

## 新体系评价东北黑大豆的营养健康功效

龙伟, 靳瑾, 沈秀, 李卫红, 周晓靓, 王德芝, 周则卫

(中国医学科学院 北京协和医学院 放射医学研究所, 天津 300192)

**摘要:**以线性生长期健康 ICR 小鼠为研究对象, 空白对照小鼠喂食单纯玉米饲料, 受试物小鼠分别喂食 2.5%、5.0% 和 10% 黑大豆的玉米掺和饲料, 结合已建立的 BDI-GS 新体系和血清生化指标的测定综合评价东北黑大豆的营养及健康效应。结果表明: 黑大豆在促进小鼠生长发育方面具有剂量依赖性, 而综合营养效应(累计  $GS_w$ ) 并未随剂量的增加而表现出明显提高, 但剂量间营养补益功效各有侧重; 黑大豆综合健康效应(累计  $GS_l$ ) 不高, 但其对大部分脏器指标存在有益效应, 主要表现在对胸腺、胰腺和性腺的系数 BDI 均高于 1.0; 黑大豆喂食小鼠还可以显著升高血液的白蛋白(ALB)水平, 并降低转氨酶(ALT 和 AST)水平。因此, 东北黑大豆具有良好的营养效应和一定的健康效应, 可以改善机体的蛋白供应, 改善机体的内分泌及免疫状态, 并具有一定保肝降酶的功效, 但总体健康效应并不十分理想, 用于食疗保健时应加以注意。

**关键词:**BDI-GS 体系; 黑大豆; 营养与健康; 效应评价

中图分类号: R151.2

文献标识码: A

DOI: 10.11861/j.issn.1000-9841.2014.06.0918

## Evaluation on Nutritional and Healthy Effects of Northeast Black Soybean by Using Novel System

LONG Wei, JIN Jin, SHEN Xiu, LI Wei-hong, ZHOU Xiao-liang, WANG De-zhi, ZHOU Ze-wei

(Institute of Radiation Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Tianjin 300192, China)

**Abstract:** The healthy rodent ICR mice during linear growth were selected in the study, the control mice were fed with common maize low-nutritional diets and the treated mice were fed with maize blending diets of 2.5%, 5.0% and 10% black soybean, respectively, combined nearly established BDI-GS system and serum biochemical indicators measuring, the nutritional and healthy effects of northeast black soybean were evaluated comprehensively. The results indicated that the growth and development performance of black soybean fed mice showed dose-dependent way, but its overall nutritional effects(integrated  $GS_w$  value) were not obviously increased with dose increase, and there were different emphases in nutritional functions for each dose group. The overall healthy effects of black soybean were not too high, but it was of beneficial effects for majority organ indicators, and mainly were expressed in thymus, pancreas and spermary, their BDI values were all above 1.0. In addition, black soybean may still significantly elevate albumin(ALB) level, and lower both transamino-enzymes(ALT, AST) levels in blood of feeding mice. Therefore, the current study manifests that northeast black soybean is of better nutritional effects and certain healthy effects, improving protein supply for body and promoting endocrine and immune status, as well as protecting liver and lowering transaminase, but general healthy effect is not quite ideal, should pay attention in nutritional therapy and healthcare.

**Key words:** BDI-GS system; Black soybean; Nutrition and health; Effects evaluation

黑豆(black soybean)为豆科植物大豆 *Glycine-max*(L.) Merr. 的黑色种子别名有乌豆、料豆、马料豆等, 可食药两用。顾名思义过去常作为饲料添加用来喂马, 也有药用保健养生的。我国各地栽培品种很多, 仅列入《中国大豆品种志》和《福建大豆品种志》的就有 97 种, 资源优势明显<sup>[1]</sup>。黑豆性味甘, 无毒, 归脾、肺、肾经。有益肾气, 强筋骨、健脾胃等功效, 是一种上等的补益食材。多用于脾虚食少、肾虚遗精、虚热消渴、喘咳、尿频、带下等症<sup>[2]</sup>。据《延年秘录》载:“服食黑豆, 令人长肌肤, 益颜色, 填精髓, 加气力”<sup>[3]</sup>。

