

玉米籽粒灌浆、脱水速率的相关与通径分析

闫淑琴¹, 苏俊¹, 李春霞¹, 龚士琛¹, 宋锡章¹, 李国良¹, 扈光辉¹, 王明泉¹, 贲利²

(1. 黑龙江省农科院玉米研究所, 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省集贤县科信局, 集贤 154900)

摘要: 试验选用 9 份自交系, 按格列芬双列杂交方法 II 设计, 对玉米灌浆速率、脱水速率及其主要性状进行相关和通径分析。结果表明: 单株产量与灌浆速率呈正相关: 第 III 期灌浆速率 > 第 II 期灌浆速率 > 第 I 期灌浆速率。灌浆速率与穗粒数、行粒数、穗长、百粒重、容重、穗粗、穗行数呈正相关。对产量正向直接通径系数: 穗粒数 > 第 III 期灌浆速率 > 出苗到抽丝日数 > 第 I 期灌浆速率 > 百粒重 > 第 II 期灌浆速率 > 灌浆持续期。自然脱水速率与穗轴脱水速率、苞叶脱水速率呈正相关, 与苞叶面积、苞叶含水量、籽粒宽、穗轴粗、籽粒长度、穗长、穗粗、行粒数、灌浆持续期呈负相关显著。对自然脱水速率直接通径系数正向值最大是苞叶脱水速率, 负向值最大是苞叶含水量, 其次是百粒重。

关键词: 玉米; 灌浆速率; 脱水速率; 相关分析; 通径分析

中图分类号: S 513

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2007)04-0001-04

Correlation Analysis of Dry down and Grain Filling Rate in Maize

YAN Shu qin¹, SU Jun¹, LI Chun xia¹, GONG Shi shen¹, SONG Xi zhang¹, LI Guo liang¹,
HU Guang hui¹, WANG Ming quan¹, BEN Li²

(1. Maize Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086; 2. Sciences Information Bureau of Jixian County in Heilongjiang Province, Jixian 154900)

Abstract: Nine inbred lines were used to mating crosses by Griffing's design II, the correlation with yield were analyzed. The main results were as follows: it showed that grain filling rate, dry down rate had high correlation with main agronomy traits. Grain filling rate had positive correlation with plant yield. The correlative coefficients was higher at stage III than that of at stage II and stage I. Grain filling rate was positive correlated with kernels on each ear, kernels per row, ear length, 100 grain weight, volume weight, ear diameter and rows in each ear in sequence. Plant yield had positive direct path coefficient to kernels per ear, grain filling rate at stage III, days to silk, grain filling rate at stage I, 100 grain weight, grain filling rate at stage II, durable time of grain filling in sequence. Kernel natural dry down rate was positively correlative with ear stalk dry down rate, husk dry down rate and significant negative correlation with the ear traits. The biggest positive path coefficient to natural dry down rate Husk dry down rate had, the biggest negative path coefficient was husk water content followed by 100 grain weight.

Key words: maize; filling rate; dry down rate; correlation analysis; path analysis

黑龙江省地处我国北方早熟春玉米区的最北端, 纬度高, 日照长, 无霜期短, 有效活动积温低, 秋季多有早霜发生, 特别是 9 月中下旬, 气温急剧下降, 加之农民种植品种偏晚, 使多数品种在收获时或遇到早霜时

不能正常成熟, 籽粒含水量偏高, 降低了玉米籽粒产量和商品品质, 给玉米的贮藏加工带来困难, 增加成本, 降低玉米生产的经济效益^[1]。玉米籽粒灌浆至成熟是决定玉米籽粒产量和品质的重要阶段, 籽粒脱水速率

收稿日期: 2007-02-01

第一作者简介: 闫淑琴(1963-), 女, 高级农艺师, 主要从事玉米育种研究。Tel: 0451-86671284; Email: yanshuqin1963@yaho.com.cn.

