

计禹,王悦,王敏,等. 钼硼肥对关苍术花部综合特征及产量性状的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(21):216-219.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.21.052

钼硼肥对关苍术花部综合特征及产量性状的影响

计禹,王悦,王敏,郑莉萍,朴锦

(延边大学农学院,吉林延吉 133002)

摘要:为研究钼肥和硼肥对关苍术的影响,采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计,对关苍术花部综合特征和产量性状进行探究。结果表明,钼肥和硼肥均能影响关苍术花部综合特征,其中钼肥主要影响关苍术的花序、子房、雄蕊等器官的增大,而硼肥主要影响小花的数量和雌蕊的长度;钼肥和硼肥均可提高关苍术的总花粉数量,但硼肥的影响明显大于钼肥,同时硼肥也能促进关苍术花粉活力和小花的平均花粉数量;增加关苍术根茎和种子产量的最优组合是 Mo_2B_2 ,即采用 0.35% 钼肥和 0.30% 硼肥能提高关苍术根茎产量,也能增加结实率和种子数量。

关键词:关苍术;钼肥;硼肥;花部综合特征;产量性状

中图分类号: S567.23+9.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)21-0216-04

关苍术 (*Atractylodes japonica*) 是菊科苍术属多年生草本植物^[1],是中医临床中较常用的药材。关苍术根茎有浓郁的特殊香气,微苦,味辛^[2],能治湿困脾胃、胸痞腹胀、食欲不振、肢节酸痛等疾病^[3]。

关苍术主产于我国内蒙和东北一带^[4],近几年随着关苍术资源的急剧减少,对其研究开始兴起。由于过度开采和野生资源保护的不足使得原产地的野生关苍术成为了稀缺资源,因此,从人工栽培和野生抚育方面亟须寻找解决关苍术资源急剧减少问题的办法。目前人工种植关苍术技术尚不成熟,存在种子发芽率低^[5]、自然生长缓慢、繁殖率低^[6]、出苗不整齐、苗质量较弱等诸多问题。为探讨关苍术种子成熟度差、繁殖率低的原因,笔者所在课题组进行了关苍术的繁育系统^[7]、花粉母细胞减数分裂过程^[8]及花药解剖学^[9]研究,发

现关苍术花粉和柱头的成熟期不一致,花序中小花开放时间的不一致及减数分裂异常现象都会造成其繁殖率下降。另外,关苍术是两性花和雌花并存,其比例接近 1:1,雌花因花粉紧缺而无法授粉的现象屡屡可见。因此,笔者所在课题组以 3 年生关苍术为试验材料,以钼肥和硼肥为试验因素,研究微肥对关苍术花部特征、结实率及根茎产量的影响,旨在为关苍术的人工栽培提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为延边大学中药材种植基地 (129.485°E、42.907°N) 的 3 年生关苍术。

1.2 试验方法

试验以钼肥 (浓缩钼,纯度为 99%) 和硼肥 ($Na_2B_4O_7$ 纯度为 95%) 为试验因素,采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计进行,实施方案见表 1。

2017 年 7 月 7 日喷施第 1 次肥料,每隔 10 d 喷施 1 次,共喷 3 次,于 2017 年 8 月 10 日开始测定关苍术的各性状。

1.2.1 花部特征调查 随机选取盛花期的 30 朵关苍术花,分别统计小花数目,测量花序大小、筒长、花序长度和宽度、子

收稿日期:2019-06-19

基金项目:吉林省教育厅“十二五”规划项目(编号:012015064)。

作者简介:计禹(1993—),女,吉林松原人,硕士,主要从事作物遗传育种研究。E-mail:2248600853@qq.com。

通信作者:朴锦,博士,副教授,主要从事药用植物栽培及育种研究。E-mail:piaojin@ybu.edu.cn。

会降低怀牛膝的产量,还会降低有效成分的含量,并增加药材中铅含量。本研究中高浓度的铅降低了土壤中大多数种类的酶活性,而土壤酶活性是用来表征土壤的熟化程度和肥力水平的,铅通过改变土壤的酶活性来影响怀牛膝根系对矿质元素的吸收,进而影响怀牛膝的整个生理活动。本试验中土壤中铅对酶活性和怀牛膝根干质量的影响趋势基本一致。建议在种植怀牛膝时,首先要检测土壤中的含铅量,选择铅含量在安全范围的土地,保证牛膝药材的产量和质量。

参考文献:

- [1] 陈怀满. 土壤-植物系统中的重金属污染[M]. 北京:科学出版社,1996:309-333.
- [2] 刘岚. 铅对人类健康的危害及其防治[J]. 职业与健康,2005,

21(5):665-666.

