

施硒对钝顶螺旋藻(*Sp. -D*)品质的影响

乔玉辉

(中国农业大学资源与环境学院)

商树田

(中国农业大学生物学院)

摘要 通过对富硒钝顶螺旋藻中营养成分的分析,在施硒条件下,浓度小于 $50\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的四价硒 Se(IV) 可提高蛋白质含量,低浓度的六价硒 Se(VI) 和四价硒可提高螺旋藻中氨基酸总量、各种氨基酸含量和部分矿质元素的含量,改善了螺旋藻的品质,为生产营养价值较高的硒强化螺旋藻提供一定的科学依据。

关键词 螺旋藻; 硒; 品质

分类号 Q 949.221

Effects of Selenium (Se) on Quality of *Spirulina platensis* (Sp. -D)

Qiao Yuhui

(College of Resources and Environmental Sciences, CAU)

Shang Shutian

(College of Biology, CAU)

Abstract *Spirulina platensis* (Sp. -D) was cultivated in the solution containing various levels of two forms of selenium to study the selenium effects on its quality. The results showed that lower concentration of selenium could improve the quality of Sp. -D such as the concentration of protein, amino acid and some of the mineral elements etc

Key words *Spirulina platensis* (Sp. -D); selenium; quality

目前,在保健品市场上,螺旋藻系列产品越来越受到人们的青睐。螺旋藻蛋白质含量可高达50%~70%且富含各种氨基酸、矿质元素和其他生物活性物质。因此被联合国食品协会誉为“明天最理想的食物”;螺旋藻及其提取物在预防心血管疾病、预防癌症、减肥、增强肌体免疫力等方面具有显著功效。我国的大部分地区普遍存在缺硒的现象,由东北向西南有一条低硒带,整个缺硒区占我国总面积的72%,约有7000万人面临缺硒的境况^[1]。补硒是防病治病、保证人体健康的重要措施。虽然螺旋藻营养价值高,但天然螺旋藻中含硒量很低,开发富硒螺旋藻以提高人民膳食中硒含量具有重要的现实意义。目前国内外学者对螺旋藻的营养学方面的研究很多^[2],螺旋藻以其蛋白含量高、氨基酸组成均衡并富含各种维生素、矿质元素和天然色素为人注目^[3]。在生产培养螺旋藻中施硒条件下是否会影响到这些品质的变化,本文予以分析讨论。

1 材料与方法

1.1 试验材料及培养方法

藻种为钝顶螺旋藻(*Spirulina platensis* Geitler),由江西省农科院提供,采用Zarrouk培养液^[4]在简易植物生长箱内培养。日光灯作光源,光强为6000 lx,温度用WM ZK-01型温度

收稿日期: 1998-10-26

乔玉辉,北京圆明园西路2号中国农业大学(西校区),100094

控制仪控温,光温控制节律如下:每日 8:00~12:00,光照 6 000 lx,温度 28~30,搅拌频率为 4~5 次;21:00~次日 08:00,黑暗静置培养,温度 18~20。

1.2 钝顶螺旋藻富硒实验设计及测定项目

Se(IV): $N a_2 S e O_3$, Se(VI): $N a_2 S e O_4$; 分别设 6 个处理,4 次重复(表 1)。试验于接种时施硒,收获时藻液用 300 目尼龙筛绢过滤,藻泥用水冲洗多遍,于 60 烘干,用研钵将样品磨细备用。

表 1 试验处理设置

硒形态	$w(Se)/mg \cdot kg^{-1}$					
Se(IV)	0	15	50	90	130	170
Se(VI)	0	5	20	35	50	65

1.3 分析测试项目及方法

多元素分析用电感耦合等离子体发射光谱法,仪器为 ICA P-9000 电感耦合等离子体发射光谱仪;蛋白质分析用凯氏定氮法;氨基酸分析用日立 835-50 氨基酸自动分析仪分析;叶绿素含量测定用甲醇提取,721 分光光度计于 665 nm 处比色。

2 结果与讨论

2.1 施硒对钝顶螺旋藻蛋白含量的影响

随着施硒量的增加,钝顶螺旋藻蛋白含量有降低的趋势(表 2),相关系数达显著水平,施 Se(IV) 10 和 $50 mg \cdot kg^{-1}$ 使钝顶螺旋藻蛋白含量分别提高 5.13% 和 6.97%; 而 Se(VI) 在 $5 mg \cdot kg^{-1}$ 时钝顶螺旋藻的蛋白质含量就降低 15% 左右。这一规律的出现可能与钝顶螺旋藻的生长状况有关:含 Se(IV) 小于 $50 mg \cdot kg^{-1}$ 的培养液能促进钝顶螺旋藻生长,而 Se(VI) 在浓度小于 $5 mg \cdot kg^{-1}$ 时对钝顶螺旋藻的生长就起抑制作用。藻生长的好,吸收的氮素及其他养分就多,蛋白含量会相应提高。

