

江苏省苏南村镇居民硒营养水平评价

周鑫斌¹, 施卫明^{1*}, 王校常^{1,2}, 李保海¹, 杨林章¹

(1 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008;

2 浙江大学农业与生命科学技术学院茶学系, 杭州 310029)

摘要: 为了详尽了解太湖流域苏南村镇居民的 Se 营养状况, 采用分层整群随机抽样方法调查了苏南村镇居民的各种食物摄入量, 并随机采购其农贸市场出售的植物性食物、动物性食物以及随机对应采集了居民头发样, 采用原子荧光光度法测定了各种样品的含 Se 量。结果表明: 苏南村镇动物性食物含 Se 量高于植物性食物, 动物性食品中, 虾的含 Se 量最高; 禾谷类和豆类食物的含 Se 量比蔬菜高。苏南村镇居民人均 Se 摄入量为 34.7 $\mu\text{g}/\text{天}$, 低于中国营养学会推荐的 Se 摄入量的最低限值 50 $\mu\text{g}/\text{天}$, 头发 Se 含量平均为 336.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 居民膳食 Se 摄入量和头发 Se 含量有显著的相关性, 低于全国的平均值; 居民头发 Se 含量比广州、上海等地居民低很多。上述结果表明, 日常膳食不能满足人体对 Se 的最低需要, 有待开发高效安全的补 Se 食品。

关键词: 食物硒含量; 硒摄入量; 头发硒含量; 营养评价

中图分类号: S143.7

硒(Se)是人体和动物的必需的微量元素, Se 是谷胱甘肽氧化酶(GPX)的必需组成成分, 谷胱甘肽过氧化物酶能催化还原谷胱甘肽变成氧化型谷胱甘肽, 同时防止大分子发生氧化应激反应, 使对生物体有害的过氧化物还原成无害的羟基化合物, 并使过氧化氢分解, 因而可以保护细胞膜的结构和功能, 使之不受过氧化物的损害和干扰。Se 能与维生素 E 起协同作用, 加强维生素 E 抗氧化作用, 清除自由基, 抗衰老^[1]。Se 不但对生物的自发性、移植性和致癌剂诱发的肿瘤有抵御作用, 而且具有维持心血管系统正常结构和功能的作用。Se 对机体免疫系统的影响也是不容忽视的, Se 能有效地提高机体免疫水平已被大量研究所证实, 缺 Se 会造成多种 Se 缺乏症, 如大骨关节病、克山病等^[2]。据中国营养学会调查, 目前我国居民 Se 摄入量普遍较低, 约为 26 $\mu\text{g}/\text{天}$ ^[3]。人体每天的 Se 摄入量依赖与食物 Se 含量和食物消耗量, 由于地域不同, 食物中 Se 含量可能有很大的差别。为评价太湖流域苏南地区居民 Se 的摄入状况, 测定了主、辅食含 Se 量、居民头发 Se 含量, 计算了太湖流域苏南村镇居民 Se 日摄入总量, 为居民合理营养膳食提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 调查对象

太湖流域苏南 20 个自然村, 1 万多村镇居民。

1.2 样本量的确定

本研究的样本量定为 300 人, 其制定依据为: ①参考同类研究的样本量大小: 多在 100~300 之间; ②

依据的公式: $n = \left(\frac{t_{\alpha} S}{\delta} \right)^2$, 式中 S 表示估计的标准差,

δ 表示允许的估计误差, 用统计学方法表示: 估计的总体均数与真正的总体均数之差大于 δ 的概率为 α 。 α 值一般都取 0.05。根据以前的资料, 估计的标准差为 0.94, 估计 δ 取 0.1, 估计 $t_{0.05}(300)=1.97$ 。代入公式得

$n = \left(\frac{1.97 \times 0.94}{0.1} \right)^2 = 340$, 经查表 $t_{0.05}(340) \cong 1.97$, 与估计

