

# 氮磷钾肥对地道药材建泽泻生长与品质的影响

张秋芳<sup>1</sup>, 刘波<sup>1,①</sup>, 史怀<sup>1</sup>, 蔡宣梅<sup>1</sup>, 吕竹青<sup>2</sup>, 冯小强<sup>2</sup>

(1. 福建省农业科学院生物技术研究所, 福建福州 350003; 2. 福建省建瓯市吉阳镇农技站, 福建南平 353106)

**摘要:** 通过田间正交试验并结合室内 HPLC 分析, 研究了氮、磷和钾素营养对建泽泻 [*Alisma orientale* (Sam.) Juzepcz.] 生长和品质的影响。结果表明, 施用基肥对建泽泻生长前期的叶片数、株高、叶宽和叶长等农艺性状的影响均大于不施基肥处理; 氮、磷和钾施用量对建泽泻产量均无显著影响, 当施肥量为纯 N 225.0 kg·hm<sup>-2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 187.5 kg·hm<sup>-2</sup> 和 K<sub>2</sub>O 225.0 kg·hm<sup>-2</sup>, 总施肥量为 637.5 kg·hm<sup>-2</sup> 时, 产量最高; 氮、磷和钾施用量对建泽泻块茎的粒重均无显著影响; 磷的施用量对建泽泻指标性成分 23-乙酰泽泻醇 B 含量有显著影响, 而氮和钾均没有显著影响, 且影响作用从高至低次序依次为 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、N、K<sub>2</sub>O。

**关键词:** 建泽泻; 施肥水平; 生长; 品质; 23-乙酰泽泻醇 B

**中图分类号:** S567.062 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2006)03-0039-04

**Effects of N, P and K nutrition on growth and quality of Chinese traditional herb *Alisma orientale***  
ZHANG Qiu-fang<sup>1</sup>, LIU Bo<sup>1,①</sup>, SHI Huai<sup>1</sup>, CAI Xuan-mei<sup>1</sup>, LÜ Zhu-qing<sup>2</sup>, FENG Xiao-qiang<sup>2</sup> (1. Biotechnology Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003, China; 2. Fujian Province Jian'ou City Jiyang Agriculture Technology Station, Nanping 353106, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2006, 15(3): 39-42

**Abstract:** The effects of N, P and K on growth and quality of Chinese traditional medicinal plant *Alisma orientale* (Sam.) Juzepcz. were studied by field orthogonal experiment combining with HPLC analysis. The results showed that leaf number, plant height, leaf width and leaf length were improved by application of basic fertilizer in the early growing stage. The effects of N, P and K nutrition on output and particle weight of *A. orientale* were slightly displayed. The output was the highest under the condition of N 225.0 kg·hm<sup>-2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 187.5 kg·hm<sup>-2</sup> and K<sub>2</sub>O 225.0 kg·hm<sup>-2</sup> and total amount fertilizer 637.5 kg·hm<sup>-2</sup>. The effect of P nutrition on ingredient of alisol B 23-acetate in tubers was significant, but N or K was not, and the order of effect descent was: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, N.

**Key words:** *Alisma orientale* (Sam.) Juzepcz.; fertilization level; growth; quality; alisol B 23-acetate

泽泻 [*Alisma orientale* (Sam.) Juzepcz.] 为传统中药, 其块根入药, 具有利水渗湿、泄热通淋的作用, 主治小便不利、热淋涩痛、水肿胀满、泄泻、痰饮眩晕、遗精等, 在《神农本草经》中列为上品, 主产于福建和四川等地<sup>[1,2]</sup>。前人通过系统的化学成分分析和药理作用研究, 认为 23-乙酰泽泻醇 B 是控制泽泻质量的指标成分<sup>[2]</sup>。另有研究表明, 合理施肥是实施中药材生产管理规范化 (GAP) 的重要环节之一<sup>[3]</sup>, 因此, 为达到既提高建泽泻的块茎产量又不影响其产品质量的目标, 有必要对建泽泻的需肥规律及其特性进行研究。作者拟通过田间正交试验并结合室内高效液相色谱 (HPLC) 分析, 初步了解氮、磷、钾肥对建泽泻生长和品质的影响, 以期为地道药材建泽泻的 GAP 建设提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 田间试验

