

硒硫配合喷施对大蒜营养品质的影响

王昌全¹ 李 冰¹ 李焕秀²

(¹ 四川农业大学资源环境学院, 雅安 625014; ² 四川农业大学林学院园艺学院, 雅安 625014)

摘 要: 在叶面喷施一定量硫的条件下, 配合喷施不同水平的硒, 研究大蒜的硒 (Se) 营养及硒硫 (Se-S) 交互作用。分析测试了大蒜蒜头 11 种营养元素和 4 种品质组分, 并对试验结果进行了主成分提取 (PCA) 和因子分析 (FA)。结果表明, 矿质主因子模型解释了试验总方差的 83.527%, 通过对蒜头营养品质与矿质主因子间的线性关系模拟, 发现 11 种营养元素可划分为与品质密切相关的公因子——蒜素因子 (X_1)、硒因子 (X_2)、维生素 C 因子 (X_3)。硒、硫及其配合喷施通过对大蒜相应矿质营养的促进而改善了大蒜的有机硒、硒有机化率、维生素 C 和大蒜素营养品质状况。在土壤有效硒、硫供应比较充足的条件下, 喷施中低量的硒 (Na_2SeO_3 20 ~ 40 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 配合一定量的硫肥 [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 2500 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$] 效果最好, 即硒硫比例大致为 1:125 ~ 62.5 时最佳。

关键词: 大蒜; 硒; 硫; 营养价值

中图分类号: S 633.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2004) 04-0461-06

The Effect of Selenium-Sulphur Cooperated Spraying on the Nutrition Quality of Garlic (*Allium sativum* L.)

Wang Changquan¹, Li Bing¹, and Li Huanxiu²

(¹ College of Resources and Environment, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China; ² College of Forestry and Horticulture, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China)

Abstract: The nutritional function of different Se levels and the Se-S interaction were studied on the condition of spraying fixed S and different level Se on the garlic (*Allium sativum* L.). 11 mineral elements, 4 kinds of quality components were determined. The trial data were analyzed by the Principal Component Analysis (PCA) and the Factor Analysis (FA). The result showed, the main mineral factors (X_1 , X_2 , X_3) model accounted for 83.527% of the total variation in the data. The linearity relation between the nutritional quality and main mineral factors were simulated, and the relation showed 11 mineral elements could be divided into 3 common factors (allicin factor, Se factor and Vitamin C factor) which significantly related to the garlic quality. Se, S and Se-S cooperated spraying improved the garlic nutrition quality (organic Se, ratio of organic Se, vitamin C and allicin) by increasing mineral nutrition. And if the available Se and S were sufficient in the soil, the positive effects of S nutrition under the low and medium level Se (Na_2SeO_3 20-40 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) cooperated with the fixed level S [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 2500 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$] were found, namely the Se-S proportion were about 1:125-62.5.

Key words: Garlic (*Allium sativum* L.); Selenium; Sulphur; Nutritional value

大蒜 (*Allium sativum* L.) 是我国重要的调味品, 对癌症和心血管病等多种疾病具有防治作用, 其主要功能组分是含硫化合物^[1]。硒为人类和动物必需的营养元素之一, 动植物所含的生物源有机硒是人体补硒的主要来源^[2-4]。据推测, 硒主要通过代替硫进入含硫化合物, 从而提高大蒜的抗癌活性^[1]。本试验是在叶面喷施不同硒肥水平的基础上配合喷施一定量的硫, 以主成分提取

收稿日期: 2003-11-07; 修回日期: 2004-07-15

基金项目: 四川省科技厅“十五”攻关项目 (02NG004-004); 四川省人事厅学术技术带头人培育基金项目

(PCA) — 因子分析 (FA) 技术提取大蒜的矿质营养因子, 对约化了的矿质因子进行命名, 探讨硒、硫配合喷施对大蒜矿质主因子和品质的影响, 为富硒大蒜的安全、优质、高效化生产提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料及处理

试验在四川农业大学滇江农场进行。采用直径 25 cm, 高 30 cm 的塑料盆装风干土 10 kg 盆栽。供试土壤 pH 6.57, 有机质含量为 $23.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全氮 $1.16 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全磷 $0.20 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全钾 $13.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$; 交换性钙、镁分别为 $2.19 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $0.06 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$; 碱解氮 $93 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, 速效磷 $18 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, 速效钾 $94 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, 有效硫 $17 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, 有效硒 $0.04 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, 有效铁 $29 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, 有效锰 $24 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, 有效锌 $5 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, 有效铜 $6 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

