

花生种子蛋白质含量与氨基酸组分相关和通径分析

杨庆利¹, 张初署¹, 曹玉良¹, 刘 阳², 邢福国², 禹山林¹

(1. 山东省花生研究所 山东 青岛 266100; 2. 中国农业科学院 农产品加工研究所, 北京 100081)

摘要: 以 45 份花生品种为原料, 研究 17 种氨基酸组分对蛋白质含量的影响。在多元回归的基础上对 12 种影响力较大的氨基酸进行相关和通径分析, 确定其对花生蛋白质含量的影响力大小及直接和间接作用, 以期花生品质育种提供理论依据。

关键词: 花生种子; 蛋白质; 氨基酸; 通径分析

中图分类号: S565.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2009)增刊-0072-03

The Correlation and Path Analysis between Protein Content and Amino Acids Composition in Peanut Seed

YANG Qing-li¹, ZHANG Chu-shu¹, CAO Yu-liang¹, LIU Yang²,
XING Fu-guo², YU Shan-lin¹

(1. Shandong Peanut Research Institute, Qingdao 266100, China; 2. Institute of Agro-food Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: The effect of 17 kinds of amino acids on protein content was studied in 45 kinds of peanut seeds. Based on the multiple linear regression analysis, 12 kinds of amino acids were used to make correlation analysis and path analysis on protein content. The analysis showed the direct and indirect effects in orde to provide theoretical basis for peanut breeding.

Key words: Peanut seed; Protein; Amino acids; Path analysis

花生种子蛋白质含量是花生的重要品质指标之一, 特别是对加工专用型品种而言, 蛋白质含量更是选育优良品种的重要品质指标^[1, 2]。各种氨基酸在构成蛋白质的同时相互转化, 处于动态变化之中。因此, 必须对氨基酸组份间的关系进行系统分析, 才能明确它们对蛋白质含量的影响大小^[3, 4]。目前国内对大豆氨基酸组分影响蛋白质含量的分析研究的较多^[5-7], 而花生作为重要的蛋白质来源, 在这方面的研究还未见有报道。本研究以 45 份花生品种为材料, 对 17 个影响蛋白质含量的氨基酸组分进行通径分析, 分析其对蛋白质含量影响力的大小及直接效应和间接效应, 以期花生品质育种提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

45 份花生品种来自于青岛莱西市山东省花生

研究所试验基地, 种子成熟度好, 大小均匀(表 1)。

表 1 供试品种名称及编号					
Tab. 1 Number and name of peanut varieties					
编号 No.	品种 Varieties	编号 No.	品种 Varieties	编号 No.	品种 Varieties
1	冀 9813	16	E12	31	P06-1
2	冀 9606	17	鲁花 14	32	R07-1
3	冀 9801	18	鲁花 12	33	P07-12
4	远育 16-8	19	鲁花 11	34	P07-11
5	淮 9819	20	花育 26	35	P07-10
6	郑农花 8 号	21	2008	36	P07-9
7	开农 41	22	P03-3	37	P07-8
8	濮花 23	23	徐 9318	38	P07-7
9	濮花 22	24	9658	39	P07-6
10	徐 9519	25	驻 20150	40	P07-5
11	徐 9505	26	P06-9	41	P07-4
12	徐 9430	27	R06-2	42	P07-3
13	豫花 9634	28	P03-9	43	P07-2
14	豫花 9633	29	P03-4	44	P07-1
15	F18	30	R07-2	45	濮花 24

收稿日期: 2009-02-10
基金项目: 国家高技术研究发展计划项目(2007AA10Z189; 2006AA10A114); 国家科技支撑计划(2006BAD07A10); 公益性行业农业科研专项经费(nyhyx07-0140); 山东省自主创新重大科技专项(2006GG1107009)
作者简介: 杨庆利(1979-), 男, 山东临沂人, 研究员, 博士, 主要从事功能食品方面的研究。
通讯作者: 禹山林(1956-), 男, 山东莱州人, 研究员, 博士, 主要从事花生遗传育种方面的研究。

1.2 田间种植

春播, 试验地为壤土, 肥力中等, 排灌方便, 地膜覆盖, 每份资源种植 9 m², 垄宽(带沟)80 cm, 垄长 5 m, 双行两粒穴播, 穴距 16 cm。

1.3 试验方法

使用全自动氨基酸分析仪分析各品种中天冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、胱氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、组氨酸、赖氨酸、精氨酸、脯氨酸 17 种氨基酸组分的试验数据, 利用凯氏定氮法测定蛋白质的含量。全部数据应用 Excel 软件处理。

