市大邑县斜源镇太平社区仰天窝林场,为成都平原向川西北高原的过渡地带,东经 102°59'~103°45',北纬 30°25'~30°49',属亚热带湿润季风气候区,年平均气温 16.1℃,年平均无霜期 284 d,年均总降水量为 1 095.5 mm,年均日照 1 076.5 h,年均相对湿度 83%。试验地海拔 1 260 m,林地上层为杜仲阔叶林,株行距为 4 m × 4 m,树龄为 25 a 生,郁闭度为 0.5。

1.2 试验材料

试验材料为 2 a 生白及苗。根据林地坡向进行整地作畦,畦面宽 100 cm~120 cm,高出地面 10 cm~15 cm,长度依地形而定,畦沟和围沟宽 20 cm~25 cm,深 10 cm~15 cm。在整地作畦时,施入少量农家肥作为底肥。栽植密度株行距为 30 cm × 30 cm。

1.3 试验设计

通过对试验地进行土壤取样,然后经过土壤成份分析^[10],确定了在试验区开展氮磷钾复合肥试验。氮磷钾复合肥是用氮(N)、磷(P)、钾(K)3种养分都含有的化学方法制成的复混肥料,是植物生长发育中所需较多的营养元素。本试验以无机复合肥 N:P₂O₅:K₂O=15:15:15 为主,施肥量设为 0、7.5 kg·0.067 hm⁻²、15 kg·0.067 hm⁻²、22.5 kg·0.067 hm⁻²、30 kg·0.067 hm⁻²等 5 个处理,分别为对照(CK)、处理 1、处理 2、处理 3、处理 4,每个处理设 3 次重复^[11]。氮磷钾复合肥施肥两次,每种处理辅助施微量元素水溶液^[12]。

1.4 调查内容和方法

调查内容分为白及地上部分和地下部分,其中

地上部分包括地径、高度等;地下部分包括块茎长、块茎宽、分芽数、芽长、块茎重量等。地上部分调查方法:在白及枯萎之前,对每个施肥水平随机抽取植株,地径(基部直径)采用电子游标卡尺测量,高度采用钢卷尺测量新梢基部到枝顶的距离。地下部分调查方法:待白及采收时,将样品用清水洗去泥土后,放在通风处吹干,然后将白及的根茎剪下,测其鲜重及大小情况。块茎长、块茎宽、芽长采用钢卷尺测量;块茎重量采用分析天平测定。

1.5 数据处理

试验数据采用 Excel 和 SPSS 22.0 统计软件进行方差分析,并用 LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同施肥对白及地上部分生长量的影响

通过对白及生长的调查分析,结果表明:施肥前白及苗高均值为 8.50 cm,地径均值为 0.31 cm,与对照(CK)相比较,苗高均值为 9.35 cm,地径均值为 0.33 cm,说明在不施肥的情况下,白及林下栽培的生长量较为缓慢;从处理 1 到处理 4,随着施肥量的增加,白及苗高、地径的生长量逐渐增大(表 1)。由此可见,与对照(CK)相比较,适量施肥能促进白及林下栽培的生长,当施肥量为 30 kg · 0.067 hm⁻²时,其生长势最好,苗高为 13.67 cm,地径为 0.44 cm。

表 1 施肥对白及地上部分生长量的影响

Tab. 1 Effects of fertilization on aboveground growth of *Bletilla striata*

品种 Varieties	施肥前/均值 Before fertilization / average		施肥后/均值 After fertilization/ average									
			处理 1 Treatment 1		处理 2 Treatment 2		处理 3 Treatment 3		处理 4 Treatment 4		对照 CK	
	苗高(cm) Seedling height (cm)	地径(cm) Ground diameter (cm)	苗高(cm) Seedling height (cm)	地径(cm) Ground diameter (cm)	苗高(cm) Seedling height (cm)	地径(cm) Ground diameter (cm)	苗高(cm) Seedling height (cm)	地径(cm) Ground diameter (cm)	苗高(cm) Seedling height (cm)	地径(cm) Ground diameter (cm)	苗高(cm) Seedling height (cm)	地径(cm) Ground diameter (cm)
白及	8.50	0.31	9.76	0.34	11.78	0.40	12.22	0.40	13.67	0.44	9.35	0.33

