

• 药材与资源 •

密度、磷、氮对穿心莲产量和质量的影响

张从宇¹, 谭志静¹, 陶成林², 张子学¹, 胡能兵¹

(1. 安徽科技学院, 安徽 凤阳 233100; 2. 临泉县农委, 安徽 临泉 236400)

摘要:目的 研究密度、磷、氮对穿心莲产量和质量的影响。方法 田间随机区组设计, 高效液相色谱法测定穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯量。结果 密度对穿心莲的株高、鲜质量、干质量、脱水穿心莲内酯的量有极显著影响; 磷肥对穿心莲内酯量、脱水穿心莲内酯的量、内酯总量等质量性状及经济产量有极显著影响; 氮肥对穿心莲的干质量、穿心莲内酯的量、脱水穿心莲内酯的量、内酯总量的经济产量有显著或极显著影响; 磷肥、磷、氮互作对经济产量影响较大; 鲜质量与干质量间相关极显著; 质量性状间、质量性状与经济产量间相关显著或极显著。结论 密度 1.8×10^5 株/hm²、P₂O₅ 540 kg/hm²、纯氮 225 kg/hm² 经济产量最高。

关键词:穿心莲; 穿心莲内酯; 脱水穿心莲内酯; 经济产量

中图分类号: R282.21

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2007)07-1067-04

Effects of density, phosphorous, and nitrogen fertilizers on yield and quality of *Andrographis paniculata*

ZHANG Cong-yu¹, TAN Zhi-jing¹, TAO Cheng-lin², ZHANG Zi-xue¹, HU Neng-bing¹

(1. Anhui Science and Technology University, Fengyang 233100, China; 2. Agriculture Committee of Linquan Country, Linquan 236400, China)

Abstract: **Objective** To study the effects of density, phosphorous (P), and nitrogen (N) fertilizers on yield and quality of *Andrographis paniculata*. **Methods** Randomized block design in yield was used and HPLC was used to analyze the content of andrographolide and dehydroandrographolide. **Results** Plant height, fresh weight, dry weight, content of dehydroandrographolide were influenced significantly by density. The quality character and economic yield of content of andrographolide, dehydroandrographolide, total content of both andrographolide and dehydroandrographolide were significantly influenced by P nutrition. The economic yield of dry weight, content of andrographolide and dehydroandrographolide, and total content of both andrographolide and dehydroandrographolide were influenced significantly or extreme significantly by N nutrition. P and the interaction of P and N fertilizer extremely influenced the economic yield. The relative influences between plant weight and dry weight was extremely significance, that between quality character and quality character, that between quality character and economic yield were significant or extremely significant. **Conclusion** When planted with 1.8×10^5 /hm², fertilized with P₂O₅ 540 kg/hm² and pure N 225 kg/hm², the highest economic yield is gained.

Key words: *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees; andrographolide; dehydroandrographolide; economic yield

穿心莲为爵床科植物穿心莲 *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees 的干燥地上部分, 具有清热解毒、凉血、消肿的功效, 2005 年版《中国药典》以穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯作为穿心莲药材的质量控制指标成分^[1,2]。

各种药材产量和质量与当地的生态、栽培技术有很大关系^[3]。穿心莲原产于亚热带地区, 我国原产

地为海南、广东和福建, 现在华东、华中和西北均有种植^[4]。安徽的皖北近年来引种穿心莲, 面积逐年扩大, 由于种植地多为砂姜黑土, 缺磷少氮, 且种植不规范, 产量、特别是质量波动较大。为探索穿心莲南种北移后产量和质量的稳定性, 笔者就密度、磷肥、氮肥对穿心莲产量和内酯量的影响进行了研究, 为揭示皖北砂姜黑土地区穿心莲高产、优质的栽培基

收稿日期: 2006-11-15

基金项目: 安徽省“十五”重大科研项目(01803003); 安徽科技学院项目(2003YLQ08)

作者简介: 张从宇(1965—), 男, 高级农艺师, 现从事作物栽培和育种研究。Tel: (0550)6734662 E-mail: zhangcy96@sohu.com

