

颜孙安, 林香信, 刘文静, 等. 福建名特花生氨基酸营养价值评价 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(17): 316–321. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021110254

YAN Sun'an, LIN Xiangxin, LIU Wenjing, et al. Assessment of Amino Acid Nutrition in the Several Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Varieties from Fujian, China[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(17): 316–321. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021110254

· 分析检测 ·

福建名特花生氨基酸营养价值评价

颜孙安, 林香信, 刘文静, 黄彪, 姚清华*

(农业农村部农产品质量安全风险评估实验室(福州), 福建省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所, 福建省农产品质量安全重点实验室, 福建福州 350003)

摘要:目的: 探明 5 种福建名特花生果仁的氨基酸组成特征及营养价值差异。方法: 以赖坊花生、衙口小琉球花生、朱口小籽花生、文亨红衣花生、洋后花生为试验材料, 采用酸碱水解法, 使用氨基酸自动分析仪测定花生果仁氨基酸含量。以 WHO/FAO 推荐的蛋白模式和鸡蛋蛋白标准模式为参照, 计算并比较花生果仁的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和氨基酸比值系数分(SRC)。结果: 5 种花生果仁均至少含有 18 种蛋白质氨基酸, 其总蛋白质含量为 29.88~33.18 g/100 g。必需氨基酸、非必需氨基酸、酸味类氨基酸、甜味类氨基酸、苦味类氨基酸、儿童必需氨基酸、药用氨基酸、增香与着色氨基酸、抗菌氨基酸、伯氨基氨基酸、支链氨基酸、芳香族氨基酸含量分别为 7.83~8.95、19.71~22.53、8.93~10.29、6.01~6.86、10.24~11.58、4.12~4.68、19.44~22.23、14.28~16.01、3.63~4.11、17.11~19.76、3.95~4.44、3.14~3.53 g/100 g。衙口小琉球花生的含量最高, 显著高于除洋后花生外的其他花生品种 ($P<0.05$)。氨基酸评分、化学评分和氨基酸比值系数分依次为 24.29~28.29、37.58~43.67、41.61~45.70。色氨酸和苯丙氨酸+酪氨酸含量相对过剩, 亮氨酸等 7 种氨基酸含量相对不足, 其中含硫氨基酸为第一限制性氨基酸。结论: 5 种名特花生果仁的蛋白含量达到一级食用花生标准, 氨基酸种类齐全, 具有较大的开发利用价值。

关键词:花生, 蛋白, 氨基酸, 营养价值

中图分类号: S565.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2022)17-0316-06

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2021110254

本文网刊:



Assessment of Amino Acid Nutrition in the Several Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Varieties from Fujian, China

YAN Sun'an, LIN Xiangxin, LIU Wenjing, HUANG Biao, YAO Qinghua*

(Laboratory of Quality and Safety Risk Assessment for Agro-products, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology Research, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fujian Key Laboratory of Quality and Safety of Agri-Products, Fuzhou 350003, China)

Abstract: Objective: The aim of this study is to investigate the amino acid nutrition of different peanut (*Arachis hypogaea* L.) varieties from Fujian, China. Method: Laifang peanut, Yakou xiaoryukyu peanut, Zhukou small seed peanut, Wenheng Hongyi peanut and Yanghou peanut were selected as experimental materials. The composition of amino acids of peanut kernel was analyzed by an amino acid automatic analyzer after hydrolysis. Based on the obtained data, the amino acid nutrition value was evaluated according to egg protein model and the ideal model recommended by WHO/FAO. A series of indexes, including the amino acid score (AAS), chemical score (CS), and score of ratio coefficient of amino acid (SRC), were calculated. Results: At least 18 amino acids were found in these peanuts. The contents of protein in these peanuts varieties ranged from 29.88~33.18 g/100 g. The contents of essential amino acids, non-essential amino acids, sour amino acids, sweet amino acids, bitter amino acids, essential amino acids for child, medical amino acids, flavoring and coloring

收稿日期: 2021-11-21

基金项目: 福建省“5511”协同创新工程项目(XTCXGC2021020); 福建省农业科学院创新团队项目(CXTD2021011-1); 福建省公益类科研院所专项(2020R1022006)。

作者简介: 颜孙安(1981-), 男, 本科, 高级实验师, 研究方向: 农产品营养与质量安全等研究, E-mail: yansunan1982@163.com。

