

# 施硒对大蒜产量和含硒量的影响

王永勤<sup>1,2</sup> 曹家树<sup>1</sup> 李建华<sup>2</sup> 赵 猛<sup>2</sup> 赵桂芳<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 浙江大学蔬菜研究所, 杭州 310029; <sup>2</sup> 山西省农业科学院农产品贮藏保鲜研究所, 太原 030031)

**摘 要:** 以土壤施硒 ( $0.1 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ) 研究大蒜对硒的吸收、转化及硒对大蒜产量的影响。结果表明, 4 个大蒜品种吸收硒的能力为: 应县大蒜 > 忻州大蒜 > 榆次大蒜和太谷大蒜。以土壤施硒 ( $0.01$ 、 $0.1$ 、 $1$ 、 $10 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ )、叶面施硒 ( $10$ 、 $100$ 、 $1\,000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) 和硒浸种 ( $10$ 、 $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) 3 种方式处理应县大蒜, 结果随着硒处理浓度的提高, 大蒜的产量先升后降, 大蒜含硒量随着硒处理浓度的提高而提高, 但无机硒转化成有机硒的比率下降。

**关键词:** 大蒜; 硒; 吸收; 转化; 产量

**中图分类号:** S 633.4    **文献标识码:** A    **文章编号:** 0513-353X (2001) 05-0425-05

硒是人体必需的微量元素之一。我国有 22 个省市的部分或大部分地区土壤缺硒<sup>[1]</sup>。植物硒的生物利用率不因其源于自然还是人工施加而不同<sup>[2]</sup>。生产富硒蔬菜是补充人体硒的有效途径。

大蒜 (*Allium sativum* L.) 具有许多对人体有益的生理作用, 这些作用与其较高含硒量有关。如何进一步提高大蒜的含硒量, 对于提高大蒜的食疗价值有着重要的意义。本试验旨在通过对大蒜富硒技术及其吸收与转化的研究, 为生产适度富硒的大蒜品种提供理论根据。

## 1 材料与方法

田间试验在山西省农业科学院旱农中心中试基地进行。试验地土壤总硒含量为  $0.128 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 有效硒含量为  $0.013 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。采用随机区组设计, 小区面积  $3 \text{ m}^2$ , 每小区 100 株。试验用硒为分析纯  $\text{Na}_2\text{SeO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 。按常规进行田间管理。

**不同品种吸硒特性研究:** 1998 年以应县大蒜、忻州大蒜、榆次大蒜、太谷大蒜为试材, 对照组不施硒肥, 处理组施硒  $0.1 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ , 3 次重复。施用方法是将硒溶于水, 用喷雾器均匀喷撒在小区土壤中。

**施硒方法研究:** 1998 年和 1999 年以应县大蒜为试材, 分别进行土壤施硒、叶面喷施、浸种 3 种试验, 土壤施硒处理组施硒量分别为  $0.01$ 、 $0.1$ 、 $1$  和  $10 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ , 于播种前施入小区内, 施用方法同前, 不施硒肥为对照。叶面喷施处理组将硒酸钠分别配制成浓度为  $10$ 、 $100$ 、 $1\,000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  的溶液, 于采收前一个月喷施, 以喷清水为对照。浸种处理组硒溶液浓度为  $10$  和  $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 于播种前浸种  $12 \text{ h}$ , 清水浸种为对照。

大蒜采收后,  $80^\circ\text{C}$  烘至恒重, 分析测定干样品含硒量。大蒜样品测定按尚庆茂等<sup>[3]</sup>的方法进行。取  $1 \text{ g}$  干样加  $20 \text{ mL HCl } 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  在  $170^\circ\text{C}$  下回流反应  $20 \text{ min}$ , 冷却后取上清

