

不同品种小麦籽粒中植酸及其相关性状的相关和通径分析

李春喜¹, 马守臣¹, 田继锋², 姜丽娜¹, 苗永平¹, 邵云¹

(1 河南师范大学生命科学学院, 河南 新乡 453002; 2 许昌市植保植检站)

摘要: 对不同小麦品种植酸(PA)含量和蛋白质含量及相关性状的相关分析结果表明: 植酸含量与株高呈极显著正相关, 与产量呈显著负相关, 与蛋白含量呈正相关但不显著。经通径分析发现, 穗长、穗粒重对植酸产量直接作用都达到负的显著水平, 千粒重、穗粒数对植酸产量直接作用达到显著正相关。植酸产量、籽粒产量对植酸含量直接作用分别达到正的极显著水平和负的极显著水平。

关键词: 小麦; 植酸; 蛋白质; 相关分析; 通径分析

中图分类号: S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2004)07-0020-04

Correlation and Path Analysis on Phytic Acid Contents and Its Relative Characters in Grain of Different Wheat Varieties

LI Chun-xi¹, MA Shou-chen¹, TIAN Ji-feng², JIANG Li-na¹, MIAO Yong-ping¹, SHAO Yun¹

(1 College of Life Sciences, Henan Normal University, Xinxian 453002, China;

2 Plant Protection and Quarantine Station of Xuchang City)

Abstract: Analysis on contents of Phytic acid and protein and its relative characters in the seeds of different wheat varieties shows that there is a significant correlation between Phytic acid content and plant height, but a negative significant correlation between Phytic acid content and yield. Path analysis shows that Phytic acid yield has significantly negative correlation with spike length and weight per spike, but significantly positive correlation with grains per spike and 1 000-grain weight. Phytic acid content correlates very positively with Phytic acid yield and very negatively with grain yield, respectively.

Key words: Wheat; Phytic acid; Protein; Correlation analysis; Path analysis

植酸(Phytic acid)广泛存在于植物体中, 其中禾谷类作物的籽粒和油料作物的种子中含量丰富, 是植物籽实中肌醇和磷酸的主要贮存形式。在谷物籽粒中以植酸形式存在的磷约占总磷的60%~90%。植酸还是小麦籽粒中缢戊聚糖、 β -葡聚糖之后又一种重要的抗营养因子, 主要存在于小麦籽粒的糊粉层和外壳中, 胚乳里含量很少, 所以小麦中植酸含量的高低对于人类的营养并无

大碍, 它的抗营养作用主要体现在养殖业上。现已知道它能影响动物尤其是单胃动物对矿质元素、蛋白质、淀粉等营养物质的吸收。另外, 因为动物体内缺乏相应的植酸降解酶系统, 植酸磷不易被动物消化吸收, 只能随粪便排出体外对环境造成污染^[1-5]。因此, 如果用小麦或麸皮作饲料原料时就要考虑如何消除它的抗营养作用。目前, 主要是在饲料中添加植酸酶制剂来降解植酸,

收稿日期: 2004-03-26

基金项目: 河南省高校科研创新工程项目(2000KYCX007)

作者简介: 李春喜(1964-), 男, 河南封丘人, 教授, 硕士, 主要从事作物生理生态教学与科研工作。

从而增加了饲料的成本, 而通过选用低植酸品种, 降低饲料原料的植酸含量则是最理想也是最根本的途径。本研究对植酸、蛋白质含量及相关性状进行了相关分析、通径分析, 以期对饲用小麦的选育与生产提供一些参考依据, 以便合理有效利用小麦资源。

1 材料与方法

供试品种选用 23 个高产优质具有不同代表性的品种。即郑麦 9023、豫展一号、百农 64、皖麦 38、高优 505、豫麦 18 号、河北 8901、豫麦 34 号、豫麦 70 号、pH9402306、高优 503、豫麦 49 号、豫麦 50 号、偃展一号、小偃 54、新麦 9 号、豫麦 47 号、豫农 9901、偃展 4110、宝丰 949、郑农 16、豫展 9705、郑麦 98。