值相等。③依据实际条件, 不可能进行大规模的调查。

1.3 膳食调查

参照 1992 年全国营养调查方法, 在太湖流域苏南村镇, 采用分层整群随机抽样方法, 平均每 50 户调查 1 户, 按统一表格, 调查登记住户的人口构成、经济状况、饮食行为等情况; 采用称重记帐法调查住户 3 天的食物消耗量; 并记录家庭成员的用餐情况, 算出家庭平均每人日摄入各类食物的量, 由调查对象按实际情况填写摄入量, 连续记录 3 天, 取得每一个体的进食量。把调查期间各户消费的各种食物随机在农贸市场采购, 带回实验室进行 Se 含量测定, 得到各种食物 Se 营养元素含量, 计算出每人每日获得的 Se 营

①基金项目: 国家十五重大科技专项“河网区面源污染控制成套技术(2002AA601012-03)”资助。

* 通讯作者 (wmshi@issas.ac.cn)

作者简介: 周鑫斌(1978—), 男, 山西河曲人, 博士研究生, 主要从事水稻富硒效应与人类健康的研究。E-mail: xbzhou@issas.ac.cn

养元素的量。

1.4 食物及头发来源

食物随机采购于苏南村镇农贸市场，头发样均采集于人脑后，头发样采回后经超声波洗涤、干燥、粉碎后，置干燥器中备用。

1.5 样品处理及测定方法

将采购回的蔬菜和肉类等食物用去离子水冲洗干净，粮食样品经粉碎机磨成粉状混匀后备用。蔬菜、水果洗净切碎经 60℃ 烘干，粉碎后备用。水产品、畜肉、蛋类直接将鲜品捣碎混匀。样品用 $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ (4:1) 进行消化，在 100℃ 下，用 6 mol/L 盐酸还原 1h，使 6 价 Se 转化为 4 价 Se。采用原子荧光光度计 (AF-610A) 检测。其检测条件为，PMT 电压：300V；HCl 主阴极电流：100 mA；载气流量 600 ml/min；进样体积 1.0 ml；原子化器高度 7 mm；原子化器温度：室温；采样泵速：90 r/min；采样时间 6 s，停泵时间 4 s。

1.6 质控

样品分析以国家一级标准物质猪肉粉和茶叶粉作监控，样品加标回收率为 $96.7\% \pm 2.8\% \sim 98.8\% \pm 2.3\%$ 。

2 结果与讨论

2.1 食物含 Se 量分析

表 1 表明：禾谷类和豆类食物的含 Se 量都 $< 50 \mu\text{g/kg}$ ，蔬菜由于含水量高，含 Se 量明显低于禾谷类食物，禾谷类食物的平均含 Se 量 $37.52 \mu\text{g/kg} \pm 6.90 \mu\text{g/kg}$ ，蔬菜的平均含 Se 量为 $5.48 \mu\text{g/kg} \pm 3.80 \mu\text{g/kg}$ ，

表 1 主要植物性食物含 Se 量 ($\mu\text{g/kg}$ ，鲜重)

Table 1 Se content in some main vegetal foods

食物	含 Se 量	食物	含 Se 量
黄豆	49.2 ± 4.3	绿豆芽	4.2 ± 0.6
面粉	37.8 ± 5.2	茭白	4.2 ± 0.8
绿豆	34.9 ± 1.7	萝卜干	4.2 ± 0.5
玉米面	34.2 ± 3.2	茄子	4.1 ± 0.6
大米	31.5 ± 2.6	青椒	3.9 ± 1.3
花菇	17.8 ± 1.3	空心菜	3.8 ± 0.7
南瓜	11.5 ± 1.4	海带	3.5 ± 0.1
南瓜藤	10.2 ± 0.2	莴菜	3.2 ± 0.3
木耳	8.9 ± 0.1	丝瓜	2.5 ± 0.1
长豆	8.9 ± 0.4	芹菜	2.4 ± 0.3
洋葱	8.5 ± 0.4	红芋藤	2.3 ± 0.2
小白菜	7.1 ± 0.3	番茄	2.1 ± 0.2
青菜	5.9 ± 0.2	黄花菜	2.1 ± 0.3
黄瓜	5.8 ± 0.6	冬瓜	2.0 ± 0.6
莲藕	5.3 ± 0.1	菜瓜	1.5 ± 0.1

蔬菜中以花菇含 Se 量最高，为 $17.8 \mu\text{g/kg}$ 。苏南村镇居民饮食中蔬菜占很大部分，由于蔬菜中 Se 含量很少，因此膳食中由蔬菜摄入的 Se 量很少 (表 1)。

