

有机锗对大蒜幼苗生长发育和光合特性的影响

隋 静¹, 郑 伟¹, 李 伟², 郝树芹¹

(1. 莱芜职业技术学院, 山东 莱芜 271100; 2. 莱芜市园林管理局, 山东 莱芜 271100)

摘 要:以“金蒜 2 号”大蒜为试材, 采用盆栽试验, 通过叶面喷施浓度为 0.30、0.60、0.90 g·L⁻¹ 的有机锗(Ge-132)溶液, 以喷施等量蒸馏水为对照, 研究了有机锗对大蒜幼苗生长发育和叶片光合性能的影响。结果表明:在有机锗浓度为 0.30 ~ 0.60 g·L⁻¹ 范围内, 大蒜幼苗株高、假茎粗、叶面积和根系活力等生长指标均随有机锗浓度的升高而升高, 当有机锗浓度升高至 0.90 g·L⁻¹, 各生长指标值则显著下降;在 0.60 g·L⁻¹ 浓度下达到最大, 比对照组分别升高了 1.6%、5.3%、2.0% 和 20.0%;叶片内光合色素含量、净光合速率、蒸腾速率和气孔导度也随有机锗浓度升高呈先上升后下降的趋势, 在 0.60 g·L⁻¹ 浓度时达到最大, 其中, 净光合速率、蒸腾速率和气孔导度分别比对照升高了 40%、38% 和 36%;因此, 外喷 0.60 g·L⁻¹ 有机锗是促进栽培大蒜的生长发育并提高光合效率的最适浓度。

关键词:有机锗;大蒜;光合作用;生长;叶绿素

中图分类号:S 663.404⁺.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)09-0034-04

锗是具有高度生物活性的微量元素。有机锗广泛分布于生物体中, 含有多个 Ge-O 键, 具有强氧化脱氢能力, 对人体有抗肿瘤、消炎与免疫调节等生理作用^[1-2]。大部分植物都含有痕量的锗, 因富集作用, 可通过外源添加锗生产富锗的蔬菜和食品等^[3-4], 也可通过食用富含锗的食物来补充锗元素。喷施外源锗在增加植物体内锗含量的同时, 也会对植株的生长发育及光合作用产生影响^[5-6]。植物的叶绿素中存在有机锗^[7], 外源施锗可促进叶绿素的合成, 并减少植株叶片的枯黄现象^[5,8]。但是, 过量施锗也会对植株造成毒害作用, 不仅会引起叶片枯黄, 甚至会导致植株白化死亡^[9]。

大蒜(*Allium sativum* L.)是日常食物中含有机锗最丰富的蔬菜, 因产地不同, 锗含量在 60~754 μg·g⁻¹^[10]。但是, 目前国内外关于外源锗对大蒜影响的研究不多, 有关外源添加锗对大蒜生长发

育与光合作用影响的报道更少。该研究采用盆栽试验, 通过叶面喷施不同浓度的有机锗水溶液, 探讨外源添加锗对大蒜生长发育、光合效率和光合色素的影响, 旨在找出最适合的喷施浓度, 为富锗大蒜的开发提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试大蒜“金蒜 2 号”由课题组实验室储存。供试土壤肥力状况:有机质含量 22.04 g·kg⁻¹、有效磷 22.02 mg·kg⁻¹、有效氮 78.93 mg·kg⁻¹、有效钾 97.18 mg·kg⁻¹、锗含量 0.20 mg·kg⁻¹, 土壤 pH 6.59。供试有机锗(Ge-132)购于麦克林试剂公司。

1.2 试验方法

试验于 2015 年 10 月至 2016 年 5 月在莱芜市方下镇方赵庄试验田进行。选择饱满的大蒜种子播种于 30 cm(盆口内径)×25 cm(盆底部内径)×30 cm(高)的营养钵中, 每钵装入风干土 15 kg, 每钵种植大蒜 3 颗, 进行正常田间管理。待大蒜长至 7~8 片叶后, 分别喷施 0.30、0.60、0.90 g·L⁻¹ 浓度有机锗(Ge-132)溶液, 以喷施等量蒸馏水为对照(CK), 每 10 d 喷施 1 次, 连续喷施 3 次, 每次喷施 1 000 mL。每 6 株为 1 个处理, 每处理 3 次重复。

1.3 项目测定

1.3.1 生长指标测定 将叶片全部竖直后, 采用直

第一作者简介:隋静(1981-), 男, 博士, 讲师, 现主要从事土壤营养与植物生理等研究工作。E-mail: suijiji@163.com.