每盆定植大蒜 (品种: 川西软叶子) 6 株。设对照 (0), 低硒 (20), 中硒 (40) 和高硒 (80) 4 个硒水平 (Na_2SeO_3 , $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$), 每个硒水平又设不施硫 (0) 和施硫 (2500) 两个水平 [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$], 共 8 个处理。以单盆为小区, 重复 3 次, 随机区组排列。

各处理氮磷钾肥用量一致: N $133.33 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, P_2O_5 $66.67 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, K_2O $133.33 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 即 N: P_2O_5 : K_2O = 1:0.5:1。氮肥用尿素, 磷肥用过磷酸钙, 钾肥用氯化钾。化肥用量分别为尿素 $296.29 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 土, 过磷酸钙 $555.58 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 土, 氯化钾 $320.00 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 土。其中氮肥 70% 用作基肥, 30% 用作追肥, 不施硫的处理在追肥时分次将尿素溶于清水喷施, 其余处理以叶面喷施 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 来平衡氮素; 磷肥、钾肥全部作底肥。喷施硒、硫处理, 自花芽分化至鳞茎膨大期开始每隔 7 d 喷施 1 次, 以叶面完全湿润 (约 20 ~ 25 mL) 为准, 共喷施 7 次。

2001 年 11 月 4 日播种, 2002 年 5 月 27 日采收大蒜蒜头进行分析。

1.2 分析测试及统计

土壤基本理化性状按常规分析方法进行^[5]。土壤有效硒采用 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ 浸提—氢化物发生原子吸收分光光度法测定^[6]。

蒜头样品采收后分别对鲜样维生素 C 含量和大蒜素含量, 烘干样品全 N、P、K、Ca、Mg、S、Se、Fe、Mn、Cu、Zn 以及无机硒、有机硒含量等进行测定。N、P、K 含量采用 H_2SO_4 — H_2O_2 消化联合测定, Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn 采用 HNO_3 — HClO_4 消化—原子吸收分光光度法, 硫含量采用 HNO_3 — HClO_4 消化—硫酸钡比浊法^[6]; 硒含量采用 HNO_3 — HClO_4 消化—HCl 还原—氢化物发生原子吸收分光光度法^[7,8], 硒的组分 (无机硒和有机硒) 分析参考文献 [7] 进行; 大蒜维生素 C 用 2,6-靛测定法^[9]; 大蒜素采用定硫法^[10]。数据的统计和分析均在 SPSS 10.0 for Windows 上完成, 对大蒜矿质营养 (表 1) 进行标准化处理, 采用主成分法 (PCA) 以特征值大于 1.0 为提取依据, 提取出大蒜头 11 个矿质养分变量的前 3 个主成分, 同时采用平均正交旋转方法旋转因子载荷后得到因子分析 (FA) 结果。

2 结果与分析

2.1 不同处理对大蒜矿质营养和品质组分的影响

从表 1 可以看出, 单独喷施不同水平的 Na_2SeO_3 , 与对照 ($\text{S}_0 + \text{Se}_0$) 相比蒜头内硒含量明显增加, 分别比对照增加约 4.0、5.8 和 9.4 倍, 锌、铁、钾等的含量略有增加, 而硫的含量则呈下降趋势 (与对照相比下降 7%, 8%, 10% 左右), 其余的各营养元素含量变化规律不明显。硒硫配合喷施处理除了镁含量没有明显的变化外, 其他营养元素含量都有不同程度的上升, 以钾、硫、铁、锌、硒等的变化尤为明显, 其中硒含量比单施硒肥增加 5% ~ 56%。结果显示, 单独喷施硒肥明显促进了硒的吸收, 对硫的吸收有抑制作用, 而硒硫配合喷施则不仅能发挥单施硒肥的促进作用, 而且还消除了

单施硒肥或硫肥的负效应, 大蒜的矿质营养均得到了改善, 特别表现在与大蒜品质密切相关的磷、钾、硫、铁、锌、硒等营养元素上。

表 1 硒硫喷施处理的大蒜矿质营养状况

表 1 The nutrition status of the garlic bulbs in the different Selenium - Sulphur interaction spraying

