

玉米杂交种主要农艺性状的相关和通径分析

鲁珊, 肖荷霞*, 毛彩云, 陆建章, 岳金生 (沧州市农林科学院, 河北沧州 061001)

摘要 [目的]探索沧州生态类型区主要农艺性状在玉米产量构成中的相对重要性。[方法]以自主选育的66个玉米杂交组合为研究对象,通过随机区组对比试验,进行产量与主要农艺性状的相关和通径分析。[结果]产量与穗粗和千粒重呈极显著正相关,与穗位和出籽率呈显著正相关,由逐步回归分析方程通过了显著性检验,回归系数 t 检验也在显著水平,千粒重、行粒数和穗行数对产量均有显著的正影响。[结论]该研究可为高产型玉米的选育提供一定的理论依据。

关键词 玉米;产量;农艺性状;相关分析;通径分析

中图分类号 S513 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)21-0026-02

Correlation and Path Analysis of Major Agronomic Character of Maize

LU Shan, XIAO He-xia*, MAO Cai-yun et al (Cangzhou Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Cangzhou, Hebei 061001)

Abstract [Objective] Relative importance of main agronomic traits in maize yield components was studied in Cangzhou ecological type area. [Method] Using autonomy breeding 66 maize combinations as test materials, the correlation and path analysis of yield and agronomic traits of maize combinations were made by the randomized block experiment. [Result] The yield was very significantly correlated with ear diameter and 1 000-seed weight and there was a high positive correlation between yield and ear height and seed-producing percentage. The equation passed the test of significance and the regression coefficient was in significant level by stepwise regression analysis. The yield was very significantly correlated with 1 000-seed weight, kernels per row and rows per ear. [Conclusion] The research can provide an important basis for high yield maize breeding.

Key words Maize; Yield; Agronomic character; Correlation analysis; Path Analysis

玉米单株籽粒产量是多基因控制的数量性状,受多个农艺性状的共同作用和影响^[1],玉米单株产量进而直接贡献玉米产量。有关农艺性状对产量的影响,前人进行了大量研究,但研究结果因区域、材料等不同,分析结果也不尽相同^[2-14]。该研究选用66个自育优良组合对其10个农艺性状进行相关分析和通径分析,以进一步明确各农艺性状对产量的影响作用,为高产育种的选育、栽培管理提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 自主选育的66个优良玉米杂交组合。

1.2 试验方法 试验在沧州市农林科学院前营试验站进行,采用随机区组对比试验,3次重复。5行区,行长6.7 m,行距0.6 m,栽植密度7.5万株/hm²。按照河北省玉米区域试验统一方案进行,调查玉米主要农艺性状和产量,记录株高、穗位等性状。收获方法:每小区去边行收中间3行,果穗自然风干后,从中选取代表性果穗10穗,进行穗长、穗粗、秃尖、穗行数、行粒数、千粒重、出籽率的考种,取均值,按照水分含量14%折算产量。

1.3 数据分析 应用Excel和Spss17.0分析软件对66个玉米组合的10个主要农艺性状进行相关和通径分析。

2 结果与分析

2.1 主要农艺性状与产量的相关分析

2.1.1 主要农艺性状与产量的相关分析。由表1可知,产量与穗粗和千粒重呈极显著正相关,与穗位和出籽率呈显著正相关,与株高、穗长、穗行数和行粒数呈正相关但均未达到显著水平,与秃尖呈负相关。说明果穗较粗、千粒重较大、穗

位较高和出籽率高的品种产量较高,通过对这些性状的选择可以有效缩短高产型玉米品种的选育进程,为高产型玉米品种的选育提供一定的理论依据。

2.1.2 各性状之间的相关分析。出籽率与穗长呈极显著负相关,与穗行数呈显著正相关,说明增加穗行数是提高出籽率的有效途径,但选育品种时以选育合适的穗长为佳,并不过分要求提高穗长,否则会降低出籽率。