- [3] 郑洪元,张德生. 土壤动态生物化学及其研究法[M]. 北京:科学出版社,1987.
- [4] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典 2015 版(一部、四部)[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015.
- [5] 王新民,陈士林,魏志华,等. 磷素对怀牛膝耐铜毒性的影响研究[J]. 中国中药杂志,2009,34(12):1489-1492.
- [6] 谢思琴,顾宗谦,吴留松. 砷、镉、铅对土壤酶活性的影响[J]. 环境科学,1987,8(1):19-23.
- [7] 周美蓉,王进鑫,杨楠,等. 水分和铅胁迫对土壤酶活性的影响[J]. 草地学报,2013,21(3):479-484.
- [8] 尔·维·加里乌林,郭建钦. 根据土壤酶的活性监测土壤的重金属污染[J]. 农业环境与发展,1992(3):33-36.

表 1 微肥正交试验设计与具体实施方案

序号	处理	钼肥	硼肥	钼肥×硼肥	实施方案
1	Mo ₂	2(0.35%)	1(0.00%)	3	Mo 0.35%
2	Mo ₂ B ₃	2	3(0.60%)	2	Mo 0.35% + B 0.60%
3	B ₃	1(0.00%)	3	3	B 0.60%
4	Mo ₃ B ₃	3(0.70%)	3	1	Mo 0.70% + B 0.60%
5	CK	1	1	1	清水
6	Mo ₂ B ₂	2	2(0.30%)	1	Mo 0.35% + B 0.30%
7	Mo ₃	3	1	2	Mo 0.70%
8	Mo ₃ B ₂	3	2	3	Mo 0.70% + B 0.30%
9	B ₂	1	2	2	B 0.30%

房长度、雄蕊长度及雌蕊长度等花部器官。

1.2.2 花粉数量调查 选取即将开放的 5 朵两性花,将 1 朵小花的全部花药放入离心管中用小镊子夹碎,使其花药全部释放出来,用蒸馏水定容至 1 mL。在 MS-300 混匀振荡器下振荡 60 s 后用移液枪吸取 20 μL 花粉悬液,滴于载玻片上,在显微镜下统计花粉数。

1.2.3 花粉活力检测 采用过氧化物酶测定法^[10],有活力的花粉呈现红色,无活力的呈现黄色或无色。

1.2.4 调查花序数目、结实率、百粒质量和种子粒数。

1.3 数据处理与分析

使用 SPSS 17.0 软件和 Excel 2003 进行数据处理与分析。

2 结果与分析

2.1 硼钼肥对关苍术花部综合特征的影响

从表 2 可知,钼肥对关苍术花序长度和子房长度有极显著影响($P<0.01$),对小花数和雄蕊长度有显著影响($P<0.05$);硼肥对关苍术花序长度、小花数和雌蕊长度均有极显著影响($P<0.01$),对子房长度有显著影响($P<0.05$);钼肥×硼肥的互作仅对雌蕊长度有极显著影响($P<0.01$)。

表 2 关苍术花部特征的方差分析

性状	Mo 肥处理		B 肥处理		Mo×B 互作	
	F 值	P 值	F 值	P 值	F 值	P 值
花序长度	7.64 **	0.00	8.10 **	0.00	2.72	0.06
花序宽度	1.88	0.18	1.79	0.20	2.62	0.07
筒长	1.16	0.34	1.58	0.23	0.52	0.72
小花数	4.96 *	0.02	22.53 **	0.00	2.53	0.08
花冠长度	2.58	0.10	0.19	0.83	2.05	0.13
花冠宽度	0.35	0.71	0.88	0.43	2.35	0.09
冠毛长度	1.85	1.19	2.53	0.11	0.76	0.56
子房长度	6.76 **	0.00	3.95 *	0.04	1.36	0.29
雄蕊长度	4.70 *	0.02	3.46	0.05	1.45	0.26
雌蕊长度	1.33	0.29	12.15 **	0.00	6.46 **	0.00

注: *、** 分别表示在 0.05、0.01 水平上差异显著。表 5、表 7 同。

针对显著或极显著的性状进一步进行多重比较,结果见表 3。从表 3 的极差分析中可知,关苍术花序长度、筒长、花冠长度、子房长度和雄蕊长度等性状受钼肥的影响比硼肥大,而小花数和雌蕊长度受硼肥的影响比钼肥大。也就是说钼肥主要影响关苍术花部器官的大小,而硼肥主要影响小花的数量和雌蕊的长度。

