

# 高纤维豆肠加工工艺研究

张慧霞<sup>1</sup>, 张 愨<sup>\*1</sup>, 李瑞杰<sup>1</sup>

(1. 食品科学与技术国家重点实验室, 江南大学, 江苏 无锡 214122; 2. 上海金丝猴集团有限公司, 上海 201317)

**摘要:** 采用大豆蛋白、复配胶、淀粉、大豆油等基本原料同时添加豆渣, 代替猪肉、鸡肉等动物肉, 进行素豆肠的试验研究。同时将食品工业废弃物豆渣处理后添加到素豆肠中, 提高其膳食纤维的含量, 对制作的豆肠进行感官评定和质构测定并与传统的香肠进行比较, 调整配方使其达到传统香肠的质构。

**关键词:** 豆渣粉; 素豆肠; 质构测定

**中图分类号:** TS 214.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-1689(2012)01-061-06

## Technology Research of Vegetarian Ham With Soybean Fibes

ZHANG Hui-xia<sup>1</sup>, ZHANG Min<sup>\*1</sup>, LI Rui-jie<sup>2</sup>

(1. State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Shanghai Jinsihou Co., Ltd, Shanghai 201317, China)

**Abstract:** In this study, the animal meat such as the pork, chicken in sausage was replace by the compound glue, starch, soya bean oil and bean dregs to prepare the vegetarian ham. At the same time, the industrial offal bean dregs were added vegetarian ham to improvethe fibrous content. Compared with that of the traditional sausage, the sensory evaluation and TPA instm-mental measurement of the vegetarian ham have same qualityge.

**Key words:** bean dregs, vegetarian ham, texture analysis

豆制品加工在我国源远流长,其加工产生大量的豆渣,在我国主要用作饲料,利用率低,豆渣潜在营养价值尚未得到充分利用。经分析,豆渣含有丰富蛋白质、脂肪、膳食纤维等营养成分,其营养价值可与豆腐媲美。豆渣经处理后,可用于生产酱油、加工方便食品、提取食物纤维和核黄素以及多糖等物质,具有良好的开发前景和保健功能。

豆渣所含热量很少,纤维成分较多,食物纤维会充实肠胃,有一定饱腹感,因此对限制饮食的人,食之可减少空腹感<sup>[1]</sup>;豆渣的纤维成分会与胆固醇的代谢产物胆汁酸结合后排出体外,可促进体内胆

固醇的代谢,降低胆固醇的吸收,有利于胆固醇排出,从而降低了血清中胆固醇的含量<sup>[2]</sup>;豆渣纤维成分会增进胃肠蠕动和消化液分泌,有利于食物消化,有利于粪便排泄,减少病菌和毒素对肠壁刺激,预防大肠癌发病。另外,豆渣含有大量钙质,100 g风干样中含有 200 mg 钙,这种钙质和牛奶中所含钙质一样,都具有容易吸收的特点。因此,多吃豆渣,对减少骨质疏松和防止动脉硬化有益。总之,豆渣营养丰富,是一种新的保健食品原料。

传统的火腿肠是以畜、禽肉为原料,经切块或切条、腌制后,绞肉、斩拌,加入辅料等,再经充填、

收稿日期: 2011-03-23

基金项目: 国家自然科学基金项目(30972058)。

\* 通信作者: 张 愨(1962-),男,浙江平湖人,工学博士,教授,博士研究生导师,主要从事农产品贮藏与加工研究。Email: min@jiangnan.edu.cn

蒸煮、冷却等工艺制作的火腿类熟肉制品。这类火腿肠在质量和安全卫生方面主要是亚硝酸盐、复合磷酸盐等食品添加剂超标使用的现象比较严重,始终没能彻底解决。

作者以大豆蛋白、复配胶、淀粉、植物油及豆渣为主要原料,利用各组分结构特性,代替动物肉,进行素豆肠的实验研究,并对其产品特性及其营养保健性做出相应的评价。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料和设备

大豆蛋白、复配胶:上海金丝猴集团提供;玉米淀粉,大豆油,蛋清液,盐,鸡精,料酒,黄豆老抽,肠衣:市售。

豆渣:豆渣取自江南大学食堂,将豆渣先进行脱腥处理,然后置于鼓风干燥箱中 60℃ 干燥,初步粉碎后过 100 目筛,然后进行超微粉碎制得豆渣粉。

CM-14 型斩拌机:西班牙 MAINCA 公司产品;EM-20 自动灌肠机,真空绞肉机;蒸煮锅,ZDX-35B1 型座式自动电热压力蒸汽灭菌锅:上海申安医疗器械厂产品;TA-XT2i 型物性测试仪:北京微讯超技仪器技术有限公司产品;冷冻式压缩空气干燥机:常州天达气源净化设备厂产品;101-2-BS 电热恒温鼓风干燥箱:上海跃进医疗器械厂产品;CHROMA METER CR-400 色差计:KONICA MINOLTA SENCING,公司产品。