通过对白及苗高及地径的方差分析,不同施肥量对白及苗高、地径的生长呈极显著差异(P < 0.01),进一步说明施肥对白及林下栽培的生长量有显著作用(表 2)。经 LSD 法多重比较(表 3),在苗高和地径方面,处理 1 与处理 2、处理 3 和处理 4 之间呈极显著差异;处理 2 与对照(CK)、处理 1 和处理 4 之间呈极显著差异;处理 3 与对照(CK)、处理 1 和处理 4 之间呈极显著差异;处理 4 与对照(CK)、处理 1、处理 2 和处理 3 之间呈极显著差异。因此,说明施肥量在 7.5 kg · 0.067 hm⁻²、15 kg · 0.067 hm⁻²、22.5 kg · 0.067 hm⁻²、30 kg · 0.067 hm⁻²对白及苗高和地径生长均有显著作用,当施肥量在 30 kg · 0.067 hm⁻²时,其显著作用最大。

2.2 不同施肥对白及地下部分生长量的影响

通过对白及块茎生长的调查分析,结果表明:不同施肥量对白及块茎长、块茎宽、分芽数及块茎重量均有影响,从处理 1 到处理 4,随着施肥量的增加,白及块茎长、块茎宽、分芽数及块茎重量的生长量逐渐增大(表 4)。与对照(CK)相比较,在施肥量为 30 kg · 0.067 hm⁻²时,块茎生长量达到最大,其中块茎长均值为 6.467 cm,块茎宽均值为 4.227 cm,

分芽数均值为 4.73 个,块茎重量均值为 48.28 g。由此可见,在施肥量为 30 kg · 0.067 hm⁻²时,块茎生长各项指标表现最好,块茎长高于对照(CK)的 40.67%,块茎宽高于对照(CK)的 91.27%,分芽数高于对照(CK)的 79.85%,块茎重量高于对照(CK)的 298.90%,白及产量最高。

表 2 苗高及地径方差分析表

Tab. 2 Variance analysis of seedling height and ground diameter

		平方和 Quadratic sum	自由度 df	均方 Mean square	F 值 F	显著性 Significance
苗高 Seedling height	组间	385.867	4	96.467	36.546	0.000**
	组内	382.741	145	2.640		
	总数	768.608	149			
地径 Ground diameter	组间	22.454	4	5.614	21.424	0.000**
	组内	37.992	145	0.262		
	总数	60.446	149			

注: ** 和 * 分别表示 0.01 和 0.05 水平的差异显著性,下同。

由表 5 可知,通过对白及块茎长、块茎宽、分芽数及块茎重量的方差分析,不同施肥量对白及块茎长、块茎宽、分芽数、块茎重量的生长呈极显著差异(P < 0.01)。经 LSD 法多重比较(表 6),在块茎长方面,处理 1 与处理 4 之间呈极显著差异;处理 2、