收稿日期: 2001 - 01 - 08; 修回日期: 2001 - 05 - 21

液, 测定无机硒含量。取 0.5 g 干样加 7 mL 混合消化液 ( $\text{HNO}_3$  5 mL +  $\text{HClO}_4$  2 mL), 180 ~ 200 °C 消化 2 h, 冷却后再加入 10 mL 4 mol  $\text{L}^{-1}$  HCl 还原 10 min, 重蒸水定容, 测定含硒总量。有机硒含量 = 总硒含量 - 无机硒含量。硒的测定采用 2、3 - 二氨基萘荧光法。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同大蒜品种的吸硒特性

土壤施硒试验结果 (表 1) 表明 4 个品种大蒜对照组含硒量差异不显著; 施硒组含硒量差异显著, 以应县大蒜最高, 忻州大蒜次之, 太谷大蒜和榆次大蒜差异不显著而且含硒量最低。榆次和太谷相邻, 可能榆次大蒜和太谷大蒜是同一品种。处理与对照相比, 应县大蒜的吸硒总量增加 111.5 倍, 忻州大蒜增加 107.1 倍, 榆次大蒜增加 104.7 倍, 太谷大蒜增加 104.6 倍。

表 1 不同大蒜品种的含硒量  
Table 1 Selenium absorption ability in garlic varieties (mg  $\text{kg}^{-1}$ )

处 理 Treatments	应县大蒜 Yingxian garlic	忻州大蒜 Xinzhou garlic	榆次大蒜 Yuci garlic	太谷大蒜 Taigu garlic
无硒 No Se	0.071 $\pm$ 0.004	0.067 $\pm$ 0.003	0.066 $\pm$ 0.004	0.066 $\pm$ 0.003
施硒 Se	8.032 $\pm$ 0.053 a	7.177 $\pm$ 0.172 b	6.913 $\pm$ 0.12 c	6.907 $\pm$ 0.069 c

注: 表中不同小写字母分别代表  $P < 0.05$ 。下同。

Note: The different lower case letters in this table mean  $P < 0.05$  respectively. The same below.

### 2.2 硒对大蒜产量的影响

叶面喷施、浸种和土壤施硒三种处理对大蒜产量有较大的影响 (表 2)。适量的施硒能够促进大蒜生长发育, 从而提高大蒜的产量; 过量的硒对大蒜的生长发育有一定的抑制作用, 主要表现在株高变矮, 产量下降。两年的试验结果表明, 叶面喷 10 mg  $\cdot \text{kg}^{-1}$  硒处理, 大蒜产量显著高于其它叶面喷硒处理, 对照与 100 mg  $\cdot \text{kg}^{-1}$  喷施处理差异不显著, 1 000 mg  $\cdot \text{kg}^{-1}$  的喷施处理两年的结果略有差异, 可能是由于试验条件或气候的原因; 浸种

表 2 硒对大蒜产量和含硒总量的影响

Table 2 Effect of selenium application on the yield and selenium content of garlic

处 理 Treatment		产 量 Yield (kg $\text{plot}^{-1}$ )			含硒总量 Selenium content (mg $\text{kg}^{-1}$ )		
		1998	1999	平均 Average	1998	1999	平均 Average
叶面喷施 Leaf spraying (mg $\cdot \text{kg}^{-1}$ )	0 (对照 Control)	1.64 b	1.19 bc	1.42	0.071 d	0.072 d	0.072
	10	1.81 a	1.34 a	1.58	7.475 c	6.870 c	7.173
	100	1.65 b	1.25 b	1.45	13.569 b	16.673 b	15.121
	1000	1.40 c	1.13 c	1.27	25.033 a	22.226 a	23.630
浸 种 Seed soaking (mg $\cdot \text{kg}^{-1}$ )	0 (对照 Control)	1.14 b	1.12 b	1.13	0.070 c	0.069 c	0.070
	10	1.34 a	1.26 a	1.30	0.479 b	0.544 b	0.512
	100	0.98 c	0.97 c	0.98	3.420 a	3.235 a	3.328
土壤施用 Soil application (g/ $\text{m}^2$ )	0 (对照 Control)	1.42 c	1.13 b	1.28	0.071 e	0.071 e	0.071
	0.01	1.76 a	1.29 a	1.53	7.232 d	6.916 d	7.074
	0.1	1.55 b	1.06 b	1.31	73.025 c	67.995 c	70.510
	1	1.28 d	0.91 c	1.10	102.243 b	98.749 b	100.495
	10	1.06 e	0.86 c	0.96	145.456 a	138.811 a	142.134