### 1.2 实验方法

根据预实验,影响素豆肠质量的主要因素有淀粉、大豆油、复配胶和豆渣的用量。

#### 1.2.1 加工工艺流程

1) 豆渣→调酸→热处理→中和→干燥→初步粉碎→过 100 目筛→超微粉碎→平均粒径 35 μm 的豆渣粉<sup>[3-4]</sup>。2) 工艺操作要点:调酸,将豆渣用水浸泡,用 1 mol/L 盐酸溶液调节 pH 3~5;

热处理:加热使浸泡的豆渣温度达到 80~100℃,进行湿热处理 2 h 左右,使脂肪氧化酶失活,减轻豆腥味,并使抗营养因子钝化;中和:以 1 mol/L 氢氧化钠溶液调混合液 pH 至中性;干燥:常压鼓风干燥箱中 60℃ 干燥。

加工工艺流程见下:

豆渣粉,大豆油,玉米淀粉,复配胶

大豆蛋白 → 预处理 → 调味料,蛋清液斩拌乳化 → 灌肠 → 蒸煮杀菌 → 冷却

工艺操作要点:大豆蛋白取自南豆腐制作过程中嫩好的豆脑用纱布沥干黄浆水得到的豆脑。蒸煮杀菌。在 98℃ 温度下蒸煮 25 min,使产品熟化<sup>[5]</sup>。为了保证食品的安全,采用高温高压杀菌法于蒸汽灭菌锅中 121℃ 恒温 20 min 彻底灭菌,延长产品货架期<sup>[6]</sup>。

**1.2.2 单因素试验** 素肠以大豆蛋白为主料,添加的其它配料百分比均以大豆蛋白计。根据素火腿肠基本配方,改变复配胶的添加量,分别添加 10%、7.5%、5.5%、2.5% 和 0% 的复配胶制作馅料,进行单因素试验一。再根据试验一的结果和基本配方,改变豆渣粉的添加量,分别以 8%、6%、4%、2%、0% 的豆渣粉制作馅料进行单因素试验二。同理,进行单因素试验三确定大豆油的添加量范围、单因素试验四确定淀粉的添加量范围。

**1.2.3 正交试验** 设计  $L_9(3^4)$  型正交试验,研究主要原料的配方,比较不同试验组样品的外观、风味、口感和组织状态等指标,并结合质构测定来确定最佳组合。

**1.2.4 感官评定** 对素肠的外观、色泽、质地、风味进行感官评定,参与评分人数 10 人,每人均对各项指标评分,取平均值。将制作好的火腿肠样品依次排列好,观察外观、色泽,然后将其切开,观察组织结构质地,品尝口感、风味,以文字描述记录,并按照感官质量标准评分。素火腿感官评分标准见表 1。

**1.2.5 水分测定** 按 GB/T 5009.3-2003 的方法测定(105℃ 常压烘干法)<sup>[7]</sup>。

**1.2.6 色差分析** 用色差计测定其色差<sup>[8]</sup>。

**1.2.7 质构分析<sup>[8]</sup>** 用 TA-XT2i 型物性测试仪进行 TPA 模式测试:取素肠剥去肠衣,切成高 2 cm,直径 17 mm 的圆柱形,放在载样台的中央采 P25 探头用做 TPA 测试,TPA 测试条件为:测前速度为 2 mm/s,测后速度为 5 mm/s,测试速度为 5 mm/s,间隔时间为 5 s,压缩比为 40%,压缩厚度为 10 mm。得到两条曲线后,由电脑经专用程序自动分析得到一系列的物性指标,如物料的表面硬度、弹性、胶着性、脆性等。每个样品重复 10 次,取平