影响收获时籽粒的含水量。种植籽粒灌浆和脱水速率高的品种是获得高产和优质的有效途径。研究表明玉米的灌浆速率、籽粒脱水速率品种间是有差异的,选择有效并可遗传^{2~3}。本研究通过对 45 个基因型籽粒灌浆速率、脱水速率与主要农艺性状的相关和通径分析,探讨灌浆速率、脱水速率与主要农艺性状的相关关系以指导育种。找出与灌浆速率、脱水速度相关密切的性状,以期通过对相关性状的选择,选育出灌浆速率、脱水速率高的品种,实现高产和优质。

1 材料与方法

试验选用 9 份不同类型自交系,按格列芬双列杂交方法 I 配制 36 个杂交组合。36 个杂交组合加上 9 份自交系共 45 个基因型。9 份自交系名称及系谱或来源详见表 1。2005 年冬季在海南岛配制 36 个杂交组合。2006 年 4 月 28 日将 36 个杂交组合和 9 份自交系在黑龙江省农科院玉米研究所试验地(哈尔滨)播种。试验采用随机区组设计,重复 3 次,3 行区,行长 6 m,行距 70 cm,株距 30 cm。自授粉 16 d 开始取样,每 5 d 取样 1 次,每次取 3 个果穗,每穗取穗中部 100 粒,称籽粒鲜重、轴鲜重、苞叶鲜重。待风干后在 80℃烘箱烘干至恒重。称籽粒干重、轴干重、苞叶干重。计算苞叶、穗轴含水量、籽粒含水量、籽粒灌浆速率、籽粒脱水速率、苞叶脱水速率、穗轴脱水速率。取样从授粉后 16 d 开始至 10 月 10 日收获停止。籽粒灌浆速率/ $\text{g} \cdot \text{d}^{-1} \cdot 10^{-2}$ = [后 1 次百粒干重/ g - 前 1 次百粒干重/ g] / 两次取样间隔天数。含水量(%) = $100 \times (\text{鲜重} - \text{烘干重}) / \text{鲜重}$ 。脱水速率%/d = (前 1 次含水量 - 后 1 次含水量) / 两次取样相隔天数。田间调查生理成熟(黑胚出现)日期,室内考种测定苞叶层数、苞叶长、苞叶宽、穗长、穗粗、轴粗、穗行数、行粒数、百粒重、容重、籽粒长度。苞叶面积 = 苞叶层数 \times 苞叶长 \times 苞叶宽 $\times 0.75$ 。每小区收获 5 穗考种测产,性状观察值以株为单位,取 5 株平均值统计分析。

表 2 灌浆速率与主要性状相关

性状	第 I 期灌浆速率	第 II 期灌浆速率	第 III 期灌浆速率	第 IV 期灌浆速率	平均灌浆速率
出苗到抽丝日数	-0.020	-0.289	0.081	0.154	0.092
灌浆持续期	0.070	-0.006	0.167	0.325**	0.218
单株产量	0.543**	0.556**	0.561**	0.263	0.762**
穗粒数	0.457*	0.502**	0.523**	0.237	0.682**
行粒数	0.415**	0.499*	0.494**	0.297*	0.672**
穗长	0.379*	0.512**	0.521**	0.268	0.662**
百粒重	0.469**	0.472**	0.521**	0.141	0.641**
容重	0.439**	0.540**	0.417**	0.153	0.610**
穗粗	0.380*	0.288	0.467**	0.098	0.501**
穗行数	0.258	0.219	0.322*	0.050	0.345*
籽粒出产率	0.162	0.339*	0.097	0.181	0.292

注: $r_{0.05} = 0.294$; $r_{0.01} = 0.380$ (表 3 与之同)。

将籽粒灌浆速率划分为 4 个阶段:授粉后 16~25 d 为第 I 期灌浆速率,26~35 d 为第 II 期灌浆速率,36~45 d 为第 III 期灌浆速率,授粉后 45 d 到黑胚出现(生理成熟期)为第 IV 期灌浆速率。将脱水速率的计算划分为 2 个阶段:从授粉 16 d 到籽粒黑胚层出现为生理脱水速率,籽粒黑胚层出现到收获为自然脱水速率。穗轴脱水速率为授粉 16 d 到收获的平均值,苞叶脱水速率为授粉 16 d 到苞叶黄熟的平均值。相关分析苞叶含水量为授粉后 45 d 的含水量。对四个阶段的灌浆速率、生理脱水速率、籽粒自然脱水速率、苞叶脱水速率、穗轴脱水速率及主要性状做相关和通径分析。

表 1 试验自交系

代号	名称	系谱或来源
1	HR705	旅 9 \times 自 330
2	Mo17	187-2 \times C103
3	HR11	(Mo17 \times 甸 11) \times Mo17
4	黄早四	塘四平头
5	HR304	黄早四改良
6	丹 340	白骨旅 9 \times 有稈玉米
7	HR112	选自美国杂交种
8	K10	(长 3 \times 5003) \times 长 3
9	HR106	系 14 \times 安 441