从表 3 的多重比较的钼肥中可知,花序长度以 Mo₂ 水平最优;小花数、子房长度和雄蕊长度是 Mo₂ 水平为优,但与 Mo₁ 水平差异不大;硼肥中可知,花序长度、小花数、雌蕊长度性状均以 B₂ 水平为最优,只有子房长度的 B₂ 水平和 B₁ 水平间差异不大。

钼肥×硼肥互作对关苍术雌蕊长度性状有极显著影响($P<0.01$),其各处理组合的多重比较结果见表 4。从表 4 可知,影响关苍术雌蕊长度的最优组合是 Mo₂B₃,其与 Mo₁B₂、Mo₂B₂、Mo₃B₂ 之间无显著差异。

综上所述,可选出最优处理组合 Mo₂B₂,此组合不仅能促进关苍术花序长度、子房长度和雄蕊长度等花部器官,也能促进小花数量和雌蕊的长度。

2.2 硼钼肥对关苍术花粉数量及活力的影响

硼钼肥对关苍术花粉数量及活力的影响见表 5。从表 5 的极差分析可知,对关苍术总花粉数量、花粉活力及小花花粉数量来看,硼肥的影响大于钼肥;从方差分析可知,钼肥对花粉活力和小花花粉数量无显著影响,而硼肥对总花粉数量、小花花粉数量及花粉活力都有显著或极显著影响,钼肥×硼肥互作对总花粉数量、花粉活力及小花花粉数量均无显著影响。

对以上方差分析中显著或极显著的性状作进一步多重比较,结果见表 6。从表 6 可知,关苍术总花粉数量分别在 Mo₂ 和 B₂ 水平下均值最高,与其他水平间有极显著差异,同时钼硼肥间的互作作用不显著(表 5)。综上所述,可判断对总花

表 3 关苍术花部特征的多重比较与极差分析

性状	钼肥				硼肥			
	Mo ₁	Mo ₂	Mo ₃	R	B ₁	B ₂	B ₃	R
花序长度(mm)	22.6b	24.8a	21.2b	3.6	21.5b	25.0a	22.1b	3.5
花序宽度(mm)	18.5a	18.2a	16.9a	1.6	17.0a	18.6a	18.1a	1.6
筒长(mm)	14.7a	15.2a	15.7a	1.0	15.1a	15.7a	14.8a	0.9
小花数(个)	30.1ab	32.9a	28.7b	4.2	29.4b	35.6a	26.7b	8.9
花冠长度(mm)	13.3a	14.0a	12.8a	1.2	13.6a	13.2a	13.4a	0.2
花冠宽度(mm)	1.8a	1.7a	1.7a	0.1	1.6a	1.7a	1.7a	0.1
冠毛长度(mm)	8.4a	8.5a	8.1a	0.4	8.2a	8.6a	8.2a	0.4
子房长度(mm)	5.2ab	5.7a	5.1b	0.6	5.2ab	5.6a	5.1b	0.5
雄蕊长度(mm)	4.1ab	4.4a	3.9b	0.5	4.1a	3.9a	4.3a	0.4
雌蕊长度(mm)	19.0a	19.4a	18.9a	0.5	18.3b	19.9a	19.0c	0.7

注:同一肥料同行数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

表 4 水平组间关苍术雌蕊长度差异显著性比较

处理组合	雌蕊长度均值 (mm)
Mo ₂ B ₃	20.43a
Mo ₁ B ₂	20.12ab
Mo ₂ B ₂	20.12ab
Mo ₃ B ₂	19.37abc
Mo ₃ B ₁	18.95bc
Mo ₁ B ₁	18.38cd
Mo ₁ B ₃	18.35cd
Mo ₃ B ₃	18.23cd
Mo ₂ B ₁	17.50d

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

表 5 关苍术花粉数量、花粉活力的极差和方差分析

性状	钼肥处理			硼肥处理			钼肥×硼肥互作	
	R	F	P	R	F	P	F	P
总花粉数量	787.1	7.12**	0.00	1471.8	22.11**	0.00	1.78	1.77
花粉活力	1.4	0.24	0.79	6.5	4.63*	0.02	0.97	0.45
小花花粉数量	41.9	2.65	0.10	150.6	36.80**	0.00	0.76	0.56