均值。

表 1 感官检验评定指标和评分标准<sup>[6]</sup>

Tab.1 Sensory evaluation criteria for vegetarian ham

指标	分数	得分标准
弹性	7	手指按压回弹快,能复原,可压缩 1/2 以上得 7 分;手指按压不回弹得 4 分;手指按压困难,感觉较硬得 1 分
脆性	7	咬劲强得 7 分;咬劲弱得 4 分;咀嚼干硬,无弹性,得 1 分
韧性	7	物体易于咬碎得 7 分;咬时不破碎得 4 分;无法咬碎得 1 分
硬度	7	适口得 7 分;干硬得 1 分
组织结构	7	气孔细小,均匀得 7 分;气孔细密不均匀得 4 分;有大气孔结构粗糙得 1 分
口感	7	爽口,食后有回味得 7 分;适口,食后无回味得 4 分;食后令人不愉快得 1 分

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素试验

#### 2.1.1 复配胶质量分数对豆肠硬度和弹性的影响

由图 1 可知,随着复配胶添加量的增大,素肠硬度增大,而弹性在 5.5% 时有一个最高值。综合两个指标可选择 6.5%、5.5%、4.5% 3 个水平进行正交试验<sup>[9-10]</sup>。

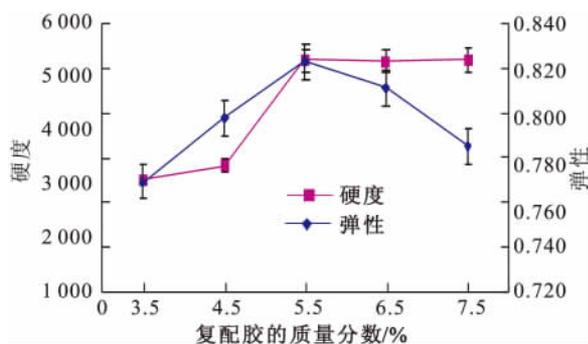


图 1 复配胶质量分数对素肠硬度和弹性的影响

Fig.1 Effect of compound gum amount on the hardness and springiness of vegetarian ham

#### 2.1.2 豆渣粉质量分数对火腿肠硬度和弹性的影响

由图 2 可知,随着豆渣粉添加量的增大,素肠的硬度逐渐增大;而不加豆渣和质量分数 8% 的添加量时弹性又较差。所以选择质量分数 6%、4%、2% 的添加量这三个水平进行正交试验。

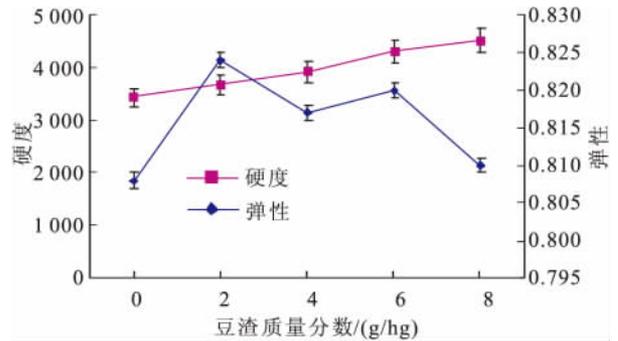


图 2 豆渣粉质量分数对素肠硬度和弹性的影响

Fig.2 Effect of soya bean dregs amount on the hardness and springiness of vegetarian ham

#### 2.1.3 大豆油质量分数对火腿肠硬度和弹性的影响

由图 3 可知,随着大豆油添加量的增大硬度逐渐减小;而大豆油添加量过大有油滴聚集现象,而添加量过少又乳化性差,不易搅拌,且制作的香肠比较干硬。根据图 3 曲线可选 7.5%、6.0%、4.5% 作为正交试验大豆油添加量的 3 水平。

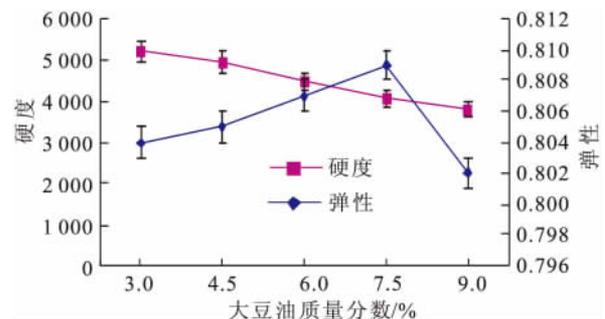


图 3 大豆油质量分数对素肠硬度和弹性的影响

Fig.3 Effect of soya bean oil amount on the hardness and springiness of vegetarian ham

