

毛乌素沙区玉米农艺性状及产量的相关和通径分析

郭海红¹,李强³,赵帆²,张序²,封琳¹,白成波¹,许晓瑞³,屈高峰³,卜凯⁴

(1. 陕西省榆林市横山区白界区域农业技术推广站,陕西榆林 719100;2. 陕西省榆林市横山区农业技术推广中心,陕西榆林 719100;3. 陕西省榆林市横山区赵石畔区域农业技术推广站,陕西榆林 719100;4. 陕西省榆林市横山区石湾区域农业技术推广站,陕西榆林 719100)

摘要:通过对 20 个玉米品种农艺性状进行比较,并进行相关和通径分析,明确各性状对产量的相对重要性,为毛乌素沙区玉米产业提质增效提供依据。结果表明:(1)三北 89、金科玉 4 号和禾盛 209 适宜在榆林毛乌素沙区种植和推广。(2)相关分析:产量与百粒重、行粒数、穗位高、穗行数呈极显著正相关,与倒伏率呈极显著负相关,与空秆率呈显著正相关。(3)通径分析:穗行数对产量的直接正向效应最大,行粒数对产量的直接正向效应最大,倒折率对产量的直接负向效应较大。因此,在毛乌素沙区玉米品种筛选过程中,要综合考虑,在增加穗行数、行粒数及百粒重的同时,还应加强穗位、抗倒性的选择,同时兼顾各农艺性状的相互影响。

关键词:品种;产量;农艺性状;相关;通径分析

中图分类号:S513 文献标识码:A 文章编号:0488-5368(2024)05-0020-07

Correlation and Path Analysis of Agronomic Traits and Yield of Maize in Mu Us Sandy Area

GUO Haihong¹, LI Qiang³, ZHAO Fan², ZHANG Xu², FENG Lin¹, BAI Chengbo¹, XU Xiaorui³, QU Gaofeng³, BU Kai⁴

(1. Baijie Regional Agricultural Technology Extension Station, Hengshan, Yulin, Shaanxi 719100, China;

2. Hengshan District Agricultural Technology Extension Center, Yulin, Shaanxi 719100, China;

3. Zhaoshipan Regional Agricultural Technology Extension Station, Hengshan, Yulin, Shaanxi 719100, China;

4. Shirwan Regional Agricultural Technology Extension Station, Hengshan, Yulin, Shaanxi 719100, China)

Abstract: The study compared the agronomic traits of 20 maize varieties and conducted correlation and path analysis to determine the relative importance of each trait on yield, providing a basis for improving quality and efficiency of the maize industry in the Mu Us sandy area. The results indicated that: (1) 'Sanbei 89', 'Jinkeyu 4', and 'Hesheng 209' are suitable for cultivation and extension in the Mu Us sandy area of Yulin. (2) Yield is significantly positively correlated with 100-grain weight, number of grains per row, ear height, and number of rows per ear, and negatively correlated with lodging rate, while positively correlated with empty stem rate. (3) The number of rows per ear exhibits the highest direct positive effect on yield, followed by the number of grains per row; meanwhile, lodging rate has the greatest direct positive effect on yield, and the discount rate has a greater direct negative effect on yield. Therefore, in the screening process of maize varieties in the Mu Us sandy area, it is essential to consider increasing the number of rows per ear and the 100-grain weight, optimizing ear position and lodging resistance, and accounting for interactions among agronomic traits.