表 3

苗高及地径多重比较分析表

Tab. 3

Multiple comparative analysis table of seedling height and ground diameter

因变量 Dependent variable	(I)处理 (I)Treatment	(J)处理 (J)Treatment	均值差 (I-J) Mean difference (I-J)	标准误 Standard error	显著性 Significance	95% 置信区间 95% Confidence interval			
						下限 Lower limit	上限 Upper limit		
苗高 Seedling height	LSD	CK	1	-0.4180	0.4195	0.321	-1.2470	0.4110	
			2	-2.4320 **	0.4195	0.000	-3.2610	-1.6030	
			3	-2.8753 **	0.4195	0.000	-3.7040	-2.0460	
			4	-4.3253 **	0.4195	0.000	-5.1540	-3.4960	
		1	CK	0.4180	0.4195	0.321	-0.4110	1.2470	
			2	-2.0140 **	0.4195	0.000	-2.8430	-1.1850	
			3	-2.4573 **	0.4195	0.000	-3.2860	-1.6280	
			4	-3.9073 **	0.4195	0.000	-4.7360	-3.0780	
		2	CK	2.4320 **	0.4195	0.000	1.6030	3.2610	
			1	2.0140 **	0.4195	0.000	1.1850	2.8430	
			3	-0.4433	0.4195	0.292	-1.2720	0.3860	
			4	-1.8933 **	0.4195	0.000	-2.7220	-1.0640	
	3	CK	2.8753 **	0.4195	0.000	2.0460	3.7040		
		1	2.4573 **	0.4195	0.000	1.6280	3.2860		
		2	0.4433	0.4195	0.292	-0.3860	1.2720		
		4	-1.4500 **	0.4195	0.001	-2.2790	-0.6210		
	4	CK	4.3253 **	0.4195	0.000	3.4960	5.1540		
		1	3.9073 **	0.4195	0.000	3.0780	4.7360		
		2	1.8933 **	0.4195	0.000	1.0640	2.7220		
		3	1.4500 **	0.4195	0.001	0.6210	2.2790		
	地径 Ground diameter	LSD	CK	1	-0.07567	0.1322	0.568	-0.3369	0.1856
				2	-0.7007 **	0.1322	0.000	-0.9619	-0.4394
				3	-0.6203 **	0.1322	0.000	-0.8816	-0.3591
				4	-1.0150 **	0.1322	0.000	-1.2762	-0.7538
1			CK	0.0757	0.1322	0.568	-0.1856	0.3369	
			2	-0.6250 **	0.1322	0.000	-0.8862	-0.3638	
			3	-0.5447 **	0.1322	0.000	-0.8059	-0.2834	
			4	-0.9393 **	0.1322	0.000	-1.2006	-0.6781	
2			CK	0.7007 **	0.1322	0.000	0.4394	0.9619	
			1	0.6250 **	0.1322	0.000	0.3638	0.8862	
			3	0.0803	0.1322	0.544	-0.1809	0.3416	
			4	-0.3143 **	0.1322	0.019	-0.5756	-0.0531	
3		CK	0.6203 **	0.1322	0.000	0.3591	0.8816		
		1	0.5447 **	0.1322	0.000	0.2834	0.8059		
		2	-0.0803	0.1322	0.544	-0.3416	0.1809		
		4	-0.3947 **	0.1322	0.003	-0.6559	-0.1334		
4		CK	1.0150 **	0.1322	0.000	0.7538	1.2762		
		1	0.9393 **	0.1322	0.000	0.6781	1.2006		
		2	0.3143 **	0.1322	0.019	0.0531	0.5756		
		3	0.3947 **	0.1322	0.003	0.1334	0.6559		

表 4

施肥对白及地下部分生长量的影响

Tab. 4

Effects of fertilization on the growth of underground part of *Bletilla striata*

处理 Treatment	块茎长 ± 标准差 (cm) Tuber length ± Standard deviation (cm)	块茎宽 ± 标准差 (cm) Tuber width ± Standard deviation (cm)	分芽数 ± 标准差 (个) Tuber number ± Standard deviation (number)	块茎重量 ± 标准差 (g) Tuber weight ± Standard deviation (g)
CK	4.597 ± 1.055	2.210 ± 0.645	2.630 ± 0.490	12.103 ± 5.392
1	5.157 ± 0.896	2.793 ± 0.679	3.530 ± 1.502	17.473 ± 6.554
2	5.433 ± 1.135	2.860 ± 0.756	4.100 ± 1.296	23.953 ± 8.532
3	5.533 ± 1.352	3.223 ± 0.809	4.230 ± 1.135	28.253 ± 7.239
4	6.467 ± 1.395	4.227 ± 1.230	4.730 ± 1.202	48.280 ± 14.490

表 5 块茎长、块茎宽、分芽数及块茎重量方差分析表
Tab. 5 Variance analysis table of tuber length, tuber width, tuber number and tuber weight

		平方和 Quadratic sum	自由度 df	均方 Mean square	F 值 F	显著性 Significance
块茎长 Tuber length	组间	55.628	4	13.907	9.968	0.000 **
	组内	202.303	145	1.395		
	总数	257.931	149			
块茎宽 Tuber width	组间	66.641	4	16.660	22.987	0.000 **
	组内	105.090	145	0.725		
	总数	171.731	149			
分芽数 Tuber number	组间	77.107	4	19.277	13.950	0.000 **
	组内	200.367	145	1.382		
	总数	277.473	149			
块茎重量 Tuber weight	组间	23144.560	4	5786.140	71.054	0.000 **
	组内	11807.766	145	81.433		
	总数	34952.326	149			

表 6 块茎长、块茎宽、分芽数及块茎重量多重比较分析表
Tab. 6 Multiple analysis table of tuber length, tuber width, tuber number and tuber weight

