

林宝妹, 邱珊莲, 郑开斌. 2种干燥方式下蚕豆氨基酸品质的比较分析 [J]. 福建农业科技, 2021, 52 (6): 52—57.

2种干燥方式下蚕豆氨基酸 品质的比较分析



林宝妹, 邱珊莲, 郑开斌*

(福建省农业科学院亚热带农业研究所, 福建 漳州 363005)

摘 要: 为筛选蚕豆最佳的干燥方式, 以蚕豆为研究对象, 研究热风干燥和真空冷冻干燥两种不同干燥方式对其基本营养成分和氨基酸品质的影响, 并采用氨基酸比值系数法评价其营养价值。结果表明: 真空冷冻干燥蚕豆、蛋白质、脂肪和粗纤维含量极显著低于热风干燥蚕豆 ($P < 0.01$), 淀粉和灰分含量无显著差异 ($P > 0.05$), 氨基酸总量极显著高于热风干燥蚕豆 ($P < 0.01$); 两种不同方式干燥的蚕豆都含有 17 种氨基酸, 包括 7 种人体必需氨基酸, 第一限制氨基酸均为蛋氨酸和半胱氨酸, 热风干燥蚕豆的 SRC 值和 EAAI 值高于真空冷冻干燥, 即热风干燥蚕豆的氨基酸组成比例更接近 FAO/WHO 标准模式谱, 营养价值更高。蚕豆采用热风干燥有利于营养成分保留, 且氨基酸品质更佳。

关键词: 蚕豆; 干燥方式; 营养成分; 氨基酸评价

中图分类号: S 643.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253—2301 (2021) 06—0052—06
DOI: 10.13651/j.cnki.fjnykj.2021.06.009

Comparative Analysis on the Amino Acid Quality of *Vicia Faba* Under Two Kinds of Drying Methods

LIN Bao-mei, QIU Shan-lian, ZHENG Kai-bin*

(Institute of Subtropical Agriculture, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Zhangzhou, Fujian 363005, China)

Abstract: In order to select the best drying method of *Vicia faba*, the effects of two different drying methods including the hot-air drying and the vacuum freezing drying on the basic nutrients and the quality of amino acid of *Vicia faba* were studied. And the nutritional value was evaluated by using the score of ratio coefficient of amino acid (SRCAA). The results showed that the protein, fat and crude fiber contents of broad bean dried with the vacuum freezing drying were extremely significant lower than those of *Vicia faba* dried with the hot-air drying ($P < 0.01$), while the starch and ash contents had no significant differences ($P > 0.05$). And the total amino acid content was extremely significant higher than that of *Vicia faba* dried with the hot-air drying ($P < 0.01$). *Vicia faba* dried with the two different drying methods both contained 17 kinds of amino acids, including 7 kinds of essential amino acids. And the first limiting amino acids were both methionine and cysteine. The SRC value and EAAI value of *Vicia faba* dried with the hot-air drying were higher than those of *Vicia faba* dried with the vacuum freezing drying, showing that the composition ratio of amino acids in *Vicia faba* dried with the hot-air drying was closer to the FAO/WHO standard pattern spectrum, and the nutritional value was higher. It was beneficial for the retention of nutrients in *Vicia faba* dried with the hot-air drying and the quality of amino acids would be better.

Key words: *Vicia faba*; Drying method; Nutrient; Amino acid evaluation

收稿日期: 2021—04—27

作者简介: 林宝妹, 女, 1988 年生, 硕士, 助理研究员, 主要从事作物遗传品质育种及农产品天然产物提取研究。

* 通信作者: 郑开斌, 男, 1966 年生, 博士, 研究员, 主要从事作物遗传品质育种及农产品天然产物提取研究 (E-mail: k03163@163.com)。