试验于福建省建瓯市吉阳镇地道药材建泽泻 GAP 基地进行。供试土壤为轻壤土, 经田面平整、土壤混匀后, 筑小区田埂和灌排水沟。土壤基本理化性状为: pH 5.42 (水: 土 = 1: 1), 有机质含量 23.2 g·kg<sup>-1</sup>, 水解性氮含量 161 mg·kg<sup>-1</sup>, 速效磷

收稿日期: 2006-02-22

基金项目: 福建省科学技术厅重大 (招标) 项目“福建省地道药材 (泽泻) GAP 研究及其标准化生产示范基地建设”的部分内容 (2001Z145)

作者简介: 张秋芳 (1973-), 女, 福建闽清人, 硕士, 副研究员, 主要从事土壤与植物营养及中药材 GAP 研究。

① 通讯作者 E-mail: fzliubo@163.com

含量  $113.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 速效钾含量  $76.56 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。供试泽泻品种为当地主栽品种建泽泻。

参照当地传统施肥习惯, 试验采用  $L_9(3^4)$  3 因子 3 水平正交设计<sup>[4]</sup>, 选取施氮量(A)、施磷量(B)和施钾量(C)作为主要因子。施氮量(A)为施纯氮 262.5 (A1)、187.5 (A2) 和 225.0  $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  (A3); 施磷量(B)为  $\text{P}_2\text{O}_5$  112.5 (B1)、150.0 (B2) 和 187.5  $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  (B3); 施钾量(C)为  $\text{K}_2\text{O}$  187.5 (C1)、225.0 (C2) 和 262.5  $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  (C3)。试验共设 9 个处理, 各因子水平分别为: A1B1C1、A3B1C3、A1B2C2、A3B2C1、A2B1C2、A2B3C1、A3B3C2、A2B2C3、A1B3C3, 另外, 为便于观察和比较, 试验还加设了 1 个不施肥处理作为对照(CK)。每处理重复 3 次, 随机区组排列, 小区面积为  $21 \text{ m}^2$  ( $3 \text{ m} \times 7 \text{ m}$ )。

供试氮肥选用碳酸氢铵(含纯 N 17%, 用作基肥)和尿素(含纯 N 46%, 用作追肥), 磷肥为过磷酸钙(含  $\text{P}_2\text{O}_5$  12%), 钾肥为氯化钾(含  $\text{K}_2\text{O}$  60%)。其中, 基肥占总施肥量的 40%、追肥占 60%, 结合中耕除草和病虫害防治分 2 次进行。全部肥料于移栽后 65 d 内全部施入。

移栽时建泽泻苗按每行 7 株、每列 17 株种植, 每小区共植苗 119 株。移栽后 30 d, 选取各小区第 5 排中间 5 列的 5 棵泽泻苗进行生长前期的定点观测记载, 记载项目为叶片数、株高、最大叶片的叶长和叶宽。水分管理等按照当地传统方法进行。

## 1.2 有效成分分析

1.2.1 待测样品的制备 上述各处理中每小区随机取块茎 5 粒, 白天于  $60^\circ\text{C} \sim 65^\circ\text{C}$  烘烤, 晚上冷却、吐水, 重复烘烤、冷却, 约 15 d 后取出, 脱毛、粉碎、过筛, 称重后用乙腈提取, 并测定其含水量。