千粒重与穗粗呈极显著正相关,与行粒数呈显著负相关,说明果穗越粗千粒重越大,但选育品种时要选育合适的行粒数,不过分要求行粒数多,否则会降低千粒重。

行粒数与穗长呈极显著正相关,与秃尖和穗行数呈极显著负相关,与穗粗呈显著负相关,说明穗长越长行粒数越多,秃尖越大、穗行数越多、果穗越粗行粒数越少,这与实际生产一致。

穗行与穗粗呈极显著正相关,说明果穗越粗穗行数越多,这与实际生产结果一致。穗粗与穗位呈极显著正相关,与株高呈显著正相关,穗位和株高呈极显著正相关,选育品种时要结合生产实际,选育穗位适宜、有利于机械收获的品种,以提高收获效率。

2.2 主要农艺性状与产量的通径分析 由于不同性状之间存在相互作用,因此相关系数的大小不能完全反应出各性状对杂交种产量构成的重要性,因此要进一步分析其对产量构成的重要性,对主要农艺性状与产量进行通径分析,以研究各性状与产量的效应。

首先对因变量(Y)即产量进行正态分布检验,检验结果为产量(Y)服从正态分析,可以进行回归分析。选取株高(X_1)、穗位(X_2)、穗长(X_3)、穗粗(X_4)、秃尖(X_5)、穗行数(X_6)、行粒数(X_7)、千粒重(X_8)和出籽率(X_9)和9个性状与产量(Y)进行逐步回归分析,所得最优回归方程:

表 1 主要农艺性状与产量相关系数

Table 1 Correlation coefficients of main agronomic traits and yield of maize

性状 Traits	株高 Plant height	穗位 Ear position	穗长 Ear length	穗粗 Ear diameter	秃尖 Barren ear tip	穗行数 Ear rows	行粒数 Row grains	千粒重 1 000-grain weight	出籽率 Seed- producing percentage	产量 Yield
株高 Plant height	1.000									
穗位 Ear position	0.719**	1.000								
穗长 Ear length	0.001	-0.060	1.000							
穗粗 Ear diameter	0.264*	0.391**	-0.204	1.000						
秃尖 Barren ear tip	-0.060	-0.038	0.164	0.126	1.000					
穗行数 Ear rows	0.031	0.076	-0.240	0.476**	0.350	1.000				
行粒数 Row grains	-0.065	-0.018	0.364**	-0.293*	-0.572**	-0.339**	1.000			
千粒重 1 000-grain weight	0.074	0.105	0.134	0.661**	0.077	-0.036	-0.255*	1.000		
出籽率 Seed-producing percentage	-0.224	-0.175	-0.367**	0.131	0.017	0.284*	-0.100	0.111	1.000	
产量 Yield	0.113	0.245*	0.006	0.683**	-0.208	0.212	0.188	0.698**	0.266*	1.000

注：*，** 分别表示在 0.05,0.01 水平（双侧）上显著相关
Note：*，** stand for significant correlation at 0.05,0.01 level（double sides）

$Y = -803.449 + 0.832X_2 - 18.603X_3 + 24.156X_6 + 18.215X_7 + 1.991X_8$

方程通过了显著性检验,说明产量依穗位(X_2)、穗长(X_3)、穗行数(X_6)、行粒数(X_7)和千粒重(X_8)逐步线性回归达到显著水平。产量依穗位(X_2)、穗长(X_3)、穗行数(X_6)、行粒数(X_7)和千粒重(X_8)的偏回归系数达极显著水平即通过显著性检验,其中穗长(X_3)、穗行数(X_6)、行粒数(X_7)和千粒重(X_8)达到极显著水平,穗位(X_2)达到显著水平,5 个性状对产量的直接作用顺序为:千粒重>行粒数>穗行数>穗位>穗长,其中前 4 位是正向作用,穗长是负向作用。而其他株高(X_1)、穗粗(X_4)、秃尖(X_5)和出籽率(X_9)偏回归系数没有通过显著性检验,所以被剔除。通过分析间接通径系数发

