

# 富硒茶叶硒的相对生物利用率及其对大鼠吞噬细胞功能的影响\*

胡秋辉<sup>1</sup> 潘根兴<sup>2</sup> 安辛欣<sup>1</sup> 朱建春<sup>2</sup> 丁瑞兴<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>南京农业大学食品科技学院, <sup>2</sup>资源与环境科学学院, 南京 210095)

**摘要** 试验大鼠 40 只分为 5 组, 分别饲以基础饲料 (含硒量为 0.01  $\mu\text{g/g}$ ) 并饮用自来水 (对照)、亚硒酸钠溶液、低硒茶浸出液、人工富硒茶及天然富硒茶浸出液, 观察天然和人工富硒茶叶硒的相对生物利用率及其对大鼠吞噬细胞功能的影响。结果表明: 大鼠对富硒茶叶硒的相对利用率比对照和亚硒酸钠高, 富硒茶叶硒的利用率为 68.05%~70.40%, 而对照的硒利用率为 65.38%,  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  硒的利用率为 65.41%。显示富硒茶叶中硒的生物有效性高于无机硒。大鼠饮用富硒茶和补充  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  能显著提高血液和肝组织的含硒量, 在等量硒条件下, 富硒茶对提高血液和肝组织的含硒量的效果优于  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ 。饮用富硒茶大鼠的吞噬细胞是对照的 6.2 倍, 是低硒茶的 1.4 倍; 吞噬指数是对照的 2.1 倍,  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  的 1.4 倍。表明富硒茶具有提高大鼠体内吞噬细胞的吞噬能力和增强机体的非特异性免疫功能。

**关键词** 富硒茶叶; 硒; 利用率; 大鼠; 吞噬细胞

**分类号** TS272 R247.1

## Study on selenium relative bioavailability of Se-enriched tea and its effect on rat phagocytic cell function

Hu Qiuhui<sup>1</sup>, Pan Genxing<sup>2</sup>, An Xinxin<sup>1</sup>, Zhu Jianchun<sup>2</sup> and Ding Ruixing<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>College of Food Science, <sup>2</sup>College of Resource and Environment Science, Nanjing Agric Univ, Nanjing 210095)

**ABSTRACT** 40 rats were divided into five groups and fed with low Se content diet and supplemented with water (Se-deficiency), sodium selenite, extraction solutions of low Se content tea, Se-enriched tea and nature high Se tea. The relative bioavailability of Se, the Se content in blood and liver and phagocytic cell function in rats were determined after 4 weeks. The results showed that the Se biological utilization rates were 65.41%, 68.05% and 70.40% in sodium selenite, Se-enriched tea and nature high Se tea respectively. It also indicated that selenium content in blood and liver were significantly raised by feeding extraction of Se-enriched tea and sodium selenite compared with low Se tea extraction and water. The higher effectivity was produced by selenium of Se-enriched tea compared with sodium selenite in the same Se intake. The significant difference was obtained in rat phagocytic cell percentage and phagocytic index among the rats drinking water and other tea extraction and sodium selenite. All results proved that Se-enriched tea could increase rat phagocytic cell function and be used as a good source for supplementing selenium intake.

**Key words** Se-enriched tea; selenium; utilization; rats; phagocytic cell

硒与人类健康的关系一直是国内外生物学和医学研究的热点<sup>[1,2]</sup>。已有的研究表明, 克山病、大骨节病、癌症、心脑血管疾病、糖尿病、不育症、艾滋病、镉中毒、机体免疫力减退和衰老过程等 40 余种疾病均与缺硒有关<sup>[3,4]</sup>。世界上有 40 多个国家和地区缺硒, 我国也有 72% 属缺硒或低硒地区<sup>[5,6]</sup>。美国学者提出硒化学防癌新战略, 即通过生物转化和有机硒化合物来开发有机硒源。茶叶中的硒多为有机硒, 是理想的补硒资源。通过施用硒肥, 在低硒地区生产富硒茶叶 (含硒量大于 0.2  $\mu\text{g/g}$ ), 可提高茶叶品质和经济价值<sup>[7,8]</sup>。本文研究富硒茶叶中硒的生物利用率及其对大鼠吞噬细胞功能的影响, 为富硒茶的有效利用和保健功能提供实验数据。