Key words: Variety; Yield; Agronomic traits; Related; Path analysis

收稿日期:2023-08-27 修回日期:2023-09-24

第一作者简介:郭海红(1983-),女,研究生,农艺师,主要从事农业技术推广工作。

前言

玉米占粮食总产量的 38.9% 以上,对保障粮食安全起着举足轻重的作用^[1]。玉米也是毛乌素沙区的重要农作物。近年来,该地区气候表现异常,易出现高温干旱、冰雹大风、大暴雨、低温寡照等气候现象,给当地玉米生产带来了严重的损失。加上当地玉米种植品种混杂、农民选择种子困难,高产品种匮乏,种植效益无法得到保障,严重制约该区域玉米高质量发展^[2]。玉米产量由多基因控制,深入分析产量与相关性状之间的相互关系对提高玉米产量意义重大^[3]。

通径分析能够分析多个自变量与因变量之间的线性关系,能分析复杂的变量关系,已经广泛应用各种作物产量与相关性状的分析。于琳^[4]、白向历等^[5]、周旭梅^[6]等的研究表明,株高、穗位与产量相关程度达到了显著或极显著的水平;李洪^[7]、梁晓玲^[8]等运用通径分析等方法对玉米农艺性状进行比较和评价,指出玉米品种选育时,应兼顾其它性状之间的相互关系。研究玉米各性状的相互关系及其对产量的影响,能为育种有效性状的选择改良提供科学依据。

随着市场多元化和产业发展需求,加快新品种引进和筛选工作,成为该区域制约玉米产业发展的

瓶颈,近年来,该地区对玉米产量方面有一定的研究,但是对毛乌素沙区特殊的环境下玉米各性状与产量的关系鲜有报道。因此,本文通过对 20 个玉米品种开展种植比较试验,探索不同品种玉米性状对产量的影响,分析玉米产量和相关性状之间的相互关系,寻找各性状相对重要性,旨在筛选出综合性状和适应性较好的玉米品种,为毛乌素沙区玉米品种筛选提供理论依据,更好地指导生产实践。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地位于榆林市横山区党岔(109°82'39"E, 37°98'61"N),毛乌素沙区南缘,属于温带半干旱大陆季风性气候,海拔 916 m,年平均气温 10.5℃,雨季集中在 7~8 月份,占常年降水量的 56%~128%,近年来,降雨量明显减少,区域性、阶段性气象干旱明显,无霜期 150 d,光照资源充足。供试土壤为风沙土,有机质 14.327 g/kg、速效氮 20.76 mg/kg、有效磷 17.69 mg/kg、速效钾 158.45 mg/kg,土壤 pH 值 8.3。试验地地势平坦,前茬为中药材。

1.2 供试材料

试验参试品种共 20 个,具体品种和编号见表 1。

表 1 玉米品种

代号	品种(系)名称	审定情况	种子来源
A	玉龙 7899	蒙审玉 2016033 号	翁牛特旗玉龙种子有限公司
B	晋单 73 号	晋审玉 2010009 号	山西省阳高县晋阳玉米研究所
C	YF1898	蒙审玉 2021088 号	赤峰宇丰科技种业有限公司
D	禾盛 209	甘审玉 20210035 号	甘肃禾盛种植农民专业合作社
E	DF636	晋审玉 20226007 号	山西大丰种业有限公司
F	金科玉 4 号	陕审玉 20210001 号	榆林市金日种业有限责任公司
G	三北 89	国审玉 2011017 号	三北种业有限公司
H	鑫友 125	甘审玉 20180051 号	张掖市鑫友种业有限责任公司
I	坤瑞 5522	甘审玉 20220077 号	辽宁坤瑞农业有限公司
G	联达 F085	国审玉 20200393 号	辽宁联达种业有限责任公司
K	宇丰 88	蒙审玉 2019073 号	赤峰宇丰科技种业有限公司
L	均隆 1377	蒙审玉 2020028 号	四川丰大种业有限公司
M	雄玉 1587	陕审玉 20220006 号	襄阳正大农业开发有限公司
N	陕科 536	陕审玉 20220027 号	陕西登海种业有限公司
O	唐丰 3	冀审玉 20210033 号	河北奔诚种业有限公司
P	平安 169	国审玉 20180320 号	吉林省平安种业有限公司
Q	九圣禾 2468	晋审玉 20170036 号	九圣禾种业股份有限公司
R	雄玉 581	陕审玉 2020018 号	南通大熊种业科技有限公司
S	先玉 1620	甘审玉 20200010 号	铁岭先锋种子研究有限公司
T	中榆 898	陕审玉 2018039 号	榆林盛大种业有限责任公司

