

微肥对紫锥菊产量及种子生产的影响

陈荣^{1,2}, 吴鸿^{1*}

(1. 华南农业大学生命科学院 药用植物研究中心, 广东 广州 510642; 2. 广西生态工程职业技术学院, 广西 柳州 545004)

摘要:目的 研究不同微量元素肥料对紫锥菊生物产量、菊苣酸量、花期及种子产量质量的影响。方法 统计分析不同的微肥处理对紫锥菊生长的影响, 及对种子质量的影响; HPLC 法测定菊苣酸的量。结果 对紫锥菊生物产量的增加有显著促进作用的是铁肥、锰肥两个处理; 各施肥处理对菊苣酸量无显著影响; 铁肥处理后花期有提前趋势, 且显著增加了紫锥菊的花球数; 而锰肥使种子的发芽率显著降低。结论 紫锥菊生产中应该根据土壤条件和生产目的合理施用微肥, 施用铁、锰肥可以增产; 在良种生产中, 施用锰肥可能会降低种子质量; 若以观赏为目的, 合理施用铁肥有益于观赏性的增加。

关键词:微肥; 紫锥菊; 菊苣酸; 产量; 种子质量

中图分类号:R282.2 **文献标识码:**A **文章编号:**0253-2670(2007)09-1400-04

Influence of microfertilizers on yield and seed production of *Echinacea purpurea*CHEN Rong^{1,2}, WU Hong¹

(1. Center for Medicinal Plant Research, College of Life Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 2. Guangxi Eco-engineering Vocational and Technical College, Liu zhou 545004, China)

Key words: microfertilizer; *Echinacea purpurea* Moench.; cichoric acid; yield; seed quality

紫锥菊 *Echinacea purpurea* Moench. 是菊科 (Compositae) 紫锥菊属 (*Echinacea* Moench.) 多年生草本植物, 原产于北美, 该属植物共有 8 种及数个变种。现代药理证明紫锥菊在提高免疫及抗炎、抗病毒、抗菌等方面效用明显, 因而被广泛引种栽培。近年来我国已有北京、南京、上海等地引种成功^[1,2]。2002 年起从美国引种紫锥菊到广州获得成功, 并分别对其种子萌发^[3]、根及根状茎的发育规律和多酚类成分的组织化学定位^[4], 以及大量元素肥料对其产量质量的影响等方面进行了一些研究工作。

微量元素具有重要的生物学意义, 尤其是在植物生长发育的生理生化代谢中具有显著的作用。微量元素在植物呼吸作用和光合作用中功能多样, 如参与糖的分解, 作为叶绿体的组成部分等; 在氮素同化及蛋白质与核酸代谢中也是必需的, 如在固氮、氨基酸活化、肽链的形成等方面起重要作用; 还与植物激素和维生素代谢有关; 促使生长和成熟的重要阶段提前完成等^[5]。如硼不仅影响花粉和子房发育, 而且对于种子的成熟也是必要的; 缺铜时雄性生殖器官的形成受到障碍而雌性生殖器官则退化或损害子粒发育^[6]; 施铁明显提高了益母草的产量^[7]; 而缺锰

可抑制小麦中糖合成氨基酸的过程, 甚至抑制氨基酸合成蛋白质的过程^[8]。可见微量元素的缺乏将直接对作物的生殖生长和营养生长造成影响。目前, 关于紫锥菊栽培方面的研究文献十分丰富, 遗憾的是还没有微肥对紫锥菊生长方面影响的报道。为了探讨微肥对紫锥菊产量和种子产量、质量的影响, 本实验比较了不同微肥在紫锥菊栽培中的应用效果, 旨在为紫锥菊的规范化种植提供基础资料。

1 材料

1.1 供试土壤: 田间试验安排在广州市华南农业大学教学科研基地内, 该地地处北纬 23°08', 东经 113°19', 海拔 8 m。供试土壤主要理化特性: pH 值 7.76, 有机质 1.61%, 碱解氮 29.2 mg/kg, 有效磷 72.9 mg/kg, 有效钾 78.6 mg/kg, 有效铁 13.5 mg/kg, 有效硼 0.2 mg/kg, 有效锌 3.2 mg/kg, 有效锰 3.2 mg/kg (土壤分析在华南农业大学资源环境学院土化研究室进行)。

1.2 种苗: 供试种子经华南农业大学生命科学院植物学教研室耿世磊老师鉴定。种子为自留种, 2004 年 12 月收回, 2005 年 2 月 20 日播种, 2005 年 4 月 20 日移栽。栽植时均匀施入复合肥 30 kg/ha 作基