因变量 Dependent variable	(I)处理 (I) Treatment	(J)处理 (J) Treatment	均值差 (I-J) Mean difference (I-J)	标准误 Standard error	显著性 Significance	95% 置信区间 95% Confidence interval			
						下限 Lower limit	上限 Upper limit		
块茎长 Tuber length	LSD	CK	1	-0.5600	0.3050	0.068	-1.1630	0.0430	
			2	-0.8367 **	0.3050	0.007	-1.4390	-0.2340	
			3	-0.9367 **	0.3050	0.003	-1.5390	-0.3340	
			4	-1.8700 **	0.3050	0.000	-2.4730	-1.2670	
		1	CK	0.5600	0.3050	0.068	-0.0430	1.1630	
			2	-0.2767	0.3050	0.366	-0.8790	0.3260	
			3	-0.3767	0.3050	0.219	-0.9790	0.2260	
			4	-1.3100 **	0.3050	0.000	-1.9130	-0.7070	
		2	CK	0.8367 **	0.3050	0.007	0.2340	1.4390	
			1	0.2767	0.3050	0.366	-0.3260	0.8790	
			3	-0.1000	0.3050	0.743	-0.7030	0.5030	
			4	-1.0333 **	0.3050	0.001	-1.6360	-0.4310	
	3	CK	0.9367 **	0.3050	0.003	0.3340	1.5390		
		1	0.3767	0.3050	0.219	-0.2260	0.9790		
		2	0.1000	0.3050	0.743	-0.5030	0.7030		
		4	-0.9333 **	0.3050	0.003	-1.5360	-0.3310		
	4	CK	1.8700 **	0.3050	0.000	1.2670	2.4730		
		1	1.3100 **	0.3050	0.000	0.7070	1.9130		
		2	1.0333 **	0.3050	0.001	0.4310	1.6360		
		3	0.9333 **	0.3050	0.003	0.3310	1.5360		
	块茎宽 Tuber width	LSD	CK	1	-0.5833 **	0.2198	0.009	-1.0180	-0.1490
				2	-0.6500 **	0.2198	0.004	-1.0840	-0.2160
				3	-1.0133 **	0.2198	0.000	-1.4480	-0.5790
				4	-2.0167 **	0.2198	0.000	-2.4510	-1.5820
1			CK	0.5833 **	0.2198	0.009	0.1490	1.0180	
			2	-0.0667	0.2198	0.762	-0.5010	0.3680	
2		3	3	-0.4300	0.2198	0.052	-0.8640	0.0040	
			4	-1.4333 **	0.2198	0.000	-1.868	-0.9990	
		CK	0.6500 **	0.2198	0.004	0.2160	1.0840		
			1	0.0667	0.2198	0.762	-0.3680	0.5010	
		3	3	-0.3633	0.2198	0.101	-0.7980	0.0710	
			4	-1.3667 **	0.2198	0.000	-1.8010	-0.9320	
CK	1.0133 **		0.2198	0.000	0.5790	1.4480			
1	0.4300		0.2198	0.052	-0.0040	0.8640			
4	2	2	0.3633	0.2198	0.101	-0.0710	0.7980		
		4	-1.0033 **	0.2198	0.000	-1.4380	-0.5690		
	CK	2.0167 **	0.2198	0.000	1.5820	2.4510			
		1	1.4333 **	0.2198	0.000	0.9990	1.8680		
	3	2	1.3667 **	0.2198	0.000	0.9320	1.8010		
		3	1.0033 **	0.2198	0.000	0.5690	1.4380		

(续表 6)

