

## 深黄被孢霉菌粉的主要营养成分及其调节血脂作用

赵镭<sup>1,2</sup> 高海燕<sup>3</sup> 张美莉<sup>4</sup> 吴继红<sup>1</sup> 胡小松<sup>1</sup>

(1. 中国农业大学 食品科学与营养工程学院, 北京 100083; 2. 浙江雨田集团, 浙江 平阳 325401;  
3. 北京大学 深圳研究生院, 广东 深圳 518055; 4. 内蒙古农业大学 食品科学与工程学院, 呼和浩特 010018)

**摘要** 为探讨直接应用深黄被孢霉菌粉调节血脂的效果及其营养基础,采用常规分析方法对菌粉进行了主要营养成分分析,并按照卫生部《保健食品功能评价和检验方法》进行了调节血脂功效的动物实验,结果显示:该菌粉含有66.9%不饱和脂肪酸,47.2 mg/g  $\alpha$ -亚麻酸,3.83 mg/g 维生素 E 及 35.3  $\mu$ g/g 微量元素硒。高剂量的菌粉使喂饲高脂饲料大鼠的血清总胆固醇(TC)浓度明显低于空白对照组和溶剂对照组,血清甘油三酯(TG)浓度明显低于溶剂对照组,血清高密度脂蛋白胆固醇与总胆固醇的浓度比明显高于空白对照组;且均具有显著性差异( $P < 0.05$ )。表明深黄被孢霉菌粉富含  $\alpha$ -亚麻酸、维生素 E 和微量元素硒,具有调节血脂的作用,可作为一种经济的亚油酸和  $\alpha$ -亚麻酸等多不饱和脂肪酸的补充途径。

**关键词** 深黄被孢霉菌粉(MIOM); 血清总胆固醇(TC); 血清甘油三酯(TG); 血清高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C); 调节血脂

中图分类号 TS 201.4

文章编号 1007-4333(2006)04-0060-05

文献标识码 A

## Nutritional composition of *Mortierella isabellina* Oudem mycelia and its effect on lowering blood lipids of experimental rats

Zhao Lei<sup>1,2</sup>, Gao Haiyan<sup>3</sup>, Zhang Meili<sup>4</sup>, Wu Jihong<sup>1</sup>, Hu Xiaosong<sup>1</sup>

(1. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;  
2. Yutian Group, Pingyang 325401, China; 3. Peking University Shenzhen Graduate School, Shenzhen 518055, China;  
4. College of Food and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China)

**Abstract** Nutritional composition of *Mortierella isabellina* Oudem mycelia (MIOM) and its effect on blood lipids of experimental rats was studied in this paper. Composition analysis was done using conventional standard methods. Effect of *Mortierella isabellina* Oudem mycelia on lowering blood lipids was investigated according to the Guidelines of Ministry of Public Health of the PRC on the appraisal procedure and experimental methods of functional foods. The results showed that there was 66.9% of unsaturated fatty acids, 47.2 mg/g  $\alpha$ -linolenic acid (GLA), 3.832 mg/g of vitamin E (VE), and 35.3  $\mu$ g/g of selenium (Se) in MIOM. High dose of MIOM (1.08 g/kg) definitely lowered the concentration of total cholesterol (TC) and triglycerides (TG) and markedly increased the ratio of high density lipid cholesterol against total cholesterol in experimental rats as compared with control group ( $P < 0.05$ ), which indicated that *Mortierella isabellina* Oudem mycelia rich in GLA, VE and especially Se were effective in lowering blood lipids and MIOM could be used as a cost-effective way to supplement polyunsaturated fatty acids such as GLA.

**Key words** *Mortierella isabellina* Oudem mycelia (MIOM); TC (total cholesterol); TG (triglycerides); high density lipid-cholesterol (HDL-C); blood lipid lowering

$\alpha$ -亚麻酸(GLA, 18:3)是n-6系列人体必需多不饱和脂肪酸。大量动物实验和临床研究表明,  $\alpha$ -亚麻酸对心脑血管疾病、糖尿病并发症、特异性湿疹、病毒感染等及某些癌症具有较好的预防和治疗

收稿日期: 2006-02-04

作者简介: 赵镭, 博士后, 主要从事生物活性成分开发利用与农产品深加工研究, E-mail: sunnylei@126.com; 胡小松, 教授, 通讯作者, 主要从事果蔬采后生理与贮藏保鲜技术、果蔬深加工关键技术与产业化、农产品加工理论与技术、农业与食品产业发展战略等方面的研究, E-mail: huxiaos@hotmail.com

