

## 黑豆的营养成分分析研究

丛建民

(白城师范学院,吉林白城 137000)

**摘要:**黑豆中含有丰富的蛋白质、脂肪、维生素、微量元素和粗纤维,具有高蛋白、低热量的特性,其中蛋白质含量达40%以上,黑豆蛋白质中的必需氨基酸组成结构水平总体优于黄豆,具体的每一种必需氨基酸含量均高于鸡蛋,居豆类之首;脂肪含量也高达15.9%,组成脂肪的脂肪酸以不饱和脂肪为主。黑豆中微量元素如锌、铜、镁、硒、磷等的含量都很高,并且含有丰富的 $V_A$ 、 $V_E$ 、核黄素、黑色素等多种维生素。

**关键词:**黑豆,营养成分,分析

## Analysis of nutrition component in black soya bean

CONG Jian-min

(Baicheng Normal College, Baicheng 137000, China)

**Abstract:** The black soya bean contains rich protein, fat, vitamin, microelement and thick fibre which has high protein, low quantity of heat characteristic property. The protein contents is more than 40%, the composed of indispensable amino acid structure is better than that of soya bean, concrete every kind of indispensable amino acid contents is higher than egg. Fat contents is up to 15.9%, the fat gives first place to unsaturation. Black soya bean is hit by a microelement with the contents that zinc, copper, magnesium, selenium, phosphorus all very high.

**Key words:** black soya bean; nutrition component; analysis

中图分类号:TS201.4

文献标识码:A

文章编号:1002-0306(2008)04-0262-04

近几年来,黑色食品风靡全球。黑豆又名橐豆、料豆、零乌豆,它呈卵圆形或球形,表皮黑色或深绿色,全国各地均有生产,以东北产量最多。黑豆的蛋白质含量尤为丰富,高于肉类、鸡蛋和牛奶,素有“植物蛋白之王”的美誉<sup>[1]</sup>。黑大豆富含人体所需的18种氨基酸、维生素和微量元素等,且含有独特的生命活性物质和微量元素,具有健身滋补、扶正防病、延年益寿等作用<sup>[2]</sup>。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

黑豆 购于吉林省白城市农贸市场(产自吉林洮南)。

### 1.2 实验方法

1.2.1 蛋白质含量测定 微量凯氏定氮法<sup>[3]</sup>。

1.2.2 水分的测定 真空干燥法<sup>[4]</sup>。

1.2.3 灰分的测定 高温炉600℃灰化。

1.2.4 还原糖含量的测定 直接滴定法<sup>[5]</sup>。

1.2.5 可溶性糖含量的测定 直接滴定法<sup>[5]</sup>。

1.2.6 多糖含量的测定 准确称取0.5g样品于平底磨口瓶中,加入100mL蒸馏水,10mL浓盐酸置于沸水浴中,回流2.5h。冷却取下,30%氢氧化钠中和后,转到200mL容量瓶中,蒸馏水定容,摇匀,过滤。此数值与水溶性总糖之差乘以0.9即为多糖含量。

1.2.7 游离氨基酸含量的测定 将样品溶于6N HCl后,在真空和105℃下反应24h。之后,在Aglient 1100,  $C_{18}$ 柱测氨基酸含量<sup>[6]</sup>。

1.2.8 脂肪含量的测定 按GB5009,6-85方法。

1.2.9 脂肪酸含量的测定 将黑豆装入具塞三角瓶中加入适量无水乙醚,使其完全浸没样品,浸泡过夜,过滤,滤液用旋转蒸发器浓缩至无乙醚备用。

称取上述油状物4g于圆底烧瓶中,加入40mL甲醇,同时加入0.5mL 1mol/L氢氧化钾醇溶液及沸石,装上水冷凝管,在通氮气的条件下回流10min,用20mL正己烷将烧瓶中液体转移到分液漏斗中,加水40mL,振荡,静止分层,有机相用无水硫酸钠干燥,浓缩至20mL。进样量1 $\mu$ L,供GC/MS分析。

