

# 锗对大蒜含锗量和营养品质的影响

隋 静<sup>1</sup>, 郑 伟<sup>1</sup>, 李 伟<sup>2</sup>, 郝树芹<sup>1</sup>

(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<sup>-1</sup> 的有机锗溶液, 研究了锗对大蒜含锗量、产量和营养品质的影响。结果表明: 蒜薹和鳞茎内的锗含量均随锗浓度的增加而增加; 在锗浓度为 0.00~0.60 g·L<sup>-1</sup>, 蒜薹和鳞茎的鲜质量随锗浓度的升高而升高, 而后则随锗浓度升高而下降, 在 0.60 g·L<sup>-1</sup> 锗浓度下最大, 比对照升高了 81.42% 和 107.7%; 同时, 蒜薹和鳞茎内大蒜素、维生素 C、游离氨基酸、可溶性蛋白质和可溶性糖含量的变化也先随锗浓度升高呈现先升高后下降的趋势, 在 0.60 g·L<sup>-1</sup> 锗浓度下达到最大值。因此, 外喷锗处理栽培大蒜的锗浓度以 0.60 g·L<sup>-1</sup> 最好。

**关键词:** 锗; 大蒜; 产量; 营养品质

**中图分类号:** S 633.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2017)01-0033-04

锗(Ge)属稀有元素, 分为有机锗和无机锗, 目前发现只有有机锗(Ge-132)表现出生理活性。研究认为有机锗可清除体内自由基, 增强机体抗氧化能力, 达到抗肿瘤, 延缓衰老的作用<sup>[1]</sup>。锗在植物体内含量较低, 但其可在植物体内富集, 易受外界环境影响, 所以可通过外源添加锗生产含锗的保健蔬菜等<sup>[2-3]</sup>。

植物吸收锗后, 一部分运输至地上部, 影响叶绿素合成与光合作用<sup>[4-5]</sup>, 也可影响植物对营养元素的吸收与利用<sup>[6]</sup>。在一定浓度范围内, 锗可促进种子萌发, 愈伤组织的生长<sup>[7-8]</sup>, 提高抗氧化酶活性<sup>[9]</sup>。许多研究也发现适当浓度的锗还可以增加植株体内糖和蛋白质的含量, 提高产量<sup>[10-12]</sup>。然而, 锗含量过高, 会抑制硅的吸收, 破坏细胞壁形成, 降低抗氧化酶活性, 引起叶片枯黄, 抑制植物生长<sup>[9, 13]</sup>。

大蒜是锗含量较高的蔬菜, 也是价格较低廉的有机锗源, 人们可通过经常食用大蒜补充微量元素锗。但是, 目前国内外关于锗对大蒜影响的研究不多, 有关锗对大蒜蒜薹和鳞茎的产量和营养品质的报道更少。该试验采用盆栽试验, 通过叶面喷施不同锗浓度的水溶

液, 探讨锗对大蒜含锗量、产量和品质的影响, 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

以“金蒜 2 号”大蒜为试材, 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, 供试土壤肥力为: 有机质含量 22.04 g·kg<sup>-1</sup>、有效磷 22.02 mg·kg<sup>-1</sup>、有效氮 78.93 mg·kg<sup>-1</sup>、有效钾 97.18 mg·kg<sup>-1</sup>、锗含量 0.20 mg·kg<sup>-1</sup>, 土壤 pH 6.59。每钵种植大蒜 3 颗, 进行正常田间管理。

### 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。待大蒜长至 7~8 片叶后, 分别喷施用蒸馏水配置的 0.00、0.30、0.60、0.90 g·L<sup>-1</sup> 的不同锗浓度 Ge-132 溶液, 每 10 d 喷施 1 次, 共喷施 3 次, 每次喷施 1 000 mL, 以喷施等量蒸馏水作为对照处理。每 6 株为 1 个处理小区, 各处理重复 3 次。