试验两年的结果一致,  $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  处理显著降低大蒜的产量, 可能是因为大蒜播种时过了休眠期, 已经生出芽和幼根, 浸泡时间过长, 产生毒害。土壤施硒试验中,  $0.01 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  处理显著高于其余处理, 其它处理两年的结果略有不同, 可能是由于试验条件或气候的原因。比较三种处理方法, 叶面喷硒省时、省事, 而且效果也佳。

### 2.3 施硒对大蒜含硒总量的影响

在本试验设置的浓度处理范围内, 大蒜的含硒总量随着喷硒浓度的提高而提高 (表 2)。叶面喷施  $10$ 、 $100$  和  $1\,000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  处理组的含硒总量比对照组分别高  $101$  倍、 $213$  倍和  $332$  倍。硒浸种浓度高, 大蒜含硒总量也高, 硒  $10$  和  $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  浸种处理比对照分别提高  $7.21$  倍和  $47$  倍。土壤施硒后, 大蒜的含硒总量增加显著, 且随施硒量的提高而提高,  $0.01$ 、 $0.1$ 、 $1$ 、 $10 \text{ g} \cdot \text{m}^2$  硒处理组分别比对照组提高  $100$  倍、 $933$  倍、 $1\,415$  倍和  $2\,002$  倍。

### 2.4 大蒜对硒的转化

大蒜所吸收的硒主要以有机硒的形态存在。随着大蒜含硒量的提高, 有机硒转化率有所下降 (表 3)。对照表 2 和表 3 可知, 叶面喷施和土壤施硒中, 一定量的硒可促进大蒜的生长, 提高产量。此时大蒜的有机硒占总硒的比例下降很少, 当超过一定量引起产量下降

表 3 大蒜中硒的形态分析

Table 3 Analysis of the form of selenium in garlic

( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )

项 目 Items	叶面喷施 Leaf spraying ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )				浸种 Seed soaking ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )			土壤施用 Soil application ( $\text{g}/\text{plot}$ )				
	对 照 Control	10	100	1000	对 照 Control	10	100	对 照 Control	0.03	0.3	3	30
总硒 Total Se	0.072	6.870	16.673	22.226	0.069	0.544	3.235	0.071	6.916	67.995	98.749	138.811
有机硒 Organic Se	0.071	6.733	15.720	18.448	0.068	0.539	3.180	0.070	6.778	63.915	84.946	112.750
无机硒 Inorganic Se	0.001	0.173	0.973	3.778	0.001	0.005	0.055	0.001	0.138	4.080	13.083	26.061
转化率 Percentage of transformation (%)	98.6	98.0	94.3	83.0	98.6	99.1	98.3	98.6	98.0	94.0	86.0	81.3

注: 转化率 = 有机硒 / 总硒  $\times 100\%$ 。

Note: Percentage of transformation = Organic Se / Total Se  $\times 100\%$ .