试验于 2002~2003 年在河南师范大学生命科学学院小麦试验田进行, 试验地土壤质地为中壤, 土壤肥力适中。随机区组设计, 3 次重复。

植酸采用 FeCl₃-磷基水杨酸比色法^[6]测

定; 蛋白质测定方法采用半微量凯氏定氮法。

相关分析、通径分析: 采用国际通用统计软件 SPSS 进行。

2 结果与分析

2.1 植酸及其相关性状与各农艺性状的相关分析

2.1.1 植酸与农艺性状间相关关系 对 23 个不同基因型小麦籽粒中植酸、蛋白质含量及其产量进行测定, 并对植酸和各农艺性状进行相关分析, 结果列于表 1。由表 1 可以看出, 植酸含量与株高呈极显著的负相关, 与千粒重呈显著负相关; 而与穗长、穗粒重、结实小穗数呈弱负相关, 与穗粒数呈微弱的正相关。这意味着对株高和千粒重选择能导致植酸含量的降低, 但是株高过高易于倒伏, 影响产量。在控制株高的基础上提高千粒重更有意义。植酸产量除与株高呈显著负相关外, 与其他农艺性状关系都不大。植酸含量与植酸产量呈极显著正相关。

表 1 植酸与农艺性状间的相关关系

性状	株高	穗长	千粒重	穗粒数	穗粒重	结实小穗数	植酸
穗长	-0.081						
千粒重	-0.217	0.190					
穗粒数	-0.091	0.369 **	-0.378 **				
穗粒重	-0.177	0.161	0.381 **	0.161			
结实小穗数	0.299 *	0.250 *	-0.430 **	0.542 **	-0.231		
植酸	-0.327 **	-0.072	-0.266 *	0.088	-0.146	-0.148	
植酸产量	-0.250 *	-0.056	0.073	0.195	-0.116	0.084	0.466 **

注: * 表示在 0.05 水平显著; ** 表示在 0.01 水平显著

2.1.2 品质性状、产量间的相关关系 品质性状的表达方式有两种: 百分含量和产量。在本研究中分别为植酸百分含量和植酸产量(kg/hm²)、蛋白质百分含量和蛋白质产量(kg/hm²)。相关分析结果见表 2, 从中可看出, 植酸百分含量、蛋白质百分含量都与籽粒产量呈显著负相关, 这表明尽管对产量进行选择会导致蛋白含量降低, 但能有效降低植酸含量, 为饲料用低植酸小麦的选育提供了理论依据。植酸产量、蛋白质产量与籽粒产量间则呈极显著的正相关, 这说明虽然产量的增加对植酸和蛋白质百分含量有负作用, 但积累的总植酸量和蛋白质量还是增加了; 植酸百分含量和蛋白百分含量存在着正相关但不显著, 与蛋白产量存在着负相关但不显著, 这说明降低植酸

含量, 虽然有可能降低蛋白含量, 但是却有可能提高蛋白产量, 因为降低植酸含量能显著提高籽粒产量。蛋白产量和植酸产量间存在着极显著正相关。这说明植酸积累有助于蛋白质积累。植酸产量与植酸百分含量呈极显著正相关, 蛋白质产量与蛋白质百分含量呈正相关, 但不显著。

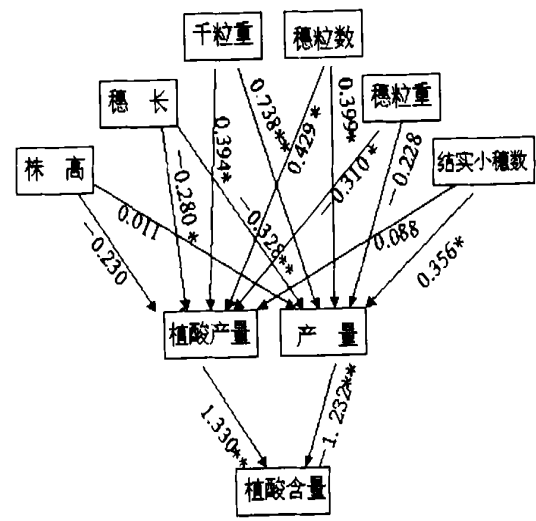
表 2 品质性状、产量间的相关关系

性状	籽粒产量	蛋白含量	植酸含量	蛋白产量
蛋白含量	-0.255 *			
植酸含量	-0.300 *	0.201		
蛋白产量	0.915 **	0.153	-0.215	
植酸产量	0.701 **	-0.085	0.466 **	0.688 **

