

林芝地区玉米产量影响因素的相关与通径分析

关法春^{1,2},张振钧²,宗宪春²,张永锋¹,翟相英²,贺延国³,鹿鑫²

(1. 吉林省农业科学院农村能源与生态研究所,吉林 长春 130033;

2. 牡丹江师范学院生命科学与技术学院,黑龙江 牡丹江 157012;

3. 中水东北勘测设计研究有限公司科学研究院,吉林 长春 130061)

摘要:试验针对西藏林芝地区玉米产量影响因素与玉米产量进行相关分析与通径分析.结果表明,玉米穗粒重与行粒数、苞叶重、穗长、百粒重和穗粗呈极显著正相关,相关系数分别为0.993、0.934、0.921、0.834和0.662;与穗行数呈显著正相关,相关系数为0.262,与秃尖长呈极显著负相关,相关系数为-0.310.行粒数、百粒重、苞叶重、穗长和穗行数与穗粒重建立了最优多元回归方程且呈显著线性关系.在各产量影响因素中,对穗粒重直接作用最大的性状是行粒数,直接通径系数为0.355;其次是百粒重,直接通径系数为0.251;其他性状依次为苞叶重、穗长和穗行数.提高西藏林芝地区玉米产量的育种策略需以行粒数和百粒重为主.

关键词:玉米产量;相关分析;通径分析;西藏林芝

中图分类号:S3;S513

文献标志码:A

文章编号:2095-4271(2020)01-0007-05

Correlation and path analysis of yield influence factors of maize in Linzhi area

GUAN Fa - chun^{1,2}, ZHANG Zhen - jun², ZONG Xian - chun²,

ZHANG Yong - feng¹, ZHAI Xiang - ying², He Yan - guo³, LU Xin²

(1. Institute of Rural Energy and Ecology, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, P. R. C. ;

2. School of Life Science and Technology, Mudanjiang Normal University, Mudanjiang 157012, P. R. C. ;

3. China Water Northeastern Investigation and Design Research Co. Ltd. , Jilin 130061, P. R. C.)

Abstract: The correlation analysis and path analysis of maize yield were conducted according to the influencing factors of maize yield in Linzhi area of Tibet. The results showed that there was a significant positive correlation between grain weight per ear and the number of kernel per row, bract leaf weigh, ear length, hundred grain weight and ear diameter, and the correlation coefficients were 0.993, 0.934, 0.921, 0.834 and 0.662, respectively; the grain weight per ear had significant positive correlation with the number of row per ear, the correlation coefficient was 0.262, it also showed extremely significant negative correlation with the rare ear length, and the correlation coefficient was -0.310. The optimal multiple regression equation was established and the linear relationship was significant. The optimal multiple regression equation of the grain weight per ear and the number of kernel per row, bract leaf weigh, ear length, hundred grain weight and the number of row per ear was established and the linear relationship was significant. Among the yield factors, the most direct effect on the ear grain weight was the number of kernel per row, with a direct effect of 0.355; the second was one - hundred - grain weight, with a direct effect of 0.251; the other characters were bract leaf weigh, ear length and number of row per ear. Therefore, the breeding strategy to increase the yield of maize in Linzhi area of Tibet should be based on the number of kernel per row and the one - hundred - grain weight.

Key words: maize yield; correlation analysis; path analysis; Linzhi area of Tibet