表 2 表明：动物性食物平均含 Se 量为 $204.19 \mu\text{g/kg} \pm 168.01 \mu\text{g/kg}$ ，显著高于植物性食物，且以虾为最高。鱼类含 Se 量也高，其平均含 Se 量为 $177.45 \mu\text{g/kg} \pm 109.63 \mu\text{g/kg}$ ，其他动物性食品的平均含 Se 量为 $148.82 \mu\text{g/kg} \pm 89.96 \mu\text{g/kg}$ ，可见鱼类食品的含 Se 量高于其他动物性食品的含 Se 量。

表 2 主要动物性食物 Se 含量 ($\mu\text{g/kg}$ ，鲜重)

Table 2 Se content in some main animal foods

食物	Se 含量	食物	Se 含量
白虾	588.0 ± 29.9	鸡肉	139.3 ± 18.8
带鱼	321.1 ± 10.5	鲫鱼	94.7 ± 16.3
黄鳝	243.8 ± 34.8	草鱼	50.2 ± 8.9
猪肝	282.1 ± 27.7	鸡蛋	78.1 ± 10.7
盐水鸭	212.3 ± 26.4	猪肉	32.3 ± 2.6

2.2 每日 Se 摄入量的统计

根据调查反馈的表格，按照每人每天具体摄入的食物含 Se 量及其重量，计算出每人每天 Se 摄入量，而后进行统计，其结果如图 1 所示。从对 300 人的调查看，36.0% 的人每天 Se 摄入量为 $20 \sim 30 \mu\text{g}$ ，43.8% 的人每天 Se 摄入量为 $30 \sim 40 \mu\text{g}$ ，其平均 Se 日摄入量为 $34.7 \mu\text{g/天}$ 。

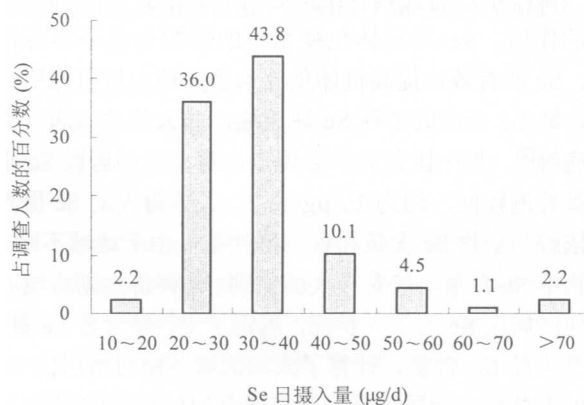


图 1 苏南村镇居民 Se 日摄入量统计表

Fig. 1 Selenium intake per day of town and village inhabitants through food in South Jiangsu

2.3 头发 Se 含量

在调查中，我们随机选取 53 人，取其后脑部头发样进行分析测定，其最高含 Se 量为 $621.4 \mu\text{g/kg}$ ，最低含 Se 量为 $102.63 \mu\text{g/kg}$ ，平均 Se 含量为 $336.0 \mu\text{g/kg}$ 。

并对每日 Se 摄入量及其头发含 Se 量进行相关分析, 结果见图 2。从图 2 可以看出, 每日 Se 平均摄入量和头发 Se 含量有显著的相关关系, 这说明头发 Se 含量可以作为人体 Se 营养的一个参考指标。关于头发 Se 正常值的报道, 因环境因素不同而各有差异。美国 Schroeder 等^[4]报道了人发 Se 正常值为 570 $\mu\text{g/kg}$, 范围值为 360 ~ 740 $\mu\text{g/kg}$ 。李继云等^[5]研究报道了大骨节病区头发 Se 的平均值为 59 ~ 84 $\mu\text{g/kg}$, 非病区为 167 ~ 2965 $\mu\text{g/kg}$, 最后用统计方法确定人发 Se 界限值为 110 $\mu\text{g/kg}$, 低于 110 $\mu\text{g/kg}$ 属缺 Se, 高于此值属正常。在广州地区, 人发 Se 含量达到 490 $\mu\text{g/kg} \pm 120 \mu\text{g/kg}$ ^[6]; 在上海, 属于低 Se 地区 (如南汇等) 的居民头发 Se 水平达到 550.2 $\mu\text{g/kg}$, 属于高 Se 地区 (如松江等) 的居民头发 Se 含量为 1175.3 $\mu\text{g/kg}$ ^[7]。而太湖流域苏南村镇居民头发 Se 含量为 336.0 $\mu\text{g/kg}$, 居民头发 Se 含量虽然属于正常值范围, 但偏低, 比广州、上海等地居民的头发 Se 含量低很多, 这与当地居民膳食低 Se 有关, 可能造成人体潜在的威胁, 所以应当提倡适当提高其膳食 Se 含量。

