

氮、磷、钾对荆芥产量及挥发油含量的影响

张文军, 骆翔, 郭玉海, 董学会, 张志梅, 翟志席

(中国农业大学 农学与生物技术学院 中药材研究中心, 北京 100193)

摘要: 采用三因素二次 D 饱和最优设计, 研究氮、磷、钾及其配比对荆芥产量和挥发油含量影响。结果表明: 氮、磷、钾肥合理施用能明显促进荆芥产量和挥发油含量。施肥能通过促进二级分枝发育来提高荆芥分枝数及穗数。全量氮、钾肥与磷肥复合处理中二级分枝最多, 单施氮肥效果次之。施肥能提高荆芥产量, 主要增产效果体现在芥穗产量的增加上。复合型肥料比单肥效果好, 营养平衡型肥料又好于营养失调型。单施氮肥或氮钾复合肥能提高茎叶挥发油含量, 过量施用磷肥使挥发油含量降低。根据数学模型的计算结果, 确定最佳施肥量: 氮(N)为 195.8 kg/hm², 磷(P₂O₅)为 92.6 kg/hm², 钾(K₂O)为 130.3 kg/hm²。

关键词: 氮磷钾; 荆芥; 施肥; 产量; 挥发油

中图分类号: Q 949.777.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-009(2010)16-0194-03

荆芥为唇形科植物荆芥 (*Schizonepetae nuiifolia* Briq.) 的干燥地上部分, 具有解表散风, 透疹之功效, 常用于治疗感冒、头痛、麻疹、风疹、疮疡初起等病症^[1]。近年来, 随着对荆芥研究的深入开展, 荆芥除了作为药用, 也被广泛用于香料加工业和中兽药添加剂; 同时, 也被深加工为荆芥油大量出口东南亚。因此, 荆芥的需求量快速增加。现在市场上所售荆芥主要来自于人工栽培, 但由于人工种植时间较短, 栽培技术落后, 造成荆芥药材质量良莠不齐。栽培措施中, 施肥技术是影响药材产量和品质的重要因素之一。前人研究发现磷肥及微肥 MnSO₄ 均能显著提高荆芥产量^[2]; 不同施肥种类对荆芥总黄酮含量也有影响^[3]。氮、磷、钾是药用植物生长发育不可缺少的大量元素, 对药用植物产量及品质影响显著^[4-6]。因此, 现以裂叶荆芥为材料, 采用氮、磷、钾三因素二次 D 饱和最优设计^[7], 研究了氮、磷、钾及其配比对荆芥产量及挥发油含量的影响, 揭示了荆芥营养需求规律, 以期对荆芥规范化种植提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

该试验采用三因素二次 D 饱和最优设计, 设 10 个处理, 3 次重复, 小区完全区组排列, 小区面积 2 m×3 m=

6 m²。试验设计编码值及施肥量见表 1。施用肥料氮肥为尿素, 其中 1/3 作为底肥, 其余在现蕾前作追肥施入, 磷肥为过磷酸钙, 钾肥为硫酸钾。2009 年 6 月 5 日播种, 采用行播, 行距为 30 cm, 定苗时株距为 10 cm。

1.2 试验方法

10 月 10 日测产, 荆芥茎叶及穗分开采集, 测量荆芥株高, 一级分枝、二级分枝及穗数。所取样品采后晾干称其干重。采用 2005 年药典一部规定方法, 测定所取样品挥发油的含量。

表 1 荆芥氮磷钾三因素二次 D-饱和最优设计方案

处 理	水平编码值			施肥量/kg·hm ⁻²		
	X ₁	X ₂	X ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1(CK)	-1	-1	-1	0	0	0
2	1	-1	-1	240	0	0
3	-1	1	-1	0	240	0
4	-1	-1	1	0	0	240
5	-1	0.1925	0.1925	0	143.1	143.1
6	0.1925	-1	0.1925	143.1	0	143.1
7	0.1925	0.1925	-1	143.1	143.1	0
8	-0.2912	1	1	85.06	240	240
9	1	-0.2912	1	240	85.06	240
10	1	1	-0.2912	240	240	85.06