色谱条件:色谱柱初始温度120℃,保持2min,升温速率为20℃/min,升至230℃,保持10min;气化室温度为250℃,柱流量为1mL/min。离子源温度为230℃,四级杆温度为150℃,接口温度为280℃。定量采用总离子流峰面积归一化法。

1.2.10 微量元素的测定 用IRIS/AP等离子发射光谱仪(Thermo Jarrell Ash U.S.)测定微量元素

收稿日期:2007-09-03

作者简介:丛建民(1974-)男,硕士,在读博士研究生,从事生物物理及生物工程教学研究工作。

基金项目:吉林省中医药管理局资助项目(ZY31);白城市科技局项目(20070403)。

表3 黑豆与黄豆、鸡蛋蛋白质中的必需氨基酸比较(mg/100g)

食物名称	缬氨酸	亮氨酸	异亮氨酸	苏氨酸	色氨酸	蛋氨酸	赖氨酸	苯丙氨酸
黑豆	1670	2966	1678	1601	480	511	2419	1796
黄豆	1629	2791	1624	1388	462	396	2093	1711
鸡蛋	866	1175	639	644	204	433	715	715

表4 黑豆必需氨基酸的AAS、CS、A/E、RC、SRC比率及数值

氨基酸	1973年模式	全鸡蛋	黑豆	AAS	CS	A/E	RC
异亮氨酸	70	52.4	67.1	0.96*	1.28	12.25	0.87b
亮氨酸	70	84.1	118.64	1.69	1.41	21.65	1.54
赖氨酸	55	64.9	97.76	1.78	1.51	17.84	1.61
蛋氨酸	35	62.7	28.45	0.81*	0.45*	5.192	0.74a
胱氨酸							
苯丙氨酸	60	95.5	105.15	1.75	1.1	19.19	1.59
酪氨酸							
苏氨酸	40	53.9	64.04	1.6	1.19	11.69	1.45
缬氨酸	50	57.6	66.8	1.34	1.16	12.19	1.21

注:a为第一限制氨基酸,b为第二限制氨基酸,\*为限制氨基酸。

含量。

1.2.11 氨基酸营养价值评价 氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)、必需氨基酸比率(A/E)、氨基酸比值系数(RC)、必需氨基酸指数(EAAI)的计算参照 Arai<sup>[7]</sup>和 Murai<sup>[8]</sup>、Penafiorida<sup>[9]</sup>。

$$AAS = \frac{\text{某一必需氨基酸含量(mg/g 蛋白质)}}{\text{FAO 氨基酸含量(mg/g 蛋白质)}};$$

$$CS = \frac{\text{实验蛋白质氨基酸含量}}{\text{鸡蛋蛋白质氨基酸含量(mg/g 蛋白质)}};$$

$$A/E(\text{每种必需氨基酸比率}) = \frac{\text{每种必需氨基酸含量}}{\text{总的必需氨基酸含量(包括胱氨酸、酪氨酸)}} \times 100\%;$$

$$RC = \frac{AAS}{AAS\text{之均数}};$$

$$EAAI(\text{必需氨基酸指数}) = \sqrt[n]{\frac{aa_1}{AA_1} \times \frac{aa_2}{AA_2} \times \dots \times \frac{aa_n}{AA_n}}$$

aa<sub>1</sub>、aa<sub>2</sub>...aa<sub>n</sub> 为某一必需氨基酸占必需氨基酸总量之比;AA<sub>1</sub>、AA<sub>2</sub>...AA<sub>n</sub> 为标准蛋白质中某一必需氨基酸占必需氨基酸总量之比;n为必需氨基酸的种类。

1.2.12 脂溶性维生素测定 采用高效液相色谱仪(HPLC)测定脂溶性维生素含量。色谱条件为:柱:μ-Bondapak C<sub>18</sub>(0.4×30cm);流动相:98% CH<sub>3</sub>OH-2% H<sub>2</sub>O;流速:1.5mL/min;检测器:UV280nm×0.1A UFS。