#### 2.1.4 淀粉质量份数对火腿肠硬度和弹性的影响

由图 4 可知,淀粉的加入可以使肠体表面光滑、平整,提高保水性,由图 4 曲线可得随着淀粉添加量的增大硬度逐渐增大;而添加量过大又使产品结构变差,弹性降低。因此根据曲线图可选取 7.0、5.5、4.0 g/hg 作为淀粉添加量的 3 水平进行正交试验。

### 2.2 正交试验

经分析,复配胶添加量、大豆油添加量,淀粉用量和豆渣粉添加量是影响豆肠产品感官和成形质量的主要因素,故设计了正交试验进行研究,因素水平见表 6。

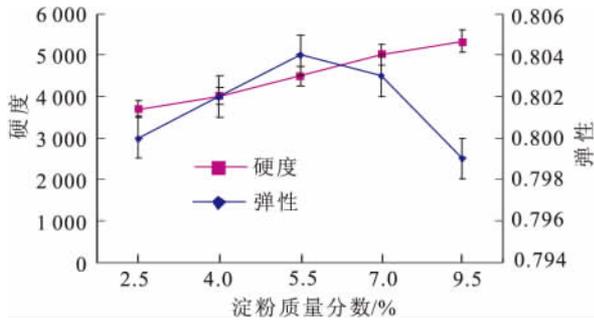


图 4 淀粉质量分数对素肠硬度和弹性的影响

Fig. 4 Effect of starch amount on the hardness and springiness of vegetarian ham

表 2 正交试验因素水平设计

Tab. 2 Factors and levels in orthogonal array design for optimization of formulation of vegetarian ham

水平	复配胶	大豆油	淀粉	豆渣
1	4.5	4.5	4.0	2.0
2	5.5	6.0	5.5	4.0
3	6.5	7.5	7.0	6.0

表 3 素豆肠其它物料配方

Tab. 3 Other supplies of vegetarian ham

名称	质量分数/%
食盐	2.60
鸡精	0.24
酱油	1.66
料酒	0.96
姜	0.15
红曲粉	0.20

表 4 素豆肠硬度影响因素的分析

Tab. 4 Analysis of the hardness influence factor of vegetarian ham

试验号	A	B	C	D	硬度
1	1	1	1	1	1 907.749
2	1	2	2	2	2 107.907
3	1	3	3	3	2 694.784
4	2	1	2	3	2 785.472
5	2	2	3	1	2 369.635
6	2	3	1	2	2 408.767

续表 4

试验号	A	B	C	D	硬度
7	3	1	3	2	2 808.295
8	3	2	1	3	2 500.671
9	3	3	2	1	2 768.648
$K_1$	6 710.440	7 501.516	6 817.187	7 046.032	
$K_2$	7 563.847	6 978.213	7 662.027	7 324.969	
$K_3$	8 077.614	7 872.199	7 872.714	7 980.867	
$k_1$	2 236.813	2 500.505	2 272.396	2 348.677	
$k_2$	2 521.291	2 326.071	2 554.009	2 441.656	
$k_3$	2 692.538	2 624.066	2 624.238	2 660.289	
R	1 367.174	893.986	1 055.527	934.835	
$R_A > R_C > R_D > R_B$					

由表 4 可知, R 大小顺序为  $A > C > D > B$ , 即复配胶对豆肠硬度影响最大, 豆渣粉对硬度影响较小。

表 5 素豆肠弹性影响因素的分析

Tab. 5 Analysis of the springiness influence factor of vegetarian ham

试验号	A	B	C	D	弹性
1	1	1	1	1	0.807
2	1	2	2	2	0.812
3	1	3	3	3	0.826
4	2	1	2	3	0.872
5	2	2	3	1	0.844
6	2	3	1	2	0.819
7	3	1	3	2	0.839
8	3	2	1	3	0.849
9	3	3	2	1	0.840
$K_1$	2.445	2.518	2.475	2.491	
$K_2$	2.535	2.505	2.524	2.471	
$K_3$	2.528	2.485	2.509	2.547	
$k_1$	0.815	0.839	0.825	0.830	
$k_2$	0.845	0.835	0.841	0.823	
$k_3$	0.843	0.828	0.836	0.849	
R	0.090	0.033	0.049	0.076	
$R_A > R_C > R_D > R_B$					

由表 5 可知,  $R$  大小顺序为  $A > D > C > B$ , 即复配胶对弹性影响最大, 豆渣粉对弹性影响其次。

结合感官评定及 TPA 测试结果, 试验号 4 比较好, 但弹性和硬度仍不理想。由表 6 和表 7 的分析可知复配胶的用量是影响硬度和弹性的最大因素, 因此对 4 号的配比加以优化, 拟定  $A_3B_1C_2D_3$  即