1.2.2 色谱分析方法和条件 色谱分析方法和条件主要参照文献[5]等, 并适当改进。23-乙酰泽泻醇 B 对照品由南京中医药大学彭国平教授提供。

色谱分析条件: Agilent1100 HPLC 仪; 色谱柱: Hypersil ODS  $\text{C}_{18}$  反相柱 ( $4.0 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}$ , 填料孔径  $5 \mu\text{m}$ ); 流动相:  $V(\text{乙腈}): V(\text{水}) = 80:20$ ; 流速  $0.8 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ; 检测波长  $208 \text{ nm}$ ; 进样量  $10 \mu\text{L}$ 。经验证, 样品的稳定性、重现性及加样回收率等各参数均符合中药材指纹图谱的要求<sup>[6]</sup>。浓度计算公式为  $D = 1.1320 + 1.3153H$ ,  $R^2 = 0.9998$  (式中  $D$  为浓度,  $H$  为标准品的峰高); 23-乙酰泽泻醇 B

含量的计算公式为 23-乙酰泽泻醇 B 含量 ( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ ) = (浓度  $\times 10$ ) / 样品干重。

## 1.3 统计分析

用 SPSS(11.0) 软件进行显著(5%)和极显著(1%)差异检验及方差分析<sup>[7]</sup>。

## 2 结果和分析

### 2.1 施肥对建泽泻生长前期田间农艺性状的影响

对田间观测数据进行统计分析, 结果表明(见表 1), 不同营养元素(氮、磷、钾)和不同基肥施用量对建泽泻生长前期的田间农艺性状(株高、叶片数、最大叶片的叶长和叶宽等)均能产生不同的影响, 但各处理间同一参数值均未达显著差异水平。然而, 对照组(在此等同于不施肥处理)的各项农艺性状显著低于所有施肥处理组, 其差异甚至达到极显著水平。这说明施用基肥能促进建泽泻幼苗的生长, 从而为其块茎的形成及产量和质量的提高提供充足的营养基础。

### 2.2 施肥对建泽泻产量的影响

不同氮、磷、钾肥施用水平对建泽泻产量的影响不同(表 2)。方差分析结果显示(表 3),  $\text{N}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$  和  $\text{K}_2\text{O}$  的显著值分别为 0.985、0.159 和 0.647, 3 个因素均无显著意义 ( $P > 0.05$ ), 但其影响次序从高至低依次为  $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{N}$ ; 由单因素统计量分析(表 4)可知,  $\text{N}$  选 3 水平、 $\text{P}_2\text{O}_5$  选 3 水平、 $\text{K}_2\text{O}$  选 2 水平, 最佳水平为 A3B3C2, 也就是正交试验中的处理 9, 即: 纯  $\text{N}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$  和  $\text{K}_2\text{O}$  的施用量分别为 225.0、187.5 和 225.0  $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 总施肥量达 637.5  $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,  $\text{N}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$  和  $\text{K}_2\text{O}$  的施肥比例为 6:5:6 时, 小区产量为最高。这与实际观测结果也是一致的。

### 2.3 不同施肥处理对建泽泻品质的影响

按照传统的建泽泻质量分级方法, 块茎越大, 其个体重量越大, 所属的质量等级越高。由表 2 可知, 不同处理所获得的建泽泻块茎粒重大小不同, 其差异甚至达到极显著水平。经方差分析可知,  $\text{N}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$  和  $\text{K}_2\text{O}$  对建泽泻块茎粒重影响的显著值分别为 0.901、0.176 和 0.563, 3 个因素均无显著意义 ( $P > 0.05$ ), 但其影响次序从高至低依次为  $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{N}$ 。由单因素统计量分析可知,  $\text{N}$  选 2 水平、 $\text{P}_2\text{O}_5$  选 3 水平、 $\text{K}_2\text{O}$  选 2 水平, 即最佳条件为 A2B3C2, 而在正交试验中, 粒重最高的最佳条件则为 A3B3C2。