随着生活水平的提高和人们养生意识的觉醒, 以及传统中医养生文化的熏陶, 黑豆的食用频率逐

渐升高, 各种黑豆已走进人们的日常生活。但是, 中医药相关黑豆的论述只是前人药用经验的总结, 尚缺乏黑豆对机体脏器的具体细致的营养补益及健康功效的了解, 致使对黑豆的食用具有一定的盲目性。因此, 有必要对黑豆的实际营养和健康效应进行系统性评价。前期我们在总结国内外相关食品营养、健康评价方法的基础上, 建立了食品 BDI-GS 功效评价新体系, 并对普通黄大豆及转基因大豆的功效进行了实验评价<sup>[4-5]</sup>, 认为该体系能够较好地评价整个食物的综合营养及健康效应。因此, 本研究以玉米低营养饲料喂养小鼠为动物模型, 采用 BDI-GS 功效评价方法对市售东北黑大豆的功效进行评价, 旨在揭示其内在营养和健康效应, 指导人

收稿日期: 2014-03-06

第一作者简介: 龙伟(1979-), 男, 博士, 助理研究员, 主要从事药物及食品安全研究。E-mail: longwaylong@gmail.com。

通讯作者: 周则卫(1966-), 男, 研究员, 硕导, 主要从事药物及功能食品研究。E-mail: zhouzewe@irm-cams.ac.cn。

们更好地应用黑大豆进行食疗保健。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

市售东北黑大豆,种仁饱满绿色,粒大而圆;本地普通黄玉米粉(执行标准 GB/T10463-89,天津市武清区华北玉米面加工厂生产)。

主要仪器:HITACHI 7180 型全自动生化分析仪(日本株式会社日立高新技术);Anke TGL-16G 型台式离心机(上海安亭科学仪器厂);1/1000 Mettler PL203 型精密电子天平(梅特勒-托利多仪器上海有限公司);YK 200B 型高速粉碎机(山东省青州市益康中药机械有限公司)。

### 1.2 方法

1.2.1 饲料的制备 本文以东北黑大豆为受试物,空白饲料组使用普通黄玉米粉制作。将黑大豆通过中药粉碎机粉碎后过 28 目面粉筛,玉米粉二次加工同样也过 28 目筛,使饲料粉粒度均匀。用 1/100 电子天平准确称量,分别配制 2.5%、5.0%、10% 均匀混和黑大豆粉和玉米粉的混和饲料为试验组,各配制 1 000 g。将上述各组饲料加入适量水混匀成型蒸制 15 min,放凉后制成条柱状,存入冰箱备用。

1.2.2 动物分组与实验方法 ICR 健康雄性小白鼠 32 只,18~22 g,4~6 周龄,处于线性生长期动物,购于北京大学医学部实验动物中心。饲养环境为 SPF 级实验动物房,使用许可证号:SYXK(津)2010-0004。按体重随机分成 4 组,每组 8 只,分别为:玉米空白对照组,2.5%、5.0%、10% 黑大豆实验组。实验开始即换用相应饲料,隔天称取体重 1 次,并补充相应的新饲料。共喂养 12 d,第 12 天称取体重、眼眶取血后脱臼处死,进行解剖,完整剖取心、肺、胸腺、脾、胰腺、肝、双肾、性腺精囊、股骨等脏器组织,裸目检查色泽正常、无组织病理学改变后,称取湿重,股骨为 80℃ 烘干 4 h 后称取干重<sup>[6]</sup>,共计 9 项脏器组织指标。血液 6 000 r·min<sup>-1</sup> 离心 5 min,离心 2 次,取上层血清用全自动生化分析仪检测分析。

### 1.3 评价及统计方法

1.3.1 BDI-GS 评价方法 损益指数(BDI) = 受试物实验指标统计均值/空白对照对应指标均值。通过损益指数(benefit-damage index, BDI)直观揭示受试物对脏器组织的损益及程度。并以 BDI 值为依据,通过累加积分(general score, GS),作为食物整体综合效应的评价指标。

1.3.2 数据统计方法 采用 SPSS 13.0 进行统计分析,数据统计结果以( $\bar{x} \pm s, n=8$ )表示,以组间配对样本 *t*-检验分析来比较显著性差异。

## 2 结果与分析

### 2.1 黑大豆营养及健康效应的评价

2.1.1 从体重变化评价黑大豆营养功效 从图 1 可知,给与黑大豆组小鼠终体重均显著高于玉米空白对照组。同时,随着黑大豆剂量的增高,体重呈递增态势,5.0% 与 2.5% 组相比,体重增加明显,而 10% 与 5.0% 组比较在实验前期体重增加很少,但终体重增加较明显。说明体重的差异可能与黑大豆富含优质蛋白的高营养成分有关。