1.2.13 水溶性维生素含量测定 采用高效液相色谱仪(HPLC)测定。色谱条件为:柱:μ-Bondapak C<sub>18</sub>(0.4×30cm);流动相:30% CH<sub>3</sub>OH-70% H<sub>2</sub>O(含0.05mol/L PIC<sub>B</sub>-7,用H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>调pH=3.2);流速:1.0mL/min;检测器:UV254nm×0.1A UFS。

## 2 结果与分析

### 2.1 黑豆一般营养成分分析

黑豆中含有丰富的蛋白质、脂肪、维生素、碳水化合物和膳食纤维,其中蛋白质含量达40%以上,居豆类之首;脂肪含量高达15.9%,碳水化合物为23.4%,膳食纤维为10.2%,并含有多种微量元素。

龙盛京<sup>[10]</sup>从黑豆提取多糖,运用化学发光分析方法测定多糖清除活性氧及抑制全血化学发光的作用,结果表明黑豆多糖对白细胞的吞噬功能也有一定的抑制作用,并有间接清除活性氧的作用。

表1 一般营养成分含量(g/100g)

类别	含量	类别	含量
蛋白质	40	膳食纤维	10.2
脂肪	15.9	灰分	4.2
碳水化合物	23.4	水分	6.3

### 2.2 蛋白质中氨基酸含量分析

在油料蛋白粮食化理论的综合利用科学观指导下,评估蛋白质质量既要看清与该蛋白质物质有内外联系的相关因子功能特性,也应该充分揭示该蛋白质中必需氨基酸的组织结构内在性。据此,我们来看一下黑豆蛋白质中必需氨基酸结构与鸡蛋和黄豆蛋白质中必需氨基酸结构的比较情况,见表2。

表2 黑豆的氨基酸分析(单位g/16gN)

名称	黑豆	大豆分离蛋白	WHO
天冬氨酸	10.91	10.95	
谷氨酸	18.74	4.36	
丝氨酸	4.79	5.35	
组氨酸	2.40	3.70	
甘氨酸	4.23	4.08	
苏氨酸	3.68	3.94	4.70
精氨酸	7.06	7.89	
丙氨酸	3.87	4.38	
酪氨酸	2.53	3.92	
缬氨酸	5.95	4.89	5.0
蛋氨酸	3.19	1.37	3.5
苯丙氨酸	5.45	5.60	6.0
异亮氨酸	4.66	4.69	4.0
亮氨酸	7.51	8.07	7.0
赖氨酸	5.76	6.51	5.5
脯氨酸	4.91	2.68	

2.2.1 黑豆的氨基酸分析 由表2可以看出,黑豆具有高蛋白、低热量的特性,其蛋白质含量高达40%,

相当于肉类含量的2倍、鸡蛋的3倍、牛奶的12倍；富含18种氨基酸，特别是人体必需的8种氨基酸含量，比美国FDA规定的高蛋白质标准还高。

2.2.2 黑豆的必需氨基酸分析 表3数据显示，黑豆蛋白质中的必需氨基酸组成结构水平总体优于黄豆，具体的每一种必需氨基酸含量均高于鸡蛋。特别与黄豆相比，黑豆赖氨酸高出15.5%，苏氨酸高出15.3%，蛋氨酸高出29%，能满足人类强体养智力渴求，并相应提高蛋白质资源科学利用率。

2.2.3 黑豆的氨基酸分(AAS)、化学分(CS)、必需氨基酸比率(A/E)、氨基酸比值系数(RC)、必需氨基酸指数(EAAI)分析 由表3结果与1973年FAO模式及全鸡蛋模式加以比较，评价黑豆蛋白质中氨基酸分(AAS)、化学分(CS)、氨基酸比值系数(RC)、必需氨基酸比率(A/E)，表4的分析结果说明，黑豆的第一限制氨基酸为蛋氨酸+胱氨酸，其必需氨基酸指数(EAAI)为0.9461。Oser<sup>[11]</sup>提出的利用EAAI评价蛋白质的标准是：EAAI值大于0.90的为优质蛋白源，在0.9~0.8之间的为良好蛋白源，在0.8~0.7之间的为可用蛋白源，小于0.70的为不适宜蛋白源。