### 1.3 项目测定

分别采收蒜薹和鳞茎后测定蒜薹和鳞茎的锗含量、产量和品质(大蒜素、可溶性糖、维生素 C、游离氨基酸和可溶性蛋白质含量)。

蒜薹从近地面向上 10~15 cm 处采收, 用电子天平测定每个处理蒜薹的平均质量; 鳞茎采收后, 从鳞茎上部膨大处向上 2 cm 位置减去上部假茎, 去除根系, 自然风干 20 d, 测定蒜头质量。

**第一作者简介:** 隋静(1981-), 男, 山东平度人, 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:** 郑伟(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:** 2016-09-26

锗含量测定采用分光光度法<sup>[14]</sup>,大蒜素含量测定采用苯胺法<sup>[15]</sup>,维生素 C 含量测定采用 2,6-二氯酚靛酚比色法<sup>[16]</sup>,可溶性糖、游离氨基酸和可溶性蛋白质含量测定分别采用蒽酮比色法、茚三酮法和考马斯亮蓝法<sup>[17]</sup>。

#### 1.4 数据分析

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

## 2 结果与分析

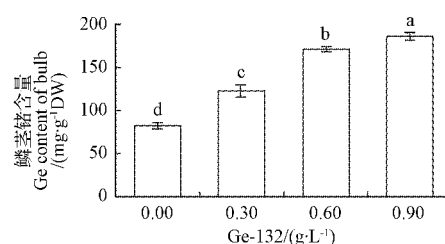
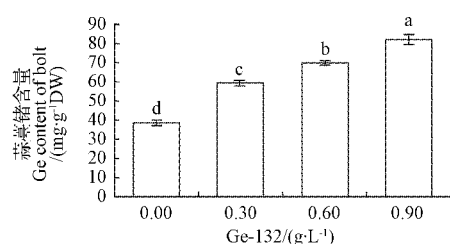
### 2.1 不同浓度锗处理对蒜薹和鳞茎锗含量的影响

由图 1 可以看出,随着锗浓度的增加,蒜薹和鳞茎内的锗含量随之升高,0.30 g·L<sup>-1</sup> 锗处理比对照组

分别提高了 54.02%、48.99%,0.60 g·L<sup>-1</sup> 锗处理比对照组分别提高了 81.42%、107.7%,0.90 g·L<sup>-1</sup> 锗处理比对照组的分别提高了 112.8%、125.9%。

### 2.2 不同浓度锗处理对蒜薹和鳞茎鲜质量的影响

由图 2 可知,适量的锗能提高蒜薹和鳞茎的鲜质量。在 0.00~0.60 g·L<sup>-1</sup> 时,蒜薹和鳞茎的鲜质量均显著升高 ( $P \leq 0.05$ ),当锗浓度继续升高,在 0.60~0.90 g·L<sup>-1</sup> 时,鲜质量则下降。可见,锗浓度过高或过低不利于大蒜鲜质量的提高,0.60 g·L<sup>-1</sup> 的锗浓度对蒜薹和鳞茎鲜质量的促进作用最大,比低锗(0.30 g·L<sup>-1</sup>)处理分别提高了 12.69%和 7.049%。



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 不同浓度锗处理对蒜薹和鳞茎锗含量的影响

Fig. 1 Effect of different germanium treatments on germanium content of garlic bolts and bulbs

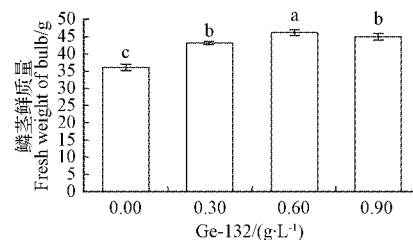
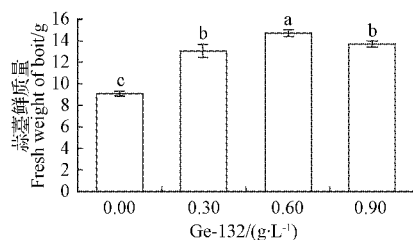