础,指导生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 田间试验:试验于 2004 年在安徽临泉县进行,采用多因素随机区组设计,选用 3 个栽培因子——密度、磷肥、氮肥。磷肥选用磷酸二铵,全作基肥。氮肥选用碳酸氢铵,70%作基肥,30%作苗期追肥。自变量设计水平及处理代号如表 1,3 次重复。试验小区面积为 20 m²,行长 6 m,行距 0.65 m。试验地前茬为小麦,砂姜黑土,有基质质量分数 1.2%,碱解氮 64.4 mg/kg,有效磷 7.5 mg/kg,速效钾 28 mg/kg,pH 值 7.94。4 月 25 日于小弓棚育苗,6 月 4 日移植,10 月 8 日现蕾期收获。收获现场量株高,称鲜质量,晾干后称干质量,计算烘干率。

表 1 自变量设计水平及处理代号

Table 1 Independent variable design level and treatment code

处理代号	密度/ (10 ⁴ 株·hm ⁻²)	P ₂ O ₅ / (kg·hm ⁻²)	纯氮/ (kg·hm ⁻²)
1	18	540	450
2	18	540	337.5
3	18	540	225
4	18	540	450
5	18	540	337.5
6	18	540	225
7	13.5	360	450
8	13.5	360	337.5
9	13.5	360	225
10	13.5	360	450
11	13.5	360	337.5
12	13.5	360	225

1.2 穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯定量测定:穿心莲全草晾干后粉碎,过 60 目筛,取 0.1 g 置于 50 mL 锥形瓶中,加甲醇 50 mL,置于振荡器中,温度 35 ℃,振荡 5 h,静置 12 h,滤过,定容至 50 mL。穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯对照品购自中国药品生物制品检定所,用甲醇配制成 80、60、40、20、2 mg/L 质量浓度梯度的混合对照品溶液。用 Waters HPLC 系统测定,色谱柱为 C₁₈ 柱,流动相甲醇-水(65:35),检测波长:穿心莲内酯 226 nm,脱水穿心莲内酯 254 nm。内酯量=(内酯质量/干质量)×100%,内酯总量=穿心莲内酯量+脱水穿心莲内酯量,经济产量=内酯总量×干质量。

2 结果与分析

2.1 密度、磷、氮对穿心莲产量和质量的影响

2.1.1 产量和质量性状的平均值、变化范围和变异系数:各产量和质量性状的平均值、变化范围和变异系数列入表 2,从表 2 可以看出,株高、鲜质量、干质量、烘干率变异系数较小,说明株高、鲜质量、干质

表 2 穿心莲产量和质量性状的平均值变化范围和变异系数

Table 2 Average changing range and variation coefficient of yield and quality characters of *A. paniculata*

变异源	平均值	范围	RSD/%
株高/cm	93	89~96	2.19
鲜质量/(kg·hm ⁻²)	31 094	28 080~34 230	5.48
干质量/(kg·hm ⁻²)	8 339	7 410~9 285	5.34
烘干率/%	26.90	25.6~28.3	3.23
穿心莲内酯/%	3.22	1.70~4.50	20.98
脱水穿心莲内酯/%	0.20	0.11~0.31	25.53
内酯总量/%	3.40	1.81~4.81	21.00
经济产量/(kg·hm ⁻²)	271.70	236.7~383.8	20.85

量、烘干率受密度、磷、氮的影响较小。而穿心莲内酯量、脱水穿心莲内酯量、内酯总量和经济产量的变异系数较大,其中,脱水穿心莲内酯量变异系数最大,说明穿心莲内酯量、脱水穿心莲内酯量、内酯总量和经济产量受密度、磷、氮的影响较大。

2.1.2 密度、磷、氮对穿心莲产量和质量影响的均方差分析:密度、磷、氮对穿心莲产量和质量影响的均方差(*F* 值)及测验结果列入表 3,从表 3 可以看出,密度、磷、氮对穿心莲产量和质量均有显著或极显著的影响。密度对株高、鲜质量、干质量、脱水穿心莲内酯量均有极显著影响;磷肥对穿心莲内酯量、脱水穿心莲内酯量、内酯总量、经济产量均有极显著影响;氮肥对鲜质量、干质量、穿心莲内酯量、脱水穿心莲内酯量、内酯总量、经济产量均有极显著影响;密度×磷肥对鲜质量、干质量、穿心莲内酯量、脱水穿心莲内酯量、内酯总量、经济产量均有极显著影响;密度×氮肥对鲜质量、干质量、穿心莲内酯量、脱水穿心莲内酯量、内酯总量、经济产量均有极显著影响;磷肥×氮肥对干质量、穿心莲内酯量、内酯总量、经济产量均有极显著影响;密度×磷肥×氮肥对干质量有显著影响,对脱水穿心莲内酯量、内酯总量和经济产量均有极显著影响。