表1 氮磷钾肥对建泽泻生长前期各农艺性状影响的  $L_9(3^4)$  正交试验和结果<sup>1)</sup>Table 1 The orthogonal experiment and result about effects of N, P and K fertilization level on agronomic characters of *Alisma orientale* (Sam.) Juzepcz. at early growing stage<sup>1)</sup>

| 处理组<br>No. of group | 因子和水平/kg·hm <sup>-2</sup> Factor and level |                               |                  | 叶片数<br>Leaf number | 株高/cm<br>Plant height | 叶宽/cm<br>Leaf width | 叶长/cm<br>Leaf length |
|---------------------|--|-------------------------------|------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
|                     | N  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |                    |                       |                     |                      |
| 1                   | 262.5                                      | 112.5                         | 187.5            | 9.00aA             | 26.56aA               | 8.18aA              | 11.57aA              |
| 2                   | 262.5                                      | 150.0                         | 225.0            | 8.47abAB           | 26.04aAB              | 8.02aA              | 11.60aA              |
| 3                   | 262.5                                      | 187.5                         | 262.5            | 8.53abAB           | 24.36abAB             | 7.63aAB             | 10.79aAB             |
| 4                   | 187.5                                      | 112.5                         | 225.0            | 7.80abcAB          | 22.87abAB             | 7.21abAB            | 9.99abAB             |
| 5                   | 187.5                                      | 150.0                         | 262.5            | 7.53bcAB           | 23.52abAB             | 6.85abAB            | 9.95abAB             |
| 6                   | 187.5                                      | 187.5                         | 187.5            | 8.40abAB           | 25.84aAB              | 8.00aA              | 11.23aA              |
| 7                   | 225.0                                      | 112.5                         | 262.5            | 7.80abcAB          | 23.82abAB             | 7.59aAB             | 10.55abAB            |
| 8                   | 225.0                                      | 150.0                         | 187.5            | 8.20abAB           | 23.49abAB             | 7.54aAB             | 10.45abAB            |
| 9                   | 225.0                                      | 187.5                         | 225.0            | 8.67abA            | 25.05aAB              | 8.00aA              | 11.41aA              |
| 10(CK)              | 0  | 0                             | 0                | 7.00cB             | 20.58bB               | 6.20bB              | 8.69bB               |

<sup>1)</sup> 各处理间的多重比较采用 Duncan 法; 同列中不同的小写和大写字母分别表示在 5% 和 1% 的水平下差异显著 Duncan's multiple range test was used to determine difference among treatments; The different small and capital letters in the same column indicate the significant difference at the 5% and 1% levels respectively.

表2 氮磷钾肥对建泽泻产量和品质影响的  $L_9(3^4)$  正交试验和结果<sup>1)</sup>Table 2 The orthogonal experiment and result about effects of N, P and K fertilization level on output and quality of *Alisma orientale* (Sam.) Juzepcz. <sup>1)</sup>

| 处理组<br>No. of group | 因子和水平/kg·hm <sup>-2</sup> Factor and level |                               |                  | 小区产量/kg<br>Average output | 平均粒重/g<br>Average particle weight | 23-乙酰泽泻醇 B 含量/%<br>Content of alisol<br>B 23-acetate |
|---------------------|--|-------------------------------|------------------|---------------------------|-----------------------------------|--|
|                     | N  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |                           |                                   |  |
| 1                   | 262.5                                      | 112.5                         | 187.5            | 5.75deCD                  | 100.4deC                          | 0.1735aA   |
| 2                   | 262.5                                      | 150.0                         | 225.0            | 6.05cdBCD                 | 107.1bcdeBC                       | 0.1516cB   |
| 3                   | 262.5                                      | 187.5                         | 262.5            | 6.55bAB                   | 114.9abAB                         | 0.1725aA   |
| 4                   | 187.5                                      | 112.5                         | 225.0            | 5.75deCD                  | 102.9cdeBC                        | 0.1721aA   |
| 5                   | 187.5                                      | 150.0                         | 262.5            | 6.25bcBC                  | 114.6abAB                         | 0.1316dC   |
| 6                   | 187.5                                      | 187.5                         | 187.5            | 6.25bcBC                  | 111.6bcABC                        | 0.1585bcB  |
| 7                   | 225.0                                      | 112.5                         | 262.5            | 5.50eD                    | 98.9eC                            | 0.1770aA   |
| 8                   | 225.0                                      | 150.0                         | 187.5            | 5.90cdeCD                 | 102.3bedABC                       | 0.1379dC   |
| 9                   | 225.0                                      | 187.5                         | 225.0            | 7.00aA                    | 122.4aA                           | 0.1605bB   |

<sup>1)</sup> 各处理间的多重比较采用 Duncan 法; 同列中不同的小写和大写字母分别表示在 5% 和 1% 的水平下差异显著 Duncan's multiple range test was used to determine difference among treatments; The different small and capital letters in the same column indicate the significant difference at the 5% and 1% levels respectively.