注: * 表示在 0.05 水平显著; ** 表示在 0.01 水平显著

2.2 通径分析

各农艺性状对植酸含量通径分析按附图进行。



附图 植酸含量与各农艺性状间的通径分析

2.2.1 籽粒产量与各农艺性状间的通径分析
表 3 是农艺性状对籽粒产量的直接作用和间接作用。从简单相关系数看, 只有千粒重与产量关系

达到显著。而由通径分析可知, 穗长、千粒重、穗粒数、结实小穗数对产量的直接作用都达到了显著, 由此可知简单相关难以反映事物间真实关系。在诸性状中株高对产量直接和间接作用都很小, 且有正有负, 彼此间相互抵消, 最终表现为净作用为负, 因此, 对产量而言株高意义不大; 穗长对产量的直接影响是-0.328, 且影响是显著的, 但由于通过其他性状正的间接作用影响, 最终表现为对产量微弱的正相关, 说明单纯选择穗长对产量意义不大; 千粒重对产量的直接作用最大, 为 0.738, 尽管通过其他性状负的间接作用削弱了它的作用, 但最终的表现作用仍为显著, 可见, 千粒重是影响产量的重要因素; 结实小穗数、穗粒数对产量的直接作用也都是显著的, 分别为 0.399 和 0.356。但是简单相关却是不显著的, 这是由于通过其他性状的负间接作用削弱了它们直接作用。这表明构成产量的诸因素间存在着相互制约关系。穗粒重对产量的直接作用是-0.228, 通过千粒重对产量的间接影响是 0.281, 最终表现的净作用只有 0.02。

表 3 各农艺性状对产量影响的通径分析

性状	株高	穗长	千粒重	穗粒数	穗粒重	结实小穗数	籽粒产量 相关系数
株高	0.011	0.027	-0.160	-0.036	0.040	0.106	-0.012
穗长	-0.001	-0.328 **	0.140	0.147	-0.037	0.089	0.011
千粒重	-0.002	-0.062	0.738 **	-0.151	-0.087	-0.153	0.282 *
穗粒数	-0.001	-0.121	-0.279	0.399 *	-0.037	0.193	0.155
穗粒重	-0.002	-0.053	0.281	0.064	-0.228	-0.082	0.02
结实小穗数	0.003	-0.082	-0.317	0.216	0.053	0.356 *	0.23

注: *表示在 0.05 水平显著; **表示在 0.01 水平显著

2.2.2 植酸与各农艺性状间的通径分析

2.2.2.1 各农艺性状对植酸产量作用 各农艺

性状对植酸产量直接和间接作用列于表 4。由此表可以看出, 穗长、千粒重、穗粒数、穗粒重对植酸

表 4 各农艺性状对植酸产量影响的通径分析

性状	株高	穗长	千粒重	穗粒数	穗粒重	结实小穗数	与植酸产量 相关系数
株高	-0.23	0.023	-0.085	-0.039	0.055	0.026	-0.25 *
穗长	0.019	-0.28 *	0.075	0.158	-0.05	0.022	-0.056
千粒重	0.05	-0.053	0.394 *	-0.162	-0.118	-0.038	0.073
穗粒数	0.021	-0.103	-0.149	0.429 *	-0.05	0.048	0.195
穗粒重	0.041	-0.045	0.15	0.069	-0.31 *	-0.02	-0.116
结实小穗数	-0.069	-0.07	-0.169	0.233	0.072	0.088	0.084

