

# 绿豆芽对硒的富集及耐受能力研究

张 驰, 刘信平, 周大寨, 许 雄

(湖北民族学院生物技术研究所, 恩施 445000)

**摘 要:** 采用不同浓度硒溶液处理研究绿豆芽对硒的耐受能力, 用正交实验方法, 研究了富硒绿豆芽的生产条件。结果表明: 绿豆芽对硒最大耐受能力为 60 mg/L(毫克/升), 富硒绿豆芽的最佳生产条件为硒溶液的浓度为 20 mgSe/L; 浸泡温度为 35 ℃, 浸种 6 h(小时); 发芽温度为 26 ℃, 发芽 7 d(天)。

**关键词:** 硒; 绿豆芽; 富集

**中图分类号:** S63 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2005)02-0046-02

硒具有增强人体免疫、抗衰老、抗癌等多种生物学功能, 可防治克山病、大骨节病等地方性疾病, 适量的补硒可避免心脑血管壁发生纤维病变而导致的动脉硬化、高血压、心肌梗塞、老年性神经功能不全、记忆和智力障碍等疾病的发生, 世界上 40 多个国家和地区缺硒, 我国有 72% 的县(市)缺硒或少硒, 长期以来, 我国广大的缺硒地区, 采用生物富集方法, 将无机硒转化为有机硒后作为人和动物的食物, 达到提高人体硒营养水平的目的, 本研究选择对硒有一定富集能力, 而又为广大消费者经常食用的绿豆芽菜为对象, 研究绿豆芽对硒的耐受能力、富集特点和富硒绿豆芽菜的最佳生产条件, 为富硒绿豆芽菜的生产和为消费者直接补硒提供较好的指导作用。

## 1 试验材料、设备与仪器

### 1.1 试验材料

绿豆: 恩施市售, 产地四川。

### 1.2 主要试剂及仪器

试剂:  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  (化学纯)、 $\text{HNO}_3$  (优级纯)、 $\text{HClO}_4$  (分析纯), 所有用水均为去离子水。

仪器: PE-800 原子吸收仪(美国)、恒温培养箱(上海)、DB-3 电热炉(上海)、1/10000 电子天平(上海)、SZ-93 自动双重纯水蒸馏器(上海亚荣仪器厂)、带孔塑料圆盘、锥形瓶、试管、烧杯、容量瓶、滴定管、移液管、曲颈漏斗、玻璃棒、纱布等。

## 2 试验方法

### 2.1 绿豆芽对硒的富集能力实验

预备实验发现当硒的浓度大于 60 mg/L(毫克/升)时, 绿豆萌发受到抑制, 所以试验设置选用 1 mg/L、100 mg/L、20 mg/L、30 mg/L、40 mg/L、50 mg/L、60 mg/L、70 mg/L(毫克/升)  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  溶液处理, 在 35 ℃ 分别浸泡 6 h(小时), 待种子吸足水分, 置于底铺纱布的带孔塑料圆盘中, 上盖纱布于 26 ℃ 的恒温箱中培养 5 d(天), 每天向各处理加入相应浓度的硒溶液, 随时补充消耗水分。生长的芽菜在 80 ℃ 的干燥箱中干燥, 粉碎过 60 目筛后测硒备用。

### 2.2 绿豆芽菜生产条件的筛选

富硒绿豆芽的生产条件选用补硒浓度、发芽温度、发芽时间、补硒方法四个因素, 根据预备实验的结果设计三个水平,

采用  $L_9(3^4)$  正交实验方法: 分别称取 9 份重量各为 3 g(克), 以浓度 10 mg/L、20 mg/L、30 mg/L, 发芽温度 30 ℃、28 ℃、26 ℃, 发芽时间 5 d、6 d、7 d(天), 硒溶液使用方法喷淋、浸泡、喷淋和浸泡为不同的因素及水平进行。喷淋时, 每天 2 次。

### 2.3 绿豆对硒最大耐受量的实验

绿豆种子经筛选后, 取各试样 3 g(克), 在 35 ℃ 温度下用各处理硒浓度溶液(40 mg/L、50 mg/L、60 mg/L、70 mg/L、80 mg/L(毫克/升))浸泡 6 h(小时), 待种子吸足水分, 置于底铺纱布的带孔塑料圆盘中, 上盖纱布于 29 ℃ 的恒温环境中进行培养, 其间用相应浓度的硒溶液喷淋, 每天 2 次, 观察发芽及生长情况。