2 结果与分析

2.1 灌浆速率与产量等主要性状的相关分析

从表 2 分析结果:四个阶段灌浆速率与产量的正相关系数:灌浆速率平均值 > 第 III 期灌浆速率 > 第 II 期灌浆速率 > 第 I 期灌浆速率 > 第 IV 期灌浆速率,且只有第 IV 期灌浆速率相关系数未达显著水平。说明籽粒产量与灌浆速率密切相关。灌浆速率的平均值与产量性状正相关系数:单株产量 > 穗粒数 > 行粒数 > 穗长 > 百粒重 > 容重 > 穗粗 > 穗行数。这几个性状均达显著和极显著水平。说明灌浆速率与产量性状密切相关,灌浆速率四个阶段与出苗到抽丝日数、灌浆持续期呈正负相关,但相关均不显著。

2.2 脱水速率与主要性状的相关分析

表 3 结果表明:生理脱水速率与苞叶层数、苞叶宽、苞叶面积、籽粒宽、穗轴粗、灌浆持续期、穗长、穗粗负相关显著,自然脱水速率与穗轴脱水速率、苞叶脱水速率呈正相关显著,与苞叶数、苞叶长、苞叶宽、苞叶面积、苞叶含水量、籽粒宽、穗轴粗、籽粒长度、穗长、穗粗、行粒数、灌浆持续期负相关显著。

表 3 籽粒脱水速率与主要性状相关

性 状	生理脱水速率	自然脱水速率
出苗到抽丝日数	0.015	0.229
灌浆持续期	-0.384 **	-0.391 **
穗 长	-0.310 *	-0.501 **
穗 粗	-0.335 *	-0.337 *
百粒重	-0.278	-0.615 **
苞叶层数	-0.310 *	-0.390 **
苞叶长	-0.274	-0.488 **
苞叶宽	-0.346 *	-0.517 **
苞叶面积	-0.429 **	-0.530 **
穗轴粗	-0.432 **	-0.333 *
籽粒宽	-0.328 *	-0.614 **
籽粒长度	-0.112	-0.480 **
穗轴脱水速率	0.116	0.361 *
苞叶脱水速率	0.285	0.322 *
苞叶含水量	-0.185	-0.474 **

2.3 灌浆速率和几个相关性状与产量的通径分析

选用 I、II、III 期灌浆速率以及与产量相关的几个性状做通径分析。用 X_1 、 X_2 、 X_3 分表示第 I、II、

III 期灌浆速率, X_4 、 X_5 、 X_6 、 X_7 分别表示百粒重、穗粒数、出苗到抽丝日数、灌浆持续期, y 表示单株产量, 通径分析见表 4。表 4 中自左向右沿对角线的 1 组数据为直接通径系数。它表明考察几个性状对单株产量都有正向效应, 效应大小依次为穗粒数>第 II 期灌浆速率>出苗到抽丝日数>第 I 期灌浆速率>百粒重>第 II 期灌浆速率>灌浆持续期。这一结果表明灌浆持续期虽与产量相关但与其它几个性状相比相对较弱。第 II 期灌浆速率对产量的影响较大。加强灌浆中后期管理, 保持较高的灌浆强度, 对增加籽粒产量是十分有益的。间接通径系数的关系较复杂, 只对数值较大的系数加以说明。从表 4 中可以看出, 除 $P_1 \rightarrow 7 \rightarrow y$ 、 $P_4 \rightarrow 5 \rightarrow y$ 、 $P_5 \rightarrow 4 \rightarrow y$ 、 $P_7 \rightarrow 1 \rightarrow y$ 为负向系数, 其它均为正向值。 $P_1 \rightarrow 7 \rightarrow y$ 和 $P_7 \rightarrow 1 \rightarrow y$ 均为负值说明无论从第 I 期灌浆速率作用到灌浆持续期, 还是从灌浆持续期作用到第一期灌浆速率, 它们都间接对单株产量有负向效应。同理 $P_5 \rightarrow 4 \rightarrow y$ 和 $P_4 \rightarrow 5 \rightarrow y$ 穗粒数和百粒重的相互作用, 会对单株产量产生负向效应。除以上四个负向系数外, 其它间接通径系数均为正, 说明某性状通过另一性状的作用间接对产量有正向效应。其中系数较大的有 $P_3 \rightarrow 5 \rightarrow y$ 、 $P_5 \rightarrow 3 \rightarrow y$ 、 $P_6 \rightarrow 5 \rightarrow y$ 、 $P_7 \rightarrow 3 \rightarrow y$ 。表明第 II 期灌浆速率与穗粒数、出苗到抽丝日数与穗粒数、第 II 期灌浆速率与灌浆持续期它们间的相互影响而增加单株产量。