收稿日期: 2006-12-12

基金项目: 广州市科技计划项目资助 (2004Z3-E5021)

作者简介: 陈荣 (1977—), 男, 广西桂林人, 硕士研究生, 研究方向为药用植物资源与利用。E-mail: chentianyi1@126.com

* 通讯作者 吴鸿 E-mail: wh@scau.edu.cn Tel: (020) 85288393

肥,覆黑膜栽培。株行距 30 cm×30 cm,小区面积 8.1 m²(9 m×0.9 m),每小区栽植 99 株,选取株高、株重较一致的紫锥菊苗植入。旱时抽水灌溉。

1.3 肥料:硼酸钠(B)为天津市大茂化学试剂厂生产,硫酸锰(Mn)为广州化学试剂厂生产,硫酸锌(Zn)为广东光华化学厂生产,钼酸铵(Mo)(上海昊化化工),硫酸亚铁(Fe)为广东台山化工厂出品。

2 方法

2.1 施肥处理:采用与普通蔬菜相类似的正常浓度进行田间喷施处理,各处理的浓度分别为硼酸钠(0.2%)、硫酸锰(0.1%)、硫酸锌(0.2%)、钼酸铵(0.04%)、硫酸亚铁(0.2%)^[9],清水作为空白对照(CK),共 6 个处理。叶面喷施,用量为每小区每次 1 000 mL,5 月 16 日和 7 月 6 日各喷施 1 次。试验采用随机区组设计,6 个处理 3 次重复共 18 个小区。

2.2 生长发育情况测定:2005 年 10 月 26 日采收,收获时上区两边两行不采收,每小区随机取 7 株,在与地表面接触的基部上约 1.5 cm 处剪断,分为地上部分和地下部分,流水冲洗干净于室内自然晾干,20 d 后称质量并测水分,干质量为减去水分后的质量。始花期为 5% 以上的植株开花时的日期,盛花期为 50% 以上的植株开花时的日期。种子于 2006 年 1 月 7 日全部成熟后采收,室内晾 20 d 后测得含水量为 11.5%,脱粒拣净测定产量后装入封口袋中于 4℃ 冰箱内保存,4 月 1 日测萌发性能,发芽时间为 10 d,浸种 18、12 h 换水一次,用培养皿纸上发芽法,重复 3 次,每重复用紫锥菊种子 50 粒,22℃ 全光照培养箱内进行发芽实验。

发芽率=正常发芽的种子数/供试种子数;发芽势=4 d 内正常发芽的种子数/供试种子数

2.3 菊苣酸的提取和分析:地上、地下部分分别提取,阴干后粉碎,称取 0.125 g 放入锥形瓶中,加入 80% 甲醇 20 mL,超声提取 30 min,4℃ 冷浸 24 h,离心取上清,定容至 25 mL(本实验室完成提取,在华南农业大学测试中心进行定量分析)。色谱条件:TSP 液相色谱仪(P4000,AS3000,UV6000LP),ODS C₁₈柱(250 mm×4.0 mm, 5 μm),流动相为 0.1% 甲酸水溶液(A)和乙腈(B),0~10 min,B 从 10% 线性变化到 40%,10~15 min,B 从 40% 线性变化到 20%,体积流量 1.0 mL/min,进样量 10.0 μL,于 330 nm 处检测。标准品购自长沙中谱分析技术事务所,质量分数为 99%。

2.4 数据处理:采用 SAS 统计分析软件。

3 结果

3.1 各微量元素肥料对紫锥菊产量及菊苣酸量的影响:见表 1。结果表明,各处理中全株干质量从高到低依次为 Fe、Mn、Zn、B、CK、Mo,其中 Fe、Mn、Zn、B 各处理分别比 CK 组高 31.9%、22.6%、8.1%、0.6%,Mo 处理比 CK 低 3.8%,方差分析结果显示 Fe、Mn 两个处理与 CK 及 Mo 处理间差异显著,Fe、Mn、Zn 间无显著差异,Fe 处理与 B 差异显著;各处理地上干质量从高到低变化次序与全株干质量一致,其中 Fe、Mn、Zn、B 各处理分别比 CK 组高 33.2%、20.8%、6.9%、1.6%,Fe 处理与 CK 处理间差异显著;就地下干质量来说,Fe 处理显著高于 CK 与 Mo 两处理,Fe、Mn、Zn 处理分别比 CK 高 29.9%、25.3%、10%。以上数据说明在本试验的土壤营养条件和施肥水平下,对紫锥菊生物产量的增加有显著促进作用的是 Fe、Mn 两个施肥处理。在所有 6 个处理中,地上及地下部分菊苣酸的量均以施铁处理的为最高,施硼处理的菊苣酸量低于对照,但各处理间无显著性差异。本试验各处理中紫锥菊的菊苣酸量均值都低于 20 mg/g,而在所做的“氮磷钾配施对紫锥菊产量及质量的影响”这一试验中各处理紫锥菊的菊苣酸量均值都高于 30 mg/g,两试验中菊苣酸相差很大,可能与地块条件、播种期及收获期不同有关。