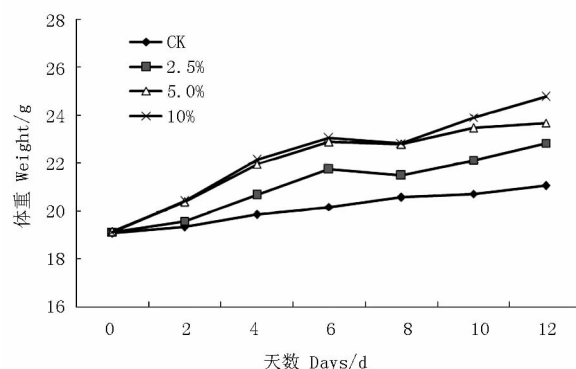


图1 实验动物生长曲线

Fig. 1 Growing curves of test mice

2.1.2 黑大豆营养效应评价 黑大豆的总体营养效应分别为 10.03、9.98 和 10.80,相差不大,说明其并未因摄取剂量的提高而明显提高。但 3 个剂量黑大豆营养补益功效侧重有所不同,如补肾益精以 2.5% 剂量为佳,健脾兴胰则以 10% 剂量为最好。从统计学显著性差异分析,黑大豆的养肝及滋补性腺肾精的功效最显著,3 个剂量均与空白对照组比较达显著或极显著差异;其次是对胰腺及股骨的营养补益功效,中、高剂量与空白对照存在显著或极显著性差异。

2.1.3 黑大豆健康效应评价 由于黑大豆具有明显增加体重效应,而体重的过度增加对机体健康是一个不利的因素,因而黑大豆对健康的有益程度大打折扣(表 2)。3 个剂量黑大豆主要对胸腺、胰腺和性腺健康均有一定益处,并且低和高剂量对肝脏健康有一定益处。见黑入肾补肾,黑大豆确实对中医之“肾”的主体所指-性腺精囊的健康有益(表 2)。现代生物活性研究表明,黑色活血,降脂、抗氧化对心脑血管病人的健康有益<sup>[7-8]</sup>。然而,黑大豆对于心肺健康存在一定不利影响,因而心衰病人不宜食用黑大豆,这一点与普通黄大豆十分相似<sup>[4]</sup>。另外,黑大豆对骨组织的健康也存在一定的不利影响。从 GS<sub>I</sub> 分析,3 个剂量黑大豆对脏器组织的综合健康效应并不高,均接近 9.0 的基本积分(9 项脏器指标),5.0% 组 GS<sub>I</sub> 值甚至略低于 9.0。这也明显逊色于普通黄大豆<sup>[4]</sup>,因而黑大豆综合健康效应并不尽如人意。

表 1 黑大豆营养功效的评价  
Table 1 Evaluation on nutritional effects of black soybean( $\bar{x} \pm s, n = 8$ )

指标 Indicators	空白	2.5% 黑大豆		5.0% 黑大豆		10% 黑大豆	
	Control	2.5% black soybean		5.0% black soybean		10% black soybean	
	重量	重量	BDI	重量	BDI	重量	BDI
	Weights/g	Weights/g		Weights/g		Weight/g	
体重(B. Wt)	21.11 ± 1.263	23.34 ± 0.814 * *		23.79 ± 0.766 * *		24.94 ± 1.465 * *	
心脏 Heart	0.140 ± 0.014	0.133 ± 0.020	0.95	0.131 ± 0.012	0.94	0.138 ± 0.019	0.99
肺脏 Lung	0.172 ± 0.018	0.173 ± 0.017	1.01	0.187 ± 0.013	1.09	0.180 ± 0.011	1.05
胸腺 Thymus	0.052 ± 0.009	0.064 ± 0.017	1.23	0.058 ± 0.017	1.12	0.068 ± 0.015 *	1.31
脾脏 Spleen	0.091 ± 0.014	0.100 ± 0.014	1.10	0.099 ± 0.021	1.09	0.101 ± 0.024	1.11
胰腺 Pancreas	0.080 ± 0.011	0.090 ± 0.018	1.13	0.103 ± 0.020 *	1.29	0.123 ± 0.013 * *	1.54
肝脏 Liver	0.979 ± 0.056	1.171 ± 0.065 * *	1.20	1.075 ± 0.103 *	1.10	1.263 ± 0.169 * *	1.29
肾脏 Kidneys	0.329 ± 0.036	0.348 ± 0.033	1.06	0.362 ± 0.031	1.10	0.395 ± 0.047 * *	1.20
性腺 Spermary	0.586 ± 0.106	0.791 ± 0.145 * *	1.35	0.711 ± 0.082 *	1.21	0.721 ± 0.145 *	1.23
股骨 Femur	0.025 ± 0.002	0.025 ± 0.002	1.00	0.026 ± 0.003 *	1.04	0.027 ± 0.003 *	1.08
9 项累计 GS <sub>w</sub>			10.03		9.98		10.80
Accumulative GS <sub>w</sub>							

黑大豆组小鼠与空白对照组通过配对 *t*-检验分析比较; \* 为  $P < 0.05$ , \*\* 为  $P < 0.01$ 。下同。  
Paired *t*-test analyses by comparison between black soybean diet fed mice and control mice; \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ . The same below.