### 2.4 硒的测定

样品采用硝酸-高氯酸体系在电热板上消化。在 160 ℃ ~ 180 ℃ 消化至冒白烟时, 再消化 20 min(分钟)后取出、冷却, 定容到 25 ml(毫升)。

测定方法: 石墨炉原子吸收分光光度法, 参照张艳君<sup>[9]</sup>的方法检测。

## 3 结果与分析

### 3.1 绿豆芽对硒的富集作用

选择在 30 ℃ 的恒温的条件下, 采用不同浓度硒溶液处理, 硒溶液的重量为绿豆种子的重量的 3 倍的条件浸泡 6 h(小时)。绿豆芽对硒的富集效果见表 1, 表中数据显示, 硒浓度为 20 mg/L(毫克/升)时, 硒含量最大为 5.634 mg/kg(毫克/公斤), 其次为 30 mg/L(毫克/升), 最小为 70 mg/L(毫克/升)处理。

表 1 不同浓度的硒溶液处理绿豆芽对硒的富集

实验号	硒溶液的浓度/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	硒含量(干基)/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$
1	10	3.591
2	20	5.634
3	30	4.348
4	40	3.096
5	50	2.708
6	60	0.986
7	70	0.324

注: 生长时间为 5 d(天), 最后两天改为清水喷淋。

### 3.2 最佳富硒绿豆芽生产条件的选择

\* 湖北省教育厅重大项目(植物硒资源开发 992006)

收稿日期: 2004-12-14

由以上的研究结果可以看出, 硒溶液浓度为 20 mg/ L(毫克/ 升) 时, 生产出的绿豆芽硒含量维持在一个比较高的水平, 绿豆芽对硒的吸收效果较好。为了进一步考察各种因素及水平对富硒绿豆芽生产的影响, 选择硒浓度、发芽温度、发芽时间、硒施用方法四个因素, 分别设置 3 个水平, 进行  $L_9(3^4)$  正交实验, 以绿豆芽富硒量为考核指标, 因素及水平见表 2 实验结果见表 3。

表 2 正交实验因素及水平				
水平	A	B	C	D
	硒溶液的浓度(mg·L <sup>-1</sup> )	发芽温度(℃)	发芽时间(d)	硒溶液使用方法
1	10	30	5	喷淋
2	20	28	6	浸种
3	30	26	7	浸种、喷淋

表 3 正交表 $L_9(3^4)$ 及实验数据					
实验号	A	B	C	D	绿豆芽硒含量 (干基)mg·kg <sup>-1</sup>
	硒溶液的浓度 (mg·L <sup>-1</sup> )	发芽温度 (℃)	发芽时间 (d)	硒溶液 使用方法	
1	1	1	1	1	2.496
2	1	2	2	2	2.915
3	1	3	3	3	4.189
4	2	1	2	3	6.473
5	2	2	3	1	3.854
6	2	3	1	2	4.792
7	3	1	3	2	6.060
8	3	2	1	3	5.751
9	3	3	2	1	3.297
K1	9.600	15.092	13.039	9.947	
K2	15.119	15.520	12.685	13.767	
K3	15.102	12.278	14.103	16.413	
R	5.519	2.814	1.418	6.466	

根据极差 R 的大小可知, 影响绿豆硒含量指标的主次因素依次为: 各因素水平的最好搭配为:  $A_2B_1C_3D_3$ , 即绿豆富硒的最佳条件为: 亚硒酸钠溶液的浓度为 20 mg/ L(毫克/ 升); 浸泡温度为 35 ℃; 发芽温度为 26 ℃; 亚硒酸钠溶液的使

用方法是浸种 6 h(小时) 并在发芽前期进行喷淋后两天改为清水喷淋; 发芽时间为 7 d(天)。

### 3.3 绿豆芽对硒的最大耐受能力的研究

设置在不同浓度亚硒酸钠下, 对绿豆芽的生长情况及含硒的含量的影响。初步确定绿豆芽对硒的最大耐受量。

表 4 不同浓度的硒溶液对绿豆芽生长的影响								
硒溶液浓度(mg·L <sup>-1</sup> )	80	70	60	40	30	20	10	0
开始发芽时间(h)			40	36	30	24	18	12
5 天后绿豆芽长度(cm)			3	6	9	12	13	14
生长状态	抑制	抑制	差	较差	良好	良好	好	好