表 2 不同价态硒对钝顶螺旋藻蛋白含量的影响

施硒处理 $w/mg \cdot kg^{-1}$	蛋白含量 $w/\%$	较对照增减百分率/ $\%$	拟合方程及相关系数
Se(IV) CK	57.71	0	$y = 63.13 - 0.20x$ $r = -0.890^*$
10	60.67	+5.13	
50	61.73	+6.97	
90	46.63	-19.20	
130	32.53	-56.40	
Se(VI) CK	57.71	0	$y = 54.62 - 0.24x$ $r = -0.864^*$
5	48.97	-15.14	
20	48.94	-15.20	
35	47.89	-17.02	
50	41.64	-22.78	

2.2 施硒对钝顶螺旋藻氨基酸含量的影响

2.2.1 对氨基酸总量的影响 施硒对钝顶螺旋藻氨基酸总量的影响很明显,在施硒 Se(IV) $10 mg \cdot kg^{-1}$ 及 Se(VI) $5, 20 mg \cdot kg^{-1}$ 时,总氨基酸含量分别较对照提高 6.95%, 42.16% 和 20.16%; 而其他处理的氨基酸总量都低于对照,并随硒浓度的增高,降低得越多(图 1)。这与欧阳昆(1993)^[5]在大豆上的试验结果一致。从图 1 也可以看出,不同形态的硒对钝顶螺旋藻氨

氨酸总量的影响趋势是不一样的。Se(IV) 小于 $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的各处理氨基酸含量随硒浓度的变化比较平稳, Se(IV) 高于 $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 氨基酸总量急剧下降; 当 Se(VI) 大于 $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 氨基酸总量下降趋势明显。

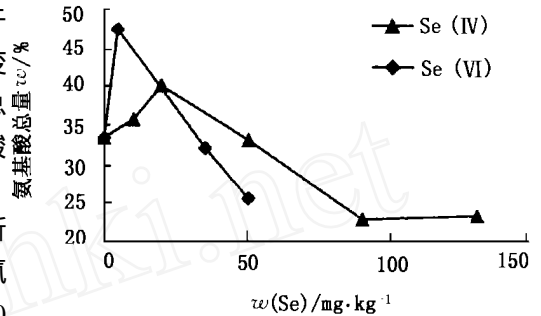


图 1 施硒对钝顶螺旋藻氨基酸总量的影响

2.2.2 对各种氨基酸含量的影响 对于所分析的 17 种氨基酸来说, 在低浓度硒处理时, 各种氨基酸的含量都有不同程度的提高; Se(IV) 的 $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的处理除苯丙氨酸(-7.6%)、组氨酸(-3.33%)、脯氨酸(-6.42%)的含量有不同程度的降低外, 其他氨基酸含量都较对照提高 2.30%~23.68%; 施 Se(VI) 5 或 $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 氨基酸提高范围分别在 15.29%~76.04%, 2.64%~35.42%。

在氨基酸中胱氨酸和蛋氨酸是 2 种含硫氨基酸, 与硒在植物体内的代谢密切相关。在相当多的情况下, 无机硒在植物体内的代谢是沿着硫代谢的途径进行的^[6], 涉及相同的酶体系, 合成硒代胱氨酸和硒代蛋氨酸。因此在施硒条件下应当能适当提高胱氨酸和蛋氨酸的含量。实验结果表明: 在施 Se(IV) $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时, 胱氨酸和蛋氨酸含量分别提高 4.35% 和 16.67%; Se(VI) $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 胱氨酸和蛋氨酸含量分别提高 13.40%~43.48% 和 32.14%~58.33%, 硒浓度再高, 生长受到抑制, 胱氨酸与蛋氨酸的含量也较对照低。就低浓度的硒来说 Se(VI) 较 Se(IV) 对 2 种氨基酸含量的提高的幅度大。

2.3 硒对钝顶螺旋藻吸收营养元素的影响

实验结果表明, 低浓度硒处理的螺旋藻中硫含量较对照有所提高, Se(IV) $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 处理提高 0.28%, Se(VI) 5, $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的处理分别提高 3.37% 和 2.20%, 这说明硒与硫之间有协同作用。但施用高浓度硒时, 两者表现出拮抗作用, 随着培养液中硒浓度的逐渐增加使螺旋藻中硫的浓度降低。在施硒 $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Se(VI) 对硫的影响大于 Se(IV), 较对照分别降低 22.87% 和 7.32%, 这说明 SeO_4^{2-} 与 SO_4^{2-} 的相互作用大于 SeO_3^{2-} 。本实验结果与前人的结论^[6,7]有相同之处。硒对磷的影响趋势也是随施硒浓度的增加, 螺旋藻对磷的吸收量降低, 硒浓度低时促进磷的吸收, 高浓度时抑制其吸收。在所分析的元素中镁也表现出与硫、磷相同的规律。

钝顶螺旋藻对铁和铜的吸收与培养液的含硒浓度都成正相关, 在硒浓度 Se(IV) 小于 $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Se(VI) 小于 $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的正常生理条件下, 分别较对照增加 11.45%~80.83% 和 1.29%~3.52%, 这与欧阳昆(1993)^[5]在大豆上实验结果一致。铁和铜是人体必需的微量元素, 实验表明: 在提高螺旋藻中硒含量的同时又提高了铁和铜的含量, 改善了螺旋藻的品质。