以质量分数计, 复配胶 6.5%, 大豆油 4.5%, 淀粉 5.5%, 豆渣粉 6.0% 作为最优配方并进行验证试验。

### 2.3 优选豆肠的实验对比及产品特性分析

2.3.1 优选豆肠与双汇鸡肉火腿肠的质构比较  
实验结果见表 7。

表 6 素豆肠感官评定值

Tab. 6 Experimental results of orthogonal array design for optimization of formulation of vegetarian ham

试验号	弹性	脆性	韧性	硬度	组织结构	口感	总分
1	4.8	5.1	5.8	4.4	6.5	4.8	31.4
2	4.7	5.1	5.6	4.5	6.7	4.6	31.3
3	5.5	5.4	5.7	4.7	6.9	4.4	32.6
4	6.0	6.0	5.8	5.6	6.9	4.8	35.1
5	6.2	5.6	5.4	5.0	6.9	4.5	33.6
6	5.3	5.7	5.3	5.1	6.7	4.8	32.9
7	5.4	5.4	5.4	4.8	6.7	4.5	32.3
8	5.4	5.5	5.5	4.8	6.3	4.7	32.1
9	5.3	5.8	5.6	4.9	6.5	4.6	32.0

表 7 优选豆肠与双汇鸡肉火腿肠的质构比较

Tab. 7 TPA test of vegetarian ham compared with Shuanghui chicken ham

对照组	硬度	脆性	黏着性	弹性	内聚力	胶着度	咀嚼度	回复性
优选组火腿肠	3 148.578	3 076.521	-51.219	0.954	0.741	2 319.439	2 218.809	0.406
双汇鸡肉火腿肠	3 123.182	3 160.690	-44.966	0.963	0.753	2 401.775	2 260.694	0.412

2.3.2 优选豆肠的水分测定结果 优选豆肠的水分测定结果为优选豆肠的保水性优于市售的两种火腿肠。

2.3.3 色差分析 不同红曲粉添加量对优选豆肠色泽的影响为红曲粉添加量为 0.12 g/hg 和 0.15 g/hg 时火腿肠的颜色不宜接受, 而添加量过大颜色过深, 可接受性下降, 当添加量为 0.20 g/hg 时火腿肠具有天然肉肠的颜色。

## 3 结 语

作者对豆渣粉在素豆肠中的应用做了研究, 初步确定了素豆肠的基本配方, 为豆渣粉的应用研究和深度打下了基础。素豆肠的优选配方(质量分数)为: 复配胶 6.5%, 大豆油 4.5%, 淀粉 5.5%, 豆渣粉 6.0%。豆渣粉的添加使了豆肠的膳食纤维质量分数达到 2.98%, 具有一定的保健价值。

## 参考文献(References):

- [1] Nancy C, Terry T, Susan B. Dietary fiber and fat are associated with excess weight in young and middle-aged US adults [J]. *Current Research*, 2005, 105: 1365—1372.
- [2] Artissa B, Kathryn B, Michelle B. The effects of a new soluble dietary fiber on weight gain and selected blood parameters in rats [J]. *Metabolism Clinical and Experimental*, 2006, 55: 195—202.