收稿日期:2019-10-11

作者简介:关法春(1976-),男,副研究员,博士,研究方向:农业生物学. E-mail: gfc1940@163.com

基金项目:吉林省农业科技创新工程项目(CXGC2018ZY026, CXGC2017ZD012);西藏科技厅项目“林芝地区庭院农业资源利用与蕨麻产品开发”资助

玉米在中国农业生产中占据重要地位^[1],也是西藏林芝地区重要的粮食作物之一^[2]. 提高玉米产量一直是生产种植中所追求的主要目标. 玉米产量则是由产量构成因素决定的,穗重、穗粒数和粒重是玉米产量构成的三大要素,但环境、栽培措施等因素也会通过影响这些产量构成要素进而影响玉米产量,如裴志超等^[3]指出,干旱胁迫影响了玉米穗数、穗粒数、千粒重从而导致玉米产量降低;陈金平等^[4]研究表明,春灌拔节水 and 灌浆水,对于穗粒数和百粒重具有显著的促进作用,从而达到夏玉米增产效果;王一帆等^[5]研究表明,不同根间作用及密植效应下间玉米主要通过提高穗行数来提高籽粒产量. 因此,分析探究玉米产量构成因素为玉米增产而服务更具有现实意义. 近年来,林芝地区玉米一直是科研人员关注的热点,在玉米栽培生态学^[6~9]、生理学^[10~11]、经济学^[12]方面都有相关研究,但目前对于林芝地区玉米产量构成相关性状与玉米产量方面分析缺乏研究报道.

为此,本文对林芝地区玉米产量影响相关性状对玉米产量进行相关分析与通径分析,明确影响林芝地区玉米产量的主要因子,为今后从栽培和育种措施上提高玉米产量提供科学参考和依据.

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验地点位于西藏林芝市巴宜区八一镇章麦村(29°33' N, 94°21' E),该村地处尼洋河下游河谷,海拔 3056m,属藏东南温暖半湿润气候区. 全年平均温度为 8.6 °C,全年日均温 ≥ 10 °C 的日数为 159.2 d, 10 °C 以上积温 222.57 °C,全年无霜 177 d;年平均降雨量为 634.2 mm,降水主要集中在 6~9 月,占全年降雨量的 71.6%;全年日照时数为 1 988.6 h,日照率为 46%^[13]. 试验地原为农田,地势较为平坦均一,土壤为沙壤土.

1.2 试验设计

2017 年 4 月 22 日种植玉米,品种选用‘酒单 4 号’,播种标准为 3~4 粒/穴,以复合肥(N=33%、P₂O₅=17%、K₂O=17%、有机质=20%)作为底肥,施入标准为 9.5 g/穴,玉米种植行间距为 60 cm,株距 25 cm. 试验设置 3 个小区,每个小区占地面积 100 m²,小区随机排列,玉米种植采用背负式喷雾器

喷洒乙草胺除草剂,进行除草作业,于 5 月末和 6 月末各施用 1 次,施用量为 1.65 kg/hm². 10 月初,收获玉米.

1.3 产量影响因素的测定

(1)苞叶重(x_1) 取玉米果穗苞叶,测量单位 g,于 2017 年 10 月初测定,每小区 20 个正常果穗风干、考种,重复三次.

(2)穗长(x_2) 自果穗基段到果穗顶端长度为穗长,测量单位 cm,于 2017 年 10 月初测定,每小区 20 个正常果穗风干、考种,重复三次.

(3)穗粗(x_3) 将取样的果穗头尾相间排成一行,测量果穗中间直径,测量单位 mm,于 2017 年 10 月初测定,每小区 20 个正常果穗风干、考种,重复三次.

(4)秃尖长(x_4) 测量果穗顶端不结实部分的长度,测量单位 cm,于 2017 年 10 月初测定,每小区 20 个正常果穗风干、考种,重复三次.

(5)穗行数(x_5) 计数果穗中部的籽粒行数,于 2017 年 10 月初测定,每小区 20 个正常果穗风干、考种,重复三次.

(6)行粒数(x_6) 计数每穗数一中等长度行的粒数,于 2017 年 10 月初测定,每小区 20 个正常果穗风干、考种,重复三次.

(7)百粒重(x_7) 每穗玉米所有穗粒中随机抽取 100 粒称重,测量单位 g,于 2017 年 10 月初测定,每小区 20 个正常果穗风干、考种,重复三次.

(8)穗粒重(x_8) 取每穗玉米所有穗粒,称重,测量单位 g,于 2017 年 10 月初测定,每小区 20 个正常果穗风干、考种,重复三次.

1.4 数据统计与分析

采用 Microsoft Excel 整理、汇总数据,用 SPSS19.0 进行相关性和回归通径分析.