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对荆芥生长指标的影响

从表 2 可知, 不合理的施肥能显著降低荆芥株高。与对照(处理 1)相比单施磷肥(处理 3)及氮、钾肥配比(处理 6)都显著降低了荆芥的株高, 最多降低约 8 cm。不同施肥处理对荆芥一级分枝数目影响并不大, 总体在 20~24 个之间。二级分枝数目因不同处理差别明显, 其中全量氮、钾肥与磷肥复合处理中(处理 9)二级分枝

第一作者简介: 张文军(1985-), 男, 硕士, 现从事中草药栽培生理研究工作。

通讯作者: 郭玉海(1956-), 男, 博士, 教授, 现从事药用植物栽培及生理教学与科研工作。

基金项目: 科技部重大攻关资助项目(FS2001-02; 2007EA190002); 北京市科技计划资助项目(D0706200880701)。

收稿日期: 2010-05-12

最多,单施氮肥(处理 2)效果次之。与对照相比,施肥处理都能促进二级分枝发育。荆芥分枝总数与二级分枝数目以及荆芥成穗数变化趋势类似,处理 9 数量最多,处理 2 次之。氮肥的作用最为明显,而适量磷肥有促进作用,过量反而会降低分枝数与成穗数。

表 2 不同处理对荆芥生长指标的影响

处理	株高/cm	分枝数/个			
		一级分枝	二级分枝	分枝数	穗数
1(CK)	84.1abc	22.9b	11.2d	34.1c	30.7d
2	81.7cd	23.7ab	20.4b	44.1a	39.7a
3	76.4e	21.3c	13.3cd	34.6c	30.7d
4	87.3a	24.5a	12.4cd	36.9bc	32.3bcd
5	86.3ab	23.8ab	14.6cd	38.3bc	35.3b
6	79.4de	22.9b	14.8cd	37.7bc	33.7bcd
7	86.6a	23.1ab	15.5c	38.6b	34.5bc
8	81.5cd	22.4bc	15.6c	38.1b	33.2bc
9	82.5bcd	20.4d	25.4a	45.9a	40.7a
10	83.9abc	21.0c	12.8cd	34.0c	30.9cd

注:表中不同字母表示处理间差异显著性达 $P<0.05$ 。

2.2 不同施肥处理对荆芥生物量的影响

由表 3 可知,单施磷肥(处理 3)降低了荆芥的产量,茎叶干重和穗干重都比其它处理要低。处理 9 的产量最高,比对照增加 16%,处理 2 的效果次之。除处理 2 和 9 之外,其它施肥处理没有使茎叶重量增加,反而有不同程度的降低,降幅最大可达 23%;但除处理 3 和 5 外,施肥能增加芥穗重量,其中以处理 9 最为明显,比对照增加 25%。施肥能提高荆芥产量,主要增产效果体现在芥穗产量的增加上。总体来讲,复合型肥料比单肥效果好,营养平衡型肥料又好于营养失调型;单施氮肥能提高茎叶及穗的产量,适量单肥及复肥都可以使芥穗产量增加。

表 3 不同处理对荆芥生物量的影响

处理	干重/ $\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$		
	茎叶	穗	全部
1(CK)	12.09bc	7.14c	19.24bc
2	13.03ab	7.53bc	20.56b
3	9.42cd	6.26d	15.68d
4	10.89cd	7.21c	18.10c
5	11.66cd	7.21c	18.87bc
6	11.15cd	7.62bc	18.77bc
7	11.49cd	7.41bc	18.9bc
8	10.54de	8.02b	18.56bc
9	14.11a	9.11a	23.22a
10	10.92cd	7.46bc	18.38c

