

氮、磷、钾肥对丹参根系生长及养分含量的影响

翟彩霞¹, 温春秀², 王凯辉³, 张彦才¹, 王丽英¹, 李巧云¹, 陈丽莉¹

(1. 河北省农林科学院 农业资源环境研究所, 河北 石家庄 050051; 2. 河北省农林科学院 经济作物研究所, 河北 石家庄 050051;
3. 河北省农林科学院 棉花所, 河北 石家庄 050051)

摘要:采用田间小区试验方法, 研究了氮、磷、钾肥对丹参根系生长及养分含量的影响。结果表明, 氮、磷、钾肥能够促进丹参根系对氮、磷、钾的吸收, 提高其含量, 并且随着施用量的增加而提高, 在 N, P₂O₅, K₂O 的施用量分别为 225, 180, 225 kg/hm² 时, 根的氮、磷、钾含量达到最高值; 当施入 N, P₂O₅ 和 K₂O 分别为 225, 120, 150 kg/hm² 时, 丹参根干质量、根长及根条数达到最高值, 根的直径最适宜, 此后随着磷钾肥施入量增加, 根干质量及根长、根条数反而下降, 根直径增加。所以氮、磷、钾合理配合施用能够提高丹参根的营养含量、根干质量、根长、根数及根直径。

关键词: 丹参; 氮、磷、钾肥; 根系生长; 养分含量

中图分类号: S143 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2008)增刊-0220-04

Effects of N, P and K Fertilizer on Roots Growth and Nutrition Content of *Salvia miltiorrhiza*

ZHAI Cai-xia¹, WEN Chun-xiu², WANG Kai-hui³, ZHANG Yan-cai¹,
WANG Li-ying¹, LI Qiao-yun¹, CHEN Li-li¹

(1. Institute of Agricultural Resources and Environment, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China; 2. Institute of Economic Crops, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China; 3. Cotton Research Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China)

Abstract: The article discussed the effects of N, P and K fertilizer on the *Salvia miltiorrhiza* root system growth and the nutrient content. This research was studied by the field plot experiment. The result showed that N, P and K fertilizer were advantage to enhance the nutrient absorption of *Salvia miltiorrhiza* root and increased N, P and K content. And with the amount of fertilizer increasing, the N, P and K content of root also enhanced. When the amount of N, P₂O₅, and K₂O were 225, 180, 225 kg/ha respectively, the nutrition content of root reached the maximum. When the amount N, P and K were 225, 180, 150 kg/ha respectively, the dry weight, length and the number of root reached maximum. After that, if the amount of N, P and K fertilizer increased again, the dry weight, the length and the number of root decreased, but the root diameter increased. So, N, P and K were in harmony with each other, it could enhanced the nutrition content, dry weight, the length, the number and diameter.

Key words: *Salvia miltiorrhiza*; N, P, K fertilizer; Root system growth; Nutrition content

植物需要氮、磷、钾的量较大, 它们被称为肥料三要素, 往往需要通过施肥来补充。合理施肥能促进药用植物的生长发育, 提高药材的产量、质量。施肥不当, 不仅达不到预期的施肥目的, 相反会危害药用植物的正常生长和发育, 甚至造成植物死亡。施肥应根据植物不同发育期、肥料种类、数量的要求,

根据土壤中养分的供应状况, 以及肥料的性质等进行^[1-4]。目前, 在实地调查中发现药农施肥大多存在经验性、随意性, 普遍存在大量施用氮、磷肥以追求高产的现象, 缺乏科学理论指导, 这严重影响了药材栽培规范化和加工产业化的实现。但目前针对中药材合理施肥方面的研究较为零散, 尚缺乏系统研

收稿日期: 2007-12-15

基金项目: 河北省自然科学基金资助项目(C2004000720)

作者简介: 翟彩霞(1977-), 女, 河北张家口人, 硕士, 主要从事植物营养与施肥技术研究。

通讯作者: 张彦才(1956-), 男, 河北武邑人, 硕士生导师, 主要从事植物营养与施肥研究工作。

究,尤其是在某一特定的生态条件下,氮、磷、钾合理施肥的研究较少。本试验主要以规范化栽培中氮、磷、钾配合施用对丹参根系养分含量变化及根干物质积累的影响进行研究,为丹参 GAP 生产提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试品种: 安国丹参。
供试肥料: 发酵鸡粪, 尿素(含 N 46.0%), 过磷酸钙(含 P₂O₅ 16.0%), 硫酸钾(含 K₂O 50%)。