2.1.3 密度、磷、氮各水平组合产量和质量性状平均数间的新复极差测验:密度、磷、氮各水平组合产量和质量性状平均数间的新复极差测验如表 4 所示,从表 4 可以看出,各处理株高间差异达显著或极显著水平,其中处理 4 最高,处理 9 最低;各处理鲜质量间差异达显著或极显著水平,其中处理 4 最高,处理 10 最低;各处理干质量间差异达显著或极显著水平,其中处理 5 最高,处理 10 最低;各处理烘干率间无显著差异;各处理穿心莲内酯量间、脱水穿心莲内酯量间、经济产量间差异达显著或极显著水平,其中处理 3 均最高,处理 4 均最低。

2.2 穿心莲产量和质量性状间相关分析:穿心莲产量和质量性状间相关系数列入表 5。从表 5 可以看出,脱水穿心莲内酯量与经济产量间相关显著;鲜质量和干质量间、穿心莲内酯量与脱水穿心莲内酯量

间、穿心莲内酯量与内酯总量间、穿心莲内酯量与经济产量间、脱水穿心莲内酯量与内酯总量间、内酯总量与经济产量间相关极显著。

3 讨论与结论

表 3 密度、磷、氮对穿心莲产量和质量影响的均方差分析(F 值)

Table 3 Mean analysis of variance (F value) of density, P, and N effects on yield and quality of *A. paniculata*

变异来源	DF	株高	鲜质量	干质量	烘干率	穿心莲内酯量	脱水穿心莲内酯	内酯总量	经济产量
区组	22	1.399 5	0.561 8	1.204 9	1.264 4	0.778 9	0.004 6	0.796 6	0.067 2
处理	11	2.424 1*	5.540 2**	7.238 4**	1.093 2	20.891 5**	15.736 5**	23.577 7**	98.074 **
密度	1	16.873 9**	15.905 9**	8.029 8**	0.761 5	0.880 3	8.534 3**	1.416 7	0.741 9
磷肥	1	2.006 4	0.069 5	2.051 0	1.802 5	57.280 3**	43.599 3**	66.509 9**	204.334 8**
氮肥	2	0.466 5	24.339 0**	14.796 8**	2.397 3	6.577 5**	9.183 7**	7.710 5**	42.318 3**
密度×磷肥	1	3.932 6	22.211 0**	17.515 9**	0.421 0	30.990 1**	62.152 1**	39.234 5**	85.831 6**
密度×氮肥	2	0.095 3	8.343 0**	10.017 2**	0.438 6	54.307 0**	6.771 8**	57.457 6**	65.029 2**
磷肥×氮肥	2	0.245 8	0.719 1	6.740 2**	0.857 6	6.130 9**	0.834 9	24.911 0**	238.432 8**
密度×磷肥×氮肥	2	1.118 6	1.877 0	4.458 6*	0.826 6	3.314 0	12.616 0**	6.392 7**	48.172 7**

* 显著性达 5% ** 显著性达 1%,表 5 同

* represents significant difference up to 5% ** represents significant difference up to 1%, Table 5 is same

表 4 密度、磷、氮各水平组合产量和质量性状平均数间的新复极差测验

Table 4 SSR Test of average number between yield and quality character of density, P, and N combination