表 2 黑大豆健康效应的评价  
Table 2 Evaluation on healthy effects of black soybean

指标 Indicators	空白	2.5% 黑大豆		5.0 % 黑大豆		10% 黑大豆	
	Control	2.5% black soybean		5.0% black soybean		10% black soybean	
	系数	系数	BDI	系数	BDI	系数	BDI
	Indices/mg·g <sup>-1</sup>	Indices/mg·g <sup>-1</sup>		Indices/mg·g <sup>-1</sup>		Indices/mg·g <sup>-1</sup>	
心脏 Heart	6.624 ± 0.658	5.680 ± 0.785 *	0.86	5.505 ± 0.458 * *	0.83	5.543 ± 0.784 * *	0.84
肺脏 Lung	8.171 ± 0.913	7.412 ± 0.883 *	0.91	7.782 ± 0.582	0.95	7.234 ± 0.728 *	0.89
胸腺 Thymus	2.456 ± 0.405	2.755 ± 0.753	1.12	2.529 ± 0.773	1.03	2.726 ± 0.505	1.11
脾脏 Spleen	4.321 ± 0.703	4.255 ± 0.485	0.98	4.153 ± 0.879	0.96	4.023 ± 0.910	0.93
胰腺 Pancreas	3.820 ± 0.502	3.849 ± 0.690	1.01	4.337 ± 0.835	1.14	4.937 ± 0.530 * *	1.29
肝脏 Liver	46.54 ± 4.163	50.17 ± 1.843 *	1.08	45.23 ± 4.408	0.97	50.55 ± 5.028	1.09
肾脏 Kidneys	15.54 ± 0.927	14.92 ± 1.514	0.96	15.22 ± 1.312	0.98	15.82 ± 1.663	1.02
性腺 Spermary	27.74 ± 4.700	33.84 ± 5.747 *	1.22	29.92 ± 3.457	1.08	28.78 ± 4.473	1.04
股骨 Femur	1.183 ± 0.109	1.072 ± 0.073 *	0.91	1.103 ± 0.095	0.93	1.101 ± 0.123	0.93
9 项累计 GS <sub>l</sub>			9.05		8.87		9.14
Aaccumulative GS <sub>l</sub>							

2.2 黑大豆血清生化指标的评价

从表 3 可见,3 组黑大豆对血清肝功能标志物转氨酶(ALT 和 AST)均具有一定的降酶作用,在统计学上,中、高剂量组的 AST 与空白组比较具有显著性差异,且与其对肝脏的健康效应数据结果基本一致,表明黑大豆确有入肝解毒及保肝功效。3 组黑大豆均对血清总蛋白(TP)及白蛋白指标(ALB)

有显著升高作用,可能与其富含优质蛋白成分相关;而对球蛋白(GLOB)影响不大。3 组黑大豆对血糖(GLU)均略呈升高作用,但统计学均无显著性差异,表明其对血糖影响不大。低中剂量黑大豆对代表肾脏健康的尿素氮(BUN)影响不大,高剂量有显著升高作用,原因有待进一步研究;而对血肌酐(CREA)影响轻微。另外,低剂量黑大豆对甘油三