表 4 单株产量与灌浆速率及相关性状的通径系数

项 目	$X_1 \rightarrow y$	$X_2 \rightarrow y$	$X_3 \rightarrow y$	$X_4 \rightarrow y$	$X_5 \rightarrow y$	$X_6 \rightarrow y$	$X_7 \rightarrow y$
$X_1 \rightarrow$	0.210	0.064	0.004	0.031	0.023	0.017	-0.012
$X_2 \rightarrow$	0.100	0.133	0.063	0.007	0.080	0.049	0.001
$X_3 \rightarrow$	0.003	0.030	0.285	0.052	0.143	0.037	0.053
$X_4 \rightarrow$	0.035	0.005	0.079	0.187	-0.026	0.033	0.029
$X_5 \rightarrow$	0.014	0.031	0.116	-0.014	0.349	0.092	0.030
$X_6 \rightarrow$	0.016	0.030	0.049	0.029	0.148	0.218	0.026
$X_7 \rightarrow$	-0.025	0.001	0.143	0.052	0.100	0.053	0.105

注: X_1 、 X_2 、 X_3 分别表示第 I、II、III 期灌浆速率, X_4 为百粒重, X_5 为穗粒数, X_6 为出苗到抽丝日数, X_7 为灌浆持续期, y 为表示单株产量。

2.4 自然脱水速率与几个性状的通径分析

选择百粒重 (X_1)、籽粒宽度 (X_2)、穗轴粗 (X_3)、苞叶脱水速率 (X_4)、苞叶含水量 (X_5)、苞叶面积 (X_6) 与籽粒自然脱水率 (Y) 作通径分析 (见表 6)。6 个性状对籽粒脱水速率有正向效应, 也有负向效应。正向效应从大到小, 依次为苞叶脱水速率>穗轴粗, 负向效应从大到小依次为苞叶含水量>百粒重>籽粒宽>苞叶面积, 6 个性状对自然脱水速率间接效应有正、有负在此不再赘述。

3 结论和讨论

相关分析表明单株产量与灌浆速率的正相关系数, 第 II 期灌浆速率>第 II 期灌浆速率>第 I 期灌浆速率>第 IV 期灌浆速率, 且前三个时期相关显著。灌浆速率平均值与产量性状正相关系数, 从大到小依次是, 单株产量>穗粒数>行粒数>穗长>百粒重>容重>穗粗>穗行数>籽粒出产率。这与秦泰辰^[6]等 (1991) 研究结果, 灌浆速率与穗行数、行粒

数、出籽率呈负相关不一致。这可能与选材有关。通径分析表明,第Ⅰ期灌浆速率(X_1),第Ⅱ期灌浆速率(X_2)、第Ⅲ期灌浆速率(X_3)、百粒重(X_4)、穗粒数(X_5)、出苗到抽丝日数(X_6)、灌浆持续期(X_7)对单株产量(y)都有正向效应,直接通径系数从大到

小依次是 $X_5>X_3>X_6>X_1>X_4>X_2>X_7$ 。这里的通径分析结果与章履孝^[7](1997)的研究结果相近,灌浆持续期虽与粒重有关,但并不密切。起重要作用的是第Ⅱ期(授粉后20 d),第Ⅲ期(授粉后30 d)灌浆速率。

表5 自然脱水速率与穗部相关性状的通径分析

项 目	$X_1\rightarrow y$	$X_2\rightarrow y$	$X_3\rightarrow y$	$X_4\rightarrow y$	$X_5\rightarrow y$	$X_6\rightarrow y$
$X_1\rightarrow$	-0.297	-0.119	0.028	-0.145	-0.252	-0.010
$X_2\rightarrow$	0.200	-0.179	0.025	-0.099	-0.213	-0.022
$X_3\rightarrow$	0.175	-0.094	0.048	-0.078	-0.150	-0.012
$X_4\rightarrow$	-0.157	0.065	-0.014	0.275	0.149	0.015
$X_5\rightarrow$	0.162	-0.083	0.016	-0.089	-0.462	-0.019
$X_6\rightarrow$	0.039	-0.051	0.008	-0.053	-0.111	-0.079