### 2.3 黑豆的矿物质含量

人们已知道大约27种元素对生物正常生活是不可少的，其中铜、铁、锰、锌、硒等14种微量元素是人体所必需的，它们占人体质量的0.05%，含量虽然微乎其微，但在人体内却起着重要作用，如电荷载体、传递神经脉冲信息、酶的催化中心和骨骼结构元及免疫系统调节作用等<sup>[12]</sup>。

表5 黑豆的矿物质含量(mg/100g)

矿物质	钙	镁	铁	锰	硒	钾	钠	锌	铜	磷
含量	224	146	243	3	8.9	4.18	2.83	1.56	6.79	386

黑豆中微量元素如锌、铜、镁、钼、硒、磷等的含量都很高，见表5，而这些微量元素对延缓人体衰老、降低血液粘稠度等非常重要。黑豆中钙含量等于鸡蛋的4.5倍；磷含量等于鸡蛋的2.1倍；铁的含量接近黄豆含量，等于鸡蛋的3.8倍；锌的含量接近黄豆水平，等于鸡蛋的4.2倍，显示了黑色食品的特色优势。黑豆硒含量比黄豆高60.9%，比鸡蛋高39.1%。中国科学院白乃彬的1989年成果也揭示，在同等条件下，黑豆中硒的含量比黄豆高15.4%。硒是人体极重要的抗氧化剂，其参与强性抗癌氨基酸谷胱甘肽及其谷胱甘肽过氧化物酶的组成，同时协同维生素E抗氧化、抗衰老、解毒、防癌抗癌、预防心脏病等。

### 2.4 黑豆的维生素含量

表6 维生素含量(μg/100g)

维生素	含量	维生素	含量
维生素A	5.0	硫胺素	0.2
胡萝卜素	4.6	核黄素	0.33
视黄醇	9.9	烟酸	2
维生素E	17.36		

黑豆富含丰富的维生素、蛋黄素、核黄素、黑色素和被称作“生活素”的激素，见表6，其中B族维生素(B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>)和维生素E含量很高，皆为养颜美容所需之营养成分，尤其它含多量的泛酸，对乌发不变白也

有帮助。维生素E含量相当于肉的7倍以上，利于提高生育能力、能使大脑抗衰保持活性<sup>[13]</sup>。黑豆富含维生素E、花青素及异黄酮，这些成分具有抗氧化能力。黑豆种皮释放的红色花青素，可清除体内自由基；异黄酮已证实具多种生理功能，诸如：预防骨质疏松症、防癌与抗氧化。

### 2.5 黑豆的脂肪含量

黑豆中脂肪含量高达15.9%，吸收率为95%，其脂肪组成的不饱和脂肪酸是棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸等，不饱和脂肪酸达70%以上<sup>[14]</sup>，见表7。

表7 脂肪酸类型及含量(%)

脂肪酸类型	黑豆	黄豆
棕榈酸	5.8	10.4
硬脂酸	3.4	5.2
油酸	23.0	21.8
亚油酸	55.16	53.6
α-亚麻酸	8.7	8.8
γ-亚麻酸	1.7	-
二十碳酸	0.17	-
二十碳一烯酸	1.3	-
二十碳二烯酸	0.2	-
磷脂	1.64	-

此外，黑豆还含1.64%的磷脂，除能满足人体对脂肪的需要外，还有降低血液中胆固醇的作用。常食黑豆能软化血管，滋润皮肤，延缓衰老，特别是对高血压、心脏病，以及肝脏和动脉等方面的疾病有好处。