表 1 试验地基本理化性质

Tab. 1 Characters of the tested soil

有机质 /(g/kg) Organic matter	碱解氮 /(mg/kg) Alkaline N	速效磷 /(mg/kg) Available P	速效钾 /(mg/kg) Available K	有效铁 /(mg/kg) Available Fe	有效锰 /(mg/kg) Available Mn	有效铜 /(mg/kg) Available Cu	有效锌 /(mg/kg) Available Zn
16.4	73.5	38.76	121.5	6.97	13.61	3.89	2.82

表 2 丹参氮、磷、钾试验正交表 L₁₆(4³ × 2)

Tab. 2 Designs of Orthogonal experiment of *Salvia*

multiorrhiza N, P, K fertilizer experiment kg/ hm²

试验号	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	空列
	1	2	3	4
1	1(0)	2(60)	3(150)	2
2	3(150)	4(180)	1(0)	1
3	2(75)	4(180)	3(150)	2
4	4(225)	2(60)	1(0)	1
5	1(0)	3(90)	1(0)	2
6	3(150)	1(0)	3(150)	1
7	2(75)	1(0)	1(0)	2
8	4(225)	3(90)	3(150)	1
9	1(0)	1(0)	4(225)	1
10	3(150)	3(90)	2(75)	2
11	2(75)	3(90)	4(225)	1
12	4(225)	1(0)	2(75)	2
13	1(0)	4(180)	2(75)	1
14	3(150)	2(60)	4(225)	2
15	2(75)	2(60)	2(75)	1
16	4(225)	4(180)	4(225)	2

1.3 实施方法

试验在河北省农林科学院大河试验基地进行,田间小区面积为 27.5 m²(6.0 m × 5.5 m)。选取直径 1 cm 左右,健壮、无病虫、均匀一致的种苗,按株行距为 30 cm × 40 cm 定植在试验小区。

试验在基施发酵鸡粪 7 500 kg/ hm² 的基础上进行,试验各处理磷肥、钾肥全部作基肥一次施用,氮肥 60% 作基肥,其余 40% 在丹参定植生长 90 d 时追施。

1.2 试验设计

试验采用“L₁₆(4³ × 2)”设计^[1], 3 因素 4 水平,共 16 个处理,随机排列。设计方案见表 2。

试验地 0~ 20 cm 基础土样的基本理化性质见表 1; 供试土壤类型属粘壤质洪冲积石灰性褐土。在丹参整个生长期,各处理每隔 30 d 取 1 次样,每次随机取样 6 株; 测定丹参茎叶干质量、根干质量、根直径、根长、根条数; 并测定丹参茎叶、根的氮、磷、钾养分含量: 凯氏定氮法测定全氮, 钼锑抗比色法测定全磷, 火焰光度计法测定全钾。

2 结果与分析

2.1 施肥对丹参根系养分含量的影响

2.1.1 施肥对丹参不同生长期根含氮量的影响
施用氮肥能促进丹参根系对氮素的吸收,提高其含氮量,在丹参不同生长期分别达到显著和极显著水平(F_{30 d} = 896, F_{90 d} = 2 007 > F_{0.05} = 225; F_{120 d} = 35 763 > F_{0.01} = 5 625)。根的含氮量随着氮肥施用量增加而提高,当施用 N 的量为 225 kg/ hm² 时,根的含氮量达到最高值。

表 3 氮、磷、钾肥对丹参不同生长期根含氮量的影响

Tab. 3 Effect of N, P, K treatment on root N content in different *Salvia multiorrhiza* growth time %

处理 Treatments	天数/ d Days				
	30	60	90	120	150
1	2.033	2.493	1.867	1.868	2.013
2	1.995	2.577	2.065	1.948	2.015
3	2.048	2.613	2.291	1.808	1.944
4	2.431	2.387	2.319	1.848	2.230
5	2.172	2.535	2.057	1.901	1.984
6	2.084	2.466	2.096	2.060	2.198
7	1.934	2.433	1.995	1.835	2.071
8	2.295	2.476	2.083	1.947	2.133
9	2.000	2.165	1.866	1.780	2.120
10	1.997	2.587	2.015	1.896	2.141
11	1.931	2.395	2.003	1.831	1.954
12	2.257	2.624	2.027	1.751	1.994
13	1.918	2.249	1.996	1.713	2.119
14	2.393	2.452	2.010	1.985	2.225
15	2.283	2.452	1.625	1.913	2.123
16	2.325	2.266	1.854	1.760	2.089