* 通信作者: 姚清华(1985-), 男, 硕士, 副研究员, 研究方向: 农产品质量安全等研究, E-mail: yaoyaoshuimu@163.com。

amino acids, anti-bacteria amino acids, primary amine amino acids, branched chain amino acids, and aromatic amino acids were 7.83~8.95, 19.71~22.53, 8.93~10.29, 6.01~6.86, 10.24~11.58, 4.12~4.68, 19.44~22.23, 14.28~16.01, 3.63~4.11, 17.11~19.76, 3.95~4.44 and 3.14~3.53 g/100 g, respectively. The highest values of these indexes were found in Yakou xiaoryukyu peanut, which were obviously higher than others except Yanghou peanut ($P<0.05$). The values of AAS, CS and SRC in these peanuts were 24.29~28.29, 37.58~43.67, and 41.61~45.70, respectively. The contents of Lys, Val, Ile, Leu, Thr, and (Met+Cys) in these peanuts were insufficient, while the contents of Trp, Phe and Tyr were relatively surplus. The firstly restrict amino acid was Met+Cys. Conclusion: The protein content of five famous and special peanut from Fujian reached the standard of first-class edible peanut in China, indicating that these five peanuts have great utilization value.

Key words: peanut; protein; amino acid; nutrition

花生(*Arachis hypogaea* Linn.)又名“长生果”、“泥豆”,富含蛋白质、脂肪、糖类物质和维生素等,脂肪含量为 44%~45%,蛋白含量为 24%~36%,是我国广泛食用的坚果之一^[1-3]。食物蛋白质营养价值主要取决于氨基酸的种类及含量^[4]。研究表明,氨基酸是影响花生食用品质尤其是炒花生风味的重要前体物质,其中天门冬氨酸(Asp)、谷氨酸(Glu)等更是直接影响炒花生的典型风味^[5]。因此,评价不同花生品种蛋白氨基酸营养价值,可为花生品种选育和开发利用提供参考依据。

目前,关于不同品种农作物的氨基酸营养评价进行了大量研究。Martínez-Gil 等^[6]比较了小维多等 4 种葡萄的氨基酸营养,并分析了氨基酸含量差异对酿酒的影响。Syafutri 等^[7]研究了不同稻米品种间的蛋白、氨基酸、必需氨基酸含量差异及其对烹饪时间的影响。孙娟娟等^[8]对 6 个我国紫花苜蓿品种的氨基酸营养进行了评价,发现紫花苜蓿氨基酸种类齐全,营养价值接近理想氨基酸标准,且具有一定的药用价值,但品种间的药效氨基酸、风味氨基酸含量等指标有所差异。赵凤敏等^[9]研究发现,氨基酸营养的差异将直接影响马铃薯的功效、口感、气味,但不同品种花生的氨基酸营养研究尚不多见。

花生种植面积位居福建大田作物第三位,地方特色品种众多,其中较为知名的有赖坊花生、衙口小琉球花生等。本研究以赖坊花生、衙口小琉球花生、朱口小籽花生、文亨红衣花生、洋后花生等 5 种福建地方特色花生为研究对象,分析蛋白氨基酸组成,采用国际通用的氨基酸评价方法比较其营养价值,以期花生品种选育及相关食品开发提供数据支撑。

1 材料和方法

1.1 材料与仪器

供试花生品种如表 1 所示 样品均为 7 月份采摘、果皮颜色由白转深、饱满度高的果实,自然晒干,

表 1 样品来源

Table 1 Source of samples

编号	名称	来源
P1	赖坊花生	三明市清流县
P2	衙口小琉球花生	泉州市晋江市
P3	朱口小籽花生	三明市泰宁县
P4	文亨红衣花生	龙岩市连城县
P5	洋后花生	南平市延平区

去壳,果仁粉碎,称取样品、移入滤纸筒内、索氏抽提 6~10 h 后风干、混匀待测。氨基酸标准品(2.5 μmol/mL, ≥ 99%) Sigma 公司;色氨酸标准品(≥ 99%) 上海嘉辰化工有限公司;柠檬酸、柠檬酸钠、氯化钠、氢氧化钠、无水乙醇、盐酸、硫酸和硼酸(优级纯),其余试剂均为分析纯 上海国药集团。

LA8080 型氨基酸自动分析仪 日本 HITACHI 公司;Kjeltec 2300 型全自动凯氏定氮仪 瑞典 FOSS TECATOR 公司;DHG-9140A 型电热恒温鼓风干燥箱 上海精宏实验设备有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 蛋白质含量测定 参考 GB 5009.5-2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定^[10]。

1.2.2 氨基酸组成测定 色氨酸:称取 0.2~0.3 g 试样,置于聚四氟乙烯衬管中,加入 1.5 mL 4 mol/L 氢氧化锂,置液氮中冷冻后,将衬管放入水解管,抽真空封管,在(110±1)℃ 恒温干燥箱中,水解 20 h,冷却至室温,破口,移至 25 mL 容量瓶中,加入 6 mol/L 盐酸中和,用 pH 2.2 柠檬酸钠缓冲液稀释定容,4000 r/min 离心 10 min,取上清液待测。