1.3 试验设计

根据品种特性并结合当地的种植特点,采用田间随机区组排列,行长 10 m,4 行种植,小区面积 24 m²;行距 60 cm,株距 25 cm,四周设保护行。所有参试品种的栽培管理和施肥量均按当地生产习惯进行。

1.4 试验实施

1.4.1 整地 机械翻地,羊粪每 667 m² 3 000 kg,均匀撒施,翻入土中。

1.4.2 适时播种 5 月 15 日点播器人工种植。6 月 3 日定苗。

1.4.3 施肥 5 月 13 日用机械翻地,施入磷酸二铵 33.07 kg(磷肥 100%),尿素 29.22 kg(氮肥的 60%),均匀撒施地表,翻入土中。6 月 28 日追肥 1 次、每 667 m² 追施 25% 欧氮 20 kg,7 月 27 日追

肥一次,每 667 m² 追施 46% 的尿素 30 kg。

1.4.4 田间管理 5 月 19 日无人机封闭除草;6 月 13 日化学除草。安装水肥一体化装置,定量供水、供肥。分别在大喇叭口期、抽雄期定期灌水。

1.4.5 适时收获 10 月 10 日收获,考种。

1.5 测定项目与方法

观察记载农艺性状。收获时选取中间 3 行实地采收。

1.6 数据统计和分析

运用 Microsoft Excel 2007 和 SPSS statistics 25.0 进行整理分析数据。

2 结果与分析

2.1 毛乌素沙区不同品种玉米生育期比较

表 2 毛乌素沙区不同玉米品种的生育期

参试品种	播种期 (月-日)	出苗期 (月-日)	抽雄期 (月-日)	吐丝期 (月-日)	成熟期 (月-日)	生育期 /d
玉龙 7899	5-15	5-24	7-22	7-26	10-2	132
晋单 73 号	5-15	5-24	7-24	7-29	9-29	130
YF1898	5-15	5-24	7-19	7-22	9-23	124
禾盛 209	5-15	5-25	7-19	7-22	10-3	133
DF636	5-15	5-24	7-22	7-25	9-29	130
金科玉 4 号	5-15	5-24	7-22	7-26	10-5	135
三北 89	5-15	5-25	7-22	7-29	9-24	125
鑫友 125	5-15	5-24	7-19	7-22	10-5	135
坤瑞 5522	5-15	5-24	7-19	7-22	9-25	126
联达 F085	5-15	5-24	7-19	7-22	10-2	132
宇丰 83	5-15	5-24	7-20	7-24	9-27	128
均隆 1377(CK)	5-15	5-24	7-19	7-22	9-22	123
雄玉 1587	5-15	5-24	7-21	7-25	9-25	126
陕科 536	5-15	5-24	7-22	7-27	9-22	123
唐丰 3	5-15	5-24	7-21	7-27	10-1	131
平安 169	5-15	5-24	7-21	7-28	9-27	128
九圣禾	5-15	5-25	7-21	7-26	10-4	134
雄玉 581	5-15	5-23	7-21	7-27	9-28	129
先玉 1620	5-15	5-24	7-21	7-27	9-29	130
中榆 898	5-15	5-24	7-19	7-22	9-27	128

从表 2 可以看出,供试的 20 个玉米品种的生育时期在 123~135 d 之间。所出苗时间相差不大,出苗率 95%;抽雄期 7 月 19 日左右开始,在进入抽雄期后营养生长趋缓,转向生殖生长;吐丝期 7 月 22 日左右开始,相差 7 d,YF1898 等 7 个品种