处理	株高/cm	鲜质量/(kg·hm ⁻²)	干质量/(kg·hm ⁻²)	烘干率/%	穿心莲内酯/%	脱水穿心莲内酯/%	内酯总量/%	经济产量/(kg·hm ⁻²)
1	95abAB	32 380bcdABC	8 289bcdBC	25.6aA	2.86cdC	0.20cdBCD	3.07cdD	249.3efgDE
2	95abAB	32 145abcAB	8 580bB	26.8aA	3.87bAB	0.23bcBC	4.09Bbc	236.7gE
3	94abcAB	29 460deBC	7 980cdBC	27.1aA	4.50aA	0.31Aa	4.81aA	383.8aA
4	96aA	34 230aA	8 538bcB	25.7aA	1.70eD	0.11gF	1.81eE	159.4hF
5	94abcAB	32 910abAB	9 285aA	28.2aA	3.20cdC	0.14fgEF	3.34cdD	310.1cB
6	93abcdAB	31 545bcdeABC	8 460bcdBC	26.7aA	2.83dC	0.15efgDEF	2.98Dd	250.0efgDE
7	91bcdAB	32 755abcdAB	8 811bB	26.9aA	4.04bA	0.23bcBC	4.23bAB	362.9bA
8	90cdAB	29 625deBC	7 905deCE	26.7aA	3.08cdC	0.21bcdBC	3.21cdD	253.7efgDE
9	89Db	32 535abcAB	8 520bcBC	26.2aA	3.06cdC	0.18defCDE	3.18cdD	245.4fgDE
10	92abcdAB	30 080cC	7 941Ed	26.4aA	3.35cBC	0.19cdeCDE	3.52cCD	258.6Efede
11	92abcdAB	29 460deBC	8 310bcdBC	28.1aA	3.21cdC	0.21bcdBC	3.41cdD	283.4dC
12	93abcdAB	30 000cdeBC	8 460bcdBC	28.3aA	2.92cdC	0.25bB	3.18cdD	266.5deCD

差异显著性检验为 SSR 法,小写字母表示 5% 差异水平,大写字母表示 1% 差异水平

Using SSR method to test significance of difference, small letters represent significance at 5% level, capital letters represent significance at 1% level

表 5 穿心莲产量和质量性状间相关系数

Table 5 Correlation coefficient between yield and quality character

	株高	鲜质量	干质量	烘干率	穿心莲内酯量	脱水穿心莲内酯量	内酯总量	经济产量
株高								
鲜质量	0.342 3							
干质量	0.195 0	0.760 1**						
烘干率	-0.104 3	-0.280 9	0.390 8					
穿心莲内酯量	-0.207 5	-0.435 9	-0.135 9	0.277 9				
脱水穿心莲内酯量	-0.135 0	-0.600 2	-0.361 3	0.296 4	0.791 8**			
内酯总量	-0.174 1	-0.451 2	-0.179 2	0.320 8	0.998 1**	0.820 0**		
经济产量	-0.233 6	-0.383 2	0.018 5	0.472 1	0.845 6**	0.669 4*	0.847 2**	

穿心莲对土壤的要求是肥沃、疏松、保水良好、微酸性或中性砂壤土或壤土。皖北砂姜黑土缺磷少氮,砂浆层保水能力差,土壤偏碱性,但富钾,灌溉条件好,从本试验结果看,只要在生产上增施氮、磷并选用合适的肥料品种,栽培技术应用得当,穿心莲南种北移,特别是皖北砂浆黑土地区种植穿心莲药材质量是有保证的。

磷肥、磷、氮互作对经济产量影响较大,生产上要特别注意施磷肥,做到磷、氮配合施用。据种植技术调查结合本实验结果,皖北砂姜黑土种植穿心莲质量不稳定,往往是农户盲目追求产量而偏施氮肥并很少施磷肥引起的。

鲜质量、干质量与穿心莲内酯量、脱水穿心莲内酯量、内酯总量间均呈负相关,说明穿心莲的产量性

状与质量性状是一对矛盾,要达到效益的最大化,生产上就要追求最大的经济产量,从本实验结果看,密度 1.8×10^5 株/hm²、P₂O₅ 540 kg/hm²、纯氮 225 kg/hm²经济产量最高。

References:

- [1] Ch P (中国药典) [S]. Vol 1. 2000.
- [2] Xu X Q, Hu G L, Shen J C, *et al.* Determination of andrographolide and dehydroandrographolide in andrographis pan-

iculata Nees materials and related patent medicines by RP-HPLC [J]. *Chin J Chromatogr* (色谱), 2002, 20(5): 446-448.