责任作者:郝树芹(1981-), 男, 博士, 讲师, 现主要从事生态学等研究工作。E-mail: lzyzhengwei@163.com.

基金项目:山东省自然科学基金青年基金资助项目(ZR2013CQ003)。

收稿日期:2016-12-19

尺测量茎盘到最长叶尖的距离,即为株高;采用游标卡尺测量假茎基部的最大直径即为假茎粗;采用打孔称重法^[11]测定叶面积;采用 TTC 法^[12]测定根系活力。

1.3.2 光合色素测定 采用丙酮比色法^[13]测定叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素含量。

1.3.3 光合参数测定 2015 年 4 月 12 日 09:00—11:00 采用 TPS-2 光合仪测定从上数第 4 片叶中间部位的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率。外界环境条件:光照强度 $1\,200\sim1\,300\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 气温 $20\sim23\ ^\circ\text{C}$, 叶温 $20\sim24\ ^\circ\text{C}$, 外界 CO_2 浓度 $374\sim381\ \mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。每处理随机测定 5 株,重复 3 次,取平均值。

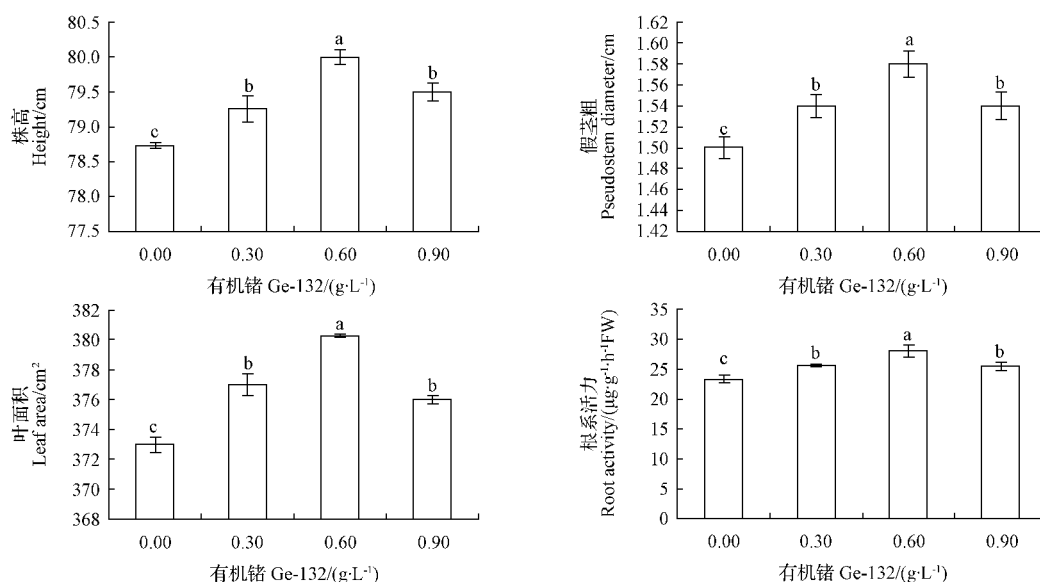
1.4 数据分析

采用 SPSS 13.0 统计软件对试验数据进行分析,利用 Duncan 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同浓度外源有机锗处理对大蒜生长发育的影响

由图 1 可以看出,大蒜株高、假茎粗、叶面积和根系活力均随有机锗浓度的升高呈先升高后下降的趋势,且在 $0.60\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 有机锗处理下达到最高,比对照分别提高了 1.6%、5.3%、2.0% 和 20.0%。说明当外喷有机锗浓度为 $0.60\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,更有利于大蒜的生长发育。



注:不同小写字母表示差异达 5% 显著水平。下同。

Note: Different lowercase letters mean significant difference at 5% level. The same below.