吐丝期最早,晋单 73 号和三北 89 吐丝期最晚;成熟期方面,陕科 536 和三北 89 成熟较早、玉龙 7899、禾盛 209、鑫友 125、金科玉 4 号、鑫友 125、联达 F085、九圣禾、唐丰 3 成熟较迟,与对照均隆 1377 相比推迟 4~14 d。玉龙 7899 等 11 个品种

生育期大于 130 d,比平均生育期短的品种有 10 个,占参试玉米品种的 50%,生育期最短的品种是陕科 536 与均隆 1377(CK),均为 123 d;各品种都

能正常成熟,由于雨季持续时间长,雨水较多,积温偏低,生长期总体较偏长。

2.2 毛乌素沙区不同玉米品种的农艺性状差异

表 3 毛乌素沙区不同玉米品种农艺性状差异

品种	株高/cm	穗位高/cm	穗位系数	倒伏率/%	倒折率/%	空秆率/%
玉龙 7899	284	121	0.43	0	1.5	0
晋单 73 号	290	102	0.35	0	1.5	0
YF1898	312	98	0.31	0	1.5	0
禾盛 209	278	111	0.40	0	1.5	0.8
DF636	307	121	0.39	0	1.5	0
金科玉 4 号	260	109	0.42	0	1.5	3
三北 89	305	143	0.47	0	1.5	0.8
鑫友 125	286	121	0.42	0	3	0
坤瑞 5522	293	119	0.41	2.3	0.8	0
联达 F085	275	101	0.37	0	3	0.8
宇丰 83	290	106	0.37	2.3	3.8	0
均隆 1377	286	127	0.44	0	1.5	0.8
雄玉 1587	316	118	0.37	0	1.5	1.5
陕科 536	272	117	0.43	0	0.8	0.8
唐丰 3	275	98	0.36	0	2.3	0
平安 169	262	110	0.42	0	1.5	2.3
九圣禾	305	113	0.37	0	1.5	0
雄玉 581	273	117	0.43	0	2.3	0.8
先玉 1620	301	117	0.39	0	4.5	0.8
中榆 898	276	118	0.43	0	3	1.5

由表 3 可知,20 个试验玉米品种的主要农艺性状存在一定差异。株高在 260~316 cm 之间,平均株高为 287 cm。“雄玉 1587”株高最高,为 316 cm。“金科玉 4 号”最矮,为 260 cm,株高过高容易流失营养;各品种的穗位高在 98~143 cm 之间,平均穗位高为 114 cm,三北 89、均隆 1377、鑫友 125、玉龙 7899、DF636 的穗位高明显高于其它品种。合理的穗位系数有利于产量的增加,各品种的株高和穗位高在的比值在 0.31~0.47 之间,10 个品种株高和穗位高比值大于 0.4,三北 89 的比值最高,其穗上节间相对拉长程度最高,YF1898 的比值最小,为 0.31,其它各品种的穗位系数差异不明显。

各参试品种的倒伏不是很大,坤瑞 5522 和宇丰 832 两个品种的茎秆强度、韧度不好,倒伏发生率均为 2.3%,其余品种未发生倒伏;生长后期阴雨大风较多,各品种均出现倒折。其中,先玉 1620 和宇丰 83 倒折相对严重;金科玉 4 号、平安 169、雄玉 1587、中榆 898 空秆率较大。

2.3 毛乌素沙区不同玉米品种的产量比较

从表 4 可以看出,参试品种的穗行数在 14.8~18.6 行,穗行数 18 行的品种有 5 个品种,分别是 YF1898、DF636、三北 89、金科玉 4 号、中榆 898;17 行的有 7 个品种;16 行的有 6 个品种;15 行和 14 行的各有 1 个品种。穗行数最多的是三北 89,穗行数最少的是雄玉 581。