其它氨基酸:参考 GB 5009.124-2016 食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定^[11]。

1.2.3 氨基酸营养评价 以鸡蛋蛋白为标准蛋白,以 WHO/FAO 氨基酸参考模式为评价标准进行氨基酸营养评价。氨基酸评分(Amino acid score, AAS)、化学评分(Chemical Score, CS)、氨基酸比值(Amino acid ratio, RC)、氨基酸比值系数(Amino acid ratio coefficient, RCAA)和氨基酸比值系数分(Amino acid ratio coefficient score, SRC)等参数的计算参考文献 [12-13]。

1.3 数据处理

试验数据用 Excel 2007 和 SPSS 17.0 软件进行统计分析,结果以 $\bar{X} \pm S$ 表示,利用单因素方差分析(One-Way ANOVA)检验差异显著性、邓肯式新复极差法(Duncan's multiple range test)作多重比较分析和双变量相关系数(Pearson)进行相关性分析。

2 结果和分析

2.1 氨基酸含量及其种类

氨基酸是组成蛋白质的基本单位,是生命活动的基础物质,且是影响食物营养品质的重要指标之

—^[14]。5个花生品种果仁中的蛋白质含量、氨基酸组成如表2所示。由于天冬酰胺(Asn)和谷氨酰胺(Gln)在酸处理下会分解并生成天门冬氨酸(Asp)和谷氨酸(Glu),故5个花生品种至少含有18种蛋白质氨基酸,包括8种必需氨基酸和10种非必需氨基酸。供试花生品种果仁中蛋白质含量介于29.88~33.18 g/100 g,优于榛子、杏仁等坚果类,P2还高于南瓜、西瓜子仁等种子类^[15],组间差异显著($P<0.05$);必需氨基酸、非必需氨基酸、氨基酸总量分别为7.83~8.95、19.71~22.53、27.54~31.47 g/100 g,P2最高,P1最低,但均高于黑花生和桂花红等花生品种和纸皮核桃、东北松子、开心果等坚果^[16-17]。可见,花生蛋白质含量丰富,氨基酸种类齐全,优于大部分坚果类产品,但品种间含量差异明显。

花生果仁的Glu含量最高,其次为精氨酸(Arg)、天门冬氨酸(Asp)和亮氨酸(Leu),四者共占氨基酸总量的51.38%~52.01%,与石太渊等的研究结果相一致^[15,18],P2和P5组间差异不显著($P>0.05$),但均显著高于其他组($P<0.05$)。色氨酸(Trp)、含硫氨基酸(胱氨酸(Cys)+蛋氨酸(Met))含量较低,P1显著低于其他组($P<0.05$)。单一氨基酸含量排序与林茂等^[16]的研究结果相近。关于单一氨基酸的生理功效,已有大量的研究,如Glu具有健脑益智、保肝护肝的作用;Arg具有提高抗氧化能力、增强免疫力、改善心脑血管等生理功能;Asp具有增强肝功、解除

氮中毒、保护心肌的作用;Leu具有调节蛋白合成与分解、防治肝、肾功能衰竭、刺激胰岛素分泌等功能^[19]。

2.2 呈味氨基酸含量及组成

烹饪或加工可使食物的蛋白质降解为短肽和氨基酸,从而获得风味独特、味道鲜美的食用品质^[20]。5个花生品种果仁中的呈味氨基酸含量如表3所示,可知均至少含有2种酸味类氨基酸、5种甜味氨基酸和8种苦味类氨基酸。5个花生品种果仁中酸味类、甜味以及苦味类氨基酸含量分别为8.93~10.29、6.01~6.86、10.24~11.58 g/100 g,分别占氨基酸总量的32.44%~32.99%、21.78%~22.03%、36.39%~37.17%,高于黑花生、杏仁、扁桃仁、纸皮核桃等坚果^[17,21]。其中,P2的含量最高,P1的含量最低,P2和P5组间差异均不显著($P>0.05$),而显著高于其他组($P<0.05$)。可见,花生在食品调味工业上具有良好的应用前景。

2.3 特殊功效氨基酸含量及组成

氨基酸不仅在食品的呈味方面发挥着重要作用,而且是维系人体生命活动的重要物质,具有各种生理功能。5个花生品种果仁中的儿童必需氨基酸、药用氨基酸、增香与着色氨基酸、抗菌氨基酸、伯氨基氨基酸、支链氨基酸、芳香族氨基酸等特殊功效氨基酸含量如表4所示,含量最高的均为P2,P1含量最低,P2和P5组间差异均不显著($P>0.05$),但显著

表2 花生果仁中蛋白质氨基酸含量(n=3, g/100 g)

Table 2 The contents of protein and amino acids in peanut kernels (n=3, g/100 g)