图 2 不同浓度锗处理对蒜薹和鳞茎鲜质量的影响

Fig. 2 Effect of different germanium treatments on fresh weight of garlic bolts and bulbs

### 2.3 不同浓度锗处理对蒜薹品质的影响

由表 1 可以看出,在锗浓度 0.00~0.60 g·L<sup>-1</sup> 范围内,蒜薹内大蒜素的含量均随锗浓度的升高而增加,当锗浓度继续升高至 0.60~0.90 g·L<sup>-1</sup>,大蒜素的含

量则随之减少。维生素 C、游离氨基酸、可溶性蛋白质及可溶性糖含量的变化趋势与大蒜素相似。可见,适当浓度的锗可促进蒜薹中大蒜素、糖及蛋白质等营养品质的形成,其中,0.60 g·L<sup>-1</sup> 锗浓度的促进作用最大。

表 1

不同浓度锗处理对大蒜蒜薹营养品质的影响

Table 1

Effect of different germanium treatments on nutritional quality of garlic bolts

有机锗浓度 Ge-132 concentration /(g·L <sup>-1</sup> )	大蒜素含量 Allicin content /(mg·g <sup>-1</sup> FW)	维生素 C 含量 Vitamin C content /(mg·(100g) <sup>-1</sup> FW)	游离氨基酸含量 Free amino acid content /(mg·g <sup>-1</sup> FW)	可溶性蛋白质含量 Soluble protein content /(mg·g <sup>-1</sup> FW)	可溶性糖含量 Soluble sugar content/%
0.00	2.39c	1.03c	5.84c	8.29c	6.85c
0.30	2.69b	1.26b	6.57b	9.32b	9.75b
0.60	2.98a	1.58a	7.12a	10.11a	10.53a
0.90	2.75ab	1.31b	6.53b	9.29b	9.78b

### 2.4 不同浓度锗处理对鳞茎品质的影响

如表 2 所示,在锗浓度为 0.00~0.60 g·L<sup>-1</sup>

时,鳞茎内大蒜素、维生素 C、游离氨基酸、可溶性蛋白质及可溶性糖含量均随锗浓度的升高而增加,在

表 2 不同浓度锗处理对大蒜鳞茎营养品质的影响

有机锗浓度 Ge-132 concentration	大蒜素含量 Allicin content	维生素 C 含量 Vitamin C content	游离氨基酸含量 Free amino acid content	可溶性蛋白质含量 Soluble protein content	可溶性糖含量 Soluble sugar content/%
/(g · L <sup>-1</sup> )	/(mg · g <sup>-1</sup> FW)	/(mg · (100g) <sup>-1</sup> FW)	/(mg · g <sup>-1</sup> FW)	/(mg · g <sup>-1</sup> FW)	
0.00	7.32c	1.58c	6.01c	12.11c	9.41c
0.30	8.33b	1.91b	6.92b	12.98b	10.96b
0.60	9.43a	2.37a	7.68a	13.48a	11.66a
0.90	8.82b	2.05b	7.53ab	12.91b	10.92b

0.60~0.90 g · L<sup>-1</sup>时,各指标的含量则随锗浓度升高而减少。因此,0.60 g · L<sup>-1</sup> 锗浓度最有利于大蒜鳞茎营养品质的提高。

### 3 讨论

锗可在植物体内富集。多项研究证实,将锗加入底肥或以营养液形势浇灌均可增加植物体内的锗含量<sup>[18-19]</sup>,并使植物体富锗<sup>[3]</sup>。该研究喷施不同浓度锗使大蒜蒜薹和鳞茎内锗含量均高于对照水平,且处理浓度越高,大蒜内的锗含量越高(图 1)。表明通过外施锗可增加大蒜体内的锗含量,使锗在大蒜蒜薹和鳞茎内富集。