## 3 结论

3.1 黑豆中含有丰富的蛋白质、脂肪、维生素、碳水化合物和膳食纤维，其中蛋白质含量达40%以上，脂肪含量高达15.9%，碳水化合物为23.4%，含有膳食纤维为10.2%，其中碳水化合物中可溶性多糖为0.69%，还原糖为3.78%，多糖为12.95%。

3.2 黑豆蛋白质中的必需氨基酸组成结构水平总体优于黄豆，具体的每一种必需氨基酸含量均高于鸡蛋，其必需氨基酸指数(EAAI)为0.9461；黑豆中微量元素如锌、铜、镁、钼、硒、磷等的含量都很高，并且含丰富的维生素A、维生素E、核黄素、黑色素等多种维生素。黑豆中脂肪含量高达15.9%，且以不饱和脂肪酸为主。

### 参考文献：

- [1] 刘学军,苗以农,许守民. 黑大豆中过氧化物酶和超氧化物歧化酶活性的初步研究[J]. 东北师大学报(自然科学版),1999(4): 65~67.
- [2] 刘丽君,高明杰,吴俊江,等. 黑大豆的综合利用与开发[J]. 黑龙江农业科学,1999(4):43~44.
- [3] 北京大学生物系生物化学教研室编. 生物化学试验指导(第一版)[M]. 1979. 87~93.
- [4] 黄伟坤. 食品分析与检验[M]. 中国轻工业出版社, 1989. 8~9.
- [5] 宁正祥. 食品成分分析手册(第一版)[M]. 北京:中国轻(下转第268页)

表6 不同制作工艺对排骨汤感官指标影响的差异分析

条件	肉					汤			
	形态	色泽	香气	口感	滋味	色泽	香气	滋味	
高温 温度 (°C)	100	7.62B	8.16A	7.76A	7.39B	7.36B	7.53A	7.71A	7.94B
	110	7.57B	8.24A	8.26A	8.20A	8.18A	7.48A	8.14A	8.20AB
	115	7.97B	7.89A	8.11A	8.65A	8.25A	7.83A	7.90A	8.18AB
	120	8.43A	8.14A	8.15A	8.39A	8.57A	7.95A	8.16A	8.40A
高温 时间 (min)	5	7.76AB	7.82B	8.10A	7.83B	8.03AB	7.26B	7.85AB	7.93B
	10	7.84AB	8.12AB	7.90A	8.20AB	7.80B	7.59AB	8.08AB	8.25AB
	15	7.72B	7.99AB	7.94A	8.11AB	8.17AB	7.97A	7.70B	8.07AB
	20	8.24A	8.50A	8.34A	8.42A	8.41A	7.95A	8.31A	8.46A
保温 温度 (°C)	60	7.77A	7.75B	7.88A	7.85A	7.93AB	7.65A	7.64A	7.78B
	70	7.85A	8.07AB	8.13A	8.16A	7.85B	7.63A	8.10A	8.40A
	80	7.89A	8.39A	8.12A	8.35A	8.26AB	7.88A	8.14A	8.21A
	90	8.07A	8.23BA	8.18A	8.23A	8.37A	7.63A	8.03A	8.30A
保温 时间 (min)	20	7.86A	8.00A	7.85A	8.11A	8.18A	8.00A	7.87A	7.94B
	40	7.96A	8.43A	8.14A	8.29A	7.93A	7.63A	8.03A	8.17AB
	60	7.92A	8.04A	8.12A	8.05A	8.10A	7.69A	7.84A	8.53A
	80	7.83A	7.97A	8.19A	8.15A	8.20A	7.50A	8.15A	8.08B

注:字母表示同行数据之间的差异性,不同表示有显著差异( $P \leq 0.05$ ),表中数据为六个实验的平均值。

间、保温温度和保温时间对肉和汤的营养特性和感官品质均有显著或极显著影响。对汤中粗蛋白和肉的滋味和口感的影响最大,其次为汤的滋味和固形物含量及肉中粗脂肪含量。

综合营养和感官品质,确定适宜的猪排骨汤的制作工艺为:高温温度 120°C、高温时间 20min、保温温度 80°C 的和保温时间 60min。排骨汤的营养物质主要在肉中。