氨基酸	P1	P2	P3	P4	P5
异亮氨酸Ile*	0.93±0.04 ^c	1.08±0.00 ^a	0.97±0.02 ^b	0.98±0.03 ^b	1.05±0.02 ^a
亮氨酸Leu*	1.83±0.06 ^b	2.05±0.01 ^a	1.87±0.04 ^b	1.87±0.05 ^b	2.04±0.05 ^a
赖氨酸Lys*	0.93±0.03 ^c	1.17±0.02 ^a	1.05±0.01 ^b	1.05±0.04 ^b	1.15±0.03 ^a
胱氨酸Cys [△]	0.33±0.03 ^b	0.34±0.01 ^a	0.36±0.00 ^a	0.35±0.01 ^a	0.37±0.03 ^a
蛋氨酸Met*	0.13±0.01 ^b	0.15±0.02 ^a	0.17±0.01 ^a	0.15±0.03 ^a	0.16±0.02 ^a
酪氨酸Tyr [△]	1.10±0.06 ^b	1.23±0.02 ^a	1.13±0.02 ^b	1.12±0.04 ^b	1.20±0.04 ^a
苯丙氨酸Phe*	1.47±0.02 ^b	1.60±0.04 ^a	1.49±0.04 ^b	1.48±0.05 ^b	1.57±0.04 ^a
苏氨酸Thr*	0.78±0.02 ^c	0.88±0.01 ^a	0.81±0.02 ^b	0.82±0.02 ^b	0.84±0.02 ^a
色氨酸Trp*	0.57±0.04 ^b	0.70±0.02 ^a	0.64±0.02 ^a	0.66±0.02 ^a	0.68±0.02 ^a
缬氨酸Val*	1.19±0.04 ^b	1.32±0.01 ^a	1.21±0.03 ^b	1.23±0.04 ^b	1.23±0.04 ^b
组氨酸His [△]	0.67±0.02 ^b	0.75±0.01 ^a	0.68±0.02 ^b	0.68±0.02 ^b	0.72±0.01 ^a
精氨酸Arg [△]	3.45±0.09 ^b	3.94±0.07 ^a	3.53±0.10 ^b	3.48±0.10 ^b	3.88±0.015 ^a
天门冬氨酸Asp [△]	3.39±0.64 ^b	3.83±0.06 ^a	3.47±0.08 ^b	3.48±0.10 ^b	3.76±0.05 ^a
丝氨酸Ser [△]	1.43±0.06 ^c	1.61±0.02 ^a	1.50±0.03 ^b	1.51±0.04 ^b	1.58±0.02 ^a
谷氨酸Glu [△]	5.88±0.13 ^b	6.46±0.07 ^a	6.03±0.12 ^b	6.03±0.17 ^b	6.48±0.10 ^a
脯氨酸Pro [△]	1.09±0.04 ^c	1.29±0.04 ^a	1.16±0.01 ^b	1.20±0.04 ^b	1.24±0.04 ^a
丙氨酸Ala [△]	1.12±0.03 ^b	1.27±0.02 ^a	1.13±0.02 ^b	1.16±0.04 ^b	1.24±0.02 ^a
甘氨酸Gly [△]	1.59±0.02 ^c	1.81±0.04 ^a	1.73±0.04 ^b	1.68±0.07 ^b	1.86±0.04 ^a
必需氨基酸EAA	7.83±0.20 ^c	8.95±0.06 ^a	8.21±0.16 ^b	8.24±0.27 ^b	8.74±0.07 ^a
非必需氨基酸NEAA	19.71±0.97 ^b	22.53±0.21 ^a	20.72±0.41 ^b	20.68±0.63 ^b	22.33±0.36 ^a
氨基酸总量TAA	27.54±1.16 ^b	31.47±0.27 ^a	28.93±0.57 ^b	28.92±0.90 ^b	31.07±0.42 ^a
蛋白质CP	29.88±0.08 ^c	33.18±0.15 ^a	30.53±0.12 ^c	30.16±0.12 ^d	32.13±0.05 ^b

注: *EAA必需氨基酸; △NEAA非必需氨基酸; TAA氨基酸总量; CP蛋白质; 同行不同字母表示差异显著($P<0.05$), 表4同。

表 3 花生果仁中呈味氨基酸含量
Table 3 The contents of flavor amino acids in peanut kernels

品种	SOAA	SWAA	BIAA	SOAA/TAA	SWAA/TAA	BIAA/TAA
	g/100 g			%		
P1	8.93±0.70 ^b	6.01±0.16 ^c	10.24±0.24 ^b	32.44	21.81	37.17
P2	10.29±0.10 ^a	6.86±0.10 ^a	11.58±0.13 ^a	32.69	21.81	36.79
P3	9.50±0.19 ^b	6.33±0.09 ^b	10.57±0.28 ^b	32.84	21.87	36.54
P4	9.51±0.26 ^b	6.37±0.21 ^b	10.52±0.34 ^b	32.90	22.03	36.39
P5	10.25±0.15 ^a	6.77±0.09 ^a	11.34±0.19 ^a	32.99	21.78	36.49