作用<sup>[1-4]</sup>。月见草、黑加仑、玻璃苣等植物的种子和生物发酵生产的富含 $\alpha$ -亚麻酸的菌丝体是 $\alpha$ -亚麻酸的丰富来源<sup>[3,5]</sup>,从上述材料中提取,会增加成本,还会损失某些重要营养成分,如人体必需微量元素和水溶性维生素等。如果直接应用富含 $\alpha$ -亚麻酸的菌丝体粉可以达到同样的保健效果,那么其将会是一种更经济的 $\alpha$ -亚麻酸补充途径。深黄被孢霉(*Mortierella isabellina*)是一种丝状真菌,能够合成丰富的油脂和亚油酸、 $\alpha$ -亚麻酸等不饱和脂肪酸,因此被作为一种营养保健油及不饱和脂肪酸特别是 $\alpha$ -亚麻酸的来源而被广泛研究<sup>[6]</sup>。AS 3.3410深黄被孢霉菌粉对高脂血症模型大鼠调节血脂的作用目前尚未见报道,本研究旨在探讨其调节血脂的功效,功效作用的营养基础,以及作为一种经济的亚油酸和 $\alpha$ -亚麻酸等多不饱和脂肪酸补充途径的可能性。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1)菌粉。深黄被孢霉菌粉由北京三鸣生物工程有限公司提供。发酵菌株为深黄被孢霉 AS 3.3410 (*Mortierella isabellina* Oudem),经中国科学院微生物研究所鉴定为无毒菌株。AS 3.3410菌株以葡萄糖、酵母粉等为培养基深层发酵,所获菌丝体经干燥、粉碎成深黄被孢霉菌粉。

2)实验动物及饲料。二级 Wistar 雄性大鼠 50 只,体重 160~200 g,购自中国人民解放军军事医学科学院实验动物中心。高脂饲料由中国医学科学院动物研究所繁育场提供的基础饲料加胆固醇、猪油及胆盐配制而成,不同成分的质量分数分别为:基础饲料 93.3%,胆固醇 1.5%,猪油 5%,胆盐 0.2%。

3)主要仪器与试剂。全自动生化仪(荷兰 Vital Scientific N.V. 公司);KN-01 凯氏定氮仪(日本 Mitsubishi 公司);Beckman 121 MB 型氨基酸分析仪(德国 Beckman 公司);Prodigy 全谱直读 ICP 发射光谱仪(美国 Leeman 公司),血清总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)测定试剂盒均购自中生高技术生物工程公司。

### 1.2 方法

1)菌粉营养成分测定。粗蛋白质含量测定采用

凯氏定氮法(GB-2905);氨基酸分析:菌丝体蛋白水解后用氨基酸分析仪测定;矿质元素分析采用 ICP-AES(等离子偶合原子发射光谱法)<sup>[7]</sup>;灰分测定采用重量法<sup>[8]</sup>;维生素 A 测定采用高效液相色谱法<sup>[9]</sup>;维生素 E 测定采用分光光度法<sup>[9]</sup>;脂肪酸组成测定采用气相色谱法<sup>[6]</sup>;血脂测定采用酶法<sup>[10-11]</sup>。

2)动物实验。以基础饲料喂饲大鼠 5 d 后,禁食,称体重,取尾血,酶法测定血清 TC、TG、HDL-C。根据体重、TC 水平将大鼠随机分为 5 组:空白对照组、溶剂对照组、低剂量组、中剂量组和高剂量组。自正式实验开始,各组大鼠换用高脂饲料,低、中及高剂量组分别灌胃给予受试物 0.36、0.72 和 1.08 g/kg,分别相当于成人推荐量的 10、20 和 30 倍。受试物均用调和油溶解至所需浓度,灌胃容积均为 0.5 mL/20 g。空白对照组和溶剂对照组分别灌胃等容积的蒸馏水和普通调和油,每天灌胃 1 次。第 14、28 天称体重,取尾血测定各项血脂指标。

3)数理统计。应用 SAS 9.0 软件进行分析,数据用  $\bar{x} \pm s$  表示,组间差异采用 *t* 检验法  $P < 0.05$  为存在显著性差异。