因变量 Dependent variable	(I)处理 (I) Treatment	(J)处理 (J) Treatment	均值差 (I-J) Mean difference (I-J)	标准误 Standard error	显著性 Significance	95% 置信区间 95% Confidence interval		
						下限 Lower limit	上限 Upper limit	
分芽数 Tuber number	LSD	CK	1	-0.9000 **	0.3040	0.004	-1.5000	-0.3000
			2	-1.4670 **	0.3040	0.000	-2.0700	-0.8700
			3	-1.6000 **	0.3040	0.000	-2.2000	-1.0000
			4	-2.1000 **	0.3040	0.000	-2.7000	-1.5000
	1	CK	CK	0.9000 **	0.3040	0.004	0.3000	1.5000
			2	-0.5670	0.3040	0.064	-1.1700	0.0300
			3	-0.7000 *	0.3040	0.023	-1.3000	-0.1000
			4	-1.2000 **	0.3040	0.000	-1.8000	-0.6000
	2	CK	CK	1.4670 *	0.3040	0.000	0.8700	2.0700
			1	0.5670	0.3040	0.064	-0.0300	1.1700
			3	-0.1330	0.3040	0.661	-0.7300	0.4700
			4	-0.6330 *	0.3040	0.039	-1.2300	-0.0300
	3	CK	CK	1.6000 **	0.3040	0.000	1.0000	2.2000
			1	0.7000 *	0.3040	0.023	0.1000	1.3000
			2	0.1330	0.3040	0.661	-0.4700	0.7300
			4	-0.5000	0.3040	0.102	-1.1000	0.1000
	4	CK	CK	2.1000 **	0.3040	0.000	1.5000	2.7000
			1	1.2000 **	0.3040	0.000	0.6000	1.8000
			2	0.6330 *	0.3040	0.039	0.0300	1.2300
			3	0.5000	0.3040	0.102	-0.1000	1.1000
块茎重量 Tuber weight	LSD	CK	1	-5.3700 *	2.3300	0.023	-9.9750	-0.7650
			2	-11.8500 **	2.3300	0.000	-16.455	-7.2450
			3	-16.1500 **	2.3300	0.000	-20.755	-11.545
			4	-36.1767 **	2.3300	0.000	-40.782	-31.572
	1	CK	CK	5.3700 *	2.3300	0.023	0.7650	9.9750
			2	-6.4800 **	2.3300	0.006	-11.085	-1.8750
			3	-10.780 **	2.3300	0.000	-15.385	-6.1750
			4	-30.8067 **	2.3300	0.000	-35.412	-26.202
	2	CK	CK	11.8500 **	2.3300	0.000	7.2450	16.455
			1	6.4800 **	2.3300	0.006	1.8750	11.085
			3	-4.3000	2.3300	0.067	-8.905	0.3050
			4	-24.3267 **	2.3300	0.000	-28.932	-19.722
	3	CK	CK	16.1500 **	2.3300	0.000	11.5450	20.755
			1	10.7800 **	2.3300	0.000	6.1750	15.385
			2	4.3000	2.3300	0.067	-0.3050	8.9050
			4	-20.0267 **	2.3300	0.000	-24.632	-15.422
	4	CK	CK	36.1767 **	2.3300	0.000	31.572	40.782
			1	30.8067 **	2.3300	0.000	26.202	35.412
			2	24.3267 **	2.3300	0.000	19.722	28.932
			3	20.0267 **	2.3300	0.000	15.422	24.632

处理 3 与对照(CK)、处理 4 之间呈极显著差异;处理 4 与对照(CK)、处理 1、处理 2 和处理 3 之间呈极显著差异。在块茎宽方面,处理 1 与对照(CK)、处理 4 之间呈极显著差异;处理 2、处理 3 与对照(CK)、处理 4 之间呈极显著差异;处理 4 与对照(CK)、处理 1、处理 2 和处理 3 之间呈极显著差异。在分芽数方面,处理 1 与对照(CK)、处理 4 之间呈极显著差异;处理 2 与对照(CK)、处理 4 之间呈显著差异($P < 0.05$);处理 3 与对照(CK)之间呈极显

著差异;处理 4 与对照(CK)、处理 1 之间呈极显著差异。在块茎重量方面,处理 1 与处理 2、处理 3 和处理 4 之间呈极显著差异;处理 2、处理 3 与对照(CK)、处理 1 和处理 4 之间呈极显著差异;处理 4 与对照(CK)、处理 1、处理 2 和处理 3 之间呈极显著差异。因此,进一步说明施肥量在 $7.5 \text{ kg} \cdot 0.067 \text{ hm}^{-2}$ 、 $15 \text{ kg} \cdot 0.067 \text{ hm}^{-2}$ 、 $22.5 \text{ kg} \cdot 0.067 \text{ hm}^{-2}$ 、 $30 \text{ kg} \cdot 0.067 \text{ hm}^{-2}$ 对白及块茎长、块茎宽、分芽数及块茎重量生长均有显著作用,当施肥量在 $30 \text{ kg} \cdot$

0.067 hm⁻²时,白及块茎重量最大,其产量最高。

3 讨论与结论

在植物生长发育过程中,氮、磷、钾三种营养元素是植物需要量和收获时带走量较多的营养元素。氮是植物体内蛋白质、核酸和叶绿素的组成成分,对植物生长发育影响十分明显,当氮素充足时,植物可合成较多的蛋白质,促进细胞的分裂和增长,叶面积增长快,能有更多的叶面积用来进行光合作用。磷是植物体内核酸、蛋白质和酶等多种重要化合物的组成元素,对植物营养有重要的作用,参与光合作用、呼吸作用、能量储存和传递、细胞分裂、细胞增大等。钾是植物的主要营养元素,在植物代谢活跃的器官和组织中分布量较高,具有保证各种代谢过程的顺利进行、促进植物生长、增强抗病虫害和抗倒伏能力等功能。