时, 有机硒的下降幅度较大, 这可能是中毒的表现。而浸种处理虽然到硒  $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  时产量表现出下降, 但有机硒下降不大, 可能硒  $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  已是大蒜中毒的浓度, 影响了苗期大蒜的生长发育, 进而影响了产量。随着生长, 硒浓度逐步被稀释, 中毒状况逐渐缓解, 因此大蒜头的有机硒转化率较高。

## 3 讨论

### 3.1 植物对硒的吸收和转化

植物对硒的吸收程度取决于植物种类。Fleming<sup>[4]</sup>对爱尔兰的富硒土壤的研究中发现, 十字花科植物、百合科和豆科作物比菊科、禾本科和伞形科植物更能耐高浓度的硒。Hurd-Karrer 研究指出需硫量大的作物能吸收较多的硒<sup>[5]</sup>。据测定<sup>[6]</sup>, 大蒜含硫氨基酸占总

氨基酸 4.4 %，大蒜的大蒜素是一种含硫的硫醇类化合物。本研究中大蒜对硒有较强的吸收和转化能力。因此大蒜具有较强的富硒能力。

前人在大蒜上进行了硒的生物富集研究，其材料为在加有不同硒处理的营养液中培养 1 周的蒜瓣，结果大蒜的有机硒转化率较低，最高的处理只有 78.24 %<sup>[7]</sup>。而本研究中有有机硒转化率最高的达 99 %，在产量不下降的处理中，有机硒的转化率也在 98 % 左右。其原因可能是大蒜吸收的无机硒转化成有机硒，需一定时间的体内代谢，本试验中施硒时间较早，因而转化率较高。

硒对植物生长的促进或抑制作用都因种类有明显差异。Bicas 等<sup>[8]</sup>发现硒在低浓度时对胡萝卜生长有益，而高浓度时则有害，每公顷施加 810 kg 硒肥，能显著地提高胡萝卜根中的胡萝卜素；施和平等<sup>[9]</sup>研究表明，低浓度的硒（ $<0.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ）促进番茄幼苗生长，高浓度的硒（ $>0.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ）则抑制生长；硒对小麦发生毒害时，加硒可减轻植株干物质质量和籽粒产量<sup>[10]</sup>，本研究中也证明适量的硒对大蒜的生长有促进作用，过量的硒则有抑制作用，使大蒜出苗较弱，生长缓慢，产量下降，同时有机硒转化率下降。

尚庆茂等<sup>[3]</sup>报道不同生菜品种对硒的吸收和转化具有遗传型差异。本试验也证明。大蒜不同品种富集硒的能力具有遗传型差异。

### 3.2 硒与食物链

人体的硒是通过粮食、蔬菜、饲草和肉类进入人食物链的。根据中国营养学营养调查报告，我国成年人每日的硒摄入量仅为 26.63  $\mu\text{g}$ 。我国营养学会 1988 年推荐的膳食硒供给量标准为每日 55  $\mu\text{g}$ 。美国推荐的标准是成人男女分别为 75  $\mu\text{g}$  和 55  $\mu\text{g}$ <sup>[11]</sup>。我国成年人摄入量与此标准相差甚远。硒通过大蒜的吸收转化，成为生物源硒，更有利于人吸收利用，具有较广阔的应用前景。

### 参考文献：

- 1 宋达贤，李日邦，王五一. 初论世界低硒地带. 环境科学学报, 1982, 2 (3): 241 ~ 249
- 2 Mutanen M, Koivistoiven P, Morris V C, et al. Relative nutritional availability to rats of selenium Finnish spring wheat, fertilized with sodium selenium and in an American winter bread wheat naturally high in selenium. Br. J. Nutr., 1987, 57 (3): 319 ~ 329
- 3 尚庆茂，李平兰，高丽红. 水培生菜对硒的吸收和转化. 园艺学报, 1997, 24 (3): 255 ~ 258
- 4 Fleming G. A. Selenium in Irish soil and plants. Soil Science, 1962, 94: 28 ~ 35
- 5 万洪富. 生态环境中的硒及植物对它的吸收和转化. 土壤学进展, 1988, 16 (6): 1 ~ 9
- 6 张林生，路 平. 大蒜的氨基酸组分及其功能. 氨基酸杂志, 1991, 2: 32 ~ 33
- 7 段永新，傅庭治，傅家瑞. 硒在大蒜内的生物富集及其抗氧化作用. 园艺学报, 1997, 24 (4): 343 ~ 347
- 8 Bicas P A, Daoud H G, Kodar I. Effect of Mo, Se, Zn and Cr treatments on the yield, element concentration, and carotenoid content of carrot. J. Agric. Food Chem., 1995, 43: 589 ~ 591
- 9 施和平，张英聚，刘振声. 番茄对硒的吸收、分布和转化. 植物学报, 1993, 35 (7): 541 ~ 546
- 10 Singh M, Singh N. Selenium toxicity in plants and its detoxication by phosphorus, Soil Sci., 1978, 126: 255 ~ 262
- 11 杨光圻. 膳食硒需要量和安全摄入量范围研究结果述要. 营养学报, 1992, 14 (3): 318 ~ 321