注: SOAA酸味类氨基酸: Asp、Glu; SWAA甜味类氨基酸: Thr、Ala、Gly、Pro、Ser; BIAA苦味类氨基酸: Ile、Leu、Met、Phe、Trp、Val、His、Arg; 同列不同字母表示差异显著($P<0.05$)。

表 4 花生果仁中特殊功效氨基酸含量
Table 4 The content of special functional amino acids in peanut kernels

氨基酸	单位	P1	P2	P3	P4	P5
CE	g/100 g	4.12±0.10 ^b	4.68±0.07 ^a	4.21±0.12 ^b	4.15±0.12 ^b	4.59±0.15 ^a
MAA		19.44±0.91 ^b	22.23±0.18 ^a	20.46±0.42 ^b	20.34±0.64 ^b	22.10±0.40 ^a
FCAA		14.28±0.34 ^b	16.01±0.06 ^a	14.72±0.31 ^b	14.68±0.42 ^b	15.87±0.30 ^a
ABAA		3.63±0.06 ^c	4.11±0.08 ^a	3.86±0.10 ^b	3.81±0.14 ^b	4.10±0.07 ^a
PAAA		17.11±0.86 ^c	19.76±0.16 ^a	18.09±0.33 ^b	18.08±0.54 ^b	19.61±0.33 ^a
BCAA		3.95±0.12 ^b	4.44±0.01 ^a	4.05±0.10 ^b	4.08±0.12 ^b	4.33±0.05 ^a
AAA		3.14±0.09 ^b	3.53±0.08 ^a	3.26±0.08 ^b	3.26±0.12 ^b	3.45±0.08 ^a
CE/TAA	%	14.96	14.88	14.55	14.36	14.78
MAA/TAA		70.60	70.64	70.72	70.32	71.13
FCAA/TAA		51.85	50.89	50.89	50.75	51.09
ABAA/TAA		13.17	13.05	13.35	13.19	13.24
PAAA/TAA		62.15	62.79	62.54	62.52	63.13
BCAA/AAA		125.93	125.76	124.11	125.38	125.29
BCAA/EAA		50.45	49.64	49.31	49.58	49.52

注: CE儿童必需氨基酸: His、Arg; MAA药用氨基酸: Asp、Glu、Gly、Met、Leu、Phe、Tyr、Lys、Arg; FCAA增香与着色氨基酸: Glu、Cys、Val、Leu、Lys、His、Arg; ABAA抗菌氨基酸: Phe、Trp、Gly; PAAA伯胺基氨基酸: Asp、Glu、Pro、Gly、Ala、Lys、Arg; BCAA支链氨基酸: Ile、Leu、Val; AAA芳香族氨基酸: Phe、Tyr、Trp。

高于其他组($P<0.05$)。其中,果仁中增香与着色氨基酸、抗菌氨基酸、伯氨基氨基酸含量分别为 14.28~16.01、3.63~4.11、17.11~19.76 g/100 g, 远高于黑花生、杏仁、开心果等坚果^[17,21]。增香与着色氨基酸的氨基可与还原糖的羰基产生美拉德反应生成具有愉快香味的褐色物质,促进食品的增香与着色;一定浓度的抗菌氨基酸会对引起食品腐败的微生物产生抑制作用;伯胺基氨基酸替代仲胺与亚硝酸盐产生范斯莱克反应生成氮气和有机酸,抑制二甲氨基亚硝胺的生成^[19]。

果仁中药用氨基酸含量为 19.44~22.23 g/100 g, 占氨基酸总量的 70.32%~71.13%, 远高于黑花生、杏仁、扁桃仁、开心果等坚果^[17,21], 也高于石斛^[22]、人参^[23]、冬虫夏草^[24]、枸杞^[25]等中药材, P5 的占比高达 71% 以上。Glu、Arg、Asp、Leu 等 9 种药用氨基酸,在一般植物中含量少,有些人体不能合成,是维持机体氮平衡所必需的^[19]。可见,花生具有很高的药用价值,在保健食品方面有广阔的开发前景。

果仁中儿童氨基酸、支链氨基酸、芳香族氨基酸含量分别为 4.12~4.68、3.95~4.44、3.14~3.53 g/100 g, 均高于黑花生、杏仁、开心果等坚果^[17,21];支链氨基酸占必需氨基酸总量的 49.31%~50.45%, 低于桂花红花生、杏仁、东北榛子、夏威夷果等坚果^[17,21]。支