基金项目: 福建省百千万工程领军人才专项 (2018 年)。

蚕豆 *Vicia faba* Linn 为豆科野豌豆属一年生草本植物,又名胡豆、扁豆、罗汉豆,在欧洲、非洲、亚洲等地区广泛种植^[1-2]。蚕豆含有多种营养成分,如蛋白质、糖类、膳食纤维、维生素和矿物质等,其中蛋白质含量达 27.00%~34.00%,与动物蛋白含有胆固醇不同,蚕豆中只含有豆固醇,可避免摄入过多的胆固醇而有利于健康,是一种重要的植物蛋白资源^[1-3]。但是蚕豆中也含有多种抗营养因子如单宁、凝集素、植酸、低聚糖和消化酶(胰蛋白酶、糜蛋白酶和 α -淀粉酶)抑制剂等,这些抗营养因子会影响人体及动物对蚕豆营养物质的消化吸收而降低其营养价值^[4]。目前,降低或者消除抗营养因子含量的方法主要有进行发芽处理可降低抗营养因子的整体水平;进行高温处理可破坏缩合单宁结构,降低消化酶抑制剂活性;进行生料发酵也可破坏部分消化酶^[5]。蚕豆经过抗营养因子降低或消除手段后便可进一步加工利用。常见的蚕豆加工产品以蚕豆干制品为主,利用形式主要为蚕豆完整籽粒如蚕豆罐头、膨化蚕豆、五香豆、怪味蚕豆等,这些均为市场上流通较多的加工制品^[3]。蚕豆粉也是蚕豆加工利用的一个重要方式,因不需要完整的蚕豆籽粒,对一些保存不完整的蚕豆也可充分利用而被广泛利用。蚕豆所含氨基酸种类齐全,含有人体所需的 8 种必需氨基酸,可以将蚕豆粉添加到面粉中改善面条营养组成、淀粉结构,改善面团挤压特性等^[3,6];蚕豆粉还可作为饲料中的蛋白源,降低饲料价格^[7]。蚕豆粉在加工利用前一般需要经过干燥处理。吴海虹等^[8]以膨化率和叶绿素保存率为指标,采用正交试验优化了蚕豆真空微波干燥工艺,工艺条件为蚕豆初始含水率 46.02%、微波功率 $6 \text{ W} \cdot \text{g}^{-1}$ 、真空度 0.08 MPa。张芳等^[9]以产品含水率、膨化度和色泽为指标优化了蚕豆冷冻-真空干燥工艺,得出蚕豆最佳冷冻-真空干燥工艺条件为冷冻后含水率 50%、干燥温度 85℃、时间 120 min。而不同干燥工艺对蚕豆营养成分的影响研究极少。因此,本研究通过发芽和水煮降低蚕豆中的抗营养因子水平后,采用热风干燥和真空冷冻干燥两种不同干燥方式对水煮蚕豆进行干燥处理,测定氨基酸、蛋白质、脂肪、灰分、粗纤维、淀粉等营养成分含量,并进行氨基酸品质比较分析,筛选出最佳干燥方式,以期为蚕豆的开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

蚕豆:所用蚕豆品种为陵西一寸,粒长 2.4~3.0 cm,籽粒黄褐色,长椭圆形,千粒重 1.80~2.10 kg。

蚕豆干燥粉和冻干粉:按照 1.3.2 和 1.3.3 处理所得,基本营养成分如表 1 所示。

试验试剂:浓盐酸、硫酸、硼酸、苯酚、柠檬酸钠、氢氧化钠、硫酸铜、硫酸钾、碘化钾、碘、淀粉酶、石油醚、乙醚、甲苯、三氯甲烷、酒石酸钾钠、亚铁氰化钾、葡萄糖、乙酸镁、甲基红指示剂、溴甲酚绿指示剂、亚甲基蓝指示剂。

表 1 蚕豆的基本营养成分含量

Table 1 Basic nutrient content of *Vicia faba*

(g · hg⁻¹ DW)

营养成分	蚕豆干燥粉	蚕豆冻干粉
蛋白质	28.81±0.07 aA	28.23±0.01 bB
粗纤维	10.94±0.01 aA	10.47±0.08 bB
灰分	5.94±0.11 aA	5.95±0.05 aA
脂肪	2.02±0.03 aA	1.94±0.02 bB
淀粉	49.51±0.08 aA	49.48±0.32 aA