表 6 各水平组间关苍术差异显著性比较

肥料种类	水平	总花粉数量 (个)	花粉活力 (%)	小花花粉数量 (个)
钼肥	Mo ₁	5857.9bB	84.1aA	266.7aA
	Mo ₂	6645.0aA	82.7aA	295.6aA
	Mo ₃	5945.1bB	82.8aA	253.7aA
硼肥	B ₁	5523.3bB	80.2bB	212.1bB
	B ₂	6995.1aA	86.7aA	362.7aA
	B ₃	5929.6bB	82.7abAB	241.1bB

注:同列数据后不同小写字母、大写字母分别表示在 0.05、0.01 水平差异显著。表 8 同。

对以上方差分析中显著或极显著的性状作进一步多重比较,结果见表 8。从表 8 可知,关苍术根茎质量分别在 Mo₂ 和 B₂ 水平下均值最高,与其他水平间有极显著差异;硼肥对关苍术花序数的影响来看 B₂ 水平的均值最高达到 8.78 个,与其他水平有极显著差异;成熟种子数在 Mo₂ 和 B₂ 水平下均值最高,也与其他水平间有极显著差异;结实率在 B₂ 水平的

粉数量的最优水平为 Mo₂B₂ 组合。同理,对花粉活力来说,最优组合是 Mo-B₂,对小花花粉数量来说,最优组合是 Mo-B₂。

2.3 钼肥对关苍术产量性状的影响

关苍术的产量主要表现在根茎和种子生产率,微肥对产量性状的影响结果见表 7。从表 7 的极差分析可知,对关苍术根茎质量钼肥的影响大于硼肥,而其他花序数、成熟种子数和结实率性状来看硼肥的影响比钼肥大;从方差分析可知,钼肥对根茎质量和成熟种子数有极显著影响($P<0.01$),而对花序数和结实率则无显著影响,钼肥对根茎质量、成熟种子数和结实率均有极显著影响($P<0.01$),对花序数有显著影响($P<0.05$);钼肥和硼肥的互作对关苍术的以上产量性状均无显著影响。

均值最高,达到 46.2%,与其他 2 个水平间有极显著差异。综合上述内容可判断增加关苍术根茎产量和种子产量的最优组合是 Mo₂B₂。

3 讨论

钼是植物生命中不可替代的微量元素,钼在植物体内是硝酸还原酶和固氮酶的成分,是各类自生固氮菌进行生物固氮所必需的,同时也是植物体内醛氧化酶、亚硫酸盐氧化酶、黄嘌呤脱氧化酶等的必需组分^[11-12]。此外,钼还能够促进植物糖类运转,增加繁殖器官中糖类水解作用与同化器官中糖类合成作用^[11]。硼肥是植物必需的微量营养元素之一,硼在植物核酸的生物合成、维持细胞壁结构和叶片功能中具有重要作用^[12],且通过影响叶绿素促进叶片光合作用中合成的葡萄糖向果实中的运输,促进提早开花,改善生殖生长^[13]。植物体缺硼会引起叶绿体膜层碎片化和液泡化,导致叶绿体数量和体积大大减少,叶片结构功能被破坏。目前硼肥对植物的各种作用不断被发现,徐炜南等分析不同硼肥质量浓度

表 7 关苍术产量性状的极差和方差分析

性状	钼肥处理			硼肥处理			钼肥 × 硼肥互作	
	<i>R</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
根茎质量	12.90	47.20 **	0.00	9.00	25.20 **	0.00	3.20	0.05
花序数	0.80	1.77	0.98	1.45	4.78 *	0.01	0.27	0.89
成熟种子数	16.50	6.90 **	0.01	27.20	17.40 **	0.00	0.30	0.88
结实率	0.05	2.62	0.10	0.10	10.65 **	0.01	1.35	0.29

表 8 各水平组间关苍术差异显著性比较

肥料种类	水平	根茎质量 (g)	花序数 (个)	成熟种子数 (粒)	结实率 (%)
钼肥	Mo ₁	36.19cB	7.89aA	86.67bB	38.0aA
	Mo ₂	49.03aA	8.44aA	103.11aA	43.1aA
	Mo ₃	40.36bB	7.67aA	88.89bB	40.3aA
硼肥	B ₁	39.92bB	7.33bB	81.56bB	36.2bB
	B ₂	47.32aA	8.78aA	108.78aA	46.2aA
	B ₃	38.35bB	7.89abB	88.33bB	39.0bB