链氨基酸是糖类、脂肪缺乏或代谢障碍时重要的能源物质,具有调节蛋白合成与分解、调节芳香族氨基酸进入血脑屏障和防治肝肾功能衰竭等功能,分别占成人、儿童及婴儿每日 EAA 需要量的 40%、41% 及 45%^[19]。可见,花生能够满足人体对支链氨基酸的需求。

2.4 氨基酸营养价值评价

食物蛋白质营养价值的高低主要取决于必需氨基酸的种类、含量及组成比例。5 个花生品种果仁、鸡蛋蛋白和 FAO/WHO 标准模式的每克氮中必需氨基酸的毫克数(氨基酸含量×62.5/蛋白质的百分含量)如表 5 所示,花生果仁中必需氨基酸总量为 1937~2069 mg/g N, P5 的含量最高, P1 的含量最低,均低于鸡蛋蛋白、FAO/WHO 标准模式;E/T、E/N 分别为 33.17%~33.63%、49.64%~50.67%, 均低于瓜子、大果榛子、纸皮核桃和东北松子等坚果、鸡蛋蛋白和 FAO/WHO 标准模式,而高于诸暨香榧等 11 种坚果^[17,21]。根据标准模式,花生蛋白的必需氨基酸组成比例不理想,营养价值略低。

化学分析法是评定食物蛋白质营养价值的常用方法。不同参考蛋白模式评价结果差距较大, SRC 以 FAO/WHO 作为理想蛋白参考模式, AAS、CS 以全蛋蛋白作为理想蛋白参考模式。5 种花生品种果

表5 花生果仁中必需氨基酸含量与鸡蛋蛋白、FAO/WHO标准模式的比较(mg/g N)

Table 5 The composition of essential amino acid in peanut kernels and comparison with egg's protein and FAO/WHO standard model (mg/g N)

氨基酸	P1	P2	P3	P4	P5	鸡蛋蛋白	FAO/WHO
Ile	195	203	199	204	211	331	250
Leu	384	385	382	388	410	534	440
Lys	195	220	214	217	231	441	340
Met+Cys	96	94	109	103	107	386	220
Phe+Tyr	538	534	536	539	556	565	380
Thr	164	166	165	170	169	292	250
Trp	119	131	132	136	137	106	60
Val	248	248	248	254	248	411	310
TEAA	1937	1982	1986	2011	2069	3066	2250
E/T(%)	33.63	33.43	33.53	33.55	33.17	49.80	36.35
E/N(%)	50.67	50.21	50.44	50.49	49.64	99.22	57.11

表6 花生仁中必需氨基酸营养价值评分

Table 6 Nutritional scores of essential amino acids in peanut kernels

品种	RC, RCAA	FAO/WHO									Egg protein	
		Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+Tyr	Thr	Trp	Val	SRC	AAS*	CS*
P1	RC	0.78	0.87	0.57	0.44	1.41	0.66	1.98	0.80	45.70	24.93	39.46
	RCAA	0.83	0.93	0.61	0.47	1.51	0.70	2.11	0.85			
P2	RC	0.81	0.88	0.65	0.43	1.41	0.67	2.19	0.80	42.30	24.29	37.58
	RCAA	0.83	0.90	0.66	0.44	1.44	0.68	2.24	0.82			
P3	RC	0.80	0.87	0.63	0.50	1.41	0.66	2.20	0.80	42.93	28.29	43.67
	RCAA	0.81	0.88	0.64	0.51	1.44	0.67	2.23	0.81			
P4	RC	0.82	0.88	0.64	0.47	1.42	0.68	2.27	0.82	41.61	26.66	40.66
	RCAA	0.82	0.88	0.64	0.47	1.42	0.68	2.27	0.82			
P5	RC	0.85	0.93	0.68	0.49	1.46	0.68	2.29	0.80	42.58	27.74	41.10
	RCAA	0.83	0.91	0.67	0.48	1.43	0.66	2.24	0.78			

注: *表示第一限制氨基酸为Met+Cys。

仁的 RC、RCAA、SRC、AAS 和 CS 的评分如表 6 所示,果仁中 SRC 为 41.61~45.70,评分最高的为 P1,最低的为 P4,Leu、Val、Ile、Thr、Lys、Met+Cys 的 RC 值均小于 1,表现严重不足,为限制性氨基酸,Trp、Phe+Tyr 的 RC 值均大于 1,表示相对过剩;果仁中 AAS、CS 分别为 24.29~28.29、37.58~43.67,评分最高的均为 P3,最低的均为 P2,Met+Cys 为第一限制性氨基酸。根据蛋白质互补法,建议与 Met+Cys 相对过剩的金针菇^[26]或 Phe+Tyr 相对缺乏的松露^[27]等食物搭配,提高机体对蛋白质的利用率。