代号 Code	处理 Treatment (mg · L ⁻¹)		含量 Content (g · kg ⁻¹)						含量 Content (μg · g ⁻¹)				
	(NH ₄) ₂ SO ₄	Na ₂ SeO ₃	N	P	K	S	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Se
S ₀ + Se ₀	0	0	15.720	4.352	8.313	6.384	0.673	0.106	46.433	8.213	1.479	2.823	1.156
S ₀ + Se ₁	0	20	16.210	4.544	9.243	5.917	0.731	0.106	47.333	8.248	1.555	2.753	5.815
S ₀ + Se ₂	0	40	16.103	4.453	9.171	5.878	0.708	0.107	54.967	8.315	1.688	3.283	7.869
S ₀ + Se ₃	0	80	15.687	4.376	9.153	5.782	0.691	0.107	59.801	8.248	1.614	3.571	12.024
S ₁ + Se ₀	2500	0	16.650	4.602	10.18	8.014	0.719	0.107	48.400	8.283	1.605	3.363	1.888
S ₁ + Se ₁	2500	20	17.720	4.700	10.427	8.386	0.774	0.116	56.400	8.400	1.656	3.487	9.096
S ₁ + Se ₂	2500	40	17.007	4.657	9.720	7.619	0.763	0.106	64.133	8.317	1.615	3.593	10.460
S ₁ + Se ₃	2500	80	16.477	4.611	9.383	7.451	0.758	0.106	65.033	8.248	1.595	3.917	12.658

注: 各处理数据为三次重复的平均值。

Note: The data was the average of the thrice-repeated test.

表 2 显示, 低水平的硒与硫肥配合喷施 (S₁ + Se₁) 与单独喷硒相比, 无机硒含量明显增加, 也是所有处理中无机硒含量最高的。在所有硒硫配合喷施处理中有机硒含量均随硒浓度增加而增加, 高硒配施硫肥 (S₁ + Se₃) 比对照 (S₁ + Se₀) 有机硒高近 7 倍, 硒有机化率也随着硒浓度的增加而升高。大蒜素含量则以 S₁ + Se₁ 处理最高, 即低硒配施硫肥一定程度地促进了大蒜的硫营养而降低了硒的有机化利用。维生素 C 含量中硒硫配施 (S₁ + Se₂) 处理最高, 明显高于其它硒硫配施处理。其余的硒硫配合与单施硒肥相比, 有机硒和大蒜素含量明显增加。

表 2 不同硒硫处理对大蒜蒜头品质组分的影响

Table 2 The effect of the different Selenium - Sulphur interaction spraying about the quality components on the garlic bulbs

代号 Code	处理 Treatment (mg · L ⁻¹)		无机硒 Abio-Se (μg · g ⁻¹)	有机硒 Organic Se		大蒜素 Allicin (g · kg ⁻¹ FM)	维生素 C Vitamin C (μg · g ⁻¹ FM)
	(NH ₄) ₂ SO ₄	Na ₂ SeO ₃		(μg · g ⁻¹)	(%)		
S ₀ + Se ₀	0	0	0.314 Bb	0.843 Aa	72.573 Aa	28.640 Aa	79.493 Aa
S ₀ + Se ₁	0	20	0.330 Cc	5.485 Bc	94.320 Cc	29.770 ABb	80.381 Bb
S ₀ + Se ₂	0	40	0.330 Cc	7.539 Cd	95.799 Cc	29.166 ABab	81.157 Cd
S ₀ + Se ₃	0	80	0.366 De	11.658 Fg	96.956 Cc	28.725 ABa	79.951 ABb
S ₁ + Se ₀	2500	0	0.291 Aa	1.597 Ab	84.248 Bb	29.218 ABab	80.455 Bb
S ₁ + Se ₁	2500	20	0.399 Ef	8.698 De	95.617 Cc	31.272 Cc	80.563 BCc
S ₁ + Se ₂	2500	40	0.355 De	10.106 Ef	96.599 Cc	31.123 Cc	81.327 Cd
S ₁ + Se ₃	2500	80	0.342 CDd	12.317 Fg	97.299 Cd	29.815 Bb	79.735 Aa

注: 大写字母表示 $P=0.01$ 极显著性差异, 小写字母表示 $P=0.05$ 显著性差异, $n=24$ 。

Note: Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels respectively named by the small and capital letters, $n=24$.