锗在植物体内富集后,对植物的生长发育及营养物质的贮藏产生影响。有研究显示,锗可直接影响糖类的合成与贮藏,也可调控植株内总蛋白质含量,影响产量<sup>[10,20]</sup>。锗处理后,蒜薹和鳞茎的鲜质量均高于对照组(图 2),说明外施锗提高了大蒜的产量,这可能与锗提高了植株光合作用,增加了光合产物有关<sup>[5]</sup>。同时,锗处理也显著提高了大蒜素的含量(表 1、2)。大蒜素作为葱蒜类蔬菜特有的品质,具有多种生物学活性,其含量的提高有利于大蒜品质的改善。该研究也发现锗处理后,大蒜蒜薹和鳞茎内的可溶性糖、游离氨基酸、可溶性蛋白质和维生素 C 含量也明显升高。但是,大蒜产量和营养物质水平的升高趋势仅限于低锗处理,即在 0.60 g · L<sup>-1</sup> 浓度以下,当锗浓度提高至 0.90 g · L<sup>-1</sup>时,其水平反而降低。说明过多锗富集可能并不利于大蒜产量的提高和营养品质的形成,植株内的锗富集需要维持在一定范围内才有利于植株的生长与发育。锗过度富集是否对大蒜产生毒害仍需要进一步研究。

该研究显示,外喷适量浓度的锗有利于大蒜内锗含量、产量及营养品质的提高,且锗浓度为 0.60 g · L<sup>-1</sup>时效果最好。

### 参考文献

- NAKAMURA T,SAITO M,ASO H. Effects of a lactobacilli oligosaccharide and organic germanium intake on the immune responses of mice[J]. Biosci Biotechnol Biochem,2012,76(2):375-377.
- MURTHY H N,YU K W,JEONG C S,et al. Organic germanium

stimulates the growth of ginseng adventitious roots and ginsenoside production[J]. Process Biochemistry,2005,40:2959-2961.

- 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.
- 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.
- 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.
- 李正鹏,祝嫦巍,吴萍,等. 富锗树舌胞外多糖的体外抗氧化活性研究[J]. 现代食品科技,2013,29(8):1791-1795.
- 杨宁生,张馥,钟青萍,等. 有机锗对绞股蓝愈伤组织生长及皂苷含量的影响[J]. 植物生理学通讯,1994,30(4):311.
- 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.
- 颜振兰. 不同供锗水平对巨大革耳子实体可溶性蛋白和细胞保护酶活性的影响[J]. 食用菌学报,2014,21(1):32-34.
- 魏明,杨超英,姜绍通. 锗对霍山石斛类原球茎悬浮培养细胞生长和多糖合成及氧化还原态的影响[J]. 生物工程学报,2010,26(3):371-377.
- 连玉武,段鹏程,王艳丽. 锗对水稻萌芽期的生理效应[J]. 植物学通报,1999,16(4):457-461.
- CHOI I W,SEO D C,HAN M J,et al. Accumulation and toxicity of germanium in cucumber under different types of germaniums communications[J]. Soil Science and Plant Analysis,2013,44:3006-3019.
- LEWIN J. Silicon metabolism in diatoms: V. Germanium dioxide, a specific inhibitor of diatom growth[J]. Phycologia,1966,6(1):1-12.
- 袁瑾. 分光光度法测定滇刺枣中的锗[J]. 光谱实验室,2002,19(3):371-372.
- 屈妹存,周朴华. 大蒜油提取及大蒜油与大蒜渣的化学成分分析[J]. 湖南农业大学学报,1998,24(3):235-237.
- 王学奎. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 北京:高等教育出版社,2006:190-192.
- 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,2002:55-57,84-85,98-99.
- 刘训健,吴扬,吴莹,等. 施用锗肥对茶叶含锗量的影响[J]. 茶叶科学技术,1995(4):29-31.
- 许崇山,唐建军. 水稻对锗元素的吸收特性及其在体内分布规律的研究[J]. 科技通报,1997,13(1):35-38.
- 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]. 南京师大学报(自然科学版),2005,28(4):86-89.