2 结果与分析

2.1 多元线性回归分析

以供试的 45 个花生样品为样本, 以 17 种氨基酸组分含量为自变量, 依次为天冬氨酸 X_1 、苏氨酸 X_2 、丝氨酸 X_3 、谷氨酸 X_4 、甘氨酸 X_5 、丙氨酸 X_6 、胱氨酸 X_7 、缬氨酸 X_8 、蛋氨酸 X_9 、异亮氨酸 X_{10} 、亮氨酸 X_{11} 、苯丙氨酸 X_{13} 、组氨酸 X_{14} 、赖氨酸 X_{15} 、精氨酸 X_{16} 、脯氨酸 X_{17} , 以蛋白质含量(y)为依变量, 进行初步多元线性回归, 根据回归系数的显著性大小, 剔除次要影响因素亮氨酸 X_{11} 、丝氨酸 X_3 、丙氨酸 X_6 、胱氨酸 X_7 、缬氨酸 X_8 后, 再次进行多元线性回归, 得回归方程为: $Y = 7.602 + 1.823X_1 - 5.849X_2 + 0.574X_4 -$

$3.676X_5 - 3.139X_9 + 3.832X_{10} + 7.745X_{12} + 3.410X_{13} - 4.081X_{14} + 3.03X_{15} + 0.98X_{16} + 2.69X_{17}。$

回归方程显著性检验 $F = 15.385^{**}$ ($p < 0.0001$)表明该方程能够很好的反映蛋白质含量与各氨基酸组分的关系, 达到极显著水平。

2.2 蛋白质含量与氨基酸组分间的相关分析

由表 2 可以看出, 各氨基酸组成与蛋白质含量均成正的相关性, 这与赖麟等^[8]对玉米籽粒中蛋白质与氨基酸的关系研究结论相似, 与杨光宇, 孟祥勋等^[5,6]研究大豆中氨基酸与蛋白质的关系得出的结论相同。相关系数由大到小依次是: 酪氨酸> 苯丙氨酸> 天门冬氨酸> 精氨酸> 赖氨酸> 谷氨酸> 组氨酸> 异亮氨酸> 甘氨酸> 脯氨酸> 蛋氨酸> 苏氨酸。其中蛋白质含量与酪氨酸、苯丙氨酸、天门冬氨酸、精氨酸、赖氨酸、谷氨酸、组氨酸成极显著的正相关, 与异亮氨酸、甘氨酸成显著的正相关。花生蛋白中赖氨酸、苏氨酸和蛋氨酸为限制性氨基酸, 由表 2 可以看出, 赖氨酸与苏氨酸、蛋氨酸呈不同程度的正相关, 因此可以通过增加赖氨酸的含量来提高苏氨酸和蛋氨酸的含量, 从而提高花生蛋白的品质, 同时苏氨酸和赖氨酸都与脯氨酸呈极显著的正相关, 因此可以通过增加脯氨酸的含量来提高限制性氨基酸的含量。

表 2 蛋白质含量与氨基酸组分的相关分析

Tab. 2 The correlation analysis between protein content and amino acids composition													
	天冬氨酸 X_1	苏氨酸 X_2	谷氨酸 X_4	甘氨酸 X_5	蛋氨酸 X_9	异亮氨酸 X_{10}	酪氨酸 X_{12}	苯丙氨酸 X_{13}	组氨酸 X_{14}	赖氨酸 X_{15}	精氨酸 X_{16}	脯氨酸 X_{17}	蛋白质含量 Y
X_1	1												
X_2	0.2829	1											
X_4	0.5914 **	0.0366	1										
X_5	0.3571 *	-0.0751	0.4293 *	1									
X_9	0.1916	-0.1122	0.0819	0.2140	1								
X_{10}	0.3917 *	0.4675 **	0.2184	0.2171	0.2109	1							
X_{12}	0.5347 **	0.2621	0.3816 *	0.4073 *	0.0459	0.3735 *	1						
X_{13}	0.4335 *	0.2110	0.1248	0.4053 *	0.3331	0.5060 **	0.6736 **	1					
X_{14}	0.4602 **	-0.0850	0.5823 **	0.5392 **	0.2009	0.1239	0.5659 **	0.3360	1				
X_{15}	0.5285 **	0.1105	0.4015 *	0.7048 **	0.1510	0.3252	0.6248 **	0.5221 **	0.5916 **	1			
X_{16}	0.3324	-0.1494	0.4957 *	0.6073 **	0.1086	0.0904	0.5890 **	0.3681 *	0.5873 **	0.5366 **	1		
X_{17}	0.1618	0.6419 **	-0.0163	0.2562	-0.0829	0.3750	0.3638 *	0.4474 **	0.0632	0.4087 **	0.0499	1	
Y	0.6391 **	0.0314	0.5071 **	0.3460 *	0.0984	0.4174 *	0.7643 **	0.6434 **	0.4649 **	0.5850 **	0.5856 **	0.2443	1