2.2 大蒜矿质营养和品质组分的因子分析

表 3 的结果显示前 3 个主成分值的方差累积贡献率已达 83.527%, 可用于反映系统的变异信息, 所以取前 3 个主成分进行因子分析并保存因子得分。公因子方差分析结果表明, 除 Mg 外, 矿质元素的公因子方差均大于 75%, 说明该模型在以因子形式表现变量间的关联时, 可信度相对较高。若以因子载荷大于 0.500 为主要影响因素的划分依据, 则第一主因子 (X₁) 方差贡献率为 37.543%, 主要包含营养元素中的 S、N、P、K、Ca、Mg; 第二主因子 (X₂) 方差贡献率为 26.045%, 营养元素 Fe、Se、Zn 的影响最大; 第三主因子 (X₃) 方差贡献率为 19.940%, 对 Cu、Mn、Mg 有较高的正载荷。

通过表 2 的品质组分与表 3 的因子分析得分间的线性关系模拟, 发现存在 5 种明显的直线关系: (1) 有机硒与矿质主因子 X_2 和 X_3 之间 ($Y = 7.280 + 3.806X_2 + 1.048X_3$, $R^2 = 0.901$, $F = 96.061^{**}$); (2) 无机硒与矿质主因子 X_2 和 X_3 之间 ($Y = 0.341 + 0.01613X_3 + 0.01450X_2$, $R^2 = 0.462$, $F = 9.011^{**}$); (3) 硒有机率与矿质主因子 X_2 和 X_3 之间 ($Y = 91.676 + 6.075X_2 + 3.641X_3$, $R^2 = 0.692$, $F = 23.563^{**}$); (4) 大蒜素与矿质主因子 X_1 之间 ($Y = 29.716 + 0.757X_1$, $R^2 = 0.527$, $F = 24.521^{**}$); (5) 维生素 C 与矿质主因子 X_3 之间 ($Y = 80.383 + 0.333X_3$, $R^2 = 0.260$, $F = 7.741^*$)。

据此, 我们可以将与大蒜素密切相关的因子 X_1 命名为蒜素相关因子, 主要与 S、N、P、K、Ca、Mg 呈极显著正相关; 与有机硒、无机硒和硒有机化率密切相关的因子 X_2 命名为硒相关因子, 主要与 Fe、Se、Zn 呈极显著正相关; 与维生素 C 密切相关的因子 X_3 命名为维生素 C 相关因子, 主要与 Cu、Mn、Mg 呈显著正相关。

2.3 硒硫配合喷施对大蒜营养品质的影响

不同硒硫喷施处理对大蒜矿质因子得分影响的方差分析表明 (表 4), 硒单独喷施对蒜素相关因子、硒相关因子和维生素 C 相关因子的影响效应均达到了极显著水平, 单独喷施硫肥对蒜素相关因子和硒相关因子的影响也达到极显著水平, 硒硫配合喷施仅对维生素 C 相关因子的影响达到了极显著水平。这些分析表明, 大蒜对硒、硫单独喷施较为敏感。

经过不同处理对大蒜营养品质影响的多重比较 (表 2) 发现, 就维生素 C 相关因子 (维生素 C 含量) 而言, 单硒处理从低到高均比对照的维生素 C 含量高, 并以中等水平的效果最好; 硒硫配合除了高水平的硒与硫配合 ($S_1 + Se_3$) 较单硒 ($S_0 + Se_3$) 低外, 其余硒硫配合均较对照 (单硒) 有所增加, 尤以中水平的硒与硫配合 ($S_1 + Se_2$) 效果最好, 维生素 C 含量最高 (表 2)。对于硒相关因子 (有机硒部分) 的影响, 则无论单硒、单硫处理还是硒硫配合处理, 与对照相比均有显著至极显著的正效应, 而且尤以中、高水平的硒与硫配合为好, 说明硒、硫及其配合处理对大蒜 Fe、Se、Zn 营养有一定的改善作用, 促进了硒营养的有效性, 而且以硒硫配合的效果最好。对于风味因子 (大蒜素含量) 的影响, 表 2 显示出硒硫配合后其含量明显升高, 但经过表 4 的方差分析可知, 主要是由于硒、硫的单独效应, 促进了 S、N、P、K、Ca、Mg 等的吸收 (表 1), 其大蒜素含量均比对照 (单硒或单硫) 高, 表现为明显的正效应。所以整体上看以硒硫配合喷施对大蒜营养品质的促进效果最好。