3 结论

根据 NY/T 1067-2006 食用花生标准判定,赖坊花生、衙口小琉球花生、朱口小籽花生、文亨红衣花生、洋后花生等 5 个福建地方特色花生品种果仁蛋白质含量达 29.88~33.18 g/100 g,达到一级食用花生标准。花生蛋白质氨基酸种类齐全,不同花生品种蛋白质氨基酸组成特征各异,必需氨基酸组成不均衡,建议在饮食中与食用菌等食物搭配食用。

参考文献

- [1] 付春,张小军,岳福良,等. 特色花生新品系营养品质解析[J]. 中国农业大学学报, 2017, 22(5): 32-38. [FU C, ZHANG X J, YUE F L, et al. Nutrition and quality analysis of special new peanut varieties[J]. Journal of China Agricultural University, 2017, 22(5): 32-38.]

- [2] HASHIM I B, KOEHLER P E, EITENMILLER R R. Tocopherols in runner and Virginia peanut cultivars at various maturity stages[J]. Journal of the American Oil Chemists' Society, 1993, 70(6): 633-635.
- [3] CAMPOS-MONDRAGÓN M G, CALDERÓN DE LA BARCA A M, DURÁN-PRADO A, et al. Nutritional composition of new peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars[J]. Grasas Y Aceites, 2009, 60(2): 161-167.
- [4] 颜孙安,姚清华,林香信,等. 成熟度对‘红地球’葡萄氨基酸营养价值的影响[J]. 果树学报, 2021, 38(1): 64-72. [YAN S A, YAO Q H, LIN X X, et al. Effects of maturity on amino acid nutrition of Red Globe Grape (*Vitis vinifera* L.)[J]. Journal of Fruit Science, 2021, 38(1): 64-72.]
- [5] 万书波. 花生品种改良与高产优质栽培[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008. [WANG S B. Peanut variety improvement and high yield and high quality cultivation[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2008.]
- [6] MARTÍNEZ-GIL A M, GARDE-CERDÁN T, LORENZO C, et al. Volatile compounds formation in alcoholic fermentation from grapes collected at 2 maturation stages: Influence of nitrogen compounds and grape variety[J]. Journal of Food Science, 2012, 71(1): 71-79.
- [7] SYAFUTRI M I, PRATAMA F, SYAIFUL F, et al. Effects of varieties and cooking methods on physical and chemical characteristics of cooked rice[J]. Rice Science, 2016, 23(5): 282-286.