现(表 2),间接正作用中,穗长通过行粒数对产量的作用最大,其次分别是穗长通过千粒重和穗位通过千粒重对产量的作用;在间接负作用中,行粒数通过千粒重的作用最大,其次是穗行数通过行粒数和穗长通过穗行数对产量的作用。由通径分析可知,千粒重与产量的相关系数达到 0.698,直接通径系数为 0.893,间接正作用中,穗长通过千粒重对产量产生较大的正作用,在间接负作用中,行粒数通过千粒重的作用最大,因此千粒重对产量的增加具有重要的作用,其次为行粒数和穗行数,穗位的直接通径系数和间接通径系数均较小,对产量的影响不太大,穗长有两项间接作用对产量起负作用,说明果穗过长对产量造成不利影响,选育中要适度把握穗长指标。选育品种时要兼顾多种农艺性状,不能顾此失彼。

表 2 玉米主要农艺性状与产量的通径分析

Table 2 The path analysis on main agronomic traits and yield of maize

性状 Traits	直接通径系数	间接通径系数 Indirect path coefficients				
	Direct path coefficient	穗位 Ear position	穗长 Ear length	穗行数 Ear rows	行粒数 Row grains	千粒重 1 000-grain weight
穗位 Ear position	0.119	-	0.013 92	0.030 32	-0.011 54	0.093 77
穗长 Ear length	-0.232	-0.007 14	-	-0.107 33	0.237 17	0.132 16
穗行数 Ear rows	0.399	0.009 04	0.066 24	-	-0.219 22	-0.025 90
行粒数 Row grains	0.641	-0.002 14	-0.085 84	-0.136 46	-	-0.227 72
千粒重 1 000-grain weight	0.893	0.012 50	-0.034 34	-0.011 57	-0.016 35	-

3 结论与讨论

以 66 个玉米杂交种组合为研究对象,对产量和主要农艺性状进行了相关分析和通径分析,结果表明:产量与穗粗和千粒重呈极显著正相关,与穗位和出籽率呈显著正相关,其他性状也呈一定程度的相关,但未达到显著水平。对产量直接、间接作用均最大的是千粒重,其次分别行粒数和穗行数,各性状对产量以及各性状之间的相关关系是植物有机体内部协调统一的外在表现,每一个性状都受其他性状的制约,因此性状的选择必须切实注意这种相互联系,避免顾此失彼。玉米高产型品种的选育应注重加强种质的创新和改良,注重千粒重、穗粗、穗行数和行粒数的选择,也就是说选择千粒重较大、穗较粗、穗行数和行粒数较多的类型,有助于选育出高产型玉米品种,为玉米高产型品种的选育提供一定

的理论依据。

参考文献

[1] 于海秋,徐克章,陈学求,等. 玉米主要抗旱性状的配合力及遗传参数分析 I. 产量性状[J]. 玉米科学,2003,11(1):12-18.

[2] 梁晓玲,阿布来提,冯国俊,等. 玉米杂交种产量的比较及主要农艺性状的相关和通径分析[J]. 玉米科学,2001,9(1):16-20.

[3] 王启柏,李杰文,王守义,等. 玉米产量及其构成因素的通径分析[J]. 杂粮作物,2002,22(3):129-131.

[4] 周玉芝,段会军,姬惜珠,等. 河北省夏播玉米品种主要农艺性状演变规律的研究[J]. 河北农业大学学报,2005,28(2):1-4.

[5] 杨金慧,毛建昌,李发民,等. 玉米杂交种农艺性状与籽粒产量的相关和通径分析[J]. 中国农学通报,2003,19(4):28-30.

[6] 陈桂林,肖荷霞,肖云清,等. 早熟夏玉米性状选择研究[J]. 河北农业科学,2008,12(10):1-3,28.