注:同行数据后不同大小写字母表示不同样品在 0.01 和 0.05 水平具有显著性差异,下同。

1.2 主要仪器设备

凯氏定氮仪:BY5-TUDK142(意大利 VELP 公司),氨基酸分析仪:L-8800(日本日立高新技术公司),索氏抽提器:BSXT-06-150(上海兰仪实业有限公司),真空冷冻干燥机:Pilot5-8E(北京博医康实验仪器有限公司);热风干燥箱:GZX-9246MBE(上海博迅实业有限公司医疗设备厂);粉碎机:WBL2521H(佛山美的集团);电磁炉:C21-RH2133S(佛山美的集团)。

1.3 试验方法

1.3.1 样品处理 蚕豆干籽粒浸泡于超纯水中 12 h,清洗干净,沥干,置培养箱 25℃催芽 24 h,将催芽后的蚕豆籽粒置于锅中,加超纯水没过蚕豆,电磁炉加热功率调为 2100 W,煮沸后加热功率调至 1200 W 继续加热 25 min 至蚕豆熟透,水煮结束后捞出蚕豆晾凉。

1.3.2 热风干燥 将蚕豆平铺在瓷盘上置于热风干燥箱中,60℃烘干(考虑营养成分保留问题采用

中低温进行干燥) 48 h 后取出称重, 再放入干燥箱中继续烘干 30 min, 取出称重, 至两次称重差小于 0.002 g 后取出, 于粉碎机中粉碎 30 s, 过 40 目筛获得蚕豆干燥粉, 待测。

1.3.3 真空冷冻干燥 将蚕豆平铺于冻干机专用托盘中, 首先对制品预冻至 -40°C , 当样品温度达到 -40°C 后开始计时 2 h; 预冻结束后, 在冷阱温度降至 -60°C , 真空度降至 60 Pa 以下后, 运行冻干程序如表 2 所示。取出称重, 至两次称重差小于 0.002 g 后取出, 干燥后的蚕豆籽粒于粉碎机中粉碎 30 s, 过 40 目筛获得蚕豆冻干粉, 待测。

1.3.4 营养成分测定 氨基酸 (GB5009.124—2016《食品中氨基酸的测定》)^[10]; 蛋白质 (GB5009.5—2016《食品中蛋白质的测定》)^[11]; 淀粉 (GB5009.9—2016《食品中淀粉的测定》)^[12]; 水分 (GB5009.3—2016《食品中水分的测定: 第一法直接干燥法》)^[13]; 粗纤维 (GB/T 5009.10—

2003《植物类食品中粗纤维的测定》)^[14]; 灰分 (GB 5009.4—2016《食品中灰分的测定》)^[15]; 脂肪 (GB 5009.6—2016《食品中脂肪的测定: 第一法索氏抽提法》)^[16], 样品平行测定 3 次。

表 2 蚕豆冻干程序

Table 2 Freeze-drying procedure of *Vicia faba*

区段	温度($^{\circ}\text{C}$)	时间(h)
1	-5.0	1.0
2	-5.0	12.0
3	40.0	1.0
4	50.0	34.0

1.4 氨基酸评价方法

参照谢丽源等^[17]和陈蓬凤等^[18]的方法, 根据 1973 年 WHO/FAO 修订的理想蛋白质人体必需氨基酸模式谱计算样品的下列指标:

- 1) 必需氨基酸含量 (EAA) = 样品中必需氨基酸含量/总氨基酸含量;
- 2) 氨基酸比值 (RAA) = 样品中必需氨基酸的 EAA 值模式谱中氨基酸的相应 EAA 值;
- 3) 氨基酸比值系数 (RC) = RAA/RAA 平均数;
- 4) 比值系数分 (SRC) = $100 - \text{CV} \times 100$, 其中 CV 为 RC 的变异系数;
- 5) 必需氨基酸指数 (EAAI) = $\sqrt[7]{7 \text{ 种必需氨基酸 RAA 乘积}} \times 100$