对钙、钾、锰和锌 4 种营养元素来说, 随施硒浓度的增加, 抑制了螺旋藻对它们的吸收, 但影响的程度不尽相同。

2.4 硒对钝顶螺旋藻色素含量的影响

随着各种加工食品的出现, 对天然色素的需求量越来越大。钝顶螺旋藻是一种色素含量丰富的藻类, 其各种色素含量分别是叶绿素 a 0.61%~0.76%, 叶黄素 0.14%~0.18%, β 胡萝卜素 0.15%~0.19%; 另外还含有藻蓝素, 藻红素及别藻蓝素等其他色素。在西欧一些国家将螺旋藻中所含色素添加到面条、冰淇淋、酸奶等食品中, 生产出具有生态效应的天然绿色食品,

深受人们喜爱。用螺旋藻配成的饵料喂养的珍贵鱼类和金鱼等观赏性鱼类,可增加鱼体彩色斑纹的鲜艳度,增强鱼的抗病力,提高鱼的成活率达 15%~30%^[3]。因此螺旋藻中色素含量的多少影响到螺旋藻的品质^[8]。因实验条件及时间所限,本试验只对叶绿素 a 进行了测定。

从图 2 可以看出,在施 Se(IV) 10 mg·kg⁻¹ 和 Se(VI) 5 mg·kg⁻¹ 时叶绿素 a 含量较对照略有提高,分别提高 0.36% 和 5.2%; 施 Se(IV) 5 mg·kg⁻¹ 和 Se(VI) 20 mg·kg⁻¹ 则较对照分别降低 4.40%、0.36%。高于此浓度,叶绿素 a 的含量降低很多。因此在施硒时选择 Se(IV) < 50 mg·kg⁻¹ 和 Se(VI) < 20 mg·kg⁻¹ 的浓度,才不会影响到叶绿素的合成与降低 *Sp. n* 的品质。

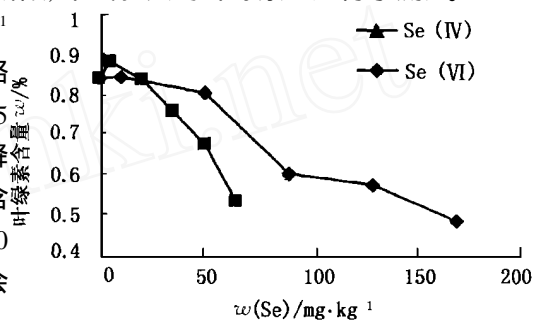


图 2 施硒对钝顶螺旋藻叶绿素含量的影响

3 结论

培养液含 Se(IV) 含量小于 50 mg·kg⁻¹ 时可以提高钝顶螺旋藻蛋白含量 5.13%~6.97%, Se(VI) 小于 20 mg·kg⁻¹ 可提高氨基酸总量 6.95%~42.16%, 钝顶螺旋藻中 17 种氨基酸的含量在培养液低硒浓度处理时都有不同程度的提高,特别是胱氨酸和蛋氨酸。

硒对钝顶螺旋藻吸收营养元素的影响各不相同,对 Se(IV) 和 Se(VI) 形态的硒来说,硫、磷、镁与低浓度的硒有协同作用,与高浓度的硒表现出拮抗关系;铁、铜的吸收与硒浓度成正相关;而对钙、钾、锰和锌 4 种营养元素来说,随施硒浓度的增加,抑制了螺旋藻对它们的吸收,与硒浓度成负相关。

总之,无论是 Se(IV) 还是 Se(VI) 在低浓度时都能提高钝顶螺旋藻中蛋白质、各种氨基酸、营养元素及叶绿素 a 的含量,从而可以改善其品质。

参 考 文 献

- 1 苏琪. 中国饲料牧草中硒含量的分布图简要说明. 北京: 中国农业科技出版社, 1985
- 2 崔俊屹. 螺旋藻的研究进展. 天然产物研究与开发, 1994, 6(4): 80~84
- 3 李定梅. 全球人类最理想的食物螺旋藻. 北京: 中国农业科技出版社, 1995, 7~14
- 4 农牧渔业部螺旋藻协作组. 蓝藻-螺旋藻 (*Spirulina platensis*) 开发利用与生物技术资料汇编, 1985
- 5 欧阳昆. 硒在大豆、小麦中的积累分布规律及对品质的影响研究: [研究生论文]. 北京农业大学, 1993
- 6 Mahendra Singh, et al. The effects of forms of selenium on the accumulation of Se, S and forms of N and P. Soil Science, 1979, 127(5): 128~138
- 7 Mikkelsen R L, et al. The effect of selenium on sulfur uptake by barley and rice. Plant & Soil, 1990, 121: 121~153
- 8 刘铭简. 国内外螺旋藻的生产及应用概况. 国外农业环境保护, 1990, (3): 25~28