- [3] 刘振春, 李侠, 王朝辉, 等. 大豆膳食纤维分离提取的研究. 中国粮食与营养[J], 2010, (5): 29-33.  
LIU Zhen-chun, LI Xia, WANG Zhao-hui, et al. The research of separation and extraction of soybean dietary fiber[J]. **Food and Nutrition in China**, 2010, (5): 29-33. (in Chinese)
- [4] 蓝海军, 刘成梅, 涂宗财, 等. 大豆膳食纤维的湿法超微粉碎与干法超微粉碎比较研究[J]. 食品科学, 2007, 28(6): 71-74.  
LAN Hai-jun, LIU Cheng-mei, TU Zong-cai, et al. Wet or dry processing comparative study on super micro-milling soybean dietary fiber[J]. **Food Science**, 2007, 28(6): 71-74. (in Chinese)
- [5] 李雪莲, 黄立新. 大豆素火腿肠生产工艺的探讨[J]. 食品工业, 2007, (3): 31-32.  
LI Xue-lian, HUANG Li-xin. Studies on the process and technology of vegetarian sterilized ham sausage[J]. **Food Industry**, 2007, (3): 31-32. (in Chinese)
- [6] 李新华, 张振. 大豆组织蛋白在仿生火腿肠加工中的应用[J]. 食品科学, 2010, 31(6): 105-108.  
LI Xin-hua, ZHANG Zhen. Application of textured soybean protein in vegetarian sterilized ham sausage processing[J]. **Food Science**, 2010, 31(6): 105-108. (in Chinese)
- [7] 张彦妮, 王海滨, 黄丽. 全麦胚粉对复合火腿肠品质特性的影响[J]. 食品科技, 2007, 31(6): 162-165.  
ZHANG Yan-ni, WANG Hai-bin, HUANG Li. Effect of the powder of whole wheat germ on the quality characteristic of mixed ham sausage[J]. **Food Science and Technology**, 2007, 31(6): 162-165. (in Chinese)
- [8] 孙彩铃, 田纪春, 张永祥. TPA 质构分析模式在食品研究中的应用[J]. 实验科学与技术, 2007, 5(2): 1-4. (in Chinese)  
SUN Cai-ling, TIAN Ji-chun, ZHANG Yong-xiang. Application of TPA test mode in the study of food[J]. **Experiment Science and Technology**, 2007, 5(2): 1-4.
- [9] 高群玉, 吴磊, 赵升熙. 食品胶对甘薯淀粉糊黏度性质的影响[J]. 现代化工, 2008, 28(2): 231-234.  
GAO Qun-yu, WU Lei, ZHAO Sheng-xi. Effects of food gums on viscosity properties of sweet potato starch paste[J]. **Modern Chemical Industry**, 2008, 28(2): 231-234. (in Chinese)
- [10] 蔡为荣, 薛正莲. 黄原胶与 κ-卡拉胶复配胶特性及在火腿中的应用[J]. 食品工业科技, 2000, 21(3): 15-18.  
CAI Wei-rong, XUE Zheng-lian. The gel property of synergistic action between xanthan gum and κ-carrageenan and its application in producing cooked ham ham[J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2000, 21(3): 15-18. (in Chinese)

## 科技信息

台湾科学家发现 Bisphenol A 和 phthalates 具有类似的毒理基因组学性质和健康效应

据 sciencedirect 数据库消息, 台湾科学家 Sher Singh 等通过比较双酚 A 与邻苯二甲酸酯对人体健康造成的影响发现, 两种化学物质具有类似的健康效应。

研究人员分析了“Comparative Toxicogenomics Database”中有关 Bisphenol A 和 5 种 phthalates (DEHP/MEHP 和 DBP/BBP/MBP) 健康效应的数据。研究人员发现, 两类化学物质对于 89 种相同基因与蛋白质表现出了类似的毒理基因组学性质及健康效应。这 89 个基因标志物蛋白可作为测定从广泛使用的塑料中溢出的不同的化学物质的毒性。

[消息来源] Sher Singh, Steven Shoei-Lung Li, Bisphenol A and phthalates exhibit similar toxicogenomics and health effects, *Gene*, Available online 1 December 2011, ISSN 0378-1119, 10.1016/j.gene.2011.11.035. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378111911007050>)

新加坡研究指出食品与化妆品中的纳米级氧化锌有致癌风险

食品伙伴网讯 据 foodnavigator.com 网站消息, 近日《生物材料》杂志刊登新加坡南洋理工大学的一项研究发现, 包括防晒霜、食品添加剂等在内的一系列日常消费品含有纳米级氧化锌这种成分, 而纳米级氧化锌微粒可破坏人体基因, 可能具有致癌风险。

研究发现, 当纳米级氧化锌入侵人体后, 人体内 P53 这种抑癌基因会起到抑制肿瘤生成的功效, 如果人体缺少 P53 基因, 或者不能产生足够的 P53 基因, 那么当氧化锌纳米微粒入侵后, 便可导致人体 DNA 出现损伤, 从而诱发癌症。

研究人员表示, 相关行业有必要再次对日常消费品中纳米级氧化锌的健康风险进行评估, 然而目前这方面的研究较少, 因此有必要开展更多的研究, 以调查日常消费品中纳米级氧化锌的使用情况以及它在产品中的含量, 并查明消费者的使用频率以及使用量。

[消息来源] 食品伙伴网. 新加坡研究指出食品与化妆品中的纳米级氧化锌有致癌风险 [EB/OL]. (2011-12-2). [2011-12-20]. <http://www.foodmate.net/news/keji/2011/12/195388.html>