1.5 数据处理

试验数据采用 Microsoft Excel 2007 计算各参数的平均值和标准误差, 数据结果采用 $\bar{X} \pm SD$ 表示; 采用 SPSS 22.0 统计软件进行单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 基本营养成分含量

以热风干燥和真空冷冻干燥两种不同干燥方式获得的蚕豆粉的基本营养成分含量如表 1 所示。由表 1 可知, 淀粉是蚕豆中含量最高的营养成分, 其次是蛋白质, 二者含量总和可达 77.71%~78.32%, 脂肪含量最低。从豆类中分离出来的蛋白质因其水溶性、乳化性和起泡性等特性可作为功能性组分改善多种食品如焙烤类、肉类或挤压类制品等的质地、口感和营养价值, 此外还可以与其他谷物食品搭配起到蛋白质互补的作用从而引起广泛关注^[19]。蚕豆蛋白含量低于大豆 (31.90%~44.50%)^[20] 和黑豆 (40.00%)^[21], 但高于红腰豆

(25.78%±0.77%)^[22] 和部分豌豆品种 (20.61%~36.37%)^[23], 可作为一种植物蛋白资源加以利用。但不同干燥方式对蚕豆粉基本营养成分含量具有较大的影响。采用 SPSS 22.0 统计软件对各成分含量进行单因素方差分析, 分析结果显示, 蚕豆干燥粉的蛋白质、粗纤维和脂肪含量极显著高于蚕豆冻干粉 ($P < 0.01$), 灰分和淀粉含量无显著差异 ($P > 0.05$)。说明热风干燥能更好地保留蚕豆的营养成分, 且热风干燥具有处理量大、操作简单和干燥费用低等方面的优点, 适用于蚕豆干燥加工^[24]。

2.2 氨基酸含量

经过两种不同干燥方式处理后的蚕豆氨基酸组成及含量如表 3 所示。由表 3 可知, 除色氨酸在酸水解中破坏未能检测外, 蚕豆干燥粉和蚕豆冻干粉都能检测到 17 种氨基酸, 包括 7 种必需氨基酸和 10 种非必需氨基酸。蚕豆粉的 EAA/TAA 值为 35.41%~35.50%, EAA/NEAA 值为 54.81%~55.04%, 均低于 FAO/WHO 标准模式谱中理想蛋白源的 EAA/TAA 值 (40%) 和 EAA/NEAA 值

(>60%)。单因素方差分析结果显示,除半胱氨酸和蛋氨酸外,蚕豆冻干粉的 15 种氨基酸含量均极显著高于蚕豆干燥粉 ($P<0.01$),蚕豆冻干粉的氨基酸总量比蚕豆干燥粉高 10.52%,说明不同干燥方式对蚕豆粉中的氨基酸总量有显著影响,热风干燥处理后蚕豆的氨基酸总量损失略高于真空冷冻干燥处理,这可能是因为热风干燥温度较高促进蛋白质分解,而真空冷冻干燥因为温度较低又隔绝空气从而有效防止蛋白质损失^[26]。

另外,两种干燥方式下的蚕豆粉均显示谷氨酸含量最高,其次为天冬氨酸、精氨酸和亮氨酸,蛋

氨酸含量最低。由表 4 可知,谷氨酸和天冬氨酸是呈鲜味的特征性氨基酸,二者的总和占氨基酸总量的 30.86 % 和 30.81%,高于豌豆 (22.82% ~ 30.44 %),略高于芸豆(28.07%~29.71%)^[26-27]。蚕豆粉的甜味氨基酸与总氨基酸的比值为 17.15% 和 17.09 %,与黑豆(17.56%)和青豆(17.17%)接近^[27]。此外,蚕豆粉还含有包括苯丙氨酸和酪氨酸的芳香族氨基酸,是蚕豆粉鲜甜味道和芳香气味的来源,但干燥方式对蚕豆中鲜甜味氨基酸占比影响较小。

表 3 蚕豆的氨基酸含量

Table 3 Amino acid content of *Vicia faba*

[单位: (mg · g⁻¹ DW)]