- [3] Chen X, Din W L, Chen J, *et al.* The major characteristics of cultivating technology of Chinese medicinal herbs [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2001, 26(1): 68-70.
- [4] Zhao B. Cultivation, harvest and process of medicinal herbs (药用植物栽培、采收与加工) [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2000.

金铁锁种质资源的遗传多样性分析

戴住波¹, 朱常成¹, 钱子刚^{1,2*}, 普春霞^{1,2}

(1. 云南中医学院, 云南 昆明 650200; 2. 中国科学院昆明植物研究所, 云南 昆明 650204)

摘要:目的 研究中国西南特有濒危药用植物金铁锁的遗传多样性。方法 应用 AFLP 分子标记技术对具有代表性的 7 个金铁锁居群, 共 137 个个体进行分析。结果 在金铁锁的物种水平上, Nei's 基因多样性指数 (*He*)、Shannon's 信息指数 (*I*)、多态位点百分率 (*PPB*) 分别为 0.2434 ± 0.1791 、 0.3735 ± 0.2485 、82.30%; 在其居群水平上分别为 0.0918 ± 0.1610 、 0.1402 ± 0.2362 、30.48%。居群间 Nei 遗传分化指数 (*Gst*): 0.6244; Shannon's 多样性基因遗传分化系数 (*Ist*): 0.6246。聚类表明: 地理距离相对远的丽江居群与个旧居群遗传距离最近; 昆明居群与其他居群遗传距离较远。统计获得 9 条可区分各地方居群的特征指纹带。结论 金铁锁种内的遗传多样性水平丰富, 而居群内遗传多样性水平较低, 居群间遗传分化显著; 各居群间亲缘关系与地理距离无明显相关性; 其种内特征带与各居群特征带结合, 可以为 AFLP 分子标记技术用于其种质资源的鉴定、遗传育种提供重要的依据。

关键词: 金铁锁; 种质资源; 遗传多样性; AFLP

中图分类号: R282.7

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2007)07-1070-05

Genetic diversity analysis of germplasm resources of *Psammosilene tunicoides*

DAI Zhu-bo¹, ZHU Chang-cheng¹, QIAN Zi-gang^{1,2}, PU Chun-xia^{1,2}

(1. Yunnan College of Traditional Chinese Medicine, Kunming 650200, China; 2. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China)

Abstract: **Objective** To analyze the genetic diversity of *Psammosilene tunicoides*, an endangered and endemic medicinal plant, in southwest China. **Methods** The genetic diversity of seven representational populations of *P. tunicoides* including 137 individuals had been investigated by amplified fragment length polymorphisms (AFLP) maker technique. **Results** The genetic diversity had been revealed as follow: the Nei's genetic diversity index (*He*), Shannon's information index (*I*), percentage of polymorphic loci (*PPB*) were 0.2434 ± 0.1791 , 0.3735 ± 0.2485 , and 82.30%, respectively at the species level; and 0.0918 ± 0.1610 , 0.1402 ± 0.2362 , and 30.48%, respectively at population level. The genetic differentiation index (*Gst*) was 0.6246 and genetic differentiation coefficient by Shannon's diversity (*Ist*) was 0.6246. The result of dendrogram of seven populations indicated that Lijiang and Gejiu of Yunnan populations shared the maximum genetic identity, though they distributed in a relatively great geographical distance; Kunming population of Yunnan had the greater genetic distance from other populations. Nine characteristic fingerprint bands that can distinguish the different populations had been acquired. **Conclusion** The genetic diversity of *P. tunicoides* is relatively higher at the species levels, while lower within population levels, and a significant degree of genetic differentiation occurs among the populations. There is little relativity between the relationship of populations and geographical distance. The combination of character-

收稿日期: 2006-10-22

基金项目: 云南省中青年学术技术带头人后备人才项目 (2004PY01-18)

作者简介: 戴住波 (1981—), 男, 湖南双峰人, 云南中医学院 2004 级中药资源开发与利用方向在读硕士研究生。

* 通讯作者 钱子刚 Tel: (0871)6212605 Fax: (0871)6212608 E-mail: qianzig@yahoo.com.cn