注: *表示在 0.05 水平显著

产量直接影响是显著的,而简单相关分析只有株高与植酸产量的关系较为密切,这是因为,穗长、千粒重、穗粒数、穗粒重通过其他性状的间接作用掩盖了它的真实作用,因此在相关分析中只表现为弱的相关关系;株高、结实小穗数的直接作用尽管不显著,但它通过其他性状间接作用对植酸产量的影响,因而株高与植酸产量 r 值(相关系数)被夸大,显示最终的净作用是显著的。由此可知,增加千粒重和穗粒有助于植酸积累。因此,我们只要协调好各因素间的相互关系,注重发挥它们对植酸产量的直接作用,控制它们的间接作用就有可能选育出低植酸的小麦品种。

2.2.2.2 植酸产量和籽粒产量对植酸百分含量的作用 蛋白质百分含量决定于籽粒中积累的植酸总量和籽粒的产量水平。籽粒中积累的植酸总量以植酸产量(以 kg/hm^2)记,表示单位面积上所能收获的植酸量。植酸产量和籽粒产量对植酸百分含量直接和间接作用列于表 5。通径分析显示植酸产量对植酸含量直接作用是 1.330;籽粒产量对植酸含量直接作用是一 1.232,都达到显著水平。这表明在积累的植酸总量不变的情况下,产量越高,植酸含量越低;在同一产量水平上,积累的植酸多少,决定着植酸产量高低,植酸产量高低也表现为植酸含量高低。可见降低植酸含量和提高产量间并不存在矛盾,因此,选育低植酸品种的同时也带来产量的提高。

表 5 植酸产量和籽粒产量对植酸含量影响的通径分析

性状	植酸产量	籽粒产量	与植酸含量相关系数 (r)
植酸产量	1.330 **	-0.864	0.466 **
产量	0.932	-1.232 **	-0.300 *

注: *表示在 0.05 水平显著; **表示在 0.01 水平显著

3 讨论

小麦籽粒中的植酸主要在灌浆过程合成,它参与淀粉合成的调节,促进灌浆进行,从而影响籽粒中各成分的含量^[9]。现有小麦品种植酸含量普遍较高,随着小麦部分替代玉米在养殖业上的

应用,需要降低其抗营养作用,而通过育种手段,选育低植酸小麦品种,则是一条有效的途径。但是小麦籽粒中含有许多营养成分,它们与植酸一样,它们的含量受基因型、环境、环境与基因型互作的影响,同时它们之间又存在着相互关系,这就说明如果在选育饲料用小麦过程我们片面追求降低植酸的含量,就有可能导致其他营养成分含量的降低,不能满足动物的需要。因此,需要对它们进行综合考虑以寻求它们的最佳组合。

本研究通过控制环境因素的影响对植酸的含量进行分析,发现植酸的含量与蛋白质含量呈正相关,但它们间的相关系数并不显著,因此,通过筛选完全有可能筛选出植酸含量低、蛋白含量适中,适宜于用作饲用小麦的理想品种。

关于植酸和产量的关系,相关分析和通径分析结果都表明植酸含量和产量之间呈显著的负相关,也就是说在育种过程中追求降低植酸含量的同时,不会影响籽粒产量,这就为我们选育饲料用低植酸小麦提供了科学的依据。

参考文献:

[1] 吕忠进. 植酸的抗营养效应及其研究进展[J]. 饲料博览, 1992(2) : 9—12.

[2] Maga J. Phytase; its chemistry, occurrence, food interactional significance and methods of analysis[J]. Agric Food Chem, 1982, 30: 1—9.

[3] 何欣, 计成, 丁丽敏, 等. 植酸及其测定方法[J]. 中国饲料, 1998(3): 30—32.

[4] 傅启高. 植酸对单胃动物的抗营养作用[J]. 动物营养学报, 1998, 10 (4): 1—10.

[5] Peers F G. The phytase of wheat[J]. Biochem, 1953, 53: 102—109.

[6] 元晓梅, 蒋明蔚, 胡正芝, 等. 粮谷食品中植酸检测方法的研究[J]. 粮食与发酵工业, 1997, 23 (1): 25—31.

[7] 刘来福, 毛盛贤, 黄远樟. 作物数量遗传[M]. 北京: 农业出版社, 1984. 115—120.

[8] 马育华. 植物育种的数量遗传学基础[M]. 江苏: 江苏科学技术出版社, 1982. 280—323.

[9] 金善宝. 中国小麦学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996. 177—178.