氨基酸种类	蚕豆干燥粉	蚕豆冻干粉	氨基酸种类	蚕豆干燥粉	蚕豆冻干粉
苏氨酸 * Thr	10.50±0.10 bB	11.67±0.06 aA	丙氨酸 Ala	11.40±0.20 bB	12.57±0.06 aA
缬氨酸 * Val	11.70±0.10 bB	12.90±0.10 aA	半胱氨酸 Cys	1.80±0.10 aA	1.77±0.06 aA
蛋氨酸 * Met	0.80±0.00 aA	0.68±0.02 bB	酪氨酸 Tyr	6.10±0.20 bB	6.80±0.00 aA
异亮氨酸 * Ile	10.00±0.20 bB	11.07±0.15 aA	天冬氨酸 Asp	27.90±0.30 bB	30.70±0.20 aA
亮氨酸 * Leu	18.90±0.20 bB	20.83±0.21 aA	组氨酸 His	6.30±0.20 bB	7.03±0.15 aA
苯丙氨酸 * Phe	10.60±0.20 bB	11.80±0.10 aA	精氨酸 Arg	23.40±0.40 bB	26.00±0.10 aA
赖氨酸 * Lys	17.80±0.20 bB	20.03±0.12 aA	脯氨酸 Pro	4.70±0.00 bB	5.17±0.06 aA
丝氨酸 Ser	12.00±0.10 bB	13.23±0.15 aA	必需氨基酸(EAA)	80.30 bB	88.98 aA
谷氨酸 Glu	42.10±0.50 bB	46.53±0.40 aA	非必需氨基酸(NEAA)	146.50 bB	161.67 aA
甘氨酸 Gly	10.80±0.10 bB	11.87±0.15 aA	氨基酸总和(TAA)	226.80 bB	250.65 aA

注: * 必需氨基酸。

表 4 蚕豆不同呈味氨基酸含量比较

Table 4 Comparison of amino acid contents in different flavors of *Vicia faba*

[单位: (mg · g⁻¹ DW)]

分类	氨基酸种类	蚕豆干燥粉	蚕豆冻干粉
芳香族氨基酸	苯丙氨酸 Phe	10.60±0.20	11.80±0.10
	酪氨酸 Tyr	6.10±0.20	6.80±0.00
甜味氨基酸	丝氨酸 Ser	12.00±0.10	13.23±0.15
	脯氨酸 Pro	4.70±0.00	5.17±0.06
	甘氨酸 Gly	10.80±0.10	11.87±0.15
	丙氨酸 Ala	11.40±0.20	12.57±0.06
鲜味氨基酸	谷氨酸 Glu	42.10±0.50	46.53±0.40
	天冬氨酸 Asp	27.90±0.30	30.70±0.20

2.3 氨基酸的评价

采用氨基酸比值系数法,根据 1973 年联合国粮农组织 (FAO) 以及世界卫生组织 (WHO) 共

同修订的理想蛋白质人体必需氨基酸模式谱对两种干燥方式下的蚕豆粉中的 7 种必需氨基酸进行评价^[28],见表 5 和表 6。由各氨基酸的 EAA 值计算出对应的 RAA、RC 和 SRC,根据各氨基酸的 RAA 值计算蛋白质的 EAAI 值,可对蚕豆蛋白质的氨基酸品质进行评价。因半胱氨酸是蛋氨酸的代谢中间产物,二者合并计算。苯丙氨酸羟化可形成酪氨酸,二者也合并计算。

氨基酸的种类、含量和所占比例均影响蛋白质的营养价值,根据氨基酸平衡理论,当 RC 值等于 1 时,说明该氨基酸含量与模式谱一致,大于或者小于 1 时说明该氨基酸相对过剩或不足,RC 值最小的为第一限制氨基酸^[29]。由表 5 可知,蚕豆中苏氨酸、缬氨酸和异亮氨酸含量与模式谱几乎一致;亮氨酸、苯丙氨酸和酪氨酸含量略高于模式谱;赖氨酸的 RC 值最大,为过剩氨基酸。蚕豆粉中蛋氨