酯(TG)影响不大,中、高剂量有一定降低作用,差异均不显著。3 组黑大豆对胆固醇(CHOI)均有较明显的升高作用,高剂量组与空白对照组存在显著性

差异,与相关报道不一致<sup>[9]</sup>,可能与其高营养性有关,有待深入研究。

表3 黑大豆的血液生化指标评价

Table3 Blood biochemical evaluation of black soybean

指标 Indicators	空白 Control	2.5% 黑大豆 2.5% black soybean	5.0% 黑大豆 5.0% black soybean	10% 黑大豆 10% black soybean
ALT/U·L <sup>-1</sup>	20.88 ± 7.772	19.29 ± 5.314	16.88 ± 4.643	15.43 ± 5.381
AST/U·L <sup>-1</sup>	113.1 ± 24.07	103.6 ± 29.75	78.88 ± 12.48 **	85.00 ± 25.97 *
TP/g·L <sup>-1</sup>	42.48 ± 2.523	48.79 ± 3.547 **	48.86 ± 4.708 **	51.54 ± 4.986 **
ALB/g·L <sup>-1</sup>	32.63 ± 2.504	39.29 ± 2.870 **	39.88 ± 3.137 **	43.57 ± 4.541 **
GLOB/g·L <sup>-1</sup>	9.850 ± 2.624	9.500 ± 3.671	8.988 ± 3.289	10.95 ± 3.578
BUN/mmol·L <sup>-1</sup>	3.588 ± 0.620	3.829 ± 0.582	3.650 ± 0.521	6.757 ± 1.883 **
CREA/mmol·L <sup>-1</sup>	6.000 ± 2.517	5.833 ± 2.401	5.167 ± 2.563	6.000 ± 5.099
GLU/mmol·L <sup>-1</sup>	7.875 ± 1.543	8.786 ± 1.369	8.575 ± 1.000	8.414 ± 1.239
CHOL/mg·dL <sup>-1</sup>	2.729 ± 0.387	3.117 ± 0.785	3.110 ± 0.776	4.437 ± 0.700 **
TG/mmol·L <sup>-1</sup>	2.840 ± 0.602	2.963 ± 0.920	2.260 ± 0.704	2.457 ± 0.783

### 3 结论与讨论

#### 3.1 对玉米饲料的选择

玉米味甘淡,性平,热量低,有很好的适食性。玉米为普通标准实验鼠料的底料,单食玉米可以维持机体基本的生理需求。使用玉米饲料优势在于营养功效低,容易突出受试食物的功效。近年来,玉米通过品种改良使营养功效有所提高,但在人类主食中仍属于低营养品种,而且各地区的玉米营养功效相近,容易推广应用。原本难以评价的食物品种,通过掺和喂食也容易进行功效评价,出现假性评价结果的概率很低。评价的结果不再只是经典评价方法的食物中蛋白质的效价高低,而是整个食物所有成分综合效应的实际表现。另外,玉米中不含抗营养成分,也未见饮食禁忌的报道,不影响受试物真实功效的表达。而且实验方法简单,适用范围广。

#### 3.2 关于黑大豆的营养保健功效

营养学研究表明<sup>[10]</sup>,黑大豆中含有丰富的蛋白质、脂肪、维生素、尼克酸、胡萝卜素、微量元素和粗纤维,其中蛋白质含量高达 48% 以上,居豆类之首,素有“植物蛋白之王”的美誉。黑大豆中 18 种氨基酸含量丰富,特别是人体必须的 8 种氨基酸。含有 2% 的蛋黄素,能健脑益智,防止大脑因老化而迟钝;另外,还含有丰富的维生素,尤其是维生素 E 和 B 族维生素含量甚高,具有抗衰老作用。黑大豆皮为黑色,富含花青素成分,花青素是很好的抗氧化剂

来源,尤其是在酸性环境下抗氧化效果更好。黑豆所具有的较强抗氧化作用,其实是所含的黑色素具有直接清除细胞体系和非细胞体系产生的活性氧作用<sup>[3]</sup>。对老年人而言,能软化血管、滋润皮肤,特别是对高血压、动脉硬化、心脏病等老年性疾病大有益处。因此,黑大豆对于一些与衰老相关的疾病,如癌症、II 型糖尿病均有一定预防及食疗保健功效。

现代药理研究表明,黑豆种皮及提取物具有增强机体免疫功能,以及降脂、降糖、抗衰老等功效<sup>[11-13]</sup>,与本研究使用全种子进行评价是不同的。并且要区分黑大豆种皮及其提取物、花青素等的研究结果并不等于黑大豆实际功效的评价结果,二者是有本质区别的。本研究表明黑大豆整体并未表现出降脂及降糖功效,因而不能通过黑大豆中部分成分的功效研究推断整个食物的功效,而恰恰可能是黑大豆种仁中高营养的成分功效抵消了种衣中提取物相应的功效。因此,在认识上不能以偏概全,不能简单认为有其物必有其效。食物成分之间的相互协同或对抗的关系是十分复杂的,综合效应单从所含成分是难以准确推断的。例如,黑大豆中含有较多的钙、磷、铁等矿物质和胡萝卜素等人体所需的各种营养素;其钙含量较高约为 1 900 mg·kg<sup>-1</sup>,仅略低于黄大豆,应该具有较好的抗骨质疏松功效。而本研究表明,黑大豆对骨质有轻度营养功效,但对抗骨质疏松的健康效应并不理想。相关研究<sup>[14-15]</sup>也表明黑大豆对抗骨质疏松功效不如黄大豆。