行粒数的变化在 33.6~49 粒,禾盛 209、晋单 73 号、金科玉 4 号、雄玉 581 的行粒数大于 45,16 个品种的行粒数均大于 40 粒,其余 4 个品种(玉龙 7899、坤瑞 5522、陕科 536、唐丰 3 行)的行粒数低于 40 粒。禾盛 209 行粒数最多,为 49 粒,行粒数最少的是陕科 536,为 33.6 粒。

百粒重在 32.2~48.0 g 之间,DF636、玉龙 7899、晋单 73 号、禾盛 209、金科玉 4 号、三北 89、鑫友 125、坤瑞 5522、九圣禾、中榆 898,10 个品种的百粒重大于 40 g,百粒重最重是三北 89,为 48 g,其余 10 个品种的百粒重小于 40 g,陕科 536 最轻,为 32.2 g。

表 4 毛乌素沙区不同玉米品种产量及其构成

品种	穗行数/行	行粒数/粒	百粒重/g	产量 (kg/hm ²)	较 CK 增(减) /%	差异显著性	
						0.05	0.01
玉龙 7899	16.2	38.9	42.3	15 379.5	-0.2	efgh	FGH
晋单 73 号	17.0	45.7	41.4	18 327.0	0.0	cd	CDEF
YF1898	18.0	41.0	39.3	16 974.0	-0.1	de	DEFG
禾盛 209	17.2	49.0	40.4	21 201.0	0.1	b	BC
DF636	18.0	44.8	44.5	19 891.5	0.1	bc	CD
金科玉 4 号	18.4	47.1	43.0	23 289.0	0.3	a	AB
三北 89	18.6	44.1	48.0	24 319.5	0.3	a	A
鑫友 125	17.4	41.4	41.5	18 606.0	0.0	cd	CDEF
坤瑞 5522	16.0	37.2	40.6	13 435.5	-0.3	h	H
联达 F085	15.6	40.3	37.2	14 704.5	-0.2	gh	GH
宇丰 83	17.2	44.3	35.1	14 892.0	-0.2	fgh	GH
均隆 1377	16.0	43.4	39.6	18 489.0	0.0	cd	CDEF
雄玉 1587	16.0	44.6	37.5	15 768.0	-0.1	efg	FGH
陕科 536	17.9	33.6	32.2	16 887.0	-0.1	def	DEFG
唐丰 3	17.8	36.9	35.2	14 911.5	-0.2	efgh	GH
平安 169	16.2	40.1	39.8	16 162.5	-0.1	efg	EFGH
九圣禾	16.6	44.4	41.3	19 231.5	0.0	bc	CDE
雄玉 581	14.8	45.6	37.0	15 264.0	-0.2	efgh	FGH
先玉 1620	17.2	44.8	37.3	16 897.5	-0.1	def	DEFG
中榆 898	18	41.5	40.46	16 897.5	-0.1	def	DEFG

注:数据后大写字母表示 0.01 水平下差异显著,小写字母表示 0.05 水平下差异显著。

供试 20 个玉米品种产量范围为 13 435.5~24 319.5 kg/hm²,平均产量为 17 576.4 kg/hm²,其中,低于平均产量的有 12 个品种。三北 89 产量居一位,产量 24 319.5 kg/hm²,较对照均隆 1377 增产 32%,与 CK 差异达到极显著水平($P < 0.01$);其次为金科玉 4 号和禾盛 209,产量分别为 23 289 kg/hm² 和 21 201 kg/hm²,较对照均隆 1377 增产 26%和 15%,与 CK 差异达到显著水平($P < 0.05$);DF636、九圣禾、鑫友 125、分别较对照先玉

335 增产 13.2%,分别比均隆 1377(CK)增产 8%、4%、1%,与 CK 差异达不显著;其余 12 个品种产量都低于 CK,其中唐丰 3、宇丰 83、联达 F085,坤瑞 5522 为产量较低的 4 个品种,比对照(CK)减产 19%、19%、20%和 27%,坤瑞 5522 产量明显低于其它品种。