[7] 广成,薛雁,苟升学. 玉米 8 个产量构成因素的通径分析[J]. 玉米科学,2002,10(3):33-35.

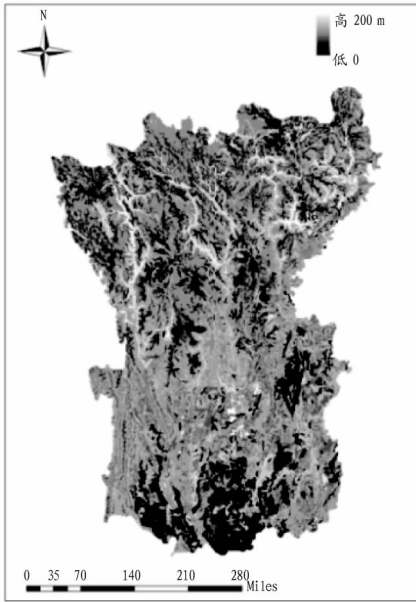


图7 横断山区土壤深度空间格局

ig.7 Spatial pattern of soil depth in Hengduan Mountainous Region

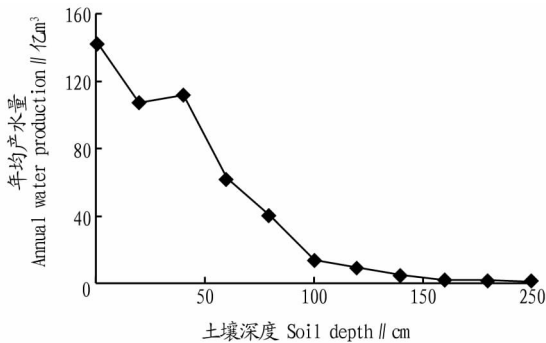


图8 横断山区不同土壤深度的年均产水量

Fig.8 The average annual water production in different soil depth of Hengduan Mountainous Region

然径流量较为接近。②横断山区水资源丰富,但空间分布不均匀,东部和西南部产水量大,最高可达 141.8 亿 m^3 ,西北地区产水量相对较小,最低值仅为 17.6 万 m^3 。③横断山区的地势、土地利用/覆被、土壤深度对产水量的高低都存在一定影响。具体表现为地势越高,产水量越低;西北部区域多分布水量损耗较高的土地利用/覆被类型,故产水量较小,东部和西南部地区则分布水量损耗较低的土地利用/覆被类型,产水量较高;土壤深度越大,产水量越低。随着区域的快速发展,陆地生态系统格局正在发生着显著变化,研究分析区域水资源的空间分布与产水量,可以为合理开发和利用水资源

源提供科学依据。InVEST 模型为区域产水量的评估提供了合理的模拟工具,但该方法仍存在一些缺陷。如模型运行中随机性太大,对于包含多个流域的较大区域进行产水量评估,结果存在一定误差。但总体来说,其评估结果优于其他相关模型。