表 1 微肥与紫锥菊产量及菊苣酸量的关系 (n=7)

Table 1 Effect of microfertilizers on relationship between yield of *E. purpurea* and content of cichoric acid (n=7)

处理	产量/(g·株 ⁻¹)			菊苣酸/(mg·g ⁻¹)	
	地上	地下	全株	地上	地下
Fe	26.34 a	16.76 a	43.10 a	19.92	19.74
Mn	23.89 ab	16.17 ab	40.06 ab	19.25	17.79
Zn	21.15 ab	14.19 ab	35.34 abc	18.49	16.27
B	20.01 b	12.86 ab	32.87 bc	16.91	15.8
CK	19.78 b	12.90 b	32.68 c	17.54	16.97
Mo	18.46 b	12.97 b	31.43 c	15.3	18.22

差异显著性检验用 LSD 法,小写字母表示 5% 差异水平,各处理字母不同表示差异显著,下表同。

Using LSD method to test significance of difference, small English letters represent significance of difference at 5% level, different letters mean significant difference. Following table is same

3.2 各微量元素肥料对紫锥菊花期及种子产量质量的影响:见表 2。施 Fe 处理的始花期和盛花期均早于 CK,6 个处理在 7 月底到 8 月上旬陆续进入始花期,在 9 月初到 9 月中旬相继进入盛花期;在 6 个处理中,CK 的花球数是最少的,Fe 处理的花球数显著高于 CK;种子产量从高到低依次为 B、Mn、Zn、

Mo、CK、Fe, 其中 B、Mn、Zn、Mo 各处理分别比 CK 高 16.7%、14.2%、4.3%、1.7%, Fe 处理比 CK 低 12.5%, 施 B 处理比 Fe 处理高 33.3%, 且差异显著, 其余处理间差异不显著; 各施肥处理的千粒质量均低于 CK, 其中 Zn、Fe 两处理分别比 CK 低 14.2%、14.0%, 各处理间差异不显著; 施 Mn 处理的发芽率显著低于 Fe 及 CK 两个处理, 各处理中发芽率从高到低依次为 Fe、CK、Mo、B、Zn、Mn, 发芽

势从高到低依次为 Mo、Fe、B、CK、Zn、Mn, 其中 Zn、Mn 两处理的发芽势显著低于施 Mo 处理。由上可见, 在试验条件下, 施 Fe 处理紫锥菊的花期有提前的趋势, 且花球数有显著的增加, 发芽率与 CK 相差不大; 施 Mn 使紫锥菊种子的发芽率显著降低; 相对于 CK 来说, Mo、Fe、B 3 个处理的发芽势有增加的趋势, 而 Zn、Mn 两处理有降低的趋势。微肥处理可能会降低种子的千粒质量。

表 2 微肥与紫锥菊花期及种子产量质量的关系 ($n=3$)

Table 2 Effect of microfertilizers on relationship of flowering stage, seed yield and seed germination of *E. purpurea* ($n=3$)

处理	始花期	盛花期	花球数/(个·5株 ⁻¹)	种子干质量/(g·5株 ⁻¹)	千粒质量/g	发芽率/%	发芽势/%
B	08-05	09-16	48 ab	18.28 a	4.02 a	82.53 ab	73.05 ab
Mn	08-07	09-12	47.7 ab	17.89 ab	4.25 a	74.42 b	58.13 b
Zn	08-08	09-18	53 ab	16.33 ab	3.81 a	78.47 ab	65.22 b
Mo	08-05	09-11	48.7 ab	15.93 ab	4.21 a	83.79 ab	75.62 a
CK	08-02	09-15	39.7 b	15.66 ab	4.44 a	84.76 a	69.85 ab
Fe	07-30	09-06	53 a	13.71 b	3.82 a	84.90 a	75.24 ab