3 讨论

主成分分析 (PCA) 和因子分析 (FA) 在植物营养评价上得到了广泛的应用^[11], 我们通过采用这些技术, 将硒硫配合喷施后大蒜蒜头内的 11 种营养元素 (N、P、K、S、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、Se) 划分为互不相干的 3 个营养因子 (X_1 、 X_2 、 X_3), 用以评价大蒜的矿质营养成分。综合分析因子载荷、因子得分及营养品质组分间的关系后发现, 以营养品质组分来归类矿质营养主因子是完全

表 3 大蒜矿质养分因子的提取和分析
Table 3 The mineral elements factors of the garlic were distilled and analyzed

矿质元素 Mineral elements	因子载荷 Factor loading			公因子方差 Communalities
	X_1	X_2	X_3	
S	0.922	0.112	0.101	0.873
N	0.881	0.0885	0.357	0.911
P	0.875	0.249	0.194	0.865
K	0.791	0.153	0.366	0.783
Ca	0.678	0.384	0.388	0.758
Fe	0.115	0.953	0.103	0.933
Se	-0.0339	0.914	0.255	0.901
Zn	0.318	0.865	0.0195	0.850
Cu	-0.0375	0.336	0.832	0.807
Mn	0.441	0.0475	0.760	0.775
Mg	0.583	-0.0609	0.623	0.731
特征值 Eigenvalues	4.130	2.865	2.193	
方差 Variance (%)	37.543	26.045	19.940	

表 4 硒硫配合对大蒜矿质主因子得分影响的方差分析
Table 4 The analysis of variance and mean squares for the effect of the Selenium - Sulphur interaction on mineral factor scores

方差来源 Source	DF	平方和 Mean square		
		蒜素相关因子 Allicin factor	硒相关因子 Se factor	维生素 C 相关因子 Vitamin C factor
S	1	17.150 ^{**}	2.826 ^{**}	0.0571
Se	3	1.332 ^{**}	6.402 ^{**}	2.799 ^{**}
S × Se	3	0.0136	0.0433	2.716 ^{**}
误差 Error	16	0.113	0.05242	0.400

可行的。

植物体内硒的含量和硫水平有着密切的关系, 同一种植物有机硒含量高的植株硫的含量相对较低, 在大豆、番茄及菜豆上都证实了这一点^[12], 本研究的结果也得到同样的规律, 我们对矿质因子得分的方差分析表明, 大蒜的矿质营养因子受硒、硫单独作用效应极其明显, 而硒硫交互作用只是在单独硒、硫正效应的基础上有所提高。这主要是由于硒和硫的许多化学性质相似, 决定了它们营养特性的相似性, 硒在生物体内可以通过交换途径取代一部分硫, 而被植物吸收利用^[12]。

王永勤等^[7]在大蒜上喷施亚硒酸钠的试验表明, 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上升, 但无机硒转化成有机硒的比率下降。说明大蒜对硒的吸收主要受加入硒的多少而定, 但硒的有机化利用却有一定的限度。本试验的研究结果发现, 随着硒喷施浓度的上升, 有机硒和硒有机化率都呈上升趋势, 但无机硒含量却随着硫的添加与否而不同。不添加硫时, 随着无机硒喷施浓度的上升蒜头无机硒含量略有上升, 当添加硫时, 尽管喷施无机硒浓度持续增加, 而蒜头中无机硒含量却有显著下降的趋势。这说明在喷施条件下, 加强硫素营养, 有利于硒的同化, 可能是因为在高硒环境下, 硫元素被相同主族的硒元素竞争而取代成为生物源有机硒的缘故^[1]。这一点在大蒜素含量的分析结果中也可以得到证明, 即在不添加硫时, 随着喷硒水平的上升, 大蒜素含量稍有下降, 但均未达到显著水平; 但当供应一定量硫素时, 随着喷硒水平的上升, 大蒜素有一定的下降, 而且喷施 $80 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{SeO}_3$ 与 40 和 $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{SeO}_3$ 之间达到了显著水平, 其具体的作用机理还有待于进一步探讨。同时, 研究还发现在土壤硒硫供应充足的条件下, 在大蒜上喷施中低量的硒 (Na_2SeO_3 20 ~ $40 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 配合一定量的硫肥 [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ $2500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$] 效果较好, 硒硫比为 1:125 ~ 62.5 较为适宜。