表3 氮磷钾肥对建泽泻小区产量影响的  $L_9(3^4)$  正交试验方差分析Table 3 The variance analysis of  $L_9(3^4)$  orthogonal experiment about effects of N, P and K fertilization level on area yield of *Alisma orientale* (Sam.) Juzepcz.

| 方差来源<br>Variance source         | 平方和<br>Sum of square   | df | 均方<br>Mean square      | F        | 显著值<br>Sig. |
|---------------------------------|------------------------|----|------------------------|----------|-------------|
| 校正模型 Corrected model            | 1.455                  | 6  | 0.242                  | 1.949    | 0.377       |
| 截取 Intercept                    | 336.111                | 1  | 336.111                | 2700.893 | 0.000       |
| 氮 N                             | $3.889 \times 10^{-3}$ | 2  | $1.944 \times 10^{-3}$ | 0.016    | 0.985       |
| 磷 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 1.316                  | 2  | 0.658                  | 5.286    | 0.159       |
| 钾 K <sub>2</sub> O              | 0.136                  | 2  | $6.778 \times 10^{-3}$ | 0.545    | 0.647       |
| 误差 Error                        | 0.249                  | 2  | 0.124                  |          |             |
| 总和 Total                        | 337.815                | 9  |                        |          |             |
| 校正总和 Corrected total            | 1.704                  | 8  |                        |          |             |

从表2 还可知, 不同施肥处理对建泽泻指标性成分 23-乙酰泽泻醇 B 含量的影响也不同, 但各处理组

的 23-乙酰泽泻醇 B 含量均高于泽泻含量的限量指标(0.05%)<sup>[2]</sup>。由方差分析结果可知, N、

$P_2O_5$ 和 $K_2O$ 的显著值分别为0.286、0.045和0.694。其中, $P_2O_5$ 对23-乙酰泽泻醇B含量有显著影响( $P < 0.05$ ),而N和 $K_2O$ 均无显著意义( $P > 0.05$ ),其影响次序从高至低依次为 $P_2O_5$ 、N、 $K_2O$ 。另外,由单因素统计分析可知,N应选1水平、 $P_2O_5$ 选1水平、 $K_2O$ 选2水平,即最佳条件为A1B1C2。而在正交试验中,处理7(A3B1C3)、处理1(A1B1C1)、处理3(A1B3C3)、处理4(A2B1C2)4个处理组的23-乙酰泽泻醇B含量均极显著高于其他处理组。

表4 氮磷钾肥对建泽泻产量影响的 $L_9(3^4)$ 正交试验单因素统计表  
Table 4 One-way estimated marginal means of area yield obtained by the  $L_9(3^4)$  orthogonal experiment about N, P and K affect on *Alisma orientale* (Sam.) Juzepcz.

| 因素<br>Factor | 水<br>平/kg·hm <sup>-2</sup><br>Level | 产量/kg<br>Yield<br>( $\bar{X} \pm SD$ ) | 95%可信区间/kg<br>95% confidence interval |                   |
|--------------|-------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------|
|              |                                     |  | 下限<br>Lower bound                     | 上限<br>Upper bound |
| N            | 262.5                               | 6.117 ± 0.204                          | 5.240                                 | 6.993             |
|              | 187.5                               | 6.083 ± 0.204                          | 5.207                                 | 6.960             |
|              | 225.0                               | 6.133 ± 0.204                          | 5.257                                 | 7.010             |
| P            | 112.5                               | 5.667 ± 0.204                          | 4.790                                 | 6.543             |
|              | 150.0                               | 6.067 ± 0.204                          | 5.190                                 | 6.943             |
|              | 187.5                               | 6.600 ± 0.204                          | 5.724                                 | 7.476             |
| K            | 187.5                               | 5.967 ± 0.204                          | 5.090                                 | 6.843             |
|              | 225.0                               | 6.267 ± 0.204                          | 5.390                                 | 7.143             |
|              | 262.5                               | 6.100 ± 0.204                          | 5.224                                 | 6.976             |