\*江苏省科委资助项目 (BL98057)

收稿日期: 2000-05-10

# 1 材料与方法

## 1.1 富硒茶叶的制备

试验茶园为江苏宜兴市街前茶场，茶园面积 5 hm<sup>2</sup>，土壤含硒量为 0.141 μg/g，土壤水溶性硒为 0.010 μg/g。于 1998 年 7 月 10 日叶面喷施亚硒酸钠 200 g/hm<sup>2</sup>，溶液 Se 为 100 mg/L。喷施后第 12 天采摘一芽二叶茶叶，按当地制茶工艺生产绿茶，茶叶含硒量为 1.14 μg/g，有机硒占 81.82%。同时采摘相同条件下未喷施硒肥茶叶作为对照，其茶叶含硒量为 0.096 μg/g，有机硒占 86.42%。

## 1.2 天然富硒茶叶的采集

在湖北恩施市芭蕉区的天然富硒茶园采摘茶叶，采摘时间与程序同于低硒茶园富硒茶叶。

## 1.3 样品硒含量的测定

土壤全硒、水溶性硒、茶叶、饲料以及大鼠的血液和肝组织含硒量测定均采用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub> 消化，用 1 NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O 中和至 pH 1.5~2.0。溶液中的硒用 2,3-二氨基萘 (DAN) 荧光分光光度法测定。

## 1.4 吞噬细胞数和吞噬指数的测定

选用 SD 雄性大鼠 40 只，平均体重约 140 g，随机分成 5 组，每组 8 只。5 种不同硒源处理见表 1。基础饲料配方为面粉 12%，黄豆粉 10%，米粉 76%，混合无机盐 1%，混合维生素 1%，基础饲料含硒量为 0.01 μg/g。分别取富硒茶叶及低硒茶叶 10 g，用开水 200 mL 冲泡，搅拌 15 min，冷却，过滤，供大鼠饮用。4 周后进行代谢实验。收集 72 h 鼠尿及粪，测定其含硒量，计算大鼠对不同硒源硒的生物利用率。测定吞噬鸡红细胞的吞噬细胞数，计算吞噬细胞百分率和吞噬指数，并测定大鼠的血液和肝组织含硒量。

表 1 不同硒食料对大鼠体重的影响

Table 1 Effect of diets with different selenium on the body weight in rats

处理 Treatment	饮水含硒量/μg mL <sup>-1</sup> Se content in drinking	每只大鼠摄食量/g Dietary intake amount per rat	实验开始平均体重/g Mean body weight before experiment	4 周后平均体重/g Mean body weight after 4 weeks
基础饲料 + 自来水 (对照) Se-deficient basal diet + water	0	78.38	144.52 ±4.74 (100) *	296.50 ±30.74 (205.2)
基础饲料 + 亚硒酸钠溶液 Se-deficient diet + sodium selenite	0.024	64.73	141.01 ±5.85 (100)	279.75 ±64.94 (197.8)
基础饲料 + 低硒茶浸提液 Se-deficient diet + Se-low tea extraction	0.005	70.58	140.58 ±2.73 (100)	276.25 ±42.70 (196.5)
基础饲料 + 富硒茶浸提液 Se-deficient diet + Se-enriched tea extraction	0.025	64.35	138.90 ±4.35 (100)	279.25 ±53.11 (200.8)
基础饲料 + 天然富硒茶浸提液 Se-deficient diet + natural Se-rich tea extraction	0.024	58.58	138.79 ±9.71 (100)	272.00 ±53.22 (198.0)

\* 括号内数值为大鼠体重相对平均增长量。The data in bracket presents the relative body weight gain of rats.