## 2 实验结果

### 2.1 深黄被孢霉菌粉营养成分分析

AS 3.3410 深黄被孢霉菌粉中含油脂 55.5% (质量分数,下同),其中不饱和脂肪酸 66.9%,高生物活性的 $\alpha$ -亚麻酸含量 47.2 mg/g;蛋白质 15.4%,必需氨基酸与总氨基酸的质量比达到 55.5%;矿物质元素中硒含量非常丰富,高达 35.3  $\mu$ g/g。此外,维生素 E 的含量也相当丰富,达到 3.83 mg/g(表 1)。与林跃鑫<sup>[12]</sup>报导的 F-785 深黄被孢霉菌粉的营养成分(油脂 57.56%;蛋白质 21.26%;必需氨基酸与总氨基酸质量比  $m(\text{EAA})/m(\text{TAA})$  40.08%;VE 0.151 mg/g)相比,2 种菌粉中油脂含量相当,蛋白质含量虽然 AS 3.3410 深黄被孢霉菌粉较低,但由于其 EAA 比例较高,所以 EAA 含量两者基本在同一水平,即每 100 g 菌粉中 EAA 含量均为 8.5 g 左右。值得关注的是,AS 3.3410 深黄被孢霉菌粉中 VE 含量远高于(32 倍)F-785 菌粉,微量元素硒更是 AS 3.3410 菌粉所特有的。

表1 深黄被孢霉菌粉营养成分构成

Table 1 Nutritional composition of *Mortierella isabellina* Oudem mycelia

营养成分		质量比	营养成分		质量比
脂肪/(g/100g)		55.5	蛋白质/(g/100g)		14.4
脂肪酸/%			氨基酸/(mg/100g)		
	14 0	2.2	天门冬氨酸	1 070	
	16 0	28.2	苏氨酸	510	
	16 1	3.9	丝氨酸	530	
	18 0	2.7	谷氨酸	2 260	
	18 1	42.2	脯氨酸	390	
	18 2	12.3	甘氨酸	480	
	18 3	8.5	丙氨酸	650	
	饱和脂肪酸	33.1	胱氨酸	120	
	不饱和脂肪酸	66.9	缬氨酸	600	
灰分/(g/100g)		5.5	蛋氨酸	210	
矿物质/(mg/100g)			异亮氨酸	3 690	
	Fe	27.1	亮氨酸	2 190	
	Zn	0.75	酪氨酸	480	
	Cu	0.25	苯丙氨酸	560	
	Ca	217	赖氨酸	610	
	Mg	55	组氨酸	260	
	K	292	精氨酸	610	
	Na	457.2	色氨酸	180	
	Mn	1.57	EAA*	8 550	
	P	2 995	[m(EAA)/m(TAA)]**/%	55.5	
	Se	3.53			
维生素/(mg/100g)					
	E	383.2			
	A	0.079			

注：\*必需氨基酸；\*\*TAA为总氨基酸。

## 2.2 深黄被孢霉菌粉对大鼠体重的影响

由表2可见,5组大鼠生长正常,实验组与对照

组大鼠体重均有不同程度增加,但各组间无显著性差异( $P>0.05$ )。

表2 不同处理大鼠体重随时间的变化

Table 2 Body weight of rats during experiment

处理	受试物剂量 / (g/kg)	体 重/g			增重/g
		实验开始时	第14天	第28天	
空白对照组	0	183.3 ±12.1 a	272.5 ±16.1 a	308.3 ±20.3 ab	125.0 ±15.3 a
溶剂对照组	1.08	184.6 ±12.5 a	274.2 ±14.3 a	310.1 ±17.5 a	125.5 ±18.5 a
低剂量组	0.36	185.0 ±10.8 a	268.0 ±13.9 b	303.1 ±19.5 c	118.0 ±12.9 a
中剂量组	0.72	183.5 ±11.6 a	268.4 ±14.8 b	302.9 ±19.4 c	119.4 ±20.2 a
高剂量组	1.08	185.3 ±12.1 a	272.7 ±16.2 a	305.6 ±21.5 bc	120.4 ±16.6 a

注：空白和溶剂对照组分别灌胃与实验组受试物等容积的蒸馏水和普通调和油；表中数据均为平均值 ±标准差，同列不同字母表示数据间存在显著性差异( $P<0.05$ )； $n=10$ 。下同。