2.4 毛乌素沙区不同玉米品种主要农艺性状相关性分析

表 5 毛乌素沙区玉米品种产量与农艺性状的相关性分析

	株高	穗位高	倒伏率	倒折率	空秆率	收获时籽粒含水量	穗行数	行粒数	百粒重
株高	1								
穗位高	0.244	1							
倒伏率	0.088	-0.059	1						
倒折率	-0.015	-0.160	0.105	1					
空秆率	-0.500**	0.064	-0.281*	-0.065	1				
收获时籽粒含水量/%	0.126	0.023	-0.149	-0.272*	-0.245	1			
穗行数	0.266*	-0.021	-0.001	0.273*	0.003	0.163	1		
行粒数	0.196	0.082	-0.151	0.186	0.220	-0.024	0.525**	1	
百粒重	0.251	0.513**	-0.176	-0.280*	0.061	0.193	0.627**	0.413**	1
产量	0.067	0.409**	-0.404**	-0.234	0.300*	0.207	0.382**	0.555**	0.680**

注:**相关性在 0.01 水平上显著;*相关性在 0.05 水平上显著。

选取玉米 9 个主要农艺性状进行相关性分析(表 5),表明产量与百粒重($r=0.680$)、行粒数($r=0.555$)、穗位高($r=0.409$)、穗行数($r=0.382$)呈极显著正相关,与倒伏率呈极显著负相关($r=-0.404$),与空秆率(0.300)呈显著正相关,与倒折率(-0.234)、含水量(0.207)、株高(0.067)相关不大。该地区在选择品种时,应着重百粒重、行粒数、穗位高、倒伏率、穗行数的选择,而株高、倒折率等选择标准可以适当参考。

百粒重与穗行数($r=0.627$)、穗位高($r=0.513$)、行粒数($r=0.413$)呈极显著正相关,与倒

折率($r=-0.280$)呈显著负相关;行粒数与穗行数($r=0.525$)呈极显著正相关;穗行数与株高($r=0.266$)、倒折率($r=0.273$)呈显著正相关;空秆率与株高($r=0.500$)呈显著负相关,与倒伏率($r=-0.281$)呈显著负相关;在进行玉米品种性状选择时,要综合考虑各性状间的相互作用,不能简单的控制或提高某个单一性状。

2.5 毛乌素沙区主要农艺性状与产量的回归分析

2.5.1 毛乌素沙区产量与主要农艺性状的回归分析

表 6 毛乌素沙区产量与主要农艺性状的回归分析

性状	非标准化系数		标准化系数		
	B	SE	Beta	T	Sig.
常量	-22 792.937	6 725.374		-3.389	0.007
株高 x_1	-40.617	20.73	-0.229	-1.959	0.079
穗位高 x_2	83.513	29.509	0.309	2.83	0.018
倒伏率 x_3	-869.933	383.489	-0.213	-2.268	0.047
倒折率 x_4	-951.155	315.521	-0.323	-3.015	0.013
空秆率 x_5	-372.461	429.978	-0.109	-0.866	0.407
收获时籽粒					
含水量 x_6	-248.295	188.582	-0.142	-1.317	0.217
穗行数 x_7	1 728.625	307.163	0.611	5.628	0
行粒数 x_8	429.519	88.982	0.565	4.827	0.001
百粒重 x_9	31.801	109.44	0.039	0.291	0.777

以产量为因变量(y),其它性状为自变量(x_i),进行多元线性回归分析(表 6)。首先,对拟建立的多元线性回归方程进行 F 检验,结果显示,方差比 $F=13.620$,相关系数 $R=0.962$,决定系数 $R^2=0.925$ 。剩余因子 e 对产量的通径系数为 $P_{ye}=1$, $R^2=0.677495$,这就说明还有一些因素未考虑到,得到线性回归方程:

$$y = -22\,792.937 - 40.617x_1 + 83.513x_2 -$$

$$869.933x_3 - 951.155x_4 - 372.461x_5 - 248.295x_6 + 1\,728.625x_7 + 429.519x_8 + 31.801x_9$$