2 结果与分析

2.1 相关分析

西藏林芝地区玉米主要产量影响因素相关性分析见表 1. 相关性分析结果表明,玉米穗粒重与行粒数、苞叶重、穗长、百粒重和穗粒重呈极显著正相关,相关系数分别为 0.993、0.934、0.921、0.834 和 0.662;与穗行数呈显著正相关,相关系数为 0.262,与秃尖长呈极显著负相关,相关系数为 -0.310. 苞叶重与行粒

数、穗长、百粒重和穗粗呈极显著正相关,相关系数分别为0.880、0.848、0.819和0.679;与穗行数呈显著正相关,相关系数为0.228;与秃尖长呈极显著负相关,相关系数为-0.325.穗长与行粒数、百粒重和穗粗呈极显著正相关,相关系数分别为0.933、0.716和0.534;与穗行数呈显著正相关,相关系数为0.242,与秃尖长相关不显著.穗粗与行粒数、百粒重和穗行数呈极显著正相关,相关系数分别为0.557、0.554和0.370,与秃尖长相关不显著.秃尖长与行粒数呈极显著负相关,相关系数为-0.329;与百粒重呈显著负相

关,与穗行数相关不显著.穗行数与行粒数和百粒重相关不显著.行粒数与百粒重呈极显著正相关,相关系数为0.726.行粒数与各产量影响因素均呈极显著或显著相关性关系.

通过对林芝地区玉米主要产量影响因素进行相关性分析,在一定程度上了解了各因素之间的相关情况及其相互影响,但要进一步研究产量影响因素对玉米的产量作用效应大小,需对各因素与穗粒重之间进行回归通径分析,以明确各产量影响因素对玉米产量的作用效果.

表1 玉米8个产量影响因素相关性分析

Table 1 Correlation analysis of 8 yield components of maize

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
x_1	1.000							
x_2	0.848 **	1.000						
x_3	0.679 **	0.534 **	1.000					
x_4	-0.325 **	-0.189	-0.094	1.000				
x_5	0.228 *	0.242 *	0.370 **	0.197	1.000			
x_6	0.880 **	0.933 **	0.557 **	-0.329 **	0.158	1.000		
x_7	0.819 **	0.716 **	0.554 **	-0.275 *	0.004	0.726 **	1.000	
x_8	0.934 **	0.921 **	0.662 **	-0.310 **	0.262 *	0.993 **	0.834 **	1.000

注:“**”在0.01水平上显著相关,“*”在0.05水平上显著相关.

x_1 :苞叶重; x_2 :穗长; x_3 :穗粗; x_4 :秃尖长; x_5 :穗行数; x_6 :行粒数; x_7 :百粒重; x_8 :穗粒重

Note:“**”correlation is significant at the 0.01 level,“*”correlation is significant at the 0.05 level.

x_1 : bract weight; x_2 : ear length; x_3 : ear diameter; x_4 : rare ear length; x_5 : the number of row per ear; x_6 : the number of kernel per row; x_7 : hundred grain weight; x_8 : grain weight per ear

2.2 回归分析

以苞叶重(x_1)、穗长(x_2)、穗粗(x_3)、秃尖长(x_4)、穗行数(x_5)、行粒数(x_6)、百粒重(x_7)为自变数,从中选择仅对因变数—穗粒重(y)有显著效应的自变数,建立最优多元回归方程如下: $y = -122.983 + 1.702x_1 + 2.612x_2 + 3.383x_3 + 2.014x_6 + 2.379x_7$ ($R^2 = 0.958$).方程中共筛选出5个自变数,其中苞叶重(x_1)、穗长(x_2)、穗行数(x_5)、行粒数(x_6)和百粒重(x_7)均对穗粒重(y)有直接影响且效应显著的因素,排除穗粗(x_3)和秃尖长(x_4)两个自变数.随后对回归方程进行共线性诊断,发现该回归方程中的5个模型变量的方差膨胀因子均小于10,容许度均大于0.1.说明该回归方程的5个自变量之间均没有共线性,建立的最优多元线性回归方程具有应用价值.方程的意义为:当5个自变量中的其他4个保持平均水平,苞

叶重(x_1)、穗长(x_2)、穗行数(x_5)、行粒数(x_6)和百粒重(x_7)各自变数每增加一个单位,穗粒重(y)分别增加1.702 g、2.612 g、3.383 g、2.014 g和2.379 g.