2.3 蛋白质含量与氨基酸组分的通径分析

通径分析剖析了相关系数, 把相关系数分解为直接作用和间接作用两部分^[9]。表 3 给出了 12 种氨基酸组分对蛋白质含量影响的通径系数。直接通径系数反映的是各氨基酸组分对蛋白质含量的直接作用, 直接通径系数绝对值越大, 说明对蛋白质含量的直接影响越大。从表 3 可以看出, 各氨基酸组分对蛋白质含量直接影响力的大小顺序为酪氨酸> 苏氨酸> 组氨酸> 谷氨酸> 天冬氨酸> 苯丙氨酸> 甘

氨酸> 赖氨酸> 精氨酸> 异亮氨酸> 蛋氨酸。通径系数分为直接通径系数和间接通径系数, 间接通径系数反映的是某一氨基酸组分通过对其他氨基酸组分的影响而间接影响蛋白质的含量。同时对氨基酸对蛋白质的间接作用分析发现 12 种氨基酸组分通过同一个氨基酸对蛋白质含量的间接影响方向都是相同的。对表 3 的间接通径系数进行汇总, 得到表 4。由表 4 可以得出, 各氨基酸通过对蛋白质含量的间接影响大小顺序为组氨酸> 精氨酸> 苏氨酸> 苯

丙氨酸> 赖氨酸> 天冬氨酸> 异亮氨酸> 蛋氨酸> 酪氨酸> 谷氨酸, 且 12 种氨基酸组分对蛋白质含量的间接影响都是正向的。

比较表 4 的直接通径系数和间接通径系数可以

看出, 天冬氨酸、谷氨酸、异亮氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸、脯氨酸的直接作用和间接作用都是正相关, 因此在育种时应重点考虑上述几种氨基酸对蛋白质含量的影响。

表 3 花生氨基酸组成与蛋白质含量的通径系数

	天冬氨酸 X_1	苏氨酸 X_2	谷氨酸 X_4	甘氨酸 X_5	蛋氨酸 X_9	异亮氨酸 X_{10}	酪氨酸 X_{12}	苯丙氨酸 X_{13}	组氨酸 X_{14}	赖氨酸 X_{15}	精氨酸 X_{16}	脯氨酸 X_{17}
X_1	<u>0.258 4</u>	-0.154 4	0.236 2	-0.066 1	-0.007 7	0.048 4	0.351 4	0.085 1	-0.184 2	0.093 2	-0.052 4	0.031 1
X_2	0.073 1	<u>-0.545 7</u>	0.014 6	0.013 9	0.004 5	0.057 7	0.171 4	0.041 4	0.034 0	0.019 5	0.023 5	0.123 5
X_4	0.152 8	-0.020 0	<u>0.399 3</u>	-0.079 4	-0.003 3	0.027 0	0.249 5	0.024 5	-0.233 0	0.070 8	-0.078 1	-0.003 1
X_5	0.092 3	0.041 0	0.171 4	<u>-0.185 0</u>	-0.008 6	0.026 8	0.266 4	0.079 6	-0.215 8	0.124 3	-0.095 7	0.049 3
X_9	0.049 5	0.061 3	0.032 7	-0.039 6	<u>-0.040 2</u>	0.026 0	0.030 0	0.065 4	-0.080 4	0.026 6	-0.017 1	-0.015 9
X_{10}	0.101 2	-0.255 1	0.087 2	-0.0402	-0.008 5	<u>0.123 4</u>	0.244 2	0.099 4	-0.049 6	0.057 3	-0.014 2	0.072 1
X_{12}	0.138 9	-0.143 0	0.152 4	-0.075 4	-0.001 8	0.046 1	<u>0.653 9</u>	0.132 3	-0.226 5	0.110 2	-0.092 8	0.070 0
X_{13}	0.112 0	-0.115 1	0.049 8	-0.075 0	-0.013 4	0.062 5	0.440 5	<u>0.196 4</u>	-0.134 4	0.092 1	-0.058 0	0.086 1
X_{14}	0.118 9	0.046 4	0.232 5	-0.099 8	-0.008 1	0.015 3	0.370 0	0.066 0	<u>-0.400 2</u>	0.104 3	-0.092 5	0.012 2
X_{15}	0.136 6	-0.060 3	0.160 3	-0.130 4	-0.006 1	0.040 1	0.408 6	0.102 5	-0.236 8	<u>0.176 3</u>	-0.084 5	0.078 6
X_{16}	0.085 9	0.081 5	0.197 9	-0.112 4	-0.004 4	0.011 2	0.385 2	0.072 3	-0.235 0	0.094 6	<u>-0.157 5</u>	0.009 6
X_{17}	0.041 8	-0.350 3	-0.006 5	-0.047 4	0.003 3	0.046 3	0.237 9	0.087 9	-0.025 3	0.072 1	-0.007 9	<u>0.192 3</u>