# 2 结果与讨论

## 2.1 富硒茶叶硒的生物利用率

2.1.1 富硒茶对大鼠生长的影响 表 1 结果表明，以实验开始体重为 100，4 周后不同处理组大鼠体重相对增长量为 196.0~205.2。经统计检验，不同处理对大鼠的体重无显著影响，说明富硒茶叶对大鼠生长无显著影响，饲喂的基础饲料能满足大鼠的生长。

2.1.2 大鼠对富硒茶叶硒的生物利用率 植物硒是食物链的中间环节，其硒的生物利用率较高<sup>[9,10]</sup>。表 2 结果显示，不同来源硒饲料的消化率除对照组稍低外，其它处理的结果相近。亚硒酸钠处理和 3 种茶叶处理的硒消化率均高于对照组。对照组和 Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> 组硒利用率为 65%，而饮茶水组硒利用率可达 68%~70%。表明茶水中的硒能较好地被大鼠利用，可见富硒茶叶作为饮品是一种有效的补硒资源。

表2 大鼠对不同来源食料硒的生物利用率  
Table 2 Selenium bioutilization rate of diets by rats

处理 Treatment	摄硒量/ $\mu\text{g}$ Selenium intake	尿硒/ $\mu\text{g}$ Selenium in urinary	粪硒/ $\mu\text{g}$ Selenium in fecal	硒消化率 <sup>*</sup> / $\%$ Se digestibility	硒利用率 <sup>**</sup> / $\%$ Se utilization
基础饲料 + 自来水 (对照) Se-deficient basal diet + water	0.78	0.15	0.12	84	65.38
基础饲料 + 亚硒酸钠溶液 Se-deficient diet + sodium selenite	3.73	0.87	0.42	88.74	65.41
基础饲料 + 低硒茶浸提液 Se-deficient diet + Se-low tea extraction	1.13	0.18	0.17	86.69	68.00
基础饲料 + 富硒茶浸提液 Se-deficient diet + Se-enriched tea extraction	3.85	0.74	0.49	87.27	68.05
基础饲料 + 天然富硒茶浸提液 Se-deficient diet + natural Se-rich tea extraction	3.75	0.64	0.47	87.46	70.40

\* 硒消化率/ $\%$  = (摄入硒 - 粪硒) / 摄硒量  $\times 100$ 。Se digestibility = (intake Se - Se in fecal) / intake Se  $\times 100\%$ 。

\*\* 硒利用率/ $\%$  = (摄入硒 - 粪硒 - 尿硒) / 摄硒量  $\times 100$ 。Se utilization = (intake Se - Se in fecal - Se in urinary) / intake Se  $\times 100\%$ 。

## 2.2 富硒茶对大鼠血液、肝组织硒水平的影响

动物血硒与其饲料硒的摄入量存在正相关，肝脏是动物体内最大的硒储存库，因此，肝硒和血硒是一个重要的短期体硒有效指标。表3表明，缺硒对照和低硒茶处理喂养的大鼠血液含硒量分别为0.053和0.095  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ；而补硒各处理，无论是 $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ，还是富硒茶，大鼠血液含硒量达0.129 ~ 0.136  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。肝脏的含硒量对照组和饮低硒茶组为0.423和0.499  $\mu\text{g}/\text{g}$ ，与其它3组差异显著。可见，饮用富硒茶和补充 $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ 能显著提高大鼠血液和肝脏的含硒量。在相同硒量条件下，富硒茶对提高血硒和肝脏硒含量的效果优于 $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ 。

表3 富硒茶对大鼠血液和肝脏含硒量的影响

Table 3 Effect of selenium in different tea on selenium content in blood and liver of rats

处理 Treatment	血液含硒量/ $\mu\text{g mL}^{-1}$ Se in blood	肝脏含硒量/ $\mu\text{g g}^{-1}$ Se in liver
基础饲料 + 自来水 (对照) Se-deficient basal diet + water	0.053 $\pm$ 0.011 <sup>a</sup>	0.423 $\pm$ 0.121 <sup>a</sup>
基础饲料 + 亚硒酸钠溶液 Se-deficient diet + sodium selenite	0.129 $\pm$ 0.028 <sup>b</sup>	1.043 $\pm$ 0.158 <sup>b</sup>
基础饲料 + 低硒茶浸提液 Se-deficient diet + Se-low tea extraction	0.095 $\pm$ 0.080 <sup>a</sup>	0.499 $\pm$ 0.114 <sup>a</sup>
基础饲料 + 富硒茶浸提液 Se-deficient diet + Se-enriched tea extraction	0.132 $\pm$ 0.037 <sup>b</sup>	1.188 $\pm$ 0.289 <sup>b</sup>
基础饲料 + 天然富硒茶浸提液 Se-deficient diet + natural Se-rich tea extraction	0.136 $\pm$ 0.036 <sup>b</sup>	1.211 $\pm$ 0.297 <sup>b</sup>