4 讨论

微肥对植物生长的调控是通过参与叶绿素的合成及光合作用、维持叶绿体的结构和作为有关酶的辅基等形式实现的^[10]。本实验地块中有效铁量为 13.5 mg/kg, 高于临界值 4.5 mg/kg, 属于丰富水平^[11]。而试验结果显示施铁处理显著增加了紫锥菊的生物产量, 可能原因是试验地块中有效磷很高, 为 72.9 mg/kg, 属于一级水平^[12], pH 值为 7.76。前人研究认为当土壤中磷的水平较高时, 高浓度的铁和磷形成磷酸铁而在根内和根上面沉淀下来, 使植物吸收铁及保持铁的可溶性和移动性的能力减弱了, 在 pH 值大于 7 时这种情况更为严重^[5]。在土壤中丰富的铁由于受到磷的拮抗作用而无法很好利用时, 对紫锥菊进行两次叶面喷施铁肥收到了显著的增产作用; 铁处理同时导致了花球数的显著增加, 但种子产量及千粒重均低于 CK, 在试验中还统计到施铁与 CK 两个处理的单株结果数大致相当。推测可能是由于铁处理导致了大量的开花, 消耗了过多的养分, 从而影响了果实的发育, 降低了果实的单粒质量和产量。这与果树栽培中疏花疏果提高单粒质量及单株产量的原理相同。

本试验地有效锰的量为 3.2 mg/kg, 低于临界值 10 mg/kg, 属于极低水平^[11]。锰是多种酶的活化剂, 参与氮素的利用和光合作用^[10], 基于此, 锰肥显著增加紫锥菊产量这一现象就不难理解了。Wartidiningsih 等^[13]研究发现, 紫锥菊种子来源不同发芽率有很大变化, 低的从 39%~66%, 高的从 81%~91%, 他们推测可能是由于种子成熟度的不

同或贮存条件的差异导致了不同来源种子发芽率的差异。在试验中, 施锰处理还导致了紫锥菊种子发芽率的显著下降, 发芽势也有下降的趋势。而贺晓等研究发现施锰使老芒麦的发芽指数显著降低, 而对于诺丹冰草来说, 锰处理使发芽势显著增加而施钼则降低了发芽势^[14]。这说明对不同植物来说微量元素对其种子萌发特性的影响结果不一样。另外, 紫锥菊种子发芽率的不同除可能与成熟度及贮存条件有关外, 还直接受到生长环境或农艺措施的影响。

硼对维管植物是必需的, 缺硼是引起木质素合成障碍和中间产物(咖啡酸等酚类物质)累积的原因^[6]。梁和等^[15]报道在出现缺硼症状的柑桔园中施用硼肥显著降低了胡柚和蜜柑的酚类物质的量。本试验地块土壤中有有效硼的量为 0.2 mg/kg, 低于临界值 0.5 mg/kg, 当低于 0.25 mg/kg 时, 植物常表现缺硼症状^[16]。在试验中, 施硼处理紫锥菊的地上及地下部分菊甙酸量均低于 CK, 但差异不显著。硼对于花粉萌发和花粉管的生长是必要的, 在生殖过程中有重要作用^[5]。大多数植物营养生长对缺硼并不敏感, 但生殖生长则对缺硼很敏感^[17]。在所有处理中, 施硼处理紫锥菊的生物产量与 CK 相差不大; 而施硼处理的种子产量是最高的, 高于 CK 16.7%, 由于紫锥菊的个体差异较大, 方差分析结果显示差异并不显著。可见很低浓度的硼就能满足紫锥菊营养生长的需要, 而生殖生长则需硼量更高。

综上所述, 施用铁、锰肥料可以增加紫锥菊的生物产量; 锰、锌肥则可能导致紫锥菊种子萌发性能的降低; 施用适量的硼肥可能有助于种子产量的提高;