黑大豆与黄大豆同属大豆类,从上述成分描述推测黑大豆的营养及健康效应可能优于黄大豆;而实际情况并非如此<sup>[4]</sup>,黑大豆的营养及健康效应 GS 值均不如黄大豆。从成分分析上无疑也会认为黑豆营养价值极高,保健功效当然也会很好。然而这种成分分析的方式具有很大的片面性。首先,人们往往喜欢以有益成分的种类、含量及功效来理解黑大豆的功效,而常常有意去忽略抗营养素、有害成分的负面效应对其他营养素功效发挥造成的影响,以及对机体可能造成的负面效应。其次,各个成分之间如何协同发挥功效的我们也不得而知,而且有些营养素同时具有正负效应两面性,如花青素或黑色素其实属于植物多酚类(鞣质的组成单位)成分,在发挥良好抗氧化及活血降脂作用的同时,在相关的研究中发现过量摄取会对机体的免疫及脾胃功能造成一定不利的影响。另外,成分分析法是一个无穷尽的过程,只要肯去研究,还会发现其还含有新的已知或未知微量成分,这些尚未发现存在于黑大豆中的成分功效,以及其对营养成分功效发挥的影响都不得而知。因而,这种依据成分谈功效的做法是片面的,也容易引起饮食健康的误导。

另外,黑大豆更多的属于“食药同源”的品种,且更多关注的是对其药效学功效的认识。祖国医学认为,黑豆甘温无毒,入肾、脾、心经。色黑入肾,具有补肾强身、乌须黑发、滋阴润燥、健脑益智、除湿利水、益寿延年之功。《本草纲目》也有“黑豆有补肾养血、清热解毒、活血化瘀、乌发明目、延年益寿功效”的记载。国外有研究表明<sup>[16-17]</sup>,黑大豆具有抗氧化以及一定的抑制胃癌细胞的活性,因而认为其具有预防胃癌的功效。这种结论的推断理由同样不充分,忽略了从食物本身对脾胃功能的影响的角度去分析问题;而且体外的评价结果不能代表体内的实际功效,因为机体对食物成分还会有个吸收、代谢及转化的过程。传统中医认为“正气存内,邪不可干”,健脾胃的食物即使本身不具有抑癌活性,同样会有预防胃癌的功效。结合本研究中发现黑大豆具有一定的健脾兴胰而益胃的功效,少量食用应该具有预防胃肠道肿瘤的功效。

### 3.3 对现实生活的指导作用

将 2.5%、5% 及 10% 黑大豆按小鼠日食用剂量折合成人的食用量<sup>[18]</sup> 分别约为 30、60 及 120 g·d<sup>-1</sup>。我们日常保健食用 20~30 g·d<sup>-1</sup> 可以满足需求。因此,本研究的设计理念是实验剂量折算后接近人体的日常实际食用量,对人的日常饮食健康具有很好的指导作用。本研究表明黑大豆保健功效不会有明显增加,因此一般不必过多食用;如果刻意追求食疗保健,如糖尿病的食疗则另当别论,也

应注意相关的安全问题。我们认为黑大豆不宜多食,也不宜连续久食。传统中医学认为黑豆少食益脾胃,而多食反有损健康药王孙思邈说:“黑豆少食醒脾,多食损脾。”《千金翼方》中说:“久食黑豆令人身重”,均与本研究健康效应评价的结果相吻合。这种负面效应与黑大豆中含有抗营养成分,如植酸、植物凝集素、蛋白酶抑制素等有一定的关系。

结合本研究黑大豆营养及健康效应的评价结果,认为黑大豆在日常生活中无法取代黄大豆重要的饮食位置<sup>[19-20]</sup>,对其保健功效应该有正确的认识,更不宜盲目食用。在实际应用中,应注意黑大豆的食疗保健功效及药用价值的挖掘,更要注意避开其不利健康的负面效应。例如,黑大豆虽为补肾之品,但食用不当反致腰痛,本研究健康效应对肾脏的轻度负面效应也预示着这一点。尤其黑大豆的黑色素能溶于水,是补肾益肾的有效成分;而溶出黑色素后的黑豆更易导致腰痛,这一点值得重视。另外,对心衰及肾脏病患者最好通过其他食物进行养生保健。本研究推荐黑大豆最佳的食用方式是配合其他的豆类或谷物食用,最好不要单独食用。可以将其通过一定的工艺制成淡豆豉食用,营养保健功效明显提高,有待后续报道。