- [8] 孙娟娟,阿拉木斯,赵金梅,等. 6 个紫花苜蓿品种氨基酸组成分析及营养价值评价[J]. *中国农业科学*, 2019, 52(13): 2359–2367. [SUN J J, A L M S, ZHAO J M, et al. Analysis of amino acid composition and six native alfalfa cultivars[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2019, 52(13): 2359–2367.]
- [9] 赵凤敏,李树君,张小燕,等. 不同品种马铃薯的氨基酸营养价值评价[J]. *中国粮油学报*, 2014, 29(9): 13–18. [ZHAO F M, LI S J, ZHANG X Y, et al. Nutritional evaluation of amino acids in different potato cultivars[J]. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 2014, 29(9): 13–18.]
- [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 5009.5-2016 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. [State Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China, State Food and Drug Administration. GB 5009.5-2016 National food safety standard. Determination of protein in food[S]. Beijing: China Standards Press, 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 5009.124-2016 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. [State Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China, State Food and Drug Administration. GB 5009.124-2016 National food safety standard. Determination of amino acids in foods[S]. Beijing: China Standards Press, 2016.]
- [12] 朱圣陶,吴坤. 蛋白质营养价值评价——氨基酸比值系数法[J]. *营养学报*, 1988, 10(2): 187–190. [ZHU S T, WU K. Evaluation of protein nutritional value-amino acid ratio coefficient method[J]. *Acta Nutrimenta Sinica*, 1988, 10(2): 187–190.]
- [13] 颜孙安,林香信,钱爱萍,等. 化学分析法的理想参考蛋白模式及其化学学生物价研究[J]. *中国农学通报*, 2010, 26(23): 101–107. [YAN S A, LIN X X, QIAN A P, et al. The Study on the ideal reference protein model of chemical analysis and biological value[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2010, 26(23): 101–107.]
- [14] 马庆华,董辰希,曹晗,等. 3 种野生大型真菌营养成分分析与评价[J]. *中国食用菌*, 2020, 39(7): 35–40. [MA Q H, DONG C X, CAO H, et al. Analysis and evaluation of nutritional ingredients of three wild major fungi species[J]. *Edible Fungi of China*, 2020, 39(7): 35–40.]
- [15] 杨月欣,王光亚,潘兴昌. 中国食物成分表(第一册)[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2017: 216–217. [YANG Y X, WANG G Y, PAN X C. Chinese food composition table (Volume 1)[M]. Beijing: Peking University Medical Press, 2017: 216–217.]
- [16] 林茂,赵景芳,郑秀艳,等. 不同种皮颜色花生生品的营养、感官和品质的分析[J]. *分子植物育种*, 2019, 17(5): 1647–1657. [LIN M, ZHAO J F, ZHENG X Y, et al. Analysis of nutrition, sense and quality of peanut seed with different testa color[J]. *Mol Plant Breed*, 2019, 17(5): 1647–1657.]
- [17] 高桂琴,赵雪娇,仲昭欣,等. 15 种坚果果仁氨基酸组成及含量差异分析[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(4): 1173–1179. [GAO G Q, ZHAO X J, ZHONG Z X, et al. Analysis on the difference of amino acid composition and concentrations in 15 kinds of nut[J]. *Journal of Food Safety and Quality*, 2020, 11(4): 1173–1179.]
- [18] 石太渊,于森,韩艳秋. 辽宁花生品种营养成分及特性分析[J]. *食品研究与开发*, 2017, 38(22): 142–147. [SHI T Y, YU M, HAN Y Q, et al. The nutrients and characteristic analysis of Liaoning peanut varieties[J]. *Food Research and Development*, 2017, 38(22): 142–147.]
- [19] 蒋莹. 氨基酸的应用[M]. 北京: 世界图书出版公司北京公司, 1996: 1–147. [JIANG Y. Application of amino acids[M]. Beijing: World Book Publishing Company, Beijing Company, 1996: 1–147.]
- [20] 刘培基,崔文甲,王文亮,等. 食用菌风味物质及其在美拉德反应中的研究进展[J]. *食品研究与开发*, 2020, 41(15): 188–193. [LIU P J, CUI W J, WANG W L, et al. Research progress of edible fungi flavor substances and their application in maillard reaction[J]. *Food Research and Development*, 2020, 41(15): 188–193.]
- [21] 尹蓉,张倩茹,王贤萍,等. 不同杏品种种仁氨基酸组成分析[J]. *山西农业科学*, 2017, 45(7): 1087–1090, 1095. [YIN R, ZHANG Q R, WANG X P, et al. Composition analysis of amino acid in kernel of different apricot varieties[J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 2017, 45(7): 1087–1090, 1095.]
- [22] 王晓媛,王彦兵,陈玉芹,等. 6 种石斛属植物氨基酸组成及营养价值评价[J]. *天然产物研究与开发*, 2019, 31: 601–607. [WANG X Y, WANG Y B, CHEN Y Q, et al. Amino acid composition and nutritional value evaluation of 6 species of *Dendrobium* [J]. *Natural Product Research and Development*, 2019, 31: 601–607.]
- [23] 常思佳,宁雪,王日明,等. 日光温室栽培模式下不同种质来源人参单体皂苷及氨基酸对比分析[J]. *人参研究*, 2019(3): 18–24. [CHANG S J, NING X, WANG R M, et al. Comparative analysis of monomeric saponins and amino acids of ginseng from different germplasm sources in solar greenhouse cultivation mode [J]. *Ginseng Research*, 2019(3): 18–24.]
- [24] 周苏,刘磊. 冬虫夏草中氨基酸含量分析[J]. *现代食品*, 2017(5): 116–118. [ZHOU S, LIU L. Analysis of amino acids in *Cordyceps sinensis* [J]. *Modern Food*, 2017(5): 116–118.]
- [25] 吴有锋,谭亮,沈建伟,等. 柴达木枸杞中 17 种氨基酸的测定与分析[J]. *食品工业科技*, 2017, 38(1): 281–286. [WU Y F, TAN L, SHEN J W, et al. Determination and analysis of 17 amino acids in Qaidam Chinese wolfberry[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2017, 38(1): 281–286.]
- [26] 吴莹莹,鲍大鹏,王瑞娟,等. 6 种市售工厂化栽培金针菇的氨基酸组成及蛋白质营养评价[J]. *食品科学*, 2018, 39(10): 263–268. [WU Y Y, BAO D P, WANG R J, et al. Amino acid composition and nutritional evaluation of proteins in six samples of cultivated *flammulina velutipes* [J]. *Food Science*, 2018, 39(10): 263–268.]
- [27] 李美凤,刘娟汝,陈艳,等. 3 个不同产地的松露氨基酸组成及营养价值评价[J]. *食品工业*, 2021, 1: 342–346. [LI M F, LIU J R, CHEN Y, et al. Amino acid composition and nutritional quality evaluation of truffles from 3 different growing regions[J]. *The Food Industry*, 2021, 1: 342–346.]