图 1 不同浓度有机锗对大蒜生长发育的影响

Fig. 1 Effect of germanium on growth and development of garlic

2.2 不同浓度有机锗处理对大蒜光合色素含量的影响

由图 2 可知,适量的有机锗能提高大蒜叶片内叶绿素和类胡萝卜素的含量。叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素(a+b)和类胡萝卜素含量均随有机锗浓度的升高呈先上升后下降的趋势,且在 $0.60\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 有机锗处理下达到最大,分别比对照组升高了 24%、31%、26% 和 35%。说明 $0.60\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 浓度有机锗处理更有利于大蒜光合色素的合成。

2.3 不同浓度有机锗处理对大蒜叶片光合参数的影响

由图 3 可知,有机锗处理能显著促进大蒜的光

合作用。大蒜叶片的净光合速率、蒸腾速率和气孔导度随有机锗浓度升高呈先上升后下降的趋势,且在有机锗浓度为 $0.60\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时达到最大,比对照提高了 40%、38% 和 36%。说明 $0.60\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 浓度有机锗处理更有利于大蒜的光合作用。

3 讨论与结论

喷施适当浓度的外源锗溶液可促进植物的生长发育。将锗加入底肥或以营养液形势浇灌均可促进植物的鲜质量和干质量的增加^[9,14]。该研究喷施不同浓度有机锗使大蒜株高、假茎粗、叶面积和根系活力均高于对照。但是,各生长指标并没有随外施锗浓度的增加而逐渐升高,当外施锗浓度超

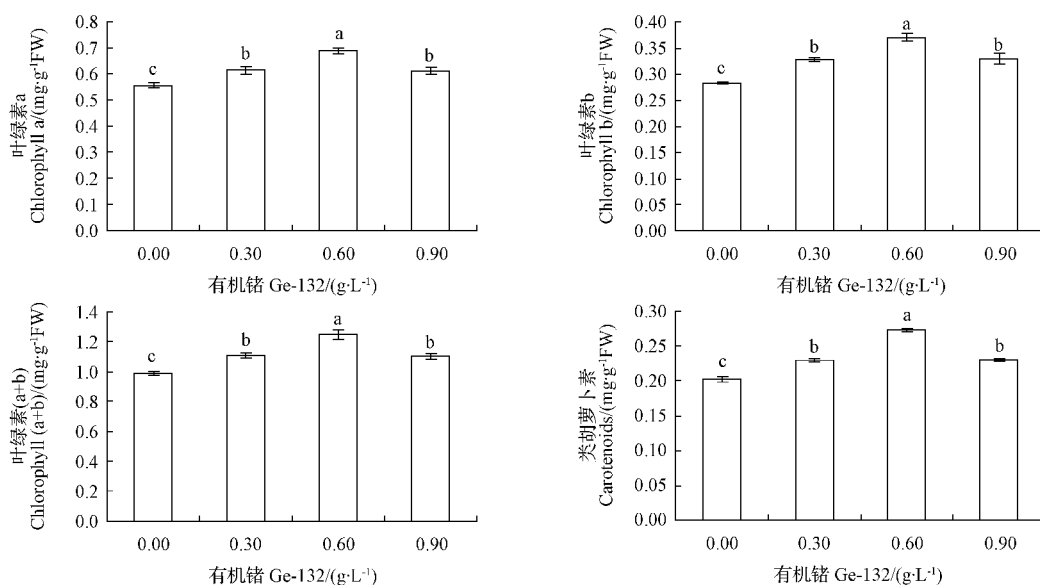


图2 有机锗对大蒜叶片叶绿素和类胡萝卜素含量的影响

Fig. 2 Effect of germanium on the contents of chlorophyll and carotenoid of garlic leaves