土壤施肥和叶面喷施是施肥的两种重要方式, 它们的作用原理不同^[13]。土壤施肥后带入土壤的养分是在土壤环境养分的相互协调下发挥作用的, 所以关键是土壤环境中养分的平衡效应及营养元素间的相互作用问题, 而叶面喷施的养分具有强制性吸收的形式和直接的作用效应。硒硫营养作用效应不同, 硫素是植物必需的中量营养元素之一, 所以土壤施用的效果比较好; 而硒素本身并不是植物必需营养元素, 只是有益元素之一, 植物累积量较少, 所以叶面施用效果比土壤施用效果好。本研究结果发现, 在叶面喷施硫量一定的条件下, 蒜头全硒、全锌、有机硒等含量在配合喷施低硒、中硒、高硒水平下随着喷硒水平的上升而上升, 其中全硒和有机硒含量的最大值比土施硒硫试验的大^[14], 全锌含量随着喷硒水平的上升远远不如土壤施肥试验中在不同供硫水平下添加硒肥后引起的变化明显^[14], 从这一点也可说明土壤施肥与叶面喷施的营养作用原理和效应是不同的。所以, 针对不同的营养元素, 采取不同的施肥方式是提高肥效的重要手段之一。

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 $55 \mu\text{g}$, 但我国成年人每日的硒摄入量仅为 $26.63 \mu\text{g}$ ^[7]。杨光宏等^[15]报道, 高硒地区 (湖北恩施) 发生大量人群脱发、脱甲病症的病因为硒中毒, 估计急性中毒时硒的摄入量可能超过 $30 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$, 慢性中毒者平均硒摄入量为 $4.99 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ 。我们试验结果大蒜硒含量最高为 $12.658 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ (干样质量), 折合成鲜样质量约为 $1.3 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, 要达到我国推荐的膳食硒标准, 需每天食用近 40 g (3 ~ 4 个) 鲜大蒜。而且我们的试验结果与王俊等^[16]报道的富硒食品的最适含硒量 $1.000 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 的标准相差不大, 可以认为是一种富硒食品, 不会对人体产生毒害, 能满足富硒大蒜的安全、优质、高效化生产要求。

参考文献:

- 1 杨文婕. 富硒大蒜和洋葱中功能性硒化合物的稳定性研究. 卫生研究, 2002, 31 (4): 252 ~ 255
- 2 Finley J W, Ip D, Lisk D J, et al. Cancer-protective properties of high-selenium broccoli. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49 (5): 2679 ~ 2683
- 3 Ip C, Birringer M, Block E, et al. Chemical speciation influences comparative activity of selenium-enriched garlic and yeast in mammary cancer prevention. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2000, 48 (6): 2062 ~ 2070

- 4 Hu Qihui, Pan Genxing, Zhu Jianchun. Effect of fertilization on selenium content of tea and the nutritional function of Se-enriched tea in rats. *Plant and Soil*, 2002, 238: 91~95
- 5 中国土壤学会. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业出版社, 1999. 638
- 6 瞿建国, 徐伯兴, 龚书椿. 上海不同地区土壤中硒的形态分布及其有效性研究. *土壤学报*, 1998, 35 (3): 398~403
- 7 王永勤, 曹家树, 李建华, 等. 施硒对大蒜产量和含硒量的影响. *园艺学报*, 2001, 28 (5): 425~429
- 8 赵凤泽, 沉刚哲, 南极星. 硒的分析概况. *广东微量元素科学*, 2001, 8 (11): 1~12
- 9 黄伟坤. 食品检验与分析. 北京: 中国轻工业出版社, 2000. 96~98
- 10 何照范, 张迪清. 保健食品化学及其检测技术. 北京: 中国轻工业出版社, 1998. 123
- 11 曹 槐, 张晓林, 刘世熙, 等. 烤烟矿质营养分布的因子分析. *植物营养与肥料学报*, 2001, 7 (3): 318~324
- 12 左银虎. 环境与植物中硒形态研究进展. *植物学通报*, 1999, 16 (4): 378~380
- 13 中国农业科学院土壤肥料研究所. 中国肥料. 上海: 上海科学技术出版社, 1994. 46~57, 352~353
- 14 王昌全, 李 冰, 周 瑾, 等. 硒硫配施对大蒜的营养效应研究. *植物营养与肥料学报*, 2004, 10 (2): 206~211
- 15 杨光宏, 孙茂倬, 徐文杰. 微量元素硒对健康的影响. *职业与健康*, 2003, 19 (4): 47~48
- 16 王 俊, 黄 明, 徐幸蓬, 等. 硒及其富硒功能食品的研究进展. *江苏农业科学*, 2003 (2): 53~56