参考文献

- [1] 傅伯杰,周国逸,白永飞,等. 中国主要陆地生态系统服务功能与生态安全[J]. 地球科学进展,2009,24(6):571-576.
- [2] 李双成,刘金龙,张才玉,等. 生态系统服务研究动态及地理学研究范式[J]. 地理学报,2011,66(12):1618-1630.
- [3] COSTANZA R, D'ARCE R, GROOT R D, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature,1997,387:253-260.
- [4] DENG K M, SHI P L, XIE G D. Water conservation of forest ecosystem in the upper reaches of Yangtze River and its benefits[J]. Resources science, 2002,24(6):68-73.
- [5] XIE G D, LU C X, LENG Y F, et al. Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau[J]. Journal of natural resources,2003,18(2):189-196.
- [6] LI S M, XIE G D, ZHANG C X, et al. Flow process of water conservation service of forest ecosystem[J]. Journal of natural resources,2010,25(4):585-593.
- [7] 吴哲,陈歆,刘贝贝,等. 不同土地利用/覆盖类型下海南岛产水量空间分布模拟[J]. 水资源保护,2014,30(3):9-13.
- [8] 王盛萍,张志强,SUN G,等. 基于 MIKESHE 模型的潮河流域土地利用与降水变化对水文的影响评价[J]. 生态与农村环境学报,2012,28(3):320-325.
- [9] 王润,刘洪斌,王伟. TOPMODEL 模型研究进展与热点[J]. 水土保持研究,2005,12(1):47-48.
- [10] 丁晋利,郑粉莉. SWAT 模型及其应用[J]. 水土保持研究,2004,11(4):128-130.
- [11] KAREIVA P, TALLIS H, RICKETTSTH, et al. Natural capital: theory and practice of mapping ecosystem services[M]. New York: Oxford University Press,2011.
- [12] 潘韬,吴绍洪,戴尔阜,等. 基于 InVEST 模型的三江源区生态系统水源供给服务时空变化[J]. 应用生态学报,2013,24(1):183-189.
- [13] 张灿强,李文华,张彪,等. 基于 InVEST 模型的西苕溪流域产水量分析[J]. 资源与生态学报:英文版,2012,3(1):50-54.
- [14] 余新晓,周彬,吕锡芝,等. 基于 InVEST 模型的北京山区森林水源涵养功能评估[J]. 林业科学,2012,48(10):1-5.
- [15] CHEN L, XIE G D, ZHANG C S, et al. Modelling ecosystem water supply services across the Lancang River basin[J]. Journal of resources and ecology,2011,2(4):322-327.
- [16] 熊怡,李秀云,王玉枝,等. 横断山区水文区划[J]. 山地研究,1989,7(1):29-37.
- [17] WANG G X, LI N, HU H C. Hydrologic effect of ecosystem responses to climatic change in the source regions of Yangtze River and Yellow River[J]. Advances in climate change research,2009,5(4):202-208.
- [18] 李仁强,黄从红,张文娟,等. 林业生态系统服务功能评估手册[M]. 北京:北京林业大学,2014.
- [19] TALLIS H T, RICKETTS T, GUERRY A D, et al. InVEST 2.1 Beta User's Guide[M]. Stanford:The Natural Capital Project,2011.
- [20] ZHANG C Q, LI W H, ZHANG B, et al. Water yield of Xitiaoxi River basin based on InVEST modeling [J]. Journal of resources and ecology, 2012,3(1):50-54.
- [21] ZHOU W Z, LIU G H, PAN J J, et al. Distribution of available soil water capacity in China [J]. Journal of geographical sciences,2005,15(1):3-12.

(上接第 27 页)

- [8] 史振声,张飞. 高秆稀植大穗型玉米的密植潜力研究[J]. 玉米科学, 2009,17(2):116-119.
- [9] 何代元,吴广成,刘强,等. 玉米主要农艺性状的相关通径分析[J]. 玉米科学,2003,11(4):58-60.
- [10] 张秀卿,布建中. 玉米杂交种的主要性状与产量的相关分析[J]. 山西农业大学学报,2006,5(5):95-97.
- [11] 刘玉旭,王黎明,刘必善,等. 西南地区玉米杂交种主要生物性状分析

[J]. 玉米科学,2003,11(3):42-44.

- [12] 姜艳喜,王振华,金益,等. 玉米收获期子粒含水量相关性状的遗传及育种策略[J]. 玉米科学,2004,12(1):21-25.
- [13] 李玉华,郑如明,冯草章,等. 51 个玉米杂交种比较试验[J]. 甘肃农业大学学报,2002,37(3):323-328.
- [14] 王有芳,李少勇,王凌汉,等. 玉米果穗性状的相关和通径分析[J]. 山东农业科学,2003(3):30-31.