## 2.3 深黄被孢霉菌粉对大鼠血清TC浓度的影响

由表3可见,实验前各组大鼠血清TC浓度间无显著性差异。实验第14天,中剂量和高剂量组大鼠血清TC浓度虽然低于空白和溶剂对照组,但未

达到统计学差异；到第28天,高、中、低剂量组大鼠血清TC浓度都明显低于空白和溶剂对照组,统计处理结果具有显著性差异( $P<0.05$ ),表明深黄被孢霉菌粉具有降低高脂血模型大鼠血清胆固醇的作用。

表 3 不同处理大鼠血清总胆固醇浓度  $c(\text{TC})$  随时间的变化

Table 3 Change of serum cholesterol of rats during experiment

处理	受试物剂量/ (g/kg)	$c(\text{TC}) / (\text{mmol/L})$		
		实验开始时	第 14 天	第 28 天
空白对照组	0	1.91 $\pm$ 0.30 a	3.14 $\pm$ 0.39 ab	3.54 $\pm$ 0.46 a
溶剂对照组	1.08	1.90 $\pm$ 0.20 a	3.10 $\pm$ 0.44 ab	3.51 $\pm$ 0.62 a
低剂量组	0.36	1.90 $\pm$ 0.24 a	3.20 $\pm$ 0.36 a	3.31 $\pm$ 0.52 b
中剂量组	0.72	1.93 $\pm$ 0.23 a	3.00 $\pm$ 0.45 b	3.17 $\pm$ 0.45 bc
高剂量组	1.08	1.97 $\pm$ 0.19 a	3.00 $\pm$ 0.53 b	3.03 $\pm$ 0.38 c

## 2.4 深黄被孢霉菌粉对大鼠血清 TG 浓度的影响

由表 4 可见,实验第 28 天,空白对照组、溶剂对照组、低剂量组和中剂量组大鼠血清 TG 浓度间无显著性差异 ( $P > 0.05$ ),而高剂量组大鼠血清 TG

浓度明显低于 2 对照组,且存在显著性差异 ( $P < 0.05$ ),表明高剂量深黄被孢霉菌粉能够降低实验大鼠血清 TG。

表 4 不同处理大鼠血清甘油三酯浓度  $c(\text{TG})$  随时间的变化

Table 4 Change of serum triglyceride of rats during experiment

处理	受试物剂量/ (g/kg)	$c(\text{TG}) / (\text{mmol/L})$		
		实验开始时	第 14 天	第 28 天
空白对照组	0	1.26 $\pm$ 0.51a	1.66 $\pm$ 0.65 a	2.03 $\pm$ 0.31a
溶剂对照组	1.08	1.17 $\pm$ 0.39 a	1.78 $\pm$ 0.38 a	2.12 $\pm$ 0.41 a
低剂量组	0.36	1.25 $\pm$ 0.46 a	1.71 $\pm$ 0.46 a	2.08 $\pm$ 0.33a
中剂量组	0.72	1.22 $\pm$ 0.43 a	1.68 $\pm$ 0.26 a	2.00 $\pm$ 0.31a
高剂量组	1.08	1.14 $\pm$ 0.27 a	1.68 $\pm$ 0.42 a	1.79 $\pm$ 0.29 b

## 2.5 深黄被孢霉菌粉对大鼠血清 HDL-C 浓度的影响

由表 5 可见,3 个实验组的血清 HDL-C 浓度与

空白对照组和溶剂对照组相比均无显著性差异 ( $P > 0.05$ ),表明在实验剂量下,深黄被孢霉菌粉对 HDL-C 水平没有影响。

表 5 不同处理大鼠血清高密度脂蛋白胆固醇浓度  $c(\text{HDL-C})$  随时间的变化

Table 5 Change of serum HDL-C of rats during experiment

处理	受试物剂量/ (g/kg)	$c(\text{HDL-C}) / (\text{mmol/L})$		
		实验开始时	第 14 天	第 28 天
空白对照组	0	0.86 $\pm$ 0.09 a	0.57 $\pm$ 0.05 a	0.54 $\pm$ 0.04 a
溶剂对照组	1.08	0.88 $\pm$ 0.08 a	0.60 $\pm$ 0.08 a	0.58 $\pm$ 0.07 a
低剂量组	0.36	0.86 $\pm$ 0.08 a	0.62 $\pm$ 0.10 a	0.59 $\pm$ 0.11 a
中剂量组	0.72	0.93 $\pm$ 0.10 a	0.62 $\pm$ 0.10 a	0.59 $\pm$ 0.11 a
高剂量组	1.08	0.92 $\pm$ 0.10 a	0.60 $\pm$ 0.08 a	0.56 $\pm$ 0.11 a