合理配施磷肥和钾肥能够促进丹参根系对氮素的吸收,提高其含氮量。在 P_2O_5 和 K_2O 分别施入 120, 150 kg/hm^2 时,根含氮量达到最高值。

试验结果表明,氮、磷、钾肥合理配合施用,能够促进丹参根系对氮素的吸收和利用,提高其含氮量,从而植株的蛋白质含量也相应增加,光合作用增强,物质的合成速度加快,因此,植物生长量相应提高^[5]。丹参根的含氮量对氮肥和磷肥比较敏感。这和陈震^[6]的报道相一致。

2.1.2 施肥对丹参不同生长期根含磷量的影响
施用磷肥能够促进丹参根对磷素的吸收,提高其含磷量($F_{90d}=1\,367, F_{150d}=1\,571>F_{0.05}=225$),在丹参定植生长 30~ 60 d 时, P_2O_5 施用量 0~ 120 kg/hm^2 时,根含磷量随着磷施用量增加而相应提高,当施入量超过 120 kg/hm^2 时,根的含磷量则下降; 60~ 150 d,根含磷量随着磷肥施用量的增加而提高,当 P_2O_5 施用量为 180 kg/hm^2 时根含磷量达到最高值。

表 4 氮、磷、钾肥对丹参不同生长期根含磷量的影响 Tab.4 Effect of N, P, K treatment on root P content in different <i>Salvia miltiorrhiza</i> growth time %					
处理 Treatments	天数/ d Days				
	30	60	90	120	150
1	0.598	0.721	0.611	0.703	0.686
2	0.576	0.778	0.700	0.796	0.703
3	0.609	0.821	0.736	0.685	0.711
4	0.548	0.699	0.732	0.620	0.799
5	0.573	0.763	0.707	0.716	0.679
6	0.501	0.756	0.663	0.699	0.711
7	0.491	0.784	0.667	0.942	0.771
8	0.513	0.740	0.653	0.654	0.670
9	0.515	0.727	0.719	0.649	0.680
10	0.455	0.756	0.673	0.648	0.733
11	0.560	0.763	0.693	0.621	0.709
12	0.581	0.746	0.659	0.678	0.708
13	0.667	0.763	0.676	0.651	0.759
14	0.587	0.760	0.694	0.675	0.752
15	0.556	0.733	0.567	0.642	0.732
16	0.610	0.711	0.686	0.662	0.747

氮、钾肥配合施用,能够促进丹参对磷素的吸收,当施入 N 和 K_2O 的量分别为 225, 150 kg/hm^2 时,根的含磷量达到最高值。

施用磷肥能促进丹参根系对磷素的吸收利用,而氮、钾肥合理施用也能促进丹参对磷素的吸收利用及其含磷量的提高,磷是核酸、激素和磷脂的主要组成成分。磷肥能促进植物的生长发育,缩短生育期,增强植物的抗寒、抗旱和抗病虫害的能力^[5]。

2.1.3 施肥对丹参不同生长期根含钾量的影响

施用钾肥能够促进丹参对钾素的吸收,提高根的含钾量($F_{30d}=1\,947>F_{0.05}=225$),随着钾肥用量的增加根的含钾量相应增加,在施用 K_2O 为 225 kg/hm^2 时,丹参根的含钾量达到最高值。

表 5 氮、磷、钾肥对丹参不同生长期根含钾量的影响 Tab.5 Effect of N, P, K treatment on root K content in different <i>Salvia miltiorrhiza</i> growth time %					
处理 Treatments	天数/ d Days				
	30	60	90	120	150
1	2.201	2.696	1.228	1.187	1.982
2	2.355	2.720	1.390	1.556	2.094
3	2.369	2.908	1.800	1.317	2.208
4	2.091	2.571	1.444	1.141	2.494
5	2.411	2.631	1.426	1.409	2.011
6	2.484	2.805	1.700	1.183	2.336
7	1.986	2.728	1.363	1.668	2.306
8	2.117	2.601	1.553	1.239	1.966
9	2.481	2.616	1.784	1.283	1.966
10	2.247	2.838	1.639	1.337	2.360
11	2.202	3.049	1.570	1.243	2.129
12	2.143	2.935	1.529	1.193	2.126
13	2.409	2.703	1.678	1.315	2.296
14	2.540	2.853	1.663	1.408	2.055
15	2.104	2.446	2.243	1.690	2.312
16	2.263	2.980	1.675	1.514	2.327