偏回归系数的差异显著性小于 0.05,剔除差异不显著的变量,从而得出最优回归方程:

$$y = -22\,792.937 + 83.513x_2 - 869.933x_3 - 951.155x_4 + 1\,728.625x_7 + 429.519x_8$$

这说明,9 个农艺性状中的穗位高、倒伏率、倒折率、穗行数、行粒数对产量产生了极显著的影响。

表 7 毛乌素沙区产量与主要农艺性状的通径分析

性状	简单相 关系数	直接通 径系数	间接通径系数									
			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	合计
株高 x_1	0.067	-0.229	—	-0.094	0.093	0.054	-0.069	-0.047	-0.140	-0.127	-0.156	-0.486
穗位高 x_2	0.409	0.309*	0.075	—	0.027	-0.005	-0.155	0.039	0.039	0.061	0.078	0.159
倒伏率 x_3	-0.404	-0.213	-0.019	0.013	—	0.034	-0.014	-0.005	-0.012	-0.017	-0.109	-0.129
倒折率 x_4	-0.234	-0.323*	0.005	0.052	-0.034	—	0.091	0.048	0.041	0.049	0.057	0.308
空秆率 x_5	0.300	-0.109	0.055	-0.007	0.031	0.007	—	0.030	-0.003	-0.020	0.031	0.122
收获时籽粒												
含水量 x_6	0.207	-0.142	-0.018	-0.003	0.021	0.039	0.035	—	-0.008	-0.031	-0.009	0.026
穗行数 x_7	0.610	0.611**	0.076	0.034	-0.078	0.018	0.032	0.230	—	-0.015	0.118	0.416
行粒数 x_8	0.555	0.565**	0.111	0.046	-0.085	0.105	0.124	-0.014	0.038	—	0.195	0.521
百粒重 x_9	0.680	0.039	0.010	0.020	-0.007	-0.011	0.002	0.008	0.013	0.016	—	0.052

2.5.2 毛乌素沙区主要农艺性状与产量的通径分析 分别对不同种植品种的产量及相关性状进行通径分析,计算农艺性状对产量的直接通径系数。 y 与 x_i 间的直接通径系数实际就是 y 关于 x_i 的标准回归系数^[9],由表 7 可知,直接通径系数分别为 $P_{1y} = -0.229$, $P_{2y} = -0.309$, $P_{3y} = -0.213$, $P_{4y} = -0.323$, $P_{5y} = -0.109$, $P_{6y} = -0.142$, $P_{7y} = 0.611$, $P_{8y} = 0.565$, $P_{9y} = 0.039$ 。间接通径系数 = 相关系数(r_{ij}) \times 直接通径系数(P_{iy})^[3]。

由表 7 可知,穗行数、行粒数,倒折率对产量都表现出直接正效应作用,其中穗行数 x_7 对产量的直接正向效应最大,直接通径系数 $P_{7y} = 0.611$,达到极显著水平;行粒数次之,为 $P_{8y} = 0.565$,达到极显著水平;倒折率 x_4 与产量的直接通径系数 $P_{4y} = -0.323$,穗位高直接通径系数 $P_{2y} = 0.309$,达到显著水平,上述 4 个性状对产量均为直接正效应。