DOI:10.11937/bfyy.201701009

## 甜樱桃花芽与枝条冻害调查分析

付全娟<sup>1</sup>, 魏国芹<sup>1</sup>, 杨兴华<sup>1</sup>, 付成庆<sup>2</sup>, 侯森<sup>1</sup>, 孙玉刚<sup>1</sup>

(1. 山东省果树研究所, 山东 泰安 271000; 2. 新泰市国有太平山林场, 山东 泰安 271000)

**摘要:**以8个甜樱桃品种为试材,研究调查了2015年11月与2016年1月2次寒潮过后泰安市部分甜樱桃品种冻害发生情况。结果表明:冻害原因为降温幅度大、低温持续时间长、防寒意识差,最终导致甜樱桃花芽和枝条受到严重冻害,有些地区花芽冻害指数高达79.9,枝条冻害指数61.2。但不同砧穗组合与品种间的冻害发生程度不同。合理修剪、加强水肥、保花促果、冻害部位处理、预防“倒春寒”等预防与补救措施可以有效防止甜樱桃冻害发生。

**关键词:**甜樱桃;冻害;预防冻害措施

**中图分类号:**S 662.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)01-0036-04

2015年11月下旬山东省鲁中南地区遭遇历史上罕见的雪灾低温天气(气象部门记载是1958年以

**第一作者简介:**付全娟(1986-),女,山东泰安人,博士,助理研究员,研究方向为果树育种与栽培。E-mail: yantaifqj@163.com.

**责任作者:**孙玉刚(1964-),男,山东诸城人,研究员,研究方向为果树遗传育种与栽培。E-mail: sds129@126.com.

**基金项目:**山东省科技发展计划资助项目(2014GNC110004);山东省2014年农业重大应用技术创新课题资助项目。

**收稿日期:**2016-09-27

来最大降雪低温天气,降温幅度高达18℃),给还未做好越冬准备的树木带来了严重的冻害。继这次雪灾低温天气之后,2016年1月下旬又出现极端寒冷气候,最低温度-17℃,较往年同期降低6~10℃<sup>[1]</sup>。这2次降温天气给泰安周边的甜樱桃树体和苗木造成了不同程度的冻害,给当前和今后一段时期甜樱桃生产造成极大的损失。为了及时掌握甜樱桃发生的冻害情况,提出预防和补救措施,山东省果树研究所樱桃栽培与育种课题组调查了泰安市的甜樱桃主栽品种的花芽和枝条冻害发生情况。

## Effects of Different Germanium Treatments on Germanium Content and Nutritional Quality of Garlic

SUI Jing<sup>1</sup>, ZHENG Wei<sup>1</sup>, LI Wei<sup>2</sup>, HAO Shuqin<sup>1</sup>

(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 0.00, 0.30, 0.60, 0.90 g · L<sup>-1</sup>. The effects of different germanium treatments on germanium content and nutritional quality of garlic were detected. The results showed that the germanium contents of garlic bolts and bulbs increased with the increase of germanium concentrations. When the germanium concentrations were in the range of 0.00—0.60 g · L<sup>-1</sup>, the fresh weight of bolts and bulbs increased with the increase of germanium concentrations. When the concentration increased to 0.90 g · L<sup>-1</sup>, the fresh weight decreased. The fresh weight of bolts and bulbs reached the highest level at 0.60 g · L<sup>-1</sup> treatment, which was increased by 81.42% and 107.7% relative to control group. At the same time, the contents of allicin, vitamin C, free amino acid, soluble protein and soluble sugar in bolts and bulbs were also improved with the increase of germanium concentrations ranging from 0.00 to 0.60 g · L<sup>-1</sup> and then decreased when the concentration continued increasing. These indexes all reached the highest levels at 0.60 g · L<sup>-1</sup>. These results indicated that the 0.60 g · L<sup>-1</sup> germanium was the best concentration to garlic with foliage spray.

**Keywords:** germanium; garlic; production; nutritional quality