## Effect of Selenium Application on the Yield of Garlic and its Selenium Content

Wang Yongqin<sup>1,2</sup>, Cao Jiashu<sup>1</sup>, Li Jianhua<sup>2</sup>, Zhao Meng<sup>2</sup>, and Zhao Guifang<sup>2</sup>

425 (<sup>1</sup> Institute of Vegetable Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310029; <sup>2</sup> Research of Storage and Keeping of Agricultural Produce, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031)

**Abstract :** In order to understand the effect of selenium on the yield of garlic and its absorption and transformation, the experiment was carried out through three different ways, namely leaf absorption, seed soaking and soil application. It was found that the ability to absorb selenium varied among the four garlic varieties, the highest of which was 'Yingxian' garlic, and followed by 'Xinzhou', 'Yuci' and 'Taigu'. Under the range of selenium concentration in this experiment, with the rise of selenium concentration, the yield of garlic increased and then dropped, whereas the total content of selenium in garlic increased steadily with the decrease of the ratio of inorganic Se to organic Se.

**Key words :** Garlic; Selenium; Absorption; Transformation; Yield

## 曹寿椿园艺科教奖学金设立

南京农业大学“曹寿椿园艺科教奖学金”现已设立。奖学金分为教学奖和科研奖。教学奖参评对象为：南京农业大学在校本、硕、博士生和在职教师；科研奖参评范围为：全国各企事业单位从事中国不结球白菜研究、推广人员。评选时间：自 2003 年 3 月 1 日起开始接受申请，5 月 31 日截止。教学奖每 2 年评选 1 次，每次 2~4 名（其中 50% 为女性）；科研奖每 4 年评选 1 次，每次 1~3 名。设立该基金的宗旨在于推动我校园艺学科的教育和中国不结球白菜科研的发展与创新。欢迎全国从事中国不结球白菜研究与推广的同行来电索取基金章程和届时踊跃申请。基金委员会常设机构设在南京农业大学园艺学院。邮编：210095，联系电话：025-4395262，联系人：侯喜林，张增翠。

### 会 讯

## “水生蔬菜学术及产业化研讨会”召开

会议由中国园艺学会主办，湖北省园艺学会与武汉市蔬菜办公室协办，国家种质武汉水生蔬菜资源圃与武汉市蔬菜科学研究所承办，于 2001 年 8 月 20~22 日在武汉召开。参加会议的代表共 108 人，收到论文 60 篇。论文内容涉及莲藕、芋、茭白、慈姑、水芹、菱角、荸荠、芡实、豆瓣菜、蕹菜、蒲菜、莼菜及藜蒿等 13 类，论及资源征集、保存、分布与利用、新品选育与良繁、栽培、植保、快繁脱毒、航天诱变育种技术及产业化开发等领域。代表们认为，近 20 年来，我国水生蔬菜事业取得了长足的发展，在我国农业产业结构调整中发挥了重要作用。大家建议，除了继续加强水生蔬菜基础研究外，今后还要进一步加强专用型品种的研究与选育、无污染水生蔬菜的生产技术以及水生蔬菜产品贮藏加工技术和产品营销研究，确保我国水生蔬菜的持续健康发展。