李姣红^[13]等对白及氮磷钾施肥研究表明,磷肥供应的多少对白及块茎多糖的量影响最大,钾对多糖量的影响最小,氮磷钾对白及蛋白质的量影响大小为钾素>磷素>氮素,氮肥对产量的影响最大,其次是磷肥,钾肥的供应对白及产量的影响最小。本研究结果表明:适量施肥能促进白及林下栽培的生长,当氮磷钾(N:P₂O₅:K₂O)施肥量为30 kg·0.067 hm⁻²时,其生长势最好,苗高为13.67 cm,地径为0.44 cm;施肥对白及苗高、地径的生长呈极显著差异(P<0.01)。

林茂祥^[14]等对白及氮、磷、钾养分的研究认为,不同生育期氮、磷、钾的含量均呈现缓慢上升趋势,采收期含量最高,不同器官氮、磷、钾含量均随生育期进程而降低,叶片中氮含量最高,而假鳞茎中磷、钾含量最高。本项目结果表明:不同施肥量对白及块茎生长均有影响,随着施肥量的增加,白及块茎长、块茎宽、分芽数及块茎重量的生长量逐渐增大;当氮磷钾(N:P₂O₅:K₂O)施肥量为30 kg·0.067 hm⁻²时,块茎生长各项指标表现最好,块茎长高于

对照(CK)的40.67%,块茎宽高于对照(CK)的91.27%,分芽数高于对照(CK)的79.85%,块茎重量高于对照(CK)的298.90%,白及产量最高;施肥对白及块茎长、块茎宽、分芽数、块茎重量的生长呈极显著差异(P<0.01)。

因此,建议在白及林下栽培时,应在种植前施足有机肥,在快速生长期追施氮肥为主,在开花期和块茎膨大期追施氮磷钾复合肥,以促进白及块茎的生长发育。而对于氮磷钾对白及林下栽培的整个生长发育规律,对产量和品质的提高还有待于进一步的研究。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会编. 中华人民共和国药典:2015年版. 一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015.
- [2] 杨平飞,宋智琴,刘海,等. 不同生长年限白及生长旺盛期农艺性状与质量[J]. 北方园艺,2017(10):140~144.
- [3] 王彩霞,田敏,李全健,等. 白及的花部特征与繁育系统[J]. 园艺学报,2012,39(6):1159~1166.
- [4] 朱英,刘永翔,黄永会,等. 白及属种质资源的SRAP标记分析[J]. 贵州农业科学,2012,40(9):10~13.
- [5] 朱英,刘永翔,黄永会,等. 白及属SRAP引物筛选及反应体系优化[J]. 贵州农业科学,2012,40(11):1~3.
- [6] 袁宁,何俊蓉,何锐,等. 白及组培快繁育苗技术研究[J]. 西南农业学报,2009,22(3):781~785.
- [7] 宋智琴,杨平飞,罗鸣,等. 不同添加物对白及组培壮苗培养的影响[J]. 贵州农业科学,2016,44(3):138~140.
- [8] 李小泉,赵志国,龚庆芳,等. 白及组培苗和分株苗植株的农艺性状和品质比较研究[J]. 中药材,2015,38(12):2476~2479.
- [9] 陶阿丽,金耀东,刘金旗,等. 中药白及化学成分、药理作用及临床应用研究进展[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):6~9.
- [10] 鲍士旦. 土壤农化分析(第3版)[M]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [11] 武华卫,陈善波,金银春,等. 不同施肥量间对黄连早期生长量的影响[J]. 四川林业科技,2017,38(4):1~5.
- [12] 韩建萍,梁宗锁,张文生. 微量元素对丹参生长发育及有效成分的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(4):560~563.
- [13] 李姣红,张崇玉,罗光琼. 氮磷钾配施对白芨产量和多糖的影响[J]. 中草药,2009,40(11):1803~1805.
- [14] 林茂祥,韩凤,刘杰,等. 白及氮、磷、钾养分的吸收与分配[J]. 中药材,2017,40(2):253~257.