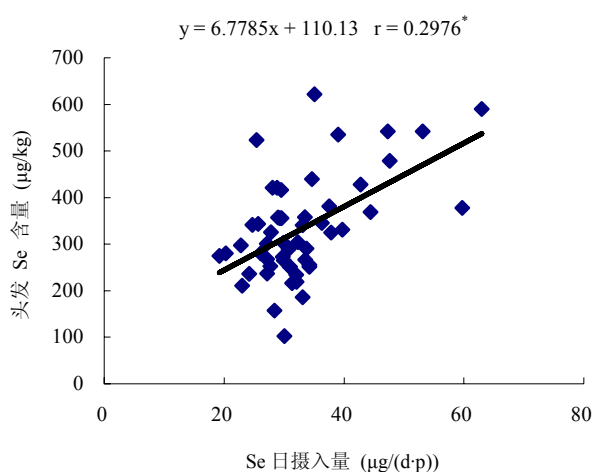


图 2 苏南村镇居民 Se 日摄入量与头发 Se 含量的相关分析 (n = 53)

Fig. 2 Correlation analysis of the Se intake per day of village and town inhabitants and the Se content in their hairs in South Jiangsu

2.4 讨论

有关 Se 的人体需要量和安全量的研究工作, 杨光圻教授等^[12]在低 Se 的克山病地区和高 Se 的湖北恩施地区进行了大量的研究工作, 建议每日膳食 Se 供应量范围应在 50 ~ 250 μg 之间。中国营养学会推荐的最低标准为 50 $\mu\text{g/天}$ ^[8]; 各个国家推荐的 Se 最低摄入量不同, 如苏联为 50 $\mu\text{g/天}$ 、美国为 60 ~ 150 $\mu\text{g/天}$ 、加拿大为 98 ~ 224 $\mu\text{g/天}$, WHO 规定为 40 ~ 100 $\mu\text{g/天}$ ^[8]。太湖流域苏南居民 Se 的摄入量仅为 34.7 $\mu\text{g/天}$, 与中

国营养学会推荐的最低标准相差甚远。膳食 Se 的低水平摄入对人体健康有潜在威胁^[9-11], 太湖流域典型地区苏南村镇居民头发 Se 含量为 336.0 $\mu\text{g/kg}$ 。全国成人男子头发 Se 含量平均值为 447 $\mu\text{g/kg}$, 成人女子头发 Se 含量平均值为 567 $\mu\text{g/kg}$ ^[2], 苏南村镇居民头发 Se 含量比广州、上海等地居民的头发 Se 含量低很多, 是由于该地区居民日常饮食中 Se 的营养水平较低, 应该提倡适当补 Se。

本研究表明, 每日 Se 平均摄入量和头发 Se 含量有显著的相关关系, 说明头发 Se 含量可以作为人体 Se 营养的一个参考指标。

Se 是人体一种必需的营养元素, 人体缺 Se 会诱发很多疾病^[8]。人体补 Se 是世界性医学难题, 吃药补 Se 只能取得阶段性效果, 通过食物链补 Se 是最经济、最安全、最有效的补 Se 途径。Se 的天然有机化法是一种安全有效的补 Se 途径, 增加主食 Se 含量, 研制富 Se 食品如富 Se 稻米, 富 Se 小麦等。有鉴于此, 我们在江苏省宜兴市大浦镇, 进行了 Se 肥的示范推广, 采用抽穗期叶面喷施 Se 肥的方法生产富 Se 水稻, 取得了很好的效果, 喷施 Se 肥的籽粒含 Se 量达到 98.7 $\mu\text{g/kg}$, 是当地普通稻米 Se 含量的 3 倍 (其数据有待发表)。经计算, 人日 Se 摄入量可以达到 50 $\mu\text{g/天}$, 可满足人体 Se 营养需求。为保证人体的健康^[13]、防治有关疾病, 就应当有充足的 Se 的摄入, 特别是当今癌症等许多疾病无特效良药的时候, 通过摄取足够的 Se 来预防各种疾病显得尤为重要。