注：不同小写字母表示  $P < 0.05$ 。Different small letters present  $P < 0.05$ 。

## 2.3 富硒茶对大鼠吞噬细胞功能的影响

吞噬细胞是重要的免疫细胞，也是机体免疫的第一道防线。表4结果表明，饮用富硒茶组的大鼠吞噬指数是对照组大鼠的2.1倍，是 $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ 组的1.13倍，低硒茶组的1.58倍。饮用富硒茶大鼠的吞噬细胞百分数是对照组的1.8倍， $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ 组的1.3倍，低硒茶组的1.4倍。饮富硒茶大鼠的吞噬细胞百分率和吞噬指数与对照组和低硒茶组相比差异显著，而且效果优于亚硒酸钠组，两种富硒茶之间无显著差异。说明富硒茶可提高大鼠吞噬细胞数量，增强吞噬细胞的吞噬能力，具有促进机体免疫，加强大鼠的非特异性免疫功能的作用。

表 4 富硒茶对大鼠腹腔吞噬细胞吞噬功能的影响  
Table 4 Effects of different Se-rich tea on phagocytic function of rats

处理 Treatment	大鼠数 No. of rats	吞噬细胞/ % Phagocytic cells	吞噬指数 Phagocytic index
基础饲料 + 自来水 (对照) Se-deficient basal diet + water	8	6.84 ± 3.14 <sup>A*</sup>	10.32 ± 7.41 <sup>a*</sup>
基础饲料 + 亚硒酸钠溶液 Se-deficient diet + sodium selenite	8	9.78 ± 4.80 <sup>B</sup>	19.26 ± 8.31 <sup>b</sup>
基础饲料 + 低硒茶浸提液 Se-deficient diet + Se-low tea extraction	8	8.38 ± 5.21 <sup>C</sup>	13.74 ± 8.72 <sup>c</sup>
基础饲料 + 富硒茶浸提液 Se-deficient diet + Se-enriched tea extraction	8	11.79 ± 5.65 <sup>B</sup>	21.66 ± 8.82 <sup>b</sup>
基础饲料 + 天然富硒茶浸提液 Se-deficient diet + natural Se-rich tea extraction	8	13.57 ± 4.97 <sup>B</sup>	21.78 ± 9.05 <sup>b</sup>

注: 不同大写字母表示  $P < 0.01$ , 不同小写字母表示  $P < 0.05$ 。Different capital letters present  $P < 0.01$ , and different small letters present  $P < 0.05$ .

#### 参 考 文 献

- 1 陈必链, 黄健. 我国富锌和富硒功能食品研究现状. 食品研究与开发, 1999, 20 (2): 33~37
- 2 廖自基编著. 微量元素的环境化学及生物效应. 北京: 中国环境科学出版社, 1992. 102~123
- 3 Schrauzer GN, Meginness J E. Observations on human selenium supplementation. Trace Subst Environ Health, 1978, 13: 64~82
- 4 Wanger P D. Selenium in the treatment of heavy metal poisoning and chemical carcinogenesis. J Trace Elem Electrolytes Health Dis, 1992, 6: 209~215
- 5 布和敖斯尔. 土壤硒区域环境分异及安全阈值的研究. 土壤学报, 1995, 32 (2): 186~193
- 6 中国环境监测总站. 中国土壤元素背景值. 北京: 中国环境科学出版社, 1990. 68~92
- 7 胡秋辉, 潘根兴, 丁瑞兴, 等. 低硒土壤茶园茶叶富硒方法及其富硒效应. 南京农业大学学报, 1999, 22 (3): 91~94
- 8 胡秋辉, 潘根兴, 丁瑞兴, 等. 富硒茶硒的浸出率及化学性质研究. 中国农业科学, 1999, 32 (5): 69~72
- 9 Laws J E, Latshaw J D, Bigger M. Selenium bioavailability in foods and feeds. Nutr Rep Int, 1986, 33: 13~18
- 10 毛文君, 李翊. 贻贝及其富硒提取物硒生物活性的比较研究. 营养学报, 1998, 20 (1): 68~71

(责任编辑 是雅蓓)