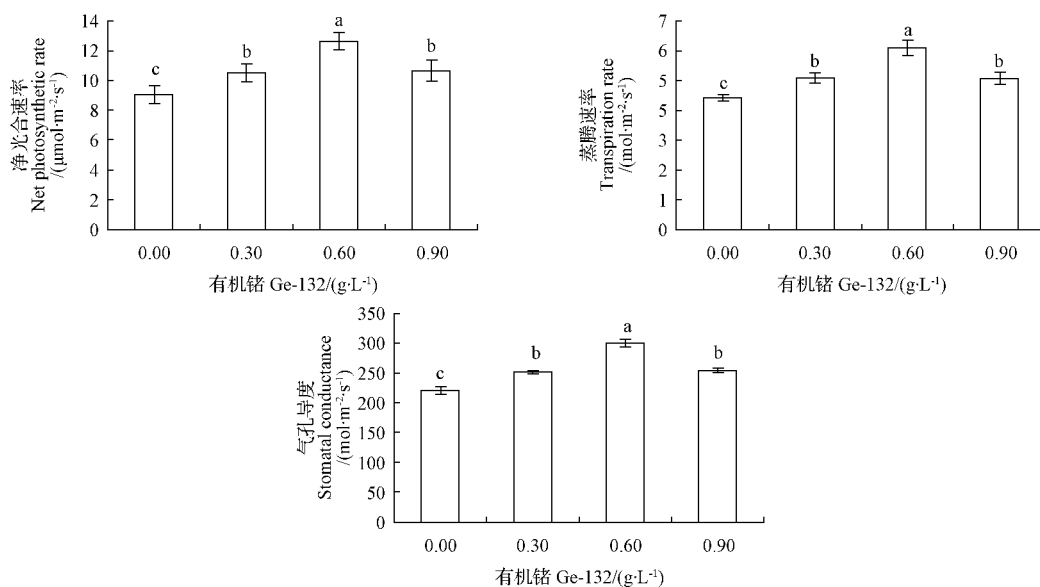


图3 有机锗对大蒜叶片光合参数的影响

Fig. 3 Effect of germanium on photosynthetic parameters of garlic leaves

过 $0.60 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 后,各生长指标值反而下降,这可能是因为锗过量产生了抑制作用^[15],林匡飞^[16]发现过高浓度的锗可形成胁迫效应,抑制植物的生长。该试验结果表明,通过外施适当浓度的有机锗可促进大蒜的生长发育。

锗在植物体内富集后,可改变植物中光合色素的含量,低浓度的锗可显著增加水稻叶片叶绿素 a 的含量^[17]。同时,藻类细胞主要捕光色素类胡萝卜素也受外源锗处理的影响^[18]。该试验表明通过外源有机锗处理大蒜植株后,大蒜叶片的叶绿素 a、叶绿

素 b、叶绿素(a+b)与类胡萝卜素的含量均高于对照,说明外源锗处理可提高大蒜叶片的光合色素含量。同时,外源锗处理也显著提高了大蒜叶片的净光合速率、蒸腾速率与气孔导度等光合参数指标。但是,大蒜叶片光合色素含量和光合效率的升高趋势仅限于低浓度锗溶液的处理,即在 $0.60 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度以下,当锗浓度提高至 $0.90 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,各指标水平反而降低。这些结果说明过高浓度的锗处理可能并不利于大蒜光合效率的提高,需要在一定浓度范围内才有利于植株保持高效的光合作用。该研究

结果表明,外喷适量浓度的锗有利于大蒜生长发育、光合色素含量及光合速率的提高,且锗浓度为 $0.60\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时效果最好。

参考文献

- [1] 牛建伟,谢平.灵芝多糖锗的抗肿瘤及免疫增强作用研究[J].中国生物药物杂志,2000,21(4):189-190.
- [2] 郑海鹏.有机锗的生理功能及在食品中的应用[J].微量元素与健康研究,2011,28(4):65-67.
- [3] CHEONG Y H, KIM S U, SEO D C et al. Effect of inorganic and organic germanium treatments on the growth of lettuce (*Lactuca sativa*) [J]. Journal of Korean Society Applied Biological Chemistry, 2009, 52(4):389-396.
- [4] CAKMAK I, KURZ H, MARSCHNER H. Short-term effects of boron, germanium and high light intensity on membrane permeability in boron deficient leaves of sunflower[J]. Physiologia Plantarum, 1995, 95(1):11-18.
- [5] 王晓洁,阮新,孙科深,等.大麦苗富锗的研究[J].食品科学,2007,28(10):171-175.
- [6] 李涛,王飞久,孙修涛,等. GeO_2 对海带幼孢子体培育过程充硅藻污染的抑制效应[J].渔业科学进展,2012,33(3):83-87.
- [7] 谢永泉.锗的环境生态研究[J].广东微量元素科学,1998,5(2):23-25.
- [8] MAKHAMJW, HAGMEIERE. Observation on the effects of germanium dioxide on the growth of macro-algae and diatoms[J]. Phy-