2.3 通径分析

在相关分析和回归分析的基础上进行通径分析,估算原因性状对结果性状的直接作用和间接作用.

为探讨玉米产量影响因素对玉米产量的影响程度,以苞叶重(x_1)、穗长(x_2)、穗行数(x_5)、行粒数(x_6)和百粒重(x_7)为原因性状,以穗粒重(y)为结果性状,进行通径分析,结果见表2.5个性状中对穗粒重直接作用最大的为行粒数(x_6),直接通径系数达到0.355,其次为百粒重(x_7) (0.251)、苞叶重(x_1) (0.233)、穗长(x_2) (0.186)和穗行数(x_5) (0.106).行粒数(x_6)对穗粒重的贡献最大,因此要提高玉米产量可以考虑适当提高行粒数.其他性状通过行粒数(x_6)对

穗粒重的间接作用较大,依次为穗长(x_2) (0.331)、苞叶重(x_1) (0.312) 和百粒重(x_7) (0.258)。各产量

影响因素对穗粒重(玉米产量)直接作用大小排序依次为行粒数 > 百粒重 > 苞叶重 > 穗长 > 穗行数。

表 2 玉米产量重要构成性状通径分析

Table 2 Path analysis of important yield components in Maize

变量 Variabl	相关系数 Correlation coefficient	直接作用 Direct effect	间接作用 Indirect effect				
			$x_1 \rightarrow y$	$x_2 \rightarrow y$	$x_5 \rightarrow y$	$x_6 \rightarrow y$	$x_7 \rightarrow y$
x_1	0.934	0.233	—	0.158	0.024	0.312	0.206
x_2	0.921	0.186	0.198	—	0.026	0.331	0.180
x_5	0.262	0.106	0.053	0.045	—	0.056	0.001
x_6	0.993	0.355	0.205	0.174	0.017	—	0.182
x_7	0.834	0.251	0.191	0.133	0.001	0.258	—

注: $R^2=0.958$; x_1 : 苞叶重; x_2 : 穗长; x_5 : 穗行数; x_6 : 行粒数; x_7 : 百粒重

Annotation: $R^2=0.958$; x_1 : bract weight; x_2 : ear length; x_5 : the number of row per ear; x_6 : the number of kernel per row; x_7 : hundred grain weight

3 讨论

西藏地区气候环境复杂,玉米作为西藏地区重要农作物之一,实现玉米高产一直是研究的热点^[14]。玉米产量构成因素与产量的相关、回归和通径分析,可以客观地评价各产量构成性状对产量的相对重要性^[15]。由相关性分析结果可知,穗粒重与其他产量构成性状均为极显著或显著相关性关系,相关程度方向为行粒数 > 苞叶重 > 穗长 > 百粒重 > 穗粗 > 秃尖长 > 穗行数,行粒数与穗粒重相关程度最大,且行粒数与他产量构成性状均为极显著或显著相关性关系。明确各产量因素之间关系后需对各因素与穗粒重之间进行回归通径分析,进一步研究产量影响因素对玉米的产量的作用效果。对苞叶重、穗长、穗粗,秃尖长、穗行数、行粒数和百粒重与穗粒重进行回归分析,将预测变量穗粗和秃尖长度筛选出排除后,建立了最优的多元线性回归方程后进行通径分析;通径分析结果表明,各产量影响因素对穗粒重直接作用大小排序依次为行粒数 > 百粒重 > 苞叶重 > 穗长 > 穗行数,穗长通过行粒数对穗粒重的间接作用最大。因此,综合相关与回归通径分析结果表明,影响西藏林芝地区玉米产量的重要产量影响因为行粒数、百粒重、苞叶重和穗长。这些因素不但与玉米产量相关系数较大,而且在最优回归方程中与穗粒重呈线性关系,并对玉米产量的直育贡献大于其他因子。因此,针对林芝玉米实践生产时性状选择应结合这四个性状的影响,实现玉米增产。西藏林芝地区进行玉米覆膜栽培可以有效提高