## 2.6 深黄被孢霉菌粉对大鼠血清 HDL-C 与 TC 浓度比的影响

血清 HDL-C 与 TC 浓度比  $c(\text{HDL-C}) / c(\text{TC})$  反映了心血管“保护因子”HDL-C 在 TC 中的比例。

由表 6 可见,第 28 天时,高剂量和中剂量组大鼠血清  $c(\text{HDL-C}) / c(\text{TC})$  均明显高于空白对照组,且具有显著性差异 ( $P < 0.05$ )。

表6 不同处理大鼠血清高密度脂蛋白胆固醇与总胆固醇浓度比随时间的变化

Table 6 Change of  $c(\text{HDL-C})/c(\text{TC})$  of rats during experiment

处理	受试物剂量/ (g/kg)	[ $c(\text{HDL-C})/c(\text{TC})$ ]/%		
		实验开始时	第14天	第28天
空白对照组	0	0.46 ± 0.04 a	0.18 ± 0.03 b	0.16 ± 0.02 b
溶剂对照组	1.08	0.47 ± 0.04 a	0.20 ± 0.04 a	0.17 ± 0.04 ab
低剂量组	0.36	0.45 ± 0.06 a	0.20 ± 0.04 a	0.18 ± 0.05 ab
中剂量组	0.72	0.48 ± 0.05 a	0.21 ± 0.04 a	0.19 ± 0.05 a
高剂量组	1.08	0.47 ± 0.03 a	0.21 ± 0.05 a	0.19 ± 0.04 a

### 2.7 深黄被孢霉菌粉对大鼠血脂水平的影响

由表7可见,以中剂量及高剂量的深黄被孢霉菌粉灌胃,第28天时,与空白对照组相比,大鼠血清TC分别下降10.3%和14.3%,血清TG分别下降

1.3%和11.9%;与溶剂对照组相比,血清TC分别下降9.6%和13.6%,血清TG分别下降5.8%和16.4%。

表7 深黄被孢霉菌粉对大鼠血脂水平的影响

Table 7 Effect of *Mortierella isabellina* Oudem mycelia on serum lipids in experimental rats

检测指标	浓度比/ %					
	低剂量组比 空白对照组	低剂量组比 溶剂对照组	中剂量组比 空白对照组	中剂量组比 溶剂对照组	高剂量组比 空白对照组	高剂量组比 溶剂对照组
TC	- 6.4	- 5.7	- 10.3	- 9.6	- 14.3	- 13.6
TG	2.2	- 2.3	- 1.3	- 5.8	- 11.9	- 16.4
HDL - C	+ 8.6	+ 2.2	+ 9.2	+ 2.8	+ 2.9	- 3.5

注:“-”、“+”分别表示降低和升高。

## 3 结论与讨论

深黄被孢霉菌粉富含多不饱和脂肪酸-亚麻酸(47.2 mg/g),维生素E(3.83 mg/g)及人体必需微量元素Se(35.3 μg/g)。给予高剂量(1.08 g/kg)的深黄被孢霉菌粉使喂饲高脂饲料大鼠的血清TC浓度明显低于空白对照组和溶剂对照组;血清TG浓度明显低于溶剂对照组;血清HDL-C与TC浓度比明显高于空白对照组, $t$ 检验结果表明存在显著性差异( $P < 0.05$ ),表明深黄被孢霉菌粉具有调节血脂作用。

深黄被孢霉菌粉中含有丰富的抗氧化剂维生素E和微量元素硒,二者在人体的抗氧化防御系统中都扮演着重要的角色,而-亚麻酸在特定的条件下同样发挥着类似抗氧化剂的作用<sup>[13]</sup>。深黄被孢霉菌粉中的维生素E和Se不仅能够保护油脂中的-亚麻酸免受氧化,充分发挥-亚麻酸作为必需不饱

和脂肪酸和前列腺素PGE1前体的生理活性,而且能与-亚麻酸一起共同发挥清除自由基抗氧化作用,因而对高血脂、动脉粥样硬化及心血管疾病等具有抑制作用;但是深黄被孢霉菌粉具体的调节血脂作用的机制还需进一步的研究。