cologia, 1982, 21(8):125-130.

- [9] 唐凤,丁小余,丁鸽,等.锗对铁皮石斛原球茎的生长及抗氧化酶系的影响[J].南京师范大学学报(自然科学版),2005,28(4):86-89.
- [10] 曹庆穗,徐为民,严建民,等.大蒜的功能成分及其保健功效[J].江苏农业科学,2004(6):134-136.
- [11] 陶洪斌,林杉.打孔称重法与复印称重法和长宽校正法测定水稻叶面积的方法比较[J].植物生理学通讯,2006,42(3):496-498.
- [12] 白宝璋,金锦子,白崧,等.玉米根系活力 TTC 测定法的改良[J].玉米科学,1994,2(4):44-47.
- [13] 赵世杰,史国安,董新纯.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业科学技术出版社,2002:55-57.
- [14] 林匡飞,徐小清,金霞,等.锗对水稻的生态毒理效应及临界指标[J].生态学报,2005,25(1):108-114.
- [15] 李桂珠,许运新.锗在水稻-土壤体系内的迁移转化规律研究[J].长春师范学院学报,2007(2):62-66.
- [16] 林匡飞.硒和锗在土壤-植物系统中的生态毒理效应研究[D].武汉:中国科学院水生生物研究所,2003.
- [17] 李桂珠,许运新,张春玲.锗在水稻体内迁移转化规律的研究[J].吉林农业科学,2006,31(3):17-19.
- [18] JOHNSEN G, SAKSHAUG E. Bio-optical characteristics and photoadaptive responses in the toxic and bloom-forming dinoflagellates *Gyrodinium aureolum*, *Gymnodinium galatheanum*, and two strains of *Prorocentrum minimum* [J]. Journal of Phycology, 1993, 29(5):627-642.

Effects of Germanium on Growth and Development and Photosynthetic Characteristics of Garlic

SUI Jing¹, ZHENG Wei¹, LI Wei², HAO Shuqin¹

(1, Laiwu Vocational and Technical College, Laiwu, Shandong 271100; 2, Administration Bureau of Gardens in Laiwu, Laiwu, Shandong 271100)

Abstract: The cultivar ‘Jinsuan 2’ garlic seedlings in pots were used as materials and were sprayed by germanium solution at the concentration of $0.30, 0.60, 0.90\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. Effects of germanium on growth and development and photosynthetic characteristics of garlic were studied, with spraying distilled water as control. The results showed that the plant height, pseudostem diameter, leaf area and root activity of garlic increased with the increasing of germanium concentrations when the germanium concentrations were in the range of $0.30-0.60\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. When the concentration increased to $0.90\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, they were significantly decreased. These growth index reached the highest level at $0.60\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ treatment, which was increased by 1.6%, 5.3%, 2.0% and 20.0% relative to control group. At the same time, the chlorophyll and carotenoid contents, net photosynthetic rate, transpiration rate and stomatal conductance in garlic leaves were also improved with the increase of germanium concentrations ranging from $0.30\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ to $0.60\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ and then decreased when the concentration continued increasing. These indexes all reached the highest levels at $0.60\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. The net photosynthetic rate, transpiration rate and stomatal conductance was increased by 40%, 38% and 36% relative to control group. The results indicated that the $0.60\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ germanium was the best concentration for the garlic growth and photosynthesis.

Keywords: germanium; garlic; photosynthesis; growth; chlorophyll