通径分析结果表明,各农艺性状对玉米产量 y

的影响中,穗行数(x_7)通过株高和倒折率($P = -0.078$)对产量有间接的负向效应;行粒数(x_8)通过百粒重($P = 0.195$)对产量的间接正向效应较大;倒折率(x_4)通过空秆率($P = 0.091$)对产量的正向效应较大。穗位高(x_2)通过空秆率对产量($P = -0.155$)的间接负向效应较大。株高(x_1)通过穗行数($P = -0.140$)对产量的间接负向效应较大;倒伏率(x_3)通过百粒重($P = -0.109$)对产量的对产量的直接负向效应较大。收获时籽粒含水量(x_6)通过倒折率($P = 0.039$)对产量有间接的正向作用,空秆率(x_5)通过株高($P = 0.055$)对产量有间接的正向作用,百粒重(x_9)通过穗位高($P = 0.020$)对产量有间接的正向作用。

因此,毛乌素沙区在玉米育种实践中,适当地增加穗行数和行粒数,减少倒折,降低穗位,有利于玉米产量的提高。

2.6 适宜毛乌素沙区种植的玉米品种

表 8 适宜毛乌素沙区种植的玉米品种

品种	生育期 /d	产量 (kg/hm ²)	较 CK 增 (减)/%	株高 /cm	穗位高 /cm	穗位高 /株高	倒伏率 /%	倒折率 /%	空秆率 /%
禾盛 209	133	21 201	0.15	278	111	0.40	0	1.5	0.8
DF636	130	19 891.5	0.08	307	121	0.39	0	1.5	0
金科玉 4 号	135	23 289	0.26	260	109	0.42	0	1.5	3
三北 89	125	24 319.5	0.32	305	143	0.47	0	1.5	0.8
九圣禾	134	19 231.5	0.04	305	113	0.37	0	1.5	0

综合玉米品种的生育期、株高、穗行数倒伏率、倒折率等综合性状,以及品种的最终产量结果,适宜在本地区推广种植的玉米品种有三北 89、金科玉 4 号、禾盛 209、DF636 和九圣禾。

3 结论与讨论

(1)综合分析表明,三北 89、金科玉 4 号、禾盛 209 三个品种生育期适中、株高、穗位高适中,穗行数、行粒数较多、产量高,丰产性与鲜穗商品性较好增产潜力大,可在毛乌素沙区推广种植,代替一些产量低、抗性差的品种。追求稳产的农户可选择种植该品种。DF636、九圣禾 2 个品种稳产性较强,具有较好的抗倒伏和抗性表现,建议可根据市场需求小范围种植。晋单 73 号、鑫友 125、均隆 1377 产量优势不很明显,但综合性状较好,建议保留并进一步进行试验。唐丰 3、宇丰 83、联达 F085,坤瑞 5522 等 4 个品种,由于抗倒伏性和抗病性、产量等方面综合表现较差,不建议在生产上推广种植。

(2)相关性分析结果表明,产量与与百粒重

($r = 0.680$)、行粒数($r = 0.555$)、穗位高($r = 0.409$)、倒伏率($r = 0.382$)、穗行数($r = 0.382$)与呈极显著正相关、与倒伏率呈极显著负相关($r = -0.404$);多元回归和通径分析结果表明,显著性检验得到优化后的方程为 $y = -22 792.937 + 83.513x_2 - 869.933x_3 - 951.155x_4 + 1 728.625x_7 + 429.519x_8$ 。通径分析中各性状对玉米产量的直接通径系数大小依次为:穗行数(0.611) $>$ 行粒数(0.565) $>$ 倒折率(-0.323) $>$ 穗位高(0.309) $>$ 株高(-0.229) $>$ 倒伏率(-0.213) $>$ 含水量(-0.142) $>$ 空秆率(-0.109) $>$ 百粒重(-0.03),穗行数对产量的直接正向效应最大,行粒数对产量的直接正向效应最大,倒折率对产量的直接负向效应较大。各性状间存在着复杂的相关关系,存在着直接和间接效应。相关分析与回归分析的结果有一定的差别,但结论是一致的。该结果与梁晓玲^[8]、李清超^[9]、鲁珊等^[10]等的研究结果一致。因此,在毛乌素沙区在选择玉米品种时,应兼顾各性

(下转第 59 页)