参考文献:

- [1] 赵美松, 毛礼钟. 硒的重要生理功能. 生物学通报, 1996, 31(6): 15-16
- [2] 王夔主编. 生命科学中的微量元素. 北京: 中国计量出版社, 1996
- [3] 郑建仙, 毛礼钟. 硒的天然有机化及富硒谷物食品. 食品工业, 1997 (3): 25-27
- [4] Schroeder HA, Frost DV, Balassa JJ. Essential trace metal in man: Selenium. J. Chronic Dis., 1970, 23(4): 227-243
- [5] 李继云, 任尚学, 陈代中. 陕西省环境中的硒与大骨节病关系的研究. 环境科学学报, 1982, 2 (2): 91-100
- [6] 李小梁, 李小坚, 李增禧. 广州地区健康儿童及成人发硒含量调查. 广东微量元素科学, 2000 (7): 27-28
- [7] 瞿建国, 徐伯兴, 龚书椿. 上海不同地区作物硒和发硒含量的调查分析. 环境与健康杂志, 1998, 15(4): 185-186
- [8] 杨光圻, 萌士安, 顾履珍. 硒的人体最大安全摄入量的研究. 卫生研究, 1990, 19 (2): 24-26
- [9] 陈历程, 杨方美, 胡秋辉. 南京市主要食物含硒量分析及居民硒营养水平评价. 食品科学, 2000, 21 (10): 57-59

- [10] 杜振宇, 史衍玺, 王清华. 土壤施硒对萝卜吸收转化硒及品质的影响. 土壤, 2004, 36 (1): 56-60
- [11] 席冬梅, 邓卫东, 毛华明, 高宏光. 云南省主要地区背景区钴、铁和硒在岩石-土壤-饲料中的分布与转移规律研究. 土壤学报, 2005, 42 (4): 660-665
- [12] 束生庚, 袁建生, 阎海珠, 李瑛, 刘惠麒. 青海省人群和环境硒水平分布的调查研究. 中华预防医学杂志, 1996, 30 (4): 217-220
- [13] Ma YH, Schnug E, Si YB, Zhang LG, Ding RX, Zhang JZ. Adsorption of SeO_3^{2-} by soils at different S levels. *Pedosphere*, 2002, 12 (1): 89-92

Evaluation of Selenium Nutrition of Village/Town Inhabitants in South Jiangsu

ZHOU Xin-bin¹, SHI Wei-ming¹, WANG Xiao-chang^{1,2}, LI Bao-hai¹, YANG Lin-zhang¹

(1 *State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), Nanjing 210008, China;*

2 Department of Tea Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract: In order to learn about selenium nutrition of village/town inhabitants in the Taihu Lake region, in South Jiangsu, the stratified clustering random sampling method was used in the study. Vegetal and animal foods were procured randomly from free markets for agricultural products hairs of inhabitants gathered for determination of selenium contents therein, with the aid of Atomic Fluorescence Spectrometry (AF-610A). Results showed that animal food, especially white shrimp, was higher in selenium content than cereal food and vegetable food. The selenium intake of the inhabitants through diet was 34.7 $\mu\text{g}/\text{day}$, which is lower than the bottom limit for selenium intake, 50 $\mu\text{g}/\text{day}$ suggested by the National Nutrition Association of China. The lower selenium intake might increase the risk of certain diseases caused by selenium deficiency and show harm on human health. The average Se content in the hairs of the inhabitant was 336.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$, which is lower than the average of the nation's and far too lower than that in Guangzhou and Shanghai regions. It is demonstrated that daily diet in that region is far from enough to meet the lowest need of the inhabitants for Se and it is necessary to develop some safe and effective Se-enriched foods for the people therein.

Key words: The Se content, Se intake, Se content in hair, Se nutrition evaluation