酸和半胱氨酸 RC 值最小，为第一限制氨基酸，该结果与多种杂豆如绿豆、红豆、豌豆等相似，含硫氨基酸即蛋氨酸和半胱氨酸含量均相对不足^[30]。

氨基酸评价指标 SRC 和 EAAI 即氨基酸比值系数分和蛋白质的必需氨基酸指数，SRC 值和 EAAI 值等于 100 时，说明氨基酸组成与模式谱一致，SRC 值和 EAAI 值越大说明营养价值越

高^[29,31]。由表 6 可知，两种干燥方式蚕豆粉的 SRC 值为 65.21~67.37，EAAI 值为 19.23~48.30，均说明蛋白质营养价值一般；蚕豆冻干粉的 SRC 值和 EAAI 值均低于蚕豆干燥粉，说明热风干燥方式下获得的蚕豆粉氨基酸组成优于真空冷冻干燥，即氨基酸品质更佳。

表 5 蚕豆必需氨基酸与 FAO/WHO 模式比较

Table 5 Comparison of the essential amino acids of *Vicia faba* with FAO/WHO model

氨基酸种类	EAA		RAA		RC	
	蚕豆干燥粉	蚕豆冻干粉	蚕豆干燥粉	蚕豆冻干粉	蚕豆干燥粉	蚕豆冻干粉
苏氨酸	4.63	4.66	1.16	1.16	1.09	1.09
缬氨酸	5.16	5.15	1.03	1.03	0.97	0.97
蛋氨酸+半胱氨酸	1.15	0.98	0.33	0.28	0.31	0.26
异亮氨酸	4.41	4.42	1.10	1.10	1.03	1.04
亮氨酸	8.33	8.31	1.19	1.19	1.12	1.11
苯丙氨酸+酪氨酸	7.36	7.42	1.23	1.24	1.15	1.16
赖氨酸	7.85	7.99	1.43	1.45	1.34	1.36

表 6 蚕豆的 SRC 及 EAAI 的比较

Table 6 Comparison of SRC and EAAI of *Vicia faba*

样品	SRC	EAAI
蚕豆干燥粉	67.37	48.30
蚕豆冻干粉	65.21	19.23

3 结论

本研究采用热风干燥和真空冷冻干燥两种不同干燥方式对水煮蚕豆进行干燥处理并测定两种蚕豆粉基本营养成分和氨基酸含量。结果表明，蚕豆淀粉含量高，脂肪含量低，并含有 17 种氨基酸，包括 7 种人体必需氨基酸，两种不同干燥方式下蚕豆粉的第一限制氨基酸均为蛋氨酸和半胱氨酸。不同干燥方式下蚕豆粉的基本营养成分含量及氨基酸品质具有明显差异，蚕豆干燥粉的基本营养成分总量显著高于蚕豆冻干粉 ($P<0.05$)，蚕豆干燥粉的蛋白质氨基酸组成优于蚕豆冻干粉，更接近 FAO/WHO 模式谱，营养价值更高。综上所述，蚕豆采用热风干燥有利于营养成分保留，且氨基酸品质更佳。

参考文献：

[1] SAMAEI S P, GHORBANI M, TAGLIAZUCCHI D, et al. Functional, nutritional, antioxidant, sensory properties and

comparative peptidomic profile of faba bean (*Vicia faba* L.) seed protein hydrolysates and fortified apple juice [J]. *Food Chemistry*, 2020, 330: 127120–127132.