土壤温度,从而提高玉米的行粒数实现玉米高产^[2],同类研究也表明,西藏林芝地区玉米覆膜种植方式可提高了玉米穗粒数和百粒重等产量构成因素^[16-17]。因此在西藏林芝地区,可以通过多种管理措施,来提高玉米单产。

4 结论

穗粒重与其他各产量影响因素均为极显著或显著相关性关系,说明选择提高西藏林芝地区玉米产量时可围绕这 7 个性状进行重点选择,可以降低目标性状选择时的盲目性,提高育种工作效率;对苞叶重、穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数和百粒重与穗粒重进行线性回归分析,将穗粗和秃尖长排除;通径分析结果表明,各产量影响因素对穗粒重直接作用大小排序依次为行粒数 > 百粒重 > 苞叶重 > 穗长 > 穗行数。因此,影响玉米产量的重要因子有行粒数和百粒重,这两个因子与穗粒重呈极显著相关关系且直接贡献值较大,且在最优回归方程中呈线性关系。因此,针对林芝玉米育种性状选择应以行粒数和百粒重为主,以提高玉米产量。

参考文献

- [1] 蒙祖庆,宋丰萍. 西藏玉米地方品种表型多样性分析及类群划分[J]. 中国农业大学学报,2017,22(07):10-23.
- [2] 张红锋,王伟,魏素珍. 地膜覆盖对西藏林芝土壤性质及玉米产量的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2015,43(10):14-18,26.

- [3] 裴志超,张伟强,周继华,等. 干旱胁迫对不同基因型玉米产量及其构成因素的影响[J]. 玉米科学,2019,27(04):115-121.
- [4] 陈金平,王和洲,刘安能,等. 不同灌水策略对夏玉米水分利用效率和产量构成要素的影响[J]. 灌溉排水学报,2017,36(07):7-13.
- [5] 王一帆,秦亚洲,冯福学,等. 根间作用与密度协同作用对小麦间作玉米产量及产量构成的影响[J]. 作物学报,2017,43(5):754-762.
- [6] 侯磊,次仁平措,薛会英. 西藏林芝玉米农田土壤线虫群落组成及多样性研究[J]. 高原农业,2018,2(04):354-359+346.
- [7] 张红锋,王伟,魏素珍. 地膜覆盖对西藏林芝土壤性质及玉米产量的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2015,43(10):14-18+26.
- [8] 陈双龙,王树文,赵新颖,等. 林芝玉米田养鹅模式下的物种多样性与生产力关系[J]. 高原农业,2018,2(04):373-378.
- [9] 蒙祖庆,宋丰萍,李珏桑,等. 高寒区西藏玉米品质特性及其与气象因子间的相关分析[J]. 种子,2018,37(06):56-59+62.
- [10] 刘翠花,王庆祥,田晓梅,等. 西藏玉米杂交种的繁育技术研究[J]. 玉米科学,2002(S1):70-72.
- [11] 成升魁,张宪洲,许毓英,等. 西藏玉米生物生产力及其光能利用率特征[J]. 资源科学,2001(05):58-61.
- [12] 沙志鹏,王军峰,关法春. 西藏东南缘农牧复合系统—玉米田放牧鹅的生物多样性和经济效益分析[J]. 草地学报,2014,22(01):213-216.
- [13] 全淑萍,张宇阳,蔡翠萍,等. 农牧一体化生产模式下玉米干物质累积和分配研究[J]. 高原农业,2018,2(06):622-628.
- [14] 王全珍,李青丰,崔健,等. 柠条种子产量与主要农艺性状的通径分析[J]. 中国草地,2001(03):36-38.
- [15] 胡单,冯西博. 西藏玉米地方品种芽期抗寒性鉴定[J]. 高原农业,2018,2(06):594-600.
- [16] 栾运芳,何燕. 西藏林芝地区玉米地膜与露地栽培主要性状研究[J]. 玉米科学,2006(02):115-118.
- [17] 何燕,卓嘎,昌西. 西藏林芝地区玉米地膜栽培产量性状分析[J]. 安徽农业科学,2011,39(30):18466-18468.

(责任编辑:李建忠,付强,张阳,罗敏;英文编辑:周序林,郑玉才)