### 参考文献

- [1] 洪迪清,高晨曦,王世清. 黑豆的鉴定研究[J]. 中国药业, 2007,16(4):55-56. (Hong D Q, Gao C X, Wang S Q, et al. The identification research of black soybean[J]. China Pharmaceuticals, 2007,16(4):55-56.)
- [2] 李小莉. 豆中之王说黑豆[J]. 家庭医药, 2006(7):60. (Li X L. Talk about black soybean-The king of soybean species[J]. Family Medicine, 2006(7):60.)
- [3] 洪迪清,王世清. 黑豆的研究进展[J]. 2008,17(10):80. (Hong D Q, Wang S Q. The advance of black soybean research[J]. China Pharmaceuticals, 2008,17(10):80.)
- [4] 白佳利,沈秀,王浩,等. 用损益指数综合评价大豆营养保健功效及安全性[J], 食品科学, 2012,33(17):263-268. (Bai J L, Shen X, Wang H, et al. Comprehensive evaluation of food nutrition and health promotion functions & safety by benefit-damage index[J]. Food Science, 2012,33(17):263-268.)
- [5] 周则卫,王德芝,沈秀,等. 用 BDI-GS 体系综合评价进口转基因大豆的功效与安全[J]. 大豆科学, 2012,31(5):822-826. (Zhou Z W, Wang D Z, Shen X, et al. Comprehensive evaluation functions & safety of imported GM soybean using BDI-GS system[J]. Soybean Science, 2012,31(5):822-826.)
- [6] 黄君红,何中初,陈琼,等. 发酵型酸奶预防环磷酸导致小鼠骨质疏松作用的探讨[J]. 中国老年学杂志, 2008,28(5):459-462. (Huang J H, He Z C, Chen Q, et al. Study on prevention of fermentative sour milk to mice osteoporosis caused by cyclophosphamide[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2008, 28(5):459-462.)