- [2] 黄蓉, 刘敦华. 水煮蚕豆加工中存在的问题及防治措施[J]. 农业科学研究, 2010, 31 (2): 73–75.
- [3] 兰佳佳, 杨希娟, 王生君. 蚕豆加工利用综述 [J]. 青海农林科技, 2017, 47 (4): 46–49.
- [4] MICEK P, KOWALSKI Z M, KULIG B, et al. Effect of variety and plant protection method on chemical composition and in vitro digestibility of faba bean (*Vicia Faba*) seeds [J]. *Annals of Animal Science*, 2015, 15 (1): 143–154.
- [5] 彭葵, 李锦鸿, 李育军, 等. 蚕豆的营养与加工研究 [J]. 长江蔬菜, 2019, 36 (12): 42–45.
- [6] GANGOLA M P, RAMADOSS B R, JAISWAL S, et al. Faba bean meal, starch or protein fortification of durum wheat pasta differentially influence noodle composition, starch structure and in vitro digestibility [J]. *Food Chemistry*, 2021, 349: 129167–129240.
- [7] 郁二蒙, 张振男, 谢骏, 等. 蚕豆替代鱼类饲料的应用研究 [J]. 广东农业科学, 2013, 49 (24): 82–90.
- [8] 吴海虹, 卓成龙, 江宁, 等. 正交试验优化蚕豆真空微波干燥工艺 [J]. 食品科学, 2013, 34 (14): 100–103.
- [9] 张芳, 张永茂, 张海燕, 等. 蚕豆冷冻—真空干燥工艺的优化 [J]. 食品与发酵工业, 2013, 39 (12): 135–139.
- [10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. GB 5009.124—2016 食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品

- 监督管理总局.GB 5009.5—2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.GB 5009.9—2016 食品安全国家标准 食品中淀粉的测定[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [13] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.GB 5009.3—2016 食品安全国家标准 食品中水分的测定[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [14] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会.GB/T 5009.10—2003 植物类食品中粗纤维的测定[S].北京:中国标准出版社,2003.
- [15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.GB 5009.4—2016 食品安全国家标准 食品中灰分的测定[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [16] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.GB 5009.6—2016 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [17] 谢丽源,兰秀华,唐杰,等.不同羊肚菌品种氨基酸营养评价及等鲜浓度值差异分析[J].天然产物研究与开发,2020,32(6):1023—1029,979.
- [18] 陈蓬凤,蔡芳,王少华,等.马铃薯蛋白营养价值评价及其热处理后消化特性[J/OL].食品与发酵工业,[2021-05-09].<https://doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.026881>.
- [19] 阙丽娇.不同豆类营养成分及抗氧化组分研究[D].南昌:南昌大学,2017:11—12.
- [20] 聂莹,邢亚楠,黄家章,等.主栽大豆营养品质及加工特性初探[J/OL].食品工业科技,[2021-04-20].<https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020110123>.
- [21] 丛建民.黑豆的营养成分分析研究[J].食品工业科技,2008,29(4):262—268.
- [22] HAYAT I, AHMAD A, AHMED A, et al. Exploring the potential of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to develop protein based product for food applications [J]. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 2014, 24(3): 860—868.
- [23] 萧洪东,王惠珍,喻敏,等.不同品种豌豆营养成分分析比较[J].佛山科学技术学院学报(自然科学版),2015,33(2):15—17,21.
- [24] 张楠,张照锋,李斌,等.不同干燥方式猴头菇营养成分比较[J].北方园艺,2021,45(8):92—98.
- [25] 刘彦东,陈文生,张权,等.不同生长期的黄精中氨基酸含量的测定与分析[J].时珍国医国药,2017,28(2):444—447.
- [26] 叶夕苗,李俊,毛堂芬,等.贵州不同品种芸豆营养品质差异分析[J/OL].食品工业科技,[2021-04-21].<https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2021010107>.
- [27] 刘柏林,于雪荣,赵紫薇,等.7种杂豆营养成分含量分析及营养评价[J].安徽预防医学杂志,2020,26(4):270—276.
- [28] FAO/WHO. Energy and protein requirements [M]. Rome: FAO nutrition meeting report series, 1973: 52.
- [29] 郭刚军,邹建云,徐荣,等.澳洲坚果粕营养成分测定与氨基酸组成评价[J].食品工业科技,2012,33(9):421—423.
- [30] 李金华,李博.我国3种杂豆的蛋白质营养综合评价[J].食品科技,2021,46(1):172—177.
- [31] 谢仲桂,邓时铭,程小飞,等.冬眠中华鳖的氨基酸营养评价[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2021,47(2):231—239.

(责任编辑:柯文辉)