### 参考文献:

- [1] 赵勇,邱祥国. 烹制对鸡汤灭菌作用及营养物质浸出的实验观察[J]. 扬州大学烹饪学报,2005(2):44~47.
- [2] 殷海吕. 骨头汤养生成时尚[J]. 食品与健康,2002(1):22.
- [3] Carillo TE, Gilbride JA, Chan MM. Soup kitchen meals: An observation and nutrient analysis[J]. J Am Diet Assoc,1990,90:989~991.
- [4] Saleh A Alajaji, Tarek A El - Adawy. Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods [ J ] .
- [5] 赵勇,邱祥国. 烹制对鸡汤灭菌作用及营养物质浸出的实验观察[J]. 扬州大学烹饪学报,2005(2):44~47.
- [6] Moore S, W H Stein. Chromatographic determination of amino acids by use of automatic recording equipment [ J ] . Methods Enzymol, 1963(6):819~848.
- [7] Arai S. A purified test diet for coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, fry[J]. Bull Jpn Soc Sci Fish,1981,47:547~550.
- [8] Murai T, Akiyama T, Nose T. Effect of amino acid balance on efficiency in utilization of diet by fingerling carp[J]. Bull Jpn Soc Sci Fish,1984,50:893~897.
- [9] Penaflores. An evaluation of indigenous protein sources as potential component in the diet formulation for tiger prawn, *Peneaeus monodon*, using essential amino acid index (EAAI)

Journal of Food Composition and Analysis,2006(9):89~92.

- [5] Tien Hoac, Charlotte Daun, Ursula Trafikowska, et al. Josefin Zackrisson, Influence of heat treatment on lipid oxidation and glutathione peroxidase activity in chicken and duck meat Bjorn Akesson [ J ] . Innovative Food Science and Emerging Technologies,2006(7):88~93.
- [6] 吴慧芳,张天生. 烹饪过程中的肉蛋白迁移研究[J]. 食品科学,1988(12):33.
- [7] 成坚,刘晓艳. 加热过程对鸡肉风味前体物质的影响[J]. 食品与发酵工业,2005,31(1):146~148.
- [8] 蒋卓勤,王充,王俭,等. 不同烹调方法对骨汤中钙含量的影响[J]. 食品科学,1999(2):365~367.
- [9] 夏启泉,许慧卿. 鲫鱼浓汤的制作工艺与营养研究[J]. 扬州大学烹饪学报,2005(3):24~26.
- [10] GB/T 5511-1985 粮食、油料检验 粗蛋白质测定法[S].
- [11] 王淮,唐治玉,熊善柏. 废啤酒酵母中  $\beta$ -1, 3-葡聚糖的提取及成分分析[J]. 华中农业大学学报,2006,24(6):626~629.
- [12] 杨铭,侯仲轩,石长波. 制汤最佳工艺条件的研究[J]. 食品科学,1998,19(11):56~59.
- [13] 杨铭,侯仲轩,石长波. 制汤最佳工艺条件的研究[J]. 食品科学,1998,19(11):56~59.
- [14] Aquaculture,1989,83:319~330.
- [10] 龙盛京,农冠荣,马文力. 6种药用食物多糖清除活性氧及对全血化学发光的抑制作用[J]. 广西医科大学学报,2004,21(5):663~666.
- [11] Oser BL. Protein and amino acid nutrition [ M ] . New York: Academic press,1959. 281~295.
- [12] 王平,孙慧,张兰杰,等. 黑米、黑豆、黑芝麻中几种微量元素含量的测定[J]. 鞍山师范学院学报,2000,2(1):95~96.
- [13] 陆恒. 黑豆蛋白质的营养价值优势及利用对策[J]. 中国商办工业,2003(2):40~42.
- [14] 张晓波. 气相色谱-质谱法测定黑豆果籽脂肪酸含量[J]. 粮食与油脂,2005(1):25~26.

(上接第264页)

工业出版社,1998.