注: 带有下划线的数据为氨基酸组分对蛋白质含量的直接作用, 其他为间接作用。
Note: “—”. The direct action of protein content to amino acids. The other are indirect action.

表 4 直接和间接通径系数

	天冬氨酸 X_1	苏氨酸 X_2	谷氨酸 X_4	甘氨酸 X_5	蛋氨酸 X_9	异亮氨酸 X_{10}	酪氨酸 X_{12}	苯丙氨酸 X_{13}	组氨酸 X_{14}	赖氨酸 X_{15}	精氨酸 X_{16}	脯氨酸 X_{17}
直接作用 Direc action	0.258 4	-0.545 7	0.399 3	-0.185 0	-0.040 2	0.123 4	0.653 9	0.196 4	-0.400 2	0.176 3	-0.157 5	0.192 3
间接作用 Indirect action	0.380 6	0.577 2	0.107 7	0.531 0	0.138 5	0.294 0	0.110 4	0.447 0	0.865 1	0.408 7	0.744 0	0.051 9

通径分析中的相关指数 R^2 为 0.831 9>0.5, 即 12 种氨基酸对蛋白质含量影响的比重占 83.19%, 说明对蛋白质含量影响的主要因素已基本考虑进去。

3 结论

各种氨基酸组成蛋白质, 氨基酸的变化势必会影响蛋白质的含量。本研究相关分析结果表明, 花生种子中 12 种氨基酸与蛋白质含量呈正的相关性, 且大部分为极显著和显著性相关。脯氨酸与花生蛋白的限制性氨基酸苏氨酸和赖氨酸都与呈极显著的正相关, 因此可以通过增加脯氨酸的含量来提高花生蛋白的品质。在相关分析的基础上进行通径分析, 直接影响中酪氨酸正向影响最大, 其次是苏氨酸负向的影响。各氨基酸对蛋白质含量的间接影响都是正向的, 最大的是组氨酸, 其次是苏氨酸。

在筛选优质花生品种时, 既要考虑到某个氨基酸的直接作用, 也要考虑到它的间接作用, 因为一种氨基酸的提高或降低, 可能会引起花生种子中其他组分的变化。

参考文献:

[1] 林金龙. 花生种子蛋白质含量与主要数量性状的相关及通径分析[J]. 江西农业学报, 2006, 18(4): 38—39.
[2] 阳小虎, 韩问斌. 花生几个品质性状与农艺性状的相关研究[J]. 中国油料, 1994, 16(1): 57—59.
[3] 宁海龙, 李文霞, 潘相文, 等. 大豆氨基酸组分影响蛋白质含量的通径分析[J]. 2002, 21(4): 259—262.
[4] 王树青, 杜奇石, 魏冬青, 等. 蛋白质中氨基酸间的相关研究[J]. 天津师范大学学报: 自然科学版, 2004, 24(2): 12—15.
[5] 杨光宇, 尹爱平. 野生大豆氨基酸组成的初步研究[J]. 大豆科学, 1986, 5(2): 175—180.
[6] 孟祥勋, 胡明祥. 大豆子粒蛋白质氨基酸组分成分的相关分析[J]. 大豆科学, 1987, 6(3): 213—219.
[7] Narihik kaizuma, Shoei Miura. Variation of seed protein percentage and sulfur—containing amino acid content among various leguminous species[J]. 育种学杂志, 1974, 24(3): 9—16.
[8] 赖林, 石海春, 冯鸿, 等. 玉米籽粒蛋白质构成的多元回归与聚类分析[J]. 西南农业学报, 2007, 20(4): 597—601.
[9] 王钦德, 杨坚. 食品实验设计与统计分析[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003.