## 参 考 文 献

- [1] Jamal G A. Pathogenesis of diabetic neuropathy: the role of the n-6 essential fatty acids and their eicosanoid derivatives[J]. Diabetic Med, 1990, 7: 574-579
- [2] Horrobin D F. Nutritional and medical importance of gamma-linolenic acid[J]. Prog Lipid Res, 1992, 31(2): 163-194
- [3] 邢旭光,郭国庆,孙晗笑,等. -亚麻酸的防病抗病作用[J]. 中国公共卫生, 2002, 18(12): 1513-1515
- [4] 董杰明,吴瑞华,袁昌鲁,等. -亚麻酸的保健作用[J]. 卫生研究, 2003, 32(3): 299-301

(下转第70页)

生态环境系统是一个复杂多变的系统,具体到某一个灌区来说,都有其独自的特点,因此,评价指标在量化时,必须根据灌区的实际情况加以确定。

### 参 考 文 献

- [1] 南京水利科学研究院. 西北地区水资源与生态环境评价[M]. 南京: 河海大学出版社, 2002:1~52
- [2] 中国水利水电科学研究院. 面向生态经济建设的西北水资源合理配置模式[EB/OL]. [2003-06-22]. <http://www.chinawater.net.cn/Journal/cwr/200004/>
- [3] 周维博, 李佩成. 干旱半干旱地域灌区水资源综合效益评价体系研究[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2):289~293
- [4] 陈晓坤, 陈明, 沈菊琴. 农业节水投资与效益分析方法初探[J]. 灌溉排水, 2001, 20(4):51~55
- [5] 王远, 吴玉柏. 几种主要节水灌溉技术的经济效益分析[J]. 水利经济, 2002, (6):34~40
- [6] 郑捷, 周世峰, 吴涤非. 节水灌溉条件下作物的经济效益分析[J]. 排灌机械, 2005, 23(3):39~41
- [7] 国家发展和改革委员会发展规划司. 全国生态环境建设规划[EB/OL]. [2004-05-23]. <http://dp.cei.gov.cn/lzsl/hjgh.htm>
- [8] 钱正英. 中国水资源战略研究中几个问题的认识[J]. 河海大学学报, 2001, 29(3):1~7
- [9] 雷廷武, 蔡甲冰, 屈丽琴. 农业节水与经济社会环境可持续发展[J]. 农业工程学报, 2003, 19(增刊):36~139
- [10] Zhou Weibo, Wang Yubao. Impacts of water resources use on ecological environment of irrigation districts in arid region of Northwest China[C] Kang Shaozhong, Davies B, Shan Lun, et al. Water-saving agriculture and sustainable use of water and land resources. Xi'an: Shaanxi Science and Technology Press, 2003:87~892
- [11] 刘恒, 耿雷华, 陈晓燕. 区域水资源可持续利用评价指标体系的建立[J]. 水科学进展, 2003, 14(3):265~270
- [12] 谭跃进, 陈英武, 易进先. 系统工程原理[M]. 长沙: 国防科技大学出版社, 1999: 64~84

(上接第 64 页)

- [5] Emelyanova E V. Lipid and  $\gamma$ -linolenic acid production by *Mucor inaquisporus* [J]. Process Biochemistry, 32(3):173~174
- [6] Kennedy M J, Reader S I, Davies R J. Fatty acid production characteristics of fungi with particular emphasis on gamma linolenic acid production[J]. Biotechnol. Bioeng, 1993, 42: 625~634
- [7] 付志红, 谢明勇, 章志明, 等. ICP-AES 法测定车前子中无机元素[J]. 光谱学与光谱分析, 2004, 24(6):737~740
- [8] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物营养成分测定法[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1990:15~142
- [9] 何照范, 张迪清. 保健食品化学及其检测技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998:81~96
- [10] 韩琴琴. 应用国产酶试剂测定血清胆固醇的方法[J]. 上海第一医学院学报, 1984, 11(3):181~185
- [11] 李建斋, 王抒. 用酶试剂测定血清甘油三酯[J]. 中华医学检验杂志, 1987, 10(5):262~265
- [12] 林跃鑫, 黄建忠, 谢必峰, 等. 深黄被孢霉菌粉营养价值及调节血脂作用的研究[J]. 营养学报, 2002, 24(2):163~166
- [13] Suresh Y, Das U N. Long-chain polyunsaturated fatty acids and chemically induced diabetes mellitus: effect of  $\gamma$ -6 fatty acids [J]. Nutri, 2003, 19:93~114