而铁肥的施用可能会使花期提前并显著增加花球数,应该有利于观赏性的增加。因此,在生产中应结合生产目的及地块条件合理施用微肥。

References

- [1] Ma X J, Wan Y L, Tu P F, et al. Introducing plant of *Echinacea purpurea* in Peking [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 1999, 24(10): 590-592.
- [2] Xiao P G. The international popular immunity regulates and its products of *Echinacea* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1996, 27(1): 46-48.
- [3] Li P, Wu H, Geng S L, et al. Germination and dormancy of seeds in *Echinacea purpurea* (L.) Moench (Asteraceae) [J]. *Seed Sci Technol*, 2007, 35(1): 9-20.
- [4] Li P, Ning X P, Wu H. Relation between the structure of medicinal parts and the accumulation of polyphenol of *Echinacea purpurea* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2007, 38(6): 917-920.
- [5] Liu Z. *Agricultural Chemistry of Microelements* (微量元素的农业化学) [M]. Beijing: Chinese Agriculture Publishing House, 1991.
- [6] Shkolnik M Y. *Trace Elements in Plants* [M]. Amsterdam: Elsevier, 1984.
- [7] Xu J Z, Sheng S J, Yao J F, et al. Regulation on growth and accumulation of total alkaloid in *Leonurus artemisia* by various microfertilizers [J]. *China Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2000, 25(1): 20-22.
- [8] Tai C, Wu T C, Wang J A. Studies of Mn deficiency on some physiological effects of wheat Genotypes [J]. *Acta Agric Boreali-Sin* (华北农学报), 2004, 19(2): 53-56.
- [9] Zhou B J, He X H. *Plant Nutrition* (植物的营养) [M]. Beijing: Chinese Agriculture Publishing House, 1985.
- [10] Zeng G W. *Plant Physiology* (植物生理学) [M]. Chengdu: Chengdu Scientific and Technical University Press, 1998.
- [11] Wang D X, Fu D Y. Availability appraisal of microelements in soils from western of Jilin [J]. *Soils* (土壤), 2002, 2: 86-89.
- [12] Zhu T D, Liu X B, Wang H, et al. *Handbook of Simple Technology in Application of Fertilizers* (简明施肥技术手册) [M]. Beijing: Jindun Publishing House, 2003.
- [13] Wartidiningsih N, Geneve R L. Seed source and quality influence germination in purple coneflower [*Echinacea purpurea* (L.) Moench.] [J]. *Hort Sci*, 1994, 29(12): 1443-1444.
- [14] He X, Li Q F, Zhao M X, et al. Effects of fertilizer applications on the seed germination of *Elymus sibiricus* and *Agropyron desertorum* [J]. *Acta Agr Sin* (草地学报), 2003, 2(11): 159-162.
- [15] Liang H, Shi W Y, Ma G R, et al. Effects of boron on physiological characteristic of two citrus species [J]. *J Guaxi Agric Biol Sci* (广西农业生物科学), 2005, 2(24): 118-122.
- [16] Lu R K. *Soils-Application of Fertilizers and Plant Nutrition Principles* (土壤-植物营养学原理和施肥) [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1998.
- [17] Young Y H, Wang Y H, Wu L S, et al. Advances on the study of B-efficiency in plant [J]. *J Huazhong Agric Univ* (华中农业大学学报), 2002, 21(1): 95-100.

人工培养蛹虫草高效液相色谱指纹图谱的初步研究

于荣敏, 叶斌, 宋丽艳*

(暨南大学药学院, 广东 广州 510632)

摘要:目的 建立人工蛹虫草药材的高效液相色谱指纹图谱。方法 利用 Agilent ZOBAX SB-Aq C₁₈ (250 mm × 4.0 mm, 5 μm) 色谱柱, 甲醇 5%~60% 为流动相梯度洗脱, 分析时间 30 min, 检测波长 260 nm, 进样量 1 μL, 体积流量 1.0 mL/min; 对样品超声提取条件以及流动相、检测波长等色谱条件进行了系统优化设计。结果 建立的指纹图谱中有 11 个共有峰, 且方法学考察符合规定的标准, 并以“中药色谱图分析和数据管理系统”软件对 11 个人工蛹虫草样品进行了相似度评价。结论 该法准确简便, 可作为控制人工蛹虫草药材内在质量的有效手段。

关键词: 人工蛹虫草; 高效液相色谱; 指纹图谱

中图分类号: R282.7

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2007)09-1403-03

Primary study on HPLC fingerprint of cultured *Cordyceps militaris*

YU Rong-min, YE Bin, SONG Li-yan

(College of Pharmacy, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Abstract: **Objective** To establish the HPLC fingerprint of cultured *Cordyceps militaris*. **Methods** HPLC Method was used for the determination of *C. militaris* on Agilent ZOBAX SB-Aq C₁₈ column (250 mm × 4.0 mm, 5 μm), and measuring with methanol 5%—60% in 30 min as elution detective wavelength at 260 nm, injection sample of 1.0 μL and flow rate of 1.0 mL/min. The systematic optimized design of the chromatographic conditions, such as supersonic extraction, mobile phase, and detective wavelength as well was carried out. **Results** Fingerprint consisted of 11 common peaks and the result of methodology determination fitted to the related standards. The evaluation of cultured *C. militaris* by systematically comparing chromatograms with a professional analytical software recommended by National Institute for the Control of Pharmaceutical and Biological Products has been established. **Conclusion** The method is

收稿日期: 2006-12-22

基金项目: 广州市科技计划项目基金资助(2006Z3-E5031)

作者简介: 于荣敏(1955—), 男, 博士, 教授, 研究方向为现代生物技术与中药现代化。 Tel: (020)85220386 E-mail: tyrm@jnu.edu.cn

* 通讯作者 宋丽艳