表 5 荆芥氮、磷、钾肥数学模型

项目	常数	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O ₂	NP ₂ O ₅	P ₂ O ₅ K ₂ O	NK ₂ O
一级分枝	22.99	-0.90	-0.65	-0.16	-0.18	-0.54	0.07	0.01	0.25	-1.30
二级分枝	14.70	2.89	-0.73	1.86	1.65	-2.53	2.46	-2.13	0.49	0.56
穗数	34.82	1.79	-1.45	1.16	1.82	-3.51	0.97	-2.26	0.81	-0.42
穗干重	7.77	0.51	-0.11	0.54	-0.07	-0.41	0.22	0.07	0.26	0.25
总重	19.41	1.26	-0.84	0.83	0.85	-1.77	0.53	0.07	0.87	0.53
茎叶挥发油含量	0.005	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002	-0.001	0.000	0.000	0.000
穗挥发油含量	0.014	0.001	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	-0.003	-0.001
挥发油总量	0.161	0.028	-0.011	0.002	0.019	0.018	-0.012	0.003	-0.016	-0.002

2.3 不同施肥处理对荆芥挥发油含量的影响

由表 4 可知,荆芥中穗的平均挥发油含量要高出茎叶含量 1 倍。处理 2、6 和 10 中茎叶挥发油含量显著高于对照,可以看出单施氮肥或氮钾复合肥能提高茎叶挥发油含量,而合理施用磷肥有提高作用,过量反而使挥发油含量降低。其它处理没有提高的作用。除处理 8 外,施肥能提高穗中挥发油含量,而以单施钾肥效果最好。钾肥施用量一定的情况下,随氮肥施用量增加,穗中挥发油含量也相应增加。不同施肥处理对整株荆芥挥发油含量的影响类似于荆芥穗中挥发油含量变化。

表 4 不同施肥处理对荆芥挥发油含量的影响

处理	挥发油含量/ $\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$			挥发油量/ $\text{mL} \cdot \text{株}^{-1}$
	茎叶	穗	整株	
1(CK)	0.0058d	0.0111g	0.0078g	0.1499cd
2	0.0069b	0.0155cd	0.0100cd	0.2062ab
3	0.0059cd	0.0163bc	0.0100d	0.1574c
4	0.0052e	0.0182a	0.0104c	0.1876b
5	0.0049f	0.0130f	0.0080fg	0.1522cd
6	0.0067c	0.0165b	0.0107b	0.2005ab
7	0.0041h	0.0146e	0.0082f	0.1554cd
8	0.0045g	0.0109g	0.0073h	0.1353d
9	0.0050ef	0.0150de	0.0089e	0.2066ab
10	0.0082a	0.0174a	0.0119a	0.2190a

比较各处理中每株含有的挥发油量,处理 10 中每株含挥发油量最高,比对照可高出 48%,低磷条件可以使挥发油量增加。

2.4 荆芥氮、磷、钾肥效的数学模型分析

对氮、磷、钾三因素二次 D 饱和设计方案进行多元二次回归,模拟出荆芥的生长指标、生物量和挥发油含量与施肥量的多项式模型,据统计检验,各模型的拟合程度很高。回归模型为: $Y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3+b_4x_1^2+b_5x_2^2+b_6x_3^2+b_7x_1x_2+b_8x_2x_3+b_9x_1x_3$,其中, Y 表示各个评价项目, x_1 、 x_2 、 x_3 代表 N、P、K 施用量; b_0 、 b_1 、 b_2 ... b_9 为参数(表 5)。

利用各多项式模型确定对荆芥生长、生物量和挥发油的量均有利的适宜施肥量范围,对氮、磷、钾 3 个指标都去掉 1 个最大值和最小值,其余数值求平均值,得到合理的需氮量(N)为 195.8 kg/hm^2 ,磷(P_2O_5)为 92.6 kg/hm^2 ,钾(K_2O)为 130.3 kg/hm^2 。氮、磷、钾的最佳配比为 6:3:4。

表 6 适宜施肥量

项目	适宜施肥量/ kg · hm ⁻²		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
一级分枝	59.0	72.2	142.8
二级分枝	223.8	79.3	158.0
穗数	220.0	76.0	129.9
穗干重	181.8	116.0	223.8
总重	223.8	103.1	169.9
茎叶挥发油含量	155.7	100.0	90.2
穗挥发油含量	169.9	91.9	118.0
挥发油总量	225	105.1	116.0
平均值	195.8	92.6	130.3