- Forest Products, 2010, 30(6):1-6.
- [4] 姜传福. 辅酶 Q<sub>10</sub> 的制备及其药物功能[J]. 石油化工高等学校学报, 2005, 18(4):52-53, 79. (Jiang C F. Preparation of coenzyme Q<sub>10</sub> and its pharmonic function[J]. Journal of Petrochemical Universities, 2005, 18(4):52-53, 79.)
- [5] Dong B Y. Levodopa and parkinsons[J]. Chemical Education, 2004, 25(6):8-10.
- [6] Wang G H, Qian H. Q<sub>10</sub> and its healthy function[J]. Jiangsu Food and Fermentation, 2002, (2):16-17.
- [7] 吕春茂, 李英华, 安艳秋, 等. 辅酶 Q<sub>10</sub> 几种提取工艺的优化研究[J]. 食品科学, 2007, 28(12):132-135. (Lyu C M, Li Y H, An Y Q, et al. Optimization of several extraction technique of coenzyme Q<sub>10</sub>[J]. Food Science, 2007, 28(12):132-135.)
- [8] 王丽霞, 刘坤, 张秀媛, 等. 丙酮研磨法提取麦麸中辅酶 Q<sub>10</sub> 的工艺研究[J]. 河南农业科学, 2013, 42(2):149-151. (Wang L X, Liu K, Zhang X Y, et al. Study on the technology for extracting coenzyme Q<sub>10</sub> from wheat bran by acetone method[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2013, 42(2):149-151.)
- [9] 吴琼, 代永刚, 陈星. 醇碱皂化法提取大豆油脚中辅酶 Q<sub>10</sub> 的研究[J]. 农业机械, 2011(11):87-90. (Wu Q, Dai Y G, Chen X. Extracting coenzyme Q<sub>10</sub> from soybean oil stocks by alcohol[J]. Farm Machinery, 2011(11):87-90.)
- [10] 王改玲, 宋瑞雯, 陶志杰, 等. 花生中辅酶 Q<sub>10</sub> 的提取工艺及含量测定[J]. 食品与发酵工业, 2012, 38(5):236-239. (Wang G L, Song R W, Tao Z J, et al. Extraction technology and content determination of coenzyme Q<sub>10</sub> in peanut[J]. Food and Fermentation Industries, 2012, 38(5):236-239.)
- [11] 李聚海, 岳田利, 袁亚宏. 辅酶 Q<sub>10</sub> 超声波破碎法提取工艺条件研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2007, 35(5):207-211. (Li J H, Yue T L, Yuan Y H. Study on the technology of the coenzyme Q<sub>10</sub> extraction with ultrasonic cell-break method[J]. Journal of Northwest A & F University(Natural Science Edition), 2007, 35(5):207-211.)
- [12] 陈星, 刘蕾, 吴琼. 分子蒸馏法从大豆油脚中提取辅酶 Q<sub>10</sub> 的研究[J]. 中国油脂, 2011, 36(10):73-76. (Chen X, Liu L, Wu Q. Extraction of coenzyme Q<sub>10</sub> by molecular distillation technique from soybean oil sediment[J]. China Oils and Fats, 2011, 36(10):73-76.)
- [13] Sakiko T, Yuki O, Hiroaki K, et al. Metabolic engineering of coenzyme Q by modification of isoprenoid side chain in plant[J]. FEBS Letts, 2006, 580:955-959.
- 
- (上接第 919 页)
- [7] 张瑞芬, 徐金瑞, 张名位, 等. 黑大豆种皮花色苷提取物抗兔动脉粥样硬化作用[J]. 营养学报, 2007, 29(5):479-484. (Zhang R F, Xu J R, Zhang M W, et al. The anti-atherogenic effects of black soybean coat anthocyanin extracts in rabbits[J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2007, 29(5):479-484.)
- [8] Byun J S, Han Y S, Lee S S. The effects of yellow soybean, black soybean, and sword bean on lipid levels and oxidative stress in ovariectomized rats[J]. International Journal for Vitamin and Nutrition Research, 2010, 80(2):97-106.
- [9] Jung J H, Kim H S. The inhibitory effect of black soybean on hepatic cholesterol accumulation in high cholesterol and high fat diet-induced non-alcoholic fatty liver disease[J]. Food and Chemical Toxicology, 2013, 60:404-412.
- [10] 徐金瑞, 张名位, 刘兴华, 等. 黑大豆种皮花色苷体外抗氧化活性研究[J]. 营养学报, 2007, 29(1):54-57. (Xu J R, Zhang M W, Liu X H, et al. The antioxidant effect of anthocyanin in seed coat of black soybean *in vitro*[J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2007, 29(1):54-57.)
- [11] Kwon S H, Ahn I S, Kim S O, et al. Anti-obesity and hypolipidemic effects of black soybean anthocyanins[J]. Journal of Medical Food, 2007, 10(3):552-556.
- [12] Kwak J H, Lee J H, Ahn C W, et al. Black soy peptide supplementation improves glucose control in subjects with prediabetes and newly diagnosed type 2 diabetes mellitus[J]. Journal of Medical Food, 2010, 13(6):1307-1312.
- [13] Kurimoto Y, Shibayama Y, Inoue S, et al. Black soybean seed coat extract ameliorates hyperglycemia and insulin sensitivity *via* the activation of AMP-activated protein kinase in diabetic mice[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, 61(23):5558-5564.
- [14] 冯彩婷, 贾华丽. 豆类中钙含量的测定[J]. 河南化工, 2010, 27(10-下):56-57. (Feng C T, Jia H L. Calcium content measuring of soybean species[J]. Henan Chemical Industry, 2010, 27(10-Third):56-57.)
- [15] Byun J S, Lee S S. Effect of soybeans and sword beans on bone metabolism in a rat model of osteoporosis[J]. Annals of Nutrition and Metabolism, 2010, 56(2):106-112.
- [16] Yao Y, Sang W, Zhou M, et al. Antioxidant and alpha-glucosidase inhibitory activity of colored grains in China[J]. Journal of Agricultural Food Chemistry, 2010, 58(2):770-774.
- [17] Zou Y, Chang S K. Effect of black soybean extract on the suppression of the proliferation of human AGS gastric cancer cells *via* the induction of apoptosis[J]. Journal of Agricultural Food Chemistry, 2011, 59(9):4597-4605.
- [18] 黄继汉, 黄晓晖, 陈志扬, 等. 药理试验中动物间和动物与人体间的等效剂量换算[J]. 中国临床药理学与治疗学, 2004, 9(9):1069-1072. (Huang J H, Huang X H, Chen Z Y, et al. Dose conversion among different animals and healthy volunteers in pharmacological study[J]. Chinese Journal of Clinic Pharmacology Therapy, 2004, 9(9):1069-1072.)
- [19] Ho S C, Chan S G, Yi Q, et al. Soy intake and the maintenance of peak bone mass in Hong Kong Chinese women[J]. Journal of Bone and Mineral Research, 2001, 16:1363-1369.
- [20] Mateos-Aparicio I, Redondo Cuenca A, Villanueva-Suárez M J, et al. Soybean, a promising health source[J]. Nutricion Hospitalaria, 2008, 23(4):305-312.