芋茎尖分生组织培养的研究

姜秀芳¹ 张改英² 田 炜¹ 王凤真¹ (¹河南省周口市农业科学研究所, 周口 466001; ²河南省周口职业技术学院, 周口 466001)

Studies on Taro (*Colocasia esculenta*) Meristem-tip Culture

Jiang Xiufang¹, Zhang Gaiying², Tian Wei¹, and Wang Fengzhen¹ (¹Zhoukou Institute of Agricultural Sciences, Zhoukou 466001, China; ²Zhoukou College of Technology, Zhoukou 466001, China)

关键词: 芋; 组织培养; 茎尖苗; 快速繁殖

中图分类号: S 632.3 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2004) 04-0466-01

芋 [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] 以其膨大的地下茎供食用, 营养丰富, 对人体有滋补作用. 由于长期的无性繁殖, 芋病毒病严重, 利用茎尖分生组织培养可进行脱毒快繁。

1 材料与方法

取本地芋品种‘开封芋头’的春季幼芽 (0.5~1 cm) 为材料, 经过严格的消毒杀菌后, 在无菌条件的双目解剖镜下剥离茎尖分生组织 (0.2~0.5 mm) 接种到 5 种分化培养基 (单位均为 mg/L): ①MS+6-BA 0.25+NAA 0.1; ②MS+6-BA 0.5+NAA 0.25; ③MS+6-BA 1.0+NAA 0.5; ④MS+6-BA 2.0+NAA 0.5; ⑤MS+6-BA 2.0+NAA 1.0。待分化出茎尖苗高约 2 cm 时进行增殖 (①MS+6-BA 1.0+NAA 0.5; ②MS+6-BA 2.0+NAA 0.5; ③MS+6-BA 2.0+NAA 0.2; ④MS+6-BA 3.0+NAA 0.5; ⑤MS+KT 2.0+NAA 0.2) 和生根 (①1/2MS; ②1/2MS+6-BA 0.1+NAA 0.1; ③1/2MS+KT 0.1+6-BA 0.05+NAA 0.03; ④1/2MS+6-BA 1.0+NAA 0.2) 试验。MS 基本培养基附加琼脂 6 g/L, 蔗糖 30 g/L, pH 5.8。培养温度为 (25±2)℃, 光照强度为 1600 lx, 光照时间为 16 h/d。

2 结果与分析

芋茎尖分生组织在分化培养基 MS+6-BA 0.5+NAA 0.25 上培养 20 d 转入 1/2MS 培养基上, 继代培养 10 d 就可长出根或芽, 30 d 长成具有 5 片真叶的健壮小植株, 分化成株率最高为 35%。当 6-BA 浓度为 1~2 mg/L, NAA 浓度 0.5 mg/L 时茎尖愈伤组织生长较快, 抑制芽的分化; 植物生长调节剂浓度较低时, 茎尖分化慢, 分化成苗率低。

芋茎尖试管苗增殖, 在 3 种植物生长调节剂 (6-BA、KT 和 NAA), 5 个配方处理中, 以 MS+6-BA 2.0+NAA 0.2 培养基芽增殖倍数最高, 单芽增殖 18 个, 芽丛健壮, 当 6-BA 浓度达到 3 mg/L 时苗发生玻璃化。同时得出, 6-BA 的增殖效果优于 KT, 而 KT 则有利于芋苗生长生根。

芋试管苗较易生根, 在不加植物生长调节剂的 1/2MS 培养基中生根较好, 根多苗壮, 炼苗后移栽成活率高

芋茎尖分生组织培养获得的茎尖试管苗, 通过病毒检测得到脱毒苗。