在施入钾肥的同时配合施用 N 和 P_2O_5 分别为 120, 150 kg/hm^2 时,根的含钾量达到最高值。

氮、磷、钾肥合理施用能够促进丹参根系对钾素的吸收和利用,增加根的含钾量;而三者比例不合理时,根的含钾量则会下降。钾直接参与植物的代谢过程,钾能够提高光合作用的强度、增进碳水化合物合成、运转和贮藏,促进氮的吸收,从而提高产量^[5]。

2.4 施肥对丹参根干物质积累的影响

从表 6 的结果分析可知,在丹参生长期中,氮、磷、钾肥对根干物质积累的作用为:磷>钾>氮。

在丹参的生长期中,施用氮肥能明显促进根干物质的积累($F_{90d}=624, F_{120d}=324, F_{150d}=458>F_{0.05}=225$),在施氮量 0~ 225 kg/hm^2 范围内,随着氮肥施用量的增加根干质量随之增加,在施入 N 225 kg/hm^2 时,达到最高值。

施用磷肥能明显提高丹参根干质量($F_{60d}=333, F_{90d}=752, F_{120d}=724>F_{0.05}=225$),施 P_2O_5 在 0~ 120 kg/hm^2 范围内,随着磷肥施用量增加,丹参根干物质积累的速度加快,在 P_2O_5 施入量 120 kg/hm^2 时,根干质量达到最高值,超过该施用量则随之下降。

表 6 氮、磷、钾肥对丹参根干质量的影响

Tab. 6 Effect of N, P, K treatment on root dry weight in different *salvia miltiorrhiza* growth time kg/ hm²

处理 Treatments	天数/d Days				
	30	60	90	120	150
1	241. 05	653. 70	1 456. 35	3 451. 65	3 634. 80
2	162. 75	495. 00	1 568. 40	3 349. 65	4 419. 00
3	121. 50	513. 60	1 350. 15	3 609. 90	3 853. 20
4	195. 75	420. 30	1 462. 65	3 329. 85	4 014. 45
5	136. 95	428. 10	1 443. 45	2 629. 65	4 216. 80
6	149. 85	465. 75	1 185. 60	3 112. 05	3 921. 15
7	138. 90	404. 70	1 363. 05	3 532. 05	3 998. 70
8	125. 85	521. 40	2 025. 90	3 360. 90	4 154. 55
9	117. 30	451. 35	1 384. 80	3 360. 90	3 816. 60
10	171. 60	523. 05	1 353. 75	3 174. 30	3 727. 50
11	152. 10	457. 65	1 633. 80	3 843. 30	4 389. 90
12	180. 15	365. 85	1 773. 90	2 987. 55	4 200. 00
13	97. 80	504. 30	1 820. 55	3 687. 75	3 936. 75
14	168. 75	653. 70	2 225. 10	4 325. 70	4 446. 60
15	184. 20	653. 70	1 605. 75	3 469. 95	3 688. 35
16	138. 30	498. 15	1 792. 50	3 672. 15	4 356. 75

施用钾肥能明显促进丹参根干物质的积累 (F_{90 d}= 994, F_{120 d}= 1 607, F_{150 d}= 769> F_{0.05}= 225), 在施入 K₂O 150 kg/ hm² 时, 根干质量达到最高值。