注: X_1 为百粒重, X_2 为籽粒宽度, X_3 为穗轴粗, X_4 为苞叶脱水速率, X_5 为苞叶含水量, X_6 为苞叶面积, y 为籽粒自然脱水速率。

研究结果表明,籽粒灌浆、脱水速率与主要农艺性状相关密切但程度不同。可以通过对相关性状的选择实现对灌浆速率和脱水速率的选择。选择灌浆、脱水均快的品种是育种目标。仅从以上研究结果制定如下育种方案,选择灌浆速率高的育种素材,应是前三期灌浆速率高的,主要在Ⅲ、Ⅱ期。体现在穗部性状上应是粒大、穗粒数多。在脱水方面,选择自然脱水率高的材料,由于百粒重与产量、脱水作用方向相反,在穗部性状的选择上,重点放在苞叶的选择上。选择苞叶长度适中,苞叶层数少,宽度小,面积小的自交系和杂交种。

参考文献:

[1] 王振华 张忠臣 常华章,等. 黑龙江省38个玉米自交系生理成熟

期及籽粒自然脱水速率分析[J]. 玉米科学, 2001, 9(2): 53-55
[2] 霍仕平. 玉米灌浆期籽粒脱水速率的研究进展综述[J]. 玉米科学, 1993(4): 39-44
[3] 李艳杰, 史纪明, 鞠成梅, 等. 玉米籽粒水分与品种性状相关性研究初报[J]. 玉米科学, 2000, 8(4): 37-38
[4] 刘玲译. 成熟期籽粒迅速失水的玉米选育问题[J]. 作物育种攻关参考资料, 1988(4): 18-20
[5] 庞增译. 玉米成熟表型特征和收获期籽粒含水量的可见标志—苞叶干燥期[J]. 国外作物育种, 1992(2): 25-27
[6] 秦泰辰, 李增禄. 玉米籽粒发育性状的遗传与产量性状关系的研究[J]. 作物学报, 1991, 17(3): 185-191
[7] 章履孝, 颜伟. 玉米粒重、灌浆持续期、灌浆速率的遗传特性及其关系研究[J]. 江苏农业学报, 1997, 13(4): 211-214
[8] 莫惠栋. 农业试验统计[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1984

欢迎订阅2007年

《黑龙江农业科学》

《黑龙江农业科学》是黑龙江省农业科学院主办的综合性科技期刊,是全国优秀期刊、黑龙江省优秀期刊、“中国期刊方阵”期刊,《中国核心期刊(遴选)数据库》收录期刊,CNKI系列数据库、万方数据库、重庆维普中文科技期刊数据库和华艺电子出版事业群收录期刊。本刊坚持以高新实效为原则,以服务科研、服务生产为宗旨,主要报道最新的农业科研成果、先进技术、发展趋势以及新产品、新品种等,能够全面反映黑龙江省特色、内容丰富、栏目新颖、信息量大、可读性强。设有作物育种、耕作栽培、土壤肥料、植物保护、畜牧兽医、园林园艺、质量安全、农村能源、食用菌、遥感、三农问题研究、综述、农技推广、品种简介、农业信息等栏目以及各类广告业务宣传,如:新品种、新产品、重点实验室、研究所、企业简介等。本刊发行面广,读者群大:农业科研工作者、农业院校师生、国营农场及农业技术推广部门的科技人员、管理干部和广大农民群众等。

本刊为国际大十六开本,彩色四封,120页,双月刊,刊号:ISSN1002-2767,CN23-1204/S,邮发代号14-61,广告经营许可证号:2301004010072,单月10日出版,每期定价8.00元,全年48.00元。全国各地邮局(所)均可订阅。漏订者可汇款至本刊编辑部补订。

另外,本刊编辑部现有少量2005年、2006年合订本珍藏版。每册70.00元,邮费5.00元,共计75.00元,售完为止。

地 址: 哈尔滨市南岗区学府路368号 《黑龙江农业科学》编辑部
电 话: 0451-86668373
电子函件: nykx13579@sina.com; nykx13579@126.com
邮 编: 150086