另外,从上述分析还可发现,建泽泻块茎的大小对23-乙酰泽泻醇B的转化和累积并没有直接的影响。这与陈丽等人的研究结果是一致的<sup>[8]</sup>。

### 3 讨 论

上述研究结果表明,施用基肥明显有利于建泽泻幼苗生长,从而为其块茎的形成及指标性成分23-乙酰泽泻醇B的转化和累积提供充足的营养基础。但当地传统的施肥方法不强调甚至不施用基肥,因而,这需要引起当地技术人员和种植户的重视并进行更深入、系统的比较研究。

不同的营养元素和施肥水平对建泽泻的产量和质量都有一定的影响,其影响次序从高至低依次为 $P_2O_5$ 、 $K_2O$ 、N。其中,不论在产量上还是品质上磷素营养对建泽泻的影响均大于氮和钾,对23-乙酰泽

泻醇B含量的影响甚至达到显著水平。这主要是由于磷素是DNA、RNA和磷脂的组成成分,并对植株的光合作用和碳水化合物代谢具有控制作用。因此,发棵期和球茎膨大期细胞数量的增加、体积的膨大和淀粉的积累,均要求较多的磷素的参与。与此同时,作物的淀粉、可溶性糖等的积累也需要较多的钾的参与,尤其是在生长后期即球茎膨大期表现更为明显<sup>[9]</sup>。

中药材GAP强调的是药材的地道性,即原产地原则,因此中药材GAP必须在保证其质量的前提下提高药材的产量。作者通过田间试验研究不同氮、磷、钾肥施用水平对建泽泻的生长及其产量和质量的影响,并结合HPLC分析方法对建泽泻的质量进行检验,得到一些有价值的研究结果,这对于实现地道药材规范化栽培(GAP)建设也是一种新的尝试和探讨。

致谢:本研究是由福建省科学技术厅重大(招标)项目“福建省地道药材(泽泻)GAP研究及其标准化生产示范基地建设”(编号:2001Z145)课题组全体成员共同完成的,特此致谢!

#### 参考文献:

- [1] 周坛树,施大文.不同产地泽泻中主要成分的HPLC测定[J].中药材,2000,23(11):687-688.
- [2] 彭国平,潘林梅,文红梅.泽泻对照品研究[J].南京中医药大学学报(自然科学版).2001,17(3):154-156.
- [3] 国家药品监督管理局.中药材生产质量管理规范(试行)[EB/OL].北京:国家药品监督管理局,2002[2006-08-23].  
Http://www.herbstimes.com/gap/ind.htm.
- [4] 西北农业大学,华南农业大学.农业化学研究法(第二版)[M].北京:中国农业出版社,1992.281.
- [5] 张秋芳,史怀,朱炳耀,等.垄畦栽培对地道药材建泽泻产量与品质的影响[J].中国农学通报,2005,21(11):143-144,237.
- [6] 周玉新,雷海明,徐永红,等.中药指纹图谱研究技术[M].北京:化学工业出版社,2002.106-144.
- [7] 韩永龙,王浩,付丽佳.SPSS软件用于药学研究中的正交设计数据处理[J].药学进展,2002,26(3):179-182.
- [8] 陈丽,吴水生,郭素华,等.建泽泻中泽泻醇B-23-乙酸酯含量的HPLC测定[J].福建中医学院学报,2004,14(5):29-32.
- [9] 宋春风,徐坤.芋对氮磷钾吸收分配规律的研究[J].植物营养与肥料学报,2004,10(4):403-406.