2.5 施肥对丹参根性状的影响

表 7 氮、磷、钾肥对丹参根性状的影响

Tab. 7 Effect of N, P and K fertilizer on the root character

处理 Treatments	90 d			150 d		
	根长	根直径	根条数	根长	根直径	根条数
	/ cm Root length	/ cm Root diameter	Root number	/ cm Root length	/ cm Root diameter	Root number
1	26. 57	0. 99	11. 40	26. 55	1. 28	21. 75
2	27. 41	0. 85	25. 60	26. 63	1. 19	28. 50
3	21. 02	0. 89	19. 60	21. 08	1. 37	24. 50
4	27. 10	0. 82	23. 83	26. 05	1. 15	37. 25
5	19. 85	0. 77	23. 00	26. 85	1. 16	23. 50
6	20. 54	0. 87	24. 40	26. 10	1. 36	24. 00
7	22. 93	0. 90	21. 80	26. 20	1. 20	34. 50
8	21. 57	0. 87	24. 00	24. 90	1. 07	36. 00
9	20. 73	0. 76	23. 83	27. 69	1. 27	24. 75
10	23. 41	0. 95	29. 60	26. 10	1. 26	35. 25
11	24. 44	1. 08	20. 80	26. 00	1. 39	34. 75
12	20. 79	0. 93	18. 80	28. 20	1. 24	34. 25
13	19. 35	0. 92	14. 80	26. 33	1. 23	28. 33
14	25. 75	1. 12	13. 60	24. 95	1. 16	29. 00
15	23. 82	0. 99	26. 20	26. 25	1. 20	27. 00
16	25. 49	1. 03	21. 40	27. 53	1. 21	35. 50

在丹参定植生长 90~ 150 d 时, 根长、根条数增加最快, 到近收获期(150 d) 时, 已经达到平稳状态, 不再增加; 近收获期时, 地上部分逐渐枯萎, 茎叶合成的营养物质向根部转运, 根直径增加, 因此在此阶

段根径的增加最为迅速。

施用氮、磷、钾肥能够增加丹参根直径、根长及根条数, 收获期测定结果, 氮肥对根直径、根条数的促进作用均达到显著水平(F_{根直径}= 862, F_{条数}= 1 163> F_{0.05}= 225); 磷肥能促进根直径的增加(F_P= 282, F_K= 476> F_{0.05}= 225); 钾肥能够促进根数和根直径的增加(F_{条数}= 272, F_{根直径}= 476> F_{0.05}= 225)。

当施入的 N, P₂O₅ 和 K₂O 分别为 225, 120, 150 kg/ hm² 时, 根的直径最适宜, 根长及根条数达到最高值。陈震^[3]报道, 隐丹参酮与根直径成负相关, 丹参根直径大于 1. 20 cm 时, 隐丹参酮含量则大幅度下降。

3 结论与讨论

氮、磷、钾肥能够促进丹参根系对氮、磷、钾的吸收, 提高其含量, 并且随着施用量的增加而提高, 在 N, P₂O₅, K₂O 的施用量分别为 225, 180, 225 kg/ hm² 时, 根的氮、磷、钾含量分别达到最高值。氮、磷、钾肥能够显著促进丹参根干物质的积累, 增加根的干质量; 氮、磷、钾肥对根干物质积累的作用为: 磷> 钾> 氮。当施入 N, P₂O₅, K₂O 分别为 225, 120, 150 kg/ hm² 时, 丹参根干质量达到最大值。氮、磷、钾肥能够增加丹参的根长及根条数, 当施入 N, P₂O₅, K₂O 分别为 225, 120, 150 kg/ hm² 时, 根长及根条数达到最高值, 根的直径最适宜, 此后随着磷钾肥施入量增加, 根长、根条数反而下降, 根直径增加。

参考文献:

[1] 陈建海. 中药现代两种思路的剖析[J]. 中草药, 2002, 33 (1): 1- 3.

[2] 陈震. 西洋参营养特点的研究. II 氮磷钾营养元素对西洋参营养的影响[J]. 中草药, 1990, 21(5): 29- 32.

[3] 陈震. 营养液浓度对丹参生长的影响[J]. 中国中药杂志, 1992, 17(3): 141- 142.

[4] 许炫玉. 关于 SOP 编制的几点建议[J]. 中草药研究与信息, 2002, 4(2): 5- 9.

[5] 徐昭玺, 等. 中草药种植技术指南[M]. 北京: 农业出版社, 2000.

[6] 中国药用植物栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1991.

[7] 范仲学, 王璞, 梁振兴. 两种水氮管理系统对冬小麦根系的影响[J]. 华北农学报, 2000, 15(增刊): 55- 59.

[8] 王同朝, 卫丽, 程相武, 等. 缺磷对渗透条件下春小麦根生长及活力的影响[J]. 华北农学报, 1999, 14(2): 1- 5.