水平及不同施肥方式对番茄果实挥发性物质成分的影响,发现硼肥的浓度和不同的施用方式对番茄的挥发性成分也产生影响,3.8 mg/L 硼酸营养液可以使番茄果实的果香味浓厚且香气物质丰富^[14]。杜应琼等研究表明,施用硼、钼在提高花生叶片叶绿素含量的同时,也极显著提高花生叶片的光合强度,钼硼配施对作物各性状均有较大影响^[15]。

钼硼肥对关苍术花部综合特征的影响研究中,共调查花序长度等 10 个性状,从极差分析中可知小花数性状受钼肥和硼肥的影响都比较大,花序长度和宽度、雌蕊长度、花粉数量和活力则受硼肥的影响比钼肥大,其原因可能是硼参与植物中的物质输送和生理代谢,影响开花、作物子实体的活性调节,促进新生组织生长从而影响作物花序大小、数量和花粉活力及种子产量^[16-17],因此,想提高关苍术授粉率及种子大小则重点研究硼肥的处理。关苍术的花是两性花或雌花,雌花是因花药在发育早期至四分体时期发生退化而不能形成有功能的花粉粒^[9],因此只能接受外来花粉,故雌花花序大小、雄蕊长度、雌蕊长度等性状对关苍术的受精和结实率均会产生重要的影响。

4 结论

钼肥和硼肥均能影响关苍术花部综合特征,其中钼肥主要影响关苍术的花序、子房、雄蕊等器官的增大,而硼肥主要影响小花的数量和雌蕊的长度。

经钼肥和硼肥的处理发现,对关苍术总花粉数量、花粉活力及小花花粉数量来看这 2 种微肥均可以提高关苍术的总花粉数量(达 6 995 粒),但硼肥的影响明显大于钼肥,另外硼肥还可促进关苍术花粉活力和小花的平均花粉数量,但钼肥则无此作用。

增加关苍术根茎和种子产量的最优组合是 Mo₂B₂,即采用 0.35% 钼肥和 0.30% 硼肥配合施用能提高关苍术根茎产量,也能增加结实率和成熟种子数量。

参考文献:

[1]石 铸. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1987:23-29.

[2]樊 敏,方成武. 苍术药材质量研究概况与探讨[J]. 中国中医药科技,2007,14(2):143-144.

[3]陈炎明,陈 静,俞桂新. 苍术化学成分和药理活性研究进展[J]. 上海中医药大学学报,2006,20(4):95-98.

[4]于金玲,梁 颖,杨 策,等. 关苍术组织培养的研究[J]. 江西农业学报,2011,23(4):60-61,65.

[5]朴 锦,具红光. 正交设计优化 PEG 引发关苍术种子萌发的最优处理方案[J]. 中国农学通报,2015,31(7):138-142.

[6]吉林省中医药研究所. 长白山植物药志[M]. 长春:吉林人民出版社,1982:1140-1143.

[7]朴 锦,具红光,朴钟云. 关苍术花部综合特征与繁育系统的研究[J]. 广西植物,2015,35(2):166-172.

[8]朴 锦,具红光,朴钟云. 关苍术花粉母细胞减数分裂及其雄配子体发育研究[J]. 西北植物学报,2015,35(8):1547-1553.

[9]具红光,全雪丽,崔馨月,等. 关苍术两性花与雌花花药的解剖学研究[J]. 广西植物,2016,36(10):1259-1264.

[10]王学奎,章文华,郝再彬,等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社,2006:220.

[11]刘 鹏,杨玉爱. 钼、硼对大豆叶片膜脂过氧化及体内保护系统的影响[J]. 植物学报,2000,42(5):461.

[12]徐根娣,刘 鹏,任玲玲. 钼在植物体内生理功能的研究综述[J]. 浙江师大学报(自然科学版),2001,24(3):292-297.

[13]刘 鹏,杨玉爱. 钼、硼对大豆品质的影响[J]. 中国农业科学,2003,36(2):184-189.

[14]徐炜南,张 鑫,张 静,等. 硼对“金棚 1 号”番茄果实挥发性成分的影响[J]. 食品科学,2016,37(16):149-155.

[15]杜应琼,王运华,魏文学,等. 钼肥对小麦体内氮、钼营养影响的研究[J]. 华中农业大学学报,1994,13(4):384-389.

[16]Song Z X, Gao M, Wang L A, et al. Effects of boron fertilizer application rates on the yield and quality of flue-cured tobacco[J]. Journal of Southwest University (Natural Science Edition), 2008,30(6):64-72.

[17]何 峰,韩冬梅,万里强,等. 我国主产区紫花苜蓿营养状况分析[J]. 植物营养与肥科学报,2014,20(2):503-509.