注: 恒温 26 ℃培养发芽, 并进行了相应浓度的喷淋。  
根据表 4 可知选择硒溶液的浓度为 20 mg/ L(毫克/ 升) 以下浸泡, 在进行发芽时, 绿豆芽生长受影响不显著, 虽然硒的浓度在 30 mg/ L(毫克/ 升) 的时候, 绿豆芽的生长良好, 但是其发芽时间却明显晚于小于 20 mg/ L(毫克/ 升) 硒溶液浸泡的处理, 而且生长出的绿豆芽的外观品质也逊色一些。当硒溶液的浓度大于 60 mg/ L(毫克/ 升) 时, 绿豆芽对硒的富集作用不会增加, 而且生长情况受到严重的抑制, 绿豆芽对硒的最大耐受量为 60 mg/ L(毫克/ 升)。

参考文献:  
[ 1 ] 吴永尧, 彭振坤, 罗泽民. 硒的多重生物学功能与动物的健康[ J ]. 湖南农业大学学报, 1997, 23(3): 294 ~ 298.  
[ 2 ] 杨晃, 赢太安. 补充硒预防克山病的途径和方法的研究[ J ]. 营养学报, 1996(5): 31 ~ 32.  
[ 3 ] 梁树堂. 亚硒酸钠防治实验[ M ]. 永寿大节骨病科学考察文集. 北京: 人民卫生出版社, 2001, 211 ~ 245.  
[ 4 ] 杨永霞, 邵鑫. 生物微量元素硒与人体健康[ J ]. 食品科学, 1999 (6): 24 ~ 25.  
[ 5 ] 刘世友. 硒的应用与开发前景[ J ]. 稀有金属与硬质合金, 1998, 5 (3): 12 ~ 13.  
[ 6 ] 张艳钧, 吕建民, 张晓平. 石墨炉原子吸收法测定茶叶中铅 镉 硒[ J ]. 中国公共卫生, 2002, 18(6): 743 ~ 746.

土法巧配花肥

养花种草, 可以怡情养性, 美化生活。但很多人常因没有适宜的肥料而犯愁。下面笔者给大家介绍几种配制花肥的土法。

制氮肥: 变质不能食用的花生米、豆类或豆饼、菜籽饼、酱渣等煮烂贮于坛内加满水, 密封沤制半个月后即可取出其肥液掺水使用。另外, 吃剩的豆浆发酵后也是很好的氮肥。一般夏季发酵 2 d ~ 3 d(天), 春秋可延长 10 d(天) 左右, 用于花木生长前期追肥使用, 可使枝繁叶茂。注意不要用未经发酵的豆浆浇花, 否则会使土壤板结, 造成土壤缺氧, 根系呼吸困难, 从而影响花木正常生长。

制磷肥: 把蛋壳、羊角、猪蹄、骨头、鱼肠肚、禽类粪便等,

倒入缸内或坛内加水密封, 经过一段时间的腐烂发酵, 待水液发黑时便可掺水使用, 这是肥力极佳的磷肥, 经常使用能使花色鲜艳, 果实硕大。应当注意的是有些人有将鸡蛋壳扣在花盆上的习惯, 这样不仅起不到施肥的作用, 还会使土壤板结和招引苍蝇生蛆, 损害根系。应当将鸡蛋壳泡在少许水中发酵数天再作追肥。

制钾肥: 草木灰、淘米水、变质牛奶等富含钾质。钾肥的作用是使花木茎干粗壮, 枝条挺拔。使用草木灰时将灰先撒在花基部的表土上, 然后略微洒些水, 灰随水入土, 易被花草吸收。

制微肥: 取人尿 5 kg(公斤), 放入瓷器皿内, 把 1 ~ 2 节 1 号电池去纸砸碎放入尿液中, 再加 25 g ~ 30 g(克) 黑矾, 封口放在室外向阳处发酵 40 d(天) 左右, 掺水浇施。这种肥含锌、锰、铁等多种微量元素, 施用于各种花卉。(强世成)