3 结论与讨论

综上所述,不同养分处理对荆芥的株高、一级分枝数、二级分枝数、穗数、茎叶和穗中挥发油含量、整株中挥发油含量均有不同程度的影响。

施肥能提高荆芥及芥穗的产量。氮肥是茎叶生长极为重要的元素,氮肥能有效促进荆芥的分枝数及成穗数,这是荆芥地上部产量及芥穗产量的基础。氮肥的促进作用在适量磷肥与钾肥配合使用时更为明显,说明氮与磷、钾的交互作用也是比较明显。施肥处理对一级分枝和二级分枝数的影响差别较大,不同处理之间一级分枝数目波动不大,总体都是在 20~24 之间,对照则为 23 个,因此施肥对荆芥的增产作用主要是表现在有效促进二级分枝的分化。

施肥处理也会影响荆芥挥发油的含量,单肥中钾能有效提高挥发油的含量,但 3 种单肥对荆芥茎叶和穗中含量影响差别很大,成相反的变化趋势。复合型肥对挥发油含量的影响在茎叶和穗中表现较为一致,氮肥与磷钾肥的交互作用与挥发油含量呈负相关,因此制定施肥措施时要给予充分重视。荆芥穗中挥发油含量远高于茎叶含量,穗中挥发油产量约占总产量的 65%左右。复合型肥比单肥更能提高挥发油产量。

在该试验条件下,得出合理的施肥量为需氮量(N)为 195.8 kg/hm²,磷(P₂O₅)为 92.6 kg/hm²,钾(K₂O)为 130.3 kg/hm²。氮、磷、钾的最佳配比为 6 :3 :4。

参考文献

[1] 中国药典.一部[S].2005:160.
[2] 张志梅,赵永华,郭玉海,等.荆芥三项栽培措施对产量的影响[J].中药材,2007,30(1):8-9.
[3] 刘红彬.施肥对荆芥生育特性及总黄酮含量的影响[D].保定:河北农业大学,2006.
[4] 韩建萍,梁宗锁,孙群,等.丹参根系氮、磷营养吸收及丹参酮积累规律研究[J].中国中药杂志,2003,29(3):207.
[5] 董玉明,王德俊,卢秉直.不同施肥对西洋参生长发育及产量的影响[J].中国中药杂志,1997,22(6):338.
[6] 张锋,王建华,余松烈,等.白首乌氮、磷、钾积累分配特点及其与物质生产的关系[J].植物营养与肥料学报,2006(3):369.
[7] 张永成.饱和 D 最优设计方法在农业试验中的应用[J].马铃薯杂志,1997,11(3):171-176.

Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Fertilization on Yield and Essential Oil Content of *Schizonepetate nui folia*

ZHANG Wen-jun, LUO Xiang, GUO Yu-hai, DONG Xue-hui, ZHANG Zhi-mei, ZHAI Zhi-xi
(College of Agronomy and Biotechnology of China Agricultural University, Beijing 100193)

Abstract: The effect of nitrogen, phosphorus and potassium and their proportion on field and essential oil content of *Schizonepetate nui folia* was studied, field experiment was based on the D-saturation optimal design with three factors of nitrogen, phosphorus and potassium. The results showed that rational fertilization can promoted yield and essential oil content of *Schizonepetate nui folia*. Fertilization increased number of branches and spikes by promoted differentiation of secondary braches. Secondary braches was most in the treatment with full dose nitrogen, potassium and part phosphorus, application only nitrogen was less. Fertilization improve field of spikes to increase the entire field. The effect of compound fertilization was better than application separately, also nutrient balanced treatment was better unbalanced. With only nitrogen or nitrogen-potassium compound fertilizer raised essential oil content of stem and leaf, however high phosphorus decreased. Based on optimal mathematical models, the optimum fertilization dosage should be defined as N: 195.8 kg/hm², P₂O₅: 92.6 kg/hm², K₂O: 130.3 kg/hm².

Key words: nitrogen phosphorus potassium; *Schizonepetate nui folia*; fertilization; yield; essential oil